

石家庄工程技术学校国家中职示范校核心课程系列教材

# 采煤生产技术

主编 梁新成

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书主要介绍了煤矿生产系统、采煤方法、炮采工艺技术、普采工艺技术、综采工艺技术、倾斜分层走向长壁采煤技术、倾斜长壁采煤法采煤工艺特点、特殊条件下采煤工艺特点、放顶煤开采工艺、急倾斜煤层采煤方法、柱式体系采煤方法、其他采煤技术、采煤工作面生产技术管理等。

本书可作为中等职业学校采矿技术专业的教材，也可供采煤工程技术人员和其他职业技术学校相关专业师生参考。

# 教材编委会

编委会主任	吴占鹏				
编委会副主任	赵霞				
编委会成员	贾军艳	姜磊	王瑞捧	余升平	
	苏汉明	韩璐	杨连升	张海昂	
	赵欣	王宁			
主    编	梁新成				
编写人员	张玉峰	谢连山			

# 前 言

职业教育的目的是为培养高素质、高技能的人才，职业教育工作者在做好日常教育教学工作的同时，编写出操作性强、通俗易懂的教材，是一项很有意义的工作。石家庄工程技术学校从事采煤技术教育教学的几位教师，对华北地区多个煤矿进行了调研，在煤矿采煤技术专家的帮助下，总结多年的教育教学实践，编写了《采煤生产技术》教材。

《采煤生产技术》教材是参考中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会2010年4月焦作会议审定的中等职业教育采矿专业教材《煤矿开采》编写大纲，并结合华北地区煤矿生产技术实际编撰而成。教材力求通过图片解说采煤生产技术，使采煤生产技术通俗易懂，使学生容易理解，乐于学习。

《采煤生产技术》教材由梁新成担任主编，并编写了绪论、项目一至项目六；张玉峰编写了项目七至项目九、项目十三；谢连山编写了项目十至项目十二。最后由梁新成统稿。

张宏恩、张大珍及学校特聘采煤技术专家陈永会、柴连银、刘东亮对教材编写大纲提出了意见和建议，姜磊对教材的整理完善提出了建议，梁新成根据上述人员的意见和建议进行了认真调整和修改，在此一并表示感谢。

由于编写人员水平有限，书中可能存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2013年6月

## 目次

绪论 .....	(1)
项目一 煤矿生产系统 .....	(9)
任务一 煤矿井下生产系统 .....	(9)
任务二 煤矿地面生产系统 .....	(10)
项目二 采煤方法 .....	(13)
任务一 采煤方法分类 .....	(13)
任务二 我国井工煤矿常用的采煤方法 .....	(16)
项目三 炮采工艺技术 .....	(19)
任务一 采煤工作面炮眼布置与钻眼机具 .....	(19)
任务二 采煤工作面安全爆破技术 .....	(22)
任务三 采煤工作面装运煤技术 .....	(27)
任务四 悬臂式支架支护技术 .....	(30)
任务五 采空区处理方法 .....	(35)
项目四 普采工艺技术 .....	(42)
任务一 滚筒采煤机割煤与进刀技术 .....	(42)
任务二 刨煤机刨煤技术 .....	(56)
项目五 综采工艺技术 .....	(62)
任务一 综采工作面设备 .....	(62)
任务二 综采设备的布置方式 .....	(66)
任务三 综采支架的选择与布置 .....	(68)
任务四 综采工作面液压支架的工作方式及工艺技术 .....	(74)
任务五 综采工作面设备的安装与拆移 .....	(79)
项目六 倾斜分层走向长壁采煤技术 .....	(84)
任务一 厚煤层倾斜分层开采铺设假顶技术 .....	(84)
任务二 假顶下的采煤工艺技术 .....	(88)
项目七 倾斜长壁采煤法采煤工艺特点 .....	(91)
任务一 倾斜长壁工作面的巷道布置及适用条件 .....	(91)
任务二 倾斜长壁采煤技术特点 .....	(92)
项目八 特殊条件下采煤工艺特点 .....	(96)
任务一 采煤工作面初采及末采 .....	(96)
任务二 采煤工作面安全通过地质构造和旧巷道 .....	(97)
项目九 放顶煤开采工艺 .....	(100)
任务一 综采放顶煤工作面布置 .....	(100)

