

江苏省地方标准

《波形钢腹板组合结构桥梁设计与施工  
规范》（修订）

送审稿

编制说明

标准起草工作组

（宿迁市交通运输局、南京交通工程有限公司等）

2026 年 1 月

# 《波形钢腹板组合结构桥梁设计与施工规范》（修订）

## 编制说明

### 一、目的意义

#### 1.1 背景

波形钢腹板桥梁的主要结构特点是减轻主梁的自重，提高混凝土主梁的预应力效率，减少现场工作量，降低工程成本，提高施工效率，缩短施工周期。在过去 10 多年里，波形钢腹板桥梁在世界各国尤其在日本得到快速发展。

截止 2023 年底，我国已建、在建波形钢腹板组合桥梁近 200 余座，桥梁跨径也在逐步增加，主跨超过 120m 的大跨桥梁超过 50 座，且波形钢腹板组合梁桥的最大跨径有逐年上升趋势。



图 1 波形钢腹板桥梁

#### 1.2 存在问题

随着科技的进步和新技术的不断应用，原《波形钢腹板组合结构桥梁设计与施工规范》（DB32/T 2881—2016）已经不能满足当前的设计与施工要求，主要存在以下问题：

（1）标准适用性相对不足。现标准缺少对于波形钢腹板与混凝土顶、底板的连接的设计原则、以及涂装总干膜厚度、附着力的建议值等内容。

（2）标准内容先进性不足。标准发布实施时间较早，后有相关行业标准《组

合结构桥梁用波形钢腹板》(JT/T784)、《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650—2020)发布实施,且该标准针对波形钢腹板组合梁桥施工工艺方法规定、波形钢腹板、连接件等内容不够全面,因此认为该标准技术指标已不满足当前行业发展现状,先进性不足。

(3) 大跨径波形钢腹板组合箱梁施工期线形控制和定位精度控制技术难度大,施工质量控制指标有待进一步明确。

(4) 与原来相比,依据 GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分》,标准格式有了新的变化。

### 1.3 目的

为适应江苏省波形钢腹板组合结构桥梁建设的快速发展需求,规范工程设计与施工行为,提升工程质量与安全水平,特修订本《波形钢腹板组合结构桥梁设计与施工规范》。本规范的编制与实施具有以下重要目的和意义:

#### (1) 统一技术标准,规范工程实践

随着波形钢腹板组合结构桥梁在江苏省的大量应用,不同项目在设计理念、材料选用、施工工艺及质量控制等方面存在差异,缺乏统一的技术指导,易导致工程质量参差不齐。本规范基于江苏省多年来的工程实践经验,整合国内外先进技术成果,明确了波形钢腹板组合结构桥梁设计与施工的基本规定、材料要求、设计方法、施工工艺及质量控制标准,为全省范围内该类桥梁的建设提供了统一、权威的技术依据,有效规范了工程建设全过程的技术行为,确保工程质量可控。

#### (2) 提升结构安全与耐久性,保障工程可靠运营

桥梁结构的安全与耐久性是工程建设的核心目标。原规范(DB32/T 2881-2016)在应用过程中,部分技术要求已难以满足当前复杂工程环境和长寿命设计需求。本规范通过修订混凝土设计强度要求(由“不应低于C40”调整为“宜不小于C50”)、完善波形钢腹板焊接与连接构造、新增体外预应力筋张拉方式规定(“采用顶压式,不应采用自锚式”)等技术内容,进一步强化了结构在承载能力、抗裂性能及耐久性方面的设计与施工要求。同时,新增施工监测要求和标准化、智能化施工等规定,实现了对工程全过程的质量与安全管控,为桥梁结构的长期可靠运营提供了有力保障。

#### (3) 推动技术创新与进步,适应行业发展需求

近年来，波形钢腹板组合结构桥梁在设计理论、施工技术和材料应用等方面不断创新，“四新技术”在工程中逐步推广。本规范新增“标准化、智能化施工、四新技术等”要求，纳入“异步悬臂浇筑法”等新型施工方法及相关技术规定，鼓励在工程实践中采用先进技术与工艺，推动行业技术升级。同时，删除已废止的引用标准，更新波形钢腹板工厂制造技术要求（符合 JT/T 784-2022），确保规范内容与最新行业技术发展同步，为技术创新应用提供了政策引导和技术支持。将科研成果部分指标经验证后纳入本次标准修订中。本标准修重要指标修订依托的《装配式波形腹板钢-混组合桥梁工业化建造关键技术》科研项目，关键指标鉴定为国际先进，成果获得中国交通运输协会科学技术一等奖。

## 二、任务来源

本标准由省市场监督管理局 2024 年立项，并下达《江苏省市场监督管理局关于下达 2024 年度江苏省地方标准制修订计划的通知》（苏市监标〔2024〕143 号）。

## 三、编制过程

### 1、启动与筹备阶段（2024 年 8 月-2024 年 9 月）

2024 年 8 月，宿迁市交通运输局牵头组织召开规范修订启动会，成立由南京交通工程有限公司、江苏省交通工程建设局、苏交科集团股份有限公司等多家单位组成的编制组，明确各单位职责分工，制定详细的工作大纲与时间进度计划。同时，确定规范修订的总体目标、技术路线及重点修订内容，为后续工作开展奠定基础。

