

大屯矿区矿井水和生活污水处理利用技术

李馥友

(中煤集团 大屯公司, 江苏沛县 221611)

摘要:随着煤炭矿区经济的高速发展, 矿区缺水问题越来越突出, 解决矿区缺水问题的有效途径是合理开发利用矿井水和生活污水资源。以大屯矿区矿井水与生活污水处理利用工程实例为背景, 以处理后的矿井水与生活污水回用途径为依据, 论述了大屯矿区矿井水净化处理与深度处理、生活污水二级生化处理与深度处理及利用工艺技术, 介绍了大屯矿区矿井水与生活污水处理后的利用模式, 供其他类似矿区开展矿井水和生活污水资源化借鉴。

关键词:矿井水; 生活污水; 净化处理; 生化处理; 深度处理

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2010)01-0001-05

THE TREATMENT AND UTILIZATION TECHNOLOGIES FOR MINE DRAINAGE AND DOMESTIC WASTEWATER IN DATUN MINING AREA

LI Fu-you

(Datun Branch of China Coal Energy Group Co., Ltd, Peixian 221611, China)

Abstract: With the rapid development of economy in coal mining areas, the problems of water scarcity became more and more prominent. The effective way to solve the problems is rational development and utilization of mine drainage and domestic wastewater resources. Based on the background of engineering cases and reuse ways of mine drainage and domestic wastewater, this paper discusses the treatment and utilization technologies of purification treatment of mine drainage, advanced treatment of mine drainage, secondary biological treatment of domestic wastewater and advanced treatment of domestic wastewater. It also introduces the utilization patterns of mine drainage and domestic wastewater in Datun mining area. The treatment technologies and engineering cases could be learned in other similar mining areas.

Keywords: mine drainage; domestic wastewater; purification treatment; biological treatment; advanced treatment.

0 前言

大屯矿区位于江苏省沛县境内, 总面积约 245 km², 建有 4 个煤矿、4 座洗煤厂和 1 座电厂 (含矸石电厂)。在矿井水和生活污水未处理利用

之前, 整个矿区生产和生活用水除电厂取微山湖地表水以外, 其余均靠抽取地下深井水。目前实际取水量约 3 900 万 m³/a, 长期超负荷抽取地下水, 造成了矿区的部分区域形成稳定的沉降漏斗, 产生大面积的地表沉降, 已经对矿井井筒和工业广场建筑物构成威胁, 必须寻求补充水源, 以减少地

下水的抽取量。

解决矿区缺水最直接有效的办法是将矿区排放的矿井水、生活污水处理后进行利用。大屯矿区矿井水排放量在 800 万 m^3/a 左右,生活污水排放量在 1 000 万 m^3/a 左右。近年来,随着国家在环境保护、节能减排方面的工作力度不断加大,大屯矿区积极开展了矿井水和生活污水处理利用技术与工程应用工作。先后建成了 4 对生产矿井的矿井水和生活污水处理利用工程及中心区生活污水处理利用工程。从大屯矿区矿井水与生活污水处理利用工程实例和回用途径出发,对大屯矿区矿井水净化处理、矿井水深度处理、生活污水二级处理、生活污水深度处理及综合利用技术进行了详细论述,并分析了大屯矿区矿井水与生活污水的综合利用模式,根据工程实例说明了矿井水和生活污水处理利用技术在煤炭系统缺水矿区的应用是切实可行的,供其他类似矿区开展矿井水和生活污水资源化借鉴。

1 大屯矿区矿井水处理利用技术

1.1 大屯矿区矿井水水质和处理规模

大屯矿区采煤产生的矿井水中不仅含有以煤屑为主的悬浮物,而且溶解性总固体、总硬度、硫酸盐含量也比较高,属于典型的含悬浮物高矿化度矿井水,这类矿井水必须经过净化处理才能达到排放要求或对水质要求不高的工业用水水质要求。净化处理后的矿井水必须经过深度处理才能达到洗浴用水或锅炉用水源水对水质的要求。大屯矿区孔庄、徐庄、姚桥、龙东煤矿矿井水水质见表 1,处理规模见表 2。

表 1 孔庄、徐庄、姚桥、龙东煤矿矿井水水质

项目	单位	孔庄	徐庄	姚桥	龙东
pH	无量纲	7.54	7.95	8.07	7.72
悬浮物	mg/L	200~1200	50~550	50~500	65~450
硫酸盐	mg/L	1194	1249	1350	1570
氯化物	mg/L	222	327	368	436
重碳酸盐	mg/L	200	219	238	240
总硬度	mg/L	946	1169	1251	1299
溶解性总固体	mg/L	2471	2580	2878	3121

