

“十一五”国家科技支撑计划项目

火灾与顶板重大灾害防治关键技术研究 (2006BAK03B00)

煤矿安全控制关键技术研究 (2006BAK03B07)

中国煤矿灾害防治战略研究

主 编 申宝宏

副主编 雷 毅 刘见中

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

化教材

采煤方法

主编 张兆华 王有生
主审 张银忠 孙贺军

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

采煤方法 / 张兆华, 王有生主编. — 徐州: 中国
矿业大学出版社, 2011. 2

晋城煤业集团一体化教材

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0953 - 5

I. ①采… II. ①张… ②王… III. ①采煤方法—
教材 IV. ①TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第011955号

书 名 采煤方法

主 编 张兆华 王有生

责任编辑 姜志方

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 21 字数 520 千字

版次印次 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

定 价 42.00 元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

《晋城煤业集团一体化教材》编审委员会

编审委员会领导组

主 任	苏清政			
副主任	白正午	王仁庭	马香河	
委 员	(按姓氏笔画排名)			
	马 涛	马洪礼	马跃龙	王 成
	王明学	王建武	王俊杰	牛海金
	田根旺	冯志强	任贵文	刘红岗
	刘海晨	闫小屯	孙贺军	李建国
	李承红	李爱民	李海贵	李碰林
	杨 廷	杨 建	杨太平	杨国立
	杨荣贵	杨健康	时旺节	宋晨光
	张志刚	张岩松	张建国	张钢同
	张晋国	张海军	张银忠	苏泽明
	国安民	赵贵福	姜志方	姜铁明
	姚克勤	徐太山	郭庆亮	郭宏兵
	彭红卫	董文敏	鲁风光	薛 懿
	魏国升			

《采煤方法》编审组

主 编	张兆华	王有生
参 编	郭海军	姚 堃
主 审	张银忠	孙贺军

序

实践是认识的来源,是认识发展的动力,是检验理论的唯一标准,正确的认识和科学的理论对实践又有指导作用,这是马克思主义认识论的基本观点。只有认识与实践相结合才能更好地认识世界改造世界,在教育中,只有理论与实践相结合才能更好地促进学生的发展。然而,目前我国中职教育的培养模式,人为割裂了理论和实践,不利于学生综合职业能力的提高和全面素质的发展;加之教材内容与企业发展和生产实际相脱离,与学生学员自身发展相脱离,严重制约了技工教育教学质量的提高。

2009年7月13日,人力资源和社会保障部办公厅下发了《技工院校一体化课程教学改革试点工作方案》。该方案中明确指出:“一体化课程是以国家职业标准为依据,以综合职业能力培养为目标,以典型工作任务为载体,以学生为中心,根据典型工作任务和工作过程设计课程体系和内容,按照工作过程的顺序和学生自主学习的要求进行教学设计并安排教学活动,实现理论教学与实践教学融通合一、能力培养与工作岗位对接合一、实习实训与顶岗工作学做合一。”

课程是职业学校的产品,教材是课程的重要资源。《晋城煤业集团一体化教材》在编写中贯穿了“任务引领、行为引导”的先进教学理念;注重知识、技能、情感态度这三维目标的整合,使理论与实践在课程目标上融为一体。一体化教材的内容以模块课题形式呈现,模块课题通过精心设计,与学生的生活背景、学习经历和职业要求密切联系,使课程内容回归生活、回归职业。一个模块课题又分为几个具体的任务,通过任务的完成使学生获取知识、习得技能、养成健康的情感态度和价值观。

《晋城煤业集团一体化教材》共九本,分别是晋煤集团《采煤方法》、《掘进工艺》、《采掘机械》、《采区电气设备》、《运输与提升》、《矿井通风》、《煤矿地质与矿图》、《尿素工艺》、《选煤工艺——重选》,是一套突出技工学校煤炭主体专业教学特色的补充教材。为了兼顾煤矿职工培训和相关工种技能鉴定的需要,教材在编写中力求做到:理论够用,概括准确;操作规范,易懂易练;设备维护、检修工艺流程简单,具体易学;故障处理案例选取典型、具有普适性;内容贴近企业实际、贴近生产现场、贴近学生学员。

