



T/CECS G XXXX: 2025

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

公路桥梁混凝土梁工厂化制造技术规程

Technical Specification for Factory Manufacturing of Highway Bridge
Concrete Girders

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路桥梁混凝土梁工厂化制造技术规程

Technical Specification for Factory Manufacturing of Highway Bridge Concrete

Girders

T/CECS xxx-202x

主编单位：福建省高速路桥建设发展有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：202x年x月x日

人民交通出版社股份有限公司

目 次

1	总则.....	1
2	术语和定义.....	2
3	基本规定.....	4
4	场地建设.....	6
4.1	一般规定.....	6
4.2	场地布局.....	6
5	厂房建设.....	7
5.1	一般规定.....	7
5.2	生产区规划.....	7
5.3	生产区布局.....	8
6	生产线建设.....	10
6.1	一般规定.....	10
6.2	自行式台座.....	11
6.3	钢筋设备.....	13
6.4	液压模板.....	13
6.5	布料系统.....	14
6.6	蒸汽养护设备.....	15
6.7	张拉台车设备.....	16
6.8	压浆设备.....	16
6.9	设备验收及管理.....	16
7	制造生产.....	18
7.1	一般规定.....	18
7.2	原材料技术要求.....	18
7.3	钢筋加工与安装.....	20
7.4	液压模板安装与拆除.....	20
7.5	混凝土浇筑.....	21
7.6	蒸汽养护.....	21
7.7	预应力张拉.....	23
7.8	混凝土梁吊运、检测与存放.....	24
7.9	出厂验收.....	25
8	质量控制.....	26
8.1	一般规定.....	26
8.2	模板.....	26
8.3	自行式台座.....	27
8.4	钢筋及预埋件.....	27
8.5	混凝土.....	30
8.6	预应力张拉.....	32
8.7	压浆封锚.....	33
8.8	混凝土梁.....	34
8.9	出厂验收.....	34
9	数字化管控.....	35
9.1	一般规定.....	35

9.2	数字化系统建设	35
9.3	信息收集与应用	36
9.4	工厂化制造试验	36
9.5	系统运行与维护	37
9.6	系统集成与数据安全	37
附录 A	典型混凝土梁工厂化流水线布置示意图	38
附录 B	公路桥梁混凝土梁出厂质量验收表	39

征求意见稿

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展2025年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路（2025）134号），由福建省高速路桥建设发展有限公司承担《公路桥梁混凝土梁工厂化制造技术规程》（下列简称“本规程”）的制定工作。

为贯彻落实交通强国和绿色低碳发展战略，适应我国公路桥梁建设规模化、集约化、工业化和智能化的发展需求，引导混凝土梁建造向标准化、绿色化和高质量方向发展，在调研国内外混凝土梁建造技术现状的基础上，结合工程实践经验，广泛征求专家意见，完成本规程的编制工作。

本规程共分为9章，主要内容包括：1总则、2术语和定义、3基本规定、4场地建设、5厂房建设、6生产线建设、7制造生产、8质量控制、9数字化管控。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由福建省高速路桥建设发展有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请函告本标准日常管理组：中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路8号；邮编100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn）以便修订时参考。

主 编 单 位：福建省高速路桥建设发展有限公司

参 编 单 位：福建省高速公路学会

福建省高速公路科技创新研究院有限公司

福州大学

中交一公局厦门工程有限公司

中交路桥建设有限公司

中交二航局第二工程有限公司

福建省高速路桥工程技术有限公司

主 编：陈志清

主要参编人员：李广浩、林志平、吴庆雄、王 辉、朱 斌、杨洪鸿
杨 宝、侯浩东、陈智威、许 晟、黄卿维、陈荣刚
王宇晨、范立云、邢 轩、胡学文、曾 超、郑先哲
叶友志

主 审：李春风（中国工程建设标准化协会公路分会）

参与审查人员：

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为深入贯彻新发展理念、推动交通强国建设，提升公路桥梁混凝土梁制造技术，实现生产工厂化、工序标准化、作业少人化、智控智能化，保证预制梁质量与生产安全，促进绿色低碳发展，制定本规程。

条文说明

本规程编制旨在适应公路桥梁建造工业化发展趋势，规范混凝土梁工厂化制造的技术要求。相关内容在编制过程中，综合参考了现行《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020、《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 以及近年来各地标准化梁场建设实践经验。

1.0.2 本规程规定了公路桥梁混凝土梁工厂化制造的场地建设、厂房建设、生产线建设、制造生产、质量控制、数字化管控等技术要求，适用于新建、改扩建公路项目中上部结构为预制 T 梁、小箱梁的桥梁混凝土梁工厂化生产线制造过程。

条文说明

明确适用构件为公路桥梁 T 梁、小箱梁，限定为工厂化、流水线生产模式，不包含空心板、斜交 T 梁、节段拼装现场零散预制、异形梁及非流水线作业的预制梁生产。

1.0.3 混凝土梁采用工厂化制造，遵守国家和地方现行的安全生产、环境保护等法律法规，在满足安全与质量要求的前提下，应积极采用新技术、新工艺、新材料和新设备，实现安全、耐久、环保和节能的目标。

1.0.4 公路桥梁混凝土梁工厂化制造除应符合本规程外，还应符合国家和地方现行相关标准和规范的规定。

条文说明

本规程为专项技术规程，涉及安全、环保、材料、施工、验收等内容，需同步执行《公路桥涵施工技术规范》《公路工程质量检验评定标准》等现行标准。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

2.0.1 公路桥梁混凝土梁工厂化制造 **factory-based manufacturing of concrete beams of highway bridge**

在厂区内，通过规模化布置、标准化工艺、流水线化作业及数字化管理，实现混凝土梁类构件的批量化、集约化和工业化生产的建造方式。

2.0.2 施工工序固定、施工区域循环 **construction process fixed, construction area circulating**

在厂区内，生产线各区域负责特定工序，混凝土梁通过台座和轨道系统在各区域间循环移动的生产模式。

2.0.3 自行式台座 **self-propelled pedestal**

用于承载混凝土梁并在预设轨道上移动的底座结构，由钢结构面板、支撑骨架及轮轴系统等组成，并配备智能控制系统，可承受混凝土梁自重、施工过程中临时荷载及预应力张拉后局部集中荷载。

2.0.4 液压模板 **hydraulic formwork**

采用液压同步控制系统，可自动控制开、合的混凝土梁模板。

2.0.5 蒸汽养护 **steam curing**

采用45℃~70℃蒸汽对混凝土梁进行养护的工艺，以加速梁体混凝土早期力学性能。

2.0.6 锚下有效预应力 **effective prestress under anchorage**

预应力筋张拉完成、压浆前，在工作锚内侧所测得的有效应力值。

2.0.7 反拉法 **reverse stretch method**

通过反向拉伸预应力索体并测定荷载与位移变化，用于判定锚下有效应力的检测方法。

2.0.8 等效质量法 **equivalent mass method**

通过敲击锚头诱发自由振动，测定动力响应，以推算锚下有效应力的检测方法。

2.0.9 工厂化流水线 **industrialized assembly line**

按混凝土梁制造工序顺序布置,通过自行式台座或轨道系统串联各生产区域,实现梁片循环化、连续化生产的作业线。

2.0.10 数字化管控系统 digital management and control system

依托物联网、BIM、云计算等技术,实现混凝土梁生产全过程信息采集、分析、追溯及管理的信息化平台。

2.0.11 寒冷地区冬期施工 winter construction operations in cold areas

寒冷地区冬期施工指的是昼夜平均气温连续5天稳定低于5℃即进入冬期施工。

征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 公路桥梁混凝土梁工厂化制造规划应遵循工厂化预制、标准化管理、流水线化生产、信息化管控的原则，实现有序、高效、安全、优质的混凝土梁生产要求。

3.0.2 公路桥梁混凝土梁工厂化制造技术尺寸范围与适用条件

1 针对预制梁总量大于 600 片(不超过 2 种梁型)的公路项目，原则上每条生产线的产能宜为 1 片/天。；

2 梁型适宜工厂化预制的跨径范围:梁长 25m~40m,梁高一般为 1.2m~2.5m,单体重量宜控制在 $\leq 150t$;

条文说明:

本条规定了采用工厂化生产线制造的混凝土梁规模和结构参数范围。

(一) 梁数量 600 片以上的项目宜采用工厂化流水线制造模式

该指标主要参考国内高速公路梁场工业化实践经验以及福建、广东、浙江等地区规模化梁场建设情况。当梁片数量达到 600 片及以上时，采用工厂化流水线生产可明显提高生产效率、降低人工成本，并实现设备投入与产出之间的合理平衡。

(二) 单条生产线产能

该指标依据目前国内桥梁预制自动化生产线的常规节拍确定。依据工程实践经验及调研资料，采用自行式台座流水线生产时，钢筋骨架绑扎、模板安装、混凝土浇筑、蒸汽养护及预应力张拉等工序周期一般为 20h~24h，因此按 1 片/天作为生产线基本设计能力。

