

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH/T ****-2024

民用机场水泥混凝土道面 维护技术规范

(征求意见稿)

Specifications for Technical Maintenance and
Rehabilitation of Civil Airport Cement Concrete
Pavement

2024-**-* 发布

2024-**-* 实施

中国民用航空局 发布

前 言

《民用机场水泥混凝土道面维护技术规范》用于规范和指导我国民用机场水泥混凝土道面维护工作。本规范总结了我国水泥混凝土道面维护经验和科技成果，借鉴了国内外相关标准规范的先进技术与方法，坚持“预防为主、防治结合”的理念，充分考虑了水泥混凝土道面维护安全、环保和降低机场运行影响的要求，对水泥混凝土道面维护材料、紧急抢修、日常维护和预防性养护工作的技术要求进行了规定，以适应我国民用机场水泥混凝土道面维护工作和技术发展的需要。本规范包括7章和3个附录，主要内容包括：

1. 第1章总则，规定了本规范的编制原则和适用范围，倡导预防性养护和机械化维护的理念。

2. 第2章术语，列出了水泥混凝土道面维护工作中的常用术语及解释。

3. 第3章基本规定，明确了水泥混凝土道面维护工作的一般性要求。

4. 第4章水泥混凝土道面维护材料，规定了水泥混凝土道面维护材料的技术要求。

5. 第5章水泥混凝土道面紧急抢修，规定了机场水泥混凝土道面紧急抢修的技术要求。

6. 第6章水泥混凝土道面日常维护，规定了水泥混凝土道面裂缝修补、部分厚度修复、全厚度修复、整板更换、拱起、研磨和薄层加铺的技术要求。

7. 第7章水泥混凝土道面预防性养护，规定了水泥混凝土道面接缝材料更换、道面注浆、道面硅烷浸渍的技术要求。

8. 附录A为修复材料试验方法，附录B为常用修复材料应用方法，附录C为维护常用机具。

为使本规范更好地适应我国民用航空事业发展，请各有关单位在实践中注意积累资料，总结经验，并将使用过程中发现的问题和意见及时函告本规范日常管理组，联系人：袁捷（地址：上海市嘉定区曹安公路4800号同济大学，邮政编码：201804，邮箱：yuanjie@tongji.edu.cn），以供修订时参考。

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 基本规定.....	3
3.1 差异化维护	3
3.2 信息化维护	3
4 水泥混凝土道面维护材料.....	5
4.1 一般规定	5
4.2 修复砂浆和修复混凝土	5
4.3 道面注浆材料	6
4.4 混凝土道面硅烷浸渍材料	7
5 水泥混凝土道面紧急抢修.....	8
6 水泥混凝土道面日常维护.....	9
6.1 一般规定	9
6.2 裂缝扩缝填补	10
6.3 部分厚度矩形补块修复	10
6.4 部分厚度圆形补块修复	13
6.5 全厚度矩形补块修复	15
6.6 现场浇筑式水泥混凝土板块	16
6.7 预制水泥混凝土板块更换	19
6.8 板块拱起修复	21
6.9 板块研磨	22
6.10 薄层修复	22
7 水泥混凝土道面预防性养护.....	24
7.1 一般规定	24
7.2 接缝更换	24
7.3 道面注浆	25
7.4 道面硅烷浸渍	28
附录A 修复材料试验方法.....	30

附录A1 修复材料粘结抗折强度的测定方法	30
附录A2 修复材料粘结拉拔强度测定方法	31
附录A3 修复材料热膨胀系数的测定方法	36
附录B 水泥混凝土道面常用修复材料应用方法	38
附录C 水泥混凝土道面维护常用机具	42
标准用词说明.....	47
引用标准名录.....	48

1 总 则

1.0.1 为规范民用机场水泥混凝土道面维护工作，提升维护水平，保证道面持续适航和运行安全，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于民用机场水泥混凝土道面的紧急抢修、日常维护和预防性养护。

1.0.3 水泥混凝土道面维护应以“设施适航、安全运行”为目标，以“预防为主、防治结合”为理念，采用“优先机械作业、机械与人工作业相结合”的方式。

1.0.4 水泥混凝土道面维护鼓励采用新技术、新材料、新工艺和新设备。

1.0.5 水泥混凝土道面维护除应符合本规范外，尚应符合国家和行业现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 紧急抢修 Emergency repair

对道面功能失效、严重影响运行安全的道面损坏采取紧急抢修，快速恢复道面使用性能。

2.0.2 日常维护 Routine maintenance

对道面已经出现的损坏所采取的修复措施，恢复道面的结构和功能性能。

2.0.3 预防性养护 Preventive maintenance

在道面结构性能良好的情况下所采取的维护措施，用于减缓道面性能衰减、延长使用寿命。

2.0.4 快硬早强水泥 Rapid hardening and high early strength cement

硬化时间短、早期强度高的磷酸盐水泥、硫铝酸盐水泥和氟铝酸盐水泥等无机类胶凝材料。

2.0.5 装配式混凝土道面 Precast pavement

通过预制水泥混凝土面板，经现场拼装和相互连锁组合，满足使用性能要求的道面。

2.0.6 薄层加铺 Thin-overlay

水泥混凝土道面上凿毛处治后加铺厚度为1.5 cm~ 4 cm的功能层。

2.0.7 道面注浆 Grout for pavement

采用具有足够流动性的材料，通过压力方式扩散和充填，以恢复道面支撑体系的维护措施。

2.0.8 硅烷浸渍 Silane impregnation

用硅烷材料涂覆混凝土表面，渗透后使混凝土表面具有低吸水率、低渗透率、低除冰液冻融破坏剥落量并具有透气性的防腐蚀措施，以改善道面表面功能和耐久性能。

3 基本规定

3.1 差异化维护

3.1.1 道面维护包括紧急抢修、日常维护和预防性养护。

- 1 紧急抢修应保证道面短时间内飞机能够正常通行；
- 2 日常维护应保证能够恢复一定时期内的道面结构性能或者功能性能；
- 3 预防性养护应能够有效地延缓道面功能性能或者结构性能的衰减。

【条文说明】不同道面维护类型应遵循不同的技术要求，一般情况下道面紧急抢修用于短时间内保通，日常维护用于尽可能长时期内恢复道面性能，预防性养护用于延缓道面性能衰减。

3.1.2 水泥混凝土道面应定期进行巡视、检测和专项调查，根据检查结果进行道面差异化维护。

【条文说明】宜参照《民用机场道面评价管理技术规范》（MH/T 5024）记录并判断病害的损坏程度，作为道面维护措施选择的重要依据。

3.1.3 跑道和快速出口滑行道道面发现以下情况时，应进行紧急抢修：

- 1 混凝土整板或者局部出现断裂，断裂位置出现错台或者松动；
- 2 道面出现大于5 mm的错台；
- 3 道面出现长边大于12 cm的掉块；
- 4 道面出现深度大于7 cm，或者坡度大于45°角的破损；
- 5 道面出现塌陷或者导致平整度不符合要求的突发性沉降。

【条文说明】跑道和快速出口滑行道道面进行紧急抢修的判断依据是评估破损是否影响适航安全，发现以上破损时，应分析破损位置是否处于飞机轮迹影响范围内。

3.1.4 跑道和快速出口滑行道道面发现其他破损时，应在24 h内按照本规范第六章的技术要求进行道面日常维护。

3.1.5 其他区域道面发现破损时，应按照区域和道面维护措施汇总编制技术方案，选择对于机场运行影响较小的时段进行道面日常维护。

3.1.6 道面预防性养护方案应根据养护内容，选择雨季和冬季之前集中实施。

3.1.7 道面维护方案复杂时，应进行道面维护专项设计。

3.2 信息化维护

3.2.1 道面维护材料的各项技术指标应在现场维护之前进行信息化管理。

3.2.2 水泥混凝土道面维护机械化装备的性能参数与设备检测情况应进行信息化管理。

1 现场维护作业之前宜进行检查并信息化管理的专业维护设备包括水泥混凝土搅拌机、水泥混凝土搅拌运输车、道面切缝机、道面落板式破碎、共振式破碎或冲击式破碎机械设备、道面刻槽机和铣刨整平机、移动式振捣设备；

2 现场维护作业之前应按照《中华人民共和国特种设备安全法》的相关规定进行检查并信息化管理的特种设备包括吊装起重设备、明火设备、高温设备、带电等设备。

3.2.3 宜通过信息系统建立道面养护档案，积累维护工作的各项数据，分析评价道面维护效果。

【条文说明】水泥混凝土道面维护工作的数据主要包括维护措施的有效性和经济性，以及维护材料的适用性等。

3.2.4 道面修复性措施信息化档案的主要内容应包括：

- 1 所适用的道面病害情况；
- 2 维护现场作业的工艺流程；
- 3 维护材料和主要机具。

3.2.5 修复措施所针对的病害情况应记录以下信息：

- 1 道面病害类型、损坏程度以及道面病害的现场照片；
- 2 道面病害的位置及尺寸。

【条文说明】道面病害类型及损坏程度参照《民用机场道面评价管理技术规范》（MH/T5024）中的有关规定。

3.2.6 维护现场作业执行情况应记录以下信息：

- 1 现场作业的起始和结束时间；
- 2 材料养生时间；
- 3 现场作业的照片；
- 4 现场作业时的气象信息。

3.2.7 维护材料、工艺和机具应记录以下基本信息：

- 1 维护材料的类型以及修复材料的配合比组成；
- 2 修复工艺及参数，一般包括：
 - 1) 道面拆除方式；
 - 2) 修补材料的振捣密实方式；
 - 3) 修补补块的几何尺寸；
 - 4) 修补补块与原道面的界面处理方式。
- 3 修复后的道面现场照片。

3.2.8 道面修复后再次出现损坏后，应记录以下主要信息：

- 1 道面再次出现损坏的现场照片及病害的文字表述；
- 2 上一次修复记录的编号；
- 3 道面再次损坏出现的时间。

【条文说明】应对水泥混凝土道面维护效果按照修复措施和所针对的病害类型分别进行统计汇总，分析不同修复措施的有效修复时间，作为水泥混凝土道面维护对策选择的主要技术依据。

4 水泥混凝土道面维护材料

4.1 一般规定

4.1.1 道面补块修复材料应满足工作性指标、力学指标、耐久性指标的技术要求。

4.1.2 修复工艺应根据修复材料的特点，通过室内或者现场修复试验确定。

【条文说明】不同修复材料具有不同的环境适用性。应根据混凝土道面修复的实际情况，包括病害类型、施工温度和湿度、容许开放交通的时间等情况进行选择。

4.1.3 道面补块修复胶凝材料应满足快硬早强的要求。

1 无机类胶凝材料宜选择快硬早强型硅酸盐水泥、磷酸盐水泥、硫铝酸盐水泥或者氟铝酸盐水泥等；

2 有机类胶凝材料宜选择环氧树脂类、聚氨酯类和沥青类等材料；

3 其他修复胶凝材料应通过现场试验段实际验证后使用。

【条文说明】目前广泛应用的无机类补块修复材料多采用硫铝酸盐水泥或者氟铝酸盐水泥以及各种外加剂与硅酸盐水泥复配的胶凝材料，可以实现小时级强度的要求；与硅酸盐水泥不同，磷酸盐水泥的强度形成来自重烧氧化镁和酸性磷酸盐发生酸碱中和反应的凝结硬化，反应速度很快，通过添加硼砂等缓凝材料，也可以达到很高的小时级强度。

环氧树脂类材料是目前实际应用较多的有机类快速修复材料，环氧基组分与固化剂发生有机化学反应快速形成强度，属于热固性树脂胶凝材料；与环氧树脂类材料类似，聚氨酯类胶凝材料也是一种通过有机化学反应快速形成强度的热固性树脂胶凝材料；沥青基材料属于热塑性胶凝材料，其强度来源于沥青常温状态下的高粘聚力。

4.2 修复砂浆和修复混凝土

4.2.1 细集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的天然砂、机制砂或混合砂，其技术要求应符合《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH/T 5006）的有关规定。

4.2.2 粗集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的碎石，其技术要求应符合《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH/T 5006）的有关规定，公称最大粒径宜不大于19 mm。

4.2.3 修复砂浆应符合表 4.2.3 的技术要求。

表 4.2.3 修复砂浆技术要求

项 目	硅酸盐早强水泥砂浆 ^{注1}			磷酸盐早强水泥砂浆			环氧树脂砂浆			聚氨酯砂浆			试验方法与参考标准		
	3h	3d	28d	3h	3d	28d	3h	3d	28d	3h	3d	28d			
工作性指标	流动度, mm												≥140	GB/T 2419	
	可操作(施工)时间, min												≥20		
力学	抗折强度, MPa		≥4.0	≥7.0	≥9.0	≥5.0	≥8.0	≥10.0	≥18.0	≥25.0	≥25.0	≥4.0	≥10.0	≥12.0	GB/T 17671
	抗压强度, MPa		≥30	≥45	≥55	≥30	≥45	≥60	≥35	≥90	≥90	≥25	≥40	≥45	
	抗折		-	-	-	≥3.0	≥5.0	≥R ₀	≥2.0	≥R ₀	≥R ₀	-	-	-	附录 A1 ^{注4}

指标	界面粘结强度, MPa	拉拔	-	-	≥1.0	≥0.5	≥2.0	≥3.0	≥1.0	≥R _b	≥R _b	-	-	-	附录 A2 ^{注4}
耐久性指标	抗冻标号 ^{注5} (季冻区强制推行)	≥F300											JTG 3420 T 0565		
	盐冻剥落量, kg/m ²	≤0.5											JTG 3420 T 0583		
	磨损量, kg/m ²	≤2.5											JTG 3420 T 0510		

注: 1 硅酸盐早强水泥砂浆是在硅酸盐水泥中掺配较大比例的硫铝酸盐或者氟铝酸盐成分以及各种外加剂的快速修复材料。
2 硅酸盐早强水泥砂浆和磷酸盐早强水泥砂浆的可操作时间测试方法参考《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T 70)。
3 环氧树脂砂浆和聚氨酯砂浆的可操作时间测试方法参考《环氧树脂砂浆技术规程》(DL/T 5193)。
4 R₀和 R_b分别为机场道面混凝土的抗折强度和拉拔强度。
5 季冻区应采用该指标。

4.2.4 修复混凝土应符合表4.2.4的技术要求。

表 4.2.4 修复混凝土技术要求

项 目		硅酸盐早强水泥混凝土			磷酸盐水泥混凝土			环氧树脂混凝土			试验方法与参考标准
工作性指标	施工坍落度, mm	≥10									JTG 3420 T 0522
	可操作(施工)时间, min	≥30									JTG 3420 T 0527
力学指标	抗折强度, MP	3h ≥4.0	3d ≥5.0	28d ≥5.5	3h ≥4.0	3d ≥5.0	28d ≥6.0	3h ≥10.0	3d ≥15.0	28d ≥20.0	JTG 3420 T 0558
	抗压强度, MPa	≥30	≥45	≥55	≥30	≥45	≥60	≥50	≥70	≥80	JTG 3420 T 0555
	界面粘结强度(抗折), MPa	-	-	-	≥1.0	≥4.0	≥5.0	≥2.0	≥R ₀	≥R ₀	附录A1 ^{注1}
耐久性指标	抗冻标号 ^{注2}	≥F300									JTG 3420 T 0565
	盐冻剥落量, kg/m ²	≤0.5									JTG 3420 T 0583
	磨损量, kg/m ²	≤2.0									JTG 3420 T 0567
体积变化	28d收缩率 ^{注3} , 10 ⁻⁴	≤5.0			≤1.5			≤10.0			JTG 3420 T 0574
	28d热膨胀系数, 10 ⁻⁶ /°C	≤15			≤15			≤50			附录A3

