

贵州省福泉市大湾磷矿地下水动态研究

向 刚,王嘉铭,陈体云

(贵州省地质矿产勘查开发局 104 地质大队,贵州 都匀 558000)

[摘 要]以贵州省 2020 年矿产资源大精查项目——福泉市大湾磷矿为研究场地,通过对钻孔地下水动态长期监测及综合研究,揭示磷矿区的矿床地下水动态特征。研究表明,远离开采区的地下水动态与气象密切相关,成因属气象型,但矿山集中开采区及相邻地带区域地下水逐年下降,气象因素对地下水动态影响退居其次,反映出磷矿区地下水动态主要受矿山开采矿井抽排水控制,矿床充水含水层处于长期连续的疏干状态。研究成果对未来大湾磷矿开采抽排水设计,矿山防治水,以及保障矿山安全生产具有指导意义。

[关键词] 矿井排水;钻孔水位长期监测;地下水动态特征;大湾磷矿;贵州福泉市

[中图分类号] P641.2;P619.21⁺3 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2022)02-0131-06

1 引言

贵州省福泉市大湾磷矿是一个超大型磷矿床,矿区相邻区域分布较多的磷矿开采矿山,开采历史悠久,复杂的地质及岩溶条件和强烈的矿山开采活动相互叠加,导致了区内矿床水文地质条件极为复杂(曾凡祥等,2021)。矿井排水、矿井水害成为制约该矿区磷矿资源开采经济和安全的“瓶颈”,详细掌握区内矿床水文地质条件并预测未来的演化趋势极为重要(周亚醒等,2021)。

地下水动态特征则是矿床水文地质结构、地下水补径排条件演化的信息反映,研究地下水动态特征,不仅有助于了解地下水的形成机制、运动与变化规律,也对预测预报地下水水量具有重要意义(张士杰等,2019;唐春雷等,2020)。研究工作以贵州省福泉大湾磷矿大精查项目为支撑,采用钻孔地下水动态长期监测,典型矿山开采排水动态数据采集、同期气象资料的收集,通过综合分析,揭示了研究区不同条件下的地下水动态

特征及演化趋势。研究成果对未来磷矿区矿产资源勘查、矿山开采排水设计以及矿井水害防治具有指导意义,对类似矿山的生产也有较强的借鉴作用。

2 研究区基本特征

福泉大湾磷矿勘查区位于白岩背斜西翼,矿体赋存在震旦系陡山沱组中,磷矿资源量大,矿体深埋地下,断裂构造发育,东侧紧邻开采矿山,矿床水文地质条件较复杂(图 1)。

研究区地表大面积出露寒武系石冷水组、高台组(E_3g-sh)及清虚洞组(E_2q)碳酸盐岩岩溶含水岩组,含裂隙溶洞水。下伏依次为牛蹄塘组至金顶山组($E_{1-2}n-j$)碎屑岩为相对隔水岩组,灯影组($Pt_3^{3b}E_1dy$)及容矿层陡山沱组(Pt_3^3y)白云岩(李治国等,1984;贵州省地质调查院 2014),含溶孔-溶隙水,富水性中等,为矿床直接充水水源。受上覆厚大的相对隔水岩层阻隔,地下水水力性质具承压性(蒲开兴等,2021;向刚等,2021)。

[收稿日期] 2022-01-02 [修回日期] 2022-04-08

[基金项目] 贵州省重点矿产资源大精查项目。贵州省地矿局局管地质科学研究项目(编号:黔地矿科合[2019]8号,黔地矿科合[2020]5号)。

[作者简介] 向刚(1983—),男,湖北荆门人,水工环高级工程师,长期从事矿区水文地质勘查及评价工作。

表 1 研究区代表性钻孔地下水位高程值

Table 1 Groundwater level elevation value of representative boreholes in the study area

从南西北东方向代表性钻孔地下水位高程(m)									
6 线	3 线	7 线	9 线	11 线	13 线	15 线			
ZK602	ZK603	ZK312	ZK710	ZK712	ZK906	ZK909	ZK1111	ZK1305	SGZK1
1 074. 01	1 079. 64	1 052. 99	1 042. 0	1 041. 74	1 034. 38	1 028. 53	1 026. 89	1 023. 69	1 015. 31

