

波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁 悬臂施工规范

2025 - 04 - 11 发布

2025 - 07 - 10 实施

目 次

前言 II

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 3

5 波形钢腹板施工 4

6 悬浇段施工 7

7 合龙段施工 9

8 钢混结合部施工 9

9 质量检验 10

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。

本文件替代DB 14/T 1334-2017《波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁悬臂施工与验收规范》，与DB 14/T 1334-2017相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了标准名称；
- 修改了目录结构（见目录）；
- 修改了“规范性引用文件”内容（见第2章）；
- 修改了“基本规定”内容（见第4章）；
- 修改了“波形钢腹板施工”内容，将2017版“施工保证措施”部分内容并入“波形钢腹板施工”中（见第5章，2017版第10章）；
- 修改了“悬浇段施工”内容，将2017版“施工保证措施”部分内容并入“悬浇段施工”内容中（见第6章，2017版第10章）；
- 修改了第9章题目及内容（见第9章，2017版第11章）；
- 增加了波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁悬臂浇筑施工质量的内容（见9.5）

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司。

本文件主要起草人：王泉、杨海龙、冯沅、金文刚、邓治国、万水、肖耀辉、张帅奇、梁博、郭向兵、杜松、陈成、丛胜、弥丁民、谢海龙、许志刚、张建东、刘玉擎、陈华利。

波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁悬臂施工规范

1 范围

本文件规定了公路波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁的术语和定义、基本规定、波形钢腹板施工、悬浇段施工、合龙段施工、钢混结合部施工以及质量检验等内容。

本文件适用于公路波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁悬臂施工。

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/T 700 碳素结构钢
- GB/T 714 桥梁用结构钢
- GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓
- GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母
- GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓连接副
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 4171 耐候结构钢
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50661 钢结构焊接规范
- JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
- JT/T 784 组合结构桥梁用波形钢腹板
- JT/T 1516 公路工程脚手架与支架施工安全技术规程
- JTG/T 283 自密实混凝土应用技术章程
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG/T 3651 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTG/T D64-01 公路钢混组合桥梁设计与施工规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准第一册 土建工程
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

