

# 隧道仰拱钢筋装配式施工工艺研究

敖从强

云南云岭路面工程有限公司 云南昆明 650000

**摘要:** 作为现代化交通运输设施的关键元素之一,隧道项目在铁路、道路及城市地铁等行业中具有关键性的影响力。伴随着中国交通发展的迅速推进,隧道项目的建造规模与数目持续扩大,同时其建筑技巧也在不断地更新与提升。然而,传统隧道构建的方法,特别是对于仰拱钢筋制作的技术,面临许多挑战,例如工作效能较低、劳工压力过大、质控困难且对环境造成较大的负面效应等问题。这些难题不但限制了隧道项目的进展速度,同时也提高了建造成本和安全隐患的风险。

**关键词:** 隧道; 仰拱钢筋; 装配式施工; 工艺研究

## 引言

近年来,由于其高效率、环保特性及对品质的控制力,装配式建设方法已经在建筑行业得到普遍运用。这种方式把工地上的工作转移到工厂制造与现场组装上,大幅度降低了工地的湿作业量,从而加快了施工进度并提升了建造水平。不过,在隧道项目特别是仰拱钢筋处理方面,使用装配式建设的实践还处在初级阶段。传统的仰拱钢筋构建主要是依靠现场捆扎和焊接,这既会使施工速度缓慢,又易受场地条件和人为因素干扰,可能引发如钢筋间隔不均、连接过短等问题,最终会影响隧道构造的安全性能和完整性。所以,深入探讨隧道仰拱钢筋装配式建构法,对于推进隧道建设科技的发展有着关键作用。

## 一、隧道仰拱钢筋装配式施工工艺原理

### 1. 预制构件的设计与生产

(1) 对于隧道仰拱钢筋装配式的关键步骤来说,其关键在于对仰拱构造按照圆周方向与径向进行合理的区块划分。依据隧道截面的形态及承受力的特性,一般会仰拱划分为多个预制的单元,例如A、B、C等部分。这样的区块划分方法有利于实现工业化的制造过程,并且也能够符合现场组装的需求。

(2) 作为预制构件的关键组成部分,钢筋骨架的制作对隧道建筑物的安全性和持久性能有着重要作用。此阶段主要涉及到钢筋的切割、预先弯折、连接及组合等步骤。为了保证钢筋的尺寸精确且满足规定的要求,必须严格遵循设计的图纸并在专门设施中完成操作。

(3) 在钢筋骨架的模具和混凝土浇筑工作完成之后,我们需要将其置入预制模具中进行混凝土的灌注。为了确保预制构件的尺寸精准度和外观质量,模具必须拥有高精度和良好的密封性能。一旦混凝土浇筑完毕,就应当严格执行养护措施以使构件达到设计强度标准。

## 2. 现场装配施工

(1) 运送及升降预先制造好的部件的过程是装配建筑的重要步骤之一。对于这些部件的大小和质量需要挑选合适的搬运工具,一般会使用特制的载具或旋转移动的车子。而用于提升和放置部件的机械必须有足够的力量和准确的位置识别功能,例如自行设计的可调节高度的龙门架。在整个过程当中,对部件的中心点和高度要保持严谨的管理,以保证组装时的精确度。

(2) 在预制构件被运送到施工地点之后,根据设计的顺序进行装配。主要的装配步骤包括:

**钢筋的定位和组装:** 首先,通过对构件的测量放线来确定其安装地点,然后进行组装。在组装过程中,环形和纵向预制块使用高强度螺栓进行连接,以提升结构的整体稳固性。

**钢筋的连接:** 预制块的连接钢筋是通过搭接焊或直螺纹套筒进行连接,以保证钢筋的连接强度。

在装配完成之后,通过预制块上的注浆孔来进行水泥浆注入,以填补构件与围岩间的空隙,从而提升结构的稳定性。

(3) 在施工过程中,隧道仰拱的防水是一个关键步骤。预制部件接头处使用遇水膨胀止水条和三元乙丙橡胶密封垫进行防水措施。此外,注浆加固也能有效阻挡

地下水渗透，保证隧道结构具备良好的防水性能。

### 3. 施工工艺的优势

(1) 预制装配式施工的实施，大幅度地将现场湿作业转移到工厂进行，从而降低了现场施工的时间和人力成本。这种快速组装的方法极大地缩短了施工周期，相对于传统施工手段，其效率能够提升超过60%。

