

Kaicaijishu Yanjiu

Meixue Gaolingtu

中国矿业大学图书馆藏书



c01747832

国家自然科学基金面上项目 (51174004)

国家自然科学基金重点项目 (51134012)

教育部省级自然科学研究重大项目 (KJ2010ZD003)

煤系高岭土 开采技术研究

夏红兵 徐颖 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

TD873
X-372

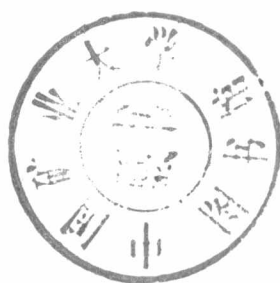
国家自然科学基金面上项目(51174004)

国家自然科学基金重点项目(51134012)

安徽高校省级自然科学研究重大项目(KJ2010ZD003)

煤系高岭土开采技术研究

夏红兵 徐 颖 著



中国矿业大学图书馆藏书



C01747832

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

全书共六章内容,包括:高岭土采场矿压显现规律相似模拟试验研究、高岭土采场矿压现场监测及工作面支护结构分析、煤系高岭土开采顶板预裂爆破控制沿空留巷变形技术试验研究、煤系高岭土爆破开采技术试验研究、淮北朔里煤矿煤系高岭土开采技术及现场管理。

本书可供从事煤系高岭土开采的生产、施工、管理和科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤系高岭土开采技术研究/夏红兵,徐颖著. —徐州:

中国矿业大学出版社,2012.5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1463- 8

I. ①煤… II. ①夏… ②徐… III. ①煤系高岭土—非金属矿
开采—研究 IV. ①TD873

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 077886 号

书 名 煤系高岭土开采技术研究

著 者 夏红兵 徐 颖

责任编辑 杨 洋

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 江苏淮阴新华印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 202 千字

版次印次 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

在煤炭资源枯竭但富含高岭土的煤矿,利用煤矿本身的生产系统,如提升系统、通风系统、支护体系、水电管网等,开采高岭土以使矿井设备再利用,可以节约投资,增加就业,存在着巨大的社会效益与经济效益。

如何开采煤系高岭土对煤炭行业来说是一个具有挑战性的新课题。我国煤系高岭土储量丰富,远景储量 55.29 亿 t,预计储量 110.86 亿 t,但我国高岭土开采技术和水平目前都较低,还处于起步阶段。

淮北朔里煤矿煤炭可采储量已近枯竭,但该矿富含煤系高岭土。20 世纪 90 年代,朔里矿就开始利用煤矿开采成熟工艺和设备进行高岭土小规模试验性开采。由于没有相应的理论和技术为指导,并缺乏相应的实践经验,在实际开采过程中遇到了许多技术难题。工作面支护采用金属摩擦支柱、铰接顶梁配套使用;回采时顶板铝质泥岩极不稳定、易冒落,工作面经常发生冒顶,支护条件差;两巷超前支护基本为金属摩擦支柱、木支柱等混合使用,经常发生损坏,并导致巷道破坏;回采工作面采用五花眼炮眼布置方式,一组两个炮眼,导致爆破时间过长,还常出现顶板跨落、推倒支架、掀翻链板机现象,给生产带来了较大的安全隐患;煤系高岭土开采技术措施基本参照采煤工作面作业规程编写,缺乏相应的理论和技术依据。

针对以上问题,该矿于 2004 年开始开展矿区煤系高岭土规模化开采技术研究,支护方式由摩擦支柱加铰接顶梁支护改为单体液压支柱加铰接顶梁支护;应用毫秒延期爆破技术,采用 V 形起爆方法显著提高了爆破效率和矿石质量,增大一次爆破规模,有效降低了爆破作业对顶板和支护设施的损伤。经过一系列科研攻关,高岭土得到安全高效开采。

本书是作者从事煤系高岭土开采研究和现场实践的总结。书中大量吸收了煤系高岭土开采与管理方面的成功经验。本书内容包括高岭土采场矿压显现规律相似模拟试验研究、高岭土采场矿压现场监测及工作面支护结构分析、煤系高岭土开采顶板预裂爆破控制沿空留巷变形技术试验研究、煤系高岭土爆破开采技术试验研究、淮北朔里煤矿煤系高岭土开采技术及现场管理。

