

DB13

河北省地方标准

DB 13/T 2373—2016

公路装配式组合钢箱梁制造与安装规程

Technical Code For Manufacturing And Installation Of
Highway Composite Steel Box Girder

2016 - 08 - 15 发布

2016 - 10 - 01 实施

河北省质量技术监督局 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
3.1.....	1
3.2.....	1
3.3.....	1
3.4.....	2
4 基本规定.....	2
5 材料.....	2
5.1 钢材.....	2
5.2 混凝土.....	3
5.3 钢筋及预应力钢筋.....	3
6 钢构件制造.....	4
6.1 一般规定.....	4
6.2 波形钢腹板制作.....	5
6.3 钢底箱制作.....	5
6.4 顶板制作.....	6
6.5 横隔板制作.....	6
6.6 构件间连接施工.....	7
6.7 其他规定.....	8
7 混凝土工程.....	9
7.1 一般规定.....	9
7.2 混凝土浇筑与养护.....	9
7.3 预应力钢筋工程.....	10
8 构件运输.....	10
8.1 一般规定.....	10
8.2 道路与车辆要求.....	10
8.3 装卸.....	11
8.4 其他规定.....	11
9 构件安装.....	11
9.1 一般规定.....	12
9.2 支座与梁段安装.....	12
9.3 构件连接施工.....	13

9.4	涂装施工	13
9.5	桥面铺装施工	13
9.6	其他附属设施施工	14
10	验收	14
10.1	一般规定	14
10.2	钢构件验收	15
10.3	混凝土构件验收	15
11	养护	15
11.1	一般规定	15
11.2	保养小修	16
11.3	结构检测与评定	16

前 言

本规程按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本规程由河北省交通运输厅提出并归口。

本规程起草单位：邢台路桥建设总公司、河北省交通规划设计院、同济大学。

本规程主要起草人：宋田兴、刘建奇、陈维珍、朱冀军、马朝波、刘永春、华鹏年、徐俊、栾文辉、杨立伟、智韶宇、张孟强、郑会玺、程丰臣、刘杰、赵子璞、王珑珑、张俊志、李丽、尚林菁。

公路装配式组合钢箱梁制造与安装规程

1 范围

本规程规定了装配式组合钢箱梁桥上部结构制造、运输、安装、验收、养护中的基本原则和相关技术要求。

本规程适用于装配式组合钢箱梁桥的施工与养护工程。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 50205 钢结构工程施工质量验收规范
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50661 钢结构焊接规程
JTG B01 公路工程技术标准
JTG TF50 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
JTG H11 公路桥涵养护规范
JGJ 92 无粘结预应力混凝土结构技术规程
JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
CJJ 2 城市桥梁工程施工与质量验收规范
CJJ 99 城市桥梁养护技术规范
Q/CR 9211-2015 铁路钢桥制造规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

波形钢板 corrugated steel plate
通过机械加工得到的波折形状的钢板。

3.2

剪力连接键 shear connector
是指通过剪力传递荷载，用于连接钢结构与混凝土结构并使两者共同受力的连接件。

3.3

聚合物混凝土 polymer concrete

是颗粒型有机—无机复合材料的统称。又称为聚合物改性混凝土。与普通水泥混凝土相比，具有高强、耐蚀、耐磨、粘结力强等优点。

3.4

装配式组合钢箱梁 prefabricated composite steel box girder

由波形钢腹板、灌混凝土钢套箱、钢-聚合物混凝土组合顶板、横隔板拼制而成的箱形结构梁。

4 基本规定

4.1 装配式组合钢箱梁制造、运输、安装、验收及养护应符合本规程中相关章节的规定。

4.2 在装配式组合钢箱梁制造、运输、安装及养护作业过程中应坚持安全可靠、经济合理、节能环保、技术先进的作业原则。

4.3 承担装配式组合钢箱梁制造、运输、安装、验收、养护各分阶段工程的合同单位，应具备完成相应作业任务的乙级（省级）或以上资质并具有波形腹板桥梁相关工程经验。

4.4 装配式组合钢箱梁的制造、运输、安装、验收、养护等作业应建立健全的质量管理体系和质量检验制度。各项工作应严格按现行国家和行业相关安全生产法规执行。

4.5 实施装配式组合钢箱梁的制造、运输、安装、验收、养护等作业，宜采用耐久性高、易于回收的材料。作业期间应设置专用场地用于废弃物回收、堆放、填埋。对可能导致污染的废物废水应先进行无害化处理或排入环保部门指定的专用排污沟渠。

4.6 装配式组合钢箱梁制造与安装单位在施工前应对设计文件进行工艺审查，领会设计意图，编制并熟悉施工文件。需要修改设计时应取得设计单位同意，并办理相应设计变更文件。建设单位应安排设计单位进行技术交底。装配式组合钢箱梁安装单位在开工前应进行现场踏勘与核对。

4.7 用于制造、运输、安装、验收、养护装配式组合钢箱梁的相关机械设备应定期维护：

- a) 对于测量仪器和计量器具应按国家或行业现行相关规程的规定定期进行校准和检定，对经检定精度达不到要求的仪器应在校正精度后再投入使用；
- b) 对于涉及作业安全的设备应按国家或行业现行相关规程的要求进行定期安全检查，排除安全隐患，合格后方允许投入使用。

4.8 承担装配式组合钢箱梁制造、运输、安装、养护工程的单位应依据国家或行业相关标准的规定对作业人员开展安全及技术培训，经考试合格后，方允许从事相关工作。

5 材料

5.1 钢材

5.1.1 钢板、钢铸件、栓钉连接件等钢材进厂时应按现行国家或行业产品标准及设计文件中的规定对其品种、规格和性能进行检验。非标准产品应满足设计文件及合同中的相关技术要求。

