

关于市政公路沥青砼路面施工技术的探讨

许川 王娟 (通讯作者)

四川公路桥梁建设集团有限公司公路隧道分公司

摘要:随着我国经济和社会的快速发展,公路建设也取得了长足进步。但公路路面质量问题仍然是大多数组织关注的焦点。本文针对当前市政公路沥青砼路面施工存在的诸多问题,从多个角度进行探讨,提出了许多切实可行的改进技术和对策。全文共分为原料配合比设计、基层处理、沥青砼铺筑和路面养护四个部分。每部分下又包含四个小标题对特定问题进行深入分析,并给出可操作性较强的建议。本文内容系统全面,数据资料可靠,对提高市政公路沥青砼路面施工质量具有重要的指导意义。

关键词: 市政公路; 沥青砼; 路面; 施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.049

公路建设作为国民经济的重要基础设施,其质量好坏将直接影响行车安全和运输效率。沥青砼路面因施工方便、维护简而易被广泛使用。但在市政公路的沥青砼施工过程中,仍存在原料配合失误、铺筑不规范等诸多影响路面质量与使用寿命的问题。有鉴于此,本文在介绍沥青砼施工常规工艺流程的基础上,针对性分析了各施工环节可能出现的质量安全隐患,并给出了改进技术对策。以期为提高市政公路沥青砼路面施工质量提供参考。

一、原料配合比设计

(一) 矿物配合比

沥青混凝土(以下简称沥青砼)的骨料按照粒径范围分为粗集料和细集料两大类。常用的粗集料有天然砂石、人工砂石、冶金渣石等;细集料主要包括天然石英砂、矿山砂等。配合优良的矿物骨料可以提高沥青砼的抗压抗拉强度,减少其水敏性。目前行业主要采用细集料与粗集料的贝利实验配比法和实际配比法来确定最佳矿物配比。具体而言,贝利实验配比法是根据细集料与粗集料的密实度、表面积、孔隙率等物理性质数据,利用公式计算得到两者的理论最佳质量配比;实际配比法则通过多次实际铺筑试验来测定配比组合,以达到技术指标要求和经济最优配比的实际配比。使用时,往往综合两种方法,先采用贝利实验配比法给出理论参考值,再进行实物配比试验做微调,最终得出满足工程要求的最佳实际配比。此外,不同规格级别的粗集料也需要合理配比以提高混凝土性能。目前行业采用全密实曲线配比方法,通过粗细骨料粒径累积曲线与全密实曲线的对比,实现不同规格级别的粗集料配比,获得性能均匀、经济高效的粗集料优化组合。

(二) 沥青配比设计

沥青砼中的沥青是起到粘接、包裹骨料和填充骨料间孔隙的作用,直接影响混凝土的强度和稳定性。选择什么牌号、用量多少的沥青是配制优良沥青砼的关键。目前沥青配比设计主要采用马歇尔稳定度试验法。该方法是通过加工制作不同沥青用量的沥青砼试件,在一定温度下进行压实,然后测定其稳定度、流值、空隙率等指标,找出指标值全部达到技术规范要求的最佳用沥青量。以使用70号沥青为例,按标准流程配置6组样品,沥青用量分别为4.5%、5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0%;检测后发现当用量为5.5%时,各项性能指标值最优。那么就可确定该工程设计用沥青量为5.5%。除用量外,不同规格号的沥青也会影响混凝土性能,应根据当地气候、交通等实际情况选择合适的沥青。我国公路工程常用的沥青号包括70号、90号、120号等。宜采用低号沥青的地区气候温和、重载车辆较少;宜用高号沥青的地区气候严寒、载重车辆较多。

(三) 粒径配比优化

沥青砼中的骨料按照粒径大小分为粗集料和细集料,确定两者配比比是合格沥青砼的先决条件。在此基础上,如何使不同粒径的骨料组合实现最佳配比,也是配合比设计中的重点。粒径配比直接关联混凝土的密实度、力学性能。优化后的粒径组合可以增加骨料骨架的稳定性,减少混凝土内部空隙,提高抗压抗拉性能。目前沥青砼配合比设计普遍采用的全密实曲线配法,是指根据各粒径骨料的全密实堆积曲线,与规定的全密实参考曲线进行比较,通过加大或减小某些粒径骨料的用量,使实际曲线接近或符合参考曲线,从而获得密实度高、抗压抗拉性能好的骨料组合。具体操作时,可通过连续分级法或理论分级法两种思路进行。连续分级配法是按全密实曲线逐个粒径按比例配置骨料;理论分级配法则根据不同粒径等级划分,分别对粗中细骨料组按全密实曲线独立配比再组合。无论何种方法,优化后的骨料粒径组合都能使骨料集料紧密互锁,提升抗压抗拉性能,是实现优良沥青砼的重要一环。

