



开滦矿区大倾角煤层

Kailuan Kuangqu Daqingjiao Meiceng Kaicai Jishu

开采技术

李建民 主编

煤炭工业出版社

开滦矿区大倾角煤层开采技术

李建民 主编

煤炭工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

开滦矿区大倾角煤层开采技术/李建民主编. —北京:
煤炭工业出版社, 2009

ISBN 978-7-5020-3457-3

I. 开… II. 李… III. 倾斜煤层-煤矿开采 IV.
TD823.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 027136 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 $787\text{mm} \times 1092\text{mm}^1/_{16}$ 印张 $17^{1/4}$ 插页 2
字数 403 千字 印数 1—1,200
2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷
社内编号 6262 定价 45.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书较为全面地阐述了开滦集团公司在大倾角煤层开采技术方面的研究及应用情况。全书共分 14 章，主要内容有：我国综合机械化采煤技术发展历程、开滦集团公司机械化发展综述、国内外大倾角开采研究现状、开滦集团大倾角煤层放顶煤设备的研制、大倾角综放工作面开采设计、综放工作面巷道掘进、开切眼掘进、综放工作面安装、回采安全技术、回采特殊措施等。

本书可供煤炭企业管理人员、工程技术人员阅读，也可供大专院校师生、科研院所工作者参考。

编写人员名单

主 编 李建民

副 主 编 章之燕 孙继凯

编写人员 (以姓氏笔画为序)

么大刚 王学俊 宁文彦 刘双勇 孙继凯 李建民
李俊杰 张军田 范树桐 明小锐 章之燕 梁和平
商兵营

前 言

开滦（集团）有限责任公司的前身为开滦矿务局。始建于1878年，迄今已有131年历史，有“中国煤炭工业源头”之称。是一个集煤炭生产、洗选加工、机械制造、建筑安装、建材、电力、电信、煤化工、运输、商贸等多产业的特大型企业集团。在煤炭开采上，开滦矿区井深巷远、地质条件复杂多变，采煤方法和采煤工艺多样。到2008年底，开滦有大型矿井11座，小型矿井4座，选煤厂7座，另有在建矿区两处，固定资产原值达196多亿元，生产原煤3285.86万t，生产精煤771.53万t。

多年来，开滦建设者以“科学技术是第一生产力”为指导，解放思想，冲破传统观念的束缚，发扬优良传统，深入挖掘企业潜力，经几十载的艰苦努力，依靠科技创新，集成世界先进的技术成果、管理经验，坚持可持续发展的科学发展观，谋求集团公司跨越式发展，保持开滦品牌和地位。走跨地区、跨行业、跨国新型大集团工业化道路，不断研究符合开滦复杂地质条件下的采煤技术和采煤机械化工艺，大大加快了机械化进程。

开滦突破复杂地质条件下采掘机械化发展的挑战和限制，在综合机械化开采技术上，不断探索和总结经验，加大综合机械化开采力度和设备更新步伐，在缓倾斜和倾斜煤层中，针对开滦矿区近距离煤层群及复杂地质条件下开采特点，重点研究和完善了轻型支架开采技术、较薄煤层综采配套技术、中厚煤层综采配套技术、厚煤层综采配套技术、特厚煤层综放配套技术，积极推广了以综采、综（轻）放开采技术为中心的机械化采煤方法。在大倾角和急倾斜煤层开采上开展了技术攻关研究，探索了大倾角薄煤层和特厚煤层的开采技术，完成了急倾斜煤层微型支架放顶煤开采技术、千米深部大倾角特厚煤层综合机械化放顶煤开采技术、薄煤层大倾角开采技术、轻型液压支架放顶煤大倾角开采技术等项目。研制了ZF2000-23/15ZP型微型放顶煤液压支架配套设备、ZF6200-16/32型、ZF4000-15.5/25型放顶煤支架配套设备和ZFZ2400-15/23型轻型放顶煤配套设备。研究了大倾角开采过程的顶板顶煤运移，摸清了开滦矿压大倾角矿压显现规律，掌握了开采技术，形成了具有开滦特色的自主知识产权，为开滦的煤炭产业迈向战略发展奠定了基础。

