

DB42

湖北省地方标准

DB42/T 2351—2024

# 公路桥梁混凝土预制 T 梁精细化施工技术 规程

Technical specification for meticulous construction of roadway  
bridge precast concrete T-beam

2024 - 12 - 31 发布

2025 - 02 - 28 实施

湖北省市场监督管理局 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 基本规定 ..... 2

5 预制厂建设 ..... 3

    5.1 一般规定 ..... 3

    5.2 预制厂选址 ..... 3

    5.3 预制厂布置 ..... 4

    5.4 预制厂建设及设施 ..... 5

6 预制施工 ..... 10

    6.1 模板工程 ..... 10

    6.2 钢筋工程 ..... 15

    6.3 混凝土工程 ..... 21

    6.4 预应力工程 ..... 26

    6.5 移梁和存梁 ..... 29

7 安装施工 ..... 31

    7.1 一般规定 ..... 31

    7.2 出场验收 ..... 31

    7.3 支座 ..... 32

    7.4 运输 ..... 33

    7.5 架设 ..... 34

    7.6 湿接缝施工及体系转换 ..... 37

8 标准实施及评价 ..... 40

附录 A（资料性） 预制梁设计梁长复核会审表 ..... 41

附录 B（资料性） 预制梁纵坡和梁底预埋钢板参数统计表 ..... 42

附录 C（资料性） 预制梁永久支座型号及对应墩位统计表 ..... 43

附录 D（资料性） 预制台座验收表 ..... 44

附录 E（资料性） 预制梁翼缘板横坡设置统计表 ..... 45

附录 F（资料性） 运梁车安全检查记录表 ..... 46

附录 G（资料性） 架桥机安全检查记录表 ..... 47

附录 H（资料性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表 ..... 49

参考文献 ..... 50

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖北交通职业技术学院提出。

本文件由湖北省交通运输厅归口。

本文件起草单位：湖北交通职业技术学院、中交第二航务工程局有限公司、湖北省路桥集团有限公司、湖北交投建设集团有限公司、湖北省标准化与质量研究院、湖北省智慧交通研究院有限公司、湖北省公路事业发展中心。

本文件主要起草人：程海潜、田唯、沈力、毛昌庆、胡凯、尚宏艳、李和平、王江义、姜川、彭鹏、王杰、张洪翠、宗伟、王文帅、刘颖、严俊、李育才、朱婧、颜晓明、李坚炜、陈平、程庆华、陈玉松、韩阳昱、刘丹、石莹、陈磊、袁任重、李艳、雷立。

本文件实施应用过程中的疑问，可咨询湖北交通职业技术学院（地址：湖北省武汉市江夏区藏龙岛中洲大道100号；邮编：430200）。对本文件的有关修改意见建议请反馈至湖北交通职业技术学院，联系电话：027-87564973，邮箱：68839737@qq.com；或者湖北省交通运输厅，联系电话：027-83460364，邮箱：2651259230@qq.com；或者湖北省市场监督管理局，联系电话：027-87811019，邮箱：hbbzhc@163.com。

# 公路桥梁混凝土预制 T 梁精细化施工技术规程

## 1 范围

本文件规定了公路桥梁混凝土预制T梁施工的基本原则、预制厂建设及混凝土预制T梁的预制施工和安装施工。

本文件适用于新（改、扩）建公路桥梁工程，并与国家和行业现行有关标准配合使用，其他桥梁可参考执行。

## 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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 5223 预应力混凝土用钢丝
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB/T 14902-2012 预拌混凝土
- GB/T 20065 预应力混凝土用螺纹钢筋
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- JC/T 2359-2016 预应力混凝土T型梁
- JG/T 225 预应力混凝土用金属波纹管
- JGJ 33-2012 建筑机械使用安全技术规程
- JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
- JT/T 529 预应力混凝土桥梁用塑料波纹管
- JTG/T 3650-2020 公路桥涵施工技术规范
- JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG F90-2015 公路工程施工安全技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

液压模板 hydraulic formwork

用于混凝土T梁预制施工的一种采用液压驱动拆、合模及移动的模板体系。

### 3.2

钢模板 steel formwork

用于混凝土浇筑成型的钢制模板。

3.3

**脱模剂** release agent

一种使用在模板和混凝土产品之间的功能性物质，使模板能顺利脱离混凝土产品。

3.4

**附着式振捣器** formwork vibrator

一种附着在模板上的高频机械式振捣设备，可在外部进行混凝土振捣作业。

3.5

**养护液** curing agent

一种高分子涂膜材料，喷洒在混凝土表面后固化，形成一层致密的薄膜，使混凝土表面与空气隔绝，防止水分过快蒸发，保证混凝土有较好的保水养护条件。

3.6

**运梁平车** beam carrier

将在预制厂或桥梁现场预制的钢筋混凝土梁运送到架桥机的专用轮胎式车辆。

3.7

**临时支座** temporary bearing

针对预制梁架设的一种施工方法，实现结构体系转换，一般为可卸落的临时结构。

3.8

**架桥机** T-beam erecting machine

将预制好的混凝土T梁放置到施工好的桥墩上去的架设设备。

3.9

**湿接缝** wet joint

混凝土T梁体间采用现浇混凝土把多片梁连成整体的接缝，分为横向湿接缝、纵向湿接缝。

## 4 基本规定

4.1 在混凝土预制T梁施工开始前，施工单位应组织相关技术人员熟悉设计文件，准确理解设计文件的相关要求，对T梁的结构设计尺寸和关键施工参数进行核对，并对结构进行施工复核及验算，将相关审查问题和可能存在的变更向监理单位报审。

4.2 施工单位应对混凝土T梁工程进行施工调查及现场核对后，根据设计要求、合同条件及现场情况等，编制详细的施工组织设计并报监理审批。

4.3 对混凝土T梁施工中的技术复杂或危险性较大的分部分项工程，施工单位应制订安全可靠、技术可行、经济合理的专项施工方案；对于超过一定规模的危险性较大分部分项工程，所编制的专项施工方案需组织专家论证通过后并经对管理人员和作业人员技术交底方能实施作业。

4.4 对混凝土T梁施工中所使用的临时受力结构和大型临时设施，施工单位应进行专项设计与验算（报监理及第三方验算或专家评审），并编制相应的安装、使用、维护和拆除的作业方案。

4.5 施工单位应根据本项目的总体施工进度，合理选择并配备充足的机械设备和生产工具，且应在施工前对施工机具进行安装调试，并根据混凝土T梁施工的管理和技术特点对管理人员及作业人员进行技术和安全培训。

4.6 施工单位应对混凝土T梁施工作业全过程实施有效的管控措施，保证工程施工质量。工程质量验收应在施工单位自检基础上，按照检验批、分项工程进行。施工完成后，应组织进行工程质量验收。

4.7 施工单位应在本项目安全生产管理体系的基础上，针对混凝土T梁施工制定相应的安全措施，并对施工过程中存在的各种风险源应进行分析、评估，提出防范对策，制订必要的突发事件应急预案。

4.8 针对混凝土 T 梁的施工特点，制订施工全过程保护环境、节能减排和文明施工的实施方案，减少工程施工过程中对环境的污染。

4.9 大型混凝土梁预制场施工前应建立健全施工组织机构，施工人员的配备应满足工程施工的需要，并应在进场时对其进行岗前培训和技术、安全交底。

4.10 对拟在混凝土 T 梁施工中采用的新技术、新工艺、新材料和新设备等“四新”技术，应提前做好试验研究和论证等工作。

## 5 预制厂建设

### 5.1 一般规定

5.1.1 预制厂的规划应根据总体工期安排、制梁数量、架设计划、梁片型号等因素，结合当地气候条件、地形地貌地质条件、制梁周期和生产速度，合理编制建设方案。

5.1.2 预制厂的平面设计应因地制宜，提高土地利用效率。尽量利用工程项目红线范围内土地，不应占用基本耕地和永久基本农田。

5.1.3 预制厂的布局应科学合理，满足项目的生产需求，同时应充分应用各种“四新”技术，提高预制厂的自动化、智能化水平。

5.1.4 预制厂建设过程中应建立完善的质量管理体系，做好工装、设备及大临工程的过程检查和验收工作。

### 5.2 预制厂选址

#### 5.2.1 选址原则

5.2.1.1 预制厂一般宜选择在桥群集中或者特大桥附近位置，以减少运梁距离、提高运架梁的施工效率为基本目的。

5.2.1.2 预制厂应充分考虑选址位置处的交通运输条件，应尽量与既有路网或施工便道相连，以便大型设备和材料进场，基础应满足设备通行的要求。

5.2.1.3 预制厂应充分考虑选址位置处的用电、用水及网络条件，应尽量使用外部供电电源和市政用水。

5.2.1.4 预制厂应充分考虑存梁地基承载力等要求，选取在地形地质较好的地方，以减少土石方、基础加固及拆迁工程。

5.2.1.5 预制厂应便于排泄雨水，不受洪水浸淹，不应设在低洼浸水地带。要尽可能提高地基承载力，防止地基下沉造成直接经济损失。宜选择在地质状况好、地基处理工程量小的地基上。不宜选为预制厂位置主要包括：

- a) 地震断层和设防烈度高于九度的地震区；
- b) 有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等危险区域地段；
- c) 采矿陷落区界限内；
- d) 爆破危险范围内；
- e) 坝或堤决溃后可能淹没的地区；
- f) 重要的供水水源卫生保护区；
- g) 居民集中地带；
- h) 国家规定的风景区及森林自然保护区；
- i) 历史文物古迹保护区；

- j) 对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内。

### 5.2.2 场地调查

预制厂选址前应对其场地进行调查，主要包含以下内容：

- a) 预建设梁厂的地块地类性质调查；
- b) 现场地形地貌及预制厂周边环境，既有建筑物情况；
- c) 现场征地、拆迁情况以及施工现场可能利用的场地情况，可利用作为施工临时设施的房屋情况；
- d) 现场及附近的地下管线、架空线路、高压线等情况；
- e) 场地地质勘查资料，资料不全时应进行实地勘测；
- f) 当地历年气象资料，包括气温情况，季风情况，降雨、雾、积雪、冰冻等情况，向地方水利部门了解、获取预制厂附近河流的历年水文资料；
- g) 预制厂周边的供电情况，施工用电情况，以及水资源和水质情况；
- h) 当地道路、码头、桥涵、隧道的限宽限载情况，确定各施工运输道路的运输能力是否满足要求；
- i) 当地可用的砂石料、机械设备以及劳动力情况；
- j) 当地的风俗民情，以及当地在征地拆迁方面的政策要求；
- k) 预制厂拆除后场地复耕的政策要求。

### 5.3 预制厂布置

#### 5.3.1 预制厂应按如下原则进行布置：

- a) 预制厂应采取封闭式管理，围挡采用通透式围栏或封闭式挡板，设置信息化门禁；
- b) 预制厂地布置须符合工厂化生产的要求，车间布置合理，道路和排水畅通，养护设施一次设置到位，根据预制梁厂功能分区，采用不同厚度和标号混凝土硬化满足现场需求，并适当绿化；
- c) 电器设备按安全生产的要求进行标准化安装，穿越施工便道的电线路采用从硬化地面下预埋的管路穿过或架空越过，施工现场的临时用电应符合 JGJ 46 的规定；
- d) 办公区、生产区和生活区等，做到区域功能分明，并进行适当的绿化；
- e) 各类标示牌、警示牌齐全；
- f) 设置专门的排水系统和废弃物堆放场地，保证工程废水、废弃物不对自然水系和农田造成污染；
- g) 建立钢筋进料、存储、下料、成形流水线生产车间；
- h) 设立专门的预应力材料库房，库房内要保持干燥、清洁，钢绞线要架空存放；
- i) 工具房按专业工种配备，工具房内干燥清洁，工具摆放整齐；
- j) 预制成品存放区及养生平台应平整夯实，不应设在低洼易积水地带，防止受雨水浸泡；
- k) 补充消防，验收，运营维护。

5.3.2 预制厂根据平面布置的方式可分为纵列式、横列式和组合式，在工期及作业条件满足的条件下，宜优先采用纵列式布置预制厂。

5.3.3 预制厂生产线数量应根据 T 梁规格、数量和工期综合确定，一般包括钢筋绑扎区、预制台座区、存梁台座区。

5.3.4 预制场砂石料存放区分为运输通道、细骨料存放区、粗骨料存放区、上料通道等，应按规格、检验状态进行分区存放，并进行相应的地基处理，以满足运料、存料、上料等施工荷载对地基的要求；预制梁对骨料温度有要求时，宜对骨料存放区设置遮阳棚和温度调控设备等必要设施。

5.3.5 预制厂内各设施的布置参数见表 1。

表1 预制厂内主要设施布置参数

序号	项目	建议值
1	生产线间道路宽度	单车道宽度不宜小于 4.5m，双车道宽度不宜小于 7m
2	钢筋绑扎台座横向间距	沿生产线方向净间距不宜小于 3m
3	钢筋绑扎台座与制梁台座间距	沿生产线方向净间距不宜小于 4m
4	制梁台座横向间距	外模外侧净距不宜小于 3m（采用液压模板不宜小于 5m）
5	制梁台座纵向间距	沿生产线方向净间距不宜小于 4m
6	制梁台座与存量台座间距	沿生产线方向净间距不宜小于 4m
7	同一片梁两存梁台座间距（中跨 T 梁）	梁长-2 倍的梁端横隔板中线距离梁端距离
8	同一片梁两存梁台座间距（边跨 T 梁）	梁长-梁端横隔板中线距离梁端距离-支座中心线距离梁端距离

5.4 预制厂建设及设施

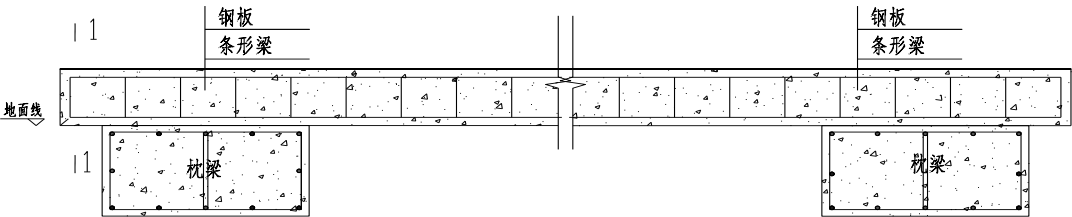
5.4.1 钢筋加工车间应按如下原则进行建设：

a) 预制厂钢筋加工车间配置根据钢筋（材）加工量的大小、工期等要求设置宜符合表 2 规定；

表2 钢筋加工车间规模及场地面积

规模	加工总量 G（t/年）	场地面积 S（m <sup>2</sup> ）
大	G>10000	3500
中	6000≤G≤10000	2000
小	G<6000	1500

- b) 钢筋加工车间宜采用轻钢结构全封闭厂房，钢结构厂房应进行专项设计，高度应满足行车或龙门吊操作空间，且不宜小于 8m，厂房应设置避雷、防风设施；
- c) 钢筋加工车间空间布置应包括原材料待检区、原材料堆放区、半成品加工区、半成品存放区、废料存放区、工器具存放区、检测存放区、内部通道；
- d) 钢筋加工车间各区域设置明显标识标志线，场内道路应人车分离；
- e) 钢筋加工宜采用数控钢筋弯箍机、数控钢筋弯曲中心、数控锯切生产线、数控钢筋调直切断机等；
- f) 半成品钢筋，应按其检验状态与结果、使用部位进行标识，分类存放；
- g) 制梁区应按如下原则进行建设：
- h) 制梁区应包括钢筋绑扎区、预制台座、行车通道等主要设施；
- i) 钢筋绑扎区设置钢筋绑扎胎架，钢筋半成品堆放区、工器具存放区；
- j) 钢筋绑扎区应进行硬化，胎架应设置于硬化场地并固定牢固；
- k) 预制台座基础施工前应实测地基承载力，必要时采取压实及换填措施，确保地基不发生不均匀沉降，满足地基承载力要求数值；
- l) 预制台座形式宜采用钢筋混凝土结构或钢结构；
- m) 钢筋混凝土台座混凝土标号宜不低于 C30，制梁台座高出硬化面外露高度不宜低于 25cm。预制台座底模宜采用厚度不小于 6mm 的不锈钢板，见图 1；





