

# 水利水电勘察的技术支持及施工保障研究

## ---以隧洞开挖支护工程为例

晏廷涛

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司地质工程分公司

DOI:10.12238/hwr.v7i2.4718

**[摘要]** 随着科学技术的不断发展,我国水利水电工程领域的相关技术也随之革新,致使隧洞开挖支护的施工质量要求也日益提高,其技术手段与施工结构也变得更加复杂多变。在水利工程当中,隧洞的开挖支护施工技术是保障水利工程质量的关键因素,所以如何提高隧洞开挖支护施工技术的水平成为了水利工程建设重点课题<sup>[1]</sup>。本文将重点研究隧洞在开挖支护阶段,通过相应的勘察技术支持与保障下进行施工研究。

**[关键词]** 水利水电勘察; 隧洞; 开挖支护

**中图分类号:** TV543+.3 **文献标识码:** A

### Research on Technical Support and Construction Guarantee for Water Resources and Hydropower Survey

---Taking Tunnel Excavation Support Engineering as an Example

Tingtao Yan

Geological Engineering Branch of Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd

**[Abstract]** With the continuous development of science and technology, the related technologies in the field of water conservancy and hydropower engineering in China have also been innovated, resulting in increasing requirements for the construction quality of tunnel excavation and support, and its technical means and construction structure have become more complex and variable. In water conservancy engineering, the excavation and support construction technology of tunnels is a key factor to ensure the quality of water conservancy projects. Therefore, how to improve the level of tunnel excavation and support construction technology has become a key topic in water conservancy engineering construction<sup>[1]</sup>. This article will focus on the study of tunnel construction during the excavation and support stage, supported and guaranteed by corresponding survey technology.

**[Key words]** water conservancy and hydropower survey; tunnel; excavation and support

#### 前言

水利水电工程作为我国重要的产业之一,目前其发展情况已初具规模,这不仅得益于我国科学技术水平的显著提高,跃升为世界前沿,更是该领域的科研人员与深入施工现场的工作人员不断积累经验,革新现有技术手段的不断努力而来,如今我国针对不良地质段的技术手段也相对完善。

#### 1 工程概况

某引水隧洞某支洞,近东西向布置,隧洞埋深190~238m,线路(SD35+995~SD40+495)全长4500m。根据地形地质,为缓解下游TBM掘进工期压力,本段洞室上下游共两个工作面采取全断面

钻爆法接应。(图1)

#### 2 水利水电勘察及相关是施工策略

水利水电工程是一个规模庞大的系统性工程,如果操作不当不仅会影响当地居民的生活,甚至让当地的生态环境遭到破坏,因而地质勘察工作是不必可省的环节之一。要利用好地质勘察工作的重要环节,首当其冲就是及时调整当下的施工计划,根据具体情况或临时勘探到的情况,选择不同的技术支持。另一方面也要及时交流学习,查找借鉴相关的施工经验,注重国内的技术研发,也要注重引进国外的先进技术手段,为勘探工作奠定坚实的技术支持,能够更好地预测在施工过程中随时可能出现

