

公路工程施工中的沥青混凝土公路施工技术研究

胡 钦

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：沥青混凝土公路因其优良的路用性能、舒适的行车体验、较强的适应性在公路工程建设领域占有重要地位，成为现代公路建设的重要选择。本文在对沥青混凝土公路施工技术进行深入研究的基础上，从沥青混凝土材料特性与配合比设计原理出发，详细分析了沥青混凝土公路施工过程中施工准备阶段、摊铺作业、碾压施工及后续养护等关键环节的核心技术要点，针对沥青混凝土公路施工中常见的施工技术问题提出相应的解决策略，为提高沥青混凝土公路施工质量、延长公路使用寿命提供理论参考与实践指导。

【关键词】：公路工程；沥青混凝土；施工技术；配合比设计；质量控制

DOI:10.12417/2811-0536.26.01.007

引言

随着交通运输行业的快速发展，公路作为交通基础设施的重要组成部分，其建设质量与通行效率直接影响区域经济发展与人们的日常出行。沥青混凝土公路因其表面平整、抗滑性能好、噪音低、维护方便等优点，在各级公路建设中被广泛应用。然而沥青混凝土公路施工是一项系统性工程，涉及材料选择、配合比设计、施工工艺控制等诸多环节，任何一个环节出现问题，都可能使公路使用性能下降、早期病害如裂缝、车辙、松散等频发，不但增加了养护成本，还影响了公路的通行安全与使用寿命^[1]。

1 沥青混凝土材料特性与配合比设计

1.1 沥青混凝土材料特性

沥青混凝土是沥青、粗集料、细集料、填料等原材料按一定比例混合拌制而成的复合材料，其性能直接取决于各组成材料的特性及相互间的作用。沥青作为胶结材料，要具有良好的黏结性、延性、温度稳定性和抗老化性，这样才能在不同的温度条件下胶结集料，抵抗行车荷载作用和环境因素的影响^[2]。粗集料作为骨架支撑结构，应有足够的强度、耐磨性和抗冲击性，而且颗粒形状接近立方体，以保证沥青混凝土的整体稳定性和承载能力；细集料主要填充粗集料空隙，应有很好的级配和洁净度，以提高沥青混凝土的密实度和抗渗性；填料一般采用石灰石等磨细的矿物质粉末，能与沥青形成稳定的胶浆，加强沥青与集料的黏结力，改善沥青混凝土的低温抗裂性和高温抗车辙能力，同时减少混合料内部空隙，进一步提升其水稳定性与耐久性，确保路面在长期使用中不易出现松散、剥落等病害。

1.2 配合比设计关键技术

配合比设计是沥青混凝土施工的最重要环节，它

直接影响到沥青混凝土的性能指标，应本着“性能优先、经济合理”的原则，通过试验确定最优的材料比例。首先设计目标配合比，根据公路等级、交通量、气候条件等确定沥青混凝土类型，根据相关规范要求选择合适的集料级配范围，通过马歇尔试验或Superpave试验，测试不同沥青用量下沥青混凝土稳定度、流值、空隙率、饱和度等指标，确定满足设计性能要求的目标配合比^[3]。其次，进行生产配合比设计，针对实际生产中集料筛分设备的不同，对拌和楼热料仓的集料进行筛分分析，调整各热料仓的用料比例，使生产级配与目标级配偏差控制在允许范围内，并通过试拌试铺检验生产配合比可行性。最后，对沥青混凝土进行生产配合比验证，在正式施工前，通过试验段铺筑，检测沥青混凝土现场压实度、厚度、平整度等指标，并取样进行室内性能试验，各项指标均满足要求，则确定该配合比为最终生产配合比，若有偏差，及时调整材料比例，重新进行试验验证，直至达到设计标准。

2 沥青混凝土公路施工关键环节技术分析

2.1 施工准备阶段技术要点

施工准备是施工顺利进行的前提，必须从原材料检验、设备调试、施工方案制定等方面严格把控。对进场的沥青、集料、填料等原材料进行抽样检测，检查材料的质量证明文件，确保原材料性能符合设计要求，严禁使用不合格材料。如对沥青要检测针入度、软化点、延度等指标，对集料要检测颗粒级配、压碎值、磨耗率、含泥量等指标，对填料要检测细度、亲水系数等指标，只有检验合格的原材料才能投入使用。对沥青混凝土拌和楼、摊铺机、压路机等主要施工设备进行全面检查、调试^[4]。拌和楼要校准计量系统，使各原材料的计量精度符合规范要求，并检查加热系统、搅拌系统的运行状况，确保沥青、集料加热温度

稳定、搅拌均匀；摊铺机要调整熨平板高度、仰角和振捣频率，使摊铺厚度和平整度控制准确，并且摊铺机的行走速度要与拌和楼的生产能力相匹配，避免停机待料和供料不足现象；压路机要检查碾压轮的平整度和压实效果，根据施工要求选择碾压机型，校准碾压速度与碾压遍数控制装置，确保后续碾压作业能达到设计压实度标准，同时检查洒水系统或减震装置，避免对摊铺层造成损伤。

