

地质资料综合整理、综合研究



紫色郁金香

QQ: 278106389

2011年1月18日

1 地质资料综合整理、综合研究的目的任务及基本准则

1.1 地质资料综合整理、综合研究的目的任务

系统整理、综合研究矿产勘查过程中所取得的各种原始地质资料，用文字、表格和图件的形式，阐明矿区(床)地质特征、矿体特征，总结成矿地质条件、矿化标志及矿化富集规律，以指导地质勘查工作，最终为编写地质勘查报告提供资料。

1.2 地质资料整合整理、整合研究的基本准则

(1)地质资料综合整理、整合研究是地质勘查工作中重要环节，必须贯穿地质勘查工作的始终。做到边勘查、边整理及综合研究，边指导施工。

(2)地质资料综合整理、综合研究做到室内与室外相结合，点(矿点、矿床或矿区、工程点)与面(区域、矿体、平面、剖面)相结合和宏观与微观现象相结合的原则。

(3)地质资料综合整理及研究时，应据地质理论与实际资料，对客观地质现象(事件)进行实践、认识、再实践、再认识。在探索和认识过程中，要充分发扬技术民主，鼓励不同观点进行讨论或争论。

(4)整合整理过程中对有疑义的原始资料，必须会同当事人到现场复查或经工程验证后，将其结果报请技术负责人审定后方能修改。综合研究成果一旦定稿，未经技术负责人批准，不得修改。

(5)系统整理及综合研究成果，必须经过严格的质量检查验收。

2 地质资料综合整理、综合研究的程序及内容

2.1 地质资料综合整理、综合研究的程序

分三个程序：

矿产勘查过程中野外资料系统整理；

勘查过程中的综合研究；

勘查报告编写前的综合整理。

2.2 地质资料综合整理、综合研究的内容

2.2.1 勘查过程中野外资料系统整理

野外资料系统整理是把野外地质编录中提交的单项原始资料，按有关的技术要求(诸如有关规范、规程、工作细则、统一图式图例等)，系统整理、综合及检查，为综合研究提供资料。

(1)各类标本、样品鉴定及测试成果资料

①将岩石、岩相、古生物、矿石、矿物及构造等样品成果进行校核、分类、统计及列表。

②选择代表性剖面及重要地质现象的标本、薄(光)片,结合野外特征系统观察补充描述,对有重要地质意义的重要标本,必要时应照相或录像。

③收集补充完善矿区(床)内地层(地层层序、古生物、岩相或岩浆岩单元)、构造(构造性质、容矿构造、导矿构造),含矿带或含矿岩系、标志层等实物资料。

④选取矿区(床)成套标本(岩石、矿物、岩相、古生物、矿石、蚀变岩石、标志层、构造等标本)陈列保存。其余标本待阶段工作结束后,按有关规定处理。

(2)化学样品的分析、测试成果资料

①收到样品分析测试成果后先校对,如发现缺号、缺项,应通知测试单位补齐。若发现错乱或与实际不符,应到现场查明原因补救和纠正。在确认无误后,才能抄录到有关表册中交付使用。

②对各类成果进行系统校核、检查及分类整理,审查各类项目是否达到设计要求。

③按季(批)计算内外检分析结果,编制计算结果对照表,以掌握采样、加工及分析测试质量。如发现偶然误差或有系统误差时,应与测试单位联系查明原因,采取补救措施。

④分析测试结果应分类列表及编图,校正有关资料中岩石、矿石名称。修改原始资料或综合图件中矿体与围岩界线、矿石类型及品级界线、矿石自然类型界线。

⑤系统整理及综合研究后,确定组合分析项目和组合方法,确定全分析项目。

⑥在收到为解决某项专门地质问题而采集的标本、样品(技术样品、选矿样品、同位素样品、同位素绝对年龄测定样品、包体测温、古地磁等)成果后分类登记,并研究是否达到预期目的,否则应采取补救措施。

(3)地质填图资料

①提供的综合整理图件及资料,必须经过野外验收或质量检查合格。

②将完工的勘查工程及时或分批投绘到地质图上,并根据工程中实际资料对各种地质现象(如地质界线、标志层、矿体界线、蚀变带、脉岩、断层等)进行连接或修正。

③根据规定的图式、内容,编制矿区(床)地形地质图。

(4)勘查工程资料

①系统检查、补充原始资料。如地层及代号,矿体界线及编号,断层编号,采样位置及样号;对岩石、矿石名称及内容补充或修正。

②将完工的勘查工程投绘到有关的综合图件上(地质图、工程分布图、中段地质图、投影图、采样平面图、勘查线剖面图等)。

③列表计算各勘查工程矿体真厚度、平均品位(分矿体或矿层、矿石类型及品级)。

④列表统计钻孔弯曲度测量成果(方位角及顶角),计算钻孔偏斜及方位,主要矿体(层)顶板、底板、标志层及终孔坐标。

⑤投绘钻孔偏斜资料、地质资料于综合图件上(地质图、勘查线剖面图、投影图、底板等高线图),分析对矿体(层)厚度、品位及资源/储量类型的影响,提出处理意见,指导钻探工程的布置及施工。

⑥对典型矿床或勘查工程中揭露的重要地质现象补充素描、照相,必要时系统录像。

(5)物化探资料

①根据化探样品分析数据,统计计算地球化学背景及异常下限,编制化探综合平面图及剖面图,圈定异常范围,结合地质条件对异常进行解译,指导验证工程的布置。

②依据地质及测井资料,确定矿体(层)厚度、深度、地温、井径、钻孔偏斜等数据。

(6)水文地质工程地质资料

①系统检查补充原始编录资料。如水文地质图、钻孔水文地质柱状图、坑道水文地质图、坑道工程地质图等图件中有有关地层代号、矿体(层)编号、水质资料等。

②对动态观测资料、气象资料,抽水、注水、涌水资料,水质资料,岩、土物理力学资料进行整理、编图。

2.2.2 勘查过程中的综合研究

(1)综合研究的基本要求

①综合研究所使用的原始资料,必须真实、齐全、准确,尽量使用先进理论、方法和手段。

②各类综合图件编制方法及内容按有关规定进行,力求做到规范化、标准化、图表化。

③综合研究成果经检查验收合格后,方能提供报告编写使用。

④各勘查阶段综合研究的重点:

a、普查阶段:以研究成矿地质背景、控矿条件、找矿标志、矿床规模、矿石质量为主,收集邻区类似矿山矿石加工选冶性能和开采技术条件资料,进行技术经济概略评价。

b、详查阶段:以研究工业矿体的数量、规模、产状、形态及展布特征;矿石质量、类型、品级及分布;矿石加工选冶性能为重点。收集研究开采技术条件,做好矿床技术经济初步评价工作(即预可行性研究)。

c、勘探阶段:对勘探地段(国家和社会拟定近期开采地段)进行全面综合研究。以矿床地质构造特征;矿体产状、形态及厚度变化;矿石质量(类型、品级);矿床控制和研究程度;矿床综合评价为重点。并做好矿石加工选冶技术条件;水工环地质等开采技术条件和矿床技术经济的研究和评价。

(2)矿床(区)地质的综合研究

①矿床(区)地层的综合研究

a、建立区内地层层序和含矿地段或含矿岩系的层序,指出矿区(床)地层层序在区域地层格架上的位置,编制综合柱状图。

b、研究含矿地层或含矿岩系与地层、岩相及其化学成分间的关系。

②矿床(区)岩石的综合研究

a、统一区内岩石划分及命名。岩浆岩区应确定岩浆岩的单元、系列,对侵入机制、火山期次、矿化富集特征还应配合同位素年龄和岩石地球化学特征进行分析研究。对变质岩区除按岩石、地层划分对比外,还应对变质相带及原岩进行研究。

b、配合主干剖面测制,研究区内岩石地球化学特征。

③矿床(区)构造的综合研究

a、研究矿床(区)在区域构造中的位置,控制矿床(区)构造的性质、序次、产状形态,

区分控矿构造、导矿构造及容矿构造。

b、对节理、裂隙、面理(线理)、层理构造进行测量统计及作图分析,指示与成矿有关或与构造配套有关的特征及方向。

c、对破坏矿体的断层、破碎带及挤压带在研究确定其规模、位置、产状后,根据勘查阶段的要求,布置工程进行控制。

d、用底板等高线图研究褶皱的形态、轴向及产状,对控制矿体较大褶皱的轴向、拐点设计工程控制。

e、在褶皱、断裂发育时,可沿地表走向或倾向一定范围内统计其发育程度及规律,即研究褶皱的长度及弧度,断裂的产状、性质及断距。

f、划分构造复杂类型

g、结合矿床特征,在需要和可能的条件下,开展地球物理、地球化学、同位素地质学及古地磁方面的研究。

(3)矿体(层)的综合研究

①对矿体(层)的数量、产状、形态、规模沿走向及倾向的变化进行统计,计算矿体厚度变化系数,区分主要矿体、次要矿体及小矿体,划分矿体群,确定矿体(层)的稳定性。

②用地质图、中断图、横剖面图、纵剖面图、纵投影图、矿体等厚度图及矿体底板等高线图来研究矿体三维空间的变化特征。明显受一定层位、岩相、构造控制的矿体(层),应研究其控矿作用与厚度变化的关系。对多层矿体的矿区,应确定标志,进行矿层对比,编制矿层对比图。对首采区主矿体上盘小矿体,应研究其产状、形态及赋存规律。

③对矿体中的夹石、无矿天窗,破坏矿体的侵入岩、脉岩,应研究与沉积建造、岩相或构造裂隙的关系,根据需要,设计工程圈定其分布范围。

(4)矿石质量及其加工选冶性能的综合研究

①研究矿体主要有益组分(品位)、共生组分、伴生组分及有害组分的含量、变化。选择主干剖面编制品位变化曲线图或区内品位等值线图,品位变化系数等图件来反映品位变化及规律。

