

文章编号: 1673- 1212(2007) 02- 0142- 03

唐山市矿井疏干水的资源化利用

刘文利, 李太山, 赵凤琴, 张彩霞

(唐山市环境监测中心站, 河北 唐山 063000)

摘 要:唐山市矿井疏干水量约 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 大部分作为废水外排, 不仅加剧了水资源的紧张局面, 而且也污染了水环境。本文介绍了唐山市矿井水资源的状况, 提出综合利用矿井水资源的必要性, 对矿井疏干水补给来源、涌水量、水质特征和开发利用现状进行分析, 估算了矿井疏干水可利用量和利用效益, 提出了实现矿井疏干水资源化利用的有效措施。矿井水循环利用有利于解决中国矿区水污染与水资源短缺问题, 具有广阔的应用前景。

关键词: 矿井疏干水; 资源化; 利用

中图分类号: X 703

文献标识码: A

唐山市是一个以煤炭开采为基础发展起来的城市, 每年煤炭生产耗水量在 $0.95 \times 10^8 \text{ m}^3$, 且多源于自备井和自来水管网, 而采煤过程中产生的矿井疏干水约 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 大部分作为废水外排, 不仅加剧了水资源的紧张局面, 而且也污染了水环境。由于矿区多分布在市区及其周围, 连续多年的开采地下水资源, 造成市区地下水位大幅度下降。据统计, 第四系孔隙水地下水位下降速率 1.50 m/a , 奥陶系灰岩裂隙水下降速率 2.20 m/a 。唐山市水资源比较紧缺, 人均水资源量 347 m^3 , 不及全国平均水平的六分之一。伴随着经济的快速增长, 用水量必然增加, 水资源供需矛盾将会越来越突出。在开发利用常规水源的同时, 开发利用矿井疏干水, 实现矿井疏干水的资源化利用, 是缓解供水紧张、改善城市环境和用水状况的重要途径。

1 矿井疏干水补给来源

矿井疏干水主要补给来源为第四系冲洪积孔隙水、奥陶系灰岩裂隙水、煤系地层顶板二迭系砂岩裂隙水和雨季地表下渗水^[1]。第四系冲洪积孔隙水和雨季地表下渗水是矿井疏干水的间接补给水源, 具有沿煤系隐伏露头区补给煤系地层的特点, 水质类型为 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Na}$ 型水; 煤系顶板砂岩裂隙水是矿井煤层开采和巷道开拓时涌水的直接补给水源, 水质类型为 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水; 奥陶系灰岩裂隙水在有构造断裂和陷落柱沟通的条件下, 对矿井生产安全造成极大威胁, 开滦矿区历史上曾发生过 7 次

较大突水, 正常条件下奥陶系灰岩裂隙水属间接补给水源, 与第四系卵砾石层孔隙水在地域分布上存在互补现象, 水质类型为 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水, 水质较好。

2 矿井疏干水涌水量

据调查 (见表 1), 唐山市矿井疏干水总涌水量 $40.39 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 其中煤层顶板砂岩裂隙水占 60%, 开拓岩巷出水占 40%。煤层平均含水系数 $7.83 \text{ m}^3/\text{t}$, 最大为 $25.33 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

矿井疏干水涌水量的大小与煤层采深、地质构造和开采时间有一定的关系。煤层采深较浅时, 由于覆岩受采动破坏, 大气降雨和地表水体渗入对矿井涌水量有明显的影响, 涌水量在雨季时是其旱季的一倍以上, 雨季涌水量可达全年的 40%; 随着矿井的不断延深, 采动破坏影响范围将逐渐远离可能提供补给的第四系松散岩含水层, 受降雨影响较小, 煤层顶板砂岩裂隙水成为主要涌水来源, 涌水量比较稳定。

煤系地层顶部砂岩地质构造及裂隙发育程度对矿井涌水量大小产生直接影响, 常见水量 $10 \sim 30 \text{ m}^3/\text{h}$, 构造及裂隙发育地段涌水量可达 $110 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上。

表 1 各矿区平均涌水量统计表

矿名	涌水量 / $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	含水系数 / $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$	矿名	涌水量 / $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	含水系数 / $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$
唐山矿	3.21	3.65	荆各庄矿	3.39	6.76
赵各庄矿	3.18	5.90	马家沟矿	0.95	4.61
林西矿	5.78	17.85	钱家营矿	1.72	2.61
范各庄矿	7.87	10.26	东欢坨矿	3.17	3.72
吕家坨矿	2.02	4.27	林南仓矿	1.45	11.48
唐家庄矿	7.65	25.33	合计	40.39	7.83

收稿日期: 2006- 09- 12

作者简介: 刘文利 (1968-), 女, 高级工程师, 主要从事环境监测管理和科研工作。

3 矿井疏干水水质特征

矿井疏干水源于 300 米以下的深层地下水, 具有污染小, 水质好的特点。矿井疏干水清水水质可达到矿泉水水质标准, 开滦集团曾于 2001 年在东欢坨矿投资 68 万元, 2002 年在林西矿投资 310 万元兴建了矿泉水饮料厂, 以充分利用优质的矿井疏干水资源。

