



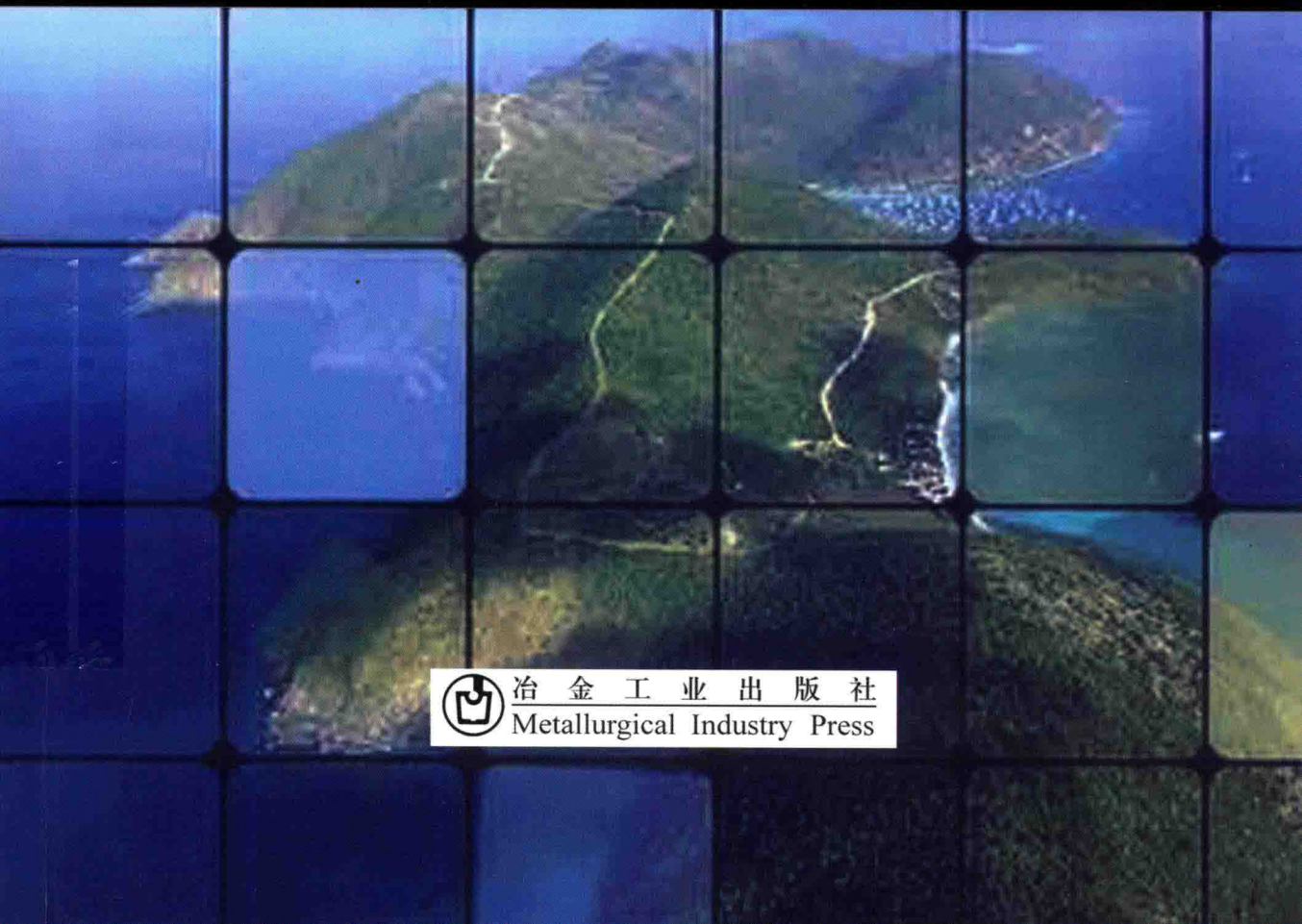
普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

煤矿开采方法

MEI KUANG KAI CAI FANG FA

主编◎张晓宇



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

普通高等教育“十二五”规划教材

煤矿开采方法

主 编 张晓宇
副主编 张 春 张大明 李东发
陈 刚 孙喜贵

北京
冶金工业出版社
2015

内容简介

本书共分10章,分别为采煤方法概述、长壁采煤法采煤工艺、采煤工作面生产技术管理、单一走向长壁采煤法采煤系统、厚煤层倾斜分层走向长壁采煤法、倾斜长壁采煤法、放顶煤采煤法、急倾斜煤层采煤法、柱式体系采煤法以及其他采煤法。

本书可作为普通高等院校煤矿开采专业的教材,也可供电大、函授的学生及工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿开采方法/张晓宇主编. —北京:冶金工业出版社,
2013.4 (2015.4重印)

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6274-1

I. ①煤… II. ①张… III. ①煤矿开采—高等学校—
教材 IV. ①TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 066351 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

ISBN 978-7-5024-6274-1

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京明兴印务有限公司印刷

2013 年 4 月第 1 版,2015 年 4 月第 3 次印刷

787mm×1092mm;1/16;15 印张;355 千字;239 页

32.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱:tuogao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

中国是世界上最早开发和利用煤炭资源的国家,也是世界上采煤方法最多的国家之一。采煤方法是煤矿生产的核心。新中国成立 60 多年来,我国始终把采煤方法的改革、发展、创新和完善放在十分重要的地位。新中国成立以来我国分别经历了半机械化、普通机械化,到综合机械化采煤的发展过程,特别是结合具体地质条件,开创了新的采煤方法,在引进、消化国外综合机械化采煤(简称综采)技术的基础上,发展了我国的综合机械化采煤装备和技术,改善了工作面安全生产条件和作业环境。

