

高等学校规划教材

电气工程实践教程

主编 吴学胜

煤炭工业出版社

高等学校规划教材

电气工程实践教程

吴学胜 付家才 李虎伟 编
迟岩 汤万金 王炜

煤炭工业出版社

(京)新登字 042 号

内 容 提 要

本书是工业电气自动化专业的教材,为配合认识实习、生产实习和生产劳动所用。主要内容有:煤矿开采与生产系统、矿用电机和变压器的修理与试验、矿山供电、矿山自动控制系统、矿山监测及煤矿其他常用电器等。

本书既可作为工业自动化专业与相近专业的本科生教材,也可作为同专业的专科生以及煤矿管理干部学院学生的教材,对于矿山机电技术人员也是一本较好的参考书。

高 等 学 校 规 划 教 材 电 气 工 程 实 践 教 程

主 编 晏 学 胜

责任编辑 胡玉雁 褚庆军

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街 21 号)

北京密云春雷印刷厂印刷

开本 $787 \times 1092 \text{ mm}^{1/16}$ 印张 $19\frac{1}{2}$ 插页 1

字数 459 千字 印数 1-2,600

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-5020-1256-7/TM92

书号 4024 A0341 定价 15.10 元

出版说明

《中国教育改革和发展纲要》指出，教育改革“要按照现代科学技术文化发展的新成果和社会主义现代化建设的实际需要，更新教学内容，调整课程结构，加强基本知识、基础理论和基本技能的培养和训练，重视培养学生分析问题和解决问题的能力”。“高等学校教材要在积极扩大种类的同时，不断提高质量，加强理论与实际的联系，力求思想性和科学性的统一”，要适应教学改革需要。

由阜新矿业学院、山西矿业学院、黑龙江矿业学院、淮南矿业学院等四所院校进行的工业电气自动化专业教学综合改革，按照“知识归类、科学组合、优化设课、精简学时、加强实践”的改革原则，制定新的教学计划。根据培养目标的要求，新计划对于原有课程，采用删、调、合、增的方法改变原有课程体系，将工业电气自动化专业电类课程归并为四大类：基础理论课、方法论课、应用技术基础课和有针对性的专业课。

为了适应深化教学改革的需要，我们首先组织编写、出版以下几种教材：

电工原理
网络与系统分析
电机与传动
控制工程技术
微机原理与接口技术
计算机测控技术
矿山自动控制系统
电工技术 CAA
电气实验技术
电气工程实践教程

煤炭工业部科技教育司
教材编审室

前 言

《电气工程实践教程》系煤炭高等学校工业自动化专业教学综合改革系列教材之一，它是为结合工业自动化专业的学生进行认识实习、生产实习和生产劳动，适于学生自学和教师指导的一部新型教科书。

该教材是在部分煤炭高等学校经多年试用自编的煤炭工业电气自动化专业实习教材的基础上，结合全国各地煤炭高等学校进行实习和劳动的实际需要，充实了认识实习所必需的矿井生产管理知识和在专业生产实习中经常接触、而在课堂教学中不涉及的专业知识，经过了充分讨论与反复修改编写而成的。

《电气工程实践教程》的特点是理论紧密联系生产实际，涉及的知识面广、内容通俗易懂。它不仅是煤炭高等学校工业自动化专业和相近专业的实习教材，还可作为煤炭管理干部学院和煤矿机电工程技术人员的培训教材或参考书。

本书共分五篇十一章。第一篇煤矿开采与矿井生产系统，为结合矿井认识实习所用；第二篇矿用电机和变压器的修理与试验，第三篇矿山供电；第四篇矿山自动控制系统；第五篇矿山监测及煤矿其他常用电器，为结合专业生产实习所用。为了便于学生对教材内容的理解，结合煤矿生产实际，每篇都留有一定数量的思考题。

书中采用的图形符号，均按国家标准，做到了全书统一。

本书第一篇由汤万金编写；第二篇由吴学胜编写；第三篇第五章由付家才编写；第三篇第六章和第五篇由李虎伟编写；第四篇第七、八章由迟岩编写；第四篇第九章由王伟编写。全书由吴学胜主编，付家才副主编，邓国柱主审。

由于水平有限，且工业自动化专业教学综合改革尚属试点，书中难免会出现缺点和错误，希望使用本教材的广大读者提出宝贵意见。

编 者

1994.10

目 录

第一篇 煤矿开采与矿井生产系统

第一章 矿井开拓与采煤方法	1
第一节 概述	1
第二节 矿井开拓系统	5
第三节 采区巷道布置	18
第四节 长壁采煤法回采工艺	27
思考题	33
第二章 矿井生产系统	34
第一节 提升与运输系统	34
第二节 矿井通风系统	38
第三节 其它系统	42
思考题	47

