湖北省高速公路智慧梁厂标准化指南
（试行）

《湖北省高速公路智慧梁厂标准化指南（试行）》

编　写　组

编写人员：章征春　方贻立　彭建光　李长民　陈吉明　刘晓波
沈典栋　康新章　董勇刚　叶再军　杨　琴　毛　峰
余　浩　蔡　河　刘　敬　戴立立　邬俊峰　姚茂超
王澧陵　张　俊　王鹏达　刘盛智　王怀才　魏　坤
杨建波　夏　飞　周　伟　杨　铸　罗远国　陈　勉
丁广盎　李雨桐　陶正国　刘旭东　蔡勤峰　余　巍
辛纪强

主编单位：湖北省交通运输厅工程事务中心

参编单位：湖北交通投资集团建设事业部

湖北交投京港澳高速公路改扩建项目管理有限公司

湖北交投荆楚建设管理有限公司

湖北交投江汉建设有限公司

湖北省公路水运工程咨询监理有限公司

湖北省高创公路工程咨询监理有限公司

湖北交投建设集团有限公司

中铁大桥局集团有限公司

四川公路桥梁建设集团有限公司

中铁十一局集团有限公司

中交一公局集团有限公司

西安方舟工程咨询有限责任公司

前　言

预制梁场的建设、管理和生产效率直接关系到整个高速公路建设项目的工期、成本和效益。近年来，为深入贯彻习近平总书记关于加快建设交通强国的重要指示精神，交通运输部在全国推行“机械化换人、自动化减人、智能化无人”的建设理念，促进预制梁场“由场到厂、智慧升级”。

按照交通运输部要求，我厅一直把推广应用智能建造作为“平安百年品质工程”创建工作重点，着力打造了一批以移动台座环形生产线、智能蒸汽养护为核心工艺，集成多种智能设备，通过信息化管理，实现预制梁板工业化、智能化生产的智慧梁厂，提高产品质量和生产效率。

为统一全省智慧梁厂建设标准、固化生产工艺流程、强化日常管理，我厅工程事务中心组织湖北交投集团建设事业部、湖北交投江汉建设公司、湖北交投京港澳改扩建项目管理公司、湖北交投荆楚建设公司、湖北交投建设集团、中铁大桥局、中铁十一局、四川路桥、中交一公局等单位开展了专题研究，认真归纳、系统总结了智慧梁厂的实施经验和试验成果，编写了《湖北省高速公路智慧梁厂标准化指南（试行）》，包括总则、术语和定义、基本要求、梁厂建设、生产工艺、管理要求、信息化建设等七个章节，突出生产过程可视化、施工流程标准化、业务管理数字化、机械设备智能化、管理决策智慧化等重点，具有可操作性、实用性和指导性。

希望我省高速公路建设从业单位参照本指南积极开展推广应用，在实践中不断总结好经验、好做法，不断丰富指南内容，提高智能建造水平，形成湖北交通特色，推动交通建设新质生产力加快发展。

目 录

1 总则……1
1.1 目的及意义……1
1.2 规范性引用文件……1
1.3 适用范围……2
2 术语和定义……3
3 基本要求……5
3.1 一般要求……5
3.2 工装设备要求……5
4 梁厂建设……8
4.1 选址……8
4.2 总体规划……8
4.3 专项设计 …… 9
4.4 专项施工……12
4.5 验收……13
5 生产工艺 …… 15
5.1 功能分区及工艺流程……15
5.2 生产线施工……15
6 管理要求 …… 21
6.1 人员管理……21
6.2 设备管理……21
6.3 技术管理……21
6.4 原材料、半成品和成品管理……22
6.5 环保管理 …… 23
6.6 安全管理 …… 24
7 智慧化建设 …… 26
7.1 一般要求 …… 26
7.2 基础网络建设 …… 26
7.3 智慧管理中心建设 …… 26
7.4 工艺装备数据要求 …… 27
7.5 监控监测设备要求 …… 27
7.6 管理平台要求 …… 28

1 总则

1.1 目的及意义

为规范智慧梁厂建设标准、生产工艺、运营管理，实践自动化、智能化、集约化生产模式，实现从场到厂、绿色施工升级转化，提升梁板品质，提高工作效率，特编制本指南。

1.2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的引用是必不可少的。注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指南；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB 175-2023 通用硅酸盐水泥
GB/T 1499.1-2024 钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋
GB/T 1499.2-2024 钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋
GB/T 1596-2017 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 5224-2023 预应力混凝土用钢绞线
GB8076-2008 混凝土外加剂
GB/T 14370-2015 预应力筋用锚具、夹具和连接器
GB/T 18046-2017 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
GB/T 20065-2016 预应力混凝土用螺纹钢筋
GB/T 35975-2018 起重吊具分类
GB 50204-2015 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB/T 14406-2011 通用门式起重机
GB 50720-2011 建设工程施工现场消防安全技术规范
GB 12523-2011 建设施工场界环境噪声排放标准
GB/T 50082-2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB 50007-2011 建筑地基基础设计规范
JG/T 225-2020 预应力混凝土用金属波纹管
JTG 3420-2020 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTG/T 3650-2020 公路桥涵施工技术规范
JTG F80-2017 公路工程质量检验评定标准
JGJ 276-2012 建筑施工起重吊装工程安全技术规范
JGJ/T 46-2024 建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准
JTG F90-2015 公路工程施工安全技术规范
JT/T 1466-2023 预应力孔道压浆料用制浆设备
湖北省高速公路建设标准化指南

“两区三厂”建设安全标准化指南
桥梁预制构件质量提升技术及管理指南

1.3 适用范围

本指南适用于湖北省内新建、改（扩）建高速公路，其他公路可参照执行。

2 术语和定义

2.1 智慧梁厂

依托信息化管理平台，引入BIM+互联网技术，集成多种智能设备，对梁板生产的质量、安全、进度等进行智能化管控，实现高效生产的工厂。

2.2 流水生产线

根据梁板预制工艺流程，设定相应的参数，匹配班组和机械设备组合，形成自动化、流水式的预制梁生产方式（以下简称“生产线”）。

2.3 信息化管理平台

为实现梁板生产和管理数字化，通过数据共享与虚拟仿真技术，建立的包含访问层、展现层、管理应用层、业务数据层的一体化平台。

2.4 移动台座

由电机带动滚轮沿固定轨道移动的台座。

2.5 液压模板

由液压系统控制开合状态的侧向钢模板。

2.6 横移台车

用于将移动台座横移至回程轨道上的辅助性工具。

2.7 带模养护

混凝土梁板浇筑完成后，在浇筑区立即进行的养护方式。

2.8 静置养护

梁板拆除模板后，在浇筑区静停期间进行的养护方式。

2.9 智能蒸汽养护

混凝土梁板在温湿度动态、智能调节的蒸汽室内进行的养护方式。

2.10 标准养护

可移动台座携带梁板进入标准养护室，在规定温湿度下进行的养护方式。

2.11 常规养护

可移动台座携带梁板离开标准养护室，在自然环境下进行的养护。

2.12　钢筋部品

加工成型的底腹板或顶板钢筋骨架。

2.13　钢筋智能加工生产线

集成下料、弯曲、焊接和装载等复杂工序于一体的梁板钢筋骨架自动化加工系统。

3 基本要求

3.1 一般要求

3.1.1 为保证预制梁板质量，提高梁板预制工效，我省高速公路项目应依据本指南要求建设智慧梁厂。

3.1.2 智慧梁厂建设应遵循“安全第一，科学规划、因地制宜、永临结合、经济适用、绿色环保”的原则。

3.1.3 智慧梁厂应遵循“机械化换人、自动化减人、智能化无人”的建设理念。

3.1.4 平原微丘区项目同一合同段同规格的预制梁板数量达1500榀及以上，山岭重丘区项目同一合同段同规格的预制梁板数量达800榀及以上，且场地平曲线（转弯）半径≥1500m、纵坡≤1%，宜建设智慧梁厂。