“煤矿开采方法”是采矿工程的主要专业课教材。通过对本书的学习,学生应建立对煤矿开采的整体认识,对矿井生产系统、生产环节和开采技术有比较全面和系统的了解,掌握采矿原理和现代化采矿技术。本书旨在为学生提供必备的现代化煤矿开采技术,培养学生工程实践能力和能够发现生产环节中的问题,并利用所学知识研究、解决问题的素质和能力。

本书共分 10 章。书中的每一章均由学习要点、正文、本章小结、复习思考题四部分组成。在学习每章之前,通过阅读学习要点能够了解本章的主要内容,从而增强学习的主动性和积极性;本章小结是对本章内容的总结、归纳和提炼,使所学知识更加理论化和系统化,从而进一步加深对内容的理解和认识;复习思考题能够加深对所学知识的理解和掌握,并能够提高灵活运用知识的能力。

本书由张晓宇担任主编,路占元担任主审。具体编写分工情况如下:第 1 章、第 2 章由张晓宇编写;第 4 章、第 8 章由张春编写,第 5 章、第 6 章由张大明编写;第 10 章由李东发编写;第 3 章、第 7 章由陈刚编写;第 9 章由孙喜贵编写。

本书可作为普通高等院校煤矿开采专业的教材,也可供电大、函授的学生及工程技术人员、自学考试者参考。

本书在编写过程中,参考了国内外一些优秀的教材,在此向这些教材的作者表示由衷的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2013 年 2 月

目 录

绪论	(1)
1 采煤方法概述	(4)
1.1 采煤方法的概念及分类	(4)
1.2 采煤方法的选择	(6)
1.3 采煤方法的发展方向	(8)
2 长壁采煤法采煤工艺	(11)
2.1 爆破采煤工艺	(12)
2.2 普通机械化采煤工艺	(19)
2.3 综合机械化采煤工艺	(35)
2.4 其他条件下机采的工艺特点	(47)
2.5 采煤工艺的特殊技术措施	(56)
2.6 采煤工艺方式的选择	(62)
3 采煤工作面生产技术管理	(65)
3.1 采煤工作面生产组织管理	(65)
3.2 采煤工作面技术管理	(76)
3.3 采煤工作面质量管理	(80)
3.4 采煤工作面安全管理	(86)
4 单一走向长壁采煤法采煤系统	(90)
4.1 概述	(90)
4.2 单一走向长壁采煤法采煤系统	(91)
5 厚煤层倾斜分层走向长壁采煤法	(103)
5.1 倾斜分层走向长壁采煤法采煤系统	(103)
5.2 倾斜分层走向长壁采煤法采煤工艺特点	(111)
6 倾斜长壁采煤法	(118)
6.1 倾斜长壁采煤法生产系统	(118)
6.2 倾斜长壁采煤法采煤工艺特点	(124)
6.3 倾斜长壁采煤法的优缺点及适用条件	(126)
7 放顶煤采煤法	(129)
7.1 放顶煤采煤法的基本特点及类型	(129)



7.2	放顶煤开采的支护设备	(131)
7.3	放顶煤开采参数的确定	(136)
7.4	放顶煤采煤工艺	(148)
7.5	厚煤层放顶煤采煤法技术发展展望	(154)
7.6	适用条件	(156)
8	急倾斜煤层采煤法	(159)
8.1	急倾斜煤层开采的特点	(159)
8.2	急倾斜煤层采区巷道布置方式	(161)
8.3	急倾斜煤层走向长壁采煤法	(164)
8.4	伪斜柔性掩护支架采煤法	(173)
8.5	水平分段放顶煤采煤法	(185)
8.6	水平分层及斜切分层采煤法	(190)
9	柱式体系采煤法	(194)
9.1	柱式采煤工艺	(194)
9.2	柱式采煤方法特点及适用条件	(199)
10	其他采煤法	(205)
10.1	“三下一上”采煤方法	(205)
10.2	水力采煤法	(213)
10.3	充填采煤法	(222)
附录		(226)
参考文献		(234)



绪 论

煤炭是我国能源安全的基石,对国家经济安全关系重大。新中国成立 60 多年来,煤炭在我国一次能源消费结构中的比重一直占 70% 左右。2011 年我国煤炭产量 35.2 亿吨,约占一次能源生产总量 78.6%;煤炭消费总量 35.7 亿吨,约占一次能源消费总量 72.8%。煤炭生产和消费总量同比分别增加 2.1 和 1.9 个百分点。根据资源条件和国民经济发展趋势,在今后相当长的时期内,我国以煤为主的一次能源结构不会发生根本性变化。煤炭工业的发展,将直接关系到国民经济发展和人民群众生活水平的提高。煤炭不仅是重要能源,而且也是最重要的工业原料。从煤中可以提取二百余种化工产品,这些煤化工产品都是我国工农业生产必需的原料。加快煤炭工业现代化建设,推进煤炭工业科技进步,满足国家经济建设和人民生活需要,是 21 世纪初煤炭工业发展的紧迫任务。

我国是世界煤炭资源蕴藏最丰富的国家之一。据国土资源部门统计,截至 2010 年年底,全国煤炭保有查明资源储量 $13412 \times 10^8 \text{ t}$,煤炭储量居世界第一位,而且煤种齐全、分布面积广,这就为我国发展煤炭工业提供了必要的基础条件。

我国煤层赋存条件多种多样,开采条件各具不同。我国煤矿的建设方式、采煤方法和管理体制有多层次、多类型、多样化的特点,不同区域的煤矿开采规模、技术装备和开采方式存在较大的差异。

