

### 推荐国家技术发明奖项目公示

项目名称	复杂煤层水力网络化防突技术及装备
推荐单位	教育部
推荐单位意见： <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。</p> <p>研究成果“复杂煤层水力网络化防突技术及装备”是课题组经 10 余年的努力攻关完成的，建立了一种煤与瓦斯突出灾害防治新模式，提出了复杂煤层水力网络化防突方法，即在滤失性大、破碎严重的煤层构造区域和完整性好的非构造区域分别采用高压振荡射流造缝技术和割缝导向水力压裂技术，构建裂缝网络，大幅度增加煤层透气性、快速抽采煤层瓦斯，并大范围卸压释放煤体弹性能，高效消除煤与瓦斯突出灾害的危险性，并实现煤矿井下防突区域治理全覆盖。建立了高效破岩、快速钻进、网络致裂、大面积卸压的煤与瓦斯突出灾害防治理论体系。自主研发出集钻孔、造缝、压裂于一体的煤层水力网络化防突关键技术及系统装备，实现了煤矿瓦斯灾害防治及煤层气开采的双赢。教育部成果鉴定专家委员会一致评价为：“该成果创新性强，具有广阔的应用前景，总体达到国际先进水平，其中降低煤层起裂压力、导向裂缝扩展等达到国际领先水平。”该项目成果已在重庆、四川、贵州、山西、河南、安徽等矿区的煤矿推广应用，显著提升了我国煤矿安全技术水平，避免了瓦斯灾害事故的发生，保障人员的生命财产安全和矿区社会的稳定，取得了显著的经济效益与社会效益。该成果已获得省部级一等奖 2 项，二等奖 3 项，授权国家发明专利 22 项，发表论文被 SCI、EI 等收录 75 篇，制定地方企业标准 2 项。</p> <p>对照国家技术发明奖授奖条件，推荐该项目申报 2017 年度国家技术发明奖二等奖。</p>	

## 项目简介:

本项目属于矿山工程技术及矿山安全治理领域。

煤炭是我国的主体能源，其安全高效开采是保障能源供给的重大战略需求。随着我国煤炭开采深度不断增加，煤层地质条件越来越复杂，瓦斯压力大、含量高、透气性极低、地质构造复杂，煤与瓦斯突出的危险性越来越严重。传统防突技术卸压范围小、工程量大、消突盲区多、防突成本高和达标周期长，严重制约我国煤炭的安全高效开采。针对以上难题，课题组经过 10 余年的努力，系统研究了高压振荡水射流造缝、水力压裂及煤矿瓦斯灾害防治理论及技术，提出了复杂煤层水力网络化防突方法，建立了高效破岩、快速钻进、网络致裂、大面积卸压的煤与瓦斯突出灾害防治理论体系，自主研发出成套的技术及系统装备，并成功应用于我国典型的突出矿井，实现了煤矿区域快速消突。该成果不仅突破了我国突出煤矿安全生产瓶颈，而且有利于我国煤矿的可持续发展和煤层气资源的高效开发。其主要发明点为：

1) 首次提出复杂煤层水力网络化防治煤与瓦斯突出方法，针对煤层构造区与非构造区不同的煤与瓦斯赋存特征，形成了“构造区高压振荡射流网络化造缝—非构造区割缝导向水力压裂”的复杂煤层网络化卸压增透体系，一方面构造出大范围瓦斯流通过道，降低了瓦斯压力；另一方面形成的缝网有效释放了煤体弹性能。该方法实现矿井构造区域和非构造区域突出煤层安全治理的全覆盖，开辟了煤与瓦斯突出灾害防治的新途径。

2) 建立了高效破岩、快速钻进、网络致裂、大面积卸压的煤与瓦斯突出灾害防治理论体系，并研发出集“钻孔、造缝、压裂”于一体的复杂煤层水力网络化防突技术，为大幅提高煤层透气性、释放煤体弹性能，有效消除煤与瓦斯突出危险性，同时促进煤层气高效抽采。该技术尚属国内外首创。

3) 自主研发出复杂煤层水力网络化防突系统装备。研制出水力化参数测试系统、振荡磨料水射流发生装置、高压密封旋转输水器、高压水密封双动力螺旋钻杆、防喷装置等水力化防突系统装备，实现了对水力化参数及发生机构的实验测试、精确设计和科学优化，成功解决了高效钻进、高压水密封、排渣解堵、气水渣分离等关键技术难题，形成了集参数研究、现场应用、安全保障于一体的成套技术装备。