矿井疏干水水质受地质构造、各种煤系伴生矿物成分、水源特征以及所在地区环境条件的影响, 不同煤矿的矿井疏干水水质差别较大。矿井疏干水清水一般为 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水, pH 值为 6.5~8.5, 矿化度 450~600mg/L, 水质较好。但在采煤、掘进、开拓生产过程中, 清水中混入了一些矿物质、煤粉和岩粉等悬浮物, 这些物质受生产活动影响常常含有细菌, 从而导致水质较差^[2]。污染物以悬浮物和 COD 为主, 不含有重金属离子和有毒化学物质^[1]。

4 矿井疏干水净化处理

近年来, 国内对矿井水资源的利用进行了不少的尝试, 根据不同地区矿井水水量和水质特点, 研究净化处理工艺技术, 主要包括工艺参数、主要处理构筑物、主要处理装备以及与处理工艺配套的自控监控系统和专用药剂, 在确保处理水量和水质的前提下, 尽量降低工程投资和运行费用, 并提高系统运行的稳定性。

矿井水处理方法相对成熟。一般的井下废水因其污染物主要是煤粉、岩粉及杂物, 含悬浮物质较高, 采用混凝、沉淀、过滤及杀菌水处理工艺, 是目前煤矿处理矿井水中悬浮物比较成熟的净化处理工艺, 混凝方式多采用泵前加药混合和管道混合器混合方式, 添加混凝药剂 (如碱式氯化铝), 反应过程是通过药剂的水解和悬浮物颗粒与胶体起电中和、架桥吸附和网捕作用, 使微细的颗粒及胶体脱稳, 相互碰撞凝集形成细小絮凝体。处理后的出水水质能够满足生产用水要求。

如果是高矿化度矿井水, 净化处理后, 可采用掺入低矿化度的水, 达到混合后降低矿化度的办法, 或采用电渗析法和反渗透法进行淡化, 出水水质也能够满足生活用水要求。工艺见图 1。

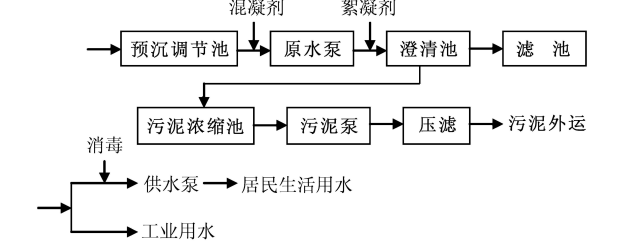


图 1 矿井水净化处理工艺流程图

5 矿井疏干水利用现状

开滦集团拥有唐山市的主要煤矿, 其下属 11 个矿区, 矿井疏干水排放量 $1.47 \times 10^8 \text{ m}^3$, 见表 2。近几年, 唐山市先后投资 7000 万元用于矿井疏干水的开发利用。现已建成唐山矿 $500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 赵各庄矿 $1095 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 两座净化水厂和 7 个疏干水处理设施, 取得了一定的经济和社会效益。唐山矿净化水厂年处理矿井疏干水 $430 \times 10^4 \text{ m}^3$, 满足 8000 多户居民的生活用水; 赵各庄矿净化水厂年处理矿井疏干水 $840 \times 10^4 \text{ m}^3$, 处理成本仅 0.20 元/ m^3 , 解决了矿区生产和 10 万人生活用水^[2]; 荆各庄矿通过开凿 475 清污分流工程, 年利用矿井疏干水 $612 \times 10^4 \text{ m}^3$, 满足了生产和生活用水, 关掉了全部自备井; 范各庄矿通过对 204 裂隙清水和 208 用水改造, 年利用矿井疏干水 $946 \times 10^4 \text{ m}^3$, 节约矿井排水费 129 万元/a, 节省水资源费 189.2 万元/a^[1], 缓解了用水紧张状况。目前矿井疏干水的利用主要采用两种方法, 即清污分流和建立净化水厂。开滦集团在其拥有的 11 个矿井中有 7 个采用清污分流, 将清水用于生活和生产, 节省了大量水资源费和排污费, 同时缓解了用水紧张状况。据统计, 2004 年矿井疏干水利用量 $4541.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 利用率为 30.8%, 仍有大量矿井疏干水未得到有效利用, 开发潜力很大。

表 2 唐山市主要矿区 2004 年矿井疏干水量及利用情况

单位	疏干水量	实际利用量	排放量	利用率
	$/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$	$/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$	$/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$	%
唐山矿	1172.3	814.0	288.3	73.8
赵各庄矿	1160.7	820.3	340.4	70.7
林西矿	2109.7	556.3	1553.4	26.4
范各庄矿	2872.6	946.0	1926.6	32.9
吕家坨矿	737.3	328.0	409.3	44.5
唐家庄矿	2792.3	52.2	2740.1	1.9
荆各庄矿	1237.4	611.6	625.8	49.4
马家沟矿	346.8	145.3	201.5	41.9
钱家营矿	627.8	210.3	417.5	33.5
东欢坨矿	1157.1	57.0	1100.1	4.9
林南仓矿	529.3	0.0	529.3	0.0
合计	14743.3	4541.0	10132.0	30.8

