

公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁施工技术

孙湘景

云南交投集团公路建设有限公司 云南昆明 650000

摘要: 本文聚焦公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁施工技术, 涵盖模板、钢筋、波纹管、混凝土浇筑及拆模养护环节。详细阐述各部分施工要点与质量控制措施, 如模板设计与加工精度、钢筋检验安装规范、波纹管选型定位及保护等, 强调了各环节相互关联协同对确保T梁质量的重要性, 为公路桥梁建设提供技术参考与指导。

关键词: 公路桥梁; 预应力混凝土; 预制T梁; 施工技术; 质量控制

在当今公路桥梁建设领域, 预应力混凝土预制T梁因诸多优点被广泛应用。其可在工厂预制, 提升施工效率与质量管控水平, 缩短现场作业周期。然而, 从原材料到成品的多道工序中, 任一环节出现问题都会影响桥梁结构性能与耐久性。深入探究其施工技术细节, 对推动公路桥梁工程发展意义深远, 能保障桥梁安全稳定运营, 满足交通需求增长。

一、公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁模板施工技术

1. 模板设计与材料选择

T梁模板的设计应依据桥梁设计图纸精确进行, 确保模板尺寸准确无误, 能够完美契合T梁的外形轮廓。模板材料通常选用高强度钢材, 如Q345及以上级别, 以保证模板在承受混凝土浇筑时的侧压力以及振捣过程中的冲击力时, 不发生变形或损坏。模板面板一般采用厚度为6~8mm的钢板, 具备良好的平整度和光洁度, 有利于混凝土脱模与表面质量的提升。加劲肋则采用槽钢或角钢组合而成, 增强模板整体刚度与稳定性, 竖向对拉背楞支架多采用双拼[10-12]号槽钢, 横向对拉背楞支架采用双拼[8-10]号槽钢, 通过合理的布置形式确保模板在受力后能均匀分散荷载, 维持形状稳定^[1]。

2. 模板加工与安装

模板加工精度是保证T梁尺寸精度的关键因素之一。在工厂车间内, 利用专业的切割设备和加工工具, 按照设计尺寸对钢板进行切割、钻孔、焊接等操作, 严格控制加工误差在允许范围内。例如, 模板的长度、宽度、高度等主要尺寸公差应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内。模板安装前, 需对其表面进行彻底清理, 去除铁锈、焊渣等杂质, 然后涂刷脱模剂, 脱模剂应选用质量可靠、隔离效果好且不影响混凝土性能的产品, 如机械润滑油与柴油按一

定比例调配而成的混合液。安装时, 严格按照设计编号依次吊装模板就位。首先安装中间段模板, 以此为基准向两端扩展安装。安装过程中, 利用全站仪、水准仪等测量仪器实时监测模板的位置和垂直度, 确保模板之间的拼接严密, 错台误差不超过1mm。上下对拉螺栓的安装间距应符合设计要求, 一般为100~150cm, 且必须拧紧牢固, 防止在混凝土浇筑过程中出现跑模现象。螺栓安装完成后, 再次检查模板的整体线形、几何尺寸以及加固情况, 确保模板系统的稳定性与可靠性。

3. 模板拆除

混凝土浇筑完成后, 当其强度达到设计规定的拆模强度(通常依据同条件养护试块强度确定, 如达到设计强度的75%以上)时, 方可进行拆模操作。拆模顺序应遵循先支后拆、后支先拆、非承重部位先拆、承重部位后拆的原则, 严禁野蛮拆除。对于翼缘板、横隔板等非承重部位的模板, 可采用人工配合小型撬棍等工具轻轻拆除; 而对于底模和侧模等承重部位模板, 则需根据结构受力情况逐步松动螺栓和拆除支撑体系, 缓慢拆除模板, 避免因拆模不当导致T梁局部受力过大而产生裂缝或损坏。拆模后的模板应及时清理、维修和保养, 检查模板的变形、损坏情况, 对变形部位进行矫正修复, 对损坏的面板和部件进行更换或加固处理, 以便下次循环使用。

二、公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁钢筋施工技术

1. 钢筋原材料检验与存放

进入施工现场的钢筋必须具有出厂质量合格证明文件, 并按照规定批次进行抽样检验。检验项目包括钢筋的屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能等力学性能指标以及外观质量检查。对于热轧带肋钢筋, 其屈服强

度标准值应不低于相关国家标准规定值，抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25，且应具有明显的屈服台阶。钢筋存放时应设置专门的堆放场地，场地应保持干燥、通风良好，钢筋底部垫高20-30cm，避免直接接触地面受潮生锈。不同规格、型号的钢筋应分类堆放，并设置明显的标识牌，注明钢筋的品种、规格、数量、生产厂家等信息，便于识别和使用^[2]。