### 2、资料收集与调研分析阶段（2024 年 10 月-2024 年 11 月）

编制组广泛收集国内外相关标准规范、技术文献及工程案例资料，包括《波形钢腹板组合梁桥技术标准》（CJJ/T 272—2017）、《组合结构桥梁用波形钢腹板》（JT/T 784—2022）等，梳理现行标准的技术要求与应用现状。通过实地调研江苏省内多个波形钢腹板组合结构桥梁项目，如宿迁市波形钢腹板连续箱梁桥、南京市城市桥梁改造项目等，了解工程设计、施工过程中的实际问题与技术需求，为规范修订提供实践依据。期间，共收集相关技术资料 50 余份，实地调研项目 8 个，形成详细的调研分析报告。

### 3、初稿编制阶段（2024 年 12 月-2025 年 5 月）

基于资料收集与调研成果，各参编单位依据分工开展规范初稿编制工作。苏交科集团股份有限公司牵头对“设计”章节进行全面修订，结合最新科研成果优化波形钢腹板设计、连接件设计等核心内容；南京交通工程有限公司重点完善“施工”章节，细化施工工艺与质量控制要求，补充异步悬臂浇筑法等新型施工方法内容；其他参编单位同步完成各自负责章节的初稿撰写。在此过程中，通过多次线上线下技术交流会议，对初稿内容进行反复研讨与完善，解决技术争议问题 20 余项，确保初稿内容的科学性与合理性。

### 4、内部审查与修改阶段（2025 年 6 月-2025 年 8 月）

编制组完成规范初稿汇总后，组织内部审查会议。邀请行业专家对初稿进行全面审查，从技术内容、结构框架、与现行标准协调性等方面提出审查意见 70 余条。各参编单位针对审查意见，进行为期 1 个月的集中修改，进一步优化规范条款，完善术语定义、计算公式、构造要求等内容，确保规范整体质量达到较高水平。

### 5、征求意见（2025 年 9 月-2025 年 10 月）

编制组向施工、设计、建设、高校等单位发出 41 份征求意见稿征求意见的函。

### 6、送审稿形成阶段（2025 年 10 月-2025 年 11 月）

征求意见期间，收到 41 份反馈意见。收到意见 102 条，采纳 101 条、未采纳 1 条、部分采纳 0 条。依据征求意见，编制组对规范进行再次梳理与完善，形成《波形钢腹板组合结构桥梁设计与施工规范》（送审稿）及编制说明等送审材料。

## 四、主要内容技术指标确定

### 1、章节变化

本次修订依据 GB/T 1.1—2020 以及从标准的适用性、科学性为侧重点，重新编排了标准章节内容，对比见表 1：

表 1 标准章节目录变化情况

| DB32/T 2881-2016 版                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 修订后                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>前言</b></p> <p><b>1 总则</b></p> <p>1.1 一般规定</p> <p>1.2 设计部分</p> <p>1.3 施工部分</p> <p><b>2 规范性引用文件</b></p> <p><b>3 术语和定义</b></p> <p><b>4 材料</b></p> <p>4.1 基本要求</p> <p>4.2 混凝土</p> <p>4.3 普通钢筋与预应力筋</p> <p>4.4 钢材</p> <p><b>5 基本设计规定</b></p> <p><b>6 总体构造设计</b></p> <p>6.1 主梁</p> <p>6.2 波形钢腹板</p> <p>6.3 连接件</p> <p>6.4 横隔板</p> <p>6.5 波形钢腹板与横隔板的连接</p> <p>6.6 内衬混凝土</p> <p>6.7 预应力体系</p> <p>6.8 转向块与转向器</p> <p>6.9 耐久性措施</p> <p><b>7 整体设计</b></p> <p>7.1 一般规定</p> <p>7.2 持久状况承载能力极限状态计算</p> <p>7.3 持久状况正常使用极限状态计算</p> <p><b>8 横向设计</b></p> <p>8.1 横向抗弯设计</p> <p>8.2 桥面板纵向抗剪设计</p> <p><b>9 波形钢腹板设计</b></p> <p>9.1 一般规定</p> <p>9.2 波形钢腹板设计</p> <p>9.3 波形钢腹板之间的连接计算</p> <p>9.4 波形钢腹板与翼缘板的焊接计算</p> <p>9.5 内衬混凝土的验算</p> <p><b>10 连接件设计</b></p> <p>10.1 一般规定</p> <p>10.2 连接件抗剪承载力计算</p> <p>10.3 连接件抗角隅弯矩计算</p> <p><b>11 波形钢腹板制作</b></p> | <p><b>前言</b></p> <p><b>1 范围</b></p> <p><b>2 规范性引用文件</b></p> <p><b>3 术语和定义</b></p> <p><b>4 材料</b></p> <p>4.1 混凝土</p> <p>4.2 钢材</p> <p>4.3 普通钢筋与预应力筋</p> <p>4.4 焊接材料</p> <p>4.5 涂装材料</p> <p><b>5 设计</b></p> <p>5.1 基本规定</p> <p>5.2 构造</p> <p>5.3 整体受力</p> <p>5.4 横桥向及桥面板计算</p> <p>5.5 波形钢腹板</p> <p>5.6 连接件</p> <p><b>6 施工</b></p> <p>6.1 基本规定</p> <p>6.2 波形钢腹板工厂制造</p> <p>6.3 波形钢腹板现场安装</p> <p>6.4 同步悬臂浇筑法</p> <p>6.5 异步悬臂浇筑法</p> <p>6.6 满堂支架法</p> <p><b>7 质量控制与检验</b></p> <p>7.1 波形钢腹板现场检验</p> <p>7.2 同步悬臂浇筑法、异步悬臂浇筑法</p> <p>7.3 满堂支架法</p> |