任务二 放顶煤工艺与放煤方式 .....	(103)
项目十 急倾斜煤层采煤方法 .....	(107)
任务一 倒台阶采煤法 .....	(107)
任务二 伪倾斜柔性掩护支架采煤技术 .....	(110)
项目十一 柱式体系采煤方法 .....	(115)
项目十二 其他采煤技术 .....	(121)
任务一 “三下一上”采煤技术 .....	(121)
任务二 充填开采技术 .....	(124)
项目十三 采煤工作面生产技术管理 .....	(129)
任务一 采煤工作面组织管理 .....	(129)
任务二 采煤工作面技术管理 .....	(138)
任务三 采煤工作面质量管理 .....	(141)
任务四 采煤工作面安全管理 .....	(143)
参考文献 .....	(149)

# 绪 论

要认识煤矿、认识采煤技术，可直接到煤矿、煤矿井下采煤工作面去参观。但如果只参观一个（种）煤矿、一个采煤工作面，对煤矿和采煤技术的认识就像盲人摸象，不会全面。要想全面认识煤矿、认识采煤工作面，可以到各种不同的煤矿或采取不同采煤工艺技术的采煤工作面去参观，那将需要较长的时间。要想在较短的时间内认识煤矿、认识采煤技术，通过观看煤矿及采煤工作面的照片、图片，阅读介绍煤矿、采煤技术的文字说明或视听资料，也可以达到认识煤矿、认识采煤技术的目的。

煤矿分为露天开采煤矿和地下开采（井工开采）煤矿。由于我国适合露天开采的煤炭资源很少，绝大多数煤矿都采取地下开采的方式。本教材主要讲授地下开采煤矿的采煤生产技术。

## 相关知识

### 一、煤炭是我国的主要能源

在煤炭、石油、天然气、风能、核能等能源中，煤炭是我国的主要能源，占一次能源生产和消费总量的76%和69%。我国探明的保有煤炭储量约1000 Gt，煤炭储量世界排名第三。图0-1为某煤矿矿区远景图。

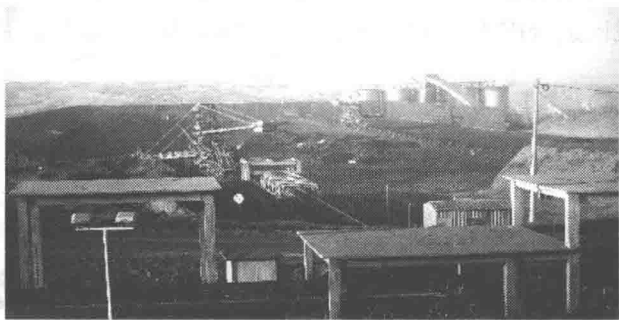


图0-1 某煤矿矿区远景图

近年来，我国煤炭产量排名一直保持世界第一，煤炭产量占世界总产量的37%。我国为世界第一产煤和消费大国，近几年来，我国煤炭生产情况如下：2005年我国生产原煤2350 Mt，2006年我国生产原煤2528 Mt，2007年我国生产原煤2692 Mt，2008年我国生产原煤2802 Mt，2009年我国生产原煤2973 Mt，2010年我国生产原煤3235 Mt，2011年我国生产原煤3516 Mt，2012年我国生产原煤3650 Mt，如图0-2所示。

