

# DB42

湖北省地方标准

DB 42/T XXXX —XXXX

## 智慧梁厂建设与生产技术规程

Smart beam factory construction technical regulations

(草案)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

湖北省市场监督管理局 发布



# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和符号 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 符号 .....	3
4 总则 .....	3
4.1 基本原则 .....	3
4.2 安全规定 .....	3
5 梁厂建设 .....	3
5.1 梁厂说明 .....	3
5.2 总体建设 .....	7
5.3 工人生活区与工区驻地建设 .....	10
5.4 场地处理 .....	11
5.5 排水与围栏建设 .....	12
5.6 临时用电建设 .....	12
5.7 智能工装设备管理 .....	13
5.8 信息化管理平台建设 .....	16
6 施工作业 .....	20
6.1 钢筋工程施工 .....	20
6.2 模板安拆与混凝土浇筑施工 .....	20
6.3 智能蒸养 .....	22
6.4 智能张拉压浆 .....	23
7 检查与验收 .....	25
7.1 梁厂建设检查验收 .....	25
7.2 钢筋检查验收 .....	26
7.3 模板检查验收 .....	27
7.4 混凝土检查验收 .....	28
7.5 张拉压浆检查验收 .....	29

## 前 言

本技术规程按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本技术规程由湖北交投建设集团有限公司提出，由湖北省交通运输厅归口管理。

本技术规程起草单位：湖北交通投资集团有限公司、湖北交投建设集团有限公司、湖北省交通规划设计院股份有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、武汉市汉阳市政建设集团有限公司。

本技术规程主要起草人：黄桥连、方贻立、刘勇、熊申丽、何爱军、王怀才、雷万雄、刘永祥、罗勇、程军、刘占国、张曼、王国斌、余顺新、曹元鑫、肖三秀、曾君

本技术规程由湖北交投建设集团有限公司负责解释。

本技术规程为首次发布。

征求意见稿

## 引 言

为提高智慧梁厂建设水平，统一智慧梁厂的建设标准与技术要求，确保智慧梁厂建成后安全适用、准确可靠、技术先进、经济合理，结合预制梁板的施工工艺，特制定本技术规程。

本技术规程是在充分研究国内有关智慧梁厂建设方面的技术标准和较为成熟的方法技术基础上，经过专题研究，认真总结智慧梁厂实施经验和成果后编写而成，并以调研的形式充分征求了湖北省有关单位和专家的意见，经反复修改完善，最后经审查定稿。

本技术规程对智慧梁厂的建设规模、平面规划、场地处理、机械设备、信息化管理、钢筋制作安装、模板安装、混凝土浇筑、养护、张拉与压浆等内容提出了具体要求。

征求意见稿



# 智慧梁厂建设与生产技术规程

## 1 范围

本技术规程规定了智慧梁厂（包括建设规模、平面规划、场地处理、机械设备、信息化管理、钢筋制作安装、模板安装、混凝土浇筑、养护、张拉与压浆等）从梁厂规划到建设与梁板预制施工全过程的施工标准。

本技术规程适用于项目智慧梁厂的规划、建设及梁板预制施工。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本技术规程。

中华人民共和国安全生产法

建设工程安全生产管理条例(国务院令第393号)

湖北省高速公路建设标准化指南（安全生产及管理）（工地建设）

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 162-2008 建筑施工模板安全技术规范

GB 50204-2015 混凝土结构工程施工质量验收规范

JGJ 107-2016 钢筋机械连接技术规程

JGJ 18-2012 钢筋焊接及验收规程

JGJ 276-2012 建筑施工起重吊装工程安全技术规范

JGJ 46-2005 施工现场临时用电安全技术规范

JTG F90-2015 公路工程施工安全技术规范

GB/T 14406-2011 通用门式起重机

## 3 术语、定义和符号

下列术语、定义和符号适用于本技术规程。

### 3.1 术语和定义

#### 3.1.1

**智慧梁厂** smart beam factory

采用固定液压模板、移动台座及智能蒸养的方式进行梁板预制，参照现代化车间标准，配置生产流水线实施循环流水作业，引入BIM+互联网技术、配套可视化视频监控系统对梁板的质量、安全、进度、资源配置等进行管理，最终实现梁厂精细化、规范化、标准化、工厂化管理。

### 3.1.2

#### 建造规模 construction scale

根据项目工期要求、预制梁板数量及规格、存梁数量及智慧梁厂每条生产流水线每月产梁数量等因素确定智慧梁厂建设生产流水线数量。

### 3.1.3

#### 生产流水线 production line

梁板预制每条生产流水线划分为若干个作业区，分别为钢筋绑扎区、内模安装区（梁板涉及吊装底腹板钢筋骨架及内模安装，而T梁就只涉及吊装底腹板钢筋骨架）、模板安装及混凝土浇筑区、梁板蒸养区、张拉等待区及张拉压浆区，预制梁板在每个区完成相应的工序施工即行走至下一个区完成本区相应的工序施工。

### 3.1.4

#### 信息化管理平台 information management platform

将传统梁厂的生产要素数字化、信息化处理，管理流程经过系统自动上传下达，充分开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，以信息化建设推动梁厂的管理水平和生产效率。信息化管理平台含：访问层、展现层、一体化管理应用层、业务数据层。

### 3.1.5

#### 场地处理 site treatment

用于改善地基的承载能力或改善其变形性质或渗透性质而采取的工程技术处理措施，常用的地基处理方法有：垫层与浅层处理、抛石挤淤、加固土桩、水泥粉煤灰碎石桩等。

### 3.1.6

#### 移动台座 mobile pedestal

移动台座包括预制梁底模、承重系统及行走系统，预制梁板底模为厚度不小于6mm厚的不锈钢板，宽度与梁板底部宽度一致（实施过程中宜比梁板底宽小10mm）；承重系统包括多个横向、纵向平行间隔布置的承载型钢；同时预留模板拉杆空间；行走系统包含传导型钢、行走电机、行走轮。

### 3.1.7

#### 固定液压模板 Fix the hydraulic formwork

预制梁板固定液压模板包含模板面板及其支撑系统、液压系统及固定基座；模板面板采用厚度不低于6mm的钢板，支撑系统采用不同型号型钢组成；液压系统包含液压泵站、液压顶升油缸及控制系统；固定基座采用型材焊接而成，承载模板自重、临时荷载及液压系统，其高度由移动台座顶面高度决定，并与地面固定。

### 3.1.8

#### 横移小车 traverse trolley

用于将移动台座横移至回程轨道上的辅助性工具，由行走系统、顶升系统及承重型材组成。行走系统将移动台座从前进轨道横移至回程轨道，顶升系统在前进和回程轨道上将移动台座顶升脱离轨道。

### 3.1.9

#### 智能蒸养 intelligent steam curing

智能蒸养系统由智能蒸养室、蒸汽发生器及智能温度控制系统组成。其中智能蒸养室具有保温、保湿功能，智能温度控制系统控制梁板蒸养的升温与降温速度与时长，蒸汽发生器产生的蒸汽通过管道输送至智能蒸养室。

### 3.1.10

#### 钢筋加工生产线 rebar processing production line

梁板钢筋的下料、弯曲、焊接、组合及装载等工序采用智能工装组合成一条钢筋流水生产线系统，智能工装包含：智能数控钢筋调直切断一体机、定尺剪切生产线、智能数控钢筋弯曲中心、智能自动布料机、智能磁吸送料机、智能抓取（焊接）机器人、智能顶底腹板安装机与储料仓等。

## 3.2 符号

cm——厘米；  
m——米；  
h——小时；  
d——天。

## 4 总则

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 智慧梁厂建设应遵循“智慧、高效、环保、优质”的原则。
- 4.1.2 智慧梁厂建设前应复核梁板数量及同种梁板梁长、横坡等参数。
- 4.1.3 当同规格的预制梁板数量达 1000 片及以上或制梁工期比较短时，宜采用智慧梁厂预制。
- 4.1.4 智慧梁厂规划前应与监理单位、业主单位及当地质量监督部门进行沟通，经允许后方可进行规划。
- 4.1.5 智慧梁厂建设应符合公司相关规定，满足安全、环保、经济、适用的要求，因地制宜、统筹规划、合理布局。
- 4.1.6 智慧梁厂建设应先选址、规划，编制标准化建设方案，经公司审查审批后，方可组织建设。
- 4.1.7 智慧梁厂在设计阶段应融入智慧管理理念，宜采用通过各种智能工装，实时记录并上传其位置、状态及安全预警等数据，实现各工序施工状态实时智慧管理。
- 4.1.8

### 4.2 安全规定

- 4.2.1 智慧梁厂建设与预制梁板施工安全生产应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针。
- 4.2.2 应对从业人员进行安全生产教育培训，未经培训不得上岗。特殊作业人员应按相关规定经过专门培训，取得相应资格证书，持证上岗。建设前应逐级进行安全技术交底。
- 4.2.3 智慧梁厂出入口应设置明显的安全警示标志和必要的安全防护设施。
- 4.2.4 智慧梁厂内的临时用房、临时设施、生产区、生活区、办公区的防火间距应符合现行《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50720-2011）的相关要求。
- 4.2.5 智慧梁厂应合理分区、硬化场地，并应设置排水设施。拌和及起重设备基础的地基承载力应满足要求，材料及成品存放区地基应稳定。拌和及起重设备应设置防倾覆和防雷设施。
- 4.2.6 智慧梁厂施工现场临时用电应符合现行《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46-2005）的有关规定。
- 4.2.7 智慧梁厂施工现场应设置有一定规模的绿化与一定数量的降尘设备，空气质量须达到环保要求，杜绝粉尘危害。

## 5 梁厂建设

### 5.1 梁厂说明

#### 5.1.1 智慧梁厂简介

智慧梁厂由制梁区和存梁区组成，制梁区功能区包含：钢筋绑扎区（如采用全自动化钢筋生产线，则此区设置成钢筋成品储存区）、横移区、内模拼装区（T梁则无此区）、模板安装及混凝土浇筑区、蒸汽养护区、梁板张拉等待区、梁板张拉压浆区组成。每一条生产线最多可配置移动台座6个（可根据

预制工期与台座占用时间调整数量，T梁最多为5个）、一套固定液压模板及一个智能蒸养室。移动台座  
在横移区、内模拼装区、模板安装及混凝土浇筑区、蒸汽养护区、梁板张拉等待区、梁板张拉压浆区等  
区域内进行循环流水线作业。存梁区可存梁数量宜不少于梁厂一个月的理论产量。一片梁板移动台座占  
用时间如下表：

表 5.1.1 一片梁板移动台座占用时间

序号	区域	工作内容	箱梁移动台座占用 时间(h)	T梁移动台座占用 时间(h)	备注
1	横移区	钢筋骨架吊装	1	1	
2	内模拼装区	内模安装	1	/	
3	模板安装及 混凝土浇筑 区	模板安装	1	1	夏天等强时间按 8h 计，冬 天按 12h 计
4		混凝土浇筑	2.5	2	
5		混凝土等强	12	12	
6		模板拆除	2	1	
7	蒸汽养护区	智能蒸养	24	24	
8	张拉等待区	等待张拉	24	24	等待时间可根据进度自 行调整
9	张拉压浆区	张拉准备	1	1	组织设备、人员，穿束
10		张拉	1.5	3	张拉一束按 30min 计
11		压浆准备	1	1	准备压浆料、拌浆
12		压浆	1	1	一条管道按 10min 计
13		提梁	1	1	
14	合计		73	72	

