

# 某机场滑行道病害整治工程施工质量监控

施洲辉

(武汉市市政工程设计研究院有限责任公司, 湖北 武汉 430023)

**摘要:** 依托某机场滑行道病害整治工程实例,对施工中关键质量指标进行实例应用分析,通过开展施工前的质量预控,对施工过程中各项指标进行动态跟踪管理,依据反馈的施工数据及时发现影响质量的因素,提高施工质量的稳定性,降低质量波动。对每盘拌合料的SMA-13、AC-20C及AC-5沥青混合料的油石比、关键筛孔通过率及动稳定度等指标进行抽样检测,形成系统资料的同时,及时分析数据波动的原因,指导下一环节的施工,最终取得较好的施工效果。

**关键词:** 沥青道面;技术指标;质量监控;动态管理

**中图分类号:** U416.03;TU997

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2026)06-0424-04

## Back-analysis FEM Calculation of the Foundation Pit Excavation Based on Monitoring Data

SHI Zhouhui

(Wuhan Municipal Engineering Design &amp; Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430023, China)

**Abstract:** Taking the taxiway disease remediation project at a certain airport as an example, we illustrate the application of key quality indicators that require special attention during construction. By conducting quality pre-control before construction and dynamic tracking management of various indicators during the construction process, factors affecting quality can be identified promptly based on the feedback construction data, thereby enhancing the stability of construction quality and reducing quality fluctuations. In the article, sampling tests are conducted on the oil-to-stone ratio, key sieve passage rate, and dynamic stability of SMA-13, AC-20C, and AC-5 asphalt mixtures for each batch of mixed materials. While forming systematic data, the reasons for data fluctuations are promptly analyzed to guide the construction of the next stage, ultimately achieving better construction results.

**Keywords:** asphalt pavement; technical indicators; quality monitoring; dynamic management

## 0 引言

民用机场沥青道面施工是一项专业性非常强的工程,其施工质量的优劣直接影响到工后道面的使用寿命和服务性能,既涉及前期的道面结构和混合料精细化设计<sup>[1-2]</sup>,又涉及施工过程中的材料选择、混合料拌合、运输、摊铺、碾压,还涉及精细化的施工组织设计和后续的验收评定等全过程。我国民用机场铺筑沥青道面的历史较短,相关设计、施工、质量检验评定等技术标准和规范相对其他行业较为落后,专业施工队伍技术力量亟待提升,项目建设技术管理经验不足,出现了一系列如规范落后、不重视施工后的质量验收、轻视施工前的材料选择、忽视施工

的全过程质量控制等原因导致沥青道面施工质量不高的现象<sup>[3-5]</sup>。尽管,国内部分机场近年来在沥青道面工程中取得了一定的成功,但我国幅员辽阔,建筑材料性能、气候条件等千差万别,不可能完全照搬<sup>[6-8]</sup>。

某机场滑行道沥青道面出现了较为严重的轮辙病害,平均深度超过20 mm,局部位置深度达到40~50 mm,同时部分联络道也出现了松散和坑槽病害,严重影响了飞行安全。为确保飞行安全,对滑行道采取铣刨重铺的处治方案:6 cm厚SMA-13型改性(星型SBS改性)沥青混凝土上面层+6 cm厚(先铺筑12 cm,然后铣刨6 cm)AC-20型高模量沥青混凝土中面层+9 cm厚AC-20型高模量沥青混凝土下面层+土工布+AC-5沥青砂调平层。由于该机场无第二滑行道可供使用,且通航压力大,根据《民用机场运行安全管理规定》(CCAR-140)与相关不停航施工安

收稿日期: 2025-12-29

作者简介: 施洲辉(1988—),男,硕士,高级工程师,从事道路桥梁设计工作。

全管理实施细则的规定,本次道面维修工程需采取不停航施工组织方法,每天施工时间仅为 3~5 h。施工时间短、工序多、工期紧、夜间施工等众多因素将大大增加质量管理和质量控制的难度<sup>[9-10]</sup>。