②研究矿石的矿物成分及结构构造,包括矿物种类、含量、粒度、形态、嵌布方式、结晶时代、矿物生存顺序和共生组合关系,选择与研究品位相同的主干剖面系统采样鉴定。

③研究矿物成分与化学成分的关系。应用相关分析、表格及变化曲线图分析矿石中矿物成分与有益、有害组分的相关关系。

④研究矿体(层)厚度与主要组分相关关系,主要组分与共生组分、伴生组分及有害组分的相关关系。有害组分超过规定的地段,应单独圈定其范围。

⑤某些非金属矿床除研究品位外,还须研究矿石物理性质及其变化,以确定矿石质量,其研究项目可据矿种具体情况确定。

⑥研究矿石自然类型、工业类型和品级。根据矿种工业指标、矿物成分、品位及物相分析资料划分其类型、品级,分别将界线标绘在有关综合图件上。根据工作程度高低及需要,可重点设计工程控制其界线。

⑦以国内当前技术条件下可行,指标先进,经济合理为原则来研究矿石的选

冶性能。从矿石类型的化学成分、选矿技术经济指标(精矿品位、产率、回收率、选矿比、原矿品位)及精矿多元素分析结果等统计分析入手,来判别流程的合理性及选矿效果。具体做法可与已知矿床或附近矿山相同类型选(冶)加工资料类比评述,或确定选(冶)加工试验的种类及样品件数、采样方法。

⑧对矿石中共生、伴生的元素进行综合研究,根据矿石全分析资料及选矿试验资料分析,确定这些共生组分利用的可能性,并作出综合评价。

除研究矿石中组分外,还应对围岩中、或顶底板及夹石中的有益、有害组分取样评价。

(5)矿床(区)勘查研究程度的综合研究

①根据矿体规模、形态复杂程度、厚度的稳定性、矿石有用组分分布的均匀程度、构造的复杂程度等五个主要地质因素,来确定勘查类型。

②研究主矿体的厚度、品位及构造控制程度和研究程度是否达到相应勘查程度(阶段)的要求。用综合图件(纵、横剖面图、纵投影图、底板等高线图、厚度等值线图、品位厚度关系曲线图)进行对比研究,或选择一定块段用不同网度(工程间距)验算资源/储量误差对比论证,以此来分析研究勘查网度(工程间距)的合理性。

③根据地貌条件,可能的开拓方案及技术经济因素,研究确定矿体(层)延伸大的矿床(区)合理的勘查深度,必要时修改设计。

④研究矿床工业指标,在可能的条件下,根据矿石品位、选冶资料、技术经济资料,统计分析(可选用统计法、类比法、价格法或方案法)提出矿床工业指标、共生元素综合性指标方案,提供工业部门作为下达工业指标的依据。

⑤研究各类型资源/储量的分布、比例,首采地段资源/储量类型是否达到生产部门的需要。

(6)矿床(区)水文地质综合研究

①确定水文地质类型,划分含水层、隔水层,依据各类水文地质资料,编制水文地质图、剖面图。

②分析研究矿床(区)水文地质特征、矿床充水因素、地下水补给排泄条件、水力联系及矿坑进水和边界。预测矿坑涌水量,提出矿坑防排水措施和地下水综合利用,防止地下水污染的意见或建议。对缺水地区,提出供水源方向。

(7)矿床(区)工程地质综合研究

①研究矿床(区)工程地质条件。从岩石特征及力学性质,软弱岩层,岩溶、滑坡、塌陷、泥石流、氧化带、岩体风化及蚀变程度,构造带(破碎带、挤压带宽度、裂隙及节理发育程度),变质矿床的片理及线理等特征及分布来进行研究。统计规律性,编制工程地质图、剖面图,划分工程地质类型及工作类别。

②对矿体(层)顶底板岩石、矿石、夹石力学性质进行统计分析,论证矿体(层)顶底板围岩的稳固性。

③对露天开采的矿床(区)要论证采场边坡的稳定性。据岩石、土壤类型及结构、物理力学资料分析边坡稳定条件及影响因素,预测边坡可能滑动变形地段、范围,为确定采场边坡稳定性提供依据。

(8)矿床(区)环境地质及其它开采技术条件的综合研究

①对矿体(层)、围岩中含有有害气体(瓦斯、硫化氢、汞等)及粉尘时,要研究含量、赋存形态、逸出因素及产生的地质条件,并圈定影响范围。

②对危害人体超限量的元素种类、含量及分布(或异常范围)进行研究评述。

③对矿体(层)埋藏较深或在地温较高的地区或特殊矿种煤、硫铁矿,要研究地温资料,圈出地热灾害区。对煤、硫铁矿、自然硫要研究其自然性。

④研究灾害地质(如地震、滑坡、山崩、塌陷等)现象及分布,采、选矿活动给环境带来的污染(大气、地表水、地下水)提出预防措施及建议。

⑤收集停采矿井、老硐资料,圈定分布范围及采空区范围。

⑥研究与开采技术有关的参数,采集相关的具代表性样品进行测试(定),如体重、湿度、块度、粉化性、松散系数等。

(9)矿床成因的综合研究

①研究成矿作用与地层、岩石、岩浆作用及构造作用的时间、空间关系,研究沉积岩相、围岩蚀变及矿化作用与矿化富集分布的规律。

②用地球化学、矿物学、热力学的方法对矿床(体)形成的机制及物质成分进行研究。

③对成矿环境、成矿物质来源、运移和成矿流体进行研究,大、中型矿床应有同位素及包体测温资料。

④从物探、化探及地质特征方面来研究找矿标志。有条件的情况下可对盲矿体赋存条件、形成规律、找矿标志进行研究,指出找矿方向。

⑤对典型的大、中矿床,要对成矿模式或成矿系列进行研究。

以上矿产勘查过程中综合研究的内容比较丰富齐全,在实际工作中必须根据各勘查阶段具体目的、任务、内容、要求有所侧重及选择。

2.2.3 勘查报告编写前的最终综合整理

(1)最终综合整理的要求

①最终综合整理是将野外系统整理和勘查过程中综合研究的资料、图件,按照地质报告要求编制成图件、表册及文字。

②最终综合整理的资料(原始编录资料、综合整理资料)必须正确齐全,综合图件的内容必须重点突出,所反映的各种地质现象必须相互吻合。

③图件的内容、图式、图例、文字必须符合规定、规范要求,做到表格化、规范化、标准化。

④组织有关人员,按照国家技术标准,对图件、表册及文字进行检查验收。

(2)原始地质编录的最终综合整理

①对原始地质资料进行最终校核、定稿、分类编号,然后登记造册。

②根据报告要求,将列入勘查报告附图的原始编录资料(槽、井、硐素描图、钻孔柱状图)按有关规范、规定要求整理后清绘、复制。

(3)综合图表的编制

①综合图件的编制

a、根据勘查报告编写提纲要求,结合矿床(区)勘查阶段及矿种的具体情况来确定综合图件的种类。

b、图式、内容按有关规范、规定要求进行编制。

c、综合图件编制好后,经最终检查校对无误后编号,复制清绘。

②综合表册的编制

根据地质报告的性质、矿种、资源/储量估算方法来确定附表种类及格式。

各类表格经检查、校对无误后方可复制。

③基础数据的精度和修约原则

a、基础数据的精度应准确到小数点后两位，各图件、表册和文字中采用同一数据应相同。

b、最终资料及图件中的数据一般不能修正，若发现明显错误需要修正时，应说明原因，报请技术负责人或项目负责人同意后方可修正。对原始资料数据不能改动。

c、编图、绘图精度。图上每一界线(含图框线)相对误差，综合或累计不大于0.5毫米。

d、少数民族文字使用。工作区隶属自治区(相当于省级单位)时，图名下标注少数民族文字。

(4)资源/储量估算

①资源/储量估算是根据勘查阶段或某一阶段(设计、年终总结)的要求进行的。

②资源/储量估算按照工业部门正式下达的工业指标进行。若工业部门未下达工业指标的矿床(区)，则按1987年9月地质出版社出版的由全国矿产储量委员会办公室主编的《矿产工业要求参考手册》(修订版)及相应各矿种勘查规范中提出的一般工业指标估算资源/储量。

③加强对矿体(层)圈定、资源/储量类型及块段划分的研究，使其更趋合理性。

④参与资源/储量估算的参数、原始数据(品位、厚度)必须与原始资料一致。体重的使用应与矿石类型、品级相适应。对特高品位、特大厚度的处理，提出合理的方法。各种数据计算应准确到小数点后两位(铀矿等特殊矿种准确到小数点后三位)。手工测定面积、两次测定值差不大于3-5%为合格，采用电子计算机测定不作具体规定。数据修约、图件表册的精度要求同上3)③点。

⑤原始数据不能改动，综合数据检查如有错误，当事人查对后改正，若有重大错误或最终成果需改动时，应报请技术负责人批准，查明原因后纠正。

⑥根据矿体产状、形态、厚度、品位及变化、勘查方法、勘查工程分布来确定资源/储量估算方法。选择方法时，应尽量使用先进的技术和方法。

⑦根据资源/储量估算方法，编制相应的图件和表册。

⑧使用电子计算机计算时，计算方法及结果录于磁盘中，汇同勘查报告资料一起提交。

⑨资源/储量估算结果，应选择10%有代表性的块段，采用第二种资源/储量估算方法再进行检查估算，二者相对误差不大于10%。

(5)矿床技术经济评价

根据矿种、勘查阶段要求来确定评价项目

①资源形势分析：分析国际、国内市场资源形势。国际市场资源形势包括产品的供需量、市场价格；国内市场资源形势包括产品在国内的需求量及保证程度、矿产开发政策、中长远规划、市场价格等。