表 2 大屯矿区矿井水处理规模 m^3/d

类别	煤矿	孔庄	徐庄	姚桥	龙东
净化处理规模		4000	4000	9000	4000
深度处理规模		1000	2000	2000	1000

1.2 矿井水净化处理利用技术

大屯矿区矿井水经净化处理后水质无异臭、

无异味、无肉眼可见物、pH 值 6.5~8.5、浊度 < 3NTU, $\text{COD}_{\text{Cr}} < 20\text{mg/L}$ 、细菌总数 < 100 个/mL; 总大肠菌群 < 3 个/L, 能够满足矿区选煤厂生产用水、厂区冲洗、防尘及井下注浆等用水要求不高的生产生活用水。

去除矿井水中的悬浮物通常采用混凝、沉淀(或澄清)、过滤、消毒工艺,其中孔庄煤矿采用混凝、沉淀、过滤、消毒工艺,徐庄、姚桥、龙东煤矿采用混凝、澄清、过滤、消毒。矿井水净化处理工艺流程见图 1、图 2。

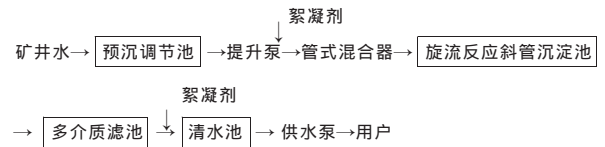


图 1 孔庄煤矿矿井水净化处理工艺流程



图 2 徐庄、姚桥、龙东煤矿矿井水净化处理工艺流程

工程运行实践表明,采用净化处理工艺流程较适合大屯矿区矿井水水量和水质特点,采用一次提升再自流进入后续各处理构筑物,动力设备较少,能耗较低,出水水质稳定可靠。同时矿井水中乳化液、机油等能够在高效澄清池内被大量循环回流的泥渣截留和吸附,从而有效地得以去除。

1.3 矿井水深度处理利用技术

由于大屯矿区矿井水经净化处理后只能去除悬浮物、胶体、细菌和大肠菌群等,不能去除矿井水中的溶解性总固体、总硬度、硫酸盐等物质,必须经过深度处理才能满足锅炉补水水质、食堂和洗浴用水对水质的要求。矿井水深度处理工艺流程图 3、图 4。

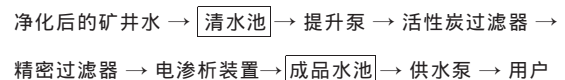


图 3 姚桥煤矿矿井水深度处理工艺流程

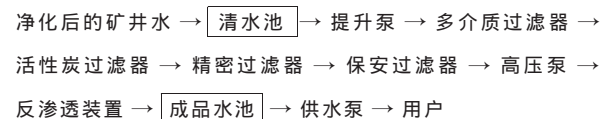


图 4 孔庄、徐庄、龙东矿井水深度处理工艺流程图

工程运行实践表明,采用图 4 深度处理工艺较适合大屯矿区矿井水水量和水质特点,反渗透装置虽然较电渗析装置一次性投资高,但水回收率高,经常性的维修费用较低。

2 大屯矿区生活污水处理利用技术

2.1 大屯矿区生活污水水质和处理规模

大屯矿区生活污水中除了居住区排放的生活污水外,工厂洗浴污水也占有一定的比例,同时还有部分地面冲洗用水混入,使得煤矿生活污水水质与城镇生活污水有一定差别,主要是污水中的 COD_{Cr} 和 BOD₅ 较低,悬浮物含量较高,大屯矿区生活污水采用二级生化处理工艺达到排放标准,采用深度处理达到电厂循环冷却水和锅炉补充水源水对水质的要求。

大屯矿区生活污水处理规模见表 3。

表 3 大屯矿区生活污水处理规模

类别	m ³ /d					
	煤矿	中心区	孔庄	徐庄	姚桥	龙东
二级处理规模	15 000	4 500	5 000	5 000	5 000	3 000
深度处理规模	9 000	-	-	4 000	4 500	-

2.2 大屯矿区生活污水二级处理技术

针对大屯矿区生活污水水质特征,其二级处理工艺根据污水水质不同而采用不同的处理工艺,大屯矿区生活污水采用的主要工艺有氧化沟法、接触氧化法等,二级处理后的生活污水达到污水综合排放标准一级要求,即 pH 6~9, COD_{Cr}<60 mg/L, BOD₅<20 mg/L, SS<20 mg/L, NH₃-N<15 mg/L。大屯矿区中心区生活污水二级生化转刷曝气氧化沟处理工艺见图 5,孔庄、徐庄煤矿生活污水二级生化倒伞型曝气氧化沟处理工艺见图 6,姚桥煤矿生活污水二级处理生物接触氧化法处理工艺见图 7,龙东煤矿生活污水二级生化接触氧化处理工艺见图 8。

