附件2

深部碎软低透气性煤层群煤层气高效开采

成套关键技术公示

一、基本情况

**项目名称：**深部碎软低透气性煤层群煤层气高效开采成套关键技术

二、主要完成人及情况

**1.主要完成人：**李平、蔡峰、刘泽功、高松、童碧、李点尚、丁同福、王传兵、马衍坤、张瑞

**2.主要完成人情况：**

（1）李平

淮南矿业（集团）有限责任公司。系统的研究了深厚表土层高地应力条件下采场上覆岩层运动特征和卸压瓦斯输运规律，研究了保障地面钻井抽采卸压瓦斯稳产的钻井防断理论与控制技术，为深厚表土层高地应力条件下地面钻井结构设计、井身防断提供理论依据；建立煤矿生产接替与地面钻井滚动部署间的优化匹配模式。

（2）蔡峰

安徽理工大学。破解了高压水作用下水-煤耦合作用机制，研究获得了井下穿层水力压裂强化增透技术及配套装备，研究获得了不同压裂模式、不同孔间距、不同初始水压等条件下，水力压裂过程中煤层裂隙起裂、延伸的过程以及压裂孔周围煤层的应力、流量和渗透性演化规律，探索出水力压裂后应力集中区、过渡区及原始应力区分布，提出了合理的压裂孔间距；设计了地面垂直复用井新型井型结构，提出了新型钻井防断技术及施工工艺。

（3）刘泽功

安徽理工大学。提出了深部低透气性未采动区煤层群瓦斯井上下协调开发模式，提出在煤层未开采前，通过利用地面垂直复用井实施大排量、大砂量、高中砂比压裂工艺，对煤层进行大范围增透，实现对未采动区煤层群瓦斯高效抽采；而在煤层开采后转为采动井，进一步抽采采动卸压瓦斯。同时，在井下实施煤层底板抽采巷，实施上向和下向穿层水力压裂强化增透技术，对待掘进煤层区域实施有针对性的强化预抽，既开采了瓦斯资源，又消除了瓦斯威胁，保障了安全生产。

**3.完成人合作关系说明**

（1）高松、童碧、李点尚、丁同福、王传兵、张瑞等共同参与了国家科技重大专项大型油气田及煤层气开发（十一五，2008ZX05064）、国家科技重大专项大型油气田及煤层气开发（十二五，2011ZX05064）的立项、研究、成果应用与推广工作，为本研究成果的研发起到了至关重要的作用。

（2）马衍坤，为井下穿层水力压裂技术与装备的研发作出了重要贡献，先后形成了多项发明专利，并发表多篇论文。

三、主要完成单位情况

**1.主要完成单位：**淮南矿业（集团）有限责任公司、安徽理工大学、平安煤矿瓦斯治理国家工程研究中心有限责任公司

**2.主要完成单位及创新推广贡献**

（1）淮南矿业（集团）有限责任公司

针对深厚表土层高瓦斯、低透气性、高地应力煤层群开采条件下，地面钻井抽采瓦斯的关键技术难题，系统研究了地面复用钻井防断机理与控制技术、地面抽采瓦斯钻井结构设计与理论计算以及地面复用井施工关键技术及工艺，创立了深厚表土层高地应力煤层群开采条件下地面钻井抽采瓦斯技术体系。研发了两淮矿区深部未采动区煤层群“采前压裂预抽-采后高效抽采卸压瓦斯”地面垂直复用井及配套工艺，以及地面钻井水平段分段压裂技术，破解了高压水作用下水-煤耦合作用机制，研发了深部碎软煤层井下穿层水力压裂成套技术与装备，提出了深部低透气性未采动区煤层群瓦斯井上下协调开发模式。

研究成果在两淮矿区广泛推广应用，实现了煤层气资源的高效开发，同时有效的消除了瓦斯隐患。

（2）安徽理工大学

系统地研究了深厚表土层高地应力条件下采场上覆岩层运动特征和卸压瓦斯输运规律，探索煤层开采后采场上覆岩层形成了穿层和离层裂隙场的分布形态，研究了保障地面钻井抽采瓦斯稳产的钻井防断理论与控制技术。

针对两淮矿区煤层赋存特点，优化了水力压裂孔布局参数，研发针对两淮矿区煤层赋存特点的井下穿层水力压裂工艺，提出了以含水率为主以透气性系数为辅的判断水力压裂是否达到预期效果的指标参数，提出了适合两淮矿区“三软”地层条件下的单孔多次压裂新技术和管理体系。

将本成果进行了试验、示范应用，实现了井上下协调抽采，高效抽采了瓦斯资源，消除了瓦斯隐患，为煤矿安全高效开采提供了保障。

（3）平安煤矿瓦斯治理国家工程研究中心有限责任公司

提出了深部低透气性未采动区煤层群瓦斯井上下协调开发模式，与安徽理工大学共同提出了适合两淮矿区“三软”地层条件下的单孔多次压裂新技术和管理体系；进一步将技术成果标准化，形成多项技术标准。