注: 1 R₀为机场道面混凝土的抗折强度。
2 季冻区应采用该指标。
3 收缩率测试时, 以脱模 3 h 后的试件长度为初始长度。

4.3 道面注浆材料

4.3.1 道面注浆材料可选择水泥浆、水泥粉煤灰浆、水泥-水玻璃浆、水泥-乳化沥青复合砂浆等颗粒浆液, 或者水玻璃浆、环氧树脂浆、聚氨酯浆等溶液浆液。

4.3.2 道面注浆材料应满足以下技术要求:

- 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。

4.3.3 道面注浆材料中的水泥浆应符合以下技术要求:

- 1 水泥细度（80 μ m 筛余）小于5%；
- 2 水泥标号：
 - 1) 硅酸盐水泥：42.5，52.5；
 - 2) 普通硅酸盐水泥：32.5，42.5，52.5。
- 3 初凝时间不宜早于45 min，终凝时间不宜迟于6 h；
- 4 水灰比：0.55~0.80。

4.3.4 道面注浆材料中的粉煤灰烧失量不宜小于8%，SO₃含量宜小于3%，细度不宜小于所掺配的水泥细度。

4.3.5 道面注浆材料中的水玻璃模数应介于2.4~3.0，浓度宜介于30~40°Bé，水泥和水玻璃的体积比介于1.0:0.4~1.0:0.6。

4.3.6 道面注浆材料中的聚氨酯浆液宜选择水溶性材料，并应符合以下技术要求：

- 1 浆液粘度低，渗透系数10⁻⁶ cm/s~ 10⁻⁸ cm/s，可注性好；
- 2 浆液遇水反应，封堵效果好；
- 3 浆液遇水反应时，释放CO₂气体，使浆液膨胀，具有较大的扩散半径和凝固体积比；
- 4 抗压强度高，达到0.6 MPa~1.0 MPa；
- 5 不污染环境。

4.4 混凝土道面硅烷浸渍材料

4.4.1 道面硅烷浸渍预防性养护材料应采用高浓、环保、无害、抗冻融、抗碱性能的辛基三乙氧基硅烷和异构体异辛基三乙氧基硅烷，硅烷的性能指标应符合表4.4.1的要求，检测方法应参照《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS 153）。

表 4.4.1 混凝土道面硅烷浸渍材料技术要求

指标	技术标准
硅烷含量 (%)	≥98
密度 (g/ml)	0.87~0.89
氯离子含量 (%)	≤0.01

4.4.2 硅烷浸渍施工前应进行现场材料保护效果试验，现场试验应符合以下规定：

- 1 现场试验面积应不小于两块板块；
- 2 硅烷浸渍7 d后，现场芯样的保护效果应符合表4.4.2的要求，检测方法应参照《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS 153）和《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH/T 5006）附录B。

表 4.4.2 混凝土道面硅烷浸渍工程效果验收要求

指标	技术标准
吸水率 (mm/min ^{1/2})	≤0.01
渗透深度 (mm)	≥3.0
抗除冰液冻融剥落量 (g/m ²)	≤150

4.4.3 道面硅烷浸渍材料应有产品出厂检验合格证书，且应在有效期内使用，硅烷浸渍材料在运输过程中应避免碰撞、泄露、直接接触热源，容器开启后宜在48 h内使用完毕。

5 水泥混凝土道面紧急抢修

5.0.1 道面出现破碎或者错台等情况时，应根据破损或者错台的位置和程度判断是否影响飞机运行安全。

- 1 可能影响飞机运行安全，且机场容许关闭时间内无法进行日常维护时，应进行道面紧急抢修；
- 2 可能影响飞机运行安全，且机场容许关闭时间内可以进行日常维护时，应进行道面日常维护。

5.0.2 道面紧急抢修应严格按照机场管理机构制定的道面紧急抢修预案进行。

5.0.3 道面紧急抢修预案应根据机场管理机构组织的道面破损紧急抢修演练的经验制定，包括人员、设备、材料等的准备，以及抢修流程等内容。

5.0.4 道面破损紧急抢修演练应符合以下要求：

- 1 应选择道肩或者不影响飞机运行安全的道面开展紧急抢修演练；
- 2 道面破损紧急抢修演练的时间应控制在从人员与设备出发至抢修后道面清扫完毕撤离现场的时间不大于45 min；
- 3 在演练现场的道面板块上人工破除一个直径不小于15 cm、深度不大于7 cm的坑槽；
- 4 宜在低温环境下开展道面紧急抢修演练；
- 5 坑槽在紧急抢修之前应充分洒水，使得坑槽处于浸水状态；
- 6 紧急抢修后的道面应采用载重不小于40 T的双轴四轮汽车进行碾压，碾压速度宜为20 km/h，碾压遍数应不少于50次，紧急抢修后的补块在承受车辆碾压后应不出现松散或者剥落现象。
- 7 紧急抢修演练完成后，应详细记录紧急抢修的材料、工艺、抢修流程、人员和机具配备情况等，作为预案制定的技术依据。

【条文说明】紧急抢修演练时坑槽应呈“上宽下窄”的碗状，抢修时处于低温潮湿状态是为了与最不利的情况一致。

5.0.5 机场管理机构应根据道面紧急抢修预案的要求准备紧急抢修材料，配备修复机具。

5.0.6 道面紧急抢修后的24 h内，应参照本规范第6章的要求进行道面日常维护。

6 水泥混凝土道面日常维护

6.1 一般规定

6.1.1 道面日常维护应根据损坏类型和出现的位置以及病害发展与增长情况，编制年度道面日常维护计划。

6.1.2 道面损坏的日常维护措施可参考表6.1.2选择。

表6.1.2 水泥混凝土道面常见病害的维护措施

常见病害类型 ^注	损坏程度 ^注	维护措施										
		跟踪观察	裂缝扩缝填补	部分厚度圆形补块修复	部分厚度矩形补块修复	全厚度矩形补块修复	现浇式/预制式水泥混凝土板块更换	拱起修复	薄层加铺	板块研磨		
裂缝类	纵/横/斜向裂缝	轻	●	●								
		中				●						
		重					●	●				
	破碎板或交叉裂缝	轻	●	●								
		中				●						
		重					●	●				
角隅断裂	轻	●	●									
	中				●							
	重					●	●					
接缝类	接缝破碎	轻	●									
		中			●	●						
		重			●	●						
	板角剥落	轻	●									
		中			●	●						
		重			●	●						
胀裂	轻					●	●					
	中					●	●					
	重					●	●					
竖向位移类	沉陷/错台	轻	●									
		中						●		●		
		重							●		●	
表层类	起皮/龟裂/细微裂纹	轻	●									
		中	●									
		重	●					●		●		
	耐久性裂缝	轻	●									
		中	●									
		重	●					●				
收缩裂缝	无等级	●										
坑洞	无等级	●										
修补再次损坏类	小补丁	轻	●	●								
		中				●						
		重				●	●	●				
	大补丁	轻	●	●								
		中				●						
重				●	●	●						

注：病害类型及损坏程度参照《民用机场道面评价管理技术规范》（MH/T5024）中的有关规定。

6.1.3 日常维护后的道面应确保至少3年不再出现相同类型的损坏。

6.1.4 道面薄层加铺应通过专项研究，确保薄层加铺与原有道面之间牢固结合，保证薄层加铺的构造深度。

6.1.5 道面相邻区域的损坏宜选择相同的修复措施。

6.1.6 道面日常维护后应进行现场目视检查：

- 1 道面上不得有明显的污染或FOD；
- 2 作业区域内道面标志应清晰，无明显污染或缺损；
- 3 道面补块应与原道面结合牢固，不得存在松动现象。

6.2 裂缝扩缝填补

6.2.1 道面出现损坏程度等级为“中”或以下的裂缝时，可进行扩缝填补。

【条文说明】及时填补道面裂缝的目的在于封闭地表水沿裂缝下渗，同时延缓裂缝周边出现次生裂缝的进程。

6.2.2 扩缝填补工艺应符合以下规定：

- 1 确定裂缝的起终点，检测裂缝宽度的变化情况；
- 2 沿裂缝走向进行扩缝，扩缝时尽可能减少缝槽掉边现象；缝槽宽度宜控制在15 mm，深度应保证放入背衬材料后，背衬条顶部与道面表面的距离为凹槽宽度的1~1.15倍，裂缝扩缝填补的示意图宜参照图6.2.2；
- 3 去除缝槽内表面松动裸石、缝内杂物、灰尘和水分，保持缝槽清洁、干燥；使用吹灰设备清理时，喷口平行于裂缝且与表面成45°角，沿裂缝走向清理干净；
- 4 压入背衬条，背衬条应牢固地嵌入缝槽内；
- 5 应连续且速度均匀地灌入封缝材料，缝槽内的封缝材料应灌注饱满，不产生气泡；
- 6 在封缝材料固化后开放交通。

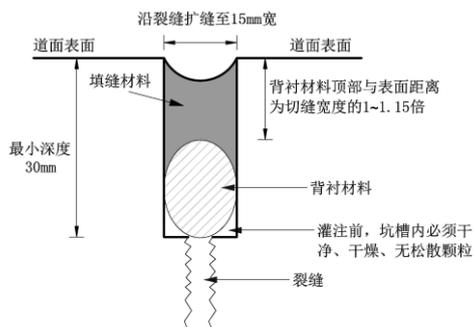


图6.2.2 裂缝扩缝填补维修示意

【条文说明】裂缝扩缝时应采用切割机切出“T”型密缝槽，规则的裂缝可采用轻型扩缝机或裂缝跟踪锯，沿裂缝走向进行扩缝，不规则的裂缝扩缝应采用专门的设备。

6.3 部分厚度矩形补块修复

6.3.1 道面部分厚度矩形补块修复方法适用于以下情况：

- 1 裂缝没有贯穿板块厚度；
- 2 病害影响深度范围尚未涉及钢筋网或传力杆。

【条文说明】下列情况不适用部分厚度维修方法：

- 1 破损深度超过板厚的1/2，或已触及传力杆或钢筋网；
- 2 接缝位置出现由于传力杆引起的损坏；
- 3 由于结构承载能力不足引起的道面结构性损坏。

6.3.2 修复平面范围应在病害影响范围外延不少于10 cm，部分厚度矩形修补的尺寸应满足以下要求：

- 1 最小修补深度不宜小于10 cm，最大修补深度不宜超过板块厚度的一半，或者不超过传力杆和拉杆的设置深度；

- 2 矩形补块短边最小尺寸宜不小于25 cm，长宽比不大于3：1；

- 3 平面尺寸不规则或者长宽比大于3：1的补块应分块修补，确保每个补块均满足尺寸要求；也可一次性修补，浇筑后及时切割，切割后补块应满足长宽比不大于3：1的要求，如图6.3.2所示；

- 4 补块与既有道面之间宜切割出深度小于2 cm，宽度0.8 cm的假缝，缝槽应及时灌缝；

- 5 跨过板块接缝的补块宜分块修补，如一次性修补，浇筑后应沿接缝位置及时切割并在切缝处灌缝；

- 6 相邻两处补块间距小于30 cm时，应一并修补。

【条文说明】病害影响范围通过实心铁棒或铁锤敲击损坏混凝土周围的经验判定，将敲击时声响不清脆的范围进行标记。

6.3.3 修复材料应符合本规范表4.2.4的有关规定。

【条文说明】修复材料应根据机场容许开放时间，通过抗折强度和界面粘结强度两项技术指标，以及坍落度和可操作时间两项技术指标，综合分析后选择。应考虑施工人员对于修补材料的实际掌握程度、机具配备情况以及施工现场的温度/湿度情况。各类早强水泥混凝土可在3 h内达到开放交通的强度要求，但是材料价格昂贵；普通早强水泥一般需要1~3d的养护时间，材料价格经济，适用于容许长时间封闭或面积较大的维修区域。

6.3.4 道面拆除宜采用“锯切+破碎”的方式，并符合以下规定：

- 1 应根据修补范围画出边界线，道面切缝机沿画线切割，切缝宽度宜不小于0.6 cm，切割深度应与预计补块深度相同；应保证切缝机的导向系统良好，锯片应按照画线行走；

- 2 切缝时宜水冷，锯片磨损较严重时应及时更换锯片；

- 3 应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；

- 4 道面凿除区域的底面应尽可能平整，四边应尽可能平直。

【条文说明】道面快速拆除是部分厚度修补中非常重要的环节之一。目前“锯切+破碎”拆除方式需要注意以下主要问题：

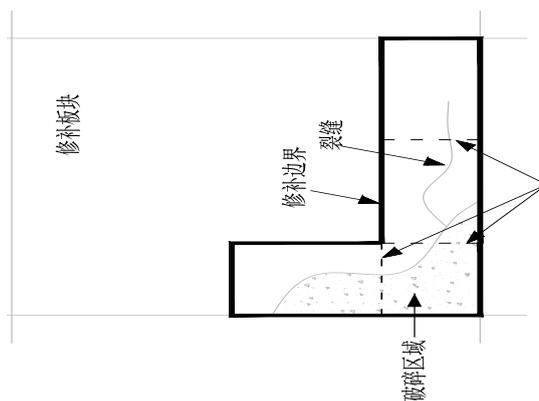


图6.3.2 部分厚度矩形补块分割示意图

1 道面拆除效率低下，按照不停航条件下允许施工6 h考虑，一般性的水泥道面破损区域的拆除时间将耗时2 h~3 h，道面拆除时间越长，对于道面修复材料早期强度的技术要求越高；

2 机械式拆除，特别是在道面破碎过程中，将对周边既有完好道面造成损伤，容易形成“修好一块，破坏一片”的情况，造成修补区域不断扩大，因此切割深度应尽可能与破除深度相同，可有效减少对周边既有完好道面的影响。