我国开采利用煤炭已有几千年的历史,是世界上开采和利用煤炭最早的国家之一。早在公元前 500 多年的春秋战国时期,煤炭就已经成为一种重要的产品,当时称之为石涅或涅石。魏晋时期称煤为石墨,唐宋时期称为石炭,明朝始称为煤炭。在公元前 1 世纪,煤就被用于冶铁和炼铜。17 世纪中叶,明末宋应星编著的《天工开物》一书,系统地记载了包括地质、开拓、采煤、支护、通风、提升、运输和瓦斯排放等在内的古代煤炭开采技术,是世界上早期记录煤炭开采技术的著作,反映了我国当时的采煤业已达到相当的发展水平。但是,由于长期的封建社会的桎梏和帝国主义的掠夺,新中国成立前煤矿开采技术极其落后,煤炭资源遭受严重破坏,煤矿灾害事故频繁发生。新中国成立之初,全国煤炭年产量只有 32.43 Mt。

新中国成立后,中国共产党和人民政府十分重视煤炭工业的发展,做出了一系列的决定。全国煤炭工业在坚持安全第一的方针下,着手对落后的采煤方法进行改造,为我国煤炭工业的发展奠定了扎实的基础。

新中国成立以来,我国煤炭工业面貌焕然一新,开发了一批新矿区,建设了一批高产高效、安全的现代化矿井,矿井生产能力不断提高,煤炭产量不断增长,煤炭工业的科技含量不断增加,产品深加工利用程度越来越高。特别是改革开放以来,煤炭工业发展取得了更为显著的成果,采煤、掘进、运输等环节的机械化和生产集中化程度迅速提高,工作面平均单产工效增长较快,连创多项新的纪录。全国原煤产量由“七五”期间的 $6 \times 10^8 \text{ t}$ 左右,提高到“九五”期间的 13



$\times 10^8 \text{ t}$ 以上。2011 年全国原煤产量达到 $35.2 \times 10^8 \text{ t}$, 创历史最高水平, 居世界第一位。2002 年, 国有大中型煤矿采煤机械化程度由改革开放初期的 30% 左右提高到 77.78%, 综合机械化采煤程度达到 62.98%, 到 2010 年, 大型煤矿采掘机械化程度达到 95% 以上, 中型煤矿达到 80% 以上, 小型煤矿机械化、半机械化程度达到 40%。

根据“十二五”煤炭工业规划, 我国稳步建设大型煤炭基地, 使大型煤炭基地成为能源稳定供应的重要保障和调整煤炭产业结构的主要载体, 晋北、晋东、陕北、黄陇、蒙东、神东、云贵、新疆、鲁西、两淮及冀中等 14 个大型煤炭基地将为国家经济命脉输送主要的能源。2010 年上述煤炭基地产量达到 $29 \times 10^8 \text{ t}$, 占全国总产量的 89%, 全国煤炭年产量超过亿吨的企业集团超过 6 家, 年产量 $5000 \times 10^4 \text{ t}$ 以上的生产企业达到 9 家。矿井采煤生产技术接近或达到国际先进水平, 我国采煤方法的改革、矿井现代化建设将提高到一个新的水平。神华集团神府东胜煤炭公司在综采工作面装备了先进的大功率双滚筒采煤机和连续采煤机, 实现井下生产作业的遥控操作, 综采工作面最高月产量达到 $97 \times 10^4 \text{ t}$, 大断面巷道掘进最高月进度达到 3270 m。我国厚煤层放顶煤技术达到了世界领先水平, 国产采煤机械装备已出口到国外。

随着世界经济的快速增长, 煤炭的需求不断增加。过去 30 年, 全球煤炭消费增长了 60%; 在今后 20 年中, 煤炭消费还将保持着快速增长的态势。

由于煤层赋存条件的不同, 煤矿开采技术有较大的差异。我国煤层赋存条件多种多样, 决定了我国采煤方法必然是多样化的。据不完全统计, 我国目前的采煤方法有 50 多种, 是世界上采煤方法最多的国家之一。

采煤方法是煤炭工业的关键工艺技术, 是建设现代化矿井的基础。走依靠科技进步的发展之路, 是我国煤炭工业发展的重要方针。采煤方法改革的根本出路在于发展煤炭生产机械化、自动化和工艺操作程序化, 达到安全、高产、高效、资源回收率高的目的, 并努力达到或接近国际先进水平。

新中国成立初期, 绝大多数煤矿设备设施极其简陋, 采煤方法多采用无支护的穿硐式和高落式。在三年经济恢复时期(1949~1952 年)推行以壁式体系为主的采煤方法。1949 年首次使用了截煤机和刮板输送机。1950 年开始对工作面顶板进行分类, 并采用了全部垮落法管理采空区顶板。1952 年, 国有煤矿采用了以长壁式为主的正规采煤方法, 其煤炭产量比重已由 1949 年的 12.51% 迅速增长到 72.4%。

第一个五年计划(“一五”)期间(1953~1957 年), 继续开展采煤方法改革。1953 年, 全国采煤机械化程度达到 12.75%, 以长壁式为主的正规采煤方法所占的产量比重已经达到 92.27%, 并创造性地发展了一批适合我国国情的采煤方法。

1964 年, 我国首次在鸡西矿务局小恒山煤矿成功地使用了浅截深采煤机, 对于发挥长壁采煤法的优越性、推行长壁采煤法机械化采煤起到了重要作用。1965 年以后, 煤炭工业部组织推广了一次多爆破、爆破装煤、滚筒式采煤机采煤、使用金属摩擦支柱与铰接顶梁等 12 项先进经验, 我国的采煤方法得到了进一步的完善和发展。1974 年开始采用综合机械化采煤技术, 从此, 我国的采煤方法走上了现代化发展的道路。

在“五五”计划期间(1976~1980 年), 煤炭工业部于 1977 年召开了全国采煤方法工作会



议,确定了我国采煤方法的发展方向,即在大力推广走向长壁采煤法机械化采煤的同时,因地制宜地积极推广倾斜长壁采煤法、柔性掩护支架采煤法、对拉工作面采煤法、无煤柱护巷采煤法和水力采煤法等。

