

# 市政工程预制构件标准化设计与生产研究

仇黎航

中国水利水电第七工程局有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4971

**[摘要]** 市政工程预制构件需构建标准化设计与生产体系。设计体系以功能性需求为基础,遵循通用性等原则,应用参数化设计方法,完善构件分类与编码系统,重视接口标准化设计。生产体系明确生产模式与工艺要求,实现批量与柔性制造适配,规范模具设计与复用,强化生产过程质量控制。同时建立设计与生产协同管理机制,涵盖供应链、信息平台及多主体协作。该体系可带来经济效益、环境效益和社会效益,推动市政工程行业规范化发展。

**[关键词]** 市政工程预制构件; 标准化设计体系; 生产标准化体系

中图分类号: TU756 文献标识码: A

## Research on Standardized Design and Production of Precast Components for Municipal Engineering

Lihang Qiu

Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd.

**[Abstract]** Municipal engineering precast components require the construction of standardized design and production systems. The design system is based on functional requirements, follows principles such as universality, applies parametric design methods, improves component classification and coding systems, and emphasizes interface standardization design. The production system clarifies production modes and process requirements, achieves batch and flexible manufacturing adaptation, standardizes mold design and reuse, and strengthens production process quality control. At the same time, a collaborative management mechanism for design and production is established, covering supply chains, information platforms, and multi-stakeholder collaboration. This system can bring economic, environmental, and social benefits, promoting the standardized development of the municipal engineering industry.

**[Key words]** municipal engineering precast component; standardized design system; production standardization system

### 引言

在市政工程建设中,预制构件的标准化设计与生产是提升工程质量、降低成本、提高效率的关键。通过构建科学的设计原则与规范框架、完善构件分类与编码系统、强化接口标准化设计,可奠定标准化设计体系基础。建立生产标准化体系,涵盖生产模式、模具设计、质量控制等方面,并构建设计与生产的协同管理机制,实现各环节无缝对接。本文将深入探讨这些方面的具体内容,并分析标准化设计与生产带来的综合效益。

### 1 标准化设计体系构建

#### 1.1 设计原则与规范框架

市政工程预制构件标准化设计必须以功能性需求分析为基础,全面梳理构件在实际应用中的各项核心要求,包括承载能力、耐用性能、环境适应性以及与其他构件的适配性等,为整个

设计体系的构建划定科学合理的基础方向。在设计过程中,需严格遵循通用性、模块化与互换性三大核心原则,通用性确保构件能够适用于多种市政工程场景,模块化便于拆分组合、提升设计灵活性,互换性则保障不同批次、不同生产流程的构件能够高效适配替换,有效降低设计与生产过程中的冗余成本。参数化设计方法在标准化设计中的应用,能够进一步提升设计的效率与精准度,通过明确构件的核心技术参数,实现设计流程的规范化与自动化,减少人为操作带来的误差,同时为后续的生产、检验、管控等各个环节提供统一、明确的参数依据,推动标准化设计体系的系统化、完善化构建。

#### 1.2 构件分类与编码系统

构件分类需基于实际使用场景建立科学完善的标准,结合构件在各类市政设施中的应用场景差异,对不同类型的预制构

件进行系统、合理的划分,确保分类逻辑清晰、覆盖全面,既能够区分各类构件的功能差异,又能为后续的设计、生产、仓储、运输以及安装等各个环节提供便捷的指引,提升全流程的效率。统一编码规则是实现构件全生命周期规范化管理的关键,需充分整合构件的分类信息、规格参数、功能特性等核心内容,制定统一且具备可扩展性的编码规则,同时同步构建对应的信息模型,实现构件各类信息的集中管理、快速查询与高效传递,保障信息的准确性与一致性<sup>[1]</sup>。构件参数库的建立需全面整合各类预制构件的核心技术参数、性能指标等内容,同时建立完善的动态更新机制,根据设计理念的优化、生产技术的升级以及实际应用需求的变化,及时补充、调整参数信息,持续保障参数库的时效性、完整性与实用性,为标准化设计提供可靠支撑。

### 1.3 接口标准化设计

接口标准化设计是保障预制构件连接质量与工程整体稳定性的核心环节,其中机械连接接口需重点关注力学性能与尺寸协调性,既要确保接口能够满足构件连接的强度要求,抵御各类外力作用,又要严格控制尺寸精度,保障不同构件接口之间能够实现无缝对接,提升连接的稳定性与可靠性,避免因接口问题影响工程质量。电气与管线接口需明确统一的预埋定位标准,严格规范预埋的位置、间距、深度等核心要求,确保预埋接口的精准度,避免因预埋偏差导致后续电气设备安装、管线铺设出现困难,保障接口的适配性与规范性,为后续施工提供便利。接口密封与防水设计需制定通用且高效的方案,结合构件使用环境的实际特点,科学优化密封结构,合理选用适配的防水材料,有效抵御雨水、潮气等外界环境因素对接口的侵蚀,防止接口出现渗漏问题,延长构件的使用寿命,进一步保障市政工程的整体施工质量与耐久性。

