

# 偏压浅埋双连拱隧道施工技术研究

杨攀宝

中铁一局集团第四工程有限公司 陕西 西安 710000

**摘要:** 隧道施工是公路建设中的重要组成部分,其施工质量的好坏对整个公路建设起着至关重要的作用。隧道施工存在工期长、地质条件变化大、施工难度大、施工风险高等特点,进洞的施工方法及加固措施尤为重要。为了确保隧道施工过程和后续运营的安全,论文通过对偏压浅埋双连拱隧道施工技术中的问题深刻探讨和分析,总结出提高隧道洞口围岩整体性能的进洞施工技术措施,为公路隧道建设施工技术提供一些可行性思路。

**关键词:** 偏压;浅埋;双连拱隧道;施工技术;隧道工程

## 引言

随着国家基础设施建设的不断推进,隧道工程作为交通建设的重要组成部分,其施工技术的研究与应用日益受到关注。双连拱隧道作为一种特殊的隧道结构形式,具有结构稳定、空间利用率高等优点,在山区、丘陵等复杂地质条件下具有广泛的应用。然而,在偏压浅埋地质条件下,双连拱隧道的施工面临着诸多挑战,如地质条件复杂、荷载分布不均、施工难度大等。因此,研究偏压浅埋双连拱隧道施工技术具有重要的实践意义和理论价值。

### 1 偏压浅埋双连拱隧道施工技术的作用

#### 1.1 有效应对复杂地质条件

在山区、丘陵等地质条件复杂的地区,隧道施工往往面临着偏压、浅埋等不利因素的制约。偏压浅埋双连拱隧道施工技术通过合理的结构设计和施工措施,能够充分利用地质条件的特点,避免或减小不利因素对隧道施工的影响<sup>[1]</sup>。该技术可以通过优化隧道开挖顺序和支护措施,确保隧道在偏压和浅埋条件下的稳定性,减少坍塌、冒顶等安全事故的发生。该技术还能够根据地质勘察和数值模拟的结果,制定针对性的施工方案,确保施工过程中的安全性和稳定性。

#### 1.2 提升隧道施工的效率

传统的隧道施工方法在面对复杂地质条件时,往往需要采取更为谨慎和保守的施工措施,导致施工进度缓慢,效率低下。而偏压浅埋双连拱隧道施工技术通过科学合理的结构设计和先进的施工设备,能够实现对隧道施工的高效推进。该技术通过优化开挖和支护工序,减少施工过程中的时间浪费和人力成本。

#### 1.3 提升隧道施工的质量

隧道施工的质量直接关系到工程的安全性和使用寿命。偏压浅埋双连拱隧道施工技术通过精细化的施工管

理和严格的质量控制措施,能够确保隧道施工的质量达到设计要求。在施工过程中,该技术要求施工人员严格按照施工规范和操作流程进行施工,确保每个环节的施工质量都符合标准。

### 2 偏压浅埋双连拱隧道施工中的问题

(1) 地质条件问题。由于隧道穿越的地层可能存在软弱土、岩层破碎等不良地质情况,这会导致隧道围岩稳定性差,容易出现变形和塌方等风险。而且,地下水位的高低和分布情况也会对隧道施工产生重要影响,高水位和丰富的地下水可能导致隧道渗漏和涌砂等问题。

(2) 隧道结构设计问题。偏压浅埋双连拱隧道由于结构特殊,受力复杂,因此在设计时需要充分考虑各种荷载作用下的稳定性<sup>[2]</sup>。同样,结构的合理性和优化也是影响施工进度和质量的重要因素。为了解决结构设计中的问题,设计师需要深入了解隧道所处的地质环境和施工条件,采用先进的计算方法和分析手段对隧道结构进行精确计算和分析。

(3) 施工工艺的选择和实施问题。由于隧道施工涉及多个工序和环节,如开挖、支护、衬砌等,每个工序的施工质量和进度都会影响整个工程的顺利进行。为了优化施工工艺,施工单位需要制定详细的施工方案和作业指导书,明确各道工序的施工方法和质量要求。

### 3 解决偏压浅埋双连拱隧道施工中问题的措施

#### 3.1 详细的地质勘察和评估

地质勘察是隧道施工的前提和基础。通过地质钻探、物探等多种手段,我们能够获取到隧道穿越地层的详细信息,包括地层分布、岩性、节理裂隙发育情况、地下水位等关键数据。这些数据对于制定施工方案和支护措施至关重要。在勘察过程中,我们还需要对地质条件进行准确评估。对于软弱地层,我们可以采用注浆加固、超前支护等技术手段,提高围岩的稳定性,防止隧

道开挖过程中出现坍塌等安全事故<sup>[3]</sup>。对于高水位地层，我们需要特别关注排水和防水工作，通过设计合理的排水系统和采用防水材料，防止隧道出现渗漏和涌砂现象。

