

湖北王集磷矿淹井事故原因分析

李德平

(深圳市勘察研究院, 深圳 518026)

摘要: 本文介绍了王集磷矿的基本情况, 结合矿区水文地质条件, 利用观测数据及综合调查, 对矿井淹井原因进行了分析, 揭示了张扭性横断层的突水特点及其对矿井涌水量突增的影响, 指出了导致淹井的 4 方面因素, 并提出了预防措施。

关键词: 矿井突水; 水文地质条件; 原因分析

中图分类号: P641.47

文献标识码: B

文章编号: 1000-3665(2003)03-0061-03

1 前言

王集磷矿位于湖北省钟祥市西北部, 属胡集矿区王集矿段, 可控制开采矿段长度约 4km。王集磷矿为国家八五重点建设工程之一, 一期采矿工程(+135m)于 20 世纪 80 年代末接近尾声, 1994 年以后逐步向下开拓, 并进入到地下水位(勘察平均水位为+128m)以下的+105m 中段, 1998 年夏, +105m 中段矿井涌水量突增, 排水不及发生淹井事故, 导致矿井停产, 给矿业公司造成较大的经济损失。近年来, 国内有不少矿井突水事故见诸报端, 原因各异, 目前王集矿已着手筹建二期采矿工程, 为总结经验教训, 避免类似事故的发生, 现对该矿淹井事故原因作一分析。

2 矿区地理及水文地质条件

王集磷矿矿床位于山区与平原交界的边缘山地, 开采及运输条件较好, 所在地气候四季分明, 降雨量主要集中在 5~9 月份。

矿区内地层基本上为单斜地层, 走向约 340°, 倾角约 34°。磷矿层主要分布在震旦系上统陡山沱组地层中, 呈层状产出, 共有 5 层, 具工业开采价值的为第一(Ph_1)和第三磷矿层(Ph_3), 两矿层均具天然露头, 部分可直接露采, 区域水文地质平面图见图 1, 相关地层特征如下:

① 页岩与底砾岩(Zb): 矿层下部, 裂隙不发育, 基本无溶蚀现象, 为矿层东部隔水边界; ④ 含磷白云岩(Zb): 矿层直接顶板, 厚层状, 裂隙发育, 且多与岩层

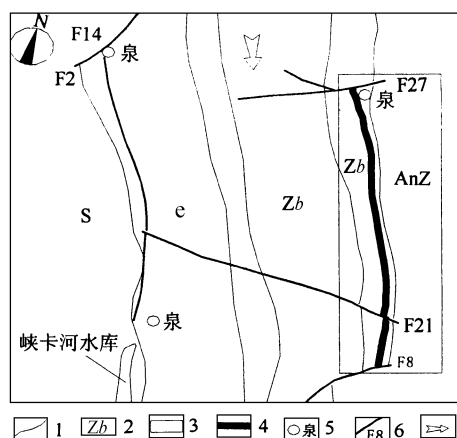


图 1 水文地质平面示意图

Fig. 1 A Schematic hydrogeological map

1—地层线; 2—地层; 3—矿区范围; 4—矿层; 5—泉水点;
6—断层及编号; 7—地下水流向

走向垂直, 地表溶槽、溶洞等溶蚀现象普遍, 为溶洞裂隙含水层, 该层出露的泉流量 3.20~23.67l/s; ④ 含磷白云质泥灰岩(Zb): 与磷矿层互层, 裂隙发育较弱, 溶洞不发育; ⑤ 含燧石条带白云岩(Zb): 裂隙发育, 地表溶蚀现象普遍, 为溶洞裂隙含水层, 出露泉流量 14.09~69.78l/s; ⑥ 白云岩(ϵ): 节理裂隙不发育, 偶有溶蚀现象, 泉流量 2.53~11.44l/s; ⑦ 页岩与砂质页岩(S): 裂隙发育, 成层性好, 风化后易碎, 为相对隔水地层。

矿区内断层较发育, 在矿井巷道开拓中, 揭露出较多张扭性或压扭性横断层, 而张扭性断层均存在不同程度的突水现象, 这些断层为强富水的横断层, 具代表性的这类断层主要有 F8、F21 等。

矿区地下水主要受降水补给及上游侧向补给, 流向大致从北向南流动, 在人工排泄地下水前部分地下水以泉的形式向外排泄, 矿区最近的具有主要影响的泉为矿段北部的古佛寺泉(图 1 中 F27 与矿层交角处

