金 属 矿 产

找 矿 勘 探 工 作 方 法

下 册

西北冶金地质勘探公司
甘肃冶金地质勘探公司 《工作方法》编写组

目　录

第六章　探矿工程的地质技术管理

第一节　各种探矿工程的使用条件……(185)
(一)地表探矿工程的使用条件……(185)
(二)地下探矿工程的使用条件……(187)
第二节　探矿工程地质技术管理的一般要求……(189)
第三节　地表探矿工程的地质技术管理……(193)
(一)评价、勘探阶段地表探矿工程的地质技术管理……(193)
(二)普查找矿阶段地表探矿工程的地质技术管理……(194)
第四节　钻探的地质技术管理……(194)
(一)钻孔位置的确定……(194)
(二)钻探单项工程设计书……(195)
(三)开钻前检查……(195)
(四)钻探工程的质量管理……(198)
(五)岩矿心的保管……(201)
(六)终孔验收……(205)
(七)封孔……(205)
第五节　坑探的地质技术管理……(209)
(一)坑探地质技术管理的工作程序……(209)
(二)坑口现场位置的选择……(209)
(三)坑探单项工程设汁……(210)
(四)坑探施工过程中的地质技术管理……(210)
(五)竣工验收……(211)

第七章　常用综合性图件的编绘

第一节　一般原则……(215)
(一)综合图件编绘的目的……(215)
(二)综合图件编绘的基本要求……(216)
(三)综合地质图件的类别……(216)
(四)各种综合图件共同的内容及要求……(217)
(五)测量成果在图上定位的一般方法……(218)
(六)探矿工程及地质资料投影定位的一般要求……(218)
(七)联图方法及要求……(219)
(八)引用实际材料需注意之点……(221)

第二节　地表平面图类的编绘方法和要求……(221)
(一)交通位置图……(221)
(二)区域(或矿区)地质图……(221)
(三)实际材料图……(223)
(四)地质工作研究程度图……(224)
(五)矿床地形地质图……(224)
(六)可与区域、(矿区)或矿床地形地质图合并的图件……(229)
(七)探矿工程分布平面图……(229)
(八)采样平面图及品位分布图……(230)
第三节　剖面图类的编绘……(231)
(一)矿床地质构造剖面图……(231)
(二)勘探线剖面图……(232)
(三)纵剖面图……(254)
第四节　深部平面图类的编绘方法和要求……(254)
(一)深部平面图类概述……(254)
(二)坑道(中段)地质平面图的编绘方法……(255)
(三)水平切面图的编制……(255)
(四)坑内外联络图……(256)
第五节　投影图类的编绘方法和要求……(256)
(一)投影图类概述……(256)
(二)投影基准面的选择及投影方法……(257)
(三)垂直投影图(纵投影图)的编绘方法……(259)
(四)水平投影图编绘方法……(262)
(五)平行矿体倾斜投影图的编绘方法……(263)
(六)解析法投影定位……(265)
(七)立体图……(267)
第六节　反映矿体产状、厚度、品位等情况的统计性图表的编制……(275)
(一)各类等量线图……(275)
(二)变化规律图表……(279)
(三)级频率图……(280)
(四)不同组份的相关关系图……(280)

第八章　成矿规律及成矿预测研究性图类的编绘

第一节　成矿规律与成矿预测研究性图件编绘的一般要求……(283)
第二节　成矿规律与成矿预测研究性图件的分类……(284)
第三节　成矿研究图件编绘的工作程序……(286)

第四节　基础图件的整理、编绘……(288)
(一)地质图、岩性柱状图……(288)
(二)矿产分布图……(289)
(三)地质矿产研究程度图……(301)
(四)岩浆岩分布图……(302)
(五)断层、节理分析用图解……(305)
(六)构造地质图、构造分区图、构造纲要图……(311)
(七)构造体系图、构造体系地质图……(319)
(八)岩相图、构造岩相图、岩相古地理图……(321)
(九)围岩蚀变分带图……(331)
第五节　成矿规律图与成矿预测图的编绘……(333)
(一)内生金属矿床成矿规律图……(333)
(二)外生金属矿床成矿规律图……(334)
(三)成矿预测图的编绘……(339)

第九章　储量计算

第一节　储量计算的一般要求……(344)
第二节　储量计算方法的选择……(345)
(一)选择储量计算方法的主要因素之一——矿床的地质特征……(345)
(二)选择储量计算方法的主要因素之二——勘探方法……(345)
(三)计算方法的繁简程度对选择计算方法的影响……(346)
(四)影响储量计算方法选择的其他因素……(346)
(五)储量计算方法的检查……(346)
第三节　矿体圈定……(346)
(一)矿体圈定的依据……(347)
(二)矿体圈定的步骤……(347)
(三)矿休圈定的方法……(348)
(四)可采矿体边界的圈定……(349)
(五)矿体内矿石品级边界的圈定……(351)
(六)储量级别边界的圈定……(352)
第四节　参数测定……(353)
(一)矿体厚度测定……(353)
(二)平均品位的确定……(354)
(三)面积测定……(357)
(四)矿石体重的确定……(357)
(五)含矿系数的确定与运用……(359)

第五节　储量计算方法……(360)
(一)常用的公式……(360)
(二)剖面法……(361)
(三)直线法……(376)
(四)算术平均法……(376)
(五)地质块段法……(378)
(六)最近地区法……(382)
(七)等值线法……(383)
(八)等高线法……(386)
(九)统计法……(387)
(十)综合法……(388)
(十一)地质统计分析法……(388)
(十二)编储量计算表时应注意之点……(388)
(十三)储量计算中误差的基本类型及消除误差的措施……(392)
第六节　关于稀有、稀土矿床及伴生有益组份储量计算的若干问题……(395)
(一)与一般金属矿床储量计算之异同点……(395)
(二)计算伴生有益组份的工作特点……(396)
(三)伴生有益组份的储量计算方法……(397)

第十章　找矿勘探设计的编制

第一节　编制设计的目的与要求……(411)
(一)编制设计的目的……(411)
(二)对设计的要求……(411)
第二节　找矿勘探设计的种类及内容……(412)
(一)设计的类别……(412)
(二)设汁的内容……(412)
(三)施工措施计划……(416)
(四)设计书的编排……(416)
(五)设计书的附图……(419)
第三节　金属矿产找矿勘探的阶段划分……(419)
第四节　普查找矿的目的任务及设计要点……(420)
(一)普查找矿的具体任务要求……(421)
(二)两类普查找矿工作……(421)
(三)对面积性普查找矿的要求……(422)
(四)对矿点检查的要求……(423)
(五)普查找矿阶段的深部探矿……(423)

(六)普查找矿中需注意的问题……(424)
第五节　矿床评价的目的任务及设计要点……(424)
(一)矿床评价的具体任务要求……(424)
(二)矿床评价阶段的主要工作……(425)
(三)矿床评价中的地表地质工作……(425)
(四)矿床评价时深部探矿工作……(426)
(五)矿床评价中需注意的问题……(426)
第六节　矿床勘探的目的任务及设计要点……(427)
(一)矿床勘探的具体任务要求……(427)
(二)矿床勘探合理程度的确定……(427)
(三)伴生矿产的评价勘探……(429)
(四)勘探阶段对矿石的试验研究要求……(430)
(五)矿床开采技术条件的研究要求……(430)
(六)勘探工程布局方案……(430)
(七)勘探网度的确定……(431)

第十一章　地质报告的编写

第一节　地质报告的种类、格式及编排……(435)
(一)地质报告的种类……(435)
(二)地质报告的格式及编排……(436)
第二节　地质报告编写时的注意点……(441)
第三节　地质勘探报告的编写……(442)
第四节　矿点(床)评价报告的编写……(450)
第五节　普查找矿报告的编写……(453)
第六节　成矿研究报告的编写……(456)

第十二章　砂矿的找矿勘探工作方法

第一节　砂矿的类型和找矿勘探阶段的划分……(460)
(一)砂矿类型……(460)
(二)对砂金矿的工业要求……(463)
(三)砂金矿的勘探类型……(463)
(四)砂金矿普查找矿、评价勘探阶段的划分……(464)
第二节　砂矿探矿工程的地质技术管理与编录……(466)
(一)砂矿的探矿手段及其质量要求……(466)
(二)砂矿探矿工程的地质编录……(467)
(三)砂矿探矿工程的地质技术管理……(473)

第三节　砂矿的采样、淘洗及确定品位……(474)
(一)采样方法及采样规格……(474)
(二)样品的粗淘(野外淘洗)　……(475)
(三)样品精淘……(476)
(四)重砂的鉴定分析……(477)
第四节　砂矿的加工技术性质测定……(478)
(一)体重与湿度的测定……(478)
(二)原矿粒度分析……(479)
(三)含泥量测定……(479)
(四)选矿试验……(479)
(五)金的成色分析……(480)
(六)淘洗系数的测定……(480)
(七)松散系数的测定……(481)
(八)巨砾系数的测定……(481)
(九)工程检查系数的测定……(481)
(十)边坡安息角的测定……(481)
第五节　砂矿水文地质工作……(481)
(一)一般要求……(482)
(二)水文地质测绘……(482)
(三)冻土调查……(482)
(四)砂钻水文地质观测……(483)
(五)试验工作……(484)
(六)工作成果……(485)
第六节　砂矿的储量计算……(485)
(一)矿体圈定原则……(485)
(二)储量级别划分……(486)
(三)储量计算方法……(486)
(四)储量计算中的几个问题……(486)
第七节　砂矿找矿勘探报告编写……(487)
(一)普查找矿、评价报告编写参考提纲……(487)
(二)砂矿勘探报告参考提纲……(488)
(三)找矿勘探报告主要附图……(489)

第六章　探矿工程的地质技术管理

第一节　各种探矿工程的使用条件

各种探矿工程绝大部分用来揭露矿体、矿化带或含矿层，控制矿体与围岩的界线，了解矿石性质、组份、品位情况，掌握矿体形态、产状及其规模。也有一些探矿工程用来揭露影响矿体的断裂、褶曲及火成岩的产状、延展等情况。由于每个矿床的地质、地貌条件各不相同，矿体的埋藏深浅不一，规模形态、产状不等，加之工作要求的程度有别，因而使用的探矿工程也不能千篇一律。一般的说应遵循由表及里，由已知到未知，由疏而密的程序。在普查找矿阶段及矿床评价的初期，以地表探矿工程为主，在矿床评价后期和矿床勘探阶段则以深部探矿工程为主。各种探矿工程的使用条件各不相同。

(一)地表探矿工程的使用条件

1．槽探：是找矿勘探中使用最广的探矿手段，常常用来揭露表土不厚的矿体或矿化，了解矿体地表部分的规模、产状、构造、矿石类型及其质量等情况。通常的深度为 1～3 公尺，较深者可达 5 公尺，个别情况下表土较厚而必须揭露的地点，在经济上采用槽探又较其它手段节约的情况下，可在探槽两壁加以支护，或采用阶梯式断面的探槽，这样可以加大槽探的深度。槽口的宽度视当地表土稳固程度而定，但必须大于槽底之宽度，使探槽两帮的坡度保证在安息角以内。探槽底部见基岩后，矿体或矿化部位当须下挖一定深度(一般在 0.5 公尺左右)，尽可能揭出较新鲜的露头。槽底力求平缓，底宽在 0.8～1 公尺，以便采样。凡不采样的地段，为了节约工程量，槽底可略窄些，以能进行地质编录为度。探槽的长度则视设计要求而定，一般应系统地揭露矿体、矿化带或含矿层。

探槽按其施工目的和控制范围之不同，可分成：干槽、主槽、辅助槽。

(1)干槽: 布设在主要剖面线上，其长度往往穿逾剖面上的所有的矿体群、矿化带或含矿层、各物化探异常带。其中心目的是在查明矿区地质构造的基础上，搞清各矿体群、各矿化带或含矿层、各物化探异常带之间的相互关系，以利于认识矿床的成矿规律，找矿标志，探索新的成矿部位，为正确评价矿区的远景打基础。但由于干槽动用工程量较多，过少、过短则易漏矿，过长过多又造成浪费，设计时应周密安排。一个矿床内需否作干槽，需作多少，必须在对矿区露头作细致观察，综合地质物化探资料作研究后确定．通常根据矿床地质条件的复杂程度布设 1～3 条有干槽的剖面线。遇到以下情况的矿区可以不设干槽。

①矿区露头良好者；

②无平行矿体、矿体群(或矿化带、含矿层)出现可能性者；

③单一的单斜板状矿体；地质构造简单的矿床或矿体构造较复杂，但围岩构造简单的矿床；围岩中确实无矿化、无物化探异常，或围岩地质构造通过少量短槽、探井或剥土即可查明的矿床。

干槽及其所在的剖面，应详细进行编录，充分收集有关找矿勘探所需的矿床地质资料，包括岩矿标本、研究岩(矿)石物性的标本及原生晕样品等。

(2)主槽：施工目的是为了系统地揭露矿体、矿化带或含矿层，提供找矿勘探所必需的地表资料。主槽应布置在有一定间距的剖面线上，其密度与数量取决于矿床地质构造的复杂程度以及不同阶段的工作要求。在施工条件不利于槽探时，可选用井探、短坑或浅钻来代替槽探，取得应有的资料。

(3)辅助槽：目的是配合干槽查明矿床地表部分的地质构造，及矿化带或含矿层、主矿体的情况；配合主槽进一步控制矿体的规模、产状与质量，为此而布设的辅助槽密度往往为主槽间距的二分之一乃至四分之一。对矿体有较大破坏的断层、火成岩体，对矿体评价有关的重要地质现象与地质界线都可施工辅助槽，取得丰富、确切的资料。

2．井探：当表土较厚，槽探难以揭露时可使用井探。其目的与槽探相同，但某些矿床为了了解矿石自然类型，如有色金属硫化物矿床用井探圈定氧化带、混合带、原生带的深度，也常使用井探。探井从形态上可分为园形及方形两种。园形者称小园井，井口直径0.8～1.2m，适于在土质坚固、岩石结实的情况下使用，深度不超过 10～15 公尺。方形井又分正方形及矩形两种，方形井的水平断面规格 1 公尺×1 公尺～1.8 公尺×1.8 公尺，矩形井的断面规格为 1 公尺×1.2 公尺～1.2 公尺×1.8 公尺，井深通常不超过 20 公尺。视具体施工现场情况而定，但矩形井的长边及方形井的一边必须与剖面线平行，以垂直地层走向，利于地质观察、取样、编录与制图等工作。

井探在矿体厚度不大，产状平缓的情况下使用较利，在产状较陡，厚度较大的情况下使用效果受很大限制。通常用在井底沿剖面方向掘短坑的办法来补救，以探到矿体，并揭露矿体的全部厚度。在特殊情况下，如某些有色金属硫化物矿床为了圈出氧化带、混合带及原生带，有时采用在探井内不同深度两次拉岔的办法，但必须考虑施工技术及设备条件，以及岩石的坚固性及涌水情况。拉岔的长度一般不超过 20m。如果情况需要，而通风、安全、出渣等问题能够解决时，亦可适当延长。

井探工程的缺点，对于厚度很大的矿体及倾角很陡的地层很难取得完整的剖面，常常配合探槽、短坑等工程联合使用，以取得完整剖面。

3．沿脉剥离：其施工目的是进一步了解矿体的形态、矿化连续性、含矿系数、矿石组份品位及矿体受构造破坏等情况，用较大的暴露面来观察研究矿体沿走向的变化。尤其在评价复杂矿床时，探槽、探井甚至浅钻已达很大密度，但矿化连续性仍不清楚，矿体的连接仍可以是多方案的，例如串珠状矿体、囊状、柱状矿体群或疏密不一的脉所组成的矿体，时膨时缩，尖灭再现，矿石品位也甚不均匀，为了取得正确的评价，最好布置一定量的沿脉剥离为宜。一个矿床内，沿脉槽的数量、每一槽的长度、宽度，以能掌握主矿体的形态、产状，组份等的变化特征为准，不可能作划一的规定。对于变化复杂而厚度不大的矿体(例如伟晶岩型稀有金属矿床)可全脉剥离，此时沿脉剥离长度就较大；对于宽度较大情况复杂的矿体，可分段剥离或选一代表性较好的地段剥离，同时配合较密的垂直矿体走向的探槽，揭穿矿体全厚并揭到上下盘围岩。沿脉剥离中矿体的组份变化很大时，应布置较密的采样线(见前述沿脉坑内的采样)。

4．剥土与露头爆破：均被称为人工露头，常用于地质观测，揭示重要的地质构造界线，无规格要求，以能满足地质观测、采集标本或采样的要求为准。有时也用于旧槽、浅井的局部清理工作，岩石或矿石易受风化作用的影响，而使其结构、构造、成份发生变化，为了达到岩、矿石的新鲜面有时需要爆破，其剥离的大小、长短视需要而定，布设剥土点，首先要区分是原岩还是巨砾，免受假象的欺骗。

(二)地下探矿工程的使用条件

1．浅钻；对一些因表土厚而疏松，岩层破碎或因地下水位较浅，不宜施工槽、井的地段，用浅钻较为适宜。但不能观察到较大面积的地质现象，是其缺点。浅钻孔径通常较深尺钻探小，一般为 110～75 毫米，其深度不超过 100 公尺(最大不超过 150 公尺)。由于钻机体积小，重量轻，在普查找矿中也常用来圈定矿体，或作矿体延深的评价，或探索盲矿体等。浅钻在矿体倾角平缓的情况下使用较为有利，由于钻机动力较小，及浅钻的机械性能一般较差，使用时应考虑这些特点，扬其长而避其短。对浅钻的各项技术要求基本上与深钻相同(参照本章第四节)。

2.短坑；指浅而短的水平探坑，可用人工手掘，不需准备风动、电动设备，机动性大，故在普查找矿、矿床评价及勘探初期各阶段都能投入使用。施工目的，主要是追索矿体沿走向和沿倾斜的变化情况，控制矿体的浅部;也可用以圈定金属硫化物矿床的氧化带，混合带及原生带的分界；探索盲矿，验证物化探异常和成矿预测；某些必须作全巷法、剥层法采样才能确定评价的矿床也可布设短坑用以采取试样，查定矿石组份及工业利用性能。短坑较适于布在矿体倾角较陡，矿区地形高差较大，矿体处在正地形的条件下。短坑的断面规格一般为高 1.8 米、宽 1.5 米，深度受自然通风的限制，不超过 100～150 米。个别情况采用机减化施工，断面规格与深度则与机掘平坑相同。

3．钻探：是找矿勘探的基本探矿手段之一，较少受各种地形、地质条件的限制。在地下探矿工程中具速度较快，费用较低，探索深度较大等有利特点，因而使用较广泛。钻探工程的使用决定于：①找矿勘探各阶段的不同要求，②矿床的地质特征，③施工条件。钻探工程大量使用于评价勘探阶段，用以获取较系统的深部资料，了解矿床地质构造，查明矿体的变化情况，圈定矿体，从而达到评价矿床，勘探矿床的要求。但在普查找矿的某些情况下也需投入钻探，才能达到找矿的目的，例如：

(1)矿体、矿化体地表出露部分规模大，但因深部构造不明，对矿床远景难以判断时，可布少数构造孔(或称为远景孔)解除疑难。

(2)地表掩盖较剧，使用探槽、探井、浅坑不能查明矿体(矿化带)地表情况，而成矿地质条件较好或间接找矿标志较明显时，可用浅钻为主、配合少数较深钻孔进行揭露。

为了解深部地质构造，寻找盲矿体而在某些矿床内设计的构造钻，必须在加强地、物、化等方面的综合研究的基础上，慎重地选定其位置。构造钻所取的资料，应从地、物、化、水文地质、岩矿等方面予以充分的研究与利用，以发挥工程的效益。处于下列情况时，一般不需或不宜布设构造钻孔。即使需要，也应严格遵循由浅到深的顺序施工。

(1)矿床地质情况简单，深部情况较易掌握；

(2)小矿床；

(3)地质条件较复杂，深部变化不易掌握的矿床。

(4)从地、物、化多方面资料的综合情况看，深部的远景或矿体形态变化、产状要素难以掌握的矿床。

钻探工程，大量使用于矿体形态、矿石组份变化比较均匀、矿床地质构造的复杂程度属于简单或中等的情况下。对于上述诸因素均较复杂的矿床，需要钻、坑探两种手段结合使用，即在钻探工程控制矿床轮廓变化的基础上，用坑探工程详细了解找矿勘探所需了解的主要问题。至于矿床构造、矿体形态及矿石性质变化极复杂的矿床，例如伟晶岩型稀有金属矿床，则需以坑探作为唯一的或主要的找矿勘探手段。

钻探工程的使用还受施工条件的限制。陡峻的地形、过远的水源、闭塞的运输通道等都会使钻探施工增添困难。在此情况下，首先要以经济核算的观点权衡，投入的钻探工程量的费用与预期得出的找矿勘探成果经济效益上是否适当。其次还应对比不同探矿手段(直钻、斜钻、竖井、平硐、斜坑等)及不同设计方案的费用和收效，择其优而施工。

4．坑探：在评价地质情况较为复杂的矿床时，或在勘探高级工业储量时使用之。多数情况下与钻探配合使用。其优点能清楚地揭露或控制矿体，便于观察，同时能从中采集各种重量大的样品，如工厂试验或半工厂试验等样品，其缺点，成本高，施工速度不如钻探快，因此布置大量坑探时最好能与生产设计部门配合，一方面能满足地质勘探的要求，又能为生产矿山所能利用。

(1)平窿：从地表掘进的水平坑道。对矿体倾斜角度很陡且出露部份以下的地形落差很大时布置平窿较为有利。坑道的断面规格一般为 1.6 米(宽)×1.8 米(高)，将为矿山生产上利用者为 1.8 米×1.8 米，或 2 米×2 米。通常规定坡度小于 0.5%。

(2)沿脉及穿脉：两者在地表均无直接出口的水平坑道，通常在平窿或竖井内掘进，其规格与平窿相同，沿着矿体走向布置的坑道称为沿脉，横贯矿体者称穿脉。沿脉可以了解矿体的纵相变化，如矿体的连续性、含矿系数、品位及厚度的变化等等。通常在矿体内掘进，同时又要避免弯曲成“龙形”，为此，当矿体走向变化较大，或厚度较大时，应布置在矿体的下盘，并隔一定的距离布置穿脉。为了取得矿体沿走向各项地质特征的变化规律、获得线含矿系数资料或者确定穿脉间矿体的对比情况，必要时，可以在穿脉的某些区间矿体内加密沿脉坑道。没有特殊的情况，一般不允许在矿体上盘布置沿脉坑道。穿脉坑道一般应垂直矿体或大致垂直矿体的走向布置，穿过矿休达到其上下盘围岩内。在一定条件下，也可以用坑道内的水平钻探代替穿脉，或在矿床地质条件及施工条件允许时，用打眼法取样取得按一定间距的取样资料。

平行矿体的运输坑道，设在矿体下盘，并距矿体有一定的距离，最好选择在物理性能较稳固的岩层内。

(3)竖井：拙进起始点在地表的垂直坑道称为坚井。其用途：主要是为了在竖井内分层开拓水平坑进。井口规格为 1.75 米×2.5 米到 2.75×3.75 米。由于造价昂贵，成本高，只有在地形条件不利于使用平窿、而深部地质情况十分复杂，不用坑道不能取得必要的资料，同时又根据地表研究及少数钻孔或其他方法初步查明了深部地质情况(特别是竖井布置处附近)，并初步肯定了矿床的工业远景的前提下才使用。一般应与矿山设计生产部门共同配

合，布置竖井。

(4)斜井：为地表有出口的倾斜坑道。在矿体倾斜不大时为了减小穿脉(或石门)，使用斜井的目的、条件、规格和要求与竖井同。相对而言，斜井较竖井易于施工，因此有时用斜井代替竖井，但斜井承压大，需用动力也大，机械磨损亦大，在同一深度内，掘井及提升较竖井长，因而使用有一定的局限性。

(5)盲井及天井：两者都属垂直坑道，与竖井区别在于它们是从坑道内开掘的。掘井是从坑内向下掘的，天井是从坑内向上掘的，地表均无直接出口，通常井口规格为 1.2×1.5m 至 1.6×2.8 米间。在探矿时，主要是在矿体近于直立，同时，矿体的地质特征沿倾向变化很大时，用它们可取得必要的资料，也有为了取得面含矿系数，或者为了验证矿量的可靠性，或者必须用开采块段法计算储量时而采用的。为了达到上述目的，一般尽可能在矿体内或主要在矿体内掘进。

(6)上山及下山：与盲井及天井有许多相以之处；地表均无直接出口，均是从坑内开掘，用途亦同；惟上山及下山不是垂直的，而是倾斜的。从坑内向下斜掘者称为下山，向上掘者称为上山，多限于在具一定倾斜的矿体中应用。断面规格一般为 1.8m×1.8m 至 1.8m×2m。

第二节　探矿工程地质技术管理的一般要求

(一)探矿工程位置的布设：有两种方法，一种是由测量人员据地形地质图或剖面图等测量资料于野外施测，按设计图上的探矿工程位置确定现场位置。另一种是在现场根据矿体、矿化体或含矿层的具体情况直接布置。前者必须依据大比例尺的地形地质图和精度达到要求的剖面资料，方能可靠。后者限于轻型探矿工程或普查找矿与评价之初期。较多的情况是把两种方法结合起来，按图件上的设计位置，到现场踏勘，据实地的地质、地貌情况对探矿工程位置在保证达到设计目的的前提下作适当的变动，这一作法的施工效果较好。

(二)探矿工程开工前应进行检查：凡属重型探矿工程及短坑，浅钻必须有地质、测量、施工管理安全、机械、等方面派员联合检查，与物、化探、水文工作有关的工程，应有物、化深、、水文人员参加，分别检查各自布置的工作，检查无误后，于开工报告书中签字以示负责，并向施工单位进行技术交底，方可开工。除浅坑以外的轻型山地工程在施工之前由地质人员或区段地质负责人员，与物化探有关的有物、化探人员，和(或和)施工技术人员，检查核对无误并进行技术交底后即可施工。

(三)所有探矿工程都必须进行测量定位。测量任务有二：一为正确确定该工程在地形地质图上的位置，以便地质综合编录应用。一般说来，凡参加储量计算的工程或与圈定矿体重要边界线有关的工程，都要测座标。不属于上述两项的工程也要用仪器定位。二为指导施工及满足原始地质编录的需要。如钻孔的孔位及方位的测量，坑道的平窿、沿脉、穿脉的顶板中心线测量和剖面线测量等。其测量精度按照测量规程有关地质勘探工程测量要求各项处理。

(四)除剥土(不包括旧井、旧槽的清理)、露头爆破、沿脉剥土及特殊目的的槽探外，任

何工程在其揭露矿体的部份，都要进行系统采样，一般要求采样线在进入围岩后，至少采取不少于两个普通样品，因此这些工程在围岩内揭露的距离，最低限度要满足这一要求。

任何工程，除了查明已知矿体的地质特征外，还有一个发现新矿体，特别是平行矿体的任务。为此，在施工进行中，必须加强综合研究，切实做好工程的合理布置。

(五)所有探矿工程施工必须按照操作规程进行：做到安全施工、保质保量、按时完成，以满足找矿勘探工作的需要。为此，所有的探矿工程都应建立质量验收制度、坑、钻、参加储量计算的槽、井探及需要填平的槽、井探施工结束后，都必须经过检查验收，合格后方可撤出。

(六)除剥土(包括沿脉剥土)及露头爆破以外的所有探矿工程都要填写探矿工程登记表．格式见附表(Ⅵ－1 和Ⅵ－1－1)。

(七)勘探剖面线测量的一般要求：

1．勘探剖面线测量应获得如下成果：

(1)剖面线两端座标；

(2)剖面线两端点及各剖面点(包括勘探工程点、地物点、地形转折点、重要的地质点及剖面控制点)之间的水平距离及高程。

2．剖面线两端需埋石或订立木桩，注明剖面号，地形转折点上一般也要有小木桩。

3．剖面线测量的精度：

(1)剖面测量通常沿勘探线进行，施测前应严格定线。当剖面两端点不通视时，由一端点按已知方位导至另一端点已知方位，其最大闭合差不得超过下式规定：

$$w_a = 2\sqrt{2(\frac{0.1\mathrm{T}}{\mathrm{S}}\rho^{N})^2 + (n+1)m_\beta^2} \qquad (6-1)$$

式中：s——为地形地质图加密控制点的平均边长；

n——为定线边数；

m_β——为测角中误差(25″)；ρ''为 20625；

T——为地形地质图比例尺分母。

(2)剖面线端点及根据规定间距而布设的剖面控制点，对附近解析点的位置中误差不得超过图上 0.1 毫米；高程中误差不得超过等高距的 1/10。

(3)为施测剖面而布设的测站点，对附近剖面控制点的位置中误差，在剖面图上不得超过下列规定：

普查剖面: 0.5 毫米。

勘探剖面：0.25 毫米。

其高程中误差不得超过下表的规定：

(4)剖面线上地形、地物点．对附近剖面控制点的平面位置中误差，在剖图上不得超过下列规定：

普查剖面：1.2 毫米。

勘探剖面：0.6 毫米。

勘探剖面 \ 地形 \ 剖面比例尺		1:200 (米)	1:500 (米)	1:1000 (米)	1:2000 (米)	1:5000 (米)	1:10000 (米)
普查剖面	平 丘 地			0.16	0.34	0.83	1.70
	山 地			0.32	0.34	1.66	3.40
勘探剖面	平 丘 地	0.02	0.04	0.08	0.17	0.42	
	山 地	0.04	0.08	0.16	0 42	0.83	

附表Ⅵ－1（封面）

_____地 质 队
_____分 队
_____矿 区

第_____号

地质探矿工程登记表

施工开始日期：_____年_____月_____日
施工结束日期：_____年_____月_____日
（页数：自_____至_____计_____页）

填 表 人_____
区 段 地 质
技术负责人_____
分 队 地 质
技术负责人_____
分 队 长_____

_____年_____月_____日于_____

附表Ⅵ－1－1（正页）

地　质　探　矿　工　程　登　记　表

_____矿区　　第　　页

探矿工程名称	工程编号	工程位置	探矿工程端点坐标			设计日期	施工日期		地质编录				工作量				工程质量及地质效果	单项工程设计书及开工报告书编号	竣工报告书编号	备注
			X	Y	Z		开工日期	竣工日期	开始日期	结束日期	原始图件编号	原始记录编号	深度或长度		断面幅度					
													设计(米)	实际(米)	设计(米)	实际(米)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

注：用于钻探时，“断面幅度”应为“孔径”其单位为“毫米”，16、17 栏分别为“开孔”“闭孔”。

第三节　地表探矿工程的地质技术管理

(一)评价、勘探阶段地表探矿工程的地质技术管理

一般按以下程序进行：

1．位置的确定

2．设计交底与开工检查

3．施工中的日常性管理

4．竣工与验收

1．位置的确定：

(1)在勘探线上通过全剖面的槽探，其位置即勘探线的位置，一般应布置在勘探线之一侧，左侧抑右侧，由各矿区自行规定，但一个矿床内应取得一致。施工前，地质人员应交代槽探施工延长的限度。剖面线及探槽旁应订立木椿。

如果在槽探施工时，尚未测定勘探剖面线，则探槽应由地质人员、测量人员及施工人员根据设计图纸，用仪器布设，并在其两端，短槽在其一端订立木椿。

这一类工程，一般不专测座标，即以剖面线的座标为座标。

(2)井探、勘探线上的分段槽探、辅助探槽、不在勘探线上的探槽，其位置的确定，根据设计图纸，由地质人员与施工人员在现场用半仪器法(在勘探线上的工程，如果尚未测定勘探剖面线，需用仪器法)确定，订立木椿，探槽较长者订立在其两端，较短者订立在其一端，井探在中心点及以此中心作十字交叉线，在十字线之各端点订椿。

(3)探槽、探井的选择位置，均应征求施工人员的意见，并在木椿上注明工程类别及编号。

(4)在勘探线上的参加储量计算的轻型探矿工程，如果地形条件恶劣，有不能克服的困难时，允许顺走向移动或分段移动，但需能系统控制矿体全厚。移动距离，原则上不超过所在块段网度的 10％左右，并根据以下三个因素酌情增减：首先是该地段的具体地质情况，其次是辅助槽井的布置情况，第三是地形条件。如果地质情况很复杂时，尽可能少移动。或者加密辅助槽、井间距。如遇悬崖陡壁，可用线采法取样而不进行槽探，或用其他地表工程代替。特殊目的的工程的移动，不受限制，以达到目的为原则。

(5)勘探线上的探井的位置，应考虑附近有无露头点及覆盖较浅的地段,作酌情调整。如需移动时，一般应优先考虑沿勘探线移动。

2．设计交底及开工检查：开工前应进行技术交底及开工检查，二者可以同时进行。技术交底由地质人员与施工技术人员进行,有物、化探、水文要求时，需有关人员参加。

交底内容包括：工程目的、位置、方向、工程量、探井断面规格、探槽槽底宽度、原岩掘进深度、采样要求(采样对工程质量的要求、采样线位置、采样方法及规格、沿脉工程采样间距)、预期揭露的地质现象、要求完工的时间、施工及安全技术要求、其他。

技术交底在施工现场进行，应采取讨论的形式。同时应检查施工位置(井探进行座标测量)。确定无误后即可开工。

3.施工过程中，地质人员应随时进行检查。检查内容包括：方位、规格、是否达到原

岩、是否需要改变设计、是否合乎采样及其他技术要求、是否达到预期目的等。

4．竣工与验收：经地质人员按以下内容检查后认为达到预定目的即可验收。检查内容：是否达到预期目的、是否合乎技术要求。检查验收的具体手续由各队自行规定。

5．参加储量计算的轻型工程，一般应测定其座标。探井测定中心点标，探槽测定两端点座标，但较短的探槽，只测定矿体下盘方向的端点座际。座际测量，探井在施工以前进行，探槽有延长可能者在施工以后进行。

测定在图上的槽、井等位置点，对附近解析点的位置中误差不得超过图上 0.25 毫米。其高程，对附近解析点的离程中误差不得超过地形地质图采用的等高距的 1/6。

在复制图上测绘上述地表位置时，上述误差可放宽为 1.2 倍。森林荫蔽地区，按上述规定放宽为 1.5 倍。

凡在交通路上、道旁或耕作地上进行的糟、井探、经做完所有的地质观察、素描、编录、采样，以及必须进行的物、化探、水文地质工作、并按层、按矿石类型采取标本，经分队地质技术负责人亲自检查认可，并经质量验收手续后，应进行填平。施工人员应在填平以后，才能撤出。

不填平的井探，应在井口作一定的防护设施，以免人畜掉入井内。

(二)普查找矿阶段地表探矿工程的地质技术管理

普查找矿阶段地表探矿工程的地质技术管理程序及技术要求一般同(一)但有下列情况例外：

1．位置的确定，一般由地质人员与施工人员在现场用半仪器或目测确定。如因施工条件恶劣需移动位置时，以能达到设计目的为原则。

2．一般不测定座标，而用视距法确定其位置，其精度要求，对附近解析点的平面位置中误差不超过图上距离的 0.5 毫米。其高程中误差同(一)。在复制图纸上进行测量时，上述误差可放宽 1.2 倍，在森林荫蔽地区，则可放宽 1.5 倍。剥土及露头爆破与地质点测量要求同。

第四节　钻探的地质技术管理

钻探的地质技术管理的一般程序如下：

1．钻孔位置的确定；

2．提交单项工程设计；

3．钻孔开工检查；

4．技术交底；

5．钻探工程的质量管理;

6．终孔验收；

7．封孔。

(一)钻孔位置的确定

首先根据经过检查合乎要求的设计图纸上的位置，由管理钻探的地质技术人员会同测量人员、钻探管理人员、钻机机长，与物、化探、水文工作有关的会同物、化探、水文人

员共同到现场确定位置。如因地形条件恶劣或其他原因需要移动位置，首先应考虑沿勘探线方向移动，并酌量变换钻孔倾角，以便按设计规定达到目的，同时还应注意变换后，钻孔与岩、矿层交角的大小。

如果必须沿走向移动时，对其要求与勘探线的移动相同，移动的具体距离，以不影响综合研究、综合编录、储量计算及控制程度为准。对于地质特征变化很大，尤其是矿石类型、构造、厚度变化很大或矿体走向与勘探线局部成明显交角之处、钻孔的布设尽可能沿走向不移或少移。

钻孔确定后，根据孔位初测成果，必要时，修改勘探工程分布平面图。并在预定位置，钉以木椿，并引两垂直线于地盘之外，线的各端钉以小木椿，木椿均须说明孔号。平整地盘和安装钻机。

钻孔位置确定之后，钻探地质人员还应与钻探人员、施工管理人员、踏勘钻孔所在的地质剖面，介绍有关的地质情况：各种岩石性质、节理、裂隙发育程度、破碎带、溶洞等，以便根据地质情况，共同商定钻孔弯曲度，以便在单项工程设计中考虑到钻孔弯曲情况，确定开孔倾角，达到地质设计书中的要求。

(二)钻探单项工程设计书

1．钻孔单项工程设计的内容，应包括工程目的、位置(剖面号、钻孔与附近测椿或地物或相邻工程的距离)、钻孔设计座标、方位角与倾角、设计深度、钻孔构造及钻孔预期揭露的地质构造等；在设计中并应附有钻探地质技术要求如商定的顶角允许弯曲系数、验证深度和换层位置(特别是矿层)的允许误差、测定间隔、岩矿心采取率、简易水文观察、物、化探测井、封孔及其他要求；完成任务时间及理想柱状图(或理想层序表)。钻探单项工程设计书的格式见附表(Ⅵ－2)。

单项工程设计书上的孔口设计座标，在图纸上量出。

2．单项工程设计书由地质人员提出，有关单位会签。其审批权限：凡设计的工程在地质总体设计或年度设计经大队以上的机关批准过的，其单项设计书由分队地质技术负责人、分队长批准即可生效，但孔口移动位置过大，不能保证设计目的者，及由机动工作量设计的钻孔，或未经大队以上机关批准的钻孔均由大队技术负责人及大队长批准。

3．单项工程设计书，应在安装钻机以前提出。

(三)开钻前检查

地质、水文、测量、探矿、安全、动力、机长(必要时，有物、化深人员参加)到现场，根据单项工程设计书进行检查，进行孔位复测。检查时应注意下列各项：

1．钻机孔位、开孔方位角、开钻倾角是否与钻孔单项工程设计书的规定相符合。安装好的孔口与设计座标之绝对差不应超过实际误差 0.1 米。钻孔方位角需用仪器实测，钻孔倾角需用精密度高的倾斜仪检查。

2．简易水文观察所需的设备是否齐全。

3．钻孔安装是否符合物、化探的设计要求，物、化探测井设备是否齐全(如不需检查本项，物、化探人员可不参加)。

4．钻机的各种设备、材科、工具是否齐全，无损。备用岩心箱是否够。开孔口径是否能保证终孔口径。

5．钻探安全设施是否合乎要求。

附表Ⅵ－2

_____地质队
_____分　队
_____矿　区

第_____号

钻探单项工程设计书

一、孔号：_____

二、孔位：剖面号孔_____孔口设计座标：X_____；Y_____；Z_____

孔口与附近地物或相邻工程距离：_____

三、设计目的：_____

四、设计：井深_____米；开孔方位角：_____开孔倾角：_____

要求终孔孔径：大于_____毫米。

五、地质技术要求：

1.方位角、顶角每_____米测次；2.顶角允许弯曲系数每 100 米_____度；

3.岩心采取率要求大于_____%；近矿围岩岩心采取率要求_____；

4.矿心采取率要求大于_____%；回次大于_____%

5.深度验证间距每_____米检查次；

6.其它：_____

六、水文地质要求：_____

七、其它要求：_____

八、理想岩石层序及钻进中应注意的地质情况：_____

九、台月效率：_____

十、要求竣工日期：不晚于_____年_____月_____日

十、备注：_____

地质：_____物化探：_____水文地质：_____

区段地质技术

负　责　人：_____探　矿：_____计　划：_____　_____年____月____日

批准(审查)者：分队地质技术负责人：_____分队长：_____　____年____月____日

批准者：大队地质技术负责人：_____　大队长：_____　_____年____月____日

注：1. 凡设计书中未具体安排的钻孔，或者属于机动工作量钻孔，需报大队审批；

2. 本表一式四份；分队地质、机场、探矿及大队各一份。

如发现不合要求，检查组可以向有关部门及钻机提出意见，要求采取措施加以补救。如经检查合乎要求，即可由检查组共同签署钻探开工报告(格式见附表Ⅵ－3)，准予开工。

开工前，负责该孔的地质人员，应向机场人员进行技术交底。内容与钻探单项工程设计书同，并作必要的说明，如近矿围岩的适用范围、顶角弯曲系数的运用、孔深验证及弯曲度(包括顶角及方位角)测量间隔的具体运用、地质情况及其他。

附表Ⅵ－3

_____地质队
_____分　队
_____矿　区

第_____号

钻探开工报告书

钻孔号_____

本孔的孔位开孔方向及倾角等施工因素经检查符合单项工程设计书中之规定，施工所需设备材料齐全，安装正确,安全设施合乎规定，同意于_____年_____月_____日开钻。

地质_____物化探_____水　　文_____测　量_____
探矿_____安　全_____机械动力_____机　长_____

_____年_____月_____日

附开工技术设计

孔口坐标	X	Y	Z
剖 面 号		开孔方位角	
开孔倾角		开 孔 口 径	
设计深度		预期竣工日期	年　月　日

本表一式二份，探矿、机场各一份。

(四)钻探工程的质量管理：钻探工程是找矿勘探的重要手段，其质量好坏直接影响到地质成果。因此整个施工过程中，必须坚持质量第一。质量的管理应贯穿于设计、施工、验收的全过程，钻机机场人员，施工管理人员及地质编录应紧密配合，分别负责搞好各有关环节的质量。质量管理必须成为一项日常性的工作，把已经出现或可能出现的问题及早解决，到竣工验收时才讨论质量问题，往往造成较大的经济损失，难以弥补挽救。

钻探工程的质量标准包括下列方面：

1．钻孔开孔的位置、倾角、方位角要符合设计的规定。

2．岩矿心采取：

(1)矿体、矿化带或含矿层的采取率，一般按矿体、矿化带或含矿层应大于 75%，矿体较厚或矿体内部结构复杂(如夹层多、矿石类型或品级多等)时，以按段或按回次要求采取率为宜，但这些要求需在设计时说明，报审批单位确定。

(2)矿体顶底板、重要标志层构造带、矿化带(或层)，其岩心采取率应不低于 65%，一般岩石(层)岩心采取率不低于 60%。

(3)岩矿心采取要牢靠，防止脱落和残留。残留岩心过多，影响到采取率时，必须特地采取。

(4)岩矿心提取时，不能错位和颠倒，要用清水洗净按顺序装入岩心箱内。岩心长度要量度准确，不得弄虚作假。岩心箱制作要牢固，规格要统一。岩心箱之一侧用红漆以规整的字体，写明矿区名称、孔号、箱号、钻机号及箱内岩心的起讫号。岩矿心也需写明编号并画上指示钻进方向的箭头，每一提升间隔应用铅笔填写一木隔板，放入箱内相应的位置。

(5)成箱的岩矿心应及时送矿区岩心库验收保管，不宜积压于机场，运离机场前，机场必须妥善保管。

有关岩矿心管理的具体要求见第二章第六节。

3．钻孔弯曲度

及时测定钻孔弯曲度，确定其在深部的空间位置，避免弯曲偏离过度，达不到设计目的，造成浪费，贻误找矿勘探的进展。

一般要求斜孔每钻进 50 米，直孔每钻进 50～100 米测量一次顶角和方位角。钻孔换径或见主要矿体时，均应加测顶角和方位角。

钻孔顶角一般要求：金刚石钻进直孔每百米不超过 1 度，斜孔不超过 2 度。钢粒钻进直孔不超过 2 度，斜孔不超过 3 度。特殊情况下可根据矿区的钻孔弯曲规律，在保证达到找矿勘探目的的前提下，提出钻孔弯曲最大允许偏离范围，报设计审批单位确定。具体要求参阅第二章第六节。

4．孔深验证：

每钻进 100 米或在见主要矿体、重要标志层、构造层以及终孔后均需用钢卷尺丈量钻具，验证孔深。孔深校正最大允许误差为千分之一，超出允许误差时，要及时消除。具体办法见第二章第六节有关部分。

5．钻探野外记录表：格式见附表Ⅵ－4、Ⅵ－5 由专人负责，认真填写，妥善保管。报表记录必须做到及时、准确、详细、整洁并如实反映情况，终孔后汇订成册，归档存查。

附表Ⅵ－4（封面）

_____地 质 队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

钻 探 野 外 记 录 表

孔　号_____　　剖面号_____

开钻日期：_____年_____月_____日

停钻日期：_____年_____月_____日

（页数：自_____至_____计_____页）

编　录　人_____

检　查　人_____

区 段 地 质
技术负责人_____

分 队 地 质
技术负责人_____

_____年_____月_____日

附表Ⅵ－5（正页）

日期	班别	每次提升进尺(米)			提取岩心长度(米)	岩心采取率(%)	换层深度(米)	每层钻进的假厚度(米)	每层提取的岩心长度	按层计算的岩心采取率(%)	与岩心中轴线相交角(度)	岩心号	采样编号	采样间距(米)	每一采样间隔岩心编号	岩石简述	标本号	备注
		自	至	共计														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

注：本表用 16 开纸印刷。

6．简易水文观测：

一般包括：孔内静止水位，冲洗液消耗量，涌水位置、涌水量、水头高度、漏失位置、漏失量等。具体要求由地质部门提出，机台按设计要求执行。

此外，根据矿区水文地质条件的复杂程度选钻孔总数的 5～10％，专门进行水文地质观测，这些钻孔也需得到机场和施工管理部门的配合，用清水钻进；提钻后下钻前各测一次水位；统计每一回次的冲洗液消耗量(通过具规格的水箱)或涌水量；终孔时测定稳定水位；全孔进行水文电测井。当孔内水位较深，无法抽水或孔内大漏水时应作注水试验，首先要冲洗孔壁使循环液成清水为止，每个试验孔需作三次水头升高，升高应达 1 米以上。试验中每 5～10 分钟测定一次水位与注水量，稳定后，每 30 分钟测定一次。稳定延续时间应在 8 小时以上，如稳定延续 4 小时注水量继续减少时可提前结束。

(五)岩矿心的保管

1．凡有钻探任务的矿区应设岩心库，大队部必须设立永久性岩心库。有固定人员负责保管。

2．岩心库内应建立岩心目录表。岩心目录表的内容为保存的钻孔号、岩心箱编号及每一岩心箱内保存的岩心起迄米数，起迄号码及岩石名称(其格式见附表Ⅵ－6)，以便统一保管和为日后检查提供方便。该表由钻探地质人员负责编制，岩心检查编录完毕后，由地质人员将该表连同已检查完的岩心箱，向岩心库保管人员移交。作好交接手续。

3．在岩心库内应按矿床(矿区)、按剖面顺序、按孔、按岩心箱号次序存放岩心箱，以免紊乱，库内应有岩心箱放置平面图。

4．岩矿心入库后须再次取样或采集标本时，必须在目录表上备注栏内登记并签字，以备查考。

5．在勘探工作结束后，地质勘探队应将全部岩心、有关的登录表、图及其他有关文件，登记造册，一并移交矿山或有关单位。

当矿区的地层层序、地质构造、含矿层位、水文地质条件确已基本了解，并已掌握其规律性，可适当放宽岩心采取率，但近矿围岩、含矿层、含矿带的岩心采取率不得放宽。当一个矿区已进行了许多勘探工作，确实查明含矿层位或控矿构造；确已查清该矿床的地质条件简单，地层及构造均较稳定；查实无放射性元素富集和其它可供利用的矿石；并提供了可靠的岩矿与化学研究及物、化探研究资料时，可按下列手续报请公司批准。对矿区加密钻孔的远矿围岩，采取放宽岩心采取率或无岩心钻进：

1．由分队提出报告，其内容包括：

(1)矿床地质基本情况；

(2)放宽岩心采取率或无岩心钻进的理由；

(3)确定放宽岩心采取率或无岩心钻进的地段或范围或钻孔的某些尺段；

(4)认为有必要规定采取率的下限时，提出下限的建议数字，如认为毋需规定下限时，也应提出一定的条件(如不得连续有几个回次的采取率为零等)，如为无岩心钻进，认为有必要隔一定间隔采取岩心作标本时，规定间隔距离，或规定物、化探测井或其他；

(5)附必要的图纸资料、岩矿与化学研究资料、物、化探研究资料及放射性顺便检查资料。

附表Ⅵ－6

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

存于_____岩心库

第_____号

岩　心　目　录　表

钻孔号	岩心箱号	起迄深度(米)		岩心号		岩石名称	备注
		起	迄	起	迄		

填表人:_____　　_____年_____月_____日

注：本表保存于岩心库。

2．大队应对该项报告切实审查，并签署意见。

经过较详细的工作后，矿床评价已经得出否定的结论，并且确证在可以预见的将来亦无利用价值时；或在勘探阶段，当矿床的地质情况经过详细研究，规律性已基本清楚，确已查清该矿床属于地质情况简单(或某一岩层地质条件简单)，围岩(或其中的一部份)中确无可供利用的矿产、无稀有、稀散、放射性元素和有意义的地质现象的尺段，可进行岩心缩减。其要求如下：

1．首先，对要缩减的全部岩心进行详细复查和编录，核对原有编录及综合图纸，尤需注意特殊的矿物、组份和结构，必要时，补作岩矿鉴定(或详细鉴定)、化学分析或光谱分析，和放射性顺便检查。由钻探地质人员提出缩减的意见，经分队及大队技术负责人审查同意签字，大队负责人批准后，方可缩减。

这种复查的编录，要有每层岩心起迄编号。

2．岩心缩减意见书的内容包括：

(1)矿床地质基本情况；

(2)拟缩减的岩心所代表的围岩的基本情况：空间位置、地层层位及距矿体的距离、地质构造、岩性、含矿情况、在成矿作用中的意义(有无有意义的地质现象)及其物理化学性质，并附必要的资料如岩矿鉴定、化学分析或光谱全分析及放射性顺便检查资料；

(3)拟缩减的钻孔中的尺段，列表加以说明：剖面号、孔号、缩减的岩心起迄编号，其所表代的孔内起迄深度、岩石名称及其性质，附剖面图(注明缩减范围或尺段)及复查编录资料；

(4)缩减后，掩埋于何处。

(5)分队技术负责人及分队长签署意见。

本报告一式三份，报大队批准后，一份存岩心库，一份作为地质报告原始档案存挡案室(均作为岩心缩减登记簿的附件)，

3．缩减时，在每一米(岩心长度小于 1 米的地层，在每一层)的岩心中取长 5－15 厘米的有代表性的岩心一块(或数块)作标本保存，并记录于复查编录中。岩心标本、保存于岩心箱中，原每次提升间隔隔板仍置各次岩心标书之间。岩心箱重新编号，其两端注明孔号、箱号、钻机号及起止米数。装箱要求及保管办法与一般岩、矿心同。

4．编制岩心缩减登记簿。内容包括：缩减岩心的地质依据、剖面号、孔号，缩减的岩心编号、代表的岩层名称、厚度及岩性描述、保存岩心的编号、保存岩心标本的箱号，及缩减后埋藏处所与所立标志(其格式见附表Ⅵ－7)。并要有各级技术人员及批准者签名盖章。

上述岩心缩减登记薄一式两份，一份连同复查岩心时的详细编录，保存于岩心库。一份附于地质报告原稿交资料室。

5．缩减后的岩心，要按钻孔号分别埋于地下，要保存原来顺序，不得颠到，不得乱扔。埋藏处要建立永久标志。

下列情况，不得进行岩心缩减(也不得进行无岩心钻进)：

附表Ⅵ－7

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

岩　心　缩　减　登　记　表

剖面号	钻孔号	缩减岩心号		代表起迄深度(米)		代表的岩层			保存的岩心号	备　注
		自	至	自	至	名称	厚度(米)	岩性描述		

缩减的岩心埋于_____县_____标志

保存的岩心存于_____岩心库

填表人_____　分队地质技术负责人_____　分队长_____

_____年_____月_____日

注：该表一式二份：一份附于地质报告原稿，交资料室，一份存岩心库。

1．矿心、近矿围岩岩心，有热液蚀变或矿化现象的岩心；

2．矿床主要剖面中的主要钻孔；

3．未经用有效方法进行稀有、稀土元素查定与放射性检查的岩心；

4．标志层、具特殊意义的岩层或当岩心中有特殊现象或特殊意义或一时得不出结论者；

5．找矿、评价阶段的钻孔、构造孔、或远景孔。

(六)终孔验收：钻探按照设计达到预定目的后，应由机场通知地质人员进行检查验收。检查验收包括下列各项：

1．设计的目的是否已达到；如孔深是否穿过含矿层（或带）等；应该注意根据相邻各孔，地表及全矿床的综合研究情况，以及钻孔的弯曲情况，慎重考虑是否还有延深的必要；

2．岩矿心采取率及岩矿心入库是否合乎要求；

3．钻孔弯曲度测量是否按规定执行，钻孔的弯曲及偏离是否超过限度；

4．孔深检查是否按规定执行，矿层及重要标志层的深度位置，是否正确掌握；

5．简易水文观测的要求是否达到；

6．设计的物、化探工作是否已完成；

7．班报表中各项原始记录是否正确、真实、清晰；归档各项资料是否完备。

验收时应注意与该孔有关的各项地质工作在封孔之前是否已作完，如物、化探测井，水文地质最终水位的观测，各项必需取得的原始记录是否齐全、正确，以免造成日后的损失。

上述各项经检查合格并评定质量级别后，参加验收人员应在钻孔竣工报告书（见附表Ⅵ－8）中签字，经分队负责人批准。某些钻孔应由大队决定撤钻的孔，还需经大队批准，钻孔如需封孔，在检查验收并经批准之后，即按照规定进行封孔工作。封孔以后，检查小组还应对封孔的情况及封孔质量进行检查，合格后才允许钻机拆迁。

如果发现有不符合上述各项质量要求时，应采取措施，在钻机拆迁之前，进行补救。无法补救时，则应衡量该工程，可否参加储量计算而不致影响储量级别和储量任务，是否提供了矿山设计所要求的必要参数并保证其质量，是否对矿山生产造成不可克服的危害。凡不合设计要求，在上述各方面造成严重影响者，则作为废孔处理。对于废孔，应总结经验教训，以便改进工作。

(七)封孔：钻探工作施工结束，质量合格、物探的测井、水文的孔内观测等工作也已结束，即可进行封孔。封孔的工作是根据矿床的地质条件及水文地质的复杂程度而定的。一般应根据水文地质工作的要求进行。

1．在下列的情况下可以不进行封孔，只须将井口钉以木塞或配铁盖加锁：

(1)钻孔见矿点位于当地侵蚀基准面以上的各孔；

(2)在未来露天采掘范围以内的各孔；

(3)设计书中列为长期进行水文观测的钻孔；

(4)对农田水利有较大用途的钻孔，但必须综合考虑对未来矿床开采的危害程度。这些不须封孔的钻孔，除设计有规定者外，应由水文地质人员及矿区技术负责人同意。

附表Ⅵ－8

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

钻　孔　竣　工　报　告　书

钻孔号		剖面号		钻孔座标	X　Y　Z		
设计深度		实际深度		开孔倾角		最终倾角	
开孔方位角		终孔方位角		开孔口径		终孔口径	
见矿深度		见矿厚度		见矿层数		矿心采取率(%)	
平均岩心采取率(%)		近矿围岩的岩心采取率(%)		开工日期		竣工日期	

全　孔　时　间　运　用　情　况										主要经济技术指标完成情况							
总台时	实钻		配属		井故		机故		停工		台效		时效		成本		弯曲	
	台时	%	台时	%	台时	%	台时	%	台时	%	计划	实际	计划	实际	计划	实际	允许	实际

停钻原因:

留在孔内钻具情况:

水文地质工作情况:

物化探:

各项原始资料:

封孔:

其它:

以上各项经我们检查无误，同意验收上报。

检查验收小组_____　_____　_____

成　　员_____　_____　_____　_____年_____月_____日

分队地质技术

负　责　人_____分队长_____　_____年_____月_____日

批准者：　大队地质技术

负　责　人_____大队长_____　_____年_____月_____日

注：本表一式四份：地质、探矿、机场、大队各一份。

2．位于当地侵蚀基准面以下的钻孔，其中钻孔单位涌水量小于0.1升/秒米时，进行简易封孔，即用粘土将矿层上盘(或顶板)10米以内的地段堵塞，并捣实，以防止渗水充入未来的生产巷道。

3．矿体位于当地侵蚀基准面以下，钻孔单位涌水量大于0.1升/秒米的各孔，及矿体虽位于当地侵蚀基准面以上但钻孔与地表水源有联系；钻孔通过蓄水的溶洞或积水的旧矿坑；或钻孔与含水的构造破碎带相连者，应进行正规封孔。即对含水层、矿层、含水的断层破碎带上、下盘各5～10米以内用水泥封固，并在上下盘各延长5～10米以外的地段用粘土充填。

4．泥浆井封孔时，需事先洗井，用清水洗去井壁泥皮，以便封牢。

5．钻孔封孔之后，井口订以木塞，在钻孔附近立水泥椿，注明孔号、开竣工日期、孔深等。不封孔的钻孔亦需建立同样的水泥标椿。

6．封孔之后，由地质人员进行封孔质量检查，合格后填写钻孔封闭报告书(格式见附表Ⅵ－9)予以验收。作为竣工报告书的附件。

全矿区钻孔封孔质量检查，一般情形下，只检查封闭报告书，但对某些水文情况很复杂的钻孔，及处于关键地段的钻孔，应有实际抽查。全矿区抽查数目，应不少于封孔数5％左右。抽查后，应作抽查记录。

钻孔封孔后，测定其座标和高程(钻孔实测)。其座标位置测定，对其附近解析点的位置中误差不得超过图上距离0.1毫米。起槽、井探作用的浅钻按上述规定放宽2倍。孔位高程对附近解析点的高程中误差不得超过地形地质图采用等高距的1/8。水文钻孔高程的误差对附近水准点不得超过0.1米。对于大面积的水文地质工作所设钻孔的高程精度，可根据水文地质需要及具体情况确定。

由于地质情况往往有变化，因此钻孔的设计深度，不能视为是一成不变的，一般以达到设计目的为原则。但有时候，设计目的，亦不免有变化，例如，原来计划探明某矿体；但后来改变为探明更深部的另一矿体，或一般钻孔改为构造孔或远景孔等等。因此对于钻孔停钻深度的合理确定，在管理上及技术上应有一定的保证措施：

1．一般情形下，钻孔停钻由分队决定，但重要的钻孔应由大队批准。例如构造孔或远景孔；对于探明矿床地质条件带有关键性的钻孔；经过综合研究(包括物、化探研究)，预测有平行盲矿体存在的地段的钻孔，普查、评价阶段的钻孔；一般均应由大队决定；综合研究人员应在其竣工报告书上签名。

2．为了使钻孔的停钻深度合理，适应地质情况的变化，避免由于估计不足而造成无法弥补的损失，应注意：

(1)加强综合研究，作好综合编录，认真对比地表及相邻工程、相邻剖面、相邻地段的地、物、化特征及成矿规律，类比相似矿床和同一成矿带、同一成矿系列中的矿床的资料，认真分析、研究；

(2)应切实做好钻孔弯曲度测量及孔深验证，避免因钻孔质量不佳使矿体定位不准；

(3)有条件时，要有物、化探测井资料；

附表Ⅵ－9

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

钻　孔　封　闭　报　告　书

钻孔号		剖面号		座　标	X　Y　Z
方　位		倾　角		深　度	

封　闭　位　置	封　闭　方　法	封 闭 日 期

探矿工程结束后进行的工作：

全部工程结束后残留器材：

封闭的措施：

以上经我们检查符合各项规定，应予验收。

验收小组_____　_____

成　　员_____　_____　_____年_____月_____日

注：本表一式三份：地质、探矿、机场各一份。

(4)技术负责人或综合研究负责人要深入现场，观察岩心及有关的原始编录，掌握第一性资料；

(5)一般情形下，没有穿过围岩蚀变带、矿化带(含矿层)或控矿的构造带及物、化探主要异常的，不宜提前停钻，特别是前述各种重要钻孔。

3．单项工程施工任务的变更除重要钻孔外，一般由分队决定。凡属于设计的补充、修改或变更者，按变更设汁的要求处理。

第五节　坑探的地质技术管理

坑探是一种重要的探矿手段，它能够有效地揭露各种复杂的地质现象和探明各级储量。取得比较真实可靠的地质资料。对一些地质条件复杂的矿床，比钻探能取得更好的效果。因此，在有条件的地方，对多数有金属矿床及稀有、贵重金属矿床甚至部分黑色金属矿床，特别是评价和勘探比较复杂的矿床，应结合将来矿山可能采用的开采方法，尽量在矿床上部或首期开采地段进行坑道探矿。并使探矿坑道尽可能为矿山建设时利用，例如布置探矿坑道时，坑道间的高差采用开采中段的高度或其倍数，又如探矿坑道的坡度、弯曲度满足基建生产时的要求。但由于经济成本高，施工进度也较慢，因此使用坑探工程也要考虑对评价、勘探总周期的要求，以及评价、勘探阶段事业费投资的限额。

(一)坑探地质技术管理的工作程序，一般如下：

1．坑口位置的确定；

2．提交单项工程设计；

3．坑口测量、坑探开工检查及技术交底；

4．施工进程中的坑道及地质检查；

5．坑道竣工及验收。

(二)坑口现场位置的选择，应尽可能符合下列条件：

1. 在最短距离内达到评价、勘探所要求的目的(例如达到矿体或其下盘或主要勘探线)；

2．有一定的场地，便于设置修理间、空压机房等工地建筑，有足够的废石堆置场，并在历年最高洪水位以上。

3．没有或很少疏松岩层，便于坑口的维护和安全。

4．避免将坑口设在悬崖、陡壁之下或其他不安全的场所。

竖井除了应布置在稳固的岩层中外，还应根据矿体倾斜情况分别采取下列方案：

1．当矿体倾斜大时，应布在矿体下盘开采时地表移动带之外。

2．当矿体倾斜不大时，应选择矿体尖灭、中断、变薄、变贫或其他在矿床开采时的地表移动带以外的地段穿过矿体。但应便于维护，保证竖井安全，并避免因留矿柱太多而导致矿石的大量损失。

坑口位置的确定，根据设计图纸，地质人员会同坑探技术人员、坑长、测量人员，必要时，应有物、化探人员参加，如果地表或掘进范围内水文地质条件复杂时，应有水文地

质人员参加，同赴现场踏勘，选定适宜的位置。只要能够达到设计要求，可以适当变更原设计的位置，但须符合下列条件：

1．移动后的坑探工程量不应大量增加，一般不超过原设计工程量的10%，否则应报大队批准。

2．移动后，坑道弯曲变化不应过大，以免影响通风，特别应考虑坑道最终深度的通风排烟，以保证按设计目的掘进。

3．移动后的水文地质条件、物、化探条件及影响支护的地质条件，应能满足原勘探设计之要求，不致于对施工造成太大的困难。

4．移动后的坑口，不影响今后的矿山生产，不影响矿山生产时能利用。

5．如对标高作适当的改变，变动之范围，不应超过中段高度之5%。必须大于此数时，应取得大队批准。

(三)坑探单项工程设计，其内容包括：

工程编号、工程目的、坑探种类(沿脉、穿脉、斜井、竖井、盲井、石门等)及其工程量(分量及总量)、坑口位置及座标、坑道端点标高(斜井、竖并、盲井的井底标高，天井、上山顶点标高、井下坑道起点标高等)；预期地质情况(附预想平面图或剖面图)；地质技术要求：掘进方位角、坡度或倾斜、坑道规格、物化探、水文技术要求、坑道测量要求、有关编录采样方面的要求，及要求揭露矿体的情况等；也可提出要求完成任务的时间、掘进方法及坑探技术要求、安全措施等(其格式见附表Ⅵ－10)。

单项工程设计书中坑口位置的设计座标在图纸上量出。

(四)坑探施工过程中的地质技术管理：

坑口平整以后，进行坑口测量，确定其座标，随即进行开工检查。

开工检查组成人员、任务及开工手续同钻探。开工报告书格式见附表Ⅵ－11。

开工前的技术交底，同钻探。技术交底时，应向施工人员说明编录与采样，如何与坑道掘进配合进行。有关编录、采样工作对坑道顶板、两帮及掌子面的质量要求，也应交代清楚。

施工进行中：

1．进行坑道测量，以指导施工。坑道测量应根据设计或现场指定的方向、长度和坡度等进行。地质探矿坑道，既要达到地质工作的目的，又要考虑施工和生产建设的利用，因此，坑道掘进必须保证掘进的位置、方向、断面、坡度(或倾斜)等工程质量和安全生产。

2．坑道测量的精度要求如下：

(1)坑内导线起始点对三角点[或独立勘探控制锁(网)点]的位置中误差不得超过图上0.1毫米，对附近水准点的高程中误差不得超过0.1米。

特殊工程测量的坑口近井点，对三角点[或独立勘探控制锁(网)点]的位置中误差及附近水准点的高程中误差均不得超过±0.01米。

(2)坑口位置点对附近控制点(包括近井点)的位置中误差不得超过图上0.1毫米。

(3)坑道贯通掌子面中心最大偏差，一般不得超过0.1米，通过竖井贯通的不得超过0.6米。

(4)坑内导线终点(最弱点)，对近井点的位置中误差不得超过0.2米，高程中误差不得超过0.1米。

3．坑道施工过程中必须按要求刷洗两帮一顶，以便编录与采样。探坑竣工后应全部清洗，经检查达到施工目的，方可签署竣工报告。

1．安排探坑施工计划时要留足地质编录与采样的时间，保证施工符合设计的要求，得到良好的经济效益。

5．所有坑道、采样面要比较平整。断面要求规整，特别是用全巷攫取法或用全巷法采体重样、作松散系数试验及采取选矿试样的地段。

6．地质检查、观测与编录必须随着施工的进展及时进行，以免坑道支护后给工作带来困难。地质管理中还应注意单项工程设计的各项要求是否达到。

7．坑道地质的综合研究工作，其基本内容和要求与钻探同。由于坑道揭露比较完全，因此应加强坑道地质的综合研究。综合研究组成员及分队技术负责人应亲自对坑道地质进行必要的、及时的观测，及时编制坑道地质平面图，根据综合研究的成果，对坑道掘进的位置及方向及时作必要的修正。

(五)竣工验收：

提前竣工、中止及延深、均与钻探相同。(坑道竣工报告书格式如附表Ⅵ－12。

[注]凡布置两条以上系统控制矿体的采样线的勘探线，均为主要勘探线，不足两条者为辅助勘探线。

附表Ⅵ－10

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

坑探单项工程设计书

一、坑道编号：_____　二、坑道种类_____

三、坑道位置：坑道座标：X_____；Y_____；Z_____；

坑道剖面线号：　坑道附近地物标志或工程距离：_____

坑道端点标高：_____

四、工程目的：_____

五、工程量：总计_____米，其中：平窿_____米；沿脉_____米；穿脉_____米；

_____米；　_____米；　_____米；

六、坑道预测地质情况_____

七、地质技术要求：_____

八、采样要求：_____

九、物化探、水文地质要求：_____

十、坑道测量要求：_____

十一、坑道质量要求：断面规格：_____；坡度（或倾斜）_____

其它：_____

十二、掘进方法及坑探技术要求：_____

_____

十三、其它：_____

十四、工班率_____　十五、要求竣工日期不晚于_____年_____月_____日

地质人员_____物化探人员_____水文地质人员_____探矿管理人员_____

_____年_____月_____日

分队地质技术

负　责　人_____分队长_____　_____年_____月_____日

批准者：　大队地质技术

负　责　人_____大队长_____　_____年_____月_____日

注：本表一式四份：分队地质、探矿、坑口及大队各一份。

附表Ⅵ－11

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

坑 探 开 工 报 告 书

坑口号_____

本坑经检查符合单项工程设计书中之规定，施工所需设备齐全，安全设施合乎规定，其它各项亦合乎设计要求，同意于_____年_____月_____日施工。

地质_____物化探_____水文地质_____测量_____
探矿_____安　全_____机械动力_____坑长_____

_____年_____月_____日

附　开　工　技　术　设　计

坑口座标	X　　Y　　Z		
剖 面 号		断面规格	
长　　度		掘进方法	
坡　　度		掘进方向	
出渣方法		预期竣工日　　期	年　月　日

注：本表一式两份，探矿、坑口各一份。

附表Ⅵ－11

_____地　质　队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

坑 探 竣 工 报 告 书

剖面号：_____ 坑口号：_____ 座标：X_____Y_____Z_____

一、基本情况：

方　位					断面规格	
深　度	总　计		沿　脉		穿脉(石门)	
	平　窿					
见矿情况：						
停坑情况：						

二、支护情况：

地　　段	支护地段长度(米)	棚子架数 棚子距离	岩层稳固情况	准备拆除的棚子架数

三、坑道遗留的运输及通风设备：

地　　段	设 备 名 称	规　　格	数　　量	`备　　注

四、实际技术指标：

总进尺（米）	总工班数（个）	平均工数（米/个）	第一立方米原岩材料消耗				备　注
			炸药(公斤)	雷管(个)	导线(米)	坑木(立方米)	

以上各项经我们检查无误，同意验收上报。

验收小组成员_____ _____

_____ _____ _____年_____月_____日

分队地质技术

批准者：　　负　责　人_____分队长_____ _____年_____月_____日

注：本表一式三份：地质、探矿、坑口各一份。

第七章　常用综合性图件的编绘

找矿勘探各项工作所获得的地质现象和数据，要通过原始地质编录资料反映出来，又需要通过综合研究，把感性认识上升到理性认识，找出成矿地质规律，用以指导找矿勘探工作的深入开展，逐步取得找矿勘探成果。由此可见原始资料编录与综合研究工作是找矿勘探中贯彻始终的两个重要环节。

原始资料编录是综合研究的基础，综合研究的结果有待再实践，并受实践的验证和提高。没有充分而可靠的原始资料，综合研究就成了无本之木；只有大量的原始资料而不加以归纳、综合、分析、研究，就不能得出规律性的认识，必然导致找矿勘探的盲目性，丧失主动权，甚至产生严重的浪费。

找矿勘探中的综合研究归属于科学研究的范畴，但与专门性的研究又有区别，它的特点最明显的是与找矿勘探实践紧密的结合，以查明找矿勘探工作对象为目的，以找矿勘探工作中获得的丰富信息为基础，随着找矿勘探的进行而开展这项工作，随时整理分析大量涌现的实际资料，研究解决找矿、评价、勘探中暴露的地质问题，用较短的研究周期分别完成找矿勘探的两大主要任务：①总结成矿规律，指出找矿勘探方向，不断为地质勘探及生产建设提供新的后备基地，增长矿产资源。②解决找矿勘探中的地质问题，提供冶金矿山建设规划，设计或找矿勘探计划，设计及地质报告的地质依据，指导生产实践。针对上述特点，从公司、队、分队以至小组都应把综合研究贯串到找矿勘探的全过程中去，对于一个地区、某一成矿带、某一矿床、某一块段或某一工程甚至某一观察点，由安排工作开始到全部工作告终都必需进行综合研究。

综合研究依据的理论、具体内容及工作部署，因地、因人而异，参考资料十分丰富，本《方法》限于编写宗旨不作重复。但是不论何种理论依据或不论何种内容的综合研究，必需依赖于综合图件的编绘作为主要手段之一，而且综合研究的结果又常用综合图件来表达。因此七、八章主要介绍各种综合图件的编绘方法。而本章侧重于设计、报告中常用的图件编绘，第八章介绍关于成矿规律与成矿预测的图类编绘。

第一节　一般原则

地质综合图件的编绘是找矿勘探与地质研究中的一项重要工作。它将各种零散的原始资料组合成为相互联系的有机整体，综合反映找矿勘探与地质研究的成果，表现矿床或地区的地质特征，变感性认识为理性认识。因此是综合研究中的重要环节。综合研究的进行要通过综合图纸的编绘去完成，而综合研究的成果也部份地反映在综合图纸上面。

(一)综合图件编绘的目的

1．及时指导找矿勘探，避免施工的盲目性，较好地完成找矿勘探任务；

2．提供地质找矿勘探报告或科研报告所需的各项综合图纸；

3．为总结本矿床或地区的成矿规律、指出找矿勘探方向、扩大远景提供资料。

(二)综合图件编绘的基本要求

1．综合图件编绘需要有大量的、正确的、合乎客观实际的原始资料。在着手编绘之前，要充分收集资料，在编绘进行期间，还要随时掌握新情况、新资料。

综合图件编绘的最基本的原始资料来源是各地质工作作业组。除了尽可能收集和了解其他单位的、不同时期的资料外，对于本矿床或地区各地质工作作业组的资料，要及时加以掌握，包括：

(1)各作业组工作的进展情况；

(2)原始资料的可靠性；

(3)力求提高原始资料的完整性、系统性，尽可能取得大量的、丰富的、质量好的原始资料。

2．编绘人员要多思；要深入现场，取得第一性资料；并对别人的资料验证消化、分析，变为自己的资料。切实做到理论与实践相结合。

3．编绘一定要及时：及时综合编绘是完成找矿勘探任务的关键环节。一般情形下，第一步应根据原始资料编制草图，尽可能做到当天取得的资料，当天反映到草图上，以便指导找矿勘探。

4．编绘要有计划，要根据找矿勘探工作的计划和进度，合理地安排编绘工作的进度。

5．为了保证综合图件的质量，要求：

(1)原始资料的质量是综合图件质量的基础，必须认真执行检查制度，并要求各原始资料作业人员对整个矿床的地质情况有全面的了解，做好各单项工程地质现象的小结工作。

(2)综合图件编绘不可能一次完成，反复验证，反复认识，经常修改。验证的唯一标准是野外实践。

(3)要建立综合编绘工作制度和检查制度，内容包括：原始资料的复查，图例和图纸格式的统一，规定制图方法和要求，建立工作程序，以及图纸的检查和验收(室内检查和必要的野外检查)等。

6．综合图件编绘要抓住主要矛盾，突出主题。原则上，编绘的内容包括定位、定量参数、地质构造现象的定性、储量计算和矿山设计所需的各项资料，以及与保证储量计算和矿山设计所需资料的质量有关的参数。对于每一种图纸，应根据其目的和用途，确定表达的内容及应突出的关键问题。

(三)综合地质图件的类别

1．按图纸的性质可分地表平面图类、垂直剖面图类、深部平面图类、投影图类及研究图类等：

(1)地表平面图类包括：交通位置图、区域(矿区)地质图[或区域(矿区)地质、物探、化探综合平面图]、实际材料图、地质工作研究程度图、矿床地形地质图(或矿床地形地质、物探、化探综合平面图)勘探工程分布平面图、采样平面图及品位分布图等。

(2)垂直剖面图类包括：勘探线剖面图和纵剖面图。

(3)深部地质平面图类包括：坑道(中段)地质平面图、水平切面图及坑内外联络图等。

(4)投影图类包括：垂直投影图、水平投影图及平行矿体倾斜面投影图等。

(5)研究图类包括：构造纲要图、各类等量线图(等高线或等深线图、等厚线图、等品位线图)立体图、围岩蚀变分带图(及蚀变等量线图)、有关断层、节理、矿体产状、厚度、矿石质量变化的图解、图表，成矿规律图及成矿预测图，及其他研究图件。

2．按图纸的用途可分为矿床综合图件及区域性综合图件两大类。

3．按表达立体地质情况可分为截面图类及投影图类两大类。截面图类包括垂直剖面图类、坑道(中段)地质平面图及水平切面图。其他图纸多属于投影图类。

(四)各种综合图件共同的内容及要求

所有图纸都要有图号、图名、比例尺、图例、图签和基本线条。几张图合为一张图时，要有接图表。

1．图号为统一编号，应为顺序号。图名一般为全名称，即包括矿床所在县及矿床名称、图件名称。比例尺统一用 1：××××。精度要求高或用以计算储量的图件要附比例标尺。

2．图例：凡图上所有的地质构造和探矿工作内容都要有图例予以说明，不应遗漏。图例的编排，一般的次序为地层系统(自新至老)侵入岩系统(自新而老，自酸性至超基性)、构造、矿产(突出主要找矿勘探对象)、探矿工程，重砂、物化探成果等。也可根据图纸的目的确定，如品位分布图，可将矿石品位的划分置于图例的前列。

3．图签：内容包括：单位名称、图名、比例尺、图号、顺序号、日期，制图者、检查者、描图者、校对者、分队技术负责人、大队技术负责人，及有关人员的亲笔签名。

4．基本线条：基本线条指控制图纸内容的基线，即平面图上的经纬线或座标线，垂直剖面图上的铅垂线及水平线，投影图上的铅垂线(或斜线)及水平线。任何地质图件上均应有不少于两组的基本线条，否则不能准确地定位。

(1)较小比例尺(小于 1:25000～1:50000)的平面图上应有经纬线或国际分幅座标线。经纬线利用高斯——克吕格投影。经线为直线，纬线为弧线，纬线均有曲率。

(2)较大比例尺平面图可以不绘经纬线，画假定座标网。

(3)经纬线系统不能歪斜，正上即为北。假定座标网允许系统歪斜，但最好有指北针，必要时，注明磁偏角度。

5．平面图上基本线条的制作方法和要求：

(1)较小比例尺图上的经纬线、国际分幅座标线及梯形图廓的制作，属测绘专业范畴，这里不予介绍。地质人员需要了解时，可参阅测绘规范或冶金工业出版的《地形制图》图书。

(2)较大比例尺图上的座标网的基本要求是互相垂直。首先保证这些线条互相垂直，且距离正确，才能保证以后制图的正确性。

(3)平面图上基本线条的正确性具有重要意义，因平面图是制作剖面图及其他图纸的基本图纸，基础不正，将引起一系列错误，为此，一般应遵循下列要求：

①首先制作方形或矩形图廓。一般采用的几何依据是“矩形、正方形的对角线相等，而且交点将对角线两两平分”。画法是：首先按图纸四角打上对角线，然后由交点向四角等距量取所须距离，取得四点，连结四点，即是矩形或方形图廓。

②制作基本线条时，一般应先绘 2～3 条正交基线，并保证交角无误。检查方法利用“等腰三角形法”。制作时，首先从图纸中央画第一根水平线，以此为基础，量取其他基本线条。

然后，利用矩形法，即“矩形对边相等且相平行”的原理，按需要量取等距小格子，制作所需座际网。

在制作较小图纸时，一般可不先绘图廓，可直接用垂直等分线法绘制座际网及图廓。即在垂直线上按等距截取互相垂直的线条。

(4)对于所有平面图上的座标网，按图上距离 10×10 厘米的正方形量取。同一矿床内同一比例尺的平面图的座标数值应一致。

(5)座标数值，或用 5 的倍数或用偶数。

(6)座标网检查方法，一般用对角线法。即选择一定的座标格子画对角线，检查此两对角线的长度是否相等。一般有两种方法：

①每个 10×10 厘米方格两对角线差不大于 0.3 毫米。

②每个 30×40 厘米方格两对角线差不大于 1 毫米。

上述两种方法，第②种较好，因系整数，容易掌握。

6．剖面图、各种投影图及部份研究图类的基本线条的要求及绘制详见下述。

(五)测量成果在图上定位的一般方法

常用的测量成果有方位距离、座标数值及直线平距高程(直线斜距倾斜角)三种。

1．方位距离是视距测量成果，在图上首先从测站至后视点划一直线，然后以此直线为准，以测站为中心，按顺时针方向用分度器定出方位角，连出放射线，按自测站至各测点之距离求出所需的点，一般用于地质点上图。

2．座标值的成果上图按座标法，自 X、Y 线上截取距离，以矩形法定位，保证点位精度，多用于各种勘探工程定位。

3．直线平距高程成果，往往用于剖面图上。以剖面起迄点或座标线为准，按距离求出各点的水平位置，然后通过各点作一组垂线，在垂线上按高程数定出各点的垂直位置，此法又称直角座标法。

直线平距高程是由直线斜距倾斜角换算而来，在编绘剖面图时，亦可直接按直线斜距倾斜角上图。即以某一控制点为准．用分度器按其倾斜角画直线，按斜距截取所需点位。此法又称极座标法。

(六)探矿工程及地质资料投影定位的一般要求

在各种平面图，剖面图，投影图上的工程及地质资料的定位，实际上都是投影定位。它们都不是在一个平面上而是根据一些统一要求，投影到一个假定的平面上。

1．要明确两个投影基准面，一个是被投影的理想平面，简称投影面，所有平面图的投影面为水平面，垂直剖面图的投影面为剖面线所代表的垂直面，水平剖面图或坑道平面图的投影面为该水平或坑道起点所在的水平面。

另一个是代表投影者本身特征的投影基准曲面，对于地形地质平面图为地形表面或基岩表面，对于剖面图为与该剖面线有关的工程所控制的曲面，对于坑道平面图为坑道顶板所控制的斜面或折面。

凡工程、地质界线或地质现象与投影者投影基准曲面的交点(或线)均应投影到投影面上，不在投影者投影基准曲面上的，原则上不投影，有必要投影时，用虚线或不同图例。

2．不论在何种图件上，所有工程及地质资料一般以正投影为主，即按垂直于投影面的方向投影。必要时，按产状投影：

(1)当情况特殊，例如地层走向不与勘探线正交，交角不大，同时构造很复杂，则不在勘探线上的工程及其所控制的地质界线向剖面上投影时，应考虑具体的地质情况，如果按正投影大大歪曲了剖面上的地质构造或矿体形态时，应考虑按走向投影。因此当构造很复杂时，勘探工程应尽可能设在勘探线上，以避免投影后歪曲实际情况。

(2)井探或浅钻所揭露的地质界线，对于地质平面图按产状投影。不在勘探线上的坑道工程向剖面上投影，需要而可能时，按走向投影，否则用正投影法。坑道掌子面采样、缓倾斜矿床的槽探采样及其地质界线，根据具体情况，有时也按倾斜投影。

(3)平行矿体倾斜投影图，凡工程或地质界线与矿体投影基准面的交点，向投影图上投影，不按正投影而按水平方向投影。但矿体厚度参数为正投影。

3．所有沿投影者投影基准曲面上的长度、宽度等参数，一律按平行于投影面方向的投影长度或宽度表示。

(七)联图方法及要求

1．综合图纸联图是综合研究的重要一步，联图过程是综合、分析、推理、判断的过程，只有认识上不断的深化，才能较合理的对各种综合图纸进行联图。联图既要能表示地表揭示的地质特征，又要能符合向深部发展的规律。联图工作不能设想一气呵成，要对联图方案作多方案比较，多次推敲，认识深化，从中选定接近客观实际的方案。

2．联图的一般顺序：在实际工作中，联图是随着地质工作或工程的进展逐日进行的，每张图纸都要经过草图、半成品、成品等几个阶段，不可能也不应该遵守一成不变的顺序来进行。但下列顺序结合了施工顺序，反映了基本图纸与其他图纸的关系，也反映了重视实际资料这一基本要求，当编制成品图纸时，在不拖延、不积压、不影响综合研究及时进行的条件下，宜尽可能按此顺序开展联图。

(1)最先联地形地质平面图；

(2)其次为其他地表图纸；

(3)再次为深部综合图纸。在深部综合图纸中，优先联实际资料最可靠，或者最多的图纸；例如：坑道平面图与钻孔剖面图比，应先联坑道平面图；但坑道工程不多，而剖面上有较多钻孔，剖面资料显然比坑道平面资料可靠时，可先联剖面图，在剖面图中，也应先

联工程最多的剖面；

(4)最后为主要根据其他综合图纸编制的图纸，如纵剖面图、水平剖面图(当无或只有很少坑道工程时)、各种投影图等。在这些图纸中，又宜先制作推定成份较少或容易编制的图纸，例如，在上述三类中，先编投影图，后编水平剖面图或纵剖面图。

3．联图时，要有地质体的立体概念，不能只从一个面上去考虑，须使平面图、剖面图、投影图之间的地质认识相适应，不可彼此矛盾。因此联图时，须互相参考。在任何情形下，不能孤立地联一张图。

综合图纸之间还须相互校正修改。互相对比顺序，以资料多寡为准。用工程控制程度高的图纸校正控制程度低的，用基本图纸校正其他图纸。有时用反映较全面的图纸，校正反映局部情况的图纸。如深部矿体未被彻底圈定时，在纵投影图上可根据矿体发展趋势，圈定矿体的延深，而剖面图则需依照矿体纵投影图来推断矿体延深位置。在认识深化时，也根据深部资料来校正地表平面图上的推定部份。

4．地质联图，在任何情况下，不得无实际根据地修改实际资料。

5．一般地质界线的联法，首先是根据实际资料，确定实测界线，然后主要根据地质特征确定推定部分。在开始时可以用直线联图，待到对地质特征认识深化后，最终的联图就要反映出地质特征。

6．推测地质界线，一定要符合地形地质特点。

7．同一张地质图上，地质界线的联图，一般是随着地质工作或工程的进展而逐日进行的，特别是草图。但当联结成品图时，除参考草图外。一般应遵守先易后难的原则，为此，地质界线的联图顺序一般是：

(1)优先联标志层；

(2)其次联构造变动不大的，岩性易对比、易区分、易辨认的，岩性沿走向及倾向变化不大的，受后期地质作用影响较少的；

(3)再次为地形上易辨认的，露头较好的；

(4)最后为变质最深，受火成岩或热液影响最甚的岩层。

8．矿体联图，一般同地质界线，并参阅《储量计算》的圈定矿体部份。但当已掌握矿体地质规律后，联图时主要应考虑地质规律，配合以数学方法，只有地质规律不清时，才允许完全用数学方法或用直线圈成几何图形。

9．矿体边界及矿体内的各种地质界线，除了厚度小于样品长度的夹层以外，都必须与采样分段的界线一致。

10．一般情形下，各种地质界线及构造线不得交叉，但可重合或错开；唯下列情形例外：品位界线与矿石类型界线、变质岩的岩性界线或不同变质带的分界线与变质前的地质界线或构造线。

11．联图时须要严格区分依据资料的可靠性。所谓可靠性就是通过工程揭露及在综合研究中获得的对客观地质规律的认识，可靠性也就是工程控制程度及掌握地质规律的程度。

当地质体及界线已被肯定，就要使用实线。对其存在尚未肯定部份就要画虚线。如其存在已被肯定仅位置不肯定，推定方案只能有一种，推定后位置又不会有很大变化时，或者产状肯定了，有误差，但不会引起根本的变化时，也可用实线。反之，如存在已被肯定，位置推定上有很多可能或产状未肯定，这时就要画虚线，或者存疑。存在未肯定的，一般应不画，必要时存疑待查。

12．联图使用虚、实线时，还应考虑图纸比例尺的大小，图纸比比例尺大时，实线要求严，相反，要求宽，一般定 1:500 或大于 1:500 的图上不能有虚线。

矿体可靠程度要求高，与矿体远景有关的地质体亦要求严，反之一般围岩则放宽要求。

(八)引用实际材料需注意之点

1．直接引用原始资料：座标网、勘探线和勘探工程是各种图纸互相引用和对比的基础，图纸中地质体的定位质量决定于它们位置测量的准确性，因此编图时要引用其原始测量资料；品位数字要引用原始化验资料；厚度、产状等参数引用原始资料编录。不要从综合图纸中互相引用，以免一误再误，积累过多的误差。

2．引自实际资料最多的图表，如圈定采样平面图的地质界线时应根据矿床地质图等。

第二节　地表平面图类的编绘方法和要求

(一)交通位置图

交通位置图的目的是说明矿床或工作区的地理位置及交通条件，可根据一般地理图及实际调查资料编制。

比例尺一般 1:50 万～1:100 万，采用较大比例尺图时，在图内左下角另附一较小比例尺的交通位置图。

1．主要水系流向、名称(区分出能通航者)、海湾、湖泊位置。

2．工作区所在位置范围及附近交通情况：铁路、公路、通往工作区的主要通道的位置。

3．主要城镇公社所在地、码头、车站、主要动力基地、建筑材料产地等。铁路两端到达城市可用箭头注明。

4．主要标高点。

5．区内矿产地位置，矿产类别以不同符号或划一小方框圈定范围表示；区内冶金厂、矿的位置及名称。

(二)区域(或矿区)地质图

本图的目的是为了说明一定地区或矿床外围的地质构造特征及成矿环境或条件，阐明找矿方向和找矿标志。

比例尺，区域地质图一般为 1:5 万～1:20 万，矿区地质图一般为 1:5 千～1:1 万。

1．其内容包括：

(1)大比例尺图应有地形等高线、三角点，如等高线过密，有碍图纸清晰程度时，可只

绘计曲线；

(2)主要居民点、地质报告中提及的所有地名(地质报告中未提到的次要地名，可省略掉，以免影响查找。方法是在地形底图上将需要的地名作出记号，向描图人员交待。但与成矿预测研究有关的图上的地名不宜省略，特别是在有利成矿范围内的)、勘探区范围；

(3)地质界线、构造线、火成岩活动，围岩蚀变、矿体、矿化带界线及其代号与编号(并以不同线条表示实测及推测)，注明地质体和各种构造的产状要素；

(4)古坑、民窿、废矿堆、炉渣及其他矿点位置及编号；区域地质图要圈出重砂异常范围及编号；

(5)图之下部附一定数量剖面图(其中必须有穿过矿床的剖面图)，剖面图要注明方向及编号。比例尺可等于或大于地质平面图。平面图上要标出剖面位置及编号；

(6)图左侧附综合地层柱状图，包括岩层时代、柱状地质、厚度、并附加描述，

(7)地质工作研究程度图，根据需要和可能，可合并于地质图；同样，也可将物、化探异常范围圈出，即为区域(或矿区)地、物、化综合平面图。构造纲要图及实际材料图一般很少与区域地质图合并，但在一定条件下可与矿区地质图合并(合并的条件详后)。

2．编制方法：一般可参考矿床地形地质图的编制方法及《地质测量》章中有关部分。此外，还应注意：

(1)区域地质图的色例按(矿区地质图参考)国际惯例。着色方法：一般以颜色区分构造旋回或构造层或“系”而以不同浓淡程度区分次级或再次级层序的先后关系。

(2)比例尺较大的图纸，对于变质岩和火山岩，在地层着色的基础上，以花纹区分不同岩性。能确定原岩的变质岩，在花纹上要表达原岩的特征。火山岩的花纹根据习惯用法。

(3)各种地质体的接触关系一般有六种：侵入接触、斜交不整合接触、平行不整合接触、整合接触、断层接触和接触关系不明。应尽可能区别表示，特别是比例尺较大者。侵入接触线外加接触变质带的花纹，其他均以特定的图例表示(第四系以下的不整合面例外)。

(4)接触变质带、围岩蚀变、岩浆岩的相变关系均以花纹表示而不以地质界线圈定其分布范围。以不同花纹加符号区别变质类型、蚀变类型及岩相特征。

(5)在地质图上表示矿床、矿点、含矿带有两种办法：一种是按比例尺的大小实际圈定或用特定的符号表示，以颜色或带色符号区别矿种；一种是以特定的图例表达矿种、矿床类型、规模大小和工作程度四种因素。前者较常用，后者多用于矿产分布图。

(6)重砂异常表示方法：用代表该矿种或矿物的色线圈出异常分布范围，注明矿种或矿物符号及其在单位面积内的百分含量或颗粒数。最好用箭头表示重砂来源的流向。如果在同一扩散晕内有两种或两种以上的矿物均达到异常值，可将线圈分段着色，各色段的长短表明主次，注明编号。

(7)当编制地、物、化综合平面图时，凡用各种物、化探手段测得的异常分布地段，均用不同图例的色线圈定。物探异常以不同图例或不同图例的色线示不同方法，或者(如果有可能分类排队)示不同的异常性质；注明编号及异常强度。化探异常以相当于该矿种的颜色圈定，注明编号、元素符号及(尤其是较大比例尺图)异常强度。

(三)实际材料图

实际材料图的编绘目的是通过各种实际资料(包括地质观察点、各类标本、工程等)的分布情况，借以说明各种地质体及构造线的地表控制程度、地质测量方法以及重要地段、重要问题的观察情况，是衡量地质图质量标准的一项重要原始资料图件，其比例尺与地质图一致。

1．其内容的表示方法，根据不同的地质测量方法而略有不同，一般如下：

(1)大地地形控制锁(网)点或勘探测量控制锁(网)点、水准点(包括制高点)、水系、重要地物及主要居民点；大比例尺图纸还要有解析图根点及地形曲线；

(2)“实测剖面”线及其起迄位置和编号、导线点号(如影响图面清晰时，标示隔一定数字的、或标示重要地质界线附近的导线点号)；

大比例尺图纸有勘探线及其编号；

(3)各类地质观察点的位置及其编号，构造点的编号冠以特定字母；有些填图方法要注明观测路线：

①用剖面法填图时，用不同图例注明观测路线及其性质(控制剖面或路线剖面)；

②用导线法填图时，用特定图例注明观测路线；

③单独用地质界线追索法填图的情况很少，如果使用时，要注明垂直地层走向的辅助观测线；

如用露头圈定法填图，注明露头点及其编号(冠以特定文字)；

(4)除化学分析样品以外的所有标本、样品的位置及编号，包括重砂样品、古生物标本、单矿物样品、同位素研究标本及岩矿标本等；

化学分析样品位置一般不在实际材料图上标出，但在矿床或矿点采样平面图上不表示的区域拣块采样位置及编号，可在此图上标出；

(5)轻型山地工程及其编号；

(6)各类地质体的界线和构造线及其编号，区分实测及推定界线。如果用露头圈定法填图，还要用不同图例表示露头范围线；

1:500 的图上，一般只有两种不同性质的实测界线，即未被第四系掩盖的实测地质界线、构造界线及被第四系掩盖的实测基岩地质界线和构造界线，分别用不同图例；

(7)古代及现代的采掘工程或遗迹。

2．编制时应注意的问题：

(1)用淡色地质图为底图；以颜色的浓淡程度区分同一构造旋回(或构造层或系)以内的次级层序，但其地质界线仍要画出。

(2)图上不同性质的点、线的编号(及图例)都非常繁杂，因此要注意用不同字头或方法区别分明，便于查找。

(3)实际材料图的附件为野外各种原始编录，包括“实测剖面”图及其记录表、野外记录本、各种原始表格。应往意使各类编号在图上及其附件上互相一致，便于查找。

(4)实际材料图的野外草图，如图面过于繁杂，可将各类标本、样品的采集位置用小针

扎一小孔，注其编号于反面，但正式提交的成品图不应如此，如图面不清晰，可不画首曲线。

(四)地质工作研究程度图

图件编绘的目的是说明图幅范围内各地段已有地质研究工作的实际情况及其结论的可靠程度，借以说明本次地质工作部署的依据；对进一步找矿勘探的方向能起一定的指导作用，也是成矿预测图的一份重要的辅助图件。

