

文章编号 0253-2336(2000)10-0049-03

八宝山煤矿矿井水净化技术

刘桂泉, 刘 刚, 张晓奇

(煤炭科学研究总院 唐山分院, 河北 唐山 063012)

摘 要：介绍了八宝山煤矿矿井水净化工艺流程的确定及其构筑物的选型，对混凝剂的选择做了较详细的讨论，通过对斜管沉淀池的优化设计（包括池体结构、沉淀池参数等），形成了池体上层斜管浅层沉淀、中层过滤的高效斜管沉淀池。

关键词：矿井水；净化；混凝剂；高效斜管沉淀池

中图分类号：X703 **文献标识码：**A

1 概 述

八宝山煤矿是一个具有多年开采历史的老矿，四面环山，工业广场狭窄不平且拥挤。矿区生产和生活用水均由矿区高位清水池供给，水源来自距矿 4.5 km 左右的矿驻新保安办事处旁两眼深机井和前山机井，日供水量为 1 200 m³。原供水系统存在问题：①由于供水管路长达 4.8 km，机井泵房与高位清水池的标高差为 346 m，实际仅吨水电费一项就达 1.36 元；②由于深机井井壁坍塌及水位的下降，造成供水水量严重不足及水质下降；③华能公司修建的京张高速公路新保安段由东向西穿过机井及其泵房，该机井需拆迁。因此，八宝山煤矿需重新解决矿区的给水问题。

根据对八宝山煤矿涌水水质检验结果的分析，矿井水经一般的水净化工艺处理后，完全能达到国家《生活饮用水水质标准》，而矿井涌水量为 1 760 m³/d，经处理后完全能满足该矿区的用水量。在此基础上，提出了 3 个矿区给水方案：第一、第二方案为在不同的地址重新凿机井供水，第三方案为矿井水净化成生活饮用水。通过对这 3 个给水方案的技术及经济等方面的分析对比，决定采用矿井水净化方案。

2 净化工艺流程的确定

表 1 为八宝山煤矿矿井水水质检测结果，分析其检测结果得出：矿井水水质指标中只有 pH 值、悬浮物、铁离子、大肠杆菌及细菌等指标不符合国

万方数据

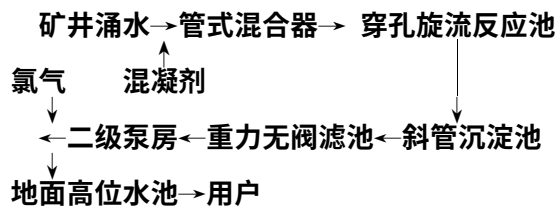
家《生活饮用水水质标准》。通过对“原水→接触过滤→消毒”、“原水→混凝澄清→消毒”以及“原水→混凝沉淀或澄清→过滤→消毒”这 3 个水净化工艺流程的技术、经济分析对比，最终八宝山煤矿矿井水净化采用传统的“原水→混凝沉淀或澄清→过滤→消毒”工艺流程。

表 1 八宝山煤矿矿井水水质检测结果

项 目	指 标	项 目	指 标	项 目	指 标
Fe ²⁺	0.080	As ³⁺	0.015	硫酸盐	224.110
Fe ³⁺	0.540	Cd ²⁺	0.004	硝酸盐	1.696
NH ₄ ⁺	0.060	Cr ⁶⁺	0.025	氯化物	33.790
K ⁺	10.000	Pb ²⁺	0.020	氟化物	0.015
Na ⁺	188.000	Ag ⁺	0.020	细菌总数	60 个/mL
Ca ²⁺	53.090	pH	8.570	大肠菌群	230 群/L
Mg ²⁺	56.800	SS	50.000	溶解性总固体	920
Cu ²⁺	0.017	COD	4.140		
Zn ²⁺	0.001	总硬度	366.440		

注：①挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、汞、氰化物等均未检出；②除 pH 值外，表中未给出的单位均为 mg/L。

结合八宝山煤矿的实际情况，矿井水净化工艺流程中构筑物的选型遵循“运行稳定可靠、管理方便、造价低及适合间歇运转等”主要原则，并对可行方案进行经济及技术方面的对比分析，混合设施决定采用管式混合器，反应设施采用穿孔旋流反应池，沉淀（或澄清）设施采用斜管沉淀池，过滤设施采用重力无阀滤池。八宝山煤矿矿井水净化工艺流程为：