为严控道面整治工程中主要建筑材料的质量,合理优化矿料级配和沥青混合料的配合比设计,保障混合料的高温稳定性能和低温抗裂性能,规范施工工艺流程,确保道面整治工程质量,提高资金使用效益,在维修过程中开展了第三方施工质量监控工作<sup>[11-13]</sup>。

1 施工过程中的质量监控

1.1 原材料检测

施工过程中严格按照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)<sup>[14]</sup>的技术要求对所用原材料进行抽检。在业主和监理的见证下,对飞行区道面病害整治工程所用的土工布、抗车辙剂、高模量剂、集料、沥青、矿粉等原材料进行了多次取样和试验检测,所检原材料均满足相关技术规范要求。

1.2 沥青混合料检测

1.2.1 配合比优化设计

混合料合成级配决定了混合料的性能,尽管规范明确了矿质混合料合成级配的范围,但规范具有普适性,未能有效反映地域气候、交通荷载条件和面层功能的特异性,进而导致混合料的路用性能存在较大波动。通过第三方的实时监控,对混合料的目标配合比进行优化设计,提出各项技术性能均衡(密水性、高温性能、抗滑性能、抗裂性等)的混合料配比优化建议,使性能既符合规范标准,又能切实满足实际工程的使用需求<sup>[15]</sup>。

针对湖南省气候特性和该机场沥青道面的轮辙病害现状,对级配进行了优化设计。对于中下面层 AC-20C 来说,主要是通过调整级配提高其抗车辙性能,对于 SMA-13 主要是提高其密水性、抗辙性能和保证足够的抗滑性能。湖南地区雨水充沛,若沥青混凝土面层渗水严重,容易产生较为严重的水损坏,本项目通过添加 3% 的水泥代替等量的矿粉,提高混合料的抗水损坏性能,避免沥青道面松散脱落形成 FOD,影响航空器的安全运行。施工完成后,确保渗水系数不大于 80 mL/min,构造深度控制在 1.0 mm 左右,使得其低温抗裂性能、高温性、抗水损坏性能、密水性等指标达到一个较好的平衡状态,同时满足抗滑要求,确保航空器的安全运营。根据生产配合

进行了生产配合比验证。SMA-13 和 AC-20C 改性沥青混合料的配合比验证(沥青混合料样品的油石比、空隙率、饱和度、稳定度、流值、残留稳定度、动稳定度及矿料级配)均满足《民用机场沥青混凝土道面施工技术规范》(MH/T 5011—2019)<sup>[16]</sup>和设计文件的要求。

1.2.2 沥青混合料拌合过程中的质量控制与性能检验

对新铺道面所采用的 SMA-13、AC-20C 及 AC-5 沥青混合料进行了质量检测,主要技术指标包含沥青用量、马歇尔试验、浸水马歇尔试验以及车辙试验。沥青混合料拌合质量及其基本性能是影响道面使用性能的关键性因素,本次第三方检测采用动态质量管理对拌合质量进行控制,对每次拌合都进行抽样检测,形成系统的比较完善的资料。

动态质量控制是确保工程质量稳定的核心手段,其关键在于及时发现影响质量的因素,提高施工质量的稳定性,降低质量波动。其中关键筛孔通过率参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)<sup>[14]</sup>控制,主要指标检测结果如图 1~图 7 所示。