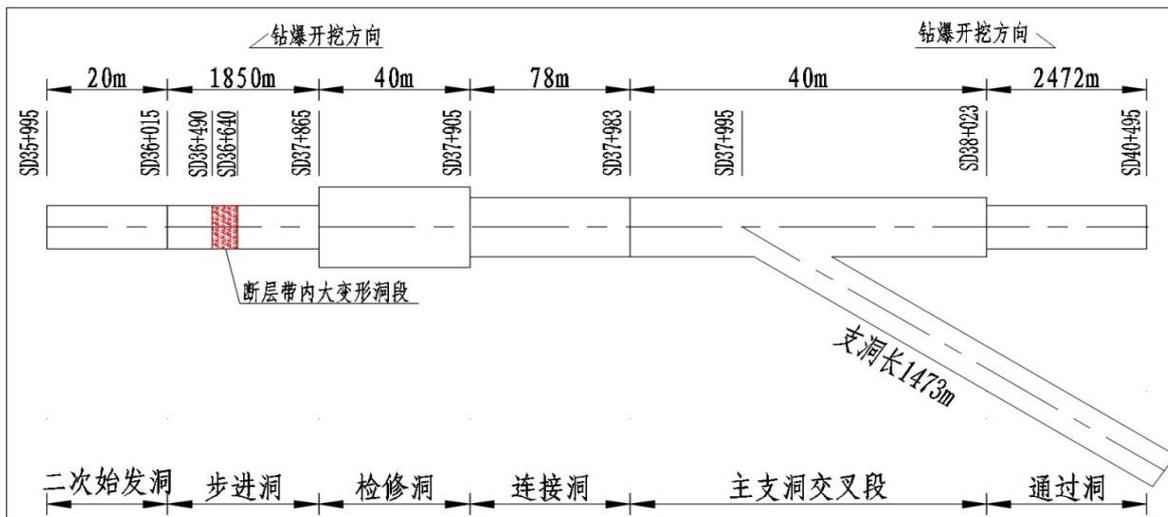


图 1 钻爆法施工平面示意图

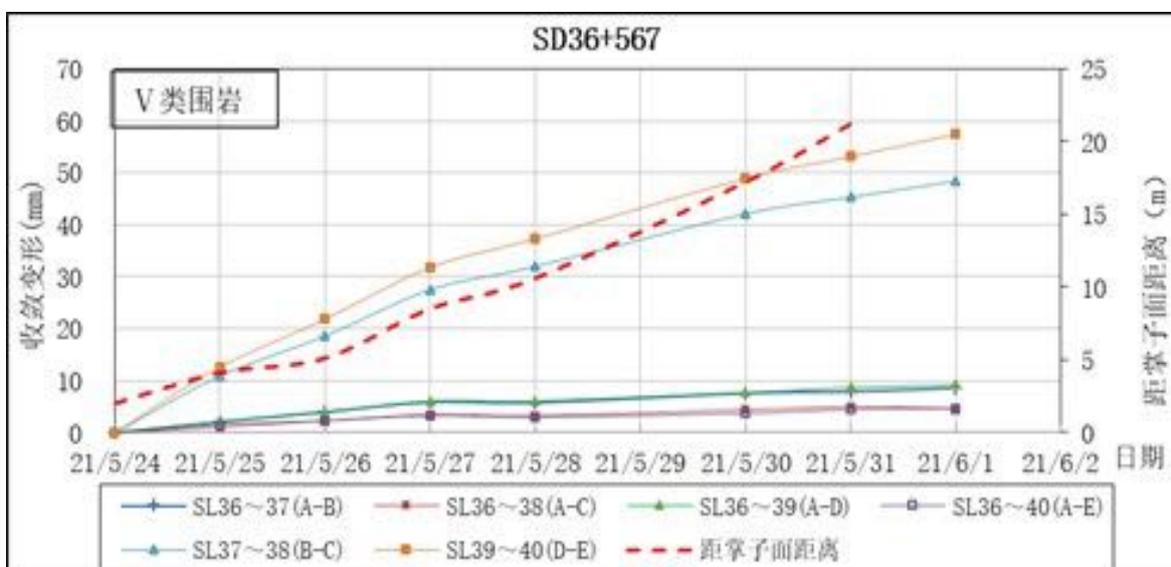


图 2 桩号 SD36+567 收敛监测过程图

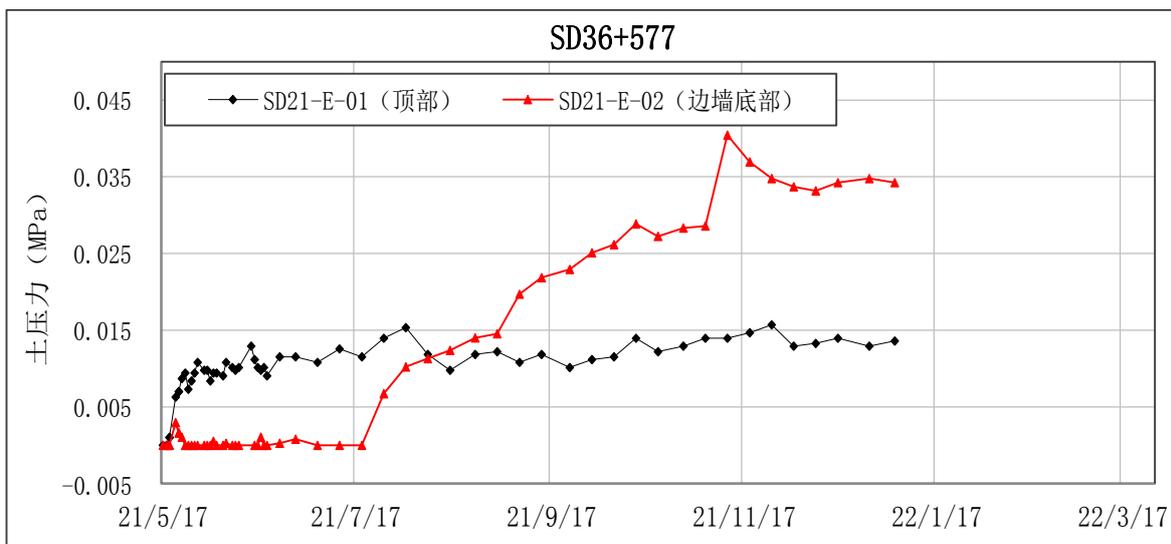


图 3 SD36+577 断面土压力监测成果过程线

问题,及时采用最适合的技术手段,在多种高新技术手段,提升勘察数据的准确性<sup>[2]</sup>。此外,隧洞施工团队还要注重提升个人的能力水平,加强自身的专业技能,不断在施工过程中积累自己的经验,能够不断更新技术手段,为地质勘察工作保驾护航。当然,在国家层面,也少不了科研资金的支持,为水利水电工程的科研工作提供支撑,促进我国相关技术的升级改造<sup>[3]</sup>。勘察地质特征,能够针对性选择施工手段,尤其是当隧洞岩性较为复杂,既有较软岩,又有中硬岩,更应加大勘察力度,以备后续工作开展。

### 3 全断面钻爆法分析

全断面钻爆法适用于坚固、稳定特性的围岩状态。使用钻爆法作为施工构成重大技术手段,使开挖的隧洞断面逐渐扩大,直至达到施工要求,迄今为止,这种方法已经是国内外受欢迎的施工手段之一。