(三) 跨径梁长 25m~40m、梁高 1.2~2.5m

该范围主要对应目前公路桥梁混凝土梁常见的预制 T 梁和小箱梁结构尺寸。相关数据来源于《公路桥涵设计通用规范》及近年来公路标准化设计成果。

(四) 单片梁重量不宜超过 150t

该指标主要考虑当前预制场常用龙门吊及台座运输设备能力，一般梁场龙门吊吨位为 100t~200t，控制在 150t 以内有利于保障吊装及转运安全。

3.0.3 混凝土梁生产应符合设计文件和验收标准的要求，保证安全、耐久、适用、

环保和经济，并积极采用新技术、新工艺、新材料和新设备，提高生产质量和效率。

3.0.4 混凝土梁生产应实行产品合格证制度，合格证资料应包括原材料验收、入库及使用、生产过程检验、生产出入库、运输等全过程的生产信息。合格证资料应具可溯源，并在生产过程管理与实时信息系统中备份。混凝土梁出厂应提供产品合格证，必要时应提供与纸质资料一致的混凝土强度报告、钢材检验报告、隐蔽验收报告、施工记录等。有特殊要求的混凝土梁还应提供安装说明书。

条文说明

落实工程质量终身责任制，实现“一片梁一档案”，覆盖原材料、生产、检验、运输全流程，满足数字化监管要求。

3.0.5 预制梁必须进行标准化设计，应重视深化产品设计、使产品易生产、易装配，尽量减少产品和模板种类。

3.0.6 公路桥梁混凝土梁工厂化制造应采用数字化管控系统、建筑信息模型、大数据、云计算等信息化技术，实现预制梁生产、运输、安装、运维全流程的信息化管理。

3.0.7 寒冷地区梁片生产，应结合低温环境和冻融循环等气候特点，在材料选用、生产工艺、养护方式和质量控制等方面采取针对性技术措施，确保混凝土梁的结构安全性和耐久性。

3.0.8 寒冷地区梁片生产，应根据当地气候条件合理组织生产，避免混凝土早期受冻，并应符合现行冬期施工相关标准的规定。

4 场地建设

4.1 一般规定

4.1.1 场地选址以便利、安全、经济、环保及满足工期为原则，结合预制梁的尺寸、数量、架设要求以及运输条件等情况进行综合选址。场地原则上不宜设在主线路基范围内，若确实存在临时用地租用困难等情况需要将场地设于主线路基范围内时，应报项目相关单位审批。

4.1.2 场地应不受塌方、落石、滑坡、洪涝等灾害的影响；具备便利的交通条件和通电、通水、通讯条件；周围无污染源；宜避开居民区，如无法避开的应采取防尘、防噪等环保措施，降低预制生产对周边居民生活及交通出行的影响。

4.1.3 场地设置在路基填方区，应严格控制路基填筑质量，并做好定期沉降观测。

4.1.4 场地选址的安全要求应符合交通运输部《“两区三厂”建设安全标准化指南》（2021年版）安全标准化要求。

4.2 场地布局

4.2.1 场地按总体功能可划分为办公区、生产区、生活区，区域之间相互隔离、合理衔接；生产区布局应符合流水线生产流程要求。

4.2.2 生产区应包含钢筋加工区与钢筋安装区、流水线作业制造区、拌合区、试验室、休息区等。生产区各区块的规划、面积均应满足设计最大构件和最大批量的预制要求。

4.2.3 流水线作业制造区宜划分为：台座周转区、模板安装区、混凝土浇筑区、蒸汽养护区、张拉压浆区、检测区、存梁区等。部分区域可依据工程实际进行调整。

5 厂房建设

5.1 一般规定

5.1.1 厂房应采用通风和透光性良好的装配式轻钢结构厂房，实现全天候生产。除蒸汽养护、预应力张拉压浆、检测、预制梁片存放外，其余各生产环节均应在厂房内完成。

5.1.2 厂房面积应根据生产线的数量及生产区域布局进行设置，满足生产需求和安全间距，避免各生产线及工序之间互相影响。

5.1.3 厂房应充分考虑台风、暴雨等极端天气的影响，做到安全、牢固，并做好通风、照明、降温和防火措施，改善施工人员生产环境。

5.1.4 厂房内的场地应全部水泥混凝土硬化，厚度不小于 10cm，抗压强度不小于 C20，确保生产周期内不开裂。自行式台座行走区域内地面基础应进行加强，防止下沉。

5.1.5 厂房内水、电（强电、弱电）、网络管道布设应做好预先规划和专项设计，遵循无线化原则，预埋至地下或上墙，要求做好接头的预留预埋，便于维修更换，严禁在厂房内乱搭电线、水管和随意增加配电箱等。

5.1.6 厂房内应保证通信信号良好，生产过程的各项数据能实时上传至数字化管控系统。

5.1.7 厂房内应选择一处不影响生产的位置设置一座平台，高度不低于预制梁顶面，便于对厂房内的生产全过程进行监督和指挥调度。

5.1.8 寒冷地区的混凝土梁工厂化制造，其制梁区、养护区应采取防寒、防风、防雪及保温措施，满足冬期连续生产和安全作业要求。

5.2 生产区规划

5.2.1 生产区域划分为：混凝土拌合站、原材料存储区、钢筋加工与绑扎区、制梁区（包括模板安装拆卸区、模板清理区、钢筋骨架安装区、混凝土浇筑区）、蒸汽养护区、预应力的张拉压浆区、试验检测区、存梁区、台座周转存放区、污染物处置区等。各功能区应满足混凝土梁工厂化制造的最大规格和批量生产要求。制梁区和蒸汽养护区应设防护厂房，实现全天候施工。

5.2.2 生产区平面布局应根据工厂化流水线路径布置,依次按照钢筋加工与绑扎、梁片浇筑、梁片蒸养、梁片张拉、梁片养护与存放的工艺顺序设置工厂车间,各流水线宜采用并行模式。各流水车间之间、梁片养护存放区与梁片出厂道路之间应设置相应的搬运通道及搬运设备。原材料储存区、混凝土拌合站(拌合楼)等可根据预制工厂场地限制、自动布料机运输距离等进行布置。

5.2.3 寒冷地区冬期施工的混凝土梁工厂的厂内道路、存梁区和吊装作业区域,应采取防冰雪、防滑措施,保障运输及吊装作业安全。

5.3 生产区布局

5.3.1 生产区各区块的规划应满足设计最大构件和最大批量的预制要求,还应符合下列要求:

1 对于混凝土梁核心生产区域,即钢筋骨架制作胎模区、制梁区(包括模板安装拆卸区、钢筋骨架安装区、混凝土浇筑区)、蒸汽养护区等应建立防护型厂房,以实现全天候预制生产。

2 蒸汽养护区宜依据混凝土梁规格、生产养护要求建立独立、配套齐全的蒸汽养护室,可实现全天候高效率的流水线预制施工。

3 对于受外界环境影响相对较小的预应力张拉压浆区、检测区、存梁区等宜根据预制需求建立防护厂房。

5.3.2 混凝土拌合站(或拌合楼)应尽量缩短与梁片浇筑区的距离,设置蓄水池,并根据集料种类设置封闭式料仓,做好排水设施。

5.3.3 原材料存储区应根据贮存物料的性质、货流方向、供应对象、贮存面积、运输方式等因素,按不同类别相对集中布置,尽量减小与钢筋加工与绑扎区、混凝土拌合站(或拌合楼)等用料区的距离方便运输、装卸、管理。

5.3.4 钢筋加工与绑扎区应设置在固定厂房内,分区布置钢筋原材料存放区、钢筋下料与成型区、半成品存放区、成品存放区、钢筋绑扎区。

5.3.5 制梁区按类型划分片区,根据梁厂预制需求考虑对同类构件进行兼容,以此开展基础、台座及生产运输通道的规划与建设。

5.3.6 构件蒸汽养护区应预留蒸养设备设施的移场、放置空间。

5.3.7 试验室应包含集料室、水泥室、水泥混凝土室、力学室、标准养护室、样品室、留样室、储藏室、档案室及残样堆存区等,试验室的建设应符合《公路水

运工程试验检测管理办法》《公路工程工地试验室标准化指南》的规定，根据产品类别及检测要求合理分区布置，各分区应满足试验检测对环境的要求，且不干扰检测结果，试验室可位于办公区。

5.3.8 生产线设置应符合下列要求：

1 生产线数量根据工程实际构件预制数量与工期进行设计，对于混凝土梁较长或重量小宜采用整体吊装实现生产线之间的闭合，混凝土梁较短或重量大宜布设弧形轨道自行移动闭合。

2 桥梁预制施工宜设置两条及以上平行且首尾可闭合的混凝土梁生产线，最大程度节约预制场地，提高施工效率。

3 单条生产线各工序对应的作业区通过自行式台座进行串联，相邻两条生产线之间首尾自行式台座的闭合循环可通过设置弧形轨道或横向移动轨道或采用台座的整体吊装移动等方式实现。

5.3.10 典型混凝土梁工厂化流水线布置示意图见附录 A

6 生产线建设

6.1 一般规定

6.1.1 为适应工厂化流水作业的生产要求，所采用的设备应满足自动化流水生产要求，应具备单机智能、多机联动的性能要求。

6.1.2 生产所用的各种机械设备，应符合现行国家行业标准的要求，并应在正式生产前对设备质量和设备性能进行检验。

6.1.3 单条生产线设施设备参考配置见表 1。

表 1 生产线（一条）设施设备配置一览表

工序/流水名称	工作内容	设施设备名称（信息收集设备）	设备序号	数量	备注
钢筋与模板安装	自行式台座就位	自行式台座系统	1	3个	
		自动牵引控制系统	2	1套	
	钢筋模块（底腹板）安装	龙门架或桁架	3	2套	与常规使用一致
		钢筋模块专用吊具	4	1套	可设为模块吊装公用，也可对应模块设置专用
	液压模板安装	液压模板（包括自动控制系统）	5	1套	带自动控制开合的系统
	钢筋模块（顶板）安装	钢筋模块专用吊具	4		同钢筋模块（腹板）安装
混凝土浇筑	布料	行走布料设施	6	1套	
	振捣	附着式振捣器	7	42套	与常规使用一致，按照30米梁长计算确定
		插入式振动棒		2个	
	收面	/	/	/	
	带模养生	覆盖养护系统	8	1	
	拆模	自动液压模板（包括自动控制系统）	5		自动液压模板拆模
凿毛及钢筋防锈	凿毛机	9	若干	与常规使用一致	
调温养生	自行式台座就位	自行式台座系统/自动牵引控制系统	1、2		共用序号 1、2 设备
		蒸汽养护房	10	1座	
		蒸汽供应系统	11	1套	