(2) 工厂化生产的优化提升了预制部件的尺寸精度和质量稳定性。在实地装配阶段，通过高精度的定位和连接技术，进一步增强了结构的完整性和可靠性。

(3) 现场装配的实施降低了高空作业和复杂施工流程的风险，从而减少了施工安全的威胁。此外，预制构件的标准化设计与生产也有效地减轻了由人为因素引发的质量问题。

(4) 预制装配式施工在环保和可持续性方面有显著的效果，它能够减少建筑现场产生的垃圾和废弃物，并降低扬尘和噪音污染。此外，这种施工方法还能实现预制构件的回收利用，从而符合绿色建筑的理念。

## 二、隧道仰拱钢筋装配式施工工艺流程

### 1. 施工准备

在实施过程中，为了保证隧道仰拱钢筋装配式成功执行，我们必须从一开始就重视施工前期的准备工作。首要任务是对设计的蓝图做深入审查，以确定其中的钢筋布局、预制部件的划分方法及联接规定。接着，依据隧道的截面形态与实际施工环境，科学地制定出预制工厂的位置及其它施工场所，从而保障了预制零件的制造过程能顺畅无阻。另外，还需要向施工团队传达技术的指导信息，包括每个步骤的具体操作细节和品质规范，以便于后面的工程开展打下坚实的基础。这个阶段同样也要考虑到施工机械入场并调整至适合预制和组装工作的状态，并且确认它们可以达到这些需求。与此同时，还要清扫整理施工地点，设立合适的通行路线和临时的支架装置，方便预制零件的搬运和提升作业。

### 2. 预制构件生产

制造预制部件的过程构成隧道仰拱钢筋装配式建筑的关键步骤。必须按照设计的规范来切割、预弯及焊接钢筋，以便保持钢筋框架的准确性和品质的一致性。对于预制部件的模板设置与混凝土灌注流程应严加管理，从而保障组件的外形质量及其内部力量。当预制部件制作完毕时，需要对其外表状况、尺码测算和力学性能测试，以确信它们能适应建设需求。同时，我们还需要重视模具的精准度和密闭性，以此维持预制部件的尺码准

度和外貌质量。另外，混凝土的配方须经严谨实验，使其强度和耐用性能满足设计规定。同样地，预制部件的保养也是关键部分，它应该在标准的条件中被照顾到，这样才能让它们达到设定的强度。

### 3. 预制构件运输与吊装

关键步骤在于预制构件的运送与吊升过程，这需要考虑构件的大小及重量来挑选合适的运输工具，例如专用的平板车或者旋转平台车辆。而对于吊升装置来说，必须有足够的力量以保证准确的位置固定，比如自行设计的可调节高度的龙门吊。在整个吊升的过程中，要保持构件的中心线和平面位置的稳定，并确保组装的精确度。另外，在搬运和吊升期间应实施适当的安全防护措施，防止构件受到撞击或发生形变。选定正确的运输路径也是至关重要的，它应该能够保障路面平坦且没有阻碍，以免因为不良的路况造成构件受损。并且，在吊升操作中，还需要定时检查和保养吊升设备，以确保它的正常运作和安全性能。

### 4. 现场装配施工

作为隧道仰拱钢筋装配式施工的关键步骤，现场组装实施至关重要。第一步是对测量的定位、标定预制部件的位置；接下来按设计的次序逐一起吊并安装预制品，使用高强度的螺丝来实现环形及垂直方向的组合。一旦所有部件都已成功对接，就应立即用焊接或者直螺纹套筒的方式把钢筋连结起来，以保证其连接力学性能。最终，利用灌浆口注入水泥浆液，填补了部件与周围空间，提升了构造稳固程度。在此阶段，我们需要格外重视预制部件的衔接准确度，确信它们之间没有错位或偏移。此外，钢筋的联接品质对于整个建筑物的完整性和耐久性有着决定性的作用，所以必须严格遵循设计指南执行焊接或是机械联接。而灌浆的过程则要确保浆料充足，防止有任何空洞或裂缝产生，以免破坏构造的稳定性。