2.2 沥青混凝土摊铺技术

摊铺作业是沥青混凝土路面成型的重要作业过程，要对摊铺温度、速度、厚度、平整度进行严格控制，以保证路面结构层的均匀性、密实性。首先，摊铺温度控制，沥青混凝土的摊铺温度根据沥青的类型、气候条件、施工工艺而定，一般石油沥青的摊铺温度不低于 130°C ，改性沥青的摊铺温度不低于 160°C 。在摊铺过程中，必须实时监视沥青混凝土的到场温度和摊铺温度，温度过低，沥青的黏结性降低，易使集料离析、压实困难；温度过高，沥青易老化，影响路面使用寿命。其次，摊铺速度要稳定，一般控制在 $2\sim6\text{m/min}$ ，避免速度忽快忽慢，保证沥青混凝土在熨平板下充分振捣密实，减少路面不平整现象。摊铺机应采用梯队作业方式，相邻摊铺机摊铺宽度重叠 $5\sim10\text{cm}$ ，在重叠部分应保持良好的衔接，不应产生纵向冷接缝。同时摊铺机的熨平板应干净，避免沥青混凝土粘附在熨平板底部，影响路面平整度^[5]。再次，摊铺厚度应按设计要求及试验段确定的压实系数来控制，一般摊铺厚度为设计厚度的1.1-1.3倍，以保证碾压后的路面厚度符合设计。在摊铺过程中应经常检查摊铺厚度，如果有偏差，及时调整摊铺机的熨平板高度。

2.3 沥青混凝土碾压技术

施工碾压是沥青混凝土达到设计密实度的关键环节，应按照“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则，合理选择碾压机械组合和碾压工艺，分阶段进行碾压作业，即初压、复压和终压。初压的目的是稳定沥青混凝土，防止后期碾压过程中出现推移、开裂，一般采用钢轮压路机静压，碾压速度控制在 $1.5\sim2\text{km/h}$ ，碾压次数1-2遍。必须严格控制初压温度，石油沥青路面初压温度应不大于 120°C ，改性沥青路面初压温度应不大于 150°C ，若初压温度过低，沥青混凝土已开始降温凝固，很难达到稳定效果，若温度过高，易造成路面推移变形。复压是沥青混凝土密实度提高的重要环节，应根据沥青混凝土类型选择碾压机械，对于普通AC型沥青混凝土，可选用胶轮压路机或钢轮压

路机进行振动碾压；而对于SMA型沥青混凝土，由于粗集料含量高，必须采用钢轮压路机进行振动碾压，以免胶轮压路机破坏集料骨架。复压速度控制在 $2\sim4\text{km/h}$ ，碾压次数为3-5遍，直到沥青混凝土的密实度达到设计要求时（通常不低于96%）。复压过程中应对路面密实度进行实时监测，采用核子密度仪或者钻芯取样法进行检测，如密实度不足，应增加碾压次数或调整碾压参数。终压的目的是消除复压过程中产生的轮迹，增加路面的平整度，一般采用钢轮压路机静压，碾压速度在 $2.5\sim5\text{km/h}$ ，碾压遍数为1-2遍。终压温度石油沥青路面不低于 70°C ，改性沥青路面不低于 90°C ，若终压温度过低，轮迹难以消除，影响路面外观质量，若温度过高，易导致路面再次出现推移变形。

2.4 沥青混凝土路面养护技术

混凝土路面铺筑完成后，要及时进行养护作业，以保持路面强度稳定增长，延长使用寿命。首先，路面冷却阶段的养护，沥青混凝土路面铺筑完成后，待路面温度冷却至 50°C 以下才开放交通，避免车辆荷载作用造成路面出现车辙，推移等早期病害。冷却时应设置警示标志，禁止车辆和行人进入施工区，并安排专人巡查，防止外力破坏路面。其次，早期养护阶段的养护，在开路初期，加强路面巡查，对路面出现的小裂缝、松散等病害，及时发现处理。裂缝宽度小于 3mm 的，用沥青灌缝处理；松散部位，清除松散材料，重新铺筑沥青混凝土，压实。同时还要控制交通流量，避免重载车辆聚集通行，减少路面早期损坏。再者，日常养护阶段的养护，定期对路面进行清扫，保持路面清洁，防止杂物堵塞路面缝隙，影响路面排水性能；定期检测路面的平整度、抗滑性能、结构强度等指标，根据检测结果制定针对性的养护方案。对于病害出现的车辙、坑槽、裂缝等，要及时维修处理，防止病害进一步发展。

