全国煤炭高等职业教育采矿工程类规划教材

矿图

主　编　冯耀挺　闫光准
副主编　张民权　朱润生

煤炭工业出版社

全国煤炭高等职业教育采矿工程类规划教材

矿图

主　编　冯耀挺　闫光准
副主编　张民权　朱润生

煤炭工业出版社
·北　京·

内 容 提 要

本书是全国煤炭高等职业教育采矿工程类规划教材之一。

本书介绍了矿图基本知识，矿图投影原理，地质测量图，采掘工程设计图，生产管理图，安全工程图及煤矿生产系统图的识读及绘制方法。

本书是煤炭高等职业技术院校、高等专科院校煤矿开采技术专业、矿井通风与安全专业和其他采矿工程类相关专业的通用教材，也可作为中等专业学校、成人教育学院和技工学校采矿工程类各专业的教学用书，同时可供煤炭企业经营管理人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

矿图/冯耀棣，闫光准主编．—北京：煤炭工业出版社，2005

全国煤炭高等职业教育采矿工程类规划教材

ISBN 7-5020-2744-0

Ⅰ.矿… Ⅱ.①冯…②闫… Ⅲ.矿山-工程制图-高等学校：技术学校-教材 Ⅳ.TD171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 085047 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.cn
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14 1/2
字数 347 千字 印数 1—6,000
2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷
社内编号 5525 定价 26.00 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

全国煤炭高等职业教育采矿工程类规划教材
编 审 委 员 会

主　任：曹允伟

副主任：郭奉贤　李永怀　吴再生

秘书长：王晓鸣

委　员(按姓氏笔画排列)：

王文光　王正荣　王以功　王永安

王春城　付春生　冯耀挺　李天和

吕梦蛟　吕智海　闫光准　刘禄生

刘殿武　汪佑武　张乃新　张荣国

张登明　张德琦　陈　雄　桂和荣

涂国志　杨春华　胡贵祥　胡喜平

耿献文　郝临山　龚琴生　董　礼

简军峰　靳建伟　熊崇山　魏胜利

前　言

随着国民经济建设的高速发展，煤炭科学技术的不断进步，煤炭工业作为我国重要能源基础工业的地位得到了进一步提升。煤炭工业的发展不仅影响着电力、冶金、化工、建材等行业的发展，而且影响整个国民经济的发展。因此，作为为煤炭行业培养生产、建设、管理和服务第一线的高等技术应用性人才的煤炭高等职业教育，其任务十分艰巨。为了解决目前煤炭高等职业教育教材短缺问题，满足各学校教学急需，根据2003年10月在北京召开的全国煤炭高等职业教育教材工作会议的精神，我们编写了煤炭高等职业教育规划教材《矿图》一书。

本书是按照由陕西能源职业技术学院、山西长治职业技术学院、山西工业职业技术学院、山西煤炭职业技术学院、江西工业工程职业技术学院等院校组成的全国煤炭高等职业教育采矿工程类《矿图》教材编写组2003年12月在陕西能源职业技术学院审定的《矿图》教材编写大纲编写的。

教材内容以煤炭高等职业教育定位及人才培养目标为宗旨，依据国家有关煤炭行业法律、法规、规范、标准等对矿图的要求和采矿工程类专业学生应具备的矿图知识及技能要求设置的。教材努力贯彻素质教育精神，着力培养学生的实用能力；尽力联系煤炭行业矿图使用现状，把教材的基本内容与生产实际和教学实践相结合，增强实用性；力求充分吸取新的科学技术成果、大力培养学生的科学态度和创新意识。教材中选用了大量的煤矿实际使用的矿图，具有较强的实用性。

本书由冯耀挺、闫光准任主编，张民权、朱润生任副主编。具体编写分工如下：冯耀挺（绪论、第七章），梁富生（第一章第一节～第六节、第二章），朱润生（第一章第七节～第八节、第五章、第六章），余斌（第三章），张民权（第四章），杨相海（第八章）。全书由冯耀挺、闫光准统稿。

在本书编写过程中，得到了中国矿业大学（北京）教材编审室、陕西能源职业技术学院及其他编者所在学院的大力支持，在此表示衷心的感谢。

在本书编写过程中，借鉴和参阅了有关教材、专著、设计文件及煤矿生产工程图等资料，特向文献作者表示感谢。

由于时间仓促，加之水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编　者

2004年12月

目 录

绪论 …… (1)
第一章 矿图基本知识 …… (4)
第一节 矿图概述 …… (4)
第二节 点的坐标及高程 …… (5)
第三节 直线的方位角和象限角 …… (13)
第四节 矿图制图基本知识 …… (17)
第五节 矿图坐标网和高程线的绘制 …… (30)
第六节 图形符号 …… (32)
第七节 图号 …… (33)
第八节 绘图仪器、工具及其用法 …… (38)
技能训练 …… (44)
第二章 矿图投影基本知识 …… (45)
第一节 投影概述 …… (45)
第二节 正投影 …… (46)
第三节 标高投影 …… (46)
第四节 轴测投影 …… (57)
技能训练 …… (61)
第三章 井田区域地形图 …… (63)
第一节 概述 …… (63)
第二节 地形等高线 …… (64)
第三节 井田区域地形图的识读 …… (69)
第四节 井田区域地形图的应用 …… (69)
第五节 工业场地平面图 …… (74)
技能训练 …… (75)
第四章 煤矿地质图 …… (77)
第一节 井田地形地质图 …… (77)
第二节 煤层底板等高线图 …… (84)
第三节 垂直地质剖面图 …… (101)
第四节 水平地质切面图 …… (105)
第五节 钻孔柱状图、综合柱状图、煤岩层对比图 …… (107)
技能训练 …… (112)
第五章 采掘工程设计图 …… (118)
第一节 井田开拓方式图 …… (118)

第二节 采区巷道布置图 …… (124)
第三节 采煤工作面布置图 …… (130)
第四节 井巷工程施工图 …… (136)
技能训练 …… (138)
第六章 采掘工程生产管理图 …… (142)
第一节 采掘工程平面图 …… (142)
第二节 采掘工程立面图 …… (152)
第三节 采掘工程层面图 …… (154)
第四节 水平主要巷道布置平面图 …… (159)
第五节 采掘工程计划图 …… (160)
技能训练 …… (163)
第七章 安全工程图 …… (167)
第一节 矿井通风系统图及网络图 …… (167)
第二节 安全管路系统图 …… (176)
第三节 矿井安全监测系统图 …… (184)
第四节 井下避灾路线图 …… (187)
技能训练 …… (189)
第八章 矿井其他矿图 …… (191)
第一节 井上下对照图 …… (191)
第二节 保护煤柱图 …… (194)
第三节 煤矿生产系统图 …… (199)
附录 …… (204)
参考文献 …… (223)

绪　论

一、概述

煤炭工业是我国重要的基础产业。尽管近年来随着国民经济建设的发展和综合国力的提高，石油、天然气、水电和核电等有了较大发展，但煤炭在我国一次能源生产和消耗构成中仍占70%左右，并且在未来相当长的时间内，以煤为主的能源供应格局将不会有根本性的改变。

煤炭是一种不可再生的资源，蕴藏于地壳中，其开发的过程相当复杂，必须经过地质勘查、设计、建设、试生产四个过程，才能实现煤炭的正规生产。地质勘查，是地质部门采用遥感地质调查、地质填图、坑探工程、钻探工程和地球物理勘查等技术手段，完成一系列的地质勘查工作，诸如预查、普查、详查和勘探。查明煤炭资源的赋存情况，如地层、地质构造、煤层特征、煤质性能、水文地质、开采技术条件、煤炭资源/储量等，编制反映煤田、矿区和井田各种地质特征的相互关系、变化规律和勘查工程等相关资料的各种地质图件，即煤炭地质勘查图。设计是煤矿设计部门根据地质资料，依据国家煤炭工业技术政策，完成矿区或矿井设计。根据国家建设项目工程设计规定，按照设计的不同阶段（矿井建设可行性研究、矿井初步设计、矿井施工图设计、矿井施工组织设计）编制完成相应的工程设计图纸，如原能源部基建司1990年10月1日颁发的《煤炭工业矿区总体设计编制内容》规定图纸21张，《煤炭工业矿井初步设计编制内容》规定图纸76张，国家煤矿安全监察局2001年6月27日颁发的《煤矿初步设计安全专篇编制内容》规定图纸12张。建设是施工单位根据矿井设计施工图纸进行施工，完成矿井达到设计规模时生产所需要的全部工程。矿井经试生产，由建设单位根据矿井设计的井田开拓方式、采区巷道布置、采煤方法等有关技术要求进行正规生产。由于地质勘查所存在的某些局限性，在矿井建设和生产过程中，实际揭露的煤层产状、地质构造、煤质和开采技术条件等情况往往与原地质勘查部门提供的地质图纸有所差异，因而需对实际的地质状况进行补充测量，对原地质图进行修改。矿井实际生产中的采掘工程图因地质条件变化等诸多因素影响，也大多与原设计单位设计的开拓、开采布置图有较大差别，也需进行调整或重新规划设计。因此，在煤炭的勘查、设计、建设和生产的各个阶段都离不开图纸。人们把为煤炭开发、生产服务的地质测量图、设计工程图、生产管理图统称为矿图，它是煤炭开发建设、生产管理的重要技术资料。

不同的矿图反映不同的内容，具有不同的作用。从地质测量图中可以了解煤炭资源地质状况，分析资源的可靠性和经济性，地质测量图是编制矿井设计、制定生产计划、指导采掘生产及矿产资源/储量管理等的主要依据。从设计图中可以了解煤炭资源合理开发方案、煤炭生产环节及生产工艺，分析煤炭开发方案技术上的可行性及经济上的合理性。矿井设计图是煤炭建设的基础，是指导矿井建设和生产的纲领，设计的优与差在很大程度上影响着矿井投产后的生产和经济效益。从生产管理图中可以了解矿井生产现状、技术装备水平和安

全装备水平。矿井生产管理图是科学地管理和指挥生产,合理地安排生产计划,制定灾害防治措施和方案的必备资料。所以,一套完整的矿图可以从不同侧面反映一个煤炭企业可持续发展的能力及潜力。矿图也是展示一个煤炭企业形象的窗口,是评价一个煤炭企业综合实力的重要资料。

矿图是煤炭行业共同的技术"语言"。不懂得矿图这门语言,就无法读懂煤炭地质勘查资料;无法掌握某个煤田,或某个矿区或某个井田的煤炭资源状况;无法表达自己的设计构思;无法领会别人的设计意图;无法进行工程技术交流;无法指导矿井生产。所以,作为未来煤炭企业的工程技术人员,必须学习有关矿图基本知识,并经过严格地训练,使之具备阅读和绘制煤矿工程图的能力。

二、《矿图》课程的主要内容、目的和任务

1.《矿图》课程的主要内容

《矿图》课程是为培养煤炭行业生产、建设、管理和服务第一线需要的高等采矿工程专业技术应用性人才而开设的一门技术基础课。课程的主要内容是:

(1) 矿图基本知识。主要介绍点的坐标和直线的方位角,矿图制图的基本知识。

(2) 矿图投影基本知识。主要介绍标高投影及轴测投影。

(3) 井田地质图。主要介绍井田区域地形图和煤矿地质图的特征、识读方法及绘制方法。

(4) 采掘工程设计图及采掘工程生产管理图。主要介绍井田开拓方式图、采区巷道布置图、采掘工程平面图等矿图的特征、识读方法及绘制方法。

(5) 安全工程图。主要介绍矿井通风系统图、安全管路系统图等矿图的识读方法及绘制方法。

(6) 煤矿生产系统图。主要介绍煤矿井下运输系统图等矿图的图示内容及其用途。

2.《矿图》课程的目的和任务

《矿图》课程的目的是培养学生识读矿图的能力;培养学生的空间想象力;经过系统性地学习矿图绘制原理及方法,使学生能够熟练地绘制各种常用矿图。

主要任务是:使学生熟悉有关矿图制图标准,正确使用常用绘图工具和仪器,熟练掌握制图技巧;使学生掌握矿图的基本知识和基本原理;使学生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,学会利用矿图管理和指导煤矿生产的基本方法。

三、学习《矿图》课程的方法

(1)《矿图》课程与《煤矿地质》、《矿山测量》、《煤矿开采方法》、《井巷工程》、《矿井通风》、《煤矿安全》等课程有密切的联系。《矿图》中所涉及到的原始资料的测量及计算、煤层产状及地质构造的一般规律研究和采矿工程中的一些技术原则和决策,由相应的有关课程来论述。因此要学好《矿图》,首先应先学好上述几门课程,以促进和提高《矿图》课程学习的效果。

(2) 投影知识是识读、绘制和应用矿图的基本原理,是矿图的理论基础。掌握了标高投影原理,无论碰到多么复杂的图纸,都会一目了然。因此,应重点学好矿图投影基本知识。

(3) 矿图大多采用平面工程图来反映图示内容的空间关系,图样较为复杂,应养成多观察、多思考、多动手的学习方法,培养空间想象力。

(4) 图纸上的每一个数字、每一个符号、每一根线条都和煤矿工程息息相关,识读矿图

时应认真仔细、一丝不苟，以此培养严肃认真的工作作风和敬业精神。

(5) 尽管矿图的基本原理简单易懂，但要学会和运用这些基本原理去识读和绘制矿图，还要经过严格的训练。

第一章 矿图基本知识

矿井生产离不开矿图。要识读、使用和绘制矿图，则需要了解矿图的概念、分类和用途，掌握地理坐标、平面直角坐标、高程等基础知识，掌握直线方位角、象限角的概念并能进行直线的定向工作，熟悉各种绘图工具、仪器的使用方法，了解采矿 CAD 的基本知识，掌握绘制矿图的基本知识。

第一节 矿图概述

一、矿图的概念

在矿井设计、施工和生产管理等工作中，需要绘制和应用一系列图纸。人们把为煤炭开发、生产服务的地质测量图、设计工程图、生产管理图等统称为矿图。矿图是煤矿企业非常重要的技术资料，是设计、施工和生产的主要技术依据。

二、矿图的分类

一个生产矿井必须具备的图纸一般可分为三大类：地质测量图、设计工程图和生产管理图。

(一) 地质测量图

地质测量图分为地质图和测量图。

1. 地质图

根据地质勘查资料和井下地质编录资料经分析推断而绘制的主要反映煤层产状、地质构造、水文地质及资源/储量计算等内容的图纸，称为地质图。

地质图是矿井设计、建设和生产的主要依据。

常用的地质图有：井田地形地质图、井田煤层底板等高线图、各种地质剖面图、各种柱状图、煤岩对比图、井田水文地质图和资源/储量计算图等。

2. 测量图

根据地面和井下实际测量的资料绘制而成的图纸，称为测量图。由于矿井采掘情况不断变化，因而测量图是随着矿井的开拓、掘进和回采等工作逐步测量并填绘的。

测量图主要反映矿井地面的地物、地貌情况，井下各种巷道和硐室的空间位置，煤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情况。

常用的测量图有：井田区域地形图、工业场地平面图、采掘工程平面图、水平主要巷道平面图、采掘工程立面图、井上下对照图和主要保护煤柱图等。

(二) 设计工程图

由设计部门设计并绘制的一系列图纸，称为设计工程图。

煤矿设计包括矿井新井建设设计、矿井改扩建设计、矿井水平延深设计、采区设计和单项工程设计等。每种类型的设计都必须按其不同设计阶段的要求绘制一系列图纸用以说明设计方案和设计内容。

(三) 生产管理图

在矿井生产管理过程中,用于指导日常生产工作的主要图纸称为生产管理图,如采掘工程平面图,采掘计划图和各类安全、生产系统图等。

三、矿图的用途

正确地进行矿井设计,科学地管理和指挥生产,合理地安排生产计划,及时地制定灾害预防措施和处理方案等工作,都离不开矿图。矿图是煤矿建设和生产的工程技术语言,一个煤矿技术人员,只有掌握矿图的基本知识,才能够正确识读、应用和绘制矿图。

第二节　点的坐标及高程

在矿区内,地面上各种地物分布和地貌形态,井下各种地质构造特征和煤层产状,各种巷道和硐室位置及空间关系等,都是多种多样、高低起伏的,而它们的几何形状和位置,可以由一些特征点来确定。例如,一栋楼房的几何形状和平面位置,可由这栋楼房的一些特征点所连成的房屋轮廓折线来表示,如图 1-1(a)所示。如果能确定 1、2、3、4、···等特征点的平面位置,这栋楼房的几何形状和平面位置也就确定了。

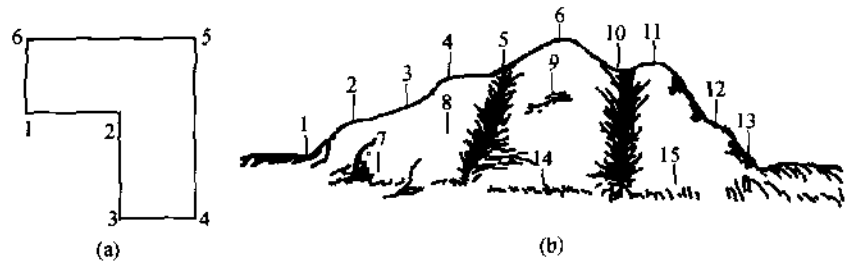


图 1-1　楼房轮廓和地面起伏特征点

同理,地面高低起伏的变化情况,可以用地面坡度变化点所组成的折线表示,如图 1-1(b)所示。只要把 1、2、3、4、···各点的高低和平面位置确定了,地面变化的情况也就反映出来了。

因此,测绘矿图和设计矿图都是从点开始的。测绘矿图,首先找出被测对象的特征点,如地面建筑物的拐角点,道路的交叉点,地表坡度的变化点,井下巷道中心线的转折点、交叉点等,确定了这些点的位置,把这些点绘制在图纸上,再把有关的特征点连接起来,就可绘出所需要的图形了。如图 1-2(a)所示,先在测区内选择若干有控制意义的点 A、B、C、D、···,测定这些点的位置,然后再根据这些点测定附近地物、地貌的特征点,从而绘成了地形图〔图 1-2(b)〕。

确定特征点的位置,是指确定它的平面位置和高低位置。点的平面位置一般用坐标来表示,点的高低位置一般用高程来表示。坐标系统有地理坐标系、平面直角坐标系和假定平面直角坐标系。

一、地理坐标系

在大的范围内测绘矿图时,某点在地球表面的位置通常是用经度和纬度来表示的,某点的经度、纬度,称为该点的地理坐标。为了说明地理坐标的概念,首先介绍一下有关地球表面的基本面和线。

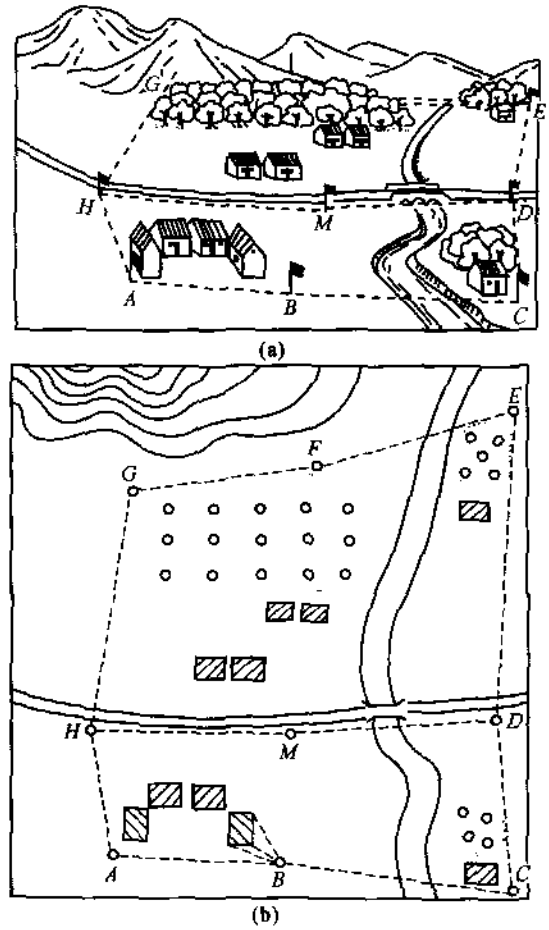


图 1－2 地形图测绘

地球是一个半径很大的近似球体，如图 1－3 所示。PP_1 为地球的自转轴，称为地轴。P 表示地球的北极(N)，P_1 表示地球的南极(S)。通过地球中心且与地轴垂直的平面，称为赤道平面，赤道平面与地球表面的交线，称为赤道。垂直于地轴而不通过球心的平面与地球表面的交线称为纬线。

通过 PP_1 地轴和地球表面上任一点 L 的平面，称为通过 L 点的子午面。子午面与地球表面的交线，称为子午线，又称经线。国际上把通过英国格林尼治天文台附近的一特定点的子午面，称为首子午面，该面和地球表面的交线，称为首子午线，以此作为经度计算的起点。

通过地球表面上任一点 L 的子午面与首子午面所组成的二面角，称为 L 点的经度，用 λ 表示。经度由首子午面算起，向东向西量度，由 0°～180°，首子午面以东者，称为东经，以西者称为西经。同一子午线上的点其经度相等。

通过 L 点的铅垂线和赤道平面所成的夹角，称为 L

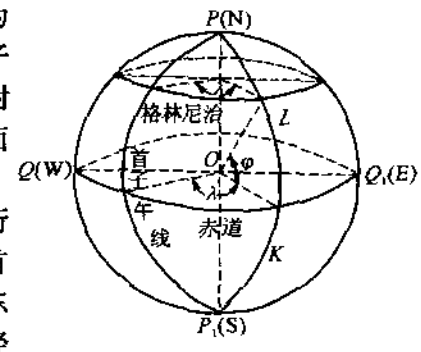


图 1－3 地理坐标

点的纬度，用 φ 表示。纬度由赤道算起，向南向北量度，由 0°～90°，在赤道以北者，称为北纬，以南者称为南纬。同一纬线上各点的纬度相等。

经线和纬线，一纵一横，互相交织，构成的网格，称为经纬网格，如图 1－4 所示。地球表面任一点的位置，就是用该点的经度和纬度来表示的。这种表示点在地球表面上位置的方法，称为地理坐标法。例如，北京某点的地理坐标是东经 116°28′，北纬 39°54′。

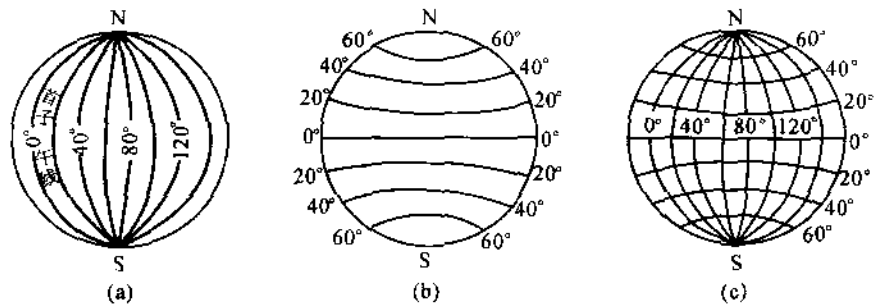


图 1－4　经纬网格的建立

(a) 经线；(b) 纬线；(c) 经纬网格

二、平面直角坐标系

在矿图测绘中，用地理坐标来确定地面点位很不方便，因此，通常采用平面直角坐标系来表示点位。

(一) 平面直角坐标表示点位的方法

平面直角坐标系是由平面上两条相互垂直的直线组成的，如图 1－5 所示。

直线 xx 称为纵坐标轴，通常与某子午线的方向一致，直线 yy 称为横坐标，与赤道方向一致。纵横坐标的交点 O，称为坐标原点。坐标将平面分为四个部分，称为象限。顺时针方向排列，分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ象限。坐标数值由坐标原点算起，向上(北)、向右(东)为正数，向下(南)、向左(西)为负数。地面上任一点 A 的位置，是由该点到纵横坐标的垂直距离 Aa_1 和 Aa_2 来表示的。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。

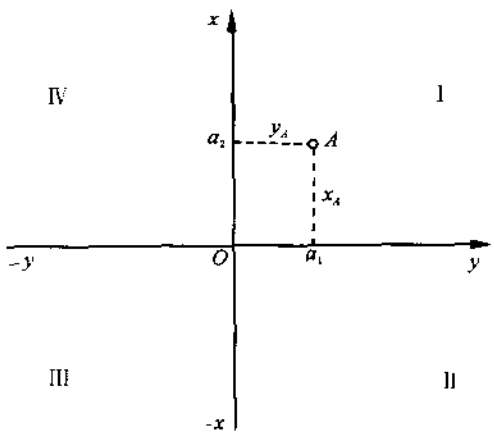


图 1－5　平面直角坐标表示点位

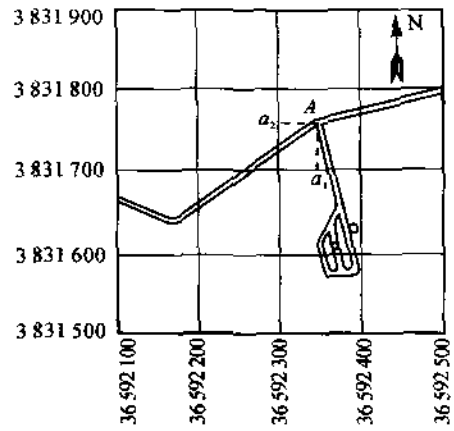


图 1－6　平面直角坐标网

在矿图上，通常都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，每个小方格一般为 100 mm×100 mm，在每一条纵横直线上注明其坐标值，此值就是这条直线距纵横坐标轴的垂直距离。根据图纸比例的不同，小方格所代表的实际距离也不同，一般为百米或千米的倍数。如图 1－6 所示，箭头 N 为指北方向，图的下部数值为横坐标数值，左部的数值为纵坐标数值，这样，图上任一点 A 的位置，可以从该点所在的小方格左下角的纵横坐标数值中求出。如从图 1－6 中知，$Aa_1=60$ m，$Aa_2=50$ m，则 A 点的位置为

$$x_A=3\ 831\ 700+60=3\ 831\ 760\ \text{m}$$

$$y_A=36\ 592\ 300+50=36\ 592\ 350\ \text{m}$$

（二）平面直角坐标系的建立

地球表面是一个曲面，要假设将其展成平面，才能建立平面直角坐标系，多数国家采用高斯投影的方法建立平面直角坐标系。

1．高斯投影方法

将地球看作是一个圆球，另取一个空心圆柱，套于球的外面，使圆柱体的轴线 Z_1Z_2 通过地球中心，圆柱体正好与球面上某子午线（POP_1）相切，这条子午线称为中央子午线，如图 1－7(a)所示。将球面上中央子午线附近的各点投影到圆柱表面上，然后过两极 P、P_1 沿圆柱母线将圆柱面切开，并展成平面，就得到投影平面上的各点了。图 1－7(b)就是中央子午线附近的经线和纬线在水平面上的投影。

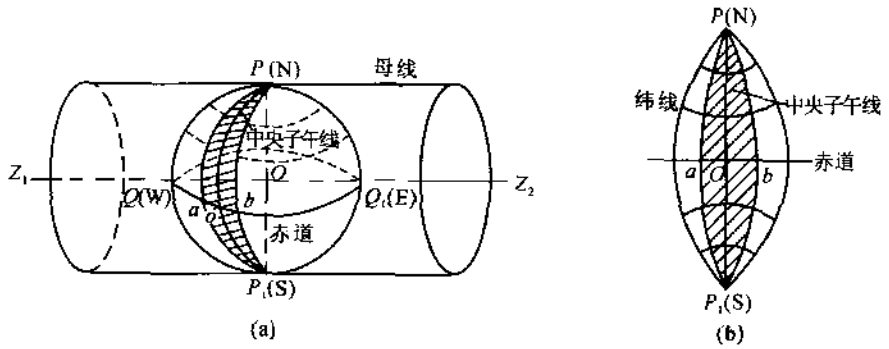


图 1－7　高斯投影示意

2．投影带的划分

由图 1－7(b)可以看出，中央子午线 POP_1 的投影为一条直线，投影后无长度变形；而其余的经线投影后为曲线，且有长度变形，离中央子午线越远，其投影后的长度变形越大，这对图的精度会产生较大的影响。为了解决这一问题，将地球依次分成许多条带。如图 1－8 所示，从首子午线开始，从西向东，按经度每隔 6°划分成一个条带，称为 6°投影带，这样就能把地球分成 60 个 6°投影带。有时为了达到更高的精度要求，每隔 3°划分成一个投影带，共分成 120 个 3°投影带。

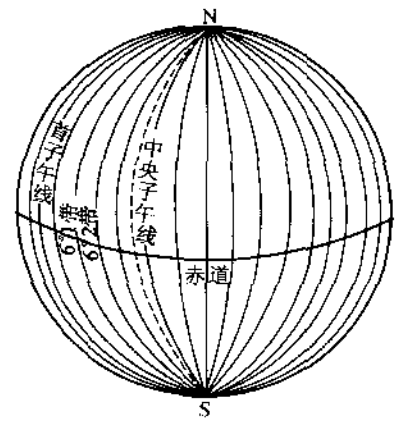


图 1－8　地球条带划分

图 1－9 所示为地球表面部分投影带投影展平后的情况。图中赤道以上为 6°投影带分带投影的情况，L_0 为每个 6°投影带的中央子午线经度的数值，n 为投影带的

编号。我国地跨 11 个 6°投影带，中央子午线自东经 75°起，至东经 135°止。图中赤道以下是 3°投影带分带的情况，n'表示 3°投影带的编号，3°投影带自 1°30′开始，每 3°划分一带。

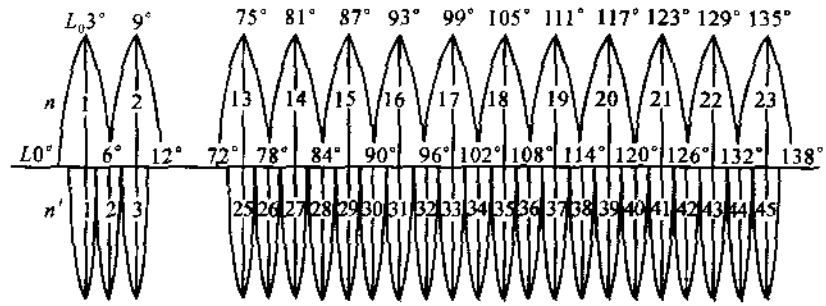


图 1－9　6°投影带和 3°投影带

3．平面直角坐标系

采用分带投影后每一带的中央子午线都与赤道构成相互垂直的两条直线，以中央子午线作为平面直角坐标系的 x 轴，以赤道作为 y 轴，这样在每个投影带内便构成了一个独立的平面直角坐标系，如图 1－10 所示。

纵坐标从赤道算起，向北为正值，向南为负值，由于我国位于北半球，所以纵坐标均为正值。如图 1－11(a)所示。x_A＝2 368 km，说明 A 点距赤道的垂直距离为2 368 km。

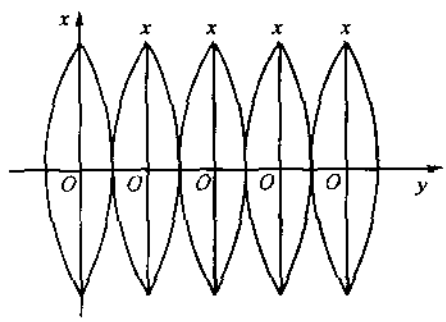


图 1－10　投影带纵横轴

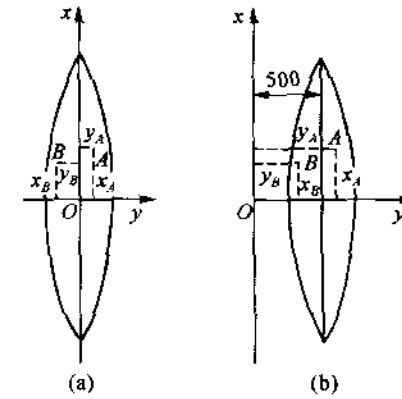


图 1－11　平面直角坐标系

横坐标自中央子午线算起，向东为正值，向西为负值。如图 1－11(a)所示，y_A 为正值，y_B 为负值。为了避免横坐标出现负值，习惯上将纵坐标轴向西移动 500 km。这样位于中央子午线以东的各点，其横坐标数值都大于 500 km，位于中央子午线以西的各点其数值都小于 500 km，但都是正值，如图 1－11(b)所示。

另外，为区别不同投影带内点的横坐标值，还应在横坐标值前加注投影带的编号。

[例 1－1]　在图 1－11(b)中，设该投影带为第 18 投影带，A 点位于中央子午线以东 28 km，B 点位于中央子午线以西 36 km，则 A、B 两点的横坐标分别为 y_A＝500 000＋28 000＝528 000 m；y_B＝500 000－36 000＝464 000 m。再在各横坐标数值前加注这个投影带的编号，则 A、B 两点的横坐标数值分别为

$$y_A = 18\ 528\ 000\ \text{m}$$

$$y_B = 18\ 464\ 000\ \text{m}$$

4. 平面直角坐标的标注

(1) 同一矿井各项工程图纸上的坐标系统必须一致。

(2) 绘制带有坐标网格的图纸，坐标网格用细实线绘制，由边长为 100 mm×100 mm 的方格组成，也可只画出坐标网的“+”字交点，“+”字线段长度一般为 20 mm。

(3) 图纸上画有坐标方格网时，其指北针应画在图纸的右上角，箭头指向正北方向，并注写字母“N”。坐标以“m”为单位，横坐标为 8 位数(其中前两位为投影带的编号)，纵坐标为 7 位数，按尺寸数字的标注方向标注(图 1－12)。

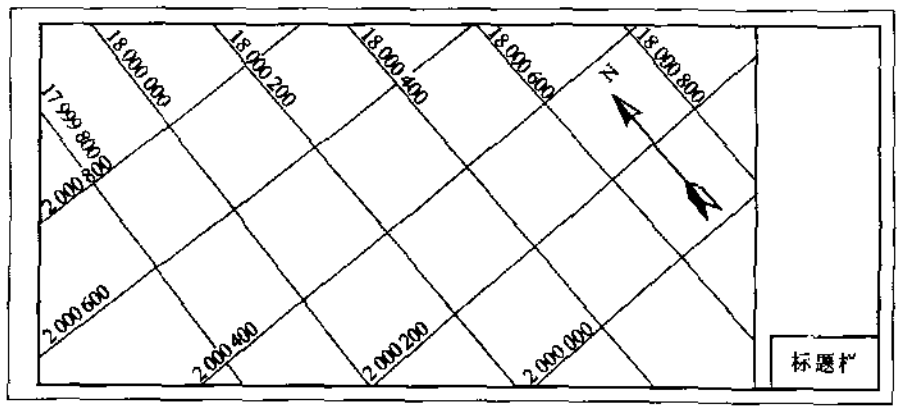


图 1－12 平面直角坐标的标注

(4) 一点的坐标表示方法。在点的右边或在引出线的横线上从上向下分别写出纵坐标、横坐标及标高的数值及代号，图 1－13 所示为点的坐标表示方法一。

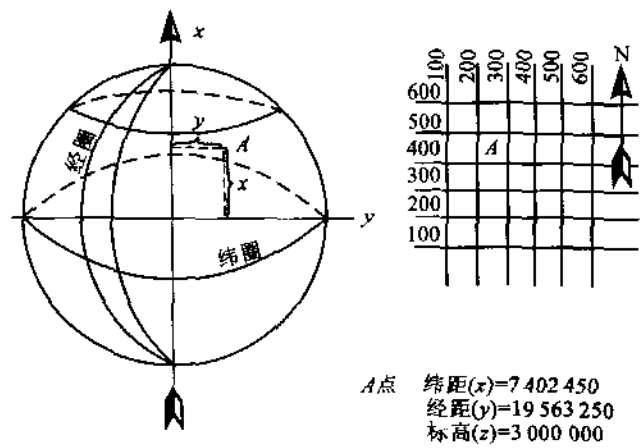


图 1－13 点的坐标表示方法一

(5) 当图中标注的坐标较多，不便在坐标点附近直接标注时，可将坐标点用线并引出编号，列表表示，图 1－14 所示为点的坐标表示方法二。

(6) 井口平面直角坐标(x,y)的标注：

① 立井井筒井口坐标点，以立井井筒中心线的十字交点 A 为准，如图 1－15 所示。

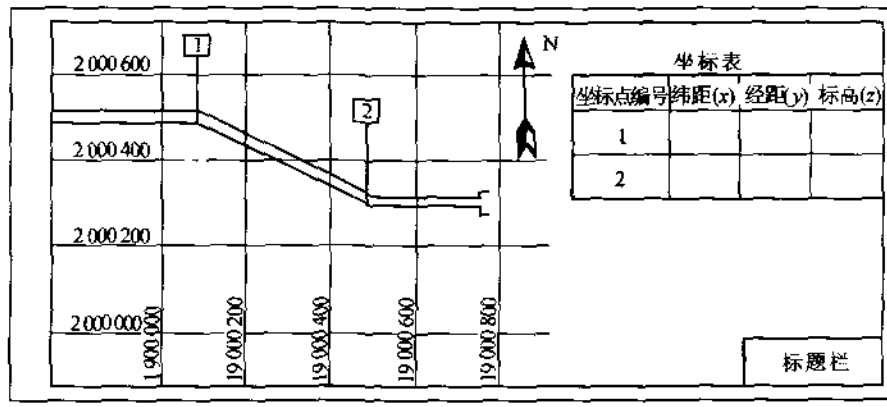


图 1－14　点的坐标表示方法二

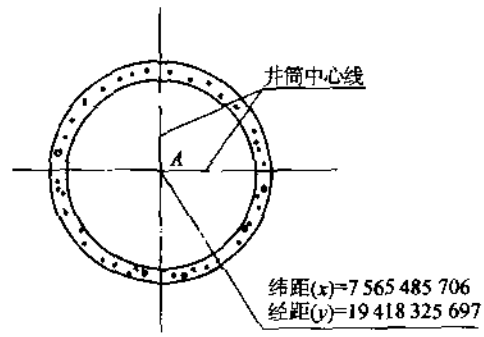


图 1－15　立井井筒井口坐标点的标注

② 斜井井筒井口坐标点，以斜井井筒中心线与井口处铅垂线的交点 A 为准，如图 1－16 所示。

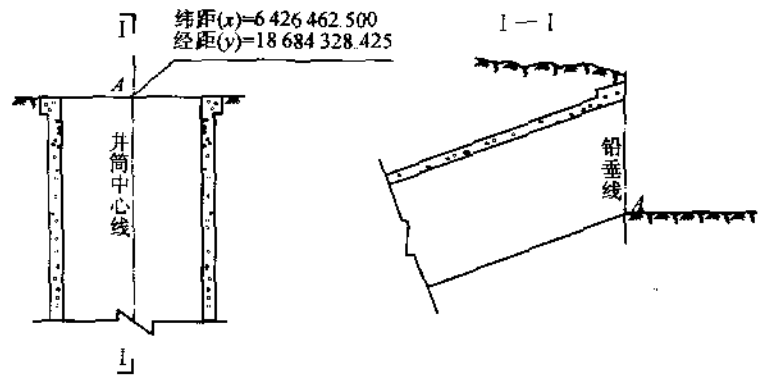


图 1－16　斜井井筒井口坐标点的标注

③ 平硐硐口坐标点，以平硐中心线与硐口处铅垂线的交点 A 为准，如图 1－17 所示。

三、假定平面直角坐标系

测绘范围很小且附近没有国家控制点的矿区，可以自设假定平面直角坐标系来测绘矿区内各点的相对位置，如图 1－18 所示。为了避免坐标出现负值，将坐标原点设置在测区的西南角，以该地区的子午线为 x 轴，向北为正值；自坐标原点垂直 x 轴作直线，即为 y 轴，这样就构成了这个矿区的假定平面直角坐标系。

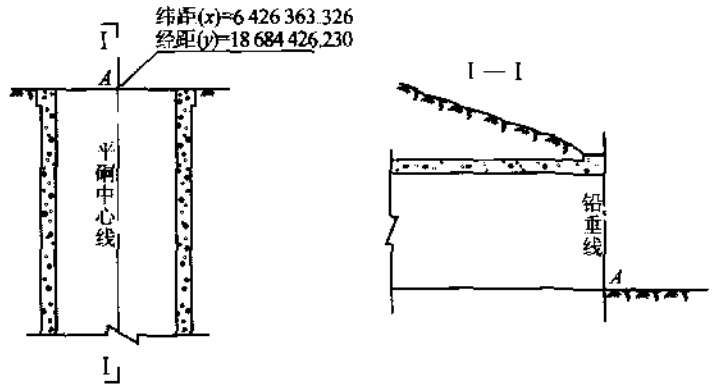


图 1－17 平硐硐口坐标点的标注

四、点的高程

确定点的位置，除了用坐标表示点在球面上或平面上的位置外，还要确定点的高低位置。点的高低位置用该点的高程表示。

地球的自然表面是不平坦、不规则的，有高山、平原、沟谷及海洋等。海洋的底面也是高低起伏，变化多端的。由于海洋的面积约占地球表面的 71%，最高的珠穆朗玛峰高出海水平面约 8 848.13 m，最低的马里亚纳海沟斐查兹海渊低于海水平面 11 034 m，这些高低起伏相对于地球半径 6 371 km 来说是很小的。所以，我们可以认为地球总的形状是被海水所包围的球体。

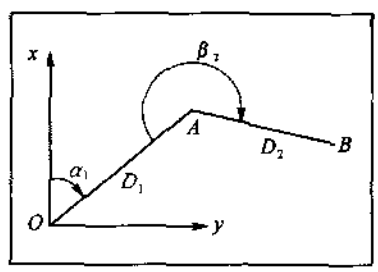


图 1－18 假定平面直角坐标系

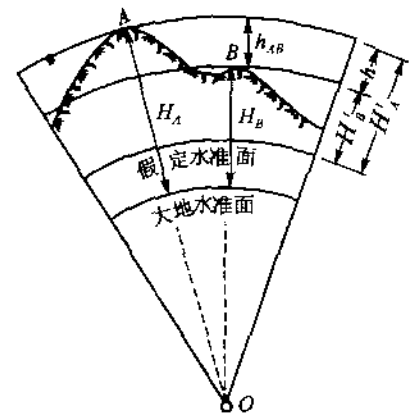


图 1－19 水准面与高程

海水在静止时的表面，称为水准面。水准面有无数个，其中平均海水面的水准面称为大地水准面。大地水准面的位置，是通过长期观察海水面的高度，取其平均值而确定的。大地水准面是高程的起算面。

由于各海洋的海水面高度不同，所以平均海水面也不一样。我国目前采用青岛验潮站 1953 年至 1979 年历年观察成果所推算出的黄海平均海水面，作为全国的高程起算面，称为 1985 国家高程基准。

地面一点到大地水准面的垂直距离，称为该点的绝对高程，用 H 表示。如图 1－19 所示，A、B 点的高程分别为 H_A、H_B。

对于尚未建立国家统一高程系统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。地面上某点至假定水准面的垂直距离，称为该点的假定高程，或称相对高程。图 1－19 中 H'_A、H'_B 分别为 A、B 两点的相对高程。

水准面是一个曲面，在矿区测绘中，由于范围较小，一般将水准面视为水平面，以此水平面作为高程的起算面。绝对高程或相对高程的正负值与起算面有关，在起算面以上的点，其高程数值为正，以下的点为负。

两点间的高程差数称为高差，用 h 表示。图 1－19 中，A、B 两点的高差为

$$h_{AB} = H_A - H_B = H_A' - H_B' = h$$

上式说明两点间的高差与起算面无关。

第三节　直线的方位角和象限角

测绘矿图经常要确定两点间的相对位置。确定两点间的相对位置，不仅需要两点间的水平距离，还需要两点间的直线与标准方向线之间的水平夹角。确定直线与标准方向线之间的角度的工作，称为直线定向。直线的方向通常用方位角表示。

一、直线方位角的种类及其相互关系

（一）标准方向的种类及其相互关系

确定某直线的方位角，需首先确定该地区标准指北方向。在测绘工作中，计算方位角采用的标准方向通常有三种。

1．坐标纵轴（中央子午线）方向

平面直角坐标系统各投影带都是以其中央子午线作为坐标纵轴的，可将其方向作为标准方向。

2．真子午线方向

通过地球表面上的一点，指向地球南北极的方向，称为该点的真子午线方向。真子午线的指北方向是用天文观测方法确定的。

在平面直角坐标系中，除坐标纵轴（中央子午线）指向地球的南北极外，其他各点的坐标纵线与坐标纵轴平行，都不指向南北极；而各点的真子午线却会聚于地球的南北极，彼此不平行，如图 1－20(a)所示。

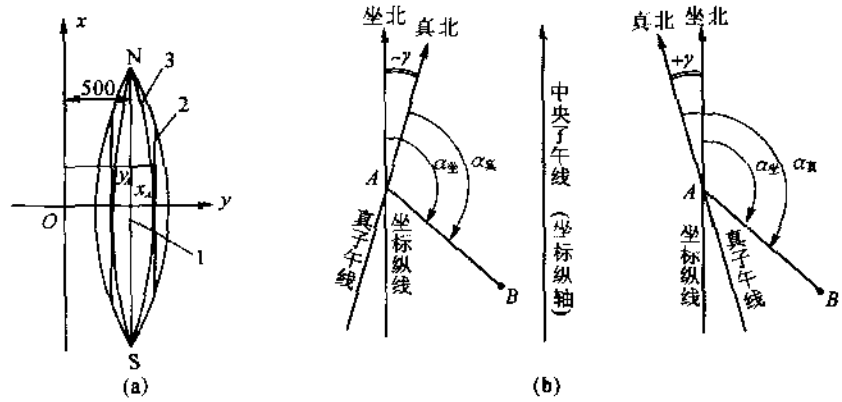


图 1－20　坐标纵向和真子午线方向

1—中央子午线；2—坐标纵线；3—真子午线

在每一个投影带内，不在坐标纵轴（中央子午线）上的各点，其坐标纵线和真子午线的方向是不一致的，它们之间的夹角称为子午线收敛角，以 γ 表示，如图 1－20(b)所示。坐标纵线偏在真子午线以东，γ 取正值；坐标纵线偏在真子午线以西，γ 取负值。

3. 磁子午线方向

地面上某点，当磁针静止时所指的方向，称为该点的磁子午线方向。磁针北端所指的方向为磁北方向。磁子午线方向可用罗盘测定。

由于地球磁场的南北极与地球自转轴的南北极不一致，所以地球上任何一点的磁北方向与真北方向是不重合的。磁北方向偏离真北方向的角度，称为磁偏角，用 δ 表示，如图 1－21 所示。磁北方向偏向真北方向以东，δ 取正值，磁北方向偏向真北方向以西，δ 取负值。

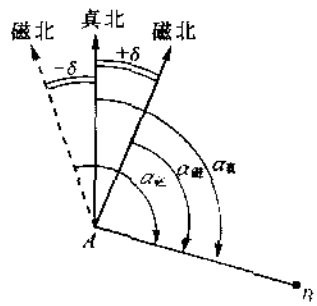


图 1－21 磁偏角

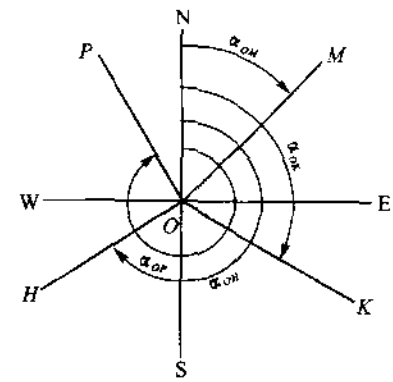


图 1－22 直线方位角

（二）方位角

在平面直角坐标系统中，从坐标纵线的指北方向起，顺时针旋转量至某一直线的水平角度，称为该直线的坐标方位角，简称方位角。如图 1－22 所示，NS 为坐标纵线，ON 为指北方向，OM、OK、OH、OP 分别为通过 O 点的四条直线，则 α_{OM}、α_{OK}、α_{OH}、α_{OP} 分别为四条直线的方位角。方位角的数值从 0°～360°。

方位角有正负之分。直线前进方向的方位角称为正方位角，其相反方向的方位角称为负方位角。如图 1－23 所示直线 AB，点 A 是起点，点 B 是终点，由点 A 到点 B 为前进方向，通过起点 A 的指北线与直线 AB 所夹的方位角，称为直线 AB 的正方位角，用 α_{AB} 表示；通过终点 B 的指北线与直线 BA 所组成的方位角，称为直线 AB 的反方位角，用 α_{BA} 表示。同理，若将直线 BA 的 B 点看作是直线的起点，则其正方位角为 α_{BA}，反方位角为 α_{AB}。由此可知，同一直线的正反方位角相差 180°，即

$$\alpha_{正} = \alpha_{反} \pm 180^{\circ}$$

（三）几种方位角的关系

由于标准方向的选取不同，同一直线的方位角数值也不相同。若标准方向为坐标纵轴（中央子午线）的指北方向，则直线的方位角称为坐标方位角，用 $\alpha_{坐}$ 表示；若标准方向为真子午线的指北方向，则直线的方位角称为真方位角，用 $\alpha_{真}$ 表示；若标准方向为磁北方向，则直线的方位角称为磁方

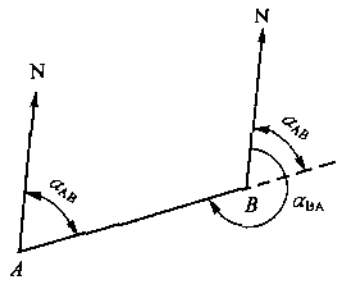


图 1－23 直线正反方位角的关系

位角，用 $\alpha_{磁}$ 表示。

由图 1－20 可知，真方位角与坐标方位角的关系，可用下列公式表示：

$$\alpha_{真}=\alpha_{坐}+\gamma \tag{1-1}$$

式中的 γ 值，东偏取正数，西偏取负数。

由图 1－21 可知，真方位角与磁方位角的关系，可用下式表示：

$$\alpha_{真}=\alpha_{磁}+\delta \tag{1-2}$$

式中的 δ 值，东偏取正数，西偏取负数。

知道了真方位角和坐标方位角、真方位角和磁方位角的关系，由式(1－1)和式(1－2)可以求出坐标方位角和磁方位角的关系，即

$$\alpha_{坐}=\alpha_{磁}+\delta-\gamma \tag{1-3}$$

由此可知，在某地区测出磁偏角、子午线收敛角和磁方位角后，就可求出该直线的坐标方位角。在实际工作中，某一地区的磁偏角、子午线收敛角是一定的，只要测出直线的磁方位角，用上式就可求出该直线的坐标方位角。

[例 1－2]　某矿区内，已知 A 点的磁偏角为西偏 1°，子午线收敛角为 4′，直线 AB 的磁方位角为 64°45′。求 AB 线的坐标方位角，并绘图说明。

解　(1) 根据已知条件，绘出各标准方向的指北向及 AB 直线，如图 1－24 所示。

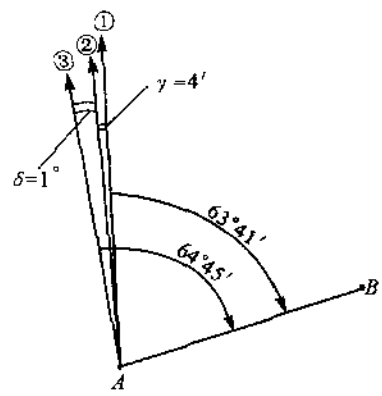


图 1－24　几种方位角的关系

①—中央子午线指北方向；②—真子午线方向；③—磁子午线指北方向

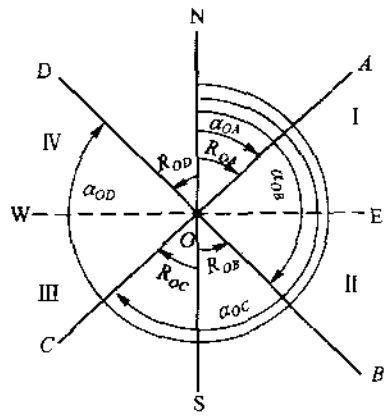


图 1－25　直线的象限角

(2) 由于磁偏角为西偏，故 δ 取负值；子午线收敛角为东偏，故 γ 取正值。将已知条件代入式(1－3)得 AB 线的坐标方位角为

$$\begin{aligned}\alpha_{AB坐}&=64°45'+(-1°)-(+4')\\&=64°45'-1°-4'\\&=63°41'\end{aligned}$$

二、直线的象限角

在实际工作中，有时用象限角表示直线的方向。一直线的象限角是指由坐标纵线的北端或南端，顺时针或逆时针计算到该直线的水平锐角。象限角的数值由 0°～90°，用 R 表示。如图 1－25 所示，R_{OA}、R_{OB}、R_{OC}、R_{OD} 就是直线 OA、OB、OC、OD 的象限角。用象限角定向时，以南、北方向为主，以东、西方向为辅，说明象限的名称和角度。

三、方位角和象限角的换算

由图 1－25 可以看出直线的方位角和象限角有表 1－1 中所列的关系，按此关系可进行两者的换算。

表 1－1 方位角与象限角换算表

象限名称	角度区间	方位角求象限角	象限角求方位角
Ⅰ北东(NE)	0°～90°	$R_{OA}=\alpha_{OA}$	$\alpha_{OA}=R_{OA}$
Ⅱ南东(SE)	90°～180°	$R_{OB}=180°-\alpha_{OB}$	$\alpha_{OB}=180°-R_{OB}$
Ⅲ南西(SW)	180°～270°	$R_{OC}=\alpha_{OC}-180°$	$\alpha_{OC}=180°+R_{OC}$
Ⅳ北西(NW)	270°～360°	$R_{OD}=360°-\alpha_{OD}$	$\alpha_{OD}=360°-R_{OD}$

[例 1－3] 某直线 AB 的方位角为 120°30′，求该直线的象限角，并绘图说明。

根据已知条件绘出 AB 线的方位角，如图 1－26 所示。由图及表 1－1 可知，AB 线为第Ⅱ象限南东方向，其象限角的数值为

$$R_{AB}=180°-\alpha_{AB}=180°-120°30'=59°30'$$

即 AB 线的象限角为南东 59°30′。

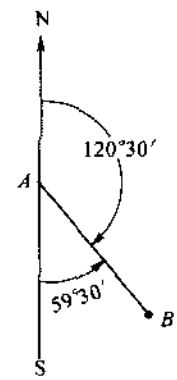


图 1－26 已知方位角求象限角

四、井筒方位角

井筒方位角是指以坐标纵线指北针箭头起，按顺时针方向，量至井口出车方向线或出口方向线的夹角。

1. 立井

(1) 有提升设备立井的方位角，是以坐标纵线指北针箭头起，量至井口罐笼出车(或箕斗卸载)方向线的夹角，如图 1－27 所示。

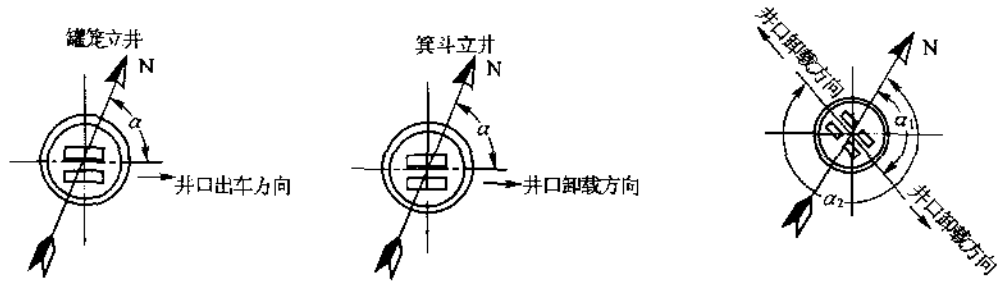


图 1－27 立井方位角的标注一

装备两套箕斗的立井，若其井口卸载方向一致时，只标注一个坐标方位角；不一致时，应标注各自的方位角。

装备一套箕斗和一套罐笼的立井，若其井口卸载方向和出车方向线一致时，标注一个方位角；不一致时，应标注各自的方位角，如图 1－28 所示。

(2) 无提升设备立井的方位角，是以坐标纵线指北针箭头起，按顺时针方向，量至风硐(无风硐时为梯子间)出口方向线的夹角，如图 1－29 所示。

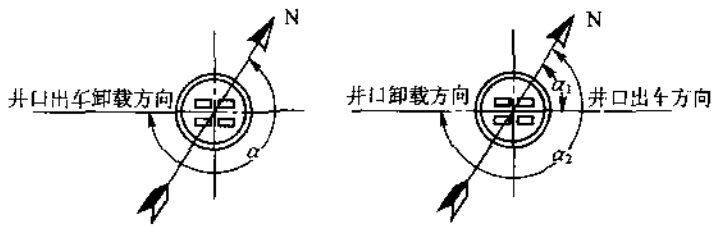


图 1－28　立井方位角的标注二

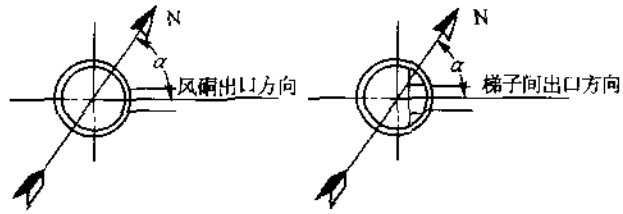


图 1－29　立井方位角的标注三

2. 斜井、平硐方位角

斜井、平硐方位角，是以坐标纵线指北针箭头起，按顺时针方向，量至其出口方向线的夹角，如图 1－30 所示。

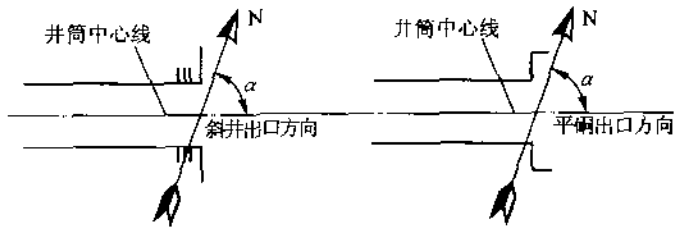


图 1－30　斜井、平硐方位角的标注

第四节　矿图制图基本知识

一、图幅种类及格式

(一) 图纸幅面尺寸

图纸幅面尺寸(GB/T 14689—93 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 1－2 所规定的基本幅面。

(2) 必要时，也允许选用表 1－3 和表 1－4 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 1－31 所示。

表 1－2　图纸基本幅面尺寸　mm

幅面代号	尺寸 $B\times L$
A0	841×1 189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

表 1－3　图纸加长幅面尺寸　mm

幅面代号	尺寸 $B\times L$
A3×3	420×891
A3×4	420×1 189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1 051

表 1－4　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	1 189×1 682	A3×5	420×1 486
A0×3	1 189×2 523	A3×6	420×1 783
A1×3	841×1 783	A3×7	420×2 080
A1×4	841×2 378	A4×6	297×1 261
A2×3	594×1 261	A4×7	297×1 471
A2×4	594×1 682	A4×8	297×1 682
A2×5	594×2 102	A4×9	297×1 892

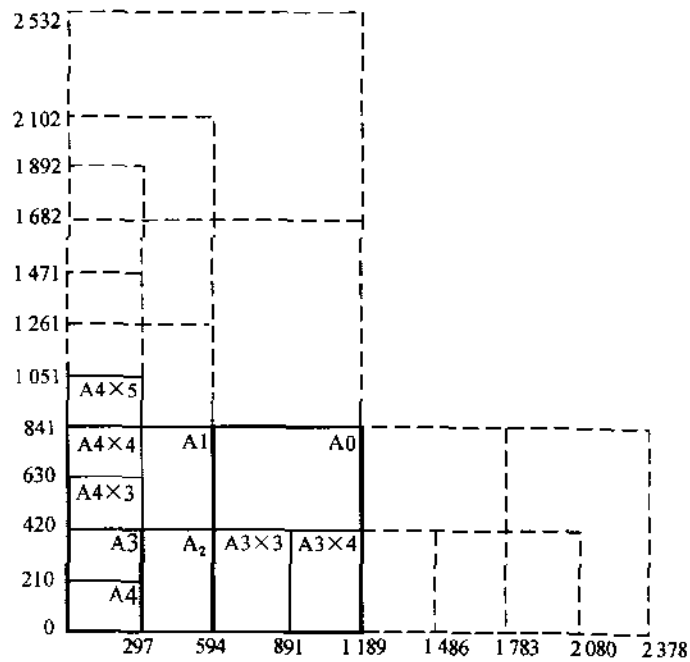


图 1－31　图纸幅面

图 1－31 中粗实线所示为基本幅面(第一选择)；细实线所示为表 1－3 所规定的加长幅面(第二选择)；虚线所示为表 1－4 所规定的加长幅面(第三选择)。

(二) 图框格式

图框格式(GB/T 14689—93 技术制图图纸幅面和格式)规定如下：

(1) 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。

(2) 不留装订边的图纸，其图框格式如图 1－32、图 1－33 所示，尺寸按表 1－5 的规定。

表 1－5　图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

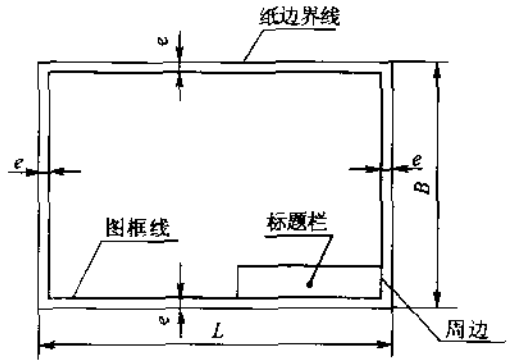


图 1－32　不留装订边图框格式一

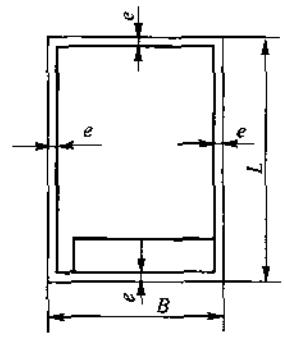


图 1－33　不留装订边图框格式二

(3) 留有装订边的图纸,其图框格式如图 1－34、图 1－35 所示,尺寸按表 1－5 的规定。

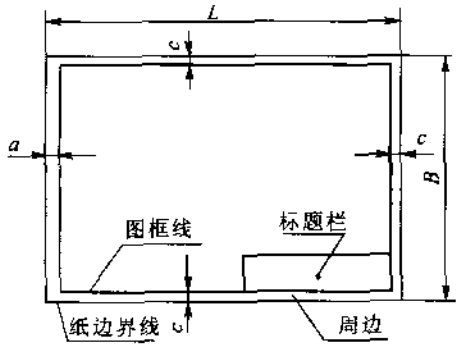


图 1－34　留装订边图框格式一

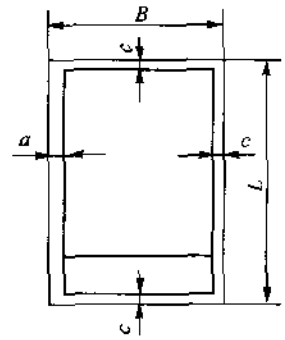


图 1－35　留装订边图框格式二

(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,A 2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10),而 A 3×4的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)。

二、比例

绘制各种矿图时,不可能将图形按其实际尺寸描绘到图纸上,总要经过缩小,才能在图纸上表示出来。例如,实际长度为 100 m 的水平巷道,缩小 1 000 倍画在图上,其相应线段长度则为 0.1 m,这张图纸的比例就是 1∶1 000,或写成 1/1 000。矿图比例就是图纸上线段长度与实际相应线段水平长度之比,也就是图形与实物相对应要素的线性尺寸之比。

根据对图纸的不同要求,矿图常用的比例有:1∶10、1∶20、1∶50、1∶100、1∶200、1∶500、1∶1 000、1∶2 000、1∶5 000 和 1∶10 000 等。

(一) 比例的表示方法

1. 数字比例

用分数或比例数字的形式表示的比例,称为数字比例。一般用分子为 1,分母为整数(M)来表示,即 1∶M。

设图纸上线段长度为 l,实际相应水平线段长度为 L,比例的分母为 M,则图纸比例的各要素之间的关系为

$$\frac{l}{L}=\frac{1}{M} \tag{1-4}$$

按上式的关系，只要定出了比例，就可按实际测得的线段水平长度，在图纸上绘出其相应的长度，或按图上量得的某线段长度，求出其实际水平长度。同样，根据图纸上的线段长度及其实际水平长度，就可求出图纸比例的大小。

2. 图示比例

图样的比例还可以采用图示比例的形式。一般在图样中的铅垂和水平方向加画比例尺。用图示形式表示的比例称为图示比例。图示比例可用直线比例尺或斜线比例尺表示，矿图中常用直线比例尺表示图样比例。

直线比例尺是按照数字比例绘制的。其绘制方法如下：

(1) 先在图纸的适当位置绘一条直线，用分划点把它分成若干个 2 cm 或 1 cm 的线段，这些线段称为比例尺的基本单位。

(2) 将最左端的基本单位再分成 20 个或 10 个等分(一般每个等分为 1 mm)，然后在该基本单位的右分点上注记 0，如图 1－36 所示。

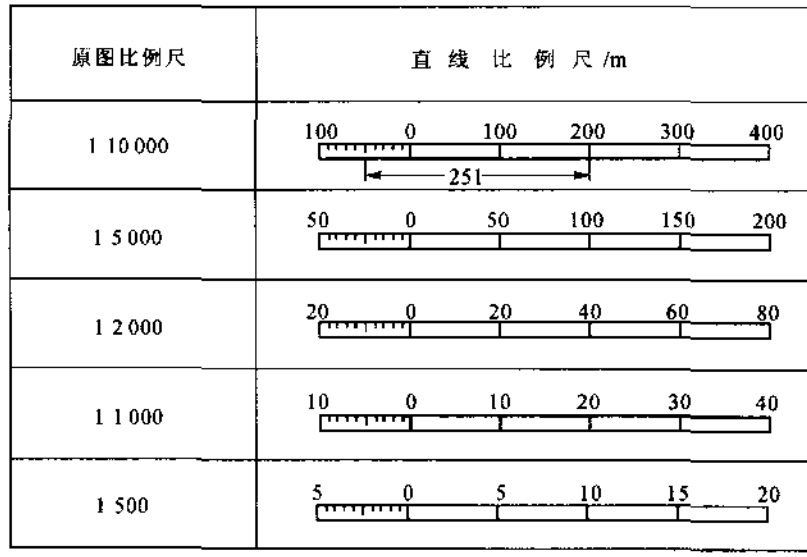


图 1－36 直线比例尺

(3) 自 0 点起，在向左向右的各分划点上，注记不同线段所代表的实际距离。

使用直线比例尺时，先用分规在图上量出某两点的距离，然后将分规移至直线比例尺上，使其一脚尖对准 0 点右边的一个分划线上，从另一脚尖读取左边的小划分数，并估读零数。图 1－36 中线段长为 251 m，其中 1 m 即为估读数。

应用直线比例尺，可省略使用数字比例的计算，并可避免由于图纸的伸缩而引起的误差。

有时为了便于从图纸上迅速量取实际线段的水平长度或将线段实际水平长度缩成图纸中的长度，常常使用比例尺(三棱尺)。比例尺有六个尺面，每个尺面分划均按一定的比例关系刻成。在量取长度时只要应用与图样比例相同或 10 的倍数的尺面，就可以直接从图上量出线段实际的水平长度。

(二) 比例的精度

一般认为人的肉眼能分辨图纸上的最小长度是 0.1 mm，也就是说，小于 0.1 mm 的线

段实际上不能绘在图上。我们把图上 0.1 mm 所代表的实际长度，称为比例的精度。不同比例图面的比例精度见表 1－6。

表 1－6 比例的精度

比例	1∶500	1∶1 000	1∶2 000	1∶5 000	1∶10 000
比例的精度/m	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0

从表 1－6 中可知，当图样比例确定后，根据比例的精度，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能在图上表示出来，可按要求确定图纸应选用多大的比例。例如，测绘 1∶2 000 比例的矿图时，实际测量的精度只要求达到 0.2 m 即可，因为测量再准确，在图上也表示不出来；又如，若要求图纸上能表示出 0.05 m 的实际长度的精确程度，其选用的比例应不小于 1∶500。

（三）比例的规定

（1）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，但每套图应采用一种方法标注。

（2）绘图时所用比例应根据图纸内图形的复杂程度，按表 1－7 采矿图纸比例选取。

表 1－7 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∶10 000 剖面 1∶2 000	平面 1∶50 000 剖面 1∶5 000
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∶5 000 剖面 1∶2 000	平面 1∶10 000，1∶2 000 剖面 1∶5 000
采区布置及机械配备图	平面 1∶2 000 剖面 1∶2 000	平面 1∶5 000，1∶1 000
井底车场布置图	平面 1∶500 剖面 1∶50	平面 1∶1 000
安全煤柱图	1∶2000	1∶1000
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）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时，纵向和横向可以采用两种不同的比例绘制，在视图名称下方或右侧标注比例。

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

[例 1-4] 已知某线段图纸上的长度为 60 mm,图纸的比例为 1:2 000,求该线段实际的水平长度。

由式(1-4)可知

$$L = lM = 60 \times 2\,000 = 120\,000 \text{ mm} = 120 \text{ m}$$

[例 1-5] 实际测得某段水平巷道的长度为 108.5 m,求在 1:2 000 的图纸上该段巷道应绘制的长度。

由式(1-4)可知

$$l = L/M = 108.5/2\,000 = 0.054\,25 \text{ m} = 54.2 \text{ mm}$$

三、字符及字母

矿图中使用的字符及字母应符合以下规定:

(1) 图样中书写的汉字、数字及字母等必须做到:字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

(2) 汉字应写成长仿宋体,字体的宽度约为字体高度的 2/3,并应采用国家正式公布推行的简化字。

(3) 字体的号数即为字体的高度(单位为 mm)。字体号数共分为八种:20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8,其中汉字高度不应小于 3.5 mm,如需要书写更大的字,其字体高度应按$\sqrt{2}$的比率递增。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14,B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10。

(5) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75°角。

(6) 用作指数、分数、注脚等的数字及字母,一般采用小一号的字体。

(7) 在图纸中,对常用数量的名称,使用下列字母代号:

长 度	L、l	角 度	α、β、γ、δ、θ
宽 度	B、b	重 量	G、g
高 度	H、h	经 距	y
厚 度	M、m	纬 距	x
直 径	D、d	高 程	z
半 径	R、r	年产量	A
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

四、图线及画法

(一) 图线

(1) 各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的应用见表 1-8。

表 1-8 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		$b/3$	细点划线	(1) 轴线 (2) 中心线 (3) 轨迹线
9		$b/3$	双点化线	(1) 剖面图中假想投影轮廓线 (2) 运动件位置轮廓线 (3) 不属于本专业位置的轮廓线 (4) 中断线
10		b	粗点化线	有特殊要求的线或表面的表示线

(2) 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 0.5～2 mm 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$。

(3) 图线宽度的推荐系列为:0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm 和 2 mm。

(二) 图线的画法

(1) 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、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 波浪线一般可用徒手绘制,如图 1-37 所示。其他各种线条一律用仪器绘制。

(3) 虚线和虚线或者点划线和点划线应交于线段中间,两端应以短线收尾,并应超出物体轮廓界限之外 4～5 mm,如图 1-38(a)、(b)所示。

(4) 直径小于 12 mm 的图,其中心线可画成实线,如图 1-38(c)所示。

(5) 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,结合处不应留出空隙,如图 1-39 所示。

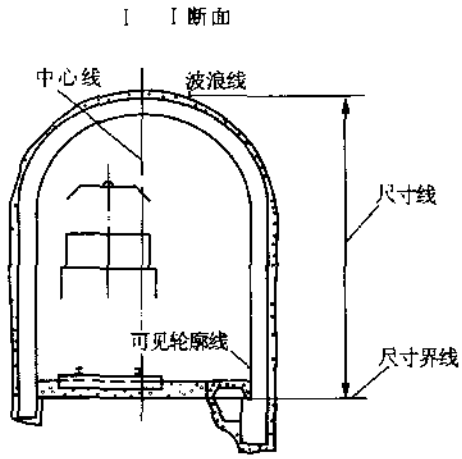


图 1－37

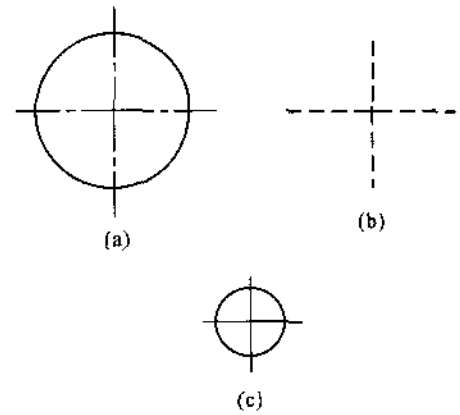


图 1－38

(三) 剖面(断面)符号及画法

(1) 在剖视和剖面图中,应采用规定的剖面符号。

(2) 沿与井筒、巷道、硐室中心线垂直剖切的图形习惯称断面,沿与井筒、巷道、硐室中心线重合剖切的图形,习惯称剖面。

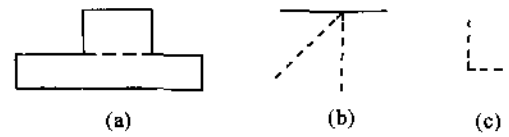


图 1－39

(3) 剖切面剖切到的物体和能直接看到的物体用实线绘制,剖切面前方不能直接看到的物体需表示时,用虚线绘制,剖切面后方的物体需表示时,用双点划线表示。

剖切面的起讫处和转折处的剖切线用 5～10 mm 长的粗实线表示,并不得与图样的轮廓线相交,一般用罗马数字Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、…编号,用短线段(2～4 mm)表示剖视方向,见表 1－8。

五、尺寸标注

(一) 基本规则

(1) 图中所注尺寸数据是确定工程数量的惟一依据,必须与图纸比例相符。

(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∶1 000～1∶10 000 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、尺寸线和尺寸界线

1. 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 1－40 所示尺寸数字标注一所示的方向注写,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 1－41 所示尺寸数字标注二的形式标注。

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,如图 1－42 尺寸数字标注三所示。

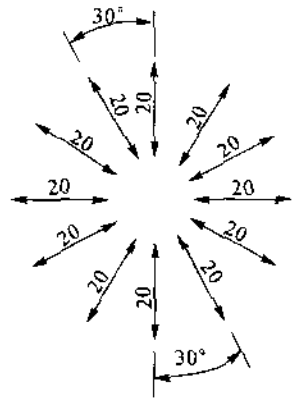


图 1－40　尺寸数字标注一

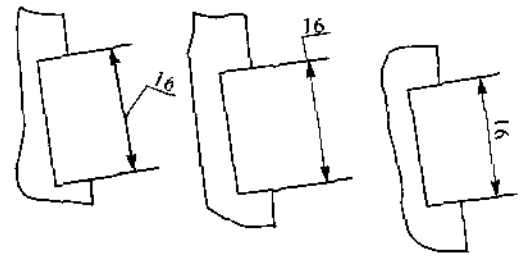


图 1－41　尺寸数字标注二

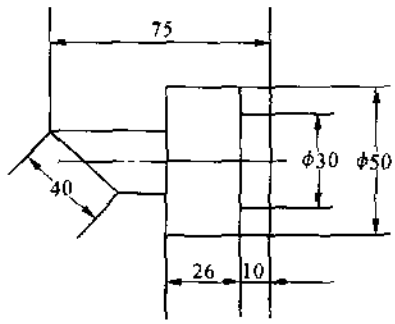


图 1－42　尺寸数字标注三

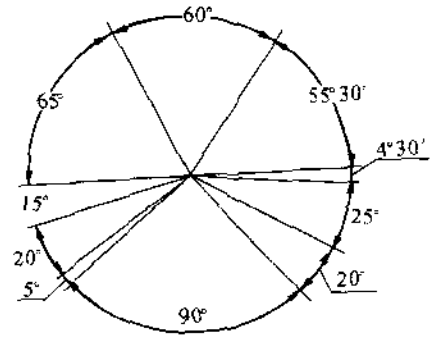


图 1－43　尺寸数字标注四

(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，如图 1－43 尺寸数字标注四所示。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“米”为单位，即零点标高 ±0.000；正数标高如 +5.000；负数标高如 −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 1－44 所示。

(6) 在一张图纸上有两个或两个以上图形时，尺寸应主要标注在主要图形上，补助图形只标注相关位置尺寸；但上述补助图形不在同一张图纸时，则在该图形上也应详尽标注尺寸。

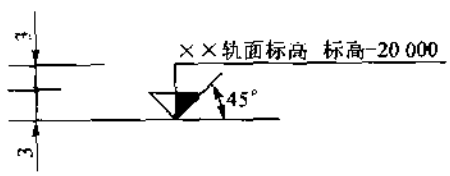


图 1－44　标高符号的标注

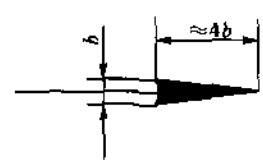


图 1－45　尺寸线箭头的形式

2. 尺寸线

(1) 尺寸线用细实线绘制，其终端采用箭头，箭头的形式如图 1－45 所示。

当尺寸线与尺寸界限相互垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。当

采用箭头时，在位置不够的情况下，允许用圆点代替箭头，如图 1－48 尺寸线的标注三所示。

(2) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。

尺寸线不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

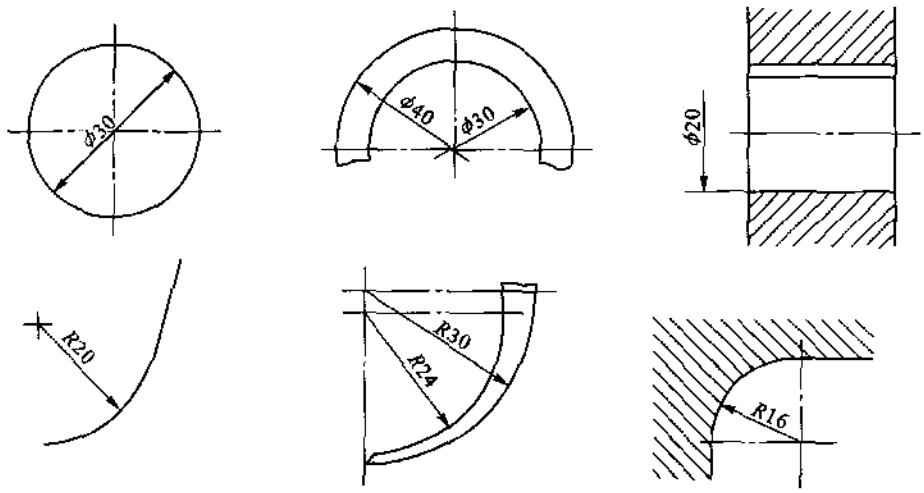


图 1－46　尺寸线的标注一

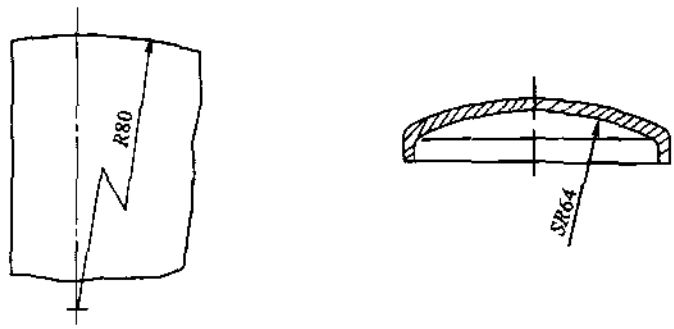


图 1－47　尺寸线的标注二

(3) 圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头，并按图 1－46 尺寸线的标注一所示的形式标注。当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图 1－47(a)尺寸线的标注二的形式标注。若不需要标出其圆心位置时，可按图 1－47(b)尺寸线的标注二的形式标注。

(4) 标注角度时，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。

(5) 在没有足够的位置画箭头或注写数字时，可按图 1－48 尺寸线的标注三的形式标注。

3. 尺寸界线

(1) 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图 1－49 尺寸界线的标注一所示。

(2) 标注角度的尺寸界线应沿径向引出，如图 1－50 尺寸界线的标注二所示。标注弦长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线，如图 1－51、图 1－52 尺寸界线的标注三、四所示；当弧长较大时，可沿径向引出，如图 1－53 尺寸界线的标注五所示。

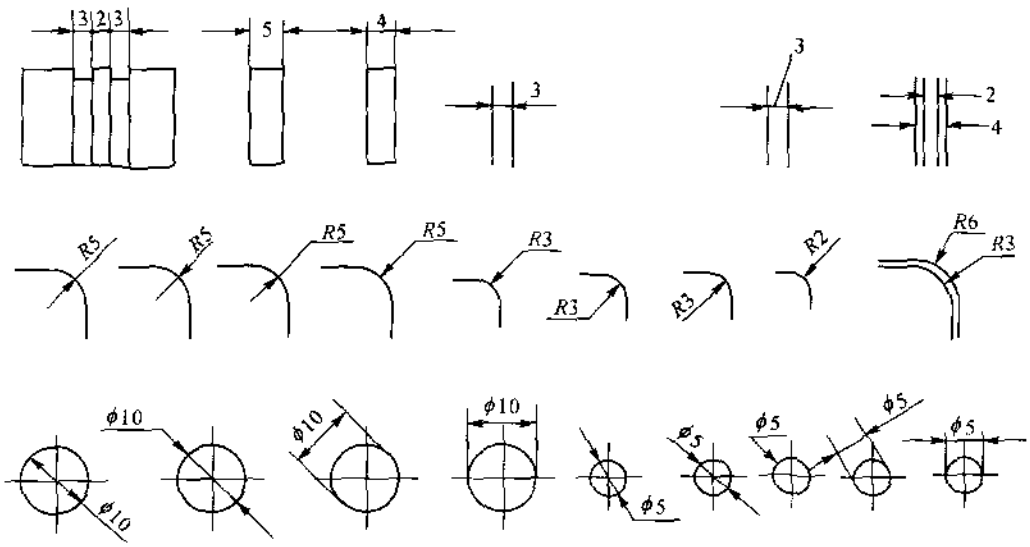


图 1－48　尺寸线的标注三

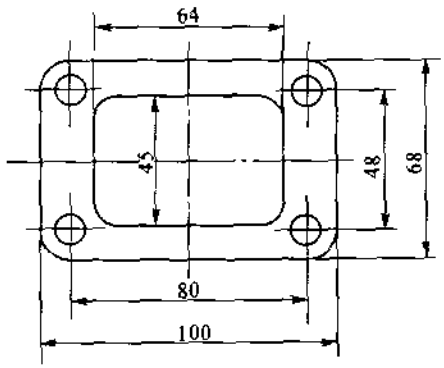


图 1－49　尺寸界线的标注一

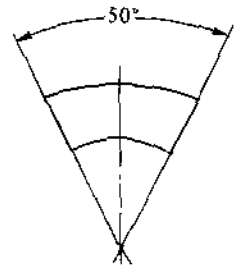


图 1－50　尺寸界线的标注二

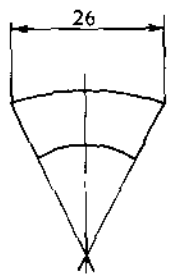


图 1－51　尺寸界线的标注三

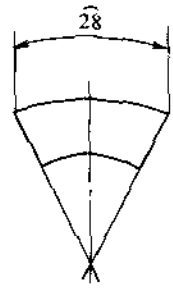


图 1－52　尺寸界线的标注四

(3) 曲线巷道的参数按图 1－54 所示标注。

(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”或“r”；标注球面的直径或半径时，应在符号“ϕ”或“R”前再加注“S”，如图 1－55 标注尺寸的符号一所示。

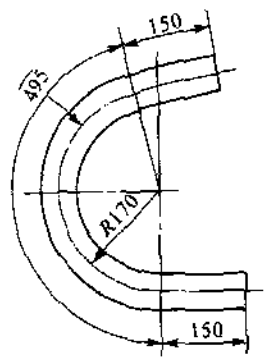


图 1－53　尺寸界线的标注五

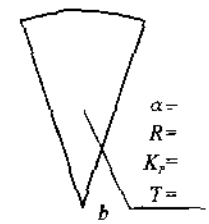


图 1－54　曲线巷道参数

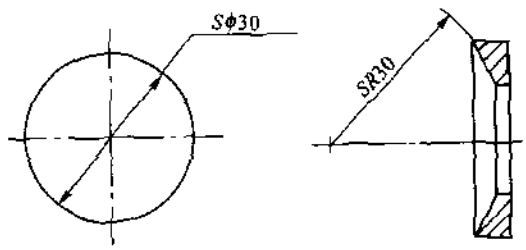


图 1－55　标注尺寸的符号一

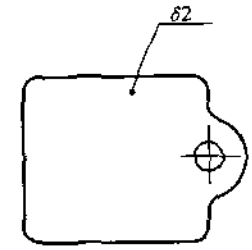


图 1－56　标注尺寸的符号二

(2) 标注弧长时，应在尺寸数字上方加注符号“⌒”，如图 1－52、图 1－53 尺寸界线的标注四、五所示。

(3) 标注板状零部件的厚度时，可在尺寸数字前加注“δ”，如图 1－56 标注尺寸的符号二所示。

(4) 在平面图上标注倾斜巷道斜长尺寸时，应将尺寸数字加上括号，如图 1－57 标注尺寸的符号三所示。

(5) 标注斜度时，可按图 1－58 标注尺寸的符号四所示的形式标注，符号的方向应与斜度的方向一致。

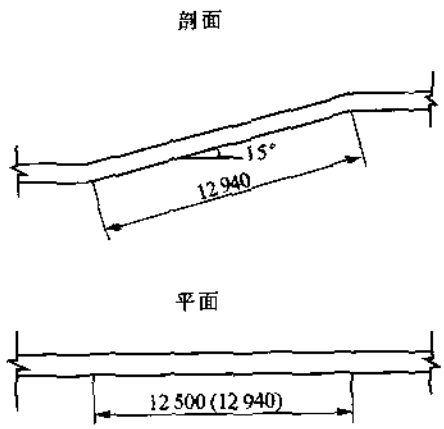


图 1－57　标注尺寸的符号三

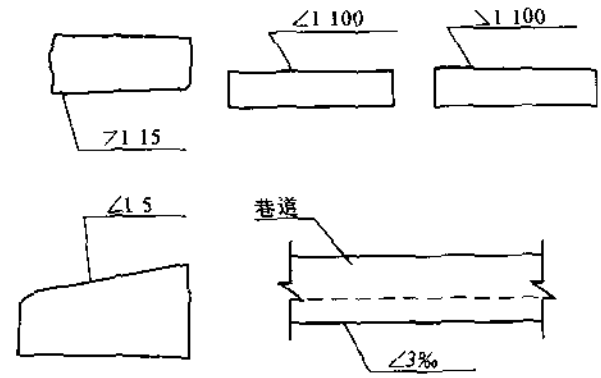


图 1－58　标注尺寸的符号四

六、标题栏

1. 标题栏的位置

(1) 每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1－32～图 1－35 所示。

(2) 标题栏的长边置于水平方向并于图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1－32、图 1－34 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1－33、图 1－35 所示。在此情况下，看图的方向和看标题栏的方向一致。

