

# 市政桥梁施工中的桥梁基础加固

史明杰

上海城建市政工程(集团)有限公司 上海 200032

**摘要:** 市政桥梁基础加固对保障桥梁安全意义重大。桥梁基础受多种因素影响易出现病害,影响桥梁安全与耐久性。本文介绍了扩大基础加固法、桩基础加固法、钢筋混凝土套箍加固法等常见加固方法,阐述了地基处理、新老结构连接、混凝土施工质量控制、预应力加固等关键技术措施,为桥梁基础加固施工提供参考,保障桥梁安全稳定运行。

**关键词:** 市政桥梁施工;桥梁基础加固;加固常见方法

## 引言

市政桥梁作为城市交通的关键枢纽,其安全性和耐久性至关重要。桥梁基础作为支撑桥梁的关键部分,在长期使用过程中,受地基承载力不足、水流冲刷、施工质量缺陷等因素影响,易出现病害,威胁桥梁安全。若不及时处理,可能引发严重安全事故,造成巨大经济损失和不良社会影响。因此,对存在病害的桥梁基础进行加固处理迫在眉睫,本文将深入探讨桥梁基础加固的相关方法、关键技术措施等内容。

## 1 桥梁基础加固的必要性

桥梁基础,作为桥梁结构体系中至关重要的支撑部分,犹如大厦之基石,其稳定性对桥梁整体的安全性与耐久性起着决定性作用<sup>[1]</sup>。在市政桥梁漫长的服役历程中,基础往往会受到多种不利因素的侵袭,进而引发各类病害。地基承载力不足是导致基础病害的常见因素之一。当桥梁所处位置的地基土质松软、承载能力有限时,在桥梁自身重量以及过往车辆、行人等荷载的长期作用下,基础就会逐渐下沉,产生不均匀沉降。这种沉降不仅会使桥梁的线形发生改变,影响行车的舒适性,严重时还可能导致桥梁结构出现裂缝,削弱桥梁的整体强度和稳定性。水流冲刷也是危害桥梁基础杀手。在河流中的桥梁,其基础长期受到水流的冲刷作用。尤其是在洪水季节,水流速度加快、冲击力增大,容易将基础周围的土体冲走,引发基础局部掏空。一旦基础失去足够的土体支撑,就可能出现倾斜、位移甚至倒塌的危险,严重威胁桥梁的安全。此外,施工质量缺陷也不容忽视。在桥梁基础施工过程中,如果存在混凝土浇筑不密实、钢筋布置不合理等问题,就会导致基础结构出现损坏。这些潜在的隐患在桥梁使用初期可能并不明显,但随着时间推移和荷载的反复作用,问题会逐渐暴露出来,影响桥梁的正常使用。桥梁基础出现的这些病害,若

得不到及时有效的处理,将会不断恶化,最终可能引发严重的安全事故,造成巨大的经济损失和不良社会影响。

## 2 桥梁基础加固的常见方法

### 2.1 扩大基础加固法

扩大基础加固法是针对特定基础问题的一种有效加固手段,主要适用于基础承载力无法满足需求、基础埋置深度较浅,且墩台属于混凝土或砖石刚性实体式基础的情形。当地基强度达标,但出现不均匀沉降、变形过大等病害时,同样可采用此方法,而扩大基础底面积的具体大小,则要依据地基变形计算来确定。在具体施工时,首先开展围堰施工。要在需加宽的区域打设板桩围堰,若墩台基础的土壤条件不理想,就得进行必要的加固处理,以此保证围堰的稳定性,为后续施工创造安全的环境。接着进行基坑开挖,将堰内的土壤挖至规定深度,在此过程中,要时刻留意墩台的安全状况,防止因开挖操作致使基础失稳,引发安全事故。完成基坑开挖后,进入基础处理阶段,把堰内的水抽干后,铺砌石块(采用浆砌的方式)或者浇筑混凝土基础,为扩大基础施工打造稳定的工作面。之后是结构连接环节,按照设计要求,在原墩台的侧面钻孔,并置入锚固钢筋,通过这种方式让新、老结构能够紧密联结,更好地共同承受荷载。最后进行模板安装与混凝土浇筑,立好模板后浇筑混凝土,并进行养生,直至混凝土达到设计强度。在整个施工过程中,新、老基础的结合牢固程度至关重要,必须严格把控施工质量,避免结合面出现病害,确保扩大基础加固法能够有效发挥作用,提升基础的承载能力和稳定性,保障建筑物的安全使用。