我国所使用的电能主要是火电，是用燃烧煤炭来发电。国家发展改革委提供的数据表

明,虽然火电厂每千瓦时供电煤耗逐年下降(火电厂平均每千瓦时供电煤耗由2000年的392 g标准煤降到2011年的360 g标准煤),但总耗煤量还是很大。

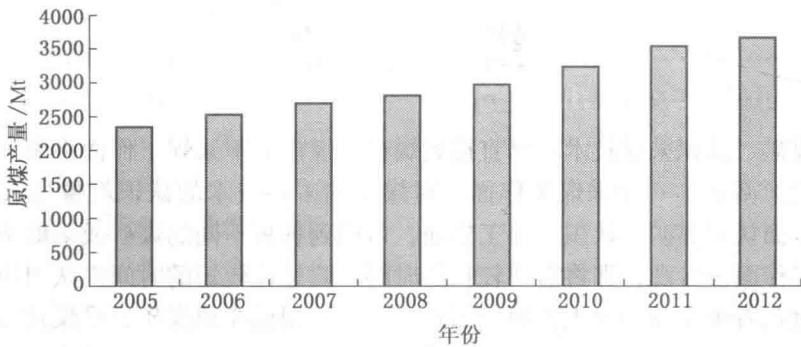


图0-2 2005—2012年我国原煤产量

## 二、煤炭开采方式分类

### 1. 露天开采

露天开采就是先将覆盖在煤层上部的岩层(土、砂、石)剥离,然后直接采运煤炭。图0-3所示为某露天煤矿生产现场情况。

我国总体资源开采条件属中等偏下水平,可供露天开采的资源极少,除山西省、陕西省、内蒙古自治区、宁夏回族自治区和新疆维吾尔自治区部分煤田开采条件较好外,其他煤田开采条件较复杂。

露天开采的采煤工作面由于没有顶板和瓦斯灾害,安全性较高,其产量主要取决于装运能力(0-4),新建的露天煤矿一个矿年产量一般都在10 Mt以上,相当于10多个中型矿井的产量。由于我国适合露天开采的资源很少,露天开采的煤炭产量仅占全国煤炭总产量的5%左右。



图0-3 正在开采的某露天煤矿



图0-4 露天煤矿的装运作业

### 2. 地下开采

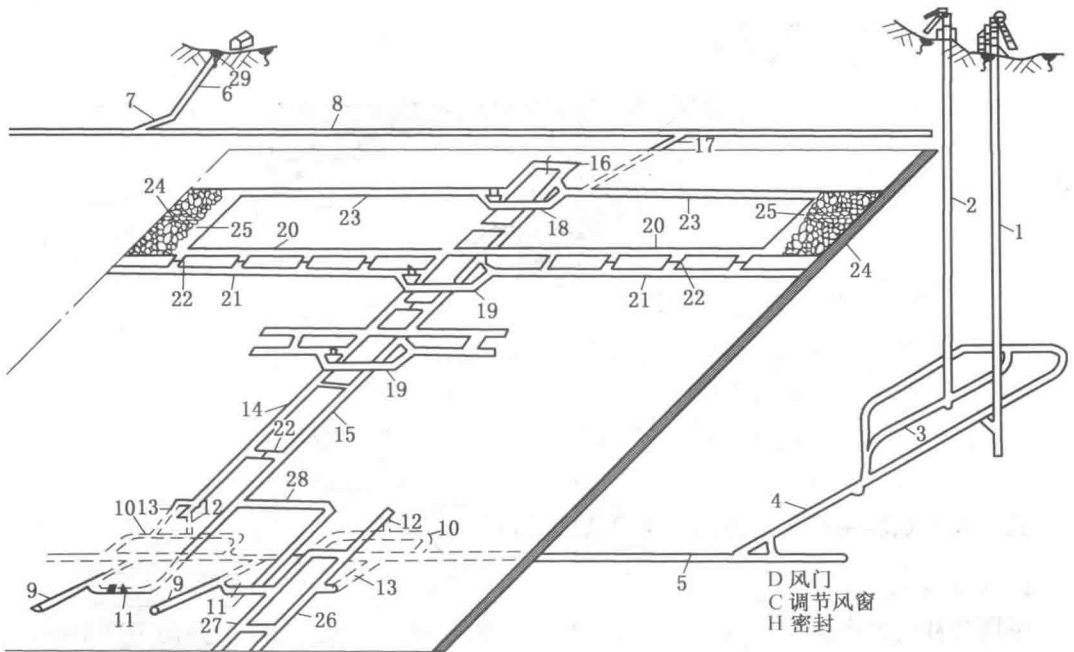
地下开采首先从地面向地下煤层开凿至少两条通道,再开掘一系列地下巷道,形成通

风、行人、运输等系统后进行开采。图 0-5 所示为采用地下开采的云驾岭煤矿主副井井架。



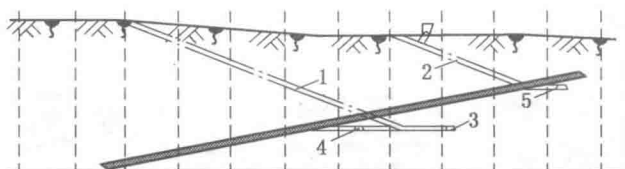
图 0-5 采用地下开采的云驾岭煤矿主副井井架

根据地面及地下地质情况，地下开采的煤矿可以从地面开凿立井进入地下煤层（图 0-6），也可以从地面开凿斜井进入地下煤层（图 0-7），同时可以从地面开凿平硐进入煤层（图 0-8）。有些煤矿也可以采取两种或 3 种井筒形式进入煤层进行开采（图 0-9）。