煤系高岭土开采是一个复杂的系统工程,本书的出版只是这一工作的开始,若能对后续研究起到抛砖引玉的作用,作者将不胜荣幸。

本书在编写过程中得到淮北矿业集团朔里煤矿孟德君矿长,安徽大学程桦校长,安徽理工大学涂敏教授、华心祝教授、宗琦教授、姚直书教授、付菊根教授、荣传新教授、曹光勇博士、蔡海兵博士、刘增辉博士的大力支持,在此一并表示衷心感谢。同时向出版社和为本书编写、出版提供过帮助的同志表示深切的谢意。

由于作者水平所限,书中难免存在一些缺点和不足,恳请广大读者给予批评指正。

作 者

2012年3月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 煤系高岭土安全开采技术及理论研究现状	1
1.2.1 高岭土开采研究现状	1
1.2.2 预裂爆破法控制沿空留巷变形技术研究状况	5
1.2.3 国内高岭土爆破开采技术研究现状	6
第 2 章 高岭土采场矿压显现规律相似模拟试验研究	7
2.1 引言	7
2.2 相似模拟试验基本要求	7
2.2.1 原型条件	7
2.2.2 模拟方案	7
2.2.3 相似条件	7
2.3 相似材料	8
2.3.1 相似材料的选择	8
2.3.2 材料用量计算	8
2.3.3 材料配合比确定	9
2.4 模拟试验过程	10
2.4.1 模型制作	10
2.4.2 加载方式	10
2.4.3 回采程序设计	11
2.4.4 测试仪表及测点布置	11
2.5 模拟试验结果分析	14
2.5.1 顶板垮落规律	14
2.5.2 顶板岩层移动规律	16
2.5.3 围岩应力分析	18
2.6 顶板垮落、上覆岩层移动、应力分布规律	21
2.6.1 顶板垮落规律	21

2.6.2	上覆岩层移动规律	22
2.6.3	应力分布规律	22
第3章	高岭土采场矿压现场监测及工作面支护结构分析	23
3.1	引言	23
3.2	工作面矿压监测	23
3.2.1	监测的目的	23
3.2.2	所监测工作面地质及技术条件	23
3.2.3	监测的内容与方法	24
3.3	测压资料及其整理	25
3.3.1	下缩量及压入顶底板深度数据整理	25
3.3.2	底板移近量数据整理	25
3.3.3	支柱荷载及其分布数据整理	26
3.3.4	采高统计	28
3.3.5	实际支柱密度统计	29
3.3.6	支柱初撑力及其频率分布数据	29
3.3.7	运输平巷围岩变形数据的整理	30
3.3.8	运输平巷超前支护阻力测试数据及整理	32
3.4	利用工作面测压数据分析矿压显现规律	34
3.4.1	顶板活动规律	34
3.4.2	工作面矿压显现特征	39
3.4.3	运输平巷超前支柱工作阻力显现特征及运输平巷变形特征	40
3.5	工作面压力显现规律及分析	41
3.5.1	工作面初次来压	41
3.5.2	工作面周期来压	41
3.5.3	运输平巷超前支柱工作阻力与围岩变形的分析	42
3.5.4	工作面超前支护的范围	43
3.6	回采工作面支护结构分析	43
3.6.1	回采工作面支护与顶板相互关系分析	43
3.6.2	工作面支架的选择及布置方式	46
3.6.3	对 DZ—25 单体支柱的校核	48
3.6.4	工作面支柱初撑力分析	51
3.6.5	DZ—25 单体液压支柱布置方式	52
3.7	工作面控顶方式选择	52
3.7.1	控顶方式选择依据	52

