

干旱地区地下水资源勘查方法的探讨

——为蒙古国图木尔廷敖包成功找水的实例

折书群, 宋峰, 刘新社

(华北有色工程勘察院, 石家庄 050021)

摘 要:蒙古国图木尔廷敖包锌矿处于干旱、半干旱地区,水文地质条件复杂。为解决矿山生产、生活用水的问题,作者针对蒙古国苏赫巴托洼地地下水系统进行了系统地研究,提出了基于系统论观点的地下水资源勘探思路,从全局出发,抓住主要矛盾和矛盾的主要方面,辨证地分析区域地下水的补给、径流及排泄条件,科学预见地下储水构造,研究地下水的可控性,寻找到理想供水水源地。实践证明,正确的勘探指导思想对于地下水资源勘探至关重要,对干旱、半干旱地区地下水资源勘查具有一定的借鉴意义。

关键词:干旱地区;水资源;勘探方法;层次性;阶段性

中图分类号: P614.69

文献标识码: A

文章编号: 1007-6956(2004)增刊-0066-05

1 序言

缺水是造成干旱地区贫穷落后和制约其社会和经济发展的最大自然因素。干旱地区地表水源严重不足,地下水是其最主要的水源和最佳的供水选择。因此,干旱地区地下水资源勘查与开发是一项关系到干旱地区经济振兴和社会发展的具有全局战略意义的系统工程^[1]。然而,干旱地区水文地质条件比较复杂,找水难度较大,给生产和生活带来了严重影响。

蒙古国图木尔廷敖包锌矿位于蒙古国苏赫巴托省省城西乌尔特市北东 16 km 处。该矿品位高,开采条件好,但由于供水问题,矿山迟迟不能开采。二十多年来,前苏联、德国、匈牙利、蒙古等国的地质勘探队伍以及我国的几个地质勘探队伍先后在此进行过供水水文地质勘探工作,但由于勘探工作的指导思想存在问题,往往被局部的细节所迷惑,对区域地下水系统缺乏系统的研究,对区域地下水的富集、排泄条件缺乏足够的认识,仅围绕着冲洪积扇和出山口进行勘探工作,因而,未能找到理想的水源地。笔者在蒙古国图木尔廷敖包锌矿南部水源地供水水文地质勘探中,通过对地下水运动的溯因与预见、类比与转换、分析与综合,形成了可行的

勘探指导思想来指导勘探工作,找到了理想的水源地,解决了矿山供水问题。该方法对干旱地区地下水资源勘探具有一定的借鉴意义。

2 研究区的基本情况

研究区位于蒙古国苏赫巴托省内的蒙古弧形构造东翼,SWW—NEE 向中蒙古大断裂是区域性基底构造,沿南北山麓的次一级东西向地堑式断层属同沉积构造,构造复杂,褶皱、断裂发育,构成中间为洼地,两翼为中低山的地貌景观。区内为典型的大陆性草原气候,多年平均降水量为 199.8 mm,蒸发量 1 121 mm,水系不发育,无常年性的河流,多为季节性水流和由泉水汇积而成的水量很小的沟谷溪流。地形多为构造剥蚀形成,由中低山、波状丘陵和波状坡地组成。锌矿区位于 SWW—NEE 展布的苏赫巴托山间洼地中段,南北两翼为中低山,整个地形呈西部高东部低、南北两翼高中间洼地低的变化趋势。

区域地层:寒武系、奥陶系碳酸盐、硅酸盐等片岩以及硅质化粉砂岩、砂岩,分布在西乌尔特西部和西南部;志留系、泥盆系砂岩、粉砂岩、凝灰岩和灰岩,分布在沙布达尔敖包的西部、西南部和东南部;中生代花岗岩、花岗闪长岩岩浆

收稿日期:2004-09-20

作者简介:折书群(1967-),男,高级工程师,硕士,主要从事研究水文地质、工程地质、环境地质的研究。

万方数据

岩分布在洼地北部和东南部中低山区；上白垩统粘土岩、含粘性土砂、砾砂和弱胶结粉砂岩、砂岩和页岩，广泛分布于洼地地段；第四系的冲洪积、坡洪积和残坡积物，广泛分布于洼地、山间沟谷和山麓一带。

3 研究区勘探指导思想

3.1 地下水系统分析方法

地下水系统是在一定的地质、水文地质条件控制下，在某一范围内形成的地下含水系统。系统内部的水是一个有机整体，具有密切的水动力联系，其补给、排泄、径流自成体系，构成一系列子系统。各子系统相对独立、相互联系、互相影响、有机组合，因此，必须以供水为目的，研究其整体性、集合性、层次性、相关性和环境适应性等特征[3]。

