**江 西 省 地 方 标 准**

**《混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术规范》**

**（送审稿）**

**编 制 说 明**

**《混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术规范》**

**标准编制组**

**2017年11月**

江西省地方标准《**混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术规范**》

编 制 说 明

一、任务来源

《混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术规范》是由江西省高速公路投资集团有限公司于2014年1月申请立项，江西省质量技术监督局下达的2014年第一批立项的地方标准项目，立项时原标准名称为《超宽PC箱梁施工技术规范》。标准提出时间：2014年3月，要求的完成时间2015年4月。

本标准由江西省高速公路投资集团有限公司提出。

本标准由江西省交通运输厅归口管理。

本标准起草单位：江西省高速公路投资集团有限公司。

参加起草单位：中铁大桥科学研究院有限公司、武汉理工大学、江西省交通科学研究院。

二、标准编制的目的和意义

预应力混凝土箱梁具有结构刚度大、行车平顺性好、伸缩缝少及养护简单等优点。但是随着预应力混凝土箱梁大量修建，混凝土结构开裂问题也引起了工程界的广泛关注。预应力混凝土箱梁结构裂缝产生的原因很复杂，主要有以下几个方面：①温度裂缝：预应力混凝土箱梁为薄壁框架结构，不均匀温度变化产生的变形遭到约束，结构内将产生应力，当应力超过混凝土抗拉强度时即产生裂缝。温度变化产生的拉应力很大，新规范温度梯度应力甚至超过了活载产生的应力。②收缩裂缝：混凝土自由收缩受到外部或内部约束时，将使混凝土产生拉应力，甚至使混凝土开裂。③结构变位裂缝：结构局部基础沉降或水平位移，使结构产生附加应力，若大于混凝土的抗拉强度，就会导致开裂。④钢筋锈蚀裂缝：钢筋锈蚀时体积膨胀，对混凝土产生膨胀应力，使混凝土开裂。⑤冻胀裂缝：气温低于零摄氏度时混凝土中的水变成冰，体积膨胀，混凝土产生膨胀应力等。⑥施工工艺不当引起的裂缝：如支模变形、预应力筋安装定位误差等；⑦结构自身受力存在缺陷：剪力滞效应显著、扭转时畸变变形过大等。混凝土箱梁中的裂缝，不仅会削弱箱梁结构的强度和刚度，还会加速钢筋锈蚀，而钢筋锈蚀会引起混凝土体积膨胀，导致混凝土开裂剥落，影响箱梁的受力，降低桥梁整体的承载能力和耐久性。

一直以来，混凝土的耐久性和服役寿命是桥梁工程界密切关注的重大科学技术问题。我国目前正处于大规模基础建设时期，今后二三十年内，大批量的桥梁将陆续建成，混凝土结构在桥梁建设中仍不可替代。混合梁斜拉桥集钢梁和混凝土梁各自优点于一体，满足了大跨度、建设条件及经济性的要求，在千米级乃至更大跨度斜拉桥方案中具有独特的竞争优势，我国已建成了近20座混合梁斜拉桥。混合梁斜拉桥的边跨宽幅PC箱梁与钢-混结合段为大桥的关键部位，其耐久性对于确保大桥的安全服役寿命达到100年至关重要。首选，边跨PC箱梁宽幅，结构复杂，施工难度大。一般而言，宽箱梁采用在支墩支架上分段分节（跳仓法）施工，自梁端开始分成（n+1）个施工梁段（n为边跨箱梁的桥跨布置数），每个施工梁段又分若干节浇筑，梁段与梁段之间留置湿接缝。箱梁在温度和混凝土收缩徐变作用下，受支墩支架纵横向约束极易产生裂缝，施工工艺、裂缝控制及施工组织难度大。第二，湿接缝是通过对混凝土结合面进行施工预处理(如凿毛、刻槽等)来实现新老混凝土连接。从受力角度看，接缝的作用就是传递弯矩、剪力及轴力。接缝的存在破坏了节段间混凝土的连续性，往往成为PC斜拉桥结构受力薄弱部位，对结构极限承载力和长期使用性能都有很大影响。第三，钢混结合段是混合梁斜拉桥连接钢梁与混凝土梁之间的过渡段，但由于钢梁和混凝土梁刚度和质量相差悬殊，致使其受力情形更趋复杂，在活载作用下可能会出现疲劳问题。加之钢混结合段构造复杂，采用普通混凝土灌注施工存在混凝土入模难、脱空和开裂等问题，对钢梁与混凝土梁之间力的传递、结合面之间的协同工作性能和剪力连接件的连接作用产生极为不利影响，从而影响钢混结合段的可靠性和大桥的耐久性。

