城市道路路基施工技术要点及质量管控措施探讨

谢立勋

天津第二市政公路工程有限公司　天津　300000

摘　要：城市道路路基作为路面结构的承载基础，其施工质量直接决定道路工程的服役性能与使用寿命。本文针对城市道路路基施工面临的作业空间受限、地下管线密集、环保要求严格等特殊约束，系统分析了路基填料选用与处理、分层填筑与压实、特殊路基处治、排水设施及过渡段施工等关键技术要点，并从原材料控制、过程管控、质量验收和信息化监测四个维度提出全流程质量管控措施，进一步探讨了不均匀沉降和边坡失稳两类典型病害的成因与预防对策。研究表明，城市道路路基施工须兼顾技术规范与城市环境约束，构建覆盖施工全周期的质量控制体系。

关键词：城市道路；路基施工；压实技术；特殊路基；质量控制

引言：路基承担着传递路面荷载至地基的关键功能。城市道路路基区别于公路路基的显著特征在于其作业空间受限、地下管网密集、周边建（构）筑物毗邻、环保及文明施工要求苛刻，给施工技术选择和质量管控带来诸多特殊挑战。近年来，随着城市道路建设规模持续扩大和行车荷载要求不断提高，路基早期损坏问题时有发生，严重影响了路面结构的使用寿命和行车安全。深入探讨城市道路路基施工技术要点，分析典型病害成因并提出针对性预防措施，建立系统化的质量管控体系，对提升城市道路工程建设质量具有重要的现实意义。

1 城市道路路基施工的特点与基本要求

1.1 城市道路路基的工程特点

城市道路路基和普通公路路基的作业条件存在明显区别。城区施工场地狭小，作业区域碎片化，大型工程机械进场、开展作业受到诸多约束，对现场施工策划提出更高精细化标准。道路地下排布给排水、燃气、热力、电力通信等大量市政管线，开挖作业稍有疏忽就会损伤管线，诱发安全事故与公共事件。施工阶段还要兼顾城市通行，保通、分流工作压力大，项目工期约束较强。同时施工现场毗邻住宅、商业片区，扬尘、噪音、振动等环境问题备受关注，文明施工与环保管控标准更为严苛。

1.2 设计依据与技术要求

城市道路路基施工需参照 CJJ 37、CJJ 194 以及 JTG/T 3610 等现行行业规范开展作业。路基工程需要具备充足结构强度、整体稳定性与耐久性能，回弹模量、压实度两项核心指标必须达到设计标准。路基顶面回弹模量不能低于设计限值，指标不达标时要采取加固处置。压实度执行重型击实准则，路床 0-80cm 范围压实度≥ 95%，上路堤 80-150cm ≥ 93%，150cm 以下下路堤不小于 90%。遇到特殊土质或者地下水干扰路段，还需要落实对应的专项技术控制条件。

1.3 施工组织与现场管理要求

城市道路路基开工前应当编制完善的施工组织方案，合理排布工序、机械设备、物料供给以及交通疏导方案。正式动工之前完成地下管线摸排工作，摸清管线埋深、走向与具体位置，落实防护或者迁改举措。依据审批方案布设施工围挡、交通标识与警示装置，保障通行车辆与行人安全。现场配套洒水抑尘、噪声检测、垃圾收纳等设施，把施工带来的环境干扰控制在规范允许范围之内，实现施工现场规范化管理[1]。

2 城市道路路基施工关键技术要点

2.1 路基填料选用与处理技术

填筑材料品质直接左右路基压实质量与长期使用稳定性。城市道路优先选用砾类、砂类等级配优良的粗粒土，该类材料压实表现好、水稳定性突出。淤泥、泥炭等有机质土体禁止用于路基填筑；液限超 50%、塑性指数大于 26 的细粒土，未经改良不得直接填筑。城区取土资源紧张，基坑弃土、建筑再生料常被用作填料，但必须开展改良处置。工程常掺入石灰、水泥实现土体稳定，也可添加碎石、砂砾优化颗粒级配。石灰掺量 3%-6%，水泥掺量 4%-6%，实际配比依靠室内配合比试验确定。填料改良完毕后开展击实、承载比试验，检验改良效果是否达到路基设计标准。