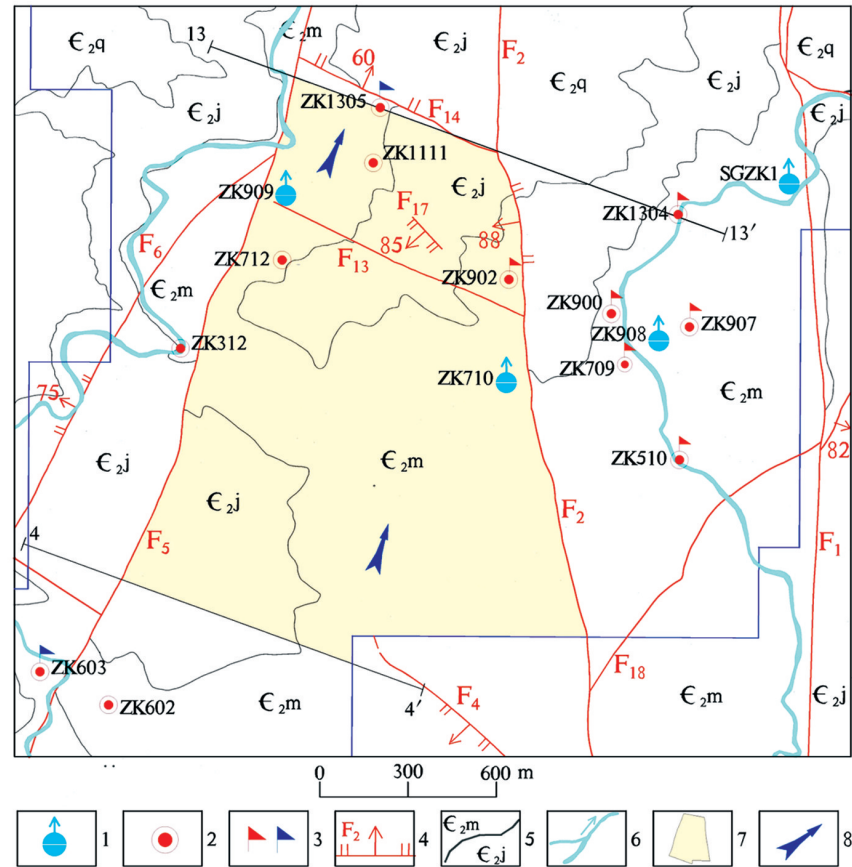


图 2 研究区水文地质及地下水动态监测网布置图(据贵州省地矿局 104 地质大队,2021 改编)

Fig. 2 Layout of hydrogeology and groundwater dynamic monitoring network in study area
(modified from 104 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral, 2021)

1—抽水试验钻孔;2—钻孔;3—长观点;4—断层;5—地层界线及代号;6—河流;7—先期开采范围;8—地下水流向

区内地下水最低排泄基准面标高为 1 050. 5 m, 先期开采范围矿层标高为 +800 ~ +450 m, 远远低于排泄基准面标高。受矿床水文地质结构控制, 矿床充水层顶底均被隔水层封闭, 地形条件不利于地下水的自然排泄(陈萍 等, 2015; 胡仁发 等, 2017)。

3 研究方法

采用研究与生产相结合、典型矿区解剖;以贵州省重点矿产资源大精查项目为支撑,以代表性强的大湾磷矿为研究场地;前人资料“二次开发”与现场勘探相结合、综合分析研究的工作方法。

3. 1 长观点布置

地下水位动态长期观测网主要布置在研究区下坝山一带,从上游至下游分别由 ZK603、ZK510、ZK709、ZK908、ZK907、ZK900、ZK902、ZK1304、ZK1305 构成,监测周期为一个水文年(图 2)。

3. 2 数据采集途径

矿区基础地质条件(地层、构造、水文地质)数据采集主要根据地面调查、地面地球物理勘查获取。

长期观测点数据采用测绳、万用电表进行水

位测量,地下水动态监测频率原则上周一周一次,雨季加密观测,观测方法和频率符合规范要求,采集的数据可靠,获取的数据丰富翔实,为本次研究奠定了坚实的基础。

4 数据分析与结果

4.1 地下水动态成因

研究区灯影组含水介质为溶孔、溶隙、裂隙,地下水以分散径流为主。ZK603 位于研究区最西部,距离东部的开采区较远,其钻孔观测资料

显示,钻孔水位值与降雨量存在一定的相关性,存在雨季期间钻孔水位上升,枯水期间钻孔水位下降的趋势(图 3)。ZK603 动态资料说明远离开采区的地下水动态与气象密切相关,成因属气象型。