工序/流水名称	工作内容	设施设备名称（信息收集设备）	设备序号	数量	备注
	蒸汽养护及调温调湿养生	智能调温调湿养护系统（包括温度、湿度传感器）	12	1套	
初张拉	自行式台座就位	自行式台座系统/行走牵引系统	1、2		共用序号 1、2 设备
	穿束	自动穿束机	13	1套	
	张拉及钢绞线保护	智能张拉设备（包括设备自带信息收集系统）	14	1套	
	移梁	转运梁设备	15	1	
	清理台座初张拉	/	/	/	
终张拉	张拉及保护	智能张拉设备（设备自带信息收集系统）	14		

注：本表为典型配置示例，可根据生产规模和工艺流程调整，设备数量可根据梁体跨径、截面尺寸按比例调整，调整后应满足施工及质量控制要求。

6.1.4 寒冷地区所用生产设备，应具备低温环境下正常运行的性能，并应采取必要的防冻、防寒保护措施。

6.2 自行式台座

6.2.1 自行式台座结构应依据混凝土梁设计要求及各预制施工阶段荷载和适用环境进行整体设计，也可设计成分节段组装成整体。

6.2.2 自行式台座串联混凝土梁全部施工工序，需满足混凝土梁体自重、张拉后局部集中荷载、各施工阶段临时辅助施工荷载作用时结构受力要求，且需承受高温蒸汽养护环境下结构的温度荷载。

6.2.3 自行式台座台面结构应符合下列要求：

1 自行式台座面板应作为混凝土梁施工支撑平台，将上部混凝土梁荷载均匀传递至下部承重结构，充当预制施工中的底模，保证混凝土梁底的平整光洁。面板应配合下部横纵向支撑联系结构，按照设计要求调整混凝土梁施工预拱度。

2 台座顶面钢板厚度应大于 6mm，钢板焊接过程应保证焊缝的质量且应打磨平整。

条文说明

自行式台座面板钢板厚度主要根据梁体自重、施工荷载及重复使用耐久性要

求确定。根据现有梁场设计经验，当面板厚度小于等于 6mm 时，在混凝土浇筑振捣及预应力张拉过程中容易产生局部变形或焊缝疲劳损伤。经多项工程实践验证，采用 6~10mm 厚钢板能够满足强度、刚度及耐久性要求，因此规定面板厚度应大于 6mm。

3 预制施工前应对台座进行除尘、除锈、打磨清理并在台座顶部均匀涂抹脱模剂，降低台座与混凝土梁混凝土界面粘结强度和摩擦力，避免各施工阶段荷载对台座结构产生不利的影晌。

6.2.4 自行式台座承重结构应符合下列要求：

1 自行式台座宜采用型钢组合结构，依据混凝土梁体的尺寸、吨位等参数进行自行式台座承重主梁结构设计，满足自行式台座在施工过程中的吊装、混凝土浇筑、预应力张拉等施工阶段的结构刚度、强度和稳定性要求。

2 台座长度宜比混凝土梁长 0.5m~1.0m，确保端头模施工空间。台座整体长度过长的可进行分节段设计、到厂拼装。

3 混凝土梁台座设计应考虑移动过程中冲击系数对台座结构产生的不利影晌，冲击系数可取为 1.1。

6.2.5 自行式台座横向联系结构构造应符合下列要求：

1 在承重主梁结构设计的基础上进行横向联系结构设计，应保证台座结构在各施工阶段的整体稳定性，无局部失稳或破坏等现象。

2 制梁过程中应设置施工预拱度可通过承重主梁上部横向联系结构进行调节实现；横向联系结构的设置宜考虑混凝土梁体、台座整体或节段吊装孔的预留，位置距梁端部 1.0m~1.8m、宽度 0.25m 为宜。

6.2.6 自行式台座移动轮轴及轨道系统应符合下列要求：

1 依据混凝土梁的尺寸、吨位以及自行式台座自重等参数进行自行式轮轴设计，确保自行式台座在各施工阶段受力和变形的合理性。应考虑预应力钢束张拉后混凝土梁两端（即自行式台座两端部）产生的张拉竖向分力的影晌，宜在自行式台座端部增设轮轴以抵抗张拉应力产生的不利影晌，降低台座端部轮轴所受压应力。

2 自行式台座宜采用工字型钢轨作为台座移动轨道。

6.2.7 自行式台座智能移动控制系统应符合下列要求：

1 自行式台座动力系统应为台车的移动提供足够的牵引力或制动力，实现混凝

土梁全部施工区域的串联。

2 自行式台座智能控制系统使台车按照设定（移动速率、距离、时间、方向）程序在轨道上智能稳定行走，宜采用智能变频控制系统，避免启动时对构件造成损伤。台车可沿前后两个方向移动，可借助红外感应系统对障碍物自动识别并判定移动距离。

6.2.8 自行式台座的地基应具有足够的承载能力和稳定性。

6.2.9 自行式台座应进行防腐、防火和养护设计，其设计应符合《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64 相关规定要求，并符合《钢结构防腐涂装工程技术规范》GB/T 37324 的相关规定。

6.3 钢筋设备

6.3.1 钢筋加工宜引入钢筋数控加工系统，钢筋数控加工系统应包含钢筋调直剪切设备、钢筋弯曲(箍)设备等。

6.3.2 钢筋安装前，应根据设计图对加工成品进行尺寸检验，检验合格后方可使用。

6.3.3 台座的长度和宽度应根据梁片的跨径和尺寸确定，胎具台座的长度宜在预制梁长两侧各增加 50 cm，胎具台座的宽度宜在混凝土梁底宽两侧各增加 25cm~30cm。

6.3.4 台座宽度方向两侧应布置胎具竖向支撑筋，竖向支撑筋上按照钢筋骨架的间距布置胎架定位螺母，胎具定位筋的间距应与梁片钢筋骨架的水平筋相等。

6.3.5 钢筋吊装设备采用吊装桁架进行钢筋骨架的吊装移运，应符合下列条件：

- 1 吊装桁架应采用三角桁架结构，通过角钢、钢管制成；
- 2 吊装桁架的长度应与钢筋绑扎胎架长度相同；
- 3 桁架高度不宜小于 80cm。

6.4 液压模板

6.4.1 液压模板包括侧模、端模等，由自动控制系统、液压系统、钢模板组成并进行可开合控制，模板两侧配有安全栏杆，应配有固定的工作梯和工作平台和防护系统。

6.4.2 液压模板应为整体钢模板，面板厚度不小于 8mm，模板强度、刚度经过

计算符合施工要求，钢模板表面平整度及拼接缝符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的规定，侧模在负弯矩、长度调节段应设置为活动模板。

条文说明

侧模受混凝土侧压力与振捣力作用，8mm 厚钢板可保证不变形、不漏浆、外观光洁，满足清水混凝土要求。

6.4.3 液压模板应具有以下功能：

- 1 能实现模板安装和拆除的自动开合，并能自动进行横移的功能。
- 2 侧模应具有以下功能：1) 能通过侧模调整满足先简支后连续梁、简支梁施工尺寸要求；2) 能根据施工浇筑要求进行横坡、梁长等参数调整；3) 侧模背面能安装附着式振捣器。
- 3 端模应具有以下功能：具有不同角度的混凝土调节张拉。可通过外力牵引滑移模板。
- 4 液压控制系统应具有通过控制油管完成通断操作、完成侧模整体性合模和脱模的功能。
- 5 液压模板应具有通过遥控触摸，控制主控制柜、分空站、电磁阀执行系统（控制泵站油路通、断）、移动检测系统，通过智能控制完成作业等的功能。

6.4.4 液压模板应满足以下性能要求：

- 1 能适应张拉角度差异的浇筑要求。
- 2 每套侧模能按照设计横坡、角度进行调整。

6.5 布料系统

6.5.1 应采用混凝土自动布料系统实现混凝土自动送料、布料。自动布料机系统包括桁车行走轨道、布料斗、称重装置、升降机构、液压系统和电气控制系统等，实现混凝土的一键布料，并精准控制布料量。

6.5.2 厂房建设时应结合生产线布设和厂房布局预留安装布料机行走轨道空间。

6.5.3 梁片腹板应采用自动振捣系统，梁片顶板宜采用自动振捣系统，对浇筑及振捣过程进行数字化控制。

6.5.4 厂区配备的混凝土拌和站，应采用鱼雷罐配合自动布料机中的方式，自动布料机接料后，将混凝土输送到浇筑点。

6.6 蒸汽养护设备

6.6.1 蒸汽养护室应采用保温隔热效果好的材料制作,宜采用节能环保型智能蒸汽养护设备进行养护,保证混凝土梁体的养护温湿度精确控制,寒冷地区蒸汽养护室保温层厚度 $\geq 100\text{mm}$ 。养护用水宜收集沉淀再利用,收集沉淀后的水质需符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 中混凝土养护用水的要求(pH 值 ≥ 4.5 ,悬浮物 $\leq 200\text{mg/L}$ 。)

