

## 市政道路预制管井全生命周期管理

张德爽

中建国际工程有限公司, 浙江 湖州 313000

[摘要] 市政道路预制管井是供电、排水等多项市政设施衔接运维的重要载体, 其运行状态对道路通行安全、地下管网转运效能有着直接的影响。全生命周期管理将预制管井设计施工至报废拆除整个流程纳入一体化管控, 通过各环节协同联动以及数据信息互通, 推进市政预制管井管理的标准化、精细化发展, 实现造价管控、使用性能与安全风险的综合平衡。文中首先对预制管井全周期各环节的管控要点与现存问题进行全面梳理分析, 在此基础上提出针对性的优化措施, 以供参考。

[关键词] 市政道路; 预制管井; 全生命周期管理; 运维优化; 成本控制

DOI: 10.33142/aem.v8i4.19622 中图分类号: TU997 文献标识码: A

## Whole Life Cycle Management of Prefabricated Pipe Wells for Municipal Roads

ZHANG Deshuang

China State Construction International Engineering Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

**Abstract:** Prefabricated pipe wells for municipal roads are important carriers for the connection and operation of multiple municipal facilities such as power supply and drainage. Their operating status has a direct impact on road traffic safety and underground pipeline transportation efficiency. Whole life cycle management integrates the entire process of designing, constructing, and dismantling prefabricated pipe wells into an integrated control system. Through collaborative linkage and data information exchange, it promotes the standardized and refined development of municipal prefabricated pipe well management, achieving a comprehensive balance between cost control, performance, and safety risks. The article first comprehensively summarizes and analyzes the control points and existing problems of each link in the whole life cycle of prefabricated pipe wells, and based on this, proposes targeted optimization measures for reference.

**Keywords:** municipal roads; prefabricated pipe well; whole life cycle management; operations optimization; cost control

### 引言

伴随国内城市化进程持续提速, 市政道路基建不断完善, 地下管网作为城市运转的核心配套设施, 其建设与管理水平对城市运行的稳定性有着直接的影响。预制管井凭借高质量、施工效率高、节能环保等优势, 在市政道路工程中得到了大规模的应用。预制管井采用工厂集中预制施工现场装配拼接的建造方式, 不仅可以缩短施工周期, 而且可以降低对现场环境造成的污染, 但也对全过程的管控提出了更为严格的要求。目前国内市政道路预制管井项目普遍存在着“分段管理、各自为政”的问题, 导致各类问题频发, 影响预制管井的使用, 全周期的投入成本居高不下, 未能适配现代化城市高质量建设发展的需求。全生命周期管理的核心是将产品从前期规划到最终报废的整个流程视作一个有机整体, 打通多方协同联动机制, 根据项目的具体情况, 统筹各环节工作目标以及实施内容, 延长

管井实际使用周期, 压缩综合运营成本。

### 1 市政道路预制管井全生命周期各阶段管理分析

#### 1.1 设计阶段管理实践

设计阶段是预制管井全生命周期管控的首要环节, 对管井的使用性能、综合造价以及施工质量有着直接的影响。该阶段管控核心主要包含三方面: 第一, 选型参数设计, 结合市政道路通行标准、地下管线排布现状及场地实际环境, 综合研判, 合理确定管井形制尺寸、用材品类等核心技术参数, 保障工程适配性; 第二, 结构优化设计, 依托标准化与模块化设计理念, 提升构件通用性及互换性, 通过对结构构造形式进行优化, 强化整体受力性能, 有效延长工程服役年限; 第三, 统筹协同设计, 衔接道路工程与地下管网系统各项设计内容, 实现各类地下构筑物的合理适配与有序衔接。现阶段, 预制管井设计环节仍存在不少问题, 行业统一标准不完善, 各建设实施主体管控标准不