②研究矿床地质评价及勘查投资效果。从矿床主要地质、矿产特征来分析成矿地质条件、资源量及远景、地勘投资效果。

③矿床开采建设条件分析

a、综合分析矿山建设条件。如自然地理、交通运输、区域经济与社会生态

环境、水电供应等，确定矿山建设利弊。

b、对矿山开发及开采技术经济的分析。综合分析地质、采矿及技术经济因素，研究矿山可能的开采方案、规模、生产服务年限等。根据可能的开采技术方法进行综合估算，或采用扩大指标分析估算来研究矿山开采技术经济。

c、选矿工艺流程和技术经济指标的研究。分析选矿工艺流程在现时技术条件下的可行性、合理性；精矿品位、回收率是否达到相应指标要求，共生、伴生元素综合回收利用的可能性是否已评价。选矿技术经济指标可利用勘查阶段提供的选矿结果，采用扩大指标分析估算。

d、按现行市场价格与财务制度，从矿山企业角度计算、分析和评价矿山投资预期经济效果。

e、综合分析评价：通过上述分析，结合勘查阶段要求，提出下步工作意见。

f、国民经济评价：站在国家的角度上，来考虑矿山企业对国民经济的贡献进行评价。

(6)声象资料编辑

依据报告内容及声相资料，编出脚本，剪接、编辑、整理。

3 综合性图件的编绘

3.1 一般性原则

3.1.1 综合性图件编绘的目的

(1)及时指导找矿勘查工作,避免施工的盲目性,较好地完成找矿勘查工作任务。

(2)提供地质找矿勘查报告或科研报告的各项综合图纸。

(3)为总结勘查区或矿床的成矿规律、指出找矿方向、扩大远景提供资料。

3.1.2 综合图件编绘的基本要求

(1)客观性：需要大量的、正确的、合乎客观实际的原始资料。在编绘之前，要充分收集资料，在编绘期间，还要随时掌握新情况、新资料。

(2)思想性：编绘人员要多思，深入现场，取得第一性资料；对别人的资料要验证消化、分析，变为自己的资料，切实做到理论与实践相结合。

(3)计划性：编绘要有计划，要根据勘查工作的计划和进度，合理地安排编绘工作的进度。

(4)及时性：及时综合编绘是完成勘查工作的关键环节。

(5)为保证综合图件的质量，要求：

a、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，做好各单项工程的小结工作。

b、综合图件须反复验证，反复认识，经常修改，验证的唯一标准是野外实践。

c、要建立综合图件编绘工作制度和检查制度，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

收等。

(6)综合图件要抓主要矛盾，突出主题。原则上，编绘的内容包括：定位、定量参数，地质构造、储量估算等各项资料，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。

3.1.3 综合图件的类别——五类

(1)地表平面图类：区域(矿区)地质图(或区域地质、物、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、采样平面图等。

(2)垂直剖面图类：勘探线剖面图、纵剖面图。

(3)深部地质平面图类：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：垂直投影图、水平投影图等。

(5)研究图类：构造纲要图、各类等量线图(等深线图、等厚线图、等品位线图)、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和其他研究图件。

3.1.4 各种综合图件的共同内容及要求

所有图件均应有图号、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。

3.2 各类图件编绘的要求

3.2.1 平面图类

1、区域地质矿产图

(1)目的：主要为说明一定区域内的地质构造特征及成矿环境或条件，反映工作区矿产分布，阐明找矿方向和找矿标志。

(2)主要内容

- 全部工业矿床的规模(按大、中、小3种分别表示)、矿点、矿化点。
- 主要居民点、地质报告中提及的地名，勘查区范围和坐标拐点。
- 地质界线、构造、岩浆活动、围岩蚀变、矿体、矿化带界线及代号与编号，注明地质体和各种构造的产状要素。
- 重砂取样、金属量测量和其他物化探方法所确定的全部异常区、异常点。
- 附剖面图、综合地层柱状图。

2、矿区(床)地形地质图

(1)目的：用以正确、详细地表示矿区(床)的矿体(层)、矿化带或含矿层、一切岩层与岩体的产状、分布、大小、构造特征及相互关系，从而适当地表达或推断矿床的生成地质条件。

(2)主要内容：

- 地形等线、水系、坐标线。
- 各种宰测、推测的地质界线，包括断层线、地层、侵入体、矿体、矿化带、蚀变带、含矿层的地质界线及其代表性产状要素。
- 探矿工程及剖面线。

➤ 如勘查的矿床为沉积矿床、沉积变质矿床，或产在一定层位的内生矿床，图上还需附矿区地层柱状图。

➤ 图上一般不表示第四纪松散沉积物，但如其厚度和分布范围较大或与成矿有密切关系者例外。

➤ 地层与岩石的划分与该图的比例尺相符合，力求详细。对矿层、矿化带或含矿层及侵入体接触带等应作最明显的表示，并力求鲜明。

➤ 为反映地质构造，图上应绘垂直矿区构造或矿体走向的剖面图，其数量视情况而定。

3、实际材料图

(1)通过实际材料图，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。

(2)主要内容：

➤ 所有地质、水文地质观察路线、观察点及编号。

➤ 全部勘查剖面线、探矿工程及编号。

➤ 除化学样以外的各类样品、标本的采集位置。

➤ 地形等高线、必要的地理注记、坐标线、主要探矿工程的标高、钻孔终孔深度，不同地质目的的钻孔和见矿、未见矿钻孔，应在钻孔符号上予以区分。

➤ 主要地质界线与岩层符号，面积较广且厚度较大的第四系分布范围。

4、采样平面图

(1)目的

表示地表采样位置、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。

(2)主要内容：

➤ 有与矿床地形地质图一致的地质界线和构造线，但采样影响范围以外的围岩界线可省略。

➤ 矿层、矿体界线及不同品级矿石分界线。

➤ 有取自探槽、探井及露头上的全部样品的位置、采样编号。包括普通化学样品、组合样品、技术加工样、重要岩矿样等。

➤ 地表未采样的槽探等轻型山地工程及编号也绘上。

➤ 附样品分析结果表。

➤ 图上不必表示地形等高线，但需绘出重要地物及制高点。

5、坑道(中段)地质平面图

(1)目的：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，以及工程控制程度。

(2)主要内容

➤ 图纸范围内的勘查线、该水平内的工程、坑道采样位置、分段及编号，斜交于该水平面的钻孔等工程交点的投影位置等。

➤ 采掘工程及范围与编号。

➤ 各类矿体圈定界线。

➤ 采样分析结果表。

3.2.2 勘探线剖面图、资源量估算剖面图类

(1)目的：反映矿床(体)地质特征，变可作资源储量估算，是垂直断面法估算资源储量的主要图件。当矿体地质情况不太复杂时两者可合并。

(2)主要内容

- 剖面地形线及方位。
- 坐标线及标高线。
- 投影于该勘探线上的探矿工程位置与编号、钻孔终孔深度。
- 样品位置、分段、品位及编号、分析结果表。
- 各类地质体及界线。
- 平面位置图。
- 矿体(层)编号，不同矿石类型、品级和矿体氧化带、混合带、原生带的界线。
- 剖面线两侧各类资源储量的界线等。

3.2.3 投影图类

(1)主要为说明某一侧面的矿体，特别是一些形状不规则或有侧伏现象的矿体形态和产状的变化情况，阐明勘查程度和深度以及用于资源储量估算。一般分为垂直纵投影图和水平投影图。

(2)采用何种投影面制图，主要取决于矿体(层)的产状陡缓，一般矿体(层)倾角大于 45° 时用垂直纵投影图，小于 45° 时用水平投影图。

(3)矿体(层)垂直纵投影图的投影面为矿体(层)的平均走向，即平行勘查基线的理想面，如矿体(层)延伸很长，勘查基线转折，应分段展示投影。水平投影图是矿体在理想水平面上的投影，当矿体(层)形态及产状发生很大变化时，应用特殊线条标出矿体(层)在平面上重叠或缺失部分。

(4)图上的露头线和构造线以及控制矿体(层)的各种探矿工程位置，可采用穿过矿体(层)中心(厚而复杂的矿体)或矿体(层)的底板(薄而简单的矿体)的标高点及其连线投影确定。对未见矿边缘工程也要标出。

(5)矿区内具有两个以上矿体(层)或不同的矿体(层)时，应分别编制投影图。

(6)主要内容

- 坐标线(水平投影图)或坐标线与标高水平线。
- 勘探线、探矿工程及其编号(其中钻孔可表示出见矿深度或矿层底板标高)
- 矿体(层)厚度、平均品位、矿心采取率。
- 破坏矿体(层)的主要构造线。
- 生产坑道的位置及其采掘边界，废坑道的位置和采空区(可能采空区)。
- 井田和资源储量边界线及与确定边界线有关的因素(如河流、铁路、大的厂房、建筑区等)。
- 不同矿石类型、品级与资源储量类别和矿体(层)氧化带、混合带、原生带的界线、煤层风化带的下界。
- 矿段界线及各块段的平均厚度、平均品位(包括主要元素与伴生元素)、面积、体积、资源储量数，以上内容可采用图示或列表。
- 在水平投影图上一般要绘出矿层底板等高线。
- 对部分薄而结构复杂的矿层(如煤、耐火粘土等)应在各工程点旁侧或下

方附绘矿层小柱状图。

- 用于估算资源储量的测井成果图(表)。
- 资源储量估算成果汇总表

3.2.4 反映矿体产状、厚度、品位等情况的统计性图表的编制

1、各类等量线图

包括等高线图、等厚线图、等品位线图。

(1)等高线图：主要用于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、指导勘查工作和开采以及资源储量估算。主要有以下几种：

- a、一定地层层面的等高线图——用于研究褶皱构造及成矿预测。
- b、若干相邻地层层面等高线重叠图——用于研究上、下构造层褶皱构造或含矿层的赋存空间，或用于研究沉积矿产的预测，如铁、铝土矿等。
- c、一定构造界面的等高线图——用于研究断裂的类型及位移要素，指导勘查工作及成矿预测。
- d、侵入岩接触面的等高线图——用于指导勘查工作及成矿预测。