3.7.2	基本控顶距的初步确定	53
3.7.3	合理控顶距的选择	53
3.8	合理支护密度	53
3.8.1	顶板支与护的关系	53
3.8.2	工作面支护阻力	54
3.8.3	合理支护密度	54
第4章	煤系高岭土开采顶板预裂爆破控制沿空留巷变形技术试验研究	57
4.1	引言	57
4.2	预裂爆破技术	57
4.2.1	预裂爆破理论基础	58
4.2.2	预裂爆破参数选取	58
4.2.3	预裂爆破工程实践	62
4.3	围岩变形、支护阻力观测与分析	64
4.3.1	支柱荷载分析	64
4.3.2	运输平巷超前支护阻力测试	65
4.3.3	运输平巷围岩变形	66
4.3.4	工作面后方固定测点的围岩变形	68
4.4	对采场顶板预裂的数值模拟分析	69
4.4.1	数值计算模型	69
4.4.2	力学模型	70
4.4.3	岩体力学性能参数	72
4.4.4	切割缝参数设置	74
4.4.5	模拟结果及分析	74
第5章	煤系高岭土爆破开采技术试验研究	83
5.1	引言	83
5.2	工程概况	83
5.3	爆破开采原理	84
5.3.1	采用毫秒微差爆破技术	84
5.3.2	利用分散化原理	84
5.3.3	实现等能爆破	84
5.3.4	采用水垫层缓冲装药	85
5.4	爆炸应力波作用下高岭土围岩内裂纹扩展规律	85
5.4.1	冲击波作用形成的粉碎区	86

5.4.2	裂隙区的应力及应力波作用下的破坏区	88
5.5	爆破技术参数	90
5.5.1	钻眼设备和爆破器材	90
5.5.2	爆破参数	90
5.6	起爆方式和起爆顺序	91
5.7	爆破开采试验	93
第6章	淮北朔里煤矿煤系高岭土开采技术及现场管理	94
6.1	地质概况	94
6.1.1	工作面位置及井上下关系	94
6.1.2	岩层情况	94
6.1.3	矿层顶底板情况	95
6.1.4	地质构造	95
6.1.5	水文地质	95
6.1.6	影响回采的其他因素	95
6.1.7	储量计算	95
6.2	高岭土开采方法和回采工艺	96
6.2.1	高岭土开采方法的选择	96
6.2.2	巷道布置	96
6.2.3	回采工艺	97
6.2.4	设备配备	98
6.3	顶板控制	99
6.3.1	支护设计	99
6.3.2	控顶方法	101
6.3.3	矿压监控	103
6.4	一通三防	103
6.4.1	通风系统	103
6.4.2	瓦斯防治	106
6.4.3	综合防尘系统	106
6.4.4	防灭火系统	107
6.4.5	通风安全检测系统	108
6.5	生产系统	108
6.5.1	出矸系统	108
6.5.2	运料系统	109
6.5.3	供电系统	109

6.5.4	压风系统	109
6.5.5	供水系统	109
6.5.6	排水系统	109
6.5.7	液压系统	110
6.5.8	通讯信号系统	110
6.6	生产组织	110
6.6.1	劳动组织	110
6.6.2	循环作业图表	110
6.6.3	开采主要技术经济指标	112
6.7	资源管理	112
6.8	安全技术管理措施	113
6.8.1	施工前的规定	113
6.8.2	顶板管理	114
6.8.3	防治水	121
6.8.4	爆破及爆破器材管理	121
6.8.5	一通三防及安全监控	125
6.8.6	安全设施及安全管理	126
6.8.7	工作面运料及材料管理	127
6.8.8	上下出口及两巷超前管理	129
6.8.9	运输	131
6.8.10	机电管理	132
6.9	避灾路线	135
6.10	其他内容	135
参考文献		138

第1章 绪 论

1.1 引言

“高岭土”一词来源于中国江西景德镇高岭土村产的一种可以制瓷的白色黏土,故而得名。近年来,煅烧高岭土在国内外市场很受欢迎,目前该类高岭土矿深加工产品市场前景看好。我国煤系高岭土储量丰富,远景储量 55.29 亿 t,预计储量 110.86 亿 t,但与储量不相适应的是我国目前高岭土开采技术和水平都较低。特别是在煤炭资源枯竭但富含高岭土的煤矿,利用煤矿本身的生产系统,如提升系统、通风系统、支护体系、水管网等,开采高岭土使矿井设备得到再利用,可以节约投资,增加就业,存在着巨大的社会效益与经济效益。