各道工序之间的衔接会出现偏差，因此，每片梁板占用移动台座的时间按4d计。

### 5.1.2 制梁区各功能区规格数据

不同规格箱梁与T梁在移动台座长度、智能蒸养室规格尺寸及每个区域长度等参数均不同，为后续  
梁厂各功能区建设提供参考数据如下表：

表 5.1.2 智慧梁厂制梁区建设参数表

序号	区域	尺寸	箱梁			T梁			备注
			20m	25m	30m	25m	30m	40m	
1	梁板参数	长	20	25	30	25	30	40	中梁/边梁
		顶宽	2.4/2.85	2.4/2.85	2.4/2.85	1.75/2.035	1.75/2.035	1.75/2.035	
		底宽	1	1	1	0.6	0.6	0.6	
		高度	1.2	1.4	1.6	1.75	2	2.5	
2	移动台座	长度	21	26	31	26	31	41	
3	智能蒸养室	长*宽*高	22*4*3	27*4*3	30*4*3	27*3*3.2	32*3*3.5	42*3*4	湿接缝钢筋外露长度暂 按 35cm，移动台座高度 暂按 1m
4	钢筋绑扎区	长度	25	30	36	30	36	46	

序号	区域	尺寸	箱梁			T梁			备注
			20m	25m	30m	25m	30m	40m	
5	横移区	长度	22	27	32	27	32	42	
6	内模拼装区	长度	23	28	33	/	/	/	
7	模板安装及混凝土浇筑区	长度	30	37	44	29	34	44	
8	蒸汽养护区	长度	25	30	35	29	34	44	智能蒸养室长度+双开门半径+50cm
9	张拉等待区	长度	23	28	33	28	33	43	
10	张拉压浆区	长度	25	30	35	30	35	45	
11	制梁区最小长度		173	210	248	173	204	264	

如果采用鱼雷罐进行砼运输，须在模板安装及混凝土浇筑区与蒸汽养护区间至少增加6m宽的空间，保证鱼雷罐与布料机的放料、清洗不在功能区，不影响施工。

移动台座横向间距根据设计的模板、移动台座宽度及回程轨道数量设置等确定，暂不规定间距。

### 5.1.3 智慧梁厂流水线生产流程

智慧梁厂流水线生产工艺由钢筋绑扎区、横移区、内模拼装区、模板安装及混凝土浇筑区、蒸汽养护区、梁板张拉等待区及梁板张拉压浆区组成，因智慧梁厂循环施工在内模拼装区、模板安装及混凝土浇筑区、蒸汽养护区及梁板张拉压浆区4个区域内有施工，在此仅以预制箱梁每条生产线配置4个台座进行叙述，流水线生产工艺分七个阶段进行叙述。

第一阶段：在钢筋绑扎胎架上绑扎梁板底腹板钢筋经检验合格后，将底腹板钢筋（含正弯矩预应力管道）整体吊装至横移区停留的移动台座上；

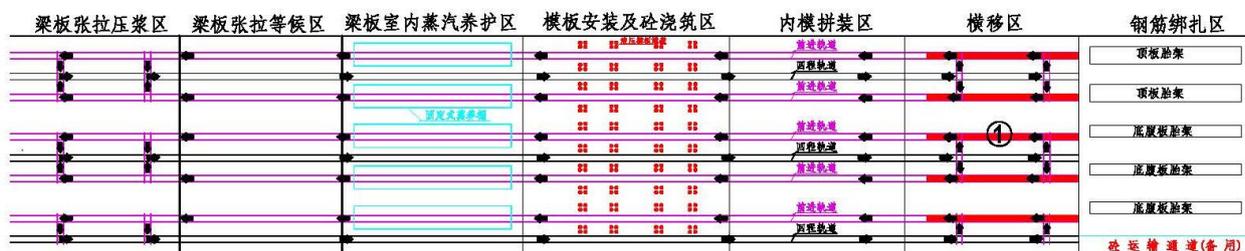


图 5.1.1 流水线生产工艺第一阶段施工示意图

第二阶段：移动台座携梁板底腹板钢筋行走至内模安装区后，将拼装好的内模整体吊装至底腹板钢筋后，经检验合格(T梁无内模安装阶段)；第二排移动台座在横移区内安装底腹板钢筋；

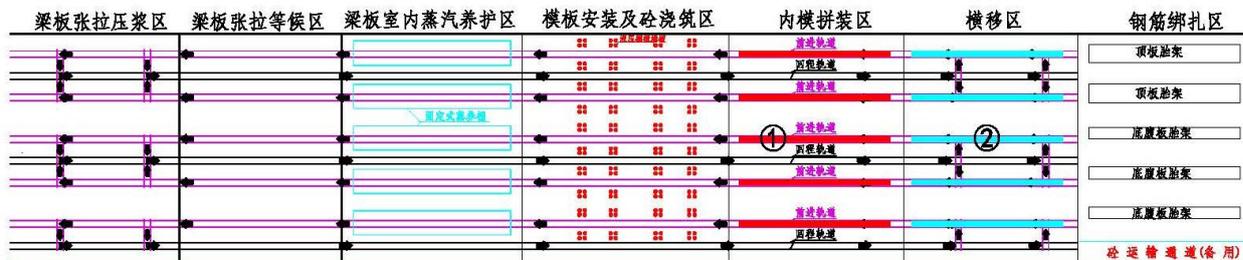


图 5.1.2 流水线生产工艺第二阶段施工示意图

第三阶段：经检验合格的底腹板钢筋和内模，由移动台座携带行走至模板安装及混凝土浇筑区进行外模、端头模板与顶板钢筋安装（含负弯矩预应力管道），安装完成后经检验合格后进行混凝土浇筑；第二排移动台座携钢筋在内模安装区进行内模安装工作；第三排移动台座在横移区进行底腹板钢筋安装工作；

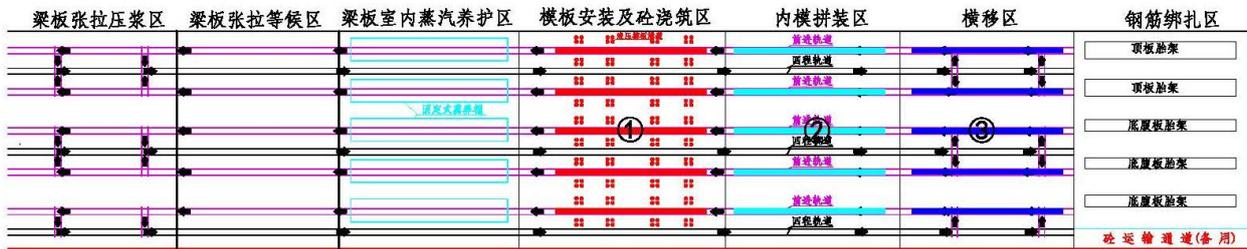


图 5.1.3 流水线生产工艺第三阶段施工示意图

第四阶段：第一排移动台座上梁板内外模拆除完成后，携梁板行走至蒸汽养护区，智能蒸养24h；第二排移动台座携钢筋和内模在模板安装与混凝土浇筑区内进行模板安装与混凝土浇筑工作；第三排移动台座携钢筋在内模安装区进行内模安装工作；第四排移动台座在横移区进行底腹板钢筋安装工作；

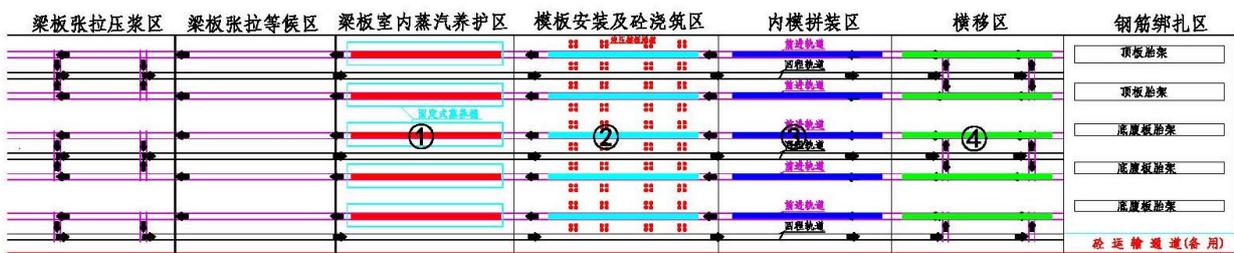


图 5.1.4 流水线生产工艺第四阶段施工示意图

第五阶段：第一排移动台座携梁板行走至张拉等候区，等候24小时；第二排移动台座携梁在蒸汽养生区智能蒸养24h；第三排移动台座携钢筋和内模在模板安装与混凝土浇筑区进行模板安装与混凝土浇筑工作；第四排移动台座携钢筋在内模安装区进行内模安装工作；

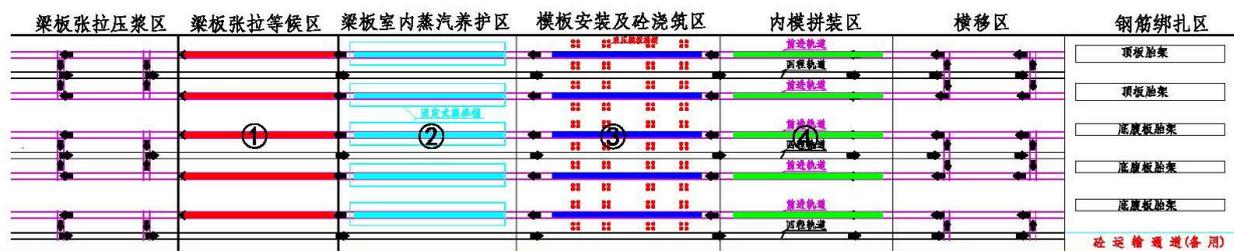


图 5.1.5 流水线生产工艺第五阶段施工示意图

第六阶段：第一排移动台座上的梁板在张拉压浆区内张拉压浆完毕后，梁板被吊装至存梁区，第一排移动台座由横移小车横移至回程轨道；第二排移动台座携梁移至张拉等候区，等候24小时；第三排移动台座携梁在蒸汽养生区内进行智能蒸养24h；第四排移动台座携钢筋与内模在模板安装与混凝土浇筑区内进行模板安装与混凝土浇筑工作；

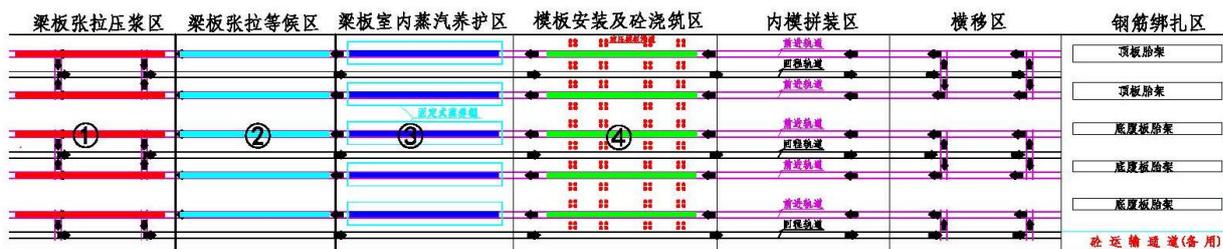


图 5.1.6 流水线生产工艺第六阶段施工示意图

第七阶段：第一排移动台座在横移区由横移小车横移至前进轨道上进行底腹板钢筋安装工作；第二排移动台座携梁在张拉压浆区进行张拉压浆工作，第三排移动台座携梁在张拉等候区内等候24h；第四排移动台座携梁蒸汽养生区内智能蒸养24h；

