

高速公路桥梁预应力张拉施工常见问题分析

秦佳光

湖北交投建设集团有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：预应力张拉施工属于高速公路桥梁工程重要环节，对桥梁结构承载力、抗裂性能、长期耐久性起决定性作用。目前桥梁预应力施工中张拉精度偏差、滑丝断丝、预应力损失超标的质量问题较多，容易造成桥梁裂缝、结构变形等病害，影响整个工程的质量。本文结合高速公路桥梁施工实践，对预应力张拉施工常见质量问题进行梳理，分析其产生的原因主要是材料、设备、工艺和管理等方面的原因，根据工程实测数据提出相应的控制措施，为类似桥梁预应力施工质量控制提供一定的借鉴。

【关键词】：高速公路桥梁；预应力张拉；施工问题；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.060

1 引言

预应力混凝土结构由于刚度大、抗裂性好、跨度适应性强，被广泛用于高速公路桥梁梁板、箱梁、T 梁等主要构件的施工。预应力张拉属于重要隐蔽工程，施工精度要求高，工序联系紧密，任何一个环节的疏忽都会产生结构上的质量隐患。目前施工现场存在工艺执行不规范、设备管控不到位、人员操作不标准等现象，导致张拉施工质量不稳定，不但会缩短桥梁的使用寿命，还会加大后期运维的成本。因此，准确找到张拉施工常见的问题，追溯其产生的原因并采取相应的控制措施，对于提高高速公路桥梁工程施工质量有着十分重要的现实意义。

2 预应力张拉施工常见问题及实测案例

根据多条高速桥梁施工现场检测数据可知，预应力张拉施工质量通病主要表现在张拉伸长量超差、钢绞线滑丝断丝、预应力损失过大、锚下混凝土开裂、波纹管堵塞这五个方面。本文选取某高速桥梁 T 梁张拉施工实测数据，统计各种问题出现的次数，具体如下表所示。

表 1 预应力张拉施工常见问题

问题类型	检测梁体数量	问题发生数量	发生率	超标偏差范围
张拉伸长量偏差超标	80	11	13.75 %	±7%~12%（规范允许±6%）
钢绞线滑丝断丝	80	6	7.50%	单束滑丝 2~4 根，局部断丝 1 根
预应力损失超标	80	9	11.25 %	损失值超出设计标准 15%~25%

锚下混凝土开裂	80	4	5.00%	裂缝宽度 0.1~0.3mm
波纹管堵塞移位	80	8	10.00 %	管道偏移 3~8cm，局部堵塞

2.1 张拉伸长量偏差超标

张拉应力和伸长量双控是预应力施工的主要控制标准，实际伸长量与理论计算值的偏差要控制在正负 6%之内。现场施工中经常出现伸长量超差的情况，分为偏大和偏小两种。伸长量偏小时，预应力张拉不够，梁体的有效预压应力不够，后期容易出现结构性裂缝。伸长量过大就会造成钢绞线超张拉，超过构件承载极限，产生钢绞线疲劳损伤，甚至发生断丝。从实测数据可以看出，该问题发生率最高，是造成张拉质量不合格的主要原因。

2.2 钢绞线滑丝断丝

滑丝主要是指张拉锚固之后，钢绞线在锚具夹片处发生滑移回缩，断丝则是钢绞线受力后出现局部断裂。施工规范规定，单束钢绞线断丝滑丝数量不能超过 1 根，也不能在同侧。现场病害主要是夹片锚固不牢、钢绞线受力不均造成的，微小滑丝会导致预应力损失，严重时会造成张拉失效，影响梁体受力平衡，危及桥梁结构安全。

2.3 预应力损失超标

预应力损失是张拉施工过程中不可避免的，但是预应力损失超过设计允许范围时，会严重影响结构预压的效果。施工现场常见的损失超标的有管道摩擦损失、锚固回缩损失、钢绞线松弛损失这三种。部分施工段落检测结果表明，管道摩阻系数实测值远远大于设计值，造成摩擦损失增大，最终使梁体有效预应力不够，不能达到设计受力要求。

2.4 锚下混凝土开裂

锚垫板下面的混凝土为预应力集中受力区,应力集中现象比较明显。该部位出现的开裂多为细微网状裂缝或者纵向裂缝,初期裂缝宽度小,后期在车辆荷载、温度应力反复的作用下不断扩展,破坏锚下受力结构,造成预应力应力传导异常。此类问题虽然发生率低,但是危害大,直接危及桥梁结构的稳定。

