

雨季台风季沥青路面施工管理策略及影响分析

蔡 鹏

上海公路桥梁(集团)有限公司, 上海

收稿日期: 2025年3月21日; 录用日期: 2025年4月12日; 发布日期: 2025年4月23日

摘 要

本文以上海市奉贤区G228公路为研究案例, 深入研究夏季台风季对沥青路面施工的影响及应对策略。研究发现夏季台风季的降雨会降低沥青与集料的粘结力, 致使路面出现麻面、松散等病害, 基层含水率过高还会影响防水性能; 风速过大会加速沥青混合料热量散失, 降低压实度、影响平整度; 台风来袭常导致停工, 延误工期并增加成本。针对这些问题, 本文提出了施工组织调整、防雨防风措施以及加强施工过程控制等管理手段。通过设置防雨棚、防风屏障, 调整施工进度和顺序, 严格控制混合料温度和施工长度等措施, 经对比实践表明, 采用综合管理手段的施工段, 在压实度、平整度、渗水系数等质量指标上表现优异, 工期延误天数大幅减少, 为雨季台风季沥青路面施工提供了科学有效的管理策略。

关键词

夏季台风季, 沥青路面, 施工管理, 质量与工程影响

Management Strategy and Impact Analysis of Asphalt Pavement Construction during Rainy Season and Typhoon Season

Peng Cai

Shanghai Road and Bridge (Group) Co., Ltd., Shanghai

Received: Mar. 21st, 2025; accepted: Apr. 12th, 2025; published: Apr. 23rd, 2025

Abstract

This article takes G228 highway in Fengxian District, Shanghai as a case study to deeply investigate the impact of summer typhoon season on asphalt pavement construction and corresponding strategies. Research has found that rainfall during the summer typhoon season can reduce the adhesion between asphalt and aggregates, leading to road surface defects such as roughness and looseness.

Excessive moisture content in the base layer can also affect waterproofing performance; Excessive wind speed can accelerate the heat loss of asphalt mixture, reduce compaction degree, and affect smoothness; Typhoons often lead to work stoppages, delays in construction schedules, and increased costs. In response to these issues, this article proposes management measures such as adjusting construction organization, implementing rain and wind prevention measures, and strengthening construction process control. By setting up rain shelters and wind barriers, adjusting construction progress and sequence, strictly controlling the temperature of the mixture and construction length, and other measures, comparative practice has shown that the construction section using comprehensive management methods performs well in quality indicators such as compaction degree, flatness, and water permeability coefficient, significantly reducing the number of days of project delay. This provides a scientific and effective management strategy for asphalt pavement construction during rainy and typhoon seasons.

Keywords

Summer Typhoon Season, Asphalt Pavement, Construction Management, Quality and Engineering Impact

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. 概述

在道路工程建设领域,夏季台风季的恶劣气候往往给沥青路面施工带来诸多难题。台风季常伴有强风、暴雨以及显著的温湿度变化,这些因素会从多方面影响沥青路面施工质量与进度。国内有研究人员分别从雨季高等级公路沥青路面施工控制要点、公路路基路面雨季施工技术、沥青路面水损害的危害及防治措施等各方面进行了研究探讨,并取得了相关研究成果[1]-[3]。但研究仍存在一定局限性,多数研究仅针对单一因素影响进行分析,缺乏对台风季降雨、大风等多因素综合作用的系统研究。本文以上海市奉贤区内的G228公路为背景,对夏季台风季对沥青路面施工的影响及应对策略进行研究分析。该路段全长19.5 km,设计速度60 km/h,为一级公路,沥青路面由多个结构层组成,路面结构多样,如图1所示。

