

河南万泉通机电设备安装有限公司

He' nan wanquantong electromechanical equipment installation co., ltd

联系电话：15536017888

河南万泉通机电设备安装有限公司长期致力于煤矿安全开采，灾害防治等方面的技术开发和服务。特别是破碎围岩注浆、矿山充填、快速密闭、瓦斯封孔等新型矿用无机材料的研发、生产、应用技术服务等。

公司主要产品有高性能无机注浆材料、充填材料、注浆充填设备、矿山压力监测仪器仪表等。公司自行研发销售的材料及设备性能优越，工程适应性强，能够解决煤矿、地铁、隧道等工程的基础沉降、围岩处理等技术问题。近几年，公司已先后与国内知名矿业集团、地铁隧道集团开展了大量技术合作，提供的产品及技术服务得到了相关单位的高度认可与好评。

企业理念：

守诚，合作，求精，满意，共赢

一、矿用无机材料

1. 耐固 I 号（无机双组份安全型加固材料）

该材料为双组份无机矿粉材料，现场分别加水搅拌，采用气动或液压泵注浆，固化、强度增长速度与高分子材料相当，较为适合巷道破碎围岩、采掘工作面注浆加固和堵水工程需要。该材料在固化速度、强度等方面最接近高分子材料，为纯无机环保型材料，反应温度低，且不自燃、无毒、无腐蚀、无污染。



该材料两种浆体混合后，可在数秒至数十秒内快速固结，短时间内可达足够强度，特别适合矿压显现强烈的巷道、采掘工作面、未喷浆巷道等工程条件下的注浆加固和堵水，也适合公路、地铁、隧道等类似工程条件下的注浆工程。

表 1-1 耐固 I 号注浆加固材料性能参数

项目	凝结时间		抗压强度/MPa					
	初凝	硬化时间	15min	30min	1d	3d	7d	28d
参数	30s	4~5min	≥10	≥20	≥35	≥42	≥45	≥52

主要适合工程条件：

1. 采掘工作面破碎围岩注浆加固；
2. 大采高工作面煤壁片帮防治；
3. 极破碎、快速变形巷道注浆加固；
4. 软岩巷道注浆加固；
5. 巷道、井壁等裂隙渗水堵漏；
6. 注浆堵水；
7. 空巷快速充填、挡水墙快速构筑；
8. 锚杆、锚索全长锚固剂；
9. 瓦斯抽放、压裂、测压钻孔的密封；
10. 地质、水文钻孔套管快速固定。

2. 耐固 II 号（单液高强注浆材料）

该材料一种单液注浆加固材料，具有可注性强、流动性好、渗透性强、粘结性好等优点，结石体强度及充填率高，胶凝时间 $1\text{h} \leq t \leq 12\text{h}$ ，24h 强度可达 25MPa 以上，较为适合地质构造带深孔预注浆和壁后注浆。

该材料主要适用于煤矿巷道、硐室、井筒等围岩注浆加固，特别是喷浆巷道壁后注浆，深孔注浆加固，可配合注浆锚杆、锚索施工；也可以用于陷落柱、断层破碎带等不良地质条件下的注浆堵水或围岩加固。



表 1-2 单液高强注浆材料性能参数(时间 h/MPa)

初凝时间	1d/MPa	3d/MPa	28d/MPa
$\geq 30\text{min}$	25	30	40

主要适合工程条件：

1. 地质构造区深孔预注浆。断层影响区，陷落柱边缘地带，以及仰采区域等往往容易造成工作面片帮严重，甚至诱发冒顶，采用深孔预注方式可以最大限度的消除对开采的影响，节约注浆材料费用。

2. 超前支承压力区深孔注浆。大采高工作面深孔注浆可以有效防止煤壁片帮、冒顶，对生产影响最小，但是原始煤体可注性较差，注浆效果不好。超前支承压力影响区域煤体裂隙较为发育，可注性提高，采用提前成孔、封孔，采动影响区内注浆可获得良好的注浆效果。该材料具备良好的可注性，同时 1d 强度可达 25MPa 以上，可以满足工作面快速推进的需要。

3. 壁后注浆加固。对表面有喷浆的井巷工程，注浆加固可以快速改善围岩承载状态，也能够堵塞裂隙渗水。

3 矿用柔性喷涂材料

柔性喷涂材料由双组分反应生成，一种组分为无机粉料、一种为环保浆液，二者使用比例为 1:0.6（质量比），两种组分混合后具有良好的隔气性和柔性，广泛应用于煤矿和隧道煤岩体表面喷涂。材料具有粘性高、气密性好、柔性高等优点。有效的防止巷道围岩风化、煤体漏风、瓦斯抽采煤壁漏气、切顶卸压沿空留巷漏风等问题。提高巷道围岩稳定性、瓦斯抽采效率、煤岩体表面防护效果等。具体性能如下：

- 1、施工过程无回弹、安全、环保；
- 2、立面和顶面不流淌、不流挂，整体效果好；
- 3、涂层固化后粘附力强，拉伸强度高、拉伸强度大、密封性优越；
- 4、阻燃、抗静电；
- 5、固化物硬化速度和强度增长快。



表 1-3 矿用喷涂材料性能指标

混合比例	成膜时间	粘结强度	抗压强度	阻燃特性
1:0.6	30min~240min 可调	0.5~2Mpa	1~3MPa	阻燃



图 1 材料喷涂效果图



图 2 材料柔性

4、高水充填材料

高水充填材料是我公司独立研发的一种新型材料，为双组份无机材料，双液混合后，可在 5~30min 内快速固结，充填体含水率高，用高水材料进行充填所形成的充填体体积含水率高达 87%~90%，单立方充填体材料消耗约为 400~600kg，材料消耗约是混凝土的 1/5~1/7，且可实现远距离泵送，井下材料运输工作量较小。



图 3 高水材料固结成型

固结体表现出较高的残余强度和良好的“恒阻”特性，较为适合沿空留巷巷旁充填材料，相对于混凝土材料，可远距离泵送、施工工艺简单、劳动强度低、充填系统投入少、沿空留巷效率高等。