|           |                  |  |
|-----------|------------------|--|
| 11.1      | 一般规定             |  |
| 11.2      | 切割与制孔            |  |
| 11.3      | 边缘加工和矫正          |  |
| 11.4      | 波形钢腹板的成型         |  |
| 11.5      | 预处理、组拼与连接        |  |
| 11.6      | 波形钢腹板工厂涂装        |  |
| <b>12</b> | <b>波形钢腹板现场施工</b> |  |
| 12.1      | 一般规定             |  |
| 12.2      | 波形钢腹板的运输与保存      |  |
| 12.3      | 波形钢腹板的安装与定位      |  |
| 12.4      | 波形钢腹板焊接连接        |  |
| 12.5      | 波形钢腹板安装焊缝处的防腐处理  |  |
| 12.6      | 波形钢腹板高强度螺栓连接     |  |
| 12.7      | 波形钢腹板现场涂装        |  |
| 12.8      | 栓钉连接件施工          |  |
| 12.9      | 开孔钢板连接件的施工       |  |
| 12.10     | 嵌入型连接件的施工        |  |
| 12.11     | 角钢连接件的施工         |  |
| 12.12     | 波形钢腹板竣工验收质量标准    |  |
| <b>13</b> | <b>满堂支架施工方法</b>  |  |
| 13.1      | 适用范围             |  |
| 13.2      | 基本要求             |  |
| 13.3      | 模板、支架工程          |  |
| 13.4      | 波形钢腹板施工          |  |
| 13.5      | 混凝土浇筑            |  |
| 13.6      | 预应力筋施工           |  |
| 13.7      | 施工质量要求           |  |
| <b>14</b> | <b>预制吊装施工方法</b>  |  |
| 14.1      | 适用范围             |  |
| 14.2      | 基本要求             |  |
| 14.3      | 预制梁的制作           |  |
| 14.4      | 预制梁的运输与保存        |  |
| 14.5      | 预制梁的现场安装         |  |
| 14.6      | 施工质量要求           |  |
| <b>15</b> | <b>悬臂现浇施工方法</b>  |  |
| 15.1      | 适用范围             |  |
| 15.2      | 基本要求             |  |
| 15.3      | 挂篮               |  |
| 15.4      | 波形钢腹板施工          |  |
| 15.5      | 混凝土浇筑            |  |
| 15.6      | 预应力筋施工           |  |

|      |           |  |
|------|-----------|--|
| 15.7 | 合龙段施工     |  |
| 15.8 | 支座安装      |  |
| 15.9 | 施工质量要求    |  |
| 16   | 顶推施工方法    |  |
| 16.1 | 适用范围      |  |
| 16.2 | 基本要求      |  |
| 16.3 | 预制场地      |  |
| 16.4 | 顶推导梁      |  |
| 16.5 | 梁段预制及养护   |  |
| 16.6 | 梁段施加预应力   |  |
| 16.7 | 梁体顶推方法及装置 |  |
| 16.8 | 施工质量要求    |  |

## 2、主要内容变化

本次修订和 DB32/T 2881-2016 版主要技术内容变化见表 2：

表 1 主要技术内容修订情况汇总表

| DB32/T 2881-2016 版 |        | 本次修订后 |                             | 修订变化                                                                   |
|--------------------|--------|-------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 章条号                | 标题     | 章条号   | 标题                          |                                                                        |
| 1                  | 总则     | 1、5、6 | 1.范围、5.1 设计基本规定和 6.1 施工基本规定 | 删除了“总则”，修改为“范围和基本规定”（范围见第 1 章，设计的基本规定见 5.1，施工的基本规定见 6.1，2016 年版的第 1 章） |
| 4                  | 基本规定   | 5     | 设计                          | 更改了混凝土设计强度要求由“不应低于 C40”调整为“宜不小于 C50”（见 5.1.17，2016 年版 4.2.2）           |
| 6                  | 总体构造设计 | 5     | 设计                          | 更改了对接焊接图例，增加了一种角焊接形式（见图 8）                                             |
| 6                  | 总体构造设计 | 5     | 设计                          | 新增了钢板开孔可采用半开口形式（见 5.2.3.2）                                             |
| 10                 | 连接件设计  | 5     | 设计                          | 修改了嵌入型连接件水平抗剪承载力计算公式（见 5.6.2.7，2016 年版的 10.2.7）                        |
| 10                 | 连接件设计  | 5     | 设计                          | 修改了嵌入型连接件在波形钢腹板斜板段处的混凝土应力计算公式（见 5.6.2.8，2016 年版的 10.2.8）               |
| /                  | /      | 6     | 施工                          | 增加了增加了施工监测要求（见 6.1.7）；<br>“标准化、智能化施工、四                                 |

|      |          |   |         |                                                                          |
|------|----------|---|---------|--------------------------------------------------------------------------|
|      |          |   |         | 新技术等”要求（见 6.1.8）；                                                        |
| 11   | 波形钢腹板制作  | 6 | 施工      | 按 JT/T 784-2022 的新要求对原有条款涉及到的技术指标进行修订                                    |
| 15   | 悬臂现浇施工方法 | 6 | 施工      | 新增了波形钢腹板运输存储中“螺栓采用橡胶套进行封闭处理”、“底层支垫高度不低于 5cm”的保护要求（见 6.2.9，2016 版的 12.2）； |
| 15   | 悬臂现浇施工方法 | 6 | 施工      | 新增了溶剂型涂料和水性涂料的施工温度、湿度规定（见 6.2.9，2016 版的 12.2）                            |
| 15   | 悬臂现浇施工方法 | 6 | 施工      | 新增了体外预应力筋张拉方式“采用顶压式，不应采用自锚式”要求（见 6.4.12.2）                               |
| 15   | 悬臂现浇施工方法 | 6 | 施工      | 更改了“挂篮预压重量”要求，且细化分级加载比例（见 7.3.3 表 6，2016 版的 15.3.3）                      |
| 15   | 悬臂现浇施工方法 | 6 | 施工      | 新增了“异步悬臂浇筑法”施工方法及相关技术规定（见 6.5）                                           |
| 16   | 顶推施工方法   | 6 | 施工      | 删除                                                                       |
| /    | /        | 7 | 质量控制与检验 | 增加了“质量控制与检验”要求（见第 7 章）                                                   |
| 附录 A | /        | / | /       | 删除了代表性波形钢腹板组合结构桥梁实例                                                      |