一, 各类工程项目构件规格品类繁杂、缺乏统一规范, 进一步抬高建设造价; 前期实地勘察深度不足, 设计方案与现场工程条件脱节, 易造成构件参数选型不合理; 多方协同设计机制不完善, 设计、生产及施工各方协同联动不足, 沟通衔接存在壁垒, 制约构件加工生产与现场施工推进; 全生命周期管控意识薄弱, 设计环节未统筹考虑后期运维管护、老旧构件拆解及循环利用等全周期内容, 多局限于前期规划与现场施工阶段, 最终造成运维投入偏高、废弃构件处置难度大等一系列问题。

### 1.2 生产阶段管理实践

预制管井的生产环节, 是贯穿质量全过程管控的关键环节, 管控内容如下: 第一, 原料质量把控, 从严核验筛选混凝土等各类生产原辅材料, 严格遵照规范标准验收, 严禁劣质、不合格原料投入生产; 第二, 制作工艺管控, 严格落实浇筑核心工序标准化施工, 科学管控温度等关键工艺要素; 第三, 成品质量检验, 建立完备质量管控机制, 全覆盖检测外观、性能等多项质量指标, 不合格产品严禁出厂投放; 第四, 生产排布管理, 依据现场施工推进节奏, 合理统筹编排生产实施计划。现阶段存在一些突出问题, 如工序操作缺乏标准化约束, 工艺参数管控不到位; 部分厂家为压缩生产成本, 弱化原材料质量验收管控, 擅自使用低劣不合格物料; 生产排期与现场施工节奏脱节, 工序规划衔接脱节, 致使施工进度受阻、成品库存堆积等状况; 常态化检测机制缺失, 漏检、抽检流于形式等问题较为突出。

### 1.3 施工阶段管理实践

工程施工环节直接决定预制管井的使用效能与服役寿命, 是质量管控的核心环节, 主要管理内容包含前期场地清理、基坑平整处理、材料设备核验、专项方案编制, 同时包含基坑开挖与支护、标准化吊装就位、密封对接、分层回填夯实及全流程质量验收等关键工序。但实际施工中仍存在多项突出问题, 如前期筹备不完善、现场勘察不到位, 基坑开挖方式及支护结构布设规划不够合理; 作业人员施工行为缺乏标准化, 施工过程监管工作落实不到位。同时与道路工程施工统筹衔接不足, 对周边通行安全造成影响, 加之安全管理落实乏力, 从业人员安全意识淡薄、违规作业频发, 防护措施缺失, 极易埋下安全隐患, 造成各类安全生产问题与事故。

### 1.4 运维阶段管理实践

预制管井的长效使用与稳定运行, 高度依赖后期运维管理, 常态化落实日常巡检工作, 重点监测沉降、渗漏、结构破损、管道堵塞等病害指标, 落实清理疏通、破损修

补等养护工作, 健全故障快速处置机制, 同步做好运维台账及相关资料留存归档。但现阶段运维工作仍存在监测机制不健全、专业人员设备不足、巡查频次不足等问题, 导致管井积堵、破损问题多发, 制约了管井运维工作的有序推进。

### 1.5 报废处置阶段管理实践

报废拆除作为预制管井全生命周期的收尾工序, 该阶段管控重点主要包含三方面: 其一, 针对达到设计使用年限、损毁程度超出维修范围、维修经济成本偏高的预制管井, 开展综合研判, 明确报废界定依据与拆除时限; 其二, 严格落实拆除作业标准化流程, 做好全方位安全防护管理, 确保周边路面、地下管线及各类配套设施在施工过程中不受破坏; 其三, 对钢筋、成品混凝土等可再生建材实施分类归集与循环利用, 提升资源利用效率, 不可回收废弃物需严格恪守环保规范, 做无害化处理, 降低生态污染风险。现阶段该环节仍存在缺少系统化、规范化的报废判定依据与评估手段, 管井服役状态判定缺乏精准性, 进而出现过早淘汰、超期带病运行等乱象, 遗留各类安全风险, 废旧建材回收机制不完善, 造成资源损耗。

