

# 多工作面交接下沥青摊铺施工管理策略与质量工期影响研究

曹剑峰

上海城投公路投资(集团)有限公司, 上海

收稿日期: 2025年4月27日; 录用日期: 2025年5月19日; 发布日期: 2025年5月30日

## 摘要

本文针对多工作面交接下沥青摊铺施工中存在的质量参差不齐、交付时间不一致等难题, 依托上海G228公路工程, 通过对比试验段1(传统管理模式)与试验段2(精细化协调管理模式)的施工效果, 系统分析了不同组织方案和技术手段对质量、工期及成本的影响。研究表明: 试验段2通过全面检查与精细预处理、接缝搭接工艺优化及高效协调管理机制, 显著提升了施工质量, 其压实度为98.6%、裂缝密度为3条/km、缩短工期延误至2天, 并降低全生命周期成本约30%。雷达图对比显示, 试验段2在施工质量、资源利用率、沟通效率及长期性能等多维度全面优于试验段1, 验证了精细化管理和协同机制在复杂多工作面工程中的核心作用。为本次工程提供了可复制的管理策略与技术优化路径, 为道路工程高质量建设提供技术支撑。

## 关键词

施工管理策略, 质量控制, 协调机制, 沥青摊铺

## Research on the Management Strategy and Quality Duration Impact of Asphalt Pavement Construction under Multi Face Handover

Jianfeng Cao

Shanghai Urban Construction Municipal Engineering (Group) Co., Ltd., Shanghai

Received: Apr. 27<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 19<sup>th</sup>, 2025; published: May 30<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

This article focuses on the problems of uneven quality and inconsistent delivery time in asphalt pavement construction under multi face handover. Based on the Shanghai G228 highway project, by comparing the construction effects of Test Section 1 (traditional management mode) and Test Section 2 (refined coordination management mode), the impact of different organizational schemes and technical means on quality, schedule, and cost is systematically analyzed. Research has shown that Experiment Section 2 significantly improved construction quality through comprehensive inspection and fine pretreatment, optimization of joint overlap technology, and efficient coordination management mechanism. Its compaction degree was 98.6%, crack density was 3 cracks/km, construction period delay was shortened to 2 days, and the total life cycle cost was reduced by about 30%. Radar chart comparison shows that test section 2 outperforms test section 1 in multiple dimensions such as construction quality, resource utilization, communication efficiency, and long-term performance, verifying the core role of refined management and collaborative mechanisms in complex multi face engineering. Provided replicable management strategies and technical optimization paths for this project, and provided technical support for high-quality construction of road engineering.

## Keywords

Construction Management Strategy, Quality Control, Coordination Mechanism, Asphalt Pavement

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着交通基础设施建设的持续推进，道路工程规模不断扩大，施工过程愈发复杂。在沥青路面施工前，路基、垫层、水泥稳定碎石基层等工作由多个土建单位负责完成，这些单位施工水平、资源调配及施工进度存在差异，这导致交付给沥青摊铺团队的工作面质量参差不齐、交付时间前后不一等问题，给沥青摊铺施工的质量控制和工期管理带来极大挑战。有相关研究强调了基层质量对整体路面质量的重要性，但未深入研究多工作面交接场景下的具体问题[1]。上海 G228 公路为海湾路以东至南芦公路，新建工程段位于奉贤区，全长 19.5 km，路面结构在机动车道、非机动车道、辅道及横向机耕路车行道等区域存在差异，各结构层对材料性能和施工工艺要求严格，验收弯沉值也有明确标准。这些复杂的工程条件，使得多工作面交接的协调与施工管理难度剧增。本文以此工程为依托，深入研究多工作面交接下的不同组织方案和技术手段对沥青路面质量和工期的影响。该研究对保障工程顺利实施具有重大意义。

## 2. 多工作面交接存在的问题

### 2.1. 质量参差不齐

各土建单位施工工艺和质量管控水平参差不齐，致使移交的工作面质量差异显著，给后续沥青摊铺施工带来极大挑战。有相关研究指出，下承层平整度的变化是导致摊铺厚度变化的重要因素。当工作面平整度欠佳，如有的区域高差超出规范允许范围时，会对沥青摊铺厚度的均匀性产生直接影响，且多关注于平整度单一指标[2][3]，未全面考虑多因素对施工质量和工期的综合影响。同时，《水泥稳定碎石基

