

DB33

浙江省地方标准

DB33/T 2385—2021

预制拼装桥墩设计与施工技术规范

Technical specification for design and construction of prefabricated
bridge piers

2021 - 09 - 30 发布

2021 - 10 - 30 实施

浙江省市场监督管理局

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 材料 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 灌浆套筒 4

 5.3 灌浆连接金属波纹管 5

 5.4 钢筋连接用套筒灌浆料 6

 5.5 高强低收缩砂浆 6

 5.6 环氧粘结剂 7

6 设计 7

 6.1 一般规定 7

 6.2 结构构件设计 7

 6.3 结构构件计算 8

7 工厂（场）预制 9

 7.1 一般规定 9

 7.2 生产准备 9

 7.3 灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管安装 12

 7.4 钢筋骨架制作 12

 7.5 模板与钢筋骨架安装 14

 7.6 混凝土配合比、拌制、运输与浇筑 14

 7.7 混凝土构件养护 15

 7.8 预应力施工 15

 7.9 构件堆放及标识 15

 7.10 信息化管理 15

8 运输与拼装 15

 8.1 一般规定 15

 8.2 构件装车运输 16

 8.3 构件拼装 16

 8.4 灌浆套筒（灌浆连接金属波纹管）灌浆 18

9 质量检验评定 18

 9.1 一般规定 18

9.2	预制构件.....	18
9.3	构件拼装.....	20
附录 A	（规范性） 高强低收缩砂浆垫层、钢筋连接用套筒灌浆料抗压强度评定.....	22
附录 B	（资料性） 预制桥墩构件厂（场）平面布置示图.....	23
附录 C	（资料性） 生产设备和工艺工装基本配置表.....	24
附录 D	（资料性） 现场施工原始记录表	26

前 言

本标准按照 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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：浙江交工集团股份有限公司、浙江省交通工程管理中心、浙江数智交院科技股份有限公司、浙江瓯越交建科技股份有限公司。

本标准主要起草人：宁英杰、黄晓伟、方哲形、武可爽、白丽辉、马芹纲、陈妙初、吴宏、李仲来、赵颖超、龚世文、顾森华、李舒杨、高金康、黄祎涵、陈旭光、李磊、何英东、段亚军、鄢露秋、龚振远、翁雅谷、邹小刚、叶林杰、傅永刚。

预制拼装桥墩设计与施工技术规范

1 范围

本标准规定了预制拼装桥墩设计与施工的基本规定、材料、设计、工厂（场）预制、运输与拼装和质量检验评定等技术要求。

本标准适用于公路工程预制拼装桥墩设计、施工与质量检验。

2 规范性引用文件

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

GB/T 8077—2012 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 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）
GB/T 50080—2016 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
GB/T 50214 组合钢模板技术规范
JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规范
JGJ 33—2012 建筑机械使用安全技术规程
JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准
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 355—2015 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程
JG/T 398 钢筋连接用灌浆套筒
JG/T 408—2019 钢筋连接用套筒灌浆料
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
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
JTG/T 2231-01—2020 公路桥梁抗震设计规范
JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
JTG 3362—2018 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG/T 3650—2020 公路桥涵施工技术规范
DB33/T 2154 公路桥梁后张法预应力施工技术规范
T/CECS 10080 预制节段拼装用环氧粘结剂

3 术语和定义

JTG/T 3650—2020、JTG F80/1—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预制拼装桥墩 prefabricated bridge piers

预制混凝土的构件通过拼装及连接构造形成的桥梁立柱、盖梁。

3.2

环氧拼接缝 epoxy joint

节段立柱之间以及节段盖梁之间采用环氧粘结剂进行连接的拼接缝。

3.3

专用定位板 special locating plate

根据预制构件钢筋、套筒位置精确钻孔的锚固钢板，用于钢筋骨架连接主筋加工与构件套筒精确定位、构件预制台座钢筋定位或预留钢筋精确定位、承台预留连接主筋精确定位。

4 基本规定

4.1 设计单位应按工厂化、装配化和标准化生产要求，结合施工现场实际对预制拼装桥墩进行结构设计、构件计算。

4.2 施工单位应组织相关生产与技术人员认真审阅预制拼装桥墩的全部设计图，并与设计单位做好充分衔接，开工前做好施工班组技术交底。

4.3 施工前依据国家、行业、省内的建设工程标准化的规定，制定桥墩工厂化预制、运输拼装等生产标准化实施方案，建立质量、安全、环保等管理体系，开展创建品质工程、文明生产、平安工地、环境保护等活动。

4.4 预制拼装桥墩的一般生产流程如图 1。

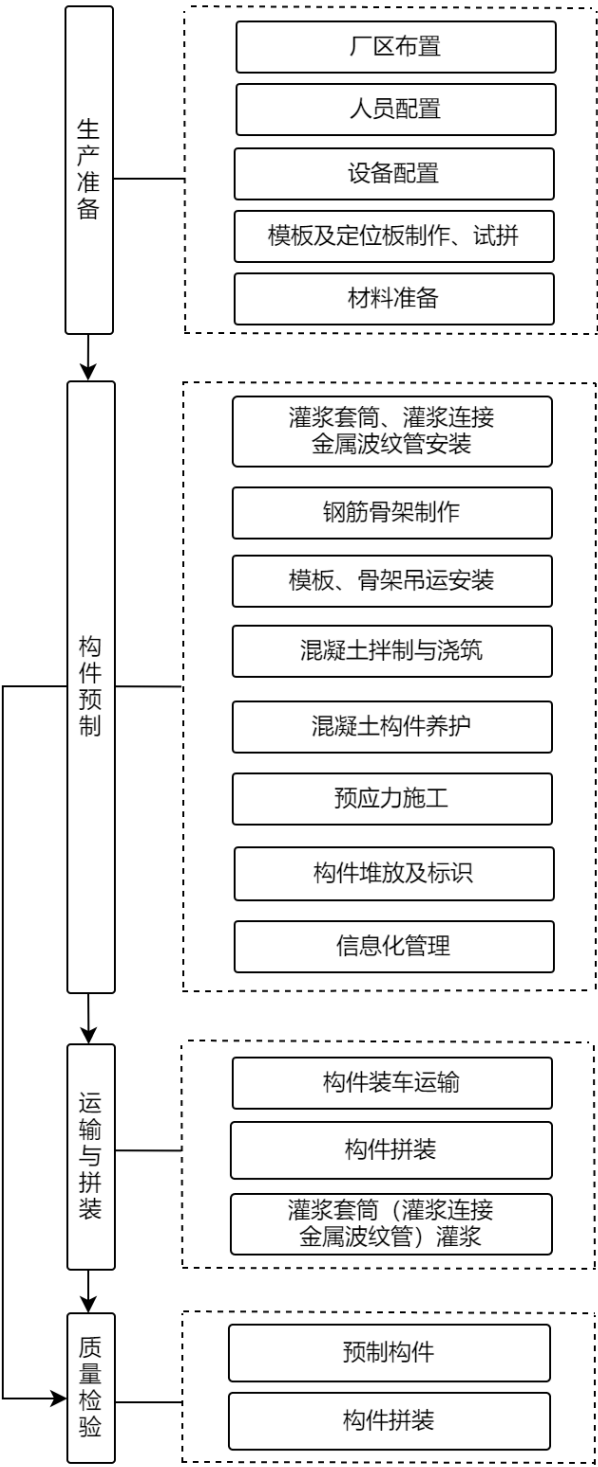


图1 生产流程图

4.5 构件的预制与拼装应执行首件工程认可制度。首件实施过程中应验证 4.4 生产流程各个环节中的生产条件、生产要素、工艺要求、质量控制措施及生产资料收集等。首件验收报告未经批准，不应进行批量生产。

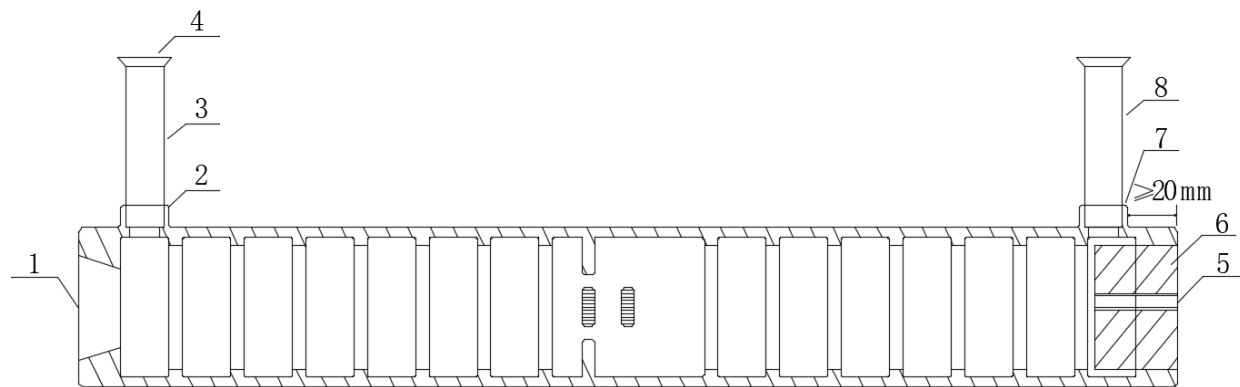
5 材料

5.1 一般规定

- 5.1.1 预制构件设计的混凝土及钢筋应符合 JTG 3362 的规定。
- 5.1.2 混凝土预制构件所用水泥、细集料、粗集料、钢筋及外加剂等原材料应满足 JTG/T 3650 的规定。细集料宜采用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净的河砂或机制砂，不应采用海砂。
- 5.1.3 预应力筋-锚具组装件的锚固性能应满足 GB/T 14370 规定。预应力筋-锚具组装件应由厂家提供产品合格证书，同时应提供由具备资质的检测单位出具的静载锚固检测报告。
- 5.1.4 灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管进场时应提供有效的型式检验报告及产品说明书。环氧粘结剂、高强低收缩砂浆应具有出厂质量证明书和试验报告单。灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管及附属配件（灌浆管、排浆管、止浆塞等）在储存和运输过程中应采取防止雨淋、日晒、锈蚀、沾污、损伤等措施。