本图的编制方法是：

1. 用较小比例尺(面积也较研究范围为大)的地形图或区域地质图为底图。如用地形图，删除首曲线及不必要的地物符号，但地理位置须明确。

2．用不同线条及符号，将收集到的全区的各种地质图、物、化探、重砂测量等图件进行分析整理，使之集中表现于一张图上，以反映不同区段或地区的地质矿产研究程度：

(1)各种比例尺的地质测量工作，采用不同颜色的封闭曲线或折线，以图框的形式将已完成的工作实际面积圈绘出来，图纸比例尺愈大者(一般研究程度愈高)，颜色愈鲜明；

(2)区分不同精度、不同方法的地质填图，如用实线表示正规填图，用断线表示地质简图，用断线加点线表示地质草图，用点线表示路线地质图。

(3)如果在完全相同的面积内先后做过不同比例尺地质测量工作，可用代表最新的、较正规的、最大比例尺的色线圈定外框，依次用其他相应的色线套圈内框，或用所属比例尺和精度的色线相间圈绘，而以最大比例尺或较正规者为主(间线长度较大)；

(4)重砂测量、物、化探测量范围分别用不同颜色(代表比例尺)、不同花纹(代表方法)的线条圈绘；如果在同一面积内进行了地质测量及多种物、化探、重砂测量工作，以代表地质测量的色线为主，依上述办法圈定外框，用代表其他工作的花纹色线套圈内框；

(5)重砂测量及各种不同性质的物探、不同方法的化探(必要时，地质测量)均应规定特定的符号，在线圈上用相同的颜色注明。

3．编图同时应进行图纸资料登记(特别是作为成矿预测图的辅助图件时)，登记项目按需要拟订，附表Ⅶ－1 可供参考。

4．图上所列的资料应按一定的(例如由北至南、由西往东的)原则进行编号，图纸与表格编号应一致。

5．用粗黑线示本次填图范围(作为预测图的辅助图件者例外)。

(五)矿床地形地质图

矿床地形地质图的目的是为了正确、详细地表示矿床范围内的地形、地质构造特征及其相互关系，提供有关矿体构造、形态、产状、规模及矿石类型和工业品级的详细参数，从而推断矿床生成的地质条件和找矿标志。如有物、化探测量成果时，则为地形地质物化探综合平面图。其比例尺一般为 1:500～1:5000。

内容包括：

1．包括首、计曲线的地形等高线。如地形较复杂影响图面清晰时，可只绘计曲线。

主要的测量控制网(锁)点、解析点或测站等；

2．所有勘探线、勘探工程位置及编号；地表所采主要标本位置及编号；倾斜钻孔用箭头注明方向，见矿孔与落空孔用不同图例；

3．各种地质界线、构造线，构造形迹的位置、编号及产状要素，区分实测和推测界线；

各种地质界线及构造线、构造形迹，应与图纸比例尺相适应，矿体及重要地质现象不得省略。产状要素的标定与分布要足够说明矿床地质构造的特征。向斜与背斜轴线的确定要有足够的证据。

4．野外工作时，应有实际材料图，提交正式报告可不附此图，但矿床地质图应附有地质观察点及编号，用露头圈定法填图时，有露头范围线，有重要的标本、样品采集位置及编号。如影响图面清晰时，另附实际材料图。

5．使用物，化探测量方法时的异常等值线及代号。

6．除构造简单的矿床外，有矿床地质构造剖面图。如有深部工程，地质构造剖面图另附，否则附在图的下方，比例尺同平面图。

7．除地层简单的矿床外，应附综合地层拄状图。综合地层柱状图，制图时按各地层的最大厚度，文字中说明波动范围。

8．有新老采掘工程，包括古坑、老硐、废石堆、旧采场等，标明其位置或范围及编号。

主要要求：

1．基本线条为座标网，并按座标法确定勘探线。其次按座标法确定某些主要的三角点或勘探测量控制锁(网)点、解析点或测站。

2．按座标法确定各项工程位置，未测座标的轻型工程按视距测量成果定位。并按如下要求表示在图上：

(1)探槽：比例尺较小的图纸均绘成 1 毫米左右宽的几何图形，比例尺较大的，按比例画成规则图形或实际槽形。

当根据探槽原始资料上图时，往往与测量成果有出入，主要是长度误差及方位误差。一般规定，在两剖面点之间，长度误差不大于 5%，最大不超过 5 米者，按比例平差。超过者，检查原因。方位差 5°以内者，根据测量成果校正，超过者，检查原因。

探槽地质资料上图时，一般有三种投影方法，根据具体情况及样槽位置选择：

①垂直投影，以槽底地质资料为准，适用于陡倾斜矿床；

②垂直投影，以槽帮基岩面的地质界线为准；

③顺倾斜投影，适用于缓倾斜矿床。

(2)探井：较小比例尺图上，画成 2 毫米见方正方形，如为园井则画成直径 2 毫米园形；比例尺图上按比例尺画成规则图形。地质界线，以井底及帮上所见，按其顺倾斜的延展面与基岩面的交截线进行投影。

××地质矿产研究程度登记表　　附表Ⅶ－1

编号：　　(地区或矿床、矿点名称)　　第　　页

地理座标 交通位置					资料来源				
工作年限		自　至　年			工作单位				
研究历史									
类别 名称		比例尺	精度			个数	km^2	m 或 m^3	备　注
			草	简	精				
地质测量									
物化探	水化学								
	分散流								
	重　砂								
	次生晕								
	原生晕								
	电　法								
	磁　法								
工程量	钻　探								
	坑　探								
	槽　探								
	井　探								
采集样品									
分析样品									
分析元素									
薄片鉴定									
重砂鉴定									
其　他									

填表单位：　　填表人：　　年　月　日

(3)剥离：一般按实际形态、大小画。地质界线一般正投影，但剥离范围较小同时深度较大者，可参考探槽。

(4)代替地表工程的短坑：标明坑口，并按其方向及水平投影长度，用虚线画出短坑揭露的范围。地质界线顺倾斜投影到基岩表面。

(5)钻孔(包括浅钻)：标明钻孔位置及孔口所见岩性。很浅的浅钻也可按地层倾角，顺倾斜将地质界线投影到基岩表面。

(6)坑道：标明坑口及坑口所见岩性。

3．地质观察点、露头、按测量成果用方位距离上图。

4．野外地质联图：

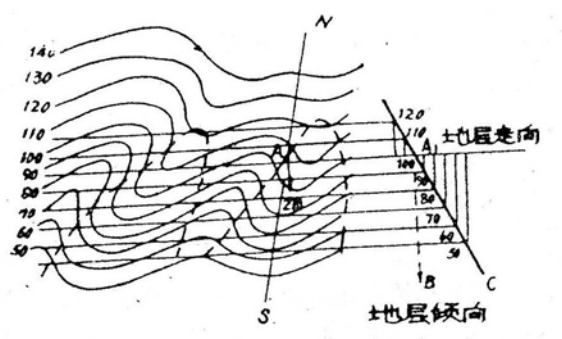
(1)必须在野外联草图。根据草图在室内联成品图时，不得在室内修改实测地质界线。

(2)在野外联图时，首先联露头明显部分的地质界线。根据实测地质界线联推定地质界线时，要注意坡积层中的碎片及其来源、土壤颜色、地形起伏特点与软硬岩层的关系、地貌类型、岩层(或构造线)延伸情况、植物被覆情况以及其他与判定地质界线有关的现象(如泉水、滑坡、塌陷地带等)。

(3)须注意地形地质特点，即岩层倾斜与地形曲面的交截关系，一般联成 V 字型。

5．室内地质联图：一般情形下，不进行室内地质联图，只有在大面积掩盖区，仅有少数几个露头，同时又是产状和厚度比较稳定的成层岩石区，才允许室内联图。在露头不发育地区或局部掩盖地区，在野外联图之后，必要时，也可进行室内联图，以便互相校正，解决地形地质特点对联图的影响。其方法根据地形特点与岩层倾斜之不同而选择，一般有下列几种：

(1)当地层倾向与地形坡度同向时：如图Ⅶ－1，A 为露头，测得地质界线及其走向 NE 80°，倾向 SE，倾角 α ＝27°。过 A 点引一走向线，该线亦代表 A 点所在的标高线。于图外，任选一点 A_1，引垂线 A_1B 代表倾向线，按倾角 α 作 A_1C(∠BA，C= α)代表地层的倾斜面。从 A 点在 A_1 走向线上，按等高距依比例尺截取标高线，自各标高线的分度点上作垂线垂直于 AA_1 而与 A_1C 线相交，得各标高线在倾斜面上的分度。自此引平行线与走向线平行，依次与同标高值的地形等高线相交，连接各交点，即为该地质界线在图上的投影迹线。



图Ⅶ—1 按地形地质特点联绘地质界线方法之一

在 A_1C 线上，凡高于 A 点所在的标高的各标高分度，应画在倾向的相反方向，如图上 100 米以上的各标高线。

(2)当地层倾向与地形坡度异向时：一般同上项，但倾向线指向地形坡度的上方，凡低于露头标高的各标高线分度画在倾向线一方的倾斜面上，反之亦相反。

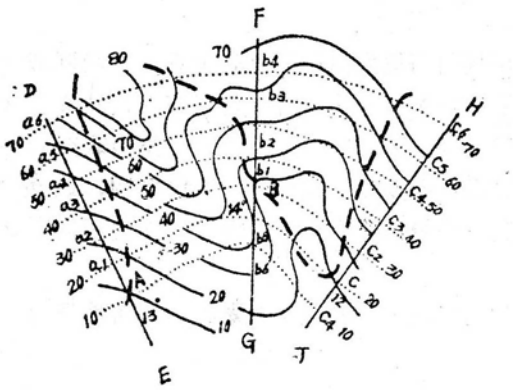
(3)当有两处露头，出露相同的地质界线，走向、倾斜、倾角均相同时，以最低的露头为准推定露头以下部份，以最高的露头为准推定露头以上部份。

(4)当沟谷两测出露的两处露头，走向倾向相同而倾角不同时，经过邻近地质现象的观察，推定有横(或斜交)断层沿沟谷发育时，在断层两侧分别依上法制图。

(5)当有两处露头，其间无断层变动，两者走向、倾向相同而倾角不同时，根据两处露头在地形上的分布情况及本区地质构造的特点，分别采取下列办法：或者采用平均倾角，或者按两处露头所控制的范围分别制图，或者一部份分别制图，一部份采用其平均倾角。

(6)当图上有三处以上露头，出露同一地质界线，走向、倾角均不相同，唯倾向相同，其间亦无断层变动时，按下列办法制图：

如图Ⅶ～2：A 点的倾向为 SE160°，倾角 13°，B 点的倾向为 SW190°，倾角 14°，C 点的倾向为 SW230°，倾角 12°。过 A、B、C 三点，分别沿倾斜方向作直线 DAE、FBG、HCJ，在这批直线上分别从 A、B、C 三点起向两端按下式所算得的间距 d 依比例尺截取分度线段：



图Ⅶ—2　按地形地质特点联绘地质界线方法之六

$$d=h\mathrm{ctg}\alpha \qquad (7-1)$$

式中：h——等高距；

α ——各露头点所测得的倾角。

将各线段自各点起依次注明标高，自各露头点依倾向方向向下为低于露头点之标高，反之为高于露头点之标高，用平滑而互相平行的曲线，将各分段的同标高依次相连，分别与同标高的地形等高线相交，连接各交点，即为该三露头点所控制的地质界线在图上的迹线。

(7)其他若干露头控制的同一地质界线，根据地形、产状要素及地质特征的具体情况，依上述方法所阐明的原则，用制图法作出。

6．按上述室内联图方法时，应注意的问题：

(1)按上述方法联成的地质界线，一般都是推定地质界线。

(2)按上述方法联图，一般在地层产状比较稳定时，较为准确。但掩盖地区或局部掩盖地区，地层产状的稳定情况，有时较难肯定，应根据该地区地质构造总的特点，加以判断。如确实很不稳定时，对于重要的地质界线，根据质量标准，确定是否需要少量揭露工程。

(3)室内联图的结果，如与野外现象矛盾时，应以野外现象为准。例如：地层风化碎片，一般情形下，顺沟谷或边坡向下方有一定的位移，室内联图所得界线，一般应比该层碎片分布范围的最低线偏向上方，或至少一致。如遇相反情况时，应对野外现象进行反复观察，并应以野外现象核对室内联图成果。如遇有与其他地形或地质现象矛盾处时，亦应根据该地形或地质现象发生的原因，考虑处理办法。

(4)如图Ⅶ－1、2，作图时，只考虑计曲线(根据地形及岩层产状特点也可按每 2～3 条计曲线之一)与各不同标高走向平行线的交点，一般不考虑首曲线。图Ⅶ－1、2 中，都假定各露头均出露在计曲线上，但实际情况并不常如此，解决办法有二：

①选择距露头点最近的一条首曲线，在每 5 条等高线(包括计曲线与首曲线)中，一律以与此相应的首曲线为准。

②优先确定自露头点标高至最近一条计曲线标高的分度，再以此分度为起点，确定其他标高分度。如图Ⅶ－1 中，假如 A 点标高为 105 米，则优先在走向线上依比例尺确定自 105 米至 100 米的标高分度；在图Ⅶ－2 中，如 A 点标高为 15 米，则优先依(7－1)式，以 h=5 米，计算在 DAE 线上 20 米标高分度。

一般情形下，如露头点距计曲线较近时，这种差距可忽略不计。

(六)可与区域(矿区)或矿床地质图合并的图件

1．地质工作研究程度图可与区域地质图合并，较少与矿区地质图合并。但地质工作研究程度图常常需要较工作地区为大的面积才能表达得较全面，一般不需要较大的比例尺，当符合这些条件而且合并后又不影响图面清晰时，可以合并。

2．实际材料图一般不与区域地质图合并，当进行普查填图时，要单独提交。实际材料图可以与矿区地质图合并，常与矿床地形地质图合并，只要不影响图面清晰程度即可。

当实际材料图合并于矿床(区)地形地质图时，为使图纸清晰起见，下列内容可以省略：观测线；用露头圈定法填图时的露头点；注明产状要素处的观测点号；以及不重要的标本、样品采集位置。

3．采样平面图或品位分布图可与矿床地形地质图合并，条件是矿床地形地质图的比例尺能够表达采样分段，并且不影响图面的清晰。

4．物、化探异常分布图：在综合利用物、化探资料进行找矿勘探的地区、矿区或矿床中，应尽可能附有物、化探异常分布资料，为了与地形等高线及地质界线区分，一般用不同色线。

正规的区域地质图，应附有重砂测量资料。

5．构造纲要图一般很少与区域地质图合并。在一定条件下，可编制矿区构造纲要图并与矿区地质图合并，例如，编图面积比较大，包括有不同级别、类型或性质的构造，对其研究比较清楚足以阐明不同级别、类型或性质的构造在时间和空间上的分布规律及其在成矿中的作用，并且不影响图纸清晰。矿床地质图，一般面积比较小，没有条件编制构造纲要图，但如果面积较大，而且情况特殊初步具有上述条件时，也可仿照编制构造纲要图的方法，在图上一定程度地表示一些构造纲要的特征。

(七)探矿工程分布平面图

本图的目的主要是反映矿床的勘探程度及勘探工程进展情况，也可部份地说明布置探矿工程的依据及探矿工程间的相互关系。本图可以不单独编制而与矿床地形地质图合并，但如影响图面清晰时，也可单独编制，在探矿工程进行中，是一份重要的指导工程进行的图纸。本图所依据的资料为矿床地形地质图及探矿工程测量资料，内容除下列各项外，一般同矿床地形地质图。比例尺亦相同。

1．探矿工程分别用不同图例表示设计的、正在施工的，竣工的及落空钻孔与见矿钻孔。对于斜孔注明倾向，必要时，在箭头前方注明开孔倾角。对于方位偏离较大的钻孔，用虚线表明其地表投影位置。

2．矿床地形地质图的下列内容可以省略：标本采集位置、各类工程分布范围以外与布置探矿工程无关的次要地质界线、地质观测点及编号(但需有露头分布范围)、地质构造剖面图及综合地层柱状图。

3．在勘探工程进行期间，为了掌握控制情况，必要时，可以用虚线注明坑道的地表投影位置。

(八)采样平面图及品位分布图

对于不划分矿石品级的矿床，为采样平面图(图Ⅶ－3)；对于需要划分矿石品级的矿床，则为品位分布图。

本图的目的是为了表示地表采样的位置、分布及对地表矿体或品级及非矿夹层的控制程度，说明采样段的划分及其系统性或连续性、矿石品级在地表的分布及变化情况，影响品位变化的地表地质因素，为圈定地表的不同品级的矿块提供依据。

本图所依据的资料为矿床地形地质图、勘探工程分布平面图、地表工程原始编录及化学分析资料。

1. 图纸比例尺一般等于或大于矿床地形地质图。但对于耐火粘土矿一类的矿床，矿体较薄，又分割为若干品级，采样长度也较短，需用很大的比例尺才能表达时，可于图纸下方采用沿走向方向的比例尺同矿床地形地质图，而沿倾向放大若干倍的平面图表示之。但此时应注意：

(1)注明两个方向的比例尺。

(2)图纸下方不画座标网，而以勘探线作为沿走向方向的基本线条，沿倾向方向的基本线条则以矿体的某一界线为准。一般根据地质特征选择矿体底板或顶板(下盘或上盘)界线为放大比例尺的基线(参阅图Ⅶ－4、7，可直接从矿床地形地质图上描绘)，再沿勘探线方向按放大后的比例尺标定各种地质界线、构造线及采样分段。对于横截或斜交矿体的断层或岩脉，有两种处理办法：

①将该断层或岩脉与沿倾向放大比例尺后的矿体顶、底板的交点，按其对勘探线的距离标定在图上，连接此两交点或按与矿床地形地质图上的形态相适应的曲线连接。适用于断层或岩脉截穿采样线，或者断层或岩脉两侧的矿石品级仍大致可以对比的场合。

②将断层或岩脉两侧的采样线间的矿体及品位变化界线不画。适用于与上述相反的场合。

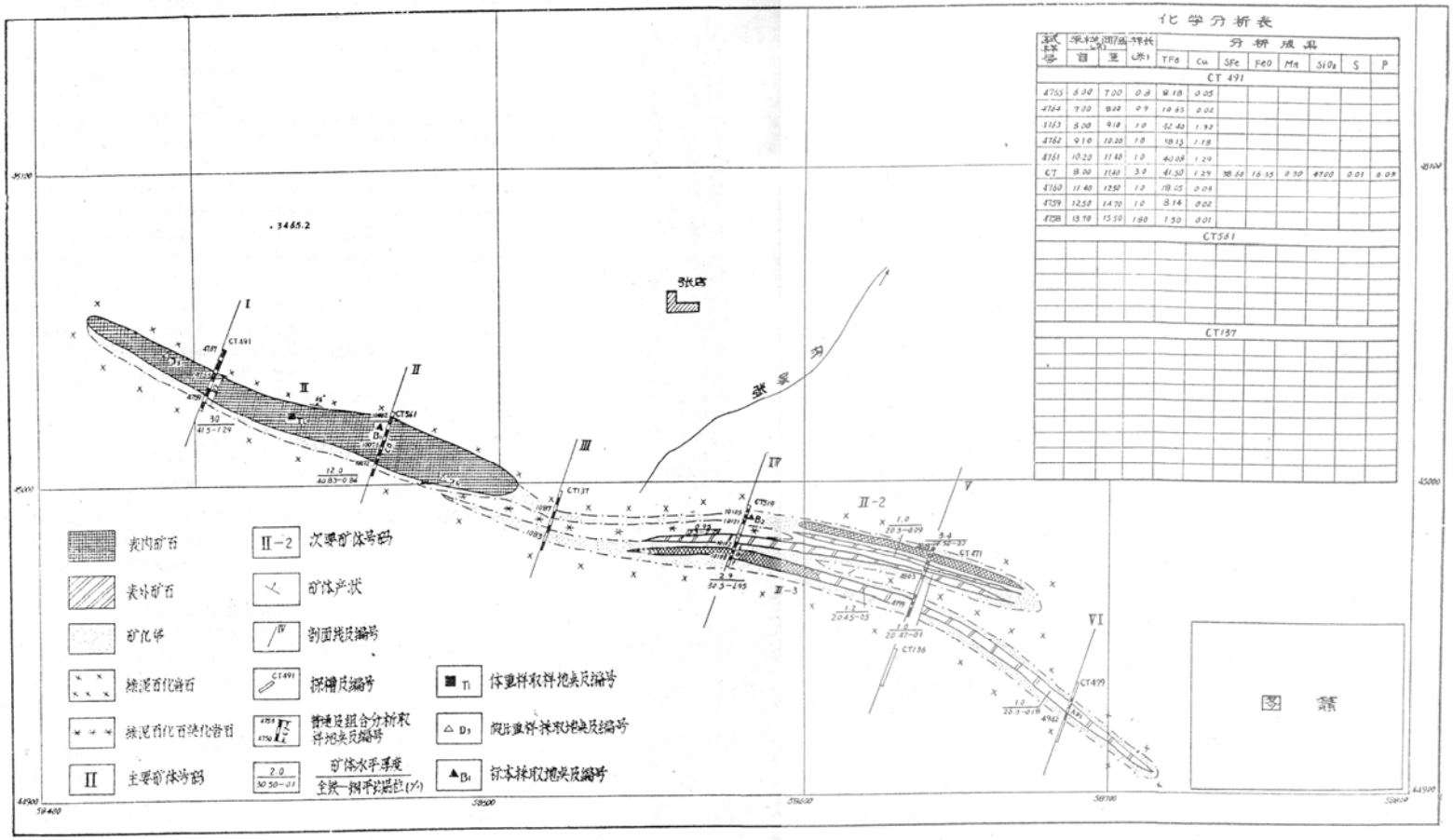
(3)由于沿倾向放大并且该方向的基本线条不是一组，该方向上的构造线及地质界线的定位将不够准确，不同勘探线间有变位，矿体厚度变化越大，变位也越大；但这是符合二度(两个方向比例尺不同)投影制图原则的，并非歪曲了实际情况。并且此图的目的不是用于储量计算，不是为了表示矿体形态，也不是为了说明构造情况，这种变位，不影响本图的目的。

2．图件内容一般应包括：

(1)有与矿床地形地质图一致(或相适应)的地质界线和构造线，但采样影响范围以外的围岩界线可以省略。

图×××某 矿床采样平面图

比例尺 1:1000



注：本图附表数字只作格式参考

图Ⅲ—3 示采样面平图格式（示意图）

(2)矿层、矿体界线、夹层界线、构造线(特别是影响或切断矿体的构造线)、工业及非工业矿体的界线及不同品级矿石分界线。如品位与矿石类型有关时，也可有适当的主要矿石类型界线。

(3)有取自探槽、探井、探井岔子及露头上的全部试样的位置、采样分段和编号。包括：普通试样，组合样、技术加工、物理性质样品、人工重砂样品，重要的岩矿标本和其他重要标本等。

探槽采样位置、采样分段及编号的投影方法应与矿床地形地质图上探槽地质资料的投影方法一致。当探槽地质资料以槽帮基岩面的地质界线为准，或者顺倾斜投影时，样槽均应顺倾斜投影，必要时附缩小的素描图，注明采样分段及编号。

探井及探井岔子除有顺倾斜投影到基岩表面的投影位置、采样分段及编号外，并附缩小的素描图于有关位置。用短坑或浅钻代替地表工程时，也应有其采样投影位置、分段及编号并附小采样剖面于有关位置。有时图上还注明按探矿工程平均品位及水平厚度。

(4)地表未采样的轻型山地工程及编号也应绘上。

(5)图上附有所有普通和组合试样的化学分析成果表，表示探矿工程号、采样号、采样间隔、样长、分析成果及必要时，品级等项。

(6)图上不必表示地形等高线，但需绘出重要地物及制高点。

第三节　剖面图类的编绘

(一)矿床地质构造剖面图

矿床地质构造剖面图是矿床地形地质图的组成部分，常置于地形地质图的下方，系辅助图件，其目的是辅助地质图反映整个矿床的主要构造轮廓。其编制方法的主要要求如下：

1．根据矿床的地质构造特点，选择 l～3 条剖面线进行编制。剖面位置的选择，根据下列条件：

(1)干槽所在的剖面，工程、特别是深部工程较多的剖面；

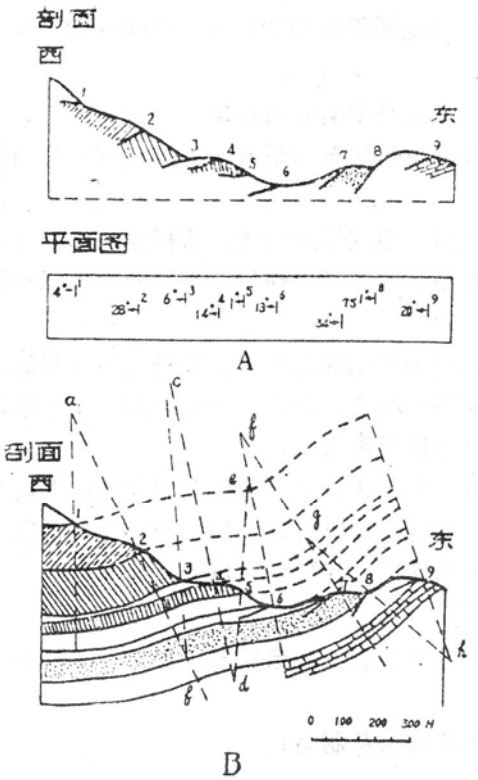
(2)能说明矿床地质构造特点的剖面。

2．将选择好的剖面通过的线段上地表及深部工程控制的主要地质界线及构造线按比例尺编绘。工程控制范围以外的部份：地形曲线从地形图上截取，地质界线根据实测剖面。

3．无深部工程部份，深部地质界线的确定，根据下列方法：

(1)如图Ⅵ－5，图 A 为实测剖面及其平面图，图 B 为编制的剖面图。在图 B 上，从剖面上每个地质界线露头点(如 l、2、3……)上，按该点的倾斜面作垂线，如为向斜则垂线向上，背斜则向下，与相邻垂线相交得点 *a*、*b*、*c*……等。以 *a* 点为中心，分别以 *a*1、*a*2 为半径画弧，至相邻垂线之一半(如 *a*2 线与 *c*3 线之间)，两弧相接处以平滑曲线相接(或以 *b* 点为中心作弧)，即得层面线。余类推。无论低于地形表面或高于地形表面的层面线都画出，后者以虚线表示，向空中延续(成品图上根据需要不要或择要表示)，

这种方法在成层岩石地区，地层厚度较稳定、构造变动不太复杂的条件下，有一定的相对准确性，但不适用于非成层岩石地区。



图Ⅶ—5　各种倾斜地层的地质横剖面图的绘制法

A—沿着剖面线的实测横剖面图，下面是平面图；

B—完整的地质横剖面图。

(2)对于厚度变化较大、或构造较复杂的成层岩石地区，可结合具体情况，在可能条　　件下，因地制宜地试用上述方法，但主要是依靠从已勘探部份总结出来的规律，予以推定。

(3)对于非成层岩石，主要根据物、化探特点，或地质特征(如变质、蚀变等)。或从已勘探部份总结出来的规律，予以推定。

4．本图所要求的内容，一般情形同勘探线剖面图，但图纸比例尺所不能表达的部份，一般从略，例如：除冲积层以外的第四纪堆积物、样槽位置、分段、编号及化学分析资料、其他非必要的样品和岩矿标本、图纸比例尺所不能表达的地质现象(重要者除外)、矿石类型、矿石品级、矿心采取率、与储量计算有关的资料以及平面草图等，探槽、探井等画规则图形。

(二)勘探线剖面图

勘探线剖面图的目的是说明矿体沿勘探线的勘探程度，在该剖面上的地质构造、矿体产状、形态、规模、矿体结构及矿石品位的分布和变化情况，沿该剖面采样段的分割及其系统性或连续性，有时还作储量计算用(垂直剖面法)。图Ⅶ－6 示其一例。

比例尺一般同于或大于矿床地形地质图比例尺，但如用于矿量计算，比例尺应以矿量计算所直接依据的探矿工程间距在图上距离不小于 5 厘米；工业矿量范围内的主要矿体厚度，在图上不小于 1－2 厘米为原则。必要时，可制成比例尺较大的矿体剖面图。

1．主要内容：

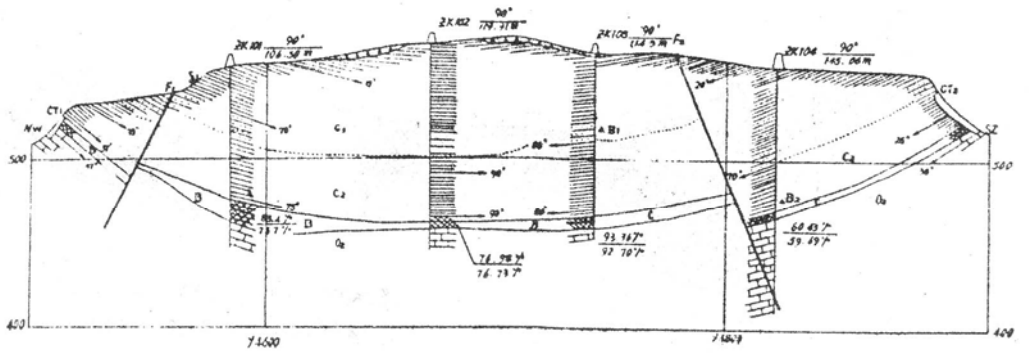
(1)应有该剖面的地形曲线，两端注明方向。划出两组基本线条，注明基本线条的参数。有纵剖面图者，应有与纵剖面的交线。如与相邻勘探线相交时，应有两剖面相交处的交线。

全矿床剖面图图面的方向应一致，能与矿床地形地质图互相扣合。

(2)沿勘探线的一切工程位置、编号及可用投影法表示在图上的勘探线附近的勘探工程及编号。有矿层、分层或分段的矿心采取率。

(3)以不同图例表示地层岩性。有各种地质体的界线、构造线、第四系厚度线。有产状要素，必要时有岩性花纹。

(4)有采自剖面图上各类工程中的采样位置、采样分段及编号。各类样品及主要标本的采集地点及编号。各类样品不包括自各钻孔中采取的合并而成的技术加工样品。



图Ⅶ—6　勘探线剖面图

对于粘土矿一类的矿床，当剖面图比例尺较小无法在图上表示采样分段及品位变化时，可于矿体的下方或一侧的相应位置上，画沿矿体倾斜放大的采样及品位分布图，并注明放大比例尺。放大原则及方法参阅采样平面图及品位分布图和图Ⅶ－7。

(5)有工业矿体、非工业矿体界线，各类矿体圈定界线，以不同图例划出矿体中不同储量类别、不同储量级别、不同矿石自然类型、工业类型及品级的界线，标出相应的符号或编号。有矿体或矿层编号。

(6)本图用于计算储量时，有各个面积编号和面积值，以及按工程、按矿层的平均品位。

(7)剖面图下方附有勘探线平面草图，表示勘探线、座标线、探槽、探井、钻孔位置及编号。钻孔方位有偏差时，还应表示钻孔轴线的偏差线。必要时，用虚线表示穿脉坑道位置。

(8)图的一侧附有包括图上所有普通试样和组合试样的化学分析成果表。表内除采样号、采样间隔、化学分析成果外，还有分段或全矿层的平均品位或品级，必要时还有按试样的矿心采取率。

(9)需要而可能时，附物化探测孔资料。

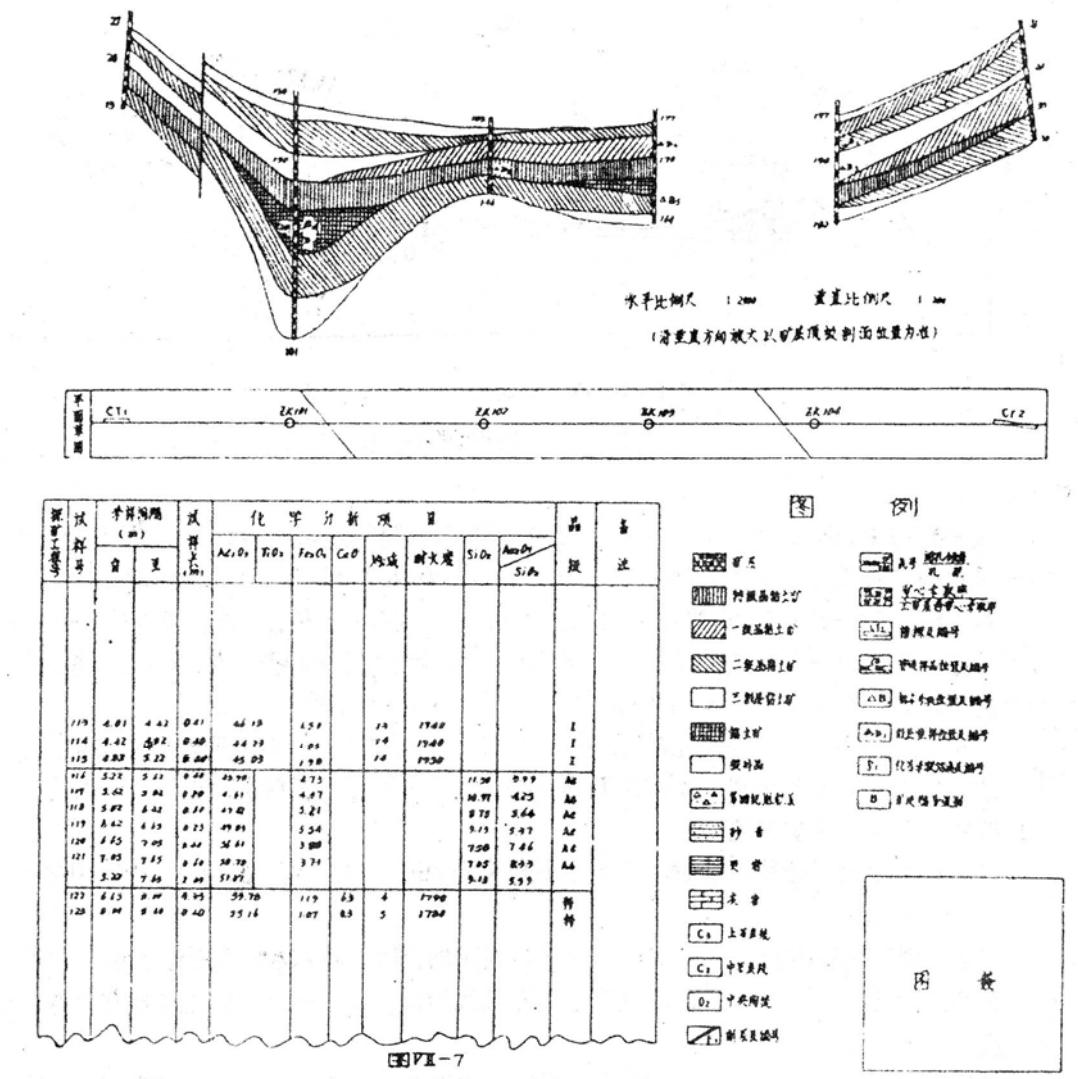
2．勘探线剖面图基本线条的制作：

勘探线剖面图的基本线条为标高线及垂直线。垂直线通常为一组座标线(X 或 Y 线)。有时还选择位于勘探线上的钻孔孔位划垂线，其优点是同时有两组座标值。

(1)标高线按图上距离 10 厘米，标高值一般取 10 倍数。

(2)选择与勘探线交角较大(＞45°)的一组座标线，作为图上的垂直线，一般 2－3 条 X(或 Y)线即可。作图方法有二：

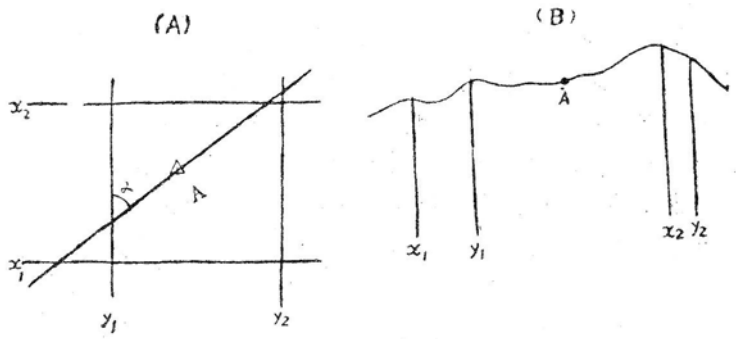
①在剖面图下方，画上平面草图。平面草图宽 2 厘米，长与剖面线长度相等，与标高线平行。平面草图中央画剖面线平行于标高线，注明剖面起迄点。画座标线：平面图上座标线的定位根据矿床地形地质图用比规（比例尺相同）比例比规（比例尺不相同）或直接根据测量成果。自选定的座标线在平面草图上与剖面线的交点，引垂线向上，即为剖面图座标线。注明 X 或 Y 及其坐标值。



图Ⅶ—7　示采样分段沿垂直方向放大的勘探线剖面图格式（示意图）

②以某一基点为准画剖面图上的座标线。如图Ⅶ－8，构成座标网的各个座标线（X，Y 等）在剖面线上的间距可依下式计算：

$$\left.\begin{aligned} y\text{线的间距} &= \frac{y_2 - y_1}{\sin\alpha} \\ x\text{线的间距} &= \frac{x_2 - x_1}{\cos\alpha} \end{aligned}\right\} \qquad (7-2)$$



图Ⅶ—8　示剖面线上与平面上座标线间距之间的关系

式中：α——剖面线与 y 线的交角;

x_1、x_2、y_1、y_2——分别为相邻座标线的座标值。

x 或 y 线在剖面上的定位可通过剖面线上一个定点(如图Ⅶ－8 中的 A 点)分别计算出它与邻近的座标线 x_1 或 y_1 的间距(Ax_1 或 Ay_1)。由(7－2)得(7－3)式：

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{A}x_1 &= \frac{\mathrm{A}x - x_1}{\cos\alpha} \\ \mathrm{A}y_1 &= \frac{\mathrm{A}y - y_1}{\sin\alpha} \end{aligned}\right\} \qquad (7-3)$$

式中：Ax、Ay——为 A 点的座标值。

展绘时，为了保证图纸安排适当，最好选用剖面线起点或中点为 A 点，在剖面图上以通过 A 点的一条垂直线为基线，按 AY_1 或 AX_1 数值展出 y_1 或 x_1 线为垂直线。然后分别以 y 或 x 线沿剖面方向的间距，依次展绘其他需要的 y 或 x 线的平行线段。并注明 y 或 x 及其座标值。

(3)剖面图上基本线条，上限不超过地形曲线，下限不超过最低标高线。

(4)基本线条的检查；

①依上述两种方法所画的座标线可以互相检查。

②剖面地形曲线画成(详下)之后，由剖面地形曲线起迄点引垂线向下，以便与平面草图上的起迄点互相校正。

⑧根据下列公式检查各座标线间的间距和公式(7－2)、(7－3)的计算成果：

$$\left.\begin{aligned} x\text{线的间距} &= \mathrm{A}x_2 \pm \mathrm{A}x_1 \\ y\text{线的间距} &= \mathrm{A}y_2 \pm \mathrm{A}y_1 \end{aligned}\right\} \qquad (7-4)$$

式中 Ax_1 或 Ay_1 的正负号根据 A 点所在位置选择。

(4)各垂直线与垂直图廓之间，各标高线、平面草图与水平图廓之间，分别平行。此两组线互相正交。

(5）检查各垂直线上，被标高线分割的各线段是否都相等。

3．剖面图地形曲线的制作：

(1)根据一组座标值(x 或 y)及高程首先确定一个剖面控制点，然后依次确定其它控制点。有两种办法：

①首先确定某一个剖面端点，然后依次向另一端推。

②首先确定剖面中某一个控制点，然后分别向两端推。

确定第一个控制点后，其他各控制点可依相互间距及高程定位。

(2)根据一组座标值(x 或 y)及高程确定勘探工程地表位置。

(3)地形曲线展绘方法，可以选用直角座标法或极座标法展绘各剖面点，然后将各点及勘探工程点用平滑的曲线连结，即成地形曲线。钻孔用平整后的地形。

(4)在剖面上作图，所使用的座标值都要换算为沿剖面线方向的座标间距。换算时，参考公式(7－2、3)。

4．在地形图上截取剖面地形曲线的方法和精度要求：

(1)在下列情形下可以在 1：1000～1：2000 的地形图上截取地形曲线用于勘探线剖面图；

①利用投影图计算储量的矿床，但剖面线上参加储量计算的工程必需都有座标成果；

②在普查评价阶段当矿床经济价值尚未肯定时；

③不需要进行正规矿山设计的小型矿床；

④矿体露头所在的地形陡峻，测量达不到应有精度，或矿体甚薄不宜露采的矿床。

(2)制图方法：

①首先在地形底图上确定剖面线两端点座标。如无测量成果时用比规量出，选点时最好定在计曲线上，以便获得可靠的高程。

如剖面线较长，可增设若干控制点，一般以工程位置为控制点，地面无工程位置者，应尽可能选择座标线、剖面线、计曲线三者交汇处。

如果一张图分为数幅，剖面线跨越图幅时，在每幅图上至少要有两个座标点(或控制点)并尽可能保持最大长度。既便于接图，也避免两座标点过近而产生误差。

②将剖面端点及控制点，依座标线展绘于剖面图的平面草图上。引垂直向上，按其高程确定纵向位置。

③在地形底图上，测量自各端点或各控制点至最近的剖面点(计曲线与剖面线交点、山脊顶点、山顶、沟底、陡岩上下点位及地物点)的距离，最好用比规或座标尺，以此定横向位置，以等高线及测量读数定纵向位置。作好距离及高程的读数记录表，内容包括“控制点号、剖面点号、方向、平距、高程”。

④接上述读数表将各剖面点展绘于剖面图上后，应以不同控制点(或不同端点)至所有剖面点的读数进行检查。

(3)精度要求：按上述方法作图时，如果地形测量精度符合要求，一般情形下，能(也应)达到下列精度要求：

①最大高程误差，见下表：(见表Ⅶ－2)

②平面误差；图上任意一点的点位中误差，一般不超过图上距离 0.5 厘米。

③一般情形下，从地形地质底图上截取地形曲线时，不能放大。如果情况特殊需要放大时，最多放大一倍，其平面误差——图上任意一点的点位中误差不超过放大后图上距离 1 厘米。

附表Ⅶ－2

地形坡度	最 大 高 程 误 差	备　　注
0～2°	不超过等高线间距的三分之一	按首曲线等高距
2～0°	不超过等高线间距的三分之二	
＞6°	不超过等高距	

5．各种山地工程原始资料上剖面图的一般要求：

(1)地质点露头：在剖面线上，以座标线为准，将露头及其地质界线按直线平距作垂线交截地形曲线得出。

(2)探槽：一般可按全槽或分段平均深度画出。当槽深变化大，剖面图比例尺较大，需要而且可能表示时，可按槽深实际情况画出。探槽地质资料，如剖面线与地质界线直交或交角很大时，可根据探槽原始资料制作。如交角较小，可与平面图对照进行校正，但槽底地质界线依探槽原始资料。在探槽底线之下，按视倾角划地质界线及岩性花纹。用箭头注明真倾角。

(3)探井：剖面图上按与剖面线平行的最近一帮或交切的空间的宽度、深度画出位置。将该帮或探井揭露的地质界线，按视倾角向探井外引出，在顺斜下方一侧作岩性花纹。注明真倾角。如地层水平或探井位于向斜中心时，岩性花纹置于探井右侧。

(4)坑道：沿脉坑道按与剖面交切的位置用直角座标法画出。穿脉坑道依座标线定横向位置，底板线按坑口标高画水平线，顶板线按平均高画一平行线。如坡度变化较大而图纸比例尺亦大，需要而且可能表示时，亦可按实际坡度画出。坑道地质资料上图方法与探槽资料相同。

(5)上述各项工程中的岩性花纹：当地质构造较复杂、岩性变化较大时，一般应画上岩性花纹(宽约1厘米)。反之，可酌情从简或从略。

(6)样槽：凡沿剖面线的样槽位置，按测量成果或素描图上实际位置(槽底或槽帮、井底或井壁等)绘出，注明采样分段及编号。

(7)不在勘探线上的探矿工程，一般情形下，以正投影为主。先在剖面图下方的平面草图上根据其座际确定位置。然后垂直投影到平面草图上的剖面线上，引垂直线向上，在此垂线上依其高程确定其位置。有关的地质界线及样槽依此同样的原则投影。但当情况特殊，例如：地层走向不与剖面线正交，而且交角较小，垂直投影对地质构造、矿体形态、规模、产状、有甚大歪曲时，应按走向投影，但不是按一点的走向投影而是按周围地质构造线的平均走向投影。与剖画线不平行的工程及其地质资料的投影长度按比例平差。

凡投影到剖面图上的工程、地形及有关地质界线均用虚线表示。

6．真倾角与视倾角的换算：

剖面图上各山地工程中或地表露头上所见的各种地质体及构造线的产状要素，以视倾角表示，注明真倾角。

真倾角与视倾角的换算一般有四种办法：

(1)查表法：查附表Ⅶ－3。如岩层真倾角为 45°，岩层走向线与剖面线夹角为 30°，纵横两栏相遇处为 26°，即为视倾角。

切面与岩层走向不垂直时倾角校正表

附表Ⅶ－3

真倾角	切线与走向之间的角度															
	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°
10°	9°51′	9°40′	9°24′	9°5′	8°41′	8°13′	7°42′	7°6′	6°28′	5°47′	5°2′	4°16′	3°27′	2°37′	1°45′	0°53′
15°	14°47′	14°31′	14°8′	13°39′	13°04′	12°23′	11°26′	10°44′	9°46′	8°44′	7°38′	6°28′	5°14′	3°58′	2°40′	1°20′
20°	19°43′	19°22′	18°53′	18°15′	17°30′	16°36′	15°35′	14°26′	13°10′	11°48′	10°19′	8°45′	7°6′	5°23′	3°37′	1°49′
25°	21°40′	24°15′	23°40′	22°55′	22°0′	20°54′	19°39′	18°15′	16°41′	14°58′	13°7′	11°9′	9°4′	6°53′	4°38′	2°20′
30°	29°37′	29°9′	28°29′	27°27′	26°34′	25°19′	23°52′	22°12′	20°22′	18°19′	16°6′	13°43′	11°10′	8°30′	5°44′	2°53′
35°	34°35′	34°4′	33°21′	32°24′	31°14′	29°50′	28°13′	26°20′	24°14′	21°53′	19°18′	16°29′	13°28′	10°16′	6°56′	3°30′
40°	39°34′	39°2′	38°15′	37°15′	36°0′	34°30′	32°44′	30°41′	28°20′	25°42′	22°46′	19°32′	16°1′	12°15′	8°17′	4°11′
45°	44°34′	44°0′	43°13′	42°11′	40°54′	39°19′	37°27′	5°16′	32°44′	29°50′	26°34′	22°55′	18°53′	14°31′	9°51′	4°59′
50°	49°34′	49°1′	48°14′	47°12′	45°54′	44°19′	42°24′	40°7′	7°27′	34°21′	30°47′	26°44′	22°11′	17°9′	11°42′	5°56′
55°	54°35′	54°4′	53°19′	52°19′	51°3′	49°29′	47°34′	45°17′	42°33′	39°20′	35°32′	31°7′	26°2′	20°17′	13°56′	7°6′
60°	59°37′	59°8′	58°26′	57°30′	56°19′	54°49′	53°0′	50°46′	48°4′	44°49′	40°54′	36°12′	30°39′	24°9′	16°44′	8°35′
65°	64°40′	64°14′	63°36′	62°46′	61°42′	60°21′	58°40′	56°36′	54°2′	50°53′	47°0′	42°11′	36°16′	29°2′	20°25′	10°35′
70°	69°43′	69°21′	68°50′	68°7′	67°12′	66°3′	64°35′	62°46′	60°29′	57°36′	53°57′	49°16′	43°13′	35°25′	25°30′	13°28′
75°	74°47′	74°30′	74°5′	73°32′	72°48′	71°53′	70°43′	69°13′	67°22′	64°58′	61°49′	57°37′	51°55′	44°0′	32°57′	18°1′
80°	79°51′	79°39′	79°22′	78°59′	78°29′	77°51′	77°2′	76°0′	74°40′	72°55′	70°34′	67°21′	62°44′	55°44′	44°34′	26°18′
85°	84°55′	84°49′	84°41′	84°29′	84°14′	83°54′	83°29′	82°57′	82°15′	81°20′	80°5′	78°18′	75°39′	71°19′	63°16′	44°53′
89°	88°59′	88°58′	88°56′	88°54′	88°51′	88°47′	88°42′	88°35′	88°27′	88°15′	88°0′	87°38′	87°5′	86°9′	84°16′	78°48′

(2)解析法：根据下列公式计算：

$$\operatorname{tag}\delta' = \operatorname{tag}\delta \cdot \cos\gamma \qquad (7-5)$$

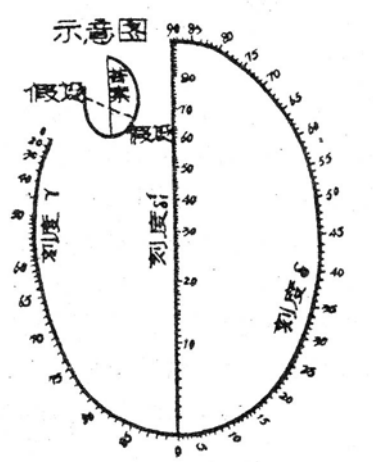
式中：γ——岩层倾斜方向与平面上勘探线之夹角；

δ——真倾角；

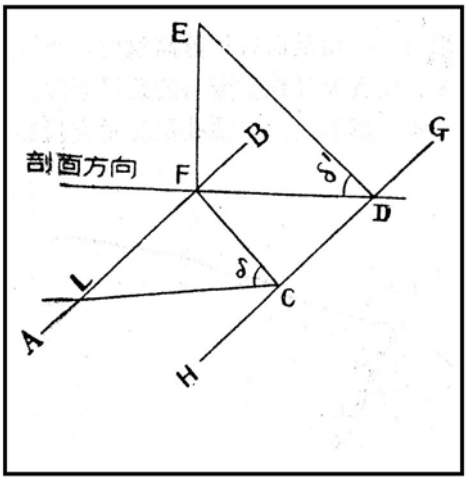
δ'——视倾角。

(3)诺谟图法：如图Ⅶ－9，已知γ为 50°，δ为 22°30′。在图上 Y 刻度(50°)处与δ刻度(22°30′)处作联线，交于δ'刻度上得 15°，即所求视倾角(δ')。

(4)作图法：如图Ⅶ－10，AB 为矿床走向，FC 为倾向方向，FD 为剖面线方向。作任意一线 GH 平行于 AB 交 FC 于 C，以 FC 为一边，量取∠LCF 等于真倾角δ，交 AB 于 L，自 F 点作垂线垂直于 FD，截取 FE 等于 FL。联接 ED，则∠EDF 即等于视倾角δ'。



图Ⅶ—9　确定δ'角之诺谟图



图Ⅶ—10　作图法求视倾角

上述四种方法中，查表法最简便，但当参数在 5°与 10°之间时，不能求得精确的答案。解析法及作图法，其优缺点正相反，但可以随时随地进行。诺谟图法既精确又简便。

7．钻孔及其地质资料上剖面图的一般要求：

(1)钻孔号一律位于孔口上方或右侧。表示方法：可以用“孔号$\frac{\text{开孔倾角}}{\text{孔深}}$”表示，也可将孔深写于孔底而在孔口注明“孔号$\frac{\text{开孔倾角}}{\text{孔口标高}}$”或“$\frac{\text{孔号}}{\text{开孔倾角}}\begin{matrix}x— \\ y— \\ z—\end{matrix}$”当孔口有垂线时，用后一种方法较好，有些在特殊情况下要注明全孔岩心采取率的，可用“孔号$\frac{\text{开孔倾角}}{\text{孔深}}$全孔岩心采取率”表示之。钻孔中轴一般以单线表示。当钻孔垂直时，于岩层倾斜方向，钻孔倾斜时，于孔线下方画岩性花纹，采样分段及编号画于与岩性花纹相反的一方。按

换层深度用地层与中轴夹角或其投影角或视倾角(根据作图法选择，作图方法详后)画地层界线及岩性花纹，用箭头注明有关参数(中轴夹角、投影角或视倾角)。

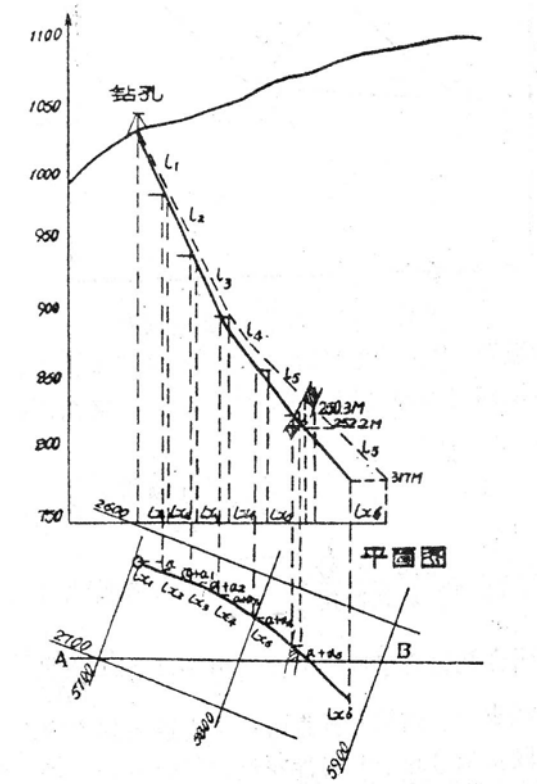
(2)如果钻孔布在勘探线上，没有方位偏差，或者虽有方位偏差，但控矿点与剖面线之距离最大不超过 5 米时，不作方位校正。如果偏离在 5－20 米之间应作方位校正，并用投影法对剖面图进行投影。一般用正投影。如果地层走向不与勘探线正交，交角又不大，同时在地表及深部矿体产状研究比较清楚的条件下，可按产状投影。如超过 20 米，则根据矿床具体情况，或者用两种方法制图，互相检查，并与相邻剖面对比，看是否对地质构造、矿体形态、产状、对应关系、空间位置等有甚大歪曲以确定该钻孔资料的取舍。两种方法是：

①根据矿体产状条件选用正投影或按产状投影制图。

②通过该钻孔实际方位线作辅助剖面，在该剖面上根据钻孔及地表资料推定地质界线。在该剖面上画该剖面与相邻两剖面的交线，将该两交线上的地质界线分别投影于两相邻剖面，联图对比检查。

(3)不在勘探线上的钻孔，一般同上款。但控矿点偏离 5 米或 20 米，是以通过孔位并与剖面线平行之线为准。

如果孔位距剖面线过大时，根据矿床地质构造条件及投影后的具体情况确定该钻孔资料的取舍。不用剖面法计算储量时，也可根据具体情况，酌量将有关块段储量降级。



图Ⅶ—11　用图解法投影钻孔及其地质资料

8．钻孔及其地质资料的正投影法。一般有四种方法：

(1)图解法：将钻孔位置垂直投影到剖面图上(图Ⅶ－11)后，钻孔线用顶角测量点 L_1、L_2、L_3…L_n 所控制的上下测点间隔之半的折点绘成折线，最好用细线轻轻绘出，然后将这些折点垂直投影到水平线上，得 Lx_1、Lx_2、Lx_3……Lx_a 等水平距离。再按水平距离长度及测得的方位在平面图上画出钻孔水平投影线，然后自水平投影图上之各折点引垂线向上，与通过剖面上原钻孔线之折点的一组水平线相交，其交点即为所求钻孔线之折点，连绘各点成一园滑曲线即为钻孔投影线。地质界线亦依同法作出其投影位置。

依据同一图解原理可将钻孔与各水平剖面图之交点或钻孔与矿体本身投影基准曲面之交点座标精确地确定。以 900 米水平剖面图为例：在剖面图上，从 900

米水平线与钻孔投影线(实线)的交点处作垂线，与平面草图上钻孔投影线相交，此交点处的座标，可从平面草图上量出，即为钻孔截穿 900 米水平面图的交点之座标。

(2)解析法：如图Ⅶ－12，按下列公式求出钻孔各折点座标，利用各折点座标值(x、y、z)分别在剖面及平面草图上作图：

$$\left.\begin{aligned}
x &= x_0 + \frac{d_1}{2}\cos\beta_0\cos\alpha_0 + \frac{d_1+d_2}{2}\cos\beta_1\cos\alpha_1 + \frac{d_2+d_3}{2}\cos\beta_2\cos\alpha_2 \\
&+\Lambda\ \Lambda + (\frac{d_n}{2}+d_{n+1})\cos\beta_n \bullet \cos\alpha_n \\
y &= y_0 + \frac{d_1}{2}\cos\beta_0\sin\alpha_0 + \frac{d_1+d_2}{2}\cos\beta_1\sin\alpha_1 + \frac{d_2+d_3}{2}\cos\beta_2\sin\alpha_2 \\
&+\Lambda\ \Lambda + (\frac{d_n}{2}+d_{n+1})\cos\beta_n \bullet \sin\alpha_n \\
z &= z_0 + \frac{d_1}{2}\sin\beta_0 - \frac{d_1+d_2}{2}\sin\beta_1 - \frac{d_2+d_3}{2}\sin\beta_2 - \Lambda\ \Lambda - (\frac{d_n}{2}+d_{n+1})\sin\beta_n
\end{aligned}\right\} \qquad (7-6)$$

式中：x_0、y_0、z_0——孔口座标；

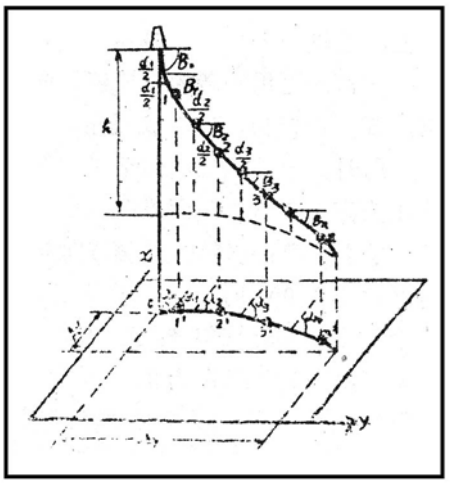
d_1、d_2、d_3、d_a——为孔斜的依次测斜间隔；

d_{n+1}——为最后一次测斜以后至终孔的距离；

β_1、β_2、β_3……β_n——为依次测量间隔的钻孔倾角；

α_1、α_2、α_3……α_n——为依次测量间隔的钻孔方位角；

β_0、α_0——为开孔倾角及开孔方位角。



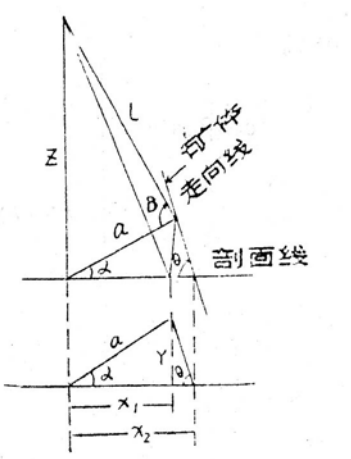
图Ⅶ—12　歪斜钻孔透视图

运算时，应注意α为方位角，不同象限内，α角的正弦或余弦有正、负值之不同，因此 x、y 的座标增量也有正、负值之不同。

运算时，还应列成表格(可参考附表Ⅶ－4)，逐点计算。钻孔换层深度也应计算其交点座标，以便制图。计算方法按其交点在测量间隔中所处的位置，适当变更(7－6)式的最后一次(即交点所处间隔)座标增量计算公式。例如，交点处于第 n 次测点控制范围(上、下钻程之各半)之内，则(7－6)式最后一次计算公式(以 z 座标值为例)，应为 $(\frac{d_n}{2}\pm d_n)\sin\beta_a$ 式中 d_n 为交点至第 n 个测点的距离，如交点处于第 n 个测点之上，用负号，反之用正号。

根据同一原理，也可用解析法获得钻孔与各不同水平剖面图及钻孔与矿体本身投影基准曲面之交点之座标。

(3)查座标增量表：解析法计算座标增量固然相当准确，但计算手续非常烦琐。为减少计算手续，可查(座标增量表)　(M.П.鲁德什腾编，夏文豹、吴曼莉译，中国工业出版社，1964 年)。



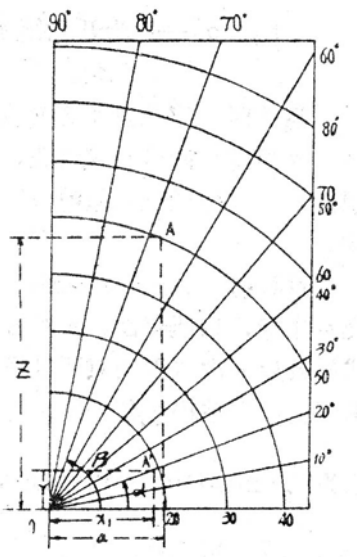
图Ⅶ—13 偏斜钻孔投影图示
上：透视图 下：平面图

(4)利用钻孔偏斜校正网：如图Ⅶ－13，L 为一次测斜的影响长度，即测点上、下间隔之半之和。β 为本次测斜所得的钻孔倾角，α 为本次测斜所得方位角与剖面方位之间的夹角。z 为影响长度的垂深。α 为其沿钻孔实际方向的水平长，x_1 为其沿剖面方向的水平长。按 L、α 、β 、x_1 及 z 等参数之间的相互关系编制钻孔偏斜校正网(图Ⅶ－14)。网由三种不同线条组成：一是有一定比例的厘米方格网；二是与方格网相适应的，以其一角为园心的同心园弧；三是以同一园心为角顶的 0～90° 成放射状的分度线。绘制时，应注意：

①方格网、同心园弧和分度线最好用不同色线；

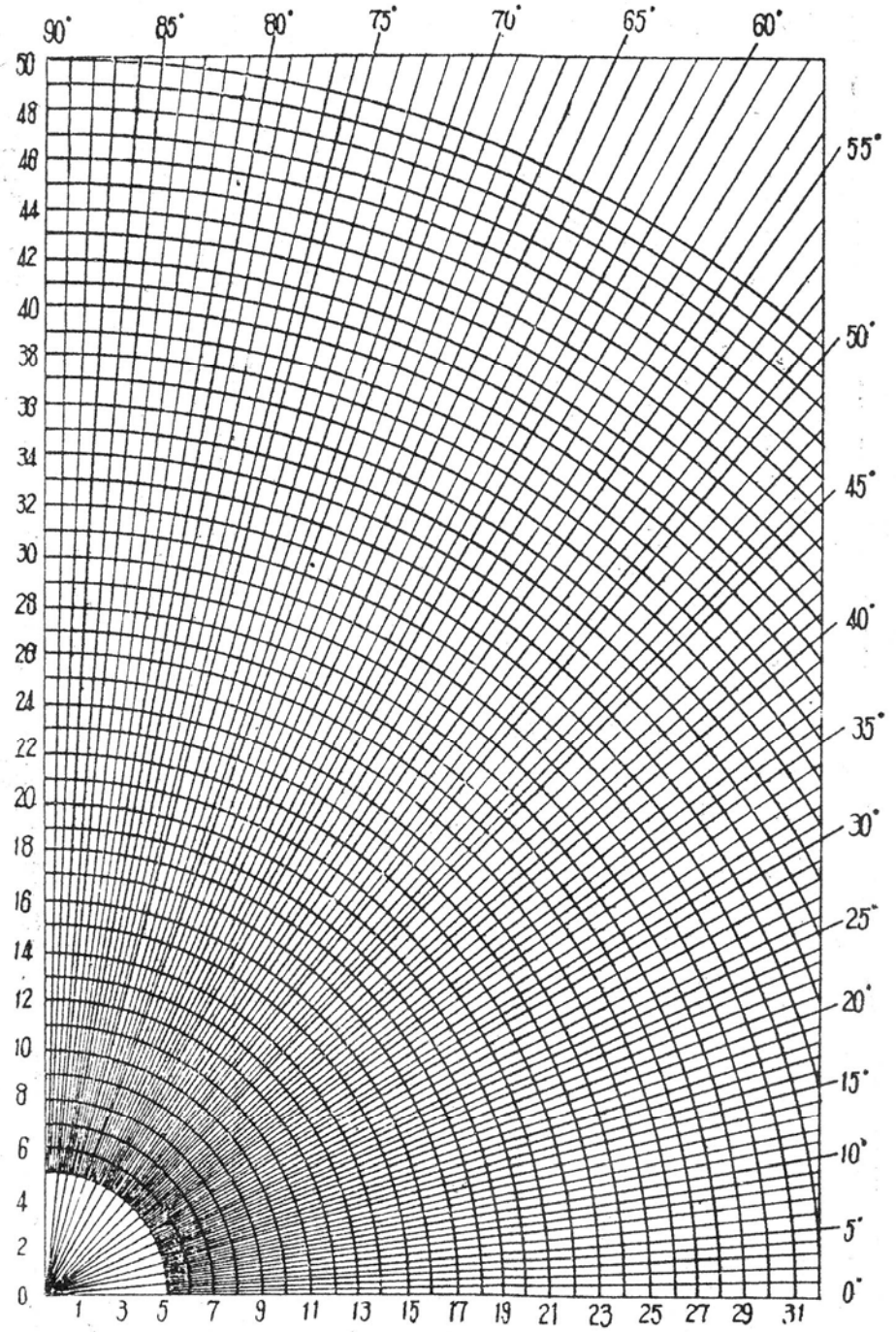
②比例尺根据测斜间距与编制剖面时的精度要求选择；

③方格网可用一般的方格纸；同心园弧可以 5 毫米为单位间隔；分度线以 1 度为最小单位，5 度线较粗，10 度线更粗。运用时，根据钻孔测斜记录，按附表Ⅶ－5 逐项填写。表中 X_1 及 Y 均应冠以正负号：当钻孔偏离方向与横剖面方向(以与开孔倾向相同的一方为准)之间的夹角小于 90° 时，x_1 为正，反之为负；当钻孔偏离方向与纵剖面方向(依开孔倾向左边的纵剖面方向为准)之间的夹角小于 90° 时，Y 为正，反之为负。也可制成四个象限的钻孔偏斜校正网，以横、纵剖面为座标，*x* 在第一、四象限为正，反之为负，Y 在第一、二象限为正，反之为负。兹举例如下：剖面方位 0°，开孔方位 0°，倾角 80°，孔深 50 米处作第一次测斜，倾角 68°，方位 20°，孔深 100 米处作第二次测斜，倾角 75°，方位 10°(第三次测斜为 140 米处)。测斜点深度 50 米处时，影响斜长(L)为 50 米。从校正网中(图Ⅶ－15)按 β 角度，在 78° 分度线上按斜长 50 米查得 A 点，其在垂直线上的投影长度为 46.2 米(即 *z*)，水平线上投影长度为 19 米(即 a)。再按 a 角度，在 20° 分度线上按 *a* 的长度即 19 米查得 A’ 点，其水平投影长度为 18 米，即所求之 X_1(沿剖面方向水平长)，方向偏差不超过 90°，故为正(同样，Y 亦为正)。第二次测斜影响长度为 45(25+20)米，亦按同样方法求得有关参数(如附表Ⅶ－5 所列)。



图Ⅶ—15 校正网使用方法示意图

编制剖面图时，以每一测斜点的影响长度的垂直长度(z)与沿横剖面的水平长度(x_1)依次作剖面图上的钻孔折线，用 *a* 和 α 值作平面草图上的钻孔折线。



图Ⅶ—14　钻孔偏斜校正网（示意图）

注：图Ⅶ—14、15中的厘米方格网均未绘出，实际工作中应用的校正网，可利用方格纸依文中叙述的方法编制。

钻孔折点及换层深度点座标增量计算表　　附表Ⅶ－4

$\alpha_0 = 30°$　$\beta_0 = 80°$　x_0=　y_0=　z_0=

顺序号	测点号(n)	折点号或层序号	测量深度(m)				测量结果						X(m)		Y(m)		Z(m)		备注
			测点深度	测量间隔(d_n)	影响距离$(\frac{d_n+d_{n+1}}{2})$	折点深度	方位角(α)	$\cos\alpha$	$\sin\alpha$	倾角(β)	$\cos\beta$	$\sin\beta$	$\frac{d_n+d_{n+1}}{2}\cos\beta_n\cos\alpha_n$		$\frac{d_n+d_{n+1}}{2}\cos\beta_n\sin\alpha_n$		$-\frac{d_n+d_{n+1}}{2}\sin\beta_n$		
													本次座标增量	座标增量累计值	本次座标增量	座标增量累计值	本次座标增量	座标增量累计值	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	1	50	50	$\frac{50}{2}$	25	31			78			25×cos30°×cos80°						,
2		2			$\frac{50+60}{2}$	80							55×cos31°×cos78°						
	2		110	60			33			75									
3		3			$\frac{60+70}{2}$	145							65×cos33°×cos75°						
	3		180	70															

注：1．第 9、10 两栏要注明正负号。Z 的座标增量是负号。　2．折点深度即影响距离的累计值。

3．折点号 1 的影响距离为 $\frac{d_0+d_1}{2}$，其中 d_0=0，其座标增量公式，以 X 为例，为 $\frac{d_1}{2}\cos\beta_0\cos\alpha_0$，其累计值则 $x_0+\frac{d_1}{2}\cos\beta_0\cos\alpha_0$。

4．座标增量累计值（15、17、19）为“本次座标增量”加“上次累计值”。

5．换层深度点在第 3 栏中注明层序号，其影响距离为 $\frac{d_n}{2}\pm d_a$；同样，终孔的影响距离为 $\frac{d_n}{2}\pm d_{a+1}$，均应在备注栏中注明。

6．换层深度点的座标增量累计值，不参加下一折点的座标增量累计值的计算，下一折点的座标增量累计值直接以上一折点的累计值为准。

钻 孔 偏 斜 测 量 参 数 及 改 正 表

附表Ⅶ－5

横剖面方位：0°　　纵剖面方位：90°　　开孔方位角：0°　　开孔倾角：80°　　长度单位：m　　角度单位：度

顺序号	偏斜测量				折点		测点影响				钻孔实际方位与剖面方位之差(α)	沿横剖面方向		沿纵剖面方向		矿体走向与剖面线夹角(θ)	横剖面方向按矿体产状投影		钻孔孔位与勘探线距离(m)	钻孔不在勘探线上横剖面方向按矿体产状投影		备　注
	测点号	测点深度	方位角	倾角(β)	编号	深度	斜长(L)	垂深(Z)	累计垂深	水平长(a)		水平长(x_1)	累计	水平长(Y)	累计		水平长(x_2)	累计		水平长(x_3)	累计	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0	0	0	80	1	25	25	24.6	24.6	4.3	0	+4.3	+4.3	0	0							
	1	50	20	68																		
2					2	75	50	48.9	73.5	19	20	+18	+22.3	+7.0	+7.0							
	2	100	10	75																		
3					3	120	45	43.5	117.0	11.7	10	+11.5	+25.4	+2.0	+5.5							
	3	140																				

注：1. 13、14、15、16、18、19、20、21、22 均应注明正负号。当钻孔偏离方向分别与横、纵剖面方向间的夹角小于 90° 时，x_1 或 Y 为正，反之为负。x_2 与 x_3 的正负号根据计算结果。当 X 和 Y 的累计值均为正时，钻孔线在以横、纵剖面为座标的第一象限内，X 的累计值为正，Y 的为负时，钻孔线折入第四象限内，当 X 的为负，Y 的为正时，折入第二象限内。

2. $X_2=X_1+Y\mathrm{ctg}\,\theta$，$X_3=X_1+(Y+m)\mathrm{ctg}\,\theta$，参阅附表Ⅶ－6 注释。

(5)上述四种方法的优缺点；第(2)、(3)、(4)种方法，虽有大量的计算、查表等工作量，但这些工作可以在平时随时完成，随时制成表格，作为钻孔编录的附件，制图时，直接引用表格中参数，制图方便，速度快，精度高。因有各折点、各换层深度及钻孔与各水平的交点的座标值，可以应用于任何一种图纸，包括坑道平面图、水平剖面图、各种投影图，也提高了所有这些图纸的制图速度及精度。并可便利于储量计算图纸及方法的选择。

图解法虽省掉了平时的填表工作量，但制图时，来回投影，操作复杂，易出差错，速度慢、精度低。

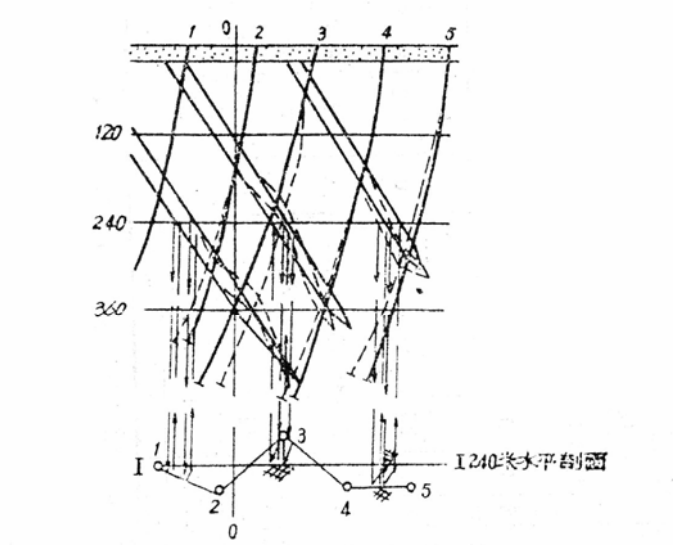
9．钻孔及其地质资料按产状投影方法：

钻孔资料按产状投影的方法可分作图法及解析法两种。作图法要结合水平剖面图的编制来进行，一般根据矿床地质条件(地表及深部的产状变化)及钻孔的布置是否在勘探线上而有几种不同的方法。解析法则是在上述钻孔偏斜校正网的基础上进行的。分述如下：

(1)作图法：

①矿体在地表和深部产状变化不大，钻孔位置在剖面线上(或虽不布置在剖面线上，但距离很小)：例如图Ⅶ－16，上方为勘探线剖面图，下方为 240 米水平剖面图，可先按通常的方法用正投影将勘探线剖面图初稿联好(图Ⅶ－16 中虚线)不考虑方位角偏斜。在平面图上按各钻孔偏离方位做出各钻孔与水平剖面图交点位置，将剖面图上的实际资料不落在平面图的剖面线上，而落在连结各相邻钻孔与水平剖面图的交点的折线上，在平面图上按走向将各种地质界线投影到剖面线上，引垂线向上落到剖面图上 240 米水平线上，即为矿体的顺走向投影位置，其余水平类推，连接各水平的矿体顺走向的投影位置(图中的实线)即得。

②矿体在地表及深部产状变化不大，钻孔不布置在勘探线上，而且距离较大，事先不



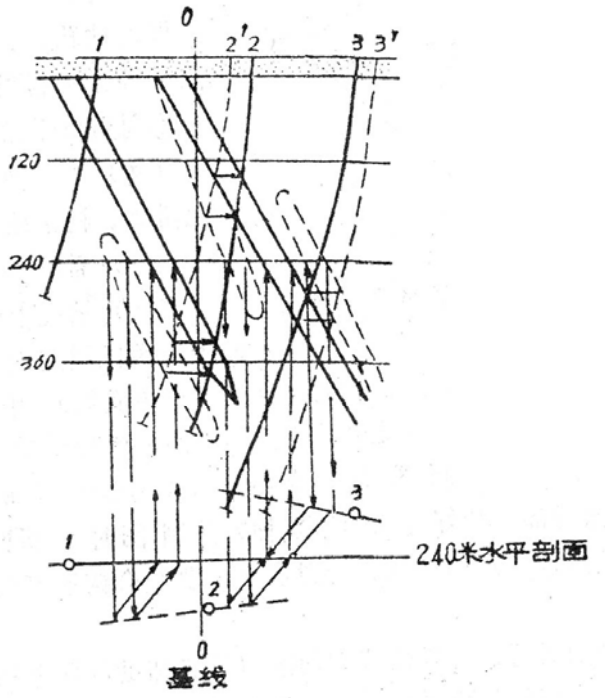
Ⅶ—16　某剖面图与240米水平剖面图的相互关系（其一）

虚线示正投影　　实线示沿走向投影

绘勘探线剖面图，如图Ⅶ－17 所示，在水平面图上作出各钻孔与该水平交切的位置，通过各钻孔位置按钻孔方位，在水平剖面图上画出辅助剖面线的投影线(如钻孔方位有偏离，该投影线应为依钻孔偏离方位的折线)。利用中轴夹角将钻孔的实际资料直接按产状投影到该水平面上，确定各种地质界线按钻孔方位在该水平剖面图上的投影位置；具体方法有二：

(a)或者制作通过每个钻孔方位的辅助剖面图，这种方法精确度较高，但制图工作量大；

(b)或者根据该水平面控制范围内的岩层产状资料，通过简单换算，求出各钻孔实际资料沿钻孔方向在该水平剖面上出露的位置；精确度较低，但制图工作量较小。

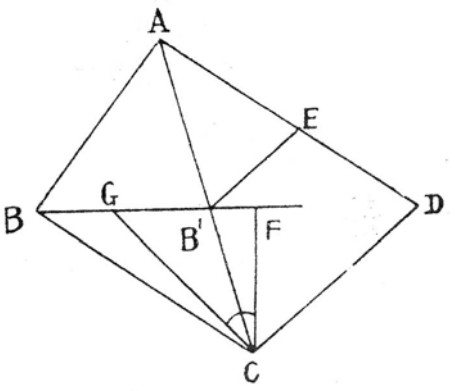


图Ⅶ—17　某剖面图与240米水平剖面图的相互关系（其二）

虚线示正投影　　实线示沿走向投影

然后在各水平剖面图上联结各种地质界线。所有水平面都做完之后，自各水平剖面图上勘探线与各地质界线的交点引垂线向上，将各不同水平面的地质界线分别落到剖面图中的相应标高线上，连结剖面上各不同标高的同一地质界线，得出勘探线剖面图(图中实线)。

③矿体深部产状有变化或局部有变化：事先求出矿体在深部(或其局部)的矿体产状，方法为“三点法”通过综合研究确知不在一条直线上的三个钻孔所控制的是同一个矿体后，将三个钻孔与矿体投影基准曲线(底板或控制见矿中心点之面)的交点垂直投影到水平面上(图Ⅶ－18)，得 A、B、C 三点，设 A 为最高点，C 为最低点。自 A 点向任意方向作直线 AD，令其长度等于 A、C 两点的高程差(依比例尺折算)。联接 DC。自 A 点沿 AD 线截取 AE 等于 A、B 两点的高程差，自 E 点作 EB′ 平行 DC 交 AC 于 B′ 点，其高程等于 B 点的高程。连接 BB′ ，即为 A、B、C 三点间的局部走向线。自 C 点作 CF 线垂直于 BB′ ，



图Ⅶ—18　“三点法”求深部矿体产状

即为其倾向线。自 F 点沿 BB′ 线截取 FG 等于 B、C 两点的高程差，则∠FCG 为该局部矿体的真倾角，再按前述办法求得所需的视倾角。

利用所求得的矿体在深部或其局部产状，根据钻孔是否布置在剖面线上而选择第①或②种方法制图。

④利用作图法作图时，应注意之点：

(*a*)工程控制要能相对准确地控制住各地质体、构造线的产状，特别是标志层。

(*b*)需取得较多的产状要素资料。

(*c*)钻孔上图方法：先按正投影在剖面图上用虚线划上，按正投影的地质界线(图中虚线)作水平线与顺走向投影的地质界线（图中实线)相交，得各交点，联接各交点成平滑曲线(使之大致与图中虚线相适应)，即得按产状投影的钻孔线(图中实线)。

(*d*)用第①、③两法制图时，各项资料投到图上，最好取各岩层、矿体的基本产状，其精度比局部产状好。用第③种方法制图时，所谓局部产状也是局部范围内的基本产状，并非局部一点的产状。一般说来，要结合构造变动的具体情况，慎重选择。

(*e*)在各水平剖面图、各勘探线剖面图以及各辅助剖面上联结地质界线时，要考虑地表地质、相邻水平、相邻剖面和相邻钻孔的资料，特别是辅助剖面图，这种剖面图一般只包括单个钻孔，不参考地表、相邻剖面、相邻水平及相邻钻孔的资料是联不好的。

把实际资料从剖面图投到平面图，或从平面图落到剖面图上时，也应如此。

(*f*)在平面或剖面图上联图，都要由简到繁，联平面图时所选择的走向参数，既要考虑整个矿床的一般情况，也要考虑相邻勘探线间隔内的局部情况。

(2)解析法：又分两种：

①利用钻孔偏斜校正网的资料(x_1)计算。又分两种情况：

(*a*)钻孔布置在剖面线上，如图Ⅶ－13，Y 为 *a* 在纵剖面方向的水平投影长度，θ 为矿体走向线与剖面线的夹角，x_2 为按矿体产状在剖面图上的水平投影距离，则

$$x_2=x_1+Y\mathrm{Ctg}\theta \qquad (7-7)$$

根据 Z 及 x_2 两个参数可以求得矿体(或各换层深度)以及钻孔线的各折点在剖面上的投影位置。

(*b*)钻孔布置在剖面线外，并有一定距离：假定 *m* 为钻孔至剖面线的垂直距离(图Ⅶ－13)，则上式即变为：

$$x_3=x_1+(Y+m)\mathrm{Ctg}\,\theta \qquad (7-8)$$

利用这一方法制图时，可利用附表Ⅶ－5，增加必要的项目。

②直接用计算公式计算，也分两种情况:

(*a*)钻孔布置在勘探线上，如图Ⅶ－19，则：

$Z=l\cos\gamma$ ……(7－9)

$x_1=l\sin\gamma$ ……(7－10)

$x_2=l\sin\gamma\cos\alpha$ ……(7－11)

$Y=\sin\gamma\sin\alpha$ ……(7－12)

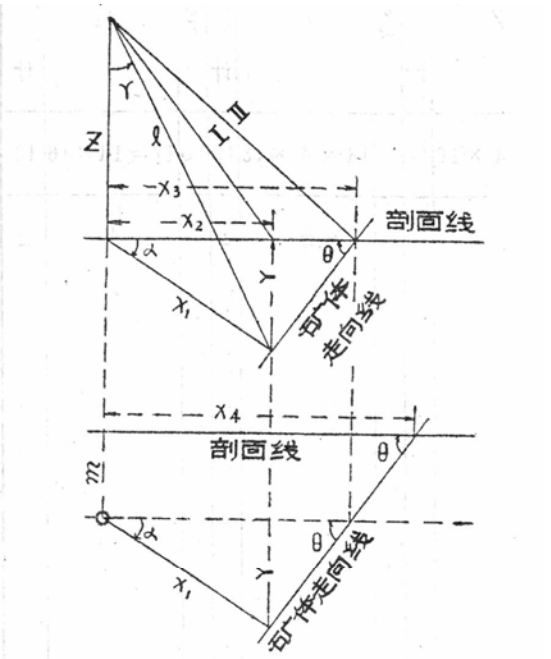
$x_3=x_2+Y\mathrm{ctg}\,\theta$ ……(7－13)

制图时，根据上述公式计算的参数制成表格(附表Ⅶ～6)，由浅至深依次用各参数确定各折点的投影定位：用 x_1 和 α 或 Y 和 x_2 在水平面上定位，用 Z 和 x_3 在剖面图上定位。

(*b*)钻孔不布置在勘探线上，则：

$$x_4=x_2+(Y+m)\mathrm{ctg}\,\theta \qquad (7-14)$$

制图时，用 x_4 和 Z 确定各折点在剖面上的投影定位。



图Ⅶ—19 解析法求钻孔投影方法示意图

上图：钻孔布置在勘探线上

下图：钻孔不布置在勘探线上，直距 m。

Ⅰ：钻孔轴线在剖面图上正投影；

Ⅱ：钻孔轴线剖面图上按产状投影；l：测点影响距离；γ：天顶角；α：钻孔方位与剖面线夹角；θ：矿体走向与剖面线夹角；Z：垂深；Y：偏离勘探线投影距离；x_1：钻孔按实际方位水平投影水平距离；x_3：按产状投影水平距离；x_4：钻孔不布置在勘探线上按产状投影水平距离；x_2：正投影水平距离

(3)解析法制图时，应注意之点：

①θ 有锐角和纯角之分，如为锐角时 ctg θ 为正，反之为负。

②当 Y 与 *m* 同向时，*m* 的正负号与 Y 的正负号相同，异向时，相反(图Ⅶ— 19 之例为同向，故均为负号)。

③(Y+*m*)以其绝对值与 ctg θ 相乘。

④*x* 的各项变数及 Y 均有正负号，参阅钻孔偏斜校正网。

⑤如果矿体在深部产状有变化，上述各公式中的 θ，应为利用“三点法”求得的矿体在深部的走向线与剖面线的夹角。

(4)利用上述方法编制剖面图的优缺点：

①作图法和解析法的共同优点：钻孔与其实际资料在剖面上的投影，考虑了矿床内各种地质界线的产状要素(顺走向投影)，比一般用正投影法绘编的钻孔剖面图，无疑要精确些。

②作图法的优点还有：作图时既考虑了相邻钻孔情况，也考虑了相邻水平、相邻剖面的情况，一般正投影只有在联图时才考虑到。

③作图法的缺点是作图工作量大。

利用解析法将钻孔按产状

横剖面方位　　度　　纵剖面方位　　度

顺序号	测量次数	测量深度(米)			测量结果(度)				垂直深度(Z)			水平距离(x_1)			正投影水平距离(x_2)		
		测点深度	影响距离(l)	累计深度	方位角		倾角	天顶角(γ)	$Z=l\cos\gamma$			$x_1=l\sin\gamma$			$x_2=l\sin\gamma\cos\alpha$		
					实测	钻孔方位与剖面夹角(α)			$\sin\gamma$	Z	累计	$\cos\gamma$	x_1	累计	$\cos\alpha$	x_2	累计
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11=4×10	12	13	14=4×13	15	16	17=14×16	18
													±	±		±	±

注：1. 22 栏应注明正负号，θ为锐角时为正，钝角时为负。

2. 25 栏应注明正负号，m与 Y 同向时 m的正负号与 Y 的正负号相同，异向时相反。

3.（Y+m）以其绝对值与 ctgθ相乘。

4. 其他参数的正负号参阅附表Ⅶ－5 注释。

投影的定位参数计算表附表

Ⅶ－6

开孔倾向　　度　　开孔倾角　　度

偏离勘探线距离(Y)			水平距离(x_1)			钻孔与勘探线距离	正投影水平距离(x_2)		备注
Y=sin γ sin α			$x_3=x_2+Y\mathrm{ctg}\,\theta$				$x_4=x_2+(Y+m)\,\mathrm{ctg}\,\theta$		
sin γ	Y	累计	ctg θ	x_3	累计	m	x_4	累计	
19	20=14×19	21	22	23=17+20×22	24	25	26=17+（20+25）×22	27	28
±	±	±	±	±	±	±	±	±	

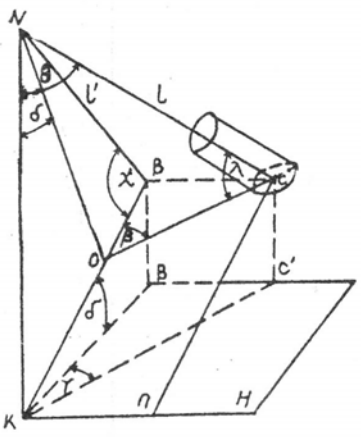
④解析法的优缺点与作图法相反：制图工作量不大，但作图时未能充分利用相邻水平、相邻剖面的地质情况，作图时的整体概念不够明确。

⑤两种方法的共同缺点是；对于构造变动很巨烈、矿体形态、产状、品位等变化很复杂的矿床，应用起来，需要慎重。

10．剖面图上倾斜钻孔中轴线与岩层交角的作图法：

当钻孔弯曲面与剖面一致或与其平行时，钻孔中轴与岩层层理面交角λ在剖面图上投影是不会出现什么偏差的，但当钻孔中轴线与剖面不平行时，则λ角与其在剖面上的投影角λ′角，两者将会不一致。钻孔中轴与剖面线交角愈大，差数也就愈大。这种偏差直接影响到构造产状的表示和剖面制图的准确性以及垂直剖面法计算储量的精确度。因此，在剖面图上绘制岩层倾角就要根据λ角之投影角λ′角作图，特别是钻孔弯曲较大，偏离较大的钻孔。此时需要正确的得出自岩心测得的中轴夹角λ在剖面上的投影角λ′角。

有两种情况：即剖面与岩层走向垂直和剖面与岩层走向不垂直，两种不同情况，计算方法不同：



图Ⅶ—20　λ角在地质剖面上投影示意图

H——水平面
NBK——与岩层走向垂直的剖面；
n——岩层顶盘或底盘平面；
NC——钻孔轴线；
NB——NC在剖面上的投影；
NO——岩层的法线；　NK——垂线；
OC——岩心上椭圆长轴方向；
δ——岩层倾角；
λ——钻孔轴与层理面之交角；
λ′——λ角在剖面上的投影；
θ——钻孔顶角；
γ——钻孔方位与剖面方位之差
β——岩心上椭圆长轴与岩层倾斜线之夹角。

(1)剖面线与岩层走向垂直时：由图Ⅶ—20可见λ角在地质剖面上的投影及其互相关系，运用下列公式：

$$\sin\lambda'=\frac{\sin\lambda}{\sqrt{1-\sin^2\theta\sin^2\gamma}} \qquad (7-15)$$

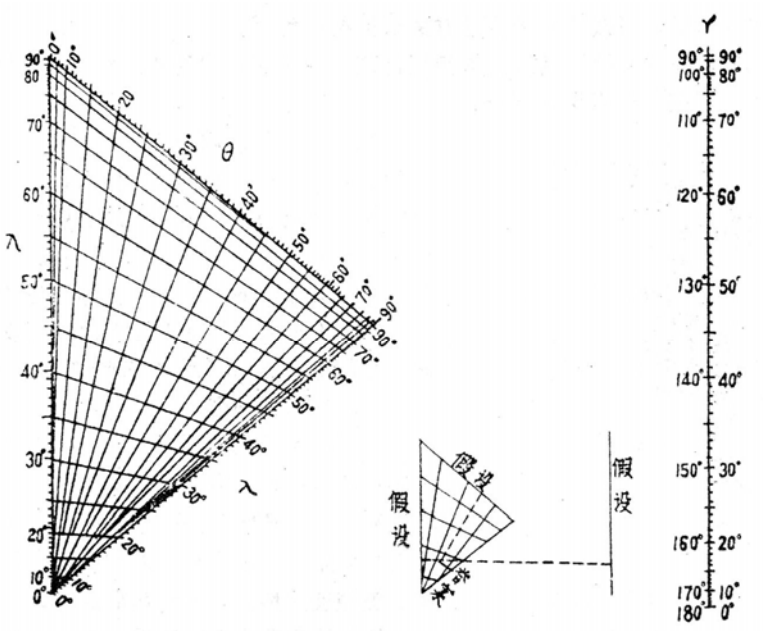
可求得λ′角。亦可在运用公式(7～15)作出之诺谟图(图Ⅶ—21)上查得。

设例：钻孔中轴与岩层层理夹角λ为30°，钻孔顶角θ为45°，钻孔方位与剖面方位之差γ为30°。

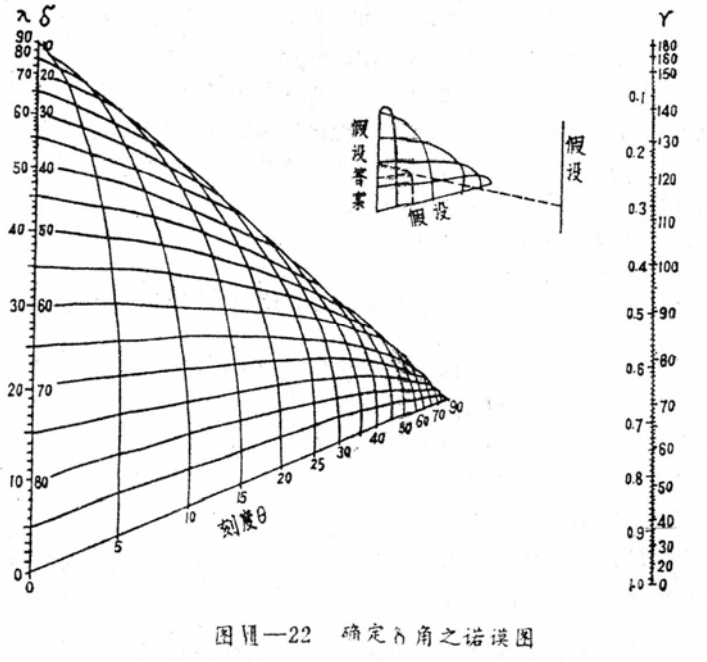
查图法：自λ边刻度查得30°与图右γ线刻度30°连一直线，与θ45°线处得一相交点，自此交点沿该点所在的λ′刻度间隔，向λ′刻度边引对应线，所交处的度数即为λ′角，为2°30′(见图Ⅶ—21)。运用λ′角作图时，把各λ角测量位置点及换层深度投影到钻孔轴线上，再根据λ′角，用量角器画出岩层产状。

(2)剖面线与岩层走向不垂直时：这时求λ′角较困难，可以直接求出剖面上岩层之视倾角δ′。

方法：先由确定δ角诺谟图上查出地层真倾角δ角值(见图Ⅶ— 22)。设例：钻孔顶角θ为10°，钻孔中轴夹角λ为30°，钻孔方位与



图Ⅶ—21　求λ′值所用之诺谟图



图Ⅶ—22　确定δ角之诺谟图

剖面方位之差γ为 40°。

查图法：在λ刻度上查得 30°，与图右γ刻度上 40°处之点作一联线与θ为 10°的刻度线相交，由此相交点沿此交点所在的δ刻度间隔引对应线至δ刻度上求得δ为22° 30′。

求出δ值后，可按第六条所述方法求出视倾角δ′。

作图时，在钻孔投影轴线上依换层深度或中轴夹角测量处，作水平辅助线，如图Ⅶ－

22，量出各δ′值即为岩层视倾角。

(3)应注意的问题：

①运用上述两种方法制图时，应列表说明λ′或δ与δ′的计算资料，作为钻孔地质资料表之附件。表中包括中轴夹角测点编号、孔深、θ、γ、λ、λ′(或δ、δ′)并注明θ、γ、……等代号的意义。

②当主要褶曲构造上还有次一级或多级叠加的小褶曲时，不宜运用λ′或δ′来调整勘探资料。

(三)纵剖面图

本图的目的是说明矿床沿走向或长轴方向的地质构造及矿体产状、形态、规模等方面的变化情况，有时也为了说明矿体两端或长轴尖灭部分的控制程度。需要而可能时，也可阐明沿纵剖面方向的矿石品级及矿石类型变化情况。一般在沿走向或长轴方向有比较复杂的地质构造或矿体地质特征时，才有必要制作，多用于盆形矿床、穹窿状矿床及倾斜比较小的矿床。本图一般有两种情况，一种沿纵剖面有工程的图，如用正方形或菱形勘探网勘探的矿床，一种是沿纵剖面没有工程的图。两种图纸的编制方法，大同小异：

1．纵剖面线为一条直线，必要时，也可以为一条角度不大的折线。纵剖面线的选择：对于沿剖面线有工程的图纸，应选择工程比较多的线，对于沿剖面线无工程的图纸，应选择在勘探工程范围，最好是勘探工程比较多的范围以内。纵剖面的选择还应对沿走向或长轴方向的地质构造、矿体形态、产状、规模有代表性。

