

淮南煤矿科学技术 研究成果史料汇编

第三卷

淮南煤矿瓦斯治理技术研究成果



淮南矿业（集团）有限责任公司 编著

 煤炭工业出版社

淮南煤矿科学技术研究成果史料汇编

第 三 卷

淮南煤矿瓦斯治理技术研究成果

淮南矿业(集团)有限责任公司 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

淮南煤矿瓦斯治理技术研究成果/淮南矿业(集团)有限责任公司编著. --北京:煤炭工业出版社, 2013

(淮南煤矿科学技术研究成果史料汇编; 3)

ISBN 978-7-5020-4259-2

I. ①淮… II. ①淮… III. ①煤矿—瓦斯治理—研究—淮南市
IV. ①TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 147198 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

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行



*
开本 889mm × 1194mm¹/₁₆ 印张 55³/₄

字数 1661 千字 印数 1—1 100

2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

社内编号 7087 定价 286.00 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

前言

淮南煤矿历史悠久，中外闻名，1903年开矿至今，历经世纪风雨。跨越历史长河，穿过百年光影，回首沧桑岁月，百年办矿路，如同一幅气势恢宏的历史画卷，展现在世人面前。

1903年，清政府开办了淮南第一个近代意义的煤矿——大通井。1909年大通煤矿公司成立。1930年淮南煤矿局成立。1937年淮南矿路股份有限公司成立，隶属于国民政府建设委员会，宋子文任董事长。1949年1月18日，淮南煤矿和平解放。1950年7月淮南矿务局成立，先隶属于中央燃料工业部，后隶属于煤炭部。1998年3月改制为淮南矿业（集团）有限责任公司，成为省属国有企业。

新中国成立前，淮南煤矿饱受官僚资本家和日本侵略者的剥削掠夺，仅有大通、九龙岗、八公山（新庄孜）3对小煤井，平均年产煤27万t，累计出煤1070万t。20世纪50年代，淮南煤矿进行第一次大规模建设，新建8对大中型矿井。“一五”期间平均年产343万t，“二五”期间年产迅速提升到1294万t。1960年最高年产1641万t，成为当时闻名全国的“五大煤矿”之一。20世纪七八十年代，潘谢新区会战掀起了第二次建井高潮，原规划建设10对矿井，总规模3250万t，但由于瓦斯灾害制约和建井技术等方面的原因，实际建成4对现代化矿井，总规模1210万t。

众所周知，一块整装煤田的开采周期为100年左右。淮南煤矿开采了110年，还没采出十分之一的储量，这在国际采矿界并不多见。矿区第四纪冲积层厚、煤层埋藏深、地质构造复杂、开采深度大（平均在600~800m），可采煤层多（8~15层），开采煤层总厚度大（22~34m）。瓦斯、水、火、地压、地温等灾害时刻威胁着矿井生产，成为困扰淮南煤矿的“魔咒”。由于地质条件复杂，五大灾害严重，并且没有找到有效的技术方法和管理手段，长期制约了淮南煤矿的安全健康发展。新中国成立前的40多年间，各类事故频发，不胜枚举，百万吨死亡率高达38.2人，仅1943年的半年多时间就有1.3万名矿工被夺去生命。大通“万人坑”的累累白骨就是旧社会煤矿工人悲惨命运的真实写照。新中国成立后，重大事故、零星事故仍时有发生，安全状况始终没有根本好转。从1949年到2001年，煤矿百万吨死亡率平均为4.01。期间发生瓦斯事故19起，死亡413人，其中1980年至2001年发生事故17起，死亡392人；1959年以后，发生重大水害事故62起；20世纪90年代后，发生自然发火事故28起。以上原因致使矿区产量也长期徘徊在1000万t/a。

面对复杂的客观条件，淮南矿区人从未停止对改变开采历史、加快矿区发展的探索，特别是20世纪90年代中后期以来，从技术创新入手，破解难题，以攻关瓦斯综合治理技术为始，大力开展瓦斯综合治理、快速建井、地压、地温及防治水技术攻关，创

新了技术和管理理念,攻克了一系列影响淮南矿区安全高效开采的技术难题,形成了以瓦斯综合治理为引领的技术体系。

(1) 瓦斯治理从重灾区走向治本之路的重大成果。在 20 世纪七八十年代,随着矿井开采向深部推进,瓦斯含量、压力日益增大,矿井相对瓦斯涌出量最大达 $39.67 \text{ m}^3/\text{t}$ 、绝对涌出量 $150 \text{ m}^3/\text{min}$ 。进入 90 年代后,矿井瓦斯涌出量剧增,从 $270 \text{ m}^3/\text{min}$ 增加至 $820 \text{ m}^3/\text{min}$,国内罕见。1980 年至 1997 年矿区发生瓦斯事故 17 起,死亡 392 人,1987 年矿区百万吨死亡率高达 9.4。瓦斯危害矿工生命安全给矿区留下了刻骨铭心的记忆,“瓦斯不治,矿无宁日”。因此,淮南矿业集团率先提出“瓦斯事故是可以预防和避免的”、“安全生产的矛盾统一于先进的生产力”的理念,确定“发展先进生产力、保护生命、保护资源、保护环境”的发展战略。坚持对瓦斯威胁保持高度的敏感性和责任心;坚持强化瓦斯治理的自主创新和攻关研究;坚持“可保尽保、应抽尽抽”、“先抽后采、以抽定产”、“煤与瓦斯共采、治理与利用并重”、“高投入、高素质、强技术。严管理、重利用”、“只有打不到位的钻孔、没有卸不掉的瓦斯”等理念,走“以自主创新为主、产学研相结合”的瓦斯治本的技术发展之路。淮南矿业集团在不断攻克矿区瓦斯治理技术难题的同时,承担并完成了国家“十一五”科技支撑计划“地面钻孔抽采采动影响煤层及采空区瓦斯技术集成与示范”、“矿井深部开采安全保障技术及装备开发”;“十二五”科技支撑计划“煤矿深部围岩结构与应力场探测分析系统研究”、“两淮煤矿沉陷区生态环境综合治理关键技术的集成与示范”;“973”计划“煤炭资源安全开采的关键理论问题研究”、“煤与瓦斯突出灾害模拟和预警模型研究”;国家科技重大专项“两淮矿区煤层群开采条件下煤层气抽采示范工程”等科技计划 7 项。先后与中国科学院、中国矿业大学、中煤科工集团及相关院所、中国科学技术大学、安徽理工大学、河南理工大学、日本能源中心、澳大利亚联邦科学院、德国鲁尔集团等开展 50 多项技术合作。经过 10 多年的探索研发,创立了国际领先的以卸压开采抽采卸压瓦斯、沿空留巷“Y”型通风无煤柱煤与瓦斯共采为主的瓦斯综合治理技术体系,取得了“低透气性煤层群无煤柱煤与瓦斯共采技术”、“巷道安全输送和浓缩技术”、“井上下瓦斯抽采技术”、“巷道安全快速揭煤技术”等 20 项关键技术创新成果。21 世纪以来,淮南矿区瓦斯治理技术领跑于行业,并达到国际一流。2005 年、2011 年国务院在淮南召开了全国煤矿瓦斯防治现场会,推广淮南瓦斯治理 20 种理念、50 项技术、50 项管理方法。淮南瓦斯治理 18 项企业标准被吸纳上升为行业及国家标准,淮南煤矿受国家有关部门委托承办了 4 次中国(淮南)煤矿瓦斯治理国际会议。