2.2 分层填筑与碾压施工技术

路基填筑必须分层进行，每层填筑厚度应根据压实机具类型和填料性质通过试验段确定。采用重型振动压路机时，填土虚铺厚度一般为 30～40cm，填石虚铺厚度不超过 50cm。每层填筑完成后应进行压实度检测，检测合格后方可进行上层填筑。路基填筑宽度应考虑超宽填筑的要求，每侧超宽不小于 50cm，以保证路基边缘的压实效果，超宽部分在路基施工完成后进行削坡处理。碾压施工遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则。初压采用静力碾压使填料初步稳定，复压采用振动碾压达到设计压实度，终压采用静力碾压消除轮迹。碾压速度一般控制在 2～4km/h，碾压遍数根据试验段确定的参数执行，通常为 6～8 遍。碾压过程中应保持填料处于最佳含水率附近，当填料含水率过低时应均匀洒水湿润，含水率过高时应翻开晾晒或掺加石灰处理。

2.3 特殊路基处治技术

城市道路建设经常遭遇软土地基、湿陷性黄土、杂填土等不良地质，需要针对性开展加固处理。针对厚度不足 3m 的浅层软土，大多采用换填工艺，挖除软弱土层后回填碎石、砂砾或者灰土；厚度较大的深层软土，可选用塑料排水板、砂井排水固结，或是水泥搅拌桩、CFG 桩进行加固。分布杂填土的路段，要探明土体组分与分布范围，优先置换挖除或者注浆加固，不可直接将杂填土作为持力层。湿陷性黄土路段要消除土体湿陷特性，强夯、挤密桩、换填均为常用手段；城区管线密布，强夯振动容易扰动周边管线，更适合选用挤密桩以及灰土换填方案[2]。特殊路基加固完工后，落实专项检测，校验地基承载力与变形指标，满足设计要求后方可进入下道工序。

2.4 路基排水设施施工技术

“水是路基的天敌”，路基排水系统的完善程度直接影响路基的长期稳定性。城市道路路基排水包括地表排水和地下排水两个系统。地表排水设施主要有边沟、排水沟、截水沟等，用于排除路基范围内的地表径流。地下排水设施主要有盲沟、渗沟、排水垫层等，用于降低地下水位和排除路基内部渗水。排水设施施工时，应严格控制沟槽的断面尺寸和纵坡坡度，确保排水畅通、不积水。盲沟施工中反滤层的设置十分关键，应按设计要求的级配分层铺设碎石反滤层和土工布，防止细颗粒土体随渗水流失造成淤堵。在管线密集的城市路段，排水设施与各类市政管线的空间关系须妥善协调，避免相互干扰。

2.5 新旧路基衔接与过渡段施工技术

城市道路改扩建工程中，新旧路基衔接段和桥涵过渡段是质量控制的薄弱环节。新旧路基衔接面应按设计要求开挖台阶，台阶宽度一般不小于 1m，台阶底面设置向内倾斜 2%～4%的横坡。台阶开挖后应清理表面松散土体，在新旧结合面处铺设土工格栅等加筋材料，增强新旧路基的整体性。新路基填筑时应适当提高压实度控制标准，加强对拼接部位的碾压密实。桥涵台背过渡段是路基施工中极易产生不均匀沉降的区域，应选用透水性好、压实性能佳的级配碎石或砂砾填筑，并采用小型压实机具配合大型压路机的组合碾压方式，确保边角区域的压实度满足要求。台背过渡段的填筑长度一般不小于桥台高度的 2 倍，且不小于设计规定值

3 城市道路路基施工质量管控措施

3.1 原材料质量控制

原材料质量是路基工程质量的基础保障。路基填料的料源应固定，每批填料进场前应进行颗粒分析、液塑限、承载比和有机质含量等指标的检测，检测合格后方可进场使用。石灰、水泥等稳定材料的质量应符合相关标准要求，石灰中有效氧化钙和氧化镁含量不低于规范要求，水泥应采用终凝时间较长的低标号水泥。土工合成材料（土工格栅、土工布等）应按设计要求选用，进场后查验产品合格证和质量检验报告，并进行抽样复检。各类原材料应在施工现场分类堆放、妥善保管，石灰应覆盖防潮，水泥应存放于干燥场所，避免受潮变质影响使用效果。

3.2 施工全过程质量控制

施工过程控制是将质量要求落实到每一道工序的关键环节。路基施工应严格执行“三检制”，即班组自检、施工队互检和项目部专检。每层填料摊铺前应对下层顶面高程、平整度和压实度进行检查验收，不合格者须返工处理后方可进行上层施工。压实度检测采用灌砂法或环刀法，检测频率不低于每层每 1000 平方米至少检测 3 点。填土高度大于 6m 的高填方路基应加密沉降观测点的布设，定期进行沉降监测，当发现沉降速率异常时应及时分析原因并采取处理措施。关键工序和隐蔽工程应实行旁站监理制度，监理人员全程监督施工过程并留存影像资料。质量管控应建立可追溯的管理台账，详细记录填料来源、检测数据、施工参数和验收结论等信息[3]。

