

ADAOHAI MEIKUANG

Ji Qingxie Tehou Meiceng Zongfang Kaicai Jishu Yu Gongcheng Shijian

# 阿刀亥煤矿

## 急倾斜特厚煤层综放开采技术与工程实践

刘文郁 王忠乐 王 滨 著  
梁卫国 主审



中国矿业大学出版社

# 阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层 综放开采技术与工程实践

刘文郁 王忠乐 王 滨 著

梁卫国 主 审

中国矿业大学出版社

## 内 容 简 介

本书是阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层水平分段综放开采近十几年的工作经验和科技成果的总结,其创新点是全面系统地立应用到急倾斜特厚煤层综放开采现场作业全过程。本书主要内容包括:阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层立面图作业体系、水平分段开采方法、“煤矿生产五大系统”、矿压显现及矿压规律、巷道锚网支护设计、采煤工艺关键技术、“三机”配套、安全避险“六大系统”、瓦斯抽采及综合利用体系、防灭火系统建设及“三环一化”精细化管理制度。

本书可供采矿工程、岩石力学、瓦斯处治、防灭火、安全管理等领域的科研、教学、设计及生产单位的工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层综放开采技术与工程实践/  
刘文郁,王忠乐,王滨著. —徐州:中国矿业大学出版社,2016.8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3243 - 4

I. ①阿… II. ①刘… ②王… ③王… III. ①急倾斜  
厚煤层采煤法—研究—包头 IV. ①TD823.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 207665 号

书 名 阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层综放开采技术与工程实践  
著 者 刘文郁 王忠乐 王 滨  
责任编辑 郭 玉  
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 13.25 字数 331 千字  
版次印次 2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷  
定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



## 参与本书编著人员名单

周连春 陈跃都 李 铮 刘永强 杨雪成  
张 硕 杨健峰 陈建永 侯得峰 姚海飞  
王中华 高贯林 孟祥甜

## 本书审稿专家名单

梁卫国 张 飞 聂百胜 连传杰

## 序

煤炭是我国的主体能源,在国民经济和社会发展中发挥着重要的基础性作用。科学技术是煤炭工业快速、健康和可持续发展的重要保障。我国煤炭科学技术的长足进步有力地促进了煤炭资源的高效开发和利用,极大地保障了国民经济建设与人民生活的需要。根据煤炭行业“十三五”规划,到2020年我国煤炭消费总量将控制在42亿吨左右,预计占世界煤炭产量的56%以上。满足国民经济当前和长远发展对煤炭的需求、提升煤炭生产力水平和核心竞争力并实现在国内煤炭资源赋存急倾斜特厚煤层条件下的安全高效开采将是未来煤炭开发的重大课题。我国急倾斜特厚煤层分布广泛,其地质条件大多数比较复杂,经过长期勘探和开采,我们对现有生产矿井中的急倾斜特厚煤层和将要开采的急倾斜特厚煤层的赋存特征及开发环境已有相当的了解。

急倾斜特厚煤层开采方法一直是采矿技术中的难题,已经引起国家有关部门的重视。长期以来,人们对此做出了不懈的努力,并取得了可喜的进展。然而,由于急倾斜特厚煤层开采条件的特殊性,开采方法仍然是这类矿井改善技术经济面貌的主要障碍。急倾斜特厚煤层储量占我国煤炭总储量的4%,而南方地区80%的矿区赋存有急倾斜特厚煤层。急倾斜特厚煤层的开采方法与煤层埋藏的地质条件有密切关系。选择某种采煤方法不仅受煤层倾角和厚度的影响,而且与煤层埋藏深度、煤层数目、围岩性质、地质构造,以及煤层的自然发火性质、瓦斯含量、水文条件等多方面的地质因素有关。

“十二五”以来,煤炭行业各单位认真贯彻落实国家科学技术发展规划的重点任务。煤矿工作面急倾斜厚煤层综放开采技术在理论与实践上取得了重大突破,与之相配套成套技术与装备日趋成熟。围绕着煤矿安全发展的需要,制约煤矿安全生产的重大灾害防治关键性技术取得了突破性的进步,如我国高瓦斯特厚煤层、易燃特厚煤层、“三软”和“两硬”特厚煤层、大倾角特厚煤层等综放开采技术在煤矿灾害防治技术水平上有了大幅度的提高,并在现场工程实践中取得了成功,为我国煤矿开采技术创新,指导急倾斜特厚煤层综放开采、安全及管理方法研究奠定了基础。