本规范是在2010年立题的江西省交通运输厅科技项目《超宽混凝土箱梁抗裂及耐久性》（编号2010C00004）研究项目成果的基础上，收集及研究多座混合梁斜拉桥混凝土宽幅箱梁研究成果资料，针对宽幅箱梁结构构造、受力特点和混凝土施工存在的技术难题，通过混凝土原材料选用、超宽箱梁高性能混凝土的配合比合理设计、超宽混凝土箱梁施工关键技术和工艺工法等方面进行详细规定，提出混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术规范。该规范对于规范混凝土超宽箱梁的施工工艺，提升混凝土宽幅箱梁结构耐久性具有非常重要工程实践意义和深远的社会意义。

三、标准编制原则

本标准所指支架施工超宽箱梁包括混合梁斜拉桥一般混凝土箱梁段、结合段混凝土部分及结合段钢混组合部分。超宽混凝土箱梁对温度、湿度、收缩和徐变等间接作用敏感，对裂缝控制有严格要求，间接作用裂缝控制宜从“抗”、“防”和“放”三方面综合考虑。“抗”是指合理选择原材料、优化混凝土配合比，提高混凝土抗裂能力；“防”是指合理安排施工时间，避免在极端不利环境气候条件下施工、控制入模温度、加强保温、合理养护、采用通水冷却等措施降低温差等；“放”是指选择合适施工方法，减轻约束，减小混凝土拉应力。根据超宽箱梁的结构与受力特点，宜将超宽箱梁混凝土按结构部位的不同分为超宽箱梁主体、湿接缝与钢混结合段三个部分分别进行高性能混凝土配合比设计，且混凝土配合比设计应遵循“耐久性、抗裂性、工作性并重，混凝土各项性能均衡发展”的原则。 超宽箱梁混凝土施工质量控制是一项系统工程，应对包括支架、模板、钢筋、混凝土、浇筑、养护及预应力张拉等工序进行全过程质量控制。

经检索，目前国内外尚无专门针对混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁的施工技术规程、规范和质量验收标准。国内混凝土箱梁施工依据的主要是： 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62)、《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F 50）、《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T 50476）。这些标准或规范用于超宽混凝土箱梁施工要求较粗，一些已完成的混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁，如鄂东长江大桥、荆岳长江大桥、武汉白沙洲长江大桥、二七长江大桥、舟山桃夭门大桥、九江长江公路大桥等重大桥梁工程，大都是通过设立专项研究课题的方式，形成相关研究成果，供设计、施工及验收参考。本标准主要从规范性引用文件，术语和符号、基本规定、支架施工、模板施工、钢筋施工、混凝土配合比设计、混凝土生产与施工、预应力施工、混凝土质量检验等技术内容来规范超宽混凝土超宽箱梁施工全过程。力争做到标准方法简便易行，可操作性强，便于推广应用，认为已达到国内先领先水平。

本标准的编制基础为：本标准的起草单位曾承担了江西省交通运输厅科技项目《超宽混凝土箱梁抗裂及耐久性研究》（编号2010C00004）、交通运输部行业联合科技攻关项目《超大跨径混合梁斜拉桥PC宽箱梁及钢混结合段高性能混凝土防裂技术与耐久性研究》（编号2007 353 342 180）及国内多座特大型混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁结构分析、施工质量控制与咨询等研究工作。九江长江公路大桥主桥边跨为超宽混凝土箱梁，箱梁标准断面宽度38.9m，采用单箱三室带加劲肋整体式断面，混凝土强度等级为C55，采用纵、横双向预应力，结构空间效应显著、传力机理较为复杂。课题专项研究了以下工程技术难点：（1）带肋超宽混凝土箱梁局部薄壁效应明显，对抗裂性要求较高。（2）主梁剪滞效应、箱梁畸变显著。（3）超宽箱梁，肋距大，相对薄壁，横向效应明显。（4）混凝土箱梁采用临时支墩支架逐跨整体现浇施工，混凝土浇筑时间也长，一次浇筑量也大，在温变和混凝土收缩影响下，箱梁极易产生裂缝。（5）高强混凝土自收缩和温度收缩大，早期易发生温度收缩开裂，必须进行温控防裂措施研究。（6）箱梁内普通钢筋和预应力筋密集，混凝土浇捣难度大，对泵送混凝土的流动性和抗离析性要求高。九江长江公路大桥主桥超宽混凝土箱梁课题在国内外资料调研的基础上，通过混凝土材料实验、有限元模型计算和足尺结构模型试验研究予以科研和验证，同时了解混凝土材料性能和超宽预应力混凝土箱梁的应力分布特征，并验证预应力混凝土箱梁设计的强度、刚度、抗裂性及施工工艺，并总结形成了课题研究报告和一系列研究论文。这些均为制定本标准奠定了良好的基础。