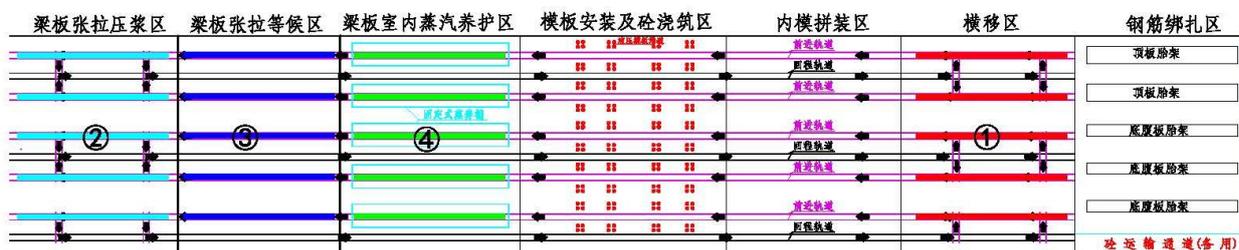


图 5.1.7 流水线生产工艺第七阶段施工示意图

## 5.2 总体建设

### 5.2.1 梁厂选址原则

智慧梁厂选址受桥梁分布、施工地形、交通条件等因素制约，从架梁便捷、满足工期、造价合理等综合分析，确定智慧梁厂选址位置。智慧梁厂选址应遵循以下几个原则：

a) 永临结合。智慧梁厂应尽可能利用当地闲置的厂房或工业用地，将“智慧梁厂”打造为集团区域成品梁集中配送中心，将成品梁运输至其他临近项目，能更好摊销用地、机械及设备成本。

b) 征地拆迁及复垦量少。智慧梁厂的位置要在满足业主要求工期的前提下，应选在占用耕地面积少、拆迁量小以及工程完工后复垦量小的场地上设置梁厂。

c) 运架梁距离短。智慧梁厂一般宜选择在桥群集中地段或特大桥两端附近位置，以减少运架距离。较短的运输距离可确保梁板运输安全，提高运架梁的施工进度，降低运输费用。梁板也采用跨墩龙门直接提梁上桥架设，可减少运梁便道修建与维护费用。

d) 交通便利、地势平坦。智慧梁厂选址要求交通相对便利，保证机械设备、材料运输方便及运梁方便；同时水、电方便，便于迅速展开施工。选址尽量地势平坦，地质良好，且拆迁量少，以减少基础处理工作量，节约建设费用。严禁设置在泥石流滑坡体、雷区、洪水下游等危险区域，避开取土、弃土场、塌方落石危岩等地段。

e) 智慧梁厂如设在主线路基上，宜设在填方路堤上路堤（94区）顶；如设在挖方段，宜超挖至上路堤（94区）顶以下50cm（石方路堑可不超挖），分层回填至上路堤顶，作为梁厂基准面。

### 5.2.2 智慧梁厂配套设施统筹规划

智慧梁厂与钢筋厂、拌和站三者宜统筹规划，使三者高度集成化，减少工序间隔时间。根据厂地长度不同，有以下两种形式：

a) 厂地长度只够布置梁厂，宽度足够。

拌和站与钢筋厂布置与梁厂相邻，拌和站通过鱼雷罐将混凝土运送至布料机内，通过布料机进行精准布料。钢筋厂内的半成品钢筋用AGV小车直接运送至钢筋绑扎区进行钢筋骨架绑扎。智慧梁厂与钢筋厂、拌和站三者布局示意图如下：

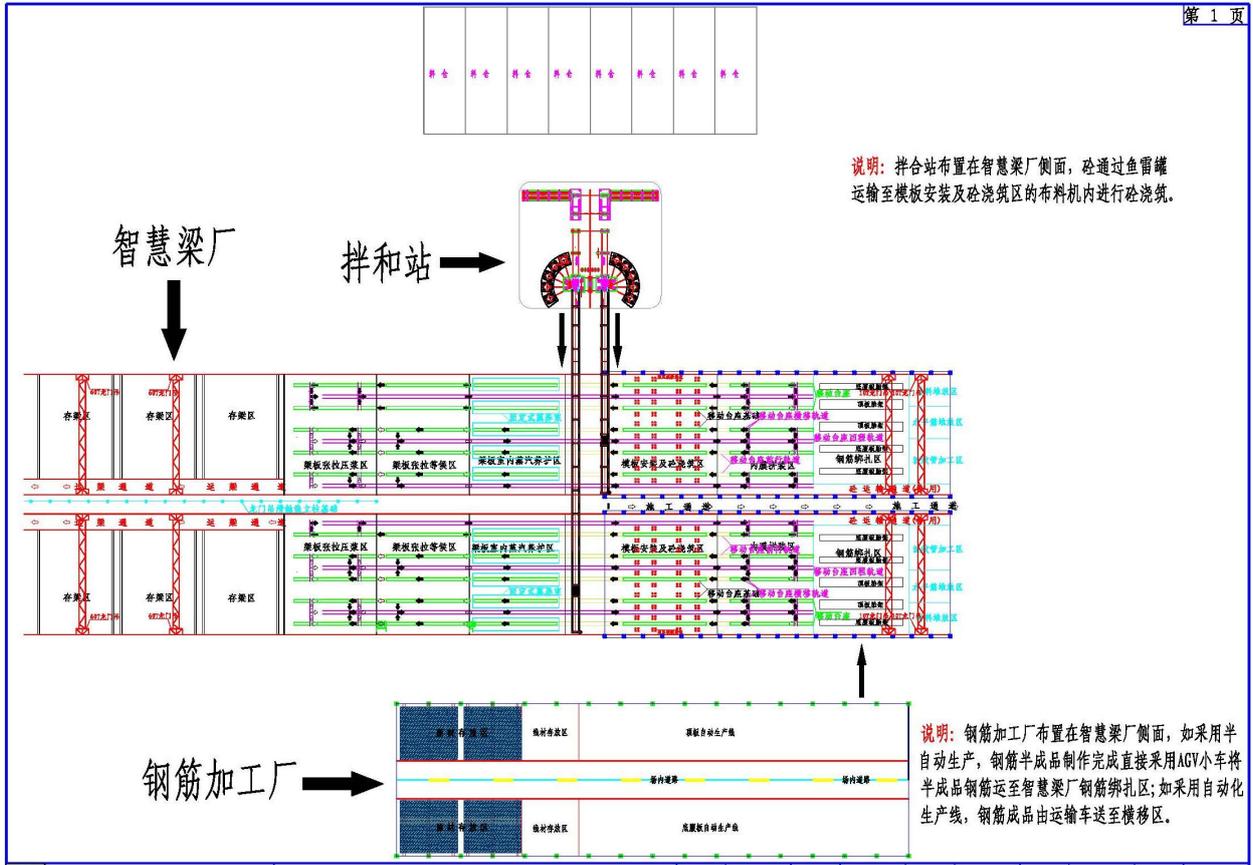


图 5.2.1 智慧梁厂、拌和站及钢筋厂三者布置示意图

b) 厂地长度够长，宽度足够。

梁厂与钢筋厂合二为一，拌和站设置在梁厂一侧，通过鱼雷罐将混凝土运送至布料机内，通过布料机进行精准布料，如生产线数量较小，鱼雷罐可不采用环形轨道。智慧梁厂与钢筋厂、拌和站三者布局示意图如下：

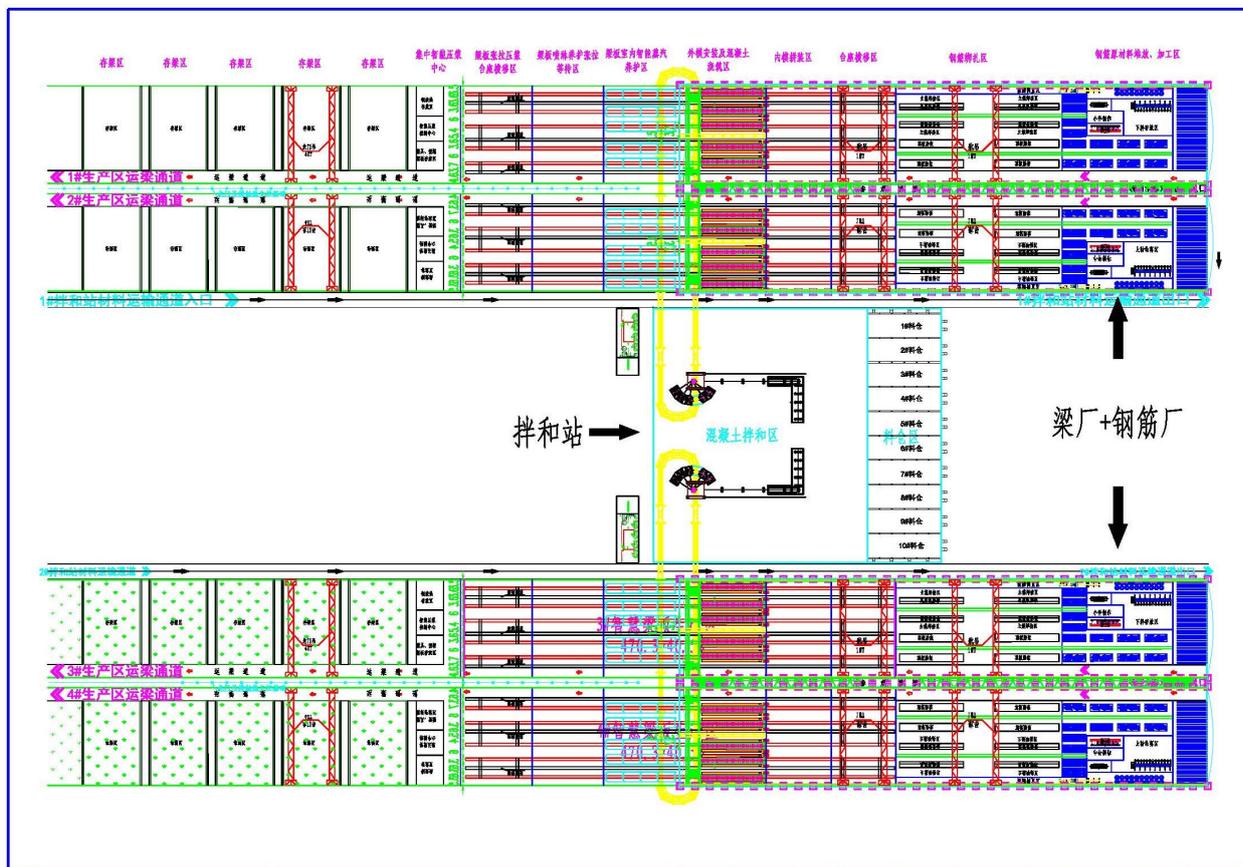


图 5.2.2 智慧梁厂、拌和站及钢筋厂三者布置示意图

### 5.2.3 智慧梁厂建造规模的选择

智慧梁厂的每条生产线按4个移动台座（后期如工期滞后可增加1-2个台座）、一套液压模板及一个智能蒸养室配置，一片梁板占用移动台座时间为4d，每个月有效工作时间为24d，即一条生产线每个月可生产24片梁板。根据项目不同的梁板数量、生产工期（不含场建时间）及移动台座的生产效率，智慧梁厂建造生产线数量参考数据如下表：

