

DB3212

泰 州 市 地 方 标 准

DB3212/T 1135—2023

公路桥梁工程全预制装配式一体化安装 施工技术规范

Technical specification for integrated installation of full
prefabrication and assembly of highway bridge engineering

2023-09-22 发布

2023-09-22 实施

泰州市市场监督管理局 泰州市交通运输局 发 布

目 次

目 次 I

前 言 III

引 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 3

5 材料要求 3

 5.1 混凝土 3

 5.2 钢筋 3

 5.3 高强无收缩水泥灌浆料 3

 5.4 砂浆垫层 4

 5.5 灌浆连接套筒 4

 5.6 金属波纹管 4

6 构件预制 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 场地要求 5

 6.3 其他预制设置 6

 6.4 立柱预制 6

 6.5 盖梁预制 7

 6.6 箱梁预制 7

 6.7 灌浆连接套筒安装 7

 6.8 灌浆金属波纹管安装 8

7 构件运输、吊装和临时堆放 8

 7.1 一般规定 8

 7.2 吊装 8

 7.3 运输 8

 7.4 构件堆放 8

8 预制构件拼装 8

 8.1 一般规定 9

 8.2 施工准备 9

 8.3 一体式架桥机安装 9

 8.4 立柱与承台拼装 14

 8.5 盖梁与立柱拼装 18

 8.6 灌浆连接工艺 21

8.7 预制箱梁拼装 21

9 质量验收 23

9.1 一般规定 23

9.2 预制构件制作 23

9.3 构件现场安装 28

9.4 文件与记录 30

10 安全控制 30

10.1 一般规定 30

10.2 施工安全 31

10.3 施工监控 32

附录 A（规范性）高性能混凝土原材料性能指标要求 37

附录 B（规范性）高强无收缩水泥灌浆料技术指标试验方法 38

附录 C（规范性）质量验收记录 39

参考文献 43

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。

本文件由泰州市高速公路建设指挥部提出。

本文件由泰州市交通运输局归口并组织实施与监督。

本文件起草单位：中交第三航务工程局有限公司、泰州市高速公路建设指挥部、华设设计集团股份有限公司。

本文件主要起草人：王峥、盛强、王帅、孙鹤、周进华、张向群、卢宁、杨维淮、黄钢、陈进、周青、杨鹏、袁俊俊、胡得尚、张兴佳、李林锋、韩旭洪。

引 言

我国近代装配式混凝土桥梁建造技术的研究应用开始于 20 世纪 60 年代,基本涵盖了分片整孔预制拼装和预制节段拼装预应力混凝土桥梁。分片整孔预制拼装桥梁包括装配式空心板梁、T 梁、小箱梁等。对于中小跨径全预制装配式桥梁,考虑上下部结构的特点,常见施工方法有全履带吊/汽车吊施工、履带吊/汽车吊+架桥机施工、龙门吊施工及一体化安装施工等。采用一体化安装施工可提高施工效率、简化施工步骤,便于现场施工组织,无需大量地基处理,具有高效经济等诸多优点,在上述施工方法中具有显著优势。

目前,一体化安装施工工艺还需进一步完善和优化,相关的工程质量控制标准也尚未明确,还需开展持续的探索与实践。鉴于此,为克服现有工艺不足,中交第三航务工程局有限公司依托阜漂高速建湖至兴化段横泾河特大桥进行了“装配式桥梁及一体化安装关键技术研究与应用”课题研究,研发出了全预制装配式桥梁一体化安装施工技术。针对全预制装配式桥梁从承台钢筋预埋、一体化架桥机设计与制造、预制构件起吊与运输、预制立柱翻转与安装、预制箱梁安装、预制盖梁旋转与安装、架桥机过孔等技术及工艺要求进行了一系列研究,解决了常规人工绑扎、现场浇筑与吊车+架桥机施工质量不稳定、作业时间长、对既有交通影响大、环保问题突出、材料浪费多、社会影响大等问题,实现了江苏省首个全预制装配式桥梁一体化安装施工的落地实施,通过对预制立柱、盖梁、箱梁的一体化安装施工作业,实现了施工工艺清晰明了、施工人员少且年轻化、施工质量稳定易保证、施工周期短、对既有交通影响小、节能高效环保、作业流程简捷,转场方便,便于施工组织、减少地基处理、不受地质制约、高效经济等诸多优点。

为适应全预制装配式桥梁在建造过程中的需要,明确全预制装配式桥梁一体化安装的技术要求,规范预制立柱、盖梁、箱梁一体化安装的生产、施工与质量验收工作,提高生产、施工技术水平,保证生产安全、施工质量及结构耐久性等,制定本文件。

公路桥梁工程全预制装配式一体化安装施工技术规范

1 范围

本文件规定了公路桥梁全预制装配式一体化安装施工的材料要求、构件制作、吊装、运输、临时堆放、现场安装、质量控制、安全控制等施工及检查的要求。

本文件适用于中小跨径混凝土结构的预制立柱、盖梁、箱梁一体化安装的施工。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 5223.3 预应力混凝土用钢棒
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- GB/T 13793 直缝电焊钢管
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
- GB/T 25823 单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线
- GB 26469 架桥机安全规程
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范
- GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
- GB 55008 混凝土结构通用规范
- GB 55011 城市道路交通工程项目规范
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- CJJ 2 城市桥梁工程施工与质量验收规范
- JG/T 225 预应力混凝土用金属波纹管
- JG/T 387 环氧涂层预应力钢绞
- JG/T 398 钢筋连接用灌浆套筒
- JG/T 408 钢筋连接用套筒灌浆料
- JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
- JGJ 33 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
- JGJ 59 建筑施工安全检查标准
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
- JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
- JGJ 276 建筑施工起重吊装工程安全技术规范
- JGJ 300 建筑施工临时支撑结构技术规范
- JGJ 355 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锚固 anchorage

使钢筋被包裹在灌浆料混凝土中，增强混凝土与钢筋的连接。

3.2

定位胎架 positioning jig frame

钢筋位置准确定位的钢制工艺装备。

3.3

翻转胎架 turning jig frame

方便预制立柱改变水平、竖直姿态的工艺装备。

3.4

挡浆模板 grout retaining formwork

阻挡座浆料外流的专用模板。

3.5

超前墩 advance pier

已架设完成排架的前方第一跨为标准跨，标准跨端头墩柱为标准墩，已架设完成排架的前方第二跨为超前跨，超前跨端头墩柱为超前墩。

3.6

混凝土预制构件 precast concrete member

在工厂或现场预先制作的混凝土构件，简称预制构件。

3.7

一体式架桥机 integrated bridge erecting machine

架设全预制装配式桥梁的专用起重机械。

3.8

一体化安装 integrated installation

全预制装配式桥梁的预制立柱、盖梁、箱梁通过一体式架桥机逐跨安装。

3.9

灌浆套筒连接 grouting sleeve connection

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接，简称灌浆套筒连接。

3.10

灌浆金属波纹管连接 grouted metal bellows connection

在金属波纹管中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接。

3.11

灌浆连接套筒 grouting connection sleeve

采用铸造工艺或机械加工工艺制造，用于钢筋套筒灌浆连接的金属套筒，简称灌浆套筒。灌浆套筒可分为全灌浆套筒和半灌浆套筒。

3.12

高强无收缩水泥灌浆料 high strength non shrinkage cement grouting material

是以高强度材料作为骨料，以水泥作为结合剂，辅以高流态、微膨胀、防离析等物质配制而成，它在施工现场加入一定量的水，搅拌均匀后填充于套筒或金属波纹管和钢筋间隙内，简称灌浆料。

3.13

砂浆垫层 mortar cushion

填充在不同类型构件拼接缝之间的高强无收缩砂浆过渡层。

4 基本规定

- 4.1 施工前应明确预制立柱、盖梁、箱梁一体化安装的施工方案及工效，并据此编制施工组织设计、施工注意事项等。
- 4.2 施工前应对架设设备进行总体规定，包括设备与预制构件大小、构件形状、施工场地等不同限制条件的匹配性，以及架设设备安全作业标准等。
- 4.3 各项工序施工前应建立健全预制立柱、盖梁、箱梁一体化安装的管理体系，包括质量管理体系、安全管理体系、信息化管控体系和环保管理体系等。
- 4.4 立柱、盖梁、箱梁等构件应在预制构件厂或专用加工场地生产。
- 4.5 预制构件生产前，应编制生产方案，具体内容包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输、保护方案等。特殊季节施工和预应力构件尚应编制专项方案。
- 4.6 预制构件生产宜建立模具验收制度和首件验收制度。必要时在预制构件生产前进行样品试制，经建设、设计、施工和监理等相关单位认可后方可实施。
- 4.7 预制构件经验收合格后方可出厂，出厂前应在构件表面明显位置进行标识，包括：工程名称、构件编号、生产日期等，宜采用二维码等信息化标识。
- 4.8 预制构件进入安装场地时，应对其标识信息、外轮廓尺寸、外观质量、预埋件、预留孔洞等进行复查。
- 4.9 装配式桥梁涉及新技术、新工艺的各类人员应经过专门培训，合格后方可上岗。
- 4.10 应对运输路线上的运输条件、交通流量、桥涵等进行调查和检测评估。大件运输方案还需报交警、路政等相关部门审批。

5 材料要求

5.1 混凝土

- 5.1.1 预制构件混凝土强度等级不应低于 C40，预应力混凝土构件不应低于 C50。
- 5.1.2 混凝土的原材料及配合比应符合 JTG/T 3650 及附录 A 的相关规定。

5.2 钢筋

- 5.2.1 预制构件中的钢筋、预应力材料应符合 JTG 3362、GB/T 25823、JG/T 387、GB/T 5223.3 和 GB/T 14370 等的规定。
- 5.2.2 钢筋机械连接用的套筒应符合 JGJ 107、GB 55008 的规定。对直接承受动力荷载的结构构件，设计应根据钢筋应力变化幅度提出接头的抗疲劳性能要求。
- 5.2.3 装配式桥梁构件主要受力非预应力钢筋应采用 HRB400 级及以上热轧钢筋。
- 5.2.4 钢筋的表面应洁净、无损伤，钢筋应平直、无局部弯折，伸入灌浆套筒的钢筋端头切断后应磨平，预制构件及承台预埋外露钢筋应采取临时防护措施，防止钢筋锈蚀和污染。

5.3 高强无收缩水泥灌浆料

- 5.3.1 钢筋连接用灌浆材料应符合 JG/T 408 及附录 B 的规定，技术指标应符合表 1 的要求。

表 1 高强无收缩水泥灌浆料技术指标

检测项目		性能指标
流动度	初始	≥300mm
	30min	≥260mm
抗压强度	1d	≥35MPa
	3d	≥60MPa
	28d	≥100MPa
竖向自由膨胀率	24h 与 3h 差值	0.02%~0.50%
氯离子含量		≤0.03%
泌水率		0.00%
注1：高强、早强、和易性好、低收缩性水泥灌浆料拌合物试件制作及标准养护条件应符合GB/T 17671的相关规定。		
注2：灌浆料拌合物拌和用水应符合GB 55008、JGJ 63的相关规定，宜采用生活饮用水。		

- 5.3.2 预应力孔道压浆材料性能应符合 JTG 3362 的规定。
- 5.3.3 灌浆料进场时生产厂家应提供产品合格证、使用说明书和产品质量检测报告。
- 5.3.4 灌浆料宜采用配套灌浆掺合料，规格不宜大于每袋 25kg。
- 5.3.5 高强无收缩水泥灌浆料在干燥条件下未开封包装前有效存放时间不应大于 3 个月，开封包装后应立即使用，如有剩余应作废弃处理。

5.4 砂浆垫层

- 5.4.1 不同类型构件接缝间的砂浆垫层，应采用高强无收缩砂浆，1d 抗压强度不小于 30MPa，28d 抗压强度不应小于 60MPa，并应高出被连接构件强度等级的一个等级（5MPa），24h 竖向膨胀率不应小于 0.02%，28d 竖向膨胀率应控制在 0.02%~0.10%。氯离子含量 $\leq$ 0.03%。
- 5.4.2 砂浆垫层宜选用质地坚硬、级配良好的中砂，细度模数不应小于 2.6，含泥量不应大于 1%，且不应有泥块存在。
- 5.4.3 砂浆垫层初凝时间宜大于 2h。
- 5.4.4 砂浆垫层料进场时生产厂家应提供产品合格证、使用说明书和产品质量检测报告，报告中应包含 5.4.1、5.4.2 条材料性能指标检测结果。

5.5 灌浆连接套筒

- 5.5.1 灌浆连接套筒宜采用高强球墨铸铁铸造，性能应符合 JGJ 107、GB 55008 中 I 级连接接头的规定。
- 5.5.2 灌浆套筒应符合 JG/T 398 的有关规定。灌浆套筒长度应根据试验确定，用于钢筋锚固的深度不宜小于插入钢筋公称直径的 10 倍。
- 5.5.3 灌浆连接套筒工厂安装前应进行单向拉伸强度试验，检验方法及要求应符合 JGJ 355、GB 55008 的相关规定。
- 5.5.4 灌浆连接套筒按钢筋连接方式可制作成整体灌浆连接型或一端灌浆连接一端机械连接型。
- 5.5.5 整体灌浆连接型套筒一端为预制安装端，另一端为现场拼装端，套筒中间应设置钢筋限位挡板；预制安装端及现场拼装端钢筋深入长度均不应小于 10ds（ds 为被连接纵向钢筋直径）；套筒下端应设置压浆口，套筒上端应设置出浆口，压浆口下缘与端部净距应大于 20mm；套筒制作允许偏差为 $\pm$ 2mm；安装时套筒方向应正确放置。
- 5.5.6 一端灌浆连接一端机械连接型套筒，钢筋机械连接端为预制安装端，另一端为现场拼装端；现场拼装端长度不应小于 10ds；现场拼装端下端应设置压浆口，上端应设置出浆口，压浆口下缘与端部净距应大于 20mm；套筒制作允许偏差为 $\pm$ 2mm。
- 5.5.7 灌浆套筒与灌浆料组合体系性能应符合 JGJ 107、GB 55008 中 I 级连接接头的规定，接头试件实测抗拉强度不应小于被连接钢筋的抗拉强度标准值。
- 5.5.8 灌浆套筒与灌浆料组合体系性能应由具有资质的第三方检验检测机构检测，并出具相应型式试验的合格报告。
- 5.5.9 灌浆套筒应标识生产厂家名称、批号等相关信息，出厂时附带产品生产构造图。
- 5.5.10 厂家应提供灌浆套筒合格证书和与灌浆套筒相配套的附属配件，包括：密封圈、止浆塞、密封柱塞等。
- 5.5.11 灌浆套筒在储存和运输过程中应采取防护措施，防止雨淋、锈蚀、沾污和损伤。

5.6 金属波纹管

- 5.6.1 灌浆锚固金属波纹管应采用增强型不锈钢波纹管，制作金属波纹管的钢带应为软钢带。
- 5.6.2 灌浆波纹钢管采用外形为带闭合圆环状波纹的圆钢管，可由符合 GB/T 13793 规定的直缝电焊钢管或符合 GB/T 8162 规定的无缝钢管加工而成，封口板应选用符合 GB/T 699 规定的优质碳素结构钢。
- 5.6.3 金属波纹管应符合 JG/T 225 的相关规定，考虑抗震构造要求，波纹管预埋在盖梁或承台中间时，应在 24ds 的基础上增加 10ds，且不应拼接；内径不宜小于 ds+40mm，内径尺寸允许偏差为 $\pm$ 0.50mm；对于内径不大于 10cm 的波纹管，其钢带厚度（壁厚）应不小于 0.45mm，波纹管肋高不小于 3.10mm。
- 5.6.4 金属波纹管折叠咬口的重叠部分宽度不应小于钢带厚度的 8 倍，且不应小于 2.5mm；折叠咬口部分之间的凸起波纹顶部和根部均应为圆弧过渡，不应有折角。

- 5.6.5 灌浆波纹钢管下端应设置压浆口连接压浆管，上端应设置出浆口连接出浆管或直接由端部出浆；压浆口下缘与端部净距不应小于 50mm；需设置出浆管的，出浆孔设置在管顶；进出浆管径不小于 30mm。
- 5.6.6 金属波纹管应包含相关的合格附属配件，包括压浆管、出浆管、钢筋伸入段封盖、封口板等。
- 5.6.7 机械工灌浆波纹钢管表面不应有裂纹或影响连接性能的其他缺陷，断面和外表面处应无尖棱、毛刺。
- 5.6.8 灌浆波纹钢管表面不应有锈斑、锈皮、油污、附着物、孔隙及异常褶皱。
- 5.6.9 灌浆波纹钢管焊缝表面无气孔、裂纹、夹渣及飞溅物等缺陷。
- 5.6.10 切口平直，无明显锯齿状。
- 5.6.11 灌浆波纹钢管与灌浆料组合体系性能应符合 JGJ 107、GB 55008 中 I 级连接接头的规定，接头试件实测抗拉强度不应小于被连接钢筋的抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋处。
- 5.6.12 钢筋波纹钢管灌浆锚固接头单向拉伸试验加载过程中，当接头拉力达到连接钢筋抗拉荷载标准值的 1.15 倍而未发生破坏时，应判为抗拉强度合格，可停止试验。
- 5.6.13 灌浆波纹钢管在储存和运输过程中应采取防水、防潮、防腐、防挤压等措施，避免油渍、污渍、泥土等污染，防止锈蚀和损伤。

6 构件预制

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工单位进行预制场的选址与规划，上报预制场建设方案。内容包括：位置、占地面积、功能区划分、场内道路布置、排水设施布置、水电设施及施工设备的型号、数量等。在审批后尽快完成预制场建设。
- 6.1.2 预制场选址宜与拌和站、钢筋加工场选址综合考虑，预制场应设视频监控系统。
- 6.1.3 预制场按功能分为办公生活区、大型构件生产区、小型构件生产区、梁板堆放区，各区应相对独立。
- 6.1.4 预制场应进行封闭式管理，场地四周宜设通透式围栏。
- 6.1.5 预制场建设完成后施工单位应报总监理工程师进行验收，验收合格后方可投入使用。
- 6.1.6 市政及具备条件高速项目可委托商用预制厂进行预制，应报总监理工程师进行验收后自行把控预制施工质量。

