

丰蓄电站下水库进出水口钻孔方式对比分析

王建辉

浙江华东工程咨询有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 河北丰宁抽水蓄能电站下水库进出水口加强支护施工具有地质条件差、工期紧张、安全风险高等特点, 鉴于下水库进出水口严峻的工期形势及边坡裂缝带来的安全隐患, 加快施工进度为当务之急, 为确保工程安全、质量、进度, 需要选择适合上述地质情况下支护钻孔处理方式, 就三种处理方式: 自进式锚杆、固壁灌浆、偏心钻跟管工艺, 进行技术、经济问题对比分析, 经验证采用偏心钻跟管工艺成孔的方案即可解决土质边坡成孔困难的问题。

关键词: 钻孔方式; 自进式锚杆; 固壁灌浆; 偏心钻跟管工艺

Comparative analysis of drilling methods for inlet and outlet of lower reservoir in Fengxu Power Station

Jianhui Wang

Zhejiang East China Engineering Consulting Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract: The reinforced support construction at the inlet and outlet of the lower reservoir of Hebei Fengning pumped storage power station has the characteristics of poor geological conditions, tight construction period, and high safety risks. Given the severe construction period situation at the inlet and outlet of the lower reservoir and the potential safety hazards caused by slope cracks, it is urgent to speed up the construction progress. To ensure the safety, quality, and progress of the project, it is necessary to select the support drilling treatment method suitable for the above geological conditions. The technical and economic problems of three treatment methods: self-propelled anchor rod, solid wall grouting, and eccentric drilling and pipe following technology are compared and analyzed. It is verified that the problem of difficult hole forming of soil slope can be solved by using the eccentric drilling and pipe following technology.

Keywords: drilling method; Self propelled anchor rod; Wall consolidation grouting; Eccentric drilling and pipe following process

1 概况

丰宁抽水蓄能电站位于河北省丰宁满族自治县境内, 本工程装机容量3600MW, 具有周调性能, 为一等工程, 大(1)型规模。工程分两期开发建设, 每期装机容量均为1800MW、装机6台, 单机容量300MW, 其中二期工程安装两台单机300MW的变速机组。在京津及冀北电网系统中承担调峰、填谷、调频、调相和事故备用的任务。

2 工程背景

2.1 下水库二期进出水口左侧土质边坡及下水库一二期进出水口连接段2号道路以下土坡支护工程均为设计在原边坡开挖后根据地质情况新增施工项目。^[1]根据设计图纸来看, 上述两个部位主要设计: 节点锚杆、节点锚索、节点锚筋桩及网格梁的加强支护形式, 由于施工边坡覆盖层深厚(根据图纸示意, 最大可达8m), 且需

穿过强风化层, 故在钻孔过程中多次出现卡钻、塌孔、埋钻、钻具损坏等孔内事故。

2.2 根据现场实际情况对土层地质情况和钻孔过程中出现的塌孔、无法成孔的事件进行了现场确认, 并提出先沿着边坡由底向上打几个探孔, 通过探孔了解该边坡的土层厚度, 探孔情况见附表1-1。

2.3 为确保工程质量, 保证施工进度, 如何选择适合上述地质情况下支护钻孔处理方式? 现就以上三种处理措施进行技术、经济问题对比分析。

3 施工工艺原理及优缺点

3.1 自进式锚杆

3.1.1 工艺原理

将钻头与锚杆一端连接, 自进式锚杆另一端连接上钎套、钎尾后再与手持式钻机连接好。自进式锚杆按设计的深度开始钻进, 锚杆如需加长, 自进式锚杆可用连



表 1-1 实际钻孔情况

高程	孔号	跟管情况
EL1038.50m	TK-1	跟管进尺 12 根 (单根跟管长度 104cm), 孔口为黄黑色碎石土粉末, 钻进至 25.5m-26m 孔口开始返回均质细腻白色岩粉, 30m 后持续均匀返灰, 25m 之前返灰不持续, 且为大颗粒体参夹黄红色沙粒 (可初步判断该段岩体存在风化较为破碎)。
EL1046.00m	TK-2	跟管进尺 11 根 (单根跟管长度 104cm), 孔口为黄黑色碎石土粉末, 钻进至 25m 孔口开始返回均质细腻白色岩粉, 约在 28.5m 后持续均匀返灰, 25m 之前返灰不持续, 且为大颗粒体参夹黄红色沙粒 (可初步判断该段岩体存在风化较为破碎)。
EL1049.50m	TK-3	跟管进尺 11 根 (单根跟管长度 104cm), 孔口为黄黑色碎石土粉末, 钻进至 18m-19m 孔口开始返回均质细腻白色岩粉, 此之前钻孔有卡钻现象且孔口返灰为黄红色沙粒参夹大颗粒体, 从 EL.1049.5 往上 25m 锚索锚固段可满足要求。
EL1066.00m	TK-4	跟管进尺 4 根 (单根跟管长度 104cm), 孔口为黄黑色碎石土粉末即为覆盖层, 在钻进至 16m 之前有卡钻现象, 返灰不连续, 孔口为黄色沙粒少量大颗粒体, 16m 之后钻孔顺利且返灰持续均匀。