6 矿井疏干水的资源化利用

6.1 可利用量

矿井疏干水的处理利用, 技术比较成熟, 工艺比较简单, 且有许多定型设备可供选用, 投资成本低, 在技术和经济上是完全可行的。唐山市矿井疏干水

大部分源于深层地下水,污染程度较轻,比较容易处理,采用清污分流和净化处理,即可实现矿井疏干水的资源化利用。

目前矿井疏干水资源化利用较广的方向有:矿井的防尘用水^[3]、井下消防洒水、洗煤补充用水、热电厂循环冷却用水^[4]、绿化道路及贮煤防尘洒水、施工用水、矸石山灭火用水、农田灌溉用水等^[5 6]。

目前,唐山市矿井疏干水利用量为 $4541 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。根据唐山市水利“十一五”规划,在开滦集团所属矿区拟建矿井疏干水处理厂 8 座、技改扩建 1 座。除满足本企业用水外,还将进入唐山市区供水市场,实施社会化经营,以创造较大的经济效益。2010年预计外供水量达 $6588 \times 10^4 \text{ m}^3$,见表 3。矿井疏干水总利用量达到 $11129 \times 10^4 \text{ m}^3$,利用率近 75.8%。

表 3 唐山市“十一五”期间矿井疏干水资源对外供水量

外供点	矿井名称	水质	拟建处理能力 ($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)	投资 /万元	供水时间 /年份
市 区	唐 山	混	510	4000 0	2007
	范各庄	混	1148	2357.5	2006
古冶区	林 西	混	1460	6500 0	2007
	唐家庄	清	1000	375 0	2008
开平区	马家沟	混	1000	2000 0	2008
丰润区	东欢坨	混	1470	6870.9	2006
合 计			6588	22103.4	

6 2 效益分析

目前开滦矿区用水量 $9541 \times 10^4 \text{ m}^3$,其中自备井水 $2600 \times 10^4 \text{ m}^3$,自来水 $2400 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。自备井水现行水价 1.03 元/ m^3 ^[7],需支付水资源费 2678 万元;自来水现行水价 2.80 元/ m^3 ,需支付水费 6720 万元。建设矿井疏干水净化厂,运营成本约 0.20 元/ m^3 ^[7],初期投资收回后,运营费用可有所增加,如果按 0.30 元/ m^3 计算,比自备井现行水价低 0.73 元/ m^3 ,比自来水现行水价低 2.50 元/ m^3 ,每年节省水费 7898 万元。如果考虑水费涨价因素,效益会更加显著。

7 结论

中国煤矿每年外排矿井水约 $22 \times 10^8 \text{ m}^3$,利用率却不到 20%。2005 年预计矿井水外排总量将达

到 $23.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,综合利用率 23%^[8]。矿井疏干水资源化利用开辟了新水源,首先可节约和有效利用水资源、涵养地下水;其次可以降低废水排放量,减少排污费的支出;第三可满足矿区自身生活和生产用水;第四还可将本企业富裕的矿井水量外供,缓解城市和县区缺水状况。因此,应采取有效措施,按照“优质水优用,差质水差用”的原则,实现矿井疏干水的资源化利用,从而达到经济效益、环境效益和社会效益的统一。

(1)根据各矿井涌水量的实际情况,做好矿井疏干水综合开发利用的统一规划,将矿井水资源纳入全市水资源管理规划,实行统一管理。

(2)位于市区及附近、涌水量大且稳定的矿井,可充分利用城市供水管网,将净化达标的矿井疏干水直接向市区供水,以缓解市区用水紧张的状况。

(3)远离市区但涌水量大的矿井,矿井疏干水经净化处理后可就近作为工农业及居民生活用水,可缓解贫水矿井或矿区用水紧张的矛盾。

(4)根据因地制宜、经济方便的原则,适当处理后优先保证区内用水,尤其要优先考虑井下用水,做到先井下后井上,先矿内后矿外,先生产后生活,充分发挥区内现有水利设施的潜能,避免重复建设。

参考文献:

[1]靳长国.开滦矿区矿井水排放及利用[J].水力采煤与管道运输,2002(4):19-20
[2]王立尊.赵各庄矿矿井水的处理及综合利用[J].煤炭加工与综合利用,2002(3):42-43
[3]耿富强.深部开采矿井水综合利用的两种途径[J].江苏煤炭,2001(3):27-28
[4]王成利.国家庄煤矿电厂矿井水净化[J].能源环境保护,2003,17(6):40-41
[5]李甲亮,等.煤矿矿井水资源化与循环经济[J].能源环境保护,2004,18(1):20-22
[6]张涛.徐州矿区矿井水资源综合利用分析与展望[J].煤炭科技,2001(4):7-9
[7]刘卫.试论矿井水资源利用之效益[J].水力采煤与管道运输,2004(1):44-45
[8]肖利萍,等.矿井水资源化可行性研究[J].辽宁工程技术大学学报,2003,22(6):862-864