(四) 测试验证

经过原料矿物配比、沥青量选择、粒径优化配比等步骤设计完成的沥青砼配合比方案,需经过样件试制和检测验证,以确保所设计方案能够满足工程技术指标要求。验证测试主要包括三大环节:样件制作、常温性能检测、冷热性能检测。常温性能主要通过马歇尔试件在室温条件下进行稳定度、流值和空隙率等指标的检测;冷热性能是通过冷热压缩特性测试仪模拟沥青砼实际使用环境条件下的表现,评价其抗高温变形和抗低温开裂

的能力。两项测试指标是否达标，直接反映设计配合比的合理性。检测数据符合技术规范要求即可证明设计方案的正确性；如指标不达标则需调整配合比重新设计验证，直至最终确定最佳方案。配合比设计完成后，还应继续加强样品检测监控，以确保生产期间产品质量的稳定性。

二、基层处理

（一）基层压实

沥青砼路面施工中，基层的处理质量直接影响上层路面的使用性能。首先需要对基层路面进行压实，确保基层具有足够的承载力，为上浇沥青砼铺筑提供可靠的支撑。根据不同材质的基层，采用不同的压实机械和工艺。对于水泥基层，应用重型路面压实机对基层压实，压实次数不得少于4次；对于粒状基层，应先用振动压路机进行初步压实，然后改用轮压，压实轮次不得少于8遍，确保基层压实密实。压实过程中，应采取分层压实，每层厚度10-20cm，确保各层压实效果均匀。同时控制好水分，避免过湿过干影响压实效果。压实达标的判断依据主要为基层表面无明显凹痕，密实平整；基层动稳定度不大于2mm，均匀性系数不大于30%。未达标部分应继续压实处理，直至指标达标。基层压实质量的好坏将直接决定上层路面是否平整、稳定，是保障上层沥青砼路面施工质量的重要环节，应严格按照规范标准进行。

（二）基层切槽

压实达标的基层表面应进行切槽处理。切槽为横向和纵向交错排布的沟槽，切槽目的主要有利于上层沥青砼材料与下层基层的黏结互锁，防止路面发生层间打滑现象。常用的切槽切割机械包括电动切槽机和炮弹式切槽机。切槽参数应符合设计规范要求，横纵槽宽度一般为3-4cm，深度约为2cm。切槽间距根据基层材料确定，水泥基层切槽间距为30-50cm，粒状基层切槽间距为50-80cm。切槽应垂直于路面，两边边角齐整。同时应保证切槽底部清理干净，无松动颗粒。如发现底部有水应及时吸干。切槽完工后，应及时在槽内刷浆，以防止新铺设的沥青混凝土在渗入切槽，影响层间黏结。合理切槽参数的设定和规范施工是保证上下层黏结强度、防止路面反射开裂的关键。

（三）清理工作

基层切槽完工后的下一次关键工作即为基层表面清理。这项工作目的在于清除表面的尘土杂物，露出下层基础实体，为上层沥青混凝土的黏结与铺装提供洁净平整的表面。具体清理方式因地制宜，可采用干湿法结合的原则。干式清理适用于路基较干燥、风力条件较好的地区段，利用风机或高压气体对基层表面吹扫，将松散污物吹飞除去；冲洗法适用于路基潮湿，可用水压清洗基层面，但需控制水量避免基层过湿。无论何种方式，清理后应保证基层面无积水、无污物，表层基石露出且无松动。必要时可人工用钢丝刷或气锤锤击除去不牢固

颗粒，确保清理至可铺装面。否则会影响结构层间的黏结。基层清理过程中产生的废弃物也需及时运离，防止再次污染基础面层。清洁干燥的基层是获得高质量沥青路面施工的必要条件。