接套进行连接, 然后钻进。

卸下钻机, 将止浆塞套进杆体, 并将其塞入孔内, 准备注浆。

将注浆接头与锚杆尾端连接, 注浆接头另一端与注浆机连接。

开动注浆机注浆, 待注浆饱满且压力达到设计值 (一般不超过 1MPa, 根据试验确定) 时关机。

3.2 优缺点

优点: 自进式中空锚杆是一种集造孔、注浆功能为一体的锚杆, 适用于地质条件差、易塌孔的地段, 采用这种锚杆可避免因塌孔而导致的锚杆安装困难。其优点主要如下:

3.2.1 自进式中空锚杆既是钻杆又是注浆管, 真正实现了自钻式锚杆钻孔、注浆、锚固等功能的统一。

3.2.2 自进式中空锚杆前有穿透力强的钻头, 在一般凿岩机械的作用下, 可以轻易穿透各类岩石。

3.2.3 具有连续的国际标准波形螺纹, 可以作为钻杆配合钻头完成钻孔成锚孔。

3.2.4 钻杆的锚杆体无需拔出, 其中空可作为注浆通

道, 从里至外进行注浆。

缺点: 在破碎岩体中采用自进式中空锚杆, 由于塌孔的原因, 注浆浆液常被堵在锚杆头部, 杆体全长几乎没有浆液, 绝大部分自进式可注浆锚杆成为端头锚, 无法保证施工质量。

3.3 固壁灌浆施工

3.3.1 工艺原理

锚索或锚杆钻进至特殊段 (渗水、塌孔段) 即退出钻杆, 进行固壁灌浆。固壁灌浆一般采用孔口封闭法, 灌浆材料采用 P.O.42.5 普通硅酸盐水泥, 灌浆压力不大于 0.3MPa, 灌浆水灰比 0.5: 1, 当孔口排出的浆液与注入的浆液比重相同时, 即可开始屏浆, 屏浆压力 0.3-0.4MPa, 屏浆时间为 20-30min。

灌浆结束后需待凝 24h (根据实际情况调整), 重新扫孔复钻, 如遇特殊段即再次进行固壁灌浆, 以此直至钻至达到设计孔深。

3.4 优缺点

优点: 采用固壁灌浆法, 可较为有效的解决成孔问题, 经固壁处理后, 围岩破碎、断层等不良地质情况可得到一定程度的加固。

缺点: 当破碎岩体内架空现象较为严重时, 固壁灌浆难以控制浆液流向, 结果往往造成灌入孔内的浆液较多但固壁效果不明显, 有时固壁一段需反复进行数次灌注, 并且钻进十分困难, 每次固壁孔段有效长度仅有 1-2m, 需待凝至少 24h 后扫孔复钻, 施工进度缓慢。固壁灌浆水泥消耗量大, 成本较高。

3.5 偏心跟管成孔

3.5.1 工艺原理

钻进过程中, 通过冲击器的震动冲击作用, 带动偏心钻具进行钻孔, 钻进时由于离心力及摩擦力的作用, 偏心轮朝外偏出从而达到扩大孔径的目的, 再通过冲击力带动套管跟进, 钻孔产生的岩粉通过稳杆器上的键槽吹出孔外, 钻孔结束后, 通过反转, 使偏心轮收缩, 拔出钻杆, 将套管留在孔内护壁而成孔注浆时, 使用拔管器, 边注浆边拔管, 直至套管全部拔出。

3.5.2 优缺点

优点: 工艺成熟, 成孔速度快, 施工效率较高, 成孔质量优良。

缺点: 钻孔成本增加较多。

4 对比分析

4.1 规范要求

4.1.1 自进式锚杆

《水电水利工程锚喷支护施工规范》(DL/T 5181-2017) 中“3.5.3 自钻式注浆锚杆施工的有关规定”第 3 条: 自钻式注浆锚杆应慎重使用, 由于破碎岩石中易塌