5.2 灌浆套筒

- 5.2.1 灌浆套筒型号规格和质量性能要求应符合 JG/T 398 的规定。
- 5.2.2 灌浆套筒、钢筋和与之匹配的钢筋连接用套筒灌浆料组成的钢筋套筒灌浆连接接头，接头性能应符合 JGJ 355—2015 中 3.2 的规定，接头型式检验应符合 JGJ 355—2015 中第 5 章的规定。
- 5.2.3 灌浆套筒分为全灌浆套筒和半灌浆套筒，灌浆套筒的选用应符合设计规定。
- 5.2.4 全灌浆套筒即预制端和装配端均采用灌浆连接的套筒，全灌浆套筒示意图如图 2。套筒装配端应设置灌浆孔，套筒预制端应设置排浆孔，装配端端部与灌浆孔净距应大于 20 mm。

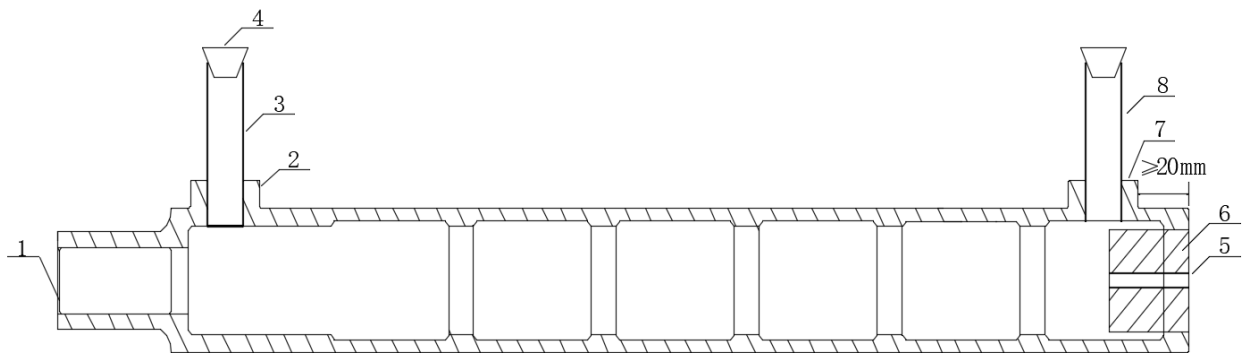


标引序号说明：

- 1——预制端；
- 2——排浆孔；
- 3——排浆管；
- 4——止浆塞；
- 5——装配端；
- 6——定位柱塞；
- 7——灌浆孔；
- 8——灌浆管。

图2 全灌浆套筒示意图

- 5.2.5 半灌浆套筒即装配端采用灌浆连接，预制端采用机械连接方式的套筒，半灌浆套筒示意图如图 3。装配端应设置灌浆孔，装配端端部与灌浆孔净距应大于 20 mm。



标引序号说明:

- 1——预制端;
- 2——排浆孔;
- 3——排浆管;
- 4——止浆塞;
- 5——装配端;
- 6——定位柱塞;
- 7——灌浆孔;
- 8——灌浆管。

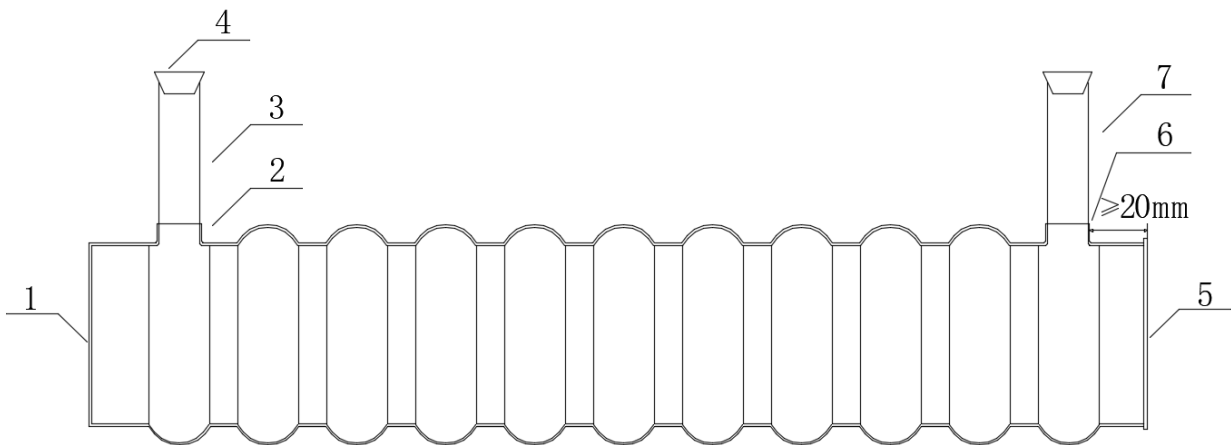
图3 半灌浆套筒示意图

5.3 灌浆连接金属波纹管

5.3.1 灌浆连接金属波纹管应选用符合 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。

5.3.2 灌浆连接金属波纹管材料、制作加工应符合以下要求:

- a) 灌浆连接金属波纹管全长不应小于 $35d$ (d 为被连接纵向钢筋直径), 且不能拼接; 内径不宜小于 d (d 为被连接纵向钢筋直径) $+40\text{ mm}$, 内径尺寸允许偏差 $\pm 3\text{ mm}$; 壁厚不小于 2 mm , 波高不小于 5 mm ;
- b) 灌浆连接金属波纹管在装配端设置灌浆孔连接灌浆管, 预制端设置排浆孔连接排浆管, 装配端端部与灌浆孔净距应大于 20 mm , 灌浆管、排浆管应选用符合 GB/T 8162 规定的无缝钢管, 灌浆连接金属波纹管如图 4。



标引序号说明:

- 1——预制端;
- 2——排浆孔;
- 3——排浆管;
- 4——止浆塞;
- 5——装配端;
- 6——灌浆孔;
- 7——灌浆管。

图4 灌浆连接金属波纹管示意图

5.3.3 灌浆连接金属波纹管使用前,由灌浆连接金属波纹管、钢筋和与之匹配的灌浆料组成的连接构件的性能应符合 5.2.2 的要求。

5.4 钢筋连接用套筒灌浆料

5.4.1 交货与验收应符合 JG/T 408—2019 中第 8 章的规定,贮存应符合 JG/T 408—2019 中第 9 章的规定,钢筋连接用套筒灌浆料应选用常温型套筒灌浆料,其性能指标应符合表 1 的规定。

表1 钢筋连接用套筒灌浆料性能指标

检测项目		性能指标	检验方法
流动度 (mm)	初始	≥ 300	符合 JG/T 408—2019 附录 A 的规定
	30min	≥ 260	
抗压强度 (MPa)	1d	≥ 35	符合附录 A 的规定
	3d	≥ 60	
	28d	≥ 100	
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~0.20	符合 JG/T 408—2019 附录 C 的规定
	24h 与 3h 差值	0.02~0.40	
28d 自干燥收缩 (%)		≤ 0.045	符合 JG/T 408—2019 附录 D 的规定
氯离子含量 (%)		≤ 0.03	符合 GB/T 8077—2012 中第 11 章的规定
泌水率 (%)		0	符合 GB/T 50080—2016 中第 5.1 节的规定

5.4.2 灌浆料应在生产保质期内使用,进场检验超过 3 个月应重新检验,合格后方可使用,开封包装后应立即使用,如有剩余应做废弃处理。

5.5 高强低收缩砂浆

5.5.1 高强低收缩砂浆使用前，应检查产品包装上的有效期和产品外观，并对性能指标及初凝时间进行复检，性能指标应符合表 2 的规定，复检结果满足要求后方可使用。

表2 高强低收缩砂浆性能指标

检测项目		性能指标	检验方法
流动性（mm）	初始	≥300	符合 JG/T 408—2019 附录 A 的规定
	30min	≥260	
抗压强度（MPa）	28d	≥60	符合附录 A 的规定
竖向自由膨胀率（%）	3h	0.02~0.20	符合 JG/T 408—2019 附录 C 的规定
	24h 与 3h 差值	0.02~0.40	
氯离子含量（%）		≤0.03	符合 GB/T 8077—2012 中第 11 章的规定