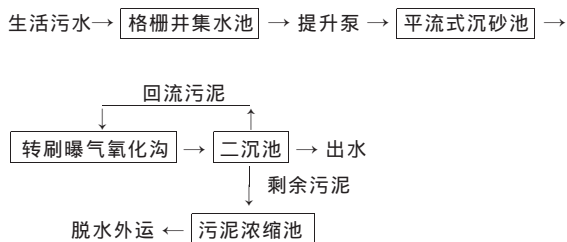


图 5 中心区生活污水二级生化转刷曝气氧化沟处理工艺流程图

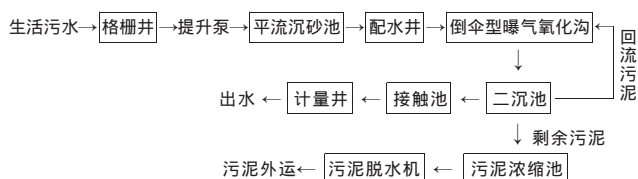


图 6 孔庄、徐庄矿生活污水二级生化倒伞型氧化沟处理工艺流程图

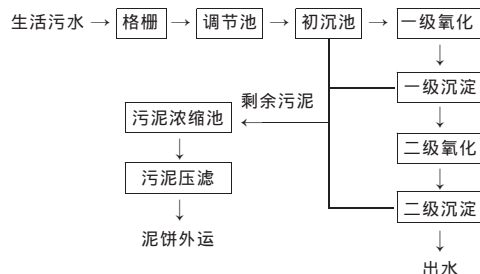


图 7 姚桥煤矿生活污水生物接触氧化法工艺流程图

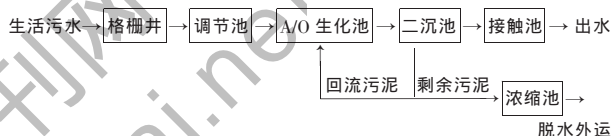


图 8 龙东煤矿生活污水二级生化 A/O 接触氧化处理工艺流程图

工程运行实践表明,对于矿区生活污水二级处理工艺各有优缺点,采用不同的工艺均能达到相同的处理效果,选择工艺时需综合考虑场地,投资与运行成本等因素。如孔庄、徐庄、中心区生活污水水量较大,工程建设场地较大,故选择氧化沟工艺较为适合。姚桥煤矿生活污水水量适中,场地有限,选择生物接触氧化法工艺较适合,但处理成本较氧化沟工艺稍高。龙东煤矿生活污水水量较小,其可供建设使用的场地有限,故选择接触氧化法作为主体工艺较为合适。

2.3 大屯矿区生活污水深度处理技术

大屯矿区生活污水二级处理后一部分用于水质要求不高的选煤厂用水或矿区绿化等用水,一部分直接达标排放。大屯矿区生活污水深度处理后主要回用于电厂用作循环冷却水和锅炉补充水源水,其水质要求达到 GB50050-2007《循环冷却水处理设计规范》要求,即 pH 值 7.0~8.5; SS<5 mg/L; 浊度<5NTU; COD_{Cr}<30 mg/L; BOD₅<5 mg/L, NH₃-N<5 mg/L, 另外电厂锅炉补充水源水水质还要求 COD<10 mg/L。

根据处理后的生活污水回用于电厂实际用途,中心区生活污水深度处理工艺采用“高效澄清

过滤+化学氧化吸附”相结合的物化法处理工艺,可将处理后的生活污水回用于电厂用作循环冷却水及锅炉补充水源水,工艺流程见图9。徐庄、姚桥生活污水深度处理后回用于电厂用作循环冷却水,处理后水质要求达到 GB50050-2007《循环冷却水处理设计规范》。根据其二级生化处理出水水质,姚桥矿生活污水深度处理工艺采用“化学氧化+强化沉淀过滤+液氯”工艺,徐庄矿生活污水深度处理采用“ABFT生化处理+过滤”工艺,工艺流程分别见图10、图11。