我们坚信,《晋城煤业集团一体化教材》的出版发行,必将改变煤炭企业一体化教材相对短缺的现状,为技工学校教学改革,为企业培养好未来人才,培训好现有人才做出应有的贡献。最后,向为一体化教材的编制、出版、发行过程中付出辛勤劳动的编审人员和各生产单位的专业技术人员表示衷心的感谢。



2010年6月30日

前 言

为不断深化一体化教学改革,加快技术技能型、知识技能型、复合技能型高技能人才的培养步伐,进一步满足企业生产现场需要,晋城煤业集团职教中心技工学校组织相关专业技术课教师,根据一体化教学要求,编写了《晋城煤业集团一体化教材》。这套教材具有以下特点:

第一,突出生产技能,贴近企业实际。教材编写人员深入到晋城煤业集团主要生产矿井和煤化工企业进行现场调研和实习,选用生产现场具有典型性、普适性和先进性的生产装备、技术、方法和工艺,贴近现场的实际操作需求,具有很强的针对性。

第二,体现国家标准,保证教学质量。教材编委会认真钻研国家人力资源和社会保障部制定的教学计划,教材编写大纲经过了专家的审核,涵盖相关工种国家职业标准,保证了教材的通用性。

第三,学习任务明确,实施过程合理。教材采用任务驱动的思路,分模块编写,以完成任务为导向、技能训练为主线、相关知识为支撑,达到理论教学与技能训练有机结合。聘请了技术专家和工程技术人员,对具体的任务选择进行把关,对任务描述和任务实施进行审核,教材实用性强。

这套教材主要用于技工教育教学,同时兼顾职工安全技术培训和职业技能鉴定培训。每本教材作为本专业的专业课补充教材,其他专业的专业基础课教材。我们有理由相信,这套教材的出版和使用必将有效提高集团公司技工教育和职工培训的质量,为集团公司实施“亿吨基地、千亿规模、百年企业、能源旗舰”宏伟战略愿景作出应有的贡献。教材在编写过程中,得到了晋城煤业集团相关生产处室和主力矿井的大力支持,得到了现场专家和工程技术人员的悉心指导,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,书中难免有不当之处,恳请广大读者批评指正。

《晋城煤业集团一体化教材》编委会

2010年6月30日

目 录

第一编 井田开拓

模块一 井田开拓基本知识	3
课题一 矿井生产概况	3
课题二 煤田划分为井田	8
课题三 井田内再划分	10
课题四 矿井储量、生产能力和服务年限	14
模块二 井田开拓方式	21
课题一 井田开拓概念	21
课题二 斜井开拓	23
课题三 立井开拓	27
课题四 平硐开拓	32
课题五 其他开拓方式	34
模块三 井底车场	37
课题一 井底车场组成、调车方式及通过能力	37
课题二 井底车场形式及其选择	42
模块四 井田开拓的基本问题	51
课题一 井筒数目及位置	51
课题二 开采水平的划分	54
课题三 水平大巷的布置	59
课题四 开采顺序	64
课题五 采掘关系与三量管理	67
课题六 矿井开拓延深	72
课题七 矿井技术改造	75

