

神东煤炭集团应急救援装备建设

王 强

(国能神东煤炭集团总调度室,陕西 榆林 719315)

摘要:煤炭集团在申请该设备的过程中,基于其特性,不可避免增大安全隐患。本研究以神东煤炭集团为例,结合实际情况,总结现有的应急救援装备。从现状和主要内容两方面入手展开分析。文章主要阐述水灾事故应急救援装备建设、火灾事故应急救援装备建设、冒顶事故救援装备及技术建设、液态CO₂(液N₂)大煤仓灭火技术及装备建设、井下无线气体监测网络快速构建技术建设及综采工作面煤岩远距离定向加固技术建设6个方向展开分析。经系统探讨可知,神东煤炭集团作为我国煤炭行业的知名企业,其应急救援装备的建设不仅关乎企业自身安全生产,也对整个行业的应急救援体系具有示范和引领作用。文章细数当前主要应急救援装备的类型、发展现状。并结合近年来国内外煤炭行业应急救援装备的发展趋势,对神东集团的装备水平进行全面评估。通过对煤炭集团应急救援设备建设情况进行概述,可为同类型企业应急救援体系优化、装备完善提供借鉴。

关键词:煤矿事故;应急救援;可行性;火灾事故

中图分类号:TQ94 文献标志码:A 文章编号:1006-6772(2024)S1-0727-06

Shendong coal group emergency rescue equipment construction research

WANG Qiang

(Shendong coal group National Energy Group General Dispatch office, Yulin 719315, China)

Abstract: During the application of the equipment, coal group, based on its characteristics, can not avoid increasing the potential safety hazards. This study a Shendong coal group as an example, combined with the actual situation, summed up the existing emergency rescue equipment. From the status quo and the main content of the two aspects of analysis. This paper mainly expounds the construction of emergency rescue equipment for flood accidents, emergency rescue equipment for fire accidents, rescue equipment and technical construction for roof fall accidents, fire-fighting technology and equipment construction for large coal bunker with liquid CO₂(liquid N₂), rapid construction technology construction of underground wireless gas monitoring network and construction of long-distance directional reinforcement technology for coal and rock in fully mechanized mining face. Through systematic discussion, we can know that the construction of emergency rescue equipment of Shendong coal group, as a well-known enterprise in our country's coal industry, is not only related to the safety production of the enterprise itself, also has the demonstration and the leading function to the entire profession emergency rescue system. The article details the types and development status of the current main emergency rescue equipment. Combined with the development trend of emergency rescue equipment in coal industry at home and abroad in recent years, the equipment level of Shendong Group is comprehensively evaluated. By summarizing the construction of the emergency rescue equipment in coal group, it can provide reference for the optimization of the emergency rescue system and the perfection of the equipment in the same type of enterprises.

Key words: coal mine accident; emergency rescue; feasibility; fire accident

0 引 言

由于神东煤炭集团所属的东胜煤田基岩薄、埋深浅、地质构造简单,所以神东公司应急救援装备现在仅有大型的地面救援装备和井下单兵救援装备,这些装备在矿山水灾、火灾、瓦斯、煤尘、顶板等事故

后的井下复杂、危险环境中无法有效进行现场侦查、人员搜救、事故处置等作业,不能代替救援人员进入救灾场所,也不能使救援人员处于安全保护范围内救灾,很多时候依然是靠救援人员涉险甚至冒着生命危险进行处置,存在危险性高、处理时间长的问题,且存在二次灾害风险。煤炭行业是高危行业,救

收稿日期:2024-05-07;责任编辑:常明然 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.24050706

作者简介:王 强(1983—),男,陕西临汾人,工程师。E-mail:10021575@ceic.com

引用格式:王 强.神东煤炭集团应急救援装备建设[J].洁净煤技术,2024,30(S1):727-732.

WANG Qiang.Shendong coal group emergency rescue equipment construction research[J].Clean Coal Technology,2024,30(S1):727-732.