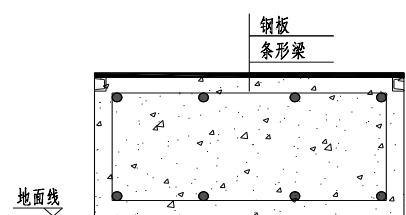


图1 混凝土台座

n) 钢结构台座采用型钢制作，可采用工字钢或者其它合适型材，见图 2；

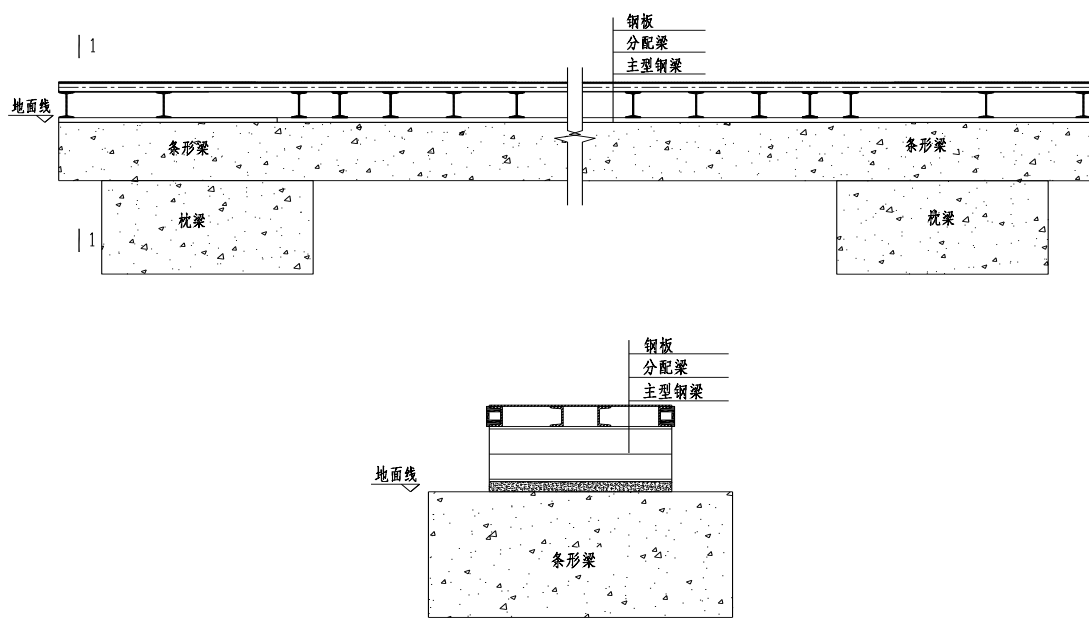


图2 钢结构台座

- o) 底模应根据设计要求设置预拱，预拱值设置可通过包边型钢来调节预拱线型，预制台座施工完成后应对预制台座的长度、纵坡及预拱值进行验收，预制台座验收表见附录 D；
- p) 侧模与底模两侧相接处应设置止浆措施，可采用空心橡胶止浆管、燕尾式橡胶止浆条或方形软橡胶止浆条，如图 3、图 4 和图 5 所示；

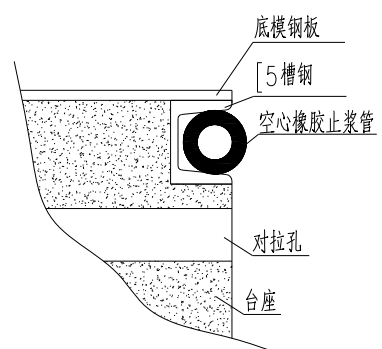


图3 空心橡胶止浆管

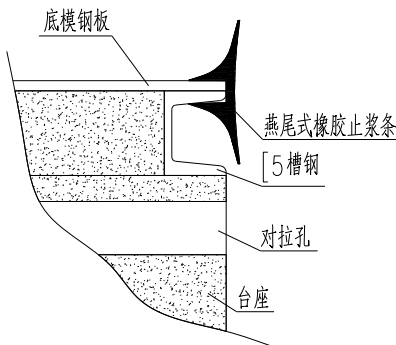


图4 燕尾式橡胶止浆条

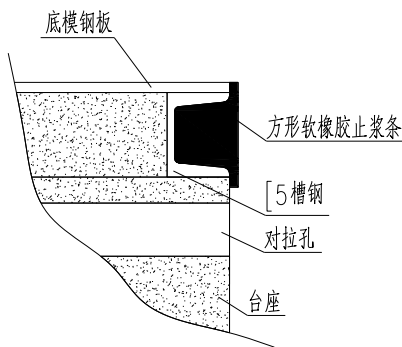


图5 方形软橡胶止浆条

- q) 台座两侧端头集中受力部位应设扩大基础或枕梁，根据揭露的地质情况，以现场试验地基承载力特征值验算台座受力情况，并沿台座布设养护管线；
- r) 台座表面应光滑、平整，在 2m 长度上平整度的允许偏差不超过 2mm，且应保证底座或底模的挠度不大于 2mm，每个台座上应设置不少于 6 个的沉降观测点，如图 6 所示；

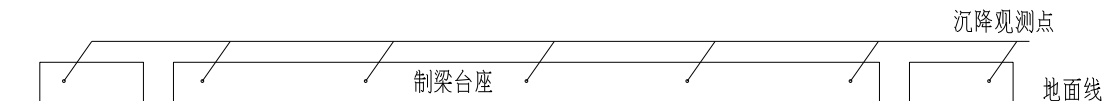


图6 台座沉降观测点

- s) 制梁台座的数量应结合制梁设备配置状况、制梁工序、制梁周期及生产速度等因素确定，并考虑一定的富余，主要考虑每天的梁场最大生产能力及架梁生产能力，制梁台座数量应按照公式 (1) 计算；

$$N_t = \eta T_t \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $N_t$ ——预制厂最少制梁台座数量（个）；
- $\eta$ ——预制厂每天生产 T 梁的数量（个，榀/d）；
- $T_t$ ——每榀 T 梁占用台座时间（天/榀），建议选 12 天/榀。

- t) 预制台座设置预埋钢板坡度调节装置,可采用砂坑式、楔形垫块式或铰接式纵坡调节工装。其调节坡度与 T 梁对应支座的坡度匹配,保证 T 梁架设时支座钢板与支座的密贴,如图 7、图 8 及图 9 所示;

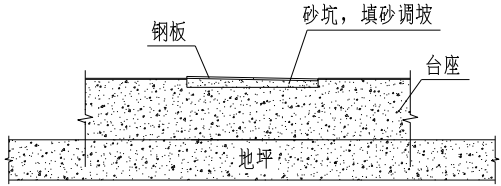


图7 砂坑式调坡工装

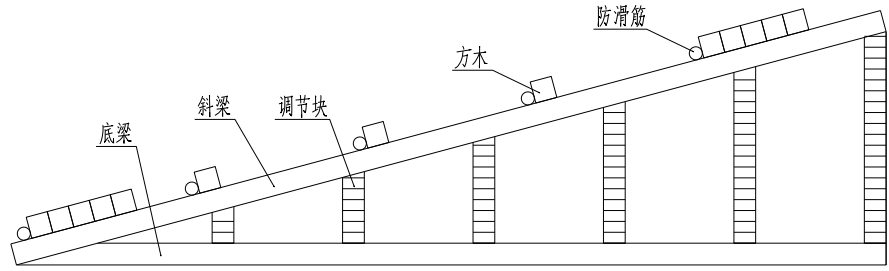


图8 楔形垫块式调坡工装

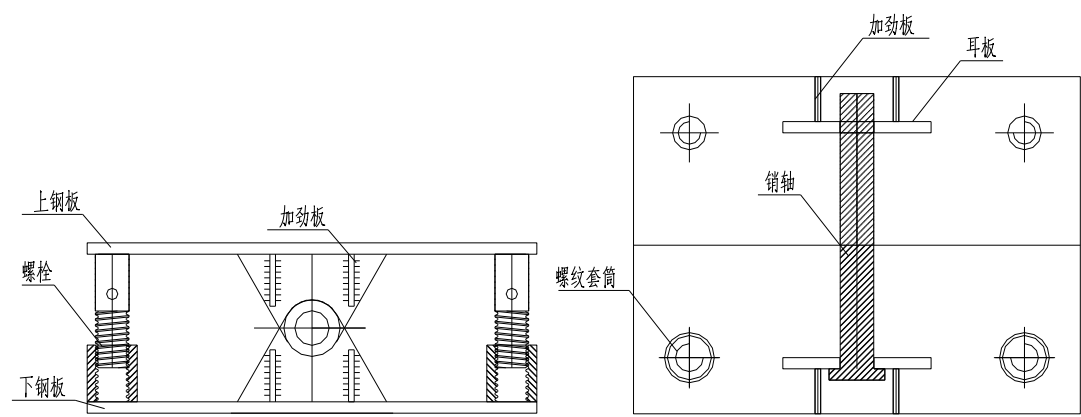


图9 铰接式调坡工装

- u) 当混凝土 T 梁采用液压侧模板预制时,预制台座宜选用长线布置,每条预制线的台座数量应根据液压侧模板的预制施工效率进行计算并确定;
- v) 液压侧模板的预制台座高度应根据模板结构尺寸具体确定,在进行台座施工前,应取得液压侧模板的相关设计参数,对预制台座进行专项设计;
- w) 注意台座和轨道之间的距离,应充分考虑龙门吊是否影响提梁。
- 5.4.2 存梁区应按如下原则进行建设:
- a) 存梁台座应采用混凝土台座,台座基础强度应经过验算,地基满足地基承载力要求,如图 10 所示;

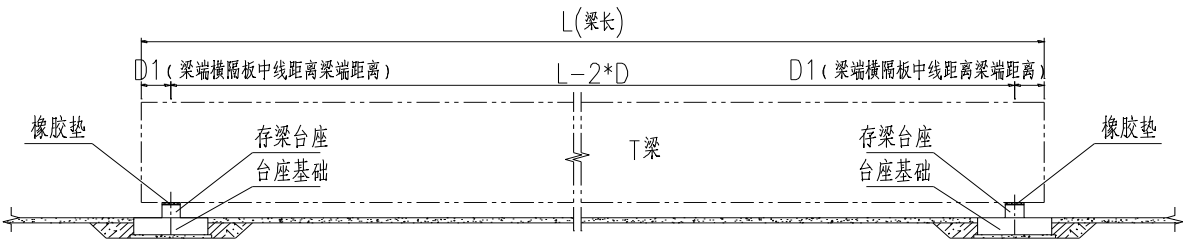


图10 混凝土存梁台座

- b) 存梁台座应坚固稳定，且高出地面高度不小于 200mm；
- c) 存梁数量应按公式（2）计算：

$$N_2 = \eta \ T_2 \ K \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$N_2$ ——预制厂最少存梁数量（个）；

$\eta$ ——每天生产T梁的数量（个，榀/天）；

$T_2$ ——单榀T梁占用存梁台座时间（天/榀），存放时间不宜超过3个月，特殊情况应不超过5个月；

$K$ ——存梁系数，单层存梁时取1，双层存梁时取0.7。

d) 存梁区宜设置专用检验台座，用于 T 梁出场前梁底检查验收，一般为支墩结构，支墩高度不宜小于 1.2m。

- 5.4.3 办公生活区应实现场区工作人员生活、办公的功能，宜设置独立的水电保障和消防系统，应满足具体建设规划要求。
- 5.4.4 拌合厂建设应综合考虑施工生产情况，合理划分拌合作业区、材料计量区、材料库、运输车辆停放区、试验区、集料堆放区及生活区，内设洗车池（洗车台）、污水沉淀池和排水系统。
- 5.4.5 场内道路采用合适标号混凝土进行硬化，主要用于运梁平车、罐车、材料运输车等各类车辆的通行。
- 5.4.6 预制厂供电系统应按照以下规定执行：
  - a) 现场施工临时用电应符合 GB 50194、JGJ 46 的规定，且应编制专项施工临时用电组织设计；
  - b) 预制厂内固定式供用电宜采用埋地方式；
  - c) 龙门吊供电应采用滑线形式，滑线可采取地埋或架空方式布设；
  - d) 配电箱、开关箱应选用专业厂家定型、合格产品，进行统一编号并明确责任人、联系方式，可使用插拔式配电箱和遥控式用电设备，开关箱应做到“一机、一箱、一闸、一漏”，有门、有锁和防雨、防尘；
  - e) 发电机及配电箱防护棚围栏可采用主框和防护网片组拼，围栏高不应小于 2m，设置单开棚栏门，围栏正面悬挂操作规程牌、警示牌及电工姓名和电话，围栏涂黄色油漆；
  - f) 预制场应配置自备发电电源，其功率应能保证场区局部区域最大用电要求，特别是应保证混凝土作业系统的连续作业要求。自发电设备为柴油发电机组，其功率应根据混凝土拌和设备、运输设备、振捣设备以及办公生活设备的总功率计算确定。
- 5.4.7 供水系统应按照以下规定执行：
  - a) 现场施工用水、水池、管路等均应进行专项设计；
  - b) 预制厂配水管的设置及管径应根据预制厂布局、给水规模确定，其走向应沿道路、通道和轨道基础布置，并应缩短管线长度，尽量避免跨越主要通道和道路、轨道基础等。
- 5.4.8 混凝土 T 梁养生宜采用台座预埋伸缩旋转喷淋系统，旋转喷头沿台座纵向设置，喷头间距宜控

制在 250cm~400cm 范围内，应避免 T 梁横隔板位置，梁顶及端头区域单独设置喷淋头，见图 11。

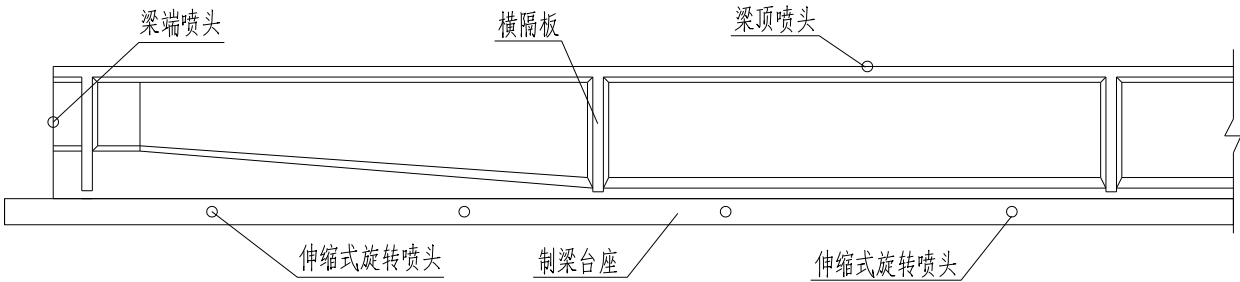


图11 伸缩式旋转喷头埋设位置布置图

- 5.4.9 冬季施工宜设置固定或可移动式大棚等蒸养设施。
- 5.4.10 预制厂吊装设备应按照如下规定执行：
- a) 混凝土 T 梁预制生产中，吊装模板、钢筋骨架、混凝土浇筑等的提升设备宜采用门式起重机；
  - b) 门式起重机轨道末应设置端头限位装置；
  - c) 门式起重机应设夹轨器、锚碇装置或其他抗风防滑装置。
  - d) 预应力张拉设备应按照如下规定执行：
  - e) 预应力张拉和压浆应使用智能设备；
  - f) 智能化张拉和压浆系统应包括张拉压浆设备、数据管理系统和自动记录系统等；
  - g) 张拉千斤顶额定荷载宜为设计张拉力的 1.5 倍，且不应小于 1.2 倍。
- 5.4.11 信息化、智能化建设宜按照如下规则进行：
- a) 可采用二维码技术记录反映梁片各类信息，信息内容需包含梁体编号、设计参数、钢筋、混凝土、张拉压浆过程记录、预制时间等；
  - b) 可采用“BIM（建筑信息模型）+MES（工厂加工执行系统）”等先进信息化手段进行质量、安全、进度全方位协同管理，实现预制构件生产过程的信息管理，实现预制构件的质量可追溯性；
  - c) 可设置信息化门禁系统，系统需实现“人车分流”“实名制”功能，并在预制厂门口设置信息显示终端大屏；
  - d) 在预制厂内可设置全方位视频监控系统，便于对施工过程进行监管；
  - e) 处于环境敏感区的预制厂可设置环境在线监测系统；
  - f) 关键工序可采用智能设备并设置数据上传功能；
  - g) 在钢筋、混凝土、专用材料管理中可使用“物联网”技术，提升管理水平。

## 6 预制施工

### 6.1 模板工程

#### 6.1.1 一般规定

- 6.1.1.1 混凝土 T 梁模板应由专业厂家进行设计和制造，应满足 JTG/T 3650-2020 第 5.3.1 节的相关要求。
- 6.1.1.2 混凝土 T 梁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。
- 6.1.1.3 混凝土 T 梁模板宜进行标准化、工具化设计，提高模板的整体通用性和使用便利性。
- 6.1.1.4 混凝土 T 梁模应根据施工要求预留与模板连接用的孔洞、埋件，预留位置应符合设计或施工要求。

6.1.2 模板设计

6.1.2.1 总体设计

6.1.2.1.1 混凝土 T 梁模板系统由底模、侧模和端模组成，其中底模与预制台座一体设计、施工。侧模模板应采用钢模板，根据结构形式，可分为常规侧模板和液压侧模板，常规侧模板结构如图 12 和图 13，液压侧模板结构如图 14 和图 15，钢模板的设计应符合 GB 50017 的规定，钢模板的验收应符合 GB 50205 的规定。