《开滦矿区大倾角煤层开采技术》一书，较为全面地阐述了开滦集团公司在大倾角煤层开采方面的技术、经验措施，它是开滦集团工程技术人员和广

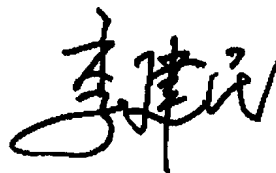
大职工在大倾角煤层开采过程中，探索实践所积累的丰富经验的总结，是集体智慧的结晶，也是奉献给煤炭工业的宝贵财富。

全书共分为 14 章，主要内容为：开滦矿区大倾角综合机械化开采工作面设备的研制与配套；大倾角液压支架稳定性动态分析及防倒防滑措施；大倾角开采安全防护技术；大倾角煤层开采过程各阶段采取的安全技术措施等。

笔者长期工作在煤炭生产建设第一线，亲历了技术革新、观念创新、管理创新等为企业发展带来的巨大效益。在工作和学习过程中，通过矿区建设和生产的历史与现实的进程，作为煤炭行业的一名建设者，有责任向同行们介绍开滦矿区在大倾角煤层开采研究中取得的成果和采取安全技术措施。衷心希望本书能够对今后的开采实践工作发挥重要作用，给煤矿工程技术人员提供一个研究大倾角煤层开采过程中安全措施的平台，并能从中有所获益。同时也希望广大基层专业技术人员刻苦钻研，不断提高理论水平和实际应用能力，为加快开滦的新型企业建设，实现大集团目标作出积极的贡献。

在本书的撰写过程中，开滦矿区许多工程技术人员和管理人员给予了大力支持和无私帮助，提供了大量的资料，在此谨表诚挚的谢意！

由于水平所限，不妥之处，敬请批评指正。



2009 年 3 月

目 次

第一章 综述	1
第二章 我国综合机械化采煤技术发展历程	4
第一节 国外综合机械化的发展简介	4
第二节 我国综合机械化采煤技术发展历程	5
第三节 我国综合机械化设备发展现状	7
第三章 开滦集团公司机械化发展历程	10
第一节 开滦矿区地质情况简介	11
第二节 开滦矿区采掘机械化的发展历程	16
第三节 开滦矿区放顶煤开采技术发展	25
第四节 开滦矿区近年来机械化采掘技术的特点与创新	29
第五节 开滦矿区机械化发展前景与问题及体会	34
第四章 国内外大倾角开采研究现状	37
第一节 大倾角煤层开采的特点及界定	37
第二节 国内外大倾角煤层开采与研究现状	39
第五章 开滦矿区大倾角煤层放顶煤设备的研制	44
第一节 概述	44
第二节 大倾角放顶煤液压支架的研制与配套	45
第三节 大倾角液压支架稳定性动态分析及防倒防滑措施	64
第四节 大倾角开采安全防护技术	70
第五节 开滦矿区提高放顶煤开采回收率分析	72
第六节 开滦范各庄矿降低工艺损失的实例	76
第六章 荆各庄矿矿井概述	79
第一节 荆各庄矿矿井简介	79
第二节 矿井地质情况概述	82
第三节 1426D 工作面地质情况	85
第七章 1426D 大倾角综采工作面开采设计	87
第一节 基本概述	87
第二节 采煤方法及设备选型	89
第三节 工作面一通三防设计	90
第四节 工作面供电设计	97
第五节 各生产系统设计及安全措施	104
第八章 1426D 工作面掘进安全技术作业规程	106
第一节 工程概况	106