2. 标题栏的格式

标题栏的格式如图 1－59 所示。

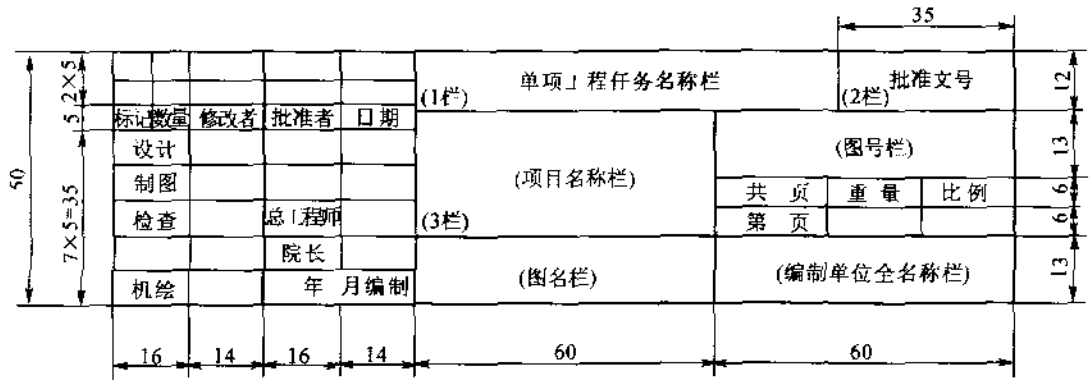


图 1－59　标题栏的格式

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。

(4) 批准文号栏，在接到批准文号后及时填写，此栏只在总图图签上填写，其他图可以不填写。

(5) 工程设计时，1 栏和 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。

3. 会签栏

(1) 会签栏的位置：有装订边的图纸，会签栏的位置如图 1－60 所示；图纸没有装订边时，会签栏一般置于标题栏附近。

(2) 会签栏的格式如图 1－61 所示。

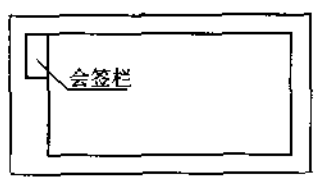


图 1－60　会签栏位置

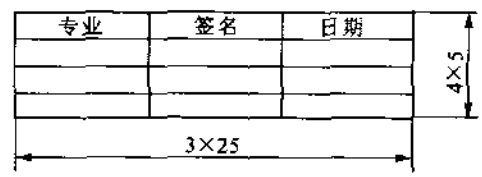


图 1－61　会签栏格式

第五节 矿图坐标网和高程线的绘制

为了保证绘制出的矿图能达到一定的精度要求，必须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一定的精度要求。具体绘制方法如下：

一、平面图中坐标网络的绘制

平面图上坐标方格网为正交的正方形格网。每个方格的边长一般规定为 100 mm。其精度要求规定为：每个方格边长的误差不得超过 0.2 mm，各方格的顶点应在一条直线上，方格对角线长度应等于 $100\sqrt{2}$ mm。

绘制方格网的方法很多，现介绍几种常用的方法。

（一）对角线法

具体作法如图 1－62 所示，步骤如下：

（1）在正方形或长方形图纸上，先绘出两条对角线 AC 和 BD。

（2）以交点 O 为圆心，以适当长度为半径，用卡规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）截取 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 O，若不通过，需要重新绘制。

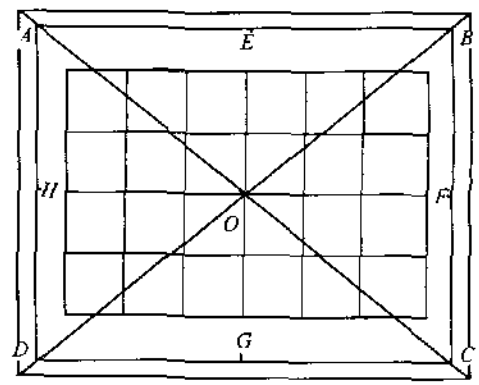


图 1－62 对角线法绘制坐标方格网

（4）在矩形四边上，以 100 mm 长度的距离，用卡规截取各点，连接相应各点，即得坐标方格网。

（5）按上述精度要求检查坐标方格网是否符合要求。

（二）弧度法

具体作法如图 1－63 所示，步骤如下：

（1）在正方形或长方形的图纸上，距下底边 50 mm 处画一直线，由距左纸边 10 mm 处起始，沿直线量取 500 mm 得直线 AB，如图 1－63(a)所示。

（2）以 A 点为圆心，以 AB 为半径向上画弧得 $\overset{\frown}{BF}$；再以 B 点为圆心，以 BA 长为半径向上画弧得 $\overset{\frown}{AG}$；$\overset{\frown}{BF}$ 和 $\overset{\frown}{AG}$ 相交得交点 O，如图 1－63(b)所示。

（3）作 OA 平分线得 E 点。

（4）以 O 点为圆心，以 OE 为半径画弧，分别与 $\overset{\frown}{AG}$、$\overset{\frown}{BF}$ 相交得交点 C 和 D，如图 1－63(b)所示。

（5）连接 A、B、C、D 点，得出 500 mm×500 mm 的正方形图框，如图 1－63(c)所示。

（6）在正方形四边每隔 100 mm 截取一点，连接相应各点即得坐标方格网，如图 1－63(d)所示。

（三）自由分幅的矿图的方格网绘制方法

自由分幅的矿图，一般幅面较大，格网线常与图廓线斜交，此时绘制方格网的方法步骤

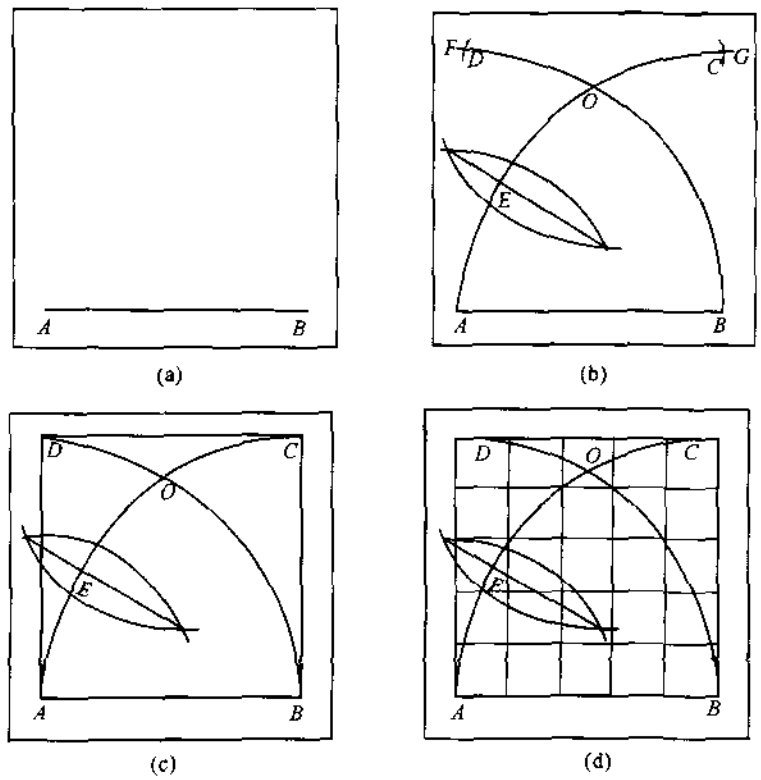


图 1－63　弧度法绘制坐标方格网

如下：

（1）首先按图幅大小，绘出长方形图廓线。

（2）根据图面内容，在图幅内的适当处画一条长直线作为格网的基准线，见图 1－64 中的 AB。该线与图廓边线的交角视煤层的走向及倾向而定。

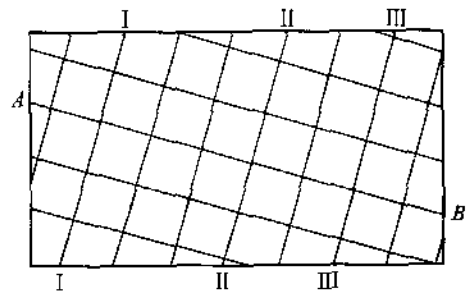


图 1－64　自由分幅的矿图的方格网绘制

（3）在基准线上，每 100 mm 截取一点，并每隔一些截取点作基准线的垂线（即控制线，见图 1－64 中的Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ直线）。

（4）在所作的几条垂线上，由基准线开始，每 100 mm 截取一点，并分别连接距基准线等距离的各截取点，画出平行于基准线的各网格线。

（5）在平行于基准线的网格线上，由同一条控制线开始，每 100 mm 截取一点，连接等距点，画出垂直于基准线的格网线。

二、剖面图中高程线的绘制

剖面图中的高程线是一组等间距的平行线，其间距的大小取决于图纸的比例。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。可按照以下步骤绘制：

(1) 画基线。在选择好的图纸上，根据剖面图图面布置，在适当地方画一根直线作为基线，如图 1－65 中的 AA''。

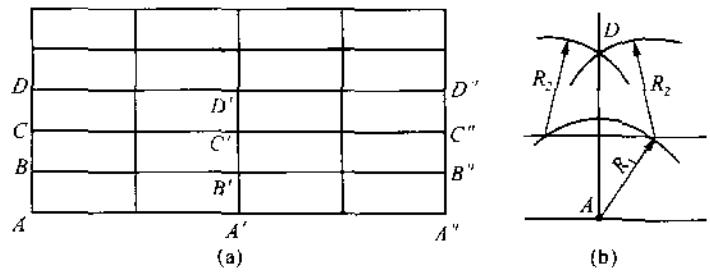


图 1－65　剖面图中高程线的绘制

(2) 作基线的垂线。在基线的中部和两端分别作垂直线，如 1－65 图中的 AD、$A'D'$、$A''D''$。若剖面很长，可多选几个点作垂线。垂直线可运用平面几何的原理用圆规来画，如图 1－65(b)所示，亦可采用经校正的三角板来画。

(3) 在垂直线上截高程点。用比例尺或分规分别在各垂直线上，以 A、A'、A''为起点，按高程网的间距向上截取各高程点 B、C、D 和 B'、C'、D' 等，使 AD 线上的 AB、BC、CD，$A'D'$线上的 $A'B'$、$B'C'$、$C'D'$等都等于高程线的间距。

(4) 连接高程线。用丁字尺或钢板尺连接 B、B'、B''和 C、C'、C''等，连接时必须使 B、B'、B''及 C、C'、C''三点在一条直线上，否则应重新绘制。

(5) 检查高程线的精度。连接高程线后，根据比例按前面提出的精度要求逐段进行检查，满足要求后擦去 AD、$A'D'$、$A''D''$等垂直线。

第六节　图 形 符 号

一、图形符号的概念

在矿图上，地面上的地物、地貌，井下的各种巷道、硐室，矿床埋藏状况、岩石性质及各种地质构造，机电设备，安全设施等，都是以其相似的几何图形或统一规定的符号来表示的，这些符号统称为图形符号，也称图例。

二、图形符号的种类

图形符号可分为：地面地物、地貌图形符号，采矿图形符号，地质图形符号，测量图形符号，其他图形符号等。

三、图形符号的作用

使用统一的图形符号，可以方便、直观、快捷地识读、绘制和应用矿图。

四、对采矿图形符号的要求

(1) 在复制地质图时，仍采用原地质图形符号进行复制；需要在复制图中增添设计内容

时应按规定的图形符号绘制。

(2) 同一张图纸应采用统一的图形符号。

(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的两个阶段，除按规定图形符号绘制图纸外，还可在达到设计产量时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，对图中的巷道，应采用巷道的图形符号按设计图纸比例进行绘制。

(5) 当绘制 1∶500～1∶5 000 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) 图形符号的线条粗细以 mm 为单位。

五、常用图形符号

在书后的附录中，列举了一些常用的图形符号及其说明，以供读者识读和绘制矿图时参考。其中包括：常用地物、地貌符号，测量图常用符号，地质图常用符号，采矿图常用符号，地层岩石常用符号。

第七节　图　　号

一、设计图纸的分类及代号

1. 设计图纸的分类

设计图纸按其使用目的不同，分为工程勘察设计(包括总体及单项工程)图纸、通用设计图纸和标准设计图纸三类；根据不同要求工程勘察设计图纸可分为总体设计、可行性研究、初步设计和施工图设计四个阶段的图纸。

2. 各类图纸的符号及代号

各类图纸的编号采用统一形式。为了区别各类图纸，在每类图纸图号的号首，采用汉语拼音字母标注，其规定见表 1－9。

表 1－9　各类图纸符号表

图纸类别 / 符号 / 设计阶段	工程设计	工程勘察	通用设计	标准设计
可行性研究	K	KK	—	—
总体设计	Z	ZK	—	—
初步设计	C	CK	TC	BC
技术设计	J	—	TJ	BJ
施工图	S	SK	TS	BS

总体及单项工程设计，按工程类别规定代号见表 1－10。

表 1－10 总体及单项工程分类代号表

工程类别名称	代号	工程类别名称	代号
总体	0	电厂、输变电、通信工程	5
矿井	1	铁路、公路、索道、码头、管道运输	6
选煤厂	2	给排水、供热、环保工程	7
矿区辅助、附属企业及设施	3	火药厂	8
露天矿	4	其他工程	9

二、固定图号

1. 矿井设计固定图号

001～020 环境影响评价
021～100 工程勘察
101～180 采矿
181～200 施工组织
201～300 机电
301～400 机制
401～500 工艺布置和总体运输
501～600 其他或备用
601～800 土建
801～900 水暖及环保工程
901～999 矿区行政、文教、卫生等附属设施

2. 矿井设计采矿专业固定图号

采矿专业固定图号见表 1－11。

表 1－11 采矿专业固定图号

固定图号	图 名	固定图号	图 名
101	矿区交通位置图	114	
102	区域或矿区地质地形图	115	
103	井田地形地质图	116	副井井筒(包括人车存放线、矸石井筒)
104	地质剖面图	117	副井井筒与井底车场连接处
105	煤层底板等高线及储量计算图	118	风井井筒(包括风硐、安全出口及防爆门框等)
106	安全煤柱图		
107	综合地质柱状图	119	风井井筒与风道连接处
108	与邻近矿井关系图	120	其他井筒
109	开拓方式图	121	井底车场图
110	开拓巷道工程图	122	巷道断面图
111	主井井筒	123	巷道交岔点
112	主井井筒与井底车场连接处	124	井下运输系统示意图
113		125	

续表 1-11

固定图号	图 名	固定图号	图 名
126	矿区井田划分及开发方式图	166	副井井底水窝及水窝泵房
127	其他地质图	167	
128	液压站硐室	168	
129	柴油机车库、修理间及加油硐室	169	采区矸石仓
130	单轨吊车车库、修理间及加油硐室	170	
131	主排水泵房	171	通风系统图
132	主排水泵房管子道	172	风门、风桥、密闭等硐室
133	爆炸材料发放硐室	173	瓦斯抽放工程
134	沉淀池硐室	174	井下安全监测布置
135		175	
136	水仓及清理水仓硐室	176	充填系统图
137	主变电所	177	水力提升硐室
138	架线电机车库及修理间	178	
139	消防材料库	179	
140	井下爆炸材料库	180	
141	防火门及防火、栅栏两用门硐室	181	矿区交通运输及附属企业分布图
142	密闭门硐室	182	井筒掘进时期地面施工工业场地布置图
143	等候室、避灾硐室	183	巷道掘进时期地面施工工业场地布置图
144	调度室、医疗室、井下办公室	184	井筒掘进设备布置及井口提升设备布置图
145	工具备品保管室	185	风井掘进设备布置及井口提升设备布置图
146	防水闸门硐室	186	井巷工程施工进度图
147	推车机及翻车机硐室或自卸矿车卸载站硐室	187	井底车场施工进度图
		188	移交生产时采区施工进度图
148	井底煤仓及装载硐室	189	机电设备安装工程施工进度图
149	井下材料换装站	190	土建工程施工进度图
150	岩粉棚、隔爆水棚、隔爆水袋布置图	191	采矿、土建、机电工程综合进度表
151	各种壁龛及机械设备(包括防火、洒水、照明、电气或油水分离器等)硐室	192	矿井建设顺序及产量平衡表
		193	
152	空气压缩机硐室	194	
153	蓄电池电机车库及充电硐室	195	
154	带式输送机机头及转载硐室	196	
155	清理井底撒煤及水窝泵房	197	
156	采区水仓及沉淀池	198	
157	采煤方法图	199	
158	采区车场图(上、下山及盘区车场)	200	
159	井下绞车房(卡轨车、单轨吊等驱动硐室)		
160	采区煤仓及溜煤眼		
161	采区变电所		
162	采区水泵房		
163	采区布置及机械配置图		
164	采区年进度计划图		
165	井巷工程数量总表		

注：主井、副井及风井包括立、平、斜的井筒及暗井。

三、图纸编号方法

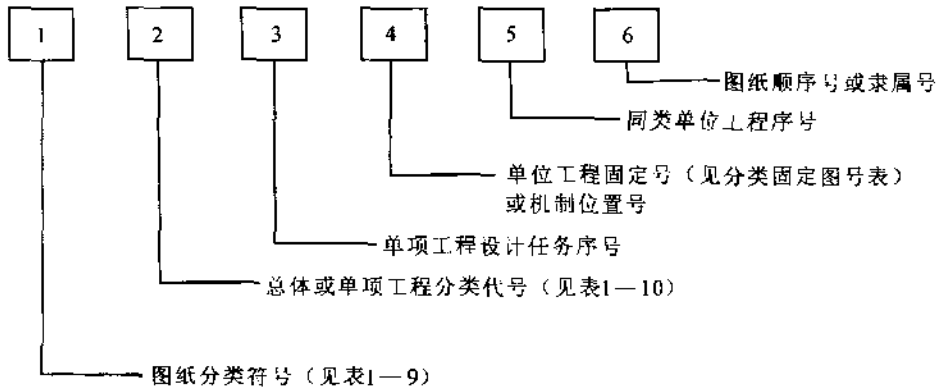
1. 图号组成

整个图号由号首、号干和号尾三部分组成，彼此间用短横线隔开。

例如 S1003－105·1－1

号首 号干 号尾

按其相应位置分成六段加以说明：



(1) 号首：由三段组成。

1—号首的第一段为图纸类别和设计阶段的符号，按表 1－9 选用。

2—号首的第二段为总体或单项工程分类代号，用一位数字 0～9 表示，按表 1－10 选用。

3—号首的第三段为单项工程设计任务的序号，用三位数字组成，由各设计单位计划部门按工程类别自行排定，从 001 起，按每一个任务号顺序排列。

部标准、通用设计的第2 3段用设计开始编制年份的后两位数字组成。

(2) 号干：由两段组成。

4—号干的第一段为单位工程固定图号。按工程类别及各专业的单位工程或设备统一划分和排定，见各分类固定图号表。矿井设计固定图号由三位数字组成。其他单项设计固定图号由四位数字组成，其第一位数字除露天矿按历史习惯仍为 1 外，其他与单项工程分类代号取得一致。

各单位工程设计中，同类不同型的各种单位工程或设备，均采用统一的固定图号，如矿井设计中各种类型的筛分机固定图号为 350。各专业单位工程图纸，如果在固定图号表中没有相同名称的固定图号时，允许采用内容相近的固定图号，尽量避免补充新号。

专业之间配套图纸，如矿井井下硐室、地面各种建筑物和构筑物的动力配电、照明、给排水、采暖、通风及机械设备安装等设计图纸，这一号段采用分数形式，分子为机电、水暖等专业的固定图号，分母为硐室、建筑物和构筑物的固定图号。

位置号是工程设计中机制专业的一种图纸编号方法，根据工艺系统对各结构部分统一排定，因此在这些图纸的编号中，不用固定图号而以位置号编排图号。采用位置号时，为避免与固定图号相混，此类图号的号首和号干之间不用短横线而用圆点隔开。

标准、通用设计图纸，均采用单位工程的固定图号。

5—号干的第二段，表示系列品种的序号及同类设备或同类单位工程的序号。从1起编流水号，固定号与序号之间用圆点隔开。

如系部标准、通用设计，该系列品种的序号由编制单位提出或承受任务布置下达。只有一个品种的，不编制系列项目，该序号省略。

在同一工程中同类设备或同类单位工程有两个以上的项目时，用序号加以区别，如第一转载站的专业号为640·1，其余类推。

若固定图号为分数形式，则该序号从属于专业的固定图号。

此外，有的附属企业设备或厂房只有一个固定图号，而其中的设备或厂房不止一项时，也采用顺序号加以区别。工程项目的固定图号下面如又有分项工程时，也可采用以上类似办法编序。

(3) 号尾：由一段组成。

6—号尾表示该张图纸在该项设计中的顺序编号，机制专业的总图，其号尾用00表示，以下按隶属关系编部件号、分部件号和零件号。一般分三段，每段分别从01起编流水号。其他专业图纸，号尾均由1起编流水号。

(4) 修改已批准的设计时，应在修改图图号上按修改范围(单项、单位或整张图)，在相应号段后边加注G，第一次修改为G1，第二次修改为G2，其余类推。

若一套设计中，仅个别图纸上有少数非原则性错漏现象需要修改时，则可不必在图号后边加注修改号，但必须在图纸修改处和图签的专用栏内注明。

(5) 改扩建工程和矿井延深工程的图号，参照第4条修改图纸的办法，在原工程图号的相应位置后边加注字母GK(改扩建工程)或Y(延深工程)。

(6) 施工图说明书、技术条件、计算书及预算书的图号，只在封面或首页写明号首和号干。

(7) 工程勘察除号首有相应符号外，号干也采用分数形式编号，分子表示勘察图号，分母为原单位工程的图号，以便明确某个单位工程的勘察图纸。补充勘察时，补充图的图号按补充范围(单项、单位)，在相应图号段的后边加注B，第一次补充为B1，以后按顺序类推。施工期间验槽、监测的勘察，加注YJ，方式同前。

(8) 几个单位工程合并出图时，用主要单位工程的固定图号。

2. 图纸编号方法示例

(1) 总体设计。Z0002－102－1，为总体设计第2项任务，矿区地质地形图，第1张图。

(2) 单项工程设计。C1003－121－1，为矿井初步设计第3项任务，井底车场布置图，第1张图。

F1003－121－1，为矿井方案设计第3项任务，井底车场布置图，第1张图。

S1002－121－1，矿井施工图设计第2项任务，井底车场布置图，第1张图。

(3) 采用分数形式。S1003－214/161－5，为矿井施工图第3项任务，采区变电所的电气设备布置图，第5张图。

(4) 采用位置号。S1003·25－010331，为矿井施工图第3项任务，位置号为25的第1部件，第3分部件，第31张零件图。

(5) 图纸修改。S1004－121G1－1，为矿井施工图第4项任务，井底车场布置图第1次

修改，第 1 张图。

(6) 改扩建设计。C1001GK－116－1，为矿井改扩建初步设计第 1 项任务，副井井筒，第 1 张图。

第八节 绘图仪器、工具及其用法

矿图的绘制可分为手工绘图和计算机绘图两种方法。前者是工程技术人员进行设计绘制底图、然后描图员进行描图，再进行晒图而形成的；后者是工程技术人员进行设计，采用计算机辅助制图(AutoCAD 或采矿 CAD)，然后进行出图而形成的。

矿图是采矿工程必不可少的重要基础文件，是矿井进行日常工程设计和管理的重要资料，同时也是矿井生产、经营的依据。因此为保证绘图的质量，提高绘图速度，需了解绘图仪器及工具的特点，掌握其使用方法。

一、绘图板、丁字尺、三角板

1. 绘图板

绘图板常采用平整的胶合板作为板面，四边镶有木制边框，是用来铺放和绘制图纸的矩形案板，简称图板。绘图板的板面要求光滑平整，四周工作边要平直，如图 1－66(a)所示。

绘图板有各种不同规格，一般有 0 号(900 mm×1 200 mm)、1 号(600 mm×900 mm)和 2 号(400 mm×600 mm)三种规格。矿图绘制时通常选用 0 号绘图板。

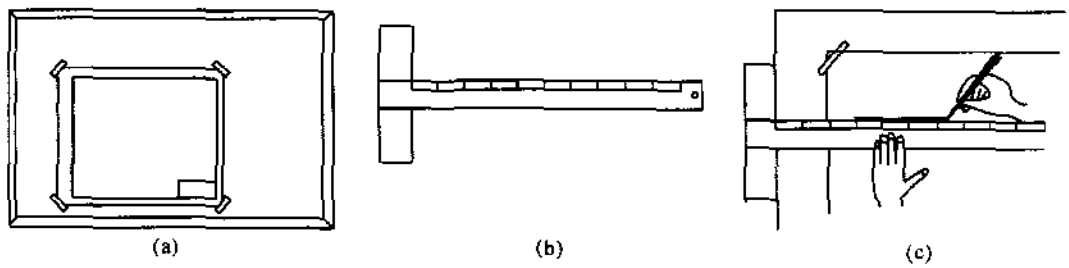


图 1－66 绘图板丁字尺及使用

(a) 绘图板；(b) 丁字尺；(c) 丁字尺的使用

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部会组成，尺头与尺身互相垂直，尺身带有刻度，也有不同的规格型号，如图 1－66(b)所示。

丁字尺主要用于绘水平线，使用时左手握住尺头，使尺头内侧边缘紧靠图板的左侧边缘，上下移动到位后，用左手按住尺身，即可沿丁字尺的工作边自左向右绘出一系列的水平线，如图 1－66(c)所示。

3. 三角板

三角板由两块组成一付，其中一块是两锐角各为 30°和 60°的直角三角形，另一块是等腰直角三角形，如图 1－67(a)所示。

两块三角板互相配合使用，可以绘出任意直线的平行线和垂直线，如图 1－67(b)所示。

三角板与丁字尺配合使用可绘出竖直线及15°、30°、45°、60°、75°等斜线及它们平行线，如图1－68所示。

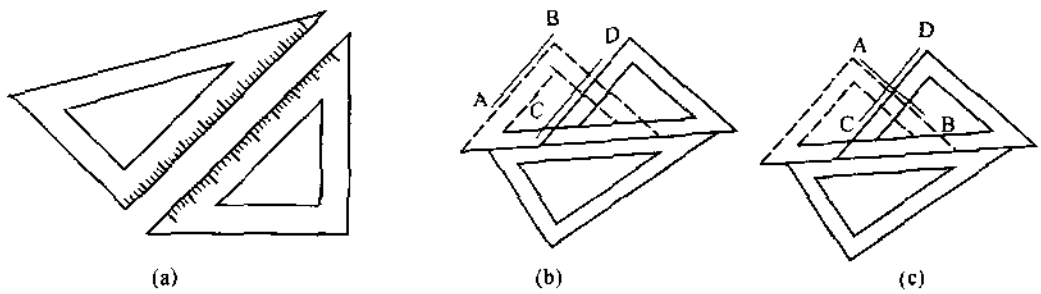


图1－67　三角板及其使用

(a) 三角板；(b) 三角板的配合使用画平行线；(c) 三角板的配合使用画垂直线

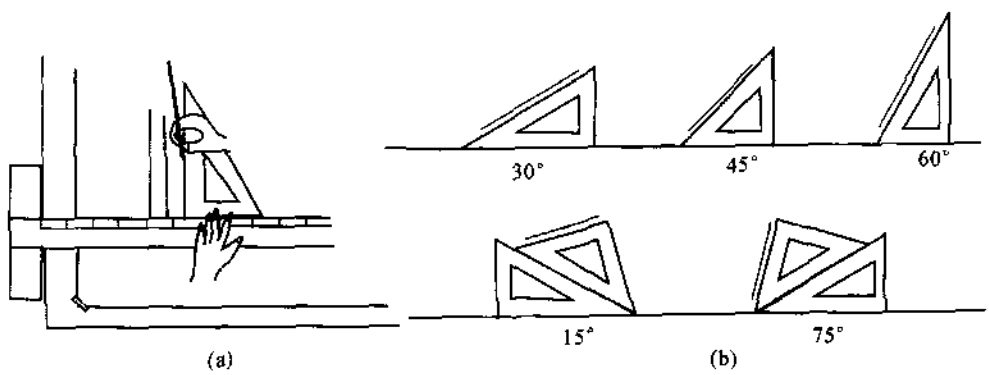


图1－68　三角板与丁字尺的配合使用

二、圆规、分规、比例尺

1．圆规

圆规是绘圆和圆弧的专用工具。为了扩大圆规的功能，圆规一般配有三种插腿：铅笔插腿(绘铅笔圆用)、直线笔插腿(绘墨线圆用)、钢针插腿(代替分规用)。圆规接上延伸杆，可扩大绘圆的半径，如图1－69所示。

绘铅笔线圆或圆弧时，所用铅芯的型号要比绘同类直线的铅笔软一号。例如绘直线时用B号铅笔，则绘圆时用2B号铅芯。使用圆规时需要注意，圆规的两条腿应该垂直纸面。

2．分规

分规是量取线段长度和分割线段、圆弧的工具，如图1－70(a)、(b)所示。图1－70(c)表明将已知线段 AB 三等分的试分方法：首先将分规两针张开约 $1/3AB$ 长，在线段 AB 上连续量取三次，若分规的终点 C 落在点 B 之外，应将张开的两针间距缩短 $1/3BC$，若终点 C 落在点 B 之内，则将张开的两针间距增大 $1/3BC$，重新再量取，直到点 C 与点 B 重合为止。此时分规张开的距离即可将线段 AB 三等分。等分圆弧的方法类似等分线的方法。

3．比例尺

比例尺是绘图时用于放大或缩小实际尺寸的一种尺子，又称三棱尺，在尺身上刻有不同

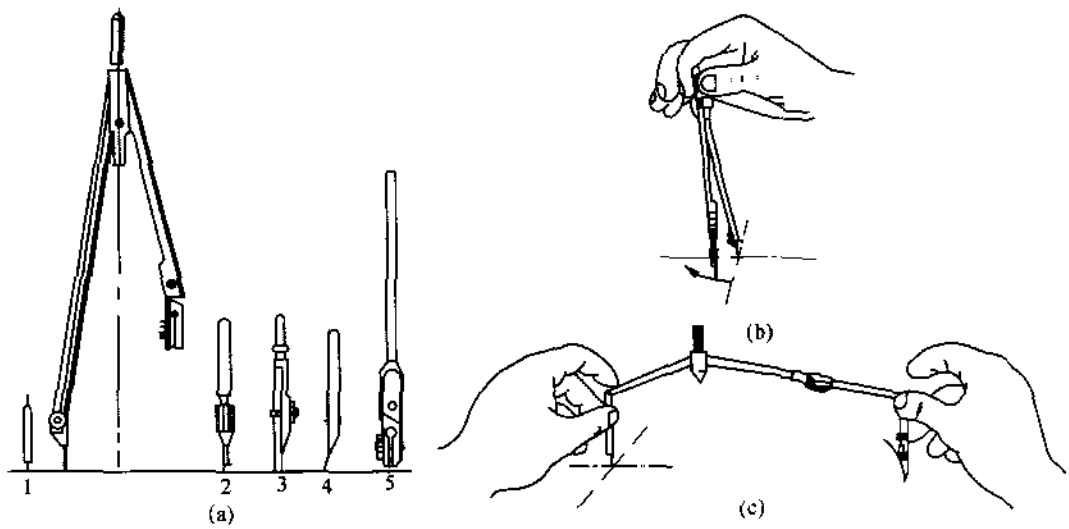


图 1－69　圆规及其使用

(a) 圆规；(b) 画圆方法，(c) 画大圆

1—钢针；2—铅笔插腿；3—直线笔插腿；4—钢针插腿；5—延伸杆

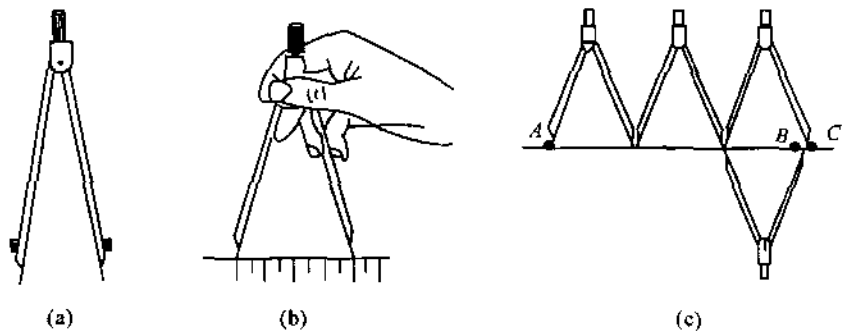


图 1－70　分规及其使用

(a) 分规；(b) 量取线段；(c) 等分线段

的比例刻度，例如在百分比例尺上有 1∶100、1∶200、1∶500 等刻度，如图 1－71 所示。

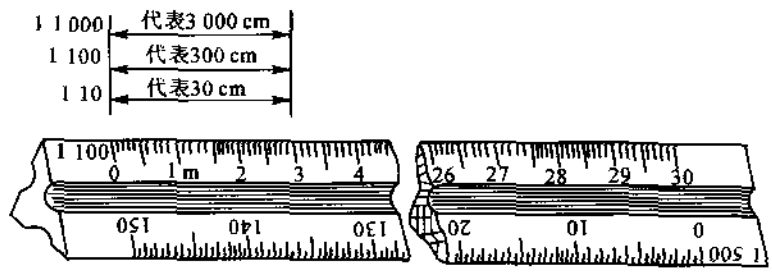


图 1－71　比例尺

例如，比例尺 1∶100，是指比例尺上的尺寸比实际尺寸缩小了 100 倍。也就是说比例尺的实际长度只有 3 cm，而比例尺上的刻度却标明为 3 m，则它所表示的实际尺寸为 3 m。即缩小了 100 倍。同样用 1∶100 的比例尺绘出来的图线长度只有物体实际长度的 1/100。

1 100 的比例尺也可以当作 1∶10 或 1∶1 000 的比例尺使用。当作 1∶10 的比例尺使用时，尺上的 3 m 代表 0.3 m(30 cm)；当作 1∶1 000 的比例尺使用时，尺上的 3 m 代表 30 m (300 cm)。

三、曲线板、绘图模板

1. 曲线板

曲线板是描绘各种曲线的专用工具，曲线板的轮廓线是以各种平面数学曲线(椭圆、抛物线、双曲线和螺旋线等)相互连接而成的光滑曲线。

用曲线板描绘曲线时，应先确定出曲线上的若干个点，然后徒手沿着这些点轻轻地勾绘出曲线的形状，再根据曲线的几段走势形状，选择曲线板上形状相同的轮廓线，分几段把曲线绘出。

使用曲线板时要注意：曲线应分段绘出，每段至少应有 3～4 个点与曲线板上所选择的轮廓线相吻合。为了保证曲线的光滑性，前后两段曲线应有一部分重合，如图 1－72 所示。

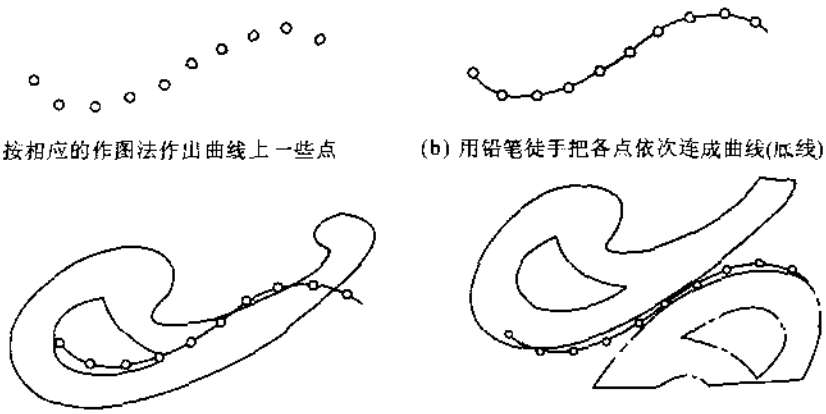


图 1－72　用曲线板画曲线

2. 绘图模板

为了提高绘图的质量和速度，把绘图时所常用的一些图形、符号、比例等刻在一块有机玻璃板上，作为模板使用。

四、绘图组合仪

绘图组合仪是将圆规、分规、点圆规、直线笔、延伸杆、插腿等绘图仪器按其相互配套设计的组合性仪器，可自由灵活组合，形成不同用途。常用的绘图仪器有 6 件、9 件、11 件、12 件、15 件、18 件、24 件、36 件和 54 件等多种。

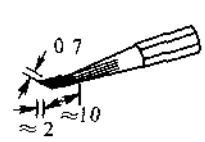
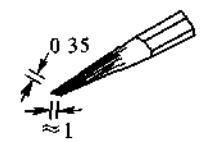
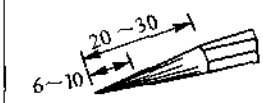
五、绘图用笔

1. 铅笔

绘图所用铅笔以铅芯的软硬程度分类，“B”表示软，“H”表示硬，其前面的数字越大则表示铅笔的铅芯越软或越硬。“HB”铅笔介于软硬之间，属于中等。

绘铅笔图时，图纸的粗细不同所用的铅笔型号及铅芯的削磨形状也不同，具体选用时可参考表 1－12。徒手写字宜用磨成锥状形铅芯的 HB 铅笔。

表 1－12 铅笔的应用与分类

	粗线 b	中粗线 0.5b	细线 0.35b
型号	B(2B)	HB(B)	2H(H)
铅芯形状			

2. 直线笔

直线笔又叫鸭嘴笔，是传统的上墨、描图工具，如图 1－73 所示。



图 1－73 直线笔

使用直线笔上墨或描图时，应根据所绘线条粗细旋转螺母、调节好两叶片间距，用吸墨管把墨注入两叶片之间，墨汁高度约 5～6 mm 为宜。绘线时执笔要直，不能内外倾斜，上墨不能过多，否则会影响图线质量，如图 1－74 所示。直线笔插腿装在圆规上可绘出墨线圆或圆弧。

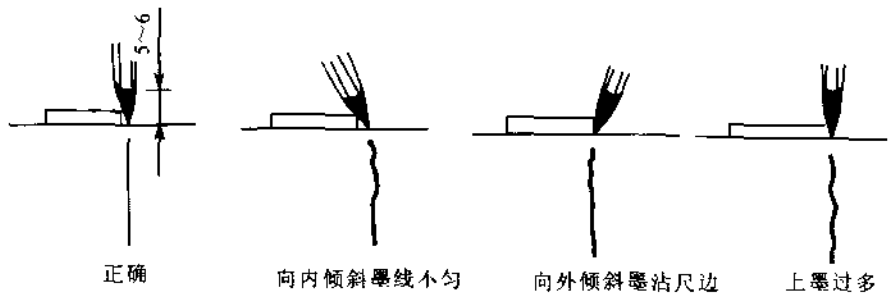


图 1－74 直线笔的使用

3. 绘图墨水笔

绘图墨水笔是上墨、描图所用的绘图笔，又称针管笔，是上墨描图较为理想的工具。绘图墨水笔的头部装有带通针的不锈钢针管，针管的内孔直径为 0.1～1.2 mm，分成多种型号，选用不同型号的绘图墨水笔即可绘出不同线宽的墨线。把绘图墨水笔装在专用的圆规夹上还可绘出墨线圆及圆弧，如图 1－75 所示。绘图墨水笔需使用碳素墨水，用后要反复吸水把针管冲洗干净，防止堵塞。

六、采矿 CAD 简述

随着计算机技术的飞速发展，AutoCAD 通用绘图软件的使用越来越广泛。其丰富的绘图功能、强大的编辑功能和良好的用户界面受到广大工程技术人员和大中专院校师生的普遍欢迎。特别是该软件提供的各种编程工具和接口技术，为用户开发应用系统创造了十分

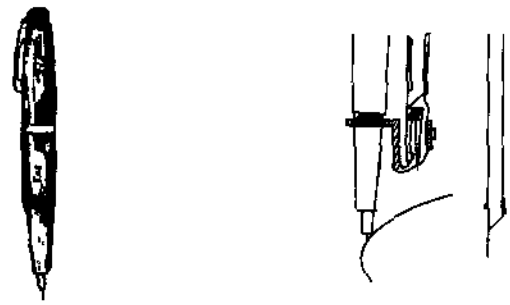


图 1-75 绘图墨水笔及使用
(a) 绘图墨水笔;(b) 用绘图笔画圆

方便的条件。因此,它已成为工程技术人员甩掉图板,实现设计、绘图自动化的主要图形软件平台之一。

采矿 CAD 是在 AutoCAD 基础上开发出的采矿辅助绘图软件。采矿 CAD 的工作界面主要由标题栏、下拉菜单栏、工具栏、作图窗口、坐标、坐标系图标、滚动条、命令行窗口和状态栏等组成。

1. 标题栏

标题栏显示当前所操作的图形文件名称的图标及窗口的最小化、最大化、关闭按钮。可实现图形窗口的最小化、最大化、移动和关闭等操作。

2. 下拉菜单

当用户选择某一菜单项,用鼠标左键单击标题行对应的选项,就可以出现下一级子菜单,在此菜单选项中单击鼠标左键执行该选项命令。

3. 工具栏

工具栏包括基本绘图命令、编辑命令,高级绘图命令、编辑命令,画面控制、图面尺寸与文本标注及编辑,图块及属性、外部参照、图形打印、网络功能等。工具栏是最常使用的辅助设计应用窗口。

4. 命令行

命令行窗口是显示用户进行操作的命令和提示信息的区域。

5. 状态栏

状态栏用来显示当前的作图状态。可实现栅格捕捉、栅格显示、正交、极坐标跟踪、目标捕捉、线宽显示以及当前的作图空间等。

采矿 CAD 绘图软件,对 AutoCAD 在菜单技术、线型、图案以及图型符号进行了扩充,对参数化绘图、对话框设计及高级语言的接口技术进行改进,是采矿绘图中最为实用的软件。它在一定程度上可使地测图和采矿设计图融为一体。当采矿技术人员需绘图设计时,可通过计算机调用所需要的地质资料图,在其基础上进行二次开发设计,实现矿图的设计和绘制管理现代化、数字化。使用采矿 CAD 进行绘图,不仅可以进行优化设计、提高绘图精度,减轻设计人员的劳动强度、缩短出图周期,及时修改和填充矿图、补充地质资料,使矿图更为真实有效,而且可以通过网络技术用于指挥煤矿建设、进行生产决策等,实现集中管理,以适应

现代化煤矿生产的发展趋势。

技能训练

1. 地理坐标是如何表示地面某一点的位置的?

2. 在带有坐标网格的图纸上,如何求出图内某一点的纵、横坐标值?

3. 某点的高程为 -23.5 m,其含义是什么? 为什么说两点间的高差与起算面无关?

4. 已知一直线 *AB* 的方位角为 123°21′,其反方位角是多少? 直线 *AB* 的象限角又是多少?

5. 已知一直线 *CD* 的象限角为南西 72°18′15″,试求其方位角。

6. 若已知某直线 *EF* 的磁方位角为 150°30′,又知此地区的磁偏角 δ 为西偏 3°30′,问直线 *FE* 的真方位角为多少度?

7. 试举例并绘图说明方位角与象限角的关系。

8. 在比例为 1∶1 000 的平面图上,量得某水平巷道的长度为 126 mm,该巷道实际长度是多少?

9. 已知一井筒的倾角为 20°,实际长度为 380 m,将井筒绘制到 1∶2 000 的平面图上,其在图上的长度应是多少?

10. 按 A1 图幅绘制图框、标题栏、坐标网格。

第二章　矿图投影基本知识

熟练绘制和应用矿图，需要了解投影的基本原理、投影的方法和种类，掌握正投影的方法和投影的性质，掌握标高投影的概念及点、线、面的标高投影原理和作图方法，了解轴测投影原理和作图方法。

第一节　投影概述

一、投影的概念

把一个物体置于阳光或灯光下，它的影子就会出现在地面或墙壁上。我们根据这种现象用投影线代替光线，通过物体射向某平面，在平面上得到物体的图形，这种方法称为投影法，此平面为投影面，其图形为物体在投影面上的投影。

例如，用灯光照射一块三角板，在投影面上就会出现三角板的阴影，此阴影称为三角板的投影，如图 2－1 所示。

投影现象是由投影物体、投影线和投影面三个条件组成的。

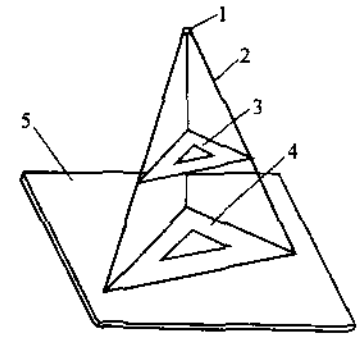


图 2－1　三角板的投影

1—投影中心；2—投影线；3—物体；4—投影；5—投影面

二、投影方法分类

根据投影线是否相互平行，投影方法分为：中心投影法和平行投影法两种。

（一）中心投影法

投影线相交于一点的投影方法称为中心投影法，用中心投影法绘制的投影称中心投影。

中心投影的特征：

（1）投影线都是从投影中心发出，彼此不平行。

（2）投影线与投影面斜交。

（3）在一定条件下，投影的大小随投影中心距物体的远近或者物体离投影面的远近而变化。

（4）投影的形状随物体与投影面的倾斜关系而不同。

在日常生活中，照相、放映幻灯、电影等都是应用这种原理。由于这种投影不能满足工程技术所需的度量要求，因而在工程制图中很少采用。

（二）平行投影法

投影线相互平行的投影方法称为平行投影法，如图 2－2 所示。

根据投影线与投影面的角度不同，平行投影法分为斜投影法和正投影法两种。

（1）斜投影法。相互平行的投影线与投影面斜交的投影方法，称为斜投影法，如图 2－2（a）所示。

（2）正投影法。相互平行的投影线与投影面垂直的投影方法，称为正投影法，如图 2－2

(b)所示。

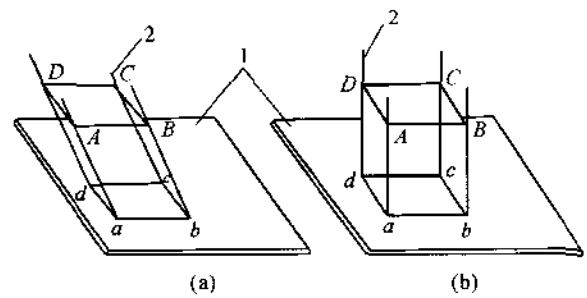


图 2-2 平行投影

(a) 斜投影法;(b) 正投影法

1—投影面;2—投影线

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、投影线与投影面的角度变化而变化。

第二节 正 投 影

正投影是相互平行的投影线与投影面垂直时的投影。

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

正投影性质:

(1) 物体平面平行于投影面,其投影图形反映平面物体的真实形状和大小

(2) 物体平面倾斜于投影面,其投影图形的形状和大小随物体平面与投影面的倾斜角度而变化。

(3) 物体平面垂直于投影面,其投影为一条直线。

在工程制图中,为全面反映物体的形状和大小,一般采用三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上作正投影,得到物体的三个投影图形,这种投影方法称为三面投影法。

需要用几个投影面进行投影时,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进行分析确定。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、缓斜煤层采掘工程平面图;有的需要用两个投影面,如急斜煤层采掘工程图;有的由于工程的需要,将投影面与岩层层面平行放置,这样绘制成的矿图称为层面图。

第三节 标 高 投 影

以大地水准面(或假定水准面)作为投影面,将空间物体上各特征点垂直投影于该平面上,以确定各点的平面位置,然后将物体各特征点的高程注于各投影点的旁边,用于说明各点高于或低于大地水准面(或假定水准面)的数值。这种投影称为标高投影。

标高投影属于正投影,矿图就是运用标高投影的方法来绘制的。

物体的外形轮廓由点、线、面构成。如立井井筒中心、钻孔中心等，可以看作是一个点；地面的铁路、道路、井下的巷道，可以看作是线；煤层的顶板、底板、断层层面等，可以看作是面。识读和绘制矿图需要掌握点、线、面标高投影的基本知识。

一、点的标高投影

自空间一点向零水平面（投影面）作垂线，在垂足处注明该点的标高（即该点至投影面的垂直距离）。投影面上这个垂足及其标高就是该点的标高投影。点在零水平面以上时，其标高为正数，以下时为负数。如图 2－3(a)所示，H 平面为零水平面，空间 A 点的高程为 60 m，B 点的高程为－56 m，A、B 两点在水平面 H 上的投影分别为 a_{60}、b_{-56}[图 2－3(b)]。

点的标高投影的作图方法与确定点位的方法有关，如图 2－3(b)所示。首先确定投影面，画出坐标系，然后根据 A、B 两点的 x、y 坐标值定出两点的平面位置，并在两点的投影 a、b 旁边注明高程。

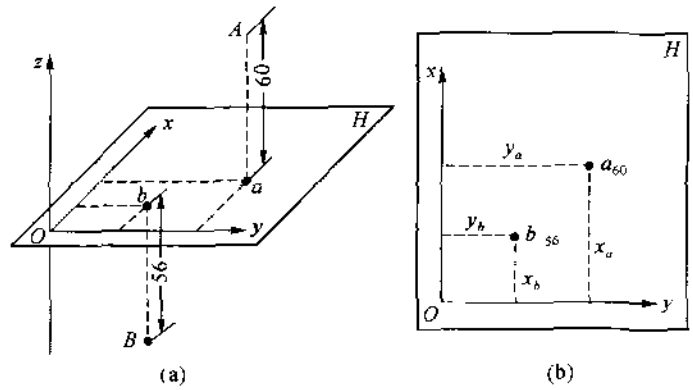


图 2－3　点的标高投影

[例 2－1]　A、B、C 三点的高程分别为 15 m、－12 m、20 m，三点的相对位置坐标 $x_A=4$ m，$y_A=1$ m；$x_B=3$ m，$y_B=3$ m；$x_C=1$ m，$y_C=2$ m。

图 2－4 就是根据以上条件按比例绘出的 A、B、C 三点的标高投影图。

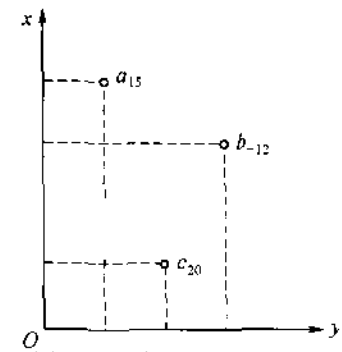


图 2－4　点的标高投影图

二、直线的标高投影

（一）直线标高投影方法及作图方法

直线的标高投影就是该直线两端点标高投影的连线。图 2－5(a)为空间直线标高投影的示意图，直线 AB 两端点的标高分别为 10 m 和 4 m，两点在水平面 H 上的标高投影分别为 a_{10}、b_4，连接 a_{10}、b_4，则直线 $a_{10}b_4$ 即为直线 AB 的标高投影。

直线标高投影的作图方法，如图 2－5(b)所示，首先按照点的标高投影作图法绘出 A、B 两点的标高投影 a_{10}、b_4，再连接两个投影点，则直线 $a_{10}b_4$ 为直线的标高投影。

若直线为竖直线，如图 2－6(a)所示，则此直线的标高投影为一个点，即该直线两端点在水平面 H 上的投影重合在一起了。图 2－6(b)为此竖直线的标高投影图。

若直线平行于投影面，则此直线的标高投影的长度与直线实长相等，图 2－7(a)为投影示意图，图 2－7(b)为标高投影图。

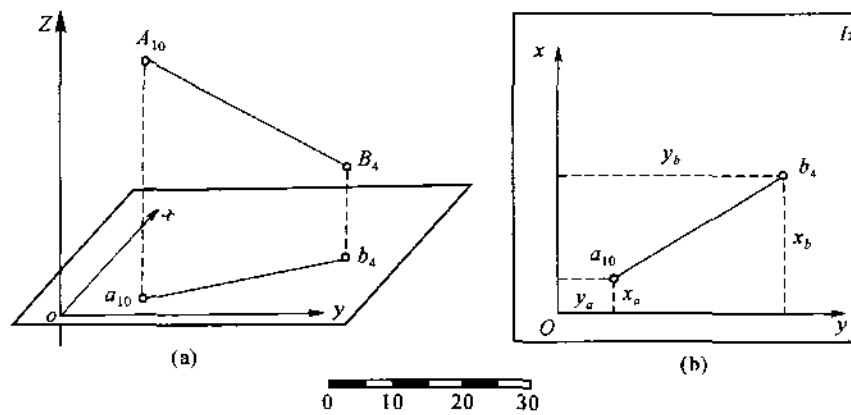


图 2－5　直线的标高投影图

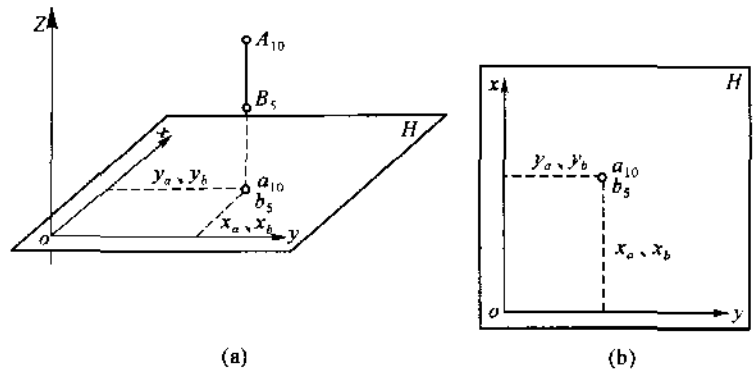


图 2－6　竖直线的标高投影图

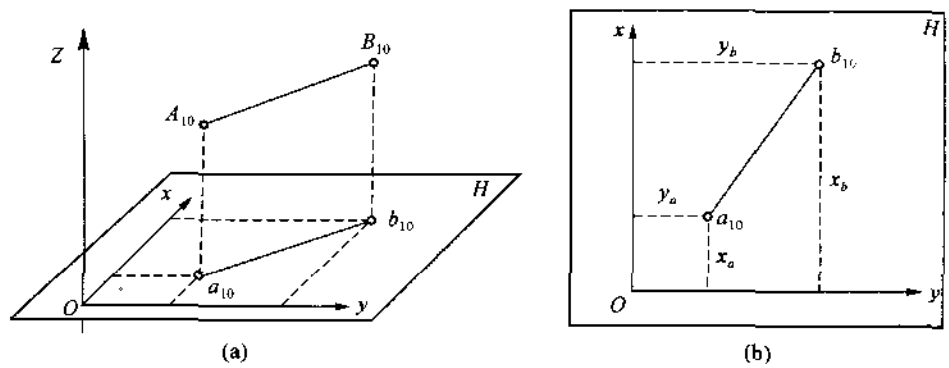


图 2－7　水平线标高投影图

(二) 直线要素及其相互关系

1. 直线各要素

(1) 直线的实际长度称为直线的实长，以 L 表示。

(2) 直线在水平面上投影的长度称为直线的水平长度，亦称平距，以 D 表示。

(3) 直线与水平面的夹角(最小的角)称为直线的倾角，以 δ 表示。

(4) 空间直线两端点的高程差称为直线的高差，以 h 表示。

(5) 空间直线的高差与平距之比称为直线的斜率，亦称坡度，以 i 表示。

2. 相互关系

以上各要素之间的关系可由图 2－8 和以下各公式表示：

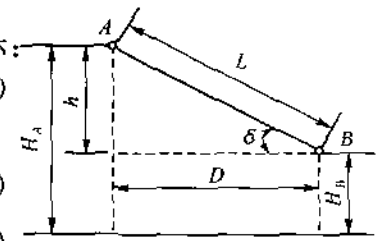


图 2－8　直线各要素间的关系

$$h = H_A - H_B \tag{2-1}$$

式中　H_A、H_B——A、B 两点的高程。

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

$$i = \frac{h}{D} \tag{2-3}$$

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

由此可知，在直线标高投影图上，只要确定了直线的一些要素后，就能求出直线另外一些要素的尺寸。如图 2－5(b)所示，用比例尺量出直线的水平长度为 30 m，A、B 两点的标高分别为 10 m、4 m，由此可知直线两端点的高差为

$$h = 10 - 4 = 6 \text{ m}$$

直线的实长为

$$L = \sqrt{30^2 + 6^2} = 30.59 \text{ m}$$

直线的坡度为

$$i = \frac{6}{30} = 0.2 = 20\%$$

直线的倾角为

$$\delta = \arctan\frac{6}{30} = 11°18'36''$$

(三) 直线投影的标高内插

在一段直线的标高投影图上，求出高程为整数的各点的投影的位置，称为标高内插。在绘制、识读和应用矿图时，经常要用到标高内插。常用的方法有解析法、剖面法和平行线法等，现举例说明如下：

在图 2－9(a)中，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，试求出直线的标高投影上高程为 10 m 的整倍数各点的位置。

1. 解析法

1) 首先求出每米高差的平距 d_1

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

2) 找出第一个整倍数点的位置

很明显，投影上第一个整倍数点的标高应为 60 m，这个投影点距 a_{63} 点的水平长度应为 $(63 - 60)d_1 = 3 \times 2.43 \approx 7.3$ m。在直线投影上自点 a_{63} 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 $10d_1 = 10 \times 2.43 = 24.3$ 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 m、40 m、30 m 的各投影点的位置，如图 2－9(a)所示。

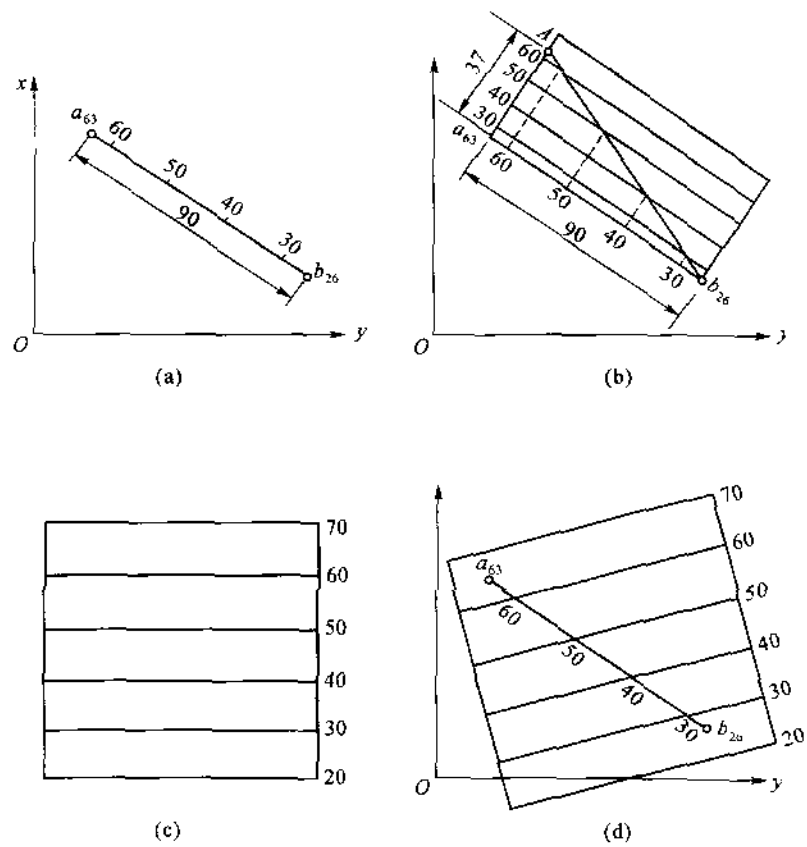


图 2－9　直线投影标高内插法

2. *剖面法*

如图 2－9(b)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 $a_{63}b_{26}$线的垂直线 Aa_{63}，设 Aa_{63}的高度为 $63-26=37$ m。

(2) 在 Aa_{63}线段上，按比例找出高程为 30 m、40 m、50 m、60 m 和 63 m 的各点，其中高程为 63 m 的点即 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 m、40 m、50 m 和 60 m 的各点的投影点。

3. *平行线法*

图 2－9(c)、(d)表示了用平行线法找出标高为 10 m 整数倍各投影点位置的方法：

(1) 首先在一张透明纸上画出间隔相等的一组平行线，注明各线的高程，如图 2－9(c)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的高程线上，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 2－9(d)所示。

(四) 空间两直线的相互位置

井下某两条巷道的相互关系，可以看作是空间两直线的相互位置关系。

空间两直线的相互关系有平行、相交和交错三种情况。

1. 两直线平行

若空间两直线的投影彼此平行、倾斜方向一致，且倾角相等，则空间两直线彼此平行。

图 2－10(a)是空间两平行直线的投影示意图，由图可以看出，空间两平行直线的投影依旧是平行直线，倾斜方向一致，倾角也相同。

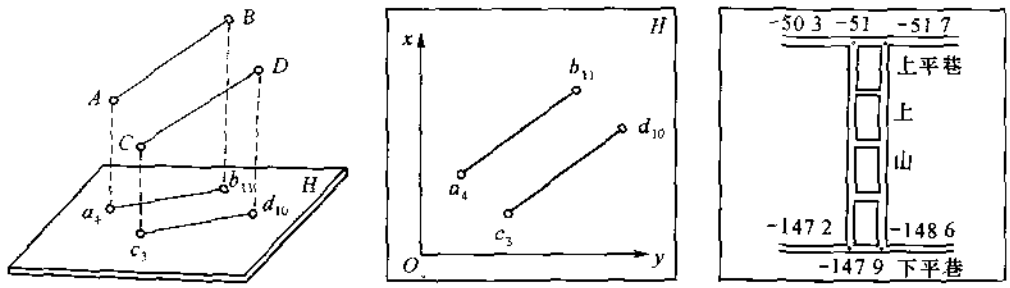


图 2－10　空间两平行直线的投影

图 2－10(b)表示了空间两平行直线的标高投影 a_4b_{11}、c_3d_{10}仍旧是平行的，且倾向一致，两直线端点的高差相等(都是 7 m)，投影长度也相等，因而两直线倾角也必相等。由此可以判定空间两直线是平行的。

图 2－10(c)所示为巷道平面图。根据以上原则可以看出，两水平间的一对上山是彼此平行的。

2. 两直线相交

空间两直线相交，其投影也必相交。图 2－11(a)所示为空间两相交直线的投影示意图。空间两直线的交点只有一个高程值，因此两直线投影交点处的高程值应相等。

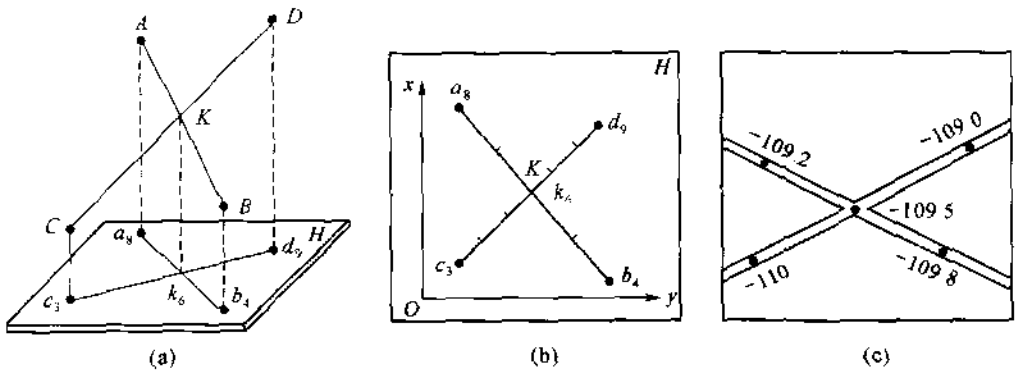


图 2－11　空间两相交直线的投影

图 2－11(b)所示为空间两相交直线的标高投影图。图中空间两直线的投影 a_8b_4 和 c_3d_9 相交于 K，作线段标高内插，K 点的标高在 a_8b_4 线段上为 6 m，在 c_3d_9 线段上也是 6 m，由此可以判定，空间两直线是相交的。

图 2－11(c)所示为两条巷道的投影图，两巷交点的标高都是－109.5 m，因此，两条巷道是相交的。

3. 空间两直线交错

若空间两直线的投影相交，且交点处的高程值不相等，则空间两直线交错。

图 2－12(a)所示为空间两直线交错的投影示意图。它们的投影相交，但交点的高程值不相等。

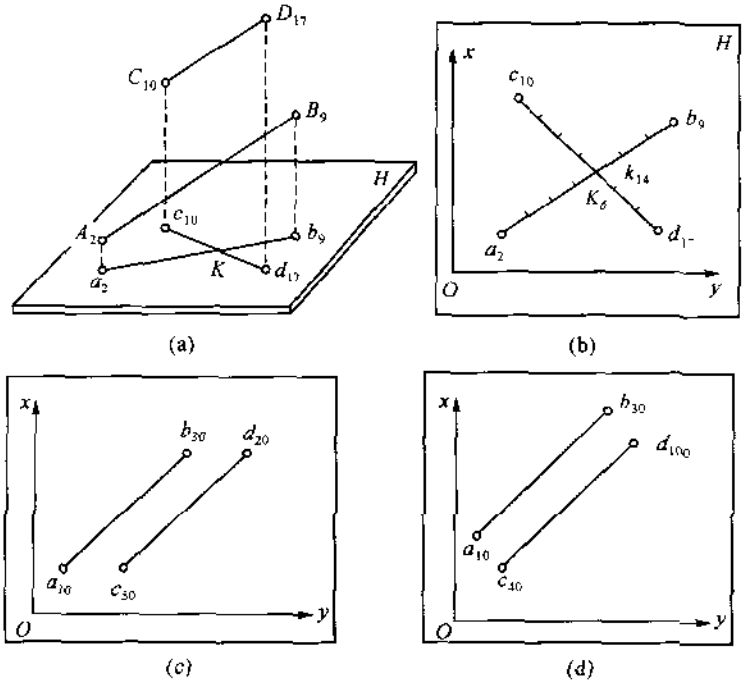


图 2－12　空间两交错直线的投影

图 2－12(b)所示为空间两直线的标高投影图。两条直线相交于 K 点，进行线段标高内插，求得交点 K 的高程，在 a_2b_9 线上 K 为 6 m，在 $c_{10}d_{17}$ 线上 K 为 14 m，显然空间两直线是交错的。

若空间两直线的投影平行、倾向相反，或投影平行、倾向相同，但倾角不相等，则可以判定空间两直线交错，如图 2－12(c)、(d)所示。

三、平面的标高投影

(一) 标高投影中平面的表示方法

平面的标高投影是指空间倾斜平面在水平面上的投影。平面的标高投影一般是以空间平面上的等高线在水平面上的投影来表示。

水平面和倾斜平面的交线上，处处高程值相等，称为等高线。如图 2－13(a)所示，P 为空间一倾斜平面，H、S、T 分别为三个高度不同的水平面，水平面与倾斜平面的交线 0—0、10—10、20—20 为三条等高线。用正投影的方法，将倾斜平面上的等高线投影到水平面上，如图 2－13(b)所示，这组等高线的投影就是空间倾斜平面 P 在水平面 H 上的标高投影。

(二) 平面三要素

倾斜平面的标高投影图，可以表示倾斜平面在空间的状态。倾斜平面在空间的状态用倾斜平面的走向、倾向和倾角三要素表示。

等高线的方向称为倾斜平面的走向，如图 2－13(b)中等高线箭头所指的方向，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，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，一般也用方位角表示；倾向线与倾斜

线的夹角称为倾斜平面的倾角，如图 2－13(a)中的 β 角。确定了平面的三要素，则平面在空间的状态就明确了。这三个要素均可从平面标高投影图中求得。在 2－13(b)中平面 P 的方位角为 90°，倾向方位角为 180°，从 nm 线两端点的高差和 nm 线的水平长度可以求出平面 P 的倾角 β（$\beta=\arctan\dfrac{20}{nm}$）。

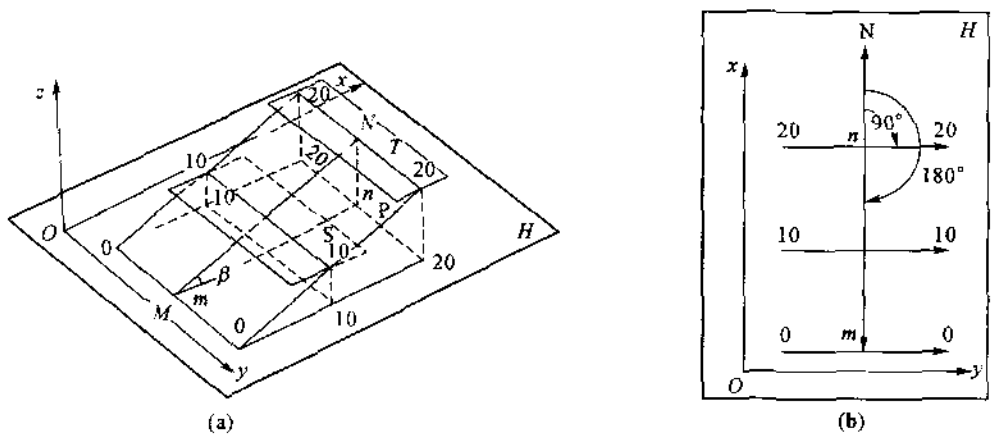


图 2－13　平面的标高投影

在平面标高投影图中，相邻两条等高线间的距离称为平距，用 d 表示，平距可按比例直接从平面标高投影图中量出；相邻两条等高线的高程差称为高差，用 h 表示，可以从平面投影图中相邻两条等高线的高程值算出。

图 2－14(a)所示为另一平面的标高投影图，这个平面的走向方位角为 135°，倾向方位角为 225°。

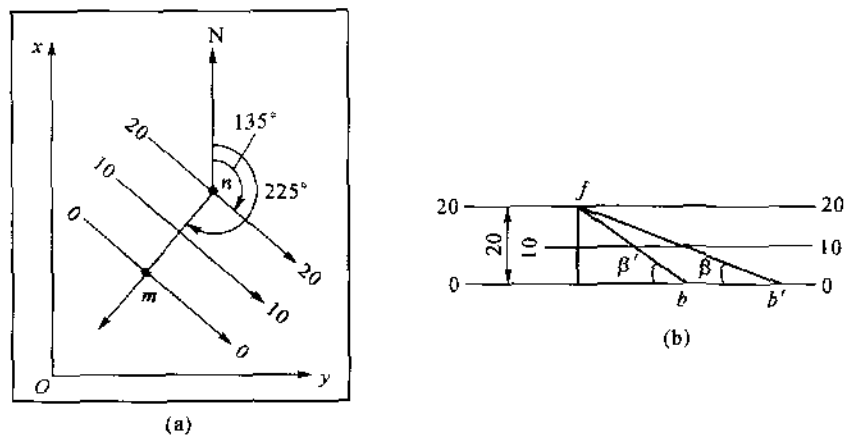


图 2－14　平面标高投影及沿倾斜的剖面图

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作剖面图，以表示平面的倾斜长和倾角，其作图方法如图 2－14(b)所示。首先按比例绘一组相互平行的高程线，各高程线间距等于相邻两等高线的高差，然后按相同比例在 0—0 线上取 $ab=mn$，由 a 点作 ab 线的垂线 af（fa 等于 n、m 两点的标高差），连接 fb，则 fb 为平面的斜长，β' 为平面的倾角。图 2－14 中的平面 P 的倾斜长为 fb'，平面的倾角为 β。

(三) 平面标高投影的作图方法

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,通常会遇到以下四种情况:已知不在同一直线上的三点;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,其作图均按下列步骤进行:

(1) 根据已知条件,按一定比例,把直线或点绘于图上;

(2) 将各点所连的直线,按高程值的整倍数进行标高内插;

(3) 连接高程相同的各点,便得平面等高线的投影,即该平面的标高投影。

[例 2-2] 已知三点的坐标 $A(9,2,80)$、$B(6,11,40)$、$C(2,1,60)$(括号内的三个数为相对坐标 x、y 及高程值,单位为 m),求三点所定平面的标高投影图。

首先将三点的位置及高程按标高投影的方法绘于图上,得图 2-15 中的 a_{80}、b_{40}、c_{60};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 m、60 m、70 m 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 2-15)。

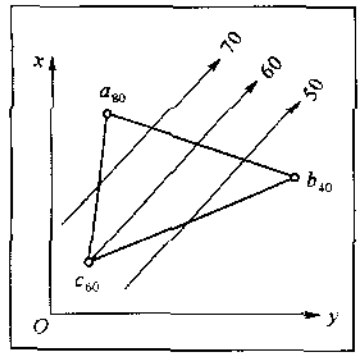


图 2-15 已知三点坐标作平面标高投影

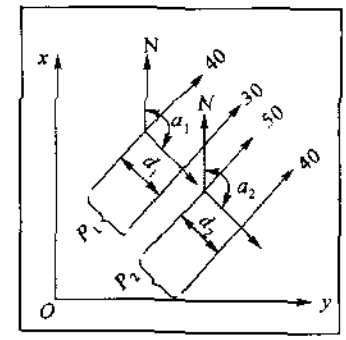


图 2-16 两平行平面的投影

(四) 空间两平面的相互位置

局部地区煤层间的关系、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以下两种情况:

1. 两平面平行

在标高投影图中,两平面等高线平行,倾向相同,平距相等,则空间两平面彼此平行。

图 2-16 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,平距相等,倾向方位角相等,因而可以判定这两个平面在空间彼此平行。

2. 两平面相交

空间两平面相交,有以下三种情况:

(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。

图 2-17(a)所示为两个平面的标高投影图,它们的等高线平行,但倾向的方位角 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 2-14(b)的方法,过 Q—Q 作剖面图,如图 2-17(b)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 点投影到 30 m 水平线上,得 k 点。由图上量得 K 的高程为 35 m。在剖面图上量取 ck,绘制在平面标高投影图[图 2-17(a)]上,过 k 作等

高线的平行线，即 35 m 等高线，得到 $Q—Q$ 剖面上二平面相交的标高投影，此线就是两平面交线的投影。

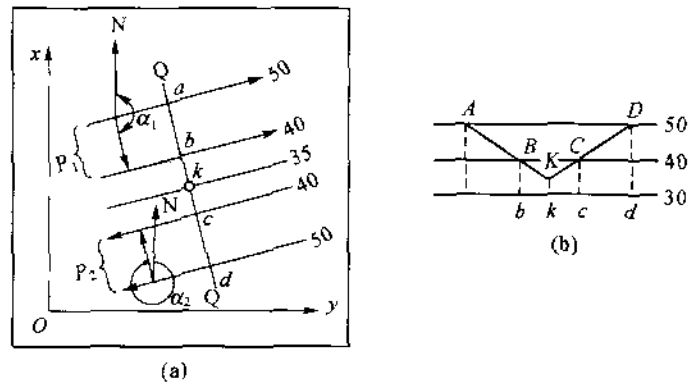


图 2－17　两相交平面的投影一

(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 2－18(a)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 2－18(b)所示。

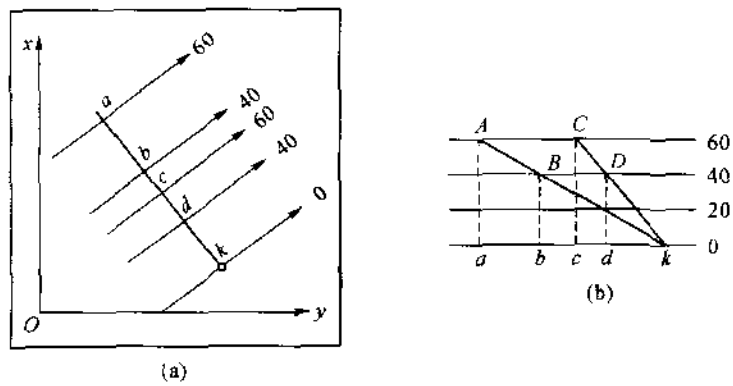


图 2－18　两相交平面的投影二

(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 2－19 所示为等高线相交的两平面的标高投影图。同名等高线交点的连线 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线。

(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问题。直线与平面的相互位置关系有以下三种情况：

1. 直线位于平面内

直线上有两点在平面内，则此直线在平面内。

图 2－20 所示为一空间直线 AB 和一平面 P 的标高投影图。直线两端点的投影 a_{20}、b_{50} 均在高程的平面等高线投影上。由此可知，空间直线 AB 位于空间 P 平面内。

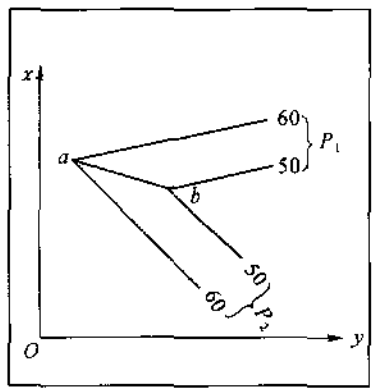


图 2－19 两相交平面的投影之三

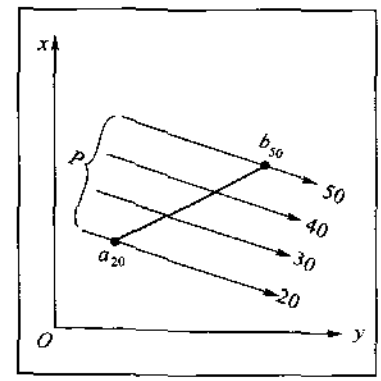


图 2－20 直线位于平面内的投影

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 2－21 所示，$c_{60}d_{30}$ 为空间平面 P 内直线 CD 的投影，$a_{80}b_{50}$ 为空间某直线 AB 的投影，$a_{80}b_{50}$ 平行于 $c_{60}d_{30}$。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 $a_{80}b_{50}$ 与 $c_{60}d_{30}$ 平行，倾向相同，倾角也相等，所以直线 AB 与平面 P 平行。

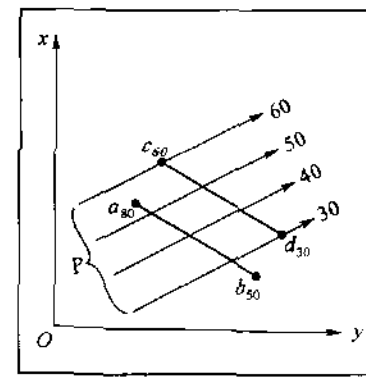
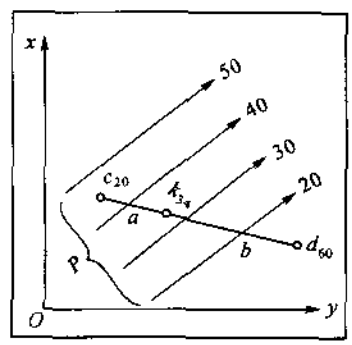


图 2－21 直线与平面平行的投影

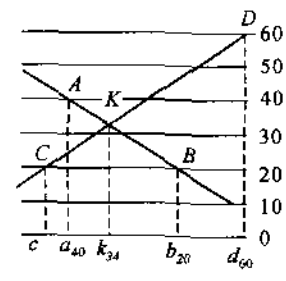
3. *直线与平面相交*

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 2－22(a)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。



(a)



(b)

图 2－22 直线与平面相交的投影

为了求得 CD 线与平面 P 的交点，过直线 CD 作剖面图，如图 2－22(b)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 2－22(a)]上，则得到直线 CD 与平面 P 交点的投影 k_{34}。

四、曲面的标高投影

曲面的标高投影采用曲面上等高线的投影来表示。

如图 2－23 所示，上部画的是一个山丘立体示意图，山丘与高程为 10 m 的静止水面的交线为一闭合曲线。若水位分别升高到 12 m、14 m、16 m 时，同样可以形成三条闭合曲线。每条闭合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 H 水平面上，并按比例绘制成图，此组曲线的标高投影即表示了该山丘的地貌，也就是山丘表面(曲面)的标高投影图。

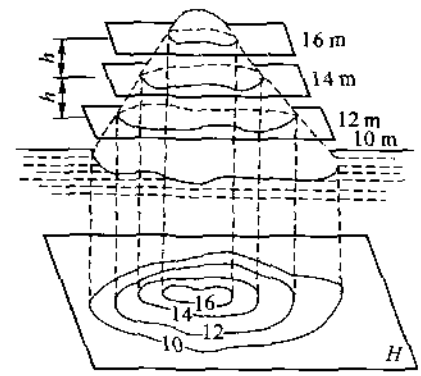


图 2－23　曲面的标高投影

地面的地貌、井下的煤层产状等，都是用这种方法表示的。

第四节　轴 测 投 影

一、概述

正投影的每一个视图，只能表达物体一个方面的尺度和形状，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道向一个投影面进行投影，利用三个坐标轴确定物体的三个尺度，就能在一个投影面中得到反映物体长、宽、高三个方面的形状和尺度的图形。这种投影的方法，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 2－24 所示为空间立方体的轴测投影图，由图中可以看出，立方体的三个尺度全都反映出来了。

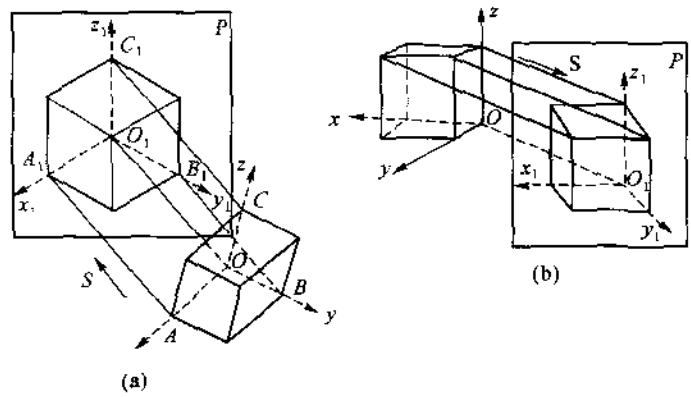


图 2－24　立方体的轴测投影图

图中 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三个坐标轴，O_1x_1、O_1y_1、O_1z_1 为空间相应三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，能较清楚地表达物体的形象，其缺点是度量性较差，作图麻烦。但随着计算机制图在采矿中的应用，用轴测图表达巷道的立体关系和位

置已变得简单。

(一) 轴测轴和轴测角

空间直角坐标轴 Ox、Oy、Oz 在轴测投影图上的投影 O_1x_1、O_1y_1、O_1z_1 称为轴测投影轴，简称轴测轴。每两根轴测轴之间的夹角 $\angle x_1O_1y_1$、$\angle x_1O_1z_1$、$\angle z_1O_1y_1$ 称为轴间角。

(二) 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，如图 2－24(a)所示。

(1) $\frac{O_1A_1}{OA}=p$，p 为 x 轴的轴向变形系数。

(2) $\frac{O_1B_1}{OB}=q$，q 为 y 轴的轴向变形系数。

(3) $\frac{O_1C_1}{OC}=r$，r 为 z 轴的轴向变形系数。

(三) 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，应仔细理解，熟练掌握。

(四) 轴测投影的种类

根据投影线方向和投影的关系，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 2－24(a)所示；投影线与轴测投影面斜交的称为斜轴测投影，如图 2－24(b)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如下三种：

(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。

工程上常用的是正等测图和斜二测图。下面介绍这两种轴测图的画法。

二、轴测图的画法

(一) 正等测图的画法

正等测图是用正轴测投影的方法，并使其三个轴向变形系数相等作出的轴测投影图。

绘制正等测图，首先作三根互成 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 2－25 所示。三个轴间角相等，即 $\angle x_1O_1z_1=\angle x_1O_1y_1=\angle z_1O_1y_1=120°$，三个轴向变形系数 p、q、r 相等，即均为 0.816，为了绘图方便，一般把三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。

[例 2－3] 已知空间点 A(10 m,15 m,20 m)，试作其正等测图。

作图步骤如下：

(1) 作轴测轴 O_1x_0、O_1y_1、O_1z_1 互成 120°角，矿图一般以 O_1x_0 的相反方向(O_1x_1)

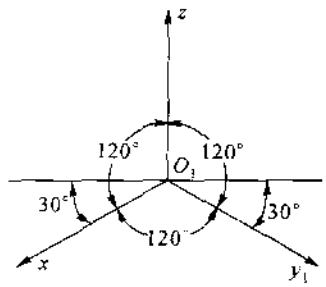


图 2－25　正等测轴的画法

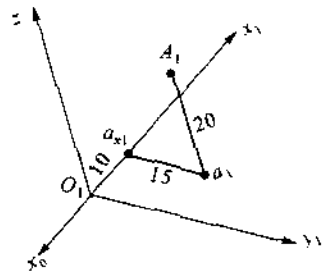


图 2－26　点的正等测图的画法

为正，如图 2－26 所示。

(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 $a_{x_1}a_1=15$ 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 的正等测图。

直线的轴测投影图是该直线两端点的连线；平面的轴测投影图是该平面内三个点(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 2－27 所示。

	点	直　线	平　面	平面立方体
已知条件	$A(x_a,y_a,z_a)$	$A(x_a,y_a,z_a)$ $B(x_b,y_b,z_b)$	$A(x_a,y_a,z_a)$ $B(x_b,y_b,z_b)$ $C(x_0,y_0,z_0)$	$A(0,y_a,0),B(x_b,y_b,0),$ $C(x_0,0,0);D(x_d,y_d,h_2);$ $E(x_d,0,h_2);h_1,h_2$
正等测图	(a)	(b)	(c)	(d)

图 2－27　正等测图的画法示例

(二) 斜二测图的画法

斜二测图是用斜测投影的方法，并使其两个轴向变形系数相等作出的轴向投影图。为了作图方便和作出的轴测图立体感强，一般采用 $p=r=1,q=0.5$，x_1 轴和 z_1 轴的轴间角 $\angle x_1O_1z_1=90°$，$\angle y_1O_1z_1=135°$，y_1 轴与水平线成 45°；或 $q=r=1,p=0.5$，$\angle z_1O_1y_1=90°$，x_1 与水平线成 45°，如图 2－28 所示。

现举例说明斜二测图的画法和步骤。

[例 2－4]　图 2－29(a)为 M 点的标高投影图，试作该点的斜二测图。

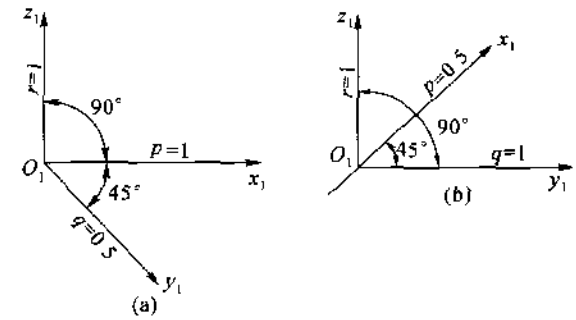


图 2－28 斜二测图轴测轴画法

作图方法和步骤如下[图 2－29(b)]：

(1) 先作 x_1、y_1、z_1 三个轴测轴，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 的轴测轴与直角坐标轴间的关系为