5.1.2 钢构件表面存在锈蚀、麻点或划痕时，这些缺陷的深度不得超过 0.05 倍板厚，其范围不得超过构件表面积或宽度的 0.1 倍。钢构件表面不得存在裂纹。

- 5.1.3 波形钢腹板宜应采用整板加工，不得采用多块小尺寸板焊接拼成大板使用。
- 5.1.4 施工用焊丝和焊剂的品种、规格和性能应符合国家产品标准及设计文件中的相关要求。
- 5.1.5 涂装材料、固化剂和稀释剂的品种、规格和性能应符合国家产品标准及设计文件中的相关要求，其保质期及面漆色泽和亮度应符合设计要求。
- 5.1.6 圆柱头焊钉、焊接磁环的规格和性能应符合国家标准 GB/T 10433 中的规定。
- 5.1.7 制造用钢板初始变形超出行业施工标准关于材料初始变形的限值时，应先采用热矫正方法对构件进行矫正处理。
- 5.1.8 主要构件下料时宜使构件的主要受力方向平行于钢材的轧制方向。

5.2 混凝土

- 5.2.1 砂石、水泥、添加剂等的品种、规格和性能应符合现行国家产品标准及设计文件中的相关要求，非标准产品应符合设计文件及合同中的相关技术要求。
- 5.2.2 聚合物材料的品种、规格和性能应符合国家产品标准及设计文件中的相关要求，非标准产品应符合设计文件及合同中的相关技术要求。
- 5.2.3 水泥产品应存放在干燥通风的环境中，并在保质期内使用。
- 5.2.4 聚合物桥面与钢板间涂刷的界面胶应满足表 1 中的相关技术要求。

表1 界面胶技术要求

编号	检测项目	性能指标
1	抗隔破要求	130 度、500 g 重锤、300 mm 的高度冲击后无破损
2	纵横向拉力	800 kN
3	不透水性 (0.3 MPa, 2h)	不渗水
4	粘结性 (20℃) 粘结性 (60℃)	≥2.0 MPa ≥1.0 MPa
5	耐热性 (大于等于 170℃, 2h)	无流淌、起泡和滑动
6	抗冻性	20 次无开裂
7	柔韧性: -30℃±1℃	绕 Φ 10 mm 棒一圈无裂纹及断裂
8	延伸率	≥100 %
9	抗剪强度 (剪切角 40 度)	25℃≥3.0 MPa, 35℃≥2.0 MPa, 60℃≥1.0 MPa

5.3 钢筋及预应力钢筋

- 5.3.1 钢筋、预应力筋等钢材的品种、规格和性能应符合现行国家产品标准及设计文件中的相关要求，不得采用非标准产品替代国标产品施工。
- 5.3.2 钢筋、预应力筋堆放应分类整齐并设置标记，存放时间不宜超过 6 个月。堆放场地应注意防雨与排水。施工中或存放中还应采取其他的必要措施防止钢筋及预应力筋的锈蚀。

- 5.3.3 钢筋及预应力筋下料前应将表面油渍、漆皮、鳞锈清理干净，预应力筋存在超过 JTG TF50 规定要求的弯曲时应先调直再使用。
- 5.3.4 钢筋的形状应按设计尺寸予以加工。钢筋弯折与弯钩应符合现行国家、行业相关标准及设计文件中的相关规定。
- 5.3.5 预应力筋切断应采用砂轮机，不宜采用氧割切割。

6 钢构件制造

6.1 一般规定

- 6.1.1 本章规定了装配式组合钢箱梁钢构件部分在工厂内制造的技术规定。
- 6.1.2 制造厂应根据设计文件绘制施工图，并编制各个部件的制造工艺说明和施工指南等技术文件。装配式组合钢箱梁制造应依据施工图和制造技术文件实施。
- 6.1.3 装配式组合钢箱梁结构应按图 1 所示的流程施工。

