

陆海长桥桥面铺装品质要素的管控与提升

吴波明¹ 王文学¹ 胡 实¹ 李英豪²

(1. 宁波舟山港主通道项目工程建设指挥部 舟山 316000; 2. 浙江交工集团股份有限公司 杭州 310000)

[摘 要] 针对舟岱大桥连岛跨海、陆海连接的特点,探讨了舟岱大桥桥面铺装品质工程要素及其管控方法,以及对陆海长桥桥面铺装品质提升的作用。首先分析了舟岱大桥桥面铺装品质工程要素组成,将这些要素分为原材料、施工方法、施工管理等方面。然后,结合舟岱大桥的桥面铺装施工实践,探讨了舟岱大桥桥面铺装品质工程要素管控的实施及其效果。重点讨论了沥青铺装原材料谱系分析法的品质控制方法,沥青铺装层施工的 3D 技术及其应用效果,海上施工的沥青铺装设备保温措施改进及其效果,施工管理要素及其对施工过程管理水平和操作水平提升的作用。通过这些方面品质要素的提炼,结合工程实际,可为形成实用化的陆海长桥桥面铺装品质要素的管控体系打下坚实的基础。

[关键词] 桥梁工程; 沥青铺装; 质量管理; 品质; 提升

1 引言

桥面铺装是桥梁工程的重要组成部分,直接体现桥梁工程施工品质。

我国一直重视公路的铺装工程,在公路水运品质工程建设中,对铺装提出了很高的要求^[1]。浙江省也先后发布了《浙江省交通投资集团有限公司新建高速公路沥青路面接养验收评估标准(试行)》等标准/要求,进一步提升了公路的铺装工程,特别是桥面铺装的验收要求。

正在建设的舟岱大桥(宁波舟山港主通道公路工程的核心组成单元),横跨舟山本岛西北部,跨越东海水域连接岱山岛、长白岛,陆、海桥跨相连。主线全长 27.969km,跨海桥梁长度 17.355km,钢桥 4.54km;总面积 724131m²,钢桥面 83488m²,混凝土桥面 511465m²。舟岱大桥含国内装配化程度最高的海上互通立交桥,是世界上最长的连岛高速公路和世界上规模最大的跨海桥梁群,被业内称为继港珠澳大桥之后的又一“超级交通工程”。

作为目前国内最大的陆、海桥梁工程,舟岱大桥为适应沿线多变的陆域、海域环境,采

用了 10 余种铺装组成形式;为争创品质工程示范样板,舟岱大桥建设提出了桥面铺装设计使用周期不大修,品质工程相关评价为 A 等的目标。

为实现这一目标,舟岱大桥铺装工程围绕陆海长桥的特点,提炼了桥面铺装品质的管控要素,在实践中发展、形成了管控方法,实现了陆海长桥桥面铺装品质提升。

2 舟岱大桥桥面铺装构造特点

舟岱大桥的构造特点在于,大范围的桥梁段穿插局部短长度路基。因此,舟岱大桥的铺装工程呈现铺装结构层形式多样,以混凝土桥面沥青混凝土铺装为主的特点。

(1) 主线及双合互通匝道路面采用 4cm SMA-13 细粒式改性沥青混凝土+6cm SUP-20 中粒式改性沥青混凝土+8cm SUP-25 粗粒式沥青混凝土+12cm ATB-25 沥青稳定碎石+20cm 水泥稳定碎石基层+20cm 低剂量水泥稳定碎石底基层,合计 70cm;

(2) 混凝土桥面沥青混凝土铺装采用 4cm SMA-13 细粒式改性沥青混凝土+6cm SMA-10

收稿日期: 2021-07-01

作者简介: 吴波明(1967-),男,正高级工程师,主要从事高速公路工程建设管理工作。

细粒式改性沥青混凝土, 合计 10cm。

3 舟岱大桥桥面铺装品质工程要点

根据设计文件, 舟岱大桥桥面铺装要满足相关规范的要求, 如《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)^[3]、《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20—2015)^[4], 并且要达到以下要求:

表面层渗水系数不大于 60ml/min, 中、下面层渗水系数不大于 90ml/min。横向力系数 $SFC_{60} \geq 54$, 摆值 $BPN \geq 45$, 构造深度 $TD \geq 0.55mm$ 。

根据文献 [1] 品质工程相关评价为 A 等的要求, 需要通车之后最近一次公路技术状况检测评定 PQI 均值 ≥ 94 。

而文献 [2] 则要求, 应当在交工验收前完成路面零初检; 新建公路试运营期满后, 进行第二次路况检测, 作为路面交接检。

在文献 [2] 规定的路面零初检要求中, 路段均值 $RQI \geq 95$, 公里单元均值 $RQI \geq 94$; 或者路段均值 $IRI \leq 1.1m/km$, 公里单元均值 $IRI \leq 1.4m/km$ 。

文献 [1]、文献 [2] 的上述规定, 已经远高于文献 [5] 的验收要求。

文献 [1]、文献 [2] 的要求实际上也是品质工程的主要体现。对照上述要求, 需要在铺装施工时, 进一步梳理铺装工程品质管控要点, 提升铺装质量, 方可实现品质工程的要求。

4 舟岱大桥桥面铺装品质工程要素的发掘

舟岱大桥桥面铺装 8 种沥青结构层, 14 种原材, 22 个质控项目, 195 个质控参数。

要将这些参数有机统一, 并体现在品质工程中, 需要将相关参数进行分类、提炼, 发掘铺装品质工程要素, 进而提高铺装实施过程中, 质量管控的针对性。

通过对原材、质控项目、质控参数的对照分析, 发掘出如下舟岱大桥桥面铺装品质工程要素。

(1) 原材料方面

重点管控原材料的运输, 通过源头 (起运点或料场) 管理、途中管理 (卸 (船) 车前查

验比对)、使用前 (施工现场储料场) 控制, 实现原材料运输过程的可控。

为防止送检时的原材料样品与进场原材料样品的品质变化, 提出送样母本谱系特征与进场原材料谱系特征比对的方法, 将原材料谱系特征这一原料擦的重要辨识参数纳入品质工程的可控要素中。

(2) 施工方法方面

在沥青铺装施工中, 最关键的质量控制指标之一是平整度, 这在文献 [1]、文献 [2] 的要求中也得到体现。

在桥面铺装实施之前, 舟岱大桥建设单位即将平整度控制列为品质工程要素的最关键环节, 提出采用混凝土铺装层的 3D 精铣刨+抛丸处理方式, 以及沥青铺装的 3D 摊铺方式, 从源头上控制平整度。

(3) 施工管理方面

从沥青加工、摊铺设备进场, 使用, 养护等多环节建立标准化、模式化、可复制的操作方法, 形成作业班组与作业机具的动作全相融、人机可分离, 做到不同班组的操作, 作业效果不降低。从而实现铺装施工品质不随班组而变化。

5 舟岱大桥桥面铺装品质工程要素管控的实施

5.1 原材料品质要素的管控实施

(1) 原材料综合质控的“2、3、4”举措

根据舟岱大桥桥面铺装品质工程要素, 对原材料品质要素实施综合质控, 提炼出“2、3、4”举措。

“2”即两不生产, 建设方蹲点人员未到位、工艺参数未监控不生产;

“3”即三不出厂, 工艺参数未上传、红外光谱及检测指标未检测、建设方蹲点人员未签发不出厂;

