

多布水电站基坑排水方案优化

王斯珍¹, 王永平², 王舜¹

(1. 中国人民武装警察部队 水电第八支队, 重庆 401320; 2. 中国人民武装警察部队 水电第三总队, 四川 成都 611130)

摘要:多布水电站基坑以边坡由细砂和砂砾石层交替沉积形成的软弱地层和大渗水这一独特工程地质、水文地质条件为特点, 施工过程中基坑排水方案根据实际情况经过优化后, 形成了以明沟、集水坑抽排水、井点降水、地连墙隔水等相结合的综合排水方案, 有效地解决了施工过程中存在的基坑排水问题。

关键词:基坑排水; 方案优化; 明排; 井点降水; 地连墙; 多布水电站

中图分类号:TV7; TV51; TV551.4

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)04-0062-03

在水利水电工程建设中, 为保证水工建筑物干地施工, 在施工过程中, 水流控制为重点需要解决的问题。根据工程结构以及所处的工程地质、水文地质条件特点进行基坑排水方案设计并在施工过程中不断优化, 将获得良好的效果。

1 工程概述

多布水电站位于西藏自治区林芝县更章乡多布村, 距林芝地区行署所在地八一镇约 28 km。为尼洋河流域的一座河床式水电站, 是西藏自治区“十二五”能源发展规划重点项目, 其以发电为主, 兼顾灌溉, 装机容量为 12 万 kW。工程枢纽从左到右依次由左副坝、发电厂房、泄洪闸、右主坝等建筑物组成。大坝总长 609 m, 主要建筑物为三级。厂房及泄洪闸整体基坑等效平面尺寸 270 m × 250 m, 最大开挖深度较尼洋河河床低 30 m。

坝址工程地质条件为由细砂和砂砾石层交替沉积形成的软弱地层(图 1), 地基承载力差; 水文地质条件为地下水特别丰富, 存在潜水和承压水。工程采用分期导流: 一期为在左岸阶地边缘设置纵向围堰(设防渗墙), 将厂房和泄洪闸基坑围住先完成厂房和泄洪闸施工, 原河床过流; 二期由泄洪闸和机组过流, 在原河床上、下游设置横向围堰将右主坝坝基围住完成右主坝施工。

2 原基坑排水方案概况及存在的问题

2.1 原方案概况

原基坑排水方案依据招标文件中的水文地质勘察资料编制, 采用设置明沟、集水坑抽排水的方式。在厂房基坑、泄洪闸消力池和尾水渠末端共



图 1 坝址地层构造照片

设置了 3 个大集水坑(图 2), 采用 24 台离心式水泵昼夜不停抽水, 平均每天总抽水量约 23 万 m³。由于细砂颗粒随水流不断汇入集水坑中, 集水坑很快被淤满, 需不断进行开挖清理, 同时使得集水坑边坡不断垮塌。



图 2 基坑集水坑照片

2.2 原方案存在的问题

收稿日期: 2015-07-10

通过分析原方案的支撑依据材料并与开挖过程中的抽排水实际效果相对比,发现原方案存在以下几个问题:

第一,由于地下渗水量异常大,加之细砂地层稳定性差这一特殊工程地质特性,抽水过程中基坑边坡遭流砂、管涌破坏不断塌陷,难以形成稳定边坡。

第二,开挖巨大的基坑,且因地下含水层厚度如此之大,基坑总涌水量巨大,根据抽水降落漏斗原理,集水井必须挖得大而深,如此实施将造成土石方超挖、混凝土超填工程量巨大,浪费工程投资。

第三,抽水过程产生流砂现象,带走大量地层细颗粒,造成地层密实度降低,承载力下降,极有可能产生不均匀沉降而使建在其上的水工建筑物遭到破坏,其严重后果是建筑物产生裂缝、止水拉裂而渗漏,进而影响电站的安全运行。

第四,设置巨大的集水坑和庞大的抽水设施,集水坑位置还需根据施工组织情况不断变换位置,同时,集水坑经常被细砂淤积而需要定期挖除,集水坑移位及开挖将耗费大量的施工成本。