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

(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 $\Delta z_1=\Delta z$(此处标高为 19)，得 M' 点，即为 M 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。

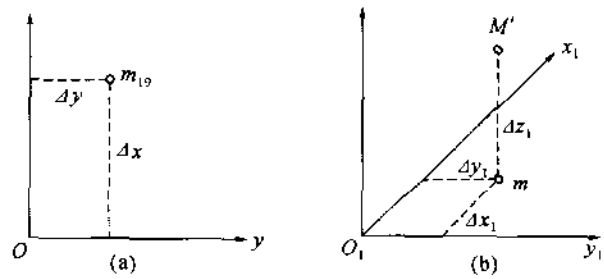


图 2－29 点的斜二测图画法

[例 2－5] 图 2－30(a)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 2－30(b)、(c)]：

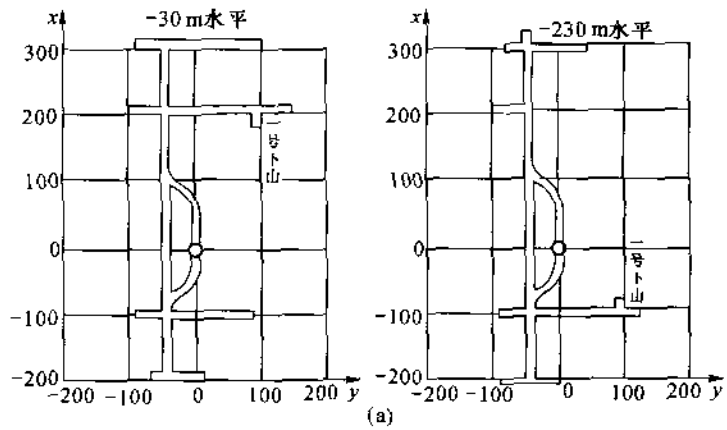
(1) 如图 2－30(a)所示，选定井筒中心(或附近某一测点)作为假定坐标原点 O，平行于主要巷道的方向作为假定 x 轴的方向，垂直于主要巷道的方向作为假定 y 轴的方向，以此绘制平面直角坐标网格。

(2) 选定轴测投影图的类型，确定轴间角和变形系数。如图 2－30(b)所示，令 $q=r=1$，$p=0.5$，$\angle y_1O_1z_1=90°$，$\angle x_1O_1z_1=45°$；

在图 2－30(c)中，令 $p=r=1$，$q=0.5$，$\angle z_1O_1x_1=90°$，$\angle x_1O_1y_1=45°$。

(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轴 x_1、y_1、z_1，如图 2－30(b)、(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网格；再根据平面图中巷道特征点的坐标 x、y，在轴测投影坐标网格内作各特征点的投影，用双线画出巷道轮廓。



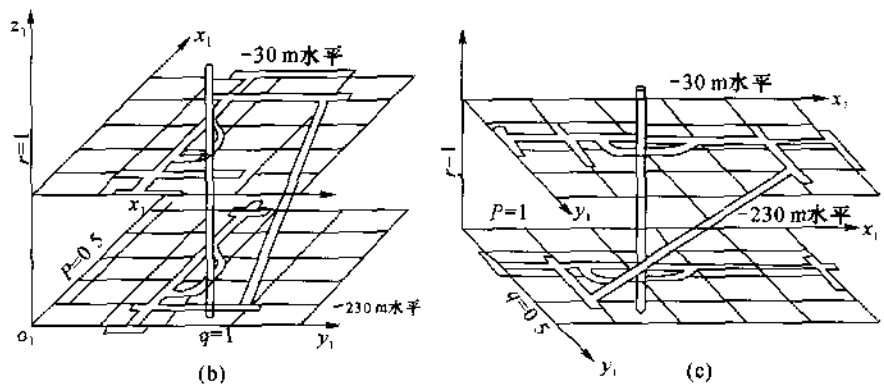


图 2－30　巷道的斜二测图画法

(4) 画完－30 m 水平后，将 z_1 轴向下延长，在延长线上按比例截取一段长度等于(230－30)×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：在图 2－30(b)中，x_1 方向的轴向尺寸等于相应空间轴向实长一半；在图 2－30(c)中，y_1 方向的轴向尺寸等于相应空间轴向实长的一半。

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

由图 2－30(b)、(c)可以看出，由于所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一样。

技能训练

1. 什么是标高内插？标高内插的方法有几种？图 2－31 为空间三条直线的标高投影图，试标出各直线投影图上为 10 m 整倍数的投影点的位置。

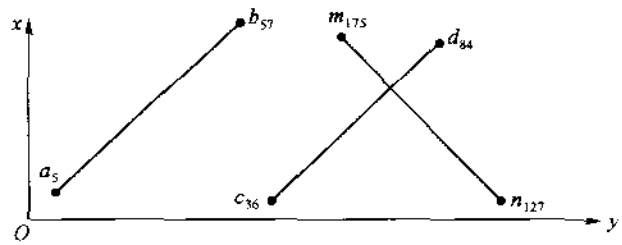


图 2－31 直线的标高投影图(作标高内插)

2. 图 2－32 为三组直线的标高投影图,比例为 1∶5 000,试判断图中各直线的关系。

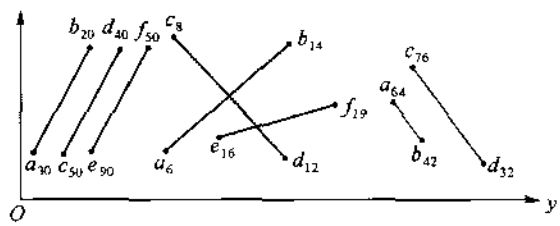


图 2－32 直线标高投影图(判断位置关系)

3. 图 2－33 为三组平面的标高投影图,比例为 1∶2 000,试判断图中各组两平面的相互位置关系。

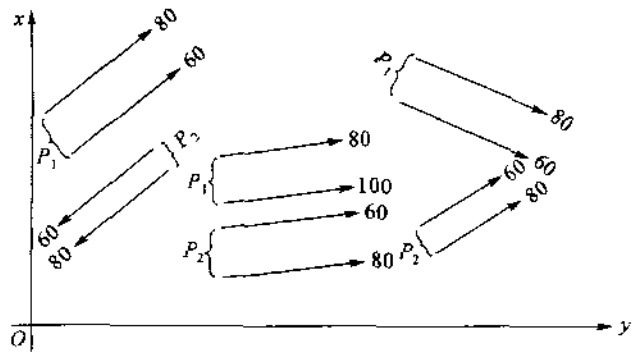


图 2－33 平面标高投影图(判断位置关系)

4. 试求图 2－33 中三个 P_1 平面的走向方位角、倾向方位角和倾角。

5. 图 2－34 为平面 P 和直线 AB、CD 的标高投影图,比例为 1∶2 000,试判断各直线和平面 P 的关系,并求出直线和平面的交点。

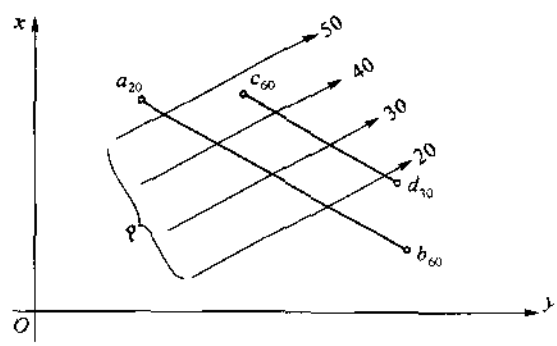


图 2－34 平面和直线标高投影图(判断关系并求交点)

第三章　井田区域地形图

第一节　概　　述

井田区域地形图是指某一井田范围内的地形图。它较全面地反映井田范围内地面的地貌和地物情况。地物是指地面上的房屋、河流、农田、森林、道路、桥梁以及各种公用和民用设施等。地貌则是指地面上的高低起伏的形态，如高山、盆地、山谷、山脊等。

井田区域地形图是一种地面测量图纸，是对井田地理环境作系统周密调查和研究的重要资料。在煤矿各种工程建设规划、工程设计、工程施工等工作中(如合理选择井口位置、考虑工业场地布置、修筑运输线路和输电线路、解决矿山供排水问题等)都需要用地形图来了解规划地区的地貌和地物分布状况，以便根据地形资料和其他资料做出合理的规划、设计和施工方案。因此，井田区域地形图是矿井建设和生产必须具备的矿图之一(图 3－1)。

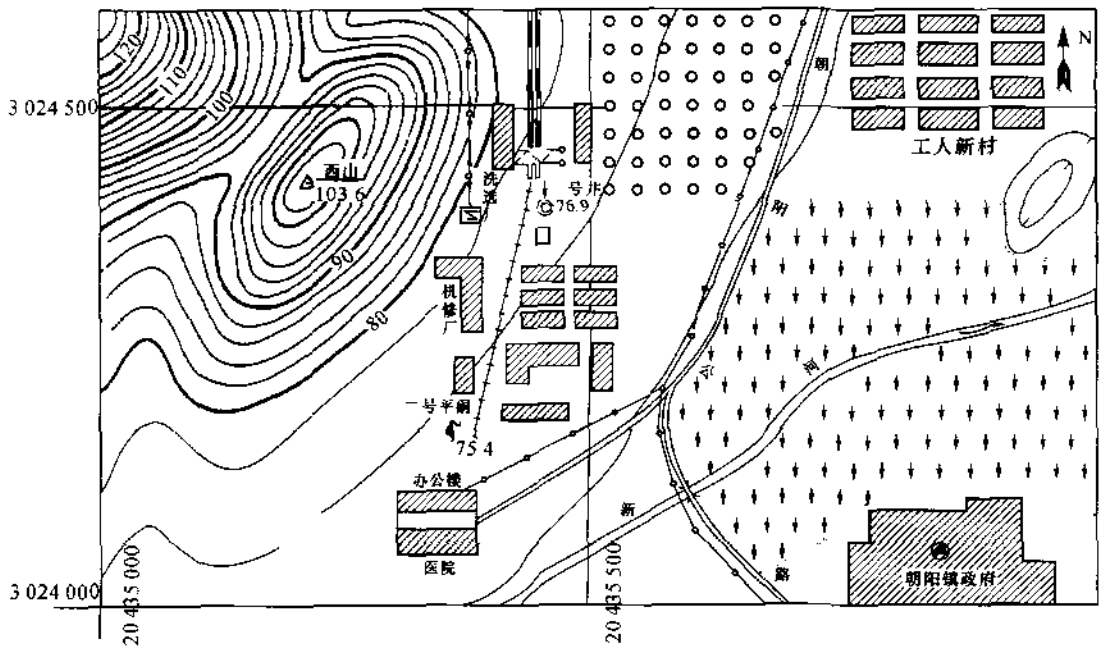


图 3－1　××矿区××矿的井田区域地形图 M 1∶5 000

井田区域地形图图示的主要内容有：

(1) 图名、比例、指北方向、坐标网。

(2) 测量控制点：包括各级三角点、水准点和埋石图根点等。

(3) 居民点和重要建筑物外部轮廓。

(4) 独立地物：包括各种塔、烟囱、高压输电杆(塔)、贮气柜、井筒、井架等。

(5) 管线、交通运输线路及垣栅:包括输电线、通讯线、煤气管道和围墙及栅栏等。

(6) 用等高线表示的各种地形、地貌。

(7) 河流、湖泊、水库、水塘、输水槽、水闸、水坝、水井和桥梁等。

(8) 土质和植被:包括重要资源、森林、经济作物地、菜田、耕地、沙地和沼泽等。

井田区域地形图的比例一般采用 1:2 000 或 1:5 000。

第二节 地形等高线

地形图主要用等高线法描绘各种地形、地貌特征,即用地形等高线表示地面高低起伏等地形变化。在此,简要叙述地形等高线的基本知识。

一、地形等高线的概念

地形等高线是地面上高程相等的各相邻点所连成的闭合曲线,也就是水平面(严格讲是水准面)和地面相截所形成的闭合曲线。

如图 3-2 所示,设想用高程为 80 m 的水平面去截一个山头,这时,水平面和山头相交所形成的闭合曲线,就是一条高程为 80 m 的等高线,即在这条线上的各点高程都是 80 m;若再用 90 m 的高程的水平面去截山头,这时,水平面又与山头相交形成一条高程为 90 m 的等高线。以此类推,可以得到一系列不同高程的等高线,这些等高线的形状,代表了山头各部位的形状。把这些等高线都垂直投影在同一个水平面上,按测图比例缩小绘在图纸上,并注明各等高线的标高,就得到用等高线表示的山头的地形图。

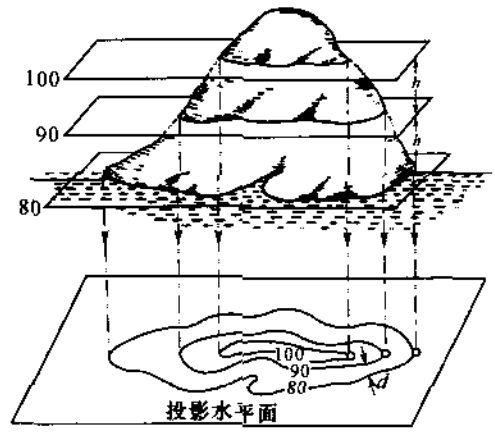


图 3-2 等高线原理图

用等高线表示地貌,不但能简单而正确地显示地貌的形状,而且还能根据它比较精确地求出图上任何点的高程。因此,工程上用的地形图,都是用等高线表示地貌的。

二、等高距和等高线平距

相邻等高线间的高差,称为等高距(或称等高线间隔),如图 3-2 中的 h。相邻等高线在水平面上的垂直距离,称为等高线平距,如图 3-2 中的 d。根据规定,在一个测区内只能用一种等高距。

三、基本地貌的等高线表示

地面地形变化表面上看比较复杂,但不外乎由山丘、盆地、山脊、河谷、峭壁、鞍部等基本地貌组成。如果熟悉了这些基本地貌的等高线,就比较容易看懂地形图了。

隆起而高于四周的高地称为山地,高大的称为山峰,矮小的称为山丘。图 3-3(a)是山丘的断面图和等高线图。

低于四周的盆形洼地称为盆地,最低处称为盆底。盆地的断面图和等高线图如图 3-3(b)所示。

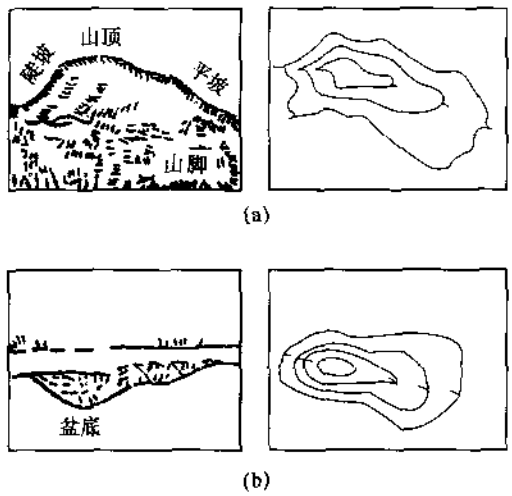


图 3－3　山丘和盆地等高线表示
(a) 山丘;(b) 盆地

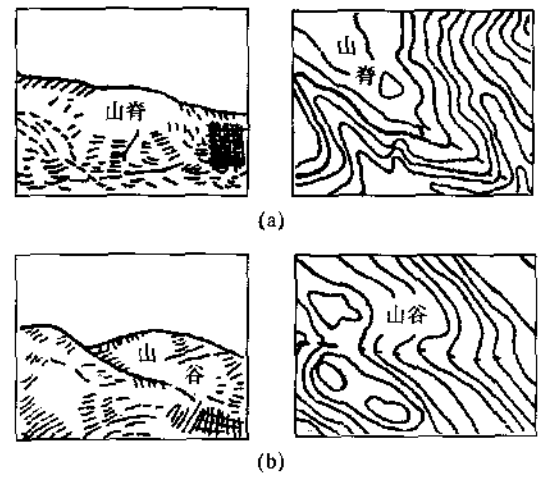


图 3－4　山脊和山谷的等高线表示
(a) 山脊;(b) 山谷

山丘和盆地的等高线都是一组封闭曲线,形状非常相似,为了区别用注记高程画出示坡线来区别。山丘的高程从这组封闭曲线的里面向外递减,而盆地的高程则是递增。示坡线是垂直于等高线的短线,用来表示斜坡下降的方向,如图 3－3 所示,向外画表示山丘,向里画表示盆地。

沿着一个方向延伸的狭长高地称为山脊,山脊的最高点连成的线称为山脊线或分水线。如图 3－4(a)所示,图中虚线为山脊线。

沿着一个方向延伸下降的的洼地称为山谷。山谷中最低点连成的谷底线称为山谷线或集水线,如图 3－4(b)所示。

山脊和山谷的等高线,都是具有朝着一个方向凸出的曲线,两者的形状也很相似。但是山脊的等高线是向着山脊线降低的方向凸出,山谷的等高线则是向着山谷线升高的方向凸出。山脊和山谷同样是根据等高线上的注记或画示坡线来加以区别的,如图 3－4 所示。

介于相邻两个山头之间,形似马鞍的低凹部分,称为鞍部(或称为垭口),它是两条山脊线和两条山谷线相交之处,如图 3－5 所示。

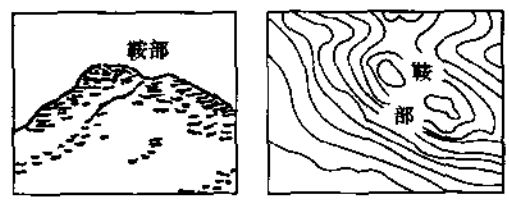


图 3－5　鞍部的等高线表示

有些特殊地貌,如绝壁、悬崖、峡谷、冲沟、梯田等不能用等高线表示,而要用地形图图式中另行规定的符号来表示,现说明如下。

近于竖直的陡峭山坡,称为峭壁或绝壁,下部凹进去的峭壁称为悬崖。由于悬崖峭壁处的等高线几乎重合,因此用图 3－6 中的符号表示。此锯齿状符号齿尖朝下。从图 3－6(c)可以看出,在悬崖处不同高程的等高线可能是相交的,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。

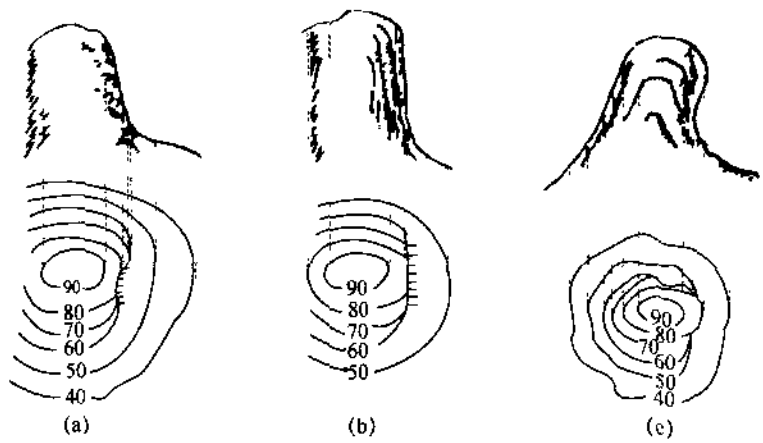


图 3－6 悬崖、峭壁的等高线表示

由雨水冲刷而成的能停留临时流水的狭长凹地叫做雨裂，较宽的叫做冲沟，如图 3－7 所示，图(a)中的 0.5/2，分子代表雨裂宽度，分母代表其深度

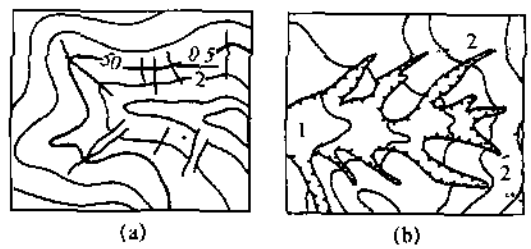


图 3－7 雨裂和冲沟的等高线表示

(a) 雨裂；(b) 冲沟

1—陡壁冲沟；2—增长中的冲沟

具有峻峭岸坡和急陡集水线的狭窄山谷叫做峡谷。峡谷的形状如图 3－8 所示。峡谷不用等高线而用带锯齿状的符号表示。

在山坡或谷地由人工修筑的阶梯状台地称为梯田，如图 3－9 所示。梯田一般用梯田专用符号和等高线注记表示(见本书附录)。图 3－9 为一用石料加固的梯田符号及专用等高线图。



图 3－8 峡谷和等高线表示

特殊地貌的其他符号，详见附表。

熟悉了各种基本地形的等高线，就能用等高线识别各种地形，为使读者进一步了解各种地形，现将各种地形加以综合，并绘制等高线图加以对照。如图 3－10 所示，图(a)是各种地形的综合示意图，图(b)为与其对照的等高线图。

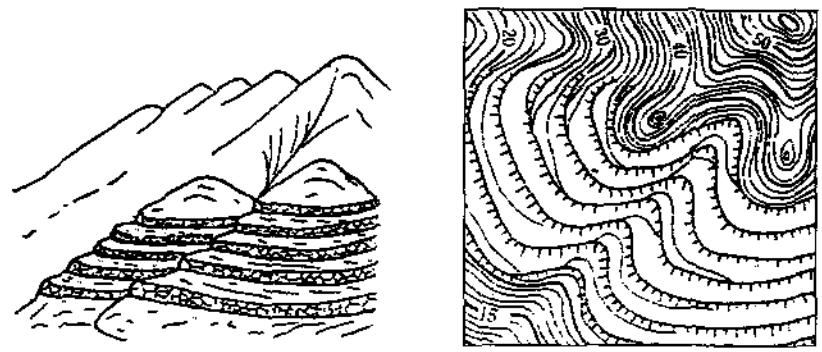


图 3－9　梯田和等高线表示

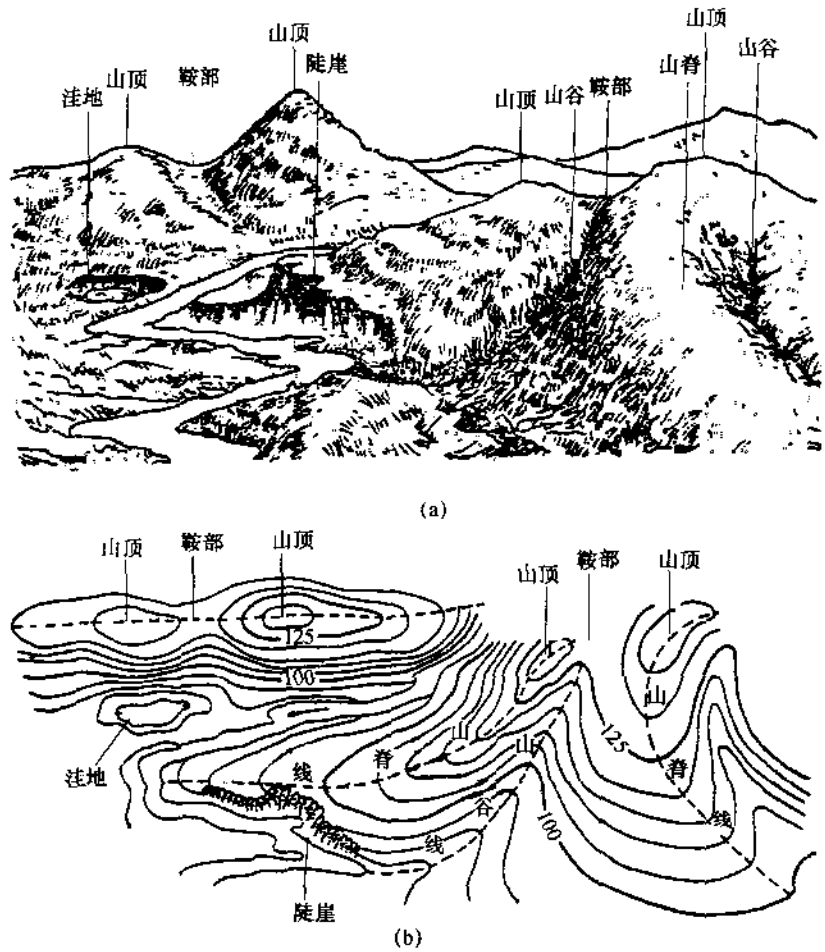


图 3－10　地形综合示意图及其等高线图

四、等高线的特性

根据前述用等高线表示地貌的情况，可以将等高线的特性归纳如下：

(1) 同一条等高线上的各点，其高程相等。

(2) 等高线必是一条闭合曲线，不会中断。由于一幅图所表示范围有限，如不在本图幅

内闭合，则在相邻图幅内仍自成闭合；等高线不能在图幅内中断。

(3) 一条等高线不能分叉为两条。不同高程的等高线，不能相交或者合并成一条。在悬崖处的等高线虽然相交，但必须有两个交点。

(4) 等高线一般不重叠，只有在绝壁、陡坎处才重叠。

(5) 等高线愈密则表示坡度愈陡，等高线愈稀则表示坡度愈缓，等高线之间平距相等，则表示坡度相等；倾斜平面上的等高线是间距相等的平行直线。

(6) 河流的等高线不能直接跨过去，应该在接近河岸时，渐渐折向上游，直到与河底等高处才能越过河流；然后再折向下游逐渐离开河岸。

(7) 等高线通过山脊线时，与山脊线成正交，并凸向低处；等高线过山谷线时，应和山谷线正交，并凸向高处。

五、等高线的种类

1. 基本等高线

基本等高线是按国家有关规范规定的基本等高距测绘的等高线，也称为首曲线。如图 3－11 中 88、90、· ·、102 等，其基本等高距为 2 m。

国家规范中对大比例测图等高距的规定见表 3－1。

表 3－1 大比例测图等高距规定 m

比例尺	平地	丘陵地	山地
	等高距		
1 500	0.5	1.0	1 0
1 1 000	0.5	1.0	1.0
1 2 000	0 5	1.0	2.0,2.5
1 5 000	1.0	2.0 ,2.5	2.5,5.0

2. 加粗等高线

为计算高程方便起见，每隔四条首曲线(即 5 倍基本等高距)加粗描绘一条等高线，称为加粗等高线，又称为计曲线。

3. 半距等高线

当首曲线不足以显示局部地貌特征时，按 1/2 基本等高距测绘的等高线，称为半距等高线，又称为间曲线，一般用长虚线表示，描绘时可以不闭合，只在需要的地方加绘。

4. 辅助等高线

当首曲线和间曲线仍不足以显示局部地貌特征时，按 1/4 基本等高距测绘的等高线，称为辅助等高线，又称为助曲线。一般用短虚线表示，描绘时也可不闭合，一般是在间曲线的基础上，按需要绘出。

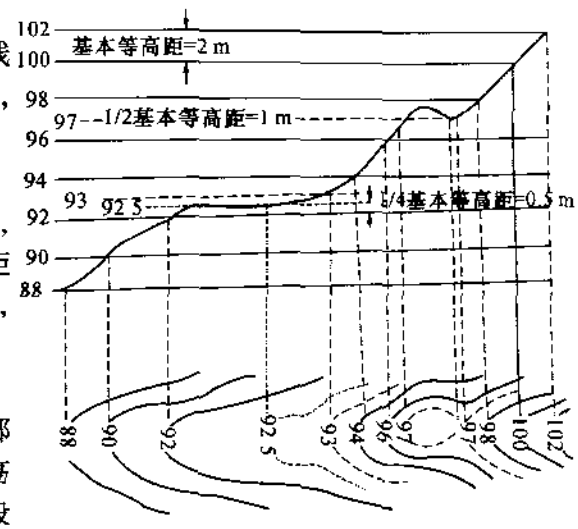


图 3－11 各种等高线

第三节　井田区域地形图的识读

要使用地形图，首先必须看懂地形图。看图的基本顺序是：先整体，后局部；先看总的轮廓，后看细节，逐步深入，弄清各部分之间的关系。现以图 3－1 为例，将识读井田区域地形图的一般方法介绍如下：

(1) 图名。图名一般写在图廓下方的中央，或者写在图栏中。图 3－1 为××矿区××矿的井田区域地形图。

(2) 图的比例。比例一般写在图廓下方，或写在图栏比例框中。如图 3－1 的比例为 1∶5 000。

(3) 指北方向。指北方向即为坐标纵轴方向。正方形分幅的地形图，上方为北，自由分幅的地形图用箭头标出北方向。根据指北方向可以了解图上所示内容的方位关系。

(4) 平面直角坐标格网。图中的方格网就是平面直角坐标格网，格网线都标注有坐标数字。如图 3－1 中西南角点的坐标为：$x=3\ 024\ 000.00$ m，$y=20\ 435\ 000$ m。

(5) 根据等高线的特性来找出山谷线、山脊线等，然后正确识读图上的各种地形(如山头、洼地、山谷、山脊、鞍部、台地等)，了解地貌概况。图 3－1 中西北部等高线稠密，有山包、山脊、山谷和鞍部等地形，地势较高，愈往东南，等高线愈稀少，地势也愈平坦，东北部有小片洼地。图中等高距为 2 m，每隔四条等高线注记高程。

(6) 根据地物符号和注记识别地物，了解分布状况。图 3－1 中，矿井位于西部山麓，有立井和平硐，还有机修厂、洗选厂、变电所、医院、办公楼等地面建筑；有公路贯穿南北，铁路、高压线路自北进入矿区，河流自西南经井田边缘向东流；东北部有工人新村、东南部为朝阳镇政府、其间有一片稻田；北部有果园等；西北部山包上有三角点，其标石面高程为 103.6 m。

国家标准中常用的地物符号如附表所示。地物符号中，有依比例绘制的，如房屋、湖泊、森林、农田等；有半依比例绘制的，如管线、围墙、通讯线路等；有不依比例绘制的，如独立树、三角点、电杆、水塔等；还有用文字、数字或特定符号对地物的性质、名称、高程等加以说明的地物注记，如河流的流向、深度、房屋的层数、地物的名称、地名、控制点名称、高程等。

第四节　井田区域地形图的应用

井田区域地形图不仅是矿井规划、设计和施工的重要依据，而且是矿井生产中多项工程所必须的图件之一。因此，本节扼要地介绍应用地形图来解决某些技术问题的方法。

一、确定地面某点的高程及坐标

1. 确定地面任一点的高程

地面某点的高程，在地形图上可根据等高线的高程求得。如图 3－12 所示，若 A 点恰好在等高线上，则 A 点的高程与该等高线的高程相同，即 $H_A=51.0$ m。若 B 点不在等高线上，而位于 54 和 55 两根等高线之间，这时可通过 B 点做一条大致垂直于相邻两等高线的线段 mn，量取 mn 和 mB 的长度，分别为 9.0 m 和 6.3 m，已知等高距 $h=1$ m，则可按内插法求得 B 点的高程。

$$H_B = H_m + \frac{mB}{mn} \cdot h = 54 + \frac{6.3}{9.0} \times 1 = 54.7 \text{ m}$$

如要求任意两点间的高差，可先求出该两点的高程，然后将两点的高程相减就可算出。如 A、B 两点间的高差为 $H_B - H_A = 54.7 - 51 = 3.7$ m。

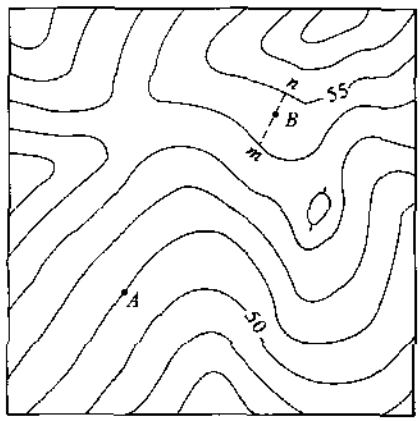


图 3-12 求点的高程

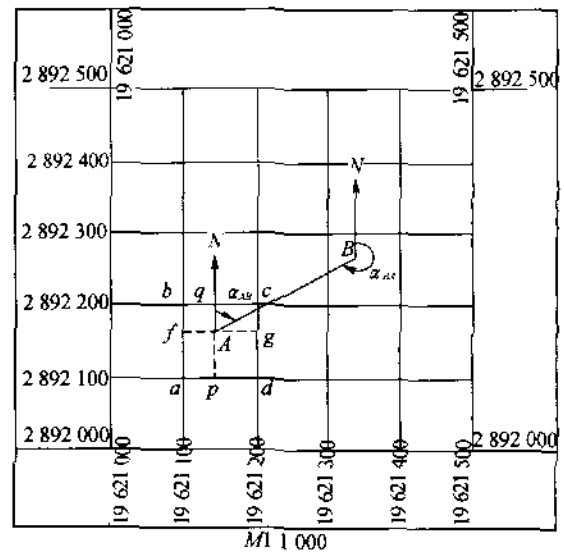


图 3-13 求点的坐标和直线水平距离及方位角

2. 确定地面任一点的坐标

井田区域地形图上画有方格网，并注明方格的纵横坐标，如图 3-13 所示。根据图上坐标方格网的坐标可以确定地面某点的坐标。例如，欲求地面上 A 点的坐标，首先根据图上坐标注记和 A 点的图上位置，给出坐标方格 $abcd$，过 A 点作方格网的平行线 pq、fg 与坐标方格相交于 p、q、f、g 四点，再按地形图比例(1:1 000)量出 $af = 60.7$ m，$ap = 48.6$ m，则 A 点坐标为

$$x_A = xa + af = 2\,892\,100 + 60.7 = 2\,892\,160.7 \text{ m}$$

$$y_A = ya + ap = 19\,621\,100 + 48.6 = 19\,621\,148.6 \text{ m}$$

还应量出 fb、pd 的距离，作为校核。

二、确定直线的水平长度、坡度、倾斜长度、坐标方位角

1. 直线水平长度的确定

如图 3-13 所示，欲求 AB 的水平距离，可按前法先求出图上 A、B 两点的坐标值 x_A、x_B、y_A、y_B，然后按下式求 AB 的水平距离 D_{AB}：

$$D_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} \tag{3-1}$$

若精度要求不高，可用比例尺直接在图上量出两点之间的长度，即为直线 AB 的水平长度。

2. 直线坡度的确定

直线的坡度是该直线两端的高差 h 和水平距离 D 之比，用 i 表示，即

$$i = \frac{h}{D} \tag{3-2}$$

坡度通常用千分率(‰)或百分率(%)的形式表示。“+”为上坡,‘-’为下坡。

若直线两端位于相邻等高线上,则求得的坡度可以认为是地面的实际坡度。假若直线通过数条等高线,而且等高线间的水平距离又不相等,那么,求得的坡度,只是该直线两端点间的平均坡度。

3. 直线倾斜长度的确定

直线的倾斜长度可按下式确定:

$$L=\sqrt{h^2+D^2} \tag{3-3}$$

但此式只适用于直线两端位于相邻等高线上且地形变化不大时,若地形变化较大或直线通过了数条等高线,则只能分段求出每一小段长度然后叠加。

4. 直线坐标方位角的确定

如图 3-13 所示,欲求直线 AB 的坐标方位角,可用下列两种方法求得:

1) 解析法

若 A、B 两点坐标已知,按下式计算直线 AB 的坐标方位角:

$$\alpha_{AB}=\arctan\frac{y_B-y_A}{x_B-x_A} \tag{3-4}$$

要注意 α_{AB}所在的象限。

2) 图解法

如果精度要求不高,可用图解法在图上用量角器直接量取直线的坐标方位角。如图 3-13 所示,通过 A、B 两点分别精确地作坐标纵轴的平行线,然后用量角器的中心分别对准 A、B 两点量出直线 AB 的坐标方位角 α_{AB}和直线 BA 的坐标方位角 α_{BA},则直线 AB 的坐标方位角为

$$\alpha_{AB}=\frac{(\alpha_{AB}+\alpha_{BA}-180°)}{2} \tag{3-5a}$$

或

$$\alpha_{BA}=\alpha_{AB}+180° \tag{3-5b}$$

三、按设计坡度在地形图上选定最短路线

在矿区或山区进行铁路、公路、管线等设计时,往往要求在不大于设计坡度的条件下,选定最短路线,以减少建筑费用,缩短运输距离。一般在山区或丘陵地区进行矿区公路设计时,允许坡度 $i\leqslant 8\%$。

如图 3-14 所示,为了将山上的木材运下来,从起点 A 修一条公路到 K 点,等高距为 5 m,根据式(3-2),要满足设计要求,则公路从一条等高线上升到相邻的另一条等高线时,所需的最短水平距离应为

$$D=\frac{h}{i}=\frac{5}{8\%}=62.5\ \text{m}$$

按 1∶5 000 的比例,D 在图上的长度为

$$\frac{62.5}{5\,000}=0.012\,5\ \text{m}=12.5\ \text{mm}$$

作图方法:先以 A 点为圆心,按地形图比例,以 12.5 mm 为半径作弧,交 115 m 等高线于 1 或 1′;再以 1 或 1′为圆心,以 12.5 mm 为半径作弧,交 120 m 等高线于 2 或 2′,以此类

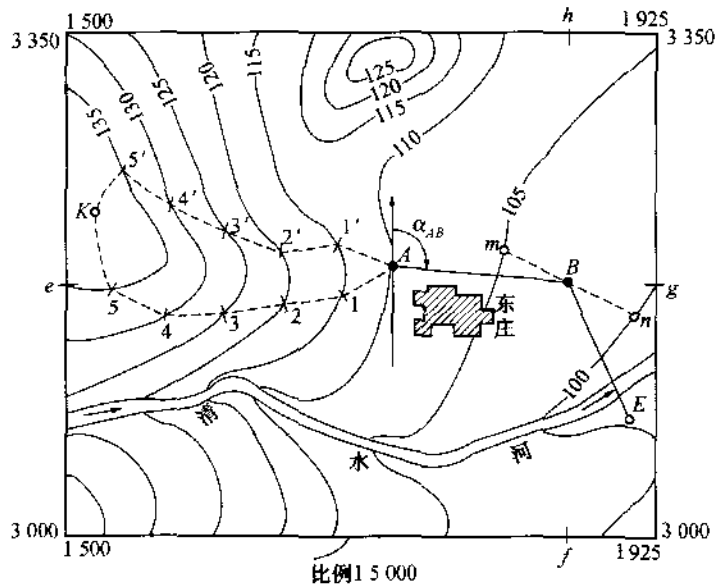


图 3－14　按设计坡度在地形图上选定最短路线

推，直到与 K 点相邻的等高线。然后把这些相邻的点连接起来，就是图上初步设计出的两条路线。两条路线相比较，上面的一条路线（A、1′、2′、3′、4′、5′、K 连线）最短。

在地形图上确定最短路线后，到现场踏勘，最终选出一条最合适的路线。

四、在地形图上作已知方向的剖面图

在矿区作各种线路，如公路、铁路、输电线路、渠道、隧道等的工程设计时，应先了解地面上某方向的地形起伏情况，再在地形图上作已知方向的剖面图或断面图。

如图 3－15(a)所示，欲作 AB 方向剖面图，先在地形图上绘直线 AB，并标出 AB 线与各等高线的交点 c、d、···、p 等，然后在另一张纸上，作相互垂直的坐标轴或坐标网，如图 3－15(b)所示，横坐标表示水平距离 D，纵坐标表示高程 H，按规定的比例量取 c、d、···、p、B 等点与 A 点的距离截于 AD 线上，得 A、c、d、···、p、B 等各点（若 AD 与地形图的比例相同，可作 AD 平行地形图上 AB，直接投点）；再过各点作 AD 的垂线，在垂线上按比例（一般高程比例应和水平比例相同，但为明显表示出地形的起伏变化，也可将高程比例放大，一般放大 5 倍到 10 倍）截得 A、c、d、···、p、B 各点的高程；最后将各点用平滑曲线连接起来，就得到 AB 线的剖面图。

五、在地形图上求面积

在煤矿中，经常要根据地形图求一定范围内的面积，如工业场地占地面积，地表塌陷区面积，积水区面积等。利用地形图所求的面积是所求区域投影到水平面上的面积，并非实地的真面积。

计算某一区域的面积，首先要在图上画出区域的边界范围线，然后根据需要和条件选用下列方法之一，进行面积计算。

1．几何图形法

当图上一块面积被折线圈定时，可将这个多边形分成若干简单的几何图形。如图 3－16 所示，用比例尺量出其上底、下底和高，然后按各自的面积计算公式求出各个几何图形的

面积，最后将各个几何图形面积相加，其总和即为所求面积。

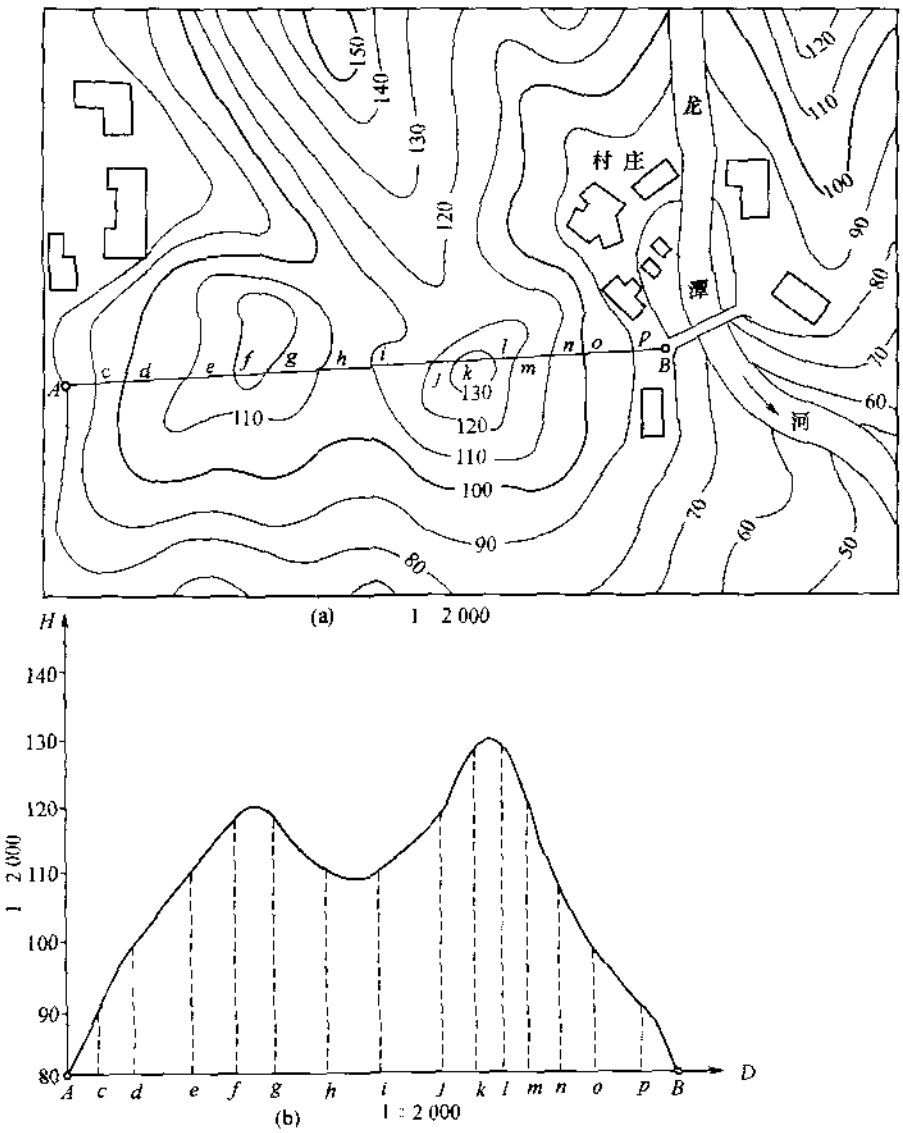


图 3－15　在地形图上作已知方向的剖面图

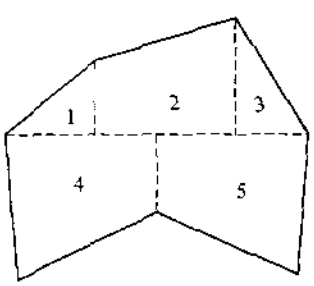


图 3－16　几何图形法

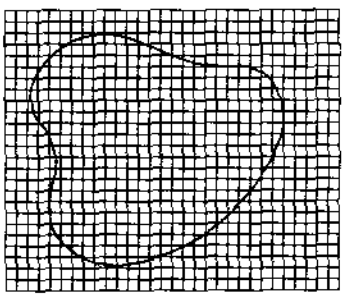


图 3－17　透明方格纸法

2. 透明方格纸法

当需求面积的图形被曲线包围时，可用此法。

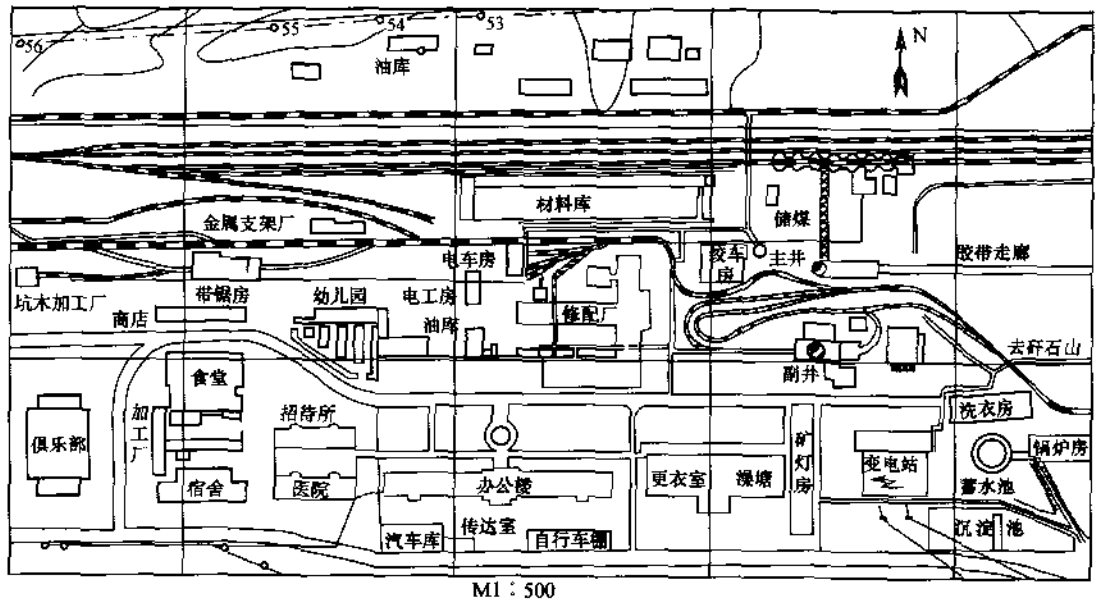
如图 3－17 所示，测定面积时，把透明方格纸（或透明方格片）蒙在所求区域上，首先数出图形内完整的方格数，然后用目测，将不完整的方格估计成相当于整方格数（一般一律把不完整的方格作半格计），求出方格总数后，根据图的比例确定每一方格代表的实地水平面积，即可计算出整个图形的面积。

3. 求积仪法

求积仪是一种专供测定面积用的仪器，目前使用的求积仪，都属于定积求积仪。

第五节 工业场地平面图

工业场地平面图是井田区域地形图的一部分，是一种专用矿图，其比例比井田区域地形图大，为 1∶1 000 或 1∶500，工业场地平面图图示的内容也更详细准确，除了包括工业场地范围内的所有地形、地物，还有地下各种主要的隐蔽工程，如上下水道、暖气管、电缆沟等。



M1∶500

图 3－18 ××煤矿工业场地平面图（局部）

工业场地平面图主要是作为工业场地的规划、设计、改建、扩建和留设工业场地保安煤柱的依据，同时，在检修和改建地上、下各种管道中，有着特别重要的作用。

识读工业场地平面图，其读图步骤与井田区域地形图相同，也是先整体，后局部，先看总的轮廓，后看细节部分，弄清各部分之间的关系。

图 3－18 所示是一张××煤矿工业场地平面图的主要部分。比例为 1∶500；北方向为正上方；坐标如图所示；整个工业场地地形平坦；读工业建筑时，首先要读出主井、副井的位置，因为在工业场地平面图中，其他工业建筑和设施的位置取决于主副井的位置；在工业场地内，有办公楼、修配厂、绞车房、矿灯房、变电所、电车房、材料库、电工房、油库、金属支架厂等工业建筑和设施；在工业场地西南有俱乐部、食堂、宿舍、招待所、医院、幼儿园等民用建筑

和生活设施；管线有电线、煤车铁轨、火车铁轨等；在读这些地物、建筑和设施的同时，读懂各部分之间的关系。

技能训练

1. 识读图 3－19 的某井田区域地形图。

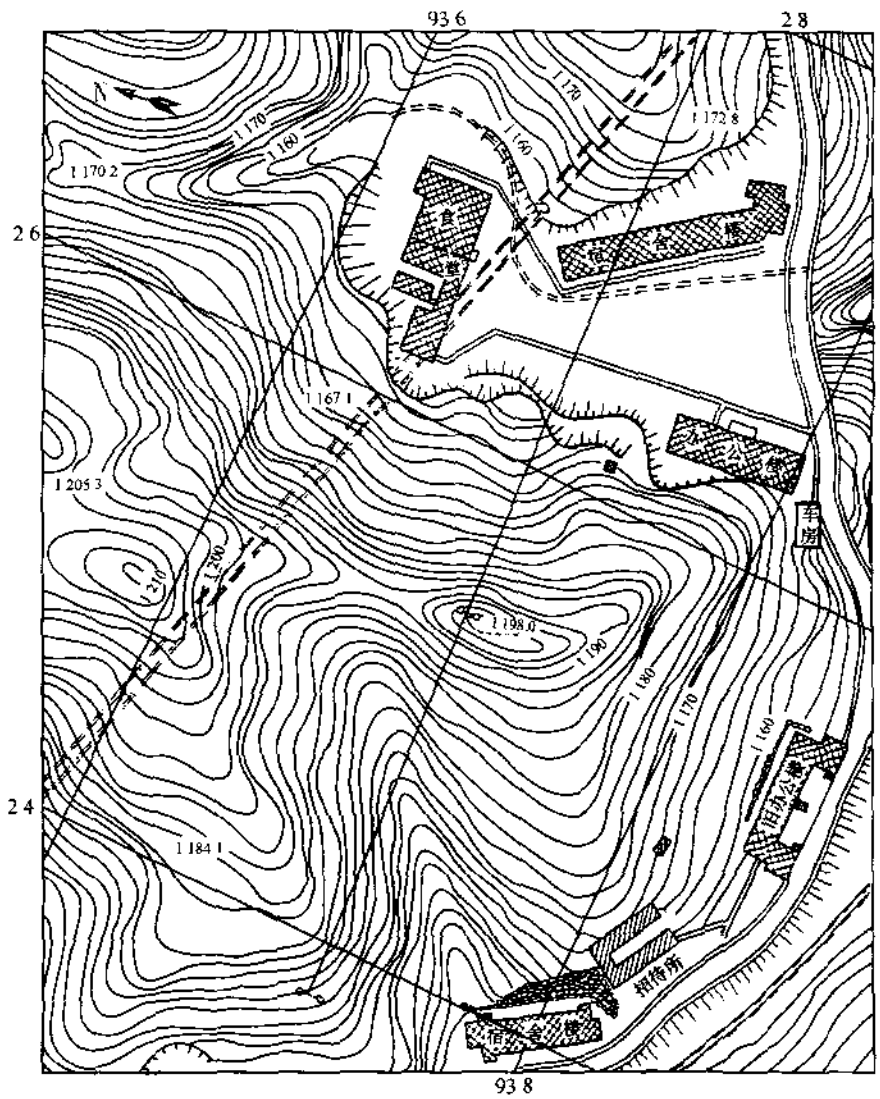


图 3－19　某井田区域地形图

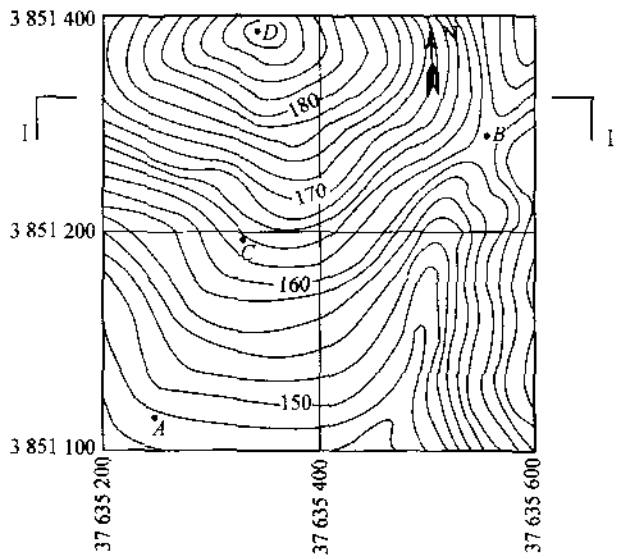
2、如图 3－20 所示，试完成：

(1) 确定点 A、B、C、D 的坐标和高程；

(2) 试确定直线 AB 的水平长度、方位角、坡度、倾斜长度；

(3) 现要从 C 点出发，修一条公路到 D 点，试选定可能的最短路线；

(4) 请按水平方向 1∶500，垂直方向 1∶100 绘制 Ⅰ—Ⅰ 剖面的剖面图。



M 1∶2 000

图 3－20　××井田局部地形图

3. 试识读图 3－21 所示的工业场地平面图。

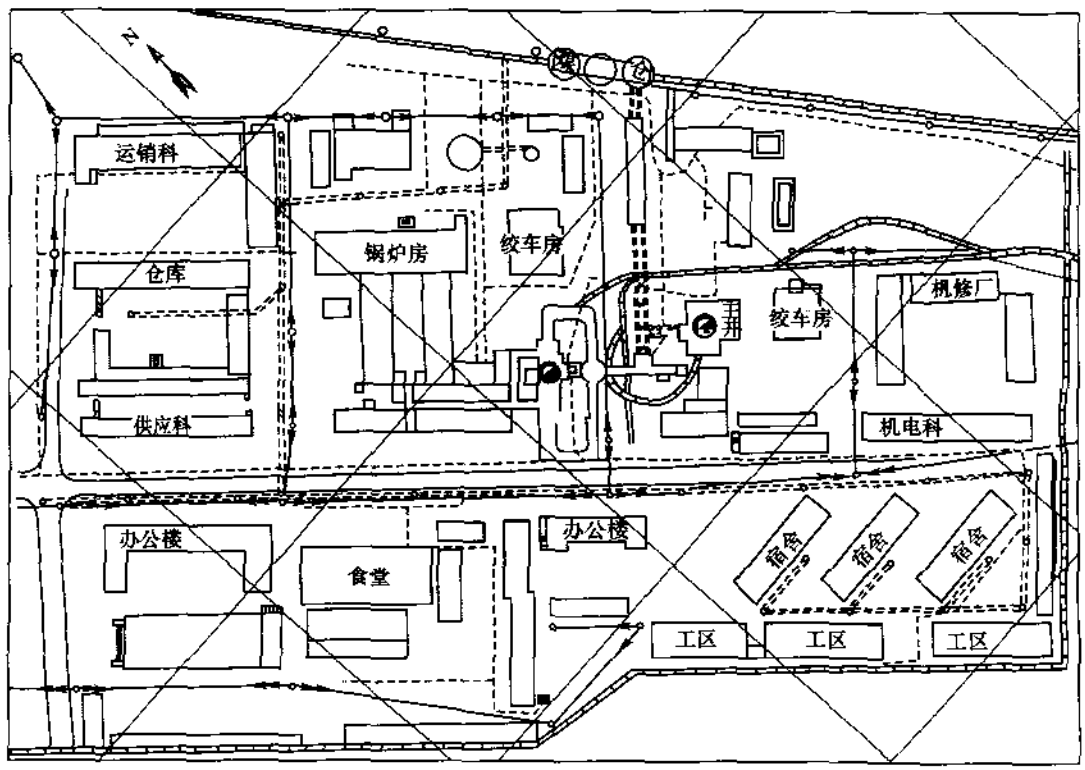


图 3－21　××矿井工业场地平面图

第四章　煤矿地质图

煤矿地质图是根据煤田地质勘查，或煤矿建设井巷工程地质编录，或煤矿生产勘查和各种专门勘查工程所获取的大量的原始地质资料，经过分析研究、综合整理、科学推断、按规范要求编制而成的各种综合地质图件。这些综合地质图件，统称为煤矿地质图。

煤矿地质图件主要有：井田地形地质图、钻孔柱状图、综合柱状图、煤岩层对比图、垂直地质剖面图、水平地质切面图、煤层底板等高线图和煤层立面投影图等。

煤矿地质图主要反映矿井范围内地形起伏变化、地层、煤层赋存状况和地质构造形态，是煤矿设计、建设、生产和安全管理等工作中必备的基础资料。

第一节　井田地形地质图

一、概述

井田地形地质图是以地形图为底图，根据各种勘查手段和勘查工程所获取的地质资料，经过调查分析、研究后编制而成的图件。地形地质图是各个勘查阶段地质报告中的一份主要图件，也是矿产资源勘查、矿井开发设计及煤矿生产中最基本的综合图件。它主要反映井田范围内地形、地物、地层、地质构造，煤层和标志层、岩浆岩、其他有益矿产的分布以及勘查工程的布置情况等。

一般地形地质图的比例为1∶10 000或1∶5 000，在地质构造复杂的小型井田可采用1∶2 000的比例。

井田地形地质图图示的主要内容有：

(1) 地形等高线、地貌特征、地面建筑物和构筑物。

(2) 湖泊、河流、水库等水域。

(3) 铁路、公路、桥梁、车站等交通线路。

(4) 控制点、经纬坐标线、指北线等。

(5) 钻孔、探槽、探井、勘查线等勘查工程。

(6) 废弃井巷、小窑等编号及其标高。

(7) 地层分界线(系、统、组)和主要标志层界线及代号。

(8) 地层产状、断层线、褶曲轴、岩浆岩分布范围等地质构造要素。

(9) 煤层及其他有益矿产的露头线、风氧化带界线。

(10) 生产矿井的井口位置、标高，井田边界及采掘范围、滑坡范围、地表塌陷范围。

(11) 图例、标题栏及其他注记内容等。

井田地形地质图是矿井设计、煤矿建设和生产管理的基本图件之一。设计阶段主要用来确定井口、工业场地、建筑物、建筑石料场等工业和生活设施的布置方案,考虑农田保护,寻找水源,选择运输干线、供电线路、铺设各种管线的位置等;生产阶段主要用来编制井上下对照图,分析地下开采对地表的影响,留设保护煤柱,防止建筑物布置在煤层的上部造成压煤现象,布置和实施地面打钻注浆灭火、抽放瓦斯等其他安全管理工程;地质部门用来编制、修改其他煤矿地质综合图件,布置生产勘查工程。

二、地层单位及其代号

为了阅读地形地质图、钻孔柱状图和综合柱状图,进行岩煤层对比,辨明岩层的新老关系和层位关系,判别地层构造形态及岩煤层产状,需要知道地层系统单位的划分、名称及代号的基本知识。

地层一般是指地壳历史时期形成的成层岩石。按照沉积岩的形成顺序,先沉积的岩层称为老地层,后沉积的岩层称为新地层。一般情况下,老地层位于下部,新地层位于上部。根据地壳发展历史,由各个地质时代所沉积的具有不同特征的地层构成了整个地层系统。

将地层划分为不同级别的分层单位称为地层单位。国际上通用的地层单位划分为界、系、统三级。主要是依据地壳运动和生物演化史的大阶段,将整个地层从老至新分为太古界、元古界、古生界、中生界、新生界五个大的单位。每个界可划分为次一级的地层单位——系,系可再划分成若干个更次一级的地层单位——统,通常一个系可分为上、中、下三统,少数系仅分为上、下两统。

全国性或大区域性、地方性又进一步在统下细划了地层单位,如群、组、段、层等。在地质图上,经常用规定的专用代号说明地层单位的名称,我国统一地层单位名称及代号见表 4-1。

三、各种地质构造在地形地质图上的表现

根据煤矿地质学基本知识,井田范围内常见的地质构造形态有单斜构造、褶皱构造和断裂构造。不同的构造形态,反映出岩层的产状要素、连续完整性不同,从而在地形地质图上的表现也不同。

岩层(或煤层)在地表面露出的部分称为露头,岩层(或煤层)层面与地表面的交线称为露头线。将岩(煤)层的露头线以及各种地质构造线按水平投影的方法一起绘制到地形图上,就构成了地形地质图的基本面貌。

由于地形地貌的起伏变化,岩(煤)层的产状要素和构造形态各异,从而地形地质图上各种地质界线形态也不一样。因此,要识读、应用地形地质图,必须熟悉地形等高线和露头线的关系、露头线在地形地质图上的表现形态和各种地质构造在地形地质图上表现的一般规律。

(一) 单斜构造在地形地质图上的表现

单斜构造形态主要取决于岩层的走向、倾向和倾角等岩层产状要素,岩层产状不同,在地表的露头也就不同。

(1) 在地形地质图上,水平岩层的地层界线与地形等高线基本平行一致,其露头形态完全取决于地形;直立岩层的地层界线是一条直线,顺着岩层走向延伸,不受地形影响;倾斜岩层的地层界线是弯曲的,且与地形等高线相交,如图 4-1 所示。



(a)　　(b)

图 4－1　水平、直立、倾斜岩层在地形地质图上的表现

(a) 立体示意图；(b) 地形地质图

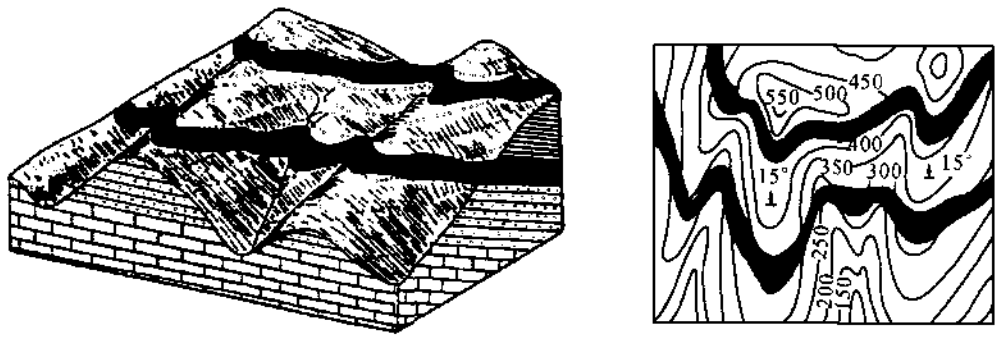
Ⅰ—水平岩层；Ⅱ—直立岩层；Ⅲ—倾斜岩层

表 4－1　地层单位名称及其代号

界(代号)	系(代号)		统(代号)
新生界　K_Z	第四系　Q		全新统　Q_h 更新统　Q_p
	第三系 R	新第三系　N	上新统　N_2 中新统　N_1
		老第三系　E	渐新统　E_3 始新统　E_2 古新统　E_1
中生界　M_Z	白垩系　K		上白垩统　K_2 下白垩统　K_1
	侏罗系　J		上侏罗统　J_3 中侏罗统　J_2 下侏罗统　J_1
	三叠系　T		上三叠统　T_3 中三叠统　T_2 下三叠统　T_1
古生界　P_Z	二叠系　P		上二叠统　P_2 下二叠统　P_1
	石炭系　C		上石炭统　C_3 中石炭统　C_2 下石炭统　C_1
	泥盆系　D		上泥盆统　D_3 中泥盆统　D_2 下泥盆统　D_1
	志留系　S		上志留统　S_3 中志留统　S_2 下志留统　S_1
	奥陶系　O		上奥陶统　O_3 中奥陶统　O_2 下奥陶统　O_1
	寒武系　$\in$		上寒武统　ϵ_3 中寒武统　ϵ_2 下寒武统　ϵ_1
元古界　P	震旦系　Z		上震旦统　Z_2 下震旦统　Z_1
太古界　A_r			

(2) 当岩层是倾斜的而地面地形起伏变化的时候,地形地质图上岩层的露头线会出现较复杂的弯曲,其复杂程度和弯曲形态取决于地形起伏变化程度和岩层产状变化情况。一般表现为以下规律:

① 当岩层倾向与地面坡向相反时,则露头线呈"V"字形或锯齿状曲线。在山谷处表现为一个尖端指向上坡的"V"字形,在山脊处表现为一个尖端指向下坡的"V"字形。岩层倾角越小,所形成的"V"字形线与地形等高线越接近平行;倾角越大,"V"字形比等高线弯曲形状越开阔,如图 4-2 所示。

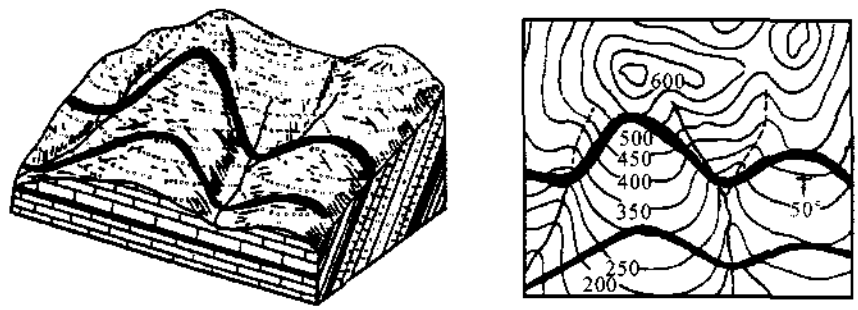


(a) (b)

图 4-2 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

② 当岩层倾向与地面坡向一致,且岩层倾角大于地面坡角时,则在山谷处表现为尖端指向下坡的"V"字形,在山脊处形成尖端指向上坡的"V"字形,如图 4-3 所示。



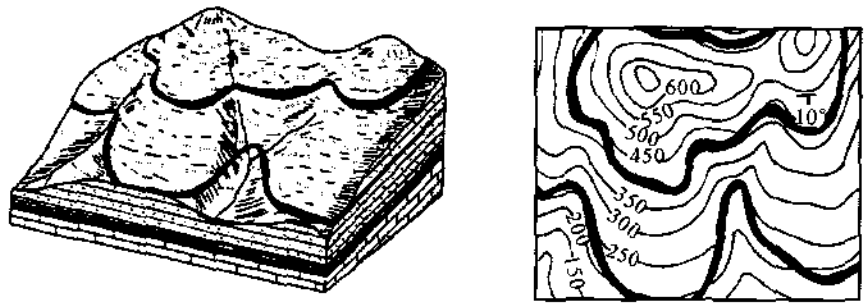
(a) (b)

图 4-3 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

③ 当岩层倾向与地面坡向一致,且岩层倾角小于地面坡角时,则露头线所表现的"V"字形与地形的关系,与岩层倾向与地面坡向相反时的情况类似。不同之处在于它的"V"字形较地形等高线狭窄,而岩层倾向与地面坡向相反时,露头线所表现的"V"字形较地形等高线开阔如图 4-4 所示。

(3) 倾斜岩层的露头宽度,决定于岩层厚度、地形坡度和岩层倾角。由于井田范围内三者都有变化,所以在地形地质图上,同一岩层的露头线宽度常表现为宽窄不同的现象。



(a)　　(b)

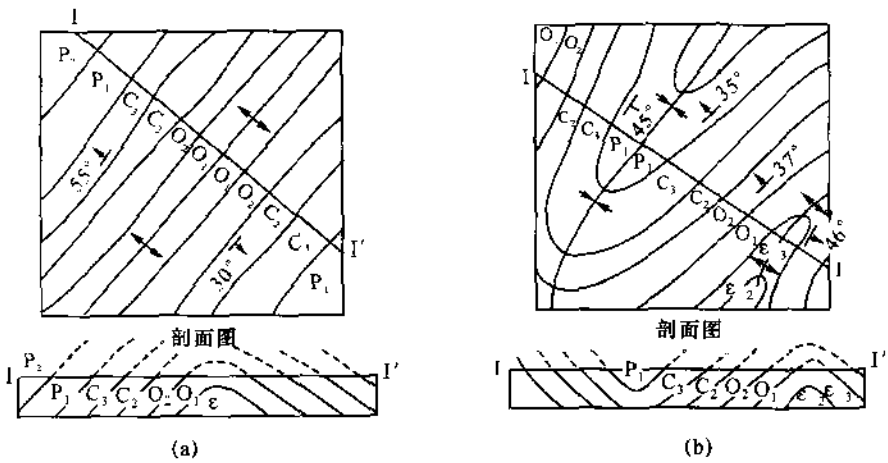
图 4－4　岩层倾向与坡向一致，且倾角小于坡角时“V”字形规律

(a) 立体示意图，(b) 地形地质图

(二) 褶皱构造在地形地质图上的表现

褶皱构造的基本单位称为褶曲，褶曲的基本形态可分为背斜和向斜两种。褶皱构造在地形地质图上的表现主要是识别背斜和向斜的表现特征。

(1) 在地形比较平坦的情况下，水平褶曲的露头线表现为一组平行或近平行的地质分界线，如图 4－5(a)所示；倾伏褶曲露头线表现为一组呈“之”字形的弯曲线，如图 4－5(b)所示。



(a)　　(b)

图 4－5　褶曲构造在地形地质图上的表现

(a) 水平褶曲在水平切面图和剖面图上的表现；(b) 倾伏褶曲在水平切面图和剖面图上的表现

在这种情况下，背斜和向斜的识读方法，以岩层的新老关系为依据，即自褶曲核部向两翼，岩层由老到新顺序为背斜，而由新到老顺序则为向斜。

(2) 在山高沟深起伏较大的情况下，单斜构造在地形地质图上的露头线也表现为弯曲。所以，在地形地质图上，识别哪些是单斜构造受地形影响表现的弯曲，哪些是褶曲构造表现的弯曲，主要依据以下几点：

○ 根据岩层产状来识别。即单斜构造的岩层露头线因地形影响发生弯曲时，而其产状并不发生变化，如图 4－2 所示；褶曲构造的岩层露头线发生弯曲时，其岩层走向会发生变

化，如图 4－5 所示。

② 根据有无轴线来识别。即单斜构造没有轴线；褶曲构造则绘有背斜构造轴线符号或向斜构造轴线符号，如图 4－5 所示。

③ 根据岩层露头线弯曲情况与地形等高线的关系来判断。即单斜构造露头线曲向与地形等高线有明显的规律性——“V”字形尖端指向一致或相反，如图 4－2、图 4－3、图 4－4 所示；褶曲构造露头线曲向与地形等高线无明显规律性可循，如图 4－6 所示，*abc* 线上地形变化不大，而岩层界线则发生多次弯曲，表现为褶曲构造。

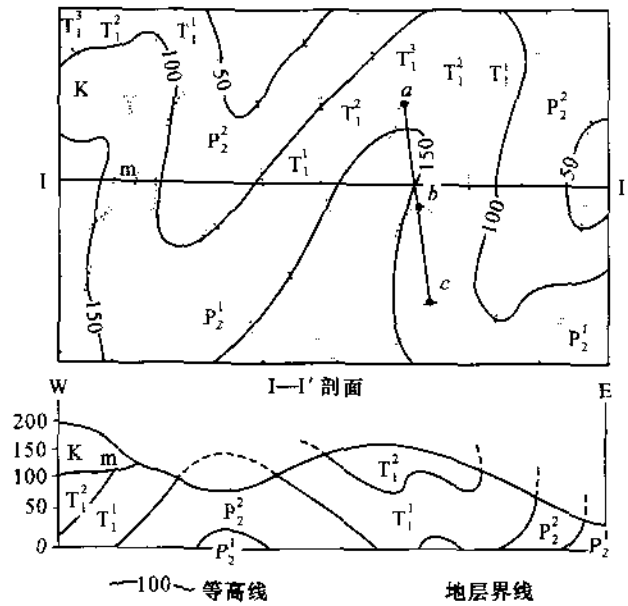


图 4－6 某井田地形地质图(局部)

(三) 断层构造在地形地质图上的表现

岩层受地应力的作用发生变形、断裂，在力的继续作用下两侧岩块沿断裂面发生显著相对位移的断裂构造称为断层。断层构造破坏了岩(煤)层的连续性，影响井田开发、巷道布置和安全生产等工作，是井田地形地质图上应准确绘制的构造形态。

在地形地质图上，断层构造是用断层线表示的。所谓断层线是断层面与地表面的交线。不同性质的断层用不同符号的断层线表示。如图 4－7 中，F_1 表示正断层，符号为 ⊥▲⊥；F_2 表示逆断层，符号为 ┬▲┬。其中断层线表示断层的位置和延伸长度，箭头表示断层面的倾向，双短线表示下降的一盘，H 表示落差，度数表示断层面的倾角。

当地形平坦时，断层线就是断层面的走向线；当地形高低起伏变化较大时，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，不能代表断层面的走向。

从断层线两侧地层界线的分布情况也可以表现出断层不同的形态。走向断层表现为断层线两侧的岩层有重复或缺失现象，如图 4－7 中逆断层 F_2；倾向或斜交断层表现为断层两侧岩层有中断错开现象，如图 4－7 中正断层 F_1。

四、井田地形地质图的识读

在一幅井田地形地质图上，同时反映了地形、地貌、地物、地层界线和地质构造等许多内

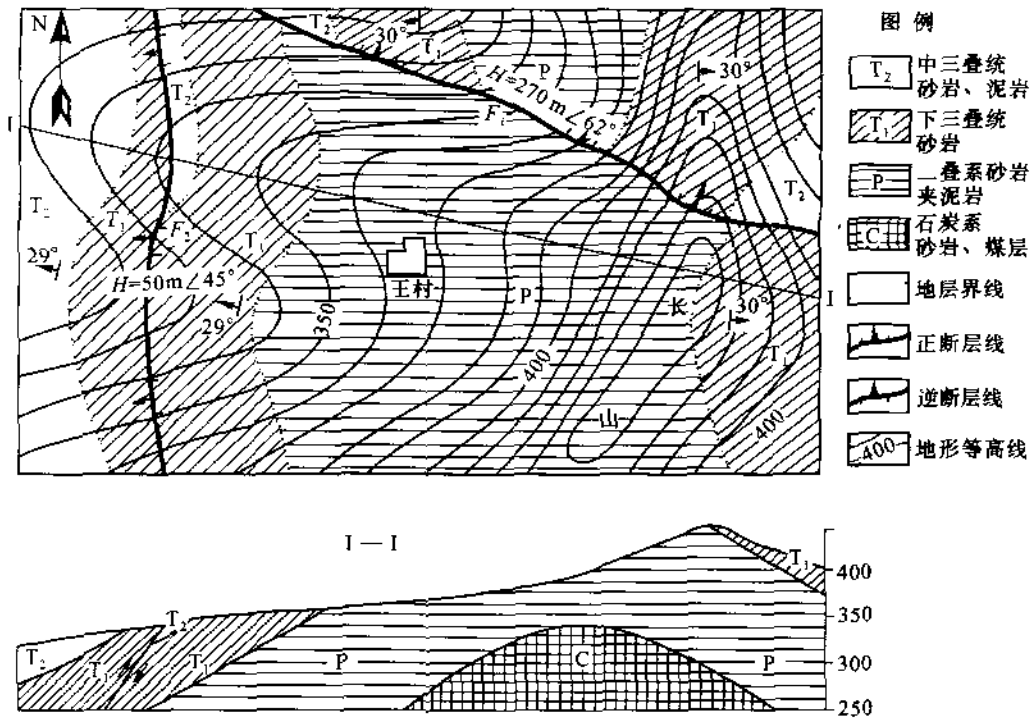


图 4－7　断层构造在地形地质图上的表现(1∶5 000)

(a) 地形地质图;(b) 剖面图

容,符号多、线条杂,不易看懂。但掌握了地形图的基本知识和各种地质构造在图上的表现规律以后,再采取合理的识读方法和步骤,基本能看清、看懂图中所表示的内容。

识读地形地质图时,一般采取层层剥析,逐一辨识,抓住重点和主线,由个别到整体,由局部到全井田的方法,并按以下步骤来进行:

1. 图名、图例、标题栏和比例

看清图名,了解图的内容和种类;看清图例,熟识各种符号所代表的实际意义;看清标题栏,掌握识图的有关信息;看清比例,了解图上所反映的范围大小和有关尺寸。

2. 坐标线、坐标值和指北方向

根据坐标线、坐标值和指北方向识别图的方向,确定图的地理方位。

3. 地形特征、地貌概况、地物分布

根据等高线形态、高程值和各种符号识别井田内的各种地貌特征和地物分布,了解地形的起伏变化情况。

4. 地层或岩层分界线符号

根据地形地质图上的岩层分界线、地层符号,弄清新老岩层的分布及其相互接触关系,进而分析地质发展历史,了解矿产的形成与分布。

5. 煤系地层、煤层的分布

着重了解煤系地层的位置和主要可采煤层的分布，为工业场地、交通线路和其他地面建筑物位置的选择提供依据。

6. 地质构造界线和符号

看岩层产状要素符号，掌握煤岩层的赋存状态；看褶曲轴线符号，掌握煤岩层的起伏变化形态；看断层线符号，掌握断层的性质和规模。即采用由局部到全区、由个别到整体的识读方法，逐步掌握全井田范围的构造形态。还应注意把地形地质图和井田内的地质剖面图对照起来分析。

第二节 煤层底板等高线图

一、概述

1. 概念及原理

如图 4－8 所示，某井田范围内有一中斜煤层，设想用一定间隔的若干水平面（如 +100 m、±0、－100 m、－200 m、－300 m、－400 m 等水平面）把煤层切开。那么，每一个设想的水平面与煤层底板界面都有一条交线，即两面相交的交面线。由于同一水平面上标高相等，因此，同一条交面线上的标高也是相等的。我们把不同高程的水平面与煤层底板界面的交线称为煤层底板等高线。将各条煤层底板等高线，用标高投影的方法，投影到同一水平面上，按照一定比例和规定的线条、符号绘制而成的图纸，称为煤层底板等高线图。

2. 煤层底板等高线图图示的主要内容

煤层底板等高线图在煤矿设计、建设、生产和安全管理等工作中应用最为普遍，图示的内容主要包括：

（1）标题栏、坐标网及图例。

图名、图号、比例、编制单位及时间；经纬坐标线方格网，坐标值和指北方向线；图例。

（2）主要地物。

地面河流、湖泊、水库等地表水体；铁路、公路等主要交通线路；与井田开发有关的或需留设保护煤柱的重要建筑物、构筑物。

（3）井田范围内的各种边界线。

井田边界线、煤层露头线、风化氧化带边界线、煤层尖灭零点边界线、井田内现有的生产井、小窑、采空区的范围界线。

（4）穿过该煤层的全部勘查工程。

勘查线及编号；钻孔、探槽、探井等工程点的编号及标高；各工程点见煤小柱状表示出煤层结构、厚度、煤层底板标高；煤质主要化验指标。

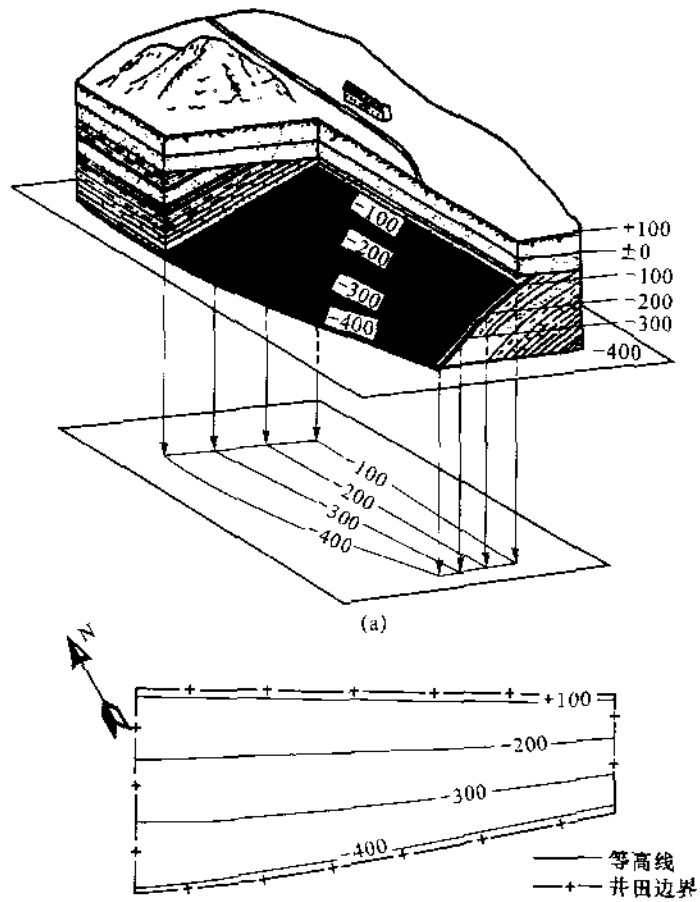
（5）地质构造要素。

煤层产状要素（走向、倾向、倾角）；褶曲轴线、断层上下盘断煤交线、岩浆侵入范围界线、陷落柱分布位置及范围界线。

（6）煤层底板等高线。

不同标高的煤层底板等高线及高程值。

（7）资源/储量计算要素。



(a)

(b)

图 4－8　煤层底板等高线投影示意图

(a) 煤层底板等高线投影示意图；(b) 煤层底板等高线图

煤层底板等高线图作为煤炭资源/储量计算图时，应图示最低可采边界线；煤种分类界线；资源/储量分类界线及编号；计算块段界线、面积、编号、煤层平均倾角、计算厚度及资源/储量计算结果。

3. 煤层底板等高线图的用途

(1) 煤层底板等高线图能清楚地反映井田范围煤层的产状要素及其变化情况；能反映出地质构造形态、断层发育情况及其在空间的延伸变化规律；能反映出各种构造对煤层的控制和影响。

(2) 煤层底板等高线图是编制勘查设计、布置勘查工程、提交地质报告的重要图件之一。

(3) 煤层底板等高线图是进行资源/储量计算的基础图件。

(4) 煤层底板等高线图是分析、判断、预测地质构造形态及规律，编制地质剖面图、采掘工程设计图、采掘工程生产管理图、安全工程图、保护煤柱图等其他矿图的基础资料。

(5) 煤层底板等高线图是矿井设计、建设、生产各阶段重要的基础图纸。

① 在矿井设计阶段，煤层底板等高线图是选择矿井工业场地位置，确定井田开拓方式和开采水平的划分，布置大巷，布置采区等都离不开的重要资料。

② 在矿井建设阶段，煤层底板等高线图是指导井巷工程施工的主要依据之一。

③ 在矿井生产阶段，煤层底板等高线图是控制煤量、布置开拓巷道、回采工作面、编制生产计划以及安排采掘生产的重要依据。

④ 在安全管理工作中，通常依据煤层底板等高线图分析预测瓦斯富集部位、老窑积水部位、地下含水层的危害程度、煤层顶底板的稳定程度，为制定瓦斯抽放、老窑积水排放和地下水疏放等方案提供依据。

4. 煤层底板等高线图的比例

煤层底板等高线图的比例一般要求与井田地形地质图相同，常用的比例为 1∶10 000 或 1∶5 000，在地质构造比较复杂的井田可采用 1∶2 000。图上各工程点煤层小柱状的比例一般采用 1∶50、1∶100 或 1∶200，视煤层厚度大小、结构复杂程度选用。

二、煤层产状要素及其等高线的表示方法

煤层在地壳中的空间位置和产出状态，称为煤层的产状，是以煤层层面在空间的方位及其与水平面的关系来确定的。煤层的走向、倾向和倾角称为煤层产状三要素，或称煤层赋存(埋藏)状态三要素。如图 4－9(a)所示。

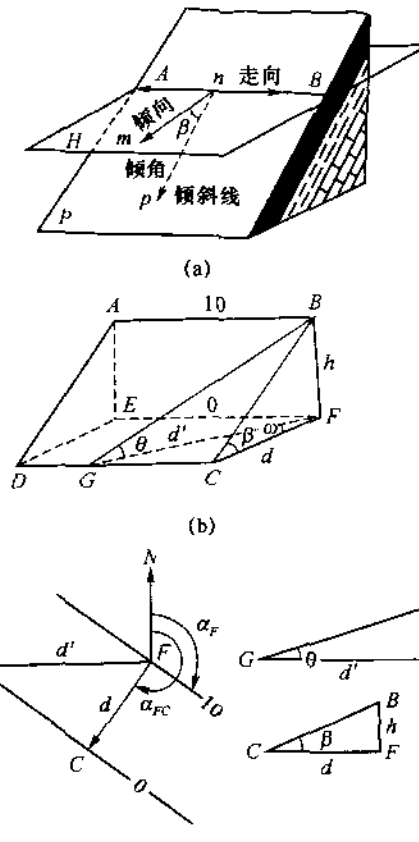


图 4－9　煤层产状要素及其等高线表示方法

1. 煤层走向

倾斜煤层的层面与水平面的交线称为煤层的走向线，如图 4－9(a)中 AB 线，它的方向称为煤层的走向，煤层的走向用方位角表示。根据煤层底板等高线图的原理，图上煤层底板等高线就是煤层的走向线，因而，煤层底板等高线的方向就是煤层的走向。

2. 煤层倾向

煤层层面上垂直于走向线，且沿层面向下的直线，称为煤层的倾斜线，如图 4－9(a)中的 np 线；倾斜线在水平面上投影的方向，称为煤层的倾向，如图 4－9(a)中的 nm，煤层倾向也用方位角表示，它与走向相差 90°。

3. 煤层倾角

倾斜线与水平面所夹的锐角 β，称为煤层的倾角。即倾斜煤层面与水平面所夹的最大锐角，如图 4－9(a)中的 β 角。此外，沿煤层层面其他方向的倾斜线与水平面的夹角称为伪倾角。图 4－9(b)表示了煤层产状要素的几何关系，其中 $ABCD$ 为煤层底板，AB 是高程为 10 m 的等高线，$CDEF$ 是水平面，其高程为 0 m，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，用 h 表示。由图示可知，AB 的方向为

煤层走向，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，用 d' 表示，BG 与水平面的夹角 θ 为伪倾角，可由下式求出：

$$\tan\theta=\frac{h}{d'} \tag{4-2}$$

显然，由于 d' 大于 d，因而伪倾角 θ 永远小于倾角 β。在识读矿图中，求煤层倾角时应注意与伪倾角的区别。

图 4－9(c)为煤层产状要素的底板等高线表示方法。图中 10 m 等高线为图 4－9b 中 AB 线在水平面上的投影线，即为煤层的走向，α_F 为煤层走向方位角。由 10 m 等高线向相邻的低高程值的等高线(0 m)作垂线 FC，即为煤层倾向，α_{FC} 为倾向方位角。10 m、0 m 两条等高线的法线距离为 d，高程差为 h，按比例截取 $FC=d$，$BF=h$，连接 BC，则 $\angle BCF=\beta$ 为该地段煤层的倾角。另外，还可以作图求出任意方向的伪倾角。