由刘文郁等同志编著的《阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层综放开采技术与工程实践》一书,紧密围绕阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层综放开采技术与工程示范建

设,完整地介绍了急倾斜特厚煤层综放开采关键技术,并针对阿刀亥煤矿自身的历史和自然条件,从安全管理角度步步深入,让读者对我国煤层急倾斜特厚煤层的发展历史及技术工程实践创新有一个全面的了解和把控。该矿岩巷和石门都是裸体巷道(巷道围岩为砾岩,经喷浆处理,无支护);通风方式为3个回风立井,回风立井由反井钻机施工完成;运输系统及溜煤眼都在岩巷中布置;并形成了“一井一面一条龙”的煤炭生产新格局。在当时时代背景下,阿刀亥煤矿发挥“矿小贡献大”的优良作风,被评为“全国优秀矿山企业十面红旗”荣誉称号。阿刀亥人提出“不与大矿比条件,敢与大矿比贡献”的口号,诠释了阿刀亥煤矿老一代人的精神风貌和高尚品质,对阿刀亥煤矿的发展做出了极大的贡献。这本书对急倾斜特厚煤层综放工作面安全、高效开采示范工程进行了全面的总结,理论与实践相结合,为煤矿工程技术人员提供了一本既具有学术研究价值又具有现场指导的参考资料和工具书。

**梁卫国**

2016年2月于北京

## 前 言

急倾斜煤层是指地下开采时倾角在  $45^{\circ}$  以上的煤层,特厚煤层是指地下开采时厚度在 8.0 m 以上的煤层。这类煤层在许多矿区都有赋存,约占我国开采煤田总数的 40% 以上。开采急倾斜特厚煤层的国有重点煤矿约占煤矿总数的 17%,开采急倾斜特厚煤层的地方煤矿约占地方煤矿总数的 40%。急倾斜特厚煤层由于受煤层的赋存条件、煤层结构、地应力分布等因素影响,其煤炭开采方法多种多样。

我国急倾斜特厚煤层开采技术的改革,从新中国成立初期到现在,大致经历了五个发展阶段。第一阶段:20 世纪 50 年代初,我国进行了采煤方法的改革。各矿区根据不同的煤层赋存条件,推行倒台阶工作面、水平分层、巷道长壁和沿俯斜推进的掩护支架等采煤方法,部分采用风镐落煤,刮板输送机运煤和机械式回柱,用垮落法处理采空区,取得了提高工作面生产能力、减轻劳动强度、改善安全状况的效果,初步改变了急倾斜特厚煤层矿井落后的技术经济面貌。第二阶段:20 世纪 60 年代,急倾斜特厚煤层开采技术的进步主要表现为改风镐落煤为电钻钻眼爆破落煤。为扩大掩护支架的使用范围,淮南、开滦、徐州等矿区先后在掩护支架采煤法中成功应用“八”字型等掩护支架,克服了平板型支架的一些缺点,取得了较好的技术经济效果;此外,一些开采急倾斜特厚煤层的矿井还进行了矿井开拓和巷道布置方面的改革,降低了掘进率,改善了巷道的维护条件;同时也对工作面回采工艺进行了改革,开始应用金属支柱和金属铰接顶梁,在水平分层工作面中采用金属网假顶,或因地制宜地利用竹笆、荆笆等作假顶材料,均取得了较好的技术经济效果。第三阶段:20 世纪 70 年代中期,以淮南矿区首创的伪斜柔性掩护支架采煤法获得成功为标志。这种采煤法具有产量大、生产系统简单、巷道掘进量小、回采工序少、生产安全、材料消耗低和劳动效率高等优点。它的试验成功是急倾斜煤层开采技术上的一大进步,目前仍在许多矿区使用。为进一步提高急倾斜特厚煤层开采的机械化程度,在此期间,北京、鸡西等矿区试验了滚筒式采煤机,四川攀枝花矿区试验了冲击式刨煤机,开滦、淮南矿区试验了用于掩护支架下机械化落煤的地沟机。此外,在一些矿区还进行过急倾斜特厚煤层综合机械化采煤的试验。但总体来说,机械化试验成功率不高,能推广应用的较少。第四阶段:20 世纪 80 年代末 90 年代初,急