3 混凝剂选择

3.1 悬浮物粒度分析

在矿井水排水管路地面出口取水样，其固体颗粒粒度级配见表 2。

表 2 矿井水固体颗粒粒度组成

粒度 / μm	产率 / $\%$	累计产率 / $\%$	粒度 / μm	产率 / $\%$	累计产率 / $\%$
> 15	2.1	2.1	3 ~ 2	11.8	76.7
5 ~ 10	8.6	10.7	2 ~ 1	8.8	85.5
10 ~ 7	9.0	19.7	1.0 ~ 0.7	7.2	92.7
7 ~ 5	14.8	34.5	0.7 ~ 0.4	6.4	99.1
5 ~ 4	16.3	50.8	< 0.4	0.9	100.0
4 ~ 3	14.1	64.9			

从表 2 中看出，由于矿井水中的固体颗粒粒径都很微小，自然沉淀很难使矿井水中的浊度降到饮用水水质要求，为此必须采用混凝沉淀法。

3.2 混凝剂品种选择

混凝剂的种类很多，混凝剂的选择应考虑到货源供应、加药成本等，并根据原水水质、出水水质的要求，通过加药试验来选择。加药试验在探索性阶段主要考查了 10 几个单方及复方（2 种药剂相配合）混凝剂的絮凝沉降情况，根据出水水质要求及加药成本等确定出以下 2 组药剂：①只投加聚合氯化铝（PAC）；②投加聚合氯化铝和 NcF-4 号高分子絮凝剂进行对比试验，对比试验结果见表 3。由表 3 可知，2 组药剂加药试验的上清液浊度及加药成本基本相同，但由于第 2 组需添加 2 种药剂，不但加药麻烦、不易管理，而且搅拌及投加药液设施需增加 1 倍。因此，混凝剂选用聚合氯化铝。

表 3 二组药剂的对比试验结果

药 剂	加药量 / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	原水浊度 / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	上清液浊度 / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	加药成本 / $\text{元}\cdot\text{m}^{-3}$
PAC	14	63	23	0.1036
PAC, NcF-4	8, 0.2	63	19	0.1108

3.3 加药量确定

由于矿方未按设计方提供的厂家购买药剂，且矿井水的浊度由于涌水量的减少而增加了很多，达到 144 ~ 240 mg/L 。有必要针对矿方购买的药剂及现在的涌水水质系统地进行加药试验，以确定出合适的加药量，具体试验结果见图 1。对系统性加药试验结果进行分析后，得出以下结论：

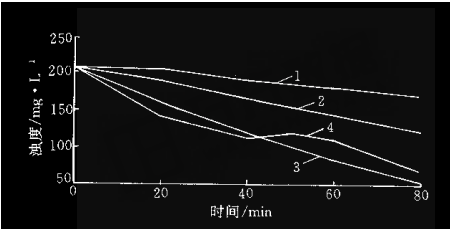


图 1 不同加药量上清液浊度曲线

1—不加药时；2—加药量为 36 mg/L ；
3—加药量为 66 mg/L ；4—加药量为 90 mg/L

(1) 当加药量小于 66 g/m^3 时，上清液浊度随加药量的增大而减小，加药效果很明显；

(2) 当加药量大于 66 g/m^3 时，上清液浊度反而随加药量的增大而增大，且絮凝体沉淀速度变慢。其原因：①由于混凝剂投加量过大，微粒被若干高分子链包围，而无空白部位去吸附其它的高分子链，结果造成胶粒表面饱和而使微粒产生再稳现象；②混凝剂投加量过大，混凝剂本身形成巨大的絮团，因而絮团所受到水的浮力也相应增大；③由于微粒产生再稳现象，絮团所能吸附到的微粒减少，造成絮团重量增加不多，这样絮团的下沉速度变慢。

(3) 矿方购买的聚合氯化铝质量不好，其有效成分很低。

(4) 考虑到在加药试验时，混凝剂与水没有经过充分的反应，而净水厂实际运转时，在混凝剂添加量相同的情况下，斜管沉淀池溢流水水质要比加药试验时好得多。所以，混凝剂添加量暂定为 36 mg/L ，待净水厂整个工艺系统调试时，再视具体情况做适当的调整。