第二编 采煤方法

模块一 采煤方法概述	81
课题一 采煤方法概念及分类	81

课题二 采煤方法的选择	84
模块二 采煤工作面矿山压力基本知识	87
课题一 矿山压力基本概念	87
课题二 采煤工作面围岩移动特征	89
课题三 采煤工作面矿山压力显现规律	92
课题四 采煤工作面顶板分类	95
模块三 缓倾斜、倾斜煤层走向长壁采煤法生产系统	98
课题一 采(盘)区准备方式	98
课题二 单一薄及中厚煤层走向长壁采煤法生产系统	101
课题三 厚煤层倾斜分层走向长壁采煤法生产系统	104
课题四 煤层群走向长壁采煤法生产系统	108
课题五 采区车场形式	114
模块四 近水平煤层长壁采煤法生产系统	121
课题一 近水平煤层走向长壁采煤法生产系统	121
课题二 倾斜长壁采煤法生产系统	126
模块五 长壁采煤法采煤工艺	137
课题一 爆破采煤工艺	137
课题二 普通机械化采煤工艺	146
课题三 综合机械化采煤工艺	157
模块六 单一长壁采煤法	170
课题一 单一走向长壁采煤法	170
课题二 单一倾斜长壁采煤法	182
课题三 大采高一次采全厚采煤法	192
模块七 厚煤层放顶煤采煤法	209
课题一 厚煤层放顶煤采煤法基本特点及类型	209
课题二 放顶煤采煤法的支护设备	212
课题三 放顶煤采煤工作面矿压显现特点及顶煤破碎机理	216
课题四 放顶煤采煤工艺	219
课题五 厚煤层放顶煤采煤法技术发展展望	228
模块八 倾斜分层长壁采煤法	234
课题一 倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法	234
课题二 倾斜分层倾斜长壁下行垮落采煤法	248

模块九 其他采煤法.....	251
课题一 柱式采煤法.....	251
课题二 “三下一上”采煤方法.....	257
课题三 水力采煤法、水砂充填采煤法、煤炭地下气化.....	265
模块十 采煤工作面生产技术管理.....	280
课题一 采煤工作面生产组织管理.....	280
课题二 采煤工作面技术管理.....	290
课题三 采煤工作面质量管理.....	312
课题四 采煤工作面安全管理.....	318
参考文献.....	322

第一編 井田开拓

模块一 井田开拓基本知识

课题一 矿井生产概况

知识点

- 了解煤田、矿区、井田概念。
- 了解矿井巷道分类。
- 熟悉矿井生产系统。

技能点

- 掌握矿井生产系统。

【任务描述】

要想将储藏于地下的煤炭开采出来,运送到地面,就需要将其划分为不同开采区域,并开掘一系列井巷工程,形成地面、地下各个生产系统。

【任务实施】

一、煤田、矿区、井田

(1) 煤田:在地质历史发展过程中,由含碳物质沉积形成的基本连续的大面积含煤地层,称为煤田。

(2) 矿区:开发煤田形成的社会区域组合,称为矿区,如图 1-1-1 所示。

煤田与矿区的关系:煤田有大有小,面积大到数百或数千平方千米,储量多到从数亿吨到数百亿吨甚至上千亿吨;小的煤田只有几平方千米,储量较小。小的煤田可以由一个矿区开发,大的煤田可以由几个矿区开发,如沁水煤田由晋城煤业集团、潞安矿业集团、阳泉煤业集团等多个矿区开发。有时一个矿区还可以开发多个煤田,如北京京煤集团开发两个煤田;淮南矿区开发三个煤田:舜耕山煤田、八公山煤田(老区)、潘谢煤田(新区——潘集、谢桥区)。

(3) 井田:在矿区内,划分给一个矿井开采的那部分煤田,称为井田(又称矿田)。如晋城煤业集团矿区划分为古书院矿、王台铺矿、凤凰山矿、成庄矿、寺河矿、赵庄矿等井田。