目前,开采煤系高岭土的淮北朔里煤矿煤层底板中蕴藏着丰富的高岭土,总储量约 3 600 万 t,不但沉积层厚,埋藏稳定,而且品位高,质量好,有较好的开发前景。但目前的开采实践已经表明影响高岭土安全生产的因素还十分突出,主要表现在以下三个方面:工作面顶板易冒落、沿空留巷变形很大以及爆破开采高岭土易崩倒支架,严重影响煤系高岭土的安全开采。

1.2 煤系高岭土安全开采技术及理论研究现状

1.2.1 高岭土开采研究现状

高岭土资源遍布世界各地(表 1-1),已有 60 多个国家开发生产,包括美洲的美国、加拿大等,欧洲的英国、德国、西班牙、前苏联、保加利亚和土耳其等,亚洲的中国、印度、伊拉克等。世界上高岭土的产量:1990 年 2 300 万 t,1994 年 3 100 万 t,20 世纪末 4 000 多万 t。但高岭土资源大国及形成商业化开采的国家却不多,主要是美国、中国、英国、前苏联和巴西,其资源占世界高岭土探明储量的 68%,生产量占 65%。特别是巴西,高岭土的产量增长很快,从 1990 年的 65.9 万 t,到 1998 年的 130 万 t,翻了一番,2001 年超过 180 万 t。美国是高岭土产出的第一大国,仅佐治亚一个州的精制高岭土产量在 1997 年就达 750 万 t。

表 1-1

世界高岭土资源的储量表(主要国家)

万 t

国家名称	美国	加拿大	英国	前苏联	保加利亚
储 量	7 175	265	1 815	2 270	700
国家名称	西班牙	中国	印度	巴西	南非
储 量	150	7 830	1 000	1 300	225

目前,在国外开采中硬以下矿层中,长壁崩落法已实现综合机械化采矿。如美国的阿连德天然碱矿和前苏联的恰图拉锰矿,工作面采用联合采矿机(双滚筒采煤机)落矿,刮板输送机运矿和液压自移式支架管理顶板。长壁式崩落法采场的管理比较简单,大多数采用综合工作队的劳动组织形式。综合工作队一般 20~40 人,每班 10 人左右。

我国是高岭土资源大国,高岭土资源分布遍及全国各地,主要有内蒙古的东胜、清水河、准格尔、达旗、乌海和包头,江苏的苏州和徐州,广东的茂名及潮州,安徽的淮北、淮南庐枞地区,山东的兖州、新汶、淄博和莱州,河南的焦作、平顶山和禹州,广西的合浦,山西的大同,陕西的神府,宁夏的石嘴山,甘肃的酒泉,云南的滇南地区,吉林南部的通化和白山地区,贵州的贵阳、清镇和修文一带,河北的徐水和唐山开滦矿区,四川的广元,浙江的松阳,江西的宜春,福建的龙岩,湖南的界牌和衡山等。据相关资料,软质高岭土探明储量 7.83 亿 t,煤系高岭土储量更为丰富,远景储量 55.3 亿 t,预测储量 110.86 亿 t。仅内蒙古的准格尔煤田的高岭土储量就达 50 亿 t 以上,全国储量在 10 亿 t 以上的矿区有 3 个,1 亿~10 亿 t 的矿区有 9 个,其中大部分矿床层位稳定、品质优良、厚度大、易开发,矿石中高岭石含量高、结晶较好、晶形多呈片状,形成了我国煤系地层高岭土的资源特色。有些地区已进行了开采和加工,尚有大量的矿产有待开发利用。

目前,单层崩落采矿法是现有高岭土开采的一种常用方法。该法按工作面布置形式和长度不同,分为长壁式崩落法和短壁式崩落法等几种。沿阶段倾斜全长布置的工作面为长壁式工作面;沿倾斜方向划分阶段,在分段范围内布置的工作面为短壁工作面。长壁式崩落法的工作面长度一般为 30~60 m,短壁式工作面的长度为 15~30 m。

