

龚嘴水电站大坝 81 m 深倒垂孔的施工经验

徐 键, 吴锡贤

(国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司, 四川 成都 610072)

摘 要: 倒垂孔是大坝监测系统的重要组成部分, 精度要求高。龚嘴大坝倒垂孔, 孔深 81.60 m, 是当时水电系统中施工难度较大的钻孔之一。文中介绍了采用大口径金刚石钻进, 一径到底, 避开复杂纠斜工序的施工工艺, 达到了高精度要求。

关键词: 大坝监测系统; 倒垂孔; 定时测斜; 防斜措施

中图分类号: TV 698.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(1999)03-0031-02

1 前 言

70 年代发展起来的大坝监测技术, 目前已趋成熟和完善。通过各种监测手段, 精确地测定出大坝变形的各种参数, 从而为大坝的安全和维护提供了可靠的依据, 并对勘测设计的准确性进行了反馈和检验。

垂线观测系统是监测大坝和岩体变形的直观手段, 设施各部精度要求较高。安装好一组有使用价值的垂线观测系统, 必须具备相应有效的铅直空间即垂线保护管的有效铅直管径, 为此首先要完成能够埋设相应直径保护管的高垂直度钻孔。

近年来, 新建的水电工程, 均有大坝监测网的设计。早期建成的一批大、中型水电工程也在陆续补设, 因而垂线钻孔工作量逐年增加, 施工技术水平也不断提高。但是已经完成的一批垂线钻孔, 以采用常规的钢粒和合金钻进工艺居多, 由于钻孔孔壁与钻具的环状间隙较大, 孔斜较难控制, 因而不得不加大开孔孔径并采用各种纠斜方法来满足精度要求。

1991 年 10 月, 成都院第二地勘队完成了龚嘴大坝倒垂孔的施工任务。该孔的设计深度为 81.60 m, 保护管直径为 $\varnothing 159$ mm, 要求在管外注浆固管, 因此有效铅直孔径为 190 mm。众所周知, 倒垂孔的施工难度随着孔深和下置保护管直径增大而增加, 龚嘴大坝的倒垂孔对满足孔深和铅直断面的要求, 在水电系统中是少有的。在施工中, 该队学习、消化吸收了兄弟院的先进经验, 采用了金刚石钻进工艺和一套有效的防斜措施, 控制了钻孔的自然歪曲。该孔终孔时, 钻孔的中心偏斜为 3.8 mm, 偏斜率 $< 0.5\%$, 有效铅直孔径 > 190 mm, 保护管的安装精

收稿日期: 1999-06-16

度: 中心偏斜 < 15 mm, 质量优良, 受到了业主的好评。

2 施工中控制倒垂孔孔斜的基本原则

龚嘴电站大坝系高度为 60 m 的混凝土重力坝, 布设于坝顶面上的倒垂孔要穿过混凝土坝体深入基岩 20 m 以上。坝体混凝土结构不均一, 骨料为粒径不等坚硬的火成岩, 且混有粗细不等的钢筋。坝基岩体为中粗粒花岗岩, 节理裂隙较为发育。混凝土强度的各向异性, 坝基岩体的节理裂隙, 都易使回转状态的钻具产生歪斜。为了克服这一不利因素, 有效的控制孔身歪斜, 避免使用复杂的纠斜工具, 简化施工程序, 该队在施工中遵循了如下的基本原则:

(1) 在现有的设备中, 选择稳定性好、精度高、马力大的金刚石钻机, 以承受大口径金刚石钻进过程中的强大扭矩, 减轻和消除由于立轴旷动、偏心而产生的钻具振动与不稳定。

(2) 增加钻杆、钻具的刚度, 提高钻具的加工精度, 采用合理的钻具组合, 以减轻钻杆挠曲, 避免因钻具同心度不高而导致的钻具晃动。

(3) 采用大口径金刚石钻进, 一径到底: 金刚石钻进具有较小的外环间隙, 有利于控制孔身歪斜。选择适宜的孔径, 一径到底, 不仅可简化钻孔结构, 节省材料, 方便测斜, 也有利于安全生产。确定钻孔直径的依据是: 在相应地质条件下采用积极措施后所能达到的孔身自然歪斜率, 以及通过简易手段所能获得的纠斜效果。一般情况下, 孔深在 40 m 以内, 约大于保护管直径 30~50 mm, 钻孔越深, 取值应当适当增大。

(4) 加强管理, 谨慎操作: 倒垂孔施工的专门技术尚待研究开发。目前在采用常规金刚石钻进技术条件下, 只有在各个环节上加强管理, 严格把关, 一丝不苟地遵守操作规程, 把施工全过程纳入标准化