6.3.5 修补坑槽内的破碎块和其他杂物清除干净后应使用高压喷气清洁修补坑槽，确保坑槽内无杂物、灰尘。

6.3.6 修补区域位于板边或板角时，应对补块相邻接缝进行处理。

1 破碎和清洁时，清除接缝内的灌缝材料与背衬条；

2 浇注前宜在接缝处放置橡胶板或泡沫板等弹性隔离板（如图6.3.6所示），宽度应与原接缝宽度相同。

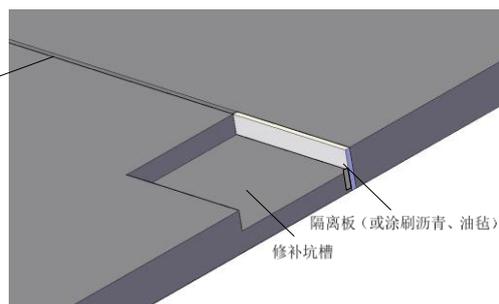


图6.3.6 接缝处隔离措施

6.3.7 坑槽底面处理应符合以下规定：

1 修补短边大于50 cm，且补块厚度大于10 cm时，宜在修补坑槽底部设置连钉；

2 应在清除坑槽破碎物之后，清洁坑槽之前设置连钉（见图6.3.7）：

1) 用钻机在坑槽底面垂直钻孔，孔间距为15 cm~20 cm，孔深为8 cm~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，再插入螺钉或钢筋；螺钉或钢筋应高出坑槽底面3 cm~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筑混凝土。

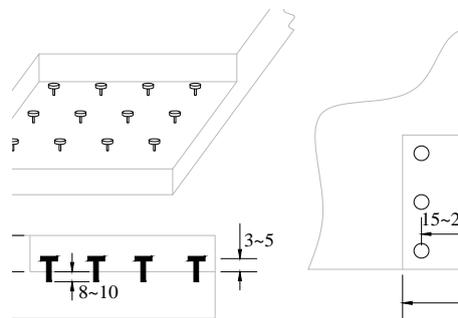


图6.3.7 连钉修补工艺示意图（单位：cm）

6.3.8 坑槽混凝土拌和与浇捣应符合以下规定：

1 拌和

估算修补材料用量后，计算水泥、集料、添加剂和水等的用量，按配比准确称量，宜采用强制式搅拌设备，拌和均匀后应立即浇捣。

2 浇筑

1) 坑槽内应干净，没有灰尘；

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) 混凝土浇筑时如出现离析，应加强人工拌和，严禁二次加水；

4) 混凝土浇筑宜一次成型，面积较大时应沿一个方向浇筑，人工浇注时应采用“扣锹”摊铺，不得抛掷。

3 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 cm~20 cm。

6.3.9 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，抹面次数宜不少于三遍。

1 第一次抹面沿横坡方向来回抹平，前后抹面应重叠1/2范围，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。

6.3.10 养生

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。

6.3.11 修复质量现场检查

1 修补道面外观要求不出现掉边掉角、露石、蜂窝、麻面、裂缝、脱皮、粘浆等缺陷；

2 可采用无损检测设备测试修复位置的抗压强度，一个位置测点数量不得少于3点，其平均抗压强度不得小于30 MPa；

3 修复区域平整度可采用3 m直尺量测最大间隙，要求不大于3 mm；

4 修复区域沿道面纵向长度超过20 m时，道面抗滑性能应满足《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)表面构造的有关规定。

6.4 部分厚度圆形补块修复

6.4.1 道面部分厚度圆形补块修复适用于以下情况：

1 接缝破碎的碎块区域沿接缝方向长度不大于20 cm，沿垂直接缝方向的长度不大于10 cm，破碎影响深度不超过板厚的1/3；

2 对于板角剥落，单块板上的碎块区域边界与板角的距离小于10 cm，破碎影响深度不超过板厚的1/3。

【条文说明】 接缝破碎和板角剥落是水泥混凝土道面最为常见的病害，初期出现的接缝破碎影响范围较小，采用部分厚度修补的尺寸很小、补块深度较浅，采用盘锯锯切对于既有道面的损伤较大，导致补块再次出现破坏；如果不进行处治，则存在一定程度的FOD隐患。采用部分厚度圆形补块进行修复可以较好地解决上述问题。

6.4.2 应采用“钻孔取芯”的方式拆除道面出现的破损，拆除后的坑槽呈圆柱形。应参照图6.4.2确定拆除位置，接缝破碎时坑槽的圆心为破碎区域与道面接缝重合部分的中点，板角剥落时坑槽的圆

心为板角。

【条文说明】圆柱状坑槽几何中心处于板角或者接缝上主要是考虑坑槽与板块接缝之间不出现“异形”区域。

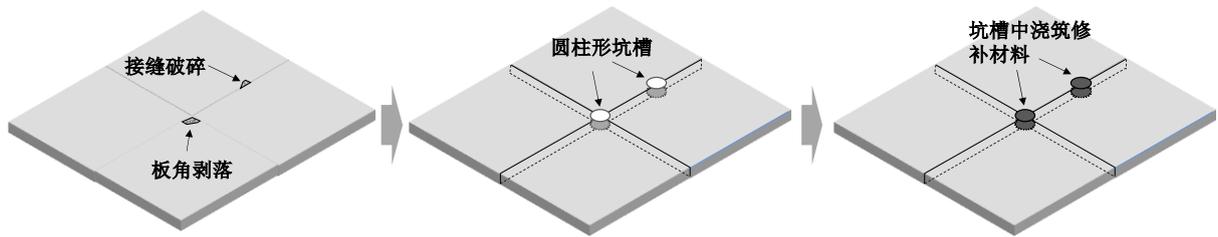


图6.4.2 水泥混凝土道面部分厚度圆形补块修复“钻芯”位置示意图

6.4.3 修补范围及材料应符合下列规定：

1 根据钢钎/铁棒敲击道面发出的低沉声音确定空鼓边界，钻孔取芯设备选用直径分为15 cm、20 cm、30 cm和40 cm的钻头，以覆盖整个破碎区域；

2 钻芯深度与圆形补块直径之比宜不小于2:3，钻芯最小深度宜不小于10 cm。

6.4.4 道面部分厚度圆形补块修复时应参照以下工艺要求：

1 清理修补区域内的接缝填缝材料；

2 使用钻孔取芯设备沿修补区边界线进行钻孔；

3 使用钢钎/铁棒凿除坑槽底部突出或松散的混凝土，以保证底部尽可能平整；

4 坑槽填补材料的技术要求应符合本规范表4.2.3或表4.2.4的有关规定；

5 浇筑之前应清洁坑槽，坑槽内无灰尘；

6 根据修补尺寸估算修补材料用量，按配比准确称取各组分质量并混合搅拌均匀；根据使用的修补材料种类，选择相应的搅拌方式；

7 将拌和后的修补材料倒入坑槽内，振捣密实后用刮刀和抹子刮平；

8 当修补材料硬化后应沿圆形补块边界线切缝后进行灌缝；

9 将施工过程中产生的碎块、垃圾等清扫干净，并巡检确保周围无杂物；

10 部分厚度圆形补块修复的平面与剖面大样图宜参照图6.4.4。

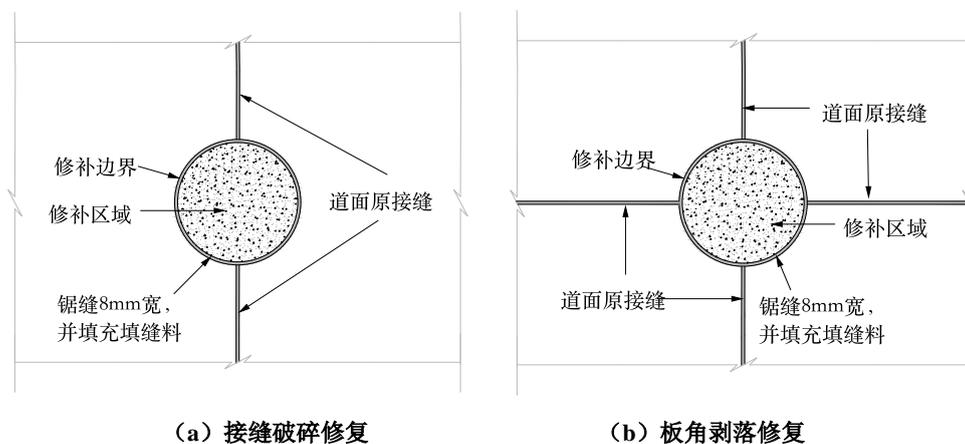


图6.4.4-1 部分厚度圆形补块修复平面布置图

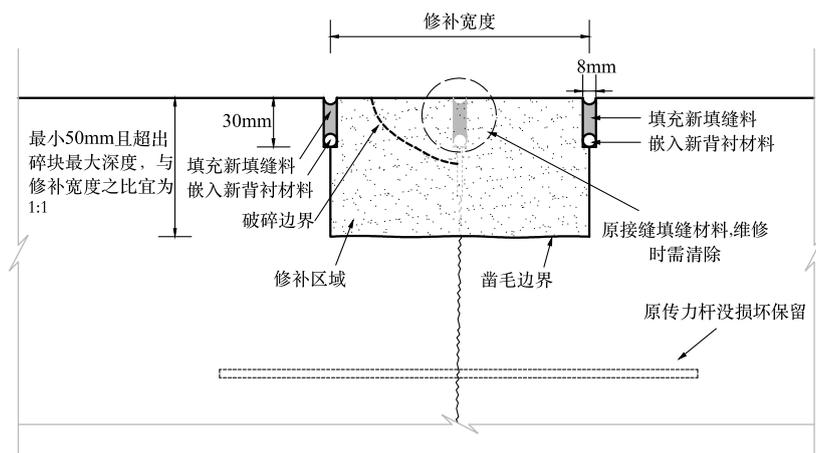


图6.4.4-2 部分厚度圆形补块修复剖面图

6.4.5 混凝土整平、做面、养生以及修复质量现场检查与6.3节要求相同。

6.5 全厚度矩形补块修复

6.5.1 道面全厚度矩形补块修复适用于以下情况：

- 1 裂缝贯穿板块厚度；
- 2 道面损坏厚度超过板厚的1/2；
- 3 病害影响范围触及钢筋网或传力杆；
- 4 由于结构承载能力不足引起的道面结构性损坏。

6.5.2 全厚度补块修补尺寸应符合以下要求：

- 1 补块边长最短不宜小于80 cm，修补范围应从病害影响区域向外延伸10 cm，全厚度补块的形状应为规则矩形，长宽比小于3：1；
- 2 对于细长条的补块（长宽比大于3：1）宜按照长宽比3：1的要求分块修补，也可一次浇筑后按照长宽比3：1的要求进行切割，并对切缝进行灌缝；
- 3 当相邻两处损坏间距小于60 cm时，应合并成一处补块进行维修；
- 4 补块跨接缝时宜沿接缝分开修补，如一次性修补，浇筑后应沿接缝位置及时切割并在切缝处灌缝；
- 5 修补边界宜切割出深度不小于板块厚度1/4的假缝，切缝处应及时灌缝。

【条文说明】在飞机轮载反复作用下，修补界面处易出现微小裂缝或将原道面挤坏的情况，在修补界面切出假缝并灌缝，可减少此类病害。

6.5.3 修复材料应符合本规范表4.2.4的有关规定。

6.5.4 道面拆除应采用“锯切+破碎”的方式，并符合以下规定：

- 1 应使用切缝机沿修补边界切割，切割深度越深越好，最小深度宜不小于板厚的1/2；
- 2 原道面中的传力杆、拉杆及补强钢筋网应切断；
- 3 应由中央向四周方向破碎道面，破除设备功率不宜过大，破碎时应注意保护补块边角位置。

6.5.5 面层拆除后，如发现基层松散、唧泥、浸水时应处治基层，视工作面大小采用人工夯实或机

械夯实的方法压实基层。

6.5.6 全厚度补块面积较大，且短边长度大于100 cm时，补块与原道面之间宜增设拉杆，拉杆应符合以下要求：

- 1 拉杆应采用螺纹钢筋，直径宜为1.6 cm，长度宜为70 cm，并进行防锈处理；
- 2 拉杆应增设在板厚中央，布置间距宜为50 cm；
- 3 最外侧拉杆距补块边界或道面接缝的距离宜为30 cm左右。

6.5.7 可通过设置钢筋网片提高补块的抗裂性能，补强钢筋网应符合以下要求：

- 1 钢筋应采用螺纹钢筋，直径不宜小于1.2 cm，纵横向钢筋网的间距宜不大于20 cm；
- 2 钢筋应设在板上表面以下1/3~1/2板厚范围内，最外侧钢筋距补块边缘宜为10 cm左右，钢筋保护层厚度不小于5 cm。

6.5.8 坑槽内的破碎块和其他杂物应清除干净，并用高压喷气清洁坑槽。

6.5.9 当补块修补面积较小时，可一次浇筑成型，浇筑的混凝土应振捣密实；当补块修补面积较大时，宜分两层浇筑，上下分层湿接，下层混凝土经振实、整平后，浇筑上层混凝土。

6.5.10 混凝土整平、做面、养生以及修复质量现场检查与6.3节要求相同。

6.6 现场浇筑式水泥混凝土板块

6.6.1 板块出现交叉裂缝，且裂缝发展趋势明显时，可采用现场浇筑式水泥混凝土板块更换。

6.6.2 现场浇筑式水泥混凝土板块更换应采用机械化施工，应配备深层切割机、镐头机和风镐、移动式混凝土搅拌机、混凝土搅拌运输车、高频振动棒、三轴式整平机、刻槽机、磨平等设备。

【条文说明】现场板块更换应采用小时级早强修补材料，宜进行现场拌和。

6.6.3 板块的拆除与清洁应符合以下要求：

- 1 采用“锯切+镐头机破碎”的方式拆除旧道面；
 - 1) 应使用切缝机切断传力杆或拉杆，切割深度宜与板块厚度一致，最小切割不应小于板块厚度的3/4，锯片应尽可能垂直道面表面，宜在拆除边界内侧10 cm左右的位置再次切缝；
 - 2) 如果道面板块内设置了加强钢筋，切缝时应同时切断钢筋；
 - 3) 使用镐头机由中央向四周破碎水泥混凝土板块，破碎设备功率不得过大，镐头机破碎头下探深度通常要比板块全厚度浅5 cm~8 cm；
 - 4) 拆除板块的边缘宜采用风镐等手持设备进行破碎。
- 2 采用“锯切+整板吊离”的方式拆除旧道面；
 - 1) 使用深层切割机沿接缝全厚度切割板块；
 - 2) 通过膨胀螺栓将起吊钢梁固定在拟拆除的板块上，使用液压千斤顶顶升钢梁，使面层板与基层分离；
 - 3) 使用吊车将拟拆除的板块移除，吊机起吊的额定重量应大于拟拆除板块的重量，顶升和吊离板块示意图6.6.3-1所示。