单层长壁式崩落法用于开采顶板不稳定的缓倾斜层状薄矿体。其基本特征:按阶段划分矿体,沿阶段倾斜全长布置工作面,沿走向推进,一次采全高,随工作面推进,有计划回柱放顶,崩落顶板充填采空区。

采用盘区划分时,有些矿山将盘区沿倾斜划分为若干 50~60 m 的分段,在盘区中央布置两条上山,在分段下部布置运输巷,上部布置回风巷道,沿分段倾斜全长布置工作面,由盘区边界开始向盘区中央后退开采。

单层长壁崩落法除了沿倾斜布置工作面以外,也可以沿走向布置工作面,沿倾斜推进。

长壁崩落法的矿块结构参数包括矿块走向长度和倾斜长度。矿块倾斜长度等于阶段斜

长,取决于允许的工作面长度。一般工作面长度根据设备的有效运距和顶板稳定性确定。目前,长壁式崩落法采场广泛采用电耙运输,工作面长度一般为 30~60 m。一般矿块走向长度 70~150 m,少数达 200~300 m。

长壁式崩落法的采准工作如图 1-1 所示。从阶段运输巷 1 每隔 5~6 m 掘进一个矿石溜井 4 通达矿体,并从阶段回风巷 2 每隔一定距离掘进一条安全通道 6 与采场相通。矿石溜井除了用于储放矿石外,工作面前方暂时不用的溜井作为行人、通风通道。安全通道用于行人、运料和通风,其间距保证采场上部始终有一个安全通道。

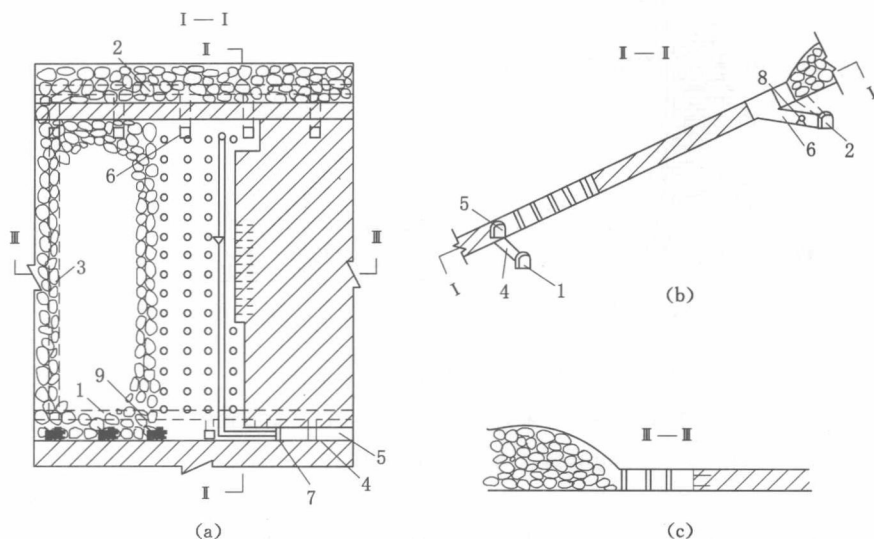


图 1-1 长壁式崩落法

- 1——阶段运输巷;2——阶段回风巷;3——切割上山;4——矿石溜井;5——切割平巷;
6——安全通道;7——电耙绞车;8——回柱绞车;9——封闭的矿石溜井

图 1-1 所示切割工作面包括掘进切割上山 3 和切割平巷 5。切割上山作为起始回采自由面,它一般位于矿石的一侧,与矿石下部的矿石溜井和上部的安全通道相连。切割平巷作为自由崩矿的自由面,兼作通风、行人通道,安放电耙绞车 7 或刮板输送机,切割平巷位于采场下部,与矿石溜井相通。