管理的轨道,建立一套切实可行的质量管理体系,搞好“三个环节”管理,针对施工中出现的困难问题,组织QC小组进行攻关,才能满足高精度的造孔要求。

3 防斜的具体方法与措施

防斜是倒垂孔在施工中应注意的中心环节,也是满足“一径到底,形成需要垂直空间”要求的关键所在。它牵涉的内容较多,其中以钻机安装、钻具加工、导向管安装、钻进规程的选用尤为重要。现分别叙述如下:

3.1 钻机安装与校正

该孔选用了精度较高的美制长年-38钻机。钻机安装在200mm×240mm的机台木上。机台木用3根16号的槽钢作压梁,通过事先埋设的锚栓螺杆,将钻机牢牢地固定于坝面。螺杆直径为 $\Phi 16$ mm,每组3根。松开压梁,钻机可以在前、后、左、右4个方向自由移动。使用两架经纬仪交会校测并细心调正立轴廓线的垂直度,使其上、下死点的偏差不得超过1mm。

3.2 孔口导向管安装与开孔钻进

孔口导向管的精心的埋设,是倒垂孔顺利钻进的重要条件,必须控制其中心偏斜在0~3mm。在埋设前,先用大于导向管直径20~25mm的钢粒钻头钻进至埋设深度,将钢粒处理净后下入导向管。由于钢粒钻进的孔径较大,因而具有足够的调节空间,使其获得必要的安装精度。导向管下入后经检测无误后,用水泥将其固结。

开钻前,须重新校对立轴,使其与导向管的中心线重合。在导向管内进行金刚石钻进时,应使用小于导向管内径2mm的导向接头。随着钻孔延伸,逐步加长钻具,使导向接头始终保持在导向管内,以充分利用其导向作用,直至长钻具能正常下入孔内为止。

3.3 钻杆加导正环

将井底以上20m的 $\Phi 89$ 钻杆上,加上数道与钻头直径相同尺寸的导正环,使钻具迥转平稳,以减轻或消除由于钻杆挠曲摆动而产生的孔身歪斜。导正环有两种型式,一种是翼片式导正环,其上镶有保径合金;一种是滚珠轴承导正环,这种导正环钻进阻力小,但结构较复杂,加工费用较高。

3.4 采用较低的钻进进程

采用的金刚石钻头的线速度为1~1.5m/s,相应立轴转速为80~120r/min。为满足润滑减阻要求,采用了浓度为1%SM植物胶无固相冲洗液,在泵量为100~120L/min的情况下,保持1cm/min

的给进速度。这时孔底压力表显示的压力约为15~20kN。钻进时,要细心监视孔内情况,当回次进尺超过0.5m,发现岩心自然断裂时,应及时起钻打捞。

3.5 定时测斜

每钻进1.5m左右,应测定孔斜一次,以掌握孔身歪斜情况。如发现超标,应及时采取措施。例如该孔孔身20m左右,钻孔已向下游方向偏斜25mm,经采用跟踪纠斜方法亦即将立轴向孔斜方向移动,从而产生一个与钻孔偏斜方向相反的作用力来阻止钻具继续偏斜,经采用这一措施后,当钻孔继续延伸到39m左右穿越第一层廊道顶拱时,钻孔中心的偏斜没有增加。证明了在钻杆及钻具刚性较好的情况下和孔深40m以内,使用这一纠斜方法是有效的。

4 保护管安装

保护管安装是倒垂孔施工中的最后一道工序。因为倒垂孔的精度最后要落在保护管的安装质量上,因此必须谨慎从事,一定要做到以下几点:

4.1 安装前,先自上而下每隔1.5m核测钻孔偏斜,再用作图法确定有效铅直断面

方法是:取钻孔不同位置偏斜值较大的一些测点投影到平面上,在余下的平面内作圆,即为有效铅直断面,然后即可确定保护管的中心座标和注浆管的安装位置。

4.2 所用管材应满足出厂技术要求

加工前应严格检验其弯曲率应小于0.2‰~0.3‰,歪曲、锈蚀严重的不能使用。为保证不同轴度小于0.25mm,台阶端面与轴线的不垂直度应小于0.10mm的精度要求,应采用公母螺纹连接,加工时应使用千分表在管床车头的另一端已加工好的丝扣部位,校正其径向跳动,务使其在允许公差范围内。

4.3 使用定位扶正环

实际情况表明:经过严格挑选和细心加工,使用扶正环仍然是必要的,机组人员曾将保护管在位于坝面上的大型门式起重机轨道上(轨道的高度误差<2mm)整体连接或悬吊在孔内,其中心误差均超过30mm,不能满足要求。因此保护管安装必须遵守以下几点:

(1)将保护管在坝面上整体连接起来,用经纬仪测量其整体及各部偏差,然后按圆周四等分划4根廊线,并将管子编号作为安装顺序。

(下转第36页)

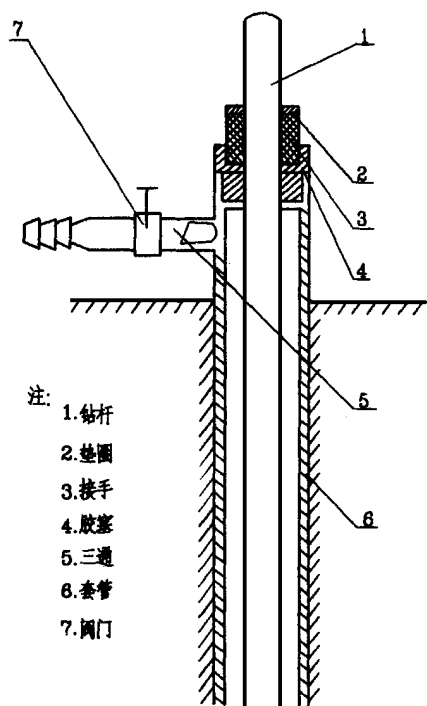


图 2 特大承压水治理的孔口设施

- (3) 调节闸阀使水量小于 50 L /m in;
 - (4) 泵送加重泥浆, 直至返出浓浆;
 - (5) 立轴油缸卸荷进行正常钻进。
- X₂₈号孔巨大的承压水就是采用这种办法得到

(上接第 32 页)

(2) 根据管身各部的弯曲情况, 确定扶正环的设置位置(一般设置在管身的弯曲点上), 其间距为 8 ~ 15 m; 根据不同位置的钻孔平面与确定的保护管安装中心, 用图解法确定相应位置的扶正环的方位尺寸。

(3) 按顺序安装保护管, 按照确定的尺寸, 在相应位置焊接扶正环。

(4) 用 0.5 : 1 的水泥浆加上 3% 的氯化钙促

控制的, 该孔遇到这股承压水出水点在 78 m 时, 实测涌水量 450 L /m in, 高出孔口的水头压力为 392.3 kPa, 未采用此方法前, 浪费了重晶石及其他材料数十吨, 误工 28 d。

6 结束语

采用小口径金刚石单孔钻进卵砾石覆盖层 420 m, 质量达到优等的成功经验, 在于正确地选用冲洗液、金刚石钻头, 合理地确定钻具结构参数。实践证明 SM-KHM 低固相泥浆, 较之 SM 植物胶无固相冲洗液更能适应水敏性强, 含壤土的卵砾石层的钻进。它具有较好的护壁、护心性能和润滑减阻作用。武汉地院生产的 DF 高低齿钻头, 对该类地层适应性较好, 钻进效率高, 但耐磨性较差。双管钻具内、外管的轴间间隙应根据地层特点灵活调节, 才能保证正常钻进并获得较好的取芯效果。在重泥浆中已采用金刚石单管钻进, 获得了较高的钻进效率。

作者简介:

徐 键, 男, 国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司, 工程师

吴锡贤, 男, 国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司, 教授级高级工程师

凝, 灌注底部的一根套管(长约 4 m), 候凝 24 h 后校测偏斜情况。如无异常, 则可进行最后注浆固管作业。上述作业所以分两步进行, 主要是防止注浆时导管上浮及出现意外情况时便于处理。

作者简介:

徐 键, 男, 国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司, 工程师

吴锡贤, 男, 国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司, 教授级高级工程师

水利工程质量事故分类标准表

损 失 情 况	事 故 类 别			
	特大质量事故	重大质量事故	较大质量事故	一般质量事故
事故处理所需的物资、器材和设备、人工等直接损失费用(人民币万元)	大体积混凝土、金结制作和机电安装工程 > 3000	> 500, 3000	> 100, 500	> 20, 100
	土石方工程、混凝土薄壁工程	> 100, 1000	> 30, 100	> 10, 30
事故处理所需合理工期月	> 6	> 3, 6	> 1, 3	1
事故处理后对工程功能和寿命影响	影响工程正常使用, 需限制条件	不影响正常使用, 但对工程寿命有较大影响	不影响正常使用, 但对工程寿命有一定影响	不影响正常使用和工程寿命

注: 1. 直接经济损失费用为必需条件, 其余两项主要适用于大中型工程; 2. 小于一般质量事故的质量问题称为质量缺陷; 3. 源于水利部 1999 年第 9 号令《水利工程质量事故处理暂行规定》。

本刊记者 李燕辉