倾斜特厚煤层采煤方法得到进一步的改进,工作面长度加大、单产提高、安全条件进一步改善。如四川芙蓉矿务局巡场煤矿试验成功的俯伪斜走向长壁分段密集采煤法,是由伪斜短壁采煤法演变而成的一种采煤方法,具有产量大、通风条件好、便于顶板管理的特点。几十年来,我国在研究和改进急倾斜特厚煤层开采技术方面已做了大量的工作,取得一个又一个重大的技术成果,开采急倾斜特厚煤层矿井的技术经济面貌也在不断得到改善。第五阶段:20世纪90年代中期至今,出现以滑移顶梁支架放顶煤采煤法、水平分段放顶煤采煤法为主的采煤方法。我国急倾斜特厚煤层开采的总体趋势将朝着两个主要的方向发展。第一个方向是实现机械化开采,把缓倾斜特厚煤层的回采工艺引入急倾斜特厚煤层是一种途径,而研制新的急倾斜特厚煤层的轻型机械更为迫切;第二个方向则是向放顶煤发展,放顶煤仍是急倾斜特厚煤层采煤方法改革的一个很有潜力的发展方向。对于急倾斜特厚煤层可以采用水平分段综采放顶煤采煤法,对于中厚-厚煤层可以采用巷道放顶煤采煤法。

阿刀亥煤矿于1958年建矿,矿井生产能力经过多次改造,由最初的5万t/a发展为现在的90万t/a。它曾经被树为全国煤炭系统扭亏为盈十面红旗之一,被誉为“矿小贡献大”的光辉典范和内蒙古西部“煤海明珠”的美称。2002年12月31日,被神华集团公司授予首批“质量标准化”特级矿井称号。阿刀亥煤矿位于内蒙古土默特右旗沟门镇阿刀亥矿区,煤层倾角为 $50^{\circ}\sim 86^{\circ}$ ,煤层厚度为10~70m,属急倾斜特厚煤层。急倾斜特厚煤层水平分段放顶煤开采时,由于受煤层厚度的限制,工作面长度一般比较短。根据煤层赋存特征,急倾斜特厚煤层工作面长度一定,合理地提高水平分段的高度是提高单位推进度的煤炭产量的重要手段之一,但水平分段的高度也不是可以无限度地增加,一般18~25m是比较合理的范围。在急倾斜特厚煤层水平分段开采中,合理地提高分段高度有四个优点,可以简述为“三低一高”:大幅度降低了掘进成本和百万吨掘进率;极大地减少了搬家倒面次数,避免了因反复搬家所带来的巨大困难;最大限度地减少了相应的经济浪费;提高了单位推进度的煤炭产量,保证煤矿高产、高效。

水平分段放顶煤技术是急倾斜特厚煤层的主要开采方法。本书以阿刀亥煤矿为背景,主要介绍了急倾斜特厚煤层水平分段综放开采技术的发展历程。首先分析了急倾斜特厚煤层开采技术的发展历史及变化;其次以内蒙古阿刀亥矿区急倾斜特厚煤层富集区阿刀亥煤矿为背景,设计、确定了急倾斜特厚煤层90万t/a综放工作面的基本参数,并分析了急倾斜特厚煤层综放工作面的矿压显现及围岩活动规律;再次根据综放工作面采煤机、液压支架、带式输送机等设备的选择原则,为90万t/a综放工作面进行了合理的设备选型,形成了急倾斜特厚煤层综放工作面装备的合理匹配;最后制定了急倾斜特厚煤层回采工艺、



