

# 公路工程装配式混凝土桥梁 地方质量检验评定标准的编制工作简介

周友国<sup>1</sup>, 孔令刚<sup>2</sup>, 齐新<sup>2</sup>, 卢永成<sup>2</sup>

(1.南京市交通工程质量监督站, 江苏 南京 210008; 2.上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092)

**摘要:** 装配式混凝土桥梁作为工业化建造技术的一种实践方案已经在上海、长沙、成都、无锡等多个城市高架桥建设项目中进行了应用,但目前尚未发布公路工程行业质量检验评定标准。为推进装配式混凝土桥梁技术在南京和江苏公路工程桥梁建设中的应用,需要制定地方性《装配式混凝土桥梁质量检验评定标准》,为工程质量的过程控制及交、竣工质量验收提供评定依据。

**关键词:** 装配式混凝土桥梁;质量检验;评定标准

**中图分类号:** U446

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2020)11-0045-05

## 0 引言

目前,城市桥梁主要仍采用“现场浇筑为主,预制装配为辅”的传统建设方式。存在现场施工工作量大,施工效率低,工期长,劳动力需求量大,风尘、泥浆、噪声等对沿线环境造成污染,施工场地对现状交通影响大等问题。同时,随着全社会工程质量意识、沿线交通服务需求和环保意识的提高,以及人口老龄化造成的建筑市场劳动力短缺问题的存在,需要对传统的桥梁建设方式进行转型,推进工程建设的工业化进程。

装配式混凝土桥梁作为工业化建造技术的一种实践方案已经在上海、长沙、成都、无锡等多个城市高架桥建设项目中进行了应用,构件离散图如图1所示。但因我国桥梁预制装配技术起步较晚,全国范围内的技术推广也才刚刚起步,可吸收的成熟预制装配工程经验较少,且各地区工程差异较大,目前尚未制定公路工程统一的装配式混凝土桥梁质量检验及验收标准。

312国道南京绕越高速公路至仙隐北路段改扩建工程(下文简称“312国道改扩建工程”)是江苏省南京市内第一条全预制装配式混凝土桥梁。因现行《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2017)中装配式混凝土桥梁的相关检验评定标准内容尚不完善,为检验和评定相关工程的施工质量,并为相关工程的交工验收和竣工验收提供质量评定依据,需制定“装配式混凝土桥梁专

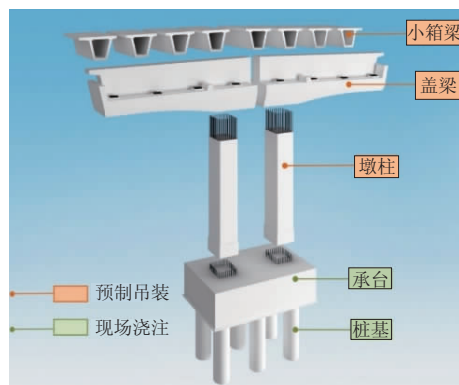


图1 装配式混凝土桥梁构件离散图

用质量检验评定标准”。

## 1 工程概况

312国道改扩建工程全长7.345 km,主线高架桥4.974 km,一级公路兼顾城市快速路标准,桥宽33 m。上部结构除跨横向道路节点外均采用装配式预应力混凝土小箱梁;下部结构采用框架墩,匝道桥下部结构采用独柱墩。主线桥A、B、C型桥墩及匝道桥桥墩采用预制拼装施工,其余均采用现场浇筑施工,桥墩构造见图2~图5所示。墩柱与承台间连接采用钢筋套筒灌浆连接,盖梁与墩柱间连接采用钢筋波纹管灌浆锚固。

## 2 评定标准的制定

### 2.1 相关工程调研

调研阶段,对上海S3公路、上海国定路下匝道、上海S7公路、无锡凤翔路、南昌洪都大道、长沙湘府路、上海龙东大道等多个国内在建和已建成的装配式混凝土桥梁项目进行了全面的调研。其内容