3 施工问题成因分析

3.1 材料质量管控不严

原材料性能不合格是造成各种施工问题的基础原因。部分项目进场的钢绞线材质不均匀、局部锈蚀、强度有偏差等,张拉时受力不均容易造成滑丝断丝。锚具夹片硬度不符合要求,咬合齿磨损严重,锚固时不能紧密贴合钢绞线,锚固回缩量,造成预应力损失超限。同时部分波纹管壁厚不够、刚度差,混凝土浇筑时受挤压变形移位,接口密封不好造成漏浆,堵塞管道。

3.2 施工设备精度不足

张拉设备精度是保证张拉质量的重要因素。施工现场经常出现设备校验不到位、混合乱用的情况。千斤顶、油压表没有按照规定周期进行配套校验,设备使用时间过长造成油压泄漏、传感器偏差等故障,造成张拉应力计量不准确,直接造成伸长量偏差超标。同时智能张拉设备传感器没有定期复核零点,液压油低温黏度过高,供油不稳定,张拉过程中压力波动大,从而加大了施工质量的偏差。

3.3 施工工艺操作不规范

工艺执行不到位是造成各种质量问题的主要原因。波纹管施工时定位钢筋间距过大、固定不牢,浇筑混凝土时受振捣冲击而移位。混凝土强度达不到设计张拉要求就提前施工,锚下混凝土强度不够,应力集中导致开裂。张拉作业时操作人员没有严格按照分级匀速张拉工艺进行,加载回油速度过快,钢绞线受力突然变化,造成滑丝断丝。另外,孔道清理不到位、穿束时粗暴操作,都会加大管道的摩擦阻力,从而引起预应力损失增大。

参考文献:

- [1] 李青.高速公路桥梁施工中预应力箱梁施工技术研究[J].工程机械与维修,2025,(8):110-112.
- [2] 魏龔.高速公路桥梁负弯矩张拉施工技术研究[J].四川建材,2024,50(2):126-127+130.
- [3] 范珉珠.公路桥梁工程中预制 T 形梁施工技术研究[J].交通世界,2023,(8):171-173.

4 高速公路桥梁预应力张拉施工常见问题防控对策

4.1 严格原材料进场管控

建立原材料进场抽检制度,所有钢绞线、锚具、波纹管必须有合格证,进场后按规范抽样送检,性能指标达标后方可使用。优先选用低松弛高强度钢绞线,严禁锈蚀、变形、开裂材料进场。锚具夹片一起检查硬度、咬合力、磨损、变形的配件要更换。采用高强度加厚波纹管,加大接口处的密封性,浇筑前对管道完整性做检查,从源头上杜绝材料质量问题。

4.2 强化张拉设备精细化管理

落实张拉设备一机一档制度,千斤顶和油压表配套校验、配套使用,严禁设备混用。定期对智能张拉系统传感器、油压设备做零点复核和精度校准,每月做一次设备专项检查。冬季低温施工前要对液压油进行空载预热,保证供油稳定,防止压力波动。设备发生漏油、指针异常等故障时,立即停止施工并进行检修,校验合格后方可继续施工,保证张拉应力计量准确。

4.3 规范现场施工工艺

优化波纹管安装工艺,加密定位钢筋间距,牢固固定管道位置,浇筑混凝土时专人监护,防止振捣设备直接碰撞管道造成移位或者漏浆堵塞。严格控制张拉施工时间,同条件养护试块混凝土强度和龄期达到设计要求后,才能进行张拉工作。严格实行分级匀速张拉工艺,缓慢加荷、平稳持荷、慢速回油,持荷时间严格按照规范控制,保证钢绞线受力均匀。张拉完成后立即进行孔道压浆工作,防止压浆不饱满造成后期预应力损失。

5 结语

高速公路桥梁预应力张拉施工质量同工程结构安全、使用寿命密切相关。目前施工中出现的伸长量偏差、滑丝断丝、预应力损失超标的状况,是由材料、设备、工艺、管理等各方面因素共同造成的。施工过程中要坚持源头控制、过程控制、闭环整改原则,严格控制原材料质量,规范设备管理、施工工艺,完善现场质量控制体系,有效防止各种施工质量问题的发生,保证预应力张拉施工精度,提高高速公路桥梁结构稳定性、耐久性,为交通工程安全运营提供有力保障。