波形钢腹板

被加工成波折或波纹形状的用于桥梁腹板构造的钢板（见图1）。

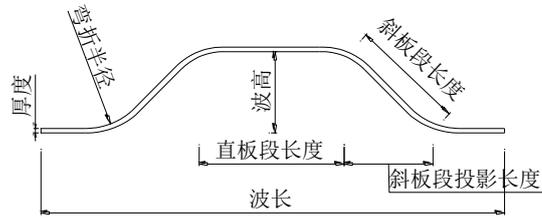


图1 波形钢腹板形状示意图

3.2

抗剪连接件

用于连接波形钢腹板与混凝土顶底板并传递两者之间的纵向剪力、横向弯矩，抵抗两者相对滑移、竖向分离，保证两者共同工作的部件（剪力键）（见图2）。

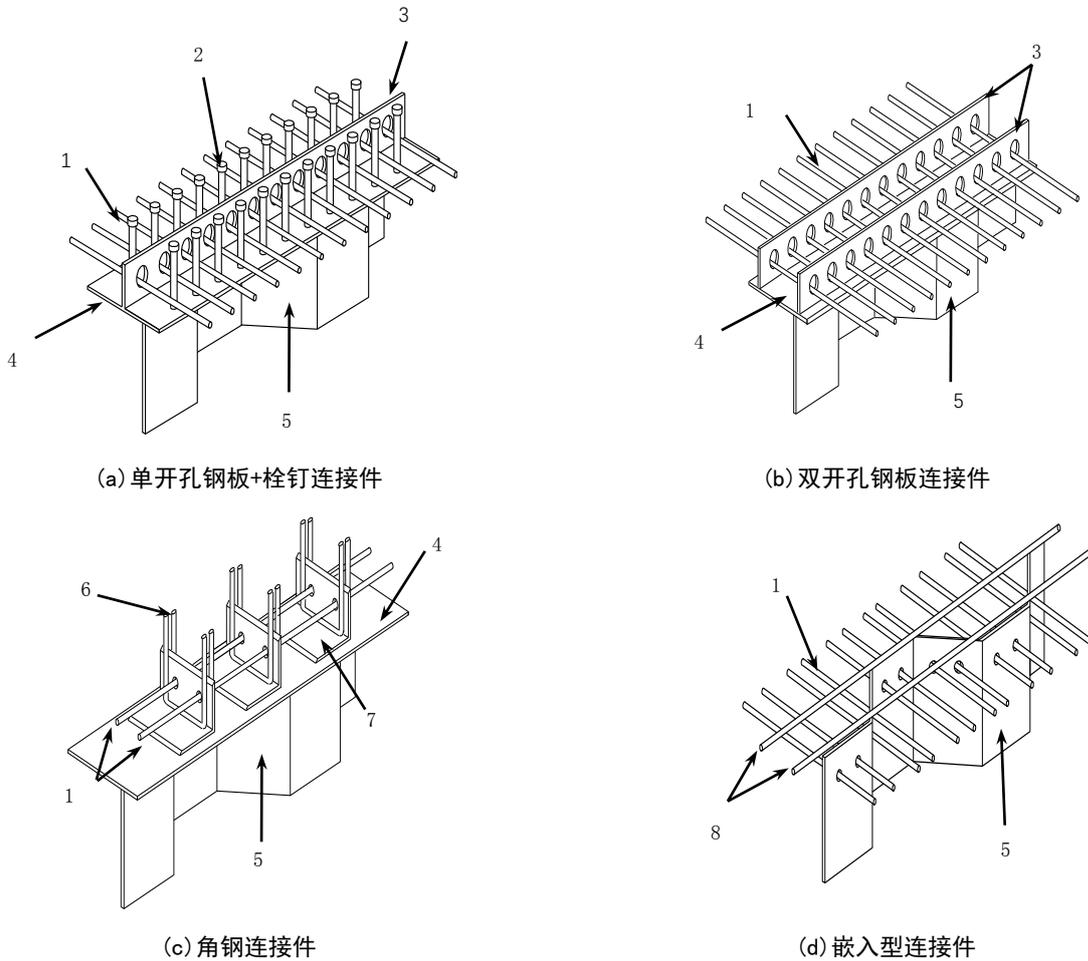
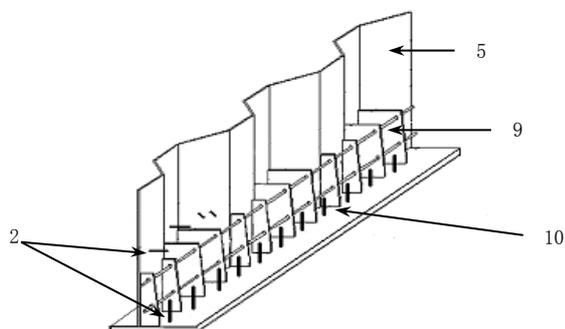


图2 波形钢腹板与混凝土顶、底板常用的连接方式



(e) 外包式连接件

标引序号说明：

- 1——贯穿钢筋
- 2——栓钉
- 3——开孔钢板
- 4——翼缘板
- 5——波形钢腹板
- 6——U形钢筋
- 7——角钢
- 8——接合钢筋
- 9——加劲板
- 10——托底钢板

图 2（续）

3.3

贯穿钢筋

穿过开孔钢板销孔的钢筋，分纵向和横向两种。

3.4

波形钢腹板预应力混凝土组合梁

由预应力混凝土顶底板与波形钢腹板通过抗剪连接件组合而成能共同受力的钢-混凝土组合梁。

3.5

悬臂浇筑法

在以桥墩为中心的顺桥向两侧，采用专用设备对称平衡地逐段向跨中浇筑混凝土梁体，并逐段施加预应力的施工方法。

3.6

异步平行悬臂浇筑法

在悬臂施工中，利用已安装的波形钢腹板作为承重结构，当前节段混凝土底板与上一节段混凝土顶板错位同步浇筑的施工方法。

4 基本规定

- 4.1 桥梁用结构钢可采用质量等级 C 级及以上级别的碳素结构钢、低合金高强度结构钢、耐候钢，并符合 GB/T 700、GB/T 1591、GB/T 714、GB/T 4171、JTG D64-01 的规定。
- 4.2 桥梁结构用混凝土、普通钢筋、预应力钢筋应符合 JTG 3362、JTG/T 3650 规定，顶、底板混凝土的粗骨料宜采用 5mm~20mm 连续级配碎石，最大粒径不得超过 25mm。
- 4.3 钢材和焊接材料必须具有完整的出厂合格证和质量证明书，进场后需进行复检，合格后方可使用。
- 4.4 施工之前，可根据需要进行施工质量控制的试验和研究，并符合 GB 50205、JTG/T D64-01、JTG/T 3650、JTG/T 3651、JTG F90 规定，拟使用新技术、新工艺、新材料、新设备的结构，应做专项试验和研究。
- 4.5 施工应符合 GB 50205、JTG/T D64-01、JTG/T 3650、JTG/T 3651、JTG F90 的规定，并满足设计文件要求。
- 4.6 施工前应编制专项施工方案，建立健全的质量保证体系，制定质量检查制度、责任制度，落实质量责任。
- 4.7 施工中应进行全程监控，并实时采集数据、分析，及时采取措施。
- 4.8 工程质量和质量检验与验收应符合 JTG/T 3650、JTG F80/1、JT/T 784、GB 50205 和 GB/T 714 的规定及本规范要求。
- 4.9 施工中应做好安全文明施工和环保措施。