(2) “三下”采煤技术难题及研究成果。20 世纪五六十年代建设的矿井,其开采范围大多处于淮河、国家铁路及含水流砂层下面。沿淮河南岸矿区走向 20 km 范围内,密集兴建了谢一、谢二、谢三、李一、李二、毕家岗、李嘴孜、孔集等总能力为 600 万 t 的 8 对矿井,几乎每矿都存在“三下”采煤问题:李一、谢二矿国铁压煤;孔集含水砂层下压煤;李嘴孜、毕家岗、新庄孜等矿淮河水体、淮河堤压煤,还有大通、九龙岗两矿报废前井筒工业广场煤柱的开采等。“三下”采煤点多面广,压煤量大,难题不少。

淮南矿区在煤炭部的支持下,开展了多项研究,做了大量的工作,例如:1964年投产的孔集矿被煤炭部列为“流砂层下开采试验矿井”;1960年投产的李嘴孜矿被确定为“流砂层下和淮河下试验开采矿井”。课题以“试采”为主,通过多煤层、多采区、多工作面的试验开采,经过安全测试、实践证实可行后,作为课题成果。如孔集矿试采成果是依据对9层煤3个采区51个工作面安全开采实践与测试数据总结而成的,同样李嘴孜矿淮河河床下试采成果也是多个工作面安全开采实践数据总结而成。上述课题成果于1973年在淮南召开的全国首届“三下”采煤现场会上被交流。矿区水体下试采率先开展淮河河床区的水上施工勘探,在国内属于首次,先后投入近400个钻孔和震波CT等多种方法对60个试采面顶板冒落导水裂隙带发育高度进行探查观测,依据实测数据建立了反映不同倾角煤层工作面顶板导水裂隙带发育高度规律的经验公式,是国内首创,后推广到全行业,并被采用进入行业规范。成果曾获1983年度煤炭部“三下”采煤科技进步特等奖,1985年度国家科技进步一等奖。矿区“三下”采煤技术的成功研究,为20世纪60~90年代保持矿区产量的稳定发挥了关键的作用。矿区1969年、1979年、1989年的年产煤量分别为846万t、961万t、916万t,2002—2010年“三下”压煤总采出煤量达1.4亿t。

(3) A组煤底板太原统灰岩岩溶水突水危害及治理研究成果。1980年之前矿区灰岩发生了大小突水事故18次,其中1977年10月谢一矿33采区33113工作面突水量最大达 $1002\text{ m}^3/\text{h}$,造成延深水平井巷全部淹没的重大事故。从李二矿至孔集矿共9对矿井均有灰岩水水害隐患,矿务局于1979年编制了矿区9对矿井A组煤灰岩岩溶水水害查、治总体方案,报煤炭部审定批准,由矿务局负责组织实施。在李二矿至谢三矿的5对矿井同时大流量、大降深的疏水降压模拟放水试验中,同日同时组织600名观测人员进行井上下的观测,创当时全国新纪录。通过1979—1983年的矿区岩溶水水害查治试验研究,查明了-600m以上A组煤水文地质条件,同时先后在新庄孜矿的A组煤工作面开展底板采动破坏突水机理和突水系数0.5的专题观测研究,并对52个工作面试采验证,从而获得具有自主知识产权的多项创新成果。课题成果获1981年度煤炭部科技进步二等奖。从1980年至今30多年以来,岩溶水水害查治成果的推广应用杜绝了岩溶水水害的发生。

(4) 复杂煤层群开采条件技术难题及研究成果。淮南矿区为复杂地质条件煤层群开采,可采煤层厚度 $0.5\sim 7\text{ m}$,煤层倾角 $0^\circ\sim 90^\circ$,初期采煤方法陈旧落后,如急倾斜厚煤层采用落垛式,薄及中厚煤层采用挑皮等非正规采煤方法,缓倾斜厚煤层采用以短壁工作面为主的两镐加一炮落煤工艺方法。这些方法效率低、劳动强度大、安全性差、矿井效益差,1949年、1959年、1969年的回采工年均效率分别为 0.88 t/工 、 0.47 t/工 、 3.58 t/工 。为改革、创新采煤方法,矿区上下做了大量研究工作。大通矿从1956年开始对急倾斜煤层采煤方法进行改革试验,至1965年成功创造发明了“急倾斜煤层柔性掩护支架采煤方法”,以其适应性强、安全性高、生产指标先进而很快在矿区所有的6对急倾斜矿井推广应用。历经60多年的不断研究,至2011年,矿区共取得6项重大研

究成果,其中获省部级一等奖2项。李嘴孜矿、潘北矿研发的“大倾角、厚煤层综采技术”成果,解决了困扰淮南煤矿多年的急倾斜厚煤层综采关键问题,获得了2011年度中国煤炭工业协会科技进步一等奖。6项采煤方法创新成果的应用,为提高矿区采煤机械化程度、提高矿井产量和回采工效提供了技术支撑,矿区1999年、2002年、2012年回采工效分别提升为7.21 t/工、14.18 t/工、30.52 t/工,2012年采煤机械化程度达95.98%,极大地推进矿区煤炭产量的高速增长,2012年达到7106万t。

