ICS号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

团体标准编号：\*\*\*\*\*\*\*\*\*

装配式预应力混凝土箱梁智能制造

施工技术标准

Technical Standards for Intelligent Manufacturing Construction of Prefabricated Prestressed Concrete Box Girders

2025-XX-XX发布 2025-XX-XX实施

中国公路建设行业协会 发布

前 言

根据《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）及相关要求，由主编单位黑龙江省铁投预制构件有限公司、会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认证总结实践经验，考察有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。 本标准的主要内容包括：1、总则，2、规范性引用文件，3、术语和定义，4、材料及制备，5、模板及安装，6、钢筋骨架及安装，7、预应力装置及安装，8、混凝土浇筑与振捣，9、养生与预应力张拉，10、移梁与存放，11、检验与控制，12、安全生产与环境保护、附录等。

本标准主编单位：黑龙江省铁投预制构件有限公司

本标准参编单位：黑龙江省交通投资集团有限公司、黑龙江省交投铁路建设投资有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司、哈尔滨工业大学、黑龙江省公路工程造价站、哈尔滨学院、北京鸿游科技有限公司、河北新大地机电制造有限公司。

本标准主要起草人员：曾繁强、杨松滨、万照龙、刁业宏、李安、赵贺、张宇、平万鹏、高硕、黄聪、程旭昌、潘玲、李远成、张立军、张锐锋、闫晓冬、赵云龙、余绍宾、孙吴宏、李玉子、单志利、王海波、谭忆秋、江守恒、董淑慧、陈磊、韩宏旭。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见函告本规程日常管理组，联系人:韩宏旭(地址: 哈尔滨市香坊区吕家油坊黑龙江省铁投预制构件有限公司，邮编:150036，电话:15332102568，电子邮箱:594174398@qq.com)，以便修订时参考。

**目录**

1 总则 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 3

4 材料与设备 5

4.1移动梁底平车 5

4.2整体式液压外模 5

4.3内模 5

4.4端模 5

4.5张拉压浆设备 5

5 模板及安装 7

5.1外模设计、加工与组装 7

5.2梁底平车就位及外模安装 9

5.3内模安装 9

5.4端模安装 10

5.5模板拆除 10

6 钢筋骨架及安装 12

7 预应力装置及安装 13

8 混凝土浇筑与振捣 17

9 养生与预应力张拉 19

10 移梁与存放 23

11 检验与控制 26

12 安全生产与环境保护 33

13 附录 37

# **1 总则**

**1.0.1** 本文件规定了装配式预应力混凝土箱梁智能制造施工的术语和定义、概述、系统构成要求、工艺流程与设备要求、质量控制要求、安全与环保要求等内容。

**1.0.2** 移动式梁底平车流水线作业的箱梁制造施工采用了“施工工序区域固定、流水线作业”的模式；通过移动式梁底平车将钢筋骨架制作胎膜区、预制区、养护区、预应力张拉区和存梁区有机串联，实现工厂化作业的箱梁智能制造施工。

**1.0.3** 本标准适用于装配式预应力混凝土箱梁智能制造。

# **2 规范性引用文件**

**1** 《公路桥涵施工技术规范》JTG∕T 3650-2020

**2** 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2-2008

**3** 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015

**4** 《公路工程技术标准》JTG B01-2014

**5** 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1-2017

**6** 《公路工程施工安全技术规范》JTJ F90-2015

**7** 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2018

**8** 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018

**9** 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276-2012

**10** 《建筑地基基础设计规范》GB 50007－2011

# **3 术语和定义**

## **3.0.1箱梁**

在预制场或现场预先生产成型的预应力混凝土箱形梁，简称箱梁。

## **3.0.2预制台座**

用于生产箱梁的平台。

## **3.0.3移动式梁底平车**

可移动的钢结构预制台座。工厂化生产箱梁的移动式台座相当于传统梁场底座，其作用为可用于预制梁底模也可以用作移梁台车。台座总长度根据制梁长度进行设计，由多节拼装组成，台车总长度根据制 梁长度进行设计，每节之间采用螺栓连接，每节配置有行走系统（驱动轮及被动轮），台座在混凝土浇注过程中应有足够的刚度，使箱梁浇注成型后，其箱梁线形符合设计要求。

## **3.0.4模板**

用金属制成的，在箱梁浇筑过程中能够保持箱梁形状和尺寸，保证箱梁表面平整，并多次数使用的器具。

## **3.0.5整体式液压模板**

采用液压系统进行整体就位、调整、浇筑、拆除的模板。

## **3.0.6导轨**

将设有等距梯档的型钢固定在地面上，引导模板各向运动的轨道。

## **3.0.7轨道平整度**

工厂化生产箱梁需要钢制台座浇注后箱梁在轨道上移动至蒸养区进行蒸汽养护，为保证移梁过程的箱梁稳定所规定的轨道线轴向、横向轨道顶面的高差值。

## **3.0.8钢筋制品**

钢筋混凝土配筋用的直条或盘条状钢材制成的制品。

## **3.0.9钢筋绑扎台座**

由台架底座、整体钢架及钢筋定位槽组成的，用于预制箱梁钢筋绑扎的台架。

## **3.0.10保护层垫块**

为保证预制箱梁保护层厚度，在分布钢筋上绑扎安装的不低于梁体混凝土强度等级的同材料细集料垫块。

## **3.0.11吊具**

将预制箱梁底腹板、顶板钢筋半成品，吊装至箱梁模板内所用的钢桁架。

## **3.0.12智能制造管理系统**

通过采用先进的物联网技术、大数据处理技术和数据加密传输技术，覆盖了箱梁智能制造主要作业环节、主要工作岗位、重要设备设施的生产过程数据采集、录入、存储和处理分析系统，应包含基础信息管理、生产线管理、设备养护管理、人员管理、钢筋管理、存梁区管理、报检管理、台帐管理等功能模块，覆盖了梁场生产过程及质量管控等主要环节，能够满足箱梁智能制造的专业化、智能化、机械化、工厂化。

## **3.0.13蒸养系统**

对箱梁进行蒸汽养护的系统。

注：一般包括锅炉、供汽管道、蒸养棚、控制系统等。

## **3.0.14蒸汽养护**

通过高温蒸汽来加速箱梁混凝土的硬化过程，提高箱梁混凝土强度和耐久性的一种养护方式。

注：蒸汽养护分为三个阶段：升温期、恒温期、降温期。养护时间经过试验确定。

## **3.0.15移梁**

箱梁在完成预应力施工后，转运吊装至存梁场，由存梁场转运至安装位置的过程。

## **3.0.16检验批**

由同一施工条件并有一定数量的材料或作业项目组成的基本检验单元。

## **3.0.17主控项目**

对安全、质量、卫生、环境保护、公众利益和主要使用功能起决定性作用的检验项目。

## **3.0.18一般项目**

除主控项目以外的检验项目。

# **4 材料与设备**

## **4.1 移动梁底平车**

### **4.1.1** 移动梁底平车须根据箱梁设计参数进行专项设计，平车刚度须满足设计及施工需要。

### **4.1.2** 平车应按设计要求以梁中心向梁两端对称设置反拱。

### **4.1.3** 平车的边线误差不应超过±2mm，高程误差不应超过±2mm。平车与梁底板尺寸误差控制在2mm以内。

### **4.1.4** 平车面板铺设完毕后应平整、光洁，平整度≤1mm。

## **4.2 整体式液压外模**

### **4.2.1** 整体式液压外模包括外模及其支撑系统、外模液压及行走系统，外模面板宜采用不锈钢板。对跨中横隔板处的外模应采取单独设计，对斜交梁，应需更换相应模板，同时为保证钢筋骨架的直接快速吊装到位，跨中横隔板封板应特殊设计。

### **4.2.2** 外模液压及行走系统应包括：液压泵站、开模油缸、液压顶升油缸、控制系统等。

### **4.2.3** 每侧外模应单独配置液压泵站，为每侧各种油缸与马达提供动力来源。其中开模油缸行程须满足模板与外伸钢筋不干涉的要求，顶升行程须能实现模板的高低调整。油缸须既能单独动作也能同时控制。

## **4.3 内模**

### **4.3.1** 为减少内腔模板操作难度，内腔标准尺寸处的模板宜设计成液压式，在端部与变化段设计成散支散拆式，以减少人在内腔的操作强度，提高工效。

### **4.3.2** 内模两端宜采用机械支撑式，中间标准段宜采用液压操作式。

## **4.4 端模**

### **4.4.1** 端模应采用钢模，每条生产线应配置二个标准端模，用于正交梁的施工，同时根据斜交梁的种类配置相应端模。

### **4.4.2** 端模宜采用侧包端、底包端形式。

### **4.4.3** 为保证端模在模板中的位置，应采用一套固定装置来定位端模。

### **4.4.4** 为保证端模与已绑钢筋笼能快速合模，对端模应进行特殊设计，以满足快速拆装与对位。

## **4.5 张拉压浆设备**

### **4.5.1**张拉采用智能预应力张拉设备张拉，智能预应力张拉设备的设备、数据管理系统和自动记录系统应符合以下要求:

### **1** 张拉设备应包括千斤顶、油泵、压力表等设备。千斤顶应符合JG/T321的相关规定，其最大公称输出力应为施工所需张拉力的1.2倍-1.5倍。油泵应符合JG/T319的相关规定，油泵内液压油应在累计使用500h后应更换一次。压力表应符合JB/T6804的相关规定，其最大量程应为施工所需张拉力的1.5倍-2.0倍，精确度等级应为1.0级。