2. 钢筋加工

钢筋加工应在专门的加工棚内进行，加工设备应定期校准和维护，确保加工精度满足要求。钢筋下料长度应根据T梁钢筋骨架的设计尺寸精确计算确定，考虑钢筋弯曲调整值后进行切割下料，误差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内。钢筋弯曲成型应采用合适的弯曲机具，按照设计要求的弯曲角度和半径进行加工，弯曲处的曲面应光滑、无裂纹和褶皱现象。对于箍筋的弯钩弯曲角度应为 135° ，弯钩平直部分长度不小于箍筋直径的10倍；对于梁体纵向钢筋的弯折角度和弯弧内直径等参数也应严格按照设计规范执行。

3. 钢筋安装

钢筋安装前，应在T梁模板上精确标记出钢筋的位置和间距，作为安装的控制依据。先安装梁体底部受力钢筋，将钢筋放置在预先设定的位置上，利用马凳筋或其他支撑装置将其固定牢固，确保钢筋位置准确，间距偏差不得超过 $\pm 5\text{mm}$ 。然后依次安装梁体侧面钢筋、箍筋和架立筋等。在安装过程中，注意钢筋之间的交叉点应采用铁丝绑扎牢固，绑扎丝头应朝向梁内侧，避免外露影响混凝土浇筑质量和结构外观。对于预应力管道与普通钢筋位置冲突的情况，应适当调整普通钢筋位置，确保预应力管道畅通无阻且定位准确。钢筋安装完成后，组织专业人员进行全面检查，检查内容包括钢筋的型号、规格、数量、位置、间距以及钢筋骨架的整体稳定性等，检查合格后方可进行后续工序施工。

三、公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁波纹管安装技术

1. 波纹管材料与选型

预应力孔道波纹管一般选用金属波纹管或塑料波纹管。金属波纹管具有良好的耐压性和刚性，适用于跨度较大或曲线半径较小的T梁结构；塑料波纹管则具有质地轻、耐腐蚀、摩阻力小等优点，在一些中小跨度直线T梁中应用广泛。波纹管的选型应根据桥梁设计要求、施工环境以及经济成本等多方面因素综合考虑确定。所选波纹管的材质应符合相关国家标准和行业规范要求，

如金属波纹管的径向刚度、抗渗漏性能以及塑料波纹管的环刚度、拉伸强度等指标应满足预应力张拉和混凝土浇筑过程中的受力要求。

2. 波纹管安装定位

波纹管安装前，应根据设计坐标在梁体钢筋骨架上精确标记出波纹管的中心位置和走向。在安装过程中，采用定位钢筋将波纹管牢固固定在指定位置，定位钢筋间距一般为50-80cm，在曲线部位或波纹管转折处应适当加密。定位钢筋与波纹管之间可采用点焊或绑扎连接方式，但严禁电焊烧伤波纹管。同时，为防止波纹管在混凝土浇筑过程中发生位移或变形，可在波纹管内插入硬塑料衬管或橡胶棒等芯棒，待混凝土初凝后抽出芯棒。波纹管接头处应采用专用的接头管连接，接头管长度一般为波纹管直径的3-5倍，且连接应紧密牢固，不得有漏浆现象。接头处用封箱带包裹并用胶布缠绕密封，缠绕长度不小于15cm。在锚垫板和螺旋筋安装位置处，波纹管应从其中心穿过并固定牢固，确保预应力筋在张拉时能够顺利通过波纹管传递力。

3. 波纹管保护与检查

波纹管安装完成后，在混凝土浇筑前应对其完整性和通畅性进行检查。可采用充气试验或通球试验方法进行检查。充气试验时，将波纹管内充气至一定压力（一般为0.02-0.05MPa），观察波纹管是否有变形、漏气现象；通球试验则是将比波纹管内径小4-6mm的木球或塑料球放入波纹管一端，从另一端吹气使其通过波纹管，若木球能够顺利通过且无明显阻塞感，则表明波纹管通畅。在混凝土浇筑过程中，安排专人负责观察波纹管情况，若发现波纹管有破损、移位等问题应及时采取措施进行处理，确保预应力筋在孔道内的正常张拉与锚固。

四、公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁混凝土浇筑技术

1. 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计应根据T梁的设计强度等级、耐久性要求以及施工工艺特点进行优化。选用优质水泥，如P·O 42.5普通硅酸盐水泥或更高强度等级的水泥，其性能应符合国家标准规定。细骨料宜采用中砂，细度模数在2.6-3.0之间，含泥量不超过3%；粗骨料最大粒径不宜超过20mm，宜选用连续级配的碎石，含泥量不超过1%。同时，加入适量的粉煤灰、矿粉等矿物掺合料以及高效减水剂等外加剂，以提高混凝土的工作性能和耐久性。通过试验室试配和试件强度验证，确定最佳配合比，