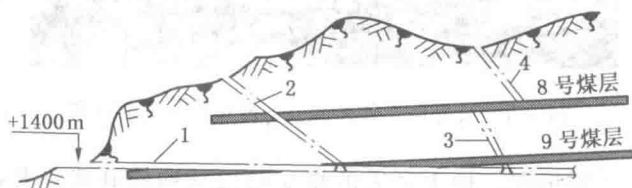
- 1—主井；2—副井；3—井底车场；4—主要石门；5—水平运输大巷；6—风井；7—回风石门；  
 8—水平回风大巷；9—采区运输石门；10—车场绕道；11—材料车场；12—采区煤仓；13—行人进风巷；  
 14—运输上山；15—轨道上山；16—采区绞车房；17—采区回风石门；18—采区上部车场；19—采区中部车场；  
 20—区段运输巷；21—区段轨道巷；22—联络巷；23—区段回风巷；24—开切眼；  
 25—采煤工作面；26—运输下山；27—轨道下山；28—下山采区回风绕道；29—主要通风机

图 0-6 从地面开凿立井进入地下煤层



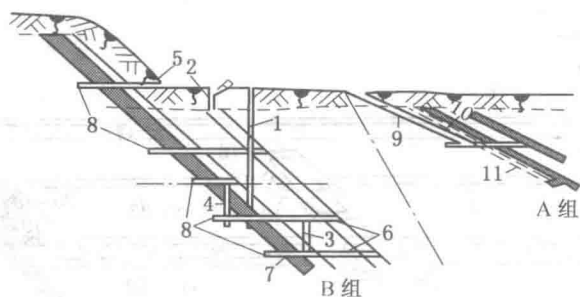
1—主斜井；2—回风斜井；3—井底车场；4—运输大巷；5—回风大巷

图 0-7 从地面开凿斜井进入地下煤层



1—平硐；2—斜井；3—暗斜井；4—回风斜井

图 0-8 从地面开凿平硐进入煤层



1—立井；2—回风立井；3、4—暗立井；5—平硐；6—石门；

7—煤层；8—岩石大巷；9—斜井；10—上山；11—下山

图 0-9 从地面开凿不同形式井筒进入煤层

### 三、我国煤炭生产工艺技术主要经历的阶段

#### 1. 人力采煤

早期受社会生产力发展所限，要想采出地下的煤炭，人们从煤矿的井筒下到地下，靠人力用金属工具挖掘，挖出的煤炭用人力运出矿井，如图 0-10 所示。这种采煤方法工人劳动强度大，煤炭产量低，工人安全没有保证。

#### 2. 爆破采煤

爆破采煤（简称炮采）一般是用煤电钻（现在多用风煤钻钻眼）在煤壁上钻出炮眼（图 0-11），在炮眼内装入电雷管和炸药，通过向电雷管通电使电雷管引爆炸药，将煤炭从煤壁上崩落下来，用运输机械将煤运出矿井。炮采用爆破落煤代替了采煤工人的人力挖煤，减轻了工人的劳动强度，提高了产量。



图 0-10 人力采煤



图 0-11 采煤工人用煤电钻在煤壁上钻眼

### 3. 风镐落煤

20 世纪 50 年代, 我国将引进于苏联的风镐用在采煤工作面落煤 (图 0-12), 这是一种简单的机械化落煤工具。随着采煤机械化的发展, 风镐落煤只在一些急倾斜煤层采煤工作面有所使用。

在井下采煤工作面采煤, 如果对工作面顶板岩层不进行支护, 随时都有垮落的可能。为了采煤工作的安全, 必须对工作面顶板岩石进行支护。在采煤工作面顶板支护方面, 炮采工作面采用金属摩擦式支柱配合金属铰接顶梁组成悬臂式支架支护采煤工作面顶板岩石, 如图 0-13 所示。金属摩擦式支柱替代了早期的坑木支护, 既节约了宝贵的坑木资源, 降低了煤矿的生产成本, 又提高了采煤工作面的安全性。由于金属摩擦式支柱初撑力较小, 可靠性差, 且架设支架劳动强度大, 2009 年国家淘汰了金属摩擦式支柱, 在炮采工作面全面推广单体液压支柱支护工作面顶板岩层。