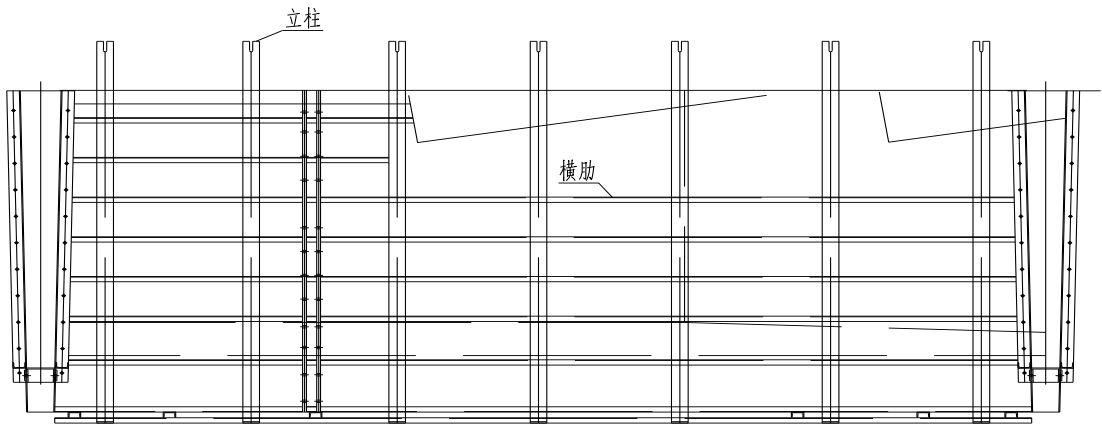


图12 常规侧模侧面示意图

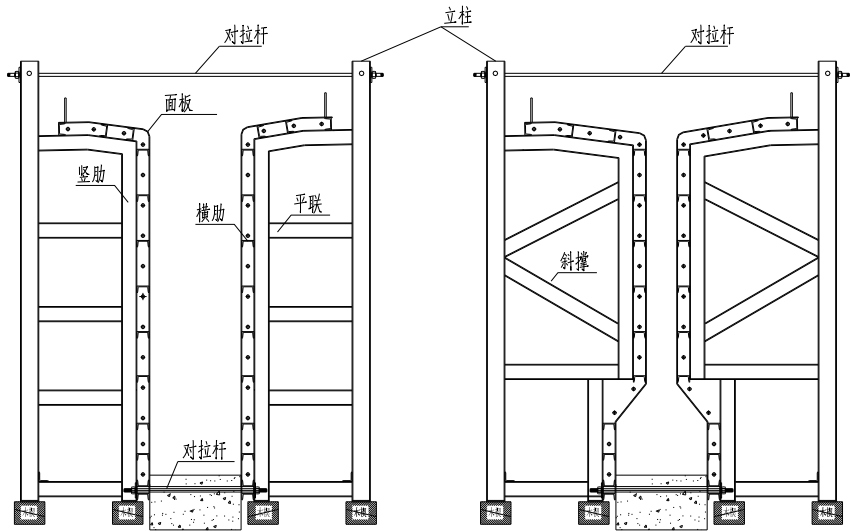


图13 常规侧模横断面示意图

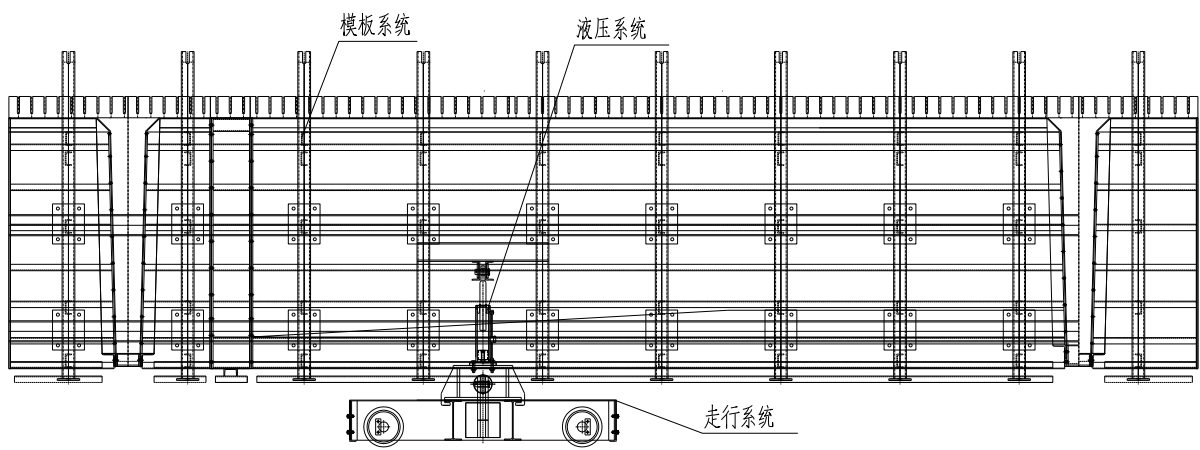


图14 液压侧模侧面示意图

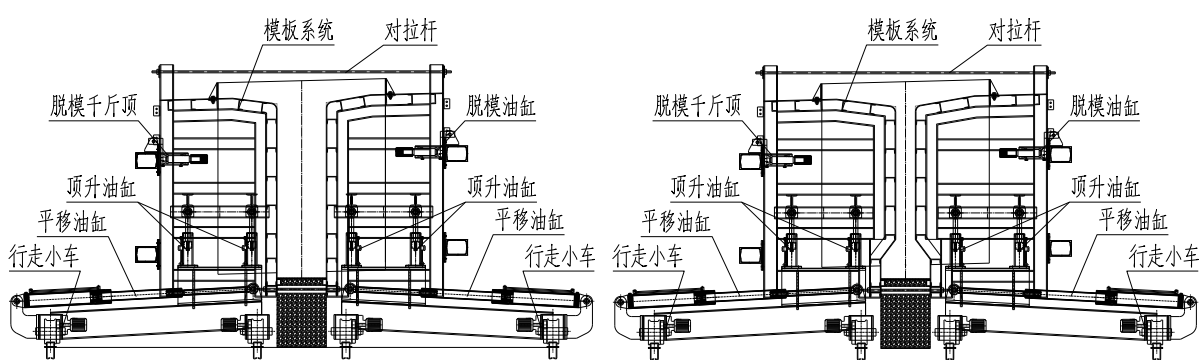


图15 液压侧模侧面示意图

6.1.2.1.2 侧模、端模的套数与预制台座个数之间的比例宜不小于 1:5(采用液压模板时不小于 1:6)，具体可采用进位取整公式 (3) 计算数量。

$$N=ROUND (Q * E / T + 0.5, 0) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$N$ ——模板套数（套）；

$Q$ ——预制工程量（榀）；

$E$ ——单套模板预制工效，一般采用常规模板时取2（天·套/榀）～3（天·套/榀），液压模板取 1.5（天·套/榀）～2.5（天·套/榀）；

$T$ ——预制施工工期（天），计算时应扣除春节、冬休等停产期，且通常考虑有效工作时间系数0.9。

6.1.2.1.3 T 梁模板面板（包括底模钢板）可采用普通钢板、不锈钢板或复合不锈钢板，模板面板厚度宜不小于 6mm。

6.1.2.1.4 当预制 T 梁设计图纸中折角处未设置圆弧倒角或角度偏小，且易导致模板拆除困难或拆除后梁体缺边掉角时，应充分与设计 and 监理沟通，调整结构角度或增设圆弧倒角，方便现场模板拆除工作。

6.1.2.2 侧模设计

6.1.2.2.1 常规侧模板设计应根据 T 梁横隔板间距、吊装及运输情况进行分节段设置，最大节段长度

不宜超过 3.5m。

- 6.1.2.2.2 液压侧模板应根据 T 梁的长度进行整体、通长设计，模板整体长度及横隔板间距等参数应结合 T 梁各部分尺寸综合确定，预制梁长通过调整端模安装位置确定。
- 6.1.2.2.3 液压侧模板主体结构分为三部分，分别为模板系统、液压系统和走行系统，其中模板系统与常规侧模板结构相似。
- 6.1.2.2.4 液压侧模板的液压系统应具备水平拆合模、竖向角度调节等功能；模板整体纵向走行宜采用电动自走行装置，不应采用卷扬机牵引。
- 6.1.2.2.5 边梁侧模设计时，应根据设计图纸的要求设置滴水槽，滴水槽宜为半弧形，且线型顺直。
- 6.1.2.2.6 侧模支撑立柱应整体外移，距离环形外露钢筋外侧边缘至少 5cm，以避免翼缘环形钢筋与侧模支撑立柱冲突，如图 16 所示。

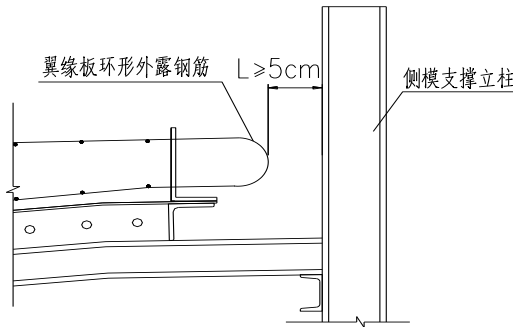


图16 模板立柱避让翼缘钢筋

- 6.1.2.2.7 侧模设计应考虑 T 梁的横坡设置，当横坡坡度种类较多时，应考虑模板的横坡调节功能，坡度取值应根据设计图纸确定。
- 6.1.2.3 端模设计
  - 6.1.2.3.1 端模宜采用分体式设计，即由翼缘板端模与腹板端模组成，可采用螺栓等连接进行装拆。
  - 6.1.2.3.2 端模板上宜设置拉环，以方便拆模，如图 17 所示。

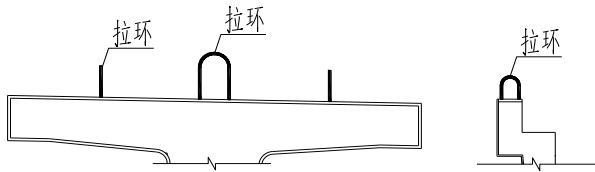


图17 端模板拉环设置

- 6.1.2.3.3 在取得监理及设计同意的情况下，宜在梁体端模底部设置倒角，倒角尺寸宜为 30mm×30mm，后期湿接头底模安装时，应保证底模在该处连接的严密性，如图 18 所示。



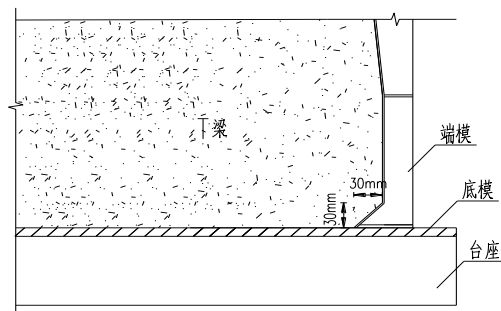


图18 端模底部倒圆角设置示意

6.1.2.4 其它模板设计

6.1.2.4.1 翼缘板外侧模板应采用梳齿钢模板，其厚度不应小于 8mm，长度宜采用 1.5m/节，间距与翼缘板外漏钢筋相匹配；翼缘梳齿钢模板与侧模宜采用螺栓连接，便于安装与拆除，如图 19 所示，预制梁翼缘板横坡设置统计表见附录 E。

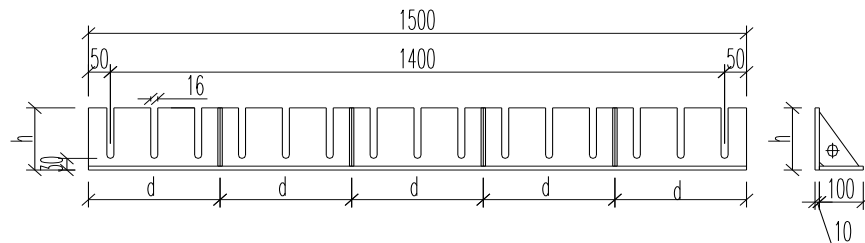


图19 翼缘梳齿模板示意（单位：mm）

- 6.1.2.4.2 横隔板底模应与侧模分开设计，保证在侧模板拆除后可继续对横隔板起到支撑作用。
- 6.1.2.4.3 对于同跨 T 梁梁长不同的，应设置调节模板，通过模板调整梁长；调节模板应为模数化长度，且长度不宜小于 5 cm。

6.1.3 模板安装

- 6.1.3.1 底模、侧模、端模以及其它小型模板在安装前均应经过检查和验收，确认模板完好、面板干净且脱模剂涂刷合格后，方可进行安装。
- 6.1.3.2 模板安装应满足 JTG/T 3650-2020 第 5.3.2 条的相关规定和第 5.3.6 条表 5.3.6-2 的质量标准，还应满足本文件第 6.1.3.3 条、第 6.1.3.5 条的规定。
- 6.1.3.3 侧模安装要求：
- a) 侧模支架底部可采用可调式底托或方木楔形块进行支撑，保证侧模的稳定性；
  - b) 侧模支架的桁架顶、底侧均应设置对拉螺杆，并应按照模板设计的对拉杆数全部拉紧；
  - c) 液压侧模板应利用走向系统运行到位后，利用液压系统完成合模操作，横隔板处模板采用后安装方式，预留钢筋孔应采用有效封堵措施进行封堵，避免漏浆。
- 6.1.3.4 端模应采用人工配合起吊设备进行安装，宜使用螺栓将端模与侧模连接固定，并宜使用双面胶将锚垫板面与端模板面贴紧。
- 6.1.3.5 其他要求：
- a) 横隔板底模应设置支撑工装，横隔板端模宜使用螺栓与横隔板侧模连接固定；
  - b) 模板安装时需止浆的部位及止浆措施见表 3。

表3 止浆部位及对应措施

序号	部位	止浆措施	备注
1	侧模与底模相接处	空心管、燕尾式或矩形橡胶止浆条	
2	底模与端模相接处	橡胶止浆条或双面胶	
3	端模与侧模相接处		
4	横隔板底模与侧模相接处		
5	活动底模处提梁点		
6	横隔板端头模与侧模相接处		
7	翼缘板外露环形钢筋处	防水胶带	
8	端模及横隔板外露钢筋周边	定制垫帽式橡胶止浆圈+泡沫填缝剂	
9	端模外露预应力管道周边	定制环形橡胶圈+泡沫填缝剂	

6.1.4 模板拆除

- 6.1.4.1 模板的拆除应满足 JTG/T 3650-2020 第 5.5 节的规定。
- 6.1.4.2 各模板具体拆除顺序、条件、方法及注意事项应符合表 4 要求。

表4 模板拆除顺序、时间及方法注意事项

顺序	模板类别	拆除条件	方法及注意事项
1	横隔板端模	满足 JTG/T 3650-2020 要求。	应拧出横隔板端模固定螺栓后拆除。
2	端模	满足 JTG/T 3650-2020 要求。	端头模板拆除时，宜使用卷扬机或手拉葫芦牵引拉环，使模板外移，不应用撬杆直接接触混凝土面。
3	侧模	满足 JTG/T 3650-2020 要求；达到设计要求的混凝土拆模强度，设计无要求时，应进行计算和试验确定具体拆模强度。	侧模的拆除宜使用龙门吊与丝杆底托配合工作；拆除前应先将拆除对拉螺杆、负弯矩齿块处锚垫板螺栓等。液压模板应先拆除横隔板处模板，再利用脱模千斤顶和水平千斤顶共同作用将模板水平脱开完成脱模。
4	横隔板底模、底模	满足 JTG/T 3650-2020 要求；T 梁底模拆除应在施加预应力之后。	横隔板底模拆除后，应继续对端横隔板进行支撑。

6.1.5 模板清理、维护及存放

- 6.1.5.1 模板拆完后，应及时清除模板表面和接缝处的灰渣、杂物，应对表面不平整处进行整修，并进行除锈、抛光，擦拭干净。
- 6.1.5.2 对于模板有变形、裂纹等损坏的部位应及时修理，且应清点和维修保养、保管好模板零星部件，有缺损应及时补充，以备下次使用。

6.1.6 脱模剂

- 6.1.6.1 涂脱模剂前，确保模板表面的清洁、干燥，涂抹方式可采用喷涂或滚涂。
- 6.1.6.2 脱模剂应根据环境、天气等综合因素选择合适的品种（油性或水性），且应对专用脱模剂效果进行验证比选，不应使用废机油、废柴油等进行勾兑。

6.2 钢筋工程

6.2.1 一般规定

- 6.2.1.1 混凝土 T 梁的钢筋宜采用整体或者分块绑扎成型的施工工艺。
- 6.2.1.2 混凝土 T 梁所采用钢筋连接方式应根据设计要求和施工条件选用。

6.2.2 钢筋加工

- 6.2.2.1 半成品钢筋加工应采用工厂化集中加工模式，加工前应根据设计大样图编制钢筋加工大样图。

- 6.2.2.2 应根据钢筋加工大样图、半成品钢筋的种类和进场钢筋的规格编制钢筋配料单。
- 6.2.2.3 钢筋切断、钢筋调直、钢筋弯曲以及加工质量等具体应满足 JTG/T 3650—2020 第 4.2.1~4.2.6 条及 JTG F80/1—2017 第 8.3.1 条的相关规定。
- 6.2.2.4 钢筋半成品加工完成后，应先存放至待检区，待检验合格后转入已检区，且应分类整齐存放在规划区域内，宜实行货架管理，设置明显的存放区标识牌、货架、半成品钢筋信息标签（宜采用二维码标识）。
- 6.2.2.5 半成品钢筋应采用带有货架的运输设备进行运输，避免钢筋变形。

6.2.3 钢筋绑扎

6.2.3.1 胎架设计与制作

- 6.2.3.1.1 混凝土 T 梁的钢筋绑扎胎架数量应根据预制台座数量和进度计划确定，一般与生产线预制台座数量比值不宜小于 1:7。
- 6.2.3.1.2 混凝土 T 梁钢筋绑扎胎架应包括腹板钢筋绑扎胎架、翼缘板钢筋绑扎胎架和横隔板钢筋绑扎胎架，相应结构可参考图 20、图 21 和图 22。

