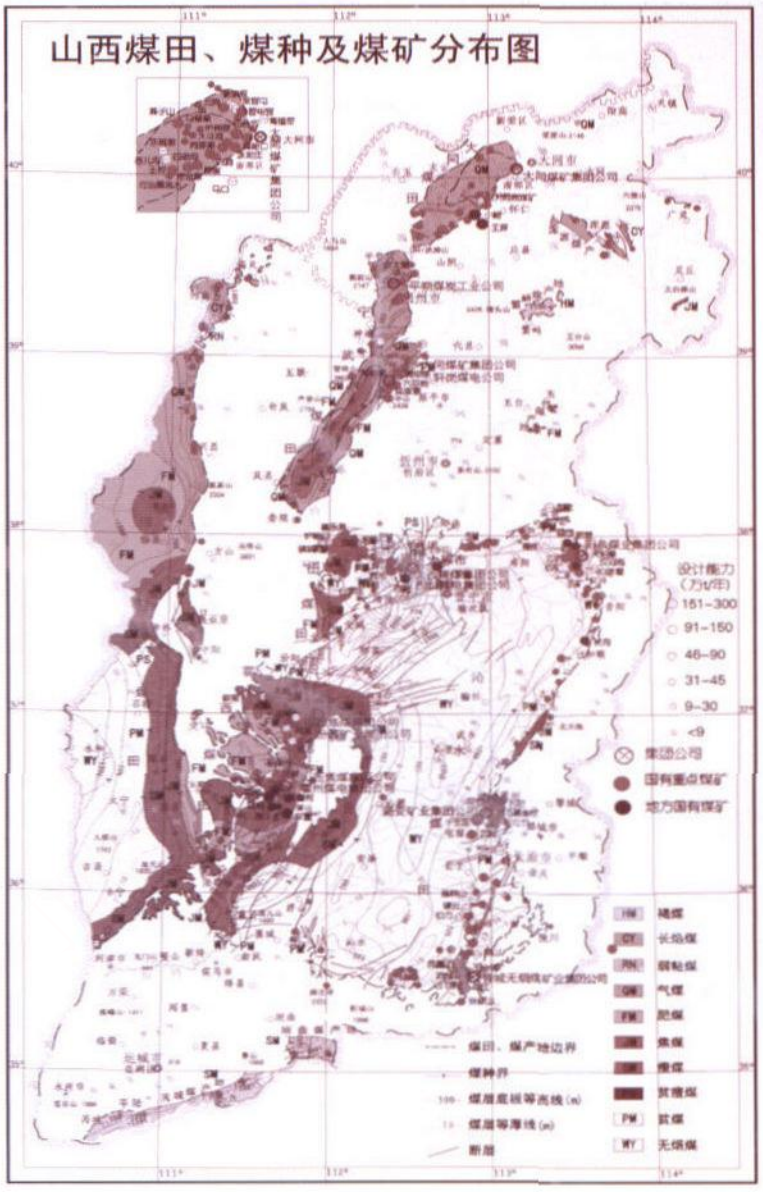
地信网论坛
BBS.3S001.COM

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿　　图

● 主 编 刘俊荷



● 煤炭工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿　　图

主　　编　刘俊荷
副 主 编　南有禄
参编人员　石永乐　李中文

煤炭工业出版社
·北　京·

内 容 提 要

全书共六章，介绍矿图基本知识、投影基本知识，讲解煤矿地形图、地质图、采掘工程图及其他矿图的编制、识读及应用。讲解的矿图包括井田区域地形图、煤层底板等高线图、井田地形地质图、矿井地质剖面图、水平地质切面图、钻孔柱状图、综合柱状图、煤层对比图、水文地质图、采掘工程平面图、水平主要巷道平面图、井底车场平面图、采掘工程立面图、井筒断面图、井上下对照图、主要保护煤柱图、采掘计划图、煤矿生产系统图等。各章后附有复习思考题。

本书可作为中等专业学校、高级技工学校和职业中学采矿技术专业及相关专业的通用教材，可作为企业在职人员的培训教材，也可作为从事矿井采矿工作的工程技术人员及生产管理人员的参考书。

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成［2001］1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，以满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001年10月

前　言

本套教材是中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社受教育部职业与成人教育司委托，根据2000年教育部《面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划》采矿技术专业教学指导方案，组织部分职业教育院校的教师编写的。教材编审委员会于2004年11月在北京召开了教材编写大纲审定会议，于2005年3月在无锡召开了审稿会，会后各书主编根据提出的意见进行修改与完善。各书主审人员对书稿进行了认真的审阅。

采矿技术专业中等职业教育国家规划教材全套书共12本，可作为中等专业学校、技工学校和职业中学采矿技术专业及相关专业的通用教材，可作为企业在职人员的培训教材，也可作为从事矿井开拓、采煤（矿）、掘进、运输、通风与安全、矿井地质勘探与测量的技术人员以及生产组织管理者的参考用书。

本教材力求内容先进性、实用性和系统性的统一，同时考虑中等职业教育的特点、人才培养的基本规格和知识、能力、素质结构的要求，着重学生生产实践能力培养。使学生在牢固掌握采矿技术专业必需的文化基础知识和专业知识的基础上，具有综合职业技能和全面素质，具有继续学习的能力、创业创新能力。

《矿图》一书是采矿技术专业中等职业教育国家规划教材中的一本，石家庄工程技术学校刘俊荷编写了第二章、第一章的第五节，甘肃煤炭工业学校南有禄编写了第五章、第六章，石家庄工程技术学校石永乐编写了第一章，山西雁北煤炭工业学校李中文编写了第三章、第四章；辽源职业技术学院王延飞担任此书主审。在此，对在本教材成书过程中提供帮助的人士表示感谢。

中等职业学校“采矿技术专业”
教材编审委员会
2005年6月

目　　录

绪　论 …… 1
第一章　矿图基本知识 …… 3
　第一节　基本规定 …… 3
　第二节　点位的确定 …… 16
　第三节　直线定向 …… 17
　第四节　坐标方格网和高程线的绘制 …… 20
　第五节　矿图符号 …… 21
第二章　投影基本知识 …… 35
　第一节　正投影 …… 35
　第二节　标高投影 …… 37
　第三节　轴测投影 …… 48
第三章　井田区域地形图 …… 55
　第一节　概述 …… 55
　第二节　地物和地貌 …… 55
　第三节　井田区域地形图的识读 …… 63
　第四节　井田区域地形图的应用 …… 64
　第五节　工业广场平面图 …… 69
第四章　煤矿地质图 …… 74
　第一节　煤层底板等高线图 …… 74
　第二节　井田地形地质图 …… 90
　第三节　矿井地质剖面图 …… 97
　第四节　水平切面图 …… 101
　第五节　钻孔柱状图、综合柱状图、煤岩层对比图 …… 106
　第六节　水文地质图 …… 109
第五章　采掘工程图 …… 117
　第一节　采掘工程平面图 …… 117
　第二节　水平主要巷道平面图 …… 131
　第三节　井底车场平面图 …… 134

第四节　采掘工程立面图…… 138
第五节　井筒断面图…… 142

第六章　煤矿其他矿图…… 147

第一节　井上下对照图…… 147
第二节　主要保护煤柱图…… 151
第三节　采掘计划图…… 156
第四节　煤矿生产系统图…… 158

参考文献…… 165

绪　论

一、矿图的种类

在矿井设计、施工和生产管理工作中所绘制的一系列图纸，统称为矿图。生产矿井必须具备的图纸可分为三大类：矿井测量图、矿井地质图和其他图纸。

1. *矿井测量图*

矿井测量图是根据地面和井下实际测量资料绘制而成的。但是，由于矿井采掘情况不断变化，因而矿井测量图是随着矿井的开拓、掘进和回采等工作的进行，逐步测量并填绘的。

矿井测量图主要反映矿井地面地物、地貌情况．井下各种巷道和硐室的空间位置，矿层产状和各种地质构造，井下采掘情况，以及井上下相互位置关系等。

煤矿必备的矿井测量图有：井田区域地形图、工业广场平面图、采掘工程平面图、井底车场平面图、水平主要巷道平面图、采掘工程立面图（急倾斜煤层）、井上下对照图、主要保护煤柱图、井筒断面图等。

2. *矿井地质图*

矿井地质图一般是在测量图的基础上，依据对收集的地质资料和勘探资料的分析、推断、综合整理绘制而成的。在建井前，依据地质勘探资料，对矿层的产状、大的地质构造和矿产质量等，已经基本了解，并绘制了多种地质图；在矿井建设和生产过程中，对矿层产状、地质构造和矿产质量等情况，又会有新的发现，此时要对原有地质图进行补充和修改，使矿井地质图的精度不断提高，为矿井设计、施工和生产提供可靠的依据。

矿井地质图主要反映全矿井矿层产状、地质构造、地形地质、水文地质、矿产质量分布等情况。

煤矿常用的矿井地质图有：地形地质图、煤层底板等高线图、各种地质剖面图、各种柱状图、水文地质图等。

煤矿矿井地质图和矿井测量图有着密切的联系．如果没有矿井测量图．矿井地质图就难以绘制；反之，矿井测量图如果不填绘可靠的地质资料，也就说明不了煤层埋藏的真实状况，将大大降低测量图的使用价值。

3. *其他矿图*

除上述两类矿图外，现行《煤矿安全规程》规定矿井应有以下图纸：巷道布置图（采掘计划图）．通风系统图，井下运输系统图，排水、防尘、防火注浆、压风、充填、抽放瓦斯等管路系统图，井上下配电系统图和井下电气设备布置图，井下通信系统图，安全监测装备布置图，井下避灾路线图等。

二、学习《矿图》的意义

学习《矿图》课程，是为了在了解矿图绘制基本原理的基础上，熟悉煤矿常用矿图的

基本内容，掌握识读和绘制各种常用矿图的基本技能，学会利用矿图管理煤矿企业和指导安全生产的基本方法。

正确地进行开采设计，科学地管理和指挥生产，合理地安排生产计划，及时可靠地制定灾害预防措施和处理方案等工作，都需要借助于矿图来完成。作为煤矿的生产技术与管理人员或基层干部，应学习有关矿图的基本知识。

三、《矿图》课程的任务及其与其他课程的关系

本课程的任务主要是使学生掌握矿图的识读、绘制和应用的基本知识和技能，对于矿图绘制所需的资料由其他有关课程论述。

《矿图》课程与《矿山测量》、《矿井地质》和《采矿工程》等课程有着密切的联系。要学好矿图课程，必须具备相关的专业知识。

第一章 矿图基本知识

第一节 基 本 规 定

一、图纸幅面

为了便于矿图的绘制、使用和存放，需要将矿图进行分幅，并将分幅的图纸进行系统编号。

图纸幅面是指图纸图廓（绘制内容的最外轮廓）长度与宽度组成的图面。图幅一般分为标准图幅和自由图幅。

（一）标准图幅幅面

1. 幅面尺寸

图纸幅面尺寸（GB/T 14689—1993 技术制图图纸幅面和格式）有如下规定。

（1）绘制技术图样时，应优先采用表1—1 所规定的基本幅面。

（2）必要时，也允许选用表1—2 和表1—3 所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边乘整数倍后得出，如图1—1 所示。

图1—1 中粗实线所示为基本幅面（第一选择）；细实线所示为表1—2 所规定的加长幅面（第二选择）；虚线所示为表1—3 所规定的加长幅面（第三选择）。

表1—1 图纸基本幅面尺寸 mm

幅面代号	尺寸$B\times L$
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

表1—2 允许的图纸幅面尺寸 mm

幅面代号	尺寸$B\times L$
A3×3	420×891
A3×4	420×1189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	287×1051

表1—3 图纸加长幅面尺寸 mm

幅面代号	尺寸$B\times L$	幅面代号	尺寸$B\times L$
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

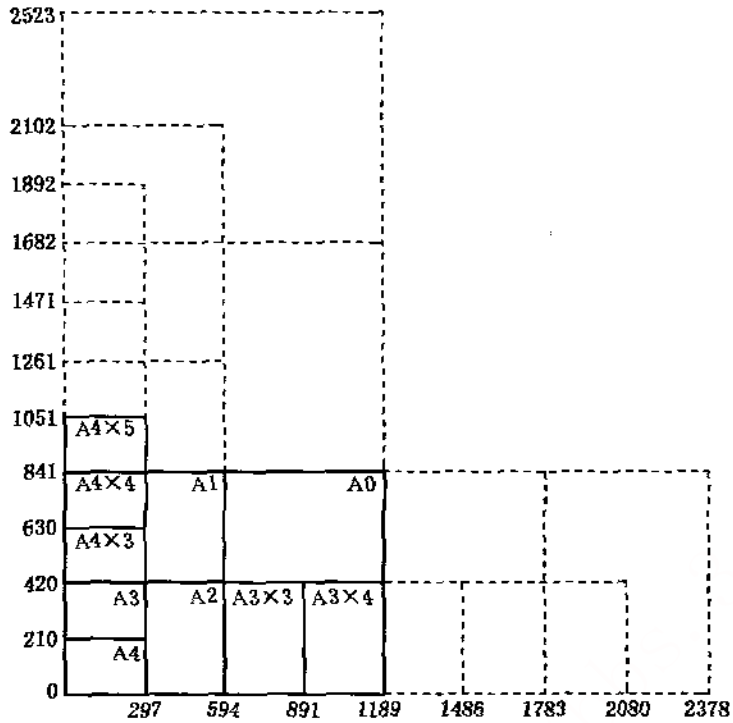


图1—1 图纸幅面

2. 图框

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一种产品的图样只能采用一种格式。

图框格式如图1—2，图1—3，图1—4，图1—5所示。图框尺寸见表1—4。

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如A2×3的图框尺寸，按A1的图框尺寸确定，即e为20（或c为10），而A3×4的图框尺寸，按A2的图框尺寸确定，即e为10（或c为10）。

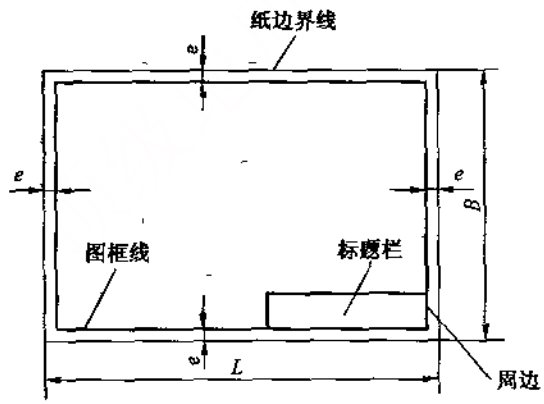


图1—2 不留装订边的图纸图框格式一

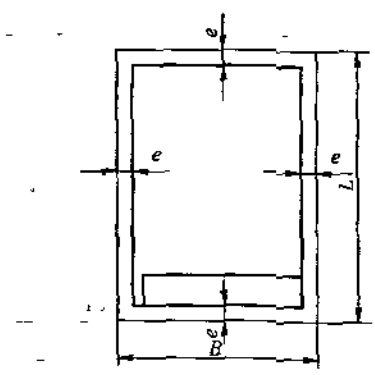


图1—3 不留装订边的图纸图框格式二

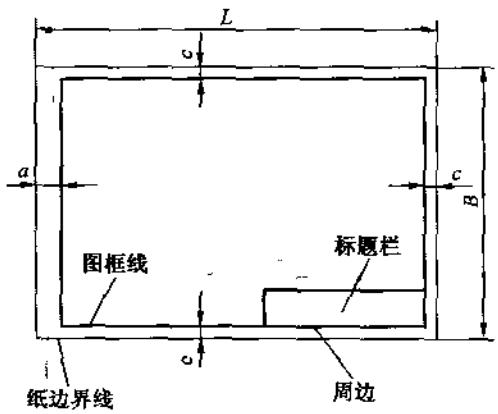


图1—4 留装订边的图纸图框格式一

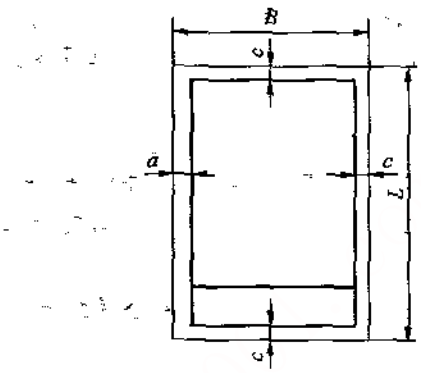


图1—5 留装订边的图纸图框格式二

表1—4 图 框 尺 寸 -mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

3. 标题栏

每张图纸上都必须在图纸的右下角绘出标题栏（图签）。标题栏的外框用粗实线画出，分栏线用细实线画出，标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏中应注明图纸名称、设计人及工程或项目负责人名称、图纸设计的日期及图号等，如图1—6所示。

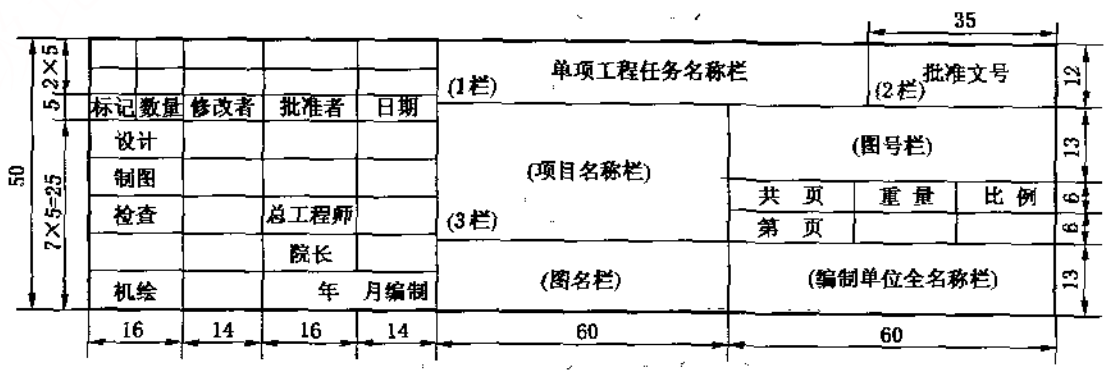


图1—6 标题栏格式

说明：

1. 编制年、月，系指该项设计完成的日期，此栏由设计人员填写。

2. 项目名称栏内，如系总图则填写编制项目的全名称，如系零部件图则填写零部件的名称。

3. 图名栏内，按习惯填写总图、首图、平面图、布置图、剖面图、部件图、分部件图等，如系零件图，则此格填写零件材料代号，如HT15—33等。

4. 批准文号栏，在接到批准文后及时填写，此栏只在总图图签上填写，零部件图等不必填写。

5. 工程设计时，1栏与2栏合并改为设计任务项目名称，3栏改为单位工程或设备名称。

4. 图幅编号

图幅的编号一般采用该图幅西南角的坐标表示，例如某幅1∶2000比例地形图的西南角坐标为x=45000 m，y=28000 m，图幅编号为45-28。

（二）自由图幅幅面

在采矿技术中，多数矿井采用自由分幅的方法来划分图幅。在确定自由分幅的幅面大小和格网方向时，应遵循以下原则。

（1）便于矿图的绘制、使用和保存。

（2）幅面大小视矿井范围而定。井田范围不大的矿井，可以全矿井或井田的一翼为一幅；井田范围很大的矿井，可按采区分幅。

（3）坐标方格网线可以平行于图边，也可以与图边斜交。其交角视煤层走向和倾向而定，指北方向应指向图纸的斜上方。

（4）在同一矿井中，矿图的图幅大小应尽量一致。

自由分幅的矿图，一般不统一编号，而是在规定的图签（图1—7）中写出图名，以便查找和使用。

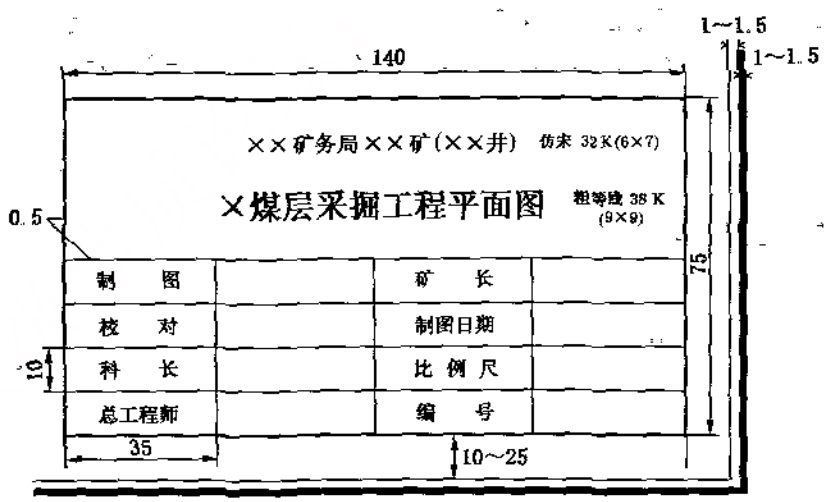


图1—7 图签格式

二、比例

1. 比例的定义

实际工作中，不可能按井上下实际物体的尺寸将物体绘制于图纸上，总要经过缩小，才能在图纸上表示出来。图样的比例，应为图形与实物相对应要素的线性尺寸之比，比例的大小是指比值的大小。例如某水平巷道长度为500 m，图纸上的绘制长度为0.5 m，则图纸的比例为0.5/500=1∶1000。

设图纸上某线段长度为l，实际水平长度为L，比例的分母为M，则图纸比例各要素的关系为

$$\frac{l}{M}=\frac{l}{L} \tag{1-1}$$

2. 比例的标注及比例尺种类

(1) 在同一幅图中，各个视图应采用相同的比例，并标注在标题栏中的比例栏内。当各个视图需要采用不同的比例时，应在图名标注线下居中位置标注，特殊情况亦可在右侧标注比例，但每套图应用一种方法标注。如：

$$\underline{\text{I}}\ \ 2:1 \qquad \underline{\text{A 向}}\ \ 1:100 \qquad \underline{\text{B—B}}\ \ 2.5:1 \qquad \underline{\text{硐室位置图}}\ \ 1:200 \qquad \underline{\text{平面图}}1:100$$

(2) 绘图时所用的比例应根据设计阶段，图纸内图形的复杂程度，按表1—5采矿图纸比例选取。

(3) 在同一视图中图样的纵横比相差过大，而又要求详细标注尺寸的，纵向和横向可以采用两种不同比例绘制，即在视图名称下方或右侧标注比例。如井底车场线路及水沟坡度图：

$$\underline{\text{井底车场线路及水沟坡度图}}$$
横向比例1∶100 竖向比例1∶50

必要时，图样的比例可采用比例尺的形式。一般可在图样中的铅垂或水平方向加画比例尺。比例尺一般分为数字比例尺和图示比例尺。在工程技术中常用数字比例尺。

比例尺的分母越小，比例尺越大；反之，分母越大，比例尺越小。对于矿图，通常1∶200，1∶500，1∶1000，1∶2000和1∶5000称作大比例尺，1∶10000～1∶100000的比例尺为中比例尺，小于1∶100000的为小比例尺。

(4) 说明书中的插图或用比例绘制有困难的某些图样，可不按比例绘制，但必须注明“×××示意图”的字样。

表1—5 采 矿 图 纸 比 例

图　名	常用比例	可用比例
矿区井田划分及开发方式图	平面1∶10000 剖面1∶2000	平面1∶50000 剖面1∶5000
井田开拓方式图、开拓巷道工程图、采区年进度计划图	平面1∶5000 剖面1∶2000	平面1∶10000，1∶2000 剖面1∶5000
采区布置及机械配备图	平面1∶2000 剖面1∶2000	平面1∶5000

续表

图　名	常用比例	可用比例
井底车场布置图	平面1∶500 剖面1∶50	平面1∶1000
安全煤柱图	1∶2000	
井　筒	1∶20，1∶50	1∶30，1∶100
硐　室	平面1∶50，1∶100 断面1∶50 剖面1∶50，1∶100	平面1∶200 剖面1∶200
采区车场	平面1∶200 断面1∶50 剖面1∶200	平面1∶500，1∶100 剖面1∶100
各种详图	1∶2，1∶5，1∶10	1∶20，1∶1，2∶1

3. 比例的用途

只要知道了图纸的比例，就可以根据图上长度求实际相应的长度；也可以将实际长度换算成图上的相应长度。

[例1—1] 在1∶2000的图纸上，某直线的长度为15.6 mm，则该直线实际水平长度为

$$L=2000\times 15.6\ \text{m}=31.2\ \text{m}$$

[例1—2] 实际测得某段水平巷道的长度为65.23 m，求在1∶1000的图纸上，该段巷道应绘制的长度

$$L=65.23\ \text{m}/1000=0.06523\ \text{m}=65.23\ \text{mm}$$

4. 比例精度

人们用肉眼能分辨出的最小长度，一般认为是0.1 mm，也就是说，小于0.1 mm的线段不能绘在图上。因此，图上0.1 mm所代表的实际长度，称为比例尺的精度。常用矿图比例的精度见表1—6所示。

表1—6　矿图比例精度

比　例	1∶500	1∶1000	1∶2000	1∶5000	1∶10000
比例精度/m	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0

从表1—6中可知：当比例确定后，就可推算出测定实际距离时应准确到什么程度；或者为使某种尺寸的物体在图上能表示出来，可按要求确定图纸选用多大的比例。例如测绘比例为1∶1000的矿图时，实际测量的精度只达到0.1 m即可，因为测量再准确，在图上也体现不出来；又如，若要求在图纸上能表示出0.2 m的实际长度的精确程度，其选用的比例不应小于1∶2000。

三、字体

字体是指图中汉字、字母和数字的书写形式。图样中书写的汉字、字母、数字都必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数，即字体的高度（用h表示）。

（一）汉字

矿图上注记所用汉字的字体有：宋体、等线体、变形字体、仿宋体、隶书和艺术体。下面仅介绍适用于手写的字体——仿宋体。

仿宋体汉字分正仿宋和长仿宋两种，正仿宋的字格为正方形；长仿宋字格的高、宽比例有3∶2，4∶3，5∶4，6∶5，10∶7等数种。绘制矿图常采用长仿宋字。

1. 仿宋体汉字的基本笔画

仿宋体汉字基本笔画按横、竖、撇、捺、点、挑、钩和折的顺序叙述如下（图1—8）所示：



图1—8 仿宋体字的基本笔划

横画 微向右上方倾斜（5°角），左端起笔露尖锐笔锋，右端收笔上面呈突出棱角，棱角高约为笔画粗的1/3。

竖画 上端起笔处左方露笔锋，右方突出一棱角；下端收笔处左方露出棱角，右方略带圆形。

竖撇 上半部与竖相同，下半部渐向左下方弯曲，收细变尖。上端与横画连接就不露棱角。

斜撇 整个笔画向左下方弯曲，上半部弯小，下半部弯大。起笔露锋与竖相同，收笔尖细。

平撇 右端上方起笔处略露棱角，斜向左下方由细变尖，笔画近于直线。

斜捺 起笔露锋与竖相同，笔画由细渐粗斜向右下方，捺身近于直线，停笔处略向右上方抬起，捺底长约为笔画粗的3倍。捺的最细部分为笔画粗的1/2，末端最粗部分约为笔画粗的2倍。

平捺 左端似横画起笔，笔画由细渐粗向右下微倾，捺身平直，收笔与斜捺相同。

顿捺 起笔似竖画，右端棱角突出。笔画由细渐粗向右下方倾斜，捺身微曲，收笔与斜捺同。

右斜点 起笔尖细，渐向左下微曲变粗，收笔似竖画末端，稍带棱角。

左斜点　似三角形，起笔尖细，向右下方渐粗，收笔处右角钝，下角锐。

挑点　在左斜点的底部向右上方加一长挑。

挑　似楔形，在不同部位，其倾斜程度亦不同。

竖钩　竖画末端向左上方作钩，钩长约为笔划粗的4倍。

左弯钩　起笔尖，由细变粗，上部向右下弯曲，下部钩形与竖钩同。

右弯钩　起笔同竖画，向右下渐弯成弧形，末端向上作钩。

竖平钩　竖横圆滑相连，在横的右端向上作钩（钩与横画夹角约为90°角）。

折弯钩　由横与稍斜的竖钩组成，转折处有棱角。

折平钩　横竖锐角相接，成斜折，下部与横划圆滑相连，末端向上作钩。钩形与竖平钩同。

折　横划的右端与竖画的上端相接，转折处有棱角，棱角形状为横竖笔画的结合。

2. 仿宋体汉字的结构

仿宋体汉字的结构与宋体字结构基本相同。在写长仿宋体汉字时，因为字格是长方形的，横画间的间隔应稍大，竖画间的间隔要稍小，使布局均匀。

（二）数字、字母

1. 数字的结构

数字笔画的结构是由直线或曲线组成。按曲、直的结合情况一般分为以下3类，以下以等线体为例说明（图1—9）。

（1）笔画由直线或近似直线组成的数字，如1，4，7。

“1”的竖画位于字格的右侧，上端的斜画与竖画约成45°角，较竖画细，字格宽为规定宽度的2/5。

“4”的横画在字格下方1/3分割线上，竖画与字格右边线相距字宽的1/5，斜画与竖画上端和横画左端相接，其横画右端要略出字格。

“7”的横画与字格上边线相贴，斜画上端与横画右端相接，斜画稍有弯曲，斜画下端在字格中线的左方。

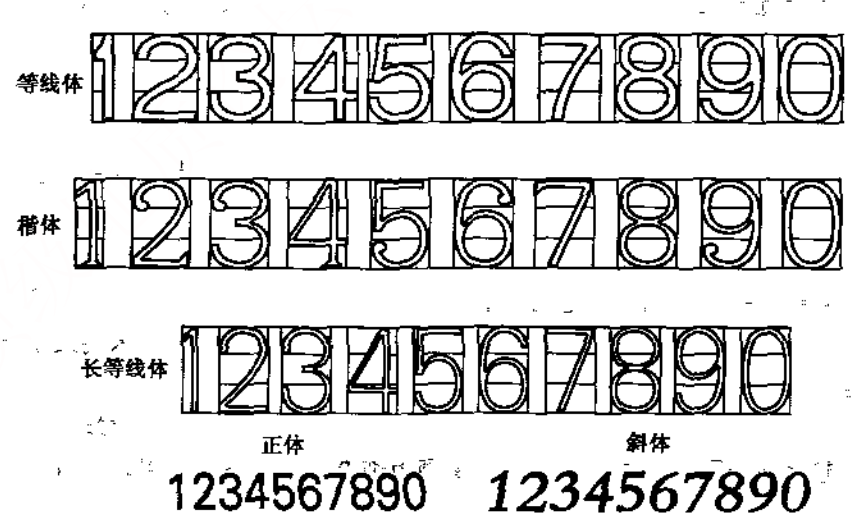


图1—9　数字

(2) 笔画由曲线和直线组成的数字，如2，5两字。

“2”的横画与字格下边相贴，上部为椭圆弧，弧线与字格上边线中央相切，两侧约空字宽为1/15，中部斜画为一反向曲线，上端与椭圆弧圆滑相连，下端与横画左端相接。

“5”的横画与字格上边相贴，两边空字宽的1/15，竖画与横画左端相接，其长为高的1/2，下端与不封闭的椭圆相接，椭圆占字高的2/3，并与分割线和右、下字格边相切，开口处笔端停在1/3分割线上。

(3) 笔画均由曲线组成的数字，如0，8，3，6，9。

“0”为一直立椭圆，与字格四边线1/2处相切。

“8”由上下两个椭圆组成，上部椭圆较小，两侧各空字宽的1/15；下部椭圆较大，左、右、下方均与字格线相切，下部椭圆的上部内弧线在字高的1/2处，上下椭圆应在此处相切套合。

“3”与“8”字基本相同，但上下椭圆左边均有缺口，上缺口端点在字高的1/4处；下缺口端点在字高的1/3处。

“6”是在大的缺口椭圆内套接一小椭圆，下部小椭圆占字高的2/3，与分割线和相应字格线相切；大椭圆占上方的缺口在字高的1/4处；与字格右边线空字宽的1/15。

“9”为“6”字的倒写。

从图1—9中可看出，数字各部分所占比例，以及满格和缩格的位置。2，3，5，8上部两侧要缩格，而且保持左右对称；6的起笔和9的停笔处亦要缩格；2，5，7的横画略向内缩：这样才能使结构均称，大小一致。

楷体数字的结构与等线体数字基本相同，只是其中2的起笔处超过1/3分割线，3的起笔处在1/3分割线上。长体、斜体的结构与正体相同，但笔画随格拉长或倾斜。

2. 字母

字母分大写和小写两种，常用的有等线体与楷体，每种体又分为正体和斜体两种。图1—10列出了正等线体和长等线体字样。



图1—10 字母

四、图线及符号

1. 图线类型及应用

(1) 图线是指矿图中所采用的各种形式的线。各种图线的名称、形式、宽度及其一般应用见表1—7。图线的宽度分为粗细两种，粗线的宽度b应按图的大小和复杂程度，在0.7～2 mm之间选择，细线的宽度约为$b/3$。图线宽度的推荐系列为：0.25，0.35，0.5，0.7，1，1.4，2 mm。

表1—7 图 线

序号	线 型	图线宽度	图线名称	图线使用举例
1		b	粗实线	1. 主要可见轮廓线 2. 主要可见过渡线
2		b/2	较细实线	1. 次要可见轮廓线 2. 次要可见过渡线
3		b/3	细实线	1. 尺寸线 2. 尺寸界线 3. 剖面或断面线 4. 引出线 5. 范围线
4		b/3	波浪线	1. 断裂处的边界线 2. 视图和剖视的分界线
5		b/3	双折线	断裂处的分界线
6		b/3	虚 线	1. 不可见轮廓线 2. 不可见过渡线
7		b	剖切线	剖面或断面的剖切线
8		b/3	细点画线	1. 轴 线 2. 中心线 3. 轨迹线
9		b/3	双点画线	1. 剖面图中表示被剖切去的部分形状的假想投影轮廓线 2. 运动件在极端位置或中间位置的轮廓线 3. 不属于本专业的物体位置轮廓线 4. 中断线
10		b	粗点画线	有特殊要求的线或表面的表示线

(2) 波浪线一般可用徒手绘制，其他各种线条一律用仪器绘制。

(3) 同一幅图纸中各图样比例相同时，同类图线的宽度应保持一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。点画线和双点画线中的“点”应画成很短的

短画（约1mm）。

（4）虚线和虚线或者点画线和点画线应交于线段中间，两端应以短线收尾，并应超出物体轮廓界线之外4～5 mm，如图1—11a，b。

（5）直径小于12 mm 的图，其中心线可画成实线，如图1—11c。

（6）虚线成为实线的连接线时，应留出一段空隙，但两者成某一角度相交时，接合处不应留出空隙，如图1—12 所示。

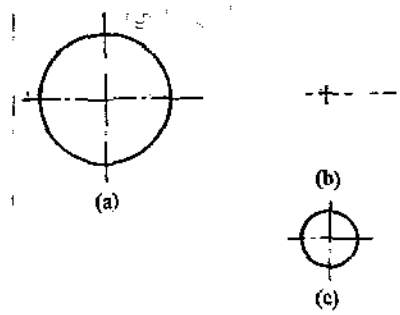


图1—11 图线一

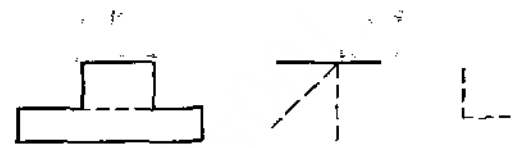


图1—12 图线二

（7）图线的具体应用方法见附录。

2. 图例

图例是指矿图中表示所绘内容的各种符号，见本章第五节。

3. 字母代号

在图纸上和技术文件中，对常用数量的名称，规定使用下列字母代号：

长　度	L, l	角　度	α, β, γ, δ, θ
宽　度	B, b	质　量	G, g
高　度	H, h	经　距	Y
厚　度	M, m	纬　距	X
直　径	D, d, ϕ	标　高	Z
半　径	R, r	年产量	A
体　积	V	密　度	γ
面　积	F	巷道净断面	S
巷道掘进断面	S_1	曲线长	K_p
巷道净周长	P	切线长	T
巷道壁厚	T	风　量	Q
巷道拱厚	d_0	风　速	v
充填厚度	δ	巷道摩擦阻力系数	α

五、尺寸标注方法

（一）基本规则

（1）图中所注尺寸数据是确定工程的数量惟一依据，并必须与比例尺度量相符。

(2) 图纸上的尺寸数字，规定以mm或m为单位，(在1：50～1：500比例的图纸上采用mm为单位，在1：1000～1：10000比例的图纸上采用m为单位)，无需写明单位。如不按照上述规定时，则必须在各尺寸数字右边加注所采用计量单位，同时在图纸附注中均应注明单位。

(3) 每个尺寸一般在图纸上标注一次，仅在特殊情况下或实际需要时方可重复标注。

(二) 尺寸数字

(1) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上面，也允许注写在尺寸线的中断处。

(2) 线性尺寸数字的方向，一般应采用第一种方法注写。在不致引起误解时，也允许采用第二种方法。但在一张图样中，应尽可能采用一种方法。

第一种方法：数字应按图1—13a所示的方向注写，并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸，当无法避免时可按图1—13b所示形式标注。

第二种方法：对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处（图1—14）。

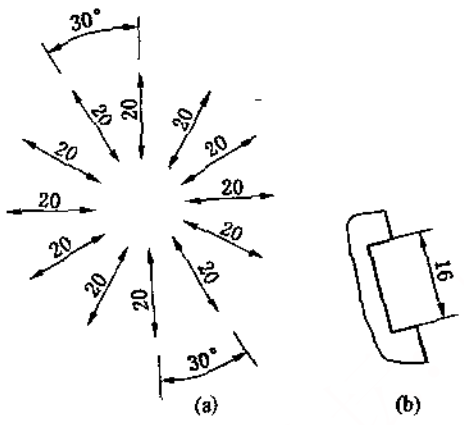


图1—13 尺寸数字标注一

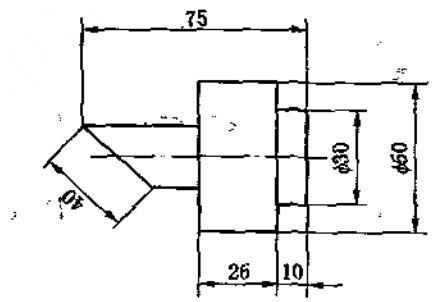


图1—14 尺寸数字标注二

(3) 角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处（图1—15），必要时也可注写在尺寸线外侧或将角度引出注写。

(4) 标注标高时一律采用“m”为单位，即零点标高±0.000；正数标高+5.000；负数标高—5.000。

(5) 标高符号应标注在图形右侧，标高符号采用倒三角形，右半边涂黑，将名称和数字依次写在横线上，如图1—16所示。

(6) 在一张图纸上有两个或两个以上图形时，尺寸应详尽标注在主要图形上，补助图形只标注相关位置尺寸；但上述补助图形不在一张图纸时，则在该图形上也应详尽标注尺寸。

(三) 标注尺寸的符号

(1) 标注直径时，应在尺寸数字前加注符号“ϕ”或“D”；标注半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”；标注球面的直径或半径时，应在符号“ϕ”或“R”前再加注符号“S”，如图1—17所示。

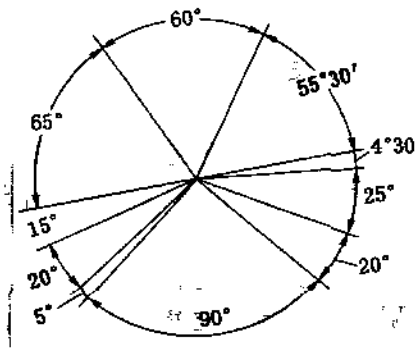


图1—15 尺寸数字标注三

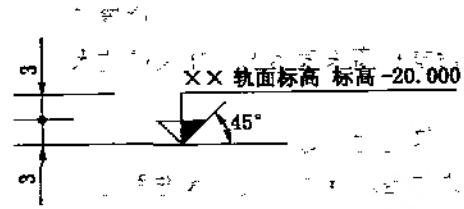


图1—16 标高符号的标注

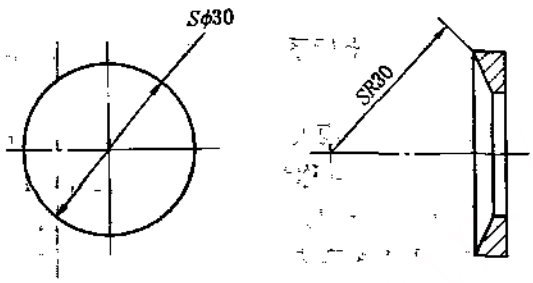


图1—17 标注尺寸的符号一

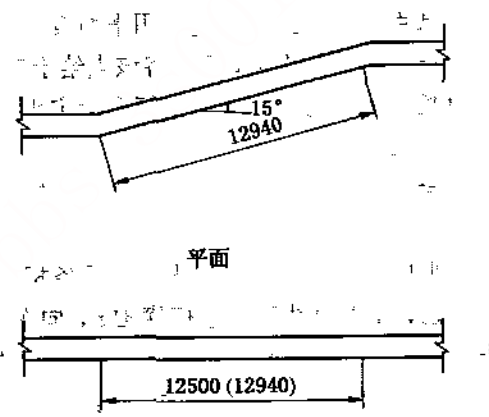


图1—18 标注尺寸的符号二

(2) 标注弧长时，应在尺寸数字上方加注符号“⌒”

(3) 在平面图上标注倾斜巷道斜长尺寸时，应将尺寸数字加注括弧，如图1—18所示。

(4) 标注斜（坡）度时，可按图1—19所示标注，符号方向应与斜度方向一致。

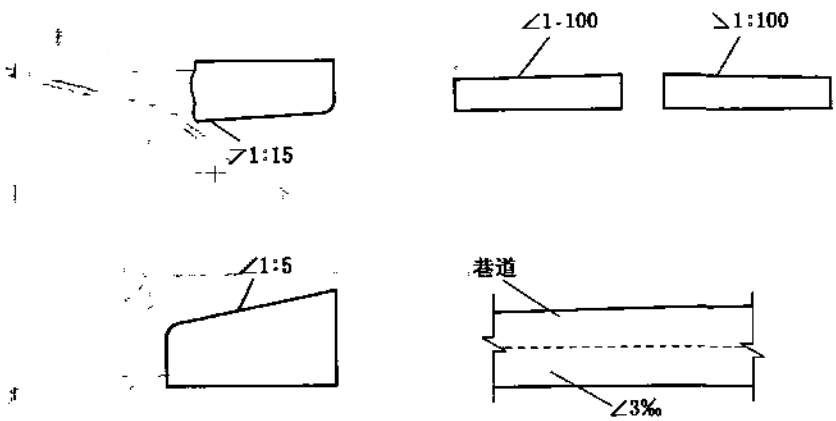


图1—19 标注尺寸的符号三

第二节　点位的确定

地面（地下）点的空间位置是利用该点在大地水准面上的投影位置和该点到此水准面的铅垂距离来表示的。在采矿技术中，点的投影位置常用平面直角坐标来表示；铅垂距离常用高程（标高）来表示。

静止时的海洋表面，称为水准面。水准面有无数多个，其中通过平均海水面的水准面称为大地水准面。大地水准面的位置是通过长期观测海水面的高低位置，取其平均位置而确定的。大地水准面是测量计算工作的基准面，是地面点高程的起算面。

一、点的平面位置

某点在平面上的位置常用平面直角坐标来表示，其数值大小可通过测量工作得到。如果知道了某点的坐标，可以将该点绘于矿图上。矿图中的图形就是由若干点连线得到的。平面直角坐标分为国家统一坐标和假定坐标两种。

1. 国家统一坐标

全国绝大部分地区目前使用的坐标为国家统一坐标，其坐标系的建立在《矿山测量》课程中已叙述。

平面直角坐标系是由平面上两条相互垂直的直线所组成。南北直线称为坐标纵轴X，向北为正；东西直线称为坐标横轴Y，向东为正；两坐标轴的交点称为坐标原点O。坐标轴将平面分为4部分，每一部分分别叫象限，按顺时针方向排列分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ象限，如图1—20所示。某点的平面位置是由该点到两坐标轴的垂直距离来表示。如图中，Aa_1称为A点的纵坐标，亦称x坐标，以x_A表示；Aa_2称为A点的横坐标，亦称y坐标，以y_A表示。

在矿图上，通常画有平行于纵横坐标轴的直线所构成的方格网，称为坐标方格网，每小方格一般为100 mm×100 mm，在每一条纵横线上注明其坐标值，此数值表示该直线到

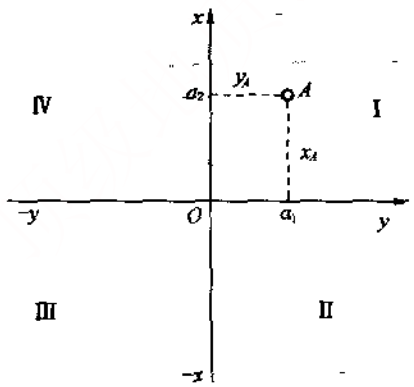


图1—20　平面直角坐标

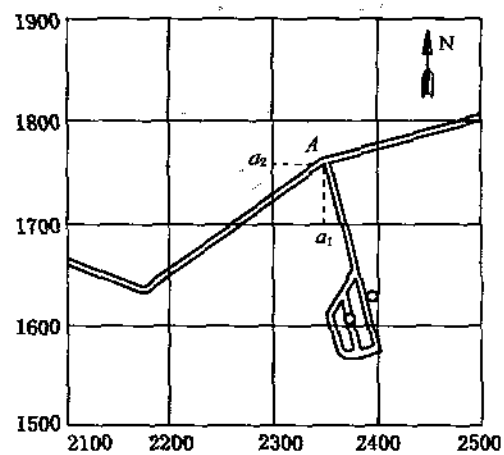


图1—21　坐标方格网

坐标轴的垂直距离。根据图纸比例的不同，小方格的长度所代表的实际距离也不同，一般为百米或千米的倍数。如图1—21 所示，图中箭头N 为指北方向；图的下部数字为横坐标；左侧数字为纵坐标。图中任一点的坐标，可以根据该点所在小方格左下角的纵横坐标数值求出。由图中知Aa_1=60 m，Aa_2=50 m，则A 点坐标为

$$x_A=1700+Aa_1=1700\ \text{m}+60\ \text{m}=1760\ \text{m}$$

$$y_A=2300+Aa_2=2300\ \text{m}+50\ \text{m}=2350\ \text{m}$$

2. 假定坐标

假定平面直角坐标又称为独立坐标。矿（区）井范围较小且附近没有国家平面控制点时，可以自设假定平面直角坐标系来确定各点的（相对）平面位置。为了避免坐标出现负值，一般将坐标原点设在矿（区）井的西南角，以该区的磁子午线（磁针所指的方向）为坐标纵轴x，向北为正；自坐标原点作垂直于x 轴的直线，即为坐标横轴y，向东为正，这样就建立了矿（区）井的假定（独立）坐标系，地面任一点在此坐标系中的平面位置，就可用假定坐标来表示。

二、点的高低位置

1. 高程

为了确定点的空间位置，除了确定点平面位置外，还应确定点的高低位置。点的高低位置，也就是指该点到投影面的铅垂距离，用高程或标高来表示。

地面点到大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程，用H 表示。如图1—22 所示，A，B 点的绝对高程分别为H_A，H_B。

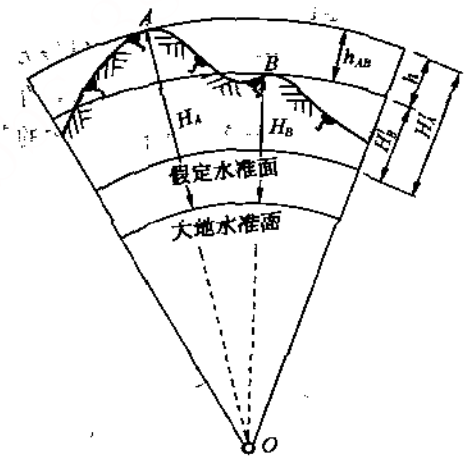


图1—22　水准面与高程

对于没有国家高程控制点的地区或因工作需要，可以选定一个适当的水准面作为高程的起算面，这个水准面称为假定水准面。地面上某点到假定水准面的垂直距离，称为该点的假定高程，或称为相对高程。图1—22 所示H'_A，H'_B 分别为A，B 两点相对高程。

点在大地水准面上，其高程为零；点在大地水准面之上，其高程为正值，反之为负值。

2. 高差

地面点的高程往往是不相等的。任意两点的高程之差称为高差，用h 表示。如图1—22 所示A、B 两点的高差为

$$h_{AB}=H_B-H_A=H'_B-H'_A \qquad (1-2)$$

高差有正、负之分，上坡高差为正值；反之，为负值。高差的大小与起算面的位置无关。

第三节　直　线　定　向

在矿图测绘中，不仅要确定点的空间位置，还要确定点与点之间的相互位置关系，这时除了知道两点间的距离外，还要知道两点相连直线的方向。确定一条直线与标准方向的

夹角关系称为直线定向。

一、标准方向的种类

标准方向通常有真子午线、磁子午线和坐标纵线3种，统称为三北方向线。

1. 真子午线

通过地面上一点，指向地球北极方向称为该点的真子午线方向，或称真北方向，它是用天文测量方法确定的。

2. 坐标纵线

在平面直角坐标系中，把坐标格网纵线称为坐标纵线方向，或称X轴方向。在矿图测绘中常用坐标纵线作为标准方向，因为坐标格网的纵线或横线是彼此平行的，而且纵、横线相互垂直，所以对于图纸的绘制与使用均十分方便。

3. 磁子午线

通过地面上一点，指向地球磁北极方向称为该点的磁子午线方向，或称磁北方向，它是用罗盘测定的。

某点的磁子午线方向与坐标纵线方向之间的夹角称为坐标磁偏角，常用Δ表示。当磁子午线偏向坐标纵线以东称为东偏，角值为正；偏向坐标纵线以西称为西偏，角值为负，如图1—23所示。我国各地坐标磁偏角的范围在—10°～+6°之间。

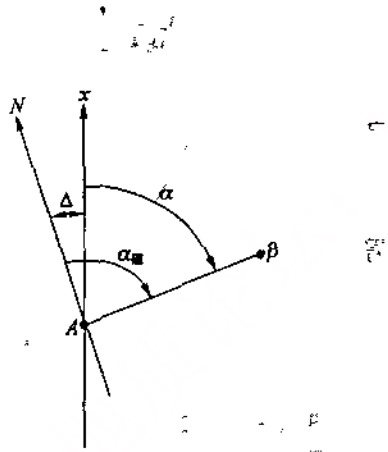


图1—23 坐标磁偏角

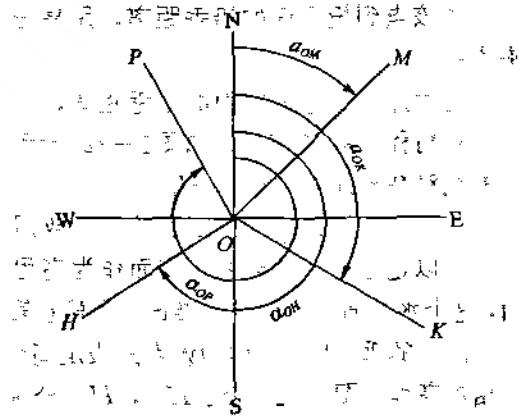


图1—24 坐标方位角

二、方位角

1. 真方位角

从真子午线的北端起，顺时针量至某一直线的角度，称为该直线的真方位角，常用$\alpha_{真}$表示。

2. 坐标方位角

从坐标纵线的北端起，顺时针量至某一直线的角度，称为该直线的坐标方位角，简称方位角，角值0°～360°，常用α表示，如图1—24所示。

直线是有方向的，它有起点和终点，直线前进方向的坐标方位角称为正坐标方位角或正方位角；其相反方向的坐标方位角称为反坐标方位角或反方位角。在同一坐标系中，同一直线的正反方位角相差180°，即

$$\alpha_{正}=\alpha_{反}\pm180° \tag{1—3}$$

3. 磁方位角

从磁子午线的北端起，顺时针量至某一直线的角度，称为该直线的磁方位角，常用$\alpha_{磁}$表示。

图1—24中，$\alpha=\alpha_{磁}-\Delta$

三、象限角

1. 象限角的定义

从坐标纵线的北端或南端起，顺时针或逆时针量至某一直线的锐角，称为该直线的象限角，角值均在0°～90°之间，常用R表示，如图1—25所示。当用象限角确定直线方向时，不仅要知道其角值大小，还应知道直线所在象限的名称。如图1—25所示，$\alpha_{OA}=45°21'$直线OA的象限角表示为北东45°21′或NE45°21′，也可以表示为N45°21′E。

2. 象限角与坐标方位角的关系

象限角与坐标方位角的关系如图1—25所示，见表1—8。

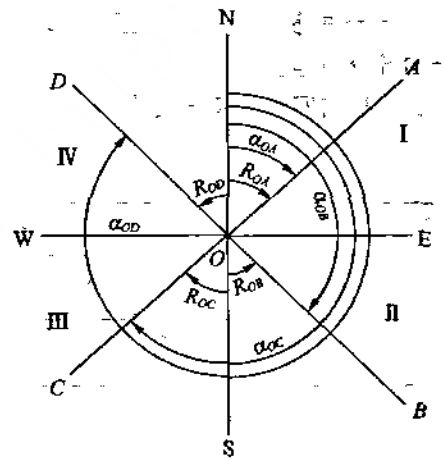


图1—25 坐标方位角与象限角的关系

表1—8 象限角与坐标方位角的关系

象限名称	角度区间/（°）	由方位角求象限角/（°）	由象限角求方位角/（°）
象限Ⅰ（北东）	0～90	$R=\alpha$	$\alpha=R$
象限Ⅱ（南东）	90～180	$R=180°-\alpha$	$\alpha=180°-R$
象限Ⅲ（南西）	180～270	$R=\alpha-180°$	$\alpha=180°+R$
象限Ⅳ（北西）	270～360	$R=360°-\alpha$	$\alpha=360°-R$

第四节 坐标方格网和高程线的绘制

为了保证绘制出的矿图能达到一定的精度，应首先使绘制在平面图上的坐标方格网和剖面图中的高程线达到足够的精度要求。

一、坐标方格网的绘制

矿图上的坐标格网为正交的正方形格网。每个小方格的边长为100 mm。其精度要求规定：对角线上各交点应在一直线上；每个小方格的边长误差不得超过0.2 mm；图框边长和对角线长与理论值之差不得超过0.3 mm；方格网线粗不得超过0.1 mm。

1. 正格网的绘制

绘制方格网的方法很多，这里只介绍对角线法。

绘制方法见图1—26，其步骤如下：

(1) 在正方形或长方形的图纸上，先绘出两条对角线*AB*和*BD*。

(2) 以交点*O*为圆心，以适当长度为半径，用直尺在对角线上截取等长的线段*OA*、*OB*、*OC*、*OD*，并将*AB*、*BC*、*CD*、*DA*连接起来，即得一矩形*ABCD*。

(3) 找出*AB*、*BC*、*CD*、*DA*各边的中点*E*、*F*、*G*、*H*，并连接*EG*、*FH*，检查其交点是否通过中心，若不通过，需要重新绘制。

(4) 在矩形各边上，以100 mm的长度用直尺或圆规截取得到各个分点，连接对应的各分点，即得坐标格网。多余的部分应擦去。

(5) 按格网精度要求检查坐标格网是否符合要求。

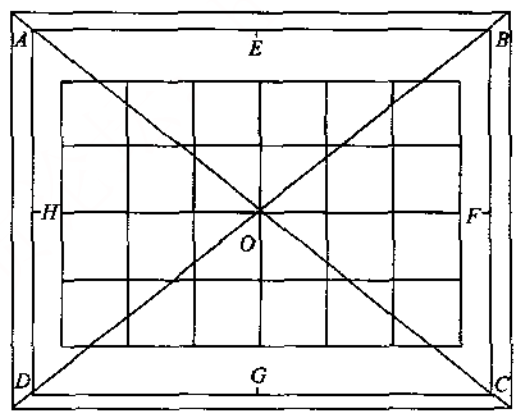


图1—26 对角线法绘制方坐标格网

2. 斜方格网的绘制

矿图自由分幅时，一般幅面较大，格网线常与图廓斜交，其绘制方法如下。

(1) 首先按图幅大小绘出长方形图廓。

(2) 根据图面内容，在图幅内的适当位置画一条长直线作为格网的基准线，如图1—27

中的AB。该线与图廓边线的交角依煤层的走向方位角而定。

(3) 在基准线上每隔100 mm 截取一点，并每隔若干点作基准线的垂线（即控制线，如图1—27 所示Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ直线）。

(4) 在所作的几条垂线上，从基准线开始，每100 mm 截取一点，并连接对应点，得基准线的平行线。

(5) 在平行于基准线的各线上，由同一条控制线开始每隔100 mm 截取一点，连接对应点，得到垂直于基准线的坐标格网线。

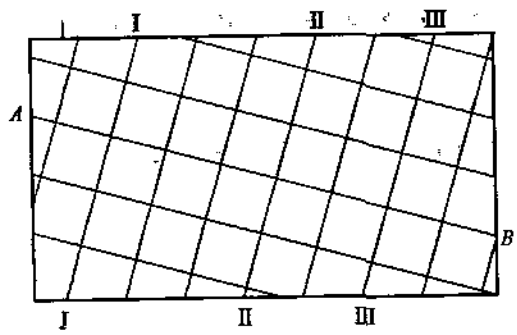


图1—27 斜方格网的绘制

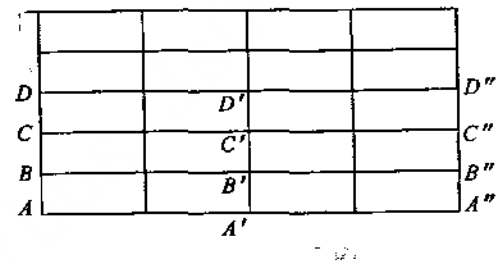


图1—28 剖面图中高程线的绘制

二、剖面图中高程线的绘制

为了绘制剖面图，需要在图纸上先绘出一组间距相等的平行线，这组平行线通常称为高程线，其间距取决于图纸比例的大小。每条高程线要求平直，各高程线必须相互平行，其间距误差不得超过0.2 mm。高程线的绘制方法如下。

(1) 在图纸的下方，根据剖面图的图面布置，在适当位置画一条直线作为基准线，如图1—28 所示AA''。

(2) 在基准线的两端和中间分别作垂直线，如图1—28 所示AD、$A'D'$、$A''D''$。若剖面较长，可多选几个点作垂线。

(3) 从A，A'，A''点开始，用直尺或分规按图的比例和高程线的间距分别在各垂线上向上截取各高程点B、C、D和B'、C'、D'等 。

(4) 用直尺连接B、B'、B''及C、C'、C''等，连接时必须使三点在一直线上，否则应重新绘制。

(5) 检查高程线的精度，满足要求后可擦去中间的垂线，两侧的垂线可留下。最后注记高程线的高程值。

第五节 矿 图 符 号

在各种矿图上，地面上的地物、地貌；井下的各种巷道、硐室；煤层的埋藏状况及各种地质构造等，都是以国家统一规定的符号来表示的。要识读、绘制和应用各种矿图，就

必须了解有关矿图符号的知识。

一、对采矿图形符号的几点要求

(1) 在复制地质图时，仍采用原地质图例进行复制；需要在复制图中增添设计内容时应按规定的图例绘制。

(2) 为了图纸美观，同一张图纸应采用统一的图例。

(3) 在采区布置及机械配备图中，为了区别移交生产和达到设计产量时两个阶段，除按规定图例绘制图纸外，可在达到设计产量的有关巷道部分涂上颜色，以示区别。

(4) 当绘制1∶50～1∶500比例的平面图时，对平面图中的巷道，应采用巷道的图例，然后按设计图纸比例进行绘制。

(5) 绘制1∶500～1∶5000比例的剖面图时，对剖面图中的井巷应按剖切情况进行处理，剖切到的井巷，用单实线表示；没有剖切到的井巷，当井巷在剖切线的前面，用虚线表示；井巷在剖切线的后面用双点划线表示。

(6) 图纸上画有经纬线时，其指北针应画在图纸的右上角、箭头正方向为北方向，可不注写“N”，坐标以“m”为单位。

二、采矿图形符号规定

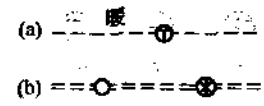
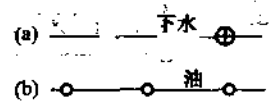
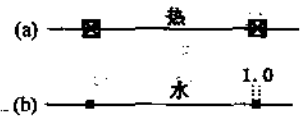
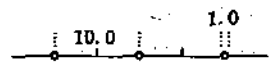
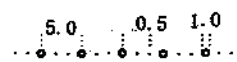
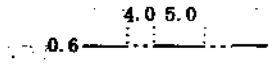
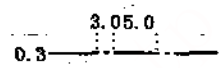
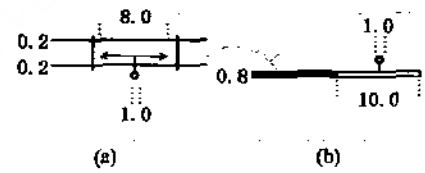
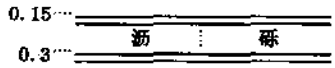
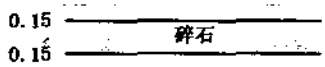
(一) 常用地物、地貌符号

序号	名　称	符　　号	说　　明
1	一般房屋	1.5 砖3　　2 (a)　(b)	钢筋混凝土、砖（石）木结构 a为1∶500～1∶1000 b为1∶2000
2	简单房屋		以竹、木、土坯、秫秸为材料的简易房屋
3	特种房屋	1.5 1.5	有纪念意义需永久保留，加注说明或专有名称
4	棚　房	45°　1.5	临时性不表示
5	窑　洞	(a)　(b)　(c)	a为住人的 b为不住人的 c为砖瓦窑
6	温　室	温	加注类别说明

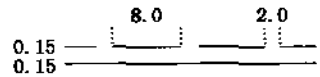
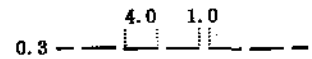
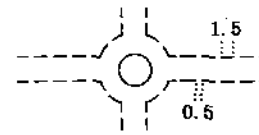
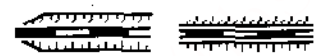
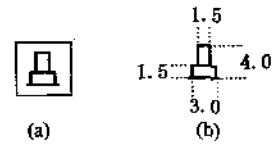
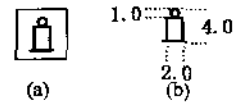
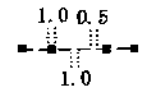
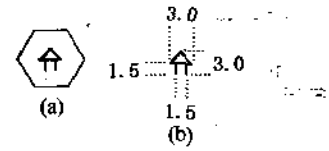
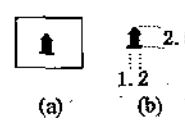
续表

序号	名　称	符　　号	说　　明
7	建筑说明符号	(a) (b) (c)	a 为学校 b 为医院 c 为工厂
8	水塔、烟囱、变电所	(a) (b) (c)	a 为水塔 b 为烟囱 c 为变电所
9	旗杆、消火栓、抽水泵站	(a) (b) (c)	a 为旗杆 b 为消火栓 c 为抽水泵站
10	石油井、天然气井、盐井	油　气 (a) (b) (c)	a 为石油井 b 为天然气井 c 为盐井
11	三角点	凤凰山 394.468　3.0	分子为点名，分母为高程
12	图根点、水准点	N16 84.46　25 62.74　Ⅱ京石5 32.804 (a) (b) (c)	a 为埋石的 b 为不埋石的 c 为水准点，分子为等级、点名
13	露天采掘场	3.0 石	加注产品名，如“石”“沙”等
14	乱掘地	乱掘	无规则的挖掘沙、石、土的场地
15	矿渣堆		
16	篱笆、铁丝网	(a) (b)	a 为篱笆（竹、木等材料编成） b 为铁丝网
17	电　线	(a) (b) (c)	a 为高压线； b 为低压线； c 为通信线
18	铁塔高压线	(a) (b)	a 为1∶500～1∶1000 b 为1∶2000

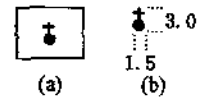
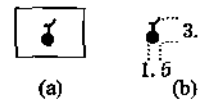
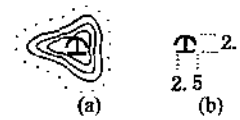
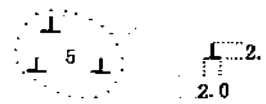
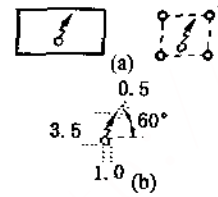
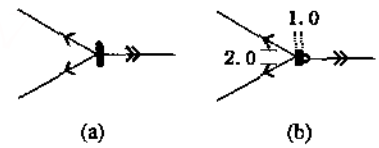
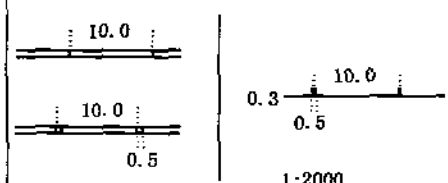
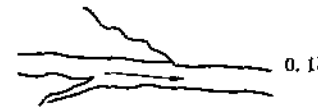
续表

序号	名　称	符　　号	说　　明
19	管　线		a 为暖气管及检修井 b 为地下自来水管
20	管　线		a 为下水管道及检修井 b 为地面管线，注明输送物质
21	架空管线		a 为依比例 b 为不依比例
22	栅栏、栏杆		用于各种类型
23	活树篱笆		由灌木、荆棘等形成的规整篱笆
24	省、自治区		境界以线状地物为界的可沿地物两侧每隔 3～5 cm 交错绘出 3～4 节符号
25	县、自治县		
26	铁　路		a 为 1∶500～1∶1000 b 为 1∶2000
27	电气化铁路		电杆位置实测
28	公　路		注明路面材料，分界线用点线
29	简易公路		路面为碎石、矿渣等

