

路桥工程路面施工质量控制策略探析

景小陈

浙江交工路桥建设有限公司 浙江 杭州 316012

摘要：路桥工程路面施工质量直接影响道路使用寿命、行车安全性以及工程整体效益。目前我国基础设施建设规模不断加大，路面施工质量问题越来越得到重视。本文根据路面施工主要方面，总结造成路面质量问题的原因主要有原材料质量把控、混合料配合比设计、摊铺工艺、压实工艺、接缝处理及早期养护等几个方面，并提出了一些解决这些问题的办法。研究发现，实行全方位全过程的质量监控、加强工序之间的协调配合工作、使用先进的检测手段可以提高路面施工的质量水平。本文意在为路桥工程路面施工质量管理提供一定的借鉴意义。

关键词：路桥工程；路面施工；质量管理；沥青路面；水泥混凝土路面

引言

路桥工程是交通系统的有机一部分，路面施工质量是整个工程项目好坏的重要标志。近年来随着车辆不断增加以及车速不断提高，对于路面平整度、耐磨耗性、抗滑性和防止开裂等方面都提出更高的标准。但是在施工中因为原材料不同、工艺不稳定、外界环境影响以及管理不到位等原因造成路面早期破损、车辙、裂缝、坑洞等质量问题仍然很普遍。这些问题的发生一般都有一定的关联性，一点解决不了问题。所以需要从系统角度出发，研究路面施工质量控制方法，建立包括材料、工艺、管理和检测在内的全流程质量保证机制。

1 路面施工质量控制的基本原理与目标

路面施工质量管理坚持“以防为主、以动为主、全过程可追溯”的原则。即通过标准化施工工艺、合理施工参数以及科学检测方法对施工过程中可能出现的质量问题进行预防和控制。具体来说，质量控制应在施工前、材料进场、混合料拌合、运输、摊铺、碾压、接缝、养生等方面实施。路面质量控制主要目的是：一是在满足设计要求的前提下保证路面各结构层几何尺寸、高程、横坡、厚度等符合要求；二是使路面平整度符合相关规定，降低行驶时颠簸感；三是在规定范围内保持足够的压实度以保证路面强度；四是达到良好的密实度防止出现离析现象；五是要有较好的抗滑能力保障行车安全；六要避免产生裂缝与沉降提高路面使用年限。以上各项内容相互联系，是一个整体，其中任何一个方面出现问题都会造成一系列的质量问题。

2 影响路面施工质量的主要因素分析

2.1 原材料质量波动

原材料是决定路面品质的重要因素，在沥青路面施工过程中，沥青针入度（0.1mm）、软化点（环球法）、

延度（10℃或15℃）的变化会影响混合料高温稳定性及低温抗裂性；而集料级配、含泥量（不超过1%）、针片状含量（高速公路、一级公路不超过15%）、压碎值（沥青路面基层不超过26%）等因素会对混合料工作性以及力学性能造成很大影响^[1]。在水泥混凝土路面施工中，水泥强度等级与安定性、集料级配及杂质含量、外加剂与掺合料的相容性都是影响工程质量的关键因素。因原材料来源不同、存放条件变化或者检查频率较低等原因会造成现场使用的原材料与配合比设计所用基准材料差异较大而造成混合料质量不稳定。

2.2 混合料配合比及生产偏差

配合比设计决定路面材料内部性质，在施工过程中由于在生产过程中存在计量误差（每盘允许偏差：沥青 $\pm 0.2\%$ ，矿料 $\pm 2\%$ ，粉料 $\pm 1\%$ ）以及含水量变化、温度控制不当等问题都会使最终产成品与预定配合比有所差异，在沥青混合料中，油石比稍有变动（大于 $\pm 0.3\%$ ）就会造成路面出现泛油或者松散现象，在矿粉用量过多时会使得混合料强度降低，在水泥混凝土中，水灰比稍有波动（变化在 ± 0.02 以内）就会影响其强度及耐久性，搅拌时间不足会导致混合料不均匀，而搅拌时间过长容易导致混合料离析或者沥青老化，在使用间歇式搅拌机的情况下，每盘干拌时间不应小于5秒，湿拌时间应在30-45秒。

2.3 施工工艺执行偏差

摊铺及压实是路面工程的重要施工环节。摊铺速度与供料速度不协调会导致摊铺机行驶中断，出现横向波紋；摊铺机振捣以及夯锤力度不合适会降低初始压实度；螺旋布料器位置及转速不合理（一般转速宜保持在70—90r/min）容易造成竖向离析。而在压实过程中，碾压方式、压路机速度和遍数、碾压温度等都会影响最终压实效果。另外，在接缝处理上，横向接缝与纵向接缝