5.5.2 高强低收缩砂浆强度等级应高于被连接构件中最低标号混凝土一个强度等级。

5.5.3 高强低收缩砂浆初凝时间宜大于 2 h。复核方法应符合 JGJ/T 70 的规定。

5.6 环氧粘结剂

5.6.1 环氧粘结剂进场前按照产品参数指标进行检测，合格后方可使用。

5.6.2 环氧粘结剂应有抗老化、防碳化、防强腐蚀性的功能。

5.6.3 环氧粘结剂 1 d 抗压强度标准值应大于 40 MPa，7 d 抗压强度标准值应大于 60 MPa，7 d 抗拉强度标准值应不小于 9 MPa，7 d 抗剪强度标准值应不小于 21 MPa。检测方法应符合 T/CECS 10080 的规定。

5.6.4 环氧粘结剂用于同类型构件结合面拼接缝处，环氧粘结剂初步固化时间不应小于 1 h。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 预制拼装桥墩应满足设计标准化、预制工厂化、施工装配化的总体原则。设计应统一结构形式，减少结构尺寸种类。设计除符合本文件规定外，还应符合 JTG 3362 的规定。

6.1.2 满足本文件对灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管、钢筋连接用套筒灌浆料以及高强低收缩砂浆垫层等连接材料和构造要求时，预制拼装桥墩可按 JTG 3362 进行设计验算。

6.1.3 预制拼装桥墩受力钢筋应采用 HRB400 级及以上热轧钢筋。

6.1.4 预制拼装桥墩抗震设计可按 JTG/T 2231-01 执行。

6.1.5 预制拼装桥墩设计中应考虑预应力筋管道、钢筋、灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管相互之间的合理布置，并在设计图中予以说明。

6.2 结构构件设计

6.2.1 预制拼装桥墩钢筋配置应符合 JTG/T 2231-01 及 JTG 3362 的规定外，还应符合以下要求：

- a) 预制拼装立柱纵向钢筋应按计算确定，宜采用直径 36 mm 或 40 mm 钢筋且对称布置，纵向钢筋之间的中心距宜小于 200 mm，且至少每隔一根纵向主筋宜用箍筋或拉筋固定。箍筋宜采用直径 16 mm 钢筋，标准间距 150 mm，两侧加密区段间距 100 mm。预制拼装盖梁配筋应按计算确定，普通钢筋主筋直径宜采用 28 mm 或以上，预应力钢筋应采用公称直径为 15.2 mm 的钢绞线。预制拼装桥墩采用灌浆套筒连接建造时，应在灌浆套筒灌浆孔下缘处设一道箍筋；
- b) 墩柱的纵向钢筋应延伸至盖梁和承台的另一侧面，采用灌浆连接套筒或金属波纹管连接的预制拼装桥墩纵向钢筋的锚固长度应在 JTG 3362 要求的基础上增加 10 d (d 为纵向钢筋的直径)；
- c) 对于抗震设防烈度 7 度地区，连接套筒设置在墩身且其位于潜在塑性铰区域内时，箍筋加密区的长度不应小于 JTG/T 2231-01—2020 中 8.2.1 的规定范围以及连接套筒的高度加 5 d (连接套筒外径) 范围，两者的较大值；当预制墩柱的高度与横截面短边宽度之比小于 2.5 时，墩柱加密区的长度应取全高。加密区范围外箍筋量应逐渐减少；
- d) 预制拼装桥墩柱身塑性铰加密区域配置的箍筋延伸到盖梁和承台内的长度应符合 JTG/T 2231-01—2020 第 8 章的规定，当灌浆连接套筒或金属波纹管位于盖梁或承台内时，延伸到盖梁和承台的距离还应不小于灌浆连接套筒或金属波纹管的高度位置。

6.2.2 预制拼装桥墩的灌浆套筒和主筋的混凝土保护层厚度不宜小于 30 mm，且符合 JTG/T 3310 的规定。灌浆套筒间净距不宜小于下面两个条件中的大值：50 mm、集料最大粒径的 2 倍。

6.2.3 预制拼装桥墩中的灌浆连接金属波纹管净距不应小于 50 mm，且不应小于管道直径的 1 倍，灌浆连接金属波纹管的外缘至混凝土表面的距离，不应小于其管道直径的 1/2。

6.2.4 预制拼装桥墩中立柱与承台或立柱与盖梁拼接缝间的高强低收缩砂浆垫层厚度宜为 10 mm~30 mm；同类型构件之间的环氧粘结剂拼接缝厚度宜为 1 mm~3 mm。

6.2.5 预制拼装盖梁采用竖向分段预制拼装建造时，预制构件的拼接面宜采用剪力键方式或设置湿接缝连接。

6.2.6 应根据构件结构和采用的吊具选择预制构件吊点位置，保证构件在吊装、运输过程中平稳受力。若设置预埋件、吊环、吊装孔及各种内埋式预留吊具时，应对构件在该处承受吊装荷载作用的效应进行承载力验算，并应采取相应的构造措施，避免吊点处混凝土局部破坏。

6.2.7 预制拼装盖梁、立柱分段长度应根据吊运机械、运输条件、现场工况等要求确定。

6.2.8 盖梁设计时，施工及安装过程宜简化，不分段的盖梁预应力宜采用一次张拉。

6.2.9 应根据所处环境条件考虑立柱和盖梁预制构件、立柱和盖梁的拼装缝及连接件的耐久性设计，拼接缝处环氧粘结剂和高强低收缩砂浆垫层应满足耐久性性能指标要求并按桥梁设计使用年限设计。

6.3 结构构件计算

6.3.1 预制拼装桥墩应按 JTG D60 及 JTG 3362 的规定进行持久状况承载能力极限状态计算、持久状况正常使用极限状态计算以及持久状况和短暂状况构件的应力计算，并应考虑拼接缝对结构受力的影响。当灌浆套筒布置在预制立柱中时，抗震设计时应考虑灌浆套筒对立柱刚度及相关构造的影响。除接缝位置外，普通钢筋混凝土墩柱及盖梁裂缝宽度应控制在 0.15 mm 以下。

6.3.2 对于墩柱与盖梁、墩柱与承台以及可能的墩柱节段间的交界面接缝处应符合以下要求：

- a) 在作用准永久组合时（按 JTG 3362—2018 中 6.3.2 规定），接缝处正截面受拉边缘不宜出现拉应力；
- b) 在作用频遇组合时，接缝处正截面受拉边缘可出现拉应力，但拉应力应小于接缝界面材料以及预制构件材料的允许设计拉应力 ($0.7 f_{tk}$)；

- c) 接缝处正截面受力状态不满足款 b) 的要求时, 矩形、T 形和 I 形截面偏心受压墩柱构件应满足 $e_0/h \leq 0.55$ (e_0 为轴向力对截面重心轴的偏心距, h 为截面高度), 或圆形截面偏心受压构件满足 $e_0/r \leq 0.55$ (r 为截面半径), 并宜采用附加的耐久性措施;
- d) 在短暂状况作用标准组合下, 接缝位置中性轴处混凝土的主拉应力应不大于 $0.7f_{tk}'$, 此处 f_{tk}' 取施工阶段接缝两侧强度较低混凝土的轴心抗拉强度标准值。

6.3.3 采用竖向分段预制拼装建造的 A 类预应力混凝土盖梁, 在作用频遇组合时, 宜保持盖梁正截面全截面受压。

6.3.4 当预制盖梁下接双柱式墩柱时, 不考虑两个墩柱之间的不均匀沉降对盖梁计算的影响; 当预制盖梁下接多于两个墩柱时, 应考虑墩柱之间的不均匀沉降对盖梁计算的影响。

6.3.5 盖梁应进行抗剪、抗冲切的验算, 并对盖梁的预制、吊装和成桥状态进行应力验算。

7 工厂(场)预制

7.1 一般规定

7.1.1 预制构件厂(场)场地选址应充分考虑施工材料和内、外运输条件。规划和布置应进行专项设计, 体现工厂化生产、流水线制作, 主要分生产区、办公区、生活区。场地地基承载能力应满足各功能区的使用要求。预制构件厂(场)平面布置图参见附录 B。

7.1.2 钢筋的半成品加工及钢筋骨架制作应符合 JTG/T 3650 中的规定。

7.1.3 构件钢筋骨架加工、灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管安装定位、台座高程等精度控制应按照本文件规定执行, 经验收合格后方可使用。

