

# 高铁箱梁预制施工通病成因分析及 针对性改进措施探讨

李 勇

(中交二公局铁路建设有限公司, 陕西 西安 710100)

**摘 要** 高铁箱梁预制施工质量关系到线路的安全性, 但是目前高铁箱梁预制施工过程中存在诸多通病, 影响施工质量, 造成长期的运营风险。本文对高铁箱梁预制施工中常见的通病如支座板空响、梁面裂纹、滴水槽裂纹、接触网预埋件定位误差进行分析, 找出问题的具体表现及产生原因, 提出支座板空响现象改进、梁面裂纹防治、滴水槽裂纹控制接触网预埋件精准定位的改善措施, 以期通过改进施工工艺来提高箱梁预制的质量, 加快施工进度, 保证高铁线路安全运行。

**关键词** 高铁箱梁; 预制施工; 支座板空响; 梁面裂纹; 滴水槽裂纹

中图分类号: U238

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.09.020

## 0 引言

随着高铁建设规模的不断增大, 预制施工过程中出现的问题越来越多, 成为影响施工质量的主要因素。这些通病的产生与施工工艺、材料选择等因素有关, 而且影响时间较长, 直接影响高速铁路的安全运行。对上述通病的成因进行详细的分析, 并提出相应的技术改进措施, 可以提高施工质量, 降低工程的风险, 保证铁路线路长期安全、稳定地运行。本文结合实际工程案例, 分析常见的施工通病成因, 并提出有效的改进措施。

## 1 高铁箱梁预制施工通病成因

### 1.1 支座板空响

当箱梁受到外界荷载的作用时, 空隙处会发生剧烈的相对运动, 从而产生空响声。施工过程中支座板安装不准确, 也会造成接触不良, 产生空响。在施工过程中, 如果支座板不能和箱梁底部完全衔接, 支座板与箱梁之间没有被有效填充, 就会造成支座板受力不均, 产生局部空隙, 从而引起空响。除施工质量问题外, 材料也是产生支座板空响的另一个原因。一部分低质量或材质不符合要求的支座板, 在长期的使用过程中会出现局部变形、疲劳裂纹的现象, 造成支座板和梁体接触不良, 空响现象更加严重<sup>[1]</sup>。

### 1.2 梁面裂纹

若混凝土在浇筑时没有被充分振捣, 使气泡不能排出, 混凝土内部结构松散, 产生空隙, 在后期干燥

固化过程中容易产生裂纹。另外, 混凝土配合比不符合要求也会使混凝土的收缩性变大, 从而产生裂纹。预制箱梁的养护过程中受到环境温度、湿度等影响较大, 在冬季温差过大时会造成混凝土表面收缩过快, 内部水分不能及时蒸发, 从而引起应力集中, 造成裂纹的产生。

### 1.3 滴水槽裂纹

滴水槽裂纹的存在影响箱梁的排水功能, 使水渗入混凝土内, 引起钢筋锈蚀、混凝土膨胀等一系列损伤, 对箱梁的长期稳定性及安全造成影响。在施工过程中浇筑混凝土时, 如果滴水槽处的混凝土振捣不实, 则会造成局部密实度不够, 出现孔洞或空隙。这些空隙在后期混凝土干燥硬化后容易产生裂纹, 在混凝土由于收缩变形而产生应力时, 裂纹就会沿这些薄弱的地方扩展。如果设计中滴水槽的尺寸不合理, 会引起水流压力集中, 在槽壁上造成局部很大的压力而产生裂纹。

### 1.4 接触网预埋件定位误差

箱梁预制过程中, 如果预埋件的安装位置没有按照设计要求进行, 安装时没有进行充分的检查、调整工作, 就会产生位置误差。在混凝土浇筑之前, 预埋件定位、固定及标记不准确会造成预埋件在混凝土硬化过程中发生偏移, 从而产生定位误差。传统的人工定位方法在施工过程中容易受人为主观因素影响, 造

作者简介: 李勇 (1985-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 高铁预制梁场通病问题防治。