在天然条件下，地下水系统中的补给、排泄达到一种动平衡，即输入与输出呈动平衡状态；地下水开采后，改变了系统输入与输出的关系。因此，应运用系统观点，正确认识地下水系统的补给、排泄和径流规律，充分考虑系统的整体性和各要素间的联系。

在干旱、半干旱地区进行供水水文地质勘察时，以系统论的观点研究地下水系统，抓住主要矛盾和矛盾的主要方面，形成正确的勘探指导思想来指导勘探工作，这一点尤为重要。

根据勘探目的提出问题、结合区域水文地质条件分析问题、通过实施勘探工作探索答案和检验结果，按照这个思路对研究区进行了深入细致的研究。

3.2 提出问题

勘探的目的是寻找理想的水源地，评价地下水补给量、允许开采量；探采结合施工满足供水要求的供水井。主要任务：一是查明地下水富集性和可控性，寻找供水有利地段；二是建立

水文地质概念模型，进行地下水资源计算和评价。

3.3 勘探工作的阶段性

研究区的研究程度较低，区域面积大，水文地质条件复杂。为了及时总结经验、深化认识、调整工作部署，勘探工作分为两个阶段。第一阶段主要任务是初步估算地下水补给量，对拟建水源地的可行性进行评价。第二阶段勘探工作重点是在开展各项勘探工程，寻找供水成井有

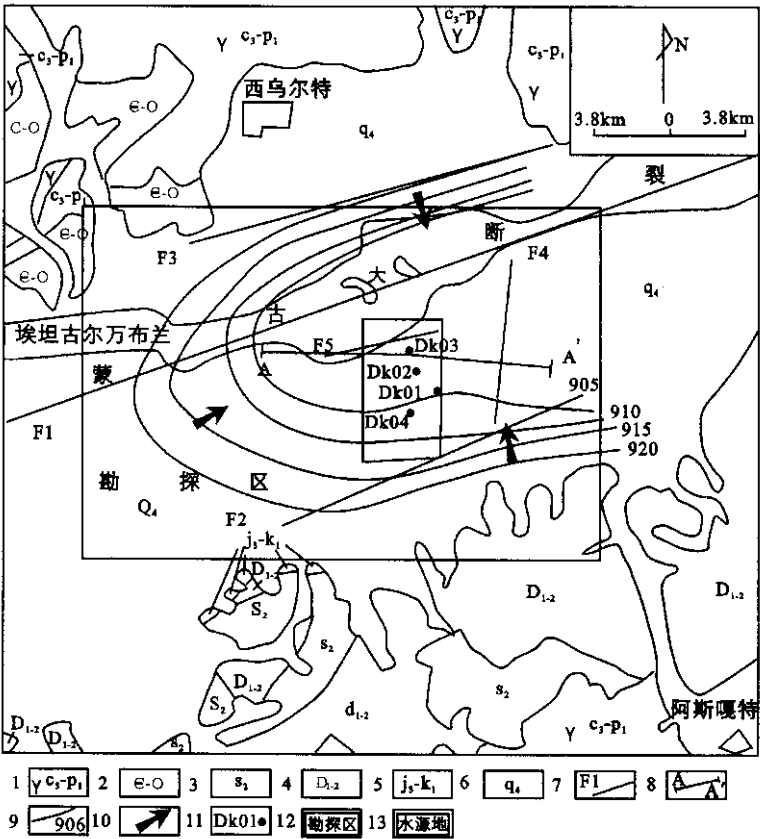


图1 工作区水文地质略图

Fig.1 Hydrogeological map in the working area

- 1. 花岗岩；2. 寒武—奥陶系；3. 志留系上统；4. 泥盆系中下统；5. 侏罗上统—白垩系下统；6. 第四系全新统；7. 断层；8. 水源地；9. 地下水水位线；10. 地下水流向；11. 开采井；12. 勘探区；13. 水源地

利地段，施工供水井并满足需水量要求。

3.4 勘探工作的层次性

通过对以上问题的分析，将系统论、统一性、层次性思想贯穿于整个研究过程中，勘探工作可界定为三个层次(图1)，三个层次的研究各有侧重，根据不同的目的实施不同的勘探手段。

第一个研究层次：根据水源地所处的区域

水文地质条件,将东起马林多尔戈依山—东部水源地一线,西达木哈尔埃尔吉敖包—胡泰尔霍尔包山一带,南北分别抵达中低山分水岭地带作为区域研究范围,面积约 4 000 km²。该范围构成了一个完整的水文地质单元,可以作为一个统一的地下水系统,通过区域水文地质调查,研究其含水系统、补给系统、径流系统、排泄系统等子系统的时空特征及其相互联系,从宏观上把握地下水资源量,划定地下水富集区。