4 工业性试验结果及其分析

八宝山煤矿矿井水净化工程于 1999 年 4 月动工，同年 11 月初进行设备安装和整个工艺系统调试，调试按先局部再整体的顺序进行，以确保整个

工艺系统一次性调试成功。经过近一个月的设备安装及整个系统的调试，净水厂于 1999 年 12 月初正式投入运转。具体试验结果见表 4。

分析工业性调试阶段技术参数的测定结果，可以得出以下结论：

表 4 工业性调试技术参数及指标						
给水水量 /m ³ ·h ⁻¹	给水浊度 /mg·L ⁻¹	PAC 投加量 /g·m ⁻³	斜管池出水浊度 /mg·L ⁻¹	滤池出水浊度 /mg·L ⁻¹	消毒加氯量 /mg·L ⁻¹	消毒余氯量 /mg·L ⁻¹
105.0	185.68	36	7.43	1.55	1.2	0.35
50.5	188.00	36	3.60	0.16	1.2	0.35

注：(1) 以上指标为 1999 年 11 月 30 日~12 月 27 日所测数据的平均值；
(2) 流量测定采用 LCZ-803 型超声波流量计，浊度测定采用 N3 型指针式浊度仪，余氯测定采用余氯比色计。

(1) 在混凝剂添加量相同的情况下，净水厂实际运转时的混凝效果要比做加混凝剂静沉淀试验时好得多。其原因除了净水厂实际运转时，混凝剂与水中的杂质经过充分的反应外；还由于经充分反应的矿井水在斜管沉淀池内上升时，经过斜管层下部形成的浓度较大的絮团层的过滤（也可以称为再次接触絮凝），以及斜管块体本身的浅层沉淀，使沉淀池出水水质更好，从而形成了池体上层高效浅层沉淀及中层过滤的高效斜管沉淀池。至于絮团层的厚度、位置等取决于沉淀池池体结构的设计、沉淀池参数的确定、原水水质、混凝剂种类及投加量、底流排放等诸多方面。

(2) 净水厂减负荷运转时的出水水质要比按设计负荷运转时好。原因是减负荷运转时，虽然反应池反应效果要差一些，但斜管沉淀池液面负荷率减小及滤池的减速过滤，使沉淀池及滤池的出水水质都有所提高。

5 经济效益及社会效益

5.1 经济效益

(1) 矿区原给水系统年运转费用 61.18 万元（年抽取深井水 38 万 m³，水资源费 0.07 元/m³，设备维修、人员工资费 0.18 元/m³，电费 1.36 元/m³）；矿区新给水系统年运转费用 16.72 万元（净水厂年处理水量 38 万 m³，设备维修、工人工资费 0.11 元/m³，电费 0.1 元/m³，混凝剂、消毒剂费 0.23 元/m³）。则该项目实施后，矿区给水系统每年节约运转费用 44.46 万元。

(2) 该项目实施前，矿井水直接外排，为此按环保部门规定，需上缴超标排污罚款费 2.5 万元。

5.2 社会效益

该项目实施后，不但充分利用了宝贵的矿井水

资源，杜绝了矿井水外排污染环境，解决了该矿区的生活、生产用水问题；而且也解决了该矿以前使用深井水不进行消毒，造成细菌及大肠杆菌群长期超标的问题，从而使生活饮用水水质完全符合国家《生活饮用水水质标准》。

6 结 论

(1) 实际运转证明，八宝山煤矿矿井水净化工艺流程及其构筑物的选型是正确的。该工程实施后解决了矿区的给水问题，同时充分利用了宝贵的水资源，杜绝了矿井水外排污染环境，经济效益和社会效益十分显著，值得在其它煤矿中大力推广。

(2) 混凝剂的添加量并非越多越好，对于特定的水质，每种混凝剂都有一最佳添加量。工业性试验结果表明，PAC 添加量 36 g/m³ 是适宜的。

(3) 通过对斜管沉淀池池体结构的优化设计，形成了池体上层高效浅层沉淀及中层过滤的高效斜管沉淀池，更进一步提高了斜管沉淀池的沉淀效率。

参考文献：

[1] 刘桂泉，刘 刚. 八宝山煤矿矿井水净化工艺流程的选择[J]. 水力采煤与管道运输，2000 (1).
[2] 张晓奇. 煤矿井下净化系统工业调试体会 [C]. 煤炭科学研究总院唐山分院水采所学术论文，1999.

作者简介：刘桂泉（1965-），男，江苏如东人，工程师，1989 年毕业于山东矿业学院。毕业后一直从事水力采煤工艺及煤泥水、矿井水等澄清浓缩的研究，曾主持参加过多项科研课题的研究工作，发表论文多篇。

（收稿日期：2000-05-23；责任编辑：刘军娥）