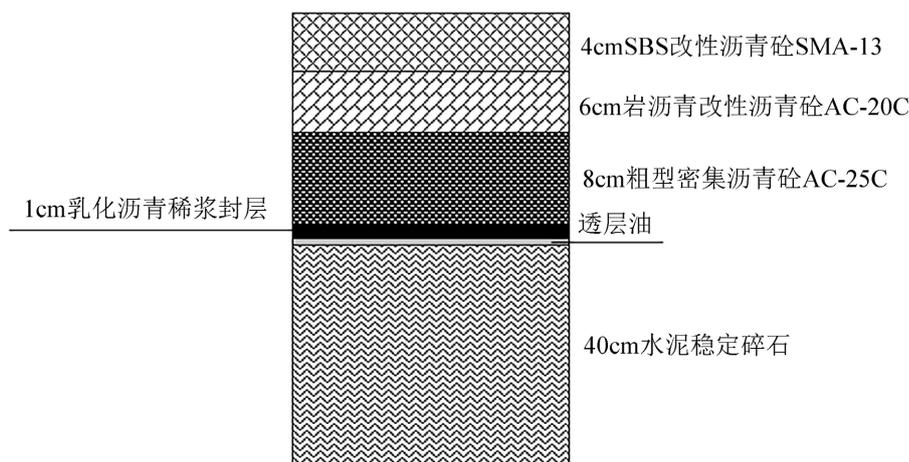


Figure 1. G228 pavement structure

图 1. G228 路面结构

沥青路面施工涵盖不同结构层，如上面层 SMA-13 (SBS 改性)厚度设定为 4 cm，压实度要求马氏密度不低于 98%，最大理论密度需控制在 94%~97%。而该工程施工期间与夏季台风季相遇，在这样的背景下，采取合理有效的施工管理手段，成为保障施工质量、确保工期顺利推进以及实现工程顺利交付的关键所在。

2. 夏季台风季对沥青路面施工的影响

2.1. 降雨影响

夏季台风季降雨较为频繁，有相关研究表明雨水会降低沥青与集料的粘结力[4][5]，而粘结力是保障沥青路面结构强度和稳定性的核心要素之一。粘结力的降低意味着沥青路面在投入使用后，面对车辆荷载的反复碾压，集料更容易从沥青中脱落，导致路面出现麻面、松散等病害。为明确这一影响，本文将 5 组不同含水率 3%、5%、7%、9%、11%的集料和相同的沥青进行粘附性等级测试。同时，将这些不同含水率的集料在相同的拌制、摊铺和碾压工艺下，进行路面施工模拟，检测其压实度及渗水系数。检测结果见表 1。

Table 1. Test results of adhesion, compaction degree, and water permeability coefficient of asphalt mixtures with different moisture contents

表 1. 不同含水率沥青混合料的粘附性、压实度及渗水系数检测结果

含水率/%	粘附性等级	压实度/%	渗水系数/ml/min
3	5	98	102
5	4	97	118
7	3	94	143
9	2	92	182
11	1	89	203

由表 1 可知，当集料含水率超过 5%时，沥青与集料的粘附性等级明显下降，压实度降低，渗水系数增大。在本工程中，若基层含水率过高，摊铺后水分蒸发形成空隙，会严重影响路面防水性能。为验证这一情况，选择在雨后未充分干燥情况下进行试验段摊铺，检测得到的渗水系数达 150 ml/min，远超 AC 面层标准的 120 ml/min，且压实度仅为 93%，不满足 96%的要求。

2.2. 风速影响

有研究证明大风对沥青路面施工会有一定的影响，风速过大会导致沥青混合料热量加速散失，并深入剖析了其对沥青路面压实质量影响[6][7]，使其在摊铺过程中的温度难以保证。因此，本文在实验室内模拟大风环境，设置 4 档 3 m/s、6 m/s、9 m/s、12 m/s 风速，并准备多组相同的沥青混合料，分别在模拟大风环境和无风环境下进行摊铺和碾压。在摊铺过程中，每隔 1 分钟用插入式数显温度计测量混合料温度，记录温度下降情况，结果如图 2 所示。碾压完成后，对不同环境下的路面试件进行压实度和 IRI 值检测。结果见表 2。

从图 2 表 2 可知，当风速达 3 m/s 时，混合料温度每分钟下降约 2℃~3℃。若摊铺温度低于规定值 (AC 混合料初压开始温度低于 130℃，SMA 混合料低于 150℃)，会导致压实度不足。在大风环境下，SMA 路面压实度比正常情况低 2%~3%，平整度也受影响，IRI 值可能增加 0.2~0.3 m/km，影响行车舒适性。