梁板数量 生产线数量 生产工期	1000片	1500片	2000片	2500片	3000片	5000片	10000片	备注
6个月	7	10	14	17	21	35	69	
12个月	3	5	7	9	10	17	35	
18个月	\	3	5	6	7	12	23	
24个月	\	\	3	4	5	9	17	

因桥梁单幅单跨梁板有4片、5片及其他数量，为避免边、中梁预制进度不匹配、单幅预制完后模板翻转或梁板掉头，生产线数量宜为单幅单跨梁板数量的偶数倍。

### 5.3 工人生活区与工区驻地建设

#### 5.3.1 工人生活区及工区驻地设置原则

- a) 生活区与工区驻地建设,需遵守法律法规的规定和符合有关主管部门的规定要求,遵循“因地制宜,节约土地,保护环境,安全可靠,规范有序,功能完备,布设合理,方便生活,满足生产”的原则。
- b) 生活区与工区驻地建设可采取自建、租赁、自建与租赁相结合的方式,但必须满足安全管理要求。
- c) 生活区与工区驻地建设宜分开单独设置,并设置一定绿化面积。

#### 5.3.2 工人生活区及工区驻地选址基本要求

- a) 靠近现场,管理方便,不受施工干扰,交通便利,尽量靠近公路。
- b) 通信畅通,满足信息化管理要求。严禁设置在泥石流滑坡体、雷区、洪水位下游等危险区域,避开设土、弃土场、塌方落石危岩等地段。
- c) 避开高压线路及高大树木,与通信、天然气等地下管线保持一定距离,须离爆破区500m以外。

#### 5.3.3 工人生活区及工区驻地硬件设施要求

- a) 生活区及工区驻地宜采用院落式封闭管理,功能区设置科学合理,必须严格区分,与生产区分离,各功能区面积满足规定要求,庭院内适当绿化,环境优美整洁。
- b) 生活区及工区驻地房屋原则上采用统一款式的拼装式活动板房自建,搭建不宜超过两层;若采用砖房,需内外粉刷成白色或镶贴瓷砖,并满足工作和生活要求。
- c) 生活区内宜设置宿舍、食堂、浴室及厕所等。
- d) 生活区及工区驻地合理配备防火、防盗设施,宜配备常用的药品。

### 5.3.4 工人生活区及工区驻地示意平面布置图

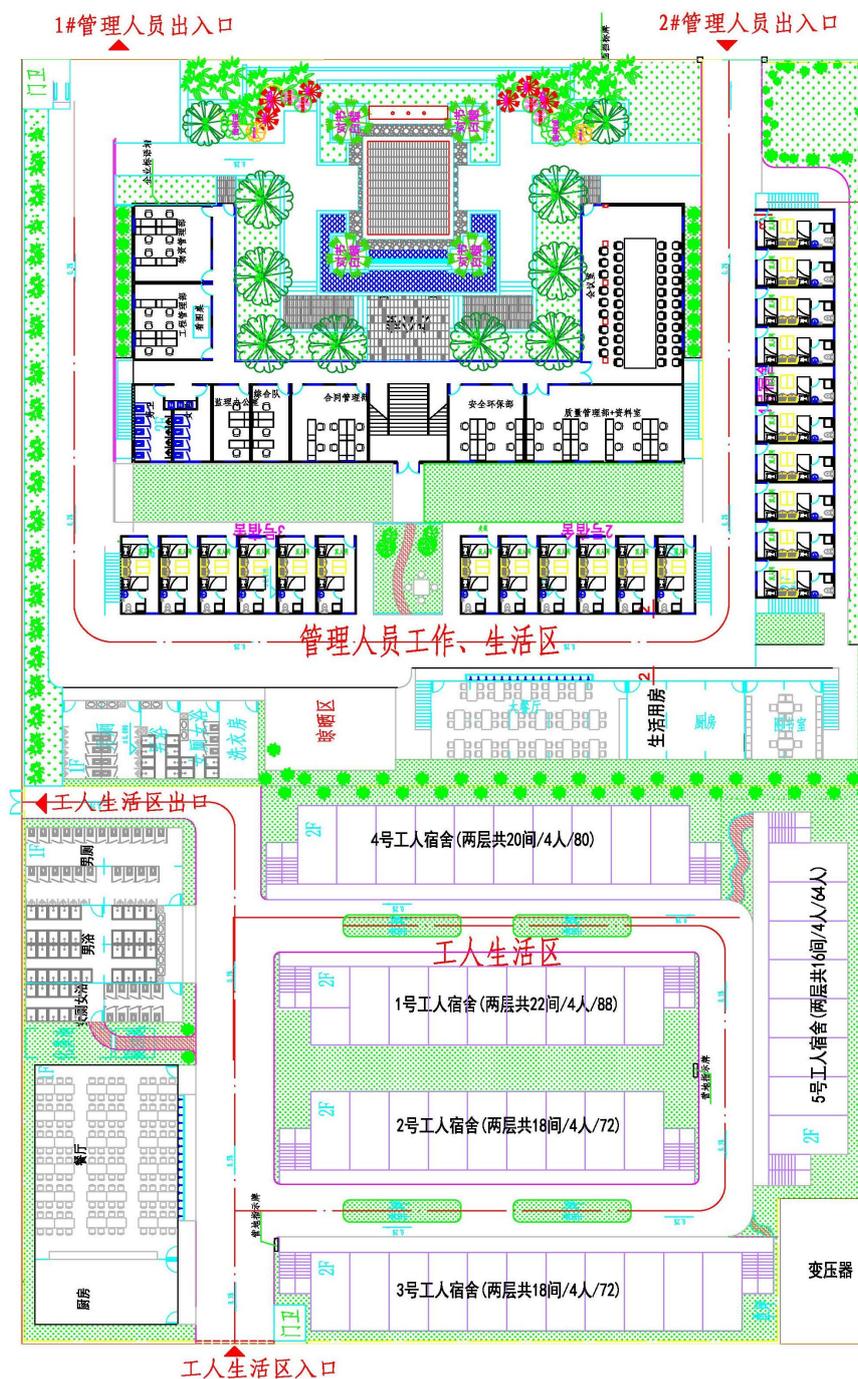


图 5.3.4 工人生活区及工区驻地示意平面布置图

## 5.4 场地处理

### 5.4.1 场地处理原则

- a) 梁厂全域地基表层碾压处理压实度控制标准应不小于93%，地基承载力不低于150KPa。
- b) 原地面坑、洞、穴等，应在清除沉积物后，用合格填料分层回填、分层压实，压实度应符合规定。对可能存在空洞隐患的，应结合具体情况采取相应的处置措施。

- c) 场地下有泉眼或露头地下水，应按采取有效导排措施，将地下水引离后方可进行填筑。
- d) 陡坡地段、填挖结合部、土石混合地段、高填方地段等应按路基填筑要求进行处理。
- e) 场地为耕地、松散土质、水稻田、湖塘、软土、过湿土等时，应按《湖北交投建设集团有限公司临时结构标准化图集》要求进行处理，局部软弹的部分应采取有效的处理措施。
- f) 地基处理在满足地基承载力符合要求的前提下，宜选择处理简单、常规、经济合理的处理方法，尽量减少处理范围。

#### 5.4.2 场地处理常用方法

梁厂作为一种临时工程，地基处理尽量简单实用，梁厂地基处理的常用方法如下：

##### a) 垫层与浅层处理

垫层类型按材料可分为碎石垫层、砂砾垫层、石屑垫层、矿渣垫层、粉煤灰垫层以及灰土垫层等。浅层处理可采用浅层置换、浅层改良、抛石挤淤等方法，处理深度不宜大于3m。

##### b) 加固土桩

加固土桩适用于处理十字板抗剪强度不小于10kPa、有机质含量不大于10%的软土地基。加固土桩包括粉喷桩与浆喷桩。粉喷桩与浆喷桩的施工机械必须安装喷粉(浆)量自动记录装置，并应对该装置定期标定。应定期检查钻头磨损情况，当直径磨损量大于10mm时，必须更换钻头。

### 5.5 排水与围栏建设

#### 5.5.1 梁厂横纵坡设置及排水规定

- a) 在山区，智慧梁厂整体纵坡不应大于2%，排水纵坡可按整体纵坡进行调整，排水横坡不宜小于1.5%；
- b) 在平原区，智慧梁厂不宜设置整体纵坡，宜按照经济、合理、科学的原则进行分区、分段单独设置纵坡。各区纵坡设定宜满足排水需求；存梁区的纵坡不应大于3%。
- c) 为保证存梁区的储存梁板稳定性，场地根据排水需求设置横坡，但每两条存梁台座顶面标高宜保持一致，且梁板底面离地面的间距不宜小于20cm。
- d) 智慧梁厂周围设置完善的排水系统，保证排水通畅，场地内采用有盖板的排水沟，场地外宜根据需要设置成明沟或暗沟。
- e) 污水宜集中排放或循环利用，根据排放量的大小，在场地外合适的位置设置沉沙井或污水过滤池。

#### 5.5.2 围栏设置规定

- a) 在城镇地区，智慧梁厂四周宜设置高度不小于2.5m的连续、密闭围栏；围栏宜采用可移动彩钢围挡，围挡基础根据围挡类型配套设置，并间隔刷黑黄漆，在路口两侧5m范围内设置透视围墙，防止出现安全事故。施工围挡宜作美化处理，喷涂企业名称、安全、质量、文明施工用语或张挂、书写反映企业精神、时代风貌的醒目宣传标语。
- b) 在山区，智慧梁厂四周宜设置高度不小于1.8m的透视围栏，宜采用铁方管栏杆形式，栏杆基座高50cm，栏杆高150cm，每隔5m左右设置一道柱墙，基座和柱墙可采用37型砖砌筑，砂浆抹面，喷涂统一颜色；砖围墙采用砂浆抹面。
- c) 施工围栏如业主、监理或其他单位有要求，宜按其要求进行设置。