切割时间、涂抹粘层油、碾压方法等都是容易出现问题的地方,接缝部位漏水、裂缝较多。

2.4 环境条件与施工组织

气温、风速、日照、湿度等因素对道路施工有较大作用。在较高温度下沥青混合料散热较慢,容易出现推移现象,在较低温度(低于 10°C)条件下不易达到规定的压实度。下雨天气施工会使混合料温度急剧下降并且水分进入,严重影响工程质量。另外,施工管理也影响到各个工艺环节之间的配合以及规范化程度。施工现场混乱,设备不足,工人操作不当等问题都会造成质量隐患。

3 路面施工全过程质量控制策略

3.1 原材料进场与检验控制策略

原材料的质量控制应向源头延伸到对供应商管理,在原材料供应商中制定合格供方名单以及定期评估制度。各种原材料进场时应随带质保单,并按有关规定频率取样检验。对于沥青原材料应逐车检测其针入度(25°C , 100g , 5s)、延度($5\text{cm}/\text{min}$)、软化点以及旋转薄膜烘箱老化试验(163°C , 85min)后性能变化;对于石料,则要对其各种粒径石料含泥量、级配稳定性做出规定并且分开堆放,严禁混堆^[2]。原材料存放地点应满足条件,沥青贮存罐具有加热保温能力并显示正确温度值(一般情况下普通沥青贮存温度保持在 $130^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 之间,而改性沥青则为 $150^{\circ}\text{C} \sim 170^{\circ}\text{C}$),细集料要有防水防晒措施。料场地面应进行硬化并且设有排水沟(坡度不应低于 1%),防止泥土掺入。凡经检查发现不符合要求的原材料一律禁止入场或者退回或者降低等级使用,不能随意用于工程施工当中。

3.2 混合料生产与运输控制策略

使用具有电脑操控间歇式拌合设备(每盘 $\geq 2000\text{kg}$),计量系统每周标定一次,在规定范围内。温度分级控制:集料加热(普通沥青 $170\sim 190^{\circ}\text{C}$ 、改性沥青 $190\sim 220^{\circ}\text{C}$)、沥青加热(普通沥青 $150\sim 170^{\circ}\text{C}$ 、改性沥青 $160\sim 175^{\circ}\text{C}$)、出厂温度(普通沥青 $145\sim 165^{\circ}\text{C}$ 、改性沥青 $170\sim 185^{\circ}\text{C}$),自动温度记录间隔不超过5秒。拌和时间通过试验段确定的时间,保证集料裹覆良好,不少于45秒。每天每台班抽提筛分不少于两次,检查油石比及级配(允许偏差: 0.075mm 筛孔 $\pm 2\%$, $2.36\text{mm} \pm 5\%$, $> 4.75\text{mm} \pm 6\%$)。运输车辆为20-30吨自卸汽车,车厢涂刷脱模剂(按比例1:3至1:5稀释),无积水。覆盖保温防雨,当气温低于 15°C 时加盖保温箱盖。运输能力富裕系数为 $1.1 \sim 1.2$,在摊铺机前方等待3~5辆车即可。卸料缓慢提升,自由落差小于50厘米以避免出现离析现象。

3.3 摊铺工艺控制策略

摊铺前应对下承层进行全面检查、清理,使其平整、干净并且符合要求后方可进行透层油(乳化沥青用量为 $0.7 \sim 1.2\text{kg}/\text{m}^2$)或粘层油(乳化沥青用量为 $0.3 \sim 0.6\text{kg}/\text{m}^2$)喷洒工作。所选用摊铺机应与路面宽度相匹配,在使用两台或多台摊铺机同时作业的情况下,两台摊铺机之间的间距应在 $5 \sim 10\text{m}$ 之间,搭接宽度应在 $5 \sim 10\text{cm}$ 之间。摊铺速度应结合拌和楼生产能力、运输能力以及压实能力而定,一般为每分钟 $2 \sim 4\text{m}$,应匀速、连续、不间断摊铺(速度变化率不宜超过 $0.5\text{m}/\text{min}$)。摊铺机熨平板预热温度接近混合料温度(不低于 100°C),以免低温拖拉造成表面拉毛。螺旋布料器中混合料高度应高于螺旋叶片中心线约其长度的三分之二处(约为螺旋直径的 $60\% \sim 70\%$),以利于均匀布料。摊铺过程中要经常检测松铺厚度(每 20m 一个断面,每个断面不少于3点),并根据实际高程及时调节熨平板的高度^[3]。对沥青路面而言,必须控制摊铺温度不得低于有关规定要求(普通沥青不应低于 135°C ,改性沥青不应低于 160°C),寒冷季节施工时应采用热风吹风等手段提高温度,当风力大于4级时应增设防风设施。