### **2** 数据管理系统应具有数据导出和网络上传 (包括实时上传、每月上传、汇总上传)等功能。

### **3** 自动记录系统应能实时自动记录张拉油压或油缸顶压力、张拉伸长值、时间等数据。

### **4** 智能化张拉系统应成套校正、检验和标定，合格后方可使用。

### **4.5.2** 压浆设备采用智能压浆设备的设备，智能化压浆设备的设备、数据管理系统、自动计量设备和自动记录系统等应符合以下要求:

### **1** 压浆设备应包括高速搅拌机、压浆机等设备，采用真空辅助压浆时还应包括真空泵。高速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，其叶片的线速度宜为10m/s~20m/s，且应能满足在规定的时间内搅拌均匀的要求；搅拌机出口应设置过滤网过滤，过滤网孔尺寸不应大于1.2mmx1.2mm。压浆机宜采用螺旋式可连续作业的压浆泵，其压力表应符合JB/T 6804的相关规定，最大量程应为实际施工所需压力的1.2倍-1.5倍，精确度等级应为1.0级；压浆泵与预应力孔道压浆口之间的压浆管管路应采用硬管，管路之间应采用定型金属连接件连接。

### **2** 数据管理系统应具有数据导出和网络上传 (包括实时上传、每月上传、汇总上传）等功能。

### **3** 自动计量设备的称量精度应精确到±1%。

### **4** 自动记录系统应能显示配合比、压浆日期、搅拌时间；自动记录压浆量、压浆压力、时间等数据，采用真空辅助压浆时还应包括真空度的控制和调整参数。

**5 模板及安装**

## **5.1 外模设计、加工与组装**

### **5.1.1** 模板宜采用定型液压钢模板，根据梁的类型、形状和尺寸进行专门设计。

### **5.1.2** 外模模板和支架均应进行施工图设计，且经批准后方可用于施工。施工图设计应包括下列内容：

### **1** 工程概况和工程结构简图；

### **2** 结构设计的依据和设计计算书；

### **3** 总装图和细部构造图；

### **4** 制作、安装的质量及精度要求；

### **5** 安装、拆除时的安全技术措施及注意事项；

### **6**  材料的性能质量要求及材料数量表；

### **7** 设计说明书和使用说明书。

### **5.1.3** 主面板宜采用大尺寸的钢板，面板厚度宜大于或等于 8 mm。

### **5.1.4** 特殊部位采用配板时，配板和模板的板缝应规则、对齐。

### **5.1.5** 模板背面支撑着力点应设在主肋上， 主肋与次肋支撑按模板刚度要求和力学计算确定。

### **5.1.6** 端模板、翼缘板、横隔板等部位的模板应特殊设计，其连接方式应简便、牢固，易于拆除。

### **5.1.7** 模板应按图纸进行制作， 模板制作标准及允许偏差应符合表 5.1.1 的要求。

**表5.1.1 模板允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法 |
| 外形尺寸 | 长度和高度 | +0 mm，-1 mm | 钢尺量 |
| 肋高 | ±5 mm | 钢尺量 |
| 连接配件（螺栓、卡子等）的孔眼位置 | 孔中心与板面的间距 | ±0.3 mm | 钢尺量 |
| 板端中心与板端的间距 | +0mm，-0.5 mm | 钢尺量 |
| 沿板长、宽方向的孔 | ±0.6 mm | 钢尺量 |
| 面板端面偏斜 | 0.5mm | 垂线检查 |
| 板面平整度 | 1 mm | 2 m直尺最大间隙 |
| 板面和板侧挠度 | ±1 mm | 拉线检查 |

### **5.1.8** 模板的构造要求应符合下列规定：

### **1** 模板背面应设置主肋和次肋作为其支承系统，主肋和次肋的布置应根据模板的荷载和刚度要求进行。次肋的配置方向应与模板的长度方向相垂直，应能直接承受模板传递的荷载，其间距应按荷载数值和模板的力学性能计算确定；主肋应承受次肋传递的荷载，且应能起到加强模板结构的整体刚度和调整平直度的作用，支架或支撑的着力点应设置在主肋上。

### **2** 模板的配板应根据配模面的形状、几何尺寸及支撑形式决定。配板时宜选用大规格的模板为主板，其他规格的模板作为补充；配板后的板缝应规则，不得杂乱无章。

### **3**  对箱梁的转角处使用的模板及各种模板面的交接部分，应采用连接简便、结构牢固、易于拆除的专用模板。

### **4** 当设置对拉螺杆或其他拉筋，需要在模板上钻孔时，应使钻孔的模板能多次周转使用，并应采取措施减少或避免在模板上钻孔。

### **5.1.9** 模板组装前，应检查模板的制作质量，采用起重运输机械辅助安装。

### **5.1.10** 钢筋骨架安装就位后再安装模板，相邻模板和相对模板之间应采取措施连接或对拉固定。

### **5.1.11** 液压模板的安装高度及水平位移符合施工要求。

### **5.1.12** 采用附着式振动器辅助振动时，应提前预留安装孔，模板安装固定后安装附着式振动器。

### **5.1.13** 组拼时，模板接缝、端面、预留孔及槽口等部位，应采取措施防止浇筑过程中漏浆。

### **5.1.14** 模板组装完成，检验合格后涂脱模剂。

### **5.1.15** 模板脱模剂的选用及涂刷符合下列规定：脱模剂应具有良好的隔离效果，在较宽温度范围内长期稳定，无毒、无臭，不引起表面色差；

### **1** 良好的脱模性能，拆模时，要求脱模剂能使模板顺利地与混凝土脱离、保持混凝土表面光滑平整、棱角整齐无损。 **2** 涂敷方便、成模快、拆模后易清洗，脱模剂既能涂刷又能喷涂为好、成模要快(一般20分钟之内)拆模后易于清除，这样才不影响施工进度和制品生产率。 **3** 不影响混凝土表面装饰效果，混凝土表面不留浸渍印痕、反黄变色。 **4** 不污染钢筋、对混凝土无害，不影响混凝土与钢筋的握裹力、不改变混凝土拌合物的凝结时间，不应含有对混凝土性能有害的物质。 **5** 保护模板、延长模板使用寿命，钢模用脱模剂应具有防止钢模锈蚀及由此导致混凝土表面产生锈斑的作用。 **6** 具有较好的耐水性和耐候性，现场施工及露天预制场使用脱模剂要具有一定的耐雨水冲刷能力，即刷在模板上的脱模剂遭雨淋后，要能保持脱模性能；对于热养护的混凝土构件，使用的脱模剂应具有耐热性；在寒冷气候条件下使用的脱模剂应具有耐冻性。

## **5.2 梁底平车就位及外模安装**

### **5.2.1** 模板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。

### **5.2.2** 梁底平车尺寸应按预制梁的规格、尺寸进行设计， 应按张拉拱起量预留反拱，两侧应预留吊装孔。

### **5.2.3** 梁底平车表面应平整、光洁， 钢板接头高差不宜大于 2.0 mm，钢板表面粗糙度不宜大于 20 μm。

### **5.2.4** 台座检测项目及允许偏差应符合表5.1.2的要求。

**表5.1.2 梁底平车检测项目及允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 规定值或允许偏差 | 检测方法 |
| 地基 | 地基类型 | 挖方或级配碎石地基 | 现场检查 |
| 地基变形 | 差异沉降斜率≤1‰ | 水准仪 |
| 梁底平车 | 长度 | -0 mm，+5 mm | 钢尺测量 |
| 宽度 | -0 mm，+5 mm | 钢尺测量 |
| 高程 | -5 mm，+2 mm | 水准仪 |
| 反拱度 | 符合设计要求 | 水准仪、拉线检查 |
| 底模 | 钢板厚度 | 符合台座设计图纸的要求 | 游标卡尺 |
| 大面平整度 | 1.0 mm | 2 m直尺最大间隙 |
| 接头高差 | 2.0 mm | 游标卡尺 |
| 钢板粗糙度 | ≤20 μm | 粗糙度仪 |