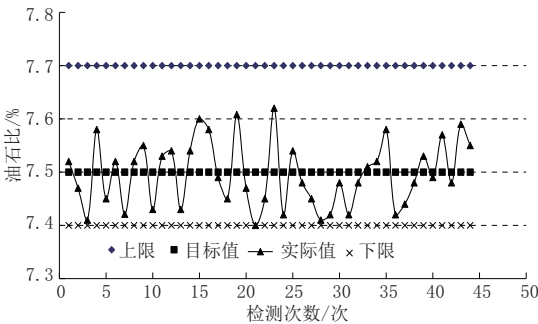


图 1 AC-5 调平层油石比动态变化

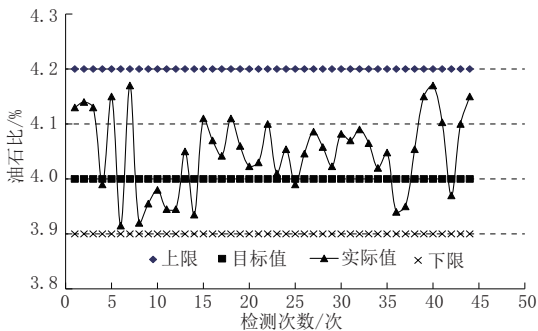


图 2 AC-20C 面层油石比动态变化

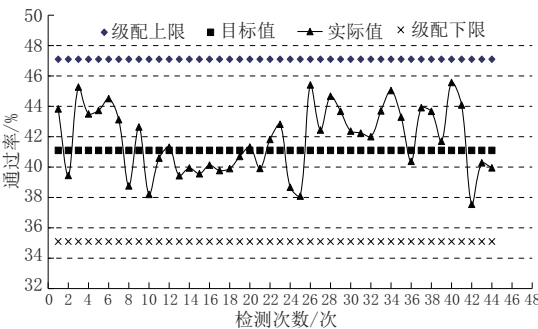


图 3 AC-20C 面层 4.75 mm 筛孔通过率动态变化

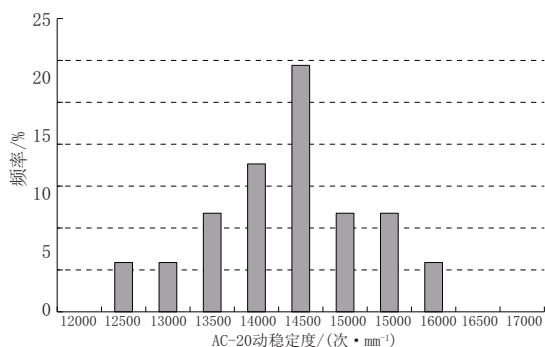


图4 AC-20C 动稳定度分布频率

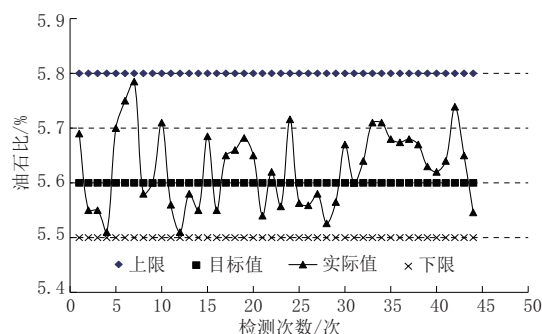


图5 SMA-13 表面层油石比动态变化

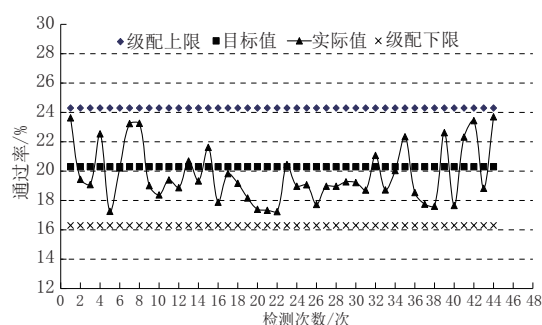


图6 SMA-13 表面层 4.75 mm 筛孔通过率动态变化

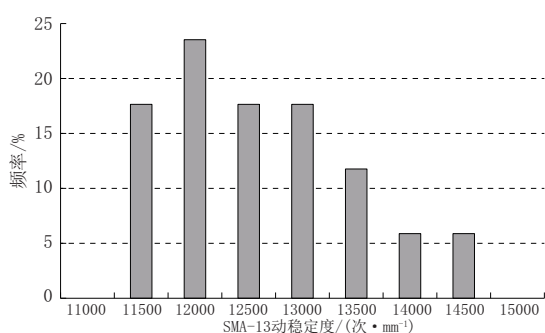


图7 SMA-13 动稳定度分布频率

### (1) AC-5 质量控制及检测

AC-5 沥青砂调平层油石比检测结果如图1所示。

AC-5 混合料主要起调平基层、预防裂缝和增强沥青混凝土道面与基层的黏结作用,因此油石比较大(设计油石比为7.5%,设计文件提出按照 $-0.1\% \sim +0.2\%$ 控制)。从动态控制试验检测结果来看,本项目实施过程中 AC-5 沥青混合料油石比均符合规范要求,油石比偏差满足规范要求。但从图1可看出