确定井田范围的大小、矿井生产能力和服务年限,是矿区总体设计中必须解决好的关键问题之一。

井田范围的大小,由井田沿走向长度和沿倾斜方向的水平投影的宽度来决定。

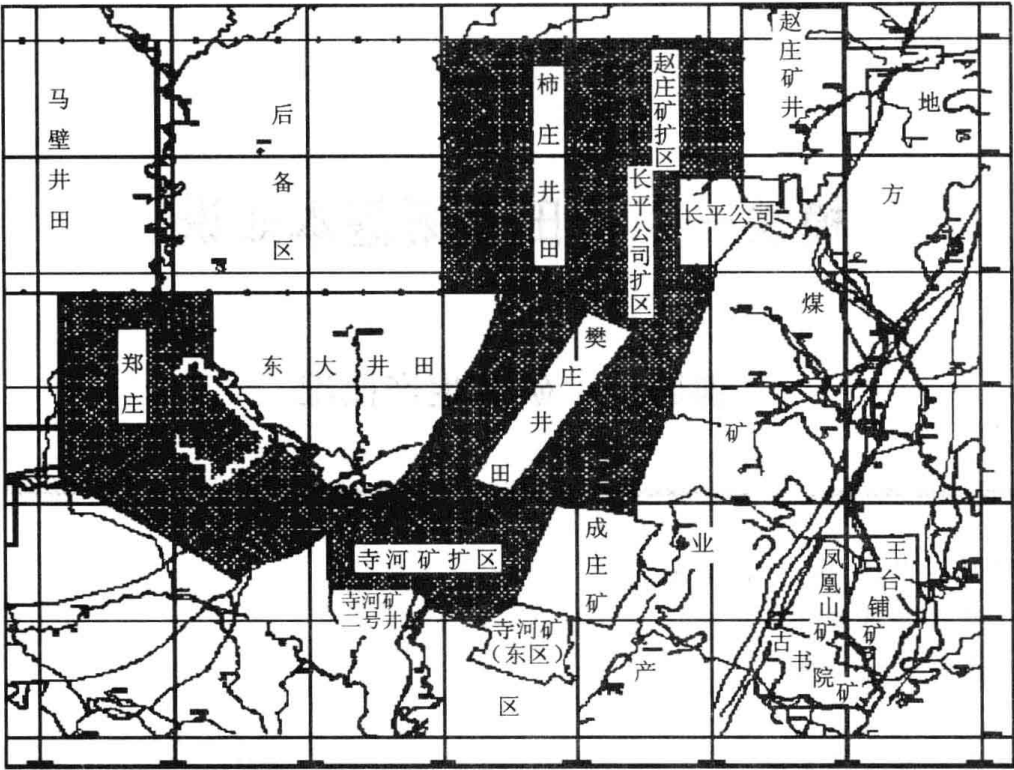


图 1-1-1 晋城煤业集团矿区规划图

二、矿井巷道

矿井开采需要在地下煤岩层中开掘大量的井巷和硐室。

(1) 根据井巷所处空间位置和形状不同,矿井巷道可分为垂直巷道、水平巷道和倾斜巷道三类,如图 1-1-2 所示。

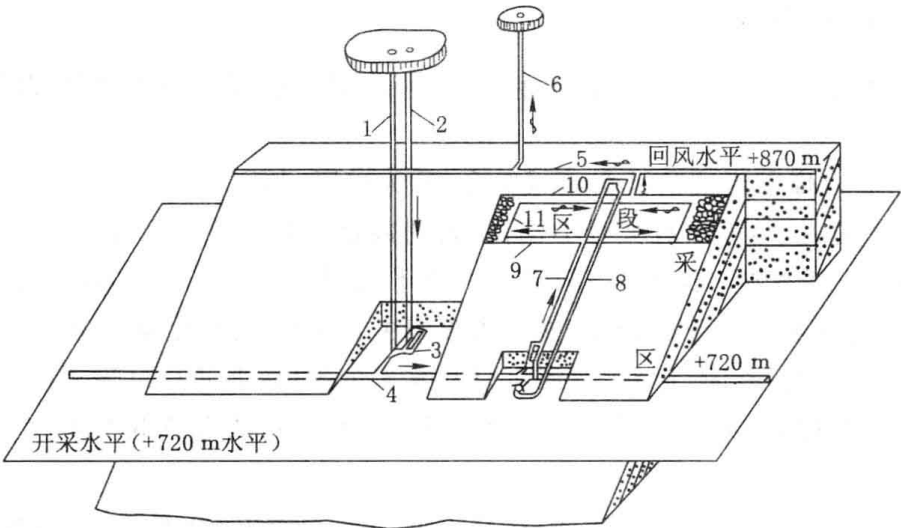


图 1-1-2 矿井巷道示意图

1——主井;2——副井;3——井底车场;4——阶段运输大巷;5——阶段回风大巷;
6——回风井;7——运输上山;8——轨道上山;9——区段运输平巷;10——区段回风平巷;11——采煤工作面