6.2 场地要求

6.2.1 面积要求

预制区占地面积不宜小于表 2 的要求，场地内分区合理，以便于施工管理。

表 2 预制区占地面积要求一览表

梁片数量 (跨径 $L \leq 20\text{m}$)	200 及以下	200~400	400~600	600 及以上
梁片数量 (跨径 $L > 20\text{m}$)	80 及以下	80~160	160~240	240 及以上
占地面积 (m^2)	3000	4500	6300	8000

6.2.2 预制场地硬化及台座设置

6.2.2.1 场地硬化

场地硬化应符合下列规定：

- 预制场应选择地质良好、地基稳定的区域。为防止产生不均匀沉降变形影响预制梁的质量，应对场地分层压实。
- 预制场的硬化处理，基层采用原地面翻松不小于 25cm 并掺 5%石灰或原地面压实后，直接填筑不小于 25cm 厚 5%灰土并压实，其压实度不小于 90%，地基承载力合格后，再浇筑厚度不小于

12cm 的混凝土面层，混凝土强度等级不低于 C20，但在台座处应增加一层不小于 10cm 厚的碎石垫层，其面层混凝土厚度应适当加厚。

- c) 场地硬化应按照四周低、中心高和面层排水坡度不小于 0.5% 的原则进行排水设计；场地四周应设置排水沟，排水沟底面采用 M7.5 砂浆进行抹面。
- d) 预制场内道路应保证重车晴天雨天正常通行，宜加入钢筋网片防止开裂，其宽度不小于 5m。
- e) 养护用水所需水管应埋入地下，其埋置深度应满足其不被压坏。

6.2.2.2 预制梁的台座设置

预制梁的台座设置应符合下列规定：

- a) 预制梁台座的数量，应根据预制梁数量和工期要求进行配置，一般按 3 片/（座·月）～4 片/（座·月）控制。
- b) 施工前，应对预制梁台座下方的地基进行承载力和沉降计算。若承载力和沉降计算不满足规范要求，应对地基进行特殊处理。
- c) 后张法预制梁台座两端应加强，以满足梁板张拉起拱后基础两端的承载力要求，同时应在台座上设置沉降观测点进行监控。
- d) 先张法预制梁应增设张拉台座，以抵抗外加预应力，张拉台座应具有足够的强度和刚度。
- e) 预制梁台座面板（底模）宜采用 8mm～10mm 厚的钢板制作，按规范及设计要求设置反拱，底模平整度、光滑度应满足规范要求。不应直接利用混凝土面板作为底模。
- f) 预制梁台座中心间距应以有利于预制梁脱侧模和方便工人操作为原则，应不小于梁底板宽度加 3 倍箱梁单侧翼板（以最大翼板宽度控制）宽度的总和。
- g) 对带有横隔梁的预制梁板，横隔梁底座应与梁板底座综合考虑。为便于预制梁台座通用，以适应于不同型号的梁板（每片梁的横隔梁间距不一致）预制，宜采用独立的满足刚度要求的钢横隔梁底座。

6.2.3 预制箱梁存放

预制箱梁存放应符合 JTG/T 3650 的相关规定。

6.3 其他预制设置

其他预制设置可参考交通运输部《两区三厂建设安全标准化指南》及《江苏省高速公路施工标准化指南》工地建设篇相关规定。

6.4 立柱预制

6.4.1 预制立柱施工工艺流程见图 1。



图 1 预制立柱施工工艺流程图

6.4.2 预制立柱钢筋在钢筋场集中加工成型，制作好的钢筋笼放在平整、干燥的场地上，下部采用型钢支垫。

- 6.4.3 立柱模板加工好后进场应按设计要求及质量标准进行验收，检查内容主要针对模板尺寸、拼接缝隙、平整度、垂直度、光洁度等，验收合格后方可使用。
- 6.4.4 钢筋笼就位，并固定好模板后，进行垂直度检查，垂直度误差控制在立柱高度的 0.1% 且不大于 10mm。
- 6.4.5 混凝土强度达到 2.5MPa 后方可拆模。

6.5 盖梁预制

6.5.1 预制盖梁施工工艺流程见图 2。

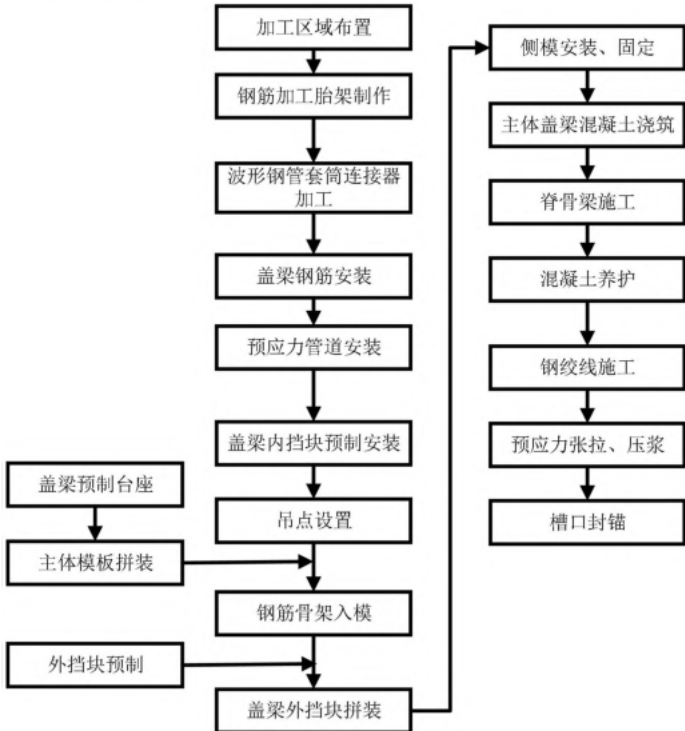


图 2 预制盖梁施工工艺流程图

- 6.5.2 预制盖梁制作好的钢筋半成品放在平整、干燥的场地上，下部采用型钢支垫。
- 6.5.3 半成品钢筋加工好后按照规格品种分类编号堆放整齐。
- 6.5.4 骨架焊接采用 CO₂ 气体保护焊提高焊接质量，骨架焊接时，施焊顺序从中到边对称地向两端进行，先焊骨架下部，后焊骨架上部。相邻的焊缝采用分区对称焊。
- 6.5.5 通过胎架将盖梁钢筋骨架悬空，钢筋工进入盖梁骨架底部进行盖梁底板的绑扎加固处理，绑扎过程中严格控制各绑扎点的施工质量，并安装盖梁底部的保护层垫块。
- 6.5.6 模板安装顺序为：清理底模、吊装钢筋骨架、安装端模、安装侧模、安装对拉杆及调整线形。
- 6.5.7 盖梁底面波纹管套筒范围内需要凿毛处理，凿毛要求凿除浮浆，形成麻面。但凿毛深度不应过深，影响坐浆饱满性。凿毛采用手持式小型凿毛设备。凿毛时应避开吊点，凿毛在存放区进行。
- 6.5.8 盖梁终凝后完成支座垫石施工，须满足顶部高程与灌浆要求。

6.6 箱梁预制

预制箱梁预制应符合 JTG/T 3650 的相关规定。

6.7 灌浆连接套筒安装

- 6.7.1 将套筒胶塞塞入套筒预装端。
- 6.7.2 将钢筋从胶塞孔内插入，穿入深度按不同型号钢筋连接要求确定。
- 6.7.3 插到设计深度后连同其它钢筋绑扎成型放入构件模具。
- 6.7.4 将套筒右端（现场安装端）对准模板上安装的配套工装并平贴边模板。
- 6.7.5 在灌浆口和排气口安装橡胶塞，并将橡胶塞用于钢筋工装定位，浇筑混凝土成型。

6.7.6 构件安装时,将灌浆套筒的开口端对准并套装下层承台伸出的钢筋上,座浆后从灌浆口注入配套灌浆料,排气孔溢出时封堵排气孔及灌浆孔,待灌浆料达到一定强度后纵向钢筋被连接成整体。

6.8 灌浆金属波纹管安装

- 6.8.1 盖梁模板底座制作时,应由模板厂家进行精准放样,确定灌浆波纹管定位橡胶塞的位置。
- 6.8.2 灌浆金属波纹管套筒通过下部模板波纹管定位橡胶塞进行位置固定,保证盖梁与两根立柱能精确拼装。
- 6.8.3 波纹管套筒压浆管采用直径 2.5cmPPR 管热熔加工制作(也可单独使用配套定制的注浆不锈钢管),压浆管长度、高度以保证能伸出盖梁底端、与骨架片无冲突为标准进行尺寸调整、制作并安装。
- 6.8.4 注浆孔外漏盖梁端为内丝扣,并在安装前用塑料塞封堵,待盖梁吊装存放前,将塑料塞拆除。
- 6.8.5 定位后,套筒与预埋主筋应全部连接。

7 构件运输、吊装和临时堆放

7.1 一般规定

- 7.1.1 构件吊装、运输、临时堆放应在达到规定的设计强度后进行。
- 7.1.2 构件吊装、运输、临时堆放,应对预制构件、吊具、车辆、存放场地进行受力计算。
- 7.1.3 构件吊装、运输、临时堆放应避免磕碰。

7.2 吊装

- 7.2.1 箱梁吊装采用捆绑式吊装。
- 7.2.2 吊点位置到背墙前缘线或桥墩中心线的垂直距离为 900mm,横桥向距离悬臂根部 100mm。
- 7.2.3 吊装预留孔采用 PVC 管,孔口采用钢质护瓦放置于钢绳和梁体之间,以减少吊装时钢丝绳对箱梁的磨损。
- 7.2.4 预制立柱、盖梁、箱梁吊装时,应计算吊环应力状态及变形,防止预制构件表面由于吊环应力过大而开裂。
- 7.2.5 预制立柱翻转前,应复核最不利工况下墩身的最大裂缝宽度是否满足设计要求;立柱翻转时,应对立柱底部采取相应的保护措施。
- 7.2.6 吊装过程应缓慢进行,防止震动过大导致吊环应力骤增。
- 7.2.7 吊环的锚固长度应符合 JTG 3362 的相关规定。

7.3 运输

- 7.3.1 一体化安装施工包括道路运输和梁上运输两部分。
- 7.3.2 构件运输应设置专职人员指挥。
- 7.3.3 构件道路运输提前调查路况,应对运输工况(道路、地方桥涵)的重载安全性进行复核。
- 7.3.4 梁上运输前,应对运输工况(梁上运立柱、梁上运盖梁、梁上运箱梁)的安全性进行复核。
- 7.3.5 梁上运输时,应注意监测架桥机的工作状态;同时应注意监测承重主梁的变形情况。
- 7.3.6 构件运输应在专用运输车辆上进行,运输车辆的轴重、轴数应与设计单位沟通并确定后方可使用。构件在车辆上的偏位应尽量小,并采取牢固的固定措施,车轮宜对称、等距分布在相邻两片承重主梁上。
- 7.3.7 运输车辆宜缓慢、匀速前行;运输时应尽量避免车体晃动。
- 7.3.8 运输车运输可安装管控设备,应具有追踪、定位功能。

7.4 构件堆放

- 7.4.1 箱梁堆放不超过两层,存放时间宜不超过三个月,适当遮盖,不宜暴晒。
- 7.4.2 存梁台座上设置枕木,具体位置以不影响梁吊装为原则。
- 7.4.3 枕木材质应采用承载力足够的非刚性材料,且不污染梁底,宜采用硬质杂木。

8 预制构件拼装

8.1 一般规定

- 8.1.1 采用一体式架桥机进行预制构件拼装前，应根据预制立柱、盖梁、箱梁等的设计重量和现场条件选定一体式架桥机。在确定承载主梁的最大承载力时，应充分考虑施工荷载的作用。
- 8.1.2 根据施工特点和要求编制专项施工方案，所有技术人员都应熟悉相关的技术资料、工程图纸、施工流程，对作业人员进行相关的技术、质量、安全、监测、环保与文明施工交底。
- 8.1.3 拼装前应由勘测设计单位对控制性桩点进行现地交桩，并应在复测原控制网的基础上，根据施工需要适当加密、优化，并建立满足拼装精度要求的施工测量控制网。
- 8.1.4 承台施工时应控制立柱与承台拼接面的坐标、标高和水平度，坐标及标高允许偏差为±2mm，水平度允许偏差为±1mm/m，拼装前应对拼接面的坐标、标高和水平度进行复测。
- 8.1.5 拼装前，施工、监理单位应对拼装方案中的材料及设备到场情况、提梁区周边环境情况、一体式架桥机性能情况进行严格复查。
- 8.1.6 构件拼装前应进行匹配拼装。
- 8.1.7 预制构件安装前应进行以下工作：
 - a) 应进行测量放线，设置构件安装定位标识；
 - b) 应检查安装构件的外形和尺寸；
 - c) 检查支承结构和预埋件的尺寸、标高及平面位置；支承结构的强度应符合设计要求。
- 8.1.8 起重吊装作业应符合 JGJ 276 的有关规定。
- 8.1.9 登高作业宜采用专用高空作业车，作业人员应配备全身式安全带。
- 8.1.10 套筒或金属波纹管灌浆料强度应大于 35MPa 后方可进行下一工序施工。
- 8.1.11 当拼装时气温低于 5℃ 时，应对高强无收缩水泥灌浆料进行保温，温度应不低于 10℃ 且不高于 40℃；同时应对拌合所需的水进行加热，温度应不低于 30℃ 且不高于 65℃；拌合灌浆料成品工作温度应不低于 10℃。

8.2 施工准备

- 8.2.1 安装施工前，应进行测量放线，设置构件安装定位标识，复核构件位置、节点连接构造等，核实现场环境、天气、道路等状况，满足吊装施工要求。
- 8.2.2 安装施工前，应检查复核吊装机械设备及吊索具安全操作状态。
- 8.2.3 拼装施工前，宜选择有代表性的单元进行构件试拼装。必要时，根据试拼装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

8.3 一体式架桥机安装

- 8.3.1 一体式架桥机采用两跨半结构形式，架桥机主要结构的安装方式均为销轴和螺栓连接。
- 8.3.2 主要由主梁、主梁前后连接系、一号支腿、二号支腿、三号支腿、四号支腿、五号支腿、起吊天车、液压系统和电气系统等组成。架桥机示意图见图 3、图 4、图 5、图 6。

