

Practice and Application of a New Method for Two-Stage Suspension Rapid Drainage of Coal Mine Water Seepage Accident in Luotuoshan Mine

Tianguo Jiang

National Energy Group Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai Inner Mongolia
Email: 844052102@qq.com

Received: Jun. 8th, 2019; accepted: Jun. 28th, 2019; published: Jul. 4th, 2019

Abstract

Aiming at the current situation of coal mine flooding accident rescue, a new method of two-stage suspension rapid drainage for coal mine water seepage accident was developed, and the working principle and precautions for a new method of two-stage suspension rapid drainage of coal mine water seepage accident were expounded. The energy company Luotuoshan Coal Mine has applied the new method to speed up the mine's drainage and rescue steps, save costs, and reduce the loss of water seepage accidents, having a wide range of application.

Keywords

Two-Stage Suspension, New Method of Rapid Drainage, Practice and Application

一种煤矿透水事故两级悬浮快速排水新方法在骆驼山矿的实践与应用

姜天国

国家能源集团乌海能源有限责任公司, 内蒙古 乌海
Email: 844052102@qq.com

收稿日期: 2019年6月8日; 录用日期: 2019年6月28日; 发布日期: 2019年7月4日

摘要

针对煤矿发生透水事故救援的现状, 研制出一种煤矿透水事故两级悬浮快速排水新方法, 并阐述了一种

煤矿透水事故两级悬浮快速排水新方法的工作原理和使用注意事项,在乌海能源公司骆驼山煤矿进行了应用,加快了矿井的排水救援步伐,节约了成本,降低了透水事故的损失,具有很广泛的应用价值。

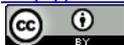
关键词

两级悬浮,快速排水新方法,实践与应用

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

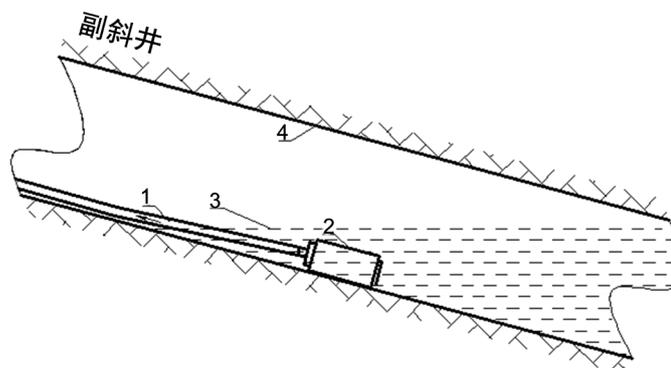
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

煤炭是中国能源结构的支柱。煤矿安全高效的生产是煤炭持续供应的基础。井工煤矿占我国煤矿总数的90%以上。因此,煤矿安全高效生产是原煤生产的重中之重[1]。煤矿水灾是制约矿井安全生产的主要灾害之一[2]。目前行业内较先进的治水措施是定向打钻,向透水点处或附近注入封堵材料,止住透水点或将透水点冻结堵水,而后采用传统的排水救援方法排水[3]。国内传统的排水方法是在井下建立中央水泵房和采区水泵房,并且每个水泵房分别设置工作水泵、备用水泵、检修水泵,分别设置主副水仓,排水管路设置工作水管和备用水管[4]。其中,工作水泵的能力,应当能在20小时排出矿井24小时的正常涌水量。备用水泵的能力,应当不小于工作水泵能力的70%,检修水泵的能力,应当不小于工作水泵能力的25% [5] [6]。工作和备用水泵的总能力,应当能在20小时内排出矿井24小时的最大涌水量。工作排水管路的能力,应当配合工作水泵在20小时排出矿井24小时的正常涌水量。工作和备用排水管路的总能力,应当配合工作和备用水泵在20小时排出矿井24小时的最大涌水量。配电设备的能力应当与工作、备用和检修水泵的能力相匹配,能够保证全部水泵同时运转[5]。传统的排水救援方法往往将水泵直接沉入水中进行排水,在过去很长时间内,传统的排水救援方法对治理矿井透水事故起到了非常重要的作用,也得到了非常广泛的实践应用[7]。但传统的排水救援方法是直接将水泵沉入水中,水泵沿着巷道底板轨道向下延伸,经常陷入淤泥杂物中,吸水口堵塞、排水量下降、甚至烧毁水泵,浸入水中的泵体由于杂物和水的浮力,经常出现掉道现象,损坏泵体和电缆,无法排水,且工作量大,用工量大,环境危险,排水效率低,经常出现贻误最佳抢险救援时机,失去抢救职工生命的最好机会[8],见图1所示。