### 3、确定依据

以上主要内容技术指标修改确立依据如下：

（1）混凝土设计强度从“不应低于 C40”调整为“宜不小于 C50”。

依据目前设计图纸均为不小于 C50，近年来桥梁荷载等级提高、跨度增大，对混凝土强度和耐久性要求提升。C50 混凝土在承载能力、抗裂性能等方面更优，能更好适应大跨径、重荷载工程需求，提高结构安全储备和使用寿命。

（2）增加“标准化、智能化施工、四新技术等”要求

《工程建设国家标准管理办法》第十八条规定，制订国家标准应当积

极采用新技术、新工艺、新设备、新材料。纳入标准的新技术、新工艺、新设备、新材料，应当经有关主管部门或受委托单位鉴定，有完整的技术文件，且经实践检验行之有效。

行业技术标准的发展：《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650—2020）以我国桥涵工程施工实践经验和国内外先进技术成果为依托，吸纳了技术成熟、工艺先进、经济合理、安全环保、节能减排的“四新”技术。

### （3）增加施工监测要求

本次修订新增施工监测要求（“波形钢腹板预应力混凝土组合梁施工应对应力、应变、标高、预拱度等进行全过程控制监控”），依据如下：

#### 1）依据波形钢腹板组合结构的受力特殊性

波形钢腹板组合结构梁由预应力混凝土顶底板与波形钢腹板通过连接件组合而成，其受力具有“剪力主要由波形钢腹板承担、弯矩由混凝土顶底板承担”的独特模式，与传统全混凝土梁差异显著。大跨径波形钢腹板组合箱梁“施工期线形控制和定位精度控制技术难度大”施工阶段波形钢腹板作为承重结构（如悬臂浇筑中挂篮依托腹板受力），易因荷载变化（如混凝土浇筑、预应力张拉）产生局部应力集中或非预期变形；同时钢混凝土组合界面的滑移风险（6.5.1 条连接件核心作用）需通过监测及时预警。新增施工监测要求，可实时追踪应力、应变、标高及预拱度变化，确保结构受力符合设计假定，避免因受力异常导致的安全隐患，是基于该类结构特性的必要技术保障。

#### 2）依据工程实践中质量风险规避的需求

国内波形钢腹板桥梁施工中，曾出现因未实时监测导致的线形偏差（如悬臂段高程偏差超 10mm），需后期整改，增加工程成本与工期。本规范“6 施工”章节细化了同步悬臂浇筑法、异步悬臂浇筑法等工艺（6.4、6.5 章），该施工方法涉及多节段衔接、挂篮走行、合龙段施工等复杂工序（如 6.3.9 条合龙段需控制温差影响），若缺乏全过程监测，难以精准控制施工偏差。新增施工监测要求，可通过实时数据反馈调整施工参数，规避线形偏差、结构开裂等质量风险，呼应编制说明中“提升工程质量与安全水平”的修订目标。

### 3) 依据与现行行业标准的协同一致性

与《公路桥梁施工监控技术规程》(JTG/T 3650-01-2022)协同一致性,第5章“施工监测”对监测参数、监测截面及测点布置、监测频度、监测仪器及元件等内容做出了具体规定。

当前波形钢腹板组合梁施工技术已发展至大跨径(80m-250m, 7.3.1、7.4.1条适用跨径),需结合专项结构特性补充监测要求。新增的施工监测条款(4.2.6、4.2.8条)既遵循JTG/T 3650-01的通用规定,又针对波形钢腹板组合结构明确“应力、应变、标高、预拱度”等核心监测指标,填补了原规范(2016年版)对该类结构专项监测要求的空白,实现与现行行业标准的精准衔接。

### (4) 更改对接焊接图例

原对接焊接图例存在表述不清或与实际施工工艺不符的问题,修改后图例更直观准确,能更好指导焊接施工操作,确保焊接质量符合设计要求。

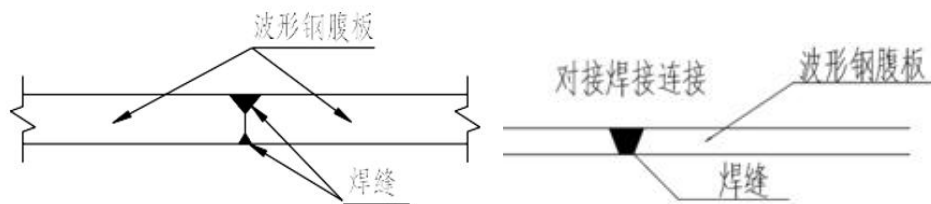


图1 对接焊接原标准图

修改后图

实际工程中角焊接工况多样,新增形式可适应更多复杂焊接需求,提高焊接工艺的适用性和灵活性,为不同场景下的焊接施工提供技术依据。

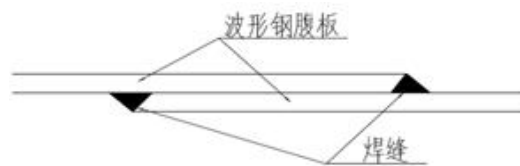


图2 角焊接形式2

### (5) 新增钢板开孔可采用半开口形式

依据工程现场大量实践与对比发现,半开口形式在施工中更便于钢筋穿过或混凝土浇筑,能优化施工便利性,同时满足受力要求。新增形式扩展了设计选择,提升规范的实用性。

### (6) 修改了嵌入型连接件水平抗剪承载力计算公式

由原公式 $Q_{pu} = 0.6f_{cd}A_1 + \mu f_{sd}A_s$ 修改为： $Q_{pu} = f_{cd}A_1 + \mu f_{sd}A_s$