7.1.4 钢筋骨架入模、模板安拆、构件吊运及拼装过程中, 应设置警戒区, 并由专人指挥。

7.1.5 灌浆套筒进厂安装前, 按 5.1.4 的规定对产品质量证明文件进行检查, 并对灌浆套筒外观质量、尺寸和附属配件等进行检查。

7.1.6 半灌浆套筒中钢筋机械连接应符合 JTG/T 3650—2020 中 4.3.4 的规定。

7.1.7 立柱混凝土浇筑前, 应检查立柱整体钢模板与底座定位板的连接牢固性。

7.1.8 灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管安装后、构件拆模后及灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管灌浆前, 应及时检查清理灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管腔, 确保其洁净、通畅。

7.1.9 模板的拆除应符合 JTG/T 3650 中的规定。

7.1.10 大型起重设备拆除与安装应编制专项施工方案, 并由具备专业资质的单位进行实施。

7.1.11 施工准备应符合 JTG/T 3650—2020 第 3 章的规定。

7.1.12 生产过程中剩余混凝土宜采用砂石分离设备、泥浆脱水设备进行处理, 拌合站(楼)污水宜进行生化处理后循环利用。预制构件厂(场)内的排水宜采取四级沉淀处理, 排放应符合环保要求。

7.2 生产准备

7.2.1 预制构件厂(场)布局

7.2.1.1 预制构件厂(场)生产区布局要求

预制构件厂(场)生产区布局应符合下列要求:

- a) 生产区应根据施工工艺划分功能区域, 设置钢筋加工车间、钢筋骨架绑扎区、原材料(砂、石)存放区、钢模板安装区、立柱钢筋骨架和钢模板整体翻转区、混凝土拌合区、混凝土浇筑区、混凝土构件养护区、构件堆放及装车区、构件运输道路、污水处理区、场地排水处理区等。场地采用混凝土地坪, 场地平整、排水通畅;

- b) 钢筋加工车间根据产量应进行专项规划和设计，分成钢筋原材料堆放区、半成品加工区、半成品堆放区、钢筋骨架制作区。半成品宜采用货架式管理，分类堆放、标识；
- c) 预制构件厂（场）地面积应根据构件生产量、工程进度、构件运输道路等因素综合考虑；
- d) 生产区四周设置测量控制点，建立生产区域的测量控制网，对各功能区进行沉降观测；
- e) 混凝土浇筑宜设置浇筑平台，浇筑平台应进行专项设计，浇筑平台与模板采用卡扣、螺栓等方式连接。应符合 JTG F90 的规定；
- f) 预制构件应按吊装及安装次序进行堆放，并预留一定的吊运通道；
- g) 生产区布局应考虑高压线路、水气管道、弱电预埋管道、信息化管理系统的线路、施工及安全监控等。

7.2.1.2 预制构件厂（场）台座要求

预制构件厂（场）台座应符合下列要求：

- a) 构件预制台座：应进行专项设计。预制台座表面平整度 $\leq 2\text{ mm}$ ，表面标高允许偏差为 $\pm 1\text{ mm}$ ，沉降控制在 1 mm/m 以内；
- b) 立柱存放台座：不均匀沉降控制在 1 mm/m 以内，盖梁预制区、堆放区总沉降量宜控制在 200 mm 以内，如总沉降量超过 200 mm ，应及时进行地基加固处理；
- c) 立柱翻转台座：宜采用专用的钢模板翻转台座，翻转台座应进行专项设计。

7.2.1.3 预制构件厂（场）办公区布局

预制构件厂（场）办公区布局应符合下列要求：

- a) 办公区建筑的设计、建设以及验收应符合现行国家标准、规范的规定；
- b) 根据生产规模需求确定办公区建筑面积。

7.2.1.4 预制构件厂（场）生活区布局

预制构件厂（场）生活区布局应符合下列要求：

- a) 生活区建筑的设计、建设以及验收应符合现行国家标准、规范的规定；
- b) 生活区布置应整齐规则，食堂的设置要求见《公共场所卫生管理条例》。

7.2.2 人员配置

人员配置应符合下列要求：

- a) 预制构件厂应根据预制生产过程科学合理的设置操作班组，各班组投入的顺序和时间应符合相应生产的流水节拍要求。职工定员应依据项目生产规模、岗位需要、正常生产确定；
- b) 预制构件厂主要关键岗位人员应经过专业操作技能的岗位培训，试验室人员要求见《公路水运工程试验检测管理办法》；
- c) 钢筋连接用套筒灌浆料作业人员应经过专业培训上岗，应由专业班组施工；
- d) 预制构件厂宜配备 BIM 团队；
- e) 预制构件厂应配备专职质量、安全、环保、文明生产管理人员，负责监督落实预制工厂质量、安全、环保、文明生产的各项措施；
- f) 预制构件厂应通过作业班组规范化管理、岗位技能培训等措施，提升一线作业人员的职业素养和操作技能。教育培训情况应当记入个人业绩档案，未经培训或者培训考核不合格的人员，不能上岗作业。特殊工种应持证上岗，实行定岗定人制管理。

7.2.3 主要设备配备

主要设备配备应符合下列要求：

- a) 立柱、盖梁生产设备和工艺工装基本配置可参照附录 C，正式生产前应对各种设备进行检查，对整条生产线进行调试，试运转正常后方可投入正式生产；
- b) 智能化张拉压浆系统应符合 DB33/T 2154 的规定；
- c) 混凝土拌合应采用环保型混凝土搅拌站，粉料输送宜采用低压输送系统减小粉料输送时噪音污染，砂石料输送宜采用砂石料自动输送系统，搅拌站应设置 PM 2.5 自动降尘系统；
- d) 钢筋加工应采用智能数控设备；
- e) 门式起重机宜采用定型的产品，起重量 300 kN 及以上的起重设备安装工程应编制专项安装方案并经专家论证通过后方可实施，并应由相关机构专项检测，出具有效的安全合格证，且应安装监测系统，对设备运行状况及轨道沉降实时监测；
- f) 构件的吊具、吊点、吊架等辅助生产工具应进行专项设计，并进行定期检查和维护。

7.2.4 模板及定位板制作与安装

7.2.4.1 钢模板制作与安装

钢模板制作应符合下列要求：

- a) 模板宜采用整体式定型钢模板，连接螺杆宜采用高强度精轧螺纹钢；
- b) 模板制作应由专业制造厂家完成，应进行专项设计，专项设计应考虑通用性需求，模板设计应符合 GB/T 50214 的规定；
- c) 模板制作及成品检验应符合 JTG/T 3650 的规定；
- d) 模板制作完成后应进行试拼，出厂前应对模板进行验收，钢模板的分节匹配加工应在制作厂家内完成，模板进场组装验收表应符合表 3 的规定。

表3 模板进场组装验收表

序号	控制项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	模板高程（mm）		±2	水准仪测量，端模板不少于 3 处
2	模内尺寸 （mm）	长度	-1，-3	尺量，顶面不少于 2 处
		宽度	+3，-2	尺量，外侧模每面不少于 2 处
		高度	0，-2	尺量，端面每面不少于 2 处
3	轴线偏位（mm）		2	全站仪测量，测量不少于 2 处
4	模板相邻两板内表面高差（mm）		2	水平尺量，每面不少于 2 处
5	模板表面平整度 （mm）	底模	2	2m 水平尺量，每面不少于 2 处
		侧模	2	1m 水平尺量，每面不少于 2 处
6	竖直度（mm）		H/1000，且≤2	吊垂线测量，端面测量不少于 2 处
7	预埋件中心线位置（mm）		≤3	尺量，每处
8	预留孔洞中心位置（mm）		≤3	尺量，每处
9	模板拼接缝隙（mm）		≤2	尺量，每处
注：H为模板高度，计算规定值或允许偏差时以mm计。				

7.2.4.2 专用定位板制作与安装

专用定位板制作与安装应符合下列要求：

- a) 承台预留连接钢筋定位板、立柱钢筋骨架定位板、灌浆套筒定位板、立柱台座定位板宜采用钢板或型材进行加工，由同一厂家配套制作；定位板表面平整，定位孔与设计钢筋轴心间距允许偏差 ± 1 mm，定位孔尺寸允许偏差 ± 2 mm；
- b) 承台预留连接钢筋定位板安放在承台模板顶面，用于承台预留连接钢筋定位；立柱钢筋骨架定位板安放在立柱模板顶端，用于立柱主筋定位；立柱和盖梁灌浆套筒定位板采用螺栓固定在胎架上，用于灌浆套筒装配端定位；立柱台座定位板安装于混凝土浇筑台座顶面，用于连接灌浆套筒定位板；
- c) 同一桥墩承台、立柱、盖梁钢筋和套筒定位板，同一位置的定位孔平面偏差值 ≤ 1 mm；
- d) 立柱台座定位板安装时平整度应 ≤ 2 mm。

7.3 灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管安装

7.3.1 灌浆套筒安装

7.3.1.1 灌浆套筒应垂直于定位板，灌浆套筒装配端宜通过柱塞与定位板连接，灌浆套筒预制端应与连接钢筋进行连接；柱塞轴线、定位板孔洞中心、灌浆套筒轴线、连接钢筋轴线应保持在同一轴线上，轴线允许偏差 ≤ 2 mm。