第二节	掘进施工方法及施工工艺·····	110
第三节	掘进通风及各生产系统·····	111
第四节	劳动组织及各项经济技术指标·····	113
第五节	各项安全技术措施·····	114
第九章	1426D 工作面切眼掘进安全技术作业规程·····	120
第一节	工程概况·····	120
第二节	掘进方法和施工工艺·····	121
第三节	掘进通风及各生产系统·····	122
第四节	劳动组织及各项经济技术指标·····	124
第五节	切眼掘进安全技术措施及作业标准·····	125
第十章	1426D 工作面切眼施工其他安全技术措施·····	138
第一节	切眼贯通安全技术措施·····	138
第二节	切眼掘进补充安全技术措施·····	140
第三节	切眼扩面安全技术措施·····	146
第十一章	1426D 综采工作面安装安全技术措施·····	164
第一节	工作面安装安全技术措施·····	164
第二节	运输系统内绞车安全系数验算·····	178
第十二章	1426D 工作面回采安全技术作业规程·····	181
第一节	地质概况·····	181
第二节	煤层顶、底板及矿山压力显现规律分析·····	182
第三节	采煤方法及回采工艺·····	184
第四节	生产系统·····	187
第五节	劳动组织及正规循环作业形式·····	189
第六节	安全技术管理措施·····	193
第七节	一通三防安全技术措施·····	208
第八节	工作面防排水系统·····	211
第九节	工作面防尘供水系统·····	213
第十三章	1426D 工作面开采其他安全技术措施·····	216
第一节	缩面收尾安全技术措施·····	216
第二节	缩面拆除设备安全技术措施·····	220
第三节	过断层安全技术措施·····	228
第四节	中间巷替回安全技术措施·····	231
第五节	开采期间过中间巷安全技术措施·····	234
第六节	打水涨锚杆及开采安全技术措施·····	236
第七节	俯斜开采安全技术措施·····	237
第八节	仰斜开采安全技术措施·····	238
第九节	下运巷滞后回撤拱形支架安全技术措施·····	240
第十四章	1426D 工作面收尾和拆除安全技术措施·····	243
第一节	收尾安全技术措施·····	243

第二节 拆除安全技术措施.....	247
第三节 拆除运输及起吊安全技术措施.....	260
参考文献.....	264

第一章 综 述

开滦自筹备建矿以来，跨越了三个世纪，由于它的古老久远和特殊地位，开滦堪称中国近代工业的活化石。到目前开滦矿区（集团公司）已成为具有 131 年开采历史的国家特大型煤炭企业，其前身为开平矿务局。京山铁路纵贯其中，各矿都有支路相通，交通十分便利。1975 年原煤产量就曾达 2563 万 t，1976 年虽遭受强烈地震的严重破坏，但经过全体职工的不懈努力，充分发扬毛主席所说的“开滦特别能战斗”的精神，仅用了一年零五个月的时间，开滦矿区就全面恢复了正常的生产。近年来，开滦集团公司更是充分发扬优良传统，深入挖掘企业潜力，大力加快机械化进程，坚持以人为本，积极引进高素质人才，为实现“打造现代化大型企业，让百年开滦基业长青”的目标注入了源源不竭的动力。

一、开滦矿区（集团公司）的由来

清朝期初河北省人口密度不断增加，每平方公里达 31 人。滦县为河北繁荣县，农产不敷应用，唐山一带在“煤苗富有之区”，时有人要求采矿。于是在滦县开平镇乔屯村西开始建矿。当时乔屯村因建矿人口剧增，店铺繁荣，设乔屯镇，后改镇为市。1740 年（乾隆五年）清朝档案记载，滦县有煤窑三座，为民间自行开采。1876 年（光绪二年）“洋务派”代表人物之一，北洋大臣直隶总督李鸿章派上海轮船招商局总办唐廷枢兼开平矿务局总办，筹办开平矿务局。

1876 年 10~11 月（光绪二年八九月）唐廷枢后带领英国矿师马立师（Morris）到开平一带勘查。集白银 80 万两，于 1878 年 7 月 24 日（光绪四年六月二十五日）设局于开平镇，即官督商办之“开平矿务局”正式成立。先后建成唐山、林西、西北井 3 对生产矿井。到 1900 年从业人员已有 9000 余人，年产 80 余万吨煤炭，是全国采用“西法”开采最成功的煤炭企业。

1906 年 12 月 17 日直隶总督袁世凯命直隶臬司、长芦盐运使周学熙筹建“北洋滦州官矿有限公司”，先后建设了马家沟矿、赵各庄矿。

1912 年 6 月 1 日，开平、滦州两公司签订“联合”经营合同，成立“开滦矿务总局”。1945 年 8 月 15 日，日本投降后，国民政府派接收大员于 11 月 19 日接收了由日本军管理的开滦矿务总局。

1948 年 12 月 12 日唐山解放，21 日唐山市军事管制委员会派出军代表进驻开滦，监督并帮助开滦维持生产和安定职工生活。1952 年 5 月 17 日中央人民政府燃料工业部代管开滦煤矿，成立“开滦煤矿总管理处”。1980 年 6 月 23 日，河北煤管局批准开滦煤矿改称“开滦矿务局”。1997 年煤炭工业部煤办字〔1997〕第 630 号文批复了“开滦矿务局关于组建开滦（集团）有限责任公司的请示”，于 1999 年 12 月 8 日更名“开滦（集团）有限责任公司”至今。