2．沿纵剖面线要尽可能取得实测剖面资料。

3．地形曲线从矿床地质图上截取。

4．编制方法除下列几项外，一般与矿床地质构造剖面图及勘探线剖面图的有关要求相同：

(1)按勘探线将纵剖面与勘探线剖面交切处的地质现象(或勘探工程及其地质资料)，按垂直标尺(高程)移于纵剖面图上。

(2)距纵剖面线较近(其范围以不歪曲地质构造为度)的勘探工程所揭露的地表及深部地质现象，顺倾斜投影于纵剖面的有关位置。

5．纵剖面图的比例尺等于或小于矿床地形地质图。

6．纵剖面图的内容一般同矿床地质构造剖面图，但沿纵剖面方向的储量类别及储量级别范围应表示出来。当需要而且有条件时，圈定矿石品级及矿石类型界线。

第四节　深部平面图类的编绘方法和要求

(一)深部平面图类概述

深部平面图类有说明深部某一截面的地质平面图及深部主要地质特征的系统投影图两种。前者包括坑道(中段)地质平面图及水平剖面图，后者主要有坑内外联络图。

狭义的坑道平面图是指水平坑道所控制的范围以内的平面图。中段地质平面图一般涵

义较广：它可以是坑道地质平面图；也可以是既包括水平坑道揭露或控制的范围，也包括根据其他工程资料推定的范围的图；也可以是没有水平坑道的图。水平剖面图(又称水平切面图)一般与中段地质平面图的涵义同，但多使用于没有用水平坑道勘探的矿床。由于后两种图纸，往往推定成份较多，故有些场合，在名称上加上“预想”二字，例如“某某中段预想地质平面图”等等。

这三种平面图的目的都是为了说明矿床深部一定水平面上的地质构造，矿体形态，产状、规模，矿体结构及矿石品位的分布情况、该平面上的工程中采样段的划分情况,以及勘探程度和工程控制程度。有时作为储量计算用(水平剖面法)。一般使用于具一定倾斜的矿床，用每隔一定高程的假想水平面作为投影面，以系统阐明不同深度矿床地质条件及相应的工程控制程度的变化。它们的内容主要有：

1．坑道(中段)地质平面图：

(1)图纸范围内的勘探线、该水平面上的勘探工程，坑道采样位置、分段及编号、坑道中所采的各类样品、主要标本的位置及编号；必要时，附掌子面采样位置、分段及编号的示意小图；斜交于该水平面的工程交点的投影位置，钻孔应表示倾斜方向，(2)采掘工程及其范围与编号；

(3)使用物化探、人工重砂等手段时所获的异常值及代号；

(4)同勘探线剖面图的内容的(3)、(5)、(6)、(8)款。但无水平坑道工程揭露的部分不画产状要素，图名中要包括该平面所在的水平。

2．水平切面图：一般不画产状要素，不附各类样品、主要标本的位置及编号，不附化学分析资料。其他同上。

坑内外联络图就其表达方式和目的说，与立体图有些相似，它也是用投影方法表达矿体的立体特征，阐明自地表至深部矿体地质特征的变化情况和相互关系。但就其编制方法说，与一般的平面图类相同。它必须有不同水平的坑道工程控制住矿体地质特征才能编制。

(二)坑道(中段)地质平面图的编绘方法

1．坑道位置依座标成果上图，依坑道测量成果制导线，按比例画成几何图形制作顶板外形。地质界线按顶板，根据坑道素描资料上图。如地质情况简单，根据坑内地质产状外推地质界线于坑道之一侧，画上岩性花纹，产状符号尽可能画于实测位置。如地质构造复杂，而比例尺又允许，地质界线及岩性花纹画于坑道之内，产状符号应画于实测位置。

坑道顶板采样按实际位置，掌子面采样根据具体情况按正投影或顺倾斜的投影位置，帮上采样直投影到顶板界线之一侧。

2．凡坑道平面与地形表面交切的坑道平面图，应依座标线画上与坑道平面相应(一般以坑口为准)的地形等高线。

3．坑道平面图的比例尺一般大于或等于矿床地形地质图，以主要坑道在图上距离不小于 5～10 厘米并能清楚地反映采样分段及矿体形态、厚度为准。

(三)水平切面图的编制

1．资料依据主要为勘探线剖面图及矿床地形地质图，其次为纵投影图。首先根据座标网展绘勘探线及各工程与该水平面交点的投影位置。再根据勘探线，将该水平与各勘探剖面交切线上的地质现象按座标线依次展绘。

2．水平剖面图的联图是一个需要重视的问题，往往容易搞错。为了做好这一点，首先应对全矿床的构造有一个比较明确的立体概念，对地层层序要有一个比较完整的认识；其次，在联图过程中还应注意：要根据各勘探剖面图及矿床地形地质图由浅到深依次联图，联较低水平的剖面图时，还应依次参考较高水平的剖面图，并反复参照修改。在同一水平上要先根据标志层或岩性较稳定、厚度较大、层位大体相当的地层取得沿走向方向产状变化情况或褶曲形态的认识。对断层或地质体，必要时，要作相应的断层图解研究(详后)或纵向辅助剖面草图取得它们与该水平面交切线的投影位置。

3．水平剖面图的水平面(高程、高差)的选择应考虑矿床开采的需要。首先开采地段的最低水平面应有一张水平剖面图。

4．该水平面上有坑道时，这一部分的作图方法与坑道地质平面图相同。

5．水平剖面图的比例尺，一般等于矿床地形地质图。如作为储量计算用，应满足储量计算的需要。

(四)坑内外联络图

1．编制方法：在有地形等高线的底图上，按座标网将地表、不同水平的坑道及其所揭露的矿体位置、形态、产状和矿石品级(必要时矿石类型)以及构造线，依其座标位置用不同图例(界线、符号及色例)展绘。使不同水平的坑道及矿体地质现象依地质规律而重叠。图例(特别是色例)自浅至深最好有有规律的变化，以便更加醒目。

槽、井探及钻孔一般不表示在图上。但如果少数重要的构造孔，对于说明矿体一定深度的地质构造有重要意义时，也可附上。将该孔地表孔位及不同水平的交切位置用不同图例画上，注明钻孔倾向。

2．图纸比例尺一般等于或大于矿床地形地质平面图(大于地质平面图者，没有条件时，不表示地形曲线)。

3．图纸内容，一般不宜过于繁琐，一般要有地形等高线(至少计曲线)、座标网、勘探线、不同水平的矿体界线、影响矿体的重要构造线、有代表性的矿体产状要素、矿石品级界线(如品位变化复杂、影响图纸清晰时，只画主要品级)，必要时，主要矿石类型界线。

第五节　投影图类的编绘方法和要求

（一）投影图类概述

投影图的目的是为了说明某一侧面的矿体，特别是一些形状不规则或者有侧伏现象的矿体形态和产状的变化情况，阐明勘探程度和勘探深度，有时也为了储量计算之用。这类图一般分三种：即垂直投影图、水平投影图及平行矿体倾斜投影图。其比例尺一般等于或

大于(如不用于储量计算，可小于)矿床地质图。其内容一般如下：

1．垂直标尺(垂直投影图)或顺投影面的标高读数(顺倾斜投影图)；

对于垂直投影图及顺倾斜投影图还有：地形曲线(盲矿体根据具体情况及要求)，两端注明方向；

2．各类工程的投影位置及其编号，见矿、落空、设计、正在施工和竣工的工程分别以不同图例表示。见矿工程旁注明矿体厚度(按垂直于投影面方向的厚度)及工程平均品位、各钻孔矿心采取率；

3。各种矿体边界的投影线、各储量类别、各储量级别的投影界线及代号、构造线及各类地质界线(各种切割矿体的地质体)的投影线及编号或代号，各种投影线分别以不同图例表示；

4．旧硐、采空区、计划采掘区按规定图例表示出。

5．如用于储量计算，各计算块段的范围、面积编号、矿石量及金属量，如分层、分段或按不同矿石类型、矿石品级计算储量时，要分别说明有关参数。如用解析方法计算矿块面积(参阅《储量计算》)，有各矿块析点参数及基线位置。

6．如有平行工业矿体出现，应按不同矿体或分别制成投影图。如两个以上矿体画在同一图上时，以清晰为原刚，否则分别制作，并须分别以不同图例表示各类投影线及有关参数。注明矿体编号。

(二)投影基准面的选择及投影方法

编制投影图时要首先确定两个基本问题：即投影基准面及投影方法。投影基准面又分投影图基准面即被投影的理想平面(简称投影面)及代表矿体特征的投影基准曲面(简称矿体投影基准面)：

1．投影面有三种选择，即与矿体的平均倾斜面相平行的面、水平面及垂直面。依此三种投影面而编制的投影图，分别称为平行矿体倾斜投影图、水平投影图及垂直投影图。选择时，要考虑矿体倾斜、矿体构造情况及投影图的用途。当用于储量计算时，要尽可能选择接近于矿体投影基准面的投影面，但也要适当的考虑编制方法的繁简：

(1)一般情形下，当矿体倾斜较陡时(例如＞45°)，适于作垂直投影图，反之，适于作水平投影图。

(2)从理论上说，当矿体倾斜中等(例如 45°左右)，宜于作平行矿体倾斜投影图，但实际上，由于这种图纸编制比较复杂，一般只有在当矿体倾斜中等，尤其是构成较为舒缓的波状褶曲，同时又必须利用投影图作为储量计算图纸时，才制作这种图纸。

(3)衡量矿体倾斜的大小，一般以矿体平均倾斜为准而不考虑局部变化。但当矿体因构造变动而划为两个区段，一部分倾斜较陡，另一部分倾斜较缓时，如果要利用投影图作为储量计算图纸，则应分别编制垂直和水平投影图，如不作储量计算之用，则可根据区段之主次，勘探程度之高低，选择以那一个区段为主，编制一种投影图。

(4)如果矿体浅部与深部的倾斜或构造情况不一致时，一般以勘探程度较高的一部分为准。

2．矿体投影基准面有两种选择：矿体中心曲面或矿体底板曲面：

(1)投影矿体中心曲面，使投影图能够接近投影实体。但当矿体厚度较大并用钻孔勘探时，不能充分反映工程控制程度和勘探深度，因衡量工程控制程度是以工程截穿矿体下盘(底板)的距离为准。

当投影矿体中心曲面时，一切工程位置及构造线、地质界线的投影均以工程或构造线、地质界线交切矿体中心曲面的交点为准。

(2)投影矿体底板(下盘)曲面，能充分反映各类矿体的工程控制程度及勘探深度。一般情形下，多投影矿体底板(下盘)曲面，特别是厚度较大的矿体。

当投影矿体底板(下盘)曲面时，一切工程位置及构造线、地质界线的投影均以它们截穿矿体底板(下盘)曲面的交点为准。

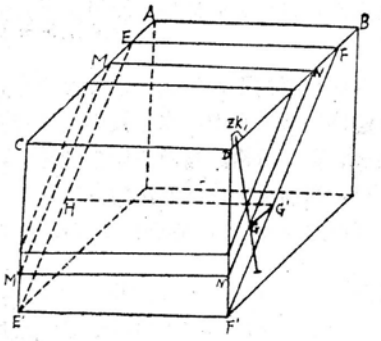
(3)当矿体形态变化非常复杂时，应选择产状变化比较稳定的而作为矿体投影基准面。例如，如矿体中心曲面的产状变化较下盘(底板)曲面为稳定时，应选择前者，或相反。

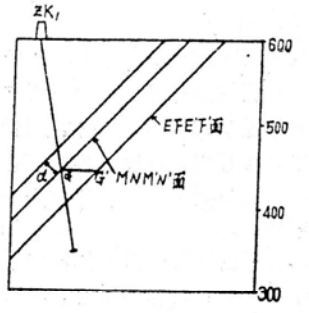
(4)无论投影那一个基准面，均应在图上或报告中加以说明。

3．投影方法：垂直投影图及水平投影图一般情形下多使用正投影法。但在选择投影面方位时，应考虑使勘探线或大部分勘探线与投影面正交，否则，将增加制图困难，并影响图纸精确度。

平行矿体倾斜投影图上的矿体边界线及各工程、各种地质界线及构造线与矿体投影基准面的交点或线的定位均按水平方向投影，如图Ⅶ－24，钻孔与矿体投影基准面的交点 G 按水平方向(GG′ 线)投影于投影面上，GG′ 垂直 G′ H 线(∠GG′ H 为直角)而不垂直于投影面。同样也应考虑使勘探线或大部分勘探线垂直于投影面。

无论哪一种投影图的矿体厚度参数一律按垂直于投影面的厚度，一般情形下，在平行





ABCD——水平面
MM′NN′——矿体底板，即矿体投影基准面
EE′FF′——投影面平行矿体平均倾斜的理想面

ZK₁——钻孔位置
G——钻孔与矿体投影基准面交点

G′——G点在EFE′F′面上的投影点
GG′——水平投影线
HG′——在EFE′F′面上通过 G′ 点的标高线。
∠GG′H——为直角。
d——垂直于投影面的矿体厚度

图Ⅶ—24　示平行倾斜投影图上的水平投影方法

矿体倾斜投影图上每一点的矿体厚度并不都是矿体真厚度。

(三)垂直投影图(纵投影图)的编绘方法

1．投影面方位，一般与矿体的平均走向线平行，即应垂直于矿体的勘探线。两者不一致时，以后者为主。

2．投影图的基本线条为标高线与勘探线，标高线应与勘探线剖面图上的标高线一致。当投影图方位与勘探线方向正交时，勘探线在图上为铅垂线，其在图上的间距，即为勘探线的实际间距。当勘探线方向不与投影图正交时，应根据不同情况，分别按下述方法处理：

(1)当一组正交于投影图方位的勘探线中夹有一条斜交于投影图方位的勘探线时，该勘探线与矿体投影基准面的交切线在投影图上的迹线，是一条斜线，甚至斜曲线(当矿体投影基准面的倾斜自地表至深部有变化时，为斜曲线)。矿体倾斜愈缓，该斜线的斜度愈大。一般可以用下列方法之一得出：

①依下列公式计算出偏斜勘探线在垂直投影图上的倾伏角(即在投影图上，偏斜勘探线与水平标高线之间的夹角)x：

$$X=90^\circ - arctg\frac{tg\beta}{tg\theta} \qquad (7-16)$$

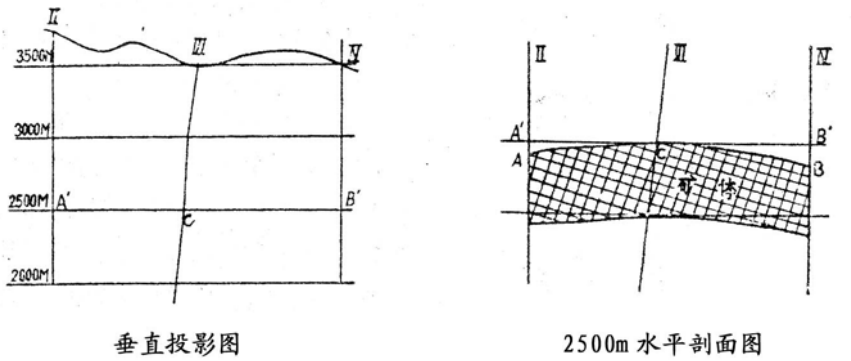
式中：　β——偏斜勘探线与垂直于投影面之勘探线之间的夹角；

θ——矿脉垂直于投影面的平均倾角。

根据 X，在投影图上，通过偏斜勘探线与矿体投影基准面的地表交点，画成斜线。

②用作图法：即在地表及不同水平剖面上，求得矿体投影基准面与该偏斜勘探线及其相邻勘探线的交点，如图Ⅶ一 25．图中Ⅱ、Ⅳ为正交于投影面的勘探线，Ⅲ为偏斜勘探线，A、C、B 为在 2500 米水平上矿体投影基准面分别与Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ勘探线的交点，A′ CB′ 为平行矿体平均走向方向线，CA′ 为 C 点至Ⅱ勘探线的垂直距离，自水平剖面上求得 C 点，依 CA′ 落 C 点于垂直投影图的 2500 米水平，其他水平类推，即得Ⅲ勘探线的投影迹线。一般情形下，只按矿体平均倾斜作一个水平剖面图，取得该水平面上的交点 C，连结地表及该交点而取一直线，不必联成折线或曲线。

应注意几个问题：



垂直投影图　　2500m 水平剖面图

图Ⅶ－25　不与投影面正交的勘探线在垂直投影图上投影方法示意图

①一般要求，投影面应垂直于勘探线，以避免编图时工程定位的困难，并导致储量计算不够准确。如果因为某种原因，其中有个别或少数勘探线不能正交于投影面时，其与投影面的交角应不小于 75°(即与垂直于投影面的勘探线间的夹角不大于 15°)。矿体倾角愈小，勘探线投影面的交角应愈大。

②当勘探线与投影面交角大于 87°(与正交于投影面的勘探线交角小于 3°)时，按正交于投影面的勘探线处理。

③不应有半数以上的勘探线不与投影面正交。

④当矿体倾斜较缓，各勘探线方向又不一致时，只能采用水平投影图，必要而可能时，用平行矿体倾斜投影图。

(2)当矿体平均走向有变化，不得不采用二个以上的投影面方位以便分别与两组不同方向的勘探线正交时，在两组勘探线交接处的投影图，一般要裂开表示，当矿体为倾伏向斜时，裂口向下，为倾伏背斜时，裂口向上。通常可按下述办法处理：

①当交接处相邻两剖面的勘探线交角小于 3°时，按平行剖面处理。

②当相邻两剖面交角大于 3°，小于 10°时，按下式确定地表及各水平剖面图上两勘探线的间距 H。

$$H=\frac{H_1+H_2}{2} \qquad (7-17)$$

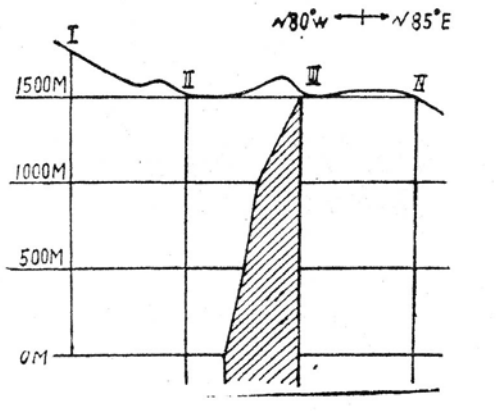
③当相邻两剖面交角大于 10°时，按下式确定地表及各水平剖面图上两勘探线的间距：

$$H=\frac{\alpha'}{\sin\alpha}\bullet\frac{H_1+H_2}{2} \qquad (7-18)$$

式中：H_1、H_2——为地表及各水平剖面图上勘探线横截矿体部份的中点至另一勘探线的垂线长；

α ——两勘探线之交角；

α′ ——α 之弧度。



图Ⅷ—26 示矿体为倾伏向斜时投影图上的裂口形态图

Ⅱ—Ⅲ为两相邻不平行剖面 ◎示裂口区

④确定自地表及各不同水平切面图上的 H 的数值后，即可以确定裂口的幅度及形态，如图Ⅶ－26。

⑤当投影图不作为储量计算用，或者虽作储量计算用，但情况特殊，例如：或者矿体厚度及倾斜自地表至深部变化不大，或者不计算高级工业锗量，或者虽计算高级工业储量，但矿体倾斜较陡而且变化不大时，裂口的表示方法可以简化，即：按地表及最低水平或矿体厚度最大部份(大致估计为矿体重心所在)的水平的两勘探线之间的距离(H_1及 H_2)所确定之点连成直线；或者以地表和各

不同水平剖面图上的 H 的平均数代表两勘探线间的统一间距，在图上不表示裂口。

(3)当一组正交于投影面的勘探线间，连续夹有两条以上的斜交予投影面的勘探线，但偏斜勘探线为数不多，影响不大，不足以采取两个以上的投影面方位时，一般处理方法同(1)。但如用作图法，由于偏斜勘探线较多，容易出错，故作图后，应注意依各勘探线沿投影面方向的间距(通过换算求得)进行检查。

3．矿体露头线(即矿体投影基准面与地形表面的交切线)的画法，有两种：

(1)将地表所见的矿体尖灭点，断层、穿截矿体的地质体以及地表工程等分别截穿矿体投影基准面的交点，按其标高及其与正交于投影面的勘探线的垂直间距，投影到投影图上。

地形很复杂时，还须将矿体投影基准面与地形变化点的交点全部投影。参考地形地质平面图连结各点成一曲线，即为矿体露头线。这种方法用于：当利用该图为储量计算图纸，同时矿体投影基准面的地形曲线太复杂，地表工程较稀或者没有控制矿体投影基准面地形变化的特点时使用之。

(2)用勘探线及各地表工程截穿矿体投影基准面的各交点，按其标高及其与正交于投影面的勘探线间的垂直距离，投影到投影图上，连成折线。此法适用于：当该图不作储量计算用，或虽作储量计算用，但矿体投影基准面的地形曲线变化不大，地表工程可以控制其地形变化特点，不致影响储量计算成果太大时使用之。

(3)无论使用哪种方法，为与深部线条相区别，矿体露头线，应自投影矿体尖灭点或最边部的工程依走向向外切出一段地形线。

4．当投影盲矿体时，其地形曲线的处置，按下列三种方式：

(1)不切地形曲线。这种方法，只有在矿体埋藏较深，切取地形曲线，使图纸内容安排失调时方使用。

(2)投影矿体顶部垂直向上处的地形曲线，以示其顶部的垂深。

(3)投影矿体投影基准面沿倾斜向上的延展面与地表面的交切线。这种方法使用于矿体埋深较浅，或者有必要说明矿体顶部及以上无矿部分的控制程度时，才使用之。当使用第(2)、(3)种方法时，应在图纸上加以注明。

5．各类工程及各种地质界线的投影：

(1)凡是截穿矿体投影基准面或其延展面的工程或地质界线，或说明矿体勘探和控制程度的工程，都应投影到图上，但对截穿矿体投影基准面或其延展面者，分别用不同图例。

(2)一般均按各工程或地质界线与矿体投影基准面或其延展面的交点的标高及其与正交于投影面的勘探线间的垂直距离为准，进行投影定位。当有斜交于投影面的勘探线而交角又小于 87°时，与该勘探线有关的深部工程或地质界线的投影定位，可按下列两法处理：

①按标高及由下式换算而得的间距(d)，依投影图上的偏斜勘探线，投影定位：

$$d = \frac{\mathrm{L}}{\sin\alpha} \tag{7－19}$$

式中：L——有关工程至偏斜勘探线的垂直距离；

α——偏斜勘探线与投影面方位间的夹角。

但当矿体自浅而深倾角有变化时，按此法进行的投影定位不甚准确，因此时偏斜勘探线在投影图上的迹线，实际上是一条曲线；当倾角变化较大时，准确性较低，倾角变化较小时，此种差异可忽略不计。

②按解析法投影定位，参阅本节(六)。

(3)沿脉坑道按实际标高投影。根据坑道(中段)地质平面图的资料，取其平行于投影面方向的投影长度及位置，以坑道顶板的地质界线与矿体投影基准面的交点为准。

(4)矿体边界线的投影参考矿体零点边界及外边界线的圈定方法，但应与勘探线剖面及水平剖面图或中段地质平面图相适应。

(5)在投影图上连接各种地质界线及构造线时，应研究各种地质界线在地表的不同区间、不同深度的产状要素变化情况，必要时，根据相邻剖面上工程揭露的情况编制若干辅助剖面图(或草图)。

连接地质界线时，可用直线或平滑的曲线。但构造变动部分，矿体投影基准面因构造变动而有重复或裂开时，表示重复或裂开的范围的两条线应互相适应，如无依据，不得有任意膨大或收缩的现象。地质界线的推定部分按与矿体相同的推定原则处理。

(6)矿体上的第四系厚度线，一般情形下可忽略不计，但当第四系地层厚度较大，足以影响储量计算成果时，应标出第四系厚度界线。以每一地表工程的第四系平均厚度为准，各工程间的第四系厚度，以内插法画出。第四系厚度界线应与矿体露头线相适应。

(四)水平投影图编绘方法

除下列情况外，其他均与垂直投影图的编绘方法同：

1．矿体投影基准面，可以矿体中心曲面为准，特别是盆形矿床。但单斜板状缓倾斜矿体，地形坡度主要与矿体倾向相反，同时矿体厚度(特别是地表矿体厚度)较薄时，也可选用矿体底板曲面。

如选用矿体中心曲面时，应在有关剖面图上注明矿体中心曲面(线)位置，以便查对。

2．在有 X、Y 座标的底图上，首先正确确定各勘探线的位置。

3．确定矿体露头线，其作法有二：

(1)首先按座标法确定各地表工程及样槽的位置，再从样槽位置确定矿体投影基准面与地形表面的交点，参照地形地质平面图，连接各交点，使与矿体形态相适应。依此法而作的图纸上，不画矿体。

(2)按座标法确定各地表工程、样槽位置及地表矿体界线。如矿体投影基准面为中心曲面，还应标出中心曲面的迹线。依此法而作的图纸，既可作储量计算图，也可作采样平面图或品位分布图用。

4．确定各深部工程与矿体投影基准面的交点：一般用作图法，即在剖面图的平面草图上求出该交点偏离勘探线的位置。也可利用按第三节(二)之 8 所述办法求得的各交点的座标值，当用解析法计算矿块面积时，多使用之。

对于未测斜的直孔，或弯曲度不大，同时又未测方位角的直孔，可以直接根据地表钻孔座标。

5．沿脉工程按其水平投影位置及水平投影长度画出。

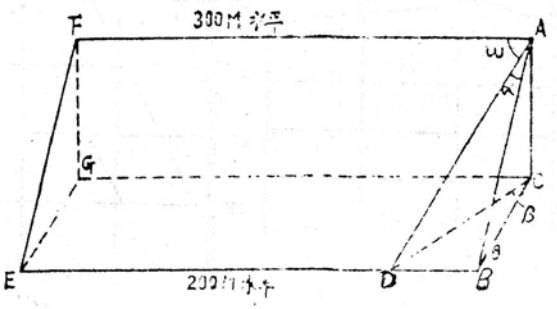
(五)平行矿体倾斜投影图的编绘方法

这种图纸的编绘方法有两种：即在投影图上画有一组座标线的方法及不画座标线的方法。此两种方法中，画座标线者比较烦琐，但它适用于各种不同情况(不同勘探工程布置方案、不同的地质构造情况及复杂的矿体产状条件)，便于使用各项工程的座标值，便于检查与利用，图纸精确度也较高。不画座标线者，其优缺点正相反。

1．画有一组座标线的投影图的编绘方法：

(1)依照矿脉的走向及倾斜统计，计算出矿脉的平均走向及平均倾角。此两参数所确定的面，即为投影面。

(2)计算出一组座标线(X 或 Y，应为与平均走向线交角最大的一组线)在平行倾斜投影面上与标高线之间的夹角，即该组座标线在平行倾斜投影面上的倾状角 ω，如图Ⅷ—27：



图Ⅷ—27　示ω与θ及β间的关系

ABFE 为沿倾斜投影面

AF，BE 为上、下两中段的平均走向线(即标高线)

AB、EF 为勘探线或平均倾斜方向(AB、EF 垂直于 AF。BE)

AD 为座标线

θ －矿脉的平均倾角　　β －平面图上座标线与勘探线之夹角

$$\angle\omega = 90^\circ - arctg(\cos\theta\ tg\beta) \qquad (7-20)$$

(3)投影图上水平方向的座标间距依矿脉平均走向线方向的斜距，可用作图法在地形地质平面底图上量出两相邻座标线依投影面方向的斜间距(*d*)，或依(7－19)式，此时，该式中的 L 应为座标线间垂直间距，α 为座标线与平均走向线间之夹角。

(4)投影图上的高程，为矿脉平均倾角方向的斜高程(*h*)，依下式换算：

$$h = \frac{H}{\sin\beta} \qquad (7-21)$$

式中：H——相当于剖面图上的标高线间的高程，

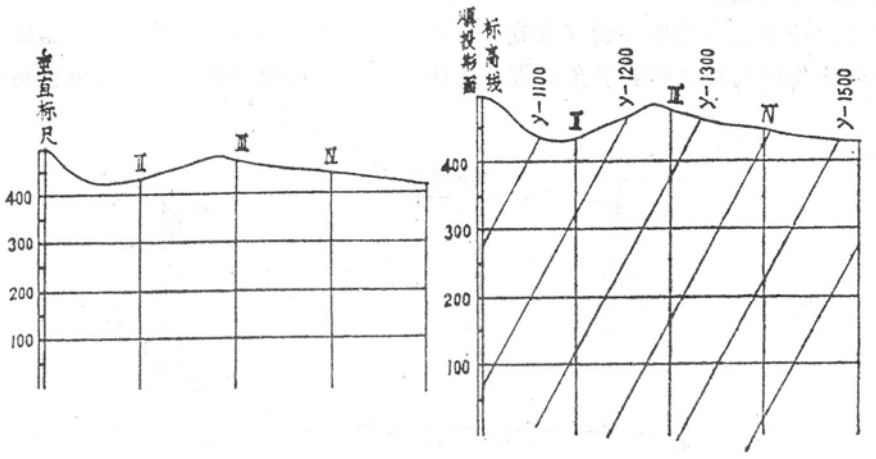
β ——矿脉平均倾角。

(5)投影图上基本线条为标高线及一组座标线，依上述座标线斜间距(*d*)、斜高斜(*h*)及

座标线与标高线间的夹角(ω)画出。

一般情形下，只画出一组座标线即可。如有必要画出两组座标线时，应分别计算两组座标线的ω角。因在平行倾斜投影图上两组座标线构成的网是平行四边形网，平行四边形的两对边长亦互不一致。只有在一组座际线平行于矿脉平均走向线时，两组座标线才构成长方形网。

标高线即为矿脉的平均走向线在各不同水平面上的投影迹线。在作图时，标高线画法依图Ⅶ－28 所示。在顺倾斜投影面上的标高线高差一般均较垂直投影图为大，该图水平方向与顺倾斜方向的比例尺一致，标高线也与勘探线剖面图上的标高线一致，但图上所标的标高线只说明其标高线的读数，而不是标尺，与比例尺不相适应，是其缺点。



（A）垂直投影图　　（B）顺倾斜投影图

图Ⅶ—28　顺倾斜投影图上标高线与垂直投影图上垂直标尺之间的关系（矿体倾角β＝45°）

(6)勘探线的确定：

①首先在图上确定第一条勘探线。所选择的第一条勘探线应具有备两个条件，即应为垂直于投影图的勘探线。同时最好在矿体走向比较稳定的区间内。

根据所选择的勘探线在地形地质平面图上与矿体投影基准面的交点的座标值(X或Y)，按平均走向方向用作图法，或参考(7－19)式换算为斜座标值，在水平方向依此斜座标值，在垂直方向依该交点的高程(必要时，换算为斜高程)在投影图上找出该交点的位置，通过该点画成铅垂线。

②对于垂直于矿体平均走向线方向的其他勘探线，依次按各勘探线间的垂直间距，画成铅垂线。

③对于斜交于矿体平均走向线方向的勘探线，除交角大于 87° 者按垂直于平均走向线的勘探线处理外，其他均应确定勘探线在平行倾斜投影图上的倾伏角，即勘探线与标高线间的夹角(ω)，其办法参考公式(7－20)。

再在地形地质平面图上查出该斜交勘探线与矿体投影基准面的交点的高程及一组座

标值，按上述确定第一条勘探线的办法确定该交点在投影图上的位置，通过该交点按该勘探线的倾伏角画成斜线。

④应注意对最后画成的最外边的勘探线的位置，参考(7－19)式，进行换算，以便查对。

(7)画矿体露头线：一般要求同垂直投影图，但投影定位是根据各有关点的斜高程及与一组座标线的斜间距(斜座标值)。

对于盲矿体，一般要求同垂直投影图，但不投影矿体顶部垂直向上处的地形曲线。

(8)各类工程及地质界线与矿体投影基准面的交点、交线的投影定位，主要利用第三节（二)之 8 所述办法求各交点的座标值换算为斜座标;也可利用与在垂直投影图上投影定位相似的办法。但很少使用。

2．不画座标线的平行倾斜投影图编绘方法，除下述外，均同上：

(1)投影图的基本线条为标高线与勘探线

(2)标高线按斜高程，垂直于投影面的勘探线按各勘探线间的垂直间距画出。当勘探线斜交于投影面而交角小于 87°时。首先在地形地质平面图上找出该勘探线与矿体投影基准面的交点 A_1，得出其高程为 H_1(换算为斜高程)，通过 A_1 在地形地质平面图上按矿体平均走向线方向画一直线，与最近的正交于投影面的勘探线相交，得另一交点 A_2，此两交点 $A_1－A_2$ 之间的距离为 L_1，以 H_1 及 L_1 两参数在平行倾斜投影图上找出 A_1 之位置。其次按(7－20)式求出该斜交勘探线在投影图上的倾伏角 ω，通过 A_1 按 ω 画一斜线，即为该斜交勘探线在图上的投影线。

(3)矿体露头线上各控制点、各项工程及各地质界线与矿体投影基准面的交点、交线的投影，均同垂直投影图，但一律按斜高程。

(六)解析法投影定位

利用第三节(二)之 8 所述办法获得的有关工程与矿体投影基准面或地质界面的交点的座标值在各类投影图上进行投影定位，也是一种解析法投影定位的方法，但这种方法需要投影图上有座标线。当投影图上没有座标线(如垂直投影图和不画座标线的平行倾斜投影图)时，解析法投影定位便不可能。这里所述办法就是为了解决这个问题。

1．解析法投影定位的优缺点：

(1)优点：主要优点是定位准确，特别是当勘探线不与投影面正交时，利用此法能提高制图精确度。其次，便于求得矿块折点的两组参数，以利于用解析法计算矿块面积。解析法计算矿块面积的主要优点是基本上消灭了面积计算中的技术上的误差，并便于检查(参阅《储量计算》)。

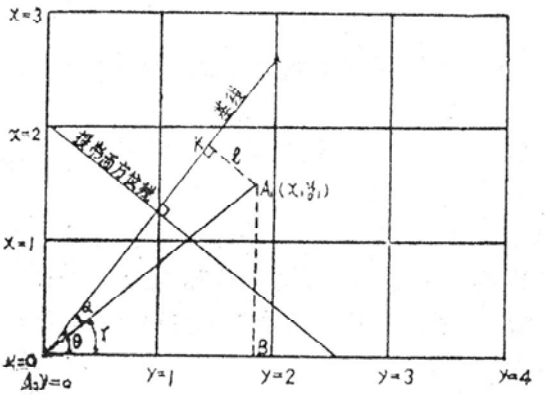
(2)缺点：一般说来，比较繁琐。其次解析法计算矿块面积只适用于成几何图形的矿块，因此对于不成几何形的矿块，解析法投影定位意义不大。

2．在垂直投影图上的定位方法：钻探工程与矿体投影基准面交点在垂直投影图上的位置，可由垂直于投影面方位并通过基点 $A_0(X_0、Y_0)$ 的基线至钻探工程与矿体投影基准面交点 $A_1(X_1，Y_1)$的垂直距离 l，与该点之标高来确定，l 值的计算方法如下；

(1)首先按第三节之(二)之 8 所述方法求得有关交点的座标值。

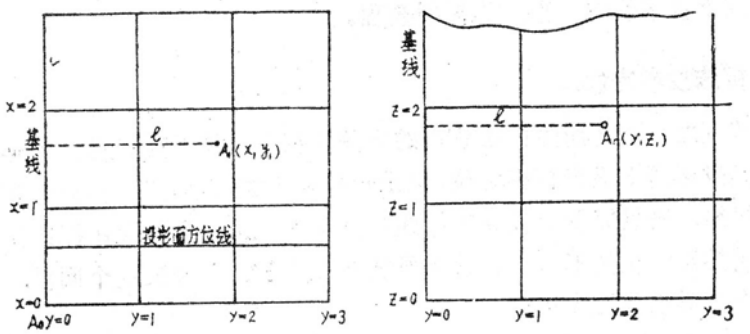
(2)当投影方位线与平面上纵座标线或横座标线相交时，如图Ⅶ－29：A_1（x_1，y_1）为钻孔与矿体投影基准面交点之座标；A_0(x_0、y_0)为基线起点座标；θ 为基线与横座标线间的夹角。则：

$$l = \sin\alpha \bullet A_1A_0 = \sin(\theta - \gamma) \bullet \frac{Y_1 - Y_0}{\cos\gamma} \qquad (7－22)$$



图Ⅶ--29　示矿体水平投影图

(3)当投影面方位线与平面上的横座标线平行时，即当 θ =90° 时，则上式可作如下转化，如图Ⅶ－30 所示；



平面图　　垂直投影图

图Ⅶ—30　示投影面方位平行横座标线时

$$l = \sin(90° - \gamma) \bullet \frac{Y_1 - Y_0}{\cos\gamma} = Y_1 - Y_0 \qquad (7－23)$$

同理，如投影面方位线与纵座标线平行时，则上式应为：

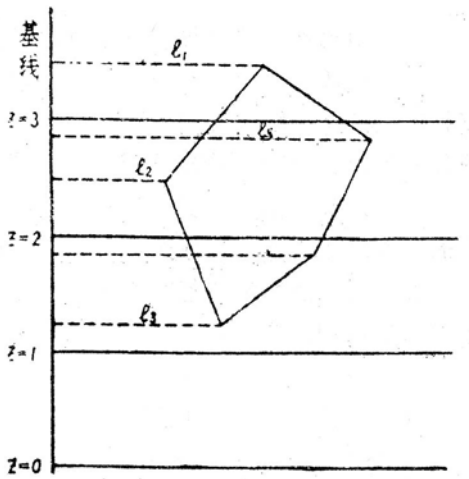
$$l = X_1 - x_0 \qquad (7－24)$$

即当投影线方位与平面上的纵座标线或横座标线平行时，l 值等于工程与矿体投影基准面交点座标与基线起点座标之差。

(4)当投影面方位有变换时，只要在平面上确定投影方位与纵座标线或横座标线之间的关系，即可按图Ⅶ－29 所述原理，求出 l 值。

(5)当利用本法所获得的 *l* 和标高等参数依解析法计算矿块面积时，投影基线应设在矿块面积之一方，如图Ⅶ－31。

3．在平行矿体倾斜投影图上的定位方法同垂直投影图，但各交点的高程用斜高程，座标用斜座标值。当用于计算矿块面积时，各交点的斜高程应是统一依某一水平线起算的斜高程值。



图Ⅶ—31　垂直投影图

(七)立体图

立体图是用立体投影的方法研究深部地质构造的一种图纸，其目的是查明自地表至深部地质构造条件的变化规律，阐明深部构造控矿条件，提出深部找矿勘探的方向、原则或方法等方面的建议，也可作为指导矿山地质和开采之用。立体图的优点是综合了平面、纵、横剖面图上的主要地质资料，通过综合编图的过程，能发现并消除各别平、纵、横剖面上可能有的误差或综合对比时的考虑不周，能构成完整的立体概念，能更清楚地表达研究区内的地质构造条件，故特别适合于地质构造复杂的矿床或矿田(区)；缺点是：由于图面的局限，较小的地质现象，有时难免不能表达，内容不免有所简化，编图工作量繁重，需要有一定的纵、横及水平剖面图作编图的依据，因此须有一定的条件才能编制。

立体图所依据的资料为带有地形计曲线的构造地质图、纵、横及水平剖面图。但纵、横及水平剖面图应与立体图的三个投影面一致。

立体图一般适用于比例尺等于或大于 1:10，000 的编绘区，但构造条件简单的 1:50000 的编绘区，有时也可编制。立体图的比例尺一般小于其所依据的地质图件，以主要研究对象来确定立体图比例尺之大小。

1．立体图的分类：

(1)按透视方法分，有两种：

①透视投影立体图：光线从一点照射，立体感明确清晰，较少产生错觉，图面美观，但较难编制。除目的在于指导矿山地质和开采的立体图外，其他立体研究均可采用。透视立体投影的比例尺均为透视比例尺。

②轴线透影图：光线不是从一点照射，而是由一组平行光线组成。其优缺点与前者正相反。又可分为两种：一种为轴线透影立体图，一般的研究目的均可适用。一种为(简化的)轴线透影图，更易编制，但它实际上为一系列平行的横剖面依一定轴线及轴向角而排列的图，缺乏平面及纵剖面方向的内容，立体认识不完全，适用于平面和纵剖面方向地质复杂程度较低的地区。

(2)按透视光线角度分，有两种：

①正投影法：透视光线垂直于一个面，垂直光线方向的图象最清晰。

②斜投影法：透视光线各以一定的角度与三个面相交，三个方向的图象都较清晰，较

难编制。

正或斜投影法的选择视三个方向的资料多寡及研究要求而定。

(3)按三个轴的比例尺相同与否，又可分为等轴投影（三个轴的比例尺相同）、二度投影（又称二维或二侧投影一个轴的比例尺不同）及三度投影（三维或三侧投影），视编图技术要求、三个方向的地质条件及地形高差程度而定。一般以选择二度或三度投影为宜。

(4)按立体的形状分：有立方体、立方柱及长方柱形三种。视研究对象在三度空间内的大小长短而定，最好选择立方体或正方柱形。

2．立体研究区的范围的确定：立体研究区的范围一般并不一定等于有关的大比例尺图的编绘范围，有时只是其中的一部份，特别是比例尺较小者。其确定根据下列原则和要求：

(1)具备进行立体研究的条件：立体研究的条件是区内有地、物、化等方面的综合资料。在区内的一定地段内有深部工程，无深部工程地段（或其中的重要地段）的深部地质、地球物理、地球化学条件，在主要方面，一般可以与有深部工程者进行类比，达到能够编制纵、横及水平剖面的程度，尽管三种剖面图都有不少推定部份。

在特殊情况下，例如物、化探、地质特征显著、地表研究程度较高，没有深部工程时，也可发扬敢想敢干的革命精神和严密的科学态度相结合进行立体研究。

(2)生产要求查明的范围，或在确定特别有远景的地区，应创造条件进行立体研究。

(3)立体研究区的范围在构造地质图（或成矿预测图）上划定。

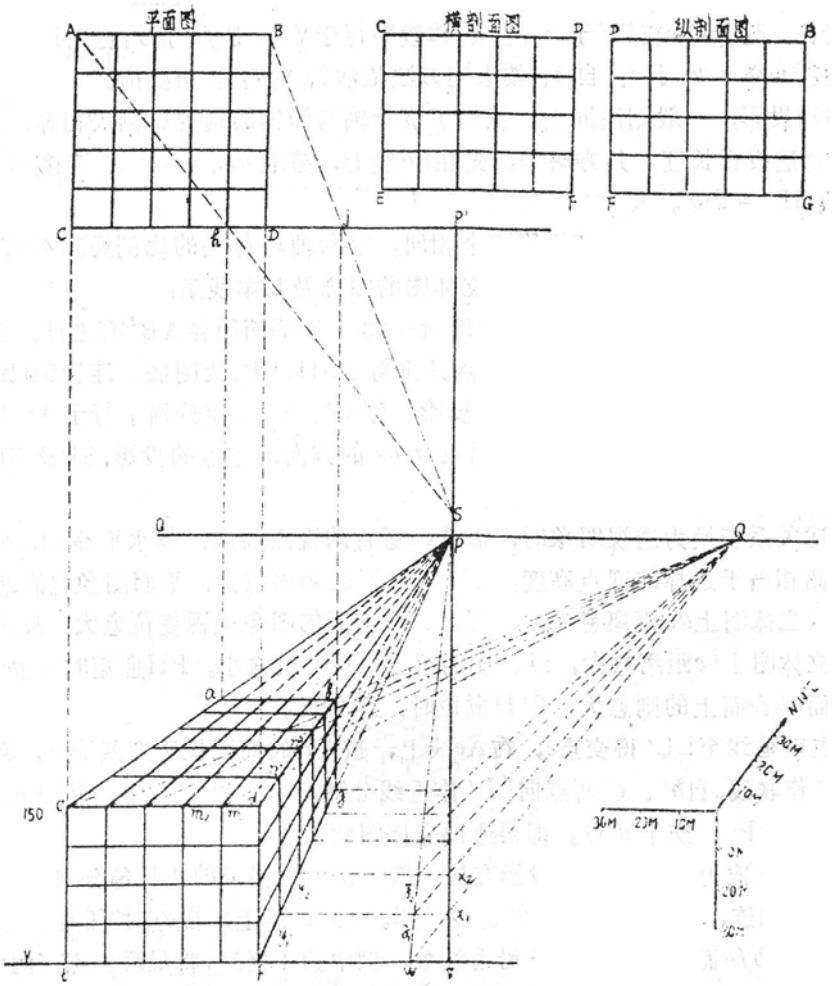
３．立体图的图廓及基本线条的制作：制作前要根据所确定的立体研究区范围，在地形地质平面图或带有地形计曲线的构造地质图上，划出拟编制的立体图界。立体图界不一定要与立体研究区范围完全一致，但当有勘探工程时，立体图的一方界面应与勘探线剖面一致。

(1)用正投影法编绘透视投影立体图的图廓及基本线条：

①二度投影，以正方柱形为例：如图Ⅶ－32，在平面图界正方形 ABDC 之外的适当位置选择视点 S，由 S 向 CD 的延长线上作垂线，得 P′点，SP′为主光线向图面上的投影，P′为该图主点（P）的投影。SP′的长短影响立体图 *bd* 轴的比例尺，P′D 的长短，影响立体图上的平面及纵剖面上的图象，S 点的位置影响透视投影立体的形态与投影变位。

在 SP′的延长线上选择 P 点，截取 PV，P 点为立体图上垂直于正面(*cdfe*)的各线的交点，即透视图的主点，PV 为视点的高，根据制图需要而选择。PV 愈高，平面(*adfc*)上的图象愈清晰，平面上透视变位愈小，但纵剖面*(bdfg*)透视变位愈大，DP′线愈长，情况正相反。SP′、DP′及 PV 三个线段愈长，立体图上 *ab* 的长度愈接近于 *cd*，*bg* 的长度愈接近于 *df*，透视变位愈小。过 P 点及 V 点，分别作垂线 QQ′及 VV′，则 CP′平行 QQ′，平行 VV′，均为水平线。

将 AC 边延长，交 VV′于 *e*，截取 *ce*=CE，同样得 *df*，*cdfe* 为横剖面 CDFE 的投影。连接 SA 及 SB，与 CP′线相交分别得 *h*、*j* 两点作 CD 的垂线，与 P*c*、P*d*、P*f* 的联线相交，分别得 *a*、*b*、*g* 三点。连接 *ab*、*bg*，即得正方柱形的透视立体图廓。



图Ⅵ—32　正投影法编绘正方柱形二度投影透视立体图

注：透视比例尺尺段的划分依与其相平行的棱边为准

为了便于投影地质界线及构造线，需要在立体图的各面上划分相等的正方格子（基本线条）。正方格子的大小，视地质界线及构造线的复杂程度而定，愈复杂时，正文格子愈密。正文格子的水平线，应为剖面图上标高线的加密或放稀。如平面图界（ABCD）与座标线平行时，平面图上的正方格子为座标线的加密或放稀。否则，座标线与地质界线一样按正方格子投影。成品图上，不或只保存较稀的正方格子，但座标线及标高线应择要划上。

立体图上 *cdfe* 面上的正方格子，按等分划上。其他两面的正方格子投影方法：要先求得平面斜角透视点（即 Q 点），有两种方法，一种是在 QQ′ 线上截取 Q 点，使 PQ＝SP′，即主光线投影长度。第二种方法是连接 *bc* 的延长线，交 QQ′ 于 Q，亦可取得 Q 点。但如 $bd \neq dc$，须截取 C′ ＝*bd*，连接 *bc*′，延长交于 QQ′。两种方法结果一样。

以下的划法有两种，两种划法可互相检查：一种是联接 Qm_1，m_1 为横剖面 *dc* 线上第一个正方格子的分度点。Qm_1 交 *bd* 于 n_1，自 n_1 分别作线平行于 *df* 及 *dc*′，余类推。如

ABDC 为长方形而 BD＞CD，则在 *dc* 延长线上（使 *dc* 加延长部分等于 BD），自 C 点向外，依单位正方格子的边长再截取所需要的等分。另一种划法是：在 VV′ 线上，截取 V*w* 等于单位正方格子的边长。连接 Q*w* 交 PV 于 x_1，自 x_1 作线平行于 VV′ 交 *fg* 于 y_1 自 y_1 连续作线平行于 *df* 及 *dc*。连接 P*w* 交 x_1y_1 于 z_1，自 z_1 按上述方法依次得 $x_2y_2z_2$ 余类推。

②等轴投影，一般划法同上。但为了使 *dc* 轴与 *bd* 轴的透视比例尺相等，须用反推法求得 SP′ 的合适投影长度，其方法是，先在 P*d* 线上，截取 $dn_1=dm_1$，连接 m_1n_1 交 QQ′ 于 Q_1，截取 SP′ ＝PQ。

③三度投影的划法与二度投影完全相同，唯 dc 轴与 df 轴的比例尺亦不相等。

(2)用斜投影法编绘透视投影立体图的图廓及基本线条：

①三度投影，以长方柱形为例：如图Ⅶ－33，于平面图界 ABDC 之外，选择视点 S 的位置。SH 为主光线方向，作 PP′ 过 A 点并垂直于 SH，PP′ 为图底。连接 SB 及 SC 与 PP′ 交于 b′ 及 C′ ，S*b*′ 及 S*c*′ 为斜角透视光线投影。作 SP、SP′ ，使分别平行于 AC 及 AB，P 及 P′ 为从两个方向即分别垂直于 *abfe* 及 *acge* 的方向的主点的投影，SP 及 SP′ 分别相当于其主光线的投影。

将上述关系变换为透视图象时，需选择适宜的视点高度，作水平线 LL′ 平行 PP′ ，两线间的距离相当于选择的视点高度。LL′ 至 PP′ 的距离愈大，平面图象愈清晰，平面透视变位愈小(立体图上 *da* 距离愈大)，而纵、横剖面的图象透视变位愈大。反之，如 SH 愈长时，则立体图上 *bc* 距离愈大，纵、横剖面上透视变位愈小。PH 愈短时 *acge* 面上透视变位愈小，而 *abfe* 面上的则愈大，P′ H 愈短时，正相反。

自 A 点引垂线至 LL′ 得交点 *e*，在 A*e* 线上，按 AE 的高正投影度截取 *ae*，自 *a*、*e* 两点分别向 P、P′ 作联线。自 b′ 、c′ 两点向 LL′ 作垂线分别交 *a*P，*e*P，*a*P′ 、*e*P′ 于 *c*、*g*、*b*、*f* 四点，连接 *b*P 及 *c*P′ ，交于 *d* 点。即得透视立体图廓。

在各个面上取得正方格子的投影方法：按单位正方格子的边长等分 *ae* 线，将各等分点分别与 P 及 P′ 相连，即得各水平线的透视投影。在 *e*L′ 线上，自 *e* 点按任意长度等分取得若干点(相当于 *abfe* 面上的正方格子铅垂线数，例中为 4 格)，将最后一点(例中为 x_4)与 *f* 点相连，延长交 PP′ 于 Q，连结 Qx_3 交 *e*P′ 于 y_3，自 y_3 引线与 *bf* 平行并引交于 P，余类推。acge 面上的正方格子铅垂线，亦可按同样方法求得。

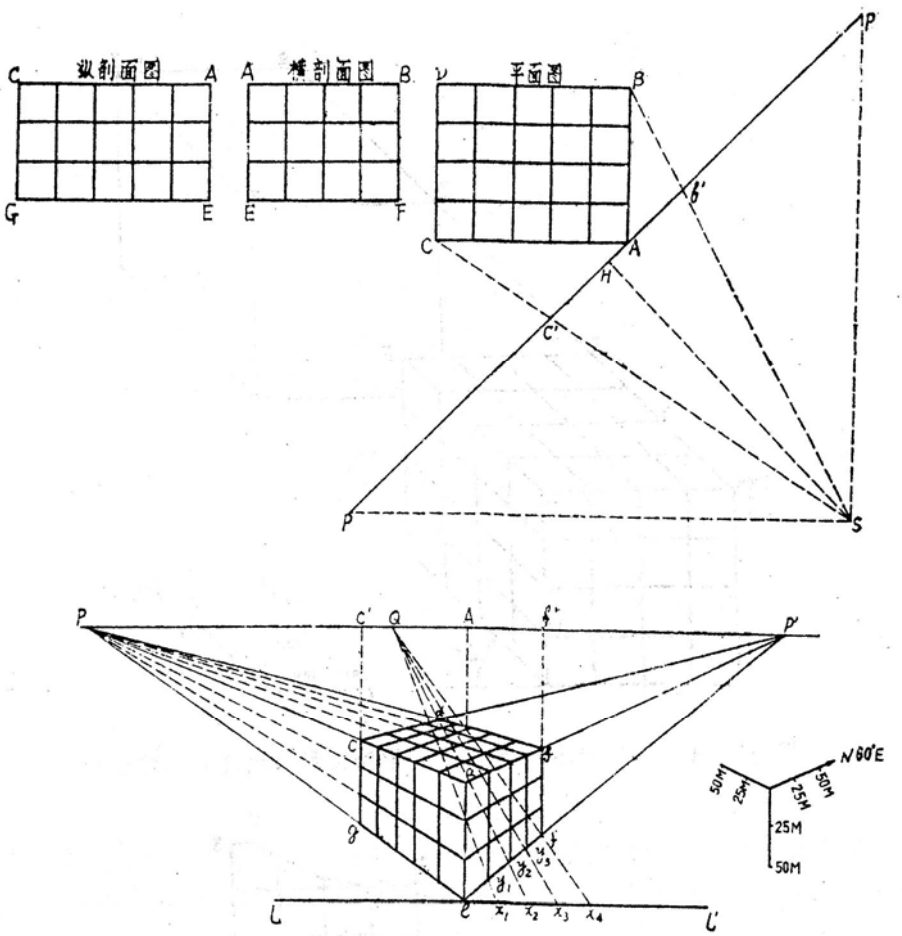
②二度投影，一般方法同上，但应使立体图的 ab 轴与 ae 轴等比，其方法是调整视点高度。即先按上法求得 ab 轴上的正方格子分度点后，按 ab 线 自 a 点起的第一个正方格子的投影边长，求得 *ae* 轴上格子的比例长度，自 a 点向下截取 e 点，调整 LL′ 线的位置，其他均同上。

③等轴投影：为使 *ab* 轴与 *ac* 轴的比例尺相等，须调整视点 S 的位置，使主光线等射纵横两剖面，即使主光线方向(SH)通过 A 点(使 H 与 A 点重合)，并使 PP′ 与 AB 及 AC 两个面的交角相等(即使∠CAP=∠BAP′ =45°)。其他均同二度投影。

④其他有关问题同上。

(3)正投影法编绘轴线透影立体图的图廓及基本线条：

①等轴投影、二度投影及三度投影的编绘方法均相同，所不同的只是各个轴上所取的



图Ⅶ—33　斜投影法编绘长方柱形三度投影透视立体图

注：透视比例尺尺段的划分依与其相平行的棱边为准

比例尺有所区别。

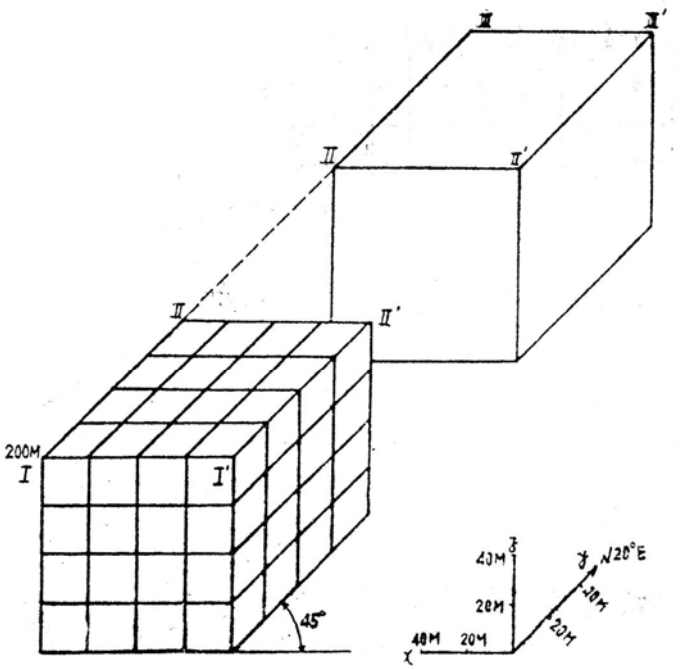
②以等轴投影、立方形为例：首先要确定轴向角，一般指 Y 轴和 X 轴分别与 Z 轴的交角，在正投影时，X 轴与 Z 轴的交角为 90°，Y 轴与 Z 轴的交角，一般以 45°为宜。按轴向角，确定 X、Y，Z，三个轴的相互关系。再在三个轴上等距离截取立体图的各边(图廓)及有关正方格子(见图Ⅶ－34)。

(4)斜投影法编制轴线透影立体图，较少使用。必要时可调整轴向角，使 x 轴与 z 轴，Y 轴与 Z 轴之间均具一定的交角，一般 60°为宜。其他同上。

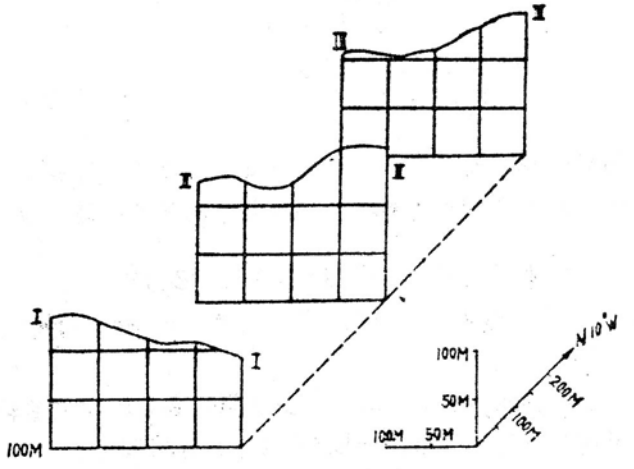
(5)正投影法编绘(简化的)轴线透影图；轴向角同(3)。编制方法主要是以正投影的横剖面图按 Y 轴的轴向角及按 Y 轴的比例尺所规定的位置，依次平行排列(图Ⅶ－35)。

斜投影法编绘(简化的)轴线透影图没有意义。

(6)如果地区或矿床需要而可能截取若干连续的立体时，其配置方案如图Ⅶ－36 所示。该图示 Y 轴与 Z 轴两个方向均截取了若干连续的立体。必要时，X 轴方向也可截取 2～3



图Ⅶ—34　正投影法编绘立方形等轴投影轴线透影立体图

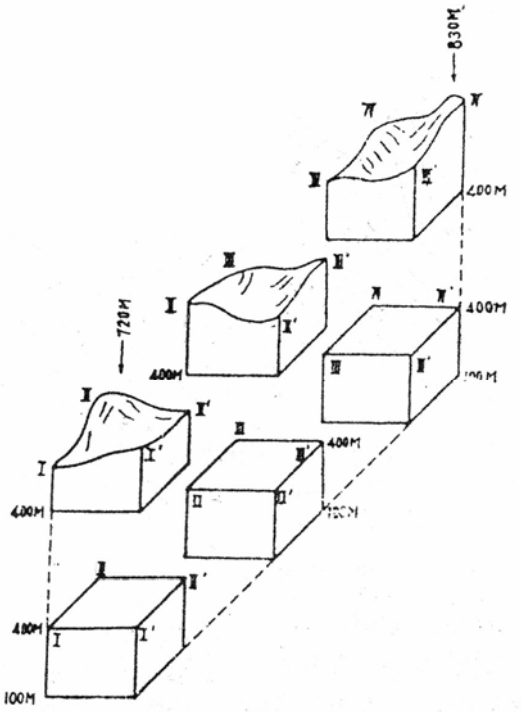


图Ⅶ--35　正投影法编绘二度投影轴线透影图

个连续的立体，但过于繁琐，一般较少编制。

4．立体图有投影地貌的，有不投影地貌的，后者是以地表部份最低水平的中段(预想)地质平面图或水平剖面图作为立体图上面的平面图，编制方法简便，但不表达地表部份的立体投影图象，适用于地表至地表部份最低水平剖面间的地质条件变化不大，或者地表最低水平以上经过了详细研究或开采的地区。前者的优、缺点及适用条件正相反。

地貌的立体投影方法，介绍两种，即；素描法和地性线法。素描法较常用，也较简便，



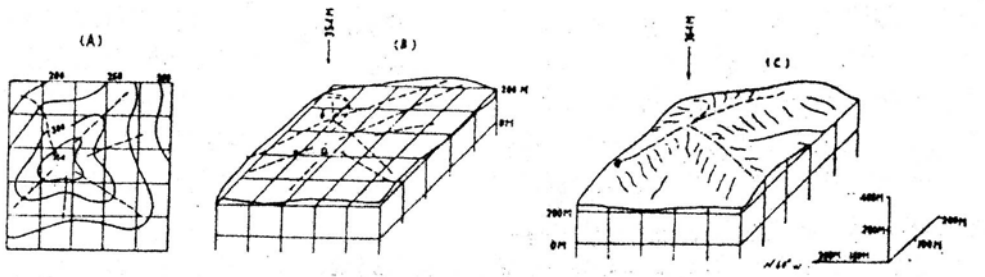
图Ⅶ—36　立体图配置示意图

但位置、地形高差及坡度等地貌特征的定性较好而定量较差，如果图上表示地貌特征的线条太多时，将影响图面清晰，并且需要一定的素描艺术水平。地性线法，较为繁琐，但定性、定量均较准确，素描艺术水平较低者亦可编制。

(1)素描法：先在立体图的平面上，根据地形地质图标上若干地形控制点，然后到野外，从视点方向素描地形地貌特点。素描后最好根据地形地质图对素描成果加以核对检查。

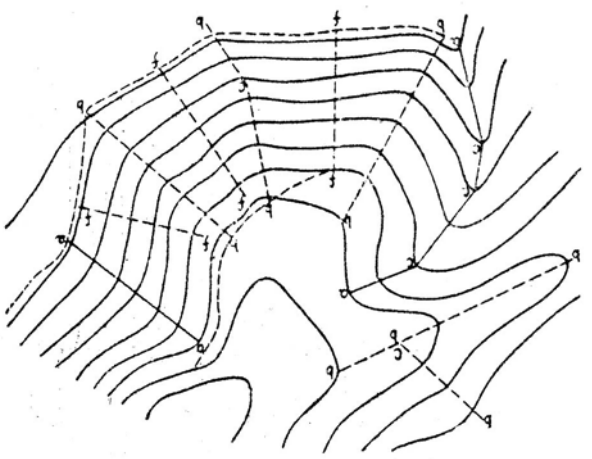
(2)地性线法：即利用地性线编绘立体图的地貌投影方法；

①如图Ⅶ－37(A)所示：先在平面图上，用虚线标明各地性线和地形点(山顶、谷底)及其标高等。地性线(图Ⅶ－38)，包括凸线(山脊等)、凹线(沟谷)、最大倾斜线，倾斜变换线及方向变换点等。



图Ⅶ—37　利用地性线编制立体图地貌投影方法示意图

注；图（C）中的虚线，在成品图上，可不保存。



图Ⅶ—38　各种地性线示意图

abbf　*abfbfb*　倾斜变换线

aa　凹线　*c*方向变换点

bb　凸线　*ff*最大倾斜线

最大倾斜线指：在倾斜面(地形坡面)与水平面相交的二面角中，公垂面与倾斜面的交线。地形图中，最大倾斜线就是相邻等高线间的垂线。在编绘立体图时，在每一山坡面上的较密等高线范围内，只需选择少数有代表性的最大倾斜线标上，即可。

倾斜变换线为两个不同倾斜面的交线。在地形图上即为等高线疏密交替处的迹线。在编绘立体图时，一般主要把面对视点方向的近山脊、近沟谷处及等高线疏密交替明显处的倾斜变换线标出即可。

方向变换点指凹线或凸线的转折处，或山脊分岔点及河流会合点等。在编绘立体图时，以后两者较为重要。

图Ⅶ－37 中，为了使图纸清晰起见，只略举凸线、凹线及主要山顶标高为例。其它类推。

②在立体图的平面投影图上，按正方格子将各地形点及地性线的平面位置投影上去如图Ⅶ－37(B)中的 a(主要山顶标高点)及其有关的地性线。

⑧选择适宜的地形等高线与地性线(例如凸线)的交点，该其标高与立体平面标高的差数。如图Ⅶ－37(B)中，主要山顶点 *a* 的标高为 354 米，与立体平面标高 200 米差数为 154 米，按 Z 轴的比例尺，在其垂直方向上找出该点的立体投影位置 *b* 点。其他各点类推，找出各凸线的立体投影位置。其他地性线按同样方法处理。唯凹线，如果较平缓(各点标高差不大)，与立体平面标高相差亦不大时，可以不进行垂直方向的处理。

地形等高线的选择，根据图纸比例尺的大小，一般不必每个计曲线都选择，可以根据地形变化情况隔若干条选择一条计曲线。

④在立体图的四个边上，将各纵、横剖面的地形曲线，按同样方法投影上去。

⑤在山坡面上，在倾斜变换线的投影线所包括的较密等高线范围内，按最大倾斜线的

立体投影线方向，作不太密的平行短线。必要时，在较稀等高线范围内，也可按同样方法作平行短线，但密度应更稀。作成的地貌立体投影如同Ⅶ－37(*c*)

(3)按地性线法编绘地貌投影时，应注意选择适宜的 Z 轴比例尺及轴向角。一般如果地形高差较大，反视点方向的地形不易表现出来，在此情形下，根据山势、地形方向与视点方向的关系，酌情选择下列两种处理办法，或两种办法结合；

①缩小 Z 轴比例尺；

②减小轴向角(Y 轴与 Z 轴的夹角)或提高视点高度。图Ⅶ－37 是按缩小 Z 轴比例尺的办法处理的。

5．座标线及地质现象的投影：

(1)将所依据的资料如地形构造地质平面图、水平切面图或中段地质平面图、纵、横剖面图等，画上同样的正方格子。

(2)在立体图的平面及纵、横剖面上，都应择要划上 1－3 条 X 和(或)Y 的座标线的投影，座标线应选择整数，在平面图上的布局要适中，间距要相等。

(3)投影到立体图上的地质现象，一般只选择主要的；主要的地质界线及构造现象，或以立体图比例尺允许的条件为度。较小的地质现象，如果非常重要，可另作放大立体图或其他辅助的构造图表。

(4)座标线与地质界线、构造线的投影方法都相同。在没有地貌投影的平面及纵、横剖面上，都按正方格子进行投影。

(5)在有地貌投影的立体表面上，有两种方法；

①与前面所述投影地性线的方法相同，即分两个步骤，先按正方格子投影到立体图的平面上，再按各自的高程与立体图平面标高之差进行立体投影。

②按正方格子线(X 或 Y)作若干剖面图，在剖面图上画上正方格子的另一组垂线(Y 或 X)，依此垂线进行立体投影。

6．立体图上的地貌投影线条应用与其他投影线不同的颜色编制。

第六节　反映矿体产状、厚度、品位等情况的统计性图表的编制

(一)各类等量线图

各类等量线图包括等高(或等深)线图、等厚线图、等品位线(或含量等值线)图等。

1．等高(深)线图；其目的是为了研究特定层面的深部构造特别是褶皱构造，也可用于研究断层、矿床预测、指导勘探和开采以及储量计算。

(l)等高(深)线图有下列几种：

①一定地层层面的等高(深)线图，多用于研究褶皱构造：当所选择的层面代表一定地层单位的界面时，特称为层位等高(深)线图，多用于研究一定等构造层褶皱构造，当用于成矿预测或指导勘探时，多选择矿层(或含矿层)顶板或顶板以上有一定距离的标志层或矿化遮挡层；当用于指导开采时，多选择矿层或含矿层顶或底板。

②若干相邻地层层面等高(深)线重叠的图(重叠的图最好用不同色例)：多用于研究大地

构造运动或上、下构造层褶皱构造的关系或含矿层的赋存空间。当选择的层面为若干相邻的不(或假)整合面时，多用于大地构造运动，特别是海侵、海退规律，用于沉积矿产的矿床预测：预测含油、气构造及铁、铝土矿成矿有利地段。

③一定地层单位的层位等高(深)线与等厚线重迭的图，多用于研究大地构造运动或一定地质时代的古地理环境，用于沉积矿产的成矿研究。

④一定构造线界面的等高(深)线图以及综合层面或层位与构造线界面的等高(深)线图，多用于研究断裂的类型及位移要素，特别是后者能全面反映断层不同线段的位移要素，比断层图解法要全面些，一般用于指导勘探或成矿预测(图Ⅶ－39 示其一例)。

⑤浸入岩接触面的等高(深)线图，用于指导勘探及成矿预测。

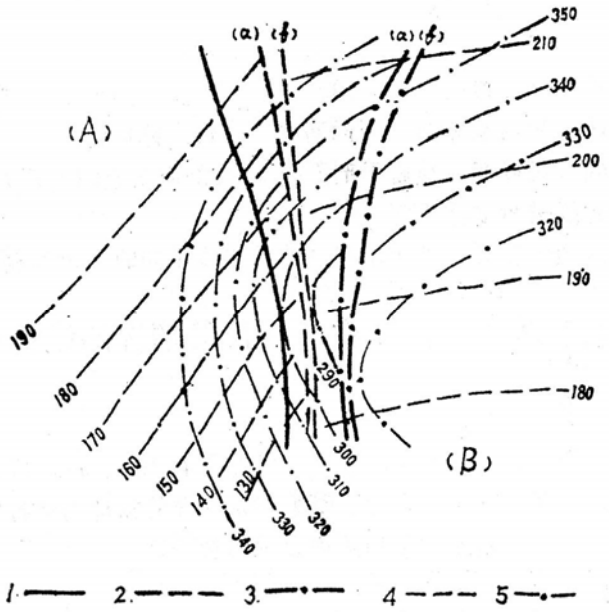
(2)编制这类图纸要具备一定的条件，主要如下：

①目的层(即编图对象)的产状要有一定的平面延展，如产状近于直立，不宜编制。

②一般只适宜于成层岩石，尤其是其厚度(和岩性)变化比较稳定者所构成的构造。

③研究断层时，一般只限于主要断裂，当被其他断层切割剧烈时，编图有困难。

④目的层及其上覆地层，要有实测厚度资料，包括实测剖面测定的和(或)深部工程揭露的。所需实测资料的多少视具体情况及图纸用途而定，除用于储量计算及指导开采外，



图Ⅶ～39　用以研究断层的构造等深线图

(A)：断层下盘；(B)：断层上盘；1：断层地表迹线；2(a)、(b)：分别为断层面与下、上盘下白垩统顶部交切线的投影线；3(a)、(b)：分别为断层与下、上盘上侏罗统顶部的交切线的投影线；4、5 分别为下白垩统顶部与上侏罗统顶部的等深线。地质判读：断层为正断层，但北部落差小，南部大，倾角自北向南逐步变陡，并有水平位移(上盘南移)；下白垩统与上侏罗统之间为不整合接触，不整合面为一曲面，向西倾伏。垂直断层作平行剖面可求得断层各点的倾角变化及位移要素。

应允许相当一部分参数是根据类比推定的。

⑤尽可能取得与目的层的物性相适应的地球物理资料，作对比参考之用。

⑥作为成矿预测之用时，矿化体应严格或主要控制在一定的层位或构造界面内，即上覆岩层底面或构造线的上盘就是或主要是矿体的顶板或上盘，或矿体距某标志层有一定的相对稳定的距离。

(3)等高线法或等深线法的选择：

①等高线法适用于编图区地形高差较大的地区，但同时需用另一色例标明地形等高线。优点是地质构造形态没有编图技术上的歪曲，缺点是因重叠有地形等高线，图面较复杂。

②等深线法适用于编图区地形高差很小的地区。优点是图面较清楚，能直接读出每一点的埋藏深度，不需换算；缺点是除平原地区外，一般对地质构造的形态不免多少有编图技术上的歪曲(因地形多少有些起伏)。

2．等厚线图：其目的是为了研究特定地层的厚度变化规律，用于指导找矿勘探和开采、储量计算及成矿规律与成矿预测的研究。根据目的层的不同而有下列三种：

(1)一定地层单位的等厚线图：当配合其他图纸时，可用以研究大地构造运动和古地理环境，用于沉积矿床预测。适宜于成层岩石地区，不受构造条件的限制，但单斜而倾斜较陡时，编图有困难。

(2)含矿层或含矿带的等厚线图；当配合其他图纸时，可用于内、外生矿床的成矿规律和成矿预测的研究，用于指导勘探。适宜于有一定延展的含矿层(或带)。一般情形下不受目的层产状的限制，但如产状较陡时，如有褶皱应限于舒缓波状。

(3)矿体等厚线图：用于储量计算和指导开采。适宜于层状、似层状或透镜状矿体，矿床构造及矿体形态复杂，厚度变化太大者，其应用受到限制，不受矿体产状的限制。

等厚线图所需目的层的实测厚度资料，主要是从实测剖面测量及探矿工程揭露获得。所需资料的多少也视具体情况及图纸用途而定。

3．等品位线图：其目的是为了研究矿体或含矿层的品位变化规律，用手指导勘探和开采；也可作成矿预测之用，例如，在岩相古地理图上投上含矿层的等品位线，可以较准确地预测沉积成矿富集地段。

另有一种厚度与品位的乘积的等值线图，用于有色金属或贵金属的储量计算。这一类图纸适宜于层状、似层状或透镜状矿体，不受矿体产状的限制，但构造复杂、矿体形态变化大者，其应用受到限制。对于矿体分割为若干品级的辅助原料及铝土矿等矿床，不宜编制。

编图时要有实测品位资料，最好有一定的网度控制，网度的稀密视具体情况及图纸用途而定。

4．准备底图：各类等量线图的底图因研究目的及图纸用途的不同而不同：

(1)用于研究大地构造运动、古地理条件和区域构造的等高(深)线图和等厚线图，以同比例尺区域地质图为底图，保留经纬线、水系及目的层界面地表界线，勾出目的层沉积当

时的剥蚀区(用于研究区域构造者不画剥蚀区)。

(2)用于研究矿区或矿床构造、矿层或含矿层厚度变化和品位变化的各类等量线图均以同比例尺矿区或矿床地质图(或水平投影图)为底图，保留座标线、勘探线及目的层界面地表界线。当矿层或含矿层产状较陡时，可根据具体情况及图纸用途选择平行倾斜投影图或纵投影图为底图编制等厚线图或等品位线图，但不宜编制等高线图，保留基本线条和矿体边界线，

5．等厚线图厚度参数的准则，根据研究目的及所采用的底图而选择：

(1)以平面地质图为底图，用以研究大地构造运动、古地理条件及内、外生矿床的成矿规律和成矿预测的一定地层单位(包括含矿层或带)的等厚线图，以目的层真厚度为准。此时不受褶皱构造的限制，但被断层切割，增益的厚度和剥蚀残余的厚度，虽然也应标出(用不同图例)，但只供参考。

(2)以各类投影图为底图，用以指导勘探、开采和储量计算的矿体等厚线图，以垂直于图面的厚度为准。此时被断层增益的厚度及剥蚀残余的厚度与正常厚度同等对待，但褶皱很发育时，不甚合适。

(3)研究含矿层或含矿带的厚度变化规律，以阐明成矿规律和成矿预测者，用纵或平行倾斜投影图为底图时，以垂直于图面的厚度为准。此时被断层增益的厚度及剥蚀残余的厚度同样只供参考，而褶曲发育时，亦不甚合适。

6．参数点的分类：包括深部工程点、地表剖面点及深部剖面点。后两种剖面点指实测剖面线上的某些点。

(1)深部工程点为深部工程与目的层某一特定界面的交点。

(2)地表剖面点为实测剖面线截取目的层的一段剖面的某一端点或目的层某一界面在地表出露之点，也包括地表工程揭露的剖面点。

以上两种参数点所获参数都是实测的，但对于等厚线图来说，地表剖面点的参数有一定的推定性质，目的层厚度愈大，推定性愈大。

(3)深部剖面点为实测剖面线上目的层以上某些地层单元的界面点或某些特定的点。与这些点有关的目的层参数是根据实测剖面成果进行剖面对比，确定地层柱状，推定目的层以上的地层真厚度，换算为所需的参数。故均为推定参数。

7．参数点的应用及定位：

(1)等高(探)线图：除用于指导开采和储量计算的等高线图外，其他等高(深)线图，三种参数点均可应用，特别是区域性等高(深)线图，深部剖面点占有相当大一部份数量。但用于指导开采和储量计算者，不能使用深部剖面点，或者仅供计算地质储量之用。

各参数点的定位以工程或剖面线与选定的界面的交点的投影位置为准。

(2)等厚线图：一般情形下，只能使用深部工程点及地表剖面点。参数点的定位一般规定以工程或剖面线与目的层底板的交点的投影位置为准。但地表剖面点的定位有三种情况：

①剖面线与目的层底板的交点，此处的厚度参数为零。

②剖面线与目的层顶板的交点，此处的厚度参数为目的层的全厚。

③剖面线与目的层层内某一特定面的交点，此点的厚度参数为该点以下至目的层底板的一段地层厚度。当目的层厚度较大特别是目的层为数种不同岩性的岩层组成的某一地层单元时，常需布设此种参数点，在编制区域性等厚线图时，常遇到这种情况。

(3)等品位线图：任何情形下，只能用深部工程点和地表剖面点，即深部采样线和地表采样线与目的层底板的交点的投影位置。

(4)各参数点的投影方法，可选用解析法或座标值法或作图法。

8．编图方法及步骤：

(1)整理、核实和(必要时)换算参数。对于等高(深)线图及等厚线图，要精确度量目的层及其上覆地层的真实厚度，即从观察所得的实际真层厚，或按实测原始资料计算的真层厚，不应有任何假设，即不能把被侵蚀或被断层破坏的部份厚度根据推测而减或加进去。注意厚度变化规律。

(2)编制卡片：卡片内容，因图纸种类及使用参数点类别之不同而不同，很难作统一规定。仅举等高(深)线图为例，以供参考。其卡片内容包括：顺序号、勘探线或实测剖面线编号、参数点类别及编号、目的层界面、参数[包括：地层真厚度(指自参数点以下至目的层界面一段的地层真厚度)，地层倾角、地层垂直厚度(或垂深)、地表标高读数(指参数点所在投影位置的地表标高)、目的层界面标高]、备注。

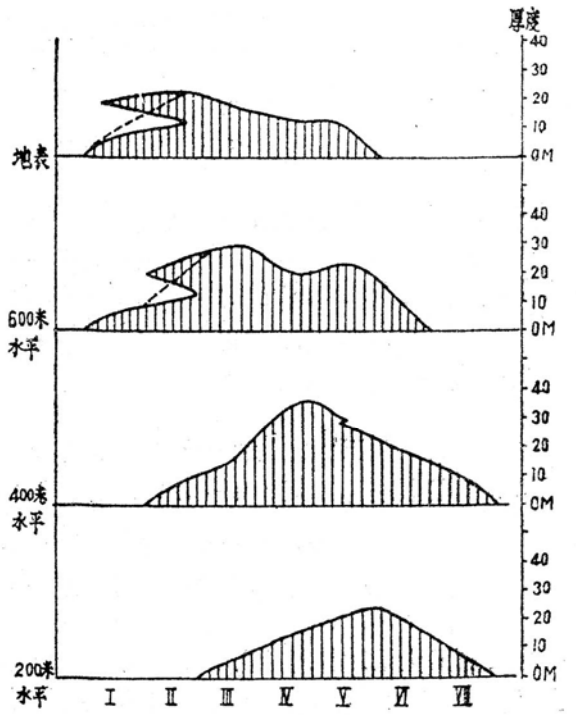
(3)在准备好的底图上，画上勘探线及(或)实测剖面线，注明编号。投上参数点及其编号，注明有关参数。

(4)以插入法绘出平滑的等量线。

(二)变化规律图表

这是一些以勘探线为横坐标以不同标高或深度为纵坐标的统计图表，借以分析沿走向、自地表至深部的矿体厚度、矿体产状或矿石品位变化规律，用于指导生产、阐明矿体的空间分布规律或研究矿床勘探类型。图表格式要根据具体情况去设计。一般需要有一定的深部工程才能编制，否则，只能编制地表部份沿走向的变化图表。今举两例，以供参考：

1．以曲线或柱状表达的；有矿体厚度变化规律图、矿石有益元素及(或)有害元素含量变化规律图(图Ⅶ－40、41)。利

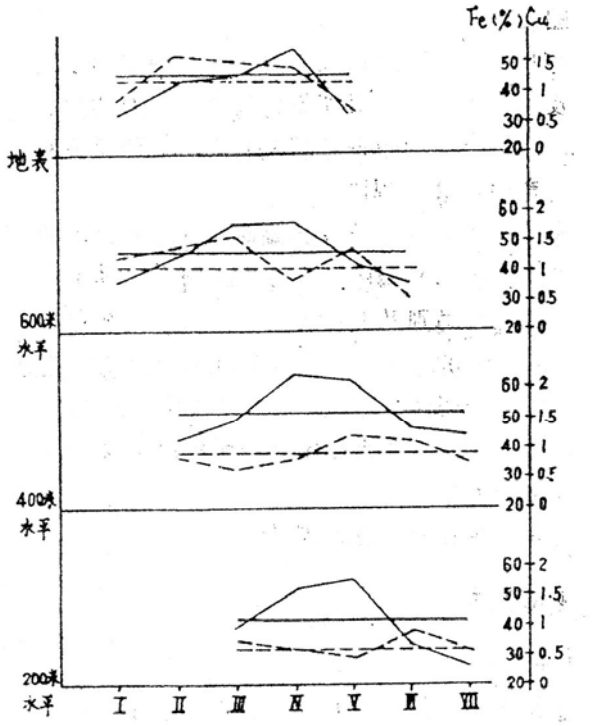


图Ⅶ—41 沿走向自地表至深部矿体厚度变化规律图 (虚线示压缩厚度)

用各勘探线与各水平剖面交截线上的厚度或平均品位编制。当没有交截线上的实测资料时；对于厚度可用内插法获得；对于平均品位，可用各水平面影响范围内的工程平均品位。一般情形下可用算术平均。

这一类变化规律图与有关等量线图(矿体等厚线图或含量等值线图)比较，各有优缺点。一般情况下，对于倾斜较大的矿体或内生矿床，多编制变化规律图。对于不宜编制等厚线图或含量等值线图的矿床，也可编制这种图。当矿体分割为若干品级时，或必须同时阐明有益和有害组份的变化规律时，可用各交截线上主要有益组份的平均含量和主要有害组份的平均含量重叠的曲线或柱状编制。

2．以数字表达的：有矿体产状或矿体产状与厚度(及夹层厚度)变化表(附表Ⅶ－7)，其编制方法及条件同上。



Ⅶ—41 沿走向自地表到深部品位变化规律图
实线：Fe；虚线Cu；水平线：平均品位

(三)级频率图

这是一种以矿石的主要有益元素含量分级为横坐标，以试样个数为纵坐标的柱状统计图(图Ⅶ－42)，用于研究：

(1)矿石主要有益元素分布的均匀程度和矿石品位变化情况；

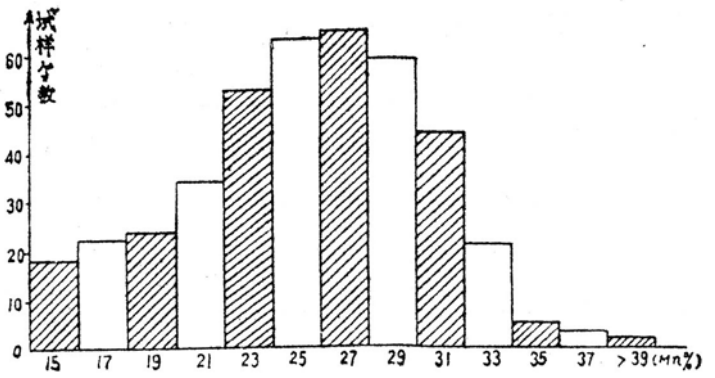
(2)全矿床的矿石主要属于何品级(贫、中或富)；

(3)平均品位计算方法的选择：当级频率的高峰位于图的中央(分级的中间)部份，同时两侧又大致对称时，算术平均与加权平均结果比较应相近，当级频率的高峰偏左或偏右时，亦相应的偏低或偏高。但具体选择何种平均品位方法尚须结合其他条件。

参加编制级频率图的试样为有用矿体内参加平均品位计算的或边界品位以上的全部普通试样。有益元素的含量分级根据具体情况而定，一般采用等间距的分级。统计每一分级内的试样个数，进行编制。

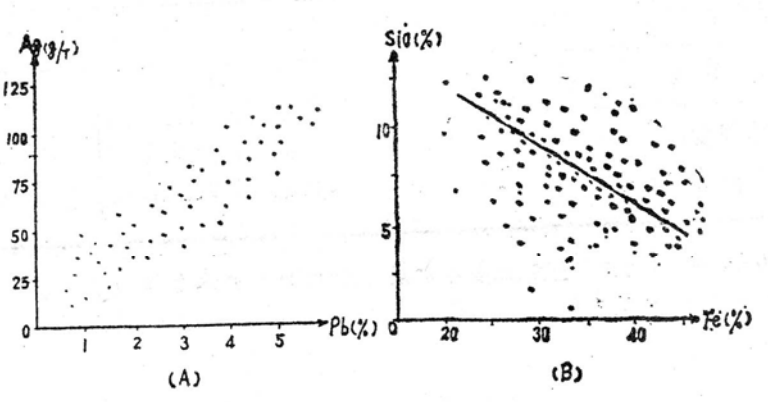
（四）不同组份的相关关系图

这是一种分别以不同组份的含量分级为纵、横坐标的统计图。以矿体内全部试样或有代表性的或主要地段的试样的不同组份的含量，求出每个试样的投影点。参加制图的试样，



图Ⅶ－42　级频率图

有组合试样、全分析样及普通试样，根据制图目的及试验项目选择。注明参加统计的试样个数。如相关关系不很明显，可在各点分布范围内的适中位置画出直线、甚至折线。借以阐明不同组份(或在不同组份含量区间内)的正或负相关关系(图Ⅶ－43)，用于研究组份的共生关系和矿化作用的特征。参加编图的试样不宜过少，否则所求得的相关关系不甚可靠。根据地质特征，必要时，可以分别按不同矿石类型或工业品级、不同区段或深度编制相关关系图。



图Ⅶ－43　相关关系图（××个试样统计）
（A）正相关（关系明显）;　（B）负相关关系（关系不明显）。

沿走向自地表至深部矿体产状、矿体厚度（及夹层厚度）变化表　　附表Ⅶ－7

厚度单位：米　　产状单位：度

勘探线号			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	备注
地表	矿体产状	上盘	50	52			
		下盘	57	60			
	矿体厚度 (夹层厚度)		30+10+5=45 (5+2=7)	40+12+5=57 (4+2=6)			
700 米水平	矿体产状	上盘	50	53			
		下盘	60	62			
	矿体厚度 (夹层厚度)		38+12+4=54 (4+3=7)	42+14+4+7=67 (5+4+1=10)			
600 米水平	矿体产状	上盘					
		下盘					
	矿体厚度 (夹层厚度)						
500 米水平	矿体产状	上盘					
		下盘					
	矿体厚度 (夹层厚度)						

注：30+10+5＝45 为自下盘至上盘各矿层厚度相加＝矿体全厚，（5+2＝7）为相应的夹层厚度相加＝夹层全厚。

第八章　成矿规律及成矿预测研究性图类的编绘

第一节　成矿规律与成矿预测研究性图件编绘的一般要求

成矿规律及成矿预测研究(简称成矿研究)的目的是在大量实际资料的基础上，总结成矿规律，用以指导普查找矿，确定普查找矿长远规划的地质依据，指出找矿勘探方向，扩大矿区远景，并为普查设计的编制提供资料，为选择普查找矿的地区，矿点及方法提出建设性意见。

进行成矿研究时，应注意：

1．尽可能搜集大量的实际资料，凡已有的，能够搜集到的资料，都要尽可能予以搜集。

2．尊重客观实际，从事实出发，综合各方面的资料分析研究，求得客观规律，避免片面性。

3．反复实践，反复认识，在任何时候、任何阶段，成矿规律图和成矿预测图以及它们的各种底图和各种辅助图件都需通过实践予以检验、修改、丰富和提高；也要通过有针对性的野外补充研究工作来完成；这项工作要随着编图工作的进展随时进行或交错进行，不要等到成矿图作完后才进行。

4．成矿规律和成矿预测的研究，室内工作只是工作中的一环，还需参加有计划的反复进行的野外工作，包括事前的踏勘，事后的检查：一方面获得感性认识，二方面亲身从实践中对编图成果进行检验，有目的地提高认识，提高图纸的质量。

5．矿产是地质作用的综合产物，在研究中应抓住主要矛盾，即成矿的主要因素。但是一个主要矛盾解决了，另一矛盾又上升为主要矛盾，要随机应变。一般情形下，成矿物质的存在(即内因)是主要的，有了成矿物质才有成矿作用，才有富集的可能，因此一般情形下，反映成矿物质的存在的矿化现象是主要因素。为了查明矿化富集的局部位置，矿化富集条件的研究便成了主要矛盾，其中构造条件是最主要的，因为不仅矿化活动本身，就是岩浆活动、沉积作用、变质作用等因素也都受构造作用的制约。当构造条件具备之后，岩性又是主要的条件。实际工作中每个具体地区，必须作具体的情况分析，才能抓准主要矛盾。

6．成矿规律及成矿预测的研究，必须集中群众的智慧，广泛搜集各项资料、广泛吸收意见，更重要的是要使掌握第一性资料的工作同志(包括地质、物、化探、岩矿及古生物等工作人员)参加这项工作，倾听他们的意见。

7．成矿研究的基本方法是地质类比法，即在相似地质条件下可能存在相似的矿床。类比法能指导进一步的找矿而且能帮助确定找矿方法和地质工作程序。

应用地质类比法应注意：

(1)正确处理共性和个性的关系：共性包含于一切个性之中，无个性即无共性。已知的地质规律都是相对的，不可能包括一切地区或一切矿床的个性，这主要是由于目前所总结的地质规律大多还是属于经验性的，带有一定的局限性，总结规律所依据的理论、假说还

有不少分歧。地质规律将随着资料的不断积累，认识的不断深化而逐步丰富、提高。因此在地质类比中，既要从发展的观点来看待已知的一般规律，但也不要完全忽视已知规律的作用，要正确处理不同地区、不同矿床的个性特点，这种个性特点既表现在发展历史上的不同，也表现在相同的发展历史阶段的各别地区的不同。

(2)在工作方法上要重视典型矿床的作用，从典型入手，总结规律，由点到面，进行类比。

(3)既然矿产是地质作用的综合产物，而地质作用是千变万化的，因此在地质类比的基础上进行的研究方法和编图方法也不是一成不变的，成矿研究和编图工作是一项创造性的工作，尤其是大比例尺图纸。要以严密的科学方法和勇于探索的精神相结合，创造性地选择或制订合理的研究方法和编图方法。

(4)构造作用是控制成矿的主要作用，在成矿研究和编图工作中，首先要考虑构造条件。目前对构造运动的研究，有地质力学，有传统的槽台学说，有板块构造等不同学说。这里介绍的，主要是用传统的槽台学说的观点，也介绍一些用地质力学观点所进行的研究和编图方法。无论采用那一种构造地质学的观点，重要的是多作各方面的探索，博采众长，广开思路总是有益的。

本文介绍的编图方法和研究方法，仅是举例性质，不可能包罗万象，只是希望能起到打开思路的作用。

第二节　成矿规律与成矿预测研究性图件的分类

以醒目的方式把所有主要的控制矿化作用分布规律的单元或地质因素——沉积作用、构造运动、岩浆活动和变质作用都表示出来，并着重表示出已查明的矿区、矿床或矿化现象的分布规律以及与这些地质因素在空间上，时间上或成因上的关系的图纸称为成矿规律图。在此基础上，荟萃其精华(反映出成矿规律图中所得出的主要结论)，并标明各种找矿标志，籍以表示推测有可能发现的矿区矿床或矿体的图纸，称为成矿预测图。预测图一般以成矿规律的资料作基础的。

成矿规律图与成矿预测图的分类：

1．按其性质可分为：

(1)综合成矿图：表示出各种矿产、各种类型矿床形成的地质条件、时代及分布规律与找矿方向；

(2)不同矿种的成矿图：表示一种或一组相互伴生的矿产；

(3)不同成因矿床成矿图：即按内生或外生矿床分，或按不同成因类型分。

上述图纸分类的选择，根据共同的或主要共同的成矿控制因素、编图方法、资料的多少及图纸的清晰程度而定。

2.按比例尺大小可分为三种：

(1)小比例尺成矿图：比例尺为 1:1,000,000～1:5,000,000，反映大成矿区，大成矿带、成矿域或成矿省的成矿规律，其范围是以一级大地构造单元或巨型构造体系为单位的，因

此包括范围甚为广大，可以跨省、跨国、跨洲，甚至是全球性的大成矿带，在这一类图纸中，又将范围特大(比例尺很小)的划分出来称为区域成矿规律图。

(2)中比例尺成矿图：比例尺为 1:100,000～1:500,000，反映成矿区、成矿带、亚区、亚带、矿区的成矿规律，其研究范围是在构造分区的基础上，或根据二级或三级甚至更次一级的构造单元划分，考虑各种地质因素及矿化作用，进行成矿分区。

(3)大比例尺成矿图：比例尺 1:10,000～1:50,000 或更大，反映矿区、矿田的成矿规律，研究其范围，是在序次比上述更低的构造单元的基础上，确定具体的矿化范围，揭露矿区或矿田基本的情况。

各种比例尺的成矿图的一股要求见附表Ⅷ－1。

各种比例尺的成矿图的一般要求表　　附表Ⅷ－1

比例尺	小比例尺 1:1,000,000～ 1:5,000,000	中比例尺 1:100,000～1:500,000	大比例尺 1:10,000～1:50,000 或更大
目的和任务	(1)查明区域地质构造中各种矿产和矿床类型最重要的共同分布规律同个别区域的地质发展规律和构造的关系； (2)取得各个区域在含矿方面的远景的比较评价资料； (3)建立各种矿产普查工作长远规划的科学基础。	(1)阐明矿区和矿田的分布规律和形成条件；结合地质构造研究地球化学的特点； (2)比较评价区域内各个地段发现新矿区、新矿田或新矿床的远景，论证其可能发育或富集的条件和标志； (3)论证区域内各种矿产的相对富集程度，为工业布局提供初步参考资料； (4)为各种矿产的普查找矿总体规划及普查找矿设计提供地质依据。	(1)阐明局部地质构造中矿床的分布规律和形成条件； (2)评价已知矿床扩大储量的远景及研究尚不足的矿化点的远景； (3)评价发现新矿床的远景指出并认证工业矿化可能或集中的地点； (4)初步确定新矿床的大体规模或一个地区的储量预测。 (5)提出盲矿体的找矿依据； (6)为普查找矿设计提供较详细的地质依据建议应采取的普查勘探方法。
划分成矿单位	大成矿区、大成矿带、成矿域或成矿省或成矿系	成矿带、成矿区、亚带、亚区、矿区	矿区、矿田、矿床
底图	大地构造图	构造地质图、构造岩相图或岩相古地理图	构造岩相图或岩相古地理图或其他特定的底图