条文说明

蒸汽养护室保温厚度根据蒸养温度控制要求确定。蒸养最高温度一般控制在 $45^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$,且应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020,若保温性能不足,将导致蒸汽能耗增加及养护温度波动。根据工业蒸养室设计经验及相关工程案例,在寒冷地区采用 $\geq 100\text{mm}$ 保温层可有效降低热损失,保证养护温度稳定。

6.6.2 蒸汽养护室空间格局布置应符合下列要求:

1 根据实际工程量和混凝土梁体尺寸建设适当尺寸和数量的蒸汽养护室。蒸汽养护室宜由保温隔热材料制作,其尺寸大小应依据混凝土梁截面尺寸各向增大 0.5m ,可依据实际施工需要进行设置轨道或整体吊装移动。

2 蒸养房区间可依据混凝土梁蒸汽养护温度梯度进行高低温串联划分。

6.6.3 蒸汽养护管道应环绕混凝土梁布设,管道开设密集型蒸汽出孔,保证混凝土梁体持续充分接触蒸汽。

6.6.4 蒸汽养护设备可一般采用电的蒸汽发生器。采用电蒸汽设备养护的可视预制规模综合考虑太阳能板、风力等设备发电来补充蒸养用电需求。

6.6.5 智能蒸养系统应符合下列要求:

1 智能蒸养系统应具备自动控制和显示蒸汽养护室温湿度功能,应沿养护室纵向每 5m 设置1个独立温湿度传感器,且均匀布置不少于3个,监测时间间隔宜为 0.5h ,不宜超过 1h 。

条文说明

梁体较长,每 5m 一个测点可实现全梁温度均匀监控,避免局部过热或欠养。

2 养护室内实时监测数据可直接远程传输至控制终端进行及时调整和存储。

3 养护室宜实现不同养护阶段（升温、恒温和降温阶段）的自动温控和温湿度实时监测。

6.7 张拉台车设备

6.7.1 混凝土梁预应力钢束张拉应采用张拉台车进行智能化预应力张拉。

6.7.2 混凝土梁张拉台车骨架应具有足够的强度、刚度和稳定性，支撑骨架底部配备有可前后自由移动与锁定的滑动轮轴。

6.7.3 台车框架立柱上设置有转轴和起吊支架，将起吊架转至地面千斤顶存放上方，借助电葫芦可实现千斤顶自行吊装，然后旋转至张拉位进行张拉作业。

6.7.4 台车的支撑骨架顶部有前后、左右滑轨，千斤顶可前后左右大范围移动，便于张拉角度的自由调节。

6.7.5 台车三个侧面应设置安全防护挡板。

6.8 压浆设备

6.8.1 应采用专用压浆料或专用压浆剂配置的浆剂进行压浆，其压浆材料性能应满足《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 相关规定。

6.8.2 压浆设备应满足《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 相关规定。

6.8.3 浆液自拌制完成至压入孔道的时间宜不超过 40min，且在使用前和压注过程中应连续搅拌，对因延迟使用所致流动度降低的水泥浆，不得通过加水增加流动度。

6.9 设备验收及管理

6.9.1 设施设备的安装检查安全验收合格后，应在现场进行试拼装、调试和验收，并形成验收记录，按照规定要求办理相应进场手续。

6.9.2 设备台账实行一机一档管理，档案中应有记录设备类别、设备名称、规格型号、设备编号、进出场记录、安放位置、制造生产厂家、出厂合格证、检验合格证、维修保养记录，特种设备还应附操作人员证件、专业机构检测及备案记录。

6.9.3 由设备管理部门编制设备保养计划，按照计划做好定期（每季度或每生产 500 片梁）保养及记录工作。

6.9.4 设施设备应按照设备使用说明书和相关要求，制定操作规程进行设备操作

和日常养护。

6.9.5 按照以下要求进行日常检查：

1 设备按照计划运行，相关部门人员做好设备的日常检查工作，使其经常保持完好状态，保证随时可启动运行并形成检查记录；

2 龙门架和桁架在使用前需具有法定机构出具的检验检测合格证明，安装调试、拆卸应具有经审批的施工方案及安全技术措施，应由具有安装、拆卸资质和从业人员资格的队伍进行，如项目设计和改造时，应按照特种设备安全法的要求组织实施；

3 用于工程质量检验和评定的计量器具应按照相关规范标准要求进行管理。

6.9.6 应按照设备保养计划对设备进行定期检修和大修保养。检修中的设施应挂红色检修牌，检修好的设施应由使用部门负责人签字验收方可使用。检修完成后应将检修情况记录在设备管理档案上。

6.9.7 蒸汽养护、预应力张拉及压浆等关键设备，在寒冷地区冬期施工使用时，应根据冬期生产要求进行调试和维护，确保其工作性能稳定可靠。

7 制造生产

7.1 一般规定

7.1.1 公路桥梁混凝土梁工厂化制造采用“厂房内施工作业、施工工序固定、施工区域循环”的流水线预制模式。

7.1.2 钢筋存放、标识、检验、半成品加工按照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 执行。钢筋骨架制作应在专用的胎模架上进行，骨架绑扎及混凝土保护层垫块设置应符合设计要求及相关规定。

7.1.3 混凝土拌和与运输应按照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 执行。混凝土梁浇筑顺序、振捣方式及施工要求按照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 执行。

7.1.4 混凝土梁模板应进行专门设计，模板支撑体系应配备智能同步液压支撑系统。

7.1.5 预应力筋应采用智能张拉设备进行张拉。

7.1.6 混凝土梁工厂化制造施工流程如下：

1 自行式台座自行移至制梁区，将底腹板钢筋骨架吊至台座上，安装模板（依次为外模和内模），再吊装顶板钢筋；待验收合格后浇筑混凝土。

2 达到脱模条件后拆除模板（依次为内模和外模）；自行式台座将混凝土梁移至养护区进行蒸汽养生。

3 达到张拉条件后移至预应力智能张拉压浆区进行预应力张拉、压浆，封锚后将混凝土梁吊运至存梁区喷淋养生，同时自行式台座移至下一条生产线投入生产。

4 采用大型龙门吊将混凝土梁移至检测区，外观和实体检测合格后吊至存梁区存放。

7.1.7 寒冷地区冬期施工时，混凝土浇筑、养护全过程应实施温度控制，防止混凝土早期受冻和因温差变化产生裂缝。

7.2 原材料技术要求

7.2.1 水泥应选用硅酸盐或普通硅酸盐水泥，强度等级不低于 42.5MPa，水泥质量和抽检频率应符合《通用硅酸盐水泥》GB175 的规定。

7.2.2 粉煤灰应采用 I 级粉煤灰或烧失量不大于 5%、需水量比不大于 100%的 II 级粉煤灰，其它指标和抽检频率应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T1596 的规定。

7.2.3 矿粉应采用不低于 S95 级矿粉，技术指标和抽检频率应满足《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 中要求。

7.2.4 集料，质量要求及抽检频率如下：

1 应选用质地坚硬、级配合理、粒形良好、吸水率较低的洁净碎石或卵石，其指标和抽检频率应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 等规范要求，应对粗集料进行碱活性检验，避免采用有碱活性反应的粗集料；

2 应采用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净且粒径小于 5mm 的河砂、机制砂或混合砂，细集料不应采用海砂，其指标和抽检频率应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 等规范要求。

7.2.5 减水剂应采用聚羧酸类高性能减水剂，不应掺用氯化钙、氯化钠等氯盐，其质量和抽检频率应符合《混凝土外加剂》GB 8076 要求，应按《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关要求进行外加剂相容性检测。

7.2.6 符合国家标准的饮用水可直接作为混凝土搅拌和养护用水。用水指标应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的要求。

7.2.7 钢筋应采用符合《钢筋混凝土用钢第 1 部分:热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定，进场时除应检查其外观和标志外，应按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的规定进行相关性性能检验。

7.2.8 钢筋连接套筒应符合《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 中外观、尺寸、力学性能相关规定。

7.2.9 预应力筋除应按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 规定的要求检查外，还应检查外形尺寸和每延米质量，质量指标和抽检频率应符合《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224、《预应力混凝土用螺旋纹钢筋》GB/T 20065 的规定。预应力筋进场后存放时间不宜超过 6 个月（从生产日期起算），超过 6 个月的应重新检验，合格后方可使用。

7.2.10 预应力管道，一般采用镀锌增强型金属波纹管，先简支后连续预应力结

构的连续段顶宜选用塑料波纹管，其性能、质量及抽检频率应分别符合《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225、《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T529 的相关规定。

7.2.11 锚具、夹具、连接器应按设计规定采用，其质量和性能应符合《公路桥梁后张法预应力施工技术规范》DB33/T 2154 和《预应力筋用锚具、夹具、连接器》GB/T 14370 的规定。

7.2.12 专用压浆料质量要求及抽检频率，应符合《公路桥梁后张法预应力施工技术规范》DB33/T 2154 中第 4.5 条的规定。

7.2.13 保护层垫块应采用高强砂浆垫块，其强度等级应不低于构件混凝土强度等级，宜采用与主梁同类材料进行保护层垫块的制作，安装时其保护层厚度尺寸偏差宜控制在 $\pm 2\text{mm}$ 。