援装备将直接影响救援的效率和救援效果,对照国内外多种国内外应急救援行业的先进救援装备,为保证更安全、快捷、高效地完成神东矿区各类抢险救灾任务,神东煤炭集团应急救援装备建设研究就要与机器人研发企业、煤机装备制造企业、煤矿通信企业进行调研交流,按照事故类型研究配置矿山水灾、火灾、瓦斯、煤尘、顶板事故和地面消防救援等一系列的专业装备代替或协同救援人员完成各类应急处置任务,以提高救援效率,降低救援人员的安全风险。

1 煤矿水灾事故应急救援装备建设分析

1.1 国内外研究现状和发展趋势

煤矿水灾害是影响煤矿建设生产的重要灾害之一,威胁人民的生命和财产安全。由于煤矿水灾害事故具有突发性和复杂性特点,有效救援时间非常有限,一旦发生煤矿水患事故,需利用黄金时间进行排水救援工作,而一套有效的应急抢险救灾系统是减少危害的有力措施。国外主要采用主动防护的方法,实施方法为探测水源的位置,在相应地面的位置垂直钻孔,再利用水泵抽排水。具体措施通常为:在地下松散层和熔岩层中修建帷幕,其中开挖、护壁、清渣的流水作业是国外较为先进的技术。国内煤矿水灾的救援排水案例较多,如2010年王家岭“3.28”透水事故、2014年云南省曲靖市下海子煤矿“4.07”透水事故。综合不同的救援案例可以看出,救援方案大体包含地面钻孔排水、利用原有井巷泵水到地面及向空巷倒水排水。在救援过程中,需根据透水遇险矿井具体的环境条件制定不同的救援方案,无论是直接排水还是倒水排水,潜水电泵的运输、移动和安装,都是十分繁琐,且不可或缺的。实践证明费时费力,效果不佳,因此必须完善救援设备、减少抢险排水救援设备的安装和运输时间。

1.2 水灾事故应急救援装备主要内容

针对目前应急排水中存在的问题,建议开发煤矿应急救援电缆自动供给无轨胶轮车、水灾救援坦克、水灾钻孔、管路、密闭封堵机器人、矿用水管快速连接车、煤矿应急救援排水无轨胶轮车等煤矿水灾事故救援装备。以提高应急抢险工作效率,缩短救援时间,同时增加抢险人员的安全系数,降低减抢险人员劳动强度,最大限度的保护人员和财产安全,为煤炭工业作出贡献^[1]。

1) 水灾救援坦克。在矿井水灾事故的处理过程中,处理流程为排出巷道积水后进行人员搜救,而排出积水的处理时间往往较长,耽误救援时间,进而

伤害被困人员。借鉴潜艇的工作原理,建议研发矿用水灾救援坦克,发生水灾后救援坦克直接潜入水下,到达被封堵区域后接上被困人员返回救护基地。

2) 水灾钻孔、管路、密闭封堵机器人。当矿井因为密闭上钻孔、管路、密闭破损时发生水灾时,目前做法是人员找到破损点进行封堵,存在危险性大、作业环境恶劣的问题,建议研发矿用水灾封堵机器人,当发生上述问题时,机器人到事故地点进行事故处理。

3) 煤矿应急救援电缆自动供给无轨胶轮车。煤矿透水事故是影响煤矿安全生产的重要灾害之一,严重威胁井下生产人员的生命与财产安全。由于煤矿水灾害事故具有突发性和工况复杂性的特点,有效救援时间非常有限,一旦发生煤矿水患事故,必须利用黄金时间开始救援工作。多数救援设备在工作时需要外部稳定的电源提供动力,因此及时进行电缆铺设施工,为其它设备展开救援工作提供动力是实现及时供电、及时安全救援重要的一环。目前,救援电缆的铺设主要是利用防爆无轨胶轮车将电缆盘绕在货箱内运输至井下,依靠工人在不同工作路线下卸车进行手工操纵铺设,线缆的重量与长度直接影响人员手动铺设的时间进度,具有劳动强度大,效率低且安全性差的特点。另外为提高救援效率,目前抢险排水泵等救援设备的装机功率越来越大,与之对应的电缆规格越来越大,如完全依靠手工敷设难度也越来越大,这些都将耽误宝贵的抢险时间,直接影响事故人员最佳救援时间,因此建议研发一款自动化程度较高的煤矿应急救援电缆自动供给无轨胶轮车,集电缆运输、收放、铺设功能于一体,用于煤矿井下应急救援时快速、机动、灵活的完成电缆的铺设工作,同时兼有抢险完成后,电缆的回收功能,以提高应急抢险工作面效率,增加安全系数,减小劳动强度,缩短救援时间,最大限度的保护人员和财产安全^[2]。