### 5.6 临时用电建设

#### 5.6.1 施工临时用电规定

- a) 施工现场临时用电应符合现行《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46-2015)的有关规定。
- b) 架空线路宜避开施工作业区、生活设施与器材堆放场地。

c) 施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时, 架空线路的最低点与路面的垂直安全距离应符合规范要求。

d) 施工现场开挖沟槽边缘与埋设电缆沟槽边缘的安全距离不得小于0.5m。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。通往水上的岸电应用绝缘物架设, 电缆线应留有余量, 作业过程中不得挤压或拉拽电缆线。

e) 每台用电设备必须独立设置开关箱; 开关箱必须装设隔离开关及短路、过载、漏电保护器, 严禁设置分路开关; 配电箱、开关箱的电源进线端严禁用插头和插座做活动连接。

f) 智能工装设备及信息化设备电缆布置应与梁厂实行“三同时”, 同时设计、同时施工及同时使用。

### 5.6.2 临时用电平面布置示例图

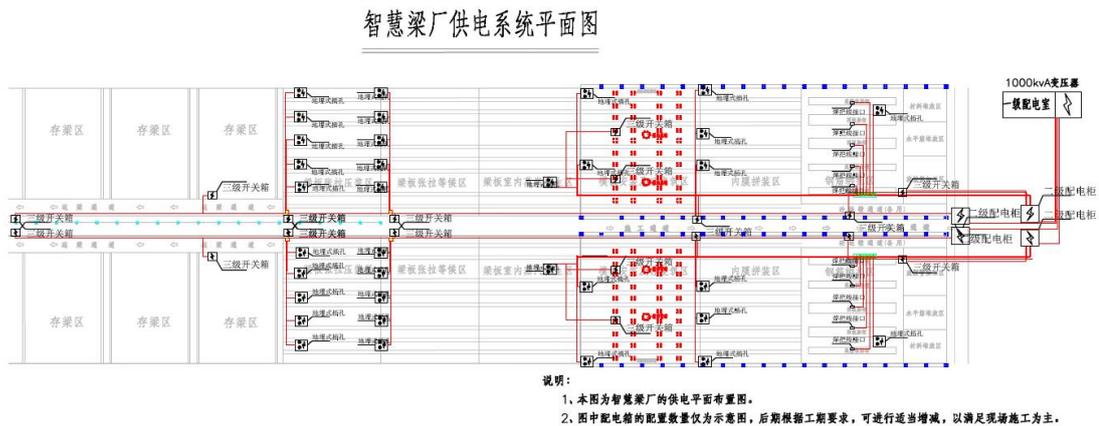


图 5.6.1 临时用电平面布置示例图

## 5.7 智能工装设备管理

### 5.7.1 智能工装设备管理原则

a) 智慧梁厂应贯彻执行机械化、半机械化与改良机具相结合的方针, 突出施工与机械相结合的特色, 使其具有广泛的适用性。

b) 智能工装设备应遵循因项目制宜、经济合理、生产适用、性能可靠、使用安全、操作方面与维修方便等原则, 且能满足项目施工要求。

c) 智能工装设备宜选择智能化程度高的工装设备, 实现梁厂无人化、工业化施工。

### 5.7.2 智能工装设备配置要求

a) 智能工装设备包含以下内容: 门吊、模板、移动台座、蒸养设备、横移小车、智能张拉与压浆设备、钢筋加工设备。

b) 门吊配置要求:

1) 梁板: 梁板提梁门吊宜按照30m箱梁的重量配置80吨门吊, 门吊桁架宜采用标准件, 可根据不同规模调整跨度;

2) T梁: T梁提梁门吊宜按照40mT梁的重量配置95吨门吊, 门吊桁架宜采用标准件, 可根据不同规模调整跨度;

3) 门吊购置及安装均应符合《通用门式起重机》GB/T 14406-2011标准要求。

4) 门吊跨径15m以下时; 轨道压板间距应不大于80cm, 门吊跨径15m以上时; 轨道压板间距应不大于60cm, 门吊均应配置无线手持式控制器。

5) 门吊应配备应力监测系统, 实时记录运行状态, 当存在安全隐患时及时发出警报。

c) 模板要求:

1) 模板具有精度高、结构简单、整体收缩自如、脱模容易、操作简单等特点，固定液压外模至少可循环使用250次；内模至少可循环使用200次；

2) 外侧模板应具备智能控制系统，自动记录模板状态、整体开合模、环境湿度监测；其附着振捣器应配备智能振捣系统，变频振捣，按需设置振捣时序、强度、单动或者联动方式。

2) 外模：外模面板钢板厚度应不小于6mm，宜选用6mm201型不锈钢板或1mm厚304型不锈钢板与5mm厚普通钢板压合而成的复合不锈钢板；模板的主肋和次肋宜满足模板的荷载和刚度要求；模板长度应在设计梁长的基础上每端至少加20cm，以便安装端头模板，如梁长有少量变化，模板应设计调节块，模板与基座连接宜方便安拆与调试；固定基座应有足够的稳定性，承受模板、梁板及液压系统等重量。

3) 内模：内模面板钢板厚度应不小于6mm，可选普通钢板或不锈钢板；内模可选用分段机械脱模式模板或分段液压脱模式模板。

d) 移动台座要求：

1) 移动台座结构尺寸依据梁板的规格尺寸设计；

2) 轨道铺设误差控制在2mm内，确保移动台座行走平稳；

3) 可分档位行驶，加载状态行走速度为1m/min，空载状态行走速度为5m/min；

4) 移动台座设置3s启停延迟，逐步增减速度，减少冲击。

5) 移动台座纵向挠度可控制在3mm以内，保证其移动过程中梁体质量不受影响；

6) 横移轨道与纵向轨道交叉处宜采用平交轨道十字交叉装置，保证载梁行走过程的平稳；

7) 移动台座数量可根据工期进行调整。移动台座宜设计为标准节段，组拼后施工不同梁长的梁板。

8) 移动台座应具备智能行走控制系统，实现自动记录并上传位置，到指定位置停止，实时监控其状态。

e) 智能蒸养设备要求

1) 智慧梁厂智能蒸养设备主要有智能蒸养室、蒸汽生产机，管道宜采用保温管道。

2) 智能蒸养室：智能蒸养室宜采用集装箱房，在智能蒸养室内部安装保温密封材料，尽量减少温度损失。

3) 蒸汽生产机：根据调查锅炉安装及后期使用维护费用均高于蒸汽发生器，因此智慧梁厂蒸养设备宜选用蒸汽发生器。蒸养发生器有电加热蒸汽发生器、燃柴油蒸汽发生器、燃天然气蒸汽发生器、燃液化石油气蒸汽发生器、燃生物质颗粒蒸汽发生器，以下为产生每吨蒸汽燃烧各种燃料能耗对比：

对比项目	电加热	燃柴油	燃天然气	液化石油气	燃生物质颗粒
额定燃料消耗量	720KW	68KG	73 NM <sup>3</sup>	56KG	160KG/H
燃料单价	0.8 元/KW	6 元/KG	3.5 元/M <sup>3</sup>	7 元/KG	1 元/KG
吨蒸汽燃料费	576	408	273	392	160
相对节能率	-72.22%	-60.78%	-41.39%	-59.18%	-100.00%
1 小时成本 (80%负荷)	460.8	326.4	218.4	313.6	128

通过环保、经济性及实用性等因素对比后，智慧梁厂蒸养设备宜采用燃生物颗粒质蒸汽发生器。

4) 当项目具备安装光伏板或风能机的条件，宜采用光伏或风能等环保型能源。

f) 智能横移小车要求

1) 智能横移小车应变频行走，启动稳定。

2) 两台智能横移小车的千斤顶应以相同的顶升/回落速度顶起/下放移动台座；两台横移小车应以相同的横向移动速度将移动台座横移至回程轨道；

3) 智能横移小车应配备智能感知系统：到位停止，防撞感应停止；

4) 智能横移小车千斤顶顶面与移动台座接触面宜进行扩大处理。

h) 智能张拉设备要求

1) 预应力张拉应采用智能张拉设备；智能张拉设备宜选用由高精度位移传感器、压力传感器、集成微电脑系统、油泵电磁阀、有线及无线通讯工具、电脑（控制箱）及张拉控制系统等组成的智能张拉设备。其张拉过程由计算机控制张拉油泵和千斤顶，利用传感器的测量并反馈数据，能实现预应力同步、精确张拉，并同步对张拉过程数据进行储存。

2) 千斤顶应采用穿心式双作用千斤顶，整体张拉或放张宜采用具有自锚功能的千斤顶；张拉千斤顶的额定张拉力宜为所需张拉力的1.5倍，且不得小于1.2倍。与千斤顶配套使用的压力表应选用防振型产品，其最大读数应为张拉力的1.5~2.0倍，标定精度应不低于1.0级。张拉机具设备应与锚具产品配套使用，并应在使用前进行校正、检验和标定。

3) 智能张拉设备应采用张拉机器人，两轮驱动，四轮转向，实现横移，灵活快捷；实现自动找正，自动张拉保压、自动退锚退顶等一整套操作流程；手动遥控，电动万向行走；无需人工安装工具锚和工具夹片。



图 5.7.1 智能张拉机器人

i) 智能压浆设备应符合以下要求：

1) 智能压浆设备宜采用湖北中桥科技有限公司智能卧式高速搅拌设备。

2) 单个梁厂梁板数量超过500片时宜采用智能化集中制浆设备。

搅拌机的转速应不低于1000r/min，用于临时储存浆液的储料罐亦应具有搅拌功能。

3) 预应力管道应采用专用压浆料或专用压浆配置的浆液进行压浆，宜采用湖北中桥科技有限公司研发的新型灌浆材料。



图 5.7.1 智能卧式高速搅拌压浆设备

j) 钢筋加工设备应符合以下要求:

1) 钢筋加工厂应配备数控钢筋加工系统或智能钢筋加工生产线, 包括智能数控钢筋调直切断一体机、定尺剪切生产线、智能数控钢筋弯曲中心、智能自动布料机、智能磁吸送料机、智能抓取(焊接)机器人、智能顶底腹板安装机与储料仓等。

2) 钢筋加工厂布局应综合考虑智能钢筋加工机械、智能抓取(焊接)机器人、施工工人和工效等因素, 合理布局箍筋成型抓焊总成、纵向钢筋加工配送总成、钢筋组拼总成, 确保施工工人与机器人以及各机器人之间作业空间不交叉、不重叠。

## 5.8 信息化管理平台建设

### 5.8.1 智慧梁厂信息化管理平台建设规定

a) 应建立智慧梁厂信息化管理平台管理体系和规章制度;

b) 应编制智慧梁厂信息化平台管理系统方案, 并明确平台数据的采集内容、采集方式、存储格式和应用路径;

c) 基础设施应包括信息采集设备、网络基础设施、数据集成平台和信息应用终端, 并满足智慧梁厂信息化平台的管理需求;

d) 采用的软硬件设施应满足信息协同的要求。

### 5.8.2 信息化管理平台

a) 信息化管理平台应包括: 访问层、展现层、一体化管理应用层、业务数据层。



#### b) 智慧梁厂信息化管理平台组成

1) 平台应包括但不限于：质量管理、安全管理、进度管理、设备管理、人员管理、物资管理等子系统；

2) 平台各子系统应由相应软硬件组成；

3) 各子系统应具备实时采集、传输、显示、存储、统计分析、提示或报警功能；

4) 平台应面向不同使用方的需求，具备划分权限和授权的功能；

5) 平台宜基于GIS+BIM技术实现数据互联互通；

6) 平台应具备移动端、个人计算机端操作功能；

7) 平台应考虑集团公司对多项目的集成管理，实现数据的整体统一与各项目的个性化需求。

#### c) 接口要求

1) 平台接口应符合通用性、扩展性、安全性；

2) 平台采用的软硬件接口和协议应符合本省监管系统平台的接口要求，具备与本省监管系统平台的一致性对接和稳定传输，并按相关规定确保数据信息及时性、有效性、安全性；

3) 应支持业界常用接口，兼容主流开源接口，支持系统集成；

4) 应支持标准管理协议，提供应用程序编程接口、命令行界面等交互方式。

#### d) 质量管理应用

通过手机对质量安全内容进行拍照、录音和文字记录，并上传平台，协助生产人员对质量安全问题进行管理。同时可一键导出整改单，降低相关人员工作量。管理层可随时随地通过网页端进行质量安全问题查看，并在质量、安全例会上进行交底。实现质量问题留痕的闭环式管理，做到有据可查，责任到人。