长壁式崩落法的回采工作主要有落矿、矿石运输和采场顶板管理。回采工作从位于矿体一侧的切割上山开始,向矿块另一侧推进。一般采用浅孔落矿,电耙运输,木支柱或木棚支护顶板,排柱放顶。回采工作面分直线状推进或阶梯状推进两种,直线工作面与普通长壁采煤工作面相同,阶梯式工作面与倒台阶工作面相同。阶梯状工作面一般布置三个梯段,梯段超前距离为一次推进距。与阶梯式工作面相比,直线式工作面的采场顶板比较简单,缺点是各工序不能平行作业,矿石生产能力低。回柱工作由设在安全通道的绞车完成。除木支护外,有的矿山采用金属摩擦支柱、液压自移支架管理顶板。

山东明水矿采用的是液压自移式支架长壁崩落法开采高岭土,如图 1-2 所示。该矿为硬质高岭土,矿体平均厚度 1.7 m,倾角 $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$,矿体走向长度 180 m,倾斜长度 42 m,工作面中部安装了 16 架 SZ1—1320 八柱组合迈步节式液压自移支架(端头仍采用木支架),获得了较好的经济效益。

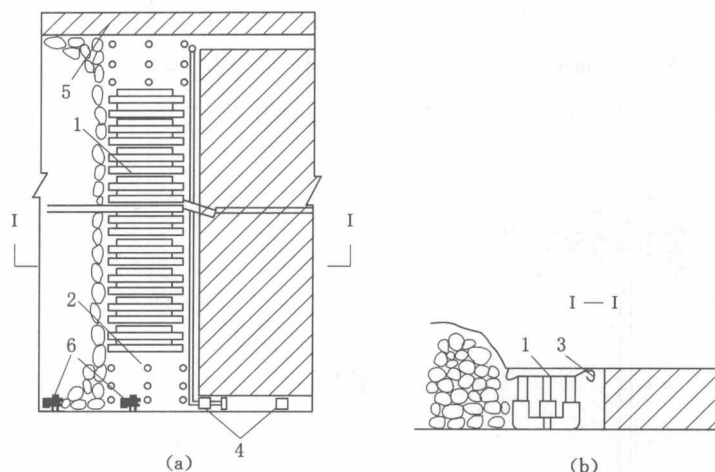


图 1-2 明水矿高岭土长壁式崩落采矿法

1——液压自移式支架;2——木支架;3——金属网;4——矿石溜井;

5——矿柱;6——已封闭的矿石溜井

从煤矿地下开采的特点来看,长壁式崩落法采场的管理比较简单,大多数采用综合工作队的劳动组织形式。综合工作队一般为 20~40 人,每班 10 人左右。但是采用长壁式崩落法需要解决两个问题:首先要解决支架的推移问题,在开采硬质高岭土时,长壁式崩落法普遍采用凿岩爆破法落矿,电耙出矿,为了使支架能自行推移,只能选择架间具有导向装置、能互相推移的支架,如节式支架或提腿式支架等,使支架选型受到限制。其次,采用凿岩爆破法落矿,液压支架的防护问题也需要解决。

为了开采煤系高岭土矿层,淮北朔里煤矿利用煤矿开采成熟工艺和设备进行小规模试验性开采试验。由于没有相应的理论和技术为指导,并缺乏相应的实践经验,在实际开采过程中遇到了许多技术难题:

① 走向短臂后退式开采,直接垮落法管理顶板,工作面支护采用金属摩擦支柱、铰接顶梁配套使用。由于金属摩擦支柱不能适应顶板来压的要求,回采时顶板铝质泥岩极不稳定,易冒落,工作面经常发生冒顶,支护条件差。工作面高度一般只有 1.5 m 左右,工人工作条件也很差。

② 两巷超前支护基本为金属摩擦支柱、木支柱等混合使用,使用效果不好,两巷超前支护经常发生损坏,并导致巷道破坏,影响正常生产。煤系高岭土回采技术措施基本参照采煤

工作面作业规程编写,缺乏相应的理论和技术依据。

1.2.2 预裂爆破法控制沿空留巷变形技术研究状况

沿空留巷是保留上一区段的运输巷作为下一区段的回风巷,采用沿空留巷不仅可以提高资源回收率,减少巷道掘进,延长矿井服务年限,缓解采掘接续紧张状况,而且还是薄煤层开采的重要方法,是降低成本、提高产量、增加效益、改善环境的有效途径。