① 垂直巷道

立井——有直接通达地面出口的垂直巷道,又称竖井。立井一般位于井田中部,担负全矿煤炭提升任务的叫主立井;担负人员升降和材料、设备、矸石等辅助提升任务的叫副立井;担负回风任务的叫风井。

暗立井——没有直接通达地面出口的立井,装有提升设备,也有主、副暗立井之分。暗立井通常用作上下两个水平之间的联系,即将下水平的煤炭通过主暗立井提升到上一个水平,将上一个水平中的材料、设备和人员等转运到下水平。

溜井——担负自上而下溜放煤炭任务的暗井称为溜井。

② 倾斜巷道

斜井——有直接通达地面的出口的倾斜巷道。担负全矿井下煤炭提升任务的斜井叫主斜井;担负矿井通风、行人、运料等辅助提升任务的斜井叫副斜井;专门用于矿井进、回风的斜井叫进、回风斜井。

暗斜井——没有直接通达地面的出口、用作相邻的上下水平联系的倾斜巷道。其任务是将下部水平的煤炭运到上部水平,将上部水平的材料、设备等运到下部水平。

上山——由运输大巷向上开掘的、服务于一个采区(或盘区)的倾斜巷道,也称采(盘)区上山。

上山用于开采其开采水平以上的煤层。按上山的用途和装备可分为输送机上山(或叫运输上山)、轨道上山、通风上山和人行上山等。输送机上山内的煤炭运输方向为由上向下运到水平大巷。

下山——由运输大巷向下,沿煤岩层开掘的为一个采区(或盘区)服务的倾斜巷道,也称采(盘)区下山。

下山用于开采其开采水平以下的煤层。按其用途和装备分为输送机下山、轨道下山、通风下山和人行下山。

③ 水平巷道

平硐——有出口直接通到地面的水平巷道称为平硐。一般以一条主平硐担负全矿运煤、出矸、运材料设备、进风、排水、供电和行人等任务。专用作通风的平硐称为通风平硐。

石门——与煤层走向垂直或斜交的水平岩石巷道称为石门。服务于全阶段、一个采区、一个区段的石门,分别称为阶段石门、采区石门、区段石门。用作运输的石门称为运输石门,用作通风的石门称为通风石门。

煤门——开掘在煤层中并与煤层走向垂直或斜交的水平巷道称为煤门。煤门的长度取决于煤层的厚度,只有在厚煤层中才有必要掘进煤门。

平巷——没有出口直接通达地面,沿煤岩层走向开掘的水平巷道。根据其通过岩层的不同,开掘在岩层中的叫岩石平巷,开掘在煤层中的叫煤层平巷。根据平巷的用途,可将平巷分为运输平巷、通风平巷等。按平巷服务范围,将为全阶段、分段、区段服务的平巷分别称为阶段平巷、分段平巷、区段平巷。

(2) 根据井巷服务范围及其用途不同,矿井巷道又可分为开拓巷道、准备巷道和回采巷道三类。

① 开拓巷道

为全矿井或一个开采水平服务的巷道属于开拓巷道。如主井、副井、风井、井底车场、主

要石门、阶段运输大巷、回风大巷、采区回风石门、采区运输石门等井巷,以及掘进这些巷道的辅助巷道都属于开拓巷道。

开拓巷道的作用在于形成新的或扩展原有的阶段或开采水平,为构成矿井完整的生产系统奠定基础。

② 准备巷道

为采区、一个以上区段或分段服务的运输、通风巷道属于准备巷道。如采区上(下)山、区段集中巷、区段石门、采区车场等。

准备巷道的作用在于准备新的采区,以便构成采区的生产系统。

③ 回采巷道

形成采煤工作面及为其服务的巷道。如采煤工作面的开切眼、区段运输平巷和区段回风平巷。回采巷道的作用在于切割出新的采煤工作面并进行生产。

三、矿井生产系统

矿井生产系统是指在煤矿生产过程中的提升、运输、通风、排水、人员安全进出、材料设备上下井、矸石出运、供电、供气、供水等巷道线路及其设施,是矿井安全生产的基本前提和保证。每一个矿井都必须按照有关规定和要求,建立安全、通畅、运行可靠、能力充足的生产系统。矿井生产系统包括井下生产系统和地面生产系统。