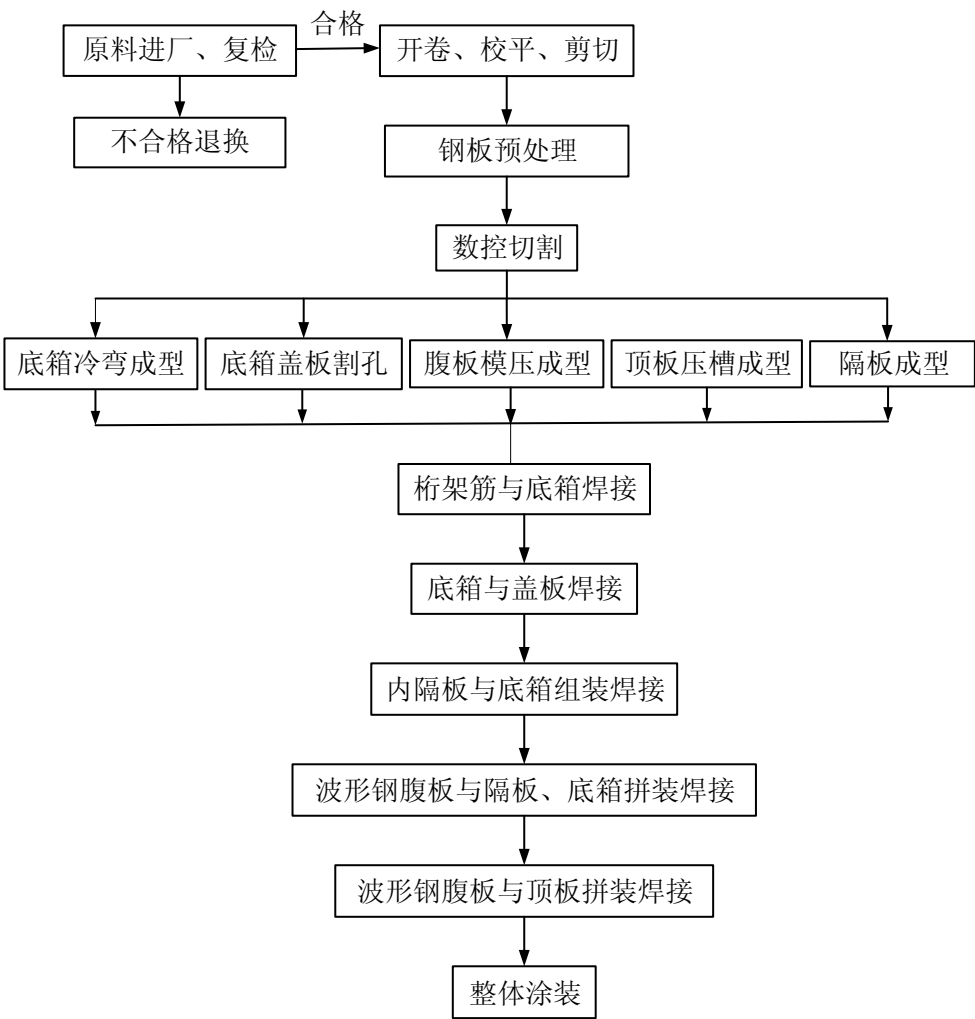


图1 装配式组合钢箱梁的制造流程

6.1.4 各构件的加工精度应满足 JTG TF50 和 Q/CR 9211-2015 的要求。设计上相同规格和功能的构件在制造精度上应达到互换要求。

6.1.5 构件切割时应严格控制摆动，避免缺口。零部件缺口应不大于 2 mm。存在小于等于 2 mm 缺口的零部件可用砂轮机打磨光滑平顺后使用，大于 2 mm 缺口的零部件应按照缺陷修补法进行修补，待满足要求后再使用。在工厂内洗剂的钢板坡口表面应用砂轮机打磨光滑平顺，并现露金属光泽。

6.1.6 构件冷弯加工完成后需临时保存的应平躺放置。放置构件时不得在板面之上堆放其他重物，板下应按弯曲角度垫放，避免钢板受弯变形。

6.1.7 焊接前应进行焊接工艺评定，并在施焊时严格按照焊接工艺施焊。施焊宜采用俯焊。

6.1.8 构件上焊缝相交时应在次要板件上设置直径不少于 2 倍板厚的过焊孔。设计要求不设过焊孔时应在焊后通过喷丸、打磨等方式改善焊接次内力。

6.1.9 构件焊接时宜采用引弧板辅助施焊。

6.1.10 构件下料宜采用整板，必须拼板时焊缝位置应错缝布置，且组合底板中的横向拼接缝不得布置在跨中 4 m 范围内，腹板横向拼接缝应布置在跨中范围内。

6.1.11 焊接环境及焊接质量应满足 Q/CR 9211-2015 第 4 章中的相关规定。

6.1.12 焊缝质量不合格的构件应进行重焊，但重焊不得超过两次。两次重焊均失败的板件不得再用于结构关键部位，可将重焊位置 6 cm 范围内的材料切除用作次要部位的构件。

6.1.13 板件冷矫总变形量不得大于 2 %，冷矫时环境温度不得低于 0 ℃。板件热矫时加热温度应控制在 600 ℃～800 ℃，严禁过烧，不应在同一部位 3 次以上重复加热，温度降至室温前不得锤击钢材或用水急冷。矫正后构件表面不得有明显的凹痕或其他损伤。

6.1.14 钢结构整体装配好后，桥梁在自重作用下的跨中挠度误差不得超过 $L/1000$ 。

6.2 波形钢腹板制作

6.2.1 波形钢腹板冷弯加工宜在 5 ℃ 以上的工作温度条件下实施，加工过程中应采取有效措施避免钢材韧性降低及表面开裂。

6.2.2 波形钢腹板冷加工时，内侧弯曲半径不宜小于板厚的 15 倍。

6.2.3 波形钢腹板冷弯宜采用液压模具一次成型。

6.2.4 波形钢腹板采用倾斜布置时，斜面应在波形腹板冷弯成形后切割，切割误差应介于 -1 mm～1 mm。

6.2.5 设置在波形钢腹板横隔板位置上的栓钉应按现行国家及行业标准的相关规定施工。栓钉与波形钢腹板焊接应一次完成，存在缺陷时不宜在原位补焊，宜将栓钉位置偏移 50 mm 以上后再重焊。

6.3 钢底箱制作

6.3.1 钢底箱中的钢构件制作项目包括钢底箱盖板、钢底箱底板、钢底箱桁架筋、钢底箱封头板等构件的下料、加工与连接。

6.3.2 钢底箱制造应分为开板、切边、冷弯成型、盖板开孔、钢筋冷弯成型、桁架筋与底板焊接、盖板与底板焊接等工序。

6.3.3 钢底箱底板应分多步逐步弯曲,最终实现冷弯成形。钢底箱底板在冷弯前应按设计尺寸数控切割成形,切割误差不得大于 ± 2 mm。

6.3.4 钢底箱盖板应在钢底箱底板冷弯完成后再行切割,切割宽度应根据弯曲成形后的钢底箱底板实测确定。边缘切割精度应满足 Q/CR 9211-2015 中关于钢构件下料的相关规定且切割误差不得高于 1.0 mm。

6.3.5 钢底箱桁架筋应根据设计图纸长度下料,钢筋长度不足可采用焊接方式接长。

6.3.6 钢底箱盖板上的钢筋焊孔应采用数控等离子切割的方式制孔。数控切割的孔长不宜超过传力筋的弯折部分长度。孔边切割后应与钢底箱桁架筋进行试拼,确认桁架筋可焊后再实施钢底箱盖板与桁架筋间的焊接工作。如试拼不能满足焊缝长度的要求,则应对局部焊孔补充切割。