3.1.5 需建设智慧梁厂的合同段原则上只设置1座。山岭重丘区项目根据预制场地、运输通道等客观条件，经监理工程师和建设单位批准，可增设智慧梁厂。

3.1.6 智慧梁厂应设置钢筋加工区、钢筋绑扎区、混凝土浇筑区、蒸汽养护区、标准养护区、张拉压浆区、梁板存放区。

3.2 工装设备要求

3.2.1 工装设备应满足智能、安全、高效的原则，适应工程所在地的施工条件，并服务于生产线工艺流程。

3.2.2 根据配置的工装设备，制定相适应的操作指南，确保操作规范、生产安全。

3.2.3 应加强工装设备日常维护，定期检查和保养，及时更换磨损部件，提高工装工作效率和使用寿命。

3.2.4 生产线设备配置

生产线按照工装设备配置智能化程度分为A、B、C三类，具体划分如下表：

表 3.2.4 生产线工装设备配置一览表

序号	功能区	施工工序	设备名称	A 类	B 类	C 类	备注
1	钢筋加工、绑扎区	底腹板、顶板钢筋制作	钢筋智能加工生产线	√			钢筋部品制作
2			钢筋制作胎架		√	√	
3	混凝土浇筑区	移动台座就位	可移动台座	√	√	√	
4		模板打磨清洗	打磨清洗一体机	√			
5		外模合模	液压模板	√	√	√	
6		底腹板钢筋安装	钢筋部品安装专用吊具	√	√	√	龙门吊或桁吊
7		内模安装	内模安装专用吊具	√	√	√	
8		顶板钢筋安装	钢筋部品安装专用吊具	√	√	√	
9		混凝土浇筑	鱼雷罐+走行式布料机	√			
10			罐车+升降式布料机		√		
11			罐车+料斗			√	
12		混凝土振捣	智能控制附着式振捣器	√	√		
13			附着式振捣器			√	
14			插入式振动棒	√	√	√	
15		带模养护	保温、保湿系统	√	√	√	
16		退模	液压模板	√	√	√	
17		静置养护	保温、保湿系统	√	√	√	
18	蒸汽养护区	移动台座就位	可移动台座	√	√	√	
19		智能蒸汽养护	智能养护室	√	√	√	
20	标准养护区	移动台座就位	可移动台座	√	√	√	
21		标准养护	智能养护室	√	√	√	
22	张拉压浆区	移动台座就位	可移动台座	√	√	√	
23		常规养护	喷淋系统	√	√	√	
24		预应力筋穿束	预应力筋自动穿束机	√	√	√	
25		预应力筋张拉	张拉机器人	√			
26			智能张拉设备		√	√	
27		预应力管道压浆	集中制浆、智能压浆设备	√	√		
28	梁板存放区	移梁	移梁设备	√	√	√	龙门吊

3.2.5　生产线应用条件

智慧梁厂宜根据预制梁板生产规模合理选用生产线类型，生产规模＜2000 榀，可采用 C 类生产线；2000 榀≤生产规模＜5000 榀，宜采用 B 类生产线；生产规模≥5000 榀，宜采用 A 类生产线。

鼓励企业结合现实技术条件和自身需求等因素，选配智能化程度更高的工装设备。

4 梁厂建设

4.1 选址

4.1.1 场地建设除应满足本指南规定外，还应符合《“两区三厂”建设安全标准化指南》的相关要求。

4.1.2 选址应满足下列要求

1 应根据规划场地合理选址，规划场地面积应满足预制构件数量、工期、存梁时间等需求。

2 应具备原材料、大型设备、预制梁进出厂运输条件；若采用水路运输，宜邻近码头区域。

3 应在地形、地质条件较好的位置选址，地基应满足承载力要求，边坡应稳定。

4 宜利用红线用地，少占用土地，减少拆迁及复垦。红线范围内宜尽量选择在挖方路基地段，硬化场地可考虑作为路面结构层使用。

5 应考虑防洪、排涝等要求，不应设在易受自然灾害影响地带；宜避开高压线、危险爆炸物生产区，确保施工安全。

4.2 总体规划

4.2.1 生产能力分析

1 梁板预制能力应与架设能力相匹配，根据生产总量、制梁周期，通过分析预制量、供应量以及储存量之间的关系，确定生产线、移动台座和存梁台座数量。生产线数量可参考下列公式计算：

$$N_1 = \frac{M}{k \cdot q \cdot D}$$

式中：N_1——生产线数量（条）；

M——生产线总预制量（榀）；

D——总预制工期（天）；

k——生产系数，一般取 0.75～0.9；

q——生产效率（1 榀/天）。

2　除计算结果外，宜按半幅梁板数量的倍数布设。

3　可根据预制梁板边梁、中梁的设计情况与制架平衡综合考虑中梁、边梁生产线改造转换。

4.2.2　设计规划

1　智慧梁厂总平面布置时应综合考虑生产规模、工程进度、工艺及设备等因素，设置钢筋加工区、钢筋绑扎区、混凝土浇筑区、蒸汽养护区、标准养护区、张拉压浆区、梁板存放区，各功能区应按照流水生产线方式布置，功能齐全、科学合理、界限清晰，力求布局合理。

2　生产线的布置应确保在不同工作位置开展工作时，工作无交叉、无窝工现象发生。

3　生产线的布置数量，应能实现生产目标，满足施工质量所需的施工期，同时能够发挥最大经济效益。

4　应在钢筋加工及安装、混凝土浇筑等区域搭建稳固、耐用的封闭式钢结构厂房，厂房高度需综合考虑液压模板高度、安全施工高度、布料机高度、鱼雷罐高度、门吊高度等因素。最大限度减少冰冻雨雪等极端恶劣天气对智慧梁厂流水作业影响。

5　钢筋绑扎区的占地面积应满足最大生产工况下原材料、半成品临时存放、小型设备存放的空间要求，并保证充足的施工作业空间。其中应根据钢筋种类、储备量、加工及绑扎速率，确定钢筋绑扎区钢筋胎模架数量。