4) 矿用水管快速连接车。在矿井水灾事故的处理过程中,排水是最为重要的环节,而铺设排水管路是其中重要的一环。建议研发矿用水管快速连接车,在地面车上装好管路,到井下后自动连接管路,降低管路连接的影响时间。

5) 煤矿应急救援排水无轨胶轮车。目前,矿山救援排水一般均采用大流量、高扬程的水泵,但重量较重、体积较大的水泵在运往排水现场,排水管路的连接和水泵移动等存在诸多不便,往往因此影响矿井抢险排水的速度;其次,遇险矿井巷道工况复杂,用常规的防爆车辆搭载抢险用水泵,巷道条件可能

限制车辆通过;另外,用常规防爆无轨胶轮运输车装卸排水设备移动不灵活,经常需要人拉肩扛,操控不方便,无法满足应急抢险排水的时间要求,这些成为制约抢险排水的瓶颈之一。因此,建议研发集车辆与潜水泵便捷连接、便捷运输、便捷释放,带水泵操作开关于一体的煤矿应急救援排水无轨胶轮车用于透水事故发生时应急排水潜水泵的快速运输、移动和布放,以提高应急抢险工作效率,缩短救援时间,增加抢险人员的安全系数,降低减抢险人员劳动强度,最大限度的保护人员和财产安全。

2 煤矿火灾事故应急救援装备建设分析

2.1 国内外研究现状和发展趋势

井下火灾指发生在煤矿井下巷道、工作面、硐室、采空区等地点的火灾,常导致人员伤亡、设备损失、矿井停产、资源破坏,甚至引起瓦斯、煤尘或硫化矿尘爆炸。井下火灾是酿成煤矿恶性事故的重要原因之一。煤矿井下火灾相对于地面火灾具备更大的危害,具备如下特点:① 井下空间有限,人员躲避较为困难,灭火救灾难度大。② 井下空气供应有限,火灾造成事故区空气供应严重不足,产生的有毒有害气体聚集,容易导致人员中毒伤亡。③ 井下火源地点隐蔽,很难接近,难以扑灭。④ 井下火灾还可能引发瓦斯、煤尘爆炸,后果严重。

鉴于以上原因,井下灭火是当今煤矿救援领域的难题。煤矿救援机器人一直是煤矿应急处置装备技术研究的热点。随着先进消防技术和自动化技术的发展,研发井下灭火机器人成为可能。由于机器人相对救援人员现场灭火、侦查火情在安全性上具有无可比拟的优势,可由救援人员在安全区域遥控遥操作,机器人代替或协同井下救援人员完成井下火灾应急处置任务,提高井下火灾处置的及时性,以改善煤矿井下灭火和救援的效果,确保救援人员的人身安全。当前,急需研发适用于受灾井下复杂、危险环境中现场侦查、人员搜救、事故处置等作业的矿用火灾侦查机器人、煤矿采空区火灾钻孔侦查机器人、煤矿井下灭火机器人。

2.2 火灾事故应急救援装备主要内容

1) 矿用火灾侦查机器人。在煤矿发生火灾时,现在做法是派救护队员进行侦查,存在危险性高、部分区域人员不能进入的问题,导致侦查时间长,影响火灾初期的判断与应急施救。为此,研发火灾侦查机器人,当发生火灾时,可以派遣机器人进行侦查,保证人员的安全。