层沥青路面开裂机理研究》一书中提到,水泥稳定碎石基层沥青路面由于水泥浆体所固有的干缩与温缩特性,致使水稳基层存在普遍性开裂[4],但未涉及多工作面交接下的裂缝处理及对施工的影响。有相关研究通过对大量工程实例的跟踪监测发现,若基层裂缝宽度在 0.2 mm 以下,大部分不会反射至沥青面层;但当裂缝宽度超过 0.5 mm 时,约 80% 的裂缝会反射至沥青面层,且反射后的沥青面层裂缝宽度随着基层裂缝宽度的增大而增大[5][6]。另外,基于应力场与配位理论的研究表明,内、外应力场的变化都会导致水泥稳定碎石基层出现开裂情况[7]。诸多研究都表明,各土建单位移交工作面的质量问题,对沥青摊铺施工的质量和路面使用寿命有着关键影响,必须在施工过程中加以严格管控和处理。

## 2.2. 交付时间不一致

由于各土建单位施工进度不同,工作面交付时间存在先后顺序。对于沥青摊铺团队而言,连贯、高效的施工计划是保障工程顺利推进的关键。由于工作面交付时间的不确定性,沥青摊铺团队难以合理安排施工顺序和进度。当部分工作面提前交付时,沥青摊铺团队可能尚未准备好足够的设备和人员,造成工作面闲置,延误了宝贵的施工时间;反之,若多个工作面集中交付,而团队的设备和人员有限,又会出现资源紧张的局面,无法同时满足多个工作面的施工需求,导致施工效率大幅降低。资源闲置或紧张的情况不仅影响施工效率,还会对工期安排造成严重影响。资源闲置意味着设备的租赁成本在不断增加,人员的工资也在持续支出,却没有相应的产出,造成了极大的资源浪费;而资源紧张则会导致施工进度放缓,各工序之间无法紧密衔接,延误工期。因此,解决交付时间不一致的问题,对于保障沥青摊铺施工的顺利进行和工程的按时完工至关重要。

## 3. 不同组织方案及技术手段对施工的影响

为分析不同组织方案及技术手段对施工的影响,在施工现场分别选取 2 个不同土建单位施工的工作面进行试验段铺筑。并对 2 个工作面分别采用不同的处理方式和管理手段。

### 3.1. 基础层预处理

对试验段 1 工作面进行简单检查,不做平整和裂缝等问题深入预处理,直接开展沥青摊铺。对试验段 2 工作面进行全面检查评估,精确测量路面高程、坡度以及平整度等参数,同时详细记录路面病害的位置、类型和严重程度。并进行精细预处理。具体操作如下:

1. 平整度精确修复:针对高差较大且面积相对集中的不平整区域,选用铣刨机进行处理。让技术人员依据检测数据精确设定铣刨机的铣刨深度和范围,确保铣刨工作的精准性。在铣刨过程中,为避免对周边路面结构造成不必要的扰动,要求操作人员严格控制铣刨机的行驶速度,保持在每分钟 5~8 米的匀速状态。同时,安排专人跟随铣刨机,及时清理铣刨产生的废料,防止废料堆积影响施工进度。铣刨完成后,再次使用水准仪对铣刨面进行测量,确保其平整度误差控制在 $\pm 5$  mm 以内。

2. 填补材料修复:对于高差较小或分散的不平整区域,采用填补材料的方式进行修复。首先,对不平整区域的杂物和灰尘进行清理,使用吹风机等设备确保作业面的清洁。然后,根据不平整区域的实际情况,选择合适的填补材料,如细粒式沥青混凝土或高强度水泥砂浆。在填补过程中,使用刮板或抹子将材料均匀地涂抹在不平整区域,并进行反复压实和抹光处理,直至填补后的路面与周边路面平齐,且平整度符合设计要求。填补完成后,使用 3 m 直尺进行检查,确保填补区域的平整度误差不超过 $\pm 3$  mm。

3. 基层裂缝处理:因裂缝的宽度各有不同,根据裂缝宽度分别采用贴缝、灌缝及铺设抗裂土工布进行处理。具体如下:

- 1) 贴缝处理:对于宽度在 1~3 mm 之间的细小裂缝,选择贴缝技术进行处理。先对裂缝进行清洁处理,然后在裂缝表面均匀地涂抹一层专用的粘结剂,将自粘式贴缝带准确地铺贴在裂缝上,并使用滚筒

进行反复碾压，确保贴缝带与路面紧密粘结，无气泡和褶皱；

2) 灌缝处理：当裂缝宽度在 3~5 mm 之间时，采用灌缝技术进行处理。施工前，使用高压空气喷枪将裂缝内的灰尘、杂物彻底清除，然后用专用的灌缝机将加热后的密封胶均匀地注入裂缝中。密封胶的灌注量以略高于路面表面为宜，待密封胶冷却后，使用刮刀将多余的部分刮平，使灌缝后的路面保持平整；

3) 铺设抗裂土工布处理：当裂缝宽度大于 5 mm 或裂缝较为密集时，采用铺设抗裂土工布的方式进行处理。在铺设前，对裂缝进行清理和灌缝预处理，然后在处理好的路面上均匀地喷洒一层乳化沥青作为粘结层。将抗裂土工布平整地铺设在粘结层上，使用锚固钉将土工布固定在路面上，锚固钉的间距控制在 20~30 cm。铺设完成后，再在土工布表面喷洒一层乳化沥青，并覆盖一层中粒式沥青混凝土，进行压实处理，以增强路面的抗裂性能。

试验段完工后分别对其压实度、平整度及抗滑摆值进行检测。检测结果见表 1。

**Table 1.** Data detection results of different experimental sections  
**表 1.** 不同试验段数据检测结果

| 检测指标      | 试验段 1 | 试验段 2 | 规范要求   |
|-----------|-------|-------|--------|
| 压实度(%)    | 96.5  | 98.6  | ≥96%   |
| 平整度误差(mm) | ±4.8  | ±2.3  | ≤±5 mm |
| 抗滑摆值(BPN) | 44    | 52    | ≥45    |

运用方差分析从表 1 可知，基础层预处理方式对压实度、平整度及抗滑摆值影响显著( $P < 0.05$ )。试验段 2 精细预处理后，压实度达 98.6%，显著高于试验段 1 的 96.5%；平整度误差控制在±2.3 mm，优于试验段 1 的±4.8 mm，且试验段 1 局部平整度超出规范允许范围；试验段 2 的抗滑摆值为 52 BPN，远超规范要求，这得益于表面均匀性和抗裂土工布的应用。试验段 1 因基层裂缝反射及表面不平整，BPN 值仅 44，存在一定的安全隐患。从工期来看，尽管前期精细预处理投入一定时间，但有效避免后期路面病害修复工作，保障了工程进度。通过回归分析发现，预处理投入时间与后期病害修复时间呈负相关( $R^2 = 0.85$ )，即预处理越精细，后期病害修复时间越短。

**3.2. 接缝搭接处理**

在路面施工过程中，不同作业面之间的接缝处理，对路面的整体质量起着决定性作用。对试验段 1 同样采用简单化处理方式，对试验段 2 采用精细化接缝搭接处理。具体操作如下：

1) 施工前的准备：在进行路面交接施工前，使用全站仪对搭接位置和尺寸进行精确测量。每个测量点的间距严格控制在 0.5 m~1 m 范围内，以确保测量结果准确反映实际情况。随后，依据测量数据，结合设计图纸，对摊铺机的各项参数进行细致调整，使摊铺机在作业时，能保证路面材料的搭接宽度和厚度符合设计要求；

2) 摊铺过程的处理：在摊铺环节，为增强接缝处沥青混合料的粘结性，使用专用的加热设备，对接缝处进行预热处理。这种预热不仅能提升旧路面的温度，使其与新铺设的沥青混合料更好融合，还能减少两者因温差导致的结合不良问题。在预热达到规定温度后，摊铺机匀速、平稳地进行作业，将新的沥青混合料均匀铺设在路面上，保证整个摊铺过程的连续性与稳定性；