6　蒸汽养护区、标准养护区应配备齐全的智能养护系统，自动调节养生环境温湿度，确保梁板混凝土强度及弹性模量合理增长。

7　场地规划时应预留自动穿束机、集中制浆站等区域。

8　运输道路应设置在存梁区附近，宽度与转弯半径均应满足运梁要求。

4.3　专项设计

智慧梁厂应按照工厂化要求对场地处理、设备基础、给排水、供电、工装等进行专项设计，编制专项建设方案。

4.3.1　场地处理设计

1　智慧梁厂场地确认后，应对场地范围内地层分布进行分析和评价，地基稳定性和承载力必须满足设计要求。

2　根据预制梁板相关参数与所选用的工装设备，应对生产线轨道、存梁区台座、液压模板台座、厂棚基础、门吊基础、运梁通道等设施的地基承载力、沉降进行验算，选择合适的地基处理方式（如：强夯法、换填碾压法、深层搅拌桩法、PHC管桩加固法等）。

3　智慧梁厂场地处理应贯彻绿色工程的建设理念，根据功能区使用需求进行硬化和绿化。

4.3.2　基础设计

1　基础宜采用扩大基础，浇筑前应对基底进行处理，确保承载力满足要求。

2　移动台座轨道应合理设置伸缩缝。

3　移动台座轨道顶面标高水平度偏差不大于3㎜/30m，轨道接头处高差不大于1.5㎜，同一条生产线两根轨道间距偏差不大于2㎜。

4　鱼雷罐轨道立柱、布料机轨道立柱、抗风柱、厂房立柱等间距大于300㎜时，基础应独立分开，小于300㎜可连为整体。

4.3.3　给排水系统设计

1　应根据当地降水量与梁厂排水需求，综合确定排水沟数量、尺寸、纵坡，保证排水畅通，场内不得积水。

2　存梁区宜预埋给水管道，确保存梁区的养护及施工作业用水。

3　智慧梁厂应最大限度实现雨水回收循环利用及工业污水零排放。

4.3.4　供电系统设计

1　浇筑地面前需合理预埋电井口，电井口通过预埋PVC管连接，方便后续施工。

2　根据控制柜的放置位置，提前预留电井口和预埋管线，管线埋入地面深度应符合相关规范要求。

3　电井口应设置钢盖板，合理预留管线卡槽口，确保施工环境安全。

4　所有柜体应接地，接地电阻小于4Ω。

4.3.5　工装设计

4.3.5.1　钢筋智能加工生产线

1　钢筋智能加工生产线应具备自动布料、智能弯折、整形及自动焊接等功能。

2　钢筋智能加工生产线平面布置应根据预制梁板长度和钢筋部品尺寸确定；根据钢筋部品尺寸，设置专用吊装吊具和专用部品组拼胎架。

3　钢筋智能加工生产线应提供专用的供电系统，合理配置变压器容量。

4　钢筋智能加工生产线宜配置焊缝检测等智能检测设备，制作钢筋部品尺寸、焊接质量等应满足相关规范要求。

4.3.5.2　钢筋胎架及吊具

1　钢筋胎架应结合预制梁板施工图进行专项设计，满足胎架精度和施工便利性等要求。

2　钢筋胎架主体结构采用合理规格的型钢制作，应具备足够的强度、刚度；

定位梳齿板宜采用 6㎜ 厚钢板；腹板纵向水平筋定位齿耙宜选用Φ12 以上光圆钢筋；腹板箍筋底部限位型钢应选用合理规格的角钢。

3　底腹板和顶板钢筋定位齿槽宽度应按钢筋直径+3㎜ 设计，位置偏差不超过 2㎜；腹板纵向水平筋定位齿耙插管内径应按齿耙直径+3㎜ 设计，位置偏差不超过 2㎜。

4　胎架上应标记预应力管道、预埋件位置和类型或设置定位工装。

5　钢筋骨架吊具结构应进行专项设计。吊点应对称布设，顺梁长方向布置间距应经过工艺试验确定。

4.3.5.3　智能液压模板

1　液压模板应采用厚度不小于6㎜的大刚度全厚不锈钢模板，满足强度、刚度、稳定性及设计周转次数要求。

2　智能液压模板控制系统应具备实时感知开合状态、自动协调各部位液压行程、信息采集等功能。

3　模板设计应考虑特殊部位安拆需求，防止拆模导致混凝土破损。

4　模板拼装后，应满足以下要求：

1）外模：对接缝宽≤2㎜，错台≤1㎜，板面平整度≤2㎜/m；

2）内模：直线段错台≤2㎜，变截面段错台≤3㎜，板面平整度≤2㎜/m。

5　模板设计应考虑梁顶横坡、边梁外侧翼缘板弧度及梁长调节需要。

4.3.5.4　鱼雷罐

1　鱼雷罐容积、数量与轨道方式应根据生产线布局、单梁浇筑参数等因素综合确定。

2　鱼雷罐轨道方式宜采用环形或直线往复式。

3　鱼雷罐轨道标高、纵坡、转弯半径应结合实际情况经计算确定。

4　鱼雷罐宜具备自动清洗功能。

4.3.5.5　布料机

1　布料机分为升降式布料机与走行式布料机，可在多条生产线浇筑区自由移动。

2　布料机向模板内倾卸混凝土时，自由倾落高度应不超过2m，防止混凝土离析。

3　布料机出料口应配备液压油缸驱动料门开关，控制布料宽度。

4.3.5.6　附着式振捣器

1　附着式振动器的布置位置、数量，应根据预制梁板类型和振动器性能通过工艺试验确定。

2　根据首件工程确定附着式振捣器振捣部位、延续时间、间隔时间、振捣振幅频率等参数。

3　附着式振捣器应采用系统控制，控制系统应具备单动或编组联动振捣、调整并记忆等功能。

4.3.5.7　移动台座

1　移动台座应串联混凝土浇筑区、养护区、张拉区等功能区，且配备锁止装置。

2　移动台座应具有足够的强度、刚度，最不利工况下挠度≤2㎜；配置减振装置。

3　根据设计提供的反预拱度建议值，结合实际情况，在移动台座上按梁板跨度合理设置反预拱度。

4　移动台座应具有对梁底支座预埋钢板或楔形垫块进行纵坡调整的功能，并在预制施工时按设计要求进行设置。

4.3.5.8　横移台车

1　生产线应设置横移摆渡区，采用横移台车实现移动台座换轨返回功能，提高台座周转效率，满足安全施工要求。

2　横移台车应采用多轮组跨轨技术，具备到位停止、感应防撞、位置感知等功能。

3　横移台车宜按每生产区域不少于 4 台配置。

4.3.5.9　智能养护室

1　每条生产线智能养护室应按不少于2个纵向布置。智能养护室应根据梁板类型、供热装置工效等合理确定规格尺寸；养护室应采用非易燃性、隔热材料，结构应坚固、密闭性良好。