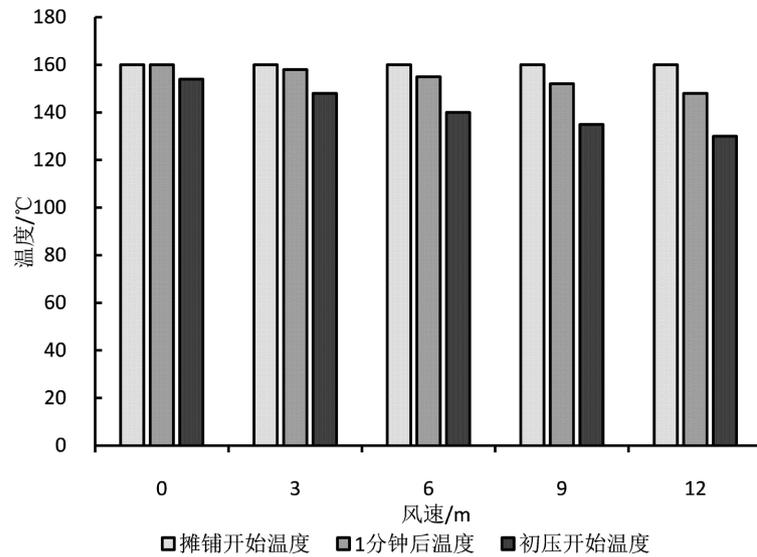


Figure 2. Temperature change results at different wind speeds
图 2. 不同风速下温度变化

Table 2. Results of compaction degree and IRI value detection under different wind speeds
表 2. 不同风速下压实度及 IRI 值检测结果

风速	压实度/%	IRI 值/m/km
0	98	1.8
3	97	1.9
6	95	2.2
9	92	2.6
12	89	2.9

2.3. 工期延误风险

台风来袭常伴随停工。根据过往数据统计，本地区夏季台风季期间，平均每月会遭遇 1~2 次台风影响。每次台风侵袭造成的停工时长通常在 2~5 天之间。台风来袭时，施工现场的安全风险急剧攀升。强风可能致使搭建的临时设施，诸如工棚、脚手架等发生倒塌；暴雨则容易引发洪水、滑坡等地质灾害，对施工人员的生命安全和施工设备构成严重威胁。基于安全考量，一旦台风预警发布，工程往往不得不全面停工。倘若在施工过程中未能提前制定并实施有效的应对措施，整个施工期极有可能延误 10~20 天。

施工进度计划一旦被打乱，后续一系列工作都会受到影响。为追赶工期，施工单位可能需要投入更多的人力、物力，这些额外的投入无疑会直接导致工程成本大幅增加。此外，施工进度的延误还可能引发一系列合同违约等问题。因此，提前规划并采取有效的应对措施，降低台风对工程的影响，保障施工进度和成本控制至关重要。

3. 夏季台风季施工管理手段及效果

3.1. 施工组织调整

根据文中第 1 节的描述，本次工程在面对台风时，应加强与气象部门的紧密合作。通过建立高效的

信息沟通机制，能够提前获取精准且详细的天气预报，这为施工计划的合理安排提供了有力依据。

借助气象部门的专业预报，可以提前对施工进度进行精细调控。在台风来临前 3~5 天，便有计划地组织施工力量，集中精力完成已摊铺路段的碾压和检测工作。如合理调配人力和增加碾压设备等。避免因台风对未完成施工路段遭受的损坏，减少工期延误的风险。

同时，优化施工顺序也是应对台风季的重要策略。深入分析各施工工序受台风影响的程度，优先安排受台风影响较小的工序。如在雨停间隙，迅速组织人员和设备对基层进行清扫和检测，为后续的摊铺作业提供基础。通过合理利用这些雨停间隙完成基层相关工作，为后续关键的摊铺工序争取了宝贵时间，使得整个施工流程能够在台风季的复杂天气条件下依然保持相对顺畅，最大程度降低了台风对工程进度和质量的不利影响。

3.2. 防雨防风措施

(1) 防雨：在拌和站和施工现场设置防雨棚，对细集料、矿粉等材料进行覆盖。为验证防雨棚的作用，本次工程在拌和站选取两个相同的细集料存放区域和两个矿粉存放区域，其中一个细集料区和一个矿粉区设置防雨棚，另一个不设置作为对照组。在台风季降雨期间，每天定时检测两组细集料和矿粉的含水率，持续检测 10 天。检测结果见表 3。