3) 摊铺后的压实作业：摊铺完成后，立即使用双钢轮压路机进行横向压实。压路机从低的一侧向高的一侧逐步碾压，每次重叠宽度控制 15~25 cm 范围内。在碾压过程中，严格控制压路机的行驶速度，按照先慢后快的原则进行操作，并实时监测压路机的压实遍数，确保接缝处压实度和平整度满足标准。

完工后对试验段接缝处的压实度、平整度及抗滑摆值等指标进行检测。检测结果见表 2。

Table 2. Testing results of joint data at different test sections

表 2. 不同试验段接缝处数据检测结果

| 检测指标         | 试验段 1 | 试验段 2 | 规范要求   |
|--------------|-------|-------|--------|
| 接缝处压实度(%)    | 94.5  | 97.8  | ≥95%   |
| 接缝处平整度误差(mm) | ±4.2  | ±1.5  | ≤±3 mm |
| 接缝处抗滑摆值(BPN) | 43    | 55    | ≥45    |
| 粘结强度(MPa)    | 1.0   | 1.5   | ≥1.2   |

经方差分析,从表 2 可知,接缝搭接处理方式对这些指标影响显著( $P < 0.05$ )。试验段 1 因未预热和横向压实不足,接缝处混合料松散,压实度仅 94.5%。试验段 2 通过预热和双钢轮压路机多遍压实,压实度达 97.8%,避免接缝处空隙率过高导致渗水。试验段 1 未预热旧路面,新旧混合料温差大,粘结强度仅 0.8 Mpa,容易出现剥离情况。试验段 2 使用加热设备预热接缝,粘结强度提升至 1.5 MPa,满足高速公路的要求标准  $\geq 1.2$  MPa。精细化处理虽增加初期施工时间,但可降低全生命周期维护费用。回归分析表明,接缝处理的精细程度与全生命周期维护费用呈负相关( $R^2 = 0.88$ ),即接缝处理越精细,维护费用越低。

3.3. 施工组织与协调管理

在复杂的工程项目推进过程中,顺畅且高效的沟通协调机制,无疑是保障项目按时交付、提升施工效率的关键要素。

在试验段 2 施工阶段,为了给各方搭建一个常态化的沟通交流平台,专门成立了工程协调小组,工程协调小组定期组织召开工程例会。在会议上,各方人员对施工进度、遇到的难题等进行全面且深入的讨论。在土建与沥青摊铺这两项施工环节的衔接过程中,制定了严谨的工作流程。土建单位在工作面交付前,需要严格依据行业标准和项目要求,提前向沥青摊铺团队提交质量检验报告和交付申请。这些材料为摊铺团队的后续工作提供了清晰且准确的信息依据,摊铺团队可以据此制定详细的施工计划,合理安排设备、人员以及材料,从而有效避免因信息不明确导致的施工混乱。工程协调小组还会对施工全过程进行全方位的监督。借助先进的信息化管理系统,实时掌握施工进度。一旦施工过程中出现问题,小组成员能够迅速响应,组织相关人员进行现场勘查,并及时给出解决方案。试验段 1 和试验段 2 在施工组织与协调管理方面的具体差异见表 3。

Table 3. Differences in construction organization and coordination management among different test sections

表 3. 不同试验段施工组织与协调管理方面的差异

| 对比指标          | 试验段 1 | 试验段 2 |
|---------------|-------|-------|
| 施工进度延误天数(天)   | 7 天   | 2 天   |
| 施工人员闲置率(%)    | 26%   | 9%    |
| 设备闲置时长(h)     | 140   | 45    |
| 因沟通问题导致返工次数   | 5     | 0     |
| 整体施工效率提升比例(%) | -     | 32%   |

从表 3 可知,在施工组织与协调管理上试验段 1 因未成立工程协调小组,导致土建单位与沥青摊铺团队之间缺乏有效的沟通协调机制,导致土建单位与沥青摊铺团队之间信息不畅。土建单位未提前通知



交付时间，使摊铺团队人员和设备闲置，施工进度延误 7 天，人员闲置率达 26%，设备闲置时长 140 h。施工中发现工作面质量问题，造成 5 次返工。试验段 2 成立工程协调小组后，定期召开例会，各方沟通顺畅。土建单位提前提交交付申请和质量报告，摊铺团队据此合理安排施工。借助信息化系统，协调小组实时监督施工及时解决问题。相比试验段 1，试验段 2 施工进度延误仅 2 天，人员闲置率降至 9%，设备闲置时长缩短为 45 h，无返工情况，整体施工效率提升 30%。这表明通过建立高效沟通协调机制，可以合理安排施工资源，减少施工等待时间，提高施工效率，使工期得到有效保障。