（四）基层检测

基层处理完成后，在沥青混凝土铺装前应进行基层检测，以确定其质量是否满足设计和施工规范要求。主要检测项目包括平整度检测、结构强度检测、厚度检测等。平整度采用三米直尺法，连续测量任意三米路段路面高低差，控制在规定数值要求以内；强度检测通过现场板载式车载重仪确定基层动稳定性和均匀性系数；厚度测量检查基层搭设厚度是否符合设计值。如指标不符合技术规范，应及时进行维修、补筑等措施整改至标准后方可铺装混凝土。基层检测结果能够直接反映出基层处理质量好坏及合格性，是保障上层施工顺利开展的重要一步。

三、沥青砼铺筑

（一）混凝土拌和工艺

沥青混凝土拌和是指将骨料、矿粉、沥青等原料按一定比例配合，在搅拌机中进行拌和的过程。获得优质均匀的沥青砼，首先需要保证各组份计量准确。常见的重量计量方式有分段计量法、一次整体计量法和连续计量法。具体采用哪种计量方式，应结合mixer搅拌机类型，合理选用。接下来就是搅拌工艺的控制，旨在保证各组份充分均匀混合。影响搅拌效果的主要参数包括温度、顺序、时间、速度等。温度过高会导致沥青氧化老化，温度过低影响工作性；加入顺序应严格控制，通常为先入粗骨料、再加入细骨料、最后投入沥青；搅拌时间过长容易造成骨料破碎以及沥青氧化，时间过短又混合不充分，一般控制在40-60s；搅拌速度也需适中，快速搅拌会造成材料飞溅损失。经拌和的混凝土应均匀稠密、黏结性好、无结块和差异性。混凝土拌和的质量将直接影响沥青路面的性能。

（二）摊铺技术

混凝土拌和后即可开始铺装施工。而手工铲铺、机械铲铺和摊铺机三种摊铺方式，各有特点。手工铲铺人工量少、工效低，适宜小面积施工；机械铲铺工效较高但摊铺初期表面较粗糙；摊铺机工效高、摊铺顺畅，是多数工程首选。三种方法在拌和现场与运输过程中的搅拌损耗、人工负荷都有所差异。无论采用何种摊铺方式，均需控制好施工速度，确保混凝土在规定时限内完成摊铺，避免拌和后在运输和摊铺过程中氧化老化而影响品质。摊铺时要严格控制厚度，避免上下游过厚过薄出现坡度不均匀；姿态要求平整，无空鼓、褶皱。有经验的驾驶工和注浆工配合默契，有助于提高施工进度并确保混凝土品质。

（三）压实工艺

沥青混凝土摊铺后，需及时采用压路机对路面进行压实，增加路面的密实度与整体稳定性。压实方式包括

两种：静压实和振动压实。静压实主要利用压路机自重对路面施压；振动压实则是压路机内置振动装置，能够给予路面以动态压实作用。后者效率更高。常见的压路机有双钢轮压路机、震动压路机等。合理选择压路机型号，其辊筒宽度应适合道路横截面宽度，避免边缘部位压实不够。压实工艺主要控制压实速度、频次、温度三大要素。速度过快、频次过少，压实效果差；反之破坏沥青结构。温度则与沥青性能密切相关。合理工艺参数，有助于沥青砼内部与界面胶结充分，提高路面强度。现场可通过平直度和厚度检测评价压实质量。压实完成后需及时喷洒隔离剂，防粘连以便开启下一道工序。

（四）铺筑工效控制

沥青砼路面施工过程中，施工团队工效的好坏将直接影响项目进度和质量。因此，必须严格掌控各施工环节的工效水平。预拌站的混凝土产量是工效控制的重点，可通过计算站产混凝土体积，确定单位时间产量并动态调整；运输车辆的运输速度和运输效率也应监控，避免拌和后的混凝土在运输途中变差；除此之外，摊铺机和压路机的作业效率也需关注，上述机械的故障停工会使工期延误。此外，人工因素也会对施工效率带来很大影响，应定期对操作工进行培训，建立技能评定机制。只有各施工环节的工效指标全面达标，才能确保工程整体进度不落后，施工质量有保障。