（接上页表）

主要分出的地层单位	不同年代的褶皱区最主要的地层	地层的系和统表示出岩相或岩性特征	统，建造岩系，层，表示出岩性特征
相	有时为主要的建造	除岩性、岩相划分外并圈出下构造层埋藏相的可能矿化范围，可能有的等厚线	岩性的全部划分
构造	地台、地盾、地槽系统及其构造岩相带；一级和二级的褶皱的轴线和主要断裂	构造岩相带，二级或较低级的褶皱(其中包括重迭的火山沉积拗陷)、褶皱形态。根据间接标志表示的基底深断裂带，如褶皱系统的横向沉降，岩层的挠褶状拗折、连串的重迭凹地、岩墙、连串的侵入体热液蚀变围岩带等	二级及较低级的褶皱，褶皱形态。小褶皱带，间接标志表示的深断裂带包括这些带中的相变化，根据地区性制图分出小裂隙所有的构造破坏等，要表示基底深断裂带的地表标志
岩浆活动	侵入杂岩(根据岩浆活动的阶段或时间)	侵入杂岩，分出有矿的侵入阶段。主要的岩墙组	侵入的主要阶段和次要阶段，分出有矿的各阶段。所有岩墙体
金属矿化作用	圈定长方形的主要矿化范围，其方向与主要控矿构造一致；主要的或最重要的矿床，大致分出其年代	定向分布的矿床、矿点和矿化点、单独的矿结，总结重砂取样和金属量测量资料	矿化各阶段的矿床、矿体。矿点和矿化点，它们的空间分布形态； 分散矿化带的成矿作用总结详细的金属量测量和重砂取样资料
围岩热液蚀变晕圈	不　　分	围岩的热液蚀变按矿化特征分出	一定矿物组合的或分散的矿石矿物和脉石矿物的原生晕圈

3．根据当前冶金地质的具体情况，暂时只进行大、中比例尺的研究工作。本节只举例介绍大、中比例尺成矿图的主要图纸的编制方法。

第三节　成矿研究图件编绘的工作程序

主要分两个阶段，第一阶段为编制成矿规律图，第二阶段为编制成矿预测图。具体程

序如下：

1．广泛、全面地收集资料；反复进行有目的，有重点的野外检查或踏勘；

2．准备各种基础图件：

(1)地质图；

(2)矿产分布图及矿产卡片；

(3)地质矿产研究程度图；

(4)岩浆岩分布图；

(5)构造地质图
(6)构造分区图 } 或区域构造地质图或大地构造图；
(7)构造纲要图

(8)构造体系图，构造体系地质图或构造体系岩相图；

(9)岩相图、构造岩相图及岩相古地理图；

(10)岩性图及岩性古地理图；

(11)成矿剖面图；

3．准备各种辅助图件：

(1)地球物理研究成果图；

(2)地球化学研究成果图；

(3)重砂异常分布图；

(4)研究蚀变作用的图纸；

(5)水文地质图；

(6)地貌图；

(7)盖层的成份及厚度图；

(8)其他辅助图表。

4．编制成矿规律图；

5．编制成矿预测图；

6．编写成矿研究报告。

应注意的问题；

(1)上述图纸中，构造地质图、构造体系地质图或构造体系岩相图、构造岩相图、岩相古地理图或岩性古地理图(对于外生矿床)，均可用作成矿规律图的主要底图，即直接据以编制成矿规律图的底图，因具体情况不同而选择。但一般情况下，即使选用别的图纸为主要底图，构造地质图仍为必要的图纸，其他均为辅助图纸，其中，矿产分布图、研究程度图、物、化探异常及重砂分布图为必要的辅助图件，其他根据需要和可能，或分别编或酌情合并于性质相近的图纸，以不影响图面清晰及研究主题为限度。如果编制了构造体系图及构造体系地质(或岩相)图，则构造分区图、构造纲要图及构造岩相图可以不编。

(2)上述阶段及步骤的划分并非一成不变的，主要根据需要和可能，酌情处理。如果为了适应急需或资料还不足时，可以先编好构造地质图、矿产分布图、地球物理、地球化学

图和重砂图，再综合成地质、物、化探、矿产分布综合平面图作为成矿图的底图。

(3)上述各种图纸，一般对大、中比例尺都可适用、只是两者所需要的详简程度不一。但大比例尺图需要一些特殊的方法和要求，(参阅本章后面有关论述)。

(4)其所以要编制一些辅助图纸，只是为了既能表达其细部，又便于在主要图纸上荟萃其精华(概括各个图纸的主要结论)。因此在资料还不多时，只要能善于抓住主要控矿因素及主要找矿标志，可以省略一些图纸的编制工作。

(5)下列各条，所述的编制方法及要求，在开始时资料还不足、认识还不够深入时，一般还很难满足，要结合具体情况、以能尽快达到发现矿产、扩大远景这一目的为原则，灵活运用。当然，这些方法和要求，既非唯一正确的，也不是最终要达到的标准，因为认识是没有止境的。

为了符合成矿研究的需要，一份质量较高的地质图是十分必要的，它要尽可能取得最新、最详尽可靠的资料。往往最新测制的、比例尺很大的图纸，也不能完全满足成矿研究的某些需要，例如：一般地质图上没有表示的隐伏的深大断裂，对于成矿研究却有很大关系，应根据有关资料和标志，以特定图例补充表示上去，有些图纸过于烦琐的地方，应将其对于成矿研究无关的部份归并或省略。因此通常都要对地质底图加以整理。整理时，分为两个步骤，首先按原有资料进行整理，然后根据整理中发现的问题，进行有针对性的野外研究，再进行修改(其他各种图纸，必要时，均可按此步骤进行)。

第四节　基础图件的整理、编绘

(一)地质图：是在对编图区范围内所有各种不同比例尺的地质图进行整理和详细分析的基础上进行。先要选好地形底图，必要时分幅编制。在地形底图上除要删掉等高线外，其它在原图上使阅读地质内容产生困难的地物和符号也应进行删节，但须保留原图上的座标网格和经纬度。其次要拟定统一图例和有关文字代号，以保证编图工作能够顺利地进行。在进行落图时，应尽量考虑利用最大比例尺和最新编成的图件，因为这些图件，质量是较高的。

如果研究范围内有砂矿或风化壳矿床发育时，要尽可能保留地形等高线及地貌符号，特别是大比例尺图纸。

1．按附表Ⅷ－1 对于地层划分的要求，对沉积岩、火成岩、变质岩进行尽可能详细的划分。划分时要考虑到成矿研究的需要，变质岩尽可能恢复原岩，在原岩基础上，加上代表不同变质作用和变质程度的花纹；特别是大比例尺图纸。如果不能恢复原岩时，则以色例表示时代，以花纹表示不同变质作用和变质程度；变质岩全面分布地区，除混合岩化及花岗岩化岩石外，可不用花纹。火山岩应区分不同的时代、不同系列和不同的岩性，分别以颜色，色调深浅及花纹或代号来表示。

2．侵入岩对于中比例尺图纸，一般按酸性、中性、基性、超基性及碱性五类划分，并表示不同时代，在图纸比例尺允许范围内，尽可能划分出不同的相，对大比例尺图纸一般要划分出不同的相，对于岩脉、岩墙及各种单矿物脉，均用相当岩性的粗色线按其走向表示，在图纸比例尺允许的范围内，按实际情况表示。图纸比例尺不允许时，．划分岩墙

（脉）组。很小的单矿物脉，个别出露，没有实际意义时，可以忽略，成群出现时，以特定符号表示，并表示其走向及分布范围。

对于复杂侵入(喷发)岩组图上无法区分成份时，按其两极组份联结起来表示。例如闪长岩至辉岩和角闪岩之间的一套岩组用 δ － φ 来表示。

3．要用不同图例表示地层的斜交不整合接触(包括地层与侵入岩)及平行不整合接触。第四系与其下伏地层的不整合接触例外。

4．其他与一般地质图的要求相同

岩性柱状图：岩性柱状图是充分反映工作区地层岩性特点，特别是影响该矿区(床)矿化分布的岩石成份、结构、构造、次生变化(包括沉积变化和热液作用)及其他有利于矿液富集的岩性、岩相特点和矿化沿剖面分布的特点的图纸，其目的是查明该矿区(床)在岩性控矿准则上的特殊性，以便确定在编绘成矿规律图及预测图时，应重视哪些岩性准则。

1．岩性柱状图上应表示的岩性标志(即岩性控制准则)，一般既要考虑上面所述的一般情况，也要根据当地的具体情况，尤其要考虑每一矿种的特殊情况。因此应对矿床和地区的具体情况作具体的研究，然后进行必要的选择。图上一般要表示有关岩性的蚀变情况及其程度，借以阐明蚀变作用与围岩岩性特点的关系。图上要表示矿化的分布，用花纹或曲线表示其相对强度。有条件时，图上可以加上物探及岩石金属量测量的成果。

有条件对，一定要标出标志层的位置及其岩性条件。

对予受岩性一地层或地层控制者图上要表示地层剖面上的具体层位，借以查明控矿的地层层位，再进一步查明控矿的岩性标志。控矿的岩性标志对于岩性－地层控制者可参考纯岩性控制，对于地层控制者，多半是裂隙一孔隙度、有机质、白云石化及其他。

2．对于编绘区内每一个工业矿床都应编制岩性柱状图，以阐明所查明的岩性控制标志在区内是否有普遍性或其适用的条件。有条件时，也应整理出全矿区的综合岩性柱状图。以便应用于全区的预测。

3．编图步骤：一般分为草图，野外专门研究及室内加工整理三个步骤：

(1)草图：是根据已有的地质资料包括矿区和矿床的资料编制的，必要时，进行野外的一般观察，以补充目估定量数据。图Ⅶ－1 示草图一例。图上的定量参数都是目估的相对数量，即便在这种情形下，也已可以初步确定矿化主要与石灰岩的白云石化、重晶石化及裂隙度有关。

(2)野外专门研究；上述草图是不够的，为了进行比较准确的预测(结合其他条件)，进行野外专门研究把目估定量提高到比较准确的定量是必要的。为此，除了野外的详细观察外，还要采取标本作必要的岩性或物理、化学试验。

(3)室内加工整理：编制比较正规的岩性柱状图，用百分比或曲线或其他符号表示各种标志的定量参数。并与草图对比。图Ⅶ－2，Ⅶ－3 示室内加工整理后的岩性柱状图一例。但是，即使是这种图纸也还不是最终的，还需要再到实践中去修改提高。

根据室内加工整理的各个矿床的岩性柱状图，总结出比较可靠的岩性标志及其定量参数，用特定的花纹或曲线来表示在成矿预测图的平面或(和)剖面图上。

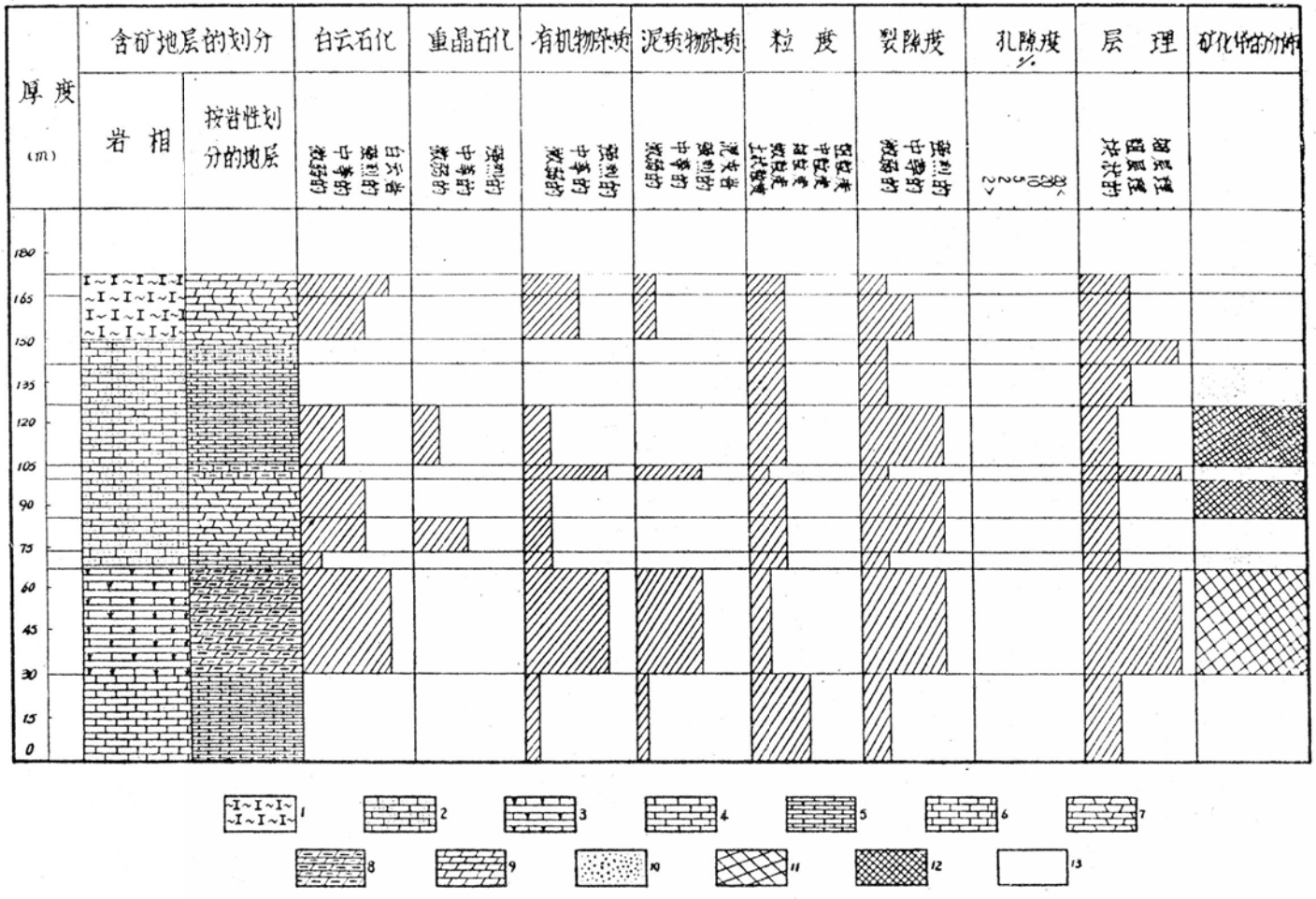
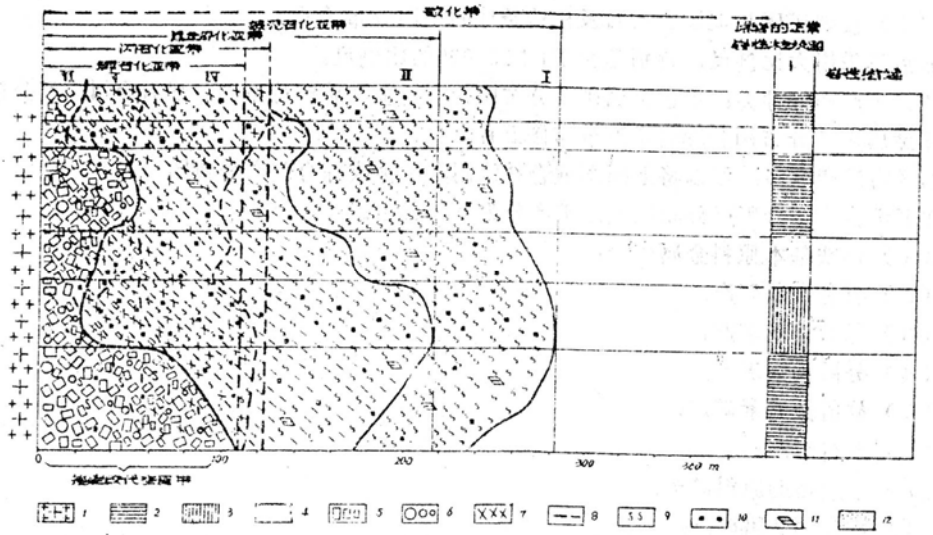


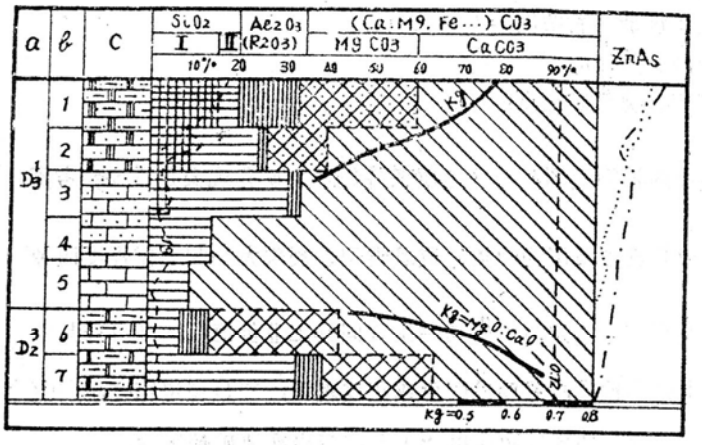
图1 盐层性质的柱状图

1.湖相盐碳沉积；2.海相盐碳沉积；3.湖相盐碳层；4.灰岩；5.灰岩；6.泥灰岩；7.含白云质很高的灰岩，有泥份的灰岩，夹碳质白云岩；8.成层沥青质层；9.并夹白云岩；10.含有方铅矿呈散浸染体的岩层；11.含有品位较低的铅矿的岩层；12.含有工业品位铅矿体的岩层；13.铅矿体的富矿部。



图Ⅷ—2　综合二相岩性柱状图（仅示左边一部份，右边暂略，）

1.花岗斑岩，原始岩石类型；2.以石英炭酸盐为主的岩石；3.以铁镁组份为主的岩线）4.过渡型岩石主要蚀变（变质）矿物发育区及其至侵入体接触面的最大距离（直石；和实际距离（曲线、实线示界限比较清楚，虚线示不清晰），花纹多少与主要矿物含量比例大致相适应；5.辉石（粒度＞8mm，＞3mm，＜3mm）；6.拓榴石（粒度：＞1cm，＞5mm，＜5mm）；7.闪石；8.黑云母（粒度＞3mm）；9.绿泥石；10.磁铁矿；11.团块状碳酸盐类矿物；12.微石英。蚀变（变质）岩石类型：Ⅰ矽化岩石；Ⅱ条带状绿泥石化岩石；Ⅲ条带状绿泥石—黑云母化岩石；Ⅳ条带状黑云母—闪石化岩石；Ⅴ条带状辉石—黑云母—闪石化岩石；Ⅵ杂色块状辉石矽卡岩。



图Ⅷ—3　产于碳酸盐类岩系中汞矿床某矿段的岩性图

a岩层时代；b样品号和取样地点（在剖面上）；c地层—岩性柱状图（1.石英化泥灰质白云岩；2.“含砂的”白云岩；3、4.“含砂的”灰岩；5.较纯的灰岩；6.白云岩；7.“含砂的”白云岩；右边—各个样品中各种组份：SiO_2（Ⅰ—热液成因的，呈不规则颗粒或晶形完好的晶体产出；Ⅱ—同生的，经镜下鉴定呈浑圆的砂粒产出）、Al_2O_3、$MgCO_3$分子（带点的斜线条是热液成因的，不带点的是沉积成因）、$CaCO_3$分子（根据化学分析数据换算得出）的含量图解；虚线—汞的含量（相对单位）；点线—Zn量的相对含量，断线加点—As量的相对含量。

(二)矿产分布图

1．编图目的：

(1)表示区域及矿区内矿床及矿点的分布；

(2)反映矿床与地层、岩石及构造条件的空间分布关系。

通常不采用大比例尺，特别是大于 1:25,000 的比例尺。

2．矿产图的种类：黑色金属矿产分布图、有色金属矿产分布图、稀有金属矿产分布图、非金属矿产分布图及综合矿产分布图五种。

如区内矿产不多，可以将上列图纸合并编制多矿种或综合矿产分布图。

在多矿种或综合矿产分布图上之矿产分为下列各组：

(1)钢铁基本原料金属矿产；

(2)有色金属矿产；

(3)稀有金属矿产；

(4)分散元素矿产；

(5)放射性元素矿产；

(6)燃料矿产；

(7)冶金辅助原料矿产；

(8)特种非金属矿产；

(9)化工原料非金属矿产；

(10)建筑材料及其他非金属矿产；

(11)地下水、地下热水。

3．矿床按规定标准划分为大，中、小型矿床和矿点四级，必要时可以增加矿化点及情报地作为第五级。

工业矿床应包括已开采的(规模根据历年累计总储量来确定)、业经勘探或评价的、经过充分研究具平衡表内储量的矿床。

4．符合下列条件的矿化点可以绘于矿产分布图上：

(1)可以帮助了解已知矿区的分布范围及发展远景者；

(2)可以帮助说明矿产分布规律的；

(3)区内新发现的新矿产新类型矿化点；

(4)资料比较可靠的。

作为成矿规律及成矿预测图的辅助底图，一些地质条件较好的矿化现象是重要参考资料，应在图上尽量表示出来。

5．在图上的矿床、矿点应按其金属矿物种类，成矿类型，规模大小和工作程度四种因素来表示：

(1)矿种可以颜色或图案形表示，如两种矿物共生并同具工业价值：一是可按其各自含量用同一图形之$\frac{1}{2}$、$\frac{1}{3}$分别以两种或两种以上颜色或花纹表示，二是规定综合矿产的符号；

三是按主要矿种符号表示，而在图形右边注以“+”字写出次要矿种名称。

(2)以图形大小表示矿床规模：大、中、小型矿床、矿点及矿化点。

(3)以不同图形外框或加符号表示成因类型。内生矿床分为岩浆型、伟晶岩型、矽卡岩接触交代型、热液型及火山岩型。外生矿床分为沉积、风化壳矿床、砂矿及沉积受变质矿床四类。必要时，增加变成矿床，分为内生变成矿床及外生变成矿床两类。矿化点不表示成因类型。

(4)以外框加符号表示工作程度：可分勘探、评价、矿点检查、矿点踏勘四类。如外框加符号表示成因类型，则勘探程度符号加上括弧。

6．对沉积层状矿床(如煤、铁、锰、铝土矿)及一些较大脉状矿体，除以该矿种的图例表示外，并应用轮廓线将其实际规模(或延长)和产状如实画出，轮廓线的颜色与各该矿产的色例一致。

砂矿以特殊符号表示。含有一种矿产的砂矿可在其分布的河流两侧或谷地两边，以颜色线条沿其走向伸长，以其原生矿产的相应颜色表示。含有两种矿产的砂矿，以两色线条相间，各色线段长短依其含量比，两种矿产以上类推。条带宽度：工业矿床为 0．8 厘米，非工业矿床 0．2 厘米，在图上表示延伸小于 2 厘米的砂矿可以省略或用特定图例。

7．必要而可能时在图上表示出矿带附近的围岩蚀变的面积，如矽卡岩化，矽化及碳酸盐化等等，用不同符号花纹表示。

8．重砂及物化探异常区均用代表矿种颜色条带圈定，加上编号及矿种组分符号于条带中，如(B)辰砂、(5)Cu、磁异常用黑色或特定颜色线条圈定注上符号及异常值。

编制矿产分布图及矿产卡片的方法及步骤，一般如下：

1．用浅色同比例尺地质图作为底图。

2．收集资料和研究资料：全面收集编图范围内的矿产资料，并挑选可供利用的主要资料，这些资料除矿产图及矿产资料外，尚需有各勘探队、普查队编制的地质报告及图件。

3．编写矿产地登记卡片，可分内生矿产地登记卡片，外生矿产地登记卡片。

地质工作程度较详的地区，凡属开采(经过评价或勘探工作者)、勘探、评价和经过详细找矿的矿产地均应填制。经过初步找矿的产地，有条件或有价值时，也可填制。其格式如附表Ⅷ－2，Ⅷ－3。填写时，要抓住的重点是：成矿条件、找矿标志及工业利用价值。

内生矿产地登记卡片 **附表Ⅷ－2**

编号： 矿种： 产地名称： 第 页

地理座标及交通位置		（包括座标位置及至最近主要居民点的距离及方向）
地质构造位置		（包括大地构造位置及在地层层序中的位置）
岩浆活动与成矿关系	岩浆岩名称、结构及岩体间的相互关系	
	矿体与侵入体的相对位置	
	绝对年龄或时代	
构造与成矿关系	控制矿田的构造	
	控制矿区、矿体的构造	
含矿围岩	地质年代和地层名称	
	岩石性质	
	在矿化富集中的作用	
围岩蚀变和接触变质		
矿体规模、形状和产状		
矿物成份	主要矿物组合及结构、构造	
	矿石工业类型	（指出主要类型）
	矿石自然类型	（包括识别标志、各带深度及其品位）
矿石化学成份	品位	（波动范围及平均）
	伴生有益有害元素	
矿石建造及矿床成因类型		
工 作 程 度		（包括控制程度、勘探深度和工作量）
获得工作成果或储量		
远 景 评 价		
依据资料来源		
备 注		

制表单位 **填表人** 年 月 日

外生矿产地登记卡片 **附表Ⅷ－3**

编号： 矿种： 产地名称： 第 页

地理座标及交通位置		（同前）
含矿构造层及构造位置		（包括建造类型或性质）
矿区地层概况（地层、火成岩、构造、矿层产状）		（应注意指出含矿岩系所处位置）
含矿岩系特征	地质时代及岩系名称	
	矿床地层简述	（包括岩性、厚度及矿层所处位置）
	岩相及沉积环境	
	与上下地层接触关系	
矿层特征	矿层数及其厚度	（包括每个矿层厚度及总厚度）
	可采矿层的厚度	
	矿层形状、稳定性及分布	（包括主矿层及一般矿层，稳定性包括矿层延长及尖现再现情况）
矿石特征	矿物成份	
	品位及伴生有益有害组份	
	矿石结构和构造	
岩浆活动及其与矿层关系		
矿床成因类型		（包括工业堆积的条件）
工 作 程 度		
获得工作成果或储量		
远 景 评 价		
依据资料来源		
备 注		

制表单位 **填表人** 年 月 日

4．矿点和矿化点均填制矿点(矿化点)登记一览表(格式如附表Ⅷ－4)：凡属普查、踏勘、群众报矿、开采小矿(未经评价或勘探或对区域成矿研究意义不大者)的矿产地可以填表。但是如仅从地质图上的构造关系或地层延展方向所推测而实际没有证实或者经过工作确实否定的矿产地，可不填表。

5.原则上，典型矿床要填制得详细一点。也可采用：典型矿床采用附表Ⅷ－2、3 的格式填制，而一般矿床及矿点(矿化点)采用附表Ⅷ－5、6 的格式填制的办法，可根据当地具体情况选择。采用附表Ⅷ－5、6 时，内容既要精简又要反映矿床的主要地质特征(成矿条件、找矿标志及工业利用价值)。

6．暂时淘汰的或存疑的矿点(矿化点、情报地)列入存疑的矿点(矿化点、情报地)登记表中，作为技术资料备查。一般包括下列三种情况：

(1)矿产地具体位置不明，或者两个以上的资料所写地名不同，但实际可能是指同一矿点，或者不能肯定是否有何意义，经调查了解后仍不能肯定者；

(2)资料上已经否定的矿点；

(3)经调查了解后，初步否定的矿点，或不能确定有无意义者。

存疑的矿点(矿化点，情报地)登记表，一般包括下列内容；编号、矿点名称、地理位置，资料记载的地质概况，调查了解后情况，列入本表的原因，备注等项。

7．对于上述各项表格还须注意；

(1)编号要统一编号，图表卡片一致，为便于查找起见，最好按图幅、按一定的顺序，但内、外生矿床要分开，可各留一定的号码，如内生自 0～1000 号，外生自 1000～2000 号。

(2)矿产地名称，宜用全称。

(3)内生矿床卡片中的岩浆岩，主要指与成矿有关者，当不能肯定时，要注明是推定的，其时代，亦即成矿时代，当无可靠证据时，亦应注明是推定的。

(4)外生矿床卡片中的建造类型或性质可概括其占优势的沉积物类型，如陆相泥沙质建造、海相砂质泥质碳酸盐建造，大陆泥砂质火山岩建造、海相泥质碳酸盐火山沉积建造等等。也可以按地台型或地槽型区分。

(5)矿石建造、矿石建造系列(或矿石组合或矿石建造组)：关于矿石建造及矿石建造系列等术语的涵义，目前使用上有些混乱，为了便于应用起见，参照各家的意见，予以明确，也排除了一些不切合实际的意见，是否合适，仅供参考；

内生矿石建造(或含矿建造)是一定的地质条件下形成的一定的矿物共生集合体，它属于一定的矿床组(如矽卡岩、云英岩、或次生石英岩)，也属于一定的矿石建造系列，它与一定的岩石化学条件的岩浆岩建造有关，并能反映其成矿专属性。矿石建造的命名按主要矿物组份或主要金属元素和与其有关的矿床组或形成环境，如磁铁一硼镁铁矿矽卡岩建造、铌一钽一稀土一碳酸岩建造等，当矿物组份能充分反映其矿床组时，也可不加矿床组名称，如石英一黑钨矿建造、石英一锡石建造及铜一钼矿建造等。

矿石建造系列(或矿石组合或矿石建造组，也有人建议把矿石建造组归于更高一级的建造类型，相当于构造岩浆旋回的不同时期，是比矿石建造高一级的建造类型，如内生矿石建造的有规律的共生系列，由生成时间上有联系、同时与一定的构造岩浆杂岩以及一定

矿点（矿化点）登记一览表　　附表Ⅶ－4

矿种：　　第　　页

编号	名称及位置	矿点地质概述	矿体（矿化体）特征							矿石（或矿化岩石）			围岩蚀变与找矿标志	工作程度、工作成果及远景评价	资料来源	备注
			含矿体情况	长(m)	宽、厚(m)	深(m)	形状	产状		化学成份	矿物成份	结构构造				
								倾向	倾角							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		(1.地层、构造、岩浆岩 2.控矿(矿化)地质因素 3.成矿后地质变动与岩浆活动。 4.成因类型)	(1.含矿层，或含矿带 2.主矿体 3.一般矿体)							(1.品位 2.伴生有益有害元素)						

填表单位　　**填表人**　　年　　月　　日

内生矿床（点）登记卡片　　**附表Ⅶ－5**

第　　页

编　　号	1	
矿 床 名 称	2	
地 理 位 置	3	
围　　岩	4	
近 矿 岩 浆 岩	5	
矿 床 构 造	6	
围 岩 蚀 变	7	
成 矿 时 代	8	
矿体产状及其规模	9	
矿 石 特 征	10	（包括矿物成份及主要结构构造）
矿石建造及其成因类型	11	
矿 石 化 学 成 份	12	（包括品位及伴生组份）
矿 床 评 价	13	（包括储量及远景、矿床抑矿化点）
工 作 程 度	14	
资 料 来 源	15	
备　　注	16	

填表单位　　**填表人**　　年　　月　　日

注：本表也可印成横的。

外生矿床（点）登记卡片　　附表Ⅶ－6

第　　页

编　　号	1	
矿 床 名 称	2	
地 理 位 置	3	
构 造 层 名 称	4	
地层时代及建造类型	5	
矿 田 构 造	6	
含 矿 层 特 征	7	
矿体产状及其规模	8	
矿 石 特 征	9	
成因类型及工业堆积的条件	10	
矿 石 化 学 成 份	11	
矿 床 评 价	12	
工 作 程 度	13	
资 料 来 源	14	
备　　注	15	

填表单位　　填表人　　年　　月　　日

注：本表也可印成横的。

的外生和变质作用有关的矿石建造组成。如铬铁矿－岩浆建造、滑石－石棉－热液建造、硅酸镍建造，属于一个矿石建造系列。矿石建造系列反映了与一定的岩浆杂岩有关的或在相同地质条件下客观存在的一些矿石建造的共生关系，对于在相同地质条件下寻找某一矿石建造系列中尚未发现的矿床，有甚大的现实意义。

外生矿床也可划分矿石建造，但火山沉积建造应归入内生矿石建造。

当无法确定矿石建造与岩浆岩的关系时，按矿化作用的性质和类型划分较为适宜。在备注栏中说明。

(6)如果矿石为新类型，应在备注栏中注明其工业利用的可能性，如水文地质条件对成矿起了一定的作用或与找矿标志有关时，亦应在备注栏中简略地说明。

(7)卡片装订及编排顺序应考虑到在图上易于查找，同一图幅内的编在一起。必要时，典型矿床也可单独装订。

8．矿产分布图的编制：

(1)定位：符号的中心为矿床(或矿点)的位置。

有经纬度记录、又有地理位置者，如“距某城北西方向直距××里”时，可互相参考定位。无经纬度、仅有地理位置者，如矿点距某城 50km，注明直距者按直距，否则，如为山路或小道时一般以 30％比例计算直距，即 50km×30％=15km。如是平原路时一般以50％比例折算直距，即 50％×50km=25km。所定位置，要与资料中记述的地质位置及矿产地与居民点的相对位置核对。

(2)所有矿产地、矿点、矿化点均应注上编号，图形符号应严格按图例大小规定，以免混淆。

(3)在矿点、矿床特别密的地方，可以进行取舍。取舍应照顾到规模之大小、矿种、矿床、矿点的代表性和矿床类型等，图上取消的矿点仍参加统一编号，并应当填写矿产登记一览表，在表上加以注明。

(4)当有些矿床、矿点不能取舍，图上又出现重迭现象时，如果一种矿种符号与另一矿种符号重迭，则将最大而最有价值的矿产地符号画全，次要矿产地可以部份被掩盖。

如果几个同矿种的符号完全重迭时，则只展绘一个较大的符号，其他仅注上编号，在登记表上加以注明。

有几个不同矿种符号重迭时，可在图中矿床(点)处记以黑色小圆圈直径 2 毫米，以拉线方式画上相应符号及编号。

如一块地区矿点分市过密时，除采用拉线注字方式表示外，亦可根据具体情况采用平行插图法，即在图边空白地方将一个矿点密集范围适当采取更大比例尺的放大图。

(5)根据不同目的，矿产分布图亦可附有地质构造剖面图，综合柱状图，或者矿产地取消编号改以矿产地名称等等方法，

9．矿产地的分类排队：

(1)分类排队的目的，主要是为了指出普查找矿时应该优先考虑在哪些点上进行工作。因此参加分类排队的矿产地不一定限于评价未完的矿点、矿化点，进行过勘探，开采的老区，只要有扩大远景的需要和可能，也可参加排队。

(2)分类排队是根据矿产图结合其他资料(如地球物理、地球化学、重砂及其他研究资料)对矿产地、异常点进行的分类排队。分出矿异常、非矿异常及它们的性质，指出最有希望扩大远景的矿产地、次要的及目前看来希望不大的地方。

(3)分类排队时，要详细分析资料：研究地质、物、化探、重砂的特征对成矿是否有利。分析研究时，要一分为二地对待前人成果，既要重视，也不能为它所束缚，要从资料中找出矛盾，即找出：结论与已知资料有矛盾之处、结论所不能或没有解释的现象、作出这一结论的依据是否够、资料是否基本齐全、成矿的主要因素是否抓对了、搞清了、作结论时是否正确处理了共性与个性的关系、综合研究是否够、通过综合研究是否还可得出另外的结论，总而言之一句话，是否有值得怀疑之处。

(4)分类排队的依据和原则，可参考预测区等级的区分，但由于所依据的资料是不足的，因此还应注意：从资料中找出的矛盾(可疑之点)的多少、性质及其意义。

10．矿产分布图的附件：

(1)矿床产地登记卡片

(2)矿点(矿化点)登记一览表

(3)说明书(视需要而附)：其内容：

①区内矿产分布概况

②地质构造概况

③成矿规律概述

④主要类型矿床、矿点简述

⑤重砂、地球物理及金属量测量异常成果简述

⑥结论，包括矿产地的分类排队。

(三)地质矿产研究程度图

1．目的是为了说明图幅范围内各别地区成矿研究的实际基础及研究结论的可靠程度，对成矿预测及进一步找矿勘探工作起指导作用。

2．用不同线条及符号，将收集到的全区的各种地质图、物，化探、重砂测量等图件进行分析整理，集中表现于该图上，以反映不同区段或地区的地质矿产研究程度。

3．各种比例尺地质测量工作，采用不同颜色的封闭曲线或折线，以图框的形式将已完成的工作面积圈绘出来，例如：

1:1000 用红色线条表示，

1:2000 用绿色线条表示，

1:5000 用天兰色线条表示，

1:10000 用橙色线条表示，等等。

4．虽然同属一种比例尺的地质测量，因其填图方法和目的之不同，精度会有差别，应将它们区分，例如：

用实线表示正规区域地质填图；

用断线表示非正规区域地质填图；

用点线表示地质路线填图等。

5．如在相同面积内先后做过不同比例尺地质测量，可用最新的正规测绘的、最大比例尺表示(但在登记表上应说明)或用所属比例尺的色例相间圈绘。

6．重砂测量、金属量测量、物理探矿范围分别用不同色例不同花纹的线条加符号圈出。

7．如在同一地区内，进行了地质测量及多种物、化探、重砂等测量工作时，为了醒目，可只用地质测量图例圈定图框面积，用上款所规定的其他工作项目的符号画在图框之内侧。

8．编图同时应进行图纸登记，登记项目按需要拟订，参考附表Ⅷ－7。

9．图上所列的资料一律按由北而南，由西往东依次序编号，图纸与表格编号应一致。

10．使用底图可用较小比例尺的地形图，删除地形等高线及不必要地物符号，力使图纸清晰醒目。

(四)岩浆岩分布图

岩浆岩分布图是用于研究各种性质的岩浆岩在时间和空间上的分布规律，阐明岩浆岩、尤其是侵入岩与构造运动和内生成矿作用之间的关系的图件。其编制方法及主要内容如下：

1．以同比例尺地质图为底图。

2．图上的地层单位，根据同比例尺地质图的规定着时代颜色，注明地层单位符号。一般不用花纹表示岩性，但对火山岩，应以花纹表明其岩性，并区分不同时代、不同系列。

3．用不同宽度或不同图例的梭形色线表示褶曲轴的方位，色例表示不同形成时代，不同宽度或不同图例表示褶曲性质及其从属关系，对于控制岩浆活动的褶皱变动，要尽可能详细些。

4．画上主要断裂、标明其性质、形成时代和从属关系，特别是控制岩浆活动及与之有关的矿化作用的断裂。

图上应表示隐伏深断裂带，特别是控制岩浆活动的隐伏深断裂带。

5．标上有代表性的各类岩层的层理、片理及其产状要素，以说明总的构造情况为度。

6．上述内容，如果过于烦琐，影响到下面所述的岩浆岩的主要内容的清晰程度时，只要不影响本图的研究目的，可以适当归并或简化，但关于火山岩部份尽可能不简化。

7．岩体的分布、大小和形状，应尽量利用最可靠的资料，准确地编到图上。

8．用不同颜色表示侵入岩的岩性，所用色谱，可按目前通用的色谱图例的规定。岩石种类亦按通用的文字符号及花纹表示。与成矿作用有关的岩浆岩要另行规定特殊醒目的色例。

9．以同一色调的不同深浅结合文字符号表示同一种岩性的侵入岩的不同时代，分出含矿岩浆告的侵入阶段，特别是大比例尺图。

10．图上应表示岩浆岩相的分带及结构特征，特别应注意划分岩体的含矿相。岩相分带线用细的点线表示之，岩石成份则用特定的黑色花纹。

11．岩体侵蚀的不同深度应在图上表示出来。根据岩浆岩相及其分布特征、石英、长石等矿物的光学性质，岩石构造、组织及结构特征、混染同化现象、捕虏体、顶垂体、流

地质矿产研究程度登记表

附表Ⅷ－7

编号：　　矿床、矿点名称：　　第　　页

地理座标交通位置			资　料　来　源						
工　作　年　限			工　作　单　位						
研　究　历　史									
研究手段和方法	类别 / 名称		比　例　尺	精度			个数	km^2	m 或 m^3	备　　注
				草	简	精				
	地质测量									
	物化探	水化学								
		分散流								
		重　砂								
		次生晕								
		原生晕								
		电　法								
		磁　法								
	工程量	钻　探								
		坑　探								
		槽　探								
		井　探								
	采集样品									
	分析样品									
	分析元素									
	薄片鉴定									
	重砂鉴定									
	其　　他									

填表单位：　　**填表人：**　　**年　　月　　日**

动构造及原生节理的分布特征或岩石的构造、岩相、岩体内部构造的规律性、岩体构造类型、接触面的产状，围岩构造特征、岩体的大小(相对的)、地形，地貌特点以及它们彼此间的关系进行综合研究，确定不同的侵蚀深度。此外岩石中结合水含量亦可作判断剥蚀深度的资料，未蚀变岩浆岩中的结合水含量从地表相(0.4～1%)到1～5公里以下的深成相(5～6%)作有规律地递增。已知矿床的分布也可作为参考：如石英一锡石建造和云英岩建造的矿床发育在较深的岩体中，而纤锡矿建造则与次火山相及喷出相有关，矽卡岩型白钨矿床是在1至3～3.5公里深度形成的，发育在明矾石化或冰长石化岩石中的某些多金属矿床和汞矿床是在次火山建造或喷出建造中形成的。对于中比例尺图应划分为深成、半深成及浅成岩三类，对于大比例尺图可适当的更详细一点，以不同的图例表示。

12．小侵入体应详细表示，在图纸比例尺允许范围内，充分表达其形状和延长方向，图纸比例尺不能表达时，酌情采用不同办法表示之，如：

(1)适当放大，但应加以注明，并应尽可能保持原来的形状和延长方向；

(2)在图上注明特定的符号及编号，另用放大图表示之。

各岩体原则上不要合并。

13．图上应表示隐伏岩体的范围。根据变质或蚀变现象、地貌特点、岩体顶部围岩的构造特征(顶部节理、边缘节理、平行对称的逆断层及其他)、岩脉或单矿物脉、地球化学晕、地球物理场、岩体的分布规律(成带、成串、或根据地质力学分析方法确定的分布规律)及其他标志，综合研究推定其存在和范围。图上应表示或择要表示上述推定的依据。隐伏岩体的范围用特定的色例断线圈定，内着以代表该岩性(推定)的颜色的花纹(如推定为花岗岩用红色十号)及文字符号(如用红包ɣ)如已知或能推测其隐伏深度，则在文字符号右下侧加以注明。

14．岩体本身和围岩的蚀变次变质作用应详细表示，在图纸比例尺允许的条件下，能表示出蚀变或变质的分带时，应表示出来，用特定的颜色花纹表示其性质和分布范围。

15.岩石的各种流动构造，分别用不同图例表示，并注明其产状要素。

16．岩体接触面的产状，根据实测资料及围岩构造特征、各种流动构造和原生节理的构造分析(流动构造的产状与岩体按触面的关系，当岩体较窄，两者平行，当岩体宽厚，两者成角度相交，岩体愈宽厚，交角愈大)、岩石的构造、岩相的产状和分布规律、岩体接触线的形态、岩浆岩相的分布规律、地球物理场的特征以及它们彼此之间的关系综合研究予以推定。有条件时，以特定的颜色线条表示接触面的(推定)等高线。特别应注意接触面的缓倾伏(45°～50°以下)地段、狭窄端部、顶部和接触面成波状起伏等地方，根据多数地区的经验，其内、外接触带常为矿化有利地点。

17．凡图纸比例尺允许表示的脉岩和脉岩组，用代表岩性的粗线表示其实际形态，表示其延长方向和分布规律，注明产状要素和文字符号。对于较多平行岩脉应予表达，特别是大的比例尺图。

18．注明同位素地质年龄测定结果及取样地点和编号。

19．图上应注意表达的接触界面：

(1)能说明侵入时代的上复地层不整合接触线；

(2)浸入接触线；

(3)岩体的断层接触线；

(4)岩浆岩相的分界线；

(5)火山沉积岩之间及其与上下地层面间的整合及沉积间断。

20．注明与岩浆岩有成因关系的主要矿产地和矿化现象。

(五)断层、节理分析用图解

断层的分析及图解主要是查明断层的性质及断层变位的各种基本要素。在野外实地观察、测量断层的性质及其某些基本要素是断层研究中的最主要和最基本的方法。但单是野外观查是不够的，因直觉往往易形成错觉，而且大多数基本要素须经过一定的分析或图解才能获得，当编绘各类投影图及剖面图时，就需要进行这种分析或图解。

1．断层的各项基本要素包括两大类，即断距及位移。

(1)断距又称视断距，为断层两盘标准层的错开距离，一般不一定代表断层的真实位移。又分四种(图Ⅷ－4)：水平断距(*l*)，垂直断距(Z)，倾斜断距(D)及法线断距或层位断距(N)。四者的关系如下：

$$N=D\sin(\beta\pm\alpha) \qquad (8-1)$$

$$l=D\cos\beta \qquad (8-2)$$

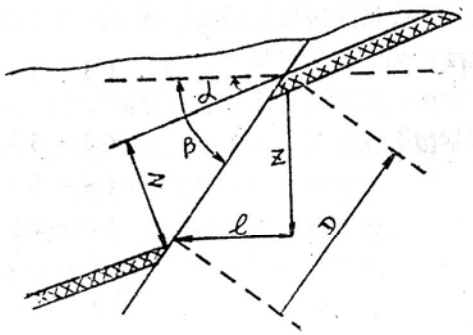
$$Z=D\sin\beta \qquad (8-3)$$

式中：α——标准层倾角;

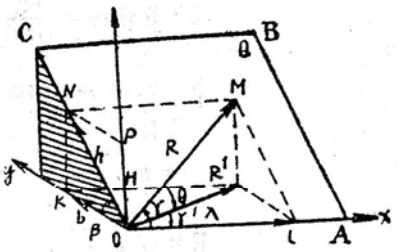
β——断层面倾角。

当断层与标准层倾斜同向时，(8～1)式中的α前用负号；异向时，用正号。

(2)位移又称真断距或位移矢量(R)，为沿断层面顺断层运动方向的位移，即同一点自断层运动前的位置移至断层运动后的位置的距离。矢量 R 又有如下的分量(图Ⅷ－5)；沿走



l：水平断距，Z：垂直断距，
D：倾斜断距，N：法线断距。
图Ⅷ—4　断层的断距

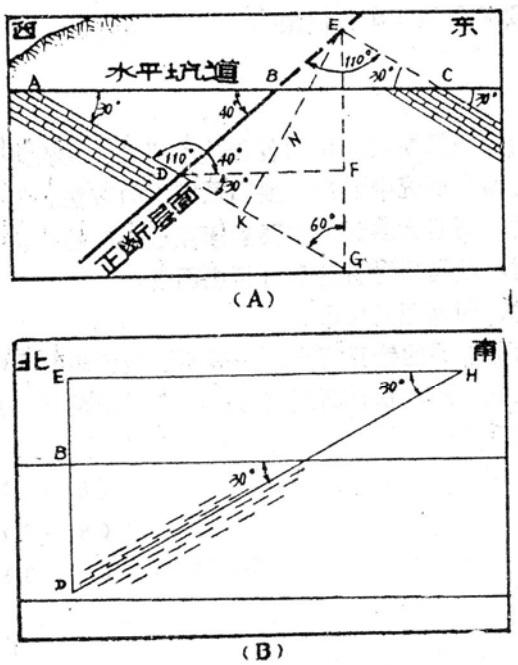


为断层裂缝平面上
及空间的组成部分
图Ⅷ～5 把位移矢量 R 分解

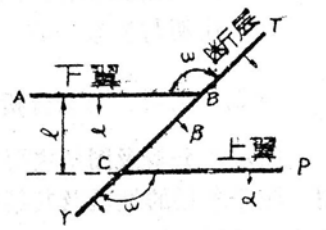
向位移(λ)，面向断层面，向右为正，向左为负，倾斜位移(n)，向上为正，向下为负，垂直位移(H)，向上为正，向下为负：水平位移(R′)，倾斜水平位转(*b*)，向下盘方向为正，

反之为负。

矢量 R 的空间位置依下列三要素而定：r' 角(为 R′ 与断层走向线正方向之夹角)及 θ 角(R 与 R′ 之间的夹角，即 R 的倾角)。



图Ⅷ—6　用正弦定理分析法求断层基本要素。



图Ⅷ—7　两翼矿层(AB和CP)与断层(rT)交错平面图

(A) 垂直于灰岩走向及断层的地质剖面图；

(B) 平行于断层面的投影面断线示擦痕

上述诸要素间的关系如下：

$$h = R\sin\gamma = \frac{H}{\sin\beta} = \sqrt{b^2 + H^2} \qquad (8-4)$$

$$b = h\cos\beta = R\cos\beta c\sin\gamma = Hctg\beta \qquad (8-5)$$

$$\lambda = R\cos\gamma \qquad (8-6)$$

$$H = h\sin\beta = R\sin\beta\sin\beta \qquad (8-7)$$

$$R = \sqrt{h^2 + \lambda^2} = \frac{h}{\sin\gamma} \qquad (8-8)$$

$$R' = \sqrt{R^2 - H^2} = R\cos\theta \qquad (8-9)$$

$$r = arctg\frac{n}{\lambda} \qquad (8-10)$$

$$r' = arcctg\frac{\lambda}{b} = arcctg\frac{\lambda}{Hctg\beta} \qquad (8-11)$$

$$\theta = arc\sin\frac{H}{R} \qquad (8-12)$$

断层的分析及图解主要限于查明上述断距及位移参数。上述断距或位移参数之间的关系也是图解法及部份分析法的基本原理。此外，还有断层的延伸、位移方向、相对变位翼、断层旋转轴、旋转方向及旋转度等。这些主要应通过野外观察、测量求得。

2．断层分析法及图解法：分析法主要有基于正弦定理的分析法及莫尔昌诺夫公式。分析法也可用图解法去表达，即用图解表示分析过程。图解法最常用的有正交投影法及水平剖面法。在实际工作中，特别是遇到情况复杂时常须根据具体情况，运用几种图解法或与分析法互相配合。

(1)基于正弦定理的分沂法：正弦定理为“三角形中任意两角的正弦比等于其相应的对边的长度比”。图Ⅷ－6(A)示一垂直于断层走向的剖面上的主要基本要素，图中 AB=210m，BC=150m。断层为南北向正断层，地层走向亦为南北向，擦痕方向北倾，并与水平线成 30°交角。图Ⅷ－6(B)示沿断层面的各基本要素。按正弦定理：

$$\frac{\sin\angle D}{\sin\angle A}=\frac{AB}{BD}, \qquad \text{故 } BD=\frac{210\times\sin 30^\circ}{\sin 110^\circ};$$

$$\frac{\sin\angle E}{\sin\angle C}=\frac{BC}{BE}, \qquad \text{故 } BE=\frac{150\times\sin 30^\circ}{\sin 110^\circ},$$

则倾斜位移 DE=BD+BE=191.6m。

从图Ⅷ－6(B)求出沿走向位移 EH：

$$EH=\frac{DE}{tg30^\circ}=331.9m$$

从 DE 及 EH 可推导出其他参数。

(2)莫尔昌诺夫公式：公式(8—4、5、6、7、8)为莫尔昌诺夫法本本公式。假定矿脉与断层走向线的相遇角为ω(图Ⅷ－7)，则莫氏断裂总公式为：

$$l=H(ctg\alpha+ctg\beta\cos\omega)\pm\lambda\sin\omega \qquad (8-13)$$

式中有两个未知数，即 H 和λ。因此应用此公式的条件为：断层在较短的地段内切穿两个不同产状的地质体，断层的产状要素、两个地质体的产状要素、两个地质体的水平断距均已确定。根据两个不同产状的地质体，可以分别列出两个方程式，解此二元联立方程式即可求得 H 和λ，进而推导出其他参数。

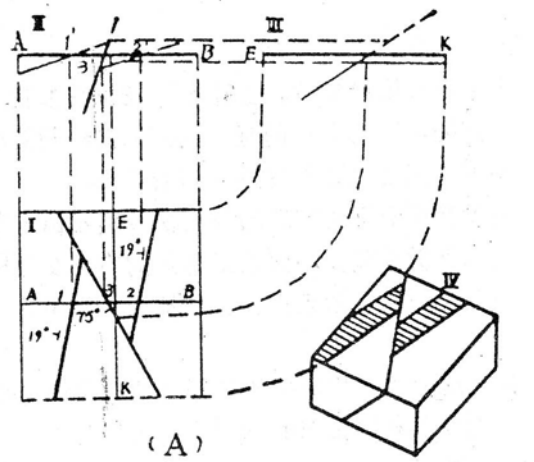
当断层只切过一种产状的地质体，则需要查明擦痕与断层走向线的夹角(γ)，可采用公式：

$$l=R(ctg\gamma\sin\beta\sin\gamma+\cos\beta\cos\omega\sin\gamma\pm\cos\gamma\sin\omega) \qquad (8-14)$$

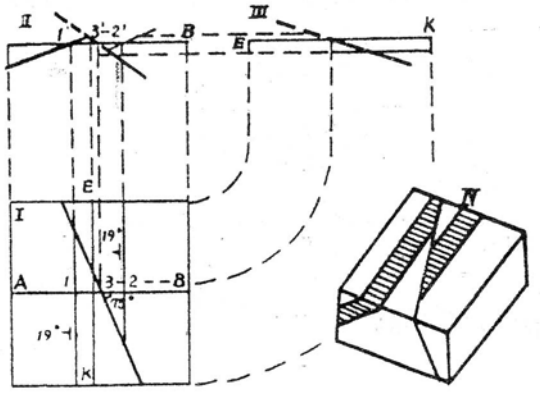
式中只有一个未知数 R，故只需列出一个方程式即可。

在运用公式(3－13、14)时，须注意下列三项规定：

①对于相遇角 ω，有采取彼此互补的两个角中的任何一个角的可能；规定在两个角中采用这样一个角；其两边的倾向箭头都是相向的或相背的。



（A）



（B）

（A）逆断层；　（B）正断层。

图Ⅷ—8　用正交投影法研究断层

②两公式的末项都有正负两种符号，规定当被错开的地质体向沿走向位移(λ)的正值方向倾斜时，末项为正，反之为负。

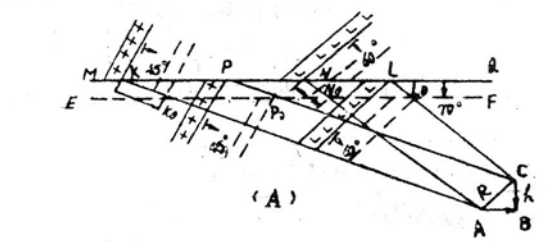
③两公式左边的 l 也有正负之别；规定当上盘地质体的错动方向与其倾斜方向一致时，l 为正号，反之为负号。

(3)正交投影法：如图Ⅷ－8，I 为平面投影圈，沿 A B 作垂直剖面，根据地层及断层沿剖面线方向的视倾角(查附表Ⅶ－3)作出垂直剖面图Ⅱ，再沿 E K(正交于 AB)，利用断层沿 EK 方向的视倾角作纵向剖面图Ⅲ。在此两个剖面图上，依比例尺计算并推导断层的主要基本要素。

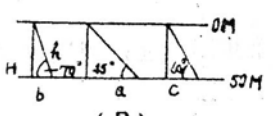
但应注意：AB 剖面线的方向应选择为垂直于地层走向或断层走向，最好是垂直于断层走向，因此时，在垂直剖面图上可利用断层真倾角，对于计算各基本要素方便得多，否则还需经过换算。

图Ⅷ－8(A)示图解结果为一逆断层，(B)则示图解结果为一正断层。

(4)水平剖面法(或水平切面法)：如图Ⅷ－9，假定断层 MQ 走向 E－W，倾向 S，倾角 70°，断层作用结果使两侧有两个以上不同产状的地层发生错动。先假定一个低于地表水平面若干(例如 50)米的水平面为零位面。用透明纸作出该零位面的水平剖面图



（A）



（B）

（A）地表平面投影图；
（B）示倾斜位移（h）与垂直位移（H）的关系。

图Ⅷ—9 用水平剖面法求位移要素

(“蒙图”)，断层 MQ 在零位面上的投影线为 EF，并依次作出两侧地层在零位面上的投影位置。将此“蒙图”依座标线而与地表水平投影图重叠，图Ⅷ－9 上的实线为地表水平投影图上的位置，虚线为零位面上的位置，可以清楚地查出断层上、下两盘的地层位移情况及其读数，即线段 K　Ko 和 N　No 为下盘位移情况，线段 P　Po 和 L　Lo 为上盘位移情况。延长 K　Ko、N　No、P　Po 和 L　Lo 各线段，得交点 A 及 C。A 点示未位移前断裂线上各点的投影交汇点，位移后，由 A 点移到 C 点(如果上盘是移动盘或相对变位翼，否则，正相反)。分解线段 AC 得 BC 为倾斜位移。进一步分解，可推导出其他参数。

3．上述分析法及图解法举例，均假定情况是比较简单的，在实际运用中除注意多种方法配合外，还应注意下列问题：

(1)只有一个地质体或相同产状的两个以上的地质体被同一断层错动后，在断层两侧赋存的空间位置均已查明时。只能查明断层的各种断距，不能查明真正位移 R 及其分量。必须有两个不同产状的地质体在断层两侧的赋存位置均已查明，或只有一个地质体同时还查明了其擦痕的产状时，才能查明各项位移参数。如果只在断层的一侧查明了一个(或两个不同产状的)地质体的赋存位置，而在断层的另一侧均没有出露时，无论擦痕产状是否已查明，断距或位移均暂不能查明。

但应注意，擦痕仅表示最后一次运动的遗迹，不代表历次运动的综合矢向，因断层大多是多次运动形成的，多次运动的矢向也不一定完全一致，因此，一般情形下，利用擦痕查明的位移参数不甚可靠。

(2)断层的产状要素与其两侧地质体的产状要素应不同。

(3)断层及其两侧地质体的产状要素要能精确测定，并且不要以局部变化来代替一般情况。

(4)如果是旋转断层，一般在地质图上就能看出来，即沿断层两侧或一侧的不同地段，虽地层剖面完全一致，但地层产状(不是由于褶曲原因)变化很大。此时，要在断层的各个点(对于均衡地旋转的断层则在相距较大的两个点)上进行测量、分析或图解，以查明断层旋转的各项要素。

节理、图解、图表。

这一类主要是一些统计性质的图表，或者根据统计资料编制的图解。评价勘探工作中常用的有下列几种：

1．玫瑰图：是用于研究节理的一种图解，它是根据节理的统计资料编制的。其编制方法及一般要求如下：

(1)节理的野外研究：节理的野外研究包括测量露头上单位面积里的节理数或钻井中单位进尺所穿过的节理数(一般以前者为主)，查明并描述其特征，测量其产状。其要求如下；

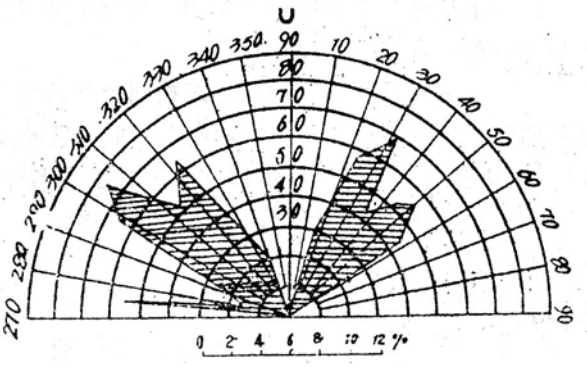
①研究露头节理时，应于一般观察后在每一露头上选出 1～2 个有代表性的地段，其长可为 10～15m，记录下各露头及所选地段的方位，作剖面的地层描述，注明各层厚度及单层厚，指出节理的一般性质。然后依照不同方向顺次描述，各方向的节理应逐次编号，并对每一类作如下记录：节理号，距前、后节理的距离，节理面的走向、倾斜及倾角，沿走向的变化情况，节理的长度、宽度及分枝情况，有无张口及填充物和其性质，节理劈面

的特点，该方向节理的总密度或测量次数，阐述节理与地层产状的关系(纵向节理或斜交节理，前者其主要分枝平行于地层走向或倾向)。

研究岩心节理的要求同上，但需采取全岩心(不裂为碎块)，而且岩心采取率应达到 90%以上，一般很难具备这一条件，因此所获资料往往不很完整。

②确定主要节理和次要节理，主要节理为在某个方向上发育很强烈的节理，其特征为：节理间距不大(0.3～3 米)，垂直发育很深(＞10 米)，节理宽度较大。次要节理的特征为：节理间距较大(3～0 米)，节理宽度较小。

(2)编制节理产状要素统计表(附表Ⅷ－8)，表的垂直方向划分 18 格(如统计节理倾斜则划分 36 格)，代表北半园两个象限的 18 个间隔，每格代表 10°，即 270°～279°，280～289°……(如划分 36 格，则代表四个象限的 36 个 10°间隔)。每一垂直分格记入各类节理的走向及倾角测量结果(如划分 36 格，则记入节理的倾向及倾角测量结果)。把每一格内的测量结果相加，除以所记入该格的测量次数，即得该格中的平均产状要素。注明节理为主要或次要节理。这些，平均值，即为编制攻瑰图的原始资料。



图Ⅷ—10　节理玫瑰图

(如放射线代表倾向，画成全圆形，如为节理产状要素玫瑰图，不画比例尺，如仅表示主要节理，上方注明U字，如同时表示主要及次要节理，分别用不同图例而不注明U字，如为节理强度玫瑰图，需要比例尺而不注明U字。)

(3)编制节理的产状要素玫瑰图：玫瑰图绘于专门的园形纸上，其上绘有以 5°或 l0°为间隔的放射状和同心园状的分度格。如系统计走向和倾角，则编成半园形玫瑰图(图Ⅷ－10)，放射线方向代表走向，同心园上表示节理的倾角。如统计倾向和倾角，则编成全园形玫瑰图，放射线方向代表倾向。按统计表中的产状要素平均值投上各点，即可画成节理产状要素玫瑰图。

编制节理产状要素玫瑰图时，可以只表示主要节理，也可同时表示主要和次要节理；前者要在图的上方注明 U 字，后者应用不同符号或色例区别节理的主次。

(4)编制节理的强度统计表和节理强度玫瑰图：一般同上，但有下列几点不同。

①统计表中不统计倾角而以测量次数代替，测量次数即表示了该类节理在一定面积内的个数或密度。

②计算各类节理的百分含量即节理强度，办法是设节理总数为 100%，然后计算出每 10°分格内、每一类节理的百分数。

③统计表中不需要注明主要或次要节理，因节理强度即说明了节理的主次(附表Ⅷ～9 示一例)。

④玫瑰图的同心园线代表节理的百分数。为此要规定同心园线间距的比例尺，例如以0.1 毫米代表 1%，则园周半径长为 3.6 或 4 厘米，将园周半径划分为 9 或 10 格，每格代表节理百分数 10%。按统计表中的平均方位和节理百分数投上各点，即可画成节理强度玫瑰图。图的下方画上比例尺。

(5)编制节理玫瑰图时，最好还要根据节理的基本特征，绘制平面图、柱状图及有代表性的素描或照片，以说明节理对岩层层面及对地层中其他构造形式的位置或关系，然后作必要的论述。

(六)构造地质图、构造分区图、构造纲要图

构造地质图：构造地质图是为了表达矿床的生成与沉积作用、构造变动和岩浆活动等的关系以及它们彼此之间的关系。相同或不同的构造特点的图件，是编制构造岩相图或岩相古地理图的底图，有时候可直接作为成矿规律图的底图，特别是中比例尺图纸。

1．以同比例尺区域地质图为底图，综合利用区域褶皱、断裂、岩浆岩分布图及岩石成份分布等资料及物化探资料，采用地质历史发展与地质力学相配合的分析方法进行编制。

2．褶皱构造：在填绘有岩性分布及岩层产状要素的地质图上，其褶皱形态已明显表示出来，无需再用特定的构造符号加以表示。在不够清晰醒目时，则以不同图例的梭形线条表示背斜或向斜的轴线。褶曲轴线的颜色要以同旋回期的颜色来表达。

在资料允许的条件下，地层产状要素可以用稀密度不同的彩色等高线来表示不同的倾斜度，同时标明产状要素符号。

3．断裂构造包括深断裂、大断裂、构造缝合线，一般断层及由广泛发育的小型错动和裂隙组成的强裂隙带等。这些构造也是经常控制岩浆岩、金属矿田或矿床分布的重要空间，因此在图上均应表示。

(1)深断裂和大断裂皆属发育时间很长，可经几个地质时期，在空间上又延长极远且可穿过几个构造层的强烈错断地带。一般在地台上复有盖层的地区，对深、大断裂的确定，根据某些人的意见，深断裂属于切割基底，包括华力西以前各个时期形成的基底大断裂。而大断裂则属于并不切入基底而只切穿盖层的断层，不论其长度有多大，皆名之为大断裂。由于二者有时隐伏，有时出露，其生成时代亦不尽相同。因此在图上应以特定的色调和线条分别表示。由于隐伏断裂曾被厚度不等的沉积物所掩盖，因此需用间接手段进行推测。推测隐伏深断裂带的标志：地貌特征、中或新生代盆地线状排列或连串的重迭凹地、岩层的挠折、同时沉降的褶皱轴(褶皱系统的横向或斜交沉降带)、连串的岩浆岩体、强烈的蚀变带、线状排列的岩墙、单位裂隙度的显著增高，这些标志的一种或几种交替成单个线状排列，此外，物探异常以及隐伏断裂带两侧分布的沉积岩相、沉积物厚度，构造线、构造类型、岩浆活动类型的不同或显著不同。

(2)在地槽和准地槽构造单元内，不同时代构造带的接触线叫做构造缝合线，它一般也属深大断裂之范畴，应用特定构造线条，符号和颜色表示出它的性质和生成时代。

节理产状要素统计表　　附表Ⅷ－8

产状单位：度　　主要节理：U　　次要节理：V

产状要素 / 第格度数 分类	Ⅰ					Ⅱ					Ⅲ					备注
	走向方位		倾角		U或V	走向方位		倾角		U或V	走向方位		倾角		U或V	
	实测	平均	实测	平均		实测	平均	实测	平均		实测	平均	实测	平均		
270～279	272 274 271 277 279	275	63 57 49 61 52	56	U	—		—			273 276 277 277 279	276	12 14 14 20 19	16	V	
280～289	283 285 287 289	286	16 20 23 21	20	U	—		—			—		—			
290～299																
300～309																
310～319																
320～329																
330～339																
340～349																
350～359																
0～9																
10～19																
20～29																
30～39																
40～49																
50～59																
60～69																
70～79																
80～89																

注：如统计倾向，则划分为 36 格，增加 90～99、100～109……260～269 诸分度格。

节理走向方位及强度统计表　　附表Ⅷ－9

分类 / 参数 / 每格度数	Ⅰ					Ⅱ					Ⅲ					备注
	走向方位		强　度			走向方位		强　度			走向方位		强　度			
	实测	平均	测量次数	合计	%	实测	平均	测量次数	合计	%	实测	平均	测量次数	合计	%	
270～279	272 274 271 277 279	275	4 2 5 5 4	20	14.3	—		—			273 276 277 279	276	1 1 3 1	6	4.3	
280～289	283 285 287 289	286	3 7 4 2	16	11.4	—		—			—		—			
290～299																
300～309																
310～319																
320～329																
330～339																
340～349																
350～359																
0～9																
10～19																
20～29																
30～39																
40～49																
50～59																
60～69																
70～79																
80～89																
节理总数 140＝100%																

注：同附表Ⅷ－8 注。

(3)一般断裂、按其性质大致可分正的、逆的、逆掩的、高角度的、平推的及平推正断层和平推逆断层几种，其形成时代和性质亦应用特定线条和颜色表示之。也可以按地质力学的分类法，如压性、张性、扭性、张扭性、压扭性、扭压性、扭张性等。

(4)小型错动及裂隙常局部发育成狭窄长带状。这种强裂隙带，特别是它与别种构造(褶皱、断裂)。或不同方向的强裂隙带交叉的地方，常分布着矿化，因此在图上亦应按其生成时代、性质及含矿种类用特定色线予以绘画。

(5)在褶皱强烈地区，具有片理化较强的揉搓带或动力变质带，其延长和宽度一般较大，在这里并经常分布着矿化，它可能属深大断裂在上部构造的反映。因此也应以相当的平行短波状色线表示之。

以上各种类型之断裂构造，为了在图上表示出它们的生成次序，大小及从属关系，可采用不同粗细线条表示。

4．将岩浆岩分布图上的内容择要表示于图上，以不影响图面清晰同时又能表达岩浆岩的分布规律及其与构造运动和成矿作用的关系的特点为原则。

5.沉积岩及火山沉积岩的划分，主要根据地层，岩性及古生物方面的资料：

(1)地层的划分，结合构造层。构造层以颜色区分。注明地层单位符号。

(2)沉积岩岩性按其成份特征，以不同花纹表示。如岩性复杂或成互层出现，则掺以不同的花纹或不同花纹相间。划分单位。以图纸比例尺所能允许的限度为原则。

(3)火山沉积岩，同上。不能定名的火山岩，则可另定花纹表示为基性、中性或酸性。图纸比例尺不允许划分的火山岩，根据具体情况，或以其主要岩石或主要建造表示，或以互层的花纹表示。但应划分不同的火山岩系列。

(4)对区域变质岩，以花纹表示岩石特征和变质程度，能确定原岩的变质岩，花纹上要表示原岩的特征。

(5)各类岩层的地质界线，其线条的宽度应能表达地层单位的级别。

6．当不编制构造岩相图而直接以构造地质图为成矿规律图的底图时，有两种处理办法:

(1)如上面所述，按图纸比例尺的要求，标明岩性，对重要的、有意义的岩性要特别注意。

(2)划分构造－建造带：在每一个构造岩浆阶段，这些带的位置是根据主要的沉积建造或火山沉积建造确定的，如泥沙质碳酸盐建造、硅铝质火山沉积建造、铁镁质火山沉积建造、大陆火山岩建造等。如表达的内容过多，可另编同比例尺建造分布图：图上划分出不同地段的构造环境及相应的沉积建造类型。包括各种岩石的杂岩体；在不同的构造建造带内(以颜色区分)，还可划分出亚建造，以花纹表示，亚建造是由岩性成分接近的岩石组成；亚建造划分的详简程度根据图纸比例尺而定。建造分布图是构造地质图的附图，在构造地质图上只画出构造建造带(粗线)及主要或有意义的亚建造(细线)的界线。

上述第(1)种办法适用于内生金属矿床的研究。第(2)种办法对内生、沉积及火山沉积矿床均适用。

如果划分了构造－建造带，就可以不划分构造层。

7．构造层是在一定阶段的构造运动影响下在一定地区内所形成的一定的沉积建造。所以它在时间上代表一定的构造旋回或构造幕，在空间上代表该构造幕或旋回所影响的范围，是构造地质图中的基本构造单位，是划分各级构造单元的基本依据，划分构造层也正是为了能够在图面上，对区域地壳发展各个阶段中的构造变动、岩浆活动、矿化作用和古地理特征等有系统的了解。构造层的划分依据和表示方法如下：

(1)划分构造层的一般依据有以下几点：区域不整合或假整合、大型沉积旋回、沉积建造类型、变质程度和岩石变形程度等。对于地槽区，以不同地段各个构造运动幕为主，如下构造层代表其主要沉降期、中构造层代表其初次回返和成山期，上构造层代表其再度下降至主要成山期，中、新生代凹陷或山间盆地沉积则代表另一构造层。如秦岭地槽：∈－O 至 S－D 为下构造层，D_3 至 C－P 为中构造层，P 至 T 为上构造层；北祁连地槽，∈至 S 为下构造层，D、C、P、主要为陆相或浅海沉积，其间无明显的不整合，可归并为上构造层。在地台区，结晶基底及其上覆的沉积盖层，分别为两个主构造层，下部主构造层按区域不整合接触及变质程度可再分为两个或更多的构造层，上部主构造层则可以按主要的海浸海退旋回划分构造层。如华北，Z 至 0_1 为一大型海浸岩系，为下构造层，C_2 至 P－T 主要为滨海沉积逐渐演变至陆相沉积，为一大型海退岩系，为上构造层(在鄂尔多斯地区则为中构造层，该区三叠纪以后再度下降，形成陆相沉积，自延长统至 K 为上构造层)。

在构造层的基础上，进一步划分亚构造层或构造阶，则主要根据沉积间断、沉积亚旋回、沉积建造或亚建造、沉积岩相、岩石变形变质程度和地层的含矿专属性等。

(2)构造层划分的详细程度，按图纸比例尺及其目的、要求而定：

①对于中比例尺图纸，要考虑到主要构造的发展特点，沉积建造类型及地层的含矿专属性，要能满足划分成矿单元对地层或沉积物的类型的要求，凡能够分开的构造层或亚构造层一定要分开；

②对于大比例尺构造岩相图件及用作构造岩相图底图的中比例尺图纸，还要满足同比例尺的构造岩相图和岩相古地理图的要求，要考虑到岩性、岩相的分布情况。凡能够分开的亚构造层或构造阶，在图纸比例尺允许的条件下，一定要分开，其所遵循的则是以小的构造运动作为划分的依据．如两个地质时代或同一时代的上下层位间的地壳原运动及沉积间断等。划分时要根据地层古生物资料。

(3)构造层是代表一定构造幕在一定地区内的沉积建造，因此在对构造层进行命名时，应包括该构造层之形成时代、古地理、沉积建造及其底部褶皱基底四方面的特征。在代号制定上也应与命名相一致。一般在地台盖层褶皱地区，构造层的代号是用大写字母表示地台基底的褶皱时代，如以 A、H、A_t、B、C、V 等分别表示太古代、元古代、前震旦纪、贝加尔、加里东和华力西等为褶皱基底的地台，在其右上角注明盖层褶皱时代，右下角注明构造层的地层时代，例如以前震旦纪褶皱为基底的地台上，燕山期褶皱的寒武－奥陶纪构造层用 $At_{\phi}^{y}{}_{0}$ 表示。

(4)构造层的着色，可根据地层着色规定进行简化。亚构造层或构造阶，以同一颜色按自老至新的顺序以不同浓淡表示之。

8. 构造地质图中的颜色，除可按照构造层及岩浆岩岩性等分别赋以特定的色谱，以表

示它们各自的特点、生成时代和其发展特征外，还可统一涂以代表它们之构造旋回的颜色，而以不同浓度程度代表构造层的不同层序，以不同花纹区别岩浆岩的岩性。后一种方法能够明晰地表示出每个构造旋回中之地层，构造及岩浆活动的统一性及其发展规律。由于上述两种着色方法，各有其偏重的一面，为此在编图时，可根据图面内容的复杂情况和对所编图纸的目的要求选择使用。

9．各地质体之间的接触关系，可分侵入接触、不整合接触、假整合接触、整合接触、断层接触和接触关系不明等六种。遇到有岩相变化之地质体，需要而又可能表示时，还可分出相变接触关系，它们均以特定的线条来表示。

10．在构造地质图上。分布零星和厚度不大的第四纪沉积均不表示，但有一定意义的第四系可适当保留。

11．标出各种类型的主要矿产地。

构造分区图：

构造分区图是按传统地质学的概念编制的，是成矿研究中，划分构造成矿区的主要依据之一。一般要求用醒目的方式表示地壳中各个不同大地构造性质或大地构造性质虽同，但具有不同发展历史的各级单元的共性和个性特点，并表达各级构造单元内的矿化分市规律：

1．以同比例尺构造地质图为底图。

2．划分各级构造单元，它是构造分区图的基本组成部分。构造单元指地壳中各个具有不同大地构造性质或大地构造性质相同而具有不同地质发展历史的地区。要求在全面研究区域地质构造发展历史的基础上，进行构造单元的划分：

(1)构造单元的级别，既要反映它们之间的从属关系，也要反映出他们之间的面积大小，因此构造单元应逐级进行划分。一般将构造发展中地槽转化为地台的时代，做为划分地壳大陆部分一级构造单元之基本依据，将历史发展中的构造特点做为划分二、三级单元的基础，将改造结果形成的构造形态作为划分四级或四级以下构造单元的基础。为此，在划分区域构造单元时，应考虑下面几个条件：基底岩系的褶皱时代、基底岩系的岩石性质、变质程度和构造变动强度、基底表面的隆起和坳陷、沉积盖层的时代和沉积特征(相、建造、厚度及分布)、盖层所受运动的性质和时代、岩浆活动、盖层的褶皱断裂类型和深断裂、大断裂等。其中深断裂和大断裂一般常构成四级或其以上各单元之间的界线。

(2)各级构造单元的名词，须能反映大地构造的基本特点，并要系统和层次分明。实际工作中可参考区测地质图或构造地质图上的划分与命名，但要结合工作区的具体情况适当增删。

3．对于中比例尺以构造层(或主构造层)、对于大比例尺以亚构造层(或构造阶)为划分地层的单位。分出图纸比例尺能表达的主要岩浆岩性和侵入时代。

4．以不同色线划分出各期生成的深、大断裂、一般断裂、各种裂隙带等。对于深大断裂要反映其形成时期和持续时间。

5．对于下列接触界线要单独划分：

(1)各级构造层的界限；

(2)侵入接触线；

(3)构造单元界线。

6．在图上标明的各种类型的“典型矿床”或有代表性的主要矿床，以能说明矿化与各级和(或)各类构造单元的关系为度。

构造纲要图：

构造纲要图的目的是说明区域或矿区的构造条件和构造特点，是采用地质历史发展的观点编绘的一种图件，如图Ⅷ－11。一般要求用醒目的方法表达各类型、各级别的褶皱、断裂和其他构造形迹在时间上和空间上分布规律，及其对岩浆岩和矿床的控制作用。其编绘方法和要求如下：

1．底图的选择：以同比例尺构造地质图为底图。这种地质图与一般的区域或矿区地质图的不同点是比较突出的表达了构造现象；它应尽量能满足下列要求：

(1)褶皱形态要能明显的表达出来。在两翼岩性对称分布分明、产状要素明显的地区，毋需以特定的构造符号加以表示，否则以不同图例的梭形线条表示背斜或向斜的轴线。

褶皱形态及轴线的确定不要单纯根据产状要素，要有综合资料，包括两翼岩层的地质构造特征，必要而可能时，有小构造资料。

(2)断裂构造包括深断裂、大断裂、构造缝合线、一般断裂及由广泛发育的小型错动和裂隙组成的强裂隙带等，并区分其性质或类型，划分级别或序次。表示隐伏深断裂带的地表标志，参阅本节构造地质图所述 3 段内容。

(3)有片理化带、各类构造活动带、挤压带、各类构造岩分布的地段。

(4)有火成岩体内的各种内部构造包括流动构造及原生节理等。

当不能完全满足上述要求时，虽然也可以编制构造纲要图，但质量是比较低的。

2．编制构造纲要图时，有两种方式可供选择：

(1)在底图上编制，但底图应予简化，即：以构造层或亚构造层为图上表达的地层单元。区分整合、假整合及不整合，主构造层用粗线条。某些与构造作用、岩浆活动或矿化作用无关的亚构造层及构造阶可以简化，但要标明含矿层或含矿建造。删去地层产状。要有主要岩浆岩和其时代、所有的岩脉或岩脉组、岩脉的时代、产状和产状要素。

这一方式适宜于全面研究区域内各种矿化类型。

(2)编成“蒙图”：但需表示含矿层或含矿建造及与成矿作用有关的地质体；例如，如果研究斑岩铜矿或矽卡岩型矿床时，要表示中、新生代火山岩盆地、小侵入体及其他有关岩浆岩等。

这一方式适宜于研究某一特定的矿化类型，多用于矿区或矿田等。

3．画上重要的地理要素。包括经纬线及与构造作用有关的地理要素如水系、制高点。

4．以不同图例的梭形色线分引表示背斜或向斜的轴线位置及方位，以具有时代特征的颜色表示形成时代，以粗细表示级别。应表示出褶皱性质及褶皱形态，包括同斜、不对称(表示轴面倾角)、倒转、倾伏(以箭头示倾伏方向，注明倾状角)等。表示轴线转折。

5．以不同图例的色线划出各期生成的深、大断裂、一般断裂、各种裂隙带等，以粗细或不同图例表示级别。对于深、大断裂要注明其持续时间；还应进行分类，即一般的大构造线及基底深断裂带。对于后一者，表示其地表的主要间接标志。

特别有利于成矿的各种断裂带须用醒目的方式予以表达。



图Ⅷ—11　某地区构造纲要图

6．以不同的方向性图例表示片理化带、挤压带、各类构造活动带、各类构造角砾岩，注明产状要素和蚀变或变质作用。

7．投上矿床、矿点、矿带、区分含矿蚀变作用和一般蚀变作用。

8．研究岩浆型矿床时，要有岩体内的各种原生构造及次生构造。

(七)构造体系图、构造体系地质图(构造体系岩相图)

构造体系图是按地质力学的方法编制的、反映区域或地区构造体系的基本特征、组成的构造成份、展布规律、不同构造体系之间的关系、当地应力场状态的一般认识以及构造运动发展方式的图纸。当图上还包含有与成矿控制作用有关的其他地质现象时，可称为构造体系地质图(或构造体系岩相图)，可作为成矿规律图的底图。实践证明，以这种图纸为底图的成矿规律图，在某些地区、某些矿产、某些矿床类型方面，颇见成效。但用于全面研究地区内各种矿产的成矿规律方面，目前系统总结出来的经验还不多。

1．属于同一构造体系的构造成份，必须是同一运动产生的，相互伴随而且分布在同一地区或其邻近地区。因此编制构造体系图时，可根据时代的不同而分类，例如燕山运动以来的构造体系图，某一特定时期的古构造体系图等。在研究程发较高的地区，有条件时，可编制不同时期的综合构造体系图。编制不同时期的构造体系图时，应按“由新溯老”的步骤进行。

2．以同比例尺的区域地质图或构造地质图为底图，这些底图最好带有地形曲线，高精度的地形图的地质解释，能提供区域构造体系的一般规律的认识，航空照片也具有同样的效果。

3．构造体系图的编制，应在详细占有已有资料，包括各种类型的地质图、构造地质图及构造体系图的基础图件，进行综合研究获得初步概念的基础上，通过重点解剖，不断深化，反复实践、认识的过程，一般需要经过三个步骤：

(1)从广泛的实地观察和地史学上考虑，就同一时期发生而且经常伴生的各项结构要素加以研究，鉴别其类型和排列方位，分析其相互关系和它们与形成它们的岩石的性质的联系，特别是不同性质的岩石对同一应力的不同反映。

(2)在重点地区，对关键性的疑难问题进行解剖。详细勘测其中一切主要结构要素的排列方位、确定它们的级别、序次和相互配合的方式或互相抵消的情况，从力学观点进行组合的分析，肯定同一组的结构要素彼此确有成生联系，而把不同源的结构要素分开，以期确切辨认局部曾经发生过的运动的回次和再次的变形的特征。

(3)在确定了多数地点不同时期所遭受的变形的基础上。综合不同地点同一时期所产生的各组结构要素，要实地追索每一主要构造线的延展，或每一类型主要结构要素的展开，并从力学观点确定它们的联系，包括级别和序次，才能有系统地扩大构造成份组合分析的范围，划分各个自立的面又互相联系的褶皱带和台地或盾地的分布范围，明确它们排列和配合的方式，从而拟议建立一个构造体系，再到实践中去广泛验证。

4．在搜集资料和综合研究中，应注意：

(1)搜集的资料要包括外围地区的资料、生产实践中关于地质力学方面的具体资料，并

要经常搜集新的资料。

(2)最好在现场编制。

(3)决不能把属于不同时期的构造体系中的构造成份混为一谈，时期的确定只有在现场反复进行详细的观察和细致的力学分析才能完成，其主要的途径或标志是：

①地层古生物资料，被卷入某一构造体系中的地层的上限；

②具有成生联系的各项结构形迹的联系；

③适当选择标本，作地质同位素年龄测定；

④适当运用古地磁资料，但不宜利用局部或个别地区的占地磁资料来解释较大面积内的变动。

(4)同一时期的构造成份，并不一定属于同一体系，也要注意同一构造体系中的构造成份的同源性。对性质或时期不明的构造成份要慎重。

5．进行掩盖区的构造体系的研究时，还要详细占有各类物探成果、钻探资料，并进行综合解释；要注意外围山区的地形、地质、物探条件与掩盖区的联系，由已知到未知，进行推断解释。

6．构造体系图所包括的主要内容如下，凡图纸比例尺所允许表示的，一般都应选择具代表性者表示出来：

(1)要区别不同类型的构造体系的级别和序次，对高级别或初序次的主要构造体系，要突出表示。

用不同的轮廓线圈出各构造体系所属的主要构造带的展布范围，有时，也可采用不同符号示意性地表示构造体系的轮廓。

(2)与每一构造体系或构造型式有关的主要结构面，包括褶皱轴线、断裂线、挤压带、片理、劈理、节理及裂隙带等。

褶曲以不同图例的线象或梭形线条表示向斜或背斜，陡翼缓翼，对不对称的褶曲都要表示，倒转褶曲要表示其轴面倾斜。断裂按力学性质，以不同图例表示压性、张性、扭性、压扭性、张扭性、扭压性、扭张性等。对区域压性构造及其展布，复式褶皱、构造复合关系及断裂的连续问题，应注意研究并表示。挤压带、片理、劈理、节理等一般只示意性的表示出来。岩石的构造岩相带的展布范围，有必要时，也要表示。

(3)火成岩、盆地(或槽地)、中、新生代凹陷等。如有可能，应将中、新生代凹陷基底岩层的年代用适当的图例或色例表示出来，有时也需将盾地适当的反映出来。

(4)地层根据不同比例尺和不同类型构造体系图的需要，或详或略地加以表示。一般较同比例尺的地质图为简略，将某些地层单位酌情合并。图上要表示不整合及假整合关系。其他与构造体系的研究及成矿作用无关的地质界线也可从略。在特殊情形下，为了反映构造体系的形成时期，突出的表示某些地层的分布，以表示构造和沉积的关系。

(5)应尽可能采纳目前通用的图例及色例，表示不同类型的构造体系、不同级别的构造型式和不同性质的构造要素，用不同颜色表示构造形成时代。

(6)图上要有水系、制高点、主要居民点。

(7)在图的一侧或一角，要有构造运动发展方式示意图。

7．必要时，可编制一些比例尺较小的辅助图件，如区域及外围构造体系略图、区域构造复合关系略图等。

8．构造体系地质图(或构造体系岩相图)的编制是在构造体系图的基础上，增加研究成矿规律及成矿控制条件所需要的资料，如：

(1)岩相、岩性：在地层基础上．按沉积物的类型予以划分。以颜色表示时代，以花纹表示岩相、岩性。按编图的目的、可分为两种情况：

①图上主要表示对成矿有利的岩相或岩性称为构造体系地质图。有利成矿的岩性要按具体情况来选择，例如，碳酸盐岩石一般是有利的岩石，但在深成环境特定的物理化学条件下，碳酸盐类岩石反而对成矿不利。通常情况，刚性岩石对裂隙矿床的形成是有利的，但塑性岩石若在剧烈褶曲下形成的构造岩相带、也同样对生成裂隙矿床有利。总之，要注意一般的对成矿有利的岩性条件，还要特别注意在特殊的物理化学条件和构造条件影响下对成矿有利的岩性，结合本区已知矿床的具体情况，尽可能不遗漏有利成矿的岩相、岩性。

这种图纸适用于对特定矿产、特定矿床类型的成矿研究．必须对有利的岩性、岩相条件已基本掌握的条件下编绘的。

②图上全面表示地区内分布的各种岩相、岩性，称为构造体系岩相图。

这种图纸适用于对不同矿产、不同矿产类型的成矿研究，或有利成矿的岩相、岩性条件暂时还不掌握的情况下使用。

(2)火山岩相单独圈出，并以花纹表示其岩性，以颜色区分不同时代、不同系列。

(3)要表示岩浆岩的岩相分带、隐伏岩体分布的范围、岩体剥蚀深度、小岩体及其分布规律、接触面产状、岩石的流动构造、岩脉的分布规律等与成矿作用的关系。并表示岩浆岩的不同岩性和时代。

(4)图纸比例尺能够表示出来的与成矿作用有关的蚀变作用和变质作用。

(5)各种主要的矿产类型。

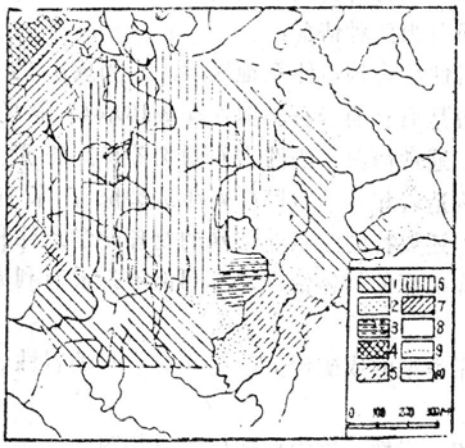
(八)岩相图、构造岩相图、岩相古地理图

岩相图是用于研究沉积作用的发育规律，阐明沉积岩形成的自然地理条件和大地构造条件与岩性图不同之处是后者着眼于岩性变化，而前者则着重于沉积物的形成条件。构造岩相图偏重于大地构造条件与沉积物形成的关系，岩相古地理图则偏重于古地理条件与沉积物形成的关系。后两者分别为内生矿床和外生矿床的成矿规律图的底图。

1．岩相图的表示方式，一般有三种：

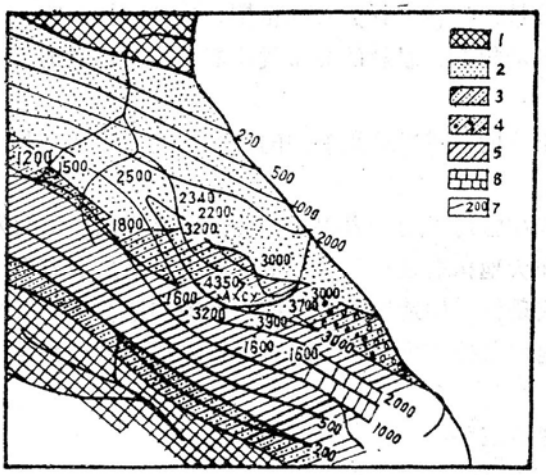
(1)主要按照岩相的概念，划分和表达岩相。

相，从概念上说，基本上属于岩相古地理范畴。相的划分以沉积物的成份、沉积时的自然地理环境及表生成岩变化等特点为依据，赋予成因上的概念。划分相的实际资料包括岩性特征、层序特征或韵律性结构的分类、各种结构、构造及其变化、胶结物的结构及类型、古生物特征、古生态特征、各种沉积岩成因分类的资料及其他。图上应表示各地质时期岩相的分布，如陆相、海相、或浅海相、半深海相、深海相、含煤相、泻湖相等，还要表示出各地质时期沉积物的主要类型，如泥沙质沉积、粗砾屑沉积、碳盐酸类沉积、红色砂质粘土质沉积、复理石建造、磨拉石建造等。图Ⅷ－12 示按相的概念划分和表示的一例。



图Ⅷ—12　某地泥盆系地层岩相图

1．海相泥质和碳酸盐类沉积，复于基岩之上；
2．海岸相砂质和泥质沉积，厚度较小，东部多为粗粒，位于基岩或下古生代岩层之上；
3．海相碳酸盐类和泥质的沉积，厚度较小，复于下古生代地层之上；
4．陆相及泻湖相的砂质和泥质沉积，局部为红色的碳酸盐类沉积，复于下古生代岩层之上；
5．海相和海岸相的砂质及泥质沉积，局部是厚层的碳酸盐类沉积，复于下古生代地层之上；
6．海相及海岸相的碳酸盐类沉积及泥质沉积，复于泥盆系地层下部的泻湖相及泻湖岸相的砂泥质沉积上；
7．泻湖相及泻湖大陆相的泥砂质沉积，复于下古生代的岩层之上；
8．长期浸蚀区，其厚度最小；
9．各相间的界线；
10．泥盆系地层的现代分布界线。



图Ⅷ—13　某地下侏罗统地层岩相—等厚线图

1．侵蚀带；
2．泻湖（陡坡）岸相砂质沉积；
3．泻湖（缓坡）岸相泥砂质沉积；
4．泻湖岸相砾石泥砂质沉积；
5．泥质页岩夹菱铁矿；
6．石灰岩；
7．沉积等厚线。

(2)既考虑到相，又对沉积物类型的划分作更详细的分类，如砾岩、砂岩、页岩、石灰岩、白云岩、硬砂岩、硅质岩等。图Ⅷ－13 示其一例。

(3)主要按岩性进行划分，实际上为岩相岩性图。在确定某些岩石的相资料不足时使用之，但从整个地区的地质构造条件看来，仍能大致确定当时的沉积环境。

上述第(1)、(2)种方法大同小异，在大、中比例尺的成矿研究中。最好采用第(2)种方式，在目前条件下，采用第(3)种方式较易实现。

2．有人建议在编制岩相图之先要编一些辅助图件：

(1)构造地质图；

(2)表示岩层岩性成份的岩性图，这种图主要按目测岩性特征来划分，以区域地质图为

底图；

(3)目的层等厚线图；

(4)沉积变化简图：主要表示成岩作用阶段所形成的主要变化如白云石化作用、胶结作用、硅化作用、铁化作用及重结晶化作用等过程的分布地带及结核形成带的分布区；

(5)古动力图：以研究交错层、卵石方向、波痕等表生(水)动力作用所形成的构造为根据而编制的一种图件，及说明沉积物运动的方向的各种数据；

(6)古生态图：表示化石及有机质残体的各种数据，即有机质残体沉积时的特征，如各种有机质残体交混的类型和存在的条件等；

(7)古地质图：目的层沉积时的盆地基底地质图，即目的层以下的较老地层的分布、岩层组成及其时代；

(8)古大地构造图：表示目的层分布范围及其周围，其沉积时期的隆起区和沉降区的分布情况；

(9)古地理图。

上述(1)、(3)、(9)为必备图件，第(2)项，如果区域地质图上岩性的划分不能满足编制岩相图的要求，应另行编制。其他根据需要和可能，但无论如阿，在编制岩相图时，要考虑到这些资料。

3．准备工作：

(1)广泛收集新旧资料，分地区、分系、分统制卡片，内容包括岩石成份、厚度，化石及有关地层方面的结论等资料，确定目的层的层位。在大、中比例尺图上的目的层，根据具体情况，相当于一个亚构造层或构造阶。这种卡片可与下述岩相分析卡片合并。

(2)进行一定间距的详细的实测剖面补充测量。

(3)编制精细的地层(岩性)柱状图。平面图上所标示的地层点或剖面点，原则上都要有相应的地层(岩性)柱状图。

(4)在搜集资料及实测剖面补充测量时，应注意：

①详细研究岩石成份，详细度量各层的真实厚度，注意岩性及厚度变化规律；

②详细研究层序或韵律性构造，岩石的特征(包括沉积变化)所代表的沉积、成岩及后生作用时的环境和介质条件，全面收集沉积岩的各种结构、构造并加以分类，同时收集沉积岩成因分类的各项实际资料；注意沿走向及倾向的变化规律；

③搜集化石以及与古生态和古自然地理有关的资料，记录化石采集地点及其岩石特征。

(5)将上述实测剖面资料补充卡片内容。

4．编制岩相分析卡片：卡片的格式如附表Ⅷ－10、11。

(1)关于中比例尺图件的岩相卡片：

①按地区或按图幅编制，也可按 2－3 级构造单元编制；

②地层时代的划分与同比例尺的区域地质图相适应；

③层序指在地层(岩性)柱状图上所占的层序，每一层一个编号，要统一编号。

中比例尺岩相图岩相分析卡片　　附表Ⅷ－10

编号	地区或图幅	地层点或剖面点编号	时代	层序	主要岩相	岩性分层描述	主要动植物化石	产状要素	厚度(m)	备注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