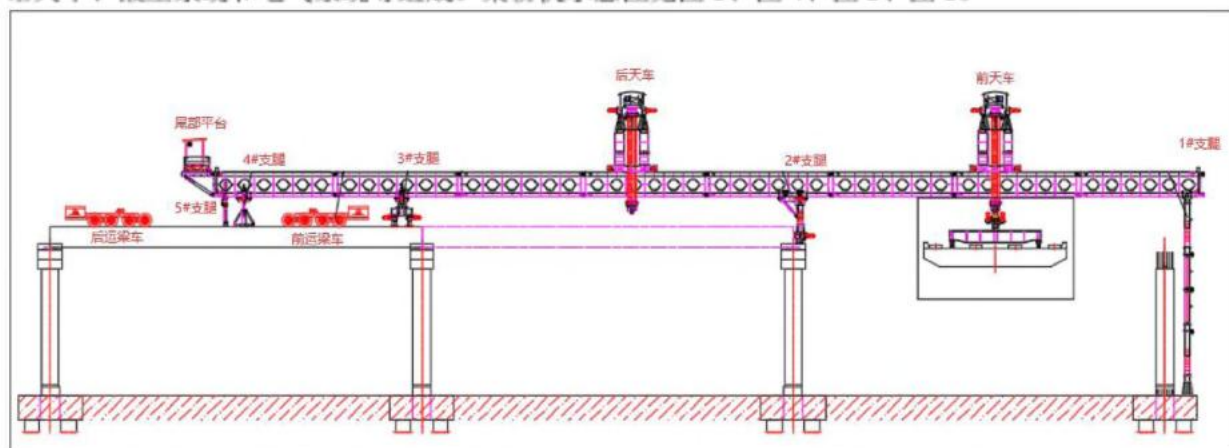


图 3 一体式架桥机立面示意图

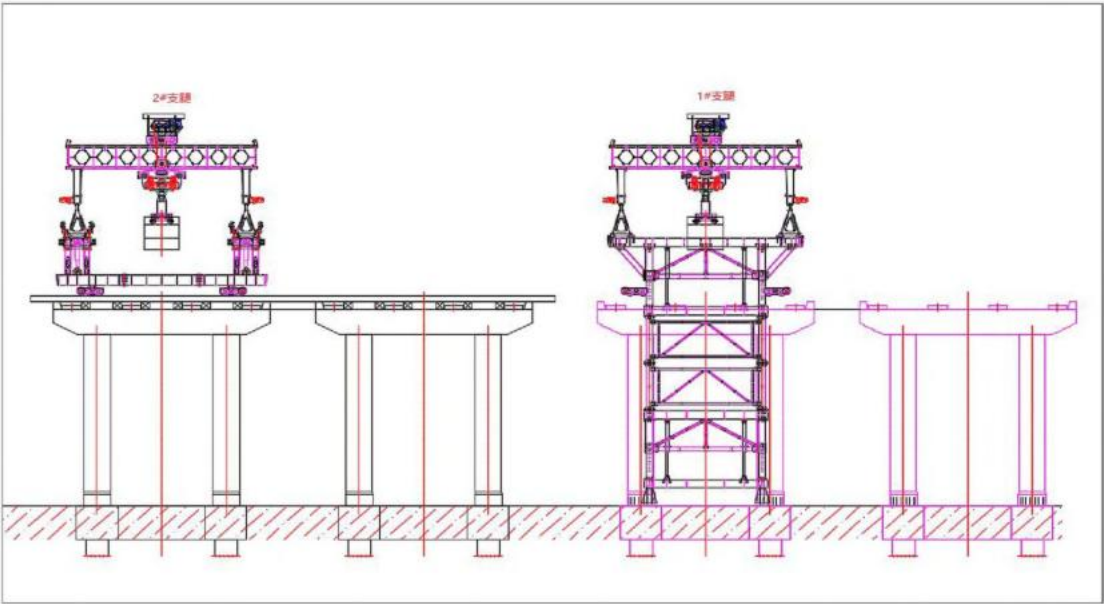


图 4 一体式架桥机 1#、2#支腿断面示意图

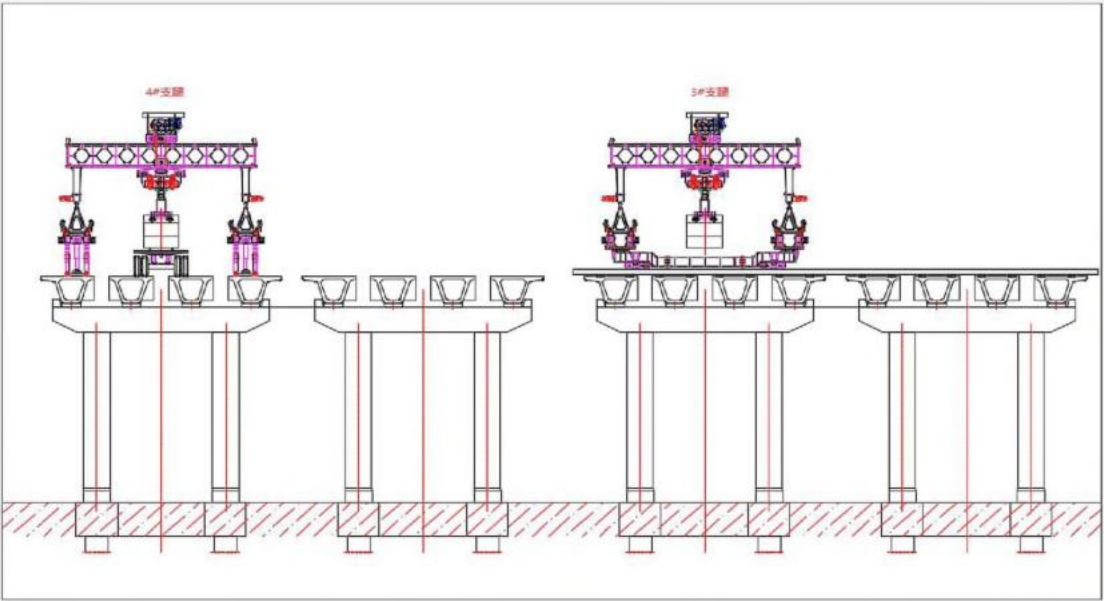


图 5 一体式架桥机 3#、4#支腿断面示意图

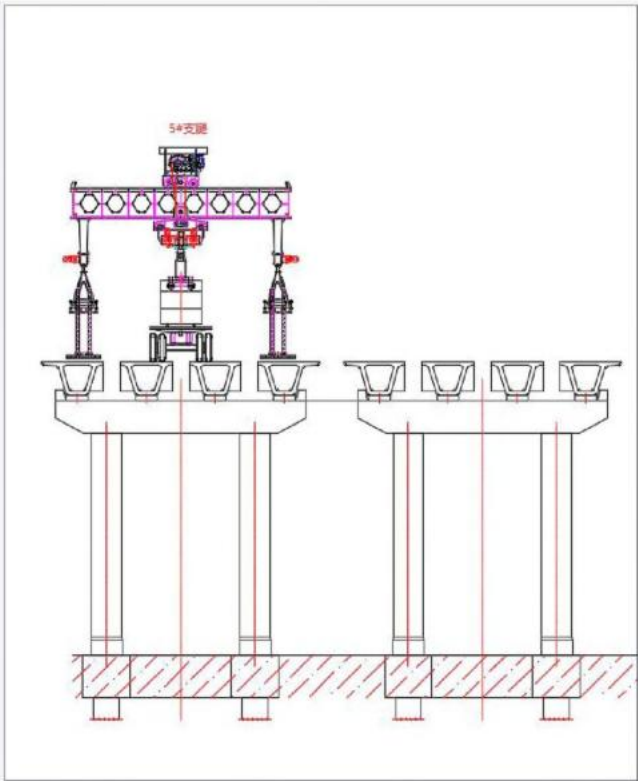


图 6 一体式架桥机 5#支腿断面示意图

8.3.3 1#支腿位架桥机工作状态最前端支撑点，带有液压千斤顶，支腿高度可调节。下部横移轮箱可横向移动。为适应较大范围的桥墩高度，伸缩部分分为上下两层，每层可单独调节 1.4m。支腿中间有两组固定加高节，桥墩高度变化较大时，可通过翻起或下放固定加高节来较大幅度地调节支腿高度。1#支腿断面示意图见图 7。

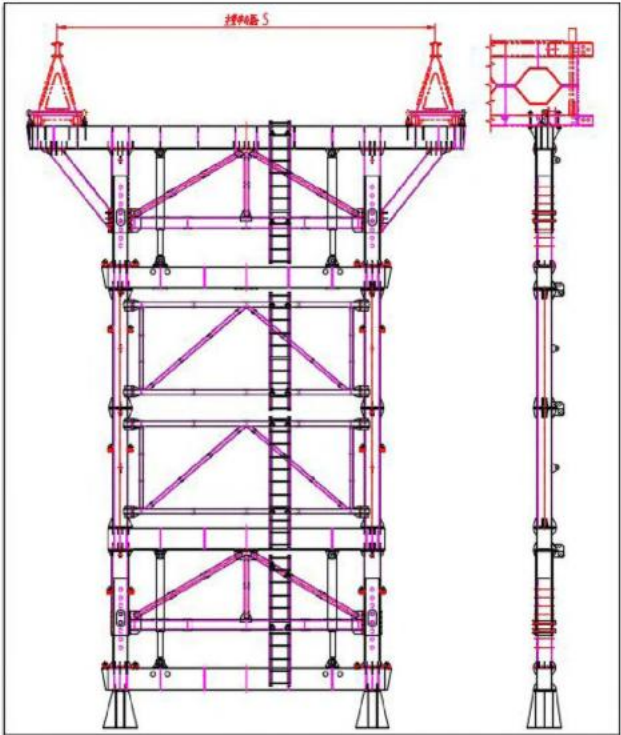


图 7 一体式架桥机 1#支腿断面示意图

- 8.3.4 预制立柱专用吊具带有自动脱落功能、预制盖梁专用吊具带有电动旋转功能，以实现预制立柱、预制盖梁的安装。后天车带有普通预制梁吊具；天车纵移机构与天车横移机构为各自独立机构，架桥机主梁和天车主梁上部分别铺设纵移轨道和横移轨道，可实现预制梁纵向移动和控制预制梁横向安装就位。
- 8.3.5 电源供电采用发电机供电，三相四线制供电方式，架桥上移动单元的动力线与控制线用橡胶套电缆线在沿滑轨滑移，滑轨分别布置在架桥机主梁两侧，确保不互相干扰。本架桥机共包括主控电源、2#、3#、4#支腿纵移挂吊、支腿油站控制、天车纵横移、天车起吊和旋转等五大部分组成。
- 8.3.6 一体式架桥机拼装流程见图8。

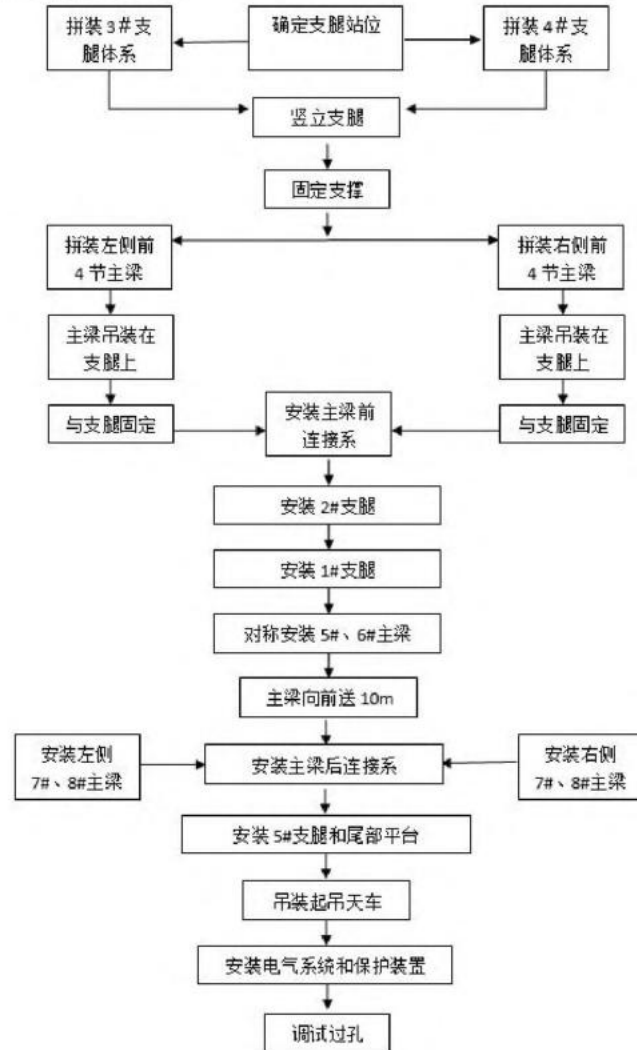


图8 架桥机安装工艺流程图

- 8.3.7 一体式架桥机安装步骤如下：
- a) 在架好梁的桥面上按图中位置摆放3#腿、4#腿；2#支腿横移轨道可提前摆放到盖梁上，见图9。

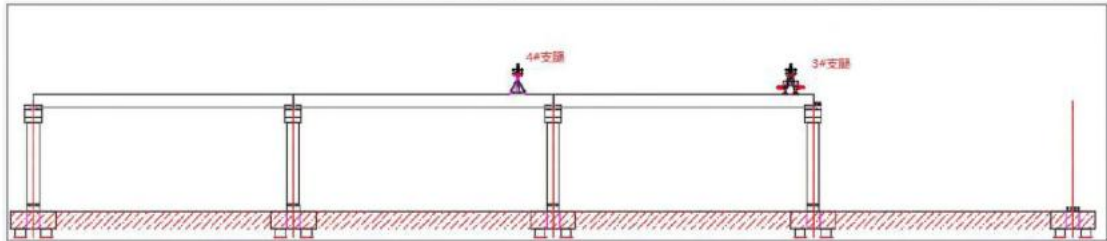


图9 一体式架桥机安装步骤1示意图

b) 龙门吊将组拼在一起的 1#~4#节主梁抬吊到 3#、4#支腿上，见图 10。

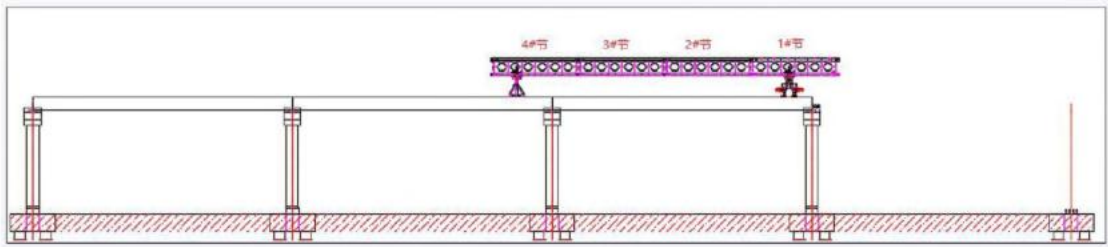


图 10 一体式架桥机安装步骤 2 示意图

c) 安装主梁前连接系，安装 2#支腿，安装 1#支腿，见图 11。

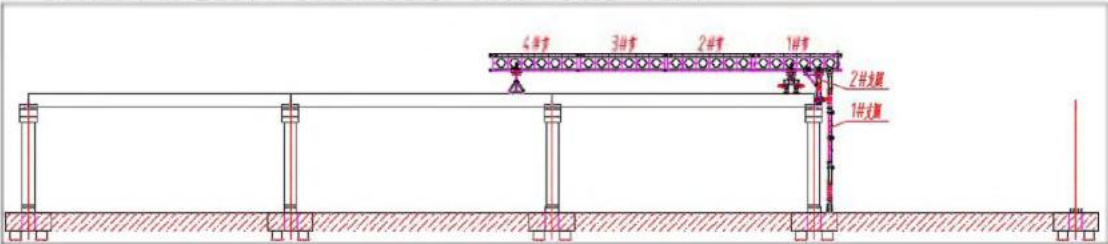


图 11 一体式架桥机安装步骤 3 示意图

d) 安装 5#节和 6#节主梁，见图 12。

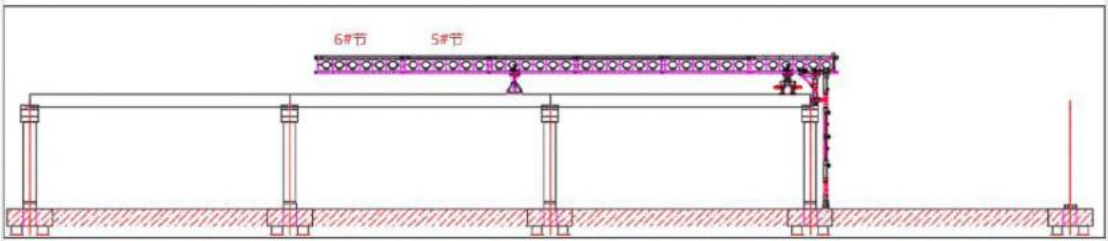


图 12 一体式架桥机安装步骤 4 示意图

e) 借助 2#腿、3#腿和 4#腿上的反托驱动，将主梁向前送出 10m；再次锚固主梁与 2#、3#、4#支腿的连接，见图 13。

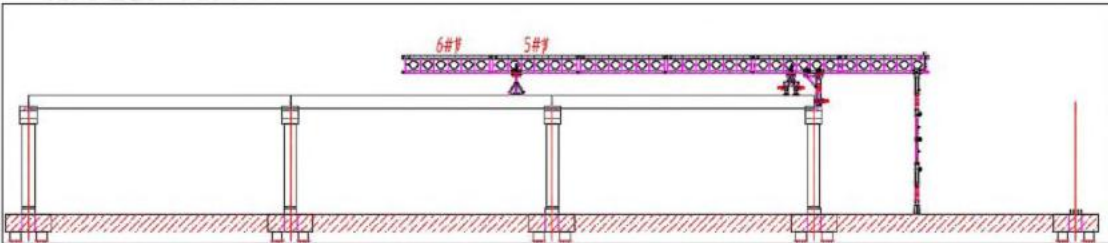


图 13 一体式架桥机安装步骤 5 示意图

f) 安装 7#节、8#节主梁，安装主梁后连接系，安装 5#支腿，安装尾部平台，见图 14。

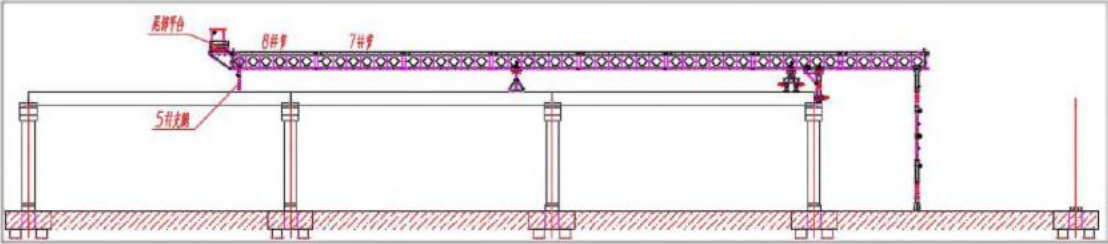


图 14 一体式架桥机安装步骤 6 示意图

- g) 吊装起吊天车到架桥机主梁上(注:每台天车应分两次吊装,先吊纵移轮箱和主梁,然后吊卷扬小车),见图 15。

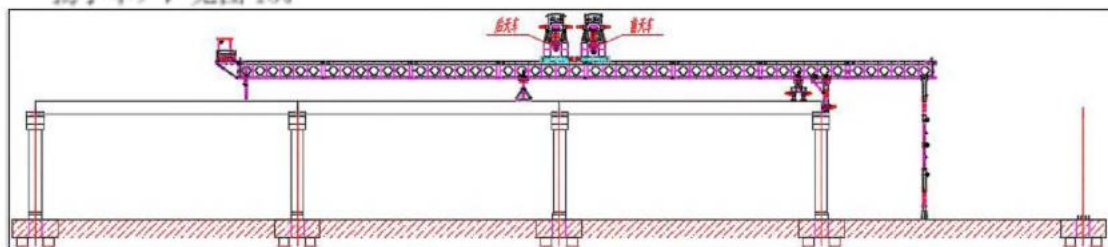


图 15 一体式架桥机安装步骤 7 示意图

- h) 再次借助 2#腿、3#腿和 4#腿上的反托驱动,将主梁向前送出 20m;架桥机主梁过孔到位,支撑 1#、5#支腿,锚固各支腿与主梁间的连接,见图 16。