第二篇 矿用电机和变压器的修理与试验

第三章 矿用电机的修理与试验	48
第一节 概述	48
第二节 三相异步电动机的定子绕组	51
第三节 三相异步电动机定子绕组的重绕计算	53
第四节 电机的故障分析和修理	70
第五节 电动机的试验	78
思考题	85
第四章 矿用变压器的修理与试验	86
第一节 概述	86
第二节 变压器的故障分析和修理	87
第三节 变压器的绕组及其修复计算	93
第四节 变压器的试验	98
思考题	103

第三篇 矿 山 供 电

第五章 矿山地面变电所	104
第一节 概述	104
第二节 地面变电所的室外高压电气设备	107
第三节 地面变电所的室内高压电气设备	129

第四节 地面变电所的主结线	137
第五节 地面变电所的主控制室	139
第六节 地面变电所的倒闸操作	148
第七节 地面变电所的微机监控系统	149
习题与思考题	152

第六章 井下变电所	154
第一节 概述	154
第二节 矿用电气设备的特点及类型	157
第三节 矿用高压配电装置	160
第四节 矿用低压开关设备	168
第五节 矿用变压器	177
第六节 井下中央变电所	182
第七节 采区变电所	183
第八节 矿用电缆	187
思考题	197

第四篇 矿山自动控制系统

第七章 矿山通风、排水和压气设备的控制装置	198
第一节 矿山通风设备的控制装置	198
第二节 矿山排水设备的控制装置	204
第三节 矿山压气设备的控制装置	216
思考题	224

第八章 矿井提升机的控制装置	226
第一节 提升机及拖动电动机	226
第二节 交流拖动提升机的控制装置	230
第三节 直流拖动提升机的控制装置	237
第四节 胶带输送机的控制装置	241
思考题	252

第九章 选煤厂控制	253
第一节 概述	253
第二节 选煤厂集中控制系统	257
第三节 选煤厂装运系统	261
思考题	262

第五篇 矿山环境监测及煤矿其它常用电器

第十章 矿山环境监测系统	263
第一节 概述	263
第二节 矿山环境监测用传感器	266
第三节 矿山环境参数监测系统	273

思考题	279
第十一章 煤矿其它常用电器	280
第一节 矿灯	280
第二节 矿用电话机	284
第三节 煤尘测定仪	290
第四节 火源探测仪	292
第五节 发爆器	295
思考题	299
参考文献	301

第一篇 煤矿开采与矿井生产系统

第一章 矿井开拓与采煤方法

第一节 概 述

采煤方法是煤矿生产的中心，采煤工作面是煤矿生产的最前线。采用合理的采煤方法，搞好采煤工作面的生产是提高矿井生产能力的关键。研究掌握采煤方法，尤其是采煤工艺的有关知识，不仅是采煤工作面生产所必需的，而且也是研究采区巷道布置及矿井开采技术的基础。

采区是组成矿井的基本单位。采区巷道布置和生产系统既要适合采煤方法的发展，又要有利于矿井的开拓。研究掌握采区巷道布置方式及生产工艺的有关知识和规律，能为采煤工作面生产创造良好的条件，有利于矿井的开采。

矿井开拓是整个矿井开采的全局性战略布署。研究和掌握开采方法、采区巷道布置等局部性的知识，就容易研究全局性的开拓问题；而掌握了矿井开拓的有关知识，就会灵活地运用局部知识，搞好采区布置，为井下采煤创造更好的条件，提高矿井开采的技术经济效益。

一、人井安全知识

进行矿井认识实习，就必须深入井下。井下较地面有许多不安全因素，这些不安全因素时时刻刻地威胁着人们。为此，入井前应对井下的安全知识有所了解和掌握，并从思想上引起高度的重视，否则入井时稍有疏忽，就有可能酿成事故。

1. 导致事故的主要不安全因素

这些不安全因素有瓦斯、矿尘、水、火、顶板冒顶等自然灾害，也有机电运输、提升、爆破等生产事故。

1) 矿井瓦斯

在煤矿中人们所称的瓦斯是指煤岩中放出的气体的统称。它的主要成份通常是以甲烷为主的烃类气体。甲烷是无色、无味、无臭，可以燃烧和爆炸的气体，它同氮气一样能造成人的窒息。它易于扩散，所以能较快地散布于巷道的空间。由于甲烷的比重为 0.554kg/m^3 ，因此它易于积存在巷道的顶部、冒落的顶板空洞及废弃的巷道内。另外根据空气中甲烷的浓度和环境条件的不同，它可以缓慢燃烧，也可以速燃和爆炸。