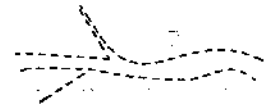
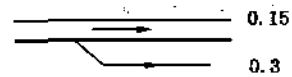
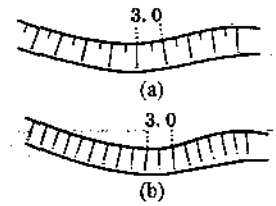
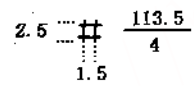
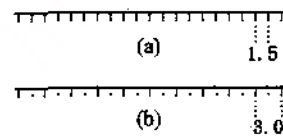
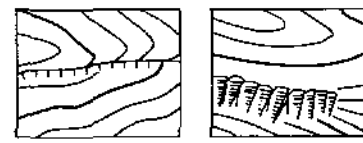
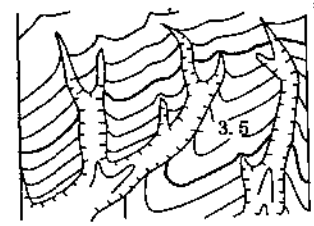
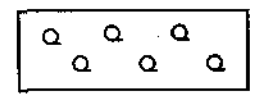
续表

序号	名　称	符　　号	说　　明
30	大车路		虚线绘在上方或左方
31	小　路		
32	内部道路		指公园、工矿、机关、学校等内部有铺装材料的主要道路
33	阶梯路		指用水泥、石块、砖砌成阶梯式的人行路
34	路堑、路堤		a 为路堑 b 为路堤
35	独立树		a 为阔叶 b 为针叶 c 为果树
36	纪念碑		a 为1∶500～1∶1000 b 为1∶2000 加注专有名称
37	塑　像		艺术塑像及古代遗留下来的石雕等
38	牌坊、牌楼		两端支柱实测，临时性不表示
39	亭		指公园、陵园、路旁等处的亭状建筑物
40	庙　宇		佛教、道教、孔庙、神庙及各种阁、寺、院等宗教建筑物，加注专有名称

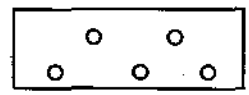
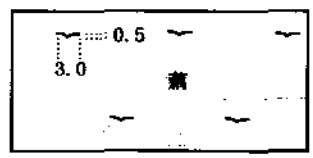
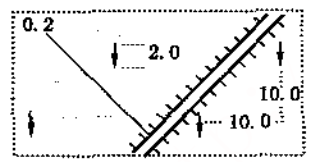
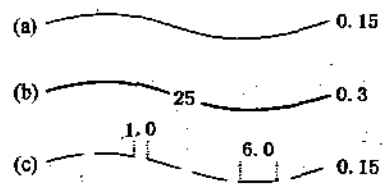
续表

序号	名　称	符　　号	说　　明
41	教　堂		天主教、耶稣教等传教的场所
42	清真寺		依比例表示时，符号绘在主要建筑物上
43	独立坟		指有明显方位意义、形体比较高大的单个坟墓
44	坟　地		a 为坟群 b 为散坟
45	无线电杆、塔		a 为依比例 b 为不依比例
46	地下建筑物的出入口		a 为依比例 b 为不依比例
47	电线杆上的变压器		a 为1∶500～1∶1000 b 为1∶2000
48	电线杆		
49	围　墙		土、砖、石混凝土墙的宽度在1∶500、1∶1000地形图上依比例尺表示，若图上宽度小于0.5 mm时，按0.5 mm绘出。1∶2000地形图上用不依比例符号表示，黑块符号一般朝里绘
50	河　流		箭头表示流向，图上河面宽度小于0.5 mm时用单线表示

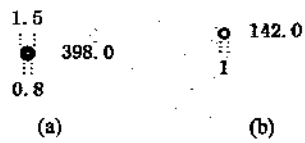
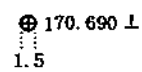
续表

序号	名　称	符　　号	说　　明
51	时令河		
52	沟　渠		宽度在图上大于1mm(1∶2000图上大于0.5 mm)用双线表示，小于1 mm(1∶2000图上小于0.5 mm)的用单线表示
53	斜　坡		a为未加固 b为已加固
54	水　井		113.5—水面高程 4—地面至水面深度
55	泉		79.3—泉口水面高程
56	陡　坎		a为未加固 b为已加固
57	陡　崖		a为土质的 b为石质的
58	冲　沟		3.5—深度注记
59	疏　林		

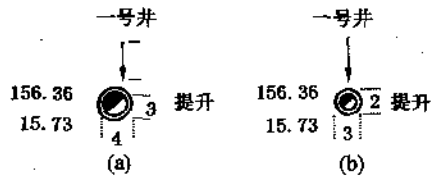
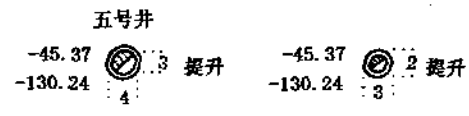
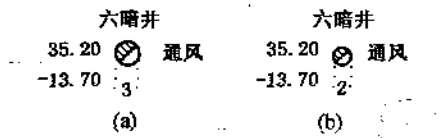
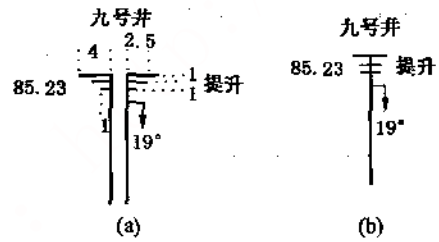
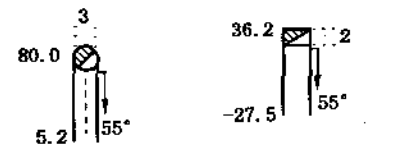
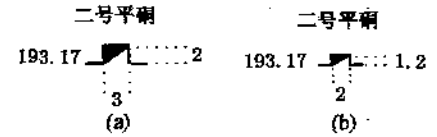
续表

序号	名 称	符 号	说 明
60	灌木林		
61	经济林		注明树种名称
62	旱 地		
63	水生植物地		
64	稻 田		
65	等高线		a 为基本等高线（首曲线） b 为加粗等高线（计曲线） c 为半距等高线（间曲线）

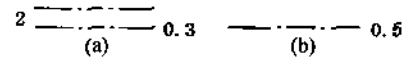
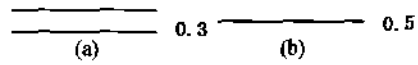
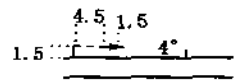
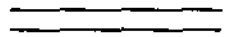
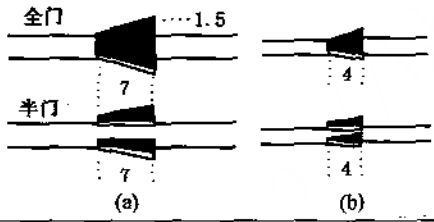
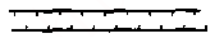
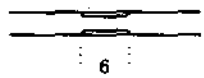
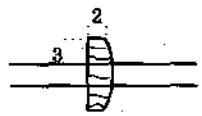
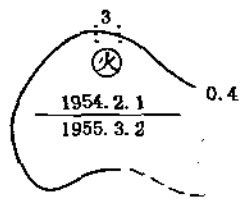
（二）煤矿测量、地质图图例

序号	名 称	符 号	说 明
1	导线点		1：5000 不表示 a 为永久点；b 为临时点 点号注在巷道内，底板高程原则上注在点的右侧
2	水准点		1：5000 不表示 “⊤、⊥、⊣”符号分别表示在“顶、底、帮”的位置

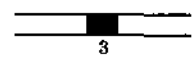
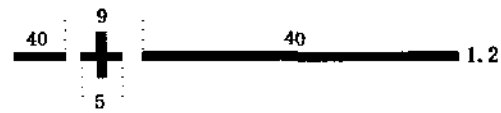
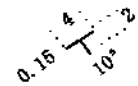
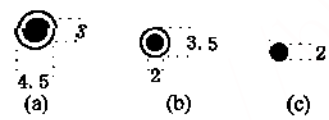
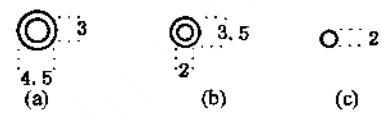
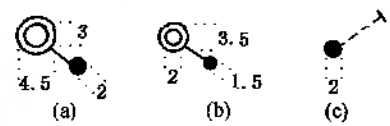
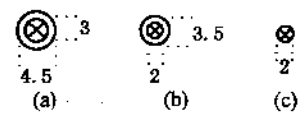
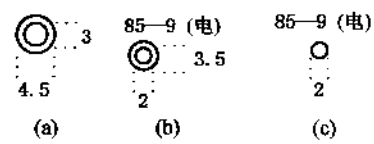
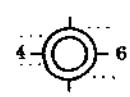
续表

序号	名　称	符　号	说　明
3	竖　井		1：500，1：1000 按实际比例绘制 a 为1：2000；b 为1：5000 箭头为进（回）风符号
4	暗竖井		
5	暗小竖井		1：500，1：1000 按实际比例绘制 a 为1：2000；b 为1：5000 右边注明用途；左上为井口高程，左下为井底高程
6	斜　井		1：500，1：1000 按实际比例绘制 a 为1：2000；b 为1：5000 左侧为井口高程，右边注明用途 暗斜井绞车硐室依实测绘制
7	斜煤仓		1：500，1：1000 按实际比例绘制 1：5000 不表示 左上注仓口高程，左下注仓底高程，虚线表示有人行道
8	平　硐		1：500，1：1000 按实际比例参照1：2000 绘制 a 为1：2000；b 为1：5000
9	报废井筒		

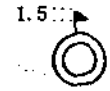
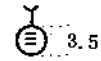
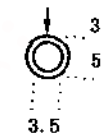
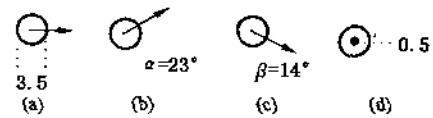
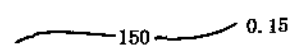
续表

序号	名 称	符 号	说 明
10	岩 巷		1：500，1：1000 按实际宽度绘制 a 为1：2000；b 为1：5000
11	煤 巷		1：500，1：1000 按实际宽度绘制 a 为1：2000；b 为1：5000
12	倾斜巷道		1：500，1：1000 按实际宽度绘制 1：5000 不表示
13	水 仓		1：500，1：1000 按实际宽度绘制 1：5000 不表示 内涂浅绿色
14	水闸门		1：5000 不表示 a 为1：500，1：1000；b 为1：2000 符号由宽到窄为水流方向，内涂浅绿色
15	锚喷巷道		1：5000 不表示
16	混凝土、料石等砌碹的巷道		1：5000 不表示
17	井下测风站		符号用红色
18	隔爆水棚		符号内用蓝线表示
19	发火区与发火点		虚线为推测部分，“火”表示发火点，分子为发火时间，分母为处理好的时间

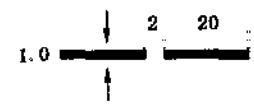
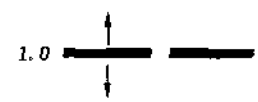
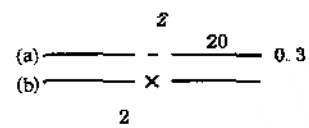
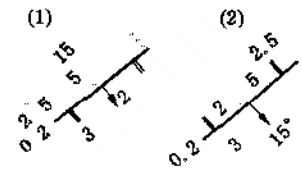
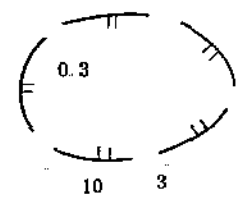
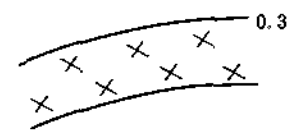
续表

序号	名 称	符 号	说 明
20	防火密闭墙		内涂红色
21	井田边界		
22	可采边界		
23	地层产状		
24	见煤钻孔		a为1：500、1：1000 b为1：2000地面 c为1：2000井下 在地形图上左边只注孔口高程；在煤层底板等高线图、储量计算图、采掘工程图上，左上为孔口高程，左下为底板高程，右边为煤层可采厚度
25	未见煤钻孔		
26	见煤斜孔		
27	报废孔		
28	专用 工程孔		右边加注“电”、“风”、“排”、“灭”等字，分别表示输电、通风、排水、灭火等钻孔 a为1：500、1：1000 b为1：2000地面 c为1：2000井下
29	水文孔		上方注记孔号， 左侧注记：$\frac{\text{孔口高程 m}}{\text{孔深 m}}$ 右侧注记：$\frac{\text{水位高程，水位高度}}{\text{单位涌水量，渗透系数}}$

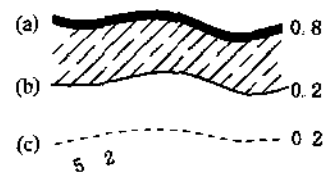
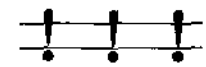
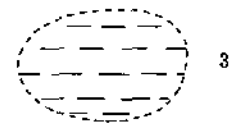
续表

序号	名　称	符　　号	说　　明
30	漏水孔		上方、左侧注记同上
31	疏水孔		右侧注记主要含水层水位m
32	长期观测孔		右侧注记主要含水层水位m
33	涌水孔		
34	注水孔		
35	井下涌水钻孔		
36	井下注浆孔		左：$\frac{\text{孔口高程m}}{\text{孔深m}}$ 右：$\frac{\text{含水层、深度、厚度}}{\text{单位涌水量，注浆量}}$
37	地面注浆孔		
38	井下探放水孔		a 为水平孔 b 为上斜孔 c 为下斜孔 d 为直孔 α为上斜角，β为下斜角
39	煤层底板等高线		
40	实测向斜轴		

续表

序号	名　称	符　号	说　明
41	推测 向斜轴		箭头表示岩层的倾斜方向。实测褶皱每100 mm为一组，组与组间距10 mm，推断褶皱每隔5节（20 mm）绘一组，组与组间距10 mm
42	实测 背斜轴		
43	推测 背斜轴		
44	断层 上、下盘		a为上盘 b为下盘
45	井巷实 测断层		(1) 正断层 (2) 逆断层。用于采掘工程图上。在水平地质切面图上，走向线粗0.5mm
46	实测 陷落柱		
47	推断 陷落柱		
48	岩浆岩 侵入体		侵入范围用红实线圈画

续表

序号	名　称	符　号	说　明
49	煤层露头及风氧化带		a 为煤层露 b 为风化带 c 为氧化带
50	淋水区		两端符号为起止点
51	积水区		内注记：$\frac{\text{积水量 m}^3}{\text{积水面积 m}^2}$
52	断层防水煤柱		
53	指北针		根据图纸大小自行确定，但箭头宽与长之比为 1∶3

复习思考题

1. 什么叫矿图？矿图有哪几种？

2. 地面上某线段的水平距离为165.23 m，把它绘在1∶500、1∶1000、1∶2000的图上，应绘制的长度分别是多少？

3. 在1∶1000的平面图上，量得某线段长为15.6 mm，该直线实际水平长度是多少？

4. 某倾斜巷道长125.36 m，巷道的倾角为30°，求该巷道绘在1∶2000平面图上的长度。

5. 什么叫坐标方位角？方位角与象限角有何关系？举例说明。

6. 试绘制一坐标方格网（400 mm×400 mm），并检查其精度。

第二章 投影基本知识

第一节 正 投 影

各种矿图都是依据一定的投影原理和方法绘制的。因此，了解投影知识，对于我们绘制和识读矿图具有重要意义。

一、投影概述

（一）投影现象

在日常生活中，人们经常可以看到经灯光或阳光的照射，在地面或墙面上产生影子的现象，这就是投影现象。

将一块三角板放在灯光下照射，下面就出现了三角板的阴影，此阴影称为三角板的投影，如图2—1所示。

一般说来，投影现象是由投影物体、投影线和投影面三个条件形成的。图中三角板称为投影物体，光线称为投影线，地面称为投影面。

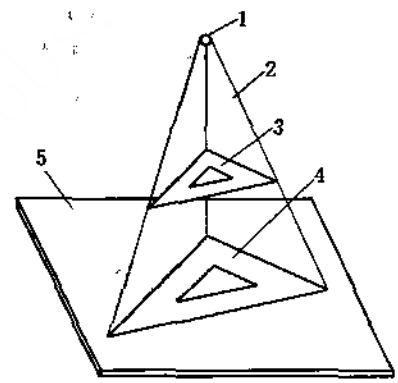


图2—1 投影现象

1—投影中心；2—投影线；3—物体；4—投影；5—投影面

（二）投影方法

根据投影线是否相互平行，投影方法可分为中心投影和平行投影两种。

1. 中心投影

投影线交会于一点的投影法称为中心投影法，如图2—1所示。分析该图可知，三角板投影的大小是随三角板到投影中心及投影面的距离的远近而变化。

2. 平行投影

当投影中心移至无限远处时，则投影线相互平行，这种投影线相互平行的投影法，称为平行投影。

平行投影可分为斜投影法和正投影法。

(1) 斜投影法。投影线与投影面相倾斜的平行投影法，称为斜投影法，如图2—2a所示。

(2) 正投影法。投影线与投影面相垂直的平行投影法，称为正投影法，如图2—2b所示。

用平行投影法所得到的物体的投影，其大小与物体距投影面的远近无关；其形状随物体与投影面的倾斜位置而变化。

二、正投影

1. 正投影

所谓正投影，是应用投影线彼此平行且垂直于投影面的投影方法所得到的物体的投影。

这种投影，能真实地反映物体的形状和大小，便于绘制，能满足工程技术的要求，因而在工程图中得到了广泛的应用。

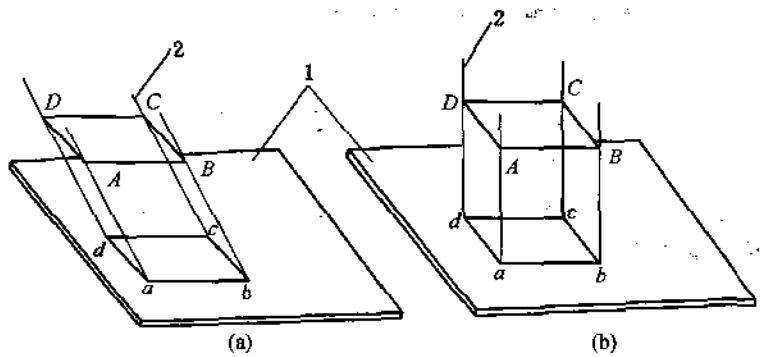


图2—2 平行投影法

1—投影面；2—投影线

现以一平面三角形的正投影为例，进一步说明正投影的性质。如果将平面三角形平行于投影面放置，其投影反映了该三角形的真实形状和大小（图2—3a）；如果将平面三角形倾斜于投影面放置，其投影的形状和大小随倾斜角度的不同而变化（图2—3b）；如果将平面三角形垂直于投影面放置，则其投影就成一条直线（图2—3c）。

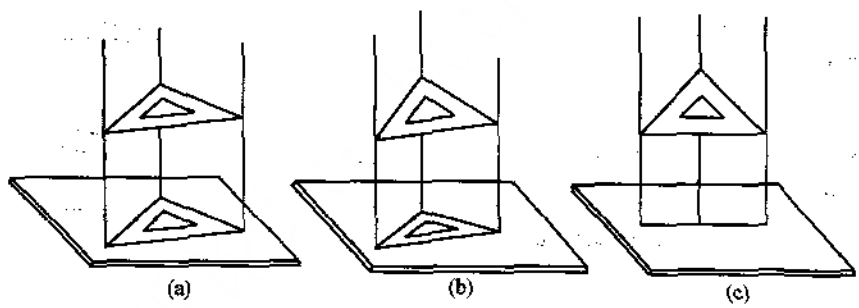


图2—3 正投影的性质

由此可知，假如物体为一平面，不管这个平面的几何形状如何，用正投影法进行投影，都具有以下性质。

（1）显实性 平面图形平行于投影面，其投影图形反映平面图形的真实形状和大小；

（2）积聚性 平面图形垂直于投影面，其投影为一条直线；

（3）类似性 平面图形倾斜于投影面，其投影图形的形状和大小随平面图形与投影面的倾斜角度而变化。

2. 三视图

在工程制图中，为全面反映物体的形状和大小，一般采用3个相互垂直的平面作为投影

面，投影物体的各主要线面分别向三个投影面作正投影，得到物体的3个投影图形，这种投影方法称为三面投影法。

如图2—4a所示，将物体放在3个投影面的体系中，使它的3个基本平面分别与V、H、W面平行，依次向各投影面作正投影，得到它的三面投影图，如图2—4b所示。

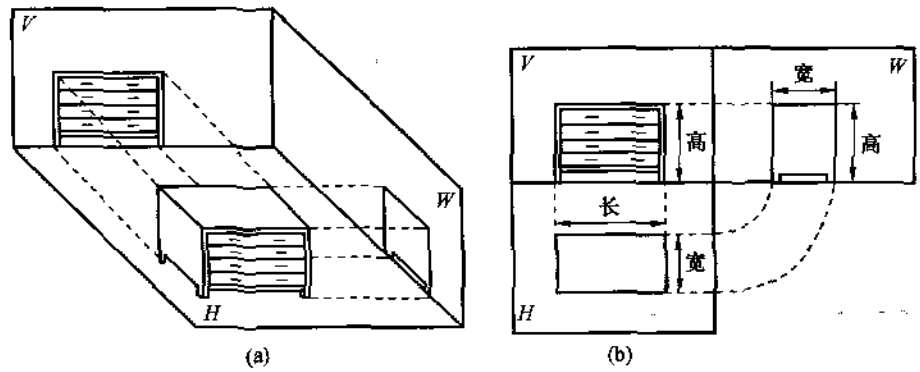


图2—4 物体的三视图

物体在正立投影面V上的投影图称为正视图，又称立面投影图，即从正面看到的形象；物体在水平投影面H上的投影图称为俯视图，又称平面图，即从上向下所见到的形象；物体在侧立投影面W上的投影图称为侧视图，即从侧面看到的形象。这3个投影图反映了该物体的真实形状和大小

从图2—4b中可以看出，三视图中的每一个图形反映物体两个方向的大小，即：

正视图反映物体的高度和长度；俯视图反映物体的长度和宽度；侧视图反映物体的高度和宽度。三个投影图都是从同一物体作正投影得到的，所以它们之间有以下对应关系：正视图与侧视图高度相等；正视图与俯视图长度相等；侧视图与俯视图宽度相等。

需要用几个投影面进行投影，要以投影图形能否全面反映物体的真实形状和大小为原则。机械制图经常选用三面投影。矿图一般只选用一个投影面，如地形图、缓倾斜煤层采掘工程平面图；有的需要用两个投影面，如急倾斜煤层采掘工程图。

第二节 标 高 投 影

采用零水平面作为投影面，将空间物体上各特征点垂直投影到该水平面上，以确定各点的平面位置，然后将物体各点的高程（又称标高）注在各点的投影旁边，用于说明各点高于或低于零水平面的数值。这种投影称为标高投影。

标高投影也是一种正投影。矿图是利用标高投影之方法绘制而成的。

物体的外形轮廓都是由点、线、面构成的。如立井井筒中心、钻孔中心、巷道的拐点等，可以看作是一点；各种道路、井下巷道等，可以看作是线；煤层的顶板、底板，断层面等，可以看作是面。因此，熟悉和掌握点、线、面的标高投影基本知识，是识读和绘制矿图的基础。

一、点的标高投影

自空间一点向零水平面作垂线，其垂足就是点的标高投影，并在垂足的一侧注记其高程值，注意正、负号，如图2—5所示。

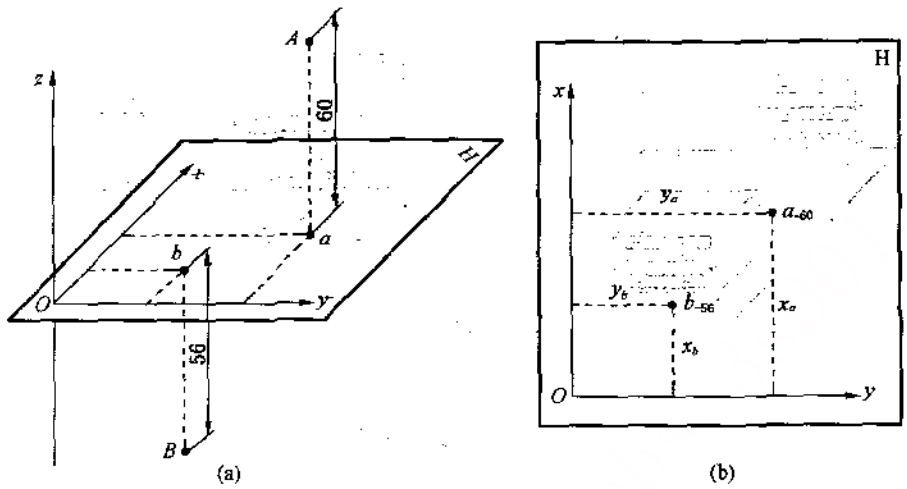


图2—5　点的标高投影

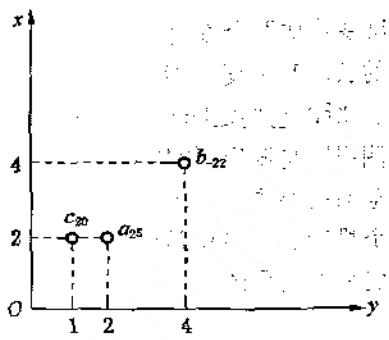


图2—6　点的标高投影作图

作图方法：首先确定投影面，绘出坐标系，然后根据A，B点的x，y坐标值定出点的平面位置，并在点的投影旁边注明点的标高。

[例2—1] A，B，C三点的高程分别为25，—22，20。三点的坐标$x_A=2$，$y_A=2$；$x_B=4$，$y_B=4$；$x_C=2$，$y_C=1$。试绘出三点的标高投影图。

作图方法如图2—6所示。

二、直线的标高投影

（一）直线的标高投影及作图方法

直线的标高投影就是该直线两端点标高投影的连线，如图2—7a所示。若直线为竖直线，则直线的标高投影为一点，如图2—7b所示；若直线平行于投影面，则此直线的标高投影长度与直线的实际长度相等，如图2—7c所示。

直线的标高投影的作图方法如图2—8所示。首先按照点的标高投影作图法绘出A，B点的标高投影a_6，b_8，则直线a_6b_8即为直线AB的标高投影。

（二）直线要素及相互关系

直线的实际长度称为直线的实长，以L表示；直线在水平面上的投影长度称为水平长度（又称平距），以D表示；

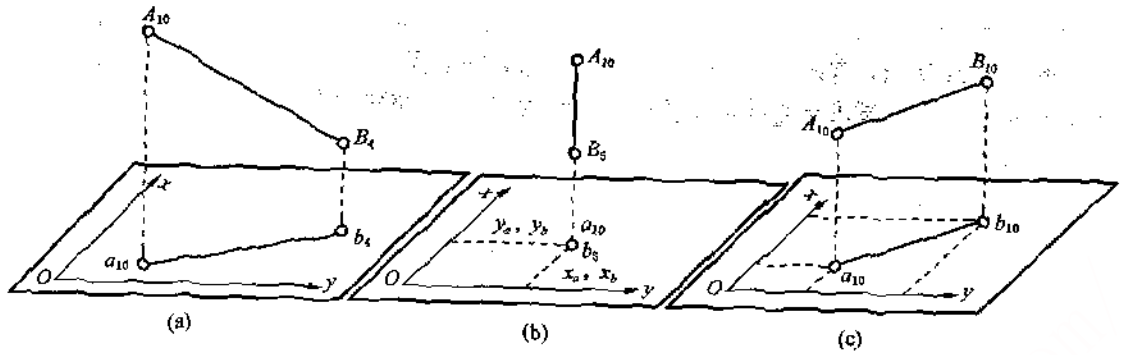


图2-7 直线的标高投影

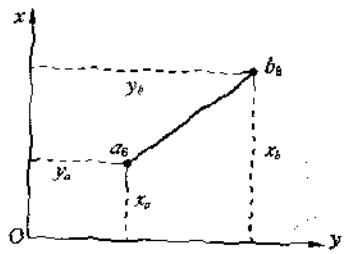


图2-8 直线的标高投影图

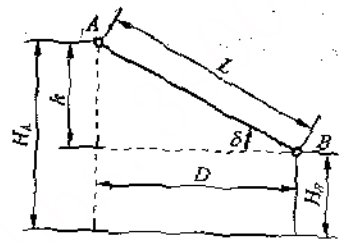


图2-9 直线各要素的关系

直线与水平面的夹角（最小的角度）称为直线的倾角，以δ表示；

直线两端点的高程差称为直线的高差，以h表示；

直线的高差与平距之比称为直线的斜率，以i表示。

直线各要素的关系（图2-9）由以下公式表示：

$$h_{BA}=H_A-H_B \tag{2-1}$$

$$L=\sqrt{D^2+h^2} \tag{2-2}$$

$$i=\frac{h}{D}\ (\%_0) \tag{2-3}$$

$$\delta=\arctan\frac{h}{D} \tag{2-4}$$

式中 H_A，H_B——A，B两点的高程；

L——直线的实际长度；

D——直线的水平长度；

δ——直线的倾角；

h_{BA}——直线的高差；

i——直线的斜率。

根据上述关系，在直线标高投影图上，只要确定一些要素，就能求出另外一些要素的大小。

（三）直线投影的标高内插

在一直线的标高投影上，求出高程为整数的各点投影的位置，称为标高内插。在绘制、

识读和应用矿图时，经常进行标高内插。常用的方法有解析法、剖面法和平行线法等。

图2—10a 所示，直线AB 的标高投影为$a_{63}b_{26}$，两端高程分别为63 m 与26 m，投影的水平长度为90 m，试求出直线标高投影上高程为10 m 的整倍数各点的位置。

1. 解析法

(1) 求每米高差的平距d_1

$$d_1=\frac{D}{h}=\frac{90\text{ m}}{63-26}=2.43\text{ m}$$

(2) 找出第一个整倍数点的位置　显然，投影图上第一个整倍数点的标高应为60 m，这个投影点距a 点的水平长度应为(63 m−60 m)×d_1=3 m×2.43≈7.3 m。在直线投影上自点a 沿ab方向按比例量取7.3 m 所得到的点，即得标高为60 m 的投影点。

(3) 求其他各整倍数点的位置　高差10 m 对应的水平长度为10 m×d_1=10 m×2.43=24.3 m，从60 m 的投影点开始，按比例依次量取24.3 m，所得节点即标高为50、40、30 m 的各投影点的位置，如图2—10a 所示。

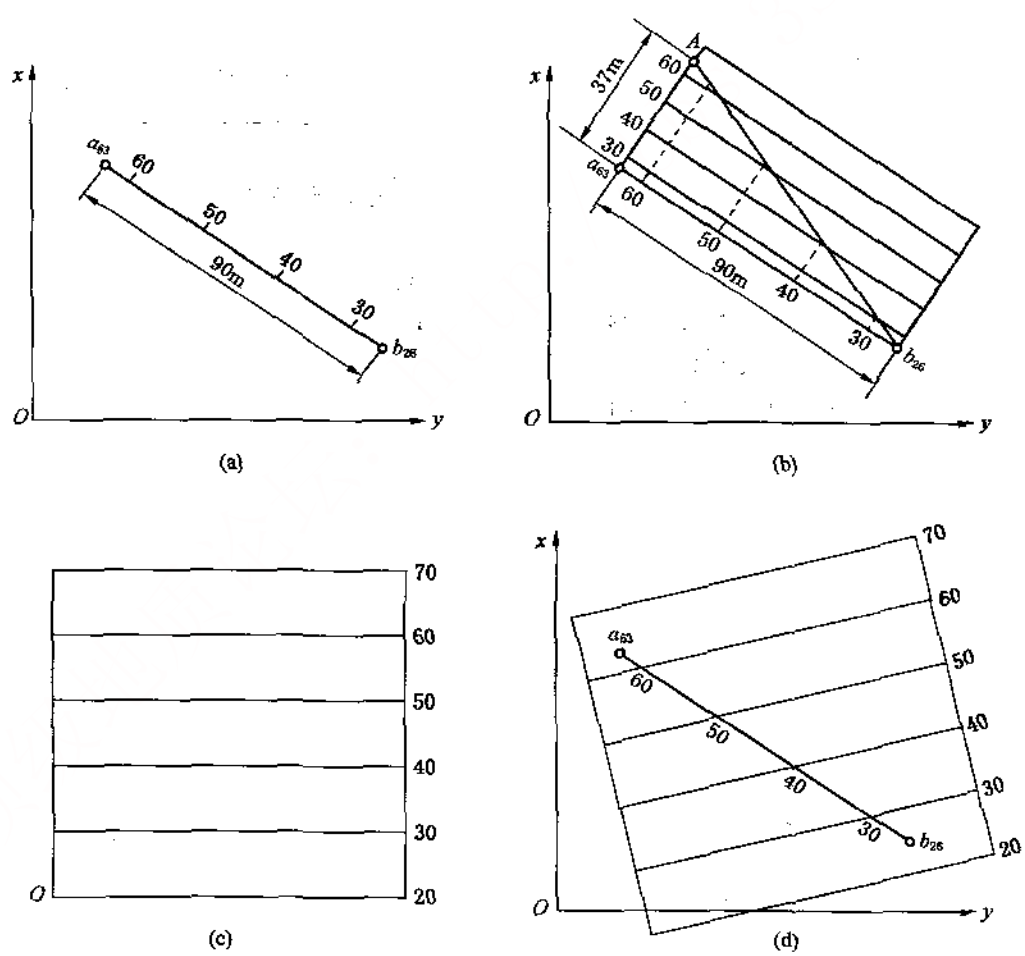


图2—10　直线投影的标高内插

2. 剖面法

如图2—10b 所示，用剖面法找出标高为10 m 整倍数的各投影点的位置。作法如下：

(1) 作Aa_{63}线的垂直线$a_{63}b_{26}$，设Aa_{63}的高度为63 m—26 m=37 m；

(2) 在Aa_{63}线段上，按比例找出高程为30，40，50，60 m 和63 m 的各点，其中高程为63 m 的一点即A 点；

(3) 过Aa_{63}各分节点作平行线与$a_{63}b_{26}$平行，连接Ab_{26}两点；

(4) 将Ab_{26}线与各平行线的交点分别投影到$a_{63}b_{26}$线上，即得到标高为30，40，50，60 m 的各投影点。

3. 平行线法

图2—10c、d 所示为用平行线法找出标高为10 m 整倍数各投影点位置的方法

(1) 首先在一张透明纸上作间隔相等的一组平行线，注明各线的高程，如图2—10c 所示。

(2) 将此透明纸蒙在投影线$a_{63}b_{26}$上，旋转透明纸使a_{63}与b_{26}两点位于平行线组相应高程线上，则平行线和投影线的各交点，即为所求各投影点的位置，如图2—10d 所示。

(四) 空间两直线的相互关系

空间两直线的相互关系有平行、相交和交错3 种。

1. 两直线平行

若空间两直线的投影平行、倾斜方向一致、且倾角相等，则空间两直线平行，如图2—11a 所示。

如图2—11b 所示，两直线投影平行，倾向一致，投影长度相等，直线两端点的高差相等，则倾角相等，可见两直线在空间是平行的。

如图2—11c 所示，两条上山是平行的，上平巷和下平巷也是平行的。

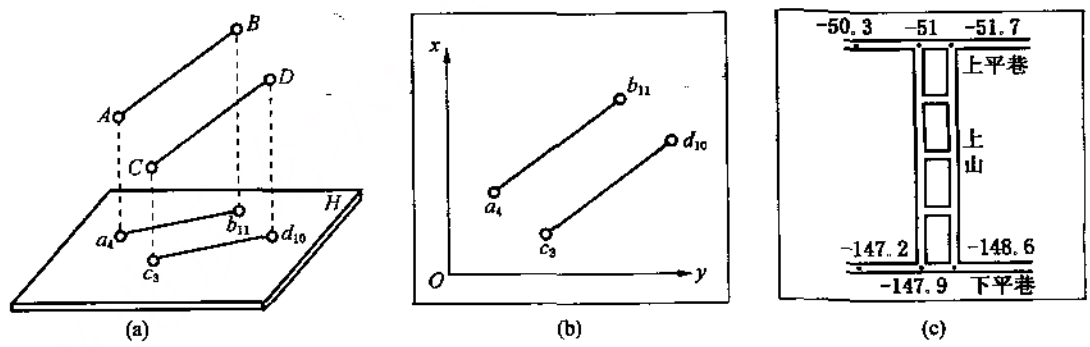


图2—11 空间两直线的平行关系

2. 两直线相交

如图2—12a 所示，空间两直线相交，其投影必相交，且交点只有一个高程值。

如图2—12b 所示，两直线的投影相交于k，作直线的标高内插，k 点的标高在两直线上均为6，因此，两直线在空间是相交的。

如图2—12c 所示，两巷道交点的标高都是109.5 m，可见两巷道是相交的。

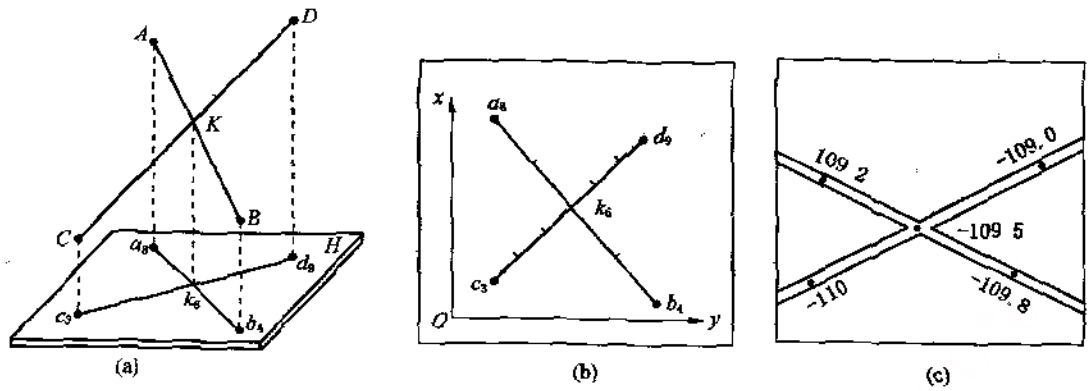


图2—12 两直线相交

3. 两直线交错

若空间两直线的投影相交，且交点处的标高不等，则空间两直线交错，如图2—13a 所示。

如图2—13b 所示，两直线的投影交于K，通过标高内插，求得K 的标高，在a_2b_9 直线上为6，在$c_{10}d_{17}$直线上为14，显然两直线在空间是交错的。

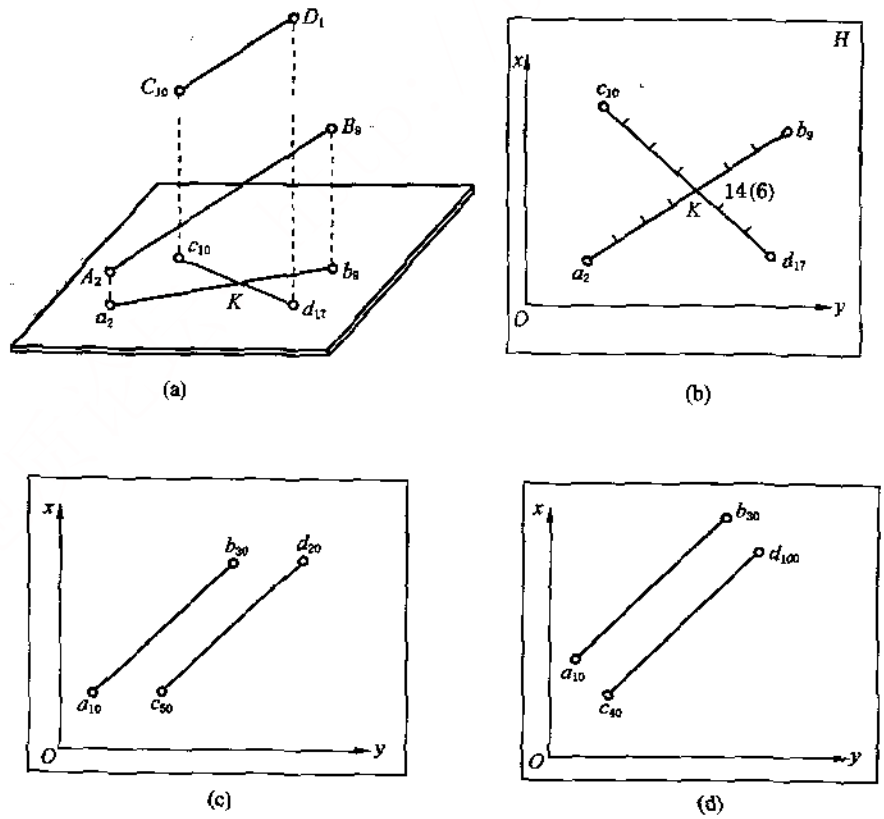


图2—13 空间两直线交错

此外，若两直线的投影平行，而倾向相反，如图2—13c所示；或两直线投影平行、倾向相同，但倾角不等，如图2—13d所示，则两直线在空间也是交错的。

图2—14所示为巷道的投影图，根据标高和巷道画法可知，两斜井与ab巷道是交错关系。

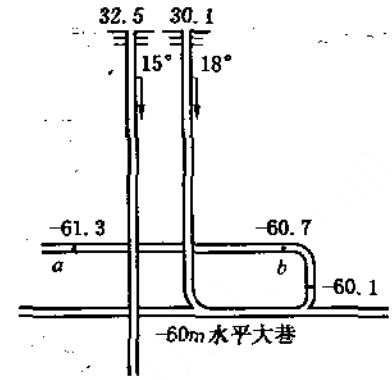


图2—14 巷道交错关系

三、平面的标高投影

（一）表示方法

平面的标高投影是指空间倾斜平面在水平面上的投影，一般是以平面内等高线的投影来表示。

如图2—15a所示，0—0，10—10，20—20为倾斜平面上的3条等高线，用正投影方法，将等高线投影到水平面上，如图2—15b所示，这组等高线的投影就代表了倾斜平面在水平面上的标高投影。

（二）平面三要素

倾斜平面的标高投影，可以表示倾斜平面的空间状态。平面的空间状态用平面的走向、倾向和倾角来表示，称为平面三要素。

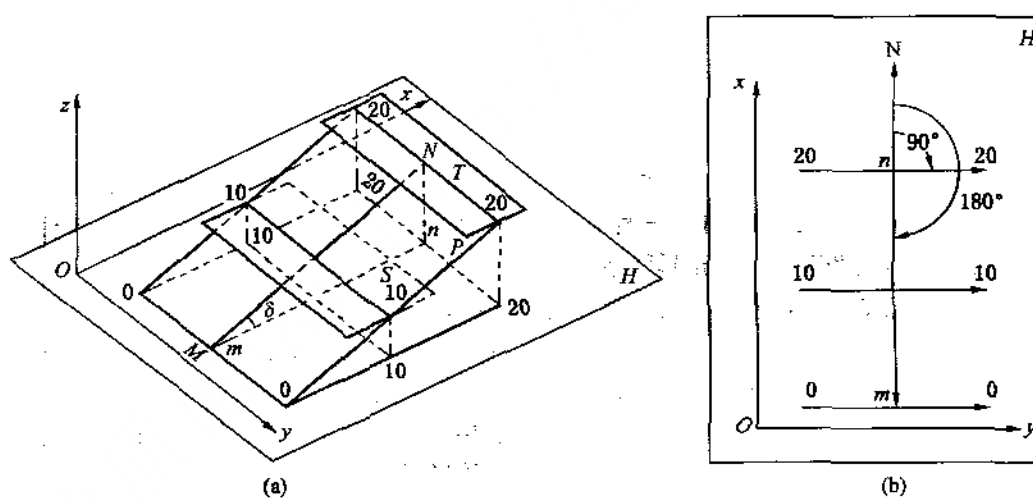


图2—15 平面的标高投影

等高线的方向称为倾斜平面的走向，如图2—15b中箭头所指的方向，走向一般用方位角表示；倾斜平面内由高向低垂直等高线的直线称为倾斜线，如图2—15a所示NM线为平面P的倾斜线。倾斜线在水平面上的投影称为倾向线，倾向线的方向称为倾斜平面的倾向，如图2—15b中nm线的方向，一般用方位角表示；倾向线与倾斜线的夹角称为倾角，如图2—15a中的δ角。确定了平面的三要素，平面在空间的状态也就明确了。平面三要素均可从平面标高投影图中用图解法求得。

在倾斜平面标高投影图中，相邻两条等高线间的距离称为平距，用d表示，可按比例从

图中量取；相邻两条等高线的高程之差称为高差，用h表示，可根据等高线的高程算出。

在识读和应用矿图时，有时需要在平面标高投影图上沿倾斜方向作剖面图，以表示平面的倾斜状态和倾角，其作图方法如图2—16所示。首先按一定比例绘一组相互平行的高程线，其间距等于相邻两条等高线的高差，然后按相同比例在0—0高程线上取$ab=mn$，由a点作ab线垂直af（af等于n，m两点的高差），连接fb，则fb为平面的倾斜长，δ为平面的倾角。

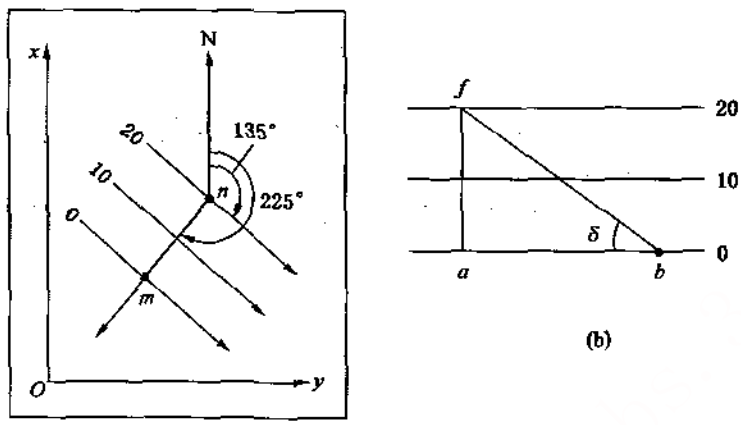


图2—16　平面标高投影和剖面图

（三）作图方法

平面标高投影作图是指在水平面上作出该平面的等高线。作平面的标高投影时，通常会遇到以下4种情况：已知不在同一直线上的3个点；已知一直线和线外一点；已知相交两直线；已知平行的两直线。不论哪种情况，其作图均按以下步骤进行。

（1）根据已知条件，按一定比例尺，把直线或点展绘于图上；

（2）在各点所连的直线或已知直线上，按高程值的整倍数进行标高内插；

（3）连接高程相同的各点，即得平面等高线的投影，也就是该平面的标高投影。

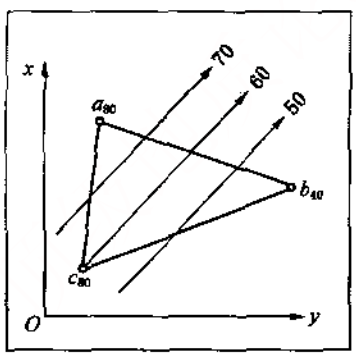


图2—17　平面的标高投影作图

[例2—2] 已知三点的坐标A（9，2，80），B（6，11，40），C（2，1，60）（括号内的3个数为x、y及高程值），求三点所定平面的标高投影图。

首先将三点的平面位置及高程按标高投影的方法绘于图上，得图2—17中的a，b，c；连接三点，并对各连线按高程为10的整倍数进行标高内插；将高程相同的50，60，70各点相连接，得平面等高线的投影，即该三点所定平面的标高投影图（图2—17）。

（四）空间两平面的关系

局部区域各煤层间的关系、煤层层面与断层面的关系等，都属于空间平面的相互关系

问题。空间两平面的相互关系有下列两种情况。

1. 两平面平行

在标高投影图中，两个平面的等高线相互平行，倾向相同，平距相等，则空间两平面彼此平行。

图2—18所示为空间两个平面P_1、P_2的标高投影图，从图中可以看出P_1、P_2平面的等高线彼此平行、平距$d_1=d_2$，倾向方位角$\alpha_1=\alpha_2$，因而，可以判定这两个平面在空间彼此平行。

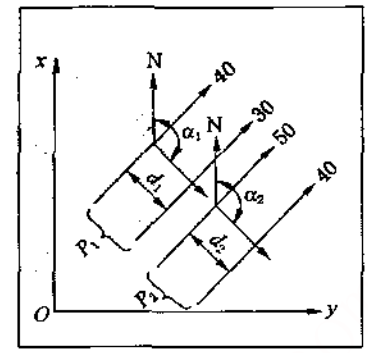


图2—18　两平面平行

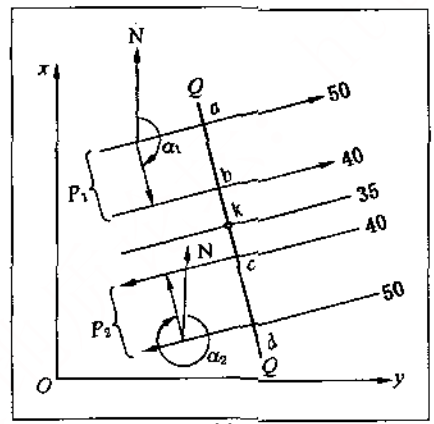
2. 两平面相交

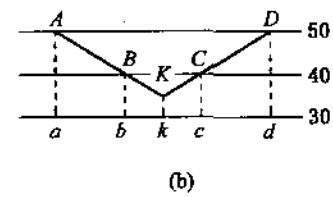
空间两平面相交有以下3种情况。

(1) 在平面标高投影图上，两平面等高线平行，倾向相反，则空间两平面相交。

如图2—19a所示，两个平面的标高投影图，它们的等高线平行，但倾向方位角α_1，α_2相差180°，即倾向相反，因此可以判定这两个平面是相交的。

因为两个平面的等高线平行，故它们的交线必与等高线平行。为了确定两平面交线的位置，按图2—16b所示方法，过Q—Q作剖面图，如图2—19b所示。AB，DC为两平面的倾斜线，将两倾斜线延长交于K点，并将K点投到30水平线上，得k点。由图上量得K的高程为35。在剖面图上量取bk，并将此线段展绘到平面标高投影图（图2—19a）上，即得到Q—Q剖面上二平面交点的标高投影k，过k作等高线的平行线，即35等高线，此线就是两平面交线的投影。





(b)

图2—19　两平面相交

(2) 在平面标高投影图上，两平面的等高线平行，倾向相同，但倾角不等，则空间两平面相交。

图2—20a所示为等高线平行、倾向相同、倾角不等的两相交平面的标高投影图，其交线的求法如图2—20b所示。

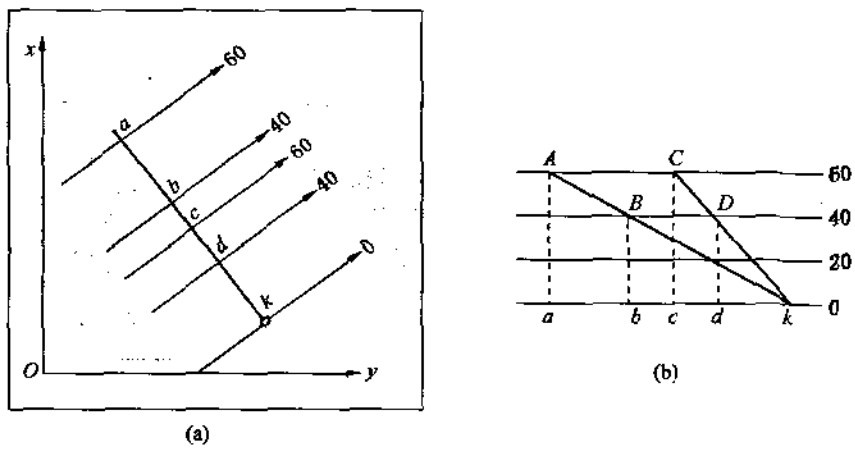


图2—20　两平面相交

(3) 在平面标高投影图上，两平面的等高线相交，则空间两平面相交。

图2—21所示为等高线相交的两平面的标高投影图。两平面高程值相同的等高线交点的连线*ab*为两平面交线的投影。从图中可以看出，其交线在空间为一倾斜直线。

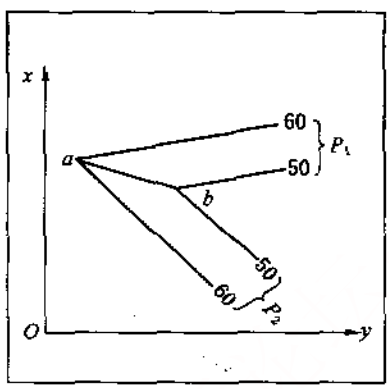


图2—21　两平面相交

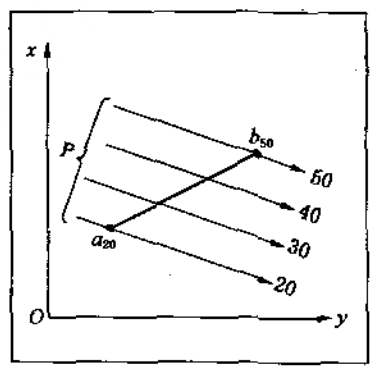


图2—22　直线位于平面内

(五) 空间直线与平面的相互位置

局部地区煤层与直线巷道的位置关系，即属于直线和平面的相互位置关系问题。直线与平面的相互位置关系有以下3种情况。

1. 直线位于平面内

直线有两点位于平面内，则该直线位于平面内。

如图2—22所示，一空间直线AB和一平面P的标高投影图，直线两端点的投影a，b均在同高程的平面等高线的投影上。由此可知，空间直线AB位于空间P平面内。

2. 直线与平面平行

空间某直线不在平面内，但与平面内的某直线平行，则此直线与平面平行。

如图2—23所示，cd为空间平面P内直线CD的投影，ab为空间某直线AB的投影，ab平行于cd。由图可知，AB两端点高程都高于P平面相应点的高程，因而直线AB不在平面P内，但ab与cd平行，倾向相同，倾角也相等，所以直线AB与平面P平行。

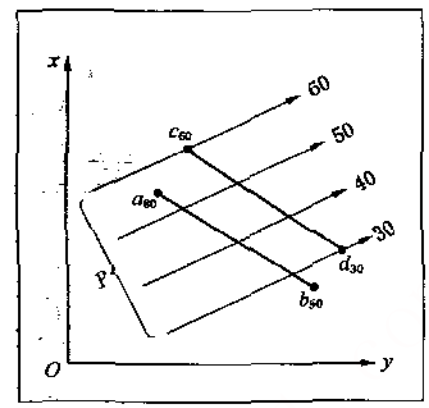


图2—23　直线与平面平行

3. 直线与平面相交

直线既不在平面内，又不与平面平行，则此直线与平面相交。

如图2—24a所示，直线CD的标高投影高程值与平面等高线相应点的高程值不一致，所以CD线不在平面P内，而且CD线的倾向与平面的倾向相反，所以CD线不与平面平行。由此可知，CD线与平面P相交。

为了求得CD线与平面P的交点，过直线CD作剖面图，如图2—24b所示。直线CD与平面上的直线AB相交于K点，K点就是直线CD与平面P的交点。将K点投影于水平线上，并转绘至平面图（图2—24a）上，则得直线CD与平面P交点的投影k。

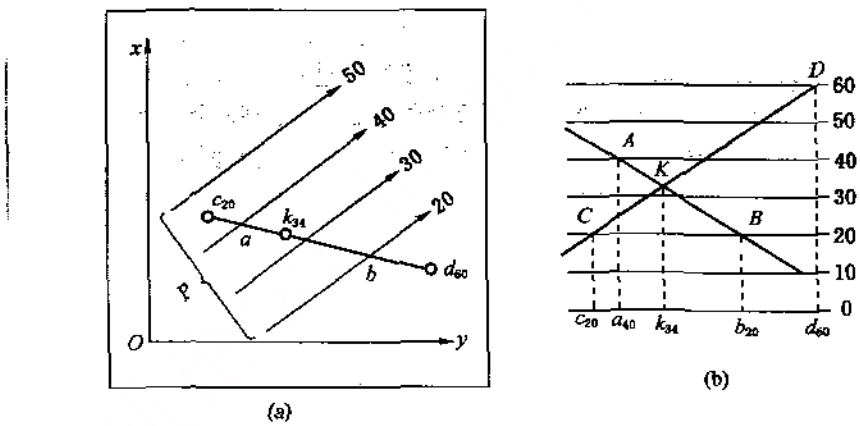


图2—24　直线与平面相交

四、曲面的标高投影

曲面的标高投影同样采用曲面上等高线的投影来表示。

如图2—25所示，图的上部为山丘示意图，山丘与高程为10 m的静止水平面的交线为一闭合曲线。若水平面升到12，14，16 m时，同样可以形成3条闭合曲线。每条曲线上各点的高程均等于该曲线的高程，如高程为10 m的曲线上，各点的高程均为10 m。将各曲线投影到水平面，并按比例缩小绘制成图，这些曲线的标高投影是该山丘表面的标高投影，即表示了该山丘的地貌。

地面的地貌、井下的煤层产状等都是用曲面的标高投影表示的。

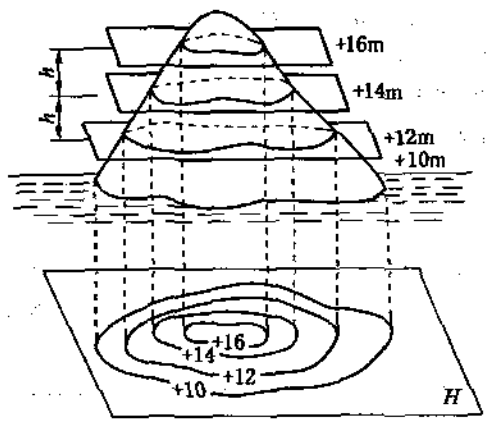


图2—25 曲面的标高投影

第三节 轴 测 投 影

一、概述

正投影的每一个视图，只能表达物体一个面的尺度和形状，且缺乏立体感。如果用平行投影的方法，将物体连同它的坐标轴一起向一个投影面进行投影，利用3个坐标轴确定物体3个方面的尺度，就能在一个投影面中得到反映物体长、宽、高3个方面的形状和尺度的图形。这种投影方法，称为轴测投影法。用轴测投影法所得到的图形，称为轴测投影图（简称轴测图或立体图）。图2—26所示为空间立方体的轴测投影图，由图中可以看出，立方体的3个尺度全反映出来了。

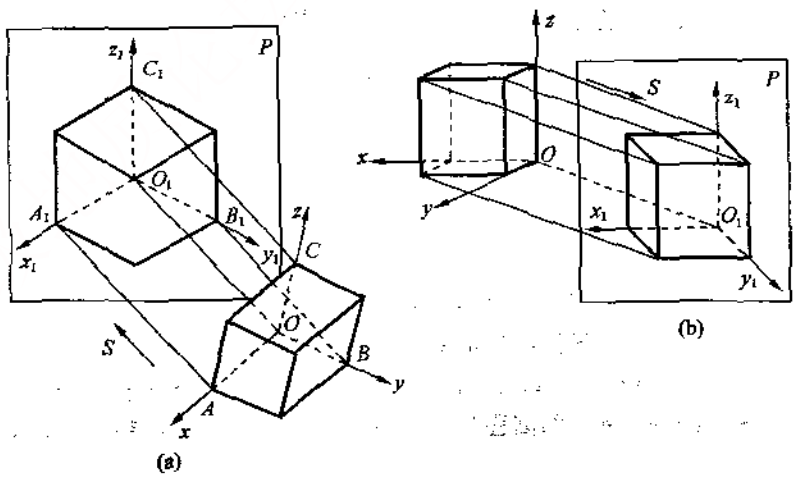


图2—26 立方体的轴测投影图

图2—26所示P为轴测投影面，S为投影线方向，Ox、Oy、Oz为物体空间直角坐标轴的3个坐标轴，O_1x_1、O_1y_1、O_1z_1为空间相应3个坐标轴在轴测投影面上的投影。

轴测投影图的优点是比较直观和立体感强，能比较清楚地表达物体的形状，其缺点是图的度量性较差，作图麻烦。矿图中有时用轴测图作为辅助图，以表达巷道的空间关系和位置。

1. 轴测轴和轴间角

空间直角坐标轴Ox、Oy、Oz在轴测投影面上的投影O_1x_1、O_1y_1、O_1z_1称为轴测投影轴，简称轴测轴。任意两轴测轴之间的夹角$\angle x_1O_1y_1$、$\angle x_1O_1z_1$、$\angle z_1O_1y_1$称为轴间角。

2. 轴向变形系数

空间某线段沿某轴测轴的投影长与其沿相应空间坐标轴的实际长度之比，称为该轴的轴向变形系数（图2—26a），即

$\frac{O_1A_1}{OA}=p$　p为x轴的轴向变形系数；

$\frac{O_1B_1}{OB}=q$　q为y轴的轴向变形系数；

$\frac{O_1C_1}{OC}=r$　r为z轴的轴向变形系数。

3. 轴测投影的特性

由于轴测投影是用平行投影方法进行的投影，因此，轴测投影具有平行投影的特性。

（1）空间直线，其轴测投影仍为直线；

（2）空间相互平行的直线，其轴测投影仍然相互平行；

（3）空间平行于坐标轴Ox、Oy、Oz的线段，即轴向线段，其轴测投影也必然与相应的轴测轴平行，并且所有同轴的轴向线段，其变形系数相同。

上述投影特性，是绘制轴测图的重要依据，应认真理解，熟练掌握。

4. 轴测投影的种类

根据投影线方向和投影面的关系，轴测投影分为正轴测投影（也称直角轴测投影）和斜轴测投影（也称斜角轴测投影）两种。投影线与轴测投影面垂直的称为正轴测投影，如图2—26a所示；投影线与轴测投影面斜交的称为斜轴测投影，如图2—26b所示。

根据轴向变形系数的不同，上述每种轴测投影又可分为3种：

（1）若$p=q=r$时，称为正（或斜）等测投影；

（2）若$p=q\neq r$或$p\neq q=r$或$p=r\neq q$时，称为正（或斜）二测投影；

（3）若$p\neq q\neq r$时，称为正（或斜）三测投影。

二、轴测图的画法

工程上常用的是正等测图和斜二测图。

1. 正等测图的画法

正等测图是用正轴测投影的方法，并使其3个轴向变形系数相等作出的轴测投影图。

绘制正等测图，首先作3个互成120°的轴测轴O_1x_1，O_1y_1，O_1z_1　一般使O_1z_1与水平线成直角，O_1x_1，O_1y_1与水平线成30°角，如图2—27所示。3个轴间角相等，即$\angle x_1O_1y_1=\angle x_1O_1z_1=\angle z_1O_1y_1=120°$；3个轴向变形系数$p$，$q$，$r$相等，即均为0.816，为了绘图方便，

一般3个轴向变形系数均取为1。

现举例说明点、直线、平面的正等测图的画法。

已知空间点A（10 m、10 m、20 m），试作其正等测图。

作图步骤如下：

(1) 作轴测轴O_1x_1，O_1y_1，O_1z_1互成120°角，矿图习惯上以O_1x_1的相反方向为正，如图2—28所示。

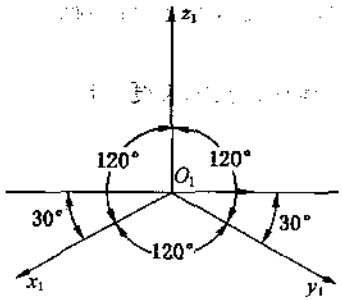


图2—27　正等轴测轴的画法

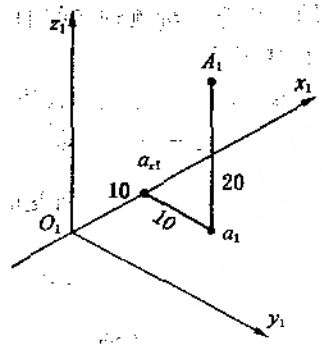


图2—28　点的正等测投影图的画法

(2) 在O_1x_1轴上按比例量取$O_1a_{x_1}=10$ m，过a_{x_1}作O_1y_1的平行线，并在此平行线上量取$a_{x_1}a_1=10$ m，得a_1；

(3) 过a_1作O_1z_1的平行线，并取$a_1A_1=20$ m，得点A_1，即为A点的正等测图。

直线的轴测投影图是该直线两端点轴测投影的连线；平面的轴测投影图是该平面内3个点（或一直线和一个点）轴测投影的连线；平面立方体的轴测投影图是其各特征点轴测投影的连线。因此，掌握了点的正等测投影图的画法，便可作出直线、平面和平面立方体的正等测图，其示例如图2—29所示。

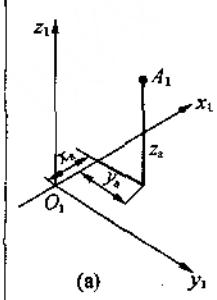
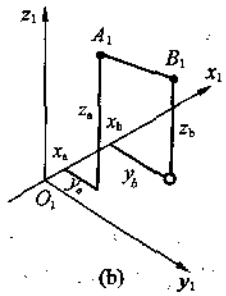
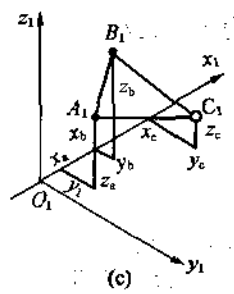
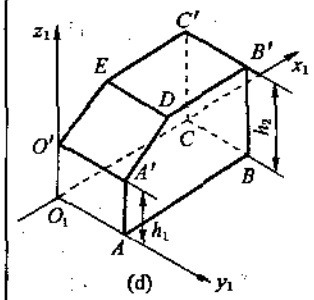
	点	直　线	平　面	平面立方体
已知条件	$A\ (x_a,\ y_a,\ z_a)$	$A\ (x_a,\ y_a,\ z_a)$ $B\ (x_b,\ y_b,\ z_b)$	$A\ (x_a,\ y_a,\ z_a)$ $B\ (x_b,\ y_b,\ z_b)$ $C\ (x_c,\ y_c,\ z_c)$	$A\ (0,\ y_a,\ 0)$; $B\ (x_b,\ y_b,\ 0)$ $C(x_c,\ 0,\ 0)$; $D(x_d,\ y_d,\ h_2)$; $E\ (x_a,\ 0,\ h_2)$; h_1, h_2
正等测图				