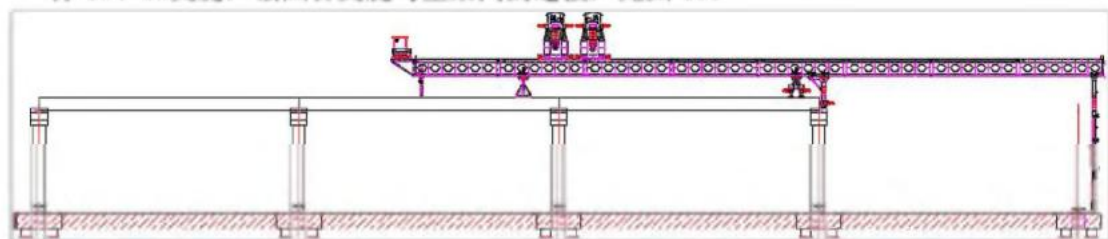


图 16 一体式架桥机安装步骤 8 示意图

- i) 调整天车的位置,安装电动旋转吊具,架桥机具备安装立柱和盖梁的条件(注:安装立柱、盖梁时,桥机整机无需横移,因此 3#支腿无需后撤),见图 17。

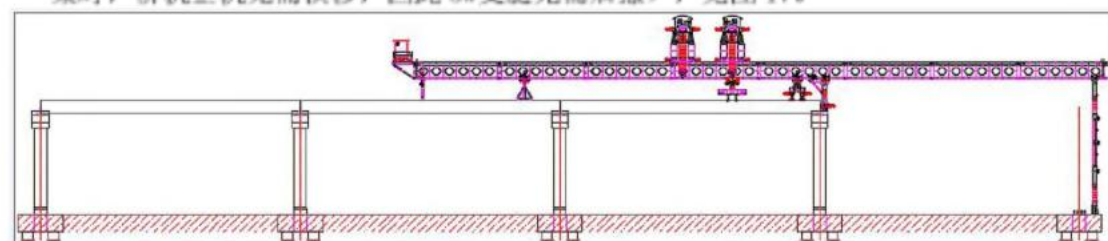


图 17 一体式架桥机安装步骤 9 示意图

- j) 液压系统安装与调试:整套液压系统出厂时,都已安装调试完毕,并经带负荷试运。

8.4 立柱与承台拼装

- 8.4.1 承台混凝土浇筑前后应对预留钢筋、灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管的定位进行检查,允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 8.4.2 预埋承台钢筋时,宜尽量采用钢筋定位胎架工艺。
- 8.4.3 立柱与承台拼装前应进行匹配拼装,同时应对外露钢筋进行除锈处理。
- 8.4.4 在拼接缝位置,承台上应布置调节垫块。调节垫块总高度不宜大于 2cm 。调节垫块的材质和强度应符合设计要求。
- 8.4.5 立柱拼装工艺流程如下:
 - a) 拼接面清理;
 - b) 拼接缝测量;
 - c) 铺设挡浆模板;
 - d) 调节垫块找平;
 - e) 充分湿润拼接缝表面;
 - f) 铺设砂浆垫层;
 - g) 立柱吊装就位;
 - h) 调节设备安放;

- i) 垂直度、标高测量；
 - j) 调节立柱垂直度；
 - k) 灌浆套筒连接或灌浆金属波纹管连接。
- 8.4.6 一体式架桥机拼装立柱施工步骤如下：
- a) 预制立柱由地面运梁车拉运至提梁站，再由提梁站龙门吊提升并换装至桥面运梁车上，见图 18。

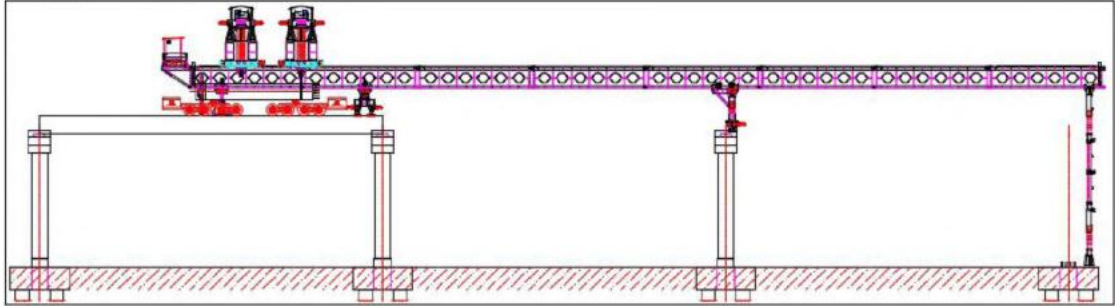


图 18 一体式架桥机拼装立柱施工步骤 1 示意图

- b) 桥面运梁车喂送预制立柱至架桥机尾部，至前天车能够起吊的位置停止，见图 19。

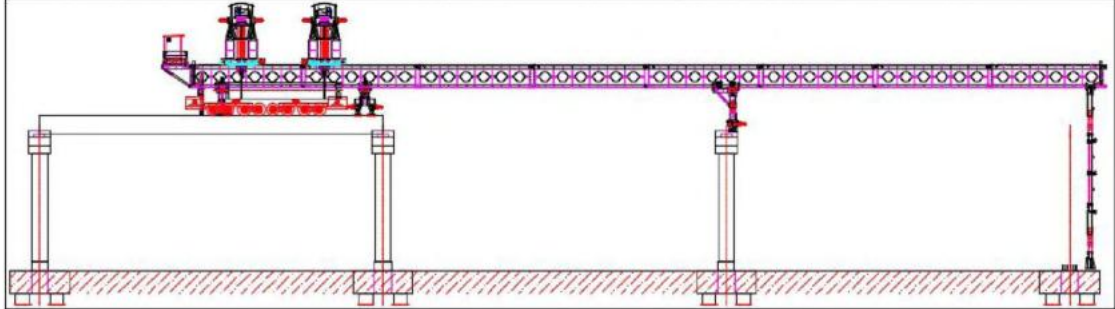


图 19 一体式架桥机拼装立柱施工步骤 2 示意图

- c) 前天车吊起立柱的前端，与后运梁车同步向前，至后天车可以起吊的位置停止，见图 20。

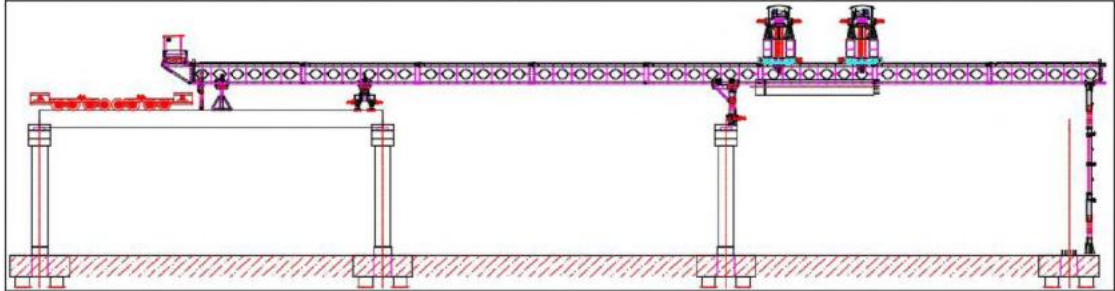


图 20 一体式架桥机拼装立柱施工步骤 3 示意图

- d) 后天车吊起立柱的后端，与前天车同步向前行走，当前天车行至接近超前墩的位置时，两天车停止行走，见图 21。

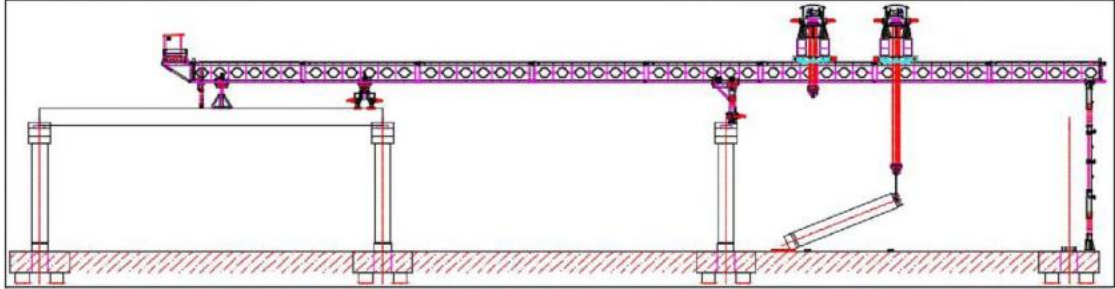


图 21 一体式架桥机拼装立柱施工步骤 4 示意图

e) 后天车将立柱底部缓慢下放至立柱接近竖直，将立柱底部落于地面，见图 22。

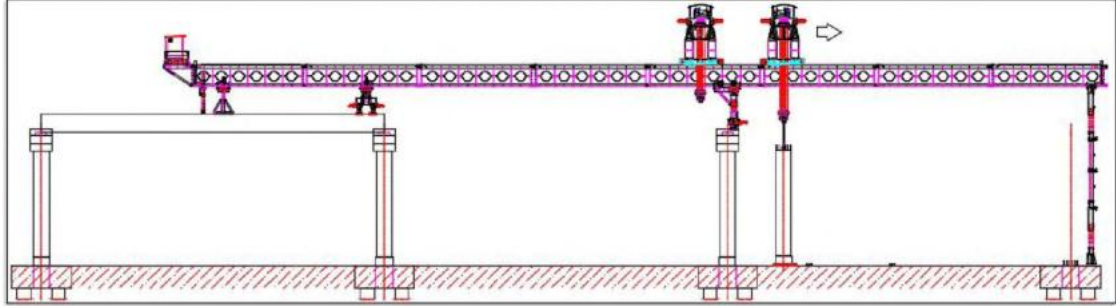


图 22 一体式架桥机拼装立柱施工步骤 5 示意图

f) 前后天车后移至立柱成竖直状态，后天车将立柱底部吊具松开，见图 23。

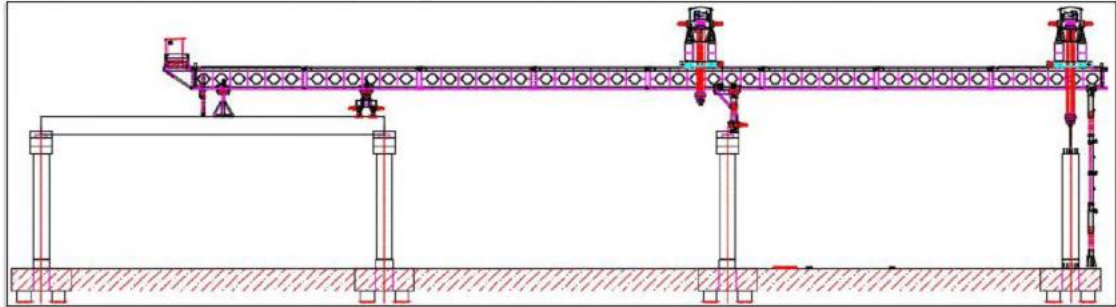


图 23 一体式架桥机拼装立柱施工步骤 6 示意图

g) 前天车吊起立柱，通过前天车的纵横移将立柱安装到承台的预定位置；同样步骤安装另一根立柱；另一根立柱吊装就位时，须采用钢筋定位胎架对后装立柱进行微调，确保两立柱的顶部钢筋实现精确定位，然后压浆连接，等强 24 小时后拆除立柱顶部定位胎架，见图 24。

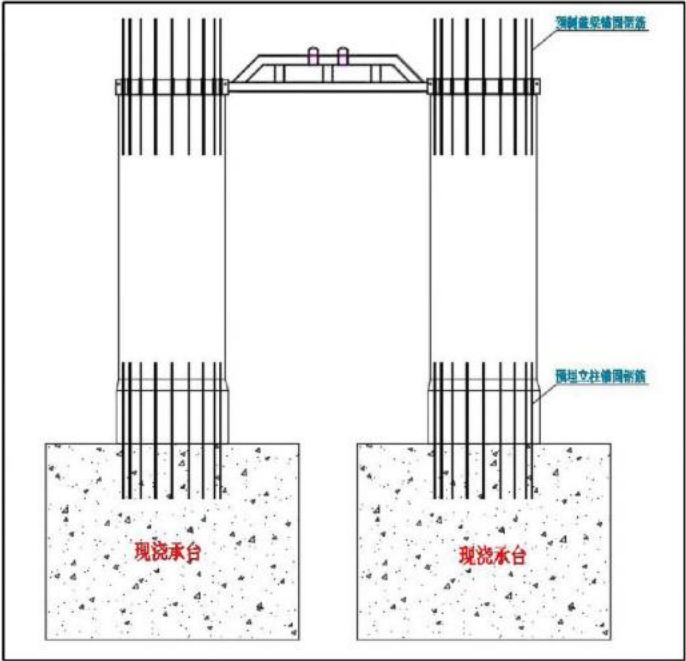


图 24 立柱顶部定位胎架示意图

8.4.7 一体式架桥机安装预制立柱应采用带有电动旋转功能的焊接吊具，该吊具上部为电动旋转机构，下部为立柱、箱梁二合一吊具，架桥机安装完预制立柱后安装小箱梁时，可以不用更换吊具，见图 25。

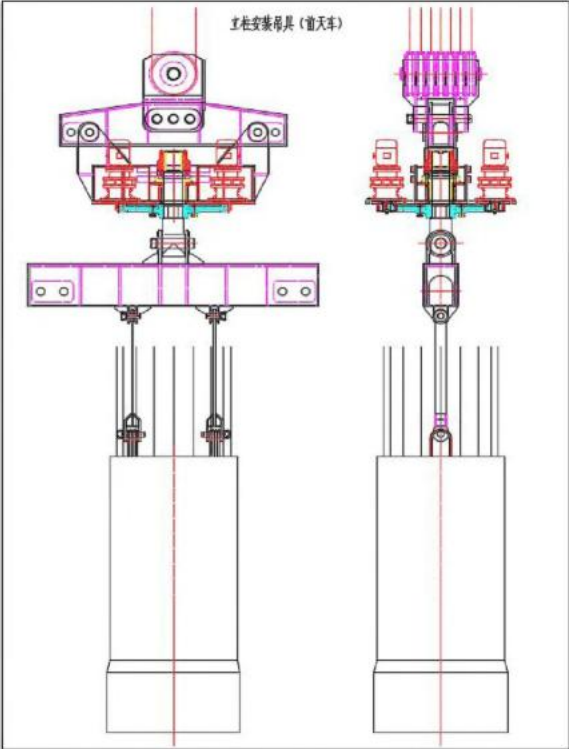


图 25 一体式架桥机安装预制立柱吊具示意图

8.4.8 现场应制作立柱翻转胎架和平放胎架，支撑架槽内粘贴有橡胶垫，确保立柱放置时表面不受损伤，见图 26、图 27、图 28。

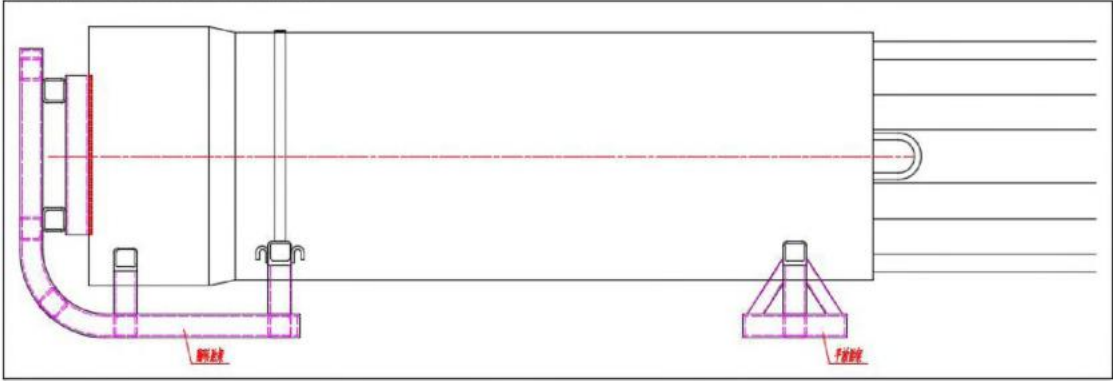


图 26 立柱翻转胎架示意图

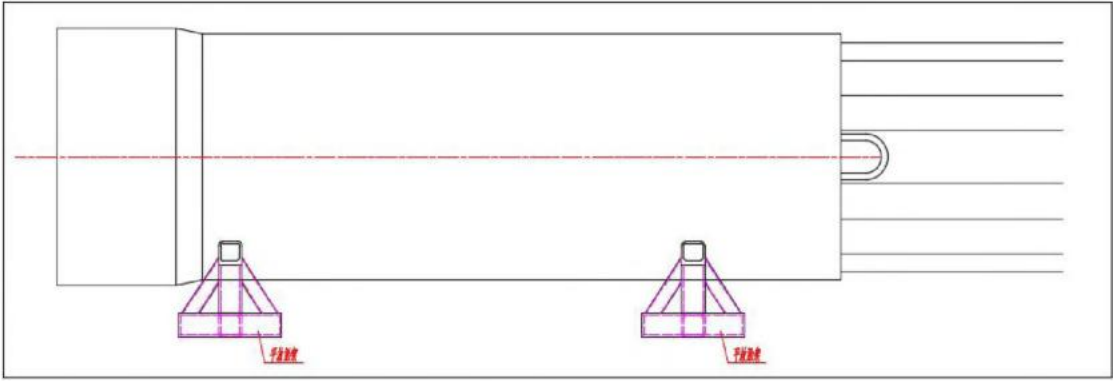


图 27 立柱临时存放示意图

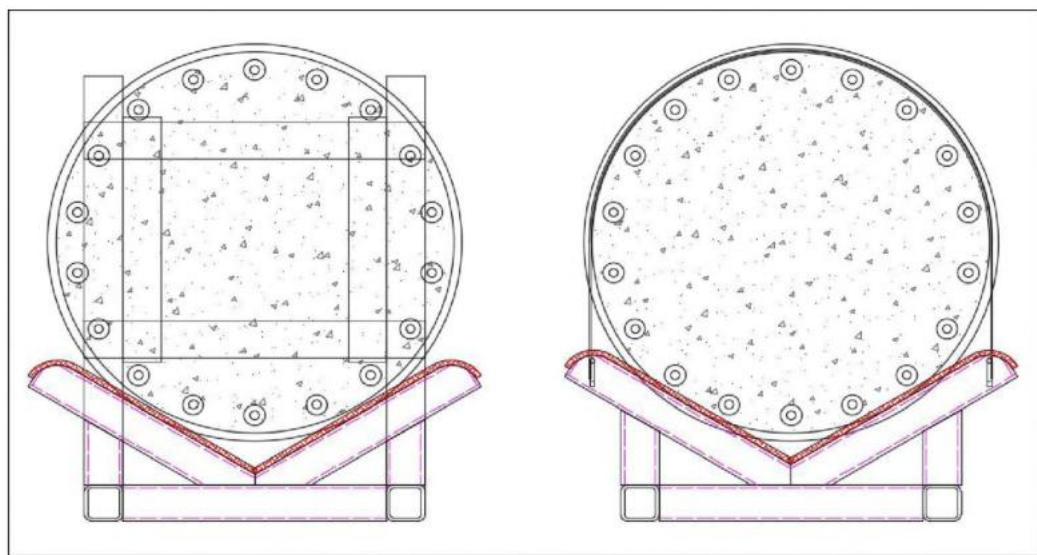


图 28 立柱放置胎架断面示意图

8.4.9 调节设备宜采用千斤顶等工具。

8.4.10 灌浆连接工艺应符合本文件 8.6 的规定。

8.4.11 砂浆垫层在拌浆时应制取试件，对应每个拼接部位应制取不少于 3 组。

8.4.12 砂浆垫层应及时进行养护。

8.5 盖梁与立柱拼装

8.5.1 在拼接缝位置，立柱上应布置调节垫块。

8.5.2 盖梁拼装工艺流程如下：

- a) 拼接面清理；
- b) 拼接缝测量；
- c) 铺设挡浆模板；
- d) 调节垫块找平；
- e) 拼接缝表面充分湿润；
- f) 铺设砂浆垫层；
- g) 盖梁吊装就位；
- h) 调节盖梁空间坐标；
- i) 灌浆套筒连接或灌浆金属波纹管连接。