(2)等厚(品位)线图：用于研究成矿规律，指导找矿勘查和开采、资源储量估算和成矿预测。主要有以下几种：

a、含矿层或含矿带等厚线图——用于矿床成矿规律和成矿预测研究和用于指导勘查工作。适于具有一定延展的含矿层(带)。

b、矿体等厚线图——用于资源储量估算和指导开采。适于层状、似层状或透镜状矿体，矿床构造及矿体形态复杂，厚度变化较大者，其应用受到限制。

c、等品位线——研究矿体或含矿层的品位变化规律，用于指导勘查工作和开采，也可作为成矿预测之用。如在岩相古地理图上投上含矿层的等品位线，可较准确地预测沉积成矿富集地段。

2、变化规律图

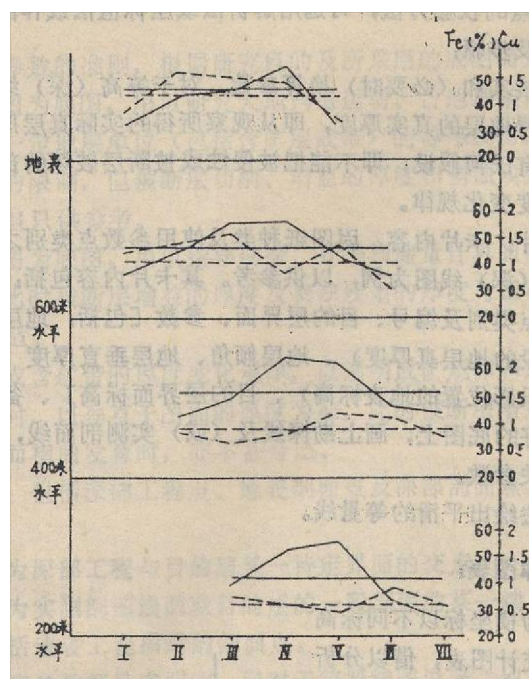
是以勘探线为横坐标、以不同标高或深度为纵坐标的统计图表，借以分析沿走向、自地表至深部的矿体厚度、矿体产状或矿石品位变化规律，用于指导生产、阐明矿体空间分布规律或研究矿床勘查类型。一般要有一定的深部工程才能编制，否则，只能编制地表部分沿走向的变化规律。主要类型有：

(1)以曲线或柱状表达的——有矿体厚度变化规律图、矿石有益、有害元素含量变化规律图。利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。

(2)以数字表达的——有矿体产状或矿体产状与厚度变化表(略)

3、级频率图

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，主要用于研究：

a、矿石有益元素分布的均匀程度和矿石品位变化情况；

b、全矿床的矿石主要属何品级(贫、富、或中等)；

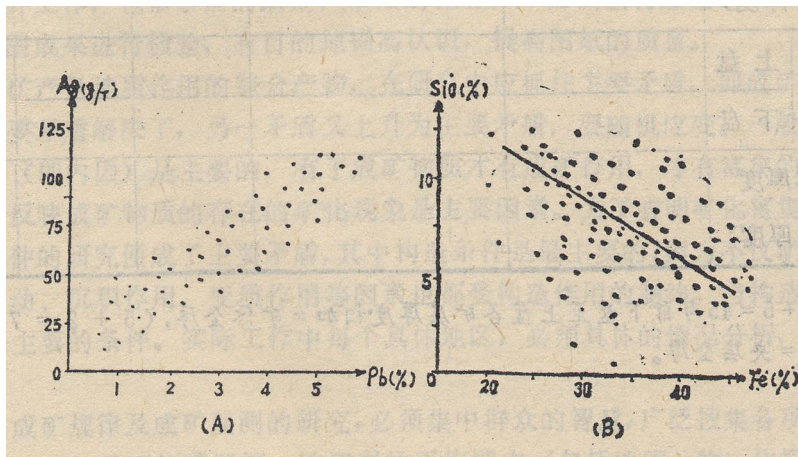
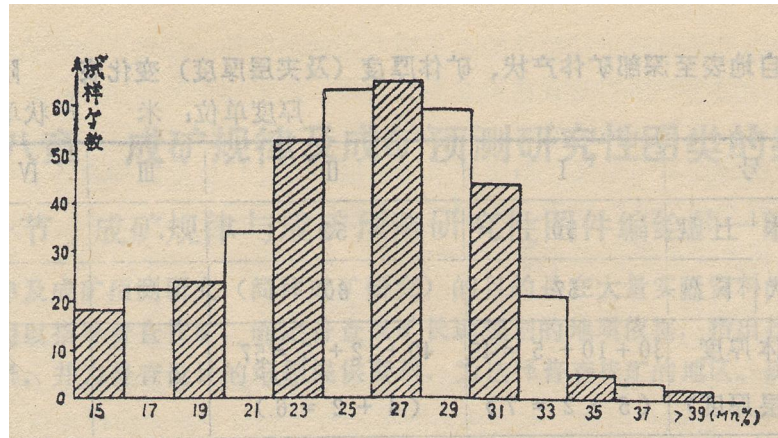
c、平均品位计算方法的选择：当级频率的高峰位于图的中央部分，同时，两侧又大致对称时，算术平均与加权平均结果比较接近，当级频率的高峰偏左或偏右时，变相应的偏低或偏高。

4、不两组份的相关关系图

借以阐明不同组份的正或负相关关系，用于研究组份的共生关系和矿化作用的特征。

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。参加编图的样品不宜过少，否则影响其可靠性。



3.3 成矿规律图与成矿预测研究性图类的编绘

3.3.1 意义

在大量实际资料基础上，总结成矿规律，用以指导找矿，确定普查找矿长远规划的地质依据，指出找矿方向，扩大找矿远景，为选择找矿靶区提出建设性意见，并为立项、设计提供资料。

3.3.2 一般要求

(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，不断补充、丰富提高。
- (4) 室内、野外相结合。
- (5) 抓住主要矛盾，即成矿的主要因素。
- (6) 集中群众智慧，广泛搜集各项资料、广泛吸收意见。
- (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。但须正确处理共性与个性的关系，在工作方法上重视典型矿床的作用。

3.3.3 成矿规律与成矿预测研究性图件的分类

- (1) 按性质分：
 - a、综合成矿图——表示各种矿产、各类型矿床形成的地质条件、时代及分布规律与找矿方法。
 - b、不同矿种的成矿图——表示一种或一组相互伴生的矿产。
 - c、不同成因矿床成矿图——按内生或外生矿床分，或按不同成因分。
- (2) 按比例尺大小分：
 - a、小比例尺：1: 1000000~5000000，反映大成矿区，大成矿带、成矿域或成矿省的成矿规律。
 - b、中比例尺：1: 100000~50000，反映成矿区、成矿带、亚带、矿田的成矿规律。
 - c、大比例尺：1: 10000~50000 或更大，反映矿田、矿区的成矿规律。

3.3.4 成矿研究图件的编绘的工作程序

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，具体如下：

- (1) 广泛、全面收集资料，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：
 - 地质图
 - 矿产分布图及矿产卡片(重点介绍)
 - 地质矿产研究程度图
 - 岩浆岩分布图
 - 构造分区图
 - 构造纲要图
 - 岩相图、构造岩相图及岩相古地理图
 - 岩性图及岩性古地理图
 - 成矿剖面图
- (3) 准备各种辅助图件
 - 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
 - 研究蚀变作用的相关图件
 - 其他图件
- (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

3.3.5 基础图件的整理、编绘

矿产分布图——表示区域及矿区内矿床及矿点的分布，反映矿床与地层、岩石及构造条件的空间分布关系。

(1) 矿产图种类：黑色、有色、稀有、非金属矿产及综合矿产分布图等 5 种。

(2) 矿床按规模划分为大、中、小型矿床、矿点 4 级，必要时可增加矿化点及情报点作为 5 级。

(3) 符合以下条件的矿化点可绘于图上：

- a、可以帮助了解已知矿区的分布范围和发展远景的；
- b、可以帮助说明矿产分布规律的；
- c、区内新发现的新矿产、新类型矿化点；
- d、资料比较可靠。

(4) 在图上的矿床、矿点应按其矿种、成因类型、规模大小和工作程度四种因素表示。

(5) 对沉积层状矿床(如煤、铁、锰等)及一些较大的脉状矿体，除以该矿种的图例表示外，应用轮廓线将其实际规模和产状如实表示出来。

(6) 矿带附近的砂变及类型。

(7) 编制矿产卡片。抓住重点：成矿条件、找矿标志及工业利用价值等。

3.3.6 成矿规律图与成矿预测图的编绘

1、内生金属矿床成矿规律图

(1) 目的：通过对矿床形成特点的综合分析，清楚的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。

(2) 基本要求：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，用特定的色线圈出成矿构造单元。

2、基本内容

(1) 根据具体情况，编绘底图选用构造地质图、构造岩相图或构造地质(岩相)图。

(2) 将矿产分布图上的主要矿床、矿点按其规模、成因和矿物成分(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，用特定的符号表示在图上，其中的重点是成因和矿物成分(或含矿建造)、规模和生成时代。

(3) 通过成矿规律分析和划分成矿单元。

成矿单元的划分，采用国土资源部 2007 年发《全国矿产资源省潜力评价—技术要求总论》划分为成矿域(I 级)、成矿省(II 级)、成矿区(III 级)、成矿亚带(IV 级)和矿田(V 级)的五级划分法。对于中比例尺图主要以 3~4 级为基础，划分到 5 级。但在实际工作中，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。

(5) 各级成矿单元的名称，一般由三部分组成，依次为地理名称、矿种及各级成矿单元名称。如：南岭中段锡钨铅锌稀有稀土成矿区等。

3.3.7 外生金属矿床成矿规律图的编绘

- (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)按规模、主要矿石类型、品位及在含矿地层柱状图中所处的位置，分别用不同图例将矿床(点)标在图上。
- (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)代替品位线。
- (5)通过成矿规律分析，划分成矿单元。按五级划分。