7.3.1.2 灌浆套筒采用箍筋定位固定，箍筋宜采用直径 ≥ 12 mm的螺纹钢，其间距为100 mm，灌浆套筒与箍筋之间不能焊接。

7.3.1.3 全灌浆套筒预制端与钢筋连接处应设置密封圈，密封牢固，密封圈外侧宜增设一道钢筋进行定位和加固。半灌浆套筒预制段采用机械连接，预制端与钢筋连接处应注入密封胶，防止浇筑时浆液渗入，装配端通过柱塞进行定位连接。

7.3.1.4 立柱灌浆套筒灌（排）浆孔应垂直于模板表面或表面切线。与垂直度偏差 ≤ 2 mm。灌（排）浆孔孔应使用止浆塞密封牢固，止浆塞与模板应紧密贴合。

7.3.1.5 盖梁灌浆套筒灌（排）浆孔与止浆塞之间宜采用灌（排）浆管连接，灌（排）浆管与灌浆套筒之间宜采用车丝螺纹紧密连接，止浆塞与模板应紧密贴合。

7.3.2 灌浆连接金属波纹管安装

7.3.2.1 灌浆连接金属波纹管安装应符合 7.3.1 的规定。

7.3.2.2 灌浆连接金属波纹管安装还应符合下列要求：

- a) 灌浆连接金属波纹管安装过程中，在灌浆连接金属波纹管内侧距离两端 200 mm 处宜各设置一圈角钢作为内撑，保证其不变形。如灌浆连接金属波纹管上口直接排浆，应设置配套的灌浆阀；
- b) 排浆管管口顶面应高于灌浆连接金属波纹管管口。

7.4 钢筋骨架制作

7.4.1 概述

钢筋骨架加工应在专用的胎架上进行。胎架（包括底座、挂片、支架）的制作应编制专项设计方案，完成后应经过验收，合格后方可使用。

7.4.2 胎架的制作安装

- 7.4.3.1 胎架制作应符合下列要求：
- a) 胎架应按照专项设计方案进行制作；
 - b) 胎架制作完成后应进行涂装防腐；
 - c) 胎架外形应整体平顺整齐，不应有变形、破损等缺陷；
 - d) 胎架采用栓接连接成型；
 - e) 胎架宜采用角钢及钢板焊接组装而成，钢材标号应不低于 Q235，其结构应满足钢筋绑扎需要的刚度及稳定性，直接支撑钢筋的角钢及钢板上宜预留钢筋定位构造；
 - f) 为确保钢筋定位精度，定位卡槽尺寸应根据钢筋直径、吊装需求、钢筋间距允许误差等确定；
 - g) 胎架上宜采取在角钢上开槽和划线的方式控制钢筋间距，保证钢筋对位准确、操作方便；
 - h) 根据需要宜在胎架上标记预埋件位置和类型或设置定位工装；
 - i) 胎架制作完成后应按照专项设计图纸组织验收，验收合格后方可投入使用；首件钢筋骨架成型后应对尺寸、精度进行检验，以验证胎架是否满足使用要求。
- 7.4.3.2 胎架安装应符合下列要求：
- a) 胎架支架底座应安装在平整的混凝土地面上，地面混凝土强度应 ≥ 30 MPa，平整度应 ≤ 1 mm/m；
 - b) 胎架支架整体平整、顺直，不能有变形、破损等缺陷，顶面与侧面平整度应 ≤ 1 mm/m，竖杆竖直度应 ≤ 2 mm；
 - c) 挂片定位孔的中心应与主筋的中心线重合，允许偏差值 ≤ 2 mm；
 - d) 胎架安装完成后应经过验收，实测项目应满足表 4 的规定，合格后标识方可进行钢筋骨架施工。

表4 胎架安装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	胎架 尺寸 (mm)	长度	±10	尺量：每个组装检查 3 个断面
		宽度		
		高度		
2△	主筋定位孔（槽）间距 (mm)		±2	尺量：每个全部实测
3	卡槽（mm）		±2	游标卡尺：按卡槽总数 30％抽测
4	挂片间距 (mm)		±5	游标卡尺：按挂片总数 100％检测
注：△为关键项目。				

7.4.3 骨架制作

- 7.4.3.1 钢筋骨架制作应符合下列要求：
- a) 预制拼装桥墩的钢筋骨架宜使用 BIM 技术进行钢筋配料单制作；
 - b) 应采用智能数控设备进行钢筋切割、车丝、打磨、弯曲等工作。受力钢筋下料长度允许偏差为 ± 2 mm，钢筋端部应打磨平整。对钢筋切割、弯曲质量进行抽查，每批次数量不少于 3 根；
 - c) 钢筋半成品宜采用超市化货架管理；

- d) 钢筋半成品焊接应采用 CO₂ 气体保护焊。焊接钢筋的质量验收内容和标准应符合 JTG/T 3650；钢筋机械连接应符合 I 类接头要求，质量验收内容和标准应符合 JGJ 107；
- e) 整体或分节段钢筋骨架均应在胎架上一次性组装成形；
- f) 混凝土保护层垫块强度应不低于构件混凝土强度，混凝土保护层垫块布设应符合 JTG/T 3650 要求，并尽量靠近钢筋交叉点处。垫块数量应不少于 4 个/m²，垫块应在钢筋骨架制作时同步安装，绑扎完成后应进行专项验收；
- g) 钢筋骨架制作质量应符合 9.2.1 的规定。

7.4.4.2 立柱钢筋骨架制作还应符合下列要求：

- a) 与灌浆套筒连接的钢筋通过顶端定位板、灌浆套筒、底端定位板进行连接定位，连接钢筋间距允许偏差值为±2 mm；
- b) 节段立柱应安装调节竖直度的预埋件，用于调整节段立柱拼装时的竖直度。

7.4.4.3 盖梁钢筋骨架制作还应符合下列要求：

- a) 后张预应力管道安装应符合 JTG/T 3650—2020 中第 7 章的规定；
- b) 预应力波纹管定位钢筋间距应≤50 cm。

7.5 模板与钢筋骨架安装

7.5.1 模板进场后应按 7.2.4.1 规定进行试拼验收。

7.5.2 立柱钢模板安装宜采用平躺式安装，钢模板安装流程：平放底部钢模→拼装一面侧模→钢筋骨架入模安装→拼装另一面侧模→安装顶部钢模板→钢模板整体翻转成竖直状态→吊装至台座→调整固定。盖梁钢模板安装符合 JTG/T 3650—2020 中第 15 章的规定。

7.5.3 在模板安装中钢筋骨架吊运应符合以下要求：

- a) 钢筋骨架吊运过程中应保持整体稳定性，低速平稳，不能损伤主筋及机械连接器；
- b) 钢筋骨架的吊点设置应保证钢筋骨架不变形，吊点间距宜≤150 cm；
- c) 钢筋骨架入模后，应对连接主筋、灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管中心位置进行再次检查，允许偏差值均为±2 mm。

7.5.4 模板安装完成后应按表 3 的要求进行质量检验。

7.6 混凝土配合比、拌制、运输与浇筑

7.6.1 混凝土配合比除应符合 JTG/T 3650 的规定外，尚应符合以下要求：

- a) 减水剂应采用减水率≥25 % 的高性能减水剂；
- b) 混凝土配合比应进行统计、验证和优化，并将统计、验证和优化情况作为混凝土配合比设计、确认的重要依据；
- c) 设置配合比标示牌（屏），内容包括使用部位、设计强度、配合比参数、试验监理、质检及试验负责人等；每次开盘由试验室提供配合比开盘通知单，操作人员按配合比通知单要求拌制混凝土。

7.6.2 混凝土拌制除符合设计要求和 JTG/T 3650 规定外，尚应符合以下要求：

- a) 混凝土搅拌站应采用自动计量系统，并定期进行标定；
- b) 混凝土搅拌时间不应少于 120 s，当搅拌高强混凝土时，搅拌时间宜适当延长 30 s~60 s。
- c) 搅拌机出料口宜设置温度传感器，监控出料温度，实时上传监控系统；

7.6.3 混凝土运输除应符合 JTG/T 3650 的规定外，尚应符合以下要求：

- a) 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。当采用搅拌罐车运送混凝土拌合物时，搅拌罐在冬期应有保温措施；
- b) 当采用泵送混凝土时，混凝土运输应满足混凝土连续泵送，并应符合 JGJ/T10 的规定。

7.6.4 混凝土浇筑应符合 JTG/T 3650 规定，尚应符合以下要求：

- a) 每一预制节段的混凝土应一次浇筑完成；
- b) 混凝土浇筑过程中宜采用浇筑作业平台，立柱钢结构混凝土浇筑平台应设置在模板顶端；
- c) 混凝土振捣时应防止灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管变形和移位。振捣棒距离灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管宜 ≥ 10 cm；
- d) 立柱混凝土宜采用竖向浇筑。立柱混凝土浇筑顶面标高宜高出设计标高 30 cm，待浇筑完成后清除超出设计标高部分的混凝土；
- e) 构件混凝土浇筑前，预应力管道内应设置 PE 等材质的内衬管，内衬管直径小于波纹管 3 mm~5 mm，并应长出波纹管 50 mm 以上，避免混凝土浇筑过程中预应力管道发生位移和混凝土堵塞管道。