(5) 深厚表土层建井技术难题及研究成果。位于淮河北岸的潘集谢桥矿区,是国家建设14个亿吨级煤炭基地之一。矿区面积1570 km², -1000 m以上储量122.4亿t,开采需要穿过厚度154~532 m的深厚冲积层。由于水文地质和工程地质条件复杂,1973—1991年开发建设的潘一、潘二、潘三和谢桥4个煤矿的20个立井,由于缺乏冻结法施工经验和快速凿井技术,穿过深厚冲积层的技术难度极大,造成凿井工期长,并有井壁破裂突水事故发生。如潘一矿主井冲积层厚度仅159.4 m,耗时9年(108个月)才建成竣工,平均月成井仅6 m;潘一矿东风井冻结竣工13个月后,井壁解冻后破裂,发生突水淹井重大事故;谢桥矿副井穿过冲积层厚度301.3 m,先后两次(1984.12.21、1987.12.24)在冲积层段井壁破裂造成突水淹井事故,历时7.3年(81个月)才竣工成井。为此,淮南矿业集团统筹组织,由企业、施工、院校科技人员组成技术攻关团队,对冻结法、钻井法凿井关键技术难题按高起点、高目标、高标准要求,从设计源头抓起,组织攻关研究,取得了突破性成果。进入21世纪后,在不到8年的工期内,安全、快速地完成了8个新矿井的31个立井凿井任务,并创造了多项行业领先的凿井施工新纪录。如朱集矿副井井深959.55 m,冲积层330.13 m,总工期11个月零6天,月平均成井79.8 m,是潘一矿主井工期的13.31倍;张集矿进风井8.3 m超大直径,立井井深440 m,穿过冲积层厚度401.22 m,采用钻井法凿井成功创造了我国8.3 m超大直径钻井法凿井成功的新纪录。冻结法凿井取得了10余项关键技术的成果,为保障煤炭基地的安全顺利建成提供了可靠的技术保障。

(6) 巷道围岩控制和支护技术难题及研究成果。淮南矿区岩巷工程所遇到的岩层以泥质页岩、泥岩、泥质胶结的粉砂岩等为主,其单向抗压强度一般小于30 MPa,部分岩层虽然岩块强度较高,但由于构造等因素的影响,节理裂隙发育,岩层呈破碎状,岩体强度很低。20世纪90年代末,由于开采深度进一步加大,巷道围岩控制与维护越来越困难,特别是谢桥、顾桥、丁集等新区,采用通常的围岩控制与支护手段难以满足正常生产需求。为从根本上扭转被动局面,淮南矿业集团就深部矿井极易离层破碎型煤岩巷道围岩控制理论与技术进行全面的攻关,通过10多年的改革实践,形成了一套具有淮南矿区特色的软岩综合支护技术体系,有效地解决了巷道掘进速度缓慢、有效断面小、维修工程量大等一系列生产建设上亟待解决的问题,全面促进了生产建设的稳步发展。

由于破解了世界性的瓦斯难题,达到了保护生命、解放和发展生产力的双重目标,从1998年以来淮南煤矿已有16年没有发生瓦斯爆炸事故,保障和极大地提高了矿区安全、生产的水平。矿区百万吨死亡率2001年前平均为4.01,2012年下降为0.07,下降

了近60倍。近10年来,淮南煤矿累计生产煤炭5.23亿t,是新中国成立前49年产量总和的52倍,比矿区前100年的总产量还多6000万t。2012年矿区总产量7106万t,比2001年的1774万t提高了近3倍。完成了企业“煤电一体化”企业体制的创新,使淮南煤矿建设成为全国6大煤电基地之一、全国10个亿吨级煤炭基地之一、黄河以南最大的煤电能源企业。

淮南煤矿瓦斯技术综合服务已发展成为矿区新的产业,截至2012年,淮南瓦斯治理经验已在全国30多个矿区100多个矿井全面推广,技术服务覆盖产能21亿t,开创了中国煤矿瓦斯治理技术产业化、商品化的先河。

技术成果的取得,不仅转变了企业的发展方式,提升了企业发展的速度,还大大加强了企业的创新能力。2005年以来,国家相继批准由淮南矿业集团组建“煤矿瓦斯治理国家工程技术研究中心”、“煤矿生态环境保护国家重点实验室”、“煤炭开采与环境保护国家工程实验室”等科技创新平台,2013年1月国家又批准由淮南矿业集团组建“煤炭开采国家工程技术研究院”。展望未来,淮南矿区人将以安全、科学、绿色开采为目标,继续加大科技创新力度,积极探索高瓦斯、高地压、高地温、复杂地质条件下的千米深井瓦斯地压、地温治理技术和工程理论,探索建设高瓦斯、煤与瓦斯突出危险条件下的千万吨级矿井、单产1000万t以上工作面的综合技术和管理标准、规范。

为继承和发扬这些技术精华,为世人了解煤炭科技,为工程技术人员应用这些先进技术获得更多宝贵财富,淮南矿业集团决定将淮南煤矿在长期生产实践过程中积累的丰富经验及理论成果以《淮南煤矿科学技术研究成果史料汇编》编纂出版,奉献给全矿区、全行业、全社会。百年淮南煤矿,数代淮南煤矿人,把开采技术条件复杂、灾害严重的小煤窑,打磨成了技术密集、多元发展的综合性现代化大型煤电企业,实践经验和研究成果浩如繁星。本《汇编》仅在与煤炭开采密切相关的“三下”采煤、建井技术、围岩控制及支护技术、瓦斯综合治理技术、煤层开采技术、水害查治技术等领域,立足行业当代技术发展水平的高度,遵循系统性、科学性、实用性、先进性的原则,以历史的眼光和视野,对各个历史阶段所取得的技术成果,进行汇集、编纂,力争为矿区和国内同行读者打造具有科学性、实用性、综合性并具有保存、推广、交流价值的企业科教文化史料丛书。

本《汇编》所收录的科研成果史料,是企业参与攻关研究的历代工程技术人员及有关科研院所、高校的专家、教授长期潜心钻研、艰苦探索、忠诚奉献的心血和智慧的结晶,是历届历任领导为推进淮南煤矿科技进步精心谋划、献计献策所培育的硕果,也是参与矿区科学试验研究广大矿工的劳动成果。在汇编出版之际,特此向领导和所有的同志们表示衷心感谢和崇高敬意。