3.3.8 成矿规律分析法——统计分析法

(1)统计各成矿时代某矿种的矿床、矿点总数及其成因类型(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(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，各成因类型及资源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资源储量中所占的比例，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)总结图纸比例尺允许范围内表达的各级构造单元中各种矿化的分布规律。分别统计各矿种在各级构造单元中的矿化情况，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，总结分布规律和成矿特点，并作解释。

(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中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。

(4)总结矿化与侵入岩在时间、空间、类型上的关系。

(5)总结不同岩性或岩相与成矿作用的关系。

(6)总结成矿作用与各种类型构造之间的关系。

(7)对于外生金属矿床，主要统计矿点、矿床、资源储量比重分别与不同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、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。查明成矿物质来源地的地球化学条件对于阐明区域成矿远景具有重要意义。

3.3.9 成矿预测图的编绘

成矿预测图是编制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，提出找矿勘查工作的建议。

1、成矿预测图的主要辅助图件:

- (1)地球物理、地球化学研究成果图
- (2)地球物理研究成果图
- (3)地球化学研究成果图
- (4)重砂异常分布图
- (5)盖层成分分布及厚度图——只有在盖层厚度较大时才编，其目的是预测隐伏矿体，盖层包括松散及第四纪沉积。

(6)研究蚀变作用的图纸。——主要用于大比例尺图，对于中比例尺图只有在有条件时使用。

2、成矿预测图的编绘

- (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。
- (3)投上重砂及物、化探异常。
- (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。
- (5)通过综合研究，在成矿单元的基础上，圈出成矿预测区范围。

※成矿预测区圈定的基本原则：

- 矿床、矿点特别是工业矿床的分布
- 物化探异常区及重砂综合资料
- 各种成矿控制因素的发育情况及重叠情况
- 各构造层的含矿性及各级构造—成矿单元
- 蚀变资料及其他找矿标志
- 各种矿床之间的共生关系，矿石建造的共生关系。

(6)通过综合研究，确定各成矿预测区的等级。确定的原则是：

- 上述各种有利成矿条件的发育程度，有利条件越多、越充分，发育愈好者，等级愈高。
- 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。
- 经济地理因素和生产需要，也是应考虑方面。

(7)成矿预测区的分级。一般分三级：

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，部分地区研究程度较高。

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，部分地区研究程度较高。

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，作过一定地质工作。

(8)据上述预测等级，提出勘查工作建议。

(9)划分预测区。

(10)预测区的命名。

4 固体矿产资源/储量估算

4.1 资源/储量估算步骤

资源/储量估算，一般遵循以下步骤：

1、根据矿体产状、形态、勘查方法及勘查工程分布情况，来确定资源/储量估算方法。

2、根据勘查工程所揭露的地质资料，编制勘查线剖面图。根据勘查线剖面图上矿体连接圈定情况，编制投影图(垂直投影或水平投影图)。根据所确定的资源/储量估算方法，制订资源/储量估算有关的各种表格。

3、在投影图上，根据勘查工程矿体资料、工程分布及控制情况、地质研究程度，确定资源/储量类型，划分资源/储量估算块段。

4、确定资源/储量估算参数的计算方法，并用相关的表格计算各参数。

5、根据确定的资源/储量类型及划分的估算块段，分别计算不同矿石类型、不同工业品级、工业品位以上和低品位矿体的体积、矿石量、金属量。

6、按工业品位以上及低品位矿体、资源/储量类型、矿石类型及工业品级，分别统计矿体、矿床矿石量、金属量，并计算各矿体、矿床平均品位和各类型资源/储量所占比例。

4.2 资源/储量估算的工业指标

矿产工业指标简称工业指标。它是工业部门根据国家当前资源供需情况，通过技术经济评价，所提出的用于矿产勘查、圈定矿体、划分矿石类型、品级、估算资源/储量的技术标准或要求。它是由矿石质量(化学或物理的)指标及矿床开采技术条件两部分组成。矿石质量指标主要包括边界品位、最低工业品位、矿床平均品位、伴生有用组分和有益组分、有害杂质允许含量、精矿质量要求、矿石或矿物的物理技术性能方面的要求；开采技术条件方面的要求包括可采厚度[最低(小)可采厚度]、夹石剔除厚度(夹石最大允许厚度)、最低米百分率(米克/吨值)、含矿系数(含矿率)、可采宽度、无矿段剔除长度及高度、剥离比(剥离系数或剥离比或剥离率)、勘查深度等。

预查、普查时，一般采用各矿种勘查规范及《矿产工业要求参考手册》(修订版)中推荐的一般工业指标作为矿床评价，圈定矿体和估算资源/储量的依据。详查、勘探尤其是勘探阶段所需工业指标，是根据资源情况、开采和加工技术水平，结合国家当前和长远的需要，由地质勘查单位提出有关资料，并结合预可行性研究或可行性研究资料，依据当时的市场价格论证所确定的工业指标，按隶属关系报请主管领导部门批准下达的。

现将常用的工业指标的含意介绍如下：

1、矿石质量方面的要求

(1)边界品位：

指在圈定矿体时，对单个样品中有益组分含量的最低要求，作为划分矿与非矿(圈岩或夹石)的一个最低品位界限。

(2)最低工业品位：

是指单个勘查工程揭露的矿体主要有益组分平均含量的最低要求。凡是等于或大于该品位的矿石，才能作为工业上能利用的矿石，其资源/储量作为能利用资源/储量(以往称表内储量)，介于该品位与边界品位之间的矿石属工业上暂不能利用的矿石，其资源/储量作为暂不能利用的资源/储量(以往称表外储量)。

对品位变化不均匀与极不均匀的矿产，如贵金属矿床，工业品位可用于块段平均品位，在块段中允许有个别工程控制的矿体平均品位低于工业品位，但不得有连续相邻两个工程都低于最低工业品位。否则应于分别圈定单独计算。

(3)矿床平均品位

为全矿床工业矿石的总平均品位，用于衡量全矿床矿石的贫富程度。它是衡量某些矿床在当前是否值得开发建设和开发后能否获得预期经济效益的一项标准。

(4)伴生有用组分和有益组分

伴生有用组分是指在矿石中对主要有益组分进行采、选、冶加工过程中，可以顺便或单独提取具有单独的产品和产值的组分。它可用组合分析或精矿分析结果，按各矿种伴生有益组分评价指标来估算其资源/储量。

伴生有益组分是指那些在矿石中有利于主要有用组分进行选、冶加工的组分,以及在主要有用组分进行加工时能提高产品质量的组分。如某些铁矿石含有达不到综合回收标准的稀土、硼等元素,但在冶炼时进入钢铁,从而可以提高钢铁产品的质量。

(5)有害杂质允许含量

是指对矿石采、选、冶加工过程中起不良影响,甚至影响产品质量的组分所规定的允许平均最大限量。

(6)矿石或矿物的物理技术性能方面的要求

评价某些矿床时,除对矿石或矿物的品位提出要求外,还要对其物理技术性能进行测定,作为矿产质量评价的一项重要指标。如耐火粘土的耐火度,云母的片度、剥分性和电绝缘性能,石棉纤维的长度、劈分性、抗拉强度、耐热、耐酸、耐碱性能,装饰用大理岩的块度、色泽花纹和机械性能等等。

2、开采技术条件方面的要求

(1)可采厚度(最低可采厚度)

指在一定的技术经济条件下,对单个矿体(层)最小的开采厚度(真厚度)要求。一般情况下,小于这一厚度的,不得视为工业矿体。

(2)夹石剔除厚度或最大夹石允许厚度(真厚度)

是指圈定矿体时,在单工程中允许夹在矿体中非矿石部分(围岩或矿化夹层)的最小厚度。厚度大于或等于此指标的,作为围岩(夹石),不圈入矿体。反之,必须取样,作为矿体的一部分,一并圈入矿体计算工程平均品位,估算资源/储量。但必须注意确保矿石工程平均品位不得低于最低工业品位,以防矿石品位的贫化。

(3)最低米百分率(米克/吨值)

是工业部门对某些矿产,特别是工业利用价值较高的矿产提出的一项综合指标。它包括矿石品位和矿体厚度两方面的要求,只用于厚度小于可采厚度而品位大于最低工业品位的矿体。在这前提下,如果工程矿体厚度与矿石品位的乘积(即米百分率)等于或大于工业品位与可采厚度的乘积(即最低米百分率)的,仍可视为工业矿体,参加资源/储量估算。

(4)含矿系数(含矿率)

它是指工业矿化地段(即工业矿体)的长度、面积或体积与整个矿化地段(含工业矿体在内)的长度、面积或体积的比值。它是表示矿化地段内工业矿体的连续程度的一项指标。矿化连续的矿体其含矿系数为1或近于1,含矿系数愈小,矿化愈不连续。

(5)可采宽度

一般是指用机械采掘砂矿(如用采金船开采砂金)矿体的最小开采宽度。它是根据矿床的可采厚度、矿石品位、采掘方法等因素确定的,小于这一宽度要求的,则不宜于机械化开采。

(6)无矿段剔除长度及高度

一般是对脉状矿床或品位变化大的复杂类型矿床所作的特殊规定,即对矿脉(体)沿走向和倾向无矿地段应于剔除的长度或高度。如脉型矿床根据上下坑道(沿脉)对应或不对应时,其无矿地段剔除长度分别为10-15m或20-30m,无矿段剔除高度为半个中段或一个中段。

(7)剥离比(或剥离系数或剥采比或剥离率)