### 5.8.3 安全建造

#### a) 实名制封闭管理

利用门禁设备和云筑劳务管理系统，可以对工人的实际信息进行管理，通过提前获取工人的征信信息，并采取措施，将有过不良信用记录的工人排除在外，进而在源头上减少现场工地纠纷。而且工人需

要通过进场教育才能获得入场资格。再利用门禁设备对进场工人进行管理，确保现场人员都是符合要求的人员。

b) 应用安全APP进行现场安全管理

应用安全管理APP，在平台上进行安全问题的整改和检查。

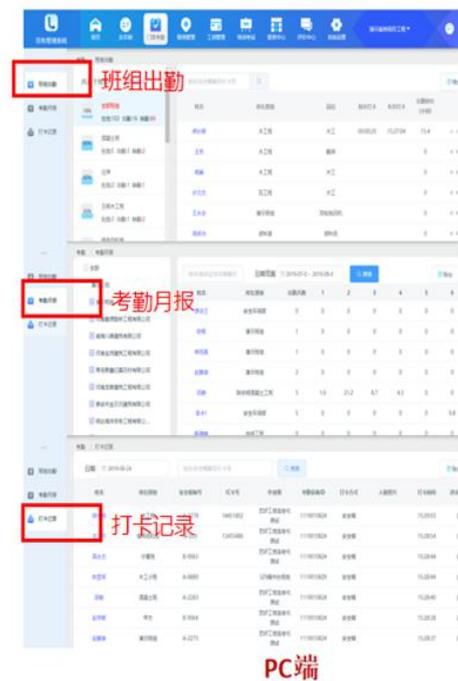
c) 应用塔吊、外用电梯等监控系统进行大型设备安全管理

应用监控设备对塔吊的塔司视野和塔吊状态、外用电梯状态、司机人员进行监控，提高安全施工保障。

d) 应用体检一体机对工人身体状况进行排查

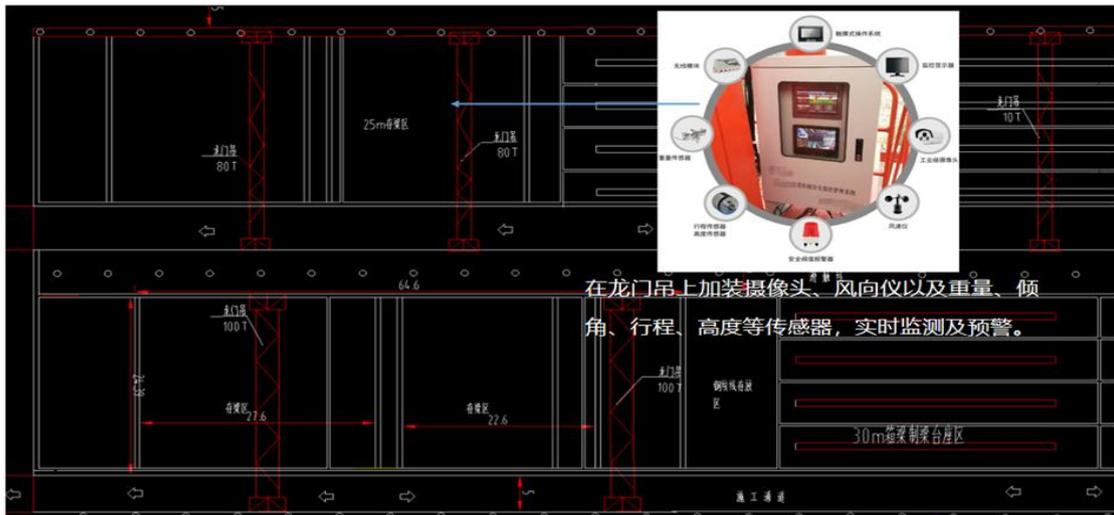
应用体检一体机对施工人员的身体状态进行检查，提前发现高血压等异常体征人员，减少现场发生安全事故的情况。

任意条件：企业、队伍、班组、个人、时间段  
出勤人数、工种、工日、工时，自动汇总计算



e) 进度管理应充分利用管理平台，进行进度计划的编制和导入、进度跟踪、进度分析等管理。

f) 设备管理应包括但不限于利用智慧管理平台进行设备的进出场报验、安全检查、维修保养等工作，实现设备运行状态的实时掌握及安全报警，提高设备管理效率。



g) 物资管理应充分利用管理平台，做到系统合规、操作合规，为工程降本增效；



外部：地磅前后安装5个摄像头及红  
外对射；上方安装1个摄像头  
内部：高拍仪、显示器、打印机

h) 资料管理应进行工程资料电子化，做到电子文件与建设过程同步形成。

#### 5.8.4 网络安全

- a) 平台部署在共有云平台的，必须部署网络安全防护系统；
- b) 平台联网发布前，需经过专业网络安全公司进行专项检查，确保系统安全；
- c) 发生网络安全事件，应立即关停平台的互联网访问通道，组织专业人员排查；
- d) 信息安全技术应达到GB/T 22239中网络安全等级保护2级。
- e) 平台运行及维护
  - 1) 平台规划阶段应考虑运行及维护，包括日常维护、应急处理、硬件巡检、系统升级等；
  - 2) 平台宜采用标准数据接口。

#### 5.8.5 风险管理

- a) 风险预警机制应通过“数据集-风险识别-风险评估与监测-风险预警-风险反馈”机制，实现风险识别、风险评估、风险预警和风险反馈；
- b) 梁厂应在质量、进度及安全等方面建立完善的风险预警机制平台，风险预警机制平台应与信息化管理平台高度融合，高度集成；
- c) 风险预警机制平台在施工过程中应具备厂区全面覆盖，各施工工序安全状态数据实时记录上传、动态分析、实时预警提示；

d) 风险预警机制平台应分为施工班组界面、施工队伍界面、项目管理决策界面及公司管理界面，根据不同的风险等级自行推送至不同界面，各平台数据自动采集读取、上传，提供人员手动维护数据接口；

## 6 施工作业

### 6.1 钢筋工程施工

#### 6.1.1 钢筋加工与连接规定

a) 钢筋的表面应洁净、无损伤，使用前应将表面的油渍、漆皮、鳞锈等清除干净，带有颗粒状或片状老锈的钢筋不得使用。

b) 钢筋应平直、无局部弯折，成盘的钢筋和弯曲的钢筋在加工前均应调直。

c) 半成品钢筋按照设计图纸由智能数控钢筋设备完成制作，主筋焊接宜采用智能焊接机器人焊接或闪光对焊。半成品钢筋在钢筋加工厂内集中生产，集中配送。

d) 绑扎接头的末端距钢筋弯折处的距离，应不小于钢筋直径的10倍，接头不宜位于构件的最大弯矩处。受拉钢筋绑扎接头的搭接长度至少为钢筋直径的35倍，直径不大于12mm的受压HPB300钢筋的末端可不作弯钩，但搭接长度应不小于钢筋直径的30倍。钢筋搭接处，应在其中心和两端用扎丝扎牢。束筋的搭接接头应先有单根钢筋错开搭接。

#### 6.1.2 钢筋绑扎与安装规定

a) 钢筋的交叉点宜采用直径0.7~2.0mm的铁丝扎牢，必要时可采用智能焊接机器人点焊。绑扎宜采用逐点改变绕丝方向的8字形方式交错扎结，对直径25mm及以上的钢筋，宜采用闪光对焊。

b) 结构或构件拐角处的钢筋交叉点应全部绑扎；绑扎钢筋的铁丝丝头不应进入混凝土保护层内。

c) 半成品钢筋和钢筋骨架采用整体方式安装时，应设置专用胎架或卡具等进行辅助定位，安装过程中应采取保证整体刚度及防止变形的措施。

d) 当钢筋过密，将会影响到混凝土浇筑质量时，应及时与设计协商解决。

e) 混凝土垫块应具有不低于结构本体混凝土的强度，并应有足够的密实性；垫块的制作厚度不应出现负误差，正误差应不大于1mm；垫块在结构或构件侧面和底面所布设的数量应不少于4个/m<sup>2</sup>，重要部位宜适当加密。垫块应与钢筋绑扎牢固，且绑丝及其丝头均不应进入混凝土保护层内。

f) 钢筋骨架在运输与吊装的过程中，应采取适当的措施防止其变形。

#### 6.1.3 施工要求

钢筋骨架在钢筋加工厂内通过钢筋自动加工生产线或钢筋半自动加工生产线制作完成后，通过移动台座或AGV(自动导向车)运输至钢筋绑扎区或横移区。钢筋骨架制作安装时，钢筋的绑扎、焊接严格按照规范要求，钢筋规格、数量、间距及保护层厚度等要严格按图纸施工；随后安装预应力管道和保护层垫块；底腹板钢筋在胎架上报检合格后采用门吊整体吊装至移动台座上。

### 6.2 模板安拆与混凝土浇筑施工

#### 6.2.1 模板设计与组装规定

a) 模板应具有足够的强度、刚度和稳定性，应能承受施工过程中所产生的各种荷载。

b) 模板的构造应简单、合理，结构受力应明确，安装、拆除应方便。

c) 模板应能与混凝土结构或构件的特征、施工条件和浇筑方法相适应，应保证结构物各部位形状尺寸和相互位置的准确。

d) 模板的板面应平整, 接缝处应严密且不漏浆; 模板与混凝土的接触面应涂刷隔离剂, 但不得采用废机油等油料, 且不得污染钢筋及混凝土的施工缝。

e) 模板应进行施工图设计, 且经批准后方可用于施工。模板的设计应根据工程结构形式、荷载情况、地基土类别、施工设备和材料性能等条件进行, 且宜优先采用标准化、定型化的构件。模板的设计可按现行规范的规定执行。

f) 钢模板应按批准的加工图进行制作, 成品经检验合格后方可使用。组装前应对零部件的几何尺寸和焊缝进行全面检查, 合格后方可进行组装。

g) 安装外模板时, 支撑应牢固, 应防止模板在浇筑混凝土时产生移位。模板安装完成后, 其尺寸、平面位置和顶部高程应符合设计要求, 节点联系应牢固。

h) 梁板的底模板宜根据需要设置预拱度。

### 6.2.2 外模安装规定

a) 外模第一次使用前应在台座上进行试拼, 调整各部位尺寸及拉杆孔位置, 同时将板面焊缝进行抛光、涂脱模剂。

b) 外模使用移位台车沿导轨纵向行走到位, 并通过主、被动台车进行横向调整。

c) 外模与台座接缝可采用在台座的U型槽钢内填塞泡沫橡胶、双面胶带等措施配合密封。

d) 固定液压外模的操作按如下规定:

1) 设备应专人操作, 操作人员经培训合格后方可上岗

2) 使用前应对所有线路、开关油管、阀门进行全面检查

3) 水平油缸只能进行最小行程排气, 垂直油缸在顶升过程中应分次分步顶升, 严禁将油缸一次性伸出和回缩, 禁止同时多只油缸同时操作。

### 6.2.3 内模安装规定

a) 内模组装完成后进行检查, 确保尺寸准确、模板稳定、牢固、接缝平整、严密不漏浆。

b) 内模拼装过程中, 可以利用腹板钢筋进行定位、水平支撑加固, 能有效避免内模在混凝土浇筑过程发生位移。内模应采取防上浮措施。

### 6.2.4 模板施工要求

外模采用固定整体式液压不锈钢模板。施工时, 移动台座携底腹板钢筋骨架行走模板安装及混凝土浇筑区, 操作液压顶升控制系统将外模沿固定基座的斜向坡面侧滑上移至移动台座顶面, 当外模底圆倒角顶面与移动台座顶面平齐时, 通过横向地脚拉杆对外模底端与移动台座完成固定。