5 波形钢腹板施工

5.1 一般规定

- 5.1.1 波形钢腹板施工流程：波形钢腹板的制作→运输与存放→安装与定位→纵向连接→防腐涂装。
- 5.1.2 波形钢腹板的制作、安装、检验验收除应符合本标准的规定外，尚应符合 JT/T 784、JTG/T 3650 和 JTG F80/1 的规定。
- 5.1.3 抗剪连接件、连接件翼缘及焊接材料的材质应与主体钢材相匹配，其中抗剪连接件应在工厂成型和焊接，并符合 GB 50661 规定。
- 5.1.4 工厂或工地首次焊接前，或材料、工艺在施工过程中有变化时，必须分别进行焊接工艺试验评定，出具焊接工艺评定报告。评定报告应包括下列内容：
 - a) 母材和焊接材料的牌号、规格、化学成分和力学性能等；
 - b) 试板图；
 - c) 试件的焊接条件、施焊日期、工艺参数；
 - d) 焊缝外观和无损检验结果；
 - e) 力学性能试验及宏观断面酸蚀试验结果；
 - f) 评定结论及评定人员签字。
- 5.1.5 安装前应对结构的强度、刚度、稳定性进行验算。
- 5.1.6 安装时应进行施工过程控制，保证其变形符合设计要求。
- 5.1.7 施工前应进行墩台顶高、中线及各孔跨径的复测。
- 5.1.8 吊装设备的配置应符合施工场地、起吊能力、施工周期的要求。
- 5.1.9 连接件应在加工厂进行，且符合设计要求。

5.2 波形钢腹板及连接件制作

5.2.1 波形钢腹板制作

- 5.2.1.1 制作应符合 GB 50205、JT/T 722、JT/T 784 的规定和设计文件的要求。
- 5.2.1.2 工厂制作应考虑施工预拱。
- 5.2.1.3 应按波长整体成型或连续模压成型。
- 5.2.1.4 制作完成后，应进行预拼装，验收合格后进行板块编号，并出具产品合格证和质量证明。
- 5.2.1.5 涂层体系应符合 JT/T 722 规定，并满足设计要求，采用的涂敷系统应经车间或现场的工艺试验验证后方可施工。

5.2.2 连接件制作

- 5.2.2.1 栓钉布置间距及栓钉连接件外侧边缘与翼缘钢板边缘的距离应严格按照设计要求进行控制。
- 5.2.2.2 开孔钢板及翼缘板成型、钢板开孔、焊接应在专业钢结构加工厂进行；
- 5.2.2.3 贯穿钢筋应符合以下要求：
 - a) 不设承托的混凝土板贯穿钢筋可在模板安装完成后穿入，并利用普通钢筋进行精确定位；
 - b) 设置承托的混凝土板贯穿钢筋安装，可先穿入贯穿钢筋，后安装模板，并利用普通钢筋进行精确定位；
 - c) 贯穿钢筋应居中于预留孔，且垂直于开孔钢板，并定位牢固，偏差量可通过钢筋周边至孔周边的距离以及相邻钢筋间距进行控制。
- 5.2.2.4 贯穿钢筋应居中于预留孔。
- 5.2.2.5 嵌入型连接件的接合钢筋与波形钢腹板的焊接连接应在工厂内完成，焊缝等级应达到Ⅱ级及以上。
- 5.2.2.6 外包式连接件应符合以下要求：
 - a) 托底钢板、腹板、加劲板的焊接应在工厂内完成，焊缝等级应达到Ⅱ级及以上；
 - b) 栓钉及加劲板等构件应按设计要求布设；
 - c) 托底钢板应符合桥梁线形要求。

5.3 运输与存放

- 5.3.1 波形钢腹板运输计划，应包括运输方式、运输路径、运输工期、运输单位、质量管理、安全管理、以及紧急时刻的联络机制等。
- 5.3.2 波形钢腹板起吊、装卸、搬移、运输、存储防止损伤变形。
- 5.3.3 钢板表面涂装完全干燥后方可进行搬运，且宜覆粘一层保护膜。
- 5.3.4 运输、贮存过程中可采用多分层隔离叠放的形式，但不宜超过 5 层。
- 5.3.5 运输设备应满足波形钢腹板外形尺寸、平整度及涂装保护要求。