钻爆法需要在施工的过程当中使用到装碴设施来进行装碴,在保障支护的基础上,采用的机械设备多为中小型,在施工过程中需要将衬砌和围岩视为开挖的整体<sup>[4]</sup>。

### 4 地质条件

隧洞岩性主要为石炭系下统凝灰质砂岩局部夹泥质、炭质粉砂岩。中硬-较软岩多有混杂,其中发育一条次级断层,属压扭性断层,破碎带宽154m,带内充填挤压碎裂岩、断层角砾岩及石英细脉,破碎带内裂隙密集带发育,沿裂面多伴有滴渗水、线状流水<sup>[5]</sup>,岩性软弱,裂隙发育,风化程度严重,稳定性差,根据地质条件和勘探的实际情况判断施工计划和方向。

软弱围岩有其独特的形成条件,一般在软弱、破碎、富水等不良条件下的形成。这些围岩级别基本上为V、VI。按照工程岩体的标准分析来看,软弱围岩的单轴饱和与抗压强度明显低于30MPa,最为明显的特质就是软弱、结构破碎、承载力不高,在施工过程中如果突发软弱围岩大断面问题,不仅会影响施工进度,还会增加工作人员的人身安全。另外,能够明显区别于普通围岩的表现就是具有强度较低、稳定性较差等特征,对隧道工程的施工建设有着不利的影响。此类岩石结构破碎现象明显,缺乏粘结力<sup>[6]</sup>,因此在施工过程中,其稳定性差的特性极易导致坍塌冒顶的状况突发,增加施工的难度。