Table 3. Moisture content test results of fine aggregate and mineral powder under different rainproof conditions

表 3. 不同防雨情况下细集料和矿粉的含水率检测结果

检测时间/天	有雨棚集料含水率/%	无雨棚集料含水率/%	有雨棚矿粉含水率/%	无雨棚矿粉含水率/%
1	5	8	1	3
3	3	10	1	5
5	3	9	1	4
7	3	8	1	3
10	3	7	1	3

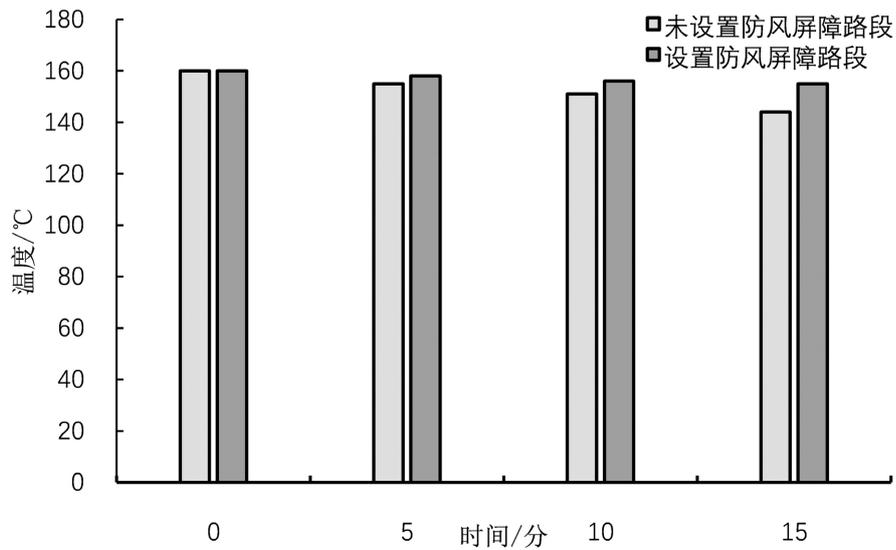


Figure 3. Temperature changes during paving and rolling under different windproof conditions

图 3. 不同防风情况下摊铺和碾压温度变化

由表 3 可知, 设置防雨棚的细集料含水率在 3 天内从 5% 降至 3%, 之后稳定在 3% 以内; 矿粉含水率始终保持在 1% 以内。未设置防雨棚的细集料含水率在降雨期间最高达到 10%, 降雨结束后 3 天仍为 7%; 矿粉含水率最高达到 5%, 降雨结束后 3 天为 3%。这表明防雨棚能有效保证材料质量。

(2) 防风: 在施工现场设置防风屏障, 降低风速对混合料温度的影响。并在施工现场选取两段相同条件的施工路段, 一段设置防风屏障, 另一段不设置。在两段路上同时进行相同沥青混合料的摊铺和碾压, 每隔 5 分钟用插入式数显温度计测量混合料温度, 记录摊铺过程中的温度变化。

如图 3 所示, 未设置防风屏障路段, 从摊铺开始计时, 0 分钟时温度为 160℃, 5 分钟后降至 155℃, 10 分钟后降至 151℃, 开始碾压时(15 分钟时开始碾压)温度为 144℃; 设置防风屏障路段, 同样从摊铺开始计时, 0 分钟时温度 160℃, 5 分钟后降至 158℃, 10 分钟后降至 156℃, 开始碾压时(15 分钟)温度为 155℃。通过对比可以明确发现, 设置防风屏障后, 混合料在摊铺和碾压过程中的温度下降速率明显降低, 大约降低了 50%, 有力地保障了摊铺和碾压温度。

3.3. 加强施工过程控制

沥青混合料的温度对工程质量起着决定性作用, 尤其是在复杂的施工环境下, 严格控制温度显得尤为重要。因此, 本次施工过程中实行了混合料出厂和现场温度每车必检制度, 确保每一批次的混合料温度都在合理区间内。对于普通沥青混合料, 其出厂温度被严格控制在 145℃~165℃ 之间, 此温度区间内, 沥青能够保持良好的流动性和粘结性, 与集料均匀混合。此外, 还选择了最短且路况良好的运输路线, 减少运输时间, 并对运输车辆覆盖了加厚保温篷布, 进行保温处理降低热量散失。对 SBS 改性沥青混合料, 同样采取了强化保温措施, 确保到达现场时温度不低于 165℃。由于 SBS 改性沥青混合料改性后的特殊性能要求, 出厂温度控制在 170℃~185℃。这一较高的温度区间有助于充分发挥改性沥青的优势, 增强其与集料的粘附力和路用性能。以满足摊铺和碾压的工艺要求。