5.4 波形钢腹板安装与定位

- 5.4.1 焊接连接使用的焊接材料和焊接工艺符合设计和 GB 50661、JTG/T 3650、JTG/T 3651 的要求。高强螺栓连接使用的螺栓和连接工艺须符合设计和 GB/T 1228、GB/T 1229、GB/T 1230、GB/T 1231、JTG/T 3651 的要求。
- 5.4.2 应按专项施工方案安装，并编制作业指导书。若采用挂篮系统起吊安装，应进行专项设计，经批准后方可实施。
- 5.4.3 安装前，应在底模上标记出底板钢筋及波形钢腹板位置，避免底板钢筋与波形钢腹板互相干扰。
- 5.4.4 不得对波形钢腹板进行临时性的焊接和切割作业。
- 5.4.5 吊装应符合下列要求：

- a) 吊装施工人员应持证上岗；
- b) 吊装前，应保证波形钢腹板编号正确、无变形，做好波形钢腹板定型加固，应采用专用吊具，防止变形；
- c) 起吊应缓慢，吊件离地后，应短暂悬停，观察吊件挂钩是否稳妥；
- d) 吊装过程中，应有专人指挥并按信号作业；
- e) 吊装设备作业范围内禁止人员进入、逗留；
- f) 遇六级及以上大风、雷雨、大雾天气时禁止吊装作业。

5.4.6 对单箱多室波形钢腹板宜按照先边后中的顺序进行。

5.4.7 应采用桥梁测量控制网三维空间定位，且符合精度要求，并采用临时吊架和支撑定位固定。

5.5 纵向连接

5.5.1 波形钢腹板纵向连接

波形钢腹板纵向连接方式可采用高强度螺栓连接法或焊接连接法。

5.5.2 高强螺栓连接

5.5.2.1 连接副的选用应符合设计要求，并符合 GB/T 1228、GB/T 1229、GB/T 1230、GB/T 1231 和 JTG/T 3651 规定。

5.5.2.2 采用扭矩法、转角法的施拧方法和终拧扭矩值应符合 JTG/T 3651 的规定。

5.5.2.3 高强度螺栓连接的摩擦面应按照 GB 50205 及 JTG/T 3651 的要求进行处理，抗滑移系数应对波形钢腹板试板进行检验，检验结果应满足设计要求。安装时，摩擦面应干燥、整洁，间隙处理应符合相关技术规范规定。

5.5.2.4 高强度螺栓应按同一方向顺畅穿入，不得强行敲入。栓合的板束表面应垂直于螺栓轴线，否则应在垫圈下面加垫斜形垫板。

5.5.2.5 螺栓应从板束刚度大、缝隙大处开始施拧，大面积节点板应由中央向四周边缘辐射进行，最后拧紧端部螺栓，并应在当天施拧完毕。不得采用冲击拧紧、间断拧紧。

5.5.3 焊接连接

5.5.3.1 焊接连接可采用角焊接法或对接焊接法。

5.5.3.2 焊接施工时的技术要求应符合 GB 50661 的要求，工地焊缝检验应按 JTG/T 3650 执行。

5.5.3.3 波形钢腹板节段之间的焊接连接，应在节段就位、固定并检查合格后进行。

5.5.3.4 施焊前应按规定对焊接坡口进行除锈，应严格按照通过评定的焊接工艺施焊，并应在除锈后规定的时间内焊接完毕。

5.5.3.5 不良气候条件焊接时应设立防风、防雨、防露、保温措施，在箱梁内焊接时应有通风防护安全措施。

5.5.3.6 设置栓钉连接件的翼缘钢板应采取有效措施，保证焊接变形控制在规定范围内。

5.5.3.7 角钢连接件的 U 形钢筋与角钢的焊接连接宜在工厂完成。

5.6 工地防腐涂装

5.6.1 波形钢腹板的工地涂装应在桥梁主体施工完成后及时进行。

5.6.2 在施工过程中对涂层损伤的部位，应进行表面清理，并按设计要求补涂。

5.6.3 涂装过程中的环境条件、涂装时间、涂装间隔以及使用的机具设备等均应满足涂装工艺和涂装

材料的要求。

- 5.6.4 在完成前一道涂敷后，其干膜厚度应经检验合格，方可进行下一道涂敷。
- 5.6.5 涂装施工时，杆件和梁段表面不应有雨水或结露，相对湿度不应高于 80%。
- 5.6.6 涂装时的环境温度对环氧类漆不得低于 10℃，水性无机富锌防锈底漆、聚氨酯漆和氟碳面漆不得低于 5℃。
- 5.6.7 在风沙、雨天和雾天不应进行涂装施工，涂装后 4h 内应采取保护措施，避免遭受雨淋。
- 5.6.8 工厂涂装和现场涂装应分别进行检验。

6 悬浇段施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工方法可选用悬臂浇筑法或异部平行悬臂浇筑法。
- 6.1.2 悬臂浇筑法应严格参照 JTG/T 3650 和 JTG/T D64-01 执行。
- 6.1.3 异部平行法应在波形钢腹板安装检验合格后方可进行挂篮安装、行走和悬臂施工作业。
- 6.1.4 悬臂浇筑前，应对 0 号块的高程、轴线进行复测，符合设计要求后，方可进行下一步施工。
- 6.1.5 应避免大悬臂状态下中断施工。