## 2 市政道路预制管井全生命周期管理优化策略

### 2.1 设计阶段优化策略

方案设计前期, 组织设计团队实地踏勘作业现场, 综合调研场区地质条件、荷载设计标准、道路通行条件、地下管线布局等现场实际情况。依托全生命周期成本理念, 调整优化预制管井的规格参数、结构形态, 确保设计方案贴合现场实际使用要求。强化设计、生产与施工各方的联动协作, 联动各相关参建主体, 组织开展专项设计会审, 充分兼顾构件生产工艺与现场施工落地难点, 保障设计与施工深度衔接。搭建预制管井标准化设计体系, 规范关键技术指标要求, 增强构件通用性, 提升其互换效能, 有效控制工程造价。推行模块化设计思路, 将井座等构件拆分为独立模块, 简化后期检修流程, 便于后期的检修维护、部件更换及改造升级工作。设计阶段同步统筹后期运维管理及废弃处置需求, 提前预留监测点位与配套接口, 优先采用绿色低碳、可循环再生的环保建材。同时构建全生命周期成本测算评估体系, 系统比对不同设计方案的工程总造价与后期运维效益, 择优确定经济合理、性能可靠的最优设计方案。

### 2.2 生产阶段优化策略

规范原材料采购及验收管理, 选用资质合规、口碑出众的合作供应商, 并严格落实原材料进场检验检测工作, 确保材料质量达标。细化原料仓储管控, 结合物资属性进

行分区、分类规整存放，杜绝受潮腐蚀、老化变质、物理破损等状况，稳定基础物料品质。建立标准化作业体系，推进生产施工规范化运行，明确各工序操作标准与技术参数，加大各工序质量巡查与管控力度，重点把控浇筑等关键工艺指标，全方位把控制作工序，确保成品成型品质达标可控。健全成品检验机制，完善检测设备配置，落实专职质检人员在岗管控，对产品各项性能指标开展全面检测，同步建立并完善质量档案，严守不合格产品禁止出厂底线。主动对接施工合作单位，紧扣现场施工实际节奏，科学规划、合理排布生产方案。搭建生产进度动态监管模式，结合实际需求灵活调整生产部署，同时扎实做好成本精细化管理，细化成本核算，通过工艺优化、流程精简压缩生产成本，推动质量管控与经济效益双向同步提升。

### 2.3 施工阶段优化策略

施工前期，全面清理作业场地、整平基坑基底，常态化开展一线人员技能实训，严格落实岗前安全技术交底。结合现场地质条件与管井规格尺寸，严谨梳理施工重难点，科学编制开挖及支护专项方案，细化施工细节，防范基坑坍塌风险，同时加大施工现场巡查管控力度。管井安装作业前，逐项核验预制管井外观质量，全面校核预制管井规格参数，杜绝不合格构件进场使用。安装阶段严格遵循施工工序，落实专用吊装设备作业要求，接口位置统一采用密封式连接工艺，确保安装后无松动、无渗漏。安装完成后，选用符合行业规范的回填材料，分批次、分层次进行回填作业，保证回填施工质量。健全现场安全管理体系，

持续推进安全教育培训常态化，明确施工机械操作规范，规范操作流程，杜绝违规作业。加强与道路施工班组协同配合，系统统筹各分项施工流程，科学排布作业计划。全部施工内容完成后，依据法定规范与验收标准，全流程合规开展质量验收，验收合格后方可开展后续施工环节。

### 2.4 运维阶段优化策略

引入物联网、大数据等先进的监测技术，建立管井智能化监测体系，实时跟踪管井运行状态，重点排查沉降、渗漏、破损及堵塞病害，实现隐患早发现、早预警。制定科学的养护计划，明确养护频率与养护内容，定时开展管井养护作业，完成清理疏通与局部修补，保持管井内部整洁。不同类型预制管井的养护频率建议如表 1 所示。