### **5.2.5**  梁底平车设计应预留各种预埋件孔和喷淋系统管线安装位置。

### **5.2.6** 移动梁底平车由等候区进入到预制区固定位置后，进行液压模板外模与移动梁底闭合。

### **5.2.7** 外模沿导轨横向行走到位，并通过主、被动台车进行横向调整。

### **5.2.8**  模板到位后，应逐个检查模板上的高度调整螺栓，确认每只螺栓均不悬空后，再将模板与台座间的横向螺栓固定牢固。

### **5.2.9** 侧模与台座接缝可采用在平车的U型槽钢内填塞橡胶止浆管等措施配合密封。

### **5.2.10**  模板顶升移动，应先垂直移动模板至台座高度，再水平移动模板靠近台座，然后再微调模板，并检查模板的水平和竖直度。

## **5.3 内模安装**

### **5.3.1** 内模采用全自动整体式液压内模，在专业模板场加工完成。

### **5.3.2** 内模安装前在内模托架上进行组装并作行驶试验，确保内模各工况满足设计要求。

### **5.3.3** 检验完成合格后，对接缝处进行密封处理，以避免拼缝处局部可能出现的漏浆情况。

### **5.3.4**  待底板钢筋骨架安装完毕后通过龙门吊将内模吊入外模内。

### **5.3.5** 内模采用整体吊装，模板安装的过程中安排专人检查模板的位置及走向，防止模板与钢筋冲撞。

### **5.3.6**  内模利用龙门吊移动进箱体后，调整内模位置，并检查保护层厚度。

## **5.4 端模安装**

### **5.4.1** 端模安装前按设计梁长及角度在梁底平车上标注端模安装位置，依据刻出的位置线安装端模。

### **5.4.2**  端模由六块机械可拆式模板组成，中间顶板为一块，底板为一块，两侧腹板各一块，两翼缘各一块，其预留预应力孔道严格按照设计图纸设置。先安装底腹板与两翼拼成的一块，待内模安装检查合格后，在安装中间顶板的一块。

### **5.4.3** 安装锚垫板。安装时，使锚垫板与模板密贴，锚垫板压浆孔必须朝上，不同型号锚垫板在安装时应一一对位。

### **5.4.4** 吊装端模。吊装时，端模要水平。端模靠拢前，应逐根将波纹管从锚垫板中穿出。端模两侧安装要同步跟进，防止差异过大和猛顶硬撬，将波纹管挤变形。

### **5.4.5**  端模到位后，将端模与侧模、底模、内模进行连接和固定。侧模、端模的内侧底部根据桥梁设计轮廓尺寸制成圆弧与底模用螺栓连接，侧模与底模、侧模与端模之间的连接缝采用发泡胶嵌填，端模与内模之间嵌填橡胶用螺栓连接，保证安装好后不漏浆。

### **5.4.6**  端模与侧模拼缝应采用双面胶等材料进行密封。

### **5.4.7**  端模安装完成后，应采用橡胶止浆环、泡沫胶、胶带等材料对钢筋、波纹管和锚孔缝隙进行密封，并在预应力孔道内穿入内衬管。

## **5.5 模板拆除**

### **5.5.1** 模板宜在混凝土强度达到2.5MPa以上后进行拆除，拆模时间可根据现场情况适当调整。

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

### **5.5.3** 折叠抽拉式内模牵引回缩，由卷扬机将内模从两侧抽出，放置在内模托架上，用龙门起重机将内模和托架移出该区域。

### **5.5.4** 模板拆除期限和拆除程序等应根据结构物特点、模板部位和混凝土所应达到的强度要求确定，并应严格按其相应的施工图设计的要求进行。

### **5.5.5**  模板拆除时，不得损伤混凝土结构。

### **5.5.6** 外模拆除时应先松开跨中横梁两节模板连接螺栓，启动外模液压系统，先将模板水平向平移，然后再往下移动，脱离混凝土表面。

**6 钢筋骨架及安装**

### **6.1** 安装顺序

### 梁底及外模调整合格后依次进行底腹板钢筋骨架、抽拉式内模及顶板钢筋骨架的安装。

### **6.2** 钢筋安装

### **6.2.1** 钢筋的级别、直径、根数、间距等应符合设计的规定。

### **6.2.2** 对多层多排钢筋，宜根据安装需要在其间隔处设立一定数量的架立钢筋或短钢筋，但架立钢筋或短钢筋的端头不得伸入混凝土保护层内。

### **6.2.3** 半成品钢筋和钢筋骨架采用整体方式安装时，宜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。

### **6.2.4** 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。

### **6.3** 钢筋骨架的焊接拼装

### **6.3.1** 拼装前应按设计图纸放大样，放样时应考虑焊接变形的预留拱度。拼装时，在需要焊接的位置宜采用楔形卡卡紧，防止焊接时局部变形。

### **6.3.2** 骨架焊接时，不同直径钢筋的中心线应在同一平面上，较小直径的钢筋在焊接时，下面宜垫以厚度适当的钢板。施焊顺序宜由中到边对称地向两端进行，先焊骨架下部，后焊骨架上部。相邻的焊缝应采用分区对称跳焊，不得顺方向一次焊成。

### **6.4** 预制梁钢筋整体吊装

### 采用 3 根φ160×6 mm 钢管焊接而成的三角形桁架结构，桁架之间采用φ28光圆钢筋连接。吊装架底部每隔 1 m 设置一处吊装点，吊装点为φ10 mm 卡扣固定。

**7 预应力装置及安装**

### **7.0.1** 梁体养生至混凝土强度达到设计文件规定要求结束养护后，启动移动式台座载梁行走至预应力施工区。

### **7.0.2** 预应力混凝土工程中的钢束张拉和孔道压浆宜采用信息化施工，智能张拉数据和智能压浆数据需实时上传至智能制造管理系统。。

### **7.0.3** 预应力筋进场时应分批验收，验收时，除应按合同要求对其质量证明书、包装、标志和规格等进行检查外，尚应按下列规定进行检验：

### **1** 钢绞线分批检验时每批质量应不大于 60t。检验时应从每批钢绞线中任取 3盘，并从每盘所选的钢绞线端部正常部位截取一组试样进行表面质量、直径偏差和力学性能试验。如每批少于 3 盘，则应逐盘取样进行上述试验。试验结果如有一项不合格时，则不合格盘报废，并再从该批未试验过的钢绞线中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验；如仍有一项不合格，则该批钢绞线为不合格。

### **2**  螺纹钢筋分批检验时每批质量应不大于 l00t。对表面质量应逐根目视检查，外观检查合格后在每批中任选 2 根钢筋截取试件进行拉伸试验。试验结果如有一项不合格时，则应另取双倍数量的试件重做全部各项试验；如仍有一根试件不合格，则该批钢筋为不合格。

### **3** 对特大桥、大桥或重要桥梁工程中使用的钢丝、钢绞线和螺纹钢筋，进场时应按上述规定进行检验；对预应力材料用量较少的一般桥梁工程，其预应力钢材的力学性能，可仅进行抗拉强度检验，或由生产场提供力学性能试验报告。

### **7.0.4** 预应力筋应保持清洁，在存放和搬运过程中应避免使其产生机械损伤和有害的锈蚀。进场后的存放时间宜不超过6个月，且宜存放在干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质的仓库内；在室外存放时，不得直接堆放在地面，应支垫并遮盖，防止雨露和各种腐蚀性介质对其产生不利影响。

### **7.0.5** 预应力筋制作时的下料应符合下列规定：

### **1** 下料长度应通过计算确定，计算时应考虑结构的孔道长度或台座长度、锚夹具厚度、千斤顶长度、镦头预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和张拉工作长度等因素。

### **2** 钢丝束两端采用镦头锚具时，宜采用等长下料法对钢丝进行下料。

### **3** 预应力筋的下料，应采用切断机或砂轮锯切断，严禁采用电弧切割。

### **7.0.6** 锚具、夹具和连接器在存放、搬运及使用期间均应妥善防护，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤、混淆和散失，临时性的防护措施应不影响其安装和永久性防腐的实施。

### **7.0.7** 预应力筋用锚具产品应配套使用，同一结构或箱梁中应采用同一生产场的产品，工作锚不得作为工具锚使用。夹片式锚具的限位板和工具锚宜采用与工作锚同一生产场的配套产品。

### **7.0.8** 在后张有黏结预应力混凝土结构或箱梁中，预应力筋的孔道宜由浇筑在混凝土中的刚性或半刚性管道构成，或采取钢管抽芯、胶管抽芯及金属伸缩套管抽芯等方法进行预留。设置于混凝土中的刚性或半刚性管道不应有漏浆现象，且应具有足够的强度和刚度，应能在浇筑混凝土重力的作用下保持原有的形状，并能按要求传递黏结应力。

### **7.0.9** 管道的性能要求应符合下列规定：

### **1**  刚性管道应是壁厚不小于 2mm 的平滑钢管，且应具有光滑的内壁并可被弯曲成适当的形状而不出现卷曲或被压扁；半刚性管道应是波纹状的金属管或高密度聚乙烯塑料管，且金属波纹管宜采用镀锌钢带制作，壁厚宜不小于 0.3mm。

### **2** 金属波纹管的性能和质量应符合现行《预应力混凝土用金属波纹管》（JG 225）的规定；塑料波纹管的制作材料、性能和质量应符合现行《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》（JT/T529）的规定.