6.2 异部平行悬臂浇筑法施工流程

6.2.1 异部平行悬臂浇筑法浇筑标准节段宜分为 N-1 段顶板、N 段底板、N+1 段波形钢腹板三个独立施工面，如图 3 所示，并按以下施工流程作业：

- a) N 节段挂篮就位；
- b) N-1 节段顶板、N 节段底板施工；
- c) N-1 节段顶板、N 节段底板混凝土浇筑、养护、脱模、混凝土接合面凿毛处理；N+1 节段波形钢腹板安装、连接；
- d) N-1 节段预应力筋张拉，挂篮前移，进入下一循环。

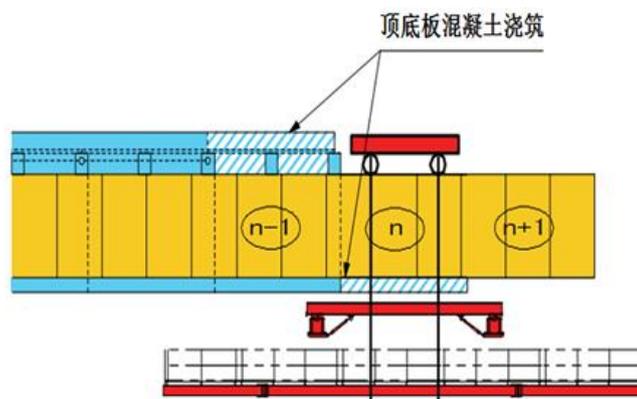


图3 波形钢腹板与混凝土顶、底板常用的连接方式

6.2.2 挂篮设计应根据桥梁结构特点、施工工艺和施工整体要求进行专项设计，挂篮整体构造除满足 JTG/T 3650 规定外，还应满足下列要求：

- a) 充分考虑承重系统、吊挂提升系统、行走系统、模板系统的整体设计，避免相互干扰；

- b) 主承重梁利用波形钢腹板,应在波形钢腹板间设置临时支撑,确保波形钢腹板的纵向及横向刚度满足要求;
- c) 挂篮悬吊构件应采用钢板吊带,并设置防止损伤的防护体系;
- d) 挂篮前、后支点应支承在波形钢腹板上翼缘板及开孔钢板之间,并宜设置减少挂篮前移阻力的装置;
- e) 模板设计应充分考虑异部平行施工的要求;
- f) 挂篮制作完成后应进行试拼装。

6.2.3 挂篮安装流程:

挂篮进场验收→安装波形钢腹板间临时支架→底篮拼装场地清理→主桁架支腿安装及定位→前、后上横梁安装→吊带(杆)→底篮前后横梁安装→底篮纵梁及平联安装→底模板拼装及固定→底篮提升固定→翼缘板及内顶模板系统安装。

6.2.4 挂篮安装前期准备工作:

- a) 0号节段施工时,应检查为挂篮安装要求设置的预留孔和预埋件是否符合要求;
- b) 挂篮安装前须由设计、制造、安装和施工单位对挂篮各个构件的外观尺寸及质量进行检查;
- c) 安装前应调试、准备好吊装机具,清理好0号节段顶面,并应精确标明桥梁的轴线、高程控制点和支撑位置;
- d) 挂篮安装前,应根据施工现场环境、起重机械性能、位置和吊装物件情况等,编制安装方案和操作安全技术细则,并对施工作业人员进行技术交底。

6.2.5 挂篮安装要求:

- a) 支点与连接纵梁、前后上横梁焊接牢固之前,应采取临时稳固措施,避免倾覆;
- b) 挂篮所使用的预留孔,必须准确设置,保持孔道垂直;
- c) 构件吊装前,宜确定构件的吊装重心,合理确定吊点位置;
- d) 起重吊装作业时必须严格执行有关安全操作规程;
- e) 主桁吊装到位后,必须首先安装后锚固。各吊带(杆)连接销轴和插销必须按规定安装齐全到位,并由专人检查确认合格后才可进行下一道工序施工;
- f) 挂篮应在1号块波形钢腹板安装完成后对称安装,并应在挂篮尾部采取措施保证施工安全,挂篮的支脚必须调平;
- g) 挂篮在现场组拼后,应全面检查其安装质量,并应进行模拟荷载试验,符合挂篮设计要求后方可正式投入使用;
- h) 挂篮四周应设置操作平台及围栏,操作平台下应设置安全网,人员上下应采用安全扶梯。

6.2.6 挂篮前移

6.2.6.1 前期准备工作:

- a) 测量标出已施工节段的轴线及高程,并宜按间距不大于0.5m测量标出移位位置横向标线,以观测和保证桥墩两侧挂篮同步对称前移;
- b) 铺设滑道或安放滚轮箱等走行设施;
- c) 对挂篮的结构状态和各部位连接情况应进行详细检查并做好记录,对发现的缺陷应及时整改、纠正;
- d) 解除挂篮主桁架后锚和前支点处的锚固,拴好安全绳;
- e) 安装并调试前移动力装置。

6.2.6.2 前移应符合下列要求:

- a) 桥墩两侧挂篮必须在节段的纵向预应力筋张拉完成后同步移动，并应设专人指挥；铺设滑道或安放滚轮箱等走行设施；
- b) 采用不同移动（滑动式、滚轴式、支架滚轮等）和动力驱动（倒链、千斤顶和液压驱动走行）方式应按操作要求进行，并保持主桁处于水平状态。挂篮前移不得使用卷扬机钢丝绳作为牵引动力；
- c) 移动速度不宜大于0.1m/min，就位时轴线偏差不应大于5mm；
- d) 前移时，宜在其后方设置控制其滑动的装置或在滑道上设置止动装置；前移就位后，应立即将后锚固点锁定，防止倾覆；
- e) 除满足上述要求外，承重波形钢腹板间必须设置临时支撑，确保行走安全。

6.2.7 挂篮拆除

6.2.7.1 挂篮应按照挂篮安装顺序倒置拆除，两侧荷载偏差不得大于设计允许值。

6.2.7.2 挂篮拆除宜在合龙段的位置拆除，也可回退至0号段拆除。拆除顺序一般为：底模→内、外侧模→滑梁→吊带（杆）→前横梁→横联→主桁架→滑动装置→走行轨道→清理场地。

7 合龙段施工

7.1 一般规定

7.1.1 合龙顺序应按设计要求进行，并制定专项施工方案，施工工艺应符合JTG/T 3650的相关规定。

7.1.2 合龙段施工可采用支架、悬臂挂篮或另设施工吊架作为施工作业平台。

7.2 施工流程

安装支架、吊架或挂篮前移就位→合龙口监测、校正→合龙口临时锁定→波形钢腹板安装→钢筋及预应力管道安装→混凝土浇筑→预应力张拉、压浆、封锚→解除临时锁定→拆除支架、吊架或挂篮。

7.3 波形钢腹板安装

7.3.1 合龙段波形钢腹板安装步骤：

- a) 调整合龙段两端的标高至符合设计要求；
- b) 测量合龙段实际尺寸，确定波形钢腹板长度；
- c) 锁定合龙段；
- d) 将波形钢腹板吊装就位；
- e) 焊接波形钢腹板。

8 钢混结合部施工

8.1 钢混结合部的施工应符合JTG/T 3650和JTG/T D64-01的规定。

8.2 钢混结合部施工前应制定详细的施工方案。

8.3 连接件周边普通钢筋及预应力管道在安装过程中，严禁损伤波形钢腹板及连接件型钢和栓钉。连接件的安装质量应进行专项检查。对嵌入式抗剪连接件，应在底板钢混结合部采取密封防水措施。

8.4 钢混结合部钢筋安装时，禁止弯折和切割焊钉，如普通钢筋与焊钉位置发生冲突时应调整普通钢筋位置。贯穿钢筋严禁与开孔钢板焊接，同时应防止混凝土振捣施工时出现位移。

8.5 钢混结合部混凝土施工应符合下列要求：

- a) 混凝土浇筑过程中，应保证连接件周围混凝土的密实性。在翼缘型连接件与底板连接区域，应充分振捣，确保翼缘板下的混凝土浇筑密实；对钢筋较为密集的结合部，宜采用较小直径的振捣棒或采用自密实混凝土，必要时可采用附着式振捣器；
- b) 对直立栓钉，宜采用平板式振捣器；对侧立栓钉，宜选用较小直径的插入式振捣棒，避免触碰栓钉造成损坏；
- c) 采用自密实混凝土时，应符合JTJ/T 283规定。

8.6 混凝土强度达到 90%设计强度前，应严格控制外荷载作用于钢混结合部。

9 质量检验

9.1 一般规定

波形钢腹板预应力混凝土结构桥梁上部结构宜按一个分部工程进行质量验收，节段制作、安装、涂装宜作为分项工程单独进行验收。

9.2 节段制作质量

9.2.1 实测项目

波形钢腹板节段制作质量要求见表1。

表1 波形钢腹板节段制作实测项目

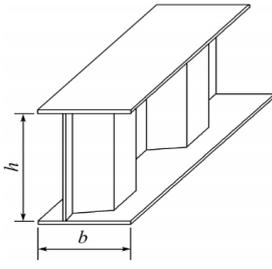
项次	检查项目		规定值或允许偏差	测定位置	检查方法和频率
1Δ	翼缘板宽 <i>b</i>	(mm)	±2		尺量，2点