第二个研究层次:在区域范围内,将北起洼地中心北缘,南达南部中低山山麓一带,西起西乌尔特市水源地西侧,东到 V-V' 水文地质勘探剖面东 3 km 范围作为重点研究的勘探范围,面积 468 km²。勘探任务主要是通过水文地质测绘、水文地质钻探等手段,寻找有利供水层位和地段,分析地下含水系统时空特征及地下水的补给、径流、排泄特征,建立水文地质概念模型,进行地下水资源评价。

第三个研究层次:距矿山北 25 ~ 30 km 的拟建水源地,位于苏赫巴托洼地中段南缘,面积 18 km²。勘探任务主要是投入水文物探、群孔抽水试验等多种勘探手段,查明地下水的可控性,最大程度地袭夺无效的分散的潜水蒸发,寻找最佳成井位置,探采结合进行供水井的施工。

4 探索与认识

通过溯因与预见、类比与转换、分析与综合等方法,探索区域地下水的来龙去脉,查明含水层的空间分布及富水性,查明区域地下水的聚集性、可控性,确定开采层和开采地段。

4.1 辨证分析区域地下水的补给、径流、排泄条件

区域大气降水量虽较小(多年平均降雨量 199.8 mm)且分散,但地形宽缓平坦,中低山区风化及构造裂隙发育,含水层埋藏浅,有利于接受大气降水补给。大气降水通过入渗虽立即在含水层中储存,但含水层厚度小,透水性差,地下水迳流和赋存条件差,大部分降水就地蒸发排泄,只有少部分降水量入渗转化为地下水侧向径流。

区域地下水的迳流严格受地形控制,即从中低山区向中心洼地运动,在迳流过程中多数

地下水在地势低洼和沟谷地带以分散的潜水蒸发或泉水形式排泄,少量地下水能够汇入中心洼地排泄。

大气降水的周期性决定了地下水的补给的周期性,区域含水层具有一定的给水度,具有一定的储水和释水能力。尽管降水转化为地下水的量有限,但是,区域汇水面积很大(4 000 km²),地下水位的微弱波动,可释放大量的地下水,将不连续的降水入渗补给调整为连续的稳定的地下迳流。

通过以上分析和综合,可以认为区域地下水运动总体上以垂直交替运动为主,侧向径流为辅,但局部地段具备区域地下水稳定补给和聚积的条件。

4.2 科学预见勘探区含水系统具备一定的储水条件

洼地北翼花岗岩裂隙水埋藏浅,大部分或以泉水方式排泄或通过潜水蒸发消耗,对洼地地下水的补给量有限;洼地南翼中低山区主要分布变质岩,风化、构造裂隙发育,沟谷中分布厚度较大的第四系,地下水埋藏深度较大,有利于地下水赋存。因此,洼地地下水主要接受区域西部、南部稳定的侧向地下水补给。

区域西部、南部地下水聚集于洼地后,或向外地下径流排泄,或地下径流受阻蒸发排泄,或遇到厚度大、埋藏较深、富水性较强、储水地层或储水构造,聚集区域内地下水。为了追溯勘探区地下水的排泄方式,在重点地段布置水文物探和水文钻探工程。

通过勘探发现,勘探区中生代断裂构造较发育,东部 F4 正断层走向为 NE—SW 向,东盘上升,西盘下降,造成古生界地层与中生界地层接触,断距大于 100 m。F4 断层东西两翼上白垩统地层埋深和厚度差异较大,形成了 F4 断层以西的盆地储水构造,地下水向东运动受阻,于北部洼地以潜水蒸发形式排泄(图 2),剖面位置见图 1 的 A—A'。