开滦矿区的发展是中国工业发展的一个缩影，它的产生、发展和壮大经历了清政府的软弱无能、帝国主义的掠夺蹂躏、国民党政权的反动统治和中华人民共和国的大力扶持。同时开滦矿区的发展也是一部民族屈辱史，矿工苦难史，更是工人阶级产生、成长、壮大的斗争史。它的产生、发展、壮大在中国近代工业史上有着不可忽视的重要地位。

二、开滦矿区的生产现状

开滦矿区地质条件复杂，开采深度大，开采难度高，现有生产矿井均采用立井多水平开拓方式。然而开滦矿工充分发扬不怕吃苦、特别能战斗的精神，努力克服了各种困难。到1985年，开滦矿区已建成了9对生产矿井，即：唐山矿、林西矿、马家沟矿、赵各庄矿、唐家庄矿、范各庄矿、吕家坨矿、荆各庄矿、林南仓矿，年设计生产能力为1500万t。1988年底又投入年设计生产能力400万t的钱家营矿，全局产煤达1752.53万t。后又建成了年产100万t原煤的东欢坨矿。到2007年开滦集团公司有三大煤炭生产基地，即煤业分公司、精煤股份公司、蔚州矿业公司，生产原煤3072万t。在建设开发的煤炭基地两处，即内蒙矿区、新疆矿区。

开滦矿区目前的采煤方法主要采用长壁开采。采煤工艺除急倾斜煤层使用电钻打眼爆破落煤外，基本上实现了综合机械化采煤。

开滦矿区历来重视引进先进的生产设备，并以此来促进生产效率的提高。其中在提升、通风、排水、运输、采掘等主要生产环节上引进的先进技术装备均居全国同行业领先水平。现全矿区共拥有采煤主要机电设备58400台，洗选设备1958台，机加工设备1483台。其中有425台（套）是20世纪80年代引进国外的先进设备，如大型自动化提升设备，综合机械化采煤设备，联合掘进机等。自1982年以来，先后有10个综采队达到年产原煤100万t以上水平、3个综采队达到年产原煤200万t以上水平。巷道掘进以钻爆法为主，近年来使用了部分联合掘进机。1988年掘进机械化程度48.09%，其中综掘占15.96%。随着新技术、新设备的应用，煤炭开采效率逐年提高，生产能力飞速增长。2007年采煤机械化程度已达到96.08%，原煤产量达3072.59万t（图1-1），原煤工效7.997t/工，分别是1953年原煤产量567.50万t，原煤工效0.692t/工的5.41和11.556倍。而百万吨死亡率由1953年的2.47下降到2007年的0.227，仅为1953年的1/11，下降了90.81%。

为配合煤矿生产的不断发展，开滦矿区先后建立了7座洗煤厂，年入洗原煤能力达1420万t。此外，开滦集团还有矾土矿、机电修配厂、发电厂、建筑材料厂、火药厂、基建公司（包括建井一处、建井二处、土建工程处、机电安装处）和钻井队等生产建设单位。

开滦矿区生产的煤炭产品除供应鞍山钢铁公司，首都钢铁公司，本溪钢铁公司，宝山钢铁公司，包头钢铁公司，唐山钢铁公司，宣化钢铁公司，北京焦化厂，唐山发电总厂等大型企业及北京，上海，天津三大城市煤气用煤等100多个用户与公司外，还远销日本和朝鲜等国家；除煤炭产品外，还有煅烧硬质粘土、铁铝小渣、高铝矾土、焦宝石及硫精砂、水泥、水泥制品、砖瓦、石材、石棉瓦以及矿用安全炸药、雷管、机电产品、电力、工艺美术品和食品饮料等。