### **3**  管道的规格、尺寸应符合设计规定，且其内横截面积应不小于预应力筋净截面积的 2 倍；对长度大于 60m 的管道，宜通过试验确定其面积比是否可以进行正常的压浆作业。

### **4** 管道应按设计规定的坐标位置进行安装，并应采用定位钢筋固定，使其能牢固地置于模板内的设计位置，且在混凝土浇筑期间不产生位移。管道与普通钢筋重叠时，应移动普通钢筋，不得改变管道的设计坐标位置。固定各种成孔管道用的定位钢筋的间距，对钢管宜不大于 l.0m，波纹管宜不大于 0.8m；位于曲线上的管道和扁平波纹管道应适当加密。定位后的管道应平顺，其端部的中心线应与锚垫板相垂直

### **5**  管道接头处的连接管宜采用大一级直径的同类管道，其长度宜为被连接管道内径的 5~7 倍。连接时不应使接头处产生角度变化及在混凝土浇筑期间发生管道的转动或移位，并应缠裹紧密，防止水泥浆的渗入。塑料波纹管应采用专用焊接机进行热熔焊接或采用具有密封性能的塑料结构连接器连接。当采用真空辅助压浆工艺进行孔道压浆时，管道的所有接头应具有可靠的密封性能，并应满足真空度的要求。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，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** 管道安装完毕后，其端口应采取可靠措施临时封堵，防止水或其他杂物进入。

### **7.0.10** 管道的进场检验应符合下列规定：

### **1** 把进场时除应按合同检查出场合格证和质量保证书，核对其类别、型号、规格及数量外，尚应对其外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗渗漏及抗弯曲渗漏等进行检验。检验试验方法应分别符合现行《预应力混凝土用金属波纹管》（JG 225）和《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》（JT/T529）的规定。

### **2**  管道应按批进行检验。金属波纹管每批应由同一钢带生产场生产的同一批钢带所制造的产品组成，每批数量应不超过 50000m；塑料波纹管每批应由同一配方、同一生产工艺、同设备稳定连续生产的产品组成，每批数量应不超过 10000m。

### **3**  检验时应先进行外观质量的检验，合格后再进行其他指标的检验。当其他指标中有不合格项时，应取双倍数量的试件对该不合格项进行复验；复验仍不合格时，该批产品为不合格。

### **7.0.11** 预应力钢绞线穿束前，应清除管道内的杂物及积水。钢绞线制束应保证梳理顺直、不扭结。

### **7.0.12** 对在混凝土浇筑之前安装在孔道中的预应力筋，应采取防止锈蚀或其他防腐蚀措施，直至压浆预应力筋安装在管道中后，应将管道端部开口密封防止湿气进入。采用蒸汽养护混凝土时，在养护完成之前不应安装预应力筋。

### **7.0.13** 在任何情况下，当在安装有预应力筋的结构或箱梁附近进行电焊作业时，均应对全部预应力筋、管道和附属箱梁进行保护，防止溅上焊渣或造成其他损坏。

### **7.0.14** 对在混凝土浇筑之前穿束的管道，预应力筋安装完成后，应进行全面检查，查出可能被损坏的管道。在混凝土浇筑之前，应将管道上所有非有意留的孔、开口或损坏之处修复，并应在浇筑混凝土过程中随时检查预应力筋能否在管道内自由移动。

### **7.0.15** 预应力张拉用的机具设备和仪表应符合下列规定：

### **1** 预应力筋的张拉宜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。

### **2** 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：

### **1）**使用时间超过 6 个月；

### **2）**张拉次数超过 300 次；

### **3）**使用过程中千斤顶或压力表出现异常情况；

### **4）**千斤顶检修或更换配件后。

### **3** 采用测力传感器测量张拉力时，测力传感器应按相关国家标准的规定每年送检一次。

### **7.0.16** 施加预应力之前，施工现场的准备工作及结构或箱梁需达到的要求应符合下列规定：

### **1** 施工现场已具备经批准的张拉顺序、张拉程序和施工作业指导书，经培训掌握预应力施工知识和正确操作的施工人员，以及能保证操作人员和设备安全的防护措施。

### **2** 锚具安装正确，结构或箱梁混凝土已达到要求的强度和弹性模量（或龄期）。

**8 混凝土浇筑与振捣**

### **8.0.1** 采用布料机进行混凝土浇筑，浇筑过程宜采用自动振捣台控制，随红外线监测行进速度。

### **8.0.2**  混凝土拌合物应搅拌均匀、颜色一致，不得有离析和泌水现象，对在施工现场集中拌制的混凝土，应检测其拌合物的均匀性。检测时，应在搅拌机的卸料过程中，从卸料流的 1/4～3/4 之间部位取试样进行试验，试验结果应符合下列规定：1 混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差应不大于 0.8％。2 单位体积混凝土中粗集料含量两次测值的相对误差应不大于 5％。

### **8.0.3**  混凝土搅拌完毕后，应按下列要求检测混凝土拌合物的各项性能：1 混凝土拌合物的坍落度及其损失，宜在搅拌地点和浇筑地点分别取样检测，每一工作混凝土工程班或每一单元结构物应不少于两次，评定时应以浇筑地点的测值为准。当混凝土拌合物从搅拌机出料起至浇筑入模的时间不超过 15min 时，其坍落度可仅在搅拌地点取样检测。2 必要时，宜对工作性能、泌水率及含气量等混凝土拌合物的其他指标进行检测。

### **8.0.4**  运输能力应与混凝土的凝结速度和浇筑速度相匹配，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。混凝土的运输宜采用搅拌运输车，或在条件允许时采用泵送方式输送，对寒冷、严寒或炎热的天气情况，搅拌运输车的搅拌罐和泵送管应有保温或隔热措施；采用吊斗或其他方式运输时，运距宜不超过 100m 且不得使混凝土产生离析。

### **8.0.5**  采用搅拌运输车运输混凝土时，途中应以 2～4r/min 的慢速进行搅动，卸料前应采用快挡旋转搅拌罐不少于 20s。混凝土运至浇筑地点后发生离析、泌水或坍落度不符合要求时，应进行第二次搅拌，二次搅拌时不宜加水，确有必要时，可同时加水、相应的胶凝材料和外加剂并保持其原水胶比不变；二次搅拌仍不符合要求时，不得使用。

### **8.0.6** 浇筑混凝土前应进行下列准备工作：

### **1**  应根据待浇筑结构物的情况、环境条件及浇筑量等制订合理的浇筑工艺方案，工艺方案应对浇筑顺序、浇筑工具、防裂措施、保护层的控制等作出明确规定。

### **2** 应对支架、模板、钢筋和预埋件等进行检查，模板内的杂物、积水及钢筋上的污物应清理干净。模板如有缝隙或孔洞时，应堵塞严密且不漏浆。

### **3** 应对混凝土的均匀性和坍落度等性能进行检测。

### **8.0.7**采用振动器振捣混凝土时，应符合下列规定：

### **1**  插入式振动器的移位间距应不超过振动器作用半径的 1.5 倍，与侧模应保持 50～100mm 的距离，且插入下层混凝土中的深度宜为 50～100mm。

### **2**  表面振动器的移位间距应使振动器平板能覆盖已振实部分不小于 100mm。

### **3** 附着式振动器的布置距离，应根据结构物形状和振动器的性能通过试验确定。

### **4** 每一振点的振捣延续时间宜为 20～30s，以混凝土停止下沉、不出现气泡、表面呈现浮浆为度。

### **8.0.8** 浇筑混凝土前，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。

### **8.0.9**  混凝土的浇筑宜连续进行，因故中断间歇时，其间歇时间应小于前层混凝土的初凝时间或能重塑时间。混凝土的运输、浇筑及间歇的全部时间宜不超出表 8.1.1的规定；超出时应按浇筑中断处理，并应留置施工缝，同时应作出记录。

### **表 8.1.1 混凝土的运输、浇筑及间歇的全部允许时间（min）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 混凝土强度等级 | 气温≤25℃ | 气温＞25℃ |
| ≤C30 | 210 | 180 |
| ＞C30 | 180 | 150 |

注：当混凝土中掺有促凝剂或缓凝剂时，其允许时间应通过试验确定。

### **8.0.10**  拆模完成后，要对箱梁预制部分与后期现浇衔接部分进行凿毛处理，凿毛应符合下列规定：

### **1**  施工缝处混凝土表面的光滑表层、松弱层应予凿除，凿毛的最小深度应不小于 8mm。对施工缝处混凝土的强度，当采用水冲洗凿毛时，应达到 0.5MPa；人工凿除时，应达到2.5MPa；采用风动机凿毛时，应达到 10MPa。

### **2** 经凿毛处理后的混凝土面，新混凝土浇筑前，应采用洁净水冲洗干净。

### **3** 对重要部位及有抗震要求的混凝土结构或钢筋稀疏的钢筋混凝土结构，宜在施工缝处补插适量的锚固钢筋，补插的锚固钢筋直径可比结构主筋小一个规格，间距宜不小于 150mm，插入和外露的长度均不宜小于 300mm；有抗渗要求的混凝土，其施工缝宜做成凹形、凸形设置止水带；施工缝为斜面时应浇筑成或凿成台阶状。