以本中心为平台，将本技术成果推广至全国各相似煤层赋存条件矿井。

四、提名单位意见

本项目的创新成果突破了领域内共性难题，在实现了深部碎软低透气性煤层群煤层气资源高效开发的同时，有效地消除了瓦斯隐患，为矿井安全生产提供了基础性保障。本项目成果已成功在两淮矿区全面推广应用，并推广至全国各相似煤层赋存条件矿井，创造了显著的社会和经济效益。

推荐该项目申报2020年度国家科学技术进步奖二等奖。

五、项目简介

针对两淮矿区深部碎软低透气性煤层群煤层气含量高、压力高、饱和度低、煤层渗透率低及非均质性强的“3高2低1强”、极难抽采的特性，将煤层增透、煤层气资源开采、瓦斯灾害防治、煤尘防治等安全技术难题统筹考虑，形成了深部碎软低透气性煤层群煤层气井上下协调高效开发成套关键技术、地面垂直压裂-采动复用钻井、水平分段压裂地面钻井2种新型井型结构及配套工艺，以及单孔单次压裂、单孔多次压裂、双孔定向压裂3项井下穿层压裂增透关键技术，研发了水力压裂物理模拟实验平台及压裂钻孔封孔成套技术与装备，实现了深部碎软低透气性煤层群煤层气资源高效开采理论与技术的重大突破，包括：

1、研发了两淮矿区深部碎软低透气性煤层群“采前压裂预抽-采后高效抽采采动区卸压瓦斯”地面垂直复用钻井及配套工艺，以及水平分段压裂地面钻井成套技术；

2、破解了高压水作用下水-煤耦合作用机制，研发了深部碎软未采动区煤层井下穿层水力压裂成套技术与装备；

3、形成了深部碎软低透气性煤层群煤层气井上下协调开发模式。

六、客观评价

国家安全监管总局《关于印发推广先进安全技术装备目录（2015年第二批）的通知》（安监总科技〔2015〕109号）中明确将本技术成果列为《推广先进安全技术装备目录（2015年第二批）》。

湖南煤矿安全监察局《关于转发<煤矿安全生产先进适用技术推广目录（2015年）>的通知》将本技术成果列入湖南省《煤矿安全生产先进适用技术推广目录（2015年）》。

淮南市《关于印发<淮南市“十三五”科技创新发展专项规划>的通知》（淮科[2016]88号）将本技术成果列入《淮南市“十三五”科技创新重大项目库》。2018年1月出版的《2017淮南年鉴》在“【改革创新】”部分对本技术成果进行了肯定：“推进科技创新，水力压裂增透等一批关键技术实现了未采动区煤层瓦斯预抽的重大突破”。

淮南矿业集团分别在2016年、2017年和2018年的《淮南矿业集团安全生产工作的决定》明确规定：“……大力实施水力压裂增透措施，全面提高瓦斯抽采效果。加强通风、抽采、打钻、供电、顶板管理，严防瓦斯超限事故发生……”。淮南矿业集团公司瓦斯治理2号文《关于2014年瓦斯综合治理工作的意见》在“五、技术创新”中明确规定：“石门揭煤、煤巷条带、采煤工作面区域预抽首选水力压裂增透技术”。

中国工程院袁亮院士对本技术成果给予了高度评价，认为该成果“探索出了深部首采层安全高效开采的新方案，实现了深部低透气性煤层气资源的安全高效开采，为后续的卸压开采和卸压抽采提供了可靠、有效的技术保障”。

本技术成果研究成功后，分别于2012年3月和2016年6月，由中国煤炭学会组织周心权、卢鉴章、胡千庭、程桦等国内煤炭行业知名专家对本成套技术成果进行了鉴定，鉴定委员会一致认为成果技术先进、增透和抽采效果好，达到国际先进水平。

赵铁锤在全国煤矿瓦斯先抽后采经验交流会上的总结讲话中指出：淮南矿业集团经过多年的探索实践，形成了适合本企业特色的"保护层开采抽采技术"、"地面钻井抽采技术"、"采煤工作面瓦斯抽采技术"，通过一系列技术的应用实施，逐步实现高瓦斯矿井在低瓦斯状态下进行采掘活动。