6.3.7 钢底箱桁架筋与顶底板间宜采用双侧间断角焊缝的方式连接。但跨中范围 6 m 内的焊缝应采用熔透对接焊方式连接,并应对焊缝进行焊后处理。

6.3.8 钢底箱端封板的预应力孔洞应精确定位,误差应小于 1 mm。端封板开孔后应进行打磨,避免张拉时划伤预应力筋。

6.3.9 端封板可采用角焊缝围焊的方式与钢底箱顶底板焊接。

6.4 顶板制作

6.4.1 装配式组合钢箱梁上翼板钢结构部分应包括顶板、翼缘板和悬翼梁。其中悬翼梁仅安装于边梁外侧位置上。

6.4.2 顶板应按切边、成型、拼装等几个施工工序进行加工制造。

6.4.3 顶板冷弯加工宜在 5℃ 以上的工作温度条件下实施,内侧弯曲半径不宜小于板厚的 15 倍。加工过程中应采取有效措施避免钢材韧性降低及表面开裂。

6.4.4 用于边梁外侧的翼缘板宜采用冷弯卷边方式增加刚度。

6.4.5 翼缘板应在顶板与波形腹板焊接后施工。翼缘板应与顶板板面垂直焊接,焊时应控制焊接变形不大于板厚。翼缘板与顶板间可采用双侧角焊缝方式连接。边梁外侧翼缘板与其他位置的翼缘板规格不同,不得混用。

6.4.6 悬翼梁应由悬翼梁腹板及翼缘板下翼板两部分构成。

6.4.7 悬翼梁在纵向上应与横隔板的纵向中心线相重合,位于跨中部分梁段的悬翼梁中心线应与腹板凸波的中心线重合;位于梁端的悬翼梁中心线应与端横隔板的中心线重合。

6.4.8 悬翼梁应在顶板与波形腹板焊牢后再施焊。焊接应采用气体保护焊熔透对接焊接成形。焊接应一次成型。施焊时应将梁体翻转至俯焊状态。

6.4.9 顶板上钢筋、剪力钉焊接施工应在顶板与波形腹板间连接完成后再实施。焊接钢筋宜采用绕焊。

6.4.10 顶板上对应于内隔板的各注浆孔应严格按图纸设计位置采用机加工的方式开孔。开孔前宜通过结构预拼对开孔位置进行确认。

6.5 横隔板制作

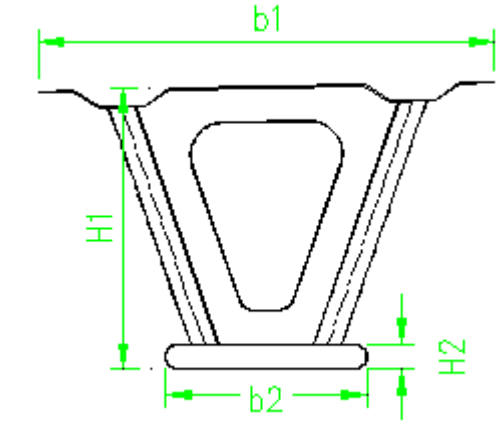
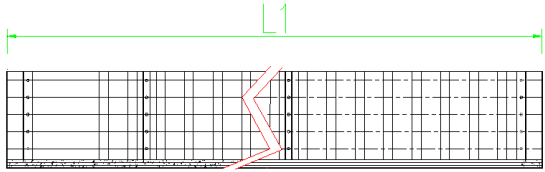
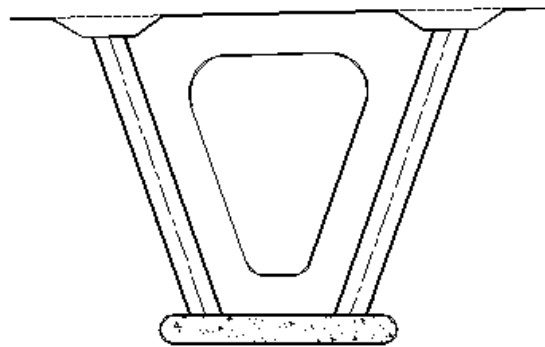
- 6.5.1 横隔板钢构件制作包括内隔板、内隔板封板、外隔板、外隔板连接板、外隔板底封板等的下料、加工与焊接。
- 6.5.2 内隔板下料应严格按设计图纸切割。内隔板上人孔或施工孔的高度应大于 500 mm。
- 6.5.3 内隔板上焊接栓钉应符合现行国家及行业剪力键施工规程中的相关条文。
- 6.5.4 内隔板与内隔板封板间应采用气体保护焊单边角焊焊接。
- 6.5.5 外隔板、外隔板连接板以及外隔板底封板应采用数控切割精确下料。
- 6.5.6 外隔板焊钉两端均应与外隔板焊接在一起。
- 6.5.7 内隔板与外隔板应先通过栓钉、封板焊接成整体后再与装配式组合钢箱梁的底箱盖板、腹板及顶板钢板焊接。
- 6.5.8 内隔板、外隔板在与栓钉焊连成整体后，应对板边变形进行检验，如板边凹凸变形超过 2 mm 应予以矫正。

6.6 构件间连接施工

- 6.6.1 进行构件焊接组拼时应先进行预拼。所有构件预拼满足要求并达到最佳位置后宜先对构件点焊定位。
- 6.6.2 装配式组合钢箱梁各构件组装宜采用具有充足刚度且可翻转的胎架。
- 6.6.3 装配式组合钢箱梁各钢构件焊接组拼时应设置预拱度。在组装过程中梁体下方支撑高度应按预拱度设置。
- 6.6.4 波形腹板与顶板、底板焊接应采用气体保护焊双面熔透焊接。在施焊前应将构件翻身至俯焊状态。
- 6.6.5 隔板应先与波形腹板、底板焊接，在梁体翻身后再与顶板进行焊接。隔板与腹板、钢底箱连接应一次焊成。隔板与波形腹板、钢底箱、顶板间焊接宜采用单面气体保护焊接方法。在焊接隔板与顶板时应先点焊对结构定位后再将整个焊缝焊成。除端内隔板与钢底箱间焊缝应采用融透对接焊外，隔板与其他构件间焊缝可采用角焊缝。
- 6.6.6 外隔板、内隔板、悬翼梁在腹板上的位置应精确放样，其位置误差不得超过 ± 2 mm。腹板与内隔板、外隔板、悬翼梁间的焊缝在焊后宜采取必要措施消除残余应力。
- 6.6.7 外隔板连接板与外隔板间可采用角焊缝进行连接。但外隔板与外隔板底封板间的连接应采用熔透对接焊方式连接。
- 6.6.8 装配式组合钢箱梁制作精度应满足表 2 中的要求。