图2—29　正等测图画法

2. 斜二测图的画法

斜二测图是用斜轴测投影的方法，并使其两个轴向变形系数相等作出的轴测投影图。为了作图方便和作出的轴测图立体感强，一般采用$p=r=1$，$q=0.5$，轴间角$\angle x_1O_1z_1=90°$，$\angle z_1O_1y_1=135°$，y_1 轴与水平线成45°；或$q=r=1$，$p=0.5$，$\angle z_1O_1y_1=90°$，x_1 轴与水平线成45°，如图2－30所示。

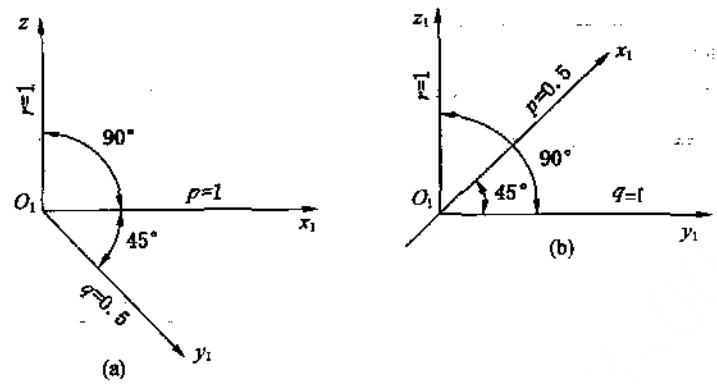


图2－30　斜二测图轴测轴的画法

现举例说明斜二测图的画法与步骤。

[例2－3] 图2－31a 为M 点的标高投影图，试作该点的斜二测图。作图方法和步骤如下（图2－31b）：

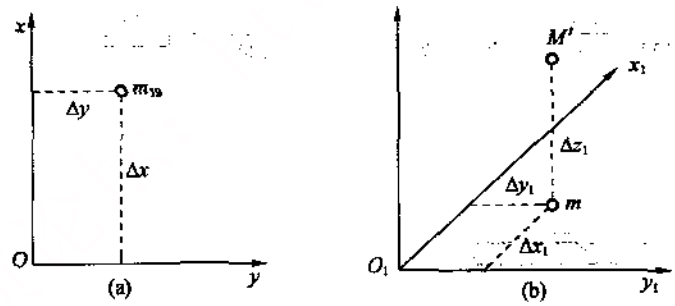


图2－31　点的斜二测图画法

（1）先作x_1、y_1、$z_1$3个轴测轴，使z_1 与x_1、x_1 与y_1 间的夹角为45°；

（2）选定变形系数$q=r=1$，$p=0.5$，则M 点的轴测轴与直角坐标轴间的关系为

$$x_1=0.5x,\quad y_1=y,\quad z_1=z$$

（3）在轴测投影图上取$\Delta x_1=0.5\Delta x$，$\Delta y_1=\Delta y$ 定出m 点，过m 点作竖直线，在此竖直线上按比例截取$\Delta z_1=\Delta z$，得M'点，即为M 点的斜二测图。

直线、平面和平面立方体的斜二测图的画法，与正等测图相似，只是作图时应将变形

系数为0.5轴测轴的轴向长度，取为物体沿相应直角坐标轴长度的一半。

矿图中绘制井巷轴测图时，通常不用各点的实际坐标，而是用标高投影中选定的假定坐标。

[例2—4] 图2—32a所示为某矿井两个水平的巷道平面图（标高投影），试作其斜二测图。

作图步骤如下（图2—32b，c）：

（1）如图2—32a所示，选定井筒中心（或附近某一测点）作为假定坐标原点O，平行于主要巷道的方向作为假定x轴的方向，垂直于主要巷道的方向作为假定y轴的方向，绘出平面直角坐标格网。

（2）选定轴测投影图的类型，确定轴间角和变形系数。如图2—32b所示，令$q=r=1$，$p=0.5$，$\angle x_1O_1z_1=45°$，$\angle z_1O_1y_1=90°$；如图2—32c所示，令$p=r=1$，$q=0.5$，$\angle x_1O_1z_1=90°$，$\angle x_1O_1y_1=45°$。

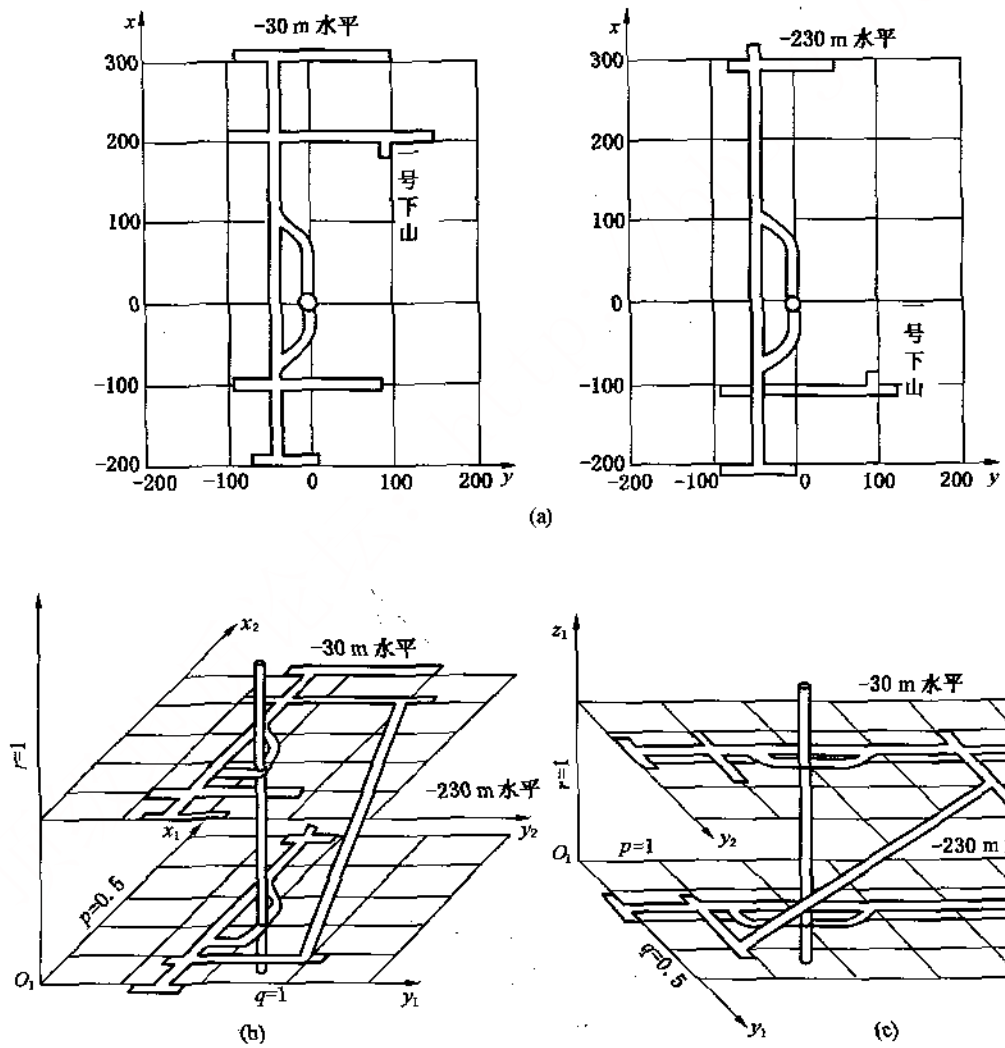


图2—32 巷道的斜二测图画法

(3) 根据各水平的巷道平面图，作各水平巷道的斜二测图。假如先作－30 m 水平的巷道斜二测图，在绘图纸上部作轴测 x_1，y_1，z_1，如图2－32b，c 所示。根据平面图的网格和轴测轴的变形系数，按比例绘出轴测投影坐标格网；再根据平面图中巷道特征点的坐标 x、y，在轴测投影坐标格网内作各特征点的投影，用双线绘出巷道轮廓。

(4) 画完－30 m 水平后，将 z_1 轴向下延长，在延长线上按比例尺截取一段长度等于 (230－30) m×1＝200 m，过截点作平行于上水平的 x_1、y_1 轴，再按步骤 (3) 作出－230 m 水平的巷道轴测投影。

作图时要注意：如图2－32b 所示，x_1 方向的轴向尺寸等于相应空间轴向实长的一半；在图2－32c 中 y_1 方向的轴向尺寸等于相应空间轴向实长的一半。

(5) 用双线连接上下水平间的井巷。用阴影将各巷道加以修饰，即得该区的井巷斜二测图。

由图2－32b，c 可以看出，因所选取的轴间角和轴向变形系数不同，绘出的两个斜二测图的图形也不同。

复习思考题

1. 投影的种类有哪些？

2. 什么叫平行投影？斜投影与正投影有何区别？

3. 什么叫标高投影？

4. 已知两点 A (8，3，60)，B (6，10，20)，试按1∶2000 比例绘制直线的标高投影图。

5. 已知三点 A (7，3，70)，B (6，10，30)，C (3，2，50)，试按1∶2000 比例绘制平面的标高投影图（等高距10 m），并确定平面的三要素。

6. 在标高投影图上怎样判断直线与直线、直线与平面、平面与平面的相互关系？

7. 图2－33 所示为一直线和一平面的标高投影，试求出直线和平面的交点。

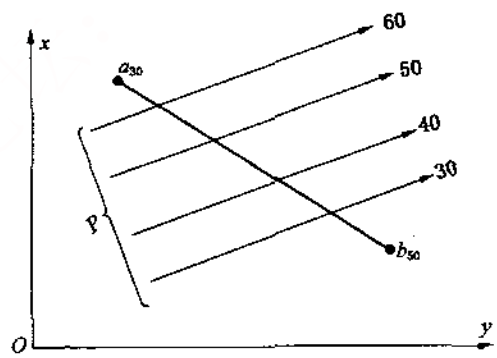


图2－33　直线和平面的标高投影

8. 图2－34 所示为两个平面的标高投影，试求两平面的交线。

9. 图2－35 为一物体的三面投影图比例为1∶1000，试按相同比例绘出它的正等测图和斜二测图（令 $p=r=1$，$q=0.5$）。

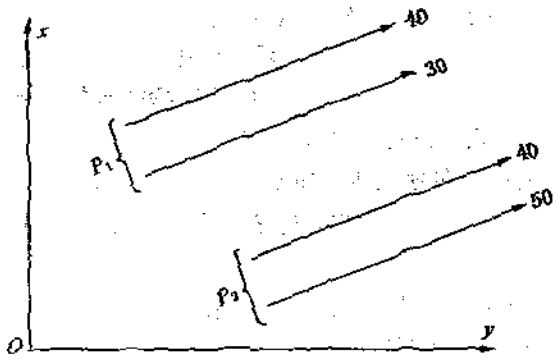


图2—34　两平面的标高投影

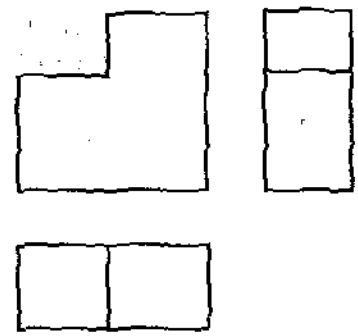


图2—35　物体的三视图

第三章 井田区域地形图

第一节 概 述

井田区域地形图是反映井田范围内地物和地貌的综合性图纸。它主要用于地面建筑、矿井地面工程和井下采掘工程的规划、设计和施工，同时也用来指导矿井建设、安全生产和科学管理。它是每个矿井必备的基础图纸。

井田区域地形图比例一般采用1∶2000或1∶5000。

井田区域地形图应包括下列内容。

(1) 测量控制点，包括三角点、水准点、永久性图根点等。

(2) 高山、盆地、山谷、山脊、悬崖、峭壁、冲沟等各种地貌。

(3) 河流、湖泊、水库、水塘、输水槽、水坝和桥梁等。

(4) 管线及垣栅，包括各种输电线、通信线、煤气管道、围墙及栅栏等。

(5) 铁路、公路、架空索道、大车路等各种道路。

(6) 居民点和重要建筑物。

(7) 独立地物，包括各种塔、烟囱、高压输电线杆（塔）、注浆站、井筒和井架等。

(8) 土质和植被，包括重要资源、森林、经济作物地、菜田、耕地、沙地、沼泽、石块地等。

(9) 采矿引起的地面特有地貌，包括矸石山、塌陷坑和积水区等。

第二节 地物和地貌

一、地物符号

在地形图上，为了便于识读和应用，各种地物是以其相似的几何图形或《地形图图式》中统一规定的符号来表示。

地形图上的地物符号，分为比例符号、非比例符号、线状符号和填充符号4种。

1. 比例符号

把地物的轮廓按测图比例缩绘于图上的相似图形，称为比例符号（又称轮廓符号）。比例符号正确地表示了地物的位置、形状和大小。如第一章第五节中所示房屋、河流等符号。

2. 非比例符号

有些重要的地物，轮廓较小，在图上不便按比例表示出来，须采用统一规定的符号，将其表示在图上，这类符号称为非比例符号。非比例符号只能准确地表示地物几何中心或其他定位中心的位置，能表明类别，但不表示地物的大小。如第一章第五节中所示的测点、钻孔、井口、烟囱等。

3. 线状符号

有些带状延伸地物，长度按比例表示，而宽度不按比例表示，这种符号称为线状符号或半依比例符号，如第一章第五节中所示的铁路、高压线等。

4. 填充符号

表示森林、农业场地等植被而均匀填绘于地类界轮廓内的符号，称为填充符号。其轮廓大小按比例测绘，而充填的单个符号既不表示物体的实际位置，也不表示物体的大小，故又称面积符号，如第一章第五节中所示旱地、水稻田等。

二、地貌符号

在地形图上表示地貌的方法很多，在大比例地形图中，通常用等高线表示地貌。

1. 等高线的概念

高程相等的各相邻点所连成的闭合曲线，称为等高线，也就是水平面与地面的交线。如图3—1a所示，假如有一个小山头淹在水中，水面P_3的高程为120 m，则水平面和山头表面的交线就是120 m等高线。当水面下降5 m时，可得到水平面P_2与山头表面的交线，即115 m等高线。如此继续下降，每下降一次便可得一条等高线。如果把这些等高线都垂直投影到一个水平面H上，按一定比例绘成图，并注明各等高线的标高，就是这个小山头的等高线图，如图3—1b所示。

相邻两条等高线之间的高差，称为等高距，以h表示。同一张图上，等高距相同，如图3—1b中的等高距为5 m。

一张图纸的等高距与地形类别、比例大小及对图纸的要求等因素有关。

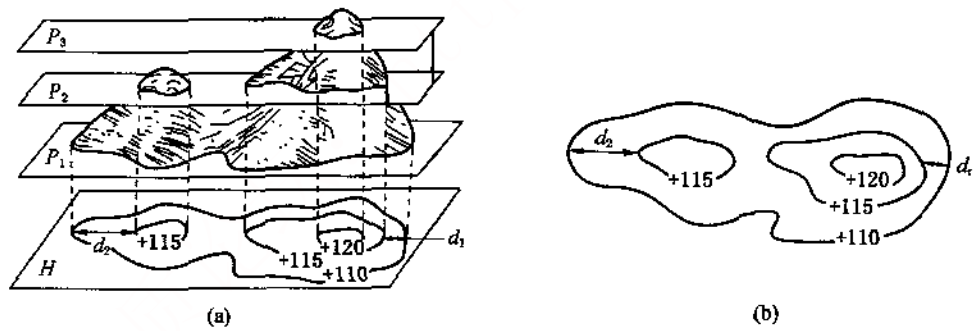


图3—1 地形等高线投影图

等高距越小，图上的等高线就越密，如果图上的等高线数量过多且密集，虽能详细地表达地貌的细节，但这不仅增加测绘的工作量，而且影响图面的清晰度；如果等高距过大，则表现的地貌太粗略。因此选择等高距时，必须统筹兼顾、全面考虑。表3—1所列为现行的几种地形图的等高距。

在等高线图上，相邻两条等高线之间的最短水平距离，称为等高线平距，以d表示。因为同一地形图上的等高距相同，所以在平距小的地方，地形坡度大；平距大的地方，地形坡度小。如图3—1b所示的山坡，西部等高线的平距较大，表示地形坡度较缓；东部平距较小，表示地形坡度较陡。

表3—1 地形图的基本等高距 m

比例	平原	丘陵	山地
1∶500	0.2	0.5	0.5
1∶1000	0.5	1.0	2.0
1∶2000	0.5	1.0	2.0
1∶5000	0.5~1.0	2.0	5.0

2. 等高线的种类

为了清晰地、充分地表示地貌，地形图上采用下列4种等高线，如图3—2所示。

(1) 基本等高线 表3—1规定的等高距称为基本等高距。按基本等高距绘制的等高线，称为基本等高线，又称首曲线，如图3—2所示+100，+102、 ，+116 m等。

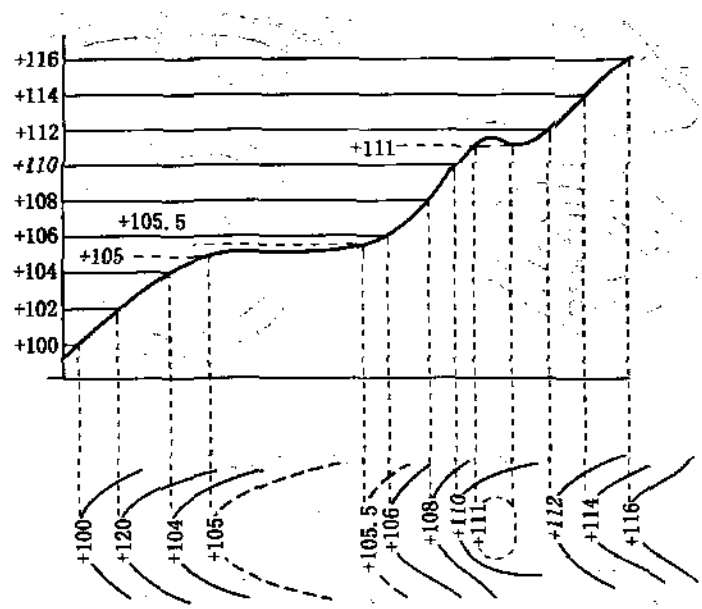


图3—2 等高线种类

(2) 加粗等高线 为了便于查看高程，一般每隔四条基本等高线加粗一条等高线，这条加粗的等高线，称为加粗等高线。一般只在加粗的等高线上注记高程，因此，加粗等高线又称计曲线，如图3—2所示+100，+110 m两条等高线。

(3) 半距等高线 当基本等高线不能显示一些重要地貌时，在两条基本等高线之间按1/2等高距再测绘一条等高线，称为半距等高线，亦称间曲线，如图3—2所示+105，+111 m两条等高线。

(4) 辅助等高线 如果加绘了半距等高线，仍不能充分显示局部地貌的特征，则在基本等高线和半距等高线之间，按1/4基本等高距再测绘1条等高线，称为辅助等高线，又称助曲线，如图3—2所示+105.5 m等高线。

3. 各种地貌及其等高线特点

地貌的自然形态虽然很复杂，但不外是由平地（坡度一般在0°~6°）、丘陵地（坡度一

般在6°～15°）和山地（坡度一般在15°以上）组成。在丘陵地和山地地貌中，山顶、盆地、山脊、山谷、鞍部等为其基本形态。熟习了这些基本地貌的等高线特点，就不难识读各种复杂的地貌了。

（1）山顶　山地的最高部分称为山顶，等高线为一组闭合曲线，高程值由外向内依次增大，如图3—3a 所示。山顶的形状有尖山顶、圆山顶和平山顶等。各种形状的山顶，其等高线不一样，如图3—4 所示。尖山顶在山顶附近坡度比较一致，其等高线的平距大体相等，如图3—4a 所示；圆山顶的顶部坡度较缓，因而越到山顶等高线平距越大，顶部最大，如图3—4b 所示；平山顶的顶部平坦，越过一定范围时坡度突然变大，因而其等高线间的平距在山坡部分较小，到山顶部分平距突然增大，如图3—4c 所示。

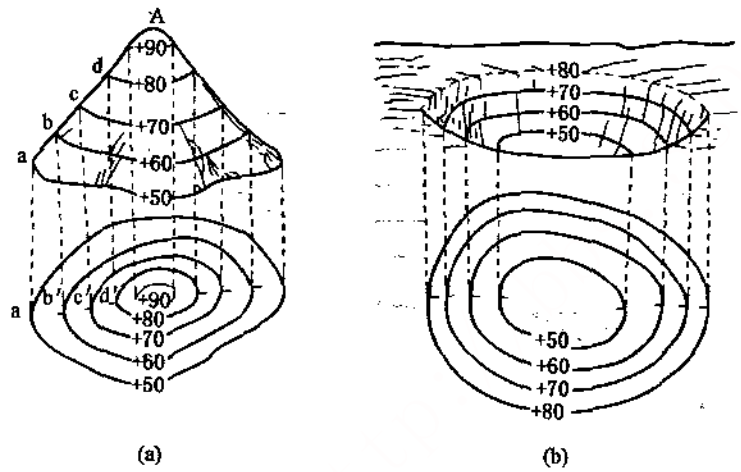


图3—3　山顶和盆地的等高线

a—山顶；b—盆地

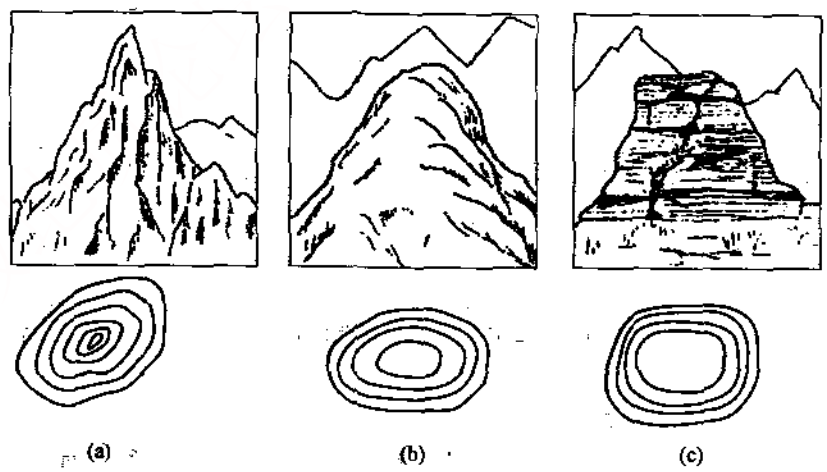


图3—4　不同山顶形态及其等高线图

a—尖山顶；b—圆山顶；c—平山顶

(2) 盆地　低于四周的洼地称为盆地，如图3—3b 所示。盆地的等高线也是一组闭合曲线，高程值由外向内依次减小。有时为了区别山地与盆地两种地形，在等高线斜坡下降方向绘一短线，这种短线称为示坡线，如图 3—3b 所示。示坡线只表示坡度的方向。

(3) 山脊　由山顶延伸到山脚的山的凸棱称为山脊。山脊两侧倾向相反，两侧面交成的棱线是雨水分流的界线，称为分水线或山脊线，如图3—5a 所示。山脊等高线为一组凸向低处的曲线，且与分水线正交，如图3—5b 所示。山脊的形状有尖山脊、圆山脊、台阶状山脊等各种各样的形态，如图3—6 所示。尖山脊的等高线呈尖角状，圆山脊的等高线呈弧状，台阶状山脊的等高线则呈疏密不同的方框形状。

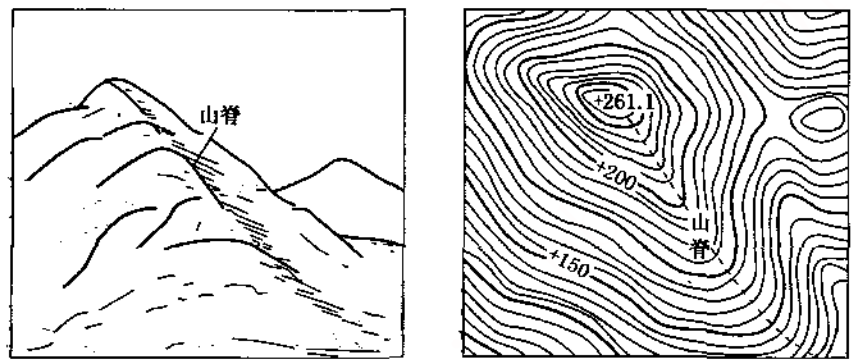


图3—5 山脊及其等高线图



图3—6 不同山脊等高线

a—尖山脊；b—圆山脊；c—台阶状山脊

(4) 山谷　两山脊之间的凹地称为山谷。山谷中最低点的连线是雨水汇流之处，因而称为集水线或山谷线，如图3—7a 所示。山谷等高线为一组凸向高处的曲线，且与集水线正交，如图 3—7b 所示。

山谷的形状有平底山谷、圆底山谷、尖底山谷，如图3—8 所示。

(5) 鞍部　相邻两个山头之间形似马鞍状的低凹部分，称为鞍部，如图3—9 所示。鞍部等高线是由两组山头等高线和两组山谷等高线组成的，鞍部的中心位于两组等高线的中心线上。

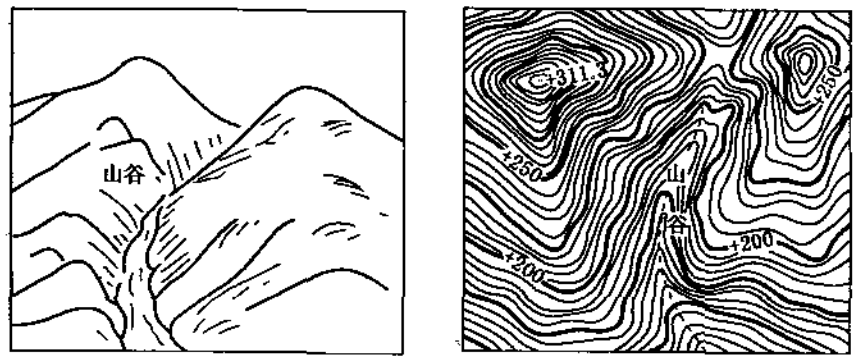


图3—7　山谷及其等高线图

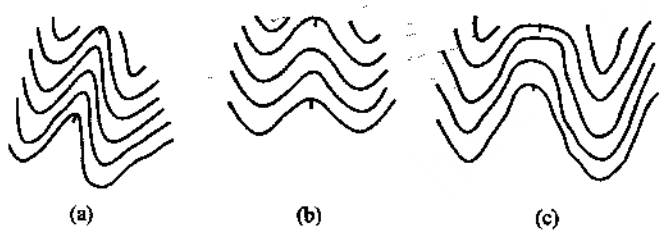


图3—8　不同形态山谷等高线

a—尖底谷；b—圆底谷；c—平底谷

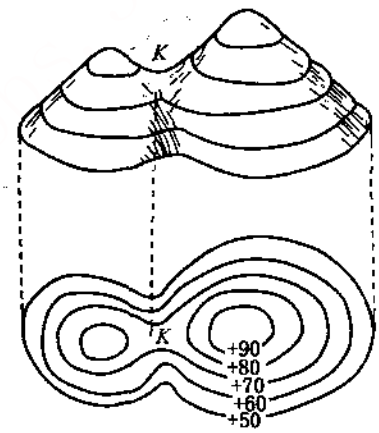


图3—9　鞍部的等高线

（6）绝壁（陡崖、峭壁、陡坎）　坡度很大的陡峭岩壁称为绝壁，又称陡崖、峭壁。土质的陡坡，称为土陡坎。绝壁的坡度一般在70°以上。如图3—10a所示，河流右岸为一岩石绝壁，左岸为一陡坎。用等高线和专用符号表示这种地貌，如图3—10b所示。

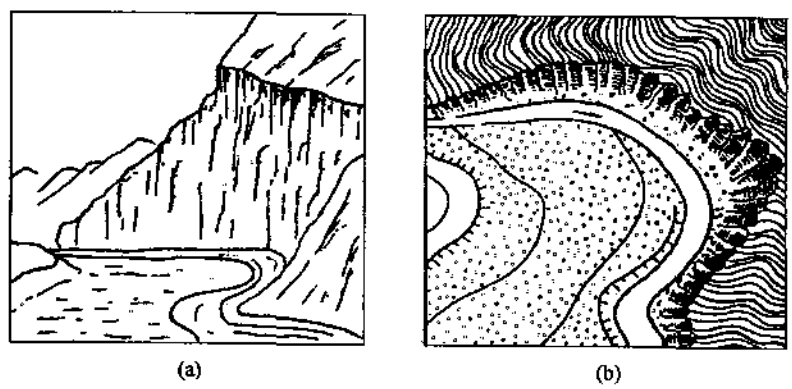


图3—10　绝壁、陡坎符号及等高线图

(7) 悬崖　峭壁上部突出的地方称为悬崖，如图3—11 所示。从图中可以看出，在悬崖处不同高度的等高线是相交的，交点成双，高程高的等高线遮盖高程低的等高线，等高线被遮盖的部分用虚线表示。

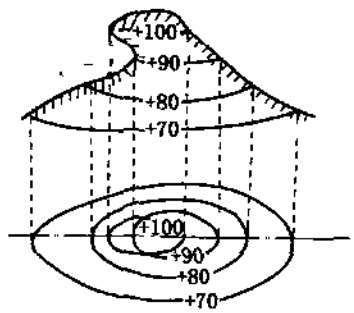


图3—11　悬崖的等高线彼此相交

(8) 峡谷　两岸为峭壁的狭窄岩石山谷为峡谷，如图3—12a 所示。峡谷用特殊符号表示。在地形图上，等高线遇峡谷符号时应断开，如图3—12b 所示。

(9) 冲沟　地面受雨水冲蚀而形成的大小沟壑称为冲沟，如图3—13a 所示。冲沟也有其特殊的符号，在地形图上，等高线遇冲沟符号应断开，如图 3—13b 所示。

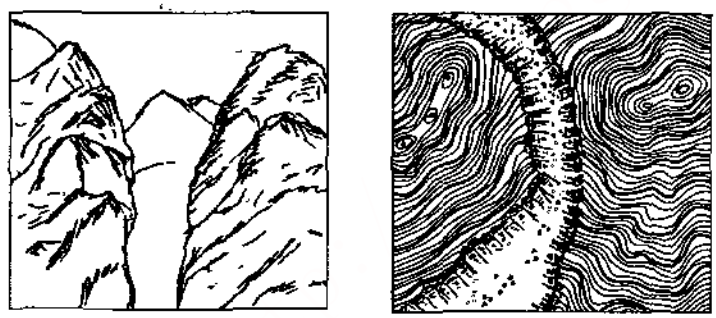


图3—12　峡谷符号及等高线图

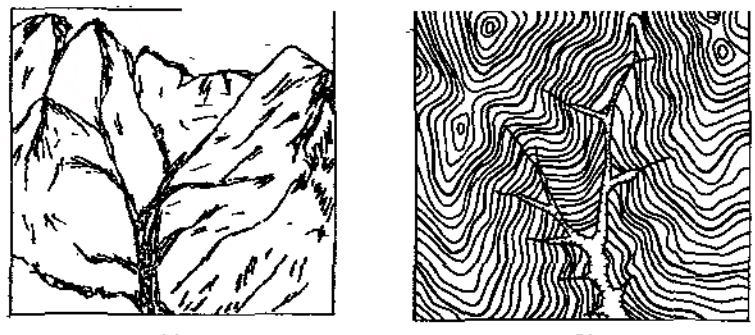


图3—13　冲沟符号及等高线图

(10) 梯田　在山坡或谷地由人工修筑的台阶状地称为梯田，如图3—14a 所示。梯田一般用梯田专用符号、等高线和标高注记表示。图3—14b 所示为一用料石加固的梯田符号及其等高线图。

综合上述，地貌的形态虽千差万别，但一个地区的地貌却是由一些基本地貌和特殊地

貌组合而成的。因此都可以用等高线和统一规定的符号表示，如图3—15 所示，图3—15a 所示为各种基本地形的综合示意图，图 3—15b 所示为其相对应的等高线图。

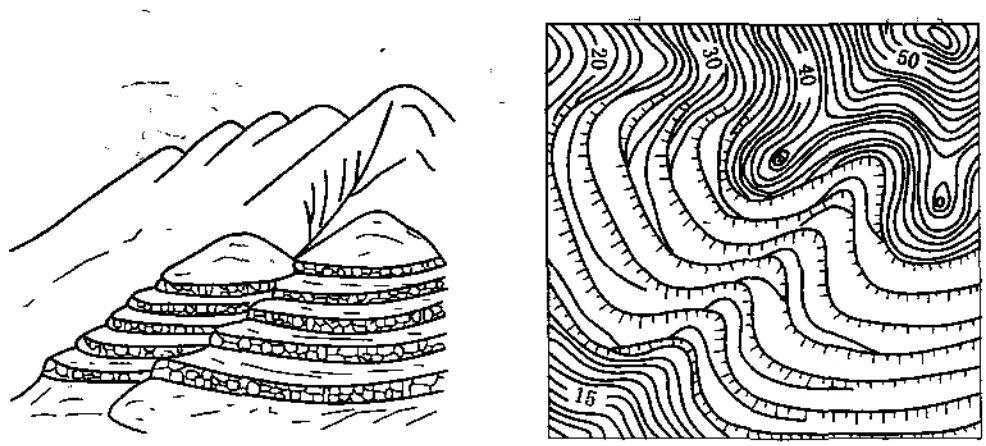


图3—14　梯田符号及等高线图

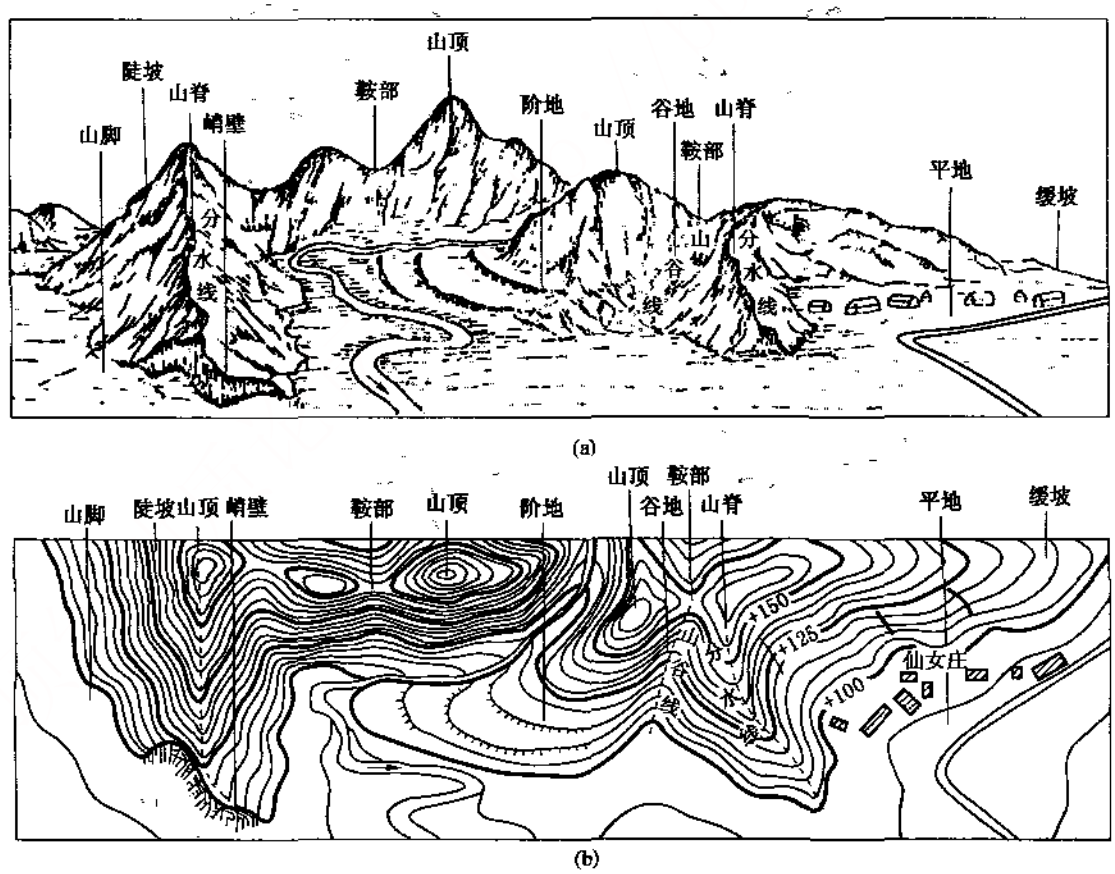


图3—15　综合的基本地形及其等高线图

第三节　井田区域地形图的识读

识读井田区域地形图，应从整体开始，先看轮廓，后看细部，逐渐深入。

一、看清图名

矿图的图名说明了测绘的地区、内容和图纸的种类，因此看图时，首先应看清图名。

二、看图的比例

地形图比例，通常用数字比例尺和图示比例尺表示。数字比例尺一般写在图名附近或图的右下角的标题签中，图示比例尺绘在图框外。知道了图的比例，就能了解该图范围的大小和有关尺寸。若图中没有注明比例，则可根据图的坐标方格网的坐标值确定出图的比例。例如矿图的方格网一般都是100 mm×100 mm，比例不同，每个格网所表示的实际间隔也不同（表3—2）。根据图中方格网坐标间隔，可判断出其比例大小　如图3—16 所示的方格网坐标的间隔为100 m，由表3—2 中可知此图的比例为1∶1000。

表3—2　不同比例格网的实际间隔

比　例	1∶5000	1∶2000	1∶1000	1∶500
坐标格网实际间隔/ m	500	200	100	50

三、识别图的方向

在图中一般都用箭头标出北方向。有的图中没有标出北方向，则可根据坐标值向北、向东逐渐增大的规律识别出图的方向。

如图3—16 所示，图中没有指北线，先用箭头表示出坐标值增大的方向，再根据指东方向总是在指北方向右边的规律，即可确定图中的北方向。

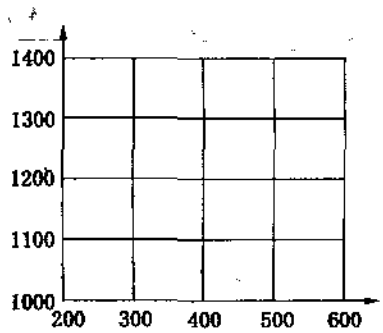


图3—16　纵横坐标值向北向东递增规律

四、分析地貌概况

按先看轮廓，后看细部的步骤，并根据等高线的特征和各种符号，识别图上的各种地貌，了解该地区的地貌概况。

五、识别地物

可根据地物符号和注记，识别地物，了解地物分布状况，确定重要地物的位置。

图3—17 所示为某矿区矿井区域地形图（局部）。该图的比例为1∶5000，因而知道图上1 mm 等于实际水平距离5 m。图中没有标出指北方向和箭头，根据坐标向北向东递增的规律可知该图的上方为北。图西南角点的坐标x=3024000 m，y=20435000 m。

矿井位于西部山麓，采用立井和平硐开拓；井筒附近有办公楼、医院、食堂、变电所、选煤厂、机修厂等地面建筑；铁路和高压线从北部进入矿区，朝阳公路南北贯穿，新河河水自西南向东北方向流去；矿区东北部有工人新村、商场和职工大楼；东南部为朝阳乡政府，乡政府北部为洼地，东部和东北部为菜地和农田。

井田的西北部有一山包，有山头、山脊、山谷，地势也较高；越往东南，等高线越稀少，因而地势也越平坦。

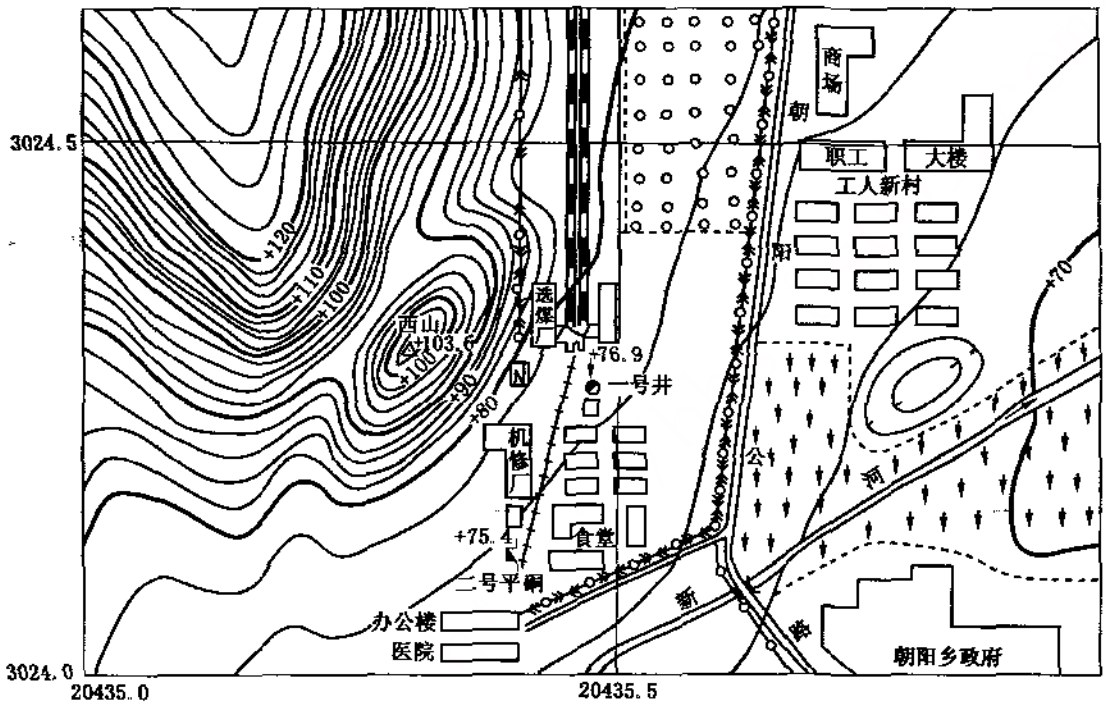


图3—17 某矿井田区域地形图（局部）

第四节 井田区域地形图的应用

井田区域地形图是矿井规划、设计和施工的主要依据，同时还可用来解决工程中的许多技术问题。下面介绍应用地形图解决某些工程问题的方法。

一、确定图上任一点的高程

在地形图上，地面点的高程是根据等高线来确定的。

1. 点在等高线上

如果某点位于等高线上，则等高线的标高即为该点的高程。如图3—18a所示，A点表示一个钻孔，它正好位于120 m等高线上，则此钻孔孔口标高就是120 m。

2. 点不在等高线上

点不在等高线上，则要用比例内插法求出该点的高程。如图3—18所示B点位于120 m和122 m两等高线之间，用比例内插法求B点高程：过B点作大致垂直于两相邻等高线的

近似公垂线直线ef，分别交于e，f 两点，在图上求得ef 和fB 的距离，又已知等高距h 为2 m，则B 点相对于120 m 等高线即两等高线中高程较低的一条等高线之高差h_{fB}可按下式计算：

$$h_{fB}=\frac{fB}{fe}\times h \tag{3—1}$$

式中，h 为等高距，h_{Bf}为B 点与f 点的高差，则B 点的高程H_B 为

$$H_B=H_f+h_{fB} \tag{3—2}$$

如图3—18a 所示，$h=2$，量得$fB=12$，$fe=20$，因而可求得B 点的高程为

$$H_B=120\text{ m}+\frac{12}{20}\times 2\text{ m}=121.2\text{ m}$$

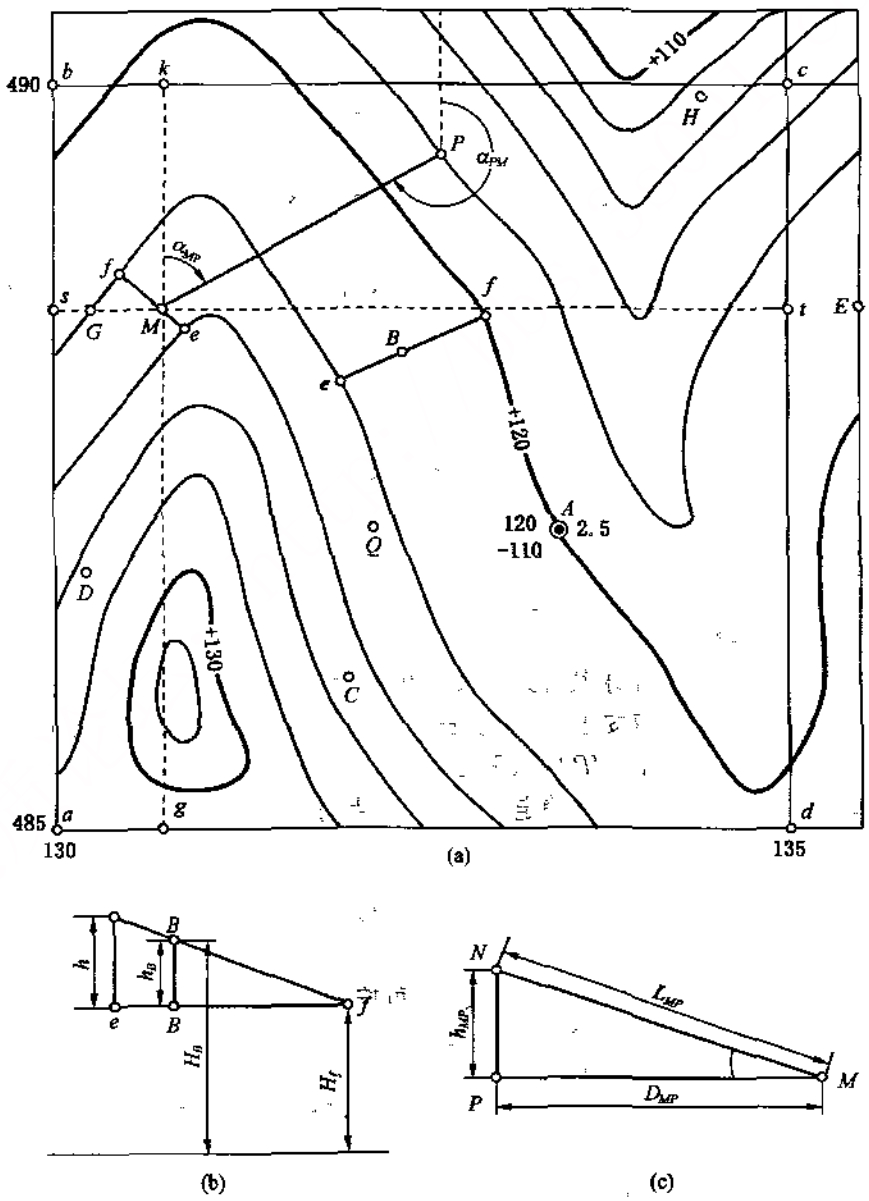


图3—18　在地形图上求地面点的平面坐标、高程、线段

在实际工作中，因为等高线本身就有一定的误差，所以经常用目估法求两个等高线之间任意点的大致高程。如图3－18a 所示C 点大致在124 m 与126 m 等高线的中间，因而其高程约为125 m。

二、确定某点的平面直角坐标

在地形图上进行规划和设计时，有时需要确定某井筒、钻孔的位置，往往需要在图上用图解法求出某点的坐标。其方法如下：

某地形图如图3－18a 所示，欲求M 点的平面坐标。从图中可以看出图的西南角点a 的平面坐标为x_a 和y_a，过M 点作平行于x 轴和y 轴的直线gk 和st，则M 点的平面坐标为

$$x_M=x_a+as \tag{3—3}$$

$$y_M=y_a+ag \tag{3—4}$$

从图中可知：x_a=48500 mm，y_a=13000 m，按比例量得as=350 m，ag =75 m，则M 点的平面坐标值为

$$x_M=48500\ \text{m}+350\ \text{m}=48850\ \text{m}$$

$$y_M=13000\ \text{m}+75\ \text{m}=13075\ \text{m}$$

为了防止图纸的伸缩影响，应同时量出sb 和gd 作为校核。在图纸上量得的方格网边长不等于100 mm 时，必须考虑图纸伸缩的影响，此时M 点的平面坐标应按下式求算：

$$x_M=x_a+\frac{100}{as+sb}\times as \tag{3—5}$$

$$y_M=y_a+\frac{100}{ag+gd}\times ag \tag{3—6}$$

三、确定直线的各要素

现以图3－18a 为例，从地形图上求算直线MP 的各要素。

1. 求直线的水平距离

(1) 图解法　在地形图上求某直线的水平距离，可用三棱尺直接量出，也可用米尺或三角板先量出图上的距离，再按比例求得实长。如图3－18a 的比例尺为1∶5000，从图上量得MP 的距离为43 mm，所以MP 的水平距离D_{MP}为43 mm×5=215 m。

(2) 解析法　利用前面方法先确定出M、P 两点的坐标，然后再利用下式求出两点的距离。

$$D=\sqrt{(X_P-X_M)^2+(Y_P-Y_M)^2} \tag{3—7}$$

2. 求直线的坡度

(1) 解析法　在地形图上求某直线的坡度，可按公式 (2－3) 计算。如图3－18a 所示，求MP 直线的坡度时，首先按公式 (3—1) 求出M 点的高程，即

$$H_M=122\text{m}+\frac{fM}{fe}\times 2\ \text{m}=122\ \text{m}+\frac{7.5}{11.58}\times 2\ \text{m}=123.3\ \text{m}$$

然后求出M，P 两点的高差h_{MP}，即

$$h_{MP}=123.3\ \text{m}-118\ \text{m}=5.3\ \text{m}$$

则MP 直线的坡度为

$$i=\frac{h_{MP}}{D_{MP}}=\frac{5.3\ \text{m}}{215\ \text{m}}=0.025=25‰$$

(2) 图解法　如图3—18c 所示，将M，P 两点连接起来，过P 点作MP 的垂线，使其长度等于MP 两点的高差（按比例计算）得N 点，连接MN，则$\angle NMP$ 即为MP 直线的坡度。

3. 求直线的斜长

(1) 解析法　在地形图上求直线的斜长可按公式 (2—2) 计算。图3—18c 中，直线MP 的斜长L_{MP}为

$$L_{MP}=\sqrt{d_{MP}^2+h_{MP}^2}=(\sqrt{5.3^2+215^2})\ \text{m}=215.07\ \text{m}$$

(2) 图解法　在求直线MP 的坡度时，所连接的MN 的长即为MP 的斜长。

4. 直线的方位角

(1) 图解法　如图3—18a 所示。欲求MP 直线的方位角，首先过M 点作平行于纵坐标的直线Mk，然后用量角器量出α_{MP}的值，即为直线MP 的方位角。同理，也可求PM 的方位角α_{PM}，显然，$\alpha_{PM}=\alpha_{MP}+180°$。

(2) 解析法　利用前面方法求出M、P 点的坐标后，可用下式计算出MP 直线的方位角：

$$\alpha_{MP}=\arctan\frac{y_P-y_M}{x_P-x_M} \tag{3—8}$$

四、按设计坡度在地形图上选定最短线路

如图3—19 所示，欲从河边的A 处向山上B 处选一条公路线。已知等高距$h=1$ m，规定设计坡度$i=5.0\%$，则线路通过相邻等高线间的最短水平长度d 应为

$$d=\frac{h}{i}=\frac{1\ \text{m}}{0.05}=20\ \text{m}$$

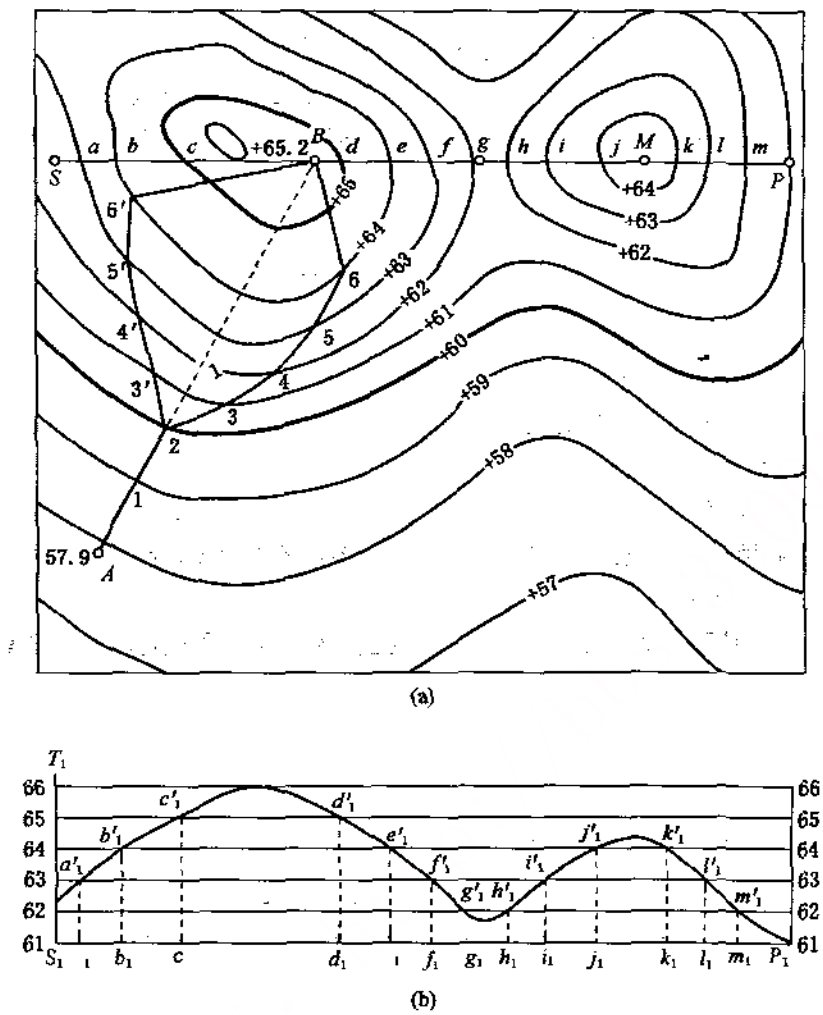
该图的比例为1∶2000，则d 在图上的长度应为10 mm。也就是说，所选择的线路经过两相邻等高线的水平长度在图上不得小于10 mm，否则，其坡度将超过规定的要求。

作图方法如下：

以A 点为圆心，以10 mm 为半径作圆弧，与59 m 等高线不相交，说明该段线路坡度小于规定要求。因此，只要从A 点开始，作一条与59 m 等高线近似垂直的直线，与59 m 等高线交于点1；再以1 点为圆心，10 mm 为半径画弧交60 m 等高线于点2；再以点2 为圆心，10 mm 为半径画弧与61 m 等高线交于点3 和3′，依此类推，可求得点4、4′，点5、5′，点6、6′，一直到点B；最后连接各点，即得到符合规定坡度的线路。对两条线路加以比较，再综合考虑其他因素，选择其中的一条线路。

五、沿已知方向作剖面图

在作各线路（如铁路，公路，渠道，管路等）的设计时，往往需要了解某方向线上地面的起伏情况，这时就需要沿此直线作剖面图。如图3—19a 所示，欲作已知方向线SP 的剖面图，其作图步骤与方法如下（图3—19b）。



(a)

(b)

图3—19　设计最短公路线与作剖面图方法

1. 确定剖面图比例尺

剖面图比例通常与平面图（等高线图）比例相同。在剖面图中，横线S_1P_1表示水平长度，纵线S_1T_1表示高程。一般情况下纵横线比例一致，这样作出的剖面图能反映地表的真实起伏情况；有时为了突出地表起伏变化情况，也可以使纵线比例大于横线比例，但这样作出的剖面图，不能真实地反映地表面真实起伏情况。

2. 绘制高程线

为使剖面图准确，按第一章所述的方法绘制高程线。S_1P_1表示等高线图上沿SP剖面线的水平长度，S_1T_1表示剖面图上的高程。各高程线与S_1P_1平行，S_1T_1垂直于S_1P_1，各高程线间距等于等高距。

3. 转绘剖面线与等高线的交点

将等高线图（图3—19a）上的剖面线SP与各等高线的交点a，b，c，　，转绘到剖面图（图3—19b）中的S_1P_1水平线上，得a_1，b_1，c_1，　·各点，过a_1，b_1，c_1　·各点作垂线

与各点高程值相同的高程线相交，得a_1'，b_1'，c_1' ·各点。

4. 连接各点

用光滑曲线将以上各交点连接起来，即得所求的剖面图（图3—19b）。

第五节 工业广场平面图

工业广场平面图属于井田区域地形图。工业广场平面图是矿井工业广场范围内进行规划、设计、改扩建的必备图纸，尤其是地下管道的建设，更需要这类图纸。

工业广场平面图的比例一般为1：500或1：1000。

工业广场平面图应包括以下内容。

(1) 工业广场内所有永久的和临时的建筑物和构筑物，如办公楼、绞车房、机修厂、煤仓、食堂、医院等；

(2) 工业广场内的三角点、导线点、水准点等，并注明其高程；

(3) 工业广场内所有线路和管道，如铁路、公路、电话线、高压线、低压线、自来水管、下水道、电缆沟等；

(4) 工业广场内未经平整的地方，用等高距为0.5 m等高线表示，已经平整的地方、重要建筑物及其特征点应注出高程，如井口的标高、重要厂房室内的标高等。

图3—20所示为某矿工业广场平面图的主要部分。

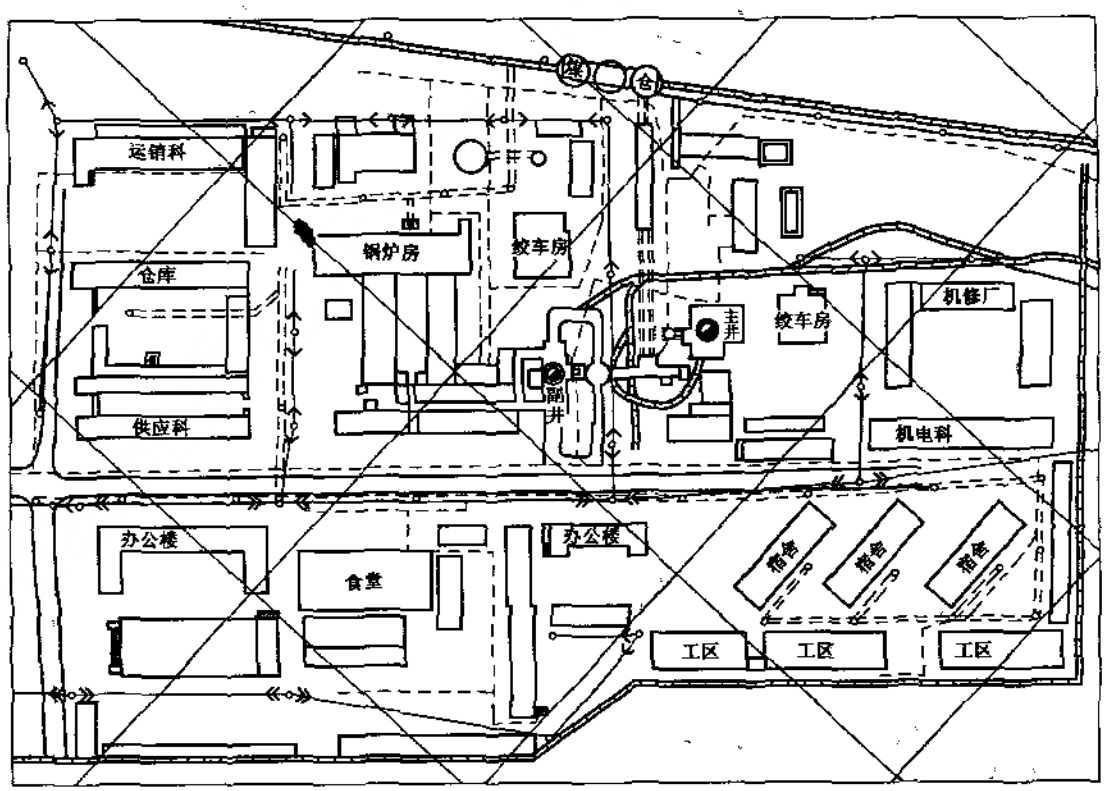


图3—20 工业广场平面图

复习思考题

1. 井田区域地形图应包含哪些内容？

2. 表示地物的符号有哪些？各有什么特点？

3. 什么叫地形等高线？什么叫等高距、平距？在同一张地形图上，平距大小反映地形何种特性？

4. 等高线有几种？各应在什么情况下使用？各起什么样的作用？

5. 识读图3—21，指出图中①，②，　，⑩所表示的地貌名称。

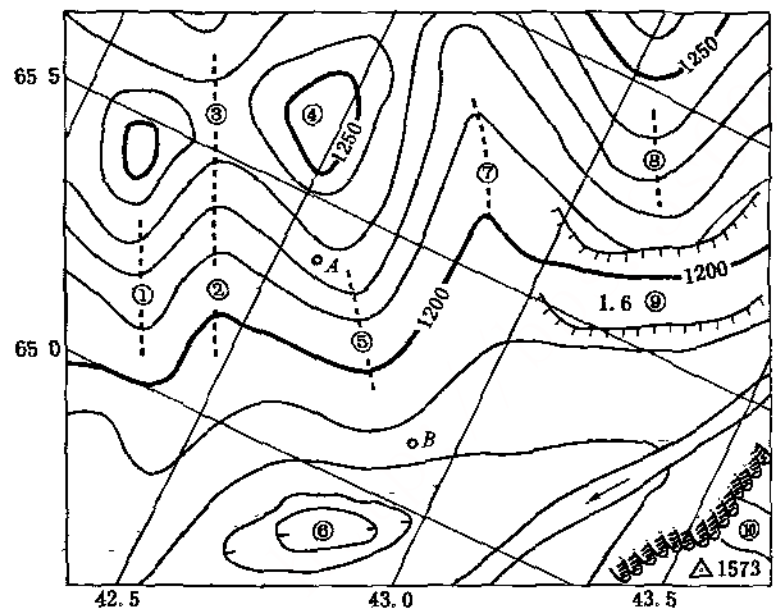


图3—21　地貌判别练习图

6. 综合作业题。

图3—22所示为某矿井田区域地形图（局部），其比例为1∶5000，试完成下列作业内容：

(1) 求出A_{680}，B_{770}两点的大致平面坐标；

(2) 求出M，P两点的大致平面坐标及高程；

(3) 求PA_{680}直线的方位角；

(4) 求2号钻孔的大致平面坐标和深度；

(5) 一号斜井和二号斜井的井底标高均为603.2 m，求两斜井的水平长度和斜长以及两斜井井底的大致平面坐标；

(6) 求M点至P点各分段的坡度以及地表的总长度；

(7) 拟自A_{680}至B_{770}修一条公路，坡度不得超过20%，试设计出公路的最短线路，并求出此公路沿地表的总长度；

(8) 作AP线的剖面图，剖面图的水平及竖直比例尺为1∶2000。

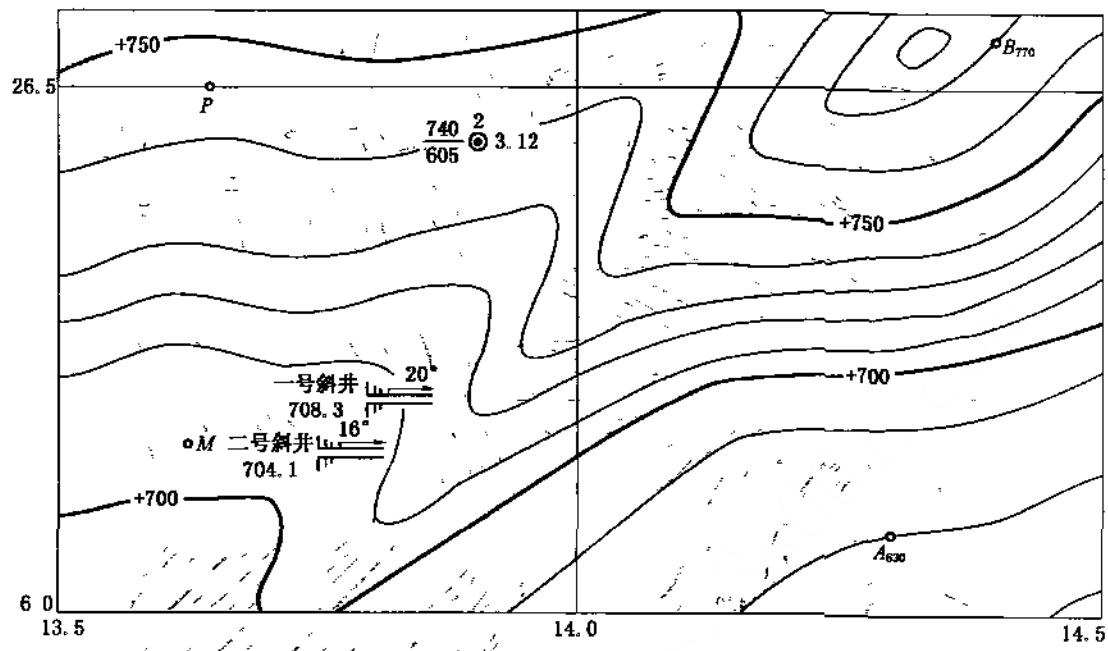


图3—22 某矿地形图（局部）

7. 识读练习。识读图3—23，图3—24所示的地形图，并简要叙述各图的地物和地貌特征。

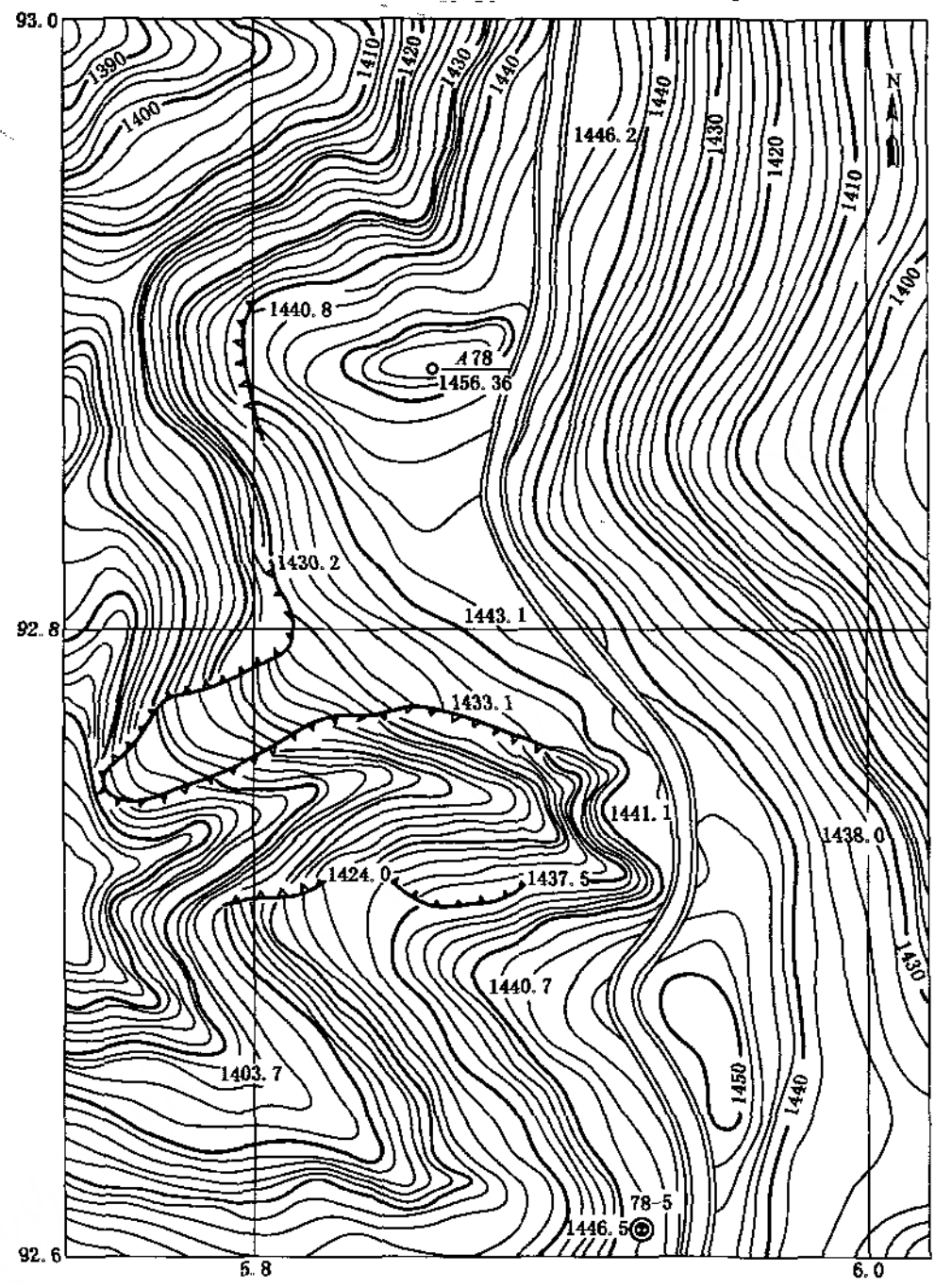

93.0
92.8
92.6
5.8
6.0
N
1390
1400
1410
1420
1430
1440
1446.2
1440.8
A78
1456.36
1430.2
1443.1
1433.1
1441.1
1438.0
1424.0
1437.5
1440.7
1403.7
1450
78-5
1446.5