采区及巷道布置方案,建立了完整的急倾斜特厚煤层水平分段综放开采体系。

急倾斜特厚煤层水平分段综采放顶煤开采涉及三个方面的重要问题:第一,水平分段的高度问题,与开采高度密切相关的工作面顶板及围岩的稳定性分析涉及矿山地质及岩体力学相关学科;第二,顶煤冒放问题,实现工作面上方顶煤高效放出的前提是对顶煤进行预先弱化和有效破碎,而弱化的方法多种多样,比如注水弱化、放震动炮、二氧化碳爆破致裂预处理等,涉及空气动力学及爆破相关学科;第三,工作面“三机配套”问题,基于急倾斜特厚煤层的综放工作面“三机配套”(采煤机、液压支架、刮板输送机)有着自身的特殊性,合理地发挥设备自身优势,增设支架破煤,优化综采放顶煤开采工艺显得至关重要,该问题涉及机械与系统工程相关学科。随着科学技术的不断进步,煤层弱化技术有了很大的提高,比如二氧化碳爆破致裂技术在低透气性、坚硬煤层中的应用可以最大限度地保证安全、高效地弱化煤层,提高顶煤冒放性。上述三个问题如果得到解决,将会对急倾斜特厚煤层特有的水平分段开采实现安全、高效、绿色开采,促进综采放顶煤技术又快又好发展具有十分重要的理论研究和现实意义。

全书的整体构思、统稿由刘文郁、王滨负责,审定由梁卫国教授完成。本书的顺利完成得到了原神华集团包头矿业公司阿刀亥矿总工程师王忠乐的大力支持,另外周连春、李铮、刘永强、陈跃都、杨健峰、杨雪成、张硕、陈建永、侯得峰、高贯林、姚海飞、王中华、孟祥甜等参与了本书部分章节的编写工作,并提供了宝贵的建议和意见,对全书的成稿提供了很大的帮助。本书在撰写过程中得到了中国煤炭科工集团有限公司、神华集团有限责任公司、山东科技大学、太原理工大学、河南理工大学、内蒙古科技大学等相关企事业单位同仁的大力支持,也得到了中国矿业大学出版社的热情帮助,借本书出版之际,作者向给予本书支持和帮助各位专家、学者和同仁一并表示衷心的感谢。

希望本书能为读者带去一缕新鲜空气和创新的火花,为全国煤矿开采技术人员、管理干部和该研究领域的专家、学者提供创新交流的平台,倡导国家层面“大众创业,万众创新”的顶层设计指导思想,为煤炭科技创新发展起到“抛砖引玉”的作用。由于作者水平有限,书中疏漏和错误在所难免,敬请读者批评、指正。

刘文郁

2016年7月于北京

## 目 录

第一章 概述	1
第二章 急倾斜特厚煤层立面图作业体系	3
第一节 立面图	3
第二节 CAD 立面图的绘制原则及方法	4
第三节 煤矿 CAD 立面图的识读	5
第四节 立面图在开采急倾斜特厚煤层中的应用	8
第三章 阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层开采方法	9
第一节 阿刀亥煤矿矿井生产概况	9
第二节 急倾斜特厚煤层开采方法	11
第三节 水平分段开采	11
第四节 阿刀亥煤矿矿井立面图的编制	12
第四章 急倾斜特厚煤层水平分段开采“煤矿生产五大系统”	20
第一节 通风系统	20
第二节 采掘系统	24
第三节 提升运输系统	25
第四节 供电系统	27
第五节 供排水系统	28
第五章 急倾斜特厚煤层水平分段开采矿压显现及矿压规律研究	29
第一节 矿山压力及其岩层控制理论简述	29
第二节 综采放顶煤回采工作面矿压显现特征	33
第三节 急倾斜特厚煤层水平分段综采放顶煤工作面矿压显现特征	35
第四节 急倾斜特厚煤层水平分段综采放顶煤开采围岩活动规律	38
第五节 FLAC <sup>3D</sup> 数值模拟反演急倾斜特厚煤层水平分段开采全过程	42
第六章 急倾斜特厚煤层巷道锚网支护设计	55
第一节 巷道锚网支护设计方法介绍	55

