

多孔抽水试验实测流场在井点降水设计中的应用

张聚斌

(河北地矿建设工程集团公司,河北石家庄 050081)

摘要 根据多年深基坑降水实践,总结出了利用多孔抽水试验实测流场确定井点降水设计的方法,该方法简便、实用、可操作性强,经过在衡水电厂和西柏坡电厂深基坑降水设计中应用,设计方案效果良好。

关键词 深基坑;降水设计;多孔抽水试验;流场

中图分类号: TU46⁺3 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2005)11-0014-03

井点降水是深基坑施工降水中常用的方法。目前有关降水方案的理论计算基本沿用水文地质干扰计算,水文地质参数受很多不确定因素的影响,计算结果很难准确,有时理论计算值与实际相差较大,给降水方案的确定带来一定的困难。为此,本文提出利用多孔抽水试验实测流场确定井点降水设计的方法,该方法简单实用,不需求参,可操作性强,经过在衡水电厂和西柏坡电厂深基坑降水设计中应用,设计方案效果良好。现以衡水电厂翻车机室降水为例,对该方法进行介绍。

1 衡水电厂翻车机室降水工程概况

衡水电厂位于衡水市西郊约8 km处,厂区南侧紧靠衡石公路,交通便利。翻车机室位于电厂厂区西北角,地形平坦,地面标高21.65 m,地下水静水位标高19.54 m(埋深2.1 m)。翻车机室基础底面设计标高12.47 m,基础底面积1740.25 m²,基坑开挖采用1:1.25坡比自然放坡,基坑开挖面积6221.14 m²。基坑附近无其他建筑。为保证基坑及基础安全施工,基坑中心地下水位标高须降至11.45 m(水位降深为8.09 m)。

2 降水勘察

为了查明场地的水文地质条件,以便进行降水方案的合理设计,在降水区内布置了6个勘探孔(见图1),其中抽水孔3个,编号为勘1~勘3,观测孔3个,编号为观1~观3。为了解不同含水层水力联系,获得降水井工作时的流场形态,确定影响半径及水文地质参数,确定降水井类型,分别对勘1~勘3进行了多孔抽水试验。

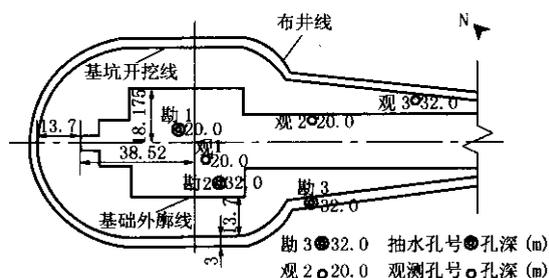


图1 降水勘察工作量平面布置图

3 场地的水文地质条件

该场地位于滏阳河和漳沱河冲积平原中部,场地地形平坦,地面平均标高21.65 m,在勘探深度(32 m)内所见地层均为第四系全新统松散堆积物。自上而下主要的岩性有人工耕土、粉土、粉质粘土、粘土、粉砂。场地地下水以3.5~8.5 m,21.9~25.3 m的粘土层为隔水层,其上为潜水,其下为承压水(水头埋深3.5 m),中间为微承压水(压力水头1.5 m),三者之间无水力联系,地下水流向自西北而东南,水力坡度8‰,地下水静水位埋深2.11 m(混合水位),每年5月份为丰水期,次年1月份为枯水期。地下水水质较差,水化学类型以Cl-SO₄-K+Na-Mg型为主,矿化度5 g/L,pH值6.80~7.25,具有结晶性弱侵蚀。

4 降水方案设计

4.1 基本原理

实测降深场方法利用图解法进行降水计算,主要依据势叠加原理,即井群同时抽水的情况下,各井的干扰水位保持与单井抽水水位基本相同,抽水影响范围内任意一点的水位削减值,等于各单井抽水

收稿日期 2005-09-07

作者简介:张聚斌(1973-)男(汉族),河北鹿泉人,河北地矿建设工程集团公司经营部副经理、工程师,水文地质和工程地质专业,从事岩土工程工作,河北省石家庄市中山西路800号(0311)83612240、13933135584 zhjubin@yahoo.com.cn。

时对该点水位削减值的代数和,也就是实测单井抽水影响范围内降深场,应用单井抽水降深场进行叠加计算。

4.2 降水方案的基本要求

4.2.1 基坑中心水位埋深要求

根据设计资料,基坑中心部位的水位标高要求达到 11.45 m,才能保证施工安全。

4.2.2 基坑周边水位埋深要求

为确保基坑外围的地下水不再涌入基坑内,在基坑外围形成以降水井为汇点的汇水槽,场地中心和降水井外侧地下水缓慢地向基坑周边降水井汇集,基坑周边通过抽水,两个降水井之间地下水位标高不宜高于 5.45 m。