ZK907、ZK900、ZK902、ZK1304 等观测孔位于研究区最东部,距离东部的开采区较近,其水位动态观测资料显示,观测期间水位值呈逐渐下降的趋势(图 4),且进入丰水期后地下水位仍在不断下降,说明该区地下水动态受东部开采区影响较大,其动态成因主要受相邻矿山开采排水影响,与降雨量关系不大。

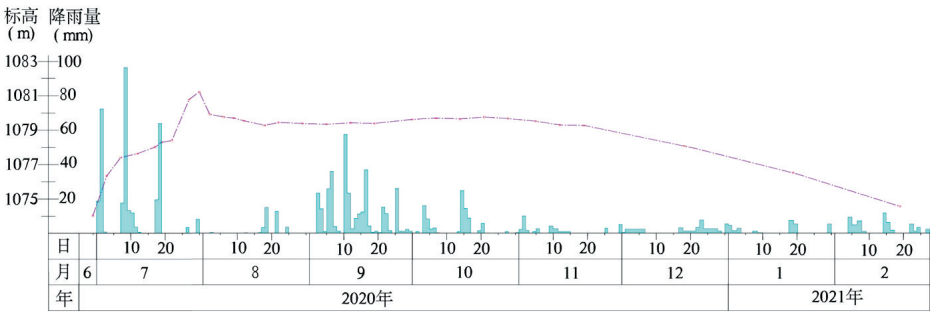


图 3 研究区长观孔(ZK603)地下水水位动态曲线图(据贵州省地矿局 104 地质大队,2021)
Fig. 3 Groundwater level dynamic curve of long-time observation hole ZK603 in the study area
(modified from 104 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral, 2021)

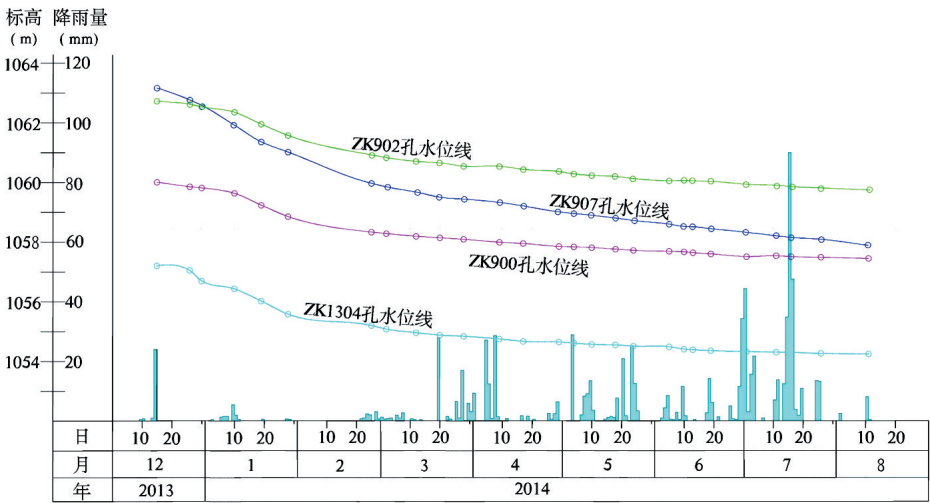


图 4 研究区观测孔水位动态曲线(据贵州省地矿局 104 地质大队,2021)
Fig. 4 Water level dynamic curve of observation hole in the study area
(modified from 104 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral, 2021)

瓮安磷矿位于集中开采区,其矿井及周边矿井均在不同程度排水,通过收集瓮安磷矿 2018 年 8 月至 2019 年 9 月期间的矿井抽排水序列资料(图 5),其矿井排水量总体上变幅不大,矿井排水量与降雨量值相关性较低,说明瓮安磷矿地下水动态成因受集中开采区影响,与降雨关系

不大。
综上,大湾磷矿区远离开采区的地下水动态与气象密切相关,成因仍属气象型,但矿山集中开采区及相邻地带区域地下水逐年持续下降,地下水动态成因为开采型,气象因素对其影响较小。