第二节	试验点调查和地质力学评估 .....	56
第三节	巷道锚网支护设计与支护材料 .....	56
第四节	井下锚网支护施工工艺和安全措施 .....	60
第五节	巷道矿压监测信息反馈和设计修正 .....	62
<b>第七章</b>	<b>阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层水平分段综放采煤工艺关键技术 .....</b>	<b>68</b>
第一节	采煤方法的选择 .....	68
第二节	采区巷道布置 .....	72
第三节	采煤工艺 .....	74
第四节	循环作业及劳动组织 .....	81
<b>第八章</b>	<b>阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层井下综采设备选型及“三机”配套 .....</b>	<b>82</b>
第一节	采煤机选型 .....	83
第二节	液压支架选型 .....	86
第三节	刮板输送机选型 .....	97
第四节	工作面“三机”配套及设备选型 .....	99
<b>第九章</b>	<b>阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层井下安全避险“六大系统” .....</b>	<b>105</b>
第一节	监测监控系统 .....	105
第二节	人员定位系统 .....	106
第三节	供水施救系统 .....	106
第四节	压风自救系统 .....	107
第五节	通信联络系统 .....	108
第六节	紧急避险系统 .....	109
<b>第十章</b>	<b>阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层瓦斯抽采及综合利用体系 .....</b>	<b>111</b>
第一节	井下瓦斯抽采系统 .....	111
第二节	二氧化碳爆破致裂增加煤层透气性新技术 .....	116
第三节	地面瓦斯抽采及综合利用 .....	121
第四节	瓦斯防治 .....	130
<b>第十一章</b>	<b>阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层防灭火系统建设 .....</b>	<b>132</b>
第一节	阿刀亥煤矿火灾致因及综合防灭火技术应用 .....	132
第二节	急倾斜特厚煤层综放注浆防灭火新工艺 .....	137
第三节	预防煤矿井下火灾的安全技术措施 .....	144
第四节	井下防灭火技术发展趋势及未来展望 .....	153

---

第十二章 阿刀亥煤矿急倾斜特厚煤层“三环一化”安全管理体系·····	158
第一节 区科之间“大循环”制约·····	158
第二节 队组之间“小循环”制约·····	167
第三节 班组之间“正规循环”制约·····	173
第四节 “程序化”制约·····	180
第五节 其他安全生产特色管理经验·····	184
参考文献·····	194

## 第一章 概 述

急倾斜特厚煤层是指赋存角度为 $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 、煤层厚度大于8.0 m的煤层。阿刀亥矿区从20世纪90年代中期应用和研究滑移顶梁支架放顶煤采煤法以及水平分段综采放顶煤开采技术,已成功应用20余年。

20世纪80年代末,急倾斜特厚煤层水平分段综采放顶煤技术在我国窑街、辽源、乌鲁木齐矿区等地先后试验成功。与水平分层采煤法相比,可以大大减少分层的次数,极大地减少运输巷道和回风巷道的开掘数量和掘进工程量,增加经济效益,具有不可替代的优越性。

急倾斜特厚煤层的总储量与历年的产量占我国煤炭总量的5%以下,但赋存有这种煤层的矿区约占我国开采煤田的40%以上。其中开采急倾斜特厚煤层的国有重点煤矿约占国有重点煤矿总数的17%,而开采急倾斜特厚煤层的地方煤矿约占地方煤矿总数的40%。急倾斜特厚煤层采煤方法有很多种,与其煤层赋存条件、煤层的结构和复杂的应力环境有关,也与“破、装、运、支、处”装备机械化程度密不可分。

法国是发展现代放顶煤技术较早的国家,20世纪80年代,我国学者为研究和发开放顶煤技术曾到法国考察学习。但到了20世纪90年代,法国由于石油的冲击和开采煤炭成本升高的原因,煤矿被迫关闭。20世纪80年代后,前苏联在开采急倾斜特厚煤层采煤方法上与我国有着不同的思路,前苏联主要发展综合机械化采煤,这种方式偏向于沿倾斜方向推进。乌克兰顿涅茨煤矿机械设计院自1986年为顿巴斯矿区开采急倾斜特厚煤层设计了54个综放工作面,最高月产量可以达到1.701万t,平均月产1.2763万t。20世纪90年代以来,随着苏联的解体,其煤炭工业的发展遇到重重困难,在急倾斜特厚煤层开采设计方面没有太大的创新和突破。1993年,乌克兰煤炭产量中煤层倾角在 $35^{\circ}$ 以上的煤层产量为849.9万t,仅仅占该国煤炭总产量的3%~4%,而其中非机械化开采的煤炭产量约占总产量的64.5%。