由于时间、能力有限,汇编中还存在不足和错误,恳请读者批评指正。

总 目 录

第一卷 淮南煤矿深厚表土层建井技术研究成果

综述

第一部分 冻结法、冻结注浆结合法、钻井法凿井技术研究

- 第一篇 淮南矿务局张集矿井立井过深厚钙质黏土层凿井技术研究
- 第二篇 淮南矿区特厚表土层冻结法凿井关键技术研究及其应用
- 第三篇 立井深厚表土层“S”孔地面预注浆与冻结造孔完全平行施工综合技术研究
- 第四篇 净径8.3 m超大井筒穿厚表土钻井法设计施工关键技术与智能监控方法研究
- 第五篇 潘谢矿区新井建设相关论文选编

第二部分 过深厚表土层深井凿井综合技术理论研究与应用

- 第六篇 信息技术在深厚表土层立井冻结施工及井壁受力分析中的研究与应用
- 第七篇 千米深井安全快速揭煤技术研究与应用
- 第八篇 深井冻结壁融化规律与井壁优化注浆研究
- 第九篇 深立井连接硐室群围岩动态响应规律及其支护技术研究
- 第十篇 千米深井井底车场高地应力软弱围岩巷道(硐室)群支护技术研究

第二卷 淮南矿区巷道围岩控制及支护技术研究成果

综述

第一部分 淮南矿区地应力测试及围岩分类

- 第一篇 煤巷围岩地应力测试及围岩分类
- 第二篇 岩巷地应力测试及围岩分类

第二部分 深井巷道围岩稳定性控制理论及工程实践

- 第三篇 极易离层破碎型煤巷围岩控制理论与工程实践
- 第四篇 无煤柱沿空留巷围岩控制理论与工程实践

第三部分 动压软岩巷道工程理论及支护技术

- 第五篇 淮南矿区岩巷围岩控制理论与工程实践
- 第六篇 高地应力软岩巷道主动支护与锚注加固技术

第三卷 淮南煤矿瓦斯治理技术研究成果

综述/1

第一部分 淮南矿区局部瓦斯治理技术/27

第一篇 采煤工作面瓦斯治理技术/29

第二篇 采空区瓦斯治理技术/101

第三篇 边抽边掘抽采瓦斯消突理论与技术/119

第四篇 煤层自然发火综合防治技术/171

第二部分 松软低透煤层群瓦斯抽采理论与技术/289

第五篇 岩层卸压瓦斯抽采理论与技术/291

第六篇 卸压开采增透抽采瓦斯理论与技术/327

第七篇 松软低透强突出煤层强化抽采消突技术/421

第八篇 地面钻井抽采瓦斯技术/469

第九篇 采掘工作面(包括石门揭煤)突出预测预报敏感指标体系及其临界值的确定/511

第十篇 深井强突出煤层安全钻进防喷技术与装置研制/575

第十一篇 矿井瓦斯抽采与消突的安全监控及数字化管理系统研制及应用/631

第十二篇 突出区域预测瓦斯地质方法研究与应用/659

第十三篇 瓦斯综合利用技术/671

第三部分 低透气性煤层群无煤柱煤与瓦斯共采技术/697

第十四篇 绪论/699

第十五篇 无煤柱煤与瓦斯共采理论基础/715

第十六篇 无煤柱留巷围岩控制技术/737

第十七篇 新型巷旁充填材料与快速留巷充填工艺系统/771

第十八篇 无煤柱留巷钻孔法抽采瓦斯技术/811

第十九篇 安全保障体系/823

第二十篇 无煤柱煤与瓦斯共采工程实践/847

第四卷 淮南矿区煤层开采技术研究成果

综述

第一部分 急倾斜煤层开采技术

第一篇 急倾斜煤层柔性掩护支架采煤方法

第二篇 大倾角厚煤层综采技术

第二部分 倾斜厚及中厚煤层开采技术

第三篇 高瓦斯“三软”厚煤层倾斜长壁大采高综采工作面高产高效综合技术

- 第四篇 深井“三软”中厚煤层综采工作面安全高效综合技术
- 第三部分 卸压薄煤层开采技术
- 第五篇 卸压薄煤层开采技术与装备
- 第六篇 淮南矿业集团谢一煤矿 5111C15 工作面薄煤层综采技术

第五卷 淮南煤矿“三下”安全开采技术研究成果

综述

- 第一部分 淮南煤矿井筒及工广下、国铁下、住宅下安全开采技术研究
- 第一篇 淮南大通煤矿井筒、工广煤柱安全开采技术研究
- 第二篇 淮南九龙岗煤矿主、副井井筒及工业广场煤柱安全开采试验研究
- 第三篇 大张线望李段 K_{16} — K_{17} 铁路下 C_{13} 槽急倾斜煤层铁路煤柱试采
- 第四篇 新庄孜矿麻纺厂职工住宅区下采煤研究
- 第五篇 淮南谢家集二矿 24 m 大跨度铁路桥下采煤研究
- 第二部分 淮河堤下采煤堤防安全论证、堤坝损害及维护研究
- 第六篇 淮堤下采煤堤防安全的技术论证
- 第七篇 淮河黑李堤下采煤安全技术论证
- 第八篇 淮南矿区采动段淮堤稳定性安全论证
- 第九篇 淮河堤坝下垮落法采煤堤坝的损害及防治研究
- 第十篇 淮南煤矿新庄孜、李嘴孜矿区淮堤采动段工程地质条件评价及裂缝疏松带探测试验
- 第三部分 淮南煤矿水体下采煤试验研究成果
- 第十一篇 淮南矿区水体下采煤试验研究实践历程与成果回顾
- 第十二篇 谢桥煤矿水体分类的条件勘查与评价研究
- 第十三篇 潘谢矿区风氧化带煤层综采压架出水条件勘查测试与防治方法研究
- 第十四篇 淮南孔集矿复合水体下急倾斜 A 组煤开采水害防治方法试验研究
- 第十五篇 孔集井田 A 组煤采后顶、底板破坏震波 CT 探测试验研究

第六卷 淮南煤矿岩溶水水害查治技术研究成果

综述

- 第一部分 淮南矿区 A 组煤底板岩溶水水害查治技术研究
- 第一篇 淮南矿区 A 组煤底板岩溶水文地质查条件及防治方法研究
- 第二篇 淮南矿务局谢一矿 -250 m 水平三三采区 33113 顶工作面底板突水水文地质调查研究

