



咨 询 通 告

中 国 民 用 航 空 局 机 场 司

编 号:AC-140-CA-2010-3

下发日期:2010年8月24日

民用机场飞行区场地维护技术指南

前 言

为规范民用机场飞行区场地维护工作,进一步提高飞行区场地维护的技术水平,根据《民用机场运行安全管理规定》,我司委托同济大学编制了本指南,参编单位为上海机场(集团)有限公司。

本指南在《民用机场飞行区场地维护手册》(WM-CA-2000-8)的基础上,充分吸收了国内外有关飞行区场地维护材料、工艺及机具等方面的最新成果和成功经验,重点规定了民用机场飞行区场地维护的技术标准,并提供了各项维护工作的推荐方法和操作细则。主要内容包括飞行区场地日常维护与管理要求、道面病害处治对策与修复管理要求、道面修复材料与机具、水泥混凝土道面常用修复方法、沥青混凝土道面常用修复方法、道面维护新技术等六部分。本指南共分8章,并另列5个附录及参考文献。

在本指南的编定过程中,得到了民航各地区管理局、上海虹桥国际机场、上海浦东国际机场、天津滨海国际机场、山西机场集团、内蒙古机场集团、安徽机场集团、广州白云国际机场、桂林两江国际机场、中国民航机场建设集团公司等单位的大力支持,在此一并表示感谢。

为使本指南更好地适应我国民用航空事业发展的需要,请各有关单位在实践中注意积累资料,总结经验,并将使用本指南过程中发现的问题和意见及时函告我司。

本指南主要起草人

凌建明 邵道杰 袁捷 马志刚 王吉杰 李萌 赵鸿铎 周栋亮
谭悦 宗海滨 刘玉海 朱剑 郝航程 朱方海 刘成

目 录

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	飞行区场地日常维护与管理要求	(5)
3.1	一般规定	(5)
3.2	道面清扫保洁	(5)
3.3	灌缝材料更换	(7)
3.4	跑道除胶	(8)
3.5	土质地带维护	(10)
3.6	地面标志维护	(15)
3.7	排水系统日常维护	(20)
3.8	围界巡视与维护	(21)
3.9	服务车道和巡场道路养护	(22)
3.10	日常维护的管理要求	(22)
4	道面病害处治对策与修复管理要求	(23)
4.1	一般规定	(23)
4.2	水泥混凝土道面病害处治对策	(23)
4.3	沥青混凝土道面病害处治对策	(29)
4.4	道面修复管理要求	(32)
5	道面修复材料与机具	(34)
5.1	一般规定	(34)
5.2	接缝(裂缝)灌缝材料	(34)
5.3	水泥混凝土道面补块修补材料	(38)

5.4	水泥混凝土道面浅层修补材料	(46)
5.5	沥青混凝土道面补块修补材料	(53)
5.6	水泥混凝土道面常用修复机具	(56)
5.7	沥青混凝土道面常用修复机具	(63)
6	水泥混凝土道面常用修复方法	(68)
6.1	水泥混凝土道面接缝(裂缝)灌填	(68)
6.2	水泥混凝土道面部分厚度修补	(72)
6.3	水泥混凝土道面全厚度修补	(77)
6.4	水泥混凝土道面浅层修补	(81)
6.5	水泥混凝土道面基础注浆	(82)
6.6	水泥混凝土板块研磨	(85)
6.7	水泥混凝土道面刻槽	(86)
7	沥青混凝土道面常用修复方法	(88)
7.1	沥青混凝土道面裂缝填补	(88)
7.2	沥青混凝土道面补块修补	(90)
7.3	沥青混凝土道面功能性加铺	(92)
8	道面维护新技术	(93)
8.1	一般规定	(93)
8.2	沥青混凝土道面预防性养护技术	(93)
8.3	沥青混凝土道面现场热再生技术	(98)
8.4	水泥混凝土道面表层处理技术	(100)
8.5	水泥混凝土道面应急性抢修技术	(101)
附录 A	灌缝材料性能测试方法	(103)
A1	硅酮类常温施工式灌缝材料性能测试方法	(103)
A2	通用类常温施工式灌缝材料性能测试方法	(103)
A3	加热施工式灌缝材料性能测试方法	(103)

附录 B	跑道抗滑性能测试与评价	(112)
附录 C	机场道面标志涂料技术要求	(118)
附录 D	水泥混凝土道面修补材料补充试验方法	(126)
D1	水泥混凝土粘结抗折强度试验方法	(126)
D2	砂浆粘结抗折强度试验方法	(128)
附录 E	热拌沥青混合料现场制备方法	(131)
参考文献		(136)

1 总 则

1.0.1 为提高民用机场飞行区场地维护管理的技术水平,切实落实《民用机场运行安全管理规定》的相关技术要求,制定本指南。

1.0.2 本指南可用于指导飞行区道面、土质地带、地面标志线、排水系统、围界、服务车道和巡场道路的日常维护与管理。

1.0.3 飞行区场地维护应根据机场的规模、任务和运行要求,结合机场实际情况,充分考虑维护工作对机场运行的影响,参照本指南实施。实施过程中,应积极消化、吸收国内外最新科研成果,积累场地维护的成功经验。

1.0.4 飞行区场地维护除应符合本指南外,还应符合国家和行业现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 飞行区场地 Airside Area Infrastructure

民用机场围界范围以内的所有基础设施,包括道面、土质地带、围界内的排水设施、服务车道与巡场道路等。

2.0.2 灌缝材料 Sealants and Fillers

用于灌填水泥混凝土道面接缝或裂缝、沥青混凝土道面裂缝的材料。

2.0.3 跑道摩擦系数 Runway Friction Coefficient

采用连续式或定点式标准测试设备测定的道面水平摩阻力与竖向下压力之间的比值,用于表征道面抗滑性能。

2.0.4 跑道除胶 Runway Rubber Removal

定期清除道面上的轮胎胶泥以确保跑道的抗滑性能。

2.0.5 土质地带密实度 Compactness in Soil Area

土质地带内土体干密度与标准最大干密度的比值,用于表征土质地带的压实程度。

2.0.6 耐久性修复 Durability Rehabilitation

不影响机场正常运行情况下优先考虑的道面维护措施,修复后道面的使用性能能够长时间(一般不少于一年)满足适航要求。

2.0.7 临时性修复 Temporary Rehabilitation

受机场运行条件限制时可采用的道面维护措施,修复后道面的使用性能可以在一段时间(一般少于一年)内满足适航要求。

2.0.8 应急性抢修 Emergency Rehabilitation

针对突发性损坏采取的特定维护措施,确保机场短期内(一般不少于一天)正常运行。

2.0.9 水泥混凝土道面部分厚度修补 Partial - Depth Repair of PCC

Pavement

修补深度不小于 5 cm 且不大于板厚一半的水泥混凝土板块结构性修复方法。

2.0.10 水泥混凝土道面全厚度修补 Full – Depth Repair of PCC Pavement

水泥混凝土板块全厚度范围内的结构性修复方法。

2.0.11 水泥混凝土道面浅层修补 Surface Repair of PCC Pavement

修补深度小于 5 cm 的水泥混凝土板块功能性修复方法。

2.0.12 沥青混凝土道面贴缝 Crack Sealing in Asphalt Pavement

直接用灌缝材料覆盖沥青混凝土道面裂缝的修复方法。

2.0.13 沥青混凝土道面开槽灌缝 Grooving and Joint in Asphalt Pavement

先对沥青混凝土道面裂缝进行扩缝处理,再将灌缝材料填充至缝槽内的修复方法。

2.0.14 通用硅酸盐水泥 Common Portland Cement

用硅酸盐水泥熟料、适量石膏以及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料。

2.0.15 快硬早强水泥 Rapid Hardening and High Early Strength Cement

硬化时间短、早期强度高的水泥材料,主要包括磷酸盐水泥、快硬硫铝酸盐水泥和氟铝酸盐水泥等。

2.0.16 沥青玛蹄脂碎石混合料 Stone Matrix Asphalt(SMA)

由沥青、纤维稳定剂、矿粉和少量细集料组成的沥青马蹄脂填充间断级配的粗集料骨架间隙而形成的沥青混合料。

2.0.17 预防性养护 Preventive Maintenance

在道面结构承载能力满足要求的情况下,道面使用性能衰变前期所采

取的一系列道面养护方法,用于延缓道面性能衰减,保证道面使用寿命。

2.0.18 雾封层 Fog Seal

将溶剂型养护材料直接洒布到沥青混凝土道面上的一种预防性养护方法。

2.0.19 微表处 Micro – surfacing

将一定厚度(一般小于 1 cm)的养护材料均匀摊铺到沥青混凝土道面上的一种预防性养护方法。

3 飞行区场地日常维护与管理要求

3.1 一般规定

3.1.1 飞行区场地日常维护与管理的各项技术要求宜纳入机场场务管理的规章制度,应结合机场实际情况合理安排并定期开展飞行区场地的日常维护工作。

3.1.2 飞行区场地日常维护包括道面清扫保洁、灌缝材料更换、跑道除胶、土质地带维护、地面标志维护、排水系统日常维护、围界巡视与维护、服务车道和巡场道路养护等内容。

3.2 道面清扫保洁

3.2.1 应及时清除飞行区道面(含道肩)及升降带、滑行道内的各类杂物和污染物。

1 常见杂物包括生活垃圾、道面松散物、道面修复遗落材料或工具、杂草、掉落的零配件等。

2 道面污染物可能会降低道面抗滑性能,侵蚀道面,或形成明火隐患,主要包括:

1) 工业污水:包括清洗飞机的酸碱液、各类除冰融雪材料、跑道除胶或标志线清除所用的化学溶剂等;

2) 危险废品:指可燃、易反应、有腐蚀性或有毒的废弃物,如航空器泄漏的航空煤油等;

3) 非危险废品:指油脂类有机物,如航空器或服务车辆渗漏的润滑油等。

3 应根据污染物的种类及污染程度,选择以下清除方法:

- 1) 工业污水可用高压水冲洗、稀释；
- 2) 危险废品(航空煤油除外)可在喷洒去污剂、溶解剂后,用高压水冲洗；
- 3) 航空煤油、润滑油等污染物可用黄砂、麻布等吸油性材料吸附,清扫干净后再用清水冲洗；
- 4) 难以去除的污染物可用钢丝刷、钢丝轮打磨,再用清水冲洗。

3.2.2 跑道和滑行道宜采用大型机械设备定期清扫;停机坪可采用机械与人工相结合的方式清扫;停机坪停放航空器时不得使用大型清扫设备。道面清扫频率可参照表 3.2.2。

表 3.2.2 飞行区道面清扫频率

道面区域	清扫频率
跑道、滑行道	≥1 次/月
停机坪	≥1 次/周

3.2.3 以下情况宜立即清扫道面：

- 1 装卸的货物大面积散落；
- 2 遇强风、暴雨或沙尘暴等天气,在道面上发现外来物；
- 3 发生坠机、航空器碰撞、航空器迫降、火灾等事故；
- 4 执行特殊保障任务前。

3.2.4 大型道面清扫车(见图 3.2.4)按照工作原理可分为吸式、吹式和混合式三种类型,一般配有水箱和高压水龙头,高级清扫车还配有磁吸装置,可吸附道面上的铁屑、螺丝。

1 吸式清扫车:通过车下旋转扫帚将杂物清扫至车辆底部安放的吸收口附近,再吸入车内容器中,一次作业宽度一般为 2.0~3.5 m；

2 吹式清扫车:通过喷出高速风将杂物吹走,一次作业宽度可达 10~15 m,主要适用于跑道、滑行道等区域的道面清扫作业；

3 混合式清扫车:集成了吸式和吹式两种清扫装置。

3.2.5 小型道面清扫车(见图 3.2.5)作业空间较狭窄,能对停机位空置区域进行快速清扫,工作原理多为吸式。



图 3.2.4 大型道面清扫车



图 3.2.5 小型道面清扫车

3.3 灌缝材料更换

3.3.1 机场水泥混凝土道面接缝宜使用硅酮类、聚硫类、聚(氨)脂类或复合改性的橡胶沥青灌缝胶等优质灌缝材料,不宜使用胶泥类、常规热沥青、沥青玛蹄脂和氯丁橡胶等材料,不得使用接缝板和预制嵌缝条。

3.3.2 灌缝材料的各项指标应满足 5.2 节中的技术要求,应委托专业检测单位按照附录 A 的测试方法验证灌缝材料的性能。

3.3.3 灌缝材料的更换原则

1 定期更换。灌缝材料达到使用年限后应及时更换,材料使用年限应根据产品技术说明书确定,如缺乏相关资料可按照表 3.3.3 估计;

表 3.3.3 灌缝材料一般使用年限

灌缝材料类型	使用年限(年)	适用区域
硅酮类	5~8	跑道、滑行道
聚硫类	3~6	跑道、滑行道、停机坪
聚(氨)脂类	2~4	跑道、滑行道、停机坪
复合改性的橡胶沥青灌缝胶	3~5	跑道、滑行道、停机坪

2 失效后立即更换。灌缝材料失效的表现形式有脆裂、挤出、明显

老化、与缝壁脱离、缝内长草、灌缝材料不足或缺失、接缝周边唧泥、热吹雪后融化等；

3 板块修补后及时更换。实施注浆加固后的板块,以及接缝周边进行过修补或研磨的板块,应更换影响范围内接缝的灌缝材料。

3.3.4 灌缝材料的更换长度不得小于单块板的接缝长度,更换后应记录更换时间、更换位置与范围、灌缝材料类型等。

3.3.5 灌缝材料更换方法及相关技术要求应按照 6.1 节执行。大面积更换时宜采用专业清缝和灌缝设备;助航灯具等特殊位置宜人工更换。

3.3.6 更换灌缝材料后的接缝应能有效防止地表水、异物进入,并应满足以下质量要求:

- 1 与缝壁粘结牢固,有弹性,不挤出,没有空隙;
- 2 上表面平滑、均匀、连续,略低于道面表面。

3.3.7 灌缝材料凝固后方可开放交通。凝固时间与材料类型、环境温度、湿度等因素有关,可参考材料商提供的材料性能参数。加热施工型灌缝材料一般冷却后即可开放交通;常温施工型灌缝材料凝固时间较长,通常需要 2~8 小时。

3.4 跑道除胶

3.4.1 跑道应定期除胶,除胶前后宜分别测试跑道的摩擦系数,跑道摩擦系数测试与评价的技术要求参见附录 B。

3.4.2 除胶重点区域为跑道接地带范围内跑道中线两侧 15 m 范围。应沿跑道纵向方向除胶,从中线向两侧进行作业。除胶的流程应考虑除胶区域的宽度、除胶设备的单次胶泥除净率和一次作业宽度等因素。

3.4.3 跑道常用除胶方法见表 3.4.3。

表 3.4.3 跑道常用除胶方法

除胶方法	优 点	缺 点	适用条件
高压/超高压水冲法	1 无污染;2 速度快;3 除胶作业后可立即开放跑道。	1 水压力过大易损伤道面;2 水泥混凝土道面刻槽内的胶泥不易清除;3 用水量较大;4 设备较昂贵。	气温低于5℃时不宜使用。
抛丸冲击法	1 无污染;2 速度快;3 不受温度影响;4 丸料可循环使用;5 除胶作业后可立即开放跑道。	1 实际应用较少,现场经验不足;2 丸料回收率在实际操作中有时不高;3 控制不当易损伤道面;4 设备较昂贵。	潮湿情况下不宜使用。
化学除胶法	1 对道面无物理损伤;2 操作工艺简单;3 无需专业设备。	1 一般对环境有污染;2 短期内可能影响跑道摩擦系数;3 需与其他方法结合使用;4 速度较慢。	气温低于5℃或者潮湿情况下不宜使用。
机械打磨法	1 设备简单;2 成本低。	1 对道面损伤大;2 速度慢;3 除净率低;4 较多依赖操作人员实际经验。	适用于小型机场。

3.4.4 除胶应能够有效清除胶泥,且不得损伤道面。宜先进行现场试验,试验段长度不宜低于 30 m,通过试验确定以下参数:

1 高压/超高压水冲法:最佳水压力、作业速度、单位除胶面积的用水量等;

2 抛丸冲击法:丸料的现场回收率、丸料大小、丸料数量、抛丸速度、抛丸角度等;

3 化学除胶法:除胶剂的配比、单位面积洒布量、胶泥软化时间、清除软化胶泥的方法、对摩擦系数的影响等;

4 机械打磨法:道面损伤程度、打磨深度、作业速度等。

3.4.5 高压/超高压水冲法。该方法是我国民用机场最常用的除胶方法,根据喷头形式可分为雾化射流和集束射流,宜选用由多只微孔喷嘴组成的雾化射流设备,以减小道面损伤。高压水冲法的水压力宜控制在 70 ~ 100 MPa;超高压水冲法的水压力宜控制在 100 ~ 140 MPa。应根据机场实际情况,按照“增加次数,减小压力”的原则进行跑道除胶。除胶时应密切监视道面状况,特别是超高水压对水泥混凝土道面刻槽的磨损情况。

除胶作业宽度为 0.6 ~ 2.0 m, 除胶效率为 450 ~ 2400 m²/h。作业时应注意设备储水量是否充足, 可安排水车配合作业。高压水冲除胶设备主要分为以下三种类型:

1 全部车载式: 自动化程度高, 用于大面积除胶作业, 作业量很大时才需配备水车, 附带真空抽吸功能时可同步回收污水和胶屑;

2 主机车载式: 自动化程度较高, 作业时需拖挂水车或配备水车;

3 主机拖车式: 主机置于拖车上, 可由人工推进或车辆牵引, 需配备水车。

3.4.6 抛丸冲击法。该方法是较为先进的除胶方法, 用丸料高速冲击道面, 使胶泥剥落, 与胶屑和灰尘分离后的丸料可循环使用。丸料的回收比例不宜过低, 丸料不足时应及时补充。除胶作业宽度为 0.5 ~ 1.8 m, 除胶效率为 900 ~ 2700 m²/h。抛丸机按其行走方式可分为手推式、车载式和自行式三种, 通过选择丸料的大小和数量, 控制抛丸速度和角度, 可得到不同的抛射强度, 以获得最佳除胶效果。

3.4.7 化学除胶法。该方法通过在道面上洒布化学除胶剂来软化并分解胶泥, 然后用有压水清除软化的胶泥。除胶效率为 700 ~ 1700 m²/h。目前可用的除胶剂较少, 在使用前应验证其实际使用效果。宜将化学除胶法与高压水冲法结合使用, 以降低高压水冲法的水压力, 减少对道面的损伤:

1 化学除胶剂不能完全软化分解胶泥, 可配合高压水进行冲洗;

2 当化学除胶剂完全软化胶泥所需时间太长, 可在未完全软化时采用高压水进行冲洗。

3.4.8 机械打磨法。该方法采用铣刨机、研磨机或旋转硬质钢丝刷等清除胶泥, 操作不当易损伤道面, 破坏道面刻槽, 甚至产生微裂缝, 不宜长期大范围使用。

3.5 土质地带维护

3.5.1 飞行区土质地带应定期维护, 包括场地平整、碾压、除草、密实

度测试等。

3.5.2 土质地带平整度应满足以下要求：

1 升降带、跑道端安全区内的坡度应满足《民用机场飞行区技术标准》相关规定；

2 升降带平整区、跑道端安全区内 3 m 直尺最大间隙不得大于 5 cm；

3 升降带以外土质地带不得存在积水现象；

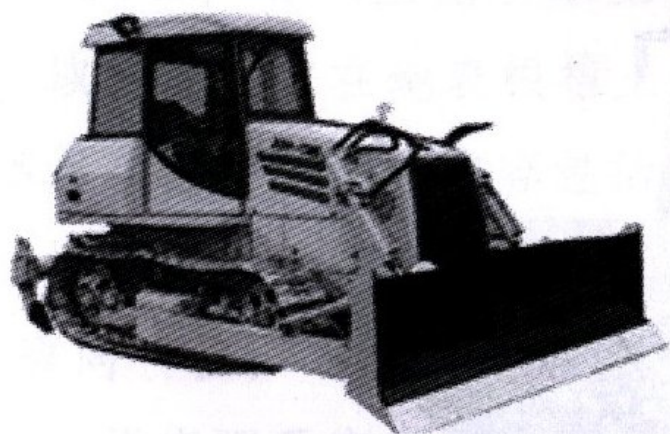
4 道面交界处的土质地带不得高出道面，且不得低于道面 3 cm 以上。

3.5.3 土质地带平整度不满足要求时应进行平整作业。

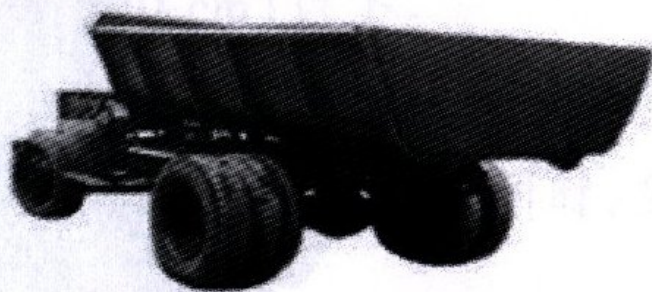
1 填料不得含有垃圾、树根和石块，粒径大于 10 cm 时宜破碎，填方作业应采用推土机粗平，碾压 1~2 遍后，再采用人工作业配合平地机精平 2~3 遍；

2 挖方区应在土方挖除后进行精平；

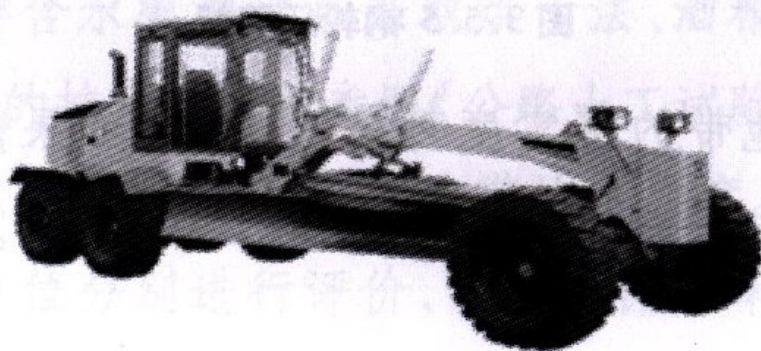
3 土质地带平整的常用机具包括推土机、平地机和自卸车等，见图 3.5.3。



推土机



小型自卸车



平地机

图 3.5.3 常见土质地带平整机具

3.5.4 跑道端安全区和升降带内的土质地带应定期碾压并测试密实度，每年碾压与密实度测试的次数不得少于两次。碾压时间宜选在土体接

近最佳含水量的季节(多为雨量适中、温度适宜的春秋两季),密实度测试的时间间隔宜尽量平均。

3.5.5 土质地带碾压

1 宜按照从道面边缘向土质地带、从高到低的顺序进行碾压;两次碾压区域应重叠 20 ~ 30 cm;应注意保护碾压区域内的目视助航设施、导航设施、驱鸟设施和各类管线。碾压机具宜选择静压式钢轮压路机,见图 3.5.5,主要技术性能如表 3.5.5 - 1 所示。

表 3.5.5 - 1 静压式钢轮压路机主要技术性能

主要技术参数	数值
工作质量(t)	18 ~ 25
碾压宽度(mm)	1650 ~ 2450
功率(kW)	73.5 ~ 90

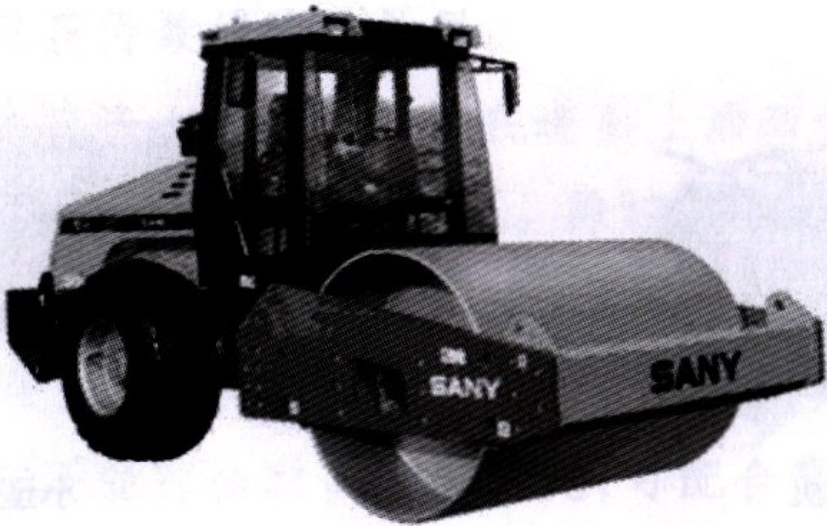


图 3.5.5 钢轮压路机

2 为提高土质地带的密实度可多次碾压,如果静压后密实度不能满足要求,可选用振动式压路机,但不应出现“弹簧土”。碾压速度可参考表 3.5.5 - 2。

表 3.5.5 - 2 土质地带碾压建议速度(km/h)

碾压机具	填方区	挖方区
静压式钢轮压路机	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 4.0

振动式压路机	3.0~4.0	3.0~6.0
--------	---------	---------

3.5.6 土质地带密实度应分区域测试。分区示例见图 3.5.6。

- 1 跑道两端的跑道端安全区应分别作为一个测试区域；
- 2 跑道两侧的跑道线升降带平整区可沿跑道方向每 300~800 m 作为一个测试区域。

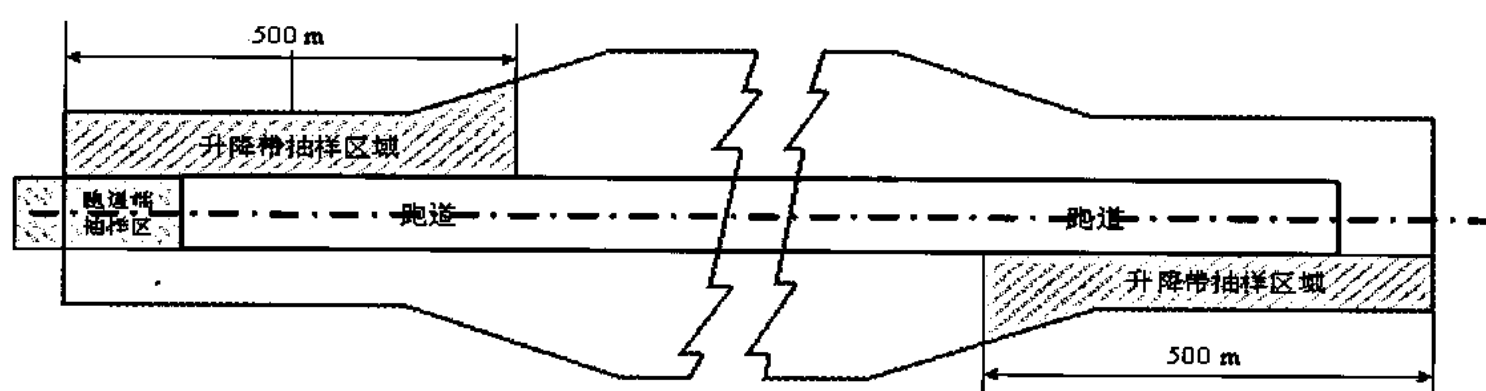


图 3.5.6 土质地带密实度测试抽样区域的划分

3.5.7 同一密实度测试区域内的取土点不得少于 3 个,采用随机抽样方法确定。取土点与跑道道肩的距离宜小于 75 m,取土点之间的距离不得小于 50 m。各取土点所取土样数量不得少于 3 组,每组间隔不得小于 2 m。取样深度宜在地表根植土层(一般为 30 cm)以下。

3.5.8 密实度试验内容包括土样实际干密度和标准最大干密度。

1 标准最大干密度试验应采用重型标准击实法;土组相同时,各测试区域可取同一值;

2 土样实际干密度试验可采用环刀法、电动取土器法、蜡封法、灌水法或灌砂法;其中土样含水率测试可采取烘干法、酒精燃烧法或比重法;

3 各种测试方法的技术要求可参照《公路土工试验规程》的相关规定。

3.5.9 应按照以下要求评价土质地带的密实度:

- 1 以各区域为单位分别进行评价,评价时保证率宜取 95 %;
- 2 同一区域内土样应按照公式 3.5.9 计算密实度评价代表值 K_E :

$$K_E = \bar{K} - \frac{t_\alpha}{\sqrt{n}} \times \sigma_K \quad (\text{式 3.5.9})$$

式中: K_E ——密实度评价代表值(%);

$\bar{K}$ ——各组土样实测密实度的平均值(%)；

t_{α} ——保证率为 α 时随测点 n 变化的 t 分布系数,95%保证率的系数见表3.5.9；

n ——同一测试区域内土样的总数；

σ_K ——同一测试区域内各组土样的标准均方差(%)。

表 3.5.9 保证率为 95 % 时 n 与 $t_{\alpha}/\sqrt{n}$ 的取值

n	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$t_{\alpha}/\sqrt{n}$	0.823	0.734	0.670	0.620	0.580	0.546	0.518	0.494	0.473	0.455	0.438	0.423	0.410

3 密实度评价标准：

1) 密实度评价代表值 K_E 不小于 87 %；

2) 任一土样密实度不小于 85 %；

3) 巨粒土等特殊土质的密实度标准可根据机场实际情况研究确定。

3.5.10 土质地带应尽可能全面植草。草种应不易吸引鸟类和其他野生动物入侵,气候不适宜草种生长的地区可铺设人工草坪,或采取其他有效措施减少水土流失和扬尘。

3.5.11 土质地带的草高应控制在 5 ~ 30 cm 之间,草高超过 30 cm 时应组织除草。道肩、标记牌、助航灯具、导航设施和驱鸟设施等周边 5 m 范围内宜采用人工割草,其他位置宜采用机械割草。清除的草料应及时外运,如需在飞行区内临时堆放,放置位置应距离道肩 15 m 以上。除草机具分为人工割草机和机械割草机(见图 3.5.11)。



背负式割草机



侧挂式割草机



机械割草机

图 3.5.11 常见土质地带除草机具

3.6 地面标志维护

3.6.1 飞行区地面标志线因胶泥污染、交通磨损、油料腐蚀或涂料老化等原因而出现模糊、褪色、脱落等现象时,应及时维护。

3.6.2 飞行区地面标志涂料可分为水性漆、溶剂型、双组分和热熔型四类,各项指标应满足附录 C 中的技术要求,可委托专业检测单位进行涂料的性能检测。

1 跑道、滑行道位置宜选用水性漆或溶剂型涂料,特别是跑道接地带等易被胶泥污染处宜选用涂层厚度较薄的水性漆或溶剂型涂料,通常可在道面除胶后直接在原标志线上涂刷,原标志线厚度大于 5 mm 时应除线后再涂刷;

2 热熔型涂料与沥青混凝土道面粘结性能好,因此沥青混凝土道面边线宜选择耐久性较好的热熔型涂料;双组分涂料与热熔型涂料涂层较厚,可重复涂刷次数少,不宜作为道面边线内的地面标志涂料;

3 反光标志涂料通常是在普通涂料内掺入一定比例的反光玻璃微珠,在灯光照射下产生反光效果,在夜晚或雨天具有较好的交通诱导与安全警示作用,可视实际情况选用。

1) 一般机场跑道号码标志、跑道中线标志(包括滑行道出口引导线标志)、跑道入口标志、跑道中心圆标志、跑道瞄准点标志、跑道接地带标志、

跑道掉头坪标志、滑行道中线标志、跑道等待位置标志和中间等待位置标志等可选择反光标志涂料；

2) 服务车道与巡场道路照明较暗的位置宜有限选择反光标志涂料；

3) 反光标志涂料表面有大量细小凸起的反光珠,容易沉积灰尘,污染地面标志,干旱少雨机场不宜使用。

3.6.3 地面标志线涂刷频率

1 日航空器着陆架次大于 210 架次的机场,跑道地面标志线的建议涂刷频率参见表 3.6.3；

2 日航空器着陆架次小于 210 架次的机场,应根据接地带的胶泥情况合理确定跑道地面标志线的涂刷频率；跑道上其他地面标志线的涂刷频率可视交通磨损情况合理确定,一般情况下不宜小于 2 次/年；

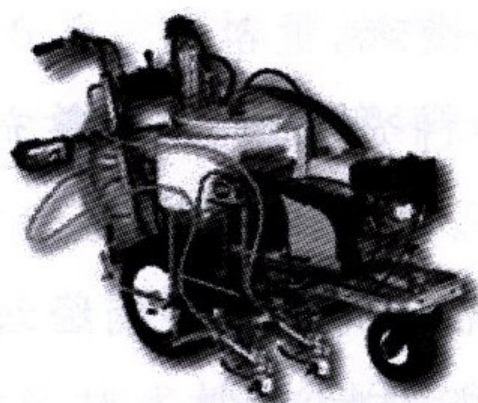
3 飞行区其他区域地面标志线的涂刷频率应根据涂料老化、油料腐蚀等因素合理确定。

表 3.6.3 繁忙机场跑道地面标志线涂刷频率建议值

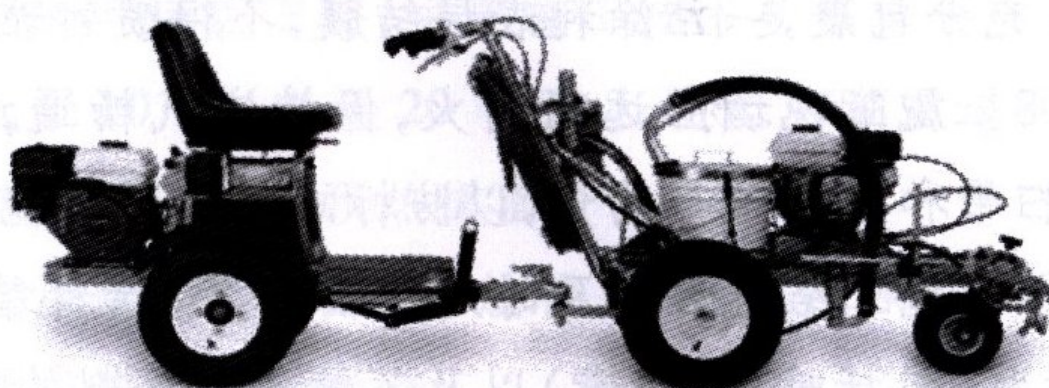
地面标志线类型	涂刷频率
飞机着陆区域的中心线标志	1 次/15 天
瞄准点标志	1 次/季度
接地带标志	1 次/季度
中心圆标志	1 次/季度
其他位置的中心线标志	1 次/季度
边线标志	2 次/年

3.6.4 水性漆和溶剂型涂料一般采用高压无气喷涂方法,主要施工技术要求如下：

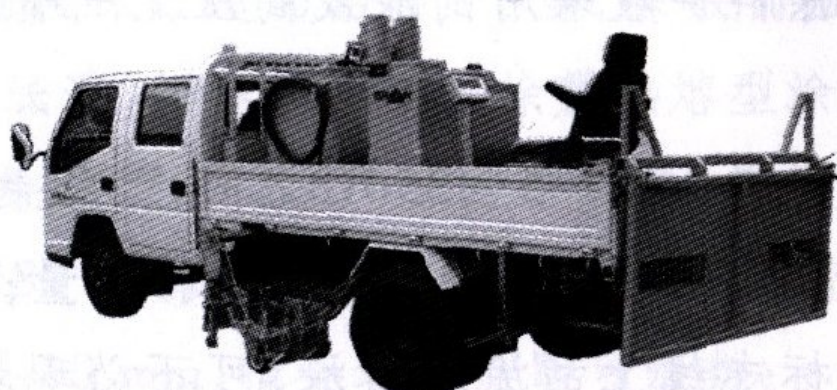
1 高压无气喷涂设备包括手推式、自行式和车载式三类(见图 3.6.4)。大面积涂刷时宜采用车载式设备,涂刷面积小时宜采用手推式设备；



手推式高压无气喷涂标线机



自行式高压无气喷涂标线机



车载冷喷高压无气喷涂划线机

图 3.6.4 常见高压无气喷涂设备

2 不得在雨天、雪天、雾天或潮湿、冰冻情况下施工；涂刷时道面必须干燥、洁净，环境温度应大于 10°C ，相对湿度应低于 80 %。如果涂刷结束后 2 h 内可能降雨，不宜施工；