控制沿空留巷变形主要采用巷内支护、巷旁支护方式。根据沿空留巷巷内和巷旁支护方式,我国沿空留巷技术的发展历程大致可分为以下四个阶段:

第一阶段——20世纪50年代起,在煤厚1.5 m以下的煤层中尝试着用矸石墙作为巷旁支护,巷内主要采用木棚支护,其存在着矸石的沉缩量大、巷内支架变形严重、维护工作量大、工人垒砌矸石的工效低、劳动强度大、安全性差等问题,其应用范围受到极大限制。

第二阶段——20世纪60年代至70年代,在1.5~2.5 m厚的煤层中应用密集支柱、木垛、矸石带、砌块等作为巷旁支护,巷内多采用木棚、工字钢梯形支架支护,沿空留巷取得了一定成功,并得到了一定程度的应用。

第三阶段——20世纪80年代至90年代,在大力推行综合机械化采煤后,随着采高不断增大,我国煤矿工作者在引进、吸收国外的沿空留巷技术的基础上,发展了巷旁充填护巷技术,巷内多采用U型钢可缩性金属支架。90年代初期,沿空留巷理论与技术有了较大的发展,但由于巷内支护大多数为被动支护,加之巷旁充填技术还不完善,其支护技术难以适应大断面沿空留巷的要求,在90年代中后期,沿空留巷技术应用范围又呈减少趋势。

第四阶段——21世纪以来,随着锚网索支护技术的推广應用和巷旁充填技术的不断完善,我国有些学者在厚煤层综放工作面进行了沿空留巷技术试验研究,如潞安矿务局常村煤矿S2-6综放工作面,巷内采用锚梁网索联合支护,巷旁支护运用高水材料充填加上空间锚栓加固网技术,进行综放大断面沿空留巷试验,并取得初步成功。

合理的巷内支护和巷旁支护要求巷旁支护体与巷内支护共同作用,及时切落采空区上方的基本顶,减小巷旁支护体及巷内支护载荷,保持沿空留巷围岩稳定。沿空留巷顶板垮落状况如图1-3所示。

国外对沿空留巷的研究已有较长的历史,比较有影响的理论是英国南威尔斯大学斯麦脱(Smart)于1982年提出的岩梁倾斜理论。该理论认为巷旁支护对巷道基本顶起控制作用,主张用控制巷道煤柱侧和巷旁支护侧的顶板下沉量,即控制顶板倾斜度的方法作为设计巷旁支护工作阻力和可缩量依据。孙恒虎教授等根据煤层顶板特征和弹塑性力学的有关理论,将长壁工作面沿空留巷的煤层顶板简化成层间结合力忽略不计的矩形“叠加层板”,认为沿空留巷支护载荷只与短支承边界的载荷有关。郭育光教授等研究认为,巷旁支护应具有早期强度高、增阻速度快的特点,紧随工作面构筑,及时支护直接顶,避免与上部基本顶离

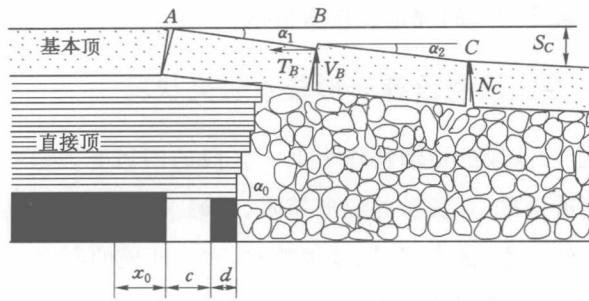


图 1-3 沿空留巷顶板围岩垮落示意图

层,并切断直接顶,减小巷旁支护载荷,控制巷道变形。随着工作面推进,巷旁支护阻力应达到切顶阻力,当基本顶弯矩在巷旁支护边缘附近达到极限时,切断基本顶。垮落的矸石由于破碎后体积增大,当充满采空区时,更上位岩层在煤体和矸石的支撑下,取得运动平衡,巷道围岩变形趋向缓和。采高决定巷旁支护的切顶高度。巷旁支护阻力大小应根据块体不同时期的平衡条件推导出不同时期的巷旁支护阻力的计算式。