20 世纪 80 年代以来,我国出现了十余种新的采煤方法,采煤方法得到了迅速发展。我国 3.5~5 m 厚煤层大采高一次采全厚采煤法,5m 以上厚煤层综合机械化放顶煤采煤法等进一步得到改进和完善,采煤技术趋于成熟,综采工作面单产和工效不断提高。

结合我国煤炭工业发展的具体条件,在今后相当长的时间内,普通机械化采煤、爆破采煤的产量仍会占到一定的比重。到目前,普通机械化采煤工作面的装备已发展到了第三代,其科技含量不断提高,即装备了无链牵引双滚筒采煤机、大功率双速封闭式刮板输送机、单体液压支柱;爆破采煤工作面也发展到采用防炮崩单体液压支柱、大功率刮板输送机和毫秒爆破等新技术。

展望 21 世纪,我国煤炭工业采煤方法的发展,要立足于我国基本国情,依靠科学技术进步,不断提高经济效益,贯彻安全生产的基本方针,进一步发展高产高效安全生产的采煤技术,煤矿生产进一步集约化、机械化是采煤方法改革和发展的主要途径。

煤矿开采方法是学习和掌握煤矿开采技术的综合性技术课程。其基本内容是:根据煤矿生产、技术、管理一线高技能人才职业岗位的知识、能力和素质的要求,理论结合实际地阐述不同煤层赋存条件下的采煤方法。

采煤方法是煤矿生产的核心组织工艺方式。采煤工作面是煤矿生产的第一线。采用合理的采煤方法、搞好采煤工作面的生产,是搞好矿井生产的关键。研究掌握采煤方法,掌握采煤工艺及回采巷道布置的知识,不仅是搞好生产所必须的,而且也是研究采区准备及井田开拓的基础。

采煤工艺是煤矿生产的核心组织工艺。采煤工作面是煤矿生产的第一线,采用先进的采煤工艺,组织好采煤工作面的生产、技术、安全质量管理,是实现高产高效安全生产矿井的关键。学习这一部分内容,重点是掌握各种条件下的采煤方法,掌握采煤工艺技术及其组织管理,熟练掌握采煤工作面安全生产专业理论知识和岗位(群)技能,这也是煤矿生产一线技术和管理人员的理论和实践的重要内容。

我国煤矿生产建设正在迅速发展,煤矿开采技术正在不断进步,经过广大煤矿职工的努力,一定能够高效发展现代化的煤炭工业,从而进一步改变煤矿生产技术面貌,使我国煤矿开采技术快速达到国际先进水平,为我国全面建设小康社会提供充足的能源保障。

本着为煤炭行业培养面向生产、技术和管理第一线的高等技术应用性人才的需要,本书在内容编排和选材上体现了科学性、先进性、实用性。由于各地区煤田地质条件不同,所采用的开采方式和采煤方法种类繁多,本书从介绍我国煤矿生产建设的基本经验出发,兼顾可供借鉴的国内外先进技术,着重介绍煤矿开采的基本原理和方法,各院校可结合当地煤矿开采技术发展状况,在教学内容上做适当选择。



1 采煤方法概述



学习要点

本章介绍采煤方法的基本概念及分类。通过学习本章内容应重点掌握采煤方法概念;了解采煤方法的分类,采煤方法的选择和采煤方法的发展方向。

1.1 采煤方法的概念及分类

1.1.1 基本概念

1.1.1.1 采场

在采区内,用来直接大量开采煤炭资源的场所,称为采场。

1.1.1.2 采煤工作面

在采场内进行采煤的煤层暴露面称为煤壁,又称为采煤工作面。在实际工作中,采煤工作面就是指采煤作业的场地,同“采场”。

采煤工作面煤层被采出的厚度称为采高,采煤工作面的煤壁长度称为采煤工作面长度。

1.1.1.3 采煤工作

在采场内,为了开采煤炭资源所进行的一系列工作,称为采煤工作。采煤工作包括破煤、装煤、运煤、支护和采空区处理等基本工序及其辅助工序。

1.1.1.4 采煤工艺

由于煤层的自然赋存条件和采用的采煤机械不同,完成采煤工作各道工序的方法也不同,在进行的顺序、时间和空间上必须有规律地加以安排和配合。这种在采煤工作面内各道工序按照一定顺序完成的方法及其相互配合称为采煤工艺。在一定时间内,按照一定的顺序完成采煤工作各项工序的过程,称为采煤工艺过程。我国矿井广泛使用的采煤工艺主要有爆破采煤工艺、普通机械化采煤工艺、综合机械化采煤工艺和水力采煤工艺。

1.1.1.5 采煤系统

采煤系统是指采区内的巷道布置系统以及为了正常生产而建立的采区内用于运输、通风等目的的生产系统,它通常是由一系列的准备巷道和回采巷道构成的。



1.1.1.6 采煤方法

根据不同的矿山地质及技术条件,可有不同的采煤系统与采煤工艺相配合,从而构成多种多样的采煤方法。采煤方法是指采煤系统和采煤工艺的综合及其在时间、空间上的相互配合。不同采煤工艺与采区内相关巷道布置的组合,构成了不同的采煤方法。采煤方法的不断改进和创新,推动着煤炭工业技术进步,确保煤炭工业持续、稳定、健康发展。