图3—23 地形图1

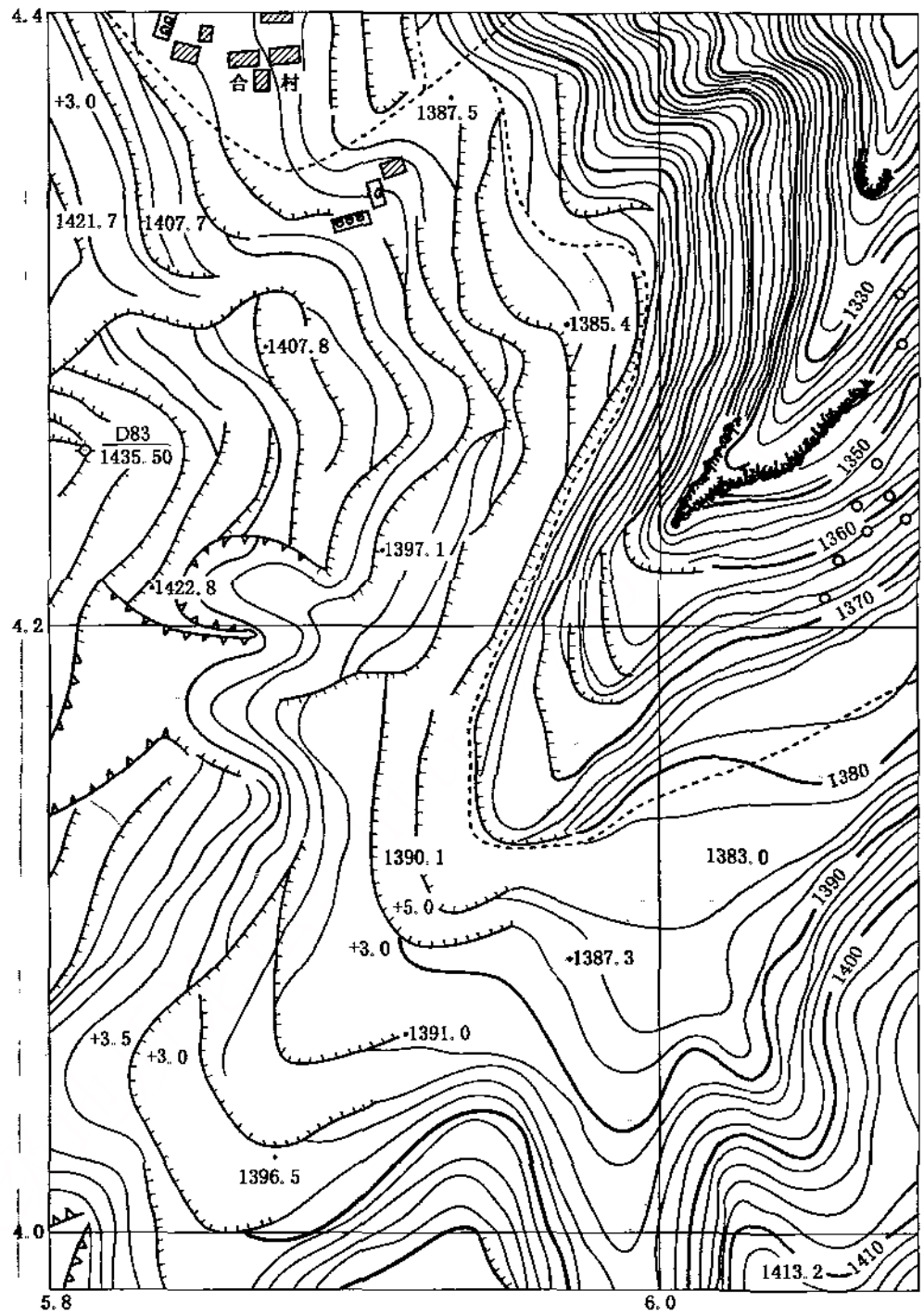

4.4
4.2
4.0
5.8
6.0
合村
+3.0
1387.5
1421.7
1407.7
1407.8
1385.4
1330
D83
1435.50
1350
1360
1370
1397.1
1422.8
1380
1390.1
1383.0
+5.0
+3.0
1387.3
1390
1400
+3.5
+3.0
1391.0
1396.5
1413.2
1410

图3—24 地形图Ⅰ

第四章 煤矿地质图

煤矿地质图是反映煤层赋存状况和地质构造的图纸。在开采设计、矿井生产建设和技术管理等工作中，煤矿地质图是必备的基础资料。

煤矿常用的地质图有：煤层底板等高线图、地形地质图、矿井地质剖面图和水平地质切面图、钻孔柱状图、综合柱状图、煤岩层对比图和水文地质图等。

上述地质图件，可根据生产需要，编制不同比例（如1∶5000，1∶2000，1∶1000，1∶500）和不同范围（如全矿井的或分区性的）的图纸。

第一节 煤层底板等高线图

一、概述

煤层底板面与不同高度水平面的交线称为煤层底板等高线。将煤层底板等高线，用标高投影的方法，投影到水平面上，按照一定比例绘出的图纸，称为煤层底板等高线图。该图以等高线的形式反映了某一煤层的空间地质形态特征，它有助于了解煤层产状变化和地质构造变化，是煤矿最重要的图件之一。它是进行矿井井田、采区和工作面设计，编制矿井生产计划，指导井巷工程施工，以及安排指挥采掘生产等重要依据，也是分析、判断、预测地质构造规律及形态，布置矿井勘探工程，绘制地质剖面图，以及进行储量计算的基础资料。如图4—1a所示为煤层底板等高线投影示意图，图4—1b所示为煤层底板等高线图。

煤层底板等高线图主要包括以下内容。

（1）经纬线、指北针、图名、图签、图例和比例尺。

（2）通过该煤层的所有井巷工程、钻孔、探井、生产小窑、老窑，以及它们的名称和编号；勘探线及其编号。

（3）各勘探工程及井巷工程的见煤点位置，或煤层厚度测量点位置、煤层厚度及底板标高。

（4）煤层底板等高线及标高值，断层上下盘断面交线及断层名称或编号，煤层尖灭界线、岩浆侵入体界线、陷落柱界线、煤层冲蚀界线等。

（5）井田边界、煤层露头线、采空区边界线、老窑积水范围界线、煤层风氧化带边界线等。

（6）煤层底板等高线图兼作储量计算图时，还应绘出储量计算边界、不同储量类型和级别的界线、各种煤柱界线、储量计算块段界线等。

煤层底板等高线图常用的比例为1∶5000，1∶2000。

二、在煤层底板等高线图上确定煤层产状要素

煤层的走向、倾向和倾角（图4—2a）通称为煤层产状要素。煤层底板等高线图可以反映煤层的赋存状态．因此，可以根据煤层底板等高线图来确定煤层的走向、倾向、倾角。

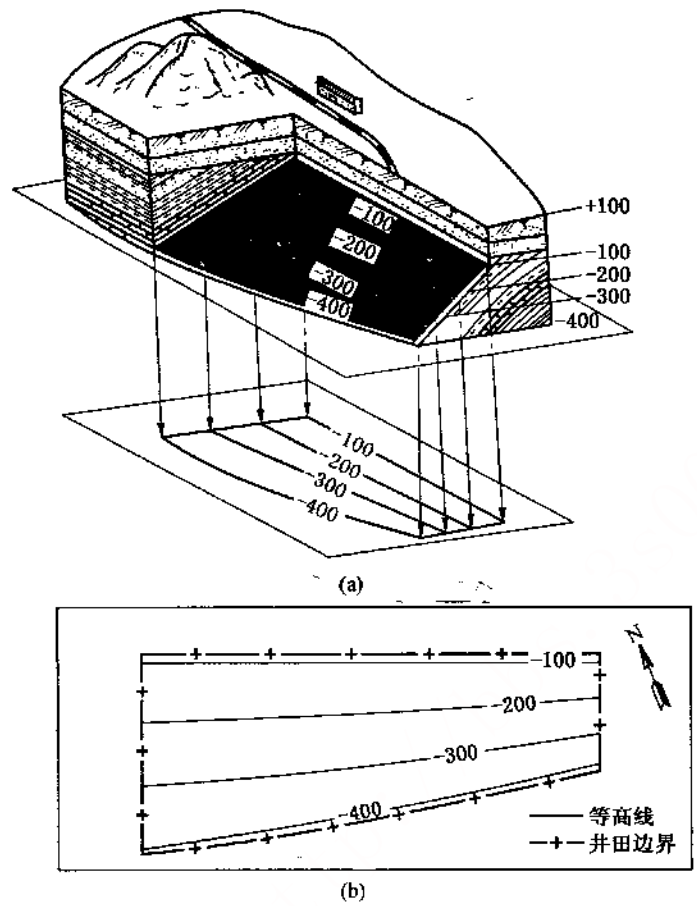


图4—1 煤层底板等高线投影示意图

1. 煤层走向

煤层层面与水平面的交线称为煤层的走向线，是一条水平线。如图4—2a 所示 AB 线，它的方向称为煤层的走向。煤层的走向用方位角表示。在煤层底板等高线图上，煤层底板等高线的延伸方向就是煤层的走向线；当等高线弯曲时，等高线上任一点的切线方向就是该点处煤层的走向。

2. 煤层倾向

与煤层走向线垂直，且沿煤层面向下的直线，称为煤层的倾斜线，如图4—2a 所示 np 线。倾斜线在水平面上投影的方向，称为煤层的倾向，如图中的 nm。煤层倾向也用方位角表示，它与走向相差90°。在煤层底板等高线图上，煤层的倾向是垂直于煤层底板等高线，指向标高降低的方向。

3. 煤层倾角

煤层倾斜线和它在水平面上投影线的夹角，称为煤层倾角，又称真倾角，是煤层层面与水平面所夹的最大锐角，如图4—2a 所示 β 角。除倾斜线外，沿煤层层面其他方向的斜线与水平面的夹角称为视倾角。图4—2b 所示为煤层产状要素的几何关系，图中 $ABCD$ 为煤

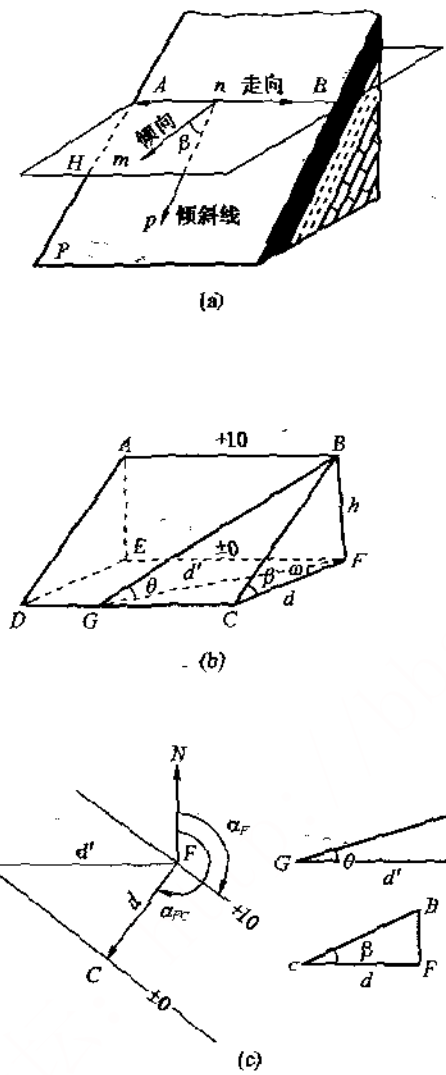


图4—2 煤层产状要素及其等高线表示方法

层底板，AB 是高程为±10 m 的等高线，$CDEF$ 是水平面，其高程为±0，CB 垂直AB，BC 在水平面上的投影为FC，用d 表示，BF 为AB 和CD 两等高线的高差，以h 表示。由图可知，AB 的方向为走向，FC 的方向为倾向，则煤层倾角β 可用下式求出：

$$\tan\beta=\frac{h}{d} \tag{4—1}$$

沿煤层底板作一直线BG，BG 不垂直AB，其在水平面上的投影为FG，长度用d' 表示，BG 与水平面的夹角θ 为视倾角，则θ 可由下式求出：

$$\tan\theta=\frac{h}{d'} \tag{4—2}$$

显然，由于d' 大于d，因而视倾角θ 永远小于真倾角β。在识读矿图时，不可把视倾角误认为真倾角。

在煤层底板等高线图上确定煤层倾角，如图4—2c 所示。图4—2c 中的等高线为图4—2b 所示AB 在水平面上的投影线，α_F 为煤层走向方位角，α_{FC}为倾向方位角，相邻等高线的高程差为10 m—0 m=10 m，则煤层真倾角β 及视倾角θ 可用式（4—1），式（4—2）求出。

三、地质构造在煤层底板等高线图上的特点

（一）单斜构造

在较大范围内，单斜构造往往是其他构造的一部分，或者是褶曲构造的一翼，或者是断层的一盘。

单斜构造在煤层底板等高线图上具有以下特点。

（1）煤层底板等高线的标高值沿煤层倾向依次降低。

（2）如果煤层底板平整，煤层走向与倾角不变。其等高线彼此大致平行，平距大致相等，如图4—3 所示。

（3）如果煤层走向有变化，底板等高线则表现为一组曲线；如果煤层倾角有变化，则表现为等高线平距不一致，疏密不均，且煤层倾角越大，等高线越密（平距越小）如图4—4 所示。

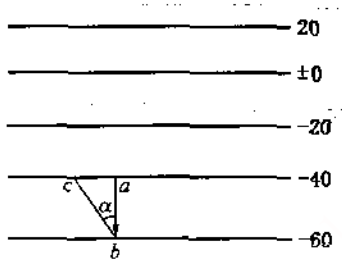


图4—3 煤层走向稳定、倾角大致相等的煤层底板等高线

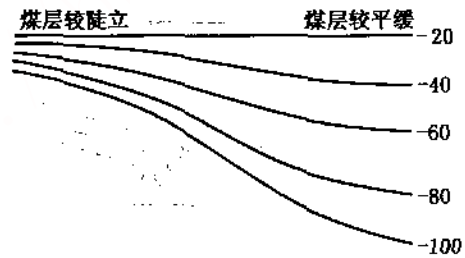


图4—4 煤层走向和倾角变化时的煤层底板等高线

（二）褶曲构造

褶皱构造如图4—5 所示。褶皱构造中每一个弯曲部分称为褶曲，向上凸的褶曲称背斜构造，如图4—5 所示a 部分；向下凹的褶曲称为向斜构造，如图4—5 所示b 部分。

1. 水平褶曲

水平褶曲在煤层底板等高线上表现为一组大致平行的直线。等高线标高值由两侧向中间增大的为水平背斜，由两侧向中间减小的为水平向斜，如图4—6 所示。

2. 倾伏褶曲

当褶曲出现倾伏时，煤层底板等高线表现为一组一端封闭、另一端散开的半封闭曲线，且轴部两侧同标高等高线依次对称出现。其中，倾伏背斜由轴部向两侧等高线标高值逐渐降低，并在倾伏一端等高线封闭转折（图4—7a），等高线向低标高凸；倾伏向斜由轴部向两侧等高线标高值依次增高，并在仰起一端封闭转折，等高线向高标高凸；当倾伏背斜、倾伏向斜同时出现时，底板等高线呈“S”形弯曲如图4—7b 所示。

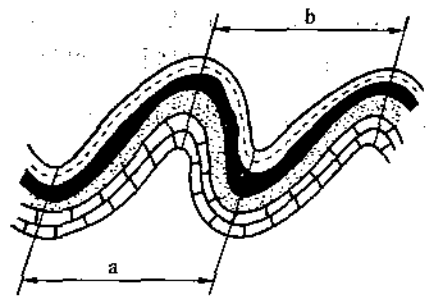


图4—5　褶皱与褶曲构造示意图

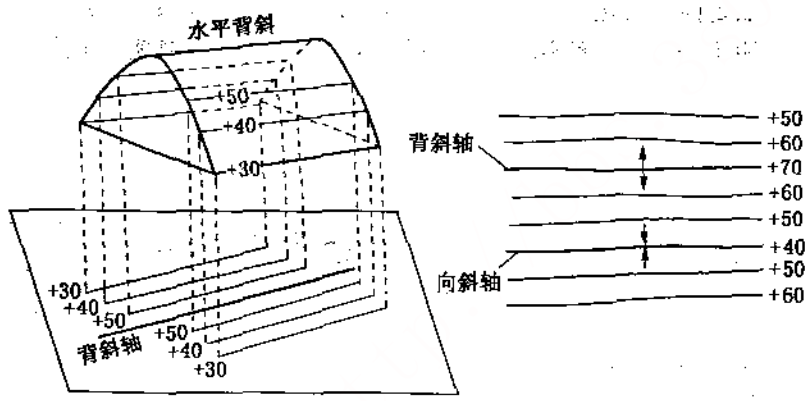


图4—6　水平褶曲底板等高线投影图

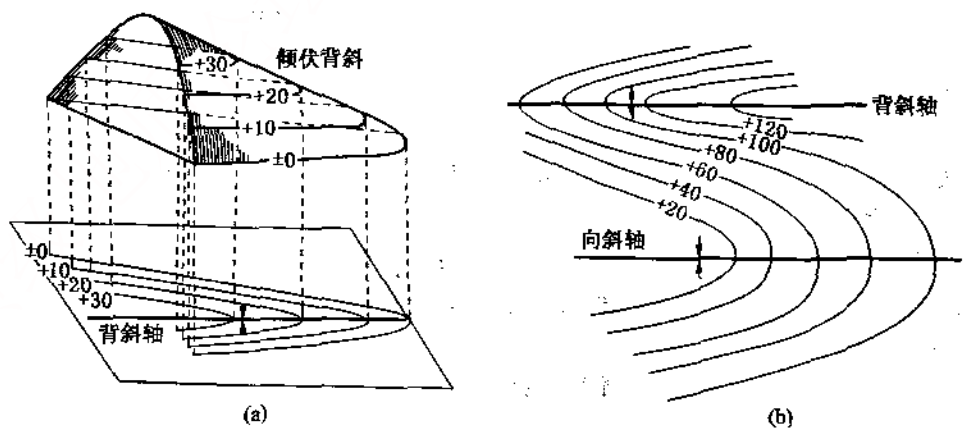


图4—7　倾伏褶曲底板等高线投影图

a—倾伏背斜；b—倾伏褶曲等高线

煤层底板等高线疏密形态的不同，反映了褶曲构造的不同特征。等高线稀疏，反映煤层倾角变化迟缓，如图4—8的向斜部分；如底板等高线密集，反映煤层倾角较大，如图4—8的背斜部分；轴线两翼对应的等高线平距不等，说明两翼倾角不等，构造不对称，如图4—8的背斜部分；轴线两翼对应的等高线平距相等，说明两翼倾角相等，构造对称，如图4—8的向斜部分。

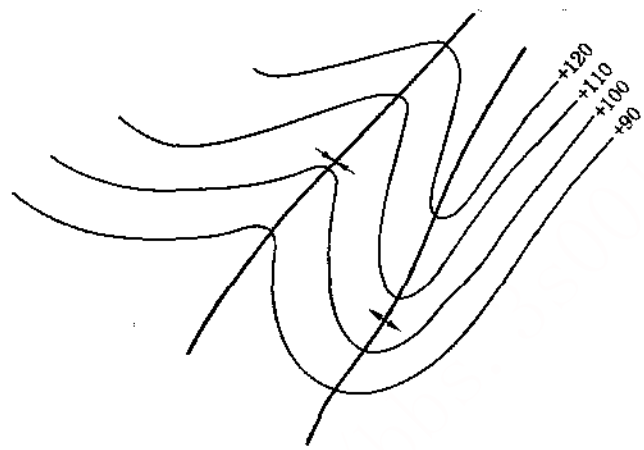
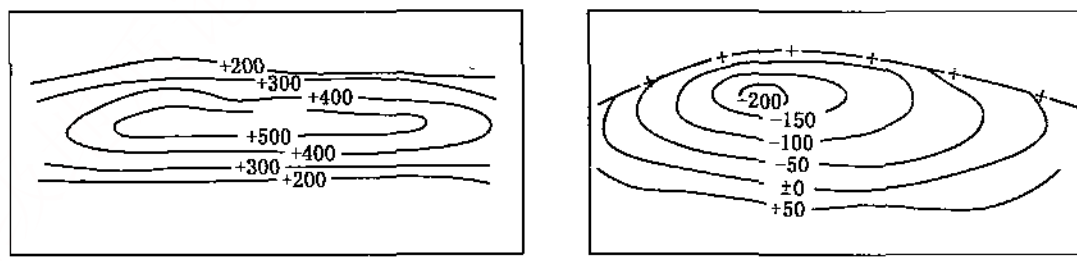


图4—8 褶曲不同的形态

3. 短轴背斜和短轴向斜、穹窿和构造盆地

短轴背斜和短轴向斜、穹窿和构造盆地在煤层底板等高线图上均表现为全封闭的曲线。短轴背斜和短轴向斜的等高线呈长圆形（长短轴之比为3：1～10：1），其中由边缘向中心等高线标高值依次增大的为短轴背斜，而由边缘向中心等高线标高值依次减小的为短轴向斜，如图4—9所示。



(a) (b)

图4—9 短轴背斜和短轴向斜的煤层底板等高线图

a—短轴背斜；b—短轴向斜

穹窿和构造盆地的等高线呈浑圆形（长短轴之比为3：1），其中由边缘向中心等高线标高依次增大时为穹窿，而由边缘向中心等高线标高值依次降低时为构造盆地，如图4—10所示。

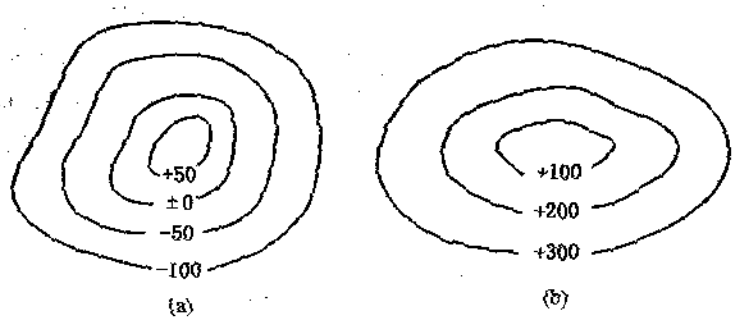


图4－10　穹窿和构造盆地的煤层底板等高线

a—穹窿；b—构造盆地

4、倒转褶曲

当煤层产状发生倒转时，由于褶曲两翼在空间铅直方向上重叠，故不同标高的煤层底板等高线相交，其中倒转翼（被掩盖部分）等高线以点划线表示，如图4－11所示。

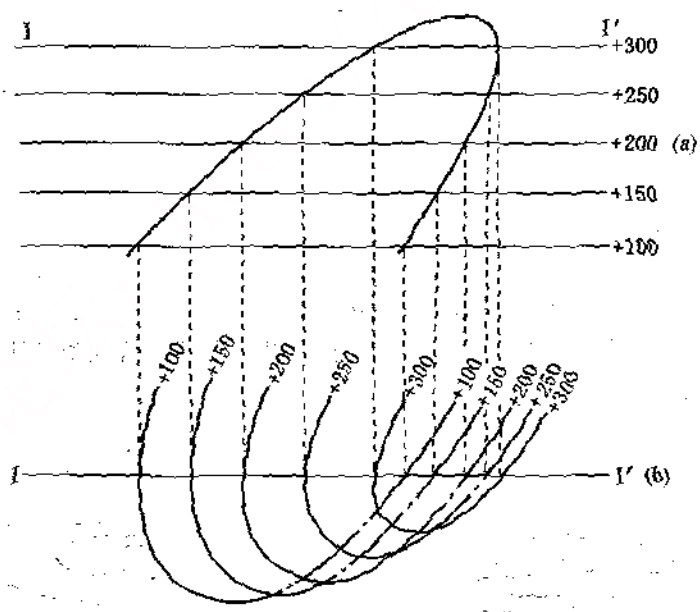


图4－11　倒转背斜的煤层底板等高线

a—剖面图；b—平面图

（三）断层

岩层受力后发生断裂且破裂面两侧的岩层发生明显的相对位移所形成的构造形态称为断层，如图4－12所示。

断层面与煤层面的交线称为煤层交面线，又称断煤交线。将断层面与上、下盘煤层底板三个面用标高投影的办法投影到水平面上，就形成了含断层构造的煤层底板等高线图，其中断层面与上盘煤层底板的交线，称为上盘断面交线（以点划线表示），断层面与下盘煤

层底板的交线称为下盘断面交线（以叉划线表示），如图4－13所示。

识读受断层构造影响的煤层的底板等高线图，主要是根据底板等高线图辨别断层的性质、计算断层落差，确定断层面的空间位置。

1. 断层性质

一般情况下，在正断层上、下盘断面交线之间煤层缺失，因而煤层底板等高线在断面交线上中断．如图4－13a所示；逆断层上、下盘煤层底板等高线在断面交线之间重叠，重叠部分为断层上、下盘煤层重叠区，如图4－13b所示。

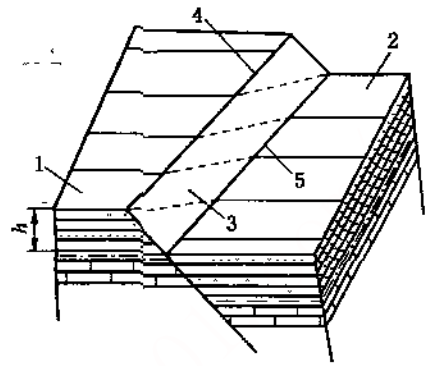


图4－12 断层构造要素

1—下盘；2—上盘；3—断层面；4—下盘断面交线；5—上盘断面交线

2. 断距的确定

*断层两盘相对移动的距离称为断距。在煤层底*板等高线图上可以确定走向地层断距、水平地层断距和落差。如图4－14所示，*AEFG* 表示断层上盘煤层底界面，*AE*，*GF* 分别为其面上的200 m和100 m等高线。*NHCK* 表示断层下盘煤层底界面，*NH*，*KC* 分别为其面上300 m和200 m等高线。*AG*，*HC* 为上、下盘断面交线。*BC* 为断层上、下盘同一煤层面在水平面上错开的距离，为水平地层断距。*AC* 为断层上、下盘同一煤层底界面沿断层走向错开的距离，为走向地层断距。*DG*（即*C*，*G* 两点的标高差）为平行于煤层走向的剖面上，断层上、下盘同一煤层底板对应点之间的铅直距离，即为落差。

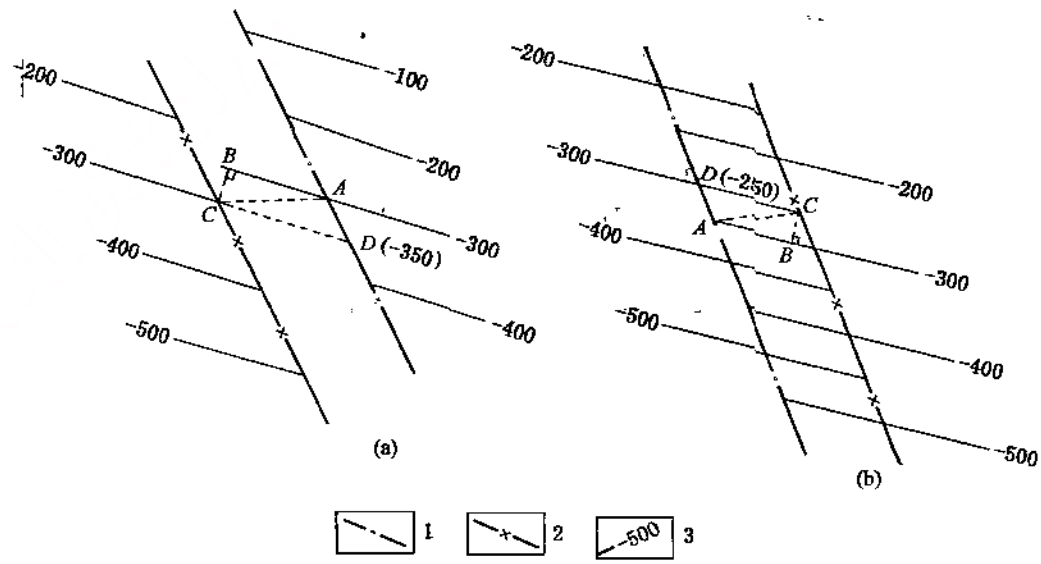


图4－13 断层在煤层底板等高线图上的表现

a—正断层；b—逆断层

1—上盘断面交线；2—下盘断面交线；3—煤层底板等高线及其标高

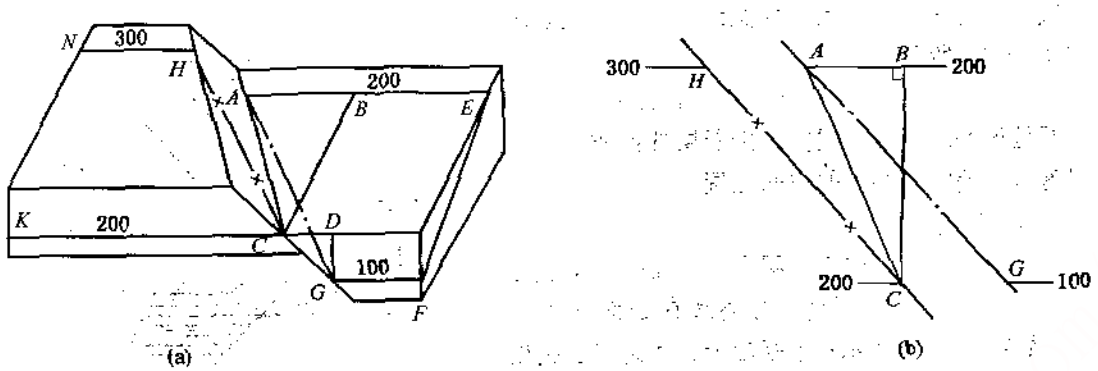


图4—14 煤层底板等高线图上的断距

a—立体图；b—平面图

AC—走向地层断距；*BC*—水平地层断距；*DG*—落差

现以图4—13所示为例，说明上述3种断距的确定方法：连接上、下盘断面交线上同标高（—300 m）的点*A*，*C*，则*AC*的长度即为走向地层断距。过*C*点作上盘煤层底板—300 m等高线（或其延长线）的垂线*CB*、其长度便是水平地层断距。通过*C*点的断层下盘—300 m煤层等高线（或其延长线）与上盘断面交线相交于*D*点，用内插法求出*D*点的标高值（正断层为—350 m，逆断层为—250 m），则*C*点与*D*点的标高差（50 m）即为断层的落差。

3. 断层面产状的确定

断层面的产状包括走向、倾向和倾角，其确定方法如下。

如图4—15所示，断层两盘同标高的煤层底板等高线—300 m，—200 m，—100 m等与上、下盘交面线*AH*，*BK*分别交于*A*，*C*，*E*和*B*，*D*，*F*点。连接上、下盘断面交线上的同标高点，所得*AB*（—300 m）、*CD*（—200 m）、*EF*（—100 m）均为断层面走向线，其方向便是断层面的走向。作垂直于断层面走向线的垂线*FP*，此线指向断层面向下倾斜（走向线标高值降低）一侧的方向，*FP*的指向即为断层面的倾向。根据任意两条断层面走向线的标高差及水平距离，可通过绘制直角三角形或通过计算求出断层面倾角。如图4—15所示，直角三角形*PFG*的∠*GPF*，即为断层面倾角β，或者$\tan\beta=\frac{GF}{PF}$。

四、煤层底板等高线图的绘制方法

生产矿井煤层底板等高线图是以分煤层采掘工程平面图为底图绘制的，具体绘图步骤及方法如下。

（一）整理和填绘实际资料

绘制煤层底板等高线图，首先要对绘图资料进行整理，并把各种实际资料填绘在采掘工程平面图上。

（1）底板高程的换算和填绘　井下巷道中测点的高程一般多为巷顶的标高，必须根据绘图需要换算一定数量的煤层底板高程点，对于褶曲轴、煤层产状变化大的部分和断层两

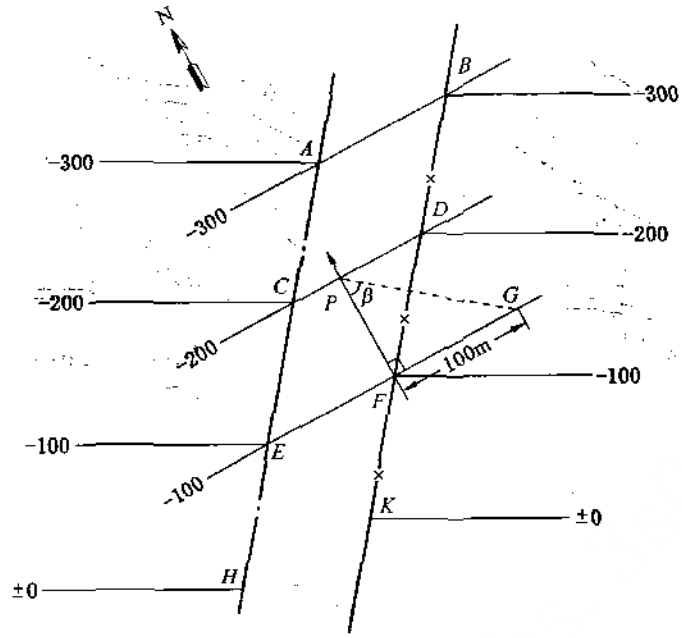


图4—15　在煤层底板等高线图上确定断层产状要素

盘更需要有足够数量的煤层底板高程点。

（2）钻孔资料的填绘　对穿过本煤层的所有地面钻孔，均应按坐标填绘在图上，并注明孔号、孔口标高、煤层及煤层底板标高，井下钻孔亦应准确地填绘在图上。

（3）井下岩层产状和构造的填绘　实测产状资料是分析构造和绘制底板等高线图的重要依据，因此先选有代表性的井下实测产状填绘在底图上，对断层和褶曲轴的位置也必须填绘在图上，但断层不能按走向方位填绘，应按断层交面线的方向填绘。

（4）煤层资料的填绘　钻孔的见煤厚度需按要求（见附录）填写在钻孔附近；此外，巷道中实测的煤厚点，也应选择有代表性的煤层厚度填写在实测部位。

（二）绘制煤层底板等高线

绘制煤层底板等高线的方法，主要有内插法、剖面法。

1. 内插法

内插法是在每两个相邻见煤点之间，用内插法求得各标高点；然后将相同标高点连线，绘出煤层底板等高线。内插法在煤矿生产中应用较多，具体绘图方法如下。

（1）分析煤层底板标高点的分布特征　在已填绘各种基础资料的采掘工程平面图底图上，分析各见煤点煤层底板标高值在平面图上的分布特征，找出最大值和最小值（分别为煤层底板最高点和最低点），结合已开掘巷道的展布（沿煤层开掘的巷道反映了煤层的走向）和实测产状，初步判断绘图范围内的构造轮廓，并标出褶曲轴及交面线的大致位置和方向。

（2）连三角网　根据上述所判断的构造形态，把褶曲同一翼、断层同一盘的各个见煤点，每相邻三点分别连线，构成由许多三角形组成的三角网（在连三角网时应特别慎重，不能将距离较远的两点相连，以避免穿越褶曲两翼或断层两盘）。每一三角形内的煤层底板视为连续平整的斜面（图4—16a）。

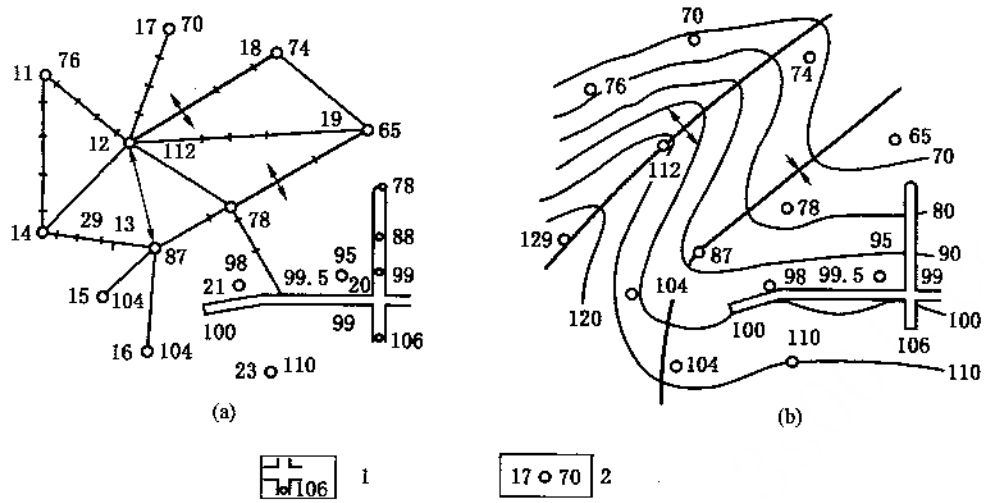


图4—16　内插法绘制煤层底板等高线

a—三角网；b—煤层底板等高线

1—巷道实见煤层底板标高；2—钻孔编号及煤层底板标高

(3) 内插标高点　在上述连接的各个三角形的每条边上，按照所确定的等高距，用内插法求得相应各标高点。

(4) 连接煤层底板等高线　参照实测产状，将褶曲同一翼、断层同一盘的相同标高点，按照合理顺序用圆滑线相连，绘出煤层底板等高线（图4—16b）。

(5) 检查核对及修饰清绘　上述工作完成后，要对所编的图纸，从原始资料着手进行全面审核，如果发现问题要及时修改，并将图面上一些不必要的数字、符号及作图过程中画的辅助线条去掉，在等高线的一定位置上标明其高程值。

2. 剖面法

根据剖面图绘制煤层底板等高线图的方法如下。

(1) 先绘制坐标方格网，并标注坐标数据；确定指北线；绘制煤层露头线，且与图纸长边一致。

(2) 绘制剖面线，标注统一编号；把见本煤层的所有钻孔，按坐标填绘在图上，在钻孔旁边标注钻孔编号、本煤层的底板高程及煤层真厚度。

(3) 以经、纬线为准线，把每个剖面上该煤层底板与每条标高线的交点投影到平面图中的剖面线上，然后用圆滑曲线连接各相邻剖面线上相同高程点，即得煤层底板等高线，如图4—17所示。绘制煤层底板等高线图的具体步骤如下。

①绘制坐标方格网，标注坐标（见《矿山测量学》中相关内容）。

②根据剖面图两端点坐标值，在平面图（方格网）上绘出剖面线的位置，如图4—17中的Ⅰ—Ⅰ剖面和Ⅱ—Ⅱ剖面。

③Ⅰ—Ⅰ剖面图有5号煤层，其底板与各高程线的交点为a，b，c，d，e，f，它们的高程分别为+100，±0，−100，−200，−300，−400 m；然后以y6500线为基准，将上述交点投影到平面图的Ⅰ—Ⅰ剖面线上，得a'，b'，c'，d'，e'，f'点。

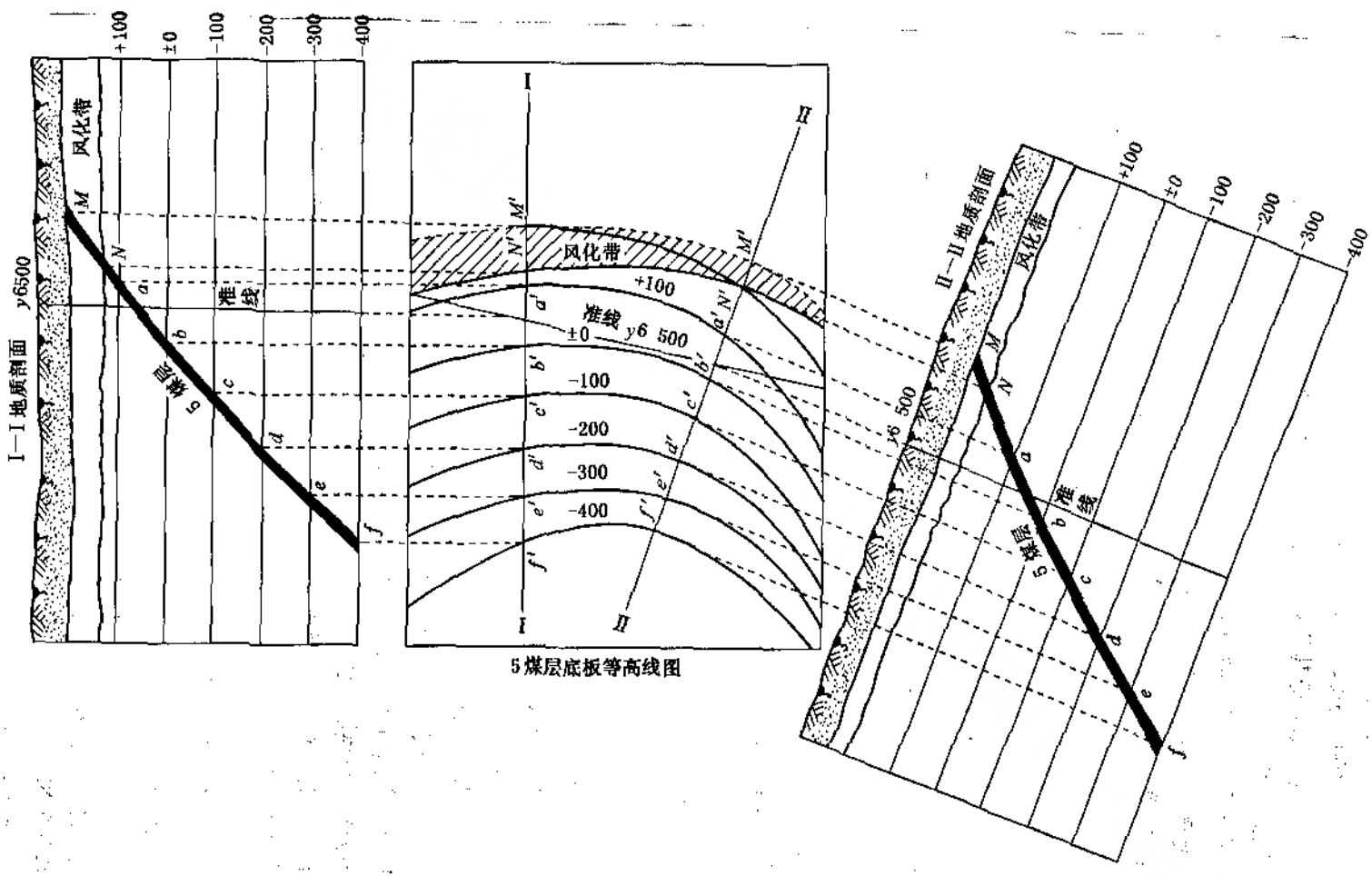


图4— 根据剖面图编制煤层底板等高线图

Ⅱ－Ⅱ剖面图中，5号煤层底板与各高程线也有交点a，b，c，d，e，f，同样以y6500为准线，把各交点同样投影到平面图的Ⅱ－Ⅱ剖面线上，得a'，b'，c'，d'，e'，f'，它们的高程分别为+100，±0，−100，−200，−300，−400 m。

④ 用同样的方法，把其他各剖面线上的5煤层底板与各高程线的交点分别投影到平面图相应剖面线位置上。

⑤在平面图中，将各剖面上相同高程点（如$a'a'$，$b'b'$，$c'c'$，$d'd'$，$e'e'$，$f'f'$）用圆滑曲线连接起来，并注明其标高，即得5号煤层的底板等高线图。

显然，地质剖面越多，绘出的底板等高线图越精确。但这样会增加地质勘探的工作量。

⑥ 当在剖面图上遇有断层时，则需要把上、下盘煤层底板断失点分别转绘到相应平面图的剖面线上；再把同一断层上盘煤层底板断失点的投影点用点划线相连，下盘煤层底板断失点的投影点用叉划线相连，即上、下盘的断面交线。

五、煤层底板等高线图的识读

煤层底板等高线图是反映煤层及其他地质构造形态的图纸。煤层底板等高线图的识读可按以下方法进行。

1. 单线追索

读图时，首先在图一侧等高线中选一根等高线，观察它的起止位置、弯曲情况和断开情况。等高线弯曲表示有褶曲，断开表示有断层。

2. 划分块段

由于断层的存在，煤层底板等高线被断开，以断层的断面交线为界，可以把煤层分成若干块段。

复杂的煤层底板等高线图分成若干块段之后，每个块段就变得较为简单，容易识读。

3. 总体概括

最后再把各个块段联系起来，综合分析，分析有几条断层，每条断层的性质及其与其他构造的相互联系等。

[例4－1] 图4－18所示为某矿煤层底板等高线图。该图煤层走向大致为东西方向、向南倾斜，北部煤层较缓，倾角约为8°～15°，南部煤层较陡，倾角约为40°～50°。该矿有4个断层，其中谷家寨断层、宋家沟断层和东沟断层为正断层，正阳断层为一逆断层。这些断层将煤层分成5个块段，东沟断层和宋家沟断层间的块段，为一缓坡向斜构造，两边的块段呈地堑形态；正阳断层和东沟断层之间的块段，坡度变化较大，由南向北，逐渐变缓，两边的块段呈地垒形态。

六、煤层底板等高线图的应用

煤层底板高线图在煤矿设计和生产中主要应用于如下方面。

（一）确定煤层产状及地质构造

如前所述，利用在煤层底板等高线图，可以了解煤层的走向、倾向、倾角及地质构造形态及其分布等。

（二）计算矿井的煤炭储量

在设计一个矿井前，要利用底板等高线图详细计算井田的各级储量；矿井投产后，也

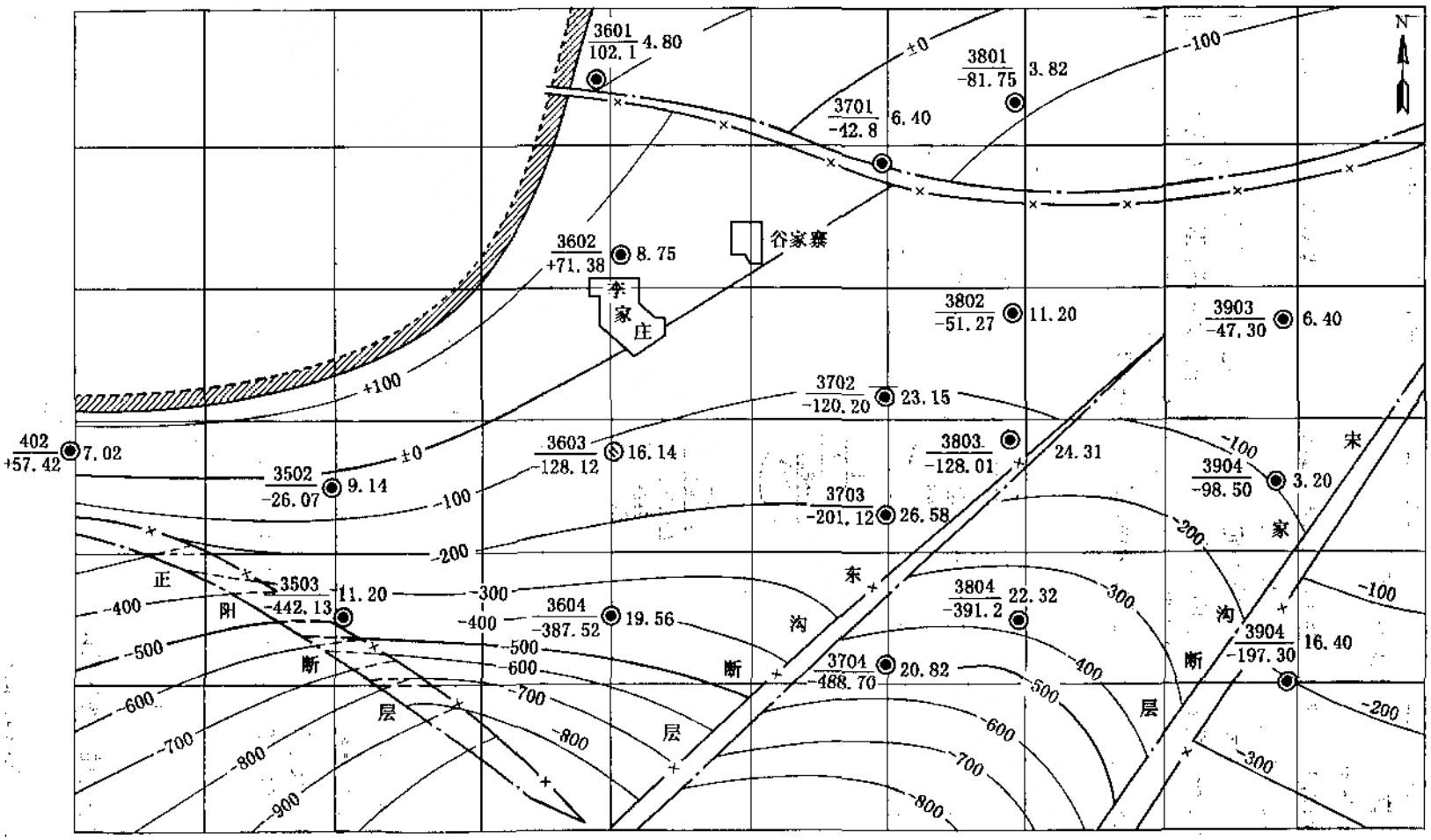


图　18　某矿煤层底板等高线图

要利用底板等高线图，根据开采情况进行各种煤炭储量的计算。利用煤层底板等高线图进行储量计算，可按以下步骤进行。

1. 划分块段

根据煤层埋藏条件、井田技术边界、较大的地质构造、煤层厚度和地质勘探程度等因素，将井田划分为若干个计算储量的块段。

图4—19所示煤层埋藏比较稳定，煤层厚度变化不大，真厚度为4.8～5.2 m，而倾角变化较大，所以根据倾角的不同，将煤层划分成3个计算块段。图中圆圈内第一行数字为块段编号，英文字母A，B等为勘探级别，第二行数字表示煤层真厚度和倾角，第三行数字表示为块段的面积，最下一行数字为该块段的煤炭储蓄。

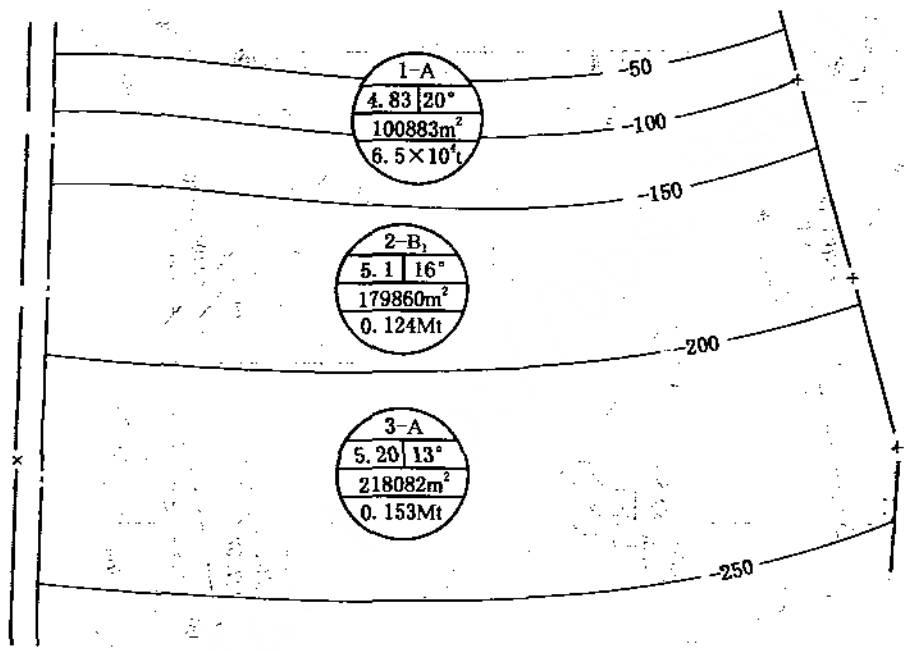


图4—19 分块段计算储量

2. 计算各块段面积

在底板等高线图上，用几何方法或用求积仪计算出每个块段的水平投影面积S'。

3. 将块段水平面积换算成实际面积

按下式将水平投影面积换算成煤层的实际面积S（m²）：

$$S=\frac{S'}{\cos\beta} \tag{4—3}$$

式中 β——块段内的煤层平均倾角。

4. 按块段计算储量

各块段的储量按下式计算：

$$Q=SM\gamma \tag{4—4}$$

式中 Q——块段的煤炭储量，t；

γ——煤的平均视密度，t/m^3；

M——块段内垂直顶底板方向的煤层平均厚度，m。

5. 煤矿的煤炭总储量

将各块段的储量相加，即得到煤矿的煤炭总储量。

（三）采掘设计

煤层底板等高线图是进行矿井设计的必备基础资料，如开采水平和采区的划分，大巷位置的确定，开拓巷道及采区巷道的布置等，都是在底板等高线图上根据煤层埋藏和地质构造等情况进行的。

（四）预计断层的位置

在采掘工作中，预先知道断层位置对于及时采取安全技术措施，保证安全生产具有重要意义。利用煤层底板等高线图可以预测断层位置。

1. 预计同一煤层巷道掘进中遇到断层的位置

这主要是指在同一煤层的不同标高处掘进巷道，当一巷道遇到了断层，预计另一巷道将要遇到断层的位置。这有以下两种情况。

（1）如果有了煤层底板等高线图和准确的断层位置，如图4—20a所示，20 m平巷在A处发现断层，测定该断层的走向、倾向、倾角且与图中所绘断层产状相同时，则只需将80 m平巷延至断面交线C处即可遇到断层。在图上量出BC距离，就是掘进工作面距离断层的距离。

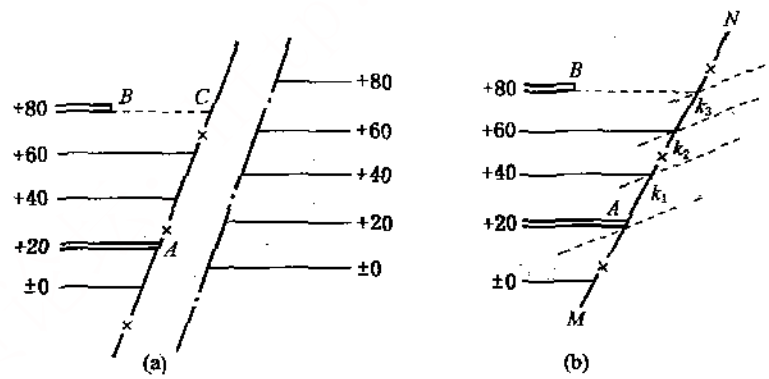


图4—20 预计煤层巷道遇到断层的位置

a—已知断层的位置；b—未知断层的位置

（2）如在煤层底板等高线图上没有准确的断层位置，如图4—20b所示，已知标高为20 m的平巷在A处遇到断层，80 m平巷已掘至B处，要知继续向前掘进多长会遇到该断层，可采用以下判定方法。

首先在巷道的A处测定断层面走向、倾向和倾角，根据实测资料，在图上画出20，40，60，80 m断层面的等高线，如图中的虚线；这些断层面等高线和煤层底板等高线的交点k_1、k_2、k_3的连线，就是断面与煤层底板的断面交线，如图的MN线；因此，在煤层下盘掘进巷道，凡遇到断面交线MN，就是遇到断层。量取Bk_3的长度，即为当前工作面距断层的距离。

2. 预计岩层平巷遇到断层的位置

图4—21 所示为一煤层底板等高线图，现要求沿 AB 方向作一高程为 210 m 的岩石平巷，确定此巷道遇到断层的位置。

首先分别在断层两盘上作 210 m 煤层底板等高线，这两条等高线与断面交线分别相交 G，H 两点。连接 GH，即为断层面的 210 m 等高线。GH 与 AB 线相交于 E，E 点即为岩巷 AB 遇到断层的位置。

在有瓦斯与煤尘突出危险的矿井内，预计岩巷见煤点的位置也很重要，图4—21 中所示的 C，D，F 各点为该岩石巷道的见煤点。

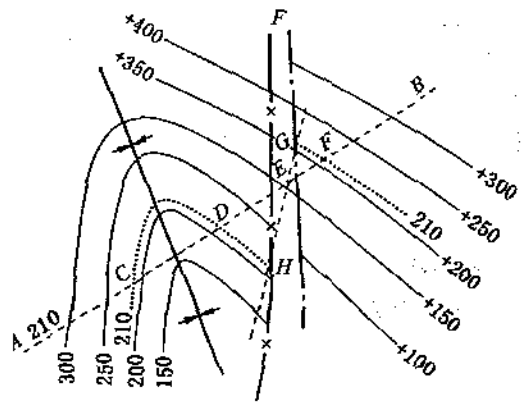


图4—21 预计岩层平巷遇到断层的位置

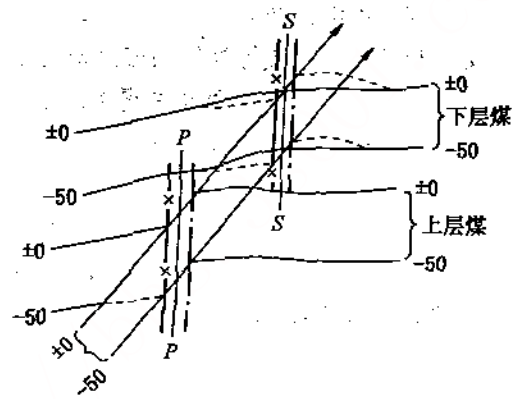


图4—22 预测下层煤断层位置

3. 确定不同煤层中的断层位置

在一个井田内有数层煤层时，上部煤层中发现了断层，往往希望知道下部煤层该断层的位置。这可通过在上、下两煤层的底板等高线图上通过作断面交线来确定。

如图4—22 所示，将上、下两层煤的底板等高线绘制在一起，在采掘上层煤时，遇到了一个正断层 P，测定了该断层的走向、倾角，并在图中绘出了其上、下盘的断面交线和断层面走向线。

为寻找下层煤的断层位置，延长上层煤的断层面的走向线，与下层煤同标高的底板等高线相交，连接各交点得交线 SS。然后在 SS 线的两旁，对上、下盘煤层底板等高线仿照上部煤层情况作局部修改，即得下层煤上下两盘的断面交线。

第二节 井田地形地质图

一、概述

井田地形地质图是一种用相应图例符号及颜色，综合反映某一井田范围内地形、地物、地质构造、岩（煤）层和其他有益矿产分布以及勘探工程布置等情况的水平投影图。

地形地质图是以地形图为底图，经过地质调查后编制成图。图中应反映的内容包括：地理坐标方格网、指北线、图名、图签及图例；地形等高线及地面建筑、河流、公路、铁路、

桥梁、车站、三角点、高压线等地物；钻孔、探槽、探井、探巷、生产矿井、老窑等的位置及其编号和标高；地层分界线（系、统、组）、地层产状、断层线、褶曲轴等；煤层、标志层及其他有益矿产的露头线；井田边界线、剖面线、勘探线及其编号、滑坡范围界线、区内最高洪水位线等。

井田地形地质图的用途很广，设计部门用其选择运输干线，供水、供电线路，确定井口、工业广场、重要建筑物、石料场等的位置，制定保护农田措施和安排地面防水措施，以及寻找水源和建筑材料等；生产部门用来编制井上下对照图，了解开采对地表的影响，防止建筑物布置在煤层上方，造成压煤现象或考虑留设保护煤柱等；地质部门用来部署勘探和其他地质工程，以及编制其他综合地质图件等。

二、井田地形地质图的编制方法

编制地形地质图的比例一般采用1∶5000，在平原及构造简单地区为1∶1000，露天开采的井田或地段为1∶2000。

井田地形地质图是通过地质填图或航空地质填图编制而成。在煤炭资源勘探和矿井生产时期，还根据勘探工程和井巷工程所揭露的资料，对掩盖部分推断的地质情况进行修改、补充。

井田地形地质图中地质界线的绘制步骤如下。

（1）在地形图上填绘各个勘探工程，并绘出各勘探线。

（2）将各勘探线剖面图基岩顶界面上的地层分界线点、煤层和标志层出露点、断层点、褶曲轴线点、岩浆岩界面点等，一一填绘到地形图相应勘探线上。

（3）参照勘探线剖面图所反映的地质构造形态及物探解释成果，将各勘探线上同一地质界线点用圆滑线相连，绘出各地质界线。连线时，一般先连断层线和褶曲轴线，再连其他界线，同时还要考虑断层的断距及基岩顶面高低起伏的影响。

三、各种地质现象在地形地质图上的表现

岩层（或煤层）在地面上露出的部分称为露头，其层面与地面的交线称为岩（煤）层露头线。将地形等高线、岩（煤）层的露头线以及地质构造线，一起投影到水平面上，就构成了地形地质图。识读地形地质图，必须熟悉露头线在地形地质图上的表现形态，露头线和地形等高线的关系，以及各种地质构造在地形地质图上表现的一般规律。