采用《波形钢腹板组合梁桥技术标准》（CJJ/T 272-2017）的计算公式。

（7）修改了嵌入型连接件在波形钢腹板斜板段处的混凝土应力计算公式

由原公式 $\frac{Q_k^e s}{0.25A_1 + 0.05A} \leq 0.8f_{cu,k}$ 修改为 $\frac{Q_k^e s - 0.5f_{sk}A_s}{0.25A_1 + 0.05A} \leq 0.8f_{cu,k}$ 。

采用《波形钢腹板组合梁桥技术标准》（CJJ/T 272-2017）的公式，该公式扣除了结合钢筋应力，安全性更高。

（8）更改“波形钢腹板工厂制造”要求符合 JT/T 784

JT/T 784 是更新后的行业标准，对波形钢腹板制造的材料、工艺、质量控制等提出了更先进的要求。同步更新引用标准可确保工厂制造技术符合最新行业规范，提升产品质量稳定性。

（9）删除“顶推施工方法”章节

顶推施工方法在波形钢腹板组合结构桥梁中的应用逐渐减少，目前省内基本不再采用。删除后可使规范聚焦于当前主流施工方法（如悬臂浇筑法、预制吊装法等），提高针对性。

（10）新增波形钢腹板运输存储保护要求

运输和存储过程中，螺栓易受损坏，构件支垫不当导致变形。新增“螺栓橡胶套封闭”和“底层支垫高度”要求可减少运输存储中的构件损伤，保护产品质量，确保后续施工顺利进行。

依据《组合结构桥梁用波形钢腹板》（JT/T 784-2022），对波形钢腹板的标志、包装、运输与储存作出了规定。部分指标依据现场施工经验对运输过程中需要重点保护的部分做出规定。

（11）新增溶剂型及水性涂料施工温湿度规定

在《钢结构工程施工规范》(GB 50755-2012)，13.3.2 条规定“钢结构涂装时的环境温度和相对湿度，除应符合涂料产品说明书的要求外，当产品说明书对涂装环境温度和相对湿度未作规定时，环境温度宜为 5℃-38℃，相对湿度不应大于 85%，钢材表面温度应高于露点温度 3℃，且钢材表面温度不应超过 40℃。”在此基础上，结合现场施工经验及厂家说明书进行

了补充。

（12）更改“挂篮预压重量”要求并细化分级加载比例

依据《桥梁悬臂浇筑施工技术标准》（CJJ/T 281-2018），该标准第 6.3.1 条规定“挂篮预压的荷载值应取悬臂浇筑最大节段重量的 1.2 倍”。第 6.3.2 条规定“挂篮加载及卸载应分级进行。加载分级宜为悬臂浇筑最大节段重量的 10%、50%、100%、120%。”结合波形钢腹板施工特性，依据现场施工经验进行了加载比例部分调整。

（13）新增体外预应力筋张拉方式要求

依据《填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束》（JT/T 876-2019）及现代智能张拉技术的普及。

顶压式张拉锚固方式能更可靠地保证预应力筋锚固效果，减少预应力损失，相比自锚式更适应体外预应力体系的长期受力需求。明确要求可确保预应力施工质量，提升结构安全性。

顶压式张拉锚固通过顶压头将工作夹片顶入锚孔内，可使夹片均匀顶进，与钢绞线紧密咬合，能有效增加夹片对钢绞线的夹持力。而自锚式锚固依靠预应力筋回缩带动锚塞或夹片自动楔紧，在长索张拉或多次张拉时夹片可能会反复夹持钢绞线，导致夹片和钢绞线受损，同时钢绞线表面防腐镀层及铁屑等脱落物可能堆积于夹片牙缝内，影响锚固效果