7.3 钢筋加工与安装

7.3.1 钢筋在钢筋加工区内集中加工为半成品配送至预制场，在施工区域专用的混凝土梁钢筋骨架胎模架上绑扎成型。

7.3.2 钢筋骨架绑扎应符合设计要求及相关规定。混凝土保护层垫块应采用圆饼式，每平方米不少于 4 个，垫块厚度不小于 30mm。

7.3.3 钢筋骨架应采用吊装架整体吊装，吊点分布均匀且数量合理，保证钢筋骨架纵向变形不超过 20mm，横向变形不超过 10mm。

7.3.4 钢筋安装时应先吊装底腹板钢筋，再吊装顶板钢筋。腹板钢筋骨架与顶、底板钢筋骨架之间的连接应满足《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64 相关规定要求。

7.4 液压模板安装与拆除

7.4.1 T 梁、小箱梁模板设计应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的相关规定。

7.4.2 混凝土梁外侧模液压模板支撑结构，应配备智能同步液压支撑系统，整片梁侧模支撑和拆卸宜一次性完成。

7.4.3 预制小箱梁内模采用机械连接件可自由伸缩的节段拼装芯模板，宜配备同步液压支撑系统，内模应整体同步支撑和自收缩，借助移动系统或卷扬机将收缩

后的模板整体移出。

7.4.4 梁端模板竖直度设置符合设计要求。

7.4.5 混凝土梁模板的拆除应严格按照相应的施工图设计要求进行；无要求的根据混凝土梁特点、模板部位和混凝土所应达到的强度要求确定。

7.4.6 非承重侧模板应在混凝土抗压强度达到 2.5MPa，且能保证其表面及棱角不致因拆模而受损坏时方可拆除。

条文说明：

本条规定的 2.5MPa 拆模强度主要依据《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 相关规定。该强度可保证混凝土表面及棱角在拆模过程中不被损伤，同时兼顾流水线生产效率要求。

7.4.7 芯模和预留孔道的内模，应在混凝土强度能保证其表面不发生塌陷或裂缝现象时方可拆除。

7.5 混凝土浇筑

7.5.1 混凝土应采用配套拌合站用鱼雷罐运输至自动布料机，方可开始布料。

7.5.2 混凝土梁混凝土浇筑采用纵向分段、水平分层的方法进行浇筑，应在下层混凝土初凝前浇筑完成上层混凝土。底腹板混凝土浇筑过程中采用附着式振捣器，顶板混凝土采用插入式振捣器振捣。

7.5.3 钢筋骨架应采取防上浮措施。

7.5.4 混凝土梁面板应按设计要求设置横坡并在终凝前抹面处理。

7.5.5 混凝土梁面板梁端角度符合设计要求。

7.5.6 寒冷地区冬期生产条件下，混凝土入模温度、养护温度及保温措施应符合现行有关冬期施工规范的规定。

7.6 蒸汽养护

7.6.1 混凝土梁蒸汽养护应使用低压饱和蒸汽，加热应均匀，并排除冷凝水，防止冬季结冰；

7.6.2 混凝土梁混凝土浇筑完成后应覆盖保温保湿静养至混凝土达到脱模强度（抗压强度不小于 2.5MPa）方可拆除模板。

7.6.3 蒸汽养护室可提前预热，混凝土梁温度与蒸汽养护室内温差不应大于 15℃。

7.6.4 混凝土梁养护应制定蒸汽养护制度，其升温、恒温、降温阶段的速率、温度、湿度及持续时间应满足第 8.5.11 条的相关要求。

7.6.5 蒸汽养护恒温养护期间，蒸汽养护室密闭维持恒定的热养温度。

7.6.6 混凝土梁蒸汽养护过程中应对养护室及混凝土梁温湿度进行全过程实时监测，并根据内部温度和环境参数的变化情况及时调整养护方案，严格控制混凝土梁体的内外温差。

7.6.7 同条件蒸汽养护混凝土试块的抗压强度和弹性模量达到养护标准后开始降温。

7.6.8 混凝土梁与室外温度差小于 10℃时，方可移出蒸汽养护室。

7.6.9 蒸汽养护施工工艺如图 2 所示。

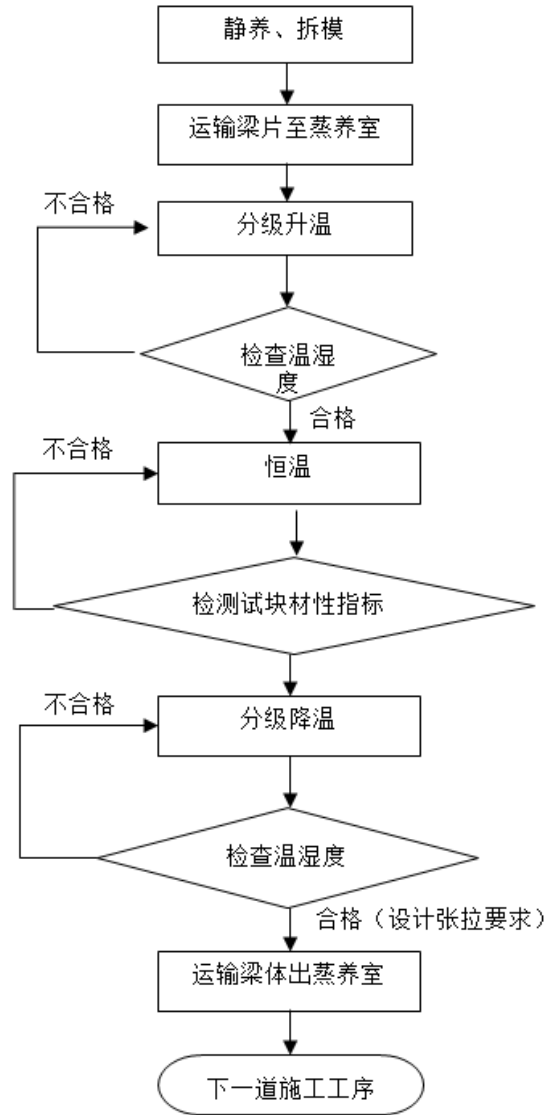


图 2 混凝土梁混凝土蒸汽养护施工流程图

7.7 预应力张拉

7.7.1 在穿钢绞线前进行预应力孔道清孔，用高压气流清除孔道内杂物和水分后穿束。

7.7.2 预应力材料、张拉工艺应符合设计要求。

7.7.3 张拉应按设计规定的顺序，分批、分阶段、对称地进行。

7.7.4 预应力张拉采用张拉力和伸长量双控。

条文说明

预应力张拉控制应采用应力与伸长量双控原则。该方法为现行规范通用控制方式，可有效保证张拉质量及结构安全。本条主要依据《公路桥涵施工技术规范》

JTG/T 3650-2020、《公路桥梁后张法预应力施工技术规范》DB33/T 2154 相关规定。

7.7.5 混凝土梁预应力张拉完成后宜采用真空压浆。

7.7.6 预应力钢绞线应采用砂轮机切割或采用液压剪切，严禁气割。

7.7.7 混凝土梁压浆完成后按照设计及相关规定要求进行封锚作业。

7.7.8 寒冷地区冬期施工进行预应力张拉时，应在混凝土达到规定强度且环境条件满足要求后进行。

7.8 混凝土梁吊运、检测与存放

7.8.1 混凝土梁吊运应符合下列要求：

- 1 吊点位置应符合设计要求，设计未要求时应通过计算确定；
- 2 吊绳与起吊构件的夹角小于 60 度时，应设置吊架使构件垂直受力；
- 3 应在台座上完成孔道压浆，压浆强度不低于设计强度的 80%再起吊；
- 4 起吊过程不得对构件冲击、碰撞或吊绳勒伤边角；
- 5 张拉预应力筋后、孔道压浆前，混凝土梁可在场内台座中移运一次。

7.8.2 混凝土梁移至专用检测台，按照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650、《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 和《公路混凝土桥梁预应力施工质量检测评定技术规程》DB35/T 1638 的相关规定进行混凝土梁成品质量检测，对存在问题进行评估后予以修补。

7.8.3 混凝土梁存放符合下列规定：

- 1 存放场地应设检查台座，在检查台座上检查梁底板，符合要求后存放；
- 2 存放台座应坚固，宜高出地面 200mm，场地防排水良好，地基无不均匀沉降；
- 3 存放支点位置应符合设计规定，支点处应采用枕木或其他符合承载力要求的材料支承；
- 4 预制 T 梁叠放层数不宜超过 2 层，小箱梁叠放层数不超过 3 层；
- 5 梁片存放时间不宜超过 3 个月。

条文说明

叠放过高易使下层梁受压开裂或发生倾覆风险；存放过久加速混凝土碳化、钢筋锈蚀，降低耐久性。

6 混凝土梁存放应按要求进行编号，标明生产单位、规格、梁特征、使用位置等信息。

7.9 出厂验收

7.9.1 公路桥梁混凝土梁出厂质量检验，请对照附录 B 进行检查验收。

征求意见稿

8 质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 混凝土梁生产单位应有完善的质量管理体系和必要的检测试验室，主要关键岗位人员应经过专业操作技能的岗位培训。

8.1.2 混凝土梁生产单位的各种检测、试验、张拉、计量等设备及仪器仪表等应检定合格并在有效期内。

8.1.3 混凝土梁所用的原材料质量、钢筋加工和焊接的力学性能、混凝土强度、构件的结构性能等应根据现行有关标准进行检查试验，出具试验检测报告并存档备案。

8.1.4 混凝土梁的质量检验应按模板、钢筋及预埋件、混凝土、预应力张拉、压浆封锚、混凝土梁等检验项目进行。检验时对新制作或改制后的模板和混凝土梁应按件检验；对原材料、预埋件、钢筋半成品和成品、重复使用的定型模板等应分批随机抽样检验；对混凝土拌合物工作性能及强度应按批检验。