8.5.3 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤如下：

- a) 预制盖梁同样由地面运梁车拉运至提梁站，再由提梁站龙门吊提升并换装至桥面运梁车上，见图 29。

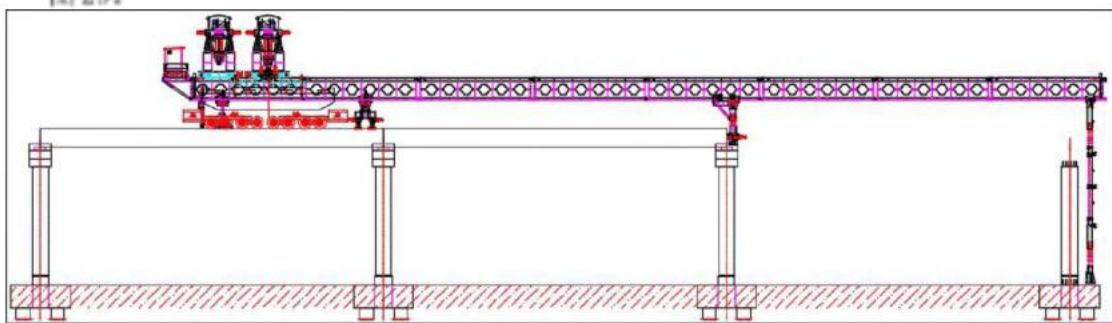


图 29 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤 1 示意图

- b) 预制盖梁由轮胎式运梁车喂送至架桥机尾部，至前天车能够起吊的位置停止，见图 30。

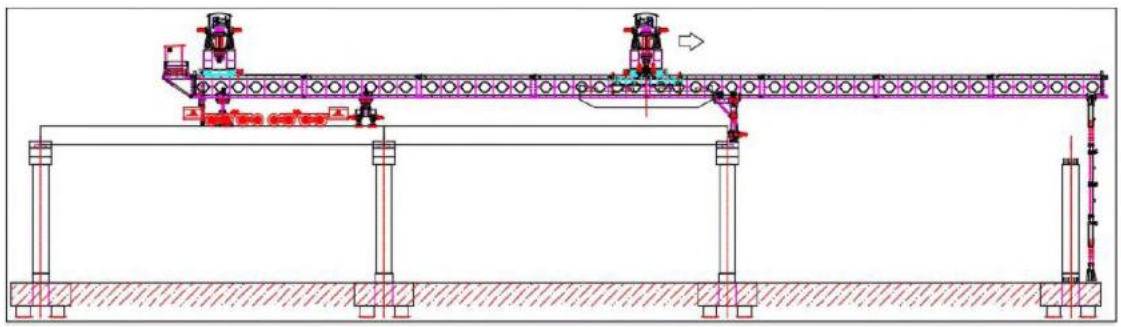


图 30 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤 2 示意图

c) 前天车单车起吊盖梁向前运行，见图 31。

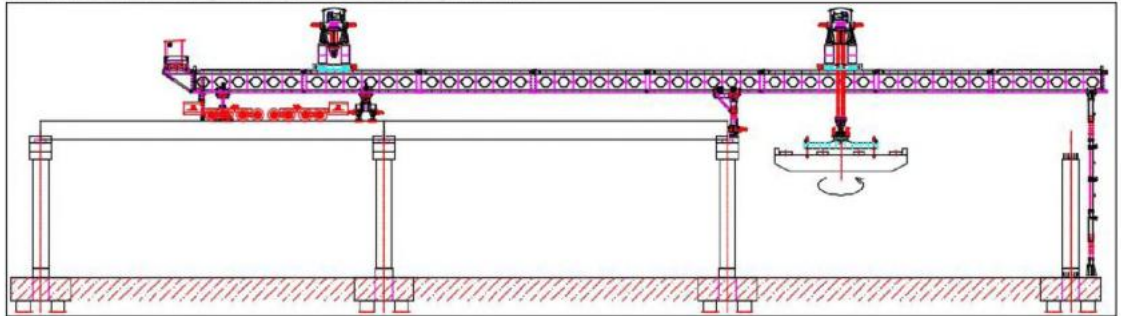


图 31 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤 3 示意图

d) 前天车将盖梁吊至 1#、2#支腿跨中时，启动吊具上的电动旋转功能，见图 32。

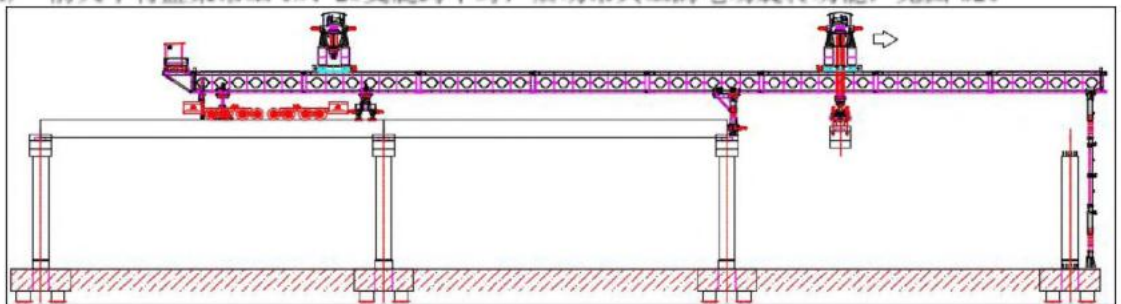


图 32 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤 4 示意图

e) 通过前天车上的电动旋转吊具将盖梁旋转 90 度，见图 33。

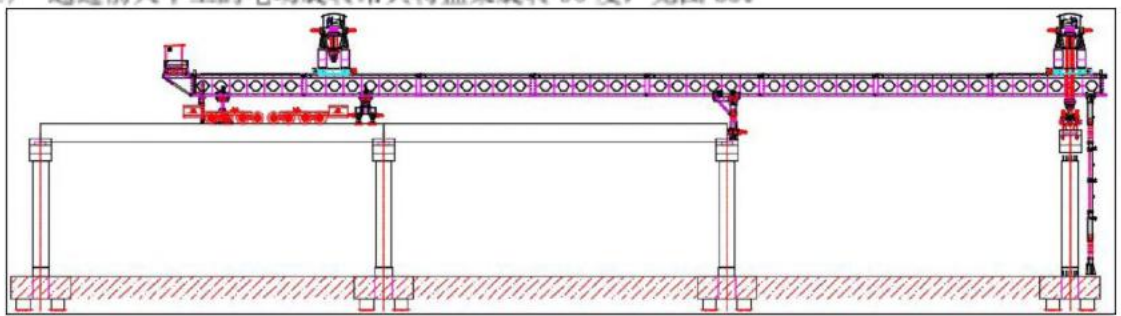


图 33 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤 5 示意图

f) 通过前天车的纵横移将预制盖梁安装到架好的立柱上方，见图 34。

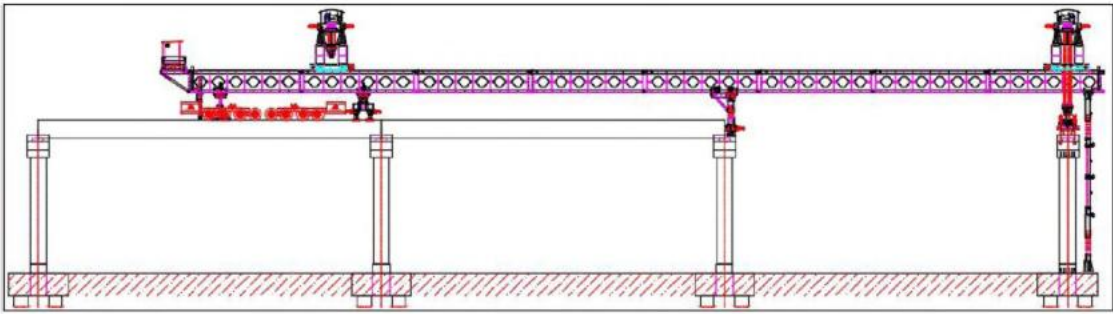


图 34 一体式架桥机拼装盖梁施工步骤 6 示意图

- g) 通过管道压浆完成预制立柱和预制盖梁之间的锚固。
- 8.5.4 架桥机安装预制盖梁也是采用的带有电动旋转功能的焊接吊具，该吊具上部为电动旋转机构，下部连接预制盖梁专用吊架，架桥机安装完立柱和小箱梁时，需要更换为此吊具才能安装盖梁。更换吊具时，只需将旋转吊具下部的销轴拆掉，即可实现快速更换，见图 35。

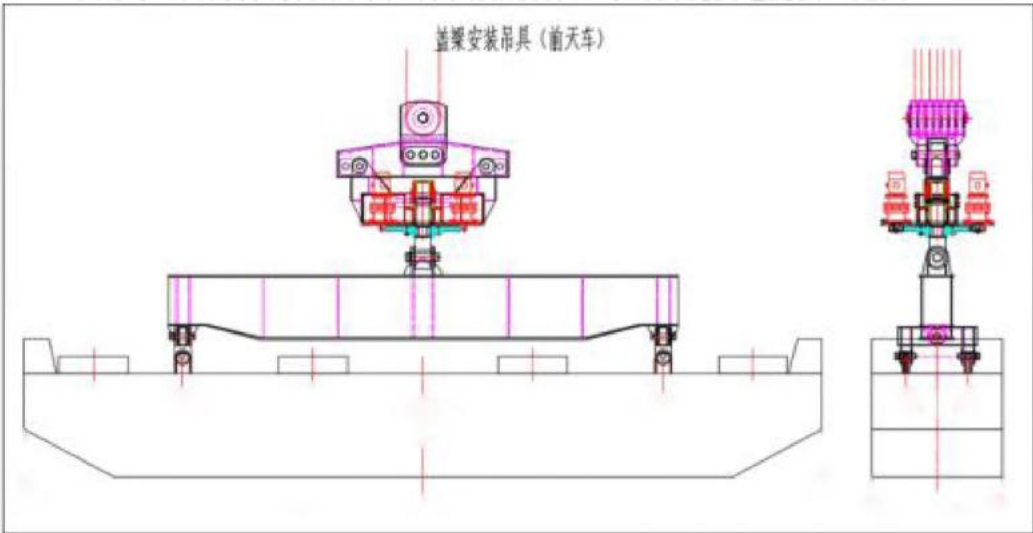


图 35 架桥机安装预制盖梁吊具示意图

- 8.5.5 盖梁安装时采用自制挂篮配合登高车上下作为施工作业平台，平台即可挂于盖梁上面固定使用，也可单独由架桥机起吊车上的 3t 副钩悬挂使用，见图 36、图 37。

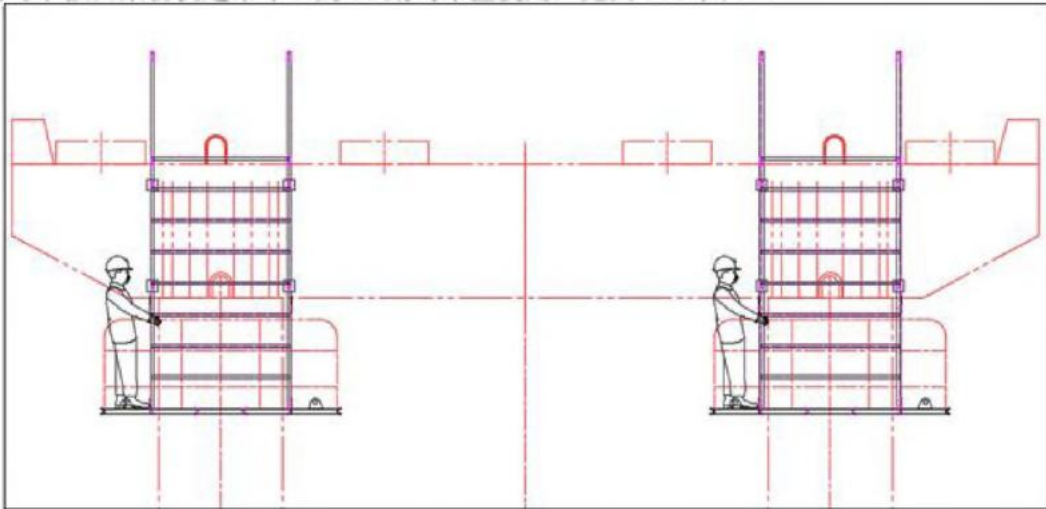


图 36 盖梁安装作业平台正面示意图

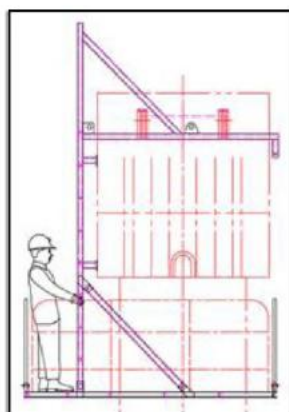


图 37 盖梁安装作业平台侧面示意图

8.5.6 灌浆连接工艺应符合本文件 8.6 的规定。

8.5.7 调节设备及砂浆垫层相关要求应符合本文件 8.5.2、5.4 的规定。

8.6 灌浆连接工艺

8.6.1 灌浆前应再次检查套筒或金属波纹管，确保内腔通畅无杂物。

8.6.2 灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管中使用的高强无收缩水泥灌浆料的技术指标，应符合设计规定。高强无收缩水泥灌浆料应在拼装前一天进行流动度测试及 1d 龄期抗压强度测试，符合设计规定后方可用于现场拼装连接。

8.6.3 灌浆连接应按以下工艺流程进行：

- 灌浆料倒入搅拌设备；
- 计算用水量并精确称重；
- 快速搅拌；
- 浆料倒入储浆装置；
- 浆料倒入灌浆设备并连接压浆口压浆；
- 出浆口出浆或端部出浆；
- 持续出浆后停止压浆并塞入止浆塞；
- 下一个套筒或金属波纹管压浆。