1-主排水管, 2-主排水泵, 3-巷道积水, 4-副斜井轮廓线

Figure 1. Schematic diagram of traditional drainage methods

图1. 传统排水方法示意图

2. 提出问题

对于传统的排水救援方法现已非常成熟，应用十分广泛，但对于透水量大，且水位极不稳定的情况下，如神华乌海能源公司骆驼山煤矿透水事故，该矿井透水水源来自 16[#]煤底板奥灰水，水源压力大且源源不断，排水量一旦减小水位迅速上升，将水泵淹没在巷道中间，非常不利于下一步抢险救援工作的开展，一种新型两级悬浮快速排水方法正是克服了传统排水救援方法的不足和弊端。近年来，为了吸取骆驼山、王家岭透水事故教训，要求水文地质条件复杂的矿井必须设置潜水电泵，但目前尚不完善，不能发挥应急和事故排水作用[9]。大功率潜水电泵制造技术相对已成熟，并在立井抢险中得到了很好的应用，但斜井的应用不尽如人意[10]。根据现场实际情况，我们通过大量的试验研究，终于探索出一种矿山透水事故两级悬浮快速排水救援的新方法，为矿山透水事故救援填补了一种全新的救援新方法，有很好的应用前景，具有重要的现实意义。该排水系统还可以应用于平巷排水，通过制作专用滑轮车骑在皮带机机身上，还可以用于铺设皮带机的主井巷道内。对于主、副井是斜井的矿井，可以更加快速排水施救。

3. 分析问题

传统的排水救援方法是利用一台或多台水泵并联排水，随着水位的下降，人工将水泵沉入水中，水泵吸水口经常出现堵塞或烧毁水泵现象，且这些方法不适宜在活水透水事故的矿井使用，它们具有以下弊端和不足之处：

1) 传统的排水救援方法不适宜在活水透水事故的矿井使用。

2) 传统的排水救援方法需要大量的人力将大功率水泵沉入水中，工人工作强度大，且工人需要长期在倾斜巷道积水中作业，工作量大，工作环境差、排水效率低、安全风险大。

3) 传统的排水救援方法不能有效实现连续排水，排水效率低、经常贻误最佳救援时机，在过去很长一段时间内也付出了非常沉重的代价。

一种矿山透水事故两级悬浮快速排水救援新方法正是在克服上述传统的排水救援方法的弊端基础上提出的，研制目的是为矿山透水事故救援提供一种科学、高效、准确、成本较低的新方法，为矿山透水事故快速排水救援提供科学依据和技术支撑，在降低成本的情况下大幅度地提高了排水效率，为矿井透水事故安全、快速、高效救援保驾护航。与传统的排水救援方法相比较具有如下优势：

1) 一种矿山透水事故两级悬浮快速排水新方法打破了传统的将水泵直接沉入水中进行排水的方式，利用物理学上阿基米德浮力定律创造了“悬浮排水”的新方法，是物理学的阿基米德浮力定律在工程实践中的具体应用，充实了水灾救援理论和实践；

2) 传统的一级水泵排水方法中存在水泵沿着巷道底板布置且人工搬运水泵的弊端，我们研究出的一种两级悬浮排水救援新方法是依靠浮力伴随着水位的下降实现水泵自动下降，不需要人工不断地搬移水泵的工作，克服了传统的排水方法工作量大，工人劳动强度大，用工多，排水效率低、安全风险大的弊端；

3) 一种矿山透水事故两级悬浮快速排水新方法工人劳动强度小、施工工艺简单、成本低，具有非常广泛的应用前景。

4. 解决问题

4.1. 矿井概况

神华乌海能源公司骆驼山煤矿属基建矿井，斜井-立井开拓，有三个井口，主、副、风井，分两个水平(+920、+870)。煤炭科学研究总院重庆研究院鉴定该矿自燃倾向等级鉴定结果为 9[#]、16[#]煤层均为 II 类自燃煤层；最短自然发火期分别为 9[#]煤层：48 天、16[#]煤层：63 天。经煤炭科学研究总院重庆研究院

鉴定矿井瓦斯等级鉴定的矿井瓦斯绝对涌出量为 $47.2 \text{ m}^3/\text{min}$ ，矿井相对涌出量 $13.7 \text{ m}^3/\text{t}$ ，属于煤与瓦斯突出瓦斯矿井。煤炭科学研究总院西安研究院鉴定该矿为水文地质条件复杂矿井。该矿主排水水泵房，安设 3 台 DF280-65×9 型水泵，额定流量 $280 \text{ m}^3/\text{h}$ ，额定扬程 585 m，一台工作，一台备用，一台检修。沿 16 煤运输巷、集中运输巷、主井运输巷敷设有两趟 $\Phi 219 \times 9.5 \text{ mm}$ 排水管路，将井下水由主排水泵直接排至地面。