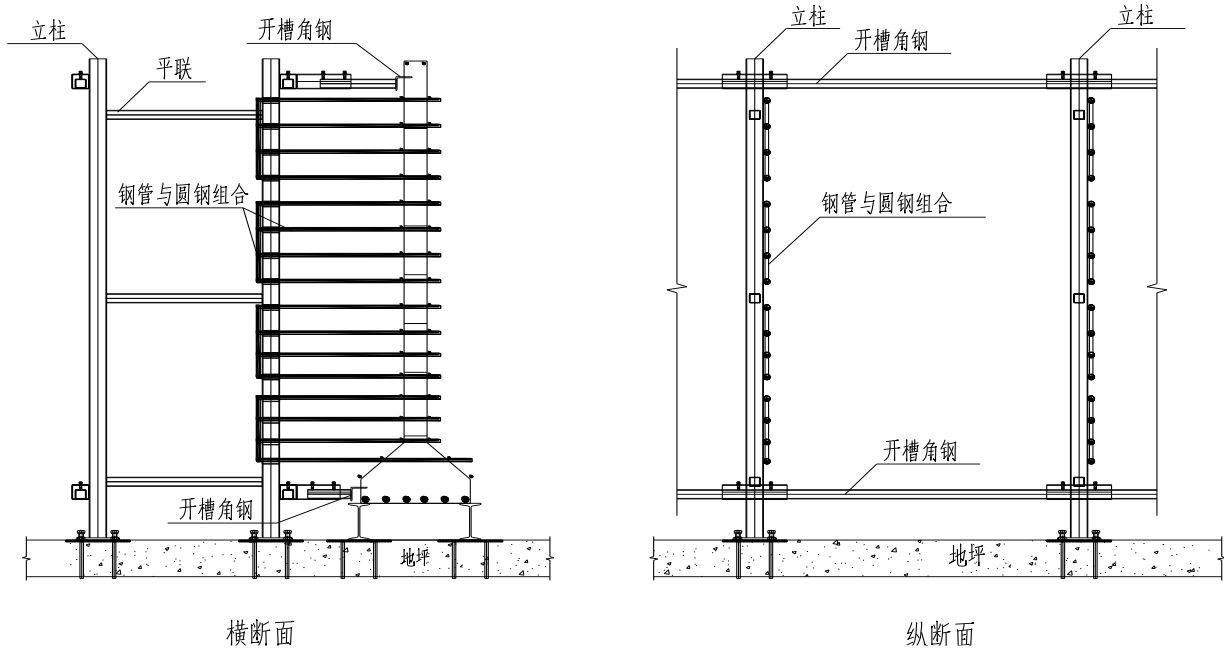


图20 T 梁腹板钢筋绑扎胎架示意图

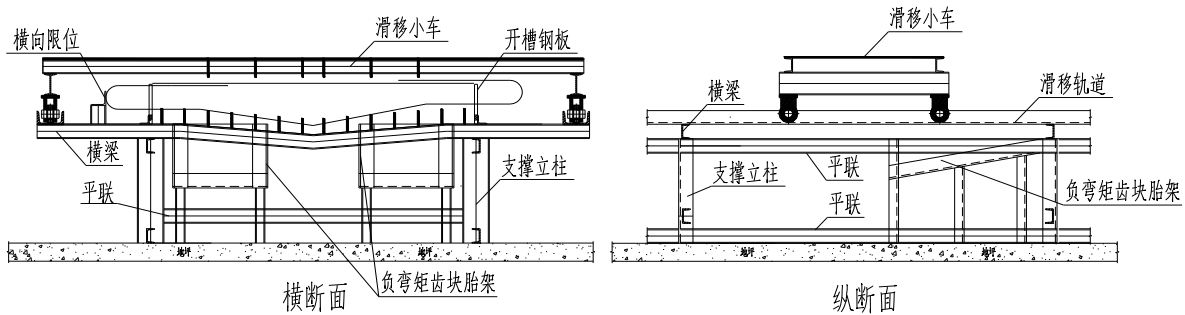


图21 T 梁翼缘板钢筋绑扎胎架示意图

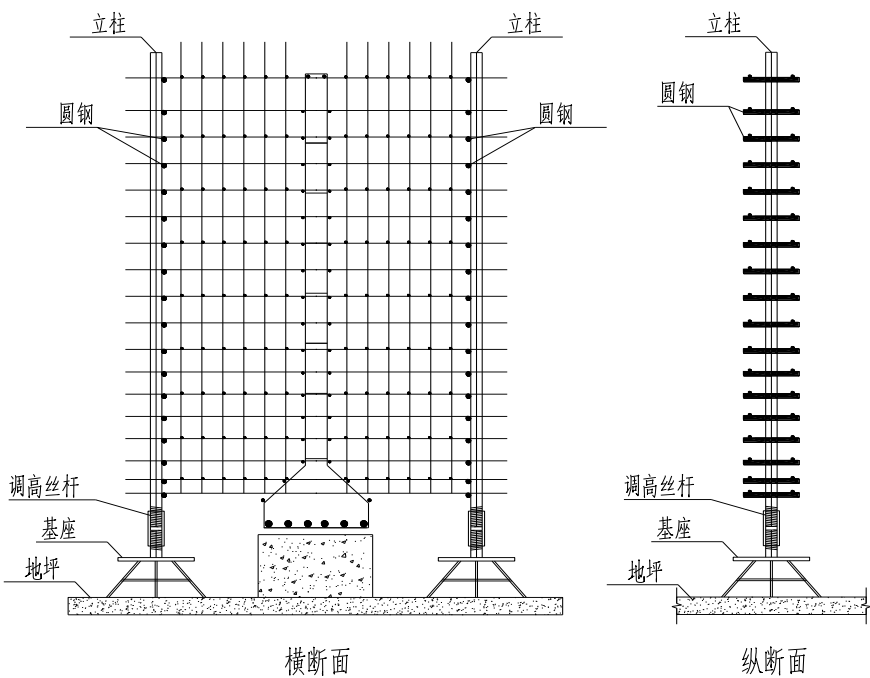


图22 T 梁横隔板钢筋绑扎胎架示意图

6.2.3.1.3 钢筋绑扎胎架应采用型钢加工制作，制作时应根据设计图纸中的梁段结构尺寸、设计保护层和允许偏差等进行专项设计，具体尺寸按图纸规定值和标准要求值确定，如图 23 所示。

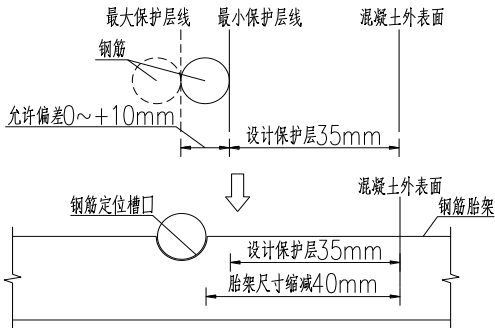


图23 钢筋绑扎胎架尺寸设计示意图

6.2.3.1.4 钢筋绑扎胎架制作完成后，应进行专项验收，其制作精度及验收方法应符合表 5、表 6 和表 7 要求。

表5 T 梁腹板钢筋绑扎胎架验收标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差（mm）	检查方法和频率
1	骨架刚度	胎架试用后的位置变动	±2	全站仪：测 30%的胎架骨架片
2	箍筋定位梳齿板	间距	±4	游标卡尺：按梳齿板总数 100%检测
		齿宽	±2	游标卡尺：按梳齿板总数 30%抽测
3	纵向水平钢筋定位插销	高度位置（所需定位钢筋设计图纸位置）	±4	尺量：每个插销组合件，核对其中任何一根插销位置
		插销间距	±4	游标卡尺：按插销总数 100%检测

表6 T 梁翼缘板钢筋绑扎胎架验收标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差 (mm)	检查方法和频率
1	骨架刚度	胎架试用后的位置变动	±2	全站仪：测 30%的胎架骨架片
2	箍筋定位梳齿板	间距	±4	游标卡尺：按梳齿板总数 100%检测
		齿宽	±2	游标卡尺：按梳齿板总数 30%抽测
3	纵向水平钢筋定位销	平面位置（所需定位钢筋设计图纸位置）	±4	尺量：每个定位销组合件，核对其中任何一根插销位置
		定位销间距	±4	游标卡尺：按定位销总数 100%检测
4	剪力钢筋定位	横向（所需定位钢筋设计图纸位置）	±4	尺量：抽 10%剪力钢筋
		高度（所需定位钢筋设计图纸位置）	±4	
		定位销间距	±4	游标卡尺：按定位销总数 100%检测

表7 T 梁横隔板钢筋绑扎胎架验收标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差 (mm)	检查方法和频率
1	横向水平钢筋定位销	高度位置（所需定位钢筋设计图纸位置）	±4	尺量：按定位销总数 100%检测
		定位销间距	±4	游标卡尺：按定位销总数 100%检测

- 6.2.3.1.5 腹板钢筋绑扎胎架上应清楚标识预应力管道定位筋的安装位置，其中定位筋的安装位置应满足设计图纸和规范值要求。
- 6.2.3.1.6 在翼缘板钢筋绑扎胎架上宜设置可移动平台，提供翼缘板钢筋绑扎和剪力筋定位安装的操作平台。
- 6.2.3.1.7 钢筋绑扎胎架应采用防锈措施，宜按要求涂刷统一油漆，并对胎架进行编号。

6.2.3.2 钢筋骨架制作

- 6.2.3.2.1 钢筋骨架应分步制作，腹板钢筋、翼缘板钢筋及负弯矩齿块钢筋应分别在各自的钢筋绑扎胎架上制作。
- 6.2.3.2.2 横隔板钢筋应在腹板钢筋吊装至预制台座后，利用横隔板钢筋绑扎胎架在预制台座上绑扎。
- 6.2.3.2.3 制作钢筋骨架时，应对钢筋骨架吊点及其附近的 4 个钢筋绑扎点均进行加强，可采用 3 根扎丝绑扎或点焊连接方式，如图 24 所示。

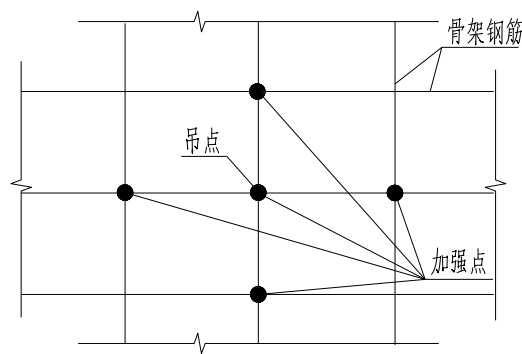


图24 吊点附近加强示意图

6.2.3.2.4 钢筋骨架绑扎与安装的其它事项应满足 JTG/T 3650-2020 第 4.4 节的相关规定，质量要求应满足 JTG F80/1-2017 中第 8.3.1 条以及表 8.3.1-1 的相关规定。

6.2.3.3 保护层垫块安装

6.2.3.3.1 保护层垫块应在钢筋骨架加工制作时同步安装并验收，腹板水平钢筋应采取圆形穿心垫块，其他部位混凝土保护层垫块宜采用梅花形垫块，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，如图 25 所示。

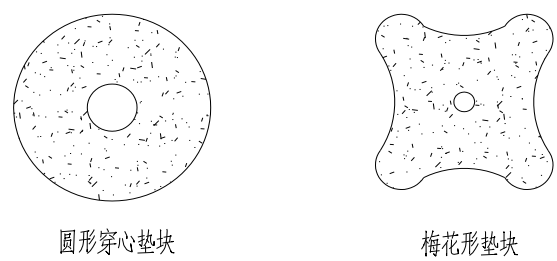


图25 圆形穿心垫块和梅花形垫块示意图

6.2.3.3.2 保护层垫块应呈梅花形布置，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>，变截面部位和主筋布置部位垫块应适当加密。

6.2.3.3.3 采用其他材料制作垫块时，除应满足使用强度的要求外，其材料中不应含有对混凝土产生不利影响的成分。垫块的制作厚度不应出现负误差，正误差应不大于 1mm。

6.2.3.3.4 用于重要工程或有防腐蚀要求的混凝土结构或构件中的垫块，宜采用专门制作的定型产品，且该类产品的质量同样应符合本文件 6.2.3.3.1 的规定。

6.2.3.3.5 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。

6.2.3.3.6 混凝土浇筑前，应对垫块的位置、数量和紧固程度进行检查，不符合要求时应及时处理，应保证钢筋的混凝土保护层厚度满足设计要求。

6.2.4 钢筋骨架吊装

6.2.4.1 钢筋骨架吊具设计及制造

6.2.4.1.1 钢筋骨架的吊装作业应采用专用吊具并进行专项设计，可采用无缝钢管、型钢等材料制作，且应有足够的强度和刚度，如图 26 所示。

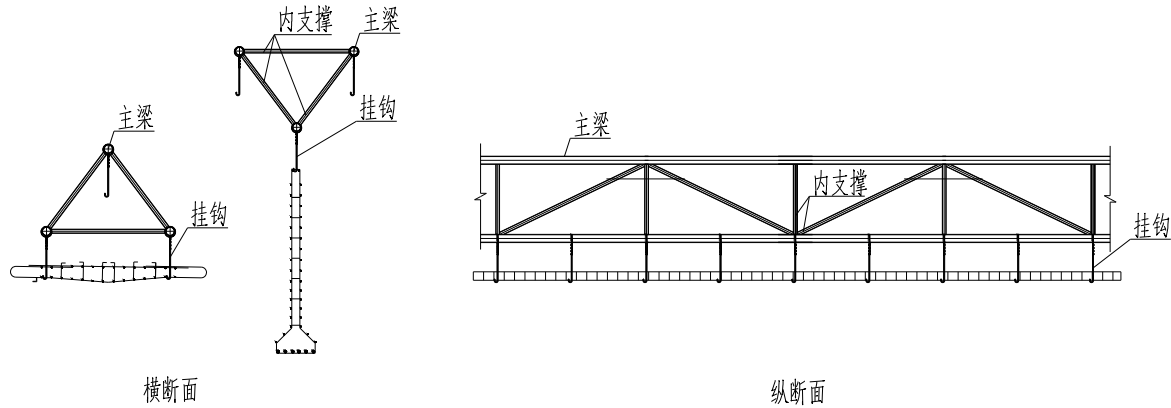


图26 钢筋骨架专用吊具

6.2.4.1.2 钢筋骨架吊具应采用多点平衡式吊装，腹板钢筋应设单排钢筋吊点，翼缘板钢筋应设双排吊点，吊点间距不应大于 50cm；吊具的上吊点宜布置于梁长的  $L/8$ 、 $L/4$  处、 $L/2$  处。

6.2.4.2 钢筋骨架吊装

6.2.4.2.1 钢筋骨架应按照腹板钢筋吊装至底模、横隔板钢筋绑扎、安装侧模板、翼缘板钢筋与负弯矩齿块钢筋整体顺序进行吊装。

6.2.4.2.2 钢筋骨架起吊前应仔细调整各吊点钢丝绳材质、长度，使其松紧程度一致；钢筋骨架吊离胎架 100mm 时，应再次检查并调整，使各吊点使其受力均匀。

6.2.4.2.3 钢筋骨架吊装前，应测量出骨架中心点和底模中心点，并引点 2~5 个并设置标志，据此控制钢筋骨架的安装；吊装入模后，应对中心点和引点位置进行复核。

6.2.4.2.4 腹板钢筋骨架吊装就位前，可在台座上设置腹板钢筋吊装限位装置（纵向间距宜为 4m~6m），辅助钢筋骨架入模定位，如图 27 所示。

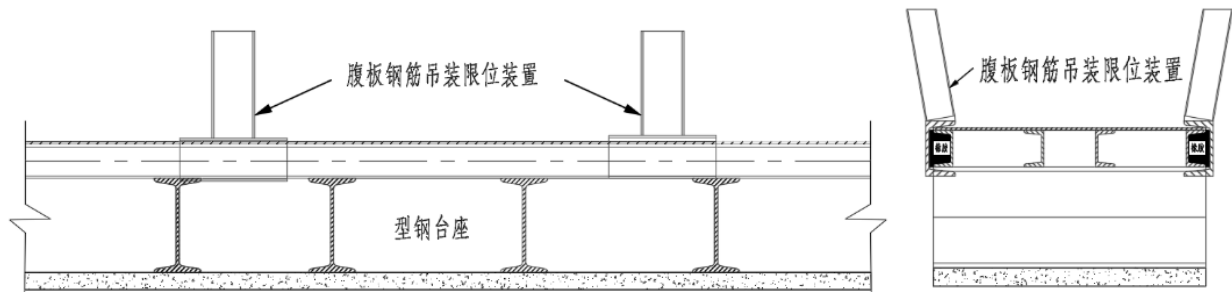


图27 腹板钢筋吊装限位工装

6.2.4.2.5 翼缘板钢筋吊装入模后，环形外露钢筋可采用通长方钢、槽钢等横向限位，通长钢筋竖向限位，如图 28 所示。

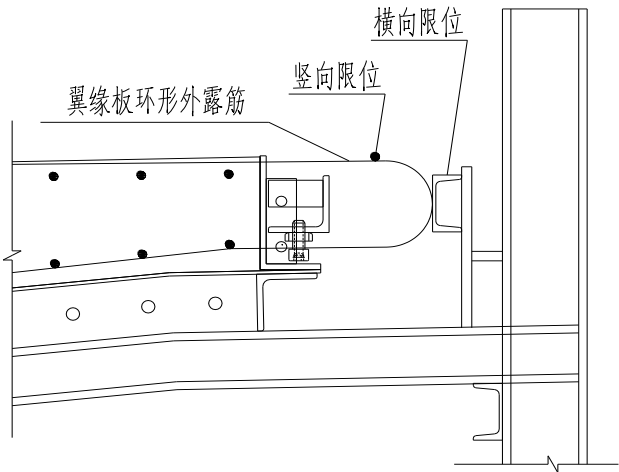


图28 翼缘板钢筋端头限位

6.2.4.2.6 钢筋骨架入模安装后，应对主筋间距进行检查和精确调整。

6.2.4.2.7 腹板钢筋安装完成后，应对底模上的杂物进行清理，完成后再进行侧模安装；翼缘板钢筋安装完成，应再次清理模板内杂物。

6.2.5 预埋件（筋）安装

- 6.2.5.1 对各类预制构件编制预埋件专用清单和专用图册，并设计制作预埋专用定位工装，宜配置专人管理。
- 6.2.5.2 预埋钢板的坡度取值应根据设计图纸的要求确定，应按附录 B 进行统计汇总。
- 6.2.5.3 当支座处未设置调平块时，可采用调坡工装或台座沙坑在 T 梁预制阶段进行梁底预埋钢板坡度设置，具体坡度应符合设计要求。
- 6.2.5.4 当支座处设置了楔形钢板等调平块时，应在 T 梁预制阶段将楔形钢板与梁底预埋钢板焊接成整体，并在对应底模处设置楔形钢板预留槽口，进行楔形块的安装，安装方式如图 29 所示。