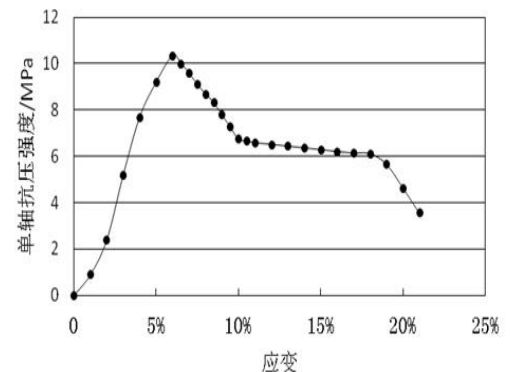


图 4 高水材料全应力应变曲线

表 1-4 不同水灰比条件下材料性能参数

水灰比 (W: C)	固化时间 (min)	单轴抗压强度(MPa)					
		2h	1d	3d	7d	28d	90d
1.5:1	12	3.98	6.62	7.51	8.28	9.31	10.25
1.8:1	15	3.28	5.02	5.94	6.22	6.82	8.14
2:1	20	2.64	4.25	4.47	5.34	6.25	7.36
3:1	25	1.25	1.38	2.12	3.28	4.36	5.65

主要适合工程条件：

1. 沿空留巷巷旁充填。
2. 通风闭墙远距离充填构筑。
3. 尾砂充填胶结材料。

5、超高水充填材料

超高水充填材料是我公司独立研发的一种新型超高水材料，为双组份无机材料，由 A、B 两种无机矿粉材料组成，水灰比可达 3~11:1，水体积比可达 95%~97%。

超高水材料水体积可高达 97%，材料消耗量小，单立方材料消耗约 100~400kg；单料存放时间 24h 以上，双液混合后 5~30min 胶凝，可根据需要进行调整；最终强度可达 0.66~5.2MPa，可根据不同充填工程需要进行调整；材料具有早强、快硬的特点，7d 抗压强度能够达到最终强度的 60~90%，材料体积应变较小，在三向受力状态下具有不可压缩性，利于现场充填应用。超高水材料固结体主要由钙矾石构成，结构为纤细的丝网状结构，具有高持水特性。在封闭状态下，超高水材料固结体可保持长期稳定。

主要适合工程条件：

(1) 井下空巷充填。煤矿井下废旧巷道，特别是高落式采煤形成的残采区域，可以采用超高水材料进行充填，以消除空巷内积水、积气，以及顶板隐患。由于超高水材料消耗量小（每立方充填体材料消耗量约为 0.15t），大大减少了材料运输量，可以采用我公司研发的集搅拌制浆和充填为一体的螺杆充填泵，投资较少，且材料固结速度快。

(2) 采空区充填开采。采空区充填是实现“三下一上”安全开采的重要举措，超高水材料具备良好的受力特性，且在封闭空间可保持长期稳定，能够满足采空区充填开采需要。可以采用地面或井下建站远距离输送充填方式，井下可以采用巷式或工作面开采方式采煤。

(3) 防灭火灌注材料。超高水材料注浆防灭火技术是一种集注浆、注水、凝胶、阻化剂于一体的新型防灭火技术，具备以上防灭火技术的优点，同时克服了浆液易流失、不凝结、流动性差及工艺复杂、成本高等缺点，具备较明显的技术优势。

6、 泵送支柱材料

泵送支柱材料为公司独立研发的充填支护材料，可替代木垛材料，不自燃、无毒、无腐蚀、无污染，属环保型新材料。泵送支柱施工工艺简单，材料可远距离泵送，施工效率高，承载性能好，且采煤机可直接切割，是空巷处理理想的支护材料。



图5 充填支柱现场施工情况

表 1-5 泵送支柱材料性能参数(时间 h/M Pa)

水灰比 (W: C)	胶凝时间 /min	单轴抗压强度/M Pa					材料消耗量 (kg/m ³)
		2h	1d	3d	7d	28d	
0.8:1	4	12	14.1	15.2	16.1	18.7	830
1.0:1	8	8.2	10.5	11.3	12.8	14.6	720
1.5:1	12	4.64	5.62	8.5	9.2	10.8	550

泵送支柱需配合柔模袋施工，柔模袋为圆柱形塑料涂覆布，阻燃，抗静电，并配合钢圈结构；施工工艺主要包括吊挂柔模袋、木条定位、泵送浆液充填、固结成型。

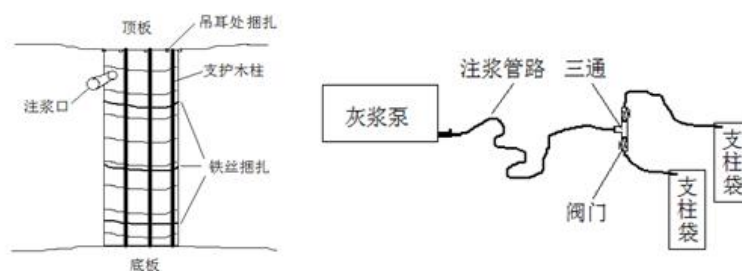


图6 充填支柱注浆施工工艺示意图

主要适合工程条件:

1. 空巷支护;
2. 工作面超前支护;
3. 沿空留巷巷旁支护。

7、无机发泡密闭充填材料

无机发泡密闭材料是一种速凝、早强、发泡的单液材料，该材料通过机械搅拌产生气泡，发泡体积大。适合于空巷充填、密闭墙施工、冒顶区充填等工程。该类注浆材料主要具备以下特征：



- 1、组成材料全部为无机材料，不自燃、无毒、无腐蚀、无污染特性，是完全环保型材料；
- 2、材料加水后迅速失流、硬化，能够快速成型；
- 3、该材料施工水灰比适用范围大(1.5~2.5:1)，在不同水灰比条件下，结石率可以达到 100%；
- 4、该材料发泡倍数高，且发泡倍数可以根据现场需要调整，单位体积材料消耗量小，仅为 100~200kg；
- 5、密闭材料可压缩量大，最大可达 20~30%，可以起到有效的让压作用。

表 1-6 密闭材料性能参数(时间 h/MPa)

水灰比 W: C	固化时间 /min	终凝时间 /min	单轴抗压强度/MPa			反应最高温度 /°C	材料消耗量 (kg/m ³)
			1d	7d	28d		
1.5:1	8	20	0.8	1.0	1.2	50	250~300
2.0:1	12	25	0.6	0.8	1.0	40	100~200