教育部、河南省科技厅成果鉴定专家委员会评价：高压振荡射流造缝增透防突技术及割缝导向水力压裂技术创新性强，具有广阔的应用前景，总体达到国际先进水平，其中降低煤层起裂压力、导向裂缝扩展等达到国际领先水平。

该项目成果于 2010 年获得财政部国家重大科技成果转化项目（财建（2010）251 号）资助，已在重庆、四川、贵州、山西、河南、安徽等多地区煤矿推广应用，与传统技术相比，煤层防突钻孔工程量减少 27% 以上，石门揭煤时间缩短 5 个月以上，掘进条带单进提高 50% 以上，采煤准备时间由 6-24 个月减少为 3-6 个月，采煤工作面单产提高 57%，煤层气抽采量提高 3~5 倍。近 3 年，为应用单位创造直接经济效益约 4.6 亿元，且未发生瓦斯灾害事故，实现了煤矿突出灾害防治及煤层气开采的双赢，取得了显著的经济效益与社会效益，可望发展为环境友好型煤矿防突产业并培育成新的经济增长点。

合作企业中国平煤神马能源化工集团有限责任公司依托该项技术发明申请新建的

企业国家重点实验室“炼焦煤资源开发及综合利用国家重点实验室”（国科发基〔2015〕329号）于2015年度成功获得科技部批准，正式立项建设。

该成果已获得省部级一等奖2项，二等奖3项，授权国家发明专利22项，发表论文被SCI、EI等收录75篇，制定地方企业标准2项。

客观评价：

### 1、第三方评价

1) 2011年12月31日，河南省科技厅在郑州组织召开了“高地应力突出煤层定向卸压增透集成技术研究及装备研发”的成果鉴定会，以中国工程院院士张铁岗为主任、古德生为副主任的鉴定委员会认为该技术研究手段先进，技术路线合理，经济、社会效益显著，研究成果达到国际先进水平。

2) 2012年5月16日，四川省科技厅在成都组织召开了“高压振荡射流割缝提高低透气性煤层瓦斯抽采率技术及设备集成研究”的成果鉴定会，以著名瓦斯治理专家刘万波高工为主任的鉴定委员会认为该技术研究手段先进，技术路线合理，研究成果达到国际先进水平。

3) 2013年1月29日，中国煤炭工业协会在北京组织召开了“豫西三软突出煤层区域消突成套技术研究与应用”的成果鉴定会，以知名瓦斯治理专家俞启香教授为主任的鉴定委员会认为该技术研究手段先进，技术路线合理，经济、社会效益显著，研究成果达到国际领先水平。

4) 2014年7月11日，教育部在重庆组织召开了“煤矿井下割缝复合水力压裂增透技术及应用”的成果鉴定会，以中国工程院院士彭苏萍为组长的鉴定委员会认为该技术创新性强，具有广阔的应用前景和推广价值，总体达到国际先进水平，其中煤矿井下射流割缝复合水力压裂降低煤层起裂压力、导向裂缝扩展等达到国际领先水平。

5) 2016年1月29日，河南省科技厅在河南郑州组织召开了“深部矿井复合动力灾害卸压增透关键技术研究与应用”的成果鉴定会，以中国工程院院士张铁岗为主任的鉴定委员会认为该技术经现场应用，实现了工作面均匀卸压与安全回采，经济效益显著，研究成果达到国际领先水平。

6) 项目研究成果受到同行广泛关注，其中“高压脉冲水射流提高松软煤层透气性的研究”发表在《煤炭学报》[2008,12:1386-1390]，CNKI下载量814次，期刊主页下载1175次，他引75次；“脉冲射流割缝技术在石门揭煤中的应用研究”发表在《中国矿业大学学报》[2010,01:55-58+69]，CNKI下载量629次，他引27次；“*A new method of drilling long boreholes in low permeability coal by improving its permeability*”发表在《*International Journal of Coal Geology*》[2010,84(2):94-102]，SCI他引26次。

### 2、科技查新结论

2016年4月，教育部科技查新工作站（Z07）对本项目成果进行了国内外查新，认为本项目提出的复杂煤层水力网络化防突技术及装备在检索出的国内外相关文献中未见报道。目前国内外文献对于复杂煤层煤与瓦斯突出灾害防治技术的报道主要有煤与瓦斯共采、保护层开采、钻孔、应力波、超声波辐射，水射流割缝增透方面，未见有复杂煤层水力网络化防突模式、理论、技术及装备相关报道。

### 3、行业专家评价

1) 澳大利亚工程院院士 Michael Hood 教授评价该项技术成果为：“高压振荡射流造缝及割缝导向压裂增透防突技术的产生是高压水射流应用及煤矿瓦斯灾害防治领域的一大创新”。

2) 中国工程院院士袁亮在《我国煤矿水力化技术瓦斯治理研究进展及发展方向》一文中引用本项目技术成果,认为“自激振荡射流声震效应可以促进煤层瓦斯解吸渗流,而脉动、磨料射流可以有效提升射流的切割能力。”[煤炭科学技术,2015,01:45-49.]