3 优化基坑排水方案

针对该电站基坑特点以及采用单一明排方式降水等诸多不利因素,经过仔细分析研究并经现场反复试验,最终确定的优化排水方案如下:

基坑排水应尽量不破坏边坡及地层稳定性,保证干地施工,抽水设置布置对其他工程施工干扰小。为此,可以采用井点降水的方式将地下水位降至厂房基坑大面高程以下1 m,待抽水降落漏斗稳定后,泄洪闸、消力池、引水渠以及尾水渠设计开挖高程均在降落漏斗之上而成干地,厂房局部深处(厂外集水井位置)设置地连墙隔水,对于剩下的少量渗水通过明排方式予以解决。形成以井点降水为主,集水坑明排以及地连墙隔水方式相结合的综合降排水措施,该方案布置情况见图3。

4 井点降水设计步骤及技术要点

4.1 分析基础资料及现场实际情况

根据招标文件之设计勘察资料和施工过程实际揭露的地层情况得知,该地层由细砂和砂砾石层交替沉积形成,土体孔隙比较大。地下水位为高程3 054 m,含水层底高程为3 020 m,实际渗透

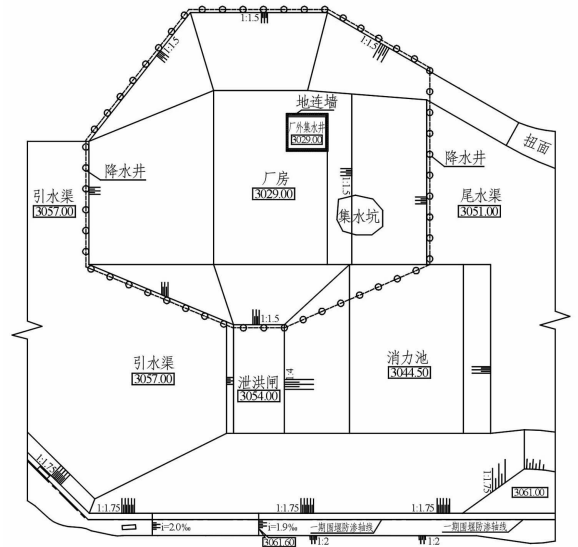


图3 厂房、泄洪闸基坑降排水方案布置图
系数远远大于设计勘察资料提供的数据,因此,在估算基坑涌水量时需要重新测定渗透系数。厂房基坑开挖等效平面尺寸为225 m × 135 m,地下水位需降深26 m(高程3 054 ~ 3 028 m)。

4.2 基坑等效半径及抽水影响半径的确定

厂房基坑边缘所围图形面积 F 为34 910 m²,基坑等效半径按公式 $r_0 = \sqrt{(F/\pi)}$ 计算为105.4 m。

抽水影响半径可根据公式计算,此处根据地层岩土粒径大小查表选取经验数值,再按地层构造取加权平均值求得。现场实际勘察地层岩土情况为:3 020 ~ 3 054 m 高程范围由22 m厚细砂层和12 m厚砂砾石层组成,细砂层抽水影响半径取100 m,砂砾石层抽水影响半径取1 500 m,以厚度为权求加权平均值,即地层综合抽水影响半径为 $(22 \times 100 + 12 \times 1 500) \div (22 + 12) = 594.1$ (m)。

4.3 渗透系数的确定

渗透系数的确定可以通过抽水试验测定。依据《水利水电工程钻孔抽水试验规程》(SL320 - 2005)表B-2第2个公式(潜水完整井公式)计算。如图4所示,现场试验实测数据: $Q = 4 800$ m³/d、 $H = 25.65$ m、 $S_1 = 0.64$ m、 $S_2 = 0.41$ m、 $r_2 = 39.07$ m、 $r_1 = 19.44$ m,代入公式计算得出渗透系数 $K = 92.2$ m/d。

$$K = \frac{0.732Q}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} \lg \frac{r_2}{r_1}$$