2) 煤矿采空区火灾钻孔侦查机器人。在煤矿

采空区发生火灾时,目前常采用钻孔取样的处理方案,即通过施工钻孔,取样分析采空区内的气体、温度,根据取样结果确定灭火方案。从实施层面来看,钻孔取样方案存在操作困难、移动不便、监测范围小等问题。针对上述需求,建议研发可在钻孔内移动的火灾侦查机器人,可通过有线控制的方式进行远程操作,搭载气体采集分析仪与多参数监测装置,可实时采样并测试气体组分与温度等指标,并通过有线传输将监测结果实时回传远程操控端,为煤矿采空区火灾应急处置提供更加有效的技术装备。

3) 煤矿井下灭火机器人。煤矿井下灭火机器人的主要功能是在发生井下火灾时,由操作人员遥控,通过移动式机器人底盘,搭载先进的消防设备,代替或协同井下救援人员在第一时间进入火灾现场,执行灭火任务,完成井下火灾应急处置任务,并携带各类传感设备和摄像机,探测并传回火灾区域的环境信息(甲烷、一氧化碳、氧气浓度,温度,灾害场景等),为救援决策提供第一手资料,避免救护人员在对灾区情况不明的情况下进入灾区而引起二次伤亡,以提高煤矿井下灭火和救援的效率^[3]。

4) 矿用密闭砌筑机器人。在进行矿井火灾处理过程中,经常需要砌筑密闭,现有条件下需要人工砌筑,尤其在瓦斯事故中人工砌筑的危险性更高。因此建议研发一种能够自动砌筑密闭的机器人,代替人工砌筑,确保作业人员安全性。

3 煤矿冒顶事故救援装备及技术建设分析

3.1 国内外研究现状和发展趋势

煤矿冒顶事故是在煤矿地下开采中,巷道上部矿岩层塌落所产生的事故。煤矿冒顶事故是较常见的煤矿事故之一,在煤矿所发生的顶板事故中占据很大比重。冒顶事故的类型众多,发生原因也多样,绝大多数由矿山压力变化所造成。在矿山开采过程中,顶板会因压力变化发生不同程度变形,一般先沿顶板节理出现裂隙,并伴有离层现象产生。如果此时防护不当或支护的质量不好,压力持续增大,岩石变形超过极限,就会出现断裂、垮落、片帮或局部冒顶,进而引发冒顶事故。

在煤矿发生冒顶事故时,目前的处置方法是先对冒顶区域进行支护,支护完毕后清理冒落的煤矸,人员能进入后派救护队员进行搜救。在冒顶事故发生后的救援过程中,救援现场危险因素主要有以下 2 点:

1) 结构疏松不牢固。在发生重大冒顶事故后,原本牢固的矿床由于爆炸等原因,遭到不同程度的

破坏,发生了结构改变,所以当救援人员进入事故现场时,可能会发生二次坍塌,使救援工作变得复杂困难,甚至对救援人员人身造成伤害,使损失加剧。

2) 环境不确定性。通常情况下,进行挖矿作业的工人都是在地表下工作,除熟知的缺氧环境外,还有更多的不可控因素。冒顶事故发生之后,由于不确定工作现场的环境,危险性增加,救援人员如果穿戴各种防护服,势必造成行动上的不便。据美国救援办公室记录的数据,1 名幸存者被从封闭的狭窄空间救援出来,大概需要 10 个救援人员花费 4 h。

鉴于以上原因,传统的冒顶事故救援模式固定,对事故现场的调查和人员搜救只能逐步推进,无法快速进入搜救区域,存在危险性高、处理时间长的问题,且存在二次灾害风险。针对冒顶事故处理需求,建议研发矿用冒顶事故侦查机器人,结合冒顶事故现场处理实际需求建议研发矿用冒顶支护车、矿用快速通风车等装备。