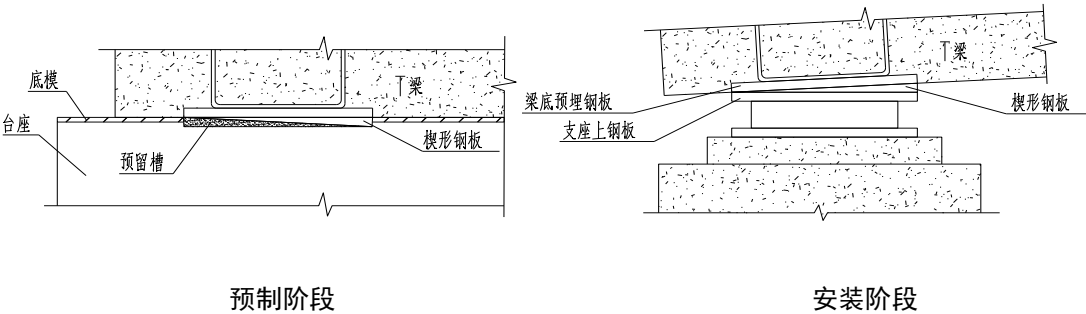


图29 楔形钢板“预先”安装

- 6.2.5.5 泄水孔预留孔成形应采用塑模或钢模抽拔成孔，泄水孔四周应采用井字型筋进行焊接固定，各预埋管件定位偏差应小于 5mm。
- 6.2.5.6 防撞护栏钢筋与伸缩缝预留钢筋均应按照设计图纸要求进行预埋，宜采用角钢或槽钢等进行限位。
- 6.2.5.7 对于护栏、伸缩缝、路缘石等预埋筋、剪力筋，应采用有效措施进行定位，确保线型、高度、间距准确。

6.3 混凝土工程

6.3.1 一般规定

- 6.3.1.1 应对所在地周边原材料情况进行调查，试验室取样试验，对原材料的质量、运距、价格、供应商信用情况等进行综合考虑，择优选择原材料。每批次进场材料宜首先与样品材料进行外观对比，以控制材料来源稳定性。集料加工宜采用三级及以上的破碎工艺，粗集料应进行整形；机制砂宜采用洁净的碎石或卵石进行加工，加工工艺应满足环保要求。
- 6.3.1.2 原材料进场后，宜使用信息化系统进行材料报验，记录报验全过程，保证原材料的可追溯性。应对水泥、掺合料、外加剂等材料进行留样，并制作对应的留样标识。粗集料、细集料应分别进行碱集料反应、氯离子含量检测；工地试验室应配备氯离子含量快速检测仪，宜每批次检测。
- 6.3.1.3 现场堆放的原材料应设置材料标示牌，内容宜包括材料名称、生产厂家(产地)、进场及检验日期、规格、数量、检验状态等，并制作对应的标识、样品展示箱。水泥宜采用专用水泥罐存储；不同品种、强度等级的水泥应分别存储。粗细集料应按不同品种、规格分别存放，料仓应设置起铲线和堆料线。混凝土掺合料存储时应有明显材料标示牌，不同掺合料应分别堆放，应防潮防雨，并符合有关环境保护的规定。粉状外加剂应防止受潮结块；液态外加剂应存储在密封容器内，防晒防冻，配备循环系统防止沉淀等异常现象，检验合格后方可使用。
- 6.3.1.4 混凝土 T 梁所使用混凝土的工作性能应符合设计或 GB/T 14902-2012 第 4.2 节的相关规定，应采用试拌混凝土，在进场时对其性能和质量进行检验。混凝土的配合比参数宜以质量或质量比表示，



并通过计算、试配、调整确定，且每半年验证一次。若料源发生变化，应重新验证配合比。混凝土进行试配、调整时应采用与工程中相同原材料，通过试配、调整后的新拌混凝土性能应满足施工工艺要求。通过试配、调整确定的混凝土设计配合比应报监理单位审批、建设单位备案。混凝土拌制前应将设计配合比换算为施工配合比，且应充分考虑实际施工温度、砼罐车搅拌带来的坍落度损失等动态优化调整，控制浇筑时混凝土工作性能。

6.3.1.5 混凝土浇筑前，应检查混凝土 T 梁的模板、钢筋、预应力管道、预埋件和钢筋保护层垫块，符合设计和规范要求方可浇筑混凝土。

6.3.1.6 运输能力应与混凝土的凝结和浇筑速度相匹配，应使浇筑工作不间断且混凝土运到浇筑地点时仍能保持其均匀性及适宜浇筑的坍落度。在运输过程中，应控制混凝土不离析、不分层，性能应满足施工要求。

6.3.1.7 混凝土所使用的运输车辆应符合 JGJ 33-2012 第 8.3 节的规定，运输过程中应保证混凝土的均匀性和工作性，且应保持连续供应，满足现场施工的需要。

6.3.1.8 混凝土浇筑前对预制梁的设计梁长进行复核，预制梁设计梁长复核会审表见附录 A。

### 6.3.2 混凝土的浇筑

6.3.2.1 施工前应完成 T 梁的混凝土配合比设计和试验，并按照要求上报审批，通过后方可使用到 T 梁施工中。

6.3.2.2 混凝土浇筑宜设置布料平台。钢筋密集区域，浇筑前应在钢筋处设置有效的振捣棒下放通道，确保振捣作业质量。振捣过程中，应派专人检查模板及钢筋。马蹄倒角处宜粘贴透气模板布，以消除气泡，提升混凝土外观质量。

6.3.2.3 梁板顶面平整度控制：T 梁浇筑完成应人工进行整形收面，宜采用二次收面工艺确保表面平整。待混凝土初凝后进行拉毛。

6.3.2.4 混凝土入模坍落度应根据施工具体要求确定，钢筋较密部位应选取相对较大值，其余部位选取较小值，坍落度 2h 经时损失应不大于 30mm。

6.3.2.5 混凝土入模温度应不低于 5℃ 且不宜高于 28℃，高温季节施工时，宜选择一天中温度较低的时间进行浇筑。

6.3.2.6 当施工现场环境温度高于 30℃ 时，宜采用移动式遮阳棚进行遮挡施工；当施工现场环境温度高于 5℃ 时，采用加热水或混凝土运输罐车覆盖保温膜的方法。

6.3.2.7 混凝土浇筑宜采用龙门吊配合布料操作平台的方式进行浇筑，混凝土布料平台包括双向行走轨道、支撑系统、操作平台，如图 30 所示。

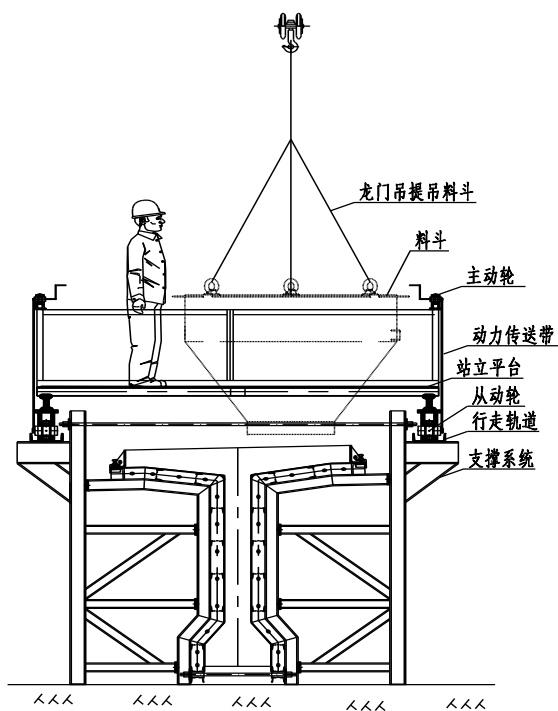


图30 混凝土施工布料平台

6.3.2.8 混凝土浇筑应采用纵向分段，斜向分层，由一端向另一端循序渐进的施工方法，当浇筑至另一端距离梁端 4m~8m 时，再从另一端向跨中方向浇筑；浇筑时每层厚度不应大于 30cm（腹板处不宜大于 20cm），且分层线宜在模板的变截面处，先后两层混凝土的浇筑间隔时间不应超过混凝土初凝时间或能重塑时间。T 梁水平方向混凝土浇筑顺序如图 31、图 32 和图 33 所示，T 梁竖直方向混凝土浇筑顺序如图 34 所示。

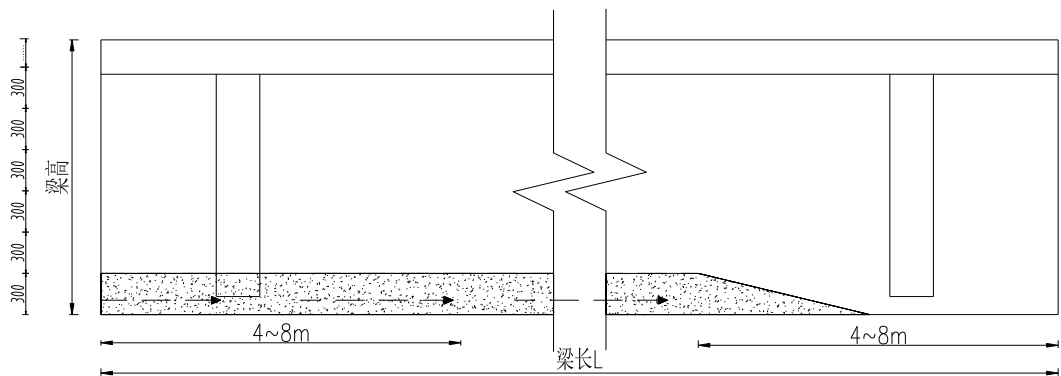


图31 T 梁水平方向浇筑顺序示意图

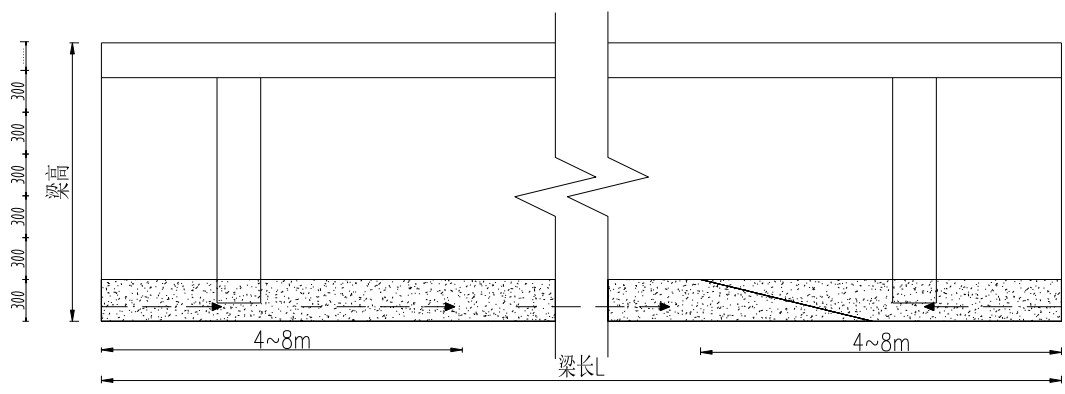


图32 T 梁水平方向浇筑顺序示意图

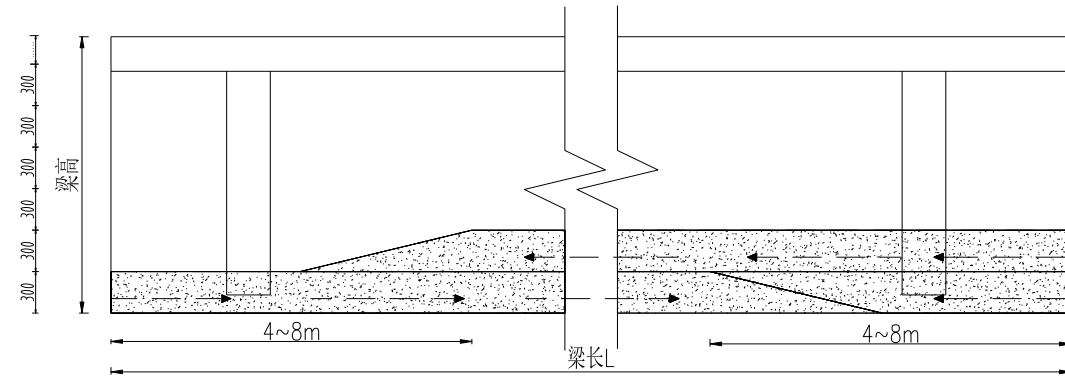


图33 T 梁水平方向浇筑顺序示意图（循环浇筑）

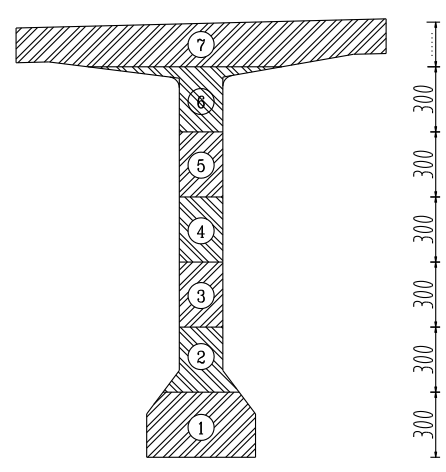


图34 T 梁竖直方向浇筑顺序示意图

6.3.2.9 预制过程中应及时现场取样制成相应规格试块，其数量根据构件长度确定，16m 以下应制取 1 组，16m~30m 制取 2 组，31m~50m 制取 3 组，50m 以上者不少于 5 组。除满足标准养护要求外还应同时满足同条件养护、测定混凝土阶段性强度和弹性模量要求。

6.3.3 混凝土的振捣

6.3.3.1 T 梁混凝土振捣方式和措施可参考表 8 执行。

表8 T 梁混凝土振捣方式

部位	振捣方式/措施	辅助措施
马蹄	附着式振捣器	宜在倒角处粘贴透气模板布
波纹管以下腹板	附着式振捣器和 $\phi 30$ 型插入式振捣棒	
波纹管以上腹板	$\phi 50$ 型振捣棒和附着式振捣器	
负弯矩及梁端、锚下、横隔板等钢筋及波纹管密集，混凝土不易填充饱满处	$\phi 30$ 型振捣棒	宜设置 PVC 管作为振捣通道

6.3.3.2 插入式振捣器振捣混凝土时，应采用垂直点振方式振捣，移动间距不大于振捣器作用半径的 1.5 倍，且插入下层混凝土内的深度为 50mm~100mm。

6.3.3.3 附着式振捣器的布置间距，应根据 T 梁的形状和振动器的性能通过试验确定，且应呈梅花型布置，每次下料后开启相应区段的附着式振捣器，每段侧振的时间宜为 20s~30s，宜设置附着式振捣器控制系统，集中控制，附着式振捣器布置如图 35 所示。

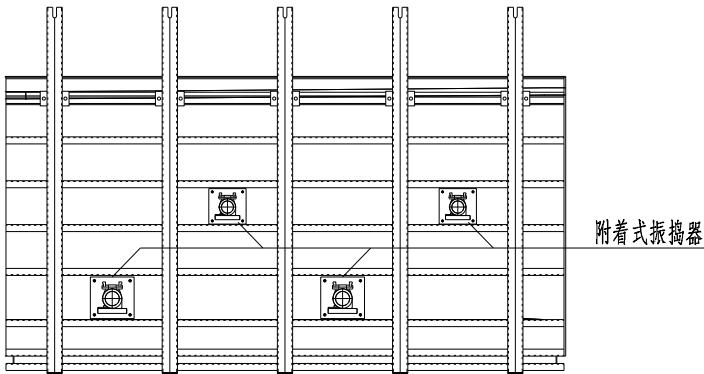


图35 附着式振捣器布置示意图

6.3.4 混凝土养护

6.3.4.1 喷淋养护

6.3.4.1.1 平均气温高于+5℃、水资源丰富的地区，宜采取智能喷淋养护系统养护。

6.3.4.1.2 腹板养护宜采用台座预埋的伸缩式旋转喷头喷淋，顶板及梁端宜采用铺设软水管喷淋养护，如图 36 所示。

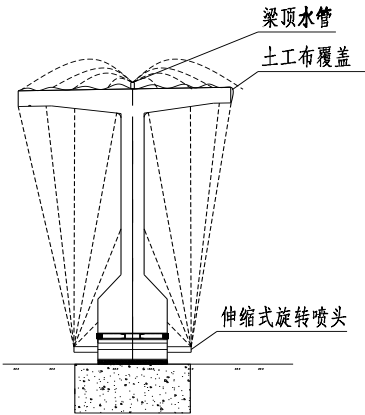


图36 T 梁喷淋养护示意图

6.3.4.1.3 混凝土的养护不应采用不符合要求的水源，养护时水温与梁体表面的温差不应大于 25℃，保湿养护时间应不少于 7d。

#### 6.3.4.2 蒸汽养护

6.3.4.2.1 冬季生产宜采用蒸汽养护，宜采取移动蒸汽养护棚养护。应分为静停、升温、恒温 and 降温四个养护阶段。混凝土成型后的静停时间不宜少于 2h，升温速度不宜超过 25℃/h，降温速度不宜超过 20℃/h，最高和恒温温度不宜超过 65℃；混凝土构件在出池或撤除养护措施前，应进行温度测量，当表面与外界温差不大于 20℃时，方可出池或撤除养护措施。