用爆破法控制巷道变形,主要用在控制高应力软岩巷道变形。软岩、高地压巷道和硐室的维护一直是煤炭开采等地下工程中的难题。爆破卸压法^[23-25]的实质是在围岩钻孔底部集中装药爆破,使巷道和硐室周边附近的围岩与深部岩体脱离,原来处于高应力状态的岩层卸载,将应力转移到围岩深部。

在采空区后方沿空留巷顶板实施预裂爆破的工程应用较多,但人们未作深入的研究,理论落后于实践。

淮北朔里煤系高岭土开采,采用沿空留巷支护技术,沿空留巷中采用普通锚网支护,巷旁充填物用石垛或木垛木抬棚,两帮移近量 498 mm,顶底移近量为 1 000 mm,巷道严重变形,瓦石垛失稳,顶板下沉,沿空留巷不符合下区段通风及行人要求。

1.2.3 国内高岭土爆破开采技术研究现状

国外开采中硬煤系伴生矿层时,已实现综合机械化开采,如工作面采用联合采矿机(双滚筒采煤机)落矿、刮板输送机运矿和液压自移式支架管理顶板,采场管理简单。

淮北朔里煤矿开采煤系高岭土,先后采用巷采,小块段布面回采,到分区布置集中大规模开采,但在煤系高岭土开采的工作面爆破作业过程中,由于套用煤矿采煤工作面的爆破参数,造成爆破参数不合理,不仅造成开采时爆破作业时间过长、工人劳动强度大、生产效率低,而且还会因装药量较大和爆破作用方向设计不当,常出现顶板垮落和引发大量爆破飞石、推倒或崩倒支架,推翻链板机等严重后果,给生产带来了较大的安全隐患。

第2章 高岭土采场矿压显现规律相似模拟试验研究

2.1 引言

在已进行的高岭土小规模开采实践中,发现矿岩顶板中的铝质泥岩极不稳定,易冒落,给开采工作带来极大困难和不安全因素。为了提高高岭土的质量和开采速度,进一步了解顶板的垮落和矿压显现规律及对开采的影响,保证作业安全,获得高岭土规模化开采工艺及相应的技术参数,在参阅大量相关资料和充分掌握朔里矿高岭土开采具体情况的基础上,进行相似模型试验。

2.2 相似模拟试验基本要求

2.2.1 原型条件

以朔里矿五煤层底板的高岭土工作面为立体模型试验的原型,地面标高+33.1 m左右,工作面平均标高为-180.1 m,因此上覆岩层的总厚度为213.2 m。工作面走向长度取120 m,倾斜长度模拟为30 m。矿层倾角为 $6^{\circ}\sim 12^{\circ}$,按水平矿层进行模拟。矿层埋藏较为稳定,平均厚度3.92 m,采高2.4 m,模拟开采时取2.4 m,留顶底板进行回采,顶板留0.6 m,底板留0.92 m。采用走向短壁、一次采全高、全部垮落式开采方法。顶梁长度为1.0 m,工作面每天按进2棚进行模拟,进尺2.0 m。

2.2.2 模拟方案

根据模型架的几何尺寸及相似比,相似材料铺设总厚度105.38 cm,共模拟18个岩层,其中底板10 cm,矿层厚度6.53 cm,顶板厚度88.85 cm。这样,模型充分体现了原型条件,即底板—高岭土岩—顶板组成的完整的力学条件。在模型中,切槽由两层塑料膜来代替,两层膜之间摸上黄油。

2.2.3 相似条件

鉴于相似材料模拟的特点,相似试验应满足:几何相似、运动相似、动力相似、边界条件