- 第三篇 淮南矿区李二至孔集井田太原组地层勘探及初步研究
- 第四篇 淮南矿区 A 组煤底板岩溶含水层放水、模拟疏水降压试验
- 第五篇 淮南矿区李二至毕家岗井田地质构造特征及控水构造研究
- 第六篇 淮南矿区地下水水化学特征研究及示踪试验
- 第七篇 淮南矿区李二至孔集井田灰岩岩溶发育规律及富水性特征研究
- 第八篇 淮南矿区新庄孜井田 4303 工作面底板隔水层采动破坏变形规律及突水系数测试、验证试验研究
- 第九篇 淮南矿区李二至新庄孜井田直接充水含水层—太原群 I 组灰岩涌水量预测计算研究
- 第十篇 淮南矿区“直通式”及“过采空区”水文地质深孔施工技术

第二部分 淮南矿务局孔集井田 A 组煤底板岩溶水水害查治

- 第十一篇 孔集井田 A 组煤底板岩溶水水文地质条件勘探试验
- 第十二篇 太原群灰岩地层发育特征对比研究
- 第十三篇 A 组煤底板灰岩构造发育特征研究
- 第十四篇 A 组煤底板灰岩上覆第四系分布规律及富水性特征研究
- 第十五篇 A 组煤底板灰岩岩溶发育规律及富水性特征研究
- 第十六篇 A 组煤底板灰岩抽水试验
- 第十七篇 地下水水化学特征及其判别研究
- 第十八篇 地下水水动态特征研究
- 第十九篇 孔集煤矿 -250 m 水平东翼采区 A 组煤疏水降压试验开采研究
- 第二十篇 九龙岗、大通井田倒转急倾斜矿井在顶板岩溶充水条件下的 A 组煤开采实践研究
- 第二十一篇 孔集井田 -250 m 水平太原群 II、III 组灰岩放水试验

第三部分 谢桥矿东风井 -440 m 水平回风巷注浆堵水技术研究

- 第二十二篇 谢桥矿东风井 -440 m 水平回风巷注浆堵水工程设计
- 第二十三篇 谢桥矿东风井 -440 m 水平回风巷注浆堵水第一阶段总结
- 第二十四篇 谢桥矿东风井 -440 m 水平回风巷注浆堵水技术研究报告

第四部分 淮南煤矿岩溶水水害查治关键技术理论研究

- 第二十五篇 大气降水入渗系数研究
- 第二十六篇 大气降水与地下水动态特征的研究
- 第二十七篇 地下水位趋势分析及衰减系数计算
- 第二十八篇 煤系层状沉积岩界面层的水文地质意义
- 第二十九篇 华北型煤田突水系数理论依据及淮南矿区的实践特征
- 第三十篇 孔集井田水文地质概念模型的建立与验证
- 第三十一篇 淮南煤田北西向断裂与岩溶陷落柱(带)发育方向关系的研究
- 第三十二篇 潘谢矿区岩溶陷落柱(带)标志性特征的初步研究

综 述

1 背景

淮南矿业集团位于安徽省中北部,横跨淮河,纵穿一市(淮南市)两县(凤台县、颖上县),是全国520家大型企业集团和安徽省17家重点企业之一,是中国首批循环经济试点企业之一,有100多年煤炭开采历史,素有“华东煤都”“动力之乡”的美誉,在国家煤炭工业发展进程中有着重要地位和作用。国家发改委已将淮南矿业集团列为全国13个亿吨级煤炭基地和6个煤电基地之一。

淮南矿区煤炭资源丰富,生产能力强,已探明储量300多亿t,其中可采储量175亿t,并有丰富的煤层气(预测煤层气资源量为5928.28亿 m^3)、高岭土等煤炭伴生资源;煤炭质量优良,煤种齐全,属1/3焦煤为主的多种优质炼焦煤和动力煤,深部有肥煤、焦煤、瘦煤,具有特低硫、特低磷、高发热量、高灰熔融性等特性,有“环保产品”“绿色能源”的美称;区位优势明显,市场广阔,矿区面向国内经济发达区域,铁路、公路、水路四通八达,运距短,运输通道便利,煤炭产品主销江、浙、沪、闽、粤、赣、皖六省一市。

经过长期艰难困苦的挣扎和近十多年波澜壮阔的发展,现今的淮南矿业集团已从单纯的煤炭生产发展为以煤电一体化为主,房地产、物流、金融、生态环境全面协调发展、和谐发展的综合性企业集团;成为安徽省煤炭产量规模、电力权益规模、房地产规模、资产规模最大,上缴税费较多,职工收入较高的企业。

然而,淮南矿区历史上曾是瓦斯事故的重灾区。淮南矿区煤难挖,瓦斯灾害的威胁性大,既存在全国70%以上煤矿面临的共性问题,又存在淮南矿区客观条件带来的特性问题,这是在淮南煤田成煤地质年代和后期历次构造运动过程中形成的。淮南矿区瓦斯事故伤亡人数在20世纪80—90年代占全国瓦斯事故伤亡总人数的87%,1998年以前矿区百万吨死亡率高达4.01。瓦斯一直是困扰淮南矿业集团安全生产和企业发展的一个重要影响因素。

淮南矿区煤层赋存条件和地质构造复杂,是我国地质条件复杂、瓦斯灾害严重矿区的典型代表,煤层赋存特征为高瓦斯煤层群(8~15层可采煤层),煤层瓦斯含量高(12~26 m^3/t),煤质极松软(坚固性系数 f 为0.2~0.8),煤层透气性低(渗透率为0.001 mD),瓦斯压力大(高达6.2 MPa)。高瓦斯采煤工作面最大瓦斯涌出量为110 m^3/min ,掘进工作面瓦斯涌出量一般为2~4 m^3/min ,最大达8 m^3/min 。随着开采深度的延深,开采规模的扩大,地压、瓦斯梯度不断增大,瓦斯涌出量平均每年以100 m^3/min 的幅度递增,已达到1500 m^3/min 以上。矿区煤尘爆炸指数高达65%以上,火焰长度可达300 mm,岩粉量最大为35%,煤尘普遍具有爆炸危险性。矿区绝大多数煤层具有自然发火倾向性,发火期一般为3~6个月,最短的为14天。