8.1.5 混凝土梁应采取有效的成品保护措施和安全可靠的运输措施，防止混凝土梁在生产、运输、存放过程中受到损坏或污染。构件运输应制定详细的运输方案并经监理单位审核。

8.1.6 混凝土梁工厂化制造的质量控制，除符合本规程规定外，其材料、工艺及验收标准应优先符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650、《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 等现行公路工程标准的规定。

8.2 模板

8.2.1 模板应具有足够的承载力、刚度和稳定性，保证在构件生产时能可靠承受浇筑混凝土的重量、侧压力及工作荷载。

8.2.2 模板应按照拼装顺序进行组装，且支、拆方便。

8.2.3 模板表面应光滑，无划痕、生锈、氧化层脱落等现象，浮锈应擦除。

8.2.4 脱模剂应具有良好的隔离效果，且不影响混凝土强度和耐久性；模板内表面的脱模剂应涂刷均匀、无堆积，且不应沾污钢筋。

8.2.5 模板及所用材料、配件的品种、规格等应符合设计要求。

8.2.6 模板的部件与部件之间应连接牢固；安装在模板上的预埋件应有可靠固定措施。

8.2.7 在浇筑混凝土前，模板内应无杂物。

8.2.8 混凝土梁模板尺寸的允许偏差应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 第 5.6.2 条的规定。

8.3 自行式台座

8.3.1 自行式台座应平整，不得锈蚀和变形。

8.3.2 自行式台座长度与设计要求偏差不大于±10mm，自行式台座宽度与设计要求偏差不大于±5mm。

8.3.3 自行式台座台面结构的预拱度变化与设计要求偏差小于±5mm，测量间距每 2m 测 1 点，预拱度曲线与设计线型吻合度≥95%，台面钢板表面粗糙度不宜大于 20 μm。

8.3.4 自行式台座应具有一定的结构刚度，使用过程中确保各施工阶段台车受力主梁变形小于±1mm。

8.3.5 自行式台座生产轨道线平整度应控制在±5mm 以内，纵坡不大于 1%。

8.3.6 自行式台座移动速率宜控制在 3~5m/min 以内。

条文说明

速度过慢降低效率；过快产生冲击，易导致新浇混凝土开裂、梁体晃动损伤。
本条内容主要根据智能预制台座设备安全运行规范、工程实测经验值。

8.3.7 自行式台座的防腐、防火和养护措施应符合《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64 相关规定要求。

8.3.8 自行式台座具有必要的强度和刚度，满足施工需要的承载力相应参数满足《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 规定要求；

8.4 钢筋及预埋件

8.4.1 钢筋宜采用数控自动化机械设备加工，并应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等的有关规定。

8.4.2 装配式混凝土结构的钢筋连接方式应根据设计要求和施工条件选用，钢筋连接除应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 中的有关规定外，尚应符合

合下列要求：

1 钢筋接头的方式、位置、同一截面受力钢筋的接头百分率、钢筋的搭接长度及锚固长度等应符合设计要求和现行国家、行业及地方有关标准的规定；

2 钢筋焊接接头和机械连接接头应进行工艺检验，试验结果合格后方可进行混凝土梁生产；

3 螺纹接头应使用专用扭力扳手拧紧至规定扭力值；

4 钢筋焊接接头和机械连接接头应全数检查外观质量；

5 焊接接头、钢筋机械连接接头、钢筋套筒灌浆连接接头力学性能应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18、《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

8.4.3 钢筋半成品、钢筋网片、钢筋骨架和钢筋桁架应检查合格后方可进行安装，并应符合下列规定：

1 钢筋原材料应有产品合格证，并按有关标准规定进行抽样检验；

2 钢筋表面不应有油污，不应严重锈蚀；

3 钢筋成品的尺寸应准确，宜采用专用成型架绑扎成型；

4 混凝土保护层厚度应满足设计要求，保护层垫块宜与钢筋骨架或网片绑扎牢固，按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求，钢筋绑扎丝甩扣应弯向构件内侧；

5 钢筋网片和钢筋骨架宜采用专用吊架进行吊运；

6 钢筋焊接网应符合《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

8.4.4 钢筋、预埋件入模安装固定后，浇筑混凝土前应进行构件的隐蔽工程质量检查，其内容包括：

1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；

2 纵向钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度等；

3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距、箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

4 预应力筋的品种、规格、数量、位置等；

- 5 预应力筋锚具的品种、规格、数量、位置等；
- 6 预留孔道的规格、数量、位置，灌浆孔、排气孔、锚固区局部加强构造等；
- 7 预埋件、吊环、吊具、插筋、预埋胶条的规格、数量、位置等；
- 8 预埋管线、线盒的规格、数量、位置、固定措施等。

8.4.5 钢筋的屈服强度、抗拉强度、延伸率、弯曲性能和重量偏差等物理力学性能应符合现行有关标准的规定。

8.4.6 预应力筋应按现行国家、行业及地方有关标准的规定进行进厂抗拉强度、伸长率检验，其检验结果应符合设计要求和标准规定。

8.4.7 无粘结预应力钢绞线进厂时，应进行防腐润滑脂量和护套厚度的检验，检验结果应符合《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161 的规定。经观察认为涂包质量有保证时，无粘结预应力筋可不作油脂量和护套厚度的抽样检验。

8.4.8 预应力筋用锚具、夹具和连接器应按现行国家、行业及地方有关标准的规定进行进厂检验，其性能应符合设计要求和相关产品标准的规定。

8.4.9 预埋件用钢材及焊条的性能应符合设计要求，永久受力预埋件用钢板应做原材抽样检测，焊缝施工质量及验收应满足设计要求及《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

8.4.10 钢筋焊接接头及钢筋制品的焊接性能应按规定进行抽样检验，检验结果应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 规定。

8.4.11 钢筋采用机械连接时，应按规定进行检验，其接头质量应符合《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

8.4.12 钢筋接头的方式、位置、同一截面受力钢筋的接头百分率、钢筋的搭接长度及锚固长度等应符合设计要求或标准规定。

8.4.13 钢筋、预应力筋表面应无损伤、裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

8.4.14 锚具、夹具、连接器、金属螺旋管、灌浆套筒、结构预埋件等配件的外观应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹。

8.4.15 钢筋半成品的外观质量要求应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 第 6.3.2 条的规定。

8.4.16 钢筋半成品的尺寸偏差及检验方法应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 第 4.2.6 条的规定。检查数量：每一工作班检验次数不少于一次，以

同一设备加工的同一类型的钢筋半成品为一批，每批随机抽检数量不少于 3 件。

8.4.17 预埋件加工偏差及检验方法应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 第 6.4.7 条的规定。检查数量：每一工作班检验次数不少于一次，以同一设备加工的同一类型的预埋件为一批，每批随机抽检数量不少于 3 件。

8.4.18 绑扎成型的钢筋骨架周边两排钢筋不应缺扣，绑扎骨架其余部位缺扣、松扣的总数量不应超过绑扣总数的 20%，且不应有相邻两点缺扣或松扣。

8.4.19 焊接成型的钢筋骨架应牢固、无变形。焊接骨架漏焊、开焊的总数量不应超过焊点总数的 4%，且不应有相邻两点漏焊或开焊。

8.4.20 钢筋成品尺寸允许偏差及检验方法应符合公路工程质量检验评定标准第一册《土建工程》JTG F80/1-2017 中表 8.3.1-2 的规定，其中主要受力钢筋保护层厚度合格点率应达到 90% 及以上，且不应超过允许数值 1.3 倍的尺寸偏差。检查数量：以同一班组同一类型成品为一检验批，在逐件目测检验的基础上，随机抽取 10%，且不少于 3 件。

8.5 混凝土

8.5.1 混凝土原材料应按照设计文件、合同约定及现行国家、行业及地方有关标准进行进厂检验。检验批划分应符合下列规定：

1 混凝土梁生产单位将采购的同一厂家同一批次混凝土原材料用于生产不同工程的混凝土梁时，可统一划分检验批；

2 获得认证的或来源稳定且连续五批经一次检验合格的原材料，进厂检验时检验批的容量可按本标准的有关规定扩大一倍，且检验批容量仅可扩大一倍。扩大检验批后的检验中，出现不合格情况时，应按扩大前的检验批容量重新验收，且该种原材料不应再次扩大检验批容量。

8.5.2 混凝土用水泥、骨料、掺合料、拌制用水和外加剂等原材料进厂检验应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的有关规定。

8.5.3 混凝土的各项力学性能指标和施工质量验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的有关规定。

8.5.4 混凝土梁制作前，应依据设计要求和混凝土工作性能要求进行混凝土配合

比设计。采用预拌混凝土时，搅拌站（楼）提供的配合比应报监理单位审批后使用。

8.5.5 混凝土用的水泥、外加剂、掺合料等应有产品合格证，并按有关标准的规定进行复验检测。水泥、骨料（砂、石）、外加剂、掺合料和水等质量必须符合现行国家、行业及地方有关标准的规定，骨料（砂、石）应按批次复检，并定期送第三方检测单位检测。

8.5.6 采用预拌混凝土时，其原材料质量、混凝土制备与质量检验等应符合《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。预拌混凝土进厂时，应检查混凝土质量证明文件，并对混凝土的强度、坍落度等进行取样检验。