成定位误差的累积。对于复杂的预埋件，人工操作难度更大，误差也会出现得更多差<sup>[2]</sup>。

## 2 高铁箱梁预制施工通病针对性改进措施

### 2.1 支座板空响现象改进

为防止支座板出现空响现象，需要改善混凝土的性能。通过提高混凝土强度、选用优质的原材料、对不同的配合比进行实验分析来改善混凝土配方，提高混凝土的整体质量。应增加一定的塌落度和混凝土的和易性，保证其流动性和施工的方便性，防止流动性不够造成与支座板接触面结合不好，从而避免出现空洞的现象。由于支座板处钢筋密集，传统的振捣棒很难达到足够的深度，造成混凝土密实度不够。因此，增加微震工装属于一种有效的改善办法。微震工装依靠细小振动来弥补人工振捣的不足，保证支座板部位的混凝土得到足够的振捣，从而提高其密实度，防止产生空洞、不密实等现象。环氧树脂粘贴碎石法是通过增大碎石层来提高支座板和混凝土接触面的稳固性。为达到更好的效果，需改善环氧树脂的使用时机、固化时间和碎石的粒径。通过多次试验改善参数，能有效保证碎石和环氧树脂以及支座板之间更加紧密地结合，从而减少空响的现象。

### 2.2 梁面裂纹防治

为防止梁面出现裂纹，需要改善混凝土的性能，提高混凝土强度，优化配合比以提高抗裂性。应选用抗拉强度高、收缩性小的水泥以及骨料，适量加减水剂等化学添加剂来提高混凝土的流动性及密实度。通过试验来分析不同的配合比效果，选择出最合适的配合比，进而提高混凝土的抗裂性，保证浇筑过程中混凝土的稳定性以及抗裂性。在施工过程中，保证混凝土振捣到位，在梁面等容易产生裂纹的地方，加大振捣力度，使混凝土充分密实。通过增加振捣次数或采用振捣频率高的设备来保证混凝土的均匀振捣，防止出现局部空洞，减少由于密实度不够而引起的裂纹。为防止温差应力造成裂纹，预制梁浇筑完成后要采取一定的保湿养护措施，防止温度变化过快<sup>[3]</sup>。

### 2.3 滴水槽裂纹控制

为控制滴水槽裂纹，需要合理地设置滴水槽工装。工装设计要能够有效地把张拉过程中产生的应力分散掉，防止产生局部应力集中造成裂纹。设计时要保证工装有足够的柔性以及刚性，使其在使用中不容易变形并且可以均匀地传递张拉力。另外，工装要具有很高的耐久性和轻便性。应采用高强度钢材或复合材料

来保证工装在多次使用的过程中仍能保持稳定性能，防止由于材料老化、损坏而影响滴水槽施工质量。在张拉时，需要合理地调节张拉力的施加顺序、大小，防止局部应力过大，对有滴水槽等特殊形状的结构更要注意张拉力的控制。根据其特殊的几何形状和力学性能，应制定出相应的张拉方案，保证应力的均匀分布，减少裂纹的发生。另外，在混凝土浇筑前要对滴水槽的结构进行精确的设计和模拟，保证滴水槽在张拉过程中能承受得住所受的应力<sup>[4]</sup>。

### 2.4 接触网预埋件精准定位

为保证接触网预埋件准确定位，需要使用专用的定位工装。工装可以有效地减少定位误差，保证接触网安装误差控制在0~50 mm之内，符合高标准施工的要求。定位工装设计时要充分考虑安装过程中分散张拉所引起的应力，防止应力集中产生裂纹、变形。为克服滴水槽造型特殊、保护层小、混凝土强度低等缺点，定位工装可以减少初张拉时摩擦力的影响，从而减少应力集中，控制裂纹的产生。定位工装的设置要既具有轻便性又有刚性，在施工中容易操作不能产生变形。可以用合理的结构设计出“端支座”工装（见图1），既保证工装的轻便性又保持刚性，从而达到准确定位的目的。可设计合理的预埋件位置及尺寸，保证接触网系统安装准确、均匀地分散张拉过程中产生的应力，减少局部应力过大的问题，图2为接触网预埋件精准定位示意图。