国家根据矿井瓦斯的涌出形式和涌出量的大小，将矿井分成不同的瓦斯级别进行分别管理。我国《煤矿安全规程》第137条按照平均日产一吨煤涌出的瓦斯量和涌出形式，将矿井划分为：

低瓦斯矿井—— 10m^3 及其以下；

高瓦斯矿井—— 10m^3 以上；

煤与瓦斯突出的矿井——在采掘过程中，发生过一次煤与瓦斯突出的矿井。

2) 矿尘、水、火及顶板冒顶

矿尘是矿井在建设过程中所产生的各种岩矿微粒的总称，又称粉尘。悬浮于空气中的矿尘称浮尘；沉落下来的矿尘称落尘。煤矿的矿尘主要是岩尘和煤尘。矿尘的危害性极大，它不仅污染工作场所，危害人体健康，甚至引起尘肺病和皮肤病，还可降低工作场所的可见度，使工伤事故增多。煤尘在一定条件下还可发生爆炸，酿成严重的灾害。

矿井火灾是煤矿主要灾害之一。矿井火灾与煤尘瓦斯爆炸的发生有着互为因果的关系，是酿成煤矿重大恶性事故的重要原因。凡是发生在矿井地下或地面而威胁到井下安全，造成损失的非控制性的燃烧均称为矿井火灾。矿井火灾发生的原因是多种多样的，但引起火灾的基本要素有以下三个：

(1) 热源 具有一定温度和足够热量的热源才能引起火灾。煤的自燃、瓦斯煤尘爆炸、放炮作业、机械摩擦、电路短路、吸烟、燃烧以及其它明火等都可能是引火的热源。

(2) 可燃物 在矿井里，煤本身就是一个大量而普遍存在的可燃物。另外，坑木、各类机电设备、各种油料、炸药等都具有可燃性。

(3) 空气 上述引起火灾的主要因素必须同时存在，缺一不可。

根据引火热源的不同，通常将火灾分为两大类：

外源火灾 系指由于外来热源如明火、放炮、瓦斯、煤尘爆炸、机电设备运转不良、机械摩擦、电路短路等原因造成的火灾。其特点是：突然发生、来势凶猛，如不能及时发现，往往可能酿成恶性事故。

自然火灾 系指煤尘在一定的条件和环境下，由于自身发生物理化学变化，聚积热量导致着火而形成的火灾。其特点是：它的发生有一个时间过程，而且有预兆，易于早期发现。

矿井水灾是煤矿建设和生产中的主要灾害之一，它不仅严重破坏矿井的正常建设和生产，而且还威胁人们的生命安全。矿井水来源于地表水和地下水。地表水主要指矿区附近地面的江河、湖泊、池沼、水库、废弃的露天坑和塌陷坑积水以及雨水和冰雪融化汇集的水。地下水主要指含水层水、断层裂隙水和老塘积水，这些水源可能从各种通道和岩层裂缝进入矿井。当进入矿井的水超过正常的排水能力时，就会酿成水灾。

顶板冒顶事故是煤矿频繁发生的事故之一。顶板事故造成的伤亡占煤矿各类事故的首位。从地点来看，顶板冒顶不但发生在工作面，而且亦发生在各类巷道内，既有小规模的局部冒顶，也有大范围的冒顶。

2. 各种灾害的预防

1) 自然灾害的预防

矿井自然灾害的预防是指由矿井瓦斯、火灾、矿尘、矿井水、顶板冒顶等不安全因素所引发的灾害的预防。这里主要介绍矿井瓦斯灾害、火灾及顶板冒顶事故的预防措施。

(1) 矿井瓦斯事故的预防 矿井瓦斯引发的事故有瓦斯喷出、瓦斯突出、瓦斯爆炸和造成人的窒息等。对于瓦斯喷出和突出的矿井，在日常的生产管理中就应采取相应的预防措施。瓦斯爆炸是煤矿最严重的一种灾害。因此，掌握瓦斯爆炸的预防措施是很重要的。发生瓦斯爆炸的必要条件是：瓦斯的浓度超过 5%（即形成瓦斯积存）；氧的浓度不低于 12%；具有超过最小点燃能量，长于感应期和高于瓦斯最低燃点的点火源，三者缺一不可都不可能爆炸。因此，预防瓦斯爆炸最基本和最积极的措施就是消除瓦斯积聚和有效地消除点