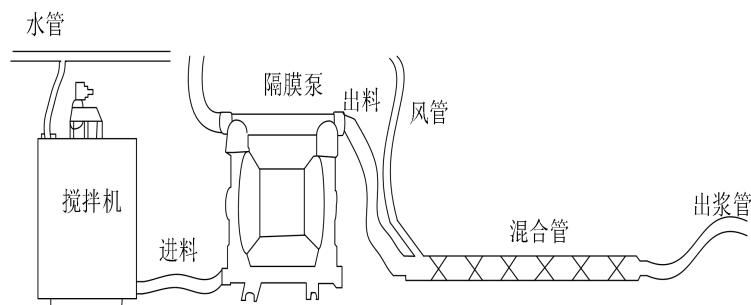


图 9 充填系统示意图

8、 爆破封孔材料

煤矿深孔爆破是一种顶板预裂、煤体卸压等常用的技术手段，按照规定封孔深度一般不少于孔深的 1/3，爆破封孔是为了有效抵抗和缓冲深孔爆破时炸药产生的冲击应力波，减小爆破能量的损失，充分利用炸药能量，提高预裂爆破效果。目前主要采用炮泥或水泥药卷填塞方式，存在效率低、劳动强度大等问题，捣不实的时候还会冲出炮泥，严重影响爆破效果。

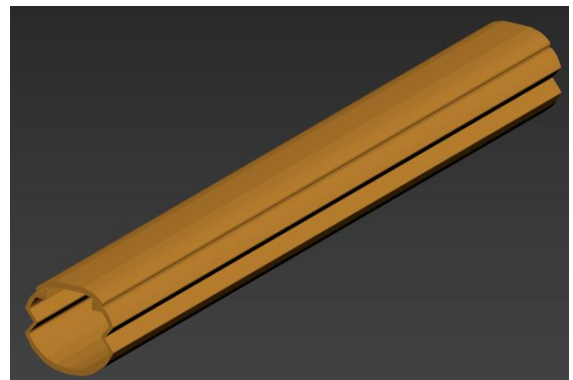


本设计研制一种灌注式爆破封孔材料，该材料具备速凝和微膨胀特性，固化温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ，纯无机材料，爆破过程不燃烧，无有毒有害气体产生，固化后与炮泥力学性状最接近；装药后通过气动注浆泵灌注入封孔段，灌注时间 $\leq 5\text{min}$ ，凝固 20min~30min 后即可实施爆破，也可根据封孔长度调整封孔材料强度。

目前该材料在徐州矿区张双楼煤矿、大屯煤矿、姚桥煤矿，陕煤黄陵建庄矿业等冲击地压深孔预裂爆破，晋城矿区寺河煤矿、成庄煤矿深孔预裂爆破卸压等工程中得到推广应用，大大提高了封孔效率和封孔效果。其中建庄煤矿采用深孔预裂爆破防治坚硬顶板孤岛工作面冲击地压，孔深达 95m，单孔装药量达 70 余公斤，封孔长度达到 30 余米，采用灌浆封孔，当班可以完成 3 个深孔爆破装药和爆破工作，降低了工人劳动强度，缩短了封孔作业时间，且取得了良好的封孔效果。

9、 爆破聚能管

爆破聚能管是配合囊袋式灌浆封孔方法，专门研制的装药器材，两侧开有 V 型聚能槽，利用聚能槽的聚能效应对围岩进行定向破坏，由扣盖、聚能管、连接件三部分组成。该聚能管适合矿山顶板深孔预裂爆破、深孔爆破卸压护巷、切顶卸压留巷等工程，配合灌浆封孔方法，可提高装药效率和爆破效率。



装药时首先将炸药和导爆索装入聚能管内，然后扣上扣盖，多节聚能管可通过连接件连接。深孔爆破时，可以在聚能管上固定防滑倒刺，以防止聚能管下滑和转向。

9、瓦斯封孔材料

力行封孔材料是我公司研发的一种新型无机材料，为无机双组份材料，由 A 料和 B 料组成，材料具备固化速度快、膨胀性能好、密封性能好等优点。该材料较为适合作为矿井瓦斯抽采、注浆加固、水力压裂、测压、探水等钻孔类型的封孔堵漏。



力行封孔材料性能主要表现为速凝、早强、膨胀性能好、密封性能强等特性，材料双液混合后 10~15min 失流、20~30min 硬化，能够快速提高瓦斯抽采浓度；材料中加入无机发泡组份，膨胀率可达 15~30%；材料具备早强、速凝特性，2h 即可达到良好的封孔效果能够快速支撑孔壁，防止漏气；浆料也可以进入孔壁裂隙，堵塞漏气通道。

现场按设计的水灰比，对 A 料和 B 料分别加水搅拌，然后采用双液气动注浆泵注入封孔空间，即可快速固结达到预期封孔效果；配合囊袋式封孔器效果更佳。

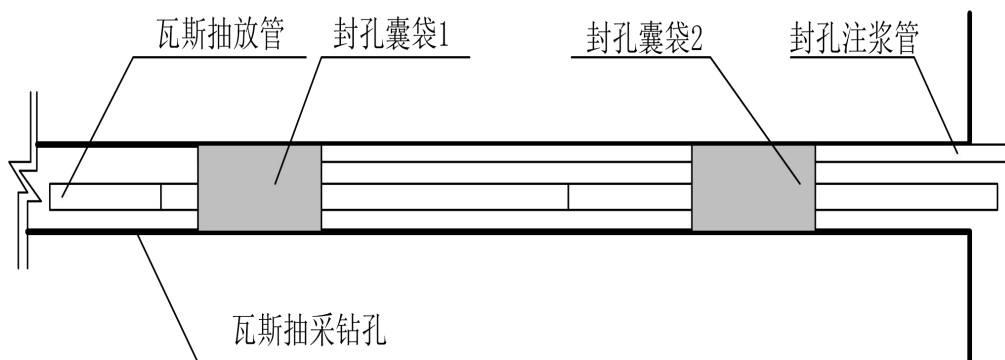


图 2-1 封孔方法示意图

二、设备简介

1. 矿用气动注浆泵

矿用气动注浆泵是根据本公司的材料特性，以及实际注浆或充填工程需要，而专门设计研发，以压缩空气作动力，可以在大淋水、高瓦斯场合安全使用；气动注浆泵/充填泵轻便灵活、结构简单可靠；注浆压力和流量方便调节，可注单液浆、双液浆以及化学浆；注浆泵采用双柱塞结构，注浆时两种浆体同时吸浆和出浆，混合效果更好。



序号	规格型号	额定流量 (L/min)	额定压力(MPa)	增压比	类型
1	2ZBQ50/32	50	15	32	双液/单液
2	2ZBQ100/32	100	15	32	双液/单液
3	2ZBQ50/64	50	25	64	双液/单液

表 2-1 矿用气动注浆泵参数表

2. 气动搅拌机

QB300 气动搅拌机根据本公司材料特性设计，以压缩空气为动力，具备扭矩大，不结底，清洗方便等突出优势。

表 2-2 气动搅拌桶参数

搅拌桶容量 (L)	300
额定气压(MPa)	0.6
马达功率(HP)	1.0
耗气量(m ³ /min)	1.1
叶片扭矩(n.m)	150
额定转速(rpm)	48
重量(Kg)	150
外形尺寸(长×宽×高)	0.8m×0.8m×1.2m