图 0-12 风镐落煤



图 0-13 金属摩擦式支柱配合金属铰接顶梁支护工作面顶板

### 4. 普通机械化采煤

20 世纪 50 年代后期, 单滚筒采煤机开始在我国煤矿采煤工作面使用。用单滚筒采煤机割煤代替爆破落煤, 减少了因爆破而造成的安全生产事故, 提高了采煤工作的安全性。

普通机械化采煤（简称普采）早期的采煤机靠钢丝绳牵引（图0-14），工作面顶板的支护方式和炮采支护方式相同。而薄煤层则采用刨煤机（图0-15）在煤壁上刨削煤炭。

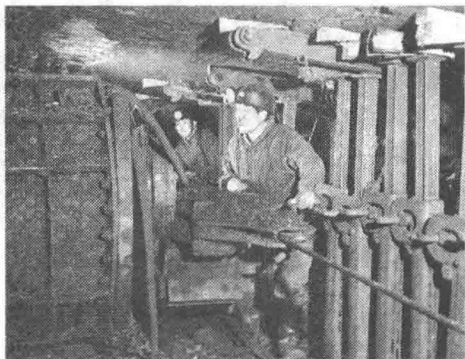


图0-14 第一代采煤机

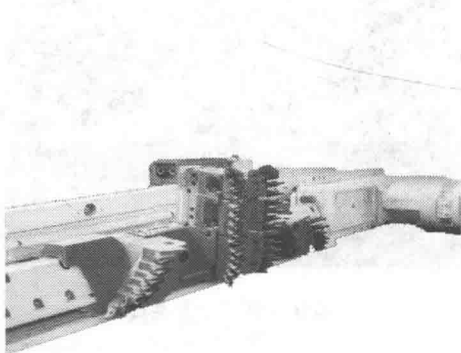


图0-15 刨煤机

### 5. 综合机械化采煤

随着社会生产的发展，现在许多国有重点煤矿采煤工作面落煤用双滚筒采煤机（图0-16），运煤用强力可弯曲刮板输送机，支护用自移式液压支架（图0-17），采煤工作面的落煤、装煤、运煤、支护、采空区处理主要工序都实现了机械化。因此我们把这种采煤工艺技术叫综合机械化采煤，简称综采。



图0-16 双滚筒采煤机

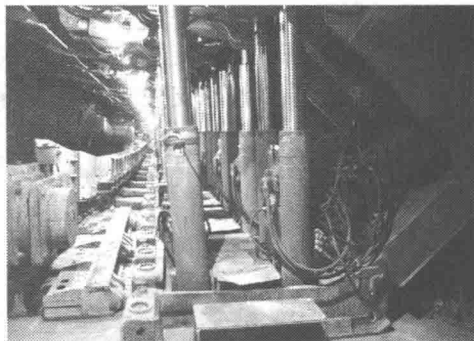


图0-17 自移式液压支架

在综采工作面，工人行走和采煤作业都是在全部采用钢材制成的、支护能力强大的综采支架下面进行。由于有综采支架的保护，顶板岩石垮落不会威胁工人的安全。综采是目前最安全、高效的采煤工艺技术。图0-18所示即为采煤机司机正在综采工作面操作采煤机割煤。

## 四、现代化煤矿

最近几年，全国煤矿特别是国有煤矿加快了现代化建设步伐，新设备、新工艺得到了广泛使用，煤矿可以采用监测监控系统对每个采掘工作面、瓦斯超限情况等实时监控（图0-19），可以采用人员定位系统对人员所处位置进行定位。煤矿工人的生产生活条件发生了