2　智能养护室应满足保温保湿要求，宜采用节能环保的蒸汽发生装置，实现资源节约和环境保护。

3　智能养护室应设置温湿度智能控制系统，根据设定参数自动精准调节温湿度。

4　蒸汽输送管道宜采用钢管，进气口应采用机械和电子双阀门，设置在预制梁板中部偏下位置，满足温控及安全要求。

5　智能养护室内应设置喷雾系统，满足热期保湿养护要求。

6　智能养护室顶内部应设计滴水槽，防止水流聚集在蒸养房内增加热损耗。

7　智能养护室内温湿度传感器宜布置在顶板正上方、腹板中部等关键部位，布设数量不少于 6 个，对养护室内温湿度及温度场均匀性进行监测，温度传感器灵敏度不得大于 0.1℃，湿度传感器灵敏度不得大于 1%RH。

4.3.5.10　张拉机器人

1　张拉机器人应具有电动遥控行走、多轴联动定位、智能张拉等系统，支持自动行走、找正、夹持、分级张拉和持荷、自动退锚退顶等功能。

2　每个生产区域宜配置不少于2台张拉机器人。

3　张拉机器人液压系统应进行防爆设计，适应高负载连续作业；配备过载停机、位移超限报警等装置。

4.3.5.11　集中制浆、智能压浆设备

1　制浆应计量精准，确保与设计配合比要求一致。

2　制浆设备宜采用卧式高速搅拌制浆，搅拌机转速应不低于1000r/min，叶片线速度宜为10～20m/s；临时储存浆液的储料罐应具有搅拌功能，且设置网格尺寸不大于3mm的过滤网，确保浆液匀质。

3　制浆过程宜采用智能化物联网监测设备对浆液的水胶比、流动度、密度、泌水率、膨胀率等关键性能指标进行实时监测。

4　集中制浆应落实绿色低碳环保要求，宜全封闭式生产。

5　压浆宜采用智能压浆设备，循环压浆工艺。压浆设备宜具备压力、流量智能监控等功能。

4.4　专项施工

4.4.1　总体要求

智慧梁厂建设前施工单位应编制建设与拆除专项方案，施工单位内审合格后报施工企业技术负责人审核，签字同意后报监理单位进行审批，总监理工程师审核签字同意后方可实施。

4.4.2　编制大纲

专项施工方案应包含：工程概况，编制说明、依据及适用范围，施工方案，施工计划，施工质量保障措施，施工安全保证措施，环境保护与水土保持措施，现场处置方案，监测监控，验收要求，附件等。

1　工程概况：工程内容、特点难点、气象及水文地质条件、施工平面布置图、周边管线及建（构）筑物情况、施工要求及技术保证条件等。

2　编制说明、依据及适用范围：编制依据包括相关法律、法规、规范性文件，标准、规范规程，合同文件、设计图纸、施工组织设计及相关管理办法和要求等。

3　施工方案：施工技术方案、技术参数、工艺流程、施工方法、检查要求。

4　施工计划：施工进度计划（计划工期、工效分析、横道图）、材料与设备计划、施工管理及作业人员配备和分工（施工管理人员、专职安全生产管理人员、特种作业人员、其他作业人员等）。

5　施工质量保障措施：组织保障措施（机构、人员）、管理保障措施、技术保障措施、通病治理等。

6　施工安全保证措施：危险因素辨识与分析（危险因素辨识（按工序展开）、分析、分级管控（措施、人员））、组织保障措施（机构、人员）、管理保障措施（含资金）、技术保障措施（现场安全防护设施及警示标识（图+表）、施工技术安全措施（按工序）、通用作业安全技术措施、特殊时段安全技术措施）等。

7　环境保护与水土保持措施：组织保障措施（机构、人员）、管理保障措施、技术保障措施等。

8　现场处置方案：事故风险描述（简述事故风险评估的结果（可用列表的形式列在附件中））、应急工作职责（明确应急组织分工和职责）、应急处置（包括但不限于下列内容：应急处置程序、现场应急处置措施、报警负责人以及报警电话及上级管理部门、相关应急救援单位联络方式和联系人员，事故报告基本要求和内容）、注意事项（包括人员防护和自救互救、装备使用、现场安全等方面的内容）。