3. 高速制浆充填泵

高速制浆充填泵是一种水泥类材料制浆设备，主要由制浆桶、离心泵、防爆电机、喷浆管路和底座等组成。制浆桶外设有离心泵，制浆桶底部与离心泵吸入口通过管路相连，离心泵出口通过喷射管连接到制浆桶切线方向上。该机由立式电机驱动，经转动轴直接带动高速离心泵叶轮旋转产生高速液流，在桶内形成强烈涡流，使物料充分均匀搅拌，快速制成浆液。具有结构简单、使用方便，制浆速度快、制浆搅拌均匀，操作者劳动强度低、工作效率高的特点。



表 2-3 高速制浆充填泵基本参数

使用容量 (L)	350
水灰比	$\geq 0.5:1$
制浆时间 (min)	2
额定功率 (kW)	7.5
整机重量 (Kg)	350
外形尺寸 (mm)	1600/1000/1300

GCT-350 型高速制浆充填泵是浆液配制的专业设备，主要用于矿山、水电、铁路、交通、建筑等行业中，将水泥、膨润土等与水及其添加剂混合并快速制成浆液，该机采用涡流制浆与一般叶片搅拌机相比，具有制浆速度快，浆液搅拌均匀等特点。

4. 矿用气控定量水箱

本水箱采用气控方式实现矿山井下定量供水，水箱自动加水，加至设定容量后，自动停止供水，水箱放空水后可自动补水，即实现了水量定量控制，也便于实现搅拌和供水平行，提高供水效率，解决了高供水压力条件下定量供水问题。



表 2-4 矿用气控定量水箱基本参数

容量 (L)	350
气压 (MPa)	0.2-0.6
加水泄水时间 (min)	≤ 3
整机重量 (Kg)	50
外形尺寸 (mm)	1200/500/600

5、高速制浆及充填系统

高速制浆机充填系统主要由高速制浆机、矿用气控定量水箱和充填管路等组成。定量水箱提前蓄水、快速供水、高速制浆机快速搅拌制浆，两种料浆成浆通过高速制浆机离心泵泵送并在充填作业点前混合后注入充填空间。相比传统的低速搅拌、泵送注浆的充填系统，具有系统简单，制浆速度快，工人劳动量小，充填效率高的特点，非常适合井下各种充填工程。

高速制浆及充填系统主要用于井下空巷充填、沿空留巷、空穴充填等充填工程。

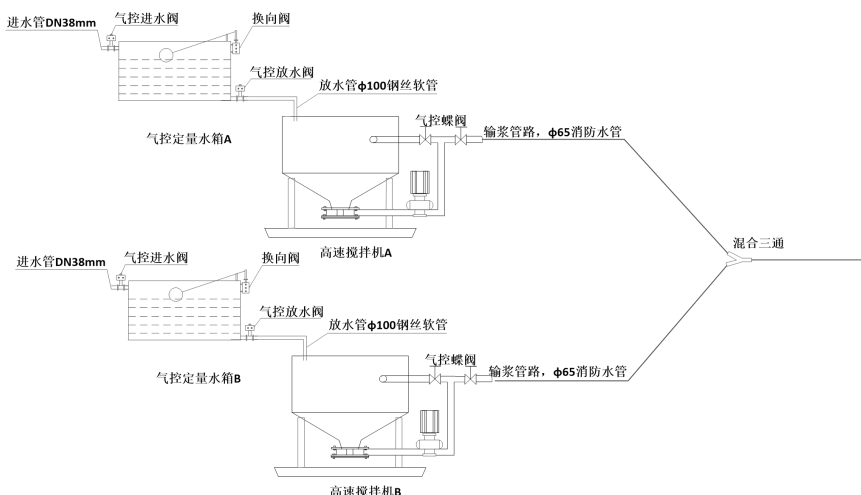


图 2-2 高速制浆及充填系统

6. 矿用螺杆充填泵

矿用螺杆充填泵采用卧式箱体结构，主要由粉料进料仓、粉料螺旋定量输送装置、粉料调速器、浆料混合仓、螺杆泵体、隔爆电动机、进水接口、出口等



组成。电机通过链轮传递动能，带动螺旋下料器和螺杆泵工作。螺旋下料器定量下料、流量计控制供水，螺杆泵制浆排浆。该设备具有结构紧凑，操作简单，料浆水灰比可调，连续制浆排浆等优点，适合井下中小流量充填工程。

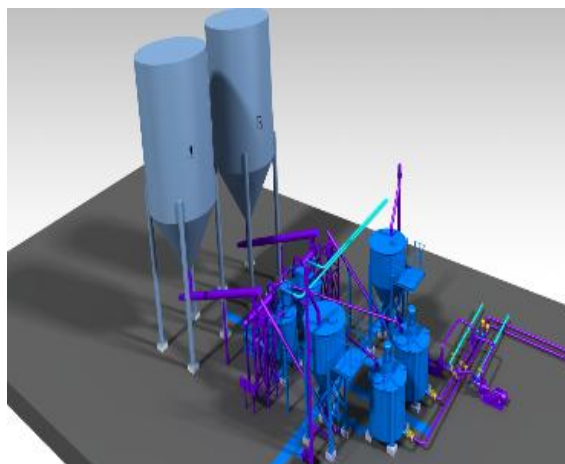
表 2-5 螺杆泵基本参数

螺杆充填泵型号		LCT-6/1.2-7.5
序号	项 目	参数值
1	电动机（YBK 型）功率（kW）	7.5
2	额定电压（V）	660 / 1140
3	浆料输出压力（MPa）	1.2
4	浆料最大输出流量（m ³ /h）	6
5	浆料泵送距离（m）	≥200
6	进水流量（可调）（m ³ /h）	0~8
7	螺杆泵转速（rpm）	280±10
8	噪声声压级 [dB(A)]	≤80
9	机器尺寸：长×宽×高（mm）	1600×750×920
10	机重（kg）	300±10

矿用螺杆充填泵主要用于矿井、隧道、水利、地铁、建筑、桥梁等工程充填施工，解决工程中空穴充填、构筑防爆密闭墙、沿空留巷充填、充填支柱、防/灭火控制等工程问题。

7. 自动化充填制浆站

我公司研发设计的地面自动化充填制浆站，采用高速涡流搅拌工艺，具备制浆工艺简单、效率高、基建工程量小等突出优势，该系统能够适应水泥、粉煤灰、高水、超高水、黄土等各类材料，能够满足井下空巷充填、充填开采、注浆堵水、防灭火等工程需要。公司目前在晋煤天安公司海天煤业、临矿集团田庄煤矿建设粉煤灰和超高水材料充填系统，使用效果良好，工程投资少，深受使用单位好评。