1.1.2 采煤方法分类

我国煤炭资源分布广,赋存条件多样,开采地质条件各异,形成了多样化的采煤方法。我国使用的采煤方法已达 50 多种,是世界上采煤方法种类最多的国家。

矿井开采的采煤方法通常按采煤工艺和矿压控制特点等,将采煤方法分为壁式体系采煤法和柱式体系采煤法两大类。我国矿井开采的主要采煤方法分类见图 1-1。

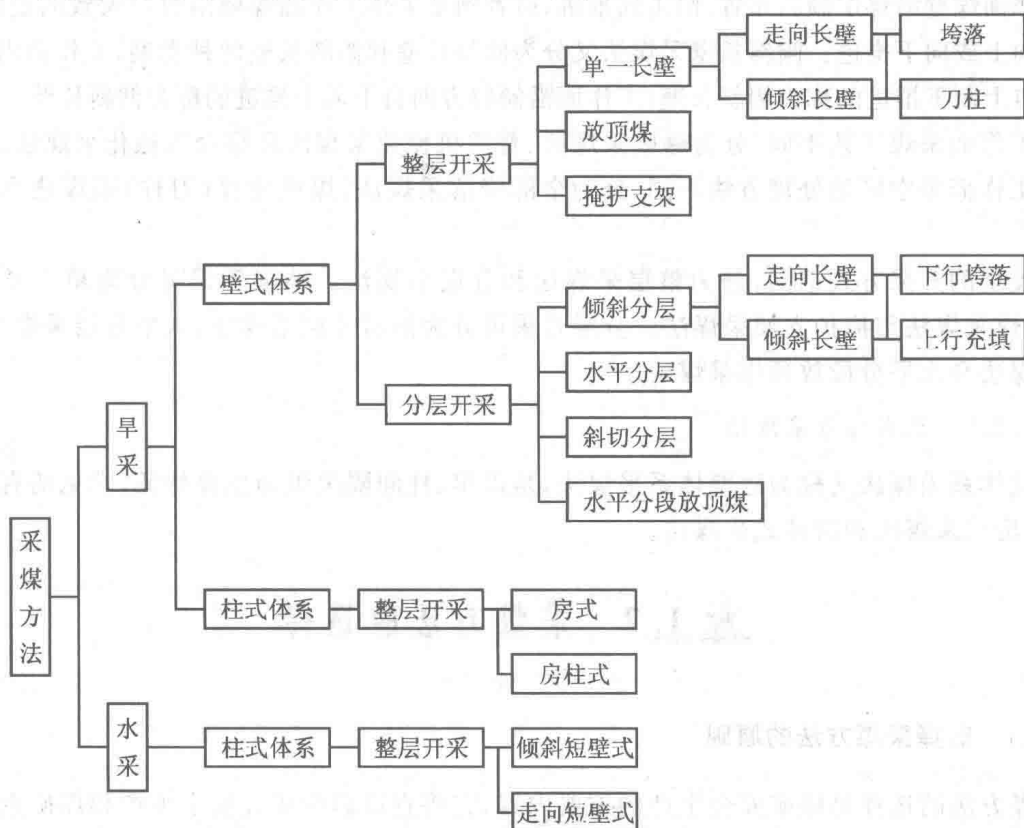


图 1-1 我国矿井开采的主要采煤方法

1.1.2.1 壁式体系采煤法

壁式体系采煤法一般以长壁工作面采煤为主要特征,这是目前我国应用最普遍的一种采煤方法,其产量约占到国有重点煤矿产量的 95% 以上。

A 壁式体系采煤法的主要特点

(1) 在采煤工作面的两端各至少布置一条巷道,构成完整的生产系统。其中,为采煤工作面



运煤、通风、行人等服务的巷道称为区段运输平巷；为工作面运料、回风等服务的巷道称为区段回风平巷。

(2)采煤工作面长度较长，一般在 80~250m 以上。

(3)采煤工作面可分别采用爆破、滚筒式采煤机或刨煤机破煤和装煤，用与工作面煤壁平行铺设的可弯曲刮板输送机运煤，用自移液压支架或单体液压支柱与铰接顶梁组成的单体支架支护采煤工作面工作空间，用全部垮落法或充填法处理采空区。

(4)随着采煤工作面推进，顶板暴露面积增大，矿山压力显现较为强烈。

B 壁式体系采煤法的类型

壁式体系采煤法，按煤层倾角的大小，可分为缓斜、倾斜煤层采煤法和急倾斜煤层采煤法。

按开采煤层的厚度大小，可分为薄煤层采煤法、中厚煤层采煤法和厚煤层采煤法。

按工作面布置和推进方向不同，分为走向长壁采煤法和倾斜长壁采煤法。前者的主要特点是采煤工作面煤壁沿煤层倾斜布置、沿走向推进，后者则是采煤工作面煤壁沿煤层大致的走向布置、沿倾斜向上或向下推进。倾斜长壁采煤法又分为仰斜长壁和俯斜长壁两种类型，工作面沿煤层倾斜方向自上而下推进的称为俯斜长壁；工作面沿倾斜方向自下而上推进的称为仰斜长壁。

按工作面采煤工艺不同，分为爆破采煤法、普通机械化采煤法和综合机械化采煤法。

按工作面采空区的处理方法不同，分为全部垮落采煤法、煤柱支撑（刀柱）采煤法和充填采煤法。

按煤层的开采方式不同，分为整层采煤法和分层采煤法。整层开采可分为单一长壁采煤法、放顶煤采煤法与掩护支架采煤法。分层开采可分为倾斜分层采煤法、水平分层采煤法、斜切分层采煤法和水平分段放顶煤采煤法。

1.1.2.2 柱式体系采煤法

柱式体系采煤法又称为短壁体系采煤法，是以房、柱间隔采煤为主要特征，常见的有巷柱式采煤法、房式采煤法和房柱式采煤法。

1.2 采煤方法的选择

1.2.1 选择采煤方法的原则

采煤方法的选择是煤矿安全生产的重要内容，它将直接影响矿井安全生产和煤矿企业各项技术经济指标。选择采煤方法应当结合区域经济特点，根据煤层赋存条件、矿井开采技术水平等因素，选用技术先进、经济合理、安全生产条件好、资源回收率高的采煤方法。