9　监测监控：监测依据和监测内容、方法、频率、预警值、人员、设备、测点布置与保护、记录等。

10　验收要求：验收标准、验收程序、验收内容、验收人员等。

11　附件：计算书（含第三方验算、设计单位复核确认），设计图纸（平面、立面、剖面、构造及节点详图）等。

4.5　验收

4.5.1　智慧梁厂使用前应按设计、施工方案要求，对主体及围护结构、安全距离、消防、用电、安全防护、防雷、防风等进行验收。

4.5.2　所配备的智能工装设备应满足本指南3.2.4和3.2.5要求。

4.5.3　梁厂信息化系统建设应符合专项方案信息化建设目标要求。

5　生产工艺

5.1　功能分区及工艺流程

根据梁板预制施工工序，宜将智慧梁厂划分为钢筋绑扎区、混凝土浇筑区、蒸汽养护区、标准养护区、张拉压浆区、梁板存放区。以预制小箱梁为例，具体的生产工艺流程见下图：

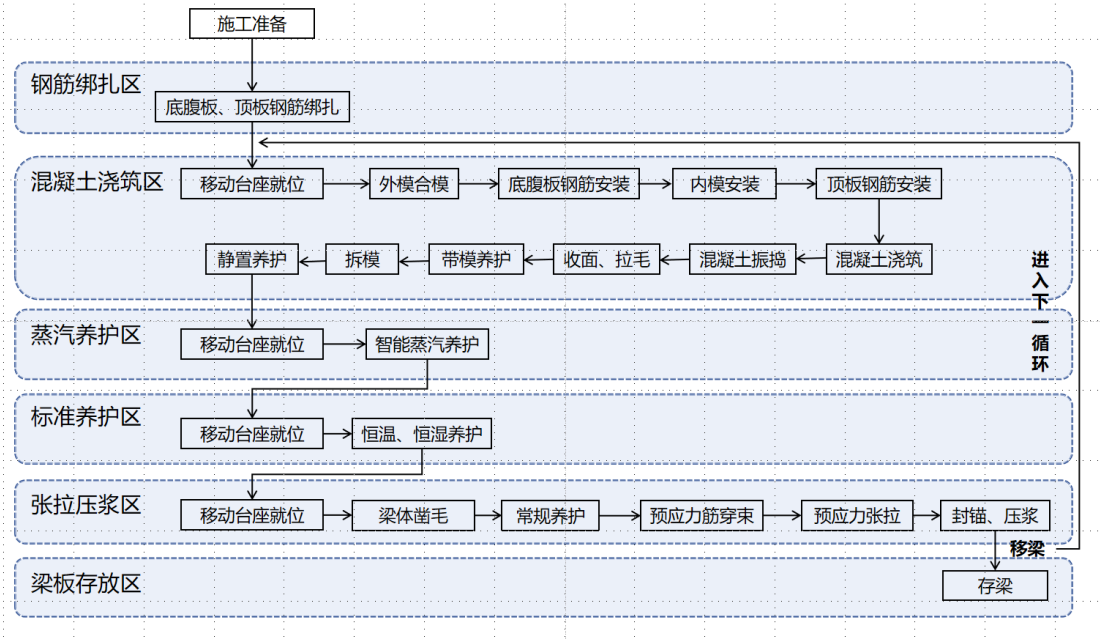


图 5.1 生产工艺流程图

5.2　生产线施工

梁板混凝土养护总时长应不少于 72 小时。为满足流水生产要求，各施工工序持续时间及相关要求详见表 5.2。

表 5.2 各施工工序持续时间

序号	区域	工序	持续时间（h）		说明
			≥15℃		
			箱梁	T 梁	
1	混凝土	模板处理	2	2	

2	浇筑区	钢筋及模板安装		4	3	
3		混凝土浇筑、振捣		3	3	
4		带模养护、退模及静停		15	16	日平均温度＜15℃时，应采用冬期施工措施
5	蒸汽养护区	智能蒸汽养护	升温	4	4	湿度（RH）≥95%
6			恒温	8	8	恒温 45±2℃，湿度（RH）≥95%
7			降温	4	4	降温至≥20℃、湿度（RH）≥95%
8			标准养护	8	8	20℃≤温度＜45℃、湿度（RH）≥95%
9	标准养护区	标准养护		24	24	20℃≤温度＜45℃、湿度（RH）≥95%
10	张拉压浆区	常规养护		9～12		常温、保湿
11		预应力筋穿束		5	5	
12		预应力筋张拉		3	3	
13		封锚、压浆		3	3	
14	移动台座归位			1	1	包含：①移梁+②台座回程+③模板打磨清洗
15	养护总时长			总养护时长≥72h		

注：1.以上工序时间为参考时间。
2.封锚宜采用早强措施。

5.2.1 钢筋加工

1 钢筋制作：钢筋半成品的加工、堆放、配送应采用工厂化生产线作业，实现集中加工，分类堆放，统一配送。半成品加工须由数控钢筋设备完成制作或优先采用钢筋自动化生产线生产。



图 5.2.1 钢筋数控加工设备

2 钢筋绑扎：钢筋绑扎前应根据要求设计制作底腹板、顶板钢筋安装胎架。半成品加工完成后，宜采用起重吊装设备或 AGV 小车（智能搬运机器人）运送至胎架处组装成钢筋部品，并安装预应力管道和保护层垫块。

5.2.2　外模安装

移动台座先通过纵向轨道移动至固定液压模板对应位置处，由液压系统完成两侧外模关合，通过设置横向拉杆对模板完成整体固定。

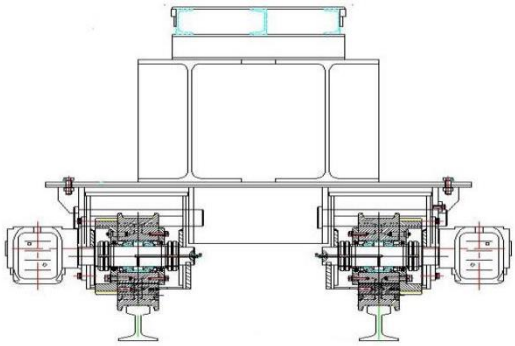


图 5.2.2-1 移动台座示意图



图 5.2.2-2 液压模板示意图

5.2.3　底腹板钢筋骨架吊装

底腹板钢筋骨架应采用专用吊具整体吊装入模，并检查钢筋保护层厚度。



图 5.2.3 底腹板钢筋吊装

5.2.4　内模及顶板钢筋安装

1　箱梁内模应通过专用吊具整体吊装至底腹板钢筋骨架内，调整定位、锁定拉杆，固定牢固。箱梁内模安装时应注意保证结构尺寸及相邻内模的高差在规范允许的范围内。



图 5.2.4-1 内模板示意图



图 5.2.4-2 内模安装示意图

2　顶板钢筋骨架组装完成后，采用专用吊具吊装至混凝土浇筑区，并与腹板钢筋连接成整体。

5.2.5　混凝土浇筑、振捣

1　梁板混凝土宜采用鱼雷罐运输，布料机通过纵、横向轨道自动布料，并按照先底板、后腹板、再顶板的顺序，依次分层进行浇筑。



图 5.2.5-1 鱼雷罐示意图



图 5.2.5-2 布料机示意图

2　混凝土振捣参数应根据环境、配合比及混凝土工作性能等因素进行调整、校正。

5.2.6　带模养护和退模

1　混凝土带模养护期间，应采取带模包裹、恒温喷淋或喷雾等措施进行保温、保湿养护。

2　箱梁内模拆除

1）内模应在退模前 4h 内完成，且混凝土抗压强度不小于 2.5MPa（以同条件养生试件强度为准）时，方可拆除端头模板及防内模上浮拉杆。

2）内模拆除前应先拆除纵向分段联结点连接螺栓，后利用内模自动拆除台车从浇筑开始端向完成端进行拆除。

3　外模拆除

1）拆模时混凝土强度应符合设计及规范要求，且拆模时间应满足表 5.2 的要求。

2）外模拆模后应及时对梁体编号，喷涂施工单位、监理单位、浇筑日期、二维码等基本信息。

5.2.7　静置养护

外模拆除后应静停在浇筑区进行静置养护，养护时长应根据浇筑区其他工序时间综合确定，综合时长应满足表 5.2 的要求。

混凝土静置养护时应保证温度和湿度，减少混凝土表面暴露时间，采用篷布、塑料布等进行覆盖，防止表面水分蒸发。日平均温度低于 15℃应按已批复冬期专项施工方案进行养护。

5.2.8　智能蒸汽养护

静置养护结束后，梁板及时进入智能养护室进行养护，智能蒸汽养护宜分成升温，恒温，降温，标准养护四个阶段，具体要求如下：

1　升温阶段：通过蒸汽发生器向蒸养室内持续、均匀释放蒸汽，升温至 45℃±2℃。其中，升温时间宜不少于 4h，升温速率≤l0℃/h；升温前测量养护环境温度，作为本阶段的起点。升温阶段应做好温度和湿度记录，频率为 1 次/0.5h。

2　恒温阶段：蒸养室环境温度应保持在 45℃±2℃，空气湿度应保持在 95%

以上，且持续时长不小于 8h，当室内温度高于最大值时，应采取喷水或喷雾等降温措施，保证梁板达到最佳养护温度。恒温过程应注意蒸养室温度控制和热蒸汽输送调节，处理好夏季环境温度过高影响。恒温阶段应做好温度和湿度记录，频率为 1 次/h。

3　降温阶段：在恒温持续时间达到后，将蒸养室内的温度从恒定温度降至不低于 20℃，降温时间宜不小于 4h，降温速率宜≤5℃/h。降温阶段应做好温度和湿度记录，频率为 1 次/0.5h。