火源。瓦斯引起人的窒息也是在井下很容易发生的事故之一。由于瓦斯易于积存在巷道的顶部、冒落的顶板空洞及废弃的巷道内，因此有效地预防办法就是尽可能避开瓦斯易于积聚的地方，特别是不要误入废弃的巷道内。

(2) 矿井火灾事故的预防 自然火灾应在生产中采取相应的技术安全措施进行预防，这里主要介绍如何预防外源火灾。由于外源火灾具有突然发生、来势凶猛，而且发生的时间和地点往往出人意料，因此，常会造成人们惊慌失措而酿成恶性事故。从发生外源火灾的原因来看，在现代化装备的大型矿井中，绝大部分外源火灾是由机电设备安装不良，带“病”运行而又缺乏必要的检修所引起的。在机械化程度较低的矿井中，爆破和明火是酿成外源火灾的主要原因。所以，外源火灾的预防主要从两个方面入手：一是防止失控的高温热源；二是在井下尽量采用不燃或耐燃的支护材料、不燃或难燃的材料制品，并防止可燃物的大量积存。防止外源火灾的关键在于严格遵守《规程》的有关规定，不能存有任何麻痹侥幸的心理。

(3) 矿井冒顶事故的预防 矿井冒顶事故中，局部冒顶事故范围虽然较小，但它所占冒顶死亡事故的比例却很大。因此，要有效的预防顶板冒顶事故，就要时刻注意局部冒顶事故的发生。由于局部冒顶的影响因素很多，随机性大，这就要求我们无论是在巷道和工作面内行走，还是停留，都应注意顶板的好坏，要避开顶板破碎段，以防止顶板冒顶事故的发生。

2) 生产事故的预防

煤矿的生产事故包括机电、运输、提升、爆破等事故。这里主要介绍如何预防机械设备的事故。

机械设备事故包括采煤机、液压支架、刮板输送机、胶带输送机、转载机、破碎机和掘进机械等事故。要预防机械设备事故的发生，在与上述机械设备接触时，应听从指挥，不准擅自行动，在规定的范围内活动。

运输事故的预防主要是预防乘坐胶带，穿过或跨越胶带时，以及斜巷跑车和平巷列车运输造成的伤亡事故。要有效地预防此类事故的发生，必须按要求乘坐胶带；穿过和跨越胶带以及在斜巷和平巷内行走时，要做到行车不行人，行人不行车。

3. 入井应注意的事项

1) 入井前应作的准备

(1) 我国《煤矿安全规程》规定：“各类人员入井前必须进行安全教育。”因此，入井前必须进行安全教育，掌握入井所必须的基本安全知识。

(2) 入井前一定要得到充分休息，吃好、绝对禁止喝酒。

(3) 服装要整齐，手套、毛巾、安全帽、靴子等要齐备，把裤脚置于靴子内。另外，矿灯是井下人员的眼睛，入井前应对矿灯进行认真检查。检查矿灯是否明亮，有没有漏液等情况，如有问题应及时更换矿灯，如果矿灯一切正常，把矿灯用皮带系在腰上。

(4) 严禁携带易燃、易爆等危险品，如香烟、火柴等入井。

2) 乘坐各种人井设备时应注意的事项

(1) 乘坐竖井罐笼入井时应注意：上罐前要接受安全检查；上下罐时要服从指挥；按次序上下；禁止在罐笼内打闹；不得抢上，如果满员要等下一罐。罐笼是运送人员和材料的，绝对禁止人物混运。

(2) 乘坐斜井人车入井时应注意：要按次序上下入车，不得抢上；不得将手、头和工具等伸出车箱外；不准扭灭头灯，不准睡觉。严禁乘坐除人车以外的生产车辆，如材料车、平板车等。

(3) 乘坐斜井胶带入井时应注意：因为乘坐胶带时，是在胶带运动中上下，所以上下胶带时要做好上下的准备，做到上下迅速准确、按次序上下；不准集中坐在一起；乘坐胶带人员间隔不应小于 4m，以便于上下；不准在胶带上平卧或站立，不准用手摸胶带的边缘，不准携带超长物品。

(4) 井下行走时应注意：在井下巷道内行走时，应在人行道上行走，思想要集中。不要随意横穿各类巷道，特别是当有列车通过时，要做到行车不行人；禁止跨越钢丝绳；穿胶带时要走人行道。携带长工具时，要拿在手里，不能扛在肩上，以免碰伤他人。