3.4 压实工艺控制策略

压实应做到“紧跟、慢压、高频、低幅”。压路机紧跟摊铺机进行作业,避免热量损失。压实施工分为初压、复压及终压三步:初压用 $\geq 10\text{t}$ 钢轮压路机静压或弱振(振幅为 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$,频率为 $40 \sim 50\text{Hz}$)各一遍,普通沥青 $\geq 130^{\circ}\text{C}$,改性沥青 $\geq 150^{\circ}\text{C}$;复压用 $\geq 12\text{t}$ 振动压路机(振幅为 $0.4 \sim 0.8\text{mm}$,频率为 $45 \sim 55\text{Hz}$)或 $\geq 25\text{t}$ 轮胎压路机(气压为 $0.6 \sim 0.8\text{MPa}$)碾压3~6遍;终压用钢轮压路机静压一遍,普通沥青 $\geq 80^{\circ}\text{C}$,改性沥青 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 。初压速度为 $2 \sim 3\text{km}/\text{h}$,复压速度为 $3 \sim 5\text{km}/\text{h}$ 。压路机启动时平稳(加速度小于等于 $0.5\text{m}/\text{s}^2$),不得转向、调头或者紧急制动。相邻两区段之间有重叠部分,一般为 $10 \sim 20\text{cm}$,接头处相互错开至少 1.5m 以上。边缘部分(小于 0.5m)用小型振动夯板(激振力大于等于 2kN)或者手扶式压路机进行补充压实不少于三遍。压实后立即检查压实度(每一段落至少五个点),达不到要求继续补充压实(振动频率降低 $10\% \sim 15\%$)。

3.5 接缝处理控制策略

接缝是道路薄弱部位,需重点检查。横向接缝:每层摊铺末端放置与松铺厚度相同的木板或钢枕(宽 30cm ,厚=松铺系数 $\times$ 设计厚度),夯实后切除末端斜坡 $50 \sim 80\text{cm}$,形成直立接缝面。后续摊铺前涂刷粘层沥青(乳化沥青 $0.4 \sim 0.6\text{L}/\text{m}^2$,范围超出缝两侧各 10cm),

摊铺机熨平板高于原路表面2~5mm。碾压采用斜向与平行结合:先沿接缝方向斜向碾压(倾角 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$),再纵向碾压,钢轮超出接缝侧15~20cm。纵向接缝宜设在标线上^[4]。热接缝:两台摊铺机相距5~10m同步前进,前机预留10~20cm未压实区,后机覆盖并共同碾压,先压接缝再向外扩展。冷接缝:将已压实路面边缘整齐锯掉并涂刷粘层油(宽10~15cm),新铺层超出接缝5~10cm;先碾压新铺层超出部分2~3遍,再跨越缝隙碾压(跨越宽20~30cm),最后处理剩余部分。

3.6 早期养护与成品保护策略

水泥混凝土路面施工完成后应立即用湿麻袋或者土工布覆盖并经常洒水保湿(高温时 $\leq 2\text{h/次}$),或者涂刷养护剂($0.2\sim 0.3\text{kg/m}^2$,两遍交错)。养护期内应采取隔离措施,严禁一切人员及车辆通行。普通硅酸盐水泥养护期不得少于14d(气温低于 10°C 时需延长至21d),抗折强度达到 5.0MPa 时可以开放交通。沥青路面铺设完毕后待其表面温度降至 50°C 以下(每100m不少于5个测点测量)后方可开放;在炎热天气下($> 30^{\circ}\text{C}$)禁止重载大于10t的车辆通过,且至少每隔30min后才允许放行。成品保护:两侧设置警告标志牌,不得随意停车、紧急刹车、漏油等(准备吸油毡以备使用);施工车辆驶入之前用水冲洗干净轮胎(水压不低于 5MPa)。之后的工作须加设防护物(如橡胶垫或厚度大于等于10mm竹胶板等)。沥青路面开放交通之前最好施作一道雾封层(喷洒乳化沥青 $0.3\sim 0.5\text{kg/m}^2$),以增强其防水性能。

4 结语

路桥工程路面施工质量管理是综合性工作,包括材料选用、配合比确定、拌合运输、摊铺碾压、接缝处理、养护及检查等各个方面,任何一个方面出现问题都会造成一系列质量隐患。合理有效的质量管理必须覆盖整个施工过程,从源头抓起抓好原材料质量关,严格把控各项工艺参数标准,重视每一个重要环节的操作细节,还须有及时有效的检测反馈。在管理上要建立健全责任制度,实行“第一件工程”认可制度、“工序间交接检”制度和“隐蔽工程”验收制度,提高执行力度。在技术上要大力推广智能化施工监控设备(例如沥青路面智能压实装置GNSS定位精度2cm,温度传感器采样频率1Hz)来监测摊铺温度、碾压速度及次数并发出警报。用技术和管理两手抓的方式构筑一条全方位、立体化的质量管理体系,提高路面工程质量,延长路面寿命,保证行车安全、舒适,促进交通运输业繁荣发展。

参考文献

- [1]马涛.沥青路面工程施工技术要点及质量措施[J].大众标准化,2026,(10):34-36.
- [2]何云微.研究公路施工技术及路面施工质量控制[J].时代汽车,2026,(10):190-192.
- [3]刘定龙.改性沥青路面施工工艺与质量控制研究[J].时代汽车,2026,(8):172-174.
- [4]王洪岩.高速公路沥青混凝土路面施工技术及质量控制措施研究[J].汽车周刊,2026,(4):252-254.