4　标准养护阶段：在降温阶段温度降至不低于 20℃后，空气湿度应保持在 95%以上，根据前三个阶段持续时间适当调整养护时间，保证梁板在蒸养室养护时长达到 24h。标准养护阶段应做好温度和湿度记录，频率为 1 次/h。





图 5.2.8 固定式蒸养室

5.2.9　标准养护

1　智能蒸汽养护结束后，梁板及时进入标准养护区进行养护，养护室内应满足：20℃≤温度＜45℃、湿度（RH）≥95%。

2　标准养护过程中应加强温度、湿度监控，监控频率为 1 次/h，确保养护室内温度、湿度满足要求。

5.2.10　常规养护

标准养护结束后，梁板应及时进入张拉压浆区，热期施工宜配备自行式门架喷淋设备进行保湿养护，冬期施工应采用保温措施。

5.2.11　张拉压浆

1　张拉前应按每种类型孔道至少进行 1 组孔道摩阻和锚口摩阻损失测试，根据测试结果对张拉控制力和伸长值进行修正，并反馈设计单位确认。

2　张拉时混凝土的强度、弹性模量等指标应符合设计规定。

3　张拉后应按每种类型孔道至少进行 1 组锚下有效预应力检测，如实测锚下有效预应力不满足相关规范要求，应查找原因并按照设计及规范要求进行处理。

4　张拉压浆区应预留足够工作长度进行预应力筋下料和编束。预应力筋应采用自动穿束机整体穿束，张拉宜采用张拉机器人完成自动找正、张拉保压、退锚退顶及数据上传等工作。

5　智慧梁厂宜建设集中制浆站，浆液按设计配合比进行拌制，其性能应满足相关规范要求；压浆设备宜采用集拌和、检测、压浆、保压、回收等功能的一体化循环压浆机，具备数据实时上传功能。

6　压浆前应连接压浆管道与梁体预应力管道，建立浆液循环回路，输入预

定压浆参数，自动完成浆液输送、出浆、保压等压浆施工的全过程。

7　压浆应采用一次性止浆阀提高孔道压浆质量，现场管理人员根据压浆作业实时反馈的数据信息，判断是否关闭止浆阀，完成压浆作业。

8　孔道压浆密实性检测应纳入施工自检范畴。根据施工进度按比例进行抽检，施工自检频率按照不少于同类型孔道总数的 2～3%且不少于 3 个孔道进行抽检。检测方法以无损检测法为主，对检测存在疑问区域进行开孔确认，采取内窥镜法进一步验证。



图 5.2.11-1 智能张拉机器人



图 5.2.11-2 智能压浆设备

5.2.12　存梁

1　存梁期间宜继续采取养生措施。

2　梁板吊运宜采用两台龙门吊抬吊，吊点应符合设计要求，缓慢吊运至梁板存放区。

3　T 梁严禁叠放，箱梁叠放不得超过 2 层；梁端两侧设置临时支撑固定，并预留不小于 1m 的人行通道。

4　梁板吊放时，吊具的钢丝绳与梁板接触部位应设置卡槽和衬垫，防止梁板损伤、崩角及钢丝绳磨损。

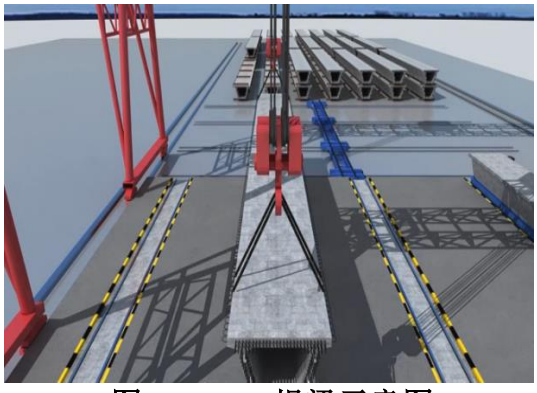


图 5.2.12-1 提梁示意图

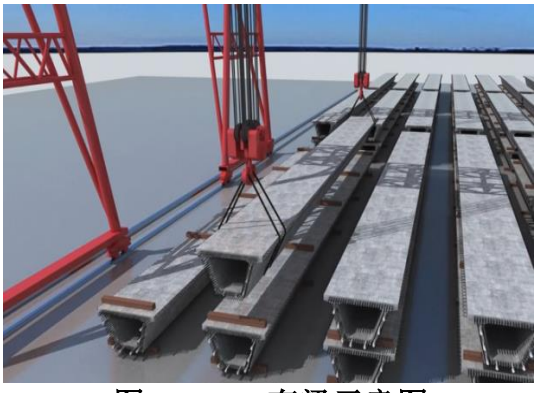


图 5.2.12-2 存梁示意图

6 管理要求

智慧梁厂管理主要包括人员、设备、技术、原材料成品和半成品、环保、安全管理等。

6.1 人员管理

6.1.1 施工、监理单位应根据招标文件以及工程实际需要，配齐班组和管理人员，特种作业人员应持证上岗。

6.1.2 施工单位应加强人员的岗前培训和考核管理，提升岗位技能，未经培训或培训考核不合格的人员，不得上岗作业。

6.1.3 施工单位应对所有班组人员进行信息化管理，登记在册，建立流动档案进行管理。

6.1.4 施工单位应建立健全各项考核制度，推行班组规范化管理，实行班组首件制、班组“8S”管理（整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全、节约、学习)、班组“六步走”工作程序（班前提示、班前检查、班中巡查、班后小结、班后交接、班后清理)，开展班组劳动竞赛。

6.1.5 班组首件产品验收合格后方能进行批量生产。

6.2 设备管理

6.2.1 生产设备的投入应满足安全、质量、环保、进度等要求，技术性能应符合国家标准和行业规定。应制定定期检查和维护计划，确保设备长时间稳定运行。

6.2.2 施工前需对进厂设施设备进行检查，检查合格后方可在现场进行试拼装、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。

6.2.3 采用鱼雷罐运输系统时，应合理考虑拌和厂的位置设置，鱼雷罐宜设置在生产区一侧或两个生产区中间，同时宜设置混凝土运输车纵向或横向运输通道，以应对鱼雷罐运输系统故障等突发情况。