8.气动超高压破研系统

产品用途及适用范围：矿山石材的挖掘：花岗岩、大理石、砂岩、石灰岩等。

煤矿井下矿井的岩石劈裂。矿山石材的开采、石方开挖工程等。避难硐室的开采，沿巷掘进。金属矿，非金属矿、煤矿的挖掘。地道掘进的工程：地铁、涵洞、矿井、地下管线、河道治理等工程。



序号	参数项目		单位	参数表
1	工作气压		MPa	0.50
2	额定压力		MPa	60
3	最高压力		MPa	80
4	额定流量		L/min	1.5
5	耗气量		m ³ / min	1.0
6	缸数		/	3
7	排浆缸基本参数 (缸径×行程)		mm	90×250
8	主机重		kg	22
9	枪体长度		mm	1030
10	枪体直径		mm	42
11	楔块长度		mm	250
12	枪体重量		kg	33
13	主机外形尺寸(长、宽、高)		mm	1300×600×1200(±20)
14	钻孔深度		mm	500
15	钻孔要求		mm	42
16	分裂时间		s	40-60
17	噪音	声压级	dB (A)	≤90
		声功率级	dB (A)	≤100

9.矿用封孔器

矿用封孔器应用于瓦斯抽放、封孔，利用注浆泵注浆压力先将封孔器两头的囊袋充满浆液、两端膨胀后液浆再封闭中间缝隙，从而实现多层封孔，瓦斯通过抽放管路进行抽放。该产品具有操作简单、使用方便、降低工人劳动强度、提高工作效率等优点。



项 目	单位	FKJW-180/0.6
长度	mm	按客户要求定制
适用瓦斯抽放管最小外径	mm	50
自由膨胀外径	mm	60-160
适用孔径	mm	65-150
囊袋最小爆破压力	MPa	1.8
工作压力	MPa	0.6

表 2-5 矿用封孔器基本参数

10、矿用气动注浆泵

ZBQ-12/1.5 型矿用气动注浆泵（以下简称注浆泵）主要用于矿井、隧道、水利、地铁、建筑、桥梁施工中，用于注浆堵水，填充空隙，破碎岩层的注浆固结，锚索注浆；还用于修复公路、铁路路基翻浆等局部缺陷，以及软地基处理；在抗洪抢险中排除地下隐患。

注浆泵体积小，重量轻，使用可靠，在易燃、易爆、温度、湿度变化较大的场所，均可以安全使用。



性能参数		单位	ZBQ-12/1.5					
工作气压		MPa	0.40		0.50		0.63	
排浆压力		MPa	0	1.5	0	1.5	0	1.5
额定流量		L/min	16	10	20	12	24	14
耗气量		m ³ /min	3.7	32.	4.1	3.6	4.5	4.0
往复次数		次/min	95	60	115	70	140	85
缸数		-	1					
噪声	声压级	≤95	≤95					
	声功率级	≤112	≤112					
排浆缸基本参数 (缸径×行程)		mm	50×100					
容积效率		%	≥85					
机重		kg	48					
几何尺寸		mm	680×510×1120 (±20)					

表 2-5 矿用气动注浆泵基本参数

三、技术服务简介

1. 注浆加固与堵水

随着矿井开采深度和开采强度的逐步加大，巷道围岩控制难度越来越大，部分巷道围岩极其破碎，且变形破坏速度非常快，围岩快速失去承载能力，锚杆、锚索锚固力快速失效，单纯靠锚杆、锚索支护已很难解决问题。

公司经过多年努力，研发新型无机双液注浆材料，反应速度、力学性能可以与聚氨酯类高分子材料媲美，但是成本更低廉，反应温度低，属环保型材料，不存在自燃，以及释放有毒有害气体的隐患。该材料注入裂隙后，可快速固化，快速提高煤体强度，改善锚杆、锚索锚固性能，较为适合极破碎围岩、强烈采动影响巷道，以及表面未喷浆的巷道注浆加固，且在堵裂隙渗水，防止锚杆锚索锈蚀方面也能起到良好效果；双液速凝注浆材料能够起到堵水效果。此外，研发的单液材料，具备渗透性好、固结强度高突出优势，较为适合壁后注浆加固。

目前公司研发的系列注浆材料，在晋能控股集团下属矿井全面推广应用，在解决复用巷道、工作面端头三角区、极破碎围岩巷道、强矿压显现巷道、防治巷道淋水等 20 多个围岩控制工程中取得了良好的应用效果，公司在注浆加固与堵水设计、材料配比、设备、施工、管理等方面积累了丰富的现场经验。



图 3-1 注浆加固前巷道破坏情况



图 3-2 注浆加固后治理情况

2. 注浆锚索加固技术

目前，随着采矿规模的日益增大，开采深度也逐年增加，煤矿巷道围岩的压力也越来越大，尤其巷道位于采动影响、软弱膨胀岩层和破碎带等不稳定岩体中，围岩弱面发育，使得

巷道围岩稳定性差，这就给巷道围岩控制和维护带来了极大的困难。在这些复杂困难条件下，采用常规的锚杆/锚索进行支护，由于锚固效果差，往往支护效果难以达到应用的效果。

最近几年发展起来的高强锚注支护技术在矿山和岩土工程中得到广泛应用，工程实效也很显著，尤其在软弱岩层支护中发挥了很大的作用。锚注支护实质上是将锚固支护技术和注浆加固技术结合，利用中空的锚杆/锚索兼做注浆管，在保证锚固力的前提下，利用注浆材料改变围岩的性质，提高围岩的强度和自承能力，保持巷道的稳定。

公司研发的囊袋式注浆锚固锚索施工方法，能够实现锚索的加长锚固、围岩注浆，并能够施加锚索预紧力，不同于现在常规注浆锚索，采用全长锚固形式，不能施加预紧力；配合公司研发的速凝、早强型锚固注浆材料，能够实现注浆锚索的快速锚固。