使混凝土拌合物具有良好的和易性、流动性和黏聚性，坍落度控制在12-16cm之间。

2. 混凝土搅拌与运输

混凝土搅拌应在自动化搅拌站内进行，严格按照配合比计量各种原材料，采用电子计量设备控制称量误差在 $\pm 1\%$ 以内。搅拌时间应根据搅拌机类型和混凝土坍落度要求确定，一般不少于90s，确保混凝土搅拌均匀、颜色一致。搅拌好的混凝土应及时卸料到混凝土运输车中，运输车辆应覆盖保温防晒设施，防止混凝土在运输途中发生离析、泌水或坍落度损失过大等情况。运输时间不宜过长，一般控制在30-40min以内，从搅拌站卸料到施工现场入模的时间间隔不应超过混凝土初凝时间的一半^[3]。

3. 混凝土浇筑

混凝土浇筑前，应对模板和波纹管进行全面检查，确保其内部清洁无杂物、位置准确无误且稳固可靠。浇筑时，采用分层浇筑、振捣的方法。分层厚度一般为30-50cm，振捣器采用插入式振捣器或附着式振捣器相结合的方式。插入式振捣器振捣时，移动间距不宜超过振捣器作用半径的1.5倍，且应插入下层混凝土5-10cm，振捣至混凝土表面不再下沉、无气泡冒出、表面泛浆为止。振捣过程中应注意避免振捣棒触碰模板、波纹管和预埋件等，防止其发生位移或损坏。同时，在浇筑过程中应随时检查混凝土的坍落度和和易性，如有异常及时调整。

4. 混凝土养护

混凝土浇筑完成后，应及时进行养护。养护方式可采用蒸汽养护或自然养护。蒸汽养护一般在预制梁厂的养护室内进行，养护室温度控制在40-60℃，相对湿度大于90%，养护时间根据混凝土强度增长情况确定，一般为12-24h。自然养护时应在混凝土浇筑完毕后12h内开始覆盖保湿材料，如草帘、麻袋等，并经常洒水保持湿润状态，养护时间不少于14d。在养护期间，严禁在混凝土表面施加荷载或进行其他可能影响混凝土强度增长的操作。

五、公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁拆模及混凝土养护技术

1. 拆模工艺与时机

预制T梁拆模应按照先支后拆、后支先拆的顺序进

行。一般在混凝土强度达到设计强度的75%以上时可拆除侧模和翼缘模板，此时可通过同条件养护试块强度试验或回弹仪检测来确定混凝土强度是否满足要求。底模拆除应在混凝土强度达到设计强度的100%以上时进行，且应结合梁体的结构受力特点和施工荷载情况进行判断。拆模过程中应小心谨慎，避免对梁体表面造成损伤或产生裂缝。对于一些大型T梁或采用特殊设计的梁体结构，拆模前应制定详细的拆模方案，并进行模拟分析和专家论证，确保拆模安全和梁体质量不受影响。

2. 混凝土养护方法与措施

混凝土养护是保证预制T梁质量的重要环节之一。除了上述提到的蒸汽养护和自然养护方法外，还可根据实际情况采用其他养护措施。例如，在冬季施工时，当环境温度低于5℃时，应采取加热保温措施对混凝土进行养护，可采用在预制梁厂内设置暖棚、在梁体表面覆盖电热毯或采用蒸汽加热等方式，确保混凝土在适宜的温度条件下硬化。在夏季高温季节施工时，应对混凝土进行遮阳和降温处理，避免阳光直射导致混凝土表面水分蒸发过快而产生干缩裂缝。同时，在混凝土养护期间应定期对梁体进行检查和记录，包括混凝土的外观质量、强度发展情况以及环境温湿度等信息，以便及时发现问题并采取相应措施进行处理。

结语

公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁施工技术作为桥梁建设关键环节，通过对模板、钢筋、波纹管、混凝土及养护拆模等方面技术的系统研究与严格把控，构建起完整的技术体系。各环节紧密相扣，缺一不可，唯有全面遵循相关标准规范，精准落实各项技术要求，才能确保预制T梁高质量产出，为公路桥梁建设奠定坚实基础，助力我国交通基础设施稳健发展。

参考文献

- [1] 郭俊成.公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁施工技术[J].时代汽车, 2024, (21): 196-198.
- [2] 袁峰.公路桥梁工程预应力混凝土预制T梁关键施工技术[J].工程机械与维修, 2024, (08): 105-107.
- [3] 牙地卡尔·吾买尔.公路桥梁建设预应力混凝土预制T梁施工技术[J].科学技术创新, 2023, (24): 144-148.