

# 对沃卡一级水电站倒虹吸施工地质问题的分析与处理

周志东, 易 炜

(武警水电十四支队, 四川 成都 610036)

摘 要: 沃卡一级水电站倒虹吸工程是该电站的重要引水工程之一, 其施工有其自身的特点和难度。对施工过程中出现的施工地质问题进行探讨, 从而为施工提供了决策依据。

关键词: 沃卡一级水电站; 倒虹吸; 施工地质

中图分类号: P642

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2001)03-0081-03

## 1 倒虹吸工程概述

沃卡一级水电站位于西藏桑日县境内, 雅鲁藏布江一级支流沃卡河上, 是有 2 个首部枢纽 1 个厂房的引水式电站。工程区主要出露燕山晚期-喜山期的黑云母花岗岩( $\gamma_{5-6}^3$ )以及第四纪地层。在区域构造上, 工程区属岗底斯褶皱带东段南侧, 青藏滇缅印尼

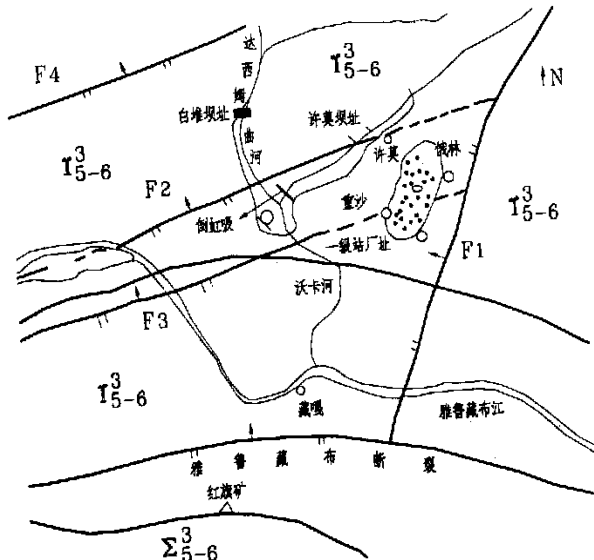
“歹”字型构造头部中旋带, 雅鲁藏布江断裂东侧之北侧。区内构造复杂, 断裂规模较大, 主要以东西向断裂为主, 见图 1。经专家评定: 本区构造活动较强, 有发生 7 级潜在地震的能力, 地震基本烈度定为 VIII 度, 属于高烈度区。

该电站倒虹吸建于沃卡河与达西姆曲河(沃卡河支流)交汇处, 距沃卡河上游约 200 m 处的河谷上, 横跨沃卡河两岸, 全长 339 m。由沉沙池、钢管段和进出口衔接段 3 个部分组成, 见图 2。其中钢管段设计 290 余 m。由于勘探设计存在偏差, 在施工过程中出现了一些地质问题, 笔者就此进行初步探讨。

## 2 倒虹吸水平段排架基础地基承载力分析

钻孔资料表明: 倒虹吸水平段排架基础具有三层结构: 即砂卵石层厚约 9.7 m, 从地质剖面图中可看出, 卵石层具有一定河流沉积韵律结构, 其上覆盖有第四系的坡积物或沙土, 下伏为  $\gamma_{5-6}^3$  中粒黑云母花岗岩, 见图 3。从河心往山内卵石粒径呈变小的趋势, 而相应的砂有一定的增加, 同时坡积物砂土等呈增加趋势。由于卵石层具有较好的物理力学性质, 根据设计要求, 倒虹吸水平段排架基础设置于第四系的  $aD_4$  砂卵石层上。

施工开挖后, 发现 3、4、5、7 和 8 号排架基础与



注: F 为断层; Q 为第四系地层;  $\gamma_{5-6}^3$  为燕山晚期-喜山期黑云母花岗岩;  $\Sigma_{5-6}^3$  为燕山晚期-喜山期超基性岩。

图 1 本区构造略图(据西北院及西藏院改编)