### 6.2.5 混凝土浇筑规定

a) 浇筑混凝土前应对模板进行检查, 模板内杂物、积水及钢筋上的污物应清理干净。

b) 应对混凝土的均匀性和坍落度等性能进行检测。

c) 混凝土应按一定厚度、顺序和方向分层浇筑, 应在下层混凝土初凝或能重塑前浇筑完成上层混凝土。上下层同时浇筑时, 上层与下层前后浇筑距离应保持1.5m以上。在倾斜面上浇筑混凝土时, 应从低处开始逐层扩展升高, 保持水平分层。

d) 混凝土浇筑应连续进行, 如因故必须间断时, 其间断时间应小于前层混凝土的初凝时间或能重塑时间。

### 6.2.6 混凝土浇筑施工要求

混凝土浇筑采用60型拖式混凝土泵、固定管道和旋转式管道及布料器对梁板依次分层进行混凝土浇筑; 浇筑施工时, 混凝土运输车放料口对准固定式60型拖式混凝土泵上料口, 然后通过固定式60型拖式

混凝土泵将混凝土通过管道传输至预制区内任意位置一片梁板进行混凝土浇筑。施工过程中采用附着振动器和插入式振捣器进行振捣。

### 6.2.7 模板拆除规定

#### a) 内模拆除

混凝土达到设定强度后，拆除端头模板及内模防浮拉杆，释放内模固定支撑，内模由底端向内部折叠，利用卷扬机从混凝土浇筑开始一端依次对内膜拆除。

#### b) 外模拆除

混凝土达到另一种设定强度后，拆除顶端和底端拉杆，拆除端头模板和顶板侧梳齿板，再利用液压系统对外模进行整体脱模。拆模完成后对梁板编号，喷涂施工单位、监理单位、浇筑日期、张拉时间等基本信息。

## 6.3 智能蒸养

### 6.3.1 智能蒸养规定

混凝土预制梁板蒸养完成后，应采用肉眼观察或裂缝观测仪检测混凝土梁板表面是否存在非外力裂缝，并做好记录，若发现裂缝，及时分析原因，在明确原因前暂停智能蒸养。蒸汽养护期间做好同条件下试块抗压强度测试或采用回弹法间接测定结构表层混凝土抗压强度，总体要求是在蒸养结束后不小于标准试件设计值的85%，根据强度的发展情况可作为蒸汽养护温度和时间调整的依据。

### 6.3.2 智能蒸养要求

待梁板模板拆除后，移动台座携梁板行走固定式智能蒸养室，由智能温度控制系统通过生物质蒸汽发生器和专用管道对梁板进行24小时蒸养，蒸养时通过实时监测智能蒸养室内湿度、温度，使混凝土强度24小时后达到设计强度的85%。预制混凝土梁板智能蒸养流程共分成4个阶段，操作流程和注意事项如下：

a) 静停阶段：浇筑混凝土预制梁板，放置于温度不低于5℃的自然环境中一段时间至混凝土预制构件终凝，养生一段时间后进行脱模，脱模后的混凝土预制梁板被移动台座运至智能蒸养室中，并进行静停6h。在冬季气温较低季节，注意梁体温度要求，采用适当的增温措施。

b) 升温阶段：通过蒸汽发生器向智能蒸养室内持续均匀释放蒸汽升温至恒定温度45℃，其中，升温时间约为4 h，升温速率 $\leq 10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ；升温前测量养护环境温度，作为本阶段的起点；升温阶段做好温度和湿度记录，频率按照1次/0.5h，做好记录，也可采用信息化手段实时监测和自动记录。

c) 恒温阶段：混凝土预制梁板放置在智能蒸养室中8h进行恒温养护，并保持智能蒸养室的温度 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，控制湿度90%以上；此时需要注意智能蒸养室温度控制和热蒸汽输送调节，特别是处理好夏季外部气温过高带来的影响。恒温阶段做好温度和湿度记录，频率按照1次/h，做好记录，也可采用信息化手段实时监测和自动记录。

d) 降温阶段：在恒温时间达到之后，停止供热气，将智能蒸养室内的温度从恒定温度降至常温，降温时间4~5h，降温速率 $\leq 10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。降温阶段做好温度和湿度记录，频率按照1次/0.5h，做好记录，也可采用信息化手段实时监测和自动记录。

### 6.3.3 智能蒸养监控措施

由于混凝土材料的复杂性，环境和气候条件的变化。在智能蒸养期间应做好监测控制，主要措施有：

a) 蒸汽养护构件宜在腹板与顶板、腹板与底板的交界中心处埋设温度传感器，在梁体外表放置温度传感器和湿度计，监测梁体温度和梁体外温度、湿度，反映混凝土梁板的最高温度、里表温度差、降温速率与环境温度等。

b) 在智能蒸养期间，若因故无法供气，应暂时关闭蒸汽阀门，做好智能蒸养室密实性，减少智能蒸养室内温度和湿度降低，监测温度和湿度，在恢复供气之后，根据同养护条件试块强度或混凝土梁板表面回弹模量测值，确定后续阶段时长，继续蒸养工作。

c) 在智能蒸养期间，注意检测环境智能蒸养室温度，如果出现温度过高，超过47℃时，采用超声雾化降温，切忌将降温水雾直接喷洒在混凝土梁板上，在低于43℃后应能及时供应热蒸汽。

d) 蒸养降温结束后（停止供气），禁止打开智能蒸养室门，采用雾化降温，混凝土梁板内部温度与环境温度之差小于15℃后，方能移出智能蒸养室。

e) 在移出智能蒸养室之后，按照相关规范开展保湿养生。

## 6.4 智能张拉压浆

### 6.4.1 智能张拉压浆规定

#### a) 智能张拉规定

1) 张拉时，梁板混凝土的强度、弹性模量（或龄期）应符合设计规定；设计未规定时，混凝土的强度应不低于设计强度等级值的80%，弹性模量应不低于混凝土28d弹性模量的80%，当采用混凝土龄期代替弹性模量控制时应不少于5d。

2) 梁板预应力张拉采用双控，即以张拉力控制为主，以钢束的实际伸长量进行校核，实测伸长值与理论伸长值的误差不得超过规范要求，否则停止张拉，分析原因，在查明原因并加以调整后，方可继续张拉。

3) 预应力筋的张拉顺序应符合设计规定；当设计未规定时，宜采用分批、分阶段的方式对称张拉。

4) 预应力筋在张拉控制应力达到稳定后方可锚固。对夹片式锚具，锚固后夹片顶面应平齐，其相互间的错位宜不大于2mm，且露出锚具外的高度应不大于4mm。锚固完毕并经检验确认合格后方可切割端头多余的预应力筋，切割时应采用砂轮锯，严禁采用电弧进行切割，同时不得损伤锚具。切割后预应力筋的外露长度应不小于30mm，且应不小于1.5倍预应力筋直径。

5) 张拉用的千斤顶与压力表应配套标定、配套使用，标定应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行，标定时千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。当处于下列情况之一时，应重新进行标定：使用时间超过6个月；张拉次数超过300次；使用过程中千斤顶或压力表出现异常情况；千斤顶检修或更换配件后。

6) 油面过低时泵体内平面轴承露出油面时不得长时间带压工作。

7) 采用优质矿物油，建议冬季用32号抗磨液压油，夏季用46号抗磨液压油。油液必须保持清洁，定期更换。

8) 施加预应力时宜采用信息化数据处理系统对各项张拉参数进行采集。

9) 智能张拉设备的张拉数据应能够自动实时上传至湖北交投综合管理平台。

#### b) 智能压浆规定

1) 预应力筋张拉锚固后，孔道应尽早压浆，且应在48h内完成，否则应采取避免预应力筋锈蚀的措施。

2) 预应力管道在压浆前应对孔道进行清洁处理。对抽芯成型的孔道应冲洗干净并应使孔壁完全湿润，管道在必要时亦应冲洗清除附着于孔道内壁的有害材料。对孔道内可能存在的油污等，可采用已知对预应力筋和管道无腐蚀作用的中性洗涤剂或皂液，用水稀释后进行冲洗；冲洗后，应使用不含油的压缩空气将孔道内的所有积水吹出。

3) 智能压浆设备在压浆前应对其进行清洗，清洗后的设备内不应有残渣和积水。

4) 智能压浆设备宜由专人负责保管、使用；操作人员应经培训方能上岗；智能压浆设备操作人员应掌握设备状况，做好设备运行、检修记录；

5) 工作前检查电机、控制箱、机器各连接件螺栓有无松动，料斗、管路内有无硬块、管路有无破损、减压器润滑油是否足够，确认正常后接通电源。

6) 智能压浆设备要安装平稳，压浆管道布置尽量短、直、少拐弯，管接头不得漏气，压浆管不准人或物踩压；

7) 压浆时，对曲线孔道和竖向孔道应从最低点的压浆孔压入；对梁板中以上下分层设置的孔道，应按先下层后上层的顺序进行压浆。同一孔道的压浆应连续进行，一次完成。压浆应缓慢、均匀地进行，不得中断，并应将所有最高点的排气孔依次一一打开和关闭，使孔道内排气通畅。

#### 6.4.2 智能张拉压浆要求

梁板达到设计强度后，移动台座携梁板行走至张拉压浆区域。张拉采用智能数控张拉设备或智能张拉机器人，压浆采用智能卧式高速搅拌设备，张拉压浆完成后进行封端。预应力管道压浆宜在梁板张拉完移动至存梁区后进行。



图 6.4.1 智能张拉系统

a) 钢绞线采用自动穿线机进行穿束，待穿束完成后安装锚具及夹片进行预应力钢绞线张拉；张拉时在智能张拉系统操作台的电子显示屏上输入张拉数据，施工人员把千斤顶安放到位，将梁片型号、张拉顺序、张拉力与持荷时间等参数输入软件；整个系统全自动运转，实现张拉作业时数据实时传输，信息直接反馈与管理人员。

b) 张拉作业时，系统通过物联网硬件对智能张拉数据进行数据采集，将张拉伸长量、张拉加载力、张拉速度、持荷时间进行数据采集。智能张拉设备的数据采集将张拉伸长量实时的传输到云平台进入智慧管理平台，方便系统做数据分析以及质量数据可追溯。

c) 压浆前作业人员先将系统管道与梁体预应力管道接好，建立起浆液循环回路，调制好浆液比例，然后将预定压浆要求输入控制台，系统同样自动完成压浆施工的全过程，系统实现压浆作业时数据实时传输，信息直接反馈与管理人员。

d) 系统对智能压浆设备进行数据采集将压浆机的设备运行情况、出口压力、出口流量、入口压力、入口流量进行数据采集有效控制压浆的工艺及质量。通过硬件数据采集了解智能压浆设备的运行情况，方便统计压浆设备的使用频度，健康状况。