图6.6.3-1 起吊钢梁整板起吊法

3 旧道面板拆除后，拆除区域的底面应尽可能平整，四边应尽可能平直，拆除后的坑槽应采用高压喷气及扫除等方式进行清洁；

4 拆除后相邻的板块宜侧向打孔埋设传力杆，埋设的传力杆应采用光圆钢筋并设置在板厚中间，见图6.6.3-2所示。

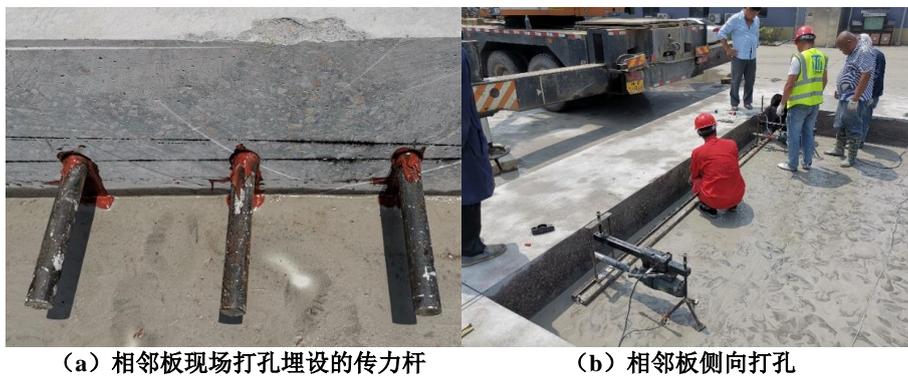


图6.6.3-2 更换板块与邻板接缝处理的示意

【条文说明】水泥道面板块的快速低扰动拆除是水泥混凝土板块更换中非常重要的环节之一，通常采用“锯切+镐头机破碎”和“全厚度锯切+整板吊离”的方式。采用“锯切+镐头机破碎”方式时，使用切缝机沿修补边界切割，足够的切割深度是减少风镐/镐头机对周边道面损伤的重要工艺保证，在拆除边界内侧10 cm左右的位置再次切缝，以及拆除板块边缘人工清除表层混凝土是为了避免拆除作业对邻板造成损伤，也是为了减少拆除作业对于邻板的损伤。采用“全厚度锯切+整板吊离”方式时，对于邻板和基层的损伤最小，但是需要更多的机械设备。

6.6.4 在混凝土板拆除后将松散的材料清理干净，如基层发现松散、唧泥、浸水时应进行基层处治：

- 1 基层宜采用人工夯实或机械夯实的方法压实；
- 2 基层顶面宜设置沥青砂垫平层，或采用厚度较大的土工布作为隔离层；
- 3 当基层材料松散时宜清除松散的材料，用流动性好的水泥砂浆填补，修复基层的表面应整平。

6.6.5 水泥混凝土可采用普通硅酸盐水泥混凝土或快硬早强水泥混凝土，修复材料应符合本规范表4.2.4的有关规定。

6.6.6 快硬早强混凝土拌和能力应满足连续整板浇筑的需要。

6.6.7 现场浇筑前应布设整板更换板块与既有板块之间的接缝传荷装置，接缝传荷装置应符合下列规定：

- 1 横缝位置应设横向传力杆，传力杆直径宜为36 mm；
- 2 传力杆可采用钻孔方式植入，植入端传力杆涂上灌缝胶，旋转挤入孔中，构造及工艺见图

6.6.7。

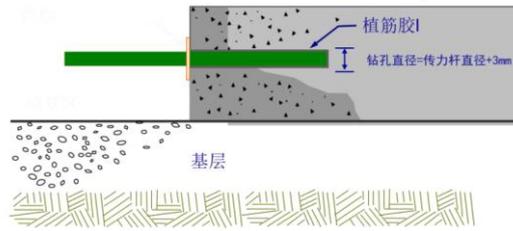


图6.6.7 接缝传力杆安装构造示意

6.6.8 现场浇筑时应设置单层或者双层钢筋网片：

- 1 单层钢筋应设在板上表面以下1/3~1/2板厚范围内，或采用在板上表面以下1/4和3/4板厚位置处布置双层钢筋网。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，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6.6.8的规定；
- 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±1 cm之内。

表6.6.8 钢筋最小直径和最大间距

钢筋类型	光圆钢筋	螺纹钢
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

6.6.9 混凝土宜分两层浇筑，上下分层湿接，下层混凝土经振实后浇筑上层混凝土。

6.6.10 浇筑上层混凝土时，宜采用三辊轴或刮尺对经过振捣器振实的混凝土表面进行整平、揉浆，并及时完成抹面作业，抹面遍数宜不少于三遍，浇筑、整平和做面工序应紧密衔接。

6.6.11 涉及嵌入式灯具的板块更换，破除前应先拆除灯具。灯坑位置应设置补强钢筋网，应在安装灯坑模具后浇筑混凝土，浇筑过程中应确保灯坑模具不移位。

6.6.12 浇筑完成后应根据修复材料的类型选择合理养生方式。

6.6.13 当混凝土达到一定强度时，应及时恢复原道面接缝。

6.6.14 跑道和快速出口滑行道区域更换板块的表面宏观纹理构造应采用机械硬刻槽方式制作。

6.6.15 修复质量现场应根据表6.6.15进行检查。

表6.6.15 修复质量现场检查标准

指标	检查标准
外观质量	不出现掉边掉角、露石、蜂窝、麻面、裂缝、脱皮、粘浆等缺陷 刻槽槽体应顺直、完整，不应出现毛边现象
修复强度 现场检测	同一位置不少于3个测点，平均抗压强度不得小于30 MPa
临板高差 检验	3 m直尺量测间隙值不大于3 mm
抗滑性能	道面刻槽应满足《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》(MH5006)的规定 道面抗滑性能应满足《民用机场飞行区技术标准》(MH5001)的规定

6.7 预制水泥混凝土板块更换

6.7.1 道面板块需要整板更换时可采用预制式水泥混凝土板块更换技术。

【条文说明】与传统水泥混凝土道面结构性修复方法相比，预制拼装式水泥混凝土板块更换技术是一种较为理想的快速修复技术。预制水泥道面板块可以在工厂中完成生产，运输到施工现场进行装配，可以实现道面板块的快速更换。预制拼装式水泥混凝土板块更换技术可以解决传统道面施工组织中的常见问题，实现道面板在质量上的标准化管理，并满足机场道面长寿命、少维护、易维护的需求。

6.7.2 混凝土板块预制应符合以下要求：

1 混凝土板块宜采取工厂化集中预制，材料贮存、板块成型和成品堆放应按功能分区；

2 混凝土板块预制应搭建地台，底模应光洁、平整，宜铺设底模钢板，表面粗糙度不宜大于20 μm，预制模板应采用钢模板，模板的允许偏差应符合表6.7.2-1的规定；

表 6.7.2-1 预制拼装式水泥混凝土板块预制用钢模板的容许偏差

指标项目	高度 (mm)	局部变形 (mm)	垂直边夹角 (°)	底面平整度 (mm)	侧面平整度 (mm)	纵向变形 (mm)
容许偏差	±1	±2	90±2	±1	±2	±2

3 预制板块应选用道路硅酸盐水泥、硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不宜选用早强型水泥，水泥混凝土配合比应满足《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》(MH5006)中的相关要求；

4 预制混凝土板块尺寸分为整板和1/2板块两种，其中1/2板修复存在两种情况，预制块长边垂直于飞机滑行方向和预制块长边平行于飞机滑行方向，如图6.7.2-1所示，具体尺寸由所更换的旧道面板尺寸确定，预制板块的尺寸应较所更换旧道面板块长度短1 cm，控制容许误差为-1.0 cm±2 mm；

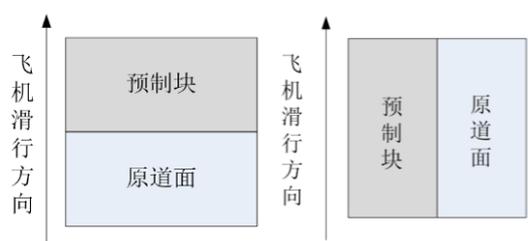


图6.7.2-1 1/2预制板块的布设方案

5 预制板块应设置补强钢筋网片，设置要求与本规范条文6.6.8相同；

6 预制板块与旧道面接缝处应恢复原有的传力杆，接缝构造宜采用下开口式传力杆槽型式。传力杆槽口设置在装配式铺面板的下侧，槽口向下，在槽口上设置有灌浆孔；在接缝的另一端，板中位置预埋传力杆，传力杆和槽口相互拼接。下开口式接缝构造示意图如图6.7.2-2所示；

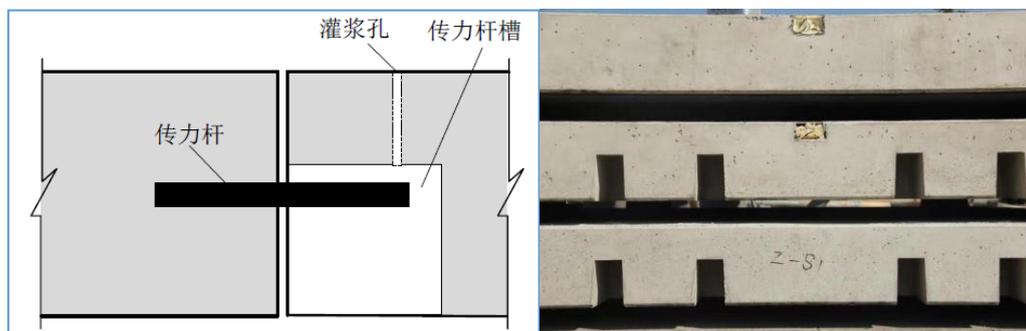


图6.7.2-2 下开口式接缝构造

7 预制板块宜采用四点起吊的方式：

1) 吊钩宜采用螺纹套筒连接方式, 套筒底面宜焊接钢板, 套筒安装与预制板块顶面齐平。吊装时将吊环拧入套筒, 吊装完成后将吊环拧出;

2) 最佳吊位比为1/6~1/5, 板的宽长比大于0.75宜取1/6, 小于等于0.75宜取1/5。其中吊位比为吊点距板边的距离与该边长度的比值, 如图6.7.2-3所示。

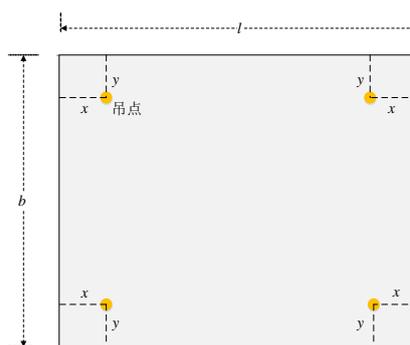


图6.7.2-3 预制板块吊点布设示意

8 混凝土应采用振动密实成型。可采用插入式振动棒振捣, 振捣棒应轻插慢提, 严禁在拌和物中推行或拖拉, 应避免碰撞模板和钢筋。预制板表面应采用滚杠整平, 表面泌水完成后应进行收浆处理;

9 表面收浆后应采用专门工具进行表面拉槽, 采用硬刻槽时, 应在混凝土抗压强度达到40%后进行;

10 预制板块可采用覆盖保湿养生, 可采用保湿膜、土工毡、土工布、麻袋、草袋、草帘等, 养生时间宜为28 d以上;

11 混凝土抗压强度达到设计强度后方可拆模; 拆模不得损害板边、板角; 拆模后应继续洒水养生至规定的龄期;

12 预制板块堆放场地应平整、牢固、坚硬, 预制板的堆放高度不宜超过6层, 每层之间应使用垫块均匀支承;

13 预制板块应编号, 应逐板检查尺寸偏差及外观, 质量应符合表6.7.2-4的规定。

表 6.7.2-4 预制拼装板块尺寸偏差及外观质量要求

指标项目	长度/宽度/厚度 (mm)	平整度 (mm)	垂直度 (mm)	贯穿裂纹	分层
容许偏差	±2.0	≤2.0	≤2.0	不允许	不允许

【条文说明】为解决板块放置后的调平问题, 可以将起吊钩和调平装置合二为一。首先需要在装配式水泥道面板中预埋调平构件。调平构件内设有螺纹并预留通道。调平预埋件需嵌入板内承受板自重的荷载, 并可通过螺纹将自重荷载传递给螺杆。在现场装配施工中, 处理好基层, 使基层高程不高于设计值。在基层上调平件对应位置的下方放置承载板, 需要注意的是不能使承载板的高程超过板底高程设计值。之后旋转调平杆使其支撑在承载板上, 可将装配式路面板缓缓顶起, 直至高程满足设计要求。之后通过注浆孔向板底和基层之间的间隙内注入流动性较好的水泥浆液等材料, 待注入的浆液具有一定的强度后拆除调平杆。

6.7.3 拆除旧道面时应采用“锯切+镐头机破碎”或者“锯切+整板吊离”的方式, 技术要求参照本规范条文6.6.3的规定。

6.7.4 预制板块安装工艺应符合下列要求:

1 预制板块的起吊、装车、卸车等应满足安全吊装的要求;

2 安装多块预制板块时, 应使用全站仪等平面测量仪器对板块的安装位置进行平面放样, 并对板块的平面位置进行精调;

3 预制板块平面放置完成后，通过转动调平螺杆调整预制板块的高程，调平过程中应使用水准仪实时测量板角高程；

4 预制板块在板底注浆之前，板块接缝宽度应不大于1.0 cm，预制板块四个角的高程与邻板角点的高程差值应小于 0.2 cm；

5 预制板块吊装完成后，宜使用塑料膜或土工布保护吊装板块表面，并宜使用沥青基半柔性或者柔性材料逐孔注浆，发现预制板块出现抬升，同时浆液从相邻注浆孔溢出时，应停止该注浆作业，封闭并抹平注浆孔。

6 按道面接缝更换的要求恢复接缝。

6.7.5 修复质量应根据表6.7.5进行现场检查。

表6.7.5 修复质量现场检查标准

指标	检查标准
外观质量	预制吊装后的板块以及相邻板外观不出现掉边掉角、露石、裂缝等缺陷
原道面传力杆和拉杆槽口修复强度现场检测	同一位置不少于3个测点，平均抗压强度不得小于30 MPa
邻板高差检验	3 m直尺量测间隙值不大于3 mm
接缝传荷能力及板底脱空检验	采用FWD落锤式弯沉仪或者探地雷达进行测试，检验接缝传荷能力以及板底脱空情况

6.8 板块拱起修复

6.8.1 板块拱起修复及隔离缝的设置应符合下列规定：

1 胀缝或缩缝被硬物顶紧的道面，发生热胀屈曲、挤压纵裂或拱起时，应立即进行处治；

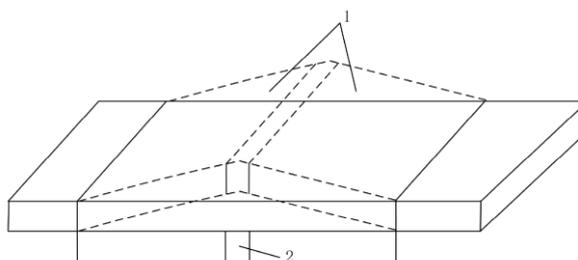
2 轻微屈曲和挤压纵裂的道面，板块无明显拱起时，可设置隔离缝释放热压应力；隔离缝按下列要求设置：