## 三、隧道仰拱钢筋装配式施工技术要点

### 1. 钢筋模块的标准化设计

(1) 标准化的钢筋模块设计构成了装配式建筑的基本要素。其主要优势在于可以大幅度提升预制的速度和品质。对于隧道仰拱的钢筋工程来说，一般会按照隧道的圆周方向和轴线方向划分成若干个独立的部分，这些部分的设计大小和形态则依据具体的隧道结构和建设需求来制定。比如，我们可以把钢筋模块设定为U型或者方形的，并且每一个模块都包含了数层的钢筋网格，而

这些钢筋网格则是用定位筋相互锁定并连结在一起的。

(2) 预设对接区域的重要性在于其作为钢筋模块联结的核心环节。每一个组装单位周围都必须设立对接区域, 以使彼此间的钢筋能经由焊接或者捆绑方式相互连通。设计对接区域时需要保证钢筋的联结力度及操作便利度。比如, 可以把对接区域设定为自模块伸出的环形与直线钢筋, 这些钢筋之间可以通过对接或是焊接来完成链接。

## 2. 钢筋连接技术

(1) 选取何种方法来完成钢筋链接任务对工程品质及工作效能有着重要作用。采用焊接技术可以用于较大负荷区域, 例如模块的主筋联结处, 这可提升其联结强度的水平; 而对于普通联结部分, 使用绑扎法会更加方便易行。具体实施时, 应依据钢筋所承受的力量大小和现场环境因素等综合考虑, 合理选用焊接或绑扎的方式。

(2) 采用错峰搭接的方式来实现钢筋链接可以有效地防止应力的聚集, 从而提升建筑物的总体功能。因此, 我们需要依据所使用的钢筋大小及承受压力的情况来设定合适的错峰搭接的长度和锚固长度。比如, 当使用较大直径的钢筋时, 为了保证联结的安全性, 其错峰搭接的长度应该适当地加长。

## 3. 施工设备与工具

(1) 对于专用的吊装工具及定位于模板上的钢筋组件来说, 其吊装和定位过程是在工程实施中至关重要的步骤。这些专门设计的吊装器材必须具有强大的承载力和高度的灵活性以满足隧道内部的环境需求。比如, 预制的仰拱拼接机可以执行对仰拱板的提升和转动操作, 并且可以在一次作业过程中连续地完成多个部件的组合作业。而关于定位模板的使用, 它主要负责保证钢筋模块的准确安置, 因此设计时需要针对模块的大小和形态来做进一步的调整优化。

(2) 在实施钢筋模块装配的过程中, 使用了临时的支撑体系来保证稳定的结构, 避免模块出现形变或者移动的情况。这种支持框架一般由钢材构成并且可以调整, 具体的设计方案需要依据模块的质量及安放地点而定。比如, 在建造隧道时, 可以通过设置临时支撑系统来固定钢筋模块, 直至水泥凝固且达到了预设强度的标准后才停止。

## 结束语

装配式施工方式在提升工作效率、减少开销及确保建筑品质和安全上表现出了明显的优势, 这为其高效建造提供了一种新颖且有效的策略。尽管如此, 这种实践模式在实施过程中仍然存在一些技术挑战和场地约束, 因此有必要对设计和操作过程加以改进, 同时强化员工的教育训练。预计将来, 随着技术的进步和标准的普及化持续深入, 隧道仰拱钢筋装配式施工方式有可能被更广泛地运用到更多的建设项目中去, 从而产生更为巨大的经济收益和社会利益, 进而促进隧道施工科技朝着更高的层次迈进。

## 参考文献

- [1] 陈宗平, 梁延, 叶培欢, 等. 预制装配式仰拱与衬砌接头直剪试验研究[J]. 天津大学学报(自然科学与工程技术版), 2024, 57(6): 654-667.
- [2] 张亚鹏, 赵学艺, 刘涇堂, 等. 高速公路隧道装配式仰拱接头力学性能研究[J]. 科学技术与工程, 2023. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1815.2023.18.046.
- [3] 李飞. 装配式钢筋混凝土桥梁施工工艺的探究[J]. 山西建筑, 2015, 41(36): 2. DOI: CNKI: SUN: JZSX.0.2015-36-097.
- [4] 陈良杰. 装配式钢筋桁架楼承板施工工艺研究[J]. 山西建筑, 2024, 50(20): 97-101.