3.2 冒顶事故救援装备及技术主要内容

1) 矿用冒顶事故侦查机器人。采用强化越障能力设计的履带式全地形机动平台,使用导航摄像头、侦查球机与高亮度照明灯配合作为侦查终端,机器人本体与遥控操作端通过光纤进行远距离通信,代替救护队员实施冒顶事故侦查。当发生冒顶事故时,操作员在巷道的安全区域执行远程遥控操作,机器人本体进入冒顶事故现场实施抵近侦查,根据机器人携带的侦查球机所采集到的环境图像信息观察事故区域情况,并对被困人员进行搜救,以提高煤矿冒顶事故的应急处置效率,降低搜救人员的安全风险。除开展事故现场查勘外,机器人能迅速找到井下遇险矿工位置,还具有为井下遇险矿工投放小包食品、水、药物、通讯装置等辅助功能,以便为被困人员及时提供支持,有效减少遇险矿工的伤亡人数。

2) 矿用冒顶支护车 1。在矿井冒顶事故的处理过程中,支护冒顶区域是最危险的作业。现在存在的主要问题是冒顶后巷道高度较高,支护设备无法满足支护要求,只能人工作业,人员作业时暴露在空顶区域下,安全风险较大。建议研发一种冒顶支护车,专门应对冒顶区域的支护,具有较高的支护高度与临时护顶设施。

3) 矿用冒顶支护车 2。在矿井冒顶事故的处理过程中,支护冒顶区域是最危险的作业。存在的主要问题是巷道存在二次冒顶的风险,对人员作业的安全有较大影响。建议研发一种冒顶支护车,采用顶板刚性支架的方式形成人员、设备行走的空间,冒顶支护车支护后救援人员快速进入被阻断巷道区域

进行施救,人员施救后再对冒顶区域进行支护。

4) 矿用快速通风车。在矿井冒顶事故的处理过程中,冒顶区域以里的空间存在供风不足的隐患,因此建议研发快速通风车,可以不使用风机、风筒进行供风,确保冒顶区域以里不至于由于氧气低造成人员伤害。主要性能指:取得煤安标志,防爆柴油机或蓄电池动力,自行走,供风能力 $\geq 200 \text{ m}^3/\text{min}$,外形尺寸不大于 $4 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$,工作时间不小于 4 h。

4 液态 CO_2 (液 N_2) 大煤仓灭火技术及装备建设分析

4.1 研究现状

神东公司下属矿井地面煤仓常发生火灾事故,煤仓着火通常采取放空煤仓、注水、注氮气等手段,上述措施处理火灾时危险性较大。为了能快速治理煤仓火灾,为应急救援与处置提供充足时间,建议研发一套液态 CO_2 (液 N_2) 大煤仓灭火技术及装备。目前液态二氧化碳防灭火在采空区火灾防治中已取得一定效果,然而煤仓火灾与采空区火灾发火机制及特性不同,在煤仓火灾防治领域仍存在以下问题:① 煤仓火灾液态 CO_2 (液 N_2) 防灭火技术。② 煤仓自然发火特性及其影响因素研究。③ 液态 CO_2 、液 N_2 一罐两用防灭火技术研究。④ 液态 CO_2 (液 N_2) 智能精准灌注技术及工艺研究。

针对上述问题,考虑采取煤仓里灌注液态 CO_2 、液 N_2 的方法进行灭火后遗症较小特点,建议研发专用车辆,当发生煤仓着火时,专用车辆到煤仓附近时快速启动液态 CO_2 (液 N_2) 灭火系统,达到治理火灾,减少损失的目的。

4.2 液态 CO_2 (液 N_2) 大煤仓灭火技术及装备主要内容

1) 煤仓自然发火特性及其影响因素研究。实验室研究煤自燃气体成分、浓度生成规律,现场测试煤仓不同位置处温度分布规律;实验测定煤自燃最短发火期,通过热重实验研究煤自燃放热特性;通过管式炉-色谱实验研究煤耗氧特性,同时研究含水率、氧浓度、煤样粒径、煤量、供风量影响煤仓煤自燃特性,建立多因素影响下煤自燃特性参数与相关影响因素关系模型。