(5) 进入工作面时应注意：由于工作面内入员和设备比较集中，因此在工作面内更要注意安全。首先，要服从指挥，要按指定的路线行走，不准在刮板输送机上行走，更不准擅自行动，以免误入盲巷、废巷内。休息时要选择较安全的地点，特别要注意顶板是否完整。矿灯不亮时，不准打开头灯检查。

二、煤层的埋藏特征

煤是古代植物遗体演变而成的。由于各类矿井成煤时期的原始条件和受地壳运动的影响不同，埋藏在地下的煤层的赋存状态，煤层顶底板的岩石性质和含水性以及受地质构造影响的程度都有明显的差别。因此，须结合矿井了解和掌握以下内容：

1. 煤层的赋存状态

煤层是开采的对象，与采矿工作密切相关。反应煤层赋存状态的因素有：煤层的厚度、结构、倾角和稳定性等。

1) 煤层的厚度 根据开采的特点，煤层按厚度分为三类。

厚煤层

煤层厚度在 3.5m 以上

中厚煤层

煤层厚度在 1.3~3.5m 之间

薄煤层

煤层厚度从最小可采厚度至 1.3m

同时，我国根据不同的情况，也制定出相应的最小可采厚度标准。

2) 煤层的稳定性 根据煤层厚度的变化情况及对开采的影响，将煤层分为四类。

稳定煤层：在井田范围内煤层厚度均大于最低可采标准，厚度的变化也有一定的规律。

较稳定煤层：煤层厚度变化较大，但在井田范围内大多可采，仅局部不可采。

不稳定煤层：煤层厚度变化很大，常有增厚、变薄，分岔或尖灭等现象。

极不稳定煤层：煤层常呈鸡窝状，串珠状，断断续续分布，井田范围内仅局部可采。

3) 煤层的结构 根据煤层中有无较稳定的夹石层，煤层可分为两类。

简单构造煤层：煤层中没有呈层状出现的比较稳定的夹石层，但仍可能夹一些矿物质透镜体或结核。

复杂结构煤层：煤层中含有较稳定的夹石层。

4) 煤层的倾角 根据开采技术的特点，煤层按倾角可分三类。

缓倾斜煤层

煤层倾角在 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$

倾斜煤层

煤层倾角在 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$

急倾斜煤层

煤层倾角在 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$

2. 煤层顶底板

煤层顶底板是指煤系中位于煤层上下一定距离内的岩层。按照沉积的次序，先于煤生成的岩层为煤层的底板，较煤后生成的岩层为煤层的顶板，煤层的底板位于煤层之下，煤层的顶板位于煤层之上，其中煤层的顶板又分为伪顶、直接顶和老顶。由于沉积环境的差异，煤层的顶底板岩石的性质各不相同。常见的各类顶底板岩石如表 1-1 所示。煤层的顶底板岩石性质对矿井开采方法有重要的影响。

表 1-1 常见岩石的表示方法

图 例	岩石名称	图 例	岩石名称	图 例	岩石名称
	煤层		粉砂岩		粗砂岩
	页岩		细砂岩		石灰岩
	泥岩		中砂岩		粉砂岩 细砂岩互层

3. 地质构造对煤的影响

在地壳运动中，煤和岩层改变原始埋藏状态所产生的变形或变位的形态，称为地质构造。

1) 单斜构造 在一定范围内，煤或岩层大致向一个方向倾斜的构造形态称为单斜构造。单斜构造往往是其它构造形态的一部分。

岩层的空间位置及特征通常用产状要素来描述。产状要素有走向、倾向和倾角。

2) 褶皱构造 岩层受水平力的作用被挤压成弯弯曲曲，但保持了岩层的连续性和完整性的构造形态叫褶皱构造。岩层褶皱构造中的每一个弯曲叫褶曲。岩层层面凸起的褶曲叫背斜，岩层层面凹下的褶曲叫向斜。背斜和向斜在位置上往往是彼此相连的。

3) 断裂构造 岩层受力后遭到破坏，失去了连续性和完整性的构造形态叫断裂构造。断裂面两侧的岩层没有发生明显位移的断裂构造称为裂隙；断裂面两侧发生了明显位移的断裂构造称为断层。根据断层两盘相对运动方向，可将断裂构造分为正断层、逆断层、平推断层；根据断层走向与岩层走向的相对关系，又可分为走向断层、倾斜断层、斜交断层。

第二节 矿井开拓系统

一、井田开拓概述

为了有计划、有步骤、合理地开发煤炭资源，首先应进行正确的井田划分，为各矿井的开采创造良好的条件，保证各矿井有合理的开采范围和境界。同时，还要保证矿井有合理的开采技术和有足够的储量，协调矿井的年产量、储量和服务年限的关系，为后续井田划分及安排井田内的开采创造条件。下面就煤田划分为井田、井田再划分的一般方法及