“4”即四不进场, 欠缺运输轨迹、红外光谱及检测指标未提供、抽检不合格、监理未签发不进场。

通过“2、3、4”举措, 将原材料的运输、检验检测、料场加工等主要环节有机串联, 形成原材料确认、运输、进场、核验至加工的闭环链条, 从源头控制原材料的品质。



图1 原材料运输轨迹跟踪图

(2) 原材料核心品质的谱系鉴别法

对于沥青铺装,原材料的核心品质对沥青铺装的施工质量起着重要的控制作用。

原材料的品质除了采用常规的集料、沥青试验方法进行鉴别,还需要根据原材料的组成成分进行核验。经过比对分析,认为谱系鉴别法是最有效、适用的原材料核心品质鉴别方法。

谱系鉴别法即将送样样品进行红外光谱等分析,形成送样样品的谱系,即“母本谱系”。

对于后续进场的原材料,除进行常规的集料、沥青试验,还取样进行红外光谱等分析,形成进场材料的谱系,即“子代谱系”。

将“母本谱系”“子代谱系”进行对比。对不同类型的材料,请专业鉴定单位确定红外光谱相似度的判定值(通常是相似度大于98%),以此作为母本材料与子代材料核心品质相同的判定依据。

自舟岱大桥桥面铺装原材料开始进场以来,沥青共进场22批、47车、1445.5t,相似度检测

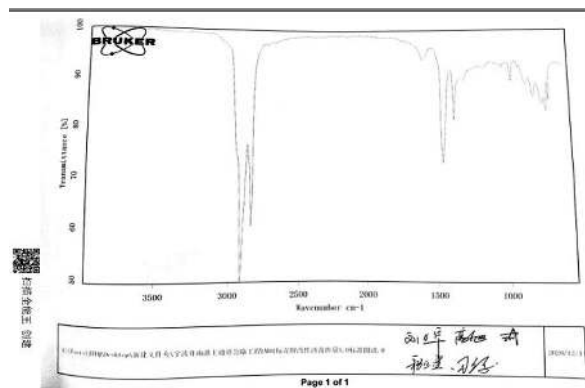


图2 母本谱系样例

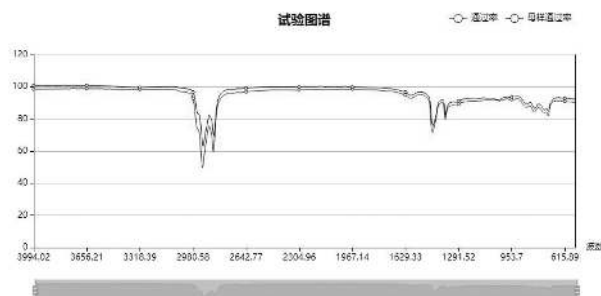


图3 母、子样本谱系对比样例

24组,合格24组,合格100%。其中,改性沥青19组,相似度均值99.56%,普通沥青检测5组,相似度均值98.94%。

自2020年8月开工至今,原材料累计进场201578.18吨。共抽检次数392次,其中2次(玄武岩、石灰岩含泥量各1次)不合格,抽检合格率99.5%,清除200t。

(3) 全面的综合管控流程

根据上述品质控制要素的管控实施,对不同原材料均建立了全面的综合管控流程。以沥青材料为例,形成的综合管控流程如图4。

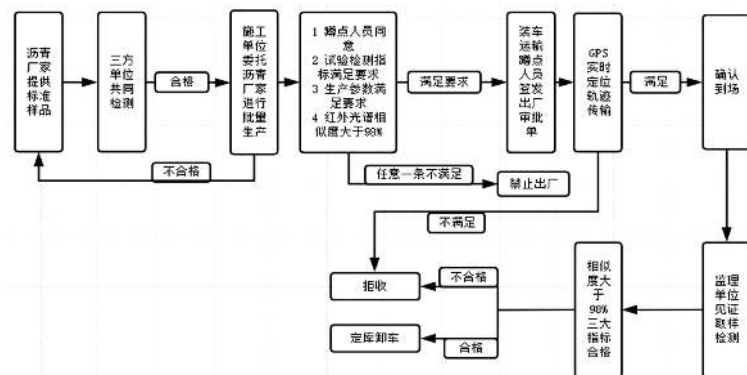


图4 沥青材料综合管控流程图

5.2 施工过程品质要素的管控实施

(1) 沥青混合料的智能监控

充分利用“互联网+物联网技术”、移动平台等信息化科技手段,与拌合站生产设备相结合,实现对拌合站12个生产数据的实时采集监控、数据上传、质量分析、偏差预警、生产统计。加强了对混合料生产质量的全过程控制。为打造“智慧工地”,实现“智慧建造”,为建设“品质工程”提供有力支撑。