指露天开采矿床或矿体,开采时需剥离的废石量(包括矿体间夹石、开拓安

全角范围内的剥离物)与埋藏的矿石量相比的数值,即剥离量与矿量的比值。等于或小于这个比值的那部分可以露天开采。它是确定矿床露天开采的一项重要技术经济指标。

(8) 勘查深度

勘查深度是根据当前开采技术水平能够开采到的深度或将来能达到的最大开采深度所确定的勘查工程控制矿体估算资源/储量的最大深度。由于不同的矿产,其矿床地质条件不同,经济价值和矿产品售价不一,因而各类矿产矿床的勘查深度也必定有所差别。一般情况下,是根据矿产资源条件、矿山建设规模、矿山服务年度、开采开拓方式和矿山投资收益等,来确定矿床的勘查深度。当前,一般矿床勘查深度,以不超过 300—400m 为宜。

4.3 常用资源/储量估算方法

资源/储量估算方法目前有二个系统,即几何学方法、地质统计学及统计分析方法。后种系统是新近发展起来的新方法,估算的精度高,但方法复杂,要依赖电子计算机来完成。而几何学方法是最为广泛采用的方法。

几何学方法是把形态较复杂的矿体改变为某种体积与其相同而形状比较规则的几何体,亦就是将矿体较复杂的空间形态分割成简单的几何形体,这种人为地简化矿体形态,将矿石组分均一化来估算矿体资源/储量的方法叫几何学方法。几何学方法系统中有十几种具体估算方法,常用的有:算术平均法、地质块段法、开采块段法、等高线法和断面法等等。前四种方法是把复杂的矿体分成简单的板状矿体,测定投影图上块段面积,乘上相应的厚度得矿体的体积;而断面法则把复杂矿体简化成简单的几何图形,用立体几何计算体积公式计算矿体块段的体积。

4.4 资源/储量估算参数的确定

1、矿体厚度计算

(1)、矿体真厚度计算

1) 单样真厚度计算

① 坑探工程中单样真厚度计算

计算公式: $m=L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta)$

式中: m ——单样品矿体真厚度

L ——样品长度

α ——矿体倾角

β ——样槽坡度角

γ ——样槽方位与矿体走向夹角

当样槽坡向与矿体倾向相同时采用负号,反之采用正号。

② 钻孔中单样真厚度计算

计算公式: $m = \frac{L}{n} \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta \pm \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma)$

式中：m——单样真厚度
 …… L——矿心长度
 …… α ——钻孔穿过矿体时的天顶角
 β ——矿体倾角
 γ ——矿体倾向方位角与钻孔倾向方位角之差角的补角
 n——矿心采取率

当 $\gamma < 90^\circ$ 时（钻孔倾斜方位角与矿体倾向相反）， $\cos \gamma$ 是正值，则前后二项以正号相连；当 $\gamma > 90^\circ$ 时（钻孔倾向与矿体倾向相同）， $\cos \gamma$ 为负值，则前后二项以负号相连；当 $\gamma = 0$ 时（钻孔倾斜方位与矿体走向垂直）， $m = L/n (\cos \alpha \cdot \cos \beta \pm \sin \alpha \cdot \sin \beta)$ ；当 $\alpha = 0$ （直孔）， $\gamma = 0$ 时，则 $m = L/n \cdot \cos \beta$ 。

2) 工程矿体真厚度

用控制矿体各单样真厚度累加求得。

3) 矿体平均真厚度

当矿体真厚度变化较小，且勘查工程分布较均匀时，用控制矿体所有见矿工程真厚度计算平均法求得；当矿体真厚度变化较大，且勘查工程分布不均匀时，用工程矿体真厚度影响长度加权求得。

在计算平均真厚度时，当出现大于矿体平均真厚度（大厚度参与平均真厚度计算）3 倍的特大真厚度的工程时，要进行处理。处理办法用矿体平均真厚度代替特大真厚度工程中真厚度再第二次计算矿体平均真厚度。

(2) 矿体水平厚度计算

1) 单样水平厚度计算

①坑探工程中单样水平厚度计算：见图 3-10。

计算公式： $m_{*} = l \cdot (\cos \beta \sin \gamma \pm \sin \beta \operatorname{ctg} \alpha)$

式中： α ——矿体倾角

…… β ——样槽坡角

…… γ ——矿体走向与样槽方位间夹角

…… l ——样品长度

正、负号应用同坑探工程中单样真厚度计算。

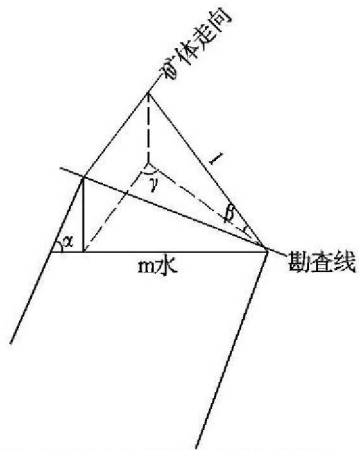


图 3-10 坑探中矿体水平厚度计算图

② 钻孔中单样水平厚度计算

$$\text{计算公式: } m_{\text{水}} = \frac{1}{n} \cdot (\cos \alpha \operatorname{ctg} \beta \pm \sin \alpha \cos \gamma) \cdot l$$

式中: $m_{\text{水}}$ ——水平厚度

..... l ——矿心长度

..... n ——矿心采取率

..... α ——钻孔穿过矿体时天顶角

..... β ——矿体倾角

..... γ ——矿体倾向方位角与钻孔倾向方位角之差角的补角

当 $\gamma < 90^\circ$ 时(钻孔倾斜方向和矿体倾向相反), $\cos \gamma$ 是正值, 则前后两项以正号连接; 当 $\gamma > 90^\circ$ 时(钻孔倾向和矿体倾向相同), $\cos \gamma$ 是负值, 则前后两项以负号相连。

2) 工程矿体水平厚度计算

用控制矿体各单样水平厚度累加求得。

(3) 矿体垂直厚度计算

1) 单样垂直厚度计算

① 坑探工程中单样垂直厚度计算: 见图 3-11。

$$\text{计算公式: } m_{\text{垂}} = l \cdot (\operatorname{tg} \alpha \cos \beta \sin \gamma \pm \sin \beta)$$

式中: α ——矿体倾角

..... β ——样槽坡角

..... γ ——矿体走向与样槽方位的夹角

..... l ——样品长度

正、负号应用同坑探工程中单样真厚度计算。

② 钻孔中单样垂直厚度计算

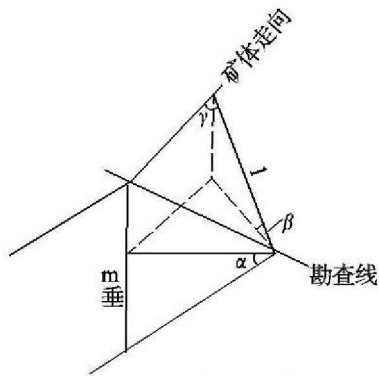


图3-11 坑探中矿体垂直厚度计算图

$$\text{计算公式: } m_{\text{垂}} = \frac{1}{n} \cdot (\cos \alpha \pm \sin \alpha \operatorname{tg} \beta \cos \gamma) \cdot t$$

式中: $m_{\text{垂}}$ ——垂直厚度…………… t ——矿心长度

…………… n ——矿心采取率…………… α ——钻孔穿过矿体时天顶角

…………… β ——矿体倾角…………… γ ——矿体倾向方位角与钻孔倾向方位角之差角的补角

当 $\gamma < 90^\circ$ 时(钻孔倾斜方向和矿体倾向相反), $\cos \gamma$ 是正值, 则前后两项以正号连接; 当 $\gamma > 90^\circ$ 时(钻孔倾向和矿体倾向相同), $\cos \gamma$ 是负值, 则前后两项以负号相连。

2、矿体平均品位计算

(1) 单工程平均品位计算

- 1) 正常情况下(即无特高品位时)采用样品真厚度与品位加权求得。
- 2) 有特高品位(风爆品位)时, 单工程平均品位计算时, 要对特高品位进行处理。

①特高品位的确定: 在样品分析测试中, 有时出现品位特别高, 若高出矿体平均品位(用控制矿体所有工程厚度与平均品位加权求得)6-8 倍时, 即为特高品位。当矿体品位变化系数大时, 采用上限值, 变化小时, 采用下限值。

②特高品位处理: 首先对特高品位样品的副样进行第二次分析(内部检查), 当第二次分析结果在允许误差范围内被确定为特高品位时, 用第一次(即基本分析)的结果作为待处理的特高品位值。处理时其影响范围不宜过大, 以特高品位所影响块段的平均品位或工程(单工程矿体厚度大时)平均品位代替为宜。具体处理办法: 采用二次平均法, 就是第一次用特高品位样品在内参加计算其影响的块段或工程的平均品位, 第二次用第一次计算的块段或工程平均品位代替特高品位样品再计算特高品位所处工程的平均品位, 用第二次计算的工程平均品位参加资源/储量估算。

③野外采样时, 对同一种矿石类型应考虑最小可采厚度, 不宜划分过细, 以避免特高品位出现的机率提高。对有特高品位控制的富矿体, 可以单独圈定富矿体, 单独估算资源/储量, 不必进行特高品位处理。

④处理特高品位需说明的二个问题

当采用工程平均品位代替特高品位时, 在用特高品位样品参加所在工程平均品位计算后, 仍大于矿体平均品位 6-8 倍时(即仍为特高品位时), 应再次按上述办法处理。或改用其影响块段平均品位代替特高品位来进行资源/储量估算(一般说来, 特高品位所影响的块段平均品位不易再出现特高品位)。

特高品位样品所在工程常不是影响一个块段，而是影响数个块段，其影响块段的平均品位应是所影响数个块段的平均品位，也就是说用所影响的数个块段的平均品位(用组成所影响块段内所有见矿工程厚度与平均品位加权求得)来代替特高品位。