### 5 开挖支护施工的注意事项

而对于施工过程中如若遇到软弱围岩段,开挖与支护是保障工程顺利进行的关键性技术之一,为了既保证施工按照计划顺利进行,又要保证施工人员的安全生产问题,必须严格把控施工过程总的每一环节,仔细推敲施工过程的初步计划,规范开展施工流程,具体要从以下几个方面进行:软弱围岩不稳定,所以应针对性选择开挖技术,避免在施工过程中造成围岩状态,进而影响围岩强度影响施工进度;设置施工监测节点,便于时刻监控了解状况,同时根据现状做出相应调整,保证施工进度;加强施工质量和安全管理,动态监测支护施工,注意观测重点部位的支护作业的情况,避免出现坍塌事故<sup>[7]</sup>。

### 6 现场情况及原因分析

2021年6月1日隧洞上游段,安全员发现了一道在右侧的顶拱处的裂缝,个别地方时常监测到轻微响动,这重现象是坍塌风

险的预警表现。根据现场突发情况随即做出相应调整,综合考量后,立即停止施工作业,并进行第二次全面的情况排查,发现掌子面后方初期支护段发生急剧变形,监测设备上显示的数据异常。

根据监测到的数据结果如图2所示:

根据收集整理数据及勘探情况:本段处断层破碎带,隧洞岩体结构松散,岩石质地较软,岩层揉皱强烈,严重风化,极为不稳定性,多有泥质充填物,时有渗水或线状流水等现象出现,开挖后岩体卸荷失稳,造成多处塌方,并在初次支护后,对塌腔回填不密实,未能尽快形成封闭结构是造成此次洞室大变形的主要原因<sup>[8]</sup>。其施工也要根据地质条件和现场实际情况进行处理。

### 7 施工措施

#### 7.1 总体方案

针对不同类型施工特质采用不同的开挖及支护方案。通过专业物理探测仪器收集到的勘探数据,分析得出掌子面前方50m仍为断层破碎带,面对这样的施工情况,需及时处理隧洞变形及后续施工方式为,完善改进施工措施,采用超前支护措施,开挖时遵循“弱爆破、早封闭、强支护、勤测量、”的原则施工<sup>[9]</sup>,以减少施工对围岩整体状态的影响。

#### 7.2 超前支护

洞段全断面范围内布置热扎小导管,前端形状为尖楔状,将导管顶入洞段的岩壁内,然后再向围岩空隙内注浆,等待结固后,稳定全断面状态。在施工中严格按照“快封闭、勤量测、严制水”的原则,不断优化开挖、支护方案,在保证安全、质量的前提下,加快了施工进度<sup>[10]</sup>。

### 8 综合检测

至6月2日晚,该段的隧洞施工项目已完成加固作业,然后为了不影响现场状况的形势严重性加剧,因此,随即进行二次衬砌,同时必须进行全程监测,截至次年三月,综合监测如下:

#### 8.1 钢板应力计监测成果

该断面目前监测应力均为压应力。2022年3月3日监测应力在-422.5MPa~-21.3MPa之间,与2022年2月24日比较,变化量在-1.3MPa~-0.9MPa之间。

#### 8.2 土压力计监测成果

从以上监测成果可见:3月3日实测顶拱及左侧底部边墙土压力计值分别为0.0000MPa和0.0356MPa,较上次观测土的压力变化量较小。

#### 8.3 成果分析

根据以上的数据结果显示,隧洞变形未发生侵入界限的情况,拱顶最大累计沉降量为90.4mm,根据显示的数据结果绘制成的曲线图相对平稳,隧洞变形破损情况较轻。连续监测几天后,情况亦未有较大突变情况发生,据此得出通过对变形监测加强操作,能够在第一时间监测到建筑物的发生的变化,然后对于变化进行研究,判断出变形的严重程度,及时综合分析解决措施,以免造成坍塌等事故发生,影响工程施工进度,能够更好:确保施工和建筑物的安全。

## 9 水利水电勘探技术的现状与发展

水利水电的勘探技术随着科学技术的不断壮大发展至今,已经有了显著的成就,尤其是作为水利水电工程的先行军——勘探技术,更在不断地发展和进步。水利水电工程的建设离不开我国经济发展的基础支持,在国家政策扶持下,科研人员全心钻研相关技术发展,一方面在我国已有的科技水平中学习,另一方面紧跟时代步伐努力学习借鉴国外先进技术,充实完善技术手段,同时也在工作中积累实践经验,在遇到的各种突发状况中不断丰富应对措施。