### 3.2 采用先进的设计理念和计算方法

在偏压浅埋双连拱隧道施工中，采用先进的设计理念和计算方法不仅能够帮助我们精确分析隧道结构的受力状态，还能为施工提供科学的指导。通过有限元分析、离散元分析等数值计算方法，我们可以对隧道结构进行深入的模拟和计算，从而得出更加准确的结构形式和参数。这些参数包括隧道的尺寸、形状、材料选择以及支护结构的设计等，都直接影响隧道的稳定性和安全性。在结构设计中，我们始终坚持安全第一的原则，注重结构的安全性和稳定性。在施工过程中，我们与设计单位保持密切的沟通和协调。我们及时反馈施工中遇到的问题，与设计单位共同商讨解决方案，确保施工与设计的一致性。这种紧密的合作关系不仅有助于解决施工中的难题，还能提升整个工程的品质。

### 3.3 制定严格的施工工艺流程和操作规范

在开挖过程中，采用合适的开挖方法和爆破参数，减少对围岩的扰动；在支护过程中，及时安装支护结构，确保支护结构的稳定性和可靠性；在衬砌过程中，控制衬砌混凝土的浇筑质量和养护条件，提高衬砌的耐

久性和抗渗性。加强施工现场的监管和管理，确保各项施工措施得到有效执行。并且，针对安全管理风险大的问题，需要建立健全的安全管理体系和应急预案。制定详细的安全管理制度和操作规程，明确各级人员的安全职责和权限。

## 4 偏压浅埋双连拱隧道施工实例

### 4.1 工程概况

某市政项目双连拱隧道为省重点项目，隧道全长571米，属于全线控制性工程，隧道为城市主干道，设计时速为60km/h，隧道主体设计安全等级一级，隧道：起止点桩号为YK6+820~YK7+391，全长571m；隧道除YK6+820~YK7+112.16+段位于R-475m的右偏曲线上，YK7+112.16~YK7+292.16位于缓和曲线上，其余均位于直线上；右幅隧道路面横坡为2%，左幅隧道路面横坡YK6+820~YK7+112.16段位-2%，YK7+112.16~+292.16段-2%~2%过渡段，YK7+292.16~+391段超高为2%。隧道所在路段纵坡为3%/390m，-0.3%/181m；隧道最大埋深约为131m。隧道采用中导洞+台阶法施工。

隧道的围岩等级根据本隧道穿越低层岩性、地下水发育程度、岩体破碎程度以及波速成果资料综合分析所得，该隧道工程纵断面如图1所示：

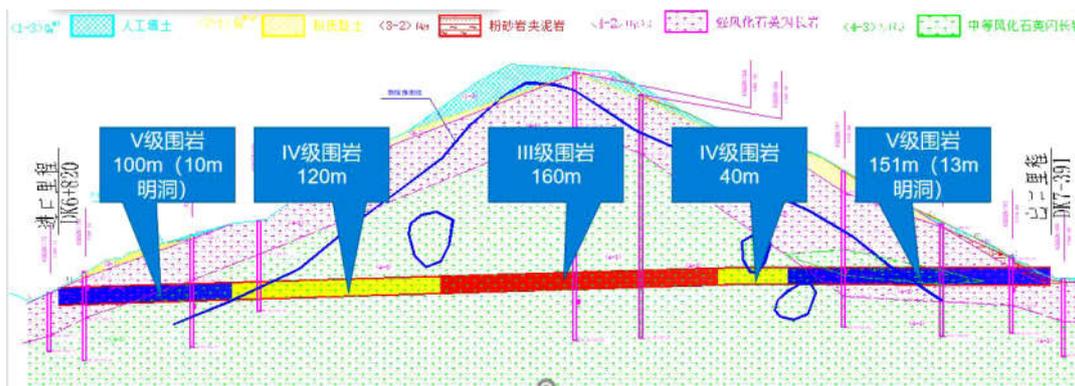


图1 隧道纵断面

隧址区位于四川攀西地区，地形地貌均较复杂，区内山高沟深。干坝塘隧址区位于攀枝花市仁和区岩浆岩、变质岩构造剥蚀中山亚区沟谷地形中，为沟谷和中低山地貌。区内地势东高西低，山脉呈东西走向。最高高程1402.5m，最低高程1258.5m，相对高差144.0m。工程区属亚热带立体气候，根据攀枝花市米易、盐边、仁和三区15年以上气象资料，并结合各海拔高度区的植被群落结构和自然类型分析，区内由低到高有准热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、南温带等五个气候垂直带，与水平气候带不衔接，故又称岛状式立体气候。

四季不分明，干湿季节明显。

隧道进口进口段（K6+820~K6+940）位于干坝塘山梁南坡，坡上植被茂密，地表未见拉裂、变形、滑动等迹象。进口段坡度在17°~23°间，斜坡上主要为粉质粘土夹碎石，厚度一般1~2m。进口段位于冲沟内，雨季开挖后，在水的作用下，斜坡稳定性较差，易形成滑坡，围岩级别为V级<sup>[4]</sup>。洞口下段，为一陡坎，基岩出露；洞口右侧为一冲沟，可见基岩出露，植被茂密，斜坡稳定性较好。隧道起点K6+820~K6+847段隧道与自然地貌边坡斜交，隧道左侧为偏压地形，考虑隧道洞口

