

ICS ×××

×××

备案号：×××—×××

DBXX

陕西省地方标准

DBXX/×××—2023

双扁钢箱-混凝土组合梁设计与施工
技术规范

Technical specifications for design and construction of
double flat-box composite girder

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

| | |
|-----------------|----|
| 1 范围 | 2 |
| 2 规范性引用文件 | 2 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 材料 | 3 |
| 5 基本规定 | 4 |
| 6 设计计算 | 4 |
| 7 构造要求 | 7 |
| 8 制造与安装 | 11 |
| 附录 A | 13 |
| 附录 B | 15 |
| 附录 C | 16 |

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。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省交通规划设计研究院有限公司，长安大学，中铁宝桥集团有限公司，陕西交控新材料有限公司。

本文件主要起草人：

本文件由陕西省交通规划设计研究院有限公司负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省交通规划设计研究院有限公司

电话：029-68718902

地址：陕西省西安市科技六路37号

邮编：710065

双扁钢箱-混凝土组合梁设计与施工技术规范

1 范围

本文件规定了公路双扁钢箱-混凝土组合梁的材料、设计、加工、施工标准。
本文件适用于各等级公路桥梁，市政道路可参照执行。

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，仅所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。

JTG B01 公路工程技术标准
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
GB/T 714 桥梁用结构钢
GB 50017 钢结构设计规范
GB 50917 钢-混凝土组合桥梁设计规范
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50661 钢结构焊接规范
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计规范
JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范
JTG D62 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/T B02-01 公路桥梁抗震设计细则
JT/T663 公路桥梁板式橡胶支座规格系列
JT/T872 公路桥梁多级水平力盆式支座
JTG/T3650 公路桥涵施工技术规范
JTG/T3651 公路桥涵施工技术规范
GB/T 324 焊接符号表示法
JGJ/T 178 补偿收缩混凝土应用技术规程

3 术语和定义

3.1

双扁钢箱-混凝土组合梁 double flat-box composite girder

采用钢筋混凝土、预应力混凝土或钢-混凝土组合行车道板与**两道扁钢箱**组成的主梁

3.2

钢主梁 steel girder

支撑混凝土行车道板并与行车道板组合受力的钢构件。

3.3

混凝土行车道板 deck plate

设置在钢主梁上侧与钢主梁连接并承受桥面荷载的混凝土板式构件。

3.4

抗剪连接件 shear connector

设置在钢主梁与行车道板间用于传递连接界面剪力的连接构件。

3.5

跨内横梁 internal cross beam

设置于桥梁支点间的钢横梁，对钢主梁进行横向连接。

3.6

端横梁 end cross beam

设置于桥梁端支点处的钢横梁。

3.7

中横梁 end cross beam

设置于桥梁中支点处的钢横梁。

4 材料

4.1 双扁钢箱-混凝土组合梁使用的材料除应符合本标准的规定外，尚应符合有关法律、法规及国家、行业现行有关标准的规定。

4.2 主梁钢材牌号不应低于 Q345qD，若采用耐候钢，钢材牌号不应低于 Q345qDNH，交货状态均宜为 TMCP，质量应符合 GB/T 714 的规定。

4.3 钢材强度设计值应按照 JTG D64 的规定执行，Q460 及以上钢材的强度设计值应符合表 1 的规定。

表 4.1 钢材强度设计值 (MPa)

| 钢材 | | 抗拉、抗压和抗弯 fd | 抗剪 fvd | 端面承压 (磨光顶紧) fcd |
|-------|------------|----------------|-----------|--------------------|
| 牌号 | 厚度 (mm) | | | |
| Q460q | ≤16 | 365 | 210 | 410 |
| | 16~40 | 350 | 200 | |
| | 40~63 | 340 | 195 | |
| | 63~80 | 325 | 185 | |
| | 80~100 | 320 | 180 | |
| Q500q | ≤16 | 400 | 230 | 460 |
| | 16~40 | 390 | 225 | |
| | 40~63 | 380 | 220 | |
| | 63~80 | 365 | 210 | |
| | 80~100 | 360 | 205 | |
| Q690q | | | | |