油石比大多在设计值以下范围波动,且多次接触下限位置,说明施工承包商在进行混合料生产时油石比是按照规范要求的下限控制的,以此控制成本。

### (2) AC-20C 混合料质量控制及检测

AC-20C 沥青混凝土面层油石比检测结果如图2所示,关键筛孔 4.75 mm 通过率变化如图3所示,动稳定度检测分布频率如图4所示。

对 AC-20C 沥青混合料进行抽提筛分,发现每天的油石比都有不同程度的波动,从动态控制试验检测结果来看,本项目实施过程中 AC-20C 沥青混合料油石比变化范围符合规范要求,且大多在目标值以上范围波动(设计油石比为4.0%,设计文件提出按照 $-0.1\% \sim +0.2\%$ 控制)。4.75 筛孔通过率在级配上下限范围波动(设计级配的允许偏差按照 $\pm 6\%$ 控制),分析发现产生波动的主要原因是原材料的级配发生了一定的变化,导致合成级配发生变化,但波动的范围符合规范要求,级配处于可控范围,对混合料性能影响不大。AC-20C 沥青混合料采用了 SBS 改性沥青,并掺加了 0.3% 的高模量剂,从动态监控中可知动稳定度满足设计文件中规定的不小于 10 000 次/mm 的技术指标要求。在施工过程当中应及时收集整理数据,查找油石比、集料级配波动的原因,如原材料的规格或级配发生变化、取样不均、冷料仓供料、热料仓串料、离析等,及时发现和解决问题,确保混合料性能满足规范要求。

### (3) SMA-13 混合料质量控制及检测

SMA-13 沥青混凝土表面层油石比检测结果如图5所示,关键筛孔 4.75 mm 通过率变化如图6所示,动稳定度检测分布频率如图7所示。

同样,在 SMA-13 沥青混合料的动态监控过程中,发现每天的油石比都有不同程度的波动,油石比变化范围符合规范要求,且大多在目标值以上范围波动(设计油石比为5.6%,设计文件提出按照 $-0.1\% \sim +0.2\%$ 控制);4.75 筛孔通过率在级配上下限范围波动(设计级配的允许偏差按照 $\pm 4\%$ 控制),符合规范要求,但应重视后期监控过程中通过率波动幅度增大的原因;动稳定度满足设计文件中规定的不小于 10 000 次/mm 的技术指标要求;在施工过程实时采集整理数据,分析油石比、集料级配波动原因,为甄别波动是发生在拌和前由于原材料的规格和自身的级配变化、装料取样不均、冷料仓的供料不稳定等因素引起的,还是拌和后因混合料离析导致的油石比变化。

从图 7 中实验数据可以看出,第三方质量监控在原材料、拌合站、等相关检测和监控下,能确保混合料的各项指标均符合要求,并且每拌和一盘沥青混合料就基本能了解其质量达标情况,实现真正意义上的过程控制。通过对试验数据进行动态管理,检查存在的质量控制问题,使每一个施工环节的质量得到掌控,做到发现问题及时反馈、调整。

2 沥青混凝土面层摊铺质量检验与评定

各结构层沥青混凝土施工完成后,及时对面层的渗水系数、表面纹理深度、压实度等技术指标进行了检测。主要检测工作量及检测结果如表 1 所示。其中共检测渗水系数点位 168 个,合格 163 个,合格率为 97%,5 个不合格的点集中于施工初期的前 3 个工作面,第 4 个工作面后未再出现超标情况。主要是由于施工初期碾压工艺参数尚未完全稳定,初压温度略低(实测约 135℃,低于推荐 140~150℃),初压遍数不足,导致局部空隙率偏高。后续施工过程中,根据动态监控数据分析及时调整碾压组合(增加双钢轮压路机复压 1~2 遍)并加强温度监测,渗水性能得到了显著改善。