### **8.0.11**  箱梁混凝土应分层分段浇筑。浇筑时，宜以插入式振捣棒为主，附着式侧振为辅。振捣棒不应撞击管道及模板，并防止漏振、过振。

### **8.0.12**  混凝土应连续浇筑，一次成型，浇筑时间不应超过6h，且不应超过混凝土的初凝时间。

### **8.0.13** 浇筑混凝土过程中，应随机取样分别制作标准养护和同条件养护试件。

### **8.0.14** 浇筑完成后应采用养生棚对梁体进行密闭覆盖养生。

**9 养生与预应力张拉**

## **9.1 箱梁养护**

### **9.1.1** 模板拆除完成后，启动移动式梁底平车载梁行走至养护区。

### **9.1.2** 为加快移动式梁底平车周转，提高箱梁智能制造生产线施工效率，应采用智能蒸汽养护。箱梁混凝土和环境温度测量及监控应采用智能温湿度控制系统。

### **9.1.3** 智能养护数据需实时上传至智能制造管理系统。

### **9.1.4**  蒸汽养护分为静停、升温、恒温、降温四个阶段。静停期间棚内温度不低于5℃,浇筑完成4h后方可升温，恒温养护期间蒸汽温度不宜超过45℃,升、降温速度不应大于10°C/h.恒温养护时间应根据梁体拆模强度要求、混凝土配合比及环境等通过试验确定。

### **9.1.5** 对新浇筑混凝土的养护，应根据施工对象、环境条件、水泥品种、外加剂或掺合料以及混凝土性能等因素，制订具体的养护方案，并严格实施。

### **9.1.6** 养护期间及撤除保温设施后，混凝土芯部温度不宜超过60℃,梁端等局部结构尺寸较大部位最高不应超过65℃,梁体混凝土芯部与表层、表层与环境、箱内与箱外温差均不应超过15℃.

## **9.2 预应力张拉**

### **9.2.1** 对预应力筋施加预应力时，应符合下列规定：

### **1** 千斤顶安装时，工具锚应与前端的工作锚对正，工具锚和工作锚之间的各根预应力筋不得错位、扭绞。实施张拉时，千斤顶与预应力筋、锚具的中心线应位于同一轴线上。

### **2**  预应力筋的张拉顺序和张拉控制应力应符合设计规定。当施工中需要对预应力筋实施超张拉或计入锚圈口预应力损失时，可比设计规定提高 5％，但在任何情况下不得超过设计规定的最大张拉控制应力。

### **3** 预应力筋采用应力控制方法张拉时，应以伸长值进行校核。实际伸长值与理论伸长值的差值应符合设计规定；设计未规定时，其偏差应控制在±6%以内，否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。对环形筋、U 形筋等曲率半径较小的预应力束，其实际伸长值与理论伸长值的偏差宜通过试验确定。

### **4**  预应力筋的理论伸长值（mm）可按式计算：



式中：

──预应力筋的平均张拉力(N)，直线筋取张拉端的拉力；两端张拉的曲线筋，计算方法应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG∕T 3650-2020）附录 F 的规定；

L──预应力筋的长度(mm)；

──预应力筋的截面面积(mm2)；

──预应力筋的弹性模量(N/mm2)。

### **5** 预应力筋张拉时，应先调整到初应力 σ0，该初应力宜为张拉控制应力 σcon的 10%～25%，伸长值应从初应力时开始量测。预应力筋的实际伸长值除量测的伸长值外，尚应加上初应力以下的推算伸长值。预应力筋张拉的实际伸长值(mm)

### 可按式计算：

### 

### 式中：──从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值(mm)；

###  ——初应力以下的推算伸长值(mm)，可采用相邻级的伸长值。

### **6** 预应力筋张拉控制应力的精度宜为±1.5％。

### **7** 预应力筋的锚固，应在张拉控制应力处于稳定状态下进行。锚固阶段张拉端锚具变形、预应力筋的回缩量和接缝压缩值，应不大于设计规定或不大于表 9.1.1所列容许值

**表 9.1.1 锚具变形、预应力筋回缩和接缝压缩容许值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 锚具、接缝类型 | 变形形式 | 容许值 *LR* （mm） |
| 钢制锥形锚具 | 预应力筋回缩、锚具变形 | 6 |
| 夹片式锚具 | 有顶压时 | 预应力筋回缩、锚具变形 | 4 |
| 无顶压时 | 6 |
| 镦头锚具 | 缝隙压密 | 1 |
| 带螺帽锚具的螺帽缝隙 | 缝隙压密 | 1～3 |
| 每块后加垫板的缝隙 | 缝隙压密 | 2 |
| 水泥砂浆接缝 | 缝隙压密 | 1 |
| 环氧树脂砂浆接缝 | 缝隙压密 | 1 |

注：带螺帽锚具采用一次张拉锚固时，ΔLR 宜取 2～3mm；采用二次张拉锚固时，ΔLR 可取 1mm。

### **8** 张拉锚固后，建立在锚下的实际有效预应力与设计张拉控制应力的相对偏差应不超过±5％，且同一断面中预应力束的有效预应力的不均匀度应不超过±2％。

### **9** 在预应力筋张拉、锚固过程中及锚固完成后，均不得大力敲击或振动锚具。预应力筋锚固后需要放松时，对夹片式锚具宜采用专门的放松装置松开；对支撑式锚具可采用张拉设备缓慢地松开。

### **10** 预应力筋在实施张拉或放张作业时，应采取有效的安全防护措施，预应力筋两端的正面严禁站人和穿越。

### **11** 预应力筋张拉、锚固及放松时，均应填写施工记录。

### **12** 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。

### **9.2.2** 锚具、夹具和连接器在安装前，应擦拭干净，安装时应符合下列规定：

### **1**  锚具和连接器的安装位置应准确，且应与孔道对中。锚垫板上设置有对中止口时，应防止锚具偏出止口。安装夹片时，应使夹片的外露长度基本一致。

### **2** 采用螺母锚固的支撑式锚具，安装时应逐个检查螺纹的配合情况，应保证在张拉和锚固过程中能顺利旋合拧紧

### **9.2.3** 后张法预应力筋的张拉和锚固应符合下列规定：

### **1**  预应力张拉之前，宜对不同类型的孔道进行至少一个孔道的摩阻测试，通过测试所确定的μ值和 k 值宜用于对设计张拉控制应力的修正，对长度大于 60m 的孔道宜适当增加摩阻测试的数量。摩阻损失的测试方法宜符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG∕T 3650-2020）附录 G 的规定。

### **2**  张拉时，结构或箱梁混凝土的强度、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。

### **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**  预应力筋应整束张拉锚固。对扁平管道中平行排放的预应力钢绞线束，在保证各根钢绞线不会叠压时，可采用小型千斤顶逐根张拉，但应考虑逐根张拉时预应力损失对控制应力的影响。

### **5** 预应力筋张拉端的设置应符合设计要求；当设计未要求时，应符合下列规定：

### **1）** 对钢束长度小于 20m 的直线预应力筋可在一端张拉；对曲线预应力筋或钢束长度大于或等于 20m 的直线预应力筋，应采用两端张拉。

### **2）** 当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜分别交错设置在结构或箱梁的两端。

### **3）** 预应力筋采用两端张拉时，宜两端同时张拉；或先在一端张拉锚固后，再在另一端补足预应力值进行锚固。

### **6**  两端张拉时，各千斤顶之间同步张拉力的允许误差宜为±2％。

### **7** 后张预应力筋的张拉程序应符合设计规定；设计未规定时，可按表9.1.2规定进行

**表 9.1.2 后张法预应力筋张拉程序**

|  |  |
| --- | --- |
| 锚具和预应力筋类别 | 张拉程序 |
| 夹片式等具有自锚性能的锚具 | 钢绞线束、钢丝束 | 低松弛力筋：0→初应力→σcon（持荷 5min 锚固） |
| 其他锚具 | 钢绞线束 | 0→初应力→1.05σcon（持荷 5min）→σcon（锚固） |
| 钢丝束 | 0→初应力→1.05σcon（持荷 5min）→0→σcon（锚固） |
| 螺母锚固锚具 | 螺纹钢筋 | 0→初应力→σcon（持荷 5min）→0→σcon（锚固） |

注：1.表中 σcon为张拉时的控制应力，包括预应力损失值。

2.两端同时张拉时，两端千斤顶升降压、画线、测伸长等工作应基本一致。

**8** 后张预应力筋断丝及滑移的数量不得超过表 9.1.3的控制数。

表 9.1.3后张预应力筋断丝、滑移限制

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 检查项目 | 控制数 |
| 钢丝束、钢绞线束 | 每束钢丝断丝或滑丝 | 1 根 |
| 每束钢绞线断丝或滑丝 | 1 丝 |
| 每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的百分比 | 1% |
| 螺纹钢筋 | 断筋或滑移 | 不容许 |