4.3 计算方法和步骤

通过对勘察成果进行分析,降水井选型为:孔深 32 m,孔径 550 mm,通天填料。

4.3.1 根据单井抽水降深场观测资料绘制 $t-x$ (水位削减值与观测孔至抽水孔距离)曲线

根据勘 3 孔抽水试验成果,绘制观测孔水位削减值 t 与观测孔至抽水孔距离 x 的关系曲线(见图 2)。

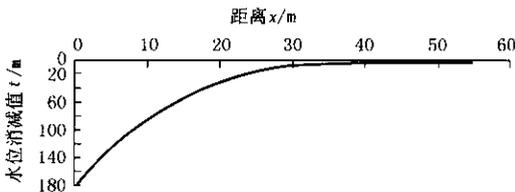


图2 观测孔水位削减值与观测孔至抽水孔距离关系曲线

4.3.2 计算井点至基坑中心的平均半径(设施为近椭圆形)

由 $r_0 = \sqrt{F/\pi}$ 得 $r_0 = 44.5$ m

式中: F ——基坑面积, m^2 ; r_0 ——“圆形”基坑半径, m。

4.3.3 计算降水场地中心的总水位削减值达到要求值时所需降水井数

由图 2 查得 $x = 44.5$ m 时 $t = 0.40$ m。

抽水试验结束后,实测静水位标高为 19.15 m,降水后基坑中心部位的水位标高要求为 11.45 m,则井数为 $(19.15 - 11.45)/0.4 = 19.25$,约合 19 眼。

4.3.4 计算基坑边两降水井之间水位削减值,确定井距

在基坑边两降水井中间的水位埋深最浅,是最容易进水部位。根据抽水流程可知,单井抽水引用

补给半径为 64 m,假定井距对两井中间的水位埋深进行计算,使两井中间水位标高不高于 4.65 m,以此确定井距,并与用布井范围线周长除以井数(场地中心总水位削减值达到要求所需井数)得到的孔距相比,取两者之间小值。

5 降水方案

在基坑周边布置 32 m 深井,以降低基坑内地下水位,并防止基坑外围地下水的涌入。为加速基坑内地下水的疏干过程,在基坑内布置 24 m 浅井进行临时强排疏干。孔距在地下水补给方向适当缩小,排泄方向适当放宽。根据上面的计算得出如下降水方案。

孔数:基坑外围布置 19 眼,基坑内布置 5 眼,总计 24 眼。

孔距:在地下水补给方向井距为 12.25 m,其他方向井距为 15 m。

成井结构:孔径 550 mm,下入 12 in($\varnothing 304.8$ mm)铸铁井管,滤水管为缠丝型,管外填 2~4 mm 的通天砾料。

该方案经计算,外围 19 眼降水井同时抽水,井中水位控制在 28 m 时,降水场地中心及基坑边两降水井之间最高水位标高分别为 11.55 m 和 2.65 m,基本满足要求。

6 水位预报

由于各井的水位降低值及井的结构相同,降水井开始运行后,在与抽水试验持续时间相同时对基坑中心水位削减值的预测值可按式计算:

$$\sum t_i' = \sum t_i \cdot \left[s / (s + \sum t_i) \right]$$

式中: $\sum t_i$ ——各井单独抽水时对中心水位的消减值之和; $\sum t_i'$ ——各干扰井对中心水位的有效消减值之和; s ——各井中的水位降低值。

其他时段的水位预测,可按多孔抽水试验成果求参后,按泰斯公式求解。

7 降水效果

自 1994 年 2 月 24 日降水井全部投入运行后,中心水位标高在 24 h 后降至 14.45 m,之后水位呈缓慢持续下降。3 月 20 日 8 时水位标高已达 11.45 m,满足设计要求,历时 25 天。至 5 月 9 日水位标高已达 5.3 m,在此之后,由于中心观测孔被毁停止观测。

基坑开挖从 3 月 13 日开始,在基坑开挖过程

中,基坑四壁无水渗出,边坡稳定,保证了基坑内施工顺利进行。

8 用本文方法计算时对抽水试验及观测孔布置的要求

8.1 必须进行多孔抽水试验

本文提出计算方法的计算依据是实测多孔抽水试验流场,采用图解计算水位消减值,因此要求进行多孔抽水试验。

8.2 多孔抽水试验抽水孔降深

本方法的理论依据是定降深抽水,对抽水试验孔的降深有严格的要求,降水勘察时要对降水方案进行预估,先根据资料确定抽水孔的深度和降深。抽水试验孔中的降深可按下式估算: $s = \text{设计要求降深(基坑中心)} + \text{井点至基坑中心的平均半径} \times \text{假定的基坑中心至布井范围线的水力坡度} + \text{基坑边两井之间距离} \times \text{假定的基坑边两井中间至井的水力坡度}/2 + \text{水跃值}$ 。