2) 煤仓煤炭自燃多场耦合规律研究。数值模拟研究煤仓内煤炭自热温度场、气体浓度场(CO 、 O_2)、流场分布规律;实验室建立煤仓相似模拟实验平台研究煤炭自热温度场、气体浓度场分布规律,揭示煤仓煤炭自然发火机制;现场埋管监测距煤仓底部不同位置处、距煤仓中心不同位置处煤仓温度分

布、气体浓度分布时空演化规律,确定最易自然发火区域。

3) 液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 管路输送技术研究。液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 管路输送技术研究用以实现低温、高压液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 在高差较大输送过程中相关技术与安全保障研究,研究包括:液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 输送管路布置与连接方式技术研究;液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 输送管道低温收缩量计算与固定桥架设计计算研究;液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 管路输送压力衰减规律与稳压技术研究;管径选择、经济流速、流阻计算;环境温度、管道流量、管道起点温度对 CO_2 沿线管道温度分布影响;管道震动性、冲击性研究。

4) 液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 管路输送防固化、堵塞关键技术研究。液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 管路输送防固化、堵塞关键技术研究针对本项目中液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 管路输送易固化形成干冰堵管。研究包括:液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 安全输送保压、防固化技术研发;液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 安全输送防堵塞技术研发;液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 安全输送堵塞后应急处理技术方案研究。

5) 液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 安全输送防泄漏关键技术研究。液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 安全输送防泄漏关键技术研究旨在针对液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 输送过程中易出现的管道意外泄露问题,研发防泄漏及自动关闭技术。研究包括: $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 安全输送防泄漏技术研究;管道流量、压力诊断管道泄漏技术研究;泄漏自动关闭安全技术研究。

6) 软管液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 多相混合输送、灌注技术研究。该研究为实现 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 在低温、高压的液态单相流态、气态单相流态与气液混合两相流在系统中灌注的技术方法研究,研究包括:液态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 灌注过程特性分析研究;气态 $\text{CO}_2(\text{N}_2)$ 灌注过程特性分析研究;气液混合两相流在灌注过程特性分析研究。

7) 集成式子母型液态 $\text{CO}_2(\text{液 N}_2)$ 大煤仓防火装备研制。装备采用移动式防水集成式子母型设计。组成装备包括:双子储装罐;自增压平衡调控装置;适压启动装置;液态二氧化碳(液氮)远程压注装置;集中控制系统;平板车及相应的控制阀门、传感器、工艺管路等组成。装置采用全智能化设计、制造;可实现物联网操作;可放置到平板车上移动式使用。预先在煤仓内布置的温度探测口与液态 $\text{CO}_2(\text{液 N}_2)$ 释放口,将温度传感系统与灌注系统通过智能技术连通,研制智能灌注系统。当探测到煤仓高温异常点(监测到的煤仓内数据实时传输到监控系统),快速启动灌注系统,实现火区异常高温区液态

$\text{CO}_2(\text{液 N}_2)$ 智能精准灌注。

5 煤矿井下无线气体监测网络快速构建技术建设分析

5.1 研究现状

煤矿安全监控系统是煤矿工作人员掌握工作环境、确保安全生产的重要保障手段。目前我国煤矿安全监控系统经历几代发展,技术已经成熟,能够实时在线监测井下环境参数,在安全生产中发挥重要作用。目前监控系统设备之间均采用有线传输模式连接,正常情况下各环节均能正常工作。但当出现不可控的异常情况时,特别是矿井发生一通三防的相关事故,已有安全监控系统发生故障的概率相当高,可能造成无法正常监测环境参数的状态,导致救援人员无法掌握现场环境参数,严重时将进一步扩大事故影响。因此,研发一套快速无线传感器网络,当在线监控系统异常时,能够快速搭建无线网络,实现主要的气体连续检测、应急报警,并能大量存储紧急状态下的所有监测数据,实现分析报警,在救援过程中意义重大。

5.2 井下无线气体监测网络主要内容

1) 传感器技术路线研究。设计无线传感器由胶封电池直流电源供电,无线传感器之间通过数据级联模式,距离分站最近的一台无线传感器将监测数据通过无线发送给远端的无线信号转换器,无线信号转换器再通过总线传输给监测分站,从而实现采掘工作面传感器的无线布点。同时,无线和有线传感器通过统一的数据接入协议,工作于同一传感器控制系统,从而实现区域内无线、有线设备的融合控制^[4]。