3 不得使用过期的涂料，且涂料保存温度不宜低于 0°C ；

4 如在既有道面标志线上涂刷，可不必现场放样，否则涂刷前应按照《民用机场飞行区技术标准》的相关要求进行现场放线；

5 施工前应估算涂料用量，将足量的涂料灌入涂料箱或密封罐中，涂刷前应将涂料充分搅匀，可掺配稀释剂，但用量不应超过涂料总量的 5 %；

6 施工时用高压泵增压，通过特殊喷嘴将涂料雾化喷射到道面上形成涂层，喷涂过程不得随意中断；

7 喷涂时不得存在虚边或起泡现象，喷涂厚度宜在 $0.2 \sim 0.6 \text{ mm}$ 之间，使用反光标志涂料时，应参照以下要求：

1) 玻璃微珠的目数由涂料喷涂厚度确定，裹附在标志线中的玻璃微珠颗粒应占涂层厚度的 $2/3$ 左右；

2) 玻璃微珠应随着涂料的喷涂迅速喷射于标志线的表层，使之能被

涂料充分包裹,一旦涂料表层结膜,不得喷射玻璃微珠。

8 施工现场应远离明火,保持空气畅通,涂料喷涂时应准备充足的水、扫帚和吸水布等物资,以防标志线划错后能够及时清洗;

9 施工结束后应及时对过滤装置、涂料箱、密封罐、涂料流经过的各个管路(包括喷枪、喷嘴)以及不慎洒到涂料的设备进行清洗。

3.6.5 双组分涂料一般采用刮涂或高压无气喷涂方法,主要施工技术要求如下:

1 施工环境温度宜介于 $-5 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间,为控制不同环境温度下涂料的固化时间,可调整双组分涂料中催化剂的掺加量;

2 在既有道面标志线上刮涂或喷涂,可不必现场放样,否则应按照《民用机场飞行区技术标准》的相关要求进行现场放线;

3 刮涂或喷涂标志线前应保证道面干净,新建水泥混凝土道面应洗净其表面的碱性浮灰后才能进行刮涂或喷涂;

4 刮涂或喷涂应采用专用设备,常用的双组分标线机见图 3.6.5;

5 涂料的两种组分在刮涂或喷涂前不可混合,施工过程中两套喷涂系统不可混用,刮涂或喷涂时不得存在虚边或起泡现象,双组分涂料的刮涂或喷涂厚度一般介于 $0.4 \sim 3.0\text{ mm}$ 之间;

6 施工结束后应根据不同组分的性质选用适宜的清洗材料及时清洗刮涂或喷涂设备。



图 3.6.5 手扶式双组分标线机

3.6.6 热熔型涂料一般采用涂敷方法,主要施工技术要求如下:

1 施工环境温度不宜低于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (气温 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上最佳);潮湿道面不宜进行涂敷;冬季低温施工前应采取措施预热道面;

2 在既有道面标志线上涂敷,可不必现场放样,否则应按照《民用机场飞行区技术标准》的相关要求进行现场放线;

3 涂敷标志线前应保证道面洁净、干燥,涂敷前应先涂刷底漆,根据道面类型选择合适的底漆,新建道面不宜涂敷热熔型涂料;

4 涂料应在热熔釜(见图 3.6.6-1)中加热,加热温度根据涂料产品说明书确定,一般在 $180\sim 230\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,加热过程中应充分搅拌,一般在涂料全部熔化后搅拌 $5\sim 10\text{ min}$,搅拌均匀后即可涂敷;

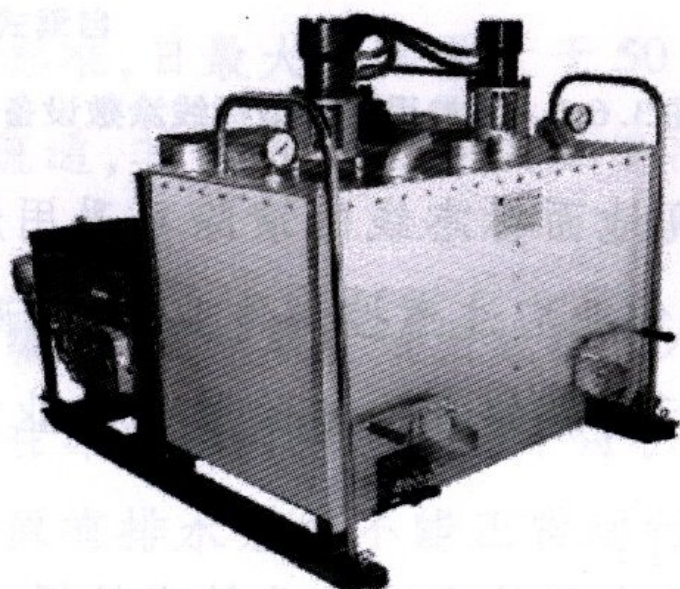


图 3.6.6-1 车载式热熔釜

5 不同颜色和品牌的涂料不得混用,更换不同颜色或品牌的涂料前应清洗热熔釜;

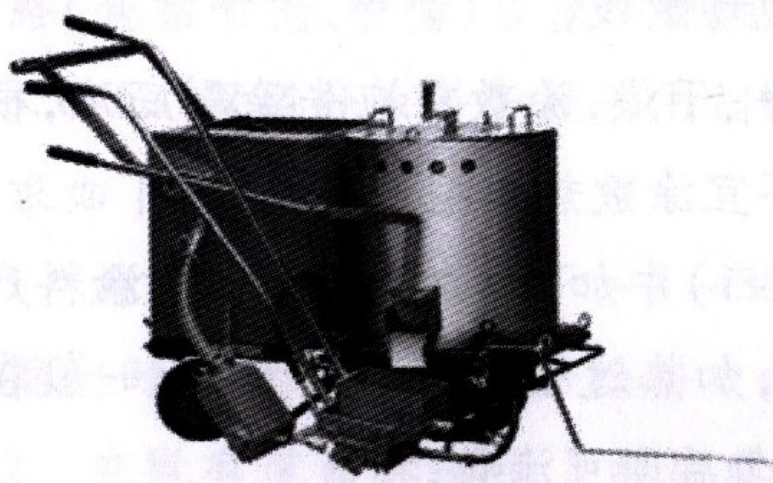
6 常用热熔型标线涂敷设备(见图 3.6.6-2)分为手扶式和车载式两种,涂敷时熔融斗和划线斗应保持恒温,不得存在虚边或起泡现象,可通过控制涂布速度和涂料温度确定涂层厚度,涂层厚度宜控制在 $1.2\sim 2.0\text{ mm}$ 以内;

7 应待热熔型涂料冷却固化后开放交通。宜采用自然冷却,必须速冷时,可在初步冷却后洒水;

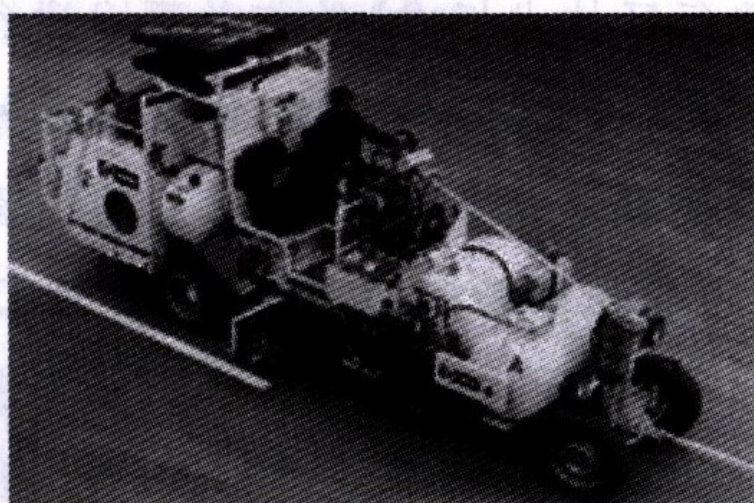
8 使用热熔型反光标志涂料时,应满足以下要求:

1) 应在涂料涂敷后立即撒布玻璃微珠,玻璃微珠的撒布时间受涂敷温度、涂层厚度、气候条件等因素影响,应按照产品说明书严格控制;

2) 玻璃微珠的撒布量一般为涂料总量的 15% ~ 20 % (质量分数),且应撒布均匀。



手扶式涂布机



自驾式热熔标线机

图 3.6.6 - 2 常用热熔型标线涂敷设备

3.6.7 废弃或超高地面标志线的清除可采用超高压水冲洗、机械打磨或抛丸机打磨。现场作业应注意控制作业参数,避免损伤道面。

1 超高压水清除标志线的方法与除胶的作业方法类似,水压力一般控制在 140 ~ 180 MPa;

2 机械打磨清除标志线的方法作业效率较慢,容易损伤道面,施工时应注意控制打磨深度;

3 在不损伤道面的前提下,可采用抛丸机清除地面标志线。

3.7 排水系统日常维护

3.7.1 飞行区排水系统应保持完好、畅通;出现积水、淤塞、漏水或破损时,应及时疏通和修缮。飞行区排水构筑物主要包括钢筋混凝土墙体及盖板明沟、浆砌片石墙体及钢筋混凝土盖板明沟、钢筋混凝土箱涵、预制钢筋混凝土管暗沟、片石或混凝土预制块护砌明沟和土明沟等。

1 飞行区巡查时应检查地表排水构筑物的破损状况,发现损坏时宜

及时采用与原构筑物相同的材料维修；

2 应每年对强制排水设备进行润滑、清洁等保养工作,以保证其正常运行。

3.7.2 排水系统应采取经常性巡查、专项检查和定期疏通相结合的维护方式。

1 在暴雨或汛期来临前应进行专项检查,修整道肩外侧高出道面的土体和植被,疏通道肩排水设施,清除主要集水口和明沟内的砖块、泥沙、垃圾等杂物；

2 雨天应随时检查道面积水状况,出现积水应及时疏导,发现堵塞应立即疏通；

3 以5年一遇为标准,日最大降雨量大于50 mm的机场应每两年实施一次排水系统全面疏通,其他机场应视实际情况定期全面疏通排水系统；

4 排水沟出口宜编号,应采取有效措施防止人员或动物入侵；

5 冰冻地区机场在冰冻期间排水沟内不得积留大量积水；

6 由于施工导致原有排水系统不能正常运行时,应设置临时排水措施,防止道面积水。

3.7.3 疏通、完善现有排水系统后仍不能满足机场雨季排水要求,或现有排水系统局部失效且无法修复时,应委托设计单位重新设计排水系统,设计方案应尽量利用现有排水系统。

3.8 围界巡视与维护

3.8.1 飞行区围界宜分段编号,每天应至少进行一次巡视,内容包括：

1 围界面是否破损或网孔变大、变形；

2 围界相关配件(如螺栓等)是否锈蚀、损坏；

- 3 围界地梁是否损坏;
- 4 无地梁围界网面与地表间距是否过大;
- 5 围界刺圈是否脱落或间距明显扩大、变形;
- 6 水中或排水沟中的围界设施是否完好;
- 7 内外围界间杂草、土堆是否过高或有藤蔓植物遮挡;
- 8 围界外侧 5 m 范围内是否存在有助于攀爬的土堆或石块等物体。

3.8.2 发现围界破损或失效时,应及时通报相关部门,并立即修复。无法及时修复时应采取有效的临时性防护措施。

3.8.3 金属围界应定期涂刷防锈漆,局部生锈时应及时补刷防锈漆。

3.9 服务车道和巡场道路养护

3.9.1 服务车道和巡场道路应能保证地面服务车辆、飞行区运行保障车辆快速、安全通行,路面应完好、平坦、无积水,出现机油污染等情况时应及时处理。

3.9.2 服务车道和巡场道路的养护可参照《公路水泥混凝土路面养护技术规范》和《公路沥青路面养护技术规范》等执行。

3.10 日常维护的管理要求

3.10.1 飞行区场地日常维护人员作业前应明确现场工作的目标 and 内容。

3.10.2 飞行区场地日常维护机具应按照计划的路径进出飞行区。

3.10.3 进入跑道、滑行道或可能影响航空器运行的区域,必须向塔台或相关管制部门提出申请,经同意后方可进入。

3.10.4 进入飞行区的作业人员应配备无线电通信设备,与塔台保持实时联系。

3.10.5 应做好各项日常维护工作的台帐记录与资料保存工作。

4 道面病害处治对策与修复管理要求

4.1 一般规定

4.1.1 应根据道面病害类型选择处治对策。

1 水泥混凝土道面常见病害可分为裂缝断板类、接缝类、竖向位移类、表层类和道面修补的再次损坏等五大类 14 种典型类型；

2 沥青混凝土道面常见病害可分为裂缝类、竖向变形类、表层类和道面修补的再次损坏等四大类 16 种典型类型；

3 损坏类型的识别及损坏程度的判定应按照《民用机场道面评价管理技术规范》的相关规定执行。

4.1.2 应及时处治道面病害。宜在损坏程度轻微时采取合理措施，防止病害进一步发展。

4.1.3 根据修复目标，道面修复方法可分为耐久性修复、临时性修复和应急性抢修三大类。决策中，应优先选用耐久性修复方法；受客观因素制约时，可采用临时性修复方法，但应尽早对临时性修复的道面进行耐久性修复；机场运行期间道面发生突发性损坏时，可采用应急性抢修方法，但一般应在 48 小时内对应急性抢修的道面进行耐久性修复。

4.1.4 应对修复材料、机具与工艺的实际应用效果进行监测，作为后续道面病害处治对策的选择依据。

4.1.5 不宜在强降雨或极低温天气实施道面修补。如遇紧急情况，可进行应急性抢修。

4.2 水泥混凝土道面病害处治对策

4.2.1 水泥混凝土道面裂缝断板类病害包括“纵向、横向和斜向裂

缝”、“破碎板或交叉裂缝”和“角隅断裂”等三种损坏类型。

1 “纵向、横向和斜向裂缝”是在飞机轮载反复作用下,水泥混凝土板块疲劳强度不足引起的,通常出现在板块中部垂直于接缝位置(见图 4.2.1);

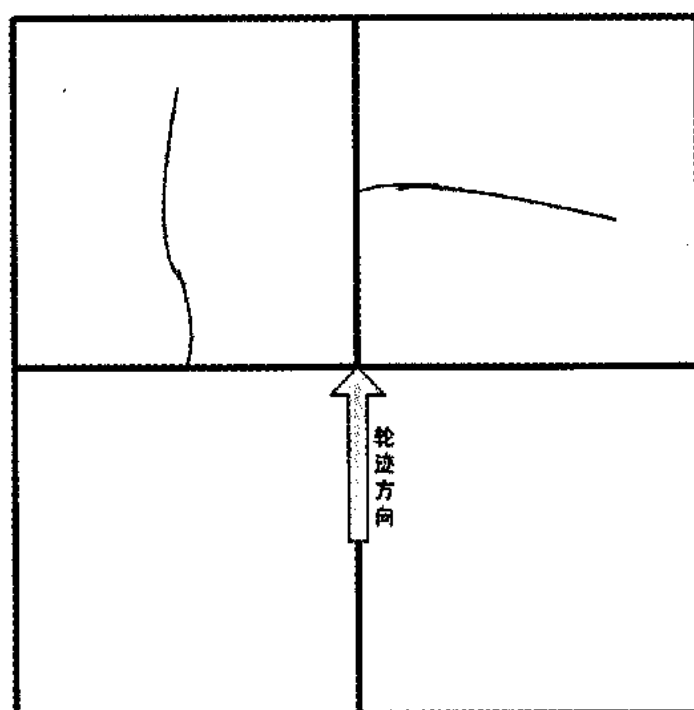


图 4.2.1 “纵向、横向和斜向裂缝”示意图

2 出现“纵向、横向和斜向裂缝”后,板块整体抗弯拉能力迅速下降,如不及时处治,在飞机轮载作用下裂缝逐渐加宽,裂缝周边常出现剥落、掉粒等现象,并产生次生裂缝,进一步发展形成“破碎板或交叉裂缝”病害,严重影响和降低道面结构的整体性和承载能力;

3 “角隅断裂”一般是由飞机轮载作用引起的,往往发生在飞机主起落架轮迹覆盖区域的板块位置(如飞机滑跑轮迹带、联络道转向进出口等),具有发展速度快、断裂后的角隅易下沉、错台现象较明显等特征。

4.2.2 裂缝断板类病害对于道面结构承载能力影响较大,宜进行全厚度修补。但是全厚度修补费用高,工艺较复杂,且修补时间较长,对机场运行的影响大,因此一些裂缝断板类病害可酌情采用部分厚度修补或裂缝灌填等处治方法。

1 应采取全厚度修补的情况:

1) 单块板块上存在多条“纵向、横向或斜向裂缝”,单条裂缝长度超

过板块短边长度的一半,且其中一条裂缝的平均宽度大于 10 mm 时,应对该板块进行整体更换,并宜恢复原有的传力杆或拉杆;

2) 出现“角隅断裂”,或裂缝两边的板块存在明显错台,或裂缝周边出现明显唧泥时,应先处治基层,再对裂缝影响区域内的板块进行全厚度修补。

2 可考虑部分厚度修补的情况:

裂缝周边板块无明显错台但出现比较严重的剥落时,可对裂缝影响区域内的板块进行部分厚度修补。建议修补深度为板块厚度的一半,宜通过设置连钉的方式增强补块与原有道面之间的联结。

3 可考虑裂缝灌填的情况:

裂缝之间无交叉,裂缝两侧无明显错台,裂缝平均宽度小于 5 mm 而且周边无明显剥落时,可进行裂缝灌填,以防裂缝进一步扩展和地表水下渗。

4.2.3 水泥混凝土道面接缝类病害包括“嵌缝料损坏”、“接缝破碎”、“板角剥落”和“胀裂”等四种损坏类型。

1 “嵌缝料损坏”指灌缝材料出现剥落、挤出、缺失或其他失效现象,其主要原因是灌缝材料发生老化后弹性与粘附性下降,与缝壁粘结失效,失去封堵作用。“嵌缝料损坏”容易引起唧泥和脱空等基层病害,如果硬粒进入缝槽,还可引起“接缝破碎”和“板角剥落”等病害;

2 “接缝破碎”和“板角剥落”指水泥混凝土板块边角位置产生少量碎粒的现象,碎粒如不及时清扫将对飞机运行构成安全隐患;

3 “胀裂”是由于胀缝设置不合理或胀缝失效等原因引起的,“胀裂”后胀缝周边的板块易出现全厚度碎裂,结构承载能力基本丧失。

4.2.4 接缝类病害处治对策如下:

1 “嵌缝料损坏”易引发一系列其他病害,应及时修复;

2 存在“接缝破碎”或“板角剥落”的接缝,如果接缝周边破碎程度轻微

(破碎影响宽度小于 25 mm), 可将破碎部分清除干净, 然后灌填灌缝材料;

3 接缝周边的破碎程度比较严重(破碎影响宽度大于 25 mm, 影响深度小于 15 mm) 时, 可对破碎部分的板块进行浅层修补;

4 接缝周边的破碎程度很严重(破碎影响宽度大于 25 mm, 影响深度大于 15 mm) 时, 宜对破碎部分的板块进行部分厚度修补;

5 应对“胀裂”影响范围内的板块进行全厚度修补。

4.2.5 水泥混凝土道面竖向位移类病害包括“唧泥和板底脱空”和“沉陷或错台”等两种损坏类型。

1 地表水沿接缝(裂缝)渗入基层, 在飞机轮载反复作用下形成动水压力, 将冲刷基层材料, 导致基层中的细集料通过接缝(裂缝)被带到表面形成“唧泥”现象。随着细集料流失, 板底出现“脱空”区域(见图 4.2.5)。此外, 轮载反复作用下基层材料的累积塑性变形也是基层出现脱空的重要原因。现场测试表明, 机场水泥混凝土道面板底脱空比较普遍, 特别是排水系统不完善或采用块石、粒料类基础的道面等情况。脱空状态下板块在飞机轮载作用下的弯沉和弯拉应力很大, 容易导致道面混凝土板断裂;

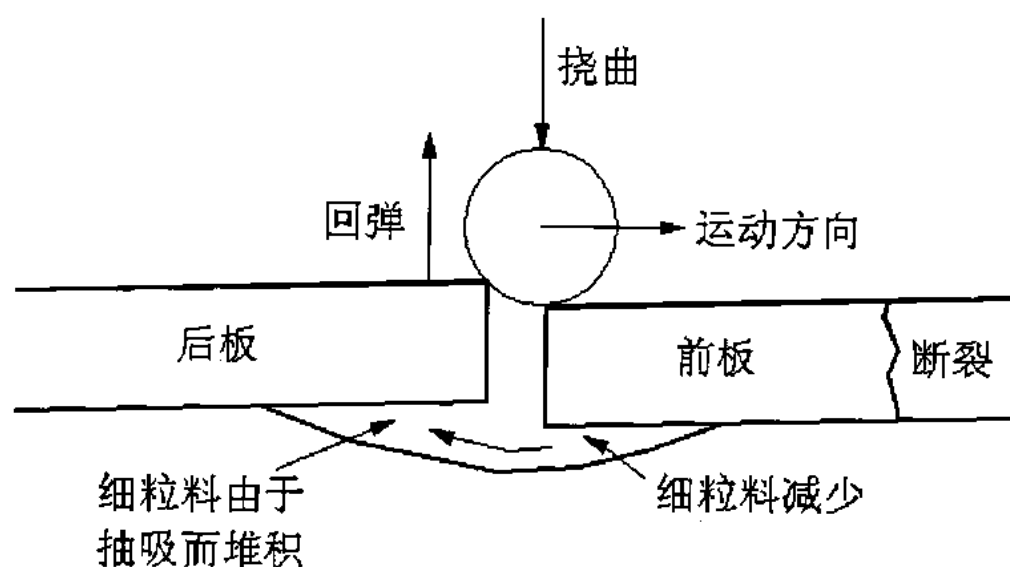


图 4.2.5 唧泥和板底脱空成因分析示意图

2 “沉陷或错台”是由地基沉陷、基层脱空或者地基基础冻胀、融沉等引起的。“沉陷或错台”影响道面平整度, 严重时 will 影响道面结构性能, 以及飞机的滑行舒适性和安全。

4.2.6 竖向位移类病害处治对策如下:

1 “唧泥和板底脱空”目前最为有效的处治对策是基础注浆,并更换接缝处的灌缝材料;对于排水系统不完善的机场,还应改善排水系统,尽量减小水对基层的冲刷;

2 “沉陷或错台”可根据错台量(或沉陷量)的大小采取以下处治对策:

1) 错台量(沉陷量)小于 5 mm 时,应及时更换错台(沉陷)板块接缝处的灌缝材料;

2) 错台量(沉陷量)介于 5 ~ 10 mm 时,可采取板块研磨的方法消除错台;

3) 错台量(沉陷量)大于 10 mm 时,可采取部分厚度修补(见图 4.2.6-1)。修补深度宜为 5 ~ 10 cm,修补宽度由高差计算确定,修补面坡度 i 不得大于 1 %;

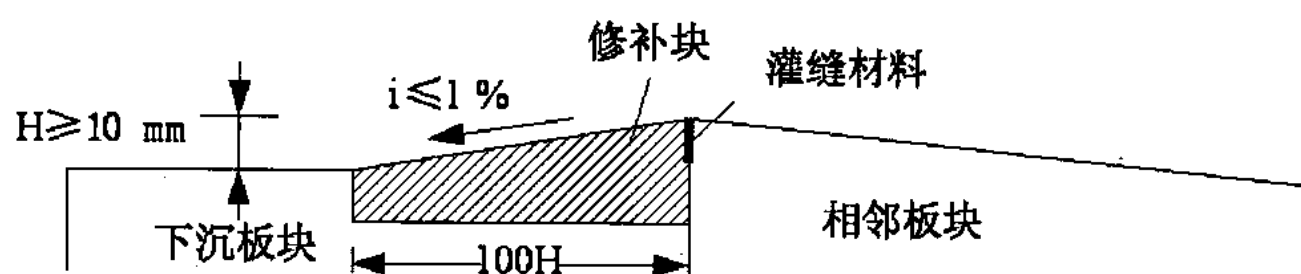


图 4.2.6-1 部分厚度修补法消除错台

4) 板块出现“拱起”现象时,可对拱起处接缝做全厚度切割,切割宽度为 3 ~ 5 cm,并将接缝内的碎块清理干净,待应力充分释放后更换灌缝材料(见图 4.2.6-2)。

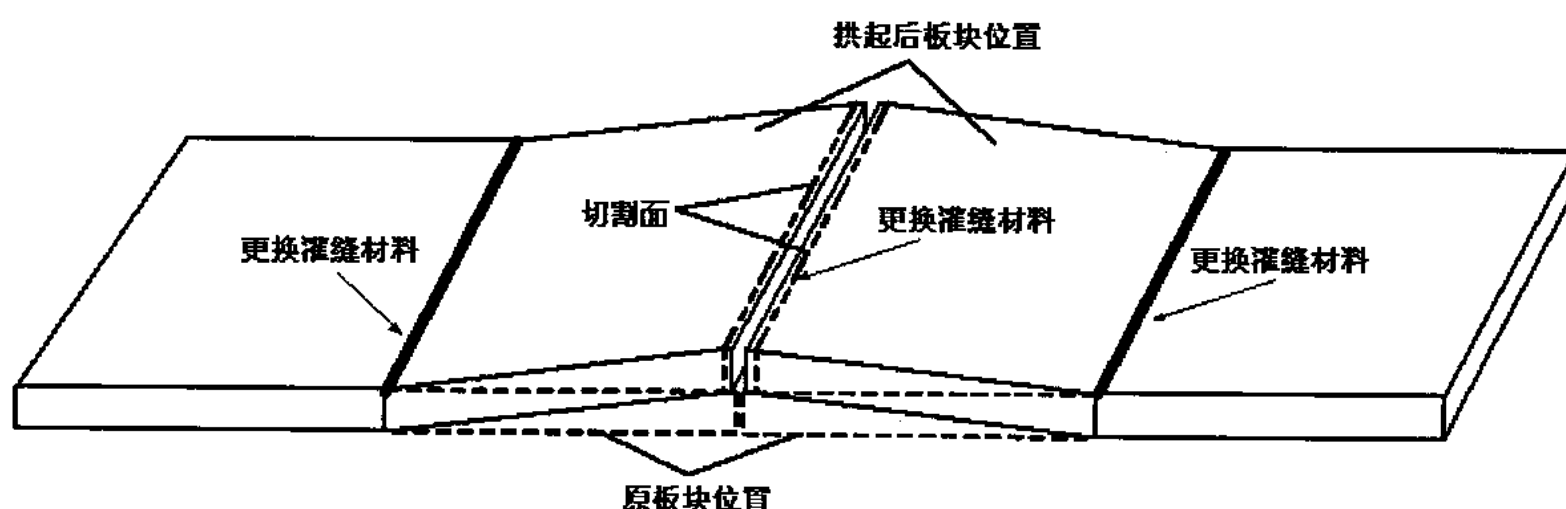


图 4.2.6-2 切缝法处治板块拱起

4.2.7 水泥混凝土道面表层类病害包括“起皮、龟裂和细微裂纹”、“耐久性裂缝”、“收缩裂缝”和“坑洞”等四种损坏类型。

1 “起皮、龟裂和细微裂纹”表现为表层掉皮,或形成网状、浅而细的发丝状裂纹,影响深度一般为表面以下 3~13 mm,常遍布于整个板块。程度轻微的“起皮、龟裂和细微裂纹”影响道面外观,但对道面使用性能并无显著影响;程度严重时可能引起道面表层粗集料的剥落;

2 “耐久性裂缝”表现为接缝附近出现平行的发丝状表层裂缝,裂缝周围通常呈现暗色,严重时可导致接缝周边 0.3~0.6 m 范围内出现碎裂;

3 “收缩裂缝”表现为表面出现数厘米长的细微裂缝,影响深度较浅。程度轻微时对道面使用性能影响较小;

4 “坑洞”表现为板块表面出现一些“小坑”,直径约为 25~100 mm,深度约 13~50 mm,对于道面使用性能的影响通常较小。

4.2.8 损坏程度轻微的表层类病害,由于对道面使用性能的直接影响不大,且一般不会进一步引发其他病害,因此不宜采取补块修补措施(包括浅层、部分厚度和全厚度修补)。但是,道面表层存在较多细微裂纹时容易积聚水分,“三北”地区的机场,在冻融循环和融雪(除冰)材料腐蚀的双重作用下,道面容易出现大面积起皮、露石或集料剥落等现象,影响道面使用性能。按照目前的技术水平,可以考虑以下处治对策:

1 在已存在表层类病害的道面表面洒布水泥混凝土防水增固剂,通过封堵道面表层微裂缝,延缓大面积起皮、露石和集料剥落等病害;

2 道面表层类病害程度严重且面积很大时,可实施道面功能性加铺工程。

4.2.9 水泥混凝土道面修补的再次损坏通常先发生在补块与原道面相接的位置,初期表现为剥落;当补块修补质量不高时,还可能发生补块断裂、破碎等现象,此时应完全清除已损坏的补块,再重新修补。

4.2.10 繁忙机场运行期间道面发生突发性损坏时,可采用磷酸盐水

泥砂浆进行应急性抢修。

4.3 沥青混凝土道面病害处治对策

4.3.1 沥青混凝土道面裂缝类病害包括“纵向和横向裂缝”、“反射裂缝”、“滑移裂缝”、“龟裂”和“不规则裂缝”等五种损坏类型。

1 “纵向裂缝”指平行于轮迹方向的道面开裂现象,“横向裂缝”指垂直于轮迹方向的道面开裂现象;

2 “反射裂缝”多在旧水泥混凝土道面加铺沥青层(“白+黑”)的复合道面上出现,在横向分布上一般具有明显的规律;

3 “滑移裂缝”是道面上出现的月牙或半月状裂缝,多出现在飞机制动或者转向位置;

4 “龟裂”与“不规则裂缝”均表现为网格状交叉裂缝形式,初期为相互平行的裂缝(多为纵向),随着次生裂缝的发展,逐渐交叉形成网格状。

裂缝类病害对于道面使用性能的影响主要体现在两个方面:

1 裂缝为地表水进入沥青混凝土内部提供通道,水分进入沥青混合料内部后,将降低集料与沥青之间的粘结性能,道面容易出现松散等现象;

2 裂缝在轮载作用下出现应力集中,裂缝周边的道面容易产生剥落和新的交叉次生裂缝,发展到一定程度后可形成大块剥落,影响安全。

4.3.2 沥青混凝土道面出现各种形式的裂缝后,应立即进行裂缝填补或局部补块修补。

1 对于无交叉的裂缝可进行裂缝填补。根据不同的沥青混合料类型及裂缝宽度,可选取贴缝或开槽灌缝的处治方法;

1) 我国民用机场沥青混凝土道面的上面层多为 SMA-16 或 SMA-13,当裂缝平均宽度小于 25 mm 时,应进行贴缝处治。由于 SMA 是间断式级配,出现的裂缝形状一般不规则,如果开槽则裂缝周边的粗集料容易剥落,因此不宜开槽灌缝;

2) 对于 AC-16 或 AC-13 等连续级配的沥青混凝土,当裂缝平均宽度小于 3 mm 时,也可直接进行贴缝处治;

3) 对于 AC-16 或 AC-13 等连续级配的沥青混凝土,当裂缝平均宽度介于 3~25 mm,且裂缝周边无明显次生裂缝,剥落程度轻微时,应进行开槽灌缝。

2 对于网格状裂缝,或者缝宽较大的纵向、横向裂缝与反射裂缝,宜局部补块修补。

1) “滑移裂缝”、“龟裂”或“不规则裂缝”的道面,因其面层结构承载能力基本丧失,应及时进行全厚度补块修补;

2) 裂缝平均宽度大于 25 mm 的“纵向和横向裂缝”或“反射裂缝”,或者平均缝宽小于 25 mm,但是裂缝周边次生裂缝明显、剥落严重、影响范围超过 50 mm 时,宜沿着裂缝进行全长范围的补块修补。

4.3.3 沥青混凝土道面竖向变形类病害包括“轮辙”、“沉陷”、“隆起”、“搓板”和“推挤”等五种损坏类型。

1 “轮辙”表现为道面沿轮迹方向的凹陷,以及轮迹两侧局部道面可能出现的隆起现象。降雨时轮辙位置会出现积水,飞机高速滑跑时容易飘滑,过深的轮辙对飞机转向也会产生不利影响;

2 “沉陷”是道面局部区域明显低于周边的现象;“隆起”则是道面局部区域明显高于周边的现象;“搓板”是指在飞机经常制动或者加速的位置出现垂直于轮迹方向的有规则的波浪状隆起和凹陷(相邻间距一般小于 1.5 m)现象;“推挤”发生在与水泥混凝土道面相邻的沥青混凝土道面位置,表现为道面的隆起或开裂现象。与“轮辙”相比,“沉陷”、“隆起”、“搓板”和“推挤”四种损坏类型的影响范围相对较小,出现这类损坏的道面往往同时存在裂缝。如果这类病害的数量较多或者程度严重,将降低道面的平整度。

4.3.4 竖向变形类病害常用处治对策如下:

1 对于竖向变形类病害最有效的处治对策是功能性加铺,但是由于功能性加铺造价高、对机场运行影响大,因此仅在道面使用性能严重不足的情况下实施;

2 当跑道区域的平整度最大间隙大于 13 mm(3 m 直尺法),其他区域最大间隙大于 25 mm 时,小面积的竖向变形类病害可进行局部补块修补;

3 面积较大的竖向变形类病害,如果程度较严重,经现场试验段验证技术可行后,可采用沥青混凝土现场热再生技术。

4.3.5 沥青混凝土道面表层类病害包括“松散和老化”、“喷气烧蚀”、“集料磨光”、“泛油”和“油料腐蚀”等五种损坏类型。

1 “松散和老化”指由于沥青混合料中的沥青老化造成对集料的粘附性下降,部分集料散失,道面出现微坑或者细微裂缝的现象,沥青混合料的老化是一种不可避免的现象,但可通过合理的预防性养护延缓;

2 “喷气烧蚀”多出现在军民合用机场或者飞机发动机长时间试车的道面上,指沥青混凝土道面在飞机发动机高温尾气烧蚀下发生碳化的现象,喷气烧蚀的道面与周边存在明显色差;

3 “集料磨光”一般发生在经常除胶的道面,主要是除胶作业对道面表观构造的损伤积聚所致;

4 “泛油”一般是由于沥青混合料的油石质量比过高或者空隙率过小,导致高温时沥青溢出到表面的现象;

5 “油料腐蚀”主要是由于飞机上的燃油、机油或者其他具有腐蚀性的液体洒落在道面上引起的,如果面积较大,将降低道面的抗滑性能。

4.3.6 表层类病害常用处治对策如下:

1 定期实施雾封层可延缓沥青道面老化,是一种经济有效的预防性养护措施。雾封层处治的基本要求包括:

1) 雾封层材料能有效封闭沥青道面表层的细微裂纹,减少地表水渗

入;

2) 雾封层材料喷洒后在道面表面积留量少,基本不影响道面的抗滑性能;

3) 雾封层材料对老化的沥青具有较明显的还原作用。

2 对于已经发生“喷气烧蚀”的道面,宜采取补块修补措施,修补深度一般只需满足最小修补厚度的要求即可;

3 如果大面积发生表层类病害,而且已经严重降低了道面的使用性能,宜实施道面功能性加铺。

4.3.7 沥青混凝土补块出现再次损坏,应清除原有补块后重新修补。

4.4 道面修复管理要求

4.4.1 道面修复的技术准备

1 确定道面修复的施工时间、位置、方法、材料和机具后,应按照本指南以及其他有关技术标准和规程,明确各环节的注意事项;

2 应根据道面修复方法与维修量充分估计现场施工时间。一般情况下,水泥混凝土道面结构性修复(全厚度修补和部分厚度修补)的时间(包括进场、破碎、浇捣、养生、清扫、离场等环节)不宜少于4 h;如需要设置钢筋网或传力杆(拉杆),修复时间不宜少于6 h。如果修复时间不满足要求,宜适当调整机场运行计划,不宜随意减少必要的修复时间;

3 应做好应对天气变化、设备故障等突发事件的应急预案。

4.4.2 道面修复的人员准备

1 根据道面修复的技术要求,施工与监管合理配合,各工种人数比例适当;

2 实施道面修复的人员必须接受飞行区安全教育培训;

3 应指定具体的现场负责人,做好应对突发事件的各项准备。

4.4.3 道面修复的机具准备

1 将现场施工所需各类车辆、机械、设备、便携工具等登记造表(一式两份);

2 车辆和机具设备进入飞行区前应处于良好工作状态,进场前应清点设备和工具数量。

4.4.4 道面修复的材料准备

1 修复材料的技术指标应满足本指南相关技术要求;

2 对于需现场配制的材料,应严格按照规定的比例、程序进行配制;

3 准备充足的修复材料,预备量应略大于理论用量。

4.4.5 道面修复过程中的注意事项

1 所有现场施工人员应由专门的监管人员负责引领到指定施工地点,施工结束后由监管人员负责引领出飞行区;

2 所有现场施工人员在施工过程中不得随意离开指定工作区域,不得随意行动;

3 应在施工区域周围竖立红色警示灯等警示标志物。

4.4.6 道面修复后的离场要求

1 施工完毕后应将道面上多余的修复材料及其他废物、杂物清理干净,并带离飞行区;

