

煤矿矿井水处理存在问题及对策

田甜^{1,2}

1 天地科技股份有限公司, 北京 100013

2 中煤科工开采研究院有限公司, 北京 100013

[摘要]近年来,随着科技的发展,我们在探索高悬浮物、高铁锰、高矿化度等矿井水的有效治理,并在井底管理、就地复用、智能化管理等领域获得了显著的成果。然而,由于目前的技术水平仍然较低,回用率也较低,因此,为提升煤矿矿井水的可持续发展,有必要加强与企业的协作,积极推广先进的技术,建立完善的科学管理机制,提高矿井水问题处理的效率,从而实现煤矿矿井水的可持续利用。改善煤矿矿井水的使用效果并加强相关的科学研究,已成为当前煤矿矿井水处理问题的一个重要目标。

[关键词]煤矿矿井; 矿井水; 水处理; 解决方案

DOI: 10.33142/ec.v6i6.8485

中图分类号: X752

文献标识码: A

Problems and Countermeasures in Coal Mine Water Treatment

TIAN Tian^{1,2}

1 Tiandi Technology Co., Ltd., Beijing, 100013, China

2 CCTEG Coal Mining Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: In recent years, with the development of technology, we have been exploring the effective treatment of mine water with high suspended solids, high iron and manganese, and high mineralization, and have achieved significant results in areas such as bottom hole management, in situ reuse, and intelligent management. However, due to the current low level of technology and low reuse rate, it is necessary to strengthen cooperation with enterprises and actively promote advanced technologies to enhance the sustainable utilization of mine water technology, establishing a sound scientific management mechanism, improving the efficiency of dealing with mine water problems, and achieving sustainable utilization of mine water. Improving the effectiveness of using coal mine water and strengthening relevant scientific research has become an important goal in the current treatment of coal mine water.

Keywords: coal mines; mine water; water treatment; solution

引言

矿井水通常指的是在挖掘过程中从煤矿和隧道中抽取的地下水,它可能随着土壤的流动或者岩石的侵蚀,进入周围的环境。尽管如此,它的基础水质仍然应该遵循当地的环境标准,并且应该考虑到周围的水文、气象和地形。在煤矿开采区域通常含有大量的煤粉和岩粉,导致它们呈现出高悬浮性。另一方面,由于人类的日常劳动,这些区域也会含有许多微生物。当使用含有大量硫的煤矿进行开采时,其中的硫铁矿物可能被氧化,导致矿井水变得具有较强的酸度和较强的含铁量。所以,必须加快对矿井水处理的效率与质量,才能更好地提高矿井水的利用率。

1 煤矿矿井水的利用率较低的原因

随着技术的进步,许多矿山的工业生产已经得到极大的改善,从而减轻了对浅层地下水的的需求,从而缓解了用水的压力,并且政府也采取措施,加快了对抽取浅层地下水的水资源费的征缴,这样就能够显著减少煤矿企业的开采成本,从而改善其生产效率和环境质量。许多煤矿没有考虑到安全性、可持续性以及其他可行的解决方案,从而造成矿井水的污染,甚至被某些领导误解成无法再次利用。此外,在实际的生产过程中,员工们仍会担忧将其转化成可供饮用的清

洁水的可行性。由于煤矿行业的快速发展,以及居民的日益改善的生活条件,尤其是许多新建的煤矿、电站和其他煤矿加工设施的建设,这些地方的供应需求都在迅速上升,甚至一些曾经拥有丰富资源的地方,未来都可能会变得枯竭^[1]。

2 矿井水的主要水质类型

2.1 含悬浮物矿井水

随着煤矿的开采,地下水经历了多种物质、化合物以及微量元素的混合,最终形成了矿井水。这些混合物包括了煤粉、岩粉、黏土以及泥沙颗粒物,它们的均匀密度介乎 $1-5\text{g}/\text{cm}^3$,比任何地表水体的泥沙颗粒物的均匀密度低得多?由于其低的密度和缓慢的沉淀,煤矿矿井的水体中的悬浮物质量较低^[2]。