前苏联的长壁体系采煤法在我国得到过很好的应用推广,其中倒台阶采煤法在急倾斜薄及中厚煤层中得到很好的应用,工作面布置成倒台阶可以防止放落的煤和冒落的顶板向下滚砸。20世纪50~60年代,倒台阶采煤法成为我国急倾斜特厚煤层主要应用的正规方法,该方法是在每一个台阶上1~2个工人进行作业,工人作业时都在上一个台阶伞檐的保护下,采下的煤通过挡板溜向下部运输巷道的出煤口。倒台阶采煤法由于台阶上作业的工人主要靠风镐进行落煤,工作面需要两套动力供应系统,台阶限制了产量的进一步提高。我国很多急倾斜特厚煤层的煤层底板都比较软,很容易发生滑动破坏,倒台阶布置时其滑落容易向工作面发展,造成顶板事故。在20世纪80年代中期,我国四川开采急倾斜特厚煤层数量较多,在这个时期形成了典型的分段密集支柱采煤方法,该方法是以发展伪倾斜体系采煤方法的重大技术变革。

分段密集支柱采煤方法的特点如下:①采煤工作面线与水平面的夹角为 $35^{\circ}$ ,作业工人

可以在工作面上自由行走,而无需像在倒台阶工作面那样上下爬行,可以提供较好的工作环境;②采煤工作面下部超前于上部,可以有效防止底板破坏滑移;③采煤工作面采用分段密集支护方式,将冒落的直接顶挡在沿倾斜方向的各个水平段上,而不是都沿倾斜方向向下滚滑,防止造成下部填满而上部悬空的现象,可以有效地控制基本顶沿着倾斜方向无规则运动。

急倾斜特厚煤层长期沿用的正规采煤方法是水平分层和斜切分层采煤方法,由于采煤工作面长度较短,一般采用单体支柱进行支护,每个分层的高度控制在2 m左右,每个分层分别沿顶板和底板布置运输巷道和回风巷道,掘进量较大。在分层间需要铺设金属网,或留煤柱,成本较高,因而不少矿井仍沿用巷柱式采煤法。

我国的现代放顶煤技术源于急倾斜特厚煤层的开采。1982年,北京矿务局研制了滑移顶梁液压支架,于次年在木城涧煤矿进行工业性试验并取得了成功,于1985年通过煤炭工业部的鉴定认可。20世纪80年代末,急倾斜特厚煤层水平分段综采放顶煤在窑街、辽源、乌鲁木齐、阿刀亥矿区先后试验并获得成功。急倾斜特厚煤层水平分段综采放顶煤与水平分层采煤法相比,有着一些不可替代的优势。

目前,我国开采急倾斜特厚煤层的矿井水平或者阶段的高度一般为100~200 m,采用水平分层采煤法,一般分层的高度设置为2.0 m,一个生产水平需要划分50多个分层,仅运输巷道和回风巷道就需要开掘100多条。而采用水平分段放顶煤,水平分段的高度如按照阿刀亥煤矿的10~18 m,一个生产水平仅需要划分6~10个分段,运输巷道和回风巷道就只需要开掘12~20条,少掘进了80%以上的巷道,节约的工程量很大,经济效益非常明显。阿刀亥矿区在发展急倾斜特厚煤层放顶煤技术方面所取得的成果在我国乃至世界煤炭行业都独树一帜。

## 第二章 急倾斜特厚煤层立面图作业体系

### 第一节 立面图

#### 一、立面图的定义

在煤矿地下开采工程制图实践中,如果煤层与水平面的角度大于  $45^\circ$  而小于  $90^\circ$  时,为了反映矿井地质概况与开拓开采系统实际情况,我们通常把它投影在位置合适的立面上,从而形成反映煤矿地下开采工程的立面图。