（14）新增“异步悬臂浇筑法”施工方法及规定

异步悬臂浇筑法是适应大跨径桥梁施工的高效工艺，新增相关规定可规范其施工流程、技术要求和质量控制要点，指导该方法的正确应用，推动施工技术创新。

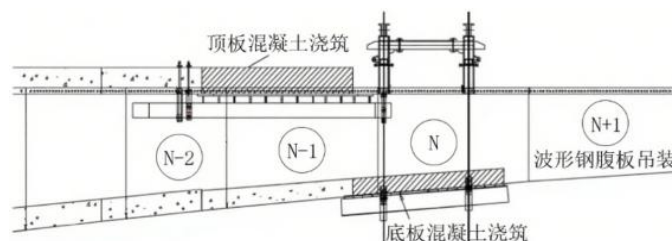


图3 异步悬臂浇筑法施工图

在本次标准修订中，新增异步悬臂浇筑法，主要基于技术创新实践、行业标准完善及工程需求导向三方面依据，具体如下：

### 1) 基于技术创新实践成果

随着桥梁建设向大跨径、复杂结构发展，传统对称悬臂浇筑法在施工效率、资源调配及结构受力控制方面逐渐显现局限性。为突破技术瓶颈，国内自 2010 年起开展异步悬臂浇筑法研究与实践，如 2015 年建成的达摩沟大桥（主跨 105m 波形钢腹板预应力混凝土组合梁桥），采用异步悬臂浇筑施工，有效解决了波形钢腹板架设工作面多、人员调度紧张的难题。科研成果《基于异步悬臂浇筑的波形钢腹板组合梁桥腹板先行架设研究》表明：通过优化施工流程，允许相邻梁段施工进度不同步，可显著提升施工效率（相比对称悬臂浇筑缩短工期 15%-20%）；同时，采用有限元模拟与实桥监测验证，在合理异步施工参数下，结构应力、变形均满足规范要求。基于上述技术创新成果，将“异步悬臂浇筑法”纳入标准体系，是对行业先进施工技术的及时总结与规范引导。

### 2) 基于行业标准完善需求

现行行业标准（如《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020）对悬臂浇筑施工仅涵盖对称悬臂浇筑工艺，未涉及异步施工模式。然而，随着桥梁建设技术革新，异步悬臂浇筑法在工程实践中应用渐广（截至 2024 年，国内应用该技术的桥梁超 20 座），由于缺乏统一技术标准，导致施工工艺不规范、质量验收无依据，制约了技术推广。

#### （15）删除“代表性波形钢腹板组合结构桥梁实例”

由于原标准编制时，GB1.1 未发布，现不符合 GB1.1 编写要求。

## 五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 六、与有关的现行法律、法规和标准的关系

本标准严格遵循国家及行业现行法律、法规与标准要求，无矛盾或抵触，同时结合江苏省波形钢腹板组合结构桥梁建设实践，在部分技术指标上进一步细化或补充，确保技术内容的合规性、先进性与实用性。

### 1.与现行法律、法规及规划的衔接

本标准编制全过程贯彻落实以下法律、法规及规划的核心条款，确保工程建设合法合规：

（1）《建设工程质量管理条例》（2022 年修订）

贯彻条款：第二十六条“施工单位对建设工程的施工质量负责”。  
落实体现：本标准 5.1-5.5 章严格规定混凝土、钢材、预应力筋等材料性能指标；7.1-7.6 章细化各施工工艺的技术要求，强化施工单位质量责任。

（2）《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》（国发〔2021〕27 号）

贯彻条款：“推广绿色建造技术，加强新型建材研发应用，提升交通基础设施耐久性和安全水平”“推进智慧交通建设，推动新一代信息技术与交通基础设施深度融合”。

落实体现：本标准 4.2.7 条新增“推行标准化、工厂化、装配化和智能化施工，推广使用四新技术”；6.1.9 章强化耐久性措施（如波形钢腹板内外表面防腐涂装、底板 2%横向排水斜坡）。

2.与现行国家标准、行业标准的对比关系

本标准以国家标准、行业标准为基础，部分技术指标与国标保持一致，部分结合工程需求进行细化或补充，无低于国标要求的内容，具体对比如下：

（1）与国家标准水平一致的条款

本标准核心技术框架与关键指标严格遵循以下国家标准，确保技术底线统一：

| 国家标准名称                       | 关键衔接条款                     | 本标准对应内容                                    | 一致性说明                                    |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| 《钢结构设计标准》<br>（GB 50017-2017） | 第 3.4 节“材料选用”、第 11 章“连接计算” | 5.2 条（钢材质量等级不低于 C 级）、6.4.3 条（高强度螺栓抗剪承载力计算） | 钢材性能要求、螺栓连接计算方法与 GB50017 完全一致，确保钢结构设计合规性 |

| 国家标准名称                         | 关键衔接条款                           | 本标准对应内容                                      | 一致性说明                                              |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）     | 第 4.1 节“混凝土强度等级”、第 9 章“预应力混凝土构件” | 4.1.18 条（混凝土设计强度宜不小于 C50）、6.1.7 章（体内外预应力体系）  | 混凝土强度等级划分、预应力筋布置原则与 GB 50010 一致，同时结合桥梁特性提升强度要求     |
| 《钢结构工程施工质量验收标准》（GB 50205-2020） | 第 5 章“焊接工程”、第 6 章“紧固件连接”         | 7.1.6.2 条（焊缝质量要求）、7.2.4.3 条（高强度螺栓施工）         | 焊缝无损检测（GB/T 11345）、螺栓预拉力要求与 GB 50205 完全匹配，确保施工验收统一 |
| 《工程结构可靠性设计统一标准》（GB50153-2022）  | 第 3 章“基本规定”、第 4 章“可靠性要求”         | 4.1.1 条（设计原则符合 GB50153）、4.1.2 条（设计基准期 100 年） | 结构可靠性设计原则、基准期与 GB50153 完全一致，保障桥梁长期安全               |