2 撤离现场前,应对照工具清单清点所有施工设备、工具等。

5 道面修复材料与机具

5.1 一般规定

5.1.1 修复材料性能是影响道面修复质量的关键因素之一,应参照本指南严格控制修复材料的各项性能指标。

5.1.2 应注意道面修复材料的适用条件,包括施工温度、适用场合、修补深度和修补尺寸等,必要时应结合现场试验进行验证。

5.1.3 道面修复提倡机械化施工,以保证施工质量,提高施工效率;机场宜根据需要,配备常用的小型机具。

5.2 接缝(裂缝)灌缝材料

5.2.1 接缝(裂缝)灌缝材料的分类与适用性

1 灌缝材料的分类

灌缝材料可分为常温施工式和加热施工式两大类。常温施工式灌缝材料包括硅酮类和通用类,其中通用类又分为聚(氨)脂类、聚硫类、氯丁橡胶类和乳化沥青类等;加热施工式灌缝材料主要包括复合改性的橡胶沥青灌缝胶,部分聚(氨)脂类、聚硫类灌缝材料也需加热后施工。

2 灌缝材料的适用性

1)水泥混凝土道面接缝和裂缝的灌缝材料一般没有区别,各类灌缝材料中硅酮类性能最佳,聚硫类与复合改性的橡胶沥青灌缝胶性能次之,聚(氨)脂类的耐久性相对较差;

2)停机坪(水泥混凝土道面)选择灌缝材料时应考虑材料的耐油腐蚀性,宜选择聚硫类或者复合改性的橡胶沥青灌缝胶,不宜选择硅酮类灌缝

材料；

3) 沥青混凝土道面裂缝填补宜选择复合改性的橡胶沥青灌缝胶,也可采用常温施工式的乳化沥青基灌缝材料,不宜选择硅酮类(水泥与沥青混凝土道面之间胀缝除外)、聚(氨)脂类和聚硫类灌缝材料。橡胶沥青灌缝胶为沥青基材料,与沥青混凝土相容性好,而且采用加热式施工可增强灌缝材料与沥青道面的粘附性。

5.2.2 接缝(裂缝)灌缝材料的使用注意事项

1 常温施工式灌缝材料不宜在环境温度低于材料允许最低施工温度时施工,允许温度可参照材料厂家建议值,通常不低于4℃;

2 对于加热施工式灌缝材料,以下情况应废弃:

1) 材料拌合温度超过材料正常施工温度(过热);

2) 材料在施工温度下存放超过4h;

3) 施工后剩余的灌缝材料。

5.2.3 硅酮类灌缝材料的性能要求

表 5.2.3 硅酮类灌缝材料技术要求^注

测试项目		非自流平型	自流平型
表干时间(min)		≤45	≤90
质量损失率(%)		≤6	≤5
失粘(固化)时间(h)		≤3	≤8
流动度(mm)		0	0
弹性(复原)率(%)		≥80	≥80
拉伸模量 (+100%)	温度条件:20℃	≤0.3	≤0.1
	温度条件:-20℃	≤0.3	≤0.1
拉伸量(温度条件-10℃,mm)		≥65	≥100
延伸性(%)		≥500	≥600
与混凝土粘结面积		粘结丧失面积不大于20%,胶体内聚有局部破坏	

拉伸强度 (MPa)	无处理	≤ 0.4	≤ 0.15
	热老化(80℃,168 h)	≤ 0.8	≤ 0.2
	紫外线(300 W,168 h,41℃)	≤ 0.8	≤ 0.2
	浸水(4 d)	≤ 0.4	≤ 0.15
伸长率 (%)	无处理	≥ 400	≥ 800
	热老化(80℃,168 h)	≥ 300	≥ 700
	紫外线(300 W,168 h,41℃)	≥ 300	≥ 700
	浸水(4 d)	≥ 400	≥ 600

注:硅酮类灌缝材料技术要求参照《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》。

5.2.4 通用类灌缝材料的性能要求

表 5.2.4 通用类灌缝材料技术要求^注

测试项目	低弹性型	高弹性型
固含量(%)	≥ 15	≥ 15
表干时间(h)	≤ 3	≤ 3
实干时间(h)	≤ 24	≤ 24
失粘(固化)时间(h)	6 ~ 24	3 ~ 16
流动度(mm)	0	0
弹性(复原)率(%)	≥ 75	≥ 90
拉伸量(温度条件 -10℃,mm)	≥ 15	≥ 25
与混凝土粘结强度(MPa)	≥ 0.2	≥ 0.4
粘结延伸率(%)	≥ 200	≥ 400

注:1 通用类灌缝材料技术要求参照《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》。

2 低弹性型适宜在气候严寒和寒冷地区使用,高弹性型适宜在气候炎热和温暖地区使用。

3 加热型聚氨脂类、聚硫类材料的技术要求同常温施工式材料。

5.2.5 加热施工式灌缝材料的性能要求

表 5.2.5 加热式灌缝材料技术要求^{注1}

测试项目	高温型	普通型	低温型	严寒型
低温拉伸 ^{注2}	通过	通过	通过	通过
锥入度(0.1 mm)	≤50	30 ~ 70	50 ~ 90	70 ~ 150
软化点(℃)	≥85	≥85	≥85	≥85
流动值(mm) ^{注3}	≤3	≤5	≤5	≤5
弹性恢复率(%)	30 ~ 70	30 ~ 70	30 ~ 70	30 ~ 70
质量损失(%)	≤1	≤1	≤1	≤1
浸水后定伸(100 %)粘结性	无破坏	无破坏	无破坏	无破坏

注1:低温拉伸、锥入度、软化点、流动值和弹性恢复率指标参照《路面橡胶沥青灌缝胶》,质量损失指标参照《公路沥青路面施工技术规范》,浸水后定伸(100 %)粘结性指标参照《道桥嵌缝用密封胶》。

注2:高温型、普通型、低温型和严寒型的试验温度分别为:0℃, -10℃, -20℃和-30℃。

注3:可作为补充测试项目。

5.2.6 接缝或裂缝灌填中背衬条的性能要求

表 5.2.6 背衬条的技术要求^注

测试项目	泡沫塑料条		
	I 型	II 型	III 型
密度(kg/m ³)	≤96.1	≤64.1	≤96.1
拉伸强度(MPa)	≥0.138	—	≥0.138
体积吸水率(%)	≤0.5	≤0.5	≤0.5
压缩 25 % 强度(MPa)	≥0.103	≥0.103	≥0.103
压缩恢复率(%)	≥90	≥90	≥90
抗热性(℃)	200	200	—
最大收缩(%)	10	10	10

注:泡沫塑料条 I 型为冷热两用圆棒状, II 型为冷热两用条状, III 型为冷用圆棒状。

5.3 水泥混凝土道面补块修补材料

5.3.1 水泥混凝土道面补块修补材料的技术要求

水泥混凝土道面补块修补(部分厚度和全厚度修补)材料主要包括通用硅酸盐水泥混凝土和快硬早强水泥混凝土两大类。通用硅酸盐水泥混凝土可分为硅酸盐水泥混凝土和普通硅酸盐水泥混凝土;快硬早强水泥混凝土主要包括磷酸盐水泥混凝土、快硬硫铝酸盐水泥混凝土和氟铝酸盐水泥混凝土等。

1 水泥混凝土道面补块修补材料的性能要求应符合表 5.3.1-1 规定;

表 5.3.1-1 水泥混凝土道面补块修补材料的技术要求^注

测试项目	标 准
抗折强度	≥ 3.5 MPa(开放交通时)
抗压强度	≥ 30 MPa(开放交通时)
粘结抗折强度	$\geq$ 抗折强度的 50 % (开放交通时)
收缩性	收缩率 ≤ 0.03 % (28 d)
耐磨性	优于通用硅酸盐水泥混凝土或砂浆

注:当胶结料为通用硅酸盐水泥时,仅需满足抗折强度和抗压强度两项指标。

2 表 5.3.1-1 中各项性能指标的试验方法可按照表 5.3.1-2 执行;

表 5.3.1-2 补块修补材料技术指标的试验方法

测试项目	试验方法
抗折强度	参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0558。
抗压强度	参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0553。
粘结抗折强度	参见附录 D1。
收缩性	参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0566。

耐磨性	试验方法 1:测定混凝土试件的单位面积磨耗量,参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0567; 试验方法 2^注:测定水泥胶砂试件单位面积磨耗量,参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0510 或《水泥胶砂耐磨性试验方法》。
-----	--

注:由于混凝土耐磨试验较为复杂且发展不成熟,可通过测定水泥砂浆试件的耐磨性来反映混凝土的耐磨性,两者有较好的相关性。

3 混凝土中原材料的组成和性能要求应符合表 5.3.1-3 的规定。

表 5.3.1-3 修补混凝土原材料的一般要求

组成材料	使用要求
水泥	详见后续条文。
细集料	宜选用中粗河砂,砂子含泥量应小于 1 %,不应使用海砂或特细河砂。
粗集料	宜选用质地坚硬的级配碎石,石子粒径宜控制在 5 ~ 31.5 mm 之间。石子的含泥量应小于 0.5 %。
外加剂	详见后续条文。
水	宜选用自来水或饮用水,不应使用污水或海水。

5.3.2 水泥混凝土道面补块修补材料的适用性

1 施工时间允许时应优先选择通用硅酸盐水泥混凝土,可掺入早强剂减少养护时间;

2 对于施工允许时间很短(数小时)的情况,可采用快硬早强水泥混凝土。快硬早强水泥混凝土修补后 1 ~ 8 h 即可开放交通,具有强度高、硬化快、收缩小等优点,而且粘结性、抗冻性、抗渗性、耐磨性很好,与普通混凝土具有较好的相容性,但费用较高。

5.3.3 通用硅酸盐水泥

1 通用硅酸盐水泥的理化指标

表 5.3.3 -1 通用硅酸盐水泥的理化指标

测试项目		硅酸盐水泥 P · I	硅酸盐水泥 P · II	普通硅酸盐水泥 P · O	试验方法
不溶物		≤0.75 %	≤1.5 %	—	GB/T 176
烧失量		≤3.0 %	≤3.5 %	≤5.0 %	GB/T 176
三氧化硫		≤3.5 %			GB/T 176
氧化镁		≤5.0 % ^{注1,注2}			GB/T 176
氯离子		≤0.06 %			JC/T 420
细度(比表面积)		≥300 m ² /kg			GB/T 8074
凝结 时间	初凝	≥45 min			GB/T 1346
	终凝	≤6.5 h	≤10 h		
安定性		沸煮法合格			GB/T 1346
碱含量 Na ₂ O + 0.658K ₂ O		≤0.60% ^{注3}			GB/T 176

注 1:如果水泥压蒸试验合格,则水泥中氧化镁的含量(质量分数)允许放宽至 6.0 %。

注 2:如果水泥中氧化镁的含量(质量分数)大于 6.0 % ,需进行水泥压蒸安定性试验并合格。

注 3:若使用活性骨料,用户要求提供低碱水泥时,水泥中的碱含量(质量分数)应不大于 0.60% 。

2 通用硅酸盐水泥的强度要求

表 5.3.3 -2 通用硅酸盐水泥的强度指标

品种	强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
		3 d	28 d	3 d	28 d
硅酸盐水泥	42.5	≥17.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥22.0	≥42.5	≥4.0	≥6.5
	52.5	≥23.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥27.0	≥52.5	≥5.0	≥7.0
	62.5	≥28.0	≥62.5	≥5.0	≥8.0
	62.5R	≥32.0	≥62.5	≥5.5	≥8.0

普通硅酸盐 水泥	42.5	≥17.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥22.0	≥42.5	≥4.0	≥6.5
	52.5	≥23.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥27.0	≥52.5	≥5.0	≥7.0

5.3.4 磷酸盐水泥

磷酸盐水泥由磷酸盐、氧化镁、矿物掺合料及外加剂按一定比例配制而成。磷酸盐与氧化镁混合后加水发生反应,迅速生成磷酸盐水化物,形成以氧化镁颗粒为框架,以磷酸盐结晶水化物为粘结料的结晶结构网。磷酸盐水泥混凝土可达到的性能指标如表 5.3.4 所示。

表 5.3.4 磷酸盐水泥混凝土的技术指标^注

主要技术指标		标 准
抗压强度 (MPa)	1 h	≥30.0
	3 h	≥35.0
	7 d	≥50.0
抗折强度 (MPa)	1 h	≥3.5
	3 h	≥4.0
	7 d	≥6.0
3 h 抗折粘结强度 (MPa)		≥3.0
收缩率 (%)		0.0025
热膨胀系数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)		8.2

注:混凝土配合比为水泥:砂:碎石:水=1:1:1.5:0.12。

采用磷酸盐水泥修复,1 h 即可满足机场开放交通的要求,较适合水泥混凝土道面补块的快速修补,主要技术特点如下:

- 1 与普通混凝土的粘结强度很高,收缩率约为普通混凝土的 1/30,基本不收缩,体积稳定性很好,热膨胀系数和弹性模量与普通混凝土相近;
- 2 早期强度发展很快,但 7 d 以后基本趋于稳定,之后强度发展缓慢;

3 具有快凝快硬特性,初凝与终凝时间间隔很短,初凝时间一般在 5 min 以内,通过改变缓凝剂的用量可使初凝时间在 2 ~ 90 min 内调整;

4 具有很高的水化热,因此能够在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的环境中施工,低温凝结速度快;

5 具有很好的耐磨性、防钢筋锈蚀性和抗冻性能。

5.3.5 磷酸盐水泥使用注意事项

1 磷酸盐水泥温度敏感性强,通常按照不同施工温度标注水泥型号。使用时应严格按照现场实际的温度选择对应型号的材料,否则会导致早期强度增长过慢(低于适用温度时)或者初凝时间过短(高于适用温度时);

2 施工时应严格控制水灰比(质量比),水灰比的增长会使强度迅速下降,水灰比宜在 0.10 ~ 0.14 之间;

3 磷酸盐水泥硬化时会产生大量的气泡,为有效减少表面气泡的形成,应通过不断做面及时排出气泡;

4 磷酸盐水泥混凝土强度形成是依靠酸碱中和反应,而非水化反应,因此修补前不应在坑槽表面洒水,修补后不必湿养;

5 雨天修补时应做好防水措施;

6 磷酸盐水泥长期与水接触会发生一定的强度倒缩,因此补块不宜长期浸泡在水中;

7 花岗岩和河砂是配制磷酸盐水泥砂浆或混凝土良好的细集料,含有大量 CaCO_3 或 CaO 的石灰岩集料不宜与磷酸盐水泥一起使用。

5.3.6 快硬硫铝酸盐水泥

快硬硫铝酸盐水泥是以无水硫铝酸钙和硅酸二钙为主要矿物成分的熟料,加入适量石膏共同磨细制成的高早强的水硬性胶凝材料,根据不同的配比和外加剂,可以配制成不同性能的快硬硫铝酸盐水泥系列。

1 一般快硬硫铝酸盐水泥的比表面积不小于 $350\text{ m}^2/\text{kg}$,初凝时间不

早于 25 min,终凝时间不迟于 3 h;

2 快硬硫铝酸盐水泥的密度较硅酸盐水泥低很多,水化热约 190 ~ 210 KJ/kg,有良好的抗冻性和低温硬化性能,可在负温(-15 ~ -25 ℃)的条件下使用;

3 快硬硫铝酸盐水泥的抗渗性好,抗渗强度大于 3.0 MPa,具有微膨胀性,干缩比小于硅酸盐水泥;

4 快硬硫铝酸盐水泥的强度分级采用 3 d 抗压强度,强度指标如表 5.3.6-1 所示;

5 用于水泥混凝土道面补块修补时,可参考表 5.3.6-2 中性能与龄期的关系估算机场开放交通的时间。

表 5.3.6-1 快硬硫铝酸盐水泥的强度指标

强度等级	抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)		
	1 d	3 d	28 d	1 d	3 d	28 d
42.5	≥33.0	≥42.5	≥45.0	≥6.0	≥6.5	≥7.0
52.5	≥42.0	≥52.5	≥55.0	≥6.5	≥7.0	≥7.5
62.5	≥50.0	≥62.5	≥65.0	≥7.0	≥7.5	≥8.0
72.5	≥56.0	≥72.5	≥75.0	≥7.5	≥8.0	≥8.5

表 5.3.6-2 快硬硫铝酸盐水泥混凝土的技术指标^注

主要技术指标	不同龄期对应的数值						
抗折强度 (MPa)	龄期	3 h	4 h	1 d	3 d	7 d	28 d
	数值	≥3.6	≥4.3	≥6.0	≥6.4	≥6.5	≥6.6
抗压强度 (MPa)	龄期	3 h	4 h	1 d	3 d	7 d	28 d
	数值	≥28.2	≥30.5	≥39.8	≥42.8	≥46.0	≥50.6
粘结抗折强度 (MPa)	龄期	3 h	-	-	-	-	-
	数值	≥3.2	-	-	-	-	-

收缩率(%)	龄期	1 d	3 d	7 d	14 d	28 d	60 d
	数值	0.0136	0.0170	0.0180	0.0190	0.0217	0.0226
耐磨性	磨耗量比普通硅酸盐水泥小 20% ~ 30 %						

注:采用强度等级 52.5 快硬硫铝酸盐水泥,粗集料选用玄武岩连续级配碎石,细集料选用中粗砂,水泥用量 500 kg/m^3 ,水灰比 0.34,砂率 0.34,丙烯酸类减水剂 1.2 % (占水泥质量分数)。

5.3.7 快硬硫铝酸盐水泥使用注意事项

1 配制混凝土时水泥用量不宜小于 280 kg/m^3 ,不使用减水剂时,采用的水灰比范围一般为 0.38 ~ 0.65;

2 混凝土硬化后应及时采取保湿养护(特别是夏季),直至其抗压强度达到 30 MPa 为止,如果条件允许,保湿养护时间应尽可能延长;

3 冬季施工时,可加入适量的防冻剂;

4 该水泥具有低碱特性,早期对钢筋有轻微锈蚀,但后期不继续发展,当对钢筋的防锈要求较高时,可加入适量的阻锈剂;

5 修补时要加强抹面和养护,否则在表面容易出现“起砂”现象。

5.3.8 氟铝酸盐水泥

氟铝酸盐水泥是以氟铝酸钙、硅酸二钙为主要成分的熟料,加入适量粒化高炉矿渣、硬石膏和激发剂经过细磨而制成的一种凝结快、早期强度高的水硬性胶凝材料。氟铝酸盐水泥根据不同的配比和外加剂,可以配制成不同性能的氟铝酸盐水泥系列。

1 氟铝酸盐水泥的比表面积宜控制在 $500 \sim 600 \text{ m}^2/\text{kg}$,具有快凝特性,在一般环境温度下(20°C 左右),不掺缓凝剂时初凝 1 ~ 2 min,终凝 2 ~ 4 min,掺入缓凝剂可使其凝结时间推迟至 20 ~ 60 min;

2 氟铝酸盐水泥的水化速度快,放热集中,4 h 放出热量可达 250 kJ/kg ,占其 7 d 水化放热的 75% ~ 80 %,因此,在低温下具有较高的早期强度;

3 氟铝酸盐水泥具有微膨胀性,能补偿收缩,收缩率小,且具有非常

好的抗硫酸盐侵蚀性能；

4 一般氟铝酸盐水泥混凝土可以达到的强度指标如表 5.3.8 所示。

表 5.3.8 氟铝酸盐水泥的强度指标^注

抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)		
4 h	1 d	28 d	4 h	1 d	28 d
≥25.0	≥45.0	≥55.0	≥4.5	≥6.0	≥7.2

注：我国暂时还没有颁布氟铝酸盐水泥相关标准，因此氟铝酸盐水泥没有强度等级的区分。

5.3.9 氟铝酸盐水泥使用注意事项

- 1 配制混凝土时水泥用量应大于 400 kg/m^3 ，水灰比不应大于 0.42；
- 2 混凝土硬化后应及时采取保湿养护（特别是夏季），直至其强度达到 30 MPa 为止，如果条件允许，保湿养护时间尽可能延长；
- 3 氟铝酸盐水泥早期对钢筋有轻微锈蚀，但后期不继续发展，当对钢筋的防锈要求较高时，可加入适量的阻锈剂；
- 4 由于凝结时间特别短，修补时应根据施工条件和强度要求，添加适量缓凝剂。

5.3.10 外加剂

用于水泥混凝土道面修补材料的外加剂主要包括缓凝剂、高效减水剂、快速修补剂和有机聚合物等。使用外加剂时，应根据现场实际情况确定最佳掺量，以满足开放交通和施工可操作时间等方面的要求。

1 缓凝剂

快硬硫铝酸盐水泥和氟铝酸盐水泥宜选用酒石酸、柠檬酸或硼酸作为缓凝剂；磷酸盐水泥宜选用硼砂作为缓凝剂。

2 高效减水剂

高效减水剂主要用于通用硅酸盐水泥中，分为萘系高效减水剂、密胺系高效减水剂、氨基磺酸盐系高效减水剂、脂肪族高效减水剂和聚羧酸系高效减水剂等五类。

3 快速修补剂

快速修补剂用于通用硅酸盐水泥,一般以无机材料为主要组分,掺量越高,则早强性能越明显,使用时以内掺法等量取代通用硅酸盐水泥。大多数快速修补剂含有硫铝酸盐、氟铝酸盐等快硬早强成分,掺加快速修补剂的混凝土早期强度较高,硬化较快,收缩小,耐磨性也较好,热膨胀系数和弹性模量与普通混凝土基本一致,外观协调,施工方便。可根据小时强度的要求调整快速修补剂的掺量,一般开放交通时间为 6~24 h。

4 有机聚合物

有机聚合物一般添加在通用硅酸盐水泥中,起到聚合物改性作用,聚合物材料可以是聚合物乳液或水溶性聚合物,聚合物改性材料现场制备困难,定型产品不多见,一般是依照特定工程任务配置使用。

1) 聚合物乳液:包括天然橡胶、合成橡胶、热塑性树脂、热固性树脂、沥青与石蜡等。乳液的浓度通常按质量计为 40%~60%,聚合物在混凝土中最佳掺量一般为水泥用量的 10%~20%,在此掺量范围内,水泥混凝土的抗拉强度、抗折强度、粘结性能等都有明显改善。和普通混凝土相比,抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性能均有显著提高,耐磨性和抗冲击性提高了许多倍。干缩率随聚合物掺量的增大而减小,但因聚合物种类与养护条件而异。缺点是有一定的毒性,耐高温性能较差;

2) 水溶性聚合物:包括酚醛、脲醛、环氧、聚乙烯醇、密胺甲醛和聚乙烯基呋喃树脂等,使用较多的是水溶性环氧。水溶性聚合物的常用掺量为水泥用量的 1%~2%。掺入水溶性聚合物的水泥混凝土强度较高,抗冻性和抗渗性良好,粘结性、抗冲击性、耐疲劳与耐化学腐蚀等性能均得到明显改善。

5.4 水泥混凝土道面浅层修补材料

5.4.1 水泥混凝土道面浅层修补材料的技术要求

5 ~ 50 mm 厚的水泥混凝土道面浅层修补,可采用聚合物砂浆或磷酸盐水泥砂浆。浅层修补材料除了要求有足够的抗折、抗压强度外,还要求其与原水泥混凝土道面具有很好的粘结抗折强度,且收缩性小,避免在轮载和温度应力作用下出现“起壳”现象。

1 浅层修补材料应满足表 5.4.1 - 1 的技术要求;

表 5.4.1 - 1 砂浆类修补材料的技术要求

测试项目	标 准	
	聚合物砂浆	磷酸盐水泥砂浆
抗折强度	≥ 3.5 MPa(开放交通时)	
抗压强度	≥ 20 MPa(开放交通时)	
粘结抗折强度	≥ 3.5 MPa(开放交通时)	
收缩性	—	收缩率小于 0.03 % (28 d)
耐磨性	优于通用硅酸盐水泥砂浆	

2 各指标的测试方法参见表 5.4.1 - 2。

表 5.4.1 - 2 砂浆类修补材料技术指标的试验方法

测试项目	试验方法
抗折强度	参照《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》或《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0506。
抗压强度	参照《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》或《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0506。
粘结抗折强度	参见附录 C2。
收缩性	参照《水泥胶砂干缩试验方法》或《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0511。
耐磨性	参照《水泥胶砂耐磨性试验方法》或《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》T 0510。

5.4.2 聚合物砂浆的分类与适用性

聚合物砂浆是以有机聚合物作为胶结料,与细集料结合而成的复合材

料。目前使用较多的是环氧树脂砂浆和聚酯树脂类砂浆,另外还有采用丙烯酸树脂类、酚醛树脂类、聚氨脂树脂类、有机硅类、硅烷偶联类或聚烯高分子类作为胶结料拌制的聚合物砂浆。

聚合物砂浆具有早期强度高、粘结性好、抗渗性和抗腐蚀性能好、脆性小、耐磨性和抗冲击性好等优点,但是有机材料组分在环境影响下(如紫外线长期照射下)易发生老化,且材料存放困难,现场配制对于施工人员的技术要求较高,生产成本和施工成本均较高,而且与旧混凝土相容性差,热膨胀系数、弹性模量相差较大,色差明显。选择聚合物砂浆材料时,应充分考虑如下几方面要求:

- 1 粘度不宜太高,可通过稀释剂进行适当调整,以便于拌合;
- 2 硬化时间可适当调整,硬化过程中不产生有害物质,尽可能减少固化收缩率;
- 3 固化过程受现场环境条件如温度、湿度的影响要尽可能小;
- 4 与集料粘结性好,有良好的耐水性和化学稳定性,耐老化性能好。

5.4.3 环氧树脂砂浆(EP 砂浆)

环氧树脂砂浆(EP 砂浆)采用不同的固化剂时,其早期强度和可操作时间存在较大的差异,其初凝时间随着固化剂用量的增加相应缩短。EP 砂浆粘结强度高,可操作时间长,但强度发展略慢,其固化速度取决于温度,一般温度每增加 10°C ,固化速度提高 1 倍,宜用于修补面积较大、粘结强度要求高的浅层修补,气温低于 5°C 时,由于 EP 砂浆固化速度很慢,不宜使用。环氧树脂系统的主要组分如下:

1 环氧树脂(主剂)

环氧树脂是线性结构的热塑性聚合物,加热呈塑性,本身不会硬化。当加入一定量固化剂后,经室温放置或加热处理,与固化剂发生交联固化反应,变成不溶于水的网状结构高分子聚合物,其性能由热塑性变为热固

性,目前使用最多的是 E 型树脂。

2 固化剂

树脂本身不会交联固化,须掺入一定比例固化剂。固化剂品种繁多,功能各异,道面修补可采用快速固化剂。常温固化宜选用胺类固化剂,加热固化宜选用酸酐、芳香类固化剂。

3 稀释剂

环氧树脂室温下粘度较大,拌制及使用均不方便,为降低粘度需加入一定量的稀释剂,增加流动性,改善树脂对集料的浸润性。配制环氧树脂砂浆时应依据固化剂种类选择合适的稀释剂,惰性稀释剂宜选用丙酮、二甲苯、苯;活性稀释剂宜选用丁基缩水甘油醚,其毒性是同类活性稀释剂中最小的,能与环氧树脂无限混溶,稀释效果好,对胺类固化剂活性最大。

4 增塑剂

增塑剂的主要作用是增加环氧树脂的韧性,提高抗弯及抗冲击强度。常用的增塑剂为二丁酯(邻苯二甲酸二丁酯)。

5 填料

填料用于减少环氧树脂用量,降低成本,适量加入还可降低热膨胀系数和收缩率。常用的中性或弱碱性填充料有石英粉、石粉、砂、水泥、砾石和石墨粉等。

5.4.4 环氧树脂砂浆(EP 砂浆)使用注意事项

- 1 使用 EP 砂浆进行浅层修补时,开放交通的时间约 3~5 h(常温);
- 2 为了提高固化速度,可采用恒温水浴的加热方式配制 EP 砂浆,加热温度一般为 60~75℃(不宜大于 80℃,防止环氧树脂局部炭化),配制好的砂浆应在 30 min 内用完;
- 3 在温度较高时,EP 砂浆粘性太高,施工困难;
- 4 典型环氧树脂砂浆的性能指标如表 5.4.4 所示。

表 5.4.4 典型环氧树脂砂浆的技术指标^注

主要技术指标		测试结果
抗折强度(MPa)	3 h	≥18
	7 d	≥27
抗压强度(MPa)	3 h	≥35
	7 d	≥101
粘结抗折强度 (MPa)	4 h	≥9.0
	7 d	≥9.0
收缩率(6 h 后趋于稳定)(%)		0.6
耐磨性		7 d 磨耗值小于普通砂浆 28 d 磨耗值
可操作时间(常温)(min)		20 ~ 50

注:主剂为双酚 A 型环氧树脂 E51,固化剂为胺类新型改性固化剂,稀释剂为丁基缩水甘油醚,胶砂质量比为 1:5。

5.4.5 不饱和聚酯树脂砂浆(UP 砂浆)

不饱和聚酯树脂砂浆(UP 砂浆)早期强度高,可操作时间适中,但是反应放热较大,宜用于修补面积较小、养护时间短、施工气温低的道面,其开放交通前养护时间仅需 1 h。不饱和聚酯树脂系统的主要组分如下:

1 不饱和聚酯树脂(主剂)

按性能和用途不同可分为通用树脂、耐蚀树脂和低收缩树脂等。各类树脂又有许多品种,如耐蚀树脂又分为中等耐蚀树脂和高度耐蚀树脂,高度耐蚀树脂按结构不同又包括双酚 A 型树脂、乙烯基酯树脂和二甲苯型树脂等,道面浅层修补宜选用 A 型通用树脂。

2 引发剂与促进剂(引发系统)

不饱和聚酯树脂固化最常用的引发剂是过氧化环己酮和过氧化苯甲酰。常用有机过氧化物引发剂的临界温度多大于 60 ℃,因此单独使用不能满足室温固化的要求,需要配合使用促进剂降低固化温度。引发剂和促

进剂必须配合使用,宜选用过氧化苯甲酰作为引发剂,二甲基苯胺作为促进剂, -5℃时可引起固化,而且固化不受水和填料的影响,可在潮湿条件下进行施工,固化速度快。

5.4.6 不饱和聚酯树脂砂浆(UP 砂浆)使用注意事项

1 UP 砂浆在可操作时间较长(约 30min)的情况下,可获得高早期强度,1 h 抗折、粘结抗折、抗压强度分别可达到 12 MPa、4.5 MPa 和 42 MPa,后期强度稳定;

2 低温情况下,UP 砂浆能保证很高的早期强度,0℃气温下其 1 h 抗折强度可达 11 MPa,抗压强度可达 38 MPa;

3 UP 砂浆耐磨性能与 EP 砂浆基本相当,收缩性较大;

4 典型不饱和聚酯树脂砂浆的材料性能指标如表 5.4.6 所示。

表 5.4.6 典型不饱和聚酯树脂砂浆的技术指标^注

主要技术指标		测试结果
抗折强度(MPa)	1 h	≥12
	28 d	≥24
抗压强度(MPa)	1 h	≥42
	28 d	≥91
粘结抗折强度 (MPa)	1 h	≥4.5
	14 d	≥7.0
1 h 最大温升(℃)		45
收缩率(2 h 后趋于稳定)(%)		0.3
耐磨性		7 d 磨耗值为 0.60 g/cm ² ,小于普通砂浆 28 d 磨耗值
可操作时间(常温)(min)		25 ~ 40

注:主剂为 A 型通用树脂,引发剂为过氧化苯甲酰 BPO,促进剂为二甲基苯胺 DMA,胶砂质量比 =1:5。

5.4.7 磷酸盐水泥砂浆

磷酸盐水泥砂浆采用化学水泥作为胶凝材料,其生产工艺、水化机理

及水化产物与传统水泥有所不同,性能较传统水泥也有所差异。由磷酸盐水泥和细集料按照一定比例配合组成的磷酸盐水泥砂浆,具有快硬早强的特性,1 h 可达到机场开放交通的要求。

5.4.8 磷酸盐水泥砂浆使用注意事项

- 1 磷酸盐水泥砂浆可采用人工搅拌,在搅拌过程中,其流动性随着时间显著增大,一般搅拌时间约 3 ~ 4 min;
- 2 磷酸盐水泥砂浆的修补厚度不宜超过 5 cm,当修补厚度大于 5 cm 时,应按要求掺入粗集料,配制磷酸盐水泥混凝土后再进行修补;
- 3 除了可作为水泥混凝土道面浅层修补材料外,按照特殊比例配制的磷酸盐水泥砂浆还可用于水泥混凝土道面的应急性抢修。应急性抢修用的磷酸盐水泥砂浆不得用于水泥混凝土道面的浅层修补;
- 4 一般磷酸盐水泥砂浆可达到的技术指标如表 5.4.8 所示。

表 5.4.8 磷酸盐水泥砂浆技术指标^注

主要技术指标		标 准
抗折强度(MPa)	1 h	≥3.5
	7 d	≥6.0
抗压强度(MPa)	1 h	≥30.0
	7 d	≥50.0
粘结抗折强度 (MPa)	3 h	≥3.0
	3 d	≥5.0
收缩率(%)		0.0034
耐磨性		优于通用硅酸盐水泥砂浆
可操作时间		可在 2 ~ 90 min 内调节

注:磷酸盐水泥:砂 = 1:1,水灰比 = 0.13。

5.4.9 浅层修补材料中的细集料应满足以下技术要求:

- 1 砂子含泥量应小于 1%;

2 磷酸盐水泥砂浆的细集料宜采用石英砂或河砂,不得采用大理石类含有大量 CaCO_3 或 CaO 的细骨料;

3 树脂砂浆的细集料必须烘干,含水率应低于 0.1%,宜采用干燥的石英砂和石英粉,宜形成较好的级配,细集料表面圆滑无尖锐棱角时与树脂的粘结强度较好。

5.5 沥青混凝土道面补块修补材料

5.5.1 沥青混凝土道面补块修补应选择热拌沥青混合料,混合料类型宜采用 AC-5、AC-10、AC-13 或者 SMA-10、SMA-13 等。小面积补块修补时可参照附录 E 的方法现场制备,修补量大时宜在拌和厂制备,修补材料的一般要求如表 5.5.1 所示。应急性抢修时也可采用冷拌沥青混合料。

表 5.5.1 沥青混凝土道面补块修补材料的技术要求

沥青混合料类型		最大粒径(mm)	公称最大粒径(mm)	级配类型	设计空隙率(%)
砂粒式	AC-5	9.5	4.75	密级配	3~5
细粒式	AC-10	13.2	9.5	密级配	3~5
	AC-13	16	13.2	密级配	3~5
细粒式	SMA-10	13.2	9.5	间断级配	3~4
	SMA-13	16	13.2	间断级配	3~4

5.5.2 沥青混合料中粗集料技术要求应符合表 5.5.2 规定。

表 5.5.2 沥青混合料粗集料技术要求

技术指标	单位	技术要求
压碎值	%	≤ 20
洛杉矶磨耗率	%	≤ 30
视密度	kg/m^3	≥ 2.50

吸水率	%	≤2.0
与沥青粘附性(水煮法)	—	5 级
坚固性	%	≤12
针片状颗粒含量	%	≤10
含泥量(水洗法)小于 0.075 mm 颗粒含量	%	≤1
风化石含量	%	≤4
磨光值(BPN)	—	≥42

5.5.3 热拌沥青混合料中的沥青宜选用成品改性沥青,也可选用满足表 5.5.3 技术要求的 A 级道路石油沥青。

表 5.5.3 A 级道路石油沥青技术要求

指标	沥青标号													试验方法 ^{注1}	
	110 号			90 号			70 号			50 号					
针入度(25℃,5 s,100 g) (0.1 mm)	100 ~ 120			80 ~ 100			60 ~ 80			40 ~ 60		T 0604			
适用的气候分区 ^{注2}	2-1	2-2	3-2	1-1	1-2	1-3	2-2	2-3	1-3	1-4	2-2	2-3	2-4	1-4	—
针入度指数 PI ^{注3}	-1.5 ~ +1.0													T 0604	
软化点(R&B)(℃)	≥43			≥45			≥44		≥46		≥45		≥49		T 0606
60℃动力粘度 ^{注3} (Pa·s)	≥120			≥160			≥140		≥180		≥160		≥200		T 0620
10℃延度 ^{注3} (cm)	≥40			≥45	≥30	≥20	≥30	≥20	≥20	≥15	≥25	≥20	≥15	≥15	T 0605
15℃延度(cm)	≥100												≥80		
蜡含量(蒸馏法)(%)	≤2.2													T 0615	
闪点(℃)	≥230			≥245			≥260							T 0611	
溶解度(%)	≥99.5													T 0607	
密度(15℃)(g/cm ³)	实测记录													T 0603	
TFOT(或 RTFOT)后 ^{注4}														T 0610 或 T 0609	
质量变化(%)	-0.8 ~ +0.8														
残留针入度比(%)	≥55			≥57			≥61			≥63			T 0604		
残留延度(10℃)(cm)	≥10			≥8			≥6			≥4			T 0605		