4.2. 工作原理

一种矿山透水事故后两级悬浮快速排水救援方法以此为切入点并结合物理学阿基米德定律“水的浮力”的思想，同时利用两级排水的模式，将巷道透水迅速、稳定排至地面。

浮桶及辅助水泵在水中受力(见图 2 所示)：

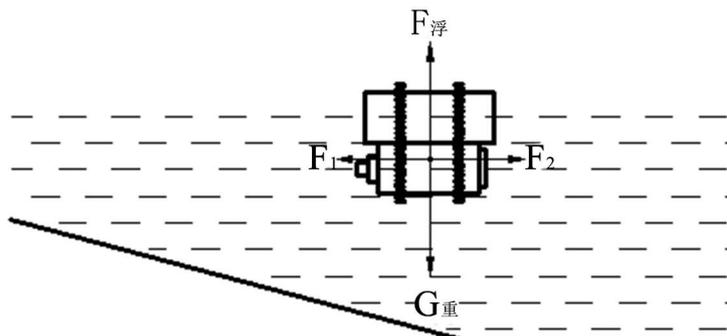


Figure 2. Force analysis of auxiliary pump in roadway water

图 2. 辅助水泵在巷道积水中受力分析

从图 2 可以看出，辅助水泵与浮桶所受的重力 $G_{重}$ 等于水的浮力 $F_{浮}$ 。

$$\text{即： } F_{浮} = G_{重} \quad (1)$$

从图 2 可以看出辅助水泵与浮桶所受的侧向压力 F_1 与侧向压力 F_2 相等。

$$\text{即： } F_1 = F_2 \quad (2)$$

一种矿山透水事故两级悬浮快速排水救援新方法充分利用物理学中阿基米德定律“水的浮力”的理论思想，实现辅助水泵在巷道积水中悬浮，避免了支水泵沉在巷道底板，被淤泥、杂物埋没或堵塞。将主排水泵固定在平板车上，如图 2 所示，且两台辅助水泵的排水能力略大于主水泵排水能力，即：

$$Q_{总} \geq Q_{辅1} + Q_{辅2} \quad (3)$$

式中： $Q_{总}$ ——主排水泵排水量， m^3/h ；

$Q_{支1}$ ——1 号辅助水泵排水量， m^3/h ；

$Q_{支2}$ ——2 号辅助水泵排水量， m^3/h 。

辅助水泵随着水位下降而下降，主水泵根据水位下降情况，绞车司机根据现场信号工发出的信号执行提放车工作，因此，辅助水泵、主水泵均可以实现连续排水，这就是两级悬浮快速排水方法的工作原理和步骤。

一种矿山透水事故后两级悬浮快速排水救援方法在井下使用过程中的注意事项：

1) 制定排水方案前，必须认真核算辅助水泵、主水泵的排水能力，选定配套开关、馈电、电缆、排水管路等，必须由专业人员进行排水救援方案设计。

2) 必须由专业工程技术人员、专业救援队伍、专业排水设备进行救援排水，相关人员必须经过救援行动前专业培训后方可上岗。

3) 必须保证两个浮桶的 1/2 浸入水中所排开水的重量等于一台辅助泵和两个浮桶的重量, 否则辅助水泵将沉在巷道底板, 失去了悬浮的目的。

4) 必须保证浮桶与辅助水泵捆绑牢固, 避免辅助水泵脱落沉入水底。

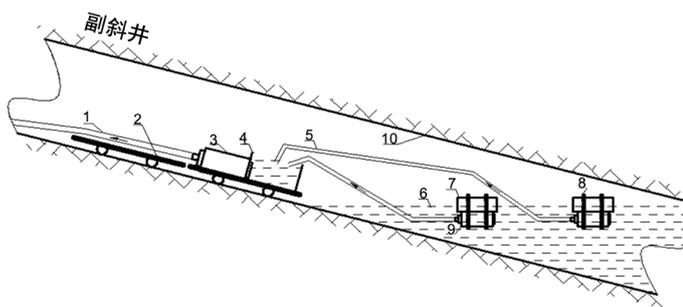
5) 排水观测工必须时刻紧盯水位下降情况及辅助水泵排水情况, 随时观察蓄水罐蓄水情况, 必要时人工调整辅助水泵位移。