- 4.4 耐候钢在无涂装使用情况下，耐大气腐蚀性指数不应小于 6.0，且不应在以下环境使用：
- a) 年平均湿度大于 80%；
 - b) 空气中的盐分 (NaCl) 含量超过 0.05mdd；
 - c) 重腐蚀性工业大气或浓硫酸 (SO₃) 含量超过 2.1mdd；
 - d) 通风性较差地区；
 - e) 距离设计水位线 2.5m 以内；
 - f) 大量使用融雪剂 (除冰盐) 且有大量盐分聚集地区。
- 4.5 钢筋混凝土行车道板混凝土强度等级不应低于 C40，预应力混凝土行车道板强度等级不应低于 C50，设计指标应符合 JTG 3362 的规定。
- 4.6 现浇行车道板、现浇湿接缝及剪力槽混凝土宜采用补偿收缩混凝土，相关技术指标应符合 JGJ/T178 的规定。膨胀剂的掺量应以补偿收缩混凝土膨胀率等于预制混凝土行车道板的收缩应变为原则，并根据试验确定。
- 4.7 普通钢筋应符合 GB1499.1 和 GB1499.2 的规定。
- 4.8 行车道板横向预应力钢束应采用高强度低松弛钢绞线，其主要技术标准应符合 GB/T 5224 的规定。
- 4.9 螺栓连接应采用高强度螺栓摩擦型连接，应符合 GB/T 1228、GB/T 1229、GB/T1230、GB/T 1231 的规定。
- 4.10 抗剪连接件宜采用圆柱头焊钉，其材料、尺寸、化学成分、机械性能等应符合 GB/T10433 的要求。
- 4.11 焊接材料应符合 GB/T5117 和 GB/T 8110 等相关焊丝设计规范要求，焊接材料的选择须与母材相适应，在焊接后其熔敷金属的屈服强度、极限强度、延伸率、冲击韧性及耐腐蚀性等性能应不低于母材性能。当 2 种不同性能的钢材组焊在一起时，可按其中强度较低的母材选用焊条和焊丝，但焊接工艺应满足强度较高的母材的工艺要求。

5 基本规定

- 5.1 双扁钢箱-混凝土组合梁的设计施工应综合考虑现场地形地质条件与施工方法，宜对构件进行标准化设计与装配化施工。
- 5.2 双扁钢箱-混凝土组合梁的设计极限状态应符合 JTG D60 和 JTG/T D64-01 的有关规定，同时构件设计应符合 JTG 3362、JTG D64 的有关规定，具体设计流程见附录 A。
- 5.3 双扁钢箱-混凝土组合梁的抗倾覆稳定性应符合 JTG 3362 的有关规定。

6 设计计算

6.1 总体计算

6.1.1 双扁钢箱-混凝土组合梁的截面特性应考虑负弯矩区混凝土开裂的影响，混凝土行车道板仅计入有效宽度范围内的刚度贡献。初步计算时，负弯矩区开裂范围可取中支点两侧各 0.15 倍桥梁跨径，精细化分析时，应根据行车道板拉应力水平对开裂范围进行修正和迭代。开裂截面刚度计算方法应符合 JTG/T D64-01 的有关规定。考虑开裂刚度折减后的行车道板轴力及纵向钢筋布置分布如图所示。

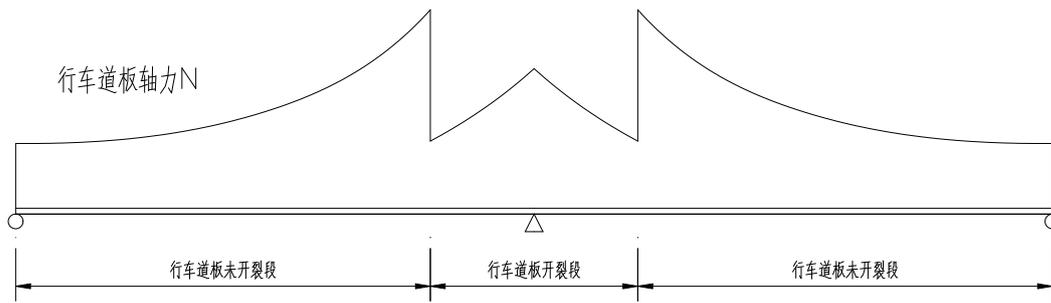


图 6.1 行车道板轴力分布



图 6.2 一般配筋形式

6.1.2 混凝土行车道板收缩徐变计算方法应符合 JTG 3362 与 JTG/T D64-01 的有关规定。

6.1.3 双扁钢箱-混凝土组合梁设计应考虑结构动力效应的影响，保证行车舒适度。

6.2 主梁计算

6.2.1 钢主梁与联结系强度验算应符合 JTG D64 的有关规定。

6.2.2 钢主梁与联结系的整体与局部稳定验算应符合 GB 50017、JTG D64、JTG/T D64-01 的有关规定，双扁钢箱-混凝土组合梁整体侧扭稳定性验算应符合 GB50917 和 JTG/T D64-01 的有关规定。

6.2.3 钢主梁与联结系的疲劳性能应符合 JTG D64 的有关规定。

6.2.4 钢主梁与联结系的连接应符合 JTG D64 的有关规定。

6.2.5 钢主梁横隔板刚度应符合 JTG D64 的有关规定。

6.2.6 钢主梁计算应考虑扭转应力，包括自由扭转、约束扭转与畸变产生的正应力、剪应力、横向弯曲应力。

6.3 行车道板计算

6.3.1 行车道板横桥向设计时，若仅支撑在钢主梁上可按单向板设计，对于多主梁式钢箱-混凝土组合梁，应考虑钢主梁的不均匀挠曲对行车道板横向弯曲的影响；若行车道板同时支撑在钢主梁与联结系上且长宽比小于 3，则应按双向板设计。