四、路面养护

（一）养护时间

沥青混凝土路面施工后，必须进行规范养护，确保路面性能指标达标。养护时间长短直接影响养护质量。行业规范明确要求混凝土路面开放交通前，必须经过连续7天以上日常养护。如遇降雨，雨停后应立即继续养护，养护期限另计。养护期内，路面温度不得低于15℃。以连云港市某改扩建工程为例，该项目采用沥青砼施工，技术人员根据当地气候条件，制定了不少于10天的养护时长计划，并监测养护过程中路面温度、沥青硬化程度等参数，直至指标全面达标开放交通。还针对夏季高温天气制定额外对策，在中午时段用水车喷洒路面降温，确保养护符合技术要求。杭州市另一项目施工单位则运用薄膜覆盖技术，在正常养护基础上额外覆盖薄膜3天，以加快路面硬化速度。因此，养护时长的设置必须因地制宜，结合工程与环境实际科学合理确定，方能达到保证路面性能的目的。

（二）维修材料

沥青路面在养护过程中，可能因温度、湿度等环境因素影响出现龟裂、坑洞、剥蚀等病害。需及时采取维修措施以保证路面性能。维修所用材料必须与原路面材料配套，物理机械性能相当或更优。一般采用常温混凝土、热拌沥青混凝土、修补用浆料等。例如贵州某高速公路沥青路面开裂后，施工方选用的维修材料为原配套的70号沥青与1号石子砂制成的热拌混凝土，加热拌和

后填充路面裂缝，既保证了兼容性又方便施工。而山东高速上小面积坑洞、裂痕的快速修复，技术人员经比选择采用具有短凝时间和高初始强度的二组分浆料，既经济实用又不影响交通。可以看出，沥青路面病害修补的材料类型应因损坏形式和程度的轻重缓急而定，灵活选用与原材料配套并适宜操作的产品，方能获得最佳修复效果。

（三）维修工艺

沥青路面发生病害后，选用匹配的修补材料同样重要的是维修施工工艺的规范化。完善的操作流程和质量控制是确保修补质量的关键。以裂缝修补为例，首先需用气锤或切割机械切除裂缝附近疏松颗粒，清理路基砂石，再用高压空气吹扫清洁；然后将热拌混凝土灌注入裂缝内，填料量略高于路面；最后及时用手工或机械压实，控制压实次数，精修整形，使填料与原路面齐平。如山西某高速路面出现网格裂缝，修补队迅速采取切割清理、打填压实的系统施工工艺进行处置，病害扩展得到有效控制。而针对路面坑洞、浅坑等破损，其修补规程也有针对性要求：包括损坏部位切除、钻孔加固、洁净、注浆、压实的完整工序，方可令修补部分与原路面强度相当、接驳平顺。因此，科学规范的维修工艺是保障修补质量的关键所在。

（四）防护措施

为了减少沥青路面的病害发生，除了修复性质的养护措施外，还需要采取有效的预防保护对策，控制病害的产生与扩展。常用预防手段例如洒水降温、筑防护墙、喷护层等。如天津某快速路段夏季气温较高，路面易软化翻波，施工方在正午时段定期洒水，降低路温防止高温软化；而山西多地区高速边坡接驳路段，技术人员则采用搭设护栏挡墙的防护措施，避免雨水冲刷边坡影响路基。此外，针对车辙轨迹磨损的路面破坏形式，北京-石家庄高速公路管理处在磨损路段喷洒抗磨耐久护层，提高面层抗磨性抵抗车辆长期碾压，获得了良好的防护效果。可以看出，因地制宜运用防护措施，对沥青路面病害的防控起到重要作用，是科学养护的重要组成部分。

结束语：通过上述对市政公路沥青砼路面施工各环节关键技术的具体探讨分析，我们不难发现，要实现高品质的施工，需要从原料配合、基层处理、拌和摊铺到养护防护等各个步骤严格把控，做到科学合理、标准规范。只有严格执行设计规范要求，选用优质材料，操作规程化，全过程质量监控到位，才能够实现工程质量、使用寿命的最大化，从而推动我国城市道路交通建设进一步发展。

参考文献

- [1] 陈光彪. 探析公路工程施工中的沥青砼公路施工技术[J]. 建材发展导向, 2023, 21(16): 175-178.
- [2] 董志丰. 岩沥青在江广高速公路的应用[J]. 四川水泥, 2021, (04): 308-310.