3.3 质量检测与验收标准

路基施工完成后应进行全面的质量检测与验收。检测内容包括压实度、弯沉值、平整度、纵断高程、中线

偏位、宽度、横坡和边坡坡度等项目。弯沉值是评价路基整体承载能力的重要指标，采用贝克曼梁法或自动弯沉仪测定，实测弯沉值应不大于设计弯沉值。平整度采用 3m 直尺检测，每 200m 测 2 处，每处连续量测 3 尺，最大间隙不超过 15mm。高程偏差控制在 ±10mm 以内。路基顶面不得有翻浆、起皮、波浪和积水等现象。验收不合格的路段应进行整改直至满足验收标准。验收合格后方可移交进行路面结构层施工。

3.4 信息化监测与动态管控

随着信息技术的发展，信息化监测手段在路基施工质量控制中的应用日益广泛。在关键路基段落布设沉降板、位移桩、孔隙水压力计等监测元件，采用自动化数据采集系统进行连续监测，可实时掌握路基的变形和稳定状态。压实质量实时监测系统通过在压路机上安装 GPS 定位和振动加速度传感器，可实时显示碾压轨迹、碾压速度和压实度分布云图，有助于发现漏压和欠压区域并及时补压。建立基于物联网的施工质量信息管理平台，将原材料检测数据、施工参数记录、质量检测报告和监测数据统一纳入数字化管理，实现质量信息的实时共享和可追溯。信息化管控手段的应用可显著提升质量管理的精细化水平和问题响应速度。

4 常见路基病害成因分析与预防措施

4.1 路基不均匀沉降的成因与预防

路基不均匀沉降主要表现为路面纵向裂缝、波浪起伏和桥头跳车。其成因包括：填料性质差异导致压实不均匀，不同区域压缩性不同而产生差异沉降；填筑层厚控制不严，局部超厚区域压实度不足，后期固结沉降偏大；地下水位变化引起路基土体强度衰减，粉土和粉砂类填料在地下水浸润后易发生崩塌流失；新旧路基结合部位处理不当，加宽段新路基沉降量大于旧路基，形成纵向开裂。预防措施应着重于：严格控制填料来源和级配，确保同一层位填料性质基本一致；严格执行分层填筑和分层压实制度，每层厚度不超过试验段确定值；完善路基综合排水系统，降低地下水位的不利影响；新旧路基衔接处严格按要求开挖台阶并铺设土工格栅，加宽部分采用相近填料并适当提高压实度标准。

4.2 路基边坡失稳的成因与预防

路基边坡失稳表现为滑坡、坍塌和冲刷破坏，危及道路及周边建（构）筑物安全。内因是边坡土体抗剪强度不足，外因包括降雨入渗、坡顶超载和坡脚开挖等触发因素。城市道路边坡高度虽不大，但受建（构）筑物和管线限制，坡率往往偏陡且多采用临时支护，稳定性裕度较小。雨季雨水沿坡面下渗使土体含水率升高，抗剪强度显著降低，是边坡失稳的主要诱因[4]。预防应从设计和施工两方面入手：设计阶段合理确定边坡坡率，对高度超过 8m 的边坡进行稳定性验算，必要时设置护坡、挡墙或锚固等支挡结构；施工阶段严格按设计坡率开挖或填筑，坡顶设置截水沟，坡面及时进行植物、骨架或圬工防护，防止雨水冲刷。施工期间应加强边坡变形监测，发现裂缝或位移异常时立即停止作业，采取增设支撑、放缓边坡或排水减压等应急措施，消除隐患后方可恢复施工。

结束语

城市道路路基施工是一项涉及多因素的系统工程，其技术选择和质量管控须在遵循规范标准的前提下，充分考虑城市环境的特殊约束条件。本文从填料选用、分层填筑、特殊路基处治、排水设施和过渡段施工等方面梳理了关键技术要点，从原材料管控、施工过程控制、检测验收和信息化监测四个维度构建了全流程质量管控体系，并进一步分析了不均匀沉降和边坡失稳两类典型病害的成因与预防对策。未来，随着城市地下空间开发利用的深化和智能化监测技术的发展，路基施工技术将向更加精细化、绿色化和智能化的方向迈进。

参考文献

[1] 纪本昌. 市政道路工程施工过程质量缺陷预防及治理探讨 [J]. 越野世界，2026，21(9):116-118.

[2] 魏向星, 郝思思, 贾金浩. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面的施工技术 [J]. 电脑校园,2023(52):91-93.

[3] 邸东辉. 浅谈城市道路路基施工技术要点 [J]. 建材与装饰，2026，22(5)：151-153.

[4] 李晓娟. 城市道路路基施工技术要点分析 [J]. 建材发展导向，2024，22(9)：82-84.