6.3.2 行车道板横桥向设计时，应考虑钢箱梁因扭转变形传递至行车道板的横向弯矩及剪力。

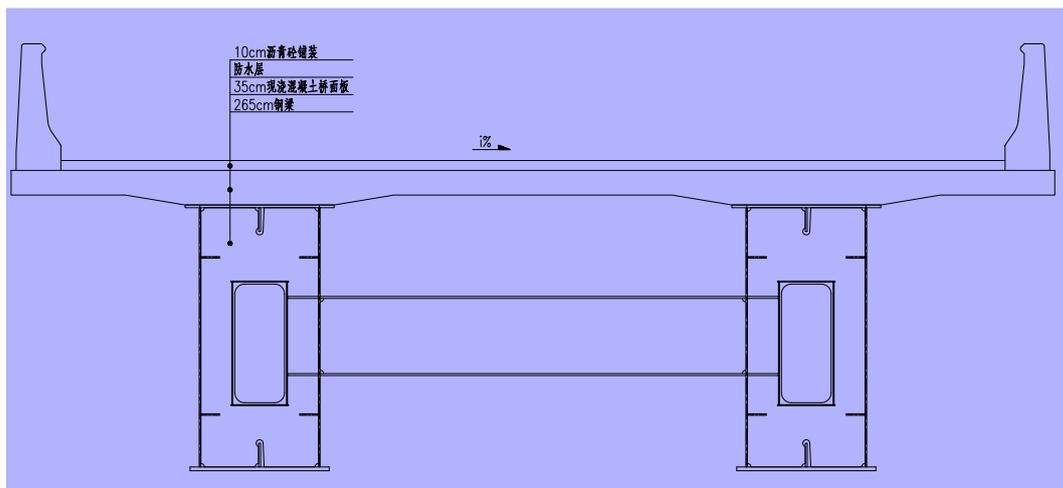


图 6.3 双扁钢箱-混凝土组合梁截面

6.3.3 行车道板纵向抗剪应符合 GB50917 的有关规定,对图中 a-a b-b c-c 断面进行抗剪承载能力验算。

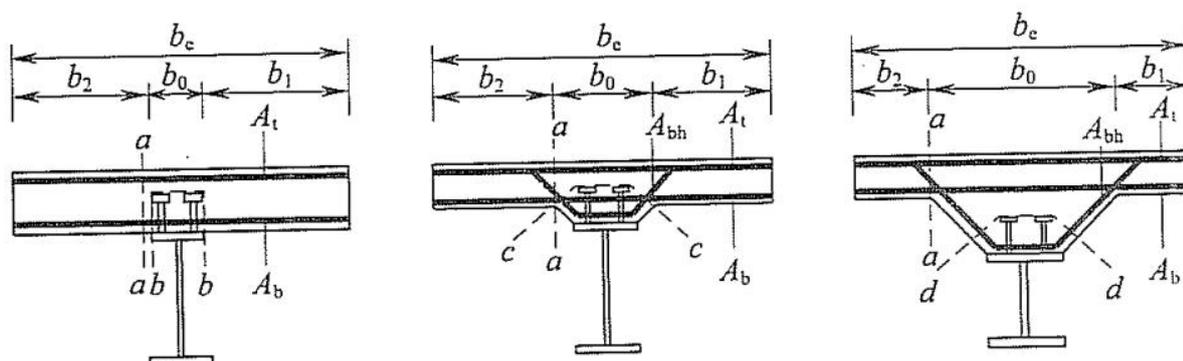


图 6.4 纵向抗剪验算截面

6.3.4 行车道板纵桥向设计时, 承载力极限状态与正常使用极限状态的钢筋应力与裂缝宽度应符合 JTG 3362 的有关规定。

6.4 抗剪连接件计算

6.4.1 双扁钢箱-混凝土组合梁抗剪连接件的选用应保证钢主梁与混凝土行车道板形成有效组合, 连成整体承受荷载。

6.4.2 双扁钢箱-混凝土组合梁抗剪连接件的抗剪承载力计算应考虑抗剪连接件本身的剪切破坏与混凝土压溃两种破坏形式, 承载力计算方法应符合 GB 50917 和 JTG/T D64-01 的有关规定。

6.4.3 双扁钢箱-混凝土组合梁抗剪连接件的疲劳验算荷载应符合 JTG D64 的规定的有关规定, 且抗剪连接件的疲劳承载力取抗剪承载能力的 20%。

6.5 细节计算

6.5.1 钢主梁与联结系加劲肋间距及尺寸要求应符合 GB 50017、JTG D64 的有关要求, 在进行负弯矩区钢主梁腹板加劲肋设计时, 应考虑施工过程及的腹板应力叠加对钢腹板受压区高度的影响。

6.5.2 钢主梁与联结系翼缘板宽厚比应符合 GB 50017、JTG D64 的有关要求。对于与混凝土行车道板连接的翼缘板, 可根据施工阶段应力进行适当放宽, 但应保证施工阶段翼缘稳定性, 且抗剪连接件应符合 JTG/T D64-01 对受压翼缘连接件间距的构造要求。