(2) 线平均品位计算

计算块段平均品位时，常采用组成块段两剖面线平均品位与其断面面积加权求得。其线平均品位采用组成块段各工程真厚度与工程平均品位加权求得。

$$\text{计算公式: } C_3 = \frac{\sum (M_2 \times C_2)}{\sum M_2} \dots$$

式中: C_3 ——线平均品位

…… M_2 ——工程真厚度

…… C_2 ——工程平均品位

(3) 块段平均品位计算

1) 当组成块段相邻两剖面均有面积时，则采用组成块段两剖面上线平均品位与断面面积加权求得；当相邻两剖面中一剖面有面积，另一剖面用米百分率或米克吨值圈定矿体时(此时剖面上无面积，而只有真厚度)则采用组成块段所有工程中真厚度与平均品位加权求得。

2) 采用组成块段的所有见矿工程中真厚度与平均品位加权求得。(最好是组成块段两相邻剖面上控矿工程数量相等时应用)。

(4) 矿体、矿床平均品位计算

分别用矿体的总金属量除以总矿石量和矿床总金属量除以总矿石量求得。

3、矿体面积计算(测定)

矿体面积计算(测定)采用以下四种方法，具体采用那一种方法计算由工作者根据矿体形态特征及计算(测定)方便而定。

(1) 求积仪法

当矿体形态不规则时，一般采用此法来测定面积。常用的求积仪为带有可变臂杆补偿式定积求积仪，操作方法如下：

1) 在测定面积前，根据测定图形比例尺在仪器附有的卡片上查出相应的航臂长度数值，并调整求积仪航臂长度加于固定。

2) 选择极点位置：极点位置应以航针沿图形边线移动一周过程中，航臂和极臂之夹角尽量接近 90° 为宜。当待测图形不大时，把极点放在图形外面，当图形面积很大时，把极点放在图形内。

3) 测定图形面积：将航针置于所测图形线某点上，并在计数器上读出一个数 n_1 ，然后手执手柄，使航针沿所测图形边界顺时针方向绕行一周，再读出另一个数值 n_2 。

当极点在图形外面时，用以下公式计算实际面积。

$$S=C(n_2-n_1) \text{ ④}$$

式中：S——图形实际面积④

…… C——求积仪对所测图形比例尺的刻度值，亦称第一常数（仪器卡片上可查出）

…… n_1 ——航针移动前的读数④

…… n_2 ——航针移动一周后的读数④

当极点在图形内时，则用下列公式计算实际面积。④

$$S=C(n_2-n_1)+Q \text{ ④}$$

式中：Q——为求积仪的第二常数（仪器卡片查得）④

4) 每一面积测定都要二次以上，并改变极点位置，当差值不大于 2% 时，取其平均值作为测定的面积值。

(2) 方格纸法

用一张透明方格纸，在每个方格的中心画一小点，将其蒙在所测矿体的图形上，数其矿体图形内的方格数量。在矿体边界线通过的方格常是其一部分，若矿体边界线包括该方格的中心点时可计一个整方格，恰好通过中心点则计 1/2 方格，未包括中心点可不计。一个面积应改变方格纸方向测定不得少于 2 次，其方格数相对偏差在 3-5% 以内，取于平均值作为测定的面积值。若要提高测定面积精度，可将方格边长 (a) 缩小些。面积计算公式如下：

$$S=n\left(\frac{aM}{1000}\right)^2 \text{ ④}$$

式中：S——矿体实际面积(m^2) ④

…… n——测得方格数④

…… a——方格的边长 (mm) ④

…… M——所测图件比例尺倒数④

另一种面积计算公式为： $S=n \cdot s'$ ④

式中： s' ——按所测图件比例尺计算出的一个方格代表的实际面积

(3) 几何图形法

当矿体边界线呈直线时，将其划分为若干个简单、规则的几何图形，如三角形、矩形、梯形、四边形等，再计算各几何图形面积，各几何图形面积之和即矿体总面积。

1) 资源/储量估算勘查线剖面图上，若干见矿工程将剖面上矿体分割成若干个四边形及三角形，分别计算出四边形、三角形面积，各面积之和即为该勘查线剖面上矿体总面积，见图 3-12。

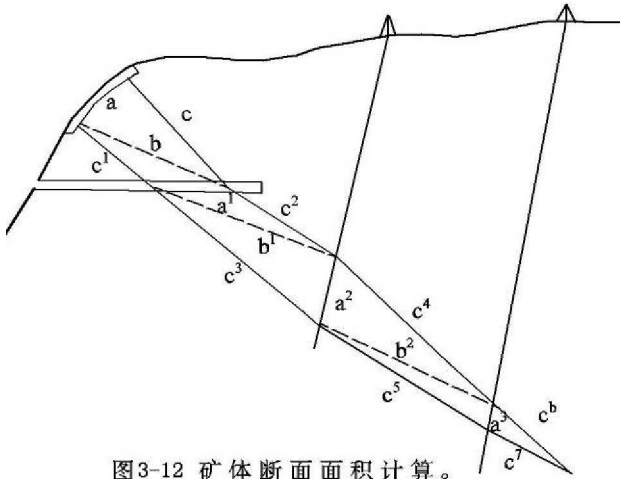


图3-12 矿体断面面积计算。

计算方法是相邻两工程控制的四边形矿体边界分解成两个三角形，用海罗公式(即斜三角形面积计算公式)计算各三角形面积。计算公式：

$$S_{\Delta} = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)} \dots\dots S = \frac{a+b+c}{2}$$

式中： S_{Δ} ——三角表面积
 $\dots\dots a、b、c$ ——三角形三个边长

将两个三角形面积相加即为相邻两工程控制矿体四边形面积。

如图 3-12 中 abc 三角形面积+a' bc' 三角形面积即为探槽与平硐间控制的矿体四边形面积。

2)在资源/储量估算的矿体垂直纵投影图或水平投影图上，将组成块段矿体投影面积划分若干简单规则的几何图形来计算其面积，各几何图形面积之和为块段矿体投影面积。再据块段矿体平均倾角换算成块段矿体倾斜真面积(实际面积)。

$$\text{计算公式：} S = \frac{S'}{\sin \alpha} \dots\dots \text{或 } S = \frac{S''}{\cos \alpha}$$

式中：S——矿体倾斜真面积
 $\dots\dots S'$ ——矿体垂直投影面积
 $\dots\dots S''$ ——矿体水平投影面积
 $\dots\dots \alpha$ ——矿体平均倾角

(4) 电脑(mapgis)测定法

- 1) 点击“修改区属性”快捷键图标。
- 2) 点击区块即显示区面积，单位 mm²。
- 3) 换算面积：1:1000 比例尺即为 1×1=1m²；1:10000 比例尺即为 100×1=100m²。

4、矿石体重计算

(1)有用组分的含量高低与矿石体重大小无明显相关关系时，常根据工作程

度(勘查阶段)与资源/储量估算要求的不同,按估算块段(体重样品较多时)或矿石类型(品级)或矿体、矿床用算术平均法计算出各自的体重平均值,参加资源/储量估算。

$$\text{计算公式: } \bar{D} = \frac{\sum D}{n}$$

式中: \bar{D} ——体重平均值

…… $\sum D$ ——各体重样品体重值之和

…… n ——体重样品数

(2)当有用组分含量高低与矿石体重大小有明显的相关关系时,矿石平均体重有两种方法求得:

1)将有用组分的含量依一定的含量间隔分成若干个含量间隔组,用算术平均法求出每个间隔组

的平均体重。资源/储量估算时,其块段平均品位在那个间隔组内,即采取那个间隔组的平均体重。

2)利用矿石小体重与有用组分品位相关曲线图求出小体重值。相关曲线图编制方法列举《福建省建阳县水吉矿区风山林矿段VI号矿脉铅锌银矿勘探地质报告》中的作法来说明。根据采用 159 件小体重样品分析结果,按 $Pb+Zn=1\%$ 的间隔区间分成 11 个间隔组,分别计算其平均品位及平均体重列表 3-1。再据表 3-1 及 159 件小体重样品成果展绘到品位、体重坐标图上,将 11 个组展绘点连接起来,即为矿石小体重与 Pb 、 Zn 品位相关曲线图,见图 3-13。

②在相关曲线上查出。具体查法为:根据块段 $Pb+Zn$ 平均品位,在横坐标(品位坐标)上找出相应含量点,以该点作铅垂线,并向上延长与相关曲线相交另一点,再从这点作水平线,并延长与纵坐标(体重坐标)相交处体重值,即为该块段资源/储量估算时所采用的体重值。

(3)矿石体重校正

1)湿度校正

原生矿石多为致密块状,湿度一般较小($<3\%$),对矿石体重影响不大,故一般不进行湿度校正。对于氧化矿石,特别是金属硫化物矿床之氧化矿石多为多孔疏松状,湿度值较大,对矿石体重影响亦较大。当湿度大于 3% 时,必须进行湿度校正。

$$\text{校正公式: } D = \frac{D_1 \times (100 - W)}{100}$$

式中: D ——湿度校正后的矿石体重

…… D_1 ——测得湿体重值

…… W ——湿度值($\%$)

2)大体重校正

工作程度较高的阶段,均需采集若干大体重样,对小体重样成果进行检查。通常大体重值是小体重值的 $97-99\%$,过低或过高都可能是不正确的。在采集大

体重样的同时，应在大体重样中采集 5 件以上小体重样，以便二者进行比较。当小体重值与大体重值相差较大时，则应以大体重值校正小体重值。

4.5 资源/储量估算块段

无论采用什么几何学方法来估算资源/储量时，在估算过程中，为了方便起见，均将整个矿体划分为若干块段来进行，这个块段即称资源/储量估算块段。

1、资源/储量估算块段划分

现就最常用的垂直平行断面法及地质块段法估算资源/储量时块段划分介绍如下：

(1)垂直平行断面法估算资源/储量是适用于前述平行垂直勘查系统(形式)中，就是所有的勘查工程均沿一组相互平行的勘查线剖面上布施，因此估算块段的划分是以相邻两勘查线剖面的矿体作为划分块段的基础，再据资源/储量类型、矿体形态、工程分布等具体情况来划分各估算块段。单个块段原则上以相邻两剖面上、下两个工程(计四个工程)控制的范围来划分，避免因块段过大而造成估算结果的随机性大。