注 1:试验方法参照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》。

注 2:气候分区参见《公路沥青路面施工技术规范》附录 A。

注 3:针入度指数 PI、60℃动力粘度、10℃延度可作为选择性指标。

注 4:老化试验以 TFOT 为准,也可以用 RTFOT 代替。

5.5.4 沥青用量可按照马歇尔试验方法确定,马歇尔技术要求应符合表 5.5.4 规定。

表 5.5.4 沥青混合料的马歇尔技术要求

主要技术指标	技术要求
锤击次数	两面各 75 次
马歇尔稳定度(kN)	≥ 8.0
空隙率(%)	3 ~ 5
马歇尔残留稳定度(%)	≥ 80

5.5.5 修补沥青混合料应重点检测水稳定性,技术要求参见表 5.5.5。

表 5.5.5 沥青混合料水稳定性技术指标

主要技术指标	年降雨量(mm)		试验方法 ^注
	≥ 500	< 500	
冻融劈裂试验劈裂强度比(%)	≥ 75	≥ 70	T 0729
浸水马歇尔试验残留稳定度(%)	≥ 80	≥ 75	T 0709

注:试验方法参照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》。

5.5.6 沥青混凝土道面补块修补时,应在补块修补坑槽内均匀涂抹粘层油。粘层油宜采用阳离子快裂型改性乳化沥青、快裂或中裂乳化沥青,也可采用快凝、中凝液体石油沥青。

表 5.5.6 粘层油的规格及用量表

液体沥青		乳化沥青	
规格	用量 ^注 (L/m ²)	规格	用量 ^注 (L/m ²)
AL(R) - 3 ~ AL(R) - 6	0.3 ~ 0.5	PC - 3	0.3 ~ 0.6
AL(M) - 3 ~ AL(M) - 6		PA - 3	

注:表中用量是指包括稀释剂和水分等在内的液体沥青、乳化沥青的总量。乳化沥青中的残留物含量以 50 % 为基准。

5.6 水泥混凝土道面常用修复机具

5.6.1 水泥混凝土道面裂缝灌填机具主要包括扩缝机、清缝设备和灌缝设备。

1 扩缝机

裂缝较直时使用大直径刀片；裂缝形状比较曲折时，刀片直径不宜大于152 mm。主要技术性能如表 5.6.1-1 所示(扩缝机示例见图 5.6.1-1)。



图 5.6.1-1 扩缝机

表 5.6.1-1 扩缝机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率(kW)	≥ 5.0
扩缝宽度(mm)	6 ~ 10
扩缝深度(mm)	0 ~ 100

也可使用冲击电锤进行扩缝，电锤功率宜大于 500 W。常见冲击电锤如图 5.6.1-2 所示。



图 5.6.1-2 冲击电锤

2 裂缝清缝设备

可选用喷砂机、空压机或吹风机等设备。喷砂机通过机械方法把丸料(钢丸或砂粒)以很高的速度和一定的角度抛射,冲击工作表面,通过配套吸尘器的气流清洗作用,将丸料和清理下来的杂质分别回收。空压机或吹风机则用 0.4~0.6 MPa 的压缩空气吹除缝中杂物。常见清缝设备如图 5.6.1-3 所示。



喷砂机



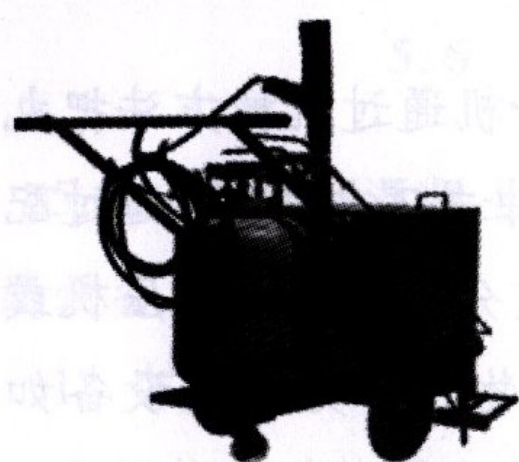
吹风机

图 5.6.1-3 清缝设备

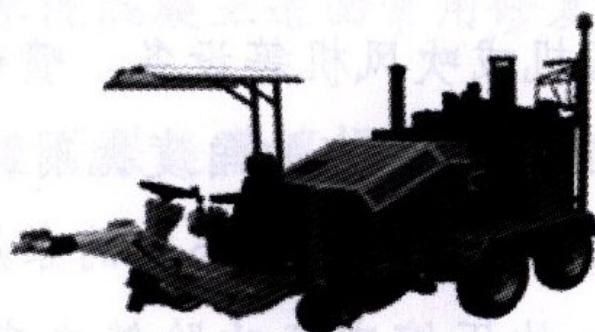
3 裂缝灌缝设备

人工灌缝可采用烧杯或带有尖嘴的容器。大面积灌缝时为提高质量和效率,应采用机械灌缝。

加热式灌缝机应能将灌缝材料以较快的速度加热到施工温度。灌缝机使用双缸构造的热熔釜对其间接加热,热熔釜带有自动温控装置。灌缝机装有沥青泵,能将加热好的灌缝材料泵出并灌注到裂缝槽内。常见加热施工式灌缝材料灌缝机如图 5.6.1-4 所示,主要技术性能如表 5.6.1-2 所示。常温施工式灌缝材料宜采用厂家推荐的灌缝机具,也可采用漏斗等工具。



手扶式加热灌缝机



挂车式加热灌缝机



手扶式常温灌缝机

图 5.6.1 -4 灌缝机

表 5.6.1 -2 加热式灌缝机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率(kW)	≥ 7.0
材料加热功率(kW)	≥ 6.3
灌缝宽度(mm)	3 ~ 20
灌缝深度(mm)	0 ~ 110

5.6.2 水泥混凝土道面接缝修补机具主要包括清缝设备和灌缝设备等。

1 接缝清缝设备

接缝修补时的清缝可使用清缝机或 5.6.1 所提的切缝设备,清缝机与干式切缝机类似,只是锯片有所不同,用于清除道面接缝内的旧灌缝材料或杂物。常见清缝机如图 5.6.2 所示,主要技术性能如表 5.6.2 所示。

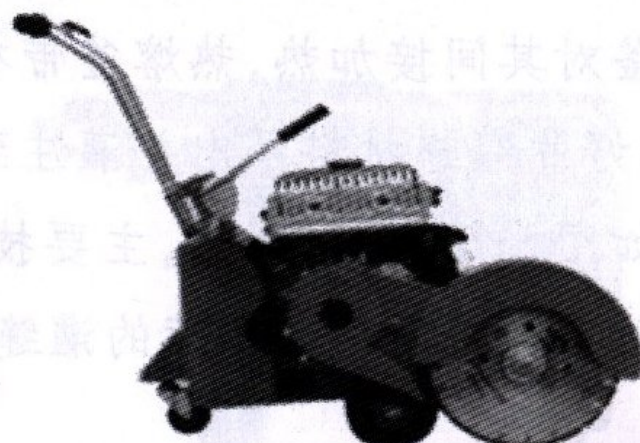


图 5.6.2 清缝机

表 5.6.2 清缝机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率(kW)	≥ 5.0
清缝宽度(mm)	2.5 ~ 20
清缝深度(mm)	0 ~ 110
工作速度(m/h)	≥ 200

2 接缝灌缝设备

同裂缝灌填所用的灌缝设备,可参见条文 5.6.1。

5.6.3 水泥混凝土道面补块修补机具主要包括道面切缝机、破碎设备、混凝土小型拌合设备、振捣设备和抹平设备等。

1 切缝机一般要求:

- 1) 主轴刚性好,不允许弯曲;
- 2) 刀片质量高,耐磨损;
- 3) 操作方便,易于控制,导向系统灵敏,切缝质量高;
- 4) 锯片直径尽可能大,以满足深度切割的要求。

常见切缝机如图 5.6.3 - 1 所示,主要技术性能如表 5.6.3 - 1 所示。

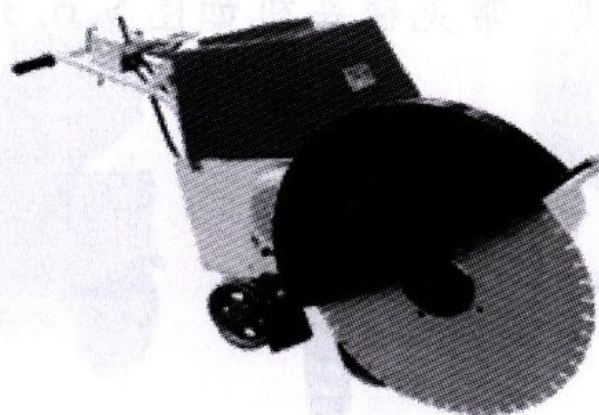


图 5.6.3 - 1 切缝机

表 5.6.3 - 1 切缝机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率(kW)	≥ 5.5

切缝宽度(mm)	3 ~ 10
切缝深度(mm)	100 ~ 300
推进速度(m/min)	0.6 ~ 1.2

2 破碎设备

旧水泥混凝土道面破碎设备主要有液压破碎镐、汽油破碎镐和风镐；当破碎量大、修补时间较短时，可采用镐头机。

1) 风镐

风镐是以压缩空气为动力，利用冲击作用破碎坚硬物体的手持施工机具。要求结构紧凑，携用轻便。常见风镐如图 5.6.3-2 所示。当选用风镐破碎水泥混凝土路面时，应配备功率相适应的空压机 1~2 台，发电机 1~2 台，发电机功率 30~50 kW。

2) 汽油破碎镐

汽油破碎镐是由汽油发动机驱动的轻型高效率破碎设备，可取代传统风镐作业，免去了对空压机的依赖。常见汽油破碎镐如图 5.6.3-3 所示。

3) 液压破碎镐

液压破碎镐是将液压能转换为机械冲击能的破碎机具，减震效果最佳、操作舒适，破碎速度快。常见镐头机如图 5.6.3-4 所示，



图 5.6.3-2 风镐



图 5.6.3-3 汽油破碎镐



图 5.6.3-4 液压破碎镐

4) 镐头机

镐头机破碎旧水泥混凝土道面工作效率高，破碎速度快。常见镐头机如图 5.6.3-5 所示，主要技术性能如表 5.6.3-2 所示。

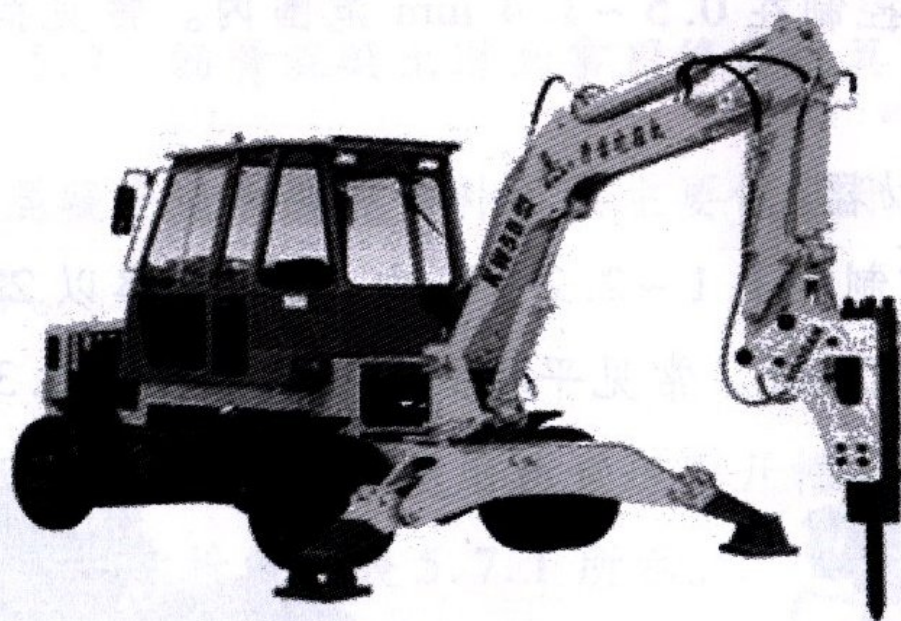


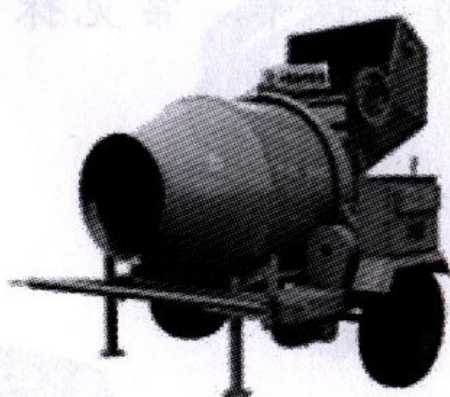
图 5.6.3 - 5 镐头机

表 5.6.3 - 2 镐头机主要技术性能

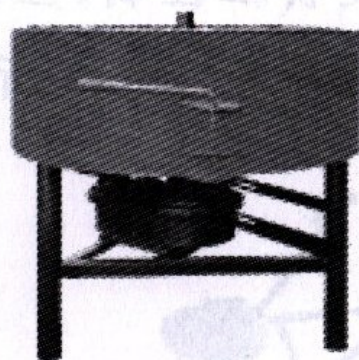
主要技术参数	数值
发动机功率(kW)	≥ 15
行驶速度(km/h)	≥ 20
冲击能量(J)	100 ~ 150

3 小型混凝土拌合设备

小型混凝土拌合设备主要包括滚筒式混凝土搅拌机和立式(强制式)混凝土搅拌机等,如图 5.6.3 - 6 所示。



滚筒式混凝土搅拌机



立式(强制式)混凝土搅拌机

图 5.6.3 - 6 小型混凝土拌合设备

4 振捣设备

1) 插入式振捣器

宜选用振动频率为 6000 ~ 15000 次/min 的高频振捣器,激振力宜大

于 2.2 kN, 振幅宜控制在 0.5 ~ 1.4 mm 范围内。常见插入式振捣器如图 5.6.3-7 所示。

2) 平板式振动器

电机功率宜控制在 1.1 ~ 2.2 kW 内, 振动频率以 2850 次/min 为宜, 激振深度宜大于 150 mm。常见平板式振捣器如图 5.6.3-8 所示。



图 5.6.3-7 插入式振捣器

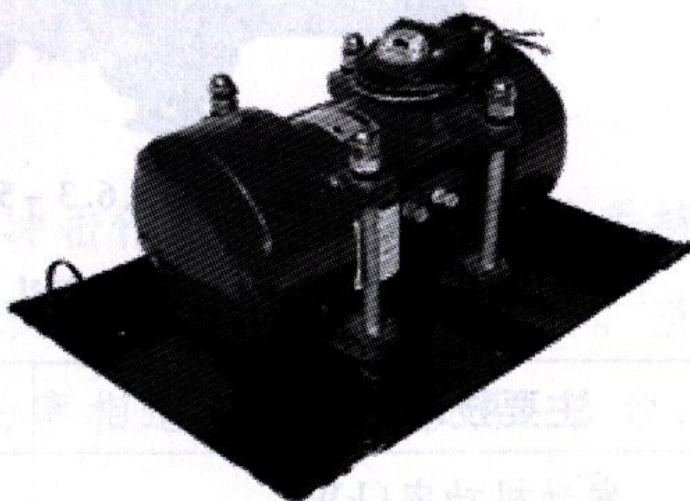


图 5.6.3-8 平板式振捣器

5 抹平设备

抹平作业面积较大时宜采用振动尺或抹平机, 作业面积小时可人工整平。浮动圆盘式抹平机适用于道面较干时的光抹或道面较湿时的粗抹, 叶片式抹面机适用于表面较干时的粗抹。机械抹平可提高混凝土表面耐磨性, 但平整度较难控制, 应使用手工工具再次抹平。常见抹平设备如图 5.6.3-9 ~ 图 5.6.3-11 所示。



图 5.6.3-9 振动尺



图 5.6.3-10 抹平机

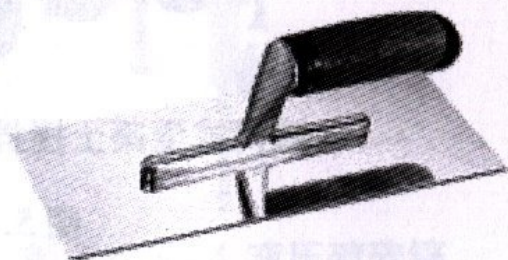


图 5.6.3-11 抹子

5.7 沥青混凝土道面常用修复机具

5.7.1 沥青混凝土道面裂缝修补机具主要包括开槽机、清缝设备、加热设备和灌缝机等。

1 开槽机

当需要对道面开槽灌缝时,应使用沥青道面开槽机。常见开槽机如图 5.7.1-1 所示,主要技术性能如表 5.7.1 所示。

表 5.7.1 开槽机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率(kW)	≥ 5.0
开槽宽度(mm)	6~50
开槽深度(mm)	0~30
最大行进速度(m/min)	5~8

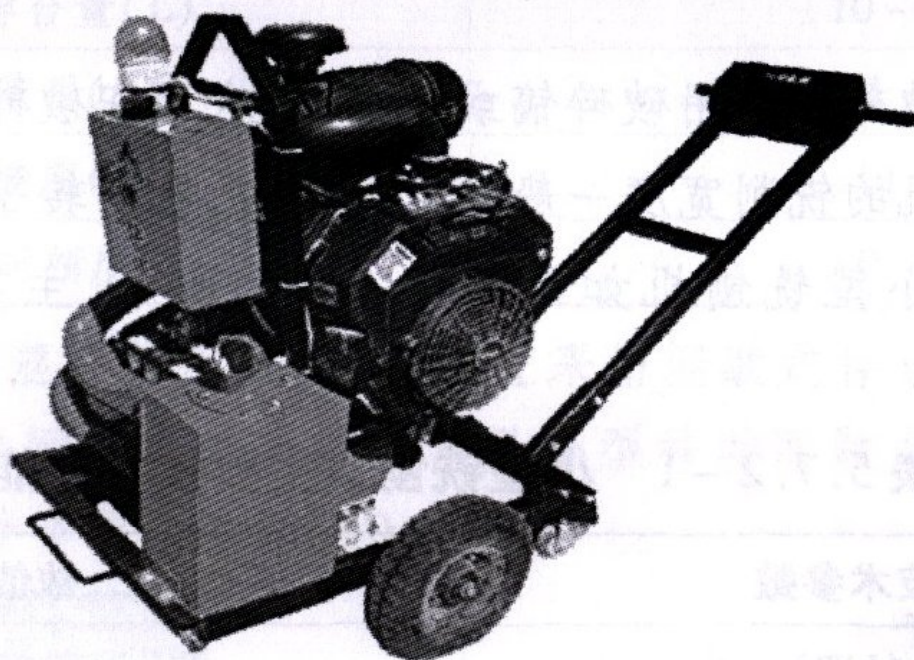


图 5.7.1-1 开槽机

2 清缝设备

与水泥混凝土道面清缝设备相同,参见 5.6.1。

3 加热设备

灌缝施工温度低时,应采用加热设备对裂缝缝槽进行加热和清缝,常用加热设备为热气喷枪,喷枪的出口温度宜在 500℃ 以上。常见热气喷枪

如图 5.7.1-2 所示。

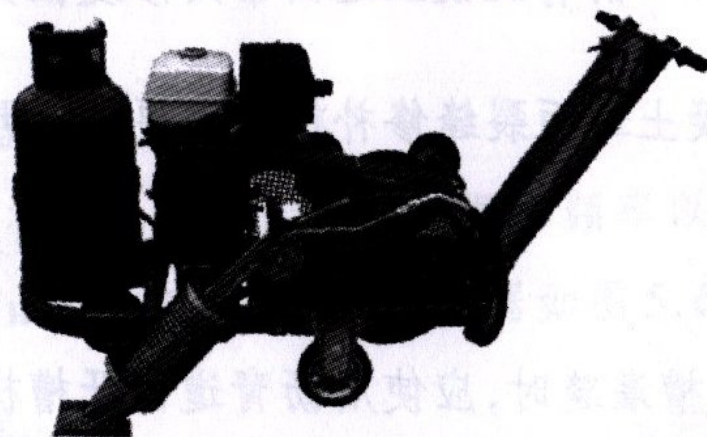


图 5.7.1-2 热气喷枪

4 灌缝设备

与水泥混凝土道面灌缝设备相同,参见 5.6.1。

5.7.2 沥青混凝土道面补块修补机具主要包括切缝机、破碎设备、沥青混合料拌合设备、摊铺机和压实设备等。

1 切缝机

与水泥混凝土道面切缝机相同,参见 5.6.3。

2 破碎设备

小面积道面破碎宜采用破碎镐或风镐;较大面积破碎时可采用小型铣刨机。小型铣刨机的铣削宽度一般在 1 m 左右,铣削转子的传动方式多采用机械式。常见小型铣刨机如图 5.7.2-1 所示,主要技术性能如表 5.7.2-1 所示。

表 5.7.2-1 小型铣刨机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率(kW)	≥ 80
铣刨宽度(mm)	0 ~ 500
铣刨深度(mm)	0 ~ 50
工作速度(m/min)	0 ~ 25
行走速度(km/h)	0 ~ 13



手推式小型铣刨机



驾驶式小型铣刨机

图 5.7.2 -1 铣刨机

3 沥青混合料拌合设备

当热拌沥青混合料用量不大时,可采用实验室沥青混合料拌合设备,常见实验室沥青混合料拌合设备如图 5.7.2 -2 所示,主要技术性能如表 5.7.2 -2 所示。

表 5.7.2 -2 实验室沥青混合料拌合设备技术性能

主要技术参数	数值
单次拌合量(L)	10 ~ 20
控温范围(℃)	室温 ~ 200
控温精度(℃)	±3
控时精度	±0.1 秒

当热拌沥青混合料用量较大时,宜采用间歇式拌合机或连续式拌合机拌制,推荐使用间歇式拌合机。常见小型移动间歇式沥青拌合机如图 5.7.2 -3 所示,拌合能力为 2 ~ 10 t /h。

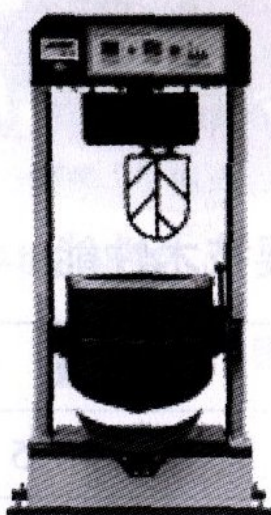


图 5.7.2 -2 实验室沥青混合料拌合设备

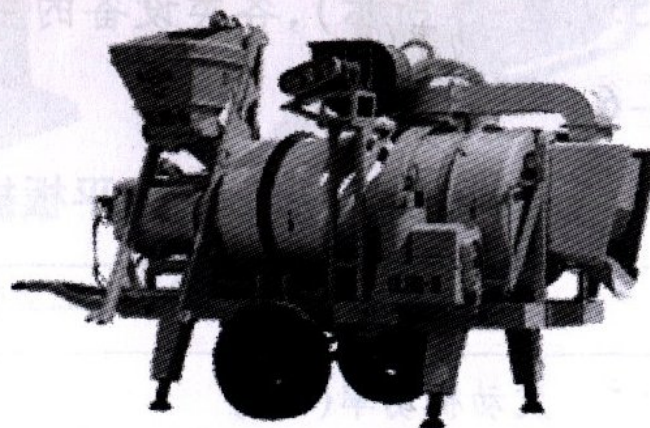


图 5.7.2 -3 小型沥青混合料拌合机

4 摊铺机

沥青混凝土道面补块修补宜使用小型摊铺机。常见小型摊铺机如图 5.7.2-4 所示,主要技术性能如表 5.7.2-3 所示。

表 5.7.2-3 小型摊铺机主要技术性能

主要技术参数	数值
摊铺宽度(mm)	1200 ~ 4500
摊铺厚度(mm)	10 ~ 300
摊铺速度(m/min)	0 ~ 20
理论生产率(t/h)	150 ~ 300

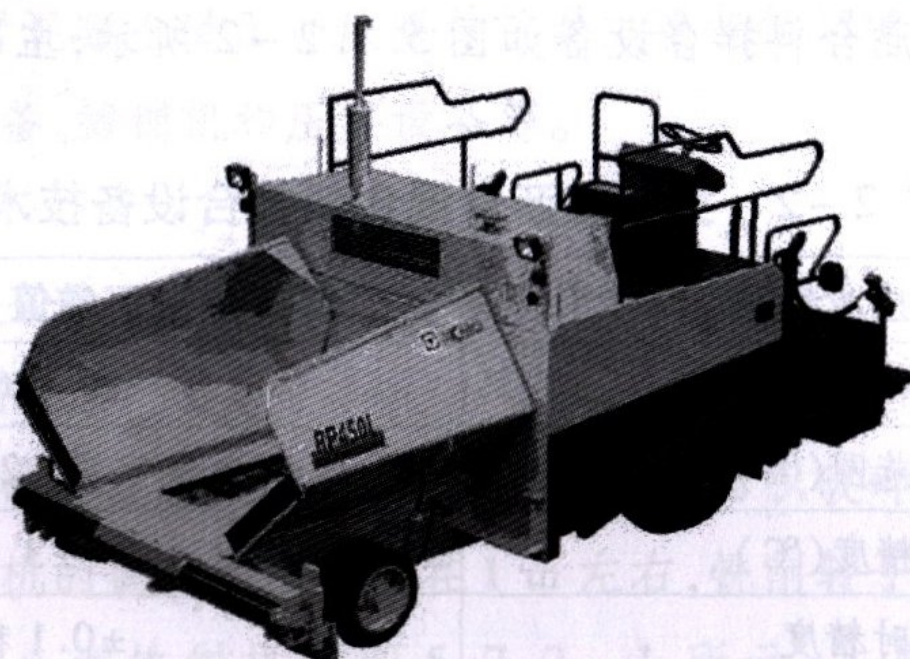


图 5.7.2-4 小型摊铺机

5 压实设备

宜采用小型压实设备,主要有平板振动夯、冲击夯和手扶压路机等(如图 5.7.2-5 所示),各类设备的主要技术性能可参考表 5.7.2-4 ~ 表 5.7.2-6。

表 5.7.2-4 平板振动夯主要技术性能

主要技术参数	数值
发动机功率(kW)	2.5 ~ 4.5
激振力(kN)	15 ~ 25

频率(Hz)	50 ~ 108
最大前行速度(m/min)	15 ~ 30

表 5.7.2 – 5 冲击夯主要技术性能

主要技术参数	数值
冲击力(kN)	12.5 ~ 19.6
冲击频率(Hz)	8 ~ 12
功率(kW)	2 ~ 3
质量(kg)	60 ~ 83
跳起高度(mm)	50 ~ 70

表 5.7.2 – 6 手扶压路机主要技术性能

主要技术参数	数值
质量(kg)	450 ~ 850
行走速度(km/h)	0 ~ 3.6
振动轮宽度(mm)	600 ~ 720
激振力(kN)	12 ~ 20



图 5.7.2 – 5 小型压实设备

6 水泥混凝土道面常用修复方法

6.1 水泥混凝土道面接缝(裂缝)灌填

6.1.1 应按照 5.2 节的要求选择灌缝材料。

6.1.2 旧灌缝材料清除

旧灌缝材料必须清除。可采用人工或机械清除方法。机械清除可先用切缝机切割缝槽内残留破损的灌缝材料,再用铁钩等工具清除干净;难以清除的旧灌缝材料可采用溶剂、喷砂或机械研磨等方式清除;若采用上述方式仍无法清除干净,可通过扩缝清除。

6.1.3 以下情况需要扩缝:

- 1 裂缝灌缝前;
- 2 接缝中既有灌缝材料难以清除;
- 3 接缝中既有灌缝材料与新灌材料不相容。

6.1.4 灌缝材料的相容性

- 1 聚(氨)酯类灌缝材料与沥青类灌缝材料不相容,需彻底清除;
- 2 聚(氨)酯类灌缝材料老化前后的相容性较差,需彻底清除;
- 3 沥青基类灌缝材料之间相容性较好,缝壁残留时不必彻底清除;
- 4 硅酮类灌缝材料老化前后的相容性良好,缝壁残留时不必彻底清除。

6.1.5 接缝(及扩缝后的裂缝)的尺寸

宽深比是影响灌缝材料耐久性的重要因素。使用硅酮类灌缝材料的建议宽深比为 1:1,使用其他灌缝材料的建议宽深比为 1:1 ~ 1:2。缝槽宽度宜介于 8 ~ 10 mm,最小宽度不宜小于 6 mm,最大宽度不宜大于 20 mm。缝槽深度应考虑缝槽底部背衬条的高度。

6.1.6 接缝与裂缝灌填的构造尺寸要求

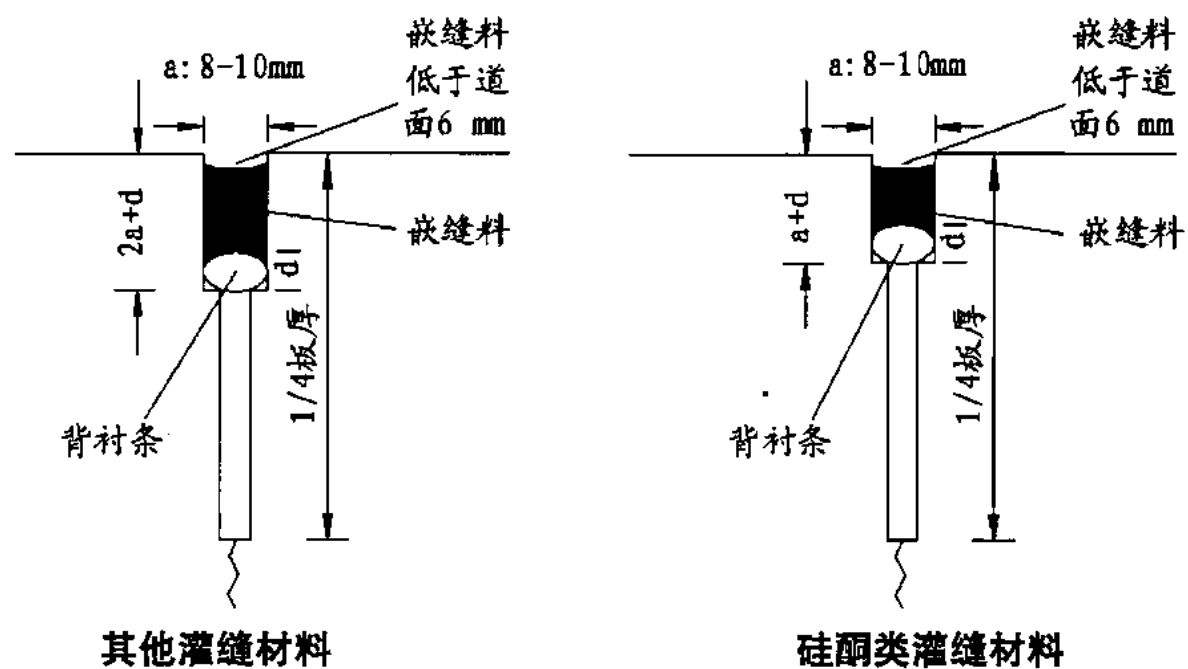


图 6.1.6 - 1 接缝构造尺寸

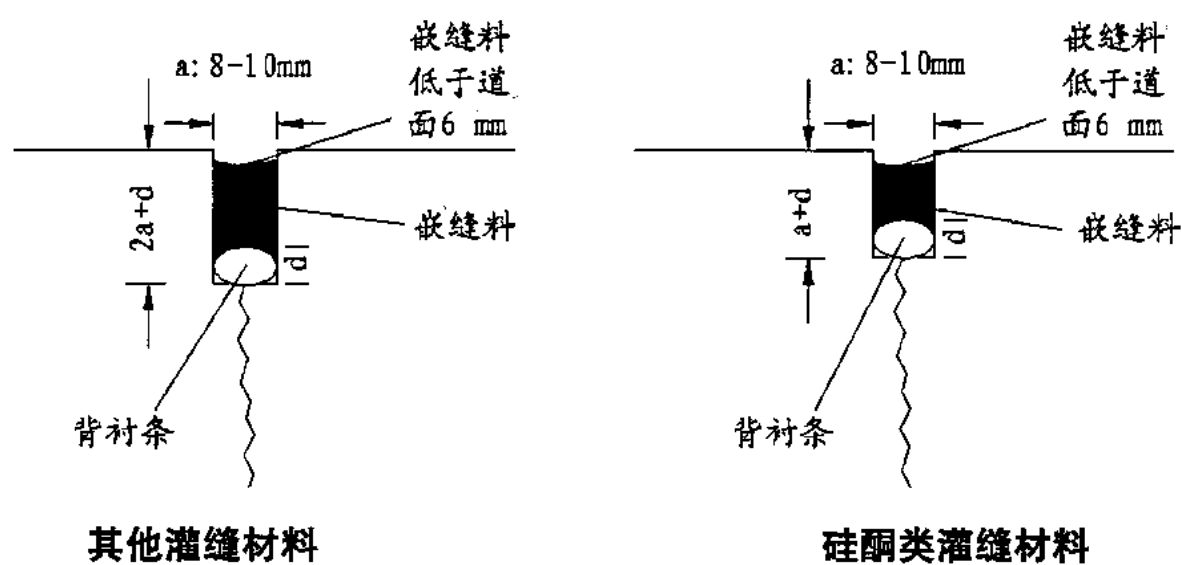


图 6.1.6 - 2 裂缝构造尺寸

6.1.7 切缝倒角要求

水泥混凝土材料具有“高抗压、低抗拉”特性,直角的缝壁在荷载作用下处于受拉状态,易出现破碎等病害。因此,宜在接缝灌缝材料更换过程中对直角缝壁进行倒角。由于切缝倒角需专业的施工机具,且会增加施工成本,建议有条件的机场在大范围接缝灌填时采用。切缝倒角工艺的尺寸要求可参考图 6.1.7,切缝倒角施工后的施工质量验收标准见表 6.1.7。

表 6.1.7 切缝倒角施工质量标准

检测项目	检测频率	标准值 (mm)	允许偏差 (mm)
扩缝宽度	每 20 m 测一处	8	±1

扩缝深度	横缝	每 20 m 测一处	30	(0, +4)
	纵缝	每 20 m 测一处	20	(0, +4)
倒角上口宽度		每 2000 m ² 测一处	20	(-3, +1)
倒角缝直线性:20 m		每 4000 m ² 测一处	0	±10



图 6.1.7 切缝倒角的尺寸要求

6.1.8 可采取以下措施提高灌缝材料与缝壁间粘结性能

1 缝壁拉毛:采用电动打毛机将两侧缝壁打毛,打毛深度保持在 25 mm 左右。打毛力度适中,既要保证打毛质量又要防止损坏缝壁,打毛次数不少于两次;

2 缝槽清洁:采用空压机将压缩空气喷冲接口,将细砂、灰尘及其他杂质清除干净。如不能清除干净,应采用高压水冲洗,待水干后灌缝。

6.1.9 安装背衬条

接缝(扩缝后的裂缝)清洁完成后,应尽快安装背衬条并灌缝,安装背衬条主要是控制灌缝材料宽深比达到要求,并防止灌缝材料沿接缝(扩缝后的裂缝)下渗。如因故须隔日安装,应在安放背衬条前再次清洁缝槽。背衬条应选用耐候性好并且与灌缝材料不相容、不反应的弹性材料(一般为泡沫塑料条,如聚乙烯泡沫塑料)。背衬条的宽度应大于缝宽 25 %,紧密附于缝槽内,应无漏胶点,接头搭接部分密封。

6.1.10 粘贴防污染胶带

为防止灌缝时污染周边道面,灌缝前宜先沿接缝(裂缝)两边粘贴防污染胶带,胶带一般是宽度为 10 ~ 20 mm 的纸质胶带,将其沿着接缝(裂缝)的边缘整齐贴上即可。

6.1.11 涂刷底层涂料

使用硅酮、聚硫或聚(氨)酯类灌缝材料时,一般需在缝槽侧壁涂刷底层涂料,以增强灌缝材料与缝壁的粘结性,底层涂料均匀涂刷一遍即可,不宜太厚。

6.1.12 灌缝材料现场准备

1 加热施工式灌缝材料:将灌缝材料放入灌缝设备内,设置好热熔温度和出料口的大小,当灌缝材料温度达到要求后即可灌缝;

2 常温施工式灌缝材料:将灌缝材料按照使用说明调配、搅拌均匀后即可灌缝。

6.1.13 灌缝作业

大面积灌缝时应采用专用灌缝设备,小规模灌缝时可人工作业。应先灌纵向接缝,后灌横向接缝。

1 加热施工式灌缝材料

1) 灌缝施工过程中应不断搅拌并保温;

2) 灌缝宜在清缝工序完成后立即进行,灌缝材料要自下而上充分填满缝槽,避免产生气穴,每条接缝的灌缝工作应保持连续,未充分填封时应及时补灌;