收稿日期: 2002-09-16; 修订日期: 2003-02-28

作者简介: 李德平(1965), 男, 工程师, 主要从事水文地质工程地质和岩土工程勘察方面的工作。

所标泉位), 流量约 17.36l/s(矿井及附近矿点排水已导致该泉干枯)。

3 张扭性横断层及其突水特点

矿区内张扭性横断层走向大致与矿体走向垂直, 南倾, 倾角约 70°~ 80°, 断裂面张开, 巷道揭露的断裂带宽度均在 20cm 以上, 断裂带中的物质组成较周围岩体松散软弱, 主要为泥土及碎石等充填, 为良好的富水区域和导水通道。

在地下水位以上巷道中, 这类张扭性横断层只在揭露初期有短暂涌水、涌泥, 以后受降水影响涌水、涌泥会间断发生。而在地下水位以下的巷道中, 揭露张扭性横断层时则伴随有大量的突水、突泥, 由于巷道排水, 断裂带中的水向巷道运动, 不断地将泥、碎石等扰动并带出, 使断裂带的导水性能提高, 带内地下水的流动变得更加通畅, 而且断层沟通各含水层, 补给十分

丰富^[1]。在地下水流的不断冲刷作用下, 断裂带内的充填物也相继遭到破坏, 如此循环, 使整个断裂带内的地下水活动更加活跃, 断层带演变成宽缝状通道, 实际上已成为巷道的次级集水廊道, 水流成“沟流”状涌入巷道。如 F8 断层带在地质勘察时抽水试验测得渗透系数为 9.8m/d, 变化后通过水文地质计算其渗透系数已达 53m/d。

4 实测矿井涌水量的变化

根据湖北省第八地质大队勘察报告, 王集矿地质技术人员在+ 105m 中段设计及开拓施工之前, 通过综合分析后推荐的该中段涌水量为 5 175m³/d, 最大涌水量为 11 643m³/d。在进入地下水位以下的井巷开拓工作后, 对该中段矿井涌水量进行了较系统的观测, 相关涌水量数据见表 1。

表 1 实测涌水量数据表

Table 1 Data of observed water filling the mine

(单位: m³/d)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1998 年	896	775	830	1903	3141	4261	淹井	恢复中	恢复中	恢复中	1286	1180
1999 年	封井	封井	封井	4519	3994	8141	11455	13207	9379	6715	6309	4977
2000 年	3035	2873	2183	3046	8591	6163	7526	10152	8222	4466	3865	4118

在生产实践中, 由于巷道系统是逐步向前延伸的, 当有新的突水点被揭露时, 矿井涌水量才会因突水点水量的大小而发生跳跃性的变化, 具体观测表明, 涌水量在很大程度上受降水的影响, 一般情况下, 降水 3 天后涌水量会迅速增长, 然后逐渐回落, 因此, 涌水量的动态变化是巷道长度和降水量叠加后的综合反映。实测月均矿井涌水量与降雨量关系曲线见图 2。但在当年 7 月上旬, 涌水量由渐变发生突变, 出现快速增长并突破预测的涌水量最大值, 短期内的变化情况见表 2。

表 2 涌水量变化表

Table 2 Changes in water filling the mine

(单位: m³/d)

时间	6月26日	7月2日	7月5日	7月6日	7月8日
流量	4261	4261	6279	6917	13659

5 淹井原因分析

根据预测的涌水量, 在矿井开拓中先掘好了地下水仓, 并设有井下水泵房, 矿井中安置的排水设备有一台 180m³/h、3 台 155m³/h 的水泵, 标牌排水能力达 15 480m³/d, 在正常工作情况下, 应有能力排出矿井涌水

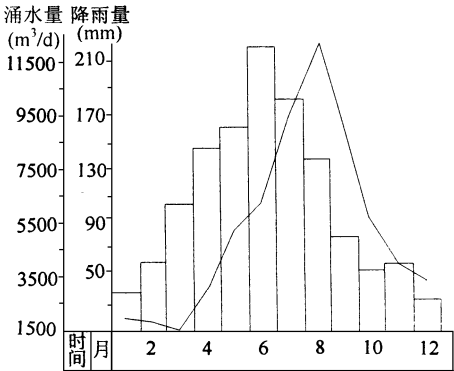


图 2 矿井涌水量与降雨量关系曲线图

Fig. 2 Curve showing water filling the mine vs precipitation

量, 但由表 2 可看出, 矿井涌水量从 7 月 6 日到 8 日增加近一倍。在淹井发生前, 矿生产调度中心组织人员对断裂带、矿井巷道进行了全力封堵, 并抢装排水设备, 但终因水压、水量太大而失败。从矿区水文地质条件结合其它因素综合分析, 导致淹井的主要原因有以下几个方面:

(1) 涌水量突增, 水仓调蓄水量有限, 水泵排水不及时, 这是导致淹井的直接原因。

¹ 当年雨季降雨量大, 降雨连续时间长, 引起地下

水位抬高,从而使涌水量增大^[1]。矿井在开拓运输井时揭露的地下水位为+122m,淹井后测得的最大恢复水位约为+133m;④矿井施工中,揭露的张扭性断层持续大量涌水。在+105m中段巷道中,揭露有3条达30~40cm宽的断层破碎带和一条约20cm宽的断层破碎带,随着断层带的释水,加上雨季地下水位的升高,在一定的水力坡度作用下,产生较强的动水压力而冲动挟走或溶蚀断裂带内充填物^[2],加上生产爆破震动的影响,使断层破碎带中大量的泥土及所夹碎石、卵石被水流冲刷带出,形成水流较畅通的过水通道,由于这些断层沟通了各含水层,丰富的地下水便通过这些断层通道涌入矿井,且其流量大而急,封堵十分困难;④通过系统调查,部分地表水通过采空区、贯通地表的采矿上山通道直接突然灌入巷道中,地表水的灌入,不仅使井巷水量突增,还将大量泥砂带入矿井淤积于水仓中,削弱水仓储水及调节能力;¼部分地方采矿点在矿区上游超前采矿排水,使矿井在正常情况下涌水量偏小,在平水期,这些采矿点的排水量达1700m³/d,而当雨季降雨量猛增时,矿坑涌水量也迅速增长,但这些矿点却暂时撤出开采及排水设备,停止排水、采矿,使矿井涌水量增加。

(2)为了充分利用地下水资源,搞好供排结合,矿井排水直接通过管道输送到约3km以外的选矿厂,这种排水方式在正常情况下对合理利用地下水发挥了很大作用,但在丰水期涌水量大的条件下,又因排水管弯而长使排水不畅,在一定程度上影响了排水能力的正常发挥。

(3)矿井进入地下水位开拓后,井巷所设防水设备未经实践检验,部分安装尚欠完善,如防水门未能充分关闭,漏水严重,未真正起到防水作用。

(4)矿井首次进入地下水位以下开采,对地下水的特性及水文地质条件认识不足,特别是对突水断层的突水特点估计不足,未采取有效防范及处理措施。

6 预防措施

通过对事故原因及生产实际经验的分析总结,要预防类似事故发生,需做好以下几个方面的工作:

(1)矿井在井巷开拓工作中,应根据已揭露张扭性

断层(突水断层)特点进行超前预报工作,在揭露断层前先打探孔探明断层,再适当布置泄水孔疏排水,降低水压,减少突水危险^[1],待涌水减少到相对稳定后再穿过断层,做到“有疑必探,先探后掘,”在条件许可时应及时对突水断层进行封堵。

(2)配备合理的排水设备,供排结合系统应以保障其排水畅通为主。

(3)保持防、排水设施(防水门、水泵等)的完好,定期检查维修,使其能随时投入使用;利用枯水期清除水仓淤积物,保证水仓有足够容积调节突发的涌水。

(4)加强地表洪水管理,修筑地表截流沟,杜绝地表水的直接灌入;上部自排水的中段保障水沟畅通,不让水流泄入下部中段。

(5)加强地方个体采矿点的管理,特别是其防排水工作应纳入矿区水文地质工作统一管理之中。

(6)矿井生产应充分重视矿床水文地质工作,细致分析井下涌水特点,牢固树立安全意识,尊重水文地质工作者的合理建议。

7 结论

(1)根据上述对矿区水文地质条件及综合调查结果的分析,王集矿矿床水文地质条件属中等至复杂的裂隙、岩溶充水矿床。

(2)矿井涌水量受降雨量影响大,断裂带涌水压力大、流量大、封堵难,对矿井安全生产造成的危害大。

(3)张扭性横断层大量、持续突水是导致矿井淹井的主要原因,地表洪水及防排水管理工作不力也是不可忽视的因素。

(4)在以后的开采过程中,在矿山的各个生产环节中应进一步加强井下开采安全防水措施。

参考文献:

- [1] 房佩贤,卫中鼎,廖资生.专门水文地质学[M].北京:地质出版社,1987.
- [2] 胡广韬,杨文元.工程地质学[M].北京:地质出版社,1984.

编辑:吴霞芬