煤粉的存在使得含悬浮物的矿井水中的悬浮物含量大大增加,从几十毫克到几百毫克,甚至有少数超过 $1000\text{mg}/\text{L}$,但是这种情况下,矿井水的颜色仍然十分明显,使得它的感官性状变得极其糟糕。然而,当进行井下水仓清理时,悬浮物的浓度可能会达到数万毫克。

2.2 高矿化度矿井水

矿用矿泉矿化度较高之由是多种因素共同作用形成矿泉,主要为:第一,矿用矿泉矿床富集多种碳酸盐矿和

硫酸盐类矿物质，导致矿泉 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4 、 C 和其他盐离子较多；第二，该地区干旱，降水量小，蒸散较多，缺乏地下水源，导致矿泉盐分集聚；第三，矿用矿床在提取高硫矿床时，由于硫化物作用而生成游离酸，然后与碳酸盐矿、碱性物料相互作用。这样就导致了矿井水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4 等离子体的提高；第四，矿山位置在沿海地带，地下的盐碱土被淹没在煤矿场。

2.3 煤矿酸性矿井水

酸性矿井水是一种有危害的废水，它会对煤矿的排水系统造成严重的破坏。它通常由黄铁矿和氧气混合而成，并且含有大量的铁离子。这种废水会对水生动植物和周围的农作物造成严重的损害，甚至会导致地表的破坏。通过测量 pH 值，我们可以将酸性矿井水划分为两类：一类是 $pH < 3$ 值低于 3 的强酸性水，另一类是 $3 < pH < 6.5$ 值高于 3 的弱酸性水。

2.4 含特殊有害成分矿井水

此种矿井水常常存在一种以上多种对身体健康有害的组分，其中像微量放射性、重金属、氟化物、油料等，虽然有害组分虽然含量较低，却因其超《国家生活饮用水水质标准》所设限标准，因此是将其进行矿井水处理做居民日常饮用水时最大阻力^[3]。

3 矿井水处理工程存在的问题

3.1 调节池没有起到良好的调节和预沉作用

由于煤矿的特殊性，矿井水的流动性和流量变化很大，大多数矿井的排水时间集中在 3~4 小时，因此，为了保证排水的流动性，矿井水的排出口都设置了一个较大的调节池。然而，实际情况却是，调节池的容积不足以满足需求，有的甚至没有考虑排泥设施，导致污泥长期占据了大部分空间，从而无法发挥良好的调节和预沉作用，严重影响了后续处理工序的正常运行^[4]。

3.2 土建和安装工程质量较差

经过实地考察，我们发现，矿井水处理系统的基础施工与安装存在严重问题，一些污染源的污染严重，构造物的表面缺乏光泽，设备的连接也存在缺陷，这都会对污染治理的效率产生负面影响。

3.3 消毒系统大都未运行

尽管许多矿井水经过处理并被重新利用，但是其中的消毒措施仍然需要加强，因此，我们需要重新审视我们对此的看法，而非仅仅把它们当作无害的废弃物。例如，当它们被用来做井下防尘时，仍然需要对其进行消毒。

3.4 污泥处理存在较多问题

近半数的矿井水处理厂的污水收集系统没能正常工作，这是由于脱水装置存在许多缺陷。经过调查，我们发现，目前常见的脱水装置包括板框压滤机、带型压滤机以及离心力脱水机。然而，在这三种装置中，离心力脱水机的性能表现最为糟糕，洗涤的污水含水量很大，并且很容易被运走。板框压滤机已经成为煤矿洗选行业的重要设备，它的优势之一就是简单易操作，而且能够有效地提升污泥

的脱水处理能力。另外，板框压滤机也可以被划分成两大类：一种叫作普通尼龙带式，它的抓泥性能不太佳；另一种叫作新型立毛带式，它的性能也很不错，只不过由于成本比较高昂，目前需求量并不大^[5]。

3.5 自动化程度不高

目前，许多矿井水处理设施都是由人力来完成的，这既增加了员工的负担，也降低了整体的运营质量。比如，在进行加药时，由于缺乏有效的控制，会严重妨碍整体的处理效率。

3.6 运行管理水平有待提高

许多新的矿井水处理厂都只聘用的技术专家，他们的知识储备有限，无法有效地指导整个生产流程，从而降低生产效率。此外，由于设备设施落后，尤其是没有足够的检测设备，这使得整个生产流程的有序性受到严重的挑战。