(一) 井下生产系统

下面以图 1-1-3 为例介绍井下主要生产系统。

1. 运煤系统

采煤工作面 25→区段运输平巷 20→采区运输上山 14→采区煤仓 12→采区下部车场 10 内装车→开采水平运输大巷 5→主要运输石门 4→井底车场 3→主井 1→地面。

2. 通风系统

地面新鲜风流→副井 2→井底车场 3→主要运输石门 4→运输大巷 5→采区下部车场 11→轨道上山 15→采区中部车场 19→区段运输平巷 20→采煤工作面 25(清洗工作面)污风→区段回风平巷 23→采区回风石门 17→回风大巷 8→回风石门 7→回风井 6→(排入)大气。

3. 运料排矸系统

材料和设备由副井 2→井底车场 3→主要运输石门 4→运输大巷 5→采区运输石门 9→采区下部车场 11→采区轨道上山 15→区段回风平巷 23→采煤工作面 25。采煤工作面回收的材料、设备和掘进工作面运出的矸石,经由与运料系统相反的方向运至地面。

4. 排水系统

采掘工作面涌水由区段运输平巷、采区上山排到采区下部车场,经过水平运输大巷、主要运输石门等巷道的排水沟,自流到井底车场水仓,由中央水泵房排到地面。

5. 动力供应系统

包括井下电力供应系统和压缩空气供应系统。

(二) 地面生产系统

地面生产系统的主要任务是完成煤炭的加工和外运、矸石排放、动力供给、材料和设备供应等工作。地面生产系统通常包括:地面提升系统、运输系统、排矸系统、选煤系统和管道线路系统。