通过追溯和预见,确定了地下水开采层位和供水有利地段。

4.3 重点研究地下水的可控性

勘探区南部 400 km² 范围,上白垩统含水层组上覆有厚度为 20 ~ 60 m 的粘土层,为承

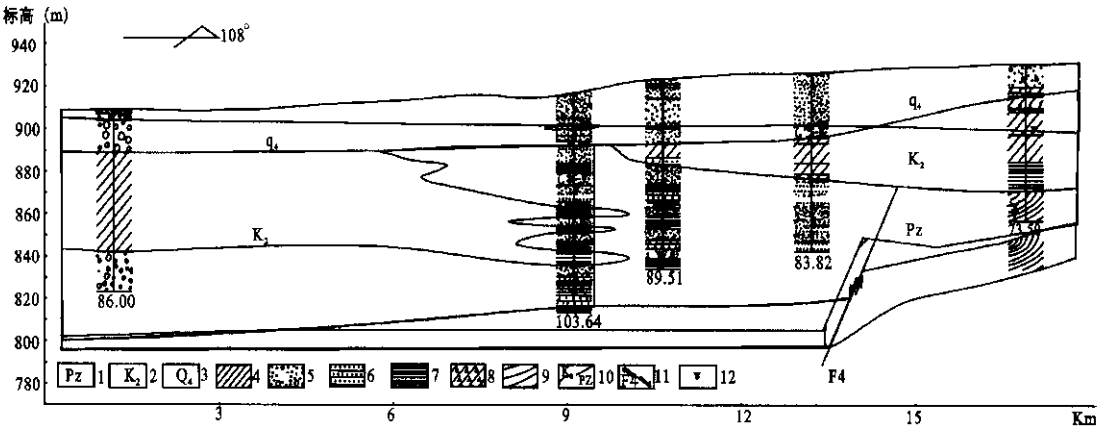


图2 图木尔廷敖包锌矿南部水源地水文地质剖面图

Fig. 2 Hydrogeological section at the water carriage in the south of the Tumuerding zinc deposit

1. 古生界;2. 白垩系上统;3. 第四系全新统;4. 粘土隔水层;5. 砂、砾石含水层;6. 砂岩;7. 泥岩、页岩;8. 角砾粘土;9. 板岩;10. 地层时代界限;11. 断层;12. 地下水

压区。勘探区北部 50 ~ 60 km² 范围,上白垩统含水层组与第四系含水层不连续接触,为潜水区。天然条件下,勘探区接受区域西部、南部地下水侧向补给后,在潜水区,基本上通过潜水蒸发分散排泄。

通过类比与转换,认为地下水排泄方式的转换即袭夺潜水蒸发是本次勘探的核心与根本,因此,必须查明地下水的可控性。在施工了四个探采结合井,进行了历时 33 天群孔抽水试验后,发现抽水降落漏斗扩展远,漏斗形态不对称,水源地开采层地下水具有较好控制性,可以截取绝大部分区域地下水径流补给量,袭夺无效的潜水蒸发,变分散消耗为集中开采。

4.4 地下水流场演变长期性和必然性的辩证统一

由于水源地地下水的开采,打破了原来水均衡状态,消耗地下水静储量,地下水流场重新调整,地下水运动为非稳定流,这个过程持续时间较长。但是,随着开采时间的延续,地下水位降落漏斗的范围逐渐扩大,地下水位缓慢降低,使洼地中心浅埋区地下水水位下降,减少潜水蒸发量,最后必然达到新的稳定均衡状态,地下

水流场趋于稳定,此时地下水的开采量全部为袭夺的潜水蒸发量。总之,地下水流场的调整过程是漫长的,但是,达到稳定状态是必然的。

5 结语

蒙古国图木尔廷敖包锌矿处于干旱、半干旱地区,水文地质条件复杂,供水问题多年来一直是该矿山开发的障碍,受到国际有关各方密切关注。我们在正确的勘探思想指导下,通过溯因与预见、类比与转换、分析与综合等科学研究方法,找到了理想的水源地,解决了矿山供水问题。本文提供的找水思路对我国西部大开发,具有一定的借鉴意义。本文得到了郭春奎教授的指导,在此表示真诚的感谢。

参考文献:

[1]刘昌明,陈志恺.中国水资源现状评价和供需发展趋势分析[M].北京:中国水利水电出版社,2001,10-20.
[2]张永波.水工环研究的现状与趋势[M].北京:地质出版社,2001,50-95.
[3]陈梦熊,马凤山.中国地下水资源与环境[M].北京:地震出版社,2002,400-415.

Study on the Method of the Groundwater Resources Investigation in Arid Region

——A Successful Example of Expecting Groundwater
in Tumuerting Zinc Mine, Mongolia

SHE Shu-qun, SONG Feng, LIU Xin-she

(The North China Investigation Institute of Non-Ferrous Metal Engineering, Shijiazhuang 050021)

Abstract: The zinc deposit of Tumuerting, Mongolia lies in the arid and semi-arid area. And the hydrology geological condition here is very complicated. To meet the emergency of the mining and domestic water shortage, the method of groundwater resources investigation base on the systemic theory is put forward through studying the groundwater system systematically. On the base of the comprehensive analysis of the conditions of the recharge, flow and discharge of the groundwater and the features of the groundwater flow field, the groundwater bearing structure has been found. The result shows that the correct guidance thought is very important in the groundwater resources investigation. This paper provides a reference for investigating the groundwater resources in the arid area.

Key words: arid region; groundwater resources; investigation method