1) 隔离缝的位置应位于挤裂板块的两端，或两道胀缝的中间，或与结构物相邻板附近；

2) 根据板块伸长变形量大小，可设置一道或多道隔离缝，将挤压应力释放，避免纵向裂缝扩展或顶坏结构物；

3) 隔离缝可设于缩缝部位，采用切割机沿缩缝进行板块全厚度切割，形成宽度为10 mm~15 mm贯通板厚的隔离缝；隔离缝按胀缝材料和密封深宽比的要求灌缝。

6.8.2 板块因热胀屈曲板端拱起但道面完好时，应根据拱起高低程度，确定需要切除部分的板块宽度，沿拱起板块的接缝通过切缝释放应力，板块恢复后重新进行接缝灌填，如图6.8.2所示。



1 拱起部分 2 切除部分

图6.8.2 拱起修复

6.8.3 因硬物嵌入发生拱起时，应将硬物清除干净，使板块恢复原位，板块恢复后重新进行接缝灌填。

6.8.4 因传力杆部分或全部不能伸缩而发生拱起时，应切断传力杆。

6.8.5 拱起修复应符合下列质量标准：

- 1 新缝填缝材料不得高出道面，且不低于道面表面0.3 cm；
- 2 拱起修复部分道面标高应与原道面一致。

6.9 板块研磨

6.9.1 道面出现错台现象时可采用板块研磨的方法消除。

6.9.2 板块研磨的工艺应符合以下规定：

- 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0.3 cm。

6.9.3 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。

6.10 薄层修复

6.10.1 道面表面出现大面积起皮、露石、麻面、网裂等情况时，可采用薄层修复，修复厚度宜不大于4.0 cm。

6.10.2 薄层修复可用于停机坪、滑行道区域的水泥混凝土道面以及跑道道肩等区域，跑道区域通过试验论证后可进行道面薄层修复。

6.10.3 薄层修复材料可选择聚氨酯混凝土、环氧沥青混凝土和磷酸盐水泥混凝土、硅酸盐早强水泥混凝土等，应通过现场试验段确定薄层修复的各项技术参数。

【条文说明】水泥混凝土道面上进行薄层修复的主要问题是薄层加铺层与混凝土道面之间容易出现剥落现象，进而造成FOD隐患，但是除整板更换方法之外，混凝土表面出现大面积起皮、麻面现象时，目前尚缺乏更好的处治方法，因此一些机场采用薄层修复的方法。薄层修复对于修复材料的要求很高，多采用环氧树脂、聚氨酯和丙烯酸等有机胶凝材料，磷酸盐水泥等无机胶凝材料由于与水泥混凝土的热膨胀系数和弹性模量非常匹配、界面粘结强度高、收缩率低等特点，在我国机场薄层加铺中得到了一定程度的工程应用，取得了较好的工程效果。

6.10.4 薄层修复前应对既有道面进行表面处理，并应符合以下技术要求：

- 1 道面表层强度较低的水泥混凝土、松动块、异物、浮灰和油污等应清除干净，露出均匀、坚固的基体混凝土；
- 2 既有道面的边角破损、裂缝等病害应进行修复；
- 3 道面表面有较大范围难以清扫的污染物，或构造深度过大，难以与薄层加铺层有效粘结，应对加铺道面表面进行1.0cm~3.0 cm厚度的铣刨，整平整洁后涂抹界面粘结剂。

【条文说明】既有道面表面处理的质量是影响薄层修复质量的关键因素之一，表面处理时应不留死角。

6.10.5 薄层修复材料应满足以下技术要求：

- 1 应具有良好的抗裂性能，不得出现收缩裂纹、龟裂等现象；
- 2 应具有较高的耐磨性能，在轮载反复作用下不应出现起砂、起皮现象；
- 3 应具有良好的耐久性，抗渗等级应大于或者等于P10；
- 4 季节性冰冻地区抗冻等价应大于F350。

【条文说明】薄层修复材料的技术要求应通过现场试验段确定，抗渗性能的测试方法宜参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG 3420）。

6.10.6 薄层修复材料摊铺和表面纹理的构造应根据材料的特点选择适宜的机械化施工方法。

6.10.7 修复完成后应根据薄层修复材料的特点进行养生。

【条文说明】磷酸盐水泥混凝土、环氧沥青混凝土、聚氨酯混凝土的养生条件和时间存在一定差异，应根据材料强度生成机理采用不同的养生方法。

6.10.8 薄层修复材料养生结束后，应在既有道面接缝位置进行切缝，切缝深度应大于薄层修复厚度，切缝位置应参照本规范7.2节的有关规定进行灌缝。

6.10.9 薄层修复的质量检查应符合以下规定：

- 1 外观质量。应不出现掉边掉角、蜂窝、麻面、裂缝、脱皮、粘浆等缺陷；
- 2 平整度。3 m直尺量测最大间隙应不大于3 mm；
- 3 薄层修复的表面纹理应满足《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001）的有关规定，并通过试验验证满足服役要求后开放交通。

7 水泥混凝土道面预防性养护

7.1 一般规定

7.1.1 道面预防性养护应按一定的养护周期实施，在养护周期内应根据道面调查分析判断道面适航状态的发展趋势，作为道面预防性养护专项方案的技术依据。

7.1.2 道面预防性养护措施主要包括：

- 1 接缝材料更换；
- 2 道面脱空病害板底注浆；
- 3 道面表面硅烷浸渍。

7.1.4 道面预防性养护工程完成后应进行质量验收和工程评估，建立预防性养护工程台账。

7.2 接缝更换

7.2.1 道面接缝材料应定期更换，更换周期和时机应符合下列规定：

- 1 应根据接缝材料的类型参考表7.2.1确定更换周期；

表7.2.1 水泥混凝土道面接缝材料定期更换周期

接缝材料类型	硅酮类/硅烷类	聚氨酯类	聚硫类	预成型类
更换周期（年）	5~10	3~5	3~5	封水失效

- 2 宜优先选择耐候性好的接缝材料，背衬条应具有防水功能；
- 3 应优先更换跑道和快速出口滑行道道面的接缝材料，其他区域接缝材料的更换顺序宜根据接缝材料实际使用年限确定；
- 4 宜在雨季之前更换接缝材料；
- 5 缩缝的接缝材料不宜在高温季节更换；
- 6 胀缝的接缝材料不宜在低温季节更换。

7.2.2 更换缩缝、施工缝的接缝材料时，应按照以下工艺要求操作：

- 1 清除已有接缝材料和杂物时，宜采用机械清除结合人工辅助方法，难以清除时宜采用溶剂、喷砂或机械研磨方法，若仍无法清除，可通过扩缝清除，缝槽单侧应扩大0.5 mm左右，切割深度应控制在3.0 cm~4.0 cm；
- 2 宜使用电动打毛机将缝壁打毛，打毛深度约2.5 cm；
- 3 灌缝前应清洁缝槽，确保干净干燥，接缝两边宜粘贴防污染胶带，宜采用5.0 cm左右的纸质胶，也可在缝槽侧壁均匀地喷洒或刷涂界面漆材料，并安装背衬条；
- 4 应使用专用设备或人工进行灌填，灌枪应以45°斜角深入槽底，接缝材料应由下往上灌填，灌填完成后应检查槽口无起泡、隆起等现象；
- 5 硅酮类和改性硅烷类接缝材料的深宽比应控制在1：0.8~1：1范围，聚氨酯类和聚硫类接缝材料的深宽比应控制在1：1~2：1范围。

【条文说明】缝槽内接缝材料的宽深比是影响接缝材料耐久性的重要因素。

7.2.3 道面接缝材料更换后应满足以下技术要求：

- 1 缝槽宽度均匀，接缝材料与缝槽侧壁粘结紧密；
- 2 缝槽内接缝材料灌注饱满，接缝材料应不高于道面表面；
- 3 更换后接缝位置应具有良好的防渗性能，渗水系数不大于10 ml/min。

7.2.4 更换胀缝接缝材料时应检查胀缝板和传力杆的完好情况、胀缝边缘的破损情况、胀缝缝槽宽度和深度，不符合要求应进行修复。

【条文说明】修复胀缝损坏是为了保持胀缝的工作状态。

7.2.5 缩缝和施工缝接缝材料更换完成后应按下列要求进行检查与验收：

- 1 更换接缝材料的比例和填缝材料的性能应符合专项预防性养护设计方案的要求；
- 2 在缝槽内的灌填深度应满足不同接缝材料类型深宽比的要求；
- 3 接缝材料与缝槽侧壁充分粘结，接缝位置不渗水。

7.2.6 胀缝检修和更换接缝材料应按下列要求进行检查与验收：

- 1 胀缝的接缝材料应具有足够的压缩变形能力，黏结牢固，无挤出、无开裂；
- 2 胀缝位置不渗水。

【条文说明】胀缝位置缝槽的伸缩变形量较大，高温时接缝材料易出现挤出的现场，低温时易出现粘结拉裂的现象。

7.3 道面注浆

7.3.1 道面出现沉陷、错台、唧泥、断板等病害时，或根据道面检测结果判断道面存在板底脱空时，应针对脱空区域的板块尽早实施道面注浆。

7.3.2 道面出现大范围脱空病害时，采用传统注浆方式进行大范围注浆，当出现小范围道面脱空病害或单块板脱空时，采用靶向注浆。

7.3.3 根据注浆压力和注浆孔直径应选用合适的注浆材料，并配套相应的搅拌和压入装备。

7.3.4 注浆材料应满足本规范4.3节的有关规定。

7.3.5 传统注浆方式的注浆孔可按图7.3.5布设，并应符合以下规定：

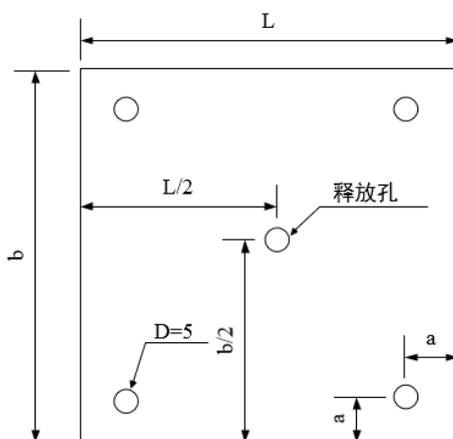


图7.3.5 注浆孔布置

- 1 注浆孔直径宜为5 cm，每一板块的注浆孔数量宜为5个，其中板中注浆孔可作为释放孔；

2 当板块宽度大于4.0 m时，边缘注浆孔与板块边的间距应大于1.0 m；当板块宽度小于4.0 m时，边缘注浆孔与板块边的间距应为0.5 m~0.8 m。

7.3.6 靶向注浆时应参照图7.3.6选择脱空板块和与脱空板块相邻的板块。

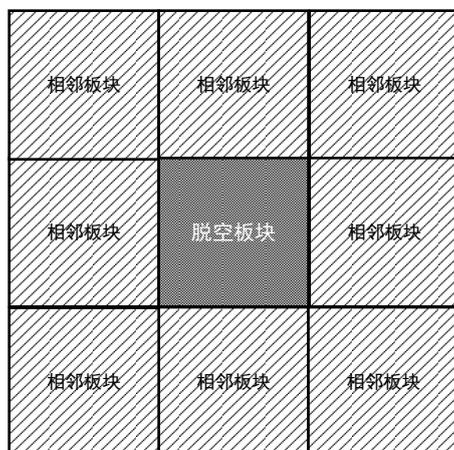


图7.3.6 靶向注浆涉及的板块

7.3.7 靶向注浆孔平面布置方案可参照图7.3.7进行布设。

- 1 注浆孔布设在四个板角位置，注浆孔距离板边宜为0.5 m~0.8 m；
- 2 与脱空板块相邻板块的注浆孔位置布设在相邻板块的板角位置，注浆孔距离板边宜为0.5 m~0.8 m。

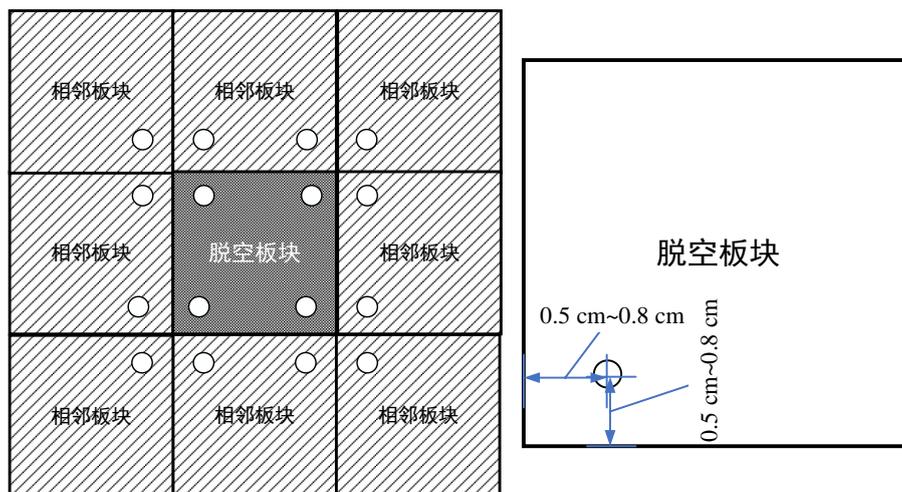


图7.3.7 板块注浆孔平面布置方案

7.3.8 靶向注浆孔注浆顺序可参照图7.3.8所示顺序。

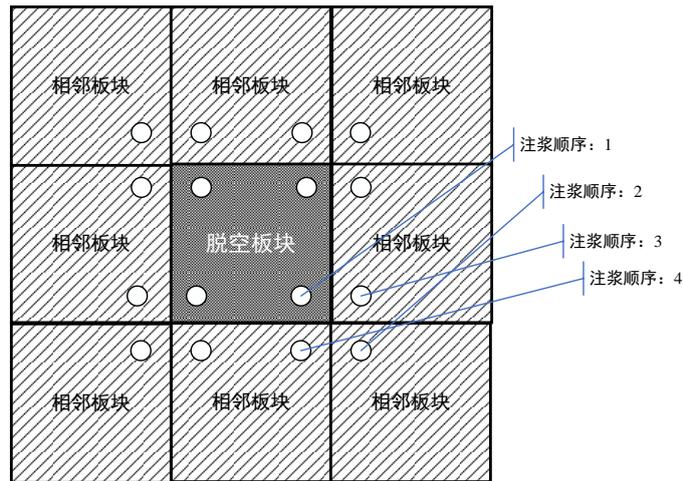


图7.3.8 注浆孔注浆顺序示意

7.3.9 靶向注浆孔直径宜不大于0.3 mm，成孔深度根据基层的材料类型确定。

- 1 基层材料为水泥稳定碎石时，成孔深度宜为基层底面以下5 cm~10 cm；
- 2 基层材料为碎石/块石时，成孔深度宜为基层顶面以下5 cm~10 cm。

7.3.10 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。

7.3.11 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，制浆设备应采用移动式现场制浆设备。

7.3.12 注浆应参照以下工艺要求：

- 1 注浆孔现场放样后应用钻孔设备钻孔，注浆孔应与道面垂直；
- 2 注浆孔成孔后，应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 靶向注浆时应参照本规范7.3.8条的注浆顺序进行跳孔注浆；
- 4 应实时监测注浆板块顶升情况；
- 5 以下情况应停止注浆：
 - 1) 注浆板块抬升量达到3 mm；
 - 2) 压浆机泵压突然快速上升，注浆峰值压力大于1.5 MPa；
 - 3) 相邻注浆孔出现充分冒浆现象。
- 6 可在前次注浆液初凝前0.5 h进行二次注浆；
- 7 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；
- 8 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。