收稿日期: 2020-04-24

作者简介: 周友国(1970—),男,高级工程师,从事公路水运工程质量监督、安全监督工作。

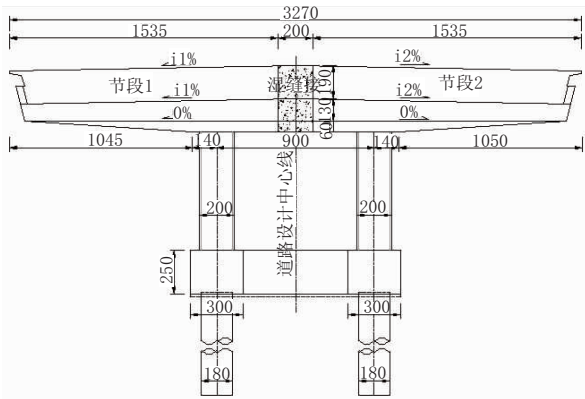


图2 312国道改扩建工程A型桥墩构造图(单位:cm)

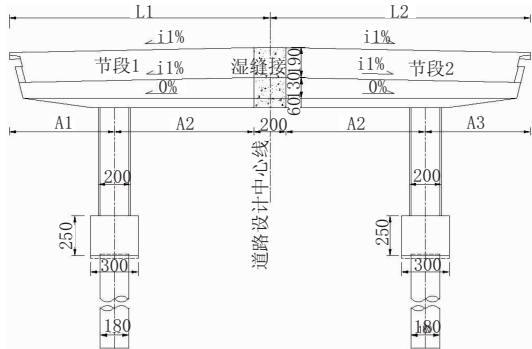


图3 312国道改扩建工程B型桥墩构造图(单位:cm)

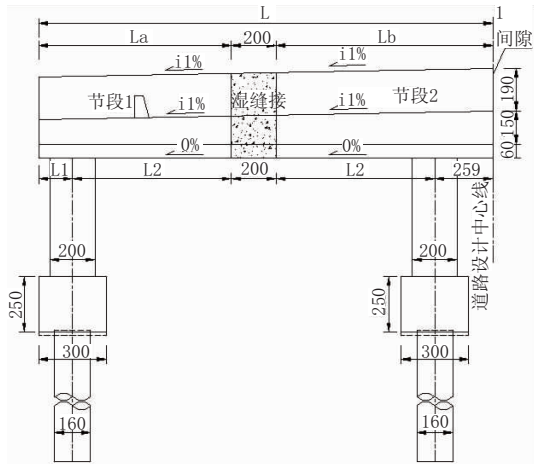


图4 312国道改扩建工程C型桥墩构造图(单位:cm)

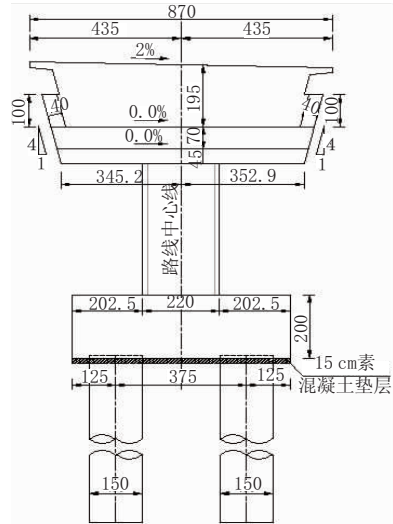


图5 312国道改扩建工程匝道桥墩构造图(单位:cm)

包括:设计文件整理和对比(见表1)、现场踏勘、与预制安装单位的技术对接、与模具、灌浆套筒/灌浆波纹管生产厂家技术咨询等。图6~图8为无锡凤翔路现场调研之实景。通过调研,了解和总结预制安装过程中出现的与现行各地方装配式桥梁质量验收规范或标准操作层面存在的问题;通过与钢膜生产厂家进行技术咨询,了解钢筋笼胎架、钢筋笼定位架及模板加工刚度和精度要求、灌浆套筒/灌浆波纹管定位装置定位孔中心间距(含:相邻及对角线)精度要求<sup>[1-12]</sup>。