表2 装配式组合钢箱梁制作精度

单位:mm

编号	项目	精度	测定位置
1	顶板宽度 (b1)	0 ~+ 5	
2	箱梁高度 (H1)	± 5	
3	底箱宽度 (b2)	± 3	
4	底箱高度 H2	± 2	
5	箱梁长度 L	0 ~+ 100	
6	横坡 (n)	± 0.5 %	

6.7 其他规定

6.7.1 钢构件锈蚀表面在制造阶段应喷砂除锈，除锈等级应达到 Sa 2.5 级。

6.7.2 钢构件表面在下料后应喷涂防锈底漆。波形腹板底漆宜采用厚度不低于 25 μ m 的环氧富锌防锈底漆一道，其它钢构件宜采用厚度 40 μ m 的环氧富锌防锈底漆两道。钢构件焊后应对局部损坏的底漆进行修复。涂装施工应满足 JT/T 722 中的要求。

7 混凝土工程

7.1 一般规定

7.1.1 装配式组合钢箱梁在制造与安装过程中相关混凝土分项工程应满足本章中的相关规定。

7.1.2 制造中所用混凝土的强度、收缩等技术指标应满足国家及行业现行标准的规定，且不低于 C 40 级。混凝土性能还应满足设计文件中关于抗裂性的要求。混凝土分部工程施工前应按国家及行业现行标准进行材料检验。

7.1.3 混凝土中不得采用具有碱活性的集料。

7.1.4 混凝土中各成份应附有出厂合格报告及产品合格证，并应满足以下规定：

- a) 混凝土中添加的掺合料含有的有毒有害物质的含量不得高于国家或行业现行相关标准条文的规定。钢套箱混凝土禁止添加含氯的掺合料；
- b) 混凝土中水泥应按 GB 50204 中的相关规定进行强度、细度、安定性及凝结时间的检验。

7.1.5 混凝土工程使用的水泥宜采用出厂时间不超过 3 个月的产品。

7.1.6 混凝土的拌合、运输应符合国家及行业现行相关标准的规定。

7.1.7 装配式组合钢箱梁钢套箱及隔板中应采用自密实并具有微膨胀性能的混凝土，混凝土膨胀率应达到 $4.5 \sim 5.0 \times 10^{-4}$ 。顶板桥面铺装应采用具有高抗裂性的聚合物混凝土，必要时可通过添加纤维材料进一步改善混凝土的抗裂性能。

7.2 混凝土浇筑与养护

7.2.1 钢箱梁中混凝土灌浆压力应不低于 15 MPa。

7.2.2 钢箱梁中浇筑至出浆口溢浆 60 s 后方可停止灌浆。

7.2.3 钢箱梁中混凝土浇筑前应进行试注，试注过程中应对钢套箱外观尺寸及钢套箱脱空情况进行检查，试注后发现缺陷的应调整浇筑工艺。

7.2.4 装配式组合钢箱梁内隔板内的混凝土应在制造阶段浇筑，外隔板内的混凝土应在桥梁拼接完成，并安装好外隔梁连接板与外隔梁底封板后浇筑。浇筑内隔板混凝土时应在封闭端横隔前进行，浇筑时应将钢内隔板上的过焊孔塞住，避免混凝土从过焊孔中溢出。内隔板混凝土浇筑完成后应排空过焊孔中渗出的泌水，保持箱内干燥。

7.2.5 浇筑桥面顶板混凝土时应对支架、模板、钢筋、剪力钉及其他预埋件进行检查，确认符合设计与施工要求。桥面范围内的杂物、积水，钢筋及剪力钉上的污垢、灰尘应清理干净。模板内面应涂刷隔离剂，并不得污染钢筋和剪力钉。

7.2.6 自高处向桥面倾卸混凝土时，其自由倾落高度不得超过 1.5 m。

7.2.7 桥面顶板混凝土宜一次连续浇筑完成，不宜分块分段浇筑。

7.2.8 桥面顶板混凝土浇筑时宜采用振动器振捣。振捣时应避免碰撞模板、钢筋与剪力键。每处的振捣时间不宜少于 30 s。

7.2.9 钢套箱及隔板中的混凝土自然养生，养生期间环境温度不得低于 5℃。在养生期间不宜进行构件运输。

7.2.10 桥面铺装混凝土应在浇筑完成后立即覆盖并洒水养生，养生时间不宜少于 7 d，养生期间环境温度不得低于 5℃。

7.3 预应力钢筋工程

7.3.1 预应力张拉设备的校准期限不得超过 6 个月，且不得超过 200 次张拉作业。

7.3.2 预应力钢筋的张拉控制应力必须符合设计规定。

7.3.3 预应力钢筋张拉宜采用应力控制法张拉，并应以伸长量进行校核。实际伸长量与理论伸长量的差值应符合 JTG TF50 中的相关规定。

7.3.4 预应力钢筋张拉宜先张拉到初应力（设计张拉力的 10%~15%）。

7.3.5 预应力施工应采用先张法施工，并应符合以下规定：

- a) 张拉台座应具有足够的强度和刚度，其抗倾覆安全系数应大于 1.5，抗滑移安全系数应大于 1.3。张拉横梁应具有足够刚度，张拉后的最大挠度应不大于 2 mm。张拉台座锚板受力中心应与预应力筋的合力中心重合；
- b) 预应力筋连同隔离套管应一并穿入钢套箱就位。就位后严禁使用电弧焊对梁体钢筋及模板进行切割或焊接。隔离套管内端应堵严；
- c) 各预应力筋应同时张拉，张拉时各根预应力筋的初始应力应一致，张拉过程中应使活动横梁与固定横梁保持平行；
- d) 张拉过程中不得出现断丝或断筋现象；
- e) 放张预应力筋时混凝土强度必须达到设计要求，并不得低于设计强度的 75%。