4 煤矿矿井水处理对策

4.1 改善调节池排泥系统，提高其预沉作用

为了解决矿井水中污染物含量和流速的差异，在规划过程中，我们需要尽可能地选择体积更大的调节式预处理器，以确保整体的抗冲击性。此外，在实际运行中，还需要不断优化调节器的净化效果，以便更快地清除污染物。为了防止污泥的堆积，需要对污水处理设备进行改进。例如，需要增设一个新的污水处理设备来提高处理效率，并且增设一个排泥系统来确保后续的生产流程的顺利进行^[6]。

4.2 加强建设监理，保证工程质量

由于缺乏有效的技术支持、低劣的施工标准、缺乏完善的监督机制，导致了矿井水处理土建与安装项目的质量低劣。为了提升项目的整体质量，应当采取有效的措施，如合规化的招标、优秀的技术支持、完善的监督机制等，来确保项目的顺利完成。

4.3 进行职工培训，提高综合管理水平

为了确保新建的矿井水处理站的正确运营，厂商和相关部门都需要为其操作和维护人员提供充足的技术支持，比如设置完善的分析和检测设备，以及采用先进的智能技术，以确保其高效地运营和维护。为了确保设备的正常运转，我们必须对其进行全面的检查和维修，包括对消毒设备的定期检查和更换，以及对污泥脱水设备的优化，以确保它们可以满足不同的环境和工况下的使用。此外，我们还必须不断提高设备的可靠性，以便更快地满足当前的环境和工作的需求。通过加大培训力度，让员工掌握有关矿井水处理的全部技能，并且不断完善设备的智能化，以及加强综合的管控，将有助于极大地提升矿井水处理系统的性能。

4.4 混凝水力条件的优化

通常，对富有悬浮物的矿井水进行净化，需要使用多种技术，包括混凝、沉淀、过滤、消毒等。其中，混凝技术起着至关重要的作用，它的使用、添加量、反应的温度等因素都会对净化的结果造成重大的影响，从而降低净化的成本。目前，许多含有悬浮颗粒的矿井水处理项目的建议是根据地表水的特性来进行设计，但是由于这样做会导致反应时间、

沉淀的表面负载的选择不当,导致沉淀池的产品的品质无法满足标准,同时也会导致过滤器的运行压力升高,导致产品的品质无法满足预期的目标。随着技术的进步,许多煤矿已开始采取措施来改善其自来水的品质。其中,一体化净水器作为其中的重要组件,可以实现多种功能,如反渗透、沉淀、过滤,并可以节省大量的土地,缩短施工时间。然而,这种技术的缺陷也导致其最终的效率往往低于预期,甚至会导致水质的下降,从而给企业带来巨大的损失。

4.5 调节预沉池的增设

为了解决煤矿开采过程中的高温高压问题,武汉煤矿设计研究院采用了一种新的技术,即在传统的煤矿开采过程之外,增设一座辐流式预沉池,这样可以有效地降低煤矿开采过程中的高温高压,同时也可以确保煤矿开采过程的安全可靠。

4.6 相互冲洗滤池的研制

对于矿井水的空气净化,滤波科技起着举足轻重的地位,其中,传统的无阀滤池可以满足一般的空气净化要求,而新型的普通快速空气净化科技则可以更加高效地去去除悬浮物,同时也可以提高空气净化的精度,从而使得空气净化后的水质更加可靠、更加稳定。武汉煤矿设计研究院研发的一种全新的相互冲刷滤池,它采用先进的反洗阀门,并融入最先进的自动化技术,使得滤池内部的污染物可以被有效地清除,而无须额外的清洁设备,从而确保出水的浊度稳定在 1NTU 以下。鹤壁煤业集团的一个煤矿的水处理项目使用了这种先进的过滤器,这大大改善了煤矿的水质。