3) 重庆能源投资集团科技公司董事长周声才认为“该项技术突破了技术上的瓶颈制约,有效解决了煤层透气性太低、瓦斯抽放不充分导致的瓦斯突出危险,解除了高瓦斯矿井的最大生产制约。”2011年,在集团下属重庆松藻6个矿井、南桐公司两个煤矿和天府公司盐井矿区全面推广“水治瓦斯”技术。当年,集团瓦斯抽采量达到4.57亿立方米,集团原煤产量仅占全国的0.4%,而瓦斯抽采量却占到了全国的5%。[重庆日报 2012-07-03 第006 经济版]

另外,本项目研究成果也获得了国家安监总局、中国煤炭网、中国安全网、重庆晨报等多家媒体报道。

#### 推广应用情况：

本项目研究开发的复杂煤层水力网络化防突技术及装备，于 2010 年获得财政部国家重大科技成果转化项目（财建（2010）251 号）资助，已应用于重庆松藻煤电有限责任公司、中国平煤神马集团能源化工有限责任公司、淮南矿业集团、义马煤业集团股份有限责任公司等矿区，并推广到四川、贵州、山西、安徽等多地区煤矿。与传统技术相比，煤层防突钻孔工程量减少 27% 以上，石门揭煤时间缩短 5 个月以上，掘进条带单进提高 50% 以上，采煤准备时间由 6-24 个月减少为 3-6 个月，采煤工作面单产提高 57%，煤层气抽采量提高 3~5 倍；近 3 年，为应用单位创造直接经济效益约 4.6 亿元，且未发生瓦斯灾害事故，实现了煤与瓦斯突出灾害防治及煤层气开采的双赢，取得了显著的经济效益与社会效益，可望发展为环境友好型煤矿防突产业并培育成新的经济增长点。

主要知识产权证明目录:

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
授权发明专利	一种破碎硬岩及对硬岩进行破碎的方法	中国	ZL201110175053.3	2013-04-25	1208881	重庆大学	卢义玉、汤积仁、沈晓莹、夏彬伟、左伟芹、葛兆龙	有效
授权发明专利	一种煤矿井下水力割缝自吸式磨料射流发生装置及方法	中国	ZL201310287216.6	2015-09-06	1814469	重庆大学	葛兆龙、卢义玉、周哲、夏彬伟、程亮、汤积仁、梅绪东、张欣玮	有效
授权发明专利	一种水力喷射自进式钻孔增加煤层透气性及装置	中国	ZL201410189992.7	2016-02-05	1997607	重庆大学	卢义玉、葛兆龙、程玉刚、夏彬伟、汤积仁、程亮、杨枫、周哲	有效
授权发明专利	一种定向水压爆破提高煤层透气性的方法	中国	ZL201310107622.X	2015-07-03	1757215	重庆大学	夏彬伟、付宏伟、卢义玉、宋晨鹏、葛兆龙、刘小川、刘承伟、赵彬钦	有效
授权发明专利	一种磨料自动供给装置及使用的方法	中国	ZL201310076496.6	2015-01-20	1599467	重庆大学	卢义玉、汤积仁、林晓东、葛兆龙、夏彬伟、左伟芹、杜鹏、张磊	有效
授权发明专利	一种煤矿井下瓦斯抽采孔清孔钻头、清孔装置及清孔方法	中国	ZL201410194429.9	2015-11-05	1891866	重庆大学	卢义玉、汤积仁、张欣玮、葛兆龙、夏彬伟、周哲、贾云中、林晓东	有效