大比例尺岩相图岩相分析卡片　　附表Ⅷ－11

地层点或剖面点编号	时代	层序	岩相	岩石成份的分层描述	结构构造	岩石的成因类型	动植物种属化石	产状要素	厚度(m)	备注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

注：上述两种表格的规格，根据具体情况，一般比例尺愈大，卡片的规格应愈大。

④岩性描述的内容包括岩石成份、有机物含量、结构、构造、重矿物特性、沉积变化(成岩作用阶段的变化)以及沉积岩成因分类方面的资料，对含化石地层，要注意化石当时生存的条件；

⑤备注中包括有关地层、岩性方面的结论，如：岩石的成因类型（有些岩石在命名上含有成因意义，如冰碛层，纹板岩、硅质岩(碧玉岩)、红色砂页岩、礁石灰岩、竹叶灰岩等，备注中不必说明；但一股的沉积岩是按成份命名的，不含成因概念，应注明成因。重要的岩石，如长石砂岩，硬砂岩，注明为残余长石砂岩、或构造长石砂岩、陆相硬砂岩或海相硬砂岩等；注明成因类型时，要着重于形成环境、古生态资料、古动力资料(古动力方向)等。

(2)关于大比例尺图纸的岩相卡片；

①总的要求与中比例尺相同但较为详细；

②一般按时代、按层进行编制，如图幅较大时，也可按构造单元或地区分别编制；

③岩石的成份描述，包括沉积变化及有关推测环境和介质条件的资料和古动力方面的资料，含化石地层的化石生存条件。

(3)编表时，对呈互层产出的较薄岩层，一般可以合为一层；韵律层要分类(如淡水韵律，近海韵律，海盆韵律及其他)；当同一层位沿走向岩性有变化，但一定距离内岩相无变化，原则上也可不分开编表，但需说明。

5．编制目的层沉积等厚线图(此图也可与占地理图合并编制)。“目的层”包括两个方面的内容，即含矿岩系及矿层，同一张图上可用两种不同的颜色分别表示它们的等厚线。矿层应用鲜明的颜色。

(1)以区域地质图或构造地质图为底图，在其上面编成“蒙图”，初步勾出目的层分布范围；

(2)确定目的层的真实厚度，即从观察所得的实际真层厚，不能把侵蚀或被断层破坏的部份厚度根据处理测而增减，若利用被断层损益处的厚度，应注明。

(3)注明地层点或剖面点号及有关厚度；

(4)用内插法划出等厚线的平滑曲线，对于被断层损益的厚度只作参考。

6．编制古地理图：

古地理图是研究沉积物或目的层沉积时地理条件的图纸，用作岩相古地理图的底图。

(1)古地理图上应表示目的层的沉积类型(当用以研究大地构造运动时，则为占优势的沉积类型)，并考虑到目的层生成时的自然地理条件、珊瑚礁发育区、泻湖带、陆地地形的特点，古河流的分布情况、海盆的海岸线或泻陆交替带，陆棚、半深海及深海区等。对于中比例尺图，主要为海陆交替带或海岸线及泻湖带，对于大比例尺图，则为详细的古地理自然分区，但海陆交替界线需用粗线条。

(2)古地理图的编制方法：

①以同比例尺的地理图或构造地质图为底图，如以构造地质图为底图，则编成“蒙图”，勾出目的层现代分布范围(包括被掩盖的分布范围)；

②根据各剖面点或地层点的地层(岩性)柱状图及岩相分析卡片编制，但某些顶、底板

不完全的剖面仅作参考；

③将地层点或剖面测量点及化石点上图，注明编号、厚度、岩相、化石的主要种属；必要时，也可将化石点按动、植物两类分别以不同符号表示，在附表中注明各化石点的主要种属及其所代表的自然地理环境，或其交混的类型和存在的条件；

④选线选点制成地层对比剖面图；

⑤进行分析研究，圈定海陆界限及有关资料所能阐明的古地理自然分区(如陆棚、浅海、半深海、泻湖带、古河道……等)的界线。分析研究时，要全面综合所有资料，不要单从图上所注明的资料(尽管是主要资料)来圈定；

⑥有足够的地球物理资料时，可以参考并结合岩相、厚度及古动力等资料推测古代水系的地貌。

⑦在目前条件下，编制古地理图时，可以用已有的中国古地理图或已有的省、区古地理图为兰本，加以补充修改。

7．编制岩相古地理图：

(1)以古地理图为底图；

(2)根据构造地质图，目的层按时代着色(应与构造地质图上颜色相适应)。结合地层对比柱状图、岩性图、目的层等厚线图，岩相分析卡片进行对比研究，划分岩相带，用不同花纹区分岩相带；

(3)古地理特征：要突出表达与沉积成矿作用有关的古地理特征；

(4)接触界限包括：

①目的层现代分布界限；

②岩相带界限；

(5)图上要表示产状要素；

(6)当矿产生成于不同目的层时，一般情形下，每个含矿的地层单位应分别编制古地理图及岩相古地理图，以阐明不同时期的沉积盆地的分布及其自然地理条件。

8. 构造岩相图：

(1)以构造地质图为底图，为不影响图面清晰起见，可将与成矿规律无关的内容简化；

(2)图上不表示古地理资料，除原有构造地质图上的界线外，增加岩相带的界线，其他均同上款。

9．如果为了研究大地构造运动，地壳振荡或海进海退规律，要编制目的层及其上复和下伏岩系的岩相一等厚线一古地理图，但图上都只表示占优势的沉积类型。

10．编制上述各种图纸时，应注意的问题：

(1)拟定岩相岩性的花纹图例，要带有方向性，在图上，表示方向性的花纹线条要依岩层走向的变化而变化，使图纸能反映区域构造线的一般特征；

(2)这些图件是成矿规律图直接依据的重要底图，因此一般情形下要编制简略的说明书，作为成矿研究报告的附件，内容包括：

①编图的目的和要求；

②编图的原则和方法；

③对主要图件(岩相古地理图、构造岩相图)的分析，内容包括沉积岩相的分布规律、古地理分区的分布规律、海浸海退规模以及岩相、古地理与构造运动三者间的关系。

岩性图及岩性古地理图：岩性图是研究沉积岩岩性变化的基本规律、阐明沉积作用发育的过程、恢复沉积阶段形成的历史的图件，用于编制岩相古地理图。岩性古地理图是研究不同的主要沉积环境(海或陆)中沉积作用发育的过程，可作为重要的辅助图件。当沉积矿床的形成与沉积岩的岩性变化有关，或暂时还不具备编制沉积岩相图的条件时，岩性古地理图可以作为沉积矿床成矿规律图的底图。

编制岩性图的方法很多，常用的、能更好地反映沉积作用发育过程的编图方法是等值线法，即把各岩性剖面类型加以严格的定量划分，按照数量次序来进行编制：

1．确定目的层分布范围；

2．进行各剖面点(控制剖面)的岩性测量，划分不同岩石成份，测量各层的厚度。

3.将各控制剖面划分为若干段，在各段地层的大量岩石中选择出为数不多的组份。

例如：砾石、砂、粘土，或砂、粘土、碳酸盐，或粘土，石灰岩，白云岩等。由于沉积作用有规则可循，例如：岩性沿走向的变化是连续的，渐变的，沿倾向也是有一定次序，所以进行上述为数不多的组份的选择一般是切实可行的。

4． 确定划分岩性剖面类型次序的定量准则，一般可以有两种办法，即：

(1)按岩比(或称岩性系数)，即按在所划分的地段内的地层中，某一岩性的总厚度对另一岩性的总厚度之比，如$\frac{\text{砾岩}}{\text{砂岩}}$、$\frac{\text{砂岩}}{\text{粘土岩}}$……等。有时根据需要也可以用复合的岩比方法、如$\frac{\text{粉砂岩}}{\text{砾石}+\text{砂岩}}$等。选择岩比时，最好能(单从岩性变化的角度来说)赋予一定的成因意义。

(2)按一定的含量百分值，即在剖面上一定地段内某一岩性的厚度在各种不同岩性的总厚度内所作的百分比。

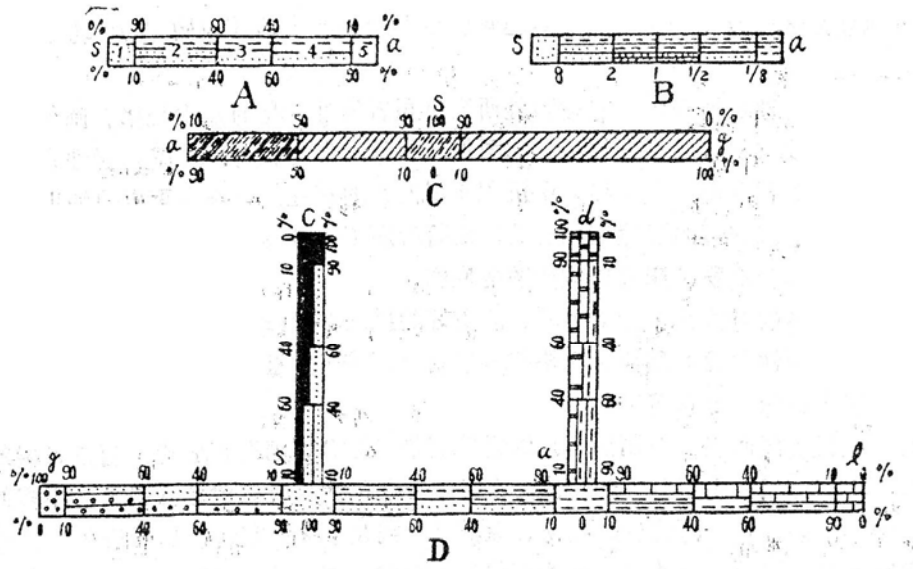
5．确定等值线(包括按岩比或按百分含量确定的等线值)划分方法，有如下两种办法，以办法(2)较好。

(1)岩性直尺图法：如图Ⅷ－14 之 B 是按岩比划分的，其他都是按一定的百分含量划分的，岩比的值(例中为$\frac{\text{砂岩}}{\text{粘土岩}}$分别为 8、2、1、$\frac{1}{2}$、$\frac{1}{8}$)，及百分含量的值的选择详见下款。

(2)岩性三角形法，如图Ⅷ－15，A 是按一定的百分含量划分的，B、C、D 是按岩比划分的。

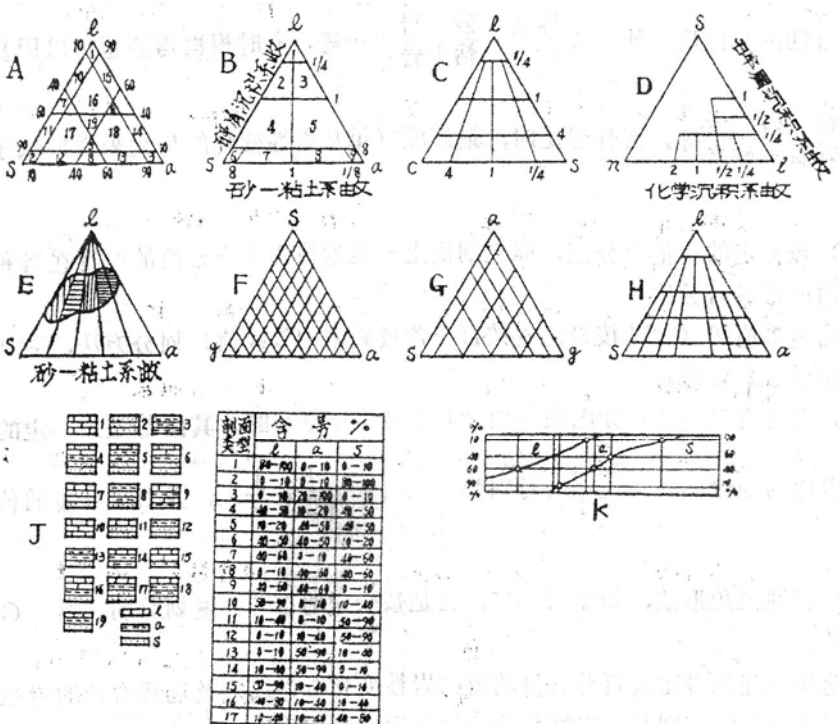
6．选择合理的岩比或百分含量的值(岩性变化分界线)及选择合理的岩性三角形划分方法。一般依据的原则是：岩性变化的复杂程度及变化规律，并设法反映出一定的成因意义(单从岩性变化的角度来说)。

(1)一定的百分含量一般常用 10、40、60、90(%)四个值(如图Ⅷ－14A，及Ⅷ－15A)。需要而可能时，可以划分得更细一点(如图Ⅷ－15F)，但不能影响图面清晰又要充分反映出岩性变化规律。必要时，也可以采用不同密度的办法(如图Ⅷ－15G)。



A、B、二组份系统；C、D多组份系统；g：砾石；s：砂；a：粘土；l：石灰质；d：白云质；c：煤。

图Ⅷ—14 直尺图



剖面类型	含量 %		
	l	a	s
1	90—100	0—10	0—10
2	0—10	0—10	90—100
3	0—10	70—100	0—10
4	40—50	50—70	40—50
5	40—50	40—50	40—50
6	50—70	40—50	10—20
7	40—50	0—10	40—50
8	0—10	40—50	40—50
9	40—50	40—50	0—10
10	50—70	0—10	10—40
11	10—40	0—10	50—90
12	0—10	10—40	50—90
13	0—10	50—90	10—40
14	10—40	50—90	0—10
15	70—90	10—40	0—10
16	40—50	10—50	10—40
17	10—40	10—40	40—50
18	10—40	40—90	10—40
19	20—40	10—40	20—40

g：砾石　s：砂　a：粘土　l：碳酸盐　c：煤　n：盐

图Ⅷ—15 岩性三角形划分示例及简化的岩性剖面（K）

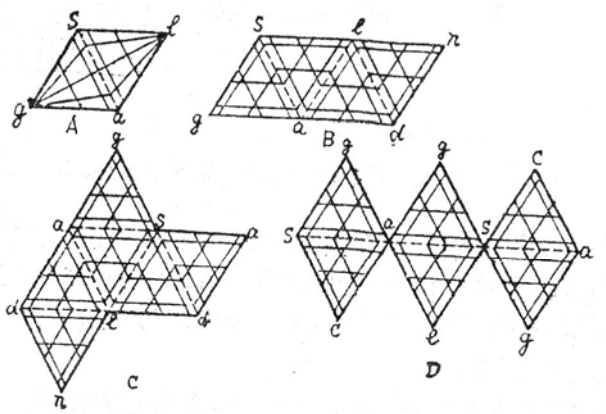
(2)岩比：根据具体情况，一般选用五分、四分或三分法，需要而可能时，也可灵活调整。

(3)选择岩性三角法的划分方法时，要根据岩性变化的具体情况，既能反映沉积作用的发育过程，又能基本上符合野外所了解的岩性变化规律，不宜太烦琐。采用岩比时，要注意成因意义，图Ⅷ－15 中的 B 及 D，都是单从岩性变化的角度反映了一定的成因意义的划分法。

(4)图Ⅷ－15 表示了各种的岩性三角形划分方法，可以根据具体情况而选择。

(5)不同等值线范围内的各种不同岩性区间(相当于岩性图上的岩性带)的图例，及其含量比(以图Ⅷ－15A 为例)，详见图－15J。

7．如果在同一图幅之内，有多种组份(多于三个以上)时，可以采用岩性三角形的合并(联合岩性三角形)的办法(图Ⅷ－16)。每一岩性三角形适用于一定的地段或区段内。



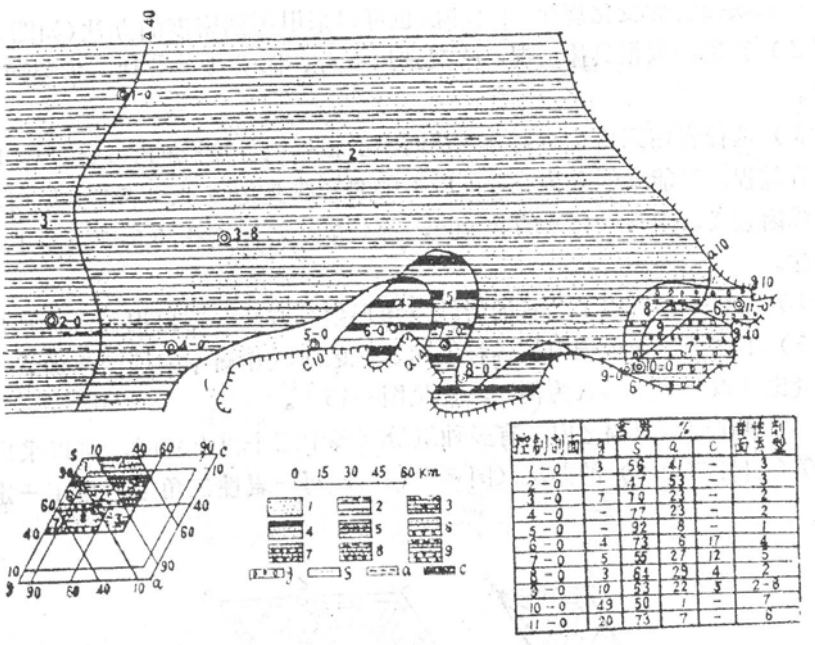
g：砾石，s：砂，l：灰岩，d：白云岩，n：盐，c：煤。

图Ⅷ—16　岩性三角形的合并

8．参考区域或矿区地质图，以岩性直尺图或岩性三角形为标准，划分岩性带，用内插法或外插法推定等值线即各岩性带的边界线，编制岩性图(如图Ⅷ－17)。图上要注明控制剖面点，并列表说明其含量比及岩性剖面类型。该图以定量数字说明了一个泻湖盆地(一部分)的岩性变化规律及沉积阶段形成的历史，配合其他因素，便可以编成当时的古地理图。

9．在编制岩性图时，可以编制简化岩性剖面图(图Ⅷ－15K)，有利于更清晰地反映岩性变化规律或岩性曲线在剖面方向上的变化。还可以利用简化岩性剖面图来编制岩性图，其方法如同利用地质剖面资料编制地质图一样。简化岩性剖面图的位置及方向最好与相应地质图的地质剖面(或实测剖面)一致，以便研究岩性变化与构造和岩相的关系，并保证正确地编出简化岩性剖面图。在简化岩性剖面图(图Ⅷ－15K)上主要反映了各种组份的含量百分比，如用岩比，可注明在图Ⅷ－15K 上方或下方。

10．利用等值线法编制岩性图的优点是：不同作者根据同样的资料只能编出一种岩性图，而不可能编出不同解释的若干种岩性图来；在不具备充分研究沉积岩相的资料时，仍



控制剖面	含量 %				岩性剖面关系
	g	s	a	c	
1－0	3	56	41	–	3
2－0	–	47	53	–	3
3－0	7	70	23	–	2
4－0	–	77	23	–	2
5－0	–	92	8	–	1
6－0	4	73	6	17	4
7－0	5	56	27	12	3
8－0	3	64	29	4	2
9－0	10	53	22	5	2－8
10－0	49	50	1	–	7
11－0	20	73	7	–	6

g：砾石，s：砂，a：粘土，c：煤。

图Ⅷ--17　某地区早侏罗世地层岩性图

能进行沉积矿床成矿研究。缺点是：图上缺乏沉积岩形成的自然环境条件、大地构造条件及沉积岩的成因类型的概念。

11．将古地理图的海陆交替界线或盆地的边缘标在岩性图上，即为岩性古地理图。也可不另行编制古地理图(岩性图上往往有关岩相及古地理的资料不足)而直接在岩性图上推定海陆交替界线或盆地边缘线，其方法参考上条，但有几点不同之处：

(1)岩相分析卡片改为岩性登记卡片，内容包括：编号、时代、层序、岩比、岩性分层描述、主要动植物化石、产状要素、厚度等栏(大，中比例尺均同，但大比例尺较详细)；

(2)主要按岩性登记卡片、岩比、化石、地层对比剖面图、厚度、结合区域地质构造特征等圈定海陆界线或盆地边缘线；

(3)无论大、中比例尺都只标明海陆分区界线或盆地边缘线。

在目前条件下，如果资料很不足，不能按上述有关条文阐述的方法编制构造体系地质图或构造体系岩相图、构造地质图、构造岩相图及岩相(岩性)古地理图时，可以采取一种临时性的措施，即在同比例尺的地质图上，尽可能详细地补充上岩性、构造要素、岩浆岩的含矿岩相或区分与矿化有关的岩浆岩、与成矿作用有关的蚀变作用或变质作用以及其他与控制成矿侵入体或矿化作用等有关的资料。但应注意：

1．编图时，尽可能根据现有条件，满足上述有关条文的要求，凡能收集到的内容或资料，尽量表达。

2．这种图纸，一般说来，对成矿的基础条件的分析研究很不够，因此必然给成矿分析带来很大困难，可能导致错误的结论，或质量不高；首先是易于受原有的结论的束缚，不利于敞开思路，其次是综合分析时，难于进行全面的、正确的、科学的分析。因此更应

特别重视对已知典型矿床的研究，用点来指导面。

3．这种图纸用于沉积矿床的成矿研究时，一般说来效果不甚理想。

(九)围岩蚀变分带图(及蚀变等量线图)

围岩蚀变的强度、分带特征及其成矿预测意义，主要取决予两个因素：即矿液的蚀变能力和围岩接受蚀变的可变度。矿液的蚀变能力取决于矿液的温度、压力和化学组份，矿液活动的持续时间或频率；围岩的可变度取决于围岩的物性和化学活性以及围岩的构造条件。围岩蚀变分带图的目的是综合地反映上述条件，全面评价蚀变围岩的成矿意义，总结成矿条件和找矿标志，指导找矿勘探和进行成矿预测。

1．编图的基本因素：编图的基本因素即反映矿液的蚀变能力和围岩的可变度的各项因素。对于矿液来说，即蚀变矿物的种类、矿物组合、晶体大小、结构构造及造矿物质的含量。按成矿学的概念，称为矿化指示标志。对于围岩来说，有两个方面：即围岩本身的物理、化学条件，和外部的构造条件。

(1)外部构造条件主要有二：

①其上面有无不透水的遮挡层；

②是否处于有利的地质位置：一般说来，有利的地质位置对于内生矿床说来，大体有二，即：距离含矿侵入体有适宜的距离(根据成矿元素的活动性及相应的成矿温度而定)，和在侵入时期构成侵入体的上部构造层的岩石。

(2)围岩本身的物理、化学条件，按成矿学的概念，通常称为围岩的岩性控制准则，因围岩岩性之不同而有所差异：

①碳酸盐类岩石，包括灰岩、自云岩、泥灰岩，钙质砂页岩和钙质砾岩等。其岩性控制准则主要是：(*a*)岩石的不纯程度(岩石中所含杂质的含量、砂质、硅质、泥质、有机质、白云石化、重晶石化等的程度)；(*b*)岩石的孔隙度、裂隙度、空洞、层理；(*c*)岩石的粒度，有无特殊构造(如角砾状及其他)；(*d*)结晶程度及其原因，结晶大小的均匀程度等。

②石英岩、石英砂岩、石英砾岩、石英角砾岩等：这一类岩石属于矿质的钝态捕集体，但在一定条件下亦有成矿意义，其岩性控矿准则主要是：(*a*)孔隙度、裂隙度、层理；　(*b*)碎屑物的粒度及成份，粒度的波动范围，胶结物的粒度及成份，有无次生变化；(*c*)杂质及其含量，主要的有利杂质为有机质，主要的不利杂质为泥质。

有利的遮挡层对这类岩石的控矿机理常起很大的作用。

③钙、镁质硅酸盐类岩石：这类岩石在控矿中主要起两种作用，一种与碳酸盐类岩石的作用相似，一种与砂、页岩相似。

与碳酸盐类岩石的作用相似者，包括在蚀变过程中易于接受碳酸盐化或矽卡岩化而不利于形成高岭土化或次生石英岩化的岩石，其岩性控制准则主要是：(*a*)活性组份(Ca、Mg、K、Na)的含量及赋存状态；(*b*)裂隙度、孔隙度、片理、片麻理及粒度。

与沉积砂页岩的作用相似者，主要指易于形成高岭土化的岩土，常能起遮挡层的作用，如果其地质位置有利的话。

④泥质及泥砂质岩石：这一类岩石的控矿机理目前还有争论，它们主要与钨锡矿床 (不

包括白钨矿)有关。但钨锡矿床除了在砂页岩中外，在其他铝硅酸盐类岩石中也广泛分布，因此其控矿机理必然与 Al_2O_3、SiO_2 及矿液的化学特征有关。在一定条件下，也可形成矽卡岩及热液充填矿床。其控矿准则主要为： (*a*)裂隙度及一定的孔隙度、层理；(*b*)岩石的颜色，泥、砂质的数量比例、泥、砂质的成份、粒度、钙质的含量、有机质、黄铁矿化及其他杂质的成份和含量；(*c*)有些矿床的围岩(页岩)中、Fe、Mg、Ca 的含量偏高而碱金属含量偏低，但是否为普遍准则，尚须研究。

对这一类岩石，有利的地质位置比其他岩石的控矿机理似乎更为重要，主要是接近侵入体者更有利。

(3)岩性——岩性控制和地层控制：前者矿化与一定层位的一定岩性有关，后者主要与一定层位有关。这一因素与矿液的蚀变能力和围岩的可变度并无直接联系，但在编制围岩蚀变分带图时，亦应尽可能予以反映。

2．确定表达在图上的基本因素：在不同地区、不同类型的矿床中，上述各项因素所起的作用是互不一致的，因此需要选择表达在图上的主要和次要因素，剔除不起作用的因素。办法是在类比的基础上根据实际资料予以总结，进行这种总结的研究方法之一是岩性柱状图。

3．确定编制围岩蚀变分带图的图例：

(1)用色例表示围岩的物性，用不同的浓淡程度表示其定量参数。例如，用兰色示孔隙度，绿色示裂隙度，褐色示层理等。对于定量参数的分级要根据矿化强度，如某矿床，孔隙度＜0.5％时，无矿化，0.～1％时，矿化但不够品位，1～2％时，贫矿，2～4.5％时，浸染状富矿，＞4.5％时，块状富矿；则＜0.5％不着色，0.5～1％淡兰色点，1～2％淡兰色细线条，2～4.5％中等兰色，＞4.5％浓兰。当需要重叠两种色例时，用两色相间来表示，如浓兰色宽条带与浓绿色宽条带(两色条带间不留空隙)相间或淡兰色细线条与淡绿色细线条(两色细线条间留空隙)相间等等。

(2)用矿物花纹代表不同蚀变矿物，用花纹的多少(相对数量)或分布的稀密程度代表主要蚀变矿物的含量比例，也可在图例中规定多少矿物花纹(绝对数量)代表多少主要蚀变矿物含量百分比，用花纹的大小代表晶体的大小，用特定图例代表有利的构造，如角砾状及其他，或用花纹的排列方式代表一定的结构或构造，如条带状等。

(3)用不同图例或色例的曲线代表化学组分和成矿元素的含量变化。对主成矿元素的含量及其分级，也可用不同浓淡的红色来表示。

4．编制围岩蚀变分带图：围岩蚀变分带图是用上述特定的图例重叠在岩性或岩相图上的一种图纸，其一般要求如下：

(1)最适宜的比例尺为大于或等于 1:5000，对 1:50,000 的比例尺不大合适。

(2)在平面和(或)剖面图上画上矿体，用惯用的岩性花纹画上围岩岩性及其分布范围。由于要套上矿物花纹，岩性花纹不宜太密，最好用不同色例。

(3)按岩矿鉴定的结果划分出不同的蚀变带的界线，用符号表示蚀变带名称。

(4)投上代表各基本因素的花纹、色例和曲线。如果影响矿化的岩性控制准则太多时，

只表示其主要的，次要的可在岩性柱状图上表示。但矿化指示标志最好不要省略。

(5)岩性柱状图附于图纸的下方，某些表示基本因素的花纹、色例和曲线的图例包括其浓淡程度可在岩性柱状图上表示。

(6)有条件时，地层层位、矿化遮挡层及与侵入体的关系尽可能在图上表示。

5．把围岩蚀变的综合研究成果应用到指导矿区找矿勘探或成矿预测时，只要一般地把总结出来的有利的基本因素，用特定的图例填到矿区地质图或成矿预测图上去作为综合研究资料之一即可。

6．蚀变等量线图：蚀变等量线图是与综合性围岩蚀变分带图性质相近的一种图件，其不同之处主要在于图上不表示岩性控制准则。优点：编制方法较为简便，由于它综合了主要矿化指示标志，在指导找矿勘探及成矿预测上有一定效果。缺点：不能作为成矿规律研究之用，总结成矿条件不完全；在寻找有一定埋深的盲矿体时，效果较差。

编制方法：主要是利用化探原生晕的各项指示元素、蚀变矿物定量及主要造岩组份的含量，在一定的岩性或岩相图上编出等量线图。一般多编成平面图。编制时应注意：

(1)主要造岩组份的选择：主要选择在矿液作用下带入或带出的一些组份，对于钝态组份，如没有必要，可不表示。

(2)如果蚀变矿物种类很多，在图上全部表示影响图面清晰时，也可进行选择，主要是选择各成矿阶段或各蚀变分带(远矿及近矿)的主要代表性矿物或矿物组合，及对成矿意义有对决定性影响的矿物或矿物组合。

(3)各项地化指标一般不简化。

(4)应附有一定数量的地质剖面图，剖面图上方画有各项参数的剖面曲线及(有条件时)物探参数曲线。

第五节　成矿规律图与成矿预测图的编绘

(一)内生金属矿床成矿规律图

编绘成矿规律图的基本任务在于通过对矿床形成特点的综合分析，清楚地反映出矿化与各种地质因素的关系，阐明编图范围内矿化发育的主要规律。成矿规律图的编制，要经过科学分析和整理全部矿产资料和各种矿化现象资料的主要成果，根据矿床的成因和分布特点，结合控制成矿的各种地质因素的类型和分布规律，用特定的色线圈出构造成矿单元。

1．内生金属成矿规律图的底图，根据具体情况，选用构造地质图、构造岩相图或构造体系地质(岩相)图。

2．将矿产分布图上的主要矿床、矿点按其规模、成因和矿物成份(或含矿建造)、产状、成矿温度、深度、生成时代以及矿床与构造关系等要素，用特定符号表示在图上，其中的重点是成因和矿物成份(或含矿建造)、规模及生成时代。

3．通过成矿规律分析划分成矿单元。

成矿单元的划分，过去我国有的单位曾划分到六级可供参考，见附表Ⅷ－12(其中不包括全球性的成矿域、成矿省或成矿系)。对于中比例尺图主要以3～4级为基础划分到5级(个

别到 6 级)。考虑到这种划分：主要是按传统地质学的观点，结合我们工作的具体情况， 建议暂按 5 级，如附表Ⅷ－13，亦不包括全球性的大成矿单元。在实际工作中是否可行，希同志们根据具体情况创造性地运用。

4．以代表主要矿种的色线或代表所有重要矿种之不同颜色相间组成的具一定符号的直线或曲线表示不同等级的成矿单元。如高级与低一级的成矿单元相重合时，则高级成矿单元内套低级成矿单元的线条。如成矿单元界线与主要断裂构造线重合时，成矿单元界线应划在断裂的一侧。

5．各级成矿单元的名称．一般由三部份组成：依次为地理名称(较高级的单元要与构造单元的地理名称一致)、矿种或矿组(依其重要性而排列)及各级成矿单元名称。

在单矿种的图上，三级及以下的成矿单元名称应在矿种之前，加上成因类型。

6．成矿单元符号(图例)编制原则：以代表主要矿种的颜色之粗罗马字代表级别，在其右下角加上地名的汉语拼音第一字母，对于单矿种图上的三级及三级以下的成矿单元则在右上角加成因类型代号。如略阳一何家岩火山沉积铁矿亚带(单矿种图上)为红色III_{l-H}^{RM}。

(二)外生金属矿床成矿规律图

1．底图可选用岩相古地理或岩性古地理图。

2．一般按不同含矿目的层编制成矿规律图。

3．标上矿点。按其规模、主要矿石类型(或矿物成份)、品位或相对品位(贫、中、富)及在含矿地层柱状中所处的位置，分别用不同图例标在图上。在大比例尺图上根据需要和可能，标明矿层层数及沿走向稳定性。

4．分别用不同色线标上含矿岩系、矿层的等厚线及矿石等品位线，对于中比例尺图，必要时可用相对品位克拉克值(极贫、贫、中、富)代替等品位线。

5．通过成矿规律分析，划分成矿单元。根据我们目前工作的具体情况，建议暂按如下划分(不包括全球性的)，希在实际工作中创造性地运用。

(1)一级(大成矿带、大成矿区)一在小比例尺的岩相古地理图(一般为纪或世的岩相古地理图)上，结合矿种(或矿组)划分。

(2)二级(成矿带、区)一在一级成矿单元的基础上(如有可能进一步按亚构造层或构造阶编制岩相古地理图)，结合沉积建造的性质或岩相——古地理特征划分。

(3)三级(成矿亚带、亚区)——若同一目的层内有两个相隔较远的含矿层位，或矿种(矿组或含矿建造)的主要类型不同(如铁一锰矿和磷矿，铝土——粘土矿和粘土矿，产于泥砂质岩石中的氧化铁矿和产于碳酸盐岩石中的碳酸铁一硅酸铁矿等)，在图纸比例尺允许的条件下划分。

(4)四级(矿区)——主要矿床(点)较集中，结合含矿岩系厚度有利于成矿，或岩相——古地理条件基本相同并比较有利于沉积成矿的地区。

(5)五级(矿田或矿床)一根据地层构造条件、岩相古地理条件、矿化层品位、矿层厚度、含矿岩系厚度等构成一个完整的矿田或矿床的地区。其岩相古地理条件一般有利于沉积成矿。

各级成矿单元的名称和划分依据之一　　附表Ⅷ－12

级别	形状		划分依据
	线状延伸区域	不具线状延伸区域	
1	成矿带	成矿区	以大地构造为主，如某一准地台区某一地槽区，亦应考虑构造成矿特性。
2	成矿亚带	成矿亚区	是成矿区的一个亚类，划分因素除大地构造外，还必须注意构造岩浆杂岩及构造成矿特性。
3	成矿束	成矿群	在二级成矿单元内再根据次一级隆起和凹陷划分。在同一个三级单元内，主要矿种(矿组)的成矿特点应基本相似，并与成矿作用有关侵入杂岩，围岩建造的特性及构造活动的时代大体相似。
4	蕴矿带	蕴矿区	地质构造－在三级成矿单元内的更次一级隆起与凹陷，控制区内矿化的构造因素(区域性大断裂、复背斜、复向斜等)基本一致，同时主要岩体的生成和侵蚀深度及主要围岩建造性质相近，矿化条件和成矿时代方面基本相同。
3	矿带	矿区	在四级成矿单元中主要矿床集中的地段内控制成矿的主要矿田构造、成矿岩浆岩的建造基本相同。
6	矿田		为五级构造单元内矿床富集地段，包括几个不同成因类型的矿床，其地质构造、岩浆岩、矿床成因及成矿时代具有共同特征。

各级成矿单元的名称及其划分依据之二　　附表Ⅷ－13

级别	形状		划分依据	有关的图纸比例尺	备注
	线状延伸区域	不具线状延伸区域			
1	大成矿带	大成矿区	以较高级别的构造单元(如高级别的较大的构造体系或地台区、地槽区，或它们的第二级构造单元)为主，结合构造岩浆杂岩及综合成矿特点、或在构造－岩浆旋回(一次或几次)发展的过程中，褶皱作用，岩浆活动和矿化作用之间的关系进行划分。	小比例尺	
2	成矿带	成矿区	以比上述低一级的构造单元(或较小的构造体系)为主，结合主要矿种(或矿组、或矿石建造组)划分，但应考虑成矿时代及有关的岩浆杂岩大体相同。	中比例尺	
3	成矿亚带	成矿亚区	以主要构造成份或构造因素为主，结合矿种(如为单矿种的成矿规律图则结合成因类型大体相同，或在矿化作用发育过程中相近)划分，主要矿化条件(构造－岩浆因素)相近。成矿时代基本相同。	中比例尺	
4	矿带矿区		在3级成矿单元内，主要矿床(点)集中的地区，或矿化条件发育较好的地区，其矿化条件相近。	中比例尺或大比例尺	
5	矿田		在4级构造单元内，相同矿种或成因类型相同的矿床富集的地区。	大比例尺	单矿种的成矿规律图可不划分而要圈定较大的矿床。

中比例尺图件划至 2 级到 4 级，大比例尺图划到 5 级。

成矿规律分析：上述成矿规律图只是汇集了所有重要的成矿地质资料。成矿作用与各种地质作用的内在联系即成矿规律，一时还难于清楚地认识或只是表面的认识，还需探求其本质，因此需要进行深入地资料整理及成矿分析。成矿分析方法有多种不同的途径，现择要介绍几种以供参考：

1．利用统计方法进行成矿分析，统计矿床时间上和空间上的分布规律，适用于编图范围内矿点和工业矿床较多的场合。

(1)矿床的生成时代是一重要的控制条件和预测因素，在理论上也有重要意义。除利用同位素年龄测定外，也(还)可根据已有资料，用发展的观点结合地质历史及矿床的地质环境特点，确定各类型矿床可能的生成时代。

统计项目包括统计各成矿时代该矿种的矿床、矿点总数及其成因类型(或含矿建造)比例数，各成矿时代该矿种工业矿床总数及其成因类型(或含矿建造)比例数，再统计各成矿时代该矿种的矿点、矿床总数、工业矿床数，各成因类型数及储量分别在编图范围内该矿种的矿点、矿床总数、工业矿床总数、各成因类型总数及总储量中所占的比例，确定该矿种在各成矿时代中的富集规律。在此基础上总结各成矿时代所有矿种和矿床的类型的综合成矿特点。

(2)总结图纸比例尺所允许表达的各级构造单元或各构造体系中各种矿化的分布规律：分别统计各矿种在各级构造单元或体系中的矿化情况，再综合各矿种、各矿床类型在各构造单元或体系中的分布规律，总的分布规律和成矿特点，并作解释。统计项目参考上面所述。

(3)总结各矿种在各构造层中的分布规律，探求各矿种在各构造层的富集规律和综合成矿特点，并结合各构造层的地质特征作出解释。统计项目参考上面所述。

(4)总结矿化和侵入岩的关系，除研究各别矿床与侵入岩的成因联系外，还可利用统计方法求得：其空间分布规律和综合成矿特点、各时代各种岩浆岩建造的含矿性、水平带状分布发育状况以及含矿侵入岩与构造的关系和在构造岩浆旋回中所占的地质位置。统计项目参考上面所述外，还有：各时代岩浆岩建造的类型、各时代侵入体的数量和出露的面积、各种侵入体与构造的关系、或在地质构造中的位置，以及它们的比例数。

(5)总结不同岩性或岩相与成矿作用的关系，包括不同矿种的含矿有利岩性或岩相(围岩选择性)、岩性或岩相对不同矿种的分布规律、矿床类型或矿石建造及矿物成份、以及矿体形态的影响等等。统计项目包括各矿种的矿点、矿床总数、工业矿床的总数，它们的不同围岩(岩性或岩相)的统计数字，它们的不同成因类型的矿床(点)或含矿建造及矿物成份和不同围岩的统计数字，该矿种在不同围岩中所占储量比重等等。

(6)总结成矿作用与各种类型构造之间的关系，包括控制各种类型矿区空间分布的规模较大(或高级别)的构造及控制矿床或矿体分布的较小(或低级别)的构造。对于中比例尺，以前者为主，对于大比例尺，以后者为主划分矿床的构造类型。

(7)对于外生金属矿床，主要是统计：矿点、工业矿床，储量比重分别与不同岩层(岩

性或岩相)和古地理特征的关系及在地层(岩性)柱状中的位置，主要矿石类型(或矿物成份)、矿石品位变化、矿层厚度、含矿岩系厚度、矿层层位、矿层稳定性彼此间以及与上述地质因素间的关系。查明工业堆积的条件。此外查明造矿物质来源地的地球化学条件对于阐明区域成矿远景有甚大意义，这一问题往往被忽略，客观上有时也有一定的困难。

2．从典型矿床和“标准地区”入手，制定编图范围内的矿床生成时代及成因分类表，确定它们的主要和次要的成矿控制条件，由点到面，查明编图范围内各矿种的成矿规律及综合成矿规律。

典型矿床指经过了详细的综合手段的研究并在成因类型上有代表性的矿床。“标准地区”指主要综合手段研究程度较高的地区。

(1)编制内生矿床成因分类表包括下列几项主要内容：

①构造因素，依次为大地构造条件(大地构造单元或构造体系)、构造形态(复杂的褶皱体系、断裂带、拗陷带、隆起等等或褶皱带、槽地、盾地等等)、各种类型的构造或构造形迹；

②岩浆因素：岩浆岩建造系列或岩浆岩建造(根据建造分析法)；

③构造－岩浆因素：不同构造条件下的不同岩浆建造；

④岩性因素：围岩岩性、岩相，有时还有沉积建造的类型；

⑤岩性－地层因素：不同地层层位的不同岩性或岩相；

⑥岩性－构造因素：不同构造条件下的沉积建造或岩性、岩相。

⑦成矿时代，含矿岩浆岩在地质作用发育过程中所处的位置。

(2)沉积矿床成因分类表，包括下列内容：

①大地构造条件；

②含矿地层的层位，含矿岩系在地层(岩性)柱状中的位置；

③沉积建造的类型及岩相古地理特征；

④矿石建造(如铅锌－碳酸盐沉积建造，含铜砂岩建造，赤铁矿－泥砂质沉积建造，菱铁矿－鲕绿泥石－泥质碳酸盐沉积建造等等)；

⑤有条件时，造矿物质的来源及其地球化学条件。

3．当编图范围内矿床、矿点及典型矿床、“标准地区”都不太多时，一般只能编制最大为中比例尺的成矿规律图，此时往往在小比例尺成矿单元划分的基础上进行研究。由于资料不足，主要是参考小比例尺或邻区的大、中比例尺的资料进行类比，类比的方法有：

(1)通过各种地质因素进行类比，提出初步设想；

(2)通过一些主要的准则作类比：

①岩浆岩建造：它能反映出岩浆岩的岩石化学成份特点和它们形成的地质条件；

②矿石建造系列或个别的矿石建造：它们能体现一定的岩浆岩建造的成矿专属性；

③构造特点或构造－建造特点(不是主要的类比准则)划分成矿区(带)类型分类表，作为区域成矿研究的参考；

(3)结合构造－岩相带或构造－建造带及上述初步设想和成矿区(带)的分类，划分纵向

的含矿构造，(常可反映大地构造发展的不同时期)初步决定了成矿带或成矿区的大致轮廓，再结合横向构造要素(如横向隆起、拗陷、断裂)以及围岩特性的差异，推定矿区的可能分布地段，再分别进行构造分析及矿化作用的研究。

(4)再到实践中去反复验证。

这一方法的优点是在资料不足的条件下仍能有计划、有目的进行成矿研究，但缺点是成矿类型及其准则是很复杂的，很难进行正确、全面的分析，在资料不足的条件下，尤其是如此，因此往往在实践中遇到很多困难，最好是能通过类比确定最有利的地区，尽快发现典型矿床，查明“标准地区”，以便根据具体情况深入进行研究工作。

4．应注意的问题：

(1)上述各方法并未包括所有的成矿分析方法。而且都不是尽善尽美的，总的说来，成矿分析要查明两个方面，即成矿的内因和外因：内因，对于内生矿床是含矿岩浆的存在及其地球化学特征，暂时无法查明其含矿岩浆岩的远成或超低温矿床，则为区域地球化学条件所反映的地球化学分区，对于沉积矿床为造矿物质来源及其地球化学条件。外因：对于内生矿床是构造条件、岩性条件，有时是构造－建造条件。对于沉积矿床是古地理－岩相条件和地层－岩性条件等等所反映的元素转移和沉积作用发育的过程。内因是主要的，它决定了区域内的找矿远景，外因往往是局部工业富集的重要条件。要抓住这两个方面，创造性地进行成矿分析。

(2)无论采用何种方法，典型矿床和“标准地区”的深入研究是不可少的。

(三)成矿预测图的编绘

成矿预测图的辅助图件是阐明矿化辅助资料的图件，其中主要的是地球物理研究成果图，地球化学研究成果图、重砂异常分布图及研究蚀变作用的图纸。其次，盖层的成份及厚度图对于预测隐伏矿体也有重大意义。

1．地球物理、地球化学研究成果图、重砂异常分布图的编制，可分可合。也可与矿产分布图合并编制。都可用同比例尺的浅色地质图为底图。如果重砂异常分布图用于砂矿找矿时则应用地貌地质图为底图。

2．地球物理研究成果图：凡用各种物探方法测得的异常现象，均用不同图例的线条编绘，并根据研究结果分类排队，用不同色线表示矿异常、可能矿异常、岩体异常、可能岩体异常、地质构造异常及性质不明的异常。按顺序编号，并注明物探方法及异常值。附异常登记卡片及编制说明书。

3．地球化学研究成果图：编图方法及要求与上述地球物理研究成果图同(附表Ⅷ－14)。

全面的综合地球化学研究成果图是用于揭露元素在岩石及表生状态下的分异、富集和分散规律，根据不同的地质构造因素，划分地球化学区，用等量线法表示该区特有的元素组合，它们在质和量上的相互关系，确定成矿区划的基本面貌。这种图纸一般包括：(1)原生岩石地球化学特征；(2)松散沉积地球化学特征；(3)水的地球化学特征；(4)大气圈底层地球化学特征；(5)植物地球化学特征。在我们目前的条件下，进行气体填图及植物填图尚不大可能，原生岩石的地球化学填图也只囿于有限面积的金属量测量，分析方法也有待

改进。但全面的综合地球化学研究是一项较先进的技术，应向这个方向努力。

4．重砂异常分布图(附表Ⅷ－15)；

(1)如果用地貌地质图为底图时，地貌地质图是在无色地质图上着以地貌分区之颜色，添加一些必要的地貌及第四纪地质图的图例和符号。

(2)将重砂发现的有用矿物分别用不同的带色图形落到图上。以图形代表矿物种类，颜色代表该矿物在单位面积内的百分含量或颗粒数。

(3)各种矿物之异常范围，应用表示该矿种(同矿产图上的矿产颜色)或用含量之等值线圈定。同时要在异常图内画上箭头以表示重砂来源方向。

(4)同一个扩散晕内，如有二种或二种以上矿物均达到异常值，若用代表矿物种类之色线进行圈定时，则可将线圈分段着色。

(5)按顺序统一编号，附编制说明书。

5．盖层的成份分布及厚度图：这种图只有在盖层厚度较大时才编，其目的是预测隐伏矿体。盖层包括松散沉积及前第四纪沉积。对于后者一般不作反映盖层的成份，实际上仅仅为盖层等厚(深)线图。

(1)松散盖层的成份可确定被复盖的原生矿床的矿种、矿床类型、规模及矿床的大致位置。进而确定综合找矿勘探方法。对于预测被掩盖的风化壳或风化壳矿床也有很大帮助。前第四纪盖层等厚(深)线图对于铝土矿、前寒武纪的沉积变质矿床，特别是其富矿是一项重要的辅助图件。

(2)编制的资料来源主要有：地球物理资料、地球化学资料、水文地质资料、实测地质剖面及其他部门的地质工作(石油、钻井、……等)的深部工程所提供的资料。

(3)松散盖层的图上应表示松散沉积物成份、风化残余的矿物或矿石砾块、盐、水化学、有条件时气体等的分布或分散晕(平面及必要数量的剖面)，标出地下水流动的方向及盖层等厚线。有条件时，推定基岩的主要断裂。

(4)这种图纸主要为大、中比例尺图的辅助图件。

6．研究蚀变作用的图纸：主要用于大比例尺图纸。对于中比例尺，只能有条件的使用。后者一般可以用特定的图例(带色花纹)将蚀变作用(可能时，分带)直接标在成矿预测图上。

7．其他辅助图件，根据具体情况选定，一般说来主要是反映综合找矿标志的图(平、剖面)和表。综合找矿标志除上述外，还有地貌特征、植物被覆情况和类型、氧化带或风化壳、氢氧化铁高品位地段、褪色带、特殊的矿物、矿石砾块及其他标志如采掘遗迹、废石堆、炉渣等。

成矿预测图是编制整套成矿的最后一种图件，它集中反映了成矿研究工作的主要成果，并结合生产需要和地质研究程度编制的。其任务是描绘成矿的远景地段，查明矿床可能存在的位置和范围等特点，指出找矿方向，提出找矿勘探工作的建议。

1．以成矿规律图为底图，编成“蒙图”。

2．投上所有的矿床、矿点和矿化点。力求详尽。

附表Ⅷ－14

金属量测量异常区登记表

第　　页

名称及面　积(平方公里)	样品简况			单元素异常概况		地质特征	异常评述	备　注
	取样数(个)	异常点数(处)	异常率S(%)	级别及数量	含矿率(%)			

附表Ⅷ－15

重砂测量异常区登记表

第　　页

名称及面　积(平方公里)	样品简况			单矿物异常概况		地质特征	异常评述	备　注
	取样数(个)	异常点数(处)	异常率S(%)	级别及数量	含矿率(%)			

3．投上重砂及物、化探异常。用代表其异常特点的线条或符号表示。为避免图面复杂，可稍简略，但不应有损其特征。

4．投上与矿床有直接或间接关系的围岩蚀变及接触变质资料。对于外生矿床则选主要的找矿地质标志。

5．通过综合研究，用代表主要矿种的色线，在成矿单元的基础上圈出成矿预测区范围。

圈定成矿预测区是一件困难而复杂的工作，既要掌握本地区已有的一切资料及其综合研究成果——成矿规律和找矿经验，编者本人也要有一定的生产实践经验，并要避免主观和片面、圈定成矿预测区的依据，各地情况不同，不能一概而论，但一般说来，主要是：

(1)矿床、矿点，特别是工业矿床的分布；

(2)物、化探异常区及重砂综合资料；

(3)各种成矿控制因素的发育情况及重叠情况；

(4)各构造层的含矿性，及各级构造－成矿单元；

(5)蚀变资料及其他找矿标志；

(6)各种矿床之间的共生关系，矿石建造的共生关系(完全或不完全的矿石建造系列)。

6．通过综合研究，确定各成矿预测区的等级。其应注意之点同上款。确定的原则是：

(1)上款所述的各种有利条件的发育程度，有利条件愈多、充分，发育愈好者，等级愈高；

(2)地质研究程度，对新区和老区或研究程度不同的地区在考虑上述各种有利条件时，应区别对待；

(3)经济地理因素和生产需要，预测的基本要求是满足建设和生产的需要，在划分预测区等级时，须考虑这一点。有条件时，征求有关生产部门的意见。

7．成矿预测区，一般分为三级，其依据是：

(1)一级：位于重要工业矿床的外围或成矿条件很好，矿化现象普遍，矿化标志明显，经济地理因素很好，部份地区研究程度较高；

或者较上述略差，但研究程度较低，经济地理因素亦好；

(2)二级：同上述而经济地理条件较不利；

或者区内有工业矿床，或成矿条件、矿化现象，矿化标志一般尚好，经济地理因素一般，部份地区研究程度较高；

或者较上述略差，但研究程度较低，经济地理条件一般；

(3)三级：同上述二级而经济地理条件很不利；或者成矿条件、矿化现象、找矿标志一般，有矿点、矿化点、情报地、经济地理条件一般，作过一定的地质工作；

或者，有一定的地质条件，但较上不足，或仅有若干矿化现象，或根据成矿规律推断或与其他地区类比有明显的有利条件，地质研究程度很低，经济地理条件一般。

8．根据上述预测区等级的划分，结合生产建设的要求，上级提出的任务或要求，以及本单位的具体条件，提出找矿勘探工作的具体建议。

9．综合预测图上预测区的划分步骤，首先应划分单矿种或矿组的预测区。然后再进行综合，绘出综合矿种的预测区。综合预测区的级别，应根据所预测的主要矿种来确定。

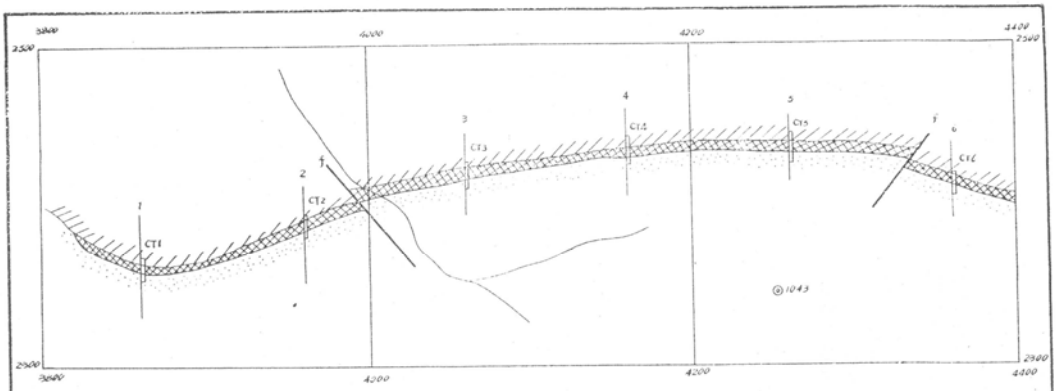
10．预测区的表示方法，尚无统一的意见，一般是以线条的粗细表示级别，线条的颜色代表矿种。多矿种的线圈，可着以主要矿种的颜色或按矿种分段着色(主要矿种线段可以长些，次要矿种线段可以短些)。不同级别预测区相接时，在其接触处只绘高级预测区的界线。

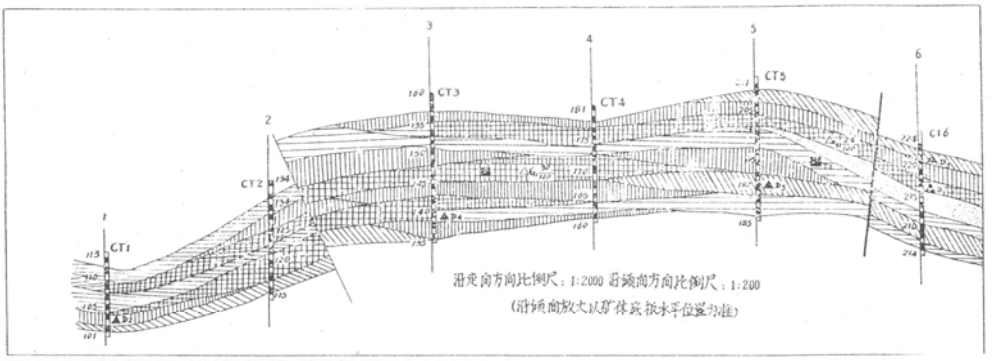
11．预测区的编号由预测区的级别，全区同级同矿种预测区的总数及单个预测区的号数三种因素构成，是以带色的大写阿拉伯字母表示预测矿种的级别，在级号的右下侧注明全区同级同矿种预测区之总数，并在总数之后依据在全套图幅内由北向南，由西向东的原则对单个预测区进行编号，如$\text{Ⅱ}_{n\text{-}1}$……。

12．预测区的命名，要考虑到预测区的地理位置、级别、主要矿床类型及矿种(命名上亦按此排列)。命名一般不写在图上，而以编号代之。

×× 某矿床品位分布图

比例尺 1:2000





试样号	采样间隔(m) 自	至	试样长(m)	化学分析项目 Al_2O_3 TiO_2	Fe_2O_3	灼减	耐火度	品级	备注
CT1									
CT2									
CT3									

试样号	采样间隔(m) 自	至	试样长(m)	化学分析项目 $Ac_2O_3+TiO_2$	Fe_2O_3	灼减	耐火度	品级	备注
CT4									
CT5									
CT6									

图例

- 矿层
- Ⅰ级品
- Ⅱ级品
- 贫矿品
- 低级品
- 废弃品
- 砂岩
- 页岩
- 断层
- 走向及倾向
- 钻孔及编号
- 探槽及编号
- 井硐及编号
- 煤层及编号
- 煤层顶底板编号

图签

第九章　储 量 计 算

第一节　储量计算的一般要求

各项找矿勘探工作的经济效果，最终集中体现在社会主义建设需要的矿产储量上。这一储量：

1．必须是符合工业技术要求的；

2．必须是可供矿山建设设计依据的；

提供符合这些要求的储量，是找矿勘探工作的首要目的，脱离了这一目的，找矿勘探的经济效益必然要受到影响。

做好储量计算工作的条件是：

1．要有经过批准的工业技术指标；

2．要有符合质量要求的各种计算储量的图纸；

3．要有其可靠性与储量等级标准相符合的计算储量的参数；

4．要有适合矿床具体情况的计算方法与真实无误的运算；

5．要有一目了然的能反映全部运算过程的多种表格，包括品位、厚度、面积、体积、体重及矿量的运算表格。

根据我国现有的经济技术条件，金属和非金属矿产储量分为平衡表内及平衡表外两类：

平衡表内储量，是指符合当前矿山企业生产的技术经济条件的储量。

平衡表外储量，是指目前无工业意义，但在不久将来技术和经济发展到更高水平时，预料有可能应用的储量。表外储量包括有益组分含量低、矿体薄，矿山开采及水文地质条件复杂、矿产的技术加工方法尚未解决等情况下的储量。

根据矿床研究和控制程度，冶金地质勘探所获的储量，还可分为三级，即 B 级储量，C 级储量和 D 级储量。前两种合称为工业储量，后者为远景储量。

根据上述分类应按矿体或矿段，矿石类型和品级等分别计算储量。

平衡表内及平衡表外矿石的测定是依据已确定的工业技术指标而进行的。工业指标是依据矿产的开采和加工技术条件，并考虑到矿产的综合利用，在经济核算的基础上制定的。一个矿床的工业指标应由地质部门会同设计部门提出，报上级主管部门批准下达，方为有效。

矿产储量是按实际探得的地下资源来计算，不扣除开采或选矿时的损失量，但应扣除采空区的储量。矿产储量一般用重量表示，但对于那些不必要用重量表示的，可用体积表示。

储量计算所采用的矿石组分或矿物含量数据，应当根据样品分析资料或试验资料来确定，不考虑开采或加工时的贫化。

第二节　储量计算方法的选择

储量计算方法的选择，在一定程度上影响着储量计算的正确性。因此，在储量计算之先，必须慎重的选择合理的储量计算方法。衡量储量计算方法是否恰当，主要是看所选择的储量计算方法是否能正确反映勘探的实际效果。正确的储量计算成果，不仅要在总储量方面和勘探程度要求达到的相对准确性相适应，而且在矿床的各个块断或地段的储量也要分别与勘探程度相适应。

储量计算方法的合理选择，在很大程度上决定于矿体的地质特征与勘探方法的选择。由于勘探方法是直接决定储量计算方法选择的主要因素之一。因此，在矿床勘探初期就应周密考虑，合理地布置勘探工程。

影响储量计算方法选择的尚有储量计算运算的繁简，还有其他因素例如矿床现在的或设计的开采方法，储量计算是经常性的还是全面性的，对计算要求是概略性还是精密性的等。

(一)选择储量计算方法的主要因素之一——矿床的地质特征

1．矿体的形状：矿体的形状是选择储量计算方法的最主要因素。如形状简单的层状、似层状、脉状矿体，适于用各种储量计算方法；而筒状或囊状矿体，往往只适于用水平切面法；薄层状矿体多适于用地质块断法和算术平均法；厚度较大的矿体一般适于用剖面法。

2．矿体的规模：矿体的大小对储量计算方法的选择意义不大，但对于少数由坑道所勘探的极小矿体，只能用断面法或地质块段法计算储量。

3．矿体内组分分布：除等值线法外，一般并不直接影响储量计算方法的选择，但它直接影响着勘探方法的选择。当组分分布均匀时，往往适用各种勘探方法。因此，也适于用除等值线法以外的各种储量计算方法，但当组分分布不均匀时，往往只适于用剖面法和地质块断法，甚至统计法。

(二)选择储量计算方法的主要因素之二——勘探方法

勘探方法集中地反映了矿床地质条件的各种因素，也反映了工程控制程度。因此，在实际工作中，勘探方法往往直接决定了储量计算方法。

勘探方法对选择储量计算方法的影响表现在以下两个方面：

1．勘探工程总体布置方案：这是一个很重要的因素，例如用勘探线勘探时适于用垂直剖面法计算储量；用勘探网勘探时，适宜于用最近地区法、地质块段法等储量计算方法。

2．勘探手段：例如坑道勘探时，适合用水平切面法，而开采块断法只有在矿体被勘探坑道切割为若干开采块段时才被应用，但是勘探坑道不是分布在一个或几个水平时，用水平切面法去计算储量将会增加不少制图的工作量，且其结果也不会很正确。同一个矿床中由于勘探工程的分布和密度不同或采用的勘探手段不同，也可以采用综合的储量计算方法，如矿床上部由坑道勘探部分用水平切面法或开采块断法计算储量，下部由钻探控制的块段用垂直剖面法或地质块段法计算储量。

在一般情况下，算术平均法和地质块段法是不受勘探方法影响的，但当工程密度不均匀(勘探程度不一致)，组分含量局部变化显著或组分含量与矿体厚度有正相关关系时，用算术平均法往往会出现一定的误差。

(三)计算方法的繁简程度对选择计算方法的影响

确定储量计算的正确程度，主要决定于工程控制程度或参加储量计算的参数的代表性，而不决定于方法的简便与否。最复杂的能量计算方法并不能弥补工程控制程度或储量计算参数之不足。反之，在工程控制程度合适、各种参数具有代表性的情况下，合适的计算方法，即使很简便的方法，同样能保证储量计算结果的正确性，并且由于最简便的方法不易出差错，且易于检查，有时更能保证储量计算的精确度。因此，最简便的储量计算方法是应优先选择的方法。

(四)影响储量计算方法选择的其他因素

1．矿床现在的或设计的开采方法，虽不是主要因素，但在提供矿山开采单位(开采层、开采中段等)储量数字的计算方法选择时，要加以考虑。

2．经常性的储量计算和全面性的储量计算，对计算方法的选择是不同的。经常性如季，月的储量计算的特点是在原来的基础上增添统计资料，而不必重新制作或整理资料来进行储量计算，一般用算术平均法或地质块段法计算储量，很少用剖面法计算储量。

(五)储量计算方法的检查

在储量计算方法确定以后，为了检查所采用的计算方法是否合理，可选择另一种计算方法进行对比检查。一般说来，这种检查意义并不大，因为在选择储量计算方法时，就已经将最能适合那种方法的该矿床地质条件和勘探特点等因素考虑进去了，而另一种方法就不一定能更好地适合矿床本身的地质和勘探特点。但储量计算方法的检查对局部块段储量的正确性验证还是有一定作用的，因此仍然被一部分地质人员所采用。

1．在选择储量计算检查方法时，要尽量符合矿床地质和勘探方法特点。另外。要尽量利用被检验方法的基本图纸和矿块的圈定原则，以免因此造成的非计算方法本身的误差。

2．储量计算的检查，一般只在矿床的主要部分(一个或数个矿体或矿体的一部分)中进行，通常不作全部的检查验证。对比结果，其误差一般不允许超过 7～8％，而对于工业 B 级储量，则不应超过 5％(以被检查的方法为 100％)。

第三节　矿 体 圈 定

矿体圈定是储量计算过程中的一个重要环节。储量计算的正确性，在很大程度上取决于矿体圈定的正确程度。因此，必须严格掌握工业指标，并对矿床情况进行深入细致的分析研究，正确圈定矿体边界。

(一)矿体圈定的依据

储量计算的矿体圈定，是以上级批准的工业指标为依据，同时参照矿产的地质条件而进行的，这些工业指标主要是：

1．边界品位，即样品中有用组分品位的最低极限，是划分矿石和围岩界限的标准，亦即圈定矿体的零点边界的依据之一。

2．最低工业品位(最低工业平均品位)，在边界品位范围内合乎开采最低要求的平均品位，其品位值比边界品位要大，单项工程或一个矿块如果达到了这一标准，就视为具有开采价值，可列为平衡表内储量。大于边界品位小于工业品位的，则可列为工业上暂不能利用的储量，即平衡表外储量。

3．最低可采厚度，就是可以开采的矿块的最小厚度，它与开采条件和开采技术密切相关。

4．工业米百分值，对于含矿程度高而厚度小的矿体，如果只考虑其厚度而不考虑其含矿程度，就会把它划为平衡表外矿量。如果把厚度和品位联系起来加以考虑，那就既可照顾到开采条件，又可照顾到矿体的含矿特点。因此，在这种情况下，就应以厚度与品位的乘积作为衡量开采价值的指标，这个指标就叫做工业米百分值。一般适用于计算金属或氧化物量的矿床。

5．夹石剔除厚度，对矿体内的无矿部分或低于边界品位的部分而言，大于夹石剔除厚度者，则需在矿体可采范围内将其剔除出去。厚度等于或小于这个标准的夹石，可混在矿体内一并计算储量。但必须保证矿段的平均品位不会因此而低于工业品位。否则，需将相邻一个矿样与夹石合并，作为夹石或表外储量，使矿段品位提高。

6．其它，如有害杂质平均允许含量、伴生有益组分最低含量、剥采比、自熔指数等工业指标对某些矿床的矿体圈定也是十分重要的。

(二)矿体圈定的步骤

圈定矿体边界时首先应确定边界基点，然后通过基点划出边界线。这些边界线是：

1．矿体零点边界，即矿体完全尖灭的边界。其构成是将代表矿体厚度为零或品位降低至边界要求的各点的连线。这是确定矿石储量所必须的条件。

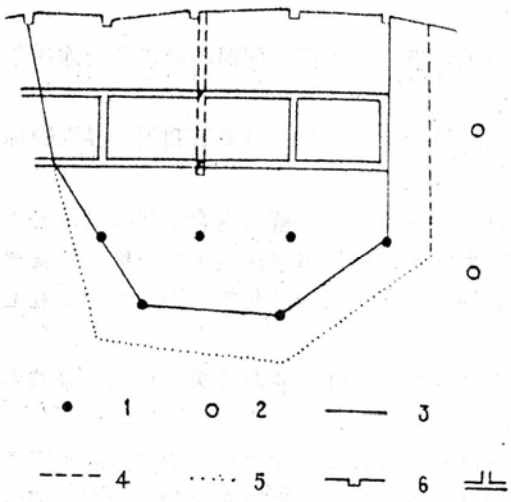
2．可采矿体边界，是根据最低可采厚度和最低工业品位或最低工业米百分值所确定的平衡表内可采矿量的边界位置。

3．矿石品级或类型边界，在可采边界内划分出矿石不同品级和不同类型的边界。

4．内边界线，沿穿过矿体边缘的坑、钻的连线叫内边界线。所以内边界线各点间的连线是直线，其周边是折线，而坑道或钻孔与矿体的交点便是折点(如图Ⅸ－1)。

5．外推边界线：沿内部边界向外推定的边界，可分为有限外推边界和无限外推边界两种情况：

(1)有限外推边界：有限推断法所推定的矿体边界，是见矿工程与无矿工程间的边界，一般以见矿工程与无矿工程间距的一半或用矿体的自然尖灭角来确定。在矿体的厚度与品



1．穿过矿体的钻孔；
2．没有见矿的钻孔；
3．矿体的内部边界；
4．有限外推外部边界；
5．无限外推外部边界；
6．探槽；
7．坑道。

图Ⅸ—1　在垂直纵剖面上圈定的矿体

位呈渐变的情况下也可以用插入法来确定。但无论用那一种方法，矿体边界的推定必须与矿体的地质特征相适应。

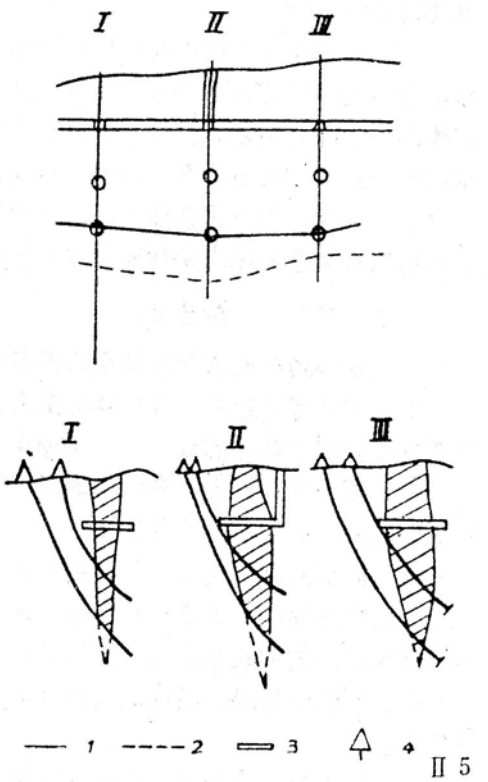
(2)无限外推边界：在穿过矿体的坑、钻工程外，再无任何工程时所推定的边界。一般用于计算地质储量或推定低级储量，推定时常使用地质方法、形态方法、几何方法、地球物理或地球化学方法等。

(三)矿体圈定的方法

1．地质推断法：以详细的地质构造图和对控制矿化的地质因素和构造因素的研究资料作为这种方法的基础，根据岩相、构造、围岩变化特点与矿化的关系，推定矿体边界。这种推定方法比较可靠，在所有情况下都应尽可能地应用这种方法。

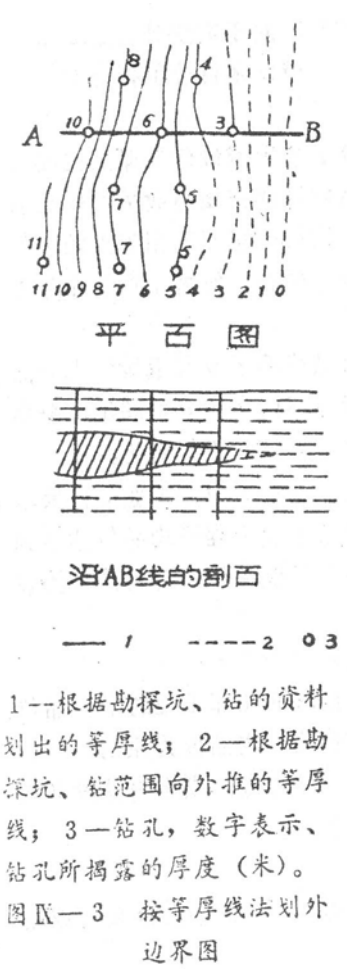
2．形态推断法：即以形态变化规律为基础进行无限外推，这种方法适用于矿体厚度由中心向边缘变薄的情况。根据形态标志划外边界的方法有两种：

(1)剖面图法：在一系列的勘探剖面上，圈定矿体的线条由内部边界向外延长直到相交。将这些交点再投影到相应的计算平面图上并联接这些交点，便是外部边界线。图Ⅸ－2 是表示按此



1—内边界线；2—外边界线；3—坑道；4—钻孔；5—剖面线号。

图Ⅸ—2　按剖面图法划矿体外边界线图



1--根据勘探坑、钻的资料划出的等厚线；2—根据勘探坑、钻范围向外推的等厚线；3—钻孔，数字表示、钻孔所揭露的厚度（米）。

图Ⅸ—3 按等厚线法划外边界图

法确定陡倾斜透镜状矿体外部边界线的实例。

(2)等厚线法：根据勘探坑、钻资料，将矿体等厚线从勘探部分外推到零点边界，该零点边界即外推边界。(图Ⅸ－3)。

3．几何推断法：当不能用地质推断法或形态推断法时，可用几何法推断外部边界。用几何法推断外部边界有以下三种情况：

(1)依据勘探网密度，平行于内部边界划外部边界，内部边界与外部边界的间距一般等于坑、钻勘探间距的一半，具体可由本矿区地质人员对本矿区掌握的矿体变化规律来确定。

(2)依据开采系统，矿体外部边界划在内部边界范围以下一个或两个中段的深处，用坑道勘探的脉状矿体常用此法。在外推时必须仔细研究相邻地段的地质特征，开采经验，或利用类比法。

(3)}根据矿体已揭露部分的规模进行外推，有以下三种方法；

①三角形法：即矿体推定深度为矿体走向长度的一半。此时外部边界为三角形。

②长方形法：矿体推定深度为矿体沿走向长度的四分之一，外部边界推定为长方形。

③对于等轴状矿体(矿巢，矿囊，矿瘤)常用锥形或半球形确定外部边界，其推测深度为平均直径的二分之一。

上述三角形、长方形，锥形或半球形推断方法，通常在勘探初期，当沿倾向勘探程度很差时，这一方法就会显著地夸大或缩小矿体的规模，然而，在实际工作中，用几何法比其他方法更为简便。在应用时应当慎重地、尽可能地考虑到矿体的形态构造特点、规模和勘探程度，灵活地不是机械地进行推定。

4．地球物理或地球化学推断：根据已知工程及地球物理或地球化学的异常特点而推断，一般只适宜于圈定预测储量的边界。当矿床特别稳定时，也可包括一部份远景储量边界。

(四)可采矿体边界的圈定

可采矿体边界的圈定应根据上级批准的工业指标，最大限度地圈定出平衡表内储量。

1．在勘探工程上圈定可采矿体首先按勘探工程用等于或大于边界品位的样品来圈定。夹在矿体内小于边界品位的样品，须视其连续长度是否达到夹石最大允许厚度，凡是大于夹石最大允许厚度则应圈为夹石，凡是小于或等于夹石最大剔除厚度的，应圈入矿体。在圈定时还应参考相邻工程夹石情况，如果在相邻工程中与该夹层相当的位置有一层厚度大

于允许最大夹层厚度、因此构成一稳定的夹层层位时，个别工程中的夹层虽小于或等于夹石剔除厚度亦应圈出。

2．大于或等于最低可采厚度的矿体，才能圈定为平衡表内矿体；当矿体厚度小于最低可采厚度时，对于只计算矿石量的矿床应圈定为平衡表外矿石，对于需要计算金属量或氧化物量的矿床，则当厚度与品位的乘积等于或大于工业要求的最低米百分值指标时，可圈定为平衡表内矿石。

3．单项工程从边界品位圈起的一系列样品的平均品位等于或大于最低工业品位要求时，一般情形下，可圈定为表内储量。但是如果这一系列样品内连续有相当数量的样品品位(或其平均品位)介于边界品位与最低工业要求之间，以致构成一层厚度相当大的表外矿段时，则应考虑实际上开采利用的可能性，酌情圈出一段表外矿石。但需注意与相邻工程对比，及是否为构造作用或裂隙淋滤作用所致。

4．单项工程从边界品位圈起的一系列样品的平均品位，虽然等于或大于最低工业品位要求，如果包括由不同的矿石类型构成的矿段其工业技术指标不同，应分别圈出，分别确定表内、外矿段；如果其产状要素不同，也应分别圈出，分别与相邻工程对比。

5．单项工程从边界品位圈起的一系列样品的平均品位大于或等于最低工业品位要求时，在没有上述两款所述的情形下，即可圈定为表内储量；如果单项工程平均品位达不到最低工业要求时，可将其中能够达到等于或大于可采厚度和最低工业品位的部份圈定为表内矿石，其余的圈定为表外矿石。

如果按上述办法不能圈定为表内矿石时，则按下列办法处理：

(1)如该类工程仅属个别或很少数，且位于矿体中央部份，而相邻工程的平均品位又较高时，则可参加表内块段的储量计算，但应以不影响块段仍为表内品位为原则。

(2)该工程虽位于矿体的中央部份，但相邻工程平均品位亦较低，或影响块段平均品位达不到最低工业品位要求时，则应将该类工程圈出为表外块段。

(3)如位于矿体的边缘部分，一律不参加表内储量计算。

6．在面上圈定可采矿体，可按控制同一可采矿体的工程实际控制的边界连接，或用有限或无限推断法圈定。

圈定不同类型的矿体边界时，必须考虑矿化特征，特别是矿化与矿体形态及构造间的关系、矿体内部结构，表生作用及矿物组分规律，一般应注意下列问题：

(1)圈定矿石工业类型时要依据其经济价值，确定最主要的工业类型为主进行圈定，如在铜、铅、锌多金属矿床中，一般应先圈定铜矿石，然后再圈定铅矿石，最后才圈定锌矿石。

(2)矿石类型的划分，不应过于复杂，应结合工业技术指标和采矿技术要求，把某些不重要的矿石类型归并或简化。

(3)矿石工业类型很复杂，致使矿体形态复杂，影响到工程控制程度(矿床勘探类型)及储量等级时，可使用综合矿石类型，但应与设计、生产部门结合商定综合指标。

(4)矿石自然类型界线的圈定，应根据化学分析结果，结合地形、构造等因素来确定

或推定。

(五)矿体内矿石品级边界的圈定

圈定矿体内各品级边界时，首先应查明品级变化的规律性，包括矿石品级与矿层、矿石类型的关系，并按勘探工程具体划分品级边界。其方法如下：

1．在勘探工程上按每个样品的化学成份标明其品级，同品级的样品圈为一层。如果各品级互为夹层，且变化很大时，则应按下列要求处理：

(1)当厚度较大的某一品级的矿体内夹有一较薄的另一品级矿层时，原则上按处理夹层的办法处理。

(2)如果各品级互为夹层，厚度均较薄，则参考相邻工程的情况，如能确定它们有稳定的层位关系，并且在采矿技术上能分别处理时，则可分别圈定。否则，可根据具体情况，以其平均品位或分段平均品位为准，结合地质特征与采矿技术要求考虑如何具体划分(耐火粘土矿不得以平均品位划分品级)。

2．在面上划分品级时，应根据矿体形态特征及品级与矿层层位及矿石类型等的对应关系，将相邻工程之同一品级相连。

在勘探线剖面图或各种平面图上圈定矿体，应遵守下列要求：

1．必须与矿体的地质特征和形态特征相一致。在矿床地表平面图上不得使用几何法圈定。在地表以下的各种平面图、剖面图上，用几何法圈定矿体，对于储量计算的具体数字虽然影响不大，但不能反映矿体地质特征与矿体形态特征，对矿床开采的指导意义不大，应尽可能少用(投影图除外)。但细脉浸染型矿床或其他与围岩边界渐变的矿床，确实无法查明矿体形态特征者例外。

2．不得改变实际资料。

3．矿体的推定厚度不得大于工程中的见矿厚度。

4．两工程之间的矿体边界线，应与矿体产状和形态特征相适应，反映出厚度变化的规律，并宜划为一均匀的、渐变的曲线或直线。不应使矿体形态弯曲，厚度变化无根据的忽大忽小。

5．圈定矿体时，应根据矿体地质特征或形态特征，首先确定统一的圈定原则，按此原则工作，应尽量使相邻两工程间的矿体边界联线，只有一个(或最少的)联图方案。如果可以任意将矿体界线联成多种形态(多解性)时，应考虑矿体的控制程度或地质研究程度是否可靠。

6．所有界线不得与夹层交叉，但允许重合。不同种类的矿体界线(零点边界，可采矿体边界、品级界线等)，彼此间不得交叉，但允许重合。

7．在综合图纸上圈定地表以下的盲矿体的主要参考因素是：

(1)实际工程控制；

(2)层位相当，或容矿构造相当；

(3)矿石类型相同，不同类型的矿石排列的次序(或矿物晶出顺序)相同，有特殊标志矿物；

(4)地球物理、化学条件的控制，前者主要指测井资料，后者主要指矿物一地球化学共生组合。

(5)形态特征相似。

8．推定外边界时，应结合矿床具体情况，尽量采用相对准确性较高的推断方法。

(六)储量级别边界圈定

1．工业储量级别(工业矿体)边界，一般需要用实际工程控制的边界来圈定，有下列情况者可以例外：

(1)由高一级的工业储量块段外推的低一级工业储量块段的边界，其限度最大不得超过低一级储量网度的一半。

(2)层位很稳定的矿床(大型沉积矿床或大型沉积变质矿床)，如果沿整个剖面厚度、品位稳定，允许C级储量同级外推，但外推最大限度不得超过网度的一半。

(3)按不同品级(或矿石类型、下同)计算储量时，在同一矿体的工业储量范围内各品级矿石的等级边界，一般情况下，需要实际工程控制，特别是高级储量范围内。但根据矿床开采的具体要求和矿体的具体地质条件，某些矿床可以允许在工程控制范围内，作有限推断圈定矿体各品级工业储量边界。

2．在整个工业储量范围内按矿石类型或按品级划分各级储量：

(1)工业储量范围内的主要矿石类型的有限推断部份应降级。

(2)C级储量范围内的次要矿石工业类型，根据具体情况，如果主要矿石工业类型很稳定，次要矿石工业类型与之有一定的共生关系时，允许有同级有限推断。

(3)工业矿体范围内的各品级界线，主要品级的有限推断部份应降级，次要品级部份应根据矿床开采的具体要求与矿床地质条件，允许有同级有限推断。

(4)工业储量范围内的各级界线，如果不能确定其主要品级时，应根据下列情况分别处理：

如果变化不太复杂，品位一般还相对稳定时，对C级储量允许有同级推断，个别块段很难控制时不作同级外推或应降级或加密工程。

如果品位变化复杂，全矿床从总的来看，工程不能控制品级的变化时，应加密工程。

3。满足储量等级要求的其他条件：

(1)钻孔矿心采取率达不到要求时，一般应补采或降级处理，但个别钻孔，可根据相邻工程对比，结合矿床地质特征、储量级别、矿心采取及提升间隔等具体情况、酌情处理。对于金矿，可以矿心实长作为矿体厚度参加储量计算，计算所得储量可以不降级。

如果钻孔的倾斜、井深验证资料不正确或未进行测斜验证，应进行补测或作降级或根据具体情况酌情处理。

(2)勘探工程间隔的衡量际准，一律以工程与矿体下盘(底板)交点为准，对于厚矿体也可用工程与矿体中心线的交点为准，但一般用矿体下盘之交点。如果因工程偏位或其他原因致使工程实际控制的间隔大于各级储量要求的标准时，应根据矿床具体情况及勘探程度进行处理。如两相邻工程（或与相邻剖面)的距离超过各级储量要求标准的20%(以要求

的标准间距为100%)以上，一般说来，应考虑降级。

(3)在B、C级储量范围内，如果有未经地表及深部查明的较大构造破坏时，均应考虑降级，但在C级范围内，可以较B级范围酌情放宽。

第四节　参 数 测 定

(一)矿体厚度测定

单项工程中矿休厚度是根据钻孔、坑道、探井或探槽中所采取的化学样品分析成果确定的，如果需要按不同品级和矿石类型计算储量时，则厚度亦应分别确定。

当工程以一定的角度截穿矿体，根据储量计算的需要，应将它换算成真厚度、水平厚度或铅垂厚度、可用作图法作出，也可根据不同情况，分别采用不同计算公式计算：

1．当工程布置垂直矿体走向．工程的倾向与矿体的倾向相反时，真厚度可用下述公式求出：

$$m=L\cos(\beta-\alpha) \qquad (9-1)$$

或

$$m=L\sin(\theta+\beta) \qquad (9-2)$$

式中：m——矿体真厚度；

L——在工程中测量的矿体假厚度；

β——矿体倾角；

α——切穿矿体时工程的天顶角(工程与铅垂线的夹角)；

θ——工程切穿矿体时的倾角或坡度(工程与水平线的夹角)。

2．当工程布置垂直矿体走向，而工程与矿体的倾斜同向时，如果切穿矿体时工程与水平线的夹角大于矿体倾斜角度，则用下列公式：

$$m=L\cos(\beta+\alpha) \quad 或$$

$$m=L\sin(\theta-\beta) \qquad (9-3)$$

如果矿体的倾斜角度大于工程与水平线的夹角时则用下列公式：

$$m=L\sin(\beta-\theta) \qquad (9-4)$$

3．如果工程不是沿着与矿体走向垂直的剖面线布置，其真厚度用下式求得：

$$m=L(\sin\alpha\cdot\sin\beta\cdot\cos\gamma\pm(注)(\cos\alpha\cdot\cos\beta) \qquad (9—5)$$

或

$$m=L(\cos\theta\sin\beta\cos\gamma\pm(注)\sin\theta\cos\beta)$$

式中：γ——工程方位角与矿体倾斜方向的夹角。一般γ小于20°，矿体厚度在5米以下者，误差甚少，可不进行修正。

当钻孔穿透矿体，并能量得钻孔中轴与矿体层面的夹角φ时，矿体的真厚度也可由下列公式求得：

$$m=L\sin\phi \qquad (9-6)$$

4．如果需要换算成水平厚度(m_s)时，按下列公式：

$$m_s=\frac{m}{\sin\beta} \qquad (9-7)$$

(注)上列两式中，凡工程倾斜方向与矿体倾斜方向相反时，此处用“+”号，反之用“-”号。

5．如果需要换算成铅垂厚度(m_v)时，则：

$$m_V = \frac{m}{\cos\beta} \tag{9－8}$$

6．掌子面上矿体厚度的换算，根据具体情况选用适宜的公式。

水平厚度适用于利用垂直纵投影图计算储量的各种计算方法；铅垂厚度适用于水平投影图计算储量的各种方法。

平均厚度的计算：如果揭露矿体的勘探工程分布均匀、或者勘探工程分布不均匀，但其厚度变化无一定规律时，块段或矿体的平均厚度可用算术平均法计算：

$$M_{cp} = \frac{m_1 + m_2 + \Lambda\ \Lambda\ m_n}{n} = \frac{\sum m}{n} \tag{9－9}$$

式中：M_{cp}——平均厚度；

m_1、m_2……m_n——各工程控制的矿体厚度。

n——控制工程数目。

当厚度变化稳定并有规律的情况下，如果勘探工程不均匀时，平均厚度应用各工程控制的长度对厚度进行加权平均：

$$M_{cp} = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \Lambda\ \Lambda\ m_n l_n}{l_1 + l_2 + \Lambda\ \Lambda\ l_n} = \frac{\sum m}{n} \tag{9－10}$$

式中 L_1、L_2……L_n——各工程控制长度(相邻工程间距离各一半之和)。

(二)平均品位的确定

作为储量计算的单个样品品位是依据基本分析的结果来确定的。

平均品位计算的方法可有算术平均法和加权平均法两种，其应用可有以下几种情况：

1、单项工程平均品位计算，由该项工程内参加计算的样品求得。

(1)在坑道、探槽或钻孔中连续取样的情况下，若样品长度相等，或不相等，但参予计算的样品较多，且样品分割长度与品位间无一定的依存关系时，应尽可能的使用算术平均法计算平均品位：

$$C_{cp} = \frac{C_1 + C_2 + \Lambda\ \Lambda\ + C_n}{n} = \frac{\sum C}{n} \tag{9－11}$$

式中：C_{cp}——平均品位；

C_1、C_2……C_n——各样品的品位；

n——样品数目。

(2)在坑道、探槽或钻孔中连续采样的情况下，若样品分割长度不等，且样品数量不多或分割长度与品位之间呈一定的依存关系时，应以取样长度对品位进行加权平均：

$$C_{cp} = \frac{C_1 L_1 + C_2 L_2 + \Lambda\ \Lambda\ + C_n L_n}{L_1 + L_2 + \Lambda\ \Lambda\ + L_n} = \frac{\sum CL}{\sum L} \tag{9－12}$$

式中：C_1、C_2、……C_n——各个样品的品位；

L_1、L_2、……L_n——各个样品的分割长度。

(3)在沿脉工程中，当样品的平均品位与矿体厚度有一定的依存关系，但取样间距相等时，应用取样点矿体厚度对品位进行加权平均：

$$C_{cp}=\frac{C_1m_1+C_2m_2+\Lambda\ \Lambda+C_nm_n}{m_1+m_2+\Lambda\ \Lambda+m_n}=\frac{\sum Cm}{\sum m} \qquad (9-13)$$

式中：C_1、C_2、……C_n——各取样点的平均品位；

m_1、m_2、……m_n——各取样点的矿体厚度。

(4)在沿脉工程中，当矿体厚度变化很小，如果取样间距不等且品位变化较大时，应用取样点的控制长度对品位进行加权(参照公式 9－12)：

式中：C_1、C_2、……C_n——各取样点的平均品位；

L_1、L_2、……L_n——各取样点的矿体控制长度(相邻工程取样点间距各一半之和)。

(5)在沿脉工程中，如果取样间距不等，且品位与厚度有一定的依存关系时，则应用取样点矿体控制长度及矿体厚度之乘积即控制面积对品位进行加权：

$$C_{cp}=\frac{C_1m_1L_1+C_2m_2L_2+\Lambda\ \Lambda+C_nm_nL_n}{m_1L_1+m_2L_2+\Lambda\ \Lambda+m_nL_n}=\frac{\sum CmL}{\sum mL} \qquad (9-14)$$

式中：C_1、C_2、……C_n——各取样点样品的平均品位；

m_1、m_2、……m_n——各取样点的矿体厚度；

L_1、L_2、……L_n——各取样点的矿体控制长度。

2．面积平均品位计算：是由控制该面积的勘探工程平均品位求得。当有下列情况之一时，均应用加权平均计算平均品位：

(1)当矿体厚度与组分含量有相关关系，其相关系数 $r>0.5$ 时；(2)当各工程中的矿体厚度相差悬殊或组分含量变化很大时；

(3)当参加平均的工程数量较少，且组分含量变化甚大时。

$$C_{cp}=\frac{C_1m_1+C_2m_2+\Lambda\ \Lambda+C_nm_n}{m_1+m_2+\Lambda\ \Lambda+m_n}=\frac{\sum Cm}{\sum m} \qquad (9-15)$$

式中：C_{cp}——面积平均品位；

C_1、C_2、……C_n——各工程的平均品位；

m_1、m_2、……m_n——各工程截穿的矿体厚度。

在计算面积上的加权平均品位时，一般采用取样长度与品位加权。有时也用影响面积进行加权，特别是当勘探工程分布不均匀时，但不能用影响长度进行加权。

3．体积或块段平均品位的计算，则是由构成该体积的面积平均品位求得，有时(如用地质块段法计算储量时)也可以不经过面积平均品位计算而直接由控制该体积的各单项工程平均品位求得，其计算方法及原则与面积平均品位相同。

无论面积或体积的平均品位计算，在使用加权平均法计算平均品位时，必须处于上述

三种情况之一时，才比较精确，否则，加权平均法计算的误差将比算术平均法更大。如果一个矿床内只有部份面积或块段属于上述情况之一。需要加权平均，其余面积或块段仍用算术平均。

4．全矿体或全矿床的平均品位通常使用加权平均。

5．平均品位计算的一般步骤是：

(1)按各勘探工程进行品位加权(或算术)平均；

(2)按各面积进行品位加权(或算术)平均；

(3)按各块段的体积进行品位加权(或算术)平均；

(4)按矿体及全矿床的平均品位计算。

6．耐火粘土矿不计算平均品位。

7．特高品位处理：在某些情况下，遇到一些样品品位高出一般样品品位很多倍时，称为特富样品。这种样品多半是在分布不均匀或很不均匀的矿床中出现。若将它和其他样品用同样的方法计算，可能引起平均品位的剧烈增高，特别是在样品较少的情况下，对平均品位的精确性有很大的影响，因此处理时必须慎重。区分特富样品的标准，对于不同类型的矿床是不一样的，因为它是由所计算的组分在矿床上分布的性质来决定。一般认为，当样品品位大于工程或块段平均品位的下表所列倍数时，应视为特高品位并加以处理：

组分变化系数	倍　　数
<20	2～3
20～40	4～5
40～100	8～10
100～150	12～15
>150	>50

特高品位处理的方法如下：

(1)重新检查采样质量，是否有人为的误差。

(2)根据需要和可能重新取样。如第二次取样证明为非特高品位时，以第二次分析结果为准。

(3)进行现场观察，详细研究取样点是否符合于该地段组分含量的高度集中程度，再考虑其应用或废弃。如确系巨大富矿巢，应参予平均品位计算；如系特富的小矿脉造成，此样品不参予平均品位计算。

(4)当重新取样已不可能，又没有任何资料证实特高品位具有代表性的情况下，此样品应当废弃。

(5)如查明确系特高品位样品，应以包括特富样品在内的工程或块段平均品位来代替特富样品的品位；也可用该矿床一般品位的高值代替；有时用特高品位样品两侧相邻样品的平均品位来代替。然后再计算工程或块段的正常平均品位。

(6)如特高品位出现的频率很高，表现为矿床的地质特征之一时，可不以特高品位论处。

(三)面积测定

面积测定是依据储量计算底图圈定的块段面积进行的，其测量方法一般有以下几种：

1．求积仪法：利用求积仪直接在原图上测定，每一面积应连续测定三次以上，如三次测定读数之差不超过 0.5%，那末，这三次结果的平均值可参予储量计算，如超过 0.5%时，则应重复测量，直至连续三次测量误差均不超过 0.5%时为止。

2．方格法：方格法测定面积是用方格纸复于需要测定的块段上，用查定方格数的方法来测定面积。

测定时应移动方格纸的位置重复三次，以三次测定的平均值做为该面积的最终值。当复盖图上矿块边界的点较多时，其边界点应作半点计算，但在同一矿块测量时每次均应同样作半点计算。

对于小矿块面积测定，方格法往往不够正确。

3．几何计算法：这种方法较为常用，测定时将被测定面积分为若干个长方形、正方形、三角形、梯形等简单几何形体，分别测量其面积，然后相加即得整个面积。上述方法应连续测定两次，当其误差不超过 2%时，将两次测定的平均值作为测定结果。

4．解析法：即利用平面直角座标计算矿体或矿块的几何面积，这种计算方法适用于用水平投影图计算储量的矿床，也可用于垂直投影图计算储量的矿床。计算面积的矿块折点座标是在矿体投影图上直接测量的。用解析法求面积值的计算必须依据折点座标按逆时针或顺时针方向一个接着一个的计算(如图Ⅸ－4)。在运算过程中一律以代数和相加，最终取面积的绝对值。计算公式如下：

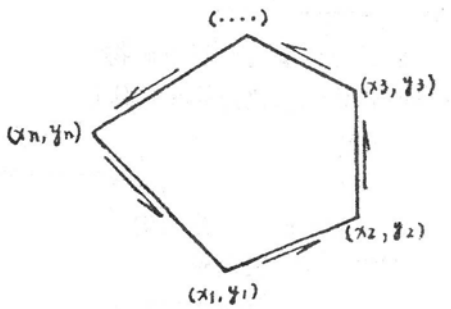


图 Ⅸ — 4

$$S=\frac{1}{2}[(x_1y_2-x_2y_1)+(x_2y_3-x_3y_2)+\Lambda\ \Lambda\ +(x_ny_1-x_1y_n)] \qquad (9-16)$$

将上式转变为行列式则得：

$$S=\frac{1}{2}\left[\begin{vmatrix}x_1&y_1\\x_2&y_2\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_2&y_2\\x_3&y_3\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_3&y_3\\x_4&y_4\end{vmatrix}+\Lambda\ \Lambda\ \begin{vmatrix}x_n&y_n\\x_1&y_1\end{vmatrix}\right] \qquad (9-17)$$

依据上式，其运算过程举例如下表

在垂直投影图上用解析法计算面积，其折点座标取自该图的某一点的假定座标为基点，此基点最好设在图幅的左下角。

列入储量计算表格的面积值，其有效数一般采用整数值。

(四)矿石体重的确定：[参阅第四章第一节(二)一(六)条]