3) 灌缝时应保持接缝内干燥、清洁,施工温度宜在 $4 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间,当气温低于 4°C 时,必须对缝槽进行加热后再灌缝。

2 常温施工式灌缝材料

1) 将嵌缝枪嘴以 45° 斜角深入槽底,确保灌缝材料由下往上填满缝槽,且无气泡残留;

2) 灌缝时应连续,且灌缝速度应均匀;

3) 针对非自流平型灌缝材料,应用平整工具由上往下挤压整平胶面,使灌缝材料受压而与缝壁粘结充分;

4) 灌缝完成后,检查槽口灌缝情况,应无起泡、隆起等现象。

6.1.14 灌缝材料抹面

部分常温式灌缝材料由于自流平影响,需要在灌缝后但未表干前进行修整,要求缝槽内不留孔隙,表面光滑。

6.1.15 缝边修整和清洁

灌缝完成后,应适当关闭施工区域,撕掉胶带,清除外溅的灌缝材料。

6.2 水泥混凝土道面部分厚度修补

6.2.1 修补材料选择

耐久性修复材料的技术要求参见 5.3 节。修补允许时间很短时,可采用沥青混凝土进行临时性修复;条件允许时尽可能完成切缝、破除、清理坑槽等环节;如作为应急性抢修,可只将破损部分清理干净,然后填补压实沥青混凝土。采用沥青混凝土材料修补水泥混凝土道面时,应在坑槽底部和四周均匀涂上粘层油,以提高界面的粘结强度。

6.2.2 补块修补尺寸

1 最小修补深度为 5 cm,最大修补深度为板厚一半(不得破坏传力杆和拉杆);补块边长最大不宜超过 2 m,最短不宜小于 0.15 m;

2 修补范围应从病害影响区域向外延伸 5~10 cm,补块形状宜为规则矩形,长宽比小于 2:1;

3 平面尺寸不规则或者长宽比大于 2:1 的补块,可分多次修补,确保每个补块满足尺寸要求;也可一次性修补,浇注后及时切割,切割后补块应满足长宽比小于 2:1 的要求,如图 6.2.2-1 所示,切缝处应灌缝;

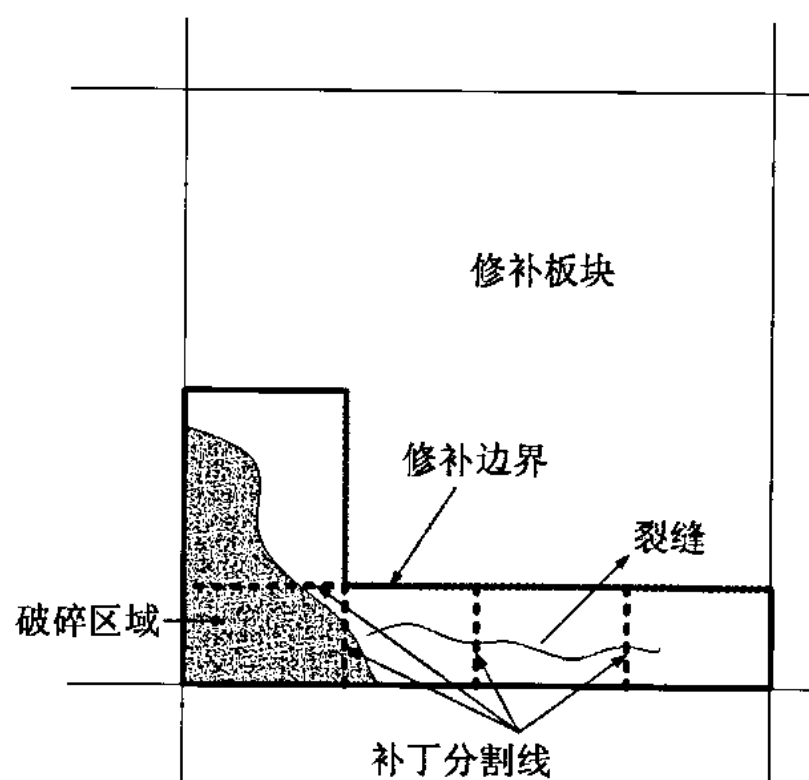


图 6.2.2-1 补块修补区域分割示意图

4 修补位置位于板角且补块短边尺寸大于 0.5 m 时,补块宜设置成多边形(如图 6.2.2-2);

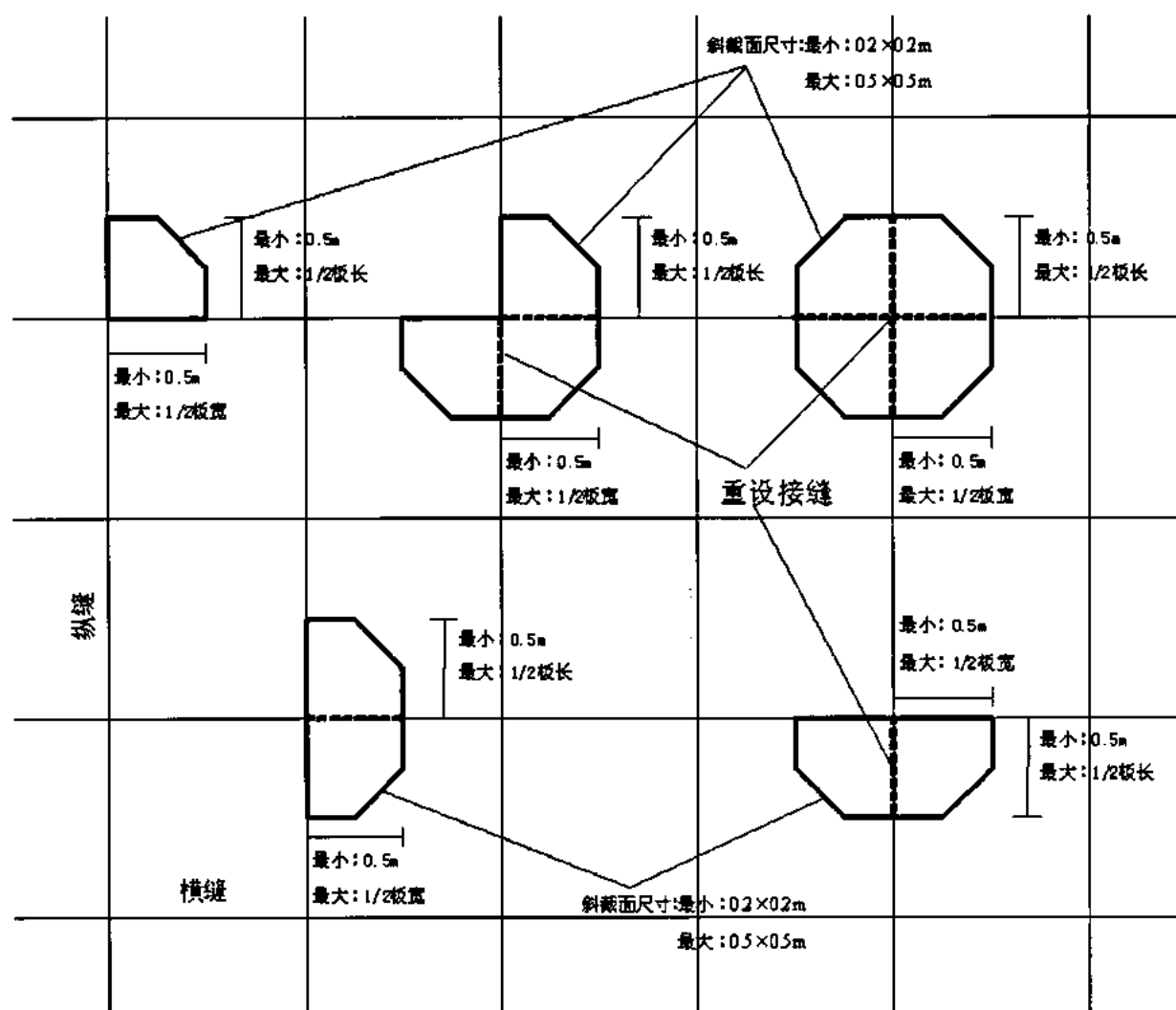


图 6.2.2-2 部分厚度修补平面尺寸要求

5 相邻两处补块间距小于 30 cm 时,应一并修补;

6 补块跨接缝时,接缝位置应采取有效隔离措施。

6.2.3 道面切割

根据修补范围画出边界线,道面切缝机沿画线切割,切割深度尽可能与补块深度相同,最小切割深度不得小于 5 cm。为减少道面破碎对周边完好板块的影响,边界切割后宜对修补范围内的混凝土进行网格状切割,切割方法如下:

1 先沿补块长边方向切缝,间距为 2~6 cm,深度为 5 cm,如图 6.2.3-1 所示;

2 再沿短边方向在距离修补边界 4 cm 处切割出两条缝,切割深度为 5 cm,如图 6.2.3-2 所示。

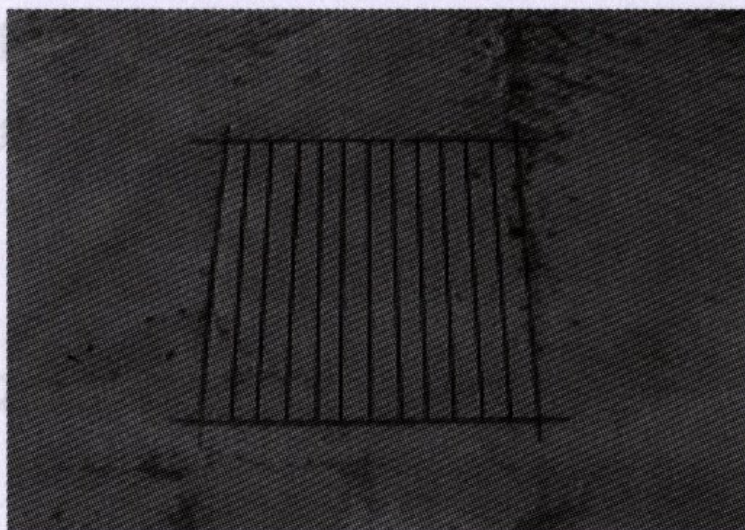


图 6.2.3 -1 长边方向切缝

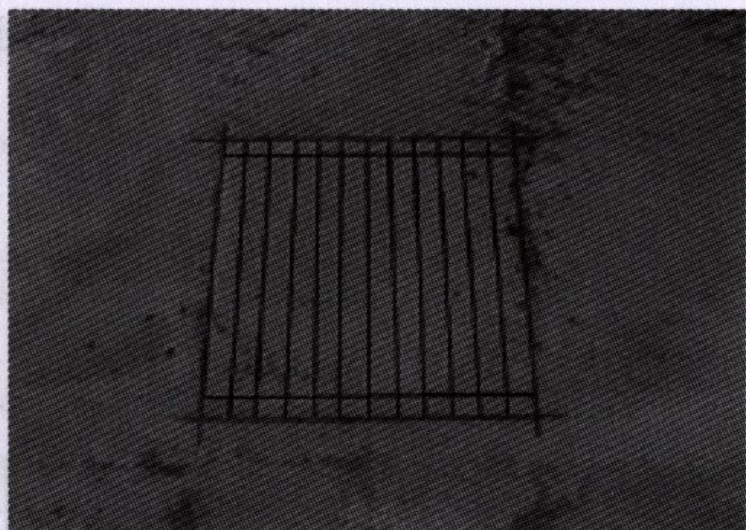


图 6.2.3 -2 短边方向切割

6.2.4 道面破碎

由中央向四周破碎修补范围内的水泥混凝土,破碎设备功率不得过大,破碎时注意对补块边角的保护。道面破除深度应大于道面病害影响深度,破碎后坑槽底面应大致平整。

破碎深度超过板厚一半时应采用全厚度修补(参见 6.3 节)。破除过程中应尽可能不破坏传力杆(拉杆),并对钢筋表面进行清洁。遇到加强钢筋网片时,可采取以下两种方法:

- 1 将钢筋锯断并留下 5~7 cm 长钢筋头,再用新的钢筋与其焊接,重新形成钢筋网。新钢筋尺寸与原钢筋相同,新钢筋间交叉处应焊接牢固;
- 2 将钢筋锯断,在补块中加入新的加强钢筋网片。钢筋网片的形状、尺寸大致与补块相同,钢筋交叉处进行绑扎,钢筋间距为 10~15 cm,钢筋网放置高度与原钢筋网相同。

6.2.5 坑槽清洁

修补坑槽内的破碎块和其他杂物应清除干净,再用高压水枪清洗,最后用高压空气清洁修补坑槽,确保坑槽内无杂物、灰尘。

6.2.6 补块位于板边或板角时,应对与补块相邻的接缝进行处理。

- 1 破碎和清洁时,清除接缝内的灌缝材料与背衬条;
- 2 浇注前在接缝处放置橡胶板或泡沫板等可压缩隔离板(如图 6.2.6 所示),宽度应与原接缝宽度相同。

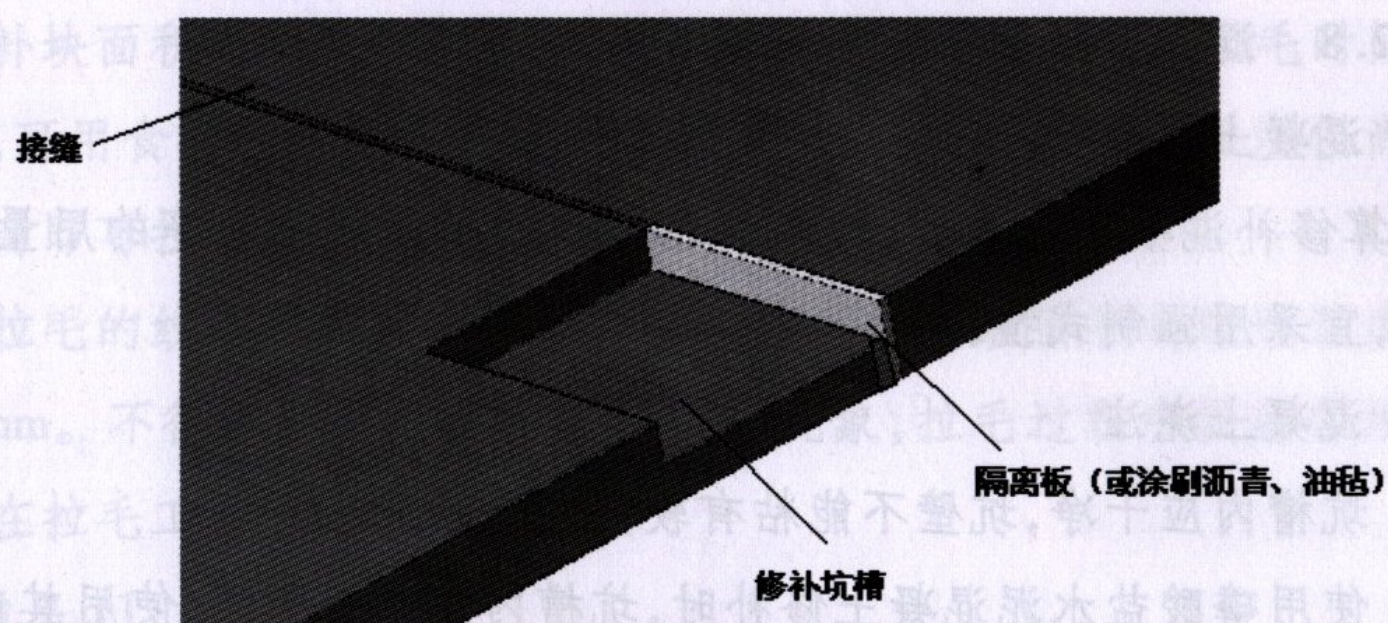


图 6.2.6 接缝处隔离措施

6.2.7 设置连钉

补块短边大于 0.5 m, 且补块厚度大于 10 cm 时, 宜在修补坑槽底部设置连钉 (如图 6.2.7 所示), 以增加补块与原道面上下之间的结合能力。应在清除坑槽破碎物之后、清洁坑槽之前设置连钉。

1 用钻机在坑槽底面垂直钻孔, 孔间距为 15 ~ 20 cm, 孔深为 8 ~ 10 cm, 孔径略大于螺钉或钢筋直径, 螺钉或钢筋规格为 $\Phi 14 \sim \Phi 16$;

2 使用空压机将坑槽、孔内的碎块、灰尘吹净, 并在孔内灌入植筋胶 (环氧水泥砂浆或其他高强度胶结料), 再插入螺钉或钢筋。螺钉或钢筋应高出坑槽底面 3 ~ 5 cm, 植筋胶应充满孔间隙, 如插入膨胀螺钉, 可不使用植筋胶;

3 待植筋胶凝结后即可浇注混凝土。

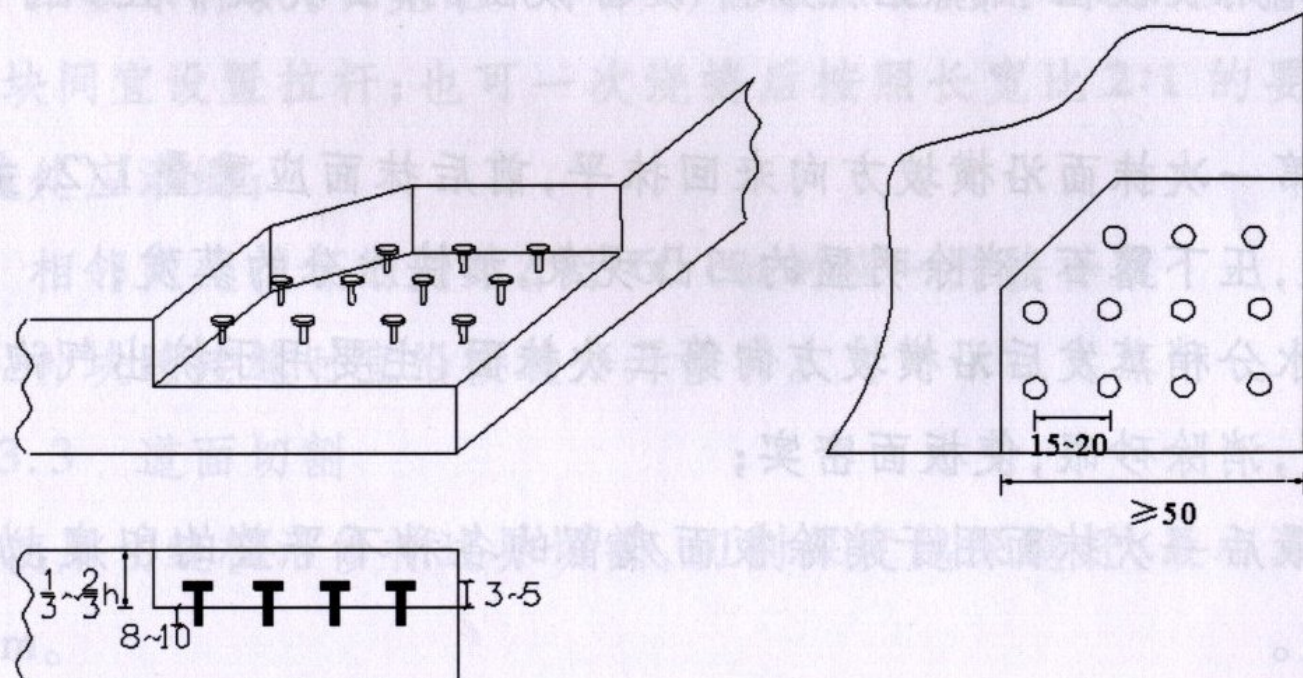


图 6.2.7 连钉修补工艺示意图 (单位: cm)

6.2.8 混凝土拌合与浇捣

1 混凝土拌合

估算修补混凝土用量后,计算水泥、集料、添加剂和水等的用量,称量应准确,宜采用强制式搅拌设备,拌合均匀后应立即浇捣。

2 混凝土浇注

1) 坑槽内应干净,坑壁不能粘有较多灰尘;

2) 使用磷酸盐水泥混凝土修补时,坑槽内应完全干燥;使用其他水泥混凝土修补时,坑槽四周及底部应湿润,但不得有积水;

3) 混凝土浇注时如出现离析,应在浇注时加强人工拌合,严禁二次加水;

4) 混凝土浇注应一次成型,面积较大时应沿一个方向浇注,人工浇注时应采用“扣锹”摊铺,严禁抛掷。

3 混凝土振捣

同一位置振捣不宜少于 10 s,以混凝土停止下落并不再起泡泛浆为准。振捣设备移动间距不宜大于其作用半径的 1.5 倍,两次振捣位置间应重叠 10 ~ 20 cm。

6.2.9 整平及做面

严禁做面时在混凝土表面洒水或拉毛。补块较小时可人工做面;补块较大时,先用长板粗平,然后用抹平设备做面,抹面次数不宜少于三遍,流程如下:

1 第一次抹面沿横坡方向来回抹平,前后抹面应重叠 1/2,主要用于揉压泛浆,压下露石,消除明显的凹凸现象,加快水分的蒸发;

2 水分稍蒸发后沿横坡方向第二次抹面,主要用于挤出气泡,将砂子压入板面,消除砂眼,使板面密实;

3 最后一次抹面用于消除板面残留的各种不平整的印痕,加快板面水分蒸发。

6.2.10 补块表面拉毛

补块面积大于 10 m^2 时,宜在抹面完成后进行拉毛。拉毛时间宜早不宜晚,可用食指稍微压按混凝土表面,感觉混凝土有一定强度但尚未完全坚硬时即可拉毛。

拉毛的纹理应垂直于轮迹方向。拉毛后的表面平均纹理深度应大于 0.4 mm 。不得因拉毛出现翻浆和松散现象,拉毛过程中要经常用水清洗粘附在拉毛工具上的水泥浆。

6.2.11 补块养护

- 1 磷酸盐水泥混凝土补块不得洒水养护;
- 2 其他水泥混凝土补块需在初凝结束后湿养。

6.2.12 补块位于接缝位置,养护完成后应按 6.1 节的要求恢复接缝。

6.3 水泥混凝土道面全厚度修补

6.3.1 水泥混凝土道面全厚度修补材料应满足 5.3 节的技术要求。

6.3.2 补块修补尺寸

1 补块边长最短不宜小于 60 cm ,修补范围应从病害影响区域向外延伸 $5\sim 10\text{ cm}$,全厚度修补补块的形状应为规则矩形,长宽比小于 $2:1$;

2 细长条补块(长宽比大于 $2:1$)宜按照长宽比 $2:1$ 的要求分块修补,相邻补块间宜设置拉杆;也可一次浇筑后按照长宽比 $2:1$ 的要求切割补块,切缝处应灌缝;

3 相邻两处损坏的间距小于 60 cm 时应一并修补;

4 补块跨接缝时宜沿接缝分开修补。

6.3.3 道面切割

应使用切缝机沿修补边界切割,切割深度越深越好,最小深度不得小于 10 cm 。

6.3.4 道面破碎

用破碎设备由中央向四周方向破碎道面,破碎时应注意保护补块边角位置,破除机具功率不宜过大,原道面中的传力杆、拉杆及补强钢筋网应切除。

6.3.5 基层处理

去除面层后如发现基层松散、唧泥、浸水,应处治基层,视工作面大小采用人工夯实或机械夯实的方法压实基层。

6.3.6 拉杆增设

补块面积较大(一般长边大于 2 m,短边大于 1 m)时,补块与原道面之间宜增设拉杆:

- 1 拉杆应采用螺纹钢筋,建议长度为 70 cm,直径可取 $\phi 14$ 或 $\phi 16$,增设在板厚中央,应进行防锈处理;

- 2 拉杆宜等间距布置,建议间距为 50 cm,单侧最小埋深建议长度为 30 cm;

- 3 最外侧拉杆距补块边界或者道面接缝的距离应介于 25 ~ 35 cm;

- 4 安装后拉杆两端上下、左右的偏差应小于 20 mm。

6.3.7 补强钢筋网设置

可通过设置钢筋网片提高补块的抗弯拉强度,补强钢筋网片可设置单层或者双层:

- 1 钢筋应设在板上表面以下 $1/3 \sim 1/2$ 板厚范围内,或采用双层钢筋网布置。最外侧钢筋距补块边缘宜为 10 cm 左右,钢筋保护层厚度应不小于 5 cm;

- 2 纵、横向钢筋宜采用相同直径,如不相同其相差不应大于 0.4 cm。钢筋最小净距不应小于集料最大粒径的 2 倍;

- 3 在满足钢筋间距要求的条件下,宜采用较小直径的钢筋。钢筋的最小直径和最大间距,应符合表 6.3.7 的规定;

表 6.3.7 钢筋最小直径和最大间距

钢筋类型	光圆钢筋	螺纹钢筋
最小直径(mm)	8	12
纵向最大间距(mm)	150	300
横向最大间距(mm)	300	500

4 钢筋搭接长度一般不小于 35 倍钢筋直径,可采取绑扎或者焊接方式,搭接位置宜错开;

5 钢筋网片应尽可能水平预埋,两侧水平高差应控制在 $\pm 1\text{cm}$ 之内。

6.3.8 接缝处理

补块位于板边或板角时,应对道面原有接缝进行处理:

- 1 破碎和清洁时,清除接缝内的灌缝材料与背衬条;
- 2 浇注前在接缝处放置橡胶板或泡沫板等可压缩隔离板(如图 6.2.6 所示),宽度应与原接缝宽度相同;
- 3 原接缝如果设置了传力杆或者拉杆,应恢复原样,恢复时在原传力杆(拉杆)处水平偏移 10~20 cm 的位置上重新钻孔、安装。

6.3.9 传力杆设置

补块面积较大(接缝方向的长度大于 2 m)时,接缝处应恢复原有的传力杆:

- 1 传力杆应采用光圆钢筋并设置在板厚中央;
- 2 一般接缝位置传力杆,其长度的一半再加 5 cm,应涂以薄层沥青或加塑料套;
- 3 胀缝处的传力杆应在涂沥青一端加套筒,内留空隙,填以泡沫塑料、纱头等,套筒端应交错布置;
- 4 传力杆尺寸及间距可参照表 6.3.9 的要求,板最外边的传力杆距接缝或自由边的距离应介于 15~20 cm。

表 6.3.9 传力杆尺寸及间距

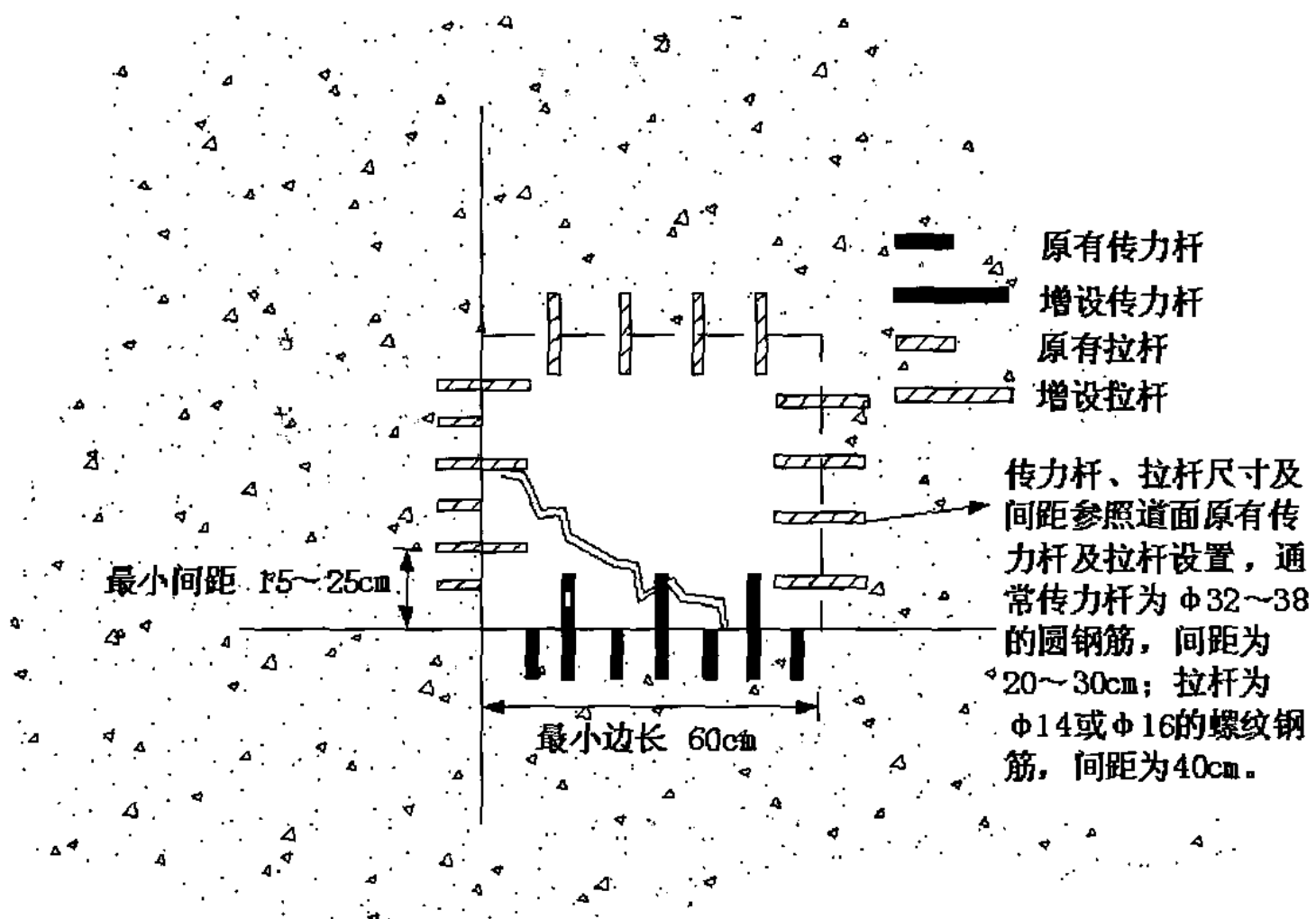
板厚 (mm)	直径 (mm)	最小长度 (mm)	最大间距 (mm)
210 ~ 250	25	450	300
260 ~ 300	30	500	300
310 ~ 350	32	500	350
360 ~ 400	35	500	350
410 ~ 450	38	550	400
460 ~ 500	40	600	400

6.3.10 坑槽清洁

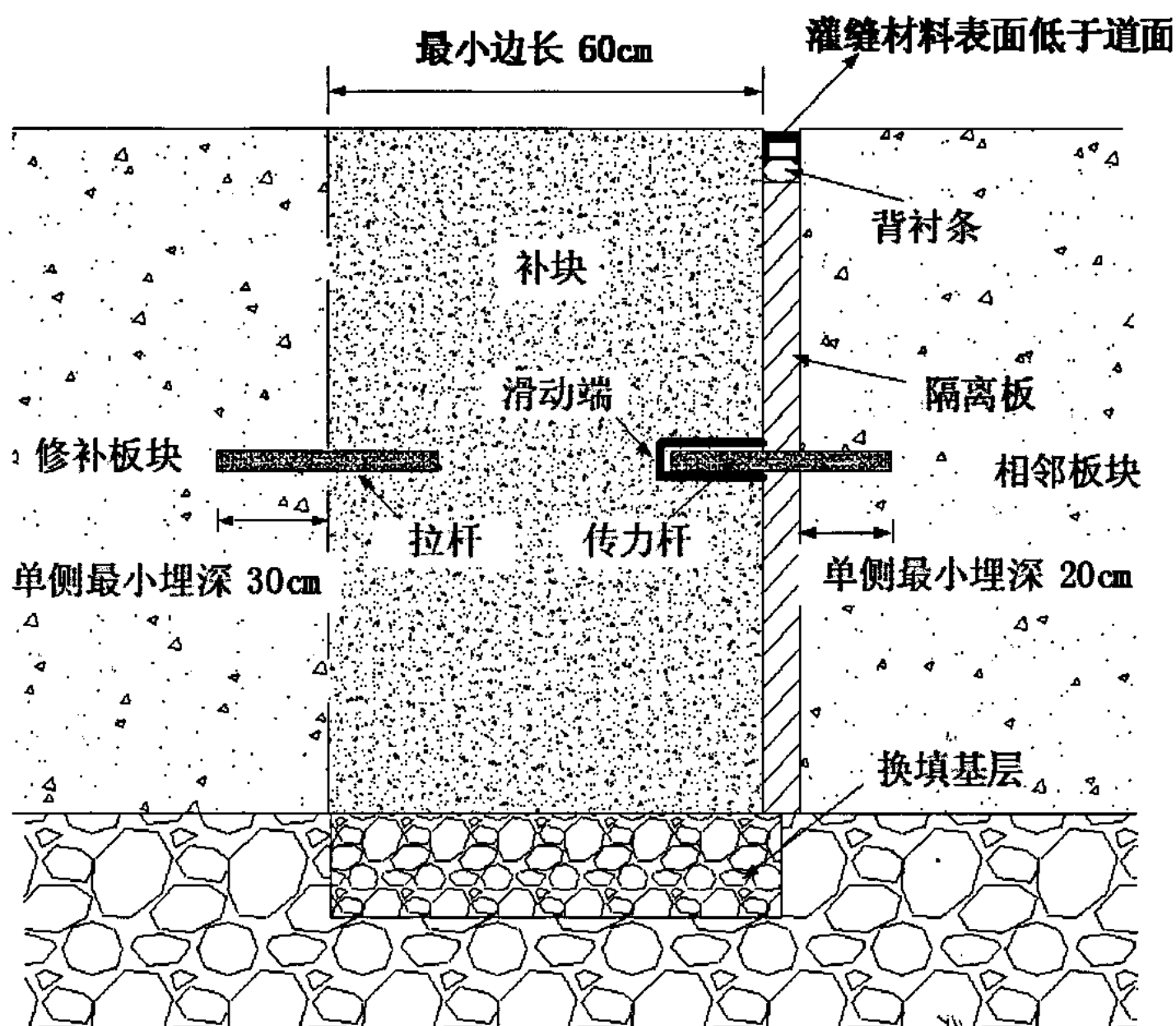
清除干净坑槽内破碎块和其他杂物,再用高压水枪清洗,最后用高压空气清洁修补坑槽,确保坑槽内无杂物、灰尘。

6.3.11 混凝土浇注、整平、做面、拉毛及养护等环节与部分厚度修补的要求相同,可参见 6.2 节。

6.3.12 水泥混凝土道面全厚度修补的施工大样图可参照图 6.3.12。



水泥混凝土道面全厚度修补施工大样图(平面)



水泥混凝土道面全厚度修补施工大样图(剖面)

图 6.3.12 水泥混凝土道面全厚度修补施工大样图

6.4 水泥混凝土道面浅层修补

6.4.1 水泥混凝土道面表层功能性损坏(如接缝处的掉边掉角、板角剥落等病害)可采取浅层修补措施。修补材料应满足 5.4 节的技术要求。

6.4.2 浅层修补尺寸

修补深度一般为 0.5 ~ 5 cm; 修补面积不宜大于 1 m², 面积大于 1 m² 时应分块修补, 修补形状宜为规则矩形。

6.4.3 浅层修补流程

- 1 在道面上画出修补边界, 修补范围应由破损区域向外延伸 3 ~ 5 cm;
- 2 用切缝机沿边界切割, 切割深度尽可能等于修补深度;

3 用破碎设备从中间往四周破碎,形成规则的坑槽,坑槽底部应尽可能平整;

4 采用聚合物砂浆时,坑槽形状宜为下口略大的楔形;采用磷酸盐水泥砂浆时,坑槽侧立面应尽可能垂直;

5 通过压缩空气吹净坑槽内的碎块、灰尘,坑槽内应干燥、干净;

6 如需现场制备修补材料,各组分的掺量应严格符合技术要求,各种添加剂应根据施工气候条件和施工要求等,结合产品使用说明书添加:

1) 配制环氧树脂砂浆时一般先加入主剂、稀释剂,并消除气泡,从水浴锅中取出后再加入固化剂搅拌均匀,最后加入到搅拌均匀的集料中;

2) 配制不饱和聚酯树脂砂浆时一般先加入主剂、促进剂,再加入到集料中搅拌均匀,最后加入引发剂。

7 将修补材料摊铺在修补坑槽里,用抹平工具刮平表面,注意边角处的压实。聚合物砂浆应分层填补,并分层拍打压实,每层约 1 cm,宜从一侧向另一侧刮抹,不宜来回刮抹。

6.5 水泥混凝土道面基础注浆

6.5.1 基础注浆的作用

水泥混凝土道面基础注浆可将基础(或/和基层)空隙中的空气、水和泥浆排出,注入浆液填充空隙,粘结并固结,可起到充填基础、提高基础(或/和基层)顶面反应模量、封堵水分、稳固基础(主要对碎石或粒料类基础)等作用,进而消除脱空,提高道面结构的承载能力。