开滦集团公司立足于“打造现代化大型企业，让百年开滦基业长青”的目标，充分

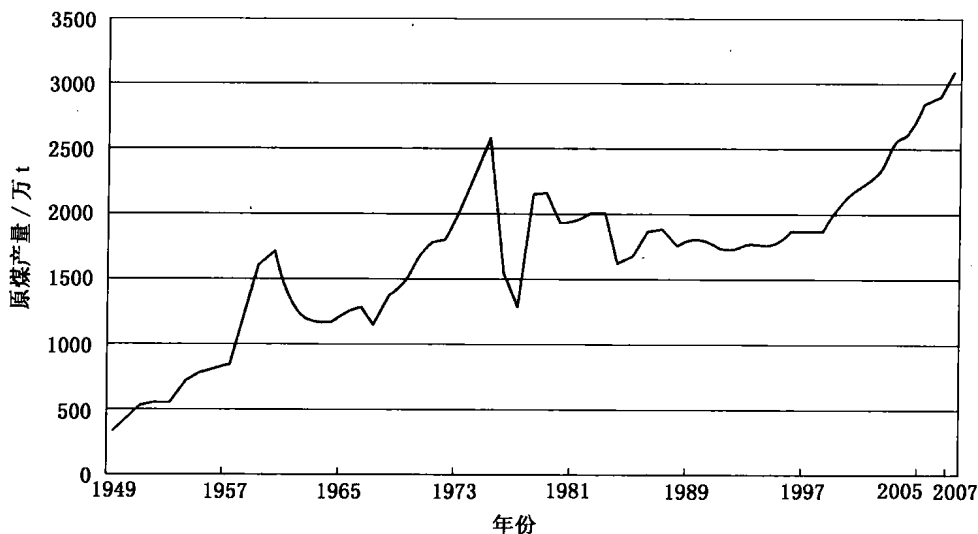


图 1-1 开滦矿区 1949—2007 年原煤产量

发扬传统精神，立足实际，积极发挥自身优势，经过广大干部职工群众的不懈努力，取得了丰硕的成果，荣获了诸多奖项。其中 1982 年马家沟矿 13 级冶炼精煤，1983 年吕家坨矿 14 级冶炼精煤，1984 年唐山矿 12 级冶炼精煤，1985 年林西矿 14 级冶炼精煤，获原煤炭工业部和河北省优质产品称号。公司自行研制的矿用 8 号瞬发电雷管获河北省优质产品称号，矿用乳化炸药获 1985 年国家科技进步一等奖。通过各个部门的不懈努力，1988 年拥有固定资产原值 30.5 亿元，净值 20.2 亿元，工业总产值 4.5 亿元。到 2007 年集团公司固定资产原值发展到 182.30 亿元，净值达到 123.59 亿元，工业总产值达到 55.44 亿元。

进入 21 世纪以来，开滦集团公司认真贯彻落实党中央有关精神，与时俱进求发展，进一步深化改革，先后成立了煤业分公司、精煤股份公司、蔚州矿业公司，并形成了以开滦唐山为主，蔚州为辅的两大煤炭生产基地，三大煤炭生产公司的格局。目前，开滦集团公司正朝着跨行业、跨地区、跨国的大型综合性企业发展。煤炭生产将形成以开滦本部为主辐射蔚州、内蒙古、新疆、及加拿大盖森矿区。规划 2010 年实现原煤产量 5000 万 t，2015 年达到 1 亿 t。展望未来，有理由相信开滦集团在党的正确领导下，充分发扬优良传统，并通过广大职工群众的不懈努力，一定会为建设有中国特色社会主义事业再立新功，再创新的辉煌！

第二章 我国综合机械化采煤技术发展历程

第一节 国外综合机械化的发展简介

自 1954 年第一个综合机械化采煤工作面在英国诞生以来, 经过 20 世纪 60 年代的完善提高, 综采技术装备日益成熟, 70 年代后期各先进产煤国家不断创出高产高效新纪录。有关专家在 20 世纪 80 年代曾提出 90 年代将出现日产 30 ~ 40kt 的高产综采面, 并预言一矿一面是今后矿井发展的主要方向, 这一目标已在 20 世纪末实现。

进入 20 世纪 90 年代, 高产高效世界纪录不断刷新, 且多向一矿一面发展。德国萨尔公司的恩斯多尔夫矿在长 335m, 采高 3.0m 的工作面, 用德国艾柯夫公司生产的 SL500 型电牵引采煤机, 日产商品煤 11560t。