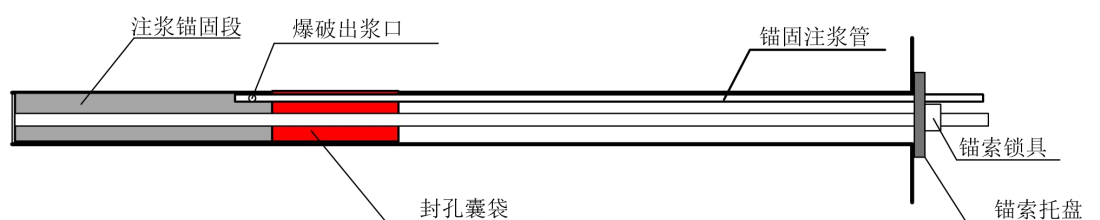


图 3-3 加长注浆锚固锚索

3. 大采高工作面深孔预注浆防治煤壁片帮

煤壁片帮是大采高工作面顶板管理的主要问题，严重制约综采设备效能的发挥，目前各矿主要采用煤壁浅孔注高分子材料的应急处理方式，这种方式影响工作面生产，需要进入煤帮作业，注浆成本高，企业不堪重负，且往往还起不到应有的效果，甚致发生燃烧、中毒等次生灾害。

公司在深入分析大采高工作面矿压显现规律、煤岩体裂隙发育规律的基础上，提出超前支承压力区深孔注浆，实现了煤壁片帮问题的区域性防治。在工作面回采之前，首先进行隐蔽构造超前探测，划分各类异常区域，对容易出现片帮的不良地质区域，施工深孔，钻孔覆盖异常区域，并进行插管和封孔，待钻孔进入工作面前方超前支承压力区后再实施注浆，一般超前工作面 20~30m 范围。注浆材料采用团队自研的高强、高渗透性无机超细材料，材料 1d 固结强度可达 25MPa 以上，满足工作面快速推进的需要；此外，公司还研发有深孔注浆封孔、高速搅拌、定量水箱等装置，确保深孔注浆实施效果。

方案的核心技术为：超前探测，提前施工深孔，插管封孔，超前压力区注浆，高强高渗透注浆材料，合理注浆工艺参数，以及配套注浆设备。

目前该技术在晋能控股集团寺河、成庄、赵庄矿等大采高工作面得到推广应用，取得了

良好的应用效果，相关技术成果取得 2 项发明专利，获得煤炭科学技术成果科技进步二等奖。



图 3-4 大采高工作面深孔预注浆防治煤壁片帮

4. 高水材料和柔模混凝土巷旁充填沿空留巷

沿空留巷是采煤工作面后沿采空区边缘维护原回采巷道，满足接替工作面生产需要，能够缓解采掘接替紧张，实现无煤柱开采，提高矿井资源回收率，利于采用 Y 型通风，消除上隅角瓦斯积聚，尤其对于瓦斯突出矿井意义更大。公司经过多年努力，研发形成高水材料和柔模混凝土巷旁充填沿空留巷工艺，其中高水巷旁充填沿空留巷具备工艺简单，充填体承载性能好等突出优势，在埋藏浅、矿压显现偏弱的矿井广泛应用；柔模混凝土巷旁充填沿空留巷具备墙体强度高、承载力大等突出优势，在埋藏深、矿压显现强烈的矿井应用良好。公司研发的巷旁充填材料和巷旁充填系统，在晋煤成庄矿，永锦公司云盖山二矿，河南煤化车集矿，河南神火新庄矿等中厚煤层综采和厚煤层综放工作面得到推广应用，应用效果良好。

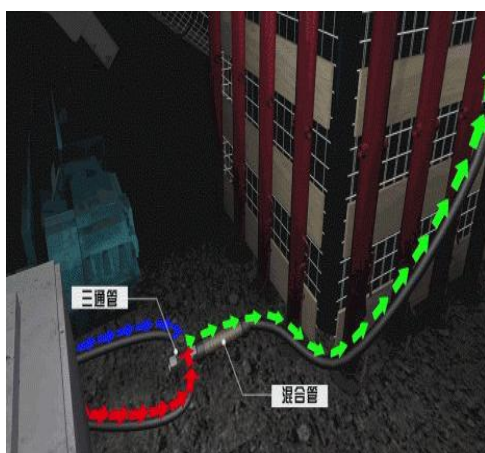


图 3-5 高水材料巷旁充填沿空留巷



图 3-6 柔模混凝土巷旁充填沿空留巷

5. 切顶卸压沿空留巷

切顶卸压沿空留巷即 110 工法，是由何满潮院士提出的沿空留巷工艺，该方法具备留巷压力小、工艺简单、成本低廉等突出优势，在中厚煤层低瓦斯矿井得到广泛的应用。公司在此基础上，在切顶聚能爆破工艺、聚能爆破管、爆破封孔工艺上进行深入研究，做了较多的改善，同时研发无机封堵材料，能够实现高瓦斯煤层切眼卸压垮落自成巷技术。