6.5.2 注浆材料的一般要求

1 浆液粘度低,流动性好,渗透性好且泌水率低;

2 密实性和固结性好,能有效填充细小空隙;

3 稳定性好,常温、常压下能存放较长时间,凝结时间适中,既能够满足施工工序衔接时间的需要,又能满足通航要求;

- 4 具有较高的强度,凝固后收缩小,早期宜具有微膨胀性能;
- 5 对环境影响小;
- 6 对注浆设备、管道、混凝土结构物及橡胶制品无腐蚀性并易清洗;
- 7 浆液配制方便,操作简单,价格适中。

6.5.3 注浆材料分类

注浆浆液分为化学浆液和水泥浆液两种。化学浆液分为单液型和双液型,可灌性好,容易填充各类细小空隙;水泥浆液属悬浊液,流动性稍差,难以灌入 0.2 mm 以下的空隙,但填充效果较好,无污染,机场基础注浆宜选择水泥浆液。水泥浆液通常由水泥、粉煤灰、外加剂和水等拌合而成,应符合以下要求:

1 水泥:宜采用强度等级 42.5 的普通硅酸盐水泥,具有微膨胀性的高铝水泥效果更好;

2 粉煤灰:宜选用 II 级粉煤灰,其技术指标应满足表 6.5.3 的要求;

表 6.5.3 II 级粉煤灰技术性能指标

测试项目	技术要求
细度(0.08 mm 方孔筛的筛余)(%)	≤8
烧失量(%)	≤8
需水量比(%)	≤105
三氧化硫(%)	≤3
含水率(%)	≤1

3 外加剂:常用的外加剂包括膨胀剂、早强剂、减水剂和缓凝剂等。需提高浆液早期强度,减少初凝时间,可添加适量早强剂;需提高浆液稠度可添加减水剂;需减少注浆干缩影响可添加膨胀剂。

6.5.4 注浆工程方案设计应包括以下内容:

- 1 通过 HWD 弯沉测试确定注浆范围;
- 2 注浆深度

1) 用于填充(封堵)板底脱空时,若脱空位置处于板块与基层之间,注浆位置为板下 5 cm;若基层质量不好或脱空位置主要处于垫层,注浆位置为基层以下 5 cm;

2) 用于提高基层反应模量时,一般应渗入土基。

3 注浆孔布设

由注浆浆液扩散半径和板块尺寸计算确定。通常单板宜布置 4~5 个注浆孔,如四孔注浆,注浆孔分布在四个板角;如五孔注浆,板中孔可兼作释放孔(如图 6.5.4)。注浆孔与板边间距不宜小于 50 cm,孔径略大于注浆喷嘴。

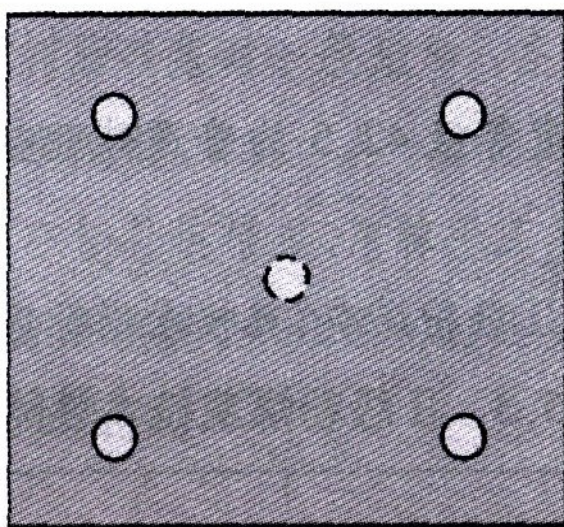


图 6.5.4 注浆孔布设示意图

4 应通过现场试验确定浆液配比、浆液初凝时间、浆液扩散半径、单孔注浆量、注浆压力和注浆流量等施工参数;

5 应根据机场实际运行情况及注浆施工流程,确定现场施工组织方案;

6 应根据机场实际情况选择帷幕注浆、隔板注浆或者由中间向外围注浆等注浆方式。

6.5.5 注浆现场注意事项

1 成孔

注浆孔现场放样后用钻孔设备钻孔,注浆孔应与道面垂直。

2 清孔

注浆孔成孔后,用压缩空气清除孔内杂物,注浆孔内应保持干燥,如成

孔后不能立即注浆,应临时将孔塞住。

3 监测板块扰动

应在注浆区域附近架设水准仪,架设位置一般距注浆区域 30 ~ 40 m,实时监测注浆板块顶升情况。

4 以下情况应停止注浆:

- 1) 注浆板块抬升量达到 3 mm;
- 2) 道面板横、纵缝或其他注浆孔有浆液冒出;
- 3) 压浆机泵压突然快速上升;
- 4) 出现注浆喷嘴喷出等表明板下压力过大的情况。

5 二次注浆

二次注浆可有效提高注浆质量,特别是提高板下支撑的均匀性。二次注浆应在前次注浆液初凝前 0.5 h 进行。

6 封孔

注浆停止后应用木塞、棉纱等材料临时封堵注浆孔;浆液初凝后可取出临时封堵材料,并用板块快速修补材料封堵注浆孔。

7 养护

应根据浆液的性质确定养护时间,浆液初凝后方可开放交通。

6.5.6 注浆板块出现过量隆起时应立即停止注浆,并及时用重型汽车等载重设备堆压该板块,使得注浆板块在浆液初凝前下沉至要求位置(与邻板高差在 3 mm 以内)。

6.5.7 浆液终凝后应全面更换注浆板块的灌缝材料,宜通过 HWD 弯沉测试复核注浆效果。

6.6 水泥混凝土板块研磨

6.6.1 可采用板块研磨的方法消除错台现象,一般技术要求如图 6.6.1 所示。

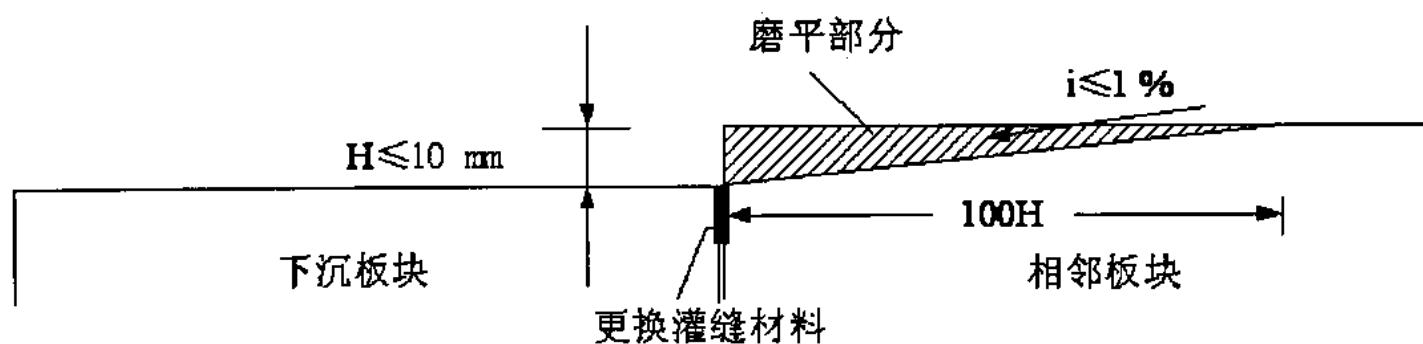


图 6.6.1 板块研磨示意图

6.6.2 施工流程

- 1 可用磨平机进行板块研磨,应先从错台高点开始,向周围逐步研磨;
- 2 一次研磨量不宜过大,避免损伤道面,应通过反复研磨消除错台现象;
- 3 研磨过程中可采用 3 m 直尺进行测量,研磨控制标准为邻板高差小于 3 mm;
- 4 错台量较大的板块可先用磨平机安装切割刀片进行切割,然后进行研磨。

6.6.3 对于因基础冻胀等原因引起的错台现象,不宜采用板块研磨方法。

6.7 水泥混凝土道面刻槽

6.7.1 水泥混凝土道面刻槽可以提高积水道面的局部排水性能,从而改善湿态条件下飞机高速滑跑时的道面抗滑性能。

6.7.2 水泥混凝土道面刻槽应满足以下技术要求:

- 1 槽间距。槽间距以 30 mm 为宜,如道面已有刻槽,新刻槽应沿既有刻槽进行切割;
- 2 槽型。槽型主要有“矩形”、“梯形”和“V 形”(如图 6.7.2 所示),宜选用“矩形”;

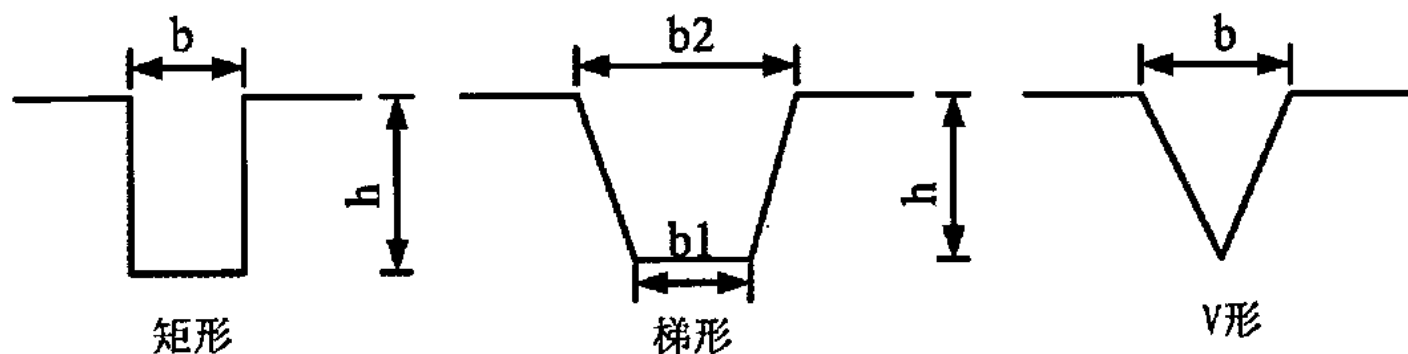


图 6.7.2 刻槽槽型示意图

3 槽宽。槽宽宜为 4 ~ 6 mm。如道面已有刻槽,新刻槽槽宽应不小于旧的槽宽。道面刻槽后刻槽表面积比宜介于 12% ~ 17%,刻槽表面积比计算公式如下:

$$\delta = (\gamma / (\gamma + \omega)) \times 100 \quad (\text{式 6.7.2})$$

式中: δ —— 刻槽表面积比(%);

γ —— 槽宽(mm);

ω —— 槽间距(mm)。

4 槽深。槽深宜为 4 ~ 8mm,如道面已有刻槽,新刻槽槽深不得低于旧的槽深。

6.7.3 刻槽应使用专业刻槽机,刻槽前应将道面既有槽中的杂物清除干净,20 m 内的对准直线差应小于 ± 50 mm,刻槽位置离道面助航设备的距离应大于 0.6 m。

6.7.4 刻槽在纵缝位置应连续,确保排水通道通畅,刻槽位置与横缝的距离不应小于 75 mm,刻槽完成后,应及时更换纵缝位置的灌缝材料。

7 沥青混凝土道面常用修复方法

7.1 沥青混凝土道面裂缝填补

7.1.1 填补材料

沥青混凝土道面裂缝填补材料应选择加热型优质改性橡胶沥青类材料或改性乳化沥青类材料,材料的技术要求参见 5.2 节。加热型优质改性橡胶沥青类材料耐久性好,但对施工机具要求较高,适用于集中大量修补;常温型改性乳化沥青类材料施工方便,适用于少量或临时修补。

7.1.2 沥青混凝土道面裂缝填补应根据混合料类型与裂缝宽度的不同,选择贴缝或开槽灌缝方法。

7.1.3 贴缝的施工要求

1 清洁道面

吹净道面上的碎屑、灰尘,用钢丝刷将裂缝周边松散、剥落的集料清除干净,贴缝前道面应干净、干燥。

2 贴缝前的准备

- 1) 环境温度低于 10℃ 时,应先用烤灯、热喷枪等加热裂缝周边的道面;
- 2) 采用加热式施工材料时,应先将材料加热到要求温度;
- 3) 采用常温式施工材料时,应按照比例调配好材料。

3 道面贴缝

- 1) 选用扁平状喷嘴,喷嘴宽度应大于裂缝宽度;
- 2) 将喷嘴贴合道面,沿裂缝走向匀速移动,灌缝材料应均匀流出,并均匀覆盖裂缝;
- 3) 贴缝材料与周边道面的高差不得大于 3 mm;

4) 如果贴缝材料沿裂缝形成局部凹陷,可进行二次贴缝处理。

7.1.4 开槽灌缝的施工要求

1 扩缝

1) 扩缝宜使用沥青道面开槽机,扩缝时宜干切;

2) 槽形应为矩形,槽口宽度应略大于原裂缝,槽深宜为 3~5 cm,若裂缝填补过,扩缝过程中应完全清除旧的灌缝材料;

3) 如裂缝周边存在剥落,可适当加宽槽口(覆盖主要剥落区域),轻度剥落部分可用钢丝刷清除干净。

2 清缝

缝槽的清洁程度是影响填补质量的关键因素,清缝宜采用喷砂机、空压机或钢丝刷(钢丝刷常与空压机配合使用)等机具,不宜用高压水冲洗。

1) 使用喷砂机时喷嘴应保持在道面表面以上 25 mm 处,缝壁两侧宜分别清理;

2) 道面潮湿或表面温度低于 10℃ 时,可使用烤灯或热喷枪等加热缝槽,加热应尽可能均匀,不得出现局部过热现象;

3) 裂缝填补前应再次使用空压机对缝槽进行清理,确保缝槽干燥、干净;

4) 清缝后应检查缝槽,可用手指或白毛巾擦拭缝壁,如存在明显灰尘,宜再次清缝。

3 安装背衬条

清缝后尽快安装背衬条,背衬条压入后,缝槽的宽深比宜为 1:1~2:1。

4 灌缝材料准备

如使用加热式灌缝材料,应将材料均匀加热到工作温度;如使用常温式灌缝材料,材料应严格按照配比要求混合并充分搅拌。

5 灌缝施工

1) 宜使用较细的喷嘴,以 45°斜角深入缝槽底部,由下往上填满裂缝;

2) 灌填速度不宜过快,以气泡充分释放为依据;

- 3) 一条裂缝的灌填应连续;
- 4) 灌缝后灌缝材料应均匀、饱满,无起泡与隆起现象,灌填后的灌缝材料应与周边道面齐平。
- 6 为了保护未凝固的灌缝材料,灌缝后施工区域应禁止车辆或飞机碾压。

7.2 沥青混凝土道面补块修补

7.2.1 修补材料

沥青混凝土道面补块的耐久性修复应按照 5.5 节的要求选择热拌沥青混合料,沥青混合料中集料的公称最大粒径不宜大于 13 mm;临时性修复可选用冷拌沥青混合料。

7.2.2 补块修补尺寸

- 1 最小修补深度应与上面层厚度相同,而且不得小于 5 cm;
- 2 修补范围应从病害影响区域外延 30 cm,补块宜为规则矩形,修补边界应与轮迹方向平行或垂直,长宽比小于 2:1;
- 3 相邻补块间距小于 1 m 时,应一并修补;
- 4 严重裂缝进行补块修补时,最小修补宽度为 60 cm,长度为裂缝两端外延 30 cm。道面厚度小于 13 cm 时应做全厚度修补;道面厚度大于 13 cm 时修补深度不宜小于 8 cm。

7.2.3 道面切割

应画出修补边界,切缝机沿边界切割,切割应干切而不宜水冷,切割深度应尽可能与补块深度相同,为保证切割深度满足要求,允许切缝两端超过修补边界,如图 7.2.3 所示。

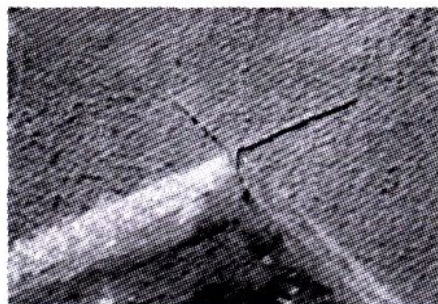


图 7.2.3 道面现场切割

7.2.4 道面破除

破碎应由中央向四周方向进行,破碎设备功率不得过大,面积较大的补块宜机械铣刨。

7.2.5 坑槽清理

沥青混凝土道面坑槽清理不得使用高压水冲法。应用钢丝刷清净坑槽底部与四壁松散的集料,并用空压机吹净坑槽内的浮尘,坑槽应干燥、清洁。

7.2.6 基层处理

如发现基层存在裂缝、松散等现象,应换填基层,换填材料可使用热拌沥青混合料,换填厚度较厚时应分层压实,可根据作业区域的大小采用平板振动夯、冲击夯或手扶压路机等小型压实设备。

7.2.7 粘层油涂刷

坑槽底部和四壁应均匀涂刷粘层油,粘层油的涂刷量不宜过多,粘层油完全渗入原道面后即可摊铺。

7.2.8 沥青混合料准备

条件允许时宜使用厂拌沥青混合料。修补材料用量较小时,可参照附录 E 的方法现场制备,应采取必要的保温措施确保混合料摊铺前保持在适合摊铺的温度。

7.2.9 沥青混合料摊铺应采取分层摊铺、压实的方式,单次压实厚度不大于 7 cm。作业区域较小时,可采取人工摊铺结合夯、压实的方法;作业区域较大时,应采取机械摊铺配合手扶压路机压实的方法。应从补块外围开始碾压,压实方向应与轮迹方向相同。补块上面层应一次摊铺成型,摊铺时应控制松铺系数,补块压实后与周边高差不大于 3 mm(3 m 直尺法)。

7.2.10 补块施工缝处理

补块与原道面的冷接缝应采取贴缝处理,贴缝宽度不小于 5 cm,缺少

灌缝材料时可使用粘层油。

7.3 沥青混凝土道面功能性加铺

7.3.1 以下情况可实施功能性加铺：

- 1 跑道摩擦系数小于0.3,除胶、刻槽等措施已无法有效提升道面的抗滑性能;
- 2 道面因大面积沉陷、轮辙等现象造成雨后积水严重,需要调整道面横坡,增强表面排水能力;
- 3 道面平整度状况亟待改善;
- 4 道面结构承载能力满足要求,但是表层类损坏程度严重,且分布广泛。

7.3.2 沥青混凝土道面功能性加铺的厚度宜为5~7 cm,一般采用一层式结构,加铺材料宜采用AC或SMA。

7.3.3 实施功能性加铺前应全面处治既有沥青混凝土道面的表观病害,应重点处治各种裂缝。

7.3.4 沥青混凝土道面实施功能性加铺时,宜根据道面平整状况,铣刨路用性能下降的既有道面表层,铣刨深度一般在20 mm左右,并喷洒粘层油。

7.3.5 可通过多台摊铺机横向同步摊铺的施工方式,减少施工纵向冷接缝。

7.3.6 沥青混凝土加铺工程的施工质量管理与检查验收,应按照《民用机场沥青混凝土道面施工技术规范》和《民用机场飞行区工程竣工验收质量检验评定标准》有关规定执行。

8 道面维护新技术

8.1 一般规定

8.1.1 应积极借鉴国外机场及我国公路行业成功应用的道面维护新技术。针对机场道面出现的“疑难杂症”,应通过现场试验等手段积累经验,推广应用先进技术。

8.1.2 各地机场应加强道面维护新技术应用的经验交流。

8.2 沥青混凝土道面预防性养护技术

8.2.1 沥青混凝土道面预防性养护

沥青混凝土道面预防性养护是指在道面状况良好,尚未出现明显损坏或损坏程度轻微时实施的一系列道面维护技术。预防性养护能够密封和填充道面表层裂缝,还原混合料中沥青的部分活性,从减少水分入渗和延缓沥青老化两个方面提高沥青混合料的性能,延长道面使用寿命。目前,机场沥青混凝土道面预防性养护的主要方法是对道面进行封层处治,包括雾封层和微表处两大类技术。

8.2.2 沥青混凝土道面雾封层材料

机场沥青混凝土道面雾封层材料宜采用溶剂型材料(可渗入沥青道面),包括煤焦油类、改性乳化沥青类和氧化沥青类三类。使用时不宜掺加细集料,可按照一定的洒布量直接洒布。

1 氧化沥青类雾封层材料

氧化沥青类雾封层材料是一种溶剂型渗透性封层剂,材料内不含集料。该材料以氧化沥青为粘结料,含有多种能在紫外线下保持稳定的芳香

族化合物及与水分反应较为迟钝的有机硅化合物。有机硅化合物使材料具有极低的粘度、低表面张力以及较好的憎水性。因此,该类材料渗透性强,能够渗入紧密的毛细孔内,封堵道面细微裂缝的效果最佳。材料的还原性是通过弥补老化沥青流失的芳香族成分实现的。

2 改性乳化沥青类雾封层材料

改性乳化沥青类雾封层材料通常包括聚合物改性乳化沥青和表面活性剂。其作用机理与煤焦油类材料类似,通过激活老化沥青增加沥青的粘性,同时可为道面提供一层抗氧化、防水和抗油污的微表层。

3 煤焦油类雾封层材料

煤焦油类雾封层材料通常是由乳化煤焦油、陶土和其他有机成分组成。乳化煤焦油渗入道面表层,能够软化老化沥青、增加沥青粘性;陶土是一种完全破碎成粉状的集料,可以填补道面因裂缝、松散等病害导致的集料缺失现象。煤焦油类材料可使道面具有良好的封水效果,同时可固定道面上松动的细小骨料,缓解道面病害发展。

8.2.3 机场沥青混凝土道面雾封层材料应满足以下技术要求:

- 1 沥青混凝土道面的渗透深度:不小于 2 mm;
- 2 沥青还原性能:5%还原剂与老化基质沥青充分混合后,15℃延度大于 40 cm;
- 3 洒布后应满足以下几个要求:
 - 1) 道面摩擦系数不出现明显下降;
 - 2) 道面表面构造深度基本不改变;
 - 3) 道面渗水系数明显降低,洒布前道面渗水系数大于 100 mL/min 时,洒布后应减少至 10 mL/min 以下。

8.2.4 雾封层设备

可通过机械式洒布车实施沥青混凝土道面雾封层作业,常见普通型洒布车如图 8.2.4 所示,主要技术性能如表 8.2.4 所示。

表 8.2.4 雾封层洒布车的主要技术性能

主要技术参数	数值
沥青罐容积(L)	4000 ~ 8000
最大洒布宽度(m)	4 ~ 6
洒布量(L/m ²)	0.3 ~ 3

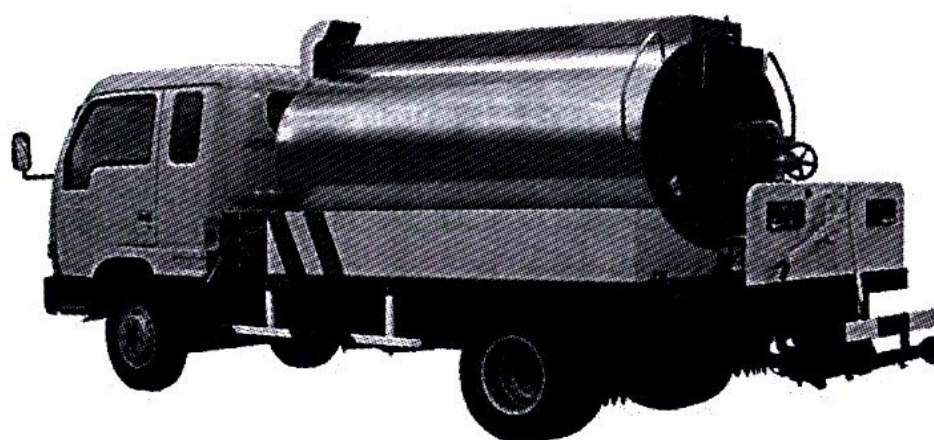


图 8.2.4 沥青混凝土道面雾封层洒布车

8.2.5 沥青混凝土道面雾封层的一般流程:

1 既有道面修补

实施雾封层之前,应全面处治道面上存在的裂缝(平均缝宽大于 3 mm)、坑槽、松散等病害。

2 道面清洁

用空压机和钢丝刷将施工区域道面上的碎屑、灰尘清除干净,必要时可用高压水冲洗,道面干燥后可实施雾封层作业。

3 雾封层材料洒布

应采用机械洒布方式,洒布时应按照材料的技术要求严格控制洒布量,既要避免洒布量不足而影响道面维护效果,又需避免因过量洒布降低道面抗滑性能。

4 养生

雾封层材料洒布后需要一定的时间(具体时间视材料类型而定)渗入沥青混凝土道面内部,在此期间应禁止人员、车辆等通过施工区域。

8.2.6 沥青混凝土道面微表处材料

可使用聚合物改性水泥基材料对沥青混凝土道面进行微表处处治。聚合物改性水泥基材料是由橡胶和聚合物复合改性的水泥(一般包括各种添加剂)为主要成分的粉料,以及以聚合物乳液为主要成分的液体构成的一种双组分材料。乳液与粉料拌合后,各成分通过物理化学反应快速固化,在沥青道面上形成一层 1.5~3 mm 的保护层。

聚合物改性水泥基材料具有较低的弹性模量、较大的极限压应变,脆性低,柔性高,具有较强的变形能力,且具有很好的抗渗性能,作为沥青混凝土道面微表处材料,能有效阻止裂缝的产生和发展,具有很好的封水效果,能够有效地提高道面的耐久性和使用寿命。

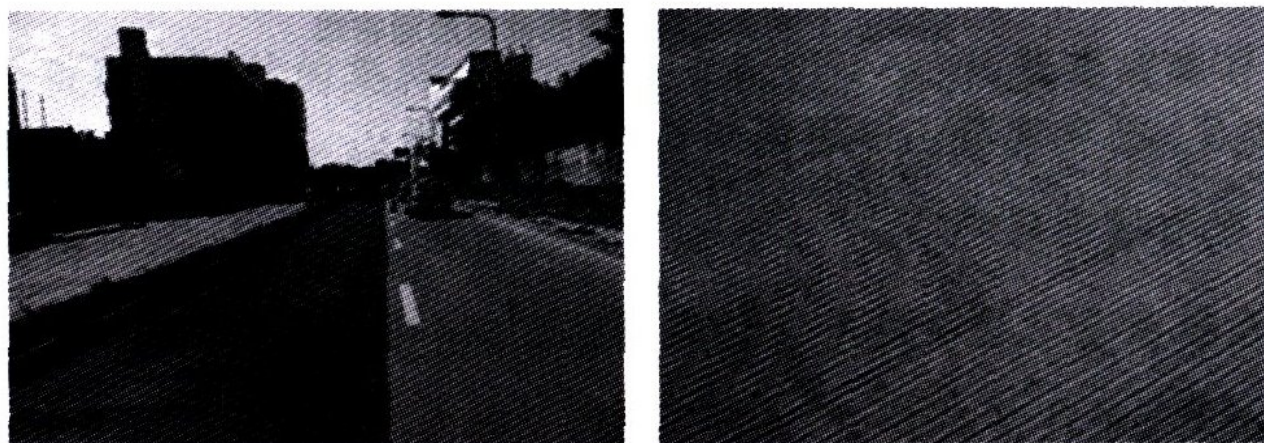


图 8.2.6 沥青混凝土道面微表处处治效果

8.2.7 聚合物改性水泥基材料的主要性能

表 8.2.7 聚合物改性水泥基封层材料的性能指标

主要技术指标数值		
抗压强度(MPa)	2 h	≥ 6.0
	4 h	≥ 11.0
	7 d	≥ 30.0
抗折强度(MPa)	2 h	≥ 2.0
	4 h	≥ 3.8
	7 d	≥ 7.7

摊铺后的养生时间一般为 1~2 h。

8.3 沥青混凝土道面现场热再生技术

8.3.1 沥青混凝土道面实施现场热再生应具备以下条件：

- 1 原道面强度满足设计要求；
- 2 原道面病害主要集中在表层,通过现场热再生能够得到有效处治；
- 3 原道面沥青的 25℃ 针入度不小于 20(0.1 mm)。

8.3.2 实施现场热再生前,以下情况应进行处治：

- 1 原道面存在松散或坑槽,且病害深度超过现场热再生施工深度；
- 2 原道面出现竖向变形类损坏,且变形深度大于现场热再生施工深度；
- 3 原道面出现裂缝,且裂缝剥落深度大于现场热再生施工深度。

8.3.3 现场热再生工程量大、施工复杂、涉及机具众多,工程前期主要工作内容包括：

- 1 确定道面再生施工范围与深度；
- 2 现场热再生混合料配合比设计,包括原道面沥青混合料的评价、再生剂用量的确定、矿料级配设计、新沥青最佳用量的确定等；
- 3 现场热再生施工组织,包括机具的作业编排、施工人员配备等；
- 4 施工质量控制要求,包括与周围道面高差、再生道面平整度及再生道面坡度等。

8.3.4 现场热再生混合料配合比设计流程如图 8.3.4 所示。

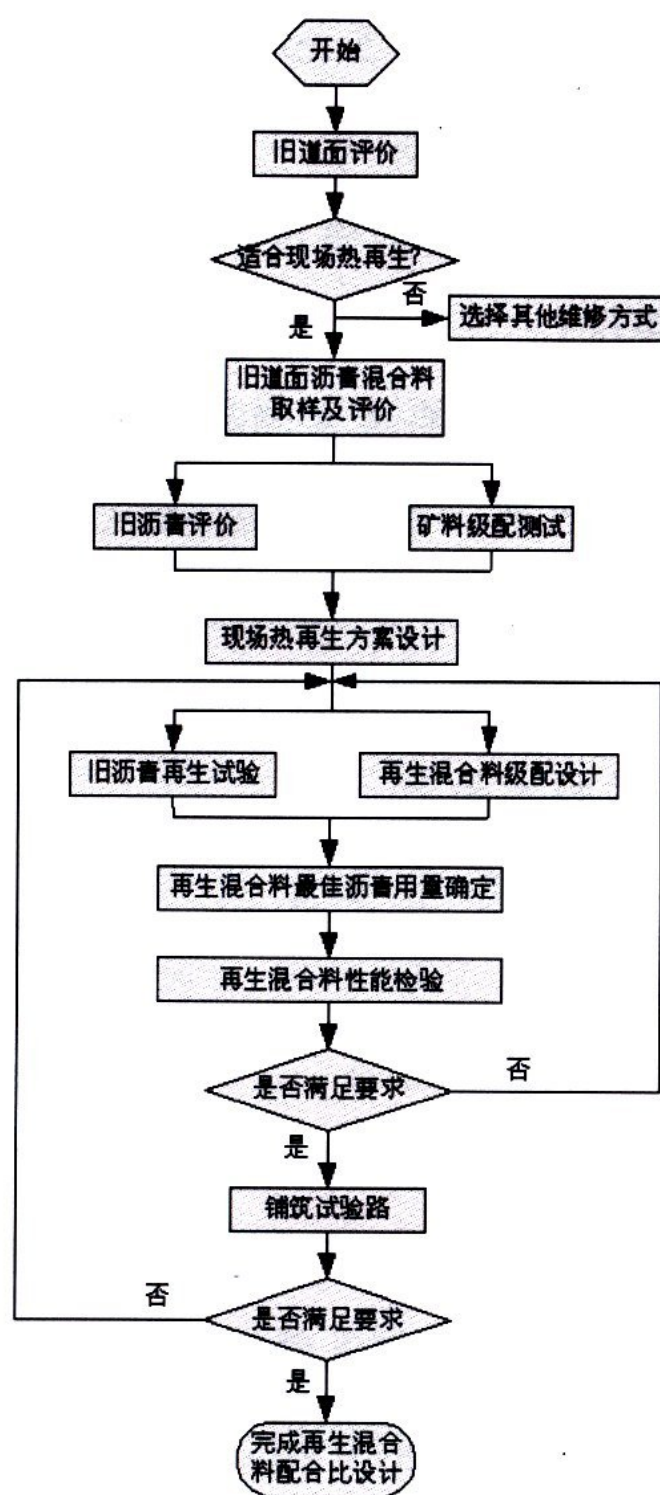


图 8.3.4 现场热再生混合料配合比设计流程图

8.3.5 现场热再生施工方案设计必须通过试验段检验,试验段不宜短于 200 m。

8.3.6 现场热再生施工步骤如下:

- 1 现场设置导向线;
- 2 道面加热:道面加热宽度应比铣刨宽度每侧宽 20 cm;
- 3 道面铣刨:道面铣刨深度应均匀,铣刨温度应大于 70 ℃;
- 4 喷洒再生剂:再生剂用量由设计确定,喷洒前应将再生剂加热至不影响质量的最高温度;
- 5 拌合:拌合时按设计加入新沥青和矿料,拌合应充分、均匀;

压折比	2 h	3.0
	4 h	3.0
	7 d	4.0
7 d 静力受压弹性模量 (GPa)		11.0
极限压应变		2.67×10^{-3}
抗渗等级		P14
与沥青混合料试件直剪试验的最大剪力 (kN)		2.7
三分点小梁加载允许作用次数	0.3 倍极限强度	≥ 23000
	0.5 倍极限强度	≥ 2400

8.2.8 沥青混凝土道面微表处的一般流程：

1 既有道面修补

实施微表处前,应全面处治既有道面上存在的裂缝(平均缝宽大于 3 mm)、坑槽、松散等病害,特别是所有裂缝应开槽灌缝,减少微表处后道面上出现的反射裂缝。

2 道面清洁

应采用高压水冲法全面冲洗道面,道面干燥后宜使用空压机再次清理道面。

3 材料拌合

应使用强制搅拌设备,使材料拌合充分、均匀,拌合时应严格控制粉料和液料配比用量,拌合好的材料应立即进行摊铺,如果没有及时使用应废弃,不得重新拌合。

4 摊铺

应使用微表处专用机械设备进行机械化摊铺,并同步进行表面拉毛,确保表面纹理一次成型。

5 养生

6 摊铺:摊铺速度宜为 $1.5 \sim 5 \text{ m/min}$,摊铺温度宜控制在 $120 \sim 150^\circ\text{C}$ 之间;

7 压实:应使用大吨位压路机碾压,局部无法压实部位,应使用小型振动压路机或振动夯碾压;

8 开放交通:开放交通时,再生层道面表层温度应低于 50°C 。

8.3.7 现场热再生的施工机具包括:预热机、加热机、翻松机、拌合机、摊铺机和碾压机等。

8.3.8 现场热再生的施工质量管理与检查验收,应按照《公路沥青路面再生技术规范》有关规定执行。

8.4 水泥混凝土道面表层处理技术

8.4.1 水泥混凝土防水增固剂

水泥混凝土防水增固剂通常是由环氧树脂、固化剂及改性剂等组成的低粘度材料,一般为双组分,呈透明液体状。材料喷涂在水泥混凝土道面表层后,可沿混凝土内微裂缝、毛细孔渗透至表面以下 $2 \sim 5 \text{ mm}$,充分反应后可以起到密封微裂缝和毛细孔的作用,从而阻止水分渗入混凝土。

水泥混凝土防水增固剂凝固后道面表面具有憎水性,雨水在表面呈水滴状,不会形成水膜,减小了水分对于水泥混凝土的浸润能力。使用该材料进行表层处理后,水泥混凝土道面能够减少水分进入表层微裂缝,从而有效减少水泥混凝土道面在撒布融雪(除冰)材料后经常出现的麻面现象。

8.4.2 水泥混凝土防水增固剂的技术要求

- 1 对于水泥混凝土道面的渗透性应大于 3 mm ;
- 2 喷涂后水泥混凝土道面耐磨性能提高 10% 以上;
- 3 凝固后不透水,且与道面无明显色差。

8.4.3 水泥混凝土道面表层处理的一般流程:

1 道面清洁

用空压机或高压水枪对道面灰尘、杂物进行清除,彻底清除油污、旧油漆涂层。表面干燥后即可进行涂刷。

2 材料配制

按照要求的比例进行两种组分材料的混合。

3 水泥混凝土防水增固剂的喷涂

1) 应在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的条件下施工;

2) 将配制好的材料用喷涂工具或喷雾器均匀喷洒在道面上,一般应分两次喷涂;

3) 对于中等麻面的水泥混凝土道面,第一次喷涂量建议为 0.25 kg/m^2 ;对于轻微麻面的水泥混凝土道面,第一次喷涂量建议为 $0.18\sim0.20\text{ kg/m}^2$;

4) 第一次喷涂 $2\sim4\text{ h}$ 后进行第二次喷涂。对于中等麻面的水泥混凝土道面,第二次喷涂量建议为 $0.10\sim0.15\text{ kg/m}^2$;对于轻微麻面的水泥混凝土道面,第二次喷涂量建议为 $0.08\sim0.12\text{ kg/m}^2$;

5) 喷涂 20 min 后可将道面上不能渗透的多余材料刮除;