7.7 混凝土构件养护

7.7.1 混凝土养护应满足 JTG/T 3650 的规定，宜采用智能养护系统，根据环境温、湿度调控养护参数。

7.7.2 夏季养护宜采用智能喷淋系统，冬季养护宜采用蒸汽养护。

7.7.3 立柱宜采用养护罩进行养护，盖梁宜搭设固定或移动养护棚进行养护。

7.7.4 在构件养护棚内应设置同条件养生试块随构件同步养生，试块不得随意放置。

7.8 预应力施工

7.8.1 预制拼装盖梁预应力筋加工应符合 JTG/T 3650，预应力筋张拉及压浆施工应符合 DB33/T 2154 的规定。

7.8.2 混凝土浇筑完毕应将内衬管拔出，预应力筋穿入孔道。

7.9 构件堆放及标识

7.9.1 预制构件应根据其重量、当地最大风速制定对应的堆放方案。立柱宜采用竖直平地堆放或竖直入坑堆放，若采用竖直入坑堆放，入坑深度应 ≥ 1.2 m。为便于立柱转运，其间距宜 ≥ 50 cm。盖梁堆放时堆放层数应 ≤ 2 层。

7.9.2 预制构件在移运及堆放过程中不能出现损伤。

7.9.3 预制构件在装车运输前应完成质量验收，验收合格后出厂，并标注好拼装时需要的观测基线。

7.9.4 预制构件上应标识基本信息和预制全过程信息。

基本信息和预制全过程应符合以下要求：

- a) 基本信息应包括构件名称、构件编号、浇筑日期、张拉压浆日期等，标识应清晰、耐久；
- b) 预制全过程信息应包括原材料、工序、成品检测和验收结果，应采用二维码或芯片等信息技术在构件上予以标识，可采用移动终端进行实时查看。

7.10 信息化管理

7.10.1 建立信息化管理平台，通过信息化技术对人员、设备、材料、生产计划、质量、安全、环保、物流、仓储、构件出厂等方面实行全过程有效管理。

7.10.2 宜采用监控探头、传感器、工业照相机、手机以及智能终端等硬件设备对构件生产中的人员、设备运行等参数进行数据采集，结合 5G、云技术、工业物联网等技术，通过 BIM、MES 等信息化管理平台对数据进行智能分析处理，实现预制构件生产全过程信息化管理。

8 运输与拼装

8.1 一般规定

- 8.1.1 构件吊装应按 JGJ 276、JGJ 33—2012 第 4 章规定编制专项吊装方案，专项吊装方案应组织专家论证，吊装作业前应对相关人员进行技术交底。根据专项吊装方案，明确吊装设备和运输设备。
- 8.1.2 起重量 300 kN 及以上的起重设备安装工程应编制专项安装方案并经专家论证通过后方可实施，并应由相关机构专项检测，出具有效的安全合格证。
- 8.1.3 构件出厂（场）吊装时强度应满足设计要求。
- 8.1.4 构件运输应满足运输相关安全规定。构件运输前应对运输路线、通行的桥涵等进行通行能力评估。选择合理运输路线，应确保所经过的桥梁满足运输要求。运输道路和进入吊装现场的施工便道应平坦、顺畅，地基承载力应满足最大构件及车辆总荷载要求，最小曲率半径应大于运输车辆的允许转弯半径。
- 8.1.5 构件拼装前应在测量控制网复测的基础上，根据构件拼装精度要求适当加密、优化控制点。
- 8.1.6 应按 4.5 首件验收批准的立柱、盖梁拼装方案以及拼装工艺进行立柱、盖梁的拼装。
- 8.1.7 构件拼装宜采用两台 0.5 秒级全站仪对竖直度进行控制，竖直度应符合表 8 的规定。

8.2 构件装车运输

- 8.2.1 构件应按 4.5 首件验收批准后的专项吊装方案中的吊运设备和吊运工艺进行装车。
- 8.2.2 构件移运、吊放应匀速，缓慢，符合首件批准的吊运参数。
- 8.2.3 立柱应采用平躺式运输，装车时应采取必要的防护措施，防止立柱底部损坏；盖梁悬臂端安放支撑进行稳定。
- 8.2.4 预制构件运输过程中应采用专用绑带捆扎固定防止倾覆，在支撑点和捆绑点的位置设置土工布或橡胶垫块防止损伤。预留钢筋采用塑料套管保护。
- 8.2.5 根据运输路线的最大纵坡、横坡设置构件运输的支撑点，设计图中对支撑点的位置和数量若无规定，应进行验算确定。在支撑点的位置采用方木或钢支架进行支撑。

8.3 构件拼装

构件拼装采用满足起重吊装能力的设备，根据实际施工环境选择相应的起重设备。

8.3.1 立柱拼装

8.3.1.1 立柱与承台拼装

立柱与承台拼装应符合下列要求：

- a) 立柱拼装前，应对承台拼接面的坐标、高程、平整度及预留钢筋的位置和坐标进行复核，坐标及高程允许偏差为 ± 2 mm，平整度允许偏差为 ≤ 2 mm，预留钢筋的长度和坐标允许偏差值为 ± 2 mm；
- b) 立柱拼装前对承台预留连接钢筋进行除锈、去毛刺等处理；
- c) 立柱拼装前对承台拼接面凿毛处理，直到露出骨料，并对凿毛区域进行清理、湿润；
- d) 承台拼接面区域四周设置挡浆板，高度宜超过高强低收缩砂浆垫层 2 cm~3 cm，根据实际情况确定挡浆板与拼接面边沿的距离；
- e) 承台拼接面中心应设置尺寸 20 cm×20 cm 的调节垫块，厚度由立柱设计顶标高确定。调节垫块宜采用有承载力的不锈钢板、板式支座等；
- f) 立柱起吊翻转时，底部应采用软性垫物进行垫置；
- g) 立柱底面平面位置宜采用螺杆进行微调，立柱竖直度宜采用小型千斤顶进行调整；
- h) 高强低收缩砂浆按照产品说明书进行配制，人工进行摊铺，摊铺厚度符合设计要求；

- i) 立柱拼装就位应在铺设的高强低收缩砂浆垫层开始失去塑性前完成，立柱拼装就位后应及时清除结合面多余砂浆。

8.3.1.2 节段立柱拼装

节段立柱拼装应符合下列要求：

- a) 节段立柱拼装前，应对下节立柱预留连接钢筋坐标和高程、立柱拼接面高程及水平度进行复测，允许偏差均为 ± 2 mm，水平度允许偏差为 1 mm/m；
- b) 节段立柱拼装前，环氧拼接缝处表面浮浆、杂质应及时清理，确保拼接面干燥、干净。同时对外露部分的连接钢筋进行防锈、去毛刺等处理；
- c) 环氧粘结剂按照产品说明书进行配制；
- d) 节段立柱拼接面涂抹的环氧粘结剂应均匀覆盖整个结合面，涂抹厚度满足设计规定，拼装时构件边缘应有均匀的挤出量，不能出现流淌现象。环氧粘结剂配制至节段立柱拼装完成所使用时间应小于 30 min；
- e) 通过竖直度预埋件对节段立柱进行竖直度调整，竖直度应符合表 8；
- f) 节段立柱拼装就位后应设置临时支撑，宜采用缆风绳将承台预埋地锚与分节立柱上节段顶部钢筋临时拉结，确保立柱稳定。

8.3.2 盖梁拼装

8.3.2.1 盖梁与立柱拼装

盖梁与立柱拼装应符合下列要求：

- a) 盖梁拼装前对立柱顶预留连接钢筋坐标、高程进行复测，允许偏差均为 ± 2 mm；
- b) 盖梁拼装前对立柱预留连接钢筋进行除锈、去毛刺等处理；
- c) 立柱顶面设置一圈挡浆板，高度宜超过高强低收缩砂浆垫层 2 cm~3 cm；
- d) 立柱顶面应设置四块尺寸 20 cm×20 cm 的调节垫块，厚度由盖梁设计顶标高确定。调节垫块宜采用有承载力的不锈钢板、橡胶支座等；
- e) 拼装时应应对盖梁轴线偏位进行测量，轴线偏位应符合表 9。

8.3.2.2 节段盖梁拼装

节段盖梁拼装应符合下列要求：

- a) 节段盖梁拼装前，拼接面应清理干净；
- b) 节段盖梁拼装分为胶接与湿接两种形式。胶接采用环氧粘结剂进行连接，湿接采用混凝土进行连接；
- c) 节段盖梁胶接施工时，施工前应对节段盖梁进行匹配试拼。拼接时拼接面涂抹的环氧粘结剂应均匀覆盖整个结合面，涂抹厚度满足设计规定，构件边缘应有均匀的挤出量，不能出现流淌现象。环氧粘结剂配制至节段盖梁拼装完成所使用时间应小于 30 min。应对预应力孔道做好防护，环氧粘结剂不能进入预应力孔道。节段盖梁之间应设置临时锚固系统，宜采用精轧螺纹钢进行连接；
- d) 节段盖梁湿接施工时，盖梁拼接面应进行凿毛处理，两端盖梁的预应力管道采用相同材质的预应力波纹管进行连接，湿接头处的模板应具有足够的强度和刚度，各接缝处应严密不漏浆。湿接段处混凝土施工应符合 JTG/T 3650；
- e) 节段盖梁安装（或拼装）就位后应设置临时支撑措施，确保盖梁稳定；

