

《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》 地方标准编制说明 (征求意见稿)

一、工作概况

(一) 任务来源

桥梁墩台身混凝土养生对混凝土质量影响较大，当前墩台身混凝土养生仍存在自动化、智能化程度低，受人为因素影响大等问题，陕西省铁路集团有限公司为提升混凝土养生质量，实现墩台身混凝土自动化、智能化喷淋养生，设计并研发了桥梁墩台混凝土智能喷淋养生系统，混凝土养生系统已在四个城际铁路项目中实际应用，且取得了显著效果，值得大面积推广应用。为提升桥梁墩台混凝土养生质量，陕西省铁路集团有限公司提交了陕西省地方标准制（修）订项目申报书。

2019年5月15日，陕西省市场监督管理局《关于下达2019年第一批地方标准制修订计划项目的通知》（陕市监标[2019]6号）明确地方标准制修订项目计划，《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》被列入陕西省2019年第一批地方标准修订计划项目，项目编号为SDBXM55-2019。

(二) 目的意义

《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》地方标准能够提升桥梁墩台混凝土养生标准化，提高墩台混凝土养生质量，为陕西省桥梁墩台混凝土养生质量提供了有利保障。

(三) 承担单位

陕西省铁路集团有限公司

(四) 主要工作过程

《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》主要工作过程为：成立标准起草组→拟定项目计划→开展调查研究→测量验证→形成征求意见稿→征求意见→审查→报批等。

(五) 起草组成员及任务分工

《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》起草组人员组成及任务分工安排详见表 1。

表 1 标准起草组人员组成及职责分工一览表

序号	成员	姓名	职称/职务	工作单位	主要工作任务
1	负责人	乔怀玉	董事长/ 正高工	陕西省铁路集团有限公司	总体策划
2	成员	刘海鹏	总工程师/ 正高工	陕西省铁路集团有限公司	总体负责
3	联系人	董鑫	正高工	陕西省铁路集团有限公司	技术负责
4	成员	任继红	董事长/ 正高工	中铁十一局集团第三工程有限公司	质量负责
5	成员	张智杰	董事长/高工	陕西西法(北线)城际铁路有限公司	起草、编制
6	成员	李宗华	总经理/高工	陕西西韩城际铁路有限公司	起草、编制
7	成员	沙红卫	总经理/高工	陕西西法(北线)城际铁路有限公司	起草、编制
8	成员	赵锋	工程师	中铁一局集团第四工程有限公司	起草、编制
9	成员	靳永全	工程师	中铁一局集团第四工程有限公司	起草、编制
10	成员	谢长征	副总经理/ 高工	中铁十一局集团第三工程有限公司	现场检测及测量验证确认
11	成员	孟宏强	高工	中铁十一局集团第三工程有限公司	现场检测及测量验证确认
12	成员	赵阳阳	助工	中铁十一局集团第三工程有限公司	现场检测及测量验证确认
13	成员	赵博	助工	陕西西韩城际铁路有限公司	现场检测及测量验证确认

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

1. 本标准依据中华人民共和国国家标准《标准化工作导则》（GB/T 1.1-2009）、《标准编写规则》（GB/T 20001.1-2001）、《标准化工作指南》（GB/T 20000.1-2014）和陕西省地方标准《地方标准制定规范》（GB61/T 1214-2018）的相关要求进行编制。

2. 标准编制内容符合国家现行法律法规、相关标准要求。

3. 本标准充分体现行业进步和发展趋势，填补了我省桥梁墩台身喷淋养生技术标准。

4. 本标准在反复试验论证的基础上进行编制，保证标准的适用性和推广性。

（二）标准主要内容

《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》标准结构为：封面、前言、目次、总则、术语、一般规定、施工调查、设备选型、智能喷淋养生系统、质量检查与验收、附录 A 移动供水方式的智能喷淋养生系统图、附录 B 无塔供水方式的智能喷淋养生系统图、本规程用词说明、引用标准名录、条文说明。