淮南矿区自建矿以来共发生煤与瓦斯突出150余次。第一次突出发生在谢二矿-127 m C_{13} 平巷,始突标高仅为-127 m,始突深度仅为149 m;最大的突出发生在潘二矿-500 m西二B组运输石门揭煤过程,煤突出量为1433 t,瓦斯突出量为2.2万 m^3 (不完全统计);最大的煤巷突出发生在新庄孜矿5213 I下顺槽掘进过F10-5-11断层时,煤突出量为1114 t,瓦斯突出量为6.0684万 m^3 。矿区平均突出强度为112 t,1000 t以上的特大型突出3次,中小型突出占矿区总突出次数的80%。

由于没有找到有效的瓦斯治理技术和方法,致使重特大瓦斯事故频繁发生。1980—2002年,发生瓦斯爆炸事故17起,死亡392人。特别是1997年11月份,潘三矿、谢二矿在不到两周的时间内

相继发生了两起特大瓦斯爆炸事故,死亡133人,损失惨重。企业从此被炸怕了、炸醒了,上下统一了认识,横下决心全力推进瓦斯综合治理工作。

综
述

2 矿区瓦斯治理历程

淮南矿区从1903年开矿之初到20世纪60年代,瓦斯灾害从无到有,威胁性不大,当时的瓦斯治理也尚未起步;20世纪70—80年代,矿区瓦斯事故时有发生,影响矿区安全生产,主要生产技术指标低于全国同行业平均水平,由于对瓦斯危害性的认识不足,瓦斯的治理手段单一,仅仅依靠通风进行排放;进入20世纪90年代后,随着矿区开采深度和开采规模的扩大,矿井瓦斯涌出量急剧增加,从 $270\text{ m}^3/\text{min}$ 增加至 $1500\text{ m}^3/\text{min}$,这在国内外是罕见的,而当时瓦斯治理技术和方法尚未成熟有效,致使重特大瓦斯事故频繁发生,损失严重。

自20世纪90年代中期开始,淮南矿业集团从事故的惨痛教训中惊醒,逐步提高对瓦斯危害性和瓦斯治理重要性的认识,从瓦斯治理理念、瓦斯治理技术创新、瓦斯治理投入、瓦斯治理管理保障等方面,全方位推行瓦斯综合治理。经过十几年的努力,淮南矿区瓦斯治理技术不仅领先行业、为行业进行技术指导和服务,而且诸多技术进入了世界先进行列,得到国际同行的高度认可,同时取得了矿区瓦斯事故从频发到基本杜绝、产能从每年1000万t增加到每年7000万t以上、百万吨死亡率从4.01下降到0.1的巨大成效,并已初步形成了企业瓦斯安全文化。回顾矿区瓦斯综合治理历程,大致经历了3个发展阶段:

(1) 21世纪以前,瓦斯治理被动应付。理念处于被“炸怕”“炸醒”、重生产轻安全阶段;治理技术以风排、局部治理为主,手段单一,卸压瓦斯抽采技术才刚刚起步,许多关键技术没有突破;投入低,保障不足;治理效果也只是控制了大型的瓦斯爆炸事故,煤与瓦斯突出、瓦斯超限时时有发生。

(2) 21世纪初至2005年左右,进入主动治理阶段。提出了以“瓦斯事故是可以预防和避免的”为代表的20条瓦斯综合治理理念;创新了卸压开采抽采卸压瓦斯为主的瓦斯治理技术,其他配套技术相继研究成功并取得重大突破,形成了矿区瓦斯综合治理技术体系;瓦斯治理投入大幅提升,各种管理制度逐步完善,瓦斯治理保障充分;矿区杜绝了瓦斯爆炸事故,瓦斯超限次数大幅度减少,瓦斯治理实现了由风排为主向抽采为主,从局部治理向区域治理的战略转移,形成了“瓦斯综合治理经验五十条”“瓦斯综合治理技术五十推”。

(3) 2006年至今,实现瓦斯治本和超前谋划。瓦斯治理理念进一步提升,“高瓦斯煤层抽采到低瓦斯状态、突出煤层抽采到非突出煤层状态再开采”“瓦斯超限是可以预防和避免的”;瓦斯治理技术上创立了低透气性高瓦斯煤层群无煤柱沿空留巷Y型通风煤与瓦斯共采理论及技术体系;瓦斯综合治理投入进一步加大,明确了瓦斯治理是企业“一把手工程”,管理要“健康、前瞻、集成、精细”;期间建设了煤矿瓦斯治理国家工程研究中心、深部煤炭开采与环境保护国家重点实验室、生态环境保护国家工程实验室、煤炭开采国家工程技术研究院等技术研发平台,杜绝了重大瓦斯爆炸和煤与瓦斯突出事故,矿区安全生产指标进入世界先进行列,形成了独具特色的煤矿瓦斯安全文化,并应国家要求向全行业开展技术服务。

3 瓦斯治理理念发展

瓦斯治理理念应适应时代要求,代表企业信念,用以激发团体精神,规范员工实践行为。

1997年连续两次特大型瓦斯爆炸事故后,矿区安全生产和稳定受到严重威胁,企业也濒临崩溃的边缘。要想安全生产,必须先重视并致力治理好瓦斯,自1998年起,企业先后提出“瓦斯不治、矿无宁日”“可保尽保、应抽尽抽”“高投入、高素质、强技术、严管理”“以风定产,以抽定产”“没有治理不了的瓦斯,只有监测不准的数据;没有卸不了压的瓦斯,只有打不到位的钻孔”“瓦斯浓度0.8%断电”等瓦斯治理理念,“先抽后采、监测监控、以风定产”瓦斯治理方针得到认真贯彻

执行。矿区瓦斯灾害得到遏制,安全生产逐步好转,企业也步入正常发展阶段。至2005年,进一步提炼出“一切为了发展,一切为了职工”“瓦斯是害也是宝”“瓦斯事故是可以预防和避免的”“变抽放为抽采”“煤与瓦斯共采,治理与利用并重”“瓦斯超限就是事故”“治理瓦斯,地质尖兵”等瓦斯综合治理理念二十种;探索出“高投入、高素质、严管理、强技术、重责任”瓦斯综合治理经验五十条;在国家有关部门和安徽省有关部门的大力支持下,承担国家“十五”科技攻关项目“矿山重大瓦斯煤尘爆炸事故预防与监控技术”,并联合国内外科研院所针对淮南矿区的瓦斯难题进行了攻关,结合矿区工程技术人员多年的辛勤探索,攻克了一系列难题,“保护层开采技术”“地面钻井抽采技术”“采煤工作面瓦斯抽采技术”“高、突掘进工作面瓦斯综合治理技术”等关键技术基本成熟,形成了瓦斯综合治理技术体系,并形成了“瓦斯综合治理技术五十推”。2005年4月,国务院在淮南召开了全国煤矿瓦斯防治现场会,充分肯定并全面推广了淮南矿区的瓦斯治理理念、经验及技术。