6.2.4 液压模板应定期保养维护，保证模板工作状态；模板制作时应考虑弯坡斜桥调节梁顶横坡、边梁外侧翼缘板弧度及梁长的需要。

6.2.5 张拉机具应与锚具、压力表配套标定、配套使用，在使用前进行校正、检验和标定，标定频率应符合相关规范要求。

6.3 技术管理

6.3.1 设计交底

1　在设计交底之前，施工、监理单位应对图纸进行审查，并形成审查意见。

2　图纸会审应由专人作图纸会审记录，形成图纸会审纪要。纪要应包括涉及答疑方面的有关内容和条文，由建设、设计、施工、监理单位签字确认，存档列入交工技术文件。

3　对于构造复杂的特殊部位，设计宜采用三维图纸交底，施工单位应全面了解设计意图并检查其可操作性。

4　涉及设备制造厂家的工程项目施工图，应视情况邀请制造厂商代表到会，与设计单位代表一起进行技术交底与图纸会审。

6.3.2　作业指导书

1　首件施工前，应对模板工程、钢筋工程、混凝土工程、预应力工程和构件转运和存放等分别编制施工作业指导书；首件总结通过后，应对作业指导书进行修订完善。

2　作业指导书应按照标准化、工厂化、安全、环保等要求进行编制；应明确作业程序、方法及注意事项，落实各级验收规范和标准，做到图文并茂、简明易懂、操作性强。

6.3.3　技术交底

1　项目技术负责人应对部门负责人进行交底，部门负责人应对管理人员和工点负责人进行交底，管理人员和工点负责人应对班组长及作业人员进行交底，交底过程资料应归档。每天开工前，班组长应对作业人员进行班前安全教育。

2　强化管理人员和工点负责人对班组长及作业人员的交底，交底内容应图文并茂、通俗易懂，在施工现场按具体工种或工序进行针对性交底。

3　鼓励采用视频、BIM 展示等信息化技术进行交底。

4　项目技术负责人应不定期在现场核查技术交底执行情况，当发现班组未按交底要求进行作业时，应立即停工，重新交底。

6.3.4　首件验收

1　梁板预制应采用首件认可制，应遵照“首件施工方案→首件实施→首件验收→首件总结”工序，总结不通过的应重新认可。

2　建设单位应根据预制梁板特点和质量要求，在招标文件中明确预制构件首件要求；监理单位应加强对施工单位首件实施的管理。

3　首件实施过程中，应重点验证下列内容：

1）施工组织设计资源配置的合理性。

2）施工图设计的可实施性。

3）各项工序工艺的可操作性。

4）质量、安全、环保措施的合理性及完备性。

5）新技术、新工艺、新设备、新材料的适用性。

4　首件完成后，应根据施工技术、施工工艺、质量指标、施工工效进行总结评估，并采取优化改进措施。

6.4　原材料、半成品和成品管理

6.4.1　原材料管理

1　应结合工程规模和施工安排，合理确定生产厂商，产能应能满足高峰期生产需求；应加强材料供应商管理，制定考核机制，定期对其进行考核，对考核不达标的供应商，应作清退处理。

2　应加强材料进场质量检验，不合格原材料不得入场。应建立工程材料管理台账，记录生产厂家、出厂日期、进场日期、数量、规格、批号及使用部位；应建立试验台账，记录取样送检日期、代表数量、检测单位、检测结果、报告日期及不合格材料的处理情况等内容。

3　现场堆放的各种原材料应在醒目处设置材料标识牌。

6.4.2　半成品和成品管理

1　施工单位应按分级管理的原则制定半成品和成品管理制度，设专人负责监督检查半成品和成品管理制度落实情况。

2　钢筋半成品应采用货架式存放和转运，实行“仓储式”管理，货架上宜设置二维码信息；应分部、分层、分段并按构件名称、号码顺序堆放，挂标识牌，注明构件名称、部位、钢筋型号、尺寸、直径、根数；转运时应小心装卸，不得随意抛掷；混凝土浇筑过程中，应安排专人对位移和变形部位进行修复。

3　成品管理应符合下列规定：

1）混凝土施工完毕，应加强养护。

2）预制完成的梁体在移至存梁区后，需采取支撑措施防止倾覆。

3）移梁过程中，钢丝绳与梁间应采取软接触，防止损坏梁体。

4）外露钢筋应采取防锈措施。

5）预制梁上不应堆放杂物，并采取措施防止污染。

6）采用信息化手段，实现梁板制、存、运、架全过程动态管理。

6.5　环保管理

6.5.1　应落实专项环保方案中各项环境保护措施。

6.5.2　宜采用智能化清扫设备，定期进行场地清理和打扫，保持场内卫生。每次作业完成后，及时清洗机具，清理现场，做到场地整洁、机具摆放整齐。

6.5.3　若因场地受限，临近居民区施工应符合噪声污染防治相关标准规定。

6.5.4　应设置机动车及设备冲洗设施、排水沟及沉淀池；现场用水蓄水池、给排水网络、沉淀池应形成循环系统；必要时可配备洒水车和喷雾机。

6.5.5　砂石料场底部、上料台、上料输送带的下部废料应经常清理并保持清洁，严禁装载机铲料时铲底；上料通道应采取降尘措施。

6.5.6　水泥、粉煤灰等材料进料时，应保证材料罐顶的密封性能，预留通气孔应设有降尘措施；当粉尘较大时，应暂时停止上料，待处理完后继续。

6.5.7　现场液态、固态等各类废弃物应按规定进行处理，严禁擅自掩埋、焚烧或排放。

6.5.8　应设置混凝土尾料回收系统，将混凝土集料分离，粉料集中回收处理。

6.5.9　设置在主线路基上的智慧梁厂，边坡开挖完成后应尽快施作坡面防护及绿化。

6.5.10　梁厂应配备环境监测设施，监测场地内有毒有害气体、大气粉尘和噪声等。

6.6　安全管理

6.6.1　梁厂安全管理除应满足本指南规定外，还应符合其他安全相关要求。

6.6.2　梁厂通道设置应符合下列规定：

1　梁厂出入口应设置门禁系统，配备专职安保人员规范门禁管理。

2　厂内道路应统一硬化处理，预设排水坡度、排水沟，做到雨天不积水、晴天不扬尘，保障道路畅通、整洁和夜间照明，结合实际设置限速标牌和广角镜、减速带等必要安全设施；应实行人车分流，标线、标识应醒目，必要时采用设施隔离。

6.6.3　高处作业、临边临水等危险区域安全防护应符合下列规定：

1　应设置安全防护栏杆，护栏颜色应以红、黄警示色为主，应做到颜色统一、规格一致。

2　护栏上杆高度不应低于 1.2m，下杆高度不应高于 0.6m，立杆间距不应大于 2m，护栏水平承载能力不应小于 1kN/m。

3　护栏下方有人员、车辆通行或作业的，应在下部设置高度不小于 0.18m 的挡脚板，应挂设密目式安全网封闭。

4　护栏两侧挂设相应安全警示标牌，严禁人员、重物倚靠护栏。

6.6.4　机械设备的安全管理应符合下列规定：

1　机械设备应悬挂安全操作规程和设备标识牌，特种设备还应悬挂检验合格证和使用登记证等。

2　宜积极选用自动化、智能化程度高的机械设备，建立健全机械设备“验收准入、退场签认”机制。

3　机械设备选型应充分考虑设备已使用年限、使用环境、起吊重量等因素，其技术性能应满足要求，人机证件齐全有效，安全装置和防护设施可靠。必要时对机械设备进行结构无损探伤和整体安全评估。特种设备、大型设备严格按照“一机一档”原则建档管理，并安排专业人员加强设备的日常使用检查和维护保养。