（一）岩层产状对露头线形态的影响

1. 水平地层在地形地质图上的表现

（1）地层界面为水平面，地层界线与地形等高线平行一致。

（2）地形切割越深，地表出露的地层越多。新地层出露在地形高的地方，老地层出露在低洼地方；由沟谷到山顶，地层由老到新依次分布。

（3）地层界线与地形等高线在沟谷中均呈“V”字形弯曲，且尖端指向上游；在山顶上，则呈封闭曲线。

（4）同一岩层顶、底界线的标高差，等于该岩层的真厚度。

（5）水平岩层的露头宽度，取决于岩层厚度及地形坡度。当坡度一定时，岩层厚度大，露头宽度也大；反之，则小。当岩层厚度一定时，地形坡角越大，露头宽度越小；反之，露

头宽度越大。

2. 单斜岩层在地形地质图上的表现

单斜岩层面是个斜面，由于受岩层产状及地形起伏的影响，使岩层面的露头线与地形等高线相交，且呈弯曲变化的曲线，一般有以下3种情况（即“V”字形法则）。

（1）当岩层倾向与地形坡向一致，且岩层倾角大于坡角时，岩层露头线在沟谷和山脊部位均呈“V”字形弯曲。在沟谷“V”字形尖端指向与岩层倾向一致，即指向沟谷的下游；在山脊处，“V”字形尖端指向与岩层倾向相反，即指向地形较高的方向（图4—23a）。在地形地质图（图4—23b）上，露头线的弯曲方向与地形等高线的弯曲方向相反，而且岩层倾角越小，露头线的弯度越大；岩层倾角越大，露头线的弯度越小，至岩层直立时，露头线为一直线。

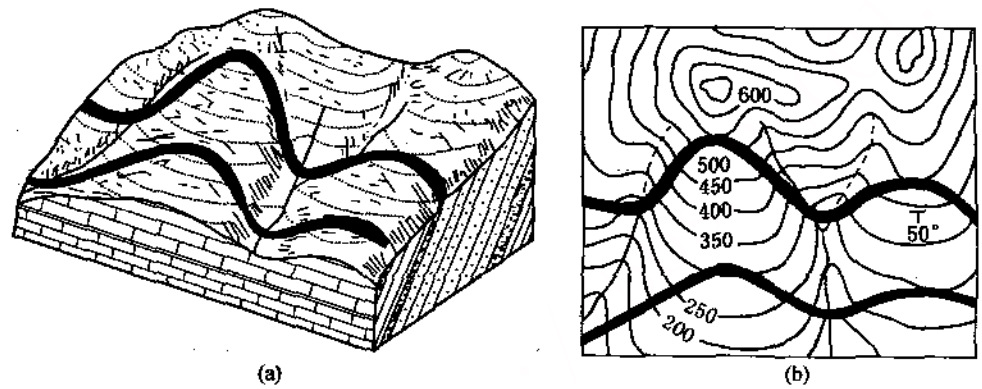


图4—23 岩层倾向与坡向一致，且倾角大于坡角时“V”字形规律

a—立体示意图；b—地形地质图

（2）岩层倾向与地形坡向一致，且岩层倾角小于地形坡角时，沟谷中与山脊上的岩层露头线均呈“V”字形弯曲。在沟谷中，“V”字形尖端指向地形高的方向；在山脊处，“V”字形尖端指向地形低的方向（图4—24a）。在地形地质图上，露头线的弯曲方向与地形等高线一致，但它的“V”字形较等高线狭窄（图4—24b）。

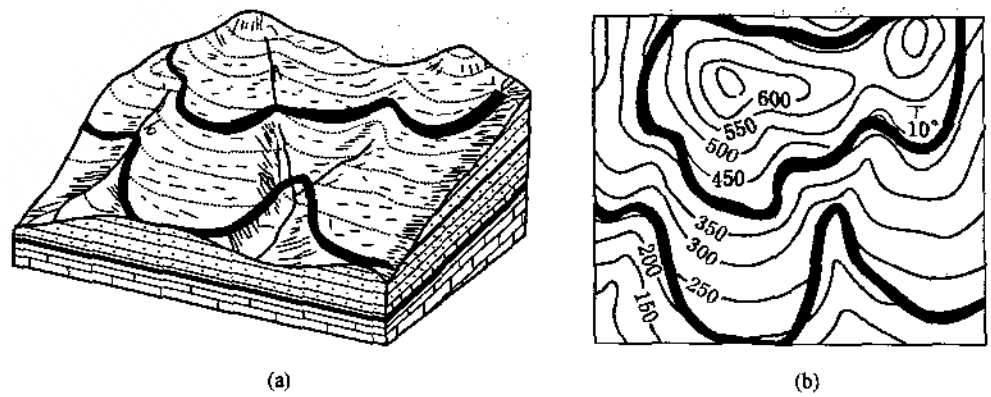


图4—24 岩层倾向与坡向一致，且倾角小于坡角时“V”字形规律

a—立体示意图；b—地形地质图

（3）当岩层倾向与地面坡向相反时，岩层露头线在沟谷及山脊处都呈“V”字形弯曲。沟谷中，“V”字形尖端指向与岩层倾向一致，即指向沟谷上游；在山脊处，指向地形低的方向（图4—25a）。在地形地质图（图4—25b）上，露头线的弯曲方向与地形等高线一致，露头线的弯曲程度小于地形等高线的弯曲程度；同时，岩层倾角越陡，露头线越趋于和地形等高线平行。

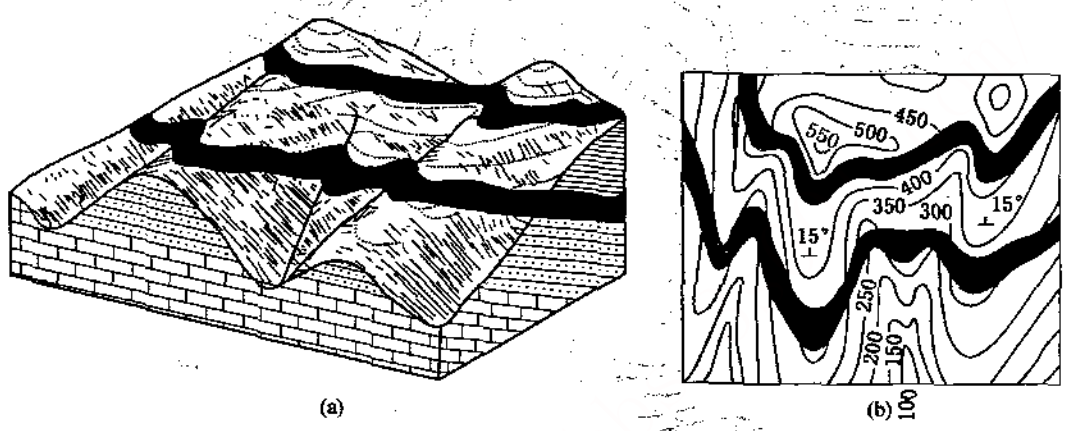


图4—25 岩层倾向与坡向相反时“V”字形规律

a—立体示意图；b—地形地质图

（4）在小比例的地形地质图上，地形对岩层露头的宽度和形态影响不明显，仅在较高、较陡的山脊处及较深、较陡的山谷中，露头线局部显示“V”字形弯曲。

（5）在大比例的地形地质图上，当地形较为复杂时，岩层露头形态和宽度的变化反映明显。同一岩层露头线随着地形变化及坡向和倾向关系的改变，可出现多种类型的弯曲：同样厚度、同方向倾斜的岩层，露头时宽时窄变化很大；尤其当岩层倾向与坡向一致，且倾角等于坡角时，整个山脊或山谷均出露同一岩层。上述情况极易与地质构造复杂、岩层厚度变化较大等情况相混淆，此时应根据“V”字形法则分析露头线与地形等高线的交切关系，确定地层产状加以区分。图4—26所示各处的地层产状为NW13°，∠10°～15°，故断定该区为单斜构造。

（二）褶曲构造在地形地质图上的表现

地形地质图上褶曲的轴线符号（见第一章第五节）、新老地层的依次对称分布和产状有规律的变化，是识别褶曲的主要依据。但在不同比例尺的地形地质图上，影响褶曲表现形态的因素不同。

1. 小比例地形地质图

在小比例地形地质图上，地层露头形态、地层层位等，主要受控于地质构造，因此能够依据地层分布，直接分析褶曲的形态特征（图4—27）。

（1）当新老地层由中央向两侧依次对称分布时，即可确认有褶曲构造存在。若中央地层老，两侧地层新，褶曲为背斜；反之，为向斜。

（2）当两翼地层的露头线为一组平行线时，表示为水平褶曲。当两翼延伸方向不平行，

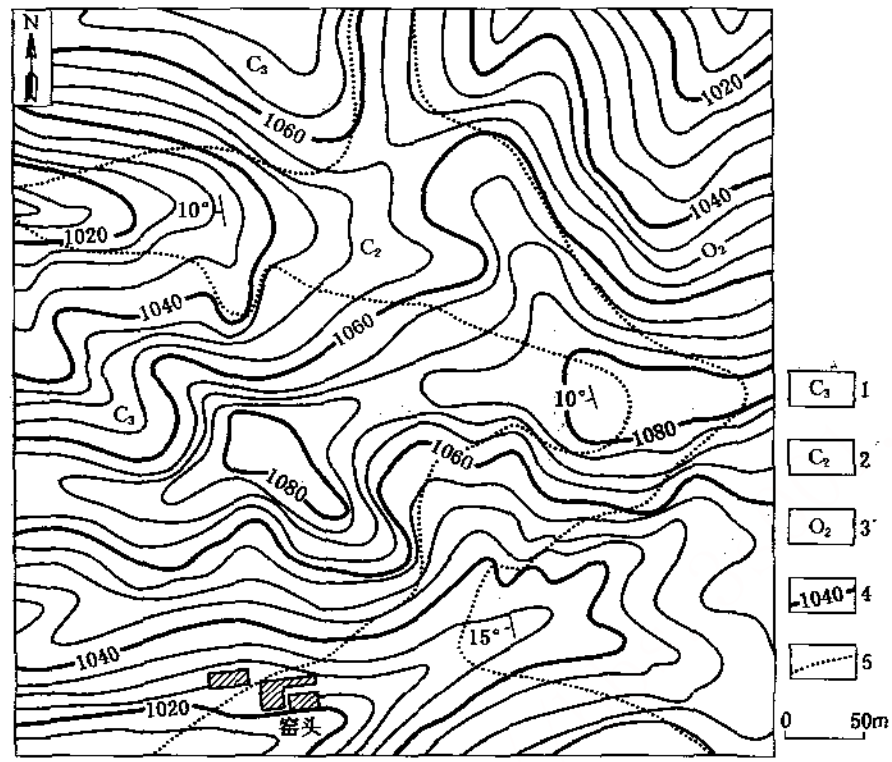


图4—26 单斜构造地质图

（大比例尺）

1—上石炭统；2—中石炭统；3—中奥陶统；4—地形等高线；5—地层界线

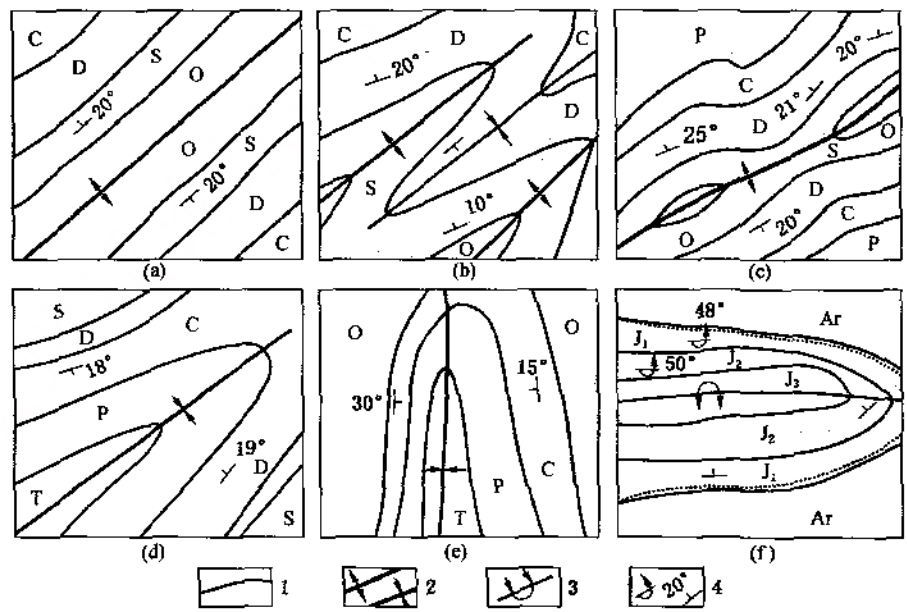


图4—27 小比例尺地质图上各类褶曲构造的表现特征

a—枢纽水平；b—枢纽倾伏；c—枢纽波状起伏；d—对称褶曲；e—不对称褶曲；f—倒转褶曲；

1—地层界线；2—左上角为背斜轴线，右下角为向斜轴线；3—倒转向斜轴线；4—左上角为倒转产状，右下角为正常产状

而在一个方向上相交成“V”字形，表示为倾伏褶曲，其中“V”字形尖端指向倾伏方向的为背斜，“V”字形尖端指向仰起方向的为向斜。当两翼岩层倾向相反，且露头宽窄近似时，为直立褶曲。当两翼向同一方向倾斜，一翼地层层序正常，另一翼倒转时为倒转褶曲。

2. 大比例地形地质图

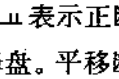
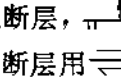
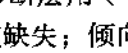
在大比例的地形地质图上，地层露头线分布及其形态受地形和地质构造两个因素的影响。区别哪些是受地形影响，哪些是受褶曲构造的影响，主要依据以下3点。

(1) 根据岩层产状判断 水平岩层地区，最老岩层总是出露在地形最低的地方，最新岩层分布在地形最高的地方；单斜岩层地区，岩层露头线受地形影响发生弯曲时，其产状并不变化(图4—25)；褶曲构造地区，岩层露头线发生弯曲时，其岩层走向会发生变化(图4—27)。

(2) 根据有无轴线来判断 单斜构造无轴线符号，而褶曲构造有轴线符号(图4—27)。

(3) 根据岩层露头线弯曲情况与地形等高线的关系判断 对于单斜岩层，露头线弯曲与地形等高线有明显的规律性——“V”字形尖端与等高线弯曲方向一致或相反，如图4—23，图4—24，图4—25所示；对于褶曲构造，岩层露头线弯曲与地形等高线无明显规律，露头线的延展方向与地层走向一致。

(三) 断层构造在地形地质图上的表现

在地形地质图上，断层构造是用断层线表示的。所谓断层线是指断层面与地面的交线，即断层的露头线。不同性质的断层，以不同符号表示。  表示正断层，  表示逆断层，其中，箭头表示断层面的倾向，双短线表示断层的下降盘。平移断层用  表示，箭头方向表示本盘平移方向。走向断层，其断层线两侧的地层重复或缺失；倾向断层和斜交断层，其断层线两侧的同一地层、煤层、标志层和构造线不连续。

在小比例尺的地形地质图上，断层线受地形影响不明显，断层线与断层面走向基本一致。在大比例尺的地形地质图上，断层线受地形起伏的影响，并遵循“V”字形法则。若地势平坦，断层线就是断层面的走向线；若地势高低起伏较大，断层线就不代表断层面的走向，此时，断层线发生弯曲，其弯曲规律与单斜构造岩层的露头线弯曲规律基本相同(图4—28)。

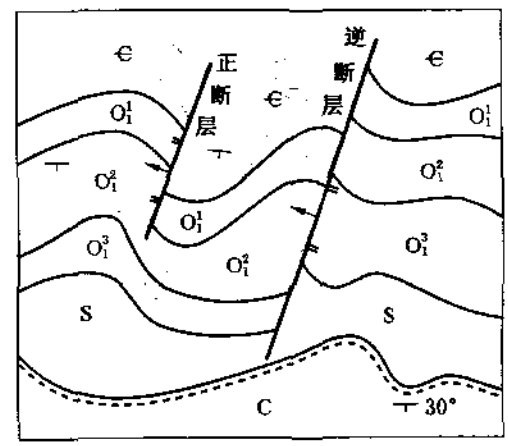


图4—28 依据上、下盘岩层新老关系确定断层类型

四、地形地质图的识读

在一张地形地质图上，同时反映了地形、地层界线和地质构造，内容很多(图4—29)。识读地形地质图首先要了解图的比例、图例和指北方向。读图包括两大部分内容：一是地形、地物，二是地质内容。可采取层层剥皮，逐一辨别，由个别到整体，由局部到全部的方法，看清图中所表示的内容。

1. 分析图中地形特征

首先根据地形等高线，了解该区的地形特征。了解了地形的起伏状况，就可以根据岩层界线和地形等高线的关系，分析岩层产状要素和各种地质构造。

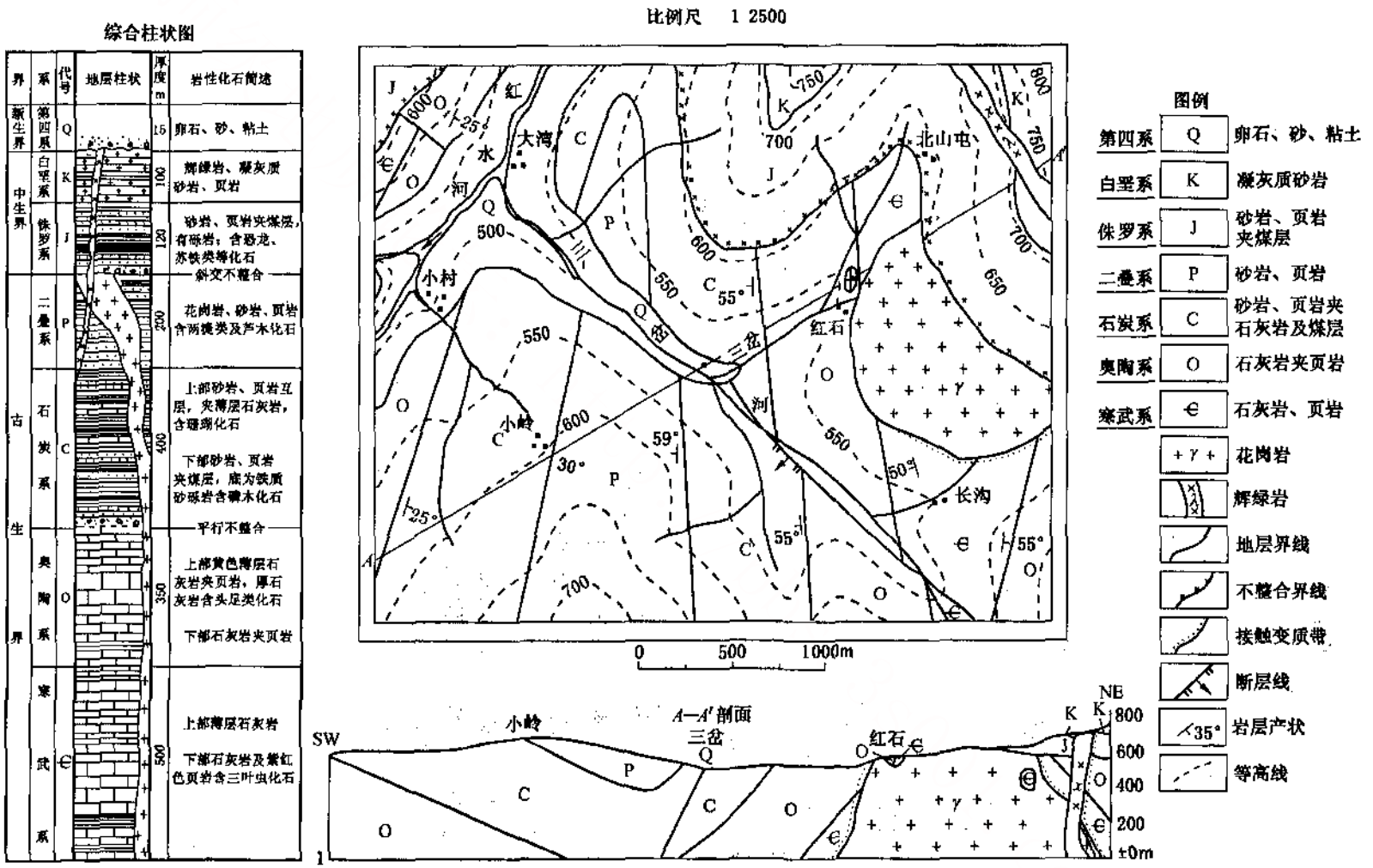


图4—29 三岔地区地形地质图

2. 逐步分析区内地层情况及地质构造

根据由局部到全部、由个别到整体的原则，以及各种地质构造形态在地形地质图上的表现规律，来分析、掌握全区的地层情况及构造形态；如果对照相关的剖面图进行分析，就更易读懂。

3. 着重掌握煤系、煤层的分布

对于煤矿开采而言，应着重了解煤系、主要可采煤层的分布，因为这对矿井设计、矿井建设、煤层开采等是很重要的。

4. 注意分析该区的地质发展史

根据地形地质图上各时代地层中岩石的岩性、岩相特征、化石情况，初步确定煤系的形成环境。看清新老岩层的分布及其相互接触关系，进而分析地质发展史，这对了解矿产的形成与分布情况，对矿产的开发有重要指导意义。

[例4—2] 图4—29所示为三岔地区的地形地质图。从图中可以看出，该区地形起伏不平，从东南到西北，三岔河谷贯穿全区，红水河一带为沟谷，其周围是较高的坡地，地形特征主要包括：山地、丘陵、平原、河谷分布，河流流向、水系发育，居民点等。该区地层由古生界的寒武系（∈）、石炭系（C）、二叠系（P），中生界的侏罗系（J）、白垩系（K），新生界的新生（Q）所组成。岩浆活动分两次侵入整个地层。第一次侵入是在二叠系形成后发生的，第二次是在白垩系形成后发生的。根据岩层露头在地表的分布情况可以看出，在二叠系的两侧岩层对称出现，因而存在褶曲构造；又由于中间岩层形成的时期比两侧岩层新，所以是向斜构造。三岔河谷两侧岩层错开，并从断层符号可以看出为一斜交正断层构造。

第三节　矿井地质剖面图

一、概述

矿井地质剖面图一般是沿勘探线、主要石门方向在垂直面上切绘的剖面图。

矿井地质剖面图所反映的主要内容包括：剖面线所切过的地形、地物经纬线及其邻近的钻孔；井巷、采空区和小煤窑；煤层、标志层、含水层、地层分界线和地质构造；井田边界线、井筒和生产水平主要巷道、保安煤柱线、高程线等。地质剖面图应注明剖面线方向、比例、图例和图签。

矿井地质剖面图的比例，一般大于或等于平面图的比例。常用的比例为1∶1000，1∶2000。

二、地质剖面图的绘制方法

在生产矿井中，凡倾角大于60°的煤层或某一断层局部倾角大于60°的地段，一般均须编制地质剖面图。下面介绍几种常用的绘制地质剖面图的方法。

（一）根据实测资料绘制

编制地质剖面图，首先要收集、整理编图的有关资料，如剖面线上及其邻近钻孔柱状图、井下实测剖面图、地形地质图和采掘工程图等；然后，按以下步骤进行编制。

1. 确定图幅及剖面方位 .

剖面图的图幅应根据剖面线长度，结合剖面图的比例来确定。剖面方位是以箭头加方位角或象限角表示，标注在图纸上方的一端，习惯上南右北左，东右西左，南西和北西左，北东和南东右（图4－30）。

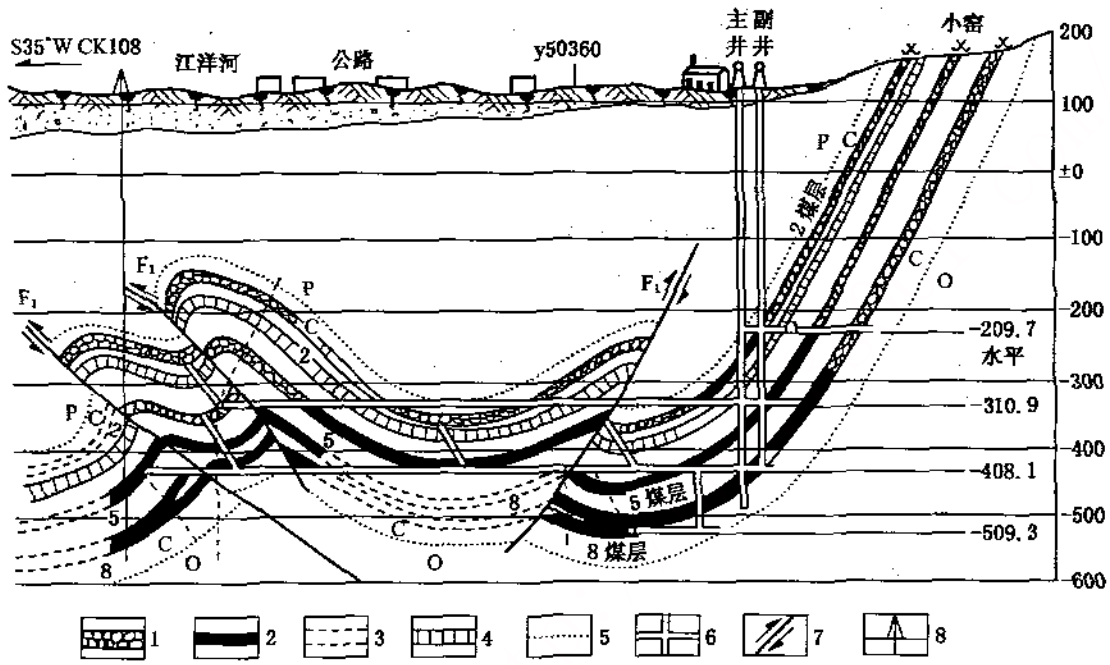


图4－30 矿井地质剖面图

1—采空区；2—煤层；3—推测煤层；4—标志层；5—地层界线；6—井巷；7—断层；8—钻孔

2. 绘水平标高线

按照图的比例，绘出若干条相互平行、等间距的水平线，每条注明相应标高值，即为剖面图的水平标高线。一般比例为1∶2000的图，每50 m绘一条；比例为1∶5000的图，每隔100 m绘一条；如果矿井开采水平与其不一致时，还要绘出各开采水平标高线，并注明标高值。

3. 选定基准线

选取位于剖面线中央（或其附近）的经、纬线或以钻孔孔口为基准点，在剖面图上绘出该点位置，并通过此点绘铅垂线（与水平标高线垂直的直线）作为基准线。以它为准控制剖面图的横向距离，填绘各种编图资料。当剖面长度大时，也可选定两条或几条基准线。

4. 填绘地形、地物及经纬线

依据地形地质图或地形图，将剖面切过的所有地形等高线点，分别按其标高值和与基准线的水平距离，填绘到剖面图上，然后用圆滑线连接各点，绘出剖面的地形线，并擦去地形线以上的水平标高线。

将剖面切过的重要地物（房屋、铁路、公路、河流等）和经纬线，按照它们与基准线

的水平距离，填绘到地形线上，并以相应的图例符号表示出来。

5. 填绘勘探工程

依据地形地质图，将剖面线上的钻孔孔口，生产小窑及老窑窑口、坑探工程（探槽、探井、探巷），分别按其标高值和与基准线的水平距离，填绘到剖面图的地形线上；剖面线附近的工程，先沿地层走向填绘到剖面线上，再按其原标高绘到剖面图上（图4－31 所示CK1孔）。然后，绘出钻孔中心线、各坑探工程在剖面上的切面、老窑及小煤窑的巷道。最后，标注每一工程的编号、孔口和窑口标高。

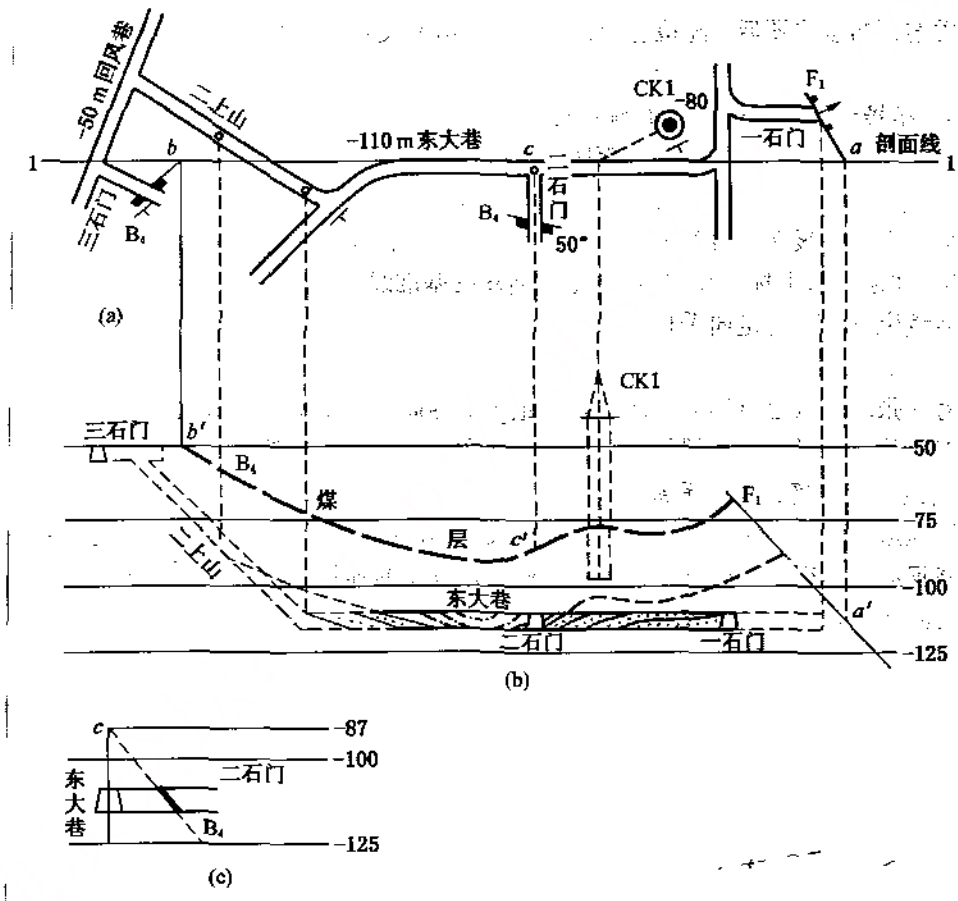


图4－31 勘探工程、井巷工程及地质资料的填绘方法

a—掘进工程平面图；b—Ⅰ－Ⅰ′剖面图；c—二石门剖面图

6. 填绘井巷工程

剖面所切过的井筒、石门、上下山和煤巷等，均按其标高和与基准线的平距，填绘到剖面图上。

剖面图原则上只填绘实切的井巷，但由于需要，也可将附近的巷道投影到剖面图上，被投影的巷道用虚线表示，投影巷道一般多采用垂直投影法。

7. 填绘地质资料

将填绘到剖面图上的各勘探工程、井巷工程所揭露的地层界线、煤层、标志层、岩浆

岩体及断层等，分别按照它们的钻孔、坑探工程或井巷中的深度、与测点的距离或标高，并以其在该剖面上的倾斜方向和角度绘在相应钻孔中心线上或坑探工程及巷道的切面上。

8. 连接地质界线

将各种实际资料填绘到剖面图上后，根据岩、煤层对比结果，参照地形地质图上剖面切过的地质构造形态及相邻剖面图的地质构造形态，将剖面图上地表出露的、各勘探工程和井巷工程揭露的同一断层、同一地层分界线、同一煤层和同一标志层等，按一定构造形态进行连线，即初步完成地质剖面图的编制。

9. 加工整理

地质剖面初步成图后，经检查无误，还应根据有关要求和图例进行加工、清绘、上墨、着色。

（二）根据煤层底板等高线图编制剖面图

根据煤层底板等高线图编制剖面图的步骤如下。

1. 确定剖面图的方位及基准线

在每一煤层底板等高线图上，绘出预作剖面图的剖面线；根据剖面线的方向确定剖面图的方位，并绘制水平标高线；然后选定剖面图的基准线，如图4－32a 中所示Ⅰ—Ⅰ和Ⅱ—Ⅱ。基准线位置大致与走向平行。

2. 绘制高程线

在另一张空白纸上绘制高程线，其间距等于等高距，水平与竖直比例最好与煤层底板等高线图一致。有时也可根据需要，加大剖面图比例或竖直比例。

3. 转绘底板等高线与剖面线的交点

按作地形剖面的方法，将煤层底板等高线与剖面线交点a，b，c，d转绘到剖面图中各相应的高程线上，得a'，b'，c'，d'各点，然后用圆滑曲连接a'，b'，c'，d'各点，即得此煤层底板的剖面图，如图4－32b 所示。

4. 转绘断层

如果剖面线上有断层，如图4－32 所示Ⅱ－Ⅱ剖面线，可按下述步骤绘制断层处的剖面图。

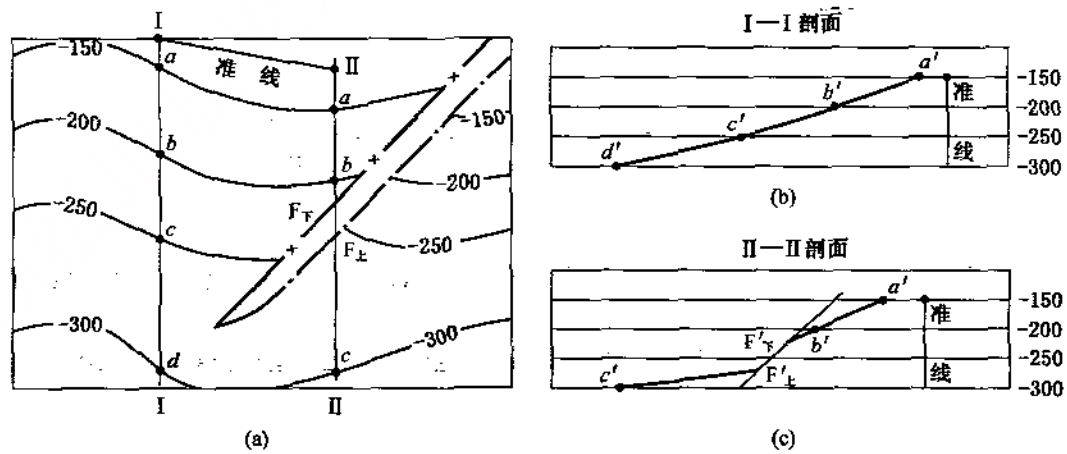


图4－32 根据煤层底板等高线绘制垂直地质剖面图

(1) 找出剖面线Ⅱ—Ⅱ与断层上、下盘断面交线的交点$F_{上}$，$F_{下}$，这两点分别为上、下盘煤层的断失点。

(2) 依据上、下盘煤层底板等高线，应用标高内插法，分别求出$F_{上}$，$F_{下}$两点的标值。

(3) 将a，b，$F_{上}$，$F_{下}$，c各点转绘到高程线图上，得a'，b'，$F_{上}'$，$F_{下}'$、c'各点；

(4) 连a'，b'，$F'_{下}$得下盘煤层底板剖面线；连$F_{上}'$，c'得上盘煤层底板剖面线，连$F_{上}'$，$F_{下}'$得断层层面的剖面线。连接各点时，煤层底板的连线不可通过$F_{上}'$和$F_{下}'$的连线；

(5) 煤层底板剖面图作出后，根据柱状图上煤、岩层的厚度绘出底板剖面线的平行线，即Ⅰ—Ⅰ垂直地质剖面图，如图4—32c所示。

三、矿井地质剖面图的识读

地质剖面图形象直观，容易看懂。图4—30所示为某矿井垂直地质剖面图。从图中可以清楚地看到煤层的分布、产状及其变化，煤层的厚度及各层煤的层间距，井筒、石门及各种巷道的分布，各种地质构造和特征，标志层的分布等；同时，还可以看到沿剖面线方向上地形起伏的情况。

第四节 水平切面图

一、概述

水平切面图是沿某一开采水平而编绘的反映该水平面上全部地质情况和井巷工程的图件。利用水平切面图可以了解该水平上煤层的厚度、煤层间距、主要标志层、含水层、地质构造的分布及沿水平方向的变化，以及井巷工程等情况，它是矿井开采水平的巷道设计和巷道掘进施工的主要依据，是倾斜，急倾斜、多煤层、构造复杂矿井必备的图件。

水平切面图上反映的主要内容有：坐标方格网、指北线、地质剖面线和井田边界线；位于该水平的井底车场、运输大巷、石门和煤巷等所有的井巷工程，以及穿过该水平的全部钻孔；该水平切过的所有煤层、主要标志层、含水层、地层分界线和岩浆侵入体等的位置，以及煤层厚度和产状、断层位置和产状等。

水平切面图的比例根据需要选用，一般为1∶2000或1∶5000；采区切面图，可用1∶1000或1∶2000。

二、煤层产状及地质构造在水平切面图上的特点

煤层产状及地质构造在水平切面图上的表现，和煤岩露头线及地质构造在平坦地区的地形地质图上的表现规律相同。

三、水平切面图绘制方法

(一) 根据井巷实测资料编制水平切面图

该方法是依据某一开采水平巷道所揭露的地质资料，编绘水平切面图。

1. 准备底图

通常利用由煤矿测量部门提供的同比例尺的分水平巷道图作为底图，并绘出通过该水

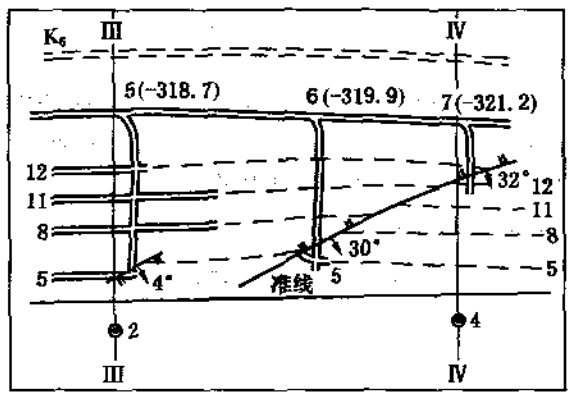


图4—33 根据巷道实测资料编制水平切面图

平的全部钻孔。

2. 填绘地质资料

把各井巷揭露的全部地质资料，按坐标与测点的相互关系，填绘在底图上。填绘内容主要包括：主要标志层及含水层的位置、名称、产状，断层的位置名称、产状、性质、落差，褶曲轴的位置、方向和两翼岩层的产状，地层分界线、岩浆侵入体界线及其他地质现象。钻孔只填绘出与该水平切面交点的地质情况，如地层层位等（图4—33）。

3. 分析、对比、连接地质界线

在填绘好各项实际地质资料的底图上，经过对比煤层、分析地质构造后，按照实测产状，将各巷道中的同一断层点及属于同一层位的其他地质界线相连接。首先连接断层点，若断层只有一个实测点，则按其走向向两侧适当延展；断层两盘的错动方向和错动距离，应按实测资料处理，然后，再连接断层同一盘的同一煤层、标志层、含水层、地层分界、褶曲轴线等实测点。

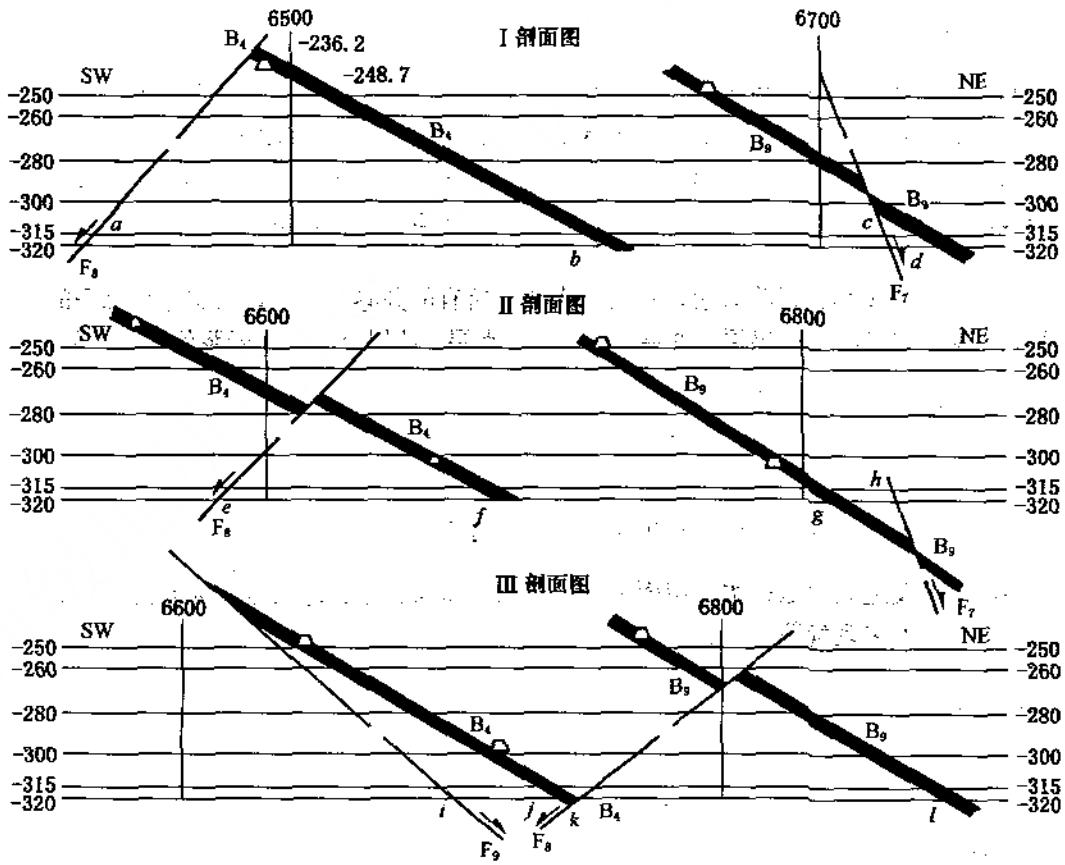


图4—34 某矿Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ地质剖面图

（二）根据矿井地质剖面图绘制

图4—34 所示为某矿的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ地质剖面图，根据这些图绘制水平切面图的方法和步骤如下。

（1）绘制坐标方格网、注明坐标值；绘出剖面线，并注明编号，如图4—35 所示。

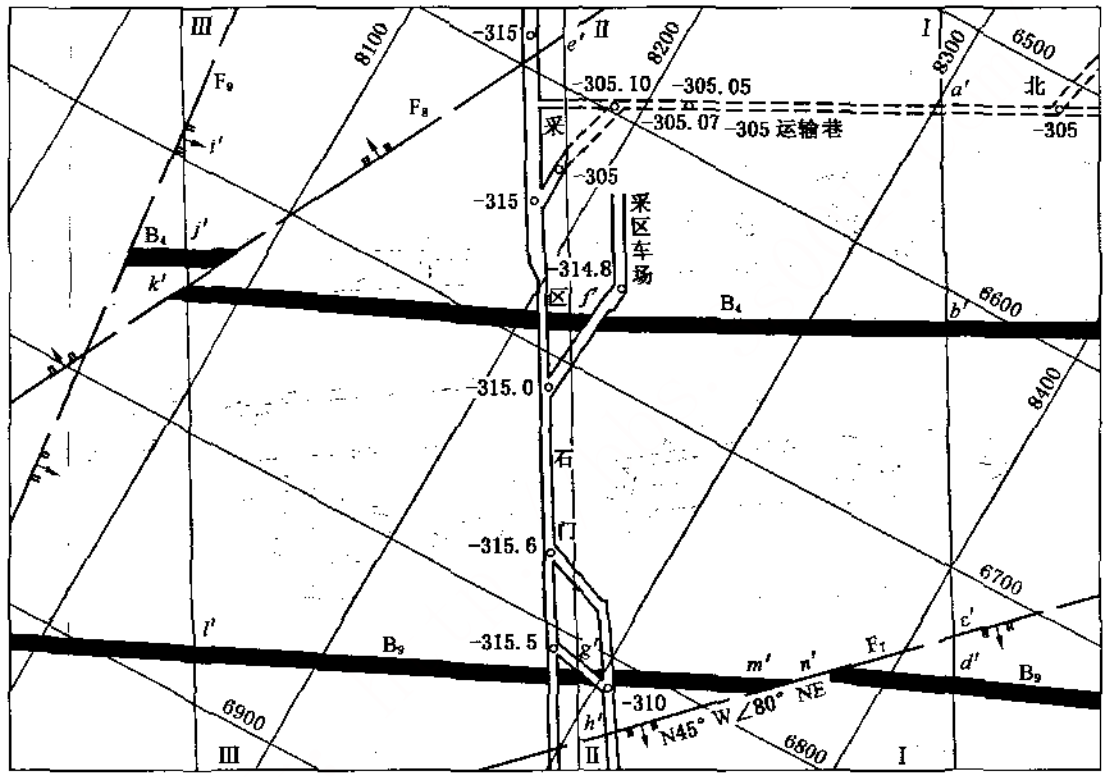


图4—35 某矿—315 m水平地质切面图

（2）在各剖面图上绘出水平切面图的水平高程线（如图4—34 所示各剖面图中的—315 m 高程线）。

（3）以剖面图上的经线或纬线与该水平高程线的交点为基准点。按照与基准点的水平距离，将剖面图上的水平高程线与各煤层、标志层及断层等的交点，转绘到水平切面图相应的剖面线上，如图4—35 所示各剖面线上a'，b'，c'，d'，e'，f'，g'，h'，i'，j'，k'，l'等点。

（4）进行对比、连图，即先把相邻剖面上的相同的构造线连接起来，再把断层同一盘的相同层位的煤层点、标志层点和地层分界线点等用圆滑线连接起来。连图时，要充分考虑实测的产状资料。如图4—35 所示c'，h'相连为F_7断层，e'，k'相连为F_8断层。剖面线Ⅲ附近的F_8，F_9之间的B_4煤层，是根据j'的点位并结合F_8下盘B_4煤层产状绘出的。

〔三〕根据煤层底板等高线图绘制

图4—36a、图4—36b 所示为某矿B_9煤层和B_4煤层的底板等高线图，现根据这两图绘

制－315 m 高程的水平切面图（图4－35），其步骤如下。

（1）在各煤层底板等高线图上，绘出水平切面高程的等高线，如两图4－36 所示－315 m 煤层底板等高线。

（2）在切面图上绘制坐标格网，按坐标格网将两图的－315 m 煤层底板等高线，转绘到水平切面图上，再按相应煤层水平厚度加宽，即为水平切面图上的B_9和B_4煤层。

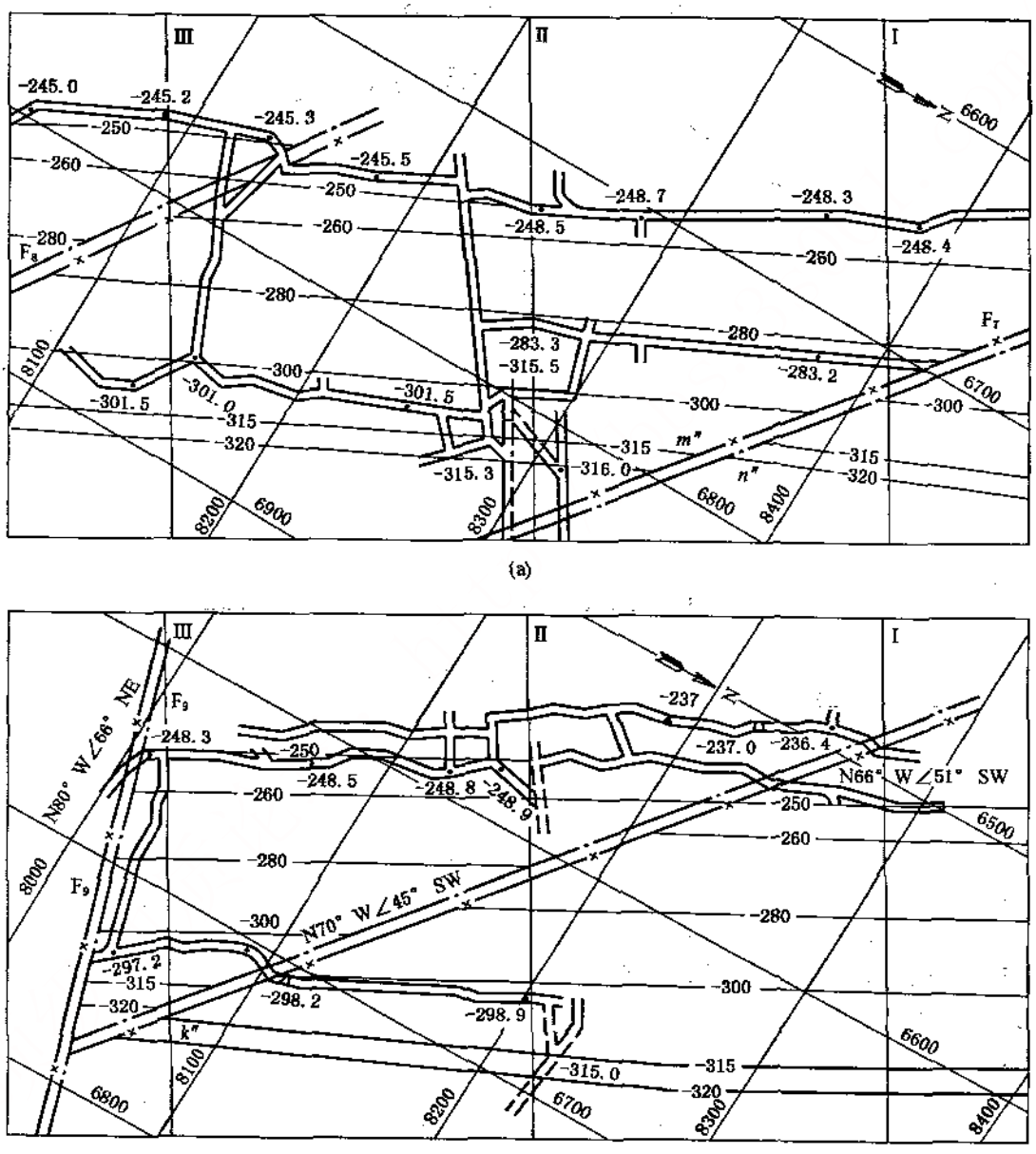


图4－36　某矿煤层底板等高线图

a—B_9煤层；b—B_4煤层

（3）按照方格网的控制，把各煤层底板等高线图上和切面图同标高的等高线与各断面交线的交点，转绘到切面图上，并将同一断层的各交点相连，即为水平切面图断层走向线。如图4—36a 所示—315 m 等高线与F_7断层下盘断面交线的交点为m'，与上盘的交点为n'，转绘于水平切面图4—35 中为m'，n'点，连接m'，n'、即为该水平切面图的F_7断面交线，（即F_7断层走向线）。其他断面交线以同样方法转绘，即可编绘出水平切面图主体内容。

上述3 种编制水平切面图的方法，各有局限性。在有巷道实测资料的地段，应充分利用这些实测资料；在巷道较少，且资料不多时可根据地质剖面图来编制；利用煤层底板等高线图编制水平切面图，虽方法简便，但标志层、含水层、地层分界等，还需根据剖面图来补充填绘；因此，常采用综合编图方法。

四、水平切面图识读

水平切面图的识读，包括识读井巷工程和地质内容两部分。各种巷道的识读，参见《矿山测量学》有关内容。地质内容的识读方法基本与地形地质图相同，只是各种地质界线不受地形切割影响。因此，依据相关的图例符号，以及地层、煤层、标志层的展布特点和产状，便能够识别出各种地质要素。

图4—37 所示为某矿—225 m 水平地质切面图。从图中可以看出，在井田范围内，共有3 个可采煤层，由新到老分别为2 号煤层、5 号煤层和8 号煤层，煤层倾角为30°～58°；正断层F_1和逆断层F_3把井田分为3 块，从煤层的新老关系可以看出，逆断层F_3以东为一向斜构造，以西为一盆地构造；断层F_1西北部煤层倾向北西，东南部煤层倾向南东。该水平采用了单翼主要运输大巷采区石门的开拓方式，井底车场布置在矿井的东北角，主要运输大巷大致沿断层F_1走向开掘，然后分别向西北和东南方向掘采区石门，穿过各煤层。沿石门布置了地质勘探线。图4—37 还反映了各地面钻孔、井下钻孔及风井位置，以及不同区域煤层的倾角、厚度等。

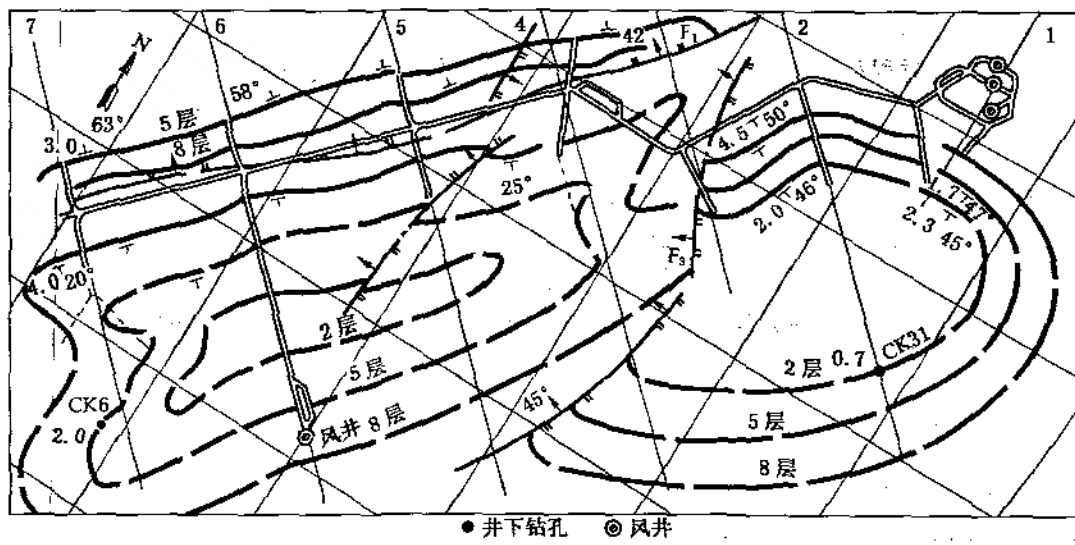


图4—37 某矿—225 m 水平地质切面图

第五节　钻孔柱状图、综合柱状图、煤岩层对比图

一、钻孔柱状图

钻孔柱状图是根据钻探过程中所得到的资料，按岩层新老关系的排列顺序，并将岩层恢复到水平状态后所绘出的一种图纸。

在地质钻探过程中，每个钻孔都编制一张钻孔柱状图。钻孔柱状图中应表示出该钻孔孔口平面坐标及标高，按岩层新老顺序排列的地层单位和岩性组合，煤岩层厚度、层间距、岩层接触关系等。

钻孔柱状图是地质勘探工作的原始基础资料。地质工作者经常用它来编制垂直地质剖面图，水平切面图、煤层底板等高线图及储量计算图等。

钻孔柱状图的比例一般采用1：200。

二、综合柱状图

综合柱状图是根据井田内所有勘探工程和井巷工程揭露的资料及实测剖面的地层资料，将各个岩、煤层以其平均真厚度，按照先后生成顺序自下而上依次绘制成的柱状图，如图4－38所示。

根据柱状图所代表的区域范围的不同，综合柱状图有：矿区地层综合柱状图、矿井煤系综合柱状图、采区煤岩层综合柱状图、回采工作面综合柱状图。其中，矿井煤系综合柱状图是反映井田范围内煤系地层沉积特征的基础图件。

矿井煤系综合柱状图主要反映井田范围内，含煤岩系中各岩层的层位、岩性、厚度及结构，煤层层数、层位、厚度、顶底板岩性及煤层间距，以及含水层、标志层的层数、厚度、层位分布和接触关系等内容，如图4－38所示。

综合柱状图主要用于矿井设计，矿井年度生产计划的制定，煤、岩巷掘进速度的预计，确定采掘工艺过程和设备的选型，以及三下采煤的岩层移动控制等。

综合柱状图比例一般采用1：200或1：500。综合柱状图可以作为地质图的附图，也可单独绘制。该图的编制方法如下。

首先确定图的比例，并按一定的格式画好图头。然后自下而上和由老到新，将地层单位、岩性柱状、地层厚度、岩性描述等内容分别填入有关栏内，如图4－38所示。如有角度不整合或平行不整合接触，须在岩性柱状中表示出来；岩层的厚度一般采用平均值，为了反映厚度变化范围，可将其最大、最小值写在厚度栏内；岩性描述应尽可能详细，并将标准化石列出。

三、煤岩层对比图

煤岩层对比图，是将井田内各个勘探工程和井巷工程所揭露的及实测地质剖面的煤、岩资料，分别绘制成真厚度柱状图，并按一定次序排列起来，然后把同一地层界线、同一煤层、同一标志层用线相连，编绘而成的一种综合地质图件，如图4－39所示。

煤岩层对比图反映的主要内容：井田范围内各煤岩层、标志层层位对比关系，煤岩层

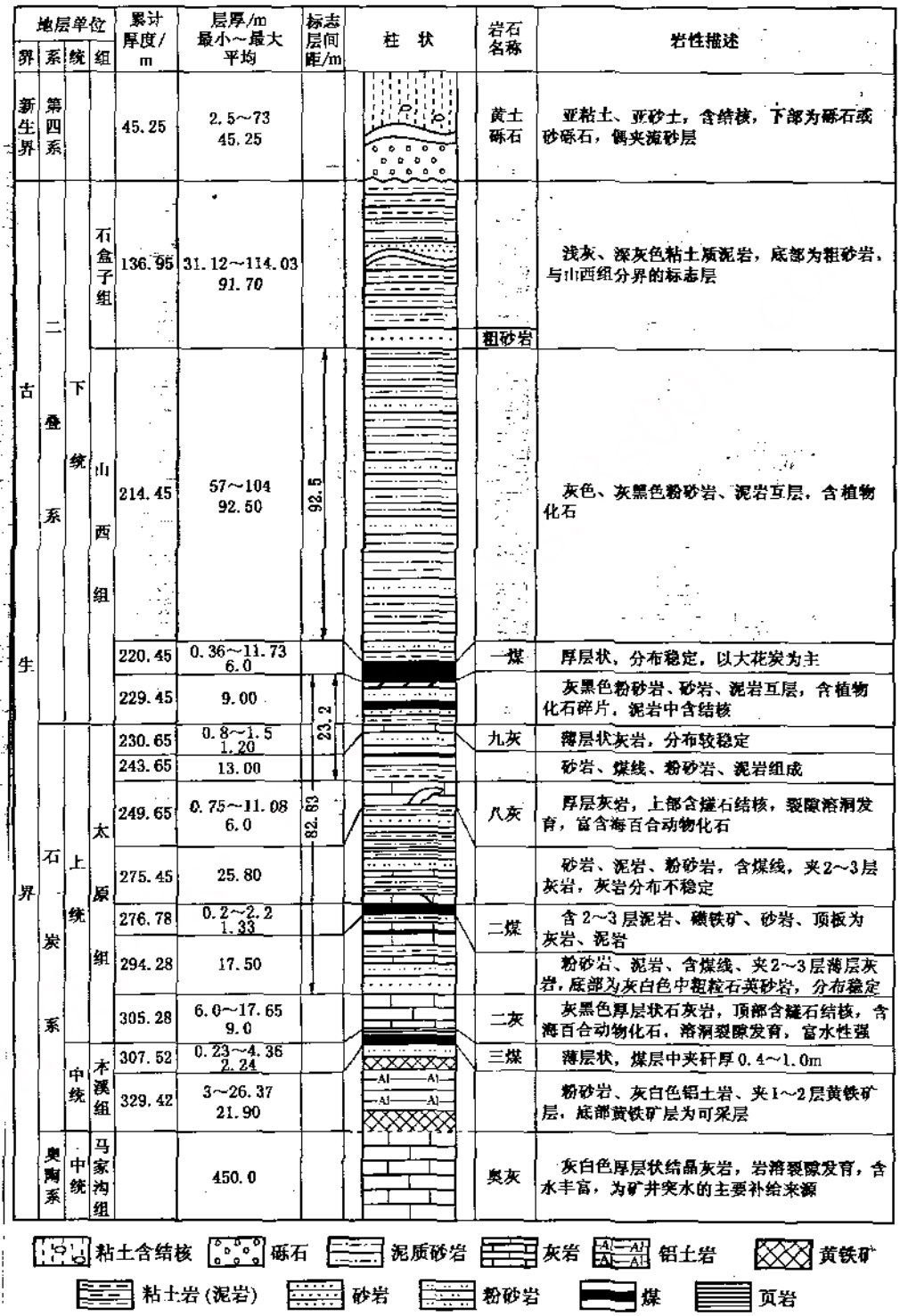


图4－38　某矿煤系地层综合柱状图

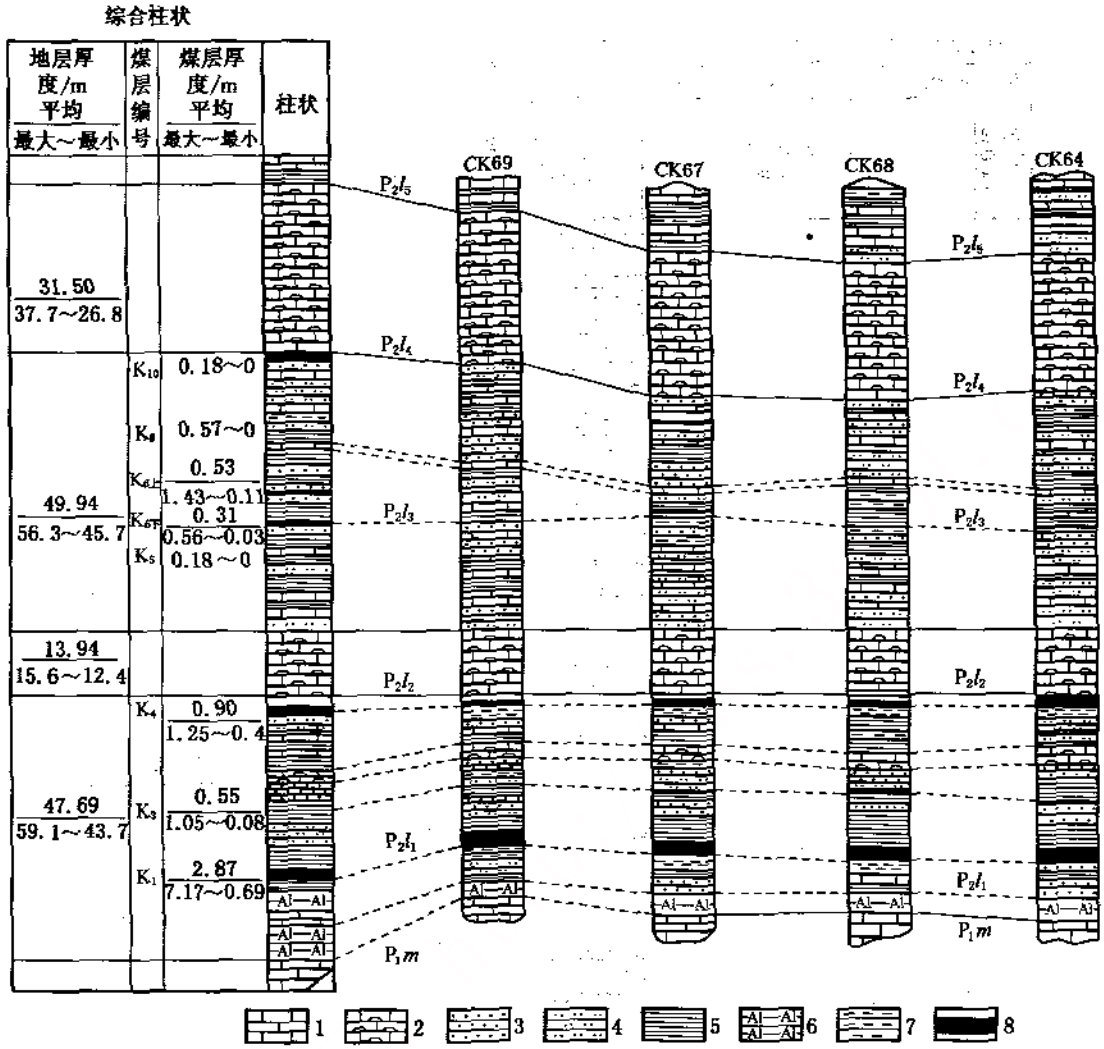


图4－39 煤岩层对比图

1—石灰岩；2—含燧石石灰岩；3—细砂岩；4—粉砂岩；5—页岩；6—铝土页岩；7—粘土岩；8—煤层

的厚度及其在一定距离内分布情况、稳定程度和空间变化规律等。

每个井田范围内，地层的厚度及岩性组成都有变化，每一煤层也常出现增厚、变薄、分岔、尖灭等现象，或者由于地质构造变动影响而重复或缺失，使得在很多情况下，难以判断一个工程点所揭露的各煤层的层位。因此，有必要编制该图。通过该图可直观地了解井田内各勘探工程、井巷工程所揭露的煤层和标志层。同时，还能了解每一煤层的厚度、结构、层间距等，以及它们的空间变化规律。而且还是编制地层综合柱状图、地质剖面图、煤层底板等高线图、水平切面图，以及进行储量计算的基础资料。

煤岩层对比图的比例一般为1∶200或1∶500。其编制方法如下。

（1）收集编图资料　根据编图范围内所有钻孔柱状图和石门剖面按规定比例绘出岩性柱状。

(2) 选择基准层位　根据井田内钻孔和石门揭露的资料，通过分析，选取一层最稳定的煤层或标志层作为对比的基准层位。

(3) 排列柱状图　以基准层位的底界线作为基准线，然后按一定顺序把区内所有钻孔柱状、井巷实测柱状排列在同一水平线上，一般将综合柱状图放在左端。

(4) 分析对比　对煤层厚度、顶底板岩性特征以及岩层间距、岩性、岩相、化石等进行分析对比，初步确定连线层位。

(5) 连线　将对比可靠的同一地层分界线、煤层和标志层用实线连接；不可靠的，处用虚线连接。钻孔和石门中所见断层，应在对比柱状的相应位置中绘出。

图4－39 所示为某矿煤岩层对比图。图的左边为该矿的综合柱状图，右边为各钻孔的柱状图，同一标志层或煤层用实线连接，对比不可靠的煤岩层用虚线连接。

第六节　水文地质图

一、概述

在勘探工作基本结束后，将水文地质勘探过程中获取的大量定性、定量资料，以及从生产矿井，气象台站、水文站、水文地质观测站等单位收集到的有关数据，通过分析总结，最后绘制成反映勘探区水文地质特征的图纸称水文地质图。