### 9.1 水利水电工程勘察的现状

目前,我国水利水电工程存在的首要难题就是复杂多变的地质问题,性质不一的基岩、活跃的地质构造、渠道难测的地下河道以及起伏不定的地形地势,都为施工带来艰巨的条件和阻碍,如果盲目的、未经勘探就建设水利水电工程,不仅会降低工程质量,使质量达不到标准,甚至会埋下重大的安全隐患,乃至造成重大的安全事故发生。另一方面,经验主义之风盛行,尤其是经验丰富的施工人员更倾向于信任自己的经验积累,对于常规的简易操作经常性忽略,勘察态度不认真,甚至会直接省掉这一环节,勘察工作往往难以达到其真正效用。

### 9.2 水利水电勘察技术的发展方向

随着大数据时代的发展,科学技术领域更是飞速前进,水利水电勘察技术已渐渐脱离于人工勘探,取而代之的是信息化、数字化的专业勘探设备,在计算机技术与测绘技术等融合下,完善了采集地质信息的模式,增强了监测的科学性,也增强了数据的准确性,也能借助专业计算机技术自动进行相应的处理与分析,高度共享数据结果,使信息资料完备保存,更方便后续使用调度。同时,也应该加强专业人员的专业能力提升,尤其是对于新型的勘探技术而言,需第一时间掌握并进修学习,以致于能够灵活运用新的勘探技术,尤其是对于基础的施工人员也要进行培训,做好施工的基础性工作,在二者的协作下,共同做好水利水电工程施工的保障工作,制定详尽规范的施工流程;更能够在每一进程下实时监控,确保及时发现问题并第一时间进行调整,为顺利施工保驾护航。

## 10 结语

通过运用全断面钻爆法进行不良地质段的工程施工,地质勘察技术了解工程的地质情况,根据不同地质条件制定具有针对性的施工计划,避免在哪施工过程中遇到突发且不可控的情况,耽误施工进度,也会影响安全系数,尤其是如果出现坍塌状况,后果将耗费更多的精力去弥补。本文按照隧洞不良地质段的特性,做好前期准备工作,规划好施工流程,及时有效的解决隧洞围岩变形的问题,使整个施工进程顺利进行下去,并以此为引,分析水利水电工程当下的现状及发展,望水利水电工程能够在未来克服困难,更高效的完成工程。

### 【参考文献】

- [1]刘榴.分析水利工程引水隧洞开挖支护施工技术[J].科技创新导报,2018,15(10):31-32.
- [2]胡少翔.水利水电工程移民档案管理研究[D].华北水利水电大学,2020.
- [3]王立玲.水利水电工程地质勘察及相关施工探讨[J].科技资讯,2021,19(36):40-42.
- [4]韩锦义,张喜锋,张红霞.全断面钻爆法在洞室开挖中的应用[J].内蒙古水利,2010,(02):110-112
- [5]杨金平,杨丁.V类围岩隧洞开挖超前支护施工技术[J].黑龙江科技信息,2012,(11):253-254.
- [6]沈建章,陈效.软弱围岩大断面隧道开挖支护施工技术的应用探讨[J].江西建材,2022,(08):149-150+153.
- [7]陈航.软弱围岩隧道开挖及支护施工技术[J].四川建材,2021,47(11):90+98.
- [8]苏继超,武俊琦,李媛.上软下硬地层某隧道塌腔处理技术[J].工程技术研究,2021,6(03):84-85.
- [9]李祥俊,熊政,王梅.水工隧洞不稳定围岩开挖支护研究及对策[J].中国水运(下半月),2008,(10):157-158.
- [10]袁媛.多元地质结构隧洞开挖及支护施工技术[J].水科学与工程技术,2015,(05):63-65.

### 作者简介:

晏廷涛(1992--),男,汉族,云南省宣威市人,大学本科,助理工程师,研究方向:水利水电。