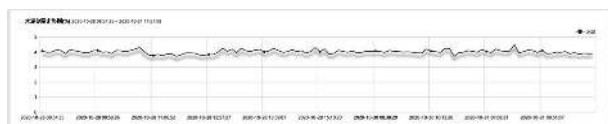


图5 水泥剂量波动图

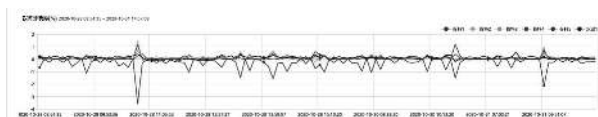


图6 原材料误差走势图

(2) 混凝土铺装层3D精铣刨+抛丸处理工艺

混凝土铺装层处理效果直接关系到沥青铺装层与混凝土铺装层的结合性能。

在传统的抛丸处理工艺基础上,创新施工方法,采用混凝土铺装层3D精铣刨+抛丸处理工艺,提升处理后混凝土铺装层和构造深度。

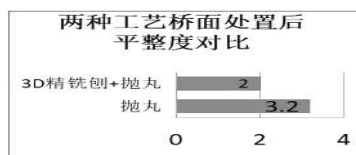


图7 两种工艺处理后混凝土铺装层平整度对比图

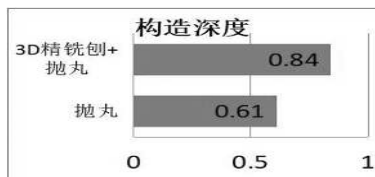


图8 两种工艺处理后混凝土铺装层构造深度对比图

(3) 沥青铺装层的3D摊铺

3D摊铺是指在沥青铺装摊铺机械四周多个角度安装测量仪器,实时监测摊铺机的姿态,对摊铺机姿态从多个角度进行调整;改变了以往采用平衡梁方式时只能单向量测和调整姿态弊端。

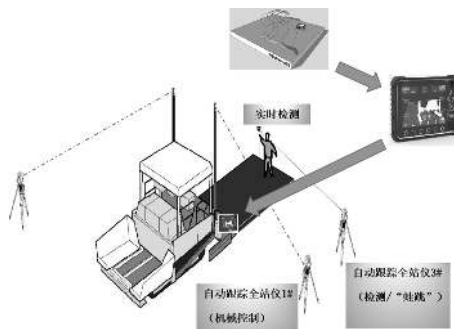


图9 3D摊铺原理图

根据实测,3D摊铺法与平衡梁摊铺法的施工效果对比如表1。

表1 3D摊铺法与平衡梁摊铺法对比表

项目	平整度 (IRI 值)	厚度
平均值	3D 摊铺 1.24 (m/km)	61.9 (mm)
	平衡梁 1.21 (m/km)	60.8 (mm)
标准差	3D 摊铺 0.34 (m/km)	1.9 (mm)
	平衡梁 0.55 (m/km)	2.8 (mm)
变异系数	3D 摊铺 27%	3.1%
	平衡梁 42%	4.6%