6.6 使用性能要求

- 6.6.1 主梁在桥梁运营阶段的挠度应符合 JTG/T D64-01 的有关规定。
- 6.6.2 行车道板在桥梁运营阶段的裂缝宽度应符合 JTG 3362 的有关规定。
- 6.6.3 抗剪连接件的滑移量应符合 JTG/T D64-01 的有关规定。

7 构造要求

7.1 钢主梁

7.1.1 钢主梁纵向节段板厚应根据内力分布进行设计，不同跨径范围的节段宜按照下图划分。

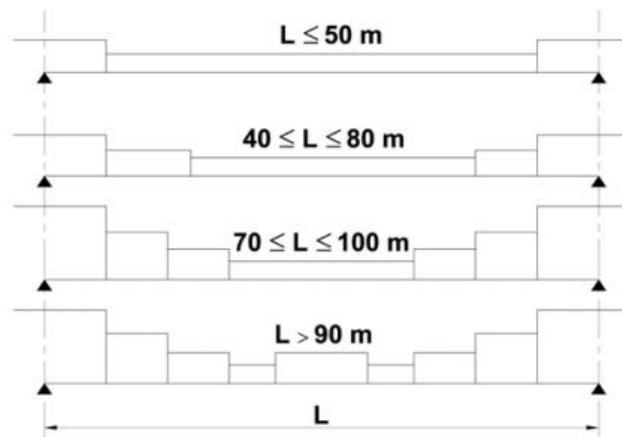


图 7.1 翼缘厚度变化示意图

7.1.2 钢主梁在梁段连接部的上翼缘厚度变化不应超过 2 倍，且板厚差不应超过 20mm。梁段连接部厚度变化宜采用如图所示细节。

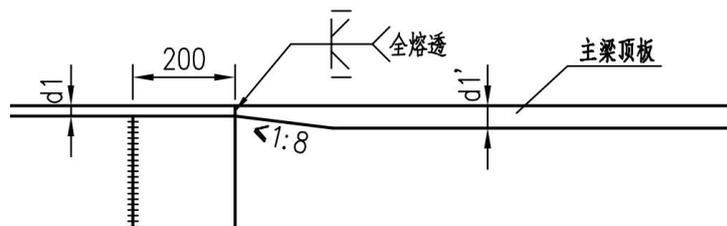


图 7.2 翼缘变厚度对接细节

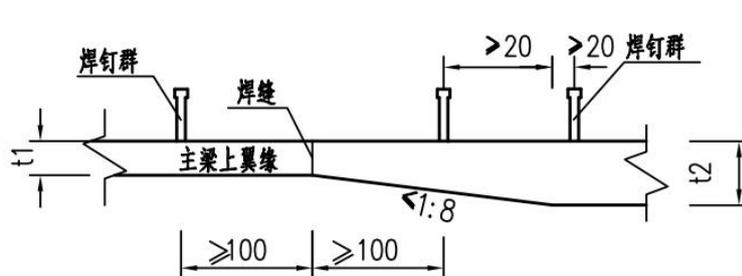


图 7.3 翼缘变厚度对接细节（接近焊钉处）

7.1.3 钢主梁位于边中支点处应设置临时顶升构造，如图所示。

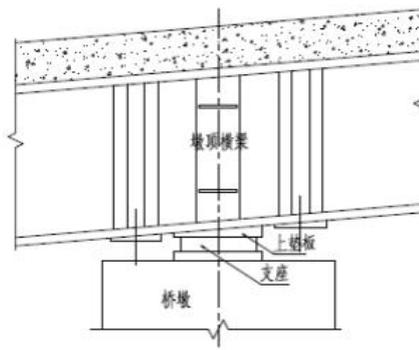


图 7.4 支点临时顶升构造示意图

7.2 联结系

7.2.1 支撑横梁体系的横梁设计应符合下列规定：

- 横梁间距一般为 5.0 m~9.0 m，宜等间距布置；
- 跨内横梁高度宜取为主梁间距的 1/3，且不小于 0.5 m；中横梁高度可取为主梁高度的 1/2，端横梁梁高可取为主梁高度的 2/3，且不小于跨内横梁高度；
- 钢筋混凝土行车道板悬臂长度大于 2.5 m 时，宜在主梁外设置悬臂横梁。

7.2.2 非支撑横梁体系的横梁设计应符合下列规定：

- 横梁间距跨中区域不宜大于 10 m，中支点区域不宜大于 6 m；
- 跨内横梁高度可取为 0.5~0.8 m；中横梁高度可取为主梁高度的 1/2，且不小于跨间横梁高度；端横梁应与桥面板连接，梁高可取为主梁高度的 2/3，且不小于跨内横梁高度。