8.6.4 高强无收缩水泥灌浆料在拌浆时应制取试件，对应每个拼接部位应制取不少于 3 组，分别测试 1d、3d 和 28d 龄期抗压强度。

8.6.5 灌浆施工应保持连续。如在灌浆过程中遇停电等突发状况时，现场应用配备的应急发电机、高压水枪等设备进行清洗。

8.6.6 灌浆完成后应及时清理残留在构件上的多余浆体。

8.6.7 拼装定位固定后灌浆时间、灌浆压力要求、临时支撑措施拆除时间等应符合设计规定。

8.7 预制箱梁拼装

8.7.1 一体式架桥机拼装箱梁施工步骤如下：

- 预制箱梁同样由地面运梁车拉运至提梁站，再由提梁站龙门吊提升并换装至桥面运梁车上，见图 38。

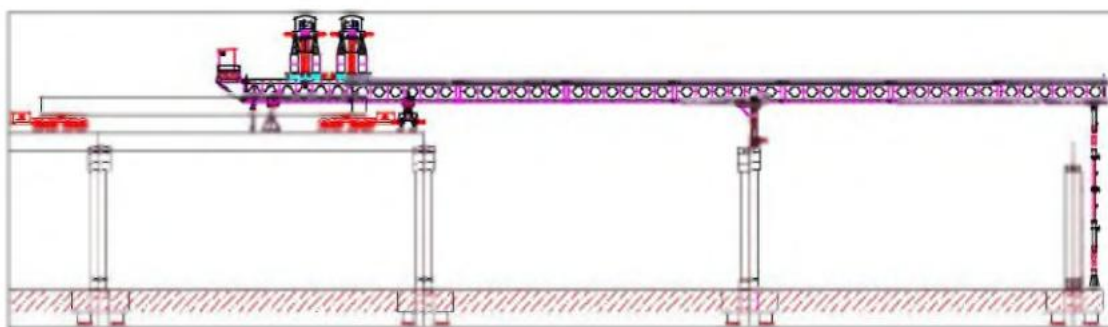


图 38 一体式架桥机拼装箱梁施工步骤 1 示意图

- b) 预制箱梁由轮胎式运梁车喂送至架桥机尾部，至前天车能够起吊的位置停止，见图 39。

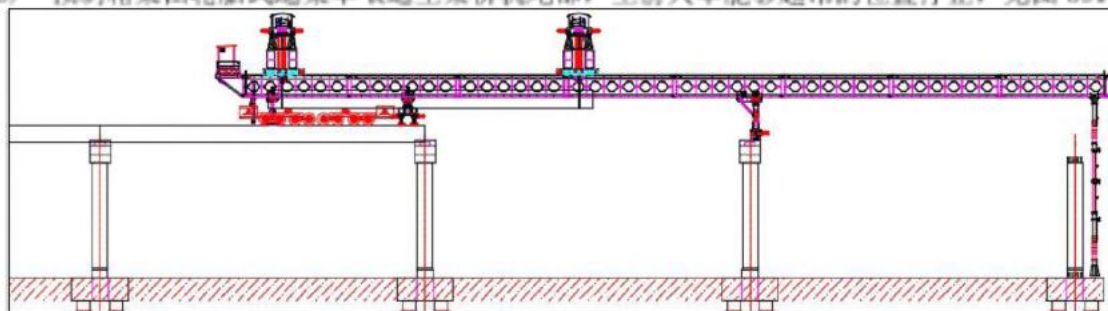


图 39 一体式架桥机拼装箱梁施工步骤 2 示意图

- c) 前天车吊起梁的前端，与后运梁车同步向前，至后天车可以起吊的位置停止，见图 40。

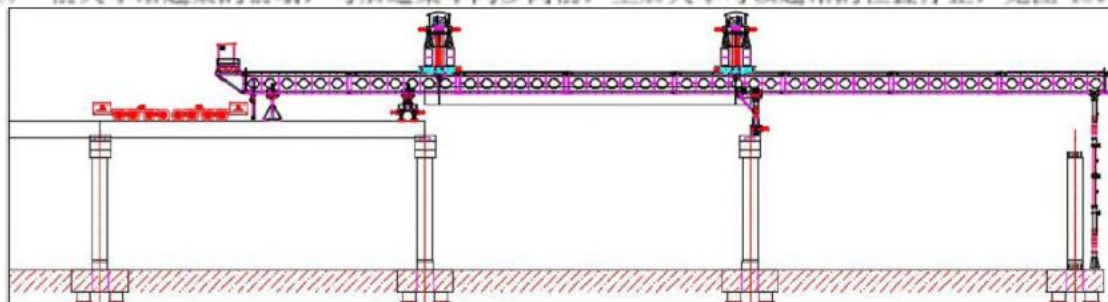


图 40 一体式架桥机拼装箱梁施工步骤 3 示意图

- d) 后天车吊起梁的后端，与前天车同步向前，直至预制梁纵向吊运到位，见图 41。

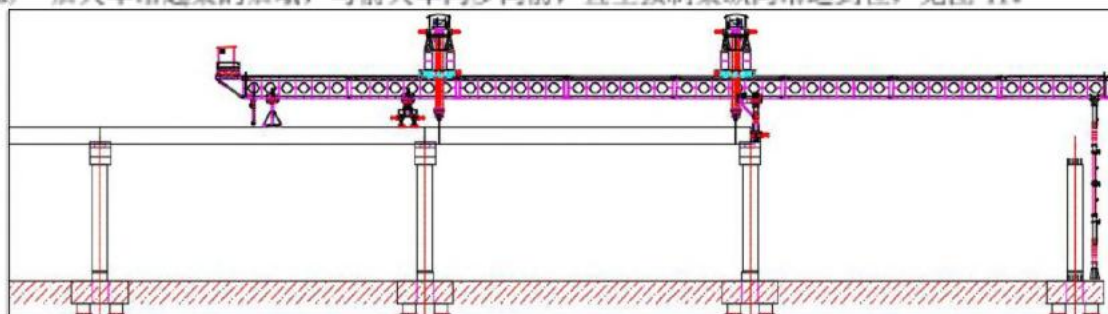


图 41 一体式架桥机拼装箱梁施工步骤 4 示意图

- e) 两天车同步落梁，离支座一定高度时，通过大车横移和小车横移将预制梁安装到预定位置。依次循环完成其余小箱梁的架设。

8.7.2 小箱梁架梁顺序应按照先架边梁再架中梁的原则进行。

8.7.3 检查确认支座垫石几何尺寸应符合设计和规范要求。在盖梁上标出支座中心线、梁端线及临时支座位置。

- 8.7.4 复核临时支座的标高和位置尺寸,对一片梁中的各临时支座,其顶面的相对高差应不大于 2mm。永久支座应按设计位置摆放正确,调整标高后灌浆固定。落梁前技术人员应再次复核。
- 8.7.5 按规定荷载性能要求计算选定吊梁吊杆。吊杆、螺母表面应光洁、无剥裂、锐角、毛刺、裂纹。安装吊杆时,务必保证每根吊杆上下螺母的外露丝扣不小于 2 丝;吊梁时,吊杆应是受垂直的轴向拉力,不可受弯或受剪,经检查确认无误后,方可由现场指挥发出提梁信号。
- 8.7.6 落梁时,两端的技术人员要注意检查梁体位置,务必使梁一次落位成功,避免返工。要保证梁体水平落下,否则应在梁体上加倒链控制。
- 8.7.7 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。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。负弯矩区的预应力管道应连接平顺,与梁体预留管道的接合处应密封;预应力锚固区预留的张拉齿板应保证其外形尺寸准确且不被损坏。
- 8.7.8 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。
- 8.7.9 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。
- 8.7.10 预制箱梁安装应符合 JTG/T 3650 的相关规定。

9 质量验收

9.1 一般规定

- 9.1.1 采用工厂集中预制并现场装配式施工的桥梁预制构件进场及安装的质量验收应符合本文件的要求。
- 9.1.2 作为施工质量检查、验收的基础,预制拼装桥梁立柱、盖梁、箱梁应划分为分部工程或子分部工程。
- 9.1.3 检验批应分为进场构件检验批、安装与连接检验批。分部工程、分项工程以及检验批划分应符合表 3 的要求。

表 3 预制拼装桥梁分部(子分部)分项工程及检验批划分

分部工程(子分部工程)	分项工程	检验批
立柱	预制立柱	每个构件
	安装与连接	每个立柱
盖梁	预制盖梁	每个构件
	安装与连接	每个盖梁
箱梁	预制箱梁	每个构件
	安装与连接	每个箱梁

- 9.1.4 监理单位和施工单位代表应驻厂监督生产过程,驻厂质量检验资料应随构件进场,混凝土预制构件进场后应进行构件实体验验。检查方法和检查数量如下:
- 检查方法:混凝土回弹、钢筋扫描、尺寸量测;
 - 检查数量:按照设计要求,若设计无要求时,全数检查。
- 9.1.5 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案的要求及相关技术标准的规定。检查方法和检查数量如下:
- 检查方法:观察检查、检查施工记录或设计文件;
 - 检查数量:全数检查。
- 9.1.6 根据设计文件要求进行的混凝土预制构件结构性能检验应在见证下进行,承担结构性能检验的单位应具有相应资质。
- 9.1.7 检验批、分项工程的质量验收可按本文件附录 C 记录。
- 9.1.8 预应力分项工程质量检查及验收应符合设计要求及 CJJ 2、GB 55011 的要求。
- 9.1.9 对新技术、新材料、新工艺应按设计要求做构件结构性能检验。

9.2 预制构件制作

9.2.1 模板及定位装置

9.2.1.1 基本要求

- 9.2.1.1.1 构件预制用钢筋笼胎架、钢筋笼定位板、预制台座、模板、吊具等设备应根据具体预制工艺和精度要求进行专项设计。
- 9.2.1.1.2 桥墩预制构件的模板应有钢筋定位措施，确保预制构件伸出钢筋满足拼装精度要求。
- 9.2.1.1.3 预制立柱主受力钢筋、灌浆套筒的定位模板刚度、精度应满足预制立柱、盖梁拼装精度要求。
- 9.2.1.1.4 预制盖梁节段灌浆波纹管或灌浆套筒的定位模板刚度、精度应满足预制盖梁拼装精度要求。
- 9.2.1.1.5 需安装预制立柱的承台，预留立柱主受力钢筋的定位架刚度、精度应满足预制立柱拼装精度要求。
- 9.2.1.1.6 需安装预制盖梁的现浇立柱，立柱顶主受力钢筋的定位架刚度、精度应满足预制盖梁拼装精度要求。
- 9.2.1.1.7 钢筋胎架基本要求：
- a) 胎架的形式应与胎架设计方案相符；
 - b) 胎架的钢板、型钢、焊接、连接、调节装置应与胎架设计方案相符；
 - c) 胎架连接装置应设计为快速连接和快速拆除；
 - d) 胎架外形整体平顺整齐，不应有变形、破损等缺陷；
 - e) 胎架安装完成后应经过验收，合格后挂牌才可进行钢筋模块施工。

9.2.1.2 实测项目

- 9.2.1.2.1 承台预埋立柱钢筋定位架实测项目应符合表4的要求。

表4 承台预埋立柱钢筋定位架实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	承台预埋钢筋定位孔中心位置（mm）	相邻	±0.5	游标卡尺量：每孔
		对角线	±1	钢尺量：每孔
2△	两个立柱钢筋定位孔中心位置（mm）		±2	钢尺量：测4个点
3	定位架平整度（mm/m）		1	靠尺量：每个，测4个点

注：“△”为关键项目。

- 9.2.1.2.2 立柱灌浆套筒定位板和主筋定位板实测项目应符合表5的要求。

表5 立柱灌浆套筒和主筋定位板实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	定位孔中心位置（mm）	相邻	±0.5	游标卡尺量：每孔
		对角线	±1	钢尺量：每孔
2	定位板平整度（mm/m）		1	靠尺量：每个，测4个点

注：“△”为关键项目。

- 9.2.1.2.3 盖梁灌浆波纹管及灌浆套筒定位板实测项目应符合表6的要求。

表6 盖梁灌浆波纹管及灌浆套筒定位板实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	盖梁灌浆波纹管或灌浆套筒中心间距（mm）	相邻	±0.5	游标卡尺量：每孔
		对角线	±1	钢尺量：每孔
2	定位板平整度（mm/m）		1	靠尺量：每个，测4个点

注：“△”为关键项目。

9.2.1.2.4 钢筋胎架实测项目应符合表7的要求。

表7 钢筋胎架实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	胎架尺寸 (mm)	±2	钢尺量: 每个胎架每次组装检查3个断面
2△	主筋槽口间距 (mm)	±2	钢尺量: 首次组装逐个实测
注: “△”为关键项目。			

9.2.2 钢筋模块

9.2.2.1 基本要求

9.2.2.1.1 钢筋机械连接质量验收要求应符合 JGJ 107、GB 55008 的规定。焊接钢筋的质量验收要求应符合 JGJ 18、GB 55008 的规定。

9.2.2.1.2 构件钢筋笼加工、钢筋连接用灌浆套筒或钢筋锚固用灌浆波纹管安装定位、预埋件埋设等精度控制应按照本章具体规定严格执行, 验收合格后方可使用。

9.2.2.1.3 预制立柱、盖梁钢筋笼应在专用胎架上制作加工成型, 胎架上支撑定位体系布置应保证主要受力钢筋不变形。

9.2.2.1.4 预埋件应符合设计要求。

9.2.2.1.5 钢筋模块制作基本要求如下:

- 钢筋、机械连接器、焊丝等品种、规格和技术性能应符合 JGJ 107、GB 55008 的规定和设计要求;
- 钢筋端部应锯切或者打磨平整; 钢筋切断、弯曲质量按 10% 进行抽查。
- 钢筋模块在胎架上一次性组装成形, 完成后可再分节运输。钢筋模块按设计节段分解时, 不应损伤主筋及机械连接器;
- 机械连接加工的长度、直径、丝长、扭力等应符合 JGJ 107、GB 55008 的规定;
- 钢筋模块的保护层垫块、灌浆套筒、灌浆波纹管应在加工车间安装完成;
- 钢筋模块成品应在验收合格后方可出厂。

9.2.2.1.6 钢筋模块现场安装基本要求如下:

- 钢筋模块安装前应检查验收牌;
- 钢筋模块对接区域内的箍筋、横向水平钢筋、螺旋钢筋间距及数量符合图纸要求;
- 受力钢筋同一截面的接头数量、搭接长度、焊接或机械连接质量应符合相关施工技术规范要求。

9.2.2.2 实测项目

9.2.2.2.1 桥墩预制构件钢筋笼主要受力钢筋规格、数量应满足设计文件的要求。检查方法和检查数量如下:

- 检查方法: 观察;
- 检查数量: 全数检查。

9.2.2.2.2 承台中预埋的立柱主要受力钢筋规格、数量应满足设计文件的要求。检查方法和检查数量如下:

- 检查方法: 观察;
- 检查数量: 全数检查。

9.2.2.2.3 承台预埋立柱钢筋实测项目应符合表8的要求。

表8 承台预埋立柱钢筋实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	预埋立柱钢筋中心线位置 (mm)	2	钢尺量: 每根
2△	预埋立柱钢筋外露长度 (mm)	-2, 0	
3	承台顶面 (拼接面) 标高 (mm)	±5	水准仪: 每个承台测 5 个点
4	承台顶面 (拼接面) 平整度 (mm)	±5	靠尺量: 每个承台测 4 个点
注: “△”为关键项目。			

9.2.2.2.4 立柱预制构件钢筋模块实测项目应符合表 9 的要求。

表 9 立柱预制构件钢筋模块实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	立柱主筋 (mm)	中心线位置	2	尺量: 每根
		外露长度	-2, 0	
2△	灌浆套筒 (mm)	位置	2	钢尺量: 每个
		垂直度	L/800	沿预埋件全高拉线 用钢尺量: 每个

注1: “△”为关键项目。

注2: L为套筒长度。

9.2.2.2.5 盖梁预制构件钢筋模块实测项目应符合表 10 的要求。

表 10 盖梁预制构件钢筋模块实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	灌浆套筒、灌浆波纹管 (mm)	位置	2	钢尺量: 每个
		垂直度	L/800	沿预埋件全高拉线 用钢尺量: 每个

注1: “△”为关键项目。

注2: L为套筒长度。

注3: 钢筋安装和预应力筋施工实测项目按JTG F80/1的要求执行。

9.2.2.2.6 灌浆套筒、灌浆波纹管的止浆塞、定位销、进浆管、出浆管应确保密封, 防止混凝土浇筑时漏浆堵塞管道。检查方法和检查数量如下:

- a) 检查方法: 观察;
- b) 检查数量: 全数检查。

9.2.2.3 外观质量

9.2.2.3.1 钢筋模块外观鉴定要求如下:

- a) 吊点位置及加固符合要求;
- b) 钢筋连接平顺, 不应有明显缺陷;
- c) 保护层垫块安放整齐, 数量符合要求。

9.2.2.3.2 钢筋模块安装外观鉴定要求如下:

- a) 接头区域内钢筋连接平顺, 不应有明显缺陷;
- b) 接头区域内保护层垫块数量符合要求。

9.2.3 吊点

9.2.3.1 基本要求

9.2.3.1.1 预制构件应结合设计意见和吊装需要设置吊点。吊点的计算确定应根据吊装工况计入动力系数, 并取用不低于 3 倍的安全系数。吊点位置、构造、锚固长度等应根据计算和相关试验确定, 方案应报建设各方并由专家审查会的方式通过。

9.2.3.1.2 采用多根钢筋或钢绞线的吊点, 应采取套管等构造措施保证钢筋或钢绞线均匀受力。

9.2.3.1.3 吊点钢筋或钢绞线应采用可靠的锚固构造和措施, 满足锚固力在混凝土中扩散受力的需要。

9.2.3.2 实测项目

吊点模块实测项目应符合表 11 的要求。

表 11 吊点模块实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	吊点钢筋规格及数量	设计要求或由试验确定	每个
2△	埋入构件锚固深度 (mm)	设计要求或由试验确定	钢尺量: 每个
3	吊点位置 (mm)	≤50	钢尺量: 每个

注: “△”为关键项目。

9.2.4 桥墩预制构件成品检验

9.2.4.1 基本要求

9.2.4.1.1 监理单位和安装单位代表应驻厂监督生产过程，驻厂质量检验资料应随构件进安装现场，混凝土预制构件进场后应进行构件实体复查。

9.2.4.1.2 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案及相关技术标准的要求。

9.2.4.1.3 按混凝土预制构件进场批次检查其出厂检验报告；混凝土预制构件的标识应完整。

9.2.4.1.4 混凝土预制构件的混凝土强度及弹性模量应满足设计及 JTG 3362 的要求。

9.2.4.1.5 混凝土预制构件中主要受力钢筋数量应满足设计文件的要求。

9.2.4.1.6 混凝土预制构件钢筋保护层厚度应满足设计及 JTG 3362 的要求。

9.2.4.1.7 混凝土预制构件的拼装接触面的凿毛应满足设计及 JTG/T 3650 的要求。

9.2.4.1.8 预制构件出厂时应应对灌浆套筒、灌浆波纹管进行全数通水检查。

9.2.4.2 实测项目

9.2.4.2.1 立柱预制构件实测项目应符合表 12 的要求。

表 12 立柱预制构件实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	断面尺寸 (mm)		± 5	钢尺量：每个构件两侧各 1 个断面，宽、厚各 2 点，共 4 个点
2	高度 (mm)		-5, 0	钢尺量：每个构件两侧各 1 点，共 2 个点
3	表面平整度 (mm)		3	2 米靠尺和塞尺量：每个构件测 2 个点
4	侧向弯曲 (mm)		H/2000 且不大于 5	沿构件全高拉线，钢尺量：每个构件
5△	灌浆套筒中心位置 (mm)		2	尺量：每个连接面抽查 4 个角点
6△	立柱项外露主筋 (mm)	中心线位置	2	尺量：每根
		外露长度	-2, 0	

注1：“△”为关键项目。
注2：H表示立柱高度。

9.2.4.2.2 盖梁预制构件实测项目应符合表 13 的要求。

表 13 盖梁预制构件实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	断面尺寸 (mm)	长	± 5	钢尺量：每个构件两侧各 1 点，共 2 个点
2		宽	± 5	钢尺量：每个构件两段及中间各 1 点，共 3 个点
3		高	± 5	钢尺量：每个构件两段及中间各 1 点，共 3 个点
4	表面平整度 (mm)		3	2 米靠尺和塞尺量：每个构件测 2 个点
5	侧向弯曲 (mm)		H/2000 且不大于 5	沿构件全高拉线，钢尺量：每个构件
6△	灌浆套筒、灌浆波纹管中心位置 (mm)		2	尺量：每个连接面抽查 4 个角点
7△	预埋件中心位置 (mm)		± 10	尺量：每件
8△	支座垫石 (mm)	中心线位置	5	尺量：每个垫石测 2 个点
		长度、宽度	± 5	
		高度	-20, 0	
		预留锚孔位置	± 10	