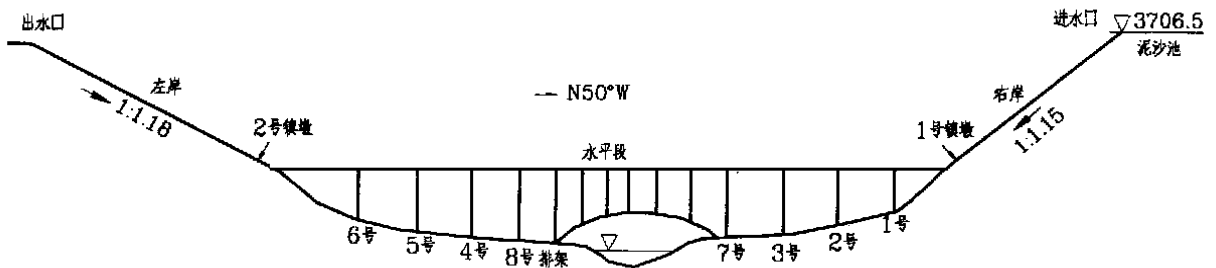


图 2 倒虹吸结构示意图

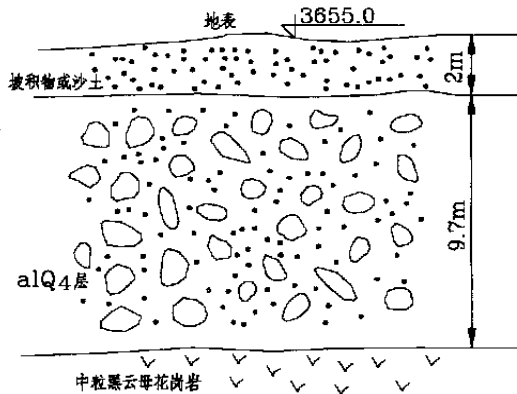


图3 倒虹吸排架基础地质剖面图

设计相符,而1、2和6号排架基础与设计存在一定的差别,其中6号排架基础在砂土层上,1号和2号排架基础虽然位于砂卵砾石层上,但是基础含粉砂多达70%~80%,而卵砾石只有15%~20%,其物理力学指标不能满足设计要求。

根据现场的干容重试验,6号基础砂土比较结实,其允许承载力见表1。

表1 砂土层与砂卵砾石层的部分物理力学指标表

物理指标	天然容重 / $\times 10 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$	允许承载力 / $\times 100 \text{ kPa}$
砂土	1.8~1.9	2~4
砂卵砾石层	2.1~2.2	5~6

由表1可知,砂土与冲积卵砾石层之间物理力学指标有明显的差别,砂土的承载力显然不能满足设计要求。我们拟定了两种基础处理措施:一是填换法,即把砂土挖至砂卵砾石层,然后用砂卵砾石分层碾压回填至设计高程,并使回填干容重达 $2.1 \times 10 \text{ kN/m}^3$ 以上,或压实系数达95%以上,使其充分密实;二是修改排架基础高程,即把砂土层挖掉,基础

表2 倒虹吸左右岸开挖边坡优势裂隙及其优度比较表

岸位	右岸				左岸					
	N5 E/SE	46°	N60 W/SW	36°	N66 E/NW	72°	N75 E/NW	74°	N72 E/SE	72°
优势裂隙产状										
平均迹长 /m	2.56		1.89		3.11		3.82		2.98	
发育优度 /%	27.78		20.04		13.34		38.71		32.26	
优度总计 /%			61.16						70.97	

从左右岸裂隙发育特征并根据块体理论,右岸较为发育的裂隙容易形成四面体、五面体或六面体等块体,在开挖临空面附近易于形成危石,造成岩体崩塌现象;而左岸裂隙发育相对集中,形成危石的可能性相对较小。但是左岸裂隙局部发育成为裂隙密集带,并且这些结构面基本平行于坡面,是潜在的滑移面,因而局部易形成滑移-弯曲型的滑坡。由于施工前设计方对边坡稳定处理无明确方案,所以,我们认为:右岸宜采用危石清理-混凝土素喷的方案进行边坡处理;而左岸最好采用清理危石-混凝土喷锚或