7.2.3 钢主梁与联结系连接部宜设置连接端头，如图所示。

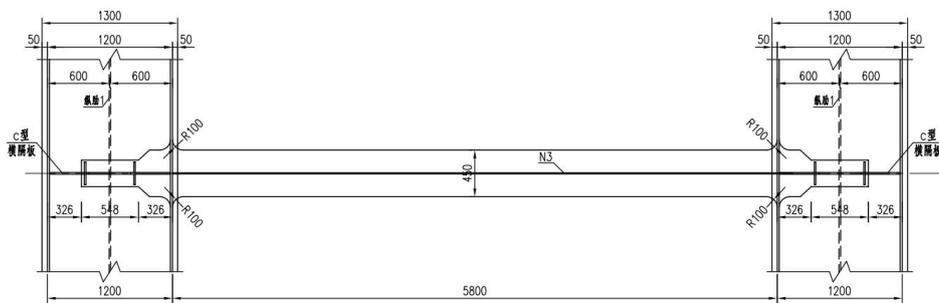


图 7.5 横梁与主梁连接平面示意图

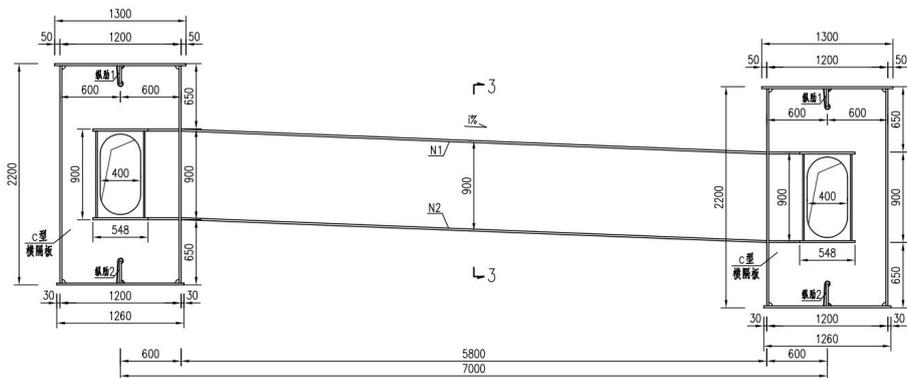


图 7.6 横梁与主梁连接立面示意图

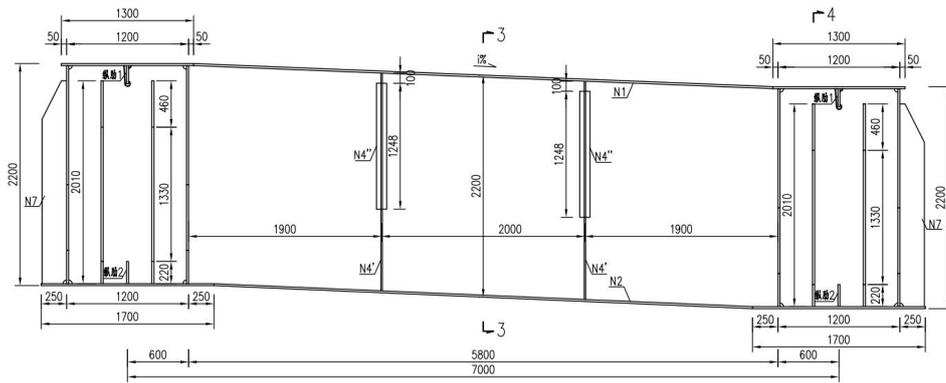


图 7.7 端横梁与主梁连接立面示意图

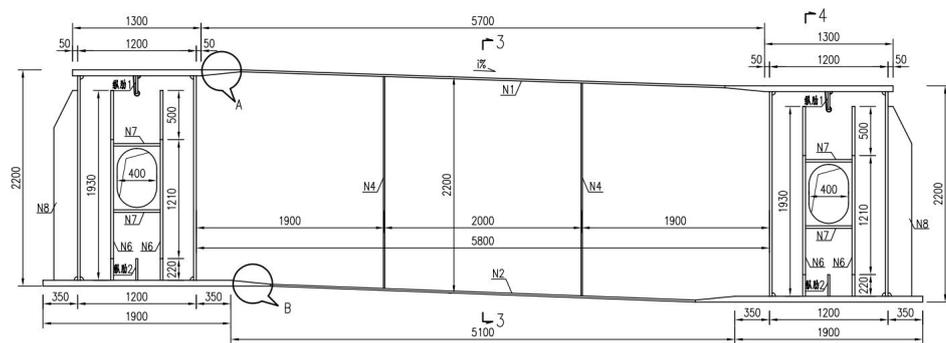


图 7.8 中横梁与主梁连接立面示意图

7.2.4 横撑体系也可采用桁架式横撑。

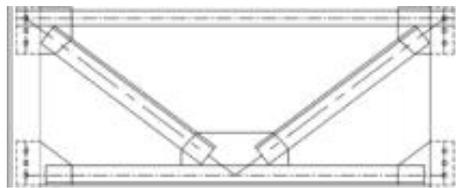


图 7.9 桁架式横撑

7.2.5 双扁钢箱-混凝土组合梁纵向联结系可采用 X 形、钻石形或 K 形。

7.3 行车道板

7.3.1 混凝土行车道板宜采用分块预制形式，块段划分应考虑运输和吊装能力，一般宽度不超过 3m。

7.3.2 行车道板支撑间距大于 4m 时宜采用横向预应力行车道板。若采用预制预应力行车道板，宜采用全宽预制，并在预制板与湿接缝中均设置横向预应力钢束。

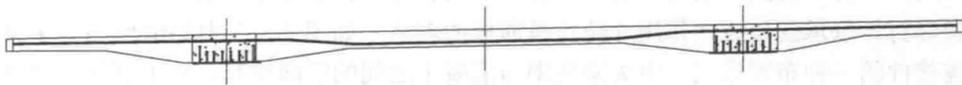


图 7.10 横向预应力合理布置

7.3.3 行车道板细部尺寸、配筋率、局部加强筋构造应符合 JTG 3362、JTG/T D64-01、GB 50917 的有关规定。

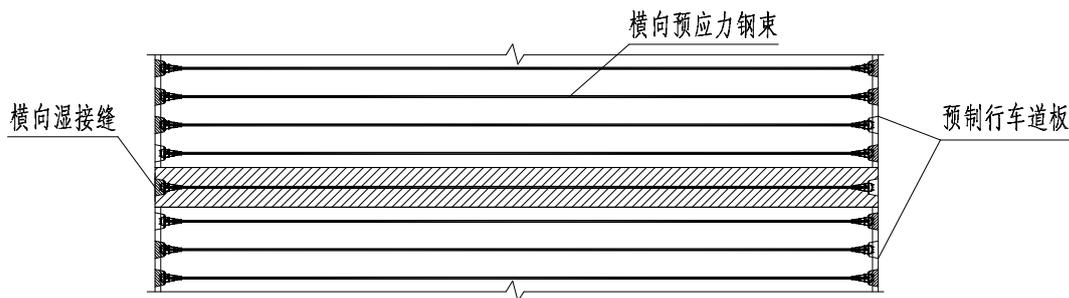


图 7.11 横向预应力钢束

7.3.4 预制行车道板之间湿接缝宽度宜大于 50cm，保证纵向钢筋连接可靠。图中 d_B 为上下层主筋中心间距， L_a 为环形搭接两侧钢筋圆弧顶端中心间距。