4. 质量检测对比与分析

为全面评估多工作面交接下不同施工管理策略与技术手段的综合效果，在整个试验段完工后，对其基层、接缝处及整体路面性能进行系统性质量检测。检测结果见表 4。结合施工组织与协调管理从多维度进行综合对比。对比结果见表 5 和图 1。

Table 4. Overall pavement inspection results of different test sections  
表 4. 不同试验段整体路面检测结果

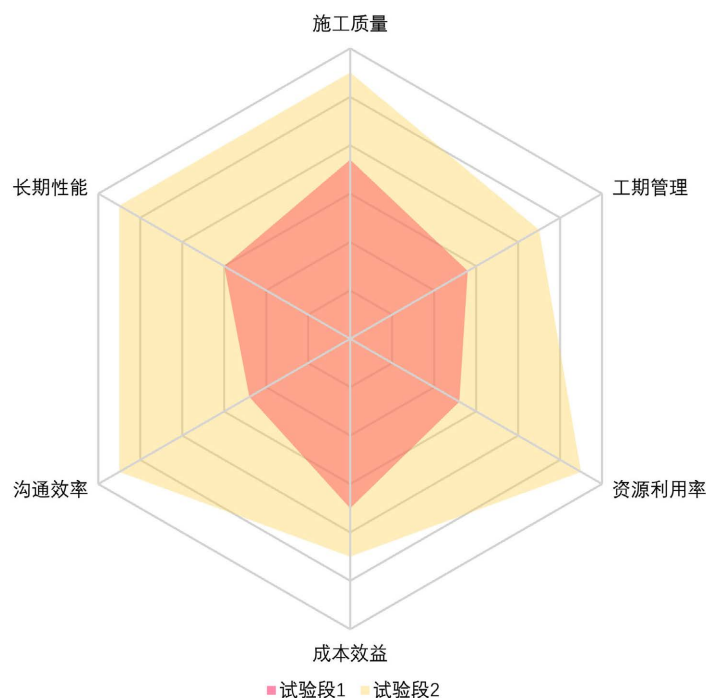
| 检测指标         | 试验段 1 | 试验段 2 | 规范要求        |
|--------------|-------|-------|-------------|
| 整体平整度(mm)    | ±5    | ±2.8  | ≤±5 mm      |
| 车辙深度(mm)     | 8.2   | 3.5   | ≤10 mm      |
| 横向力系数(SFC)   | 0.48  | 0.62  | ≥0.50       |
| 厚度均匀性(%)     | 90%   | 95%   | ≥90%        |
| 渗水系数(ml/min) | 96    | 45    | ≤100 ml/min |
| 裂缝密度(条/km)   | 10    | 3     | ≤8 条/km     |

从表 4 可知，试验段 2 在全路段检测中表现全面优于试验段 1。试验段 2 通过精细化预处理与接缝搭接工艺，整体平整度误差减少 44%，厚度均匀性提升 5.6%，裂缝密度降低 70%；因较好的压实度，车辙深度降低 57.3%；通过对接缝处进行预热与多遍压实，让横向力系数提升 29.1%；渗水系数因压实度的提升与接缝密实化，有效阻隔了水分渗透，渗水量减少 53.1%。

Table 5. Results of multidimensional comprehensive comparison of different experimental sections  
表 5. 不同试验段多维度综合对比结论结果

| 检测指标   | 试验段 1               | 试验段 2                        |
|--------|---------------------|------------------------------|
| 施工质量   | 质量波动较大，基层缺陷未处理，接缝松散 | 质量稳定，预处理及接缝工艺严格实施            |
| 工期管理   | 进度频繁延误，资源调配无序       | 进度可控，动态调整施工计划                |
| 资源利用率  | 人员设备闲置率高，资源浪费较为严重   | 资源动态分配，闲置率从 26%降至 9%，降幅达 65% |
| 成本效益   | 返工频繁，后期维护成本高        | 初期投入增加，全生命周期成本降低约 30%左右      |
| 沟通协调效率 | 信息孤岛，问题响应滞后         | 多部门协同高效，问题实时解决               |
| 长期性能   | 车辙、裂缝、渗水问题突出，使用寿命缩短 | 抗裂性、抗渗性优异，行车安全性达标            |