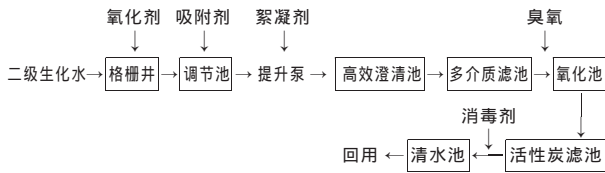


图9 大屯中心区生活污水深度处理工艺流程图

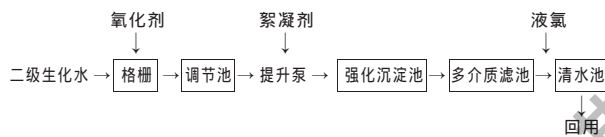


图10 姚桥煤矿生活污水深度处理工艺流程图

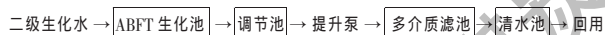


图11 徐庄煤矿生活污水深度处理工艺流程图

矿区生活污水深度处理采用上述图9“高效澄清过滤+化学氧化吸附”处理工艺处理后水质不仅能达到 GB50050-2007《循环冷却水处理设计规范》标准,同时能将 COD 降到 10 mg/L 以下,满足了电厂循环冷却水与锅炉补充水水质要求,适用于回用要求高的生活污水深度处理。图10所述“化学氧化+强化沉淀过滤+液氯”深度处理工艺适用于污水中氨氮超标不高且随季节变化较大的生活污水,液氯作为去除氨氮的保障处理措施,随着出水氨氮浓度高低有选择性的投加,处理后可满足电厂循环冷却用水。图11所述的“ABFT生化处理+过滤”工艺耐冲击负荷强,适用于污水中污染物浓度较高且稳定的生活污水深度处理,处理后可满足电厂循环冷却用水要求。

3 大屯矿区矿井水、生活污水综合利用模式

为解决矿区缺水问题,大屯矿区将处理后的矿井水、生活污水按其处理程度、处理后水质进行了综合利用,形成了大屯矿区矿井水、生活污水利

用模式。

3.1 矿井水综合利用模式

大屯矿区矿井水利用模式见图12至图15。

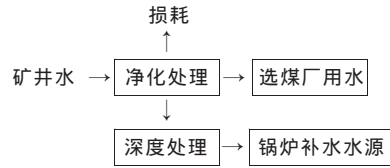


图12 孔庄矿矿井水利用模式

孔庄煤矿矿井水净化处理设计规模 4 000 m³/d,设计深度处理水量 1 000 m³/d,净化处理后部分用于选煤厂补充水,净化后的矿井水再经深度处理后用于锅炉补充水源水。

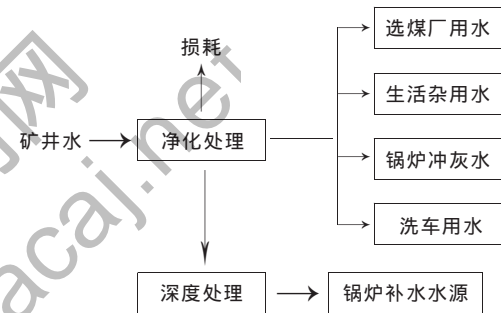


图13 龙东矿矿井水利用模式

龙东煤矿矿井水净化处理设计处理规模 4 000 m³/d,处理后用于选煤厂、生活杂用、锅炉冲灰、洗车用水。深度处理工程设计规模 1 000 m³/d (待建),将矿井水深度处理回用作锅炉补充水源水。

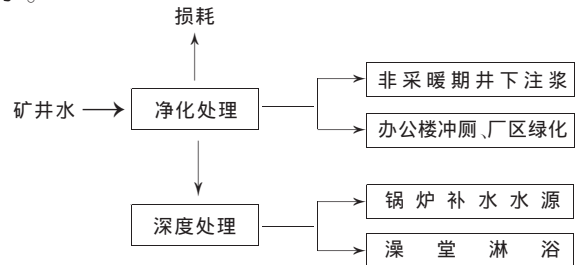


图14 徐庄矿矿井水利用模式

徐庄煤矿矿井水净化处理设计规模 4 000 m³/d,净化后矿井水主要用于风井井下注浆和办公楼公厕以及厂区绿化用水。由于井下涌水较洁净,采暖期时可将注浆用水直接以井下洁净矿井水替代,净化后的矿井水进行深度处理后供矿区澡堂洗浴用水和锅炉补充水源水。