### 2.2 桩基础加固法

桩基础加固法是应对桩基础出现承载力或稳定性不足问题的有效手段,常见于桩身损坏、桩间距过大致使整体承载能力下滑等状况。在施工方法上,主要分为补

桩法和桩身加固法。补桩法是在原桩基础周边增设新的钻孔桩或者打入预制桩,同时扩大原承台。如此一来,墩台的部分荷载便能传递至新桩基,进而提升基础的承载力与稳定性。以单排架桩式桥墩为例,若原有桩距较大,达到4-5倍桩径,就可在桩间插桩。不过,插桩时需先凿除原盖梁,再浇筑新盖梁,让新、旧桩顶联结成一体<sup>[2]</sup>。此外,还需检验原盖梁在加桩顶部能否承受与原来方向相反的弯矩。若无法承受,就必须对原有盖梁进行加固处理,或者重新浇筑盖梁,确保结构安全。桩身加固法则聚焦于对有缺陷的桩身进行修复或加固。其中,高压旋喷桩是较为常用的一种方式。它借助高压喷射水泥浆液,使浆液与桩身周围的土体充分混合,从而形成加固桩体。这种加固桩体能够有效提高桩身的承载能力和稳定性,增强桩基础在复杂地质条件和荷载作用下的适应能力。

### 2.3 钢筋混凝土套箍加固法

当桥梁墩台因基础埋深不足或施工质量问题而出现开裂状况时,钢筋混凝土套箍加固法便是一种可行且有效的加固手段。该方法核心在于在原有基础的外围加设钢筋混凝土套层,通过这种方式,能够显著增加基础的承载面积,增强基础的整体性,进而有效提高基础的抗裂性能与承载能力,保障桥梁墩台的稳定与安全。在施工要点方面,首先要做好表面处理工作。对原有基础表面进行全面且细致的清理,将风化层、松散混凝土等不良部分彻底去除,使坚实基层充分显露出来,这是确保钢筋混凝土套箍与原基础能够良好结合的关键前提。接着进行钢筋安装,要严格按照设计要求植入抗剪钢筋,保证钢筋间距和植入深度符合相关规范标准。随后安装钢筋骨架,钢筋的规格、数量以及布置方式都必须精准满足设计要求,为后续施工提供稳固的支撑结构。模板安装环节也不容忽视,立模时要严格把控模板的平整度和垂直度,模板接缝务必严密,防止在混凝土浇筑过程中出现漏浆现象,影响混凝土质量。最后是混凝土浇筑与养护,浇筑钢筋混凝土套箍时,采用分层振捣的方式,确保混凝土能够充分密实,避免出现空洞等质量问题。浇筑完成后,要按照设计要求进行养护,养护期的长短直接关系到混凝土强度的发展,只有满足设计要求,才能保证混凝土达到预期的强度,使钢筋混凝土套箍充分发挥加固作用,提升桥梁墩台的整体性能与安全性。

## 3 桥梁基础加固施工中的关键技术措施

### 3.1 地基处理技术

某跨海大桥建设过程中,桩基施工遭遇严重溶洞事故。该桥墩设计采用12根直径达2.2米的钻孔灌注桩,桩

底标高为-26.923米,设计桩长32.7米。施工区域地质条件复杂,表层是2.35-2.9米厚的第四系冲积覆盖层,下伏基岩为裂隙极发育的粘土质粉砂岩,岩体破碎且断层众多。在施工过程中,6号桩钻孔至-12.4米、10号桩钻孔至-12.1米时,均出现严重坍孔现象,孔壁坍塌致使填埋深度分别达到4.9米和2.5米。经详细分析,事故主要原因如下表所示:

表1 跨海大桥桩基坍孔事故地质与施工因素分析表

事故原因	具体说明
断层岩体破碎	施工区域下伏基岩裂隙极发育,岩体破碎且断层众多,整体性极差,难以维持孔壁稳定。
未使用泥浆护壁	施工时采用清水钻进,未使用泥浆护壁,而桩径较大(直径2.2米),导致孔壁自稳性严重不足。
泥质砂岩遇水软化	泥质砂岩遇水后迅速软化,进一步加剧了孔壁的失稳状况。

针对这一棘手问题,地基处理采取双重有效措施。首先,开展逐桩补充钻探工作,精确重新核定桩长,确保每根桩都能穿透断层带,并深入完整基岩至少2米,保证足够的嵌岩深度,为桩基提供稳固的承载基础。其次,在钻孔通过断层带时,严格控制钻进速度,将进尺控制在1.5-2.0米/次,避免过度扰动岩块,同时灌注水下混凝土形成临时护壁。待混凝土终凝后,再重新钻孔。该方案实施后成效显著,后续桩基施工未再出现坍孔情况。成桩质量检测结果显示,桩身完整性均达到I类标准,这充分证明所采取的地基处理措施有效解决了复杂地质条件下的桩基施工难题,保障了桥梁基础的安全性与稳定性,为整个跨海大桥的建设奠定了坚实基础。