### 2.2 312国道预制厂及安装工地调研

为落实评定标准的工程适用性,对312国道改扩建工程的预制厂及安装工地进行了调研(见图9~图11),了解钢筋加工设备的性能指标,钢筋笼胎架、钢筋笼定位板、模板、预制胎架的加工精度指标,灌浆套筒/灌浆波纹管生产厂家及技术参数,预制构件的存放、运输及安装人员情况等基础信息。并与预制梁厂技术人员及监理代表做了初步的技术交流和讨论。

表1 调研项目结构及连接方式统计表

项目名	上部结构形式	下部结构形式	立柱与承台连接方式	盖梁与立柱连接方式	盖梁接缝形式
上海S3公路	预制小箱梁	预制立柱+预制盖梁	灌浆套筒	灌浆套筒	湿接缝
上海国定路下匝道	预制小箱梁+钢箱梁	预制立柱+预制盖梁	灌浆金属波纹管	灌浆金属波纹管	
上海S7公路	预制小箱梁+组合钢板梁	预制立柱+预制盖梁	灌浆套筒	灌浆金属波纹管	胶接缝
无锡凤翔路	预制小箱梁	预制立柱+预制盖梁	灌浆套筒	灌浆金属波纹管	湿接缝
南昌洪都大道	预制节段梁	现浇立柱			
长沙湘府路	组合钢板梁	预制立柱+预制盖梁	灌浆套筒	灌浆套筒	湿接缝
上海龙东大道	预制小箱梁+组合钢板梁	预制立柱+预制盖梁	灌浆套筒	灌浆金属波纹管	湿接缝