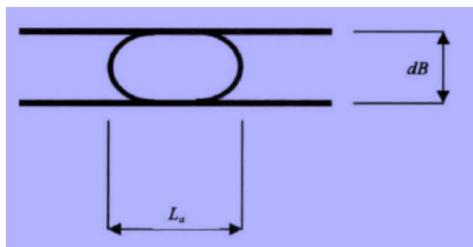


图 7.12 湿接缝钢筋环状接头

7.3.5 预制行车道板剪力槽处钢筋应保证避开抗剪连接件。

7.4 抗剪连接件

7.4.1 抗剪连接件的设置应符合 GB 50917 的有关规定。

7.4.2 圆柱头焊钉连接件长度不应小于其杆径的 4 倍。

7.4.3 圆柱头焊钉连接件杆径不应大于与其焊接的钢板厚度的 2 倍。

7.4.4 预制行车道板与钢梁间宜采用集束式连接，设置于剪力槽与湿接缝处，并考虑主梁平面曲率的影响，如图所示。

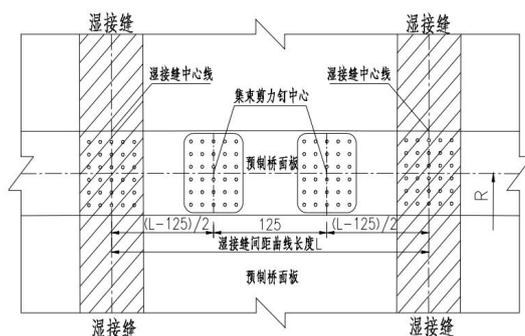


图 7.13 曲线梁段剪力钉布置示意图

7.4.5 现浇行车道板与钢梁间宜采用连续式连接，剪力钉布置间距和数量应按 JTG/T D64-01 确定。

8 制造与安装

8.1 钢梁制作

8.1.1 一般规定

(1) 钢主梁及横梁采用工厂化制作，经除锈、涂装后运输至安装现场。

(2) 制造厂应对设计图进行工艺性审查。当需要修改时，应取得原设计单位同意并签署设计变更文件。

(3) 制造厂应根据设计图绘制施工图并编制制造工艺，钢主梁及横梁制造应根据施工图和制造工艺进行。

(4) 钢主梁及横梁制造及验收应使用经计量检定合格的计量器具，并按有关规定进行操作。

8.1.2 钢主梁与横梁加工宜采用 BIM 技术进行三维建模并深化设计，具体流程见附件 B。

8.1.3 钢主梁与横梁组装与焊接应符合 GB 50661 和 JTG D64 的有关规定，同一部位焊接返修次数不应超过 2 次。

8.1.4 钢主梁与横梁在批量制造前，应进行试装。

8.1.5 验收

钢主梁与横梁制造尺寸允许偏差应符合表 8.1 的规定。

表 8.1 钢构件基本尺寸允许偏差 (mm)