矿井年产量、矿井储量和服务年限的关系等作以介绍。

1. 煤田划分为井田和井田再划分

在地质历史发展过程中, 由含炭物质沉积形成的大面积含煤地带称为煤田。划分给一个矿井开采的那一部份煤田叫做井田。由于煤田的范围很大, 若由一个矿井来开采这样大范围的煤田, 不但在经济上很不合理, 在技术上也会有很多难以克服的困难。因此, 在开发煤田时, 应当把煤田划分为若干个井田, 由若干个矿井来开采。

1) 煤田划分为井田应遵循的原则

(1) 保证矿井有合理的开采技术条件, 即要有与矿井生产能力相适应的合理的井田尺寸。

(2) 充分利用自然条件来划分井田。如大的断层、无煤带、铁路等, 这样可以相对降低固定煤柱的损失, 减少开采技术上的困难。

(3) 划分井田时, 应当统筹兼顾、全面规划, 处理好深部井田和浅部井田、大型矿井和中小型矿井之间, 以及新矿井和老矿井、国营煤矿和地方小煤矿之间的关系, 为矿区的建设和发展创造条件。

(4) 人为划分井田时, 应保证矿井开采工作的便利。

沿煤层倾斜方向划分井田边界时, 可采用垂直划分法和水平划分法。

垂直划分法: 当煤层倾角较小时, 一般采用垂直面来划分井田边界。

水平划分法: 煤层为倾斜和急倾斜时, 通常以某一水平面作为井田边界。

煤层沿走向方向, 常常是以通过煤层的倾斜线或勘探线的垂直面划分井田境界。

2) 井田再划分的方法

(1) 井田划分为阶段、采区、区段 在井田范围内, 沿煤层倾斜方向, 按一定标高将井田划分成若干个长条形部分, 每一部分称为阶段。阶段的走向长度等于井田的走向长度, 阶段的倾斜长度由阶段的垂直高度来决定。阶段与阶段之间以水平面为界。分界面通常用标高又称为水平来表示。阶段的大小一般用阶段斜长或阶段垂高来表示。阶段上部与下部界面间的垂直高度称为阶段高度或阶段垂高。阶段沿走向划分为几个采区, 采区沿倾斜再划分成几个区段。

(2) 井田划分为盘区 开采倾角很小的近水平煤层时往往采用沿煤层主要延展方向布置大巷, 以大巷为轴将井田划分为若干个适于开采的块段, 每一个块段叫做盘区。每一个盘区都是一个独立的开采单元, 有独立的运输和通风系统。盘区内巷道布置方式由所采用的采煤方法确定。

(3) 井田分区域划分 对于矿井储量丰富, 井田范围和生产能力较大的矿井, 为了保证矿井的生产能力, 解决矿井在通风及辅助运输方面的困难, 采用将整个井田划分为若干个走向为 3~5km, 倾斜长为 2km 左右的分区。每个分区又可根据需要再划分为阶段、盘区等。辅助提升井和风井为各自的分区服务。同时, 在井田中央布置提煤用的主井为整个井田服务。

2. 矿井年产量、储量和 service 年限

1) 矿井年产量

矿井年产量就是矿井的生产能力, 亦称井型, 系指矿井一年内所能够生产的煤炭数量。为了便于矿井设备制造的标准化、系列化和通用化, 按照矿井设计年产量的大小可将

矿井分为大、中、小三种类型。每种类型中又分若干等级。现阶段我国规定的井型系列如下：

大型矿井 120 150 180 240 300 400 万 t/a

中型矿井 45 60 90 万 t/a

小型矿井 9 15 21 30 万 t/a

通常把 500 万 t/a 以上的大型矿井，称为特大型矿井。

在矿井设计中，除上述井型外，不出现中间类型。

大型矿井与小型矿井各有利弊，因此在确定矿井年产量时，应根据井田内煤层的赋存条件、开采技术条件和国民经济对煤炭的需求以及国家的有关技术政策进行综合分析，再经过详细的技术经济比较来确定。一般情况下，对于储量丰富、煤层生产能力大、开采技术条件较好的井田，应设计成大型矿井；当煤层埋藏不深，储量不很丰富时，宜选中、小型矿井。尤其是当煤层埋藏不稳定，地质构造复杂时，更应当选中、小型矿井。

2) 矿井储量

矿井储量是指矿井井田范围内的煤炭埋藏量。矿井储量是进行矿井建设的根据，是确定矿井生产能力的重要因素。矿井设计必须以经过有关部门批准的精查地质报告中的工业储量作为设计的依据。