表1 波形钢腹板节段制作实测项目（续）

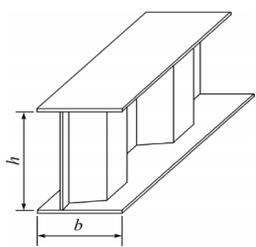
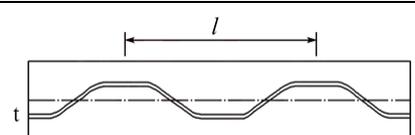
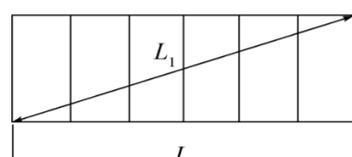
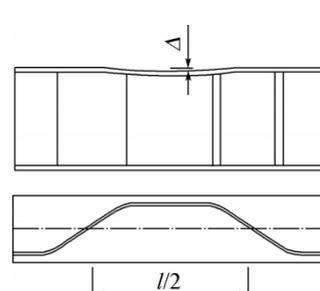
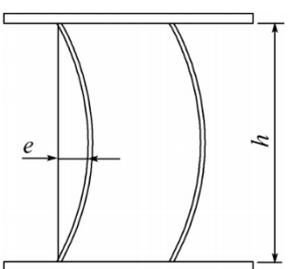
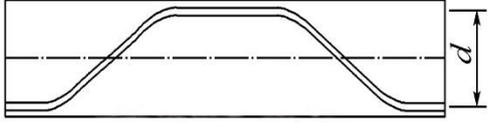
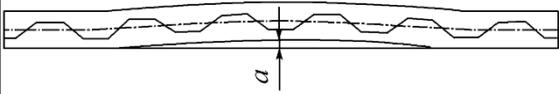
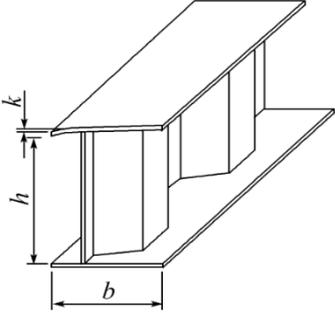
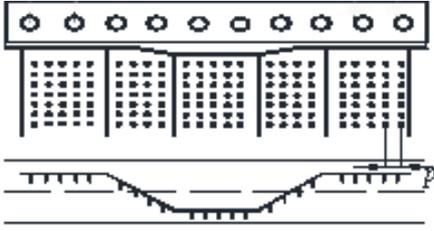
项次	检查项目		规定值或允许偏差	测定位置	检查方法和频率
2Δ	波形钢腹板高 h	(mm)	$\pm h/1000$		尺量，2点
3	波长 l	(mm)	$\pm t/2$		尺量，2点
4	节段长 L	(mm)	$\pm L(L_1)/1000$		尺量，4点
5	翼缘板平整度 Δ	(mm)	$\pm l/1000$		尺量，上下各2点
6	腹板高度方向平整度 e	(mm)	$\pm h/750$		尺量，3点

表1 波形钢腹板节段制作实测项目（续）

项次	检查项目		规定值或允许偏差	测定位置	检查方法和频率
7	波高 d	(mm)	$\pm t/4$		尺量，3点
8	平面挠曲量 a	(mm)	± 5		尺量，2点
9	翼缘板垂直度 k	(mm)	$\pm b/200$		尺量，上下各2点
10	开孔板孔径偏差 m	(mm)	± 0.7		尺量：每段检查4点
11	开孔板孔位偏差 n	(mm)	± 0.5		尺量：每段检查2点
12	焊钉位置偏差 p	(mm)	± 1		尺量：每段检查4点
注： Δ 为涉及结构安全和使用功能的关键项目。					

9.2.2 外观鉴定

9.2.2.1 波形钢腹板构件转角处圆弧应平滑，不应产生裂纹和出现纤维状暗筋。切口应平直，不应有明显锯齿。

9.2.2.2 波形钢腹板表面应色泽均匀，不应有明显缺损和色泽灰暗现象。

9.2.2.3 波形钢腹板表面锈蚀、麻点或划痕深度不应大于钢材厚度允许偏差值的 1/2。

9.3 防腐涂装质量

9.3.1 实测项目

波形钢腹板防腐涂装质量要求见表2。

表2 波形钢腹板防腐涂装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	除锈等级	满足设计要求；设计未要求时，热喷锌或铝 Sa3.0，无机富锌底漆及其他 Sa2.5(St3)	样板对比：全部检查
2Δ	粗糙度 $Rz/\mu\text{m}$	满足设计要求；设计未要求时，热喷锌或铝 60~100，无机富锌底漆50~80，其他30~75	按设计要求检查，设计未要求时用对比样块：全部检查
3	总干膜厚度/ μm	满足设计要求；设计未要求时，干膜厚度小于设计值的测点数量 $\leq 10\%$ ，任意测点的干膜厚度 \geq 设计值的90%	按设计要求检查；设计未要求时用测厚仪检查：抽查20%且不少于5件，每10m ² 测10点，且不少于10点
4	附着力/MPa	满足设计要求	按设计要求检查，设计未要求时用拉开法检查：抽查5%且不少于5件，每件测1处
注：Δ为涉及结构安全和使用功能的关键项目。			