在划分块段时要特别注意组成块段的四个边界线的长度，其中连接两条勘查线剖面间两条边界线长度不得大于相应工程间距(网度)的对角线长度。如图 3-14 中 a、b、c、d 为组成 332 资源量块段四条边界线，a、b 为相邻勘查线剖面上边界线(已按矿体倾斜长度工程间距控制，最大误差我队曾采用不大于 20%)，c、d 为两勘查线剖面间边界线，其 c 或 d 边界线长度不得超过相应 332 资源量工程网度的对角线长。如 332 类型工程间距为 100×50 米，其对角线长 $\sqrt{100^2 + 50^2}$

=111.8 米，其 C 或 d 边界线最大长度不得大于 111.8 米，否则 332 资源量要降级。这与过去规定的相邻剖面组成的同一块段高差不得超过一个开采块段段高的意义相似。

(2)地质块段法估算资源/储量的块段划分视勘查工程布置及分布有两种常见的情况：一种是勘查工程基本上沿勘查剖面线布置，但亦有少些勘查工程或采矿坑硐偏离勘查剖面线，在这种情况下，估算块段仍以相邻两勘查剖面线间矿体作为划分块段的基础，再结合勘查工程分布及资源/储量类型来具体划分估算块段，如尤溪—德化双旗山 13 金矿段勘探报告中即是。另一种是勘查工程不是按某一方向线形布施，而是较均匀地分布在整個矿体展布的空间范围内，因此，依据矿体基本形态、资源/储量类型及控矿工程分布来具体划分估算块段。

2、资源/储量估算块段编号

同一矿体，沿走向在投影图上从左至右，沿倾向由浅至深按资源/储量类型依次顺序编号。

4.6 矿体的圈定及连接

在矿产资源/储量估算时，必须首先对矿体进行边界线的圈定工作，将矿体的空间位置及分布范围确定下来。矿体边界线是根据工业指标在有关的图件上确定下来的，一般先在每个勘查工程中确定矿体边界，而后根据矿体赋存规律，在勘查线剖面图和矿体投影图上连接圈定矿体边界。

1、资源/储量估算或矿体边界线种类

为了确定矿体的分布范围和面积，分别估算资源/储量，应根据实际的勘查资料来确定各种边界线。一般边界线有矿体自然边界线、矿体内边界线、矿体外

边界线、矿体零点边界线、矿体可采边界线、矿石自然类型和工业品级边界线、资源/储量类型边界线等。

2、矿体的圈定和连接

(1)矿体的圈定：是指在控矿工程中，按工业指标要求，把矿体的边界确定下来。

1)单工程矿体边界严格按照有关部门下达的工业指标或《矿产工业要求参考手册》或勘查规范中规定的一般工业指标圈定的。矿体边界从等于或大于边界品位样品圈起，但必须首先保证最低工业品位以上矿体的完整性及边界的圈定，然后再考虑小于最低工业品位、大于边界品位的地段作为低品位矿体圈定。矿体中厚度大于夹石剔除厚度的非矿部分，应加以剔除，作为夹石圈出。

2)关于“穿鞋戴帽”问题。所谓“穿鞋戴帽”是指在圈定矿体时，矿体中部品位较高，其边部即上(戴帽)下(穿鞋)盘的低品位矿带入多少圈为最低工业品位以上矿体的现象。在圈定最低工业品位以上矿体时，在矿体边部常连续出现多个大于边界品位而低于最低工业品位的样品时，一般允许带入相当于夹石剔除厚度以内的样品，圈入最低工业品位以上矿体，其余可单独圈出作为低品位矿体，不得将连续超过夹石剔除厚度的低品位矿圈入，以避免降低

最低工业品位以上矿体品位或使最低工业品位以上矿体人为的变成低品位矿体。对于夹在最低工业品位以上矿体中零星分布、厚度小的又不能分采的低品位矿，可不单独圈出，一并圈为最低工业品位以上矿体，但必须使工程平均品位 \geq 最低工业品位，否则视具体情况加于合理处理。

3)当工程中矿体品位较高，厚度小于最小可采厚度时，用米百分值或米·克/吨值圈定矿体。

(2)、矿体的连接

矿体的连接就是指在平面上和剖面上或走向上和倾向上把矿体的空间位置圈定出来。

1)在连接矿体时，坚持先连接地质界线或地质现象，然后再根据主要控矿地质特征连接矿体。矿体的连接一般采用直线连接，在充分掌握矿体形态特征时，可用自然曲线连接，但工程间矿体厚度不得大于相邻两工程的实际最大厚度(宽度)。

2)相邻两剖面或相邻两工程属同一最低工业品位以上矿体或低品位矿体，将其顶、底板直接连接成最低工业品位以上矿体或低品位矿体。

4.7 伴生组分的资源/储量估算

伴生组分资源/储量估算有以下几种方法，究竟采用那种方法进行估算，视矿区地质工作具体情况及矿体特征而定，以方便操作为准。

1、普通方法

这种方法是在主元素工业矿体中进行的，伴生组分与主元素同处于同一矿体中(即谓同体伴生组分)，不必另行圈定矿体。伴生组分资源/储量即为主元素块段(或矿体)矿石量 \times 块段(或矿体)伴生组分平均品位求得。

计算公式：

$$\rho = \bar{Q} \cdot C$$

式中： ρ —伴生组分金属量； Q —块段(或矿体)主元素矿石量；

\bar{C} —块段(或矿体)伴生组分平均品位。

伴生组分平均品位采用块段(或矿体)所有组合样品真厚度与品位加权求得。

2、相关分析法

许多金属矿床中伴生组分与主元素之间存在着相关关系,有的为正相关,有的为负相关,也有的为不相关。因此,首先要求出它们的相关系数,相关系数从+1—-1,越接近+1的正相关越强,越接近-1的负相关越强,越接近0的越不相关。所以,此种方法只有存在相关关系的情况下才能使用,否则不能使用此法。

相关系数计算公式:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}; \quad \sigma_x = \frac{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2}}{n-1}; \quad \sigma_y = \frac{\sqrt{\sum (Y - \bar{Y})^2}}{n-1}$$

式中: r ——伴生组分与主元素间相关系数+

x ——组合样中伴生组分品位+

\bar{X} ——矿体伴生组分平均品位+

Y ——组合样中主元素平均品位+

\bar{Y} ——矿体中主元素平均品位+

n ——组合样品件数+

σ_x ——伴生元素均方差+

σ_y ——主元素均方差+

通过计算,伴生组分与主元素间存在着相关关系,则块段伴生组分平均品位用直线回归方程求得或联合回归方程求得:

$$X = r \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \cdot (Y - \bar{Y}) + \bar{X} \text{ (直线回归方程式)} \quad \text{或} \quad X = \frac{1}{2} \cdot \left(r + \frac{1}{r} \right) \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \cdot (Y - \bar{Y}) + \bar{X} \text{ (联合回归方程式)}$$

式中: X ——块段伴生组分平均品位+

\bar{X} ——矿体中伴生组分平均品位+

Y ——块段主元素平均品位+

\bar{Y} ——矿体主元素平均品位+

用直线回归方程和联合回归方程所计算出的结果如有差异,是因为 X 、 Y 之间不是完全相关(即非函数关系),差值越大,相关关系越小(r 越小)。这种差值说明,伴生元素和主元素之间有一部分不相关。

块段伴生组分金属量: $\rho = Q \cdot x$ +

式中: ρ ——块段伴生组分金属量+

Q ——块段矿石量+

x ——块段伴生组分平均品位+

3、单矿物分析计算法

多数伴生组分常以杂质混入某矿物之中，因此，通过对这些矿物的单矿物分析得到伴生组分的平均品位，再乘以矿体中该矿物资源/储量而得伴生组分资源/储量，计算公式：

$$\rho = Q \cdot \bar{X}$$

式中： ρ ——伴生组分金属资源/储量

Q ——矿体中某矿物资源/储量

\bar{X} ——某矿物中伴生组分平均品位

为了获得矿体中某矿物资源/储量，必须采集 10-20 件具有代表性的单矿物样品进行单矿物分析。矿体中某矿物资源/储量有以下三种方法求得：

1)、在所采集样品中，分别在显微镜下测定某矿物在矿石样品中含量，各样品的含量算术平均值即为矿体中某矿物的平均含量，已知矿体矿石资源/储量

Q_0 ，则某矿物在矿体中资源/储量

$$Q \text{ 为: } Q = Q_0 \cdot \bar{C}_0$$

2)、将样品粉碎，用双目镜挑出(或用机械分离法选出)某种矿物，称其重量，则样品中某矿物含量为该矿物重量与样品重量之比，再将所有样品的矿物含量用算术平均法求出矿体中该矿物的平均含量

$$\bar{C}_0，乘以矿体之矿石量 Q_0，即得某矿物的资源/储量 Q。计算公式：Q = Q_0 \cdot \bar{C}_0。$$

3)、若主元素呈某种矿物存在，则通过矿体主元素的金属资源/储量 ρ_0 ，与其某矿物中主元素含量 C' 来计算该矿物资源/储量。计算公式： $Q = \frac{\rho_0}{C'}$

4、精矿分析计算法

由于伴生组分常赋存于主元素的矿物中，在对主元素选矿时，伴生组分亦即在主元素之精矿中。通过精矿多元素分析得伴生组分之含量，可用下列公式计算：

$$\rho = \frac{\rho_0}{C} \times C'$$

式中： ρ ——伴生组分金属量

ρ_0 ——主元素金属量

\bar{C} ——精矿中主元素平均品位

C ——精矿中伴生组分平均品位