标准要素为：资料性概述要素、规范性一般要素、规范性技术要素、资料性补充要素。

总则主要对墩台身混凝土智能喷淋养生作业人员培训、安全生产、职业健康体系建立、材料、水资源、能源利用进行了规定。

术语主要对养生衣、移动供水、无塔供水、智能喷淋进行了解释。

一般规定主要对墩台身混凝土智能喷淋养生施工方案、作业指导书、工艺试验、用电电流和电压、喷水方向、网络配置、养生用水进行了规定。

施工调查要求对墩台身混凝土智能喷淋养生施工范围地形地貌、地质、水文、气象情况，养生材料、设备、水电供应情况，道路和环境情况进行调查。

设备选型主要对低墩和高墩集中区域供水方式和配套设备、水泵功率进行了规定。

智能喷淋养生系统主要对养生系统安装和信息化进行了规定。

质量检查与验收主要对养生期间混凝土、养生水、外界环境温度之以及混凝土保温保湿养生的温度、湿度和最低期限进行了规定。

附录 A 移动供水方式的智能喷淋养生系统图主要对移动供水方式进行了图解。

附录 B 无塔供水方式的智能喷淋养生系统图主要对无塔供水方式进行了图解。

本规范用词说明主要对标准的用词加以解释。

引用标准名录主要对标准引用的相关规范进行汇总罗列。

条文说明主要对标准中重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。

三、实证研究

(一) 移动供水方式

新建机场至法门寺线城际铁路控制性工程 XFB-TJ01 合同段位于宝鸡市扶风县境内，标段全长 2.87Km，由中铁一局集团有限公司负责承建，主要为桥梁工程，墩台身高度为 4~19.5m，为低墩集中区域，经过经济比选，本标段桥梁墩台身混凝土养生采用移动供水方式。

墩身施工前，通过调查省内外墩身混凝土喷淋养生技术，结合墩身外形尺寸，采用时间继电器、水泵、蓄水桶、喷淋管道、供水管道、养生衣对墩身混凝土进行养生，时间继电器控制水泵启动时间实现墩身混凝土自动喷淋养生，根据标段最高墩与蓄水桶水头差选择 30m 扬程水泵，采用 1m³蓄水桶向喷淋系统进行供水，采用内径 20mm 黑色橡胶管作为供水管道，喷淋管道采用外径 16mm 不锈钢管制作而成，不锈钢管靠近混凝土侧每间隔 30cm 设置 1 个直径 2mm 喷水孔，喷淋管道在墩台身四周设置 2 道，喷淋管道距离混凝土面 20cm，顶部第一道安装在墩身顶部，第二道喷淋管道与第一道喷淋管道采用不锈钢连接管连接，养生衣采用蓝色防水布制成，养生衣周长较墩身外形周长长 1.5m 左右。

墩身浇筑完成并拆除模板后，安装喷淋养生系统，将蓄水桶内蓄满养生用水，接通电源，设置时间继电器喷淋间隔时间和喷淋时长，开始墩身混凝土养生，墩身混凝土养生照片详见图 1。混凝土养生期间，因养生衣采用不透明的蓝色防水布，无法查看墩身混凝土养生效果，1m³蓄水桶蓄水量过小，每天需补水 4~5 次，增加了送水车送水频次，造成混凝土养生成本增加。



图 1 蓝色防水布养生衣

针对养生衣不透明造成无法查看墩身混凝土养生效果，对养生衣材质进行了改进，采用透明塑料布作为养生衣，可方便查看墩身混凝土养生效果，通过查看，因喷淋管道外径较小、喷淋管道距混凝土表面距离和喷水孔孔径较大，造成远离供水管道侧喷水孔喷出的水柱无法喷洒至混凝土表面，距离供水管道较近侧喷水孔因间距较大，造成喷水孔之间墩身混凝土无养生水，墩身混凝土养生无法全湿润，混凝土养生质量得不到保障。



图 2 喷水孔间混凝土无法全湿润图



图 3 透明塑料布养生衣方便查看养生效果

针对因喷淋管道外径较小、喷淋管道距混凝土表面距离、喷水孔间距及喷水孔孔径较大无法保障墩身混凝土全部湿润现象，通过反复试验，喷淋管道距混凝土表面距离宜控制在 10 cm，喷淋管道宜采用直径 20~30mm 管材，喷淋管道喷水孔间距宜控制在 10cm，喷水孔孔径宜为 0.5mm。