【条文说明】 二次注浆可有效提高板下支撑的均匀性。

5.3.13 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按压该板块，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0.3 cm以内）。

5.3.14 浆液终凝后应全面更换注浆板块的接缝材料。

5.3.15 宜通过HWD弯沉测试或者探地雷达测试等现场测试检测注浆效果。

7.4 道面硅烷浸渍

7.4.1 除冰融雪剂环境的道面宜定期进行硅烷浸渍预防性养护，硅烷浸渍养护的周期宜不小于5年。

【条文说明】受到频繁的除冰融雪剂影响的道面，其耐久性和耐化学性会受到一定影响。为了延长道面的使用寿命并保护其结构，宜定期采取硅烷浸渍预防性养护措施。硅烷浸渍能够改善混凝土的耐久性、防止融雪剂的侵蚀，并减缓道面的劣化过程。养护周期应根据实际情况确定，以确保道面保持良好的性能。

7.4.2 道面硅烷浸渍之前应开展以下施工准备工作：

- 1 道面表层不牢固的浮浆、松动块、浮灰和油污等应清除干净；
- 2 道面上的边角破损、裂缝等病害应进行修复；
- 3 清理干净道面表面后，应保持道面充分干燥；
- 4 应对道面的接缝、标志线和地理式助航灯光进行遮盖。

7.4.3 硅烷浸渍作业应在以下环境下进行：

- 1 环境温度处于5℃~40℃范围内；
- 2 避免在阳光强烈照射情况下施工；
- 3 风力大于5级（风速8.0 m/s~10.7m/s）以上时不宜施工；
- 4 空气相对湿度宜在30%~60%之间；
- 5 施工期间出现降水时应停止施工并做好遮盖工作。

7.4.4 硅烷浸渍材料在施工过程中不得以溶剂或其他液体稀释使用。

7.4.5 宜采用低压喷涂的方式施工，喷涂压力宜控制在60 kPa~70 kPa。

7.4.6 硅烷浸渍施工应连续，喷涂时应使道面表面饱和浸渍，呈现饱和满溢，喷涂位置至少保持湿润状态“湿润镜面”5 s以上。

7.4.7 硅烷浸渍材料总喷涂量应不少于330 ml/m²。

7.4.8 硅烷浸渍现场作业应进行两次喷涂，第一次喷涂和第二次喷涂的施工间隔时间应控制在4 h~6 h以上，具体间隔时间以观察第一次硅烷施工完毕，混凝土表面表干，但未彻底干燥为准。第二次硅烷浸渍完成后应保护现场道面，应保证道面24 h内自然干燥，冬季作业应适当延长养生时间。

7.4.9 道面硅烷浸渍预防性养护工程验收应符合以下规定：

- 1 硅烷浸渍材料应参照表4.4.1的要求进行材料性能指标检验；
- 2 硅烷浸渍作业完成7 d后，应参照表4.4.2的要求进行保护效果检验；
- 3 应在硅烷浸渍试验前后分别进行原位道面构造深度测试，硅烷浸渍7 d后原位道面构造深度变化率应不超过±5%；

4 工程检验材料应包括硅烷材料相关证明、保护效果试验报告、设计文件、施工记录和质量验收记录。

附录A 修复材料试验方法

附录A1 修复材料粘结抗折强度的测定方法

A1.1 水泥混凝土标准试件制作

A1.1.1 配合比

水泥混凝土标准试件配合比为水泥：水：砂子：小石子=1:0.5:1.65:3.08，材料应符合《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH/T 5006）的技术要求。

A1.1.2 制作方法

水泥混凝土标准试件采用尺寸为4.0 cm×4.0 cm×16.0 cm的三连钢模进行成型，成型一天后标准试件拆模，并放入标准养护室养护至少28 d。然后取出试件并清洗干净，放在室内空气中自然干燥至少3 d以备使用。

A1.2 粘结抗折强度试验与测定

A1.2.1 试件准备

把干燥好的水泥混凝土标准试件用切割机一切为二，放入三连钢模中以备使用。

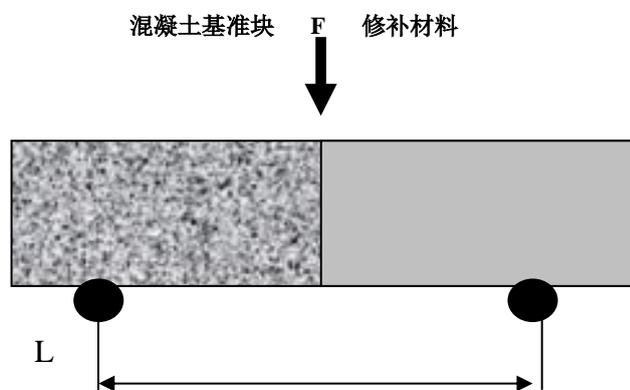
A1.2.2 成型与养护

按照修补材料产品推荐的配合比进行配料和搅拌，把搅拌好的修补材料浇入准备好的模具中，然后放到砂浆振动台上振实，并用抹灰刀抹平即可。根据不同修补材料的凝结特性选择合适的脱模时间，脱模后，试块放到相应的养护条件下养护至测定龄期，即可开始测试粘结抗折强度。

A1.2.3 粘结抗折强度测定与计算

采用三点抗折方法测定粘结抗折强度，测定示意图见图A1.2.3。将养护到龄期的修补材料粘结试块放到抗折机上，加载至破坏时，设备会自动显示出荷载压力（F）。抗折试验时，一般出现以下三种断裂破坏情况：

- 1 断裂破坏发生在修补材料本体中；
- 2 断裂破坏发生在修补材料与水泥混凝土标准试块之间的粘结界面处；
- 3 断裂破坏发生完全在水泥混凝土标准试件中。



图A1.2.3 采用三点抗折方法测定粘结抗折强度示意图

当断裂破坏出现第一种或第二种情况时，修补材料与试件之间的粘结抗折强度 R_f 可以按公式

(A1.2.3-1) 计算得到:

$$R_f = (1.5 \times F \times L) / (b \times h^2) \quad (\text{A1.2.3-1})$$

式中: R_f — 修补材料与试件之间的粘结抗折强度, MPa;

F — 抗折机测得的荷载压力, N;

L — 下支撑圆柱的中心间距, 标准夹具 $L=100$ mm;

b — 为试件截面的宽度, 即40 mm;

h — 为试件截面的高度, 即40 mm。

当断裂破坏出现第三种情况时, 修补材料与试件之间的粘结抗折强度 R_f 大于水泥混凝土标准试件的抗折强度 R_0 :

$$R_f > R_0 = (1.5 \times F \times L) / (b \times h^2) \quad (\text{A1.2.3-2})$$

附录A2 修复材料粘结拉拔强度测定方法

A2.1. 水泥混凝土基材制作

A2.1.1 配合比

水泥混凝土基材包括基板和基准试块, 基材配合比为水泥:水:砂子:小石子=1:0.5:1.65:3.08, 材料应符合《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》(MH/T 5006)的技术要求。

A2.1.2 制作方法

1 基板

1) 成型与养护

基板采用尺寸为40 cm×40 cm×4 cm的钢模成型, 为了获得与现场修补表面具有的毛糙效果, 采用分层浇筑方法。首先浇筑5/6钢模厚度的基础层, 接着浇筑余下1/6厚度的表层, 该表层混凝土配比在基准配合比的基础上掺入1‰水泥用量的柠檬酸钠缓凝剂, 可获得两层混凝土在凝结时间上的差异, 表层混凝土的凝结时间比基础层混凝土滞后数小时。待表层浇筑完成后10 h左右, 基础层混凝土已硬化充分, 这时可用水冲掉表层混凝土。一天后混凝土基板拆模, 并放入养护室养护至少28 d。

2) 表面处理

待基板养护至28 d后取出晾干, 用电动钢刷对基板表面进行处理, 消除表面的浮浆及薄弱点, 使之露出新鲜的骨料。若表面有明显突出的混凝土, 则用钢凿清除。最后, 用高压水清洗基板表面, 待表面晾干, 即可使用。基板表面效果见图A2.1.2-1。



图A2.1.2-1 混凝土基板表面处理效果图

2 基准块

1) 成型与养护

基准块采用4 cm×4 cm×16 cm的三连钢模成型，所有材料以及配合比与基板混凝土相同。1d后脱模，并放入标准养护室养护至少28 d。

2) 基准块处理

待4 cm×4 cm×16 cm试块养护至28 d后取出晾干，用电锯将试块切割成4 cm×4 cm×0.5 cm 的试片，即为基准块。若基准块表面边缘出现突出部位，应用抛光机打磨平。最后，用水清洗基准块，晾干待用。基准块见图A A2.1.2-2所示。



图A2.1.2-2 混凝土基准块示意图

A2.2 拔拉头处理

A2.2.1 拔拉头

拔拉头为45 mm×45 mm×20 mm的铁块或不锈钢块，其上表面中间预留了一个螺纹孔，以便安装拉拔螺杆；下表面用来粘结混凝土基准块。

A2.2.2 拔拉头表面处理

1 粘结剂

为了使金属拔拉头能与水泥混凝土或修补材料之间产生牢固的粘结，确保在拉拔试验时，不会在粘结剂与拔拉头或修补材料之间的粘结界面处发生断裂破坏，需要一种非常有效的且粘结强度大的粘结剂。

粘结剂配比为618环氧：593固化剂：粉煤灰=100：30：300。

2 表面处理

首先把金属拔拉头粘结表面的油污和粉尘等污染物清洗干净并烘干，然后，采用配制好的粘结剂把处理好的基准块牢固地粘结到金属拔拉头的粘结表面，待在室内空气中放置7 d以上即可用于拉拔试验。

基准块的切割面应作为与修补材料的粘结面。已处理好金属拔拉头的效果图见图A2.2.2所示。



图A2.2.2 已处理好的金属拔拉头的效果图

【条文说明】大量的试验表明，按照DL/T 5126-2001和JC/T 547-2005标准的测定材料拉伸强度方法，不太适合于道面混凝土修补粘结拉拔强度的测定，因为大多数拉拔断裂位置均处在粘结剂与金属拔拉头之间的粘结界面，而非修补材料或修补材料与混凝土之间的粘结界面，即不能有效地测出修补材料的实际粘结强度。因此，为了能有效和准确地评估修补材料与混凝土之间的粘结拉拔强度，必须先对金属拔拉头的粘结表面进行处理，以及选择合适的粘结剂。

A2.3 硅胶模板制作

选取尺寸为400 mm×400 mm×5 mm的柔性硅胶板，并在每块硅胶板上预留16个尺寸为41 mm×41 mm×5 mm的孔洞，如图A2.3所示。

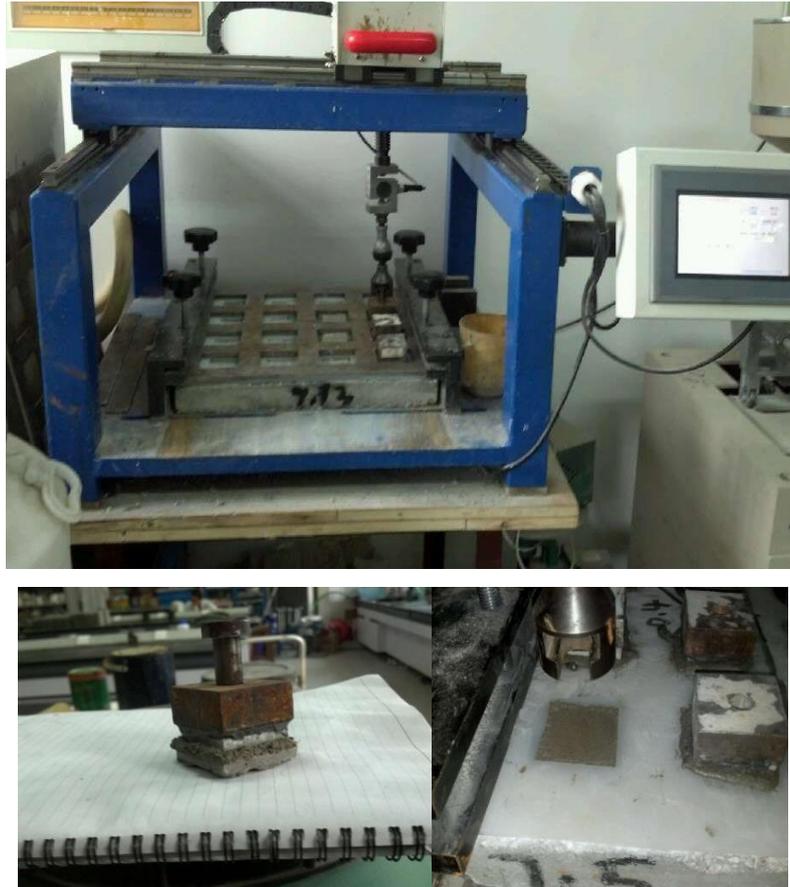


图A2.3 硅胶模板预留孔示意图

【条文说明】硅胶模板的使用目的是为了便于修补材料的浇注和控制修补材料的厚度，以便获得更可靠的和重演性更高的粘结拉拔强度测定结果。

A2.4 试验测试仪器

修补材料的粘结拉拔强度采用智能拉拔仪进行测定，测定仪如图A2.4所示。该仪器采用直接拉拔方式来测量粘结强度，通过拉拔螺丝头来连接拔拉头铁块与拉拔杆。当破坏完成时，通过多功能自动读数仪器读数显示。



图A2.4 用于修补材料的粘结拉拔强度测定的智能拉拔仪

A2.5 拉拔强度试验

A2.5.1 准备工作

将准备好的基板（主要是除去表面浮浆和除尘的处理），制作好的拔拉头，硅胶板放在试验桌上，依次检查是否都准备妥当。准备完成后，将硅胶模板放在混凝土基板上即可开始试验操作。

A2.5.2 修补粘结试验与测定

1 成型与养护

按照修补材料产品推荐的配合比进行配料和搅拌，然后把搅拌好的修补材料依次浇注到硅胶模板的预留孔洞中，并用刮刀进行压实和抹平，然后将处理好的拉拔头带混凝土基准块的一面对准浇注好的修补材料，并轻轻压入即可。根据不同修补材料的养护要求，把粘结好的拔拉头的基板（如图A2.5.2-1所示）放到相应的养护条件下养护至测定龄期，即可开始测试粘结强度。

2 粘结拉拔强度测定

将养护到龄期的混凝土基板放入拉拔仪的拉拔位置上，通过该仪器两侧的铁板梁将基板固定，把拉拔螺丝头安装到拉拔头的螺丝孔中，并与拉拔仪上的拉拔杆连接好，即可开始拉拔测定粘结强度。当破坏时，多功能拉拔仪上的读数仪器会自动显示出拉拔力（ F ）的大小。测试完毕后，取下拉拔螺丝杆，并安装到另外测点的拔拉头上，重新定位与连接好拉拔螺丝头，进行下一次测定。