水文地质图可集中反映勘探区内地下水的埋藏与分布、水质变化的基本规律和主要特征。它是煤田水文地质勘探工作的最终成果之一，是煤矿建设和开发、矿井设计、生产和防治地下水的重要依据，也是进行水文地质研究的基础资料。

二、水文地质图的编制

水文地质图的种类很多，可概括为两大类，即水文地质图和专门性水文地质图。

(一) 水文地质图的编制

编制水文地质图的目的在于以图的形式醒目地反映出地下水的形成、储存和运动特征，受地质构造、地貌、自然地理条件的影响程度；地下水在时间、空间分布上的特点和差异性，以及不同含水介质的含水性、导水性和地下水类型的差别。

水文地质图必须是在地质图、地貌图、第四纪地质图、构造图等图件的基础上进行编制，由平面图和剖面图两部分组成（图4－40)。水文地质图包括以下内容。

1. 含水层和隔水层

含水层（组）是指能透水且含有地下水的岩层。它是由含水特征相似的若干岩层所组成的一个含水岩体，它们可以是同一时代的地层，也可以是不同时代的地层。

隔水层（组）是指不能透水的岩层。它是由一个或几个岩性和隔水性质近似的岩层所组成的隔水岩体。水文地质图中的含水层和隔水层用不同花纹来表示，如图4－41 所示。

2. 含水层（组）的富水性

富水性是分析含水层（组）的定量指标，它可作为选择供水水源地及矿井疏降水设计的依据。在水文地质图上，井、孔位置旁标出单位涌水量数据，并用不同符号或颜色区分其富水性。可用分数形式表示上下两含水层的富水性。

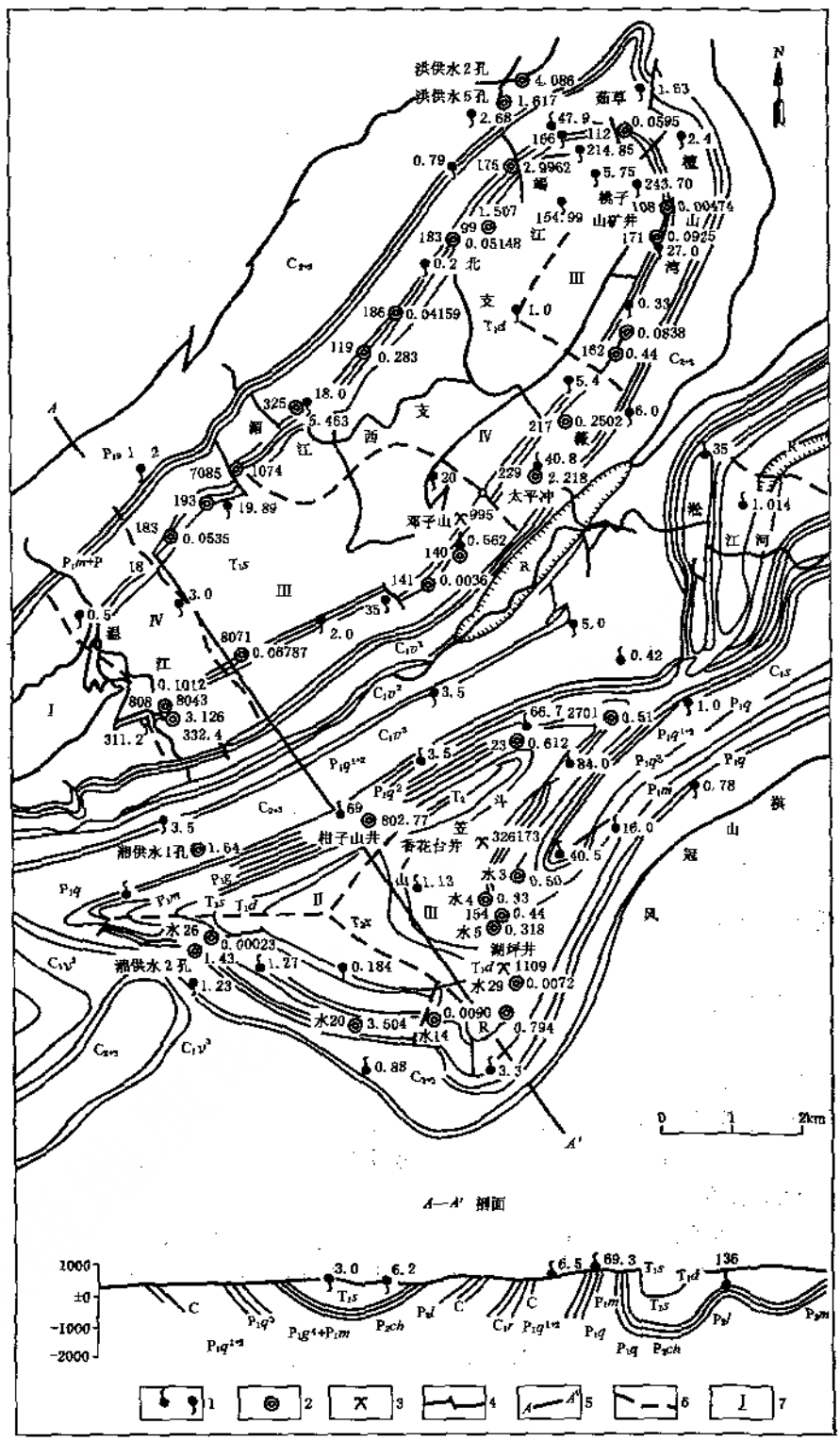


图4—40 湖南煤炭坝矿水文地质略图

1—左为上升泉，右为下降泉；2—水文钻孔；3—矿井；4—断层；5—剖面线；6—水文地质分区界线；7—水文地质分区

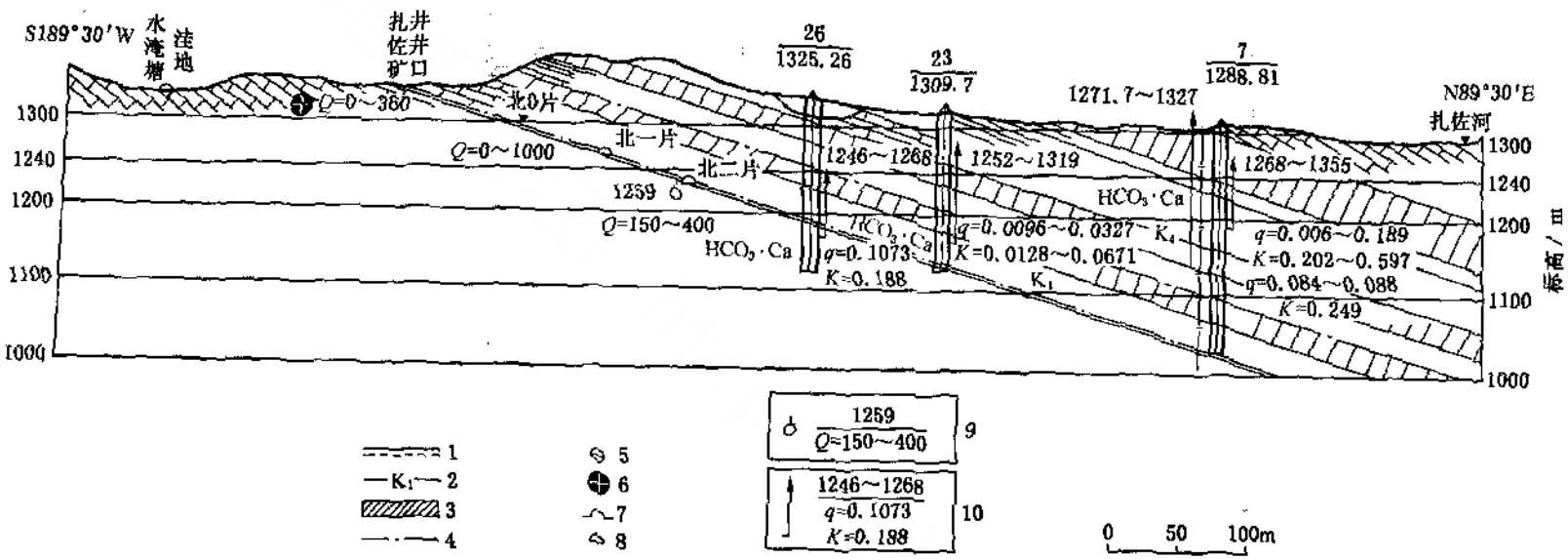


图4-41 勘探区水文地质剖面图

1—地质界线；2—煤层及编号；3—隔水组；4—推断含（隔）水层界线；5—漏斗；
6—暗河出口；7—矿井井口；8—矿井大巷；9—分子为水位标高（m），分母为流量Q（L/（s m））；
10—分子为水位标高（m），q为单位涌水量（L/（s·m）），K为渗透系数（m/d）

3. 地表水体分布

水文地质图上应反映出勘探区内及邻近区所有地表水体，并用线条或符号标出水文观测站、最高洪水位线及淹没范围等。

4. 与地下水有关的物理地质现象

用规定的图例符号，在图上表示出各种喀斯特形态、滑坡、沼泽、塌陷等地质现象。对喀斯特发育地区的地下暗河，应标出主、支流发育方向及其流向。

5. 地下水矿化度

地下水矿化度是指水中含有各种离子、分子、及化合物的总量。它表示水中含盐量的多少，单位为g/L。选择具有代表性和同一性的水文孔，将它们的矿化度按差值划分为若干等级，并用花纹表示不同矿化度等级的分布范围，以点线作为两个等级间的界线。若各孔不具同一性，则只要求列出它们的矿化度值。

6. 控制性水点

控制性水点主要是指井、钻孔、泉等水点。若水井密集及泉水出露点多时，只要求将具有代表性的水点以井群方式表示，并注明观测数据及观测日期。

7. 水文地质剖面

水文地质图上一般要求附1～2 条具有全区代表性的水文地质剖面，如图4—41 所示。选择剖面线时，尽量穿过所有含水层。在第四纪地层发育地区，剖面线尽可能沿着地貌变化最大的方向，且最好与勘探线方向一致。

编制水文地质剖面时，首先将地形等高线与剖面线的交点按等高线的标高垂直投影到剖面的相应高度上，用圆滑曲线连接各点，即绘制出地形剖面；然后，将地质界线与剖面线的交点投影到地形线上；最后按产状将地层、断层等绘于地形曲线下。其中，主要含水层要用不同颜色表示，隔水层也须划分出来。剖面图的水平比例原则上与平面图一致，垂直比例按具体情况适当放大。

8. 其他

在水文地质图上，尚需标出地层分界线、构造线（与地下水活动关系密切的背斜、向斜上、断层等）、古河床界线、地下水流向、煤层露头线、水文地质分区界线、泉线、火成岩（岩脉及岩墙等）界线，以及剖面线、矿井位置、矿区及井田边界等内容。

（二）专门性水文地质图的编制

以疏降煤矿地下水和供应矿区用水为目的专门性水文地质图，一般需编制以下5 种图件。

1. 潜水埋藏深度图

该图主要是反映勘探区内某一时刻的潜水埋藏深度及其变化规律的图纸。此图根据不同季节潜水埋藏编制。为了提高编图精度，水点应尽可能均匀分布；每个水点除编号外，还应标注出各水点的标高、水位埋藏深度和观测日期（图4—42）。

2. 含水层富水性图

含水层富水性图是根据水文孔抽水试验的单位涌水量编制而成的，如图4—43 所示。它要求将抽水试验的水文孔标于图上，并注明孔号和其标高及单位涌水量，再按含水层的单位涌水量大小划分富水性等级。

3. 主要含水层等厚线图和隔水层等厚线图

在地形图上或有经、纬网的平面图上填绘一定数量的钻孔，在钻孔两侧分别标出孔号、高程、含水层和隔水层的厚度，等厚线间距根据具体情况而定。含水层和隔水层的厚度必须是真厚度。根据图上等厚线的疏密程度，可反映出勘探区内含水层和隔水层厚度在水平方向上的变化情况。

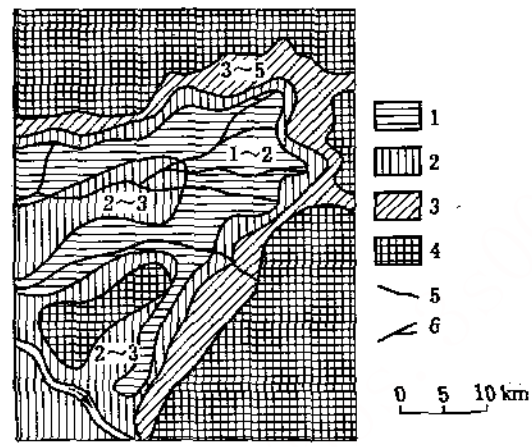


图4—42 潜水埋藏深度图

1—埋藏深度为1~2 m；2—埋藏深度为2~3 m；3—埋藏深度为3~5 m；4—基岩；5—分区界线；6—河流

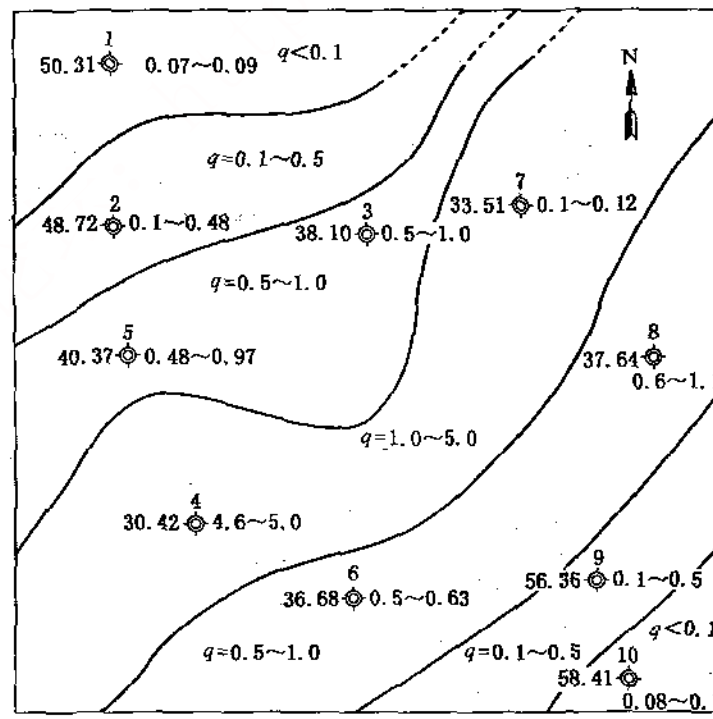


图4—43 含水层富水性示意图

q—含水层平均的单位涌水量；钻孔左侧为孔口高程，右侧为钻孔单位涌水量

4. 水化学图

水化学图是对同一含水层的水质分析资料进行整理、综合后编制而成的各种形式的图。其中包括各种离子等值线图、总矿化度图、水化学类型图（图4—44）等。这些图件可按研究目的、任务和要求的不同，合并编制或分别编制。

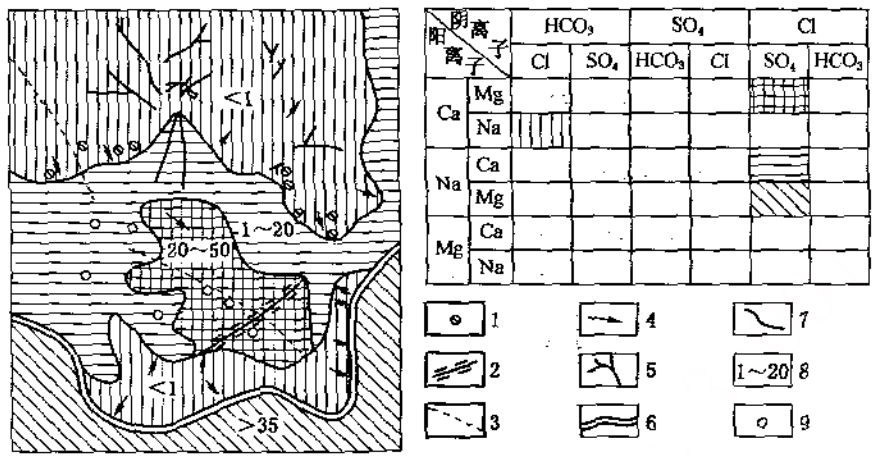


图4—44 水化学类型示意图

1—淡水泉；2—向斜轴；3—断层及破碎带；4—地下水流向；5—河流；6—海岸线；7—分区界线；8—矿化度分级，单位为g/L；9—高矿化度水的钻孔

编图时，应将所有符合质量标准的水样点绘在图上，点的分布要均匀，并具有代表性，同时注意采样时间的同一性。两次不同时间获取的水样的分析结果，不允许在同一张图上列出。

5. 潜水等水位线图和承压水等水压线图

（1）潜水等水位线图　是以平面图形式反映潜水天然流场的特征，实质是潜水面等高线图。等水位线图是将潜水面上标高相同的点连接起来编制而成的。该图的编制是以该地区地形图为基础，把各水文地质点（钻孔、井、泉等）在同一时间测得的潜水面标高投放在地形图上，连接水位相等的各点，即为等水位线。两相邻等水位线的间距，应相同（间距的大小，按具体情况而定），如图4—45所示。

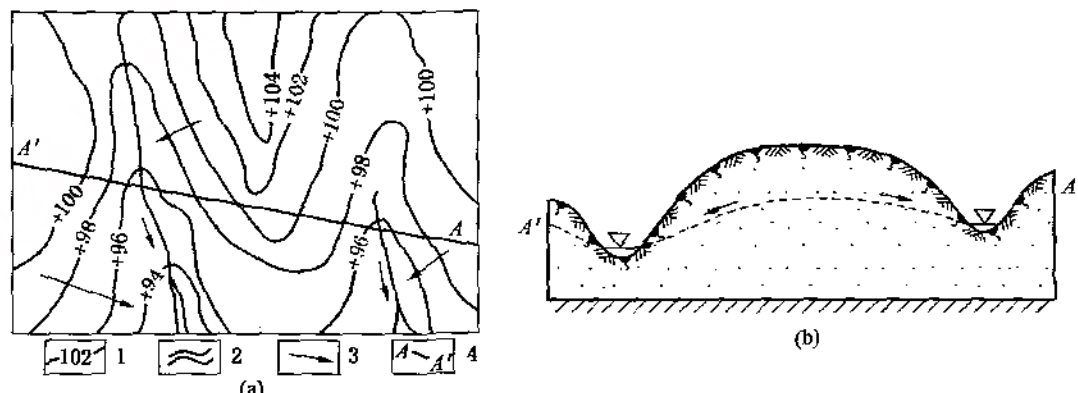


图4—45 天然流场特征图

a—潜水等水位线图；b—水文地质剖面图；1—等水位线；2—河流；3—潜水流向；4—剖面线

(2) 承压水等水压线图　该图的表示方法与潜水等水位线图表示方法基本相同，作图方法也大同小异，承压水等水压线图，实质是承压水水位等高线图。如图4—46所示。

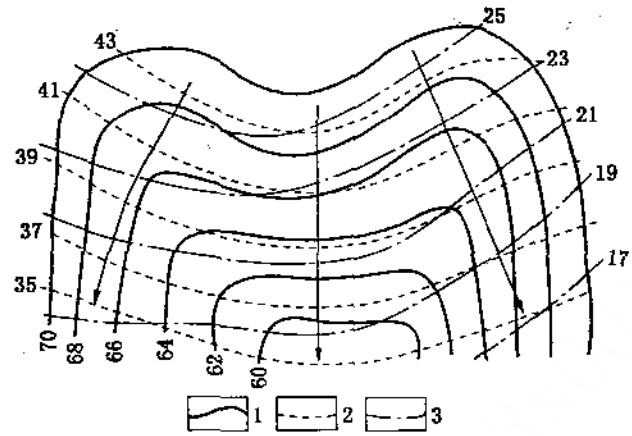


图4—46　承压水等水压线图

1—地表等高线；2—等水压线；3—含水层顶板等高线

复习思考题

1. 简述煤层底板等高线图、井田地形地质图、矿井地质剖面图、水平地质切面图、煤岩层对比图和水文地质图的概念、内容及特点。

2. 简述各种地质构造在煤层底板等高线图上的特点。

3. 简述在煤层底板等高线图上如何确定断层性质及断层的产状要素。

4. 简述地层产状和地质构造在地形地质图上的特点。

5. 在水平地质切面图上，断面交线的方向是否是断层的走向？煤层厚度与煤层倾角有何关系？

6. 图4—47所示为一煤层的底板等高线图，比例为1∶2000，求该煤层的走向、倾向及倾角；说明断层性质，并求出断层面的走向、倾向和倾角。

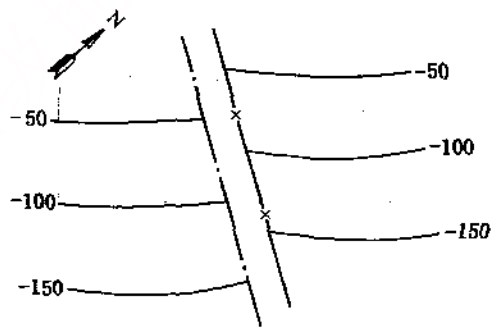


图4—47　求煤层和断层的产状要素

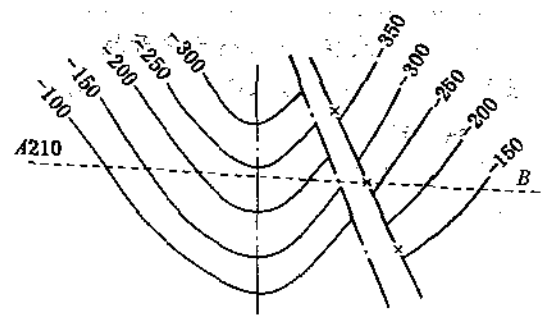


图4—48　确定平巷遇煤点和遇断层点的位置

7. 图4—48所示为某一煤层底板等高线图，准备在220 m水平开掘AB方向的岩石平巷，试判断该巷道与断层和煤层的相遇点。

8. 综合作业题

图4—49所示为煤层底板等高线图，比例为1∶2000，煤层平均厚度为6.0 m，试完成下列作业内容：

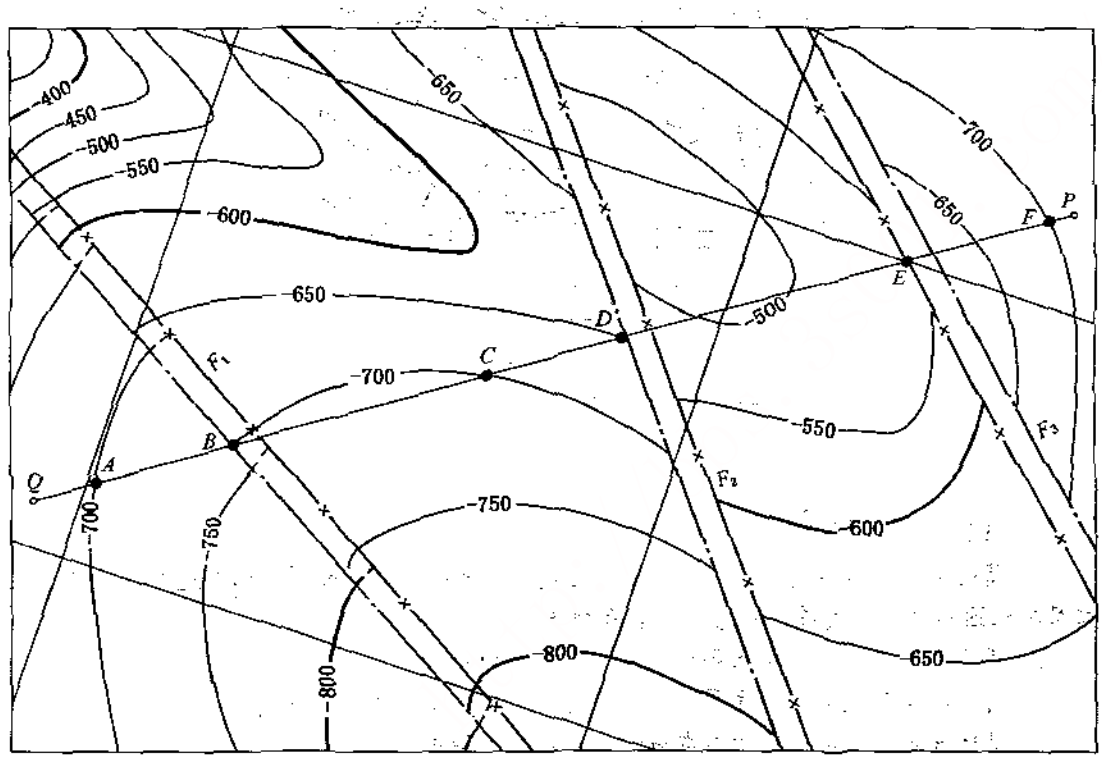


图4—49 煤层底板等高线图

(1) 判断F_1、F_2、F_3各断层的性质。

(2) 用规定符号在图上绘出各向斜轴线或背斜轴线。

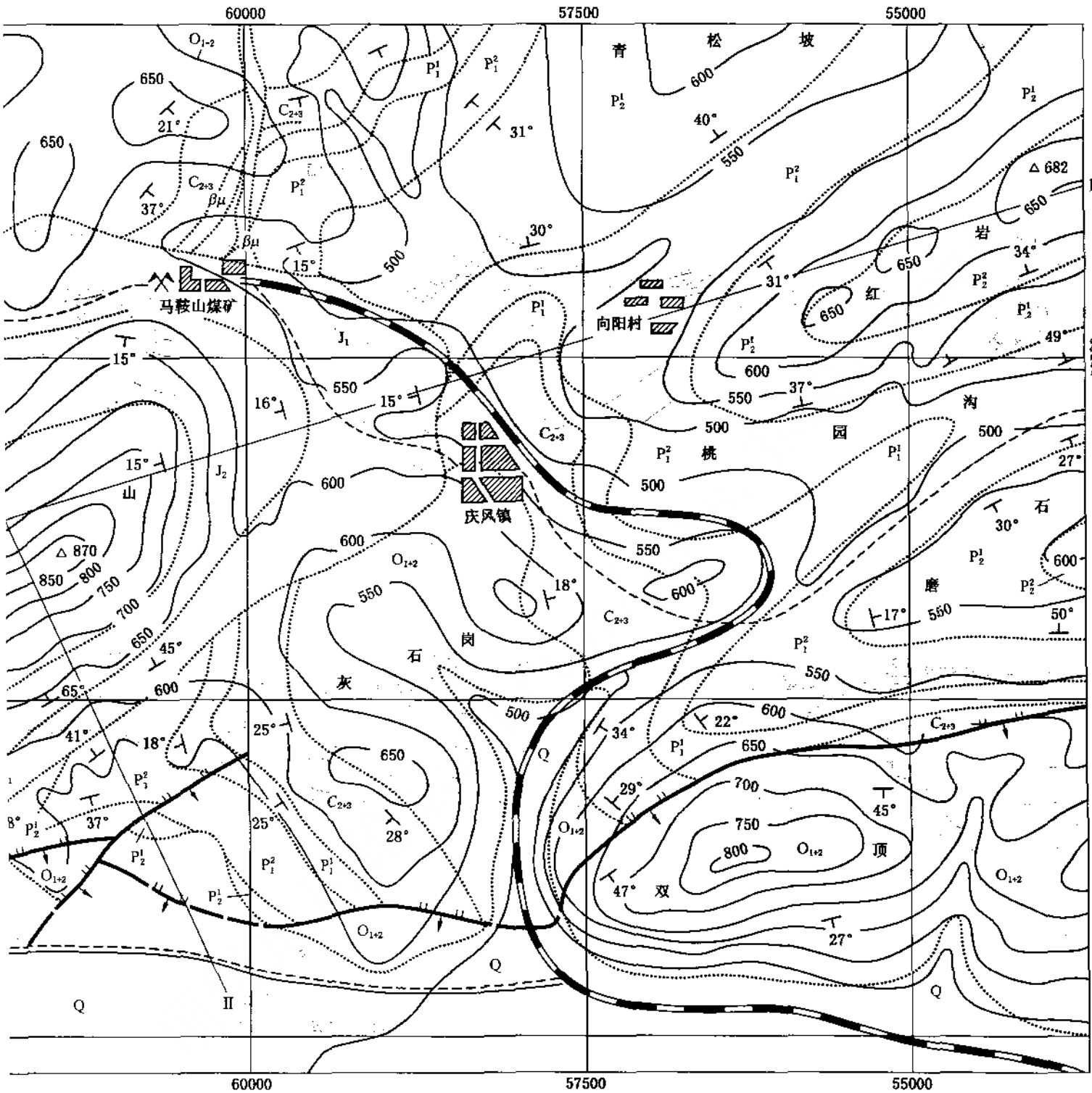
(3) 按1∶1000比例尺作QP线的垂直地剖面图。

(4) 分别求出B、D、E处断层落差。

(5) 沿QP线在−700 m水平开掘水平运输大巷，说明以下各分段大巷分别在煤层顶板岩层或底板岩层中的具体位置：QA，AB，BC，CD，DE，EF，FP。

9. 读图练习

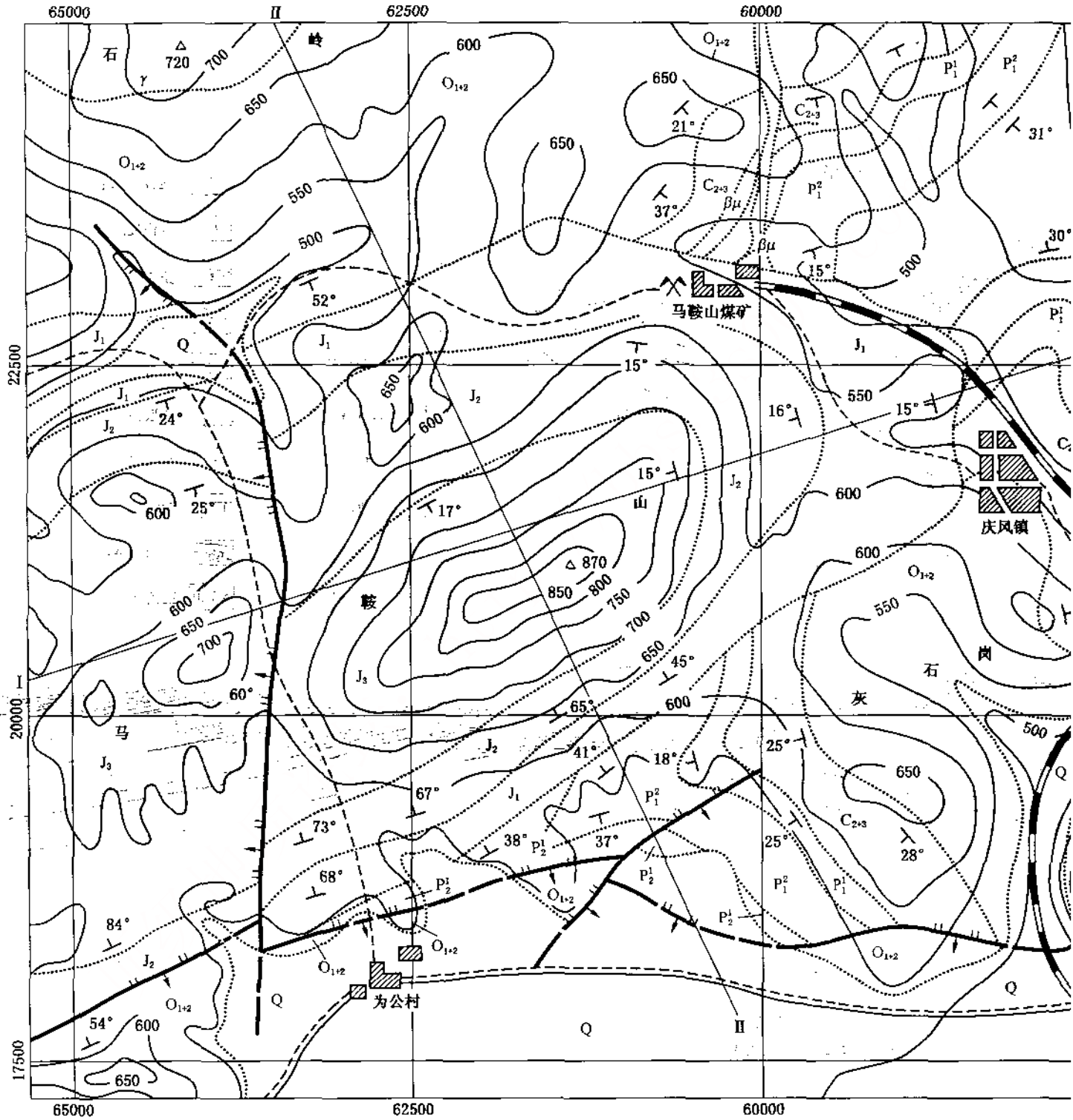
图4—50所示为庆丰地区地形地质图，识读该图，并用文字简述该地区的地貌、地层及地质构造情况。



(a)

比例尺：

250 0 1000m

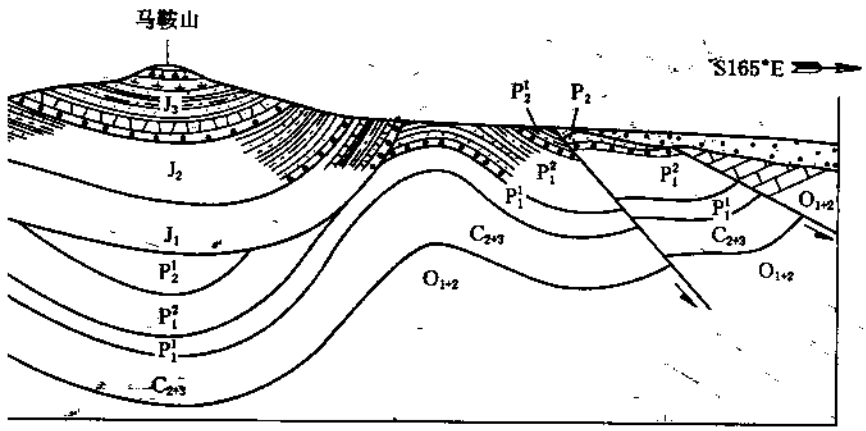


(a)

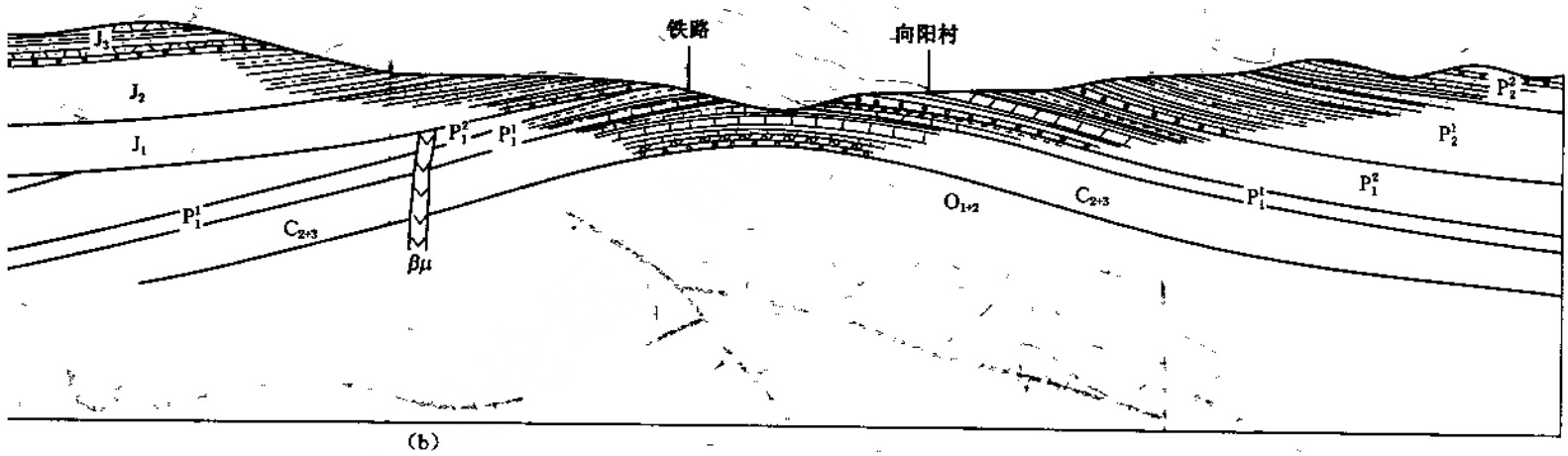
比例尺：

250 0 1000m

Ⅱ—Ⅱ地质剖面图



Ⅰ—Ⅰ地质剖面图



(b)

Q	第四系	γ	酸性侵入岩
J_3	上侏罗统	$\beta\mu$	基性侵入岩
J_2	中侏罗统		正断层
J_1	下侏罗统		逆断层
P_2^2	石千峰群	30°	地层产状
P_2^1	上石盒子组		地层界线
P_1^2	下石盒子组	Ⅰ—Ⅰ	剖面线
P_1^1	山西组		经纬线
C_{2+3}	中上石炭统	550	地形等高线
O_{1+2}	中下奥陶统	△740	三角点

图4—50 庆丰地区地形地质图和地质剖面图

a—地形地质图；b—地质剖面图

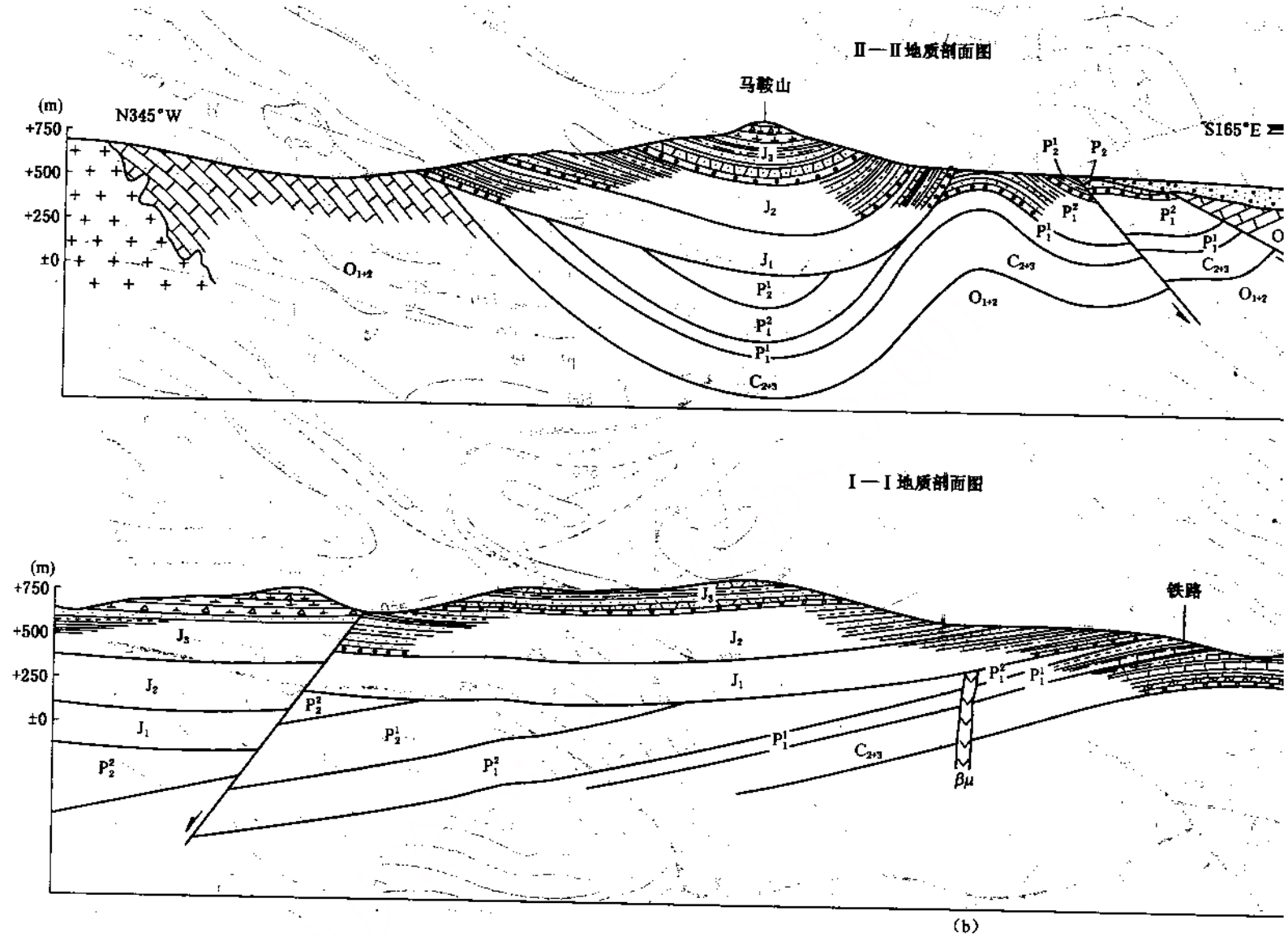


图 4—50　庆丰地区地形地质图和地质剖面图

a—地形地质图；b—地质剖面图

第五章 采掘工程图

采掘工程图是根据地质资料和实测的地质、测量资料绘制而成的反映采掘实际情况的图纸。从采掘工程图上，既能了解矿井井下采掘工程的进展情况，又能了解煤层的赋存情况和矿井地质构造情况，从而可以利用采掘工程图解决生产中遇到的一些技术问题；还可以通过采掘工程平面图度量和计量各种采掘工程量，为矿井劳资部门提供可靠的数据和依据。因此采掘工程图是矿井建设和生产不可缺少的重要资料。

采掘工程图是依据正投影的原理绘制而成的。按照其投影面不同，煤矿生产中常用的采掘工程图可分为采掘工程平面图、采掘工程立面图、采掘工程层面图。

采掘工程平面图　指采掘工程在水平面上的投影。它主要包括煤层采掘工程平面图、水平主巷道平面图、井底车场平面图等。

采掘工程立面图　指采掘工程在竖直面上的投影。开采急倾斜煤层的矿井，需绘制采掘工程立面图。

采掘工程层面图　指采掘工程在平行于煤层层面上的投影，如采煤工作面布置图。

在以上3类图纸中，采掘工程平面图是煤矿生产最常用的最基本的图纸。本章重点介绍采掘工程平面图的绘制、识读及应用。

第一节　采掘工程平面图

一、概述

采掘工程平面图是将开采煤层或其分层内的采掘工程和地质情况，采用标高投影的原理，按照一定比例绘制而成的图纸。

采掘工程平面图一般包括下列内容。

(1) 井田技术边界，保安煤柱及其他边界线。

(2) 井筒所有巷道、硐室和回采工作面的位置。

(3) 勘探和表明煤层埋藏特征的资料，如钻孔、煤层露头线、煤层底板等高线、倾角、煤层柱状、采厚及主要地质构造等。

(4) 斜井及主要倾斜巷道的倾角。

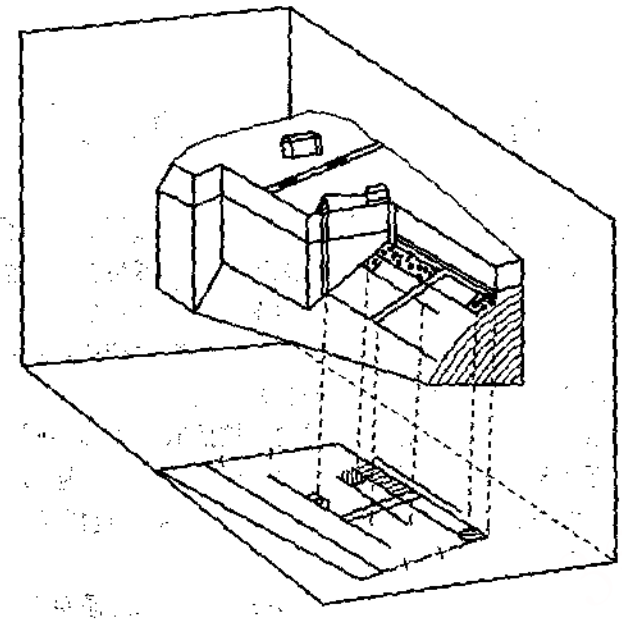
(5) 井下永久测量点的位置和编号。

(6) 巷道特征点的底板高程。

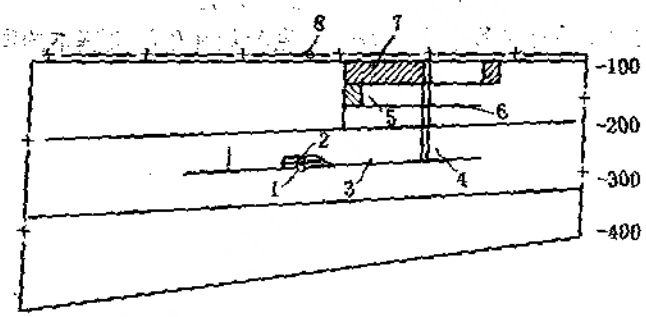
(7) 火区、积水区、透水区、瓦斯突出区，冒流沙区、采空区、老窑区等。

(8) 邻矿的各种边界和井巷位置。

图5—1a所示为某矿井的采掘工程平面投影立体示意图（局部），图5—1b所示为该矿井采掘工程平面图（局部）。该图反映了巷道及硐室间的空间位置关系，以及采掘工程的实际情况。



(a) 平面投影立体示意图



(b) 采掘工程平面图

图5—1 采掘工程立体、平面示意图

1—主井；2—副井；3—运输大巷；4—上山；5—工作面；
6—区段平巷；7—工作面回风巷；8—风井

采掘工程平面图比例一般为1：1000、1：2000或1：5000。

二、在采掘工程平面图上识读巷道的方法

矿井中巷道的种类繁多，按其空间位置划分为竖直巷道、水平巷道和倾斜巷道；按其所处的层位划分为煤巷、岩石巷、煤岩巷；按其用途划分为：开拓巷道、回采巷道和准备巷道。这些巷道分布在井下不同位置和方向上，组成了一个纵横交错的空间巷道网络系统。

在采掘工程平面图上，辨别各类巷道的空间位置关系，主要是通过采掘工程平面图上巷道底板的标高和煤层底板标高的关系来分析判断的。

1. 竖直巷道、倾斜巷道和水平巷道的辨别

立井、暗立井等属于竖直巷道。图5—2所示为一个圆形截面的立井，图5—2a为立井纵断面图；图5—2b为其平面图，图中“二号井”是井名，+50.3是井口标高，—190.5是井底标高，箭头表示井筒内风流的方向，箭头向里表示进风井，箭头向外表示回风井，井口和井底的高程差值为该立井的深度，$H=+50.3\ \text{m}-(-190.5\ \text{m})=240.8\ \text{m}$。

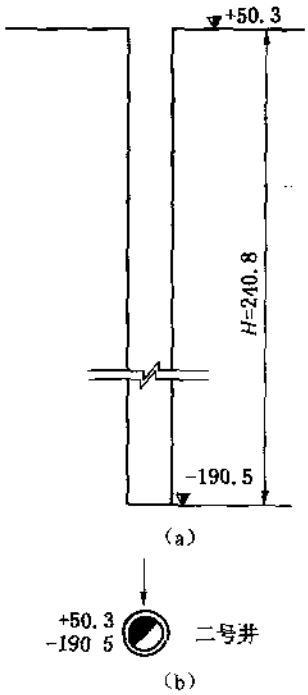


图5—2 立井纵断面、平面图

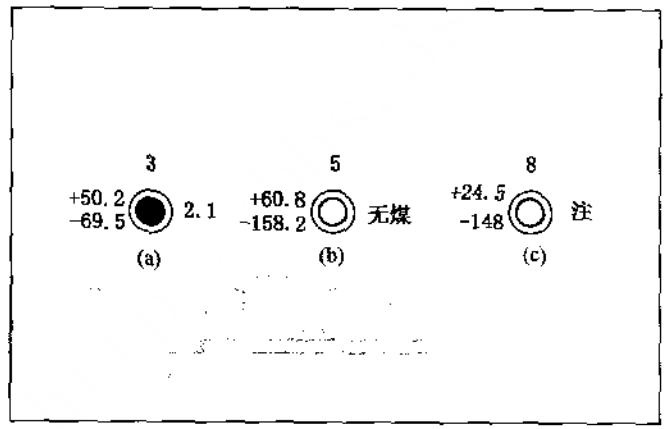


图5—3 钻孔

在采掘工程平面图上，钻孔和立井的符号很相似，容易混淆，看图时要特别注意识别。首先看孔的名称。图5—3所示为常见的几种钻孔图形符号，图5—3a为见煤钻孔（图中“+50.2”，“—69.5”分别表示钻孔的孔口和底板标高，“3”表示钻孔编号，“2.1”表示该煤层的厚度，单位为m）；图5—3b为无煤钻孔，图5—3c为注浆钻孔；其次注意立井和井下的巷道是连接在一起的，而钻孔一般是孤立的。

斜井、暗斜井、上（下）山等巷道属于倾斜巷道，其特点是倾斜角度较大。平硐，石门，运输大巷，进回风大巷，工作面平巷等属于水平巷道。所谓的水平巷道，也不是绝对水平的，为了运输和排水的需要设计一定的坡度，一般为3‰～5‰。

在采掘工程平面图上，平硐和斜井都用专用符号表示；井下其他巷道是否倾斜的辨别方法，一是根据巷道名称判断，如图5—4a所示采掘工程平面示意图，可以根据：“上山”、“运输大巷”、“回风大巷”等名称来辨别巷道是倾斜的还是水平的；二是根据巷道底板的标高，如图5—4b所示巷道底板标高数值。巷道各测点的标高数值很接近，差值很小，则可判断该巷道为水平巷道；若巷道各测点的标高数值相差很大，则可以判断该巷道为倾斜巷道。

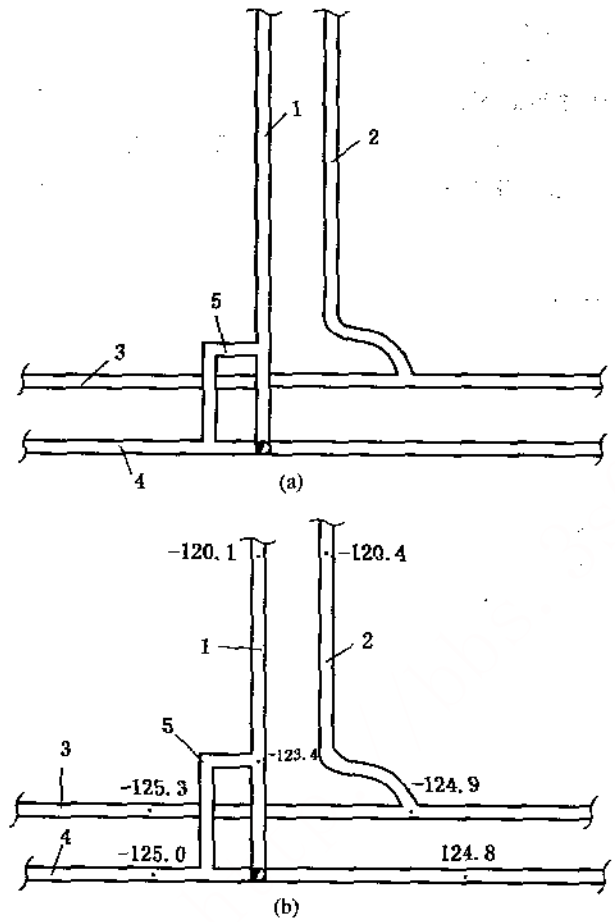


图5—4　采掘工程平面示意图

1—运输上山；2—轨道上山；3—回风大巷；4—运输大巷；5—进风行人斜巷

2. 巷道相互关系的辨别

空间两条直线的相互位置关系可能存在4种情况：相交、交错、平行、重叠。各种巷道在空间上同样存在上述4种关系，它们在采掘工程平面图上具有以下特点。

(1) 相交巷道　是指两条方向不同的巷道相交于某一处。在采掘工程平面图上，两条相交巷道相交处的标高值应相等。如图5—5所示，采区总回风巷与运煤上山交于A点，交点处标高值相等，因此两条巷道相交。

(2) 交错巷道　是指两条方向和标高均不相同的巷道。在采掘工程平面图上，若两条巷道相交，但是交点处的标高值不等，则为交错巷道。如图5—5所示运煤上山和车场绕道相交于B，但是，上山此处的标高为-145.3 m，而绕道此处的标高为-140.0 m，两巷在B处的标高差约5.3 m，故运煤上山和绕道在B处交错。在采掘工程平面图上，若两条巷道看上去相平行，但其倾向不同，或倾向虽然相同倾角不等，则这两条巷道也同样是交错的。如图5—6所示，主斜井和采区上山平行，倾向相同，但是倾角不等，所以主斜井和采区上山的空间位置关系是交错关系；主斜井和暗斜井平行，但倾向相反，因此，主斜井和暗斜井

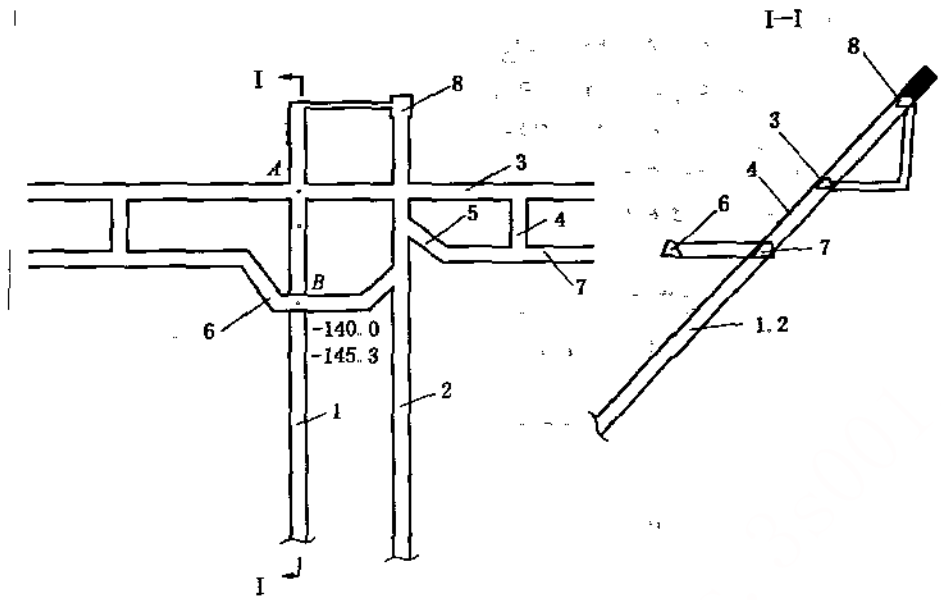


图5—5 斜巷与平巷图

1—运煤上山；2—轨道上山 3—总回风巷；4—联络巷；5—甩车道；
6—车场绕道；7—轨道平巷；8—绞车房

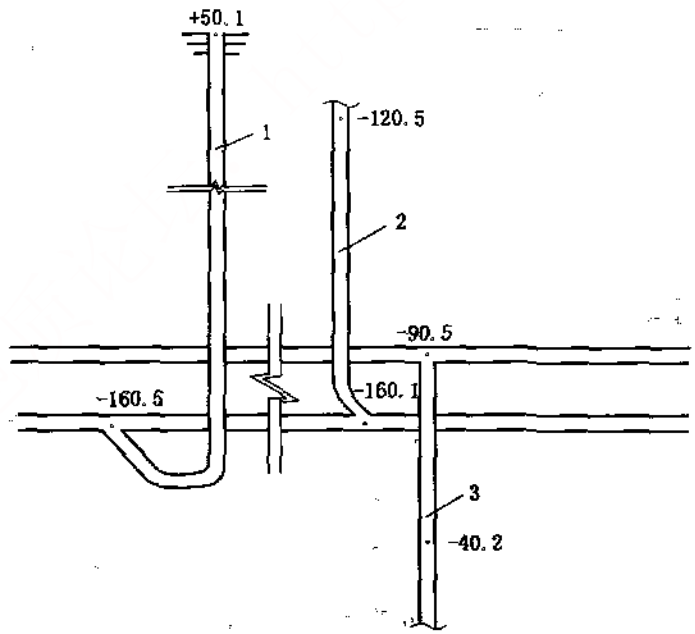


图5—6 斜巷交错图

1—主斜井；2—采区上山；3—暗斜井

的空间位置关系是交错关系。

（3）相互平行巷道　指两条方向相同、倾角相等的巷道。如图5—5所示运煤上山和轨道上山，其方向相同、倾角相等，故两条巷道平行。

（4）重叠巷道　指两条标高不同、位于同一个竖直面内的巷道。在采掘工程平面图上，重叠巷道表现为两条巷道重叠在一起，但标高相差较大，如图5—7所示，从图上看石门和上山重叠在一起，但从巷道标高可知，上山在石门的上方。

综上所述，在采掘工程平面图上，辨别两条巷道空间位置关系是相交、交错或平行还是重叠，主要是根据巷道内测点的标高而定。另外，在图纸上相交巷道交点处线条是断开的，如图5—5的A点；交错巷道，上部巷道连续而下部巷道中断，如图5—5的B点；重叠巷道，位于上部的巷道画实线，位于下部的巷道画虚线，如图5—7所示。

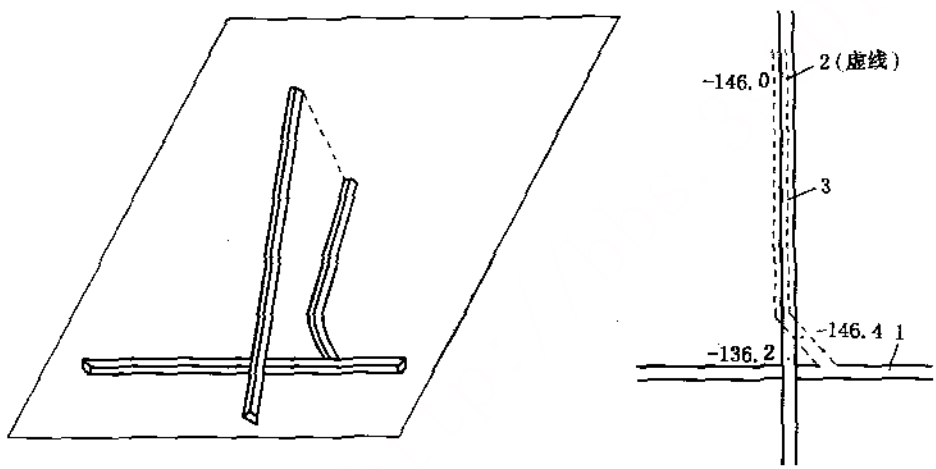


图5—7　斜巷和平巷重叠

1—运输大巷；2—石门；3—上山

3. 煤巷和岩巷的辨别方法

煤巷是指在煤层中掘进的巷道。准备巷道，回采巷道多为煤巷，比如上（下）山，工作面平巷、开切眼等。当煤的自然发火期较长，大巷服务年限比较短时，运输大巷也可布置在煤层内。岩巷是指在煤层顶板或底板岩层内开掘的巷道，多为开拓巷道。岩巷服务年限较长，属矿井的主要巷道，比如井筒、石门和水平运输、回风大巷等。一些为厚煤层或分组开采时服务的上（下）山或分组集中运输巷，有时也开掘在岩层中。

在采掘工程平面图上，一方面可根据巷道名称来辨别是岩巷还是煤巷，比如石门等属于岩巷，煤层运输平巷等则属于煤巷；另一方面，在绝大分数情况下，可根据巷道的标高和煤层底板标高的关系来辨别。若巷道标高和煤层底板标高在同一点上大致相同，则巷道是煤巷；若巷道标高和煤层底板标高在同一点相差较大，且高差大于煤层厚度时，该巷道是岩巷。对于中厚煤层来说，巷道标高高于煤层在该点的底板等高线标高，则该巷道在煤层顶板岩层中；若巷道标高低于煤层该点底板等高线标高，则该巷道在煤层底板岩层中。

图5－8a 所示为巷道立体示意图；图5－8b 所示为其相对应的采掘工程平面图，在图中绘制了煤层底板等高线和巷道，并给出了巷道各关键点的标高。在图 5－8b 所示标高－240 m 水平面上开掘一条巷道 *ABCDE*，*CD* 段巷道和煤层走向一致，其巷道标高和煤层底板等高线标高大致相等，由此可以判断该巷道是沿煤层走向开掘的煤层平巷；*DE* 段巷道，从 *E* 点标高值（－240.7 m）和－230 m 底板等高线看，*DE* 段可视为从煤层到底板岩层的一段石门；*CB* 段巷道，因 *C* 点到 *B* 点巷道标高相差甚微，可见是一段平巷，从 *C* 点到 *B* 点标高高于相同点煤层底板等高线标高，*CB* 段巷道为一段从煤层到顶板岩层的石门；同理，*AB* 段巷道是在煤层顶板岩层中掘进的与煤层走向一致的岩石平巷。

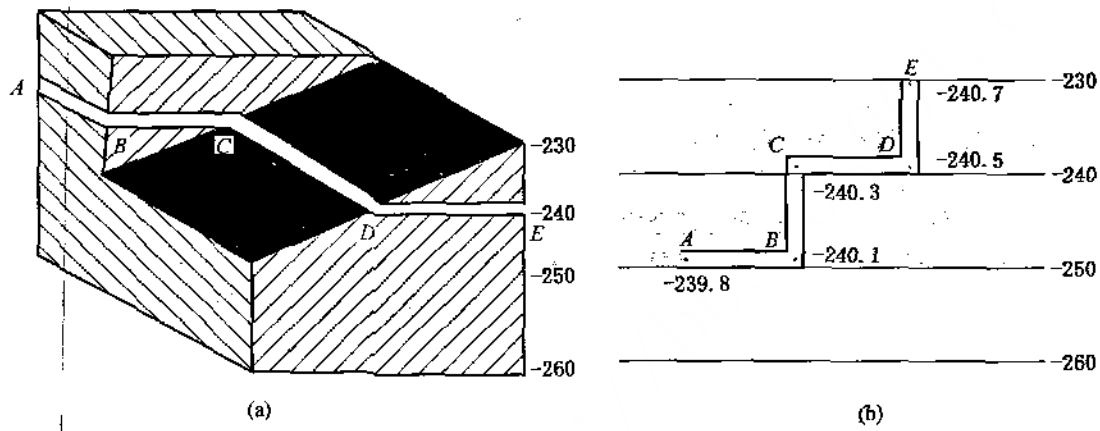


图5－8　巷道在煤岩层中的位置

三、采掘工程平面图的绘制

（一）绘制采掘工程平面图的依据

绘制采掘工程平面图，主要依据以下 3 方面的资料。

1. 地质资料

由矿井地质部门按照矿井总体规划和生产计划为矿井各项采掘工程设计、施工和生产技术安全管理提供的地质资料，是绘制采掘工程平面图首要的必备的基础资料。这些资料主要包括：建井地质说明书、开拓区域地质说明书、采区地质说明书、回采工作面地质说明书和掘进工作面地质说明书等。从所提供的这些地质说明书中，可以找到绘制不同采掘工程平面图所需的地质方面的文字资料和图纸资料，如采区煤层底板等高线图、采区综合柱状图及相关数据。

2. 技术资料

根据绘制的采掘工程平面图的不同要求，按照煤炭行业相关规范的要求，决定下列有关技术方面的问题：井田边界线、井田内块段的划分、开采水平的划分，阶段斜长、采区的范围、上（下）山、区段巷道、采区车场及硐室的布置方式及尺寸，各种巷道及硐室的位置、规格和形状。

3. 生产过程中测绘的地质和采掘工程资料

矿井生产过程中测绘的地质资料是对原始地质资料的补充和完善，会给设计、生产，管理提供更大的帮助。矿井生产过程中测绘的采掘工程资料反映采掘工程进展情况，它包括采掘工作面位置，采空区范围以及采掘工程变化情况。

（二）采掘工程平面图的绘制方法和步骤

一般情况下，采掘工程平面图是在煤层底板等高线图上绘制的。采掘工程平面图绘图的大致程序是：首先在井田范围内，按照总体设计要求将井田划分为水平、阶段、采区等，然后将其相关内容，用标高投影原理绘制到煤层底板等高线图上。即得到所需的采掘工程平面图。

现以采区煤层采掘工程平面图为例，说明采掘工程平面图的绘制方法和步骤，如图5—9所示。

1. 确定采区范围并填绘相关内容

在采区煤层底板等高线图上，绘出采区边界，按照相关规定，留出采区边界煤柱，一般为 10 m；根据采区的地质条件、煤层赋存情况、采区和工作面生产能力要求，将采区划分为若干区段，对采掘工作面进行全面布置和安排。

根据矿井开拓方式图或井田煤层采掘工程平面图，绘出通过该采区的主要运输大巷和回风大巷，并确定大巷通过该采区的具体位置，包括距煤层底板的法线和水平距离及大巷的标高等。

2. 绘制采区内的各种巷道和硐室

根据地质资料和经济技术指标要求确定采区巷道布置方案，分别在采掘工程平面图和剖面图上绘出采区上（下）山和区段巷道；确定采区（上）下山和区段巷道的平面、剖面位置，即各巷道的底板标高，在煤层或岩层内的位置，距煤层底板的法线和水平距离，及各巷道的煤柱尺寸等。

根据采区布置方案，还需在采掘工程平面图和剖面图上分别绘出与大巷、采区上（下）山、区段巷道相联系的各种巷道，主要包括采区的上部车场、中部车场、下部车场及绕道、上部车场绞车房硐室、采区变电室、采区煤仓等，明确这些巷道的形态、位置及尺寸要素，并注意各巷道的相互关系。