| 项 目 | | 允许偏差 | 说 明 |
|-----|-----------|-------------|-----------------------------|
| 主 梁 | 梁高 h | ±4.0 | 测量两端腹板处高度 |
| | 宽度 | ±2.0 | —— |
| | 极边孔距 | ±1.0 | 测量两端孔群间距离 |
| | 旁弯 | ≤3.0 | 梁立置时，在腹板一侧距主焊缝 100mm 处拉线测量。 |
| | 腹板平面度 | <h/350 且 ≤8 | 用平尺测量，h 为梁高或纵向加劲肋至下盖板间距离。 |
| | 顶板对腹板的垂直度 | 1.0 (有孔部位) | |
| | | 1.5 (无孔部位) | |
| | 梁长 | ±5.0 | —— |
| 扭曲 | ≤3.0 | 在平台上测量。 | |
| 横 梁 | 梁高 h | ±4.0 | 测量两端及跨中腹板处的高度。 |
| | 长度 | ±6.0 | —— |
| | 盖板宽度 | ±2.0 | —— |
| | 极边孔距 | ±2.0 | 测量两端孔间距离。 |
| | 旁弯 | ≤3.0 | 梁立置时，在腹板一侧距主焊缝 100mm 处拉线测量。 |
| | 拱度 | +10 -3 | 梁卧置时在下盖板外侧测量。 |

| 项 目 | | 允许偏差 | 说 明 |
|-----|-----------|--------------------|-------------------------|
| | 盖板对腹板的垂直度 | ≤ 1.5 | 用直角尺测量。 |
| | 腹板平面度 | $h/500$ 且 ≤ 5 | 用平尺测量，h 为梁高或纵向肋至下盖板间距离。 |
| | 扭曲 | ≤ 5.0 | 在平台上测量。 |

8.2 钢梁施工

8.2.1 安装施工前，应根据现场施工环境条件，选择合理安装方法，编制专项施工方案，经批准后方可实施。

8.2.2 计算钢梁节段或整体运输和安装受力时，构件自重应乘以动力系数。动力系数应符合 JTG D60 的有关规定。

8.2.3 钢梁节段或整体施工时，应进行钢梁的抗倾覆稳定性验算，应符合 JTG 3362 的有关规定。

8.2.4 钢梁节段或整体施工时，应进行钢梁的整体稳定验算，以及进行钢主梁、联结系的腹板与翼缘板的局部稳定验算，应符合 JTG D64 的有关规定。

8.2.5 钢梁节段或整体施工时，应进行钢梁的强度验算，应符合 JTG D64 的有关规定。

8.2.6 在运输与架设时应保证钢主梁与联结系临时吊点、临时支撑点及承受局部荷载的部位传力可靠。若以架设完成的钢梁作为上部施工机械、构件的临时支撑时，应准确考虑钢梁承受的荷载。

8.2.7 在运输与架设时应实时监测钢梁及其支撑的整体与局部变形。

8.2.8 支座宜先安装至钢梁底部，待钢梁就位后，再进行支座垫石浇筑。

8.3 行车道板施工

8.3.1 应对预制行车道板吊装状态的裂缝宽度进行验算，并考虑动力系数。动力系数取值应符合 JTG D64 的有关规定。

8.3.2 应对预制行车道板临时吊点构造进行验算，并考虑多吊点受力的分配不均匀。

8.3.3 预制预应力行车道板在湿接缝浇筑前，宜尽可能少张拉横向预应力钢束，在湿接缝混凝土达到施工张拉要求后，将湿接缝与行车道板剩余横向预应力钢束进行张拉。

8.3.4 现浇行车道板应保证浇筑时混凝土模板刚度，应符合 JTG/T 3650 的有关规定。

8.3.5 预制行车道板与钢梁连接界面边缘应布置止水胶条，力学性能应符合 DLT5215 有关规定。

8.3.6 预制行车道板与钢梁连接界面应涂抹钢混粘结胶，粘结胶材料应符合 JTG/T J22 和 GB 18583 的有关规定。

8.3.7 桥面防水层应确保能有效防水，且与桥面现浇层及沥青混凝土铺装层间有足够的粘结强度和剪切强度，防水材料必须具备柔韧性、温度稳定性和耐久性。

附录 A

(规范性附录)

双扁钢箱-混凝土组合梁设计流程

A.1 总体设计

A.1.1 钢材选用

主梁钢材应符合GB/T 714的有关规定，根据设计中的钢材应力水平合理选择牌号。需要同时考虑的因素有钢材延展性和韧性、可焊性能，其指标主要有屈服强度、极限强度、延伸率、冲击韧性、冷弯性能、等效含碳量。厚度方向性能应符合GB/T 5313的有关规定。

A.1.2 横断面

单幅桥面宽度为土路肩+右侧硬路肩(L2)+行车道(W)+左侧路缘带(S1)+侧向净宽(c)+防护设施宽度，其中路缘带及侧向净宽根据时速选择。

A.1.3 跨径布置

可采用等跨与不等跨布置。从受力方面考虑，边跨可采用小跨，有利于边跨受力和等强设计，连续梁边中跨比最大可达到0.8。等跨布置，边跨与中跨跨径相同，外形美观，适合于跨越道路及平坦地形，但边跨受力更为不利，需要进行加强设计。