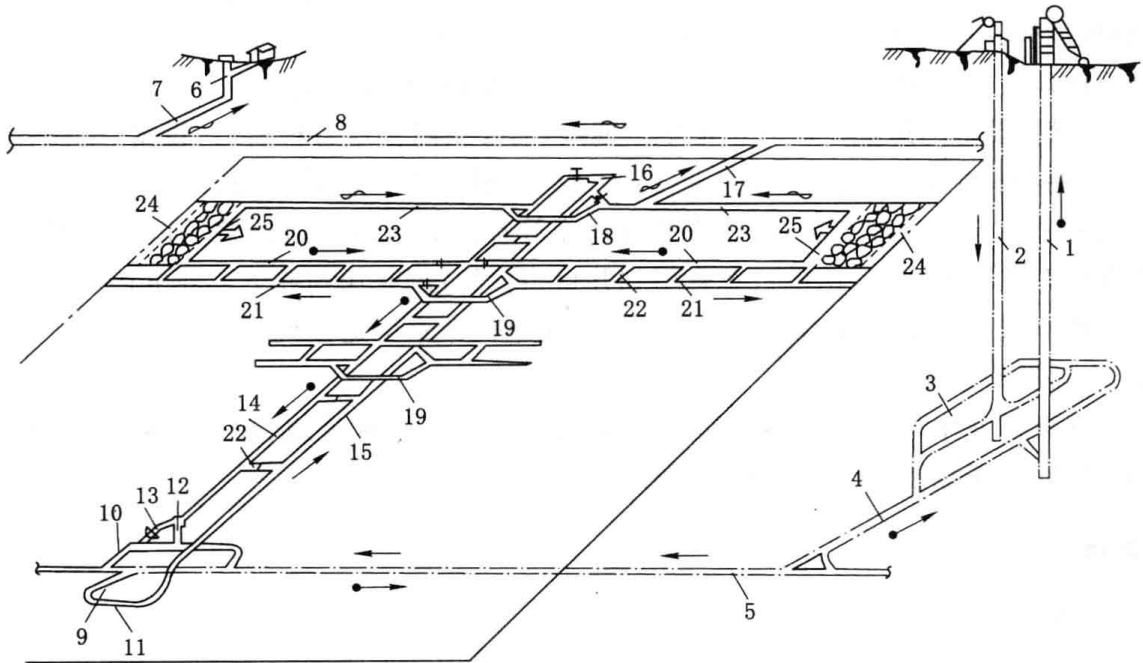


图 1-1-3 井下生产系统示意图

- 1——主井;2——副井;3——井底车场;4——主要运输石门;5——阶段运输大巷;
6——回风井;7——回风石门;8——回风大巷;9——采区运输石门;10——采区下部车场底板绕道;
11——采区下部车场;12——采区煤仓;13——行人进风巷;14——运输上山;15——轨道上山;
16——上山绞车房;17——采区回风石门;18——采区上部车场;19——采区中部车场;20——区段运输平巷;
21——下区段回风平巷;22——联络巷;23——区段回风平巷;24——开切眼;25——采煤工作面

1. 地面生产系统类型

(1) 无加工设备的地面生产系统。适用于原煤不需要进行加工的煤矿,原煤提升到地面以后,经由煤仓或贮煤场直接装车外运。

(2) 设有选矸设备的地面生产系统。适用于对原煤只选去大块矸石的煤矿,或者生产焦煤的煤矿中。

(3) 设有筛分厂的地面生产系统。适用于生产动力煤和民用煤的煤矿。原煤提升到地面后,需要按照用户对煤质与粒度的要求进行选矸和筛分,不同粒度的煤分别装车外运。

(4) 设有洗选厂的地面生产系统。适用于产量较大,煤质符合洗选要求的矿井。

2. 地面排矸运料系统

矿井在建设和生产期间,掘进和采煤等工序都要使用或补充大量的材料、更换和维修各种机电设备,并有大量的矸石运出矿井。

(1) 矸石场的选址及类型。由于矸石易散发粉尘,有的有自然发火危险,在选择堆放矸石场地时,一般选择在工业场地、居民区的下风方向,并且地形上有利于堆放矸石,尽量少占或不占良田。

矸石不得堆放在水源上游和河床上。能自燃的矸石,不能堆放在煤层露头、表土下 10 m 以内有煤层的地面上,或采空区可能塌陷而影响到井下的范围内。

矸石场按堆积形式可以分为平堆矸石场和高堆矸石场两种。当地面工业场地及其附近

地形起伏不平,且矸石无自然发火危险时,可利用矸石场地附近的洼地、山谷,填平覆土还田,这种堆放矸石的方式,称为平堆矸石场。目前采用较广泛的是高堆矸石场,这种矸石场堆积矸石的高度一般为 25~30 m,矸石堆积的自然坡角为 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。

(2) 材料、设备的运输。矿井正常生产期间,需要及时供应各种材料、设备,维修各种机电设备,这些物料主要是经由副井上下,因此,材料、设备的运输系统都必须以副井为中心。一般由副井井口至木材加工场、机修厂和材料库等都铺有运输窄轨铁路。运往井下的材料设备装在矿车或材料车上,由电机车牵引到井口,再通过副井送到井下。井下待修的机电设备也装在矿车或平板车上,由副井提升到地面,用电机车牵引送往机修厂。

3. 地面管线系统

为了保证矿井生产的需要,地面工业场地内还需设上下水管道、热力管道、压缩空气管道、地下电缆、瓦斯抽放管路和灌浆管路等。

【思考与练习】

1. 解释煤田、矿区、井田的概念。
2. 简述巷道的分类及巷道的用途。
3. 简述矿井主要生产系统及巷道名称。

课题二 煤田划分为井田

知识点

- 了解井田划分的原则。
- 了解井田的划分方法。

技能点

- 掌握井田划分方法。

【任务描述】

由于煤田范围广、储量大、煤层埋藏特征变化多,只用一个矿井开采不但在经济上不合理,在技术上也有不少困难。所以煤田开采时,应将煤田划分为具有合理尺寸和境界的井田进行开采。

【任务实施】

一、煤田划分为井田的原则

1. 充分利用自然条件

利用大断层、褶曲轴、煤种边界线、煤质边界线作井田边界,或者利用为保护铁路、公路、河流、城镇等所留安全煤柱作井田边界,以减少煤柱损失,提高煤炭采出率,如图 1-1-4 所示。