4　每台门式起重机应至少安装 2 套独立的防风锚固系统、电动夹轨器、安全监控预警系统，应确保机械设备由专人操作并严格遵守操作规程，安全应急装置应齐全，防脱钩装置、限位器、缓冲器、钢丝绳、行走报警器等易损件应完好。

5　预应力张拉作业时，两端应设置可移动式防护挡板，挡板内侧宜设置厚度不少于 18mm 的木板、外侧宜设置厚度不少于 5mm 的钢板进行防护。

6.6.5　临时用电管理应符合下列规定：

1　临时用电应采用总配电箱、分配电箱、开关箱的三级配电系统和三相五线制的低压电力系统，实行 TN-S 接零保护系统和二级漏电保护系统。临时用电设备和线路的安装、巡检、维修或拆除应由专业电工完成。

2　应采用埋地或架空方式减少地面明线。地下埋设电缆应设防护管，架空铺设电缆应沿墙或电杆做绝缘固定。

3　配电箱、开关箱应选用专业厂家定型的合格产品，进行统一编号并明确责任人及其联系方式，推荐使用插拔式配电箱和遥控式用电设备。开关箱必须做到“一机、一闸、一箱、一漏”，有门有锁、防雨防尘。

4　应使用直流电焊机、等离子切割机，现场使用电焊机应设有防雨、防潮防晒的机棚。

5　鼓励采用“智慧用电”系统，对二级配电箱线路中可能产生的漏电、电弧、过载、短路、线缆温度异常等电气安全隐患进行自动监测报警；梁厂变压器选型时应充分考虑冬期养护大功率用电设备的需求；门式起重机应采取滑触线取电方式，滑触线支撑架设置应规范可靠。

6.6.6　消防安全应符合下列规定：

1　建筑面积每 100㎡至少配置 1 具 4kg 手提式干粉灭火器或依据火灾类别设置相应的灭火器。

2　人员相对集中的位置，宜配置一台消防水泵，消防水量不小于 20㎥，消防砂量不小于 2㎥。

6.6.7　危险品管理应符合下列规定：

1　气瓶、油料、涂料等危险品存放、使用区域应配备数量足够且有针对性的消防器材，集中存放区应远离人员密集区、建（构）筑物集中区，易燃易爆物品混放严禁暴晒和靠近热源、明火，应悬挂醒目的消防警示标牌。

2　氧气瓶、乙炔瓶室外临时存放，必须放置在专用的防护棚内，防护棚间安全距离应不小于 20m，每间防护棚存放量不宜超过 10 瓶。

3　氧气瓶、乙炔瓶的压力表应完好。搬运氧气瓶、乙炔瓶时应轻拿轻放避免撞击，气瓶放置间隔不应小于 5m，与明火间距不应小于 10m。严禁集中、同时使用气瓶，乙炔瓶还应安装回火阀。应积极使用标准化气瓶小推车和吊篮。

7 智慧化建设

7.1 一般要求

7.1.1 应遵循“精细管理、数智建造”的原则，围绕预制梁板生产管理全过程开展智慧化建设与应用。

7.1.2 应适当运用北斗、GIS、BIM、物联网、云计算、大数据、人工智能等信息技术，考虑预制梁板全生命周期应用场景，科学合理开展应用策划。

7.1.3 应依托管理平台，综合考虑厂内网络环境、集中监控、工艺装备对接、现场监测集成等方面的建设。

7.2 基础网络建设

7.2.1 智慧梁厂外部网络接入应结合规模，选用不同速率的网络带宽，以保障厂内互联网、物联网覆盖与接入。建议网络带宽如下：

梁厂面积	基准带宽	保障带宽	冗余系数
≤100 亩	上行 100Mbps/下行 200Mbps	上行 50Mbps/下行 100Mbps	≥20%
100～300 亩	上行 200Mbps/下行 300Mbps	上行 100Mbps/下行 200Mbps	≥30%
≥300 亩	上行 300Mbps/下行 500Mbps	上行 200Mbps/下行 300Mbps	≥50%

7.2.2 外部网络接入后，应在厂内设置专用机柜与专业人员，保障梁厂网络质量。

7.2.3 厂内网络应按照重点部位，选用一种或多种物联网组网方式（Lora、NB-iot、ZigBee、UWB 等）进行数据通讯；物联网网关或边缘侧服务器宜支持无线、有线传输，能够将数据自动发送至管理平台。

7.3 智慧管理中心建设

7.3.1 智慧梁厂应结合建设规模与技术特点，因地制宜设置智慧管理中心。

7.3.2　可根据智慧梁厂规划，设置安全体验区、安全实操区、质量教育区、生产控制区、会议室等功能区。

7.3.3　智慧管理中心可根据实际应用需要，配置 LED 屏幕、安全体验与实操设备、生产控制设备、会议设备等设施设备，以保障生产过程智慧管理应用。

7.3.4　智慧管理中心宜规划一体化管理平台、智慧梁厂生产管理平台、梁厂设备远程控制等系统工作区及配套硬件设备，结合系统特点制定智慧梁厂智慧化应用管理办法，支撑生产过程数字化、智慧化应用。

7.4　工艺装备数据要求

7.4.1　工艺装备应配置 PLC 逻辑控制器，具备物联网或互联网对接能力，实现装备生产数据实时上传功能；宜具备远程控制功能。

7.4.2　梁厂生产过程中，可通过温度、湿度、压力、位移、振动、加速度等传感器，通过 OPC UA、MQTT、Modbus TCP 等协议对接管理平台，实现对非智能设备运行数据实时采集。

7.4.3　工艺装备在实现生产功能同时，宜具备与其他设备数据贯通与协同联动功能，以降低生产工序间隔时间，提高生产效率。

7.4.4　编制装备数据对接要求与应用期保养、运维要求，并入应用管理办法，保障各装备按设计要求稳定运行。

7.5　监控监测设备要求

7.5.1　智慧梁厂监控监测设备包括但不限于视频监控、视频 AI 识别、智能广播等音视频流设备，门禁、闸机、人脸识别、车牌识别等出入口管控设备，水资源、电能、光伏、蒸汽等能源管控应用，空气与水质量、噪声、温湿度等环境因素监测设备，以及针对可移动装备、设备、人员的实时定位设备。

7.5.2　厂内监控监测设备应具备与互联网或物联网对接能力，实现监测指标与状态数据实时上传。

7.5.3　编制监控监测设备数据质量要求与应用期运维要求，并入应用管理办法，以保障设备按预期目标正常运行。

7.6 管理平台要求

7.6.1 管理平台宜具备工艺装备对接、智能硬件集成、数据分析预警、预制生产管理的能力，提升梁厂生产能力与精细化管理水平。

7.6.2 管理平台功能应涵盖预制梁全生命周期管理，包括但不限于人员、设备、物料、工艺管理，以及安全、质量、进度管理等功能。

7.6.3 管理平台宜具备二维码或 RFID 唯一标识、生产过程与质量追溯、工序自动判别等应用。