## （2）高于国家标准或新增的技术指标

针对波形钢腹板组合结构桥梁的特殊性，本标准在国标基础上细化技术要求或新增专项条款，提升工程质量与安全保障水平：

| 对比类别  | 国家标准要求                                             | 本标准补充/提升内容            | 补充依据                                                           |
|-------|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------|
| 混凝土强度 | 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG D62-2004）要求“预应力混凝土构件混凝土 | 4.1.18 条调整为“宜不小于 C50” | 适应大跨径桥梁（主跨超 120m）承载需求，提升结构抗裂性与耐久性，依托《装配式波形腹板钢-混组合桥梁工业化建造关键技术》科 |

| 对比类别    | 国家标准要求                                          | 本标准补充/提升内容                                               | 补充依据                                                       |
|---------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|         | 强度等级不应低于C40”                                    |                                                          | 研成果（国际先进水平）                                                |
| 施工工艺    | 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）未明确“异步悬臂浇筑法”       | 7.4 章新增“异步悬臂浇筑法”及专项技术规范规定（如挂篮设计、混凝土浇筑顺序）                 | 解决大跨径桥梁（80-250m）施工期线形控制难题，填补行业标准空白，经多个工程验证（如宿迁市波形钢腹板连续箱梁桥） |
| 体外预应力张拉 | 《体外预应力混凝土结构技术规程》（JG/T 161-2021）未限定张拉方式          | 7.3.12.6 条新增“采用顶压式，不应采用自锚式”                              | 顶压式锚固可减少预应力损失（相比自锚式损失率降低15%-20%），提升锚固可靠性，符合大跨径桥梁长期受力要求     |
| 波形钢腹板保护 | 《公路钢结构桥梁防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2021）未明确运输存储细节       | 7.1.4.2 条新增“螺栓橡胶套封闭”“底层支垫高度不低于5cm”                       | 减少运输存储中构件损伤（螺栓损坏率降低80%，变形率控制在0.5%以内），保障后续施工质量              |
| 涂料施工环境  | 《公路钢结构桥梁防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2021）仅原则性要求“符合涂料说明书” | 7.2.4.3 条新增溶剂型涂料（5-38℃，湿度≤85%）、水性涂料（5-35℃，湿度≤80%）的具体温湿度范 | 明确施工环境参数，避免因环境影响导致涂层附着力不足（附着力达标率提升至95%以上）                  |

| 对比类别 | 国家标准要求                                     | 本标准补充/提升内容                              | 补充依据                                                      |
|------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|      |                                            | 围                                       |                                                           |
| 挂篮预压 | 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）仅要求“预压验证承载能力” | 7.3.3 条细化分级加载比例（如分 3 级加载：50%、100%、110%） | 精准控制挂篮非弹性变形（变形量误差 $\leq 2\text{mm}$ ），确保梁体线形符合设计要求，提升施工精度 |

### （3）与行业标准的协同补充

本标准与最新行业标准深度协同，同时补充行业标准未覆盖的细节要求：

1）与《公路波形钢腹板梁制造规范》（JT/T 784-2022）：7.1 章“波形钢腹板工厂制造”完全符合 JT/T 784-2022 的成型、焊接、涂装要求，同时新增“钢板开孔半开口形式”（6.1.3.2 条），解决钢筋穿过难题，提升施工便利性。

2）与《公路桥梁体外预应力体系技术规范》（JT/T 876-2020）：6.1.7 章“预应力体系”遵循 JT/T 876 的索体防腐要求，同时新增“转向块预留备用孔”（6.1.8.2 条），便于后期换索，提升结构可维护性。

因此，本标准在全面贯彻现行法律、法规与国家标准的基础上，针对波形钢腹板组合结构桥梁的技术特点与江苏省工程需求，进一步细化、补充关键技术指标，既保证了与上位标准的一致性，又体现了地方标准的针对性与先进性，可为江苏省该类桥梁的设计与施工提供科学、精准的技术支撑。

## 七、推广实施建议

### （一）标准使用对象

本标准使用对象为建设单位、检测单位、监理单位及施工单位，适用于施工过程的质量控制及验收。

## （二）标准宣贯实施计划

### 1、前期准备

成立标准宣贯小组，编制标准宣贯材料，包括 PPT、宣传手册、标准。统计省内施工、监理、检测等单位数量。按照地域划分编制培训时间计划表。

### 2、开展宣贯

由行业主管单位将培训计划以文件方式发送至相关单位，搜集各单位报名表。由标准主要起草人结合实际案例重点讲解标准修订的内容，标准条文重点难点，与培训学员开展现场互动。通过 QQ、微信等方式建立标准答疑工作群，便于培训人员学习使用本标准。

### 3、后期检查

发布 6 个月后实施。通过检查波形梁钢腹板组合结构箱梁施工、验收的内业资料是否使用本标准的技术指标，督促标准的实施。

## 八、起草单位和起草人员信息及分工等

### 1.单位分工

任务下达后，由宿迁市交通运输局牵头，标准主要编制单位共同组建了标准编制小组，小组主要成员来自工程建设、管理部门和试验检测机构，精通波形钢腹板的建设、施工工作。

宿迁市交通运输局作为规范编制的牵头单位，负责整体工作的组织协调与统筹推进。组织召开本标准编制各阶段的工作会议和内部审查会议、协调重大技术问题以保证本标准质量。南京交通工程有限公司、江苏省交通工程建设局、苏交科集团股份有限公司、南京市公共工程建设中心、东南大学、浙江中隧桥波形钢腹板有限公司、中铁大桥勘测设计院集团有限公司等标准主要编制单位负责本次标准的调查研究、设计施工内容编制、征求意见、送审等具体工作。