选择采煤方法，必须满足安全、经济、煤炭采出率高的基本原则，努力实现高产高效安全生产。所谓安全，就是必须贯彻“安全第一”的生产方针，做到采煤工艺先进合理，采煤系统可靠，技术措施完善。经济就是指高产、高效、低耗、低成本，煤炭质量好。采出率高就是要求尽量减少煤柱损失，减少采煤工作面留煤损失和泼洒损失，最大限度地提高煤炭资源采出率，以达到国家要求。选择采煤方法应当遵循的 3 个基本原则，是密切联系又相互制约的，在选择时应当综合考虑。



1.2.2 影响采煤方法选择的因素

为了满足采煤方法选择的原则要求,在选择和设计采煤方法时,必须充分考虑具体的地质、技术和经济因素的影响。

1.2.2.1 地质因素

(1)煤层倾角。煤层倾角是影响采煤方法选择的重要因素。煤层倾角的变化不仅直接影响采煤工作面推进方向、破煤方式、运煤方式、工作面长度、支护方式、采空区处理方法,而且还直接影响采区巷道布置、运输方式、通风系统、顶板灾害防治措施以及各种参数的选择。一般条件下,倾角小于 12° 的煤层,适于采用巷道系统简单的倾斜长壁采煤法;倾角大于 12° 的煤层,多数采用走向长壁采煤法。

(2)煤层厚度。煤层厚度及其变化也是影响采煤方法选择的重要因素。根据煤层的厚度,可以选择相应的采煤方法。一般条件下,薄及中厚煤层通常采用一次采全高的采煤方法,厚煤层可采用大采高综合机械化采煤一次采全高、放顶煤采煤方法,也可以采用分层开采的方法。此外,煤层厚度还会影响采煤工作面的长度及采空区处理方法的选择。在开采自然发火期较短的厚煤层时,就必须采取综合预防煤层自然发火的措施,采用全部充填法或局部充填法处理采空区。

(3)煤层特征及顶底板稳定性。煤层的硬度、煤层的结构(含夹矸情况)、含煤层数及煤层顶底板岩石的稳定性,都直接影响采煤机械、采煤工艺以及采空区处理方法的选择,影响采区巷道布置、巷道维护方法、采区主要参数的确定。

(4)煤层地质构造。采煤工作面内的断层、褶皱、陷落柱等地质构造,直接影响采煤方法的选择和应用。由于地质构造的影响,有时不得不放弃技术先进的采煤方法,而采用适应性较强、安全可靠较高的采煤方法。一般情况下,对于地质构造简单、埋藏条件稳定的煤层,有利于选用综合机械化采煤方法;对于地质构造复杂、埋藏条件不稳定的煤层,可选用普通机械化采煤、爆破落煤采煤方法以及其他适应性较强、安全可靠较高的采煤方法;多走向断层的煤层宜采用走向长壁采煤法;多倾斜断层的煤层,宜采用倾斜长壁采煤法。因此,在选择采煤方法之前,必须加强地质勘察和测量工作,准确掌握开采范围内的地质构造情况,以便正确地选择适宜的采煤方法。

(5)煤层含水性。煤层及其顶底板含水量较大时,需要在采煤工作面开采前采取疏排水措施,或在采煤过程中布置疏排水设施,应在选择采煤方法时充分考虑煤层含水性。

(6)煤层瓦斯含量。煤层瓦斯含量较高时,在选择采煤方法时,应当考虑布置预抽瓦斯专用巷道和预抽瓦斯钻孔,并通过瓦斯管网进行瓦斯抽放;还要考虑在开采过程中加强通风和瓦斯管理,防止瓦斯事故的发生。

(7)煤层自然发火倾向性。煤层自然发火倾向性直接影响采区巷道布置、工作面参数、巷道维护方法和采煤工作面推进方向等,决定是否需要采取防火灌浆措施或选用充填采煤法,这在选择采煤方法时应予以考虑。

1.2.2.2 技术发展及装备水平

技术发展及装备水平也会影响采煤方法的选择。改革开放以来,我国采煤方法和采煤工艺



技术在创新中得到不断的发展,新方法、新工艺、新装备的推广应用为采煤方法的选择提供了更广阔的空间。厚煤层放顶煤采煤法、大采高一次采全厚采煤法、伪斜柔性掩护支架采煤法、伪斜走向长壁采煤法等得到广泛应用;工作面采煤工艺技术、装备能力不断提高,工作面单产水平和劳动效率迅速增长。因此,在采煤方法选择时应考虑不同装备水平的工艺技术、工作面单产水平必须同矿井各个生产环节能力相适应,并留有适当的发展余地。

顶板管理和支护技术也影响采煤方法的选择。譬如在坚硬顶板条件下,部分矿井采用的高工作阻力液压支架和对顶板岩层进行注水软化技术,在坚硬顶板条件下成功地采用了垮落法处理采空区,取代了传统的煤柱支撑采煤法(刀柱式采煤法)。

为了保护地面生态环境,开采建筑物下、铁路下、水体下的煤炭资源,可根据具体的自然和技术条件,选择相应的“三下”采煤方法。

1.2.2.3 矿井管理水平

矿井管理水平及员工素质对采煤方法的选择也会产生一定的影响,在选择和应用那些技术要求高、生产组织复杂、管理比较复杂的采煤方法(如大采高一次采全高综采、大倾角综采、急倾斜煤层伪斜短壁采煤法、急倾斜煤层俯伪斜走向长壁采煤法等)时,应在加强对员工安全技术培训的前提下,按照先易后难原则,有计划地、循序渐进地逐步试用,在掌握其技术要领并积累一定实践经验后再推广应用。选择采煤方法时,应避免忽视企业管理水平和员工素质的实际情况,在条件尚不具备的情况下,盲目采用新的采煤技术和新工艺。