从表1可见,两种工艺对平整度控制水平偏差,但从对厚度、平整度变异系数控制来看,3D较稳定,优于平衡梁。

(4) 施工新技术

针对舟岱大桥临海、沿海、跨海的特点,研发了沥青摊铺机螺旋布料器透明保温盖;降低螺旋布料器受桥梁风力较大温度散失速度。



图10 螺旋布料器透明保温盖

透明保温盖使用效果见图11及表2。

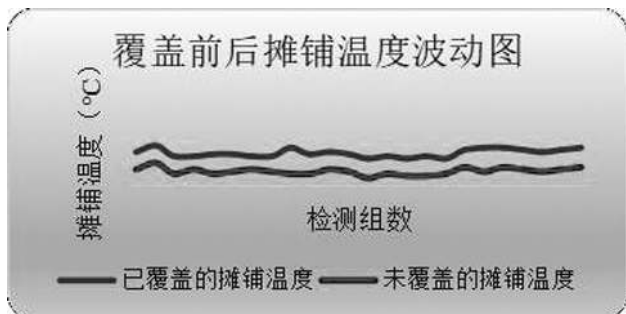


图 11 螺旋布料器透明保温盖使用效果图

表 2 螺旋布料器透明保温盖使用效果表

序号	卸料温度	已覆盖的摊铺温度	未覆盖的摊铺温度
1	183℃	181℃	173℃
2	181℃	180℃	172℃
3	186℃	183℃	175℃
4	179℃	178℃	170℃

5.3 施工管理品质要素的管控实施

管理是促进品质提升的基础与助力器。舟岱大桥桥面铺装施工过程中，通过狠抓施工管理，促进了工程品质的提升。

舟岱大桥施工管理品质要素管控实施的核心是贯彻“6S”理念，建立标准化、模式化、可复制的操作方法。

“6S”即整理、整顿、清洁、清扫、素养、安全。通过贯彻“6S”理念，做到了料场和现场区分要用和不要的，不要用及时清除掉；要用的东西定定位，摆放整齐明确标示；保持工作场所卫生，并规范化保持成果；清除工作场所污物，并防止污染的发生；人人依规定行事，从心态上养成好习惯；明确作业流程、加强安全意识、防患未然。

通过以管理促提升，全面提升沥青铺装施工过程的管理水平。

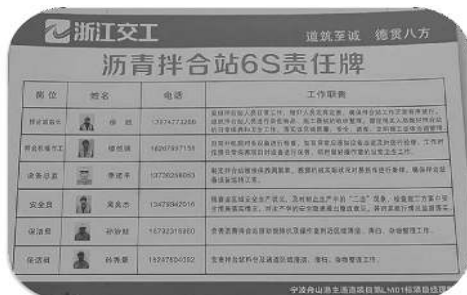


图 12 6S 责任牌

6 结语

结合舟岱大桥桥面铺装的工程实践，探讨了如何通过提升桥面铺装品质的管控要素，实现品质工程相关评价为 A 等的目标。通过本文的分析，主要得到如下几点结论。

(1) 桥梁工程沥青铺装的原材料，通过谱系分析法鉴别送样样品与进场材料是否一致是可行的，可有效保证原材料的品质；

(2) 通过本项目的实践表明，桥梁工程沥青铺装的原材料，可以实现从原料场到加工厂，再到施工现场的全过程管控和检验检测，避免原材料品质的波动造成施工质量的下降；

(3) 在沥青铺装施工方面，3D 技术应用于混凝土铺装的铣刨以及沥青铺装的施工是可行的，且能较明显的提升路面施工质量指标，宜加以推广应用。

本文探讨的桥面铺装品质的管控要素，分为原材料管控，施工过程管控，施工管理管控等方面。通过这些方面品质要素的提炼，结合工程实际，可为形成实用化的陆海长桥桥面铺装品质要素的管控体系打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 中华人民共和国交通运输部. 公路水运品质工程评价标准 (试行), 交办安监〔2017〕199 号.
- [2] 浙江省交通投资集团有限公司企业标准. Q/SJT YH7001—2020, 浙江省交通投资集团有限公司新建高速公路沥青路面接养验收评估标准 (试行). 杭州: 浙江省交通投资集团有限公司, 2020.
- [3] 中华人民共和国行业标准编写组. JTG F40—2004 公路沥青路面施工技术规范. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [4] 中华人民共和国行业标准编写组. JTG/T F20—2015 公路路面基层施工技术细则. 北京: 人民交通出版社, 2015.
- [5] 中华人民共和国行业标准编写组. JTG F80-1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程. 北京: 人民交通出版社, 2018.