由于施工现场抽水试验受基坑明排抽水以及

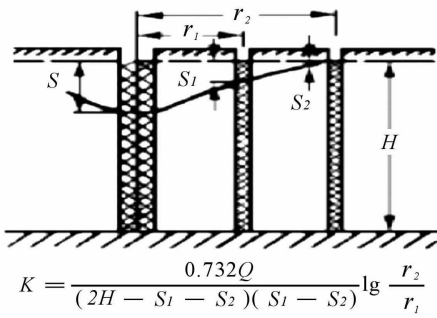


图4 潜水完整井抽水试验渗透系数测定图

其他诸多干扰因素影响,为了提高渗透系数的准确性和可靠性,同时利用目前基坑明排抽水情况,按图5中的公式反算一个渗透系数,约为192.1 m/d。综合抽水试验测得的数据和基坑明排抽水

$$Q = \frac{1.366KS(2H - S)}{\lg R - \lg r_0} + \frac{6.28KSr_0}{1.57 + \frac{r_0}{m_0} (1 + 1.185 \lg \frac{R}{4m_0})}$$

4.5 单井抽水量及井点数量的确定

每口井设置一台容量为250 m³/h的潜水泵进行抽水,效率按85%计,则单井日抽水量 q = 5 100 m³/d。

井点数量按公式 n = 1.1 Q/q 计算得到 n = 54,系数1.1为考虑到井管堵塞、水泵维修、地层不均匀等因素影响而取10%的备用系数。

4.6 井点布置

井点均匀布置在厂房基坑边缘外侧(图3),基坑边缘周长约700 m,共54口井,间距13 m。

在每口井内设水位计,抽水形成稳定降落漏斗后,可用厂房基坑设计降至水位(高程3 028

$$S_0 = H_0 - \sqrt{H_0^2 - \frac{Q}{1.366K} [\lg(R + r_0) - \frac{1}{n} \lg(r_1 \cdot r_2 \cdots r_n)]}$$

式中 含水层厚度 H₀ = 34 m; Q 为各井抽水总量(54口井 Q = 275 400 m³/d); K = 142.15 m/d、R = 594.1 m、r₀ = 105.4 m、n = 54、r₁、r₂、…、r_n 为各井距基坑中心的距离。将数据代入公式计算得出 S₀ = 32 m。该数据大于设计降深(26 m),说明该设计方案在技术上可行。

5 地连墙隔水

厂外集水井设计开挖高程为3 025.4 m,比厂房基坑大面高程3 029 m低3.6 m,为整个基坑最深处,其大小为24 m × 20 m。在集水井结构边线四周设置地连墙以隔断四周边坡大部分渗水,同时起到挡土墙作用,减少开挖放坡工程量(图6)。

反算的数据,取其平均值142.15 m/d作为渗透系数的最终测定值。

4.4 基坑总涌水量估算

如图5所示,将 K = 142.15 m/d、S = 26 m、H = 26 m、R = 594.1 m、r₀ = 105.4 m、m₀ = 8 m 代入公式计算,求得基坑总涌水量 Q = 24.6 万 m³/d。

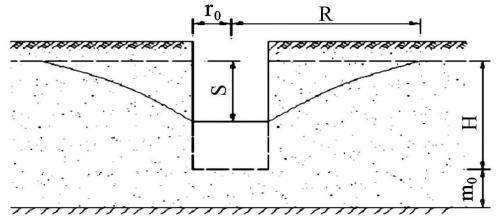


图5 基坑涌水量估算图

m)减去水力坡度(取10%)与基坑等效半径105.4 m之积产生的水位落差10.5 m得出,即3 017.5 m,水泵应安置在3 017.5 m高程以下。井管每根为4 m长,井内水位以下设置一根花管作为过滤器,底部设置一根普通井管作为沉砂管,每口井底设计高程为3 009.5 m。

4.7 地下水位降深的验算

为检验井点降水设计方案是否能达到设计降深(26 m)要求,根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-99)第8.3.7条规定,干扰井群抽水时,基坑中心点水位降深按下式计算:

底板渗水采用水泵及时抽排出基坑之外,开挖到底板可能出现管涌现象,此时,采用麻袋混凝土反



图6 集水井四周地连墙隔水

(下转第84页)