授权发明专利	一种多功能自激振荡水射流磨料发生装置	中国	ZL201110031273.9	2012-08-06	1047660	重庆大学	卢义玉、葛兆龙、汤积仁、左伟芹、刘勇、章文峰	有效
授权发明专利	一种岩石模拟与钻进测试装置及使用方法	中国	ZL201310722034.7	2016-01-20	1976407	重庆大学	汤积仁、卢义玉、贾云中、杜鹏、黄飞、章文峰、林晓东、敖翔	有效
授权发明专利	一种高压水射流螺旋切槽松动爆破方法	中国	ZL201310734776.1	2015-09-29	1843104	武汉大学	康勇、郑丹丹、粟登峰、王晓川、颜秉源、李东洋	有效
授权发明专利	一种腔长连续可调高自激振荡脉冲射流喷嘴	中国	ZL201410089222.5	2016-01-05	1950879	武汉大学	康勇、王晓川、李登、袁波、方珍龙、胡毅、王泽峰、丁小龙	有效
授权发明专利	矿用气渣敛集及分离装置	中国	ZL201310168746.9	2015-10-22	1873500	武汉大学	杨晓峰、李登、康勇、王晓川	有效
授权发明专利	一种煤矿井下自吸式磨料射流钻头及钻孔方法	中国	ZL201310568516.1	2015-11-05	1882262	重庆大学	卢义玉、葛兆龙、张欣玮、周哲、孙大发、陈久福	有效
授权发明专利	高压水密封双动力螺旋钻杆	中国	ZL201210298077.2	2015-06-02	1715337	重庆大学	夏彬伟、卢义玉、杜鹏、汤积仁、胡科、葛兆龙、刘承伟、赵彬钦	有效
授权发明专利	一种岩石围压加载实验装置及实验方法	中国	ZL201410080149.5	2016-08-17	2191158	重庆大学	夏彬伟、宋晨鹏、卢义玉、杨冲、葛兆龙、汤积仁、刘承伟、赵彬钦	有效
授权发明专利	一种辅助高压水射流割缝防喷装置	中国	ZL201310229014.6	2015-06-25	1776886	武汉大学	王晓川、康勇、李登、胡毅、粟登峰、王泽峰	有效



授权发明专利	多功能冷却采样管	中国	ZL201310186445.9	2016-03-07	2121471	中国平煤神马能源化工集团有限公司	吕有厂、郭相斌、王廷法、王满、梁建波、胡金红、杨继东、章晓岚、冯保山	有效
授权发明专利	一种煤矿井下高压水力压裂封孔材料及封孔工艺	中国	ZL201210578643.5	2014-10-09	1519232	重庆大学	葛兆龙、卢义玉、梅绪东、孙大发、陈久福、夏彬伟、程亮、丁红	有效
授权发明专利	一种淹没射流测试箱及测试方法	中国	ZL201210231175.4	2015-02-11	1645668	重庆大学	葛兆龙、卢义玉、夏彬伟、程亮、汤积仁、贾亚杰、梅绪东、周哲、杨枫	有效
授权发明专利	一种射流压力脉动特性的测试方法及装置	中国	ZL201310066270.8	2015-01-29	1602723	重庆大学	葛兆龙、卢义玉、周哲、夏彬伟、汤积仁	有效
实用新型专利	一种用于旋转输水器的高压密封结构	中国	ZL201220056227.4	2012-12-05	2557372	重庆大学	卢义玉、汤积仁、葛兆龙、左伟芹、刘勇、夏彬伟、杜鹏、章文峰	有效
实用新型专利	一种矿用高压密封三角钻杆	中国	ZL201220369799.8	2012-12-12	2700845	武汉大学	康勇、王晓川、李登、吕有厂、代志旭、朱同功、翟光耀、胡毅	有效
实用新型专利	一种间歇式负压自动放水器	中国	ZL201420045137.4	2014-05-16	3669566	中国平煤神马能源化工股份有限公司	吕有厂、康勇、代志旭、王晓川、王满、胡金红、陈建忠	有效

主要完成人情况:

- 1、卢义玉, 排名 1, 国家重点实验室主任, 长江学者特聘教授, 工作单位: 重庆大学, 完成单位: 重庆大学, 是该项目的主要负责人, 对发明点 1、2、3 均有重要贡献, 具体表现在: 提出了复杂煤层水力网络化防突的学术思想, 研发出相关技术, 发明了一种水力喷射自进式钻孔增加煤层透气性方法及装置, 一种破碎硬岩钻头及对硬岩进行破碎的方法, 一种多功能自激振荡磨料水射流发生装置, 一种煤矿井下瓦斯抽采孔清孔钻头、清孔装置及清孔方法。
- 2、康勇, 排名 2, 省重点实验室副主任, 教授, 工作单位: 武汉大学, 完成单位: 武汉大学, 是该项目的主要研究骨干, 对发明点 2、3 均有重要贡献, 具体表现在: 发明了一种腔长连续可调高压自激振荡脉冲射流喷嘴, 发明了一种高压水射流螺旋切槽松动爆破方法, 参与研制了矿用气水渣敛集及分离装置。
- 3、夏彬伟, 排名 3, 副教授, 工作单位: 重庆大学, 完成单位: 重庆大学, 是该项目的主要研究骨干, 对发明点 1、3 有重要贡献, 具体表现在: 发明一种定向水压爆破提高煤层透气性方法, 高压水密封双动力螺旋钻杆, 一种岩石围压加载实验装置及实验方法, 参与研制了一种破碎硬岩钻头及对硬岩进行破碎的方法。
- 4、王晓川, 排名 4, 副教授, 工作单位: 武汉大学, 完成单位: 武汉大学, 是该项目的主要研究骨干, 对发明点 3 有重要贡献, 具体表现在: 发明了一种辅助高压水射流割缝防喷装置, 参与研制了一种矿用高压密封三角钻杆。
- 5、王满, 排名 5, 高级工程师, 工作单位: 中国平煤神马能源化工集团有限责任公司, 完成单位: 中国平煤神马能源化工集团有限责任公司, 是该项目的主要研究骨干, 对发明点 3 做出了创造性贡献, 具体表现在: 发明了一种多功能冷却采样管, 参与研制了一种间歇式负压自动放水器。
- 6、葛兆龙, 排名 6, 副系主任, 副教授, 工作单位: 重庆大学, 完成单位: 重庆大学, 是该项目的主要研究骨干, 对发明点 2、3 做出了创造性贡献, 具体表现在: 发明了一种煤矿井下水力割缝自吸式磨料射流发生装置及方法、一种煤矿井下高压水力压裂封孔材料及封孔工艺、一种射流压力脉动特性的测试方法及装置、一种淹没射流测试箱及测试方法, 参与研制了一种水力喷射自进式钻孔增加煤层透气性方法及装置。

完成人合作关系说明:

完成人卢义玉、夏彬伟、葛兆龙均为重庆大学教师，是“高压水射流破岩理论及其在地下工程中的应用基础研究”国家自然科学基金专项基金创新群体和“非常规天然气高效开发与利用”教育部创新团队的核心成员，已进行长期密切合作，共同研发了水力网络化防突技术及装备，合著《水力化煤层增透理论及技术》、撰写多项发明技术和发表多篇高水平学术论文。卢义玉为本项目和团队主要负责人，是本项目 ZL201410189992.7 等 6 个专利的主要发明人，是本项目多篇论文的主要作者，分别是教育部科技进步一等奖项目“煤矿井下割缝复合水力压裂增透技术及应用”和教育部技术发明一等奖“复杂煤层煤与瓦斯突出灾害防治新技术与装备”第 1 完成人和第 2 完成人。夏彬伟负责和参与了本项目的试验研究和装备研发，是 ZL201310107622.X 等 3 个专利的主要发明人，也是重庆大学与义马集团及其他矿区推广水力网络化防突技术的联系人和主要完成人。葛兆龙也是本项目的研究骨干，负责或参与了项目的理论分析和现场试验，是 ZL201310287216.6 等 5 个专利的主要发明人，也是松藻矿区和平顶山矿区推广该技术的联系人和完成人。

完成人康勇、王晓川是该项目在武汉大学的主要合作人，并与重庆大学具有长期合作关系，联合攻关研究了“煤巷掘进工作面钻割一体化技术装备研究与应用”和“高压脉冲水射流快速石门揭煤技术成套装备研究与应用”等课题，参与研发了该项目中的喷嘴、钻杆等核心部件。其中康勇也是国家自然科学基金专项基金创新群体的核心成员，是本项目 ZL201410189992.7 等 3 个专利的主要发明人。王晓川参与了项目的装备研发和现场试验，是 ZL201310229014.6 等 3 个专利的主要发明人，也是武汉大学和平顶山矿区推广该技术的联系人和完成人。

王满是该技术推广应用重要工业性试验基地“中国平煤神马能源化工集团”的现场联系人和主要参与人，参与了重庆大学和武汉大学“煤巷掘进工作面钻割一体化技术装备研究与应用”、“高压脉冲水射流快速石门揭煤技术成套装备研究与应用”和“复合动力灾害下大采长回采工作面中间底位巷区域瓦斯治理技术研究”等课题的现场工业性试验，在该技术现场推广应用方面做出了重要贡献。