目前团队在晋能控股集团天安公司苇町煤业综采工作面、安阳贺驼矿高瓦斯易自燃煤层综放工作面切顶卸压沿空留巷技术研究，并取得了良好的实施效果。

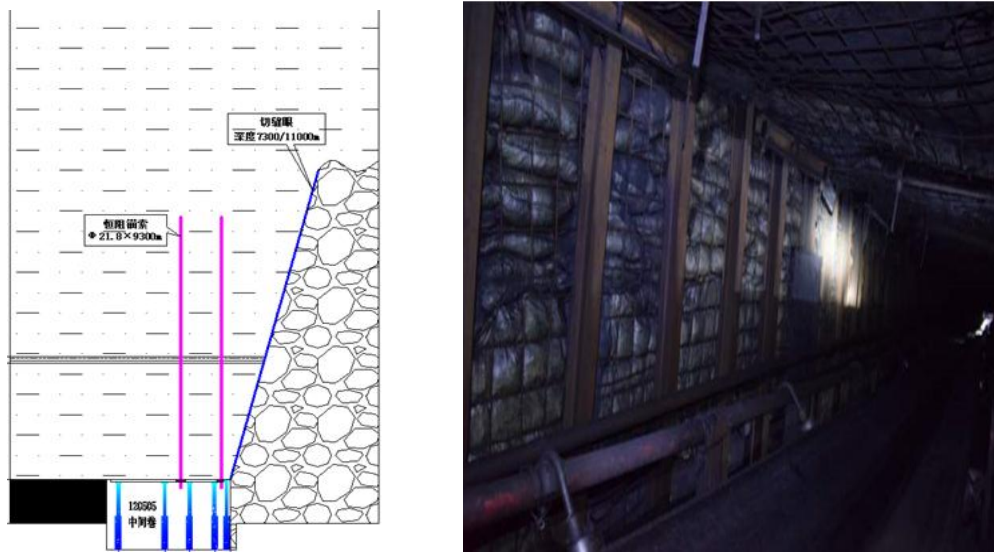


图 3-7 切顶卸压沿空留巷

6. 空巷治理

我国中西部矿区主采煤层普遍超过 5m，开采强度大，产量高，以大采高一次采全高、放顶煤等综采工艺为主。厚煤层空巷数量多，如绕道、中切眼、探巷、老窑废巷等，开采普遍面临治理空巷难题；根据空巷在煤层中的层位，分为沿顶空巷和沿底空巷，治理工序复杂，顶板问题突出，安全风险高，严重影响大采高、放顶煤工作面的安全高效回采。还有残采区域冒落空巷，冒落围岩胶结性差，伴随积水积气问题，易发生重大安全事故。团队在残采区治理技术研发的基础上，形成了涵盖材料、工艺、装备、理论为一体的空巷综合治理技术体系，技术手段包括地面充填站自流充填、井下移动充填站充填、泵送充填支柱支撑、深孔注浆胶结、堆煤（矸）充填注浆胶结等，能够满足各类空巷的治理需要。

相关技术在晋能控股集团成庄矿、天安公司海天煤业、润宏煤业，神华集团补连塔、乌兰木伦、上湾、老石旦等矿井推广应用，取得了良好的应用效果。



图 3-8 泵送支柱支撑空巷



图 3-9 顶部空巷全部充填

7. 残采区安全回采

上世纪 90 年代，国内有大量小型矿井，仅山西省就上万座，这些矿井多采用巷柱式采煤法，回收率极低。目前采用正规采面布置后，工作面内出现了大量破坏区域，遗留了大量的空巷、废巷，多数巷道年久失修，有的已经完全垮落，存在积气、积水等隐患，以及片帮、冒顶，对工作面生产造成较大的影响。团队经过多年努力，在山西晋城周边矿区，结合各类残采区特性，形成了涵盖材料、工艺、装备、理论为一体的综合治理技术体系，技术手段包括地面充填站自流充填、井下移动充填站充填、泵送充填支柱支撑、深孔注浆胶结、堆煤（矸）充填注浆胶结等，能够实现残采区域的安全高效回采。

目前相关技术在晋煤天安公司海天煤业、润宏煤业、圣华煤业推广应用，并取得了良好的应用效果，在该技术领域取得 5 项发明专利，获得煤炭协会科技进步二等奖 2 项。



图 3-10 残采区注浆加固

8. 充填开采

充填开采是解决“三下”压煤，减少地表沉陷和破坏，防止地下水流失，保护地表生态环境，提高矿井资源回收率，延长矿井寿命的主要技术途径。公司研发了超高水充填材料，配制成两种以水为主要成分的具有高流动性的浆体，在即将进入充填区之前进行混合，使流入采空区的混合浆体在可控时间内胶结、凝聚，达到设计强度，以实现充填采空区，控制围岩变形，避免地表下沉。该材料具备材



图 3-11 超高水材料充填站

料消耗少（单立方充填体材料消耗 80~150kg），凝结速度快，能够自流输送等突出优势，较为适合缺乏煤矸石、粉煤灰等充填材料的矿井；公司也开发了粉煤灰、煤矸石、矿粉、脱硫石膏等矿物废料为主的充填材料体系，采用自流输送方式实现充填开采。此外，团队结合研制的材料特性，研发了自动化制浆充填系统，该系统具备搅拌工艺简单、效率高，基建工程小，投资小等突出优势，在晋煤天安公司海天煤业、山东临矿集团田庄煤矿等进行推广应用。

目前，公司已经形成了超高水材料，以及粉煤灰、煤矸石等矿物废料为主的似膏体充填材料，且具备自动化充填站设计、安装能力，以及充填开采工艺设计能力。

9. 顶板水力压裂技术

水力压裂是指在密封裸孔中注入压力水，岩石在水压作用下微裂纹萌生、扩展、贯通，直到最后宏观裂纹产生导致失稳破裂的过程，由于应用领域的不同，有时也称作水压致裂或水力劈裂。水力压裂技术广泛应用于石油、天然气或地热的开采及增产、放射性废物的处置、地应力的测量等领域。

水力压裂对坚硬顶板的控制有着非常明显的效果，主要表现在压裂和软化两个方面，从而削弱顶板的强度和整体性，使采空区顶板能够分层分次垮落，缩短初次来压和周期来压步距，达到减小或消除坚硬难垮顶板对工作面回采危害的目的。

公司在压裂工艺设计、设备配套、现场实施等方面积累了丰富的经验，自主研发架柱式推送装置，2~3 个工人即可实现深孔压裂。

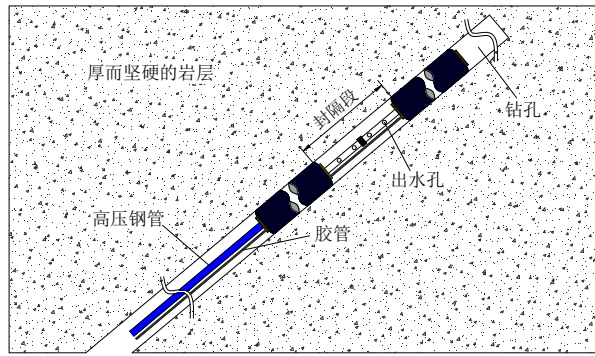


图 3-13 顶板水力压裂

10. 顶板深孔预裂爆破卸压技术

顶板深孔预裂爆破是减少端头悬顶，减弱采动影响巷道压力，减少工作面来压步距，防治冲击地压的重要技术手段，深孔爆破难点主要是装药、封孔效率低，公司经过多次实验，形成了独特的深孔爆破装药方法和封孔方法，创新性的提出了采用灌注封孔方法，取代了煤矿生产企业长期采用的填塞炮泥的方式封孔，减轻了工人劳动强度，加快了爆破效率，破解了高效开采工作面快速深孔爆破的难题，也达到了良好的封孔效果。