### 3.2 新老结构连接技术

某城市高架桥增设辅助墩加固时,原桥为3×30米预应力混凝土连续箱梁,因交通量增长需在跨中增设辅助墩缩短计算跨径。施工团队在新增墩顶采用铰接连接方式,但运营3年后检测发现,墩顶负弯矩区出现多条横向裂缝,最大宽度达0.3毫米,且辅助墩支座出现1.2厘米偏位。问题根源在于:铰接设计未充分考虑新旧结构变形协调性,导致辅助墩承担荷载比例不足30%;连接部位钢筋未有效锚固,新老混凝土界面粘结强度仅达设计值的65%。针对此类缺陷,改用刚接连接方案:首先在原梁底植入直径25毫米的HRB400级钢筋,植入深度达40倍直径(1000毫米),并通过U型箍筋与新增墩顶钢筋网交叉焊接;其次在新旧混凝土界面涂刷界面剂,并设置直径10毫米、间距150毫米的剪力钉;最后采用C50微膨胀混凝土浇筑墩顶,养护期间实施实时应力监测<sup>[3]</sup>。加固后静载试验显示,辅助墩承担荷载比例提升至58%,墩顶裂缝宽

度减小至0.05毫米以下，支座偏位消除。

### 3.3 混凝土施工质量控制技术

某景区石拱桥加固时，采用糯米灰浆修补拱圈风化石料，但运营2年后修补区域出现剥落，剥落面积达原修补面积的35%。检测发现：糯米灰浆抗压强度仅3.2MPa，远低于原石料砂浆强度（8.5MPa）；修补层厚度不均（最薄处仅2厘米），且未设置钢筋网增强。此类问题在古桥加固中具有典型性，需从材料与工艺双重控制：材料方面改用高性能仿古砂浆，其由42.5级普通硅酸盐水泥、粒径 $\leq 5$ 毫米的机制砂、硅灰（掺量10%）及AEA膨胀剂（掺量8%）配制而成，28天抗压强度达15.6MPa，与原石料粘结强度达2.1MPa；工艺方面严格控制修补层厚度（8-10厘米），并在层间设置直径6毫米、间距200毫米的双向钢筋网，钢筋网与原石料通过植筋（直径12毫米、植入深度200毫米）连接<sup>[4]</sup>。实施后经5年运营监测，修补区域未再出现剥落，且碳化深度年均增长值从0.8毫米降至0.2毫米。

### 3.4 预应力加固技术

某86+160+86米连续刚构桥采用体外预应力加固时，中跨下挠度达22.23厘米，腹板斜裂缝最大宽度0.45毫米。原加固方案在腹板两侧布置4束 $\Phi_s 15.2$ 钢绞线，张拉控制应力为0.6 $f_{ptk}$ （1020MPa），但加固后3年检测显示：中跨下挠度仅减少18%，腹板裂缝闭合率不足50%。问题源于：体外索转向块刚度不足导致应力损失达35%；锚固系统存在滑移（实测滑移量达2.3毫米）；未设置防振装置引发钢绞线疲劳断裂（断裂3根）。针对此类复杂工况，改用预应力碳纤维板加固系统：选用抗拉强度3400MPa的I级碳板，单板宽度100毫米、厚度2.0毫米；

转向块采用Q345qD钢材制作，刚度提升2.3倍，并通过机加工长圆孔设计适配现场偏差；锚具系统采用楔形夹片锚头，锚固效率 $\geq 90\%$ ，并设置1.8万次张拉无脱锚的防松装置；在体外索直线段每10米安装减振限位器，限制钢绞线振幅 $\leq 5$ 毫米。实施后检测数据显示：中跨下挠度减少65%（降至7.78厘米），腹板裂缝闭合率达90%，碳板应力实测值与设计值偏差 $\leq 5\%$ ，且经3年运营未出现新的裂缝<sup>[5]</sup>。

### 结语

市政桥梁基础加固是一项复杂且重要的工程，涉及多种加固方法与关键技术措施。从地基处理到新老结构连接，从混凝土施工质量控制到预应力加固，每个环节都紧密相连，共同影响着加固效果。在实际工程中，需根据桥梁基础的具体病害情况，科学合理地选择加固方法和技术措施，严格把控施工质量，如此才能有效提升桥梁基础的承载能力和稳定性，延长桥梁使用寿命，为城市交通的顺畅运行提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]张旭,景四乐.市政道路桥梁施工中的绿色施工技术[J].现代工业工程,2026(1):157-160.
- [2]侯庆嵩.市政道桥施工中的桥梁加固技术研究[J].门窗,2025(10):184-186.
- [3]冯毅.市政道路桥梁工程中的桥梁基础处理与加固技术研究[J].运输经理世界,2025(26):112-114.
- [4]钟汝刚.既有市政桥梁加固施工中的结构安全性评估与工艺改进[J].建筑与装饰,2025(22):130-132.
- [5]冯桂艳,杨春明.市政桥梁灌注桩大直径桩基加固施工技术[J].科学技术创新,2024(8):188-191.