

道路桥梁施工中的伸缩缝施工技术研究

李文

池州建投工程管理有限公司 安徽 池州 247000

摘要：随着城市化进程的加速以及交通网络的不断完善，道路桥梁作为重要的交通基础设施，其建设规模与数量与日俱增。本文聚焦道路桥梁施工中的伸缩缝施工技术展开研究。首先概述道路桥梁伸缩缝施工技术的基本情况，接着详细阐述施工准备、开槽、安装、混凝土浇筑及养生等关键技术环节。同时，探讨该施工技术的发展趋势，包括材料创新、结构优化、工艺革新以及环保可持续性发展等方面，旨在为道路桥梁伸缩缝施工提供全面的技术参考，提升施工质量与效率，保障道路桥梁的安全与耐久性。

关键词：道路桥梁；伸缩缝施工；技术环节；发展趋势

引言：道路桥梁作为交通基础设施的关键组成部分，其建设质量直接关乎交通的顺畅与安全。伸缩缝作为道路桥梁结构中的重要部件，对适应桥梁结构变形、防止结构破坏起着至关重要的作用。然而，在实际施工中，伸缩缝施工技术面临诸多挑战，如施工精度控制、材料性能要求等。深入研究道路桥梁伸缩缝施工技术，不仅有助于解决现有施工难题，还能推动行业技术进步，提高道路桥梁工程的整体质量与使用寿命，对保障交通运输安全意义重大。

1 道路桥梁伸缩缝施工技术概述

1.1 伸缩缝的定义与作用

伸缩缝是道路桥梁工程中为适应因温度变化、混凝土收缩徐变、车辆荷载作用等因素引起的结构变形而专门设置的构造间隙。它通过断开桥梁上部结构的连续性，在桥面铺装、梁体端部及附属设施（如护栏、伸缩装置）之间预留可调节的缝隙，使桥梁在纵向、横向及竖向三个维度上能够自由伸缩变形，从而避免因结构变形受阻而产生的附加应力。这种构造不仅能够有效防止梁体开裂、支座破坏及墩台顶面局部压溃等结构损伤，还能保障车辆行驶的平顺性，避免因桥面不平整引发的跳车现象，减少车辆冲击荷载对桥梁结构的损害。此外，伸缩缝的设计需兼顾防水与防尘功能，防止雨水渗入梁体内部导致钢筋锈蚀，同时便于后期维护与清洁，是确保桥梁结构耐久性与行车安全的关键构造。

1.2 伸缩缝的分类

伸缩缝按构造形式与适用场景可分为五大类：（1）无缝式伸缩缝。采用TST碎石弹塑体等材料填充伸缩间隙，形成连续桥面铺装，适用于伸缩量20-40mm的中小跨径桥梁。其优势在于施工便捷、行车平顺，但耐久性受材料老化影响。（2）对接式伸缩缝。分为填塞对接

型（沥青、橡胶等材料填塞）与嵌固对接型（钢构件嵌固橡胶条）。前者适用于伸缩量 $\leq 40\text{mm}$ 的常规桥梁，后者通过橡胶条拉压变形吸收位移，适用于伸缩量 $\leq 80\text{mm}$ 的场景。（3）钢制支承式伸缩缝。以钢梳齿板、位移控制箱等部件组成，直接承受车轮荷载，适用于伸缩量400-500mm的大型桥梁。其结构复杂但承重性强，需配备止水带防止渗水。（4）组合剪切式（板式）伸缩缝。利用橡胶带剪切变形实现位移，构造简单且防水性好，广泛用于伸缩量30-60mm的二级以下公路桥梁。（5）模数式伸缩缝。由异型钢、横梁、位移控制箱及橡胶密封带组成，可通过增减中梁钢和密封体适应80-1200mm的大位移量，适用于弯、坡、斜等复杂桥梁结构。其模块化设计提升了施工效率与结构适应性^[1]。

2 道路桥梁中伸缩缝施工的关键技术

2.1 施工准备技术

道路桥梁伸缩缝施工准备是保障工程质量与效率的基础环节，需从技术、材料、设备及现场条件等多方面系统推进。（1）技术交底与图纸审核至关重要。施工前需组织设计单位、监理方及施工团队进行技术交底，明确伸缩缝类型、规格、安装位置及技术参数，确保施工人员熟悉设计意图。同时，结合现场桥梁结构特点，复核施工图纸的准确性，重点核查伸缩缝预留槽口尺寸、预埋件位置及与桥面铺装的衔接要求，避免因设计偏差导致返工。（2）材料与设备准备需严格把控。根据设计要求，提前采购符合标准的伸缩装置、钢筋、混凝土等材料，并检查其质量证明文件及性能指标。例如，模数式伸缩缝的异型钢需满足强度与耐腐蚀性要求，混凝土需具备早强、抗裂特性。同时，配备切割机、空压机、电焊机、振捣棒等专用设备，并调试至最佳状态，确保施工连续性。（3）现场条件核查与安全防护不可或缺。施工