7.3.6 预应力筋接长使用时，接长器不得位于钢套箱内。

8 构件运输

8.1 一般规定

8.1.1 装配式组合钢箱梁道路运输设备、装卸等应符合本章的相关规定。

8.1.2 装配式组合钢箱梁宜以公路运输为主要方式。

8.2 道路与车辆要求

8.2.1 装配式组合钢箱梁宜选择路况优良、拐弯半径大的道路实施运输。在运输前应向有关部门提出申请，并按有关部门核定的线路行驶。

8.2.2 在装配式组合钢箱梁运输前应制定详细的运输计划，对不满足运输条件的路段进行整修；对不满足承载力要求的路段进行加固；对妨碍车辆运输的障碍物予以清除。

8.2.3 装配式组合钢箱梁运输道路限高和限载要求应满足运输任务的需要。

8.2.4 为保障运输安全，必要时应委托交警部门对道路交通进行指挥。

8.2.5 装配式组合钢箱梁运输宜采用专用经过改造的凹式低平台挂车或低平板挂车及配套牵引车进行运输。

8.2.6 运输车辆应车组技术状况良好。挂车宽度不宜低于 2 m，挂车高度不宜大于 1.5 m。

8.2.7 运输车辆胎压应处于产品规定使用范围内，并根据气温予以调整。

8.2.8 每辆运输车辆一次应只运输一片梁体。

8.3 装卸

8.3.1 装配式组合钢箱梁在运输前应进行整件预拼，并按施工图纸对各散装构件进行编号。

8.3.2 在不影响结构安全及功能的前提下，单梁上设置的吊点宜位于横隔板处。吊点应焊接或栓接钢制吊环。

8.3.3 梁体上的吊环应竖直，吊绳与梁体间的夹角应大于 60° ，否则应设置辅助吊梁。

8.3.4 梁体应设置 4 个或 6 个吊点同时进行起吊。附属构件可设置一个吊点或直接采用人工搬运的方式进行装卸。

8.3.5 起重设备应满足作业空间以及吊装重量的要求。

8.3.6 在实施装卸前应对起重设备进行检查，并确保起重设备处于良好的工作状态。起吊用钢丝绳、挂钩、吊环等的强度应通过验算具备相应的承载能力，并满足 JTG TF50 中的相关要求。

8.3.7 起吊时应按现行国家和行业标准执行相关安全作业条例。

8.3.8 制造与安装单位应为构件装卸准备专用场地，场地的范围、平整度和承载力应满足梁体堆放、运输车辆停放以及起重设备停放的标准。

8.3.9 梁体在放下过程中应安排专人引导落梁位置，确保落梁精度。装配式组合钢箱梁的落梁误差不得大于 ± 5 mm。梁体需要临时堆放时应在梁体下方支座位置设置枕木，枕木所处地基应具有足够的承载力，临时存放梁体两端的沉降差不得超过 20 mm。

8.4 其他规定

8.4.1 装配式组合钢箱梁运输应采取必要措施确保运输安全：

- a) 运输前应编制合理的运输计划；
- b) 运输车辆宜按梁体形状进行改造，避免梁体在运输过程中翻落或受力变形；
- c) 运输车辆上应设置必要的挂点对梁体进行固定和保护；
- d) 在运输过程中，宜在梁体凸出位置布置保护装置或措施防止碰撞。