6.3.4.2.2 在养护过程中应定时测温，并做好记录，应分别在跨中 1/4 截面、梁端及孔道部位设置温度计，并测量梁体 1/4、3/4 跨截面底腹混凝土芯部温度。

6.3.4.2.3 蒸汽加热养护混凝土时，应排除冷凝水，并应防止渗入地基土中。当有蒸汽喷出口时，喷嘴与混凝土外露面的距离不应小于 300mm。

6.3.4.2.4 蒸汽养护结束后，应立即进行常规养护，时间不应少于 7d。

6.3.4.2.5 蒸养期间，拆除保温设施及模板时，梁体混凝土表层与外部环境温差不应大于 15℃。

#### 6.3.4.3 养护液养护

6.3.4.3.1 当不具备水养及蒸养条件时，可采用涂刷养护剂的方式进行养护。

6.3.4.3.2 在大规模使用养护液养护前，应进行养护液刷涂试验，合格后方可使用。

6.3.4.3.3 应在拆模 30min 内完成喷涂养护液，养护液应均匀喷涂在构件表面，不应漏喷，喷洒厚度按产品说明书及现场试验要求执行。

#### 6.3.5 混凝土接缝处理

##### 6.3.5.1 混凝土的拉毛

6.3.5.1.1 顶板混凝土浇筑工序结束后应进行人工二次整形收面，确保表面平整。

6.3.5.1.2 在混凝土表面，采用食指稍微加压能按下 2mm 左右深度的凹痕时，采用混凝土专用拉毛机具进行梁顶面拉毛，拉毛深度宜为 1mm~2mm，宽度宜为 2mm~3mm。

##### 6.3.5.2 梁端及翼缘板端头凿毛

6.3.5.2.1 T 梁湿接头应全断面凿毛，横隔板及梁端采用电镐或风镐进行凿毛，翼缘板外侧应采用凿毛机进行凿毛，人工凿毛时混凝土强度应达到 2.5MPa，机械凿毛时混凝土强度应达到 10MPa，凿毛需纹路统一、规则。

6.3.5.2.2 凿毛施工时，应将混凝土表面浆体清除干净，凿毛的最小深度应不小于 8mm，以裸露出混凝土的粗骨料 1/3~1/2 粒径为准。

#### 6.4 预应力工程

##### 6.4.1 预应力材料进场检验与存放

6.4.1.1 预应力施工所采用的材料（水除外）和设备均应有检验合格证书。

6.4.1.2 压浆材料宜采用专业厂家生产的符合标准要求且检验合格的预应力孔道压浆料。

6.4.1.3 预应力筋除应按 JTG/T 3650-2020 规定的要求检查外，还应检查外形尺寸和每米质量，试验方法和允许偏差应符合 GB/T 5223、GB/T 5224 和 GB/T 20065 的规定。

6.4.1.4 锚具有清晰的、永久性的生产厂家标识及批号。锚具最外侧锥孔大口外边缘到锚具外边缘最小尺寸应满足结构稳定性和受力分布的要求。

6.4.1.5 预应力筋进场后宜存放在仓库内，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。

6.4.1.6 压浆料包装应完好无损，应存放于仓库，仓库的环境条件应符合产品说明书的要求。存放时间不宜超过 3 个月（从生产日期起算），超过 3 个月的应重新检验合格后方可使用。

6.4.1.7 金属波纹管应有防潮措施，塑料波纹管应有防晒措施。

6.4.2 预应力管道制作与安装

6.4.2.1 波纹管应采用无齿锯切割，使用过程中不应踩踏，波纹管的技术要求、检验试验方法应分别符合现行 JG/T 225 和 JT/T 529 的规定。

6.4.2.2 预应力管道定位筋应按照设计规定的结构形式和间距进行焊接安装；当设计无具体要求时，应设置成井字形，其直线段间距为 0.8m，曲线段间距为 0.5m。

6.4.2.3 当定位筋焊接作业点距离预应力管道较近时，应在波纹管上垫防护材料，防止焊接作业灼伤管道。

6.4.2.4 当设计无要求时，波纹管连接宜采用热缩管连接，长度不低于 50cm，并在波纹管连接处用密封胶带封口，确保不漏浆。

6.4.2.5 波纹管与锚垫板的连接宜采用 PE 管和 PE 变径接头连接，并采用热缩管连接。

6.4.2.6 正弯矩预应力波纹管在混凝土浇筑前应先穿内衬管，内衬管直径宜小于预应力管道 1cm，避免吊装、浇筑过程中对预应力管道造成影响。

6.4.2.7 负弯矩波纹管穿入塑料 PE 硬塑料管时，管道尺寸宜小于波纹管管道内径 1cm。

6.4.2.8 负弯矩接头宜采用内置不外漏接头，避免外漏接头被破坏而导致波纹管接头长度不足。

6.4.2.9 所有管道均应在每个顶点设排气孔，以及需要时在每个低点设排水孔，并在每个顶点和两端设检查孔。压浆管、排气管和排水管应是最小内径为 20mm 的标准管或适宜的塑性管，与管道之间的连接应采用金属或塑料结构扣件，长度应足以从管道引出结构物以外。

6.4.3 钢绞线下料与穿束

6.4.3.1 钢绞线下料

6.4.3.1.1 钢绞线应符合 GB/T 5224 的规定，预应力筋用锚具、夹具和连接器应具有可靠的锚固性能、足够的承载能力和良好的适用性，其性能和质量应符合 GB/T 14370 的规定，材料进场检验应分别符合 JTG/T 3650-2020 第 7.2.2 及 7.3.6 的规定。

6.4.3.1.2 钢绞线应采用砂轮机下料。切断钢绞线前，应先在切割线左右两端 3cm~5cm 处各绑一道扎丝，防止钢绞线散头。

6.4.3.1.3 钢绞线下料长度按设计图纸要求确定，并考虑千斤顶张拉端的工作长度。当设计未给定下料长度时，按照公式（4）计算，并经试用后进行修正。

$$L=L_0+2L_1+nL_2+2L_3 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- L——钢绞线下料长度(mm)；
- $L_0$ ——锚具支承板间孔道长度(mm)；
- $L_1$ ——锚具高度(mm)；
- $L_2$ ——张拉千斤顶支承端到槽形口外端面间的距离(包括工具锚高度)(mm)；
- $L_3$ ——长度富余量(mm)(可取100mm)；
- n——单端张拉为1，两端张拉为2。

#### 6.4.3.2 钢绞线穿束

6.4.3.2.1 预应力筋穿束前，应吹干管道，并对预应力筋单根和整束进行编号，预应力筋两端的编号应相同，与锚具各孔的编号应一致，以防错用。

6.4.3.2.2 钢绞线穿束宜采用穿束机整束牵引工艺，整体穿束时，束前端宜设置穿束网套或特制的牵引头，应保持预应力筋顺直，且仅应前后拖动，防止钢绞线顺序错乱打拧、扭转，从而影响受力情况。

6.4.3.2.3 外露钢绞线应采取包裹塑料布等措施，防止外露钢绞线在张拉前锈蚀。

#### 6.4.4 预应力张拉

6.4.4.1 预应力筋的张拉顺序应符合设计规定；预应力束的张拉顺序应严格按设计规定进行，张拉时应保证结构或构件对称均匀受力，避免发生侧向弯曲或失稳。当设计未规定时，宜采用分批、分阶段的方式对称拉，并采取有效措施防止梁体产生侧向弯曲。

6.4.4.2 张拉施工前，应进行预应力工艺试验，并做好首件施工和评估。钢绞线的实际截面积、弹性模量在工艺试验之前应进行抽检验证。钢绞线的长度应考虑构件的孔道长度和工作长度。通过工艺试验确定预应力孔道摩阻系数，检验张拉和压浆设备的可靠性，验证制浆工艺，确定浆液的最佳配合比。

6.4.4.3 张拉时，结构或构件混凝土的强度、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 85%，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。

6.4.4.4 预制力张拉应采用智能张拉设备施工，宜选用内卡式千斤顶，以减少钢绞线工作长度过长而造成的材料浪费。

6.4.4.5 预应力筋采用应力控制方法张拉时，应以伸长值进行校核。理论伸长值应通过计算确定，并经监理及设计单位确认，实际伸长值应符合设计要求，设计未规定时，其偏差应控制在±6%以内。

6.4.4.6 实施张拉或放张作业时，须设置安全防护棚，预应力两端正面不应站人或穿越。

#### 6.4.5 孔道压浆

##### 6.4.5.1 压浆材料

6.4.5.1.1 水泥应采用性能稳定、强度等级不低于 42.5 级的低碱硅酸盐或低碱普通硅酸盐水泥，水泥的性能要求应符合 JTG/T 3650-2020 的规定。

6.4.5.1.2 外加剂应与水泥具有良好的相容性，且不应含有氯盐、亚硝酸盐或其他对预应力筋有腐蚀作用的成分。减水剂应采用高效减水剂或高性能减水剂，且应满足现行 GB/T 8076 中高效减水剂一等品的要求，其减水率应不小于 20%。

6.4.5.1.3 矿物掺合料的品种宜为 I 级粉煤灰、粒化高炉矿渣粉或硅灰，并应符合 JTG/T 3650-2020 的规定。

6.4.5.1.4 水不应含有对预应力筋或水泥有害的成分，每升水中不应含有 350mg 以上的氯化物离子或任何一种其他有机物，宜采用符合国家卫生标准的清洁饮用水。

6.4.5.1.5 膨胀剂宜采用钙矾石系或复合型膨胀剂，不应采用以铝粉为膨胀源的膨胀剂或总碱量 0.75% 以上的高碱膨胀剂。

6.4.5.1.6 压浆材料中的氯离子含量应不超过胶凝材料总量的 0.06%，比表面积应大于 350m<sup>2</sup>/kg，三氧化硫含量应不超过 6.0%。

##### 6.4.5.2 压浆设备

6.4.5.2.1 搅拌机的转速应不低于 1000r/min，搅拌叶的形状应与转速相匹配，其叶片的线速度宜不小于 10m/s，最高线速度宜限制在 20m/s 以内，且应能满足在规定的时间内搅拌均匀的要求。

- 6.4.5.2.2 用于临时储存浆液的储料罐亦应具有搅拌功能，且应设置网格尺寸不大于 3mm 的过滤网。
- 6.4.5.2.3 压浆机应采用活塞式可连续作业的压浆泵，其压力表的最小分度值应不大于 0.1MPa，最大量程应使实际工作压力在其 25%~75% 的量程范围内。不应采用风压式压浆泵进行孔道压浆。
- 6.4.5.2.4 真空辅助压浆工艺中采用的真空泵应能达到 0.10MPa 的负压压力。

#### 6.4.5.3 压浆前准备工作

- 6.4.5.3.1 应在工地试验室对压浆材料加水进行试配验证，各种材料的称量（均以质量计）应精确到  $\pm 1\%$ 。经试配的浆液其各项性能指标均满足 JTG/T 3650-2020 的要求后方可用于正式压浆。
- 6.4.5.3.2 应对孔道进行清洁处理。对抽芯成型的孔道应冲洗干净并使孔壁完全湿润，金属和塑料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。
- 6.4.5.3.3 应对压浆设备进行清洗，清洗后的设备内不应有残渣和积水。

#### 6.4.5.4 孔道压浆

- 6.4.5.4.1 预应力压浆宜采用真空辅助压浆工艺或循环压浆工艺，应进行工艺试验验证压浆工艺和浆体质量。
- 6.4.5.4.2 预应力压浆设备可设置在预制区外固定位置。若设置在预制区内，需采取隔离措施，防止废弃浆液溢流。
- 6.4.5.4.3 对锚下空洞等压浆不密实区域应进行补压浆。
- 6.4.5.4.4 压浆过程中应制作浆液试块判断浆液性能。
- 6.4.5.4.5 锚垫板安装时，注浆孔应置于孔道口上方。
- 6.4.5.4.6 压浆泵与预应力孔道压浆口之间的压浆管管路应采用承压管，管路连接应采用定型金属连接件。
- 6.4.5.4.7 压浆宜从低处注浆孔压入；压浆过程中，应实时记录灌入每个孔道的浆液总量和排出孔道的浆液总量。实际压浆量应不小于理论用量；否则，应立即查明原因，改进工艺后进行补浆处理。
- 6.4.5.4.8 安装在压浆端及出浆端的控制阀应在压浆料失去流动性后再行拆除。
- 6.4.5.4.9 预应力筋张拉锚固后，孔道压浆应在 48h 内完成。
- 6.4.5.4.10 压浆应采用智能压浆系统，宜采取大循环压浆工艺。
- 6.4.5.4.11 压浆时，每一工作班应制作留取不少于 3 组尺寸为  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$  的试件，并标准养护 28d，进行抗压强度和抗折强度试验，以此作为质量评定的依据。
- 6.4.5.4.12 压浆应按先下层后上层的顺序进行压浆。
- 6.4.5.4.13 对水平和曲线孔道，压浆的压力应为 0.5MPa~0.7MPa，压浆最大压力不超过 1.0MPa；关闭出浆口阀门后，保持一个不小于 0.5MPa 的稳压期，稳压期控制在 3min~5min。

#### 6.4.6 封锚施工

- 6.4.6.1 封锚前应先张拉槽口清洗干净。
- 6.4.6.2 按设计要求设置钢筋网并浇筑封锚混凝土，封锚混凝土应采用与结构相同强度等级的混凝土。
- 6.4.6.3 封锚时应考虑桥梁纵横坡的影响，确保 T 梁安装后伸缩缝齐平，并应严格控制封锚后的梁体长度。

#### 6.5 移梁和存梁

##### 6.5.1 T 梁移梁



6.5.1.1 T 梁移梁前，应在检验台座处对其外观尺寸、预埋件位置、尺寸允许偏差等指标进行复检，混凝土 T 梁的质量要求应符合 JTG F80/1-2017 第 8.2 节和 JC/T 2359-2016 第 6 章的规定，检验方法应符合 JC/T 2359-2016 第 7 章的规定，具体验收质量标准见表 9。

表9 T 梁出场验收质量标准

项 目		规定值或允许偏差
混凝土强度 (MPa)		100%
压浆强度 (MPa)		80%
梁长度 (mm)		+5, -10
宽度 (mm)	翼缘宽	±30
	腹板或隔板	+10, -0
高度 (mm)	梁体	±5
断面尺寸 (mm)	翼缘厚	+5, -0
	腹板或隔板厚	
预埋件位置 (mm)		≤5
平整度 (mm)		≤5
横坡 (%)		±0.15

6.5.1.2 后张预应力 T 梁，在施加预应力后，可将其从预制台座吊移至场内存梁台座上后，再进行孔道压浆，但应满足：

- a) 仅限 1 次移梁；
- b) 移梁范围应在预制厂内的存放区域；
- c) 吊移过程不应対梁产生任何冲击和碰撞。

6.5.1.3 后张预应力 T 梁，在孔道压浆后进行移运的，其压浆浆体强度不应低于设计要求，如设计无规定时，一般不低于梁体混凝土强度 80%。

6.5.1.4 在起吊过程中，钢丝绳与 T 梁之间应使用护瓦避免 T 梁损伤，安装时要有专人指挥，避免出现梁体碰撞造成损伤。

6.5.2 存梁

6.5.2.1 T 梁存放及体系转换时间不宜超过 3 个月，同一孔的梁预制时间差宜不超过 10d，特殊情况应不超过 30d。

6.5.2.2 存梁时，构件堆放应采用刚性支撑，支点上宜放置硬橡胶垫，厚度不小于 50mm。

6.5.2.3 存梁时，应采用斜方木或特制存梁斜撑进行支撑，撑点牢固，防止梁体倒塌。

6.5.2.4 存梁时，对外漏钢筋、钢板的防锈蚀措施，以免锈迹随养生用水流下，对结构外观造成影响。可采用涂刷水泥浆、防锈漆的方法，涂刷前应先清除钢筋、钢板表面浮锈。

6.5.2.5 中梁堆存不应超过 2 层，在场地受限且计算通过的情况下，亦可堆存 3 层，层与层之间采用半刚性枕梁隔开，各层枕梁的位置应设在规定的支点处，上下层枕梁应在同一竖向投影线上，相邻梁翼缘板环形钢筋横向净距不应小于 20cm。如图 37 所示。