图 4 喷淋管道直径、喷水孔间距和孔径改进后养生效果

针对 1m³蓄水桶蓄水量过小造成送水车送水频次增多，标准起草组成员本着移动方便和经济实用为原则，通过反复试验，最终选择 2m³蓄水桶供水，送水车每天上午、下午各补 1 次，减少了送水频次，降低了混凝土养生成本。



图 5 采用 2m³蓄水桶，减少送水频次

在墩身喷淋养生过程中，因时间继电器设置的喷淋间隔时间和喷淋时长需根据外界温湿度进行实时调整，调整时需养生人员到达养生地点对时间继电器进行调整，时间继电器无法监测混凝土表面温湿度，无法根据外界温湿度与监测的混凝土表面温湿度对喷淋时间进行自动调节，标准起草组成员根据调研，在时间继电器上配置网络模块，网络模块内置 4G 网络，可与手机 APP 软件连通，实现养生人员远程控制喷淋时长和喷淋间隔时间，网络模块与温湿度传感器连接，可根据感应的混凝土表面温湿度与外界温湿度对喷淋用水量进行调节。

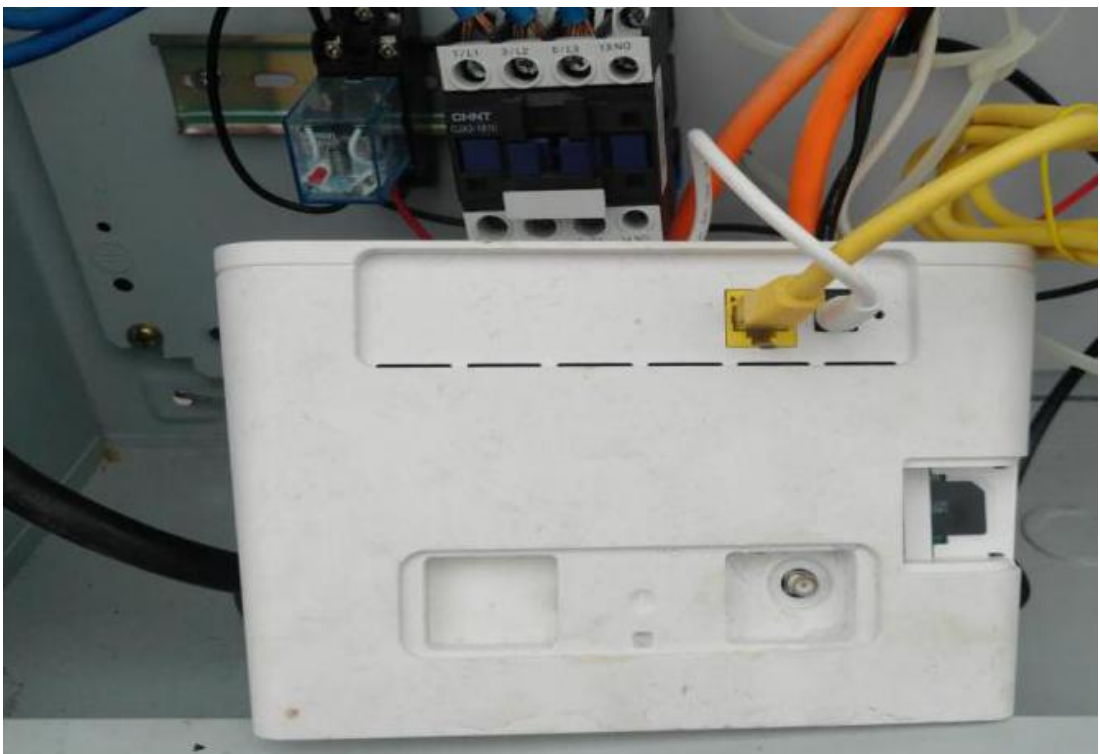


图 6 网络模块



图 7 温湿度传感器

通过标准起草组成员对墩台混凝土喷淋系统不断试验和改进，智能喷淋养生系统可通过手机 APP 软件对每个墩台身养生设置喷

淋时间段、喷淋间隔时间、喷淋时长和温湿度阈值，通过控制定时电磁阀开启时间段实现墩台身差异化养生。

（二）无塔供水方式

新建西安至韩城城际铁路控制性工程 XH-TJ01 标位于陕西蒲城县境内，标段全长 6.158Km，由中铁十一局集团有限公司负责承建，主要为桥梁工程，墩台身高度为 5~23m，多为高墩集中区域，经过经济比选，本段桥梁墩台身混凝土养生采用无塔供水方式。

墩身施工前，通过调查省内外墩身混凝土喷淋养生技术，结合本项目特点，采用无塔供水系统、供水管道、喷淋管道、养生衣对墩身混凝土进行养生，实现墩身定时喷淋养生，全自动无塔供水器通过供水管道对全桥养生部位集中供水。墩顶设置喷淋管，采用 20mmPPR 管制作，设置喷淋口，间距 10cm，喷淋管沿墩帽布设布设 1 圈，在墩帽外缘，喷头朝下，且面向砗面，采用防水布整体式设计养生衣对墩身进行包裹。

墩身浇筑完成并拆除模板后，安装墩顶养生软管，蓄水罐蓄满水，接通电源，设置喷淋时间和间隔时间，开始墩身混凝土养生。养生用水均匀的淋洒在墩顶，溢出的养生用水沿墩身表面与包裹塑料薄膜间隙均匀下渗至整个墩身表面。