## 2 市政工程预制构件生产标准化体系

### 2.1 生产模式与工艺标准化

市政工程预制构件生产标准化体系构建,优先明确生产模式与工艺标准化要求,核心在于实现批量生产与柔性制造的科学适配。批量生产聚焦通用构件的规模化作业,依托统一的生产标准与固定流程,实现产能高效释放,降低单位产品成本,保障生产的经济性与稳定性。柔性制造则侧重适配差异化需求,在标准化框架基础上,通过流程优化与模块调整,实现不同规格构件的灵活生产,兼顾规模化与个性化需求。工艺流程的标准化分解需将生产全链条拆解为规范的工序单元,明确各工序的操作标准、衔接逻辑,同时强化关键节点控制,对工序转换、参数调整等核心环节实施全程管控,杜绝操作偏差。自动化设备与人工操作的协同优化路径,结合工序特性分工,自动化设备承担高精度、高重复性、高劳动强度的操作,人工专注于设备运维、参数校准、异常处置及复杂工序把控,通过两者高效协同,提升生产效率与产品质量,夯实生产标准化基础。

### 2.2 模具设计与复用技术标准化

模具设计与复用技术标准化是生产标准化体系的重要组成部分,直接影响生产效率与成本控制。模具通用化设计需以构件

结构共性为核心,优化模架标准化架构,采用灵活的可拆换设计,实现同一模架对多种规格构件的适配,减少模具研发与制造成本,提升模具利用率。快速更换机制需纳入标准化管理,规范模具拆装流程,优化定位与锁紧结构,简化操作步骤,缩短停机切换时间,保障生产连续性。模具材料选择需明确统一标准,综合考量生产材质、频次及使用环境,优先选用高强度、耐磨损、易维护的优质材料,搭配科学的寿命延长策略,降低模具损耗,控制生产成本<sup>[2]</sup>。数字化模具制造需建立精度控制与检测规范,依托精准建模与精密加工技术,实现模具精细化成型,全程把控尺寸误差、表面平整度等核心指标,确保模具符合生产标准化要求,为构件成型质量提供保障。

### 2.3 生产过程质量控制标准化

生产过程质量控制标准化是保障预制构件质量的核心,需贯穿生产全流程,构建完善的标准化管控体系。原材料性能检测需明确统一的标准化指标与抽样规则,全面覆盖物理、力学、耐久等核心性能维度,通过规范的抽样与检测流程,筛选合格原材料,从源头规避质量隐患,保障生产基础稳定。关键工艺参数需建立实时监控与反馈调整机制,针对搅拌、浇筑、养护等核心工序的关键参数进行动态监测,建立快速预警机制,一旦出现偏差立即启动调整措施,实现工序质量精准管控。成品质量需制定明确的分级标准与缺陷修复技术规范,结合构件性能与外观质量划分等级,针对检测发现的轻微缺陷,明确规范的修复流程与技术要求,确保修复后成品符合标准化标准,全面提升产品质量稳定性,推动生产标准化体系落地完善。

## 3 设计与生产的协同管理机制

### 3.1 供应链协同标准化

供应链协同标准化是设计与生产高效衔接的重要支撑,需构建完善的供应商分级管理与动态评估体系,依据供应商的供货能力、质量稳定性、技术水平及服务效率等核心维度,建立科学的分级标准,定期开展动态评估,实现对供应商的精细化管控,保障原材料供应的可靠性与一致性。原材料库存管理需依托设计阶段的需求分析与生产计划安排,结合供应链周期特点,建立精准的库存预测机制,通过科学的调配策略,平衡库存成本与供应保障需求,避免出现库存积压或供应短缺问题,确保生产顺利推进。物流运输环节需制定严格的构件保护与装载优化标准,结合预制构件的结构特性、重量分布及易损特点,规范装载固定方式、防护措施及运输布局,在提升装载效率、降低运输成本的同时,全程保障构件外观与核心性能不受损伤,确保设计要求的质量标准在物流环节得以延续。

### 3.2 信息集成与共享平台

信息集成与共享平台是实现设计与生产协同的数字化核心载体,需构建完善的基于BIM的构件全生命周期数据管理框架,整合设计阶段的参数信息、结构数据、技术要求等核心内容,实现数据在设计、生产、物流等各环节的无缝传递与统一管理,为各参与主体提供精准、完整的信息支撑,打破信息壁垒<sup>[3]</sup>。物联网技术的应用需遵循统一规范,在生产车间、仓储场地、运输