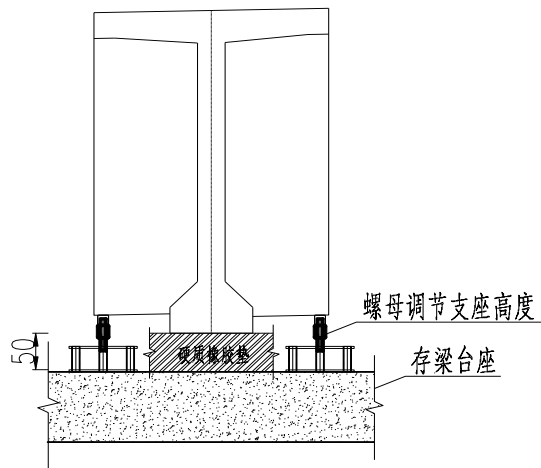


图37 中梁存放示意图

6.5.2.6 边梁堆存应单层堆放或放置在双层的第2层，边梁上面不应堆梁，如图38所示。

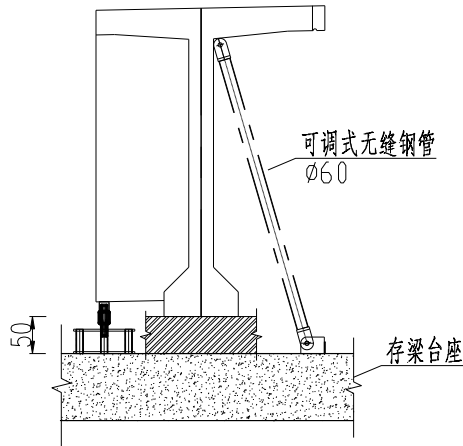


图38 边梁存放示意图

7 安装施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 混凝土 T 梁安装施工前应制定安装及拆除方案，并报监理审批。
- 7.1.2 混凝土 T 梁宜采用专用架梁设备进行安装，且应在投入使用前完成设备的取证工作，架桥机应具有特种设备制造许可证、产品合格证、使用说明书、制造监督检验证明和备案证明。
- 7.1.3 混凝土 T 梁架设施工前，应对现场的作业条件和下部结构进行全面复核、检查。
- 7.1.4 混凝土 T 梁架设设备应由专业人员进行操作和架梁作业，制定全面和有效的质量、安全的管理与控制措施。

7.2 出场验收

- 7.2.1 预制 T 梁出场时，应核实各片梁上的桥牌信息，桥牌具体信息如图 39 所示。

桥梁名称：\_\_\_\_\_桥

梁板编号：\_\_\_\_\_幅\_\_\_\_\_孔—\_\_\_\_\_

浇注日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

张拉日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

压浆日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

施工单位：\_\_\_\_\_

监理单位：\_\_\_\_\_

图39 预制桥梁牌示意图

7.2.2 预制 T 梁出场时，混凝土的强度不应低于设计对架设安装所要求的强度。对于预应力混凝土 T 梁孔道压浆体的强度，应不低于设计强度的 80%。

7.2.3 预制 T 梁出场前，应在检验台座处对其外观尺寸、预埋件位置等指标进行复检。

7.3 支座

7.3.1 支座验收

7.3.1.1 支座进场后，应对其规格、数量、产品合格证等进行检查，按规定的批次、频率，随机抽取样品，送有资质的试验检测单位对其物理、力学性能等加以检测，不符合设计要求的不应用于工程中。

7.3.1.2 对有包装箱保护的支座，应开箱对其规格、部件数量及装箱单等进行核对，无误后应将支座重新装入包装箱内，安装时方可再开箱。

7.3.1.3 对活动支座进行开箱检查时，应注意对改性聚四氟乙烯板和不锈钢冷轧钢板的保护，防止划伤其表面，同时应检查硅脂是否注满。

7.3.1.4 支座在开箱检查时以及直至安装前均不应随意拆卸其上的固定件。

7.3.2 支座安装

7.3.2.1 支座在安装前，应对每个墩位的支座型号、支座垫石的混凝土强度、平面位置、顶面高程、预留地脚螺栓孔和预埋钢垫板等进行复核检查，确认符合设计要求后方可进行安装，预制梁永久支座型号及对应墩位统计表见附录 C。

7.3.2.2 支座垫石的顶面高程应准确，表面应平整、清洁；对先安装后填灌浆料的支座，其垫石的顶面应预留出足够的灌浆料层的厚度。

7.3.2.3 支座安装时，应分别在垫石和支座上标出纵横向的中心十字线，就位后两者的中心十字线应对准，并应采取有效措施保证支座处于水平状态且支座的顶面高程符合设计要求。

7.3.2.4 调整支座的顶面高程时，应采用钢垫片对支座进行支垫，支垫处在支座安装完成后留下的空隙应采用环氧树脂砂浆填实。

- 7.3.2.5 支座安装完成后，其顺桥方向的中心线应与梁顺桥方向的中心线水平投影重合或相平行，且支座应保持水平，不应有偏斜、受力不均匀和脱空等现象。
- 7.3.2.6 板式橡胶支座在安装时，应对其顶面和底面进行检查核对，避免反置。对矩形滑板支座，应按产品表面顺桥向和横桥向的方向标注进行安装。
- 7.3.2.7 安装活动支座时，应保证支座滑板主要滑移方向符合设计要求。在安装活动支座顶板时，应考虑安装温度与设计要求不符时对位移的影响，并通过计算设置顺桥方向的预偏量；对跨数较多、连续长度较长的连续梁，宜考虑温度、预应力、混凝土收缩与徐变等因素影响导致的梁长方向的位移变化，位移量较大时宜将支座顶板顺桥向的尺寸适当加长，保证支座能正常工作，且按照 JTG/T 3650-2020 相关要求执行。
- 7.3.2.8 板式橡胶支座安装允许偏差见表 10。

表10 板式橡胶支座安装允许误差表

序号	项目		规定值或允许偏差
1	支座中心横桥向偏位（mm）		2
2	支座中心顺桥向偏位（mm）		±5
3	高程（mm）		符合设计规定，未规定时±5
4	支座四角高差（mm）	承压力≤5000kN	1
		承压力>5000kN	2
注：支座直接放在支座垫石上，不检查项目4。			

- 7.3.2.9 当采用灌浆法盆式橡胶支座时，安装要求如下：
- a) 垫石的顶面应按照设计预留出灌浆层厚度，设计无要求时，应按 20mm～45mm 控制；
  - b) 单个支座宜均匀设置 3-5 根调平螺栓；对于竖向承载力在 3000KN 及以下的盆式支座，安装调平螺栓时宜使调平螺栓顶面高出支座垫石顶面 20mm～30mm；对于竖向承载力在 3000KN 以上的盆式支座，安装调平螺栓时宜使调平螺栓顶面高出支座垫石顶面 30mm～40mm，调平螺栓的高程和整体水平度应符合要求；
  - c) 垫石顶面应提前进行凿毛，凿毛的最小深度应不小于 8mm，以露出尺寸不小于粗骨料粒径的 1/3～1/2 为准，凿毛区域应沿支座边向外延不小于 5cm；
  - d) 支座采用专用高强度无收缩灌浆料，施工前应对配合比进行试验验证；
  - e) 钢支座安装质量应符合表 10 的规定。

7.4 运输

- 7.4.1 构件运输应编制专项方案，并应根据构件的形状、种类、质量以及桥位处地形和水域特点，确定适宜的运输方式、运输路线和运输工具。应提前对运输路线进行现场实地踏勘，确认运输车辆能顺利通行；当有障碍时，应采取相应措施予以处置。运输设备应符合其额定承载能力，并应符合相应运输方式的安全生产规定，运输实施前应按规定办理相关手续。
- 7.4.2 构件运输的吊点位置应符合设计规定，设计未规定时，应根据计算确定。当设置吊环时，吊环应采用未经冷拉的 HPB300 钢筋制作且顺直。吊绳与起吊构件的交角小于 60° 时，应设置吊架或起吊扁担，使吊环垂直受力。
- 7.4.3 构件运输前应详细调查运输路线（平整度、车流量、转弯半径、限高限宽）和存放、使用区域可能存在的影响因素，提出相应的防控措施；原则上按照构件预制先后顺序依次运转。
- 7.4.4 运输过程中应提前在各接触点做好柔性保护，起吊、运输、放置过程中应严格控制速度、保证平稳，运输过程中应至少采取两种锚固措施，避免发生磨损、碰撞、倾覆，必要时安排专车开道或交通管制避免交通拥堵。
- 7.4.5 梁的运输应按高度方向竖立放置，并应有防止倾倒的固定措施；装卸梁时，应在支撑稳妥后，

方可卸除吊钩。

7.4.6 采用平板拖车或超长拖车运输大型梁板时，车长应能满足支点间的距离要求，支点处应设活动转盘防止搓伤构件混凝土；运输道路应平整，如有坑洼而高低不平时，应事先处理平整。

7.4.7 梁的运输应按高度方向竖立放置，并应有防止倾倒的固定措施；梁上运梁时，对湿接缝处进行临时支垫；装卸梁时，应在支撑稳固后，方可卸除吊钩。

7.4.8 采用平板拖车或超长拖车运输梁体时，车长应能满足支点间的距离要求，支点处应设活动转盘防止搓伤构件混凝土；运输道路应平整，当有坑洼或高低不平时，应事先处理平整。

7.4.9 水上运输 T 梁时，应有相应的封舱加固措施，并应根据天气状况安排装卸和运输作业时间，同时应满足水上（海上）作业的相关安全规定。

7.4.10 T 梁运输方式应根据运输路线长度、通道坡率等因素综合选用运输设备，宜采用轮胎运梁平车。运梁车在既有道路运梁时应办理公路车辆超限运输证，并配置护送车辆。

7.4.11 运梁平车运输 T 梁时，宜采用撑杆支撑，且支垫、支撑稳固，应采用手拉葫芦固定梁体，如图 40 所示。

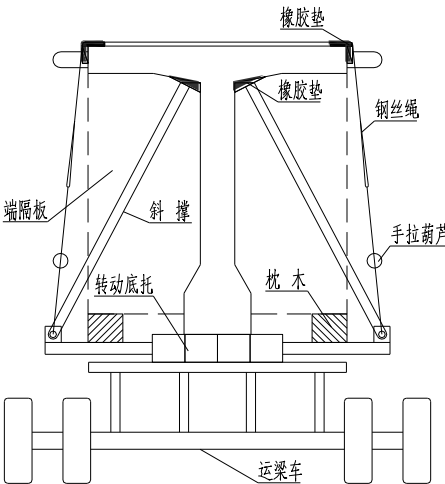


图40 轮胎平车运梁示意图

7.4.12 运梁平车装梁时，应有专人指挥，防止运梁平车碰撞提梁设备发生坠梁或倾覆事故。

7.4.13 落梁时应缓慢轻放，摆放平稳，梁重心与车架中心在纵向偏移 $\leq 100\text{mm}$ ，横向偏移 $\leq 100\text{mm}$ ，避免运梁车倾斜失稳。

7.4.14 当部分桥孔架设完毕后，运梁车需要通过墩顶横梁间隙时，应设置过桥钢板，其厚度及尺寸应根据载梁运梁车轮压及墩顶横梁宽度确定。

7.4.15 运梁车安全检查记录表见附录 F。

## 7.5 架设

### 7.5.1 一般规定

7.5.1.1 支座垫石施工前，应复核支座垫石的位置及墩台顶面高程，确保支座垫石浇筑厚度符合设计要求。

7.5.1.2 架设前应复核支座垫石的设计高程、中心坐标、预留地脚螺栓及预埋钢板位置。

7.5.1.3 根据线路中心线和墩台中心里程，在墩台上测出每片梁的纵向中心线、临时支座安放处盖梁高程、梁体端头横线，在梁端横线上定出各片梁底部边缘的点。

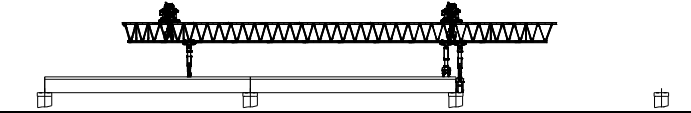
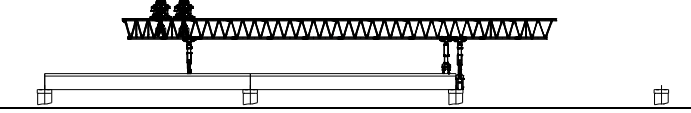
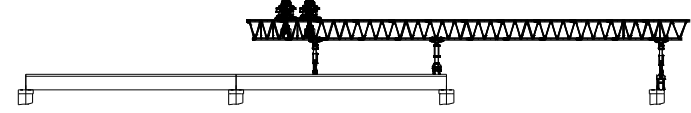
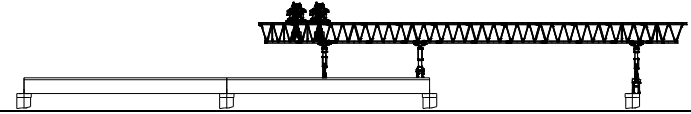
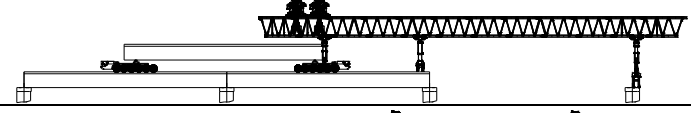
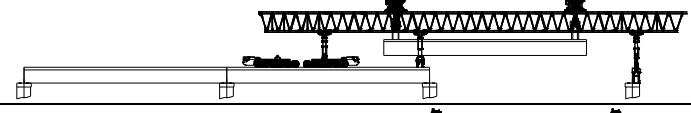
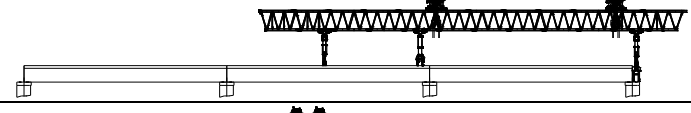
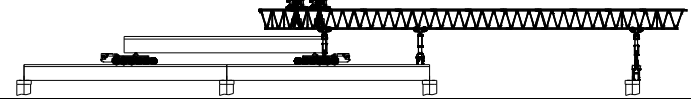
### 7.5.2 临时支座安装



7.5.3.1 T 梁安装设备宜采用双导梁架桥机或大型汽车吊（履带吊）双机抬吊，安装设备选型应根据梁长、梁重、梁体所处曲率半径、纵横坡及周边环境综合选择，T 梁架设应符合 JTG F90-2015 第 8.11.3 节规定。架桥机安全检查记录表见附录 G。

7.5.3.2 以桁架式双导梁架桥机为例，架设流程见表 11。

表11 架桥机架梁步骤图（桁架式双导梁架桥机为例）

	步骤 1、架桥机拼装就位，准备过孔。
	步骤 2、天车移至架桥机后部配重，拆除前支腿与主梁下弦的锚固。
	步骤 3、先纵移主梁前端至前一盖梁位置，后将架桥机前支腿纵移至支撑位置，调整架桥机主梁水平，前支腿和盖梁墩顶锚固，准备再次纵移主梁。
	步骤 4、将主梁纵移至架梁状态的位置，锚固前支腿，支起后支架，即具备架梁状态。
	步骤 5、将梁体运至架桥机尾部，直至使前起吊天车可吊位置为止。
	步骤 6、前起吊天车将梁提起，运梁车配合，向前行走至后起吊天车可吊位置。
	步骤 7、后起吊天车将梁提起，向前行走至落梁位置，落梁去钩。
	步骤 8、准备吊装下一片梁。

7.5.3.3 同一孔 T 梁总体架设顺序宜为：中梁→向两侧顺序架梁→其中一侧边梁→次边梁→另一侧边梁→次边梁。

7.5.3.4 第一片预制梁就位时，应在两端设临时支撑。后续的梁架设就位后，及时进行预制梁横隔板、湿接缝、墩顶横梁钢筋的连接，焊接牢固后，方可吊具卸钩。

7.5.3.5 T 梁安装实测项目及允许误差见表 12 所示。

表12 T 梁安装实测项目表

检查项目		规定值或允许偏差（mm）
支承中心偏位		≤5
梁顶面高程		±10
相邻梁顶面高差	L≤40m	≤10
	L>40m	≤15

7.5.3.6 架梁过程中，应设专人监控吊具、钢丝绳、制动装置、限位开关、防护栏和安全网等重要安全设备，并做好记录。

- 7.5.3.7 为保护架桥机电机，应设置防雨棚及检修平台，检修平台应设护栏。架桥机作业平台处应设密目式安全网，人员行走平台及楼梯应设置护栏。
- 7.5.3.8 架桥机应设置有效的限位器，架桥机轨道尽头应设置缓冲器。
- 7.5.3.9 架桥机垫木应使用硬杂木，一般不多于三层，且应纵横交错布置。
- 7.5.3.10 架桥机上应配备风速仪，当现场实测风力达到6级（含）以上时，应停止作业，并做好防护工作。
- 7.5.3.11 同跨梁片架设完后，在梁面两侧应设置防护栏杆，并挂设安全网。
- 7.5.3.12 架桥机应设置应力、应变检测预警系统，同时宜装设起重量限制器，当实际起重量超过额定起重量的95%时，起重量限制器发出警报信号。
- 7.5.3.13 施工过程中，应加强中央分隔带、伸缩缝、墩顶现浇段等位置的防护，中央分隔带及湿接缝须采用防坠落网。
- 7.5.3.14 架桥机抗风能力应不低于表13规定。