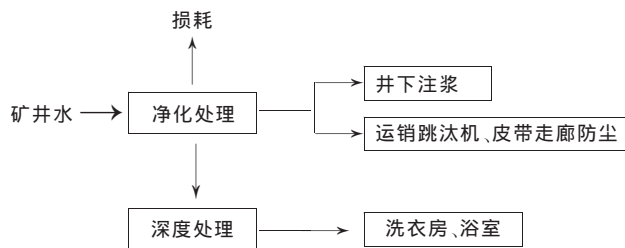


图 15 姚桥煤矿矿井水利用模式

姚桥煤矿矿井水净化处理工程设计规模 9 000 m³/d，净化处理后矿井水用于井下注浆、皮带走廊防尘用水。深度处理设计规模 2 000 m³/d，处理后用于洗衣房用水、洗浴用水。

3.2 生活污水综合利用模式

大屯矿区生活污水利用模式见下图 16 至图 19。

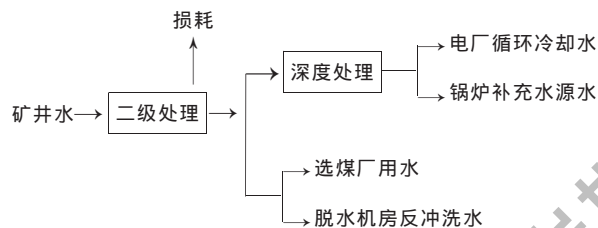


图 16 大屯中心区生活污水利用模式

大屯中心区生活污水处理厂设计生活污水二级处理规模 15 000 m³/d，其中 9 000 m³/d 经深度处理后供矸石热电厂作冷却塔循环冷却水补充水及锅炉用水源水，剩余部分二级处理后的污水供于选煤厂及脱水机房用水。



图 17 姚桥、徐庄矿生活污水利用模式

姚桥、徐庄煤矿生活污水利用模式相同，生活污水分别经二级处理、深度处理后全部供于电厂用作循环冷却用水。

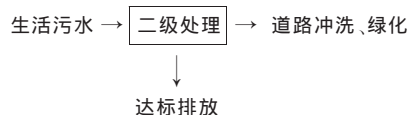


图 18 龙东矿生活污水利用模式

龙东煤矿生活污水二级处理系统两套，处理能力分别为 1 350 m³/d 与 1 650 m³/d，共计处理量 3 000 m³/d，将处理后的生活污水部分达标外排，

另一部分用于道路冲洗、绿化。

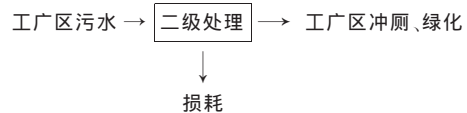


图 19 孔庄煤矿生活污水利用模式

孔庄煤矿生活污水来源有工人村污水与工厂区污水，原针对工人村生活污水建有一套二级处理系统，设计能力 1 500 m³/d，由于处理能力不足，2009 年进行了生活污水处理系统的重新扩建，扩建工程设计处理规模 4 500 m³/d。项目建成后，将对孔庄煤矿工人村和工厂区污水合并处理，处理后回用于厂区绿化、工广冲洗等生产、生活用水，并将根据需要适时进行深度处理。

4 结语

(1) 解决矿区缺水问题的有效途径是合理开发与利用矿井水和生活污水，不仅开辟了缺水矿区第二水源，而且达到了节能减排的目的。

(2) 根据大屯矿区矿井水水量和水质特征，净化处理主要采用混凝、澄清、过滤工艺，处理后可用于井下生产、选煤厂用水等；深度处理主要采用反渗透工艺，处理后可供工广洗浴、锅炉补充水源等。

(3) 针对大屯矿区生活污水水量和水质情况，二级处理采用氧化沟和生物接触氧化技术，处理后可用于地面冲洗，厂区绿化等；深度处理采用了强化澄清过滤技术和曝气生物流化床技术，处理后可作电厂循环冷却用水、锅炉补充水源等。

(4) 大屯矿区产业布局在全国煤炭行业具有一定的代表性，矿井水、生活污水的水量和水质特点在煤炭行业存在一定的共性，其矿井水和生活污水处理利用方面取得的技术成果、工程经验及利用模式可在全国其它矿区中推广应用。

参考文献：

- [1] 周如禄,高亮,陈明智. 煤矿含悬浮物矿井水净化处理技术探讨[J]. 煤矿环境保护,2000(1):10-12.
- [2] 朱留生,周如禄. 姚桥煤矿矿井水净化处理计算机控制系统设计[J]. 能源环境保护. 2003(2):30-32.
- [3] 周如禄,宁静,毛维东. 矿区生活污水深度处理后用作电厂用水应用研究[J]. 煤炭科学技术,2008(7):1-3.