针对本项目高墩集中，传统养生技术投入设备、人工成本高，养生用水需求量大、水压不足等问题，采用无塔供水系统，一台养生设备可贯穿于整个渭蒲立交特大桥桥墩养生，全长 5km，最大扬程 35 米。该系统由无塔供水系统、养生用水主管道、喷淋管等组成。其中无塔供水系统采用 5 吨蓄水罐、水泵、全自动无塔供

水器组成。蓄水罐水源由水井直接供水，当蓄水箱水满之后水井水泵停止供水，蓄水罐水位低于 20cm 时，水泵自动工作，直至水箱水蓄满，整个工作一直循环，保证蓄水箱水满足养生需求。全自动无塔供水系统出水压力能达到 1.5Mpa，通过主管道供水，保证每个墩身养生时养生用水压力。



图 8 传统设备养生水压不足



图 9 无塔供水养生均匀

针对人工控制养生造成养生不及时，不连续等问题，无塔供水系统通过时间继电器控制无塔供水器，设置控制喷淋时间和间隔时间，实现墩身定时喷淋养生。根据经验，季节和天气情况不同，喷淋时间和间隔时间不同，时间一般不超过 2 小时，选用 DH48S-S 型时间继电器（详见图 11），控制时间在 0~99min 内可调。



图 10 无塔供水系统



图 11 时间继电器控制柜

通过标准起草组成员对无塔供水养生系统不断试验和改进，通过现场实践，该无塔供水养生系统有以下优点：

1. 养生效果明显提高。自动喷淋系统喷出覆盖混凝土养生面的水幕较为均匀，避免形成干湿循环，克服了以往墩身混凝土洒水养生不均匀的弊病，较好解决了墩身表面混凝土的开裂问题，具有施工操作灵活、方便、节水，可根据现场天气情况的变化和养生效果任意调整喷淋时间等特点。并实现了全天候、全湿润的养生质量标准，养生质量及效果明显提高，解决了高空混凝土养生的弊病，提高了混凝土养生效率。

2. 养生施工时安全风险明显降低。养生系统除在安装及维修时需人工干预外，其他工作状态时不需人工干预。极大的降低了人工高空作业时间，同时降低了养生施工时发生安全事故的机率。

3. 节约用水量明显提升。自动喷淋养生系统可将水柱完全喷洒，增大了水柱与墩身混凝土的流水面积，避免了人工用水管养生时水柱太粗养生面积小的缺陷，较大的节约了用水资源。