前需清理桥面杂物,确保预留槽口周边平整、无积水;对交通流量大的路段,设置临时围挡、警示标志及导流设施,保障施工人员与过往车辆安全。此外,需关注天气预报,避免在雨天或低温环境下施工,防止混凝土浇筑质量受损。

2.2 开槽技术

开槽是道路桥梁伸缩缝施工的关键环节,其精度直接影响伸缩装置的安装质量与桥梁结构的耐久性,需从槽口定位、切割、清理及验收四方面严格把控。(1)槽口定位需精准无误。施工前需根据设计图纸,利用全站仪或激光测距仪复核伸缩缝中心线与桥面铺装边缘的相对位置,确保槽口宽度、深度符合伸缩装置安装要求。例如,模数式伸缩缝槽口宽度通常比装置宽20-30mm,深度需保证锚固钢筋埋入深度 $\geq 100\text{mm}$ 。定位时需考虑桥面横坡与纵坡,避免因坡度偏差导致槽口倾斜。(2)切割工艺需规范操作。采用混凝土切割机沿定位线垂直下切,切割深度需严格控制在设计范围内,避免损伤梁体结构或预埋钢筋。切割过程中需保持设备稳定,防止因振动导致槽口边缘开裂。对于沥青桥面,切割后需用空压机吹除碎屑;对于水泥混凝土桥面,需用角磨机打磨槽口内壁,确保表面粗糙度满足粘结要求。(3)槽口清理与预埋件检查需彻底。切割完成后,需人工清除槽内残留混凝土块、钢筋锈蚀层及杂物,并用高压水枪冲洗至无浮尘。同时,检查预埋钢筋的间距、数量及锈蚀情况,对缺失或偏位的钢筋需植筋补强,确保伸缩装置锚固牢固。

2.3 伸缩缝安装技术

伸缩缝安装质量直接决定桥梁结构的耐久性与行车安全性,需从吊装定位、锚固连接、间隙校准及防护固定四个环节严格把控工艺标准。(1)吊装定位需精准对位。采用起重机或专用吊具将伸缩装置吊运至槽口上方,通过全站仪与水准仪联合校核其平面位置及标高,确保装置中心线与桥面伸缩缝中心线偏差 $\leq 2\text{mm}$,纵向坡度与桥面横坡一致(误差 $\leq 0.5\%$)。吊装过程中需使用柔性绳索捆绑,避免装置变形;下放时需缓慢操作,防止碰撞槽口边缘,同时用木楔或橡胶垫块临时支撑,保持装置水平稳定。(2)锚固连接需牢固可靠。将伸缩装置的锚固钢筋与槽口内预埋钢筋进行双面焊接,焊缝长度 $\geq 5d$ (d 为钢筋直径),焊接质量需符合《钢结构工程施工质量验收规范》。对于模数式伸缩缝,需逐一拧紧中梁钢与边梁钢的连接螺栓,使用扭矩扳手控制紧固力矩(150-200N·m),并涂刷防松标记。锚固完成后,需用混凝土保护层垫块控制钢筋保护层厚度($\geq 25\text{mm}$),防止露筋锈蚀。(3)间隙校准需动态调整。根据

桥梁设计伸缩量及施工时温度,通过专用塞尺或激光测距仪调整伸缩装置的开启间隙,确保其在最高与最低温度时均能自由伸缩。调整时需对称操作,保证间隙均匀性(偏差 $\leq 1\text{mm}$),并检查多向变位伸缩缝的横向、竖向位移功能是否正常。

2.4 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑是伸缩缝施工的关键环节,直接影响伸缩装置与桥面的粘结强度及结构耐久性,需从材料配比、浇筑工艺、振捣密实及养护措施四方面严格把控。(1)材料配比需科学精准。选用早强型补偿收缩混凝土,其配合比需通过试验确定,确保水胶比 ≤ 0.4 ,坍落度控制在120-160mm,以兼顾流动性与强度。掺入8%-10%的膨胀剂补偿混凝土收缩,减少开裂风险;同时添加聚丙烯纤维(0.9kg/m^3)增强抗裂性能。材料进场时需核查质量证明文件,并按批次抽检抗压强度与膨胀率,不合格品严禁使用。(2)浇筑工艺需分层推进。采用分层浇筑法,每层厚度 $\leq 300\text{mm}$,从伸缩缝一侧向另一侧连续推进,避免形成施工冷缝。浇筑时需用铁锹或溜槽将混凝土送入槽内,严禁直接抛掷导致离析。对于模数式伸缩缝,需在装置两侧同步浇筑,保持高度一致,防止因单侧压力过大导致装置偏移。(3)振捣密实需多措并举。使用插入式振捣棒与平板振捣器联合作业,振捣棒间距 $\leq 300\text{mm}$,快插慢拔至表面泛浆且无气泡冒出。重点振捣锚固钢筋周边及装置底部,确保混凝土充分包裹预埋件。振捣过程中需避免碰撞伸缩装置,防止其位移或变形。