立面图示意如图 2-1 所示。

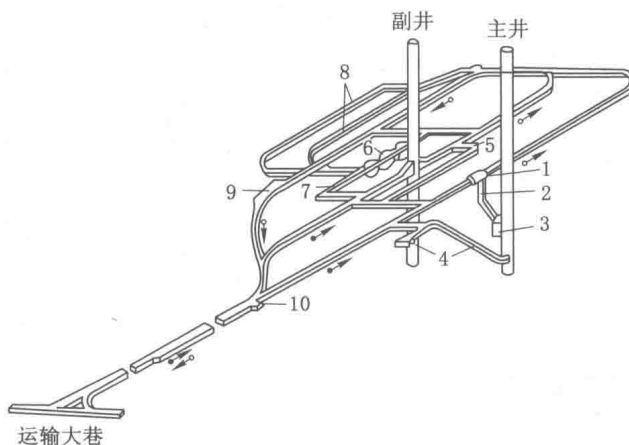


图 2-1 立面图示意

- 1——卸载硐室; 2——煤仓; 3——装载硐室; 4——清理撒煤硐室和斜巷; 5——等候室;  
6——中央水泵房; 7——变电所; 8——水仓; 9——电机车修理硐室; 10——调度室和医疗室

#### 二、立面图的适用范围

如果煤层与水平面之间的夹角大于  $45^\circ$  而小于  $90^\circ$  时,立面图有着其平面图所不能具备的优势。水平投影图是把反映矿山地质工程概况的所有内容通过向水平面投影到一张图上,它是二维平面图( $X, Y$ ),水平投影图不能反映  $Z$  方向的完整数据信息和立体的三维效果。为了方便读图、识图,通常在煤层与水平面之间的夹角大于  $45^\circ$  而小于  $90^\circ$  时,沿着能够反映主要矿山数据信息的一个轴面进行投影,从而达到一目了然的三维视觉效果,更容易读图和识图。

反映矿山工程地质概况的方法有平面法和立面法两种方式。平面法是平面投影,在煤层底板等高线图上进行。立面法为立面投影,包括立面投影法和立面展开法两种。如图 2-2

所示,当煤层走向顺直,走向不拐弯,且倾角大于  $60^\circ$  宜采用立面投影法;当煤层走向折曲,走向拐弯,且倾角大于  $60^\circ$  宜采用立面展开法。

在矿山地质工程实践中,立面图主要适用于以下几种情况:

- (1) 急倾斜特厚煤层地下开采工程实践;
- (2) 煤矿安全避灾路线示意;
- (3) 煤矿地下开拓系统矿山工程实践;
- (4) 煤矿地下硐室绘制;
- (5) 煤炭资源储量估算。

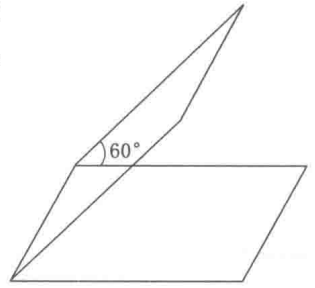


图 2-2 立面法适用情况

## 第二节 CAD 立面图的绘制原则及方法

### 一、速腾矿图辅助设计系统 2010 版软件简介

计算机技术特别是 CAD 技术给采矿工程技术人员提供了强有力的辅助设计工具。目前大型采矿技术管理软件价格十分昂贵,比如:3DMine、南方 CASS、GIS 等。虽然功能强大但操作复杂且对数据成图的要求也很严格,其局限性只适用大型矿井。采矿行业到目前为止还没有普及行业公认、专业性强的辅助设计软件。大部分矿山工程技术人员仍停留在将 AutoCAD 作为绘图工具,逐条线、逐个图形地将图纸绘制到计算机中的阶段。虽然改变了传统的绘图方式,但并没有太大地减轻矿山设计人员的劳动强度。图元、线型不能完全达到国家统一的采矿制图标准。非标准的图纸不利于主管部门审查,影响整个行业的图纸规范和标准化推广使用。

为此,煤炭科学研究设计院在 AutoCAD 平台上开发的“速腾矿图辅助设计系统”是专为煤矿、非煤矿山的采矿工程图纸设计、技术管理及安全监控而研发。整个系统集成设计者多年的设计制图实践经验,针对采矿辅助设计、测量成图提供非常完美的解决方案。