图6 无锡凤翔路现场调研之实景1

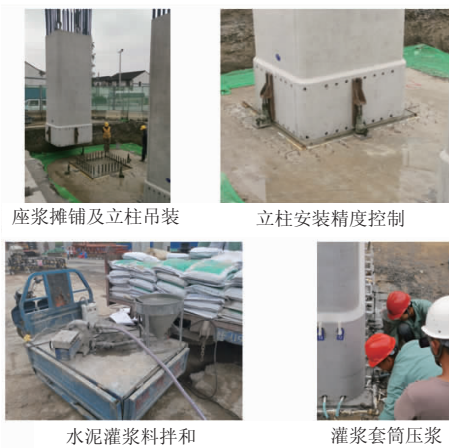


图7 无锡凤翔路现场调研之实景2

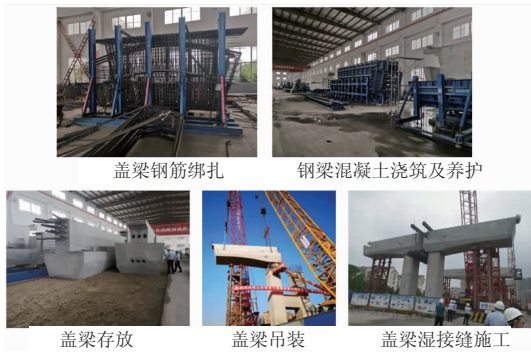


图8 无锡凤翔路现场调研之实景3

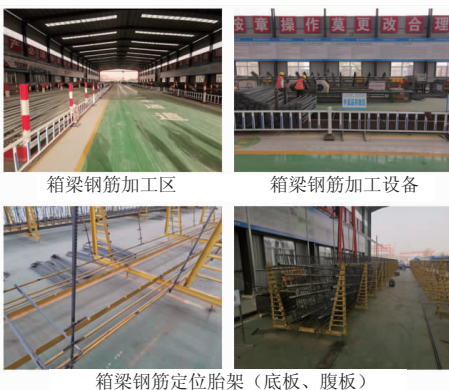


图9 312国道预制梁厂之实景1

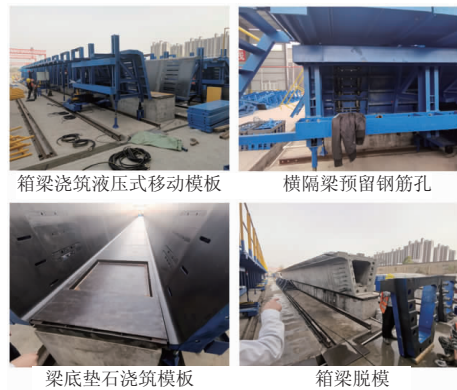


图10 312国道预制梁厂之实景2

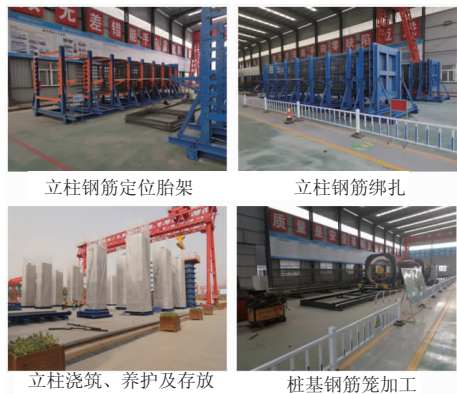


图11 312国道预制梁厂之实景3

### 2.3 国内相关装配式混凝土桥梁质量验收规范及标准的查阅和对比

装配式混凝土结构在建筑结构领域应用时间较长,国家和各地方已发布了灌浆套筒成品、灌浆料、构件制作与运输、构件安装、工程验收及质量评定等一套较为完善的标准体系,见图12所示。

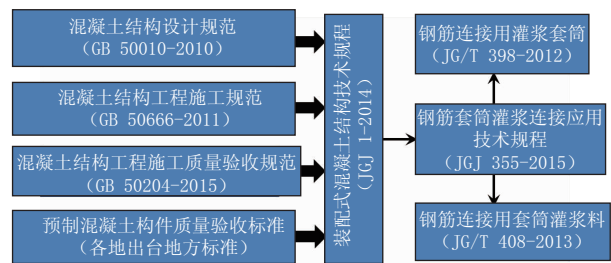


图12 建筑结构领域 装配式混凝土结构质量验收标准体系之图示

而对于桥梁结构领域,目前尚没有行业统一的装配式混凝土桥梁质量检验与验收的标准或规范。上海、成都、无锡等城市为了配合装配式桥梁在工程建设中的应用,在借鉴建筑装配式结构工程验收和质量评定标准体系的基础上,结合各地方和院校开展的桥梁预制装配相关科研成果及工程应用实践经验,编制和发布了一些地方性的质量验收标准和规范,主要有:上海市:《预制拼装桥墩技术规程》(DG/TJ 08-2160-2015)、《公路

工程装配式施工质量验收评定标准》(DG/TJ 08-2250—2017)、《节段预制拼装预应力混凝土桥梁技术标准》(DG/TJ 08-2255—2018), 成都市:《成都市预制拼装桥墩生产、施工与质量验收技术导则》(2018.02.01 发布), 无锡市:《无锡市预制拼装桥墩施工质量验收标准(试行)》(2019.06.21 发布)。另外, 据了解国家标准《钢筋锚固用灌浆波纹管(报批稿)》已进入审稿报批阶段, 交通行业标准《公路装配式混凝土桥梁施工技术规范》、上海市地方标准《预制拼装桥墩技术标准(轨道交通分册)》和广州市地方标准《装配式城市桥梁工程技术规程》也已成稿并进入征求意见阶段。

此阶段主要工作内容:

(1)明确南京地方标准按照《公路工程质量检验评定标准(JTG F80/1)》的标准体系进行编排。

(2)结合在编和已发布的国家和各地方标准对南京地方标准中有关施工依据、工作流程、设计文件交底会审制度、施工组织设计编制、预制及存放场地、生产及检验设备、工作计划、审批流程、预制件信息标示、模具验收和首件验收制度、出预制厂和进安装现场检查项目及要求、抽检制度及验收项目、预制构件运输路线及保障方案报审部门及流程、吊装设备要求、专业操作人员的培训与考核、临时支撑及基础的刚度、强度、稳定性要求、各分部分项工程及检验批划分、全过程质量控制、验收检查资料明细等基本项目进行完善<sup>[1-4]</sup>。