注：1.钢绞线断丝系指单根钢绞线内钢丝的断丝。

2.超过表列控制数时，原则上应更换；当不能更换时，在许可的条件下，可采取补救措施，如提高其他束预应力值，但必须满足设计各阶段极限状态的要求。

### **9** 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。

### **10** 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。锚具应采用封端混凝土保护，当需长期外露时，应采取防止锈蚀的措施。

### **9.2.4** 对长度较小的竖向或横向预应力钢束，可采用低回缩锚具。低回缩锚具的张拉和锚固施工要求宜符合相应产品标准的规定。

**10 移梁与存放**

### **10.0.1** 箱梁预制场的布置应满足预制、移运、存放及架设安装的施工作业要求；场地应平整、坚实，应根据地基情况和气候条件，设置必要的防排水设施，并应采取有效措施防止场地沉陷。

### **10.0.2** 箱梁的移运应符合下列规定：

### **1** 对后张预应力混凝土箱梁，在施加预应力后可将其从预制台座吊移至场内的存放台座上后再进行孔道压浆，但必须满足下列要求：

**1）** 从预制台座上移出箱梁仅限一次，不得在孔道压浆前多次倒运。

**2）** 吊移的范围必须限制在预制场内的存放区域，不得移往他处。

**3）** 吊移过程中不得对箱梁产生任何冲击和碰撞。

**4）**  不得将箱梁安装就位后再进行预应力孔道压浆。

### **2**  后张预应力混凝土箱梁在预制台座上进行孔道压浆后再移运的，移运时其压浆浆体的强度应不低于设计强度的80％。

### **3** 箱梁移运时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。

### **10.0.3**  箱梁的运输应符合下列规定：

### **1**  箱梁运输时，宜采用特制的固定架稳定箱梁，宜顺宽度方向侧立放置，并应采取措施防止倾倒；如平放，在两端吊点处必须设置支搁方木。

### **2**  箱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；装卸箱梁时，必须在支撑稳妥后，方可卸除吊钩。

### **3**  采用平板拖车或超长拖车运输大型箱梁时，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箱梁混凝土；运输道路应平整，当有坑洼或高低不平时，应事先处理平整。

### **4**  水上运输箱梁时，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。

### **10.0.4**  箱梁的运输方式应符合下列规定：

### **1** 采用运梁车运输箱梁时，运梁线路的路面应平坦，地基应有足够的承载能力，纵向坡度应不大于 3％，横向坡度（人字坡）应不大于 4％，最小曲率半径应不小于运梁车的允许转弯半径。在运梁车通过的限界内，不得有任何障碍物。

### **2**  运梁车装载箱梁时，其支承应牢固，起步和运行应缓慢，应平稳前进，严禁突然加速或紧急制动。重载运行时的速度宜控制在5km/h以内，曲线、坡道地段应严格控制在 3km/h 以内。当运梁车接近卸梁地点或架桥机时，应减速徐停。

### **3**  采用水运方式运输箱梁时，除支承应符合结构受力及运输要求外，尚应对梁体进行固定，并应采取防止船体摆动的有效措施，保证其在风浪颠簸中不移位。

### **4** 不论采用何种方式运输箱梁，均不得使其在装卸和运输过程中产生任何形式的损伤及变形。

### **10.0.5** 箱梁的架设安装应符合下列规定：

### **1**  箱梁应采用通过技术质量监督部门产品认证的专用架桥机，或由海事部门颁发船舶证书及起重检验证书的起重船进行架设安装，且起重参数应能满足架梁的要求，起重船的锚泊系统应能满足作业水域的条件。吊架和吊具应专门设计。起重设备、吊架和吊具等应经试吊确认安全后方可用于正式施工，吊具应定期进行探伤检查。

### **2** 采用架桥机安装作业时，其抗倾覆稳定系数应不小于 1.3；架桥机过孔时，起重小车应位于对稳定最有利的位置，且抗倾覆稳定系数应不小于 1.5。

### **3** 采用起重船安装作业时，起重船在进入安装位置后应根据流速、流向、风向和浪高等情况抛锚定位，定位时不得利用桥墩墩身带缆；在起重船定位和箱梁架设安装过程中，船体和梁体均不得对桥墩或承台产生碰撞。

### **4** 架设安装时，箱梁在起落过程中应保持水平；顶落梁时梁体的两端应同步缓慢起落，并不得冲击临时支座。箱梁就位时，应设置必要的装置对梁体的空间位置进行精确调整。

### **5** 在墩顶设置的临时支座，其形式和位置应符合设计规定，梁底与支座应密贴；4个临时支座的顶面相对高差不得超过4mm。

### **6** 箱梁架设安装后的吊梁孔应采用收缩补偿混凝土封填。

### **10.6** 箱梁的存放应符合下列规定：

### **1** 存放台座应坚固稳定，且宜高出地面200mm以上。存放场地应有相应的防排水设施，并应保证箱梁在存放期间不致因支点沉陷而受到损坏。

### **2** 箱梁存放时，其支点应符合设计规定的位置，支点处应采用垫木和其他适宜的材料进行支承，不得将箱梁直接支承在坚硬的存放台座上；存放时混凝土养护期未满的，应继续养护。

### **3** 箱梁应按其安装的先后顺序编号存放。预应力混凝土箱梁的存放时间宜不超过3个月，特殊情况下应不超过5个月；存放时间超过3个月时，应对箱梁的上拱值进行检测，当上拱度值过大将会严重影响后续桥面铺装施工或箱梁混凝土产生严重开裂时，则不得使用。

### **4**  当箱梁多层叠放时，层与层之间应以垫木隔开，各层垫木的位置应设在设计规定的支点处，上下层垫木应在同一条竖直线上。叠放的高度宜按箱梁强度、台座地基的承载力、垫木强度及叠放的稳定性等经计算确定，大型箱梁以2层为宜，应不超过3层；

### **5**  雨季或春季融冻期间，应采取有效措施防止地基软化下沉而造成箱梁断裂及损坏。

### **10.7** 箱梁的安装应符合下列规定：

### **1**  安装前应制订专项施工方案，安装的方法和安装设备应根据箱梁的结构特点、重力及施工环境条件等综合确定；对安装施工中的各种临时受力结构和安装设备的工况应进行必要的安全验算，所有施工设施均宜进行试运行和荷载试验。

### **2** 安装前应对墩台的施工质量进行检验，并应对支座或临时支座的平面位置和高程进行复测，合格后方可进行箱梁的安装。

### **3** 采用架桥机进行箱梁的安装作业时，其抗倾覆稳定系数应不小于1.3。架桥机过孔时，应将起重小车置于对稳定最有利的位置，且抗倾覆稳定系数应不小于1.5；不得采用将箱梁吊挂在架桥机后部配重的方式进行过孔作业。

### **4** 采用起重机吊装箱梁时，如采用一台起重机起吊，则应在吊点位置的上方设置吊架或起吊扁担；如采用两台起重机抬吊，则应统一指挥，协调一致，使箱梁的两端同时起吊、同时就位。

### **5** 采用缆索吊机进行安装时，应事先对缆索吊机进行1.2倍最大设计荷载的静力试验和设计荷载下的试运行，全面验收合格后方可使用。

### **6** 箱梁安装施工期间及架桥机移动过孔时，严禁行人、车辆和船舶在作业区域的桥下通行。

### **7**  箱梁就位后，应及时设置锁定装置或支撑将箱梁临时固定。

### **8** 安装在同一孔跨的箱梁，其预制施工的龄期差宜不超过10d，特殊情况应不超过30d。箱梁上有预留相互对接的预应力孔道的，其中心应在同一轴线上，偏差应不大于4mm。箱梁之间的横向湿接缝，应在一孔箱梁全部安装完成后方可进行施工。

### **9** 对弯、坡、斜桥的箱梁，其安装的平面位置、高程及几何线形应符合设计要求。

### **10** 当安装条件与设计规定的条件不一致时，应对箱梁在安装时产生的内力进行复核。

**11 检验与控制**

**11.1 一般规定**

### **11.1.1** 生产线生产的箱梁应按照本标准、JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》和JTG F80/1《公 路 工程质量检验评定标准》的要求进行检查和验收。

### **11.1.2** 分项工程中对结构安全、耐久性和主要使用功能起决定性作用的检查项目，在本标准中以“△” 标识。

## **11.2 钢筋模块加工及安装**

### **11.2.1**  按照以下步骤和方法进行检查(测)、评定和验收：

### **1** 钢筋加工后按第11.2.2条要求进行检查和检测；

### **2**  腹板钢筋模块和顶板钢筋模块安装完成后，按第7.0.4条要求进行检查和检测；

### **3**  腹板钢筋模块和顶板钢筋模块在台座上完成钢筋骨架安装完成后按第7.0.5条进行检查和检 测；

### **4**  钢筋加工及安装完成按6.2条的评定与验收。

### **11.2.2**  钢筋模块加工

### **1**  钢筋模块加工基本要求为受力钢筋表面不应有裂纹及其他损伤。

### **2**  钢筋模块加工实测项目应符合表11.2.2的规定。

### **表11.2.2钢筋模块加工质量标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项 目 | 允许偏差(mm) | 检查方法和频率 |
| 1△ | 受力钢筋顺长度方向加工后的长 | ±10 | 尺量：每工作日加工抽查20% |
| 2 | 弯起钢筋各部分尺寸 | ±20 |
| 3 | 箍筋、螺旋筋各部分尺寸 | ±5 |