注1：“△”为关键项目。
注2：H表示梁高。

9.2.4.3 外观质量

混凝土预制构件表面应平整、光洁，无明显色差，棱角线顺直，表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面和缺棱掉角现象。混凝土外观质量的限制缺陷指标及检查项按 JTG F80/1 的要求执行。

9.2.5 预制小箱梁成品检验

混凝土小箱梁预制基本要求和实测项目按 JTG F80/1 的要求执行。

9.3 构件现场安装

9.3.1 构件安装

9.3.1.1 基本要求

9.3.1.1.1 桥墩预制构件安装施工时，构件的品种、规格和尺寸应符合设计要求。检查方法和检查数量如下：

- a) 检查方法：核对图纸，观察检查；
- b) 检查数量：全数检查。

9.3.1.1.2 桥墩预制构件吊装时，应先进行预拼装，初步调整预制构件标高、垂直度后再进行座浆、正式吊装。检查方法和检查数量如下：

- a) 检查方法：检查施工记录；
- b) 检查数量：全数检查。

9.3.1.1.3 立柱与承台、立柱与盖梁的接缝砂浆垫层强度应满足设计要求，厚度应高于钢垫板顶面。检查方法和检查数量如下：

- a) 检查方法：检查座浆施工记录、座浆材料强度试验报告及评定记录；
- b) 检查数量：每个拼接部位取样不应少于 1 次，每次制作 2 组边长为 70.7mm 的立方体试件，养护 1d、28d 后分别进行抗压强度试验。

9.3.1.2 实测项目

9.3.1.2.1 立柱预制构件安装实测项目应符合表 14 的要求。

表 14 立柱预制构件安装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	轴线位置 (mm)	5	经纬仪及尺量：每个墩柱纵横各 1 点，共 2 点
2	顶面高程 (mm)	-10，0	水准仪测量：每个墩柱 1 个点
3	相邻立柱顶面中心距 (mm)	±5	钢尺量：每个墩柱 1 点
4	相邻立柱顶面高程差值 (mm)	±5	水准仪测量：每个墩柱 1 个点
5	相邻立柱顺桥向中心错位 (mm)	±5	经纬仪及尺量：每个墩柱 1 点
6	垂直度 (mm)	≤0.1%H，且不大于 10	经纬仪测量或垂线、尺量：每个墩柱纵横各 1 点，共 2 点
7	承台与立柱间接缝厚度 (mm)	0，+5	尺量：每个接头，共 2 点
注1：“△”为关键项目。			
注2：H表示立柱高度。			

9.3.1.2.2 盖梁预制构件实测项目应符合表 15 的要求。

表 15 盖梁预制构件实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	轴线位置 (mm)	5	经纬仪及尺量: 每个盖梁纵横各 2 点, 共 4 点
2	顶面高程 (mm)	±5	水准仪测量: 每个盖梁两端及中间各 1 点, 共 3 点
3	垂直度 (mm)	≤0.1%H, 且不大于 10	经纬仪测量或垂线、尺量: 每个盖梁纵横各 1 点, 共 2 点
4△	支座垫石预留中心线位置 (mm)	10	尺量: 每处纵横各 2 点, 共 4 点
5	盖梁与立柱间接缝厚度 (mm)	0, +5	尺量: 每个接头, 共 2 点
注1: “△”为关键项目。 注2: H表示梁高。			

9.3.2 套筒灌浆连接和波纹钢管灌浆锚固

9.3.2.1 施工单位应在钢筋连接及预制构件接缝灌浆前编制灌浆连接及接缝灌浆专项施工方案, 并经工程主管部门审批后方可实施。专项施工方案中应明确吊装灌浆工序作业流程及时间点、灌浆料拌和、灌注及补灌工艺、接缝座浆或灌浆工艺等要求。

9.3.2.2 灌浆施工前, 应按照专项施工方案拟定的灌浆配比和灌浆工艺流程制作试件 (试件数不少于本规范相关要求或者设计文件中要求的数量), 并进行灌注质量及接头抗拉强度试验; 经检验合格后, 方可进行后续灌浆施工。

9.3.2.3 灌浆施工出浆孔未流出圆柱体灌浆料拌合物不应进行封堵, 弯管顶至出浆孔顶面高度不应低于 15cm。当出浆孔出现无法出浆的情况时, 应进行补浆, 补灌工艺应符合 JGJ 355、GB 55008 的相关规定。

9.3.2.4 灌浆施工环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求; 环境温度低于 5℃时不宜施工, 低于 0℃时不应施工; 当环境温度高于 30℃时, 应采取降低灌浆料拌合物温度的措施。

9.3.2.5 施工单位应根据灌浆料特性、灌浆工艺要求选择符合灌浆压力等参数要求的灌浆机。

9.3.2.6 灌浆操作全过程应有专职质量检验人员进行旁站监督并及时形成施工质量检查记录; 实际灌浆量应当符合规范和设计要求, 做好施工记录; 灌浆施工应进行全程录像。视频影像资料中须包含: 灌浆操作人员、专职质量检验人员、旁站监理人员、灌浆部位、预制构件编号, 灌浆出浆等信息。

9.3.2.7 灌浆套筒、灌浆波纹钢管的规格、质量应符合 JG/T 398、JG/T 225 的要求; 套筒、波纹钢管与钢筋连接的质量应符合设计及 JGJ 355、GB 55008 的要求。检查方法和检查数量如下:

- a) 检查方法: 检查套筒及波纹钢管的质量证明文件、钢筋接头的抽样检测报告;
- b) 检查数量: 全数检查。

9.3.2.8 灌浆料的质量应符合 GB/T 50448、JG/T 408 及设计文件的要求。检查方法和检查数量如下:

- a) 检查方法: 检查质量证明文件和抽样检验报告;
- b) 检查数量: 全数检查。

9.3.2.9 构件留出的钢筋长度及位置应符合设计要求。尺寸超出允许偏差范围且影响安装时, 应采取有效纠偏措施, 严禁擅自切割钢筋。检查方法和检查数量如下:

- a) 检查方法: 检查施工记录, 宜抽样进行扫描检测;
- b) 检查数量: 全数检查。

9.3.2.10 现场灌浆套筒、灌浆波纹钢管的灌浆应饱满密实, 所有出浆口均应出浆。同时模拟构件连接接头的灌浆方式, 每种规格钢筋应制作不少于 3 个接头试件。检查方法和检查数量如下:

- a) 检查方法: 检查灌浆施工记录、接头检验报告。每个灌浆套筒、灌浆波纹钢管的灌浆施工均应有视频记录。进浆管、出浆管应逐个挂牌编号, 视频记录应能反映每一根管道的完整进浆、出浆情况;
- b) 检查数量: 全数检查。

9.3.2.11 施工现场灌浆用的灌浆料 28d 强度应满足设计要求。用于检验强度的试件应在灌浆时现场制作。检查方法和检查数量如下:

- a) 检查方法：检查灌浆施工记录、灌浆料抗压强度试验报告及评定记录；
- b) 检查数量：每个拼接部位需在一个工作班内完成压浆，每个拼接部位取样不应少于 1 次，每次制作 1 组 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

9.3.2.12 预留孔的规格、位置、数量和深度应符合设计要求，连接钢筋偏离灌浆套筒或灌浆波纹钢管中心线不应超过 5mm。检查方法和检查数量如下：

- a) 检查方法：观察，尺量检查；
- b) 检查数量：全数检查。

9.3.2.13 灌浆套筒和灌浆波纹钢管灌浆施工应保持连续，且应自下而上灌入。

9.3.3 预制小箱梁安装

混凝土小箱梁安装基本要求及实测项目按 JTG F80/1 的要求执行。

9.4 文件与记录

9.4.1 分项工程检验批质量验收合格应符合下列规定：

- a) 主控项目全部合格；
- b) 一般项目的质量检验合格；
- c) 一般项目中允许偏差项目的合格率不应小于 80%，允许偏差不应超过最大限制的 1.5 倍，且没有出现影响结构安全、安装安全和使用安全要求的缺陷。

9.4.2 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- a) 所含检验批的质量均应合格；
- b) 所含检验批的质量验收记录应完整；
- c) 观感质量验收合格；
- d) 构件实体检验结果符合要求。

9.4.3 预制立柱验收时，应按照 GB 55011 的要求提供文件和记录，主要提供下列文件和记录：

- a) 设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；
- b) 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- c) 预制构件安装施工记录；
- d) 预制构件的安装验收记录；
- e) 预应力筋用锚具、连接器的质量证明文件和抽样检验报告；
- f) 预应力筋安装、张拉的检验记录；
- g) 钢筋接头的试验报告；
- h) 灌浆连接接头试验报告；
- i) 套筒灌浆连接及预应力孔道灌浆施工记录；
- j) 预拌混凝土的质量证明文件；
- k) 混凝土、灌浆料、砂浆垫层材料强度检测报告；
- l) 预制拼装结构分项工程质量验收文件；
- m) 预制拼装工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- n) 隐蔽工程验收记录；
- o) 分项工程验收记录；
- p) 结构实体检验记录；
- q) 设计要求或合同约定的其它文件。

9.4.4 预制拼装桥梁分部工程施工质量验收合格后，应按有关规定将验收文件存档备案。

10 安全控制

10.1 一般规定

10.1.1 预制构件运输和吊装工程的施工组织设计中应有安全施工的技术措施内容。

10.1.2 龙门吊、一体化架桥机等特种设备需进行受力验算，并按住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》要求组织专家评审及施工安全风险评估。

10.1.3 参加构件运输和吊装的作业人员应持有特种作业证件上岗。

10.1.4 吊装单位应对从事预制构件吊装作业及相关人员进行安全技术交底，明确预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的操作部位、操作顺序、操作方法和安全技术措施，并提出危险预防和应急处理措施。

10.1.5 安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并作出明显的标识，设置警戒区域，并派人看管，严禁与安装作业无关的人员进入。

10.1.6 吊装作业人员应熟悉使用的设备、吊索具的型号、规格和数量，并应定期对预制构件吊装作业所用的安装工器具进行检查和维护，发现存在安全隐患应立即排除，不能排除的禁止使用。

10.1.7 架梁前，根据桥梁的桥型、梁型、盖梁尺寸进行认真分析，完成临时工程，并按照架梁施工方案进行组织，使架梁工作处于有序状态。

10.1.8 架梁所属各项施工辅助设施，应事先设计，完工后经检查验收签证，确认合格后方可使用。

10.1.9 梁上运输前，应在承重主梁负弯矩钢束张拉槽口处采取临时措施，避免构件局部应力过大。

10.1.10 一体化施工前，应与设计单位沟通，复核施工阶段所用运输车辆、轴重、轴数、轴间距等参数及临时处理措施，确保结构处于安全状态后方可开始施工。

10.1.11 一体化运输、安装过程中，应对架桥机、承重主梁关键处进行实时监测，当架桥机或结构出现较大变形时，应及时停止施工或退出运输、安装等施工阶段。

10.1.12 除应符合本文件规定外，尚应符合 JGJ 33、JGJ 46、JGJ 59、JGJ 80、JGJ 300、JTG F90、GB/T 51231 等的规定。

10.2 施工安全

10.2.1 装配式桥梁预制构件移动、存储和吊装时的混凝土强度不应低于设计吊装强度；设计未规定时，不应低于设计强度的 80%。

10.2.2 存梁台座应坚固稳定，且应高出地面 0.2m 以上，存放地点应设置排水系统。预制构件存放支点位置应符合设计规定。上下层垫木应在同一条竖线上；叠放的高度宜按构件强度、台座地基的承载力、垫木强度及叠放的稳定性等计算确定，大型构件不宜超过 2 层，小型构件不宜超过 6 层。

10.2.3 预制场提梁区、现场提梁区可设置视频监控，监控预制构件吊装施工安全。

10.2.4 运梁车运输车辆可安装管控设备，与视频监控共同接入相关单位数据中心。

10.2.5 架桥机的抗倾覆稳定系数不应小于 1.3；架桥机过孔时，起重小车应位于对稳定最有利的位位置，且抗倾覆稳定系数不应小于 1.5。架桥机的安装、使用、检修、检验等应符合 GB 26469 的有关要求。

10.2.6 架桥机属大型桥梁安装专用设备，架桥机作业应分工明确，统一指挥，要设专职指挥员、专职操作员、专职电工和专职安全检查员。要有严格的施工组织及防范措施，确保施工安全。

10.2.7 天车纵移时梁片应对中走行，即走行时梁片处于两列主梁中央，严禁偏位走行。机上横移只能在梁片处于起吊位置和到位位置时进行。

10.2.8 根据桥梁坡度调整前支腿和中支腿的高度。使架桥机主梁坡度 $<2\%$ ，以防止架桥机在走行过程中下滑。架桥机主梁空载纵向前移时，应调整纵坡 $<0.2\%$ ，不满足时应调整轨道至此要求。

10.2.9 前、中支腿的横向运行轨道铺设要求水平，并严格控制间距，轨道应平行。架桥机行走前，检查架桥机轨道铺设情况，架桥机轨距误差不超过 2mm，相邻轨道接头高差不大于 1mm；轨道用道钉固定在枕木上，保证所有枕木处于受力状态，已经报废的枕木禁止使用；限位块安装牢固。

10.2.10 盖梁上枕木根据桥梁横坡调整，保证钢轨横坡 $<0.5\%$ ，枕木搭设根据具体情况定，要求稳固可靠，枕木间距不大于 300mm。

10.2.11 预制构件移动吊点位置应符合设计规定，经冷拉的钢筋不应用作构件吊环，吊环应顺直，吊绳与起吊构件的交角小于 60° 时应设置吊梁或起吊扁担。

10.2.12 架桥机纵向移动应一次到位，不应中途停顿。起吊天车提升与携梁行走不应同时进行，天车携梁应平稳前移。停止作业的架桥机应临时锚固。

10.2.13 运梁、架设应在相邻梁片之间的横向主筋焊接完成后实施。

10.2.14 架梁和湿接缝施工期间应设置母索系统。

10.2.15 预制构件安装及架桥机移动过孔期间，作业区域下方应设警戒区，非作业人员严禁进入。吊运预制构件时，构件下方严禁站人，应待预制构件降落至安装位 1m 以内方准作业人员靠近。

10.2.16 构件应平起稳落。立柱、盖梁就位后，应连接牢固，支撑稳定，方可摘吊钩。

10.2.17 就位后的预制构件应及时固定，预制箱梁应与先安装的箱梁形成横向连接。

- 10.2.18 遇有五级以上大风或大雨、大雪、大雾等恶劣天气应停止吊装作业。
- 10.2.19 施工现场宜设置可靠的避雷装置。避雷、防触电和架空输电线路的安全距离应按 JGJ 46 的有关规定执行。
- 10.2.20 高墩拼装作业时，应搭设脚手架作业平台及人员上下梯道。

10.3 施工监控

10.3.1 监控程序

10.3.1.1 施工监控流程

施工监控应由设计提出监控项目要求，由业主委托有资质的监控单位编制监控方案，经设计、监理及业主等共同认可后实施，对于设计没有提出要求而危险性较大的重要构件、部位，施工单位应参照规范采取合适的监测、监控措施。一体化架桥机监控工作流程见图 43。

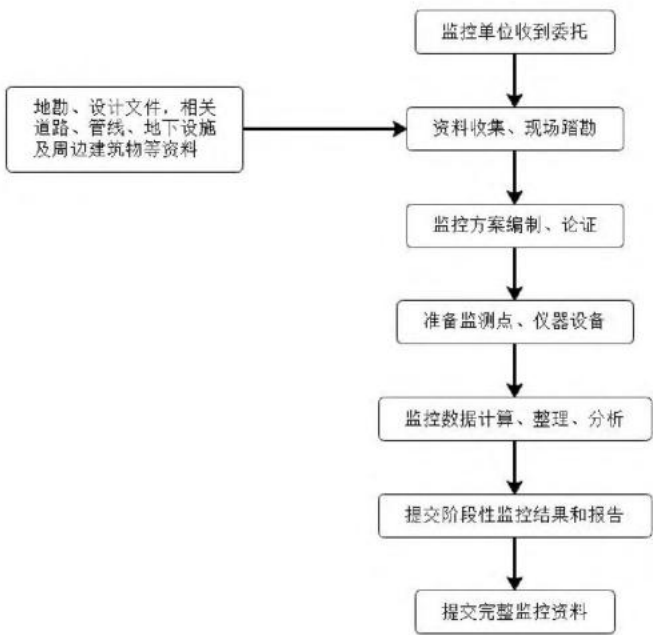


图 42 架桥机监控工作流程图

10.3.1.2 施工监控组织机构

施工监控组织机构及各方工作流程如下：

- a) 项目施工监控前应成立监控实施组织机构小组，监控方宜设置结构计算组、监测组及数据分析组，施工方宜设置施工信息组，监理方宜按工点设置小组。项目层监控组织机构见图 44。



图 43 项目层监控组织机构图

- b) 业主（项目）办职责应包含发布监控管理制度、监控方案与重大问题的评审组织、监控指令等文件的流转、监控预警的发布与解除、监控成果与系统的验收与移交。业主（项目）监控办公工作流程见图 45。

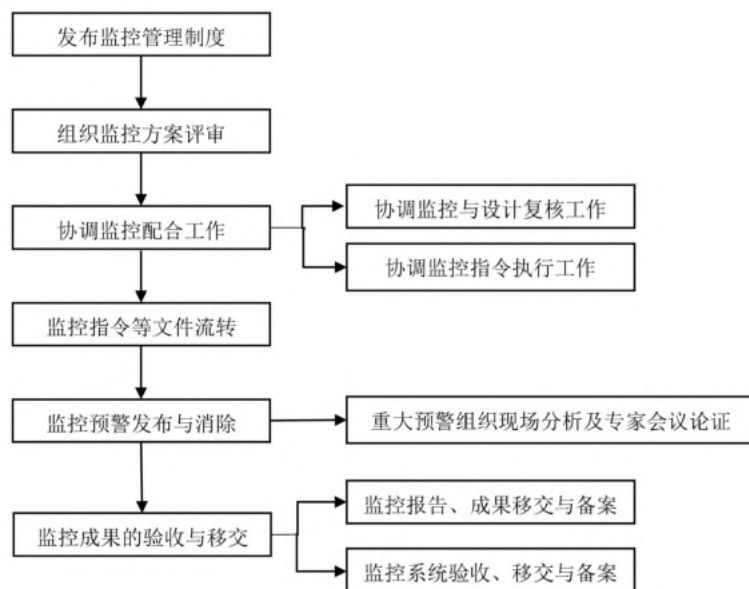


图 44 业主（项目）监控工作流程图

- c) 监控单位职责须包含监控方案编写、组织及监控计算及监测工作、监控指令及报告等编写与提交、监控成果资料撰写、监控预警指令提交、监控系统的验收与移交。监控单位工作流程见图 46。