6) 喷涂后道面表面呈均匀的湿润痕迹,对于无湿润痕迹的道面(一般由于道面疏松程度较大,材料渗透量大),可按照第二次喷涂量进行第三次局部喷涂;

7) 达到规定养护时间即可开放交通。

8.5 水泥混凝土道面应急性抢修技术

8.5.1 水泥混凝土道面应急性抢修材料可使用以一定比例配制的磷酸盐水泥砂浆,应急性抢修用的磷酸盐水泥砂浆 15 min 的抗压强度应达到 20 MPa 。

8.5.2 水泥混凝土道面应急性抢修的主要特点:

1 适用于跑道和快速脱离道水泥混凝土道面出现的各种突发性破损,抢修后的补块可以在短期(48 h)内承受飞机轮载的碾压而不出现松散或者剥落现象;

2 可抢修的道面最大尺寸为 20 cm×20 cm,最小深度不小于 3 cm;

3 抢修后开放交通的时间可控制在 30 min 之内。

8.5.3 水泥混凝土道面应急性抢修的一般流程:

1 快速清理破损的坑槽,去除松散的碎粒,不必将破损的坑槽整修成规则形状;

2 按照 0.2 左右的水灰比对整修后的破损坑槽注水;

3 对破损坑槽同步倾倒抢修材料;

4 在坑槽里立即进行人工拌合;

5 抢修材料与道面齐平后,停止搅拌,简易做面;

6 养生 15 min 后开放交通。

8.5.4 视道面抢修情况,48 h 内应对抢修道面进行重新修补。

附录 A 灌缝材料性能测试方法

A1 硅酮类常温施工式灌缝材料性能测试方法

硅酮类常温施工式灌缝材料应按《建筑密封材料试验方法》和《混凝土建筑接缝用密封胶》规定的试验方法进行试验,优先选择前一种测试方法。

A2 通用类常温施工式灌缝材料性能测试方法

A.2.1 固体含量试验按《水乳型沥青防水涂料》中 5.5 的方法进行。

A.2.2 干燥性试验按《建筑防水涂料试验方法》第 16 部分规定的方法进行。

A.2.3 失粘时间及流动度试验按照《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》中 6.4.3 的方法进行。

A.2.4 弹性试验按照《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》中 6.4.4 的方法进行。

A.2.5 拉伸试验按照《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》中 6.4.5 的方法进行。

A.2.6 粘结强度试验按《水乳型沥青防水涂料》中 5.8 的方法进行。

A3 加热施工式灌缝材料性能测试方法

A.3.1 锥入度试验方法

1 仪器设备

1) 锥入度试验仪:采用沥青针入度仪,将原仪器的标准针取下换成标准锥;

2) 标准锥:由镁或其他适宜材料制造的圆锥体和可拆卸钢尖组成,其尺寸和公差如图 A.3.1 所示。标准锥总质量为 102.5 ± 0.05 g,锥杆质量为 47.5 ± 0.05 g。外表面应抛光,洛氏硬度为 54~60,表面粗糙度为 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$;

3) 平底玻璃皿:容量不少于 1 L,深度不少于 80 mm,内设有不锈钢三脚支架,能使盛样皿稳定;

4) 大盛样皿:内径 70 mm,深 45 mm;

5) 其他:秒表、温度计、恒温水槽等。

2 试验方法

1) 将达到灌入温度的灌缝材料倒入大盛样皿中,试件高度应超过预计锥入度值 10 mm,注意排除气泡。试件制备完毕后放在 $15 \sim 30$ °C 的室温中冷却 1.5~2 h,移入水温控制在 25 ± 0.5 °C 的恒温水槽中 1.5~2 h;

2) 调节锥入度仪使之水平,检查连杆和导轨,以确认无水和其他异物,无明显摩擦;

3) 取出达到恒温的盛样皿,移入平底玻璃皿中的三脚支架上,玻璃皿中不应盛水;

4) 将盛有试件的平底玻璃皿置于锥入度仪的平台上,慢慢放下连杆,用适当位置的反光镜或灯光反射观察,使标准锥锥尖刚好与试件表面接触,用按钮固定连杆,拉下齿杆与连杆顶端接触,调节刻度盘指针至零;

5) 用手紧压按钮,同时启动秒表,标准锥自由落下,标准锥贯入时间为 5 s 时,停压按钮,使标准锥连杆固定;拉下齿杆与连杆端接触,记下锥入深度(0.1 mm)。当采用自动针入度仪时,计时与标准锥落下贯入试件同时开始,至 5 s 时自动停止。

3 试验结果

同一试件平行试验三次,测点间距不应小于 25 mm,测点距试件边缘不应小于 13 mm。三个平行试验结果的其中一个测定值与平均值之差符合重复性试验精度要求,即不超过平均值的 15 % 时,取其平均值作为锥入

度试验结果。

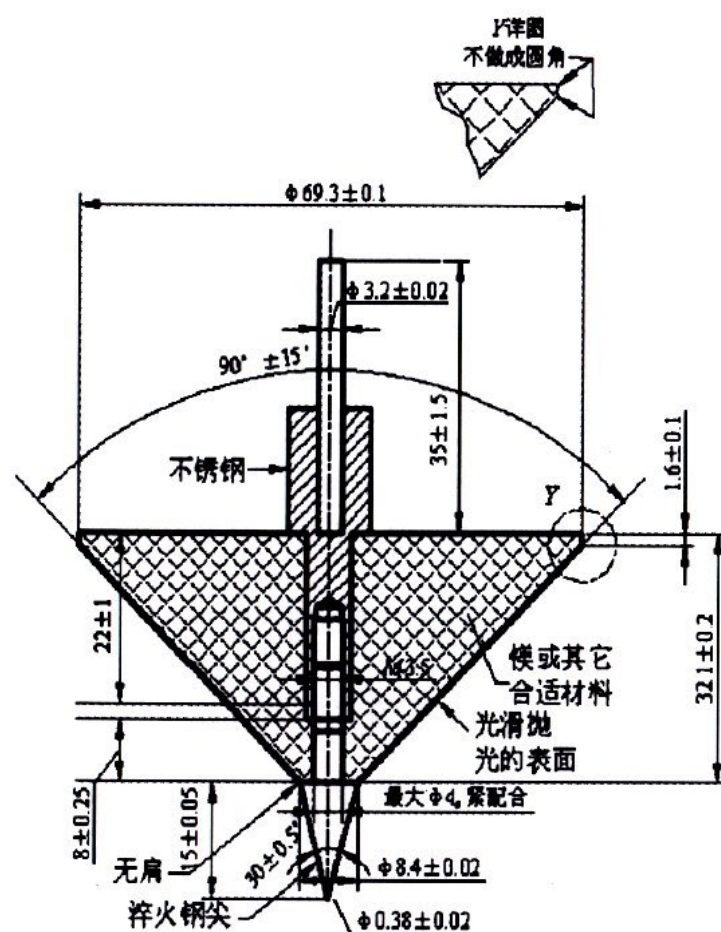


图 A.3.1 标准锥尺寸及形状示意图(单位:mm)

A.3.2 软化点试验按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》中的 T 0606 进行。

A.3.3 低温拉伸试验方法

1 水泥混凝土块的准备

1) 仪器与材料

- ① 尺寸 100 mm × 100 mm × 400 mm 的试模；
- ② 标准混凝土养生室；
- ③ 混凝土切割机；
- ④ 级配集料及水泥等。

2) 水泥混凝土块制备

① 材料

集料应由破碎的石灰石组成,其质量技术指标应符合《公路沥青路面施工技术规范》的要求,级配应符合表 A.3.3 的规定。应采用 32.5 或更高强度等级的通用硅酸盐水泥。

表 A.3.3 集料级配

筛孔尺寸(mm)	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
通过率(%)	100	88~92	78~82	58~62	38~42	31~35	24~28	16~20	6~10	2~4

② 配合比

水灰比为 0.49~0.55,每立方米混凝土水泥用量为 (335 ± 30) kg。

③ 制作

将水泥混凝土灌入试模,放入振动台振动 120 s,置于室内,24 h 后拆模,放入标准养生室养护至少 28 d。养护结束后,用混凝土切割机把水泥混凝土试件切割成小条块,用水冲洗并晾干,每条水泥混凝土块尺寸为 75 mm×50 mm×25 mm,见图 A.3.3-1。

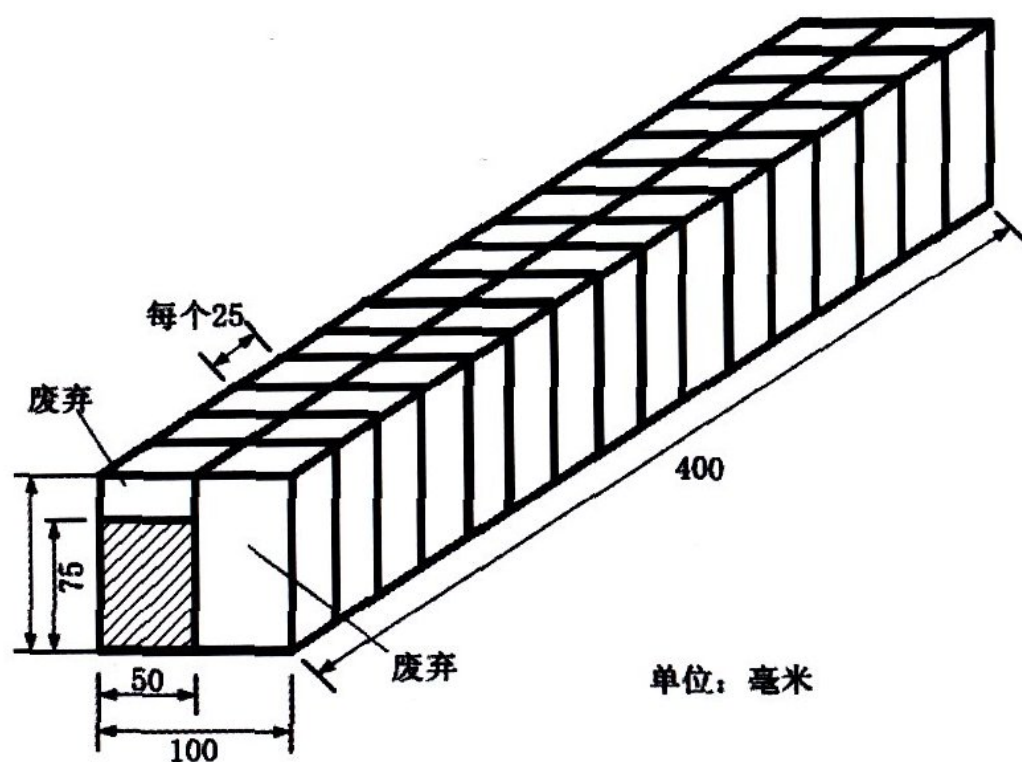


图 A.3.3-1 水泥混凝土块切割示意图(单位:mm)

2 仪器设备

- 1) 拉伸试验机:拉伸行程不小于 40 mm,拉伸速度 0.05 mm/min,拉伸试件夹具见图 A.3.3-2;
- 2) 低温装置:恒温控制 $(-40 \pm 1) \sim (10 \pm 1) ^\circ\text{C}$;
- 3) 水泥混凝土块:符合 1 规定的水泥混凝土块;
- 4) 金属模块:立柱尺寸为 100 mm×15 mm×12.5 mm;上垫块尺寸为

75 mm × 15 mm × 10 mm; 下垫块尺寸 75 mm × 25 mm × 10 mm;

5) 其他: 刮刀等。

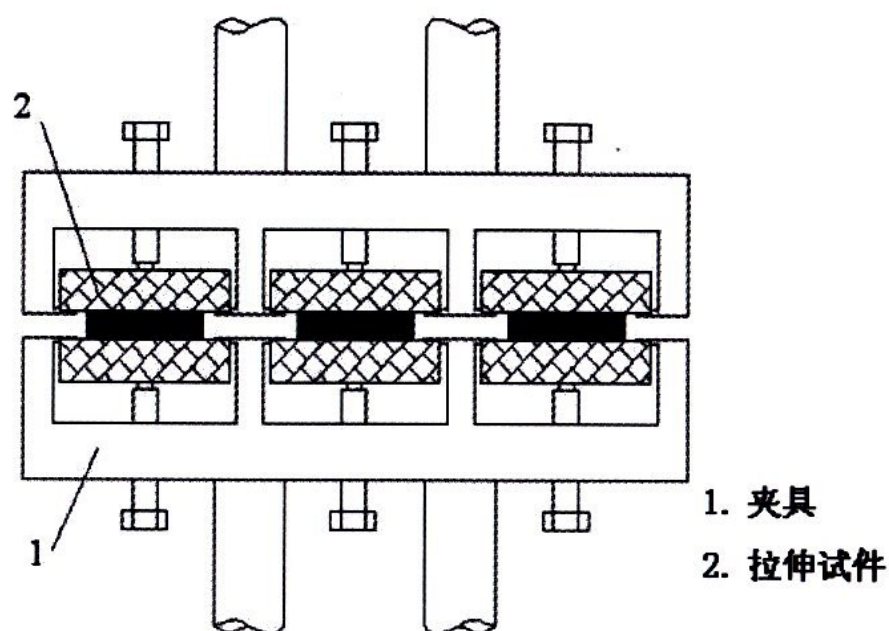


图 A.3.3-2 拉伸试件夹具示意图

3 试验方法

1) 试件制备: 在金属模块与灌缝材料接触面上涂一层甘油滑石粉隔离剂, 然后用金属模块和水泥混凝土块围出一个 50 mm × 50 mm × 15 mm 的空隙, 水泥混凝土块应干燥洁净, 如图 A.3.3-3 所示。倒入灌缝材料, 略高于水泥混凝土块顶面, 室温冷却至少 2 h, 拆除上垫块和立柱, 用热刮刀刮除顶面多余灌缝材料, 然后拆除下垫块, 用热刮刀刮除底面多余灌缝材料, 得到如图 A.3.3-3 所示的拉伸试件;

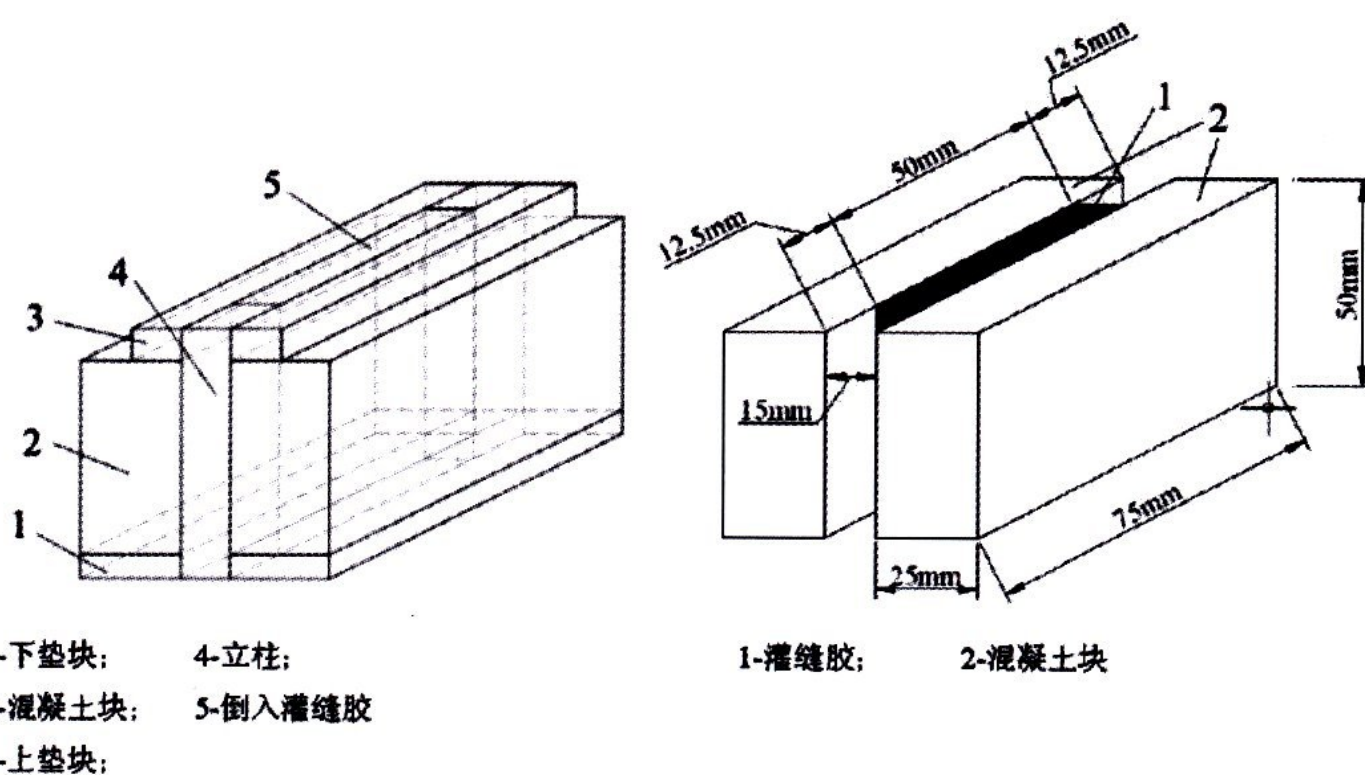


图 A.3.3-3 低温拉伸试验模具及拉伸试件

2) 低温拉伸:在规定的试验温度下将试件保温不少于 4 h,在拉伸试验机上以 0.05 mm/min 速度拉伸试件,拉伸过程中应保持规定的试验温度。完成 50 % 拉伸量(即 7.5 mm)后,在 30 min 内取出试件;

3) 重新压缩:取出试件后,观察试件、试件与水泥混凝土块连接面有无明显的裂缝。如有裂缝且长度大于 6 mm,判定试件失效。如果没有出现明显的裂缝,把试件侧翻(即一块水泥混凝土块在底面,另一块在顶面),使灌缝材料在顶面水泥混凝土块的重力作用下重新压缩回原样(灌缝材料试验前的厚度为 15 mm);

4) 重新拉伸:按 2) 重新进行低温拉伸。

4 试验结果

经过三个拉伸循环过程后,在 30 min 之内将试件从拉伸试验机中取出,立即检查试件、试件与水泥混凝土块连接面是否有裂缝出现。如有裂缝且长度大于 6 mm,判定试件失效,否则判定试件合格。

一组采用三个试件进行平行试验,试件全部合格为试验通过。

A.3.4 流动性试验方法

1 仪器设备

1) 镀锡板:采用符合《冷轧电镀锡薄钢板》的测试级镀锡板,镀锡量 11.2/11.2,硬度等级 TH52 + SE,表面处理按《色漆和清漆》要求进行(手工打磨),尺寸为 200 mm × 150 mm × 0.28 mm;

2) 黄铜模框:模框的内尺寸 60 mm × 40 mm × 3.2 mm(精确至 ±0.1 mm);

3) 电热干燥烘箱:自动控制恒温;

4) 三角架:与水平方向的夹角为 $(75 \pm 1)^\circ$,见图 A.3.4;

5) 其他:游标卡尺、刮刀等。

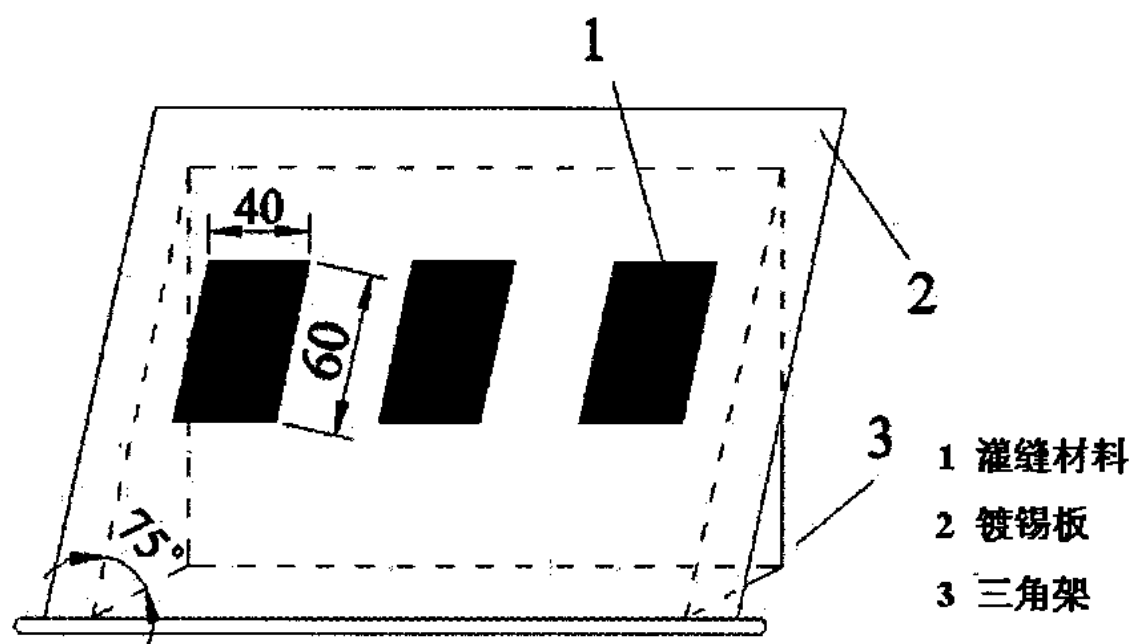


图 A.3.4 流动试验示意图(单位:mm)

2 试验方法

1) 在镀锡板上并排放上三个模框,模内侧面涂一层甘油滑石粉隔离剂。将加热至灌入温度的灌缝材料分别灌入三个模框内,室温冷却至少 0.5 h;

2) 用热刮刀刮除高于试模的灌缝材料,使灌缝材料面与试模面齐平。然后室温冷却至少 2 h 后,拆下模框,制成三个 60 mm × 40 mm × 3.2 mm 试件;

3) 将镀锡板连同试件放在三角架上,置入 $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的烘箱内保持 5 h,取出试件,测量各试件的长度(精确至 0.1 mm),减去原来的长度,其差值即为流动值。

3 试验结果

三个平行试验结果的其中一个测定值与平均值之差符合重复性试验精度要求,即不超过平均值的 15 % 时,取其平均值作为流动试验结果。

A.3.5 弹性恢复率试验方法

1 仪器设备

1) 弹性试验仪:采用沥青针入度仪,将原仪器的标准针取下,换成贯入球,尺寸如图 A.3.5-1 所示,贯入球质量为 $(27.00 \pm 0.01)\text{g}$,贯入球加连杆总质量为 $(75.00 \pm 0.01)\text{g}$;

2) 平底玻璃皿:容量不少于 1 L,深度不少于 80 mm。内设有不锈钢三脚支架,能使盛样皿稳定;

3) 大盛样皿:内径 70 mm,深 45 mm;

4) 其他:秒表、温度计、恒温水槽等。

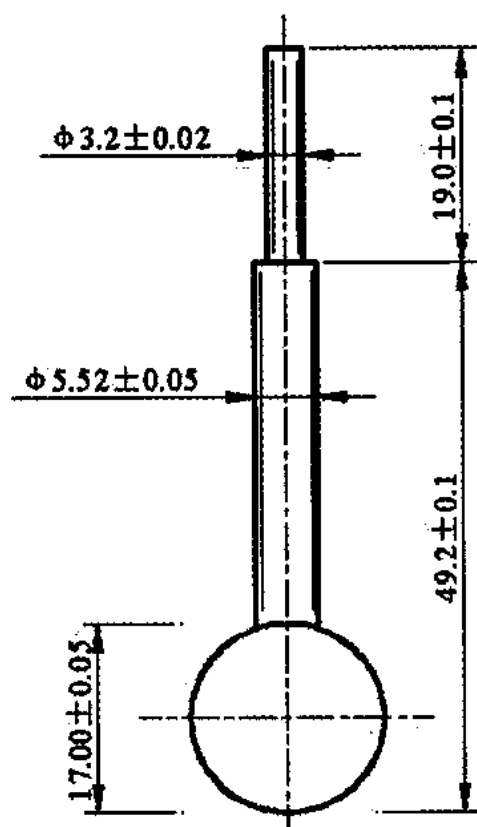


图 A.3.5 -1 贯入球尺寸及形状(单位:mm)

2 试验方法

1) 用手紧压掀钮,同时启动秒表,使贯入球自由落下,贯入球贯入时间为 5 s 时,停压掀钮,使贯入球连杆固定,拉下齿杆与连杆端接触,读刻度盘指针读数,记为贯入量 P (0.1 mm);

2) 左手紧压掀钮,同时右手压连杆,使贯入球在 10 s 内匀速压入灌缝材料中 10 mm,拉下齿杆,此时总贯入量为 $P+100$ (0.1 mm)。固定贯入球 5 s,将齿杆上推。再按压掀钮并保持贯入球在试件表面,使试件回弹 20 s 后,停压掀钮,拉下齿杆,记录刻度盘指针读数 F (0.1 mm)。按式 A.3.5 计算弹性恢复率:

$$\gamma = \frac{(P+100) - F}{(P+100) - P} \times 100 = P + 100 - F \quad (\text{式 A.3.5})$$

式中: γ —— 弹性恢复率(%)。

试验过程示意图见图 A.3.5-2。

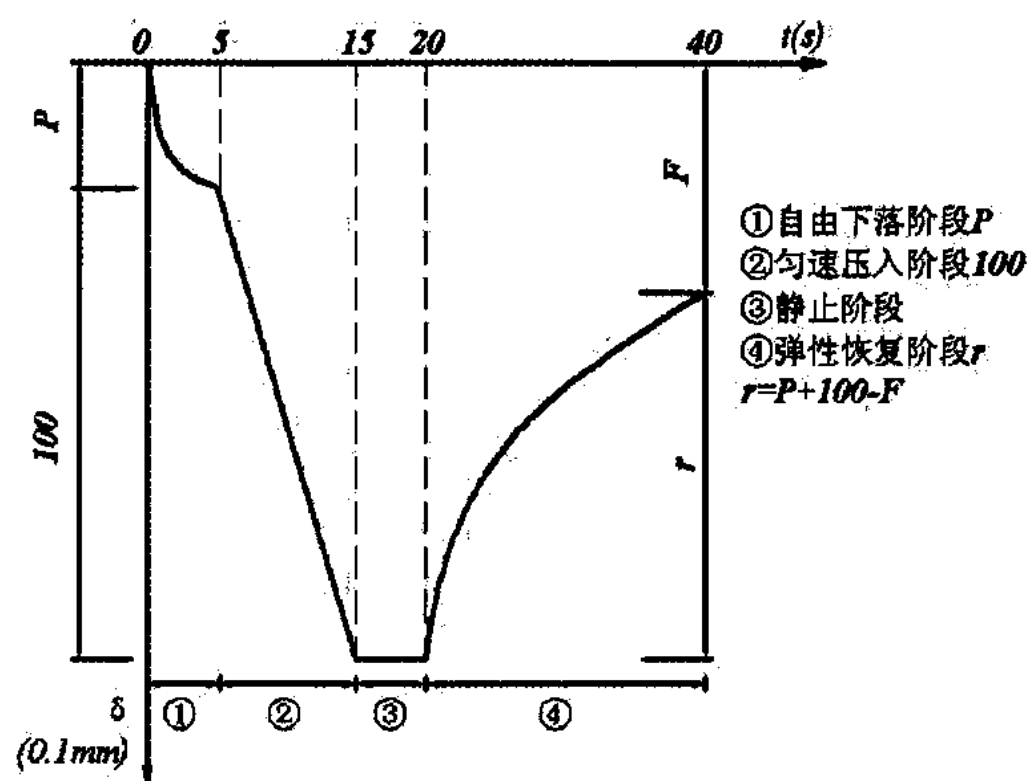


图 A.3.5-2 弹性试验过程示意图

3 试验结果

同一试件平行试验三次,测点之间距不应小于 25 mm,测点距试件边缘不应小于 13 mm。同一试件三次平行试验结果的其中一个测定值与平均值之差符合重复性试验精度要求,即不超过平均值的 15 % 时,取其平均值作为弹性试验结果。

A.3.6 质量损失试验按《沥青旋转薄膜烘箱试验法》进行。

A.3.7 浸水后定伸粘结性试验按《建筑密封材料试验方法》第 11 部分进行。

附录 B 跑道抗滑性能测试与评价

B.1 橡胶轮胎与道面间摩擦力形成机理

轮胎与道面间摩擦力的产生机理可以用摩擦理论分析,可从以下四个方面解释:

1 轮胎与道面间的分子引力作用

轮胎与道面接触时,其间的分子引力构成了轮胎与道面间摩擦力的一部分,这种摩擦力不仅与轮胎和道面材料的性质有关,还取决于轮胎和道面间实际接触面积的大小,同时还受道面状态(表面污染程度、水膜、灰尘及湿度等)的影响。

2 轮胎与道面间的粘着作用

轮胎与道面接触时存在粘着作用,轮胎与道面接触导致橡胶分子发生伸缩,形成大量粘着点,剪断这些粘着点所需的力形成粘着摩擦力。粘着摩擦力与轮胎及道面材料的性质、接触面之间的竖向压力、道面状态及轮胎与道面间的实际接触面积有密切关系。

3 胎面橡胶的弹性变形

轮胎与道面接触时胎面橡胶反复产生较大的弹性变形,由于弹性滞后现象弹性变形恢复力总小于弹性变形力,其差值形成摩擦力的一部分,称为粘滞摩擦力。不同胎面花纹的轮胎与道面接触时变形状况区别很大,形成的纵向或横向摩擦力也完全不同,因此,粘滞摩擦力与轮胎胎面花纹和道面宏观纹理构造有关。

4 道面表面微凸体的微切削作用

轮胎在道面上移动时,道面表面尺寸较小的微凸体对胎面形成微切削,微切削过程中产生的阻力也成为轮胎与道面间摩擦力的一部分。微切

削作用产生的摩擦力主要取决于道面的宏观纹理构造,即道面上较小尺寸微凸体的大小、分布情况及锋利程度等。

B.2 道面纹理构造对于抗滑性能影响很大,主要包括道面的微观纹理构造和宏观纹理构造。

1 微观纹理构造

微观纹理构造指波长小于 0.5 mm 的构造。微观纹理构造主要表征集料颗粒本身的表面凹凸构造,即微凸体的大小和数量,受环境与交通影响。微观纹理构造对轮胎与道面接触时的附着力影响很大,为道面提供最基本的抗滑力,既影响低速抗滑性能,也影响高速抗滑性能。道面微观纹理构造介于 0.01 ~ 0.1 mm 时,抗滑性能最好,微观纹理构造越大,轮胎与道面的接触点越多,轮胎与道面间的附着力越大。水泥混凝土道面的微观纹理构造主要取决于水泥砂浆、细集料的性能;沥青混凝土道面的微观纹理构造与集料颗粒形状及棱角构成、沥青胶浆构造等因素有关。

2 宏观纹理构造

宏观纹理构造指波长介于 0.5 ~ 50 mm 之间的构造,主要影响高速状态下道面的抗滑能力以及轮胎和道面之间的排水能力。湿道面飞机高速滑跑时的抗滑性能主要取决于轮胎与道面接触时道面的排水能力,良好的宏观纹理构造可减少轮胎和道面间的水膜厚度以及水膜的连续性,从而提高道面的抗滑性能。水泥混凝土道面刻槽、拉毛等措施可以提高其宏观纹理构造;沥青混凝土道面的宏观纹理构造主要与混合料中粗集料的粒径、形状有关。

B.3 道面抗滑性能的测试设备可分为两类,一类直接测试道面的摩擦系数,另一类可通过测试道面的构造深度间接反应道面的抗滑性能。

B.4 道面摩擦系数测试方法可分为两类:

1 定点式摩擦系数测试:测试道面上单点的摩擦系数,主要包括摆式摩擦系数测试仪 BPT 和动态摩擦系数测试仪 DFT 等;

2 连续式摩擦系数测试:测试道面上一条测线的摩擦系数,主要包括跑道摩阻测试车(Runway Grip Tester)、SCRIM 测试车、Mu - Meter 测试车等。

B.5 定点式摩擦系数测试方法

1 摆式摩擦系数测试仪 BPT:具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0964;

2 动态摩擦系数测试仪 DFT:具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0968。

B.6 连续式摩擦系数测试方法

1 跑道摩阻测试车(Runway Grip Tester)

这是目前我国民用机场跑道摩擦系数测试最为常用的设备。测试时可以选择测试模式(干态、洒水和冰态),测试轮为单轮,施加恒定垂直荷载与道面紧密接触,并设定固定滑移率(一般滑动占轮周的 12 %,滚动占轮周的 88 %)与测试速度(一般为 65 km/h 或 95 km/h)后,沿测线行驶,由力矩传感器测定纵向滚滑摩擦力,该测试值与测试轮竖向荷载的比值即为纵向摩擦系数值。该类设备测定的纵向摩擦系数可表征沿行驶方向制动时的道面抗滑性能,与高速行驶时制动距离的正相关性强。

2 SCRIM 测试车

测试轮为单轮,施加恒定垂直荷载与道面紧密接触,测试时测试轮与测线方向成 20° 夹角,由压力传感器测得测试轮上的横向滑动摩擦力,与竖向荷载的比值即横向力系数 SFC。该类设备测定的横向力系数 SFC 可以综合表征道面纵向和横向抗滑性能,与飞机高速行驶时制动性能与方向控制性能有较强的相关性,具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0965。

3 Mu - Meter 测试车

测试轮为双轮,施加恒定垂直荷载与道面紧密接触,测试时测试轮与

测线方向成 15° 夹角,测试时测试轮的速度很低,可以综合表征低速状态下道面纵向和横向抗滑性能,测试结果与道面微观纹理构造具有较强的相关性,具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0967。

B.7 道面构造深度测试方法可用于测定道面的宏观纹理构造。

1 手工铺砂法:具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0961;

2 电动铺砂仪:具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0962;

3 激光构造深度仪:具体测试方法参见《公路路基路面现场测试规程》T 0966。

B.8 跑道日航空器着陆 15 架次以上的机场应配备连续式摩擦系数测试设备。没有配备连续式摩擦系数测试设备的机场,应定期目视检查跑道接地带的胶泥沉积情况,雨天应目视检查跑道表面的径流深度。

B.9 宜采用跑道摩阻测试车(Runway Grip Tester)测定的摩擦系数评价跑道的抗滑性能,也可采用其他连续式摩擦系数测试设备测定的摩擦系数进行评价,跑道摩擦系数测试时道面应为湿态(表面水膜厚度 1 mm)。长度较短的快滑道、联络道等位置可采用定点式摩擦系数测试设备或者采用道面构造深度测试方法评价道面的抗滑性能。

B.10 由于轮胎与道面间摩擦力的大小受测试条件、环境以及操作过程等因素影响较大,目前各种设备(方法)测定的道面摩擦系数由于测试原理存在差异,测定结果仅反应道面抗滑性能的某些方面,尚无法全面表征道面的抗滑性能,因此,跑道采用不同测试设备(方法)时应选择相应的评价标准。各地机场制定跑道抗滑性能评价标准时,应通过分析飞机高速滑跑状态下实际制动性能与实测摩擦系数之间的关系确定,如果缺乏有关资料,也可参考表 B.10 的有关标准。

表 B.10 常用摩擦系数测定设备的跑道抗滑性能评价标准^{注1}

测试设备	测试轮胎 ^{注2}		测试速度 (km/h)	测试水深 (mm)	维护 规划值	摩擦系数 最小值
	类型	压力(kPa)				
Mu 仪拖车	A	70	65	1.0	0.52	0.42
	A	70	95	1.0	0.38	0.26
Mu 仪拖车	B	210	65	1.0	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.54	0.41

注1:连续100 m道面的摩擦系数平均值低于表中的维护规划值,或者低于表中摩擦系数最小值的累计长度大于100 m时,可判定跑道抗滑性能不满足要求;

注2:装在Mu仪上的两个测试轮胎是平纹的,具有特殊的橡胶构成,即A型;装在跑道摩阻测试仪上的单个测试轮胎是平纹的,即B型;A型和B型轮胎的具体要求参见《机场服务手册》第2部分。

B.11 跑道摩阻测试车(Runway Grip Tester)测定摩擦系数的主要变化规律:

1 湿跑道条件下,摩擦系数随速度增大而下降,速度增大时摩擦系数的下降速率逐渐减小;

2 湿跑道条件下,跑道宏观纹理构造越大,摩擦系数随速度增大而下降的幅度越小,跑道宏观纹理构造越小,摩擦系数随速度增大而下降的幅度越大;

3 冰雪道面上测定的摩擦系数较湿跑道条件低,但是摩擦系数随速度的变化不明显。如果缺乏冰雪条件下飞机高速滑跑状态下实际制动性能与实测摩擦系数之间的关系,可参考表B.11的经验关系,一般情况下跑道摩擦系数低于0.30时,飞机(特别是着陆时)在方向控制和制动上存在安全隐患,因此跑道摩擦系数低于0.30,应关闭跑道。