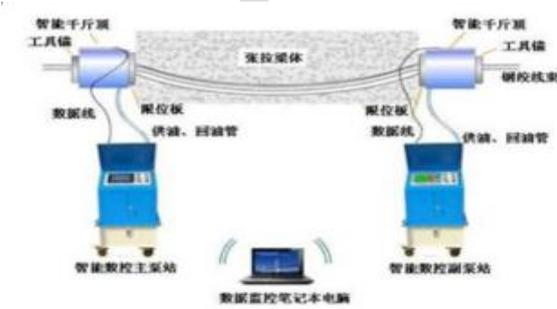


图 6.4.2 智能张拉示意图



图 6.4.3 智能数据实施监控图

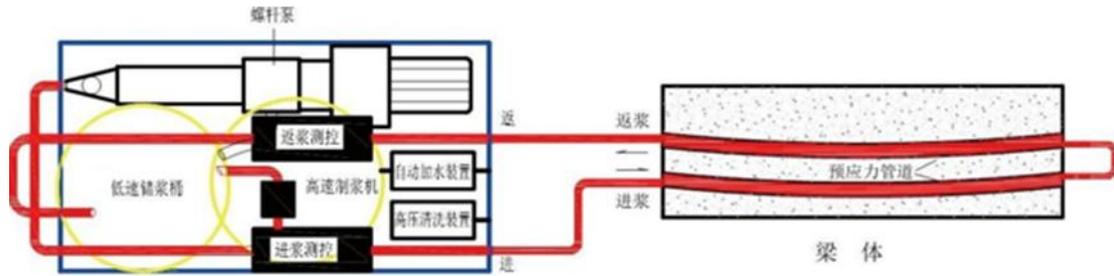


图 6.4.4 智能压浆示意图

## 7 检查与验收

### 7.1 梁厂建设检查验收

7.1.1 梁厂建设、检查验收严格按照设计文件和有关标准进行，确保梁厂建设质量，使预制梁制造质量达到一流水平。

7.1.2 本标准所称“验收”指各智慧梁厂在建设过程中，对其试验室、混凝土拌和站、厂区建设等项目的资源配置、资质条件、预制生产组织和工作环境等是否符合国家有关规定、是否满足工作需要、是否满足质量控制要求等方面的综合达标检查。

7.1.3 梁厂建设检查验收标准见表 7-1 所示：

表 7.1.1 梁厂建设检查验收表

序号	检查项目	实际情况	检查结果		备注
			合格	不合格	
1	总体建设	场地确定前梁厂布置方案是否报业主、监理审批；			
		智慧梁厂生产流水线各区域组成、生产效率及配置；移动台座长度、智能蒸养室规格尺寸、台座横纵向间距、每个区域长度是否满足标准化指南规定和施工需要；			
		梁厂建造规模，如梁板生产流线条数、存梁片数（规定存梁按两个月的产量布局）是否满足制梁和工期要求。			
2	场地处理	原地基承载力是否经过处理满足规范要求，台座基础是否进行加固；			
		梁厂一般场地、一般行车道路、运梁通道硬化处理是否满足标准化指南规定要求；			
		场地硬化原则与面层排水设置是否满足标准化指南要求。			
3	生活区建设	生活区建设参照标准化指南“施工驻地”相关规定执行，是否满足相关规定			
4	排水与围挡建设	不同地区（山区、平原）的梁厂各区域横纵坡设置及排水布置是否保证梁厂雨天不积水、不泥泞，晴天不扬尘；			
		门吊轨道、围挡（分市区与山区）及重型钢构棚是否满足强度、刚度、稳定性，是否有计算书和材料验收合格报告			
5	临时用电建设	临时用电施工组织设计是否已批准；			
		动力和照明线是否分开架设；			
		固定电力设备安全防护是否符合规定；			

		临时用电是否符合规定；				
		作业人员持证上岗是否按规定使用劳保用品；				
		配电箱内多路配电是否有标识；配电箱是否有门；锁是否有防雨措施。				
		夜间施工是否有满足施工安全要求的照明设施。				
6	机械设备管理	机械设备数量、种类是否齐全和选型对照（含门吊、蒸养设备、模板、移动台座、布料机与混凝土式拖式泵、张拉压浆）是否满足梁厂生产需要。				
7	信息化平台建设	混凝土拌和站信息系统、梁厂信息管理系统、自动张拉、压浆管理系统、人员实名制管理系统是否运行正常并有效指导现场施工。				

## 7.2 钢筋检查验收

### 7.2.1 钢筋加工及安装应符合下列要求：

- a) 钢筋安装应保证设计要求的钢筋根数。
- b) 钢筋的连接方式、同一连接区段内的接头面积应满足设计要求；接头位置应设在受力较小处，任何连接区段内同一根钢筋不得有两个接头。
- c) 钢筋的搭接长度、焊接和机械接头质量应满足施工技术规范的规定。
- d) 受力钢筋表面不得有裂纹及其他损伤。
- e) 钢筋的保护层垫块应分布均匀，数量及材料性能应满足设计要求和有关技术规范的规定。
- f) 钢筋应安装牢固，钢筋网应有足够的钢筋支撑，在混凝土浇筑过程中钢筋不应出现移位。
- g) 钢筋加工及安装实测项目应符合表 7.2-1 规定，且任一点的保护层厚度不得有超过表中数值 1.5 倍的允许偏差，在海水或受侵蚀性物质影响的环境中保护层厚度的偏差不应出现负值。保护层厚度应在模板安装完成后混凝土浇筑前检查。

表 7.2.1 钢筋安装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率	
1 Δ	受力钢筋间距 (mm)	两排以上排距	±5	尺量:长度≤20m 时, 每构件检查 2 个断面;长度>20m 时, 每构件检查 3 个断面	
		同排	梁、板、拱肋及拱上建筑		±10 (±5)
			基础、锚碇、墩台身、墩柱		±20
2	箍筋、构造钢筋、螺旋筋间距 (mm)		±10	尺量:每构件测 10 个间距	
3	钢筋骨架尺寸 (mm)	长	±10	尺量:按骨架总数 30%抽测	
		宽、高或直径	±5		
4	弯起钢筋位置 (mm)		±20	尺量:每骨架抽查 30%	
5 Δ	保护层厚度 (mm)	梁、板、拱肋及拱上建筑	±5	尺量:每构件各立模板面每 3m <sup>2</sup> 检查 1 处, 且每侧面不少于 5 处	
		基础、锚碇、墩台身、墩柱	±10		

- h) 预应力管道安装应符合表 7.2-2 的规定

表 7.2.2 后张法实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
----	------	----------	---------

1	管道坐标 (mm)	梁长方向	±30	尺量：每构件抽查 30%的管道。每个曲线段测 3 点，直线段每 10m 测 1 点，锚固点及连接点全部测
		梁宽方向	±10	
		梁高方向	±10	
2	管道间距 (mm)	同排	±10	尺量：每构件抽查 30%的管道，测 2 个断面
		上下层	±10	
3△	张拉应力值 (MPa)		满足设计要求	查油压表读数：每根 (束) 检查
4△	张拉伸长率 (%)		满足设计要求，设计未要求时 ±6	尺量：每根 (束) 检查
5	断丝滑丝数		每束 1 根，且每断面总数不超过 钢丝总数的 1%；钢筋：不允许	目测：每根 (束) 检查

### 7.3 模板检查验收

7.3.1 模板安装前必须打磨、除锈、涂刷脱模剂，确保混凝土外观质量。

7.3.2 模板各节段连接螺栓、对拉螺杆必须紧固可靠，不得少上或松动，防止混凝土浇筑过程变形、涨模，甚至开裂。

7.3.3 模板接缝之间宜衬垫橡胶条，防止漏浆。

7.3.4 吊装、拆除模板应遵守吊装作业安全规程，设专人指挥，信号明确，不得生拉硬拽，防止模板突然垮塌伤人。

7.3.5 拆除模板时，混凝土强度必须满足要求，并不得强拆，以免梁体缺角掉块。

7.3.6 应经常对模板进行维修、保养，避免因模板损坏、变形影响梁体外观质量。对损坏严重，难以维修的，要及时更换。

表 7.3.1 模板安装的允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
模板高程	基础	±15
	柱、梁	±10
	墩台	±10
模板尺寸	上部结构的所有构件	+5, -0
	基础	±30
	墩台	±20
轴线偏位	基础	15
	柱	8
	梁	10
	墩台	10
装配式构件支承面的高程		+2, -5
模板相邻两板表面高低差		2

项目	允许偏差 (mm)
模板表面平整	5
预埋件中心线位置	3
预留孔洞中心线位置	10
预留孔洞截面内部尺寸	+10, -0

#### 7.4 混凝土检查验收

7.4.1 浇筑混凝土前，除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020 的有关规定外，尚应对预埋于混凝土中的锚具、管道和钢筋等进行全面检查验收，符合要求后方可开始浇筑。

7.4.2 浇筑混凝土时，宜根据结构或构件的不同形式选用插入式、附着式或平板式等振捣器进行振捣。对梁板腹板与底板及顶板连接处的承托、预应力筋锚固区或其他预应力钢束与钢筋密集的部位，应采取有效措施加强振捣。浇筑过程中应随时检查模板、管道、锚固端垫板等的稳固性，保证其位置及尺寸符合设计要求。

7.4.3 用于判断现场预应力混凝土结构或构件强度的混凝土试件，应置于现场与结构或构件同环境、同条件养护。

表 7.4.1 混凝土分层浇筑厚度

振捣方法		浇筑层厚度 (mm)
采用插入式振动器		300
采用附着式振动器		300
采用表面振动器	无筋或配筋稀疏时	250
	配筋较密时	150

表 7.4.2 梁、板或梁段预制实测项目

项次	检查项目			规定值或允许偏差	检查方法和频率	
1 Δ	混凝土强度 (MPa)			在合格标准内	按附录 D 检查	
2	梁长度 (mm)	总长度		+5, -10	尺量:每梁顶面中线、底面两侧	
		梁段长度		0, -2		
3 Δ	断面尺寸 (mm)	宽度	梁板	顶宽	±20 (±5)	尺量:每梁测 3 个断面, 板和梁段测 2 个断面
			其他梁、板	底宽	±10 (+5,0)	
				干接缝 (梁翼缘、板)	±10 (±3)	
				湿接缝 (梁翼缘、板)	±20	
		高度	梁板	0, -5		
其他梁、板	±5					
顶板、底板、腹板或梁肋厚			+5, ,0			
4	平整度 (mm)			≤5	2m 直尺: 沿梁长方向每侧面每 10m 梁长测 1 处*2 尺	
5	横系梁及预埋件位置 (mm)			≤5	尺量:每件	
6	横坡 (%)			±0.15	水准仪: 每梁测 3 个断面, 板和梁段测 2 个断面	

## 7.5 张拉压浆检查验收

7.5.1 预应力筋张拉或放张时混凝土强度和龄期应满足设计要求,应按设计要求的张拉顺序进行操作。

7.5.2 锚垫板平面应与孔道轴线垂直。

7.5.3 张拉设备应配套标定和使用,并不得超过标定期限使用。

7.5.4 压浆过程中及压浆完成后 48h 内,环境温度低于 5℃时应采用防冻或保温措施。应按设计要求浇筑封锚混凝土。

表 7.5.1 预应力管道压浆及封锚实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1 Δ	浆体强度 (MPa)	在合格标准内	按附录 M 检查
2 Δ	压浆压力值 (MPa)	满足施工技术规范规定	查油压表读数: 每管道检查
3	稳压时间 (s)	满足施工技术规范规定	计时器: 每管道检查