巨大变化，安全文化建设形式丰富多彩，安全文化已经融入每一位职工和家属心中。

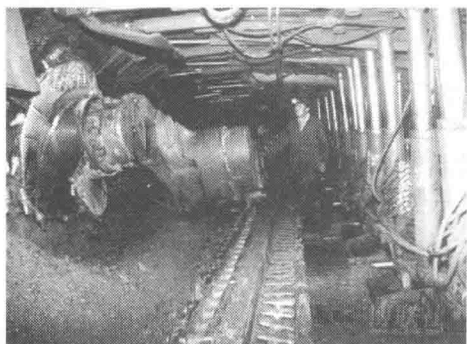


图 0-18 采煤机司机正在综采工作面操作采煤机割煤

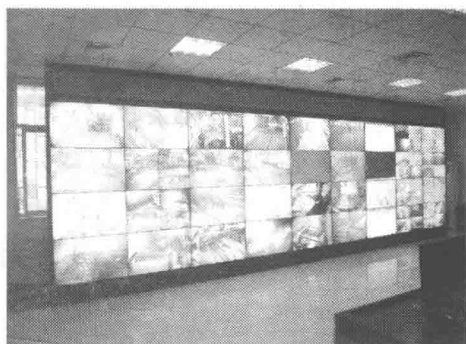


图 0-19 矿井调度室对重要地点安全生产情况的监控

在煤矿井下，运输大巷宽敞明亮（图 0-20），车场和等候室墙壁及底板上都贴上了瓷砖。采掘工作面距离井底水平距离超过 1.5 km 时，煤矿都配置了专门运送工人的人车（图 0-21），节省了工人上下班的时间和体力。



图 0-20 宽敞明亮的井下巷道

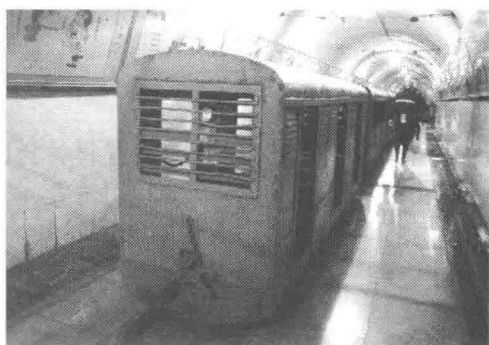


图 0-21 煤矿井下专门运送人员的人车

在井下专门用于工人等候乘车的等候室（图 0-22）安装有不锈钢靠椅，配置了饮水机，工人在这里候车时可以进行短暂的休息。



图 0-22 宽敞明亮的等候室



## 思考与练习

1. 煤矿开采是如何分类的?
2. 从地面可通过哪几种井筒形式进入地下煤层?
3. 我国煤炭生产工艺技术主要经历了哪几个阶段?
4. 什么叫综采? 它的特点是什么?

# 项目一 煤矿生产系统

## 任务一 煤矿井下生产系统

### 任务描述

矿井能进行正常的生产，必须具有完善的矿井生产系统。矿井生产系统包括井下生产系统和地面生产系统。井下生产系统由一系列巷道和硐室组成，包括矿井运输系统、矿井通风系统、矿井行人系统、矿井供电系统、矿井辅助运输系统、矿井排水系统、矿井压气系统、矿井瓦斯抽放系统等。矿井生产系统是否合理，直接影响矿井生产是否能正常进行，还影响着矿井的经济效益。学习采煤生产技术，就要熟悉煤矿井下生产系统。

### 相关知识

主井是指专门运输煤炭的井筒。

副井指运输人员、材料、设备、矸石，铺设各种管线的井筒。副井多用作矿井的进风井。

井底车场是指连接井筒和主要运输巷道的一组巷道和硐室。

风井是指专门排放矿井内污风的井筒。

### 任务实施

#### 一、运输系统

矿井运输系统如图 0-6 所示，煤炭运输路线为：采煤工作面→区段运输巷→运输上山→采区煤仓→车场绕道→水平运输大巷→主要石门→井底车场→主井。

#### 二、通风系统

矿井通风系统如图 0-6 所示，新鲜风流自副井→井底车场→主要石门→水平运输大巷→材料车场→轨道上山→采区中部车场→区段轨道巷→联络巷→区段运输巷→采煤工作面。

采煤工作面的污风→区段回风巷→采区回风石门→水平回风大巷→回风石门→风井→地面。

#### 三、行人系统

矿井行人系统如图 0-6 所示，人与新鲜风流同行（见通风系统路线）至采煤工作

面,下班后原路返回。

#### 四、供电系统

矿井供电系统如图0-6所示,高压电缆自副井→井底车场中的中央变电所→主要石门→水平运输大巷→采区运输石门→材料车场→联络巷→采煤工作面。

#### 五、运料系统

矿井运料系统如图0-6所示,材料自副井→井底车场→主要石门→水平运输大巷→采区运输石门→材料车场→轨道上山→采区上部车场→区段回风巷→采煤工作面。

#### 六、排水系统

矿井排水系统如图0-6所示,采煤工作面→区段运输巷→轨道上山→材料车场→水平运输大巷→主要石门→井底车场中的中央水仓,在中央水仓用水泵抽出通过排水钢管→副井→地面。