降至砂卵砾石层,从而增加排架的绝对高度。在施工过程中设计方要求我们采取了第二方案,但笔者认为第一方案既合理又经济,值得考虑。

对于1、2号基础,因其位于河岸靠山侧,在冲积层形成时水动力相对于河心弱,故开挖后粉砂含量较多,卵砾石较少,符合河流沉积特征,我们建议采用基础加宽加深法处理。当宽度 $B=3 \text{ m}$ ,埋深 $D=1.5 \text{ m}$ 时,按规范基础的承载力 $R$ 应修正为:

$$R' = R + M_B \gamma_1 (B - 3) + M_D \gamma_2 (D - 1.5)$$

式中 $M_B$ 、 $M_D$ 分别为基础宽度及基础埋深的修正系数; $B$ 、 $D$ 分别为基础宽度及埋深; $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 分别为基础上和基础下的物质的容重,如在水下则为浮容重。

根据我们的建议和计算,经设计方验算,采用了埋深与宽度各增加1m的方案。

### 3 开挖边坡稳定性问题

倒虹吸左右两岸钢管支墩基础要求开挖至强风化与弱风化岩体的交界处,这样做使边坡被开挖的岩体厚度达10~20m,从而在钢管两侧形成了较高的开挖边坡,其稳定性关系到施工生产与安全,这是个不容忽视的问题。

根据对开挖边坡的地质调查,边坡不存在对区域稳定性起作用的区域断裂,也不存在对边坡起稳定作用的中小型断裂,却存在数量多、分布广、随机发育的裂隙,它们对局部岩体的稳定性起控制作用。

通过对两岸裂隙的调查,左右岸岩体裂隙的发育存在差异,见图4~7。右岸岩体裂隙发育相对较为随机,主要有3组发育较为优势的裂隙,左岸裂隙相对集中,主要有2组裂隙并且发育优度较右岸高,迹长也相对较长,见表2。

素喷的方案进行边坡处理。最终设计方采用危石清理-混凝土素喷方案。

### 4 沉沙池张裂缝的成因及其处理

在倒虹吸沉沙池开挖后,发现基础有数条张裂缝和一条平移断层,这是设计勘探时所未曾发现和预测到的。张裂缝产状为N5 E/SE 65 E/SE 80°;宽度5~8cm,长度3~5m不等,平移断层产状为N42 E/SE 85°;见图8。