### 2.5 报废处置阶段优化策略

制定规范的管井拆除作业流程，明晰拆除作业安全红线与技术标准，落实现场防护与监护措施，精细化开展拆除作业，避免拆除过程中对周边道路、地下管网等设施造成损坏。加强拆除作业人员的安全培训，规范操作流程，确保拆除作业安全。规范报废管井资源化处置，对钢筋、废弃混凝土等可回收物资统一收纳处理，钢筋、废旧混凝土等物料可二次应用于道路基层填筑、预制构件加工等场景，提高资源利用率；对无法回收利用的废弃物，按照环保要求进行无害化处置，减少环境污染。制定预制管井报废评估标准与方法，确定报废标准与报废时间，预制管井报废评估指标体系及权重分配如表 2 所示。

表 1 不同类型预制管井养护频率建议表

管井类型	日常巡查频率	清理疏通频率	全面检测频率	养护内容
排水预制管井	每周 1 次	每月 1 次（雨季每半月 1 次）	每半年 1 次	接口渗漏、井底淤积、井盖破损
电力预制管井	每两周 1 次	每季度 1 次	每年 1 次	防水防潮、线路保护、井盖密封
通信预制管井	每两周 1 次	每季度 1 次	每年 1 次	防水防潮、管线整理、井盖完好
燃气预制管井	每周 1 次	每半年 1 次	每半年 1 次	燃气泄漏、接口密封、井盖防护

表 2 预制管井报废评估指标体系及权重分配表

一级指标	二级指标	权重	评估内容
运行状态（40%）	结构完整性	15%	管井破损、开裂、沉降情况
	密封性能	15%	接口渗漏、防水防潮情况
	功能有效性	10%	排水、管护等功能发挥情况
使用寿命（25%）	实际使用年限	15%	已使用年限与设计使用寿命的比值
	老化程度	10%	材料老化、性能衰减情况
维修成本（25%）	单次维修成本	10%	单次维修所需的人力、物力、财力成本
	年平均维修成本	15%	近 3 年平均年维修成本与管井价值比值
环保与安全（10%）	环保安全风险	10%	管井泄漏、破损引发的环保与安全隐患

### 3 全生命周期管理效果量化分析

质量层面,大幅降低病害与故障概率,有效延长预制管井服役年限,维系长期运维状态安全稳定;成本层面,前期设计投入虽有一定增幅,依托全过程系统规划与精细化优化可实现整体综合成本的合理管控与最优配置;效率层面,加快现场施工进度、压缩建设工期,最大限度减少占道施工对城市交通的不利影响。同时,该管控方式契合环保规范,同时筑牢安全施工防线,既能减少建筑垃圾产生与污染物排放,亦可有效防范施工阶段与后期运营环节的各类安全隐患。

### 4 结论与展望

市政道路预制管井全生命周期管理将管井“设计-生产-施工-运维-报废”全流程纳入统一管理体系,通过强化协同设计、规范生产工艺、优化施工工序、完善运维体系、规范报废处置,提升管井质量、延长使用寿命、降低全生命周期成本、减少安全隐患与环境污染。未来可引入物联网、大数据、人工智能等先进技术,构建预制管井智能化管理平台,推动管井产品的标准化、智能化发展。

### [参考文献]

- [1]王建国.市政工程项目全生命周期管理研究[M].北京:中国工业出版社,2023.
  - [2]李丽.工程项目全生命周期管理[J].建筑经济,2021,42(12):63-65.
  - [3]李敬中,李劲松,雷海燕,乔桩,郑云水.基于BIM的建设项目全生命周期工程管理系统设计与应用[J].铁路计算机应用,2021,30(10):41-46.
  - [4]陈楷宜.基于全生命周期管理的工程项目管理研究[J].建材与装饰,2018,14(44):152-153.
  - [5]林张纪.BIM体系下的建筑全周期管理应用[J].西安文理学院学报(自然科学版),2023,26(1):46-50.
  - [6]刘建军.浅谈市政工程中沉井构造及其施工工艺[J].居业,2020(4):127-128.
  - [7]刘旭.浅谈铁路管井施工及运行管理对寿命的影响[J].成铁科技,2011(2):42-43.
- 作者简介:张德爽(1989—),毕业于沈阳建筑大学土木工程专业(交通土建方向),现就职于中建国际工程有限公司,项目经理,高级工程师。