8.3 观测孔的数量

地下水类型无论是承压水还是潜水,观测孔水位削减值与观测孔至抽水孔距离关系均属曲线型,为进行图解水位消减值,观测孔数量不得少于3个。

8.4 观测孔的布置距离

在布设观测孔时,除考虑抽水时三维流和紊流影响,还要结合具体情况考虑降水设施半径和可能的降水井间距,尽量避免图解外推和内推。一般在三维流影响段外观测孔数量不能少于2个,因为该段为直线段,有2个孔可以外推求解影响半径。

8.5 边界条件影响

以上方法,曲线均是在无限含水层中求得,当在降水影响范围内存在边界条件时,曲线形式将具有各向异性,求解曲线时观测孔布置应考虑到边界条件对曲线的影响,做相应调整,以满足求解不同方向曲线。

9 结语

本文提出的计算原理,曾结合勘察生产在地下水类型的不同地段(承压水及潜水地区)进行多次验证,均符合客观实际。因此,笔者认为运用多孔抽水试验实测流场进行井点降水设计是可行的,其结果是可靠的。

参考文献:

- [1] 地矿部水文地质工程地质技术方法研究队. 水文地质手册 [M]. 北京:地质出版社,1978.

国务院召开部分省区地质工作座谈会

中国政府门户网站消息 2005年11月10日,国务院在太原召开部分省区地质工作座谈会,听取各地开展地质工作的汇报和进一步加强地质工作的意见和建议,中共中央政治局委员、国务院副总理曾培炎出席会议并讲话。曾培炎指出,切实加强地质工作是满足经济社会发展需要、缓解资源“瓶颈”制约的重要举措。各有关方面要切实贯彻五中全会精神,按照科学发展观的要求,深入研究地质工作面临的重大问题,突出地勘工作重点,完善体制机制,依靠科技创新,加大政策支持力度,为全面建设小康社会和社会主义现代化建设提供有力保障。

曾培炎说,新中国成立以来,我国地质工作取得了举世瞩目的成就,一批重要油气田和大型矿藏的发现,有力地支撑了我国经济快速发展。特别是近年来,陆域、海域地质调查取得一系列成果,环境地质工作不断加强。全国基本形成了比较完备的地质科研和技术开发体系,为进一步加强地质工作打下了良好基础。但也必须看到,我国地质工作总体还比较薄弱,矿产资源勘查程度与现代化建设要求还有一定差距。

曾培炎指出,随着我国经济社会的快速发展,一些事关国计民生的重要矿产资源供需关系出现紧张,对外依存度不断提高。当前,要充分认识加强地质工作的重要性和紧迫性,坚持“立足国内,适度超前,突出重点,完善体制,依靠科技”的方针,切实把地质工作摆在国民经济的先行地位,全面增强地质勘查力度。

曾培炎提出5点要求:

一是要把矿产资源勘查作为地质工作的重点。要加强重要矿种和重点成矿区带的地质勘查,努力实现地质找矿的重大突破。特别

是要搞好石油、天然气勘查,大型煤炭基地的普查和详查,以及铀、铁、铜、铝等国内急需的重要矿产资源勘查,摸清资源家底,增加矿产储量。

二是完善地质管理体制和运行机制。要合理划分公益性、商业性地质勘查工作范围,发挥中央和地方两个积极性,健全矿业市场,明确企业主体,鼓励各类社会资本参与矿产勘查。要继续深化国有地勘单位改革,加强矿产资源有偿使用制度建设,建立矿产资源勘查投入良性循环机制。

三是加快推进地质科技创新。要积极开展重大地质问题科技攻关,突出重点矿种和重点成矿区带地质问题研究,大力推进成矿理论、找矿方法和勘查开发关键技术的自主创新。重视地质人才培养和队伍建设,使我们国家长期保持一支高素质的地质科研队伍和后备力量。

四是加大对地质工作的政策支持力度。各级政府要切实采取措施,为各类地质队伍的发展创造好的条件。要严格依法行政,依法维护勘查投资者的合法权益。国务院有关部门要认真履行职责,加强协作配合,与地方共同做好地质工作。

五是要科学编制全国和各地地质勘查“十一五”规划。要通过规划,明确地质勘查的发展目标、重点任务和保障措施,统筹全国地质工作布局,引导地质勘查资源合理配置。同时,要搞好地勘规划与国民经济和社会发展规划及各专项规划的衔接。

国务院有关部门,山西、内蒙古、黑龙江、江西、河南、湖南、四川、云南、陕西、新疆等10省区负责人出席了座谈会。