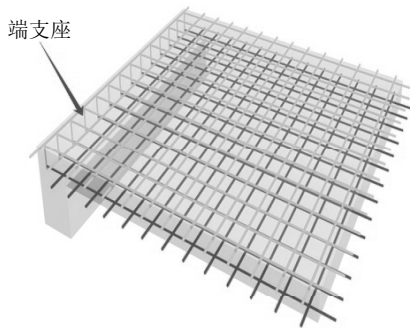


图1 接触网预埋件定位工装示意图

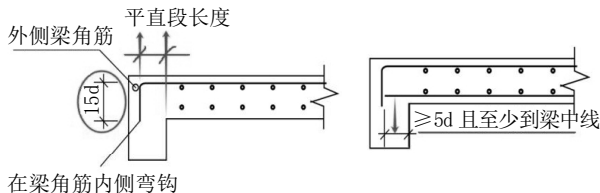


图2 接触网预埋件精准定位示意图

工装在施工过程中操作尤为重要，在操作时需按照规范的要求来执行，保证其发挥出最大的效能。对

工装的使用情况进行跟踪并给予反馈,及时改善和改  
进设计,可以不断地提高定位精度、提高施工效率,

保证接触网预埋件在施工中达到高精度定位的目的<sup>[5]</sup>。  
表 1 为接触网预埋件定位数据。

表 1 接触网预埋件定位数据

工装类型	定位误差范围 (mm)	材料类型	工装重量 (kg)	使用次数	工装稳定性
标准定位工装	0 ~ 50	铝合金	3.5	25	高
加强型定位工装	0 ~ 30	高强塑料	4.0	30	非常高
自定义定位工装	0 ~ 40	钢材	5.0	15	中
轻量型定位工装	0 ~ 45	铝合金 / 塑料	2.5	20	高

### 3 工艺改进的实施效果

在混凝土浇筑、振捣和养护工艺上进行改进,采用  
高效振捣工装及振捣工艺,提高混凝土密实度,减  
少由于振捣不实引起的空洞、裂缝等问题。另外,在  
施工过程中使用自动化温控系统,对混凝土的养护温  
度、湿度进行精确控制,保证混凝土强度、稳定性,  
防止由于温差造成的裂纹及表面缺陷。对支座板空响、  
梁面裂纹、滴水槽裂纹等常见的问题进行治理,采用

优化支座板安装工艺、改善梁面裂纹防治措施、使用  
先进的滴水槽工装的方法,有效降低这些问题发生的  
概率。改进后的支座板安装工艺使支座板与箱梁紧密  
结合,防止接触不良造成的空响。同时梁面裂纹的防  
治依靠精细的施工管理和高强度混凝土的使用,有效  
减少裂纹的发生。为检验工艺改进效果,施工单位对  
改进前后各个施工数据进行详细的记录并进行对比。  
表 2 为实施工艺改进前后变化情况。

表 2 实施工艺改进前后变化情况

项目	改进前	改进后	变化幅度
支座板空响发生率 (次 / 批次)	12	3	下降 9 次
梁面裂纹发生率 (次 / 批次)	15	5	下降 10 次
滴水槽裂纹发生率 (次 / 批次)	10	2	下降 8 次
混凝土密实度 (kg/m <sup>3</sup> )	2 300	2 450	增加 150 kg/m <sup>3</sup>
振捣深度 (mm)	50	70	增加 20 mm
养护温度 (°C)	20	25	增加 5 °C

由表 2 可知,工艺改进以后,在施工过程中常见的  
问题,即支座板空响、梁面裂纹、滴水槽裂纹等发生  
率有所降低。支座板空响发生次数由原来的每批 12 次  
降到现在的 3 次,梁面裂纹、滴水槽裂纹发生次数也  
分别降为 15 次、10 次,各下降 9 次、8 次。从上述数  
据可以看出,工艺改进对于减少施工缺陷有明显效果。  
混凝土的密实度、振捣深度都有所提高,混凝土的密实  
度由原来的 2 300 kg/m<sup>3</sup> 增大到现在的 2 450 kg/m<sup>3</sup>,  
振捣深度由原来的 50 mm 增大到现在的 70 mm。说明改  
进后的振捣工艺、温控养护能够提高混凝土质量,从  
而降低裂纹和空洞发生的风险。

### 4 结束语

确保高铁箱梁预制施工质量是保证其安全稳定的  
前提,对高铁箱梁施工中常见的通病原因进行分析,  
提出相应的改进措施,以提高施工精度,减少质量问  
题,保证结构的长期稳定性。应改善混凝土性能,改

进振捣工艺,采用先进的工装设计,对支座板空响、  
梁面裂纹、滴水槽裂纹等质量问题采取精准控制措施,  
提高预制箱梁整体质量,为高铁建设提供更可靠的技  
术支持。

### 参考文献:

[1] 刘涛. 基于高铁预制箱梁的智能张拉压浆施工关键  
技术研究与应用 [J]. 建筑机械, 2025(12):113-117.  
[2] 周刘强. 高铁预制箱梁智能张拉施工技术及其质量控  
制措施 [J]. 四川水泥, 2025(03):198-199,205.  
[3] 姜登朋. 高铁预制箱梁智能振捣系统快速施工技术  
研究 [J]. 价值工程, 2025,44(05):121-124.  
[4] 姜登朋. 高铁预制箱梁桁架式收面装置快速施工技  
术研究 [J]. 价值工程, 2025,44(01):68-70.  
[5] 田海燕. 高铁特大桥简支箱梁预制施工技术 [J]. 工程  
机械与维修, 2021(06):192-193.