### 二、CAD 立面图绘制原则和方法

#### 1. 绘制立面图应遵循的原则

(1) 比例:和平面图一样,立面图和剖面图都可以直接采用 1:1 的比例来绘制图样,图纸比例出图时决定。

与平面图采用相同的比例,并画在同一个图层中的好处是直观,而且可以直接从平面图引出参考线,作图准确。另外可以沿用平面图中原本已经设置好的一些参数,比如煤层底板等高线图等等。

(2) 图层:由于各二次开发软件中对立面和剖面的支持都不是特别明显,并且没有特别统一通用的图层设定,故立面、剖面的图层可以自行设置。需要注意的是:除文字和标注这两层外,即使颜色和线型一样,也要重新设定新的图层,一般不去套用平面图中的已有图层,以避免在大面积编辑时发生混淆。

常用图层:

PUB\_TEXT 文字线型 CONTINUOUS 颜色 7(正白);

PUB\_DIM 尺寸线型 CONTINUOUS 颜色 3(正绿)。

辅助线:细线、中粗线、粗线。



或在 WALL 及 WINDOW 前面加上有关立面和剖面的前缀名。

## 2. 立面图作图顺序

绘制立面图的过程,实际和手工画图是一样的,需要对应平面图确定各矿山地质单元水平方向位置,同时根据层高、方位等确定垂直方向的各个高度。对于有很多层的矿山工程地质概况立面图,先画好一层,再阵列获得其余各层。立面图常用绘制顺序为:调用平面图作为参照→绘制水平方向参照线→绘制垂直方向参照线→在辅助线层上覆盖正确的线型图层→绘制煤层底板等高线及巷道硐室等→单层完成后阵列得多层→绘制煤层顶板→检查调整图样→标注尺寸→标注文字→关闭辅助线层→出图。

注意:由于辅助线相当于手工绘图的超细轻线,是图样中多余的线,所以在绘制完成后一定要先将其关闭再出图,而在移动图样时,则要保证其开启并随图样移动,以方便后来的编辑调整;也可以在不需要用辅助线时将这此线删除。

## 第三节 煤矿 CAD 立面图的识读

平面图在开采急倾斜特厚煤层中的不适用性,通过立面图与平面图的立体关系分析,确定巷道的长度、坡度及测点坐标再在图上的对应关系,为绘制立面图提供方便。

开采急倾斜特厚煤层时,由于煤层倾斜度较大,各种巷道和采区在平面图上的变形较大,有的甚至会重叠,这时平面图已经无法准确无误地反映巷道之间的关系,使阅读和使用极为不便。因此,开采这类煤层时,除绘制采掘工程平面图外,还应加绘立面投影图。

《生产矿井储量管理规程(试行)》规定,煤层倾角大于  $60^\circ$  时,应在立面投影图或立面展开图上计算储量。

### 一、立面图的基本特点

(1) 煤层底板等高线。在立面图上,煤层底板等高线表现为一组等间距的水平线。其间距由立面图比例及等高距决定,与煤层倾角无关。

(2) 立面图上所反映的巷道长度、倾角与真实值的关系。如图 2-3 所示,立面  $M$  与水平面  $N$  相交于  $OW$ ,任意巷道  $AB$  交面  $M$  于  $B$ ,交面  $N$  于  $A$ , $AB$  在面  $M$  上的投影为  $CB$ ,在面  $N$  上的投影为  $AD$ 。令巷道  $AB$  的真倾角中为  $\beta$ ,巷道  $AB$  的水平投影线  $AD$  与立面的水平投影线  $OW$  之间的夹角为  $\gamma$ ,巷道  $AB$  的实际长度  $AB=l$ ,则:

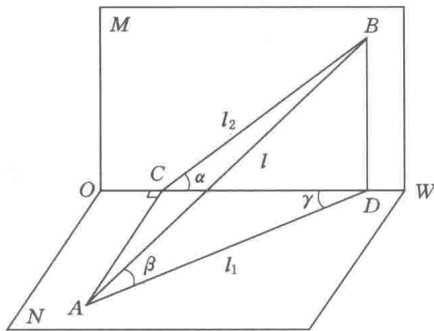


图 2-3 巷道在平面与立面上的投影关系