全国煤矿瓦斯防治现场会召开之后,企业继续深化瓦斯治理的理念、管理和技术,不断创新,取得了新的进步,继续保持瓦斯安全行业先进态势,其中最重要的做法是在瓦斯治理上全面突破行业和国家标准规范,提高技术管理的要求。经过“十一五”期间的实践检验和创新,瓦斯治理安全理念不断发展和丰富,有的已经形成规范并赋予新的内涵,有的提高到新的境界和层次,形成了“瓦斯事故是可以预防和避免的”“瓦斯超限就是事故”“安全与生产的矛盾可以统一于先进生产力”“煤与瓦斯共采,治理与利用并重”“高投入、高素质、强技术、严管理、重利用”“通风是基础,抽采是重点,防突是关键,监控是保障”“可保尽保、应抽尽抽”“只有打不到位的钻孔,没有卸不掉压的瓦斯”“地质不过关,瓦斯治本难”“不仅治得住,还要治得快、治得省”的企业瓦斯安全理念文化。

4 瓦斯综合治理技术

瓦斯灾害在淮南矿区肆虐了20余年。经过几代人的摸索,淮南矿区人从血的教训中终于明白,这主要是由于缺少技术储备,对迅猛来临的瓦斯灾害没有应对的治理技术所造成的。“何以解忧?唯有技术。”技术源于创新。20世纪90年代中期以来,在不断的探索中,在先进理念的引领下,淮南矿区人找到了一条适合于煤矿特性和淮南矿区客观条件的“以自主创新为主,产学研相结合”的瓦斯综合治理技术发展之路,在不断攻克淮南矿区瓦斯治理难题的同时,还先后承担并完成了国家“十五”科技攻关项目“矿山重大瓦斯煤尘爆炸事故预防与监控技术”,“十一五”国家科技支撑计划项目“矿井深部开采安全保障技术及装备开发”“地面钻孔抽采采动影响煤层及采空区瓦斯技术集成与示范”,国家科技重大专项“两淮矿区煤层群开采条件下煤层气抽采示范工程”,国家发改委批准的国债项目“煤矿瓦斯治理与利用示范工程”等。先后与中国科学院、中国矿业大学、煤炭科学研究总院及各相关研究院、中国科技大学、安徽理工大学、河南理工大学、日本能源中心、澳大利亚联邦科学院、德国鲁尔集团等开展了50多项技术合作。经过十几年的不懈努力,创立了领先世界的瓦斯综合治理技术体系。

4.1 卸压开采抽采卸压瓦斯技术体系

针对淮南矿区首采煤层透气性低、松软、钻孔施工困难、抽采难等特点,淮南矿区瓦斯治理从研究卸压瓦斯抽采理论开始,基于在采场顶板垮落带“O”形圈和裂隙带内会汇集大量来自开采和被卸压煤层瓦斯的原理,研究、采用多种技术对卸压瓦斯进行抽采,并形成体系。

4.1.1 卸压开采抽采瓦斯理论体系

4.1.1.1 开采下卸压煤层抽采卸压瓦斯

煤层群中先开采主采煤层的下邻近煤层(下邻近煤层易采),利用采动卸压和煤(岩)层弯曲下沉

变形破裂,使上覆煤(岩)层卸压,透气性成千倍增加,大部分瓦斯解吸。采用钻孔或巷道对卸压瓦斯进行抽采。

4.1.1.2 开采上卸压煤层抽采卸压瓦斯

煤层群中先开采主采煤层的上邻近煤层(上邻近煤层易采),利用采动卸压,周围煤(岩)体向采空区移动,采空区下部的煤(岩)体向采空区膨胀开裂形成裂隙,使得采空区下方的煤(岩)体随应力释放产生位移,透气性明显增加,下部煤体中的瓦斯得以解吸。采用钻孔或巷道对卸压瓦斯进行抽采。

4.1.1.3 本煤层随采(掘)钻孔法卸压瓦斯

一般情况下,瓦斯以承压状态存在于煤层中,当煤层回采、掘进、打钻等工作破坏了煤层中原有的瓦斯压力平衡后,便会使瓦斯由高压处向低压处流动。在采(掘)工作面沿本煤层施工一定规格的钻孔并与抽采系统闭合抽采时,同样存在着瓦斯压力场平衡被打破的现象,煤体内钻孔周边一定范围卸压为相对的瓦斯低压区,煤层邻近处瓦斯便会流向此低压区,流动的幅度、范围、流量与卸压增加的透气性有关。

4.1.1.4 采空区抽采卸压瓦斯

煤层开采后,在采空区遗留未采的上、下分层煤体所含的瓦斯和上、下邻近煤(岩)层受采动影响涌出的卸压瓦斯,均会渗透汇集至采空区。采取适当的方法即可抽采大量卸压瓦斯。

4.1.2 卸压抽采技术体系

4.1.2.1 邻近层卸压瓦斯抽采技术

邻近层卸压瓦斯抽采按其与其与开采层的位置关系,可分为上邻近层卸压瓦斯抽采和下邻近层卸压瓦斯抽采两大类。抽采方法大体上可分为地面钻孔抽采法、井下钻孔抽采法、顶(底)板巷道结合钻孔抽采法等。

1. 上邻近层卸压瓦斯抽采方法

1) 钻孔法

钻场布置在开采层的巷道内,向上邻近层施工穿层钻孔进行瓦斯抽采。该方法适用于一面多巷(两条以上)或有条件留巷的工作面。

2) 顶板高抽巷法

在开采层顶板一定高度(根据采高、顶板岩性而定)沿工作面回采方向布置巷道,抽采上邻近层卸压瓦斯。该方法主要用于邻近层瓦斯涌出量不大(一般低于 $30\text{ m}^3/\text{m}$)或不能一次采全高的工作面。