掌握了煤层产状要素的概念、相互关系及其等高线表示方法，就可以用煤层底板等高线来表示各种形态的煤层了。

三、煤层构造形态在煤层底板等高线图上的表现

煤层构造形态各异，多种多样，有的简单，有的复杂，概括起来，可以归纳为：单斜构造、褶曲构造和断层构造三种基本构造类型，如图 4－10 所示。煤层底板等高线图是反映煤层在空间的构造形态特征的图件，因此，掌握各种煤层构造形态在煤层底板等高线图上的表示方法，就能帮助我们识读和应用该图件。

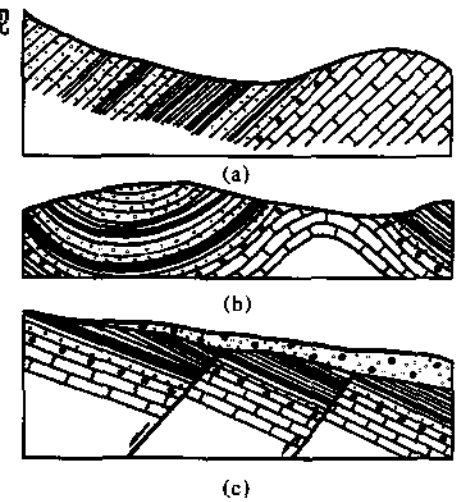


图 4－10　煤岩层基本构造类型
(a) 单斜构造；(b) 褶曲构造，(c) 断层构造

(一) 单斜构造煤层

在一定范围内，大致向一个方向倾斜的煤层，称为单斜构造煤层。在较大范围内，单斜构造往往是其他构造的一部分，或是褶曲构造的一翼，或是断层的一盘。

单斜构造在煤层底板等高线图上的表现：

(1) 煤层底板平整，走向稳定，倾角均匀，煤层底板等高线表现为间距大致相等的一组平行直线，如图 4－11(a)所示。

(2) 煤层走向发生变化时，煤层底板等高线表现为一组曲线；倾角发生变化时，煤层底板等高线之间的水平距离不相等，平距越大，倾角越小；反之，平距越小，则煤层倾角越大，如图 4－11(b)所示。

(3) 煤层底板等高线的等高距大小，取决于图纸的比例和煤层倾角的大小，一般采用 50 m、20 m、10 m、5 m、2 m、1 m 的等高距。大比例、平缓的煤层，等高距较小；反之，则应选取较大的等高距。

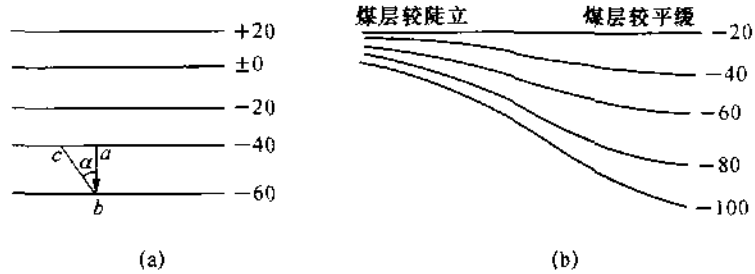


图 4－11　单斜构造煤层底板等高线图

(a) 煤层走向稳定、倾角大致相等的煤层底板等高线，(b) 煤层沿走向倾角变化时的煤层底板等高线

(二) 穹窿构造及盆地构造煤层

穹窿构造的煤层中间凸起，四周变低，盆地构造的煤层中间凹下，四周抬高。同地形图上的山丘和盆地一样，底板等高线表现为封闭的曲线，由中央向四周等高线标高值逐渐降低的为穹窿构造，逐渐增高的为盆地构造，如图 4－12 所示。

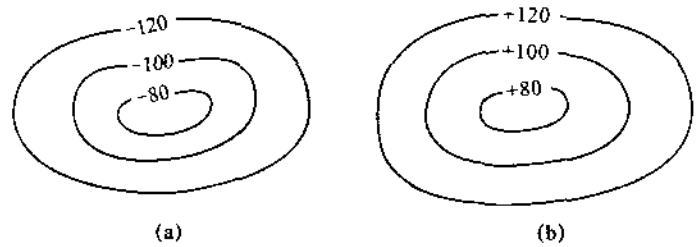


图 4－12　穹窿与盆地构造底板等高线图

(a) 穹窿构造等高线图；(b) 盆地构造等高线图

(三) 褶曲构造煤层

连续弯曲的煤层称为褶皱构造煤层。褶皱构造中每一个弯曲部分称为褶曲构造，其中向上弯曲的部分称背斜构造，向下弯曲的部分称向斜构造，如图 4－13 所示。

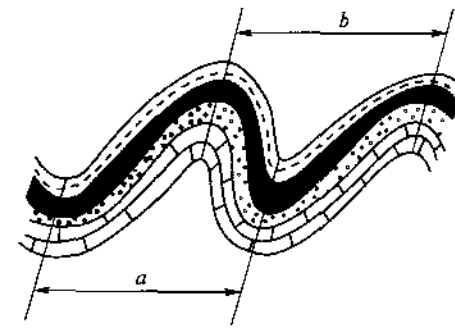


图 4－13　褶皱与褶曲构造示意图

1. 褶曲构造要素

为了描述褶曲构造的空间位置和形态，给构成褶曲的各个部分进行划分和命名，如核部、翼部、轴面、轴线、枢纽等，总称为褶曲要素，如图 4－14 所示。

(1) 核部和翼部。褶曲构造的内核部分称为核部；核部两侧的煤层(岩层)称为翼部。

(2) 轴面和轴线。平分褶曲构造的假想平面称为轴面；轴面和水平面的交线称为轴线。由于褶曲形态不同，轴面可以是直立的平面(或曲面)，也可以是倾斜的平面(或曲面)，因而轴线可以是直线，也可以是曲线。

(3) 枢纽。轴面与煤(岩)层层面的交线称为枢纽。枢纽的形态取决于褶曲构造的形态，可以是水平的、倾斜的或波浪状的。

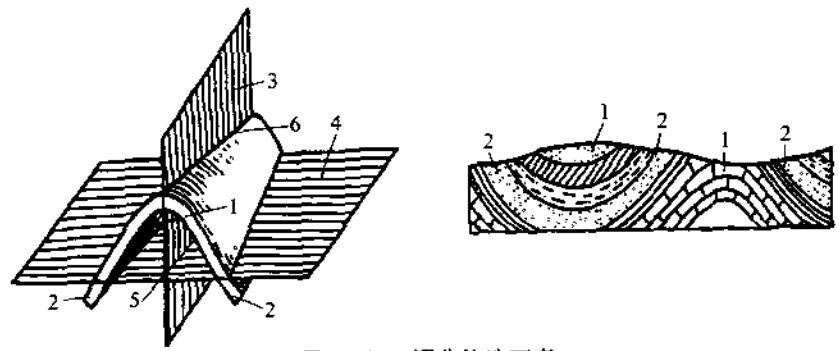


图 4－14　褶曲构造要素

1—核部；2—翼部；3—轴面；4—水平面；5—轴线；6—枢纽

2．褶曲构造煤层底板等高线的表现

褶曲构造的煤层在空间形态多种多样，其枢纽为水平的称为水平褶曲；枢纽为倾斜的称为倾伏褶曲。

（1）水平褶曲的煤层，其底板等高线表现为一组大致平行的直线。这一组等高线中间标高值小，向两侧增大的为水平向斜；反之，为水平背斜。如图 4－15 所示。

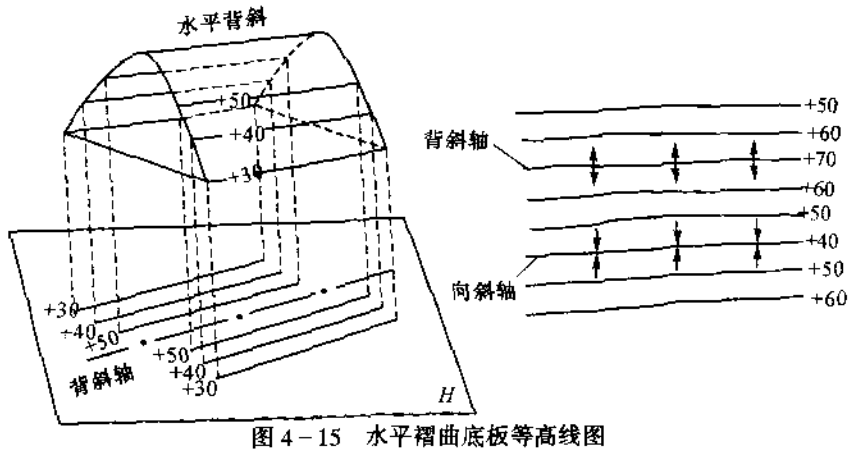


图 4－15　水平褶曲底板等高线图

（2）倾伏褶曲的煤层，其底板等高线表现为一组不封闭的连续曲线，各等高线转折点的连线为褶曲轴线。这一组等高线，当转折端指向标高值减小的方向时为倾伏背斜；反之，当转折端指向标高值增大的方向时为倾伏向斜，如图 4－16 所示。

（3）褶曲构造煤层底板等高线弯曲、疏密不同，反映着褶曲构造的不同特征。如底板等高线密集，反映煤层倾角大，构造变化急剧；等高线稀疏，则反映煤层倾角小，构造变化缓慢。如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；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 4－17 所示。

（四）断层构造的煤层

煤层受力发生断裂和相对位移后所形成的构造形态称为断层。主要特征是连续沉积煤层遭到破坏，出现断失和重复现象。

1．断层要素

为了描述断层的性质及其在空间的形状，将断层的各个部位确定了一个名称，如断层

面、断盘、断煤交线、断距等，统称为断层要素，如图 4－18 所示。

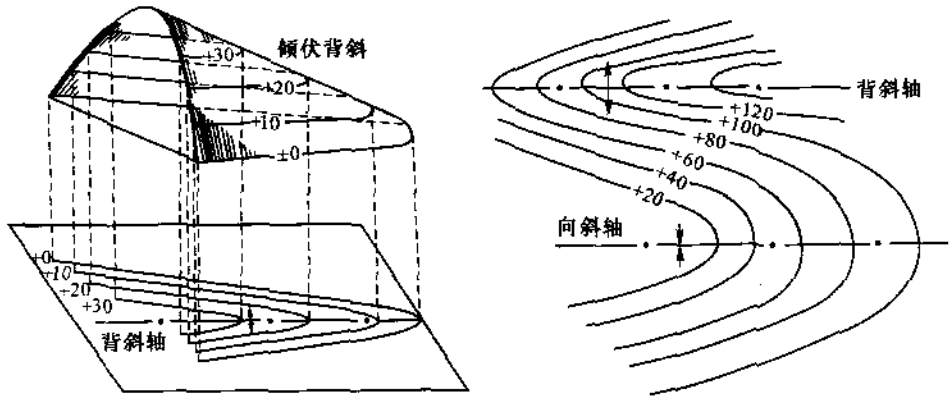


图 4－16　倾状褶曲底板等高线图

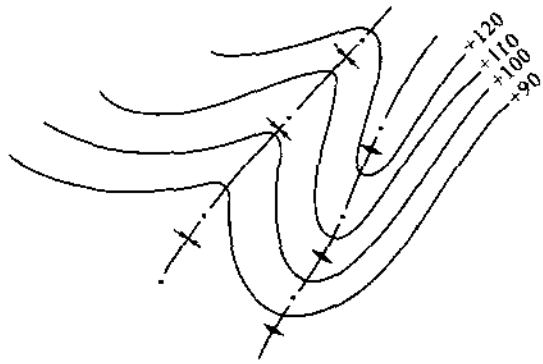


图 4－17　褶曲不同形态

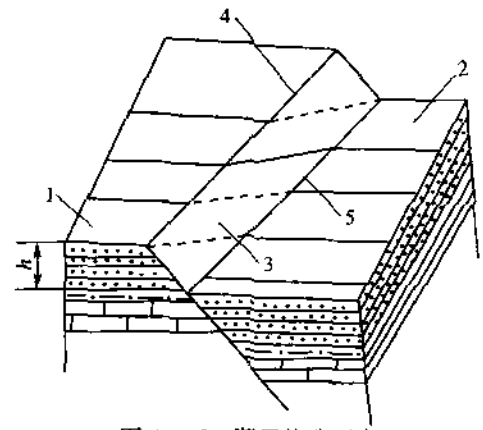


图 4－18　断层构造要素

1—下盘；2—上盘；3—断层面；
4—下盘断煤交线；5—上盘断煤交线

(1) 断层面。煤(岩)层发生相对位移时的断裂面，称为断层面。

(2) 上盘、下盘。如果断层面是倾斜的，则位于断层面上方的煤(岩)层，称为上盘；位于断层面下方的煤(岩)层，称为下盘。上、下盘合称为断盘。

(3) 断煤交线。断层面与煤层底板界面的交线，称为断煤交线。断煤交线分上盘断煤交线与下盘断煤交线。

(4) 断距。断层两盘沿断层面的相对位移量称为断距。断距通常是以不同方向的铅直剖面上煤(岩)层错开的距离来表示的。图 4－19 所示，断层两盘同一岩层面相对位移的法向距离，称为地层断距，见图 4－19(a)中的 a_1；断层两盘同一岩层面相对位移的水平距离，称为水平地层断距，见图 4－19 中的 a_2；断层两盘同一岩层相对位移的铅直距离，称为铅直断距，亦称落差，见图 4－19 中的 a_3。

2. 断层构造煤层底板等高线的表现

断层构造的煤层一般由上盘煤层底板、下盘煤层底板和断层面三个面所构成，将这三个面用标高投影的方法投影到同一水平面上，就是有断层构造的煤层底板等高线图，如图 4－

20、图 4－21 所示。图 4－20(a)为有断层构造的煤层底板等高线投影示意图，图 4－20(b)为煤层底板等高线图。

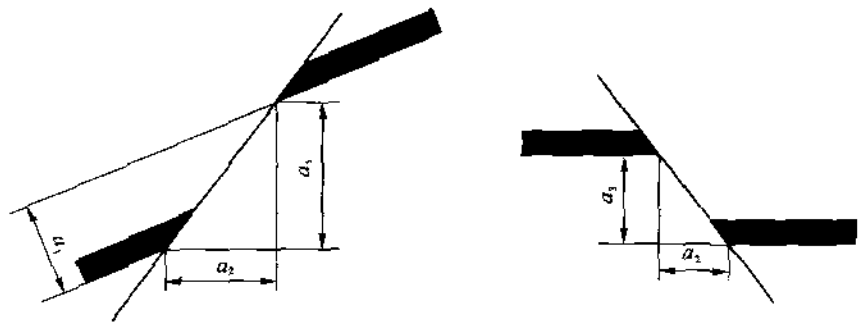


图 4－19　断距的种类

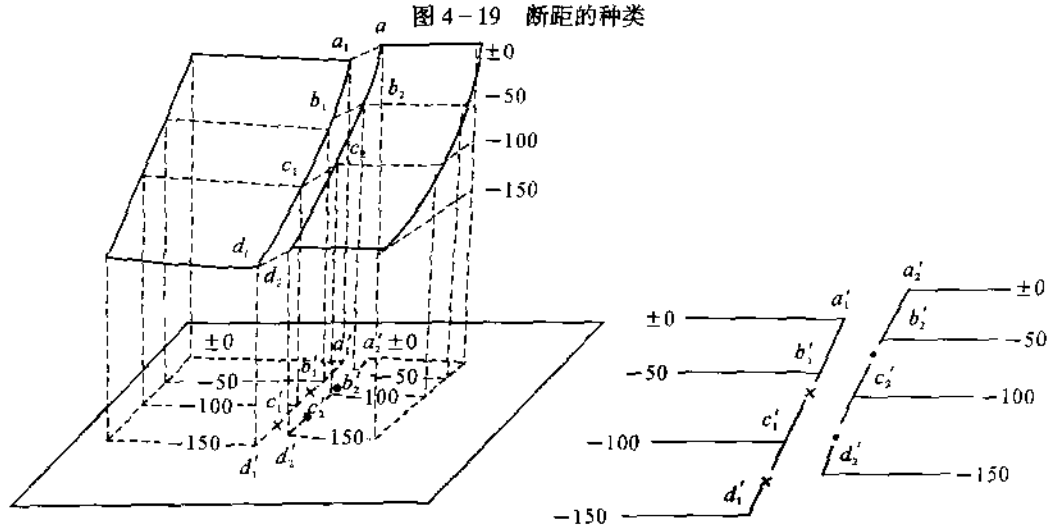


图 4－20　正断层投影示意及其底板等高线图

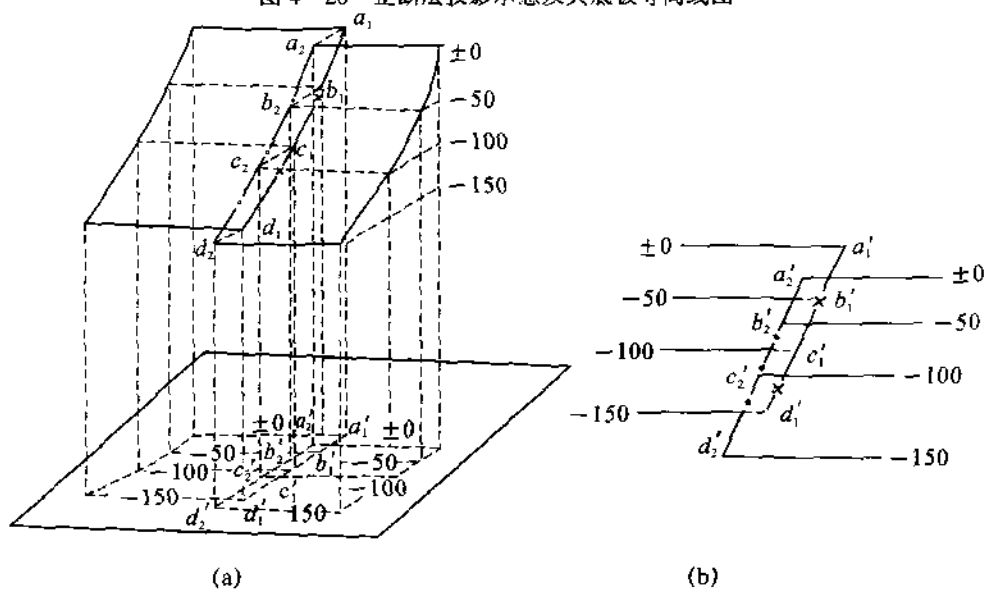


图 4－21　逆断层投影示意及其底板等高线图

断层构造煤层在底板等高线图上的表现特点，主要是断层的性质、落差、断层面在空间的位置用等高线表示的方法以及如何辨别性质、求算落差和断层面的产状。

1）断层性质

沿断层面上盘相对下降、下盘相对向上移动的断层，称为正断层，如图 4－18、图 4－20(a)和图 4－23 所示；沿断层面上盘相对上升、下盘相对向下移动的断层，称为逆断层，如图 4－21(a)和图 4－23 所示。

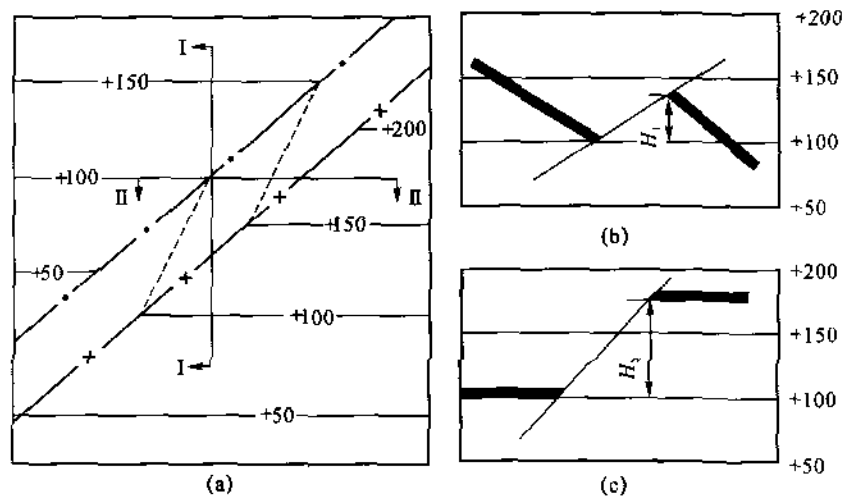


图 4－22 斜交断层落差

(a) 平面图；(b) Ⅰ—Ⅰ剖面图；(c) Ⅱ—Ⅱ剖面图

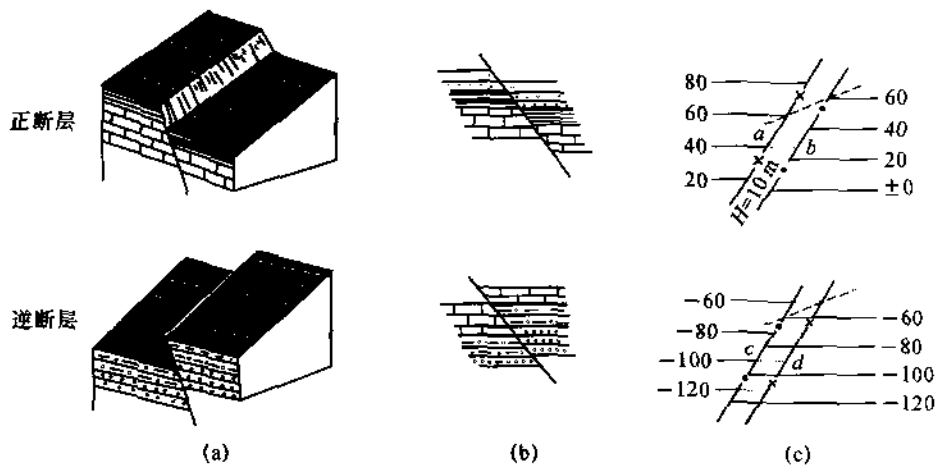


图 4－23 断层在底板等高线图和剖面图上的表示方法

(a) 断层立体示意图；(b) 沿走向的铅直剖面图；(c) 断层构造煤层底板等高线图

在底板等高线图上，底板等高线中断并错开，就表明煤层连续性中断，有断层存在。煤层底板界面与断层面错动的边界，一般用断(断层面)煤(煤层底板界面)交线表示，点划线"——·——·——"表示上盘断煤交线，该组等高线代表上盘煤层；叉划线'——×——×——'表示下盘断煤交线，该组等高线代表下盘煤层。在底板等高线图上，识别断层性质应注意以下主要特点：

(1) 正断层在底板等高线图中，表现为上、下盘断煤交线之间煤层底板等高线中断缺失，中断缺失部分为无煤区，如图 4－20(b)所示。

(2) 逆断层在底板等高线图中，表示为上、下盘断煤交线之间煤层底板等高线中断重叠，重叠部分为上、下盘煤层重复区，如图 4－21(b)所示。

2) 断层落差

在同一条断层的不同地段，断层落差不一样。就是同一个地段，沿不同方向所作的断层铅直剖面上，所反映的断层落差值也有区别，如图 4－22 所示。

对倾向断层(断煤交线大致与煤层倾向一致)和斜交断层(断煤交线与煤层走向斜交)来说，在采煤生产中，最有实际意义和普遍应用价值的是沿煤层走向所作的铅直剖面上的落差，因为在煤层中的水平巷道，一般都是沿走向掘进的，遇断层后，人们往往都想知道巷道前方的煤层是上错还是下落，以及上错或下落多远的距离，这个问题实质上就是指断层在走向铅直剖面上的落差。如图 4－23 所示。如果是正断层，从一盘等高线与断煤交线的交点 a 作延长线与另一盘的断煤交线交于 b 点，a、b 两点的标高差即为断层的落差。如果是逆断层，则煤层底板等高线(如图中上盘－80 m 等高线)与两条断煤交线分别相交于 c、d，这两点的标高差即为断层的落差。

对于走向断层(断煤交线大致与煤层走向一致)或接近于走向断层的斜交断层，沿煤层倾向作铅直剖面所求的断层落差，在采区巷道布置和回采工作面布置中，是有实际意义的。

3) 断层面产状要素

断层构造在空间的位置和形态，用断层面的走向、倾向和倾角表示。在煤层底板等高线图上，断层面产状要素与煤层产状要素及其等高线的表示方法基本一致，关键是首先要确定出断层面的走向。

如图 4－24 所示，断层两盘的煤层底板等高线(如－900 m、－1 000 m、－1 100 m)与上、下盘断煤交线 AB、CD 分别交于 E、G、A 和 F、H、C 点，相同标高两交点的连线，即 EF(－900 m)、GH(－1 000 m)、AC(－1 100 m)就是断层面的走向线，走向线的方位角为断层面的走向；垂直于断层面走向线，并指向断层面向下倾斜的方向 FN，其方位角即为断层面的倾向；根据任意两条断层面走向线的高程差及水平距离，可通过按比例作图或用式(4－1)计算得出 $\angle FNK$，即为断层面的倾角 β。

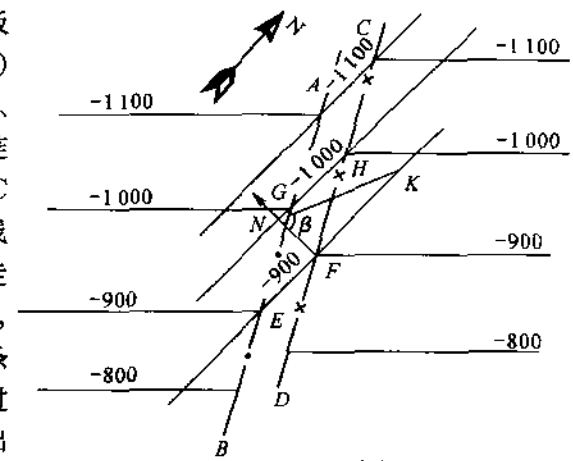


图 4－24　确定断层产状要素

需要指出的是，有断层构造的煤层底板等高线图上，断煤交线的方向(图 4－24 中的点划线和叉划线)既不是煤层面的走向，也不是断层面的走向。

四、煤层底板等高线图的识读

煤层底板等高线图是反映煤层构造形态的综合性图件，因而其图示内容多、线条复杂，识读比较困难。就需要我们在掌握底板等高线图的原理、图示内容、煤层产状要素及各种构

造形态在图上的表现特点后，充分认识煤层底板等高线图的性质，按一定的方法和步骤仔细分析，才能正确、全面地识读和应用煤层底板等高线图。

（一）煤层底板等高线图的性质

煤层底板等高线图是一种标高投影等值线图，它把煤层底板界面当作一个函数曲面，具有以下性质：

（1）单值性。即任何一条铅垂线与煤层底板界面相交，一般只有一个交点。

（2）等值性。即图上同一条等高线上任一点处的标高相等。

（3）可量测性。在图上任一处，均可量测求出煤层产状要素。

（4）连续圆滑性。连续稳定的煤层其等高线为一组圆滑或封闭的曲线，一般曲率最大点与背斜轴、向斜轴正交。

（5）可中断性。煤层底板等高线的中断、分岔、相交现象会经常出现。主要表现为：

① 遇到断层构造时，煤层底板等高线中断；

② 遇到煤层露头线和采空区时，煤层底板等高线中断；

③ 遇到冲蚀区、尖灭线时，煤层底板等高线中断；

④ 遇到火成岩侵入体、岩溶陷落柱时，煤层底板等高线中断；

⑤ 遇到煤层分岔时，煤层底板等高线亦出现分岔；

⑥ 遇到煤层倒转时，煤层底板等高线往往出现相交（空间相交），倒转部位的煤层底板等高线用虚线表示。

（二）煤层底板等高线图的识读

一幅标准、规范的煤层底板等高线图，识读时按以下步骤和方法：

1. 图名、比例、图例

识读时，先看图面整饰和注记的主要内容，弄清是哪个井田，哪层可采煤层的底板等高线图，是否是我们所需要的图件；了解图件所采用的比例大小和精度要求；看懂线条、符号等图例的实际意义，为识读作好准备。

2. 坐标线、坐标值和指北方向线

坐标线、坐标值是绘图和识图的数学要素，便于我们了解井田范围的大小以及其他要素。

3. 井田边界线、煤层露头线、风氧化带边界线、煤层尖灭线以及最低可采边界线

以上边界线都是井田范围、可采煤层范围、资源/储量分类计算范围的技术边界和自然边界的控制线，是识读煤层底板等高线图、分析煤层和地质构造形态、指导井巷布置和采掘设计的基本范围界线。

4. 井田内主要地物

看清等高线图上主要地物的类别、名称、位置和范围大小，它是资源/储量分类计算、留设保安煤柱、设计采区布置方案时需考虑的主要因素之一。

5. 勘查工程位置

弄清勘查工程的名称、编号、位置；了解每个工程的地面标高、见煤深度、煤层厚度、煤层底板标高等内容；量测各工程间距、控制密度。勘查工程所揭露的地质资料，是分析煤层构造形态，勾绘底板等高线、划分资源/储量类别和计算块段，确定煤层计算厚度的主要依据。

6. 识读构造要素，分析煤层构造形态

读懂煤层产状要素及各种构造形态煤层的底板等高线表示特点，是我们识读的关键和要点，要在掌握前述的基本知识基础上，按由点到线、由线到面的方法阅读。具体方法如下：

1）选点测算

在煤层底板等高线图上，选择有代表性的点位，根据等高线的方向、高程值、相邻两条等高线的高程差、平距量算煤层产状要素，了解井田范围内煤层产状的变化规律。

2）单线追索

根据等高线的总体走向，在图的上方或左侧选择一条底板等高线，确定它的标高，追索起止位置，了解走向弯曲情况，中断情况，错开情况等变化，初步掌握褶曲、断层部位。

在等高线弯曲变化部位，找准曲率最大点，追索褶曲轴线，再根据等高线突向和高程值确定褶曲形态（向斜或背斜、穹窿或盆地）。

在等高线中断的部位，了解中断原因，追索断煤交线、煤层露头线、采空区边界线、煤层尖灭线、冲蚀区界线、火成岩侵入体或岩溶陷落柱边界线，基本掌握可采煤层的分布范围。

在等高线中断且错开部位，有断层构造存在，要追索上、下盘断煤交线，确定每一条断层的性质，断层面产状要素以及断层落差，大体了解井田内断层的数量、分布和规律。

3）块段分析

由于断层的存在，煤层底板等高线的连续性被破坏，就以断煤交线为界，将井田范围划分成若干个块段，在每个块段内识读、分析煤层产状变化及构造形态。

7. 总体概括

在完成上述识读步骤和内容基础上，把各部分联系起来，综合分析，总体概括，掌握井田内煤层的分布、产状、厚度、地质构造形态以及它们的相互关系和变化规律。

五、煤层底板等高线图的应用

煤层底板等高线图是矿井必备的基础图件，应用于煤矿设计、建设、生产和安全管理工作全过程。现就图件本身的主要应用简述如下：

（一）用于了解煤层产状要素及地质构造

（1）根据图上煤层底板等高线的走向、高程值、相邻两条等高线的高程差和平距大小了解煤层的走向、倾向和倾角及其变化情况。

（2）根据图上煤层底板等高线的弯曲变化情况，了解褶曲构造的分布及其形态特点。

（3）根据图上煤层底板等高线中断、错开情况，了解断层构造的分布、性质、落差大小及其变化规律。

（4）根据图上勘查工程煤层小柱状，了解煤层的厚度、结构、稳定程度及其与地质构造的相互关系等情况。

（二）用于估算井田的煤炭资源/储量

煤炭资源/储量是指井田范围内地下蕴藏的、具有工业价值的、可供开采利用的煤炭资源数量。它不仅仅是一个数量概念，还是对各种地质信息采集处理、分析、研究的可靠程度和开采的可行性评价以及经济意义的综合反映。矿井资源/储量的数量、质量、类型分布及其变化等资料，是进行矿井开发设计、矿井建设，制定生产计划和远景规划，以及安排生产接替的主要技术依据，也是改进采煤方法、合理利用煤炭资源的主要技术依据。因此，矿井资源/储量是煤矿建设的物质基础，正确地估算煤炭资源/储量是一项重要任务。煤层底板等

高线图就是进行资源/储量估算和储量管理的基础图件。

利用煤层底板等高线图进行资源/储量估算时，应按下列步骤进行。

1. 确定资源/储量估算边界

资源/储量估算边界就是指资源/储量估算的范围界线，边界线种类主要有：

(1) 自然边界。由于自然因素使煤层缺失或中断的边界线，包括煤层露头线、煤层尖灭线、冲蚀区边界、火成岩侵入边界、断层线、河流等。

(2) 工业边界。根据工业指标的要求和开采技术条件确定的能被利用和开采的可采煤层边界线。如井田边界线、煤层最低可采厚度边界线、煤层最高可采灰分边界线。

(3) 暂定边界。在工业边界内，根据资源/储量估算简单方便需要人为确定的边界线，如以某一高程的煤层底板等高线为边界，或以某勘探线为边界等。

在井田范围内，综合考虑上述边界种类，合理选择边界线，确定矿井资源/储量估算的范围界线，在此范围内，采用一定的方法，准确可靠地估算矿井资源/储量。

2. 划分资源/储量估算块段

在圈定的资源/储量估算边界范围内，划分计算块段时应考虑以下主要因素：

(1) 煤层埋藏条件。根据煤层埋藏深度、产状要素的变化情况等，将相对稳定、变化不大的范围划分为一个块段估算资源/储量。

(2) 煤层厚度。将煤层厚度变化不大，相对稳定的范围划分为一块段，确保煤层厚度的相对准确性。

(3) 地质构造。将褶曲的一翼或断层的一盘划分一个块段进行估算。

(4) 地质可靠程度。根据工程密度大小，控制查明程度高低，按照不同类型资源/储量圈定的标准和要求，合理地划分不同类型的资源/储量块段，分别估算。

(5) 保安煤柱。根据要求将井田边界，断层两侧，主要地物周围，井巷工程的两侧所留设的保安煤柱划分为若干块段估算其资源量。

3. 确定资源/储量估算参数

估算资源/储量的基本公式为

$$Q = SMd \tag{4-3}$$

式中 Q——块段的煤炭资源/储量，Mt 或 kt；

S——块段内煤层的真面积，m^2；

M——块段内煤层的平均厚度，m；

d——块段内煤的视密度，t/m^3。

由上式可知，估算资源/储量的参数包括煤层面积、煤层厚度和煤的视密度。

1) 煤层面积的确定

估算煤层的面积，是指具备工业指标要求的块段内煤层埋藏的实际面积，即真面积 S。

(1) 在划分的每个块段内，先计算煤层的平均倾角，用 β 表示。

(2) 当块段内煤层倾角小于 15°时，可直接采用测定的水平面积 S' 作为煤层真面积 S 参与估算资源/储量。

(3) 当块段内煤层倾角在 15°～60°之间时，就需将煤层底板等高线图上所测定的水平面积 S' 换算成煤层真面积 S。

$$S=\frac{S'}{\cos\beta} \tag{4-4}$$

(4) 当煤层倾角大于60°时，就需要在煤层立面投影图上测量块段的立面面积 S''，并将 S'' 换算为煤层真面积S。

$$S=\frac{S''}{\sin\beta} \tag{4-5}$$

(5) 当煤层急斜，走向、倾向变化很大，且直立倒转频繁时，就需编制煤层立面展开图，量测煤层的真面积 S。

(6) 在煤层底板等高线图上测定煤层的水平投影面积 S'，在煤层立面投影图上测定煤层的垂直投影面积 S''，常用的方法有几何图形法及求积仪法。

2) 煤层厚度的确定

煤层顶底板岩层之间的垂直距离，称为煤层真厚度。在估算资源/储量时，应采用该块段内几个见煤点真厚度的平均值 M。平均厚度的计算方法有两种：

(1) 算术平均法。在块段内煤层厚度均匀变化时所采用的一种方法。

$$M=\frac{m_1+m_2+\cdots+m_n}{n} \tag{4-6}$$

式中　M——煤层平均厚度，m；

m_1、m_2、…、m_n——块段内各见煤点采用煤层厚度，m；

n——块段内见煤点数。

(2) 加权平均法。在块段内，见煤点厚度变化较大，且见煤点之间距离变化也很大时，采用加权平均法计算煤层厚度。

$$M=\frac{m_1l_1+m_2l_2+\cdots+m_nl_n}{l_1+l_2+\cdots+l_n}$$

或

$$M=\frac{m_1s_1+m_2s_2+\cdots+m_ns_n}{s_1+s_2+\cdots+s} \tag{4-7}$$

式中　M——煤层平均厚度，m；

m_1、m_2、…、m_n——块段内各见煤点厚度，m；

l_1、l_2、…、l_n——n 个见煤点之间的距离，m；

s_1、s_2、…、s_n——每个见煤点所能代表的水平面积，m^2。

3) 煤的视密度的确定

单位体积煤的重量，称为视密度，以 t/m^3 表示。煤种不同，煤的视密度也不相同，一般褐煤为1.05～1.20 t/m^3；烟煤为1.20～1.40 t/m^3；无烟煤为1.35～1.90 t/m^3。

如果矿井范围内属同一煤种，估算块段资源/储量时，应采用该范围内几个采样点的平均值作为计算参数；若采样点较少时，可采用矿井范围内的平均视密度作为计算参数。

如果矿井范围内煤种不同，则应按煤种划分块段，分别采用各自视密度的平均值，分煤种估算资源/储量。

4. 按块段估算资源/储量

根据块段内确定的参数 S、M、d，按资源/储量估算的基本公式

$$Q=SMd$$

分别估算各块段的资源/储量。

5. 估算全矿井煤炭资源/储量

将各块段估算结果，按要求分煤种、分开采水平、分资源/储量类型等进行统计，最后将它们全部累加即得全矿井煤炭资源/储量。

以煤层底板等高线图为底图，确定资源/储量估算范围边界，划分资源/储量类型块段，确定资源/储量估算参数，进行资源/储量估算并标注估算结果，这样的图件称为资源/储量估算图。资源/储量估算图是编制年度计划，进行开拓煤量、准备煤量、回采煤量的划分及计算，确定三量的可采期限，计算回采率，统计煤炭损失量，反映资源/储量动态变化，编制资源储量统计报表等管理工作的主要图件。

(三) 用于矿井设计

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赋存条件和地质构造等情况进行分析设计的。

为帮助识读和应用煤层底板等高线图，现举例介绍在煤层底板等高线图上设计水平巷道的方法。

1. 沿煤层开掘水平巷道的设计

沿煤层底板等高线开掘的巷道即为沿煤层开掘的水平巷道。图 4－25 为一煤层底板等高线图，现要求在它的上面沿煤层设计一条－60 m 高程的水平巷道。

为了解决这个问题，首先应该确定－60 m 等高线的位置。用标高内插法，在等高线－50 m与－100 m 之间方向有变化的地点求出数个－60 m 的标高点 K、K_1、K_2、K_3、…，将这些点连接起来，即为－60 m 等高线，如图 4－25 中的虚线。沿此虚线设计的平巷，即为所求的沿煤层－60 m 高程的水平巷道。

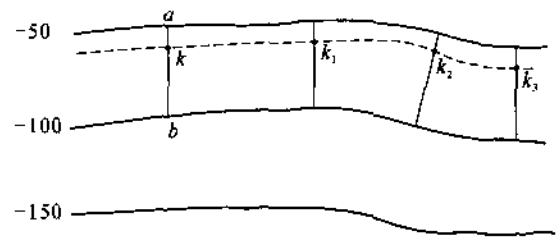


图 4－25　沿煤层开掘水平巷道的设计

2. 沿煤层平巷通过褶曲的设计

在图 4－26 所示的煤层底板等高线图上，有一褶曲构造，确定沿煤层－60 m 的平巷如何通过此褶曲的方案。首先求出－60 m 煤层底板等高线(图中虚线)。显然，巷道若沿虚线设计，在褶曲构造部分弯曲就太大，运输极不方便，故巷道在此处不再随煤层底板等高线掘进，而掘进岩石巷道。这样就有三个方案过此褶曲构造：

(1) 平巷从煤层底板通过。

(2) 平巷从煤层顶板通过。

(3) 平巷先穿煤层顶板，遇煤层又穿底板到达煤层，再沿煤层底板等高线掘进。

根据顶底板岩石性质，从以上三个方案中选择一个方案即可。

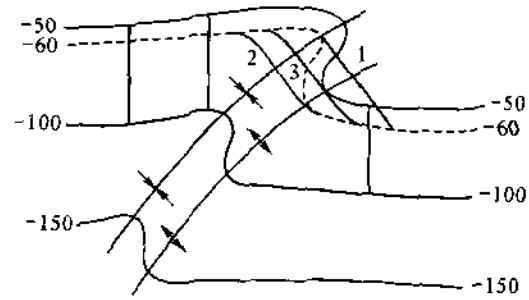


图 4－26　沿煤层平巷通过褶曲的设计

3. 沿煤层平巷通过断层的设计

图 4－27 所示是一个有正断层构造的煤层底板等高线图，要求设计一条高程－60 m 的沿煤层平巷通过断层。

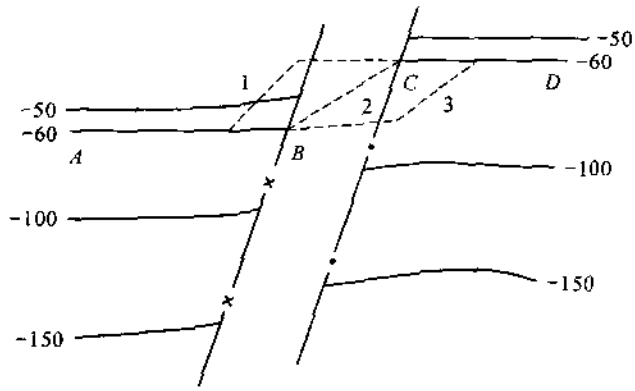


图 4－27　沿煤层平巷过正断层的设计

首先，求出－60 m 水平的沿煤层平巷在上、下盘煤层中的位置 AB、CD。假如此平巷是在下盘方向接近断层的，则过此断层有三个方案：

(1) B、C 两点的连线 BC 即为断层面的－60 m 走向线，因此，从 B 点沿 BC 掘石门 2 可到达上盘煤层 C 点。

(2) 假若断层面很破碎，掘进和维护巷道都有困难，则可先掘进石门 1，然后沿煤层走向线，穿过断层面，与上盘煤层的－60 m 等高线相交。

(3) 沿－60 m 水平按原方向穿过断层面，遇上盘煤层的顶板后，掘顶板石门 3 与上盘煤层相遇。

根据断层情况及顶底板岩石性质，并考虑安全、施工及巷道维护等因素，在上述三个方案中选择一个方案。为了能清楚地了解断层状况并准确施工，选用第三个方案较好。

图 4－28 所示是一个有逆断层的煤层底板等高线图，要求设计一条高程为－60 m 的沿煤层平巷过此逆断层。

首先确定上、下盘高程为－60 m 的沿煤层平巷位置 AB、CD。假如平巷是由下盘方向接近断层的，则过此断层有两个方案：

(1) AB 平巷在 B 点遇断层后，按原方向掘进一段距离，此时，巷道处于上盘煤层底板，然后掘底板石门 2，便在 D 点遇上盘煤层。

(2) 先在下盘掘顶板石门 1,在 C 点遇断层,过断层遇上盘煤层 −60 m 等高线,再沿 CD 方向掘进。

根据顶底板岩石性质、断层情况以及有关影响巷道布置的其他因素,大多选用第二个方案。

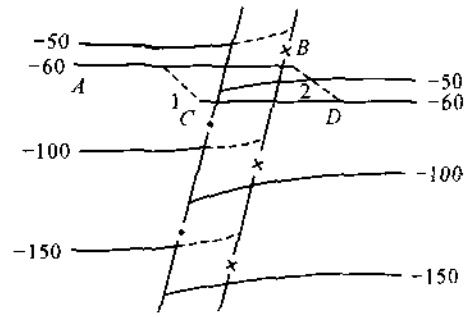


图 4−28　沿煤层平巷过逆断层的设计

(四) 用于预计断层的位置

在采掘工作中,预先知道断层位置以便及时采取安全技术措施,对安全生产具有重要意义。这个问题也可利用煤层底板等高线图来解决。现举例说明如下:

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 4−29(a)所示,+20 m 平巷在 A 处发现断层,测定该断层的走向、倾向和倾角与图中所绘无误时,则只需将 +80 m 平巷延深至断煤交线 C 处即可遇到断层。在图上量出的 BC 距离,就是掘进工作面离断层的距离。

(2) 如在底板等高线图上没有准确的断层位置,如图 4−29(b)所示,而 +20 m 平巷在 A 处遇到断层,+80 m 平巷已掘至 B 处,试问此巷何时遇到断层?

这时,首先在巷道的 A 处测定断层面的走向、倾向和倾角,根据现场实测资料,在图上画出 +20 m、+40 m、+60 m、+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的同标高等高线的交点 k_1、k_2、k_3 的连线,就是断层面与煤层底板的断煤交线,如图中的 MN 线。因此,在煤层下盘掘进巷道,凡遇到断煤交线 MN,就是遇到断层,如 +80 m 平巷将在 k_3 点遇到断层。

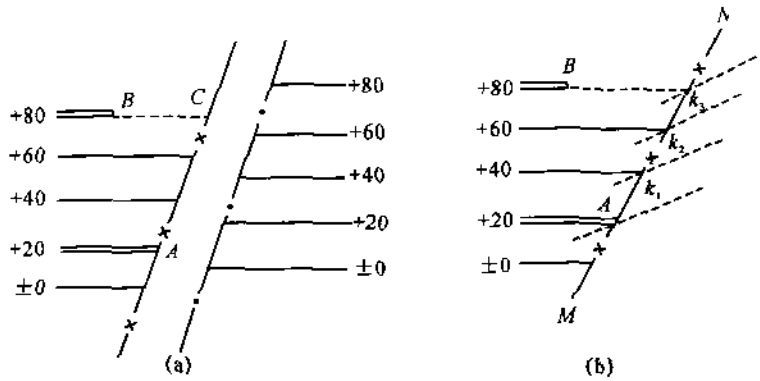


图 4−29　预计煤层巷道遇到断层位置

2. 预计岩层平巷遇到断层的位置

图 4−30 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,求此巷遇到断层的位置。

首先分别在断层两盘上作 +210 m 煤层底板等高线,这两条等高线与断煤交线分别相

交于 G、H 两点。连接 GH，GH 即为断层面上的 +210 m 等高线。GH 与 AB 线相交于 E，E 点即为岩层平巷 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，图中的 C、D、F 各点为该岩石巷道的见煤点。

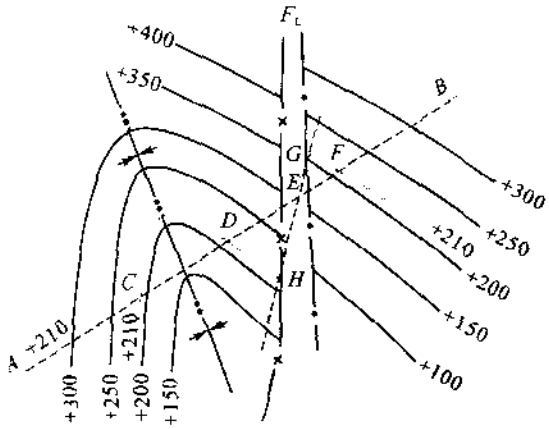


图 4－30　预计岩层平巷遇到断层的位置

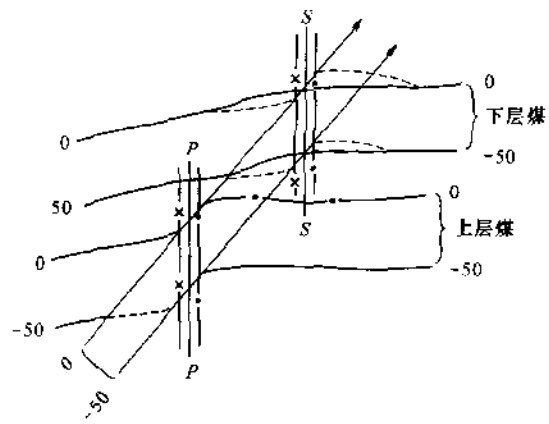


图 4－31　预测下层煤断层位置

3．预测不同煤层中的断层位置

在一个井田内有数个煤层时，上部煤层中发现了断层，往往希望知道下部煤层中该断层的位置。这可通过在上下两层煤的底板等高线图上作断煤交线的方法来解决。

如图 4－31 所示，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，测定了断层的走向和倾角，并在图中绘出了其上、下盘的断煤交线和断层面的走向线。

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煤交线。

第三节　垂直地质剖面图

一、概述

设想用一个垂直地表面的平面沿某个方向垂直向下将地壳切开，按一定比例和规定的符号、线条将切开断面上的地形线、地物线、地层分界线、煤层界线和地质构造等情况投影到垂直切面上而编绘成的地质图件，称为垂直地质剖面图。用来反映各种地质界线和构造形态的空间位置和相互关系以及它们沿煤层走向或倾向上的变化规律。

垂直地质剖面图的切剖位置和方向是根据生产矿井的设计、建设、生产和安全管理的需要来选定的。常见的有沿勘探线方向绘制的勘探线剖面图，沿煤层倾向的垂直剖面图，沿煤层走向的垂直剖面图，沿井田主要石门位置的垂直剖面图，也有沿任意方向绘制的辅助剖面和局部剖面图等。

垂直地质剖面图上主要图示内容包括：

(1) 图名、图例、比例、剖面方向。

(2) 剖面线所切过的地形、地物、经纬线、水平标高线。

(3) 剖面线切过的各类勘查工程(钻孔、探槽、探井等)、井巷工程、采空区和小煤窑。

(4) 剖面线切过的地层分界线、煤层、标志层、含水层分界线、地质构造、火成岩侵入体、陷落柱。

(5) 井田边界线、采空区边界线、保护煤柱界线等。

要求注明图示内容的名称、代号、编号、高程、深度及厚度等要素,如图 4－32 所示。

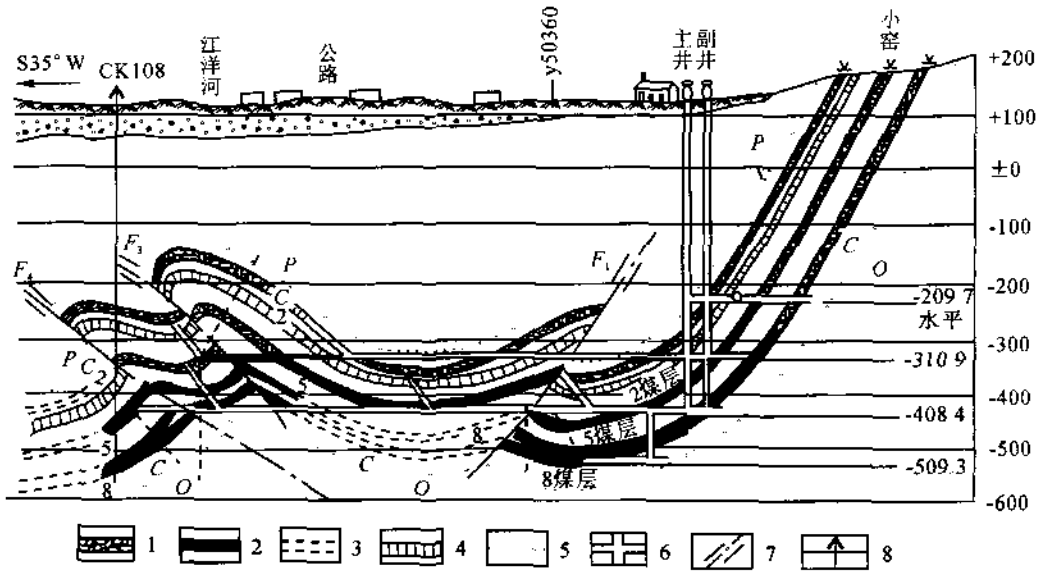


图 4－32 某井田垂直地质剖面图

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

垂直地质剖面图具有形象直观,便于上下联系、左右对比的特点,因此,在生产矿井中使用很普遍。了解某一方向地形起伏变化和地物分布情况,为管线的设计和敷设提供依据;熟悉某一方向至下而上的地层层序,岩煤层位置,含水层的位置;掌握地质构造的基本形态,进行地质预报和矿井设计;建立煤层和巷道立体概念,指导井巷施工和开采;根据上下联系,左右对比的分析研究,为编制煤层底板等高线图、水平地质切面图和编制采掘设计、布置生产勘查工程等工作提供重要的基础资料。

垂直地质剖面图一般采用的比例为:1∶1 000,1∶2 000,1∶5 000,主要依据剖面的长度、切剖的深度、地质界线、煤层的稳定程度和构造形态的复杂程度而选定。

二、垂直地质剖面图的识读

垂直地质剖面图形象直观,内容比较简单,容易看懂。识读时采取先看地面后看井下,先看构造后看地层界线,先看水平标高线再看其他注记的方法,按照以下步骤逐项分析。

1. 图名、图例、标题栏比例和剖面的方向

看图名,了解图的内容和剖面的位置;看图例,熟识各种符号和注记要素代表的实际意义;看比例,了解剖面的长度、深度;弄清剖面的方向,可以和井田地形地质图,煤层底板等高线图的相关位置进行对比。

2. 剖面切过的坐标线和坐标值、水平标高线和高程值

弄清坐标基准线和高程线，为在剖面上进行纵向和横向量测，掌握有关尺寸和数据提供依据。

3. 剖面切过的地形、地物

了解沿剖面线方向上地表地形的起伏变化情况和主要地物的分布位置。

4. 剖面线切过的勘查工程、井巷工程、小窑、采空区的范围及剖面上井田的范围

5. 剖面切割的地层界线、构造线

由上而下看地层单位和地层界线，了解各时代地层的层序、位置、产状及其变化；了解主要可采煤层的位置、厚度、层间距；了解标志层、含水层的分布及产状；了解地质构造的形态、特征以及它们的空间位置和相互关系。

三、垂直地质剖面图的绘制方法

在生产矿井的实际工作中，经常根据设计、生产和管理的需要，绘制不同方向的垂直地质剖面图。绘地质剖面图时，必须具备可靠的地质资料。一般资料来源有以下三条途径：

(1) 井田勘查各阶段，各类勘查工程获取的地质资料。

(2) 建设过程中补充勘查工程和主要石门等巷道中编录的地质资料。

(3) 生产阶段通过大量的采掘工程积累的反映在采掘工程平面图及煤层底板等高线图上的实际资料。

因此，绘制地质剖面图的方法主要介绍以下两种。

(一) 根据勘查工程获取的资料绘制剖面图

1. 确定剖面线位置和方向

根据勘查地质报告的要求和矿井设计的实际需要确定剖面线位置和方向。地质剖面图一般分为垂直于煤层走向的剖面和沿煤层走向的剖面。在地形地质图上绘制出剖面线，可初步确定剖面的长度，切制的深度，剖面图比例的大小和精度以及图幅。

2. 收集、整理、核实剖面线上的勘查工程资料

收集剖面线切过的全部勘查工程资料，并对这些资料进行整理、核实，保证资料的完整性和可靠性。主要资料有勘查工程的编号、位置、孔口标高、钻孔深度、见煤深度、地层分界线和构造线的位置、深度等。

3. 绘制水平标高线和剖面切过的经纬坐标线

按图幅标准选定空白图纸，并进行初步的图面内容安排和设计；然后在图面适当位置，按选定的比例，剖面的长度、宽度(切割的深度)绘出若干条等间距的水平高程线并注明高程值；最后绘制一条剖面切过的垂直于各高程线的经纬坐标线作为量测的基准线。

4. 绘制地形剖面线

在地形地质图上，以基准线为起点，将剖面线切过的地形等高线、地物边界线、勘查工程等依次投绘到剖面图相应的高程线上，用规定的线条依次连接各类投影点，绘制出地形剖面线、地表的地物界线、勘查工程符号等。

5. 填绘勘查工程获取的地质资料

根据已绘出的勘查工程的位置，将相应的地质资料填绘到剖面图上来。主要资料是各类工程揭露的岩性柱状图，由上而下填绘各标志层、煤层、断层等地质界线在剖面上的深度

位置。

6. 连接地质界线

参考井田综合柱状图、岩煤层对比图，将剖面上同一个煤层、标志层、含水层和地层的分界线，以及断层线、褶曲轴线按自然产状圆滑地连接起来，即得到地质剖面图的初形。

如果井田内煤层比较稳定，产状简单，地质构造不复杂，则剖面图上各岩、煤层地质界线大致相互平行，线条比较自然圆滑；如果煤层不稳定，产状变化大，地质构造复杂，这时就需要利用煤层底板等高线图、其他剖面线的剖面图、水平切面图等有关资料进行分析、比较、修正，最后确定地质界线的位置和地质构造的形态。绘图时，可靠资料用实线连接，推测资料用虚线连接。

7. 图面整饰

主要内容绘制完成后，应对图面进行整饰，并绘制标题栏，注明剖面图的方向、编号和其他注记要素。

（二）根据煤层底板等高线图绘制剖面图

煤层底板等高线图是表示主要可采煤层和构造形态及其空间变化的图件。根据煤层底板等高线图绘制垂直地质剖面图通常是根据设计、生产、安全管理的需要而进行的。剖面图只辅助地反映某一个方向或某一局部位置煤层产状和构造形态的空间位置关系。其编制方法和步骤如下：

1. 确定剖面线位置

剖面线位置、方向、长度是根据实际需要来确定的，具有相对的灵活性和辅助性。如图4－33(a)中的Ⅰ—Ⅰ和Ⅱ—Ⅱ剖面线。

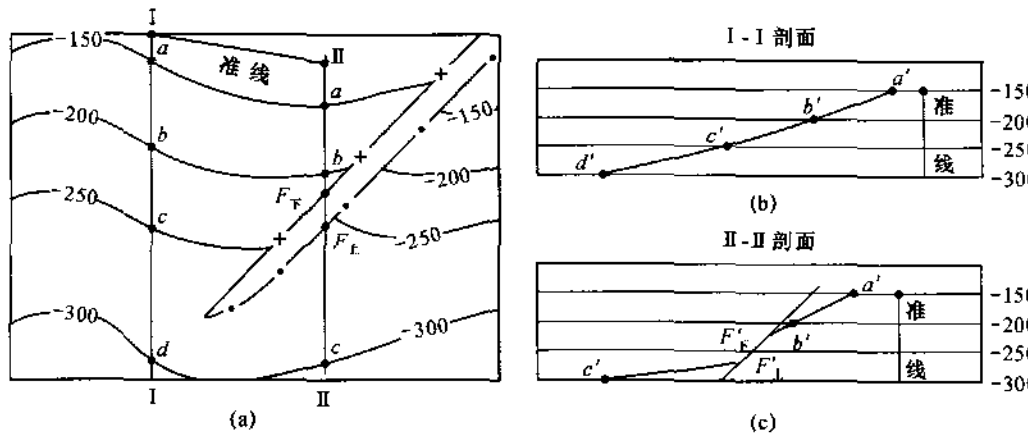


图 4－33 根据煤层底板等高线图绘制剖面图

2. 选定图纸，绘制水平高程线

根据比例尺的大小、剖面线的长度、剖面线切割的等高线高程值选定合适大小的图幅，绘制一组水平高程线。要求其间距等于相邻两等高线的高差，水平与竖直比例尺最好与煤层底板等高线图一致。

3. 绘制煤层底板界线

按作地形剖面线的方法，将煤层底板等高线与剖面线的各交点 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，然后用自然圆滑曲线连接 a'、b'、c'、d' 各点，即

得到煤层底板界线的剖面图。

4. 绘制断层线

如果剖面线切割断煤交线，则应正确地绘制断层在剖面上的位置、倾角和落差，反映其在剖面上的真实形态。可按下述步骤绘制断层处的剖面图：

(1) 找出剖面线与断层上、下盘断煤交线的交点 $F_{上}$、$F_{下}$，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，用标高内插方法，分别求出 $F_{上}$、$F_{下}$ 两点的标高值。

(3) 将 $F_{上}$、$F_{下}$ 两点转绘到剖面图相应的水平高程线上，连接 $F_{上}$、$F_{下}$ 两点的剖面图上的断层线。

(4) 分别依据断层两盘的高程投影点，连接上、下盘的煤层底板剖面线。

(5) 煤层底板剖面作出后，根据柱状图上煤、岩层的厚度绘出煤、岩层的剖面。

(6) 整饰图面，注记有关要素，即得垂直地质剖面图。

第四节　水平地质切面图

一、概述

在井田范围内，设想用一定标高的水平面将大地水平切开，按照一定的比例和方法，用规定的线条和符号反映水平切面上的煤层、岩层界线、地质构造形态、井巷工程等内容的图件，称为水平地质切面图。

水平地质切面图上主要表示的内容有以下几项：

(1) 位于该水平的井底车场、运输大巷、石门、煤巷等所有的巷道。

(2) 穿过该水平的地表钻孔、井下钻孔。

(3) 该水平切过的所有煤层、主要标志层、含水层、地层分界线、岩浆侵入体和断层线的位置等。

(4) 经纬坐标线、指北线、地质剖面线、井田边界线等。

(5) 注记巷道名称、钻孔编号、煤岩层的代号和断层的编号，以及它们的产状、厚度、落差等要素。

水平地质切面图是中斜、急斜，多煤层条件生产矿井必备的重要图件。一般使用的是沿某开采水平剖切开的水平地质剖面图，主要反映该水平的全部地质情况和井巷工程。因此，利用水平地质切面图可以了解到该水平上煤层的层数、厚度、层间距、主要标志层、含水层、地质构造的分布以及沿水平方向的变化情况等，是进行该水平开拓布置、巷道设计、巷道掘进施工和生产管理的主要依据。

水平地质切面图的比例可根据实际需要选定。一般用于该水平开拓布置和巷道系统设计的切面图，选用 1:2 000 或 1:5 000 的比例；用于指导巷道施工和日常生产管理的采区切面图，选用 1:1 000 或 1:2 000 的比例。

二、煤岩层产状及地质构造在水平地质切面图上的表现

在水平地质切面图上，煤岩层和地质构造的位置就是煤岩层的层面、断层面与水平面的交线位置。因此，煤岩层产状及地质构造在该图上的表现规律和煤岩层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。

1. 煤岩层产状的表现

在水平地质切面图上，煤岩层的界线就是该层的走向线，其方向就是该层的走向；垂直于煤层走向线由底板到顶板的方向为煤层的倾向（煤层发生倒转的情况时倾向相反）；图上所表现的煤层厚度是煤层的水平厚度而不是顶底板之间的垂直厚度，它与煤层倾角大小呈反比，即煤层倾角越小，煤层的水平厚度越大。

2. 穹窿和盆地构造的表现

穹窿和盆地构造的地层界线在图上表现为封闭的曲线。从核部向周围岩层由老到新倾向外侧的为穹窿构造；岩层由新到老倾向核部的为盆地构造。

3. 褶曲构造的表现

水平褶曲的煤、岩层分界线，在水平地质切面图上表现为一组平行线；倾伏褶曲的煤、岩层分界线表现为"之"字形曲线。区别是向斜构造还是背斜构造，仍采用新老岩层排列顺序和两翼岩煤层的倾向特点来识别。即自轴部向两翼，岩层由老到新且向外侧倾斜时为背斜，岩层由新到老且向轴部倾斜的为向斜。

4. 断层构造的表现

水平地质切面图上的断层线，实际上是断层面与水平面的交线，即是断层面的走向线。其位置和性质仍用地形地质图上的断层线符号来表示。断层线两侧煤层、岩层界线有重复或缺失现象，一般为走向断层；有中断、错开现象，一般为倾向或斜交断层。如图 4－34 所示。

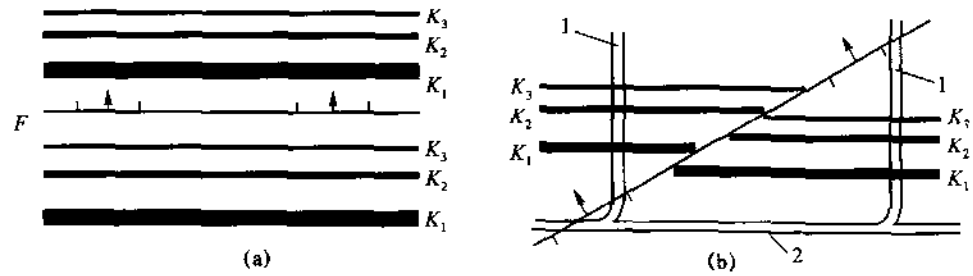


图 4－34 断层构造在水平地质切面图上的表现

(a) 走向正断层；(b) 斜交逆断层

1—石门；2—运输大巷

三、水平地质切面图的识读

水平地质切面图是沿某一开采水平编制的，是反映该水平地质情况和井巷工程的图件，图示内容单一，容易看懂。识读时按下列方法和顺序：

1. 看图名、图例和比例

弄清切面图的水平位置和各要素符号，看比例是否与地形地质图、煤层底板等高线图比例一致。

2. 看水平内的主要巷道

看位于该水平的井底车场、运输大巷、主要石门及煤巷的位置、名称，了解开采水平的巷道布置系统。

3. 看煤岩层界线分析地质构造形态

逐条追踪煤岩层的分界线，了解主要可采煤层的分布位置，根据表现特征分析煤岩层产状要素，识别水平上的地质构造形态，从而掌握煤层、构造、巷道它们之间的相互关系。

4. 水平地质切面图识读举例

图 4－35 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，共有三个可采煤层，由新到老分别为 2 号煤层、5 号煤层和 8 号煤层，煤层倾角由 20°～58°；正断层 F_1 和逆断层 F_3 把井田分为三块，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，井底车场布置在井田的东北角，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通各煤层。沿石门布置了地质勘查线。图中还反映出了各地面钻孔、井下钻孔及风井位置，注明了不同地区煤层的倾角及厚度等。

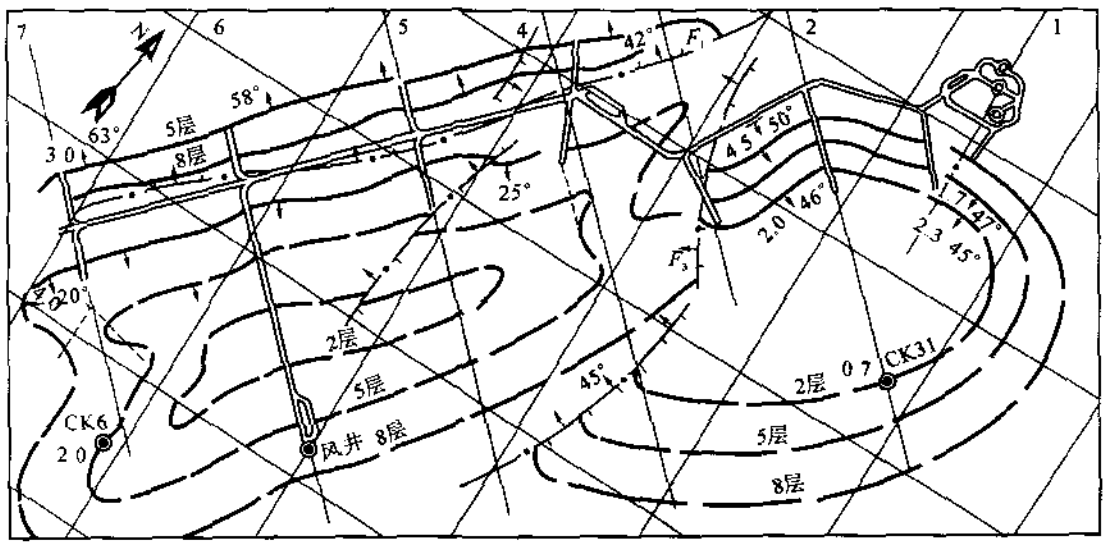


图 4－35　某矿－225 m 水平地质切面图

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工程施工过程中采取的煤岩芯地质编录资料和电法测井解释资料，按岩层新老关系的排列顺序，并将煤岩层恢复到水平状态后的厚度而绘制的图件。

在地质勘查过程中，每个施工钻孔都应编绘出钻孔柱状图。柱状图上应表示的内容主要有：

(1) 钻孔的孔口平面坐标、孔口标高、钻孔深度、孔底标高。

(2) 该钻孔电法测井解释资料和简易水文观测资料。

(3) 按岩层新老顺序排列的岩性柱状图，包括柱状比例、地层单位、地层岩性名称、层厚、层深、层间距、岩芯长度、岩层倾角、真厚度、煤层底板标高等数据以及岩性特征描述的内容。

(4) 有关钻孔质量评价的其他内容。

图 4－36 所示为钻孔柱状图。钻孔柱状图是地质勘查中的原始基础资料，在生产勘查和解决某个专门问题时的补充勘查工作中，钻孔柱状图也是珍贵的第一手资料。主要用于编制井田内的综合柱状图、岩煤层对比图、垂直地质剖面图、水平切面图、煤层底板等高线及资源/储量计算图等综合性地质图件；根据钻孔柱状提供的地质资料和数据，分析井田范围内煤系地层的层序、煤层、标志层、含水层的厚度、层数、层间距及其纵向、横向的变化规律，从而为煤矿设计和生产提供必要的地质依据。

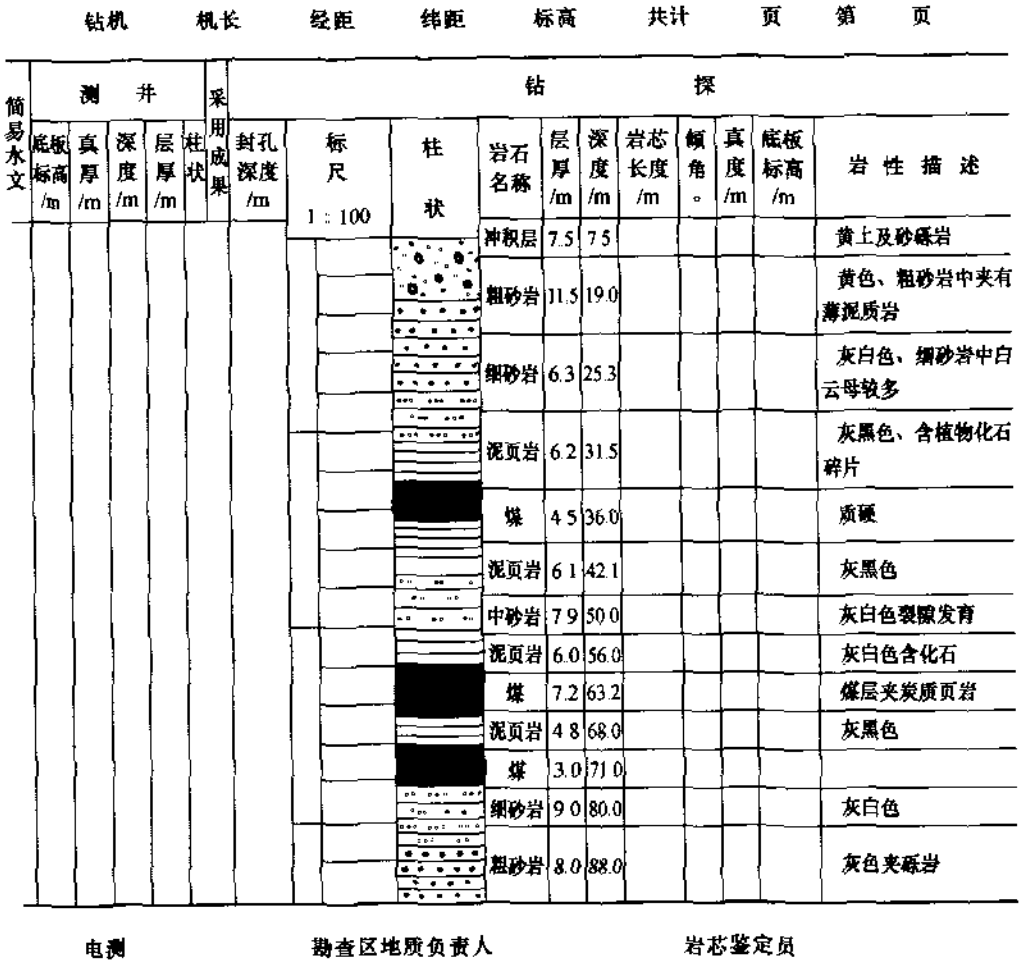


图 4－36 钻孔柱状图

编制钻孔柱状图采用的比例可以根据钻孔的用途，煤层的层数、孔深等来确定，一般选用 1∶200 或 1∶500 的比例。

二、综合柱状图

综合柱状图是根据井田范围内所有钻孔资料和实测剖面资料，经过分析比较综合，按地层时代的先后顺序用各层的平均厚度排列起来编制而成的柱状图件。它综合反映了井田范围内煤系岩性特征及含煤特征。

井田范围内由于不同区段、不同地质时代地层的岩石性质、厚度有较大的变化，难以用一份综合柱状图反映煤系变化特点，因此，可根据设计、生产需要分区进行编制。根据范围

的不同，综合柱状图可分为：井田地层综合柱状图、矿井煤系综合柱状图、采区煤岩层综合柱状图和回采工作面综合柱状图。

综合柱状图图示内容主要有：

(1) 地层单位和代号。

(2) 各时代(统或组)地层的最小厚度、最大厚度和平均厚度。

(3) 煤层、标志层、含水层、有益矿层的厚度和层间距。

(4) 由底到顶按顺序排列的岩性柱状。

(5) 各时代各层位的岩石名称和岩性特征描述。

(6) 其他整饰和注记内容。

图 4－37 所示为某矿煤系地层综合柱状图。综合柱状图是矿井设计、建设和生产所必要的基础地质资料。选择井筒、运输大巷、主要石门的位置时，需根据柱状图全面考虑岩层的厚度、性质(岩性、硬度、稳定性等)、间距、涌水情况等；掘进施工时需根据岩性分析确定施工方法和支护方式及掘进速度；矿井年度生产计划的制定，煤、岩巷掘进速度的预计，采掘工艺过程的决策和设备的选型，以及三下采煤的地表移动控制等工作，都离不开综合柱状图。

综合柱状图比例可以根据编制范围和精度要求选定，一般采用 1∶500 或 1∶200 的比例。

三、煤岩层对比图

煤岩层对比图是根据井田范围内全部钻孔柱状和实测剖面资料，按一定方式排成一列，利用标准化石、标志层岩性、电测曲线、沉积旋回等方法，经过综合分析编制而成的反映岩、煤层空间变化规律对比成果的图纸。

在井田范围内，煤系地层的沉积厚度、岩性特征不是完全一致的，而是沿走向、倾向方向有一定的变化或较大的变化。表现在煤层上为有的增厚有的变薄，有的分叉或尖灭；有的煤层在某一地段上被冲刷或被岩浆岩所吞蚀；有的煤层在后期构造运动的影响下，出现重复或缺失的现象等。那么，钻孔揭露的煤层哪些是同一层煤，有什么变化规律，这与矿井设计和生产管理都有着直接的关系。如果煤层层位确定不准，对比不清，煤层底板等高线就不能反映真实情况，计算出来的资源/储量也是错误的，没有使用价值，这样就给设计和生产带来很大的困难。因此，对于每个井田，都应该充分地分析所有的地质资料，因地制宜地选用几种有效的对比方法，确定不同地层单位中同一层位的煤层及其空间变化规律。在煤层层数较多，稳定性较差，构造复杂的矿区，煤岩层对比图就更加重要。

煤岩层对比图是用来反映井田内煤岩层沿走向、倾向方向上它们之间的关系以及空间变化规律的，图示的主要内容包括：

(1) 图面设计基本内容。井田内全部符合要求的钻孔柱状、实测剖面柱状、综合柱状按一定顺序排列起来，并注明编号、煤层厚度、夹石厚度、标志层代号等；图幅上方标注图名、比例，下方标注图例和标题栏。

(2) 对比基准线。在煤系中部，选择区内最稳定、特征最明显的煤层或标志层底界作为对比基准线，并用一条实线连接起来。

(3) 煤岩层对比及连线。充分搜集各种对比标志，分析研究鉴定，将对比可靠的同一层位的煤岩层、地质界线用实线连接起来，对比依据不充分时用虚线连接。

(4) 其他需要注记的内容。如对比柱状排列方式、对比方法、对比成果等。

煤岩层对比图主要用于了解井田范围内煤层赋存层位，对比关系，空间变化规律；了解

地层单位 界	系	统	组	累计厚度	层厚/m 最小 最大 平均	标志层间距	柱状	岩石名称	岩性描述
新生界	第四系			45.25	2.5~73 45.25			黄土砾石	亚粘土、亚砂土，含结核，下部为砾石或砂砾石，偶夹流砂层
古生界	二叠系	下统	石盒子组	136.95	31.12~114.03 91.70			粗砂岩	浅灰、深灰色黏土质泥岩，底部为粗砂岩，与山西组分界的标志层
			山西组	214.45	57~104 92.50	92.5			灰色、灰黑色粉砂岩、泥岩互层，含植物化石
				220.45	0.36~11.73 6.0			一煤	厚层状，分布稳定，以大花炭为主
				229.45	9.00	23.2			灰黑色粉砂岩、砂岩、泥岩互层，含植物化石碎片，泥岩中含结核
	石炭系	上统	太原组	230.65	0.8~1.5 1.20			九灰	薄层状灰岩，分布较稳定
				243.65	13.00				砂岩、煤线、粉砂岩、泥岩组成
				249.65	0.75~11.08 6.0	82.83		八灰	厚层灰岩，上部含燧石结核，裂隙溶洞发育，富含海百合动物化石
				275.45	25.80				砂岩、泥岩、粉砂岩，含煤线，夹2~3层灰岩，灰岩分布不稳定
				276.78	0.2~2.2 1.33			二煤	含2~3层泥岩、磁铁矿、砂岩、顶板为灰岩、泥岩
				294.28	17.50				粉砂岩、泥岩、含煤线、夹2~3层薄层灰岩，底部为灰白色中粗粒石英砂岩，分布稳定
				305.28	6.0~17.65 9.0			二灰	灰黑色厚层状石灰岩，顶部含燧石结核，含海百合动物化石，溶洞裂隙发育，富水性强
		中统	本溪组	307.52	0.23~4.36 2.24			三煤	薄层状，煤层中夹矸厚0.4~1.0 m
				329.42	3~26.37 21.90				粉砂岩、灰白色铝土岩、夹1~2层黄铁矿层，底部黄铁矿层为可采层
	奥陶系	中统	马家沟组		450.0			奥灰	灰白色厚层状结晶灰岩，岩溶裂隙发育，含水丰富，为矿井突水的主要补给来源

图 4－37　某矿煤系地层综合柱状图

煤层厚度、结构、顶底板岩性、层间距的变化规律；检查地质剖面图，煤层底板等高线图的精确程度；生产中寻找断失的煤层；指导采掘设计和巷道施工等工作。

煤岩层对比图一般采用的比例为 1:200，1:500 或 1:1 000，视煤系剖面中煤层层数、厚度、结构的复杂程度和对比的难易程度而定，尽量要求垂直比例和水平比例一致。

图 4－38 所示为某井田煤岩层对比图。图的左边为该井田的综合柱状图，右边为钻孔的柱状图，同一标志层或煤层用实线连接，对比依据不充分的煤岩层用虚线连接。

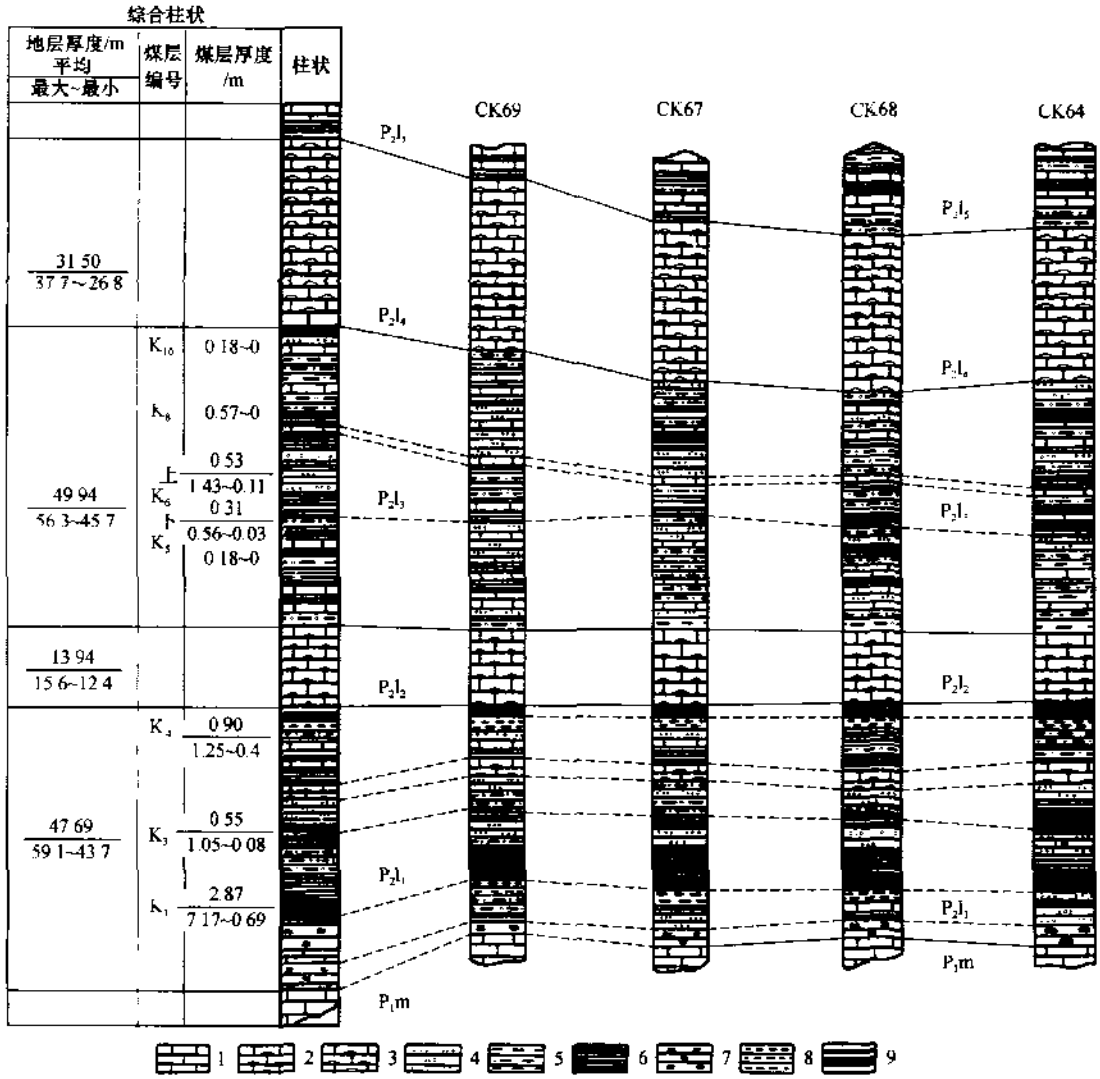


图 4－38　煤岩层对比图

1—石灰岩；2—燧石灰岩；3—含燧石灰岩；4—细砂岩；5—砂质页岩
6—页岩；7—铝土页岩；8—粘土岩，9—煤层

技能训练

1. 如图 4－39 所示，已知各见煤点煤层底板标高，试用内插法绘出该煤层的底板等高线图(按 2 m 高程差勾绘等高线)。

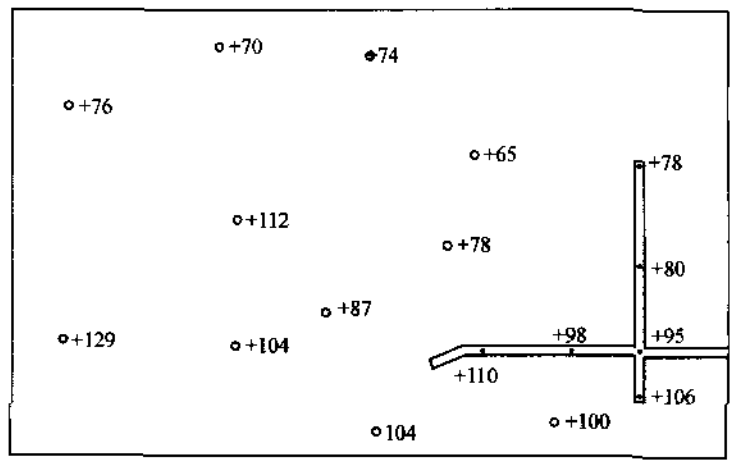


图 4－39 内插法绘煤层底板等高线图

2. 图 4－40 所示为煤层底板等高线图，比例为 1:5 000，煤层平均厚度 4.0 m，试根据该图作出 1:2 000 比例的Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ、Ⅳ—Ⅳ的垂直地质剖面图。