压实度检测结果如图 8 所示。

由图 8 可以看出,各面层压实度全部合格。其中下面层压实度较上面层均匀且更密实,主要是由于进行中下面层摊铺施工时,原水泥混凝土道面结构能给压实提供良好的支撑,而表面层往往在下面层未完全冷却硬化的条件下铺筑,下面层还有一定的弹性,影响了表面层的密实。后期压实度相对下降,主要是施工进入 11 月份以后,气温下降较快,夜间气温低,施工温度下降,压实更加困难,后续施工过程中,根据动态监控数据分析,有针对性地注重混合料的摊铺温度,面层压实度逐步开始上升,达到了更

表 1 沥青混凝土面层检测主要工作量及检测结果

| 序号 | 检测项目   | 检测数量  | 检测结论 | 备注                                              |
|----|--------|-------|------|-------------------------------------------------|
| 1  | 压实度    | 52 处  | 合格   | 设计要求不小于 98%,实测最小值为 98.2%,均值为 98.9%              |
| 2  | 厚度     | 52 点  | 合格   | 按设计要求,表面层不小于 6 cm,下面层不小于 8 cm                   |
| 3  | 表面纹理深度 | 58 点  | 合格   | 设计要求不小于 0.8 mm,实测最小值 0.92 mm,均值为 1.0 mm         |
| 4  | 渗水系数   | 168 点 | —    | 设计要求不大于 80 mL/min,合格率达到 97%                     |
| 5  | 平整度    | 50 处  | 合格   | 设计要求每 304.8 cm 小于 3 mm,实测最大值为 2.6 mm,均值为 1.4 mm |

好的压实效果。厚度、摩擦系数、渗水系数、平整度等指标检测全部合格,满足设计及相关规范要求。

不停航施工条件下进行沥青道面铣刨施工,工序多、时间短、夜间作业干扰因素多,且同一工作面需要进行 AC-5、AC-20 和 SMA-13 三种混合料的铣刨和重铺施工,在各种不利因素的影响下,任何一个环节出现问题,极有可能导致工程质量缺陷。通过第三方施工质量监控干预,从原材料、混合料质量进行把关,对混合料性能进行了优化设计,同时提高了现场施工要求,进行精细化施工,及时对施工质量进行检测,根据检测结果对施工参数进行调整,杜绝了质量隐患,切实达到了保证质量的预期。

3 结 语

本次机场飞行区道面维修处治工程量大,具有工期紧,受不停航施工限制等特点,夜间作业窗口期短,且夜晚施工盲点多。在施工过程中,通过实时监测与第三方监控的及时介入,迅速发现施工中存在的问题,有效识别并纠正了异常环节,使原来出现问题的施工环节趋于正常。实践证明,第三方监控与

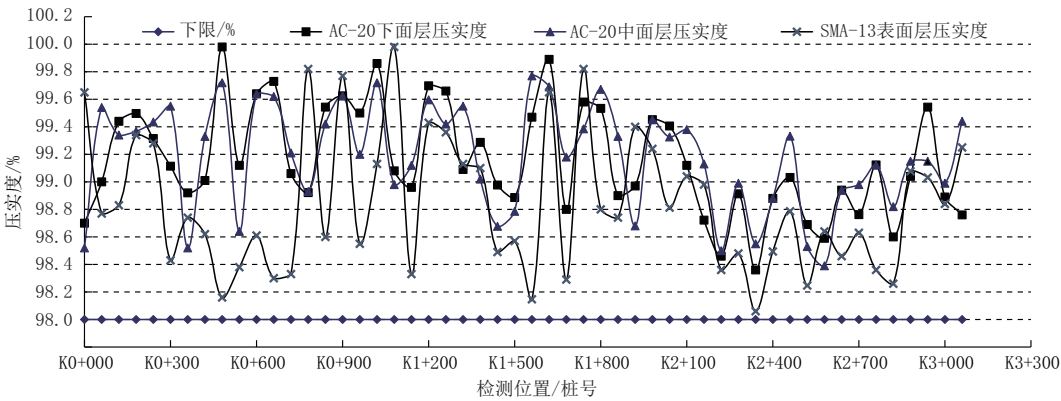


图 8 沥青混凝土面层压实度分布情况