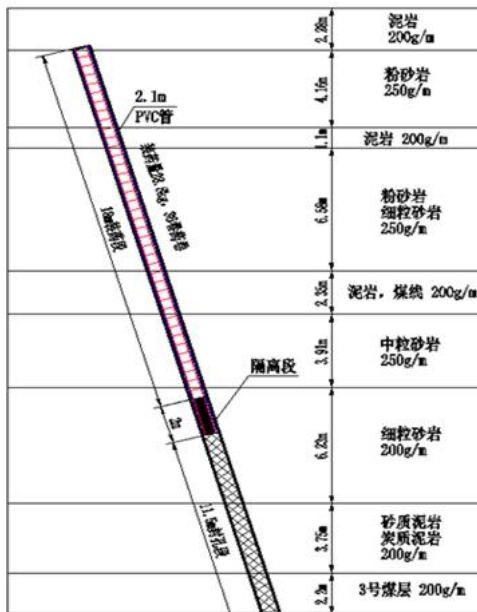


图 3-14 顶板深孔预裂爆破

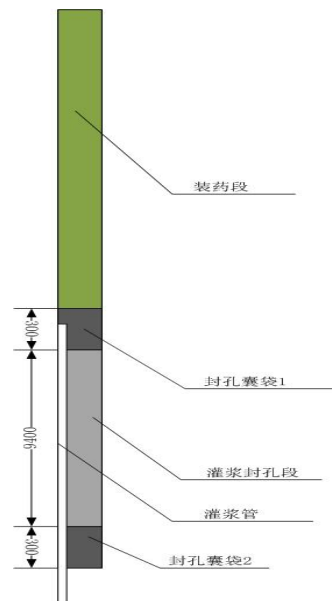


图 3-15 囊袋注浆爆破封孔

四、公司主要成果及相关业绩

1、公司近年主要科研项目列表

类型	项目名称	项目合作单位	完成情况
空巷治理	残采区域空巷充填复采技术研究	山西晋煤泽州天安海天煤业	已验收
	3311 综放工作面空巷充填技术研究	山西晋煤集团成庄矿	已验收
	3618 残采冒落区深孔预注浆加固技术研究	山西晋煤泽州天安海天煤业	已验收
	神东煤炭神东矿区泵送支柱支护专业化服务	国家能源集团	已验收
	大采高工作面过薄煤柱空巷及对接切眼空巷支柱支护应用技术研究	山西晋煤集团成庄矿	已验收
沿空留巷	苇町煤矿预裂爆破切顶无煤柱留巷关键技术研究	山西晋煤泽州天安苇町煤业	在研
	成庄矿 4311 综放工作面沿空留巷技术研究	山西晋煤集团成庄矿	已验收
	22203 综采工作面沿空留巷技术研究	河南能源集团云盖山二矿	已验收
	高瓦斯综放工作面切顶卸压留巷技术研究	河南能源集团安阳永安贺驼	在研
深孔注浆	综采工作面超前支承压区深孔注浆防治片帮技术研究	山西晋煤集团赵庄矿	已验收
	采掘工作面构造区注浆加固技术研究	山西晋煤集团赵庄二号井	已验收
	3617 工作面残采区域采掘工作面注浆加固技术研究	山西晋煤泽州天安海天煤业	已验收
注浆加固与围岩控制	2103、2104 集中巷支护评价及补强加固技术研究	山西晋煤集团赵庄二号井	已验收
	极复杂应力条件下破碎围岩巷道支护技术研究	山西晋煤集团寺河煤矿二号井	已验收
	高应力区切顶留巷新型注浆控制技术研究	河南能源陈四楼煤矿	已验收
	复用巷道注浆加固技术研究	山西晋煤集团赵庄矿	在研
	大峪煤业大巷及回采巷道支护设计	山西晋煤集团大峪煤业	已验收
	厚煤层综采工作面回采巷道顶部袋式充填技术研究	河南能源集团安阳永安贺驼矿	已验收
充填开采	田庄煤矿超高水材料充填开采技术研究	山东临矿集团田庄矿	已验收
	田庄煤矿超高水材料制浆充填电控系统开发	山东临矿集团田庄矿	已验收
其他	XV2302 工作面矿压显现特征及设备可靠性评价研究项目	山西晋煤集团晋圣亿欣煤业	在研
	矿井通风设施防漏风技术研究	山西晋煤集团成庄矿	已验收
	东六盘区回采巷道矿压显现规律及围岩控制技术研究	山西晋煤集团寺河矿	在研

2、公司相关专利情况

序号	专利名称	类型	日期
1	一种粉煤灰水泥基充填材料及其制备方法	发明专利	2015.7
2	一种超细硅酸盐水泥基注浆材料及其制备方法	发明专利	2016.2
3	一种速凝早强双液注浆材料的制作方法	发明专利	2016.9
4	矿用快硬无机充填支护材料及其使用方法	发明专利	2016.8
5	一种复合型超高水充填材料及其制备方法	发明专利	2017.9
6	煤矿综采工作面超前支承压力区深孔注浆材料及制备方法	发明专利	2018.4
7	一种碱矿渣双液注浆材料及制备方法	发明专利	2018.5
8	一种煤矿综采工作面超前支承压力区深孔注浆工艺与方法	发明专利	2018.7
9	一种综采工作面破碎煤岩深孔分段注浆方法	发明专利	2018.8
10	矿用复合材料及其制备钢结构、木垛架设的方法	发明专利	2019.3
11	一种综放工作面沿空留巷方法	发明专利	2019.4
12	一种煤矿残采区冒落废巷注浆加固工艺与方法	发明专利	2019.4
13	一种注浆/充填快速制浆装置	实用新型专利	2018.10
14	一种煤矿顶板爆破聚能装药管	实用新型专利	2020.07
15	新型矿用制浆充填泵	实用新型专利	2015.11
16	矿用气动高供水压力定量水箱装置	实用新型专利	2018.11
17	矿用充填支柱恒阻大变形膜袋	实用新型专利	2019.7
18	超高水充填材料蠕变试验装置	实用新型专利	2018.10

3、团队获奖情况

序号	获奖项目	等级	发证机构	时间
1	大采高工作面超前支承压力区深孔预注浆片帮防治技术研究	一等奖	山西省科技进步奖	2019年
2	大采高工作面超前支承压力区深孔预注浆片帮防治技术研究	二等奖	煤炭工业协会	2018年
3	复采区巷道破碎围岩压实规律及修复加固技术	二等奖	河南省人民政府	2016年
4	复采区巷道破碎围岩压实规律及修复加固技术	二等奖	煤炭工业协会	2016年
5	资源整合矿井残采区域空巷充填复采技术研究	二等奖	煤炭工业协会	2016年
6	兼并重组矿井残采区域空巷充填复采关键技术	三等奖	河南省人民政府	2016年
7	资源整合矿井残采区域围岩变形破坏规律及安全回采技术	二等奖	煤炭工业协会	2017年
8	综放工作面沿空留巷安全高效开采技术研究	三等奖	煤炭工业协会	2016年
9	安全高效综采工作面过空巷关键技术研究	三等奖	煤炭工业协会	2018年
10	孤岛综放工作面动压回采巷道帮部大变形机理及控制	三等奖	煤炭工业协会	2015年