3 沥青混凝土公路施工中技术问题及解决策略

3.1 路面裂缝问题

路面裂缝是沥青混凝土公路常见的病害之一，主要分为温度裂缝和荷载裂缝。温度裂缝多发生在低温季节，由于沥青混凝土在低温下收缩变形，当收缩应力超过沥青混凝土的抗拉强度时，便产生裂缝；荷载裂缝由于车辆荷载长期作用，路面结构层产生疲劳应力，当疲劳应力超过材料的疲劳强度时，产生裂缝。对温度裂缝可从材料选择和施工工艺两方面采取措施。材料选用上，选用低温延性好的改性沥青，提高沥青混凝土的低温抗裂性；配合比设计上，优化集料

级配，增加细集料和填料的用量，提高沥青混凝土的密实度，减少温度收缩变形。在施工工艺上，控制摊铺和碾压温度，避免在10°C以下的低温天气施工，必要时需采取保温措施，如提高混合料加热温度、加快施工进度、及时碾压成型等；在路面养护上，在冬季来临前对路面进行预防性养护，如喷洒沥青封层，增强路面抗裂能力。针对荷载裂缝，从路面结构设计和施工质量两方面入手。结构设计上，根据交通量和车辆荷载情况，合理确定路面基层和底基层的厚度和强度，提高路面承载力；施工质量控制上，保证基层和底基层的压实度和强度符合设计要求，避免基层强度不足造成路面荷载裂缝；交通管理上，加强对重载车辆的管控，限制超载车辆通行，减少车辆荷载对路面的破坏。

3.2 路面车辙问题

路面车辙是沥青混凝土路面在长期的车辆荷载作用下，由于其存在，从而出现了永久变形，主要表现为路面纵向的凹陷，对行车舒适性和安全造成的影响。车辙的产生主要是由于沥青混凝土的高温稳定性差，在高温下，沥青软化，集料骨架位移，路面产生塑性变形所致。要解决路面车辙问题，首先要优化沥青混凝土配合比设计，采用高温稳定性好的沥青，如改性沥青，加大粗集料的用量，提高集料骨架的支撑能力，同时控制沥青的用量，防止沥青过多使路面软化。其次，在施工工艺上，严格控制摊铺和碾压温度，保证沥青混凝土在高温下充分压实，提高路面密实度；采用振动碾压，增强集料的嵌挤作用，提高路面高温稳定性。另外，在路面养护方面，经常检测路面车辙深度，当车辙深度大于规范允许值时，应及时采取维修措施，如采用铣刨重铺的方式，将已产生车辙的路面

层清除，重铺高温稳定性好的沥青混凝土。

3.3 路面松散问题

路面松散是指沥青混凝土路面表面集料与沥青黏结失效，集料脱落而使路面产生坑洼、露骨等现象，主要是沥青与集料的黏结力不够，或施工中混合料离析、压实度不够造成。要解决路面松散问题，首先要保证原材料的质量，选择与沥青黏结性好的集料如碱性集料，如果是酸性集料，要在集料表面涂刷黏结剂，增加沥青与集料的黏结力；严格控制集料的含泥量和洁净度，防止杂质影响沥青与集料的黏结。其次，配合比设计上，保证沥青用量合理，避免沥青用量过少，黏结力不足；优化集料级配，减少混合料离析。在施工工艺上，保证混合料拌和均匀，不出现花白料；在运输及摊铺过程中减少混合料离析，采用梯队摊铺方式，避免纵向冷接缝；严格碾压工艺，保证路面压实度达到要求，提高路面密实度及抗渗性。对已经松散的路面，应及时将松散集料清理干净，重新铺筑沥青混凝土并压实，若松散面积较大，则局部铣刨重铺路面。

4 结论

沥青混凝土公路施工技术是保障公路质量与寿命的核心，需围绕材料特性、施工工艺与质量控制展开。本文通过分析材料配合比设计、施工关键环节、质量控制及病害解决策略，明确合理配合比是基础、规范工艺是关键、全过程质控是保障、针对性治病害是延伸。随着行业对绿色化、智能化、高性能化需求提升，该技术需突破传统，在废旧材料再生、智能装备应用、新型材料研发上创新，以实现高质量、低能耗、长寿命目标，为交通可持续发展助力，在实际应用中还需结合项目情况灵活调整，推动理论落地。

参考文献：

- [1] 夹卫民.公路工程施工中的沥青混凝土公路施工技术研究[J].运输经理世界,2024,(29):13-15.
- [2] 李洪斌.沥青混凝土公路施工技术在公路工程施工中的实践探究[J].汽车周刊,2024,(11):141-143.
- [3] 阮志琦.公路工程施工中沥青混凝土施工技术探讨[J].工程建设与设计,2024,(14):155-157.
- [4] 李嘉昊.公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术研究[J].运输经理世界,2024,(16):26-28.
- [5] 林宝强,姜铮,吴俊宁.公路工程施工中沥青混凝土施工技术[J].汽车画刊,2024,(05):242-244.