#### 七、排矸系统

矿井排矸系统如图0-6所示,矸石自区段轨道巷→采区上部车场→轨道上山→材料车场→水平运输大巷→主要石门→井底车场→副井→地面。

## 任务二 煤矿地面生产系统

### 任务描述

地面生产系统的主要任务是煤炭经过运输提升到地面后的加工和外运,还要完成矸石排放、动力供应及材料、设备供应等工作。地面生产系统通常包括地面提升系统、运输系统、排矸系统、选煤系统、管道线路系统等。

### 相关知识

#### 一、主井楼

将主井(立井)井架包裹起来的构筑物叫主井楼。

主井楼能保护井架,防止井架被日晒和雨淋,延长井架使用寿命。主井楼还能防止提升煤炭对大气的污染,有利于环境保护和文明生产,有利于矿井安全生产。

#### 二、副井楼

将副井(立井)井架包裹起来的构筑物叫副井楼。

副井楼能保护井架,防止井架被日晒和雨淋,延长井架使用寿命。副井楼一般与矿灯房、更衣室、浴室相通,便于工人入井和升井后更衣洗浴,有利于副井的防火和安全

生产。

### 三、矸石山

煤矿井下采掘过程中排出的矸石在地面堆积后形成的矸石堆。

在许多老煤炭生产矿区，远远的就能看到一座座由煤矸石堆起的尖尖的小山，成为煤矿的地标。

#### 任务实施

#### 一、地面生产系统的类型

地面生产系统根据地面有无煤炭加工设备的不同，分为无煤炭加工设备的地面生产系统、设有选矸设备的地面生产系统、设有筛分厂的地面生产系统和设有选煤厂的地面生产系统。

##### 1. 无煤炭加工设备的地面生产系统

如果矿井生产的原煤不需要进行加工，或者是送往选洗厂进行加工的煤矿，原煤提升到地面后，经由煤仓或储煤场直接装车外运，地面生产系统相对简单。

##### 2. 设有选矸设备的地面生产系统

煤炭生产过程中会同时产生一定量的矸石，矸石混在煤炭中不仅影响煤炭质量，还会增加煤炭运输成本。为提高煤炭质量，降低煤炭运输成本或者减轻煤炭选洗厂的负担，大多数煤矿在地面设有选矸系统。一般是将原煤提升至地面后，在通过输送带运往煤仓的途中，由工人将混在煤炭中块度较大的矸石检出，集中后运至矸石山排放。

##### 3. 设有筛分厂的地面生产系统

这种生产系统适应于生产动力煤和民用煤的煤矿。原煤提升到地面后需要根据用户对煤质与粒度的要求选矸和筛分，然后分别装车外运。

##### 4. 设有选煤厂的地面生产系统

这种生产系统将大多数原煤提升到地面后直接运进选煤厂洗选，煤炭从选煤厂运出。

#### 二、地面排矸运料系统

矿井在建设和生产过程中，在岩层中掘进巷道、硐室会产生大量的矸石，在采煤工作面煤层中遇到的夹石层也会产生矸石，这些矸石从井下提升至地面后向矸石山运输，需要从井口地面到矸石山铺设专用窄轨铁路线路。井下使用的材料和设备及在井上维修过的机械设备要顺利的运往井下，需要从地面机修车间到井口、材料场到井口铺设轨道线路，由材料车运至井口后装入副井罐笼进入井下。合理设计排矸和运料线路，使其相互影响最小，线路长度最短，也是一个重要问题。

##### 1. 矸石场的选址问题

由于矸石易散发灰尘，有的矸石还有自然发火的危险，因此矸石场要选在工业场地、居民区的下风方向。矸石场与井口、居民区的距离要符合矿井设计规范的要求。选择矸石场时应充分利用自然地形，不占或少占耕地。矸石场要安装卸矸设备，到矿井生产的后期，矸石场堆积的矸石量可能很大，形成矸石山，卸矸设备需要较大的功率。