### **3**  钢筋模块加工及安装外观质量：钢筋表面应无裂皮、油污、颗粒状或片状锈蚀及焊渣、烧伤。

### **11.2.3**  钢筋模块安装

### **1**  钢筋模块安装应符合下列基本要求：

###  钢筋模块安装应保证钢筋模块中设计要求的钢筋根数；

###  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应有两个接头；

###  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；

###  受力钢筋表面不应有裂纹及其他损伤；

###  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。

### **2**  钢筋模块安装实测项目应符合表11.2.3的规定。

### **表11.2.3钢筋安装实测项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 允许偏差(mm) | 检查方法和频率 |
| 1△ | 受力钢筋间距 (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，每个构件检 查三个断面 |
| 受力钢筋间距(同排) | ±10 |
| 2 | 箍筋、横向水平钢筋、螺旋 筋间距 | ±10 | 尺量：每构件测10个间距 |
| 3 | 钢筋骨架 尺寸 | 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 | 士20 | 尺量：每骨架抽查30% |
| 5△ | 保护层垫块厚度 | ±5 | 尺量：每构件各立模板面每3m²检查1处，且每侧面不少于5处 |

### **3** 钢筋模块安装外观质量应符合下列规定：

###  钢筋表面应无裂皮、油污、颗粒状或片状锈蚀及焊渣、烧伤，绑扎或焊接的钢筋网和钢筋骨架 不应松脱和开焊；

###  焊接接头不应出现裂纹。

### **11.2.4**  钢筋骨架安装

### **1**  钢筋骨架安装应符合下列基本要求：

###  钢筋的保护层垫块应分布均匀；

###  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。

### **2**  钢筋骨架安装实测项目应符合表11.2.4的规定，且任一点的保护层厚度不应有超过表中数值1.5 倍的允许偏差。保护层厚度应在模板安装完成后混凝土浇筑前检查。

### **表11.2.4钢筋骨架安装实测项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | 允许偏差(mm) | 检查方法和频率 |
| 1△ | 受力钢筋间距 (两排以上排距) | ±5 | 尺量：每个构件检查一个断面 |
| 受力钢筋间距(同排) | ±10 |
| 2 | 箍筋、横向水平钢筋、螺旋 筋间距 | ±10 | 尺量：每构件测3个间距 |
| 3 | 钢筋骨架 尺寸 | 长 | ±10 | 尺量：长、宽、高抽查1处 |
| 宽、高或直径 | ±5 |
| 4 | 弯起钢筋位置 | ±20 | 尺量：每个弯起点抽查1处 |
| 5△ | 保护层厚度 | ±5 | 尺量：每构件各立模板面检查不少于3处 |

### **3**  钢筋骨架安装外观质量应符合下列规定：

###  钢筋表面应无裂皮、油污、颗粒状或片状锈蚀及焊渣、烧伤，绑扎或焊接的钢筋网和钢筋骨架 不应松脱和开焊；

###  焊接接头不应出现裂纹。

### **11.2.5**  套筒

### **1** 套筒外观尺寸及螺纹的检验项目，量具、检具，检验方法应符合表5的规定。

### **表5套筒外观尺寸及螺纹检验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 套简类型 | 检验项目 | 量具、检具名称 | 检验方法 |
| 1 | 直螺纹套筒 | 外观 |  | 目 测 |
| 2 | 外形尺寸 | 游标卡尺或专用量具 | 不少于2个方向进行测量 |
| 3△ | 螺纹中径 | 通端螺纹塞规 | 应与套筒工作内螺纹旋合通过 |
| 止端螺纹塞规 | 允许与套筒工作内螺纹两端的螺纹部分旋合，旋合量应不超过三个螺距 |
| 4 | 螺纹小径 | 光面卡规或游标卡尺 | 不少于2个方向进行测量 |

### **2**  直螺纹钢筋接头的安装，应保证钢筋丝头在套筒中央位置相互顶紧，这是减少接头残余变形， 保证安装质量的重要环节；规定外露螺纹不超过2p 有利于检查丝头是否完全拧入套筒。具体要求详见 JGJ 1011《钢筋机械连接技术规程》和JG/T 163《钢筋机械连接用套筒》中相关检查内容或要求。

### **11.2.6** 钢筋加工及安装的评定与验收

### 以第11.2.4条的检查和检测结果为基础，并入第11.2.3条的数据，综合考虑第11.2.3条、第11.2.4条的 检测结果，按照JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准》评定和验收。

**11.3 预应力筋加工和张拉**

### **11.3.1**  预应力筋加工和张拉应符合下列基本要求：

### **1** 预应力束中的钢丝、钢绞线应顺直、不应有缠绞、扭结现象，表面不应有损伤，应采用机械切割，外露长度符合设计要求；

### **2** 单根钢绞线不应断丝，单根不应断筋或滑移；

### **3** 预应力筋张拉或放张时混凝士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； d) 管道应安装牢固，接头密合，弯曲圆顺。锚垫板平面与孔道轴线垂直；

### **4**  张拉设备应配套标定和使用、并不应超过标定期限便用；

### **5** 预应力束的初张拉和终张拉设备应一致。

### **11.3.2**  预应力筋加工和张拉实测项目业符合表11.3.2的规定。

### **表11.3.2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 | 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% | 目测：每根(束)检查 |

### **11.3.3**  预应力筋加工和张拉外观质量应符合下列规定：

### **1**  预应力筋应无油污、超过20%表面积的锈迹，锚具、连接器表面应无裂纹、油污、锈迹，外套管应无纹机械损伤；

### **2** 预应力筋及管道线形不应出现弯折；

### **3** 预应力管道应无破、连接松脱。

**11.4 预应力管道压浆及封锚**

### **11.4.1**  预应力管道压浆及封锚应符合下列基本要求：

### **1** 浆体的各项技术性能应符合施工技术规范规定并满足设计要求；

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

### **3** 管道最高位置应设置排气孔，排气、排水孔应在原浆溢出后方可封闭；

### **4**  应在设计要求的时间内进行压浆，同一管道压浆应连续一次完成；

### **5**  压浆过程中及压浆完成后48h内，环境温度低于5C时应采取防冻或保温措施； f) 应按设计要求浇筑封锚混凝土。

### **11.4.2**  预应力管道压浆及封锚实测项目应符合表11.4.2的规定。

### **表11.4.2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△ | 浆体强度(MPa) | 在合格标准内 | 按JTG F80/1-20111附录M检查 |
| 2△ | 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 |

### **11.4.3**  预应力管道压浆及封锚外观质量应符合下列规定：

### **1**  封锚混凝土与相连混凝土应无大于5mm的施工接缝错台；

### **2**  封锚混凝土不应存在JTGF80/1-20111《公路工程质量检验评定标准》附录P 所列限制缺陷。

### **11.5预制箱梁验收**

### **11.5.1**  材料验收

### 对箱梁所采用批次材料合格证及进场检验报告进行检查，要求钢筋、水泥、砂、碎石等材料合格证、 进场检验报告齐全。

### **11.5.2**  生产线预制箱梁基本要求：

### **1** 移动台座符合要求，就位固定牢固，底模清理干净；

### **2** 自动液压模板刚度、稳定性及合模符合第4.2条及JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》 的规定；

### **3** 混凝土浇筑工艺和浇筑质量符合第8章节的规定；

### **4** 预应力两阶段张拉符合第9.2.1条的规定；

### **5** 箱梁的调温养生的升温、恒温、降温符合第9.1.4条规定。

### **11.5.3**  过程验收

### **1** 对箱梁钢筋保护层厚度、张拉力(如有)、混凝土强度、箱梁外观尺寸、表面平整度、横隔板及预埋件位置、横坡进行检验。

### **2**  对箱梁施工检查过程中按照行业主管部门确定的统一用表形成的施工记录、检查记录和检验评定标准进行检查。

### **11.5.4**  成品验收

### **1** 预制梁、板应符合下列基本要求：

###  拼接处粗糙面的质量应满足设计要求；

###  在吊移出预制底座时，未出现混凝土的强度低于设计所要求进行吊装，预制件未受到损伤。

### **2** 预制箱梁实测项目应符合表11.5.4的规定：

### **表11.5.4预制梁实测项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检 查 项 目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
| 1△ | 混凝土强度(Mpa) | 在合格标准内 | 按JTG F80/1-2017附录D检查 |
| 2 | 梁长(mm) | +5,-10 | 尺量：每梁顶面中线、底面两侧 |
| 3△ | 断面尺寸 (mm) | 宽度 | 士20 | 尺量：每梁测3个断面 |
| 高度(mm) | ±5 |
| 顶板、底板、腹板或梁肋厚 | +5,0 |
| 4 | 平整度(mm) | ≤5 | 2m直尺：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：每梁测三个断面 |