3) 底板巷加穿层钻孔法

配合卸压层开采,在被卸压上邻近层的底板布置巷道,并向被卸压层施工穿层钻孔抽采瓦斯。钻孔终孔进入被卸压煤层顶板 0.5 m 以上,钻孔间距为 $20\sim 40\text{ m}$,最佳抽采范围为随卸压层开采推进走向 $200\sim 300\text{ m}$ 。该方法适用于被卸压层瓦斯含量高、卸压瓦斯涌出量大、层间距大的工作面。

4) 地面垂直钻井法

钻井一般布置在开采层卸压影响范围中部,第一口钻井布置在距开切眼 $60\sim 70\text{ m}$ 处,钻井间距为 300 m 左右,深度穿透开采层进入底板,钻井结构如图4-1所示。也可以将钻井垂直部分布置在开采层采动影响范围外,再水平造孔至被卸压煤层。

采用地面钻井抽采卸压瓦斯,单井流量大($5\sim 30\text{ m}^3/\text{m}$),浓度高($50\%\sim 95\%$),有效抽采半径达到 $235\sim 475\text{ m}$,经济效益显著。

2. 下邻近层卸压瓦斯抽采方法

1) 钻孔法

钻场布置在开采层的巷道内,向下邻近层施工下向穿层钻孔进行瓦斯抽采。该方法适用于一面多

巷（两条以上）或有条件留巷且层间距不大的工作面。

2) 底板巷加穿层钻孔法

配合卸压层开采,在被卸压层的底板布置巷道,向被卸压层施工上向穿层钻孔抽采瓦斯。钻孔终孔进入被卸压煤层顶板 0.5 m 以上,钻孔间距为 20 ~ 40 m,最佳抽采范围为随卸压层开采推进走向 200 ~ 300 m。该方法适用于被卸压层瓦斯含量高、卸压瓦斯涌出量大、层间距较大的工作面。

3) 采空区抽采法

由于下向钻孔施工难,且孔内容易积水,抽采下邻近层卸压瓦斯的效果大多数不好,所以对层间距较小的下邻近层卸压瓦斯一般采用将瓦斯引入采空区来抽采的方法。

3. Y 型通风沿空留巷穿层钻孔抽采卸压瓦斯方法

采用 Y 型通风的工作面, 可在沿空回风巷中向顶 (底) 板施工倾向钻孔, 抽采被卸压层瓦斯。钻孔终孔穿透被卸压层, 封孔深度超过垮落带并且不低于 20 m。为了防止穿层钻孔施工过程中受基本顶断裂影响成孔, 钻孔一般滞后工作面基本顶垮落步距约 20 m 处开始施工, 钻孔方位垂直于轨道巷, 倾角大于顶板塌陷角, 一般为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。在沿空留巷内施工穿层抽采钻孔受采动影响较小, 钻孔能长时间保持完好, 并且一直处在被卸压层的有效卸压抽采范围内, 可以长时间、稳定地抽采被卸压层的卸压瓦斯, 达到抽采浓度高、抽采量大的效果。

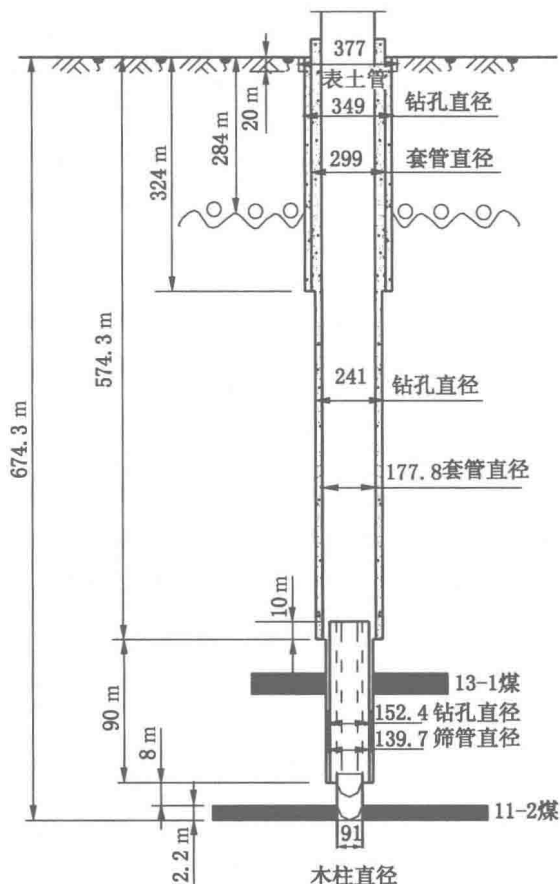


图 4-1 地面钻井结构示意图

4.1.2.2 采空区卸压瓦斯抽采技术

采空区卸压瓦斯抽采技术, 根据采空区类别可分为采煤工作面采空区瓦斯抽采、老采空区瓦斯抽采、报废矿井采空区瓦斯抽采, 根据实施采空区瓦斯抽采方式的不同可分为钻孔抽采方式、巷道抽采方式、插(埋)管抽采方式。采煤工作面采空区瓦斯抽采又分为垮落带(自然平衡拱)瓦斯抽采、采空区积聚瓦斯抽采及采煤工作面上隅角局部积聚瓦斯抽采等。

1. 密闭抽采法

密闭抽采法是抽采采空区瓦斯最常用和最简单的方法。首先将采空区或采煤工作面的进、回风巷均加以密闭,密闭墙厚1~3 m,灌以砂、泥浆等材料,保证严密不漏风。然后将抽采管穿过回风巷的密闭墙,伸入采空区内进行抽采,伸入深度以10 m以上为好。抽采时,应经常对密闭内的气体成分、浓度、抽采负压等参数进行监测与控制,以防增大漏风引起采空区浮煤自燃。该方法抽出的瓦斯浓度可达25%~60%。

2. 回采采空区插管抽采法

把带孔眼的管子在顶板垮落前直接插入采空区内进行抽采,一般情况下,插入采空区管子的直径为75~100 mm,处在采空区内一端长2~3 m。管壁穿有小孔并用纱网包好,防止抽采中发生堵塞现象。该管应尽量靠近煤层顶部,处于瓦斯浓度较高的地点。这种瓦斯抽采方法抽出的瓦斯浓度一般不高,通常只有3%~15%,故抽采效率较低,但简单易行、成本低。

3. 回采采空区埋管抽采法