法国洛林矿区拉乌弗矿用英国 AS 公司生产的 EI - 2000 型采煤机, 最高日产量达 22249t。

澳大利亚新南威尔士尤兰矿工作面长为 250m, 平均采高 2.9m, 用艾柯夫公司产的 EDW - 450/1000L 型电牵引采煤机, 截深 1.0m, 牵引速度 10m/min, 1995 年 8 月创综采面日产煤 34130t 的高产纪录。

英国塞尔比矿 1995 年产煤 10Mt, 用 AM500 型电牵引采煤机创综采面周产 109191t 的欧洲纪录。

美国塞浦路斯公司 20 英里矿在 250m × 5280m 长壁综采面用朗艾道公司安德森 EL3000 型电牵引采煤机 (1426kW), 截深 0.9m, 用 2 × 8566kN 电液控制两柱掩护式支架, 3 × 734kW 强力刮板输送机, 1997 年 6 月创产商品煤 998064t 的世界纪录。

目前, 国外安全高效综采工作面正向“设备重型化、工作面大型化”的方向发展。综采工作面长度已达到 450m, 工作面最大推进长度已达 6000m, 最大采高已达 6.0m。采煤机装机功率超过 2000kW, 牵引速度为 15 ~ 21m/min, 生产能力达到 75t/min。同时, 采煤机均装备了以计算机为核心的电控系统, 采用先进的信息处理和传感技术, 对采煤机的运行工况及各种技术参数、信息进行采集、处理、显示、储存和传输。液压支架工作阻力已超过 12000kN, 支撑高度达到 6.0m, 支架中心距达到 2.0m, 具备双向自动顺序和成组顺序控制, 实现了带压移架, 支架支护强度高, 工作阻力大, 稳定性好, 大大减轻了工人劳动强度, 改善了生产条件。刮板输送机采用交叉侧卸式机头卸载装置, 增大了中部槽结构尺寸, 链条技术取得了长足进步, 装机功率已达到 4 × 800kW, 在机头机尾均采用双电机, 大幅度提高了输送能力和设备可靠性。

目前国外在生产条件很好的长壁工作面, 大力提高机械化的标准, 主要依靠提高机械化开采强度和设备可靠性, 使日产达到 1.0 万 ~ 1.5 万 t 以上, 安全高效工作面的主要设备技术参数标准如下:

(1) 采煤机功率 900 ~ 1500kW, 牵引速度 10 ~ 15m/min, 滚筒宽度 0.8 ~ 1.0m, 提高自动化和智能化的程度, 逐步实现离机操作和无人操作;

(2) 输送机生产能力 1000 ~ 2500t/h 和功率 800 ~ 1400kW, 槽宽 0.8 ~ 1.0m, 为延长设备寿命 (过煤量), 应加强监测和保护;

(3) 提高支架适应能力 (合理架型), 提高移架速度 8 ~ 12s/架和工作智能化, 提高安装和拆卸速度;

(4) 提高工作面配套设备能力和可靠性, 包括运输巷运输和转载、乳化液泵及水泵、电力供应和控制设备;

(5) 加大工作面设计参数 (大于 200m × 2000m) 以减少搬家次数和简化巷道系统。

第二节 我国综合机械化采煤技术发展历程

新中国成立之前, 我国的采煤工艺是一种无支护的穿硐式和高落式采煤在恶劣条件下从事笨重体力劳动, 手镐落煤, 人力驮筐和背煤, 大巷运输采用人推马拉。

新中国成立后, 煤炭工业的技术进步是从改革采煤方法开始, 很快淘汰了手镐落煤, 人力驮筐和背煤、工作面木支护和无支护、自然通风等极端落后的采煤工艺。推行了长壁式采煤法, 采用了煤电钻打眼、爆破落煤为主的“炮采”工艺。同时, 探索了采煤工作面各工序的机械化。1949 年鸡西试用了第一台苏制 KMΠ - 1 型截煤机和 CKP - II 型刮板输送机, 1953 年双鸭山煤矿首先在长壁工作面使用了深截式联合采煤机 (顿巴斯型康拜因)。到第一个五年计划末, 原国有重点煤矿的采煤机械化程度达到 4.11%。

1964 年鸡西煤矿首先使用 MLQ - 80 型浅截深滚筒采煤机和 SWG - 40 型可弯曲刮板输送机。同时工作面开始使用单体金属摩擦支柱和金属铰接顶梁, 实现了普通机械化采煤多循环作业。到第三个五年计划末, 原国有重点煤矿的采煤机械化程度达到 15.3%。