8.4.2 在运输过程中宜在挂车上设置多点支撑梁体，避免梁体局部受力过大。

8.4.3 附件在运输时拐角处应加垫层，防止变形。

8.4.4 散件的堆放场地应坚实、平整、通风并有排水设施。散件不得堆放过高。

9 构件安装

9.1 一般规定

9.1.1 装配式组合钢箱梁在安装阶段应满足本章中的相关技术规定。

9.1.2 装配式组合钢箱梁应按图 2 所示流程进行安装。

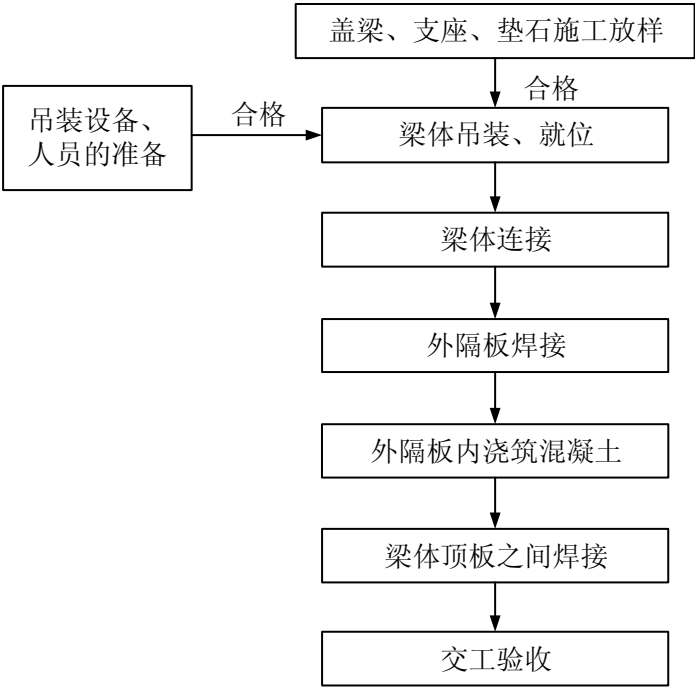


图2 安装流程

- 9.1.3 安装施工单位应针对安装中的重要步骤编制相应的作业指导书。
- 9.1.4 装配式组合钢箱梁安装用到的相关机械和设备应经过检修处于良好的工作状态。
- 9.1.5 在安装前，应完成梁体和相关安装配套物资的准备工作。
- 9.1.6 在实施安装前，下部结构混凝土的强度不得低于设计强度的 75 %，梁体内混凝土应达到设计强度。
- 9.1.7 实施安装前应先对梁体及附件的状态进行检查，发现缺陷应先进行维修或更换。
- 9.2 支座与梁段安装
- 9.2.1 在将构件吊装就位前应依据设计图纸的要求，完成桥梁基础，下部结构，支座垫石及支座的安装工作。安装支座前应检验支座型号、数量和滑动方向。
- 9.2.2 吊车应由远及近依次吊装。落梁后应立即放松吊车绳索。
- 9.2.3 落梁过程中应注意引导落梁位置，并在落梁后对落梁位置进行检查，如果落梁位置偏移设计位置的距离超过 JTG TF50 中的相关规定，应将梁体吊起并重新落梁。在重新落梁过程中应按垂直起吊、水平移动、垂直下落的步骤实施梁段的移位。起吊过程中应避免吊钩斜向运动对梁体产生水平拉力，导致支座移位或损坏。
- 9.2.4 如果梁体无法平整落于支座上，应先对支座垫石进行调平再重新落梁。必要时可采用增设钢板垫片的方式确保落梁平稳。
- 9.2.5 在落梁过程中应避免梁体撞击周围构筑物或树木。

9.3 构件连接施工

9.3.1 构件连接前应先检查构件间错位情况，错位影响构件间连接时，可通过热矫正使各构件对齐。

9.3.2 落梁后应按以下步骤将梁体连接为桥梁：

- a) 梁体间简单点焊定位；
- b) 外隔板间连接；
- c) 外隔板内灌注自密实混凝土并进行自然养护；
- d) 俯焊将相邻梁段的顶板焊接成整体。

9.3.3 工地焊接后应按 I 类焊缝对外横隔梁连接板焊缝以及顶板焊缝的焊接质量进行检验。

9.3.4 外隔梁中的自密实混凝土可分隔板浇筑，不必一次浇筑。

9.3.5 自密实混凝土灌注口在浇筑并养护完成后应塞焊封闭。

9.4 涂装施工

9.4.1 构件连接完成后应对全桥进行面漆的涂装作业。

9.4.2 在运输和焊接过程中损坏的构件表面涂装应在涂刷面漆前进行补涂。补涂时应先将损坏底漆通过机械打磨处理方式去除至 St 2.5，再重新涂装。

9.4.3 为确保底漆与面漆间的附着力，应先对底漆进行磨毛处理，再进行面漆涂装。

9.5 桥面铺装施工

9.5.1 桥面铺装施工的顺序应为：

- a) 涂刷界面胶；
- b) 浇筑聚合物混凝土；
- c) 铺筑沥青混凝土。

9.5.2 涂刷界面胶前应对桥面顶板进行清洁。对桥面上的尖锐凸起应打磨平整。

9.5.3 界面胶施工应符合下列规定：

- a) 基层处理剂干燥后，方可涂防水涂料。界面胶应与基层粘结牢固；
- b) 两道界面胶间应顺横坡方向搭接，搭接宽度长边不得少于 50 mm，短边不得少于 70 mm，上下层胎体搭接缝应错开 1/3 幅宽；
- c) 下层干燥后，方可进行上层施工。每一涂层应厚度均匀、表面平整。

9.5.4 桥面界面胶验收合格后应及时进行聚合物混凝土桥面板施工。

9.5.5 混凝土铺装层钢筋网应位置准确连续。

9.5.6 混凝土铺装层应维持桥梁横坡不变。

9.5.7 沥青铺装层用沥青材料应经充分加热搅拌，其摊铺施工应符合国家及行业标准中的相关规定要求。

9.6 其他附属设施施工

9.6.1 桥面伸缩装置应根据安装时环境温度选定伸缩量。

9.6.2 伸缩缝安装应符合下列规定：

- a) 安装橡胶伸缩装置应避免预压工艺，橡胶伸缩装置应在气温 5℃以上环境下安装；
- b) 安装前应对伸缩装置预留槽进行修整，使其尺寸、高程符合设计要求；
- c) 锚固螺栓位置应准确，焊接应牢固；
- d) 伸缩装置安装合格后应及时浇筑两侧过渡段混凝土，并与桥面铺装接顺，每侧混凝土宽度不宜小于 0.5 m。

9.6.3 桥面伸缩缝预留槽浇筑 C 50 聚丙烯纤维混凝土，聚丙烯纤维掺入量为 1.2 kg/m³。聚丙烯纤维的性能应满足表 3 中所示要求：

表 3 160-180 聚丙烯纤维的性能

项目	要求	项目	要求
密度（g/cm ³ ）	0.91	弹性模量（MPa）	≥ 3500
长度（mm）	20	当量直径（μm）	< 100
产品形状	束状网	断裂延伸率（%）	10
耐酸碱性	强	吸水性	不吸水
抗拉强度（MPa）	≥ 560	熔点（℃）	160-180