表13 抗风规定

工作状态 Pa（帕）		非工作状态 Pa（帕）
过孔状态	150（5）	1200（11）
架梁状态	250（6）	

7.5.3.15 针对小半径、大纵坡桥梁及下坡方向架梁，不能直接安装到位的边梁架设，大纵坡落梁，大横坡运梁，山区桥隧连接梁架设，运梁过隧，跨线桥架设，水上架设等特殊条件，应制定专项施工方案，且通过专家论证后方可实施。

7.6 湿接缝施工及体系转换

7.6.1 湿接缝、湿接头施工

- 7.6.1.1 梁、板之间的横向湿接缝，应在一孔梁、板全部安装完成后方可进行施工。
- 7.6.1.2 对于湿接缝、横隔板、湿接头、顶板负弯矩预应力张拉及压浆总体施工顺序，应严格遵照设计要求执行。
- 7.6.1.3 对湿接头处的梁端，应按施工缝的要求进行凿毛处理。永久支座应在设置湿接头底模之前安装。
- 7.6.1.4 湿接头处的模板应具有足够的强度和刚度，与梁体的接触面应密贴并具有一定的搭接长度，各接缝应严密不漏浆。
- 7.6.1.5 湿接头的混凝土宜在一天中气温相对较低的时段浇筑，且一联中的全部湿接头应尽快浇筑完成。湿接头混凝土的养护时间应不少于14d。
- 7.6.1.6 负弯矩区的预应力管道应连接平顺，与梁体预留管道的结合处应密封；墩顶现浇横梁处预埋波纹管接头（如图43所示），湿接头处的波纹管应设置通气孔，并将通气孔引至桥面，确保后期负弯矩管道压浆密实。

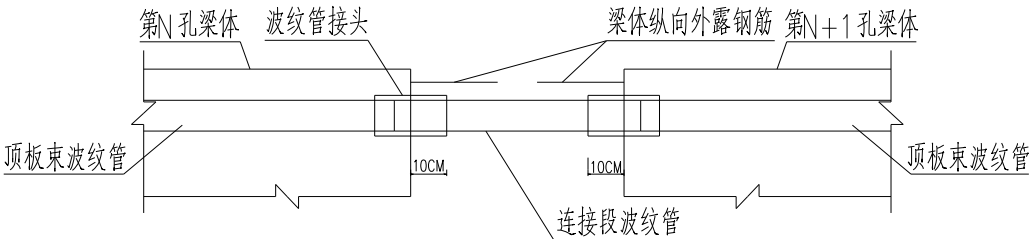


图43 波纹管连接方式



7.6.1.7 各现浇连续接头的浇筑气温应基本相同，温差应控制在 5℃以内，湿接缝混凝土浇筑控制好混凝土塌落度，初凝前应进行拉毛处理，并及时进行养护。

7.6.1.8 混凝土湿接缝的现场浇筑施工应符合下列规定：

- a) 湿接缝混凝土的配合比应进行专门设计；
- b) 湿接缝的浇筑时机和浇筑顺序应符合设计和施工控制的要求；
- c) 湿接缝在浇筑混凝土之前，应对在安装过程中变形的连接钢筋和剪力钉予以校正和调直，对损坏的连接件和剪力钉等应进行修复，并应按设计要求进行连接钢筋的绑扎或焊接；
- d) 在连接湿接缝处的预应力管道时，应保证连接管道顺直、无弯折，对接头处的管道应包缠严密，使之不漏浆；
- e) 混凝土浇筑前，应将湿接缝内的杂物清理干净，并应对混凝土结合面进行充分湿润，保证湿接缝混凝土与预制桥面板混凝土的接缝严密；
- f) 浇筑湿接缝混凝土时，应对其进行充分振捣，湿接缝混凝土的顶面宜比预制安装桥面板略高出 2mm~3mm；浇筑完成后，应对混凝土的顶面进行拉毛或采取其他增加粗糙度的处理措施；
- g) 对湿接缝混凝土进行保温、保湿养护时间应不少于 7d，对桥面板预应力钢束的张拉亦宜在混凝土龄期达 7d 后进行；
- h) 湿接缝混凝土的强度在未达到设计强度的 85%之前，不应在桥面上通行车辆、堆放材料或进行影响其受力的其他施工作业。

7.6.2 负弯矩张拉及压浆

7.6.2.1 对于在 T 梁翼板下方设置张拉齿块的预应力顶板束，在湿接缝位置，宜采用穿心式张拉千斤顶活动支架系统进行顶板束施工，工装如图 44 所示。

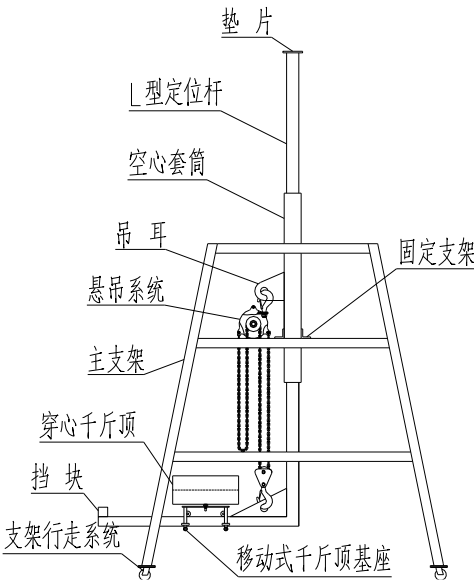


图44 千斤顶活动支架示意图

7.6.2.2 对于边梁外侧设有张拉齿块的顶板预应力，宜采用挂篮施工平台施工。

7.6.2.3 负弯矩张拉及压浆其他事宜参照“6.4 预应力工程”相关内容。

7.6.3 体系转换

7.6.3.1 湿接头按设计要求施加预应力、孔道压浆且浆体达到规定强度后，应立即拆除临时支座，按设计规定的顺序完成体系转换。同一片梁的临时支座应同时拆除。

- 7.6.3.2 体系转换过程中，应用水准仪观测梁底与顶面高程，并做好记录，对全过程进行监控。
- 7.6.3.3 护栏的施工宜采取挂篮施工平台。挂篮支架采用型钢焊接形成方体结构，底部安装 4 只橡胶轮，在支架底盘尾部采用沙袋压重。移动挂篮施工平台可参照图 45～47 所示。

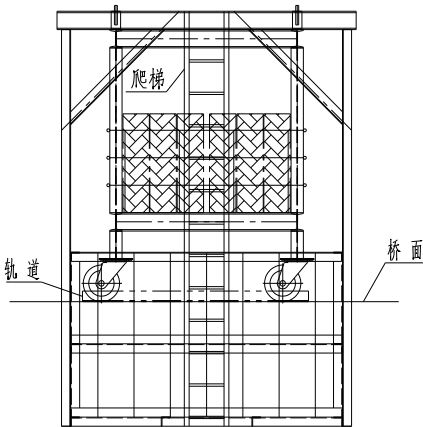


图45 移动挂篮施工平台断面示意图

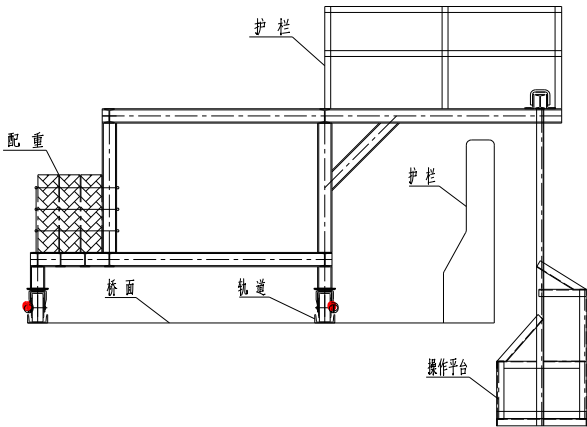


图46 移动挂篮施工平台立面示意图

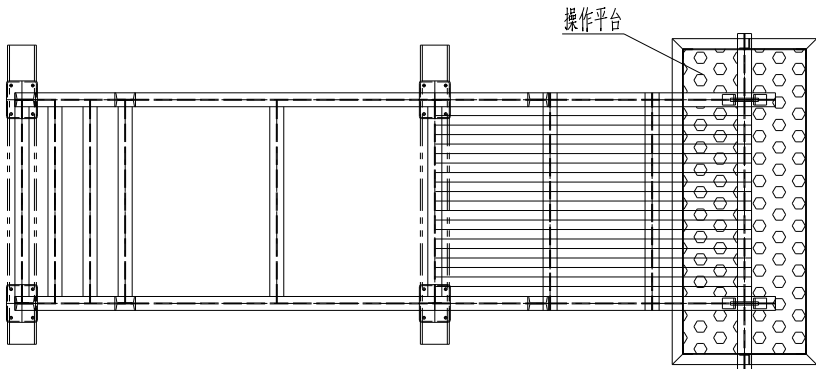


图47 移动挂篮施工平台平面示意图

## 8 标准实施及评价

- 8.1 结合实际，认真做好标准实施准备，包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。
- 8.2 制定标准实施方案，明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障（组织、制度、资金、人员和设备仪器等）、推荐方法路径，确定资源要素配置、关键环节和控制点，提出标准实施中的注意事项。
- 8.3 针对相关方和具体对象/岗位进行标准宣贯和培训，结合标准要求，落实责任制，做到横向到边，纵向到底。
- 8.4 标准实施主要在产品研制、产品生产、企业管理、商业服务、贸易、工程建设、技术改造等活动中开展。工程建设、技术改造活动标准实施的重点是落实国家的环境保护、健康、卫生、安全的要求；落实国际单位制的要求；落实供电和供能技术体制等要求。产品研制活动标准实施的重点是落实产品开发、功能性能、质量、安全、技术体制、接口、节能环保、资源节约、维护和维修等要求。
- 8.5 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。
- 8.6 对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。
- 8.7 在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效，梳理存在的薄弱环节，标准实施的评价主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、质量水平提高、客户满意度、规范秩序、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价，同时还要评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。
- 8.8 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。
- 8.9 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录 H。

附 录 A  
(资料性)  
预制梁设计梁长复核会审表

表A. 1给出了预制梁设计梁长复核会审表。

表A. 1 预制梁设计梁长复核会审表

编号	桥梁工程名称	联（跨）编号	跨类	梁类	梁编号	设计梁长（mm）	设计湿接头缝宽 mm	盖梁中心线间距（mm）	差值（mm）	备注
1	A 匝道	第一联	边跨	边梁	1-1	39700	300	40000	0	示例
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
.....										

附 录 B  
(资料性)

预制梁纵坡和梁底预埋钢板参数统计表

表B. 1给出了预制梁纵坡和梁底预埋钢板参数统计表。

表A. 2 预制梁纵坡和梁底预埋钢板参数统计表

预制梁编号	预制梁长度 (mm)	桥面纵坡 (%)	预埋钢板 (长/宽) (mm)	预埋位置 (小里程侧或大里程侧)	预埋钢板外露高度		支座处是否设置调平块	调平块的形式	备注
					小里程侧 (mm)	大里程侧 (mm)			
1	39700	2%	700/500	小里程	3	17	否	/	示例
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
.....									

附 录 C  
(资料性)

预制梁永久支座型号及对应墩位统计表

表C. 1给出了预制梁永久支座型号及对应墩位统计表。

表A. 3 预制梁永久支座型号及对应墩位统计表

编号	桥梁工程名称	墩台编号	支座型号	支座数量	备注
1	A 匝道	1#墩	GJZF 350×500×71	7	示例
2					
3					
4					
5					
6					
.....					

附 录 D  
(资料性)  
预制台座验收表

表D. 1给出了预制台验收表。

表A. 4 预制台座验收表

台座编号	设计台座长度	实测台座长度	设计预埋钢板纵坡调整范围	实测预埋钢板纵坡调整范围	设计反拱值	实测反拱值	备注
1	41m	41m	0%~4%	0%~4%	2. 5cm	2. 5cm	示例
2							
3							
4							
5							
6							
.....							

附 录 E  
(资料性)  
预制梁翼缘板横坡设置统计表

表E. 1给出了预制梁翼缘板横坡设置统计表。

表A. 5 预制梁翼缘板横坡设置统计表

编号	桥梁工程名称	联(跨)编号	跨类	梁类	梁编号	翼缘板横坡	备注
1	XX 桥梁	第一联	边跨	边梁	1-1	2%	示例
2							
3							
4							
5							
6							
.....							



附 录 F  
(资料性)  
运梁车安全检查记录表

表F. 1给出了运梁车安全检查记录表。

表A. 6 运梁车安全检查记录表

项目名称：\_\_\_\_\_ 日 期：\_\_\_\_\_  
天 气：\_\_\_\_\_

检查程序	检查内容	检查情况		检查人员 签字
		正常（√）	异常情况说明	
运梁前检查	所有人员到达指定岗位			
	运梁车根据 T 梁长度到达相应的装梁位置			
	提梁机缓慢落梁（装梁）			
	运梁车调整到行驶状态			
运 梁 过 程 中 检 查	指挥员手势准确到位			
	轮胎气压			
	制动装置工作			
	发动机工作			
	电气液压系统工作			
	运梁车操作控制			
与 架 桥 机 配 合 过 程 检 查	喂梁指挥人员到岗			
	驾驶转向到位			
	防撞系统工作			
	运梁车与架桥机前天车同步向前			
	架桥机后天车吊起 T 梁后端到位			
倒车检查	倒车指挥人员到岗			
	解除停车制动装置			
	发动机启动工作			
	指示灯工作正常			
	运梁车执行操作控制			
结 束 作 业 检 查	运梁车达到指定停放位置			
	停车制动器启动			
	引擎关闭			
	随车工具收集于工具箱			
备 注	1、在运梁车使用过程中认真做好以上各项检查； 2、运梁车严格按照使用说明书和维修保养说明书定期保养。			

附 录 G  
(资料性)  
架桥机安全检查记录表

表G. 1给出了架桥机安全检查记录表。

表 G. 1 架桥机安全检查记录表

项目名称：日期：  
天气：

供应方		型 号	
生产厂家		编 号	
检查项目	检查内容	检查标准/要求	检查结果
架桥机总体设计	架桥机适用的桥梁跨径	满足所架梁体长度要求	
	架桥机额定起重量	满足所架梁体重量要求	
	架桥机适用的曲率半径	满足所架梁体曲率半径要求	
	架桥机适用的纵横坡	满足所架梁体纵横坡要求	
走行系统	天车运行状况和刹车	工作状态良好、灵敏	
	运行轨道	正常可靠	
	轮子、减速机固定螺栓	牢固可靠	
液压系统	液压油箱	无松动、损坏、漏油、油量和粘度情况	
	液压泵、油缸、阀	无松动、漏油、异常噪音、发热、泄漏	
	液压管路及接头密封情况	无松动、漏油	
	压力表	显示正常	
结构件	前中后支腿、托架、主梁、导梁、立柱	外观检查无变形	
	主要受力件焊缝	焊缝无裂纹	
	连接螺栓	螺栓紧固可靠	
提升系统	卷扬机和底座固定情况	连接牢固	
	钢丝绳在滚筒上排绳情况和绳头的压板	情况正常	
	钢丝绳磨损情况	磨损量正常范围内	
	吊具状况检查	吊具磨损正常范围内	
	滑轮	滑轮固定牢固、无磨损	
电气系统	线缆	无破皮、损坏，接线规范	
	电器元件	无损坏、异常情况	

表 G.1 架桥机安全检查记录表（续）

供应方		型 号	
生产厂家		编 号	
检查项目	检查内容	检查标准/要求	检查结果
安全防护装置	钳盘式制动器	可靠有效	
	工作制动器	可靠有效	
	各限位	可靠有效	
	风速风向仪及监控装置	可靠有效	
	走道栏杆等防护装置	牢固可靠	
基础资料	检查表	重要工序检查记录表是否按要求填写并整理存档	
	运转日志	是否按要求规范填写	
	维保记录	维修保养记录是否按要求填写并整理存档	
检查总体结论			
检查小组签字			
备注	1. 检查结果填写是否符合要求，无此项内容填写“——”； 2. 检查总体结论要填写设备是否可以继续使用，必要时出具整改通知。		

附 录 H  
(资料性)  
湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

表H. 1给出了湖北省地方标准实施信息及意见反馈表。

表 H. 1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表。

标准名称和编号			
总体评价	适用性	该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	协调性	该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	执行情况	标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
实施信息	标准实施过程中是否存在阻力和障碍？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	实施过程中存在的主要问题		
修改意见	总体意见	<input type="checkbox"/> 适用 <input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 废止	
	具体修改意见	需修改章节： 具体修改意见：	
反馈渠道	<input type="checkbox"/> 标准化行政主管部门 <input type="checkbox"/> 省直行业主管部门 <input type="checkbox"/> 专业标准化技术委员会（工作组） <input type="checkbox"/> 标准起草组（牵头起草单位）		
反馈人	姓名：                      单位：                      联系方式：		

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。

参 考 文 献

- [1] Q/CR 9208-2023 铁路混凝土梁与小型构件预制场建设技术指南
  - [2] “两区三厂”建设安全标准化指南 2019年4月
  - [3] 湖北省高速公路建设标准化指南（第二分册 工地建设） 2013年6月
  - [4] 湖北省高速公路建设标准化指南（第六分册 桥梁工程） 2013年6月
-