8.5.7 混凝土强度试件应在工厂的浇筑地点随机抽取。取样的频率和数量应符合下列规定：

- 1 每 100 盘，但不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样次数不应少于一次；
- 2 每一工作班拌制的同配合比混凝土，不足 100 盘和 100m^3 时，取样次数不应少于一次；
- 3 当一次连续浇筑的同配合比混凝土超过 1000m^3 时，每 200m^3 取样不应少于一次；
- 4 每次制作试块不少于 3 组，随机抽取 1 组试块随构件进行同条件养护再转标准养护后进行强度检验评定，其余可作为同条件养护试块在混凝土梁脱模和出厂时控制其混凝土强度；还可根据混凝土梁吊装、张拉和放张等要求，留置足够数量的同条件混凝土试块进行强度检验；
- 5 采用蒸汽养护的混凝土梁，其强度评定混凝土试块应先随同构件蒸养后，再转入标准条件养护。构件脱模起吊、预应力张拉或放张的混凝土同条件养护试块，其养护条件应与构件生产中采用的养护条件相同。

条文说明

试块与梁体同环境蒸养，才能真实反映拆模、张拉、出厂强度。本条主要根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204。

8.5.8 混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机搅拌，并具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。混凝土应按照配合比通知单进行生产，原材料每盘称量的允许偏差应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 第 6.9.1 条的规定。

1 检查数量：每工作班不应少于 1 次；

2 检验方法：检查称量装置的数值。

8.5.9 混凝土拌合物坍落度应满足施工方案的要求。

8.5.10 混凝土耐久性指标应符合设计要求和《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 有关规定。

8.5.11 混凝土浇筑后应按设计要求和施工方案规定的养护时间和方法进行养护；当采用蒸汽养护时，应符合下列规定：

1 混凝土梁蒸汽养护室内升、降温速率均不超过 10℃/h；

2 恒温阶段内混凝土梁蒸汽养护室的温度与设定温度值的差值不宜超过±5℃；

3 混凝土梁体混凝土内部最高温度不宜超过 70℃；

4 混凝土梁进出蒸汽养护室混凝土梁温度与室外温差均应小于 10℃；

5 蒸汽养护过程中蒸汽养护室内湿度需始终保持 95%RH 以上；

6 混凝土梁同条件蒸汽养护下试块的抗压强度达到设计要求的 90%、弹性模量达到设计要求的 85%，方可开始降温。

条文说明

为防止混凝土温差裂缝、热损伤、强度不足的强制性控制指标。升温过快胀裂、降温过快收缩、温度过高损伤水泥结构。根据《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020 有关规定。

8.6 预应力张拉

8.6.1 混凝土梁预应力张拉后锚下有效预应力宜采用“反拉法”或“等效质量法”进行检测，并辅助混凝土抗压强度、弹性模量以及上拱度长期变化进行评定。反拉法和等效质量法的测试方法可按照《公路混凝土桥梁预应力施工质量检测评定技术规程》DB35/T 1638 相关规定执行。

8.6.2 混凝土梁同条件蒸汽养护下混凝土试块的抗压强度应不低于设计强度的 90%、弹性模量应不低于混凝土 28d 弹性模量的 90%方能进行预应力张拉。

条文说明

根据《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020 有关规定。仅看强度不够，

弹性模量不足会导致后期徐变、变形超标，双指标保障桥梁线形稳定。

8.6.3 混凝土梁预应力张拉过程中采用预应力钢束张拉应力和伸长量双重控制标准，即预应力钢束采用应力控制方法张拉，以伸长值进行校核，其中张拉力偏差应控制在 $\pm 1\%$ 以内，实际伸长值与理论伸长值的差值应符合设计要求（理论伸长值的计算应考虑工作长度的影响），设计未规定时，其偏差应控制在 $\pm 6\%$ 以内，否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

8.6.4 对于锚下有效预应力的评价，当采用反拉法，其偏差不应大于 5% ；当无法采用反拉法或需要大范围检测时，可以采用等效质量法进行测试，此时需要采用其他方式或者反拉法进行复检，当钢绞线未截断时，其偏差不应大于 15% ；当钢绞线截断时，其偏差不应大于 10% 。具体方法按《公路混凝土桥梁预应力施工质量检测评定技术规程》DB35/T 1638 执行，锚下有效预应力检测，地方有更高要求的，可结合地方标准补充验证；无地方标准时，应符合国家/行业现行标准。采用等效质量法检测时，复检比例不应低于检测总数的 10% ，且复检需采用反拉法。

条文说明

根据《公路混凝土桥梁预应力施工质量检测评定技术规程》DB35/T 1638 有关规定。反拉法精度最高，为仲裁级方法；等效质量法适合快速普查。复检确保预应力不亏损。

8.7 压浆封锚

8.7.1 预应力管道在压浆前应清除内部的杂物及积水。采用真空辅助压浆时，其气密性应达到有关技术规范的规定。

8.7.2 预应力管道最高位置应设置排气孔或检查孔，排气孔、检查孔内应充满原浆。

8.7.3 应在设计要求的时间内进行压浆，同一管道压浆应连续一次完成。不得有漏压浆的管道。

8.7.4 压浆过程中及压浆完成后 48h 内，环境温度低于 5°C 时应采取防冻或保温措施，但不得掺用防冻剂；当环境温度高于 35°C 时，压浆宜在夜间进行。

8.7.5 应按设计要求浇筑封锚混凝土。

8.7.6 冬期进行预应力压浆作业时，应采取防冻措施，确保浆体性能满足设计和规范要求。

8.8 混凝土梁

8.8.1 混凝土梁生产时应采取措施避免出现外观质量缺陷。外观质量限制缺陷按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1 附录表 P.1 确定。对已经出现的外观质量限制缺陷，应由生产单位提出技术处理方案，并经监理单位认可后进行处理；对裂缝或连接部位的严重缺陷及其他影响结构安全的严重缺陷，技术处理方案尚应经原设计单位认可。经处理的部位应重新检查验收。

8.8.2 混凝土梁结构性能检验可在建设单位、设计单位、监理单位、施工单位、构件生产单位等相关单位共同参与下在混凝土梁生产场地进行。结构性能检验结果应满足设计要求和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

8.8.3 混凝土梁生产过程中应有检查和验收记录。所有检查和验收记录必须签字齐全、日期准确。

8.8.4 混凝土梁上的预埋件、预留插筋、预埋管线和预留孔洞的规格、位置和数量应符合设计要求。

8.8.5 混凝土梁应在明显部位标明工程名称、生产单位、生产日期、构件规格、编号、重量、质量验收标志等。

8.8.6 混凝土梁不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能或安装、使用功能的部位，应由生产单位制定技术处理方案，并经监理单位、设计单位认可后进行处理。经处理的部位应重新检查验收。

8.8.7 预制混凝土梁、板实测项目应符合《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 表 8.7.2-1 的规定。

8.9 出厂验收

8.9.1 公路桥梁混凝土梁出厂质量检验，请对照附录 B 进行检查验收，由工厂技术质量部门确认。

9 数字化管控

9.1 一般规定

9.1.1 为提高混凝土梁生产效率及保证混凝土梁制造质量,结合混凝土梁制造特点,建设梁场数字化管控系统。系统建设应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 信息化要求。

9.1.2 系统应以平台及业务模块的形式覆盖预制梁生产及管理全过程,实现施工和管理工作的信息化、数字化和智能化。

9.2 数字化系统建设

9.2.1 系统建设应依托物联网、BIM、云计算、二维码、5G 和边缘计算等先进信息化技术,实现生产全过程信息采集、管控和数据分析,并符合《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212 和《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239。

9.2.2 系统应提供线上线下信息互联的入口,实现生产数据动态采集和发布,支持数据加密和隐私保护。

9.2.3 系统平台应以模块化形式组织业务功能,数据统一上传、分析并提供预警、统计、决策支持等功能。系统应设置量化性能指标,包括数据采集频率(关键工序如混凝土浇筑每 5min 采集一次温湿度数据)、预警响应时间(不超过 30s)、系统可用率($\geq 99\%$),并支持自定义阈值调整。

9.2.4 主要业务模块包括但不限于:视频监控、物资管理、人员管理、设备管理、生产计划、工序管理、试验检测。

1 视频监控模块应能实现远程监控、历史回放及移动端访问。

2 物资管理模块应实现原材料及半成品的入库、出库、查询和追溯。

3 人员管理模块应支持人员信息记录、考勤及进出场数据管理。

4 设备管理模块应记录设备信息,监控重点设备运行状态并支持异常报警。异常报警阈值宜设定为设备负荷 $>90\%$ 、温度 $>70^{\circ}\text{C}$ 或振动 $>$ 设计值的 120%,报警后自动推送至移动端。

5 生产计划模块应支持制梁计划编制及不同周期(年、月、日)计划管理。

6 工序管理模块应记录施工过程信息，实现钢筋加工、模板安装、混凝土浇筑、养护、张拉、压浆及验收的全流程信息管理。

7 试验检测模块应记录试验人员信息，实现试件信息采集及试验数据管理，并与试验设备联网。联网协议宜采用 OPCUA 或 Modbus，支持数据实时上传和 AI 分析（如自动识别混凝土强度异常曲线）。

9.3 信息收集与应用

9.3.1 系统应覆盖钢筋加工、模板安装、混凝土拌和与浇筑、养护、张拉、压浆及封锚等工序，按统一格式（如 JSON 或 XML）收集施工数据，用于施工控制、验收、存梁、出厂及质量档案管理。数据采集精度要求：位置信息误差 $\leq 10\text{cm}$ ，温度/湿度传感器精度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}/\pm 5\%\text{RH}$ 。

9.3.2 钢筋加工与安装应建立信息追溯机制，通过赋码管理（二维码或 RFID 标签）实现原材料到钢筋骨架的全流程可控性和扫码追溯。系统应支持 API 接口与 ERP 系统对接，确保数据同步延迟 $< 5\text{s}$ 。