- f) 临时预应力钢筋和永久预应力钢筋的布置、预应力钢筋类型、张拉顺序、张拉力应严格按照设计要求执行。预应力混凝土施工应符合 JTG/T 3650 及 DB33/T 2154 的规定。

8.4 灌浆套筒（灌浆连接金属波纹管）灌浆

8.4.1 灌浆前构件拼接处高强低收缩砂浆垫层强度应满足设计要求。

8.4.2 灌浆施工的工艺流程为：拌制→灌浆→封浆。

- a) 拌制：钢筋连接用套筒灌浆料的拌制和使用应符合 JGJ 355—2015 中 6.3.8 和 6.3.9 的规定；灌浆前 1 天应对钢筋连接套筒灌浆料流动性、抗压强度等指标进行检测，各项指标应符合表 1 中的规定。确定钢筋连接套筒灌浆料水胶比（0.12~0.18）。灌浆施工当天还应对钢筋连接用套筒灌浆料流动度指标进行现场检测，流动度指标也应符合表 1 中的规定；
- b) 灌浆：灌浆施工应连续作业，如遇中断，应将灌浆套筒或灌浆连接金属波纹管冲洗清理干净，待干燥后重新进行灌浆；施工过程中 24 h 内灌浆部位所处的环境温度不应低于 5℃；气温高于 30℃时，应采取降温措施。根据不同的施工季节和天气气温，及时调整钢筋连接套筒灌浆料的水胶比。灌浆施工环境温度还应符合钢筋连接套筒灌浆料产品使用说明书要求。雨天不能进行灌浆套筒（灌浆连接金属波纹管）灌浆作业；
- c) 封浆：排浆管口浓浆冒出 3~5 秒后，关闭进浆管阀门，停止灌浆；灌浆完成后应及时清理混凝土构件表面的残余浆液。

8.4.3 钢筋连接用套筒灌浆料强度 ≥ 35 MPa 后方可进行下一道工序施工。

8.4.4 灌浆套筒灌浆、灌浆连接金属波纹管灌浆现场施工记录表可参照附录 D。

9 质量检验评定

9.1 一般规定

- 9.1.1 预制拼装桥墩分部及分项工程划分应符合 JTG F80/1—2017 中附录 A 的规定。
- 9.1.2 预制拼装桥墩的每个预制构件及构件拼装均应检验，相应检验项次中带“△”为关键项目。
- 9.1.3 分项工程质量检验评定表见 JTG F80/1—2017 附录 K.1。
- 9.1.4 钢筋连接用套筒灌浆料的强度评定，应以标准养生 28 d 的试件为准，设计另有规定时按设计规定。
- 9.1.5 预制拼装盖梁预应力筋加工及张拉应符合 JTG F80/1—2017 中 8.3.2 的规定。

9.2 预制构件

9.2.1 钢筋加工及安装

钢筋加工及安装应符合下列要求：

- a) 钢筋加工基本要求应符合 JTG F80/1—2017 中 8.3.1 的规定；
- b) 钢筋安装实测项目应符合表 5；

表5 钢筋安装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	受力钢筋间距(mm)	两排以上排距	± 5	尺量：长度 ≤ 20 m 时，每构件检查 2 个断面；长度 > 20 m 时，每构件检查 3 个断面

表5 钢筋安装实测项目（续）

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	受力钢筋间距(mm)	同排	±5	
2	箍筋、构造筋、螺旋筋间距(mm)		±10	尺量：每个骨架检查 10 个间距
3	钢筋骨架尺寸(mm)	长、宽、高或直径	±5	尺量：按骨架总数 30 %抽测
4	弯起钢筋位置(mm)		±20	尺量：每骨架抽查 30 %
5△	保护层厚度(mm)		±10	尺量：每构件各立模板面每 3 m² 检查 1 处，且每侧面不少于 5 处
6△	定位板孔中心位置间距、灌浆套筒（灌浆连接金属波纹管）轴线间距（mm）		±2	尺量：定位板孔间距检查 100 %，其他每个骨架检查 30 %
注：△为关键项目。				

c) 钢筋加工及安装的外观质量应符合JTG F80/1—2017中8.3.1的规定。

9.2.2 预制立柱

预制立柱应符合下列要求：

- 预制立柱应符合JTG F80/1—2017中8.6.1的规定；
- 预制立柱的实测项目应符合表6；

表6 预制立柱实测项目

项次	检查项目		规定值或 允许偏差	检测方法 & 频率	
1△	混凝土抗压强度 (MPa)		在合格标准内	按 JTG F80/1—2017 附录 D	
2	断面尺寸 (mm)		±15	用钢尺量 3 个断面	
3	高度 (mm)		±10	用钢尺量 2 个点	
4	平整度 (mm)		≤3	2 m 直尺：每 20 m 测 1 处，且不少于 3 处，每处测竖直、水平两个方向	
5	支座垫石 (mm)		位置	±10	用钢尺量每个垫石 2 点
			尺寸	±10	用钢尺量每个垫石
			预留锚孔位置	≤10	尺量：每个量
6△	预埋件 (mm)	灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管中心	位置	±2	每个预埋件用钢尺量检查 30 %
		预留钢筋	位置	±2	用钢尺量每个垫石 2 点

表6 预制立柱实测项目(续)

项次	检查项目			规定值或 允许偏差	检测方法 & 频率
			外露尺寸	± 2	用钢尺量每个垫石
注: Δ 为关键项目。					

c) 预制立柱的外观质量应符合 JTG F80/1—2017 中 8.6.1 的规定。

9.2.3 预制盖梁

预制盖梁应符合下列要求:

- 预制盖梁应符合 JTG F80/1—2017 中 8.6.1 的规定;
- 预制盖梁的实测项目应符合表 7;

表7 预制盖梁实测项目

项次	检查项目		规定值或 允许偏差	检测方法 & 频率	
1△	混凝土抗压强度 (MPa)		在合格标准内	按 JTG F80/1—2017 附录 D	
2	断面尺寸 (mm)		±15	用钢尺量 3 个断面	
3	高度 (mm)		±10	用钢尺量 2 个点	
4	平整度 (mm)		≤3	2 m 直尺: 每 20 m 测 1 处, 且不少于 3 处, 每处测竖直、水平两个方向	
5	支座垫石 (mm)		位置	±10	用钢尺量每个垫石 2 点
			尺寸	±10	用钢尺量每个垫石
			预留锚孔位置	≤10	尺量: 每个量
6△	预埋件 (mm)	灌浆套筒、灌浆连接金属波纹管中心	位置	±2	每个预埋件用钢尺量检查 30 %
6△	预埋件 (mm)	预留钢筋	位置	±2	用钢尺量每个垫石 2 点
			外露尺寸	±2	用钢尺量每个垫石
注: △为关键项目。					

c) 预制盖梁的外观质量应符合 JTG F80/1—2017 中 8.6.1 的规定。

9.3 构件拼装

9.3.1 立柱拼装

立柱与承台、立柱与立柱拼装应符合下列要求:

- 立柱拼装应符合 JTG F80/1—2017 中 8.6.2 的规定;
- 立柱拼装的实测项目应符合表 8;

表8 立柱拼装实测项目

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	高强低收缩砂浆抗压强度 (MPa)	≥ 60	应符合 JGJ/T 70 的规定
2△	灌浆材料抗压强度 (MPa)	≥ 100	按附录 A 检查
3△	轴线偏位 (mm)	≤ 2	全站仪: 纵、横各测 2 点
4	顶面高程 (mm)	± 5	水准仪: 检查 4 处
5	全高竖直度 (mm)	$\leq H/1000$, 且 ≤ 5	全站仪: 纵、横各测 2 点
6	节段间错台 (mm)	≤ 3	尺量: 每节检查 4 处
7	相邻墩、台柱间距 (mm)	± 5	全站仪: 检查 3 处
注1: H 为立柱高, 计算规定值或允许偏差时以 mm 计。			
注2: △为关键项目。			

c) 立柱拼装外观质量应符合 JTG F80/1 的规定。

9.3.2 盖梁拼装

盖梁与立柱、盖梁与盖梁拼装应符合下列要求:

- a) 盖梁拼装应符合 JTG F80/1—2017 中 8.6.2 的规定;
- b) 盖梁拼装实测项目应符合表 9;