A.1.4 平面布置

双扁钢箱-混凝土组合梁为典型开口截面，适用于曲线半径较小的桥梁中，一般曲线半径 $R \geq 60m$ 。

A.1.5 立面布置

立面布置有等高、变高两种形式，等高结构形式是工厂化制造最经济的结构形式，方便钢梁运输及安装施工，尤其对采用顶推施工时采用等高梁是最为合适的选择。

A.1.6 立面布置

双扁钢箱-组合梁结构形式多样，以主梁个数可分为少主梁、多主梁体系；以横梁是否与行车道板连接分为支撑横梁体系与非支撑横梁体系，少主梁（双主梁）非支撑横梁体系在经济性上最具有优势。

双主梁非支撑横梁体系行车道板宽度最大可达20m，悬臂范围可达6m~12m，对于四车道宽度的行车道板，可采用钢-混凝土行车道板；对于六车道宽度的行车道板，可采用支撑横梁体系或预应力混凝土行车道板。

多主梁体系梁片较多（大于等于3片），且中间梁需要设置横梁及相应竖向加劲肋，钢材用量大于双主梁结构。通常在桥面宽度较大（大于25m以上）、主梁高度受限或现场吊装能力受限情况下使用。

A.1.7 钢梁高度

钢梁高度估算时可取 $h=L_{eq}/20 \sim L_{eq}/30$ ， L_{eq} 为计算跨径。

A.1.8 混凝土行车道板

混凝土行车道板可选择非支撑体系或支撑体系，依据支撑间距决定是否设置横向预应力钢束，进行横向配筋设计，纵向行车道板应按参与主梁受力进行配筋设计。

A.2 安全性能设计

双扁钢箱-混凝土组合梁的安全性能设计主要包括：施工阶段与成桥阶段的倾覆稳定设计；主梁整体稳定、局部稳定设计；主梁强度设计；钢梁疲劳设计；行车道板纵横向承载力；连接件承载力、疲劳验算；连接设计。上述设计内容在正文中均已给出设计方法或应符合的相关规范及标准。

A.3 使用性能设计

双扁钢箱-混凝土组合梁的使用性能设计主要包括主梁在运营阶段挠度、行车道板混凝土裂缝宽度、抗剪连接件滑移量等，在正文中均已给出设计方法或应符合的相关规范及标准。

A.4 构造设计

双扁钢箱-混凝土组合梁的构造设计主要包括：

- a) 钢梁构造细节：翼缘板、腹板加劲肋、纵横向联结系相关构造等。
- b) 行车道板构造细节：行车道板轮廓尺寸、保护层厚度、配筋率等。
- c) 抗剪连接件构造细节：抗剪连接件的纵横向布置间距、保护层厚度、与钢梁边缘间距、与混凝土行车道板边缘间距；圆柱头焊钉连接件的长度、杆径等。

上述内容正文中均已给出设计方法或应符合的相关规范及标准。

附录 B

(规范性附录)

双扁钢箱-混凝土组合梁 BIM 辅助加工

B.1 总体设计

- a) 建立模型之前需要建立标准件的题材库，包括钢主梁、钢横梁、行车道板、抗剪连接件、螺栓、螺母等数据库。
- b) 建立材料明细表，包含构件的名称、数量、材质、重量、装配体名称等。
- c) 建立施工阶段零件模型，并分块。
- d) 零件装配。
- e) 数据分析。

B.2 深化设计

B.2.1 空间曲线提取放样

将道路线型的三维坐标点通过拟合的方式提取出来，并在三维软件中拟合放样出来。

B.2.2 分块方案

结合材料采购、现场运输安装方案，确定双扁钢箱-混凝土组合梁的节段划分。



图 B.1 钢主梁上翼缘分块方案图



图 B.2 钢主梁下翼缘分块方案图

B.3 零件施工图

输出钢结构部分的钢板下料尺寸图，普通钢筋下料图。

附录 C

(规范性附录)

钢-混凝土组合行车道板设计流程

C.1 总体计算

a) 施工阶段底钢板受力计算。

此阶段主要考虑混凝土浇筑荷载并计入动力系数，对于底钢板与加劲肋组成的模板体系，应按 JTG D64 考虑剪力滞效应有效宽度与受压局部稳定有效宽度折减。浇筑阶段中，底钢板挠度不应超过 0.05 倍行车道板总厚度。

b) 成桥阶段行车道板抗弯、抗剪承载力计算。

应同时考虑恒载、汽车荷载以及因钢主梁扭转产生的横向附加内力等。

c) 成桥阶段行车道板使用性能计算。

验算成桥阶段裂缝宽度、汽车荷载挠度。

C.2 细部计算

a) 抗剪连接件连接承载力计算。

b) 抗剪连接件连接疲劳计算。

c) 底钢板与抗剪连接件复合疲劳计算。

d) 底钢板顺桥向连接计算。