3. 标注通风构筑物及运输、通风线路，形成完整的生产系统

按统一规定的专用符号（见附录），在平面图上绘出通风构筑物（如风门，风桥，密闭等）的位置，新鲜风流和污风流的路线，形成通风系统；绘出煤炭、矸石、材料的运输路线，形成运输系统。

4. 标注采区各要素的尺寸

标注采区的走向和倾斜长度，回采工作面长度，采区边界煤柱宽度，上（下）山之间及两侧煤柱宽度，区段平巷间及两侧煤柱宽度，以及采区内构造煤柱尺寸等。

四、采掘工程平面图的识读

识读采掘工程平面图，目的是搞清楚两个方面的问题：一是煤层产状要素和主要地质构造；二是矿井各种巷道和硐室的空间位置及相互关系。前者可以从煤层底板等高线及有关地质构造符号来分析，后者可以从巷道标高来分析。

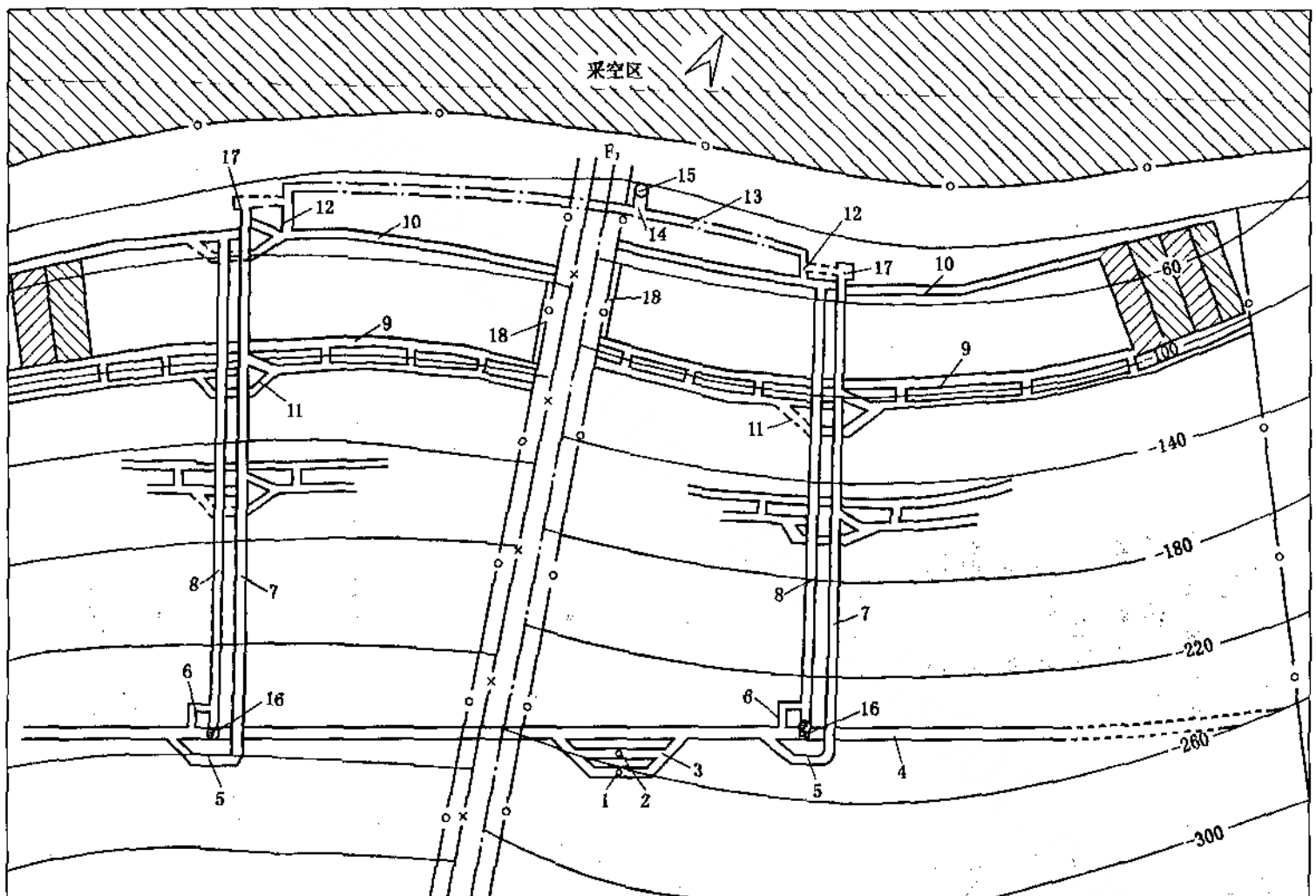


图5—9　立井井田煤层采掘工程平面图（1∶5000）

1—主井；2—副井；3—井底车场；4—水平运输大巷；5—采区下部车场；6—行人进风斜巷；7—轨道上山；8—运输上山；9—区段运输巷；10—区段回风巷；11—中部车场；12—采区回风石门；13—总回风大巷；14—总回风石门；15—回风井；16—采区煤仓；17—绞车房；18—开切眼

1. 采掘工程平面图识读顺序

(1) 读图名、坐标、北方向和比例尺。

(2) 搞清楚矿井的井田范围，井田边界。

(3) 根据煤底板等高线及地质构造符号，识读全矿井煤层的大致产状（走向，倾向，倾角），主要地质构造及其分布情况等。若采掘工程平面图上未画出煤层底等高线，就应查找相关煤层底板等高线图，以便掌握煤层的赋存情况。

(4) 识读全矿井巷道和硐室布置及采掘情况。首先找到井口位置，再按从井口到井底车场，经主要石门、主要水平运输大巷，到采区的顺序，对全矿井各主要巷道和硐室的空间位置及相互关系建立一个整体和系统的空间概念；然后再按采区的划分，分采区了解每个采区内的煤层产状要素和地质构造情况等；了解准备巷道和回采巷道的布置情况，通风系统，运输系统，回采和掘进工作面的进度等。

有些矿井由于煤层层数较多，构造复杂，导致采掘工程平面图上的巷道布置较为复杂，纵横交错，上下重叠，有的未注明标高，不易看清巷道的相互位置关系。这时，若将平面图和相应的剖面图对照识读，就很容易搞清楚巷道的空间位置关系。

2. 采掘工程平面图识读举例

按照平面图所表示的范围大小不同，采掘工程平面图可分为3种：井田煤层采掘工程平面图，采区煤层采掘工程平面图，回采工作面煤层采掘工程平面图。

[例5—1] 识读井田煤层采掘工程平面图。图5—9所示为一立井开拓的井田煤层采掘工程平面图（局部），其比例为1∶5000，箭头标出了指北方向。

煤层赋存及地质构造情况：井田内煤层赋存较稳定，走向大致为南东75°，平均倾角13°，煤层平均厚度2.2 m，中间有0.1～0.15 m厚的夹矸；地质构造简单，在井田中部有一正断层F_1，断层落差2.5 m，以断层为界划分为2个采区。

该矿井采用了立井多水平分区式开拓。图中仅表示了矿井一个生产水平（—300 m）的1个采区范围内的情况。主井井口标高为+50.2 m，井底标高为—320.8 m，井筒长度为371 m；在—300 m水平开掘井底车场，从煤层底板等高线可以分析出，井底车场位于煤层底板岩层中；在大致沿煤层走向方向—300 m水平开掘水平主要运输大巷。

矿井通风方式采用的是中央分列式通风。在井田—50 m水平上部边界开掘总回风大巷，两个采区共用一个风井。总回风大巷位于煤层底板岩石中，以采区回风石门与采区相连。

自—300 m水平主要运输大巷开掘采区下部车场及绕道和斜巷与煤层打通，然后沿煤层开掘轨道上山和运输上山。采区下部车场采用顶板绕道式，中部车场采用绕道式，沿煤层走向开掘区段运输平巷和区段回风平巷，再将这两条巷道在采区边界处沿煤层倾斜方向贯通，即形成回采工作面的开切眼巷道。

[例5—2] 识读采区煤层采掘工程平面图

图5—10a所示为某矿采区煤层采掘工程平面图，图5—10b所示为沿轨道上山所作的剖面图，图的比例为1∶2000。

该采区开采两个近距离煤层，上层煤m_1，煤厚3.5 m；下层煤m_2，煤厚2.5 m；两煤层层间距为10 m，煤层倾角平均16°。采区内地质构造简单，煤层赋存稳定，煤层上部距地表约为35 m。

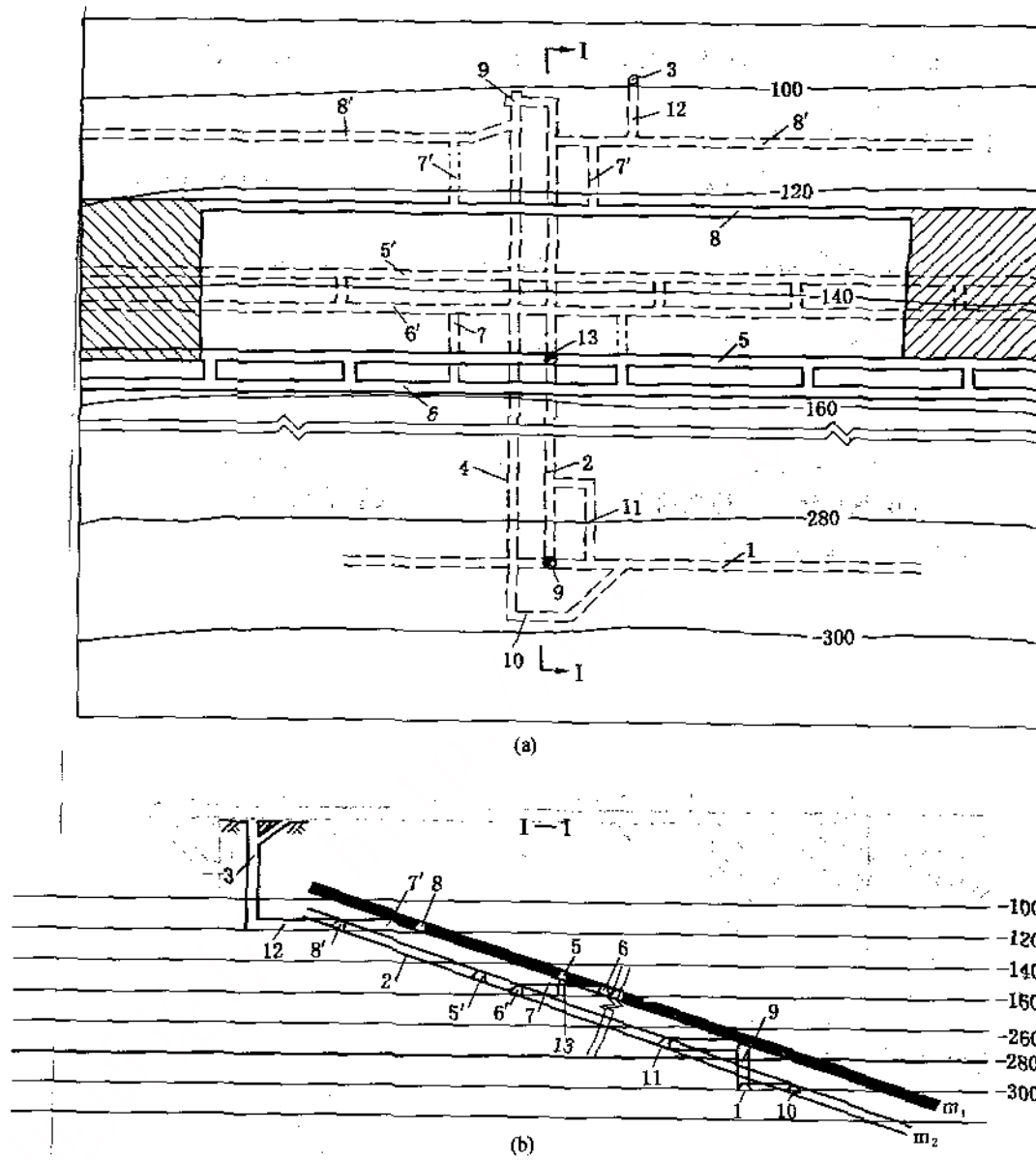


图5—10　采区煤层采掘工程平面图（1：2000）

a—平面图；b—剖面图

1—水平运输大巷；2—运输机上山；3—风井；4—轨道上山；5—m_1 区段运输巷；6、6′—辅巷；7、7′—联络巷；8—m_1 工作面回风巷；9—采区煤仓；10—采区下部车场；11—行人井风斜巷；12—回风石门；13—区段溜煤眼

在该平面图上，为了看清图纸，只画出了 m_1 煤层底板等高线。在 m_1 煤层中开掘的巷道和硐室用实线表示，在 m_2 煤层和岩层中开掘的巷道用虚线表示。图中仅表示了该采区的下部车场和采区上部第一个区段的巷道布置情况，其他区段巷道与第一区段巷道布置相同，省略部分用断裂线断开。

采区下部通过车场绕道10、行人进风斜巷11与大巷和采区上山相连，运输上山2和轨道上山3均布置在m_1、m_2煤层中，分别开掘区段运输巷6、6′，区段回风巷8、8′，至采区边界分别开掘开切眼巷道。

区段溜煤眼13是连通m_1煤层区段运输巷道6与运输上山2的运煤通道，采区煤仓9的上部与运输上山相连，下部与运输大巷的装车点相连，形成了采区的煤炭运输系统；工作面所需材料和设备则由运输大巷1，经采区下部车场、轨道上山4、采区上部车场到m_2煤层回采工作面；又可经联络石门7′，进入m_1煤层区段回风巷8运至m_1煤层回采工作面。

新鲜风流经运输大巷1，经行人进风斜巷11、运输上山2，经区段联络巷7进入辅巷6、运输巷5，经工作面到区段回风巷8、8′、联络巷7′、采区回风石门12，最后经风井3排出地面，形成了该采区通风系统。

[例5—3] 识读回采工作面采掘工程平面图

图5—11所示为某回采工作面采掘工程平面图（局部），图的比例为1∶2000。从图中可以看出，煤层赋存稳定，构造简单，有一小断层F_1，煤层平均厚度2.3 m，煤层倾角18°～20°左右，图中注明了巷道各特征点底板标高及某年2、3月份的回采位置等。

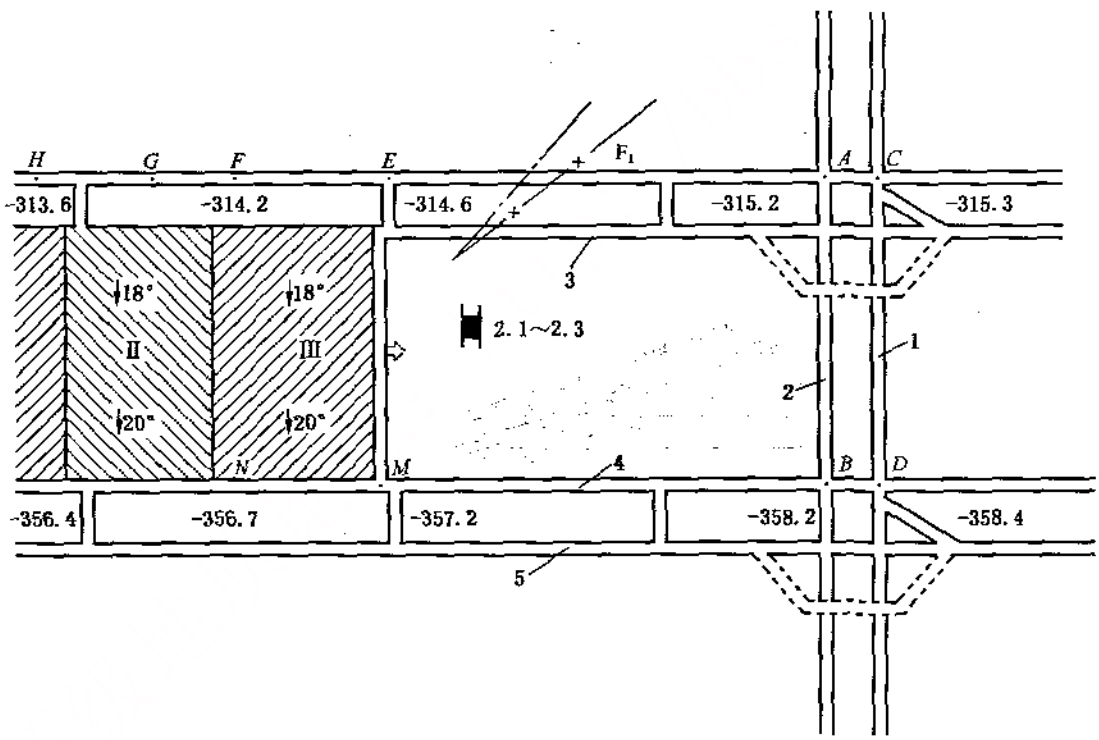


图5—11 回采工作面煤层采掘工程平面图

1—轨道上山；2—运输上山；3—工作面回风巷；4—工作面运输巷；5—辅巷

五、采掘工程平面图的应用

采掘工程平面图是矿井生产技术管理等部门了解矿井地质构造和采掘情况、分析和解决生产中所遇问题的重要工具。

（一）解决生产问题

从采掘工程平面图上，可以了解到全矿井或采区的巷道布置及其相互关系，采煤、掘进工作面的位置、采煤掘进的进度，以便进行科学分析、正确解决采掘衔接关系，合理确定“三量”，协调多煤层的开采顺序，进行采煤和掘进设计。

（二）预测预报采掘工作面的地质构造

根据采掘工程平面图提供的地质资料，可以预测采掘工作面前方的地质构造情况，也可根据已采煤层预测邻近煤层的构造情况，以便能及时采取安全、技术措施，保证采掘工作的正常进行，这个问题已在第四章煤层底板等高线图的应用中作了详细介绍，这里就不再重述了。

个别矿井的采掘工程平面图上未画出煤层底板等高线，但沿煤层开掘的区段平巷，能反映出局部煤层底板等高线的特性。因此，煤层的某些地质构造，也可以从沿煤层开掘的区段平巷的变化中看出来。如图5－12 所示，从巷道布置和巷道标高的变化来分析，上山处的煤层是一个向斜构造，上山布置在向斜的轴部。

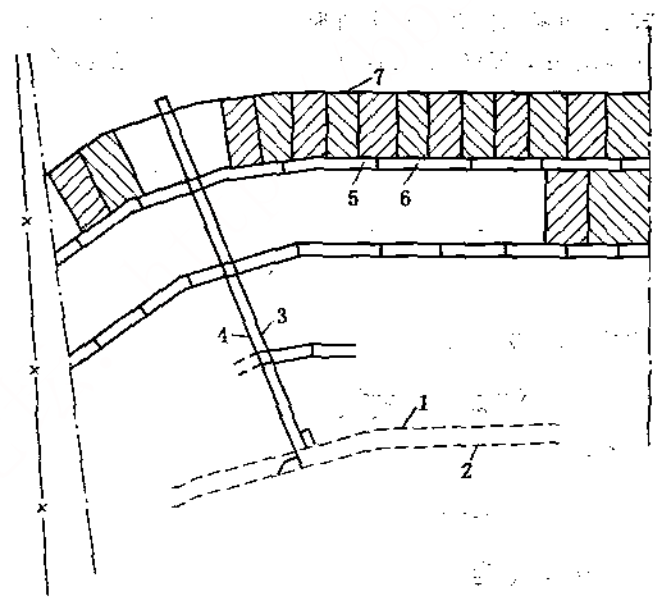


图5－12　向斜构造煤层采掘工程平面图

1—运输大巷；2—回风大巷；3—运输上山；4—轨道上山；5—工作面运输巷；6—辅巷；7—工作面回风巷

（三）计算采掘工程量

为了研究解决生产中的问题，常常利用采掘工程平面图进行工程量计算，如求某点的平面坐标及高程，求某巷道的长度、坡度和方向，计算煤炭损失量，计算与分析“三量”的变化情况等。这些问题在采掘工程平面图上是很容易解决的。以下以图5－11 所示回采工作面煤层采掘工程平面图为例，简述在采掘工程平面图上计算巷道的长度、倾角和煤炭产量的方法。

1. 计算巷道长度

图5—11 的比例尺为1∶2000，试求工作面回风巷AH段和运输上山AB段的巷道长度。

从图中可看出，工作面回风巷AH段是水平巷道，故其长度可用比例尺在图中直接量得为170 m；运输上山AB段为一倾斜巷道，应首先根据比例量得AB段的水平距离为d_{AB}=105 m，从图中知A，B两点的高差h_{AB}=43 m，则AB实际倾斜长度为

$$L_{AB}=\sqrt{d_{AB}^2+h_{AB}^2}=(\sqrt{105^2+43^2})\ \text{m}=113.46\ \text{m}$$

2. 计算AB段运输上山的倾角δ

$$h_{AB}=43\ \text{m}$$

$$\tan\delta=\frac{h_{AB}}{d_{AB}}=\frac{43}{105}=0.4095$$

$$\delta=22°16'$$

3. 计算煤炭产量

计算3月份该工作面的煤炭产量。其计算步骤如下：

首先用几何方法求出回采工作面3月份回采的水平面积S'。用比例尺在图上量得回采工作面月推分别为FE=50 m，NM=52 m，回采工作面的水平投影长FN=100 m，EM=104 m，则3月份回采的水平面积S'为

$$S'=\frac{FE+NM}{2}\times\frac{FN+EM}{2}=\frac{(50+52)\ \text{m}}{2}\times\frac{(100+104)\ \text{m}}{2}=5205\ \text{m}^2$$

由图可知煤层的倾角为18°～20°，则其平均倾角δ为

$$\delta=\frac{18°+20°}{2}=19°$$

回采工作面的实际回采面积S为

$$S=\frac{S'}{\cos\delta}=\frac{5202\ \text{m}^2}{0.945}=5501.9\ \text{m}^2$$

煤层的平均厚度M为

$$M=\frac{(2.1+2.3)\ \text{m}}{2}=2.2\ \text{m}$$

则回采工作面3月份产量Q为

$$Q=SM\gamma C$$

式中 γ——煤的平均视密度，γ=1.4 t/m³；

C——回采工作面采出系数，设C=0.97。

则 $$Q=(5501.9\times2.2\times1.4\times0.97)\ \text{t}=16437\ \text{t}$$

矿井煤炭产量通常是根据运出地面的煤炭数量或地面装车数来统计的，有时则需要在采掘工程平面图上进行计算，以便检核。

全矿某月的煤炭产量为全矿所有的回采工作面总出煤量和掘进工作面总出煤量之和。

（四）绘制其他矿图

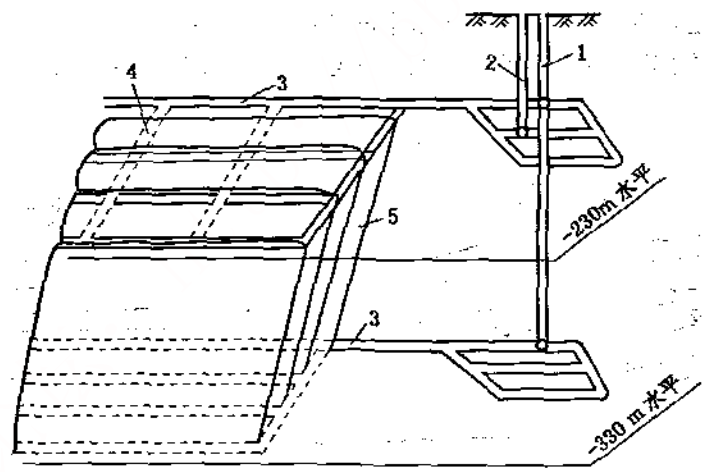
利用采掘工程平面图和其他相关资料可绘制一些其他矿图，比如通风系统图，运输系统图，避灾路线图，生产计划图，井上下对照图，“三量”计算图等。还可以根据采掘工程平面图实测的煤层底板标高对原煤层底板等高线图进行修改和补充，使之更加准确。

第二节　水平主要巷道平面图

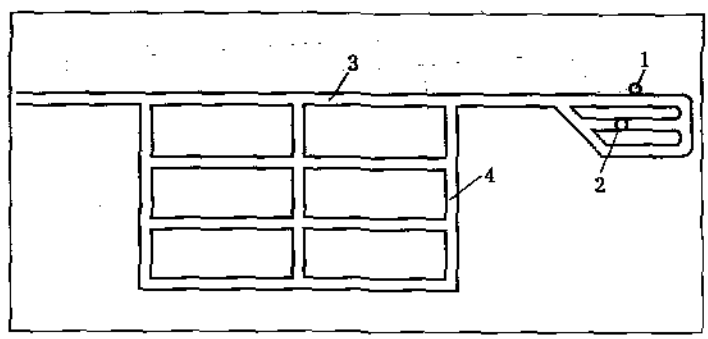
一、概述

一个井田，在进行总体设计时，往往需要将井田划分成一个或多个“开采水平”，每个开采水平又都要布置一套完整的开拓巷道，其中包括为开采水平服务的井底车场，主要水平运输大巷和回风大巷，主要石门等。将矿井某一开采水平的主要巷道和煤层、地质构造，投影到水平面上，并按一定比例绘制的图纸，称为水平主要巷道平面图。图5－13a 所示为某矿两个开采水平主要巷道立体示意图。图5－13b 所示为该矿井－230 m 水平主要巷道平面图。

该矿井采用立井开拓，主井已掘至－300 m 水平，副井掘至－230 m 水平，在每一个开采水平都布置井底车场，在煤层底板开掘运输大巷，然后分别在各采区掘采区石门进入各



(a)



(b)

图5－13　某矿井－230 m 水平主要巷道平面图

a—立体示意图；b——230 m 水平主要巷道平面图

1—主井；2—副井；3—运输大巷；4—石门；5—煤层

煤层，再沿煤层掘煤层平巷，以形成矿井该水平的生产系统。

水平主要巷道平面图的比例尺为1∶1000或1∶2000。

水平主要巷道平面图上应绘制以下内容。

(1) 水平内主要巷道和硐室　如井底车场、主要石门，主要水平大巷及开采水平之间的联络巷道等。

(2) 水平内的煤层赋存和地质构造情况　如煤层产状、构造、岩浆侵入范围等。

(3) 重要安全设施　如防火门、永久风门等。

(4) 边界　如井田技术边界线，主要保护煤柱边界线，以及井田边界线外100 m内邻近矿井的开采情况和地质资料。

(5) 永久水准点和导线点。

二、水平主要巷道平面图的识读

水平主要巷道平面图属于采掘工程平面图的一种，因此，该图纸的识读方法，可按采掘工程平面图的识读方法来辨别各种巷道的空间位置关系。

读图时，首先应注意看清楚是哪个水平的图，然后再详细了解开采水平内主要巷道的形态和位置、水平之间的巷道联系，以及主要巷道和采区的联系等。下面以两个例子来进一步说明。

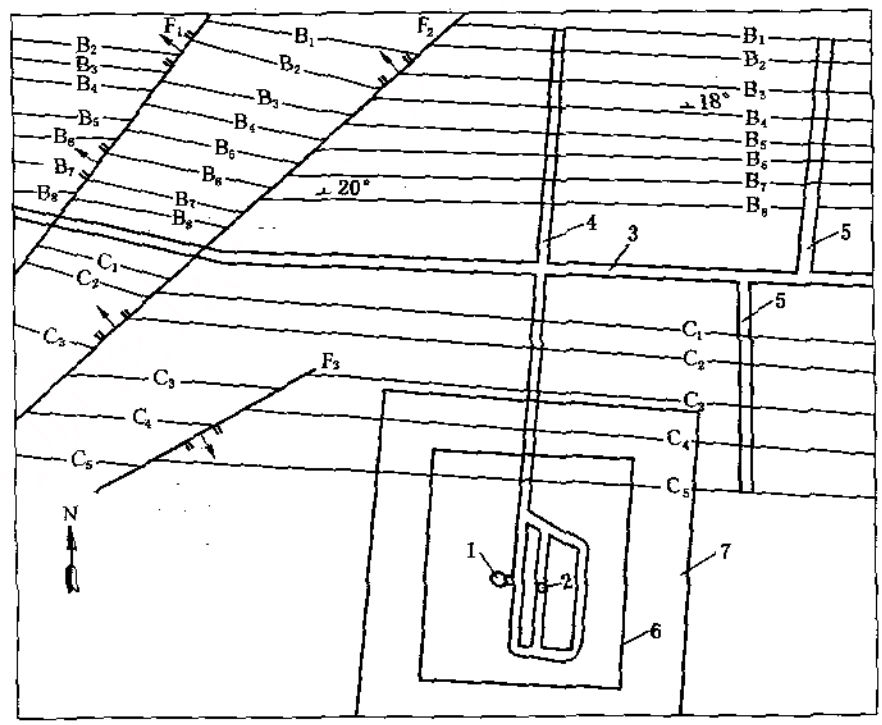


图5—14　某矿—160 m水平主要巷道平面图

1—主井；2—副井；3—运输大巷；4—主石门；5—采区石门；6—地面保护边界；7——160 m水平煤柱边界

[例5—4] 某矿—160 m 水平主要巷道平面图（局部）如图5—14 所示。

该矿井采用立井、主要石门和集中运输大巷开拓。从图上可以了解煤层的产状和主要地质构造情况。全矿井分为B、C 两组共13 层煤，煤层赋存较稳定，煤层走向近东西方向，煤层倾角18°～20°，煤层间的水平距离可按该图比例在图上量出。该井田范围内主要有F_1 F_1，F_3三条主要断层，由断层的表示符号可以看出都是正断层，断层面的倾角在60°～70°之间。

[例5—5] 水平主要巷道综合平面图

矿井水平巷道平面图，一般是按每一个开采水平分别绘制的，但是有时为了在一张图上能够反映全矿井各开采水平的主要巷道布置情况和开采水平的主要巷道之间的联系，需绘制水平主要巷道综合平面图。该图一般是由各开采水平主要巷道平面图复制而成。

图5—15 所示，为某矿井水平主要巷道综合平面图。从图中可以看出，该矿井是采用斜井多水平开拓，全矿井共分为4 个开采水平，即—220 m 水平、—320 m 水平、—420 m 水平和—520 m 水平，并通过主斜井和副斜井联络各开采水平；井田左翼中部有一暗斜井与—320 m、—420 m 和—520 m 水平联系，井田左翼边界有一立井，并通过石门联系各水平大巷。

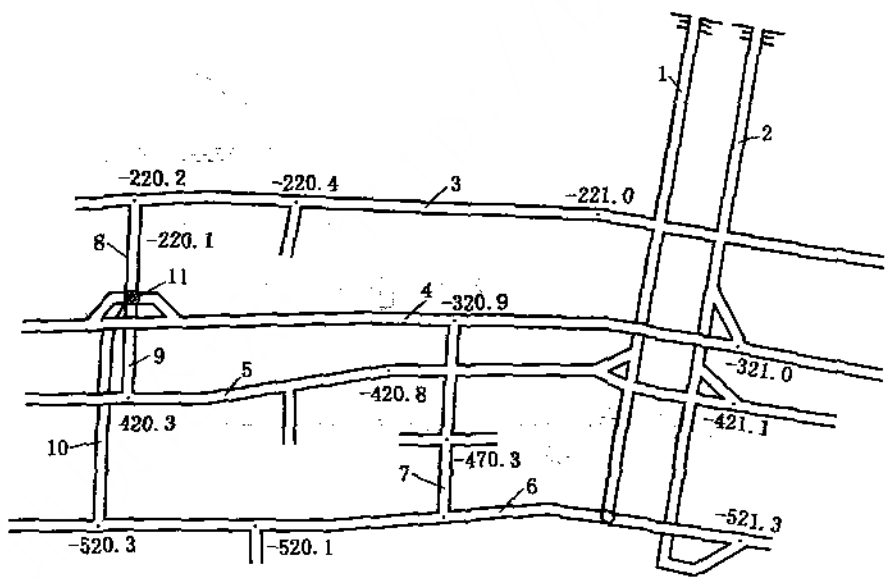


图5—15 水平主要巷道综合平面图

1—主斜井；2—副斜井；3——220 m 水平大巷；4——320 m 水平大巷；5——420 m 水平大巷；6——520 m 水平大巷；7—暗斜井；8——220 m 水平石门；9——420 m 水平石门；10——520 m 水平石门；11—立井

三、水平主要巷道平面图的应用

矿井水平主要巷道平面图主要应用于以下方面。

(1) 了解本水平主要巷道和硐室的布置和煤层的开采情况。

(2) 了解煤层走向的变化，以指导矿井巷道的设计和施工。

(3) 了解本水平主要构造的分布情况，设计巷道的位置、确定施工方向、预测其他水平的构造位置。

(4) 测量主要巷道长度，确定煤层间水平距离。

(5) 为绘制地质剖面图和水平主要巷道综合平面图提供资料。

第三节　井底车场平面图

一、概述

井底车场是由连接和环绕井筒的若干巷道和井筒附近的各种硐室组成的，它是联系井上下的总枢纽。

将井底车场内的所有巷道和硐室，用正投影的方法，投影到一个水平面上，并按一定比例绘制的图纸，称为井底车场平面图。井底车场的形式很多，图5—16所示为一个用箕斗提升的主井、用罐笼提升的副井的井底车场平面图，又称刀把式井底车场。

井底车场平面图的比例一般用1∶1000或1∶2000。

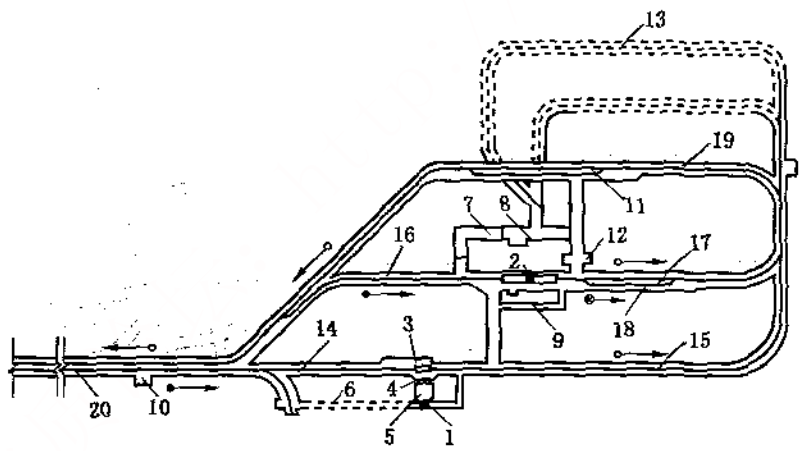


图5—16　刀把式井底车场平面示意图

1—主井；2—副井；3—翻笼硐室；4—煤仓；5—箕斗装载硐室；6—清理井底斜巷；7—中央变电所；8—水泵房；9—等候室；10—调度室；11—人车停车线；12—工具室；13—水仓；14—主井重车线；15—主井空车线；16—副井重车线；17—副井空车线；18—材料车线；19—绕道；20—调车线

井底车场平面图详细反映井筒附近巷道、硐室和运输线路布置情况，主要包括下列内容。

(1) 井底车场内各井口位置，各巷道和硐室、水闸墙和防火门的位置。

(2) 轨道要注明坡度、坡向，区分单轨和双轨，弯道要注记曲线半径、转向角和弧长，

巷道交叉和变坡点要注记轨面或底板标高及道岔的编号。

(3) 永久导线和水准点的位置。

(4) 附巷道和硐室的横断面图，比例尺一般为1：50，并注明相关尺寸。

二、井底车场平面图的识读

识读井底车场平面图，要注意看清楚井底车场内空、重车的运行线路，井底车场内各巷道和硐室的空间位置及其相互关系，井底车场内各巷道和轨道线路的坡底变化情况。

井底车场内各巷道和硐室既是相互独立的、又是相互联系的。

1. 井底车场内的调车系统

图5—16所示为井底车场平面图。从图中可以看出，重车（煤、矸）从运输大巷经调车线20进入井底车场，煤车进入主井重车线14，经翻笼硐室3将煤翻入井底煤仓4，空车经主井空车线15，在绕道19处重新编组，由电机车拉出井底车场；矸石车进入副井重车线16，由副井2提升到地面；矸石空车和材料重车由副井2下到井底车场，经副井空车线17、材料车线18，在绕道19处和装煤空车一起编组，由电机车拉出井底车场。

2. 装载系统及硐室结构

将图5—16和图5—17所示结合起来进行分析观察，可以看出：煤车经主井重车线进入翻笼硐室3，将煤翻入井底煤仓4，通过装载硐室5，煤被装入箕斗，经主井提升到地面，进入地面煤仓。

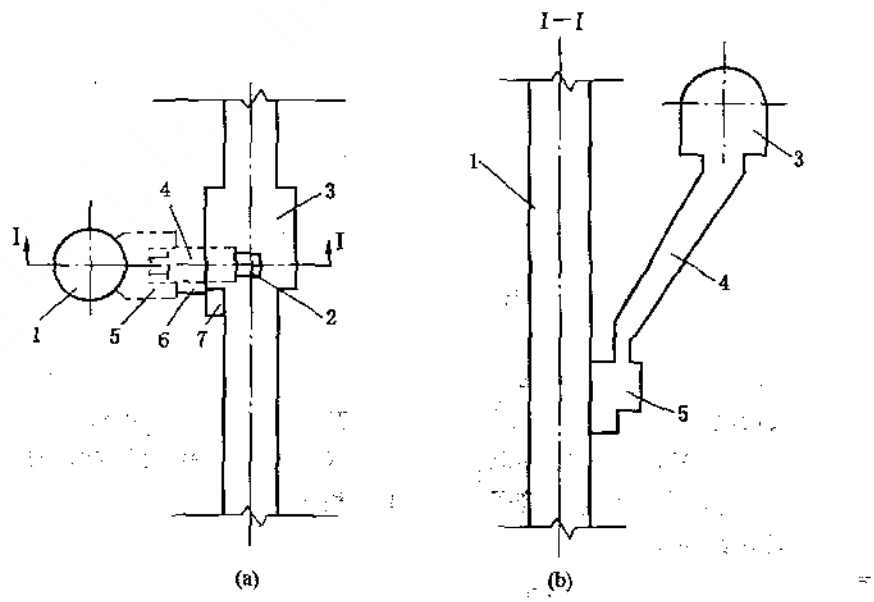


图5—17 装载硐室结构示意图

1—主井井筒；2—翻笼口；3—翻笼硐室；4—煤仓；5—箕斗装载硐室；6—人行道；7—行人间

翻笼硐室、井下煤仓、装载硐室及主井的相互位置关系如图5—17 所示。图5—17a 所示为装载硐室的平面图，图5—17b 所示为I—I 剖面图，将平面图和剖面图对照看，就可以看清各巷道和硐室的空间位置关系。

3. 排水系统及硐室结构

图5—16 所示的井底车场内的矿井排水系统，如图5—18 所示。全矿井涌水都经井底车场巷道内的水沟流入水仓3，由水泵房8 中的水泵送入排水管道4，到副井2，由副井排出地面。水仓是由低于井底车场标高的两条独立巷道组成，其中一条清理煤泥时，另一条可正常使用。水仓的一个端口应设在井底车场巷道内水沟标高最低点，另一端与水泵房内的配水井相连。

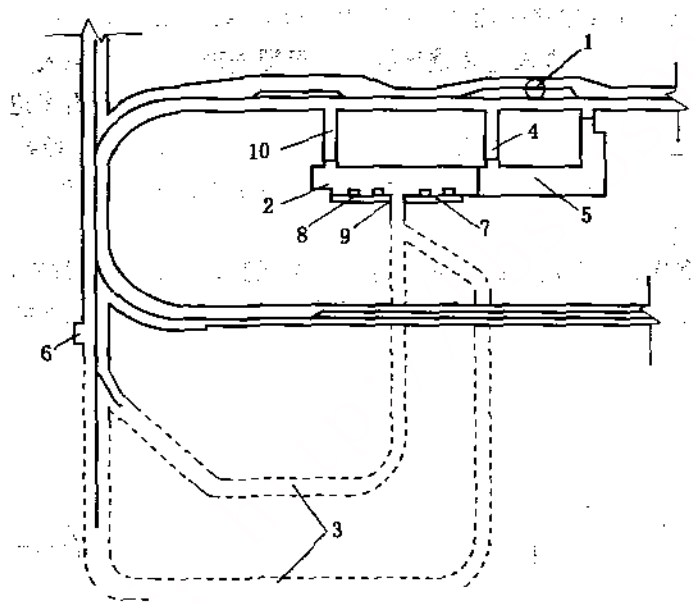


图5—18　井底车场排水系统图

1—副井；2—水泵房；3—水仓；4—管子道；5—中央变电所；
6—清理绞车硐室；7—配水井；8—吸水小井；9—配水巷；10—通道

水泵房附近的巷道和硐室之间的空间位置关系较为复杂，如图5—19a 所示。水泵房和中央变电所一般是毗邻，布置在副井附近，由泵房主体硐室2，吸水井8、配水巷9、配水井7 和管子道4 组成。水泵房的一个端口经通道10 与车场相通，另一端有两个出口，其中之一与中央变电所相连，另一个通过管子道4 与副井相连。

4. 井底车场内线路坡度

井底车场巷道的线路坡度，对空、重车在车场内的调换运行和车场内涌水的流动都有十分重要的意义。图5—20a 所示为井底车场线路示意图，图上的注记1，2，3，·表示线路坡度的变化点；图5—20b 所示为线路坡度图，图中表示出了坡度变化点的标高、各段线路的长度和坡度值。仔细观察就会看到：线路坡度从车场入口向水仓方向逐渐降低，向重车行车方向逐渐降低。

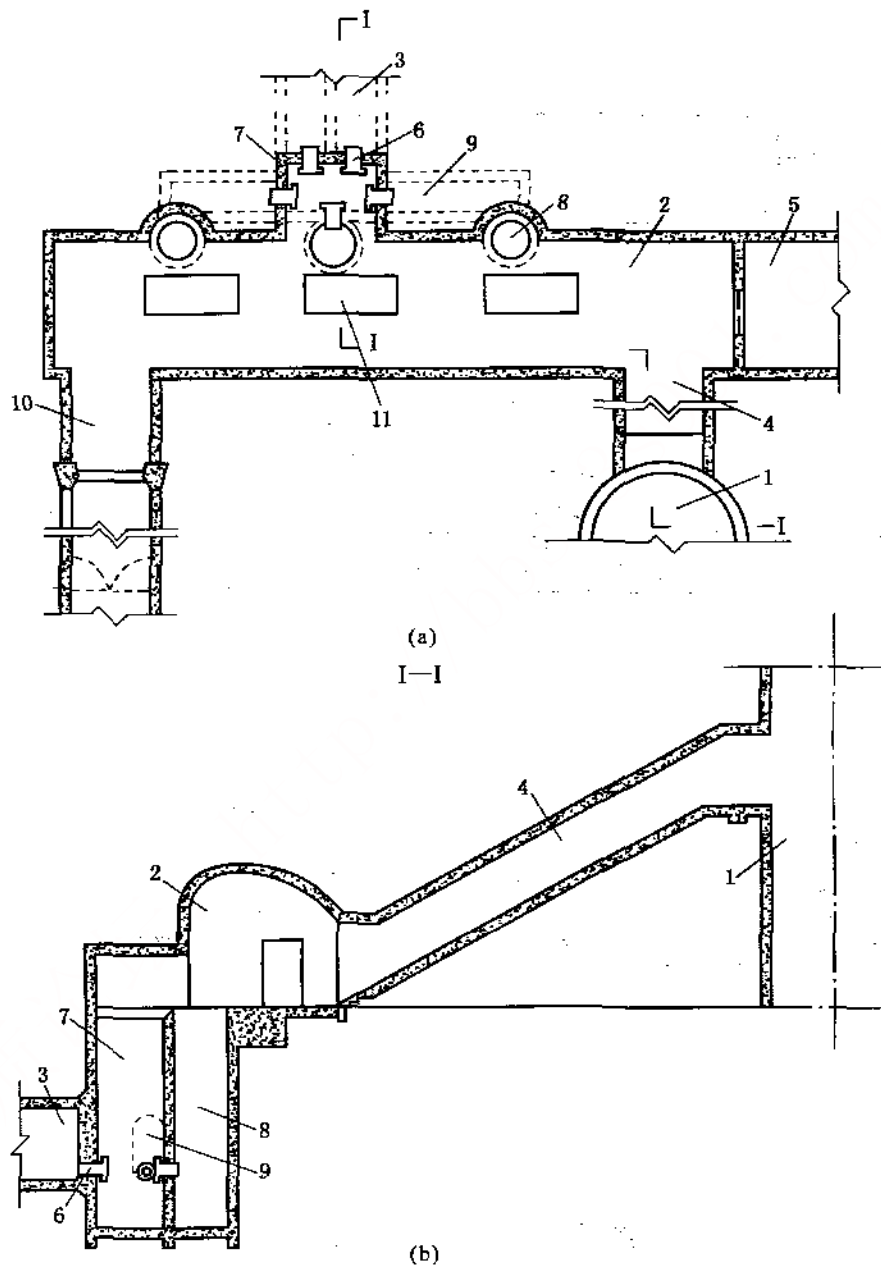
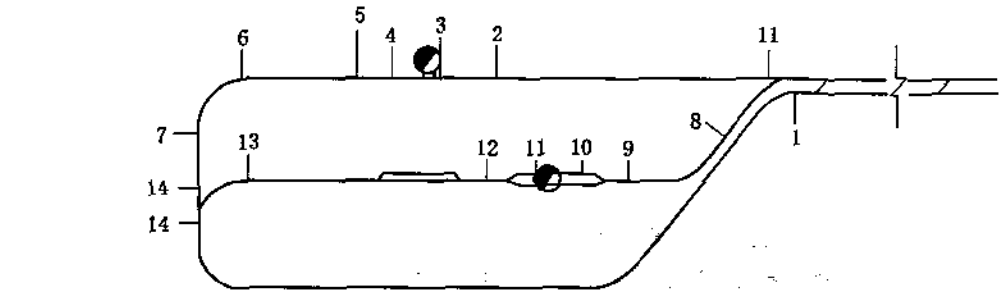


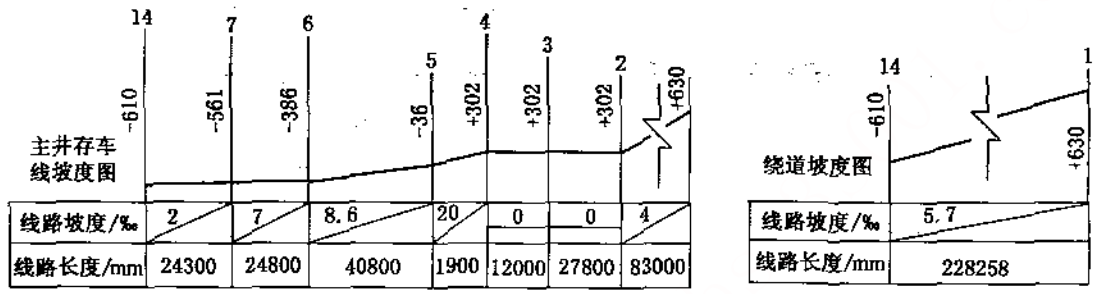
图5—19 水泵房硐室结构示意图

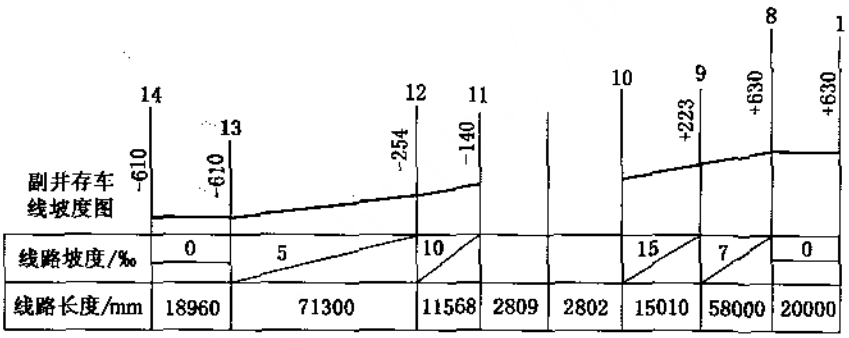
a—平面图；b—剖面图

1—副井；2—水泵房；3—水仓；4—管子道；5—变电所；6—进水口；7—配水井；8—吸水井；9—配水巷；10—通道；11—水泵基座



(a)





(b)

图5－20　井底车场线路图

a—线路示意图；b—坡度图

第四节　采掘工程立面图

开采急倾斜煤层时，因为煤层倾角过大，煤层层面向水平面投影时，沿煤层倾斜方向的长度会产生很大变形，而且由于水平巷道的水平间距很小，甚至会挤在一起，看不清图纸，这样对应用采掘工程平面图就很不方便。如果将急倾斜煤层中的各巷道投影到竖直面V上，这就相当于将水平煤层投影到水平面上，会觉得相当清楚，如图5－21所示。因此，在矿井煤层为急倾斜煤层时，除绘制采掘工程平面图外，还需绘制采掘工程立面图。

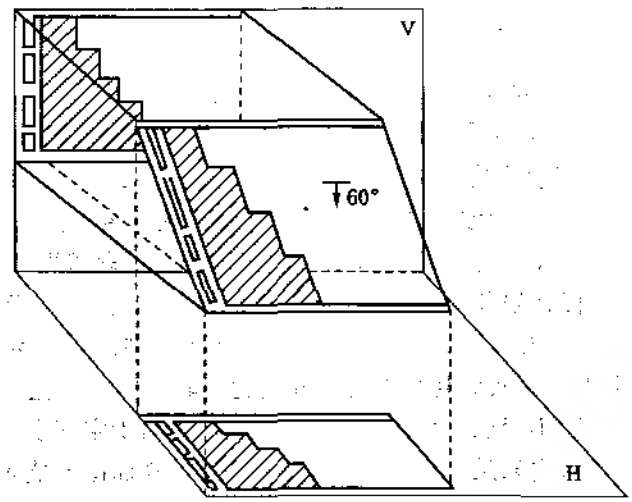


图5—21 采掘工程立面投影示意图

一、概述

在急倾斜煤层开采时，将井下的各类巷道、采掘工程和地质情况，用正投影的方法，投影到一个竖直面上，并按一定比例绘制的图纸，即为采掘工程立面图。图5—22所示为一急倾斜煤层采区煤层采掘工程立面图。

采掘工程立面图的比例一般采用1：1000或1：2000。但为了看图方便，应与对应的采掘工程平面图比例一致。

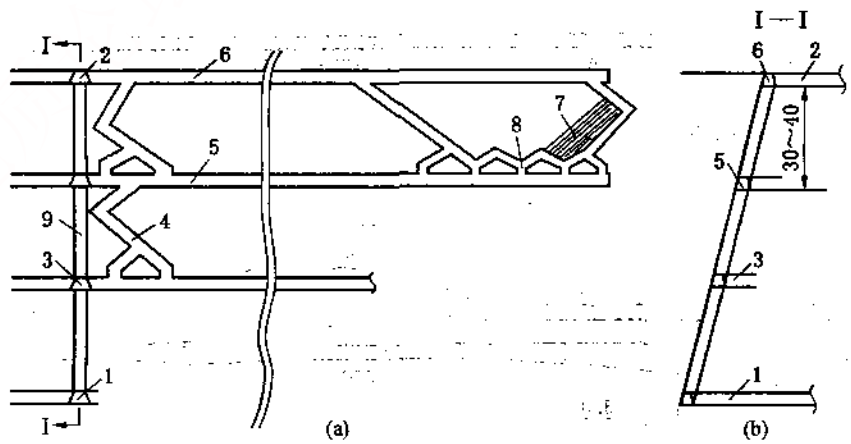


图5—22 急倾斜煤层采区煤层采掘工程立面图

1—采区运输石门；2—采区回风石门；3—区段石门；4—区段上山；5—区段运输平巷；6—区段回风巷；7—采煤工作面；8—溜煤眼；9—区段溜煤眼

二、采掘工程立面图的识读

图5—22a 所示为某矿井采区的煤层采掘工程立面图(局部)，图5—22b 所示为沿倾斜方向的剖面图。急倾斜煤层的采煤方法很多，巷道布置方式也是多样的。该煤层采用的是仓储式采煤法，巷道在竖直面内的位置及相互关系如图5—22 所示，该采区走向投影长度为300 m，阶段垂高100 m，沿倾斜划分为3 个区段，采区运输石门位于—520 m 水平，回风石门位于—420 m 水平，在采区石门处沿煤层倾向开掘区段溜煤眼3，在石门两侧开掘行人、通风斜巷4；区段运输巷5 和区段回风巷6 沿煤层走向掘进，到采区边界以后，由下向上伪斜开掘区段上山与区段回风巷6 联通，形成了完整的采区生产系统。

应当指出，由于煤层底板等高线无论怎样变化，其在竖直面上的投影仅仅是一条直线，因此采掘工程立面图不能表示出煤层走向的变化；又由于空间上水平巷道无论怎样弯曲，其在竖直面上的投影也只是一条直线。因此采掘工程立面图不能表示水平巷道的空间状态。所以，在识读采掘工程立面图时，应结合该图对应的采掘工程平面图进行对照分析。在平面图上，可了解煤层走向的变化情况、水平面上各巷道的位置及其相互关系；在立面图上，可以了解各巷道在竖直面上的位置及其相互关系。

例如，图5—23a 所示为某矿采掘工程立面图，图5—23b 所示为其对应的平面图。沿煤层走向—500 m 水平开掘的区段巷道，在立面图上为一条直线，而在平面图上，该巷道沿煤层走向有了弯曲变化，这说明在巷道弯曲处煤层的产状发生了变化。

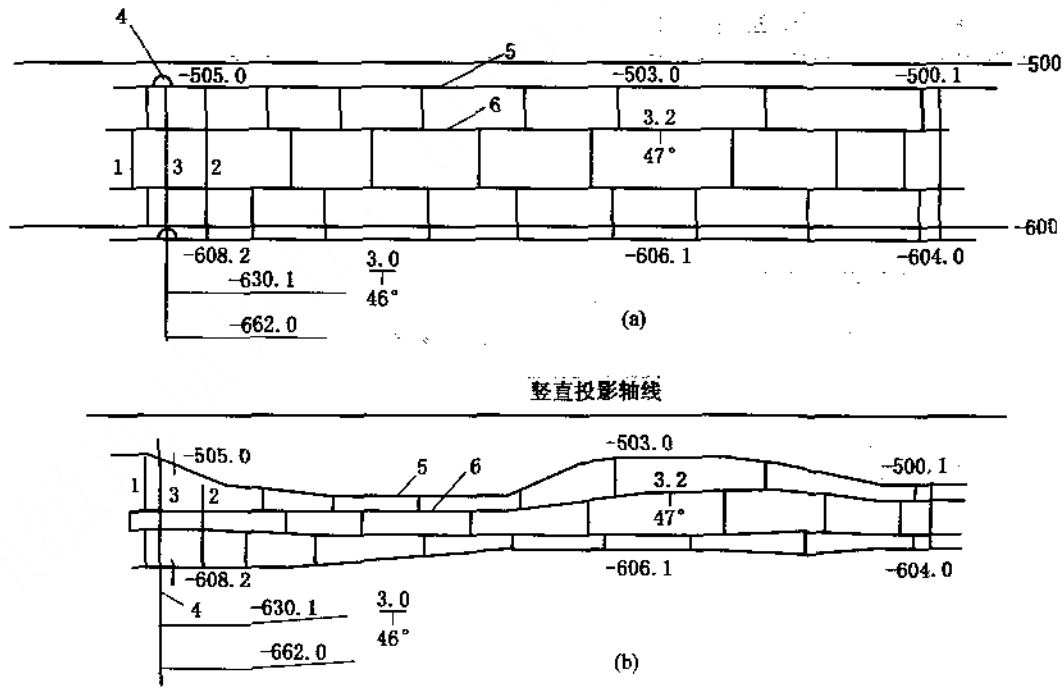


图5—23 煤层沿走向变化不大时采掘工程立面图的绘制

a—立面图；b—平面图

1—行人上山眼；2—材料上山眼；3—溜煤眼；4—石门；5—回风巷；6—运输巷

三、采掘工程立面图的绘制

采掘工程立面图是在采掘工程平面图的基础上绘制的，其绘制方法有两种。

1. 煤层走向变化不大时的绘制方法

(1) 首先根据测量资料绘制采掘工程平面图，如图5—23b 所示。绘图时，在图纸的上方留出立面投影的位置，并使图纸底边与煤层平均走向大致平行。

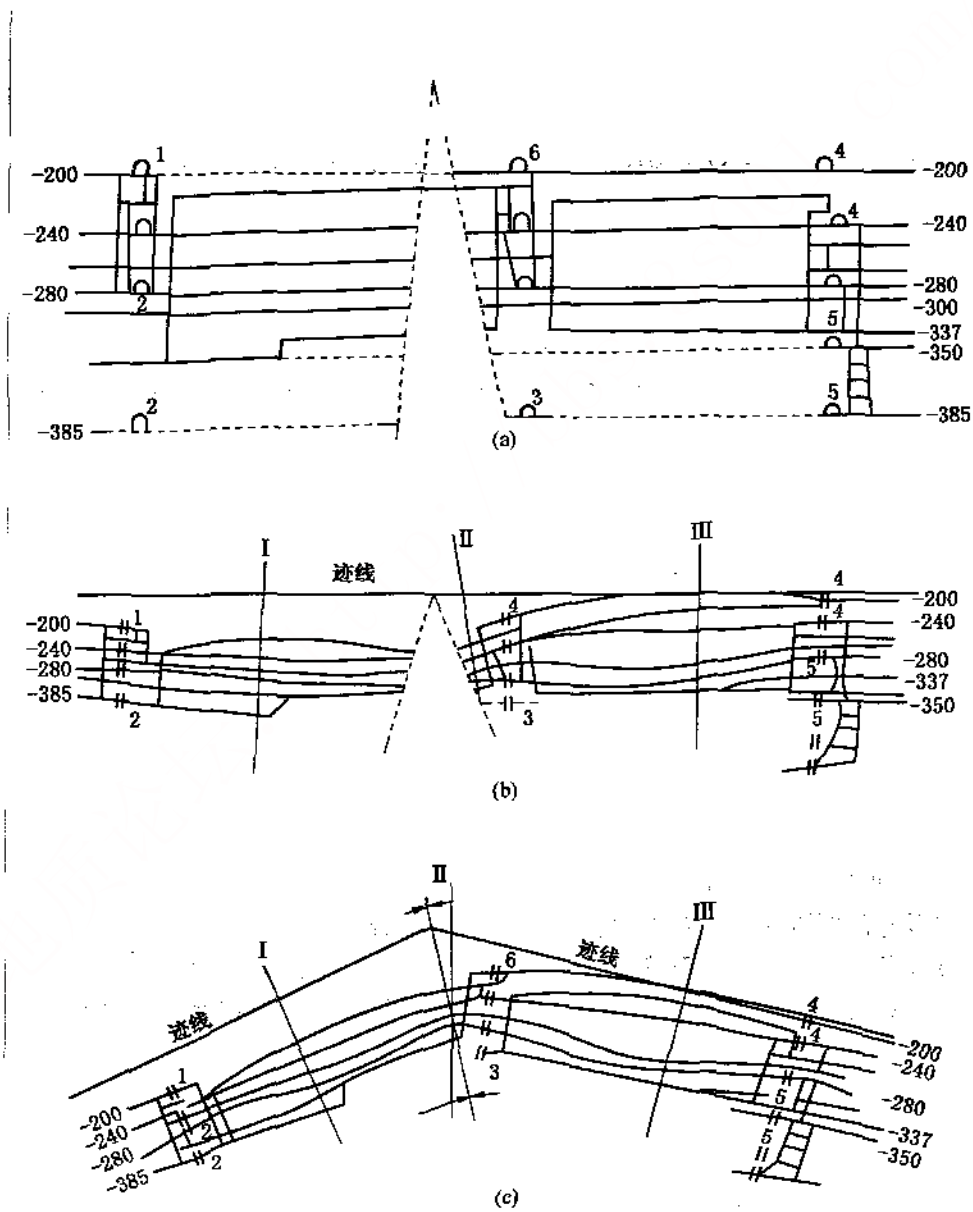


图5—24 煤层走向变化大时采掘工程立面图的绘制

(2) 在平面图的上方作一条直线，使其平行于煤层的大致走向，以此线作为竖直投影面的迹线（即图中竖直投影轴线）。

(3) 按照与平面图相同的比例绘出与此迹线相平行的若干高程线，并注记相应的标高数值，如图中－500 m，－600 m 高程线。

(4) 由平面图上各巷道的特征点向竖直投影迹线作垂线，并延长此垂线与各特征点标高数相同的高程线相交，此交点即该特征点在竖直面上的相应位置。如图5－23b 所示，平面图上石门4 底板中心点标高为－608.2 m，自该点向迹线作垂线并延长与－600 m 高程线相交，再沿此垂线自－600 m 高程线向下量8.2 m 得一点，该点即为石门4 巷道底板中心点在立面图上的相应位置。按照同样的方法，将平面图上各特征点转绘到竖直投影面上。

(5) 参照平面图，连接立面图上各特征点，绘出立面图上的各种巷道，并注明煤层厚度和倾角等，即得采掘工程立面图，如图5－23a 所示。

2. 煤层走向变化较大时的绘制方法

当煤层走向变化较大时，需要用分段投影的方法绘制采掘工程立面图。如图5－24c 所示，煤层走向在剖面线Ⅱ处发生了较大变化，为一向斜构造。在这种情况下，应选择两个竖直投影面，使其分别平行于该向斜两翼的大致走向，以向斜轴为界，分别向两个竖直面投影。

作图时，将平面图（图5－24c）沿向斜轴线分开，使其两翼投影面的迹线展平为一条水平直线，如图5－23b 所示，然后，再按上述方法绘制成采掘工程立面图，如图5－24a 所示。

第五节 井筒断面图

一、概述

根据井筒开凿过程中实测的资料和数据绘制的反映井筒施工和井筒穿越岩层情况的综合性图纸，称为井筒断面图。井筒断面图包括井筒垂直剖面图和横断面图，比例为1∶200 或1∶500，如图5－25 所示。

井筒垂直剖面图主要包括以下内容：井筒穿越的岩层柱状（注明岩层名称、厚度、距地表深度以及岩性的描述）；开凿过程中的水文地质资料；井筒锁口、井底和井筒连通水平的高程；井壁的支护材料和砌筑厚度，壁座位置、形状和厚度；井筒掘进和砌壁日期等。

在井筒横断面图中，主要反映井筒直径、主要装备，以及井筒提升方位角，并标注井筒中心的坐标。

二、井筒断面图的应用

(1) 为矿井开采提供井筒情况的原始地质资料。

(2) 为井筒设备的安装提供依据。

(3) 为井筒的维护、检修，以及后期的延伸或改造提供相关资料。

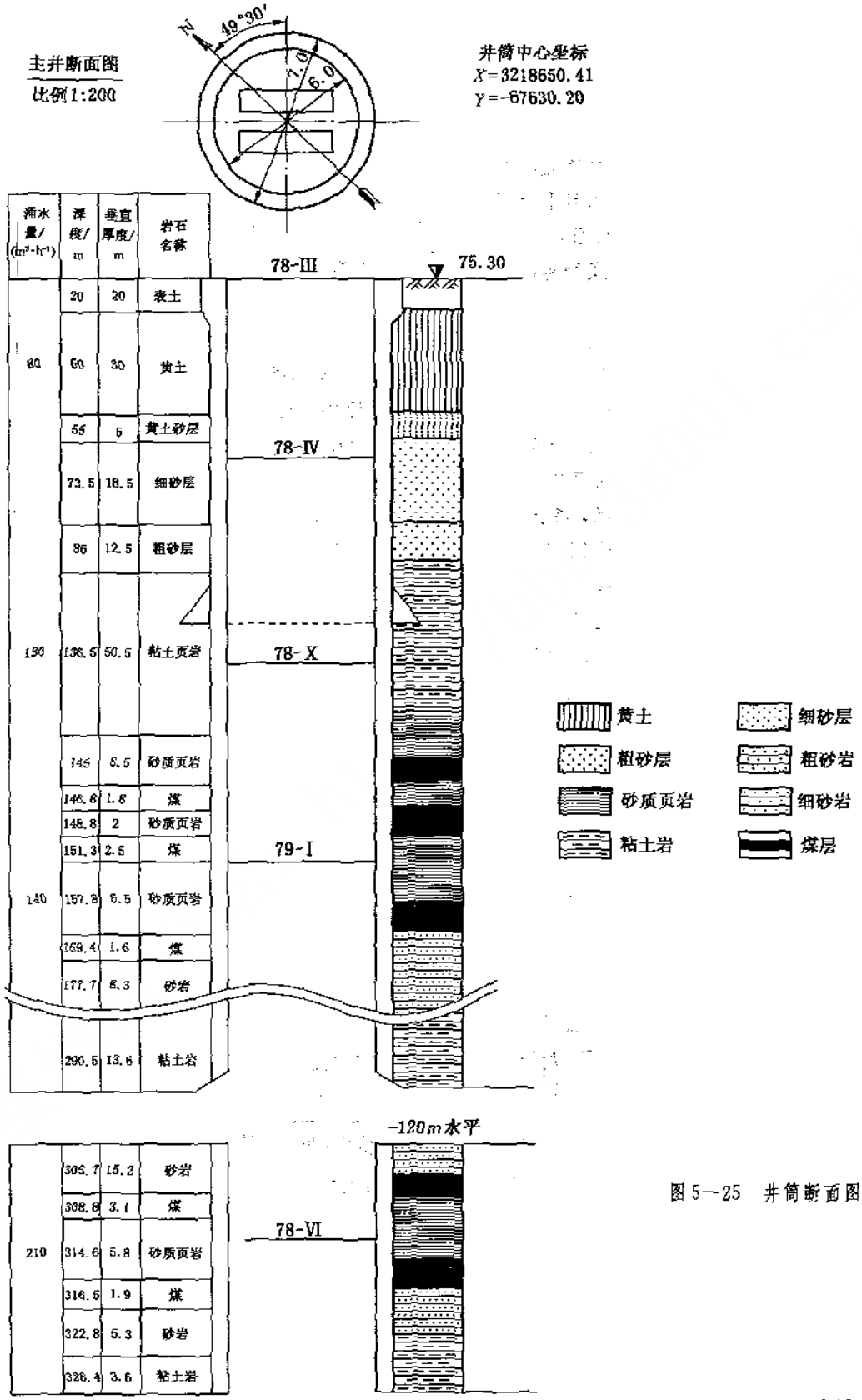

主井断面图
比例1:200
N
49°30'
井筒中心坐标
X=3218650.41
Y=-67630.20
涌水量/(m³·h⁻¹)
深度/m
垂直厚度/m
岩石名称
78-III
75.30
78-IV
78-X
79-I
78-VI
-120m水平
20 20 表土
60 30 黄土
55 5 黄土砂层
73.5 18.5 细砂层
86 12.5 粗砂层
136.5 50.5 粘土页岩
145 8.5 砂质页岩
146.8 1.8 煤
148.8 2 砂质页岩
151.3 2.5 煤
157.8 6.5 砂质页岩
169.4 1.6 煤
177.7 8.3 砂岩
290.5 13.6 粘土岩
305.7 15.2 砂岩
308.8 3.1 煤
314.6 5.8 砂质页岩
316.5 1.9 煤
322.8 5.3 砂岩
326.4 3.6 粘土岩
80
130
140
210
黄土
细砂层
粗砂层
粗砂岩
砂质页岩
细砂岩
粘土岩
煤层