对道路施工长度进行了缩短调整, 使各工序紧密衔接。在施工现场开展不同施工长度对路面质量影响的实验, 设置了每日施工长度分别为 300 m、500 m、800 m 的路段。施工过程中, 对各路段采用相同的施工工艺、材料及设备, 严格控制其他变量, 以突出施工长度这一单一变量对路面质量的影响。并检测各路段的渗水系数、平整度指标。检测结果见表 4。

Table 4. Results of detection indicators for different construction lengths and road sections

表 4. 不同施工长度各路段检测指标结果

施工长度/m	渗水系数/%	平整度/m/km	弯沉值/0.01 mm	摩擦系数/BPN
300	110	1.9	19.81	0.75
500	114	2.0	21.20	0.71
800	120	2.0	22.54	0.68

从表 4 可知, 当施工长度从 300 m~800 m, 其检测指标都有所变化, 其原因是 300 m 施工路段施工时, 能够更精细地把控每一道工序。在摊铺环节, 摊铺机操作人员可以根据较短的施工长度, 更精准地调整摊铺速度与厚度, 确保摊铺的平整度和均匀性。在碾压时压路机能够迅速跟进, 在沥青混合料温度适宜的时段内完成多次碾压, 有效提高压实度。当施工长度为 500 m 时, 施工组织难度稍有增加, 但仍在可控范围内。通过优化工序流程和合理安排人员及机械设备等, 能够保证各工序的紧密衔接。而对于施工长度 800 m 的路段, 施工过程中遇到了更多挑战。较长的施工长度使得摊铺机在作业时需要频繁调整参数以适应不同地段的施工需求。同时, 碾压工序难以与摊铺工序紧密配合, 部分区域的混合料在等

待碾压过程中温度过低，无法达到理想状态。因此，施工长度控制在 500 m~800 m 以内为最优选择，可以减少混合料暴露时间，降低雨水和大风影响。同时，路面各指标也满足要求。

4. 不同管理手段下的质量与工期对比

本文为了深入研究不同管理手段对施工成效的影响，分别选取了三个施工段，采用不同管理手段进行对比实践。A 段：不采取特殊管理措施，施工过程遵循既定流程与常规标准，未针对施工中的潜在问题和风险进行额外的应对策略制定；B 段：加强施工组织调整，在施工前期，对整个施工流程进行细致梳理，重新规划各施工环节的先后顺序与时间分配，使施工工序衔接更加紧密合理；C 段：采用综合管理手段，涵盖施工组织调整、防雨防风措施、加强施工过程控制等多个方面。并对其进行检测，包括压实度、平整度、渗水系数等。检测结果见图 4。