1.2.2.4 矿井经济效益

矿井的经济效益是选择采煤方法的重要因素。在选择采煤方法时,要研究拟采用采煤方法的投入和产出关系,考虑企业的投资能力和采煤方法的经济效果。还要考虑设备供应和配件、消耗材料的供应情况,尽量保证生产消耗材料能就地取材,以降低原煤生产成本。

1.3 采煤方法的发展方向

选择合适的采煤方法,对提高矿井生产管理水平和煤矿企业经济效益,改变矿井技术面貌起决定性作用。我国采煤方法的发展方向,就是要因地制宜地发展高产高效、安全的采煤方法。

(1)改进采煤工艺,因地制宜地发展先进的机械化采煤技术。

综合机械化采煤是我国煤炭工业机械化发展的主要方向,也是我国煤矿高产高效安全生产的一项成熟技术,其技术装备水平和工艺技术已达到国际先进水平。因此,对缓斜、倾斜煤层长壁式开采,在今后的主要方向就是以提高工作面单产和生产集约化为核心,以提高生产效率和经济效益为目标,不断改进采煤工艺,发展各种矿井煤层条件下的采煤机械化,提高综合机械化采煤技术的应用水平,扩大应用范围,提高采煤机械化的程度和水平。研究开发强力、高效、安全、可靠、耐用、智能化的采煤设备和生产监控系统,改进和完善采煤工艺,发展高产、高效、高安全性和高可靠性的现代化采煤工艺。

继续完善大采高、放顶煤和大倾角综采的配套设备和扩大技术应用范围,从理论和实践上



研究探索采煤技术和工艺理论,进一步解决煤壁片帮、架前漏顶和大倾角煤层采动后顶底板下滑抽动时支护可靠性问题。继续研究复杂条件下(三硬、三软、大倾角、大采高)综采新工艺、新方法,寻求快速搬家途径,提高综采设备利用率。

(2) 扩大走向长壁采煤法和倾斜长壁采煤法的应用范围。

走向长壁采煤法技术成熟、应用广泛、适应性强,是当前我国开采缓斜、倾斜煤层应用最广的方法,今后要继续扩大其应用范围。结合矿井煤层开采条件和采煤工艺的发展,改进巷道布置,优化采区系统,为集中、高效、安全生产创造条件。倾斜长壁采煤法采区生产系统简单,掘进工程量小,在倾角 12° 以下的煤层中使用能取得较好的技术经济效益,在条件适宜的矿井应大力推广。伪斜长壁作为倾斜长壁的一种变形,用于斜交断层切割地段是适宜的,其技术经济效益明显。

(3) 缓斜、倾斜厚煤层推行倾斜分层下行垮落采煤法和放顶煤采煤法。

缓斜、倾斜厚煤层开采,在我国煤矿中占有相当大的比重,可以采用不同的技术途径合理进行开采。倾斜分层下行垮落采煤法是比较成熟的采煤方法,已在不同矿井分层工作面实现了机械化、综合机械化采煤,并在分层采煤工艺、人工假顶铺设和安全生产管理等方面,积累了丰富经验,今后仍广泛应用,并进一步改进机械化采煤工艺,研究分层采高的控制、假顶材料的选择、改进巷道的布置、优化采区生产系统。大采高综采一次采全高技术已取得突破性进展,已经解决 5 m 以下煤层一次采全高技术难题。大采高综采一次采全高可以简化巷道布置,减少巷道掘进和维护工程量,节约假顶材料。在煤层倾角、顶底板岩性、煤厚适宜的矿井可以推广应用,并逐步探索 6~12 m 煤层一次采全高的可能性。缓斜特厚煤层放顶煤采煤法的试验成功是开采技术的新突破,要继续研究顶煤破碎与下放规律,完善控制顶煤下放的安全技术措施,保证工作面安全生产。

(4) 大力推广无煤柱护巷技术。

无煤柱护巷技术在我国日益广泛应用。在缓斜薄及中厚煤层中可以推广沿空留巷的应用范围,为采用往复式采煤、Z 字形采煤提供有效技术支持。许多煤矿跨上山(石门)连续开采的生产实践证明,取消上山(石门)煤柱,增加工作面推进长度完全可行,并取得较好的技术经济效益,在条件适宜的矿井可以广泛应用。

(5) 急倾斜煤层开采要进一步探索采煤机械化的发展途径。

急倾斜煤层在全国煤炭产量中所占比重不大,但矿井分布广泛,采煤方法众多,在应用条件和效果上都有一定的局限性。伪斜柔性掩护支架采煤法是我国特有的一种急倾斜煤层采煤方法,在煤厚变化不大的厚及中厚煤层中应用,可以取得较好的技术经济效益。今后要进一步探索采煤机械化的发展途径,不断改进支架结构,优化巷道布置,减少巷道掘进率。水平分段放顶煤采煤法的试验成功,为开采急倾斜特厚煤层提供了高效安全的机械化采煤方法,它具有单产和工效高、采煤工艺简单、掘进工程量少、生产成本低等特点,在条件适宜的矿井可以广泛应用。今后要进一步研究放顶煤规律、顺序和方法,分段合理高度,完善安全技术措施,提高煤炭回收率。薄及中厚煤层倒台阶采煤法单产、工效、成本等经济技术指标较差,安全性不好,使用范围日趋减少。而正台阶采煤法、俯伪斜走向长壁采煤法较好地克服了倒台阶采煤法的众多缺点,可在条件适宜的矿井推广应用。

(6) “三下一上”采煤技术有广泛的发展空间。

建筑物下、铁路下、水体下(简称“三下”)呆滞煤量的开采和承压水上(“一上”)煤层开采,日益成为煤矿开采的紧迫问题。我国有长期使用水砂充填经验和成熟技术,尽管近年来充填采煤法的应用范围在逐步减少,但将会在“三下”采煤中有广泛的发展空间。针对“三下”采煤要求,采用煤柱支撑法是可行的。