偏压作用,按提先进洞原则,修筑明洞式洞口。洞身段(K6+940~K7+245)最大埋深131m,围岩以较完整的中等风化闪长岩为主,隧道围岩以III~IV级围岩为主。主要由闪长岩构成,洞身段闪长岩具有坚硬、完整、干燥、致密等特征,初步判定隧道不存在高应力区,不考虑初始应力影响。出口段(K7+245~K7+391)位于干坝塘山梁北坡,出口上段地形较缓,自然斜坡可达20°~35°,坡上植被茂密。洞口下段,为一陡坎,基岩出露。洞口右侧为一冲沟,可见基岩出露。地表未见拉裂、变形、滑动等迹象,斜坡稳定性较好。隧道轴线与地形等高线近于垂直,无偏压作用。出口段处于粉质粘土夹碎石与基岩强风化带中,岩体风化严重,破碎,呈角砾、碎石松散结构,范围内无断层通过,属V类围岩。隧道开挖时洞口易形成小规模土体滑塌,围岩易坍塌、冒顶,侧壁可能产生小坍塌。围岩级别为V级。

#### 4.2 工程施工重点、难点

(1) 工期。本标段的合同工期为24个月,根据总体施工组织设计安排,隧道计划工期为14个月。较合同工期提前2个月,由于本地区平均降雨量较大,时间长,因此,必须在雨季前进洞,工期是本隧道施工的难点之一。(2) 浅埋。隧道进出口为部分浅埋,隧道进口左洞埋深最浅地段仅5米,是施工中控制的难点之二。(3) 偏压。隧道进出口为偏压地段,应先开山坡外侧隧道,山坡外侧隧道与山坡内侧隧道掌子面不得小于40米。根据施工设计施工方案采用35米大管棚进洞等措施,确保偏压地段的施工安全是施工中的重点。

#### 4.3 隧道施工

(1) 隧道采用中导洞法施工,中导洞宽度不小于5m,中隔墙厚度不小于1.0m,V级围岩段喷C20砼厚20cm,I16钢架支护,IV级围岩段喷C25混凝土厚18cm采用I14钢架支护,钢架间距同正洞工字钢架间距一致,锚杆均采用砂浆锚杆。第一,正洞按照新奥法原理组织施工,采取光面爆破、锚喷支护和湿喷工艺;第二,软弱围岩地段增设钢架及拱部超前小导加强支护;第三,仰拱超前,拱墙一次衬砌;第四,加强监控量测、综合超前地质预报及地下水核查工作。(2) V级围岩地段施工开挖时,须严格按照“管超前、短进尺、强支护、快封闭、勤量测、早衬砌”的方针,严格控制开挖进尺和

药量,及时施作初期支护、封闭成环。开挖过程中土质地段以机械开挖为主,必要时辅以微量的弱爆破进行开挖作业,岩石地段应采用预裂爆破或光面爆破技术,严格控制超、欠挖。二次衬砌采用泵送混凝土和整体式模板台车的机械化配套施工方案,确保二次衬砌质量达到内实外光。洞口浅埋段、软弱岩体段应根据监控量测反馈分析成果及时施作二次衬砌。(3) 隧道开挖前,编制详细的爆破计划,爆破方式采用控制爆破(光面爆破和预裂爆破),装药量应严格控制,以尽量控制围岩扰动,减少超挖。超挖平均厚度宜控制在10cm以内,严禁欠挖。模筑混凝土应一次完成整体浇筑,在浇筑时应注意预留和预埋照明、通风、消防等所需的洞室和线路管、孔、槽。

#### 4.4 隧道监控量测

隧道监控量测应注意一下两点:(1) 对洞口周边以及顶部山体的位移、沉降情况进行监测;(2) 对围岩收敛、拱顶沉降、拱脚沉降的情况进行监测。在施工前编制隧道监控量测专项施工方案。对所有监测数据,均需要做好详细的记录,以此为依据进行施工现场管理控制。

#### 结语

论文研究了偏压浅埋双连拱隧道施工技术,提出了针对性的施工方案设计,并通过实际案例验证了其有效性。研究表明,科学合理的施工方案和有效的技术措施是解决偏压浅埋双连拱隧道施工难点问题的关键。施工过程中的监测和维护也是确保工程质量和安全的重要环节。未来,我们将继续深入研究双连拱隧道施工技术,探索更加高效、安全的施工方法和技术手段,为隧道工程建设的发展做出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1]段军,王宾.双连拱隧道洞口段围岩失稳的加固技术研究[J].西部探矿工程,2020,32(9):183-185,188.
- [2]张斌.数据挖掘在厦门第二西通道双连拱隧道围岩变形中的应用研究[J].施工技术,2019,48(13):90-93.
- [3]张晓玲.浅埋偏压公路隧道洞口施工技术分析[J].建筑与装饰,2019,000(009):157-158.
- [4]韩峰.大断面软岩浅埋偏压隧道施工技术体会[J].中国标准化,2019.