矿石体重是储量计算的重要参数之一，体重参数的正确应用直接影响储量计算的结果，因此，对体重测定成果必须慎重考虑和应用。

矿块号	折点号	积数 (x_2、y_1)	矿块折点（座标）			积数 (x_1、y_2)	备　注
			x		y		
C_1-2	1		501		231		
	2	73158	318		156	78156	
	3	16380	105		256	81408	
	4	34560	135		612	64260	
	5	212976	348		531	71685	
	1	266031	501		231	80388	
	小计	603405				375897	

$$S=\frac{1}{2}(603405-375897)=113754$$

矿石的体重与矿石中矿物成份及其含量、矿石的孔隙度有密切的关系。因而，在按矿石类型和品级单独计算平均体重时，应考虑到矿石中重矿物含量与体重之间的关系，矿石的孔隙度的影响等。

体重样品的应用与平均体重的计算，应考虑以下几种情况：

1．对于矿石组分均匀，脉石中无重矿物或有重矿物但分布均匀，而且裂隙、节理、溶洞发育的矿床，或疏松多孔的矿床，宜采用大体重平均值，而以小体重平均值检验大体重平均值，但大体重的化学平均品位要与全矿体或全矿床的化学平均品位相接近。

2．上述矿床，如节理、裂隙很发育，不易保证大体重样的规格时，以大小体重的平均值互相对比，并结合考虑矿石特征及大体重样的采样方法、规格、质量等因素，选用两者之一的平均值。无论采用那种体重，其化学平均品位与全矿体或全矿床的平均品位应相接近。

3．铁或锰矿床(如果矿石中没有分布不均匀的非铁或非锰重矿物)，以品位与小体重值的相关系数求平均体重。每个体重样品，必须作化学分析。但对于铁锰矿床，应以铁与锰的含量制作相关关系图(凡是以两种元素的合量制作相关关系图求平均体重者，必须两者的原子量相近)。以锰和铁的全矿体或全矿床平均含量求平均体重。以大体重样作检查。但此法不够准确，特别是图上的点较分散，金矿床(体)平均品位附近的点不多时更是如此。

4．对于矿石组分复杂，脉石中含有多种分布不均匀的重矿物，有用金属品位与体重不存在相关关系的矿床，应大量采集小体重求每个矿体的平均体重；或从每个普遍样品取样点或几个样中取一个小块体重，如果普通试样的采样质量有保证，也可用每个普通试样的体积与样品原始重量求取每个试样的体重。然后以算术平均法求每个矿体的平均体重；如矿体不同块段的体重变化很大，可分别按不同块段求平均体重，但每个块段的小体重数均不应少于十五块。

5．对于复脉型矿床(或致密矿石与浸染型矿石互为薄层的矿床)，其平均体重应用加权平均法求得：

$$D=\frac{d_1m_1+d_2m_2}{m_1+m_2} \tag{9－18}$$

式中：D——复脉带(或致密矿石与浸染状矿石)的平均体重；

d_1——矿脉带(或致密矿石)的平均体重；

m_1——矿脉带(或致密矿石)的总厚度；

d_2——矿脉中的夹层(或浸染矿石)的平均体重；

m_2——矿脉中夹层(或浸染矿石)的总厚度。

上述公式中的厚度也可以相应的用面积或体积代替。

6．某些矿床，不求平均品位，则体重在各不同品级矿石中的分配应与各品级在矿量中所占的比例一致。

7．湿度校正[参阅第四章第一节(七)条]当湿度系数大于1％时，应对体重进行校正。其公式如下：

$$D_1=\frac{D(100-w)}{100} \tag{9－19}$$

式中：D_1——校正后的体重；

D——湿矿石体重；

w——湿度系数，以％表示。

8．体重值通常取至小数点后一位，如小数点后第二位数值大于7时，也可取至两位数。不论取至一位数还是两位数，对下一位数都应采取“舍而不入”的处理办法。

(五)含矿系数的确定与运用

含矿系数是指矿体中或块段中的含矿部分与全矿体或全块段的比率。

1．含矿系数的运用：当金属矿床中的有用组分分布不均匀，以致出现以下情况时，应考虑采用含矿系数计算储量：

(1)无矿地段在勘探时不可能直接圈出，即不能直接圈出矿体含矿部份的面积以计算储量。

(2)无矿地段较大，在开采时可以被留下，但储量计算时不能将其分出来。

(3)矿石能够以手选或其他方法将其分出来。

2．含矿系数的确定：含矿系数可以根据开采资料，勘探资料和类似矿床的对比来确定，归纳起来，有以下几种：

(1)线含矿系数：沿脉工程(包括水平、垂直或倾斜的沿脉坑道和地表沿脉剥露)中有用矿体(指工业品位以上者)长度与该项工程中矿化范围内坑道长度之比：

$$K=\frac{\sum L}{L} \tag{9－20}$$

式中：K——含矿系数

$\sum$L ——坑道中矿体有用部份长度的总和；

L——矿化范围内坑道的全长。

(2)面含矿系数：如有开采资料，则可利用有用矿体的面积和整个面积之比来求

$$K=\frac{S_1}{S} \qquad (9-21)$$

式中：S_1——有用矿体或块段的面积；

S——矿体或块段已采部份的整个面积或含矿面积；

(3)体积含矿系数：矿体或块段已采部分的体积与矿体或块段整个体积之比：

$$K=\frac{V_1}{V} \qquad (9-22)$$

式中：V_1——有用矿体或块段的体积；

V——已采矿体或块段部分的整个体积或含矿体积。

(4)用沿脉矿体中的样品个数来确定含矿系数：

$$K=\frac{n_0-n_1}{n_0} \qquad (9-23)$$

式中：n_0——沿脉工程中样品的总数；

n_1——沿脉工程中低于边界品位的样品个数。

3．一般含矿系数的确定，多采用线含矿系数或用沿脉工程中的样品个数来确定。

4．利用含矿系数校正的储量不能列入高级储量。

5．含矿系数最好能按单个矿体(矿脉)甚至单个块段来计算。

6．一般情况下，当含矿系数大于 0.9～0.95 时，不对储量进行校正。

第五节　储量计算方法

冶金地质勘探工作中，常用的储量计算方法有剖面法与地质块段法，其次有算术平均法、最近地区法、等值线法、等高线法、统计法、直线法与综合法等。此外，近年来国内开始学习和研究的地质统计分析方法为矿产的储量计算开辟了新的途径，值得重视。开采块段法一般运用于生产矿山，而且与地质块段法基本相同，本《方法》不拟单独介绍。三角形法，参加块段平均的厚度参数太少，而且当矿体厚度有变化时，如果用不同的连接方案圈定三角形块段，将会获得不同的储量，故误差较大，四角形法也有类似缺点，故本《方法》不予推荐。出于地质统计分析方法在我国未来的矿产储量计算工作中将具有前景，虽然目前尚处在学习研究阶段，本《方法》也作一般性介绍。

(一)常用的公式：

各种方法的储量计算，均应通过以下公式计算其矿石量和金属量：

1．矿石量计算用下列公式：

$$Q=V\times D \qquad (9-24)$$

式中：Q——矿石量

V——体积

D——体重

2．金属量或氧化物的储量计算用下列公式：

$$P=Q\times C \qquad (9-25)$$

式中：P——金属量或氧化物量

C——金属品位或氧化物品位

(二)剖面法：

当勘探工程的布置严格按一定的总体布署方案(勘探线、勘探网或水平勘探网)，而工程的方位角偏差一般不太大时，剖面法可以广泛应用于各种地质特征的矿床，特别是矿体厚度较大或厚度变化大、构造复杂，因断裂分割重叠或矿体成褶曲状态，矿体形态复杂或变化较大及矿体沿厚度方向划分为若干品级或矿石类型的矿床。对于成褶曲构造的薄矿体，使用剖面法计算储量时，为了准确查定面积值，可以根据矿床具体情况，分别采用下列办法：

1．采用较大的比例尺，使矿体厚度在图上不小于 1 厘米。

2．借助于辅助图纸，例如制作用几何法圈定各工程间的矿体的剖面图。

3．用曲线仪测定两工程间的矿体的边长的平均值，乘两工程间的矿体的平均真厚度。

上述三种办法，第一种保存了剖面法的优点，第二种面积的测定值较准确(与勘探程度相适应)，第三种不需另制图纸，测定面积的准确度相对来说较低。

用剖面法计算储量的优点是：能完全反映矿床地质构造的特点，特别是构造复杂的矿床。能直接利用实际资料(如不需换算厚度)，并能直接利用实际资料最多的图纸，不需在计算图纸上作人为的几何边界。缺点是：如果勘探工程的布置不是按一定的勘探网型，或方位角偏差较大的工程太多时，不宜使用此法。

剖面法又分为垂直剖面法及水平剖面法两种。前者适用于钻探为主要手段的矿床，后者适用于水平勘探网或以坑探为主要手段的矿床。按剖面方向，剖面法又可分为平行剖面法及不平行剖面法。后者适用于剖面方向不平行的矿块或矿床。但剖面交角太大，或不平行的剖面太多，或矿体呈中等倾斜时，往往误差较大。在布置勘探线时，应根据矿床具体情况，慎重考虑。

利用剖面法计算储量时，对于垂直剖面法，应有纵投影图、水平剖面图。对于水平剖面法，应有纵投影图或纵剖面图及垂直剖面图，互相检查验证。必要时，在这些图纸上进行验算。

剖面法的计算原理是以相邻剖面将矿体分割为若干计算区段，将工程中查明矿体各项参数严格的综合到工程所在(或最近)的剖面上。假定剖面区间的矿体各项参数的变化是渐变的，并变化于综合在相邻两剖面上的参数之间，因此剖面上工程所确定的矿体最小地段的储量，可以按渐变规律综合为剖面区间的总储量，本法可分平行剖面法与不平行剖面法。

1．平行剖面法

用剖面法计算块段储量，其体积是在两个剖面线之间进行或由单一剖面外推的。在两个剖面线之间圈定的体积，由于圈定的两剖面面积大小，对应形态各有不同，因而就应选择相应的体积计算公式去计算各块段的体积。单一剖面外推的，也由于外推尖灭形式的不同，需选择相应的公式。

现将平行剖面法计算储量时体积公式的应用，分述如下：

(1)同一块段的两相邻剖面，其中一个剖面为有效面积，另一剖面的面积为零，或为有效面积的外推部分，其圈定可有以下几种形式，这几种形式应根据矿体的形态来选择，例如有效面积为长条状时，常采用楔形体积；有效面积为等轴状时，宜采用角锥形体积。

①角锥形体体积：无效面积以一点尖灭。

$$V=\frac{L}{3}\bullet S \qquad (9-26)$$

式中：V——块段体积；

L——剖面至尖灭点的距离。

②楔形体积：无效面积成一直线尖灭，直线与有效面积平行，直线段的长度等于有效面积的相应平均边长。

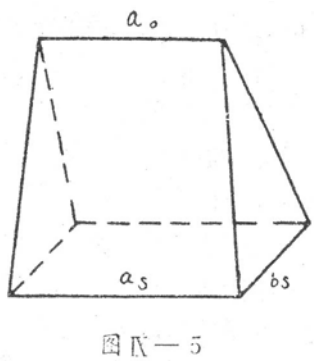
$$V=\frac{L}{2}\bullet S \qquad (9-27)$$

③斜楔形体积：无效面积成一直线尖灭，直线与有效面积平行，直线段为任意长度(图Ⅸ－5)。

$$V=\frac{1}{6}\left[2+\frac{a_o}{a_s}\right]\times S \qquad (9-28)$$

式中：a_o——无效面积尖灭线段长度；

a_s——有效面积的相应平均边长；



图Ⅸ－5

在上式中，当 a_o 等于零时，该公式可以转化为角锥体体积公式；当 a_o 等于 a_s 时，该公式又可转化为楔形体体积公式。因此，上列公式具有普遍意义。

④不等高楔形体体积：无效面积成一直线尖灭，但直线不与有效面积的相应边平行，直线段长度近似有效面积相应平均边长。

$$V=\frac{L_1+L_2}{4}\times S \qquad (9-29)$$

式中：L_1、L_2——矿体在剖面间尖灭的最长与最短距离，一般从水平剖面图（对于垂直剖面法）或垂直剖面图（对于水平剖面法）上量得。

当 L_1、L_2 相差悬殊，且直线段长度很短时可用角锥公式(9－26)，当直线长度与有效面积的相应边长度相差较大时，则用斜楔形公式(9－28)。

(2)同一块段的两相邻剖面，均为有效面积时，则可用下列公式：

①似棱柱体体积

$$V=\frac{L}{2}(S_1+S_2) \tag{9－30}$$

适用条件：

(*a*)两截面的对应形状相似，面积相差不超过 40％（以两截面中的小面积为 100，以下亦同）。

(*b*)两截面的对应形状不相似，且不论其面积相差多大，只要它们对应的边或轴之中，有一个大致相等时，均可用此式计算。

②截锥体体积

公式为：

$$V=\frac{1}{3}(S_1+S_2+\sqrt{S_1\times S_2}) \tag{9－31}$$

适用条件：两截面面积相差 40％以上，且对应形状大致相似。

截锥体体积也可用查表法(F 值法)求得：

$$V=L(S_1+S_2)F \tag{9－32}$$

$$F=\frac{1}{3}\left(1+\frac{1}{\frac{\sqrt{S_1}}{\sqrt{S_2}}+\frac{\sqrt{S_2}}{\sqrt{S_1}}}\right) \tag{9－33}$$

F 与 S_1 和 S_2 的比值有关，用 *a* 代表两截面大面积与小面积之比，即 $a=\frac{S大}{S小}$ 然后根据 *a* 和 F 之关系，计算并制作 F 值表（附表：Ⅸ－1）。

使用时，先计算 *a* 值，在 F 值表上用 *a* 值找到对应的 F 值，将 F 值代入公式(9－32)，即可求出矿块体积（若在表中查不到 *a* 值，可用邻近数值代替，代替后的误差在 0.1～0.15%之间，并不影响计算精度）。

该法使用方便，精度也较高，由于它是用截锥公式推导而来，只要两截面相近似，即可使用，不受面积比例限制，除适用于截锥矿块外，也适用于柱形、锥形矿块的计算。

③楔形截锥体体积（图Ⅸ－6）

$$V=\frac{L}{6}[S_1+S_2+(a_1+a_2)(b_1+b_2)] \tag{9－34}$$

或

$$V=\frac{L}{3}\left(S_1+S_2+\frac{a_1b_2+a_2b_1}{2}\right) \tag{9－35}$$

式中：a_1、a_2——为 S_1 及 S_2 中对应轴的平均长度；

b_1、b_2——为 S_1 及 S_2 中另一对应轴的平均长度；适用条件：两截面对应形状不相似，面积相等或不等，即不适于截锥体或棱柱体公式的条件，均可用楔形截锥体体积公式计算。

F 値 表

表Ⅸ－1－1

a 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値
1.00	0.5000	2.31	0.4860	3.49	0.4720	4.95	0.4580	6.92	0.4440	9.79	0.4300	14.2	0.4160
1.16	0.4995	2.38	0.4855	3.54	0.4715	5.01	0.4575	7.01	0.4435	9.91	0.4295	14.4	0.4155
1.25	0.4990	2.41	0.4850	3.58	0.4710	5.07	0.4570	7.09	0.4430	10.0	0.4290	14.6	0.4150
1.31	0.4985	2.45	0.4845	3.63	0.4705	5.13	0.4565	7.18	0.4425	10.2	0.4285	14.8	0.4145
1.37	0.4980	2.49	0.4840	3.68	0.4700	5.19	0.4560	7.27	0.4420	10.3	0.4280	15.0	0.4140
1.42	0.4975	2.53	0.4835	3.72	0.4695	5.25	0.4555	7.36	0.4415	10.4	0.4275	15.2	0.4135
1.47	0.4970	2.57	0.4830	3.77	0.4690	5.32	0.4550	7.45	0.4110	10.6	0.4270	15.4	0.4130
1.51	0.4965	2.61	0.4825	3.82	0.4685	5.38	0.4545	7.54	0.4405	10.7	0.4265	15.6	0.4125
1.56	0.4960	2.65	0.4820	3.87	0.4680	5.45	0.4540	7.63	0.4400	10.9	0.4260	15.9	0.4120
1.60	0.4955	2.69	0.4815	3.92	0.4675	5.51	0.4535	7.72	0.4395	11.0	0.4255	16.1	0.4115
1.64	0.4950	2.73	0.4810	3.97	0.4670	5.58	0.4530	7.82	0.4390	11.1	0.4250	16.3	0.4110
1.68	0.4945	2.77	0.4805	4.02	0.4665	5.65	0.4525	7.91	0.4385	11.3	0.4245	16.6	0.4105
1.72	0.4940	2.81	0.4800	4.07	0.4660	5.72	0.4520	8.01	0.4380	11.4	0.4240	16.8	0.4100
1.76	0.4935	2.85	0.4795	4.12	0.4655	5.78	0.4515	8.11	0.4375	11.6	0.4235	17.1	0.4095
1.80	0.4930	2.89	0.4790	4.17	0.4650	5.85	0.4510	8.21	0.4370	11.7	0.4230	17.3	0.4090
1.84	0.4925	2.93	0.4785	4.22	0.4645	5.92	0.4505	8.31	0.4365	11.9	0.4225	17.6	0.4085
1.88	0.4920	2.97	0.4780	4.27	0.4640	6.00	0.4500	8.42	0.4360	12.0	0.4220	17.9	0.4080
1.92	0.4915	3.01	0.4775	4.33	0.4635	6.07	0.4495	8.52	0.4355	12.2	0.4215	18.1	0.4075
1.96	0.4910	3.06	0.4770	4.38	0.4630	6.14	0.4490	8.63	0.4350	12.4	0.4210	18.4	0.4070
2.00	0.4905	3.10	0.4765	4.44	0.4625	6.21	0.4485	8.74	0.4345	12.5	0.4205	18.7	0.4065
2.04	0.4900	3.14	0.4760	4.49	0.4620	6.29	0.4480	8.85	0.4340	12.7	0.4200	19.0	0.4060
2.07	0.4895	3.18	0.4755	4.55	0.4615	6.36	0.4475	8.96	0.4335	12.9	0.4195	19.3	0.4055
2.11	0.4890	3.23	0.4750	4.60	0.4610	6.44	0.4470	9.07	0.4330	13.0	0.4190	19.6	0.4050
2.15	0.4885	3.27	0.4745	4.65	0.4605	6.52	0.4465	9.18	0.4325	13.2	0.4185	19.9	0.4045
2.19	0.4880	3.31	0.4740	4.71	0.4600	6.60	0.4460	9.30	0.4320	13.4	0.4180	20.2	0.4040
2.23	0.4875	3.36	0.4735	4.77	0.4595	6.68	0.4455	9.42	0.4315	13.6	0.4175	20.5	0.4035
2.26	0.4870	3.40	0.4730	4.85	0.4590	6.76	0.4450	9.54	0.4310	13.8	0.4170	20.8	0.4030
2.30	0.4865	3.45	0.4725	4.89	0.4585	6.84	0.4445	9.67	0.4305	14.0	0.4165	21.2	0.4025

F 値 表　　表Ⅸ－1－2

a 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値	*a* 値	F 値
21.5	0.4020	28.6	0.3925	39.6	0.3850	57.6	0.3765	90.4	0.3680	160	0.3595	354	0.3510
21.9	0.4015	29.2	0.3930	40.4	0.3845	59.0	0.3760	93.2	0.3675	166	0.3590	375	0.3505
22.2	0.4010	29.7	0.3925	41.2	0.3840	60.4	0.3755	96.0	0.3670	173	0.3585	400	0.3500
22.6	0.4005	30.2	0.3920	42.1	0.3835	61.9	0.3750	98.9	0.3665	180	0.3580	425	0.3495
22.9	0.4000	30.8	0.3915	43.0	0.3880	63.5	0.3745	102	0.3660	188	0.3575	450	0.3490
23.3	0.3995	31.3	0.3910	43.9	0.3825	65.1	0.3740	105	0.3655	196	0.3570	480	0.3485
23.7	0.3990	31.9	0.3905	44.8	0.3820	66.8	0.3735	108	0.3650	205	0.3565	510	0.3480
24.1	0.3985	32.5	0.3900	45.8	0.3815	68.5	0.3730	112	0.3645	214	0.3560	550	0.3475
24.5	0.3980	33.2	0.3895	46.8	0.3810	70.3	0.3725	116	0.3640	224	0.3555	590	0.3470
24.9	0.3975	33.8	0.3890	47.9	0.3805	72.2	0.3720	120	0.3635	234	0.3550	640	0.3465
25.3	0.3970	34.4	0.3885	49.0	0.3800	74.2	0.3715	124	0.3630	246	0.3545	690	0.3460
25.8	0.3965	35.1	0.3880	50.1	0.3795	76.2	0.3710	128	0.3625	258	0.3540	750	0.3455
26.2	0.3960	35.8	0.3875	51.2	0.3790	78.4	0.3705	133	0.3620	270	0.3535	810	0.3450
26.7	0.3955	36.5	0.3870	52.4	0.3785	80.4	0.3700	138	0.3615	284	0.3530	890	0.3445
27.1	0.3950	37.2	0.3865	53.6	0.3780	82.9	0.3695	143	0.3610	300	0.3525	1000	0.3440
27.6	0.3945	38.0	0.3860	54.9	0.3775	85.2	0.3690	148	0.3605	317	0.3520	∞	0.3333
28.1	0.3940	38.8	0.3855	56.2	0.3770	87.6	0.3685	154	0.3600	335	0.3515		

剖面法计算体积时的另一种方法：一般不考虑面积的形状，只用角锥、楔形、似棱住体、截锥体及不等高楔形等五种计算公式。当两剖面间或一个大的块段内包含几种不同品级、不同储量等级或不同形态的矿块时，为了避免体积公式本身所造成的积累误差，应先计算整个区间或大块段的总储量(Q)，然后分别求出各不同矿块的储量。例如，设各品级或各储量等级或不同形态的矿块的储量分别为 X、Y 和 Z，则先计算 Q、X 和 Y，以 Q－X－Y＝Z，得到 Z 的储量。在运算中 Z 代表最低品级或最低储量等级的储量。由于体积计算公式本身的误差有正有负，正负相消，最后所得结果 X、Y、Z 各自的合量及总储量，影响不大。

用剖面法计算储量的表格格式见附表(Ⅸ－4)

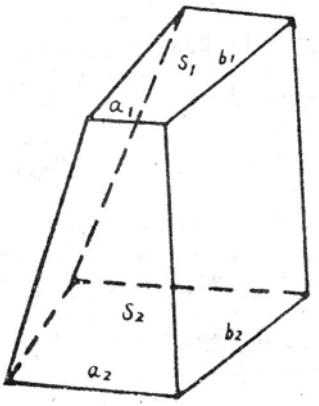
这种计算方法的优点是：总储量的相对准确性较高，各品级及各储量等级的含量也有一定的准确性，计算表格较简单；缺点是每个具体矿块的准确性较低(此点实际上可以忽略)，当剖面区间或大块段不分割为较小矿块时，此法不适用。

2．不平行剖面法：

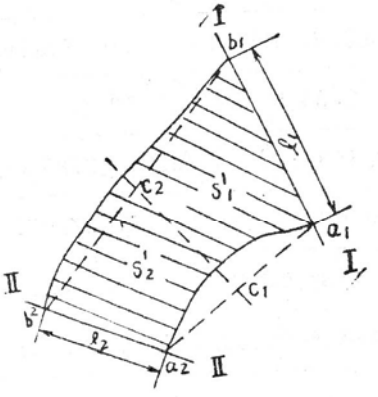
当两条剖面线不平行时，采用平行剖面法计算体积就要产生较大的误差，这种情况经常在勘探砂矿时遇到。

计算两条不平行剖面线间的体积，有两种方法：

(1)图解分析法(如图Ⅸ－7)首先根据矿体的实际形状绘制水平投影图，其计算方法是：在水平投影图上，由勘探线与矿体的交点连接两条辅助线 a_1、a_2 与 b_1、b_2，然后连接辅助线的中点 C_1、C_2 则直线 C_1C_2 在投影图上将所计算的块段的面积分成 S_1' 及 S_2' 两个部分。



图Ⅸ－6



图Ⅸ－7

两剖面间的矿块体积，可以用下列公式求得：

第一辅助块段的体积：
$$V_2 = S_1 \times \frac{S_1'}{l_1} + S_1' \times m_1 \qquad (9-36)$$

第二辅助块段的体积：
$$V_1 = S_2 \times \frac{S_2'}{l_2} + S_2' \times m_2 \qquad (9-37)$$

附表Ⅸ－2（封面）

_____地 质 队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

储 量 计 算 综 合 表

（剖面法）

（或算术平均法或地质块段法或最近地区法）

（页数自_____至_____计_____页

编　表　人_____

检　查　人_____

区 段 地 质

技术负责人_____

分 队 地 质

技术负责人_____

分　队　长_____

20_____年_____月于_____

附表Ⅸ－3－1

斜　楔　形　体　体　积　计　算　表

第　　页

顺序号	矿体号	剖面号或水平	块段号	剖面面积(S) (m^2)	间距(L) (m)	SL	$\frac{SL}{6}$	无效面积尖灭线段长度(a_0) (m)	有效面积的相应平均边长(a_s) (m)	$(2+\frac{a_0}{a_s})$	块段体积(V) (m^3)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

附表Ⅸ－3－2

似　梭　柱　体　体　积　计　算　表

第　　页

顺序号	矿体号	剖面号或水平	块段号	面积(S) (m^2)	面积和 （m^2）	间距 (L) (m)	$\frac{L}{2}$	块段体积 (V) (m^3)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

附表Ⅸ－3－3

截　锥　体　体　积　计　算　表

第　　页

顺序号	矿体号	剖面号或水平	块段号	面积(S) (m^2)	$\sqrt{S_1 \times S_2}$	$S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \bullet S_2}$	间距 (L) (m)	$\frac{L}{3}$	块段体积 (V) (m^3)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

附表Ⅸ－3－4

楔　形　截　锥　体　体　积　计　算　表

第　　页

顺序号	矿体号	剖面号或水平	块段号	面积(S)(m^2)	剖面上块段平均长度(a_1、a_2)(m)	剖面上块段平均长度(b_1、b_2)(m)	$(a_1+a_2)\times(b_1+b_2)$	$S_1+S_2+(a_1+a_2)\times(b_1+b_2)$	间距(L)(m)	$\frac{L}{6}$	块段体积(V)(m^3)	备注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

附表Ⅸ－3－5

储　量　计　算　综　合　表

第　　页

顺序号	矿体号	剖面号或水平	块段号	储量级别	体积(m^3)	体重	矿石量(万吨)	块段平均品位(%)	金属量(吨)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

注：1．按不同矿体、不同矿石各类或级别计算储量时，可在块段号一栏之前增加“矿石种类或品级”

2．备注栏中要注明体积计算表格的编号及顺序号。

附表Ⅸ－3－6

储量计算综合总表　　第　　页

矿体号	矿石品级	矿量级别	矿量（金属量：吨 / 矿石量：万吨）				品　位(%)				备注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		B									
		C									
		B+C									
		D									
		B+C+D									
		B									
		C									
		B+C									
		D									
		B+C+D									
		B									
		C									
		B+C									
		D									
		B+C+D									
	合计	B									
		C									
		B+C									
		D									
		B+C+D									
		D									
		B+C+D									
总计		B									
		C									
		B+C									
		D									
		B+C+D									

附表Ⅸ－4（正页）

平 行 断 面 法 矿 量 计 算 综 合 表

第　　页

顺序号	矿体号	块段号	剖面号或水平号	面积号	面积 (m^2)	矿量级别	区间长度	体积 (m^3)	体重	矿石量(万吨)	矿体块段的平均品位(%)			金属量(吨)			备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

注：1．计算时，应把计算体积的公式编以号码（体积公式编号说明书附于本表格正页的第一页），在“备注”栏中应注明所用公式的号码。在备注栏中还应注明“块段平均品位”及“体重”（如果不同矿石用不同体重系数计算时）数据之来源，即有关表格的编号及该数据之顺序号。

2．按不同矿体、不同矿石种类（或品级）、不同储量级别计算矿量时，可在“矿体号”一栏之后，增加“矿石种类或品级”一栏。

3．如果不同矿石分别以不同体重计算出不同的矿石量，则“体重”及“矿石量”两栏中应增加相应的亚栏。

全块段的体积：$V=V_1+V_2=S_1' m_1+S_2' m_2\cdots\cdots$ (9－38)

式中：S_1、S_2——两剖面线上矿体的面积;

S_1、S_2——两个辅助矿体块段在水平投影图上的面积;

l_1、l_2——两剖面上矿体的宽度;

m_1、m_2——在剖面Ⅰ－Ⅰ和Ⅱ－Ⅱ内矿体的平均铅垂厚度。

用这种方法计算储量不十分正确，当剖面间的交角愈大、厚度变化大、形态变化大、矿体其一定倾斜或产状变化大时，其误差也愈大。当矿体产状较陡时，本法不甚合适。但由于对同一矿体，在布置勘探工程时，一般要求平行布置，只有在需要采用不平行剖面时，才局部采用不平行剖面(应尽量使剖面交角不要太大，并尽可能避免在厚度、形态、产状变化较大之处)，因此对储量计算的影响不很大。

当在矿体厚度、形态、产状变化较大之处，不得不布置不平行剖面时，采用此法计算储量，应考虑厚度、形态、产状等变化的具体情况，将 S_1、S_2 两个辅助块段，进一步划分为相对应的几对小块段(S_1a，S_2a，S_1b，$S_2b\cdots\cdots$)，使每一小块段内的厚度、形态、产状变化不大，以尽可能减少误差。对每一对小块段，分别用上述公式计算储量，然后合并为两剖面间的总储量。

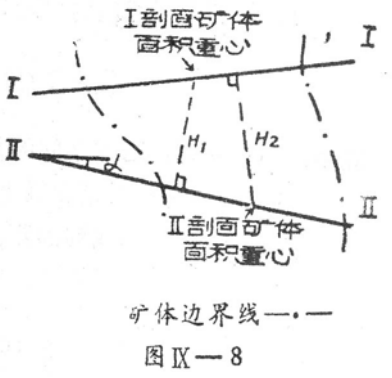
(2)另外还有一种计算方法：

①在剖面间交角小于 3° 时，按平行剖面法计算储量。

②在剖面间交角大于 3° 小于 10° 的情况下，用下列公式确定剖面间距：

$$H=\frac{H_1+H_2}{2} \qquad (9-39)$$

式中：H_1、H_2——自剖面面积重心投影到对面勘探线的垂直于后者的线段长度(图Ⅸ－8)。



图Ⅸ－8

③在剖面相交角度大于 10° 的情况下，用下列公式确定剖面间间距：

$$H=\frac{\alpha}{\sin\alpha}\times\frac{H_1+H_2}{2} \qquad (9-40)$$

式中：α ——相交剖面的夹角，以弧度角表示。

应用此法的主要困难是沿剖面确定矿体截面的重心，因为矿体截面的外形并非都能化为简单的几何图形。一般可以用勘探线在地表及不同水平剖面上横截矿体部分之中点至另一勘探线的垂直于后者的距离的平均长度分别代替 H_1 和 H_2，但矿体厚度尖灭部分特长时不应参加平均，而且各水平剖面图的高差间距不能过大。

利用本法计算储量时有一定误差，特别是剖面交角较大、矿体形态复杂、厚度变化大、产状变化较大、相对应的两面积值相差过大，以及水平剖面间图的高差间距不一致或水平剖面图的数目太少(当水平剖面图高差太大或矿体倾斜较小时，可能产生这种情况，此时参加剖面间距 H_1 或 H_2 的平均的参数较少)时，误差愈大。当矿体产状较缓或近似以水平时，可以在平行矿体走向(或长轴)方向切割若干纵剖面，按上述在各水平剖面图上求 H_1 或 H_2

的平均数的办法来求得 H_1 或 H_2，其应注意的问题同上。

(三)直线法：是以剖面法配合复杂的计算手续的一种方法。适用于品位变化极大，同时矿体形态极为复杂的矿床如巢状矿体或形态复杂的网脉状矿床，及品位稳定至品位变化很大的砂矿。一般情形下，对其它计算方法都不很适合的复杂矿体，直线法是比较合适的计算方法。因为具体问题可以选择合适的计算线储量的方法来加以解决，其缺点是计算手续太复杂。

直线法的计算原则是：以剖面图为计算平面图，先计算出沿剖面宽一米范围内的线储量。然后再计算各块段的储量。其适用范围参考本章第二节第(六)。

1．在剖面上计算线储量，要根据矿体的复杂程度而选择适宜的方法，由于具体情况不同，计算方法也有很大差异。一般说来，先通过复杂方法计算有效面积，再计算线储量。例如，对于形态复杂的网脉状矿体或巢状矿体，先根据网脉或矿巢的密集或富集程度之不同，而在剖面图上划分为若干单位面积(或矿带)。根据每个单位面积内各采样线中的矿脉或矿巢的累计厚度或平均累计厚度与各采样线在剖面图上的影响长度(与相邻采样线间距各一半之和)的乘积之和求得每个单位面积上的矿体有效面积(S_1)，以该单位面积内的平均品位(C_1)求得组分与面积的乘积($S_1\times C_1$)，根据单位面积内的矿石平均体重(d_1)求得该单位面积内高 1 米的矿产储量 $q_1=S_1\times C_1\times d_1$ 则该剖面上的线储量：

$$Q=\Sigma q_1=\Sigma(s_1\times c\times d_1) \qquad (9-41)$$

又如，对于砂矿，可根据剖面线中与每个工程的见矿厚度与该工程的影响长度的乘积，求得该工程的影响面积内的金属量($S_1\times C_1$)，则该剖面线的线储量为：$Q=\Sigma(S_1\times C_1\times d_1)$。

2．然后再用以下两种方法之一计算出块段的储量；

(1)两剖面线间的储量以下面公式求出：

$$Q=\frac{L}{2}(Q_1+Q_2) \qquad (9-42)$$

式中：Q——两剖面线之间的块段储量；

Q_1、Q_2——两剖面线上一米高度带上的线储量；

L——两剖面线间的距离。

当两剖面线间的线储量之差超过 10%时，则可按截锥公式求出：

$$Q=\frac{L}{3}(Q_1+Q_2+\sqrt{Q\times Q_2}) \qquad (9-43)$$

(2)在单一剖面线影响范围内计算块段储量：

$$Q=Q_1\times L_1 \qquad (9-14)$$

式中：L_1——剖面影响长度。即剖面线与左邻及右邻剖面线间距各一半之和。

当矿体一端为推定时，根据尖灭情况，可分别用楔形体或角锥体体积公式计算储量。

3．当直线法的各剖面不平行时，适用上述的计算方法。

4．利用本法计算储量的表格可参阅剖面法的表格格式。

(四)算术平均法：适用范围与地质块段法同，除此以外，还必须工程分布比较均匀，矿体厚度与品位变化比较稳定，并有较多的工程参加计算的条件下，其计算结果比较准确。

由于这些原因，在勘探阶段很少应用，但在评价阶段或勘探初期为了概算储量，或在勘探设计中为了估算预期储量，也常使用。其优点是，方法最为简便，缺点是应用的条件限制太多。

算术平均法是一种极简单的储量计算方法，其实质是把整个矿体的复杂形状改变为一个理想的具有同等厚度的板状体，其周边就是矿体的外边界，不划分任何块段。

算术平均法的面积是用一般方法测定，厚度是以切穿矿体的坑、钻等资料用算术平均法计算确定，平均品位及平均体重也是用算术平均法确定，其体积计算公式是：

$$V=S\times m \qquad (9-45)$$

式中：V——矿体的体积；

S——矿体的面积；

m——矿体的平均厚度。

如果矿体内外边界线间所夹的体积很大，超过总值的10%时，则这部分体积需要单独

块段平均厚度与平均品位计算表　　附表Ⅸ－5(正页)

第　　页

顺序号	矿体号	块段号	勘探工程种类及编号	储量级别	矿体厚度(m)	品　位(%或克/吨)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	3	浅井 4	C_1	1.90	15.34	
2			浅井 5		1.30	54.56	
3			钻孔 32		2.30	24.34	
4			钻孔 33		2.50	38.15	
5			钻孔 34		1.10	38.55	
⋮			⋮		⋮	⋮	
⋮			⋮		⋮	⋮	
小计			20		35.40	948.76	
平均					1.77	47.44	

注：1. 若有不同矿石类型或品级需要分别计算储量时，应在矿体号一栏之后增加“矿石种类或品级”一栏，但矿石类型及品级复杂时，多半不用算术平均法计算储量。

2. 用算术平均法计算储量时，一般不需要块段号一栏。

块段储量计算综合表　　附表Ⅸ－6(正页)

第　　页

顺序号	矿体号	储量级别	块段号	面积(m^2)	平均厚度(m)	体积(m^3)	体重	矿石量(万吨)	品位(%)	金属量(吨)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

注：1. 计算时按矿体号，按储量级别顺序进行;

2. 若有不同矿石类型及品级要分别计算储量时，应在矿体号一栏之后增加“矿石种类或品级”一栏;

3. 用算术平均法计算储量时，一般不需要块段号一栏;

4. 如系只计算矿石量的矿床，不需要金属量一栏，下同;

5. 备注栏内应注明有关计算参数来源即有关表格的编号及顺序号。

进行计算，其方法是将这一部分面积乘以内边界线上工程中的穿矿平均厚度。其平均品位数值也应取内边界线上各工程的平均品位。

算术平均法计算储量所用表格的格式见附表(Ⅸ－5、Ⅸ－6、Ⅸ－7)

(五)地质块段法：适用范围很广泛，但在下列矿床上应用时，各有不同程度的局限性;

1．构造复杂，特别是因构造破坏而矿体局部重叠或缺失的情况较多，或成褶曲构造的矿床(舒缓波状或成开阔盆形构造者，例外)；

2．形态复杂的矿床，特别是筒状、囊状、巢状、等轴状、串珠状及其他形态复杂的矿床;

3．斑岩铜(钼)矿床或构造复杂的网脉状矿床、分带构造明显的岩株状或柱状及伟晶岩矿床。

4．岩溶地形沉积矿床，古河道沉积矿床、岩溶矿床、一部分漂砾矿床、品位变化很

附表Ⅸ－7(正页)

储量计算综合表　　单位(金属量：吨 / 矿石量：万吨)

第　　页

矿体号	矿石种类	储量					品位(%)					备　注
		B	C	B+C	D	B+C+D	B	C	B+C	D	B+C+D	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	合计											
	合计											
总计												
	合计											

大的砂矿。

5．矿体厚度大，或矿体厚度较大同时厚度变化亦大的矿床，因厚度大或厚度变化愈大，则换算厚度时的误差或然率也愈大，但勘探工程垂直于储量计算平面图、矿体厚度不需换算者例外。

本法的优缺点与剖面法适得其反。此外，此法还有计算方法较简便，能确定出设计开采层的储量而不需另制图纸等优点。

地质块段法实际上是算术平均法的一种，其不同之处在于将矿体划分成数个块段，其划分的主要原则是：矿体的厚度变化、矿石的品级、矿体的产状变化、勘探研究程度、储量级别及工程种类、矿床的开采顺序。

根据矿体的产状和勘探工程，可选择不同性质的投影图，垂直投影与水平投影圈定矿体的面积，划分各个块段。

对于地质构造及勘探的如下特点，必需加以考虑：

1．当矿体的品位与矿体厚度之间存在相关关系时，平均品位不应按照算术平均法计算，而应该以各工程切穿矿体的厚度按加权平均计算。

各种加权平均品位的计算的表格式见附表(Ⅸ－8)

附表Ⅸ－8（封面）

_____地 质 队

_____分　　队

_____矿　　区

第_____号

各工程

各面积　　加权平均品位计算表

各块段

（页数自_____至_____计_____页）

编　表　人_____

检　查　人_____

区 段 地 质

技术负责人_____

分 队 地 质

技术负责人_____

分　队　长_____

20____年_____月于_____

各探矿工程加权平均品位计算表　　附表Ⅸ－8－1

第　　页

顺序号	剖面号	工程名称及编号	样品号	样品长度(m)	样品品位(%)	品位乘长度(5×6)	平均品位(%)	矿体号	备 注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

注：1. 第一栏之顺序号是按各计算单位顺序排列的。

各面积加权平均品位计算表　　附表Ⅸ－8－2

第　　页

顺序号	剖面号	面积号	探矿工程名称及编号	样品起迄　号	探矿工程样品长度(m)	探矿工程平均品位(%)	品位乘样品长度(6×7)	平均品位(%)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

注：备注栏中应注明参数来源，即各探矿工程加权平均品位计算表的编号及顺序号。

剖面间块段加权平均品位计算表　　附表Ⅸ－8－3

第　　页

顺序号	矿体号	块段号	控制剖面号或面积号	面积(S)(m^2)	面积平均品位(C)(%)	乘　积(S×C)	块段平均品位(%)	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9

注：备注栏中应注明有关参数的来源即各面积的加权平均品位表格的编号及顶序号。

2．当矿体边界部分的矿石与矿体主体部分的矿石显著不同时(如厚度、品位、体重或其他参数)，就应在计算储量时将这类地段单独划分块段。

体积计算公式与算术平均法相同，但 V、S、*m* 分别代表块段的体积、面积和厚度。计算表格及计算格式与算术平均法相同。

(六)最近地区法：适用范围与地质块段法同，但一般说来，多用于层状矿床及各种类型的砂矿。对于厚度和品位变化很大和按品级或矿石类型计算储量的矿床，本法较为合适。其优点是计算极其简便，缺点是：制图比较复杂，而且其计算图纸对矿山设计及生产难以利用。

最近地区法的本质就是分出每一个勘探工程穿过矿体交点周围的地段，而此地段的所有各点距离该点比距其他任何工程都要近，这样由该工程所计算出来的矿体厚度和组分含量就比其他各工程更具有代表性。

具体的划分是在储量计算平面图上，把各个工程与相邻的工程以辅助线连接起来，从这些线的中心点引垂线。垂线彼此相交，便在各个工程的周围闭合成一个多角形，这样就把矿体分割为密集的多棱柱，每个棱柱的底为多角形，而其高就是多角形中心的各勘探工程中的矿体厚度。

最近地区法的储量计算公式为

$$V=S\times L \qquad (9-46)$$

式中：V——多角柱的块段体积；

S——多角柱的块段面积；

L——多角柱中心的工程截穿的矿体厚度。

全矿床的体积为：

$$V=V_1+V_2+\cdots\cdots+V_n \qquad (9\text{-}47)$$

式中：V——全矿床的总体积；

$V_1+V_2+\cdots\cdots+V_n$——各多角柱的体积。

用最近地区法计算储量的表格及其格式见附表(Ⅸ－9)

(七)等值线法：比较适用于第四纪矿床如砂矿及风化残余矿床，以及厚度与品位有变化，但变化平稳而明显的矿床。一般说来，矿床具备下列情况时，不宜使用。

附表Ⅸ－9－1

各勘探工程按层厚、按品级按矿石厚度计算表

第　　页

勘探线编号	勘探工程种类及编号	矿石分层	按品级矿层厚度(m)									
			Ⅰ+Ⅱ级		Ⅲ级		Ⅳ级		平衡表外		级外	
			样品号	样品长度	样品号	样品长度	样品号	样品长度	样品号	样品长度	样品号	样品长度
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ⅩⅫ	钻孔140	粘土质页岩			1364	0.75					1366	0.55
					1365	0.55						
		计		0		1.30		0		0		0.55
		炭质粘土深灰色粘土	1369	0.05	1367	0.23						
					1368	0.37						
					1370	0.66						
		计		0.45		1.26		0		0		0
		青灰色粘土					1371	0.26			1372	0.61
											1373	0.54
											1374	0.50
		计		0		0		0.26		0		1.56
	钻孔114	粘土层页岩			1428	0.50	1424	0.50			1426	0.50
							1425	0.50			1429	0.35
							1427	0.50				
		计		0		0.50		1.50		0		0.85

附表Ⅸ－9－2

各勘探工程按各级储量面积计算

第　　页

勘探线编号	勘探工程种类及编号	储量级别	面积编号	计算面积公式	面积计算				总面积(m^2)	备注
					底或长(m)	高或宽(m)	计算过程	面积(m^2)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ⅩⅨ	钻孔47	B	2－1	$\frac{L\times h}{2}$	50	50	$\frac{50\times 50}{2}=1250$	1250	1250	
		C	2－2	同上	50	50	$\frac{50\times 50}{2}=1250$	1250	1875	
		C	2－3	同上	50	25	$\frac{50\times 25}{2}=625$	625		
		D	1	$l\times h$	70	35	70×35=2450	2450	22950	
		D	2－5	$\frac{I_1+I_2}{2}\times h$	50.70	100	$(50+70)\times 100\times\frac{1}{2}$ $+(100+80)\times 100\times\frac{1}{2}$ $+(50+60)\times 100\times\frac{1}{2}$ =20500	20500		
			2－6		100.80	100				
			2－7		50.60	100				
ⅩⅫ	钻孔145	B	5	$\frac{1}{2}\times I\times h$	100	100	$100\times 100\times\frac{1}{2}=5{,}000$	5000	5000	

1．矿体被断层破坏(少数垂直于计算平面图的断层除外)；

2．勘探网度较稀；

3．复杂密集的平行矿体，矿体中有较多的夹层，复脉带；

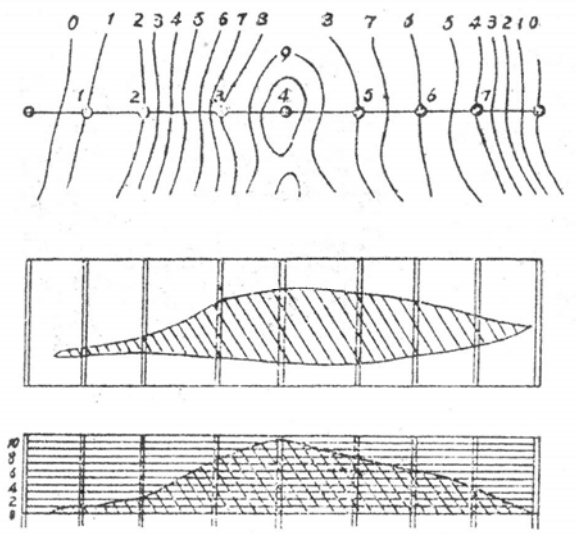
4．矿体厚度与组份含量很稳定；

5．形态复杂的小矿体；

6．品位变化太大，矿体中无矿天窗太多。

其优点是具体体现了矿体厚度与品位的分市规律，对开采有指导意义，缺点是制图复杂，计算方法繁杂，检查不易。

等值线法的实质是将其外部形状复杂的矿体化为一个一面平整而另一面为曲面所控制的等体积矿体。该矿体的体积，以致于储量，均可用确定地形表面所控制的体积公式来计算，地形表面用封闭的等高线绘出(图Ⅸ－9)。



A　用厚度等值线表示的部分矿体平面图

B　矿体沿勘探线剖面图

C　一面为平面、而另一面为曲面所控制的等体积矿体的剖面图

图Ⅸ－9　按等值线法计算储量

为了确定矿体体积，在计算平面图上把每一钻、坑(截穿矿体的位置)旁记上厚度或与组分含量乘积值，用插入法作等值线，按真厚度和水平或垂直投影之厚度都可作出等值线。

用等值线确定的矿体体积，可用分析法或方格纸法进行计算。

1．分析法：等值线所控制的面积用求积仪测量，用以下三种方法计算体积：

(1)按积分公式计算：

$$V=\frac{h}{3}[(S_0+S_n)+4(S_1+S_3+S_5\Lambda\Lambda)+2(S_2+S_4+S_6+\Lambda\Lambda)]\pm\frac{1}{3}\sum S_m h \qquad (9\text{-}48)$$

式中：V——等高线所控制的矿体体积；

h——等高距；

S_0——零点等值线所控制的面积；‘

S_1、S_2——各级等值线分别控制的面积；

S_m——在等值线图上控制极边凹凸处的面积；凹处面积取负号、凸处面积取正号。

(2)按截面园锥公式计算：

$$V=\frac{h}{3}\sum(S_{n-1}+S_n+\sqrt{S_{n-1}\times S_n})\pm\sum S_m h \qquad (9-49)$$

(3)按梯形公式计算：

$$V=h(0.5S_0+S_1+S_2+\Lambda\ \Lambda\ S_{n-1}+0.5S_n)\pm\frac{1}{3}\sum S_m h \qquad (9-50)$$

按上述三个公式计算，其差别并不大，因此，梯形公式在计算储量时比其他方法较为常用。

2．方格纸法：在等值线平面图上蒙上透明方格纸计算储量，即按照方格纸上的小方格，将矿体分为基本的小柱体，这些小柱体有相等的正方形的底。每个小柱体的顶底面全是曲面，但因为小方格的面积很小，其曲度可忽略不计，使其面积等于其本方格的面积，高度等于方格中点的高度，即：

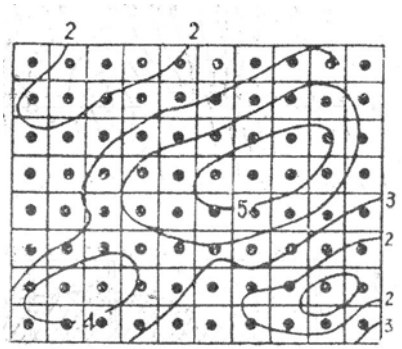
$$V=\sum V_n=\sum S_n h_n \qquad (9-51)$$

式中：V——矿体体积；

V_n——正方柱的体积；

S_n——柱体的底面积；

h_n——柱高，由等值线图得出。



图Ⅸ—10　体积方格纸

也可用矿体范围内所有小柱体的高的总和($\sum h_n$)乘以一个柱体所代表的实际面积(S_n)，求得矿体体积。公式同上。

如图Ⅸ－10 上绘出砂矿中金的等值线(厚度乘品位)。透明纸的比例尺为 1:1000，各方格的面积为 1×1 厘米，那末，在此比例尺的图上每一正方形的面积为 100 平方米。在点 a、b 和 c 内，a 点的记号为 3.5，b 点的记号为 4.0，c 点的记号为 4.3。因此，三个正方形内的储量为：

$$p=\Sigma h_h\times 100=11.8\times 100=1180\ \text{克}$$

(八)等高线法：适用于厚度很稳定的层状并具倾斜产状的矿体，但探矿工程的分布密度要比较均匀。其优点是直接反映了矿体的空间赋存状态，对于开采设计上有很大好处。缺点是只能计算矿石量，当矿体划分为若干品级时，计算时便比较复杂。

等高线法的实质就是在勘探平面上，用通过倾斜矿层顶板或底板的等高线，将矿层划分为倾角大致稳定的单个矿块，它们的体积就是矿块的长度、宽度和厚度三个基本测量值的乘积，在计算时应加入倾角的校正数。

用此法计算储量时，要预先制出矿层地质构造图，图上每经过一定高度间隔画出顶板

或底板的等高线，其画法与地形测量时等高线的画法一样，在每一个勘探工程处穿矿顶板(或底板)标出矿层的绝对或相对高度。借助相邻工程间的内插法算出中间的高度，然后用平滑的曲线连接起来。

矿层在相邻两等高线间的面积是根据矿层等高线按下面的公式求出(图Ⅸ－11)。

$$S=L\sqrt{b^2+h^2} \qquad (9-52)$$

式中：L——矿块长度；

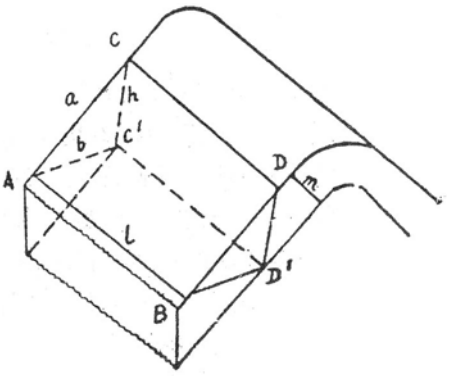
b——两相邻等高线在平面上的间距；

h——等高距。

相邻两等高线间的矿体体积按下列公式计算。

$$V=mL\sqrt{b^2+h^2} \qquad (9-53)$$

根据勘探材料，用计算块段内的真厚度平均值确定厚度 m，等离线间的线条长度 L 在平面图上测量。等高线间的水平距 b 以多次测定的平均值来确定，等高线间的距离 h 在画等高线时绘出。



图Ⅸ—11　背斜褶皱翼上的部分矿层（以等高线法计算储量）

(九)统计法：

适用于：

1．有益组份分布极不均匀的矿床，对于这一类矿床，获得的储量不能列入高级储量。

2．各品级(或各矿石类型，下同)矿石的分布状况比较复杂，各品级矿石不能十分准确地圈定，但开采时有可能进行分采。对于这一类矿床，宜用其他准确性较高的计算方法计算某一储量等级范围内或某一块段内各品级的总储量，用统计法计算此总储量内各品级的储量，在此情形下，可以计算各品级的高级储量。

以上两种情形均适用于勘探阶段。

3．在普查评价阶段，计算远景储量或预测储量。

统计法的计算方法可分以下两种情况：

1．根据开采或详细勘探的结果，确定在单位面积或单位体积上的矿产率，然后把研究过的单位面积或单位体积上的矿产率应用到该区同一地质情况的其它面积或体积上。这样所确定的储量只能是低级储量。往往在普查评价中计算预测储量或远景储量。在勘探时，只有在计算分布极不均匀的组份的储量时，才不得不使用此法。如计算含矿带中的贵重金属，当发现矿床后，马上进行实验开采，以计算出上部矿带的矿产率，然后确定含矿带深部的外边界，再根据上部矿带的矿产率统计整个矿带的储量。

2．一个矿床如果包括几个不同品级的矿石，而这些矿石的分布又不规则时，可以用统计法求出各种不同品级矿石的储量。此时，一般是以一定区段内所有勘探工程有用矿体的总长度与各个品级的矿石长度之和的比求得。即：

$$Q_n=Q_m\times\frac{\sum L_n}{\sum L_m} \qquad (9-54)$$

式中：Q_n—— 一定区段内单个品级的矿石储量；

Q_m—— 一定区段内有用矿石的总储量。

ΣL_n——该品级矿石在一定区段内被勘探工程控制的长度和；

ΣL_m—— 一定区段内勘探工程所见有用矿体的长度和。

如果一定区段内有用矿石总储量 Q_m 是用其它准确度较高的计算方法计算的，则所得的各品级储量 Q_n 可以列入高级储量。

(十)综合法：在某些情况下，计算储量不是用一种方法而是用几种方法配合起来进行，当矿床各个部分有不同的形状和产状单位，或者各个部分有不同的勘探方法时，可将上述各种不同的计算方法配合起来使用在同一个矿床上。例如，在坑道勘探的陡倾斜矿体的上部用开采块段法或水平剖面法计算储量，而在岩心钻探所勘探的矿体下部，则常用另一种储量计算方法，如地质块段法、垂直剖面法或最近地区法等。

为了简化计算手续和表格，在一个矿床上尽量采用一种储量计算方法，只有在设计开采矿床所必需或由于矿床各部分构造不同与勘探方法不同，不可能采用同一种计算方法时，才不得不采用综合法计算储量。

综合法通常分两种情况：

1．用一种方法将矿床分成计算块段，用另一种方法计算此块段内的储量。除等高线法外，其它方法均可互相配合。大多数情形下是用水平剖面法(或开采块段法)分割块段。用其他方法以水平剖面图(或开采块段的投影图)为计算图纸，计算此水平图影响范围内(或开采块段内)储量。这种方法主要运用于设计开采块段或生产矿山设计开采储量，勘探工作中不常用，本《方法》不予推荐。如果在用直线法计算储量时，用其他合适的方法计算线储量，是属于直线法之范畴。

2．矿体不同部分用不同的计算方法，适用于矿体各部分地质特征不同，因而勘探方法或手段亦不同的矿体。

(十一)地质统计分析法(即克立格法)：这一方法是在充分研究了矿床中的区域化变量(如品位、厚度等)空间变化规律的基础上，以半变异函数为基本工具，按已知样品在无偏及估计方差最小的条件下，首先估计每个矿块(按需要划分)的平均品位，然后以不同品位为边界，计算界限以上各矿块的储量，从而累计求得矿体的总体储量。此种方法优点颇多，国内一些矿床已经采用，但需使用电子计算机，并需对现有勘探方法作一定的改变。

地质统计分析法原理较深，运算也繁，目前运用者不多，欲使用者可参阅有关的专门论著，如《数学地质的方法与应用》(于崇文等编写，冶金工业出版社 1980 年 4 月出版)，其中第二篇第十四章对地质统计分析法有详细介绍。

(十二)编储量计算表时应注意之点：

1．由于各矿床的具体情况不同，储量计算表的格式也会有差异。在每一矿床具体编

制计算表格时，应适合该矿区或矿床的具体情况，但上述各表所包括的基本内容都需纳入表内。

以算术平均法计算平均品位时，可以仿照上述表格之精神，自行编制各种相应的计算表格。

各种计算方法或参数之表格，有一些可用同一种表格格式，如单项工程平均品位及厚度计算，储量计算总表及综合总表等，可以互相参照使用。

储量计算表格，必须反映整个运算过程，并包括全部计算参数和运算过程中获得的中间数据，要注明所有计算参数的来源或表格编号，以备检查。

2．储量计算单位：见附表Ⅸ－10

储 量 计 算 单 位 表 Ⅸ－10－1

矿产类别	编号	矿产名称	储量计算的单位	储量计算的位数
黑色金属矿产	1	铁 矿	矿石 万吨	0.1
	2	锰 矿	矿石 万吨	0.1
	3	铬铁矿	矿石 万吨	0.1
	4	钛矿（钛铁矿、钛磁铁矿等）	原生矿：$\frac{TiO_2\ \text{吨}}{\text{矿石 万吨}}$ 砂 矿：$\frac{\text{矿物 吨}}{\text{砂 万立方米}}$	$\frac{1}{0.1}$
		金红石	原生矿：$\frac{TiO_2\ \text{吨}}{\text{矿石 万吨}}$ 砂 矿：$\frac{\text{金红石 吨}}{\text{砂 万立方米}}$	$\frac{1}{0.1}$
	5	钒 矿	$\frac{V_2O_5\ \text{吨}}{\text{矿石 万吨}}$	$\frac{1}{0.1}$
有色金	6	铜 矿	$\frac{\text{铜 吨}}{\text{矿石 万吨}}$	$\frac{1}{0.1}$
	$\frac{7}{8}$	铅锌矿	$\frac{\text{铅 吨}}{\text{锌 吨}}$ 矿石 万吨	$\frac{1}{1}$ 0.1
	9	铝矿（铝土矿、霞石等）	矿石 万吨	0.1
	10	镁矿（菱镁矿、白云岩等）	矿石 万吨	0.1
	11	镍 矿	$\frac{\text{镍 吨}}{\text{矿石 万吨}}$	$\frac{1}{0.1}$
	12	钴 矿	$\frac{\text{钴 矿}}{\text{矿石 万吨}}$	$\frac{1}{0.1}$

附表Ⅸ－10－2

属及贵金属矿产	13	钨　矿	原生矿：$\frac{WO_3\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$ 砂　矿：$\frac{WO_3\quad 吨}{砂\quad 万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$ $\frac{1}{0.1}$
	14	锡　矿	原生矿：$\frac{锡\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$ 砂　矿：$\frac{锡\quad 吨}{砂\quad 立方米}$	$\frac{1}{0.1}$ $\frac{1}{0.1}$
	15	铋　矿	$\frac{铋\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{1}{0.1}$
	16	钼　矿	$\frac{钼\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{1}{0.1}$
	17	汞　矿	$\frac{汞\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{1}{0.1}$
	18	锑　矿	$\frac{锑\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{1}{0.1}$
	19－24	铂及钯、铱、铑、锇、钌	原生矿：$\frac{铂\quad 公斤}{矿石\quad 万吨}$ 砂　矿：$\frac{铂\quad 公斤}{砂\quad 万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$ $\frac{1}{0.1}$
	25	金	原生矿：$\frac{金\quad 公斤}{矿石\quad 万吨}$ 砂　矿：$\frac{金\quad 公斤}{砂\quad 万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$ $\frac{1}{0.1}$
	26	银	$\frac{银\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{1}{0.1}$
稀有	27	铌(铌铁矿、褐钇铌矿、烧绿石等)	原生矿：$\frac{Nb_2O_5\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$ 砂　矿：$\frac{矿物\quad 吨}{砂\quad 万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$ $\frac{1}{0.1}$
	28	钽(钽铁矿、细晶石等)	原生矿：$\frac{Ta_2O_5\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$ 砂　矿：$\frac{矿物\quad 吨}{砂\quad 万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$ $\frac{1}{0.1}$
	29	铍(绿柱石、日光榴石等)	$\frac{BeO\quad 吨}{矿石万吨}$或$\frac{绿柱石吨}{矿石万吨}$	$\frac{1}{0.1}$

附表Ⅸ－10－3

金属稀土分散元素矿产	30	锂(锂辉石、锂云母等)	原生矿：$\frac{Li_2O\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$或$\frac{锂辉石\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$ 液　体：$\frac{LiCl\quad 吨}{万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$
	31	锆(锆英石、斜锆石等)	$\frac{ZrO_2\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$或$\frac{锆英石\quad 吨}{砂\quad 万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$
	32	锶(天青石等)	$\frac{天青石\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	33	铷	$\frac{Rb_2O\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	34	铯	$\frac{Cs_2O\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	35－43	重稀土(钇、钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥)	$\frac{氧化物\quad 吨}{矿石万吨\quad 或\quad 砂万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$
		磷钇矿	$\frac{磷钇矿\quad 吨}{矿石万吨\quad 或\quad 砂万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$
	44－49	轻稀土(铈、镧、镨、钕、钐、铕)	$\frac{氧化物\quad 吨}{矿石万吨\quad 或\quad 砂万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$
		独居石	$\frac{独居石\quad 吨}{矿石万吨\quad 或\quad 砂万立方米}$	$\frac{1}{0.1}$
	50	锗	$\frac{锗\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	51	镓	$\frac{镓\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	53	铟	$\frac{铟\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	53	铊	$\frac{铊\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	54	铪	$\frac{铪\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	55	铼	$\frac{铼\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	56	镉	$\frac{镉\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	57	钪	$\frac{钪\quad 吨}{矿石\quad 万吨}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	58－59	硒碲	$\frac{硒\quad 吨}{碲\quad 吨}$ 矿石　万吨	$\frac{0.1}{\frac{0.1}{0.1}}$

附表Ⅸ－10－4

冶金辅助原料非金属矿产	60	熔剂用石灰岩	万吨	0.1
	61	硅石(脉石英、石英岩等)	万吨	0.1
	62	白云石	万吨	0.1
	63	菱镁矿	万吨	0.1
	64	耐火粘土	万吨	0.1
	65	高铝矿物原料(兰晶石、红柱石、矽线石、兰线石、水铝石等)	$\frac{\text{矿物}\quad\text{吨}}{\text{矿石}\quad\text{万吨}}$	$\frac{1}{0.1}$
	66	萤　石	$\frac{CaF_2\quad\text{万吨}}{\text{矿石}\quad\text{万吨}}$	$\frac{0.1}{0.1}$
	67	铁钒土	万吨	0.1
	68	铸型用砂	万吨	0.1
	69	铸型用粘土	万吨	0.1

(十三)储量计算中误差的基本类型及消除误差的措施

1．地质误差：地质误差是指对矿体的地质推断所造成的误差，它对于储量计算精确度的影响最大。这种误差决定于工程控制的程度，综合研究的详细程度及综合研究的地质依据准确性。

2．技术误差：技术误差是指测量各种储量计算参数时，目前技术上还无法完全克服的或技术水平不高而产生的误差。如厚度，、面积、体重、组分品位、体积等。这种误差一般分为偶然误差及系统误差两种。偶然误差存在着相反的符号，在不同程度内互相抵消，所以对储量计算的最后结果有一定影响。系统误差呈现出或主要呈现出一种符号(正号或负号)夸大或缩小了计算结果，歪曲计算结果，对储量计算结果的准确性影响较大。

3．由于选择储量计算方法的不当而造成的误差。

4．由于疏忽大意或检查不够而造成的非技术性误差，有时也能造成极严重的影响。

消除地质误差的主要措施和要求：

对地质误差，目前还无法统计其误差率。对于这种误差主要是着眼于正确确定勘探方法和手段。必须及时地、深入细致地进行综合研究，建立和建全综合研究制度，正确地运用地质规律指导地质勘探工作，最大限度地减少由于地质推断不当而产生的误差。

消除技术误差，不论是偶然误差还是系统误差，其主要措施在于确保各种勘探工程和

原始资料的质量；加强对各种储量计算参数的技术检查和试验研究工作，一般要求如下：

1．矿体厚度测量误差：这种误差一般发生在以下两个方面：

(1)测量操作的视误差，这种误差一般可以忽略不计。但在工作人员疏忽大意或矿体界线不清，或受歪曲时，则往往会造成较大的误差。因此，对各种地质界线和样品长度等要求认真测量，认真研究合理的样品长度。

(2)钻探工程质量，如岩心采取率不足、钻孔倾角和方位角测定资料不正确而造成的误差。矿体厚度愈小时，矿心采取率不足而造成的误差就愈大；反之，矿体厚度愈大时，则钻孔倾角及方位角偏差资料不正确所造成的误差也就越大。为此，必须严格执行有关钻探操作规程和规定。

2．矿体面积测量误差，根据经验，比较正确的面积测量，其误差率仍然可以达到 2～3％。这种误差取决于计算图纸的比例尺大小，测量面积的形状和大小，测量方法和操作水平。因此，必须：①图纸比例尺适当，使测量线段(面积各边长)不小于 3～5 厘米；②根据面积的形状和大小，选择合适的测量方法；③严格操作要求和检查制度，并尽量地用熟练的工作人员进行操作。

3．矿石体重测定的误差，体重测定的误差率往往很大，根据经验，对于致密矿石来说，往往可达 10～15％，这种误差往往难以消除。因为体重测量的正确与否，取决于体重样品的代表性和采样与测量操作技术的正确程度，尤以前者为主。因此，必须在综合研究的基础上结合矿石类型、品级、矿石裂隙度合理选择体重测定方法及样品的数量、位置和分配；并严守体重采取与测定的操作规程。对每个小体重样品，应进行两次以上的测定，取其平均值。对采样(位置、分配、操作方法)要建立必要的检查制度。

4．矿石组分含量测定及组份平均品位计算误差，根据经验，其误差率一般可达 3～10％，组分含量变化愈大，误差率也就愈大，误差的发生取决于采样线的布置、采样方法和采样的各种技术参数(规格、长度、间隔)及采样操作的质量、样品的加工方法、样品加工 K 值选择的正确程度、平均品位的计算方法等。为了消除或缩小上述误差，必须采取如下措施：

(1)根据矿床地质特征，加强综合研究，正确布置样品和采样与加工操作方案，加强试验研究和技术检查制度，尽量避免采取校正系数。当不可避免要采取检查样品时[参阅第三章第一节第(五)条]，经过用取样规格较大的方法检查，或经过采样、加工的方法试验资料(参阅第三章第一、二节)发现有系统误差，而且其平均相对偶然误差超过了化验的允许误差，应进行校正：

$$\text{校正系数}\quad K_c=\frac{C_n}{C_h} \tag{9－55}$$

式中：C_n——根据全部检查大样所得的组份平均品位；

C_h——根据全部大样所处的同一地段内，原采样方法或加工方法所得的组份平均品位。

依此目的而进行的检查大样的数目参阅第三章第一节第(五)条。

(2)在钻探工作中，有时由于有用矿物或脉石组份有选择性的刻取性能，因而造成无法避免的富集或贫化，以致化验结果普遍偏高或偏低时；或者在砂矿中用冲击钻或孔径不很大的钻具进行钻探时，在这些情况下都需要采取检查样品[参阅第三章第一节第(五)条]，当检查样品与被检查样品比较，发现有系统误差，而且其平均相对偶然误差超过了化验的允许误差时，应求得校正系数即：

$$\text{校正系数}\quad K_d = \frac{C_d}{C_m} \tag{9－56}$$

式中：C_d——检查工程中用规格合适的取样方法所求得的组份平均品位；

C_m——检查工程所代表的地段内，长度与间隔相适应的矿心采样组份平均品位。

上述两种校正系数(*kc*、*kd*)所采用的数值，都应是从若干检查工程中获得的平均值。检查工程必须具有代表性，并严格保证检查样品的采取、加工、化验的质量，保证检查样品与被检查样品在加工、化验方面的一致性。当 kd 或 kc 的差额的绝对值愈大时，检查工程取样段长度应愈大。

(3)化验方面，根据外部验证资料经仲裁分析验证，证明基本分析有系统误差，其平均相对偶然误差又超过了化验允许误差，而条件又不允许部分或全部返工时，也应求出校正系数(参阅第三章第六节第三条)。

$$\text{校正系数}\quad K = \frac{C_k}{C_o} \tag{9—57}$$

式中：C_K——根据外验或仲裁分析资料所得组份平均品位；

C_o——根据有关基本分析资料所得组份平均品位；

在通常情况下，应分别不同组分品位等级，求出校正系数，分别校正。此项组分品位等级与工业指标中的等级不同，而是根据化验方法在不同组分含量样品中的分析精确度而制定的。

依据上述目的而进行的外验数量，应比一般外验数量增加一倍。

上述各种技术误差，只有出现了系统误差时才采用校正系数。一般情况下偶然误差比较常见，但也不可避免的要出现一些系统误差。因而在工作过程中必须采取各种预防措施，力求缩小和消除各种参数中的系统误差，避免使用校正系数，预防措施一般包括：

1．加强各项技术检查工作，及时提出检查成果，以便有关部门采取措施。

2．在需要而且条件具备时，提前进行有关试验研究工作．力争在有关工作或工程开始不久，便消除可能存在的系统误差。

3．根据矿床地质特征及具体条件，尽可能采用综合勘探方法，主要是坑、钻探联合勘探。

对于因储量计算方法选择不当而造成的误差，一般说来，两种恰当的储量计算方法的结果，其误差很少超过 5%。储量计算方法的选择不当，在很大程度上是由于勘探方法不当，特别是勘探工程总体布置方案或工程分布情况的不当所造成的。因此，在勘探初期，就应结合本矿床的具体条件，加强勘探方法研究。只有正确的选择了勘探方法，才能避免

储量计算中的重大误差。

由于疏忽大意或检查不周而造成的非技术性误差，在这方面有时能造成很大的误差，并难于统计其误差率。

1．非技术性误差一般有以下几种：

(1)由于反复抄录眷清而造成的错误及漏项；

(2)由于计算公式或计算参数运用不当而造成的误差；

(3)由于小数点点错而造成的误差；

(4)具体计算过程中的运算误差；

(5)其他因疏忽大意而造成的误差。

2．为了避免上述误差，应采取以下主要措施：

(1)加强工作人员的责任感，对工作人员进行认真的思想教育；

(2)力求使工作人员有安静的、能专心致志的工作环境；

(3)建立有条不紊的工作制度，避免工作混乱；

(4)储量计算的各种表格，应随计算，随填写；

(5)各种表格中的基本参数，应根据最原始的资料抄录，不得辗转抄袭，以免一错再错。

(6)小数点以后数字的写法，最好在小数点后加一横，如 38.31，而不是 38.13。在表格的竖项内应将小数点保持在一直线上。

(7)建立严格的检查制度。各种资料必须经过百分之百的自检及互检，并应有 25～30％的抽查。

第六节　关于稀有、稀士矿床及伴生有益组份储量计算的若干问题

(一)与一般金属矿床储量计算之异同点：

对于稀有、稀土金属砂矿床的储量计算及技术要求，与一般砂矿床完全相同。对于稀有、稀土金属岩浆矿床、气成热液矿床，风化壳矿床的储量计算方法及技术要求，除下列各项外，与一般金属矿床相同：

1．关于圈定矿体边界：伟晶岩型矿床的圈定，一般是严格按照含矿共生集合体进行的。因此，零点边界与伟晶岩构造分带线相吻合，边界品位、夹层剔除厚度一般意义不大。对于不可能分别采而崩矿时粉矿损失又不能避免的矿床，最小可采厚度依回采厚度计算。

2．关于圈定储量等级：对于地质特征及形态特征不复杂的稀有、稀土矿床，如果 B 级储量范围以外的地质条件比较良好(对于伟晶岩型矿床，则带状构造相对稳定，并根据已揭露地段随深度下降的情况可以推断含矿共生集合体尚有一定的延伸)时，允许 B 级外推 C 级储量。外推沿走向最大不超过网度的一半，垂深最大不超过 1～2 个中段(对于伟晶岩矿床，垂深最大不超过 30～40 米)。

3．关于特高品位的处理：对于伟晶岩型矿床，一般手选精矿特高品位与零品位都出

现频繁，两者都参加平均品位计算，不作处理。

4．关于品位的确定：对于需要查定手选精矿与手选尾矿（包括碎矿）品位的矿石（或手选全巷法样品），按下列公式确定其总品位：

$$C=BC_x+C_y \qquad (9-58)$$

其中：C——样品中有用组份总品位（%）；

B——样品中手选有用矿物精矿的含量（实收率、重量百分比）；

C_x——手选有用矿物精矿中有用组份的品位（%）；

C_y——手选尾矿（包括碎矿）中的有用组份品位（%）。

上述总品位实际上包括下列三种成分：

(1)手选有用矿物中的有用组份；

(2)细粒有用矿物和取样过程中破碎的有用矿物，或用机械选矿法能回收的有用矿物中的有用组份。

(3)分散在造岩矿物及次要矿物(不能回收的矿物)中的有用组份。为此，在一般情形下，需要根据物相分析、矿物分析方法(油浸法)或其他有效方法的分析结果，尽可能按照矿物及其类别编制有用组份分配的平衡表，以查明有用组份有多少是能够回收的(以及不同回收方法的回收率)，有多少是不能够回收的。必要时，根据这些资料确定金属损失的修正系数。

5．关于体重的确定：对于伟晶岩型矿床及风化壳矿床，一般用大体重样，规格 1 立方米。不采小体重样。有条件时，用全巷法。

对于伟晶岩矿床，一般每一含矿共生集合体(带)采 1～2 个。湿度样数量根据矿种及矿石类型而定。除较富的锂矿石外，一般不作化学分析。

对于风化壳矿床，按矿石类型及品级采 1～2 个，总数不应少于 4～5 个。湿度样品数量比一般的原生金属矿床要多，具体根据矿床地形、地貌及矿石松散情况而定。

组分品位测定单位以克/立方米计算者，可以不采体重样。

6．关于含矿系数：对于伟晶岩型矿床，矿化段不均匀，要求查明含矿系数作为确定勘探类型与勘探网度的依据。但在储量计算中，由于手选零品位都参加了平均品位，故不运用含矿系数校正储量。

对所有矿床中具有工业价值的伴生有益组份，应分别计算其储量。对于放射性元素，亦应分别计算储量，并单独编制报告及附图、附表。

(二)计算伴生有益组分的工作特点：

计算伴生有益组份的储量时，除一般要求与主金属相同外，还应注意下列问题：

1．伴生有益组份储量计算的基本条件是：要查明其赋存状态及其规律性。选择储量计算方法主要取决于其赋存状态、矿石的加工处理方法、矿床地质特点、勘探、取样方法和研究程度。

在计算伴生有益组份储量时，平均品位的确定是关键问题，也是选择储量计算方法的前提。

2．评价伴生组份的主要依据是能否回收，因此从理论上说，只要能够回收，就应该有多少算多少。但实际工作中，除某些特别贵重的金属和特别稀缺的元素外，也规定有一定的工业技术指标。当设计方面不作规定时，可以采用参考指标，见《矿产工业要求参考手册》。

3．伴生有益组份的计算，一般都是在主金属储量计算的基础上进行。或者利用其计算图纸，许多参数与主金属的相同；或者直接依据主金属的储量。在下列问题上，也取决于主金属所具备的条件：

(1)储量级别的确定：一般说来，与研究程度、元素赋存状态及储量计算方法有关。用相关方法计算储量时，也与相关系数的大小有关。但主要还是与主金属的储量级别直接有关。一般较主金属低一级。如经证实，矿石中的主要组分和伴生有益组分分布的均匀程度，以及它们取样的详细程度相同；则在主金属储量计算块段内的伴生有益组分的储量，可以与主金属储量同一级别。但在某些特殊情形下，也可只提供一个储量数字，而不标明储量等级。

(2)表内、外储量的圈定：一般依附于主金属的储量类别范围。在主金属表内储量范围内，当伴生有益组分的块段平均含量，大于工业技术指标要求的最低含量时，列为表内储量，否则为表外储量。某些贵重或稀散元素(有多少算多少者)，也可列入表内。当赋存状态不明时，根据具体情况或根据类比，列为表外储量或 D 级储量。在特殊情况下，也可以提供一个储量数字而不确定表内、外。

在主金属表外储量范围内的伴生有益组分，一般列为表外储量，或者不进行计算。但当情况特殊，如品位特富，或伴有其他有用矿物，应与设计方面联系，作特别处理。

如果用单矿物法计算储量时，其计算块段与主金属表内、外储量块段不一致，则根据具体情况确定表内、外储量。

(3)储量计算块段的划分：一般袭用主金属的储量计算块段，不作单独圈定(如果矿体小、分析资料不多、或采样点分布不均匀、不系统，亦可以把整个矿体作为一个计算块段)。在主金属矿块范围内，按照所划分的主金属矿石工业类型及品级分别计算伴生有益组分的储量。当在分析资料较多、采样点分布较均匀、系统的条件下，发现矿床中某些地段伴生有益组分富集程度特高，且具有独立的工业意义时，应当重新圈定矿体，划分块段，对其储量进行单独计算。与此同时，在这些块段范围内的主金属储量，也要重新计算。

(三)伴生有益组分的储量计算方法：伴生组分的储量既可以用主要矿产的计算方法计算，也可以用专门的方法来计算。一般通用的方法有下列几种：

1．按单矿物计算储量(单矿物法)：当存在于矿石中的伴生组份赋存于某种有用金属或主金属矿物中，并且仅存于某一种或少数几种有用金属或主金属矿物中时，可利用单矿物样品分析资料计算伴生组份的储量。这种计算方法只有在含有伴生组份的单矿物种类很少，且矿物世代清楚(绝大部分属于一个世代或几个近似的世代)时，才比较准确。

本法的优点是：阐明了伴生组份的赋存状态和分布，并能对其利用和回收提供可靠的资料；能查明矿石中含量低于分析灵敏度的伴生组分并计算其储量；方法比较简单。缺点

是：挑选单矿物比较费工费时，不易提纯；不能取得较多的单矿物样品和比较准确的矿物量；若伴生组分有其自身的单独矿物出现，或者比较普遍的存在于多种矿物或矿物世代中时，利用单矿物法计算储量是不合适的；当单矿物分析资料很少，采样点不均匀、不系统，或有两个以上的矿物或矿物世代含有同一伴生组分，及矿物量的计算误差较大时，一般不能列入工业储量。

单矿物法的工作程序如下：

(1)在矿床中，按不同块段或矿体、不同矿石类型、不同矿物世代采取有代表性的单矿物样品。样品数量不宜太多。每一块段或每一矿体、同类矿物采取几个样品即可。分析项目包括主要组份及通过类比或单矿物光谱全分析(或半定量)确定有意义的伴生组份。并采取一定量的人工重砂样品进行化学分析。

(2)伴生元素化学分析结果的整理和统计，包括下列各项：

①伴生元素在各品级矿石中的含量统计；

②伴生元素在各单矿物中的含量统计；

③伴生元素在不同世代或不同生态的矿物中的含量统计；

④进行伴生元素在矿石的各矿物组份(各主金属矿物及脉石)中的分配率的计算；

$$K = \frac{Y \bullet C}{X} \qquad (9-59)$$

式中：K——某伴生元素在某矿物中的分配率(%)；

Y——某矿物在人工重砂中的含量(%)；

C——某伴生元素在该矿物中的含量(%)；

X 一某伴生元素在人工重砂中的含量(%)；

上式中 Y 可按两种不同方法求得：

一种是，磨制有代表性的人工重砂薄片，从显微镜下测得矿物量；

一种是，依下列公式：

$$Y = \frac{F}{d} \qquad (9-60)$$

式中：F——某矿物的某一主要组份在人工重砂中的含量(%)；

d——该矿物中某一主要组份的理论含量(重量%)。

上式中，所选择的某一主要组份，应为人工重砂中仅赋存某矿物中的组份。

根据上述整理统计，选择适宜于利用单矿物法计算储量的单矿物。

(3)伴生组份平均品位的确定，用算术平均法。

(4)矿物量的确定：目前尚无比较完善的方法准确地查定矿物量，可以根据具体情况考虑选用下列方法：

①在显微镜下用统计点、线或面积方法，或用对比估计的方法测定矿物量。为了做好这一工作，一般要作较大量的测定。标本采取及加工要注意代表性，最好在有代表性的山地工程中，等距采取定向标本，定向磨片。

②用人工重砂法挑出所有要测定的全部矿物，用重量法测定矿物量。此法计算简便，但只有在矿物成份简单、结晶粗大、矿石结构不甚复杂的条件下才较为合适。

③用金属量进行换算：此法误差较大，只有当主金属仅为或主要为某一种矿物所含有时才能使用此法，但也存在一定的误差。主要是两方面原因：主金属元素虽绝大部分含在某单一矿物中，也有少量含在其他矿物甚至脉石矿物中；在同一矿物中，主金属元素的重量百分比并非固定不变的。但一般情形下，这种误差可以不计。其计算公式为：

$$M=\frac{Q}{C} \qquad (9-61)$$

式中：M——要求计算的矿物量；

Q——要求计算的矿物量中主金属量的储量(当主金属量含于单一矿物中时，即为该金属在全矿床中的储量)；

C——主金属元素在该矿物中的重量百分比。

④有条件时，可以考虑用上述三种或两种矿物定量的方法互相验证。

(5)储量计算公式：

$$P=M\cdot X \qquad (9-62)$$

式中：P——伴生元素的金属量

X——某单矿物中伴生组分平均品位。

(6)应注意的问题：

①单矿物法比较困难之处是要用较少的样品取得较好的代表性及较准确地确定矿物量，因此取样以前要作好较详细的岩矿鉴定，作好显微镜下的矿物定量工作。在此基础上更好的选取有代表性的单矿物样品。

③单矿物挑选及矿物定量的精确问题，取决于下列两个条件：

a 矿物世代清楚，标型特征明显；

b 伴生组分只与一种或少数几种主要矿物有关，并且关系密切。

岩矿鉴定时，要注意查明这些问题，从岩矿工作方面提供资料。

③取样要有一定的系统性，注意分布均匀。即按不同矿体、不同矿石类型或矿物、矿物的不同世代、不同的赋存位置分别采取。不仅空间上的分布均匀，并应注意除采集主要成矿期的矿物以外，在其他不同成矿期的矿物中亦须有一定比例的代表样品。

对挑选单矿物而言，选取结晶粗大的标本较为有利，但结晶粒度的大小有时代表不同的矿物世代，因此取样时，应注意这个问题。

④单矿物取样分析的矿物，应该是可能含有大量伴生组份，同时又在矿床中广泛分布的有用矿物。个别矿块中富集(或含量较高)的有用矿物，如果有意义时，也可挑选，但须单独计算矿物量。

③样品提纯时，要经过多次放大分选检查。有条件时，样品加工最好在现场进行，以便依分选难易对原始样品进行选择。

2．用相关法计算储量：当伴生组份与主要有用元素之间存在着明显的相关关系，而

这种主要有用元素仅与一种矿物相联系，可用相关法计算储量。这种计算方法在相关关系愈密切(相关系数愈接近于 1)情况下，其计算结果愈准确。这种方法的优点是所获得的储量不包括赋存于不能回收利用矿物中的伴生组份，故能为回收利用较切实地提供资料；有比较可靠的地质基础；当相关系数接近于 1，并与主金属的研究程度大体相当时，同时取样资料较多，其储量级别可以与主金属相同。缺点是：计算过程复杂；当矿石中含有低于分析灵敏度的伴生组份，或者与主要组份无相关关系，但也能回收的伴生组份时，这一部分伴生组份的储量难以计算出来，当相关关系不甚密切时。其准确性就较低，储量级别应根据具体情况及相关系数之大小，分别比主金属低一级，甚至一级以上。

相关法的工作程序，首先通过相关分析确定伴生组份与主金属之间是否有相关关系，以及这种关系的密切程度。然后通过相关系数求得伴生组份的平均品位。

(1)相关分析(或相关关系统计)：主要通过作图法及相关格子法查明伴生组份与主金属间的相关特征。其结果应与相关系数的计算结果相互验证，以确定相关关系的密切程度。

相关格子法的具体作法如下：首先，有关主要组份与伴生元素，按其含量变化范围的具体情况划分为若干区间，做成纵横座标。以主要组份为纵座标，伴生组份为横座标，组成相关格子。将样品数量按含量变化区间填入相关格。如果样品数在格子中基本上沿对角线分布，则说明该两组份之间有正(或负)相关关系。

举例说明如下(该例示正相关关系，如呈另一对角线时则为负相关关系)：

某矿床硫——钴之间的相关格子　　附表Ⅸ－11

Co% / S%	0.003	0.006	0.009	0.012	0.015	0.018	0.021	0.024	0.027	0.030	*n*	$\sum X$	$\overline{X}$
0.0	5	2									7	0.0375	0.00535
0.4		1	2								0	0.0075	0.0075
0.8				1							2	0.021	0.0105
1.2			1								1	0.0135	0.0135
1.6				2	4	2					1	0.0105	0.0105
2.0				3	3	1	1	1			8	0.132	0.0169
2.4					1	1		1			9	0.1375	0.0175
2.8						1	2	2			3	0.0615	0.0205
3.2						2		2			5	0.1155	0.0231
3.6											4	0.09	0.0225
4.0													
n	5	3	3	6	8	7	3	6			41	X=0.6465	
$\sum Y$	1	1	3.8	13.6	19.6	2.1	9.4	20			Y=89.4		
$\overline{Y}$	0.2	0.33	1.26	2.27	2.45	3	3.13	3.33					

表中：*n*——各组（相对于硫组份在某一变化区间内的钴组，或相反）的样品数；

$\sum$X 、$\sum$Y ——分别为钴或硫（X 或 Y）组的含量总和；

$\overline{\text{X}}$、$\overline{\text{Y}}$——分别为 X 或 Y 组的平均含量；

X、Y——分别为 ΣX、 ΣY 的总计。

$\sum$X 、$\sum$Y 、$\overline{\text{X}}$、$\overline{\text{Y}}$——按下述方法换算：

$$\sum \text{X(钴组含量和)}=5\times\frac{0.003+0.006}{2}+2\times\left(\frac{0.006+0.009}{2}\right)=0.0375\text{(余类推)}$$

$$\overline{\text{X}}\text{(钴组的平均含量)}=\frac{0.0375}{7}=0.00535\text{(余类推)}。$$

在上述换算基础上，初步求 X、Y 的相关系数 K：

$$\text{K}=\frac{\text{X}}{\text{Y}}\times 100 \tag{9－63}$$

按表中所列的例子，则钴对硫的相关系数

$$\text{K}=\frac{0.6461}{89.4}\times 100=0.723$$

利用相关格子中的$\overline{\text{X}}$、$\overline{\text{Y}}$（各组平均含量）可作出相关图。从初步计算的相关系数及相关图，可确定两组份间的相关程度。

(2)相关系数的计算公式：

$$r=\frac{\sum(\text{X}-\overline{\text{X}})(\text{Y}-\overline{\text{Y}})}{n\bullet\delta_x\bullet\delta_y} \tag{9－64}$$

$$\delta_r=\frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \tag{9－65}$$

$$\delta_x=\sqrt{\frac{\sum(\text{X}-\overline{\text{X}})^2}{n}} \tag{9－66}$$

$$\delta_y=\sqrt{\frac{\sum(\text{Y}-\overline{\text{Y}})^2}{n}} \tag{9－67}$$

r——相关系数；

X——各个样品中伴生组份的品位；

$\overline{\text{X}}$——伴生组份的算术平均品位；

Y——主要组份品位；

$\overline{\text{Y}}$——主要组份算术平均品位；

n——样品个数；

δ_x，δ_y——X、Y 的平均方差；

δ_r——相关系数 *r* 的均方差。

矿 床 主 要 组 份 与 伴 生 组 份 相

顺序号	组合样编号	分析结果						对平均数的偏差					
		Y			X			Y-$\overline{Y}$			X-$\overline{X}$		
		Cu	Pb	Zn	In	Cd	Ag	Cu-$\overline{Cu}$	Pb-$\overline{Pb}$	Zn-$\overline{Zn}$	In-$\overline{In}$	Cd-$\overline{Cd}$	Ag-$\overline{Ag}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
								＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－
平均或合计		$\overline{Cu}$	$\overline{Pb}$	$\overline{Zn}$	$\overline{In}$	$\overline{Cd}$	$\overline{Ag}$						

注：1. 以 Cu、Pb、Zn 矿床为例。

2. 3～8 栏以算术平均计算平均品位 $\overline{Cu}$ 、 $\overline{Pb}$ ……位分别代表各元素的平均品位。

3. 9～11 栏为各个样品的品位与平均品位之差，要注明正负号。

4. 15～20 栏分别为 9～14 栏的平方。$\sum$代表偏差的平方之和。

5. 21～29 栏分别为 9～11 栏分别与 12～14 栏的乘积，要注明正负号。$\sum$代表偏差的乘积之代数和。

关 系 数 计 算 参 数 计 算 表　　附表Ⅸ－12

偏差的平方						偏差的乘积									备注
$(Y-\overline{Y})^2$			$(X-\overline{X})^2$			$(Y-\overline{Y})\cdot(X-\overline{X})$									
9^2	10^2	11^2	12^2	13^2	14^2	9×12	9×13	9×14	10×12	10×13	10×14	11×12	11×13	11×14	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
						＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	＋或－	
∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑	∑		

相关系数计算参数计算表及相关系数计算表的格式见附表（Ⅸ－12）。

(3)利用上述公式计算 X、Y 的均方差（δ_x、δ_y），当样品很多时，手续烦琐。可利用经验公式代替，即：

$$\delta_x = \mathrm{K}\frac{\sum\left|\mathrm{X}-\overline{\mathrm{X}}\right|}{n} \tag{9－68}$$

$$\delta_y = \mathrm{K}\frac{\sum\left|\mathrm{Y}-\overline{\mathrm{Y}}\right|}{n} \tag{9－69}$$

公式中的系数 K 根据样品的多少，按下表所列数据选择。

样品数	9	10	15	20	50	＞50
系数 K	1.33	1.32	1.30	1.29	1.27	1.25

计算表格见附表（Ⅸ－13）。

(4)相关系数 r 值变化于±1 之间，当 r 变化于±0.5～±1 间时，认为其相关关系是比较密切的，当 r 变化于 0～±0.5 之间，认为其关系不明显，当 r=±1 时，认为两组份间有函数关系，当 r 等于或接近 0 时，认为不相关。一般情形下，要利用相关系数的均方差（δ_r），以估计其计算误差。只有当 $r \pm \delta_r > \pm 0.5$ 时，方可进行储量计算，否则不宜应用此法。另外，必须满足下列条件，才能认为 r 所表明的相关关系是真实的，即：

①当计算 r 的样品少于 50 件时，$r\sqrt{n+1} \geqslant 3$；

②当计算样品多于 50 件时，$r \geqslant 3\delta_r$。

一般情形下，参加相关系数计算的样品数必须在 8-19 件以上，最好在 30 件以上，愈多愈正确。

(5)利用相关系数计算伴生组份的平均品位，有两种方程式：

①直线回归方程式：X 对 Y 为：

$$\mathrm{X} = r\frac{\delta_x}{\delta_Y}(\mathrm{Y}-\overline{\mathrm{Y}})+\overline{\mathrm{X}} \tag{9－70}$$

Y 对 X 为：

$$\mathrm{Y} = r\frac{\delta_Y}{\delta_X}(\mathrm{X}-\overline{\mathrm{X}})+\overline{\mathrm{Y}} \tag{9－71}$$

②联合回归方程式：X 对 Y 为：

$$\mathrm{X} = \frac{1}{2}\left(r+\frac{1}{r}\right)\frac{\delta_x}{\delta_Y}(\mathrm{Y}-\overline{\mathrm{Y}})+\overline{\mathrm{X}} \tag{9－72}$$

式中：X——所计算的块段或矿体中伴生组份的平均品位；

$\overline{\mathrm{X}}$——计算相应的 r 值时，所得伴生组份的平均品位，取自相关系数计算参数计算表；

矿床主要组份与伴生组份相关系数计算表

顺序号	相关元素	$\sum(Y-\bar{Y})^2$	$\sum(X-\bar{X})^2$	n	$\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2}{n}$	δ_y	$\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}$	δ_x	$n\bullet\delta_x\bullet\delta_y$	$\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})$	r	$1-r^2$	$\sqrt{n}$	δr	$r+\delta r$	备　注
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Cu-In															3[Σ(15)]、4[Σ(18)]、11[Σ(21)]
2	Cu-Cd															3[Σ(15)]、4[Σ(19)]、11[Σ(22)]

注：本表计算参数取自附表Ⅸ－12。3[Σ(15)]表示本表第3栏取自前15栏之和，余类推。备注栏中应作此注明。并在表下加以说明。

附表Ⅸ－14

某——某元素相关系数计算表

组合样号	X	Y	$X-\overline{X}$	$Y-\overline{Y}$	$(X-\overline{X})(Y-\overline{Y})$	备注
z_1	0.005	0.087	－0.02	－0.734	+0.001468	
z_2	0.011	1.162	+0.004	+0.841	+0.003364	
z_3	0.004	0.048	－0.003	－0.773	+0.002319	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
Z_{62}	0.008	0.031	+0.001	－0.790	－0.00079	
n=62	$\overline{X}=0.007$	$\overline{Y}=0.821$	$\sum\left\|X-\overline{X}\right\|+0.13$	$\sum\left\|Y-\overline{Y}\right\|+49.751$	$\sum(X-\overline{X})(Y-\overline{Y})+0.126758$	

$$\delta_x=1.25\times\frac{0.13}{62}=0.0026$$

$$\delta_y=1.25\times\frac{49.751}{62}=1.003$$

$$r=\frac{0.126758}{62\times0.0026\times0.003}=0.78$$

Y——所计算的块段或矿体的主要组份平均品位，取自储量计算综合表；

$\overline{Y}$——计算相应的r值时，主要组份的平均品位，取自相关系数计算参数计算表；

r、δ_x、δ_Y——取自相关系数计算表。

上述两方程式计算结果，往往有差别，当相关系数愈小时，差别愈大。差数的大小说明了该伴生组份的一部分与主要组份无关联的程度，间接说明了相关法计算成果的准确程度。一般情形下，两种结果并列，以便比较参考。

(6)储量计算公式：

$$P=Q\cdot X \qquad (9-73)$$

式中：p——伴生组份金属量；

Q——计算块段或矿体内主要组份的矿石量；

X——伴生组份平均品位。

(7)相关法所依据的化学分析原始资料，多数是根据组合分析，少数情况下，也根据分布系统而均匀的有代表性的单个样品的基本分析。分析项目的确定，对于伴生组份的评价及储量计算也是个重要问题。一般应该包括主要组份，以验证基本分析，并便于利用直接的分析成果来研究相关关系(用组合范围内基本分析的平均品位代替组合样的主要组份来计算相关系数是不合适的)。对伴生组份分析项目的确定，一般应通过下列手续：