(7)适度发展水力采煤技术。

我国水力采煤技术日臻成熟,在倾角 10° 以上,顶底板中等稳定或稳定,瓦斯含量低,厚度在中厚及其以上的煤层中使用能取得良好的技术经济效果。对早采机械化开采困难的倾斜、急倾斜煤层,赋存不稳定、结构复杂煤层,水力采煤法有更好的适应性。条件适宜的矿井经过经济技术论证可以择优选用。今后要继续改进水力采煤工艺和设备,改善生产条件,提高煤炭回收率。

(8)柱式体系采煤法应用范围将不断扩大。

以应用连续采煤机为特征的柱式体系采煤法,可在煤层赋存稳定、倾角平缓、埋深较浅、不易自然发火的低瓦斯矿井使用,但须提高操作技能和管理水平,加强设备维护,充分发挥设备效能。

(9)煤炭地下气化技术前景光明。

煤炭地下气化技术属于一种特殊的采煤方法,它将处于地下的煤炭进行有控制地燃烧,通过对煤的热化学作用而产生可燃性气体,具有投资少、工期短、见效快、用人少、效率高、成本低、效益高等优点,适合地质条件复杂、劣质煤比例高、“三下一上”压煤严重的煤层。今后要继续研究和完善煤炭气化工艺,进行较大规模的煤炭地下气化生产试验,积累经验后逐步推广。

(10)采煤方法是一个发展着的系统工程。

采煤方法的核心是采煤工艺,改善采煤工艺既依赖于采煤和设备的改进,又依赖于作业人员素质和管理水平的提高。在改进现有综采设备、研制进一步高产高效和困难条件下应用综采设备的同时,加强对作业人员的技术培训,提高作业人员操作技能和管理水平。采煤工艺的改进必将促进巷道布置的改革,而合理的巷道布置又能为充分发挥采煤效能创造良好条件。

【本章小结】

本章主要介绍了采场、采煤工作面、采煤工作面长度、采煤工艺、采煤系统、采煤方法等基本概念,壁式体系采煤法的主要特点,壁式体系采煤法和柱式体系采煤法的类型,还介绍了选择采煤方法的原则,影响采煤方法选择的因素,采煤方法的发展方向。



复习思考题

1. 什么是采煤方法,选择采煤方法应遵循的原则是什么?
2. 解释术语:采煤工作面、采煤工艺、壁式体系采煤法、柱式体系采煤法。
3. 壁式体系采煤法有什么特点?
4. 影响采煤方法选择的因素有哪些?
5. 结合本地区煤炭技术水平和实际,讨论本地区采煤方法改革和发展趋向。

2 长壁采煤法采煤工艺

学习要点

本章重点介绍爆破采煤工艺、普通机械化采煤工艺、综合机械化采煤工艺、其他条件下机采的工艺特点和采煤工艺的特殊技术措施。通过学习本章内容应重点掌握各种采煤工艺的特点,能合理进行采煤工艺方式的选择。

目前,我国长壁采煤工作面采用爆破采煤(炮采)、普通机械化采煤(普采)和综合机械化采煤(综采)三种采煤工艺方式。

爆破采煤工艺,简称“炮采”,其特点是爆破落煤,爆破及人工装煤,机械化运煤,用单体支柱支护工作空间顶板。随着技术装备的发展,我国炮采工艺经历了3个主要发展阶段:新中国成立初期改革采煤方法,推行长壁采煤工艺,工作面采用拆移式刮板输送机运煤、木支柱支护顶板,生产效率很低,工作极为繁重,劳动条件差;20世纪60年代中期开始,采用能力较大、能整体前移的可弯曲刮板输送机运煤,用摩擦式金属支柱和铰接顶梁支护顶板,使工作面单产和效率有较大提高,劳动强度有所降低;进入80年代,炮采工作面的装备和技术手段更新速度加快,用防止炮崩单体液压支柱代替摩擦式金属支柱,工作空间顶板得到有效控制,生产更加安全,支护工作效率提高,而且工作面输送机装上铲煤板和可移动挡煤板,使80%~90%的煤在爆破和推移输送机时自行装入输送机,同时工作面采用大功率或双速刮板输送机运煤和毫秒爆破技术,进一步提高了生产效率。

普通机械化采煤工艺,简称“普采”,其特点是用采煤机械同时完成落煤和装煤工序,而运煤、顶板支护和采空区处理与炮采工艺基本相同。20世纪50年代,曾采用深截式采煤机(截深为1.5~1.6 m)落煤和装煤、拆移式刮板输送机运煤、木支柱支护顶板。由于顶板暴露面积大且得不到及时支护,单产和效率低,安全生产条件差,这种技术装备已被淘汰。60年代以来,普遍采用了浅截式(截深0.6~1.0 m)采煤机械。按照技术装备的发展进程,我国浅截式普采经历了三个发展阶段。60年代初采用浅截式采煤机械、整体移置的可弯曲刮板输送机、摩擦式金属支柱和铰接顶梁相配套的采煤机组,使普采单产和效率有较大提高,安全生产有所改善。这种第一代浅截式普采设备目前在国有重点煤矿已被淘汰,但在某些地方煤矿仍在使用的。70年代后期采用第二代普采装备,即对第一代浅截式普采设备进行技术更新,提高配套水平,主要是采用了单体液压支柱管理顶板,使普采生产出现了新的面貌。80年代中期开始,对第二代普采设备实行进一步更新换代,即第三代普采,采用了无链牵引双滚筒采煤机,双速、侧卸、封底式刮板输送机以及Ⅱ型长钢梁支护顶板等新设备和新工艺,使普采的单产、效率和效益又上了一个