5 矿井水处理技术的发展趋势

近年来,由于社区经济的快速发展,人民的生活水平也得到了显著的提升,但同时也带来了新的挑战。由于中央的支持,许多地区的重点产煤区正朝着干旱半干旱地区的方向迁徙,从而使得当地的供水问题愈演愈烈。目前,为了解决矿井水体中的悬浮物污染问题,许多技术已经借鉴了城镇供水系统的技术,但它们的设备性能存在差异。这些技术的主要问题在于需要更多的土地,建造时间更久,并且需要更多的工程费用。尽管如此,开发出更加先进的水处理技术还是值得的。

5.1 水处理新工艺的开发

目前,为了解决矿井水污染问题,人们普遍使用沉淀技术。然而,随着工业的发展,许多污染源,如石灰石、石膏、沥青等,也被添加进矿井水中。因此,对于污染源,如石灰石、沥青、石膏等,必须寻求更先进的技术手段,才能彻底清理出污染源。要想彻底消灭污染源,就需要将油污的清洗作为一项重要的步骤。鉴于传统的水处理结构存在巨大的空间限制,研究一种更具灵活性和可靠性的、更具经济性的、更具可操作性的水处理技术显得尤为重要,尤其是针对井下环境的污染,研究出一种能够将低浓度的矿井水进行净化,并可用于生产乳化剂、防止灰尘飞扬的技术,目前受到了广泛的应用,前景一片光明。

5.2 高效水处理净化药剂的研发

随着科学的发展,目前的混凝净化药剂已从以往的铝

盐、铁盐和它们的组成部分转变到更加先进的技术和更低的成本,这使得这 2 种药剂的市场份额仍然占据着重要的地位,而且这种优势可能会持续很久。随着技术的进步,各种各样的凝结核已经涌现,它们的种类和用途也越来越多。尤其是针对矿井水的,由于其独特的水质,更需要更多的技术支持,以确保更好的凝结效果。过去,由于矿井水中含有丰富的煤矿,因此,研究人员建议将高分子絮凝剂和铝盐类无机混凝剂结合起来,这样可以显著改善矿井水的净化处理,同时也将其投放量缩小到 1/3~1/4,从而有助于显著降低水处理的费用。

5.3 水中硬度物质的去除

当水中的钙、镁成分超出正常范围时,就可能对输送系统及相关部件出现污染。尤其是在煤矿矿井,因为长期暴露在深层环境,使得水的流动性变得极低,从而使得大部分的矿物质被吸收,从而使得矿井水的硬度更加显著。

使用石灰来净化水质目前被广泛采用,它的主要好处在于效率较快,但也存在着许多挑战。首先,它的生产成本较高,而且需要精确的技术控制,如果添加的剂量超标,可能会造成净化效果的下降;此外,使用石灰净化水质也需要较高的技术熟练程度。在过去几年中,由于工业自动化的发展,对于化学试剂的添加量的控制变得更为精确。

6 结语

综上所述,采取的矿井水处理方法虽然具备可靠性,且已经相当完善,然而,由于各种原因,其中仍然存在诸多挑战,例如调节池未能发挥出最佳的调控与预处理功能,单独的净水设备的性能低劣,土建与安装的质量也相对落后,而且消毒与污泥脱水设备的使用也相对稀缺,此外,其自动化水平也需要进一步改善。为了更好地处理污染问题,我们应该采取措施:优化调节池的排污系统,增强它的预处理能力;完善施工监督,确保项目的质量;开展员工的专业技能培训。

[参考文献]

- [1]武文.煤矿矿井水处理站排放达地表水Ⅲ类标准改造工艺选择[J].能源与节能,2023(2):156-158.
- [2]马俊.煤矿矿井水综合治理与循环利用研究[J].清洗世界,2023,39(2):89-91.
- [3]何绪文,王绍州,张学伟,等.煤矿矿井水资源化利用技术创新[J].煤矿科学技术,2023,51(1):523-530.
- [4]王旭东.我国煤矿矿井水处理用于生活用水的现状和建议[J].山西化工,2023,43(1):221-223.
- [5]孙莹.高效回旋絮凝沉淀法在煤矿矿井水处理中的应用[J].节能与环保,2022(12):92-93.
- [6]王蜜.煤矿矿井水处理存在问题及对策[J].内蒙古煤矿经济,2022(19):127-129.

作者简介:田甜(1982.3-)女,毕业院校:河北工程大学,所学专业:环境工程,职务:项目经理,职称:高级工程师。