①首先进行光谱全分析定性，有条件时，进行光谱半定量。光谱全分析或半定量除包括不同类型和品级的矿石及围岩外，有条件时，对废石堆、氧化带、炉渣及烟尘(特别是后三者)也应采取有代表性的样品。

②进行单矿物及精矿(在未做选矿实验时，可用富矿代替精矿)的光谱全分析和半定量，以进一步确定可能要查明的伴生组份种类。

③在矿体中按矿石类型和品级采取少数多元素分析样品。分析项目根据类比及上述光谱分析成果。

④根据上述成果确定有意义的伴生组份。

(8)其他应注意的问题：

①必须进行一定数量的单矿物分析，以查明伴生组份的分布规津、赋存状态、地球化学行为及富集规律，提供相关关系的资料，并查明矿石中是否有含量低于分析灵敏度的伴生组份存在。并应注意含有伴生组份的矿物的外表特征以指导勘探、生产及地质研究。依此目的而进行的单矿物样品数量可较用单矿物法计算储量时少些。

②当利用组合分析时，既要系统而均匀分布，还应按矿石类型、按主金属品位分级、按生成条件、有条件时按成矿期、并按工程或矿层、或矿块，或矿体进行组合，以避免不同地质条件下伴生组份贫富不一，以致组合后造成平均含量过低(低于分析灵敏度)，如果不能做好这一点，或者发现组合样的分析结果大多数伴生组份为零，而单矿物或精矿分析成果及通过类比确定有伴生组份存在时，在条件允许下，可以均匀而系统地采取有代表性的单个刻槽样品代替组合样。

③要注意不要使组合样品太多，以致增加计算相关系数的繁重工作量，在需要而且可

能时；可以适当的合并或再组合，但不宜少于15～30件。

④要有一定的精矿、尾矿取样，特别是伴生组份种类较多，矿石化学分析有可能彼此干扰而导致评价错误时，单纯依靠单矿物分析不一定能得出正确的评价。

3．用精矿分析资料计算储量：当伴生组份能在精矿中富集，并与主要有用矿物关系密切时，可利用精矿分析中伴生组份的含量，计算其储量。当伴生组份需要专门选矿时，其储量计算不适宜利用本法。

这种计算方法的前提，是要准确地知道取样时富选精矿的代表性，还须考虑主要组份的矿物从矿石中提取到精矿中的回收率、精矿的产率，以及进入工厂的矿石贫化系数。这种方法的优点是：不包括进入尾矿的伴生组份含量，所得储量是可以回收利用的；方法比较简单；当矿石中伴生组份含量低于分析灵敏度时，其储量也能计算出来。缺点是：分析资料不多、样品个数少、代表性较差，而且不能说明伴生组份的分布情况，其储量不能对开采设计提供可靠的资料；一般只能列入D级。

用组合分析成果求伴生组份的平均品位，计算储量。具体计算方法与主金属同，这种方法的优点是方法很简单；能反映伴生组份的大致的空间分布状态。缺点是：不能反映伴生组份的赋存状态，赋存于不能回收利用的矿物中的伴生组份也包括在储量数字中；当矿石中伴生组份含量低于分析灵敏度时，其储量不能计算出来。用此方法计算的储量多数情形下只能列入D级。当需要专门选矿的伴生组份利用本法计算储量是合适的，储量级别可根据具体情况酌情列入D级以上的储量。

用精矿分析资料计算伴生组份储量时，工作方法如下：

(1)精矿回收百分率(ε)、精矿品位(β_1)、尾矿品位(β_2)、原矿品位(β_0)精矿产率(产量百分数γ_1)、尾矿产率(γ_2)、原矿重量(产量百分数γ_0)之间存在着下列关系：

$$\varepsilon=\frac{\gamma_1\bullet\beta_1}{\gamma_0\bullet\beta_0}\times100\% \tag{9－74}$$

$$\gamma_0\beta_0=\gamma_1\bullet\beta_1+\gamma_2\bullet\beta_2 \tag{9－75}$$

$$\gamma_0=\gamma_1+\gamma_2=100\% \tag{9－76}$$

根据这些关系，求出原矿石中伴生组份的品位（或平均品位），但这一品位数字只是代表能回收到精矿中的一部分伴生组份含量。再根据贫化系数，得出矿石在自然状态下能回收到精矿中的伴生组份含量。根据该富选精矿样品采取地点所代表的矿块或矿体的矿石量，得出伴生组份的储量。

(2)按下列公式计算储量：

$$P=\frac{Q}{C}\bullet X \tag{9－77}$$

式中：P——伴生组份的金属量；

Q——有关的主要组份的金属量；

C——同一主要组份的精矿品位；

X——精矿中伴生组份的品位。

(3)应注意的问题：

①上述两种方法，第一种方法，当伴生组份与主金属有一般关系时，即可采用，但计算较复杂；第二种方法较简单，但一般只有在伴生组份与该主要组份关系很密切时才比较准确。在条件具备时，两种方法均予试算，以便互相参考。

③选矿样的采取地点、矿石类型、品级、原矿品位均应有较好的代表性，否则，意义不大。有条件时，在有代表性的若干地点分别采样，按其所代表的矿块矿石量、矿石品级、品位、比例合并。

③不仅精矿，尾矿也应取样分析。

④分析项目，除主要组份外，根据类比、组合分析结果，单矿物光谱全分析，精矿光谱全分析确定有意义的伴生组份。

⑤如果伴生组份在尾矿中富集时，应专门研究其选矿问题，根据具体情况选择适宜的储量计算方法。

用组合分析成果计算伴生组份储量时，以算术平均法求其平均品位，按相应的矿石量求其金属量。利用本法计算储量时，应注意平均品位的合理性及代表性，这是一个比较关键的问题。一般应注意下列几点：

(1)求平均品位时，按与主金属相同的矿块进行，但必须具备下列条件，否则按矿体求平均品位：

①有较多的样品，分布较均匀、较系统；

②组合样品的组合范围与矿块相适应(个别不适应者，可不计较)。

(2)当矿块或矿体中，样品个数较多，个别分析结果为零时，应参加平均品位的计算。当有高品位出现时，也不作高品位处理。

(3)当小矿体中只有个别组合样时，对于与主金属有关系的伴生组份，根据具体情况分别按下列方法处理：

①以有关联的主要组份平均品位大体相同、地质条件(特别是矿石类型、品级)类似的所有其他小矿体的伴生组份平均品位与该小矿体的伴生组份品位的平均品位代替该小矿体的平均品位。

②如没有上述条件时，以此个别样品成果作为该小矿体的平均品位。

(4)对于与主金属有关系的伴生组份，当小矿体只有个别组合样，其结果又为零时，根据具体情况分别按下列办法处理：

①如该小矿体的有关联的主要组份平均品位较低时(具体界线，根据全矿床的一般情况确定，即当主要组份品位低于何值时，伴生组份即没有意义)，不计算伴生组份储量。

②如该小矿体的有关主要组份平均品位较高时，同上款①项。

(5)对于与主金属无关联的伴生组份，当小矿体只有个别组合样时，不论结果如何，均以个别样品成果代替小矿体的平均品位，或者采取有代表性的单个样品进行检查。

4．统计法：在有开采、回收利用资料时，根据这些资料中伴生组份与主金属的回收比值计算储量。一般只能列入D级或预测储量。上述各种伴生组份储量计算方法或多或少

的都存在一些问题或缺点，因此，不宜单纯依照一种方法，而应该用多种方法计算。多种方法计算的结果可能出入很大，目前这是不能避免的，应结合矿床具体情况、研究程度、伴生组份赋存状态、计算方法的合理程度及所得结果的可靠性，综合考虑采用哪一种方法为主，列入储量计算综合总表，其他方法的计算结果也应在报告中并列，并作出评述。

为了搞好伴生组份的评价和储量计算，应把对伴生组份的研究工作贯穿在各个地质阶段中。避免在勘探后期，因时间紧迫而忽略了许多必须进行的工作，影响综合利用。但是也应注意不要因为伴生组份的研究而影响对主要组份的研究，要把对伴生组份的研究放在适当的位置。通常伴生组份只是作为副产品顺便回收，而且在生产期间还要继续研究其回收利用问题，因此其储量级别的高低，意义不大。对于顺便回收的伴生组份，以少算多，固然有害，但以有算无，更为有害。至于国家急需的战略物资或稀缺矿种，以及矿床的是否有工业意义取决于综合利用价值者，则更应根据具体情况，正确对待。

矿床内，特别是上盘围岩中具综合利用价值的岩、矿石的储量计算，根据工程控制情况，可以单独计算。其矿体的圈定、储量级别的划分、计算方法的选择，均需根据具体情况。计算方法可以酌情从简，没有规定工业技术指标者，也可只提供一个储量数字而不确定储量类别(表内或表外)。

矿体内的具综合利用价值的岩矿石及某些辅助原料(如菱镁矿、白云石、镁榄橄石、矽石、花纹美观的石灰石等)的级外品也应计算储量。一般可以与有用矿体的储量计算同时进行，其计算块段、储量级别、储量计算方法，一般均可与有用矿体同。级外品及没有规定工业技术指标的岩矿石，一般不确定储量类别(表内或表外)而只提供一个储量数字。

第十章　找矿勘探设计的编制

第一节　编制设计的目的与要求

找矿勘探设计是贯彻落实国家计划，多、快、好、省地完成各项地质工作任务的“作战方案”，是公司、队综合平衡人力、物力，财力和采取各种措施的重要依据。因此，所有普查找矿、矿床评价、矿床勘探以及专门进行的地形地质测量、物探、化探、水文地质、科学研究、大型技术加工样品采取等，都要编制设计。

(一)编制设计的目的

为了在施工之前，能够在详细研究工作地区的地质情况及工作条件的基础上，全面的确定为完成任务所必须进行的全部地质工作和有关工作，力求作到方向明确，方法对头，心中有数。

(二)对设计的要求

1．设计要以国家计划要求或上级下达的找矿勘探任务为依据，要从矿山建设和生产实际需要出发，在可能的情况下，要主动征求设计及生产部门的意见。为了编好设计，负责设计编制单位要指定由负责完成该项任务的有关人员进行编制。要充分收集前人资料，认真总结前阶段工作，研究矿(地)区地质、矿床地质特征。设计前进行现场勘察，以便对工作区的地质情况及工作条件有较清楚的认识，正确地编制设计。

2．编制设计必须具体的体现为冶金工业生产建设服务，以取得地质成果提高经济效益的目的。根据上级下达的任务要求，从工作区的地质条件出发，遵循地质工作程序，选择合适的方法与手段，引用先进技术，拟订各项工作的目的、做法和具体要求。在确定各项技术经济指标和完成工作的期限时，要作充分的研究，留有余地。

3．设计必须保证能对工作区的地质与矿产进行全面的研究，对矿床中的伴生组份作出综合评价。

4．设计应就如何保证工作质量作出明确规定，根据实际条件，规定工程质量指标和保证质量的技术措施。

对于易被忽视的矿床水文地质、矿石分析、鉴定、技术加工试验等工作，尤应合理按排，以免顾此失彼。

5．根据不同情况，综合使用地、物、化探，水文等多种找矿勘探手段时，为使彼此密切配合，协同“作战”，必须同规划、同设计、同按排施工顺序。对地形测量、水文、物化探测量任务较大，需由公司测量队，或物探水文队承担时，其具体工作细则可由测量队或水文物探队另编有关专业设计。如需上级有关专业单位单独审批时，还应单独装订。

6．在同一地区从事目的与任务不同的各地质队，应商定分工协作和交换必要资料的办法，以提高工作效率，避免重复和浪费。

7．设计书的编写应力求层次清楚、简明扼要、具体实际，切忌一般性照抄规范，长

篇累牍。文字叙述必须与图件相印证，并完全吻合。复制时应确保字迹清晰，着色匀称，正确无误。

第二节　找矿勘探设计的种类及内容

(一)设计的类别

设计按要求的不同，可分为总体设计、年度设计及单项设计；按地质工作程度的不同，又可分为普查找矿、矿床(矿区)评价及矿床(矿区)勘探设计。

1．普查找矿设计：是在已有的地质及经济资料的研究或成矿预测研究、普查找矿长远规划、结合工业布局所划定的找矿范围的基础上编制的。根据工作性质，可以提单独的矿点检查、矿点(矿床)的深部找矿设计；单独的较大面积的地质测量设计；也可以提一个总的既包括较大面积的综合地质测量，又包括已知矿点检查及矿点(矿床)的深部找矿的综合性找矿设计。在普查工作进程中所发现的新矿点的检查工作，可不另提设计。

2．矿床评价设计：是在普查找矿过程中对所发现的有望矿点或矿床上进行的。此时，矿床的进一步工作的价值已大致确定，矿点(矿床)及矿化带的地表规模、形态、产状已基本了解，对矿体的品位、性质已有了初步的了解。简而言之评价设计是为了进一步查明矿床的工业利用可能性，对矿床的空间规模、形态、产状作全面的了解，以便确定矿床是否具备勘探的价值，以及采取何种勘探方案所需的各项地质资料而编制的。

3．矿床勘探设计：是在矿床评价工作完成以后，矿床的构造、产状、规模、矿石品位、矿物的赋存状态已初步查明，矿床的工业利用价值已经初步确定的基础上，为提供矿山或企业建设设计需要的全部地质资料而编制的。

4．总体设计：由于区域的范围或矿床(矿区)的规模较大，普查找矿、评价或勘探工作需要在数年内完成，根据上级机关的指示，拟就完成该区整个工作规划而编制的。其中矿床勘探总体设计应该在对整个矿床的地质条件有一定程度了解的前提下才能着手编制，一般可以在矿床勘探以前或勘探工作的初期阶段编制。

5．年度设计：是根据总体设计的安排，结合上年工作成果逐年编写的当年工作设计，或根据上级指示结合上年工作成果而编写的当年工作设计。

6．单项设计：是根据总体设计或年度设计安排，对其中某一单项工程编写的设汁，如各种比例尺的地形测量、坑探、钻探、物探、化探、水文地质设计。此项设计较多的用于施工设计。

(二)设计的内容

地质普查、评价、勘探或总体设计书包括说明书和图纸两部份：

说明书包括：设计的指导思想、目的任务、设计依据、工作部署(包括各项工作的安排、技术要求与质量标准)、设计工作量、预期成果及其他。设计书内容的具体要求，应根据各项地质工作的性质，工作任务和具体情况不同，拟订合适的纲目。特别是各项技术要求和质量标准，如另有规定，可注明不必详述。以免照抄规定、规范。

在编制多种项目的各项设计时，各工作地区的一般情况，如自然地理、经济地理、区域及矿产地质特征若大体相似，则可只在一个主要项目设计中叙述，在其他各项设计中，如无特殊需要，仅注明见某设计即可。已有总体设计的项目，在编制年度设计时，亦应省略与总体设计内容相同的章节和图件，年度设计和年度报告结合的除外。

对于专门的物探工作、水文工程地质工作，科学研究工作设计的编制方法，可参考本规定，而以有关专门的规范或规定为主。

设计附图一般应满足两个要求：1．充分反映设计依据的图纸资料。2．系统说明设计部署的图纸资料。

普查找矿、矿点(床)评价、矿床勘探设计的内容可参照下述提纲：

第一章　前　言

(一)目的任务

1．说明上级机关下达的任务以及生产建设对工作区或矿区的具体要求。

2．说明设计的目的，并且具体提出预期完成的主要地质成果和专题研究成果。勘探矿区还需说明以往探明的各级矿产储量及本次设计增长和累计达到的储量。可供矿山建设设计的勘探矿区，必须说明矿产工业指标的依据。

3．规定各项工作完成的期限及提交地质报告的性质和日期。

(二)地理、经济条件：

1．工作地区的名称、行政区划、地理座标、范围和面积。

2．工作区的主要交通情况，距邻近主要城镇的距离。

3．工作地区的自然地理特征：包括地形类型、水系、切割程度、复盖情况，绝对高度和相对高程、地震情况以及对工作有影响的气候条件(气温变化、冰冻情况、雨季、风力和其他情况)。

4．工作区内的工矿企业、电源、饮用水及工业用水、生活物资的供应及劳动力情况。

上述内容中，与工作无关或关系不大者，可不写或少写。

(三)以往地质工作评述：

1．按时间先后简要叙述以往所进行地质工作和矿山开采情况以及取得的主要地质成果或经济效果。

2．综合评述以往地质成果的质量，指出工作区已经达到的工作程度和存在的主要问题。

第二章　地 质 特 征

本章是从地质矿产方面说明设计的依据，着重说明与设计目的的任务密切相关的地质、地球物理、地球化学、水文地质、工程地质等特征。避免罗列资料和叙述一些不必要

的内容。如普查找矿设计，应着重说明计划工作的矿产区域分布、成矿地质条件、找矿标志和远景展望。勘探设计则着重说明矿床地质特征。一般要阐明的内容是：

(一)工作区的地层、构造、岩浆岩、矿产及成矿密切相关的沉积作用、火成作用、变质作用、风化淋滤作用及次生富集作用等。

需要时还可简述地质发展史。

(二)矿体的产状、形态，规模、空间位置分布和埋藏情况。

(三)矿体的围岩特征：如岩石类型、物质成分、含矿性及围岩蚀变等。

(四)矿石的矿物成分、化学成分、结构构造、类型、品级及其分布规律。

(五)矿石的主要有益组分、伴生有益组分和有害组分的赋存状态、含量及变化规律。

共生矿产的形态、规模、分布规律和矿石的物质组成、含量及其变化规律。

必要时还要叙述矿石的物理性质和加工技术特征。

(六)矿床成因及远景分析。

(七)需开展物化探工作的，还应叙述矿床地球物理、地球化学特征。矿石的物性、化学成分特点，分析开展物化探工作的前提条件。

(八)水文地质、工程地质特征和矿床开采技术条件。

第三章　工作部署及工作方法

根据设计目的、任务、要求与工作地区的具体条件，确定总体工作部署。详细说明各项工作的具体部署、工作方法、技术要求、技术措施、工作量及施工顺序。

(一)说明设计的总体布置，布置原则，工作方法和手段的选择，各项工作的基本任务。勘探设计还应说明矿区(矿床或矿段)边界的划定，勘探工程的布置原则与间距的确定、控制程度与研究程度，勘探深度和储量计算深度以及预期提交的各级储量的分布范围。

列表说明预期新增、升级的储量和各项工作的总工作量及年度、季度计划完成的工作量。

对地质条件比较复杂的矿区或工作量较大的工作部署应进行不同方案的研究和比较，从中选择最佳的工作方案。简要说明不同方案的特点及最佳方案的选择依据。

(二)地质测量

说明比例尺、范围、面积、剖面测制地点的选择、地质测量的精度要求、地质测量的方法选择。对矿体、含矿层、矿化带、标志层及成矿有关的岩石、构造、围岩蚀变和其它地质现象所采用的专门方法。如系普查、勘探砂矿，还应填制第四纪地质图及地貌图。

在利用物化探成果、航空照片或其它遥感资料进行地质填图时、应在设计中提出初译成果并简要说明各类解释标志，在此基础上提出进一步检查验证与成图方法、精度与成果。

(三)槽、井、坑探工作：

说明各类槽、井、坑探工程(探槽、浅井、平巷、斜井、竖井)的具体任务、布置原则、规格、工作量、施工顺序、质量要求。平巷、斜井、竖井等重型坑探工程，还应说明具体

布置以及掘进、支护、运输、通风、排水、照明等方法。

(四)钻探工程：

说明钻探工程的布置原则、工作量、施工顺序、质量要求及保证工程质量、提高效率的技术方法(岩石可钻性等级，钻孔结构、钻进方法、冲洗液及取芯、测斜、封孔方法等)。

(五)采样与试验工作：

说明采样的种类、方法、规格、数量、采样点的布置原则、样品缩分系数(K 值)的确定、样品加工程序及样品分析鉴定、测试项目、检查分析的数量以及承担的单位。

为研究选冶性能，选矿方法、矿石的物理机械性能、加工方法和步骤所采取的试验室试验(初步可选性试验、详细可选性试验、扩大试验)及冶金辅助原料的加工技术试验等样品，应该具体说明试验的种类、目的要求、采样位置的选定及依据、采样的方法、数量，期限及承担试验的单位。

一般在矿床勘探初期进行初步可选性试验，但对新矿种、新类型和矿石组分比较复杂的矿床，在评价阶段就要进行可选性试验。详细可选性试验多在勘探阶段进行。

为保证样品具有代表性，满足试验要求，设计时或勘探过程中应与生产、设计和负责试验单位共同研究样品的重量、采样方法、采样原则及要求。应单独编制采样设计。

(六)物、化探工作：

说明物、化探工作的找矿勘探任务及工作区、工作方法的选择依据。分别叙述所采用的各种物、化探工作的具体任务、工作范围、面积、测网(采样)密度及施工顺序。按照有关规范(规程)的规定，确定各种方法的精度要求、工作条件、工作步骤、操作方法、物性测定和采样方法与数量、样品的分析与鉴定项目以及物化探工作对测量工作及其它工作的要求与配合等。

(七)水文地质及工程地质工作：

水文地质、工程地质工作是找矿勘探的重要组成部分，应作统一安排，其研究程度应能满足评价、勘探阶段的相应要求。有关具体工作任务、工作方法，工作量的设计，应视水文地质条件的复杂程度而定。

对于某些水文地质条件复杂的矿区，按规定的工作量进行水文地质工作后，仍难以对矿坑涌水量作出定量评价时，应进行专门性的水文地质勘探，设计一定数量的大口径群孔抽水试验或结合开拓方案与生产、设计部门共同进行放水，堵水试验。但这种试验的设计应在矿床工业价值和矿床的边界条件基本确定后才能进行。水文地质条件简单的矿区，如区内或邻近有水文地质条件相类似的矿床水文地质勘探成果和矿坑排水量数据可以类比利用时，可酌情减少水文地质工作量。

本节应说明查明工作区水文地质、工程地质条件、矿床开采技术条件以及供水水源所必须设计的水文地质、工程地质等项工作的布置和依据。按照有关规范的要求，说明水文地质测绘、工程地质调查、钻孔简易水文地质观测，水文地质钻探、抽水试验，取样(水样、土样、岩样)、分析试验、地表水与地下水动态观测、气象资料的收集与观测、矿井水文地质调查等项工作的具体布置、技术要求、工作方法和工作量。

工作(矿)区发现有地温异常的热害区以及地下热水和有害气体时，应结合水文地质工作对地温、热水、有害气体等进行初步调查了解。必要时，应作专门性的工作。

(八)地形测量及地质工程测量：

说明测量的目的、任务、已往测量工作的情况、各种测量技术工作、设计的要求和依据、工作部署。按有关规范(规程)要求，分别叙述控制测量(平面控制、高程控制)、地形测量、地质工程测量、制印等的工作部署、工作量、各项限差和精度要求以及需要具体说明的工作方法。

(九)专题研究与室内工作

1．说明专题研究课题的制订以及科研工作的具体任务、研究方法、工作量、工作成果及必要的协作配合等。

2．说明野外工作阶段及室内资料整理阶段(包括地质报告的编写复制)，需要进行的主要室内整理、综合编录、综合研究工作的种类、内容、技术要求、工作量以及预期提交的主要研究成果和综合编录成果。

(三)施工措施计划

在编制设计时，应根据设计的工程量，对全队的人力、物力、机修、供应等进行统一平衡，并编制施工措施计划。作为大队统一平衡和组织工作的依据。但如果根据统一平衡的结果，发现有本队不能解决的主要问题，足以影响设计任务的完成时，应将这些问题在设计书中列出。

施工措施计划是根据设计中所确定的工作任务和工作部署，拟订队的机构和人员配备，确定安装、供应、机修、实验室及其他辅助工种的工作部署及所需物资、运输、动力及劳动力等情况。一般应包括：

1．各种工作的定额、效率及施工技术措施；

2．根据工作量、定额及效率所计算的各种施工设备的规格、数量、各种器材、消耗物质的规格和数量；

3．机修、运输、动力、照明、生活供应等的数量及所需设备材料的类型、规格和数量；

4．根据上述情况确定劳动组织和人员配备及生活福利等情况；

5．有关解决上述问题的具体措施；

6．设计预算；

7．所附资料：

(1)完成设计规定所必须的各类人员计划及必须购置的主要设备、材料明细表；

(2)设计预算明细表；

(3)施工进度图表。

(四)设计书的编排

设计书的格式以地质勘探总体设计书为例，见附表Ⅹ－1 附表Ⅹ－2。

总体设计封面格式　　附表Ⅹ－1

_____ 县 _____ 矿床

地质勘探总体设计说明书

（20××～20××年）

附 20××年度地质勘探设计

设计提交单位名称：

20××年×月于_____

总体设计付封面格式　　附表Ⅹ－2

设计提交单位名称_____（盖公章）

队　　长_____

总工程师或技术负责人_____

设　计　主　编_____

20_____年_____月

在设计书的扉页上，应有设计责任者——大队、分队的行政负责人及技术负责人、设计主编签名盖章。其后为正文目录、附图目录、设计书正文。各种附表可列于正文的有关章节中，也可集中于正文之后。上级的设计审批意见书通常装订在正文的前面。

(五)设计书的附图

1．普查找矿设计的附图：

(1)交通位置图

(2)普查找矿工作布置图

(3)区域地质矿产图(1/5 万～1/20 万)附综合柱状图、地质剖面图

(4)区域地质研究程度图，(并标明设计工作区的范围、面积)

(5)区域(或矿区)物化探成果图，(设计如有物化探工作时，需标明设计工作区范围、面积)

矿区(矿点)检查时要附较大比例尺的矿床(点)地质图、剖面图。

2．评价、勘探设计应附图件

①交通位置图

②区域地质矿产图(1/5 万～1/20 万)

③矿区地质研究程度图及工作布置图

④矿区(矿床)地质(附工程布置)图(1/1 万～1/5 万)

⑤有物化探工作时附《矿区物化探成果图》

⑥矿区水文地质研究程度图及工作布置图

⑦设计勘探线剖面图

⑧竖井、斜井、坑道设计断面图

⑨勘探砂矿时应附地貌图、第四纪地质图

⑩各种必要的储量预算图件

上述各类图中，有些可根据实际情况合并或作为插图。

附表，除施工措施计划中所述的附表之外，还应附：

①设计实物工作量一览表(按施工顺序或年度分列)

②预期储量计算表

需经数年才能完成的地质工作项目，提交总体设计时的当年年度设计，可与总体设计一并提出，只说明下列内容即可：

①本年度的工作任务

②设计的具体安排及依据

③本年度的工作量、预期成果及其它

第三节　金属矿产找矿勘探的阶段划分

地质工作是一项地下资源的侦察工作，地质情况千差万别，极为复杂，因此地质工作的探索性较强。整个地质工作的过程，也就是对地下资源的调查研究和认识不断深化的过程。要使地质工作能够更好地按照客观规律进行，在工作中必须严格遵守“实践、认识、

再实践、再认识”的认识论原则。为了提高地质工作效果，避免盲目性，把地质勘探工作的过程划分为若干阶段是完全必要的。因此，根据地质工作的特点和任务，将冶金地质勘探工作划分为普查找矿、矿床评价、矿床勘探三个阶段。

普查找矿阶段的主要任务，是根据冶金工业布局的要求和生产建设的需要，结合地质条件，在生产矿区及其外围或新区，大力发动群众找矿报矿，选择合理有效的找矿手段和方法，寻找有望矿区或矿床。

矿床评价阶段的主要任务，是对普查找矿阶段所发现的有望矿区、矿床和异常区通过进一步的地表揭露和比较稀疏的深部工程控制及必要的试验研究工作，初步作出工业价值及规模大小的结论。

矿床勘探阶段的主要任务，是在矿床评价的基础上，对具有工业价值的矿床，应用各种合理有效的勘探手段和方法，对矿床全面系统地进行勘探和研究工作，详细查明矿床赋存的地质规律、矿石的质量、数量及其分布、矿石的加工技术条件和开采技术条件等，提交合乎矿山企业建设设计要求的地质勘探总结报告。

地质探勘工作三个阶段的目的、任务和程度要求各不相同，但又互相联系。前一阶段是后一阶段工作的条件和基础，后一阶段又是前一阶段工作的继续。

在同一矿区(床)的不同地段或矿体，由于工作程度不同，三个阶段的工作可以平行交叉进行，但对同一地段或同一矿体，没有经过评价，就不应盲目地进行勘探。

要根据不同阶段的特点和要求，结合矿体或矿床的具体情况，本着多快好省的原则，在保证勘探工作质量和均衡生产的前提下，合理应用各种找矿方法和手段，力争使那些可以不依赖中间工程或先前施工结果而能布置的勘探工程最大限度地同时开展工作，以利快速勘探。特别是国家重点勘探项目和矿山生产急需的矿种，必须集中力量打歼灭战，加快勘探速度，及时提交勘探成果。

整个地质工作，要本着由已知到未知，由表及里，由浅入深，由疏到密循序渐进的原则。在没有搞清矿床的地表地质基本情况之前，除了少数探索性的深部工程，了解矿体的延深、产状及矿石的质量变化以外，不应进行大量的深部勘探工程。

各个阶段的勘探工程施工顺序，一般也应遵循由已知到未知，由疏到密，由表及里，由浅入深的原则。对于一开始施工的钻、坑探工程，必须选择在最有把握的地段进行。

在勘探初期，对矿床地质情况，有了初步了解，但对勘探方法、勘探手段、勘探工程的合理选择和评价中遗留的尚未解决的问题有待进一步试验研究，特别是对地质条件复杂的矿床，规模较大的矿床，首先应选择有利地段进行分析解剖，取得经验，然后再铺开大面积的地质工作。

第四节　普查找矿的目的任务及设计要点

普查找矿是不断扩大冶金矿产资源，提供新的矿山基地的主要途径。搞好普查找矿，就能使冶金地质工作适应冶金生产建设的需要，就能为地质勘探建立稳固的基础。为此，必须坚持普查找矿先行。

普查找矿中，要坚持贯彻群众路线。要把发动群众报矿的工作列为普查找矿工作的一

项重要任务。要有专人负责，及时检查，得出相应的资料。

冶金地质普查找矿工作，除了在生产矿区和已在建设或计划建设矿区的外围进行以外，同时在部、省的统一规划下，选择成矿有利地区进行工作。

普查找矿工作中要尽可能选用多种有效的找矿手段，大力采用新技术，新方法，不同工种必须协调配合，要有各工种参加的综合研究组织和工作制度。

(一)普查找矿的具体任务要求是

1．查明工作地区内有那些主要矿产；

2．通过野外调查及室内研究，了解工作地区内的地层、构造、岩浆岩等情况及其与成矿的关系；

3．初步掌握矿化带、矿体的地表规模、产状、赋存部位和找矿标志；

4．对地表出露的矿体和矿化带，要通过地表揭露和民窿调查，采样分析，取得品位资料；

5．对所有物化探异常，要结合地质条件进行研究解释；对有意义的物化探异常，要进行必要的工程验证；

6．对找到的和预测有利的成矿地段和部位，要进行必要的工程揭露；

7．通过上述工作，对工作地区的找矿远景作出评价，对发现的矿体、矿点和异常，要提出下一步工作的具体意见。

(二)两类普查找矿工作

据据冶金地质工作的具体情况，普查找矿工作可分以下两类：

1．面积性的普查找矿，主要是在生产矿区或已勘探的矿区外围，或者在部、省的统一规划下，在一定的新区进行详细的普查找矿工作。

2．单独进行的矿点检查工作，是在尚未作出或尚未作过远景评价的已知矿区、矿点或有适当资料的矿产情报地及、物化探异常区，以矿点检查为主所进行的普查找矿工作。这种矿点检查工作一般不进行正规的面上的地质测量。

普查找矿，首先应搞好长远的全面规划。

1．长远规划的目的，是为了对全区普查工作做到心中有数，在现有资料认识的基础上，明确长远的战略部署和近期的战略目标，使普查工作有计划，有步骤地进行，增强工作效果，避免盲目性。

2．长远规划的编制，要充分利用以往可能收集到的全部资料，在认真分析资料的基础上，初步确定成矿远景地区和需要进行工作的矿化点、情报地、异常区，作为较大面积找矿规划的依据。在工作过程中充实、修改规划，使规划更加切合实际。

3．在长远规划的基础上，要根据国家建设的要求，矿点的建设条件结合工作地区的成矿地质前提，进行选片、选点。为了做好选片、选点，事先应组织精干的小组进行踏勘。要突出重点(矿种、矿点)综合找矿。在成矿地质条件类似的矿点较多，或找矿面积较大的情况下，要解剖一点(或一段)，取得经验，指导全面。

4．长远规划，由普查分队或队综合组编制，队批准，报公司备案。

(三)对面积性普查找矿的要求

面积性的普查找矿工作，一般应按下列程序进行：

1．在长远规划的基础上，根据新获得的资料，进行综合研究；

2．编写设计书，呈报批准，根据批准的任务进行组队工作，或者对原有的普查分队进行调整；

3．野外实地踏勘、布置工作，测制标准剖面，制订技术措施计划；

4．野外工作，包括及时的整理和综合研究工作；

5．在野外编写野外地质简报；

6．收队，进行室内整理，编制正式报告。

较大面积普查找矿工作的技术措施计划是在出队以后编制的，其性质是对原有设计的一种补充。一般要求在野外实地踏勘以后，通过充分讨论，然后编制，其内容根据各地区、各队的具体情况而有不同，一般应包括：

1．经过踏勘后，确定工作范围，工作任务和工作量，并确定工作从何处下手；

2．多兵种的工作，分别采用那些具体方法；多兵种的综合研究分别采用那些具体方法；

3．经过踏勘后，确定工作中的主要问题或主要矛盾，解决这些问题或矛盾的具体方法和措施；

4．如何划分工作小组，确定具体的技术组织形式和措施；

5．各小组、各兵种如何配合作战；确定统一的综合研究组织和措施；

6．统一各种口径，包括图例，野外定名，各种编号，各项工程、工作的规格，有关参数和其他具体的技术要求；

7．工作进度；

8．资料的检查和验收制度；

9．保证工作顺利进行的组织措施及其他必要的制度。

面积性普查找矿，应完成下列工作：

1．1:50,000 的地质测量或路线地质图；

2．相应比例尺的用有效的综合找矿手段进行的测量；

3．自然地理和经济地理的概略调查，重砂取样，有条件时，应作简易水文地质及地貌调查(对于砂矿及风化残余矿床，此项是工作中的重点)；

4．对区域中的矿点(包括需重新检查的旧点及新发现的矿点)进行矿点检查工作，对发现的异常进行异常检查工作；

5．必要时，组织踏勘小组，专门负责按河砾碎石法进行找矿及情报地的预查工作，为矿点检查工作提供必要的资料；

6．对区域内的生产矿山，已评价或勘探的矿产地进行了解，以取得必要的地、物、化资料；

7．少量的轻型山地工程及取样，必要时可进行极少量的深部工程，重点了解矿区构造及矿床隐伏情况。

在较大面积普查找矿范围内，对新发现或需要重新检查的矿点(包括异常点，情报地、成矿预测有利地段，下同)和有价值的辅助原料(菱镁矿、萤石、耐火粘土)矿点，都需要进行检查工作。在计划项目中的钢铁基地附近(必要时，在大型铁矿床附近)进行普查找矿时，对一般辅助原料(白云石、矽石、镁杆栏岩、蛇纹岩、熔剂石灰岩)，也应根据需要情况进行概略地调查。后者一般只需要大致查明其分布范围及 2－3 条不连续拣块采样线即可。除上述以外的其他矿种，也应作一般的了解。

(四)对矿点检查的要求

矿点检查工作的任务，是在较短时间内，通过地质观察，据据具体情况，进行必要的物化探及地表揭露工程，对工作对象作初步的了解，确定该点的工作价值及进一步工作意见。

矿点检查工作，在一般情况下应与面积上的工作平行地进行，以便取得资料，指导面上的工作，做好点面结合。

矿点检查工作，要求大致了解矿床的规模、产状及矿石的品位，矿床的成因类型及工业类型；矿石的物质成分和矿石质量；并用比较方法论述矿石技术加工性能，对矿石技术加工性能提出初步看法，在条件允许时进行少量的地球物理和地球化学找矿及必要的工程揭露，以大致了解矿体的规模、产状及质量变化情况；初步了解矿床的成矿规律和找矿方向；适当了解矿区的交通运输，开采和经济地理条件；从而确定有无进一步工作的价值。

对盲矿体(异常、矿化带及成矿预测有利地段)及地表出露不大的矿体，要着重了解其他表标志，从而推定矿体的赋存状态、矿化强度，为深部找矿工程提供依据。

矿点检查工作主要包括：

1．大比例尺(1:5000－1:1000)地质草图或地质简测图(参阅第一章)；

2．物化探及其它行之有效的综合找矿方法；

3．地表揭露及取样；

4．民窿调查及取样；

5．需要和可能时，进行少量深部找矿工程。

通过地表观察或物化探工作，对预测有意义的矿点或异常，都要进行工作量与矿点的规模和价值相适应的槽、井探或剥土及民窿清理，并进行取样。基本控制矿体、矿化带的规模，产状和品位变化的一般规律，了解地表地质情况。只有基岩露头很好，矿体大部出露或矿床规模巨大，不作揭露即可取得足够的地质资料，作出初步结论的矿点，才可不作或少作地表揭露，但亦应进行露头采样，以取得品位资料。

地表工程的布置、间距、应尽量为下阶段的工作所利用。各项工程规格、槽、井探及民窿的采样，原始资料编录的质量，均应按正规的要求进行。

对民窿、老硐要进行深入细致的研究，对古人的炼渣、废矿堆，也应进行相应的拣块采样和碎石研究工作，这是提供地质资料和矿石质量资料的良好来源。

(五)普查找矿阶段的深部探矿

普查找矿阶段，如发现有赋存盲矿体的地质条件，或地表出露不大，推断深部有较大

远景时，需要进行深部找矿。在深部找矿施工前，地表工作应达到下述程度：

1．矿点或矿区已完成地质测量(或地质简测)，或已作了行之有效的物化探等方法的测量；

2．已作了必要的物化探定量研究和地质、物化探的综合研究，获得了成矿预测资料；

3．对成矿有利的地质构造部位、矿化带、异常及矿体地表出露部分已经地表揭露，特别是布置深部工程的剖面上。

在矿点检查工作中，一般不要求获得储量，但是，根据矿床的类型、矿体的规模和工程的控制情况，能计算预测储量或一定级别的储量时，应提交相应的储量计算资料。

(六)普查找矿中需注意的问题

1．野外地质观察与室内工作(岩矿、古生物鉴定、化学分析、综合研究)结合，在普查找矿工作中尤为重要。只有这样，才能提高感性认识。因此，必须切实执行本手册中有关野外和室内工作相结合的有关规定，不能只跑野外，不顾室内。

2．矿点检查，无论获得的结论如何，都必须及时编写简报或报告。

3．野外地质简报，必须在野外收队以前编写，其目的是通过此项简报的编写，总结工作，及时发现问题，以便采取必要的补救措施，避免收队后留下无法补救的漏洞或错误。

4．收队以前，要详细检查地理、水文、气象、及其他必要的资料是否已收集齐全。

单独进行的矿点检查工作，是指不进行较大面积的普查找矿工作(即 1:50,000 或小于 1:50,000 的填图)的矿点检查，一般适用上述有关规定。

在作这样的矿点检查工作时，如果在工作进行中发现有必要了解相距不远的各矿点(或矿点与已知矿产地)之间的地质关系时，可按下列情况处理：

1．一般情况下，只作水系路线地质草图；

2．如果矿点较为密集，可望成为良好的找矿地区或地质条件对成矿有利时，可以进行 1:10000－1:5000 的地形地质测量或简测，但面积一般不宜过大，只限于连接各矿点之间的面积。

3．如果因情况的发展，有必要进行较大面积的普查时，按上述较大面积的普查找矿工作有关规定处理。

第五节　矿床评价的目的任务及设计要点

矿床评价工作，是衔接普查找矿与勘探阶段的重要环节，直接关系到找矿勘探的效果。普查找矿阶段所发现的有些矿区、矿体和异常，通过评价工作进行选择，决定取舍，评价工作的结果，往往是矿床勘探方案的重要依据。为此，对矿床评价的各项工作，必须从矿床地质条件和经济技术要求等方面作周密细致的考虑。

(一)矿床评价的具体任务要求，初步查明：

1．矿床的规模、形态和产状；

2．矿石的物质成分和有益、有害组分及其变化情况；

3．矿石的加工技术性能，对可选性复杂或可选性能不清楚的新类型工业矿石、在评价阶段应进行可选性试验；对已有选矿成熟经验的矿石可用类比法予以确定；

4．开采技术条件(包括水文地质条件)复杂的矿床，必须基本确定今后开采的可能性；

5．通过评价，对矿床及其外围的成矿地质条件、矿床地质特征、矿区远景和今后工作意见，提出地质资料依据。

(二)矿床评价阶段的主要工作一般包括：

1．矿床地形地质测量(或简测)；

2．矿床外围或矿区的地形地质测量(或简测)；

3．系统的地表工程揭露和取样；

4．比较稀疏的深部工程；

5．物化探及行之有效的其他方法的综合评价；

6．对可选性复杂或性能不清的新类型工业矿石，进行可选性试验；

7．根据矿床的具体情况，进行不同程度的水文地质工作。

8．对矿床的开采技术条件作大致了解。

(三)矿床评价中的地表地质工作

矿床的大比例尺地形地质测量，在评价初期，矿床工业价值未肯定时，一般可以填制地形地质简图。当已确定矿床具有勘探价值时，应考虑布置正规的大比例尺地形地质测量，并应在评价阶段末期或勘探阶段初期完成此项工作。

矿床外围或矿区的 1:50,000－1:5000 比例尺地形地质测量(或简测)，应据据具体情况来确定。如矿床外围或矿区成矿远景较好，或根据生产建设部门的要求，需扩大矿床规模和矿区远景时，可进行此项工作。如矿床规模巨大，评价地段已能满足当前生产建设要求时，为扩大远景而进行的矿床外围地质测量可推迟到矿床勘探时或勘探以后再进行。

评价阶段所使用的探矿工程，应以地表工程为主，配合少量深部工程，在分析研究地质测量和物化探等手段所取得的成果的基础上，对矿体进行系统的和较详尽的地表控制，初步查明矿体规模、产状、品位及与勘探、开采技术有关的其他地质条件。

获得工业储量不是评价的主要目标，但在评价末期，可根据实际工程控制程度和矿床研究程度，计算相应等级的储量，作为评价工作的一项成果。

一个矿床在矿床评价阶段中，应基本完成地表探矿工程的施工，要解决下列地质问题：

1．系统地控制矿体(矿化带)的地表规模、产状、品位、矿石的质量及其变化规律；

2．揭露验证物化探异常；

3．配合地质测量，了解矿床内主要构造的位置、产状、与成矿关系；

4．在矿化范围大，地质构造复杂的矿床内，应以少量干槽控制矿化、含矿岩石及矿床的地质构造的变化情况；

5．对某些地质构造特别复杂的矿床，可进行沿脉剥离工程，以查明矿体的形态，连续性，含矿系数和矿石质量变化等情况；

6．对有矿化现象的岩石(包括围岩蚀变)和构造部位，结合成矿预测成果，也可进行系统的揭露，并作采样、半定量分析，化探原生晕、或人工重砂测量等工作，为寻找盲矿体提供依据。

(四)矿床评价时深部探矿工作

矿床评价阶段进行深部探矿的目的，是获得矿体深部的产状、规模、形态、矿石质量及工业利用条件的概略资料，确定矿床的工业价值。矿床深部评价工程的安排，应考虑与勘探阶段的衔接，并创造条件，使下一步的勘探工作能有依据地迅速展开。

开展深部评价必须具备的基本条件：

1．要有地形地质简图；

2．对矿体、矿化带及异常的位置或分布范围，要有系统的地表工程控制，并对其规模、产状要有一个大致的看法；

3．在进行深部工程的剖面上，地、物、化剖面测量及地表揭露工程已经完成，并进行了综合研究。

评价中的深部工程布设，必须以地表各项工作成果为基础，结合成矿预测，遵循由已知到未知，由疏到密，由浅入深的原则，优先选择成矿有利或主要地段，进行稀疏的工程控制，最终达到能了解矿体在深部分布的总的轮廓。

(五)矿床评价中需注意的问题

1．对伴生有益组分应进行一般的查定，以了解可供综合利用的有益组分的品种和大致的含量。但是，当关系到整个矿床的工业评价，即矿床能否工业利用取决于其综合利用价值时，则应对伴生有益组分的赋存状态及回收利用情况作出初步结论。

2．对矿石的工业类型与自然类型要进行一般的查定，以初步了解矿石的工业利用(采、选、冶)性能。对利用性能复杂或情况不清的新类型工业矿石，要进行详细的矿相学研究。划分矿石类型，查明各类矿石的矿物成分，化学成分与矿石结构、构造，必要时作物相分析。根据上述成果，进行初步可选性试验。可选性试验样品的采取，要征求选矿试验部门或设计单位的意见。对新类型工业矿石的矿床，矿石可选性能是矿床评价的主要问题，应在评价阶段抓紧解决，尤其是对于经矿相学研究，初步认为是难选的矿石(例如粒度细、矿物单体分离困难、或含有在选矿时易形成粘性物质的脉石组分等)，更应重视这一问题。

3．矿床评价的工业技术指标，在初期可参考按邻区已勘探的同类型矿床的工业指标或参照“矿床工业要求参考下册”执行。矿床工业价值肯定后即在评价阶段后期或勘探阶段初期，写出专题报告，上报冶金部或省冶金局批准正式指标。专题报告一般应包括下列内容：

(1)矿区所在地区的地理位置、交通条件；

(2)矿床的工业类型、自然类型、矿床的规模、远景、矿体产状、形态、规模、矿石中有益有害组分及其含量变化情况；

(3)矿体的埋藏情况、矿化连续性和夹层情况，顶底板围岩的物理性质及矿区水文地质

条件等；

(4)需要和可能时，附矿石的选矿试验成果或类比资料；

(5)有条件时，应有试算及方案对比效果；

(6)建议的工业指标。

(7)附以矿床平面图，剖面图等代表性图件。

评价确定有工业价值的矿床，投入勘探前需经选择，选择的准则，基本有下列各方面：

1．生产建设的要求；

2．矿床的地质条件：如矿石数量、质量、矿体的规模、形态、产状、构造及与勘探、采矿技术有关的其他地质条件及水文地质条件等；

3．地区的建设条件：如交通运输、动力，供应等；

4．矿区的自然地理条件：主要是对开采与运输等方面有影响的地形、地貌、气候等。

第六节　矿床勘探的目的任务及设计要点

勘探阶段是冶金地质工作为生产建设提交成果的最后一个阶段。地质勘探总结报告是企业建设设计的主要依据，因此，勘探工作必须保证质量，保证勘探报告的及时提交。

(一)矿床勘探的具体任务要求

1．详细查明矿床构造形态的基本特征和构造的空间分布规律。搞清构造对高级储量范围内影响。

2．查明矿体的规模、形态及空间分布规律，对厚度变化规律及矿化的连续性应有明确概念。

3．对矿石品位及矿石工业类型和自然类型，应查清，并分别对各品级，各类型的矿石空间分布规律获得较明确的概念。

4．详细查明矿石的技术加工性能，矿床开采技术条件(包括水文地质条件)。

5．对伴生有益组分进行全面查定并计算储量，对其综合利用价值应有明确概念。

6．根据地质构造复杂程度及探矿工程控制程度，提出相应级别的矿产储量。

(二)矿床勘探合理程度的确定

合理的勘探程度，是衡量地质工作质量和技术经济效果的综合标准。一个矿床的勘探程度，既要考虑矿山生产建设的需要，又要结合矿床地质实际情况的可能性来具体确定。勘探程度过低，不能满足矿山建设设计的要求，就必然影响矿山建设的顺利进行，甚至会造成严重的损失浪费；勘探程度过高，既推迟矿山建设时间，积压国家资金，也影响地质勘探部门为矿山建设寻找更多的资源。这说明对一个矿床勘探程度的要求过高或过低，都不利于大打矿山之仗的全局。因此，必须根据建设矿山的实践经验，从冶金工业发展的全局出发，研究确定合理的勘探程度。

1．确定合理的矿床的勘探程度，必须考虑以下因素：矿体的规模、产状、形态、矿石质量变化情况及地质构造的复杂程度；尤应考虑矿山设计部门根据矿床开采方法的特

点，对各级储量的分配提出相应的要求，特别是对于控制矿体空间位置的具体要求和对于确定矿体外部轮廓的严格要求。因此，在矿床勘探过程中，每一项勘探工程的布置都应当有明确的目的性，都必须根据矿山建设设计的要求，从矿区地质、矿床特点的实际情况出发、恰当布置，不能不顾地质条件，机械的套用网度，平均布置工程。但也要注意工程的布置不要太乱，要有一定的勘探线或勘探网，以便编制综合图纸、进行综合研究和储量计算。

2．为了使地质勘探工作所提交的储量符合矿山企业建设设计的需要，在设计范围内，各级储量的比例，应达到下列要求。(如果矿床规模较大，设计规模较小时，则各级储量的比例，应按设计规模要求年限来考虑)：

一般有色金属大中型矿山与黑色金属和辅助原料小型矿山的 B 级储量比例，应占总储量的 5－15％，为矿山开采年限的 1－3 年。

一般黑色金属与辅助原料大中型矿山的 B 级储量比例，应占总储量的 10－20％，为矿山开采年限的 3－5 年。

大中型矿山，在某种情况下，以 D 级储量配合工业储量作为设计依据使用时，一般应分布在矿体的下部，其比例约为总储量的 20－30％。

对复杂的中小类型矿床，加密工程也难以求得 B 级储量时，则 C 级储量应占 C 级加 D 级储量的 50－80％，但对于极复杂的小型矿床，其储量比例可不作要求。

3．地质勘探部门提供矿山建设所需储量，应达到下列生产年限要求：

有色金属大、中型矿山，一般应满足 15－25 年的需要。

黑色金属大、中型矿山，一般应满足 20－30 的需要。

小型的有色、黑色及一些稀有金属矿区，一般应满足 7－10 年开采的需要。

对于那些规模很小，矿床形态非常复杂的小矿，可不做年限要求。

4．矿床的勘探深度，应根据矿体的具体情况，结合矿山开采年下降深度来考虑，一般要求：

(1)大、中型矿床的勘探深度一般以不超过垂深 500 米为宜。如矿体沿倾斜延展很深，可打适当的控制工程查明远景。

(2)为了便于设计部门进行总体考虑，在一个矿区(或同一开采系统)内，对同一区段或同一矿体的工业储量的勘探深度，最好勘探到同一标高。

(3)对埋藏较深的盲矿体，及已进行开采的老矿区，勘探深度应根据建设规模、开采条件，结合矿床的具体情况来考虑。

5．在设计开采范围内，主要矿体的顶部、厚层矿的上下盘及沿走向的边界，应用工程进行圈定，其工程控制程度，在大、中型矿床的设计初期开采地段，应达到 B 级储量要求的程度，至少应达到 C 级储量的要求。如果矿体规模很大，需要分段分区进行开采设计时，则应当对首先开采设计区按要求进行勘探，沿其走向两翼的一定范围内应进行适当的工程控制。

凡能进行露天或部分露天开采的矿床，在可能进行露天开采的极限范围内，为了合理确定露天开采境界，在露天开采的底线附近，对矿体应有适当的工程控制。

6．对主要矿体上下盘的小矿体，特别是上盘的小矿体，在勘探主矿体的同时，应顺

便了解其分布情况，勘探程度应与主矿体相同，储量级别与主矿体一致或低一级。如果小矿体的开采条件与主矿体不一致，或者产状平缓，又与主矿体相距较远，需要单独设计开拓巷道进行优先开采时，则应对其形态、规模、产状、质量变化情况予以查清，达到C级储量的要求。矿体下盘，在矿山工程布设范围内的小矿体，也要达到C级储量的要求。如果小矿体的变化很复杂，即使用较密的工程也难以求得工业储量时，则可探到D级储量为止。

(三)伴生矿产的评价勘探

为了充分利用矿产资源，在地质勘探工作中，必须充分注意综合利用和综合勘探工作。对矿床的伴生有益组分，应查清其含量及赋存情况，对可能回收利用的元素，应计算其储量。在一般情形下，不对伴生有益组分进行专门的勘探工程。在矿种上要防止单打一，对勘探区内的其他有用矿产、矿点和物化探异常，均应进行了解，特别是矿体上盘的其他有用共生矿产，在勘探主要矿种的同时，应顺便进行一定的工作并作出评价，或获得储量。

围岩，特别是露采矿床剥离范围内的围岩中的不够边界品位的有用矿产，也要顺便了解，提出有代表性的品位资料。

在矿床评价、勘探中对伴生组分的研究一般应注意下列几点：

1．伴生组分的种类和品位。

2．伴生组分的赋存状态，它们与主金属的关系，是呈某种独立矿物存在，或以什么状态赋存在哪些矿物中，它们的矿物含量，它们与某些阴离子或络阴离子的关系。

对伴生的普通元素及稀有元素，一般应查明其矿物、分布、含量、与主金属的关系，以及它们的可选性回收情况。

对伴生的分散元素，除利用组合分析查明其含量和分布外，还要利用单矿物作进一步的查明。

3．查明伴生组份的空间分布情况及其规律性，它们依存于主金属或某些其他组份的变化的规律性。

应按不同成矿阶段、同一矿物的不同世代研究伴生组份的种类及富集程度，注意伴生组份的空间分布与地质条件、化学条件的关系。

4．无论采用哪种采样分析方法，采样数量不宜过少(当然也不要太多)，要注意采样地点的分布、分配及其代表性，不仅要有空间上，还要有主金属，矿石类型及技术品级的代表性，要注意主金属计算块段及储量类别(表内或表外)的划分。一般说来，要以主金属表内块段及主金属表外块段中伴生组份特高地段或情况特殊(具有开采可能性)的地段的研究为主。

5．在加工试验中，要对伴生组份(普通元素、稀有元素)的可选性及回收情况进行研究，对分散元素要在金属的精矿及尾矿中作化学分析检查。为此，要注意主金属技术加工试验样品的采取，使之具有一定的代表性，记录加工试样采取地点及合并流程、样品加工缩减流程，以便获得比较充分的工业评价资料及储量计算的参数。

6．硫化物矿床中的硫，主要研究对象是黄铁矿(磁黄铁矿)中的硫及自然硫。对硫不仅要研究其综合利用，还要考虑生产过程中的防火问题。为此，除查明全硫外，还要查明硫

精矿的品位及黄铁矿(磁黄铁矿)的矿物含量及其硫品位。

7．当伴生组份在围岩、特别是上盘围岩中单独具有工业意义时，也应进行研究。

8．对某些伴生元素，含量过低，同时又不属于贵金属或稀缺矿种，不必作过多的研究工作。

(四)勘探阶段对矿石的试验研究要求

1．在矿床勘探工作中当矿体(层)内分布有各种不同自然类型和工业品级的矿石，需要而又可能进行分别开采时，要根据上级下达的工业指标，分别圈定出不同的自然类型和工业品级矿石分别计算其储量，并分别进行相应的试验研究工作，若矿层较薄或矿石组分变化较大，确实难以划分时，应提出有关实际资料加以说明。

2．在矿区勘探阶段，应研究矿石的技术加工方法，采取实验室试验样品进行技术加工试验，详细了解矿石的技术加工特性、加工方法、工艺流程及取得矿石在加工过程中的各项技术经济指标，作为选厂设计或建厂的依据。

在采取试验样品时，必须注意样品的代表性。根据矿石的不同类型和品级、在总储量中所占的比例、矿石的品位、伴生组分、矿石的结构、构造、围岩、夹石情况等因素和矿石分采、分选的可能性，以及初步可选试验的结果，采取单样或混合样。因此，为了保证样品的质量，勘探队在编制采样设计前，应听取使用部门的意见，以避免造成返工浪费。

一般矿区在勘探阶段只进行实验室规模的可选性试验或流程试验。如果矿石质量复杂需进行半工业试验时，需经上级批准。如生产建设设计部门需要进行半工业试验或工业试验时勘探队应主动配合编好采样设计。

对耐火材料，应进行实验室制品煅烧前后的物理性能试验，对于熔剂，一般应作磨损性或机械性能的质量检查。

(五)矿床开采技术条件的研究要求

在矿区勘探中，应详细研究影响矿床开采的技术条件，测定矿石及其顶、底板或近矿围岩的物理机械性能，了解破碎带、断层、节理裂隙的发育程度和分布规律。具体研究内容和试验项目应根据矿区地质条件结合生产建设要求来确定。为了做好此项工作，勘探队应向生产和设计部门主动征求意见，以便更好地为矿山建设和生产提供资料。

凡进行勘探的矿床，均应做好水文地质工作。查明矿区(床)水文地质特征、矿坑充水因素、地下水的补给和排泄条件、含水层的性质、分布及其与地表相互间的水力联系、水质情况及供水条件等，并应根据开采方式计算出矿坑的涌水量。矿区(床)水文地质工作应尽最大的可能结合矿区勘探工程来进行，而水文地质工作的详简程度和工作量，应根据各矿区(床)的水文地质条件的复杂程度来确定。

(六)勘探工程布局方案有下面三种：

1．勘探线(线勘探网)，适用于产状较陡的层状、似层状、透镜状、脉状或沿走向延长的长轴状矿体。勘探线一般应垂直于矿体的走向或其平均走向。各勘探线的方向要平行或分区分别平行。勘探线间距原则上要相等，但结合具体情况(地质特征复杂程度)可以适当

的局部的加以改变，但不要无原则的乱变，也不要杂乱无章。变动的距离，以不影响沿走向的控制为原则。主要勘探工程(参加储量计算的工程)要尽量的布置在勘探线上，并要控制一定的距离，但根据地形及地质特征复杂程度，也可以适当的局部的加以变动(参阅第六章中的有关部分的要求)，但以不影响储量计算、综合研究及控制程度为准。对于地质特征变化很大，尤其是矿石类型、构造、厚度变化很大或矿体走向与勘探线局部成明显交角之处，勘探工程的布设尽可能的不变动或少变动。

2．勘探网，适用于盆形矿体或产状平缓的层状、似层状和扁豆状矿体或无一定形态的细脉浸染状矿床。两组勘探线互相正交或斜交，依一定距离或各依一定距离布设工程。

勘探线斜交者，除非确实已查明矿体的各种地质特征沿一个方向发育较稳定，否则较少采用。

勘探网本身的型式一般又可分为三种，即正方形、矩形和菱形。

(1)正方形勘探网一般用于等轴形或向两个方向等向延长的矿体，特别是矿体的构造、产状及矿石品位变化的复杂程度在两个方向上大体一致的矿体。这种网型，使用得较多。

(2)矩形勘探网一般适用于向一个方向延长较大的矿体，特别是在一个方向上矿床的构造、产状及矿石品位变化的复杂性大于另一个方向的矿体。

(3)菱形勘探网通常由正方形或矩形勘探网在每四个勘探工程的中间加密后形成，有时也有直接由两组斜交的勘探线组成的。前者适用于正方形或矩形勘探时的高级储量地段。后者适用于规模很大，沿长轴方向变化较小的菱形矿体。后者在实际工作中较少使用，因为发现原来推断错误时，要变更网型就很困难。

3．水平勘探网，即用水平坑道勘探，适用于筒状，囊状、短轴状、串珠状或其他形状极不规则的矿体或密集的细脉群。也适用于矿体的各种地质特征变化很复杂而倾角较大的矿床。水平坑道间的间距要求一致，一般不宜轻易变动。在同一水平上的坑道包括两个正交的(或交角很大的)坑道系统，各自平行矿体的长轴或短轴方向，同一坑道系统间的坑道间距，既要考虑局部矿体变化的具体情况，也要大致有一定的间距。

(七)勘探网度的确定

一、确定勘探网度的方法主要有类比法、稀空法、勘探剖面对比法、勘探与开采资料对比法及变化统计法等五种。确定勘探网度时，这五种方法一般均不单独运用。因为勘探网度的确定受矿床的勘探类型、储量级别和勘探工程的可靠程度等各种因素综合影响，乃是一个较复杂的实践过程。正确确定勘探网度的基本步骤是：首先全面的分析研究，以类比法初步确定网度，在此基础上，随着勘探工作的深入，利用数种方法不断进行分析，试验和实践，最终确定合适的网度。

1．类比法，是在总结以往勘探工作经验的基础上，将准备勘探的矿床与已进行过勘探并其特点相类似的矿床进行对比，采用其相近似的密度。为了统一，按矿种和勘探类型，拟定适合各类矿床的一般勘探工程网度，作为参考，即我们所称的“规范”。

2．稀空法，是在矿床勘探过程中，选择其中有代表性的地段，沿走向和倾向，用较密的工程获得的储量计算参数计算的储量，与放稀工程间距一倍、两倍乃至三倍时所计算的储量进行比较，试算后产生的误差如在允许范围之内，则认为网度有放稀的可能性，放

稀的限度最大不超过差额在允许限度以内的相应网度。

关于这种试算允许误差尚无统一的标准，一般测算可以 C 级网度的正确性为主，其允许相对误差率不超过 15%；在特殊情况下，也可进行 B 级网度的检查，其允许相对误差率不超过 10%。

允许相对误差率的计算方法：对于 C 级网度的测算来说，可以允许用大块段(即若干个相连的基本计算单位所连成的面积，或一个开采区)为计算单位，但须采用各基本计算单位(即最小块段)的相对误差绝对值之和，而不能采用它们的代数和计算其相对误差率。

在应用此种测算方法时应注意下列几点：

①放稀网度，必须用各种不同的排列组合分成若干组，计算每一组的相对误差和各组的平均相对误差的绝对值。在确定密度时，不仅应考虑到平均的相对误差值，而且也要考虑到各组相对误差的波动范围。

②试算的误差与参与计算的勘探工程(即参予计算的参数)的数目有关，在勘探工程密度相同时，试算范围愈大，所包括的勘探工程也愈多，则其试算结果的相对误差也愈小。因此，必须按特点划分面积，避免在计算中抵销误差。

③只有在详细勘探阶段，勘探工程密度大的情况下，才有可能进行网度测算，在初期勘探阶段工程稀少的情况下不能进行测算，因而，本法在初期勘探阶段，确定勘探网度的指导意义不大。

④这种方法只根据不同工程密度所试算的储量数值之间的对比，并不能反映出因工程间距放稀后引起的矿体形态、构造、各种自然类型、工业品级矿石的界线变化或所能控制的程度。

⑤对由于小矿体群组成的矿体或复杂勘探类型的矿体，网度测算的应用受到限制。

3．勘探剖面对比法，是指在同一剖面，或相邻剖面，乃至全矿床各勘探剖面上，对矿体的构造、产状、落空区、夹层、矿石品位变化，矿石类型分布规律及矿化的连续性等进行对比，从矿体的形态要素，各种边界线的变化来检查根据类比确定的网度是否可靠，根据稀空法测算或变化统汁法计算的结果是否合适。

利用勘探剖面对比检查网度测算的成果时，除了检查工程未放稀以前勘探剖面的对比外，还要特别着重检查矿床剖面间的对比。

为了确定取消一些勘探剖面(即沿走向放稀)时，矿体各地质特征的变化，还需要在水平剖面图上检查。

利用勘探剖面对比法的缺点是不能对储量数字，矿体内部数据(各种组分含量、体重等)等方面加以比较。

4．勘探与开采资料对比法，是运用开采所获得的有关资料，如各种边界线和储量数字，与勘探时所获得的资料比较，借以检查勘探工程密度的合理与否。

这种对比方法的不足之处在于：

(1)开采工作的进行，往往不与计算储量时圈定的界线一致，难于正确地统计其界线内的开采储量。

(2)这种比较确定地质勘探资料详细程度和精确程度的结论，要到矿床勘探完之后，或者要到矿床开采了相当时期以后才能得到。

尽管有上述的困难和缺点，这种方法仍然是决定矿床合理勘探工程密度最可靠的方法，应系统地积累开采和勘探对比资料，为确定合理的勘探网密度创造条件。

5．变化统计法，是利用数字统计的方法，在矿体形态(厚度)和矿石中有用组分分布的均匀程度的分析的基础上进行的。

勘探过程中，勘探工程之间的必要距离决定于对资料正确程度的要求和矿体形态，有用组分的变化情况。因而，可用矿体的厚度变化系数、品位变化系数及为求得储量计算需要的算术平均参数(平均厚度、平均品位)所要求的精确度(允许误差)来确定一定面积内勘探工程的数量。

这种方法的计算过程如下：

算术平均值的均方差

$$\delta=\sqrt{\frac{\sum x^2}{N}} \tag{10－1}$$

变化系数

$$V=\frac{\delta}{M}\times 100\% \tag{10－2}$$

算术平均值的误差(绝对误差)

$$q=\frac{\delta}{\sqrt{N}} \tag{10－3}$$

式中：x——平均品位(厚度)与个别品位(厚度)之差；

N——样品的个数(或测量厚度的次数)；

M——品位(厚度)的算术平均值

算术平均值的相对误差

$$P=\frac{q}{M}\times 100\% \tag{10－4}$$

由(10－2)、(10－3)、(10－4)式则得

$$n=\left(\frac{V}{T}\right)^2 \tag{10－5}$$

从上式所得的 n，即对具有一定变化程度的矿床(具有一定品位和厚度的变化系数)进行勘探时，为求在一定误差范围内的储量计算算术平均参数所需要的切穿矿体的勘探工程数目。

当整个矿床的矿化范围或选定的勘探面积(S)为已知时，则可求得每一个勘探工程(钻孔或坑道)的控制面积(S_0)。

$$S_0=\frac{S}{n}=\frac{SP^2}{V^2} \tag{10－6}$$

当一个矿床或选定的勘探地段的厚度或品位变化系数已通过部分地表工作或类比法获得，对矿床储量计算的算术平均参数误差要求已经确定，而矿床矿化范围或勘探地段的面积也已确定之后，则可利用(10－5)式和(10－6)式计算出勘探工程的数量和每个勘探工程

所控制的面积。

这种方法在理论上可以解决为求得一定程度的算术平均值所需要的截穿矿体的最少勘探工程数目，但还存在着以下缺点：

①这种方法所解决的只是为储量计算求算术平均值所需要的勘探工程数量，并没有解决为探明矿体产状、形态、各种矿石品级的分布等特点所需要的勘探工程数量与间距。

②按统计学理论，这种变化系数、误差计算公式，只能适用于一系列并无函数关系的统计参数，对矿床中形态及有用组分等参数而言，往往受一定的局部地质因素控制，常反映了一定的变化规律。因此，从理论和经验都证明此法不完全是合适的。

③每一种矿床，每一个矿体，都有其本身的特点，从一个或一组矿体甚至一种矿石类型范围内获得有关的矿体变化数据，不能或很少适用于其他矿体，这种情况也大大地缩小了运用数学统计法的可能性。

④变化统计法在勘探中的应用是建筑在大量实测资料的基础上，因此，只能在进行一段勘探工作之后，有相当数量的足以说明矿体厚度和品位变化的资料才能进行，故对指导勘探工作的现实意义不大。

二、勘探网度确定方法的使用范围：通过以上各种确定勘探网度的方法所依据的资料和应用情况的分析，可归纳如下：

1．根据不同矿床的地质特点，不同的勘探时期和资料依据，对同一矿床应以不同的方法互相检查和补充。

2．类比法、稀空法和勘探剖面对比法，是勘探过程中最常用的三种方法，特别是类比法，在勘探初期缺乏资料的情况下经常使用。

3．虽然开采资料对比是一种最可靠的方法，但由于在开采工作的进行中种种技术的限制，且需进行长期复杂的统计工作，在当前地质勘探工作中很少应用，今后应加强这方面的统计工作。

4．由于统计学的理论与矿床地质特点之间不相适应。根据(4－5)式计算勘探工程的必须数量，只能对勘探网密度提供某种大致的方向，还应该根据地质上的判断和根据其他类似矿床的经验资料加以校正。因而，这种方法在实际应用中尚未得到普遍承认。

三、确定勘探网度应注意的问题

1．不要生搬硬套勘探网度，适宜的勘探网度以能控制为准，也就是对于每一矿床，每一矿体，矿体的个别地段，都要根据具体情况，以达到各级储量的条件为准。不硬性要求同级储量范围内的网度必须完全一致。

2．一般情况下，先进行稀疏的深部工程，确定矿体的规模及主要地质特征的概略情况，再结合具体情况逐段逐步加密，同时要加强综合研究，及时总结，最后分别达到满足各级储量要求的条件。

3．一般来说，只要地表研究清楚了，对矿体的控制也就有了一定的基础，因此，在勘探过程中不要盲目追求过密的深部工程，要以地表为基础，结合深部工程进行综合研究，以确定必要的勘探网度。

第十一章　地质报告的编写

地质报告是地质矿产情况调查研究的总结。是找矿勘探工作进行到一定阶段后对所取得的原始编录和室内分析、鉴定、试验等资料进行全面的研究和系统的整理，以文字和图表等形式对矿区(或工作区)的地质矿产情况及开采利用条件等作出结论性的论述。是进一步进行找矿、勘探工作，矿区总体规划或矿山建设设计的依据。也是考核地质队完成计划任务的主要指标。因此，要认真编写，保证质量，按时完成。

编写地质报告是一个创造性的劳动，不要拘泥于一格。本章介绍的内容，除一些属于规定之外，诸如各类地质报告的编写提纲等均属参考性质的，可以根据具体地质情况酌情修改、补充。

第一节　地质报告的种类、格式及编排

(一)地质报告的种类

根据冶金地质工作划分的不同工作阶段以及工作性质的差别，提交的地质报告有以下几种：

1．普查找矿报告：

是普查找矿阶段的工作总结，包括以下两种情况：

(1)在矿产调查的同时并进行面积性的普查找矿工作。工作结束后，提交普查报告。

(2)单独进行矿点或异常检查，未进行面积性的地质测量时，提交矿点检查或异常检查报告。

2．矿点(床)评价报告：

是评价阶段对矿点(床)工业价值及其利用的可能性作出初步结论所提交的地质报告。

3．地质勘探报告：

是勘探阶段对矿床工业利用所需要的资料搜集、整理的总结所提交的报告。

地质勘探报告包括以下几种情况：

(1)一个矿区的地质勘探工作已经结束，可以满足当前矿山建设的需要，在今后短时期内不作勘探的，可提交地质勘探总结报告或叫地质勘探报告。

(2)矿区的远景规模较大，当生产建设部门要求分期、分段建设时，在完成一个时期的勘探任务后，根据需要可提交地质勘探中间报告。中间性勘探报告要求内容与地质勘探报告相同。

(3)地质勘探报告提交以后，由于工作程度不够或其他原因需要补做工作的，完成预定任务后，可提交补充地质勘探报告。只说明新成果，勘探程度、变化情况等。储量也是计算有变化的部分，最后应编制矿床储量增减总表。

(4)年度总结报告：当一项地质勘探任务需两年或多年年才能完成，根据要求如按年度需要总结时，可提交年度总结报告。其内容要求第一年度基本按地质工作阶段报告编写提纲编写(根据实际情况酌情增减)。以后的年度报告只需补充新成果，变化情况及勘探程度

和储量增减等。

4．成矿研究报告：

是研究工作区成矿规律，进行成矿预测的工作总结所编制的报告。

5．专题研究报告：

是在提交地质报告的同时，对矿区(或工作区)某一专题深入研究，或为满足矿山生产建设的需要而作的专门性的工作所提交的报告。如水文地质条件比较复杂的矿区，有时需提交专门的水文地质报告。

(二)地质报告格式及编排

1．地质报告应包括以下四个部分：

(1)报告书正文；

(2)报告附图；

(3)报告附表；

(4)报告附件；

正文、附表、附件装订成册，附图折叠后盛盒内。

2．地质报告书的正文一般应由以下部分组成并按以下顺序编排：

(1)封面；

(2)付封面；

(3)审批意见书或决议书；

(4)内容提要；

(5)正文目录；

(6)附图目录；

(7)附表、附件目录；

(8)报告书正文；

(9)参考文献。

(10)封底。

3．文字报告的封面、付封面见式样一、二。其中地质报告名称由行政区划名称、矿种、矿区(或地区)名称和工作性质等内容构成。如××省××县××(地名)×(矿种)矿区地质评价报告。若矿区过大，根据矿山建设的需要分矿段进行勘探，提交报告时，可命名为××省××县××(地名)×(矿种)矿区(××矿段)地质勘探报告。

4．附图目录应包括的内容是顺序号(一张图纸一个号)、图纸编号、图纸名称比例尺及图盒编号。

图纸编排的原则应为：重要在先．次要的在后，综合图纸在前，原始编录在后。具体编排可参考本章各类报告编写提纲中的附图顺序。

5．附表的编排，应首先是储量计算表格，其次为开采技术有关的资料，再次为水文地质，物化探综合表格及原始资料。具体编排可参考各类地质报告编写提纲中附表顺序。

附表应装订成册，每册亦应有封面及目录。封面见式样三，目录见式样四。

6．附件要求同于附表。

7．报告目录应加注各章节所在页码。

8．参考文献应列举最主要的。包括内容为：作者姓名、文献名称，发表时间，登载文献的刊物名称，未发表的也应注明。

9．报告、附件，附表(或折叠后)用纸应为 27×19 平方厘米。附图应以同样大小按手风琴式折叠，把图签折在外面，并标上图的顺序号。

10．资料盒一般为 30×22 平方厘米，第一盒主要放文字报告、审批决议书。图纸表格较多时，第一盒应有单独装订的总目录。

11．资料盒封面上应有所装资料的名弥，附图盒封面外应注明起止图号，在附图盒封面内应载明本盒附图之顺序号、图号、图名和图幅数。附图、表盒封面外注明名称及编号。

式样一

文字报告封面

××省××县

××矿区×矿地质勘探报告

报告提交单位全称

二〇××年×月

式样二

文字报告付封面

××省××县

××矿区×矿地质勘探报告

20××年×月－20××年×月

报告提交单位：全称

（公章）

队长

总工程师
（或技术负责）

主编人

提交时间　　二〇××年×月

式样三

附表封面

××省××县

××矿区×矿地质勘探报告

附表

制表人：

检查人：

报告提交单位全称

二〇××年×月

式样四

附表目录格式

（一）一册表目录格式

附表目录

1. ××××××表……1

2. ××××××表……10

3. ××××××表……16

（二）多册表目录格式

附表目录

第一册

1. ××××××表……1

2. ××××××表……12

3. ××××××表……29

第二册

1. ××××××表……1

2. ××××××表……30

第二节　地质报告编写的注意点

(一)一般项目的地质报告，应由分从技术负责组织编写。国家项目或重点的评价及勘探项目地质报告，应由队总工程师或技术负责人组织并参与编写工作。

(二)重点评价及勘探项目，野外工作结束前，必须对其工作程度主要工作成果进行全面检查或现场验收。经过检查合格的资料，才能作为编写地质报告的基础地质资料。野外工作结束前的地质成果检查验收，由地质队组织进行，重点矿区公司需派人参加，力争把问题解决在报告编写之前。

(三)报告编写前，要根据规范的有关规定．结合矿区(或工作区)的具体地质情况，拟定出报告编写提纲。一般项目的报告提纲，由队总工程师审查，重点评价或勘探工作项目的报告提纲必须报公司审查。

(四)地质报告的编制应事先作好准备工作，订出工作计划，建立各种责任制度和检查制度，分工负责完成。在地质报告编制过程中要注意以下各点：

1．建立严格的检查制度，每一项工作结束之后，至少要经过三次检查；即自检、互检和抽查。自检和互检的数量应当是百分之百，抽查的数量不得少于 25—30％。

2．除图纸以外的各种资料的修改，应保持原来字样的清晰，以供复查时参考。因此只能对错误之处用单线或双线划去，在其上侧写明改正的数据，不得将原文涂抹。

3．检查，应当直接根据最原始的资料，避免互相转抄，一误再误。

4．各种图纸资料的修改应通过一定的手续，避免与之有关的图纸及资料不能修改或忘记修改。

5．每项工作应固定专人去做，要尽量避免中途换人，以免因工作情况不熟悉而导致误差的发生。

(五)编写地质报告要对矿区(或工作区)的主要地质问题，进行详细的讨论，集思广益，统一认识。对有些争论大的问题，应该深入实践，补充必要的工作，以达到合理的解决。对矿床成因等地质理论问题，不强求统一，不同看法可在专题研究报告中论述，或作为地质报告附件提交。

(六)编制地质报告时，应注意报告的质量。地质报告的质量主要建立在地质观测、勘探工程、所有原始资料、所有综合图纸、表格、综合研究、品位与储量计算的质量的基础上。因此在找矿勘探过程中，要加强全面质量管理，严格把住各工序、各环节、各岗位的质量关，才能保证地质报告有较好的质最。在地质报告编制过程中，也必须上一道工序对下道工序负责，提供质量可靠的数据或资料，下一道工序检查上道工序资料，合格后再开展本工序的工作。

地质勘探报告本身的质量表现在如下几个方面：

1．所有问题必须在文字报告的有关章节及其有关图、表编录上分别交代清楚。在条件允许下，尽可能使文字章节、图表、编录等能自己说明问题而不需要参考其它图表资料，以便于使用。

2．所有评述都必须按照一定的顺序，这一顺序与人类认识事物的顺序相同，即由总的概述到分别论述，由大到小，由宏观到微观，由表及里，由现象到本质。

3．对所评述的问题，都必须提出明确的认识及结沦。

4．所有评述和结论必须有事实依据；也可有必要的推论或预测，但需指出推论和预测的依据。

5．报告应附有必要的照片和扩大素描或插图。

6．所有图、表资料，其内容应当简明扼要，但又要包括必要的内容。

7．文字报告、图、表附件的有关内容必须完全一致。

8．文字报告、图、表的打印、装订应力求精美，防止遗漏、错字和破坏。

第三节　地质勘探报告的编写

勘探报告的主要服务对象是矿山生产和矿山建设设计，所以与此有关的矿区地质、矿床(体)特征、水文地质、开采技术条件、矿石加工技术性能和工程质量等应该着重叙述，以满足矿山设计和生产的实际需要。地质问题的探讨不涉及生产建设方面的可单独编写科研报告，作为附件。勘探报告的内容可参照下述提纲。

地质勘探报告编写提纲

对大、中型矿床的勘探报告，为了便于查阅，可在前面写一简短的内容提要，一般不要超过 500 字。

第一章　绪　论

(一)工作目的任务：

说明国民经济建设对所勘探矿产的需求以及上级下达任务的文号、内容和设计、生产部门对勘探工作的具体要求等。

(二)位置、交通：

说明矿区位置，地理座标、边界范围和面积；经过矿区或邻近的(现有或拟建的)铁路、公路、水路等重要交通线以及矿区距最近车站或码头的里程(附交通位置图)。

(三)自然地理与经济概况：

概述矿区地形的主要特征、山岳类型、绝对高度和相对高度，河流及其流量，最高洪水位等。根据有代表性的气象资料，说明矿区的气候特征、气温变化、降雨量、暴雨强度、蒸发量、相对湿度、风力、风向、雷电情况、雨季或冻期、冻土层深度等。

收集有关地震方面的资料，说明矿区是否处于地震活动区。

简述区内工业、矿业、农业、燃料、电力、供水水源、建筑材料等。

(四)以往工作评述：

从矿区的发现至本次勘探所进行的地质、航空测量、物化探等各项工作，应按时间先后顺序简要说明其工作情况、投入主要工作量、取得的主要地质成果等，并对其成果质量和勘探、研究程度进行评述。如属已开采的勘探矿区应阐明矿山生产建设的规模及生产概况。

(五)本次工作情况：

说明工作的起迄年月、简要经过、完成的各项工作量(附工作量统计表)、取得的主要地质成果(包括探明储量)、地质事业费及经济效果(探明每吨或万吨储量的直接费用或综合

费用)。

第二章　区域地质和矿区地质

(一)区域地质：

简要说明矿床在区域地质构造中的位置、特点、地层分布、构造特征、岩浆活动、变质作用，区域成矿地质条件以及区内主要矿产等。

(二)矿区地质：

1．地层：叙述矿区范围内地层的时代、层序、岩性、岩相、化石、标志层特征、厚度、产状以及接触关系等。重点放在含矿岩系中的含矿层位，并说明其沿走向、倾向的变化规律。

2．构造：阐述区内褶皱、断裂和破碎带等构造的性质、特征、规模、分布以及对主要构造的查明和控制情况，并说明褶皱断裂的生成顺序以及构造对成矿的控制作用及其对矿体(层)的影响和破坏情况。

对控制矿体(层)形态和边界条件以及破坏矿体(层)完整性的构造必须着重予以说明。

对于一些组成密集出现的小型褶曲和断裂，应尽可能说明其性质、产状、分布和发育密度等方面的规律性。

3．岩浆活动：阐明岩浆岩的种类、生成时代、生成次序、生因关系、岩石的结构构造、岩石矿物成份和化学成份；岩体产状、形态、规模及其与矿床的生成关系；后期岩浆对矿体(层)的破坏以及对矿石质量有利、有害的影响。

火山岩还应叙述喷发旋回、韵律和类型及其与成矿作用的关系。

4．变质作用和围岩蚀变：阐述矿区各种变质作用和围岩蚀变情况，着重指出与成矿有关的围岩蚀变种类、特征和分布范围等。

第三章　矿　床　特　征

(一)矿床规模及矿体(层)特征：

综合叙述矿床规模、矿带特征、矿床(层)的总数目、总厚度、空间位置、分布规律及其相互关系等。分别叙述各工业矿体(层)的产状、形态、长度、延深、厚度、沿走向倾向的变化规律以及连接对比的依据和可靠程度。

对于露天开采的矿山，凡决定和影响露天开采境界线部位的矿体，尤其是露天采场底部附近的矿体(层)形态和产状，应在报告中阐述清楚。对于坑内开采的矿山，要注意叙述矿山主体工程附近和各开采水平附近的矿体(层)变化。对于主矿体(层)附近有开采价值的小矿体(层)，特别是在主矿体(层)上部首采地段的小矿体(层)，应详细说明其规模和产状，形态变化情况。

(二)矿石质量特征：

说明矿石的结构、构造，矿物成份，有用矿物的含量、粒度、晶粒形态、嵌布方式、结晶世代和矿物的生成顺序及共生关系；说明矿石的化学成份主要有益组份和伴生有益、有害组份的含量、赋存状态和变化规律等。有的矿种，其矿石质量是以物理机械性能为主要评价指标，则应对这方面的内容进行详细叙述。

(三)矿石类型和品级；

阐述矿体(层)的淋失带、氧化带、次生富集带和原生带。说明矿石的自然类型、工业类型，工业品级以及划分的原则和依据。对选冶性能不同的各类矿石尚应说明其所占比例及空间分布规律。对主要的矿石类型，应较详细描述。

(四)矿体(层)围岩及夹石情况：

说明矿体上、下盘围岩的矿物成分、化学成分、蚀变情况及其与矿体(层)的接触关系。说明矿体(层)内夹层、包裹体的岩性特征、分布规律、数量、质量以及对矿体(层)完整性的影响程度。

(五)矿床成因及找矿标志：

阐述矿床成因、成矿控制因素、矿化富集规律及找矿标志，并指出进一步扩大远景的方向。

(六)矿区内其他有益矿产情况；

对于在勘探主矿种的同时综合勘探的共生矿产，应进行综合评价，说明其综合勘探的程度、规模、分布、矿石质量等。

第四章　矿石加工技术性能

(一)采样种类、方法和样品代表性：

说明各种类型矿石加工技术试验样品的采样种类、目的、采样要求、采样方法和样品的代表性。

(二)试验种类、方法和试验结果：

说明各种类型矿石加工技术试验的种类，采用的加工选矿方法及试验流程，并叙述所取得的各项试验成果。详细的《矿石加工技术试验报告》放在附件中。

(三)矿石工业利用性能评价：

根据矿石加工技术试验结果，作出矿石可选性能和工业利用性能的评价，说明矿石中有用组份回收利用和有害杂质处理的可能性，提出综合利用的途径。

如邻近有同类矿床的生产矿山，应进行矿石类型、矿石矿物、结构构造、物质成分等方面实际资料的对比，并对其矿石可选性、综合回收利用情况加以说明。

第五章　水　文　地　质

(一)水文地质概况：

说明上级下达的任务，以往水文地质工作情况和成果、矿区水文地质、工程地质工作时间、主要任务、完成工作量和质量情况及其他必要的说明。

(二)区域水文地质条件：

1．区域地形、气候、地表水特征及可能对矿床充水造成的影响。

2．区域含水层、隔水层特征及对矿床充水的影响。

3．区域地质构造、断裂带等对矿床充水的影响。水文地质条件简单的矿床，可与矿区水文地质条件一节合并论述。

4．水文地质分区特征：说明分区的原则和依据，阐明各水文地质分区的补给，迳流、排泄条件及动态变化特征。

(三)生产矿井、老硐(窿)水文地质情况：

根据调查访问和实际观测编录的资料，说明其位置、深度，长度，产量、开采面积、充水因素、水量、水位及其动态变化、水质、排水设备能力和突出点的情况以及老硐(窿)积水情况和其他情况。

(四) 矿区水文地质：

1．说明矿区在区域水文地质单元中的位置和水文，气象情况等。

2．叙述地表水特征及动态变化，矿区的进水及隔水的边界条件；地表水与地下水的水力联系，矿区充水因素和对未来开采的可能影响。

3．叙述矿区含水层、隔水层的确定依据；各含水岩系的岩性、厚度、分布、埋藏条件、裂隙、岩溶发育程度、分布规律；单位涌水量、导水性、渗透系数、水头高度、水质、水温、水量、动态变化、各含水层的水力联系；隔水层的岩性、厚度，产状、分布、稳定性和隔水性；地下水的补给、迳流、排泄条件，对矿体(层)底板承压含水层及隔水层的特征要详细说明。

4．对构造破碎、断裂带、溶洞发育带(发育程度、规律、充填程度、充填物)的水文地质特征及其含水性、导水性对矿床充水影响的评价。

5．在矿区内及其附近有生产矿井或相类似条件的水文地质勘探资料，应进行对比评述。

(五)矿坑(或露天采矿场)涌水量预测：

1．未来开采矿坑(或露天采矿场)的充水因素和充水来源及特征的论述。

2．论述矿床充水或隔水边界条件的确定。

3．说明计算公式和计算方法的选择依据。

4．计算参数的来源及其代表性的论述。

5．预计涌水量计算结果的评述。

(六)供水：

1．供水水源：指出可作供水的水源地及其水文地质特征。

2．水质、水量及其评述。

3．说明供水方案意见。

(七)小结：

1．矿区水文地质类型及特点。

2．对矿区水文地质工作程度和质量进行评述。

3. 对未来开采，疏干、排水、防水、排供水结合、矿坑水综合利用等方面提出意见。还应说明疏干后可能引起地面沉陷的程度及范围。

4．环境污染的可能性及防治意见。

5．对开采过程中可能出现和应注意的问题提出建议。

第六章　矿床开采技术条件

矿床开采技术条件是确定矿床的开拓工程布置、采矿方法、井巷支护及露天采场边坡角的依据，而且对凿岩、爆破，矿车，矿仓选择、溜井、闸门的确定都有很大影响，因此，在地质勘探工作和报告编写中要认真提供这方面的资料。对本章要求叙述的内容如下：

(一)矿体(层)及其顶底板岩石的稳固性：

1．说明矿体(层)及其顶底板岩石的物质组分、结构构造、风化蚀变程度、各种软弱夹层的岩性、厚度及其变化规律；矿床浅部首期开采地段风化岩层的稳固程度；不同岩矿石在同组合条件下的稳固性，以及由于采掘工程施工后，原来的自然平衡条件受到破坏，地下水运动规律改变以后对稳固性的影响等。

2．说明褶皱、断裂、挤压破碎带、节理、裂隙(特别是垂直裂隙)的产状、规模、发育程度和分布规律及其对矿岩层稳固性的影响。

3．说明老硐(窿)、溶洞、泥石流、滑坡、塌陷、地面沉降等水文地质、工程地质的条件及对稳固性的影响。

4．对矿体(层)及围岩的稳定性进行综合评价，提出影响矿床开采的有关地质因素。如果是露天开采，还应对上复岩层的岩性及工程特征进行评述，特别应着重说明与露天边坡稳定性有关的地质因素。

(二) 矿石和围岩的物理力学性质：

说明不同类型矿石和围岩的物理力学性质样品的采取、采样的代表性、试验条件、测定方法、测定结果以及质量评述。

矿体和围岩的物理力学性质包括体重、湿度、块度、硬度、抗压强度、抗剪断强度(凝聚力、内摩擦角)、抗剪切强度、抗拉强度、抗折强度、耐磨性、可钻性、粉化性、胶结性、可缩性、松散系数、安息角等。以上项目的选择确定，应根据矿体具体情况及不同矿种的特定要求。

(三)开采时对人体有害的物质成分：

当矿体(层)及围岩(顶底板)中含有影响人体健康的放射性元素、天然气、瓦斯及其他有害气体(如硫化物、汞等)，地热等有害地质因素时，应在报告中尽可能说明其来源、分布、含量和影响程度等。对于有自燃性的矿产(如硫铁矿、煤矿、自燃硫矿)或矿层顶底板为高炭泥岩时，尚应说明其自燃性。

(四)剥离系数及剥离量：

适于露天开采的矿床，应根据矿山设计部门初步确定的开采境界说明剥离系数、剥离量和在剥离中可利用的岩石及其占剥离量的数量。

(五) 生产或停采矿井有关开采技术条件方面资料：

矿区内或邻区已有生产矿井时，应叙述其开采技术条件方面的实际资料。已封闭或停采的矿井，应说明其原因。

第七章　地质勘探工作及其质量评述

(一)勘探方法及工作情况：

说明勘探类型、勘探手段、方法的选择、勘探工程布置原则、工程间距的确定，论证它们的依据和合理性。对矿体(层)的厚度，矿石品位，矿产储量等进行数值和变化系数的计算，来说明矿区使用的探矿工程间距对矿体(层)的控制程度，以及所采用工程间距的合理性。

(二) 钻探和坑探工程质量评述：

说明钻孔结构及其合理性；钻孔孔斜和方位角测定所采用的方法和质量评述；孔深校正，岩矿心采取的质量评述；钻孔封孔方法、封孔质量检查及评述；简易水文观测及班报表记录质量评述；孔口立桩标记及岩矿心管理工作评述。

说明各种坑探工程规格、质量，并对其取得的地质效果进行评述。

对质量较差而又参加储量计算的工程，应列表逐一进行质量评述，并说明参加储量计算的理由。

(三) 地形、地质勘探工程测量工作及其质量评述：

说明控制测量的等级和实测精度；采用的平面座标和高程系统；地形测量的成图方法及质量；地质、勘探工程的测定方法及质量。

(四) 地质测量工作及其质量评述：

说明矿区地质测图和地质剖面的测制方法及其精度。

(五)物、化探工作及其质量评述：

简述地面物、化探的工作方法、工作量、解释方法、主要成果及其质量评述。

说明测井的工作方法、工作量、解释方法及其成果质量。

说明放射性元素的检查情况及结果。

(六)采样、化验和岩矿鉴定工作及其质量评述：

说明光谱分析、全分析、单项分析、组合分析等样品的采样方法、规格及其确定的依据；采样工作质量及样品的代表性；采样工作的检查结果。样品加工及 K 值选择的依据。

各种化验分析内、外检情况及其质量评述。

岩矿鉴定工作质量评述。

人工重砂、单矿物、同位素年龄及硫的同位素组成样、精矿样品等的加工、分析、鉴定工作质量的评述。

第八章　储　量　计　算

(一)储量计算的工业指标。

(二)储量计算方法的选择及其依据。

(三)储量计算主要参数的确定。

(四)矿体(层)圈定的原则。

(五)储量级别和块段的划分原则：按照规范规定的原则和矿区实际情况，说明所计算的各级储量和块段的具体划分条件。

(六)储量计算结果：说明各级储量和总储量，以及各级储量所占比例和分布。

(七)储量计算的检查方法：可抽一定块段用其他方法进行检查，根据储量计算结果来评述储量计算的准确程度。

(八) 伴生组分和共生矿产的储量计算方法及结果。

(九)有关储量计算中需要说明的问题：如说明特高品位的处理方法；各种校正系数的应用原则和计算方法等等。

(注：如系采用新方法进行储量计算时，可自行拟定本章的编写提纲)

第九章　　结　论

地质勘探成果的总评述：对矿床控制和研究程度，地质报告资料的完备程度及其质量等作出概括的、结论性的评述。

(一)矿床控制和研究程度：

除了说明对矿床地质、构造、矿体(层)产状、形态，空间分布规律，矿石质量及加工技术性能等主要问题的控制和研究程度以外，还应评述高级储量比例，分布的合理性。另外，对当前矿山设计，建设和开采有直接影响的因素，如：对露天开采矿体(层)边界的圈定；分布在主矿体(层)上、下盘首采地段有工业价值小矿体(层)形态和产状的控制；矿石中有害组份和伴生有用组分以及赋存在主矿体(层)上、下部位的其他有用矿产是否查清；对矿山开采有严重影响的地质构造和可能引起矿坑突然充水的水文地质因素等问题是否查清，也均应明确阐述。

(二)矿床成矿基本规律和远景评价。

(三)地质勘探工作的主要经验教训和存在问题。

(四)对今后生产地质勘探和矿山开采的建议。

附图：

(一)一般应附图件：

1．区域地质图(附地质剖面图及地层综合柱状图);

2．矿区地形地质图(附地质剖面图、地层综合柱状图和探矿工程或钻孔分布位置)

3．矿区实际材料图；

4．矿区地层综合柱状图(较矿区地形地质图中所附的同类图比例尺更大，内容更详细);

5．物探、化探成果图(包括平面图和综合剖面图);

6．采样平面图；

7．含矿地层或矿层对比图；

8．勘探线剖面图(有时可与储量计算剖面图合并)；

9．矿体(层)纵剖面图；

10．矿体(层)水平断面图或中段平面图；

11．储量计算投影图(水平投影或垂直纵向投影);

12．钻孔柱状图[参与储量计算和控制矿体(层)边界的钻孔，在内容上应包括水文地质及测井成果]；

13．坑探工程素描图(参与储量计算和有重要意义的);

14．区域水文地质图(图幅的范围应能构成完整的水文地质单元。附区域水文地质剖面和水文地质综合柱状图)；

15．矿区水文地质图(附水文地质综合柱状图)；

16．矿区水文地质剖面图；

17．矿井(坑道)水文地质图和素描图；

18．抽水试验综合成果图；

19．钻孔水文地质柱状图；

20．地下水动态观测与降雨量关系曲线图；

21．矿床充水因素纲要图；

22．坑道涌水量计算图；

23．矿区主要含水层水压线图；

24．地下水潜水等水位线或埋藏深度图；

25．地下水化学类型或离子分布图。

(二)必要时应增加的图件：

1．矿体(层)顶底板等高线和矿层等厚线图[砂矿和缓倾斜矿体(层)需要]

2．外剥离量计算平面图及剥离比等值线图(露天开采时需此图件)；

3．老硐(窿)分布图和新老坑道联系图[对有老硐(窿)和已开采的矿山可编此图]；

4．矿体(层)主要元素品位变化曲线图或等值线图；

5．地貌图及第四纪地质图(砂矿床必须编制；有时其它矿床也需编制)；

6．简易水文柱状对比图；

7．矿体与上下隔水层距离等值线图；

8. 隔水层分布及等厚线图。

附表：

1．测量成果表：包括三角点测量成果及各种勘探工程(包括勘探线端点)测量成果；

2．钻探工程质量一览表以及封孔情况一览表；

3．采样及样品分析结果表(包括组合分析，内、外部检查分析，光谱分析，全分析，物相分析，单矿物分析等)；

4．矿石、岩石物理性能测定结果表；

5．储量计算的各种表格，包括:

(1)各工程、各剖面、各块段的矿体平均品位、平均厚度计算表等。

(2)矿石体重测定结果表；

(3)储量计算综合表。

6．水文地质的附表：

(1)钻孔静止水位一览表；

(2)钻孔(漏)抽(注)水试验成果表(包括止水质量检查)；

(3)钻孔漏水和遇溶洞情况一览表；

(4)地下水和地表水动态观测及气象资料综合表；

(5)溶洞发育、分布情况统计表；

(6)风化带、破碎带及含水层厚度统计表；

(7)水质分析成果表；

(8)坑道涌水量计算表；

(9)岩(土)样试验成果表，

(10)老窿、生产矿井、民井、泉的调查资料综合表;

(11)其他必要的表格：包括与矿区地质或储量评价有重要关系的一些表格，如物探、井温、孔斜换算、夹石率统计等表格。

附件：

工业部门正式下达的储量计算工业指标；

2．矿石加工技术性质试验报告；

3．与矿区勘探有重要关系的技术资料和文件；

4．插图图册，照片图册等；

5．地质研究报告；

6．未经复制的重要原始资料清单。

第四节　矿点(床)评价报告的编写

通过矿点(床)评价，证实矿床具有一定工业意义,需要进一步进行勘探时，评价报告可与勘探设计合并编写，也可和不具工业意义或工业远景不大的矿点一样，单独编写评价报告。

编写评价报告对水文地质、开采技术条件或主要矿种矿石加工技术性能复杂的矿区，不仅要详细叙述这方面的内容，而且对这些问题的解决情况也要进行评述，以作为确定进行勘探的依据。该类报告编写可参考下述提纲。

第一章　绪　　论

(一)工作目的和任务

说明评价工作的目的和上级下达的具体任务。

(二)位置、交通

说明矿点(床)的位置、地理座标、边界范围和面积；经过矿点(床)或邻近的铁路、公路、水路等重要交通线以及距矿区最近的车站或码头的里程(附交通位置图)。

(三)自然地理及经济概况

1．简要说明矿区地形的主要特征、河流及其流量、最高洪水位、气候特征和地震情况。

2．在边远地区或新工作区应对经济条件进行简要叙述，为矿区勘探提供必要的资料，如：工作区内的工矿企业、电源、饮水及工业用水、粮食与付食品供应及劳动力等情况。

(四)以往地质工作评述

1．按时间次序简要叙述以往所进行的各种主要地质工作和矿山开采情况以及取得的主要地质成果。

2. 综合评述以往地质工作成果的质量和存在的问题。

第二章　区域地质和矿区地质

(一)区域地质

简要说明矿床在区域地质构造中的位置、区内地层分布、构造特征、岩浆活动、变质作用及主要矿产和区域成矿地质条件等。

(二)矿区地质

1.地层：

叙述矿区地层时代、地层层序、所含化石、岩性、岩相、厚度、产状、接触关系、分布情况、含矿地层特征和控制矿床的沉积因素。

2．构造

说明矿区的基本构造特征和褶皱、断裂构造的性质、规模、数量、特征、分布规律及其对矿体的控制和破坏作用。

3．岩浆岩：

说明侵入岩的种类、生成时代、生成次序、生因关系、岩石的矿物及化学组成及岩体的分布、产状、形态、规模、控制条件、相互关系及其与矿床成因的关系。

火山岩还应叙述喷发旋回、韵律、类型及其与成矿的关系。

4．变质作用：

对矿区各种变质作用和围岩蚀变类型、分布范围及与成矿关系作简要叙述。

5．矿区地球物理与地球化学特征：

主要简述异常特征，找矿效果等。

第三章　矿床地质

(一)矿体(层)

说明矿体(层)产出部(层)位，赋存情况以及顶底板岩石(岩层)特征、矿体(层)数目、规模、形态、分布、产状的变化情况，以及主要矿体(层)受构造、岩浆活动破坏或富集情况。

(二)矿石质量及类型

说明矿石中主要有益组分和有害组分的赋存状态、含量和分布规律、矿石的矿物组成、共生组合、粒度，嵌布特征。有的矿种矿石质量是以物理机械性能为主要因素，则要详细阐述。

对矿床氧化带的特征应予说明。

应该说明矿石的自然类型及工业品级初步划分的依据及分布情况。

(三)围岩和夹石

说明矿体(层)围岩的矿物成分、化学成分和蚀变情况及其与矿体(层)的接触关系、矿体(层)内夹层、包裹体的岩性特征及其分布。

(四)矿床成因、找矿标志

阐述矿床成因、控矿因素、矿化富集规律及找矿标志。并对矿床远景进行评价。

(五)矿区内其他有益矿产情况

对与主矿产共生的其他矿产评价的程度、规模、分布、矿石质量应该说明。

(六)矿石加工技术性能

本阶段一般不必进行矿石加工技术试验采样，但对新类型、新矿种和矿石组分比较复杂的矿床则须采样试验。因此要说明：

1．简要叙述采样目的、采样方法和样品代表性以及选矿试验方法、加工方法与步骤。

2．矿石可选性能的初步评价(如精矿、尾矿品位、回收率及伴生组分综合利用的可能性)及进一步进行此项工作的意见。

第四章　水文地质及开采技术条件

(一)概况：

1．水文地质、工程地质工作概况，简要阐述所进行的工作时间、工作项目、完成工作量和其他必要的说明。

2．区域内地形、河川、湖泊、气象、主要地质构造等与水文地质条件的关系。

(二)区域水文地质：

叙述区域内地表水、地下水的一般特征及其水力联系、主要含水层与隔水层的特征和分布情况、构造断裂、溶洞发育一般情况及区域水文地质单元的特征。

(三)矿区水文地质：

1. 简要评述矿区水文地质、工程地质工作程度、成果及质量。

2．阐述矿区充水因素，地下水的补给迳流和排泄条件，含水层和隔水层的层数、岩性、厚度和分布情况，主要含水层的埋藏条件、裂隙、岩溶发育情况、水位、水量、水质、动态变化及其水力联系，地表水与地下水的关系及动态，构造破碎带的含水性、导水性等对矿床充水造成的影响。

3．矿区水文地质问题及进一步工作意见：指出矿区那些水文地质、工程地质问题对未来开采可能造成较大的影响及其已解决的程度，对矿区水文地质、工程地质条件复杂程度进行评述，并提出下步工作意见。

(四)开采技术条件：

1．阐述矿体(层)及其顶底板岩性(物理性质)裂隙、节理发育程度，破碎带、软弱岩层的厚度和分布情况以及影响矿床开采的有关工程地质条件。

2．叙述矿体(层)及围岩中含有害气体、地热、放射性元素、游离二氧化硅的情况。

第五章　评价工作及其质量评述

(一)评价工作布置及其依据：

概述矿区采用各种评价工作手段、方法选择依据、工程间距的确定，布置原则及其合理性。

(二)评价工作质量评述：

1．说明矿区地质测量的比例尺，范围、面积、方法及地质图等地质成果的质量。

2．地质、工程测量采用的平面座标和高程系统，完成工程量及成果质量评述。

3．钻探工程质量评述，说明完成的钻孔数、质量情况、可利用的程度及对地质效果的影响等。

4．坑探工程质量评述，说明各类坑探工程的规格、数量、工程质量及其地质效果。

5．物化探工作：说明采用的方法、完成工作量、质量情况。

6．采样、加工、化验、岩矿、重砂鉴定等工作方法及质量评述。

第六章　储　量　计　算

矿点(床)评价阶段一般只对矿区远景作出评价。其工业指标一般采用邻近同类矿床或参照同类矿床的一般工业指标。叙述内容可参照如下提纲：

储量计算采用工业指标的依据。

(二)储量计算方法的选择及其依据。

(三)储量计算主要参数的确定和矿体圈定的原则：

(四)储量级别和块断划分原则。

(五)储量计算结果。

(六)伴生及共生矿产的储量计算方法及结果

(七)储量计算需要说明的问题。

第七章　结　论

(一)论述矿床的控制程度、研究程度和远景评价。

(二)普查工作中主要优缺点，存在问题、经验教训。

(三)是否进行勘探工作的意见和对今后的工作方案及建议。

附图：

(一)一般应附图件：

1．区域地质图(附地质剖面图、地层综合柱状图)；

2．矿区地形地质图(附地质剖面图、地层综合柱状图)；

3．矿区实际材料图；

4．矿区水文地质图(或基岩水文地质图)　(附水文地质剖面图和水文地质综合图)；

5．勘探线剖面图；

6．采样平面图；

7．矿体投影图(水平投影或垂直投影图)；

8．物化探工作成果图。

(二)如属砂矿应增加的图件：

1．第四纪地质图；

2．地貌图。

附表：

1．样品分析结果表；

2．储量计算表(各工程、各剖面、各块段的矿体平均品位、平均厚度或面积、体积计算表)及储量计算综合表；

3．探矿工程一览表；

4．矿石、岩石物理机械性能测定表；

5．钻孔抽水试验成果表，钻孔简易水文观测统计表，钻孔终孔稳定水文统计表；

6．生产矿井、老窿、民井、泉的调查资料汇总表，裂隙、溶洞统计表；

7．地质、工程测量成果表。

第五节　普查找矿报告的编写

普查找矿一般是在开展面积性地质测量的同时，对有成矿条件的地质或矿点以及是矿引起的异常，确定是否要进行评价。所以，普查找矿报告应着重阐述区域成矿地质条件，找矿标志，并指出可能的远景地段和矿点(床)评价的确切意见及下一步工作的建议。矿点检查报告也可以单独提交。一般情况下，普查找矿报告可按下列提纲编写。

第一章　绪　论

(一)工作的目的任务

说明普查找矿工作的目的和上级机关下达的具体任务和工作要求。

(二)位置、交通及自然地理概况

l.简要说明工作区的范围、面积、位置、地理座标，主要交通情况(附交通位置图)。

2．简要说明工作区的地形主要特征、地震情况和气象条件。

(三)以往地质工作评述

1．按时间次序简要叙述以往所进行的主要地质工作以及取得的主要地质成果。

2．综合评述以往地质工作成果的质量和存在的问题。

(四))本次普查找矿工作的时间、完成的各项工作量(附工作量统计表)和所获得的主要成果。

第二章　区　域　地　质

(一)地层

叙述各时代地层的层序、岩性、厚度和分市情况，各地(岩)层间的接触关系、沉积古地理环境、沉积相旋回和其变化规律以及与沉积矿产生成的关系。

沉积变质岩区叙述岩石类型、变质矿物、结构构造、岩性岩相变化和分布情况以及与矿产的关系。

(三)岩浆岩

1．火山岩：叙述火山岩的种类、物质成分、结构构造、岩相和建造、喷发旋回、喷发韵律、喷发类型和喷发时代；次火山岩与喷发岩及其与成矿的关系。

2．侵入岩：叙述侵入岩的种类、岩性、岩石化学、岩相特征、生成时代、先后次序、成因的相互关系；同化、混染和分异作用；岩体的形态、分布与区域构造的关系；侵入岩和成矿作用的关系、成矿专属性。

对内外接触带应叙述变质岩和蚀变围岩的岩性、矿物特征、分布范围、变质作用等特点。

(四)矿产

叙述区域矿产的分布规律、规模、开采和利用情况以及各种矿产的找矿标志。

对于砂矿，则应着重叙述第四纪地质和地貌。

(五)区域成矿地质条件

对区域内与成矿有关的地质条件进行综合分析叙述，并指出区内成矿远景地段、赋矿的有利部位及进一步找矿的方向。

第三章　矿点(床)地质

对本次工作的对象，按矿种主次顺序排列，逐个叙述。重点阐述矿床规模、矿石质量、赋存情况等。一般内容包括：

(一)地层

简述矿点(床)范围内地层时代、岩层层序、厚度、接触关系、分布情况、含矿地层特征。

(二)构造

说明矿点区内的基本地质构造特征、褶皱、断裂等构造的性质、规模、特征、分布及对矿体的控制和破坏作用。

(三)岩浆岩

说明侵入岩或火山岩的种类，岩石的矿物及化学成分、岩体的分布、产状、形态、规模、控制条件、相互关系及其与矿床成因的关系。

(四)矿体特征

1．矿体(层)：说明矿体(层)产出部(层)位、赋存情况、顶底板岩石(岩层)特征、矿体(层)数目、规模、形态、分布、产状的变化情况，以及主矿体(层)受构造、岩浆活动破坏(或富集)情况。

2．矿石质量及类型：说明矿石中有益有害组分的含量及其变化，矿石类型、结构、构造、矿物共生组合、粒度、嵌布特征等。

(五)矿点(床)远景

说明矿点(床)远景的确切意见及下一步工作的建议。

第四章　物 化 探 异 常

(一)地球物理、化学场特征

工作概况：

1．物化探工作的主要任务。

2．取得的主要成果及存在的问题。

(二)地球物理、地球化学特征

列表说明不同岩层，岩浆岩、矿石的物理参数。叙述工作区各种岩石、岩浆岩、矿石元素的分配、分布特征，不同岩层及岩浆岩的背景值、异常下限。工作区的各种干扰因素(相对于工作目的性而言)，各种地层、构造、矿体所引起场的特征。

(三)异常的推断解释

1．结合地质规律及参数结果，对区内的物化探异常进行定性或定量解释，描述不同地质现象所引起的各种物化探异常的特征，并分类排队，选出有望异常。

2．总结异常验证情况。

3．提出对工作区今后工作的建议，主要内容包括：

(1)对有希望的异常(或异常带)进一步工作意见。

(2)需要进一步验证之异常。

(3)进一步开展物化探工作的意见，包括主攻的矿种和目标、具体任务、采取的方法等。

第五章　普查找矿工作及其质量评述

(一)工作布置及其依据：

说明普查找矿采用各种方法、手段的依据及其合理性。

(二)普查找矿工作质量评述：

1.说明工作区地质测量的比例尺、范围、面积、方法及地质图的质量。

2．钻探、坑探工程质量评述。说明质量情况及其地质效果。

3．物化探工作，说明采用的工作方法及质量情况。

4．采样、加工、化验、岩矿、重砂鉴定的工作方法及质量评述。

(三)新技术、新方法的应用：

叙述采用哪些新技术、新方法、应用情况及其地质效果。

第六章　结　论

(一) 普查找矿工作主要的优缺点，存在问题，经验教训。

(二)今后工作的意见及建议。

附图：

(一)一般附图

1．区域地质图(附地质剖面图、地层综合柱状图)

2．区域矿产图(根据情况可与区域地质图合并)

3．区域实际材料图

4．矿点(床)地质图

5．勘探线剖面图[如无勘探工程，该图可附在矿点(床)地质图上]

6．物化探成果图(包括平面图和综合剖面图)

7．重砂成果图

(二)必要时应增加的图件

1．区域第四纪地质图

2．区域地貌图

附表：

矿点(床)登记表

第六节　成矿研究报告的编写

成矿研究报告：可以编制综合成矿研究报告，也可以编制单矿种的，或按内生或外生分别编制。

成矿研究报告基本上是成矿规律图，预测图及其主要辅助图件的说明书。内容主要阐述：①地质构造及其发展规律。②成矿规律，③成矿预测。综合性成矿研究报告的提纲及要求列举如下，备作编写成矿研究报告时的参考。编写时，要精简扼要。

内　容　提　要

第一章　绪　言

1．目的、任务；

2．图纸编制情况：编制时间、参加人员、资料来源及其可靠程度，所采用的地形地质底图的正确程度。

第二章　自然地理及经济地理同一般的地质报告书

第三章　地　层

同一般的地质报告。对于内生矿床，篇幅不宜太大，但涉及构造层的划分，有利的含矿岩相等方面的实际资料不宜过于简略。对于外生矿床则需详尽一点，特别是含矿构造层的实际资料。

第四章　第四纪地质、水文地质及地貌

当有砂矿及风化壳矿床时撰写；否则可从略。详述第四纪地层的划分及岩性、区域水文地质条件、地貌类型的划分及其特征，指出砂矿及风化壳矿床与第四纪地层、水文地质条件和地貌类型的关系。

第五章　岩　浆　岩

外生矿床可以简略，如对矿床有影响时，应增加内容。内生矿床则为重点。除与一般地质报告相同的内容外，需要着重说明的还有：岩浆岩活动的时代、次序、各岩体的岩相变化及构造分析，岩石—地球化学研究成果，混染、蚀变及变质作用空间分布和发育过程，侵蚀截面深度、岩体接触面产状的详细分析，特别对小侵入体及可能的隐伏岩体要进行探讨，并指出控制岩体分布的地质构造因素。最后，扼要地提出岩浆活动的规律和特点，与构造运动的关系及不同时代，不同性质的岩浆岩的成矿专属性。一般说来，对含矿岩浆岩或与矿床的分布有关的岩浆岩要详尽，其他根据具体情况，可以酌情简略。

第六章　构　造

可以按地质力学，也可以按传统地质学的概念论述。应与所附构造图相适应。

1．按地质力学的概念论述时(有关图件为构造体系图或构造体系地质图)；

(1)首先指出编绘区属于哪一巨型或大型构造体系，然后依级别顺序指出编绘区内有何构造体系；并按自新至老的顺序指出它们所属的时代；

(2)依级别、按序次描述组成每一构造体系的构造成份及其在构造体系中的位置、各构造形体和形迹的各种参数，类型和排列方位、级别、序次和相互配合或抵消的方式，配合必要的素描图进行力学分析，查明它们之间的成生联系，与有关岩石的性质的联系，查明构造成份组合分析的范围，互相联系的褶皱带、台地等的分布范围，根据被卷入的和未被影响的岩层确定其时代；

(3)各构造体系的联合和复合关系；

(4)编图区内构造运动发展方式的分析。

2．按传统地质学的概念论述时(有关图件为构造地质图及构造纲要图)：褶皱、深大断裂、一般性断裂以及各种构造破坏带(破碎带、裂隙带、强烈的片理化带等)的分布、各种参数、性质、彼此间的关系，形成时代，区域片理与层理的关系，各构造类型的发育规律及地质解释。重点在导矿、控矿及容矿构造和有矿化现象的构造破坏带。对隐伏构造及隐伏深断裂的研究，指出其依据。如有条件时，进行区域构造分析。

第七章　地质构造的发展规律

本章是以上各章的总结，也是下述成矿规律一章的地质依据，因此是比较关键性的一章。下面所举例子是按传统地质学的概念论述的，如按地质力学，有些问题，如构造单元的划分可以省略，有些问题则可根据具体情况变动其内容。本章的部分内容；视论述的方便与否，也可合并于成矿规律一章的有关部分论述。编排次序，也可根据具体情况安排。

首先指出编图范围在大地构造中的位置，编图范围内总的地质构造情况。

第一节　构造层的划分：指出各级构造层的划分、分布及划分的依据，在各构造层中的主要矿化类型。

第二节　沉积建造的主要特征；自老到新，结合大地构造不同发展阶段的构造特点和各级构造单元，按沉积建造的时代和特点，划分为若干区，分别论述。论述时，应注意建造的顺序和接触关系。指出各类型建造中的主要矿化类型。如果以划分了构造一建造带的构造地质图为成矿规律图的底图，本节为重点，否则只需扼要论述。

第三节　构造运动：自老至新，有哪些构造运动，何者为主，指出其时代、性质、强烈程度、岩石的变形，特别是建造的改变，岩浆活动与主要矿化类型、区域不整合及它们之间的关系，阐明各个构造运动在不同发展阶段中的作用。最后扼要说明该区构造运动总的特点及发展趋向。

第四节　构造岩相带或岩相古地理分区的论述：首先将构造岩相图、岩相古地理图的编制说明书上的主要结论(分布规律及彼此间的关系)加以叙述，然后自老至新，分别叙述各构造一岩相带的地质特征及(或)各含矿构造层的岩相古地理特征。

第五节　构造单元的划分：首先指出区域内的各级构造单元的划分，主要依据及其名称。然后，按级别依次评述其范围界限、主要特点，(包括沉积建造、岩浆活动、深大断裂、主要构造类型及主要矿化类型等)。本节有些地方可能与上面重复，但本节与成矿分区的关系最为密切，重复部份只扼要指出其主要特征。

第六节　地质发展史：本节基本上是以上各节的初步总结。按自老至新的顺序，将各地质时期的海陆分布情况、沉积作用、海侵方向、构造作用、岩浆活动及成矿作用等各方面有机地联系起来。综合阐述本区的地质发展过程及其主要特点。

第八章　成矿规律

第一节　概述：简述有关矿产的生产和研究情况，编图中搜集的和图表上表示的矿床、矿点总数及各矿种、各类型所占的比例，区内矿产分布的主要规律性和发展远景以及成矿分区划分结果等。

第二节　空间分布规律：可以分别在上面的有关章节中论述，而在本节中只列举其主要结论；此法的优点是规律分析密切与实际资料结合，缺点是对规律的认识不够系统集中。也可以按本提纲中的安排，第六章以前列举大量具体事实，第七章初步总结，指出矿化的主要类型与有关地质条件的关系，而在本节作系统、全面的总结；优点是认识逐步深入，成矿规律的阐明系统而集中，并能与下节密切结合，缺点是有些问题不免有些重复。

本节的内容主要是各种地质因素对不同矿床类型的空间分布的影响。可以分别评述每一地质因素的作用，再综合评述。

第三节　区域矿物一地球化学特征及矿石建造系列：主要用建造分析方法查明矿石形成和富集规律，阐明其共生组合。首先从矿物一地球化学角度阐述有益元素在区域内的富集规律，以及它们组成的各种矿物在各种地质作用中生成、转移和富集的地球化学规律性。其次，总结有用矿物在时间和空间上的分布规律。最后划分矿石建造系列，扼要指出与其有关的地质作用和地质体(成矿物资来源)的地球化学特征。

第四节　时间上的分布规律：矿床形成时代及其依据，与邻区的对比，每一矿种在地质年代上的生成界限和矿化富集规律，总结各地质发展阶段的成矿特征。有条件时，编制成矿年代表。

第五节　矿床成因类型：划分矿床成因类型及其依据，也可以按建造分析方法划分矿

床组。评述每一成因类型的矿物组合，成矿控制条件，矿石主要结构、构造、矿物生成顺序形成深度以及空间和时间上的分布规律。提出矿床分类表。评述顺序可依其在区域内的重要性(根据当前的认识)，也可以按矿床分类的顺序(但需指明其重要性顺序)。

第六节　成矿规律：总结上述各节，扼要提出几条。

第七节　成矿分区：阐述成矿分区的划分及其依据，列举各级成矿分区的名称、分布范围，各级成矿区的地质因素特点、成矿特征、矿石建造系列的类型及矿化分布的规律性。依级别高低评述，重点在图上的最后一级。一般只摘述上述几节的主要结论，以免重复。

第九章　矿化标志

第一节　围岩蚀变：围岩蚀变可以并入上述矿石建造系列一节或矿床成因一节评述，也可以作为独立的一节置于矿石建造系列之前，视具体情况而定。

首先列举区域内成矿围岩蚀变及与成矿作用有关的变质作用的分类、交代岩的分类及其依据、分布地点，然后择要逐次评述其形态特征、分带、岩矿特征，地球化学特征、与围岩岩性、构造类型、岩浆活动及成矿作用的关系，最后总结其交代作用的性质。

第二节　地球物理、地球化学及重砂异常分布特征：简述区域研究或有关图纸的编制说明书的主要结论。

第三节　其他找矿标志。

第十章　典型矿床论述

先说明选择哪些典型矿床及选择依据。再分节论述每一典型矿床。如典型矿床不多或不能代表主要矿化类型时，可选择一些“标准地区”。评述内容首先指出矿床编号、经纬座标、在成矿分区中的地质位置。然后重点叙述与成矿规律、找矿标志有关的内容如：对于内生矿床为含矿岩层、含矿岩浆岩、导矿、控矿、容矿构造、围岩蚀变、矿石类型、矿床类型、成矿条件；对于外生矿床为含矿构造层的地层岩性柱状及矿层位置、建造类型、含矿层的岩相、在古地理分区中的位置、矿石类型、沉积成矿条件及工业富集(厚度及品位)条件。有条件时包括成矿物质来源地的地球化学条件。品位只列举波动范围、平均值及综合利用价值：规模只指出特大型、大型抑中型；物、化探、重砂摘录主要结论。对于砂矿及风化壳矿床要摘录水文地质、第四纪地质的主要结论及地貌类型。

第十一章　成矿预测

这是整个报告最关键的一章。首先指出成矿预测区的划分及其依据，等级的确定及其依据，列举各级预测区的名称、分布、预测的矿种、类型、一般特点及预测的依据。重点是图上最低一级。最后总结本区的远景评价。

第十二章　对找矿勘探工作的建议

依次按各预测区提出今后工作的建议，包括工作性质、找矿勘探手段及应注意的问题。

第十三章　结　论

主要包括第七章以后各章的主要结论。本次编图的主要经验、收获、存在问题，今后任务及其他。

第十二章　砂矿的找矿勘探工作方法

砂矿是金属矿产资源的一个部分，包括金、铂、锡石、金红石、钛铁矿、锆英石、钽铁矿、铌铁矿、独居石、褐稀金矿、复稀金矿、易解石、褐钇铌矿等，对某些矿种来说，甚至是主要来源之一。砂矿在一些地区往往早于原生矿的开发。松散的砂矿具有以下特点：

1．一般位于壮年期，老年期地貌的河流附近，湖、海滨岸、盆地、洼地之中，多数情况下开发利用的外部条件比较有利。

2．由于地质地貌特点，找矿勘探速度快，投入费用较低，勘探周期短。

3．出露面积大，埋藏不深，通常适于露天采矿；选矿方法比较简单。

由于以上诸方面的特点，使砂矿成为一种经济效益较好的开发对象，引起了建设者们的重视。

砂矿矿床的成矿地质条件、赋存规律及规模、形态、品位等不同于其它矿床，找矿勘探也必须有一系列与矿床地质条件相一致的手段、方法，为此，对砂矿的找矿与勘探专列一章来叙述。

第一节　砂矿的类型和找矿勘探阶段的划分

(一)砂矿类型：

根据砂矿赖以形成的地质地貌条件可分成残积砂矿、坡积砂矿、冲积砂矿、滨岸沉积(海及湖)砂矿、冰川砂矿、冰水砂矿、洪积砂矿及风成砂矿。

残积砂矿：

产于形成砂矿的原地，是直接由原生矿或含矿地质体经物理风化和化学风化的产物。残积砂矿的边界一般与原生矿床分布一致。组成砂矿的物质具有棱角，是下伏岩石破碎的产物，有用矿物具有一定的结晶形状，未滚园，经常可看到与其一起共生的矿物与岩石碎屑。

坡积砂矿：

产于山坡上，组成砂矿的松散沉积层已不是原地残存，已有移动。有用矿物的滚园度差，碎屑物质稍有分选，其成分与相应原生金矿相吻合。

冲积砂矿：

形成于河谷中。由于有用矿物被水搬运而离开了原生源。碎屑物质及有用矿物在某种条件下是滚园的，并分选较好。碎屑物质成分较复杂。

洪积砂矿：

是暂时水流作用的结果，为洪水沉积物。由于水流的时间短而急，所以这些砂矿的沉积物很少分选，有用矿物一般分布比较均匀，时常聚集成凸镜体或松散沉积层中的夹层。

滨岸成因、冰水成因、冰川成因及风成成因的砂矿：一般分布极有限，这里从略。

砂矿有时也出现在平坦的分水岭或古老的盾地地区，但其成因至今还在争论之中。

形态特征代表着砂矿的成因类型及形成相对时代。因此，前第四系较老的砂矿其形态

比第四系的要复杂。砂矿的形态无论对勘探，或者是储量计算都有极重要的意义。储量计算时对不同形态类型的砂矿要分别进行。

冲积砂矿按产出条件可进一步划分为河床砂矿、砂洲砂矿、河漫滩砂矿。阶地砂矿及勺形砂矿。

1．河床砂矿：

产于现代河流的河床处。主要特征是砂和粘土沉积厚度不大，粘土层一般很薄。粗碎屑(砾石或砂砾)很多，砂及粘土占次要地位，粗碎屑的成分较复杂，其分布位置多在河道变宽地段。松散沉积物中有用组分分布不均匀，但多在底岩的上部，一般较易于淘洗。

河床砂矿形成的较有利条件是：河谷斜坡较平缓，其上部有阶地砂矿并被细谷及小河强烈冲刷破坏后补给了河床，使其再富集。

该种砂矿的规模一般较大，长可达数十公里，宽 50 米到千米以上。

2. 砂洲砂矿；

产于现代较大河流的砂洲、“小岛”及浅滩上。这些砂矿的延续是极不相同的，沉积厚度变化较大，一般由前头向尾部、由边缘向轴部厚度有所增加。大部分砂洲中没有或较少有粘土，有时含有砂砾，颗粒状碎屑占的比例较高。松散沉积物的成分与河床砂矿相似，较易淘洗。

砂洲的松散沉积物颗粒较小，特别是金、铂等经常成微粒状态存在。金等有用重矿物多在砂洲轴部富集。

砂洲砂金矿的规模变化较大，一般长数百米到数公里，宽数十米到数百米，沉积厚度不定，从 0.5 到 8 米以上。

3．河漫滩砂矿：

有时也叫河谷砂矿，产于现代河谷附近所谓河漫滩的冲积层中。河漫滩砂矿分布很广，并有很大的工业意义。

河漫滩砂矿赋存位置决定于河谷构造。在对称的河谷中有工业价值的砂矿层多分布在现代河床附近，有时直接与河床砂矿或砂洲砂矿相连接。在不对称的河谷中，含矿层往往产在河谷缓坡一侧。

河漫滩砂矿与河床砂矿相比，其有很厚的砂层，时常有粘土层出现。但河漫滩砂矿松散沉积物的厚度比较大，可由 1 米到 20 米以上。冲积层有明显的层理。松散沉积物中碎屑粒度差别较大，成分也极不相同。在砂矿底岩坡度较小的河谷中，砂矿有时分布在难以淘洗的粘土沉积物中，粘土层往往夹有少量砂和砾石，在陡倾斜的河谷中，松散沉积物中有较多较大的砾石及大量的碎石。

河漫滩砂矿的有用矿物的粒度一般比该河谷中的河床砂矿、砂洲砂矿要大，但由于颗粒的搬运距离、颗粒的特征、水流的速度、河谷的斜坡及一些其他因素的影响，其粒度是很不均匀的。

河漫滩砂矿的有用重矿物多集中在砂矿层的底部一原岩上部比较破碎部位。从水平面上看有用矿物常成带状或平行波纹状。较复杂的河漫滩砂矿可形成几层砂矿，各层之间多

被达不到工业品位的贫矿夹层隔开。

河漫滩砂矿矿层的重砂含量一般比河床砂矿要少，比阶地砂矿要多。砂矿底层的位置多低于潜水水平面，因此这样的砂矿层含水很多。底岩表层较破碎，风化层厚度也不等，它给取样和开采都带来了一定的困难。

河漫滩砂金矿的规模变化很大，长度由几百米到数十公里，宽度由数十米到四百米以上，在个别的河谷中，这种类型的砂矿宽度可达 2～3 公里，含金层厚度在 3 米以上。

在河漫滩砂矿中还有一种岩溶喀斯特底岩地形控制的砂矿一喀斯特砂矿。其多产于碳酸盐质岩石为底岩的河谷中，该种类型砂金矿较罕见，这里略述。

4．阶地砂矿：

一般位于河谷两侧的斜坡上。在不对称的河谷中，阶地主要发育在缓坡的一侧。在松散沉积层较薄的河谷中，形成阶地沉积物的原来河床多位于现代河床水平面以上。

阶地砂矿从冲积层产状上看分为未遭破坏和遭破坏两种。

冲积层产状未遭破坏的砂矿：

其松散沉积层大致与河漫滩砂矿沉积层相似，区别在于阶地上砾石、巨砾较少，粘土成份较高，重砂及有用组分的含量有时减少，阶地的底岩上层岩石受自然破坏的厚度较大。

冲积层产状遭破坏的砂矿：

分布在时代较老的河谷两侧斜坡上及河谷的最高阶梯上；

该类型的砂矿往往没有原生层理，或者原生层理发生了变化，而砂矿层部分或全部也随之发生了变化。有的地方由于砂层含有较多的粘土，所以粘土层之间没有明显的界线，同时也不易于淘洗。阶地砂矿砂粒成分所占比例较小，含少量砾石，重砂成分含量也较低。底岩表层不平坦、有浅坑、漏斗及沟槽等。

阶地砂矿的形状，由于晚期破坏常不规则，有时近于对称，有时则沿主河流谷或支流伸展。在砂矿的垂直剖面中不易观察到有用成分的分布规律；在底岩凹陷部位，有用成分的分布有显著的增加。

阶地砂矿的规模大小不一，但一般都要比同一河谷中河漫滩砂矿的规模小。

5．勺形砂矿：

产于细谷、支流及不经常流水的河谷中，该类型的砂矿，是由高阶地、细谷冲积物、斜坡的坡积物借助于重力位移和被季节性雨水冲刷沉积而成，因此，具有冲积和坡积的特点。许多有工业价值的勺形砂矿产于岩溶的碳酸盐质岩石分布地区。对勺形砂矿的形成有重大影响的是细谷形态，其最有利是纵剖面呈阶状的悬谷。其中富集成工业矿体的是细谷中段，多呈线状分布，其延长方向多近于与主河谷垂直。砂矿的松散沉积层的成分、厚度在延长方向上变化很大，多为中间厚的扁豆状。

勺形砂矿的松散沉积层中，除粘土外经常还有大量来自较古老阶地的粗砂、砾石、底层和边缘的岩石碎块，及带棱角的碎屑等，而在边缘部位则多砂质粘土和粘土。在靠近松散沉积岩层的底部多由河床上带棱角的原生岩石碎块组成，其空隙被从古老的阶地上搬运下来的砾石、砂、粘土所充填，往往在这一层中有用成分的含量很高，成为主要的富矿层。

勺形砂矿体多形成于小沟、细谷支流的中部或接近上源，有时接近分水岭。整个松散沉积层的厚度较小，一般几米、十几米，宽几十米，超过百米的少见，长几公里，十几公里者罕见。品位往往很高，过去为手工开采的主要对象。但由于过去无计划开采，吃富弃贫，以及手工开采扔下的“格子”、尾砂等，其品位可能仍达到现在国家要求标准，因此在砂金普查中应给予适当的注意。同时由于砂金开采接近上源，也给寻找原生山金矿提供了线索。

(二)对砂金矿床的工业要求

评价要求：由于黄金比一般矿产稀贵，要求也不尽相同。各矿区之间由于开采条件、运输条件、矿石类型的不同，采矿、选矿成本也不一样，当然其评价要求也不相同。为了便于工作，提出一般性的工业要求作为普查时参考。

1．砂金矿的一般工业指标

(1)用水枪和采金船开采，无冻土，混合砂边界品位 0.08～0.10g / m ^{3}，最低工业品位 0.18～0.20g / m^3，可采宽 40～60m；有常年冻土区：混合砂边界品位 0.10～0.20g / m ^{3}，最低工业品位 0.22～0.25g / m^3，夹石剔除宽度 40 米。

(2)地下开采：含金层边界品位 0.50～0.80g / m^3，最低工业品位 1.50～3.00g / m^3，最低可采厚度 0.4～0.8 米。

(3)露天手工开采或半机械化开采；含金层边界品位：0.30～0.50g / m^3，最低工业品 0.60～1.00g / m^3，最低可采厚度 0.2～0.5 米，最大允许剥离比 4～6。

当可采厚度或宽度达不到上述要求时，可按 m • g / m^3 值计算。

2．矿床规模划分

由于金矿稀少而小，凡砂金储量小于 1 吨为小型矿床，1～10 吨为中型矿床，大于 10 吨为大型矿床。

3．注意综合评价

砂金矿床常伴生有金红石、钛铁矿、白钨矿、独居石、刚玉，石榴石、黄铁矿等。在评价砂金的同时要注意综合利用，进行综合评价。

(三)砂金矿勘探类型

划分砂金勘探类型时，必须考虑到形成砂金矿的自然因素：例如产状、大小、形状、砂金的分布特征，伴生的有用组分、含矿层的均匀程度，以及决定勘探方法的其它因素等，根据以上条件，砂金矿可划分为以下三个勘探类型；

第一类：砂金分布均匀，矿层厚度与宽度变化稳定，底岩较平坦，不含或极少含大块金，储量规模大的矿床。

第二类：砂金分布不均匀，矿层厚度与宽度变化较稳定，底岩表层不平坦，偶有大块金，储量规模大到中等的矿床。

第三类：砂金分布很不均匀，矿层厚度与宽度变化大不稳定，底岩表层很不平坦，大部分砂金富集在低凹处或底岩的局部裂隙中，多大块金，储量一般较小的矿床。

砂金普查勘探网度见附表Ⅻ－1：

附表Ⅻ－1

砂金勘探类型	砂金矿体宽度(米)	B 级		C 级		D 级	
		线距(米)	工程间距(米)	线距(米)	工程间距(米)	线距(米)	工程间距(米)
第一类	60～120	200	20	400	20	800	40
	120～240	400	20	800	20	800～1600	40～80
	＞240	400	40	800	40	1600	80
第二类	＜60	100	10	200	10	800	40
	60～120	200	10	400	20	1600	40～80
	120～240	200	20	400	20	800～1600	40～80
	＞240	400	20	400	40	1600	80
第三类	＜60	50	10	100	10	400	40
	60～120	100	10	200	10	400～800	40
	＞120	200	10	200	20	800	40～80

勘探可供建设大型采金船(大于 250 立升)的第一类型砂金矿时，可考虑探求 5～10％的 B 级储量，采用 400×20 米的网度。

鉴于勘探砂金时所用的砂钻口径较小，并破坏了砂砾层的自然结构以及为采取工艺试验样品，以便取得开采技术的一系列数据，须用少量浅井工程取大样。浅井数量最大不能超过矿体范围内钻孔数的 5％。若矿区涌水量大，施工困难，则浅井数量可适当减少。

关于普查勘探砂金矿的网度已如上表所列。这里依据砂金及有用伴生组分在矿体中分布均匀，宽度、厚度变化稳定，底岩表面平坦，规模大的矿体用 3200×80 米的网度控制的精度而列为 D 级储量。这是根据近年实践和接触到的几个矿床的具体条件提出的，没有对其他一些大中型砂金矿床验证和计算，依据当然不够充分，因此仅能供工作中参考，期待今后工作实践的验证。

(四)砂金矿的普查找矿，评价勘探阶段的划分

1．普查找矿阶段

(1)选区：

选区是决定普查效果的关键。提出选区依据的正确与否取决于对各项或矿控制因素的正确分析，和对旧采金区资料的充分了解。砂金矿的形成主要受内外动力地质作用控制。除了具有丰富的金矿物质来源外，还必须具备有利的构造条件(尤其是新构造运动)和良好的沉积场所，即地貌条件。第四纪地质和气侯条件在砂金矿形成中也起很大作用。因此，在确定选区时必须从上叙诸因素分析入手。此外对过去砂金探采资料的了解尤为重要，如采金品位、手掘部位、规模及停采原因等。除了研究分析资料外，还须到现场踏勘验证。沿水系逆流追索及就矿找矿等。这样确定的选区，才能较有把握地取得较好的找矿效果。

(2)工作方法：

根据工作对象，远景和地质研究程度而定。若工作区已进行过中小比例尺地质测量工作，且工作对象又是现代河谷砂矿，在初查阶段可利用已有的区域地质资料，采取沿水系开展路线地质地貌调查。地质地貌观测点可灵活布置。根据观测调查结果，先从成矿有利地段开始，垂直主沟谷布置稀疏的控制钻孔，可获得较好的效果。实践证明，大中型河谷砂矿，采用线距 1600～3200 米(普查时各勘探线可依河谷地貌，第四系地质特征布在有砂矿富集地段，不宜机械地按 1600～3200 米)，孔距 40～80 米的勘探网控制，一般不致于将主要矿体漏掉，这样就保证在工作初期，用较少工作量，在较短时间内，查明较大面积内主要河系中砂矿富集地段。初步普查结果，应取得有关含金层厚度、品位、物质成分、砂矿类型、找矿标志等初步资料，并对矿床作出初步评价，当初步普查结果发现远景较大，可转入详查或直接转入初步勘探阶段。

2．矿床评价阶段

在初步普查证明有远景地段，布置详查工作。一般以线距 800～1600 米(亦可适当灵活)，孔距 40 米(个别需加密到 20 米，较大河谷边缘部分亦可放稀到 80 米)的网度，对河谷进行控制。在详查后期，当已肯定矿区的工业意义时，不仅要制控主沟，对较大支沟也要适当控制。并选择具有代表性地段，布置少量浅井，主要是进行技术性取样，以便测定松散系数、含冰率、砾石度等，为将来勘探设计提供基础资料。还应测制 1:25000 或 1:10000 的矿区地质草图(沿河谷两侧利用自然露头填绘地质图，根据区域地质资料推断时代及对蚀变带进行检查)，第四系地质图和地貌图(以河谷部分为主)。测制河谷地貌、第四系地质剖面图。详查结果应提供整个矿区含金层厚度、品位、物质成分、矿床类型、矿区地貌地质及水文地质等资料，作出矿床详查评价。

经过详查工作，若砂金储量在 1.5 吨以上(冻土区或交通不便的地区在 2 吨以上)，即可和工业开采部门对口确定工业指标而转入勘探。如果储量在上述数字以下可交给地方开采。

3．勘探阶段

(1)根据评价结果，对有工业意义的矿区，应和设计生产部门对口进行勘探。勘探矿区一般以河系为单位。若河系较大，可从上游往下游分段勘探，一次提交整个河系的报告。如国家急需，也可分段交中间报告。在勘探工作开始即应和生产部门商定工业指标(包括开采方式、边界品位、矿体最低工业品位、最小可采宽度，矿体最低可采矿石量以及矿体连通等)。关于砂金矿的工业指标、可结合实际，参照地质部“(G5)地一字第 1 号”文的规定。砂金矿的一般情况是：小型砂矿品位有时较高，面大中型砂矿品位往往偏低(只是局部地段较高)，但仍符合开采的经济技术指标。同时还应按照工业部门的要求和上述规定，结合矿区具体情况，共同研究确定各级储量所占比例，及其分布地段(应考虑开采方式、矿体分布、矿体规模、矿体的连续性等)。在勘探工作将要结束时，会同设计、生产部门和储委同到现场，对勘探工作进行审查，研究勘探的程度，还有那些要做的工作，并审定勘探报告编写提纲。总之，勘探工作从始至终，都要考虑开采部门的需要。

(2)在勘探阶段应完成矿区 1:5000 地形测量工作(在详查阶段后期，如已肯定矿区有工业意义，并即转入勘探，则即应开始测制)，应将所有勘探工程测于图上。填制矿区 1:25000 地质图，第四系地质图和地貌图(同样在详细普查阶段对远景区即应测制)，初步查明砂金的物质来源及富集规律。根据砂钻揭露结果，编制矿区 1:5000 顶底板等高线及基岩地质图或岩性分布图(河谷部分)，测制 1:2000 工程平面图。关于砂钻工程勘探网度，应根据上述规定结合矿区实际确定。最好在勘探初期进行一定的试验，在验算时不仅要对比储量级别、品位数据，而且要对比矿体形态变化特征。应当注意的是在一个较大矿区内不同矿体或地段，勘探类型可能有所不同，因此勘探网度也应有所区别。在矿体变化较大或尖灭部分，可以加密勘探线和钻孔，反之在矿体均匀部分，宽度又较大(超过 240 米)也可适当放稀。至于勘探线长度，在一个矿体上有几条控制整个河谷就可以了，中间加密的勘探线控制到矿体范围外 2～3 个孔即可。对于支沟与主河谷交会处应适当加密勘探线，以便控制支沟、主沟矿体。当矿体走向有较大变化时，勘探线方向亦随之变化。至于检查浅井数量，其比例一般占矿体范围内钻孔数(不超过)5％。勘探工作结束时，应做好勘探工程的立标工作，在勘探线两端埋设永久性标桩，每个勘探工程应埋设半永久性木质标桩。

第二节 砂矿探矿工程的地质技术管理与编录

(一)砂矿探矿手段及其质量要求

砂矿的找矿勘探最主要的探矿手段是冲击回转型砂钻；在普查找矿时也可使用浅坑及筒口锹了解砂矿的浅部情况；探井常作砂钻的辅助手段或用于细谷砂矿和一些薄矿层的找矿勘探。

1． 浅坑及筒口锹：适于初步了解河谷及其支流中残积、坡积、冲积砂矿富集范围，布设在砂矿最易集聚的地形地貌位置上。两者各有特点，浅坑可在砾石较大较多的地点施工，筒口锹施工深度比浅坑为深(可达 2 米以上)，因此需视现场实际情况而选择，但两者所及深度都很有限，故只在普查找矿时使用。

2．砂钻是取得找矿勘探所需的原始地质资料和基本数据的重要工程。砂矿的施工必须以获得批准的设计为依据，遵照设计的总体安排、顺序及质量要求来进行。

砂钻孔位由地质人员到现场给出，由测量人员定位。如遇障碍，允许在孔距 2 米、线距 5 米的范围内移动孔位。移动距离要记入编录备查。

砂钻口径应大于 127 毫米，换径须经地质人员同意。钻孔为直孔，弯曲度宜控制在 3°以内。砂钻采取率，含金层样品采取率要求为 80～120％。非主要含金层样品采取率要求为 70～150％，样品的含泥率大于 15％时，可按理论体积计算。

砂钻一般在钻入基岩 0.3～0．5 米，连续两个样不见矿时方可终孔，终孔必须验证井深，每米误差不大于 10 毫米，并使记录井深、样品深度与实际井深相符。钻孔在测得终孔水位，经地质人员检查验收后即可封孔，孔口竖立高出地面的标志(注明线号、孔深和竣工日期)未经验收的工程，不得上报工程量。

3．探井：常用的有两种，其一为沉井，规格为 2 米×2 米，另一种为支护井，井壁用

木材或钢板支护，规格为 2 米×2.4 米。

探井的施工目的在于：在矿层中采用各种技术样品；研究第四系地质构造；了解底岩特征；作抽水实验；取得水文地质资料;在一定程度与钻探所获资料作对照相互验证。探井的位置与数量每个矿区按矿床类型确定。

通常探井布设在主矿体的有代表性地质特征的块段内，选择接近矿区平均品位的钻孔所在地施工，探井应将该钻孔包括在内，以检查钻孔质量。施工中要准确测量进尺，取样间隔须与该钻孔取样间隔一致。

达到设计目的，取齐各种资料，经验收作为竣工。

(二) 砂矿探矿工程的地质编录

1．砂钻编录　砂钻地质编录与取样工作是找矿勘探最主要的基础工作。为使此项工作准确、统一，客观地反映矿床情况，使找矿勘探结论建立在坚实的基础上。

(1)砂钻钻孔编录应随砂钻施工同时进行。

(2)普查区控制线上的钻孔应按取样顺序逐层连续详细描述，当掌握了岩层特点及含金性时，可以分层做一般描述。分层连续详细描述时，应观察岩层间变化情况，找出分层依据，以期正确分层并了解岩层间关系。

(3)勘探区加密孔分岩层描述。当控制孔与加密孔的层位及岩性变化不大时，每层只记录岩石颜色及名称即可，不做详细描述，如遇有特殊意义的地质现象则应详细描述。加密线上的钻孔应分层详细描述。

(4)砂钻地质编录应包括以下要求：

钻孔记录表见附表Ⅻ－2

文字编录内容：包括层位、厚度、岩石、名称、颜色、成分、砾度、矿物、目测含量百分比、重砂和含金情况，以及其他特殊地质现象等。对各种成分的描述内容应分别包括：

①砾石：颜色、砾径大小、成分、磨园程度、表面痕迹、各种成分含量、砾石形状、形态、岩性间的依存关系；

②碎石：颜色、岩性、名称、块度与相对含量、磨园情况；

⑨砂：颜色、砂粒成分、大小、滚园度、粒级分配、相对含量；

④粘土：颜色、粘性、塑性及赋存状态；

⑤重砂：颜色、主要矿物成分及相对含量、具特殊意义重矿物、粒度大小等。

⑥金：粒数、大小及形状、金粒的色泽；

⑦基岩：岩石名称、颜色、矿物成分、蚀变矿化现象、含金及含粘土情况，风化程度，基岩面特征等。

(5)注意之点：

①描述力求字迹清楚、工整、词句简练通顺，正确使用标点符号、简化汉字及地质术语。

③使用统一度量单位；

⑧填全柱状图项目，开孔前、终孔后测量钻头内外径；

④通过取样注意观察岩层的垂向变化及各层间接触关系，采集具代表意义的岩石标本和化石标本；

⑤及时埋好封孔标桩，注明线、孔编号及终孔日期。

⑥搜集水文地质资料(内容见“砂钻水文地质简易观测细则”)。

钻 孔 记 录 表 附表Ⅱ－2

<table>
<tr><td colspan="2">孔 口 座 标</td><td colspan="2">X＝</td><td colspan="2">Y＝</td><td>Z＝</td></tr>
<tr><td colspan="2">施工与完工日期</td><td colspan="5">20 年 月 日 ～ 20 年 月 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">钻孔采样合格率</td><td>%</td><td colspan="2">矿层采样合格率</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">孔 深</td><td>米</td><td colspan="2">钻头内外径</td><td colspan="2">毫米</td></tr>
<tr><td rowspan="3">混合砂金</td><td>重 量</td><td>克</td><td rowspan="3">矿层</td><td>重 量</td><td colspan="2">克</td></tr>
<tr><td>厚 度</td><td>米</td><td>厚 度</td><td colspan="2">米</td></tr>
<tr><td>品 位</td><td>克／米^3</td><td>品 位</td><td colspan="2">克／米^3</td></tr>
<tr><td>水文、冻土情况</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

编录： 检查： 审核：

ZK　　号孔文字记录

2．探井编录

(1)目的与内容

探井编录的目的是为了查明松散沉积物结构、构造、分层、层间关系等特点和变化规律；采集化石等以解决地层时代；查明基岩风化与裂隙发育情况和砂矿底板构造特征；有用矿物特别是金的富集变化规律；采取技术样品，以了解开采技术条件，检查钻孔采样质量。

探井编录与探井施工同时进行。编录内容包括：松散沉积岩层之间的关系，各层水平与垂直方向变化，各层构造、结构特点及碎屑组成成份，各粒级所占比例，滚园度及表面痕迹等，砾石产状测定；标本和样品的采集；重砂样品的采取和淘洗及有关数据的测定等。

为了取得对岩石定名的统一认识，在每一矿区，必要时对每个矿体，在工作初期采集一套具代表性的松散沉积物和基岩标本，详细鉴定定名，以便在今后工作中对比。

(2)探井素描

作四壁展开图。比例尺一般为 1/50，一般每进尺 0.5 米素描一次，地层松散用钢板法掘进时，则应掘进随之素描。素描时着重观察松散岩层界线、接触关系、岩层内部构造和基岩风化、裂隙发育、含矿情况，粘土层、含化石层等尤应仔细素描。砂砾，砂层内的层理特征亦应细致观察仔细素描。可能时应该按粒度组分变化详细分层。对冻土的分布状态，(如层状、条带状、脉状，岛状、不规则形状等亦应加以表示)。基岩的片理、节理，裂隙，构造等应测量产状，并将其如实的标绘在素描图上。素描中遇有特殊意义的地质现象应做局部素描图，放大比例尺表示，并在展开图上注明其位置和范围。

重砂取样位置，被检查钻孔位置、标本、样品采集地点及产状测定位置应加以表示。

采用沉箱支护时，除编岩层柱状图外，应随着掘进，素描样柱断面，素描断面间隔视岩层及其构造特点和需要而定，但每层顶板素描是不可缺少的。断面内容同展开图。

(3)文字描述

文字描述同样以素描图中的重点为重点描述项目，除起到素描的补充说明之外，还应着重于松散岩层的颜色、粒度、物质组成、砾石滚园度、砾石岩性、名称、分选性、含金情况、层面特点、砾石表面特征、排列方向与形状，表面上的包裹物；砂的颜色、分选性、滚园度和矿物成分；粘土颜色，性质和赋存状态；碎石的颜色及组成岩石矿物成分、表面特征、排列关系以及碎石间的填充物、岩性名称、矿化，棱角滚园特点等；基岩颜色、成分、结构、构造、风化程度，蚀变矿化情况、岩性名称等。

文字描述中对冻土内的冰应详细观察，仔细描述，注意冰的物理性质，冰的产出状态，以期说明冰的成因。

对井中看到的钻孔断面变化和所填充的物质(填充物成分、位置、存在状态)应详细观察，研究并记录，以期了解钻孔内部质量。

探井素描和描述的同时要采取不同用途的标本和试样，如基岩标本、重砂样品、孢子花粉样，人工重砂样等。

(4)砾石产状的测定：

测定数目不得少于 100 块。每块砾石测其产状(AB 面、A 轴)量得三轴长度。观察岩性并填入记录表中，然后回室内综合整理，绘制极平面投影图或玫瑰花图。砾石产状测定要在选定的一个岩层内，不得跨层。测定的砾石要无人为选择性。

碎 屑 粒 度 分 级 表 **表Ⅻ－3**

碎屑物质类别名称		粒径(毫米)
巨粒碎屑堆积物	巨 砾	＞100
	粗 砾	50～100
	中 砾	10～50
	细 砾	2～10
砂质物质	粗 砂	0.50～2.00
	中 砂	0.25～0.50
	细 砂	0.10～0.25
	粉 砂	0.01～0.10
泥质物质		＜0.01

注：(该表为野外用表)

砾 石 (层) 命 名 举 例 **表Ⅻ－4**

成份含量(%)				花纹图例	岩性(层)名称	备 注
碎石	砾石	砂	粘土			
	≥95			00	砾石(层)	
	95—75	5—25		o00	含砂砾石(层)	
	75—50	＞25—50		o00	砂砾石(层)	
＞25—50	75—50			△00	碎石砾石(层)	
	75—50		＞25—50	—00	粘土砾石(层)	
	50—40	＞25—30	＞25—30	o—00	砂粘土砾石(层)	砂＜粘土
	70—45	＞5—25	＞25—30	o—00	含砂粘土砾石(层)	
	70—45	＞25—30	＞5—25	—o00	含粘土砂砾石(层)	

粘 土（层）、砂（层）命 名 举 例 **表Ⅻ－5**

成分含量(%)				花纹图洌	岩性(层)名称	备注
碎石	砾石	砂	粘土			
			≥95	——	粘土(层)	
		＞5～25	95～75	o－－	含砂粘土(层)	
		＞25～50	75～50	o	砂质粘土(层)	
	＞5～25		95～75	0－－	含砾石粘土(层)	
	＞25～50		75～50	0－－	砾石粘土(层)	
＞5～25			95～75	△－－	含碎石粘土(层)	
＞25～50			75～50	△－－	碎石粘土(层)	
	＞5～25	＞25～30	70～45	0o－－	含砾石砂质粘土(层)	
	＞25～30	＞25～30	50～40	o0－－	砾石砂质粘土(层)	砾石＜粘土砂
	＞25～30	＞25～30	50～40	0o－－	砂砾石粘土(层)	砂＜砾石
＞5～25		＞25～30	70～45	△o－－	含碎石砂质粘土(层)	
＞25～30		＞25～30	50～40	△o－－	碎石砂质粘土(层)	碎石＜砂
＞25～30		＞25～30	50～40	o△－－	砂碎石粘土(层)	砂≤碎石
		≥95		oo	砂(层)	
		95～75	＞5～25	－oo	含粘土砂(层)	
		75～50	＞25～50	－－oo	粘土质砂(层)	
	＞5～25	70～45	＞25～20	0－oo	含砾石粘土质砂(层)	
	＞25～30	50～40	＞25～30	0—oo	砾石粘土质砂(层)	
＞5～25		70～45	＞25～32	△－oo	含碎石粘土质砂(层)	
＞25～30		50～40	＞25～30	△－oo	碎石粘土质砂(层)	
	＞5～25	95～75		0oo	含砾石砂(层)	
	＞25～50	75～50		0oo	砾石砂(层)	

(5)探井编录资料的初步整理

整理要及时系统地进行。

①首先把完工的探井填绘到矿区工程分布图上，然后再根据野外记录及探井展开素描图进行整理。图上的一切地质界限、文字数值都应清晰。展开图应由编制人和检查人签字。

②标本、样品的整理：采集的标本要重新整理和检查，准确定名并校正和补充岩石描述。

经过审查之后，应把代表各种岩石的标本、镜下鉴定标本、有金属矿化及蚀变特征标本以及其他不同用途的样品搜集成套，按适当或规定格式登记。需要送出的样品，要整理清楚，填好送样单，及时送样。

③尾砂整理：尾砂应按重砂分析结果分矿体分别登记、计算。表内数字均用黑墨水填写，字迹要清晰工整。完成后进行自检，无误或改正后签字，并交上级审查。

(三)探矿工程的地质技术管理

砂金地质工作的特点是：矿区范围大、战线长；勘探线间距大，施工分散；工程和样品数量多，大的矿区钻孔数以千计，重砂样品数以万计；普查勘探速度快，流动性大；矿体通常位于河谷地带，矿区内通行条件较差。

碎 石（层）命 名 举 例　　表Ⅻ－6

成分含量(%)				花纹图例	岩性(层)命名	备　注
碎石	砾石	砂	粘土			
≥95				△△	碎石(层)	
95—75		5—25		o△△	含砂碎石(层)	
75—50		25—50		oo△△	砂碎石(层)	
50—40		25—30	25—30	o—△△	粘土砂碎石(层)	砂＜粘土
70—45		25—30	5—25	—o△△	含粘土砂碎石(层)	
75—50			25—50	—△△	粘土碎石(层)	
50—40	25—30	25—30		o0△△	砂砾碎石(层)	砂≤砾石
90—50	＞5—25	＞5—25		o0△△	含砂砾碎石(层)	砂＜砾石

以上砂、砾、碎石(层)的命名举例为前述松散沉积物图例，花纹举例说明部分的附件。使用时请注意。上面举例仅供参考。

砂金矿的技术管理，应注意下列几点：

1．把好下述质量关：

(1)工程：主要是砂钻和浅井

(2)取样：淘洗与分层。

(3)原始编录。

(4)样品的包装与保管。

(5)重砂分析、分离、鉴定及称重。

(6)地质地貌观测。

(7)水文地质观测与冻土圈定。

(8)地形测量及探矿工程测量。

要及时按要求进行质量检查，避免事后发现问题造成返工。

2．做好各种工种之间、各环节之间的平衡和联系协调配合工作，包括地形地质测量、探矿工程、水文地质、实验、资料综合整理、绘图、报告编写等。

3．及时送样鉴定分析，特别对矿体边缘的钻孔样品，更要尽快取得鉴定分析结果。以便及时指导砂钻施工。

4．遵守必要的勘探程序，按照由稀到密的原则进行施工。

第三节　砂矿的采样淘洗及确定品位

砂矿的采样、淘洗、鉴定是砂矿地质工作的基础之一。是研究地层的含矿性，矿石的物质成分和确定有益组分数量，确定砂矿加工性能，圈定矿体界限的重要手段。对矿床正确评价有决定性的影响。必须十分重视和认真对待。

(一)采样方法：

1．浅坑采样：适于了解河谷中及其支流的冲积、坡积、残积砂矿富集部位，采样点选择最易聚集砂矿的地貌位置，样品的间距根据不同的矿床类型和具体的地形、地貌条件而定。

筒口锹采样：用于河床冲积层中采样，其采样深度较浅坑采样为深，可达 2 米以上。

以上两种采样皆在表层进行，了解深度有限，多用于普查找矿初期。

每一样品重量，一般为 15～30 公斤(或 0.01～0.02 立方米)，某些有利地段，可适当增大。

2．砂钻采样：对河床、河谷，阶地等类型砂矿进行评价、勘探时，主要的采样方法是砂钻，其次为探并与浅坑。

砂钻采样通常从孔口直到底岩均要连续进行。按层了解不同层位的含金情况。腐植土层、淤泥层经过一定数量的采样分析，证明不含金时，可不再采样。

为保证样品质量，在施工过程中必须保护好井壁，保证套管超前，通常在采完样品后，管内仍留有 0.2 米以上的砂拄。遇流砂层时，套管要快速通过，确保井外流砂不进入井内。

采样间隔，在含矿层中为 20～40 厘米，非含矿层中为 40～80 厘米。一般情况下，砂钻应打入基岩 20 厘米，基岩中采样间隔为 10 厘米，不小于 5 厘米。

3．探井采样

根据主要有用矿物分布均匀程度，选用全巷法，剥层法或刻槽法。采样断面规格虽不同，但采样长度一般为0.4～0.5米。

(1)全巷法：是按一定采样间距，将其间挖出来的全部物质作样品，主要用于检查砂钻可靠性，检查剥层、刻槽采样的代表性；或采集可选性技术试验样品。矿化极不均匀的矿床，亦可采用这种方法，求得品位参数。采样的规格：

大样：2.8×2.4～2.0×1.5米

中样：2.1×1.3～1.6×1.2米

小样：1.6×1.0～1.4×1.0米

采样施工中，要严格控制井筒规格，避免涌砂和混砂。并要先支护后取样，确保安全。

(2)剥层法：一般用于品位高，但很不均匀的矿层如粗砂层，砂砾石层等，在探井的相对两壁或一壁采样。

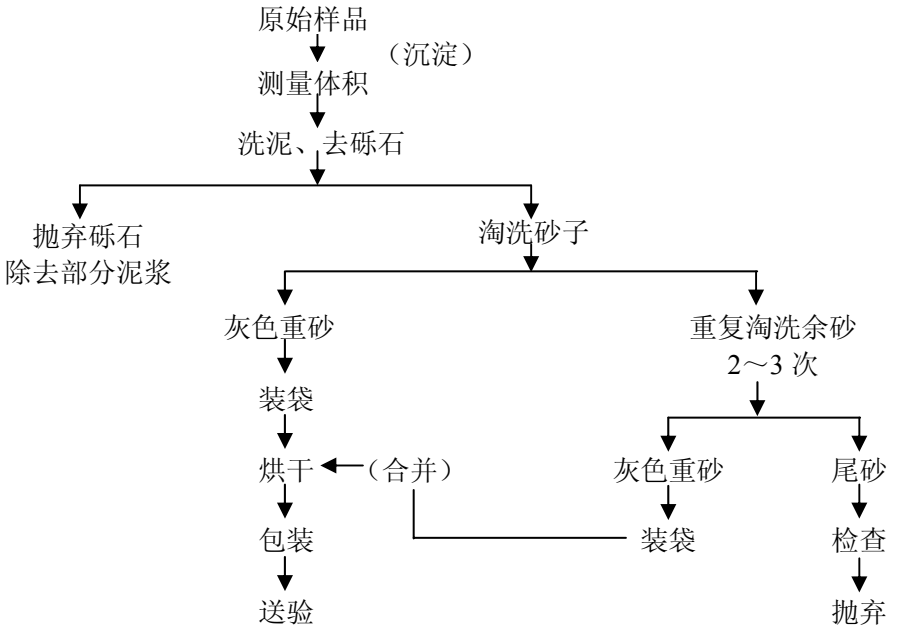
(3)刻槽法：用于矿层品位变化比较均匀的，一般在一壁刻取，品位分布不均匀的，也可在对壁刻取。刻槽的规格视含矿均匀程度，一般为50×10厘米。刻槽和剥层法的规格通过规格试验确定。

(4)留柱法：适用于品位变化不均匀，地层松散，涌水量较大的河床型、河谷型砂矿。施工时使用采样器(园形采样器直径0.5～0.6米，长0.6～0.8米，方形取样器长0.6～0.8米，宽0.5～0.6米)。样长0.5～0.6米。

付井要超前取样0.5～0.7米掘进。保证抽水和下采样器，探井每个取样位置要与砂钻采样位置相对应。

(二)样品的粗淘(野外淘洗)：

粗淘是重砂分析工作中的重要环节。主要是排除砂样中大量轻矿物，样品淘至灰色程度为止，重矿物含量富集到50％左右。野外淘洗流程如下：



粗淘有手工淘洗和机械淘洗两种，手工淘洗，按动作方式分有：旋转法、推拉法、倾斜微振法。按淘洗工具名称分有流浪盘淘洗法、船形淘洗盘法、鱼尾形淘洗盘法、簸子淘洗法、小溜槽法等。方法的选择，应因地制宜，依各地的情况而定。

手工淘洗是重砂分离的基本手段，要有认真细致的工作作风。

粗淘注意事项：

1．淘洗前，先在淘洗水箱内垫好回收布(或回收盆)，方可淘洗，以便回收尾砂。

2．砾石不能随便扔掉，必须将表面泥质在桶内洗净，泥块用手捻碎，冻块用水化开，以免把金带出。

3．从样桶倒出的砂样不能撒落在外面，桶内砂样必须冲洗干净。

4．淘洗坑，盆必须保持清洁，严防沾染油类或其他矿物。

5．淘洗每一个样，一定至最后两次回收都不见金时方可停止。

6．灰砂袋不能破损，倒重砂时要垫回收布。灰砂装袋后，卡紧袋口，将水挤出，扎口晒干，或倒入碟内晒干，干后用纸包好再装袋。

7．尾砂必须按比例互检或专检，合格后方能抛弃。

8．每个工程的样袋，要按先后次序扎好，不能混乱颠倒，完工后按号核实无误，妥善保管。

9．当班取样，要当班淘洗完毕，不能积压。

10．一个人淘洗两台钻机样品时，要将样桶、样袋分开，不能混乱。

粗淘质量检查和标准：

1．灰样中重、轻砂比例 1:1，样中不得混入砾石和泥土。

2．要保证主要有用矿物的回收，尾砂中不得见主要有用矿物(肉眼观察)。

3．野外样品的合格率应＞90％，达不到要求的酌情补检。

4．重砂检查数量 10％。

5．检查尾砂质量要用密码重投方法进行。要设质量检查员，经常检查工作。

(三)精淘

1．筛分：样品粒度相差悬殊时，可酌情分级。筛分后要用双目镜检查筛孔间和筛子边框处，是否有金粒遗留。

2．精淘：一般采用流浪盘法。淘洗工具为木质或铝质流浪盘，直径为 18～30 厘米。水质必须清洁，无油污。为提高金的回收率，水内可加适量水玻璃抑制金矿物上浮。有时需要用酒精进一步淘洗样品。

大样(探井样、人工重砂样等)先用摇床精淘，然后用人工淘洗检查尾砂。

样品要用电烘箱烘干，不准用明火如火炉和普通电炉子烘烤，以防重砂崩失。

3．精淘质量要求：

精淘质量检查由专职质量检查员担任。检查记录，按批计算合格率。

精淘要抽检样品数的 5～10％，合格率应＞90％。

精淘过程中＞0.1mm 的金粒不允许跑掉一粒，小于 0.1mm 金粒不允许跑掉 2 粒。

尾 砂 检 查 登 记 表 XⅡ—7

顺序号	样号	基本淘洗		检查淘洗		淘洗系数	备注
		粒数	重量(毫克) G_1	粒数	重量(毫克) G_2	$\frac{G1+G2}{G1}$	
1	2	3	4	5	6	7	8

制表人： 检查人： 年 月 日

(四)重砂的鉴定分析：

定性要准确，遇有类似矿物要利用有效测试手段，加以鉴别。主要有用矿物要挑纯，不可混入包体和连生体等杂质。颗粒数力求准确，妥善包装，写清样号等数据。

1．主要有用矿物物理化学特征分析：

(1)粒度分析：

①筛析法：为便于进行不同矿层对比，均应统一采用沈阳标准筛(20～200目)。

②目估法：金粒度分四级，粗粒＞0.5㎜，中粒0.3～0.5㎜，细粒0.1～0.3㎜，毛毛金＜0.1㎜。

(2)形态分析：

基本形态：分粒状、板状和片状。特殊形状可用丝状、棒状、树枝状和结晶体状的具体形象描述。浑园状、棱角状、半棱角状、半滚园和滚园状。各种形态用重量或目估计算百分含量。

(3)成色分析，目的为确定自然金的纯度。在分析前要描述砂金颜色，将连生体和包裹体要处理掉。

2．重砂矿物组合分析：

普查评价时在不同矿段，每条剖面线上选1～2个钻孔按层位作组合分析，分析鉴定全部重矿物，用目估法定量，再换算重量百分比。

了解重砂矿物的共生组合、伴生组分、有益矿物的含量，样品要有代表性。

同时将组合样品做光谱半定量分析和化学分析。

3．内检：内检量5～10％，要求合格率＞90％，样品中＞100粒以重量衡量，＜100粒时用粒数要求。

(1)当样品中自然金含量＜100粒时，尾砂中＞0.1㎜金粒应全部回收，＜0.1㎜金允许流失三粒。

(2)当样品中自然金含量＞100粒时，尾砂中金流失量应少于自然金重量的1％。

(3)鉴定后金精矿样，混入的微量杂质不得超过天平感量。

(4)共生矿物命名应正确，有益组分不得遗漏。

(5)有用伴生矿物定量准确。

(6)仪器性能精度要检查。

(7)称重的质量要求：称重是有用矿物定量的主要手段。金、铂、金刚石等一般含量低，颗粒细小，质量要准确无误，每个单样均要用十万分之一以上高感量天平称重。其它有用矿物可用万分之一以下天平称重。自然金称重误差不大于 0.02 毫克(mg)。必须保证满足天平所需要的基本条件(详见天平说明书)，以确保称重质量。

4．外检：外检要及时进行，由高一级测试单位承担，检查全部流程(样品从矿体内选取，使用原始付样)。

(1)检查数量：3～5%(以矿体范围的样品为基数)

(2)合格率：＞80%。合格率＜80%时，补检超差百分数的未检样品的 2 倍。

5．检查结果处理：

(1)内检合格率达到 90%时，更正不合格部分。

(2)合格率低于 90%时，除更正不合格样品外，并补检超差样百分数的未检样品。

(3)合格率低于 60%时，未检样品全部返工。

样品称重后，已提交成果有外检时，发生丢金的样，应另外补检，丢失原因要查清。称重补检如发现系统误差要进行仲裁。

6．正副样保管：

(1)按批次装袋，单独保管。

(2)每个样的各道工序尾砂分别包装，再装入一个样袋内，按批次装箱，放入正副样库妥善保管。

(3)正副样保存期限：普查评价阶段的样品长期保存。勘探矿区、共生、伴生有益组分已查清后，见矿样品和代表性剖面的样品长期保存，其余样品经上级批准后处理。

第四节　砂矿的加工技术性质测定

测定目的在于了解矿石的加工技术性质，确定提供矿石采选设计所需的参数和资料。

(一)体重与湿度的测定

按含矿层的岩性特征，确定采样位置，使样品分别代表主、次含矿层。试样在探井中采取，采样时预先将试样表面铲平，尽可能挖取一个正方形或矩形的体积，以试样的重量除以试样的体积即得体重。

$$Q = \frac{T}{V} \qquad (12-1)$$

Q——体重；T——试样重量(吨)；V——试样体积(立方米)

湿度的测定：

湿度为矿石孔隙中所含自然水的重量百分比。通过干、湿体重的测定，即可能得矿石的湿度。其公式为：

$$湿度=\frac{试样湿体重-试样烘干后体重}{试样湿体重}\times100\% \qquad (12-2)$$

体重和湿度测定数目：一般大型矿床 30 个，中型矿床 20 个，小型矿床 10 个。

用湿度校正砂矿体重时，应用以下公式：

$$校正的试样体重=\frac{试样湿体重\bullet(100-试样湿度)}{100} \qquad (12-3)$$

对湿度不大的，可不作校正。

(二)原矿粒度分析

主要是为了解含矿层内组成物质各粒级的含量百分比，尤其是主要的有用矿物颗粒大小、及其在各粒级中的百分含量。提供选矿参考资料，对于研究砂矿的形成与富集也有重要意义。

试样在探井中采取，也可采于钻孔。试样多数应分布在主矿体上，按不同地貌单元、不同含矿层采取，要能控制含矿层走向、倾斜方向的变化情况。

作为混合砂开采的矿床，整个“矿层”都要作粒度分析，试样长 0.5～1 米，体积 0.5～1 立方米。

地下开采的矿床，试样取自探井揭露的矿层部分，样长 0.5 米，体积为 0.2～0.5 立方米。

一个矿区还要组合成一个代表全矿区的粒度分析样品，试样品位应大致与矿区平均品位相当。

粗粒级分析在野外进行，湿法过筛，干后称重。筛级为 100、50、25、10、5、2.5 毫米，小于 2.5 毫米的细粒级加明矾沉淀完毕后去水，烘干、称重、包装、编号送往实验室分析，取得细粒级分析结果后，计算样品各粒级百分比，要求精确至两位小数：根据重量百分比和累计的重量百分比做直方图和累计曲线。

(三)含泥量测定

一般在含有一定泥质的含矿层中，从探井工程中采样测定。根据砂矿类型及矿层的含泥多少，选择具代表性的地点，在淘洗时保留泥浆，用明矾沉淀，晒干后称泥的重量，然后与原样重量相比，即得含泥量。

$$含泥量=\frac{泥的重量}{试样的重量}\times100\% \qquad (12-4)$$

(四)选矿试验

目的是确定合理的选矿方法和流程，影响选矿效果的主要因素是所含有用矿物的粒度、砾石度和含泥量，找矿、评价时应注意这些方面的情况。矿床评价阶段即应取得选矿性能的初步资料。在矿床勘探时取得代表性更强的选矿技术经济指标。如相邻的同类型矿区已有选矿结果，通过矿石特征的类比，适当减少试样数量。

试样应代表不同矿石类型、不同的矿石品位，按储量比例分采。试样以全巷法采取。

作为混合砂开采的矿层，从地表直至采入基岩 0.1 米；地下开采的矿层，试样采自矿层部分，直到基岩 0.1 米。试样组合后装箱、登记，编写采样说明书，委托试验单位。

(五)金的成色分析

样品由探井、钻孔中全样或样品组合而成，组合以能①代表各层位、各类型矿石；②试样均匀分布于各主要矿体上为原则。组合成的样品送实验室分析金的成色，同时可作金粒的形态分析。

(六)淘洗系数的测定

无论从探井或砂钻取出来的砂样，在淘洗过程中都会损失一部分有用矿物。使试样品位降低，为了校正由此产生的误差，须求得淘洗系数。

测定方法有三种：回收尾砂法、粗淘精淘对照法，化验与淘洗比较法。

1．回收尾砂法：将粗淘的废砂和精淘的尾砂保留起来，交技术水平较高的工人进行细淘。

原样淘洗出的有用矿物量为 G，废砂中淘得有用矿物量 g_1、尾砂中淘得有用矿物量为 g_2、其淘洗系数 N 为：

$$N=\frac{G+g_1+g_2}{G} \tag{12－5}$$

此法一般在有用重砂矿物含量高，颗粒较粗的情况下效果较好。当重砂矿物含量低、颗粒细时，因用废砂和尾砂中不易获得好的效果。此法求得系数偏低。

2．粗淘精淘对照法：

将试样缩分成两部分，将其中一部分进行一般淘洗，获取矿物量为 G_1。另一部分拿回室内，由淘洗技术较高的工人在室内细淘，获得矿物量为 G_2，其淘洗系数为：

$$N=\frac{G_2}{G_1} \tag{12－6}$$

此法比较简单，适用范围也较广，各类砂矿均可用，但难以求得在室内精淘过程中细小矿物损失量，因此所求得的淘洗系数比实际略小。

3．化验与淘洗比较法：

将原样品分为两部分，一部分做一般淘洗，另一部分做化学分析样，按 $Q=Kd^2$ 公式缩分，到一定重量时送实验室做基本化学分析。通过检查证明，基本分析结果确实可靠后，再将该化学分析品位根据下列公式换算为重砂品位：

$$C=\frac{\frac{C_1}{C_2}T}{V} \tag{12－7}$$

式中：C－用化验分析换算的重砂品位

C_1－原砂样化学分析品位

C_2－精矿化学分析品位

T－原样重量

V 一原样体积

将上述结果与试样淘洗所得品位 C_n 比较。淘洗系数 N 为：

$$N=\frac{C}{C_n} \tag{12－8}$$

此法适合于砂样中有用矿物成分简单，主元素的化验误差又较小的时候。对钛铁矿砂矿就不合适，因含 TiO_2 矿物种类较多，化验结果比淘洗结果要高。

(七)松散系数的测定

试样在探井中采取，应布设在不同岩性的矿层中，要有代表性。在探井之试样部位，挖一规整的体积 V_1(一般为 0.5～1 立方米，不宜过小，小则增大误差)，将试样用量斗测量其体积 V_2，松散系数 K 为：

$$K=\frac{V_2}{V_1} \tag{12－9}$$

(八)巨砾系数的测定

砂钻中大于泵筒活门直径的砾石，不能取出，人为地使砂钻样品位偏高，因此需用巨砾系数修正。求巨砾系数的试样多数是利用松散系数的样品，挑出大于泵筒活门的直径的砾石，用排水法量取体积，依下式可得：

$$\text{巨砾系数}=\frac{\text{巨砾体积}}{\text{试样总体积}}\times 100\% \tag{12－10}$$

(九)工程检查系数的测定：

先分别根据砂钻及探井样品按工业指标分别圈定矿层，求出矿层的平均品位和厚度，依下列公式计算。

$$\text{品位误差系数}=\frac{\text{探井矿层平均品位}}{\text{钻孔矿层平均品位}} \tag{12－11}$$

$$\text{厚度误差系数}=\frac{\text{探井矿层厚度}}{\text{钻孔矿层厚度}} \tag{12－12}$$

$$\text{工程检查系数}=\frac{\text{探井矿层品位与厚度之积}}{\text{钻孔矿层品位与厚度之积}} \tag{12－13}$$

(十)边坡安息角的测定：

按不同的松散沉积物在现场堆积量得。

第五节　砂矿水文地质工作

水文地质工作是找矿勘探中的一个重要组成部分，砂矿矿床大部分位于现代水系沉积物，水文地质条件不同于一般的金属矿床，必须周密安排观测、试验和调研工作，严格技

术要求。

(一)一般要求：

在普查找矿评价阶段：要对矿区水文地质条件、地下水的分布及埋藏条件、自然环境要素(植被、地貌、气候、水系、地层岩性等)的一般特征、及其与地下水形成的大致关系作一般了解。为要完成上述任务，主要是通过找矿评价工程的水文地质观测、河流动态观测、搜集当地气象和开采等方面资料及必要的水文地质路线观测取得。也可对该区航片作第四纪地质和地貌的判译、调绘。

在勘探阶段：要进一步查明矿床水文地质条件。主要任务是：

1．查明含水层岩性、厚度、埋深、产状、地下水类型、水质、水量和补给迳流排泄条件。

2．掌握地表水与地下水关系及动态变化规律。

3．查清半胶结岩石或冻土的成因、分布、组分、结构、厚度、产状、形态；了解冻土温度、含冰率及动态变化特点。

4．为矿山生产指出生产、生活供水方向。

(二)水文地质测绘

1．测绘范围根据矿床规模、类型和水文地质单元而定。普查找矿阶段往往由河流上游到下游，由河谷中心到分水岭开展工作。

2．测绘比例尺以 1:5000～1:25000 为宜。

3．测绘以剖面法为主，追索法为辅，可能条件下应充分利用大、中比例尺的航摄照片，作第四纪地质与地貌的判译调绘。观测点选于地下水露头、不同地貌单元、不同地层界线或冻土界线、构造界线上。

4．第四纪地质的调查，根据堆积岩性、沉积特点确定成因类型；查明沉积物厚度、形状、粒度、结构、岩性、岩相变化、层理及层面特征、胶结程度等。

(三)冻土调查

1．研究多年冻土的成因、分布、岩性、厚度、产状、形态、地温、含冰率及其冻态变化规律。

2．冻土是岩石圈通过土壤和大气圈进行热交换的产物。影响冻土分布的因素有气候、纬度、地貌、岩性、地表水、地下水、人为活动等。在调查前应全面搜集当地气象资料如气温(多年平均、月平均、极端最高、极端最低)、霜、雪、结冰、雷暴、积雪(历年出现初日和终日)、降雨量和蒸发量(多年平均、月平均、年最大、年最小)、冻结和融化深度(多年平均、月平均)、地温(不同深度多年平均、月平均)、日照(多年平均、月平均)。此外应访问修路、挖井、采矿、开渠等生产活动遇冻土的情况。

3．地貌调查着重与冻土分布有关的河谷洼地、沼泽、河床由宽变窄、侵蚀岸与堆积等微地貌，在春季注意寻找冰丘、冰锥等多年冻土区地下冰的直接标志。

4．地植物调查是圈定多年冻土行之有效的方法，冻土区生长低温植物有：无穗小叶樟、节节草，高塔头草、园叶柳及稀疏落叶松、醉汉林等。上述植物还有春季发芽晚，秋季落叶早的特点，并且傍晚常有雾气缭绕的现象。

地植物法调查一般垂直河谷选择典型剖面配合地貌、第四纪地质调查，着重植物种属分布及冻土的关系，包括不同植物生长处的标高、岩性、地下水位、地表积水、地温及不同季节植物生长变化情况，采集植物标本及根据砂钻验证资料绘制植物生长系列与冻土分布剖面图。

5．岩性调查着重与冻土有关的粘土、泥炭研究，因粘土和泥炭均为热非良导体，不易将太阳能向下部传导，对冻土起着隔温层的作用。粘土、泥炭的导热系数仅 0.21～0.86 千卡/米·时·度，砂砾石为 1.8～2.6 千卡/米·时·度。此外因粘土及泥炭透水性差，阻碍了地表水垂直和水平下渗，影响冻土的融化，因此在粘土和泥炭分布区下部有冻土。

6．用洛阳铲在推测冻土地段探查，时间在季节冻土融化后(八～九月)进行，洛阳铲探查深度一般可达 2～3 米，最深可达 5 米以上(把手加绳)。遇冻土时难以钻进，并有碰撞声音，同时可以取出冻土样品，配合孔内测温效果更好。

7．用物探电位差比法圈定冻土平面范围，配合激发极化法确定冻土层上下限深度。

8．根据砂钻钻进难易程度、动水位变化、岩心、孔内测温等方法确定冻土。

9．对已施工的砂钻孔用洛阳铲或钢钎做回冻检查，配合孔内测温，效果更理想。

(四)砂钻水文地质观测

1．砂钻水文地质观测是利用了砂钻在钻进过程中取得的基础资料，是查明水文地质条件的主要方法。观测孔的选择依据：

(1)从水系上游至下游在纵向上分别控制，主要分布在具工业矿体和水文地质条件复杂地段。

(2)从河流中心向河漫滩、沼泽、阶地、基岩与第四系接触部分别控制，以便查明横向变化规律。

2．砂钻水文地质观测技术要求：

(1)水位观测

一般不做动水位观测，为了划分冻土，每钻进 0.2～0.4 米可测一次。只有一个含水层时待套管起拔到含水层主要部位测终孔静止水位。有两个含水层时，在揭露第一个含水层后，停钻测静止水位；揭露第二含水层后，利用套管止水的作用测第二含水层静止水位。静止水位稳定时间 1～2 小时，允许误差 5 厘米。

(2)涌水孔观测

记录涌水深度、岩层、水温、接管测静止水位。涌水量较大，水位高出地表一米以上时，做 2～3 次自然水位降低，稳定 2、2、4 小时，水位允许误差 5 厘米。流量允许误差 3％。

(3)记录孔内冻土情况

砂钻是探明冻土的主要方法，记录员要根据钻进的快慢、软硬、声响和配合岩心观察

及手摸试温，将冻土的起止深度、层数记录下来。并根据八、九月施工的钻孔，确定多年冻土上限。

3．岩心水文地质编录

岩石命名应和地质统一，岩心描述内容：颜色、成分、粒度、磨园度、分选度，胶结情况、塑性、有机质含量，对基岩着重结构、构造、孔隙、裂隙、岩溶的描述。划分出含水层与隔水层。

1．对冻土岩心观测与描述

(1)应详细描述冻土的岩石、矿物和颗粒成分。

(2)根据冰在冻土中的形状及其与岩石颗粒间排列形式划分出网状构造冻土、层状构造冻土、接触状构造冻土、包裹状构造冻土。

(3)根据冻土的构造类型及冰层厚度目估含冰率。

(4)对砂钻取出的冻土岩心或冰层立即测温，选择部分钻孔做孔内(不同深度)测温，以便掌握冻土的温度。

(5)根据季节冻土与多年冻土的接触关系，区分出衔接状冻土、不衔接状冻土及层状冻土。

依据地下水在多年冻土中赋存的空间部位，划公出冻结层上水、冻结层间水、冻结层下水。

(五)试验工作

1．由于砂矿勘探孔数量多，第四系含水层又比较稳定，只要充分利用勘探孔便可查明水文地质条件。对采金船开采矿区一般不设计抽水钻孔，尽量利用民井和探井抽水。

2．探井是检查砂钻勘探质量和为矿山提供开采技术资料布设的。六十年代探井数量曾占钻孔总数的5～10%，七十年代已大为减少，目前仅在一个大的水系才布置2～3个探井，因此在布置探井时，除考虑矿床类型、矿体、储量级别外，还应考虑含水层岩性、厚度、冻土等与水文地质关系密切的因素、尽量避开冻土，这关系到每个探井抽水的使用效果。

3．探井抽水的质量与探井结构和过滤器的安装关系很大。一般要求应安装过滤器和回填砾石。对沉箱法施工的探井在达到预定深度后在井内下直径500毫米铁管凿眼缠丝过滤器，其长度与含水层厚度一致，下部为0.5～0.8米沉淀管，外围投砾。然后起拔沉井管。如利用井底进水结构抽水，要使沉井拔管，起到含水砂砾石底部位置，并在井底铺0.4米厚砾石以保证井底进水畅通。

4．探井和民井的抽水试验，降深次数2～3次，最大降深达含水层厚度的$\frac{1}{3}$～$\frac{1}{2}$，稳定时间4、4，8小时。水位允许误差5厘米，流量允许误差3%。

5．对在冻土区施工的探井要进行下列测试工作：

(1)温度测定，随着探井施工，在井壁按0、0.5、1、2、3、4、5米处进行冻土温度测定，读数精度0.1℃。

(2)含冰率测定，从探井取出冻土样品量得导体积(V)和重量(G)使其冰全部融化后再称其重量(G_1)即求得冰的重量($G-G_1$)，用冰的体重 0.9 除以冰的重量即可得冰的体积

$$V_1=\frac{G-G_1}{0.9} \tag{12-14}$$

$$\text{含冰率}\quad I=\frac{V_1}{V}=\frac{\frac{G-G_1}{0.9}}{V}=\frac{G-G_1}{0.9V} \tag{12-15}$$

(3)观测冻土融化速度，在探井旁选 2×2 米剥离面积，开挖到冻土层，记录观测时间，待到初冬重新冻结时，测量融化深度。

(六)工作成果

1．报告书内容：

(1)目的与任务，完成工作量，工作方法，质量评价。

(2)区域水文地质条件

(3)矿区水文地质条件

(4)冻土的分布规律及其形成条件

(5)供水条件

(6)结论

2．提交图件

(1)区域水文地质图(1:50000)

(2)矿区水文地质图(1:5000－1:10000)

(3)矿区水文地质剖面图(水平比例尺与平面图比例尺一致，垂直比例尺可用 1:100－1:500)。

(4)抽水试验综合成果表

(5)动态长期观测曲线图

第六节　砂矿的储量计算

(一)矿体圈定原则

1．严格按工业指标的要求；

2．按不同地貌单元，按底岩起伏状况分别圈定；

3．同一勘探线上的矿体边界，以倾向上的勘探网度的二分之一外推；相邻勘探线之间的矿体边界以走向上勘探网度的二分之一作锥体外推，或以四分之一作楔形体外推。

4．矿体中夹石的对应连结与外推，原则同上述。

5．矿体的内、外边界线一般为直线型，连结相邻工程间和相邻勘探线上的边界点，显示矿体的形态轮廓。

(二)储量级别划分：

1．C 级

(1)查明矿体产状、形态、构造、厚度、底岩性质及底岩面起伏情况；

(2)大致查明矿石自然类型、无矿和表外矿的比例、分布、储量。

(3)查明矿石加工条件和质量，查明矿床开采技术条件及水文地质条件；大致查明多年冻土的分市范围，埋藏深度和厚度等；

(4)采用相应的工程网度(包括工程间的内推部分)。

2．D 级

(1)初步了解矿体的规模、形态和产状；

(2)初步查明矿石质量、自然类型和加工性能；

(3)大致查明矿床开采和水文地质条件；

(4)稀疏工程控制或 C 级外推储量。

(三)储量计算方法：

1．储量计算方法：普查区宜采用算术平均法，以每个矿体作为一个计算单元。勘探区通常使用地质块段法。

2．矿块品位、厚度的计算：使用地质块段法计算储量时，以相邻两勘探线之间的矿段作为一个计算单元(块段)。矿块品位、厚度计算，方法之一是将矿块内的见矿(边界品位以上者)钻孔的品位、厚度分别作算术平均或加权平均，最大限度地圈定工业矿体。另一种方法是首先计算各勘探线的平均品位，分别圈定表内和表外矿体，然后求得两相邻勘探线之间的矿块的品位、厚度。

3．储量计算参数单位：

品位(克/立方米)取 3 位小数

厚度(米)　　取 2 位小数

长度(米)　　取整数位

宽度(米)取 1 位小数，最后结果取整数位

面积(平方米)：取整数位

体积(矿石量)　(立方米)：取整数位

砂金矿量(公斤)：取 3 位小数，进位原则，四舍六进，逢五奇进(零为偶数)

(四)储量计算中的几个问题

1．钻孔的理论体积计算

计算理论体积的大管截面积有采用大管的中径和内径之说。从大管的冲击受力，大管的磨损趋势及管内外受压力情况等因素综合考虑，有主张采用中径，但实践证明采用内径计算体积更接近于实际。

2．特高品位的处理

特高品位是指单工程品位高于矿体平均品位(包括高品位在内)或相邻工程平均品位的 12～15 倍的优质品位，它主要表现为单个钻孔样品突然增高或遇有大块金。其处理方法：①用矿体的平均品位代替特高的钻孔品位；②用相邻的块段平均品位代替特高品位；③特高品位的矿体在空间上有一定的延展并具规模，则单独圈富矿段。

3．底岩中金的处理

底岩中金的出现可能有三个原因：①底岩本身为金矿的母体；②底岩裂隙中有砂金沉积；③钻探在施工中由于上部的砂金未完全采尽而下沉。属于前二者，底岩含金部分可圈入 10～20 厘米厚的矿体；若为上部下沉的金，则将底岩中的金归并到上部的含金层中。野外施工和室内分析仍按回次进尺分别进行。

4．注意综合评价

砂金矿床常伴有金红石、钛铁矿、独居石、石榴石、刚玉、白钨矿等有用矿物，勘探时要注意综合利用，综合评价。

伴生组分的品位在重砂分析时，采用半定量法计算，其储量仅在砂金矿体内计算，有多少就算多少。

第七节　砂矿找矿勘探报告的编写

(一)普查，找矿评价报告参考提纲：

第一章　概论

一、目的与任务

二、位置与交通

三、自然及经济地理概况

1．自然地理

内容：山川、水系、气候条件等。

2．经济地理

四、区域地质及砂金矿研究简史(包括砂金探采史)。

第二章　区域地质简述

一、地层

二、侵入岩

三、构造

四、矿产

五、地质发展史

第三章　矿产地质

一、普查区地貌及第四纪地质

1．山地地貌

2．河谷地貌

3．第四纪地质

二、砂金矿床类型

1．成因类型

2．形态类型

三、砂金矿床

1．矿体

内容：矿体编号、形态、大小规模、品位、宽度，厚度及长度变化特征。

2．矿石结构、构造

3．有用矿物特征

4．伴生矿物组合、赋存状态及特征

第四章　矿区水文地质概述

一、水文地质工作项目、方法及工作量

二、矿区水文地质

1．地表径流动态

2．多年冻土区及融区的分布与变化特征

第五章　普查工作

一、普查方法及网度

二、取样方法

三、样品加工、淘洗及鉴定工作

四、普查工作质量评述

第六章　储量计算

一、储量计算采用的工业指标

二、储量计算方法

三、矿体圈定原则

四、块段划分

五、储量计算结果

第七章　结论

一、普查工作结论

二、远景评价

三、存在问题及经验教训

四、今后工作意见

(二)砂矿勘探报告编写参考提纲

第一章　绪　言

包括目的、任务、交通位置、自然及经济地理、砂金矿的研究、开采简史(包括砂金探采史)。

第二章　区域地质概述

包括对地层、侵入岩、构造、矿产及地质发展史的重点论述。

第三章　矿区地质

包括对前第四纪地质、第四纪地质和地貌特征的详细论述。前第四纪地质重点论述与山、砂金有关的地质内容，砂金来源论述依据要充分。地貌和第四纪地质是论述重点，要详细描述各种成因类型的第四纪沉积形态产状、与一定的地貌单元关系，描述砂金矿在各种岩性的赋存状态和富集地段，对地貌类型特征和砂金的富集规律要论述清楚。

第四章　矿床特征

主要论述砂金矿的成因类型、矿体的规模、产状、形态和赋存部位、矿石类型、物质

成分、粒度及砂金特征、伴生有益矿物的种类、含量及其工业意义、砂金矿的成矿规律等。

第五章　地质勘探工作

主要论述矿床勘探类型、工程网度的确定、勘探手段使用、采样、淘洗及重砂分析的方法、各项工程的质量评述等。

第六章　水文地质

主要包括区域及矿区水文地质特征、矿区主要含水层的分布数目、厚度、岩性及渗透系数、地下水的涌水量及物理化学性质、补给排泄迳流条件，地表水的流量、最高洪水位和最低水位、地表水与地下水的水力联系、多年冻土的分布范围及埋藏深度、厚度等。

第七章　矿床开采技术条件

主要包括矿体顶底板的坡度、块度、矿石粒度、巨砾系数、松散系数、含泥率、含冰率、剥离系数、砂矿的自然安息角、选矿试验的主要成果及合理开采方案建议等。

第八章　储量计算

包括工业指标、储量计算方法、矿体圈定原则、计算参数确定、矿块划分、储量级别、储量计算的结果等。

第九章　结论

包括矿区勘探工作结论、存在的问题及经验教训、今后工作意见等。

(三)找矿勘探报告主要附图

找矿勘探报告应附的主要图件见下表：

表Ⅻ－8

主要附图名称	普查找矿报告	评价勘探报告	备注
矿区交通位置图			也可作报告书插图
区域地质图	比例尺：1/200000～1/500000	1/50000～1/200000	应有地层柱状图及剖面图
地貌及第四纪地质图		1/10000～1/25000	
矿区地形地质图	比例尺：1/10000	1/5000	也可与探矿工程分布图合并
储量计算平面图	比例尺：1/5000～1/10000	1/2000	
勘探线剖面图	水平 1/1000 垂向 1/100	水平 1/1000 垂向 1/100	
矿体纵剖面图	水平 1/5000 垂向 1/100	水平 1/5000 垂向 1/100	
底岩地质图	1/10000～1/25000	1/5000	
矿区水文地质图	1/10000	1/5000	