根据现场对平移断层擦痕和充填物的观察,平移断层属于右型平移断层,产状基本平行于坡面。由

于泥沙池中张裂缝和平移断层距坡面山外(坡面)有 20 余 m, 在其外侧的进水口闸室尚未发现有张裂缝, 因此, 张裂缝的形成不可能是正常河谷卸荷所形

成的张裂缝, 不是岩体结构面表生改造的结果, 而是主要由于平移断层的剪切作用, 导致 NEE 向的陡裂发生剪胀, 从而张开形成张裂缝。

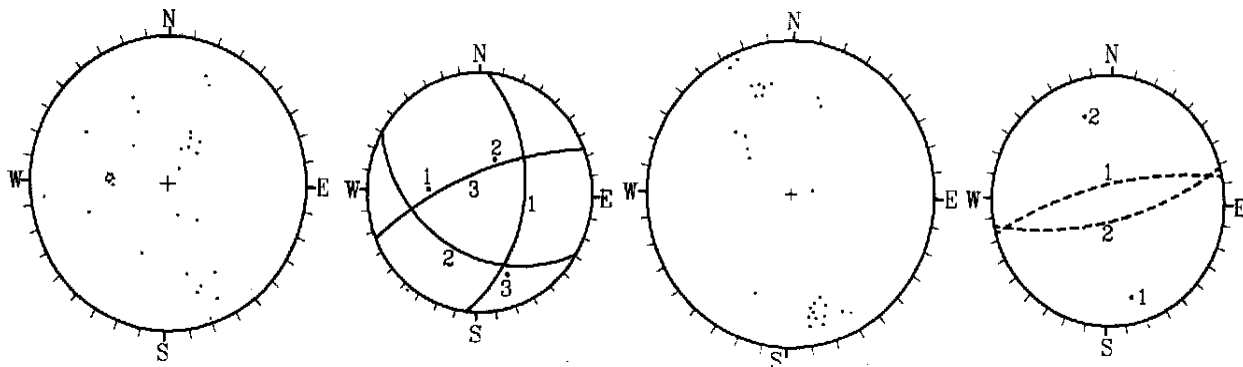


图 4 右岸部分裂隙极点图 图 5 右岸优势裂隙极点主平面图 图 6 左岸部分裂隙极点图 图 7 左岸优势裂隙极点主平面图

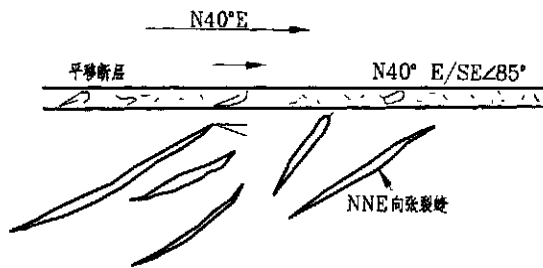


图 8 张裂缝发育示意图

张裂缝系断层活动引起, 与表生改造作用关系不大, 但是张开有 5~ 8 cm 之宽, 因此, 我们认为应该进行灌浆处理, 设计方采纳了此处理方法。

## 5 结语

在倒虹吸地质问题处理过程中, 笔者得到了以下几点体会和结论:

(1) 水平段 6 号排架地基的处理可有 2 种: 即填

换法与修正设计法。笔者认为前者是较为理想的方法, 即对 1 和 2 号排架的地基采用加宽加深的方法进行处理是合理的;

(2) 左右岸边坡裂隙发育略有区别, 左岸拟用素喷处理, 右岸则需用喷锚或素喷处理;

(3) 泥沙池张裂缝系平移断层错动, 引起 NEE 向陡裂剪胀所形成, 可采用灌浆处理。

## 参考文献:

- 1 张倬元, 王士天, 王兰生, 等. 工程地质分析原理 [M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- 2 冯国栋. 土力学 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1984.

## 作者简介:

周志东(1969 年-), 男, 湖南新化人, 武警水电十四支队副总工程师, 博士, 从事水文地质与工程地质工作;

易 炜(1974 年-), 男, 四川凉山人, 武警水电十四支队政治处干事, 学士, 从事水电工程施工技术工作。

## 作者简介:

冯建明(1961 年-), 男, 重庆合川人, 国家电力公司成都勘测设计研究院成都水利水电建设工程公司高级工程师, 从事水电工程地质、勘探、施工工作。

(上接第 78 页)

系列金刚石钻具及 SM 植物胶钻井液钻进护壁技术, 也是取得良好效果的重要措施。

本文曾得到吴锡贤教授级高工、曾祥光高级钻工的大力支持和帮助, 在此表示感谢。

## 《水电能源科学》(季刊) 征订启事

《水电能源科学》是由国家教育部主管、中国水力发电工程学会和华中科技大学共同主办的学术性刊物——中国水力发电工程学会会刊。刊物面向从事水、电、能源开发与研究的科研、教学、管理人员, 主要刊登有关水、电、能源及其相关学科的新理论、新技术、新方法以及工程应用的新成果。

本刊为大 16 开本, 正文 88 页, 每册定价 6.00 元, 全年 24.00 元。全国各地邮局均可订阅, 邮发代号: 38—111。

编辑部地址: 武汉华中科技大学 邮编: 430074

电话: (027) 87542126 传真: (027) 87543892 E-mail: sdneyhm.t@263.net