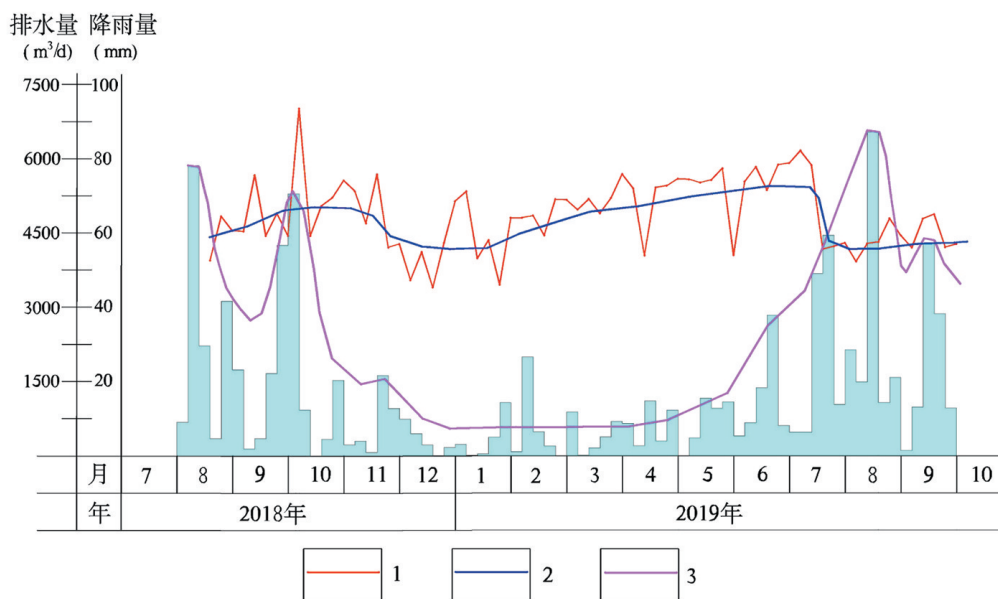


图5 瓮安磷矿排水量动态曲线图(据贵州省地矿局104地质大队,2021改编)

Fig. 5 Dynamic curve of phosphate mine drainage in Weng'an County

(modified from 104 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral, 2021)

1—瓮安磷矿排水量值序列曲线;2—瓮安磷矿排水量趋势线;3—降雨量趋势线

4.2 地下水动态特征

ZK603 钻孔水位观测期间,最高水位值为 1 081.21 m,最低水位值为 1 074.01 m,最大变幅为 7.2 m,变幅总体上较小,表现为承压水性质,且地下水呈现深部径流运移的特征,富水性较均一(图3)。

ZK907、ZK900、ZK902、ZK1304 等观测孔水位资料显示,9 个月钻孔水位下降范围为 2.94 ~ 6.58 m,其中 ZK907 下降幅度最大,其位于研究区最东部,受到东部矿山开采排水的影响最大;ZK902 钻孔位于研究区最西边,下降幅度最小,受到东部开采矿山排水影响相对较小。该区域地下水整体下降幅度为 3.92 ~ 8.77 m/a。2013—2014 年详查多孔抽水试验期间下坝山一带地下水位标高范围为 1 057.61 ~ 1 064.73 m,2020 年勘探期间对下坝山一带 SGZK1 开展抽水试验时,静止水位标高为 1 015.31 m,7 年时间该区水位下降约 45 m,下降幅度约 6.43 m/a,与详查期间该区观测孔的地下水位下降幅度基本一致。

瓮安磷矿位于东部集中开采区,其最低采高为 900 m,采空区面积约 60 000 m²,期间矿井最大抽排水量为 7 263.1 m³/d,正常抽排水量为 4 656.5 m³/d,变化率为 1.56。矿井排水变化率较低,灯影组地下水位和水量总体较稳定,含水较

均匀,含水层地下水具有较强的调蓄能力。其动态资料说明相邻开采矿山排水量已经大于充水含水层的补给量,矿井排水除了排出天然条件下的地下水补给量以外,已经表现出对含水层中地下水的储存量持续疏干。

5 结论

(1)根据综合分析结果,大湾磷矿区地下水动态主要受相邻矿山开采抽排水控制,基本上与气象因素无关。

(2)大湾磷矿区内地下水位持续下降,下降幅度为 3.92 ~ 8.77 m/a,反映出目前的矿山开采排水量已经远大于地下水的补给量,矿床充水含水层中地下水储存量正在逐步疏干,预测随着矿山开采持续进行,矿井涌水量将逐步减小,将有利于未来大湾磷矿矿山建设。

(3)根据相邻矿山较稳定的抽排水序列资料反映,充水层灯影组地下水具有较强的调蓄能力。

建议大湾磷矿未来矿山建设中进行排水设计时,要充分考虑相邻矿山排水疏干因素,以及开采中要加强对地下水的动态监测。

[参考文献]

陈萍,王明章. 2015. 基于地下水开发的岩溶地下水系统类型划分方案探讨[J]. 中国岩溶, 34(3): 234-237.