(3)检验批次及每批次试件个数的论证与确定。

(4)对各地方标准中预制安装质量验收实测项目的规定值或者允许偏差进行对比和论证, 对比结果见表2、表3所列。

从上面预制安装允许偏差的对比表可以看出三本标准的质量检验标准是不一致的, 南京标准所采用的指标数据需要结合预制安装操作实际, 通过与多家装配式混凝土桥梁方面有丰富工程经验的预制、安装单位及模具生产厂家进行交流和探讨, 征求专家意见等方式来确定。例如:立柱顶主筋外露长度要求, 上海标准<sup>[2]</sup>要求“ $\leq 2\text{ mm}$ ”, 无锡标准<sup>[4]</sup>要求“ $\pm 2\text{ mm}$ ”, 《公路装配式混凝土桥梁施工技术规范(征求意见稿)》要求“ $-2\text{ mm}, 0\text{ mm}$ ”, 结合工程实际中预留长度受灌浆套筒内的隔板影响不能出现正公差的考虑, 最终确定预留长度允许误差为 $-2\text{ mm}$ ; 上海标准支座垫石位置偏差要求“ $\leq 2\text{ mm}$ ”过高, 可按《公路工程质量检验评定标准》(JTG G80/1)<sup>[1]</sup>“表 8.6.1-3 预制墩身实测项目”中墩顶预埋件位置“ $\leq 5\text{ mm}$ ”的要求来执行。

(5)了解最新的科研成果、国家和行业标准的

表2 构件预制实测项目允许偏差值对比表

项目		规定值或允许偏差 /mm		
		上海标准 <sup>[2]</sup>	无锡标准 <sup>[4]</sup>	《公路装配式混凝土桥梁施工技术规范(征求意见稿)》
立柱	宽、厚	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 3$
	高度	0, -2	0, -5	-3, +2
盖梁	长		$\pm 5$	
	宽	$\pm 5$	+5, 0	$\pm 3$
	高		$\pm 5$	
表面平整度	墩柱	$\leq 3$	3	2(模板)
	盖梁			
侧向弯曲	墩柱	—	H/750	1/1500 且不小于 5
	盖梁	—	L/750	(模板)
灌浆套筒	中心线位置			2
灌浆金属波纹管	中心线位置	$\leq 2$	2	4
立柱顶外露主筋	中心线位置	$\leq 2$	2	2
	外露长度	$\leq 2$	$\pm 2$	-2, 0
支座垫石	中心线位置	$\leq 2$	5	5
	尺寸	$\leq 2$	$\pm 5$	$\pm 5$

表3 构件安装实测项目允许偏差值对比表

项目		规定值或允许偏差 /mm		
		上海标准 <sup>[2]</sup>	无锡标准 <sup>[4]</sup>	《公路装配式混凝土桥梁施工技术规范(征求意见稿)》
轴线位置	墩柱	$\leq 2$	5	3
	盖梁		8	
顶面高程	墩柱	$\pm 3$	$\pm 5$	$\pm 3$
	盖梁		0, -5	
相邻间距	墩柱			
相邻墩柱顺桥向错位	墩柱	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$
垂直度	墩柱	0.1%柱高, 且 $\leq 2$	$\leq 0.3\%H$ 且 不大于 10	$\leq 0.1\%H$ 且 不大于 6
	盖梁		$\leq 0.3\%H$ 且 不大于 5	
相邻节段间错台	墩柱	$\leq 2$	3	2
	盖梁			
支座垫石预留位置	中心线位置	$\leq 2$	10	5
接缝宽度	墩柱	—	$\pm 5$	—
	盖梁			

编制进程、新工艺和新技术的发展动态,并将相关论证的内容编写在标准中。

例:现有已发布的上海市《预制拼装桥墩技术规程》(DG/TJ 08-2160—2015)、成都市《成都市预制拼装桥墩生产、施工与质量验收技术导则》(2018.02.01 实施)、无锡市《无锡市预制拼装桥墩施工质量验收标准(试行)》(2019.06.21 发布)三本标准中对于灌浆波纹管材料的要求不一致,主要体现在以下三个方面:

#### a. 材料:

上海标准<sup>[2]</sup>、成都标准<sup>[3]</sup>:采用圆型不锈钢波纹管。

无锡标准<sup>[4]</sup>:采用外形为带闭合圆环状波纹的圆钢管。

#### b. 规格及允许偏差:

上海标准<sup>[2]</sup>:对波纹管全长、内径、壁厚、波纹管肋高等主要规格尺寸及允许偏差进行了规定。

成都标准<sup>[3]</sup>:未提及规格及允许偏差数据。

无锡标准<sup>[4]</sup>:对波纹管外径、内径、壁厚、波高、锚固长度、波纹形式、波距、波宽等规格参数、尺寸偏差控制指标、灌浆锚固接头的抗拉强度要求及单向拉伸试验加载值等进行了更详细的规定。

#### c. 压浆口下缘与端部净距:

上海标准<sup>[2]</sup>、成都标准<sup>[3]</sup>:应大于 20 mm。

无锡标准<sup>[4]</sup>:应为 30~50 mm。

结合在编的国家标准《钢筋锚固用灌浆波纹管(报批稿)》中波纹管材料、规格、型号、外观及尺寸偏差要求等相关内容对南京地方标准进行了补充,并以附录的形式给出了钢筋波纹管灌浆锚固抗拉强度试验方法及接头试件检验报告的标准格式,从而规范后期施工作业流程。

## 2.4 国内相关试验研究成果收集和查阅

对国内主要院校及设计院开展的装配式混凝土桥梁相关试验研究成果<sup>[6-9]</sup>进行收集和查阅,主要有:同济大学:《国定东路预制拼装立柱关键技术试验研究报告》、《上海市预制桥墩规程的试验研究报告》,东南大学:《探究锚固长度、孔径比对钢筋金属波纹管灌浆连接性能影响试验报告》,《无锡凤翔路预制拼装立柱连接工艺与力学性能试验报告》,重点关注安装偏差对预制构件的抗拉

拔及抗震性能的影响。

## 2.5 工程参建各方的技术对接和交流

312国道改扩建工程参建的施工、监理、设计、建设和质监站等单位全过程参与标准的制定,就标准的体系、分部分项工程和检验批的划分、实测检查项目、允许偏差取值、检查方法及频率等内容进行了多次的技术对接和交流。

## 2.6 专家咨询

初稿完成后,邀请高校、设计和施工等方面的专家以咨询会或者征求意见的方式就评定标准中的内容进行咨询。

## 3 结 语

《质量检验评定标准》的编制是一个充分调研、对比、求证、试验、实践、总结、修编及平衡的系统性工作,既需要切合工程实际、又需要保证提出的要求和实测项目标准能使预制安装质量达到设计的要求,同时还需要剔除掉因参建各方利益而提出的非技术性意见和建议,最终为工程质量的過程控制及交、竣工质量验收提供评定依据。

### 参考文献:

- [1] JTG F 80/1—2017,公路工程质量检验评定标准[S].
- [2] DG/TJ 08-2160—2015,预制拼装桥墩技术规程[S].
- [3] 成都市预制拼装桥墩生产、施工与质量验收技术导则(2018.02.01 实施)[S].
- [4] 无锡市预制拼装桥墩施工质量验收标准(试行)(2019.06.21 发布)[S].
- [5] 胡骏.地方防水工程技术标准编制新思路探讨[J].中国建筑防水.2018(18).
- [6] 卢永成,邵长宇,黄虹,等.上海长江大桥预制拼装结构设计及施工要点[J].中国市政工程,2010(1):24-26.
- [7] 黄国斌,查义强.上海公路桥梁桥墩预制拼装建造技术[J].上海公路.2014,33(4):1-5,12.
- [8] 姜海西,查义强,周良,王志强.城市桥梁墩柱预制拼装关键技术研究[J].上海建设科技.2016(1):5-13.
- [9] 沈维芳,卢永成.上海中环线国定东路下匝道预制拼装桥梁技术[J].城市道桥与防洪.2017(9):68-73.
- [10] 吴建兵,张玉富,杨光强.浅谈桥梁预制拼装中的立柱施工工艺[J].城市道桥与防洪.2016(10).
- [11] 郑晏华.装配式高架桥预制盖梁的精度控制方法[J].建筑施工.2019(3).
- [12] 郑晏华.装配式高架桥预制立柱的精度控制方法[J].建筑施工.2019(3).