本标准是在调研已建成混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术国内外应用情况，总结相关研究成果及其应用实际经验，参考国内外现行的有关规范、标准和规程的基础上进行编制的。本标准形式上按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则进行编写。

本标准的主要技术内容是：1、范围；2、规范性引用文件；3、术语与符号；4、基本规定；5、支架施工；6、模板施工；7、钢筋施工；8、混凝土配合比设计；9、混凝土生产与施工；10、预应力施工；11、混凝土质量检验。针对关键技术内容，结合资料调研及相关工程实例，给出条文说明。

本标准的适用范围：本标准适用于江西省境内新建混合梁斜拉桥支架施工超宽混凝土箱梁，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准和规范的规定。其他现浇预应力混凝土箱梁施工亦可参照本规程执行。

本标准的技术特点：1、相较于普通混凝土箱梁，突出了超宽混凝土箱梁箱形结构主梁宽跨比大、宽高比大、梁高低、翼板宽，因而横向剪力滞效应显著，混凝土的收缩徐变效应、温度效应及板的受力特征，并基于此特点提出了系列施工技术要求。2、根据超宽混凝土箱梁对温度、湿度、收缩和徐变等间接作用敏感，对裂缝控制有严格要求的特点，提出了间接作用裂缝控制宜从“抗”、“防”和“放”三方面综合考虑的要求。3、根据超宽箱梁的结构与受力特点，将混凝土按结构部位的不同分为超宽箱梁主体、湿接缝与钢混结合段三个部分分别进行高性能混凝土配合比设计，并提出了配合比设计应遵循“耐久性、抗裂性、工作性并重，混凝土各项性能均衡发展”的原则。4、针对超宽混凝土箱梁耐久性施工要求，提出了支架、模板、钢筋、混凝土及预应力施工的具体参数指标体系。5、提出基于耐久性要求的混凝土超宽箱梁材料、结构实体及预应力的验收评定标准和检验方法。

四、主要工作过程

2011年8月，武汉理工大学、中铁大桥科学研究院有限公司在承担江西省交通运输厅科技项目《超宽混凝土箱梁抗裂及耐久性》（编号2010C00004）的过程中，就编制了九江长江公路大桥工程专用技术标准《超宽箱梁混凝土施工技术指南》，用于指导九江长江公路大桥边跨混凝土宽箱梁高性能混凝土的施工。在该指南执行过程，施工单位中交第二公路工程局有限公司提出了许多宝贵有益的建议和意见。

2012年11月，江西省高速公路投资集团有限公司、中铁大桥科学研究院有限公司、武汉理工大学、江西省交通设计研究院有限公司、江西省交通科学研究院几个单位组建了标准起草工作组。标准起草工作组组建后，首先收集了有关资料，了解国内外有关技术发展动态，并对我国公路混合梁斜拉桥超宽混凝土箱梁施工技术状况作了调研，明确了工作重点和进程安排。

2013年7月，标准起草工作组召开了第一次工作会议。会议上进一步明确了标准起草工作要求，就标准的基本框架及标准内容进行了充分讨论，研究了标准的编写工作并对编著工作组成员分工、工作进度及时限要求作了具体安排。

2013年12月：向省质监局提交了本标准的编制建议书和标准最初的草稿。

2014年1月~2014年5月，在进一步调查、分析和研究的基础上，起草了本标准讨论稿。2014年8月26日，省质监局组织专家对本标准讨论稿进行了初步评审，再次提出了许多好的意见和建议。

2014年9月~2017年10月，标准编制组根据讨论稿的初审意见和建议逐一进行了修改和完善，对一些一时难以回答的问题进行了充分、深入的研究、分析和相关试验，并于2017年10月再次形成了标准的送审稿。

五、需要说明的其他问题

本标准的制定在国内桥梁界具有开创性的意义，但基于结构形式的差异化、施工方式的不同、结构所处地理环境及施工条件的不同，混凝土超宽箱梁在施工过程中有不同的技术要求，本标准的制定在照顾一般性的前提下，针对一些特殊条件情况下的施工技术措施，也应区别对待。

六、标准属性的建议

待标准通过审查后，建议将《混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术规范》作为推荐性地方标准发布实施。

七、贯彻标准的措施建议

为使标准能更好地发挥技术指导作用，规范混合梁斜拉桥混凝土超宽箱梁施工技术，保证工程质量，统一验收标准和评价方法，做到技术先进、经济合理、安全适用，建议：

（1）做好本标准的宣贯和技术培训，使全省相关企业掌握标准的各项技术要求，加强示范推广，让标准在混凝土超宽箱梁设计与施工中各个环节推广应用，不断提高混凝土超宽箱梁的施工技术和施工管理水平。

（2）对本标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准执行中的问题，不断修改完善，提升标准编制水平，提高标准的科学性、合理性和可操作性。

**标准编制小组**

**二O一七年十一月**