### 2.人员分工

本次标准编制人员分工见下表：

表 1 人员分工表

| 序号 | 姓名  | 单位          | 职务   | 职称    | 任务分工                   |
|----|-----|-------------|------|-------|------------------------|
| 1  | 张爱军 | 宿迁市公路事业发展中心 | 副主任  | 高级工程师 | 牵头统筹修订目标               |
| 2  | 孙晓俊 | 南京交通工程有限公司  | 总经理  | 高级工程师 | 组织协调、进度管理              |
| 3  | 谢久田 | 南京交通工程有限公司  | 副总经理 | 高级工程师 | 工厂制造                   |
| 4  | 程伟  | 宿迁市铁路事业发展中心 | 科长   | 高级工程师 | 划分“范围、术语、设计、施工”等核心章节框架 |
| 5  | 唐显云 | 宿迁市公路事业发展中心 | 科长   | 高级工程师 | 梳理废止旧规范                |
| 6  | 成朝恒 | 宿迁市公路事业发展中心 | 副科长  | 高级工程师 | 修订术语                   |
| 7  | 刘佃勇 | 宿迁市铁路事业发展中心 | 副科   | 高级工程师 | 梳理废止旧规范                |
| 8  | 陈斯宁 | 宿迁市铁路事业发展中心 | 主任   | 高级工程师 | 技术审核                   |
| 9  | 陈加富 | 江苏省交通工程建设局  | 处长   | 高级工程师 | 技术审核                   |
| 10 | 侯爵  | 江苏省交通工程建设局  | 副主任  | 高级工程师 | 满堂支架、预制吊装法编制           |
| 11 | 梅达放 | 江苏省交通工程建设局  | 科长   | 高级工程师 | 满堂支架、预制吊装法编制           |
| 12 | 郭赵元 | 江苏省交通工程建设局  | 副指挥  | 高级工程师 | 满堂支架、预制吊装法编制           |
| 13 | 孙鹏利 | 南京交通工程有限公司  | 副总经理 | 高级工程师 | 工厂制造                   |
| 14 | 吴洪  | 南京交通工程有限公司  | 总工   | 高级工程师 | 技术审核                   |
| 15 | 赵旸  | 南京交通工程有限公司  | 副总工  | 高级工程师 | 质量允许偏差及检测方法            |
| 16 | 朱晓勇 | 南京交通工程有限公司  | 主任   | 高级工程师 | 工厂制造                   |
| 17 | 朱牛锁 | 南京交通工程有限公司  | 主任   | 高级工程师 | 同步/异步悬臂浇筑法编制           |
| 18 | 何凌  | 南京交通工程有限公司  | 总工   | 高级工程师 | 钢腹板与连接件设计              |
| 19 | 徐士磊 | 南京市公路事业发展中心 | 科长   | 高级工程师 | 工厂制造                   |

|    |     |                 |       |       |                        |
|----|-----|-----------------|-------|-------|------------------------|
| 20 | 韩荣金 | 南京交通工程有限公司      | 主任    | 高级工程师 | 同步悬臂浇筑法编制              |
| 21 | 余飞  | 南京交通工程有限公司      | 主任    | 高级工程师 | 波形钢腹板检验标准              |
| 22 | 郭臻  | 中铁大桥勘测设计院集团有限公司 | 主任    | 高级工程师 | 整体设计                   |
| 23 | 吕钢斧 | 宿迁市高速公路建设指挥部    | /     | 高级工程师 | 核查更新引用文件               |
| 24 | 宋祖广 | 宿迁市铁路事业发展中心     | /     | 高级工程师 | 划分“范围、术语、设计、施工”等核心章节框架 |
| 25 | 赵小虎 | 江苏恒基路桥股份有限公司    | 总工    | 高级工程师 | 异步悬臂浇筑法编制              |
| 26 | 张建东 | 苏交科集团股份有限公司     | 总工    | 高级工程师 | 设计技术审核                 |
| 27 | 刘朵  | 苏交科集团股份有限公司     | 所长    | 高级工程师 | 横向设计                   |
| 28 | 杨红成 | 苏交科集团股份有限公司     | 所长    | 高级工程师 | 总体设计                   |
| 29 | 章登精 | 南京市公共工程建设中心     | 主任    | 高级工程师 | 协调章节间交叉内容              |
| 30 | 武加恒 | 南京市公共工程建设中心     | 副主任   | 高级工程师 | 现场协调                   |
| 31 | 万水  | 东南大学            | 教授    | 高级工程师 | 构造设计                   |
| 32 | 孙天明 | 浙江中隧桥波形钢腹板有限公司  | 董事长   | 高级工程师 | 构造设计                   |
| 33 | 郑清刚 | 中铁大桥勘测设计院集团有限公司 | 副总工   | 高级工程师 | 整体设计                   |
| 34 | 郑步君 | 江苏润通项目管理有限公司    | 总经理   | 高级工程师 | 现场验证                   |
| 35 | 王正中 | 南京市公路事业发展中心     | 科长    | 高级工程师 | 波形钢腹板检验标准              |
| 36 | 王翔  | 镇江市交通工程建设管理有限公司 | 技术负责人 | 高级工程师 | 质量允许偏差及检测方法            |
| 37 | 王登吉 | 南京交通工程有限公司      | 项目经理  | 高级工程师 | 现场安装                   |
| 38 | 王东旭 | 南京交通工程有限公司      | /     | 高级工程师 | 现场安装                   |

|    |     |                 |       |       |             |
|----|-----|-----------------|-------|-------|-------------|
| 39 | 樊小林 | 中铁大桥勘测设计院集团有限公司 | 所长    | 高级工程师 | 波形钢腹板检验标准   |
| 40 | 丁晓春 | 江苏恒基路桥股份有限公司    | 总工    | 高级工程师 | 质量允许偏差及检测方法 |
| 41 | 杨树春 | 江苏恒基路桥股份有限公司    | 技术负责人 | 高级工程师 | 质量允许偏差及检测方法 |
| 42 | 顾冕  | 南京交通工程有限公司      | 现场负责  | 高级工程师 | 波形钢腹板检验标准   |
| 43 | 卜泽元 | 江苏润通项目管理有限公司    | 现场负责  | 高级工程师 | 质量允许偏差及检测方法 |