- 贵州省地质调查院. 2014. 中国区域地质志(贵州志)[R].
- 贵州省地质矿产勘查开发局 104 地质大队. 2021. 贵州省福泉市大湾磷矿勘探报告[R].
- 胡仁发,王明章,肖腾. 2017. 深切河谷斜坡地带岩溶地下水的赋存特征及开发利用——以石阡县安家寨地下水系统为例[J]. 贵州地质, 34(2): 116-122.
- 李治国. 1984. 瓮安磷矿磨坊矿段水文地质条件及矿坑涌水量估算新方法的运用[J]. 贵州地质, 1(2): 77-91.
- 宁黎元. 2012. 数值模拟查明地下水系统隐伏边界位置及其性质方法探讨[J]. 贵州地质, 29(1): 48-51.
- 蒲开兴,蒲庆隆,曾凡祥,等. 2021. 贵州福泉市英坪磷矿水文地质条件与深部工程突水灾害防治研究[J]. 中国地质调查, 8(5): 101-107.
- 唐春蕾,晋华,梁永平,等. 2020. 娘子关泉域岩溶地下水位变化特征及成因[J]. 中国岩溶, 39(6): 810-816.
- 王明章,幸绍汉,王清友,等. 1991. 贵州省遵义市西北郊高坪水源供水水文地质初步报告[R]. 贵州省地质矿产局第二水文地质工程地质大队.
- 王明章,张林,王伟,等. 2015. 贵州省岩溶区地下水与地质环境[M]. 北京:地质出版社, 2015: 85-90.
- 向刚,曾牡丹,王嘉铭,等. 2021. 钻孔简易水文地质编录与测井结合对岩溶含水层含水性划分探讨[J]. 贵州地质, 38(2): 208-212.
- 曾牡丹,向刚. 2017. 贵州福泉市大湾磷矿区水文地质特征[J]. 四川地质学报, 37(3): 478-481.
- 张士杰,黄智华. 2019. 华北平原邯郸地区地下水位动态及成因分析[J]. 人民黄河, 41(52): 25-27.
- 曾凡祥,赵磊,曾道国,等. 2021. 露天转深部矿床水文地质特征及其水害防治对策——以贵州英坪深部磷矿区为例[J]. 地下水, 43(5): 12-17.
- 周亚醒,朱凤娜,付一夫,等. 2021. 大规模开采条件下地下水位动态特征与开发评价——以山东双村岩溶水系统为例[J]. 资源环境与工程, 35(4): 516-520.

Dynamics Study on Groundwater of DaWan Phosphate Mine in Fuquan City, Guizhou Province

XIANG Gang, WANG Jia-ming, CHEN Ti-yun

(104 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Duyun 558000, Guizhou, China)

[Abstract] It takes the 2020 intensive survey project of mineral resources in Guizhou Province as the support, and the Dawan phosphate deposit in Fuquan as the research site, based on the long-term monitoring and comprehensive study of the groundwater level dynamics in the borehole, the dynamic characteristics of the groundwater in the phosphate mining area are revealed. The results show that the groundwater dynamics far from the mining area is closely related to the meteorology, and the genesis is still of meteorological type, but the groundwater in the concentrated mining area and the adjacent area decreases year by year, and the influence of meteorological factors on the groundwater dynamics is secondary, it shows that the groundwater regime in the phosphate mining area is mainly controlled by the pumping and drainage of the mine, and the water-filled Aquifer of the deposit is in a long-term continuous drainage state. The results of this study will provide guidance for the design of pumping and Drainage, mine water prevention and control, and mine safety in the future of Dawan phosphate mine.

[Key Words] Mine Drainage; Long-term observation of borehole water level; Dynamic characteristics of groundwater; Phosphate mine of DaWan; FuQuan city of Guizhou