图A2.5.2-1 粘结好的拔拉头的基板示意图

拉拔试验全部完成后，应将拉拔头上的粘结剂和基准块清理干净，以备下次拉拔试验使用。

3 粘结拉拔强度计算

拉拔试验时，一般出现以下三种断裂破坏情况，详细见图A2.5.2-2所示：

1) 断裂破坏发生在修补材料本体中：这种破坏多发生早期，粘结拉拔强度通常小于 1MPa；

2) 断裂破坏发生在修补材料与混凝土基板或者基准块之间的粘结界面处：这种情况多表现为有一部分破坏在混凝土上，但同时另一部分破坏在修补材料上。出现该情况的粘结强度通常小于 3MPa；

3) 断裂破坏发生完全在混凝土基板中：这种情况通常表现为基板材料完全被拉出，同时会出现基板被拉断的情况，其粘结拉拔强度通常大于 3MPa（混凝土基板的拉拔强度为 3~4MPa）。

当拉拔断裂破坏出现第一种或第二种情况时，修补材料与混凝土基板之间的粘结拉拔强度 R_b 可以按公式（A2.5.2-1）计算得到：

$$R_b = F/S \quad (A2.5.2-1)$$

式中： R_b — 修补材料与混凝土基板之间的粘结拉拔强度，MPa；

F — 拉拔仪测得的拉拔力，N；

S — 修补材料与混凝土之间的粘结面积，为1600mm²。

当拉拔断裂破坏出现第三种情况时，修补材料与混凝土之间的粘结拉拔强度 R_b 就大于该计算值 R_0 ：

$$R_b > R_0 = F/S \quad (A2.5.2-2)$$



(a) 第一种破坏情况

(b) 第二种破坏情况

(c) 第三种破坏情况

图A2.5.2-2 拉拔试验时出现的三种常见断裂破坏情况示意图

附录A3 修复材料热膨胀系数的测定方法

A3.1 试验要求

A3.1.1 测试试件成型用模具

试件成型用模具为4 cm×4 cm×16 cm或2 cm×2 cm×16 cm三联试模，其顶端模板具有安装测定铜头的小孔，小孔的位置必须保证测量铜头在试件的中心线上。因此，用于测定材料热膨胀系数的试件尺寸为4 cm×4 cm×16 cm或2 cm×2 cm×16 cm棱柱体，试件两端头带有测量铜头。

A3.1.2 试件制作

用于测定热膨胀系数的试件，其两端头应在试件成型时预埋测试铜头。试件成型并按要求进行充分的养护后，才能用于材料的热膨胀系数测定。对于硅酸盐水泥和硫铝酸盐水泥基修补材料，应至少在水中或标准养护条件下湿养护28 d；磷酸盐水泥基修补材料，以及环氧树脂等聚合物基修补材料应在自然空气中至少养护14 d。

A3.1.3 测长仪或比长仪

要求比长仪上的千分表或螺旋测微器的最小刻度值为0.01 mm，可测定的最大量程为10 mm。

【条文说明】物体的长度随着温度的升高而增大的现象称为热膨胀。热膨胀系数是材料的主要物理性质之一，它是衡量材料的热稳定性好坏，以及评估修补材料与混凝土材料性能是否匹配的一个重要指标。对于一般的普通材料，通常所说膨胀系数是指线膨胀系数，其物理意义是温度升高1℃时单位长度上所增加的长度，单位为 $\text{cm}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ 或 $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

A3.2 测试步骤

A3.2.1 试件制备

根据某一给定的修补材料推荐的配合比，进行材料配料、搅拌和成型，然后按相应的要求进行充分的养护。每种修补材料的试件数量至少3个。

A3.2.2 试件测试前处理

为了排除试件干燥脱水引起的干缩对热膨胀系数测定带来的干扰，试件测定前必须进行干燥处理。

选取无缺陷材料作为测定膨胀系数的试件，并把试件放入干燥箱中进行烘干处理，直至试件恒重为止（建议烘干时间为24 h），烘干温度为100℃。取出试件，并放入干燥器中冷却至室温，以备测试用。

A3.2.3 热膨胀系数测定与计算

1 试件基准长度测定：从干燥器中取出已预处理好的试件，在室温（ T_0 ）下测定试件长度，该值即为基准长度或初始长度 L_0 。

2 不同温度下长度测定：把测好初始长度的试件放入干燥箱中并升温，每次升温 10℃，并在该温度下恒定至少 1 h，然后测定该温度（ T_n ）下的长度值 L_n ，直到温度升到 100℃后停止试验测试。

3 热膨胀系数计算：材料的热膨胀系数按公式（A3.2.3）计算得到：

$$\alpha = (L_0 - L_n) / ((L_0 - l_0) \times (T_0 - T_n)) \quad (\text{A3.2.3})$$

式中： α —材料的线膨胀系数；

T_0 —室温， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_n —测试时的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

L_0 —在温度为 T_0 时试样长度，mm；

L_n —在温度为 T_n 时试样长度，mm；

l_0 —试件端头两个测试铜头的总长度，mm。

附录B 水泥混凝土道面常用修复材料应用方法

B.0.1 改性硅酸盐早强水泥砂浆的基准配合比可参照表B.0.1的规定。

表 B.0.1 改性硅酸盐早强水泥砂浆的建议配合比（质量比）

细集料	改性硅酸盐早强水泥	水
1.5	1	0.33

【条文说明】上述建议配合比是针对加入特定种类和含量硫铝酸盐快硬成分的改性硅酸盐早强水泥砂浆。当快硬成分的种类和含量改变时，可适当改变配合比，以使材料性能最佳。

在硅酸盐水泥中掺配硫铝酸盐或者氟铝酸盐成分以及各种外加剂，可以使复合体系中早期水化较快的矿物含量增加，使得体系早期水化速度加快。同时，掺配的快硬水泥组分水化反应可以促进硅酸盐水泥熟料矿物水化，使复合体系凝结速度进一步加快。

B.0.2 改性硅酸盐早强水泥砂浆的性能指标应符合表4.3.1的规定。

【条文说明】改性硅酸盐早强水泥砂浆具有很好的快硬早强特性。在加水拌后的3h龄期内，砂浆抗压强度能够达到30MPa以上，抗折强度高于4MPa，在浇筑后1~3 h便可满足开放交通要求。此外，改性硅酸盐早强水泥砂浆还具备耐磨、耐侵蚀、抗冻和抗渗等优良特性；热膨胀系数、弹性模量与原道面混凝土相近，修补后两种材料具有良好的变形协调性；掺配的硫铝酸盐或氟铝酸盐成分在水化过程中会产生微膨胀，可以改善复合胶凝体系的干燥收缩性能。

B.0.3 改性硅酸盐早强水泥砂浆现场使用时应注意以下事项：

- 1 改性硅酸盐早强水泥凝结硬化速度受温度影响显著，在高温下施工时，宜掺入适量缓凝剂，以满足可操作时间要求；
- 2 当用于修补钢筋混凝土时，宜加入适量阻锈剂；
- 3 雨天修补时需做好防水措施，修补后应避免修补区域长时间浸泡在水中。

【条文说明】硫铝酸盐、氟铝酸盐等成分具有低碱特性，早期对钢筋有轻微锈蚀影响，但后期锈蚀不会继续发展。

B.0.4 磷酸盐水泥砂浆的基准配合比可参照表B.0.4的规定。

表 B.0.4 磷酸盐水泥砂浆的建议配合比（质量比）

细集料	磷酸盐水泥	水
1	1	0.12

【条文说明】磷酸盐水泥由磷酸盐、氧化镁、矿物掺合料及缓凝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。磷酸盐水泥砂浆的细骨料宜采用石英砂或河砂，不得采用大理石类等含有大量CaCO₃或CaO的细骨料。

B.0.5 磷酸盐水泥砂浆的性能指标应符合表4.3.1的规定。

【条文说明】磷酸盐水泥在加水拌和后的较短时间内便会发生剧烈反应，并且在反应过程中释放大热量，进一步加快反应速率。因此，磷酸盐水泥基材料具有很好的快硬早强特性，在浇筑后

1~3h便可满足开放交通要求。随着磷酸盐水泥水化进程进一步加深，其强度不断增加，最终强度优于硅酸盐水泥基材料。

磷酸盐水泥基材料通过物理嵌锁和化学结合作用，在与硅酸盐水泥混凝土的界面处形成很高的粘结强度。

1 磷酸盐水泥浆体能够填充并渗透到原混凝土界面的孔隙和裂缝中，在界面处形成嵌锁作用；

2 磷酸盐水泥浆体能够与硅酸盐水泥水化产物和硅酸盐水泥中的未水化熟料颗粒反应生成凝胶状水化产物。一方面，由于磷酸盐迅速溶解，磷酸盐水泥浆液中含有大量 H^+ 离子。在酸性条件下，原混凝土界面处水化产物和未水化的水泥颗粒发生溶解，并与磷酸盐水泥浆体反应生成凝胶状水化产物；另一方面，含有大量离子(H^+ 、 $H_2PO_4^-$ 、 HPO_4^{2-} 等)的溶液易通过微裂纹和孔隙渗透到旧试件中，与其中未水化的水泥颗粒反应生成强度更高的化学物质。

磷酸盐水泥砂浆的最终收缩率很低，且收缩变形主要发生在1d龄期内，后期变形主要受环境温度影响。在加水拌和后的短时间内，由于水泥水化放热导致材料内部温度迅速升高，材料发生膨胀变形；当热量产生速率低于向外界扩散速率时，材料温度开始逐渐降低，并伴随着水分向外界的扩散，材料发生收缩变形。为防止磷酸盐水泥砂浆内部早期产生过多微裂缝，影响服役寿命，应根据混凝土道面修复的实际应用场景（施工温度、湿度等）选用合适的材料型号，避免磷酸盐水泥早期产生过多的水化热，同时应严格控制用水量，防止由于水分散失产生的干燥收缩过大。

B.0.6 磷酸盐水泥砂浆现场使用时应注意以下事项：

1 根据不同施工温度范围标注磷酸盐水泥型号，并在施工时严格按照现场实际温度选择相应型号的材料；

2 施工时应严格控制用水量，水灰比（质量比）宜在0.10~0.14之间；

3 磷酸盐水泥基材料在浇筑完成后应不断做面，保证修补表面无气泡存在；

4 磷酸盐水泥基材料修复后的补块应做好排水措施，避免长期浸泡在水中。

【条文说明】磷酸盐水泥水化速率受温度影响显著。当实际温度低于所选型号的适用温度时，磷酸盐水泥基材料强度增长缓慢，无法满足快速通航要求；当实际温度高于所选型号的适用温度时，磷酸盐水泥基材料凝结速度过快，施工人员难以施工，并且早期强度增长过快，会造成材料内部孔隙率增加和最终水化程度降低，导致后期强度降低。由氧化镁、磷酸二氢氨等制备的磷酸盐水泥在水化过程中会产生氨气。在水溶液作用下，磷酸盐水泥基体中少量未反应的磷酸盐和水化产物会发生一定程度的溶蚀和水解，导致结构密实度下降，引起磷酸盐水泥基材料强度倒缩。

B.0.7 环氧树脂砂浆的基准配合比可参照表B.0.7的规定，使用时宜掺入一些性能改性剂和调色剂。

表 B.0.7 环氧树脂砂浆的建议配合比（质量比）

环氧树脂	固化剂	稀释剂	石英砂	粉煤灰
100	30	10	300	150

【条文说明】环氧树脂砂浆是以环氧树脂（主剂）、固化剂和稀释剂经现场复配形成的有机聚合物作为胶结料，与细集料结合而成的修补材料。环氧树脂本身的固化度较低，不宜单独使用。当加入一定量固化剂后，环氧树脂分子中的环氧基团开环与固化剂分子发生加聚反应，固化交联形成具有

致密空间网状结构的稳定高分子聚合物。环氧树脂室温下粘度较大，拌制和使用均不方便，而加入一定量稀释剂可以增加其流动性，改善环氧树脂对集料的浸渍性。但是稀释剂的加入会使砂浆早期强度降低，建议稀释剂最大掺量为环氧树脂用量的10%。粉煤灰、石英砂等填料适量加入可以减少环氧树脂用量，降低修补成本，同时也可以降低热膨胀系数和收缩率。

目前，使用最多的环氧树脂是双酚A型环氧树脂（E型）。固化剂种类繁多，功能各异，道面修补可采用快速固化剂。常温固化剂宜选用胺类固化剂，加热固化宜选用酸酐、芳香类固化剂。稀释剂的种类应与所选固化剂相适应，惰性稀释剂宜选用丙酮、二甲苯、苯；活性稀释剂宜选用丁基甘油缩水醚类，其毒性在同类活性稀释剂中最小，能与环氧树脂无限混溶，对胺类固化剂活性最大。

B.0.8 环氧树脂砂浆的性能指标应符合表4.3.1的规定。

【条文说明】环氧树脂砂浆具有很好的快硬早强特性，3 h抗折强度超过20 MPa，抗压强度大于50 MPa，可以满足机场开放交通的强度要求。环氧树脂砂浆与原水泥混凝土通过机械咬合力和粘接力在界面处形成很高的粘接强度，界面加载破坏时会出现原混凝土界面部分骨料和水泥石被拉出的现象。此外，环氧树脂砂浆具有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。但是在环境影响下（如紫外线长期照射下）环氧树脂易发生老化，且材料存放困难，现场配制对于施工人员的技术要求较高，材料的热膨胀系数、弹性模量与水泥混凝土相差较大，色差明显。因此，在使用环氧树脂砂浆进行道面修复时需针对以上问题做好防范措施。

B.0.9 环氧树脂砂浆使用时应注意以下事项：

- 1 在冬季施工时，为了提高固化速度，可采用恒温水浴的加热方式配制环氧树脂砂浆，加热温度一般为60~75 °C（不宜大于80 °C，防止环氧树脂局部炭化），配制好的砂浆应在30 min内用完；
- 2 环氧树脂砂浆凝结硬化快，且粘结强度很高，修补施工完毕后，应及时清理施工用具。

B.0.10 聚氨酯砂浆的基准配合比可参照表B.0.10的规定。

表 B.0.10 聚氨酯砂浆的建议配合比（质量比）

聚氨酯	砂 ^注
1	12.5

注：聚氨酯砂浆的细骨料宜使用标准砂或经过洗净、干燥过后的河砂。

【条文说明】聚氨酯砂浆是以聚氨酯作为胶结料与细集料结合而成的修补材料。聚氨酯的原料主要包括异氰酸酯、聚醚或聚酯多元醇、扩链剂以及填料等非反应性物质。在合成聚氨酯的过程中，通常由二元或多元异氰酸酯与含两个或多个活波氢化合物通过聚合反应生成预聚体，然后与扩链剂反应硫化。其中，异氰酸酯主要影响聚氨酯的热力学性能与刚性，应用最广的有甲苯二异氰酸酯（TDI）和二苯基甲烷二异氰酸酯（MDI）。多元醇主要影响聚氨酯的耐水性、耐热性和耐寒性等，常用的有聚醚多元醇和聚酯多元醇两种。扩链剂主要影响聚氨酯的机械系性能和流变性能，主要种类有乙二氨基乙磺酸钠、二羟甲基丙酸(DMPA)、甲基二乙醇胺二羟基半酯、二乙烯三胺等。