图5—25 井筒断面图

复习思考题

1. 按照投影面的不同，采掘工程图分为哪几类？

2. 简述采掘工程平面图的主要内容。

3. 试举例说明在采掘工程平面图上，根据什么来辨别巷道的形态（水平、倾斜、或竖直）位置（煤层内、顶板岩层或底板岩层内）及相互关系（平行、相交、交错、重叠）。

4. 根据煤层底板等高线和巷道底板标高，说明图5—26所示—300 m水平运输大巷各段的位置。

5. 在图5—26所示轨道上山位置作一剖面。试分析各巷道的空间位置、形态及相互关系。

6. 看图5—9和图5—10，说明图中1，2，3，…各巷道的位置、形态、用途。

7. 在图5—9中，用专用符号表示出该采区的运煤、运矸、运料及通风路线。

8. 在采掘工程立面图上，能否辨别出煤层走向和水平巷道的方向的变化情况？为什么？

9. 图5—27所示为某采区煤层采掘工程平面图，比例尺为1∶2000，图中各巷道特征点处的数字为该巷道底板标高，煤层平均厚度为3.2 m，煤层平均倾角18°，煤的视密度为1.35 t/m³，回采工作面采出率为97%。

(1) 识读该图，说明煤层产状、地质构造情况；

(2) 说明下列各段巷道的名称、形态、空间位置：1～2，2～4，4～5，5～8，8～9，9～11，11～12，6～14，14～17，17～29，8～18，18～19，19～20，21～22，19～26，26～27，28～30；

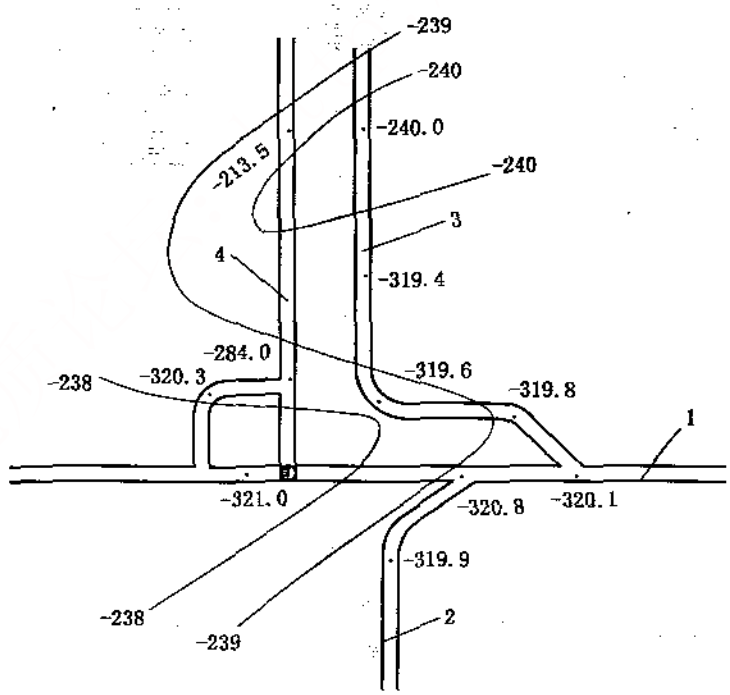


图5—26 巷道的形态位置

1—运输大巷；2—石门；3—轨道上山；4—运输上山

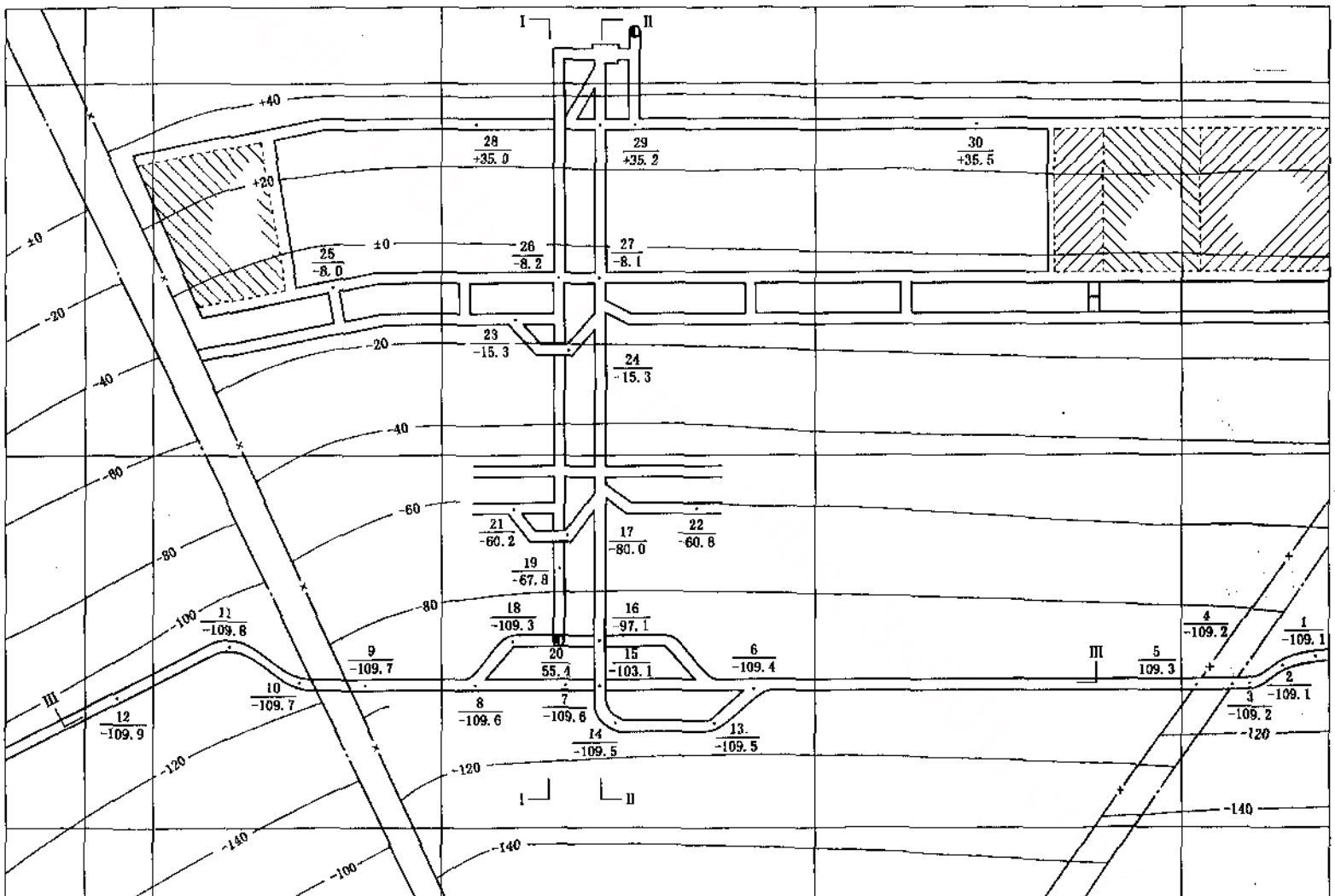


图5—27　采区煤层采掘工程平面图

(3) 求本采区某年某月回采工作面产量；

(4) 按1∶2000的比例在以下位置作剖面图：Ⅰ—Ⅰ采区运煤上山剖面图；Ⅱ—Ⅱ采区轨道上山剖面图；Ⅲ—Ⅲ—110水平运输大巷走向剖面图。

(5) 试判断F_1和F_2断层性质，并求各断层落差和断层走向、倾向和倾角。

第六章 煤矿其他矿图

井上下对照图、主要保护煤柱图也是煤矿必备的基本矿图。此外，在煤矿生产中，为了满足各个部门的管理需要，在前面所列图纸的基础上，还需要绘制一些专用的矿图，如采掘计划图，施工设计图，通风系统示意图，运输系统示意图，排水系统示意图，供电系统图，通信系统示意图。

第一节 井上下对照图

一、概述

将井田范围内的地物、地貌和井下的采掘工程综合绘制在一张平面图上，这种图纸称为井上下对照图。

井上下对照图上主要包括两个方面的内容：一是井田区域地形图所规定的内容，二是主要巷道综合平面图的内容。井上下对照图主要是用于了解和掌握地面和井下的对照情况及回采对地面的影响，为井田范围内的规划、设计提供依据。

井上下对照图的比例一般为1∶2000或1∶5000。

二、井上下对照图绘制方法

井上下对照图是一种复制图。它是以井田区域地形图为基础绘制的。绘图时，首先用透明纸或聚酯薄膜描绘井田区域地形图的主要内容，即描绘地形等高线、工业广场的建筑物，井口位置，道路河流和其他地面重要建筑物等；然后将描绘出的井田区域地形图附在相同比例的主要巷道平面图上，并使坐标网格相互对应，将其内容填绘上去，即得到井上下对照图。图6—1a所示为某矿井田区域地形图（局部），图6—1b所示为该矿的3个开采水平的主要巷道综合平面图（局部）。按照上述方法，将图6—1a、图6—1b综合绘制在一起，则得到该矿井的井上下对照图（图6—1c）。随着矿井的采掘工程的不断推进，要及时将井下采掘工程的变化情况填绘到井上下对照图上，以便于该图的应用。

三、井上下对照图的识读

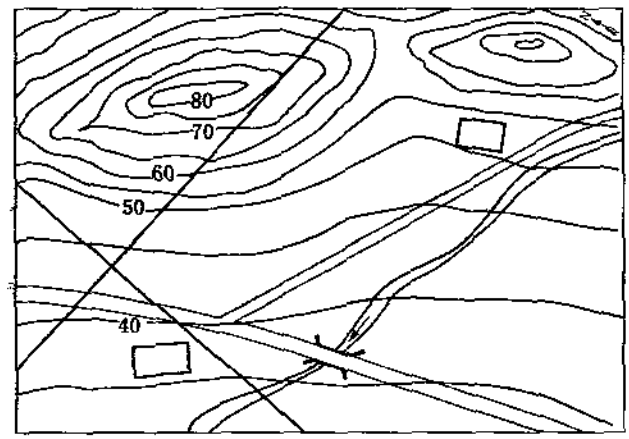
识读井上下对照图时，应该着重了解以下3方面的内容。

1. 地面的地貌、地物

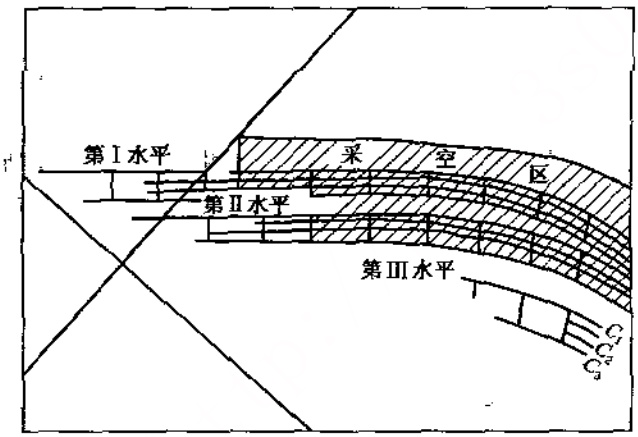
要搞清地面地貌、地物，特别是要搞清井田范围内的河流、铁路、湖泊、桥梁、村庄及其他重要建筑物等。

2. 煤层赋存情况

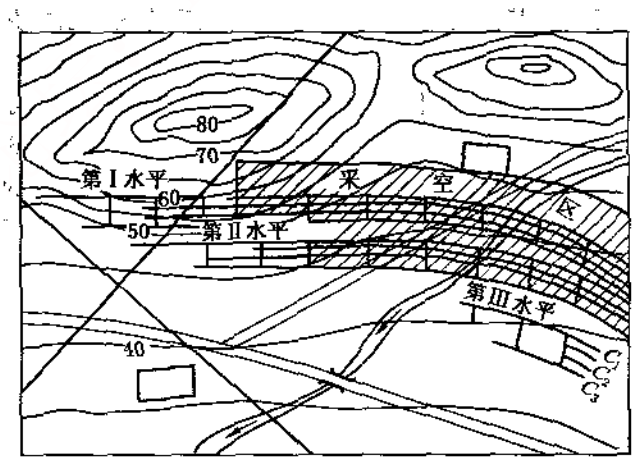
要搞清煤层的赋存情况，如煤层露头，煤层的走向、倾向、倾角和煤层厚度，以及煤层层数等。



(a)



(b)



(c)

图6—1　某矿井上下对照图（局部）的绘制

a—井田区域地形图；b—开采水平主要巷道综合平面图；c—井上下对照图

3. 井下采掘工程

要搞清井下的采掘工程情况，如井下开采水平的数目、主要巷道的布置，回采工作面和掘进工作面的位置、采空区的范围及处理方法等。

[例6—1] 图6—1c所示为某矿井上下对照图（局部）。从该图可知矿区的北部地形较高、有两个小山，由北向南，地势逐渐趋于平缓。有一条河自东向西南流经矿区，在中部有一条国道经过，矿区西南部、东北部各有一村庄。该矿井共开采3层煤，地面上可以看到煤层的露头线；煤层走向大致为东西向，向南倾斜，倾角为28°～40°；煤层平均厚度约5 m。矿井采用多水平，集中岩石运输大巷和采区石门开拓，第一、二水平处于开采阶段，第三水平处于开拓准备阶段。

四、井上下对照图的应用

井上下对照图主要是用于了解地面和井下采掘工程情况，以及它们的相互位置关系，为矿井总体规划、井下开采设计和施工服务。比如，在制定地面工业广场规划时，利用井上下对照图分析地面工厂、铁路和其他重要建筑物是否是在井下采动影响范围之内；在进行矿井开采设计时，利用该图选定井口位置，确定井下巷道布置、煤柱的留设、采空区处理方法等，下面举例说明井上下对照图的用途。

1. 确定地表移动的范围

井下开采活动引起的围岩移动，最终会波及到地表，导致地表产生移动、变形，从而可能使地面上的铁路和建筑物等遭到破坏。地表移动产生的裂隙，还可能会成为地面河流，或湖泊、雪雨水进入井下的涌水通道，造成井下重大水灾。因此，准确地确定因采动而导致的地表移动范围是十分重要的。

图6—2所示为某矿井上下对照图（局部）。该矿井地面上有一村庄，井下开采C_1煤层，第一区段高程设计为-20～-60 m，第二区段高程为-60～-100 m，两个区段内各布置一个回采工作面。现在欲分析第一区段内回采工作面采完后引起的地表塌陷，是否会对村庄造成破坏。显然，进行此项分析首先要确定由于煤炭的采动而引起的地表移动范围。

（1）如图6—2a所示，在井上下对照图上沿Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ和Ⅲ—Ⅲ作地表和煤层的垂直剖面图，如图6—2b所示。

（2）在Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ和Ⅲ—Ⅲ剖面图的上部开采边界点上，按岩层移动角γ作直线与地表相交，分别得A'，B'，C'3点。岩层移动角γ与煤层厚度、开采深度、覆盖岩层性质等因素有关，可以从设计手册中查得。

（3）将A'，B'，C'投影到井上下对照图上得A，B，C 3点。

（4）将井上下对照图上的A，B，C 3点用圆滑曲线连接，即得出地表岩层移动影响的范围。

由图6—2a可知，该村庄位于地表移动范围以外，因此，井下开采不会危及村庄的安全。

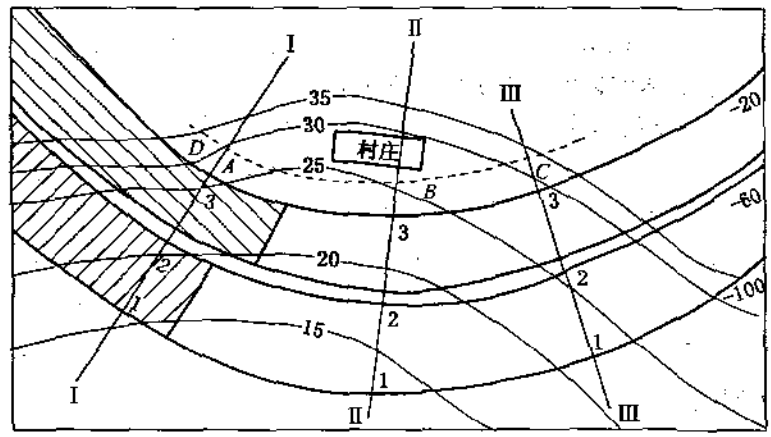
2. 确定井下开采深度

在井上下对照图上，可同时知道某点的地面高程$H_{上}$和煤层底板的高程$H_{下}$，则该点开采深度H为

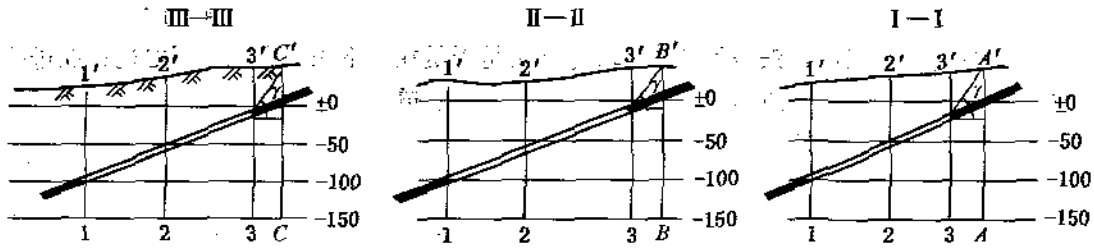
$$H=H_{上}-H_{下}$$

如图6—2a所示Ⅰ—Ⅰ线上D点处的开采深度为

$$H_D=27.5\text{ m}-(-20\text{ m})=47.5\text{ m}$$



(a)



(b)

图6—2 某矿井上下对照图及剖面图

a—井上下对照图；b—剖面图

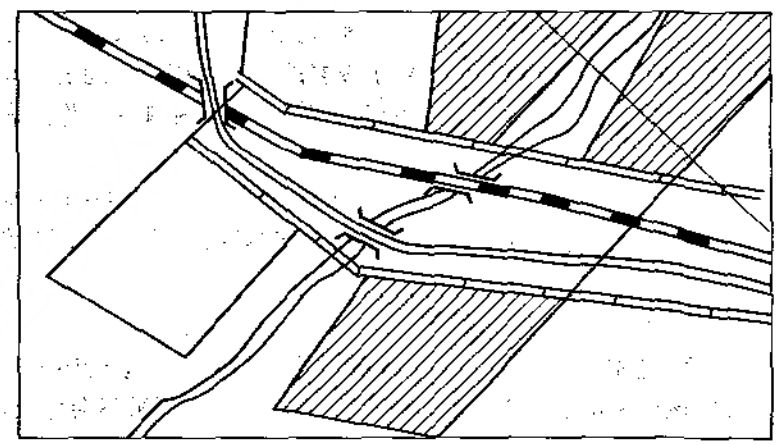


图6—3 铁路下采煤

利用上述方法，可确定排水钻孔、灌浆灭火钻孔等各种钻孔的深度。

3. 解决“三下”采煤问题

“三下”采煤，指在铁路下、水体下、建筑物下进行开采。由于开采引起岩层塌陷将会

造成地表移动，从而会引起铁路、建筑物的破坏和水体的水导入井下，因此，需在开采方法，开采顺序，开采时间及采空区处理方法上采取适当、有效的措施。如图6—3所示，有一条东西向延伸的铁路和一条公路，在铁路下268 m处有一厚度为1.5～2.4 m的煤层。为了使开采不引起地表铁路的变形超出允许的范围，在铁路下方沿铁路走向布置了长壁采煤工作面，并在回采工艺及采空区处理等方面，采取了适当的防治措施。

4. 确定钻孔位置

在进行地面钻探，井下注浆灭火、排水，处理井下灾害事故中，往往需要从地面向井下打钻孔。此时，借助井上下对照图可准确地定出钻孔的位置。

第二节　主要保护煤柱图

一、概述

为使井田范围内的地表铁路、建筑物和水体免受地下开采影响所划定的煤层开采边界的综合性图纸，称为保护煤柱图。保护煤柱有多种，如工业广场保护煤柱、铁路保护煤柱，村庄保护煤柱，井筒保护煤柱等。矿井主要保护煤柱图是确定矿井开采边界、进行矿井改扩建和指挥生产的重要依据。

主要保护煤柱图的比例一般与采掘工程平面图相一致，一般为1∶2000或1∶5000。

二、留设保护煤柱的方法及其作图步骤

留设保护煤柱的方法有垂直剖面法和垂线法，前者为最常用方法。现举例说明不同类型保护对象留设保护煤柱的作图方法和步骤。

[例6—2] 工业广场煤柱的留设

某矿工业广场需保护的建筑物如图6—4所示，保护级别为Ⅰ级，留围护带宽15 m，该矿的地质开采条件及冲积岩层和基岩移动角值见表6—1。

表6—1　某矿地质开采条件、冲积层及基岩移动角值

建筑物中心处地下煤层深度 H/m	煤层厚度/m	煤层倾角/(°)	冲积层厚度/m	φ/(°)	γ/(°)	β/(°)	δ/(°)
320	2	26	30	45	72	57	72

根据上述条件，用垂直剖面法留设保护煤柱的方法和步骤如下。

1. 确定受保护面积

根据井上下对照图，按比例尺绘出工业广场轮廓，过轮廓的角点作平行于煤层走向和倾向的外切矩形$abcd$；工业广场保护级别为Ⅱ级，再向外加宽15 m的围护带，得矩形$a'b'c'd'$，即为所确定的保护面积，如图6—4a所示。

2. 确定保护煤柱边界线

过保护面积中心沿煤层倾向作剖面Ⅰ－Ⅰ，如图6－4b所示。该图中保护边界点为m，n，从这两个边界点作冲积层移动角$\varphi=45°$，交于冲积层与基岩分界处，得交点m_1，n_1；再由m_1作上山移动角$\gamma=72°$，由n_1作下山移动角$\beta=57°$，分别交煤层于m_2、n_2点，即为保护煤柱在倾斜方向的下部边界点和上部边界点，将两点转绘到平面图上，得M和N点。

3. 作沿煤层走向的剖面图Ⅱ－Ⅱ

用同样方法作沿煤层走向的剖面图Ⅱ－Ⅱ，如图6－4c所示。由保护边界点l，k处作$\varphi=45°$，得冲积层与基岩分界处的l_1、k_1点；再作基岩移动角$\delta=72°$，与煤层交于上部保护边界得l_2，k_2点，交下部保护边界得l_3，k_3点。

4. 在平面图上，过M，N点作平行于煤层走向的直线，将Ⅰ－Ⅰ、Ⅱ－Ⅱ剖面上的l_2，k_2，l_3，k_3点转到平面图上，即得保护煤柱边界$ABCD$。

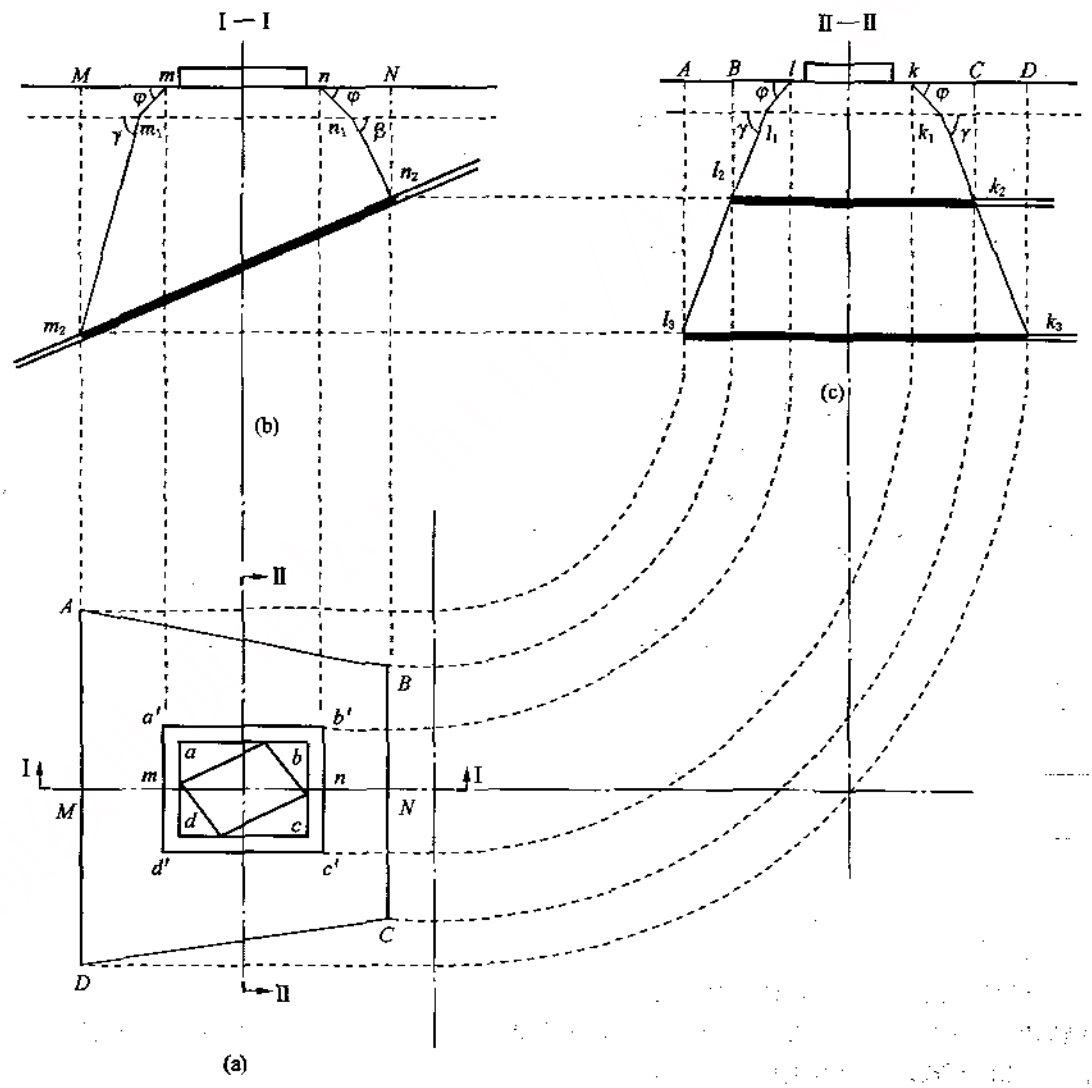


图6－4　工业广场保护煤柱留设方法示意图

[例6—3] 立井井筒保护煤柱的留设

某矿矿井地质开采条件及冲积层和基岩层移动角值详见表6—2，井筒保护煤柱如图6—5所示。

表6—2 某矿矿井地质开采条件、冲积层和基岩移动角值

井筒垂直H/m	煤层厚度/m	煤层倾角/(°)	φ/(°)	γ/(°)	β/(°)	δ/(°)	冲积层厚度h/m
280	2	20	45	70	60	70	25

(1) 通过立井井筒中心沿煤层倾斜方向和走向分别作剖面Ⅰ—Ⅰ和Ⅱ—Ⅱ，按Ⅰ级保护建筑物在井筒周围留20 m宽的围护带，在剖面图上得m，n，k，l各点。

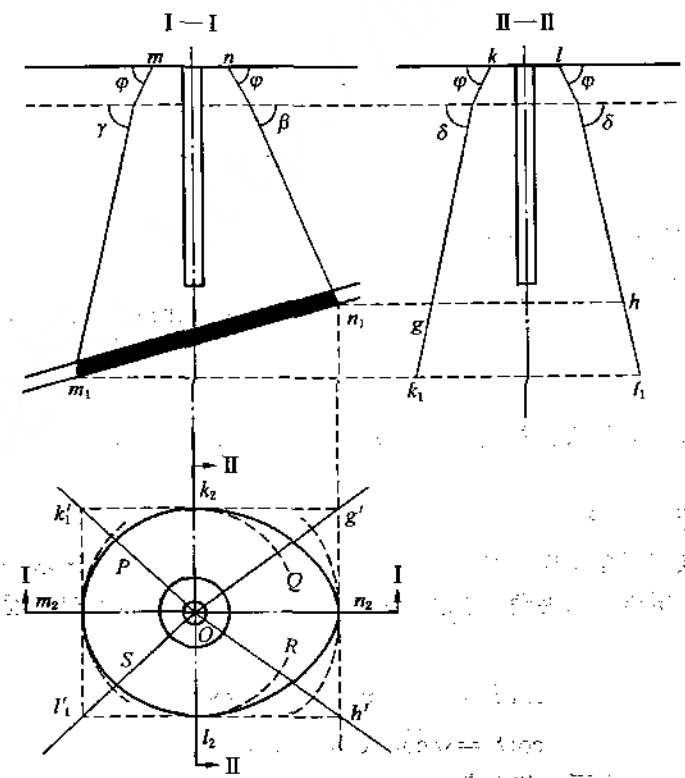


图6—5 立井井筒保护煤柱的留设

(2) 根据冲积层和基岩的移动角值，绘出保护煤柱的边界线，在剖面Ⅰ—Ⅰ上得m_1，n_1点，在剖面Ⅱ—Ⅱ上得k_1，l_1，g，h各点。

(3) 将m_1，n_1，k_1，l_1，g，h各点投影到平面图上，得m_2，n_2，k_1'，l_1'，g'，h'点，连接$k_1'g'$，$g'h'$，$h'l_1'$，$l_1'k_1'$交Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ剖面线m_2，n_2，k_2，l_2点。连接对角线Ok_1'，Og'，Oh'，和Ol_1'。

(4) 以井筒中心O为圆点分别以om_2，ok_2，on_2，ol_2为半径画圆弧，并交对角线上，取中点为P，Q，R，S点。

(5) 用圆滑曲线连接m_2，P，k_2，Q，n_2，R，l_2，S各点，即为立井井筒安全煤柱的边界。

[例6—4] 铁路保护煤柱的留设

如图6—6所示，某矿区内一段铁路的地面标高为+40 m，路基宽20 m，该矿的地质开采条件及冲积层和基岩移动角值见表6—3，铁路保护煤柱如图6—6所示。

表6—3 某矿地质开采条件、冲积层和基岩移动角值

煤层厚度/m	煤层倾角α/(°)	φ/(°)	γ/(°)	δ/(°)	β/(°)	松散层厚度/m
2.5	30	45	75	75	53	400

按下列方法和步骤留设铁路保护煤柱。

1. 确定保护边界

铁路保护级别为Ⅰ级，按铁路的走向，由路基处边缘点向处加宽20 m，即为铁路保护边界。

2. 作垂直剖面图

在铁路拐弯处及有代表性的地方，作垂直铁路中心线的剖面图Ⅰ—Ⅰ～Ⅴ—Ⅴ，如图6—6b所示。

3. 求斜面岩层移动角

因铁路中心线与煤层走向不平行，所以不能直接用岩层移动角来求保护边界，必须根据铁路中心线与煤层走向的夹角，用式(6—1)、式(6—2)求各斜交剖面的岩层移动角来划定煤柱边界。

$$\cot\beta' = \sqrt{\cot^2\beta\cos^2\theta + \cot^2\delta\sin^2\theta} \tag{6—1}$$

$$\cot\gamma' = \sqrt{\cot^2\gamma\cos^2\theta + \cot^2\delta\sin^2\theta} \tag{6—2}$$

式中 β'——斜交剖面下山移动角，(°)；

γ'——斜交剖面上山移动角，(°)；

θ——保护边界线与煤层走向所夹的锐角，(°)；

β，γ，δ——分别为上山、下山移动角和走向移动角。

按式(6—1)、式(6—2)求得的β'和γ'值见表6—4。

表6—4 θ，γ'，β'值表

点　号	θ/ (°)	β'/ (°)	γ'/ (°)
1	21	54.6	75
2	18	54.3	75
3	0	53.0	75
4	20	54.5	75
5	23	57.0	75

4. 确定铁路保护煤柱边界线

在各剖面图上，用φ，β'，γ'作图，如图6—6b所示，确定保护煤柱边界点a，b，c，d，e和f，m，n，p，q等，再将这些点转绘到平面图上，并将这两组点各用曲线连接起来，便得到a，b，c，d，e，和f，m，n，p，q，即为该铁路的保护煤柱边界线（图6—6a）。

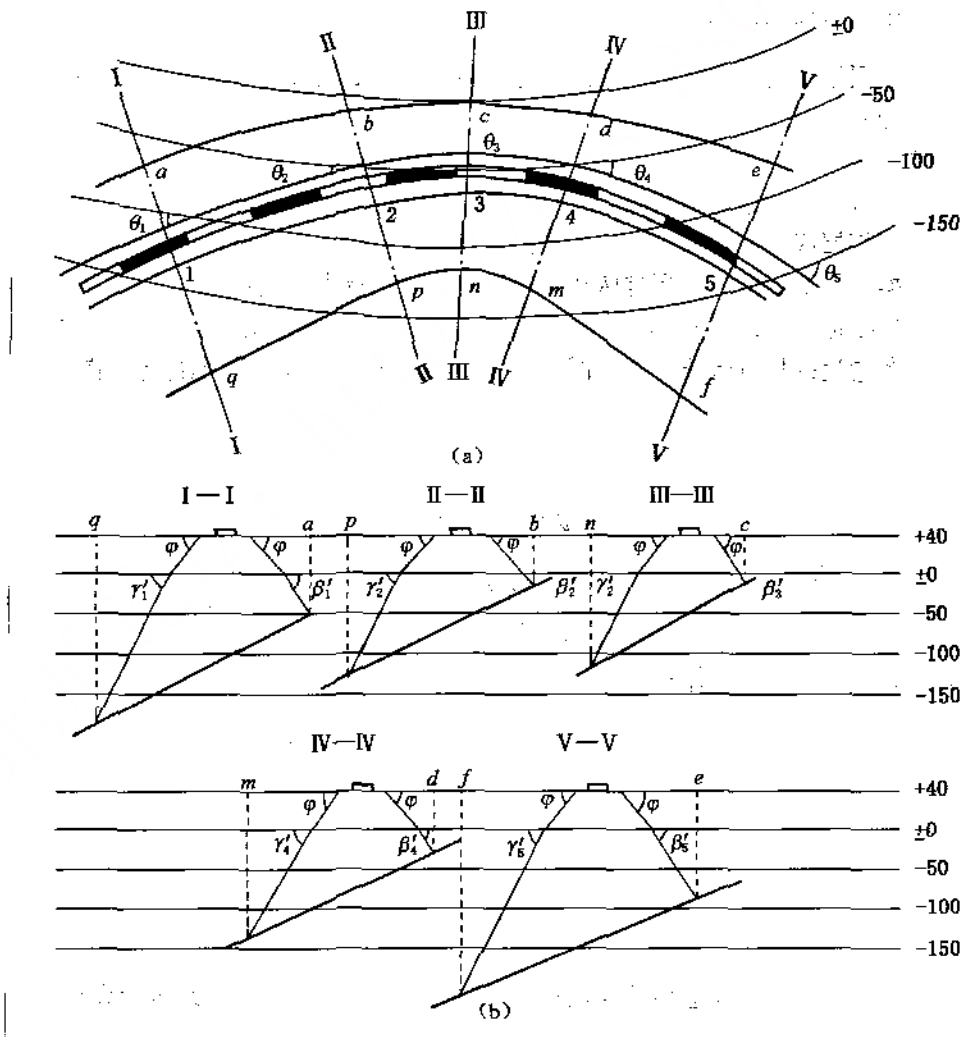


图6—6 铁路下开采保护煤柱的留设

a—平面图；b—剖面图

第三节 采掘计划图

一、概述

为了保证矿井的生产和建设按计划进行，必须合理配采，以保证矿井的井巷掘进和回采两大生产环节的协调和平衡。为此，应科学地安排矿井掘进和回采的年度计划，编绘合理的采掘计划图。

矿井采掘计划图有两种：一种是水平开拓掘进计划图，另外一种是煤层采掘计划图。矿井采掘计划图的主要内容包括：矿井年度采煤、掘进工作面的安排、水平和采掘工作面的接续、各掘进队和回采队年度内各月、季工作地点及接续关系。

二、水平开拓掘进计划图

水平开拓掘进计划图是在水平主要巷道平面图、煤层底板等高线图、矿井开拓设计图的基础上编绘的。

1. 绘制步骤

(1) 根据水平主要巷道平面图绘出已经开拓的巷道和硐室。

(2) 根据煤层底板等高线图和矿井开拓系统图绘出计划开拓的巷道和硐室。

(3) 根据生产实际情况（掘进队和回采队的数目，技术、设备装备情况，生产技术条件，施工队素质量等）及矿井水平间和采区间正常接续的原则，编绘巷道开拓掘进计划，并在图上注明各巷道的掘进起止日期。图6－7所示为某矿的水平开拓掘进计划图。

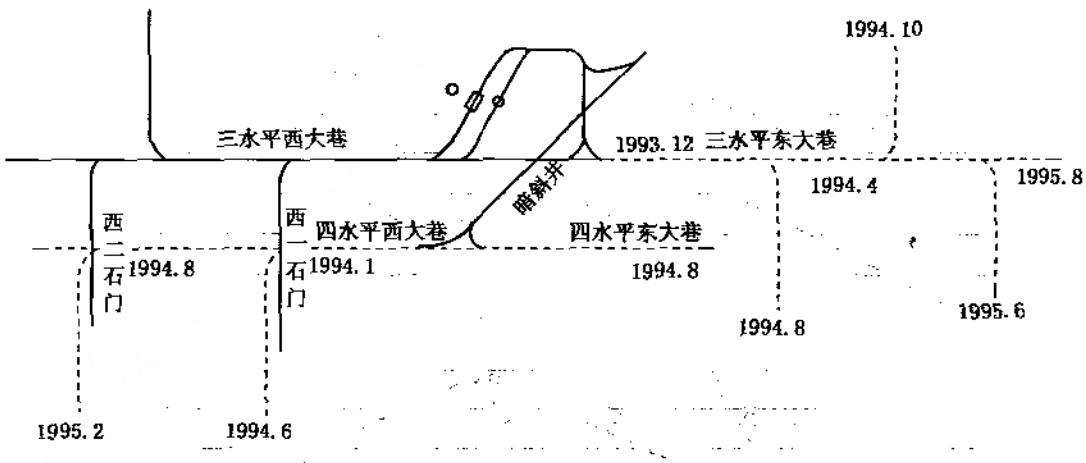


图6－7 某矿的水平开拓掘进计划图

在水平开拓掘进图中巷道用单线表示，实线为已掘出的巷道，虚线表示设计的开拓巷道，各处的日期表示各巷道在该时间计划掘进的位置。

2. 水平开拓掘进计划图的主要用途

(1) 为相关部门编制年度掘进计划、掘进投资和材料计划提供依据。

(2) 用于安排、组织施工，检查施工进度等，以便保证按计划完成工程项目。

(3) 用于分析、检查水平间和采区间的接续平衡关系，以保证全矿井的配采合理性。

三、煤层采掘生产计划图

煤层采掘生产计划图是在煤层采掘工程平面图、煤层底板等高线图和煤层采区设计方案图的基础上编绘的。

1. 煤层采掘生产计划图的编绘步骤

(1) 根据煤层采掘工程平面图绘制已经掘出的采区巷道和已经回采的工作面。

(2) 根据底板等高线图和采区设计方案图绘制未采掘的部分，主要包括采区的划分、回采工作面的布置、需要掘进的准备巷道和回采巷道等。

(3) 根据市场对煤炭的需求量，结合本矿的生产实际情况，生产技术条件等，编制煤层采掘计划。如安排各掘进工作面的掘进日期、位置，各回采工作面的回采日期、顺序和位置，采掘工作面的接替顺序和时间等。

图6—8所示为某矿某一煤层的采掘计划图（局部）。为了能更清晰地了解采掘计划内容，应按回采工作面编号顺序编制表格，表中主要内容：煤层倾角、厚度，煤的视密度，可采煤量、准备煤量、开拓煤量，采掘方法，采出率、掘进进尺，巷道断面，平均产量、总回采煤量，以及工作面接替顺序等。

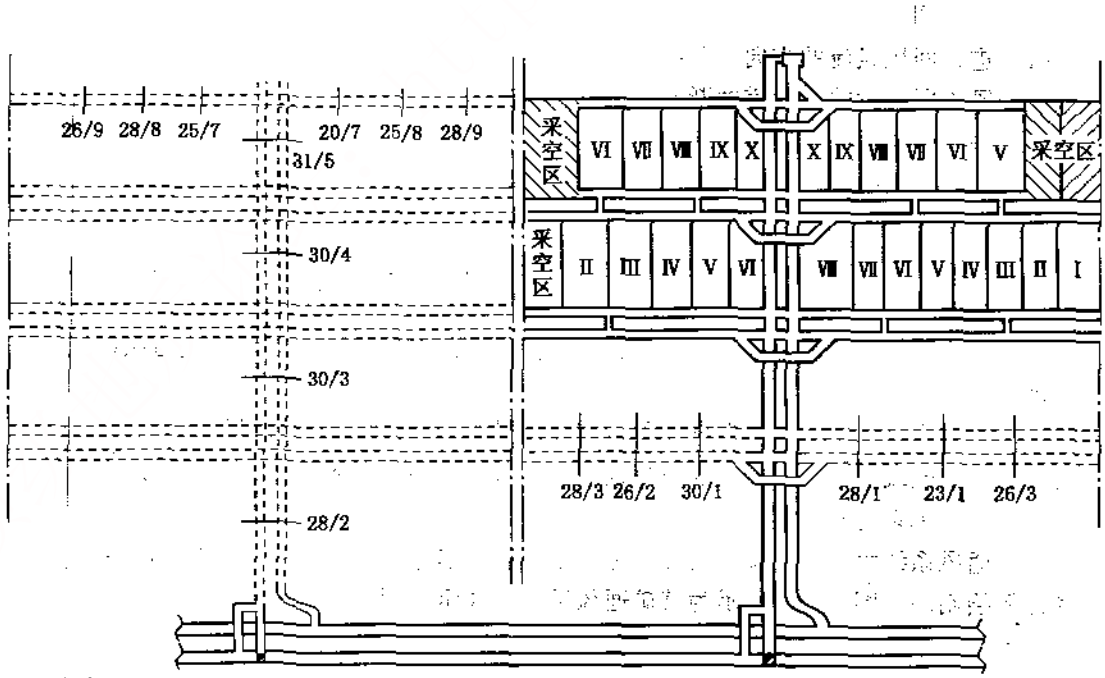


图6—8 煤层采掘生产计划图

2. 煤层采掘计划图的应用

(1) 作为编制矿井年产量计划和采掘材料预算的依据。

(2) 合理确定“三量”关系，正常组织、安排掘进和回采工作，掌握采区和工作面的接替情况。

(3) 了解各巷道掘进计划和工作面回采计划及完成情况，以便正确地指挥、协调生产。

第四节　煤矿生产系统图

为便于煤矿生产管理，矿井各部门需要专用的生产系统图，如通风系统图、运输系统图、排水系统图、供电系统图、压气系统图，防尘管路系统图、电气设备布置图、监控设备布置图以及避灾线路图等。这类图纸一般是在采掘工程平面图的基础上绘制的，有时直接在采掘工程平面图上填绘，有时用示意图的方法绘制。下面介绍几种常用的生产系统图。

一、通风系统图

1. 概述

通风系统图是为全矿井各开采水平、各煤层和各采区的通风与安全管理而绘制的综合性图纸。它是根据矿井开拓、采区巷道布置及确定的通风系统，在采掘工程平面图的基础上绘制的反应矿井通风系统的示意图。

通风系统图主要包括以下内容。

(1) 进、回风风流的方向、路线。

(2) 风流所通过的各巷道净断面、风量、风速。

(3) 井下通风设备和通风构筑物所在位置。

(4) 火区、瓦斯煤岩突出区的位置和范围，以及防火、防尘设施的分布地点。

2. 通风系统图的分类

按照图的绘制方法的不同，通风系统图一般分为通风系统平面图、通风系统示意图和通风系统立体示意图3种。

(1) 通风系统平面图　是直接在采掘平面图上填绘各种专用符号而反映通风系统内容的图纸。

(2) 通风系统示意图　对此图不要求严格按照各巷道的实际位置、尺寸和比例绘制，以避免各巷道重叠或交错，只要求能清楚地表示出各巷道在通风系统中的相互关系。图6—9所示为某矿通风系统示意图。

(3) 通风系统立体示意图　是根据采掘工程图中各巷道相对位置，用轴测投影法，按大致比例绘制的。图6—10所示为某矿通风系统立体示意图。

3. 通风系统图的应用

(1) 了解风流路线、通风设备和通风构筑物的位置，以便发生通风问题时，能够及时采取措施进行处理。

(2) 检查通风路线和风量分配的合理性，以便及时对通风系统和风量进行调整。

(3) 根据各段巷道负压消耗量，可判定巷道是否需翻修、改建及其工作量。

(4) 作为编制年度通风计划和远景规划的基础资料。

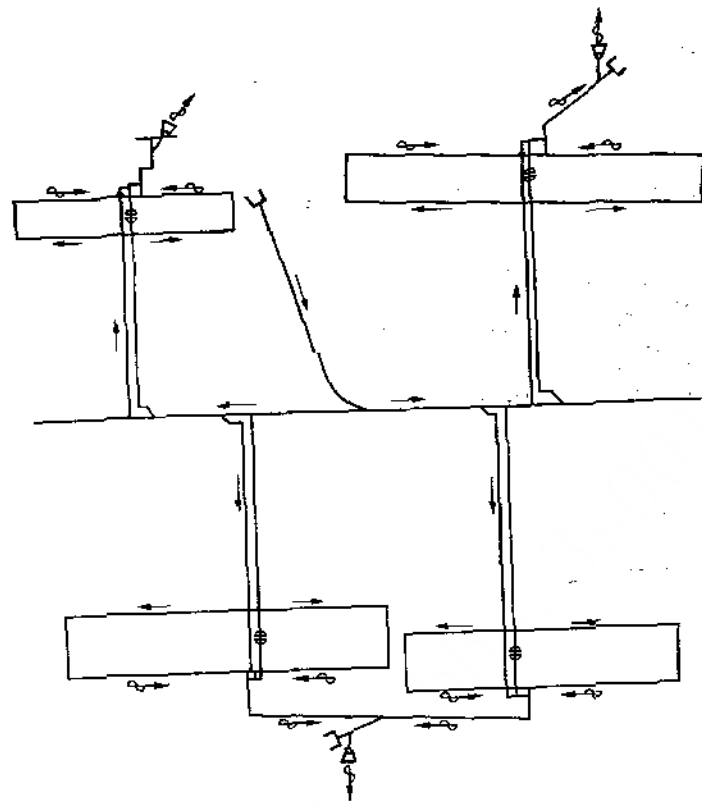


图6—9　通风系统示意图

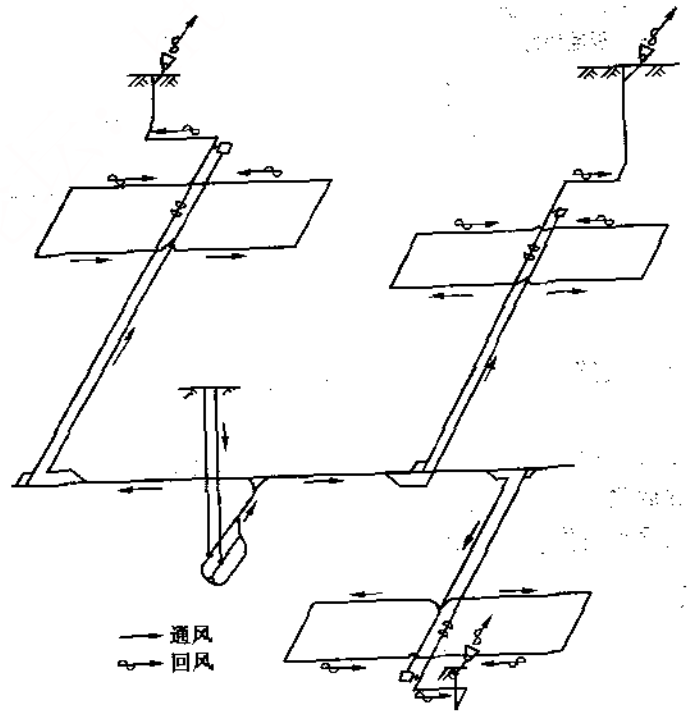


图6—10　通风系统立体示意图

二、运输系统图

1. 概述

运输系统图是表示井下运输情况的综合性图纸。该图可用专用符号直接在采掘工程平面图上填绘；也可采用示意的形式，表示出各巷道运输系统相互关系。图6—11所示为某矿的运输系统示意图。

运输系统示意图包括以下内容。

(1) 井筒的提升方式、提升设备及提升能力；

(2) 井底车场的通过能力；

(3) 各段巷道的坡度、运输距离、提升运输方式及能力。

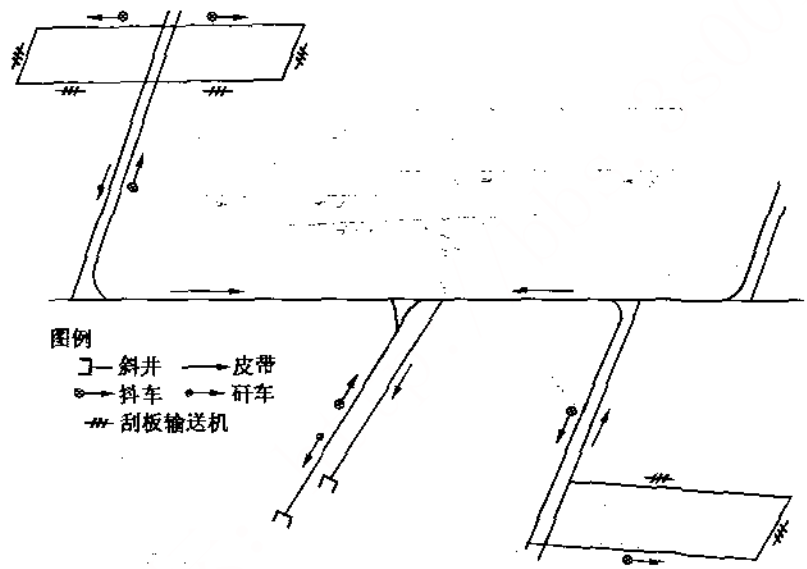


图6—11 某矿运输系统示意图

2. 运输系统示意图的应用

(1) 根据井下运输线路、运输方式，以及设备和通过能力等情况，指挥、谐调井下运输工作。

(2) 分析井下运输系统的合理性，以便简化、优化运输系统，提高提升运输效率。

(3) 为编制年度运输计划及远景规划提供资料依据。

(4) 为运输图表管理提供参考资料。

三、排水系统图

1. 概述

排水系统一般用示意图表示。图6—12所示为某矿排水系统示意图。

排水系统图包括以下内容。

(1) 用专用符号表示出排水线路，管道规格、长度及排水量。
(2) 注明排水设备及位置，各地段的涌水量及水仓的容量等。

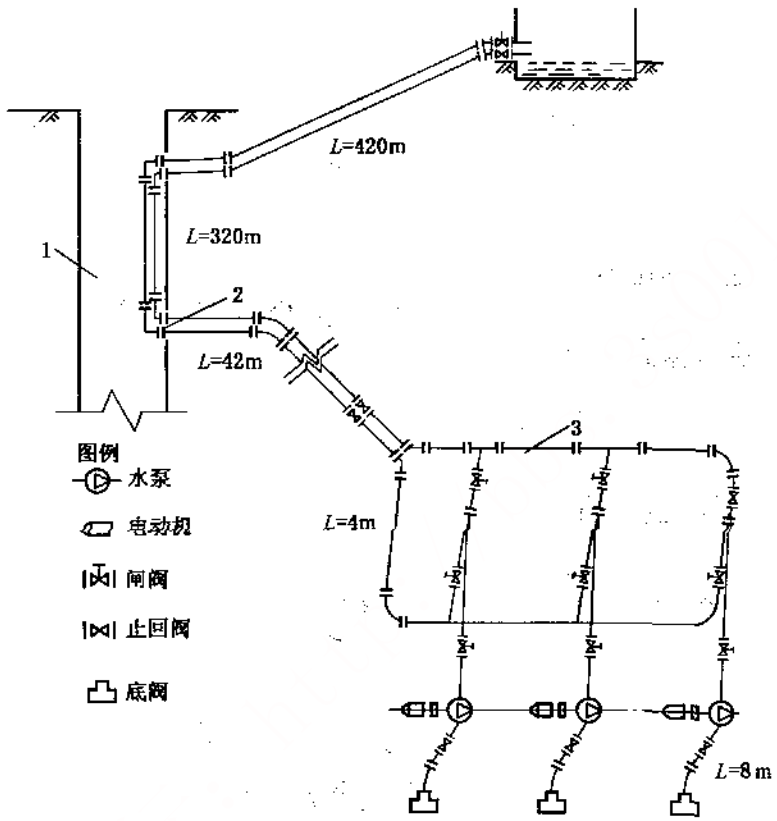


图6—12 某矿排水系统图

2. 排水系统图的应用
(1) 了解井下排水设备、线路、能力等情况，以便分析、解决矿井排水问题。
(2) 检查排水设备、线路的合理性，以便采取措施，提高排水系统的效率。
(3) 为编制矿井年度排水计划和远景计划提供依据。
(4) 作为井下防治水、处理井下水灾的参考资料。

四、供电系统图

井下供电系统用示意图表示。在井下供电系统图中，不表示井下各巷道的相对位置关系，只表示井下的供电线路、供电设备型号、电缆规格、长度等情况。这种图件供矿井主管供电工作的人员了解井下供电情况，管理、研究和解决井下供电的有关问题，保证井下供电系统正常运转。图6—13所示为某矿中央变电所供电系统示意图。

五、井下通信系统图

井下通信系统图用示意图表示。在通信系统图中，不表示各巷道的相对位置关系，只

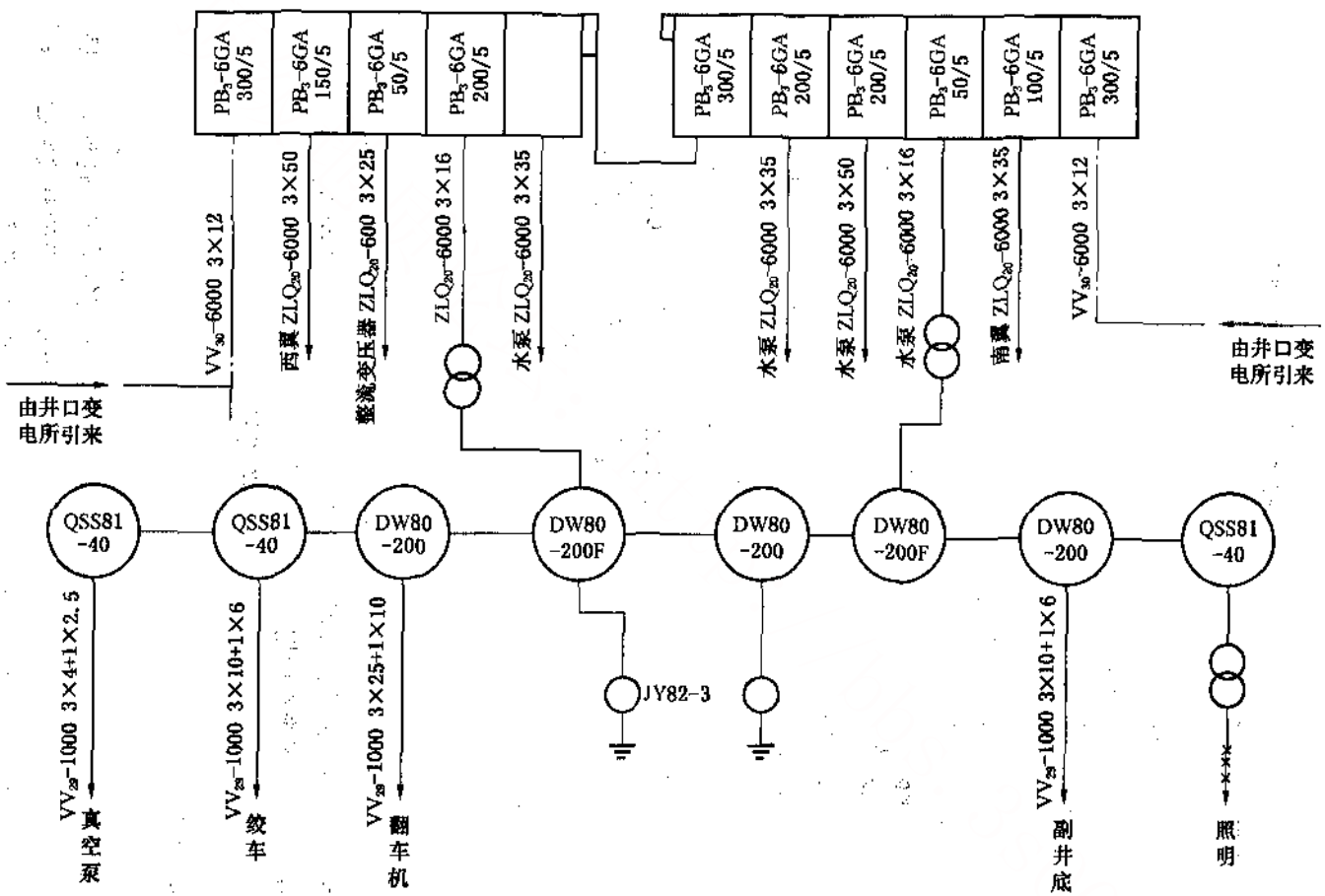


图6—13　中央变电所供电系统示意图

表示井下的通信线路及通信设备等情况。这种图供矿井主管通信工作的人员了解井下通信情况，管理、研究并解决井下通信有关问题，保证井上、下联络畅通。图6—14所示为某矿通信系统示意图。

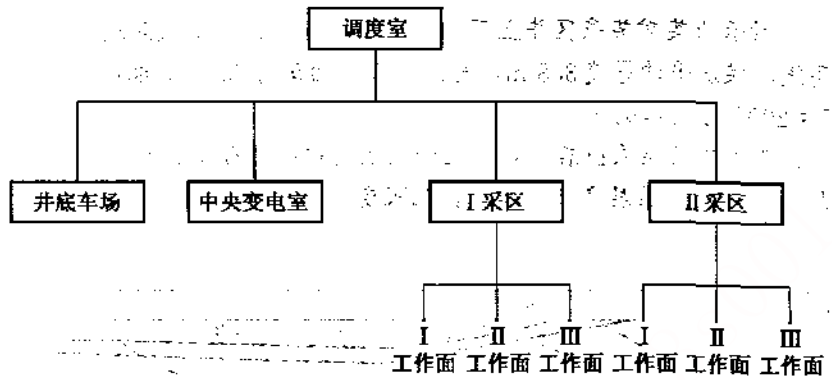


图6—14　某矿通讯系统示意图

复习思考题

1. 煤矿的其他矿图主要包括哪些？

2. 什么叫井上下对照图？并说明其绘制方法。试述井上下对照图的内容，并举例说明它的用途。

3. 什么叫主要保护煤柱图，并说明其绘制方法。

4. 简述通风系统图的主要内容、种类及用途。

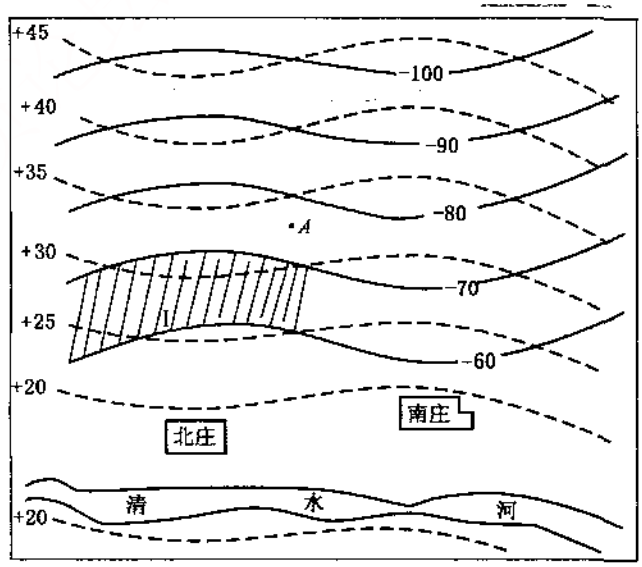


图6—15　井上下对照图

5. 图6—15所示为某矿井上下对照图（局部），虚线为地形等高线，实线为煤层底板等高线，煤层厚度为35 m，岩层上山移动角为65°，图的比例为1∶2000，试求：

（1）A点的开采深度。

（2）井下Ⅰ工作面采空后是否会影响到村庄。

6. 图6—16所示为某矿某采区井上下对照图（局部）。图中虚线为地形等高线，实线为煤层底板等高线，煤层平均厚度3.8 m，岩层上山移动角为75°，试求：

（1）按1∶2000比例作剖面Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ。

（2）当Ⅰ、Ⅱ工作面煤采出后，对李庄和王庄的建筑是否有影响？

（3）在B点打钻孔至煤层底板，求此钻孔深度。

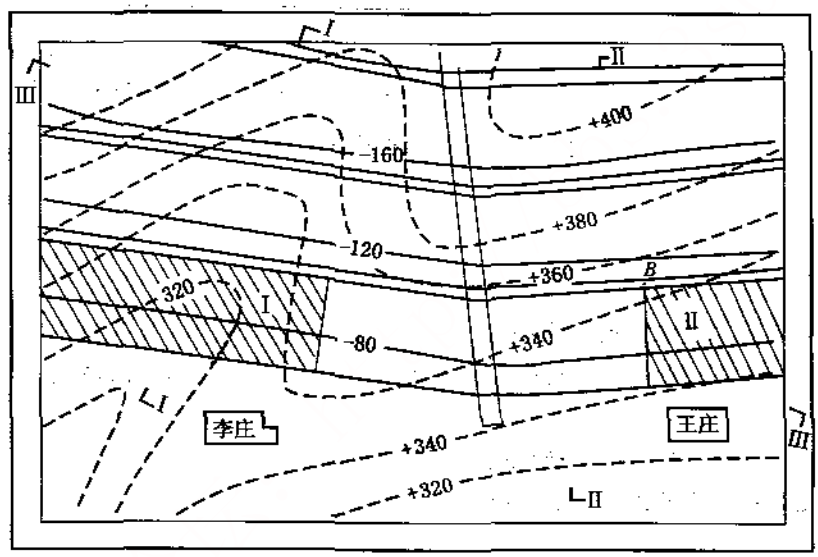


图6—16 某采区井上下对照图

参 考 文 献

1 周冠军编. 矿图. 北京：煤炭工业出版社，1993

2 李世林编. 地形图绘制，北京：测绘出版社，1995

3 白裕良编. 矿山测量，北京：煤炭工业出版社，1996

4 地形图图式，北京：测绘出版社，1988

5 煤矿地质测量图例. 北京：煤炭工业出版社，1989

6 张荣立，等，主编. 采矿工程设计手册. 北京：煤炭工业出版社，2003

图书在版编目（CIP）数据

矿图/刘俊荷主编．—北京：煤炭工业出版社，2005
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7—5020—2688—6

Ⅰ．矿…　Ⅱ．刘…　Ⅲ．矿山—工程制图—专业学校—教材　Ⅳ．TD171

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第053473号

煤炭工业出版社　出版
（北京市朝阳区芍药居35号　100029）
网址：www.cciph.com.
煤炭工业出版社印刷厂　印刷
新华书店北京发行所　发行

开本787mm×1092mm 1/16　印张11　插页1
字数251千字　印数1—2,000
2005年8月第1版　2005年8月第1次印刷
社内编号5459　定价20.00元

版权所有　违者必究
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，本社负责调换

责任编辑：袁　筠　田　园
封面设计：安德馨

- ★ 采矿生产技术
- ★ 巷道施工技术
- ★ 矿井通风技术
- ★ 矿山安全技术
- ★ 矿井巷道布置
- ★ 矿压测控技术
- ★ 矿 山 地 质
- ★ 矿山测量技术
- ★ 矿 山 机 械
- ★ 矿山电气设备使用技术
- ★ 矿　　图
- ★ 煤矿企业与区队管理



ISBN 7-5020-2688-6

9 787502 026882 >

ISBN 7-5020-2688-6/TD171
社内编号：5459　　定价：20.00 元