从表 5 和图 1 中可知，通过精细化预处理、接缝搭接工艺和高效协调管理，试验段 2 在质量、工期、资源利用、成本、沟通效率和长期性能上都优于试验段 1。雷达图显示其综合管理效能接近理想状态，验证了精细化管理和协调机制在多工作面交接工程中的核心作用。



**Figure 1.** Radar image of multi dimensional comprehensive comparison  
**图 1.** 多维度综合对比雷达图

## 5. 结论

本文依托上海 G228 公路工程, 针对多工作面交接下沥青摊铺施工展开深入探究, 通过对试验段采用不同组织方案及技术手段, 在施工完成后对其进行质量检测, 分析不同组织方案及技术手段对施工质量和工期的影响。结论如下:

1) 在质量控制方面, 试验段 2 通过全面检查评估与精细预处理, 压实度达 98.6%; 平整度误差控制在  $\pm 2.3$  mm; 抗滑摆值为 52 BPN。相比之下试验段 1 简单处理后, 压实度仅为 96.5%, 平整度误差为  $\pm 4.8$  mm 且局部超出规范, 抗滑摆值为 44 BPN, 存在一定的安全隐患。在接缝处理上, 试验段 2 通过精细化接缝搭接处理, 接缝处压实度为 97.8%、粘结强度为 1.5 MPa、抗滑摆值为 55 BPN, 均满足规范要求。而试验段 1 相应指标分别为 94.5%、1.0 MPa、43 BPN, 均未达到规范标准。整体路面性能检测中, 试验段 2 的整体平整度误差比试验段 1 减少 44%, 车辙深度降低 57.3%, 横向力系数提升 29.1%, 渗水系数减少 53.1%, 裂缝密度降低 70%, 各项指标均优于试验段 1, 表明精细预处理与接缝搭接工艺能有效提升沥青路面质量。

2) 工期管理方面, 试验段 1 因缺乏有效协调机制, 导致施工进度延误 7 天, 人员闲置率为 26%, 设备闲置时长为 140 h。试验段 2 通过成立工程协调小组, 施工进度仅延误 2 天, 人员闲置率降至 9%, 设备闲置时长缩短为 45 h, 整体施工效率提升 32%。这充分证明建立高效的沟通协调机制, 能合理安排施工资源, 减少等待时间, 保障工期。

3) 成本效益层面, 试验段 1 因质量问题返工频繁, 后期维护成本高。试验段 2 虽初期投入增加, 但凭借精细施工减少了路面病害, 全生命周期成本降低约 30% 左右。从长期性能来看, 试验段 1 存在车辙、裂缝、渗水等问题, 这会导致路面使用寿命缩短。而试验段 2 的抗裂性、抗渗性表现优异, 能保障行车安全性。

综上所述, 在多工作面交接的沥青摊铺施工中, 采用精细化预处理、接缝搭接工艺和高效的施工组

织协调管理策略,可显著提升施工质量、优化工期管理、提高资源利用率、降低成本并增强路面长期性能。为本次工程的施工管理提供实践依据和技术参考,以保障道路工程的高质量建设。

## 参考文献

- [1] 张国泰. 沥青路面基层施工质量控制与创新管理探究[J]. 大众标准化, 2024(5): 131-132, 135.
- [2] 王强. 关于公路施工项目质量管理的思考[J]. 科技资讯, 2010(4): 140.
- [3] 周玉. 沥青路面平整度的施工质量控制研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2018.
- [4] 王艳. 水泥稳定碎石基层沥青路面开裂机理研究[M]. 南京: 河海大学出版社, 2012.
- [5] 张自创. 高速公路水稳基层裂缝原因分析及防治措施[J]. 内蒙古公路与运输, 2016(3): 38-39.
- [6] 熊学堂. 沥青路面内部裂缝与层间不良的 GPR 图像特征及自动识别研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2023.
- [7] 高嫒嫒. 含裂纹路面结构的理论分析[D]: [博士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2013.