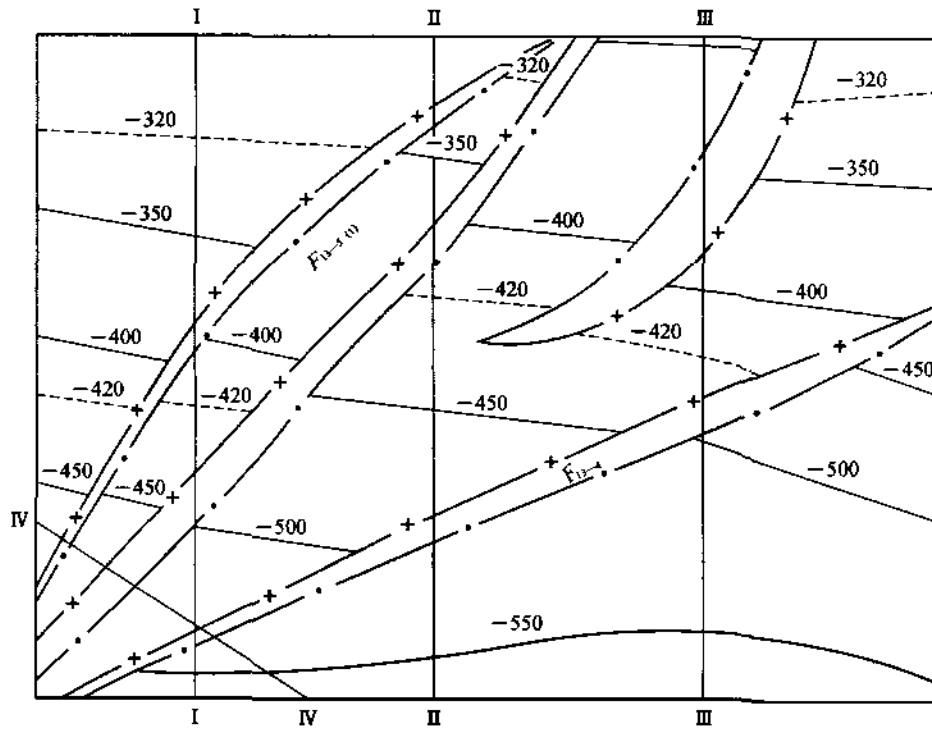


图 4－40 作垂直地质剖面图

3. 图 4－41 所示为某矿煤层底板等高线图，识读分析构造形态，并用规定符号绘出褶曲轴线，同时作Ⅰ—Ⅰ示意剖面图并分析构造形态。

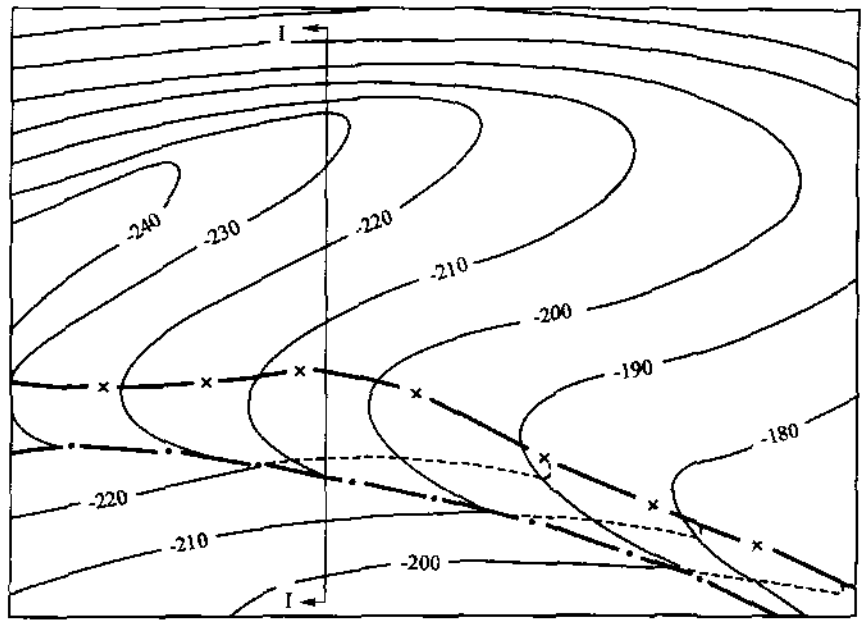


图 4－41　煤层底板等高线图

4. 图 4－42 所示为庆丰地区地形地质图及垂直地质剖面图，识读分析，并用文字简述该区的地形地貌、地层分布及地质构造形态。

5. 图 4－43 所示为某煤层的底板等高线图，比例为 1∶5 000，求该煤层的走向、倾向及倾角；辨别断层性质，并求断层面的走向、倾向及倾角。

6. 图 4－44 所示为某煤层底板等高线图，沿＋60 m 水平设计水平巷道 *ABCDEF*，试说明该巷道各段是在煤层内开掘，还是在顶底或底板岩层内开掘，指出该巷遇煤点。

7. 图 4－45 所示为某煤层底板等高线图，沿＋210 m 水平掘 *AB* 方向的岩石平巷，指出该巷道遇煤点和遇断层点的位置。

8. 图 4－46 所示为煤层底板等高线图，比例为 1∶5 000，煤层平均厚度 8.0 m。试完成下列训练内容：

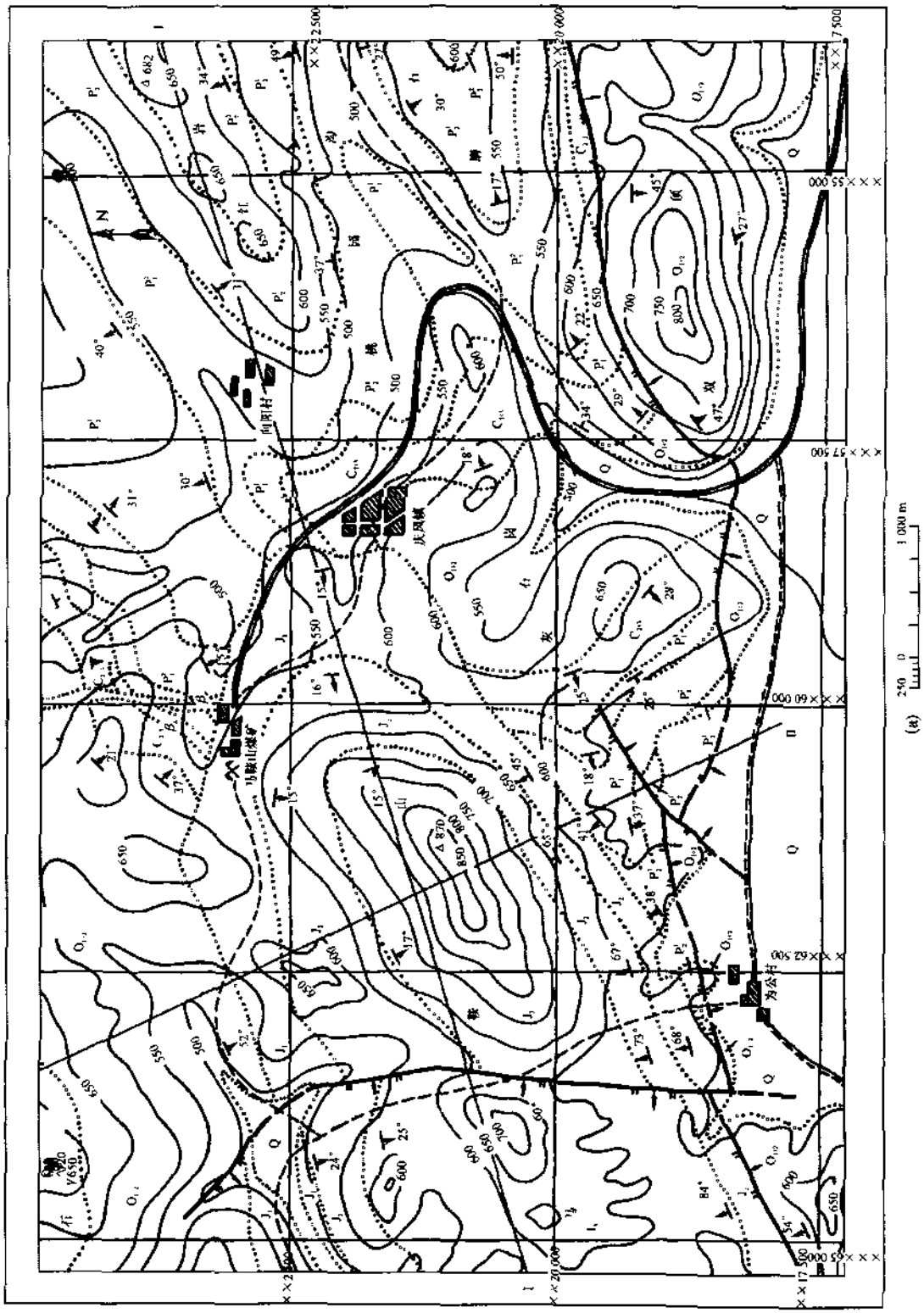
(1) 分别简述 F_1、F_2、F_3 各断层的性质；

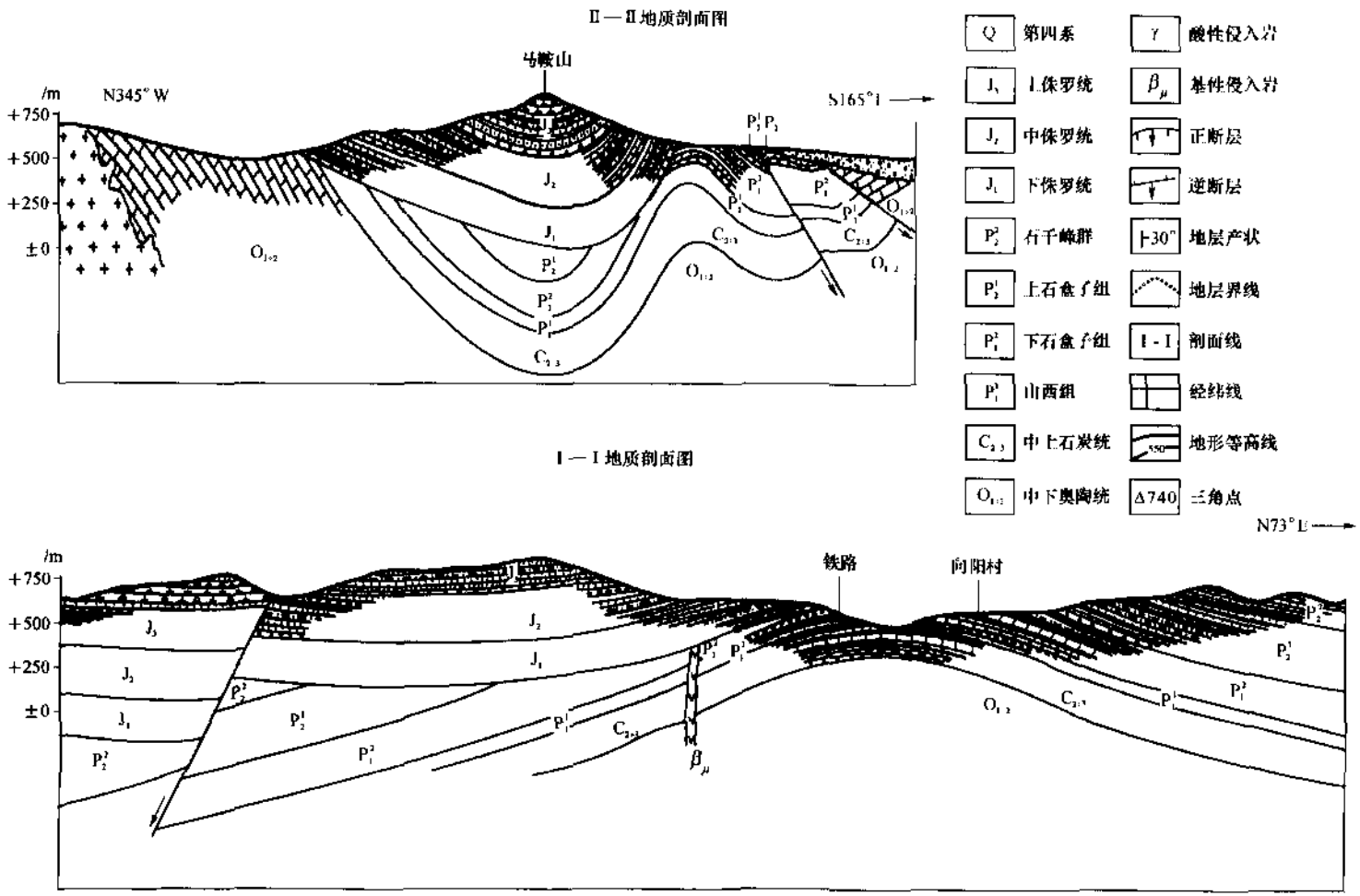
(2) 用规定符号在图上绘出向斜轴线或背斜轴线；

(3) 按 1∶2 000 比例作 *MK* 线的垂直地质剖面图；

(4) 分别求出 *B*、*D*、*E* 处各断层落差；

(5) 沿 *MK* 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、顶板岩石或底板岩层中的具体位置：*MA*、*AB*、*BC*、*CD*、*DE*、*EF*、*FK*。





(b)

图4 42 庆丰地区地形地质图及地质剖面

(a) 地形地质图；(b) 地质剖面图

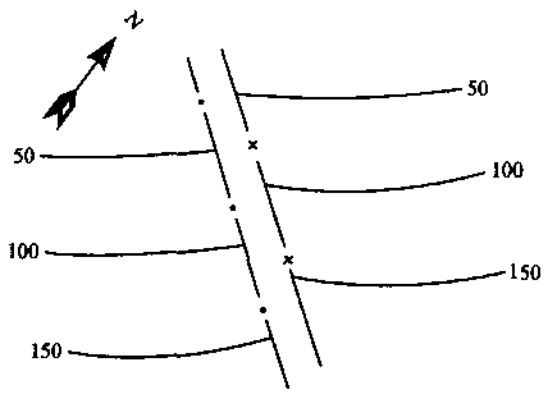


图 4－43　求煤层和断层的产状要素

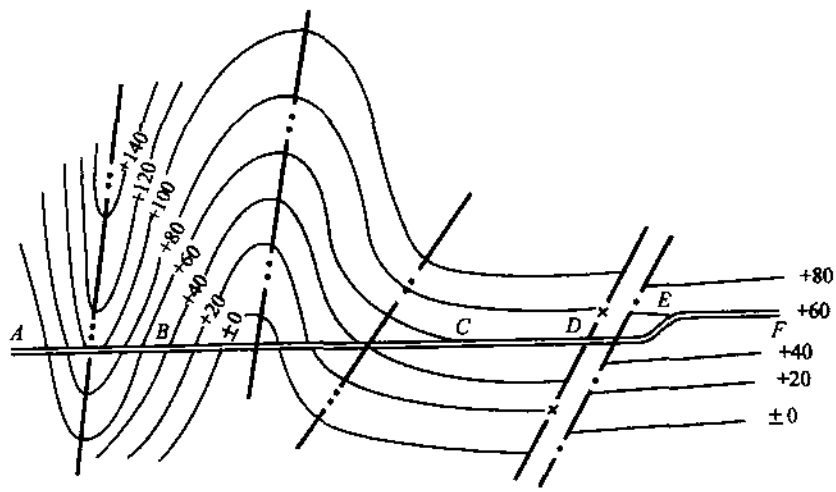


图 4－44　求巷道位置

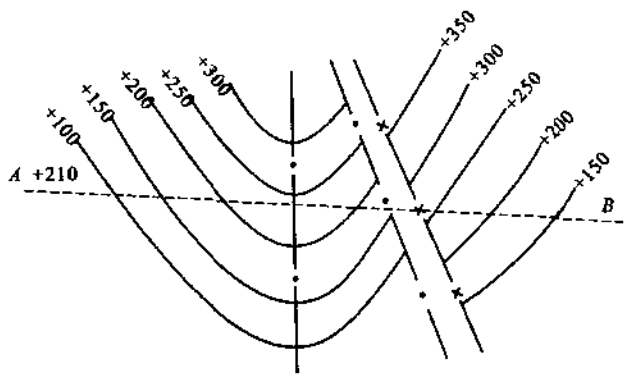


图 4－45　确定平巷遇煤点和遇断层点的位置

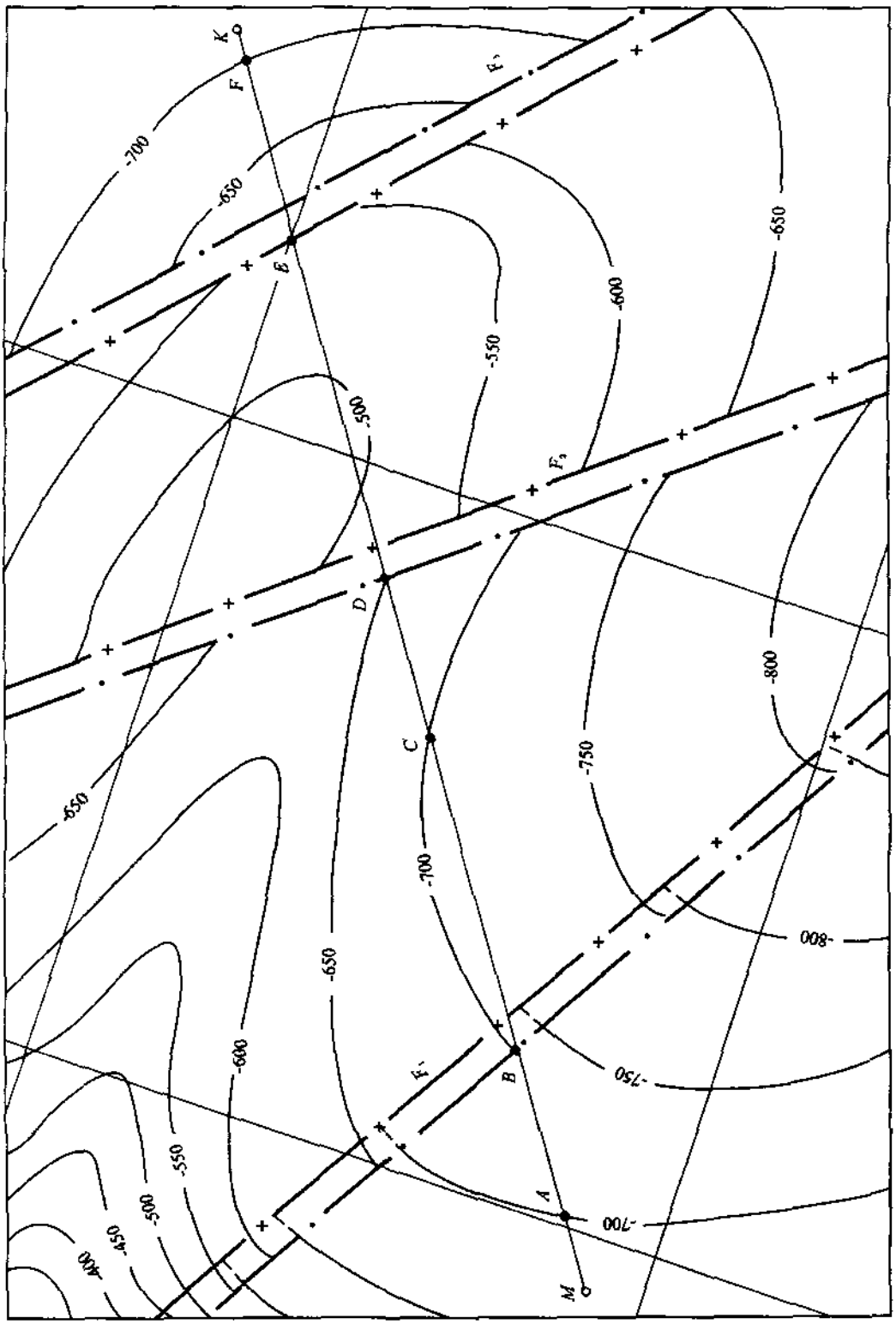


图4-46　煤层底板等高线图

第五章 采掘工程设计图

采掘工程设计图是根据建设项目的要求、以地质报告和经批准的上阶段设计为依据所绘制的设计图件。在矿井建设项目可行性研究、矿井初步设计和矿井施工图设计阶段，矿井建设阶段，矿井生产以及延深阶段，都离不开采掘工程设计图。采掘工程设计图是矿井投资、建设和生产的重要依据。

本章主要介绍井田开拓方式图、采区巷道布置图、采煤工作面布置图、井巷工程施工图的概念、图示内容及用途，并着重介绍各种图件的识读方法以及采区巷道布置图、采煤工作面布置图的绘制方法。通过本章学习，应能掌握采掘工程设计图的识读方法，并能在实践中对采掘工程设计图进行使用及绘制，用以指导、组织和安排煤矿建设和生产。

第一节 井田开拓方式图

一、井田开拓方式图的概念

井田开拓方式图是将井田内的地质情况、设计的开拓巷道布置系统，采用正投影原理，按一定比例绘制出的图件。井田开拓巷道包括：井筒、井底车场、主要运输石门、运输大巷、总回风巷、主要回风石门、回风井等。

在井田开拓方式图上，不仅可以了解到井田内煤层的产状和主要地质情况，还可以了解到矿井开拓的总体部署和矿井生产系统。井田开拓方式图在某种程度上反映了矿井生产条件和技术面貌，它不仅是矿井建设与生产、矿井延深、矿井改造、采区设计的依据，而且还是制定矿井远景规划的重要资料。因此，井田开拓方式图是矿井设计、建设和生产中最为基础的图件。

井田开拓方式图常用比例：1∶2 000，1∶5 000。

二、井田开拓方式图的种类

井田开拓方式图的种类很多，一般按以下方法分类。

1. 按井田开拓方式分类

井田开拓方式种类也很多，一般按以下特征划分：

(1) 按井筒形式可分为立井开拓、平硐开拓、斜井开拓和综合开拓。

(2) 按水平的数目可分为单水平开拓和多水平开拓。

(3) 按开采水平大巷布置方式可分为分煤层大巷、集中大巷和分组集中大巷。

(4) 按开采准备方式可分为上山式、上下山式、上山及上下山混合式。

以上每一种划分方式相结合，形成了矿井多种开拓方式，其分类如图 5－1 所示。

图 5－2 所示为斜井开拓方式平面图，图 5－3 所示为平硐—立井综合开拓方式示意图，图 5－4 所示为立井开拓方式分类示意图。

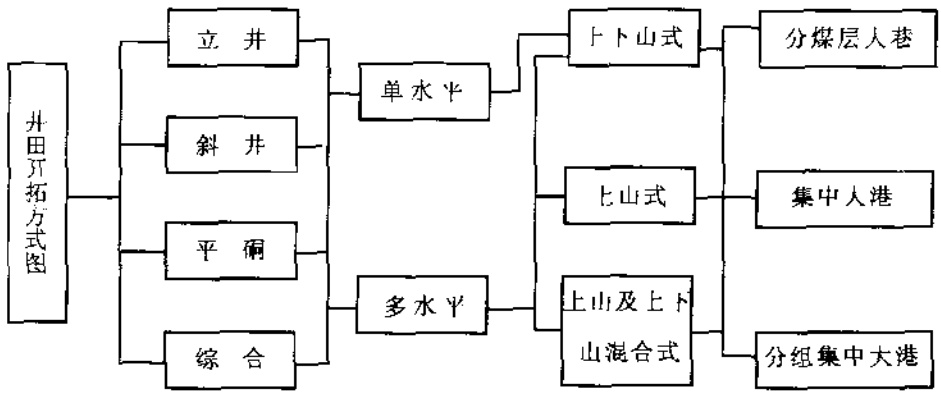


图 5-1　井田开拓方式图分类

2. 按投影原理分类

井田开拓方式图通常采用正投影原理，按一定比例绘制。为了反映井巷空间关系，有时也采用轴测投影原理、不按比例进行绘制。因此，井田开拓方式图可分为：正投影井田开拓方式图及井田开拓方式示意图（又称井田开拓方式立体示意图）。

采用正投影原理绘制的井田开拓方式图，按投影面的不同又分为：井田开拓方式平面图、井田开拓方式立面图、井田开拓方式层面图和井田开拓方式剖面图。

3. 按反映水平数目分类

对于多水平开拓矿井，在绘制井田开拓方式图时，应将矿井全部开采水平反映出来，形成矿井总体开拓方式图；而在矿井生产过程中，经常仅开采一个水平，为了绘图简便并反映主要内容，常绘制生产水平的井田开拓方式图，称为某水平井田开拓方式图；考虑水平接替、矿井延深时，则绘制现有开采水平和接替水平的井田开拓方式图，称为某水平和某水平井田开拓方式图。图 5-5 为多水平开拓方式平面图。

三、井田开拓方式图的图示内容

井田开拓方式图主要反映以下几个方面内容：

(1) 井田的拐点坐标及边界线，井田的范围，井田边界煤柱线，煤层的露头或风化带，煤层底板等高线，煤层最小可采厚度等厚线，煤层的分叉线或合并线，煤层的尖灭带，主要地质构造情况（如较大断层交面线），向、背斜轴线和火成岩侵入区等。

(2) 工业场地的位置，井筒的形式及数目，工业场地保护煤柱范围，井口坐标，井口及井底标高，井筒的方位角，倾角及长度（深度）。

(3) 井田内阶段的划分，阶段的范围，开采水平的数目、标高，井底车场的形式、位置，主要大巷的方位、层位、坡度、标高及长度。

(4) 采区划分，井田开采顺序，采区范围及采区上（下）山位置，首采区及首采工作面位置，采区资源/储量；服务年限及采区接替。

(5) 地面建筑、水体、铁路、重要公路的位置及保护煤柱范围、尺寸，钻孔的位置、编号，见煤钻孔的地面标高、煤层底板标高和煤层厚度。

(6) 井田的四邻关系及井田边界以外 100 m 内邻矿采掘情况。

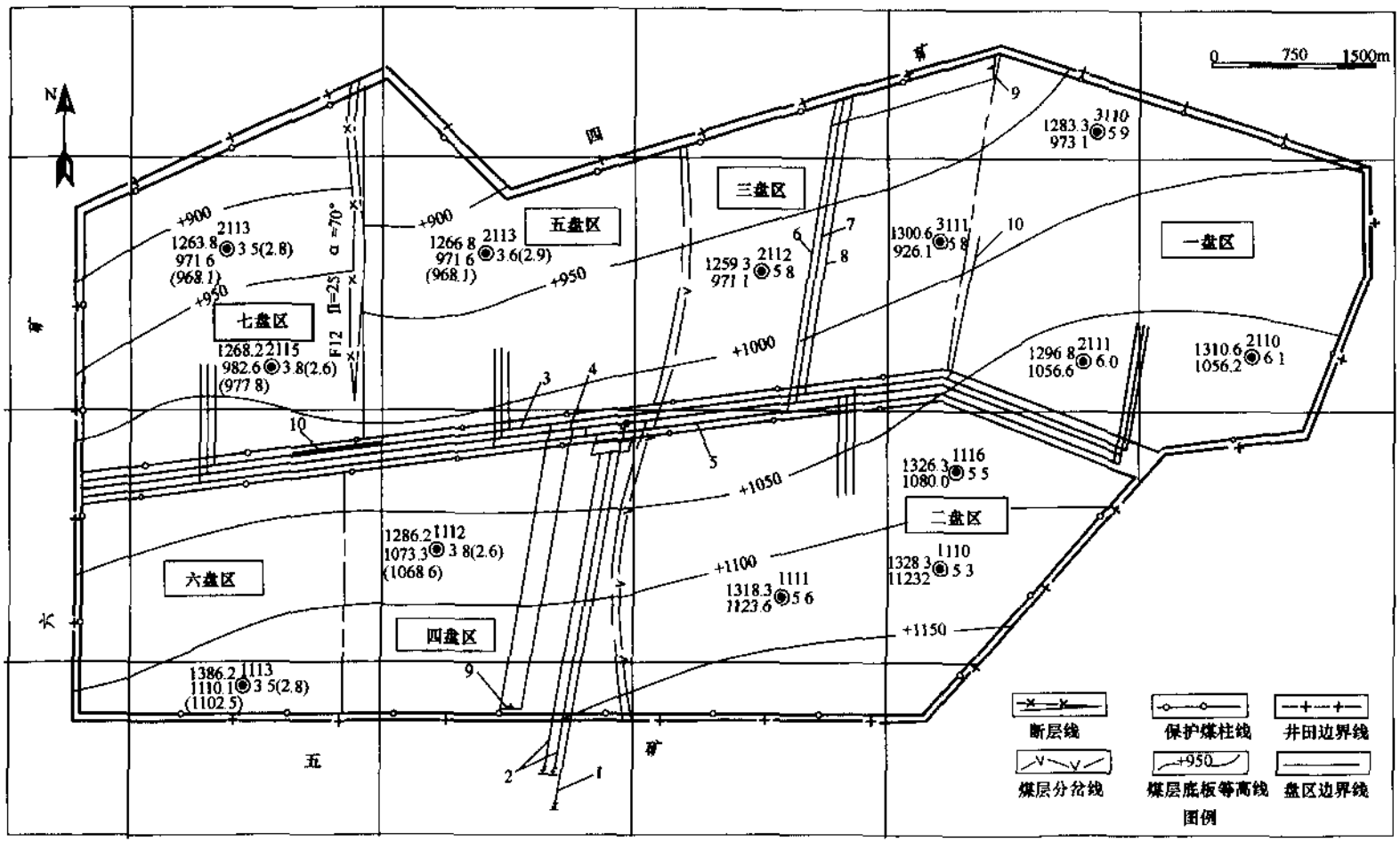


图5-2 斜井开拓方式平面示意图

1—主斜井 2—副斜井 3—总回风巷 4—主运输大巷 5—辅助运输大巷 6—轨道上山 7 带式输送机上山 8 回风上山 9 采煤工作面 10—风井

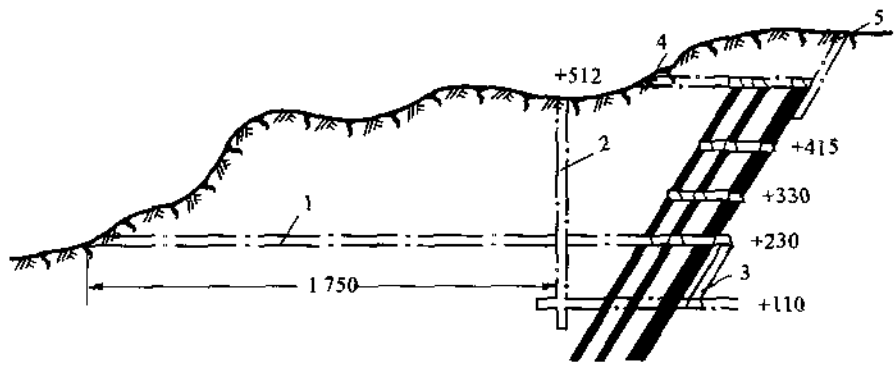


图 5－3　平硐—立井综合开拓方式示意图

1—主平硐;2—副立井;3—暗斜井(箕斗斜井);4—回风小平硐;5—回风小斜井

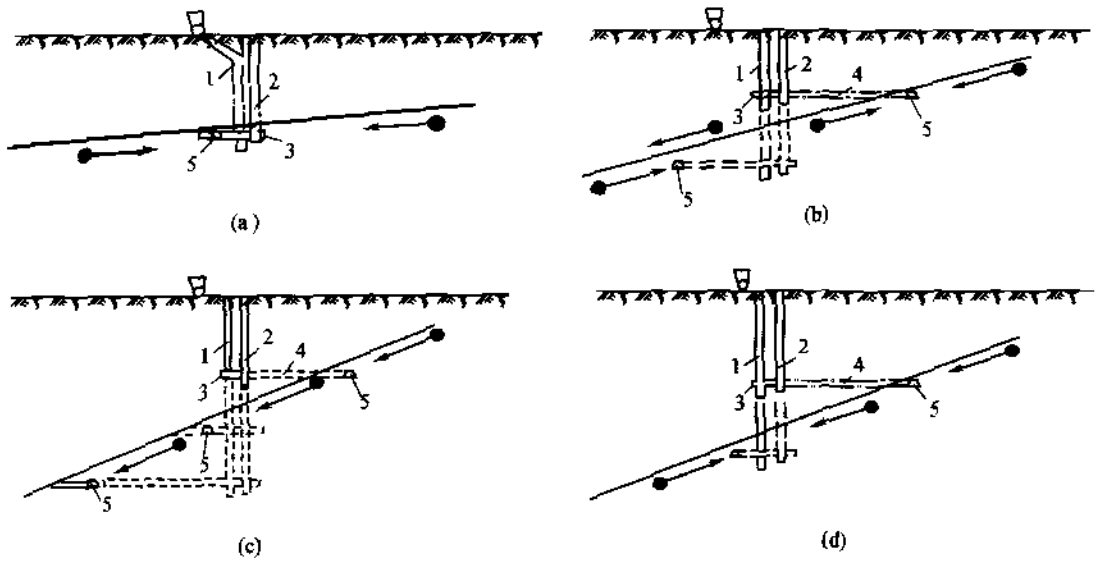


图 5－4　立井开拓方式分类示意图

(a) 立井单水平上下山式;(b) 立井多水平上下山式;(c) 立井多水平上山式;(d) 立井多水平上山及上下山混合式

1—主井;2—副井;3—井底车场,4—主要石门;5—开采水平运输大巷

四、井田开拓方式图的用途

井田开拓方式图是矿井各设计阶段的主要图件之一,对于矿井建设项目立项、建设、生产和安全起着重要作用,其主要用途有以下几个方面:

(1) 根据井田开拓方式图,了解井田内井筒位置及形式,主要开拓巷道的布局,阶段的划分,阶段内的布置形式,开采水平的设置,矿井的开采顺序及生产系统。

(2) 根据井田开拓方式图,进行井巷工程单项施工设计、采区及矿井延深设计等。

(3) 从井田开拓方式图上识读、度量巷道长度,进行井巷工程量计算,确定井巷工程材料用量、初期投资费用及建井工期。

(4) 进行生产经营费(巷道维护费、运输费、通风费和排水费等)预算,吨煤成本估算。

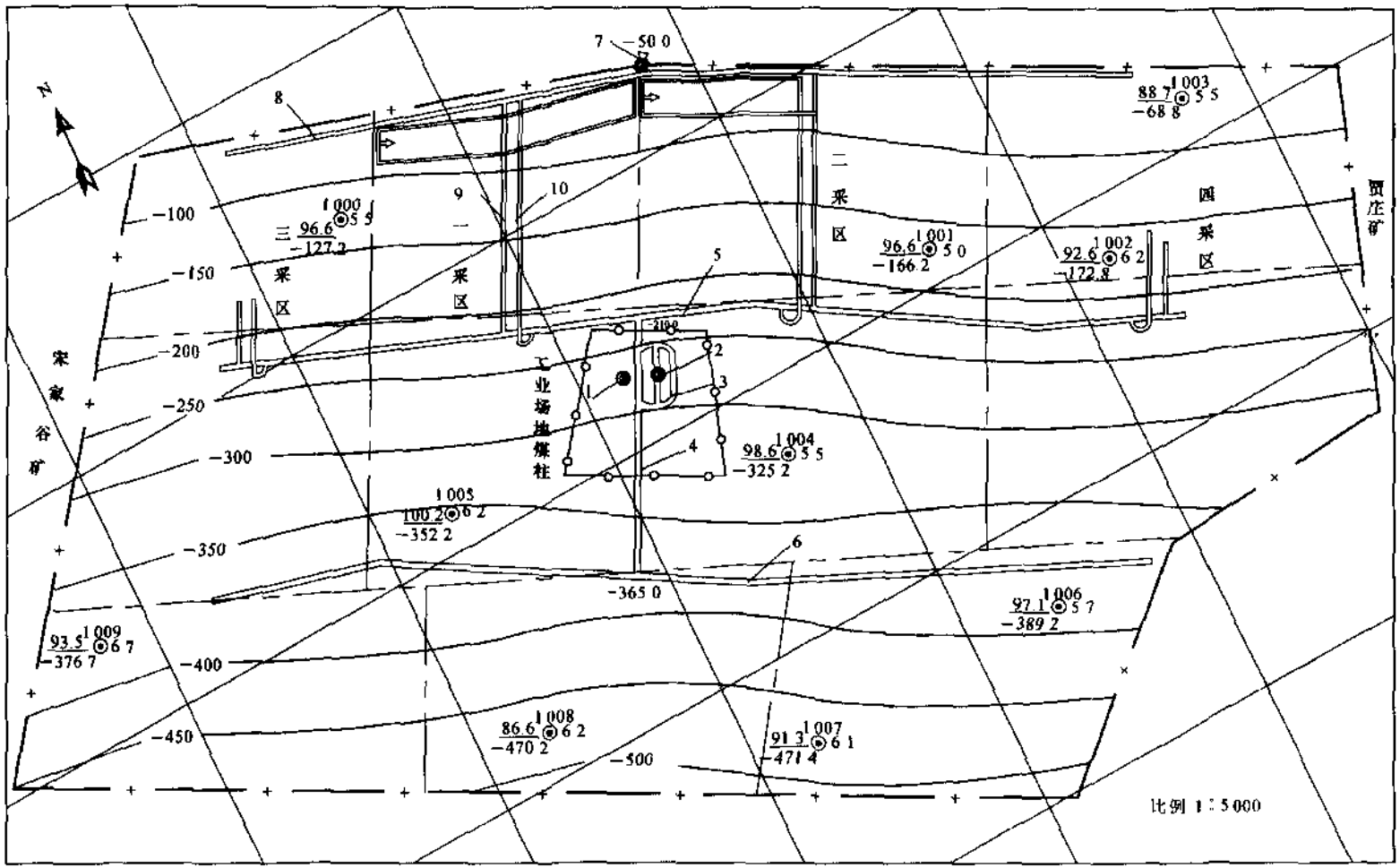


图 5-5 多水平开拓方式平面图

1—上井 2—副井 3—井底车场 4—主石门 5—-210 m 水平大巷 6—-365 m 水平大巷 7—回风井 8 总回风巷 9—带式输送机上山 10—轨道上山

(5) 根据矿井开采顺序，制定采区接替、矿井延深计划。

(6) 根据井田开拓方式图，绘制其他矿图。如采区巷道布置图、水平主要巷道平面图、采区车场图、计划图和矿井生产系统图等。

(7) 根据井田开拓方式图，分析井田开发方案的科学性、合理性及安全性。

五、井田开拓方式图的识读方法及要点

首先，应具备煤矿地质、矿井测量、矿井巷道布置和开采方法等基本知识；其次，能从矿井可行性研究报告或初步设计的资料中，了解井田范围、煤层赋存情况、主要地质构造、井田开拓方式和矿井生产系统。这样，就为进一步识读井田开拓方式图奠定了基础。

1. 图名、坐标、方位和比例

图名反映了图件的主要内容，坐标和方位说明了井田的地理位置，比例表示图形实际缩小程度和井田开拓方式图的精度。

2. 从整体到局部识读井田的范围、煤层的产状及主要地质构造

在井田开拓方式图上，首先对井田的范围、煤层产状及主要地质构造有一个大概了解，然后按比例丈量或根据井田边界转折点处的坐标计算井田最大、最小、平均走向长度，井田最大、最小、平均倾斜宽度；根据煤层底板等高线分析井田内煤层各区域的走向、倾向及最大、最小、平均倾角；根据煤层底板等高线及地质符号分析走向、倾向，斜交断层的倾角、落差，褶曲的形态、轴线，火成岩侵入区域，陷落柱范围等。

3. 从倾斜到走向识读井田的划分方式、水平的设置

首先看井田沿倾斜方向的划分，阶段的数目、边界位置、垂直高度，开采水平的数目、服务范围、水平的高度；然后看各阶段沿走向划分采区(或盘区、带区)的数目、采区的边界、采区的走向长度、采区范围。

4. 从地面到井下分析井巷的布置

首先看井筒的形式、数目、位置，井口的坐标，井口、井底的标高，井筒的长(深)度，井筒的方位角、角度；其次看井底车场的形式、位置，大巷的方位、所处的层位、坡度、标高；再看采区巷道的开口、采区上(下)山的数目、位置；最后看各水平的联系，安全出口的位置。

5. 从局部到整体弄清井田的开采顺序、全矿井生产系统

首先搞清首采采区的位置，阶段内采区的开采顺序，阶段之间的开采顺序，煤层间的开采顺序；然后分析采区、水平及矿井的巷道布置，了解全矿井的提升、运煤、运料、排水、供电及通风等生产系统。

图 5－5 所示为某井田开拓方式平面图，比例为 1∶5 000。箭头为指北方向，井田内地质构造简单，煤层赋存稳定，煤层走向大致为 120°，倾向 210°，煤层厚度平均 5.6 m。该井田采用立井多水平开拓方式，划分为 3 个阶段，阶段垂高分别为 160 m、155 m、135 m。设立 2 个开采水平，水平标高分别为 －210 m、－365 m，回风水平标高为 －50 m。第一、第二阶段各划分 4 个采区，第三阶段划分为 3 个采区。井田内开采顺序自上而下，从井田中央向井田边界开采，同时两个采区生产。

总之，在识读井田开拓方式图时，首先要从煤层底板等高线及有关地质符号等弄清煤层的产状及井田内主要地质构造情况；然后从倾斜到走向，从地面到井下，平剖结合，搞清井田的开拓方式、阶段划分、水平设置；最后从局部到整体识读全矿井的开采顺序及生产系统。

第二节 采区巷道布置图

一、采区巷道布置图的概念

采区巷道布置图是将采区地质资料和设计的采准巷道系统采用正投影原理，按一定比例绘制出的设计图件。采准巷道主要包括：直接为采煤工作面服务的区段巷道、开切眼，为采区服务的上(下)山巷道，采区上部、中部、下部车场，安装机电设备用的采区绞车房、采区变电所，起缓冲、储存煤炭用的采区煤仓等采区硐室。

绘制采区巷道布置图是采区设计的主要内容之一，是采区方案设计的具体体现，是了解采区地质情况，分析采准巷道布置的合理性和完成采区施工图设计的重要依据。

采区巷道布置是否适当，直接影响采煤工作面、采区以及矿井的生产效果。因此，正确、合理的采区巷道布置，要做到技术上优越，经济上合理，安全生产条件好，有利于集中生产，为新技术、新设备、新方法的推广和使用创造良好的条件；尽可能减化巷道系统，减少生产环节；减少煤炭损失，提高采区回采率；降低生产经营成本和提高生产效益。

采区巷道布置图常用比例：1∶1 000，1∶2 000。

二、采区巷道布置图的种类

采区巷道布置图的种类很多，划分方法有多种。下面按采区巷道布置方式和投影面分类。

1. 按采区巷道布置方式分类

根据煤层的赋存情况、开采方式、采区上(下)山布置、煤层群开采时的联系方式不同，采区巷道布置方式有多种，因此采区巷道布置图也有多种。按采区巷道的布置方式，采区巷道布置图有以下几种分类：

(1) 按煤层赋存条件分为采区巷道布置图、盘区巷道布置图和带区巷道布置图。

(2) 按开采方式分为上山采(盘)区巷道布置图和下山采(盘)区巷道布置图。

(3) 按采区上(下)山的布置分为单翼采区巷道布置图和双翼采区巷道布置图。

(4) 按煤层群开采时的联系分为单一煤层采区巷道布置图和多煤层联合采区巷道布置图。

采区巷道布置图按布置方式的分类，如图 5－6 所示。

2. 按投影面分类

采区巷道布置图是根据正投影原理进行绘制的，按照投影面的不同，采区巷道布置图有以下几种：

(1) 采区巷道布置平面图。将采区巷道布置投影到水平面上绘制出的图件。在煤矿开采中被广泛使用。

(2) 采区巷道布置立面图。将采区巷道布置投影到竖直面上绘制出的图件。在开采急斜煤层时普遍使用。

(3) 采区巷道布置层面图。将采(盘)区巷道布置投影到与煤层相平行的平面上绘制出的图件。在开采近水平煤层时经常使用。

(4) 采区巷道布置剖面图。是沿采区主要巷道剖面形态绘制的图件。常结合上述三种图件使用，一般不单独使用。

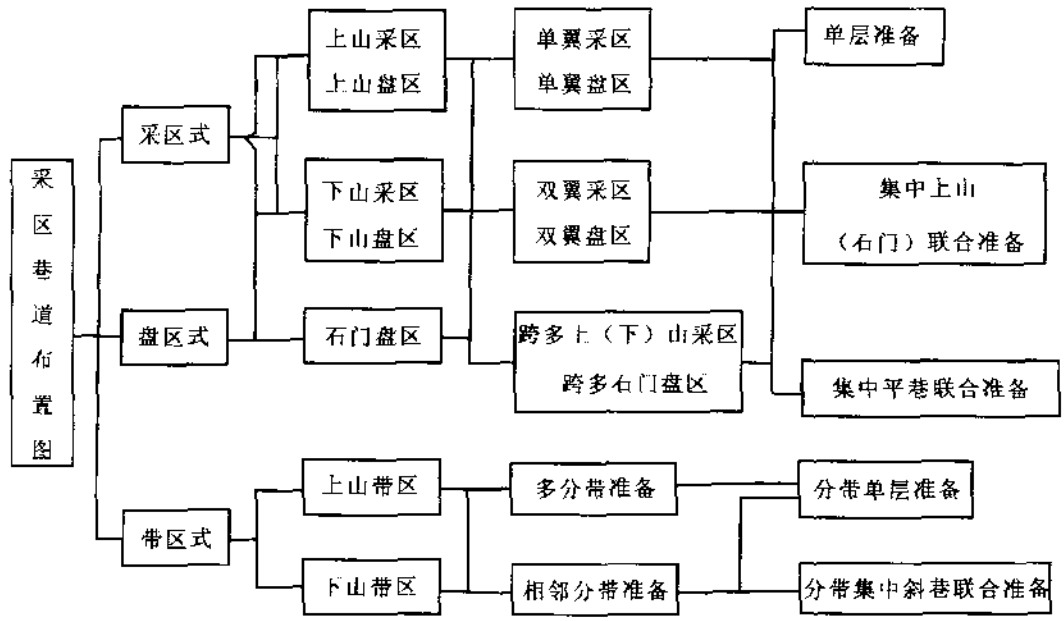


图 5-6　采区巷道布置图分类

图 5-7 为盘区巷道布置平面图，图 5-8 为带区巷道布置平面图。

三、采区巷道布置图的图示内容

采区巷道布置图主要反映以下内容：

(1) 采区范围、采区边界线以及采区边界煤柱尺寸。

(2) 采区煤层底板等高线、主要地质构造及钻孔情况。

(3) 区段划分方式、采区巷道布置形式，包括采区上(下)山的数目、位置，采区硐室的形态、位置，区段数目、倾斜长度，区段巷道的布置形式，各种巷道之间的联系方式及区段、采区上(下)山、断层、大巷等保护煤柱尺寸。

(4) 采区各种地质构造、小窑破坏区的位置和范围。

(5) 地面建筑物、铁路、主要公路、水体的位置、范围及保护煤柱尺寸。

(6) 采区四邻关系及采区外的开采情况。

(7) 采掘工作面布置及相互关系。

(8) 采区机电设备配置。

(9) 采区生产系统，如运煤、运料、通风、供电、给排水系统等。

(10) 采区主要巷道尺寸。

四、采区巷道布置图的用途

采区巷道布置图的主要用途有：

(1) 了解采区巷道布置情况，确定采区准备工程量、准备时间，制定采区准备计划及材料用量计划。

(2) 了解采区地质情况，进行采煤工作面设计及采区单项工程施工图设计。

(3) 计算采区资源/储量、基础储量、可采储量、设计损失量、确定采区采出率。

(4) 计算采区投产前的工程量，确定采区的掘进率，进行采区巷道掘进费用、维护费用

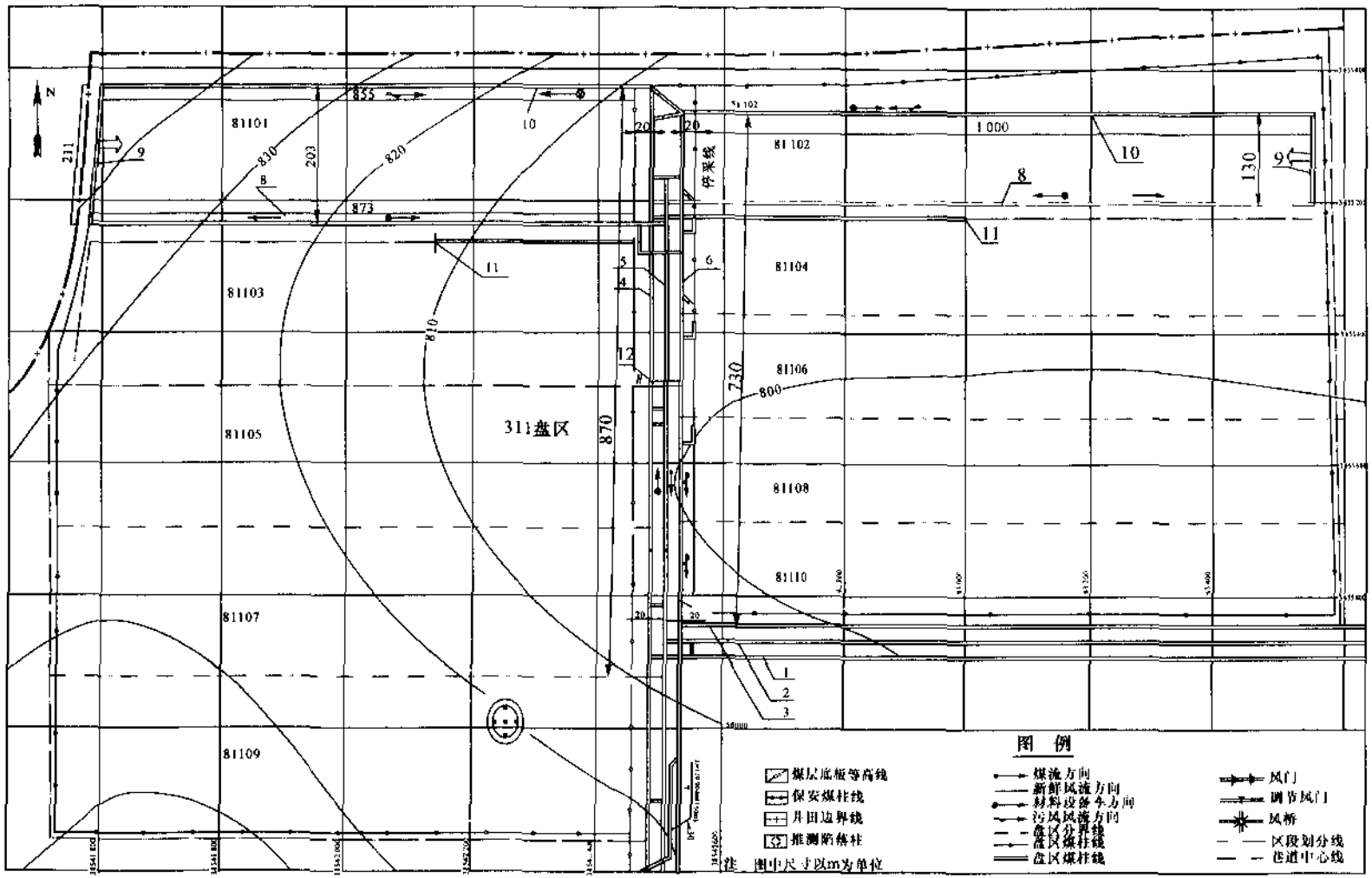


图 5-7 盘区巷道布置平面图

1-轨道运输大巷；2 带式输送机大巷；3 总回风巷；4 盘区轨道巷；5 盘区带式输送机；6-盘区回风巷 7 回风井
8-1#面运输巷；9 采煤1#面；10 1#面回风巷 11 掘进1#面；12 盘区变电所

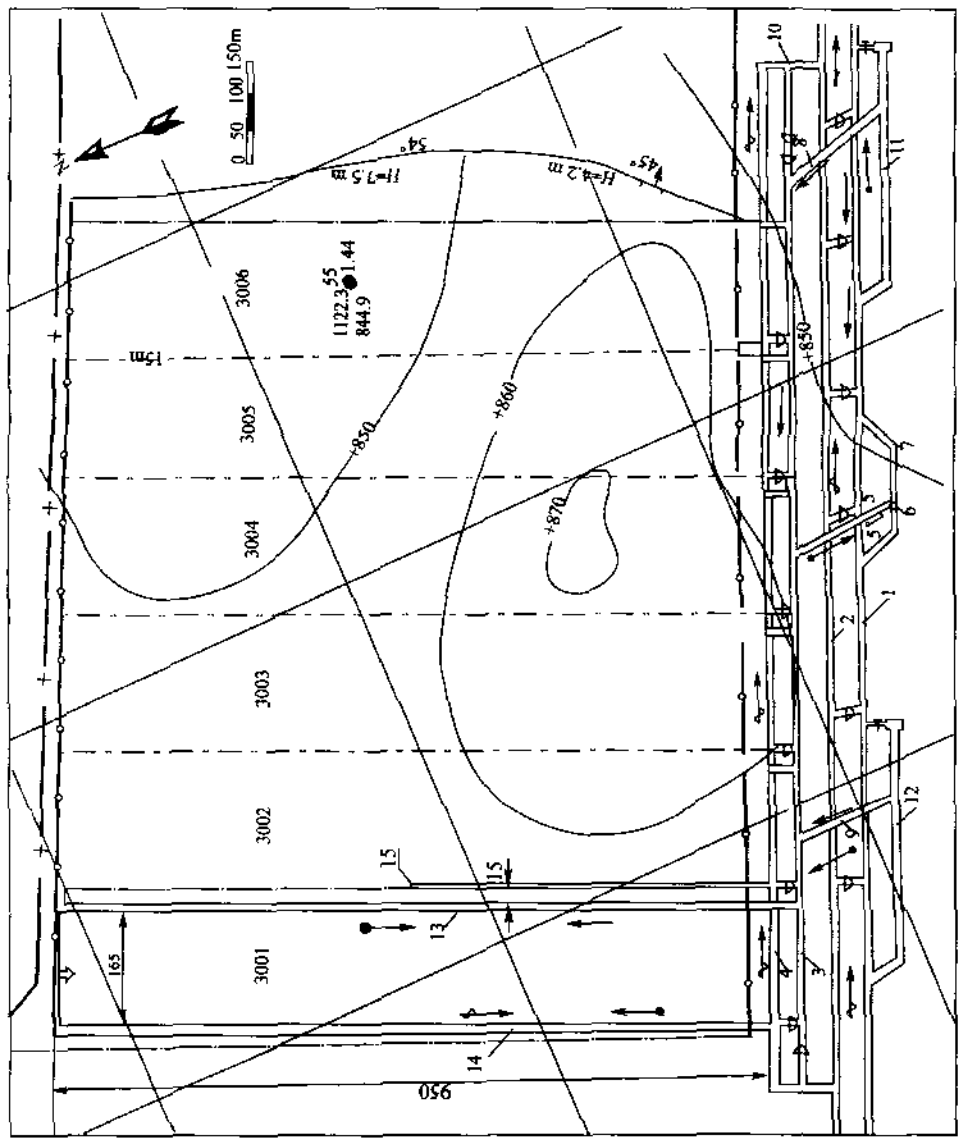


图 5-8　带区巷道布置平面图

1—运输大巷；2—总回风巷；3—带区运输巷；4—带区回风巷；5—上仓运输巷；6、7—绕道；8—东部运料巷；9—西部运料巷；10—东部回风巷；11—东部材料暗斜井；12—西部材料暗斜井；13—进风巷；14—回风巷；15—掘进工作面

及采区运输费用预算。

(5) 进行采区准备、采区生产的风量计算与分配。

(6) 绘制其他矿图，如采区机电设备布置图、采区采掘工程计划图和采区生产系统图等矿图。

五、采区巷道布置图的识读方法及要点

(1) 看图名、坐标、方位和比例。

(2) 看采区的范围、边界，采区内煤层产状特征及主要地质构造情况。了解采区的范围、采区走向长度、倾斜长度、采区边界位置、采区边界煤柱尺寸，根据煤层底板等高线、等厚线、钻孔看煤层的产状特征以及主要地质构造。

(3) 了解采区内的划分方式、区段的数目和斜长。

(4) 识读采区主要巷道的布置方式。首先识读采区上(下)山的数目、位置，区段巷道的布置方式，上部、中部、下部车场的形式、位置，然后搞清各区段巷道与采区上(下)山之间的联系方式，运输大巷、总回风巷的位置以及与采区上(下)山的联系方式。

(5) 识读生产系统。在采区巷道布置图上，应形成独立的生产系统，在搞清运煤、运料、通风系统后，其他系统也就自然好识读了。在识读时，应从里向外或从外向内的顺序识别，如在看运煤系统时，应从首采工作面到区段运输平巷，再到采区运输上(下)山，最后到运输大巷的顺序去识读。

(6) 平、剖面图对照识读。对于区段巷道与采区上(下)山联系处、采区上(下)山与运输大巷联系处以及多煤层采区联合布置而言，这些区域的巷道纵横交错，较为复杂，不易从平面图上看清各种巷道的位置关系，应将平面图与剖面图对照起来识读。首先在平面图上找出剖面位置，然后在剖面图上对应位置找出所需识读的巷道，这样就容易搞清巷道的空间位置及联系方式了。

总之，在识读采区巷道布置图时，应首先搞清采区的范围、采区内煤层赋存及地质情况，然后平剖结合搞清采区内的划分方式、采区巷道的布置形式及其联系方式，最后形成采区生产系统的概念。

六、采区巷道布置图的绘制方法

1. 绘制的依据

为了能够正确地绘制采掘工程设计图和确保图纸质量，须依据以下几个方面的资料：

(1) 精查地质报告。由地质部门所提供的精查地质报告是采区巷道布置图最基础的资料。绘制采区巷道布置图时，应从采区地质说明书中找出采区煤层底板等高线图、采区地质剖面图、采区煤岩层综合柱状图及其有关说明作为绘制采区巷道布置图的基础资料。

(2) 井田的范围、边界线、井田的划分、井筒、井底车场、主要巷道的布置形式和位置，开采水平的垂高，阶段的斜长，采区沿走向、倾斜的长度，采区上(下)山开口位置，主要保护煤柱尺寸，采区的划分方式，区段采煤工作面的有关参数，采区内各种煤柱尺寸，采区上(下)山、区段巷道、采区上、中、下部车场及硐室的布置方式、有关参数和位置等，是绘制采区巷道布置图的依据。

(3) 国家行业规程、规范和规定等要求。

2. 绘制方法和步骤

(1) 绘制出采区边界线，留设采区边界煤柱。根据所圈定的采区范围，用采区边界线专

用符号、煤柱线专用符号绘出采区边界线和采区边界煤柱线。

(2) 绘制出运输大巷和总回风巷。根据井田开拓方式图绘出与采区有关的运输大巷、总回风巷，明确运输大巷、总回风巷的具体位置，标明大巷底板标高。

(3) 区段划分和采准巷道布置。根据采区设计方案，进行区段划分，确定区段的数目、区段倾斜长度，并在采区巷道布置图上用双点画线绘出区段间的分界线；绘出采区上(下)山、区段巷道；绘出采区上部、中部、下部车场、各种联络巷道及硐室。

(4) 标明通风构筑物。在采区巷道布置图上适当的位置，采用规定符号绘出风门、风桥、调节风窗、密闭等通风构筑物，标明新鲜风流、乏风路线。

(5) 绘制主要位置剖面图。采区主要位置剖面图即沿采区主要上(下)山或盘区上(下)山巷道位置绘制的剖面图。首先根据采区地质说明书、采区煤层底板等高线图、采区煤层综合柱状图，搞清煤层厚度，煤层群之间的层间距，煤层顶、底板岩性、厚度，煤层倾角等，然后在采区巷道布置平面图上标出剖面位置，对照采区巷道布置平面图，绘制出采区主要巷道剖面图。

(6) 采区标注。为了直观地反映采区主要技术参数及巷道布置情况，在采区巷道布置平、剖面图上，应注明采区内有关尺寸、巷道名称及采煤工作面等。

① 采区内有关尺寸有：采煤工作面的长度和推进长度，采区边界煤柱、区段煤柱、采区上(下)山之间煤柱及井上、下其他保护煤柱尺寸。

② 巷道名称有：与采区联接的主要运输大巷、总回风巷、石门名称，采区上(下)山名称、采区上部、中部、下部车场名称，采区内各种联络巷道及硐室名称，区段巷道名称或编号。

③ 标注采区内各采煤工作面编号、首采工作面位置。

需要注意的是：在绘制采区巷道布置图时，应先绘制底图，检查无误后，再进行加深或上墨。经纬网、煤层底板等高线、各种煤柱线、停采线、尺寸标注线等均应以细实线表示，煤层巷道用粗实线表示，岩层巷道用粗虚线表示，且一般采用双线。

另外，在采区巷道布置图上，应有说明及图例部分。说明部分主要包括：图件设计依据、特殊情况的处理措施及设计范围等。做到文字精炼，简明扼要。图例应尽量采用采矿、地质、测量中规定的符号。通常说明和图例部分布置在图件的右侧或下方适当位置。

七、采区巷道布置图的应用

采区巷道布置图是了解采区地质、巷道布置、分析和解决生产问题的重要工具。其主要用途有：

1. 编制采区准备计划

根据采区巷道布置图，按比例在图上量出各段巷道长度，计算采区巷道工程量，按照采区接替时间要求，编制采区准备计划。

2. 制定采区材料用量计划

根据采区巷道布置图量取并求出各段巷道长度，按照巷道的形状、断面及支护形式确定采区支护材料用量。

3. 编制采煤工作面回采工艺设计

根据采区巷道布置图，了解设计采煤工作面长度、推进长度、煤层厚度，采煤工作面内煤层走向、倾角及其变化情况，煤层顶底板岩性特征，采煤工作面四邻采掘情况，选择合适的回采工艺。

4. 计算采区采出率、掘进率

根据采区巷道布置,按比例量出采区走向长度、倾斜长度、巷道长度、煤柱尺寸,计算采区巷道总长度、采区基础储量、采区煤柱损失量、采煤工作面落煤损失量,确定采区的采出率和掘进率。

[例 5-1] 如图 5-8 所示,若带区走向长度 1 080 m,倾斜长度 1 010 m,采煤工作面长度 165 m,推进长度 900 m,煤层平均厚度 3.2 m,采高 3.2 m,容重 1.3 t/m^3,带区边界煤柱 10 m,带区巷保护煤柱各 20 m,条带之间煤柱 15 m,采煤工作面回采率 95%。

(1) 计算带区基础储量。

基础储量=带区走向长度×带区倾斜长度×煤层厚度×容重=1 080×1 010×3.2×1.3=453.77 万 t。

(2) 计算带区开采损失。

带区边界煤柱损失量=带区边界长度×边界煤柱宽度×煤层厚度×容重=(920×2×10+1 080×20)×3.2×1.3=16.64 万 t。

巷道保护煤柱损失量=带区走向长度×煤柱宽度×煤层厚度×容重=1 080×(40+30+30)×3.2×1.3=49.93 万 t。

条带间煤柱损失量=条带推进度×带间煤柱宽度×带间煤柱数目×煤层厚度×容重=900×15×5×3.2×1.3=28.08 万 t。

采煤工作面落煤损失量=采煤工作面长度×推进长度×带区工作面数目×采高×容重×(1-采煤工作面回采率)=165×900×6×3.2×1.3×(1-95%)=18.53 万 t。

带区开采损失量=带区煤柱损失量+采区工作面落煤损失量=16.64+44.93+28.08+18.53=108.18 万 t。

(3) 计算带区采出率。

带区采出率=(带区基础储量-带区开采损失量)/带区基础储量×100%

=(453.77-108.18)/453.77×100%=76.16%

5. 计算巷道掘进费用

根据采区巷道布置图,按比例量出巷道长度,斜巷按巷道倾角计算出巷道真实长度,按照每米巷道掘进费用,计算出该巷掘进费用。

6. 利用采区巷道布置图绘制其他矿图

在采区巷道布置图上,若将机电设备配置标出,就形成采区机电设备配置图。同样也可绘制采区运输系统图、通风系统图、避灾路线图和安全监测系统图等矿图。

第三节 采煤工作面布置图

一、采煤工作面布置图的概念

采煤工作面布置图也称采煤工作面回采工艺图或采煤方法图。它是综合反映采煤工作面的采、装、运、支、回及设备布置的设计图件。

在煤矿生产中,采煤工作面布置图是最基本的图件,它是采煤工作面验收和技术管理的主要依据。因此,在采煤工艺设计和编制采煤工作面作业规程时,都必须绘制采煤工作面布置图。

采煤工作面布置图常用比例:1∶50,1∶100,1∶200。

二、采煤工作面布置图的图示内容

采煤工作面布置图主要反映以下内容：

(1) 煤层的产状要素及厚度。

(2) 采煤工作面的长度、循环进度、最大控顶距、最小控顶距、端面距、炮眼布置等主要采煤工艺技术参数。

(3) 采煤工作面的支护及参数。包括采煤工作面支架的型式、种类，支架的布置方式、数目，支柱的排间距、柱间距、顶梁的长度；上端头、下端头及安全出口处的特种支架的布置及参数；采煤工作面运输巷、回风巷的超前支护、支护方式及参数。

(4) 采煤工作面采煤、运输及相关机械设备的型号、数目，工作空间位置及工作方式。

(5) 采煤工作面循环图表、劳动组织表及主要技术经济指标表。

(6) 说明及图例。

三、采煤工作面布置图举例

1. 综合机械化采煤工作面布置图

图 5－9 为某综采工作面布置图，该图由一个层面图、二个剖面图和四个图表构成，工作面长度 152 m，推进长度 1 240 m，煤层厚度 4.3～4.8 m，倾角平均 13°，煤层赋存稳定，结构简单，无夹石，煤质中硬，容重 1.4 t/m^3。直接顶为 4～5 m 厚灰黑色粉砂岩，节理发育，易垮落。老顶为白色中粒砂岩，泥钙质胶结，厚度 8～11 m。直接底为 0.5 m 厚粉砂岩。

工作面采用单一走向长壁垮落采煤法，使用 MXA－300/4.5 型双滚筒采煤机，4.7 m 一次采全高，双向割煤，往返一次进二刀，截深 0.6 m。使用 SGZC－764/320 型侧卸式双中心链刮板输送机运煤。

工作面布置 BY3600－25/50 型二柱掩护式液压支架 102 架，采用带压擦顶移架方式，最大控顶距 4.3 m，最小控顶距 3.7 m。由于采高大、煤层倾角偏大，在工作面头部、中部及尾部支架增设防滑、防倒装置。工作面上、下端头巷道末端，采用丛柱切顶挡矸，割煤后，工作面端头、端尾采用液压支架伸缩梁及护帮板作临时支护。工作面运输巷、回风巷超前 20 m，采用 QDZ－20/35 型单体液压支柱配合铰接顶梁进行加强支护，运输巷平行巷道设三排，输送机侧两排之间间距 1.35 m，另一侧排间距 1.4 m，柱距 0.6 m；回风巷平行巷道设二排，排间距 1.4 m，柱距 0.6 m。

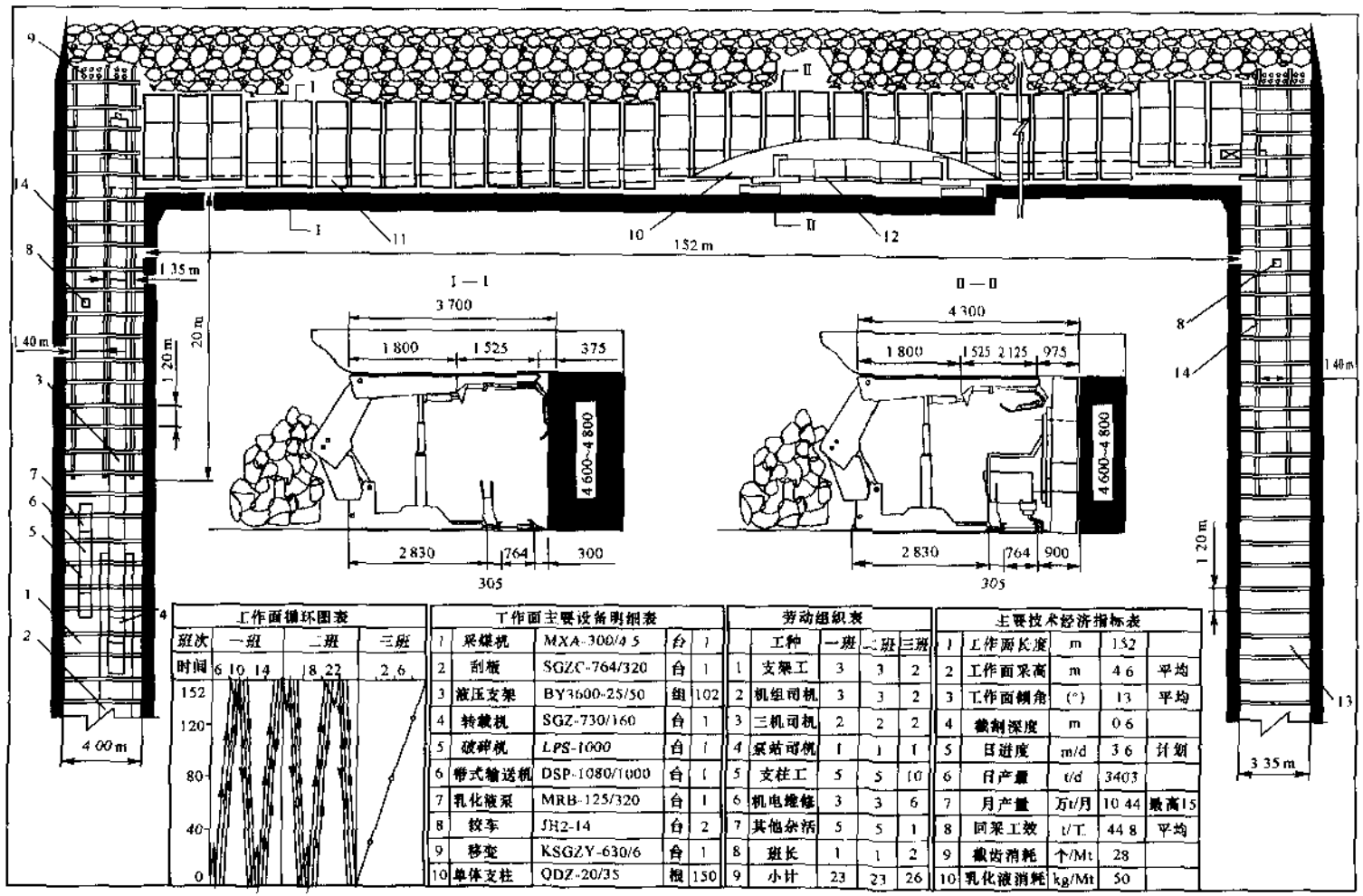
采煤工作面采用三八制作业方式，二班生产，一班检修，生产班出勤 23 人，检修班出勤 26 人，日出勤 72 人。生产班每班割三刀煤，每日进度 3.6 m，日产量 3 403 t，月进度 86.7 m，月产量 10.435 万 t。

2. 普通机械化采煤工作面布置图

图 5－10 为普采工作面布置图，图中反映出用滚筒采煤机采煤，实现了机械化，顶板管理采用单体液压支柱支护和切顶支柱放顶，最大控顶距 3.9 m，最小控顶距 3.1 m，放顶步距、循环进度均为 0.8 m。工作面单体支柱排距 0.8 m，间距 1.0 m，上、下端头采用单体液压支柱加工字钢长梁支护形式，即“四对八梁”支护，梁长 2.6 m，运输巷和回风巷采用单体液压支柱加铰接顶梁支护形式，加强支护段长各 20 m。

3. 炮采工作面布置图

图 5－11 为一炮采工作面布置图，该工作面采用倾斜分层塑料网假顶，下行垮落采煤法，现开采顶分层，采高 2.1 m，工作面长度为 145 m，走向推进长度 750 m。



工作面循环图表

班次	一班	二班	三班
时间	6 10 14	18 22	2 6

152 120 80 40 0

工作面主要设备明细表

1	采煤机	MXA-300/4.5	台	1
2	刮板	SGZC-764/320	台	1
3	液压支架	BY3600-25/50	组	102
4	转载机	SGZ-730/160	台	1
5	破碎机	LPS-1000	台	1
6	带式输送机	DSP-1080/1000	台	1
7	乳化液泵	MRB-125/320	台	1
8	绞车	JH2-14	台	2
9	移变	KSGZY-630/6	台	1
10	单体支柱	QDZ-20/35	根	150

劳动组织表

	工种	一班	二班	三班
1	支架工	3	3	2
2	机组司机	3	3	2
3	三机司机	2	2	2
4	泵站司机	1	1	1
5	支柱工	5	5	10
6	机电维修	3	3	6
7	其他杂活	5	5	1
8	班长	1	1	2
9	小计	23	23	26

主要技术经济指标表

1	工作面长度	m	152	
2	工作面采高	m	4.6	平均
3	工作面倾角	(°)	13	平均
4	截割深度	m	0.6	
5	日进度	m/d	3.6	计划
6	日产量	t/d	3403	
7	月产量	万t/月	10.44	最高15
8	回采工效	t/工	44.8	平均
9	截齿消耗	个/Mt	28	
10	乳化液消耗	kg/Mt	50	

图5-9 综采工作面布置图

1—运输平巷 2—带式输送机 3—转载机 4—破碎机 5 乳化液泵站 6 移动变电站 7 磁力开关 8 绞车 9—从柱 10—刮板输送机 11 液压支架 12 采煤机 13 回风平巷 14—超前支护

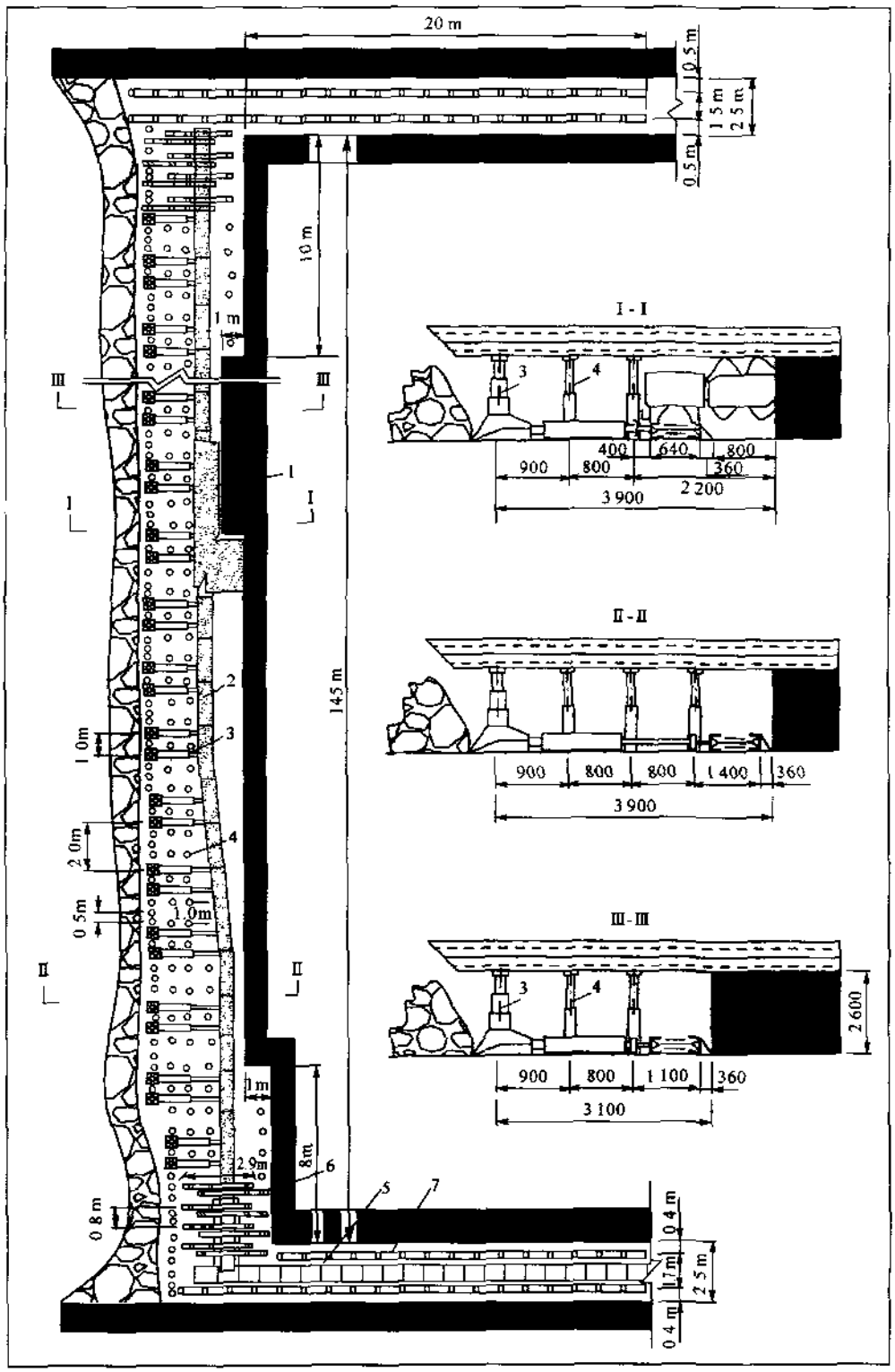


图 5－10　普采工作面布置图

1—采煤机；2—工作面刮板输送机；3—切顶支柱；4—液压支柱；5—平巷刮板输送机
6—抬棚；7—超前加强支护

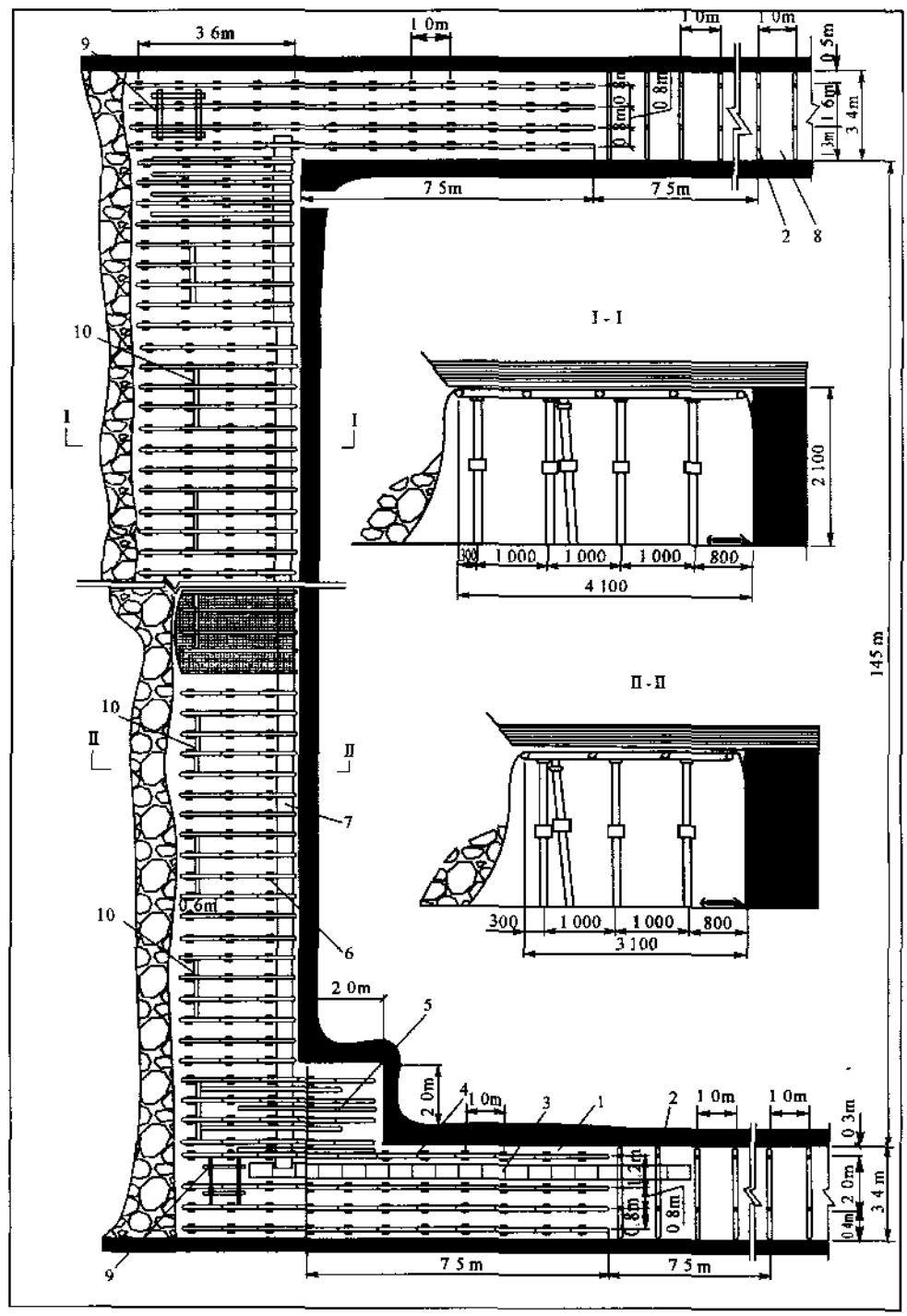


图 5－11 炮采工作面布置图

1—运输平巷；2—巷道支架；3—运输平巷输送机；4—超前支护；5—端头抬棚；6—回采工作面支架；7—工作面输送机；8—回风平巷；9—木垛；10—加强支架

工作面使用 HZWA 型单体摩擦式金属支柱和 HDJA 型金属铰接顶梁进行支护，三、四排控顶，最大控顶距 4.1 m，最小控顶距 3.1 m，梁端距 0.1 m。工作面采用走向棚正悬臂齐梁直线柱布置，排距 1.0 m，柱间距 0.5 m，铰接顶梁长 1.0 m。机头、机尾使用 3.6 m 长工字钢各四根，“一梁三柱”棚子支护。工作面循环进度 1.0 m，采煤工作面落煤后，边挂金属铰接顶梁，边进行铺设顶网工作。

工作面上下平巷采用工字钢棚子进行支护，棚间距 1.0 m，超前工作面 5～8 m，采用四排金属支柱加铰接顶梁进行替换，并铺设顶网，上巷金属支柱排间距 0.8 m，靠煤壁一排距煤壁 0.5 m，下巷刮板输送机侧金属支柱排间距 1.2 m，其余 0.8 m，靠煤壁一排距煤壁 0.3 m，往外 14～16 m 内用点柱加强支护。

四、采煤工作面布置图的绘制方法

采煤工作面布置图一般按层面图进行绘制，由一个或二个层面图、数个剖面图及几个图表组成。其绘制方法如下：

(1) 根据图幅尺寸，将边框打好，标题栏绘出、填好。

根据实际需要，按国家标准图幅绘制。

(2) 图幅中各区域的划分。

为保证图件美观，比例适当及避免返工，需根据图纸大小及要反映的内容，在保证层面图的位置尺寸前提下，按图幅大小分为几个区域。即先确定层面图位置及大小，然后根据剖面图的比例及数目，安排剖面图的位置区域，再将图表的位置画出。

(3) 绘制层面图。

首先按比例绘出采煤工作面长度、工作面运输巷、回风巷宽度及部分巷道长度，以反映巷道的设备布置及加强支护段的支护方式，若图幅有限，可在不重要的位置用断开线断开，然后选择具有代表性的某时间内工作面形态(如绘制一个层面图，常选择某时间采煤工作面正常割煤状态，绘制两个层面图则再加上一个采煤工作面进刀或放顶煤工艺放顶状态)，将支架、采煤机、刮板输送机等机械设备的外形轮廓尺寸按比例绘制在采煤工作面的相应位置上。再将上、下端头及安全出口的支护形式，运输巷、回风巷的机电设备布置情况，原有的支护方式及加强支护形式绘制出来。

(4) 绘制剖面图。

先在采煤工作面层面图上，沿采煤工作面最大、最小控顶距的位置作剖面线，标明剖面方向，然后按比例绘制出最大、最小控顶距剖面图。

在剖面图上要按比例绘制出液压支架、采煤机、刮板输送机的位置及外形轮廓尺寸(其内部结构形态可用示意方式表示)，采煤工作面煤壁、煤层的厚度、煤层顶底板及采空区矸石冒落情况。

为清楚反映采煤工作面机械设备的外形尺寸及设备配套关系，采用比例一般较采煤工作面层面图大，常用比例有：1∶20，1∶25，1∶50。

(5) 绘制图表。

按照采煤工作面采煤系统与采煤工艺，绘制出采煤工作面作业循环图、劳动组织表及主要技术经济指标表。

(6) 进行尺寸标注。

在层面图上标明工作面长度，工作面支架规格，截深或循环进度；上、下端头及安全出口

的支护规格;采煤工作面运输巷、回风巷的支护规格,加强支护段长度、加强支护的支护规格;机采、炮采工作面还应标出上、下缺口的长度和深度等(有的机采工作面不做缺口)。

在剖面图上应标明机电设备的外形尺寸,设备间的配套尺寸,最大、最小控顶距、端面距、截割深度或循环进度、煤层厚度、采高等。

需要注意的是,采煤工作面布置图是一张反映工作面生产状况的动态图,不同时间工作面的形态、支架的布置、机械设备及工人操作的空间位置是不同的。在绘制时要选择同一时间的工作面情况,绝不能将不同时间内工作面的内容、支架布置情况、机械设备的相互位置,绘在同一图上。同时,层面图、剖面图、循环作业图及劳动组织表等,在空间上、时间上要对应一致。

第四节 井巷工程施工图

一、井巷工程施工图概述

为了开采煤炭,需从地面向地下开掘一系列的井巷,这些井巷工程的投资约占矿井建设总投资的30%左右。为了使采煤工作持续进行,要考虑采煤工作面、采区、开采水平的接替,这也需要开掘大量的井巷,即在矿井建设和生产过程中,始终离不开井巷工程的施工工作。井巷工程的施工质量,直接影响着机电设备的安装及使用,影响着矿井的正常生产,影响着矿井的经济效果及安全。因此,在矿井建设和生产中,每一项单位工程施工都必须严格按照施工图和施工要求去进行。

井巷工程施工图即为各项单位井巷工程施工而绘制的图件。它综合反映了矿井设计的原则、建设的标准、技术上的要求、装备的水平、施工单位的能力以及矿井现场实际情况等。井巷工程施工图不仅是施工预算、施工单位进行施工的依据,而且也是相关部门进行检查和验收工程质量的依据。

井巷工程施工图包括井巷工程布置平面图、剖面图、各种井巷断面图、轨道线路图、井巷工程特征表以及设计依据、设计要求等几个部分。

井巷工程施工图常用比例:1∶20,1∶50,1∶100,1∶200,1∶500等。

二、井巷工程施工图的图示内容

井巷工程施工图主要反映以下几个方面内容:

(1) 井巷中各种巷道、硐室的空间形态、断面规格及其相互位置关系。

(2) 轨道线路及其参数,包括轨道线路各段的长度、坡度,弯道的转角、弧度、曲率半径、轨型、轨距、道岔的型号,轨面的高度、道床参数等。

(3) 井巷施工的方法、顺序,炮眼的布置、数目及参数。

(4) 井巷工程断面特征表,包括井巷的名称、设计掘进断面、净断面、工程量、材料消耗量等。

三、井巷工程施工图的识读方法及要点

井巷工程施工图较为复杂,识读比较困难。下面介绍井巷施工图的识读方法及要点。

1. 从井巷工程施工平面图上看井巷、轨道线路的组成、位置和参数

首先找到所需施工井巷与已施工井巷的联接点位置,从该处按顺序看所需施工井巷的组成;其次从巷道各点底板标高或轨面标高看各段巷道的空间位置,起坡点、变坡点的位置,

各段巷道之间的空间位置和联系方式；再次看轨道线路的组成、作用，各段轨道的长度、弯道的转角、弧长、曲率半径，道岔的型号及联接长度；最后看硐室的结构、位置、规格尺寸，硐室内的布置、机电设备的种类、型号、数量。

2. 结合剖面图看井巷的空间位置、煤岩的产状及特征

从平面图上找出剖面图位置，对照剖面图搞清井巷之间的间距、在煤岩层中的位置、与煤层的法线距离、坡度，煤岩层的厚度、倾角及岩层的岩性等。

3. 对照坡度图看轨道线路

在坡度图上了解各段轨道线路的长度、坡度以及各坡度变化点的轨面标高。

4. 从断面图上看相关参数

在井巷施工断面图上，可知井巷断面的形状、设计掘进断面和净断面的大小，井巷的宽度、高度等断面尺寸；井巷的支护类型、支护规格；道床参数，包括轨道的轨型、轨距、道碴高度及枕木规格等；水沟的位置、形状、尺寸；管线的吊挂高度、吊挂间距等。