9.3.3 模板安装应记录工序检查信息，确保安装质量可追溯。

9.3.4 混凝土拌和及浇筑应实现生产、运输、浇筑过程信息的数字化记录和数据一致性管理。

9.3.5 养护工序应实现温湿度及工序状态的远程监控和异常提醒，保证质量。养护室内每 5m 设置至少 1 个传感器，实时监控温湿度，异常（如温度 $> 70^\circ\text{C}$ ）时系统自动提醒并调整蒸汽设备输出。

9.3.6 初张拉与终张拉工序应实现张拉参数信息化管理，保证控制精度。张拉参数管理应支持双控数据（应力和伸长量）自动校验。

9.3.7 预应力管道压浆及封锚应实现过程参数记录与实时传输，确保数据可查。

9.3.8 验收工序应实现现场检查信息记录、上传及管理，并与试验资料关联。

9.3.9 存梁及出厂应实现梁片位置、状态及信息追溯管理。

9.3.10 系统应提供质量档案资料管理功能，实现工序节点、报检及验收信息的数字化归档，支持电子签名和区块链存证，确保数据不可篡改，并支持与出厂验收表（附录 A）联动生成二维码追溯码。

9.4 工厂化制造试验

9.4.1 混凝土试块应实现信息化管理，包括试块赋码（二维码）、养护及龄期记录，并与试验数据关联。系统支持 AI 算法分析试块强度曲线，异常率>5%时自动警报。

9.4.2 试验操作应保证人员与设备操作信息一致，试验数据实时上传至系统平台，确保数据完整性和可追溯性。试验设备校准记录应数字化存档。

9.5 系统运行与维护

9.5.1 系统运行

1 系统应按建设方案完成调试和验收，运行中需支持各职能部门分级账户及权限管理，并符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 中的数字化模块。系统使用前应进行用户培训，确保可用率 $\geq 99\%$ 。

2 系统使用中问题应登记、分类（硬件/软件/网络故障）并跟踪处理，确保信息共享和问题透明。

9.5.2 系统维护

1 应建立系统维护方案和故障应急预案，分类管理系统故障。

2 无法解决的故障应及时向技术服务方申请支持并跟踪处理。

3 故障处理和系统维护过程应记录完整，形成经验教训档案。

4 系统维护期内应进行定期维护、升级及功能完善，并制定风险管理计划，降低系统维护风险。风险管理计划应包含系统数据安全、硬件故障、网络中断等风险的识别、评估及应对措施（如数据定期备份、备用服务器配置）。

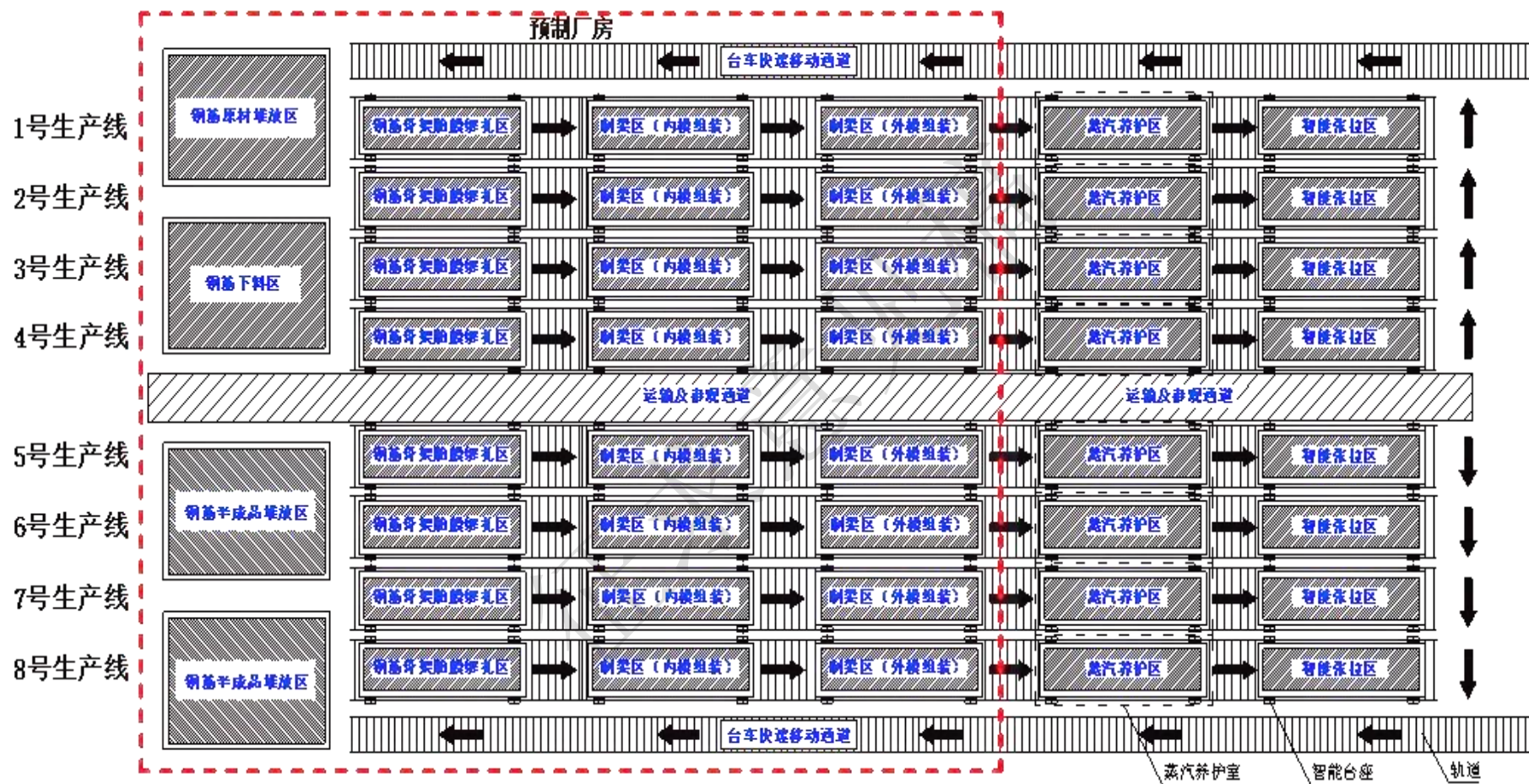
9.6 系统集成与数据安全

9.6.1 系统应支持与外部平台集成，实现数据双向互通。集成接口应符合《电子文件存储与交换格式—版式文档》GB/T 33190。

9.6.2 数据安全措施应加密传输（AES-256 算法）、访问控制（角色-based 权限）和入侵检测（符合《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239）。

9.6.3 支持 AI 应用，如试验数据 AI 分析（预测混凝土强度偏差）和风险预警（基于大数据模型预测设备故障）。

附录 A 典型混凝土梁工厂化流水线布置示意图



附录 B 公路桥梁混凝土梁出厂质量验收表

B-1 产品基本信息表

序号	项目	内容描述
1	构件标识	产品名称、规格型号、出厂编号、生产单位、生产日期、使用部位（对应设计里程）
2	设计依据	设计图号、《公路桥梁混凝土梁工厂化制造技术规程》
3	生产关键参数	混凝土强度等级、预应力钢束规格/数量、蒸养周期（升温/恒温/降温时长，最高恒温控制温度）
4	出厂状态	压浆强度达标情况（≥设计强度 80%）、表面防护措施、运输固定方案

B-2 原材料质量检验表

序号	材料名称	规格型号	生产厂家	炉批号/合格证号	检验报告编号	检验结果	依据规程
1	热轧带肋钢筋						GB/T1499.2
2	预应力钢绞线						GB/T5224
3	锚具/夹具						GB/T14370
4	预拌混凝土						GB/T14902
5	压浆材料						JTG/T3650
6	保护层垫块						

B-3 生产过程检验记录表

序号	施工工序	检验项目	参数要求	检测报告编号	检验日期	检验人	判定结果
1	钢筋加工与安装	受力钢筋长度偏差	±10mm				
		混凝土保护层厚度	0.9-1.3 倍设计值				
2	模板安装	轴线偏位	≤10mm				
		模板表面平整度	≤5mm				
3	混凝土浇筑	坍落度	设计要求范围				
4	蒸汽养护	恒温温度	55±2℃				
		养护湿度	≥95%RH				
5	预应力张拉	张拉力偏差	±1%				
		伸长值偏差	±6%				
6	压浆封锚	压浆压力	设计要求				
		保压时间	设计要求				

条文说明

本表依据《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 编制，覆盖原材料、工序、成品全项验收，统一验收口径。

A-4 成品质量检测表

序号	检测项目	设计要求	检测报告 编号	检测方法	检测机构 /人员	判定结果
1	构件长度 偏差	+5mm/-10 mm		钢尺量测（顶面 中线+底面两 侧）		
2	断面尺寸 偏差（宽/ 高）	±5mm~ ±20mm		每梁测3个断面		
3	表面平整 度	≤5mm		2m直尺每10m测 1处×2尺		
4	混凝土抗 压强度 （28d）	≥设计强 度等级	标准试块： ___MPa	GB/T50082		
5	锚下有效 预应力	偏差≤5%		DB35/T1638		
6	外观质量	无露筋、 蜂窝、裂 缝	表面无限 制缺陷，局 部麻面面 积≤2%	目测+尺量		
7	预埋件位 置偏差	≤5mm		钢尺量测		