车辆等关键节点部署感知设备,实时采集构件生产进度、库存状态、运输轨迹及环境参数等数据,通过数据传输与分析,实现对生产与物流环节的动态监控,提升协同响应速度与管控精度。数据安全与多主体访问权限控制需建立明确标准,完善数据加密与备份机制,根据设计、生产等不同主体的职责需求,划分清晰的访问权限,明确数据查看、编辑、共享的范围与规则,既保障信息交互的高效性,又严防数据泄露与篡改风险,维护协同管理体系稳定。

### 3.3多主体协作标准化流程

多主体协作标准化流程是保障设计生产施工高效联动的关键,需明确定义设计生产施工各方的协同接口,规范接口信息的传递内容、格式、时限及相关责任,统一沟通交流的标准与流程,避免因信息传递不畅、接口衔接混乱导致协作效率低下。标准化构件的版本兼容性管理需建立统一规则,对构件的设计版本、生产标准、技术参数等进行规范化管控,明确不同版本之间的兼容边界、升级路径及替换要求,确保各环节使用的构件版本一致,杜绝因版本差异引发的装配冲突与质量问题<sup>[4]</sup>。冲突解决机制需以技术依据为核心,结合构件设计参数、生产标准等内容,制定明确的冲突判定标准与解决流程,同时清晰划分各主体在冲突处理中的责任范围,为协作过程中出现的各类冲突提供高效规范的解决路径,保障协同管理顺畅推进。

## 4 标准化设计与生产的综合效益

### 4.1经济效益量化分析

经济效益量化分析需围绕标准化设计与生产的核心优势展开,明确标准化设计对模具成本与生产效率的影响,通过统一设计标准减少模具研发与制造成本,提升模具复用率,同时理顺生产流程,减少工序衔接障碍,全面提升生产效率。规模化生产依托批量作业优势,实现单位成本的合理分摊,降低人力、物料、能耗等单位消耗,探索科学的成本优化路径,进一步提升生产经济性。标准化生产能有效降低废料产生率,减少原材料浪费,通过资源循环利用挖掘物料二次价值,降低生产成本,全方位提升标准化设计与生产的综合经济效益。

### 4.2环境效益评估

环境效益评估需覆盖标准化构件生产全流程,建立系统的碳排放核算方法,精准统计原材料加工、构件生产、养护等各环

节的碳排放总量,明确标准化生产在碳减排方面的实际贡献。标准化生产可大幅减少现场施工工序,降低现场作业产生的粉尘、噪音等各类污染,通过量化对比清晰体现污染减少的实际效果。强化构件可拆卸性设计,延长构件使用寿命,开展全生命周期环境成本评估,减少生产、废弃及处置等环节的环境负荷,实现生产与环保的协同推进,凸显标准化模式的环境价值<sup>[5]</sup>。

### 4.3社会效益评价

社会效益评价需聚焦工程质量、施工效率及行业发展等核心层面,通过标准化设计明确工程质量提升的量化指标,规范生产与设计标准,减少质量隐患,提升工程整体可靠性与耐久性。标准化生产可优化生产与施工流程,提升作业效率,实现工期有效缩短,同时减少对人工的依赖程度,降低人力投入压力,挖掘人力优化的潜在价值。此外,标准化实践能推动行业技术积累,形成可复制、可推广的标准化模式,带动行业整体规范化、集约化发展,产生长期且深远的行业推动效益。

## 5 结束语

市政工程预制构件的标准化设计与生产意义重大。通过构建科学的设计体系、完善的生产标准化体系以及高效的协同管理机制,在经济效益上可降低成本、提升效率;环境效益上可减少碳排放与污染;社会效益上可提高工程质量、缩短工期并推动行业发展。这一系列标准化举措,为市政工程建设提供了坚实保障,促进了市政工程领域的可持续发展,值得在更广泛范围内深入推广与实践。

### [参考文献]

- [1]李伟权.电力工程预制构件标准化设计与机械化施工的交互影响[J].数字化用户,2025(46):103-105.
- [2]陶英吉,李冬磊.装配式建筑工程设计标准化流程与质量控制措施研究[J].砖瓦世界,2025(22):55-57.
- [3]赵韦.装配式桥梁标准化设计方法及其工程应用[J].大众标准化,2025(24):69-71.
- [4]吴亚群,尤红霞.装配式建筑标准化设计方法工程运用探讨[J].大众标准化,2024(15):51-53.
- [5]郭靖,时之光,高洪远,等.基于BIM技术的水闸工程装配式预制构件设计与实现[J].水利水电快报,2023,44(4):58-63.