表 B.11 冰雪道面上摩擦系数与制动效果的经验关系

摩擦系数 ^{注1}	制动效果 ^{注2}
≥0.40	良好
0.36 ~ 0.39	中等至良好
0.30 ~ 0.35	中等
0.26 ~ 0.29	中等至差
≤0.25	差

注1:摩擦系数为跑道摩阻测试车(Runway Grip Tester)测定的结果;

注2:“良好”指飞机(特别是着陆时)不致在方向控制或制动上遇到困难。

B.12 跑道摩擦系数应定期测试,测试频率应参照表 B.12 的规定。

表 B.12 跑道摩擦系数测试频率

跑道日航空器着陆架次	最低测试频率
>210	1 次/周
151 ~ 210	1 次/2 周
91 ~ 150	1 次/月
31 ~ 90	1 次/3 月
16 ~ 30	1 次/6 月
<16	1 次/年

B.13 除定期测试外,发生以下情况应测试跑道摩擦系数:

- 1 大雨或者跑道结冰、积雪;
- 2 跑道上喷洒除冰液或雾封层材料;
- 3 航空器偏出或冲出跑道。

B.14 跑道摩擦系数测试应沿跑道中心线两侧 3~5 m 范围内(或主要机型轮迹经过位置)的两条平行线进行。跑道摩擦系数应包括跑道每三分之一段的数值及跑道全长的平均值,并依航空器进近方向按跑道第一段、第二段、第三段和全长平均值的顺序依次记录,测试结果应及时通报有关部门。

附录 C 机场道面标志涂料技术要求

C.1 溶剂型涂料的技术要求应符合表 C.1 规定。

表 C.1 溶剂型涂料的技术要求^注

项目		溶剂型	
		普通型	反光型
容器中状态		应无结块、结皮现象,易于搅匀。	
粘度		≥ 100 (涂 4 杯,s)	80 ~ 120(KU 值)
密度(g/cm^3)		≥ 1.2	≥ 1.3
施工性能		空气或无空气喷涂(或刮涂)施工性能良好。	
加热稳定性		—	应无结块、结皮现象,易于搅匀,KU 值大于 140。
涂膜外观		干燥后,应无发皱、泛花、起泡、开裂、粘胎等现象,涂膜颜色和外观应与标准板差异不大。	
不粘胎干燥时间(min)		≤ 15	≤ 10
遮盖率(%)	白色	≥ 95	
	黄色	≥ 80	
色度性能 (45/0,CIE 坐标系)	白色	紫色界限 $y = 0.010 + x$ 蓝色界限 $y = 0.610 - x$ 绿色界限 $y = 0.030 + x$ 黄色界限 $y = 0.710 - x$ 亮度系数 $\beta = 0.75$ (最小)	
	黄色	橙色界限 $y = 0.108 + 0.707 x$ 白色界限 $y = 0.910 - x$ 绿色界限 $y = 1.35 x - 0.093$ 亮度系数 $p = 0.45$ (最小)	

耐磨性(mg) (200 转/1000g 后减重)	≤40(JM-100 橡胶砂轮)	
耐水性	在水中浸 24 h 应无异常现象。	
耐碱性	在氢氧化钙饱和溶液中浸 24 h 应无异常现象。	
附着性(划圈法)	≤4 级	
柔韧性(mm)	5	
固体含量(%)	≥60	≥65

注:相关指标、标准参照《民用机场飞行区技术标准》和《路面标线涂料》。

C.2 热熔型双组分涂料的技术要求应符合表 C.2 规定。

表 C.2 热熔型涂料的技术要求^注

项目		热熔型		
		普通型	反光型	突起型
密度(g/cm ³)		1.8 ~ 2.3		
软化点(℃)		90 ~ 125	≥100	
涂膜外观		干燥后,应无发皱、泛花、起泡、开裂、粘胎等现象,涂膜颜色和外观应与标准板差异不大。		
不粘胎干燥时间(min)		≤3		
色度性能 (45/0, CIE 坐标系)	白色	紫色界限 $y = 0.010 + x$ 蓝色界限 $y = 0.610 - x$ 绿色界限 $y = 0.030 + x$ 黄色界限 $y = 0.710 - x$ 亮度系数 $\beta = 0.75$ (最小)		
	黄色	橙色界限 $y = 0.108 + 0.707 x$ 白色界限 $y = 0.910 - x$ 绿色界限 $y = 1.35 x - 0.093$ 亮度系数 $p = 0.45$ (最小)		
抗压强度(MPa)		≥12	(23 ± 1)℃ 时, ≥12 (50 ± 2)℃ 时, ≥2	
耐磨性(mg) (200 转/1000g 后减重)		≤80 (JM - 100, 橡胶砂轮)	—	
耐水性		浸水 24 h 应无异常现象。		
耐碱性		在氢氧化钙饱和溶液中浸 24 h 应无异常现象。		
玻璃珠含量(%)		—	18 ~ 25	
流动度(s)		35 ± 10	—	
涂层低温抗裂性		-10℃ 保持 4 h, 室温放置 4 h 为一个循环, 连续做 3 个循环后应无裂缝。		

加热稳定性	200 ~ 220 ℃在搅拌状态下保持 4 h,应无明显泛黄、焦化、结块现象。
人工加速耐候性	经人工加速耐候性试验后,试板涂层不产生龟裂、剥落;允许轻微粉化和变色,但色品坐标应符合规定的范围,亮度因素变化范围应不大于原样板亮度因素的 20 %。

注:相关指标、标准参照《民用机场飞行区技术标准》和《路面标线涂料》。

C.3 双组分涂料的技术要求应符合表 C.3 规定。

表 C.3 双组分涂料的技术要求^注

项目		热熔型		
		普通型	反光型	突起型
容器中状态		应无结块、结皮现象,易于搅匀。		
密度(g/cm ³)		1.5~2.0		
施工性能		按生产厂家要求,将 A、B 组分按一定比例混合搅拌均匀后,喷涂、刮涂施工性能良好。		
软化点(℃)		90~125		≥100
涂膜外观		涂膜固化后应无皱纹、斑点、起泡、裂纹、脱落、粘胎等现象,涂膜颜色与外观应与样板差别不大。		
不粘胎干燥时间(min)		≤35		
色度性能 (45/0,CIE 坐标系)	白色	紫色界限 $y=0.010+x$ 蓝色界限 $y=0.610-x$ 绿色界限 $y=0.030+x$ 黄色界限 $y=0.710-x$ 亮度系数 $\beta=0.75$ (最小)		
	黄色	橙色界限 $y=0.108+0.707x$ 白色界限 $y=0.910-x$ 绿色界限 $y=1.35x-0.093$ 亮度系数 $p=0.45$ (最小)		
耐磨性(mg) (200 转/1000g 后减重)		≤40(JM-100,橡胶砂轮)		
耐水性		在水中浸 24 h 应无异常现象。		
耐碱性		在氢氧化钙饱和溶液中浸 24 h 应无异常现象。		
附着性(划圈法)		≤4 级(不含玻璃珠)	—	—
柔韧性		5(不含玻璃珠)	—	—
玻璃珠含量(%)		—	18~25	

流动度(s)	35 ± 10	—
人工加速耐候性	经人工加速耐候性试验后,试板涂层不产生龟裂、剥落;允许轻微粉化和变色,但色品坐标应符合规定的范围,亮度因素变化范围应不大于原样板亮度因素的 20 %。	

注:相关指标、标准参照《民用机场飞行区技术标准》和《路面标线涂料》。

C.4 水性漆的技术要求应符合表 C.4 规定。

表 C.4 水性漆的技术要求^注

项目	热熔型	
	普通型	反光型
容器中状态	应无结块、结皮现象,易于搅匀。	
粘度	≥ 70 (KU 值)	80 ~ 120(KU 值)
密度(g/cm^3)	≥ 1.4	≥ 1.6
施工性能	空气或无空气喷涂(或刮涂)施工性能良好。	
涂膜外观	应无发皱、泛花、起泡、开裂、粘胎等现象,涂膜颜色和外观应与样板差异不大。	
不粘胎干燥时间(min)	≤ 15	≤ 10
遮盖率(%)	白色	≥ 95
	黄色	≥ 80
色度性能 (45/0, CIE 坐标系)	白色	紫色界限 $y = 0.010 + x$ 蓝色界限 $y = 0.610 - x$ 绿色界限 $y = 0.030 + x$ 黄色界限 $y = 0.710 - x$ 亮度系数 $\beta = 0.75$ (最小)
	黄色	橙色界限 $y = 0.108 + 0.707 x$ 白色界限 $y = 0.910 - x$ 绿色界限 $y = 1.35 x - 0.093$ 亮度系数 $p = 0.45$ (最小)
耐磨性(mg) (200 转/1000g 后减重)	≤ 40 (JM-100 橡胶砂轮)	
耐水性	浸水 24 h 应无异常现象。	
耐碱性	在氢氧化钙饱和溶液中浸 24 h 应无异常现象。	
冻融稳定性	在 $(-5 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下放置 18 h 后,立即置于 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下放置 6 h 为一个周期,3 个周期后,应无结块、结皮现象,易于搅匀。	

早期耐水性	在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$,湿度为 $(90 \pm 3)\%$ 条件下,实干时间 $\leq 12\text{ min}$ 。	
附着性(划圈法)	≤ 5 级	—
固体含量(%)	≥ 70	≥ 75

注:相关指标、标准参照《民用机场飞行区技术标准》和《路面标线涂料》。

附录 D 水泥混凝土道面修补材料补充试验方法

D1 水泥混凝土粘结抗折强度试验方法

D.1.1 目的和适用范围

本方法规定了测定新旧混凝土粘结抗折强度的方法,适用于各类水泥混凝土棱柱体粘结试件。

D.1.2 仪器设备

1 压力机或万能试验机:压力机除符合《液压式压力试验机》及《试验机通用技术要求》中的要求外,其测量精度为 $\pm 1\%$,试件破坏荷载应大于压力机全量程的20%且小于压力机全量程的80%。同时应具有加荷速度指示装置或加荷速度控制装置。上下压板平整并有足够刚度,可以均匀地连续加荷、卸荷,可以保持固定荷载,开机停机均灵活自如,能够满足试件破型吨位要求;

2 抗折试验装置(即三分点处双点加荷和三点自由支承式混凝土抗折强度与抗折弹性模量试验装置):如图 D.1.2 所示。

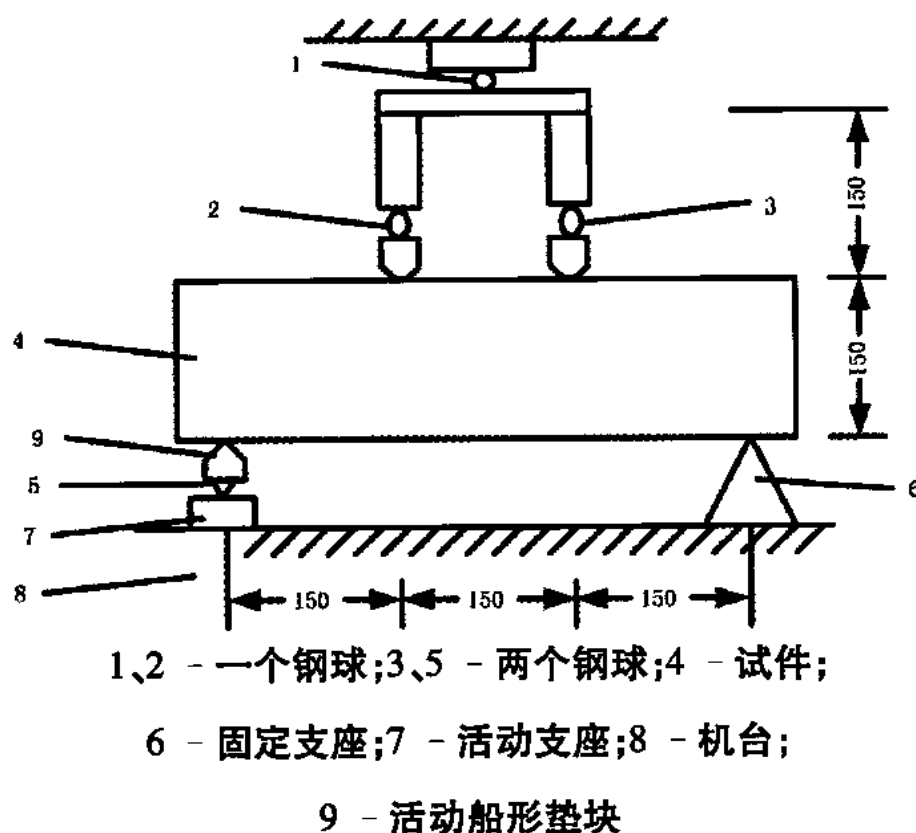


图 D.1.2 抗折试验装置(单位:mm)

D.1.3 试件制备和养护

1 试件标准尺寸为 $150\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 550\text{ mm}$ 或 $150\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 600\text{ mm}$, 试件中集料公称最大粒径为 31.5 mm ; 非标准尺寸为 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 400\text{ mm}$, 试件中集料公称最大粒径为 26.5 mm ;

2 将普通混凝土抗折试件折为两半, 断面为自然断裂面, 取其中一半置于固定模具中, 在断裂面上涂抹一层水泥净浆, 然后另一半浇注新拌混凝土, 进行养护;

3 粘结抗折试件应取同龄期者为一组, 每组 3 根同条件制作和养护的试件。

D.1.4 试验步骤

1 试件取出后, 用湿毛巾覆盖并及时进行试验, 保持试件干湿状态不变。在试件中部量出其宽度和高度, 精确至 1 mm ;

2 调整两个可移动支座, 将试件安放在支座上, 试件成型时的侧面朝上, 几何对中后, 务必使支座及承压面与活动船形垫块的接触面平稳、均匀, 否则应垫平;

3 加荷时, 应保持均匀、连续。当试件接近破坏而开始迅速变形时, 不得调整试验机油门, 直至试件破坏, 记下破坏极限荷载 $F(\text{N})$;

4 记录下最大荷载和试件下边缘断裂的位置。试验示意图见图 D.1.4。

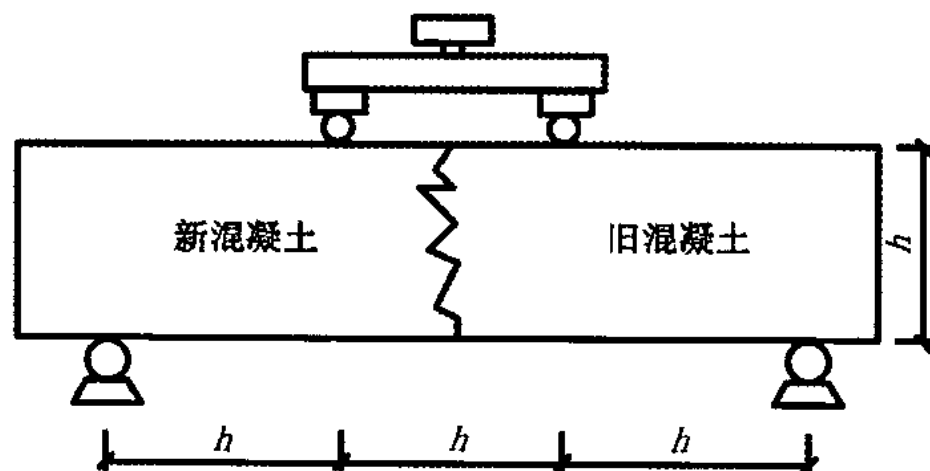


图 D.1.4 混凝土粘结抗折强度试验示意图

D.1.5 试验结果

1 当断面发生在两个加荷点之间时,粘结抗折强度 f_f 按下式计算:

$$f_f = \frac{FL}{bh^2}$$

式中: f_f ——粘结抗折强度(MPa);

F ——极限荷载(N);

L ——支座间距离(mm);

b ——试件宽度(mm);

h ——试件高度(mm)。

2 以三个试件测值的算术平均值为测定值。三个试件中最大值或最小值中如有一个与中间值之差超过中间值的15%,则把最大值和最小值舍去,以中间值作为试件的粘结抗折强度;如最大值和最小值与中间值之差值均超过中间值15%,则该组试验结果无效。

三个试件中如有一个断裂面位于加荷点外侧,则粘结抗折强度按另外两个试件的试验结果计算。如果这两个测值的差值不大于这两个测值中较小值的15%,则以两个测值的平均值为测试结果,否则结果无效。如果有两根试件均出现断裂面位于加荷点外侧,则该组结果无效。断面位置在试件断块短边一侧的底面中轴线上量得;

3 采用100 mm×100 mm×400 mm非标准试件时,在三分点加荷的试验方法同前,但所取得的粘结抗折强度值应乘以尺寸换算系数0.85;

4 若破坏部位在粘结界面处,则粘结抗折强度等于实测抗折强度;若在新混凝土内破坏,则界面的粘结抗折强度就大于实测抗折强度;

5 若破坏发生在旧混凝土内,则试验结果无效,需要采用养护龄期更长、强度更高的旧混凝土进行试验。

D2 砂浆粘结抗折强度试验方法

D.2.1 目的和适用范围

本方法规定了测定新旧砂浆粘结抗折强度的方法,适用于各类砂浆棱

柱体粘结试件。

D.2.2 仪器设备

1 试模及下料漏斗

试模为可装卸的三联模,由隔板、端板、底座等部分组成,制造质量应符合《水泥胶砂试模》的规定。可同时成型三条截面 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 的棱形试件。

下料漏斗由漏斗和模套两部分组成。漏斗用厚为 0.5 mm 的白铁皮制作,下料口宽度一般为 $4 \sim 5\text{ mm}$ 。模套高度为 20 mm ,用金属材料制作。套模壁与模型内壁应重叠,超出内壁不应大于 1 mm 。

2 抗折试验机和抗折夹具

抗折试验机应符合《水泥胶砂电动抗折试验机》中的要求,一般采用双杠杆式,也可采用性能符合要求的其他试验机。加荷与支撑圆柱必须用硬质钢材制造,具体尺寸如图 D.2.2 所示。

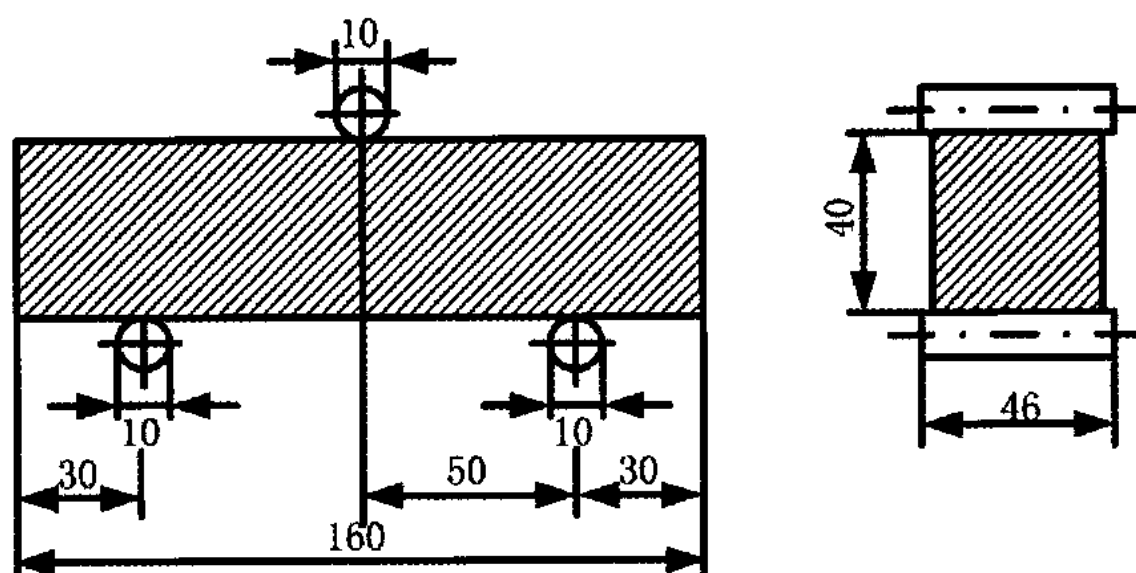


图 D.2.2 抗折夹具尺寸图(单位:mm)

D.2.3 试件成型

1 试件尺寸均为 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 的棱形试件;

2 将养护龄期为 28 d (或以上)的 52.5 通用硅酸盐水泥砂浆试件折为两半,断面为自然断裂面,取其中一半置于固定模具中,然后另一半浇注新拌砂浆。

D.2.4 试验步骤

1 采用杠杆式抗折试验机试验时,试件放入前,应使杠杆成水平状态,将试件成型侧面朝上放入抗折试验机内。试件放入后调整夹具,使杠杆在试件折断时尽可能地接近水平位置;

2 试验加荷速度为 $(50 \pm 10) \text{ N/s}$,直至折断。试验示意如图 D.2.4 所示。

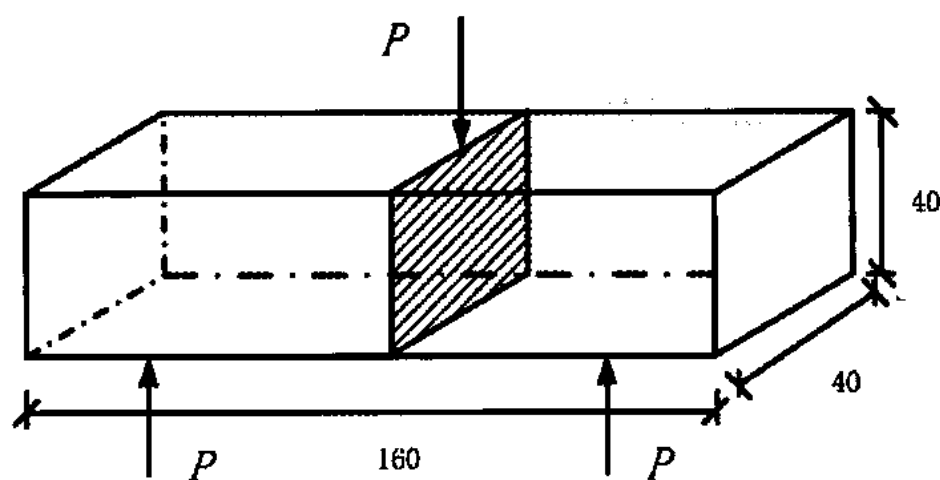


图 D.2.4 砂浆粘结抗折强度试验示意图(单位:mm)

D.2.5 试验结果

1 粘结抗折强度 R_f 按下式计算:

$$R_f = \frac{1.5F_f L}{b_3}$$

式中: R_f ——粘结抗折强度(MPa);

F_f ——破坏荷载(N);

L ——支撑圆柱中心距(mm);

b ——试件断面正方形的边长(mm),为 40 mm。

2 粘结抗折强度结果取三个试件平均值。当三个强度值中有超过平均值 $\pm 10\%$ 的,应剔除后再平均,以平均值作为粘结抗折强度试验结果。

3 若破坏部位在粘结界面处,则粘结抗折强度等于实测抗折强度;否则,界面的粘结抗折强度就大于实测抗折强度。

附录 E 热拌沥青混合料现场制备方法

E.1 目的

由于机场沥青混凝土道面补块修补的修补量通常比较小,且修补时间不定,导致机场在修补时通常很难取得厂拌热拌沥青混合料。为此机场通常采用冷拌沥青混合料作为应急处治,待修补量积累到一定程度时再集中修补。冷拌沥青混合料修补质量很难保证,耐久性较差。针对这种情况,特制定本附录,以指导机场在无法取得厂拌热拌沥青混合料时能通过简易机具进行热拌沥青混合料的现场制备。

E.2 工具

1 标准筛

孔径分别为 16 mm、13.2 mm、9.5 mm、4.75 mm、2.36 mm、1.18 mm、0.6 mm、0.3 mm、0.15 mm、0.075 mm 的标准方(圆)孔筛,用于粗集料的筛分。

2 台秤

用于不同粒径集料配比时的称重。

3 沥青混合料拌合机

如图 5.7.2-2 所示,用于拌合沥青混合料,机器性能应满足表 5.7.2-2 要求。

E.3 原材料

原材料包括沥青和集料。其中沥青宜选用改性沥青,也可选用满足 A 级道路石油沥青技术要求(表 5.5.3)的普通沥青。条件允许时可采用温拌沥青,使沥青混合料能在相对较低的温度下进行拌和与施工,减少材料加温时间,提高工作效率。

集料可通过标准筛进行筛分得到,各类沥青混合料中集料的级配应满足表 E.3 要求。

表 E.3 各种沥青混合料的集料级配表

级配类型	通过各筛孔(mm)的质量百分比(%)									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-5	-	-	100	90~100	55~75	35~55	20~40	12~28	7~18	5~10
AC-10	-	100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8
AC-13	100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
SMA-10	-	100	90~100	28~60	20~32	14~26	12~22	10~18	9~16	8~13
SMA-13	100	90~100	50~75	20~34	15~26	14~24	12~20	10~16	9~15	8~12

E.4 筛分集料

机场可购置石料,石料应干净,无泥土或其他杂物,粗集料以方形为主,不宜含有针状、扁平状粗集料。用标准筛对石料进行筛分,得到各种粒径的集料,在使用时可根据表 E.3 的级配要求进行集料的配比。筛分集料的操作步骤如下:

- 1 用 16 mm 标准筛将石料中大于 16 mm 粒径的石子筛除;
- 2 将剩下的石料分别采用 13.2 mm、9.5 mm、4.75 mm、2.36 mm、1.18 mm、0.6 mm、0.3 mm、0.15 mm、0.075 mm 的标准方(圆)孔筛进行筛选,每个筛上残留的石料即为该粒径的集料,通过筛的石料再采用小一号孔径的标准筛进行筛分,依次类推,最后将所有粒径小于 16 mm 的集料分成为 13.2 mm、9.5 mm、4.75 mm、2.36 mm、1.18 mm、0.6 mm、0.3 mm、0.15 mm、0.075 mm 和小于 0.075 mm 这 10 个级别,分别用袋子装好,并做好粒径大小的标记;
- 3 当集料较脏时,应对大于 2.36 mm 粒径的集料用水冲洗,待晾干后再封装好。

E.5 确定材料用量

根据病害尺寸,预计修补坑槽体积。沥青混合料的密度约为 2500 kg/m^3 ,由预计的修补体积计算出需要沥青混合料的质量,计算公式

为:

$$M = 2500 V \quad (\text{式 E.5-1})$$

其中, M 为沥青混合料的总质量, 单位为千克(公斤), V 为预计修补坑槽体积, 单位为立方米, 需要根据 M 分别计算出沥青的用量和集料的用量。

在配制沥青混合料时, 沥青的质量与集料的质量之比称之为油石比, 不同类型的沥青混合料有最佳的油石比。通常最佳油石比需要通过室内试验测定, 但由于现场条件有限, 故针对各种沥青混合料给出推荐最佳油石比, 如表 E.5-1 所示。

表 E.5-1 不同沥青混合料的推荐最佳油石比

级配类型	推荐最佳油石比(%)
AC-5	5.0~5.7
AC-10	4.8~5.5
AC-13	4.6~5.3
SMA-10	6.0~6.4
SMA-13	5.8~6.2

通过计算得到的总质量 M 和最佳油石比 Pa , 可以分别计算出沥青和集料的质量。

$$\text{沥青的质量: } M_1 = M \times \frac{Pa}{1 + Pa} \quad (\text{式 E.5-2})$$

$$\text{集料的质量: } M_2 = M \times \frac{1}{1 + Pa} \quad (\text{式 E.5-3})$$

其中, M_1 为沥青的质量; M_2 为集料的质量; M 为沥青混合料总质量; Pa 为油石比。

通过式 E.5-3 计算出来的是集料的总质量, 由于集料是由不同粒径的集料组成, 因此, 应通过 M_2 计算出各种粒径集料的质量。表 E.5-2 为各种级配类型的沥青混合料中各粒径集料的质量分数, 用各粒径的质量分

数分别乘以 M_2 ,就是该粒径集料所需的质量。

表 E.5 -2 各种沥青混合料各粒径集料质量分数(%)

级配类型	通过各筛孔(mm)集料的质量分数(%)									
	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	<0.075
AC-5	—	—	0.05	0.30	0.20	0.15	0.10	0.07	0.06	0.07
AC-10	—	0.05	0.35	0.16	0.12	0.09	0.07	0.05	0.05	0.06
AC-13	0.05	0.19	0.23	0.16	0.11	0.08	0.05	0.03	0.04	0.06
SMA-10	—	0.05	0.51	0.18	0.06	0.03	0.03	0.01	0.03	0.10
SMA-13	0.05	0.32	0.36	0.07	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.10

E.6 沥青混合料的拌制

由于沥青混合料拌合机需要电源,可在室内完成拌合,再将材料保温运送到修补现场进行修补,确保材料温度不低于 130℃。也可将沥青混合料拌合机运送到现场进行材料拌制,此时需要配备发电机供电。

当所需拌制的材料量可一次拌制完成时,可在进场维修前将材料拌制好,并对材料进行保温,保温时间不宜大于 4 h。当所需拌制的材料量较大时,可分多次拌制,将材料配制多份,每份为一次拌合量,每份中各种材料的质量比应满足要求。

采用沥青混合料拌合机拌合材料,机具操作可参考使用说明书。通常操作步骤如下:

- 1 检查沥青混合料拌合机是否正常工作,包括搅拌叶安装是否正确,摇动摇手柄以检查油浴拌合锅升降是否正常,检查温度和时间控制仪是否准确无误等;

- 2 接通电源,设置拌合时间;

- 3 设定加热温度,开启“加热”按钮进行加热,并将材料加入拌锅内进行预热,注意应先加入集料,再加入沥青,且一次拌料不宜太多,以防止拌合时材料溢出锅外。由于加热时间较长,尤其是气温低时,应提前约 1 h 进行加热;

4 待温度达到拌合温度时,摇动手柄,将锅升至搅拌叶可触碰拌合料为止,按下“启动”按钮,搅拌叶转动,然后继续将锅升至上限位置,若运行正常,可按设定的拌合时间进行拌合。若有意外情况,应立即按下“停止”按钮;

5 拌合结束后,将棘爪逆时针移开,摇动摇手柄将锅降到下限位置。搅拌叶上的残留混合料用刀刮入锅内。拔出插销,松开托架两侧的紧轮,将锅从托架导轨中拉出,握住手柄将锅翻转 100° ,用小铲将拌合的混合料铲入修补坑槽内;

6 清理锅内残留混合料,握住手柄将锅扶正推入导轨复位,插入插销,旋紧紧轮,为下一个拌合过程作准备;

7 拌合工作结束后,关闭“加热”按钮,将时间预置与温度预置复原。关闭“电源”按钮,并拔下电源插头。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国行业法规. 民用机场运行安全管理规定(CCAR - 140)[S]. 北京:中国民用航空局,2008.
- [2] 国际民航组织. 国际民用航空公约[S]. 北京:中国基建机场司, 1995.
- [3] 中华人民共和国行业标准. 民用机场飞行区技术标准(MH 5001 - 2006)[S]. 北京:中国民用航空局,2006.
- [4] 国际民航组织. 机场勤务手册(第二部分) - 道面表面条件[S]. 北京:中国民航局基建机场司,1992.
- [5] 中华人民共和国行业标准. 民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范(MH5006 - 2002)[S]. 北京:中国民用航空局,2002.
- [6] 中华人民共和国行业标准. 公路土工试验规程(JTG E40 - 2007)[S]. 北京:人民交通出版社,2007.
- [7] 中华人民共和国国家标准. 土工试验方法标准(GB/T50123 - 1999)[S]. 北京:中国建设部,国家质量技术监督局,1999.
- [8] 中华人民共和国行业标准. 路面标线涂料(JT/T 280 - 2004)[S]. 北京:中国交通部,2004.
- [9] 中华人民共和国行业标准. 公路沥青路面养护技术规范(JTJ073. 2 - 2001)[S]. 北京:中国交通部,2001.
- [10] 中华人民共和国行业标准. 公路水泥混凝土路面养护技术规范(JTJ073. 1 - 2001)[S]. 北京:中国交通部,2001.
- [11] 中华人民共和国行业标准. 民用机场道面评价管理技术规范(MH/T5024 - 2009)[S]. 北京:中国民用航空局,2009.

[12] 中华人民共和国行业标准. 道桥嵌缝用密封胶 (JC/T 976 - 2005) [S]. 北京: 中国国家发展和改革委员会, 2005.

[13] 中华人民共和国行业标准. 水泥混凝土路面嵌缝密封材料 (JT/T 589 - 2004) [S]. 北京: 中国交通部, 2004.

[14] 中华人民共和国行业标准. 路面橡胶沥青灌缝胶 (JT/T 740 - 2009) [S]. 北京: 中国交通运输部, 2009.

[15] 中华人民共和国行业标准. 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程 (JTG E30 - 2005) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2005.

[16] 中华人民共和国国家标准. 普通混凝土力学性能试验方法标准 (GB/T 50081—2002) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.

[17] 中华人民共和国行业标准. 快硬硫铝酸盐水泥快硬铁铝酸盐水泥 (JC 933 - 2003) [S]. 北京: 中国建材工业出版社, 2003.

[18] 中华人民共和国国家标准. 通用硅酸盐水泥 (GB 175 - 2007) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.

[19] 李华, 缪昌文, 金志强. 水泥混凝土路面修补技术 [M]. 北京: 人民交通出版社 1999.

[20] 隋同波, 文寨军, 王晶. 水泥品种与性能 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.

[21] 姚燕, 王玲, 田培. 高性能混凝土 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.

[22] Advisory Circular 150/5380 - 6B - 2007, Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements [S].

[23] Advisory Circular 150/5370 - 16 - 2007, Rapid Construction of Rigid (Portland Cement Concrete) Airfield Pavements [S].

[24] 中华人民共和国行业标准. 公路沥青路面施工技术规范 (JTG F40 - 2004) [S]. 北京: 中国交通部, 2004.

[25] 中华人民共和国行业标准. 公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTJ052-2000)[S]. 北京: 中国交通部, 2000.

[26] 孙艳娜. 水泥混凝土路面嵌缝料剪切特性的研究[D]. 上海: 同济大学, 2009.

[27] Unified Facilities Criteria 3-270-01-2001, Asphalt Maintenance and Repair[S].

[28] Unified Facilities Criteria 3-270-02-2001, Asphalt Crack Repair[S].

[29] Unified Facilities Criteria 3-270-04-2001, Concrete Repair[S].

[30] Unified Facilities Criteria 3-270-07-2002, Airfield Damage Repair[S].

[31] 谈至明, 钟世云, 李立寒. 水泥混凝土路面断板分析及防治技术[R]. 北京西部建设科技项目管理中心, 2005.

[32] 周正峰, 凌建明. 水泥混凝土道面快速修复材料的性能与应用[J]. 上海公路, 2007(1): 15-17.

[33] 彭聚才, 凌建明. 机场混凝土道面快速修复技术研究[J]. 华东公路, 2009, 178(04): 46-49.

[34] Unified Facilities Criteria 3-260-16fa-2004, Airfield Pavement Condition Survey Procedures Pavements[S].

[35] Unified Facilities Criteria 3-260-03-2001, Airfield Pavement Evaluation[S].

[36] Unified Facilities Criteria 3-270-03-2001, Concrete Crack and Partialdepth Spall Repair[S].

[37] Unified Facilities Criteria 3-260-02-2001, Pavement Design for Airfields[S].

[38] Unified Facilities Criteria 3-270-08-2004, Pavement Maintenance

nance Management[S].

[39] Unified Facilities Criteria 3 – 130 – 03 – 2004 , Runway and Road Design : Artic and Subarctic Construction[S].

[40] Unified Facilities Criteria 3 – 250 – 08fa – 2004 , Standard Practice for Sealing Joints and Clacks in Rigid and Flexible Pavements[S].

[41] Engineering Technical Letter – 2 – 1997 , Maintenance and Repair of Rigid Airfield Pavement Surfaces , Joints , And Cracks[S].

[42] Engineering Technical Letter – 2 – 2006 , Alkali – Aggregate Reaction in Portland Cement Concrete (PCC) Airfield Pavements[S].

[43] UFGS 32 01 26. 71 – 2008 , Grooving for Airfield Pavements[S].

[44] Engineering Technical Letter – 8 – 2002 , Silicone Joint Sealant Specification for Airfield Pavements[S].

[45] Engineering Technical Letter – 2 – 2009 , Contingency Airfield Pavement Specifications[S].

[46] Engineering Technical Letter – 10 – 2004 , Determining the Need for Runway Rubber Removal[S].

[47] Engineering Technical Letter – 8 – 2007 , Spall Repair of Portland Cement Concrete (PCC) Airfield Pavements in Expeditionary Environments [S].

[48] Engineering Technical Letter – 2008 , Evaluation Criteria for Aged Asphalt Concerte (AC) Surfaces[S].

[49] Engineering Technical Letter – 9 – 2004 , Pavement Engineering Assessment (EA) Standards[S].