9.6.4 栏杆和防撞隔离设施应在桥梁上部结构混凝土的浇筑支架卸落后施工，其线形应流畅、平顺，伸缩缝必须全部贯通，并与主梁伸缩缝相对应。

9.6.5 防撞设施宜采用钢结构预制件。采用混凝土预制构件时，强度应符合设计要求。

9.6.6 桥面栏杆应与桥面板牢固连接，并及时进行防锈防腐处理。

9.6.7 防撞墩必须与桥面预埋件牢固连接，其预埋件应直接焊在钢顶板上。

9.6.8 排水槽及排水管应按设计要求制作安装，排水导管在穿过桥面顶板处宜增设一道防水涂层。

10 验收

10.1 一般规定

10.1.1 装配式组合钢箱梁验收应满足 GB 50205、GB 50204、Q/CR 9211-2015、JTG TF50、CJJ2 中对桥梁结构验收的相关规定，此外还应符合本章的规定。

10.1.2 装配式组合钢箱梁验收尚应满足设计单位的相关技术要求。

10.1.3 装配式组合钢箱梁验收应采用符合规定且经过校检的计量工具进行验收。

10.1.4 验收应按分项分部工程逐项完成，隐蔽工程应在施工前 48 小时内通知验收单位配合进行验收。

10.1.5 桥梁构件出厂应提交产品合格证明、相关材料的检验报告或质量证明、探伤检测记录。

10.1.6 工程竣工验收应由建设、勘察、设计、施工、监理单位派员组成验收组负责具体实施。

10.2 钢构件验收

10.2.1 钢结构的验收精度及其它量化标准应符合本规程及 Q/CR 9211-2015 和 GB 50205 中的相关验收规定。

10.2.2 钢构件验收的重点应包括以下方面：

- a) 构件的焊接质量，可采用超声波探伤方法进行检验；
- b) 构件的变形程度，可用直尺、游标卡尺等工具辅助测量；
- c) 构件尺寸是否符合设计，跨中是否存在明显的凹坑；
- d) 通过敲击检测钢套箱混凝土与钢板间是否存在明显的空洞；
- e) 构件表面缺陷；
- f) 构件组装偏差；
- g) 翼缘板在荷载作用下的变形情况；
- h) 构件涂装质量，应重点检查涂膜厚度及附着力。

10.3 混凝土构件验收

10.3.1 混凝土结构的验收精度及其它量化标准应符合本规程及 GB 50204、JTG TF50 和 CJJ 2 的相关验收规定。

10.3.2 混凝土构件验收的重点应包括以下方面：

- a) 预应力筋的张拉力及钢筋位置；
- b) 混凝土密实度；
- c) 混凝土表面缺陷。

11 养护

11.1 一般规定

11.1.1 装配式组合钢箱梁养护应满足 JTG H11 和 CJJ 99 对桥梁结构养护的相关规定，此外还应符合本章的规定。

11.1.2 装配式组合钢箱梁管理单位应指派专人负责桥梁的养护工作。该负责专人应具有钢结构及混凝土结构相关专业知识和 3 年以上的桥梁养护经验。

11.1.3 装配式组合钢箱梁建设单位在向管理单位交接装配式组合钢箱梁桥时应同步移交结构竣工图纸、结构材料的所有检测报告、结构各分项分部工程验收报表。桥梁管理单位应及时根据所接收的资料建立健全装配式组合钢箱梁桥结构信息档案。条件具备时应将所有信息录入电子化的桥梁结构管理信息系统中。

11.1.4 在桥梁全寿命过程中应实行严格质量管理和控制，桥梁使用条件应符合设计单位采用的技术标准，禁止超限车辆通行。

11.2 保养小修

11.2.1 桥梁结构应定期进行外观清洁，具体内容包括：

- a) 清扫桥面垃圾;
- b) 擦拭桥梁栏杆、防撞栏;
- c) 清理疏通排水管道;
- d) 清理伸缩缝内杂物。

11.2.2 应定期对桥梁支座及涂装进行维护。桥梁支座宜每 5 年清洁一次。钢构件涂装宜每 5 年实施一次局部修复。

11.2.3 发现桥面沥青混凝土开裂应保持密切关注,发现沥青混凝土损坏时宜及时修复。

11.2.4 结构涂装损坏应按如下方法维修:

- a) 涂装仅面漆发生变色、粉化时宜采用可复涂聚氨酯面漆进行重新涂装。涂装范围应盖过损伤面漆范围 5 cm;
- b) 涂装发生其他局部病害时,应采用砂纸或电动打磨工具将损伤部分涂装清理干净,钢构件表面处理应达到 St 2.5。旧漆膜边缘应磨出 45° 增大新老油漆间的接触面积。重新涂装时应按设计规定的涂装厚度施工;
- c) 涂装施工时应注意通风干燥,并满足相关涂装施工的国家及行业规定;
- d) 涂装面漆颜色应与原始涂装面漆颜色相协调。

11.2.5 结构出现锈蚀宜先用砂纸和电动工具除锈后按 11.2.4 的相关规定进行重新涂装。

11.2.6 支座或伸缩缝损坏应委托具有相关经验的专业维修单位修复或更换。

11.3 结构检测与评定

11.3.1 桥梁管理单位应按高于 JTG H11 和 CJJ 99 要求的检测间隔的频率对桥梁进行相应等级的检测与评定。

11.3.2 桥梁管理单位应配备超声波探伤仪(带有测厚探头)、磁粉探伤仪等检测设备。

11.3.3 装配式组合钢箱梁检测应重点关注以下病害:

- a) 钢构件表面锈蚀;
- b) 梁体下挠超过现行桥梁设计规程及养护规程限值;
- c) 跨中部位波形腹板与钢套箱间焊缝开裂、箱梁底板与底板钢筋焊接处开裂;
- d) 底箱钢板与混凝土脱空;
- e) 桥面铺装损坏;
- f) 其他明显的表观病害。

11.3.4 发现装配式组合钢箱梁焊缝开裂(长度超过 200 mm)、严重锈蚀至局部板厚损失超过 30%(通过超声波测厚仪检测)或严重下挠超过规程允许值时应立即封闭桥梁,找出病害成因,并对问题构件进行更换。