1970 年山西煤研所与大同矿务局共同研制的 TZ - 1 型垛式支架, 配套 MLQ - 180 型单滚筒采煤机和 SWG - 160 型刮板输送机, 率先在大同矿务局进行我国第一个综采工作面工业性试验。之后, 先后有唐山煤研所和郑州煤机厂合作研制的 MZ - 19/28 型组合迈步式支架在开滦、煤科院北京开采所与鹤壁矿务局合作研制的 WKM - 400 型铺网下框式迈步式支架在鹤壁等进行了工业性试验, 取得了一定的经验。

1972 年原燃料化学工业部组织北京、太原、上海等煤炭研究所、煤矿机械厂, 同时有第一、第二机械工业部和冶金工业部参加, 开始有计划地研制液压支架和三机 (采煤机、刮板输送机、转载机) 配套设备为主要内容的一系列综采设备攻关和综采工作面工业性试验。

为了吸取国外主要产煤国家发展煤炭生产经验, 在周恩来的亲自关怀下, 1973 年由国务院批准从德国、英国、波兰的几个公司引进了 43 套成套综采设备。自此我国有机会大量接触先进采煤国家的先进采煤装备和技术, 推动了我国综合机械化采煤技术及装备的试验、研制工作, 在引进设备的使用过程中, 发现引进的垛式和节式迈步式支架与顶板的适应能力较差, 影响了综采装备能力的发挥。

1978 年为了改变整个煤炭工业的面貌, 邓小平鼓励煤矿要发展综合机械化采煤, 从德国、英国、日本、法国的 10 个公司引进 100 套综采成套设备, 在中国的 20 个矿务局 50

个矿使用。这次引进更加重视技术的先进性、适用性和可靠性，在引进设备的同时并引进技术。这 100 套综采设备基本上是 20 世纪 70 年代中期国际上新开发出的新产品。液压支架多为带四连杆机构的四柱支撑掩护式和二柱掩护式，支护强度高，工作阻力和初撑力都较高，能及时支护，有侧护板，工作阻力最大达 5600kN，最大采高达 4.5m，最低采高为 0.6m，适应煤层倾角最大达 35°。在使用中，普遍较适应我国煤层赋存条件，取得了较好的经济技术指标，并首创了综采工作面年产百万吨水平。通过这一段时期的扩大引进和消化吸收，为国产的综采设备的研制打下了基础，提高了我国研制综合机械化采煤技术装备的能力和综合机械化开采的整体技术水平，使我国采煤综合机械化程度有了稳步的发展，推动了探索多种条件下综合机械化开采技术的研究工作。主要体现在：

(1) 我国采煤机械化程度得到了稳步提高，表 2-1 为国有重点煤矿 1978 年与 1985 年的比较。

表 2-1 1978 年与 1985 年我国采煤机械化程度比较

年 份	机械化采煤 产量/万 t	综采产量/ 万 t	采煤机械化 程度/%	综采程 度/%	采煤机械化 工作面平均 单产/ [t·(个·月) ⁻¹]	综采工作面 平均单产/ [t·(个·月) ⁻¹]	综采工作 面效率/ (t·工 ⁻¹)	平均工作 面个数/ 个
1978 年	6792.3	843.5	27.53	3.42	13562	2167		
1985 年	14818.1	7398.2	44.98	22.46	18746	35777	14.789	172.32
平均每年增长	1003.2	819.3	2.18	2.38	648	1763.3		

(2) 推动了我国采煤方法和工艺的多样化发展。在此期间，我国首次推动了仰采、俯采、回转、急倾斜煤层中的水平分层开采技术和工艺。

(3) 与液压支架配套使用的滚筒采煤机、刮板输送机的能力逐渐增大。采煤机总功率从 170kW 到 300kW、600kW、750kW、1030kW、1650kW 等；采煤机的牵引由有链到无链牵引、由液压到电牵引；刮板输送机能力从 500t/h 到 700t/h、1000t/h，链环从 $\phi 22\text{mm} \times 86\text{mm}$ 到 $\phi 26\text{mm} \times 92\text{mm}$ 、 $\phi 30\text{mm} \times 108\text{mm}$ 等，大大提高了采煤机械生产能力和可靠性。