2) 硬件设计研究。拟开发的甲烷、一氧化碳、氧气、温度传感器的硬件电路设计架构是一致的,主要区别是物理量检测元件部分不同。在电路设计上,按照模块化设计思路,采用主板嵌套信号处理板的方式,实现各种传感器主板电路部分的统一,兼顾功能及低功耗等设计需求,进行功能模块的设计及器件选型。同时,根据信号处理方式的不同设计各传感器的信号处理板。

3) 低功耗设计研究。目前一氧化碳、氧气、温度、风速检测元件功耗只有几毫瓦,满足低功耗传感器开发的需要,而传统载体催化或红外甲烷元件的功耗高达 400 mW,因此建议研究开发低功耗的甲烷浓度传感器。

4) 智能分站技术路线研究。智能分站主要用于采集无线传感器数据、数据分析及存储,设计大容

量数据存储,主要用于系统独立工作时,能将采集的环境数据存储起来,供地面分析使用。

5)本安大功率电源研究。本安大功率电源主要用于给监测分站和信号转换器供电,电源主要由充电器、蓄电池、低功耗电池管理、大功率安全栅等组成。

6 综采工作面煤岩远距离定向加固技术建设分析

6.1 研究现状

在综采工作面的冒顶、溃水溃砂事故中,控制围岩的稳定性是关键问题,现在常用的手段使顶板刹顶,锚索杆支护顶帮和分子材料加固顶帮,但三者存在较大安全隐患,建议研发远距离定向加固技术,可在安全的地点对冒顶进行加固,以线加固代替点加固,快速且成本较低,既加固了顶板,又防止溃水。

6.2 综采工作面煤岩远距离定向加固技术主要内容

顶板易冒落的区域岩层都比较破碎。钻孔内下入注浆管困难,其原因有:第一,破碎基岩钻孔施工困难,易塌孔,对钻机的性能要求较高;第二,由于破碎基岩钻孔容易塌孔,即便钻至指定位置,提钻后的塌孔也使注浆管无法下入。因此设计一种新型的注浆加固施工工艺防止破碎基岩塌孔、无法下入注浆管就成了必须解决的问题^[5]。综采工作面煤岩远距离定向加固技术工艺需要对以下 3 个方面进行

研究:

1)加固钻孔施工影响因素的研究。根据岩层的破碎程度,含水情况,研究钻机的性能,钻具的配置等。

2)钻孔内下入注浆管施工工艺流程的研究。对于小范围的冒落区或破碎基岩突水点,下入一种两重注浆钻杆,采用孔底止浆,A、B 浆液孔底混合,完善两重管满足定向要求,研究止浆胶囊装置,注浆时,胶囊胀开,起到止浆作用,注浆完成后,胶囊收缩,提出两重注浆钻杆。对于大范围的冒落区或破碎基岩突水点,提钻后塌孔。研究如何下入一种单向注浆花管的工艺流程。采用孔口混合。

3)单向注浆花管性能的研究。注浆管的直径、材料、连接方式,花管上孔眼直径,间距,单向装置的研究等。

参考文献:

- [1] 刘宇,陈永贵.煤矿提升水害应急救援能力的技术途径研究[J].矿业装备,2023,13(5):69-71.
- [2] 康迎春.煤矿应急救援排水装备技术发展现状及趋势[J].建井技术,2022,43(3):63-65,70.
- [3] 马杰.煤矿应急救援队伍建设与安全生产研究[J].产品可靠性报告,2023,15(5):104-106.
- [4] 马尊云.煤矿应急救援可视化现场指挥系统的设计和实现[J].煤矿安全,2022,53(2):130-135.
- [5] 王雷,朱玉芹,张维娜,等.煤矿大直径救援钻孔顶管钻进装备关键技术研究[J].煤田地质与勘探,2022,50(11):58-66.