孔等原因,这类锚杆的注浆往往无法全长饱满而形成端头锚^[2]。

《水电水利工程锚喷支护施工规范》(DL/T 5181-2017)中“条文说明3.5.3”:自钻式锚杆是一种集造孔、注浆功能为一体的锚杆,适用于地质条件差、易于坍塌地段。这种锚杆的杆体前端带有钻头,造孔后不再拔出,利用杆体空腔注浆,浆液自孔底向孔口返回浆液。其实这是一种理论上达到理想主义的锚杆。实践证明,在造孔过程中,整个锚杆孔都存在塌孔现象,因此,在注浆过程中由于塌孔的原因,使浆液无法返回到孔口,往往只能在锚杆头端部充满浆液,而整个杆体内仍是空腔和未胶结的碎渣,所以实际上是一种端头锚固形锚杆,这正是松散、破碎围岩中不宜使用的锚杆,因此自钻式锚杆要慎用。

4.1.2 固壁及跟管成孔

《水电水利工程预应力锚索施工规范》(DL/T 5083-2019)中“5.2.3采用钻孔法钻凿预应力锚固孔道时应遵守下列规定”第4条:钻孔过程中遇岩体破碎或地下水使钻进受阻时,宜采用固结灌浆或其他护壁堵漏与止水措施^[3]。固结灌浆施工宜按照《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T 5148-2021)的有关规定执行,扫孔作业宜在灌浆后1d~3d进行^[4]。

《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086-2015)中“8.4边坡锚固工程施工”:8.4.9对严重破碎、易塌孔或存在空腔、洞穴的地层中钻孔,可先进行预灌浆处理,或采用跟管钻进成孔。

4.2 对比分析

通过上述工艺及优缺点比较,自进式锚杆、固壁灌浆、跟管成孔三种工艺施工质量、效率和成本分析对比见表2-1。

表2-1 技术经济对比分析

工艺类型	使用范围	应用效果	施工质量	对工期的影响	投资
自进式锚杆	岩层破碎的浅层支护	可在地质条件差、难以钻进的地段,实现成孔、注浆、锚固的功能统一	注浆浆液经常存在于锚杆头部,无法保证锚杆全长浆液包裹,施工质量无法保证,且规范规定在破碎岩体中应慎重采用自进式锚杆	在破碎岩体中可提高施工效率	较砂浆锚杆高
固壁灌浆	岩体破碎或地下水渗漏严重,造成钻进受阻的地段	可较为有效的解决不良地质段的成孔困难问题	岩层破碎时,难以控制浆液流动方向,造成反复的复灌、扫孔现象,成孔质量也无法保证	效率低下,无法满足工期要求,反复待凝造成资源闲置。	综合水泥消耗增加及资源闲置,预估增加费用500万元
偏心钻跟管工艺	覆盖层深厚,岩性软弱,孔壁易坍塌的地质条件下	采用跟管工艺,可最大程度上保证钻孔的一次成功率	跟管护壁,成孔质量好	效率高,可以满足下水库进出水口支护工期要求	预估增加费用700万元

4.3 建议

下水库进出水口加强支护施工具有地质条件差、工期紧张、安全风险高等特点,根据规范要求,自进式锚杆因其无法保证施工质量,不建议采用,且设计也未采用此方案;固壁灌浆虽然可以解决岩层破碎条件下的成孔困难问题,但需反复灌注、待凝、扫孔复钻,效率低下,无法满足下水库进出水口支护工期要求,且该工艺不适用于深厚覆盖层的地质条件;偏心钻跟管工艺适用于下水库一二期连接段2#路以下边坡及下水库二期进出水口左侧土质边坡覆盖层深厚的地质条件,且该工艺成孔质量好、施工效率高,可以满足下水库进出水口支护工期要求,虽然增加了投资,但鉴于下水库进出水口严峻的工期形势及边坡裂缝带来的安全隐患,加快施工进度为当务之急,建议采用偏心钻跟管工艺成孔的方案。

5 结束语

丰宁抽水蓄能电站下水库一二期连接段2#路以下边坡及下水库二期进出水口左侧土质边坡在钻孔过程中成

功应用偏心钻跟管工艺,有效解决了在土质边坡钻孔过程中出现卡钻、塌孔、埋钻、钻具损坏等孔内事故,最大程度上保证钻孔的一次成功率,并且跟管护壁成孔质量好、效率高,满足下水库进出水口支护安全、质量、进度工作要求。为后续抽水蓄能电站在遇到土质边坡覆盖层深厚、岩性软弱孔壁易坍塌时,采用偏心钻跟管工艺提供了宝贵经验。

参考文献:

- [1]《一、二期工程下水库进/出水口之间2号道路以下土坡防护布置图》、《二期工程下水库进/出水口左侧土质边坡加强支护布置图》
- [2]《水电水利工程锚喷支护施工规范》(DL/T 5181-2017)
- [3]《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T 5148-2021)
- [4]《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086-2015)