表9 盖梁拼装实测项目

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	高强低收缩砂浆抗压强度 (MPa)	≥ 60	按附录 A 检查
2△	灌浆材料抗压强度 (MPa)	≥ 100	按附录 A 检查
3△	轴线偏位 (mm)	≤ 2	全站仪: 纵、横各测 2 点
4	顶面高程 (mm)	± 5	水准仪: 检查 4 处
5	全高竖直度 (mm)	$\leq H/1000$, 且 ≤ 5	全站仪: 纵、横各测 2 点
6	节段间错台 (mm)	≤ 3	尺量: 每节检查 4 处
7	湿接头混凝土强度 (MPa)	在合格标准内	按 JTG F80/1—2017 附录 D 检查
注1: H 为立柱高, 计算规定值或允许偏差时以 mm 计。			
注2: △为关键项目。			

c) 盖梁拼装外观质量应符合 JTG F80/1—2017 中的规定。

附录 A

(规范性)

高强低收缩砂浆垫层、钢筋连接用套筒灌浆料抗压强度评定

A.1 强度评定，应以标准养生28d的试件为准（设计另有规定时按设计规定）。试件尺寸应是40 mm×40 mm×160 mm的棱柱体。每组3个试件，制取组数应符合下列规定：

- a) 高强低收缩砂浆垫层拌制时，对应每个拼接面应制取不少于3组同条件养护试件，分别测试1 d、3 d和28 d龄期抗压强度；
- b) 钢筋连接用套筒灌浆料拌制时，对应每个拼接部位应制取不少于3组同条件养护试件，分别测试1 d、3 d和28 d龄期抗压强度；
- c) 不同强度等级及不同配合比的高强低收缩砂浆垫层和钢筋连接用套筒灌浆料应随机取样，分别制取试件不得挑选；
- d) 每一工作班取1组：如用量超过10 m³，应按每10 m³制取1组；
- e) 对桥墩结构预制拼装钢筋连接用套筒灌浆料，每个拼装部位至少1组。

A.2 试验及计算方法应符合GB/T 17671的规定，测定每组6个抗压强度值。

A.3 高强低收缩砂浆垫层和钢筋连接用套筒灌浆料强度的合格标准应符合下列规定：

- a) 同强度等级试件的平均强度不低于设计强度等级；
- b) 任意一组中试件的最低强度值不低于设计强度等级的90%。

A.4 检查项目中，高强低收缩砂浆垫层和钢筋连接用套筒灌浆料强度评定为不合格时相应分项工程为不合格。

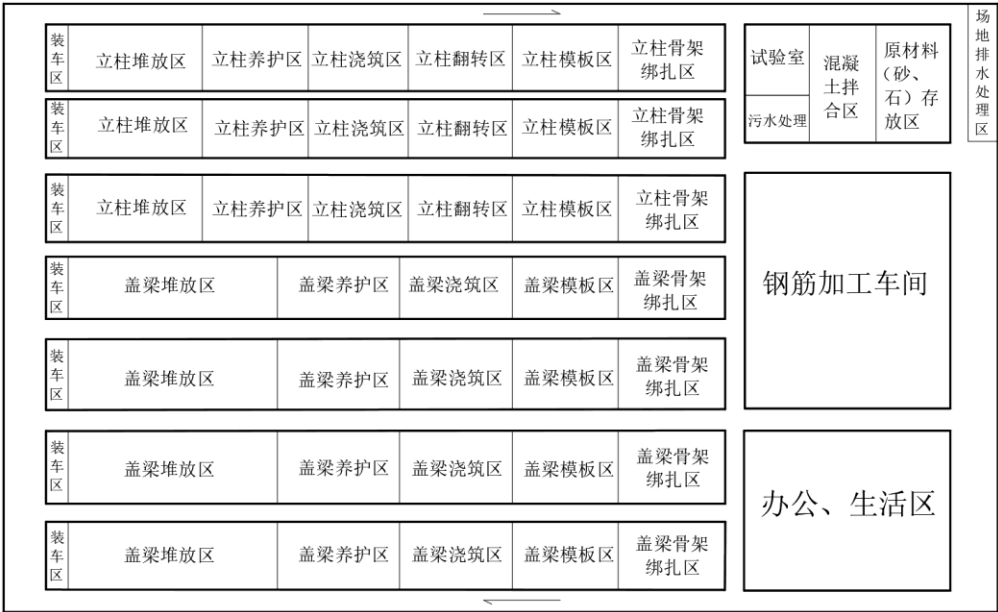
附 录 B
(资料性)
预制桥墩构件厂(场)平面布置示图

B.1 预制桥墩构件厂(场)效果图示例见B.1。



图B.1 预制桥墩构件厂(场)效果示图

B.2 预制桥墩构件厂(场)平面布置图示例见图B.2。



图B.2 预制桥墩构件厂(场)平面布置示图

附 录 C
(资料性)
生产设备和工艺工装基本配置表

C.1 立柱生产设备和工艺工装基本配置表见表C.1。

表C.1 立柱生产设备和工艺工装基本配置表

类别	名称	要求	备注
生产 设备	钢筋加工机械设备	智能数控设备、焊接机器人	
	环保型拌合站 (全包封钢结构厂房)	不少于 2 台卧轴搅拌机或者立轴行星式搅拌机、自动计量配料系统 及皮带运输机、配备 PM2.5 自动降尘系统	
	混凝土浇筑设备	构件浇筑设备应满足施工需求	
	登高车	自行走剪叉式	
	养护设备	智能喷淋系统及蒸养设施	
	灌浆料灌浆设备	挤压式灌浆设备	
	门式起重机	额定起吊能力满足最大使用荷载的需要	
	发电机	备用发电机, 功率应满足停电时继续生产、办公、试验	
工艺 工装	配套设备	数量满足产能的需要	
	立柱预制台座、存放台座	基础牢固, 符合 7.2.1 规定	
	模板	底模、侧模、端模、定位板, 满足方案要求及 7.2.4 规定	
	钢筋绑扎胎架	整体、分节绑扎胎架, 满足方案要求	
	吊具	满足吊装需求	
	混凝土浇筑平台	带防护栏杆的可拆装钢结构混凝土浇筑平台	
	混凝土浇筑防雨设施	能满足在雨中浇筑混凝土需要	
	混凝土养护装置	蒸养罩、棚、房, 满足养护要求	

C.2 盖梁生产设备和工艺工装基本配置表见表C.2。

表C.2 盖梁生产设备和工艺工装基本配置表

类别	名称	要求	备注
生产设备	钢筋加工机械设备	智能数控设备、焊接机器人	
	环保型拌合站 (全密封钢结构厂房)	不少于2台卧轴搅拌机或者立轴行星式搅拌机、自动计量配料系统 及皮带运输机、配备PM2.5自动降尘系统	
	混凝土浇筑设备	构件浇筑设备应满足施工需求	
	养护设备	智能喷淋系统及蒸养设施	
	张拉设备	智能张拉设备，符合DB33/T 2154的规定	
	压浆设备	智能压浆设备，符合DB33/T 2154的规定	
	灌浆料灌浆设备	挤压式灌浆设备	
	门式起重机	额定起吊能力满足最大使用荷载的需要	
	发电机	备用发电机，功率应满足停电时继续生产、办公、试验	
工艺 工装	配套设备	数量满足产能的需要	
	盖梁预制区、堆放区	基础牢固，符合7.2.1规定	
	模板	底模、侧模、端模、定位板，满足方案要求及7.2.4规定	
	钢筋绑扎胎架	整体、分节绑扎胎架，满足方案要求及7.4.2规定	
	吊具	满足吊装需求	
	混凝土浇筑防雨设施	能满足在雨中浇筑混凝土需要	
	混凝土养护装置	蒸养罩、棚、房，满足养护要求	

附 录 D
(资料性)
现场施工原始记录表

D. 1 灌浆套筒灌浆、灌浆连接金属波纹管灌浆现场施工原始记录表见表D. 1。

表D. 1 灌浆套筒灌浆、灌浆连接金属波纹管灌浆现场施工原始记录表

施工单位_____ 合同号_____

监理单位_____ 编 号_____

单位工程		构件名称及编号		施工日期	
分部工程		构件灌浆日期		灌浆时气温	
分项工程		灌浆料强度		灌浆时天气	
生产厂家				配合比(灌浆料: 水)	
流动度	初始			每盘方量	
	30min			拌合起、止时间	
灌浆料总量				试件数量、编号	
其他情况					
现场监理		施工负责人		质检员	
日 期		日 期		日 期	
				班组长	
				日 期	

D.2 高强低收缩砂浆垫层现场施工记录表见表D.2。

表D.2 高强低收缩砂浆垫层现场施工记录表

施工单位_____ 合同号_____

监理单位_____ 编 号_____

单位工程		构件名称及编号		施工日期	
分部工程		构件灌浆日期		灌浆时气温	
分项工程		灌浆料强度		灌浆时天气	
生产厂家				配合比（砂浆料：水）	
每盘方量				拌合起、止时间	
砂浆垫层总量				试件数量、编号	
厚度				流动度	
其他情况					
现场监理		施工负责人		质检员	
日 期		日 期		日 期	