### **3** 预制箱梁外观质量应符合下列规定：

### **1)** 混凝土表面不应存在 JTG F80/1-2017《公路工程质量检验评定标准》(第一册土建工程)附录 P 所列限制缺陷；

### **2)** 应无建筑垃圾、杂物和临时预埋件。

**12 安全生产与环境保护**

## **12.1 安全要求**

### **12.1.1** 施工安全应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针。施工前应对各种安全危险源进行辨识和评估，并应在施工过程中有针对性地采取各种有效措施，预防事故发生；对危险性较大的分部分项工程应制订专项方案；对存在重大安全事故危险源的工程，应预先建立重大事故应急预案，并组织演练；当施工中发生事故时，应迅速反应，按照应急预案的规定进行救援和处理，最大限度地降低事故损失。

### **12.1.2** 箱梁智能制造施工应采用集中预制，智能化、工厂化生产，标准化施工，以确保安全规范生产。

### **12.1.3** 箱梁智能制造场区应采取封闭管理。道路、生产区和养护区应采用硬化地面，并根据需要设置独立的道路、给排水、照明、供电系统等。

### **12.1.4** 施工作业前，应逐级对现场施工人员进行安全技术交底，并应在落实安全技术措施后方可正式施工；作业时施工人员必须佩戴安全帽、系安全带。高处作业中使用的机械设备、工具和电气设施等，应在施工前经检查并确认其完好后，方可投入使用。

### **12.1.5** 在 6 级以上强风、浓雾、暴雨和暴风雪等恶劣气候条件下，不应进行高处施工作业。台风、暴雨及暴风雪过后，应对高处作业的安全防护设施进行全面检查，当有变形、损坏、松动和脱落等现象时，应尽快进行修复。

### **12.1.6** 施工现场的用电应由专职电工进行操作，电工应通过相关的安全教育和专业技术培训，持证上岗；操作时应按安全用电的规定穿戴劳动安全保护用品。

### **12.1.7** 建立工业信息安全管理制度和技术防护体系，具备网络防护、应急响应等信息安全保障能力。

### **12.1.8** 桥涵工程施工场地的规划和临时设施的设置应满足安全施工的要求，并应符合下列规定：

### **1** 对用于工程施工的临时驻地、作业场区、临时道路等的选址，应避开容易发生自然灾害或易受施工影响诱发地质灾害的地点。设立生活和生产等设施以及塔式起重机等高耸设备时，应符合防火、防风、防爆、防震、防雷击的规定。

### **2**  施工区域内的临时用电设施应符合现行《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46）的规定。施工区域内应设置足够的消防设备，且施工人员应熟悉设备的性能和使用方法。

### **3**  施工区域宜与周边环境隔离，出入口处应有专人管理。

### **4** 边通车边施工的地段，应进行交通导改方案设计、制订专项施工方案，并报交管部门批准后实施，同时应设置交通防护、警示和引导标志。

### **12.1.9**  建立功能安全保护系统，采用全生命周期方法有效避免系统失效。

### **12.1.10**  施工使用的机具设备和参加施工的作业人员，应符合下列安全规定：

### **1**  对施工作业所使用的机械、设备和工具，应定期检查或检验，使其保持良好的工作状态；对特种设备，应符合其安装、维护、使用和检验等管理制度的规定。

### **2**  施工作业人员应进行上岗前的体检和安全培训，作业时应遵守本工种的各项安全操作技术规程。对从事特种作业的人员，应经过专业培训，持证上岗。进入施工区域内的作业人员，应按规定佩戴、使用劳动安全防护用品。不合格的防护用品不得使用。

### **3** 单项工程包括辅助结构和临时工程，开工前应对施工作业人员进行安全技术交底。

### **12.1.11**  临时用电设备在 5 台及以上或设备总容量在 50kW 及以上者，宜编制用电组织设计；当低于上述要求时，可仅制订安全用电技术方案和电气防火方案。

### **12.1.12**  施工用电应采用中性点直接接地的 220/380V 三相四线制低压电力系统，且应采用总配电箱、分配电箱、开关箱三级配电装置，开关箱以下应为用电设备。低压配电系统的接地形式宜采用 TN-S 系统或 TN-C-S 系统、TT 系统。采用自备电源时，发电机组的电源应与外电线路联锁，严禁并列运行；发电机组应采用三相四线制中性点直接接地系统，并应独立设置，与外电源隔离。

### **12.1.13**  起重吊装作业前应详细勘察现场，根据工程特点及作业环境编制专项施工方案，方案应经审核批准后方可实施。

### **12.1.14**  起重使用的机械设备进入现场后应经检查验收，并应按规定进行试运转和试吊，对各种安全装置应进行灵敏度、可靠度的测试，必要时应进行静载和动载试验，确认符合要求后方可使用。起重吊装采用的索具、吊具等在使用前应按施工方案要求的设计承载力逐件进行检查验收；各种防护措施的用料、脚手架的搭设及危险作业区的围挡等准备工作应符合施工方案的规定。对起重机运行的道路和作业区域应在施工前进行检查，地基承载力不能满足作业要求时应采取铺设路基箱等措施。

### **12.1.15**  起重吊装作业前应对作业人员进行安全技术交底。起重吊装的施工人员应持证上岗。

### **12.1.16**  当进行高处吊装作业或司机不能清楚地看到作业地点或信号时，应设置信息传递人员；起重吊装时，在高处的作业人员应携带工具袋，工具和零配件在操作结束后应及时装入工具袋内，并不得随意向下方抛掷物品。

### **12.1.17** 采用龙门吊、桅杆吊、缆索吊、架桥机、悬臂吊机等进行起重吊装作业时，除应符合上述各款的规定外，尚应根据不同吊机的特点，采取相应的安全防护措施。

### **12.1.18**  季节性施工的安全应符合下列规定：

### **1**  工地现场应按施工作业的条件，并针对季节性施工的特点，制订相应的安全技术方案。

### **2**  雨期施工作业时应采取防雨、防洪、排水及防雷电的安全防护措施。傍山的施工现场应采取防滑坡、塌方的措施；各种临时设施包括支架、模板和脚手架等应有防强风的措施；雷雨季节到来之前，应对现场防雷装置的完好性进行检查，防止造成雷击伤害。

### **3**  冬期施工应采取防滑、防冻的安全防护措施；对采用加热法养护混凝土的现场应有防火措施；用于冬期取暖的设施应符合防火和防煤气中毒的规定。

### **4** 热期施工时，应按劳动保护的规定采取防暑降温措施，作业时宜避开高温时段。

### **12.1.19**  工地现场的防火安全应符合下列规定：

### **1**  工地施工现场应建立消防安全管理制度、动火作业审批制度和易燃易爆物品的管理办法，并应按不同的施工规模建立消防组织，落实监火人，配备义务消防人员，进行必要的消防知识培训，定期组织进行演习。

### **2** 工地应按总平面布置图划分消防安全责任区，并应根据作业条件合理配备消防器材，对各类消防器材应定期检查和维护保养，保证其使用的有效性。各类气瓶应单独存放，存放的库房应通风良好，各种设施应符合防爆的规定。

### **3**  当发生火险时，应迅速准确地向当地消防部门报警，并应及时清理通道上的障碍，组织灭火。

## **12.2 环保要求**

### **12.2.1**  施工前应完善噪声、粉尘、污水、废弃物排放控制措施，并满足国家和地方相关绿色环保要求。

### **12.2.2** 场区须将多余的施工用废弃物进行回收，或者做无害处理。不能对环境造成污染，应符合国家和当地的环保规定。

### **12.2.3** 选址和布局应结合当地土地利用的规划，统筹综合考虑，应有利于少占耕地、保护植被和保持原有的地形地貌。场区使用完成后，施工场地应及时清理并尽可能恢复周围自然环境。

### **12.2.4** 施工时应严格控制污染源。施工废水、污水应进行沉淀处理后方可排放；含有有害物质的废水和污水不得排入禁排区域；对施工废油及生活污水应集中回收处理。严禁向水域、自然保护区、风景区、农田、草地、下水管道内等环境敏感区倾倒或排放危险废物，防止污染水质和土地。

### **12.2.5**  对施工产生的弃土、废渣和固体建筑垃圾，应及时运至规定的场地集中堆放和处理；废弃的钢木材料、边角料及其他物品等应集中回收处理。

### **12.2.6**  不得在崩塌滑坡的危险区和泥石流易发区作业；防止雨水冲刷造成水土的流失，不得随意向江河、湖泊、水库或海域倾倒。

### **12.2.7** 在城镇居民区施工时，应采取必要的措施，降低由机械设备或工艺操作产生的噪声。

### **12.2.8** 施工现场的主要临时道路宜经常洒水降尘。对工程施工使用的粉末材料，在露天存放时，应采取有效措施防止尘埃飞扬和雨水冲刷流失。

### **12.2.9**  在风景区、自然保护区施工时，宜保护其自然风貌和生态环境，应采取适当的保护措施，降低或减少破坏的程度；施工结束后，应按设计要求进行必要的恢复。

### **12.2.10**  施工中不得破坏水生、陆生野生动物生息繁衍的水域、场所和生存条件。

### **12.2.11** 对草木、林区应严格遵守护林防火规定，防止发生火灾。

**13 附录**