卢鉴章、周心权、胡千庭等国内知名专家对本研究成果作出了以下评价：研究成果揭示了深厚表土层高地应力条件下采场上覆岩层运动特征和卸压瓦斯输运规律，建立了采动岩层地面钻井剪切滑移变形破坏模型，首次提出了“上止下泄”、“硬抗”和“避让”相结合不同钻井井壁结构设计计算方法，成功研制出以套管、筛管为主体的“强抗”与强破碎带井段大口径掏穴“避让”为主体的新型复合钻井井壁结构，建立了地面钻井抽采卸压瓦斯高产、稳产的技术保障体系，为瓦斯综合利用和安全生产提供了技术保障，推广应用前景广阔。

国际煤炭网、人民网报道了淮南矿业集团地面钻井抽采采动影响区域和采空区瓦斯技术：淮南矿业集团潘一矿开采11-2煤层时，采用地面钻井抽采上覆的13-1煤层松动区域的瓦斯。单井抽采瓦斯量12m3/min，最高达22m3/min，抽采半径达211m，抽采瓦斯浓度在70%以上。

中国煤炭网高度评价了：为实现瓦斯治理“治得住、治得快、治得省”目标，淮南矿业集团不断创新地面钻井抽采瓦斯技术，实现了从Ⅰ型到Ⅱ型、Ⅲ型井(钻孔结构、施工工艺从简单到复杂，抵抗复杂地质条件能力由弱变强，单孔出气量由小变大)的成功跨越，在以地面钻井高效抽采煤层群瓦斯方面做出了有益的探索。

七、应用情况

本技术成果研究成功后，已在淮沪煤电有限公司、淮浙煤电有限责任公司、淮南矿业（集团）有限责任公司、山东能源新矿集团的19个煤矿的首采层瓦斯井上下协调开采和40余个底抽巷条带预抽工作面、石门揭煤工作面、瓦斯抽采巷预抽回采工作面瓦斯等地点成功推广应用，均有效的实现了煤层增透，实现了瓦斯高效抽采，取得了令人满意的应用成果。

八、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 行业标准 | 煤矿采动影响区瓦斯抽采地面直井设计规范 | NB/T10365-2019 | 2019.12 |  | 中煤科工集团重庆研究院有限公司、淮南矿业（集团）有限责任公司，等 | 孙东玲、孙海涛、王德璋、李平，等 |
| 行业标准 | 煤矿卸压瓦斯地面钻井抽采技术方法 | NB/T10366-2019 | 2019.12 |  | 安徽兴皖能源交通安全工程有限公司、安徽理工大学，等 | 甘林堂、计承富、蔡峰、张永将、吴玉华，等 |
| 行业标准 | 滤积式囊袋封孔技术规范 | NB/T10357-2019 | 2019.12 |  | 淮南矿业（集团）有限责任公司、安徽理工大学，等 | 赵俊峰、蔡峰、何勇、李点尚、方有向、童碧，等 |
| 行业标准 | 滤积式囊袋封孔器通用技术条件 | NB/T10358-2019 | 2019.12 |  | 淮南矿业（集团）有限责任公司、安徽理工大学，等 | 丁同福、蔡峰、张辉、曹承平、童碧，等 |
| 行业标准 | 煤矿井下钻进防喷方法 | NB/T10356-2019 | 2019.12 |  | 煤炭开采国家工程技术研究院、安徽理工大学、安徽晟北辰地质勘测设计有限公司、淮南矿业（集团）有限责任公司，等 | 王永、蔡峰、唐永志、丁同福、郝元伟、李朝，等 |
| 发明专利 | 一种松软煤层底板穿层钻孔压冲增透方法 | CN201610147662 | 2017/12/1 | ZL201610147662.0 | 安徽理工大学 | 马衍坤、刘泽功、成云海、刘健、武宁、朱晓曼 |
| 发明专利 | 一种围压水力压裂实验装置及其使用方法 | CN201410209791 | 2016/6/22 | ZL201410209791.9 | 安徽理工大学 | 成云海、马衍坤、朱萌萌、巩华刚、王维德、孙建、田厚强、吴振虎、成琦 |
| 发明专利 | 一种真空状态下实验室水力压裂方法 | CN201410211611 | 2016/4/6 | ZL201410211611.0 | 安徽理工大学 | 王维德、成云海、田厚强、马衍坤、吴振虎、白金超、吴俊杰、胡兆锋 |
| 发明专利 | 孔口封堵装置、瓦斯抽采系统及孔口封堵方法 | CN201210421100 | 2015/11/11 | ZL201210421100.2 | 淮南矿业(集团)有限责任公司 | 程合玉、童碧、张世阔、方有向、苏丽军、胡华昌、石德洲、刘涛杰、李昌宝、向继波 |
| 发明专利 | 瓦斯抽采钻孔下套管装置 | CN201410213924 | 2016/3/2 | ZL201410213924.X | 淮南矿业(集团)有限责任公司 | 李昌宝、童碧、赵俊峰、苏丽军、程合玉、刘涛杰、石德洲、汪峰荣、沙甫、张田政 |