随着我国综采技术整体水平的提高，针对我国各矿区煤层赋存特点的综合机械化安全高效成套开采技术的研究不断取得新的成果，其扩大使用推动我国综合机械化采煤技术水平的进一步提高。

目前，我国安全高效工作面的设备主要有以下 3 种类型：

(1) 采用国内研制的全国产新型综合机械化设备的综采工作面达到日产 7000t 以上，年产 200 万 t 以上，如铁法晓南矿、开滦唐山矿等。

(2) 引进部分关键综采设备，如电牵引采煤机、重型刮板输送机等，配备目前国产的大流量液压支架和大运量带式输送机，达到日产 20000t 以上水平，如潞安王庄煤矿等。

(3) 全套引进国外大功率综合机械化设备装备的工作面，达到日产 30000t 以上，如神华大柳塔煤矿。

第三节 我国综合机械化设备发展现状

1970年11月28日,我国第一套完整的全工作面成套综采设备在大同煤峪口矿8710工作面开始工业性试验,该试验结合我国具体条件,借鉴国外先进经验,历经摸索、研制、引进、推广的全过程,实验了综采技术突破,并由点到面使用范围不断扩大,充分发挥综采优势,取得明显的经济效益,开创了我国综合机械化采煤的历史。我国综采设备的发展,经历了从无到有、引进、消化、改进提高的过程,在综采技术和设备研制等方面取得了很大进步,并稳步提高。目前已形成了一套比较完整的综采机械化设备研究、设计、制造、测试和检修体系。我国综采工作面主要设备如下:

1. 刮板输送机

自1940年在德国使用刮板输送机以来,我国至今几乎所有的长壁工作面都使用刮板输送机,近年来,在科研和制造人员的努力下,发展为边双链、单链、中双链和准中双链刮板输送机;圆环链的机械性能由A级发展到D级(1000MPa),其直径由18mm发展到34~42mm,坚固耐用的链轮寿命达5年以上。20世纪80年代以来又发展了侧卸式刮板输送机,解决端头卸载问题。

目前,我国综采工作面刮板输送机,除引进十多套国外设备外,其余均为国产设备。20世纪80年代中后期,我国综采面刮板输送机以SGZ730型和SGZ764型两种机型为主,装机功率为264~400kW。由于功率小,可靠性差等原因,事故率普遍较高,据概率统计,占工作面事故率的19.1%。而采煤机和液压支架的事故率仅占10.8%和8%。进入90年代后,我国综采工作面刮板输送机主要以SGZ764型和SGZ830型两种机型为主,装机功率为400~630kW,目前,我国已能制造生产SGZ和SGB两个系列14个型号的刮板输送机。由于安全高效工作面的发展,现有机型已不能满足生产能力和过煤量的要求。开发研制成功的SGZC880×2×400型重型刮板输送机,装机功率为2×400kW,最大运量为1500t/h。目前,我国生产的刮板输送机与国外先进水平仍存在较大差距。

2. 滚筒采煤机

我国的采煤机发展是从20世纪70年代引进西方国家先进采煤机械化设备和技术开始的。为探索我国采煤机械化,原煤炭工业部集中了各方面技术力量研究适应我国的采煤机械化设备,研究出了MLS1-150等代表性的采煤机,从此揭开了我国的采煤机发展。开始广泛应用液压采煤机,并达到了国际先进技术水平。随后在技术不断进步的情况下,直流控制技术开始引用到了直流电牵引采煤机上。到90年代初煤炭科学研究总院上海分院与波兰合作,在国内率先研制成功我国第一台采用交流变频调速技术的薄煤层强力爬底板采煤机以后,又研制成功了截割电机纵向布置的交流电牵引采煤机,并成功应用于晋城、淮南、徐州、大同等局矿。

到目前为止,国内各采煤机生产厂家均对交流电牵引采煤机进行了大量的研发。如太原矿山机械厂在与上海分院合作时,将AM500型液压牵引采煤机改造成了MG375/830-WD型交流电牵引采煤机,随后又与兖州矿业集团合作,研制成功了MGTY400/900-3.3D型交流电牵引采煤机;而鸡西煤机厂在与上海分院合作时,也将MG2X300-W型液压牵引采煤机改造成了MG300/360-WD型交流电牵引采煤机,后来又开发了MG200/463