在矿井开采过程中，实际能够采出的煤炭只是工业储量的一部分，称为可采储量。可采储量和工业储量的关系用下式表示：

$$Z_k = (Z_p - P) C \quad (1-1)$$

式中 Z_k ——可采储量，t；

Z_p ——工业储量，t；

P ——固定煤柱损失，t；

C ——采区回采率。

3) 矿井服务年限

矿井服务年限是指矿井从投产到报废的开采年限。矿井服务年限是与矿井生产能力相适应的。矿井设计服务年限、设计年产量和矿井储量间的关系用下式表示：

$$T = \frac{Z_k}{AK} \quad (1-2)$$

式中 T ——矿井设计服务年限，a；

A ——矿井设计年产量，t/a；

K ——储量备用系数。

二、矿井开拓方式

在一定的井田地质、开采技术条件下，矿井开拓巷道可有多种布置方式。井田开拓方式按井筒形式可分为：立井开拓、斜井开拓、综合开拓和平硐开拓。

1. 斜井开拓

斜井开拓是我国矿井广泛采用的一种开拓方式。按照井田划分方式及阶段内的不同布置，斜井开拓可分为单水平分区式、单水平分带式和多水平分区式。这里以斜井多水平分区式开拓方式为例，介绍斜井开拓的特点及适用条件。

图 1-1 为斜井多水平分区式开拓布置图。这种开拓方式是把井田划分为阶段，实行

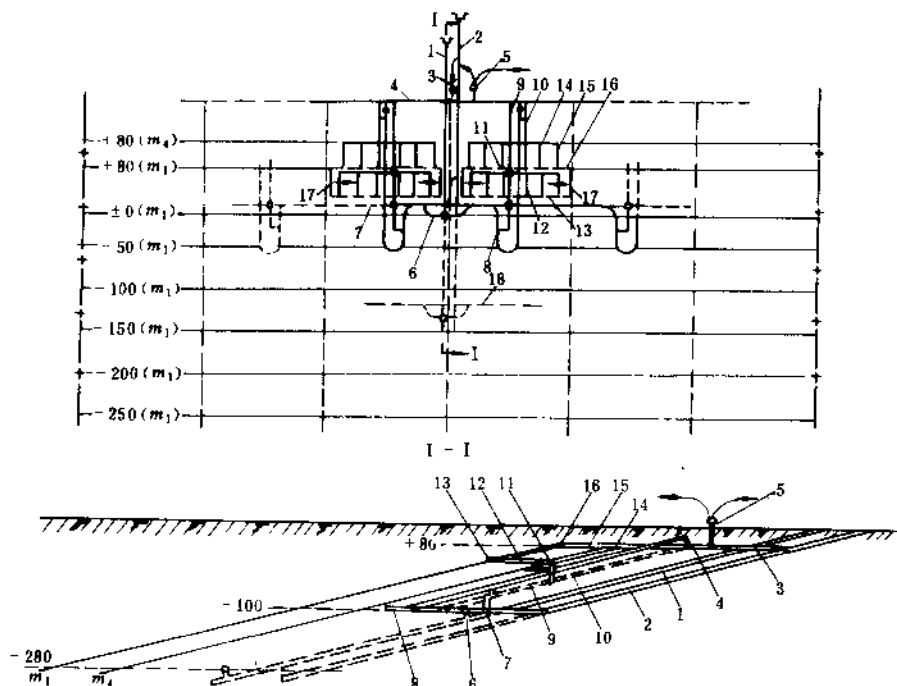


图 1-1 斜井多水平分区式开拓布置图

- 1—主斜井；2—副斜井；3—+80 辅助车场；4—+80 总回风道；5—边界风井；6—井底车场；
7—-100 运输大巷；8—采区车场；9—采区运输上山；10—采区轨道上山；11— m_4 区段运输巷；
12—区段运输小石门；13— m_1 区段运输平巷；14— m_4 区段回风巷；15—区段回风小石门；
16— m_1 区段回风平巷；17—回采工作面；18—-280 运输大巷

集中生产。

由于在采用斜井开拓时，一般都是以一对斜井进行开拓的，这样就带来了其自身的特点。首先，根据井型的选择要选择相应的提升设备，而井筒提升方式的不同，对于井筒倾角的要求也不同。例如采用串车提升时，井筒倾角不宜大于 25° ；采用箕斗提升时，井筒倾角一般取 $25^\circ \sim 35^\circ$ ；采用胶带输送机提升时，井筒倾角一般不超过 17° 等。根据斜井井筒所在的层位不同，斜井井筒可布置在煤层的底板岩石中或穿层布置。