2.5 养生技术

养生是伸缩缝混凝土强度形成与耐久性提升的关键环节,需通过科学养护控制混凝土内部温湿度变化,防止开裂、强度倒缩等质量问题,需从覆盖保湿、温度调控、时间控制及防护措施四方面系统实施。(1)覆盖保湿需严密无漏。混凝土初凝后(约2-4小时),立即采用双层覆盖法:内层为透水性土工布,外层为塑料薄膜,确保混凝土表面与外界完全隔离。覆盖时需将薄膜边缘压入混凝土侧壁,防止水分蒸发;对于模数式伸缩缝,需在装置顶部增设防雨罩,避免雨水冲刷导致养护中断。每日定时检查覆盖层完整性,发现破损及时修补。(2)温度调控需动态平衡。夏季高温时,在覆盖层上增设麻袋片并喷水降温,控制混凝土内外温差 $\leq 25^\circ\text{C}$,防止热胀开裂;冬季低温时,采用电热毯或蒸汽养护,保持环境温度 $\geq 5^\circ\text{C}$,确保水泥水化反应持续进行。同时,在伸缩缝两侧设置温度传感器,实时监测温升速率($\leq 15^\circ\text{C/h}$),避免因温差梯度过大引发应力裂缝。(3)养生时间需充分达标。普通混凝土养生期 $\geq 7\text{d}$,掺膨胀剂或纤维的

补偿收缩混凝土养生期需延长至14d。养生期间每日洒水3-5次,保持表面湿润;拆模后继续覆盖养护,直至混凝土强度达到设计值的80%以上。严禁提前加载或开放交通,防止结构损伤^[2]。

3 道路桥梁中伸缩缝施工技术的发展趋势

3.1 材料创新与高性能化

未来伸缩缝材料将向高强度、耐久性、自适应方向突破。新型复合材料如超高性能混凝土(UHPC)、纤维增强塑料(FRP)的应用将显著提升装置的承载能力与抗疲劳性能,延长使用寿命。同时,智能材料如压电陶瓷、形状记忆合金的引入,可实现伸缩缝对温度、荷载的实时感知与自适应调节,减少人工维护需求。此外,环保型材料如再生橡胶、低挥发有机物(VOC)密封胶的研发,将降低施工对环境的影响,符合绿色建筑趋势。

3.2 结构优化与多向变位功能提升

伸缩缝结构将向模块化、集成化方向发展,通过优化异型钢梁、位移控制箱的几何参数,实现更精准的位移传递与应力分散。多向变位功能将成为核心指标,装置需同时满足纵向伸缩、横向转角、竖向沉降等多维度变形需求,以适应复杂地形与地震活跃区的桥梁结构。新型铰接式、球铰式连接结构的设计,可提升装置的变位灵活性,减少因约束过度导致的结构损伤。

3.3 工艺革新与自动化智能化施工

施工工艺将向自动化、数字化方向升级。3D打印技术可实现伸缩装置的定制化生产,减少现场加工误差;机器人焊接、螺栓紧固等工序的引入,将提升施工精度与效率。物联网(IoT)技术的应用可实时监测施工参数(如混凝土温度、振捣频率),通过数据分析优化工艺流程。同时,基于BIM(建筑信息模型)的虚拟施工预演,可提前发现设计冲突,减少返工风险。智能张拉设

备、无人驾驶压路机的配合使用,将推动伸缩缝施工向“无人化”方向发展,降低人力成本与安全风险。

3.4 环保与可持续性发展

伸缩缝施工将全面融入绿色建设理念。材料方面,再生骨料混凝土、工业废渣基密封胶的推广使用,可减少天然资源消耗;施工废水循环利用系统、低噪音切割设备的普及,将降低对周边环境的干扰。能源管理上,太阳能供电的监测设备、电动施工机械的应用,可减少碳排放。此外,全生命周期评估(LCA)方法将指导设计选型,优先选择可回收、易拆解的装置结构,降低后期拆除成本^[3]。

结束语

道路桥梁伸缩缝施工技术作为保障结构安全与行车舒适的关键环节,其发展始终与材料科学、智能技术及绿色理念深度融合。未来,随着高性能复合材料、多向变位结构、自动化施工装备的突破,伸缩缝将向更耐久、更智能、更环保的方向演进。同时,全生命周期管理理念的普及,将推动设计、施工、养护一体化模式的成熟,实现资源高效利用与成本优化。面对气候变化与超限运输的挑战,行业需持续创新,构建适应复杂环境的伸缩缝技术体系,为交通基础设施的可持续发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]艾学刚.伸缩缝技术在道路施工中的应用研究[J].科技资讯,2022,15(34):62+64.
- [2]方怀霞.伸缩缝施工技术在道路施工中的应用探讨[J].中华建设,2021(08):130-131.
- [3]韩福录.道路桥梁施工中的伸缩缝施工技术[J].交通世界,2022(22):84-85.