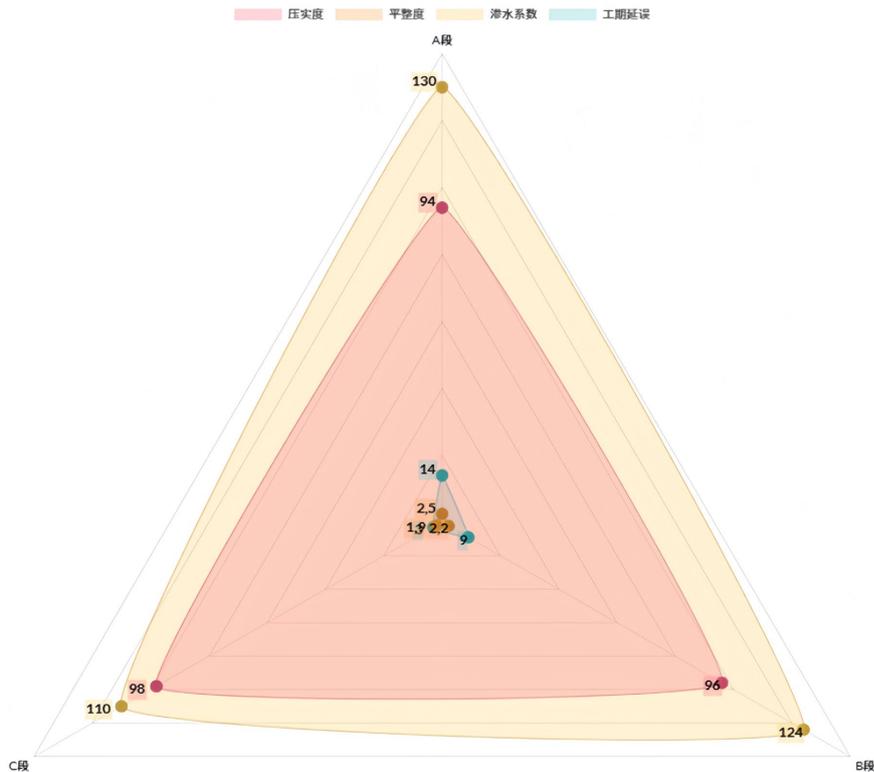


Figure 4. The impact of different management methods on construction effectiveness
图 4. 不同管理手段对施工成效的影响

如图 4 所示，A 段：压实度平均为 94%，平整度为 2.5 m/km，渗水系数 130 ml/min，因台风影响延误工期 14 天；B 段压实度 96%，平整度为 2.2 m/km，渗水系数 124 ml/min，工期延误 9 天；C 段压实度 98%，平整度为 1.9 m/km，渗水系数 110 ml/min，工期仅延误 3 天。这表明 C 段的综合管理手段对保障施工质量和缩短工期有显著的效果。

5. 结论

(1) 夏季台风季的降雨、大风等恶劣天气对沥青路面施工质量和工期影响显著。本文通过对 5 组不同含水率集料与沥青的粘附性等级测试及路面施工模拟，结果显示：降雨会降低沥青与集料粘结力，影响压实度和渗水系数；通过模拟大风环境下的实验显示，大风加速混合料热量散失，降低压实度、影响平

整度；还根据过往数据统计，显示台风会导致停工，打乱施工进度，增加成本。

(2) 本文针对夏季台风季采取的施工管理手段成效显著。施工组织调整借助精准气象预报合理安排施工，优化施工顺序，可有效降低台风对施工进度的影响；通过在拌和站和施工现场设置不同防雨条件，并对细集料和矿粉含水率进行连续 10 天的检测得以验证，防雨棚能有效控制材料含水率；通过施工现场不同防风路段的温度监测显示，防风屏障可降低混合料温度下降速率。

(3) 通过对三个施工段采用不同的 3 种管理手段进行对比实践显示：综合管理手段 C 在保障施工质量和缩短工期方面效果最佳，其涵盖施工组织调整、防雨防风措施、加强施工过程控制等多个方面。可为类似工程在雨季台风季施工管理提供有效借鉴，在后续工程建设中应予以推广应用。但本研究也存在一定局限性，研究主要基于上海奉贤区 G228 公路，在不同地区，气候条件、地质状况、施工材料和工艺存在差异，研究成果的普适性有待进一步验证。未来研究可拓展至不同气候带和地质条件区域，开展更多现场试验和长期监测，深入分析多因素耦合作用下沥青路面施工质量演变规律；探索新型施工材料和技术在雨季台风季施工中的应用，进一步优化施工管理策略，提高施工质量和效率。

参考文献

- [1] 魏婧. 海南高等级公路沥青路面施工控制要点分析[J]. 中国公路, 2018(11): 158-159.
- [2] 单位交通部公路科学研究所. 公路沥青路面施工技术规范[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [3] 银江. 沥青路面水损害的危害及防治措施[J]. 交通世界, 2021(21): 113-114.
- [4] 杜雪军. 公路路基路面雨季施工技术[J]. 交通世界, 2019(27): 48-49.
- [5] 薛成. 路面材料的层间状态参数试验与模型研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2021.
- [6] 王江永. 西北大温差多风环境下的路面施工技术[J]. 交通世界, 2023(13): 48-50.
- [7] 高仲. 沥青路面压实质量影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2017.