5. 应用案例

2010年3月1日7点29分神华乌海能源公司骆驼山煤矿16煤+870水平回风大巷掘进工作面涌水突然增大, 至8点40分, 突水量 $76,000\text{ m}^3$, 即此时段平均涌水量为 $65,000\text{ m}^3/\text{h}$ 。至11点40分出水总量共计 $96,000\text{ m}^3$, 即8点40分至11点40分平均涌水量为 $6700\text{ m}^3/\text{h}$ 。由于突水量远远大于矿井排水能力, 导致矿井被淹。

据《神华集团海勃湾矿业有限公司骆驼山矿井矿床开采技术条件补充勘探资料》(内蒙古自治区地质局117勘探队, 2006年10月), 16煤下距奥灰仅20m左右, 井田奥灰含水层水位标高1259.21m~1269.49m, 16#煤层回风大巷底板承受奥灰水压4.1MPa以上, 井田内距突水点200m的 L_{01} 孔16#煤层下距奥灰33m。主副斜井曾在施工过程中进入奥灰, 涌水量达到 $200\text{ m}^3/\text{h}$ ~ $400\text{ m}^3/\text{h}$ 。本次突水水质化验结果显示奥灰水质特征, 结合突水时巷道底鼓现象, 判断水水源为奥灰含水层。

透水事故发生后, 神华乌海能源公司迅速成立抢险救援组, 并制定了排水救援初步方案, 刚开始使用传统的排水救援方法, 但排水效果并不佳, 无法实现连续排水, 排水效率低, 水位反复上升, 因此该矿使用两级悬浮快速排水新方法进行排水, 排水示意图如图3所示。



1-主排水管, 2-平板车, 3-主排水泵, 4-主排水泵配水法兰, 5-排水软管, 6-巷道积水, 7-浮桶, 8-扁铁卡箍, 9-辅助水泵, 10-副斜井轮廓线

Figure 3. Schematic diagram of the drainage of camel mountain mine

图3. 骆驼山矿排水示意图

通过使用两级悬浮快速排水新方法进行排水, 排水时间累计节约了三天, 矿井水位持续下降, 排水效率明显提升, 为该矿制定下一步抢险救援工作奠定了基础, 赢得了时间, 为矿井后续抢险救援工作做出了巨大贡献, 收到了良好的应用效果。

6. 结语

1) 一种矿山透水事故两级悬浮快速排水新方法打破了传统的将水泵直接沉入水中进行排水的方式, 创造性地提出了“两级”, “悬浮”的新方法, 即保证了水泵悬浮在水面, 又保证了连续排水的新思路和方法, 充实了矿山透水事故排水救援领域技术和理论。

2) 一种矿山透水事故两级悬浮快速排水新方法工程量较少、施工工艺简单、费用低, 并且可以根据具体条件选择多个支水泵服务主水泵, 安全风险、排水效率比较高。

3) 一种矿山透水事故两级悬浮快速排水新方法克服了传统的一级水泵排水方法中因为水泵沿着巷道底板且人工将水泵沿着水位下降而沉入水中的弊端,而且传统的排水方法工作量大,工人劳动强度大,用工多,排水效率低、安全风险大,而我们研究出的一种两级悬浮排水救援新方法完全克服了传统排水救援方法的缺点和不足,为矿山透水事故快速排水救援提供了科学依据和理论指导。

参考文献

- [1] 程居山. 煤矿机械[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1997.
- [2] 刘红英. 煤矿主排水系统自动化控制研究[J]. 煤矿机械, 2018, 39(4): 27-28.
- [3] 施龙青, 王丹丹. 新汶矿区矿井突水水源分析[J]. 煤炭技术, 2016, 35(10): 144-145.
- [4] 胥翔. 临涣矿区太原组灰岩富水性评价[J]. 煤炭技术, 2016, 35(9): 93-94.
- [5] 高荣. 蒙陕矿区深埋煤层首采工作面水文地质条件研究[J]. 煤炭技术, 2018, 37(4): 102-103.
- [6] 李红. 土城矿 13 采区延伸排水系统设计[J]. 水力采煤与管道运输, 2014(1): 77-79.
- [7] 窦建庄. 顶底板疏水巷在振兴二矿防治水中的应用[J]. 水力采煤与管道运输, 2014(1): 69-71.
- [8] 宋占松. 我国煤矿水害救援装备的技术现状及相关建议[J]. 煤矿机电, 2016(1): 109-111.
- [9] 苗永新, 李吉昌, 等. 井下盘区水仓膨胀性泥岩底板注浆加固技术[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(1): 51-53.
- [10] 宋爽, 郑德志. 煤层底板突水多因素综合评价模型分析及应用[J]. 煤炭科学技术, 2014(12): 149-152..

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7301, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: me@hanspub.org