与立井开拓相比，斜井开拓的优点是：井筒掘进技术和施工设备比较简单；掘进速度快；地面工业建筑、井筒装备、井底车场及硐室等都比立井简单得多；初期投资少，建井工期短，特别是在多水平开采时，斜井的石门总长度较短，因而掘进石门的工程量和沿石门的运输工作量较少。斜井开拓的缺点是：在自然条件相同的情况下，斜井井筒比立井长的多。围岩不稳定时，斜井井筒维护费用较高。

因此，从斜井开拓的特点看，斜井开拓主要适用在井田内煤层埋藏不深、表土层不厚，水文地质情况简单，井筒不需特殊法施工的缓倾斜和倾斜煤层。

2. 立井开拓

立井开拓也是矿井广泛应用的一种开拓方式。无论是井田划分为阶段式盘区，还是单

水平或多水平，都可以采用立井开拓。立井开拓除井筒形式与斜井开拓不同外，其它阶段内的开拓与准备以及生产系统，基本上都与斜井开拓相同。图 1-2 为立井多水平分区式开拓布置图

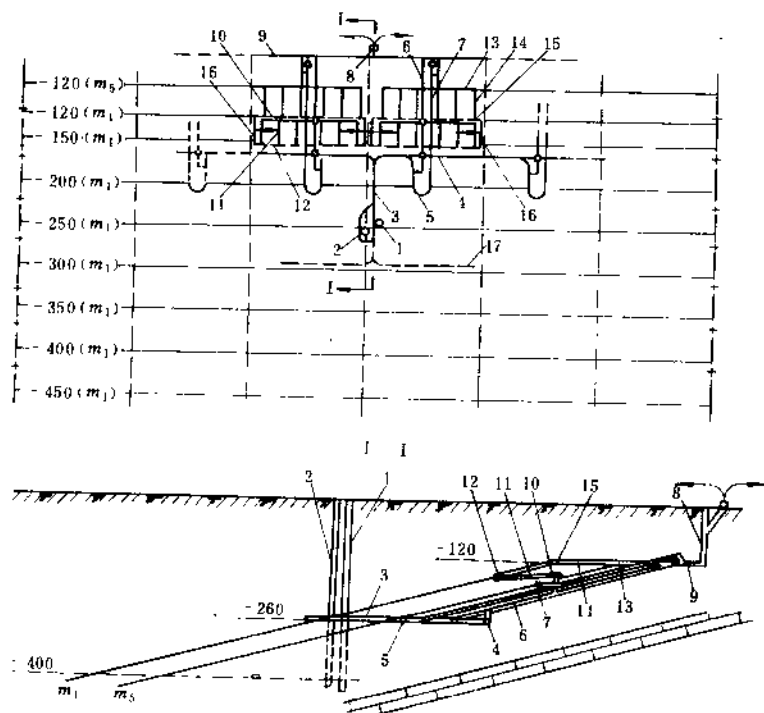


图 1-2 立井多水平分区式开拓布置图

1—主井；2—副井；3—井底车场及主石门；4—-260 运输大巷；5—采区车场；6—采区运输上山；7—采区轨道上山；8—边界风井；9—总回风道；10— m_s 区段运输巷；11—区段运输石门；12— m_1 区段运输巷；13— m_s 区段回风巷；14—区段通风石门；15— m_1 区段回风巷；16—综采工作面；17—-400 运输大巷

与斜井开拓相比，立井开拓的优点是：当开采深度一定时，具有井筒短，提升速度快，铺设的各种管线长度短，井筒的通风阻力小，容易维护等。其缺点是：立井井筒的掘进及延深需要较高的施工技术，井筒开凿需用的设备多，掘进速度慢，井筒装备复杂，基本建设投资大。

一般来说，立井对地质条件的适应性强，通常不受煤层倾角、厚度、瓦斯、水文等地质条件的限制。因而当煤层埋藏深、表土层厚或水文地质情况复杂、井筒需要特殊施工时；或者在多水平开拓急倾斜煤层及地质条件不适合斜井开拓时，都可以采用立井开拓。

3. 综合开拓

井田开拓中，通常主、副井都采用同一种井筒形式。然而，有时采用单一的井筒形式开拓井田会在技术上出现困难，经济效益不佳。因而，在实际生产中出现主、副井不同的井筒形式，称为综合开拓。

根据不同的地质和生产技术条件，综合开拓可以有多种形式。如立井与斜井、立井与