总之，在识读井巷工程施工图时，首先应从整体到局部，再由平面到剖面，最后再由局部到整体弄清井巷之间的相互关系。

四、井巷工程施工图识读举例

图 5－12 为某巷道断面施工图，比例为 1∶50，巷道内采用 ZK14－6/250－3 电机车运输。

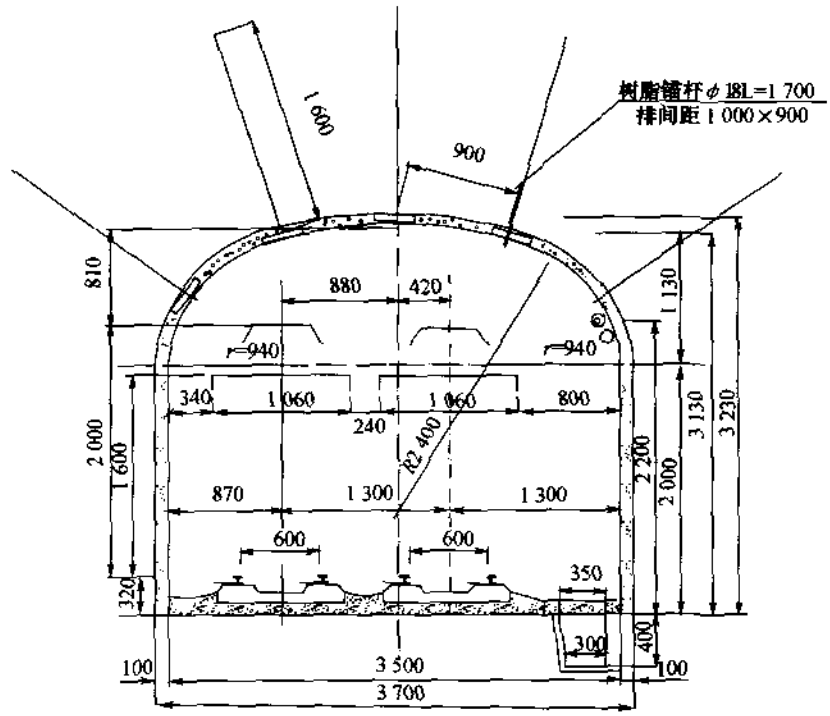


图 5－12　巷道断面施工图

从图中可知，该巷道断面为三心拱断面形状，设计掘进宽度 3 700 mm，净宽 3 500 mm，运输设备宽度 1 060 mm，人行道宽度 800 mm，巷道另一侧宽 340 mm，运输设备之间安全间距 240 mm；巷道设计高度为 3 230 mm，净高 3 130 mm，墙高 2 000 mm，拱高 1 130 mm，三

心拱半径为 $R=2\ 400$ mm，$r=940$ mm。该巷为锚喷支护，锚杆直径为 18 mm，长 1 700 mm，锚深为 1 600 mm，外露 100 mm，锚杆间距为 900 mm，排距为 1 000 mm，喷浆厚度为 100 mm。

该巷运输方式为双轨架线式电机车运输，架线高度 2 000 mm，运输设备高 1 600 mm，轨距为 600 mm，轨中心距为 1 300 mm，轨中心线距巷道中心线分别为 880 mm 和 420 mm，巷道底板与轨面高度 320 mm，采用钢筋混凝土轨枕。管线及水沟在人行道一侧，管线吊挂自道碴面算起高 2 000 mm，水沟为倒梯形，上宽为 350 mm，下宽为 300 mm，高 400 mm。

技能训练

1. 图 5－13 为某矿井田开拓方式平面图，试识读并写出识读报告。要求写出井田范围（走向、倾斜长度及井田面积）、煤层产状及地质构造，井筒形式、数目及位置，水平标高，生产系统及开采顺序等。

2. 图 5－14 为某带区巷道布置图，采用连续采煤机进行巷道掘进工作。图中绘出了经纬网、煤层底板等高线、钻孔、带区的巷道布置形式，并注明了各区段采煤工作面长度、推进长度、巷道宽度、煤柱尺寸等，试完成以下训练：

(1) 识读带区巷道布置图，写出识读报告；

(2) 若煤层容重为 1.4 t/m^3，采煤工作面回采率为 93%，试计算 8701 工作面的采出煤量、带区的采出率，若想提高带区的采出率应采取何种措施。

(3) 说明该带区巷道布置的特点。

3. 图 5－15 为某综采放顶煤工作面布置图，工作面长度 165 m，推进长度 1 260 m，煤层厚度 6.5 m，容重 1.35 t/m^3，工作面采用端部割三角煤斜切进刀、双向割煤，割二刀煤进行一次放顶工作，放煤自下而上，每次放煤为顶煤高度的 1/2，二次放完，采用三八制作业方式，二班生产，一班准备，日进度 2.4 m，日出勤人数 63 人。试完成以下训练：

(1) 读采煤工作面布置图，写出识读报告。

(2) 若工作面采出率为 85%，试计算该工作面采出煤量。

(3) 编制工作面作业循环图表。

(4) 计算工作面采煤工效。

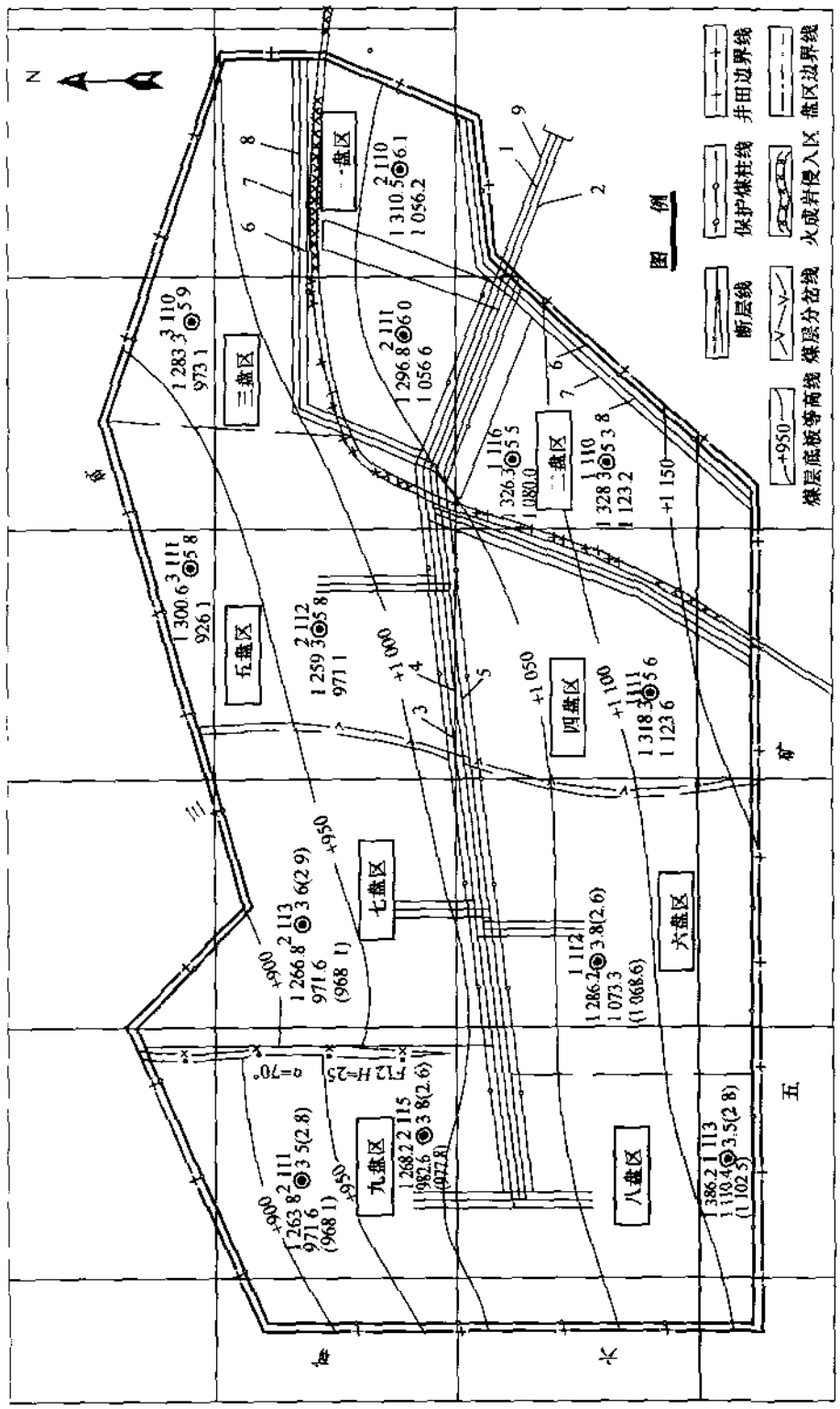


图 5-13　川田开拓方式图

1—十平硐　2—副平硐　3—总回风巷　4—运输大巷；5—辅助运输大巷；6—盘区回风巷　7—盘区轨道巷；8—盘区带式输送机巷　9—回风平硐

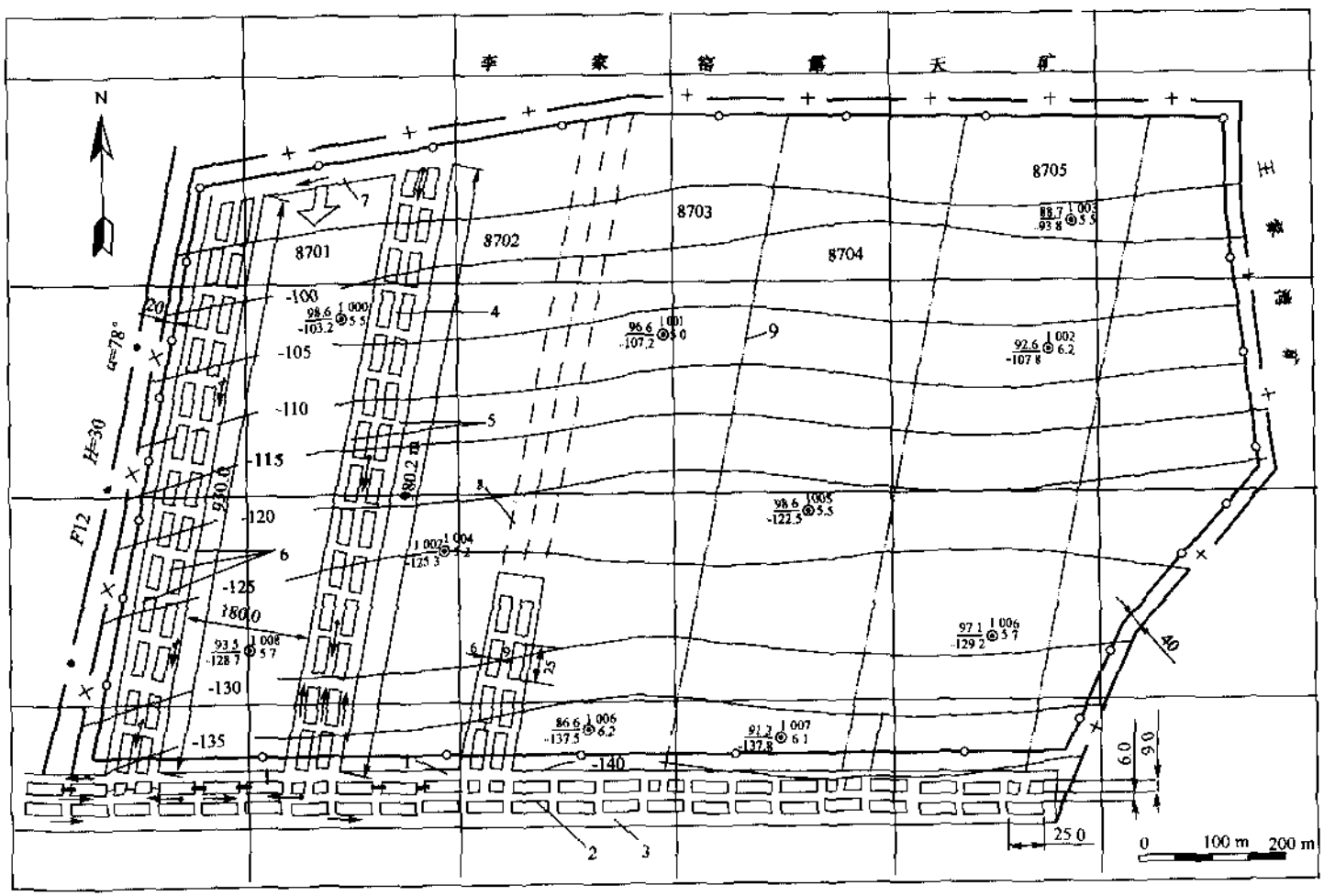


图5-14 带区巷道布置图

1—带区辅助运输回风巷，2—带区主运输巷，3—带区辅助运输巷，4—工作面运输巷，5—工作面辅助运输进风巷

6—工作面回风巷，7—采煤工作面，8—巷道中心线，9—条带划分线

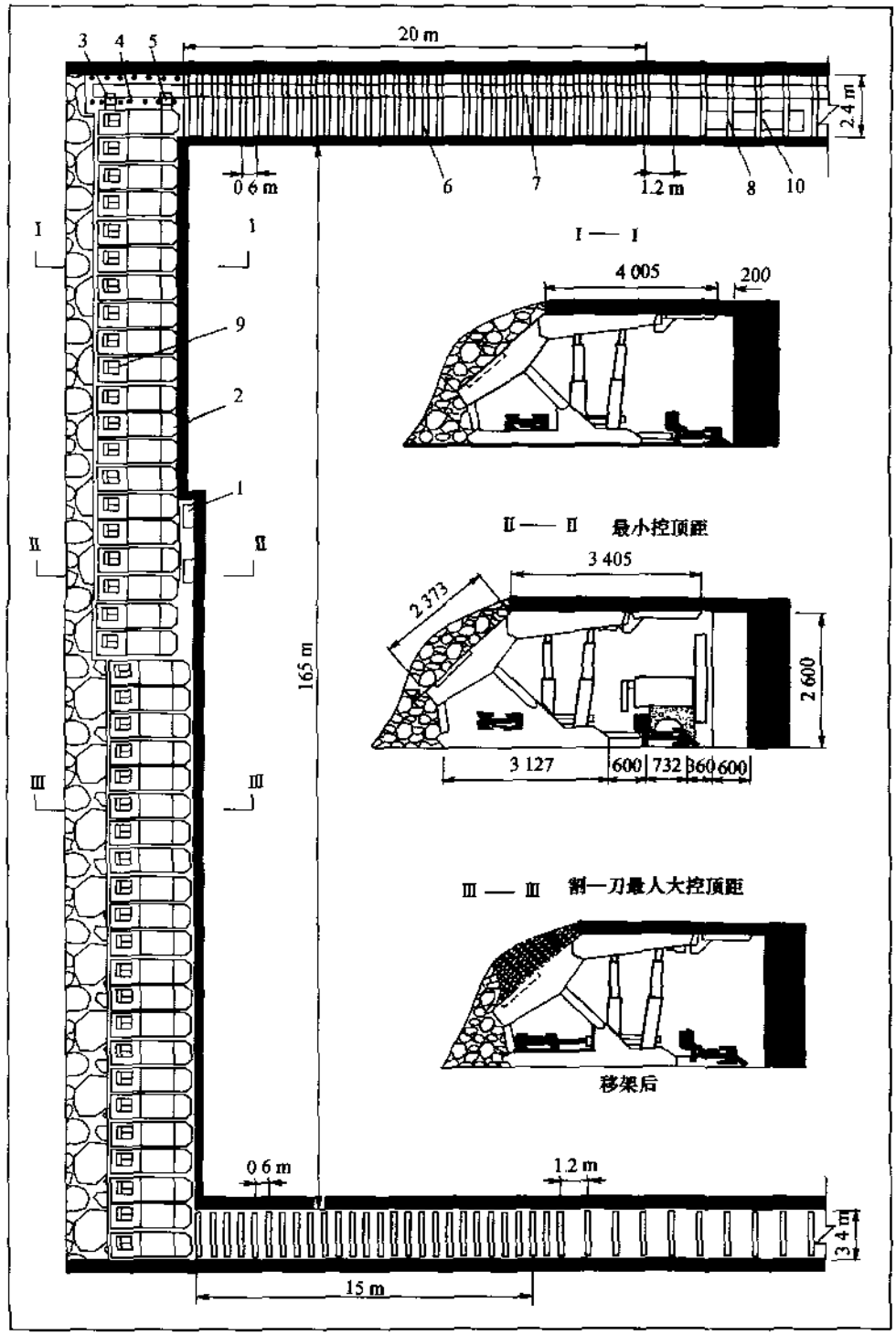


图 5－15　综采放顶煤工作面布置图

1—采煤机；2—自移支架；3—放煤输送机；4—单体液压支柱；5—采煤输送机；6—加强支护；7—平巷输送机；8—平巷支架；9—放煤天窗；10—设备列车

第六章 采掘工程生产管理图

采掘工程生产管理图是生产单位在采掘工程设计图的基础上，根据地质资料和测量资料绘制的反映采掘工程实际情况的图件。此图不但能反映井下采掘工程、煤层产状和主要地质构造情况，而且还能解决生产中的许多技术问题。因此，采掘工程生产管理图是煤矿生产建设必不可少的重要资料。

采掘工程生产管理图主要反映矿井采掘工程的成果和现状，是一种动态图。随着矿井采掘工程的进行，需按时间（逐旬或逐月）不断地进行测量、填绘、补充和修改图件内容。

本章主要介绍几种采掘工程管理图的概念、图示内容及用途，并着重介绍采掘工程管理图的识读方法，要求掌握采掘工程平面图、采掘工程计划图的绘制方法。

第一节 采掘工程平面图

一、采掘工程平面图的概念、内容、用途及常用比例

1. 采掘工程平面图的概念

采掘工程平面图是将开采煤层或开采分层内的实测地质情况和采掘工程情况，采用正投影的原理，投影到水平面上，按一定比例绘制出的图件。图 6－1(a)为某矿采掘工程示意图，图中表示了一些井巷和一个采区的采掘情况，图 6－1(b)为采掘情况用正投影的方法，投影到水平面上，按比例绘出的采掘工程平面图。

从采掘工程平面图上，可以了解煤层产状变化、地质构造特征以及煤层的采掘情况，因此，采掘工程平面图是煤矿企业生产、组织、管理中必不可少的主要图件之一。

2. 采掘工程平面图的图示内容

在采掘工程平面图上，主要反映以下内容：

(1) 井田或采区范围、技术边界线、保护煤柱范围、煤层底板等高线、煤层最小可采厚度等厚线、煤层露头线或风化带、较大断层交面线、向斜背斜轴线、煤层尖灭带、火成岩侵入区和陷落柱范围等。

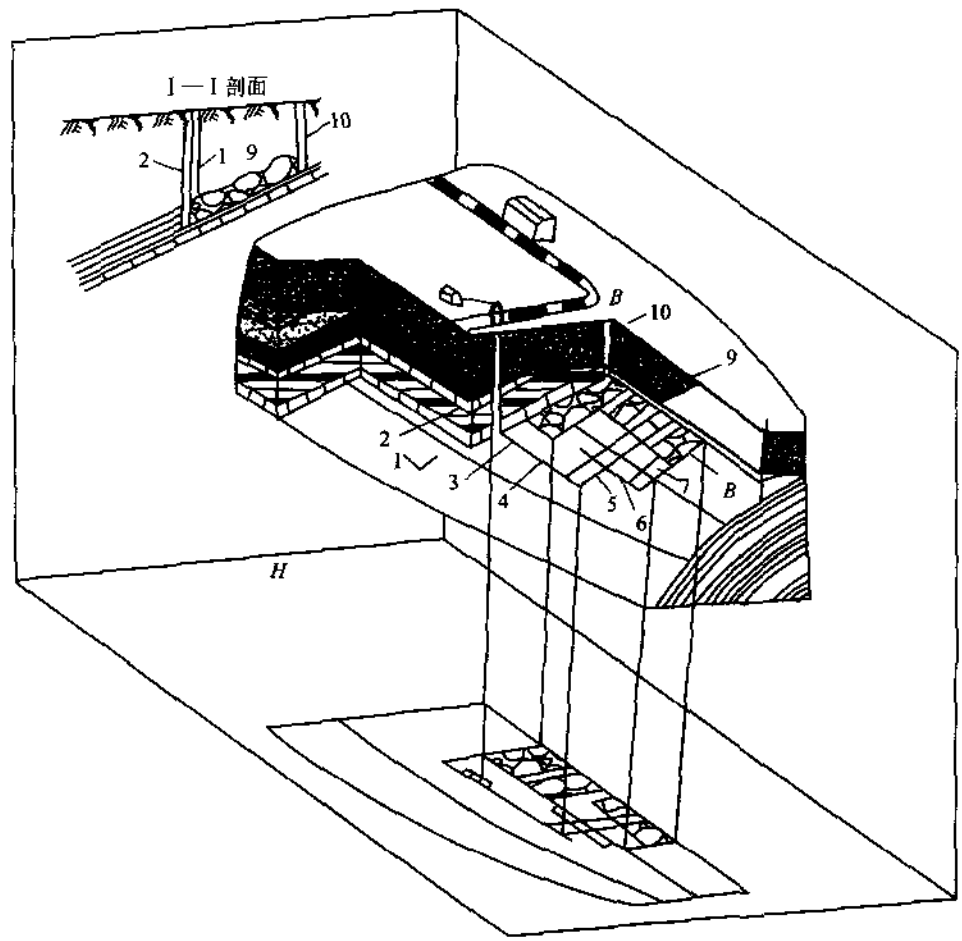
(2) 本煤层内及与本煤层有关的所有井巷。其中主要巷道要注明名称、方位，斜巷要注明倾向、倾角，井筒要注明井口、井底标高，巷道交岔、变坡等特征点要注明轨面标高或底板标高。

(3) 采掘工作面位置。需注明采、掘工作面名称或编号，采、掘年、月，并在适当位置注明煤层平均厚度、倾角，绘出煤层小柱状图。

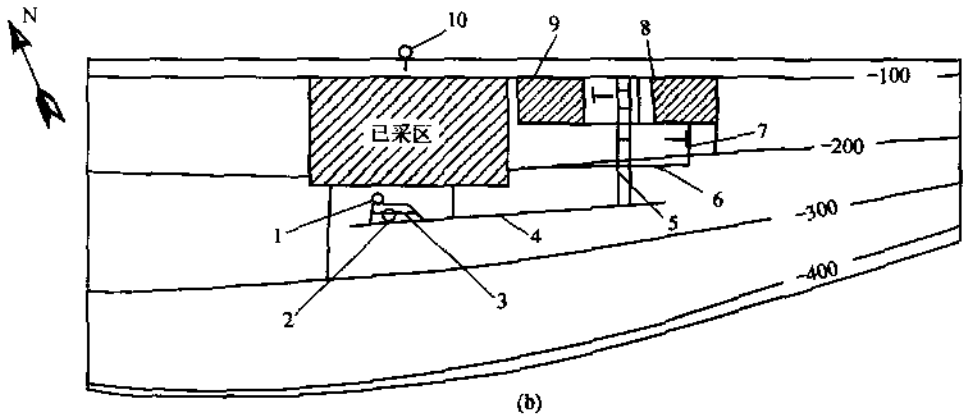
(4) 井上、下钻孔、导线点、水准点位置和编号，钻孔还要注明地面、煤层的底板标高，煤层厚度，导线点、水准点要注明坐标、标高。

(5) 采煤区、采空区、丢煤区、报损区、老窑区、发火区、积水区、煤与瓦斯突出区的位置及范围。

(6) 地面建筑、水体、铁路及重要公路等位置、范围。



(a)



(b)

图 6－1　采掘工程投影平面图

1—主井,2—副井;3—井底车场;4—运输大巷;5—上山;6—区段平巷;
7—工作面;8—总回风巷;9—采空区;10—风井

(7) 邻矿名称及井田边界以外 100 m 以内邻矿采掘工程和地质情况。

3. 采掘工程平面图的用途

采掘工程平面图主要有以下几个方面用途:

(1) 了解采、掘空间位置关系,及时掌握采、掘进度,协调采掘关系,对矿井生产进行组织和管理;

(2) 了解本煤层及邻近煤层地质资料,进行采区或采煤工作面设计;

(3) 根据现有揭露的煤层地质资料,补充和修改地质图件;

(4) 根据现有采煤工作面生产能力及掘进工作面掘进速度,安排矿井年度采、掘计划;

(5) 绘制其他矿图,如生产系统图等。

4. 采掘工程平面图的常用比例

采掘工程平面图常用比例有:1∶1 000,1∶2 000。

二、采掘工程平面图的识读方法及要点

1. 采掘工程平面图的识读方法

为了从地下开采煤炭,须从地面向地下煤层开掘一系列的井巷,这些井巷按其用途可分为:开拓巷道、准备巷道和回采巷道;按其空间形态可分为:水平巷道、倾斜巷道和竖直巷道;按在煤岩层的位置可分为:煤层巷道、岩层巷道和煤岩层巷道。这些井巷有些是相交的,有些是交错的,有些又是平行的。这些不同形式的巷道,分布在井下不同的空间位置上,就形成了一个纵横交错的巷道网。

1) 竖直巷道、倾斜巷道、水平巷道的识别

立井、暗立井等属于竖直巷道。图 6-2 表示一圆形断面的立井,上图为立井纵剖面图,下图为立井平面图,图中"三号井"为井名,+45.300 表示井口标高,-180.500 表示井底标高,箭头向里表示进风井,箭头向外表示出风井,两标高的差即立井的深度,$H=45.300-(-180.500)=225.800$ m。

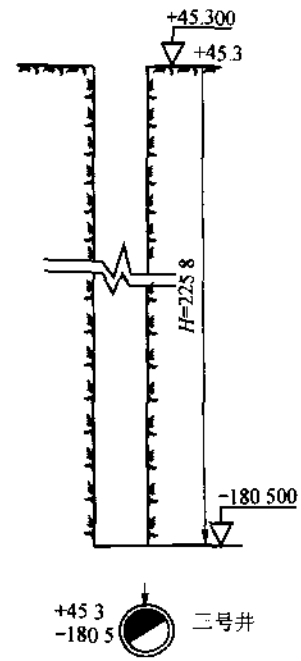


图 6-2 立井

在平面图上,钻孔和立井的符号相似,容易混淆,看图时要注意它们的区别。通常来说,在采掘工程平面图上,立井和井下巷道是联系在一起的,而钻孔是孤立的。图 6-3 为几种钻孔符号,图(a)中+43.500、-76.300 分别为钻孔的孔口和孔底标高,116 表示钻孔号,1.8 表示煤层厚度。

斜井、暗斜井和上(下)山等巷道属于倾斜巷道。斜井在采掘工程平面图上,以专用符号来表示;其他巷道是否为倾斜巷道,主要视其名称和底板标高而定。图 6-4 为斜巷与平巷平面图,图(a)中注明了各巷道的名称,可以从所注明的"1"为上山来辨别该巷道为倾斜巷道;图(b)中并没有注明巷道的名称,但注明了巷道底板的标高数值,如果一条巷道中各点标高数值相差较大,则可判定该巷是倾斜巷道。

(3) 平硐、石门、运输大巷、回风平巷等属于水平巷道。所谓水平巷道,并不是绝对水平的,为了运输和排水的需要,需有一定的坡度,一般为 3‰~5‰。平硐在采掘工程平面图上,亦有专用符号表示;其巷道是否为水平巷道,也主要视其名称和

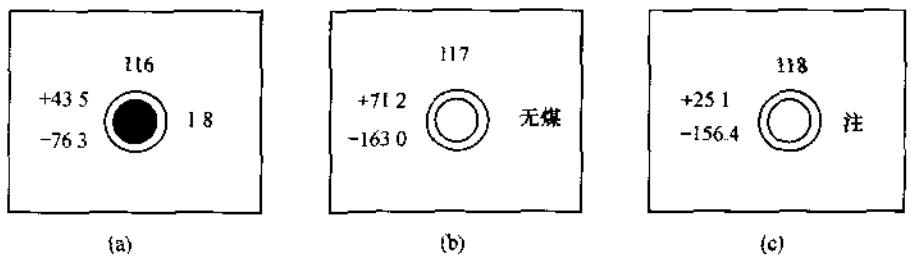


图 6－3　钻孔

(a) 见煤钻孔；(b) 无煤钻孔；(c) 注浆钻孔

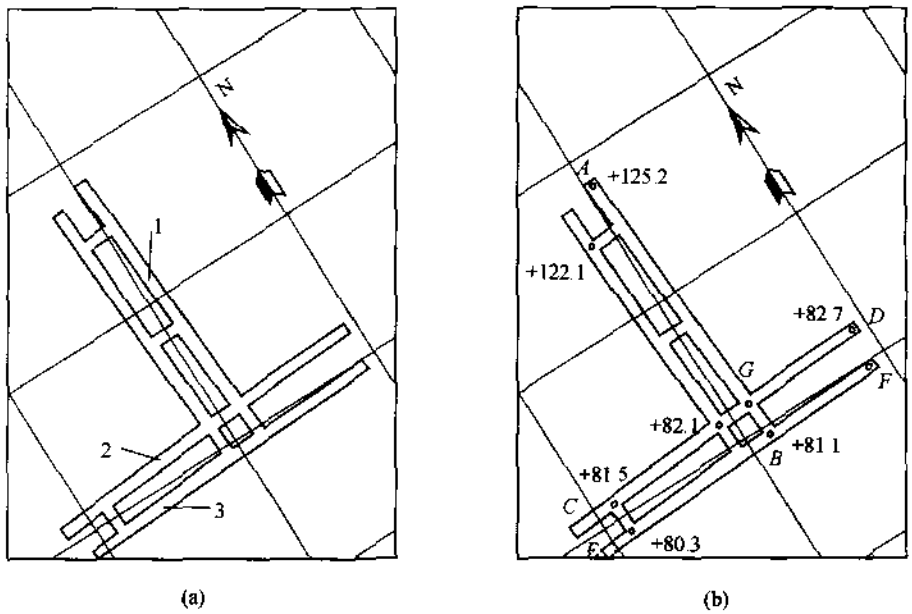


图 6－4　斜巷与平巷平面图

1—上山；2—轨道大巷；3—运输大巷

底板标高而定。同样在图 6－4 中，图(a)中的“2’、‘3”为大巷，可知这两条巷道是水平巷道，图(b)中 C、D 两点标高数值差很小，则可判定该巷为水平巷道。

2) 煤巷、岩巷的识别

(1) 巷道断面中，煤层占到 4/5 及以上的巷道称为煤巷。这类巷道在采区中较多，如上(下)山、区段平巷、开切眼等。有时运输大巷、总回风巷也在煤层中开掘。巷道断面中，岩层占到 4/5 及以上的巷道称为岩巷。这类巷道多为矿井的开拓巷道，如立井、斜井、平硐、主要石门、井底车场、主要运输大巷等。一些为厚煤层服务的上(下)山或区段集中平巷，有时也为岩巷。巷道断面中，岩层占到 1/5～4/5 的，称为煤岩巷。这类巷道多为薄煤层或较薄的中厚煤层开采时，采区上(下)山巷道、区段平巷在煤层中开掘断面高度不够时，视情况进行挑顶或卧底而掘成的巷道。

(2) 在采掘工程平面图上，可根据巷道名称来辨别是煤巷还是岩巷。如煤层上山、工作面运输平巷、开切眼等属于煤巷，主井、石门、井底车场、采区下部绕装车站等属于岩巷。有时可通过图例来识别煤、岩巷。但在多数情况下，还是根据巷道标高和煤层底板标高来识

别，有时还需考虑巷道的高度及煤层的厚度。在同一点上，巷道标高和煤层底板标高大致相同，则说明巷道是在煤层中开掘的，煤层厚度大于巷道高度为煤巷，煤层厚度小于巷道高度为煤岩巷。如图 6－5 所示。

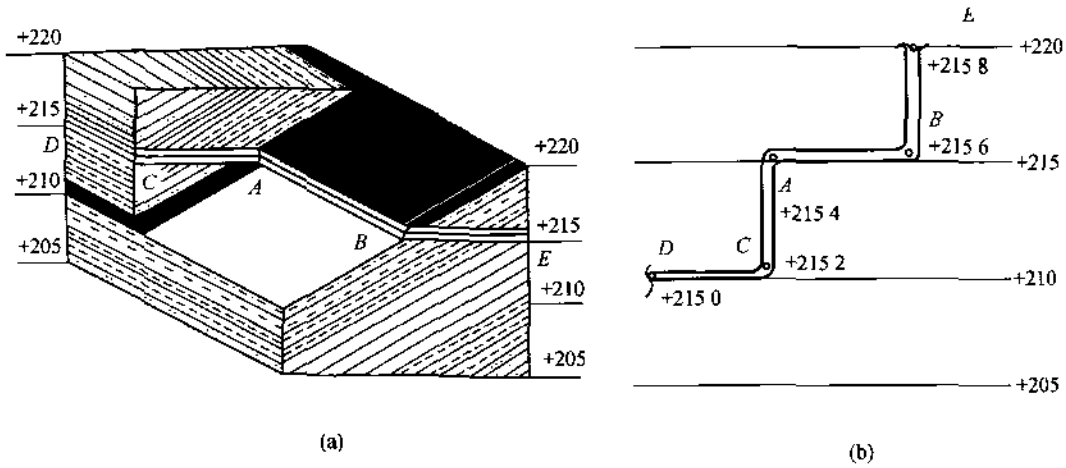


图 6－5 巷道在煤岩层中的位置

为清晰表示巷道位置，岩巷和煤巷用不同的符号来表示，此时可通过图例来识别煤岩巷。

3）巷道相交、相错或重叠的识别

井下各种巷道在空间上的相互位置关系有三种情况：相交、相错或重叠。反映在平面图上主要有以下特点：

（1）两条巷道相交是指不同方向的巷道在某一位置交于一处。在采掘工程平面图上，两条巷道在交点处的高程相等。图 6－6 所示，为一甩入石门的中部车场图，从图中可以看出：轨道上山 2 与甩车道 6 交于 A 点，交点处标高为 +80.0 m，区段轨道石门 9 与区段轨道平巷 4 交于 D 点，交点处标高为 +76.1 m。为了形成系统，区段平巷与上（下）山之间、上（下）山与主要大巷之间，需要用不同的方式将其联系起来，换言之，井下没有单独的巷道，它总要与其他巷道联系，这就形成了巷道的相交关系。

（2）两条巷道相错是指方向和高程均不同的巷道在空间上相互错开。这时，在采掘工程平面图上，两条巷道虽然相交，但交点处高程不等。如图 6－6 所示，轨道上山 2 与区段运输平巷 3 交于 O 点，用标高内插法可求出，上山在 O 点处标高为 +65.32 m，而区段平巷在 O 点的标高为 +85.6 m，两巷在点 O 点处标高不等，则它们是相错的。在平面图上，有时两巷相平行，而在空间位置上并非平行，此时要特别注意。两条巷倾向不同，或两条巷虽然倾向相同，但倾角不等，这两条巷也是相错的。在图 6－6 中，带式输送机上山 1 和轨道上山 2 平行，倾向也一致，但倾角不等，所以彼此相错；上山 1、2 和区段溜煤眼 8 平行，但方向相反，彼此也是相错的。

（3）两条巷道重叠是指标高不同的巷道位于同一竖直面内。在采掘工程平面图上，两条巷道重叠在一起，但标高相差较大。如图 6－7 所示，从图（b）中可以看出，石门 5 和上山 3 重叠在一起，从巷道底板标高来看，上山在石门上方。

综上所述，在采掘工程平面图上，两条巷道是相交、相错、还是重叠，主要应根据巷道标

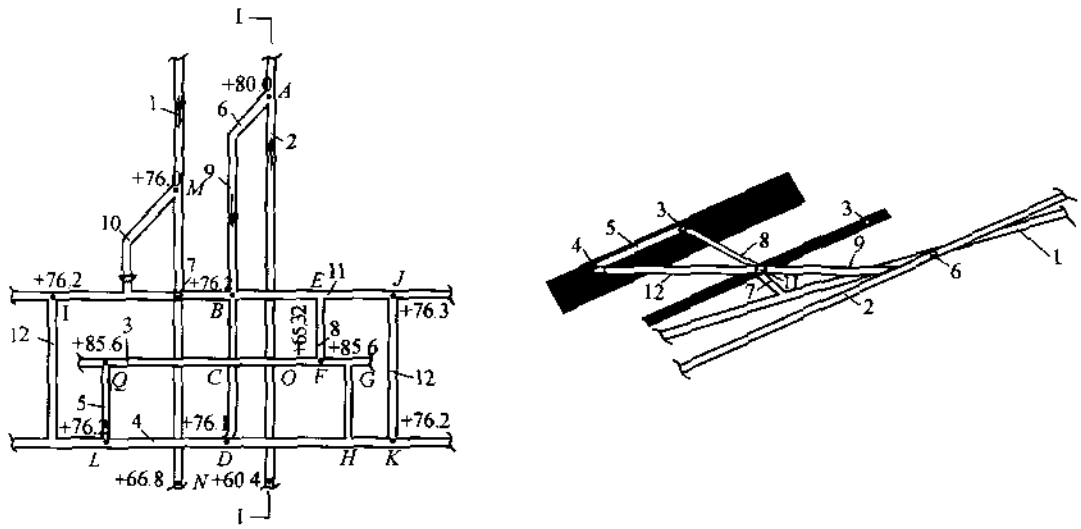


图 6－6　巷道的相交、相错图

1—带式输送机上山；2—轨道上山；3—区段运输平巷；4—区段轨道平巷；5—联络巷；6—甩车道；7—区段集中溜煤眼；8—区段溜煤眼；9—区段轨道石门；10—人行道；11—区段集中运煤平巷；12—联络石门

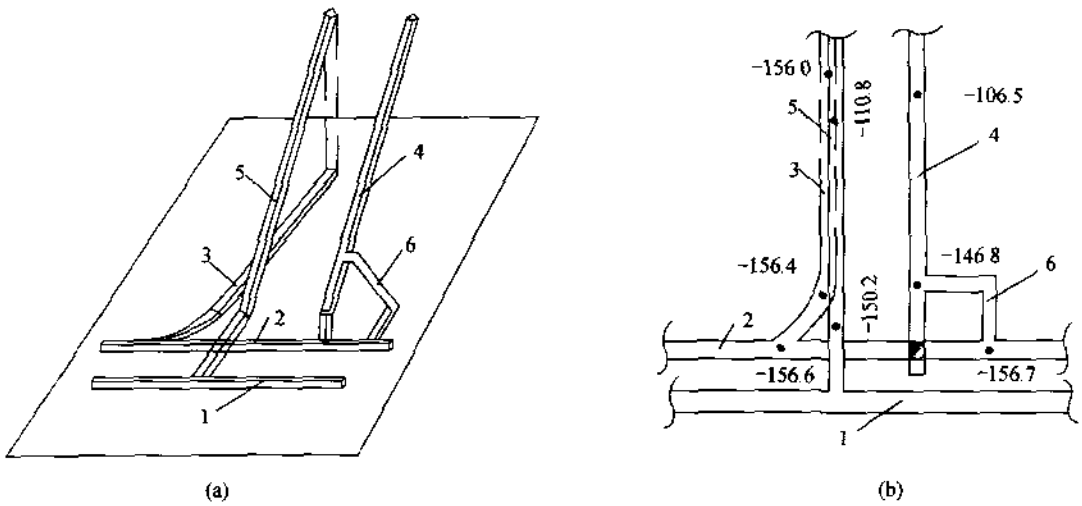


图 6－7　斜巷与平巷重叠图

(a) 示意图；(b) 两条巷重叠时的平面图

1—运输大巷；2—总回风巷；3—石门；4—带式输送机上山；5—轨道上山；6—进风行人斜巷

高来识别。此外，在用双线表示巷道时，两巷道相交，交点处线条断开，如图 6－4(b)中 G 点；两巷相错，上部巷道连续而下部巷道中断，如图 6－6 中 C 点；两巷重叠，位于上部的巷道用实线表示，位于下部的巷道用虚线表示，如图 6－7(b)所示。

2．采掘工程平面图的识读步骤及要点

(1) 看清图名、坐标、方位、比例尺及编制时间。从坐标、方位可了解采掘工程平面图所处的地理位置。看编制时间(或填图时间)可知该图反映何时的采掘情况。

(2) 了解采区或采煤工作面的范围、边界以及四邻关系。

(3) 搞清煤层产状及主要地质构造。根据煤层底板等高线及有关地质符号,搞清全井田、采区或采煤工作面的煤层大致产状以及主要地质构造等。

(4) 识读全矿井、采区或采煤工作面巷道布置。若为全矿井某一煤层采掘工程平面图,则首先应找出井口位置;然后按照从地面到井下,从主要巷道到采区,从采区再到工作面的顺序,对全矿井主要巷道的空间位置及相应关系建立一个系统的概念;接着分区域(或采区)对巷道布置、生产系统、采煤方法等进行了解。

(5) 掌握采掘情况。首先分区域搞清采煤工作面和掘进工作面的位置、月进度以及工作面的煤岩层特征和地质构造;然后了解现有采煤工作面和掘进工作面的数目和配置情况。

(6) 平面图和剖面图结合起来识读。在采掘工程平面图上,有些矿井的巷道较为复杂,纵横交错、上下重叠,又未注明标高数值,不易看清各巷道的位置关系。这时,可以将平面图与有关剖面图对照识读,在平面图上先找出剖面线位置;然后对照相应的剖面图进行识读,这样就容易搞清巷道的空间位置关系了。

3. 采掘工程平面图识读举例

图 6-8 为一对斜井开拓的采掘工程平面图(局部),箭头指向为指北方向。

该矿浅部区域小窑已开采,为防止其采空区积水造成危害,留设了隔水煤柱。煤层赋存较稳定,走向为 115°,倾向 205°,平均倾角 15°,煤层平均厚度 2.0 m,中间有 0.1~0.15 m 夹矸,地质构造简单,仅在西一采区西部边界有一断层。

该矿采用斜井分区式开拓。副井井口标高 +49.6m,倾角 25°,在 -300 m 水平布置井底场,沿煤层的走向在煤层底板岩层内开掘 -300 m 水平运输大巷。在井田的上部边界 -50 m 水平,煤层底板内开掘总回风巷,采用回风石门与副井联通。

本图所示两个采区,溜煤上山和轨道上山也开掘在煤层底板,采用区段石门进入煤层,沿煤层走向开掘区段运输巷和回风巷,将区段运输巷和回风巷用开切眼联通,形成采煤工作面,每个采区布置三个区段,区段平均垂高 65 m,采用单一长壁后退式采煤方法。

东一采区一区段西侧工作面已于×××年×月采至采区中央停采线,东部工作面正在生产。采区内有两个掘进工作面,一个开掘三区段东侧运输平巷,一个开掘三区段西侧工作面切眼。西一采区同时有三个采煤工作面生产,一个掘进工作面正准备三区段东侧工作面切眼。

图 6-9 为一对立井开拓的采掘工程平面图(局部),箭头方向为指北方向。井田内煤层赋存稳定,走向大致为 120°,倾向为 210°,倾角平均为 25°,煤层平均厚 2.0 m,中间有 0.1~0.15 m 夹矸,井田内地质构造简单,两采区中间有正断层,断层落差为 20 m 左右。

该矿采用立井多水平分区式开拓。图中仅表示了 -300 m 开采水平的一采区和部分二采区范围内的情况。主井井口标高 +39.8 m,井底底板标高 -335.2 m,则主井井深为 375 m。图中所示井底车场在 -300 m 水平,该处煤层底板标高为 -340 m,即井底车场标高大于煤层底板标高 40 m,可断定井底车场位于煤层顶板中。从井底车场垂直于煤层走向,在 -300 m水平开掘主要石门,然后大致沿煤层走向开掘运输大巷,从煤层底板等高线和大巷在平面图的位置可知,水平主要运输大巷主要在煤层底板岩层内。

从 -300 m 水平运输大巷开掘采区下部绕道车场和斜巷进入煤层;然后沿煤层开掘轨道上山和带式输送机上山;再开掘顶板绕道中部车场和上部车场,在煤层中沿煤层走向开掘

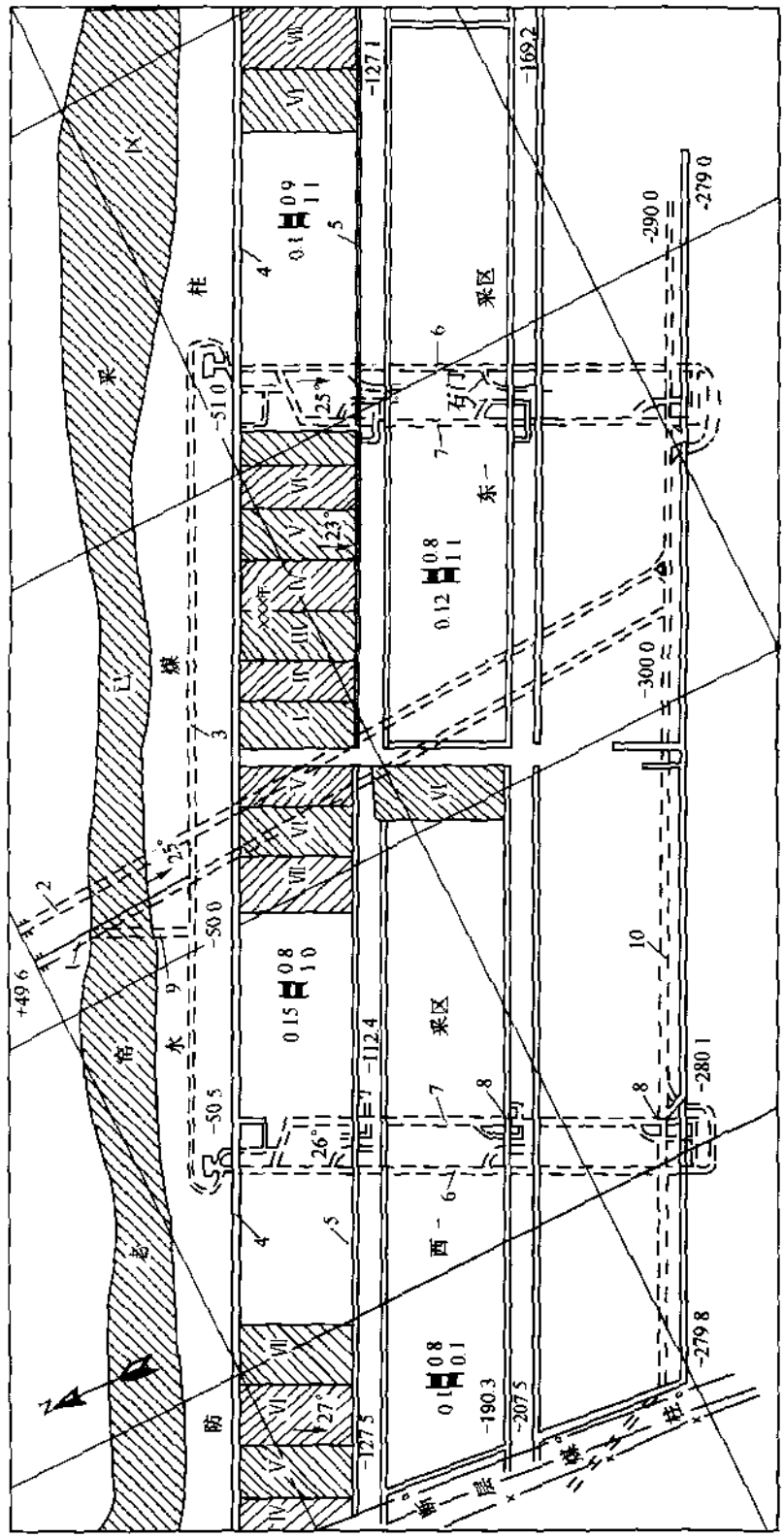


图 6-8　某矿井采掘工程平面图(部分)

1—副斜井；2—主斜井；3—-50 m总回风道；4—区段回风平巷；5—区段运输平巷；6—轨道上山；7—煤层上山；8—总回风石门；9—放煤井；10—300 m水平运输大巷

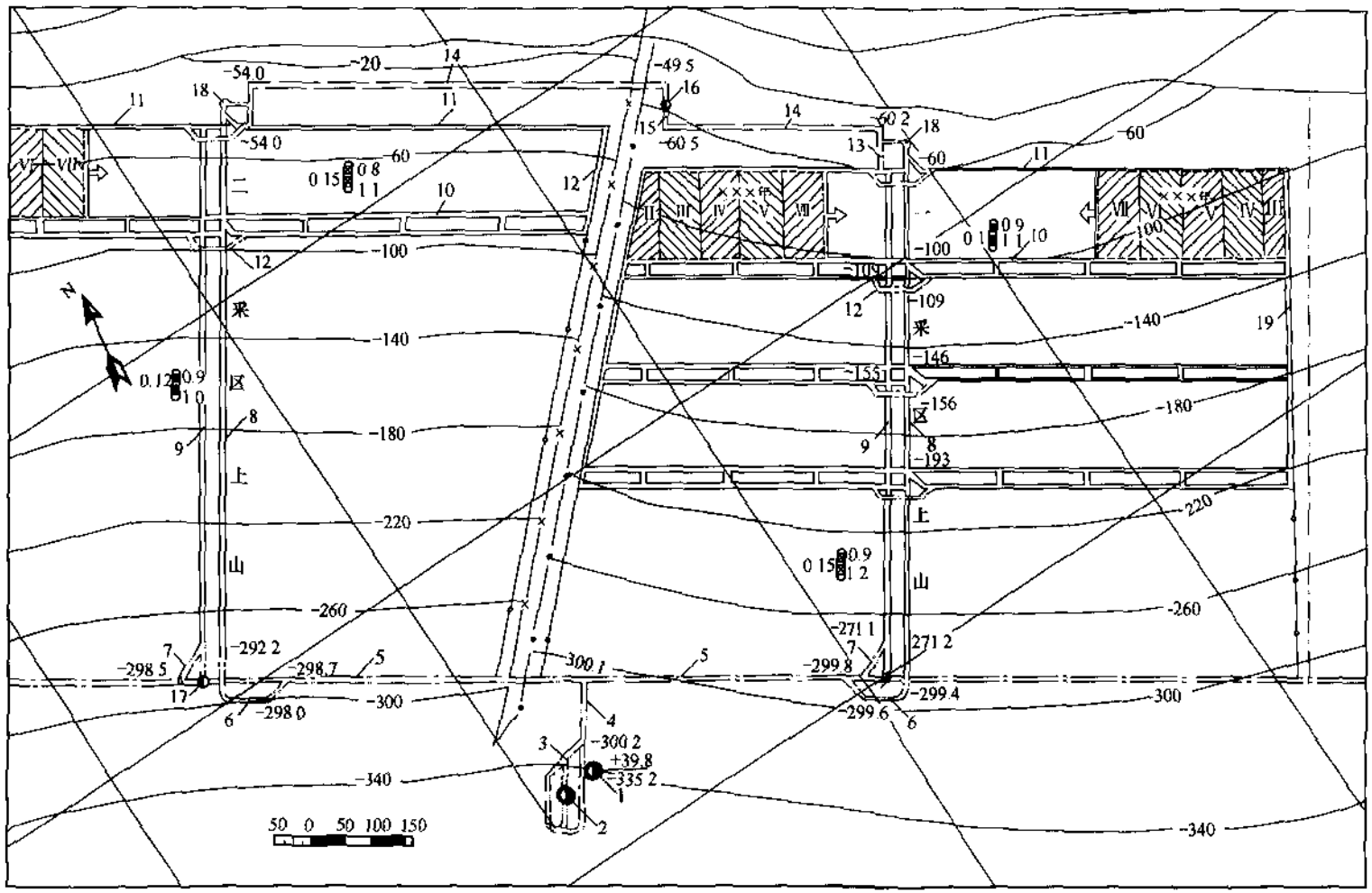


图 6-9 一对立井开拓的采掘工程平面图

1—1井，2—副井 3—井底车场，4—1煤石门，5 水平运输大巷；6—下部车场绕道；7—斜巷 8—轨道上山，9—带式输送机上山，10—区段运输巷 11—区段回风巷 12 中部车场绕道 13 采区回风石门,14—总回风巷，15 总回风石门 16 回风井 17 采区煤仓 18 绞车房 19 开切眼

区段运输平巷和回风平巷，在采区边界将这两条巷沿煤层倾斜开通，形成采煤工作面。

在井田上部边界煤层底板岩石内有一总回风巷，总回风巷与采区利用采区回风石门联通，回风立井经总回风石门联接。

三、采掘工程平面图的绘制方法

1. 采掘工程平面图绘制的依据

在绘制采掘工程平面图时，应依据以下两个方面的资料进行。

(1) 采掘工程设计图。采掘工程设计图是按照设计所绘制的图件，在施工过程中一般不允许做较大改动，其中的地质资料和设计的技术方案是绘制采掘工程管理图的依据。

(2) 生产过程中实际测绘的地质资料和采掘情况。采掘工程平面图是反映生产过程的动态图，应以实测为准。因此，在生产过程中揭露的地质情况以及测绘的采掘工程进尺，是绘制采掘工程管理图的基础资料。它主要包括：新探明的地质构造、采掘工作面的位置、逐月的实际进度、采空区、发火区、积水区的范围以及采掘工程各种因素的变化情况等。

2. 采掘工程平面图的绘制方法

采掘工程平面图绘制的方法和步骤如下：

(1) 绘出井筒。在煤层底板等高线图上，绘制出实测的井筒位置及方位。

(2) 绘出运输大巷、总回风巷、井底车场及硐室。从井筒起依次将实测的运输大巷、总回风巷、井底车场及硐室绘出，根据巷道类别采用相应的图形符号绘制，并标注测点编号及巷道底板标高。井田开拓方式图和采区巷道布置图，绘出与本采区有关的主要运输大巷和总回风巷，以确定大巷在本采区或邻近本采区的具体位置，距采区边界及煤层顶底板的法线距离、水平距离、大巷底板标高等。

(3) 绘出采区内的各种巷道、硐室及采空区。根据所测定的采区巷道参数(位置、长度方位)，绘制出采区上(下)山及区段巷道，标明各段巷道的底板标高，再结合采区各单项工程的施工方案，绘出采区上(下)山与运输大巷及总回风巷、区段巷道与采区上(下)山之间的各种联络巷道，其中包括：采区石门、下部车场、中部车场、上部车场、采区煤仓、采区变电所、采区绞车房、行人通风联络巷等。明确这些巷道、硐室的形态、位置及尺寸，并需特别注意巷道之间的空间位置关系，标明各段巷道、巷道交岔点、变坡点等特征点标高。绘制出采空区的范围及开采时间。

(4) 标注通风构筑物、风流系统及运输系统。按统一规定符号，绘出风门、风桥、调节风窗、密闭等通风构筑物及局部通风机的位置，新鲜风流和污浊风流的路线；绘出煤炭、材料、设备及矿石的运输路线。

(5) 标注井巷名称及有关参数。标注井巷的名称及主要参数、开拓井巷的主要参数如：井筒井口坐标、标高、井筒方位角、倾角、长度(深度)、大巷长度、方位及坡度等；采区主要参数，如采区走向、倾斜长度、采煤工作面长度、停采线位置、采区边界煤柱宽度、区段煤柱宽度、采区上(下)山之间及两侧煤柱宽度、相邻采区的名称等。标明采区内现有采煤工作面的名称、位置，掘进工作面的名称、位置，注明生产队组名称、月进度、采掘时间等。

综上所述，一幅完整的采掘工程平面图包含内容较多，在绘制时，每一方面、每一细节均应考虑周全，并力求准确，否则将给矿井生产和管理带来不良后果，甚至造成严重损失。

四、采掘工程平面图的应用

采掘工程平面图是了解地质和采掘情况，分析与解决煤矿生产问题的重要工具，其主要

用途有：

(1) 了解与分析采掘工程情况，合理解决生产中的问题。从采掘工程平面图上，可以了解全矿井或某个采区的生产现状，指导组织协调矿井安全生产工作，及时解决生产中遇到的问题。

(2) 了解地质构造情况，进行采掘工作的地质预报。根据采掘工程平面图，可以了解井田、采区和采煤工作面内的地质构造情况，对采掘工作面前方的地质构造进行预测预报，以便及时采取相应的安全技术措施，保证采掘工作的正常进行。

(3) 利用采掘工程平面图，确定诸多参数。在矿井生产过程中，经常利用采掘平面图进行一些工程量计算，如确定某一点的位置，巷道的方位、长度、坡度，某一点的平面坐标及高程，井田某范围的煤层产状、采出煤量、开采损失量、矿井三量等。

第二节 采掘工程立面图

一、采掘工程立面图的概念

采掘工程立面图是将井下巷道和地质情况，采用正投影的方法，投影到竖直面上，按一定比例绘制出的图件。在开采急斜煤层时，因煤层倾角很大，采用平面投影时，往往使煤层沿倾斜方向的长度产生很大变形，造成煤层底板等高线的密集、巷道的拥挤甚至重叠，给图上注记、填绘以及识图带来诸多不便，所以经常采用采掘工程立面图来弥补这些不足。

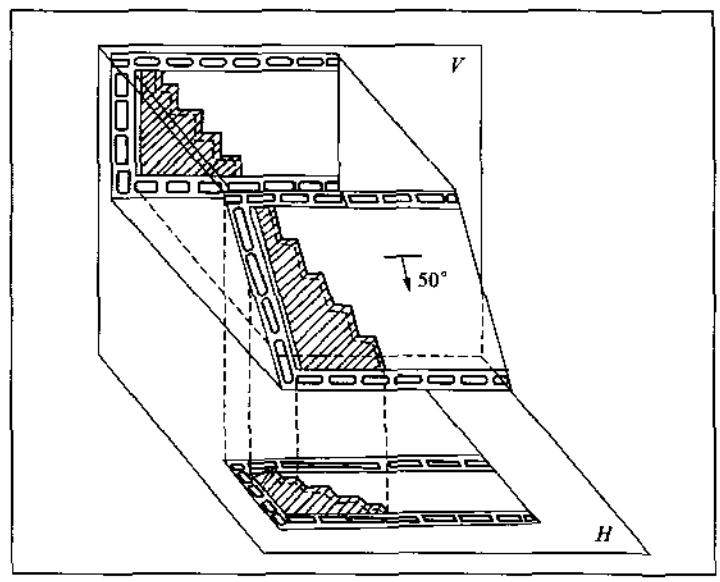


图 6－10 采掘工程立面投影示意图

如图 6－10 所示，将急斜煤层中的各种巷道投影到竖直面 V 上，要比投影到水平面 H 上清楚得多。因此，在开采急斜煤层时，除绘制采掘工程平面图以外，还要绘制采掘工程立面图。

采掘工程立面图的比例应与所对应的采掘工程平面图一致，一般也采用 1∶1 000 或

1:2 000。

二、采掘工程立面图的图示内容

采掘工程立面图主要反映以下内容：

(1) 井田、采区和采煤工作面的范围、边界和地质情况。

(2) 与本煤层有关的井筒、巷道、硐室及其相对位置，特别是巷道竖直方向的关系。

(3) 采掘工作面的名称(或编号)，相应的采掘位置，采掘年、月等。

(4) 采煤区、采空区、老窑区、报损区、发火区、积水区、煤与瓦斯(或二氧化碳)突出区的位置及范围。

(5) 井田四邻矿井名称及井田以外 100 m 内邻矿采掘和地质情况，特别是井田上、下边界外的采掘情况。

三、采掘工程立面图的用途

采掘工程立面图的用途基本与采掘工程平面图相同，只是投影关系有所不同，采掘工程立面图能直观反映沿煤层倾斜巷道竖直方向的位置及相互关系。

采掘工程立面图的主要用途是：了解本煤层或邻近煤层采掘工程空间位置关系，掌握采掘进度，协调采掘关系，安排年度生产计划，材料用量计划及绘制其他矿图。

四、采掘工程立面图的识读方法及要点

1. *看清图名、走向及比例*

在采掘工程立面图上，没有经纬网和指北方向，但标明了竖直投影面的走向，这样，便知图上哪些巷道是水平的，哪些巷道是竖直的或倾斜的。

2. *看图上高程，确定井田或采区的范围*

在采掘工程立面图上，较直观地反映了井田或采区的范围，即上、下边界的高程。

3. *了解井巷在竖直面上的位置及相互关系*

在采掘工程立面图上，井巷在竖直面上的位置及相互关系，要比采掘工程平面图清楚得多，因此，常利用立面图来看井巷竖直方向的相互关系。

4. *看井巷的联系方式及生产系统*

在看井巷的联系方式时，经常结合平面图及剖面图。一般由开拓巷道到准备巷道，再到回采巷道，搞清井巷的联系方式、位置及用途，然后便知矿井生产系统。

5. *看采、掘工作面的布置及其位置情况*

在采掘工程立面图上，找出采掘工作面的位置，了解采掘工作面的布置情况，掌握采掘进度及其关系。

由于采掘工程立面图是投影到竖直面上的，它与采掘工程平面图又有所不同，在识读时应注意以下几个方面：

(1) 煤层底板等高线(即煤层走向线)，在平面图上会出现弯曲，而在采掘工程立面图上的直线，不能反映煤层沿走向和倾向的变化，也反映不出煤层的倾角变化。

(2) 空间水平的巷道，在平面图上是弯曲的，而在立面图上也只是一条直线，不能反映水平方向的弯曲变化情况。

(3) 同一水平的一组巷道，在平面图上反映出巷道的水平间距，而在立面图上则重叠在一起，反映不出巷道之间的水平间距。

(4) 垂直于走向的倾斜巷道，反映在采掘工程立面图上，两巷看似平行，但却是相错的。

(5) 断层的交面线在立面图上仅为一条线,其落差、产状反映不出来。

因此,在识读采掘工程立面图时,应结合剖面图及采掘工程平面图。在平面图上了解煤层的产状变化,水平面上巷道之间的位置及其相互关系;在立面图上了解巷道之间在竖直方向上的位置及其相互关系;剖面图上了解煤层的厚度、倾角,巷道的相互关系。平面图、立面图、剖面图相对照,便可确定井巷在空间的具体位置、煤层的产状及地质情况。

五、采掘工程立面图识读举例

如图 6-11 所示,图(a)为某采区急斜煤层采掘工程立面图,图(b)为沿倾斜的剖面图。图中较清楚地反映了各巷道在煤层竖直方向的位置及相互关系。该采区一翼走向长 200 m,阶段垂高 110 m,沿倾斜划分三个区段,采区回风石门 1 和运输石门 2 分别布置在 -140 m 和 -250 m 水平,在采区回风石门和运输石门间沿煤层开掘溜煤眼 4,在溜煤眼两侧距溜煤眼各 10 m 处沿煤层开掘运料眼 3 和行人眼 5,各上山眼之间每隔 15 m 左右开掘一条水平联络巷。区段回风巷 6 和区段运输巷 7 沿煤层走向开掘至采区边界后,由下向上作开切眼 8,形成采煤工作面。另外在运输平巷 7 上方 4 m 距离开掘溜煤小眼 13,溜煤小眼间距 5 m。

从图中还可以看出:该采区第一区段已开采完毕,目前第二区段已采至中部,工作面采用伪倾斜柔性掩护支架支护。另外绘出了收作眼 9 的位置及巷道布置方式,架头移动轨迹线 11 和架尾移动轨迹线 10,用箭头标明了采区的运煤和通风系统。

图 6-12 为某矿急斜煤层的采掘工程图(局部)。从图中可以看出:该矿为立井开拓,现设二个开采水平,水平标高分别为 -25 m 和 -110 m,在每一开采水平设有井底车场,然后用阶段石门进入煤层,沿煤层走向在煤层中开掘运输大巷,至采区后垂直于走向沿煤层倾斜方向在煤层中开掘上山眼。

从图中还可以看出:煤层走向 120°,倾角 210°,煤层平均倾角 65°,煤层平均厚度 2.0 m 左右,中间含夹矸。工作面采用倒台阶采煤方法,图中 -25 m 水平部分已开采完毕,目前正在进行 -100 m 水平的开采工作。

另外,主、副井地面标高为 +65.3 m,小立井地面标高为 +40.1 m,井底标高为 +27.2 m。图中标明了工业场地保护煤柱边界线。

第三节 采掘工程层面图

一、采掘工程层面图的概念

采掘工程层面图是将各种巷道、煤层采掘情况以及地质情况,采用正投影的方法,投影到与该煤层层面相平行的平面上,按一定比例绘制出的图件,如图 6-13 所示。

采掘工程层面图又称作煤层层面图,是采掘工程图件中经常使用的图件之一。在实际工作中,有许多图件是采用这种方法绘制的,如采煤工作面布置图就常采用这种方法绘制。有的采区巷道布置设计中,也采用这种方法。另外,在开采近水平煤层时,由于煤层倾角很小,绘制采掘工程层面图和采掘工程平面图差异很小,为减少绘图时的换算,使识读更为直观,运用上更为方便,也常采用层面图;在开采急斜煤层时,平面图、立面图变形较大,给识读和运用上带来不便时,也常采用层面图。

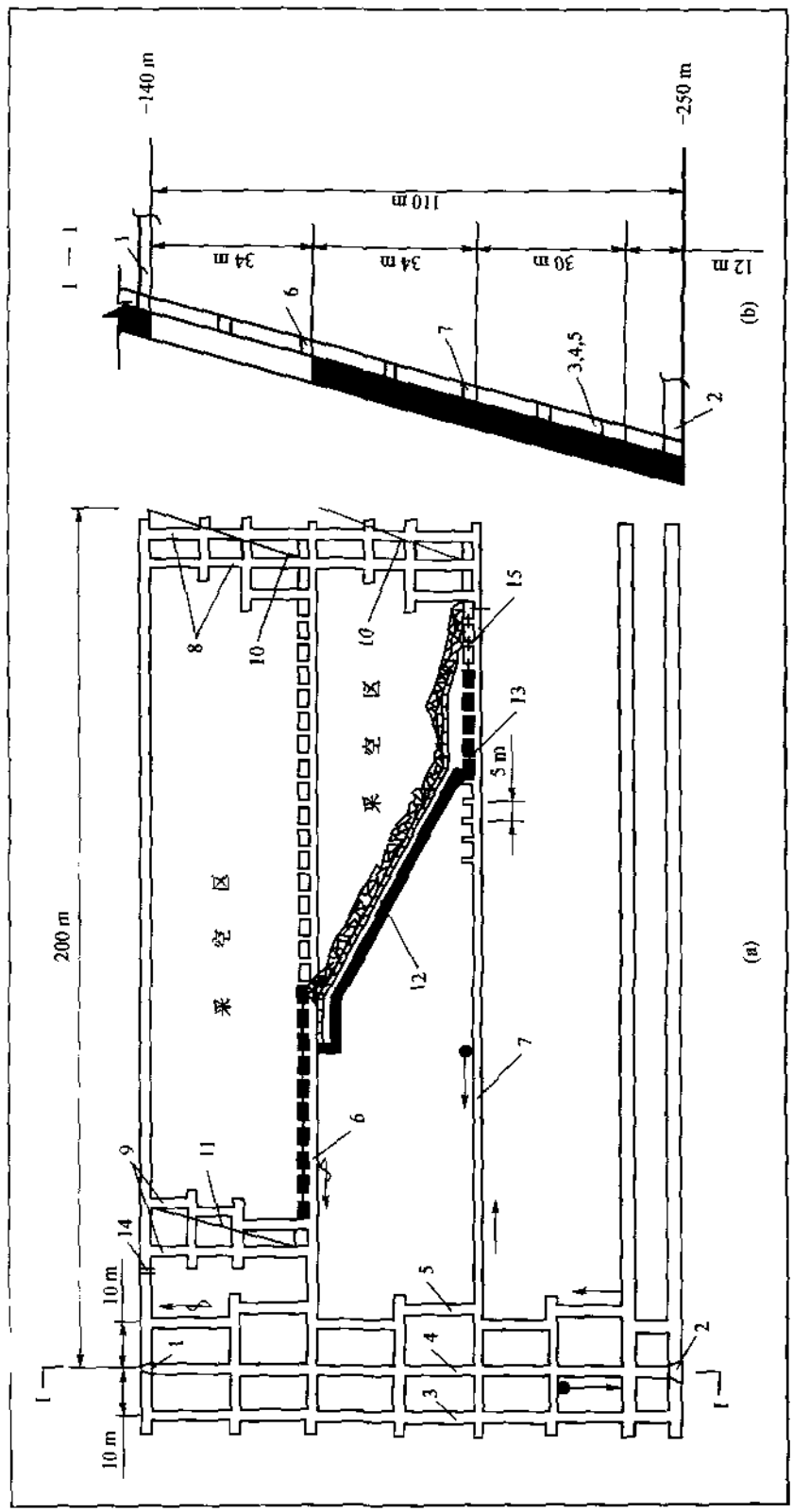
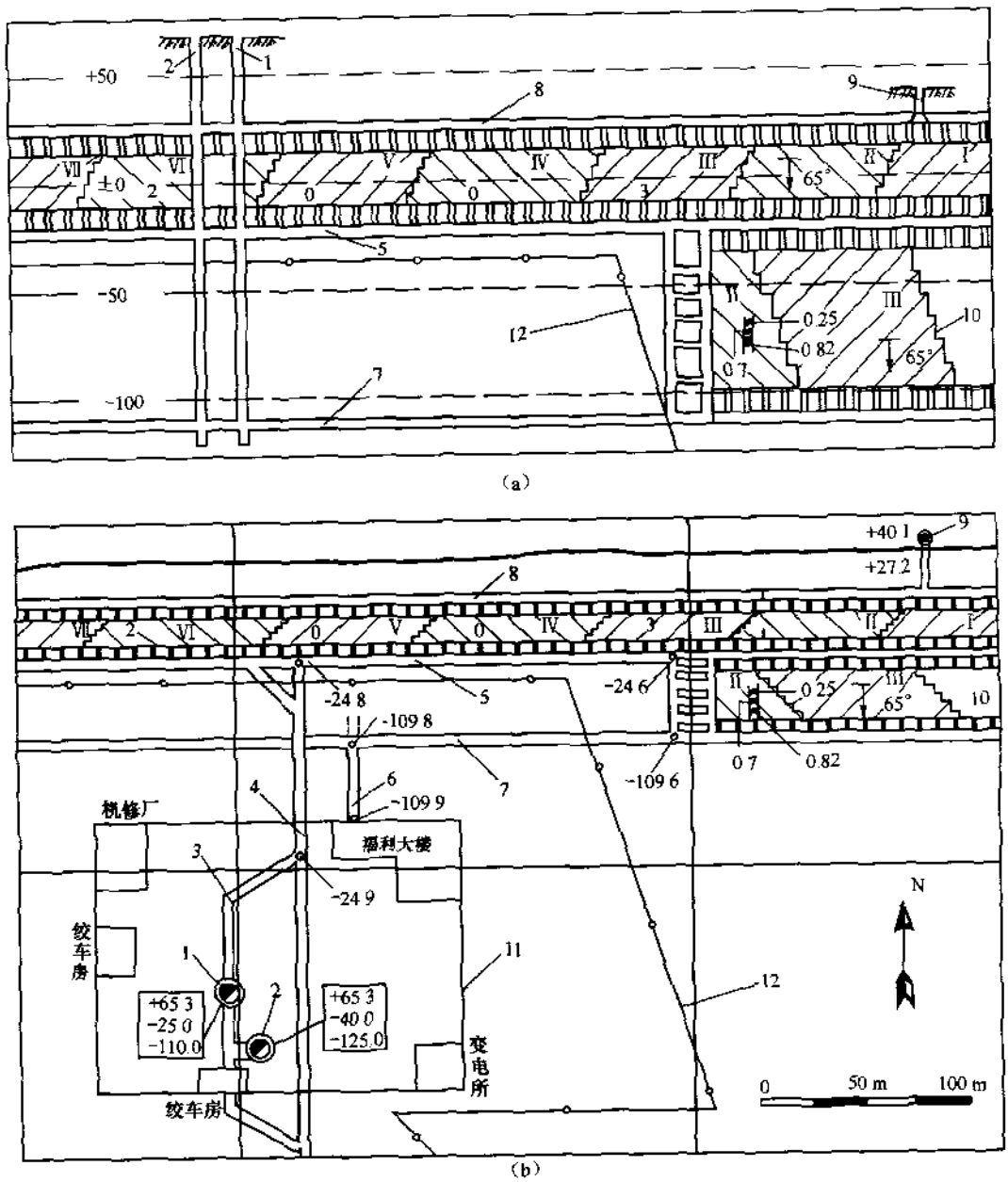


图6-11　采区采掘工程立面图

1—采区回风石门；2—采区运输石门；3—运料眼；4—溜煤眼；5—行人眼；6—区段回风巷；7—区段运输巷；8—切采斜巷；9—收作眼；10—架后移动轨迹；11—架头移动轨迹；12—采煤工作面；13—溜煤小眼；14—永久封闭墙；15—小眼临时封闭



(a)

(b)

图 6-12 某矿急斜煤层采掘工程图(局部)

(a) 立面图;(b) 平面图

1—主井,2—副井;3—井底车场;4—-25 m石门;5—-25 m水平大巷;6—-110 m石门;7—-110 m水平大巷;8—回风大巷;9—小立井;10—工作面;11—工业场地边界线;12—工业场地保护煤柱

二、采掘工程层面图的图示内容

采掘工程层面图主要反映以下内容:

(1) 煤层的产状及主要地质构造情况。煤层的走向、倾角、倾向,煤层的厚度,煤层的露

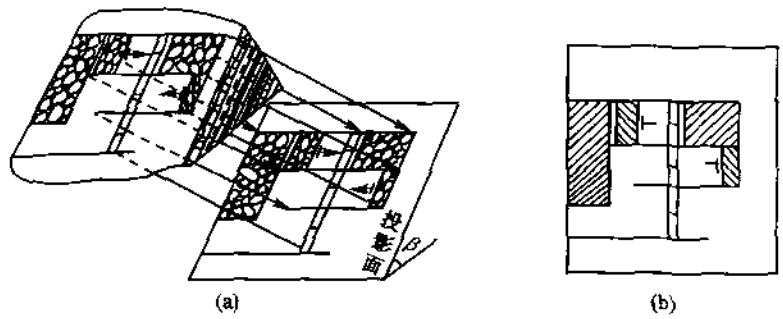


图 6－13　采掘工程层面投影示意图
(a) 层面投影示意图；(b) 采掘工程层面图

头线、尖灭线、合并线、最小可采厚度等厚线，断层的产状，褶曲的分布，火成岩侵入及陷落柱等无煤区及范围。

(2) 主要技术参数。采区的走向长、倾斜长，采区边界煤柱、上(下)山煤柱、区段煤柱及地面保护煤柱的范围、尺寸，采煤工作面的长度，推进长度，停采线的位置。

(3) 井巷布置及开掘情况。与本煤层有关的井巷及其位置、标高，已有井巷和待掘井巷的分布情况。

(4) 采掘情况。采、掘工作面的名称(或编号)，生产队组的配置，采、掘工作面的位置、进度(或进尺)，采掘时间等。

(5) 发火区、积水区、瓦斯突出区、丢煤区、报损区、采空区、老窑区等的位置及范围。

三、采掘工程层面图的用途

采掘工程层面图的主要用途有以下几个方面：

(1) 掌握采掘情况，进行采掘布署，协调采掘关系。根据采掘工程层面图，了解现行采掘情况，根据矿井生产目标和任务制定采掘计划，协调采掘关系，以期达到矿井均衡生产及增产。

(2) 采掘工程量计算。在采掘工程层面图上，可直接按比例量出煤层巷道的长度，进行掘进工程量、掘进费用、生产经营费用的计算。根据已掘巷道布置情况，采煤工作面生产情况，可进行采煤工作面产量、损失量的计算等。

(3) 地质预报。根据采掘工程层面图中地质构造情况，对采掘工作面前方的地质构造预测预报，对邻近工作面、采区或邻近煤层进行地质预测，以便制定相应的安全技术措施，确保采掘工作正常进行。

(4) 绘制其他矿图。

四、采掘工程层面图的识读方法及要点

(1) 看方位、经纬网、图名、比例。

(2) 了解采掘工程层面图的范围、边界及各采区分布情况。

(3) 分析煤层地质构造及各区域煤层特征。

(4) 识读井田开拓布置、采区布置及采掘工作面布置。

(5) 看清采掘工程层面图中的井田、采区及采煤工作面的主要技术参数。

五、采掘工程层面图识读举例

图 6－14 为某盘区采掘工程层面图，从图中煤层底板等高线及巷道布置可以看出该盘

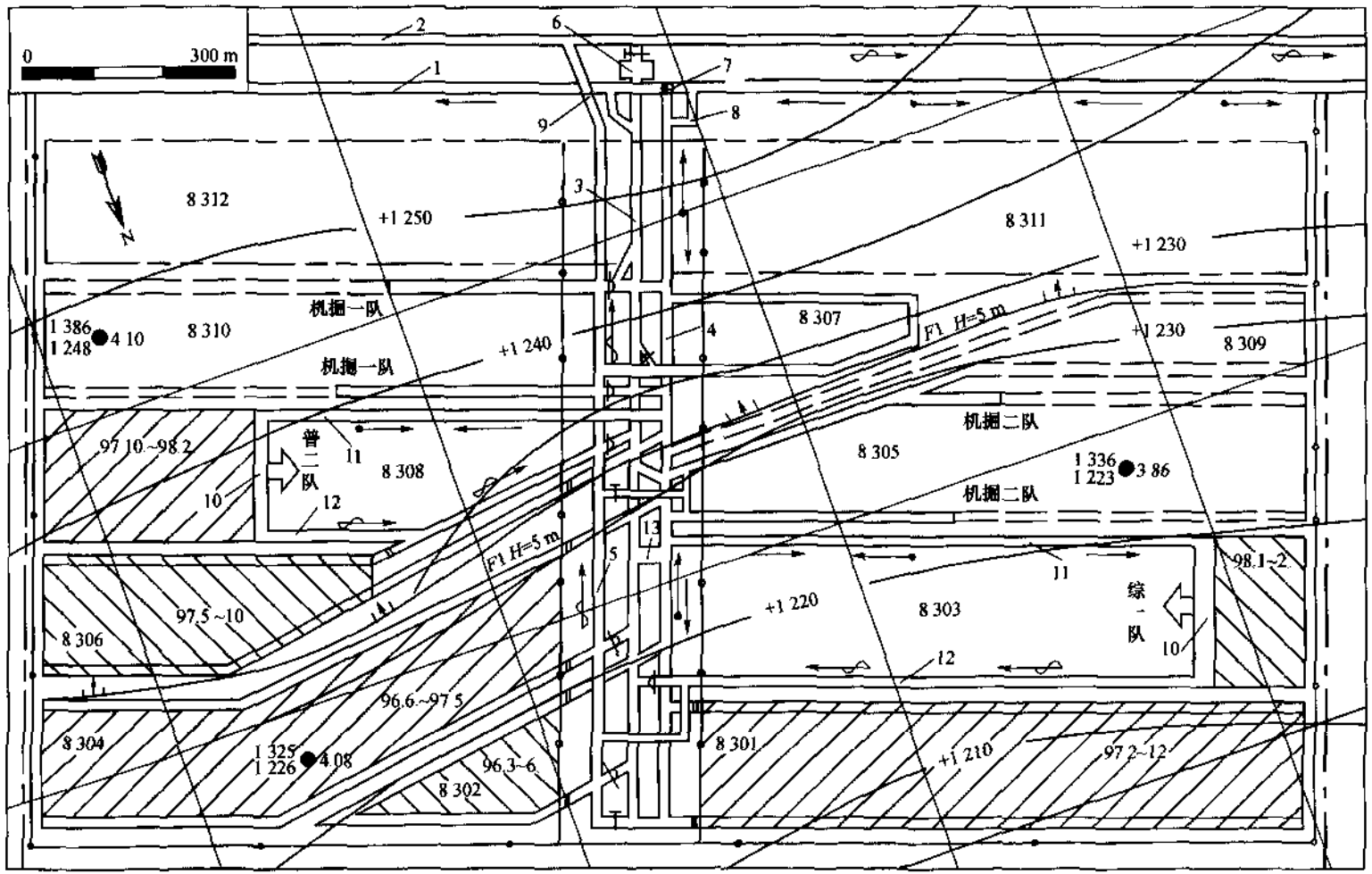


图6-14 某盘区采掘工程层面图

1—运输大巷；2—总回风巷；3—轨道下山；4—带式输送机下山；5—回风下山；6—绞车房；7—盘区煤仓；8—进风行人巷；9—回风绕道；10—回采工作面；11—运输平巷；12—回风平巷；13—盘区变电所

区为下山盘区，煤层赋存稳定，煤层走向大致为东西走向、倾向大致北西，煤层厚度在 3.80～4.10 m 之间，在盘区内沿煤层走向有一落差为 5 m 的正断层。

盘区内共设计布置 11 个回采工作面，8301、8302、8304、8306 工作面已回采，开采时间在图中已经注明。盘区内现有两个采煤工作面生产，分别为 8303 和 8308 工作面，生产队组为综采一队和普采二队；有两个掘进队在准备 8305 和 8310 工作面，生产队组为机掘二队和机掘一队，每队各分两个小组同时掘进运输平巷和回风平巷。从图中可以看出各队组所在的位置和时间。盘区各种巷道均为煤巷，并标明了运煤、运料及通风系统。

第四节　水平主要巷道布置平面图

一、水平主要巷道布置平面图的概念

矿井按开采水平的数目可分为单水平开拓（井田内只设一个开采水平）和多水平开拓（井田内设二个或二个以上开采水平）。将矿井某一开采水平面内的主要巷道和地质构造情况，用正投影的方法投影到水平面上，并按一定比例绘制成的图件，称为水平主要巷道布置平面图。

具体就一个矿井而言，需要开掘主井、副井、井底车场、主要运输石门、运输大巷、总回风巷、主要回风石门、回风井等巷道，水平主要巷道布置平面图就是反映这些主要巷道布置的图件。

二、水平主要巷道布置平面图的图示内容

水平主要巷道布置平面图主要反映以下内容：

（1）开采水平内的主要巷道和硐室。包括为该水平服务的井底车场、运输石门、运输大巷、回风石门、总回风巷及开采水平间的联络巷。

（2）重要的安全设施。如永久性防水闸门、水闸墙、防火门、永久性风门、放水钻孔及注浆孔等。

（3）井田边界、主要保护煤柱（井筒保护煤柱、工业广场保护煤柱、铁路及重要公路保护煤柱、建筑物下保护煤柱、水体保护煤柱等）的边界线以及井田边界线以外 100 m 内邻矿的采掘情况。

（4）永久导线点、水准点、巷道交岔点、变坡点以及大巷流水坡度等。

三、水平主要巷道布置平面图的用途

水平主要巷道布置平面图的主要用途是：

（1）了解开采水平内主要巷道布置和煤层采掘情况。

（2）了解煤层沿走向的变化，指导巷道的设计和施工。

（3）了解开采水平内主要断层和褶曲分布状况，分析确定本水平巷道延伸方向。

（4）掌握主要巷道与煤层、煤层与煤层之间的水平距离。

（5）根据水平主要巷道布置平面图，绘制矿井主要巷道综合平面图和剖面图。

四、水平主要巷道布置平面图的识读方法及要点

（1）看方位、经纬网、图名、比例。首先了解图件的地理位置、指北方向、看清图名，再看图的比例，通常比例与其相应的煤层采掘工程平面图件一致。

（2）看水平内的主要巷道。重点看清石门、运输大巷和井底车场等井巷的位置距煤层

的水平距离，另外弄清交岔点、变坡点处等特征点标高及井巷的坡度。

(3) 看清水平内的主要硐室、主要安全设施。对于现场管理者来讲，必须搞清主要硐室位置，以便矿井发生灾害时，迅速有效地采取相应措施。主要硐室有：主要变电所、主要水泵房和爆炸材料库等。

(4) 巷道之间的联系方式。主要搞清主副井、井底车场、大巷之间以及大巷与采区的联系方式；水平与水平之间的联系方式。

(5) 安全出口的位置。

第五节 采掘工程计划图

一、采掘工程计划图的概念

采掘工程计划图是在现行采掘工程平面图、水平主要巷道布置平面图的基础上，根据市场对矿井的煤炭产量和质量提出的要求，依据矿井设计资料、生产技术和地质条件以及矿井的实际管理情况绘制出的图件。采掘工程计划图又叫采掘工程发展规划图，它是保证矿井采掘平衡、稳定高产、指挥和安排生产的重要图件之一。

在矿井生产过程中，采煤和掘进是矿井生产的两个基本环节，要想采煤必须先进行掘进，掘进为采煤做准备，即“采掘并举，掘进先行”。只有将采、掘合理安排，使采掘关系平衡，方可保证矿井生产创造出更好的经济效益。因此，需很好地安排矿井采掘计划。采掘计划图件是采掘计划的直观体现。

采掘工程计划图可分为开采计划图和巷道掘进工程计划图。开采计划图又分为采煤工作面年度生产计划图、采煤工作面较长期(5～10 年)规划图和采区接替规划图；巷道掘进工程计划图可分为年度计划图、较长期巷道掘进规划图和水平接替规划图。按巷道类别又分为回采巷道掘进计划图、准备巷道掘进计划图和开拓巷道掘进计划图。

采掘工程计划图按在煤、岩层位置不同及巷道类型不同，又分为水平开拓掘进计划图和煤层采掘工程计划图。前者以水平主要巷道平面图、煤层底板等高线图、矿井开拓设计图为基础进行绘制，属巷道掘进工程计划图；后者以采掘工程平面图、煤层底板等高线图、采区设计方案图为基础进行绘制。

通常就一个矿井而言，为适应不同地质条件，采、掘队组之间的装备也不尽相同。为提高采、掘技术和产量或进度，在安排采掘计划时，既要针对不同条件配置不同的采掘队组，又要尽可能使各队组施工条件相对稳定。

二、采掘工程计划图的图示内容

在采掘工程计划图中，反映的内容主要有以下几个方面：

(1) 矿井现有采煤、掘进工作面的类型、数目、位置。

(2) 年度内各采、掘队组逐月、逐季工作地点、计划进度(或进尺)及接替关系等。

(3) 采煤工作面、采区、水平的接替。

三、采掘工程计划图的用途

采掘工程计划图的主要用途是：

(1) 用于编制年度产量计划和采掘设备投资预算。

(2) 用于安排和组织采煤和掘进工作。

(3) 了解计划年内(各时期)的计划产量和巷道掘进进尺。

(4) 了解采区内工作面的计划接替情况。

(5) 了解采掘队组进度或进尺,指挥生产。

(6) 检查、验收各队组采掘任务完成情况。

(7) 用于检查分析水平之间、采区之间的接替关系。

(8) 作为下年度采掘计划的参考。

四、采掘工程计划图的识读方法要点

1. 看清图名、比例

按照图名,搞清采掘工程计划图是哪一水平、哪一煤层或哪一采区的采掘计划图,了解主采煤层工作面、主采采区、主采煤层及主采水平情况。

2. 了解现行采掘情况

在采掘工程计划图中,同时出现几个采煤、掘进工作面,则说明现行在该区域有几个采煤及掘进队组。了解采煤、掘进队组的装备、名称、类别,所在位置、采掘时间,进度或进尺,采煤、掘进工作面煤岩层的特征,地质条件等。