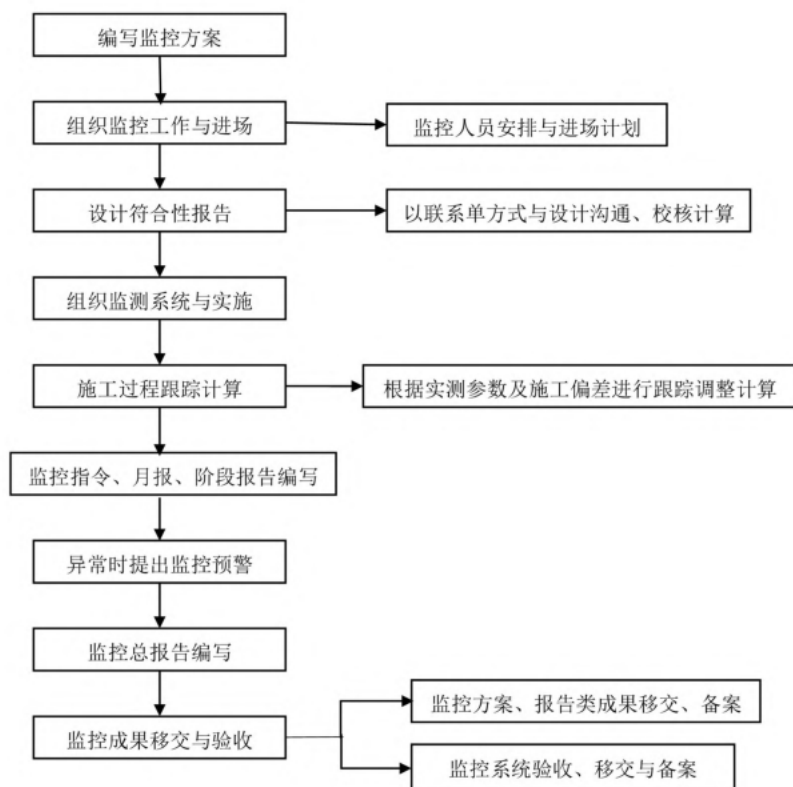


图 45 监控单位工作流程图

- d) 设计单位职责应包含提供施工阶段设计参数,以及为保证实现设计意图而应进行的监控计算成果比对、技术文件审核及批复等。设计单位工作流程见图 47。

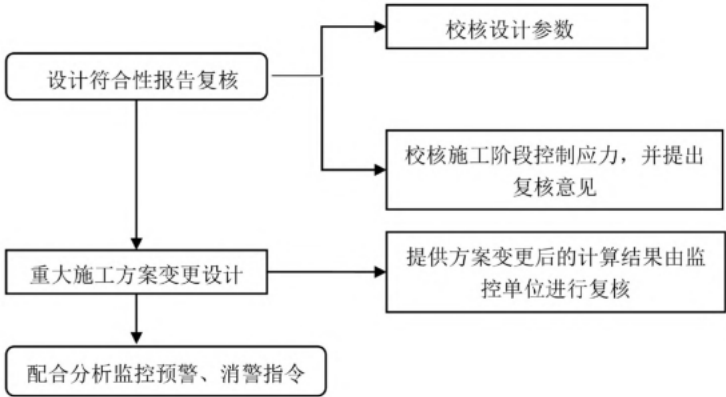


图 46 设计单位工作流程图

- e) 施工单位职责应包含结构试验参数提供、监控指令签收与执行、监控参数反馈、施工方案变更等施工信息提供。施工单位工作流程见图 48。

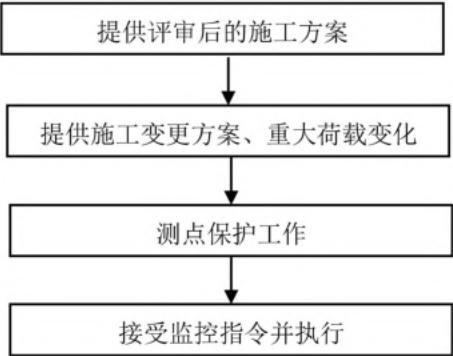


图 47 施工单位工作流程图

- f) 监理单位职责应包含结构试验参数提供、监控指令签收与监督执行、监控参数反馈。监理单位工作流程见图 49。

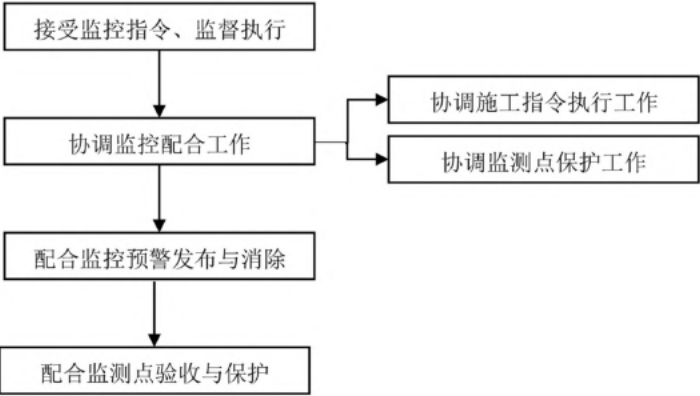


图 48 监理单位工作流程图

10.3.2 监控要点

10.3.2.1 架桥机主梁监控要点如下：

- a) 施工监控方案宜根据施工方案的环境参数、施工方法、施工荷载、临时约束、临时荷载等进行编制，此类参数用于施工跟踪计算及监控敏感性分析。
- b) 主梁应力监测内容要点应包括主梁的监测控制断面布置、监测测点布置、监测工况与频率、监测设备选型与分辨率。
- c) 主梁的应力监测断面与测点布置应考虑结构最不利受力断面，监测断面与测点布置、应力监测工况与频率，应严格按照监控方案执行并满足相关监控规范要求。

10.3.2.2 架桥机1#支腿监控要点如下：

- a) 1#支腿应注重顶部位移监测，通过测量顶部位置倾角，间接反映1#支腿的顶部位移情况。
- b) 监测工况与频率，应严格按照监控方案执行并满足相关监控规范要求，监测点布置见图50。

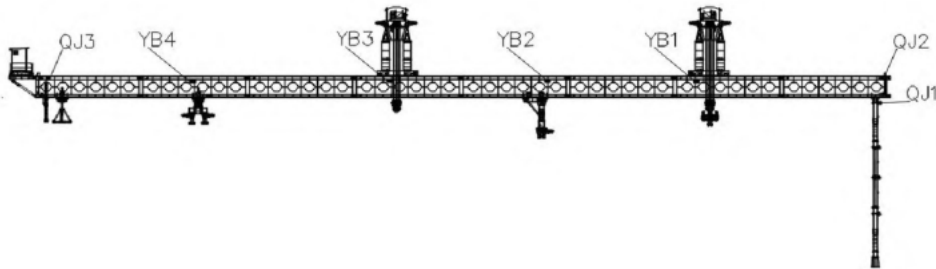


图 49 监测点布置示意图

10.3.3 HSE 管理体系

10.3.3.1 建立预警机制，预警系统首先根据规范对结构内力、变形等监测参数建立明确的预警指标，系统根据预警事件的严重程度，分成三级区别对待，分级标准应符合表 16 的规定：

表 16 阈值表

风险等级	预警阈值						
三级（极高风险）	III- α 1	III- α 2	III- α 3	III-S1	III-S2	III-S3	III-S4
	1.72°	2°	2.5°	900me	900me	900me	900me
二级（高风险）	II- α 1	II- α 2	II- α 3	II-S1	II-S2	II-S3	II-S4
	1.5°	1.45°	1.8°	500me	700me	650me	750me
一级（中风险）	I- α 1	I- α 2	I- α 3	I-S1	I-S2	I-S3	I-S4
	1.2°	1.1°	1.5°	390me	490me	420me	600me

注1：YB1、YB2、YB3、YB4、QJ1、QJ2、QJ3的数据表示为S1、S2、S3、S4、 α 1、 α 2及 α 3；
注2：若 $|\alpha 1| \leq \alpha 1$ 或 $|\alpha 2| \leq \alpha 2$ 或 $|\alpha 3| \leq \alpha 3$ 或 $|S1| \leq S1$ 或 $|S2| \leq S2$ 或 $|S3| \leq S3$ 或 $|S4| \leq S4$ ，则判定一体化架桥机结构处于安全状态，可正常施工；
注3：若 $I-\alpha 1 < |\alpha 1| \leq II-\alpha 1$ 或 $I-\alpha 2 < |\alpha 2| \leq II-\alpha 2$ 或 $I-\alpha 3 < |\alpha 3| \leq II-\alpha 3$ 或 $I-S1 < |S1| \leq II-S1$ 或 $I-S2 < |S2| \leq II-S2$ 或 $I-S3 < |S3| \leq II-S3$ 或 $I-S4 < |S4| \leq II-S4$ ，则判定一体化架桥机结构处于中风险状态，并启动一级预警机制，通过短信、邮箱等方式提醒施工人员及项目负责人注意调整架桥机的工作状态；
注4：若 $II-\alpha 1 < |\alpha 1| \leq III-\alpha 1$ 或 $II-\alpha 2 < |\alpha 2| \leq III-\alpha 2$ 或 $II-\alpha 3 < |\alpha 3| \leq III-\alpha 3$ 或 $II-S1 < |S1| \leq III-S1$ 或 $II-S2 < |S2| \leq III-S2$ 或 $II-S3 < |S3| \leq III-S3$ 或 $II-S4 < |S4| \leq III-S4$ ，则判定一体化架桥机结构处于高风险状态，并启动二级预警机制，通过短信、邮箱、现场蜂鸣报警等方式提醒施工人员及项目负责人立即停工。待监测值稳定时对架桥机进行安全检查、排除危险状态；
注5：若 $|\alpha 1| > III-\alpha 1$ 或 $|\alpha 2| > III-\alpha 2$ 或 $|\alpha 3| > III-\alpha 3$ 或 $|S1| > III-S1$ 或 $|S2| > III-S2$ 或 $|S3| > III-S3$ 或 $|S4| > III-S4$ ，则判定一体化架桥机结构处于极高风险状态，并启动三级预警机制，通过短信、邮箱、现场蜂鸣报警等方式提醒施工人员及项目负责人立即停工，施工人员撤离危险区。

10.3.3.2 施工监控应在现场具备完善的通道及作业平台后方可实施。

10.3.3.3 施工监控工作人员佩戴的安全防护用品应具有产品合格证书，并定期进行检查检验。严禁使用不合格的防护用品。

10.3.3.4 对监控工作人员进行安全知识培训，严格考核通过后才能进场工作。

10.3.3.5 建立严格的安全操作规程并严格执行，高处施工监控时，施工监控工作人员应佩戴好安全带，安全帽应经专人检查，并遵循高挂低用原则。水上施工监控前，应对施工监控工作人员应配备相应的救生衣、安全帽。

10.3.3.6 要求每个现场员工了解施工现场的情况，对可能出现的安全问题提前做好预防措施。

10.3.3.7 服从业主单位、监理单位、施工单位的现场安全管理，相关单位的安全监管部门可以对人员的安全违规进行处罚。

10.3.3.8 应避免与相关单位的交叉作业。

10.3.3.9 监控施工负责人应采用不定时抽查的方式监督现场监控人员安全操作。

附 录 A
(规范性)
高性能混凝土原材料性能指标要求

- A.1 水泥应选用品质稳定、强度等级应不低于 42.5 的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并符合GB 175 的相关规定。
- A.2 高性能混凝土所用的粉煤灰、磨细矿渣粉和硅灰等矿物掺合料应符合CJJ 2、GB 55011 的相关规定。
- A.3 高性能混凝土粗骨料应满足以下条件：粒径不大于 20mm，针片状含量不大于 8%，含泥量不大于 1%。
- A.4 高性能混凝土细骨料宜采用级配II区的中砂，含泥量应不大于 3%。
- A.5 高性能混凝土减水剂应采用高性能聚羧酸减水剂，减水率应不小于 25%。

附 录 B

(规范性)

高强无收缩水泥灌浆料技术指标试验方法

- B.1 高强无收缩水泥灌浆料试件制作及标准养护条件应符合GB/T 17671 的相关规定。
- B.2 高强无收缩水泥灌浆料拌合用水应符合JGJ 63、GB 55008 的相关规定，宜采用生活饮用水。
- B.3 试验室的温度和湿度应符合GB/T 50448 附录A.0.1 的规定。
- B.4 流动度试验应符合GB/T 50448 附录A.0.2 的规定。
- B.5 抗压强度试验应符合GB/T 50448 附录A.0.4 的规定。
- B.6 竖向膨胀率试验应符合GB/T 50448 附录A.0.5 的规定。
- B.7 氯离子含量试验应符合GB/T 8077 的相关规定。
- B.8 泌水率试验应符合GB/T 50080 5.1 的规定。

附 录 C
(规范性)
质量验收记录

C.1 质量验收记录见表C.1、C.2。

表 C.1 构件预制及进场检验批质量验收记录表

单位（子单位）工程			分部（子分部）工程名称			分项工程名称			
施工单位			项目负责人			检验批容量			
预制单位			预制单位项目负责人			检验批部位			
施工执行标准名称及编号						验收依据			
验收项目				设计要求及规范规定 （mm）		检验频率	应检点数	检查记录	检查结果
基本项目		1	构件资料		质量证明文件齐全，标识清晰完整	每个构件			
		2	外观质量		不应有严重缺陷	每个构件			
		3	实体检验		应符合设计要求	每个构件			
预制立柱	主控项目	1	灌浆套筒中心位置		2	每个构件			
		2	立柱 外露 主筋	中心线位置	2	每个构件			
				外露长度	-2, 0	每个构件			
	一般项目	1	断面尺寸		±5	每个构件			
		2	高度		-5, 0	每个构件			
		3	表面平整度		3	每个构件			
		4	侧向弯曲		H _l /2000 且不大于 5	每个构件			
预制盖梁	主控项目	1	灌浆波纹钢管中心位置		2	每个构件			
		2	预埋件中心位置		±10	每个构件			
		3	支座 垫石	中心线位置	5	每个构件			
				长度、宽度	±5	每个构件			
				高度	-20, 0	每个构件			
				预留锚孔位置	±10	每个构件			

表 G.1 构件预制及进场检验批质量验收记录表（续）

预制 盖梁	一般项目	1	断面 尺寸	长度	± 5	每个 构件				
				宽度	± 5	每个 构件				
				高度	± 5	每个 构件				
		2	表面平整度		3	每个 构件				
		3	侧向弯曲		$H_0/2000$ 且不大于 5	每个 构件				
预制 箱梁	主控项目	1	断面 尺寸	顶宽	± 20	每个 构件				
				底宽	± 10	每个 构件				
			高度		0, -5	每个 构件				
			顶板、底板、腹板 或梁肋厚		+5, 0	每个 构件				
	一般项目	1	梁长度		+5, -10	每个 构件				
		2	平整度		≤ 5	每个 构件				
		3	横系梁及预埋件 位置		≤ 5	每个 构件				
		4	横坡 (%)		± 0.15	每个 构件				
施工单位检查结果				专业工长:						
				项目专业质量检查员:						
				年 月 日						
监理单位验收结果				专业监理工程师:						
				年 月 日						
注1: H_1 表示立柱高度。 注2: H_0 表示梁高。										

表 C.2 构件安装检验批质量验收记录表

单位（子单位）工程		分部（子分部）工程名称			分项工程名称		
施工单位		项目负责人			检验批容量		
预制单位		预制单位项目负责人			检验批部位		
施工执行标准名称及编号		验收依据			施工班组长	专业工长	
验收项目			设计要求及规范规定（mm）	检验频率	应检点数	检查记录	检查结果
基本项目	1	构件临时固定措施	应符合设计、专项方案要求	每个构件			
	2	灌浆施工质量	灌浆应饱满，灌浆强度应符合设计要求	每个构件			
	3	灌浆料强度	应符合设计要求	每个构件			
	4	接缝坐浆强度	应符合设计要求	每个构件			
	5	施工完成后构件外观质量	不应有严重缺陷或一般缺陷	每个构件			
预制立柱	主控项目	1	轴线位置	5	每个构件		
	一般项目	1	顶面高程	-10, 5	每个构件		
		2	相邻立柱顶面中心距	±5	每个构件		
		3	相邻立柱顶面高程差值	±5	每个构件		
		4	相邻立柱顺桥向中心错位	±5	每个构件		
		5	垂直度	≤0.1%H ₁ ，且不大于10	每个构件		
		6	承台与立柱间接缝厚度	0, +5	每个构件		
预制盖梁	主控项目	1	轴线位置	5	每个构件		
		2	支座垫石预留中心线位置	10	每个构件		
	一般项目	1	顶面高程	±5	每个构件		
		2	垂直度	≤0.1%H ₂ ，且不大于10	每个构件		
		3	盖梁与立柱间接缝厚度	0, +5	每个构件		

表 C.2 构件安装检验批质量验收记录表（续）

预制箱梁	一般项目	1	支承中心偏位	≤5	每个构件			
		2	顶面高程	±10	每个构件			
		3	相邻梁顶面高差	≤10	每个构件			
施工单位检查结果		专业工长：						
		项目专业质量检查员：						
		年 月 日						
监理单位验收结果		专业监理工程师：						
		年 月 日						
注1：H ₁ 表示立柱高度。								
注2：H ₂ 表示梁高。								

参 考 文 献

- [1] 《两区三厂建设安全标准化指南》
 - [2] 《江苏省高速公路施工标准化指南》
-