B.0.11 聚氨酯砂浆的性能指标应符合表4.3.1的规定。

【条文说明】聚氨酯砂浆具有很好的柔韧性，5 h抗折强度能够达到10 MPa以上，1 d强度达到峰值，其抗折强度高于15 MPa。聚氨酯砂浆还具有优异的抗冲击性、抗渗性、抗冻性和耐磨性等性能。

但聚氨酯砂浆与原道面混凝土的热膨胀系数和弹性模量差异较大，修补后两种材料变形协调性较差；在长期受热与紫外照射的情况下聚氨酯容易发生老化和断链现象；当施工操作不当时，后期强度会出现倒缩现象。因此，在使用聚氨酯砂浆进行道面修复时需针对以上问题做好防范措施。

B.0.12 聚氨酯砂浆使用时应分层摊铺并逐层压实，同时要避免砂浆过于密实。摊铺完成后应将表面刮平，清理表面散落的细集料。

【条文说明】聚氨酯砂浆拌和后呈现为散状，不具有流动性，需通过锤击或机械碾压才能密实。聚氨酯砂浆早期体积变形主要表现为膨胀变形，过压会使修补区域在材料固化过程中出现鼓包现象。

B.0.13 改性硅酸盐早强水泥混凝土的基准配合比可参照表B.0.13的规定。

表 B.0.13 改性硅酸盐早强水泥混凝土的建议配合比（质量比）

改性硅酸盐早强水泥	水	细骨料	粗骨料
1	0.32	1.44	2.16

【条文说明】上述建议配合比是针对加入特定种类和含量硫铝酸盐快硬成分的改性硅酸盐早强水泥混凝土。当快硬成分的种类和含量改变时，可适当改变配合比，以使材料性能最佳。

B.0.14 改性硅酸盐早强水泥混凝土的性能指标应符合表4.3.2的规定。

【条文说明】在掺配硫铝酸盐或者氟铝酸盐等快硬成分后，改性硅酸盐早强水泥混凝土既具有很好的快硬早强特性，还保持了普通硅酸盐水泥混凝土后期强度高而稳定的优点，不会出现纯硫铝酸盐水泥混凝土强度倒缩现象。改性硅酸盐早强水泥混凝土与原道面混凝土的热膨胀系数、弹性模量等性能相近，在外界荷载作用下两者具有很好的变形协调性。此外，改性硅酸盐早强水泥混凝土还具备耐磨、耐侵蚀、抗冻和抗渗等优良特性。水化产物钙矾石的膨胀性可以改善混凝土的收缩性能，但要防止延迟钙矾石的生成和受湿膨胀引起的胀裂。

B.0.15 磷酸盐水泥混凝土的基准配合比可参照表B.0.15的规定。

表 B.0.15 磷酸盐水泥混凝土的建议配合比（质量比）

磷酸盐水泥	水	细骨料 ^注	粗骨料
1	0.12	1	1.4

注：磷酸盐水泥砂浆的细骨料宜采用石英砂或河砂，不得采用大理石类等含有大量CaCO₃或CaO的细骨料。

B.0.16 磷酸盐水泥混凝土的性能指标应符合表4.3.2的规定。

【条文说明】磷酸盐水泥混凝土具有早强、高强、耐久和体积稳定性高等优良特性，与原道面混凝土的粘结强度高、变形匹配性好。

B.0.17 环氧树脂混凝土的基准配合比可参照表B.0.17的规定。

表 B.0.17 环氧树脂混凝土的建议配合比（质量比）

环氧树脂	固化剂	稀释剂	石英砂	石英石 ^注	粉煤灰
100	30	10	200	100	150

注：石英石的最大粒径不宜超过15 mm。

B.0.18 环氧树脂混凝土的性能指标应符合表4.3.2的规定。

【条文说明】环氧树脂混凝土具有早期强度高、脆性小、粘性强、耐久性和抗冲击性好等优势。但环氧树脂混凝土与原道面混凝土性能差异较大，在受热的和紫外线照射下会发生老化。

附录C 水泥混凝土道面维护常用机具

C.0.1 水泥混凝土道面接缝（裂缝）维护应使用切缝机、扩缝机、清缝和灌缝设备等机具。

1 切缝机

应根据切缝的深度选择不同型号的切缝机，切缝机应满足以下要求：

- 1) 主轴刚性好；
- 2) 锯片切割能力强，耐磨损；
- 3) 锯片直径能够满足深度切割的要求；
- 4) 操作方便，易于方向控制；
- 5) 小型和大型切缝机的主要技术性能宜符合表 C.0.1-1 和表 C.0.1-2 的要求。

表 C.0.1-1 小型切缝机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率 (kW)	≥24
切缝宽度 (mm)	8~10
最大切缝深度 (mm)	160
锯片尺寸 (mm)	800

表 C.0.1-2 大型切缝机主要技术性能

主要技术参数	数值
功率 (kW)	≥48
切缝宽度 (mm)	8~10
最大切缝深度 (mm)	400
锯片尺寸 (mm)	1200

2 扩缝机

- 1) 应根据裂缝的直线性情况选择不同直径的锯片，主要技术性能宜符合表 C.0.1-3 的要求；

表 C.0.1-3 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)	10~30
扩缝深度 (mm)	0~100

- 2) 扩缝可使用冲击电锤，电锤功率宜大于 500 W。

3 清缝设备

- 1) 可选用空压机或吹风机等设备进行清缝；
- 2) 空压机或吹风机的压缩空气应介于 0.4~0.6 MPa，空压机的主要技术性能宜符合表 C.0.1-4 的要求。

表 C.0.1-4 空压机主要技术性能

主要技术参数	数值
容积流量 (m ³ /min)	3.96
排气压力 (MPa)	≥0.4
工作电压 (V)	380
主机转速 (r/min)	2963
电机功率 (kW)	22

【条文说明】 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。

空压机可将机械能转化为气体压力能，可为风镐、凿岩机等风动机具提供空气动力，也可用于清理修补区域的碎粒、粉尘和杂物等。

4 灌缝设备

宜根据接缝材料的类型选择适宜的机械设备。

C.0.2 水泥混凝土道面补块修补应使用切缝机、破碎设备、清扫设备、小型拌和设备、振捣设备和抹平设备等机具。

1 切缝机

技术性能参照接缝（裂缝）维护设备；

2 破碎设备

破碎方量小时宜采用破碎镐，破碎方量大时宜采用镐头机；

1) 破碎镐应结构紧凑，携用轻便；

2) 镐头机主要技术性能宜符合表 C.0.2-1 的要求。

表 C.0.2-1 镐头机主要技术性能

主要技术参数	数值
额定功率 (kW/rpm)	113/1900
冲击能量 (J)	≥100~150
工作液压油路 (MPa)	35
最大工作半径 (mm)	6275

【条文说明】破碎镐包括液压破碎镐、汽油破碎镐和风镐。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，现场使用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；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；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。镐头机破碎水泥混凝土道面工作效率高，破碎速度快，但容易对不需要拆除的道面造成损伤。

3 道面清扫设备

宜首先采用吸尘器进行清理，再采用压缩空气进行清理，压缩空气应使用空压机，吸尘器应采用具备干湿两用功能的工业吸尘器，主要技术性能宜符合表 C.0.2-2 的要求；

表 C.0.2-2 吸尘器主要技术性能

主要技术参数	数值
电机功率 (kW)	2.2
交流电压 (V)	220
吸力真空 (Pa)	10000

【条文说明】水泥混凝土道面切割和破除过程中，会产生大量的泥浆、粉尘和碎粒，在采用压缩空气清理之前宜采用吸尘器进行清理。

4 小型混凝土拌和设备

混凝土拌和应采用强制搅拌设备，宜选择滚筒式混凝土搅拌机或立式（强制式）混凝土搅拌机，滚筒式混凝土搅拌机的主要技术性能宜符合表 C.0.2-3 的要求；

表 C.0.2-3 滚筒式混凝土搅拌机主要技术性能

主要技术参数	数值
搅拌提升电机 (kw)	≥5.5
供水精度 (%)	≤2.0
进料容量 (L)	560
搅拌筒转速 (r/min)	14
水泵电机 (kW)	≥0.55

5 振捣设备

应采用插入式振捣器或平板式振动器；

1) 插入式振捣器的振动频率宜为 6000~15000 次/min，激振力宜大于 2.2 kN，振幅宜控制在 0.5~1.4 mm 范围内；

2) 平板式振动器的电机功率宜控制在 1.1~2.2 kW 内，振动频率宜为 2850 次/min，激振深度宜大于 150 mm。

6 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。

【条文说明】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。

C.0.3 道面板块更换应使用切割设备、破碎设备、混凝土搅拌、振捣及抹平设备、刻槽设备和渣土车等。

1 切割设备应采用大型切缝机，主要技术性能参照表C.0.1-2；

2 破除设备应采用镐头机和挖掘机，镐头机的主要技术性能参照表C.0.2-1，挖掘机的主要技术性能宜符合表C.0.3-1的要求；

表 C.0.3-1 挖掘机主要技术性能

主要技术参数	数值
额定功率 (kW/rpm)	104/2000
最大卸载高度 (mm)	5855
最大挖掘半径 (mm)	7780
铲斗容量 (m³)	0.58

3 搅拌设备宜采用现场拌和的方式，主要技术性能参照表C.0.2-3；

4 道面刻槽机应满足以下要求：

- 1) 刀排可配置不同数量和规格的刀片；
- 2) 刀片质量高，耐磨损，刻槽深度可调；
- 3) 操作方便，易于方向控制；
- 4) 主要技术性能宜符合表 C.0.3-2 的要求。

表 C.0.3-2 水泥混凝土道面刻槽机主要技术性能

主要技术参数	数值
电机功率 (kW)	7.5
电压 (V)	380
刻槽宽度 (mm)	3~6

刻槽深度 (mm)	3~6
刻槽间距 (mm)	22~32

C.0.4 道面薄层修复应使用表面处理设备、现场清扫设备、搅拌、刮铺和抹平等机具。

1 表面处理机具

道面表面处理可使用抛丸机、和凿毛机；表面处理面积大时宜使用抛丸机，面积小时可使用凿毛机。

1) 抛丸机的主要技术性能宜符合表C.0.4-1的要求；

表 C.0.4-1 抛丸机主要技术性能

主要技术参数	数值
抛丸宽幅 (mm)	550
抛丸效率 (m ²)	75-100
抛丸轮电机功率 (kW)	11 ^注 ×2

注：两台电机

2) 铣刨机的主要技术性能宜符合表C.0.4-2的要求；

表 C.0.4-2 铣刨机主要技术性能

主要技术参数	数值
最大铣刨深度 (mm)	120
额定功率 (kW)	125
额定转速 (rpm)	2200

3) 凿毛机的主要技术性能宜符合表C.0.4-3的要求。

表 C.0.4-3 凿毛机主要技术性能

主要技术参数	数值
空压机	≥3m ³ /6 kg
凿击频率	2200次 / min

2 现场清扫设备

现场清扫设备宜使用背负式吹风机，主要技术性能宜符合表C.0.4-4的要求。

表 C.0.4-4 吹风机主要技术性能

主要技术参数	数值
风量 (m ³ /s)	0.5
燃油比	25/1

3 其他设备

其他设备的性能要求宜参考道面切缝和补块修补机具的有关要求。

【条文说明】水泥混凝土道面薄层加铺中，既有道面表面处理的质量对工程效果的影响很大，需要采用机械化设备进行全面处理。抛丸机是一种通过抛丸器将钢砂钢丸抛落冲击在物体表面的处理技术，抛丸机处理后的混凝土表面较为平整、均匀。铣刨机通过高速旋转的铣刀直接与道面接触，达到铣削表层混凝土的目的，当施工面积很大时宜采用大型铣刨车对混凝土表面进行处理。凿毛机是以压缩空气为动力，用尖锐的凿毛头对混凝土表面进行活塞式打击，当处理面积较小时可采用凿毛机。

4.6.5 道面维护工作应配备以下辅助设备：

1 发电机

发电机宜采用柴油发电机组，性能应稳定可靠，抗磨耐用、结构紧凑、操作方便，主要技术性

能宜符合表C.0.5-1的要求。

表 C.0.5-1 发电机组主要技术性能

主要技术参数	数值
备用/额定功率 (kW)	55/50
额定频率 (Hz)	50
额定电压 (V)	400/230
额定电流 (A)	90
励磁方式	无刷
冷却方式	水冷

2 照明设备

照明设备应具有良好的防水、防锈和抗风能力，主要技术性能宜符合表C.0.5-2的要求。

表 C.0.5-2 照明设备主要技术性能

主要技术参数	数值
额定电压 (V)	220
光源功率 (W)	500×4
额定输出功率 (W)	5000
气杆最大升高 (m)	4.5

C.0.6 道面维护宜配备多功能工程车，主要技术性能宜符合表C.0.6的要求。

表 C.0.6 道面维护多功能工程车主要技术性能

主要技术参数	数值
货厢内部尺寸 (mm)	6800×2470×2500
外廓尺寸 (mm)	9105×2550×3760
额定载质量 (kg)	7995
功率 (kW)	147

【条文说明】道面维护多功能工程车能够集中各类维护机具，提高现场修复效率。多功能工程车车厢内部宜设置多个功能模块，修补机具、工具和修补材料宜集中设置在相应功能模块内，并至少应配备发电机、空压机和照明灯等设施。

C.0.7 道面维护现场作业之前应对专用机械设备进行检查，作业设备应符合设备使用说明书的各项要求：

- 1 水泥混凝土搅拌机；
- 2 水泥混凝土搅拌运输车；
- 3 道面切缝机；
- 4 道面落板式破碎、共振式破碎或冲击式破碎机械设备；
- 5 道面刻槽机和铣刨整平机；
- 6 水泥混凝土移动式振捣设备。

C.0.8 道面养护现场作业之前应对特种设备进行检查，作业设备应符合《特种设备安全法》相关要求：

- 1 吊装起重设备；
- 2 明火、高温、带电等设备。

标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 本规范中指定按其他有关标准、规范或其他有关规定执行时，写法为“应符合……的要求”或“应按……的规定执行”，非必须按所指定的标准、规范和其他规定执行时，写法为“可参照……”。

引用标准名录

下列标准对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的标准，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的标准，其最新版本（包括所有修改单）适用于本文件。

- [1] 《民用机场道面评价管理技术规范》（MH/T 5024）
- [2] 《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH/T 5006）
- [3] 《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS 153）
- [4] 《民用机场飞行区技术标准》（MH5001）
- [5] 《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG 3420）