3. 了解采掘面接替情况

首先了解主采煤层工作面的接替关系,以及保证主采面接替的掘进面及接替关系,然后再逐一了解其他采掘工作面接替情况。

4. 看采掘协调关系

按照采煤工作面、采区、水平的接替关系和时间,了解采煤工作面、采区、水平的准备情况。要确保其正常接替,使其采掘关系协调。在现生产采区内,提前 10～15 天完成接替工作面的掘进及设备安装工作;在现有开采水平,每个采区减产前 1～1.5 月内完成接替采区和接替工作面的掘进和设备安装工作;现有水平内,同采采区总产量开始递减前 1～1.5 年,完成下一开采水平的基本井巷工程和安装工程。

五、采掘工程计划图的绘制方法及识读举例

采掘工程计划图是在采掘工程平面图、煤层底板等高线图和采区设计方案图的基础上绘制的。

1. 绘制现有采掘工作面

根据采掘工程平面图绘制现有采掘工作面。

2. 绘制出待采掘采区、工作面及巷道布置

根据煤层底板等高线图和采区设计方案图,绘出年度内待采掘的采区,其中包括采煤工作面及采区各种巷道和硐室等。

3. 按照实际情况编排生产队组

按计划先行安排主采采区、主采采煤工作面及巷道生产计划,保证主采面、主采区的年度正常接替,然后将年度内其他采煤工作面、井巷、采区接替情况逐一安排。

4. 进行采掘工程细化

首先在主采区、主采面进行采掘工程细化,标明主采面、主采区、采掘工程逐月进展情况;然后在其余采煤工作面、采区标明采掘位置进度、进尺、衔接安排情况。

图 6－15 所示为某矿采掘工程计划图的一部分。从图例可知实线表示已开掘井巷,虚线表示待开掘井巷,运输大巷 1、总回风巷 2 已掘至 305 盘区,305 盘区下部车场 5、进风行

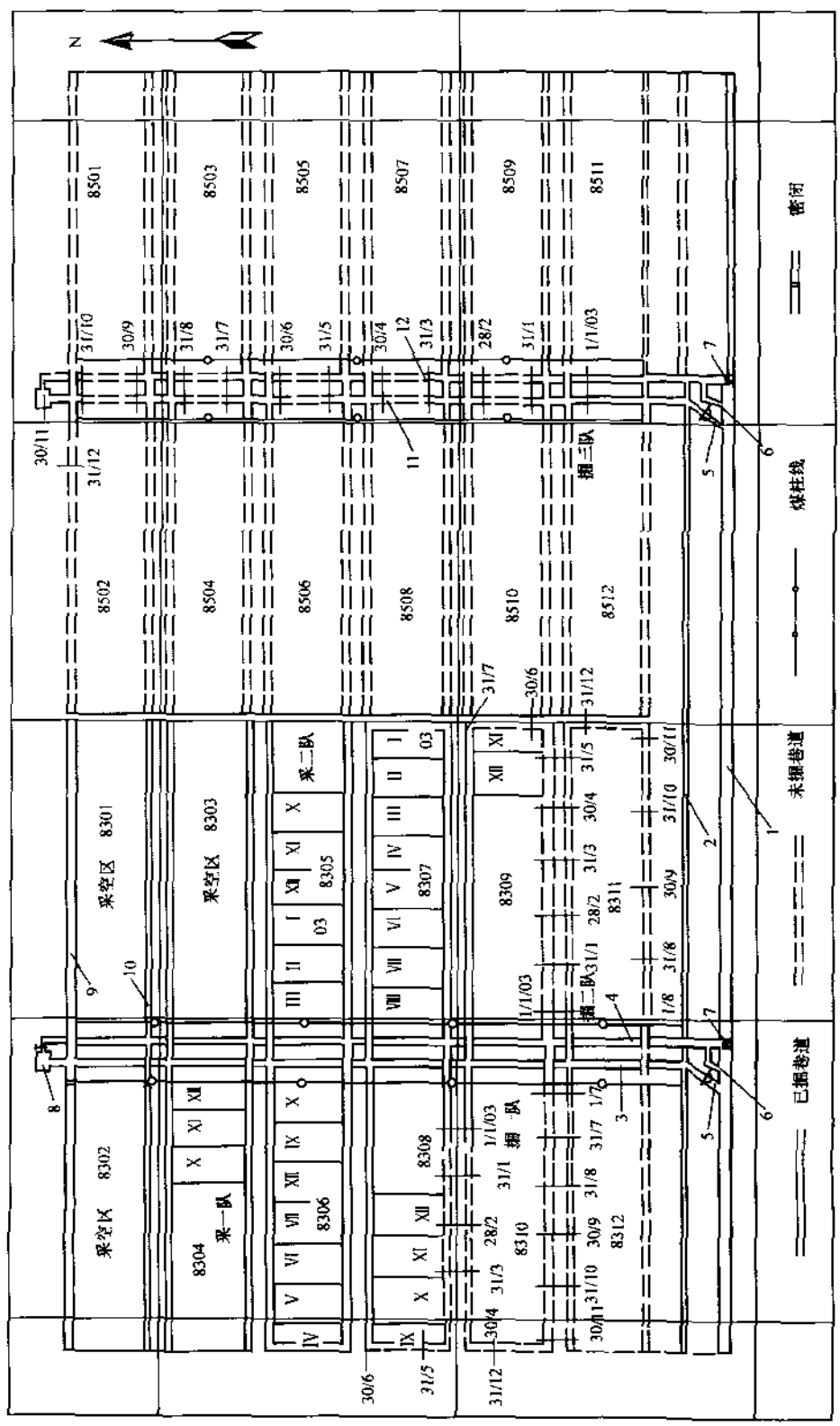


图 6-15　采掘工程计划平面图

1—运输大巷；2—总回风巷　3—303盘区轨道上山；4—303盘区带式输送机上山；5—盘区下部车场；6—进风行人巷　7—盘区煤仓　8—绞车房　9—区段回风巷　10—区段进风巷；11—305盘区轨道上山；12　305盘区带式输送机上山

人巷6、盘区煤仓7已掘出，轨道上山11、带式输送机上山12已掘出一部分。

303盘区8301、8302、8303采煤工作面已开采。采煤一队、二队分别在8304、8305采煤工作面进行回采，从图上可推断出时间为2002年9月。采煤一队2003年工作面衔接关系为：8304－8307－8308，采煤二队2003年工作面衔接关系为：8305－8306－8309，图中标明了2003年各采煤工作面的逐月开采计划。

在该图中2003年安排了三个掘进队施工，队组分别为掘进一队、二队、三队。2003年1月掘进一队同时开掘8308工作面运输平巷和8310工作面回风平巷，接着开掘8308工作面切眼，于2003年6月30日与8308工作面回风平巷贯通；之后在7月份开掘8310工作面运输平巷和8312工作面回风平巷，可推断到2004年1月中旬8310工作面巷道掘进工作完毕。掘进二队2003年1月同时开掘8309工作面运输平巷和8311工作面回风平巷，之后在6月下旬开掘8309工作面切眼，于7月底和8309工作面回风巷贯通；之后在8月份开掘8311工作面运输平巷，12月份开掘8311工作面切眼。掘进三队2003年开掘305盘区轨道上山11和带式输送机上山12，至2003年底305盘区准备巷道掘进完毕。

技能训练

1. 图6－16为某矿盘区采掘工程平面图，比例为1∶5 000。煤层赋存稳定，煤质中硬，煤层顶底板稳定，瓦斯涌出量较低，三条盘区准备巷及平巷均在煤层中布置，且一次采全高。煤容重1.35 t/m^3，盘区回采率85%，试完成以下内容：

(1) 计算盘区保有储量；

(2) 计算设计采出煤量及服务年限(采区设计生产能力0.90 Mt/a)；

(3) 绘出该盘区巷道布置平、剖面图(双线)说明各巷道的位置形态。

2. 图6－17为某采区采掘工程平面图，比例为1∶2 000，图中各巷道特征点处上面的数字为该点的编号，下面的数字为该点巷道底板标高，煤层平均厚度为3.2 m，容重1.4 t/m^3，工作面采出系数0.95。试完成以下内容：

(1) 说明以下各巷道的名称、形态和空间位置：1～2、3～4、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、26～25、28～32；

(2) 求本采区1981年5月份回采工作面的产量；

(3) 按1∶2 000的比例作出以下三个剖面图：Ⅰ－Ⅰ沿采区运煤上山剖面图；Ⅱ－Ⅱ沿采区轨道上山剖面图；Ⅲ－Ⅲ沿101运输大巷走向剖面图；

(4) 判别F_1和F_2断层性质，求各断层落差和断层面走向、倾向及倾角。

3. 图6－18为某采煤工作面采掘工程平面图，比例为1∶2 000。煤层容重1.35 t/m^3，工作面回采率c=95%。试完成以下内容：

(1) 说明1、2、3、4、5各段巷道名称、形态和空间位置；

(2) 确定本工作面煤层平均倾角、平均厚度；

(3) 计算本工作面3月份产量。

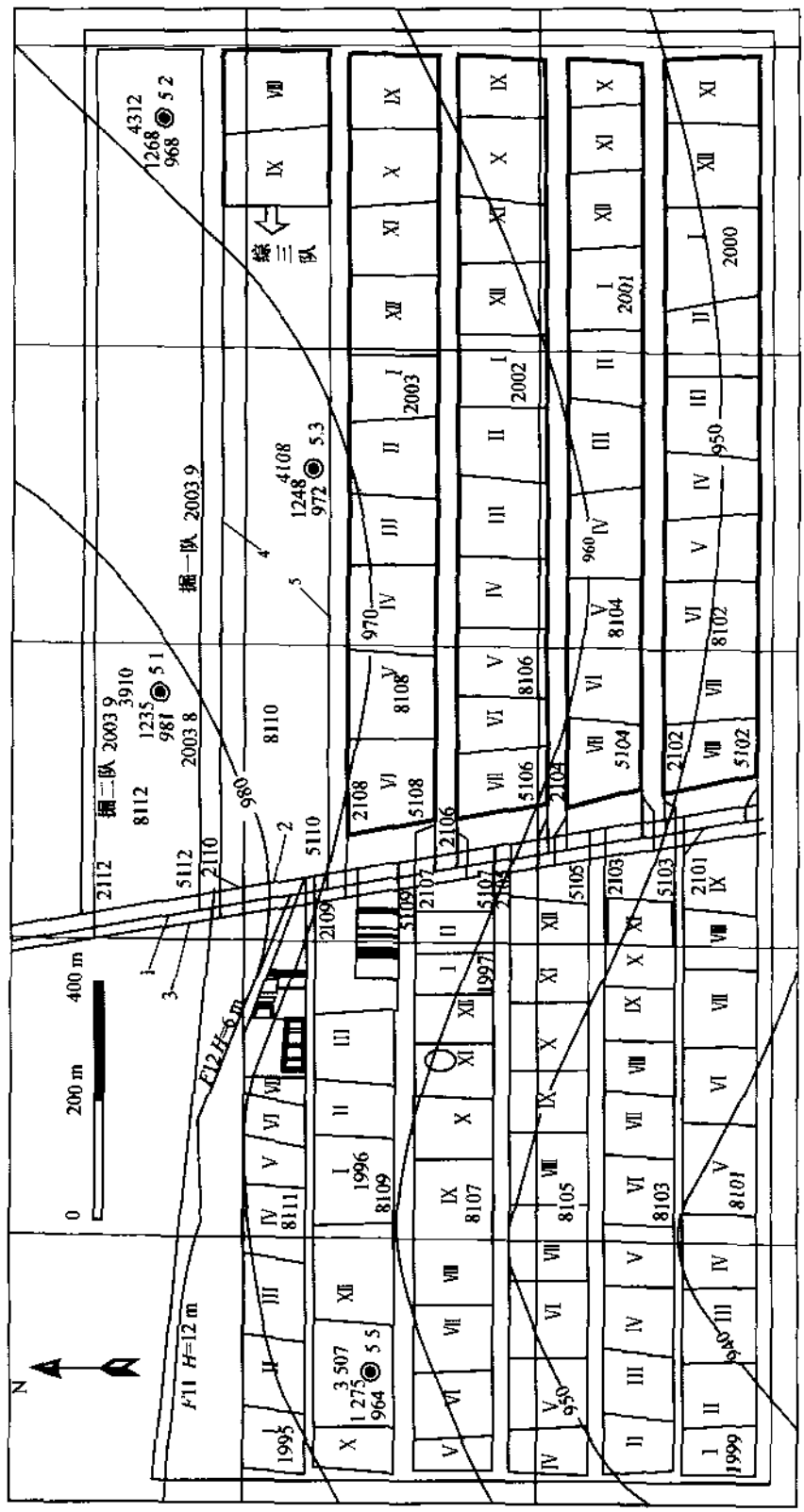


图 6-16　盘区采掘工程平面图

1—带式输送机下山；2—轨道下山；3—回风下山；4—运输平巷；5—回风平巷

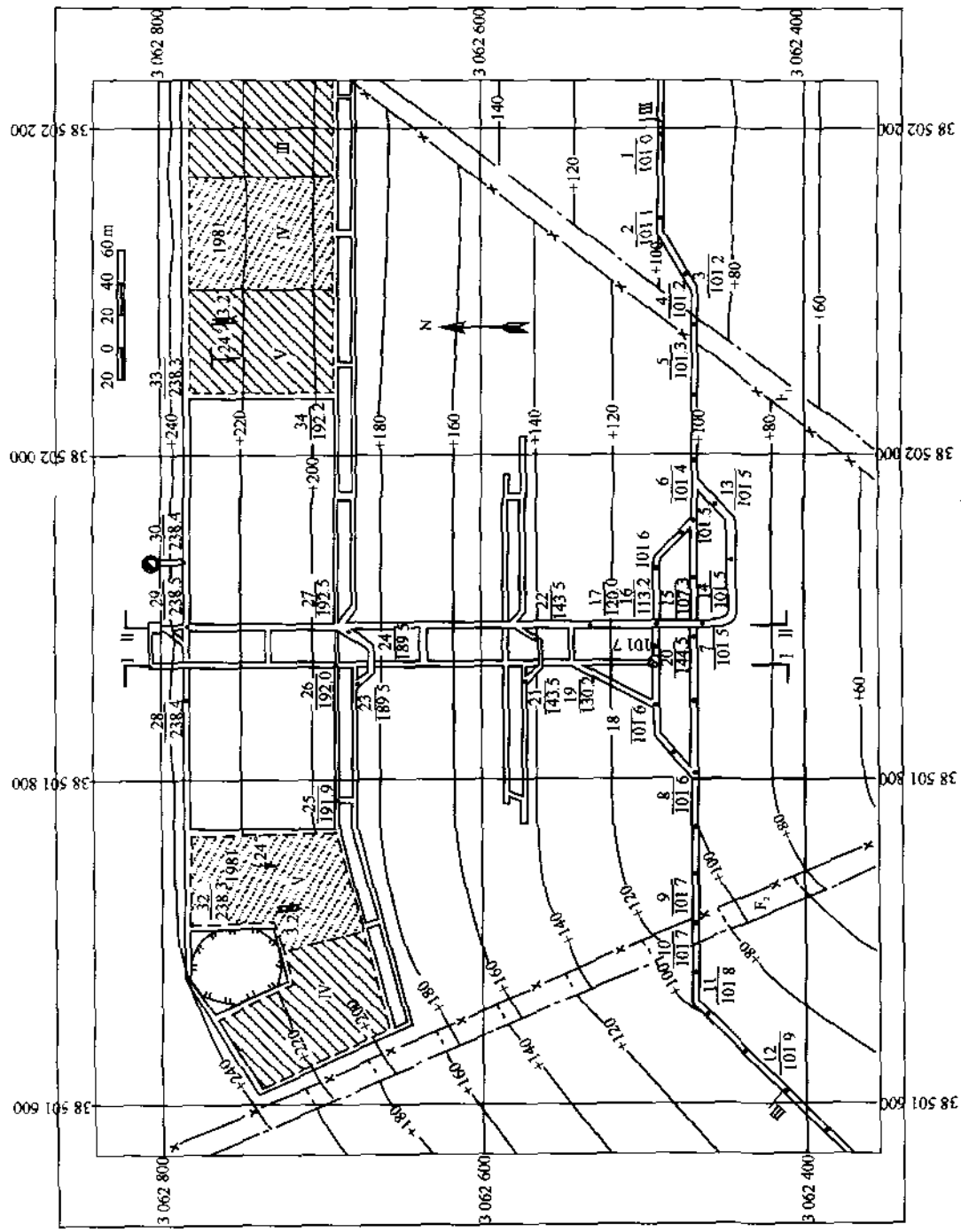


图 6-17　采区采掘工程平面图

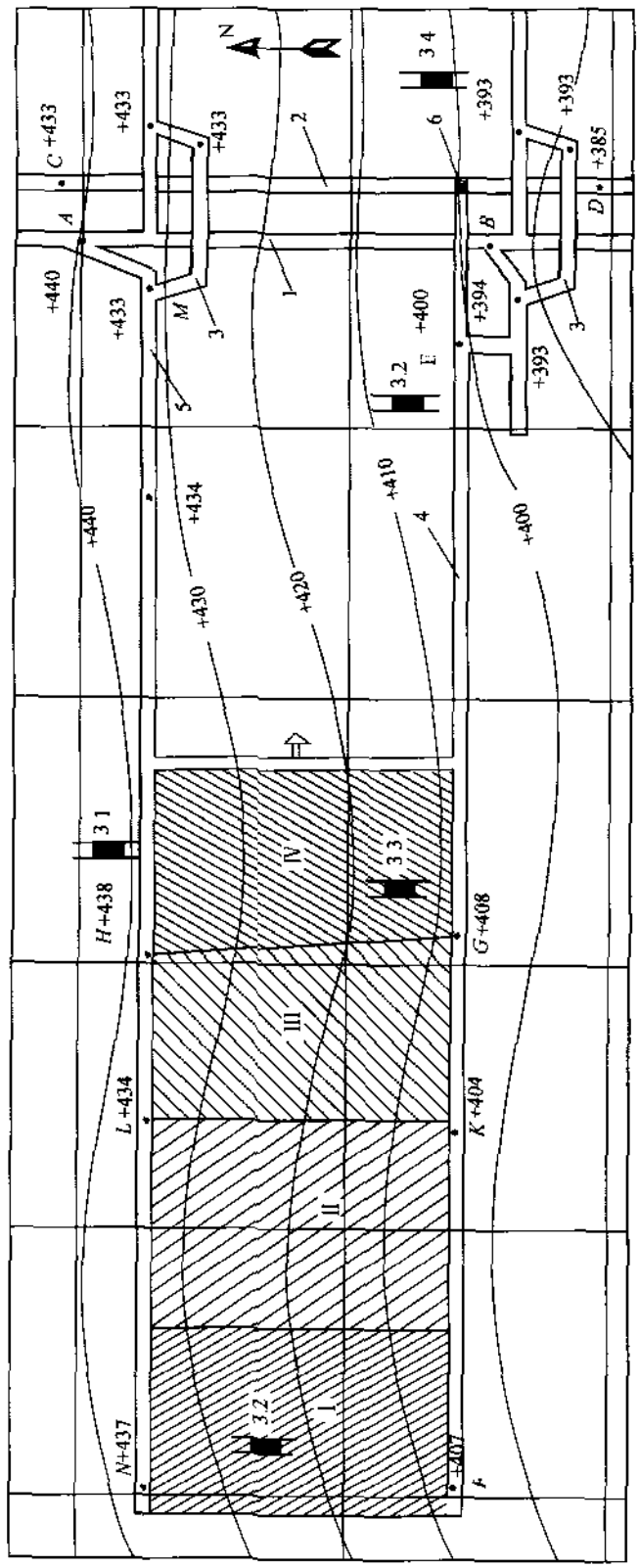


图6 18　某采煤工作面采掘工程平面图

第七章　安全工程图

煤矿开采的自然条件十分复杂。瓦斯、煤尘和煤炭自燃发火等灾害事故时有发生，严重地制约着煤矿的安全生产。为此，党和国家十分重视煤矿的安全问题，制定了一系列有关煤矿安全生产的法律和法规，建立了新的煤矿安全监督监察管理体系，积极推广使用新技术、新装备、新工艺及现代科学管理方法，加强煤矿的安全管理。煤矿安全工程图是贯彻国家的有关法律法规，按照煤矿自然灾害发生的客观规律，科学防治井下各种灾害技术手段的反映。它是我国煤矿生产安全技术经验的总结，是煤矿设计、建设及生产中不可缺少的重要图件。

本章主要介绍煤矿生产中常用的矿井通风系统图，各种安全管路系统图，安全监测系统图及井下避灾路线图的识读及绘制方法。

第一节　矿井通风系统图及网络图

一、概述

矿井通风是借助各种动力向井下各用风地点输送适量新鲜空气，保证人员呼吸，稀释和排出各种有害气体与浮尘，降低热害，创造良好的气候条件，并在发生灾变时能够根据救灾的需要控制和调度风流的流动路线。因此，《煤矿安全规程》第一百零七条规定："矿井必须有完整的独立通风系统。"矿井通风系统是矿井进、回风井在井田的布置方式，主要通风机及其工作方法，通风网络和风流控制设施的总称。

矿井通风系统图是表示矿井通风网络，通风设备、设施，风流方向和风量等参数的图件。它是煤矿设计、建设和生产必须绘制和必备的图纸，亦是煤矿安全生产管理工程图中最基础的图纸。

矿井通风系统图中图示的主要内容包括：

(1) 矿井进风井、回风井数目及布置方式。

(2) 矿井通风网络结构(井下通风巷道系统结构)。

(3) 矿井通风设备型号、台数、主要技术参数，安装位置。

(4) 矿井通风网络新鲜风流、污浊风流的方向、路线。

(5) 各巷道、硐室、采煤工作面、掘进工作面名称及通过的风量。

(6) 矿井通风设施及其位置。矿井通风设施包括有：防爆门、测风站、风桥、风门、调节风窗、风帘、密闭墙等。

二、矿井通风系统图的分类及用途

1. 矿井通风系统图分类

按照绘制原理的不同，矿井通风系统图一般分为矿井通风系统平面示意图、矿井通风系统工程平面图和矿井通风系统立体示意图三种。

(1) 矿井通风系统平面示意图。矿井通风系统平面示意图是根据矿井采掘工程平面图

或矿井开拓方式平面图中巷道的相对位置关系，不按比例绘制的反映矿井通风系统的图纸。矿井通风系统平面示意图也称为矿井通风系统水平投影示意图。其绘制方法较简单，使较复杂的、不易看清楚的风网系统变为清晰易读。矿井通风系统平面示意图适用于反映任何矿井的通风系统。特别适宜于多水平、多煤层、同时开采的矿井，或矿井巷道系统复杂的矿井。图 7－1 为某矿井通风系统平面示意图。

(2) 矿井通风系统工程平面图。矿井通风系统工程平面图是直接在矿井采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图中，标注反映矿井通风系统内容的专用符号和有关技术参数的图纸。其绘制方法简单，便于分析、研究矿井开拓开采与矿井通风的关系，制定生产技术规划和方案。适宜于反映井下巷道系统简单的中、小型矿井，单水平开采的单一中厚煤层矿井的通风系统。

(3) 矿井通风系统立体示意图。矿井通风系统立体示意图是根据矿井各煤层、各井巷的空间相对位置，运用轴测投影原理绘制的矿井通风系统图。矿井通风系统立体示意图亦称为矿井通风系统轴测投影示意图。其直观性好，立体感强，但绘制方法复杂。对于大型矿井，多水平生产和开采煤层层数较多矿井，特厚煤层分层开采矿井，由于通风系统复杂，在矿井通风系统工程图、矿井通风系统平面示意图中很难清楚地表示风流路线和各用风地点的相互联系，采用矿井通风系统立体示意图则解决了这个问题。它从空间关系上直观地反映了矿井实际风网结构，清楚地描绘了矿井通风系统。图 7－2 为某矿井通风系统工程平面图。该矿井通风系统复杂，采用系统工程平面图表示矿井通风系统不清晰明了。采用如图 7－3 所示的立体示意图则清楚易懂，能看到井巷的空间形态和联接关系。

2. 用途

(1) 指导矿井日常通风管理工作。如测风、测阻力、调节风量、排放瓦斯等。

(2) 随着矿井开拓的延伸，采区和工作面位置的变化，利用矿井通风系统图能够科学、合理地调整矿井通风系统，满足矿井安全生产的要求。

(3) 分析矿井通风系统、用风地点风量分配的合理性、稳定性、安全性，从中发现问题及时处理。

(4) 利用矿井通风系统图分析和评价矿井防灾抗灾能力的强弱，制定相应的切实可行的安全防范措施。

(5) 根据矿井通风系统图，可绘制矿井通风网络图，分析矿井风网结构，计算矿井通风阻力。

(6) 根据矿井通风系统图，制定矿井井下避灾路线，绘制矿井井下避灾路线图。

(7) 核定矿井通风能力，编制以风定产计划。

(8) 矿井一旦发生灾害，依据矿井通风系统图等资料，制定和实施抢险救灾方案。

三、矿井通风系统图的识读

1. 识读方法及要点

识读矿井通风系统图，首先应认真仔细地阅读图纸的图名、图号、比例，然后根据图样、图例、技术说明，按以下顺序进行识读：

(1) 识读矿井开拓开采巷道布置及采掘情况。如井口位置，井筒数目，井底车场，主要巷道布置，采区巷道布置，采掘工作面位置及主要硐室分布等。对全矿井巷道的空间位置及相互联系建立起一个系统的框架。当矿井通风系统工程平面图巷道系统复杂，不易看清各

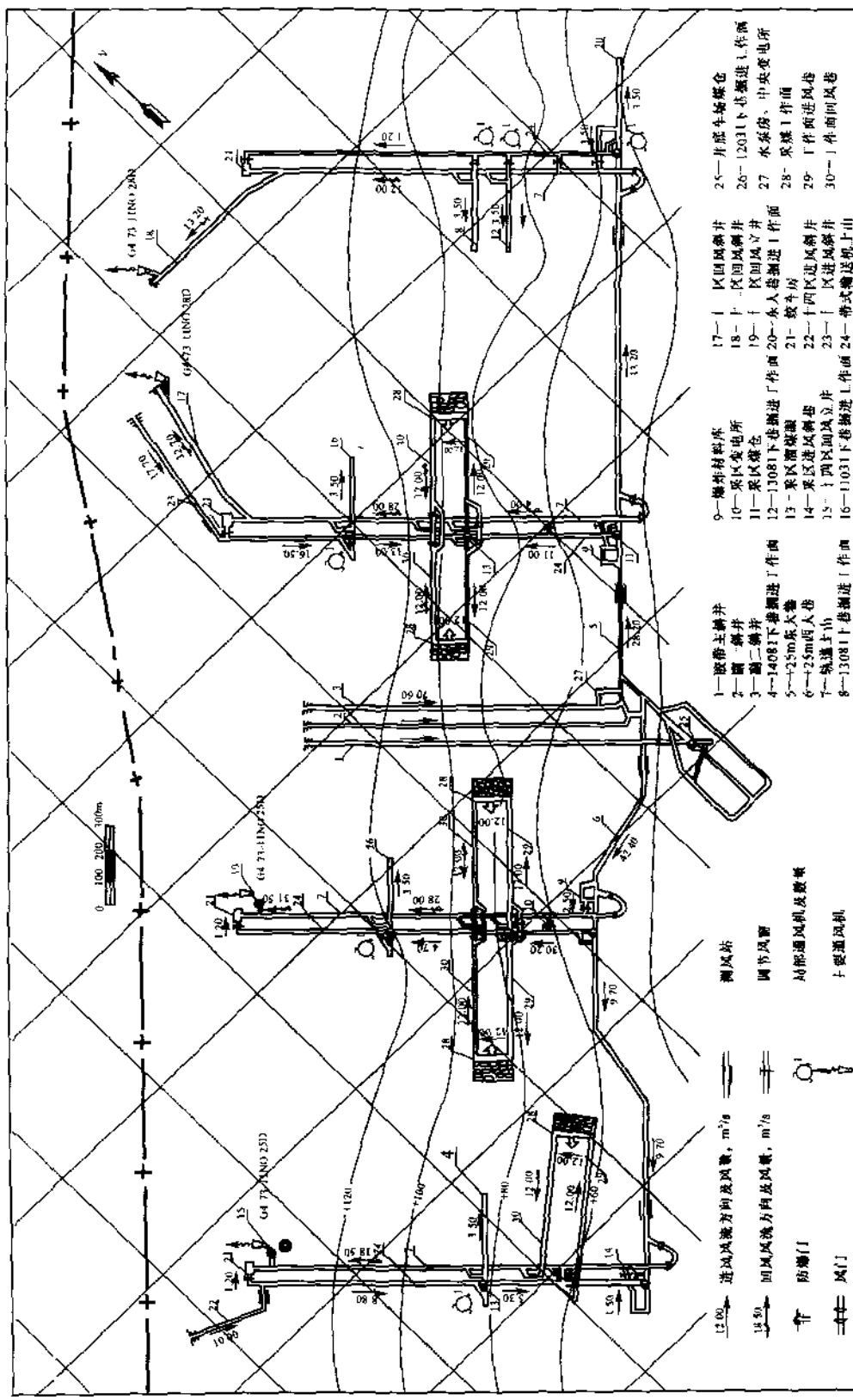


图7-1　某矿井通风系统工程平面图

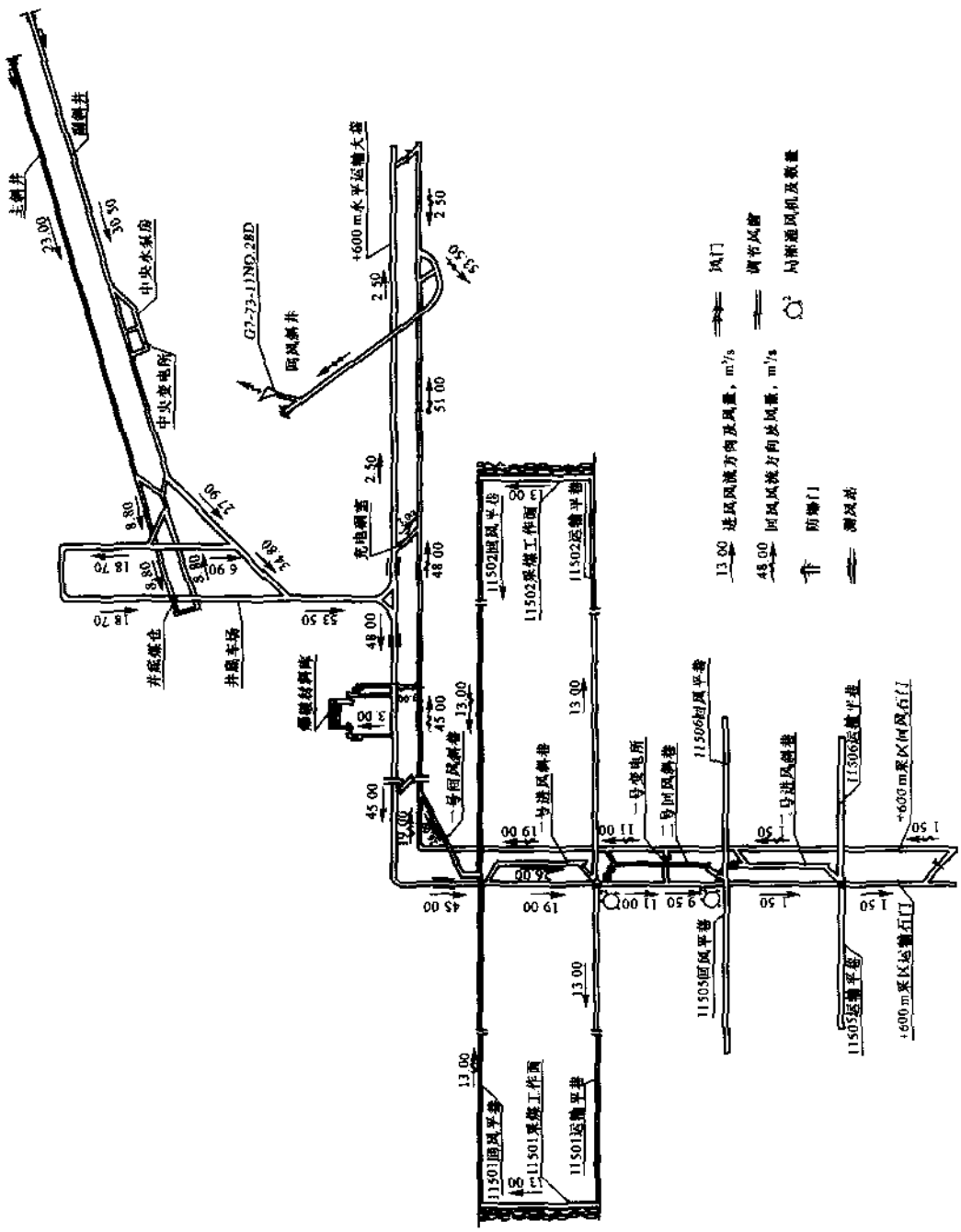


图7-2 某矿井通风系统平面示意图

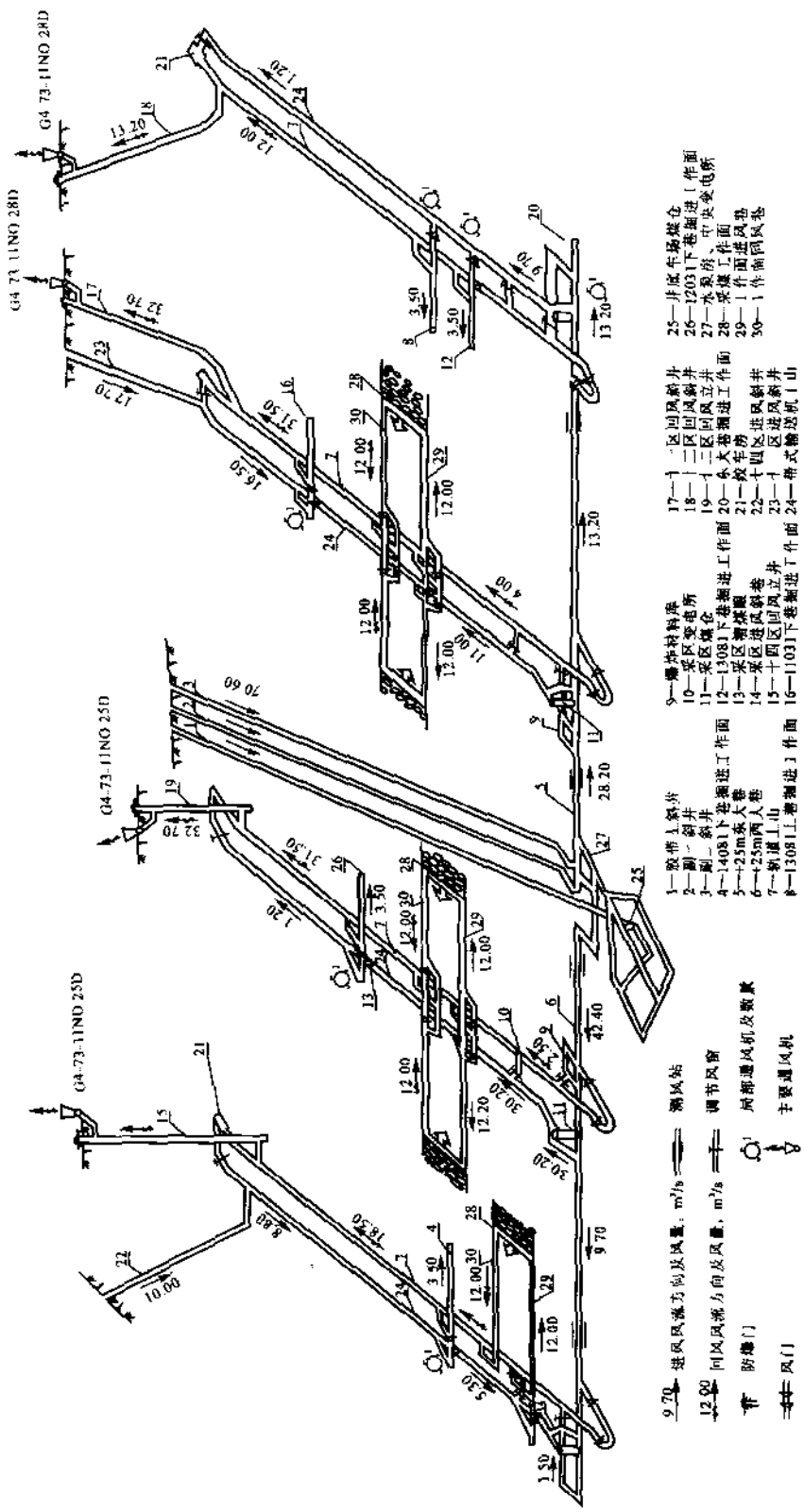


图7-3　某矿井通风系统立体示意图

巷道的位置关系时，可借助有关剖面图对照识读。

(2) 识读矿井进风井、回风井数目及相互关系(矿井通风方式)；矿井通风方法；进风大巷、总回风巷数目及相互关系；采区进、回风上(下)山数目及相互关系；采煤工作面通风系统；掘进工作面通风系统；硐室通风系统。

(3) 识读矿井总风量及各用风地点的风量；主要通风机及局部通风机设置位置及有关技术参数。

(4) 识读矿井通风设施种类、数量及其位置。

2. 识读举例

[例 7-1] 图 7-1 为某矿井通风系统工程平面图。比例采用图示直线比例尺，图中箭头方向为指北方向。矿井采用斜井开拓。现开采水平为 +25 m，三个采区生产，一个采区准备。回采工作面五个，掘进工作面六个。

矿井由五个进风井和四个回风井形成中央分列与区域混合式通风方式。矿井通风方法为抽出式。胶带主斜井、副一斜井、副二斜井为中央进风井，十一区进风斜井、十三区进风斜井、十四区进风斜井为区域进风井。每个采区都有独立的回风井。进风大巷布置在煤层底板铁铝岩及深灰色石灰岩中。各采区均采用带式输送机上山进风，轨道上山回风，带式输送机上山和轨道上山均布置在煤层底板砂岩中。工作面带式输送机巷进风，轨道巷回风。掘进工作面采用局部通风机压入式通风方法。采煤工作面、掘进工作面和主要硐室(爆炸材料库、采区变电所、绞车房)实行分区式通风。

矿井总进风量为 98.30 m^3/s，其中胶带主斜井、副一斜井、副二斜井总进风量为 70.60 m^3/s，十一区进风斜井进风量为 17.70 m^3/s，十四区进风斜井进风量为 10.00 m^3/s。采煤工作面配风量为 12.00 m^3/s，掘进工作面配风量为 3.50 m^3/s，爆破材料库配风量为 2.50 m^3/s。

矿井地面主要通风设备为 G4-73-11NO.25D 型(280 kW)和 G4-73-11NO.28D 型(250 kW)。

矿井设防爆门四座，风门二十二组，调节风窗十一座，测风站六处。各种通风设施按生产安全技术需求设置，符合《煤矿安全规程》及技术规范要求。

[例 7-2] 图 7-2 为某矿井通风系统平面示意图。矿井采用斜井开拓。现开采水平为 +600 m，一个采区生产。矿井回采工作面二个，掘进工作面四个。

矿井主、副斜井进风，设专用回风斜井，矿井通风方式为中央并列式，矿井通风方法为抽出式。+600 m 采区运输石门进风，+600 m 采区回风石门回风，工作面运输平巷进风，工作面回风平巷回风，掘进工作面采用局部通风机压入式通风方法。井下爆破材料库、充电硐室、采区变电所均实行分区通风。

矿井总进风量为 53.50 m^3/s，其中主斜井(带式输送机)进风量为 23.00 m^3/s，副斜井(双钩串车)进风量为 30.50 m^3/s，采煤工作面配风量为 13.00 m^3/s，掘进工作面配风量为 4.00 m^3/s。

矿井地面主要通风机为 G4-73-11NO.28D 型二台，其中一台工作，一台备用。

矿井设防爆门一座、风门二组，调节风窗五座、测风站三处。

[例 7-3] 图 7-4 为某矿井通风系统立体示意图。矿井采用主斜井、副立井综合开拓方式，单水平开拓全井田。主斜井采用箕斗提升，副立井为罐笼提升，井田开采 5-1 和 8

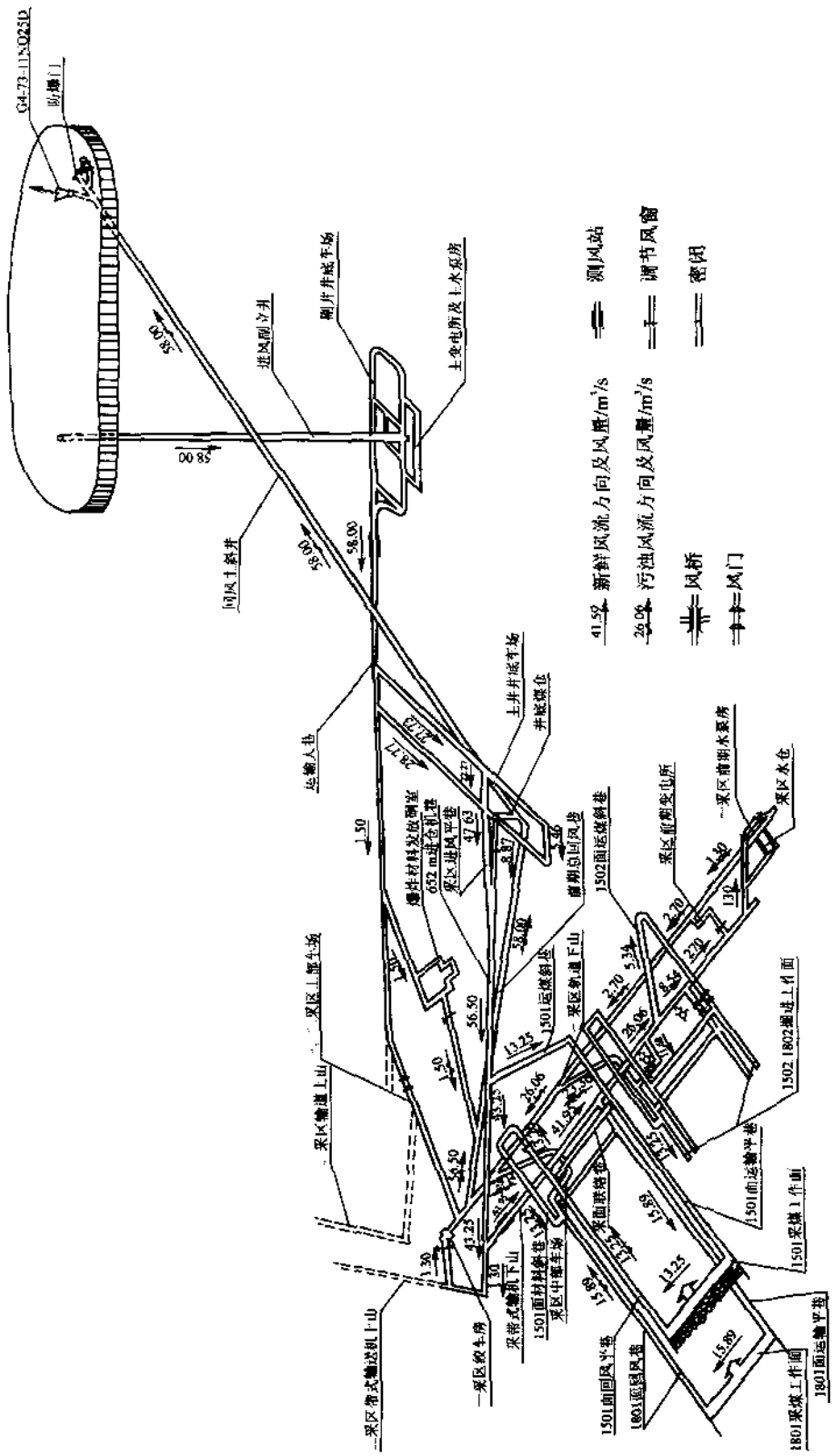


图 7-4　某矿井通风系统立体示意图

号煤层，大巷布置在8煤层中。一个采区生产，采区内布置二个采煤工作面生产，四个掘进工作面准备。

矿井通风方式为单翼并列式。副立井进风、主斜井回风，采区带式输送机下山进风，采区轨道下山回风，工作面运输巷进风，工作面回风巷回风。掘进工作面采用局部通风机压入式通风方法。井下爆炸材料发放硐室，一采区前期变电所，水泵房实行分区式通风。

矿井总进风量为58.00 m^3/s，1501采煤工作面供风量为13.25 m^3/s，1801采煤工作面供风量为15.89 m^3/s，每个掘进工作面配风量为5.85 m^3/s。

矿井地面主要通风机为G4－73－11NO.250型二台，其中一台工作，一台备用。

矿井设防爆门一座，风门五组，调节风窗五座，风桥二座，密闭四座，测风站二处」

四、矿井通风系统图的绘制

1. 绘制依据

矿井通风系统图是矿井安全工程图中的一种，亦属于矿井生产系统图的一类。绘制矿井通风系统图的依据资料有：

(1) 矿井开拓开采技术资料。矿井开拓开采技术资料是绘制矿井通风系统图的首要基础资料。这些资料主要有：矿井采掘工程平面图，矿井采掘工程剖面图，采掘工程单项图，矿井开拓方式平面图，矿井开拓方式剖面图，采区巷道布置平、剖面图等。

(2) 矿井通风技术资料。矿井通风技术资料是指依据矿井开拓开采布置所确定的矿井通风技术方案和其参数。主要包括：矿井通风方式，矿井通风方法，矿井通风网络结构，通风路线，风流方向，采掘工作面，硐室、巷道配风量，通风设备(包括地面和井下)型号、技术参数、数量及设置位置，控制风流设施结构及设置位置。

2. 绘制方法和步骤

绘制矿井通风系统图，首先应识读矿井采掘工程平面图，或矿井开拓方式平面图，熟悉掌握整个矿井巷道系统的空间相互联系，为绘制矿井通风系统图建立起基本框架。然后，根据通风系统方案、通风系统图技术要求及矿井井巷复杂程度确定绘制矿井通风系统图的类别和图幅大小。最后，根据不同类型的通风系统图的绘制方法进行绘制。

1) 矿井通风系统工程平面图

矿井通风系统工程平面图是直接在采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图上，加注风流方向、风量、通风设备及通风构筑物而绘制成的，其绘制方法和步骤如下：

(1) 先复制一张采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图。为使图纸清晰、明了，可删去图中与矿井通风系统关系不大的图示内容，如保安煤柱线、煤层小柱状、运煤路线及采区、区段划分线等。保留坐标网、指北方向、煤层底板等高线、断层、采空区范围、巷道及采掘工作面等图示内容。

(2) 根据所确定的矿井通风方式、通风方法和通风风网结构，在复制图上用专用符号(见本书附录)标注进风风流和回风风流路线、通风构筑物、巷道风量、局部通风机位置及数量。标注顺序从进风井开始，先进风系统后回风系统，先采煤工作面系统后掘进工作面系统和硐室(巷道)系统。

(3) 标注矿井主要通风设备的型号、台数及技术参数。

(4) 标注绘制矿井通风系统图的依据资料。

(5) 绘制图例。

2）矿井通风系统平面示意图

矿井通风系统平面示意图是根据开拓巷道、准备巷道、回采巷道在水平面上投影的相对位置关系，不按比例绘制的。其绘制方法及步骤如下：

（1）根据采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图，不按比例，用双线条绘制出井下各种巷道、硐室及采掘工作面的平面位置。为使矿井通风系统平面示意图能较切合实际地反映矿井巷道相互关系，绘制中矿井主要井巷，各采区及工作面相对位置、尺寸一般尽可能按投影关系与比例绘制。对于在水平投影下重叠或交叉巷道，可不严格按照各巷道的实际位置和比例绘制，只要求能清楚地反映出各巷道在通风系统中的相互关系。

（2）标注图示内容。

3）矿井通风系统立体示意图

矿井通风系统立体示意图是根据轴测投影原理绘制的。其绘制方法及步骤如下：

（1）根据采掘工程平面图、剖面图，或矿井开拓方式平、剖面图，采用轴测投影方法绘制出矿井巷道轴测图。在绘制矿井通风系统轴测投影图时，可根据需要采用不同类型的轴测投影。为了使作图方便和增强轴测图的立体感，一般多采用斜角二测投影和斜角三测投影。若以 X 轴表示煤层走向，Y 轴表示煤层倾向，Z 轴表示空间垂直方向，$X-Y$ 轴间角可取 30°、45°、60°、75°中任何一种，$X-Z$ 轴间角为 90°。X 轴的轴向变形系数和 Z 轴的轴向变形系数取 1，Y 轴的轴向变形系数取 0.5。

由于通风系统立体示意图是一种示意性的图，在绘制过程中，为了避免某些巷道重叠和拥挤，使图纸更清晰，立体感更强，巷道不必严格按照其平面位置和高程绘制，某些局部巷道可以简化和移动位置。

（2）在绘制的矿井巷道轴测图上标注矿井通风系统图中应标注的图示内容。

五、矿井通风网络图

矿井通风网络图是用不按比例、不反映巷道空间关系的单线条表示矿井通风路线连接形式的示意图。是将矿井通风系统图抽象成点与线集合的网状线路示意图。它反映的内容包括风网结构，风流分汇点，支路性质（串联、并联、角联），风流方向、进风、回风及用风地点。

对于一个矿井，通风系统工作的稳定性、合理性和安全性在很大程度上取决于风流线路的结构。由于矿井通风系统风流结构的复杂性，在矿井通风系统图中往往难以对其风流结构及流动关系进行准确的判断与分析，而矿井通风网络图则能直观、清楚地反映出矿井通风系统中的风流线路结构和流动关系，便于分析、研究矿井通风系统的合理性、稳定性和安全性，进行网络解算，改善和加强通风管理工作。

矿井通风网络图的绘制方法与步骤如下：

（1）在矿井通风系统图上，沿风流方向对风流的分点和汇点进行有序编号。

（2）以通风系统图为依据，用单线条代表巷道，由下而上或从左到右按节点的编号顺序和通风巷道的联接形式绘制风网图。

（3）按风流系统先绘主干线，后绘支线，尽量减少风路的交叉。

（4）完成风网图的雏形后，应适当美化加工，尽量绘成光滑弧状对称图。

（5）在各条风路上标注风流方向、巷道风阻、风量及通风阻力等数值，以及通风设备和设施，工作面的位置等。

（6）按上述方法绘制的通风网络图，往往比较复杂，不便使用。还应根据分析问题的需

要作进一步简化。简化原则是：

① 阻力很小的局部风网或两个节点之间的阻力很小时，可简化为一个点，如井底车场等。

② 某些并联(或串联)的分支群，可用风阻值与该并联(或串联)分支群的总风阻相等的等效分支来代替。

③ 正在掘进的局部通风巷由于不消耗主要通风机功率，可以不在通风网络图中绘出。

④ 简化、合并那些对整个风网不产生影响，解算风网时又不影响准确性的部分(一般多在风网的进风和回风区内)。但对重点分析的部分要慎重处理，不可随意简化，以免疏漏实际存在的通风问题。

(7) 简化后的网络图，还应将节点编号，将风阻值、阻力值及风量等重新调整。各分支巷道也应按风流方向重新进行编号。

图 7－5(b)为图 7－5(a)矿井通风系统图的通风网络图。

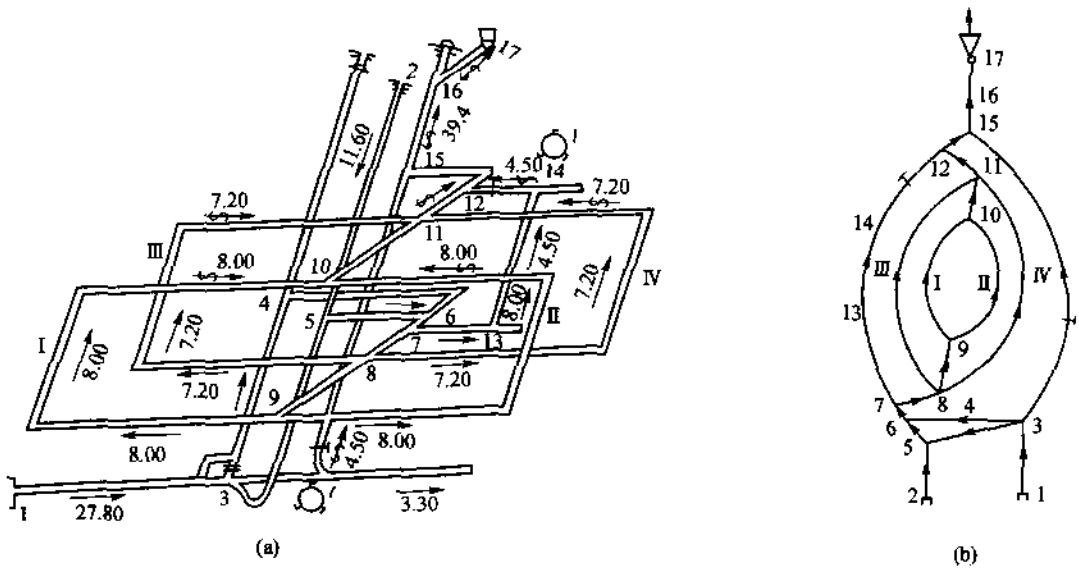


图 7－5 矿井通风系统图及网络图

第二节 安全管路系统图

煤矿井下瓦斯、火、煤尘、水、顶板隐患的存在，使得煤矿生产的工作条件变得恶劣。人们在长期的煤矿生产中，总结出了一系列防治井下各种自然灾害的方法，对保障煤矿安全生产，促进煤炭工业持续稳定健康地发展发挥着积极作用。其中，井下消防洒水，黄泥灌浆，抽放瓦斯等均是目前煤矿普遍采用且行之有效的防治措施。《煤矿安全规程》第十二条规定中将防尘(井下消防洒水)、防火注浆(黄泥灌浆)、抽放瓦斯管路系统图等列为井工煤矿必须及时填绘反映实际情况的图纸。本节主要介绍煤矿安全工程中常用的井下消防洒水管路系统图，灌浆防灭火管路系统图，瓦斯抽放管路系统图图示内容、识读方法和绘制。

一、井下消防洒水管路系统图

1. 概述

煤矿井下火灾是煤矿主要灾害之一。矿井一旦发生火灾，不仅烧毁设备和资源，往往还可造成瓦斯、煤尘爆炸，使灾害程度和范围相应扩大。为了安全、迅速、有效地扑灭和控制火势扩大、蔓延，最大限度地减少火灾事故造成人员伤亡和财产损失，《煤矿安全规程》第二百一十八条规定，矿井必须设地面消防水池和井下消防管路系统。

矿尘亦是煤矿的主要灾害之一。煤矿生产过程中，每一道生产工序都产生大量的粉尘，井下粉尘分布面广。煤尘能造成严重的煤尘爆炸灾害，岩尘和煤尘还能污染作业环境，使工人罹患尘肺病。为了消除或减轻煤矿粉尘的危害，就必须对井下各种尘源进行治理。目前治理粉尘的基本手段是水。《煤矿安全规程》第一百五十二条规定，矿井必须建立完善的防尘供水系统。没有防尘供水管路的采掘工作面不得生产。

通常将井下消防管路系统和防尘洒水供水管路系统合二为一，称之为井下消防洒水管路系统。系统既满足井下消防，又能满足井下防尘洒水。

井下消防洒水管路系统图是表示煤矿井下消防和防尘供水管路系统及有关技术参数的图件。是矿井消防洒水工程设计、施工、管理中的主要图纸。图 7－6 为某矿井井下消防洒水管路系统工程平面图。

井下消防洒水管路系统图中图示内容主要以图样形式反映，辅以文字和表格说明，主要内容包括：

(1) 井下管网布置及供水方式。

(2) 消防洒水水源及用水量。

(3) 消火栓、阀门及三通、喷雾器、过滤器等的型号，设置位置及数量，净化水幕设置位置。

(4) 井下用水点分布。

(5) 井下管路系统管材及管径。

(6) 减压(增压)设备(设施)及装置。

(7) 井下巷道及硐室名称。

2. 井下消防洒水管路系统图的用途

(1) 反映矿井井下消防洒水管路系统现状和供水能力，为矿井后续开拓开采规划提供技术资料。

(2) 随着矿井巷道的掘进，采区和采面位置的变化，利用井下消防洒水管路系统图可合理地调配生产用水和防尘、消防用水。

(3) 分析井下供水管路系统布置的科学性和合理性，以便调整系统，提高其运行的经济性和安全性。

(4) 根据井下消防洒水管路系统图，可合理安排井下清洗巷道、清扫落尘等防尘工作。

(5) 矿井一旦发生火灾，可依据井下消防洒水管路系统图及时迅速地制定和实施直接灭火方案，为扑灭火灾、抢险救灾赢得时间。

二、灌浆管路系统图

1. 概述

目前，我国生产的矿井中，有近一半多的矿井开采煤层具有自燃发火性。矿井火灾事故

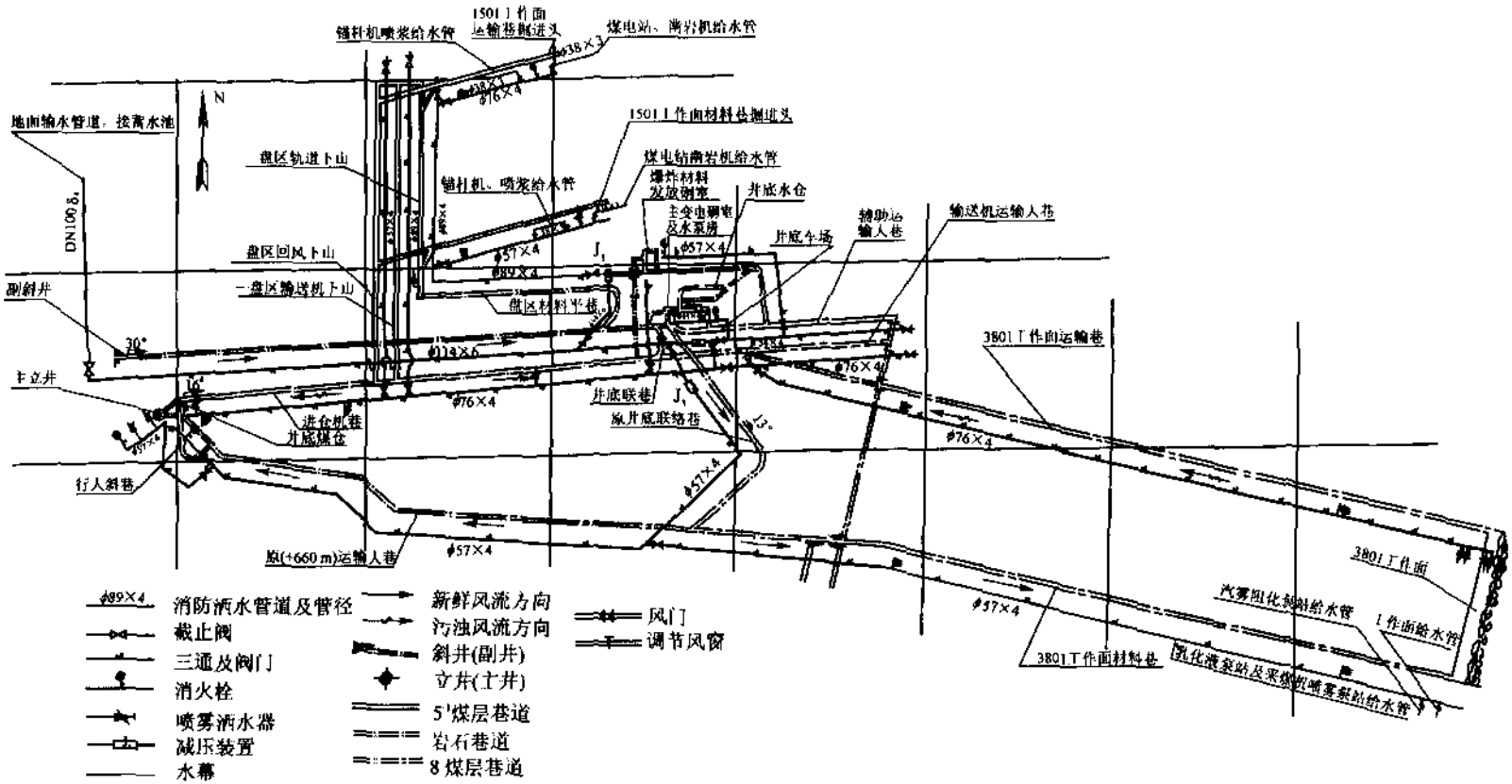


图7-6 某矿井井下消防洒水管路系统工程平面图

中内因火灾数占矿井总火灾数的70%～90%，因此，矿井内因火灾防治工作十分艰巨。防治矿井内因火灾最常用、最有效的方法是灌浆。灌浆就是把黏土或粉碎的页岩、电厂粉煤灰等固体材料与水按适当比例混合，制成一定浓度的泥浆，借助输浆管路送往可能发生自燃火灾的地点，进行注入或喷洒，以达到防火和灭火的目的。《煤矿安全规程》第二百三十二条规定，开采容易自燃和自燃的煤层时，必须对采空区、突出和冒落孔洞等空隙采取预防性灌浆或全部充填、喷洒阻化剂、注阻化泥浆、注凝胶、注惰性气体和均压等措施。编制相应的防灭火设计，防止煤层自燃发火。

灌浆管路系统图是表示矿井灌浆防灭火管路布置及有关技术参数的图件，是具有自燃发火煤层矿井灌浆防灭火工程设计、施工、管理中的主要图纸。图7－7为某矿井黄泥灌浆管路系统工程平面图。

灌浆管路系统图图示的主要内容包括：

(1) 灌浆系统类别及制浆方法。

(2) 输浆管路布置。

(3) 灌浆方法。

(4) 灌浆管路系统管材及管径。

(5) 灌浆系统输浆量及倍线值。

(6) 井巷名称等。

2. 灌浆管路系统图的用途

(1) 反映矿井灌浆防灭火管路系统布置状况和灌浆能力，是矿井开拓开采规划、生产设计的基础技术资料。

(2) 反映矿井生产与灌浆防灭火的相互关系，是矿井安全生产管理中常用的图纸。用于指导生产。

(3) 根据矿井自燃发火预测预报，利用灌浆管路系统图，制定和实施切实可行的预防性防火灌浆方案。

(4) 矿井一旦发生煤层自燃火灾，可利用灌浆管路系统图，迅速地制定和实施矿井灌浆灭火方案。

三、瓦斯抽放管路系统图

1. 概述

瓦斯是煤矿生产过程中从煤岩层中涌出的以甲烷为主的各种有害气体的总称。抽放瓦斯不仅可以降低采掘工作面的瓦斯涌出量，保证安全生产，也是防止煤与瓦斯突出的有效措施之一。同时，还可将涌出的瓦斯作为一种资源加以利用，变害为利。因此，瓦斯抽放是高瓦斯矿井、煤与瓦斯突出矿井防治瓦斯的根本途径。

瓦斯抽放管路系统图是表示矿井瓦斯抽放管路系统及其有关技术参数的图件。是高瓦斯、煤与瓦斯突出矿井瓦斯抽放工程设计、施工、管理中的主要图纸。图7－8为某矿瓦斯抽放管路系统图。

瓦斯抽放管路系统图图示的主要内容包括：

(1) 瓦斯抽放管路布置。

(2) 管材及管径。

(3) 管路附属装置(如瓦斯流量计、放水器、阀门、测压嘴、三防装置、放空管等)的设置

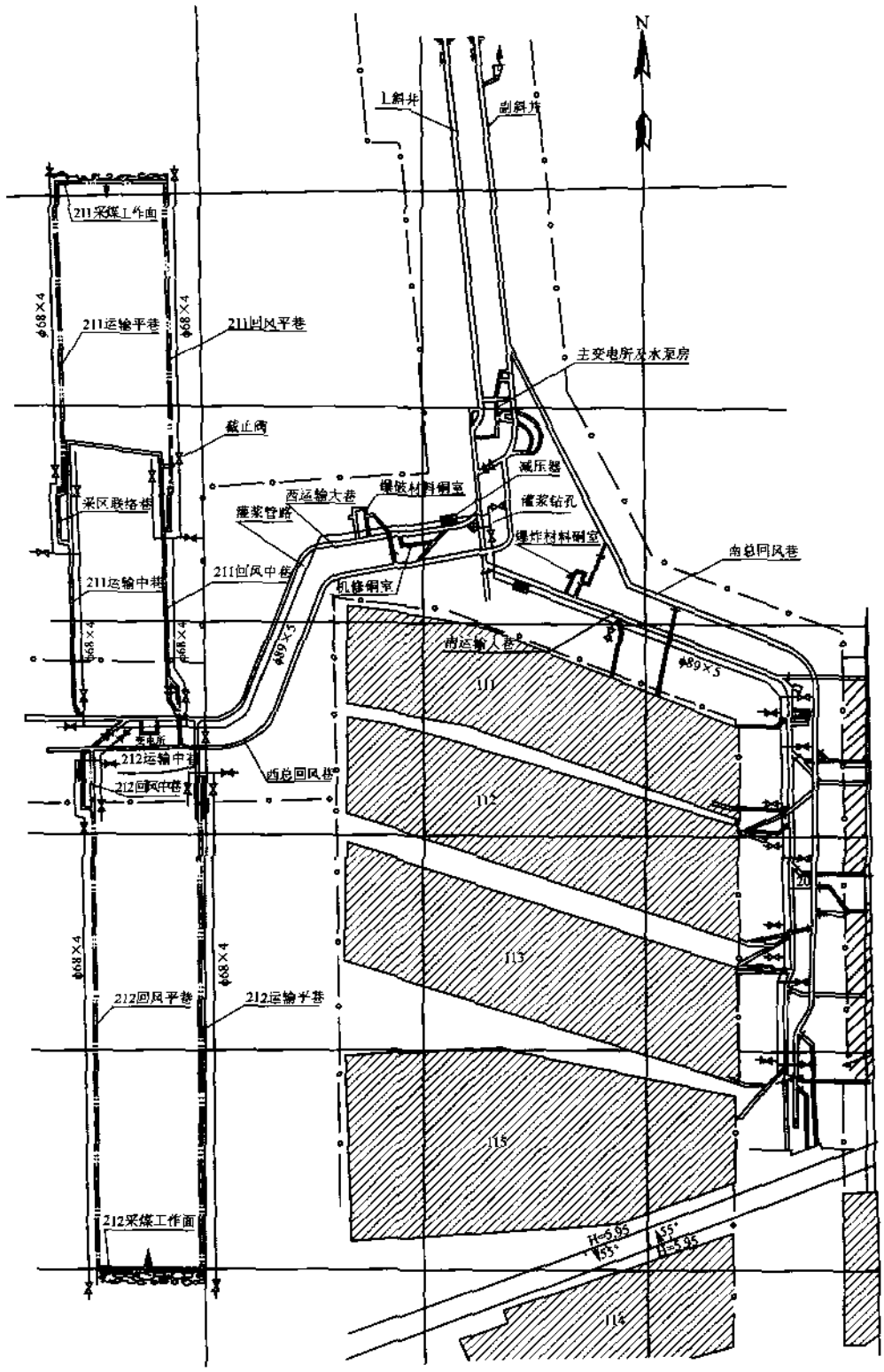


图 7－7 某矿井黄泥灌浆管理系统工程平面图

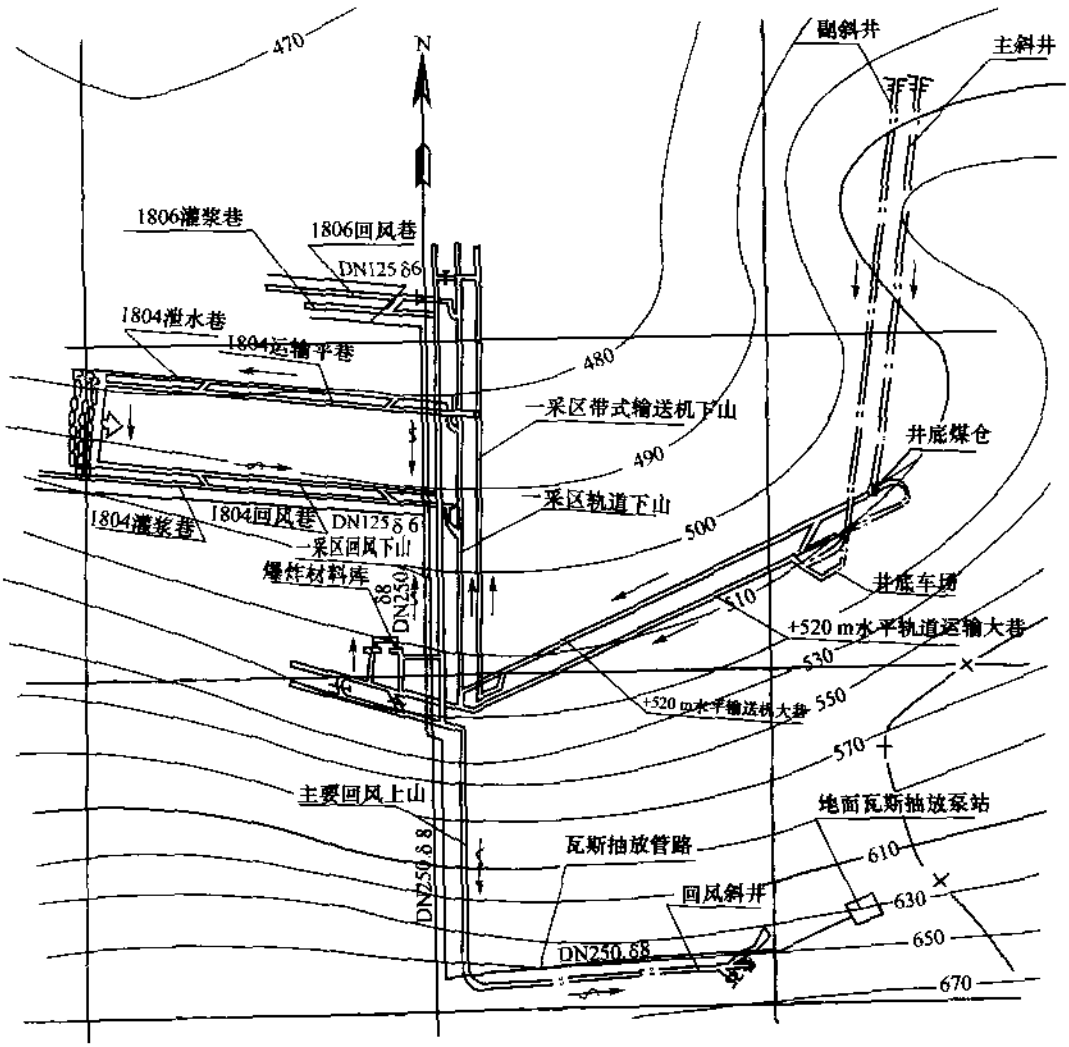


图 7－8　某矿瓦斯抽放管路系统图

位置。

(4) 瓦斯抽放方法及抽放钻孔布置。

(5) 瓦斯抽放泵站位置及瓦斯抽放泵的型号、台数。

(6) 矿井瓦斯抽放量及抽放率。

(7) 巷道名称。

2. 瓦斯抽放管路系统图的用途

(1) 指导矿井瓦斯抽放日常工作。如安排开凿钻场、打钻，敷设瓦斯抽放管路，测压与调压，统计抽放量等。

(2) 指导制定矿井预防煤与瓦斯突出方案。

(3) 分析矿井瓦斯抽放效果，因地制宜地采取其他瓦斯防治措施。

(4) 是编制矿井采掘工程计划、矿井瓦斯利用计划及矿井安全监测系统方案的基础资

料。

四、安全管路系统图的分类

矿井安全管路系统图的分类方法同矿井通风系统图。按照绘制原理的不同，分为安全管路系统工程平面图、安全管路系统示意图和安全管路系统立体图三种。对于矿井消防洒水管路系统图、灌浆管路系统图、瓦斯抽放管路系统图也相应地分为工程平面图、示意图和立体图。安全管路系统工程平面图是目前矿井设计、建设和生产中最常用的图纸，是直接在矿井采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图中，标注反映井下安全管路系统图图示内容的专用符号和有关技术参数而形成的图件。图 7－6、图 7－7 和图 7－8 分别表示某矿井井下消防洒水管路系统工程平面图、某矿井黄泥灌浆管路系统工程平面图和某矿井瓦斯抽放管路系统工程平面图。

五、安全管路系统图的识读

1. 识读方法及要点

识读安全管路系统图，首先应认真仔细地阅读图纸的图名、图号、比例。然后根据图样表示内容、图例、技术说明、表格，按以下顺序进行识读：

(1) 识读矿井开拓开采巷道系统及采掘工作面的布置。如井口位置，开拓方式，井底车场，主要巷道布置，采区巷道布置，回采巷道布置等。对全矿井巷道的空间位置及相互联接建立一个系统的框架。对比较复杂的巷道系统，可借助有关图纸或文字资料对照识读。

(2) 识读敷设安全管路的井筒及位置，井下主管、分管、支管的布置及连接关系。

(3) 管路系统管材、管径及敷设长度。

(4) 井下消防洒水管路系统图。识读供水方式(静压供水、动压供水)及供水水源；消火栓、阀门及三通、喷雾器、过滤器型号及设置位置及数量；净化水幕设置位置；井下用水点及分布；减压(增压)设备(设施)及装置。

(5) 灌浆管路系统图。识读矿井灌浆系统类别(集中灌浆系统、分散灌浆系统)，制浆材料及制浆方法，灌浆方法，灌浆系数及泥浆比，灌浆系统输浆能力及倍线值。

(6) 瓦斯抽放管路系统图。识读矿井瓦斯抽放方法，管路附属装量，瓦斯抽放泵站位置及瓦斯抽放泵型号、台数，矿井瓦斯抽放量及抽放率。

2. 识读举例

[例 7－4] 图 7－6 为某矿井井下消防洒水系统工程平面图。矿井采用立井—斜井综合开拓，一个水平开拓全井田，一个盘区生产，一个盘区准备。井下消防洒水水源为处理后的井下排水。矿井井下消防用水量按 10 L/s 考虑，防尘最大用水量为 10 L/s。井下消防洒水管路与生产用水管路合用，地面设两个 200 m^3 静压供水蓄水池，采用静压供水方式，减压器减压。

管道沿副斜井敷设，井下管网呈树枝状分布。主、副井井底，主要机电硐室，爆炸材料发放硐室等设 SN65 型消火栓。消防洒水管网中，带式输送机巷每隔 50 m 设三通管和阀门，其他巷道每隔 100 m 设置三通管和阀门。装转载点设定点喷雾器装置，进、回风巷设净化水幕。

采煤机喷雾器为引射式，掘进工作面为 PV－5 型组合喷雾器，固定点喷雾器为武安—Ⅳ型。

地面管道为 DN100δ4.0 水煤气管，井下主干管为 ϕ114×6 无缝钢管，支管为 ϕ89×4、

ϕ76×4、ϕ57×4 和 ϕ38×3 无缝钢管，掘进工作面冲洗巷道用普通橡胶软管。

[例 7-5] 图 7-7 为某矿井黄泥灌浆管路系统工程平面图。矿井采用斜井单水平分区式开拓。可采煤层四层，煤层倾角 3°～5°，煤层厚度平均 1.5～2.6 m，平均间距 3～4 m。低瓦斯矿井，煤层容易自燃，发火期 3～6 个月。主要运输大巷布置在最下部的四号煤层中，总回风巷布置在二号煤层中，大巷料石砌碹。南翼回收煤柱，西翼正规回采。采煤方法为倾斜长壁采煤法。矿井通风方式为中央并列式。

矿井黄泥灌浆系统为地面永久性集中灌浆系统。地面灌浆站设在井口南 488 m 处的陈家山山腰，人工采土，机械制浆。钻孔输浆下井，钻孔位于井田中央西运输大巷的开口处，钻孔深度 180.1 m，套管为 ϕ95×8 的无缝钢管。井下分别沿南运输大巷、西运输大巷敷设主管路，并设减压器、三通管及截止阀。南翼管路铺设至残采工作面及各密闭处，主要用于灭火。西翼管路直接铺设至采煤工作面，进行预防性灌浆。

灌浆方法为随采随灌和采后集中灌浆相结合的方法。灌浆系数为 0.05，灌浆水土比为 5:1～2:1，日灌浆量为 16 m^3/d，井下主管路、支管路均采用无缝钢管，管径分别为 ϕ89×5、ϕ68×4，倍线长 5.1～12.4。

[例 7-6] 图 7-8 为某矿井瓦斯抽放管路系统平面工程平面图。矿井采用斜井单水平上下山开拓，矿井生产能力 0.9 Mt/a，开采水平 +520 m，运输大巷和总回风巷均布置在煤层中。可采煤层一层，煤层倾角 0°～34°，煤层厚度 13.87～18.5 m，平均 16.76 m。煤层瓦斯含量 8.7～10.42 m^3/t，矿井相对瓦斯涌出量为 16.3～31.5 m^3/t·d，绝对涌出量为 15.46～29.83 m^3/min，属高瓦斯矿井，煤尘具有爆炸危险性，煤层容易自然发火。一个采区、一个工作面生产。采煤方法为走向长壁倾斜分层放顶煤采煤法。矿井通风方式为中央边界式，矿井通风方法为抽出式。

矿井瓦斯抽放系统为地面斜风井场地设矿井永久性集中瓦斯抽放泵站。瓦斯抽放管路沿斜风井敷设入井，主要回风上山、一采区回风下山布置瓦斯抽放主管路，工作面灌浆巷，煤层巷道掘进工作面设抽放支管路。

瓦斯抽放方法为本煤层未卸压和卸压综合抽放方法，抽放工艺为钻孔抽放方式。

瓦斯抽放管道采用焊接钢管，主管管径为 DN250×8，支管为 DN150×6，抽放管路中安设放水器、流量计、测压装置等。

地面抽放泵站瓦斯泵为 SK-85 型水环式真空泵二台，一台工作，一台备用。地面管路系统设三防装置及放空管等。

六、安全管路系统图的绘制

由于安全管路系统工程平面图便于绘制，与煤矿其他图纸(多属平面工程图)的绘制原理及表示方法基本相一致，易读易懂，便于应用。所以，在煤矿设计、建设和生产安全管理中被普遍采用。下面仅对矿井安全管路系统工程平面图的绘制方法作简单介绍。

矿井安全管路系统工程平面图的绘制方法与矿井通风系统工程平面图基本相同。其绘制方法与步骤如下：

(1) 先复制矿井采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图，删去与矿井安全管路系统无关的图示内容，保留坐标网、指北方向、煤层底板等高线、断层、采空区范围、巷道及采掘工作面等图示内容，作为底稿图样。

(2) 根据确定的某种安全管路系统布置方案，用单线条表示管路，在复制的底稿图样巷

道旁(巷道宽度较大时,可在巷道内)绘制出主管道、分管道及支管道。

(3) 用专用符号绘制出管路附属装置。管路的附属装置、设置的位置、技术性能均应满足技术要求。

(4) 标注管径及长度尺寸。

(5) 用文字说明或表格反映安全管路系统图中有关技术参数及绘制依据。

(6) 当有些图示内容在系统图中反映不出或不详时,可采用局部放大详图。

(7) 绘制图例。

(8) 为使图面整洁美观,应对图样、表格、文字说明、图例等进行合理安排布局,线型粗细搭配得当,如管路用粗实线、巷道用较细实线、煤层底板等高线和尺寸线用细实线。

第三节 矿井安全监测系统图

一、概述

煤矿安全监测系统是利用现代传感技术、信息传输技术、计算机信息处理、控制技术对煤矿井下瓦斯等环境参数进行实时采集、分析、存贮和超限控制的装置。煤矿安全监测系统是人们认识煤矿自然灾害规律,预防矿井瓦斯、煤尘、火灾事故发生,增强矿井抗灾能力,改善煤矿井下作业环境,提高生产效益的重要的现代化技术手段,也是实现矿井电气化和自动化的必要条件。《煤矿安全规程》第一百五十八条规定,高瓦斯矿井,煤(岩)与瓦斯突出矿井,必须装备矿井安全监控系统。目前,在我国国有高瓦斯矿井、煤(岩)与瓦斯突出矿井和大型低瓦斯矿井基本都装备了矿井安全监测系统,为矿井的安全生产发挥了重要的作用。

矿井安全监测系统图是表示矿井安全监测系统井下信息传输电缆、分站及各种传感器布置及有关技术参数的图件。是矿井安全监测系统工程设计、施工和管理的主要图纸。

矿井安全监测系统图图示的主要内容包括:

(1) 传输电缆(信道)的敷设。

(2) 井下分站、地面分站设置位置及其参数。

(3) 井下、地面传感器种类及布置位置。

(4) 地面监测中心站位置及设备配备。

二、矿井安全监测系统图的分类及用途

1. 矿井安全监测系统图的分类

矿井安全监测系统图按照绘制原理的不同,亦分为矿井安全监测系统工程平面图、矿井安全监测系统示意图和矿井安全监测系统立体示意图三种。其中,矿井安全监测系统工程平面图是目前矿井设计、建设和生产中最常用的图纸,是直接在矿井采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图中,标注反映矿井安全监测系统图图示内容的专用符号和有关技术参数而形成的图件。图 7-9 为某矿井安全监测系统工程平面图。

2. 矿井安全监测系统图的用途

矿井安全监测系统主要用于监测矿井井下瓦斯、风速、一氧化碳、风压、温度等环境参数,还可用于矿井生产监视、监控和监测。如井下风门开关、设备开停和煤仓煤位、水仓水位、胶带跑偏、称重、电力参数等。矿井安全监测系统图的主要用途如下:

(1) 分析矿井井下监测系统信号传输电缆、井下分站、传感器布置的合理性,发现问题

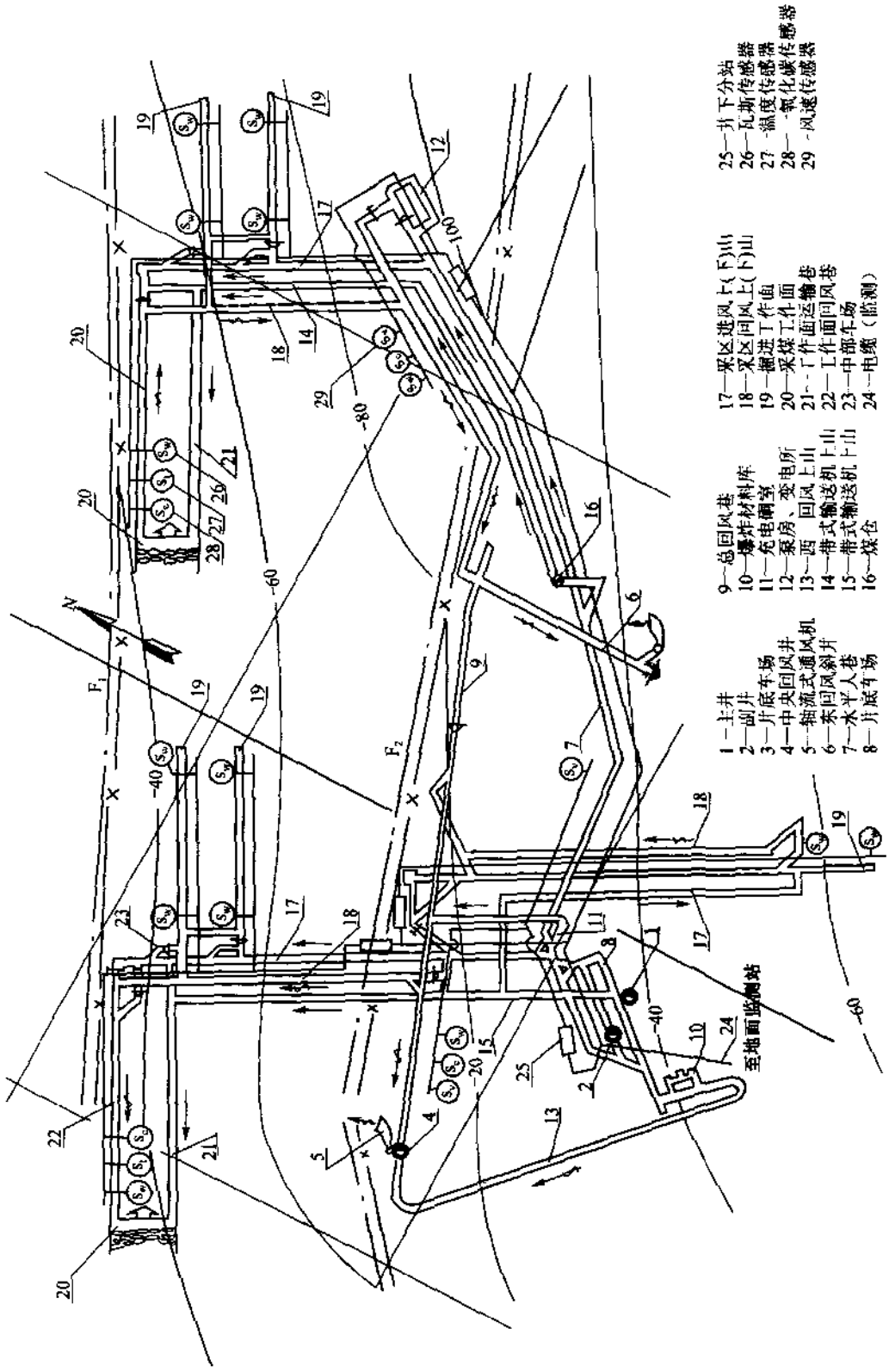


图 7 9　某矿井安全监测系统工程平面图

及时处理。

(2) 指导矿井日常瓦斯等参数的监测工作。如随着采掘工作面位置的变动,传感器位置的调整、传感器的增减、井下分站位置的调整及增设等。

(3) 是了解井下作业场所瓦斯等有害气体浓度,分析其涌出量及其规律,掌握整个矿井瓦斯等有害气体的涌出情况,制定有效的防治瓦斯等有害气体措施的基础资料。

(4) 评价矿井抗灾能力强弱及现代化管理水平的高低。

(5) 用于矿井瓦斯管理。

三、矿井安全监测系统图的识读

1. 识读方法及要点

识读矿井安全监测系统图,首先应认真仔细地阅读图纸的图名、图号、比例,然后根据图样表示内容、图例、技术说明、表格,按以下顺序进行识读:

(1) 识读矿井开拓开采巷道系统及采掘工作面的布置。如井口位置、开拓方式、井底车场、主要巷道、采区巷道、回采巷道的布置及井下主要机电硐室布置等。对整个矿井巷道的空间位置及相互关系建立一个系统的框架。当井下巷道系统较复杂时,可借助有关图纸或文字资料对照识读。

(2) 识读矿井安全监测系统地面监测站布置位置,监测站主要设备配置;敷设信号传输电缆的井筒及位置;井下电缆的敷设及型号。

(3) 分站设置位置、监测范围、配备的传感器及功能。

(4) 各种传感器安设位置。

(5) 瓦斯监测点甲烷传感器的报警、断电、复电浓度和断电范围。

2. 识读举例

[例 7-8] 图 7-9 为某矿井安全监测系统工程平面图。矿井采用立井单水平分区式开拓,矿井瓦斯相对涌出量为 18 $m^3/t \cdot d$,绝对涌出量为 16.5 m^3/min,煤层容易自燃发火,煤尘具有爆炸危险性。矿井两个采区生产,一个采区准备,每个生产采区布置一个采煤工作面生产。矿井通风方式为中央分列式和对角式混合通风。矿井通风方法为抽出式。

矿井安全监测系统地面监测中心站设在矿井综合办公楼内,距副立井井口 210 m,矿井安全监测系统采用 KJ90 型煤矿综合监控系统。地面中心站由主计算机 PⅢ工控机,网络远程终端 586/PⅡ机,KG9010 型数据传输接口,HUB 网络集成器以及网路中继器等组成。系统软件是以 Windows 98 为平台,集安全、生产监控和网络管理为一体的综合性软件。矿井安全监测系统主要监测井下瓦斯、一氧化碳、温度、风速等环境参数。

井下设四个 KFD-2 型分站,分布置于井底车场、三个采区。每个分站输入量 16 路,其中模拟量 8 路,开关量 8 路,控制输出 8 路。传感器二十五个,分布于采煤工作面、掘进工作面、和总回风巷。其中 KG9701 型瓦斯传感器 16 个,KG9201 型一氧化碳 4 个,KG9321 型温度传感器 2 个,CW-1 型风速传感器 3 个。

传输电缆沿副立井敷设入井,经水平运输大巷、轨道上山送至各测点。井筒传输电缆型号为 PUYVRP39-1 1×4×1.38,主传输电缆为 PUYVRP1×4×1.0,模拟量传感器电缆为 PUYVRP1×4×7/0.52,控制电缆为 PUYVR1×2×7/0.28。

四、矿井安全监测系统图的绘制

矿井安全监测系统工程平面图与各种矿井安全管路系统工程图一样,在煤矿设计、建设

和生产安全管理中被普遍地采用。因此，仅对矿井安全监测系统工程平面图的绘制方法作介绍。

矿井安全监测系统工程平面图的绘制方法与矿井通风系统工程平面图基本相同。其绘制方法与步骤如下：

(1) 先复制矿井采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图，删去与矿井安全监测系统工程平面图无关的图示内容。

(2) 按确定的监测传输电缆布置方案，用单线条表示信号传输电缆，绘制在巷道旁。

(3) 用专用符号绘制出井下分站、各种传感器。

(4) 用文字说明或表格反映矿井安全监测系统工程平面图中有关技术参数及绘制的依据。

(5) 绘制图例。

第四节　井下避灾路线图

一、概述

井工开采煤矿，由于井下自然条件复杂，人们对瓦斯、火、水、顶板等灾害客观规律的认识不足，加之麻痹大意和违章指挥和操作，加大了造成发生某些灾害的可能性。据分析，在多数情况下，煤矿井工事故发生比较突出，而且重大事故还具有灾难性和继发性。因此，矿井一旦发生灾害，在矿山专业救护队难以及时到达现场抢救时，井下受灾人员在无法进行抢救和控制事故的情况下，应选择安全路线迅速撤离危害区域，沿着避灾路线从安全出口至地面。避灾是减少井下工作人员伤亡损失的重要环节。井下工作人员必须熟悉避灾路线。《煤矿安全规程》第九条规定，煤矿企业必须编制年度灾害预防和处理计划，并根据具体情况及时修改。每年必须至少组织一次矿井救灾演习。井下避灾路线是矿井年度灾害预防和处理计划的主要内容之一。

井下避灾路线图是表示矿井发生灾害时，井下人员安全撤离灾区至地面的路线图纸，是矿井安全生产必备图纸。

井下避灾路线图图示的主要内容包括：

(1) 矿井安全出口位置。

(2) 矿井通风网络进风风流、回风风流的方向、路线。

(3) 井下发生瓦斯、煤尘爆炸，煤(岩)与瓦斯突出，矿井火灾时井下避灾路线。

(4) 井下发生水灾时避灾路线。

(5) 矿井巷道名称。

二、井下避灾路线图的分类及用途

1. 井下避灾路线图的分类

井下避灾路线图分为井下避灾路线工程平面图、井下避灾路线示意图和井下避灾路线立体示意图三种。在矿井安全生产管理中，最常用的是井下避灾路线工程平面图。图 7－10 为某矿井下避灾路线工程平面图。

2. 井下避灾路线图的用途

(1) 用于井下职工安全基本知识培训，使职工熟悉井下避灾路线，具备一定的防灾抗灾

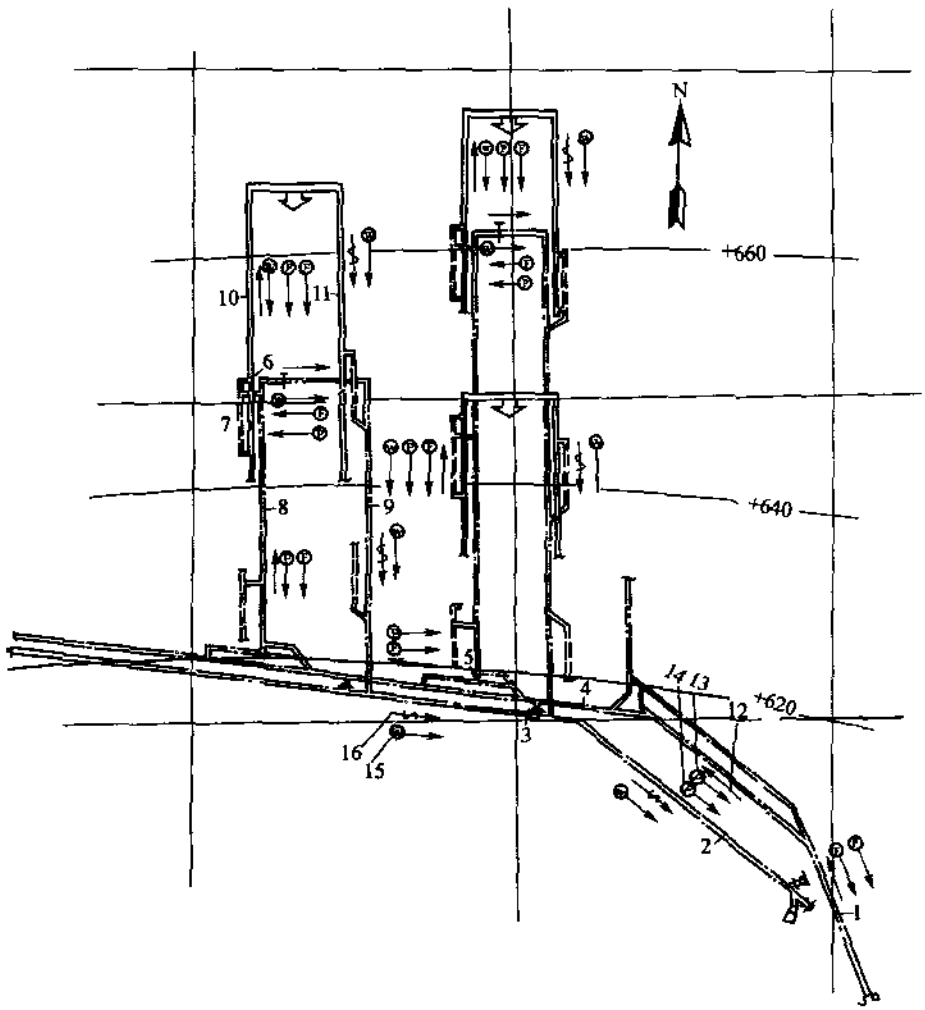


图 7－10　某矿井下避灾路线工程平面图

1—平硐；2—风井；3—总回风巷；4—运输大巷；5—采区车场及煤仓；7—行人进风斜巷；8—岩石集中运输巷；9—岩石集中回风巷；10—运输巷；11—回风巷；12—新鲜风流方向；13—瓦斯、煤尘爆炸时避灾路线；14—火灾时避灾路线；15—水灾时避灾路线；16—污浊风流方向

能力。

(2) 部署、指导和实施矿井救灾演习工作。

(3) 矿井一旦发生灾害，井下灾区工作人员可根据事故性质、所处位置，按照井下避灾路线图规定的路线，安全而迅速地撤离灾区至地面，减少事故人员伤亡。

(4) 是井下发生灾害后，制定和实施营救井下被围人员方案的重要依据之一。

三、井下避灾路线图的识读

识读井下避灾路线图，首先应仔细地阅读图名、图号、比例，然后根据图样表示内容、图例、技术说明，按以下顺序进行识读：

(1) 识读矿井开拓开采巷道系统及采掘工作面的布置。对整个矿井巷道的空间位置及相互联接建立一个系统的框架。当井下巷道系统较复杂，看不清时，可借助有关图纸或文字

资料对照识读。

(2) 识读矿井进风巷道、回风巷道系统，即新鲜风流、污浊风流流动的方向及路线。

(3) 识读采掘工作面、采区、水平及矿井安全出口的位置及相互联系。

(4) 识读井下采掘工作面发生瓦斯、煤尘爆炸，煤(岩)与瓦斯突出、火灾时的避灾路线。由于井下采掘工作面是上述事故的高发点，因此，避灾路线起始位置为采掘工作面，终点为地面。

(5) 识读井下采掘工作面发生突水事故时的避灾路线。

(6) 识读井下安全设施名称及位置。

2. 识读举例

[例 7-9] 图 7-10 为某矿井井下避灾路线工程平面图。矿井采用平硐开拓，设专用回风斜井。井田划分带区开采，运输大巷、总回风巷、条带集中运输巷、集中回风巷均布置在煤层底板中。矿井布置三个倾斜长壁采煤工作面。矿井通风方式为中央并列式。

采煤工作面发生瓦斯爆炸、煤尘爆炸、火灾事故的避灾路线为：采煤工作面→工作面运输巷→行人进风斜巷→岩石集中运输巷→运输大巷→平硐→地面。事故区回风流中的人员，应就近迅速通过调节风窗(门)进入进风巷道，再撤到地面。掘进工作面和其他地区的人员在发生事故时，应迎着新鲜风流方向迅速撤到地面。

采煤工作面发生水灾事故的避灾路线为：采煤工作面→工作面运输巷(工作面回风巷)→行人进风斜巷(行人回风斜巷)→岩石集中运输巷(岩石集中回风巷)→总回风巷→斜风井→地面。掘进工作面和其他地区的人员应迅速通过总回风巷、斜风井撤至地面。

四、井下避灾路线图的绘制

基于井下避灾路线工程平面图的广泛使用和绘制方法的简单，仅对其绘制方法做以简述。

井下避灾路线工程平面图的绘制方法与矿井通风系统工程平面图基本相同。其绘制方法与步骤如下：

(1) 先复制矿井采掘工程平面图或矿井开拓方式平面图，删去与井下避灾路线图无关的图示内容。

(2) 在巷道旁绘制避灾路线专用符号。

(3) 绘制图例。

技能训练

1. 图 7-11 为某矿通风系统平面示意图。矿井采用平硐一斜井开拓。矿井生产能力为 1.2 Mt/a。采煤方法为走向长壁倾斜分层全部垮落法，机械化采煤。矿井瓦斯相对涌出量为 16.82 m^3/t·d，煤层有自燃发火危险性，煤尘具有爆炸危险性。试识读该图，并说明该矿井通风系统状况及优缺点。

2. 根据图 6-9 立井开拓煤层采掘工程平面图所示的巷道布置系统，若矿井生产能力为 0.9 Mt/a，三个 0.30 Mt/a 普通机械化采煤工作面生产，矿井瓦斯相对涌出量为 4.61 m^3/t·d，煤层不自燃，煤尘具有爆炸危险性时，试完成以下训练：

(1) 确定矿井通风系统。

(2) 计算矿井所需风量。

(3) 绘制矿井通风系统立体示意图。

(4) 绘制矿井通风网络图。

(5) 确定矿井井下消防洒水管路系统，并绘制管路系统平面工程图。

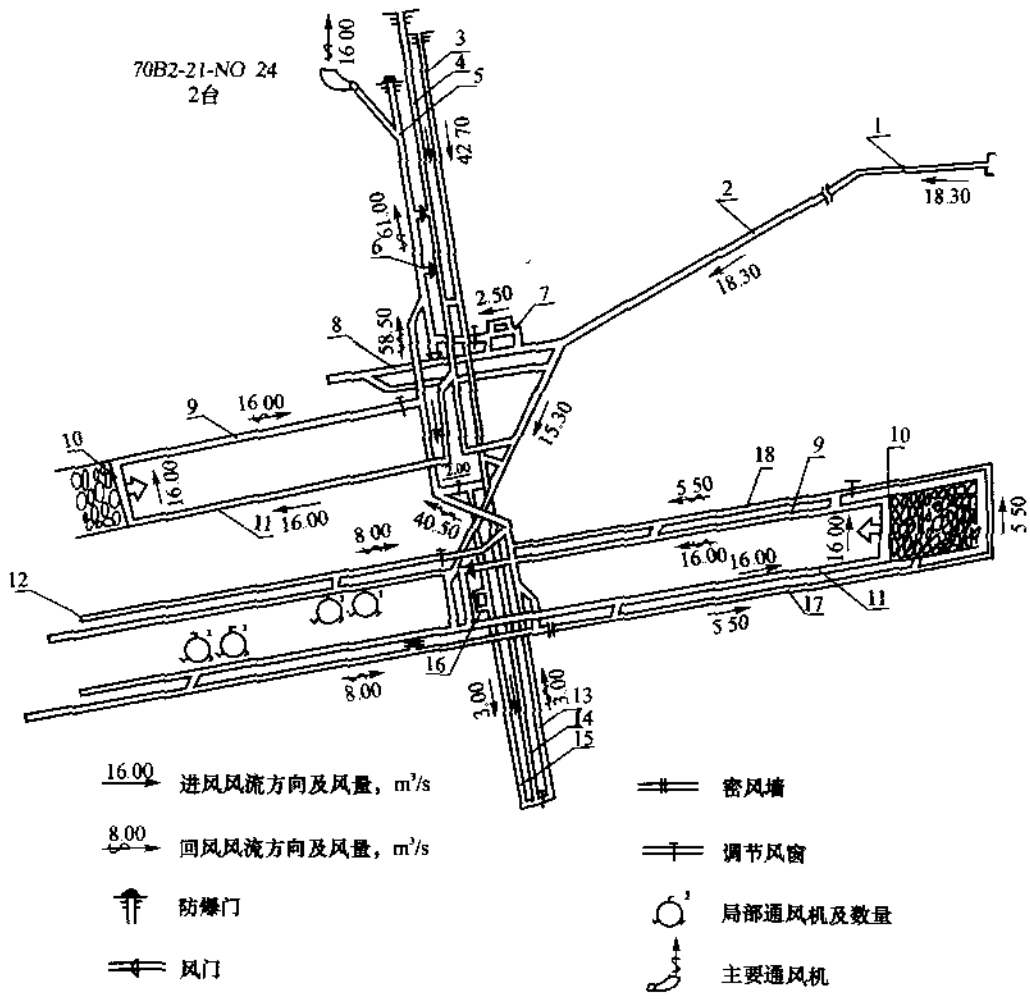


图 7－11　某矿通风系统平面示意图

1—平硐；2—平硐运输大巷；3—进风斜井(胶带)；4—井风斜井(轨道)；5—回风斜井；6—联络巷；7—爆破材料库；8—环形车场；9—工作面回风巷；10—采煤工作面；11—工作面运输巷；12—掘进工作面；13—采区回风下山；14—带式输送机下山；15—轨道下山；16—采区变电所；17—工作面运输中巷；18—工作面回风中巷

第八章　矿井其他矿图

第一节　井上下对照图

一、井上下对照图的概念及用途

用水平投影的方法将井下主要巷道投影到井田区域地形图上所得的图纸，称为井上下对照图。

井上下对照图的主要用途是了解地面情况和井下采掘工程情况的相对位置关系，为地面建设规划、井下开采设计和施工服务。

二、井上下对照图的绘制方法

从井上下对照图的概念可知井上下对照图是一种复合图。它是以井田区域地形图为基础绘制的。

绘制时，首先在透明纸或聚酯薄膜上描绘井田区域地形图，标出井口位置、工业广场建筑物、道路、河流和其他地面重要建筑物等；然后用相同比例，对好网格相应的坐标，再将主要巷道填绘上去，即得井上下对照图。如图 8－1 所示，图(a)为井田区域地形图的一部分，图(b)为相应的三个开采水平的主要巷道平面图的一部分，按上述方法将图(a)、图(b)综合绘制在一起，则可得井上下对照图(c)。随着井下采掘活动的不断变化，井上下对照图上也必须按一定时间，及时将井下采掘情况填绘上去。

井上下对照图一般用 1∶5 000 或 1∶2 000 的比例绘制。

三、井上下对照图的图示内容及识图要点

看井上下对照图，应抓住以下两方面内容及一个中心要点。两方面内容是：

(1) 地面的地貌、地物、河流、铁路、湖泊、桥梁、工厂、村庄和其他重要建筑物等。

(2) 看清煤层埋藏情况及井下的采掘工程情况。如煤层层数、厚度、走向、倾向、倾角、主要巷道及采掘工作面位置。

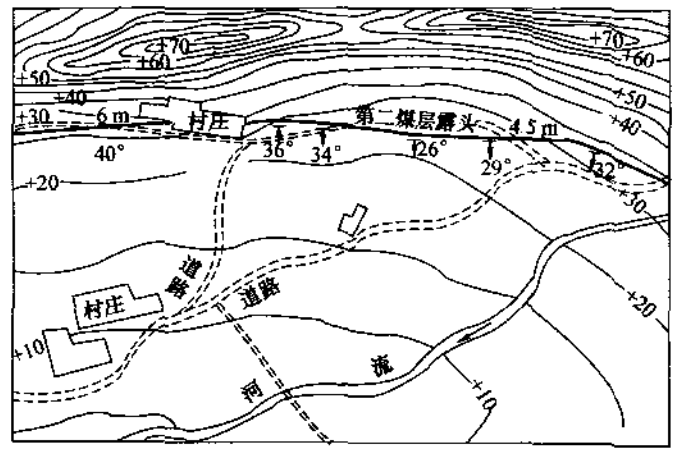
一个中心要点是：把握井下采掘工程位置对应地面的地貌、地物情况。

四、井上下对照图的应用

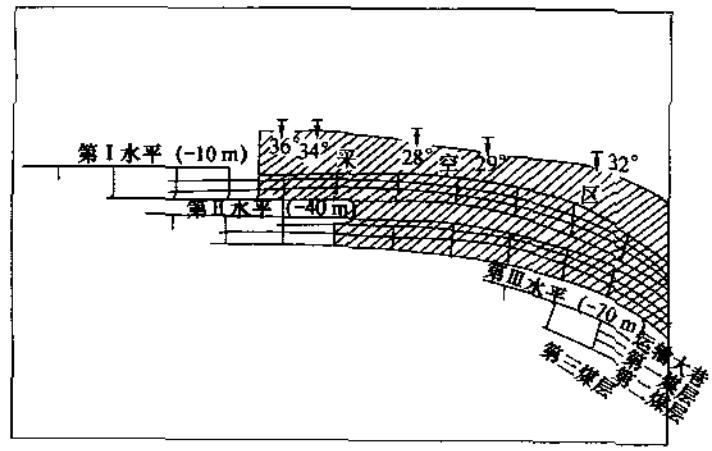
井上下对照图的主要用途是了解地面情况和井下采掘工程情况的相互位置关系，为地面建设规划、井下开采设计和施工服务。如在制定矿区规划时，应考虑将地面工厂、铁路和其他重要建筑物安置在井下采动影响范围之外；在进行井下开采设计时，井口位置的选择、井下巷道的布置、煤柱的留设、顶板管理方法的选择等，也要考虑地面具体情况。有了井上下对照图，解决这些问题就方便多了。现举例说明井上下对照图的应用。

1. 确定地表移动范围

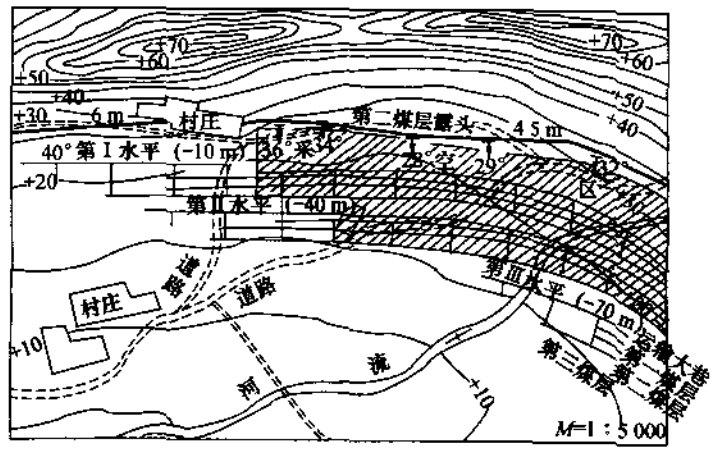
由于井下采动所引起岩层的移动和地表的沉降，可能使地表的铁路和重要建筑物遭受破坏，还可能使地面河流或湖泊之水顺地表塌陷而涌入井下，造成重大灾害。因此，必须准确地确定受到采动影响地表移动的范围，以便采取必要措施。



(a)



(b)



(c)

图 8-1　井上下对照图绘制方法图

图 8－2 是某矿局部地区井上下对照图。地面有一个村庄，井下 －20～－60 m 和 －60～－100 m 等高线间，布置了两个正在采煤的工作面，现在要知道上一工作面采完后，村庄是否会有危险。为此，就必须确定由于煤层采出而引起的地面移动范围。其作图步骤如下：

(1) 在井上下对照图上画出剖面线Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ和Ⅲ—Ⅲ的位置，沿此三条线作地表和煤层的垂直剖面图。

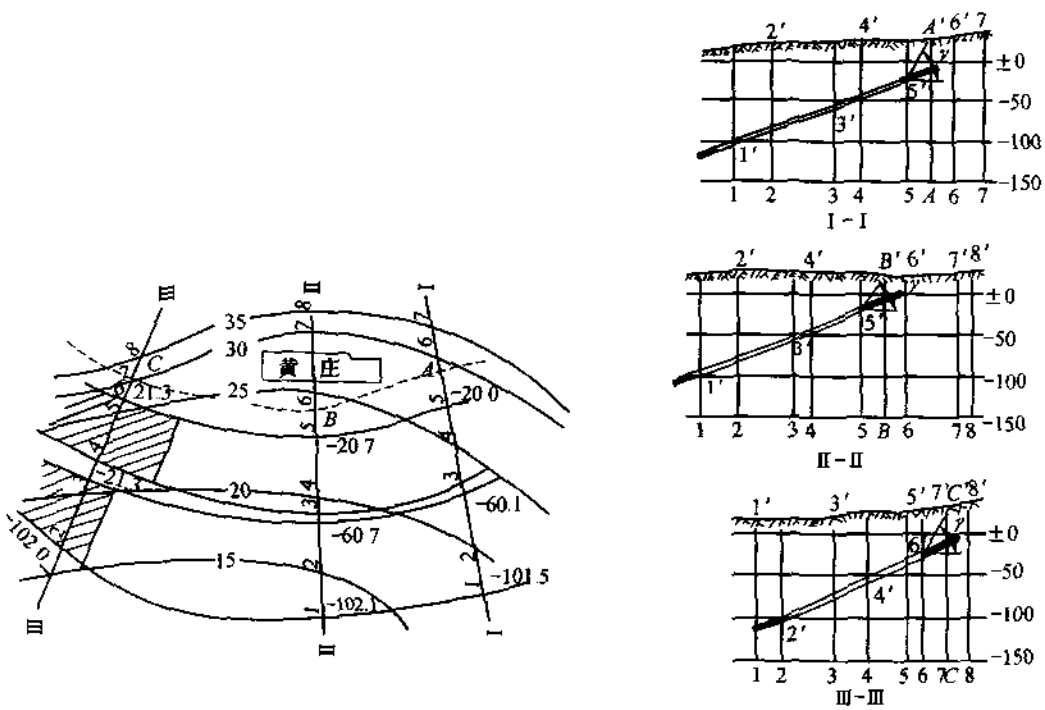


图 8－2　某矿局部地区井上下对照图

(2) 在Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ和Ⅲ—Ⅲ剖面图的上部开采边界点上(如Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ和 5′点，Ⅲ—Ⅲ的 6′点)，按上山移动角 γ 作直线与地表相交，分别得到 A'、B'、C' 三点。图中的上山移动角 γ 与煤层厚度、开采深度、覆盖岩层性质等因素有关。

(3) 将 A'、B'、C' 投影到水平线上，得 A、B、C 三点。

(4) 将三个剖面图上的 A、B、C 三点分别转画到井上下对照图的三个剖面线上，得平面图上的 A、B、C 三个点。

(5) 过井上下对照图上的 A、B、C 三点作虚线，即为地表受岩层移动影响的范围。

由图可知，村庄位于地表移动范围以外，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，可同时知道地面某点标高 $H_{上}$ 和煤层底板标高 $H_{下}$，则该点的开采深度 H 为

$$H = H_{上} - H_{下}$$

如图 8－2 中Ⅰ—Ⅰ线上 5 点处的开采深度为

$$H = 27.5 - (-20.0) = 47.5 \text{ m}$$

利用这种方法，可确定排水钻孔、灌浆灭火钻孔等各种钻孔的深度。

3. 考虑在铁路下、建筑物下和水体下采煤的问题

在铁路下、建筑物下和水体下进行开采工作，由于岩层的塌陷会造成地表的沉降。为了使地表发生的沉降不会引起铁路、建筑物的破坏，则需要在开采方法、开采顺序和开采时间上采取适当的措施。井上下对照图是研究"三下采煤"问题的基础资料之一。

图 8－3 所示为某矿局部地区的井上下对照图。地面有一条大致纵贯东西的铁路和一条公路，并有一座铁桥，桥下 238 m 处有厚为 1.3～2.2 m 的煤层。为了使开采所引起的岩层移动不会引起地表铁路和大桥发生超出允许范围的变形，已在铁路下方沿铁路走向布置了长壁采煤工作面，并须在开采工艺上采取适当的措施。

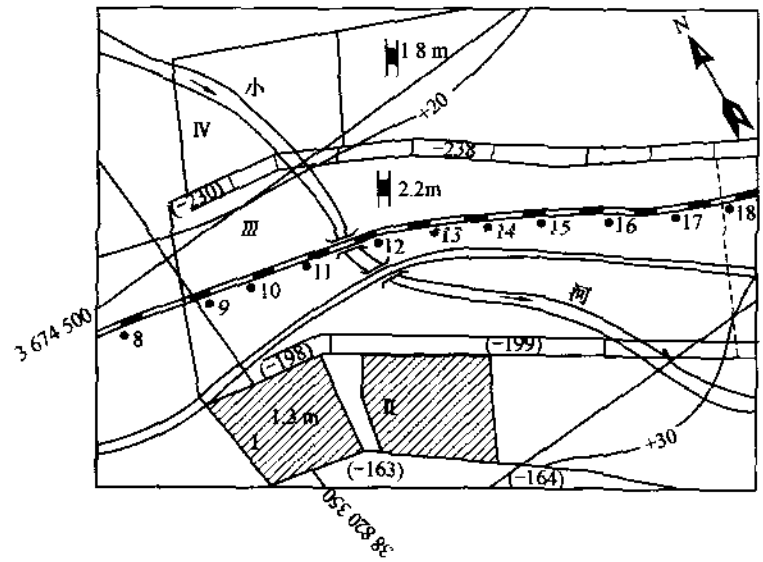


图 8－3 某矿局部地区井上下对照图

4. 确定钻孔位置

在进行钻探、井下注浆灭火、排水或处理井下灾害事故中，往往需要向井下打钻，此时，准确的定出钻孔位置是极其重要的。这一工作也需借助于井上下对照图来解决。

第二节 保护煤柱图

煤矿生产必须安全可靠且不危及地面的重要设施，为了达到这一目标，必须在井下留一部分煤炭，这一部分煤炭称为保护煤柱。如井田边界煤柱、工业场地保护煤柱、井筒保护煤柱、铁路保护煤柱等。反映保护煤柱的具体留法及尺寸大小的相关图纸都是保护煤柱图。

保护煤柱图主要反映煤柱尺寸的大小、位置及尺寸计算过程，并通过投影方法表示出来。

一、立井井筒安全煤柱的设计实例

[例 8－1] 矿井的地质开采条件及冲积层和岩层移动角值见表 8－1；安全煤柱如图 8－4 所示。

表 8－1　某矿地质开采条件、冲积层和岩层移动角

井筒垂深 H /m	煤层厚度 /m	煤层倾角 α /(°)	φ /(°)	γ /(°)	β /(°)	δ /(°)	表土厚度 h /m
300	2	20	45	70	60	70	20

(1) 通过立井井筒中心沿煤层倾斜方向及走向作剖面Ⅰ－Ⅰ和Ⅱ－Ⅱ，按Ⅰ级建筑物在井筒周围留 15 m 宽的围护带，在剖面图上得 m、n、k、l 各点。

(2) 根据冲积层和岩层的移动角值，绘出安全煤柱的边界线，在剖面Ⅰ－Ⅰ上得 m_1、n_1 点，在剖面Ⅱ－Ⅱ上得 k_1、l_1 点。

(3) 将 m_1、n_1、k_1、l_1 各点投影到平面图上，得 m_2、n_2、k_2、l_2 点。

(4) 过井筒中心作各象限四边形的对角线。

(5) 以井筒中心 O 为原点，分别以 Om_2、Ok_2、On_2、Ol_2 为半径画圆弧，并交于对角线上；在对角线上，取两圆弧与之相交的中点，得 P、Q、R、S。

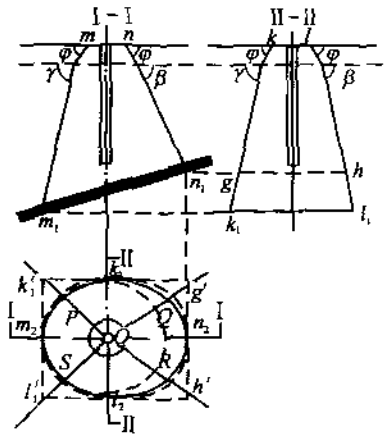


图 8－4　立井井筒安全煤柱的留法

(6) 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。

留立井井筒的安全煤柱时，对缓斜和中斜煤层，煤柱的下部边界距井筒至少要留 40 m (沿层面计算)，对急斜煤层来讲至少要留 60 m。

二、斜井安全煤柱的设计

(一) 斜井安全煤柱的计算规则

斜井安全煤柱用垂直断面法圈定。各类斜井的具体圈定方法如下：

(1) 位于煤层组最上一层煤中且与煤层倾向一致的斜井，其下部各个煤层中都应保留煤柱。

(2) 位于煤层或煤层组最下一层煤中且与煤层倾向一致的斜井，除在斜井两旁煤层中必须保留护巷煤柱外(一般每侧 20 m)，其上部煤层中是否保留煤柱，可按保安规程执行。

(3) 位于煤层或煤层组底板岩石中且与煤层倾向一致的斜井，其煤柱尺寸大小以及是否保留煤柱，应根据斜井与煤层或最下一层煤的距离大小确定。当被采动的煤层对斜井无影响时，在该煤层内可以不保留煤柱；当被采动的煤层对斜井有影响时，在该煤层内应留设煤柱。

(4) 对于与煤层倾向一致的斜井，当煤层倾角大于井筒倾角时，其穿煤点上方的煤层除靠近井筒部分外一般不留煤柱，其穿煤点下方的煤层必须保留煤柱；当煤层倾角小于井筒倾角时，其穿煤点上方的煤层必须保留煤柱，穿煤点下方的煤层除靠近井筒部分外一般不留煤柱。

(5) 对于各种角度的反斜井，在其穿煤点上方的煤层中，除靠近井筒部分外，一般不保留煤柱；在其穿煤点下方的煤层中，应保留煤柱，且斜井的煤柱总宽度必须大于或等于该煤层中斜井两侧采区的固定支承压力带宽度。

(二) 斜井安全煤柱的设计

[例 8-2] 斜井地质开采条件及冲积层和岩层移动角值见表 8-2;斜井剖面如图 8-5 所示。

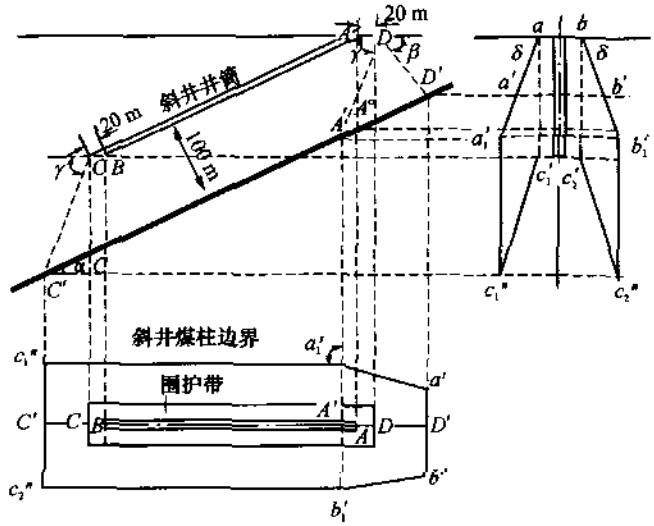


图 8-5 斜井井筒安全煤柱的留法

表 8-2 某斜井地质开采条件、冲积层和岩层移动角

斜井斜长 /m	斜井倾角 /(°)	煤层倾角 /(°)	煤层厚度 /m	围护带宽 /m	φ /(°)	γ /(°)	β /(°)	δ /(°)
300	25	25	1	20	45	70	50	70

(1) 在沿倾斜方向剖面上,自斜井 AB 的井底车场预留 20 m 围护带延长至 C 点,自 C 点按 $\gamma=70°$作边界线与煤层相交于 C'点。

(2) 自斜井井口 A 点向外,留 20 m 围护带得 D 点,从 D 点按 $\beta=50°$作边界线与煤层相交于 D'点。

(3) 自 D 点按 $\gamma=70°$作边界线与煤层相交于 A'点。

(4) 在沿走向的剖面上,自井口围护带的 a、b 点,分别以 $\delta=70°$作边界线,与 D'点投影线相交于a'、b'与A'点的投影线相交于a_1'、b_1';自井底车场投影点 c_1'、c_2'分别按 $\delta=70°$作边界线,与 C'点的投影线交于c_1''、c_2''。

(5) 将倾斜剖面图上的 D'、D、A、A'、B、C、C'分别投到平面图的斜井轴线上;将走向剖面图上的 $a'b'$、$a_1'b_1'$及$c_1''c_2''$也投影到平面图上。

(6) 连接 a'、b'、b_1'、c_2''、c_1''、a_1'各点,则所围的图形即为斜井安全煤柱的边界。

三、工业场地安全煤柱的设计

工业场地需保护建筑物的轮廓线为 $abcdef$(图 8-6),并按一级保护留围护带 15 m,则受护边界为 $a'b'c'd'e'f'$。该矿的地质开采条件及冲积层和岩层移动角值见表 8-3。

表 8-3　某矿地质开采条件、冲积层和岩层移动角

井筒中心通过煤层深度/m	煤层倾角 α/(°)	煤层厚度/m	冲积层厚度 h/m	φ/(°)	γ/(°)	β/(°)	δ/(°)
300	25	2	30	45	75	50	75

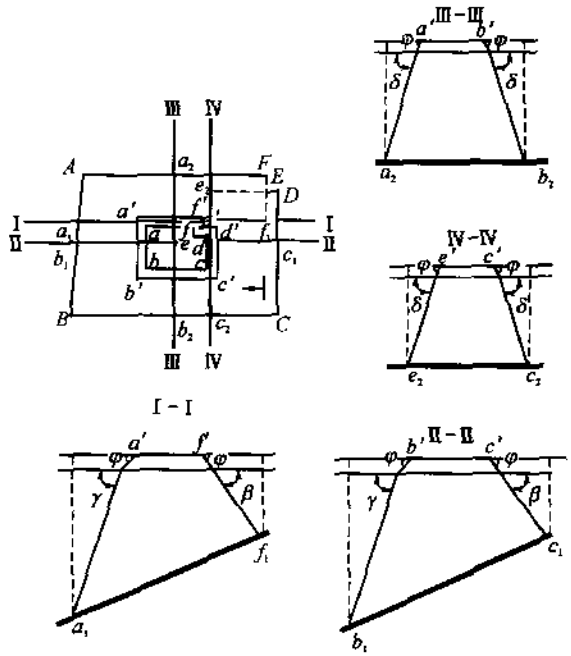


图 8-6　工业场地安全煤柱留设方法图

(1) 沿煤层倾斜方向作剖面Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ，并将工业场地的受护边界投影到剖面图上，得 a'、f' 和 b'、c' 点。

(2) 通过 a'、f'、b'、c' 点分别作 φ 角与基岩面各交一点，再通过这四个交点分别作 β 和 γ 角与煤层底板交于 a_1、f_1 和 b_1、c_1，并分别转投影到平面图上，即为煤柱在倾斜方向的边界点。

(3) 沿煤层走向作剖面Ⅲ—Ⅲ、Ⅳ—Ⅳ，并将工业场地的受护边界投影到剖面图上，得 a'、b' 和 e'、c' 点。

(4) 按给定的 φ、δ 角值和第 2 条所述的方法，可求得与煤层底板的交点 a_2、b_2 和 e_2、c_2。再将 a_2、b_2 和 e_2、c_2 分别转投影到平面图上，即为煤柱在走向方向的边界点。

(5) 在平面图上，过点 a_2、e_2、f_1、c_1 分别作与 af、ed、fe、cd 平行的线。连接 a_1、b_1 和 b_2、c_2，并向两侧延长，上述六条直线的交点 A、B、C、D、E、F 即为安全煤柱的边界点。

在进行安全煤柱设计时还应注意以下两点：

(1) 对形状不规则的受护面积，还应在特征点处作剖面。如剖面Ⅰ－Ⅰ、Ⅳ－Ⅳ。

(2) 对多煤层的煤柱设计可按每个煤层分别设计，即按相同的方法求得各煤层的煤柱

边界线。在一般情况下各煤层的煤柱边界线不应互相交叉。

四、铁路安全煤柱的设计

[例 8－3] 矿井的地质开采条件及岩层移动值见表 8－4；安全煤柱如图 8－7 所示。

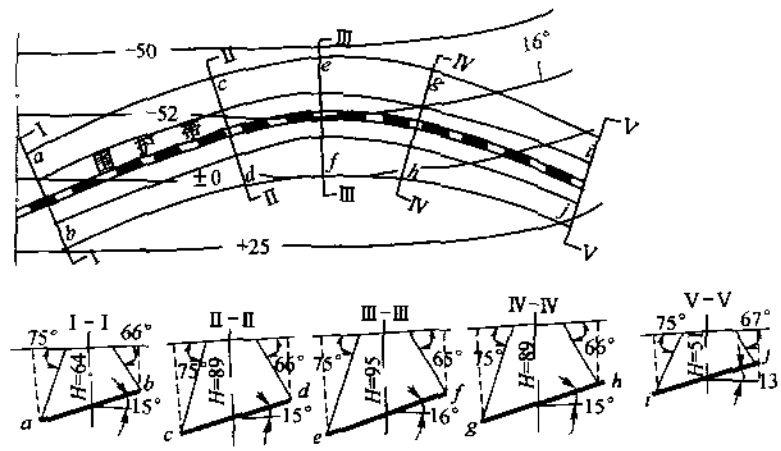


图 8－7 铁路下安全煤柱的留法图

表 8－4 某矿地质开采条件及岩层移动角

煤层厚度 /m	煤层倾角 α /(°)	围护带宽 /m	γ /(°)	β /(°)	δ /(°)
6	16	15	75	65	75

(1) 由铁路路基向外留 15 m 宽的围护带。

(2) 按特征作剖面Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ、Ⅳ—Ⅳ—Ⅴ－Ⅴ。

(3) 求出各剖面线与铁路中心线交点位置的煤层深度 H，各剖面线方向的伪倾角 α' 铁路中心线与煤层走向方向间所夹锐角 θ。各剖面位置的 β' 和 γ' 值见表 8－5。

表 8－5 各剖面位置的 β' 和 γ' 值

剖 面	H/m	α'/(°)	θ/(°)	β'/(°)	γ'/(°)
Ⅰ－Ⅰ	64	15	21	66	75
Ⅱ－Ⅱ	89	15	20	66	75
Ⅲ－Ⅲ	95	16	0	65	75
Ⅳ－Ⅳ	89	15	27	66	75
Ⅴ－Ⅴ	51	13	33	67	75

(4) 按表 8－5 中的有关数据，绘制各剖面图，求出煤柱边界点 a、b、c、d、e、f、g、h、i、j。把各点投影到平面图上，用曲线连接即为所求的煤柱边界。

第三节　煤矿生产系统图

煤矿生产系统图包括运输系统图、井下供电系统图、排水系统图和通讯系统图。

一、运输系统图

1. 运输系统图的概念

运输系统图是反映井下运输情况的图件，即把全矿井主要运输线路及运输设备画在一张图上，如图 8－8 所示。

2. 图示内容及用途

在运输系统图上，表示出以下主要内容：

(1) 各段巷道内的运输方式和运输设备的分布情况，如刮板输送机、无极绳、带式输送机和电机车等，在图上要注明这些设备的主要技术规格，并画出其位置。

(2) 各段巷道的运输距离及通过能力。

(3) 井底车场的通过能力。

(4) 井筒的提升方式、提升设备和提升能力。

运输系统图的主要用途如下：

(1) 根据井下运输线路、运输设备、运输方式和通过能力等情况指挥井下运输工作。

(2) 分析井下运输线路和运输设备的布置是否合理，简化运输环节，提高运输效率。

(3) 作为编制年度运输计划及规划的基础资料。

(4) 作为运输图表管理的参考图纸。

二、井下供电系统图

在井下供电系统图上，不表示井下各巷道系统的关系，只是表示井下供电线路、供电设备、电缆规格，以便了解井下供电情况，研究和解决井下供电问题，如图 8－9 所示。

三、排水系统图

排水系统示意图是表示井下各开采水平排水线路，泵房内水泵的型号、台数，管线的规格、趟数和布置的综合性示意图，如图 8－10 所示。

排水系统示意图的主要用途如下：

(1) 反映井下排水线路、排水设备和排水能力等信息，以便主管人员了解排水情况，分析和解决井下排水问题。

(2) 便于检查排水管路、排水设备的布置是否合理。

(3) 可作为井下防水，排除水害的重要参考图纸。

(4) 可作为矿井编制年度计划和长远规划的基础资料。

四、通讯系统图

通讯系统图是反映矿井通讯系统网络的图件。通讯系统由通讯网络及通讯设备组成，如图 8－11 所示。

煤矿井下通讯装置的作用十分重要，在正常工作时，它可远距离联络工作人员，使机械设备互相配合运转。在输送机、转载机斜巷串车运输设备起动前发出预警报信号，以保证起动运行的安全。井下通讯系统采用矿用隔爆兼本质安全型设备，并与井下通讯系统接通，在紧急情况下及时与地面管理部门联系，快速采取事故应急救援措施，处理事故。

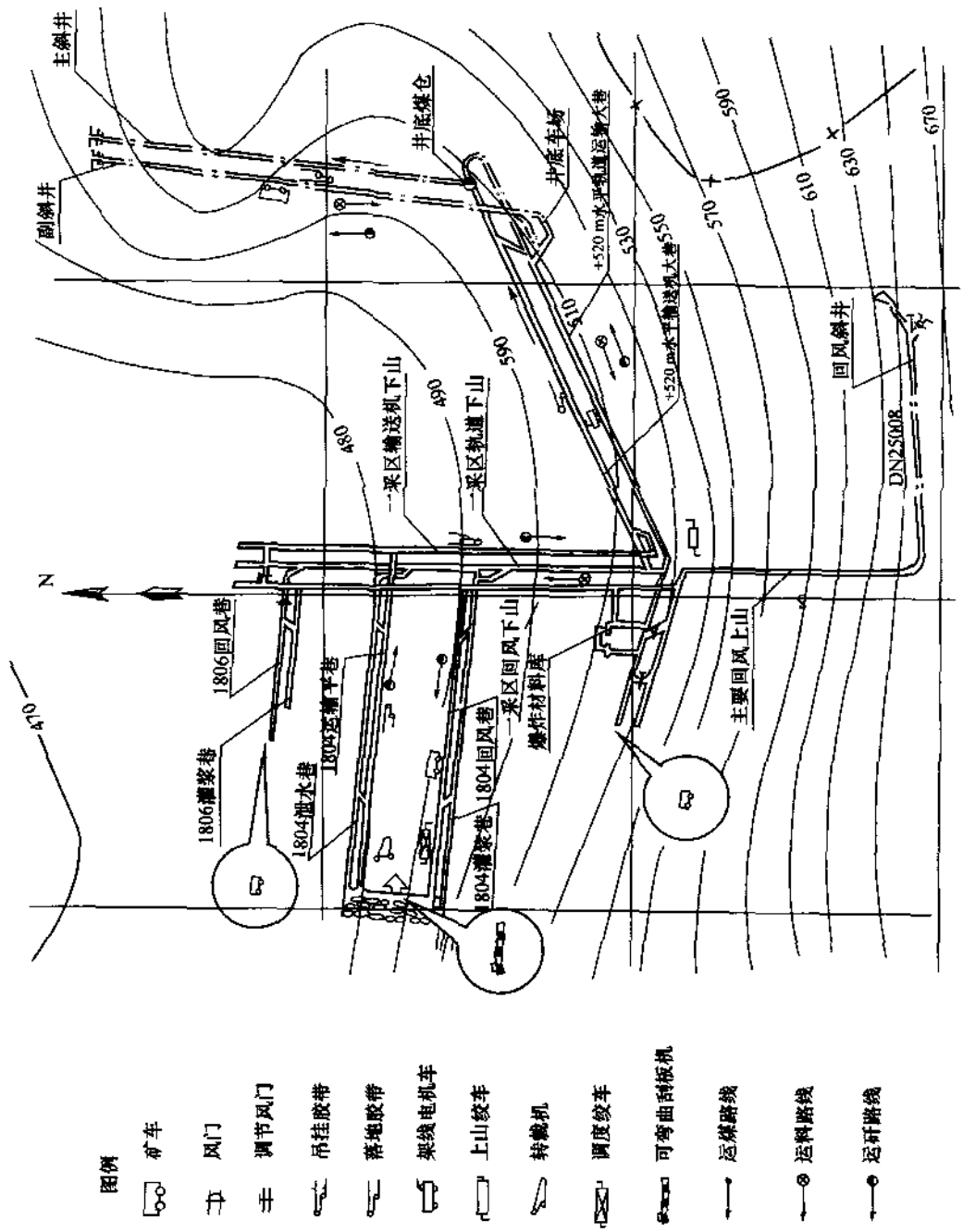

主斜井
副斜井
井底煤仓
井底车场
+520 m水平轨道运输大巷
+520 m水平输送机大巷
回风斜井
DN25008
一采区输送机下山
一采区轨道下山
一采区回风下山
爆炸材料库
1806回风巷
1806灌浆巷
1804泄水巷
1804运输平巷
1804回风巷
1804灌浆巷
主要回风上山
N
470
480
490
510
530
550
570
590
610
630
670
图例
矿车
风门
调节风门
吊挂胶带
落地胶带
架线电机车
上山绞车
转载机
调度绞车
可弯曲刮板机
运煤路线
运料路线
运矸路线

图 8－8　某矿运输系统图

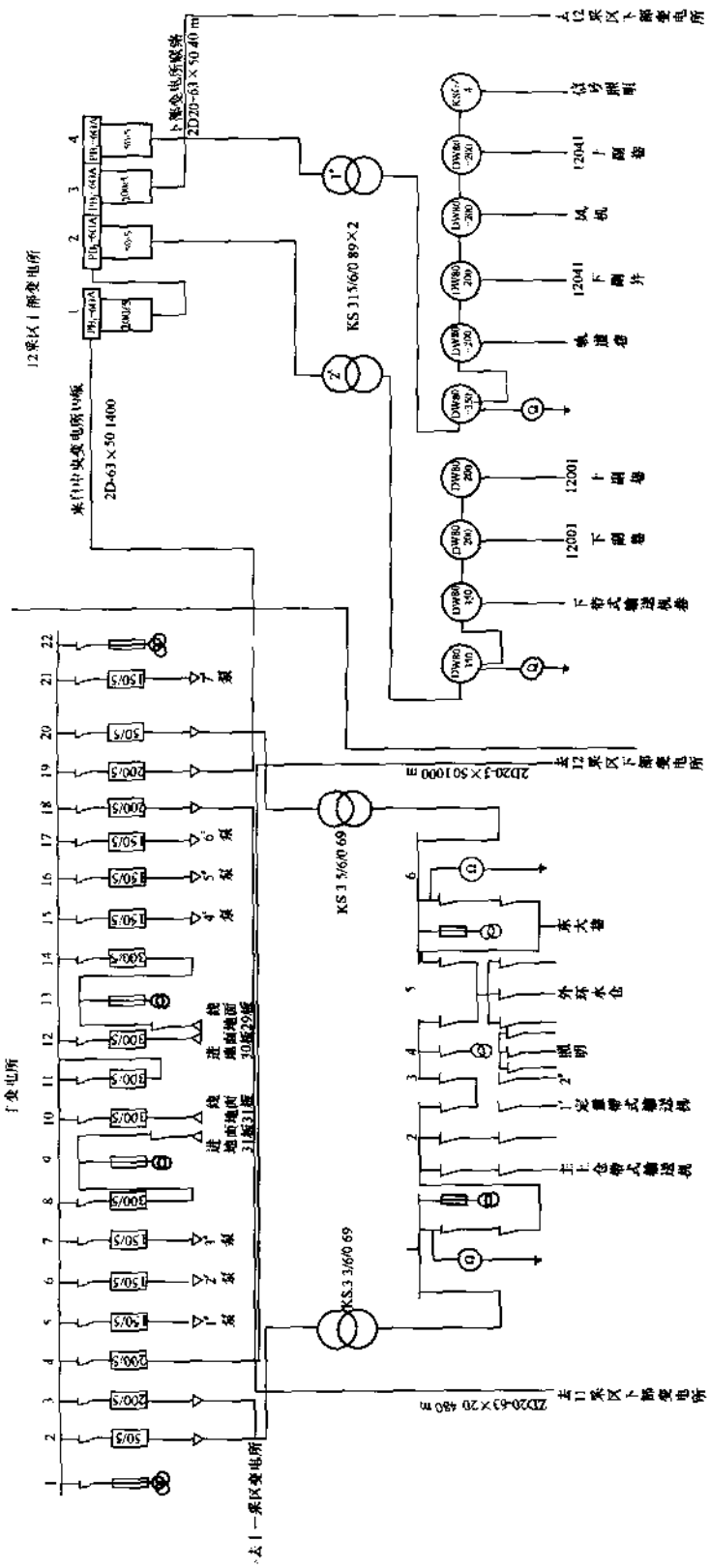


图 8-9　某矿井下供电系统图

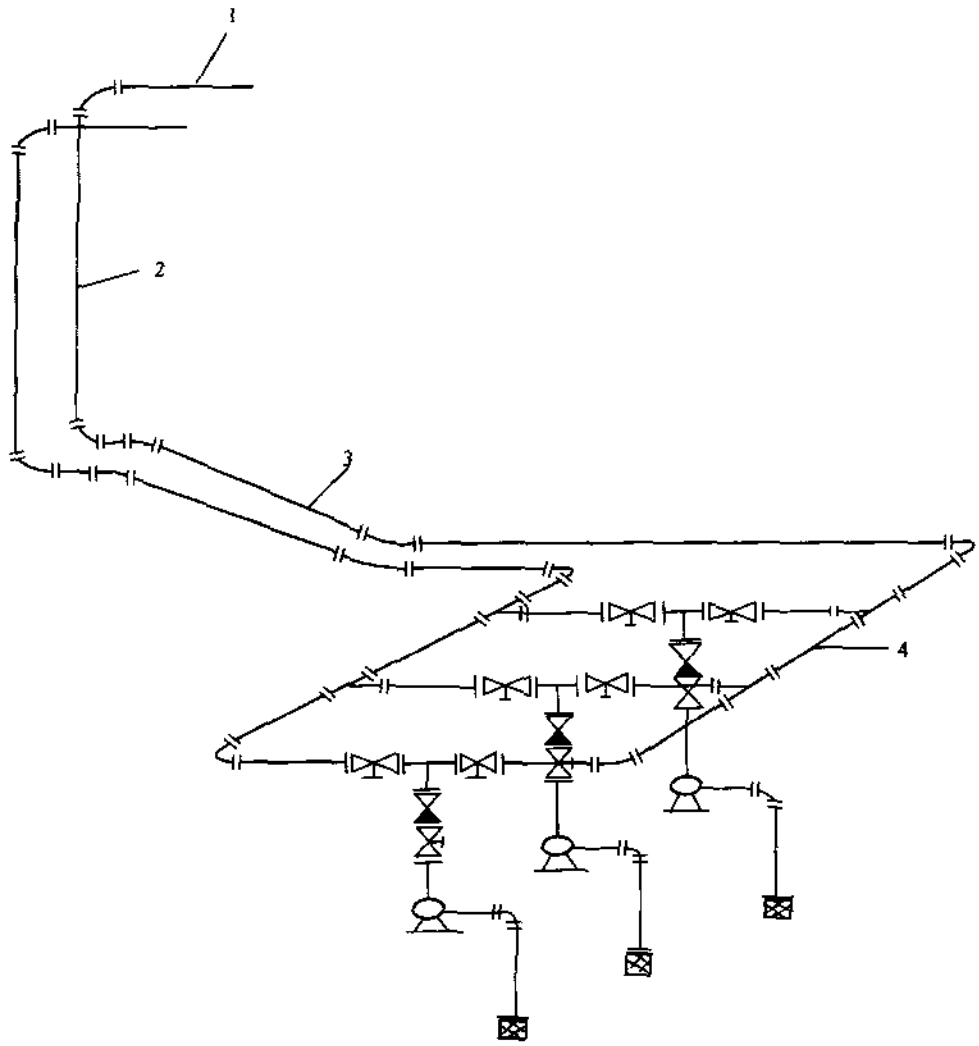


图 例

水 泵

闸 阀

逆止阀

底 阀

图 8－10 某矿排水系统示意图

1—地面水管 $\phi 237\times 7, L_1=400$ m；2—副井水管 $\phi 237\times 7, L_2=240$ m；
3—管子道管路 $\phi 237\times 7, L_3=40$ m；4—主水泵房排水设备

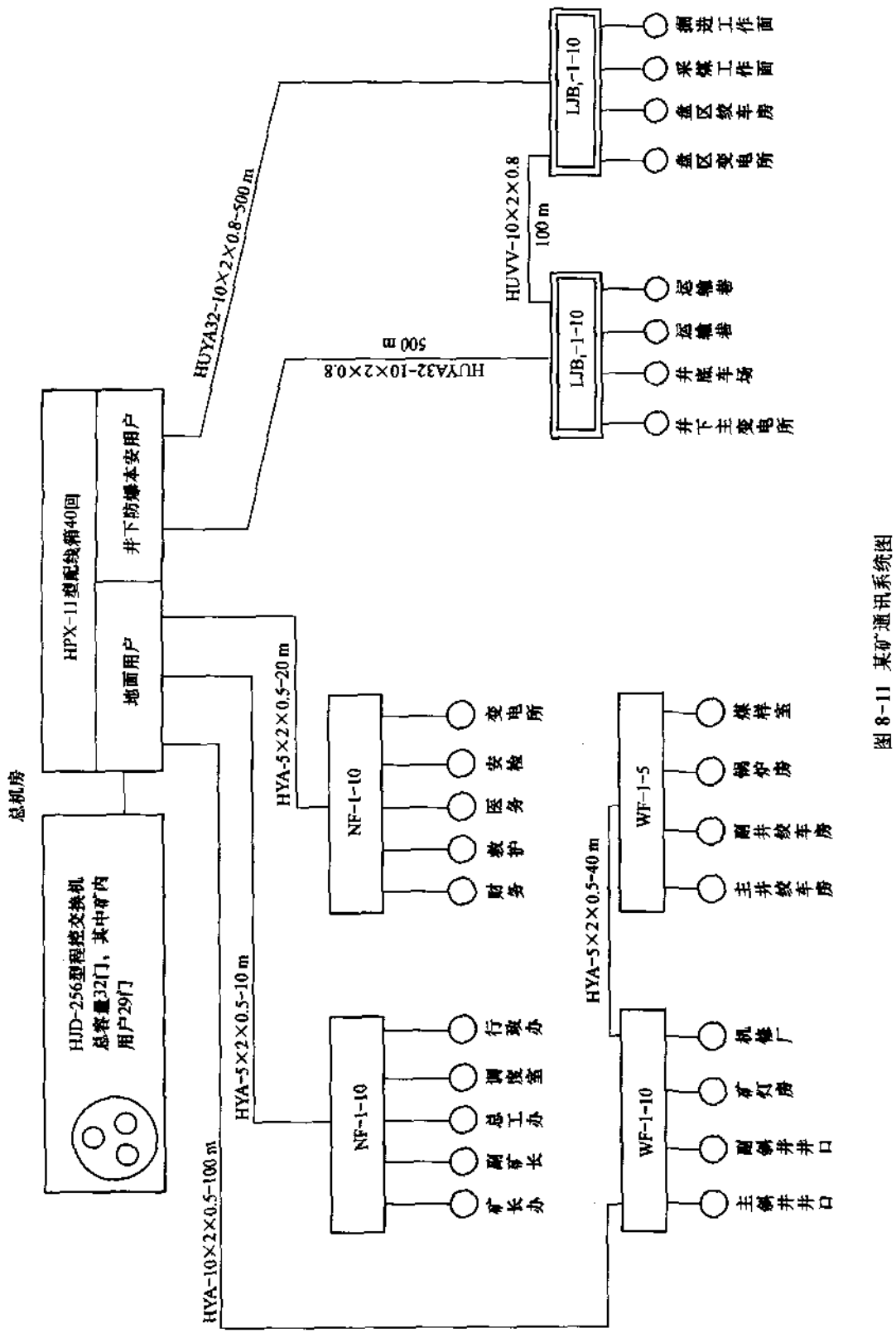
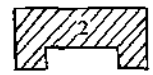
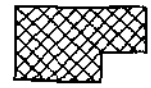
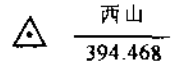
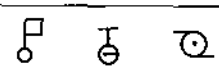


图 8-11　某矿通讯系统图

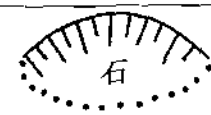
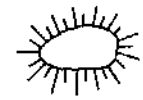
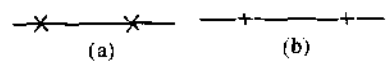
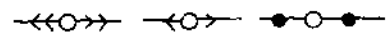
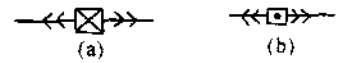
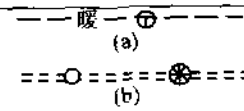
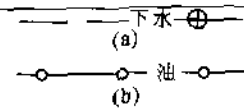
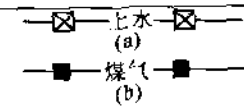
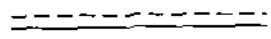
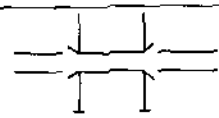
附 录

一、常用地物、地貌符号(见附录表 1)

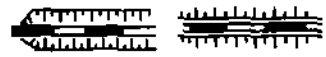
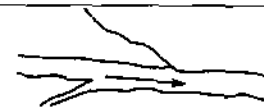
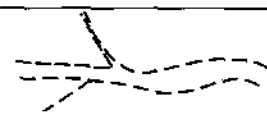
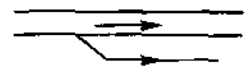
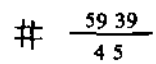
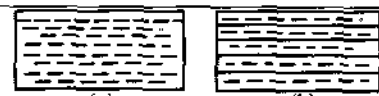
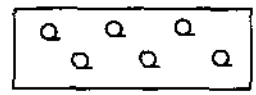
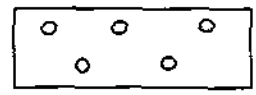
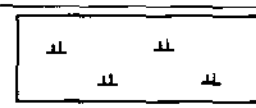
附录表 1 常用地物、地貌符号

编号	名 称	符 号	说 明
1	普通房屋		2 为房屋层数,一般为砖石、木结构
2	破坏房屋		
3	坚固房屋		钢筋混凝土和砖石木混合结构
4	窑洞	 (a) (b) (c)	(a) 住人的;(b) 不住人的;(c) 砖瓦窑
5	三角测点	 西山 394.468	分子为点名,分母为高程
6	图根点、水准点	N16 84.46 (a); 25 62.74 (b); Ⅱ京石5 32.804 (c)	(a) 埋石图根点;(b) 不埋石图根点;(c) 水准点
7	水塔、烟囱、变电所	 (a) (b) (c)	(a) 水塔;(b) 烟囱;(c) 变电所
8	学校、医院、工厂	 (a) (b) (c)	(a) 学校;(b) 医院;(c) 工厂
9	旗杆、消火栓、抽水机站	 (a) (b) (c)	(a) 旗杆;(b) 消火栓;(c) 抽水机站
10	石油井、天然气井、盐井	油 气  (a) (b) (c)	(a) 石油井;(b) 天然气井;(c) 盐井

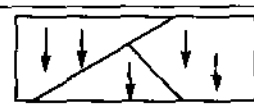
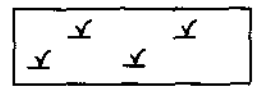
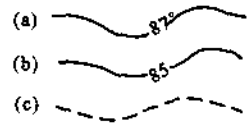
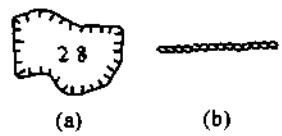
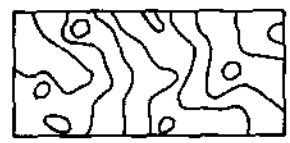
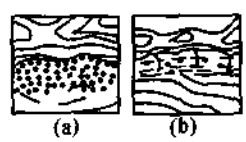
续附录表 1

编号	名　称	符　号	说　明
11	露天矿采掘场		加注产品名，如“石”“煤”“沙”等
12	塌陷		
13	矿渣堆		
14	篱笆、铁丝网		(a) 篱笆，用木，竹等材料编成；(b) 铁丝网
15	电线		(a) 高压线；(b) 低压线；(c) 通讯线
16	铁塔高压线		(a) 1:500，1:1 000；(b) 1:2 000
17	管线(一)		(a) 地下暖气管及检修井； (b) 饮用地下自来水管
18	管线(二)		(a) 地下下水道及检修井； (b) 地面管线，输送物质注明
19	管线(三)		(a) 按比例；(b) 不按比例
20	铁路		
21	公路		注明路面材料、分界线用点线
22	大车路		
23	小路		
24	车行桥		通行汽车、大车等

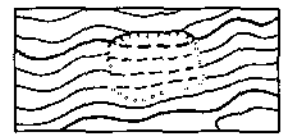
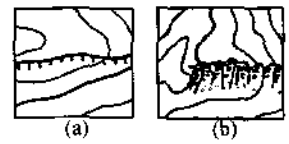
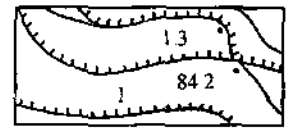
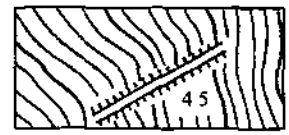
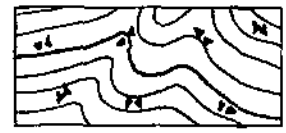
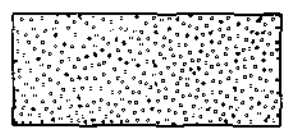
续附录表 1

编号	名 称	符 号	说 明
25	斜坡	 (a) (b)	(a) 未加固的;(b) 加固的
26	路堑、路堤	 (a) (b)	(a) 路堑;(b) 路堤
27	河流		流向箭头表示,图上河面宽小于 0.5 mm 用单线表示
28	时令河		
29	沟渠		小沟单线,宽沟双线
30	水井		分子为地面高,分母为地面至水面深
31	沼泽	 (a) (b)	(a) 能通行;(b) 不能通行
32	独立树	 (a) (b) (c)	(a) 阔叶;(b) 针叶;(c) 果树
33	疏林		
34	灌木林		
35	经济林		注明树种名称
36	旱地		

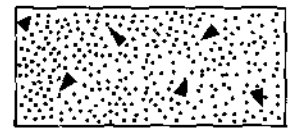
续附录表 1

编号	名　称	符　号	说　明
37	水稻地		
38	草地		
39	菜地		
40	陡岸		(a) 土质的;(b) 石质的
41	等高线		(a) 基本等高线(首曲线); (b) 加粗等高线(计曲线); (c) 半距等高线(间曲线)
42	石堆、独立石		(a) 石堆,由人工堆砌而成的; (b)独立石、3、5——比高
43	坑穴、石垄		(a) 坑穴,2.8——深度; (b) 石垄、由大小不同石块人堆的
44	示坡线		指斜坡降落的方向
45	石灰岩溶洞		
46	崩崖		(a) 沙、土崩崖;(b) 石质崩崖

续附录表 1

编号	名 称	符 号	说 明
47	滑坡		
48	陡崖		(a) 土质的;(b) 石质的
49	梯田坎		1 3——比重 84 2——标高
50	冲沟		
51	岩墙		4 5——高度
52	石块地		
53	陡石山露岩地		岩石裸露的陡峻山岭,石山坡度大于 70° 时用此符号表示
54	沙地		

续附录表 1

编号	名　称	符　号	说　明
55	沙砾地戈壁滩		
56	盐碱地		
57	小草丘地		
58	龟裂地		

二、煤矿测量图常用符号(见附录表 2)

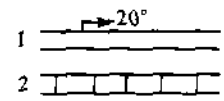
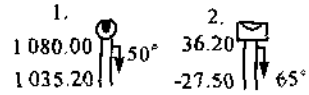
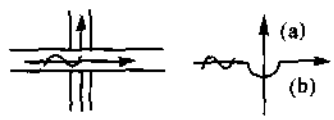
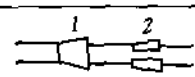
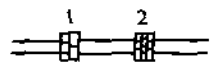
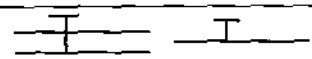
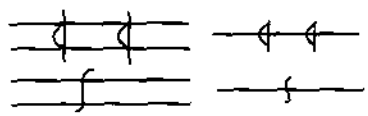
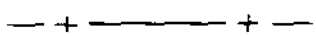
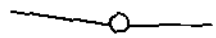
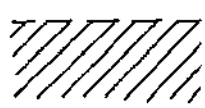
附录表 2　煤矿测量图常用符号

编号	名　称	符　号	说　明
1	矿区地面三角点	△ III/385.48 平山	分子为等级,分母为标石高程,右边为点的名称
2	矿区地面水准点	⊗ III/500.66 32	分子为等级,分母为标石高程,右边为点的编号
3	地面永久导线点	⊡ 52/344.92	分子为编号,分母为标石高程
4	井口十字中心线基点及建筑物中线基点	⊗ 16	箭指向井筒或建筑物,右边为点的编号
5	井下经纬仪导线点	1. ◎ 61　　2. ○ 17	1. 永久性的 2. 临时性的 右边为点的编号

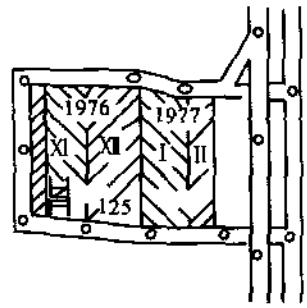
续附录表 2

编号	名　称	符　号	说　明
6	立　井	1. 一号井 152.0 -25.0 提升　2. 五号井 154.0 -30.0 通风	1. 圆形　2. 矩形 (1) 箭头向下表示进风，箭头向上表示出风 (2) 井筒用途以注记表达，如提升，通风等 (3) 暂封闭的井口，可在原符号的空白部分用铅笔划上斜线 (4) 左边上面的数字为井口高程，下面的数字为井底高程
7	暗立井	二号暗井 25.0 70.0 提升　三号暗井 -30.0 -90.0 提升	1. 圆形　2. 矩形 左边上面的数字为井口高程，下面的数字为井底高程
8	暗小立井	六号小井 -25.0 -85.0 通风　八~七号小井 -15.0 -90.4 通风	井下溜煤、通风、煤仓等小立井全按此符号绘制，但用途需在符号右边用文字注明
9	斜井	二号斜井 165.8 20°	左边注明井口高程，取至小数点两位，在井筒旁边注明用途，暂时封闭的井口，沿井口用铅笔画一横线，箭头表示坡度
10	平硐	二号平硐 193.6	同 9
11	岩巷		1:2 000 按实际宽度绘制，巷宽小于 3 m，按 1.5 mm 宽绘制，半煤岩根据断面的煤岩多少，煤多画煤巷，岩多画岩巷
12	煤巷		
13	混凝土、料石等砌碹的巷道		
14	锚喷巷道		
15	裸体巷道		
16	木支架巷道		
17	金属、混凝土及其他装配式支架的巷道		
18	石门		适用于薄及中厚煤层，煤层依见煤厚度和走向方向绘制，特厚煤层见煤部分用煤巷符号绘制
19	废巷		

续附录表 2

编号	名　称	符　号	说　明
20	倾斜巷道		1. 一般倾斜巷道 2. 特厚煤层倾斜巷道 线条的粗细及颜色按煤巷、岩巷的规定绘制
21	井底斜煤仓		1. 圆形　2. 矩形 其他斜煤仓、斜溜煤眼用此符号并适当缩小
22	报废井筒		
23	风桥		(a)表示新风流向；(b)表示污风流向
24	水闸门		1. 全门　2. 半门 从宽到窄为水流方向
25	水闸墙		1. 砖石的 2. 混凝土的
26	调节风门		
27	风门 风帘		
28	井田边界		用黑色粗十字画线表示
29	煤矿占地边界		小圆间距可根据不同比例尺自行决定
30	安全煤柱、采掘安全及地面受护边界		依实际边界绘制、并注明受护对象
31	实测回采边界		根据旧资料编绘的边界，可靠的按实测边界绘制，不可靠的按推测边界绘制
32	推测回采边界		

续附录表 2

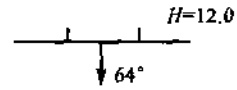
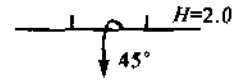
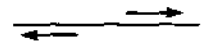
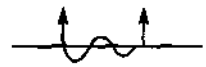
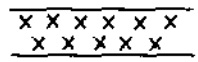
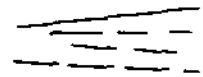
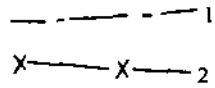
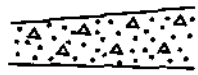
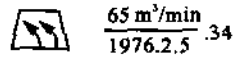
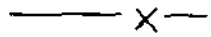
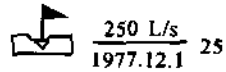
编号	名　称	符　号	说　明
33	厚煤层人工分层巷道(仅考虑三个分层)不重合时	1. 2. 3.	1. 第一分层 2. 第二分层 3. 第三分层 超过三层应分组绘制 1、2、3 仅为示意，对 1:2 000、1:1 000、1:500 比例尺应以双线表示
34	薄、中厚煤层长壁回采工作面		回采工作面按月份画斜线，注记罗马字，年度画色框，采区中间注记回采工作面编号，并适当注记倾角和煤厚，蓝图的底图上可不画色框

三、煤矿地质图常用符号(见附录表 3)

附录表 3　煤矿地质图常用符号

编号	名　称	符　号	说　明
1	由地面打的见煤竖直钻孔	413.51 25 2.55 124.33	上方为孔号，左上为孔口高程，左下为煤层底板高程，右方为煤层真实厚度
2	由地面打的未见煤竖直钻孔	135.10 13 60.42	上方为孔号，左上为孔口高度，左下为终孔高程
3	实测向斜轴		箭头方向表示岩层的倾斜面
4	实测背斜轴		箭头方向表示岩层的倾斜面
5	实测倒转背斜轴		箭头方向表示岩层的倾斜面
6	实测倒转向斜轴		箭头方向表示岩层的倾斜面
7	实测正断层	H=5.0 75°	箭头指示断层面的倾斜方向，短线表示地层下降的一侧，注明倾角落差

续附录表 3

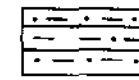
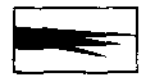
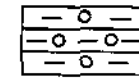
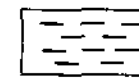
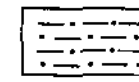
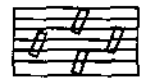
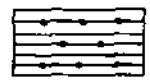
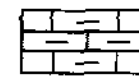
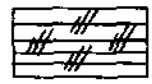
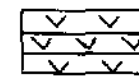
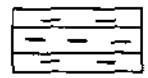
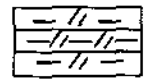
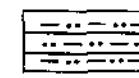
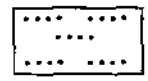
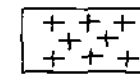
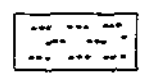
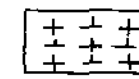
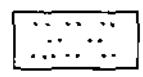
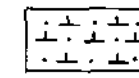
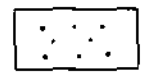
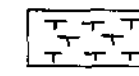
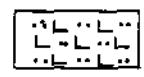
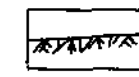
编号	名　称	符　号	说　明
8	实测逆断层		箭头指示断层面的倾斜方向，短线表示地层下降的一侧，注明倾角落差
9	实测逆掩断层		箭头指示断层面的倾斜方向，短线表示地层下降的一侧，注明倾角落差
10	实测平移断层		两个箭头所指的方向表示断层移位的方向
11	实测旋转断层		“一”表示旋转，箭头表示断层倾斜方向
12	岩浆岩侵入范围		框内画侵入岩石符号
13	断层裂隙带		
14	实测断层交面线		1. 上盘 2. 下盘
15	断层破碎带		
16	实测陷落柱		指岩溶陷落
17	煤层冲刷及无煤区		
18	井下积水区		按实际积水面积圈画
19	井下突然涌水点		分子为涌水量，分母为突水时间，右为涌水点编号
20	防水危险区警戒线		
21	井下水文观测点		分子为流量，分母为观测日期，右为观测站编号

续附录表 3

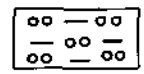
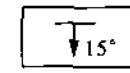
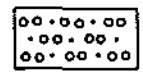
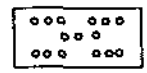
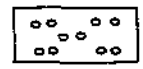
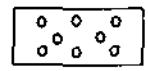
编号	名 称	符 号	说 明
22	最高洪水位线	最高洪水位线	沿红实线加注文字，并注最高洪水位高程
23	储量块段界线		
24	实测煤层露头线		煤层厚度超过 3.5 m 以上按实际厚度绘制，超过 10 m 以上时应将表示顶底板黑线条中间涂灰色，间距小的煤层群线条粗细可适当缩小
25	推测煤层露头线		
26	煤层小柱状	3 0.73 0.30 0.73 (0.30) 5.42 5.42	左为夹石厚度(m)，右为煤层厚度(m)，文字注记括弧内为夹石括弧外为煤
27	采样地点	A^g 12% S_Q^g 1.5% V^r 17%	A^g：灰分；S_Q^g：硫分；V^r：挥发分
28	探井	65-4	
29	探槽		长度按实际尺寸
30	实测煤层尖灭可采边界线		指原生沉积，实测可采这界线以实线表示，箭头指尖灭区
31	煤层变薄不可采边界线	0.40	
32	煤层发热区	150℃	实线表示实测，虚线表示推测并在范围内注明发热温度
33	瓦斯突出或喷出地点	瓦 1500 t / 1976.7.2	分子为突出量(t)，分母为突出的时间
34	煤层自燃发火区与发火点	火 1954.2.1 / 1955.3.2	实线表示实测，虚线表示推测，圆内表示发火点，分子为发火时间，分母为处理好时间

四、地层岩石常用符号(见附录表4)

附录表4　地层岩石常用符号

编号	名　称	符　号	编号	名　称	符　号
1	煤层及夹石		15	砂质泥岩	
2	煤层尖灭及分叉		16	铝质泥岩	
3	天然焦		17	粘土岩	
4	页　岩		18	砂质粘土岩	
5	炭质页岩		19	石灰岩	
6	砂质页岩		20	泥质炭岩	
7	油页岩		21	凝灰岩	
8	泥　岩		22	燧石灰岩	
9	炭质泥岩		23	泥质砂岩	
10	粉砂岩		24	花岗岩	
11	细粒砂岩		25	花岗闪长岩	
12	中粒砂岩		26	石英闪长岩	
13	粗粒砂岩		27	正长岩	
14	石英砂岩		28	表　土	

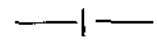
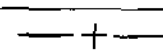
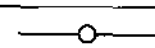
续附录表 4

编号	名 称	符 号	编号	名 称	符 号
29	泥质砾岩		34	地层产状	
30	砂质砾岩		35	煤层露头线、风化、氧化带	
31	细砾岩		36	煤层不可采区	
32	中砾岩		37	采空区	
33	粗砾岩				

五、采矿图表符号规定

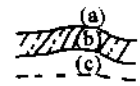
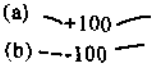
(一) 边界线(见附录表 5)

附录表 5 采矿图表边界线符号

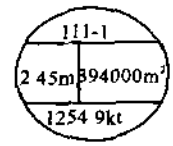
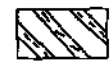
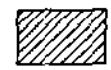
编号	名 称	符 号	说 明
1	勘探边界线		
2	井田境界线		
3	煤柱边界线		
4	采区边界线		
5	矿区边界线		

(二) 储量计算图(见附录表 6)

附录表 6 采矿图表储量计算图符号

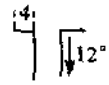
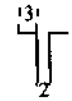
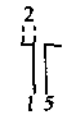
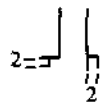
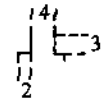
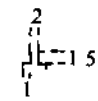
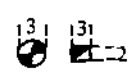
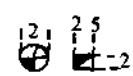
编号	名 称	符 号	说 明
1	煤层露头线及煤层氧化带和煤层风化带		(a) 煤层露头线; (b) 煤层风化带; (c) 煤层氧化带
2	煤层底板等高线		(a) 探 明; (b) 推 断

续附录表 6

编号	名　称	符　号	说　明
3	资源/储量类别块段		上部：资源/储量编码及块段号 中左：煤层真厚度 中右：块段水平面积 下部：资源/储量
4	资源/储量等级界线	—·——·—	不同的储量类别，用规定的颜色表示
5	煤层高灰分区		向左成 45°倾斜的平行直线，三条一组
6	煤层不可采区		适用于储量图
7	煤层尖灭边界	— — — — — —	
8	煤层高硫分区		向左成 45°倾斜的平行线，中间画“S”
9	采　空　区		
10	煤层可采边界线	可采部分 不可采部分	
11	煤层合并边界线	分开部分 合并部分	
12	年度计划进度(按工作面)	②-3-1 7.5	开采年度工作面编号　工作面衔接号 回采产量(万 t)　回采方向
13	年度计划进度(按采区)	11-(26-28) (75-25)	开采单元编号 (开采起止年份) 开采区域可采储量(万 t) 月采单元年采掘煤量　回采方向
14	指　北　针	N	根据图纸大小自行确定，但箭头宽与长之比为 1∶3
15	村　庄		按实物缩制
16	河　流		按实物绘制，凡留有煤柱的沟、谷等均采用此符号表示

（三）井筒（见附录表 7）

附录表 7　采矿图表井筒符号

编号	名　称	比　例			说明
		1∶200 1∶500	1∶1 000 1∶2 000	1∶5 000 1∶10 000	
1	圆形立井				
2	矩形立井				
3	斜　井				
4	平　硐				
5	生产小窑				
6	报废小窑				
7	溜煤眼				

（四）巷道（见附录表 8）

附录表 8　采矿图表巷道符号

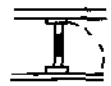
编号	名　称	比　例		说　明
		1∶50～1∶500	1∶1 000～1∶10 000	
1	煤层支架巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
2	煤层砌碹巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
3	煤层锚喷巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
4	岩层支架巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
5	岩层砌碹巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
6	岩层锚喷巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
7	利用的已施工巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示
8	不利用的已施工巷道			投影及倾斜巷道用虚线表示

（五）安全设施（见附录表 9）

附录表 9　采矿图表安全设施符号

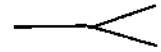
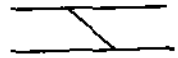
编号	名　称	比　例		说　明
		1∶500	1∶1 000～1∶5 000	
1	进　风			
2	回　风			
3	风　门		(a) (b)	(a) 型用于通风系统图
4	调节风门		(a) (b)	
5	风　帘	a b		
6	风　桥			
7	密　闭			
8	岩粉棚			
9	水　幕			

续附录表 9

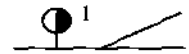
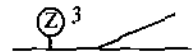
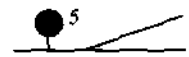
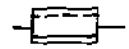
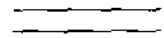
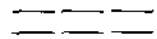
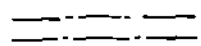
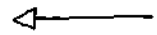
编号	名 称	比例		说 明
		1 500	1∶1 000～1∶5 000	
10	水 槽			
11	水 袋			
12	防水闸门			
13	防水墙			
14	栅栏门		不表示	
15	防火门			
16	密闭门			
17	栅栏防火两用门			

（六）其他(见附录表 10)

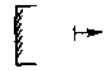
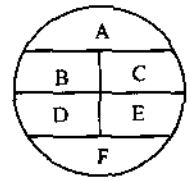
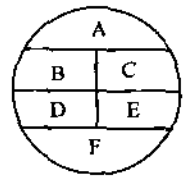
附录表 10 采矿图表其他符号

编号	名 称	符 号	说 明
1	煤的重车方向		
2	岩石的重车方向		
3	空车方向		
4	材料设备车方向		
5	工程量计算段号		
6	单开道岔		
7	对称道岔		
8	渡线道岔		

续附录表 10

编号	名　称	符　号	说　明
9	×× 道岔及手动扳道器		按操作方式划分； ××——道岔类型； 1、3、5 道岔编号
10	×× 道岔及电动扳道器		
11	×× 道岔及弹簧扳道器		
12	推车机		
13	翻车机		
14	阻车器		
15	转车盘		
16	30 kg/m 钢轨		用于轨道运输系统图，粗线为移交生产，细线为达到设计产量
17	22 kg/m 钢轨		用于轨道运输系统图，粗线为移交生产，细线为达到设计产量
18	15 kg/m 钢轨		用于轨道运输系统图，粗线为移交生产，细线为达到设计产量
19	水沟纵断面坡度线		
20	轨道纵断面坡度线		
21	坡　度		
22	巷道与轨道坡度段号		
23	金属网假顶		
24	塑料网假顶		
25	竹笆假顶		
26	荆笆假顶		

续附录表 10

编号	名　称	符　号	说　明
27	冒 顶 区		
28	回采工作面推进方向		
29	矿井接替进度		A:矿井名称或编号 B:矿井可采储量 C:矿井服务年限 D:矿井设计生产能力 E:矿井开采起止年限 F:接替矿井名称
30	采区接替进度		A:采区编号 B:采区可采储量 C:采区服务年限 D:采区生产能力 E:采区开采起止年限 F:接替采区名称

参考文献

1 张荣立,何国纬,李铎 采矿工程设计手册．北京:煤炭工业出版社,2003
2. 周冠军．矿图．北京:煤炭工业出版社,1993
3. 杨孟达．煤矿地质学 北京:煤炭工业出版社,2000
4. 国家安全生产监督管理局,国家煤矿安全监察局．煤矿安全规程．北京:煤炭工业出版社,2004
5 煤炭工业部规划设计院．采矿制图标准 MTJ1—81
6. 国家技术监督局．技术制图图纸幅面和格式 GB/T 14689—93
7. 国家技术监督局．技术制图比例 GB/T 14690—93
8. 国家技术监督局．技术制图字体 GB/T 14691—93
9. 中华人民共和国国土资源部．煤、泥炭地质勘查规范 DZ/T 0215—2002
10. 国家质量监督检验检疫总局．固体矿产地质勘查规范总则 GB/T 13908—2002
11. 中华人民共和国煤炭工业部．煤炭工业矿井设计规范 GB 50215—94
12. 黄盛发．矿山测绘．北京:煤炭工业出版社,1995
13. 李学诚,王省生．中国煤矿通风安全工程图集．徐州:中国矿业大学出版社,1995
14. 陈炎光,王玉浚．中国煤矿开拓系统图集．徐州:中国矿业大学出版社,1992
15 徐永圻 中国采煤方法图集．徐州:中国矿业大学出版社,1990
16. 周立吾 矿山测量学(第1分册)．徐州:中国矿业大学出版社,1987
17. 王幼龙．《机械制图》．北京:高等教育出版社,2001

总 策 划：张乃新 高 专
策划编辑：张乃新
责任编辑：张乃新 籍 磊

中国矿业大学北京教材编审室策划
高等职业教育系列规划教材书目

- 高等职业教育采矿工程类规划教材
- 高等职业教育机械类规划教材
- 高等职业教育计算机信息类规划教材
- 高等职业教育经济管理类规划教材
- 高等职业教育电类规划教材
- 高等职业教育建筑工程类规划教材

- 煤矿地质
- 矿山测量
- 煤矿开采方法
- 井巷工程
- 矿井通风
- 煤矿安全
- 采矿概论
- 矿山压力观测与控制
- 采矿 CAD
- 矿图
- 煤矿电工学
- 矿山机械

封面设计：雅特工作室

ISBN 7-5020-2744-0

9 787502 027445 >

ISBN 7-5020-2744-0/TD171
社内编号：5525 定价：26.00 元