9.3.2 外观鉴定

9.3.2.1 涂层流挂、皱皮、水纹印的最大面积应不大于 900mm²，在任何 1m² 范围内不得多于 2 处。

9.3.2.2 不得出现漏涂、起泡、裂纹、起皮、大熔滴、松散粒子、掉块及返锈。

9.4 安装质量

9.4.1 波形钢腹板定位标准

波形钢腹板的定位质量见表3。

表3 波形钢腹板定位实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	波形钢腹板轴向偏位/mm	±5	内外侧波形钢腹板分别测量并间隔2m量3处
2	内外侧波形钢腹板间距偏差/mm	±5	间隔2m量3处
3	内外侧波形钢腹板高差/mm	±5	间隔2m量3处
4	波形钢腹板垂直度	±1/500	间隔2m量3处
5	波形钢腹板纵桥向坡度	±1/500	间隔2m量3处

9.4.2 波形钢腹板安装质量标准

波形钢腹板安装质量标准见表4。

表4 波形钢腹板安装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	长度L/mm	±15	全站仪：每节段检查
2△	腹板中心距/mm	±3	尺量：检查梁腹板中心距
3	钢腹板埋入混凝土深度/mm	±10	尺量：检查腹板顶及底部埋入混凝土深度
4	拱度/mm	+10、-5	水平仪测量：检查跨中
5△	垂直度或斜度/mm	h/500	用吊线和钢尺检查
6	焊缝尺寸/mm	满足设计要求	量规：检查全部，每条焊缝检查3处
7△	焊缝探伤	满足设计要求	超声法：检查全部
8△	高强螺栓扭矩	±10%	扭矩扳手：检查5%，且不少于2个
9	贯穿钢筋安装偏差/mm	±5、垂直于开孔钢板	尺量：检查全部
<p>注1：△为涉及结构安全和使用功能的关键项目；</p> <p>注2：长度L为波形钢腹板逐段安装后累计总长度；垂直度或斜度项次中h为波形腹板设计高度。</p>			

9.4.3 外观鉴定

9.4.3.1 表面无混凝土残渣及保护膜残留物。

9.4.3.2 波形钢腹板应无异常变形，其线形无异常弯折。

9.5 波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁悬臂浇筑施工质量

9.5.1 波形钢腹板预应力混凝土组合结构桥梁悬臂浇筑施工质量应符合 JTG F80/1 的规定。

9.5.2 悬臂浇筑施工质量应符合现行 JTG/T 3650 的相关规定，波形钢腹板组合桥梁悬臂浇筑施工质量应满足表 5 的要求。

表5 波形钢腹板组合桥梁悬臂浇筑施工质量要求

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	按现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)检测
2	轴线偏位/mm	$L \leq 100m$	10	全站仪或经纬仪：每个节段检查2处
		$L > 100m$	$L/10\ 000$	
3	顶面高程/mm	$L \leq 100m$	± 20	水准仪：每个节段检查2处
		$L > 100m$	$\pm L/5\ 000$	
		相邻节段高差	10	丈量：检查3-5处
4	截面尺寸/mm	高度	+5,-10	丈量：每个节段检查1个截面
		顶宽	± 30	
		底宽	+20	
		顶底板厚	+10, -0	
5	合龙后同跨对称点高程差/mm	$L \leq 100m$	20	水准仪：每跨检查5-7处
		$L > 100m$	$L/5000$	
6	横坡/%		± 0.15	水准仪：每节检查1-2处
7	平整度/mm		8	2m直尺：检查竖直、水平方向，每侧面每10m梁长测一处
注：L-梁跨径。				

9.5.3 波形钢腹板组合结构桥梁施工质量应符合现行 JTG/T 3650 中关于钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥的相关规定以及表 6 的规定。

表6 波形钢腹板组合梁施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	波形钢腹板中心距(mm)	± 3	丈量(皮尺或钢卷尺)：检查两波形钢腹板中心距
2	横断面对角线差(mm)	± 4	丈量：检查两端断面
3	扭曲(mm)	每米扭曲 ≤ 1	安装前置于平台，四角中有三角接触平台，用丈量剩余一角与平台的间隙