4. 可贯穿整座桥养生，并且后期可联通信息化系统，可进行实时监控，保证墩身养生质量。

5. 无塔供水与地方水井接入，自动加水，减少人工和洒水车投入。

渭北地区夏季干旱缺水，墩身施工养生采用无塔供水动态自动喷淋集中养生，既提高了养生效率，又节约了成本（减少洒水车和人员投入），操作简单、可靠，保证了墩身养生质量，值得推广使用。

四、知识产权说明

通过在国家知识产权局网站检索有关桥梁墩台混凝土养生专利，检索的混凝土养生专利（详见表 2）主要通过时间继电器控制水泵开启时间实现混凝土自动喷淋养生，桥梁墩台混凝土智能喷淋养生系统通过网络模块实现利用手机 APP 软件远程控制喷淋系统，喷淋系统根据温湿度传感器感应混凝土表面温湿度，通过与外界温湿度对比可设置的温湿度阈值实现智能调节喷淋用水量，本技术规程混凝土智能喷淋养生系统与检索的混凝土养生专利总体结构和功能不同，本技术规程不占用表 2 专利知识产权。

表 2 相关专利信息一览表

序号	专利名称	专利类型	专利权	公告号	公告时间	摘要
1	一种用于混凝土的自动养护装置	实用新型专利	中建五局土木工程有限公司	CN208578341U	2019.03.05	本实用新型公开了一种用于混凝土的自动养护装置，包括：控制面板，机架，安装在机架上的蓄水桶，设置在机架底部的滑轮，可拆卸安装在机架上的水泵，输水管道，安装在输水管道上方的多个喷淋装置，用于固定和承载输水管道、具有滑轮的多个管道拖槽；所述水泵的进水端与蓄水桶连接，所述水泵的出水端与输水管道连接；所述喷淋装置包括与输水管道连接的喷淋管、用于固定喷淋管的支架，设置在喷淋管顶端的旋转喷头。本实用新型装置可在混凝土养护时间段内自动对混凝土进行洒水养护，既能保证混凝土养护效果，又可以节省人工养护时间。
2	喷淋养护装置及喷淋养护系统	实用新型专利	中铁十一局集团第二工程有限公司；中铁十一局集团有限公司	CN208773833U	2019.04.23	一种喷淋养护装置及喷淋养护系统，属于混凝土养护领域。该喷淋养护装置包括轨道及至少一个可沿轨道移动的基座，每个基座均连接有支杆，支杆上设有至少一个可沿其移动的喷淋座，喷淋座连接有至少两个喷淋头，喷淋头通过水泵连接有水箱。本实用新型提供的喷淋养护装置安装和移动方便，能够对混凝土进行长时间的自动喷淋养护，降低了人工成本的同时提高了喷淋养护的效果。本实用新型还提供了一种包含上述喷淋养护装置的喷淋养护系统。

五、采标情况

《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》编制采用了《铁路混凝土工程施工质量验收标准》（TB 10424—2018）、《高速铁路桥涵工程施工质量验收标准》（TB 10752—2018）、《高速铁路桥涵工程施工技术规程》（Q/CR 9603—2015）、《铁路混凝土工程施工技术规程》（Q/CR9207-2017）、《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50-2011）、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015），主要引用了上述标准有关混凝土养生相关内容，采用的标准均为现行行业标准和企业标准，是国内有关桥梁墩台混凝土养生方面较权威的标准。

六、重大意见分歧的处理

（一）标准草案将无塔供水与移动供水方式未分别叙述，无法体现标准实用性和经济性，经标准起草组多次讨论，标准应根据低墩和高墩分别选择供水方式，移动供水方式适用于低墩集中区域，无塔供水方式适用于高墩集中区域，在标准中对无塔供水与移动供水方式进行了分别叙述。

（二）标准起草时起草组成员对标准名称产生分歧，标准共拟定2种名称，分别为《桥梁墩台混凝土自动喷淋养生技术规程》和《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》，经标准起草组多次讨论，大家认为标准名称应体现喷淋系统的智能化，智能化既包括自动化，又体现喷淋系统的信息化，最终决定标准名称采用《桥梁墩台混凝土智能喷淋养生技术规程》。