

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH 5006—2015

代替 MH 5006—2002

民用机场水泥混凝土面层 施工技术规范

**Specifications for construction of
aerodrome cement concrete pavement**

2015-10-12 发布

2015-12-01 施行

中国民用航空局 发布

前 言

《民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范》（MH 5006—2002）自2003年3月1日施行以来，适应了当时和其后一个时期机场建设的需要，对指导我国民用机场水泥混凝土面层施工发挥了重要作用。

近年来，随着我国社会、经济以及民用机场建设事业的快速发展，在水泥混凝土面层施工方面积累了丰富的经验，形成了许多新的研究成果和新的技术。为满足今后一个时期我国机场建设和管理的需要，本规范对以下方面进行了修订和完善：

- 修改了本规范的适用范围；
- 增加了三辊轴机组铺筑、不停航施工、飞行区、跑道、滑行道、机坪、道肩、防吹坪、围场路、服务车道、平均纹理深度、传力杆、拉杆等术语；
- 调整了水泥的化学成分和物理指标要求，增加了机制砂的技术要求，修改了粗集料级配要求，增加了外加剂、纤维、隔离层材料、养生材料等的技术要求；
- 修改了混凝土拌合物的坍落度要求，增加了混凝土抗冻指标要求，增加了有抗冻要求时的混凝土水泥用量、水灰（胶）比、含气量等要求，补充了施工配合比确定与调整的相关规定；
- 增加了混凝土原材料检测项目、频率及方法；
- 增加了模板标识的要求，修改了模板高度允许偏差；
- 增加了混凝土拌合物质量检测要求；
- 补充了采用自行排式高频振捣器的施工工艺，增加了砂浆层厚度的要求和检测方法，补充了混凝土面层中设有灯坑等构筑物时的施工要求；
- 完善了养生工艺要求，细化了不同情况下的养生方式要求；
- 增加了带倒角的接缝施工要求，增加了拉杆和传力杆设置精度要求，修改了灌缝施工质量标准，增加了预塑嵌缝条施工要求；
- 增加了寒冷地区梯形刻槽的有关规定；
- 细化了特殊气候条件下施工的技术措施和停工条件；

——增加了不停航施工的有关规定；

——减少了钻芯取样进行劈裂强度试验的频度要求，取消了混凝土板厚度偏厚的偏差要求，增加了平整度、表面平均纹理深度、道面高程、相邻板高差的合格率要求和极值要求，增加了跑道动态连续平整度的指标要求，增加了纵、横缝直线性和预埋件预留孔位置中心偏差的合格率要求，增加了刻槽质量、混凝土抗冻等级的质量控制标准，增加了允许施工期有沉降时的高程控制要求；

——增加了施工安全与环保的有关规定。

本规范第一章、第二章、第十三章、第十八章由姜昌山编写，第六章、第八章、第九章、第十五章由邓可库编写，第三章、第十二章、第十六章、第十七章由杨山编写，第四章、第五章、第七章、第十九章由龚文进编写，第十章、第十一章、第十四章由刘博学编写，附录 A、附录 B 由田波编写。

本规范由主编单位负责日常管理工作。执行过程中如有意见和建议，请函告本规范日常管理组（联系人：姜昌山、杨山；地址：北京市朝阳区北四环东路 111 号；邮编：100101；传真：010-64922708；电话：010-64921986、64921894；电子邮箱：jiangcs@outlook.com、caccys@sina.com），以便修订时参考。

主编单位：中国民航机场建设集团公司

主 编：姜昌山

参编人员：邓可库 杨 山 龚文进 刘博学 田 波 秦汉昌

主 审：傅 智 柴震林

参审人员：邵道杰 任惠平 郭保林 樊建良 翁训龙 袁 捷 凌语珍

马志刚 郑 斐

本规范于 2002 年首次发布，主编单位为中国民用航空总局机场司，主要起草人为卓乐熙、秦汉昌、刁永海、佟岱山。本次修订为第一次修订。

目 次

1 总则 1

2 术语 2

3 原材料技术要求 4

 3.1 水泥 4

 3.2 粉煤灰 5

 3.3 细集料 5

 3.4 粗集料 7

 3.5 水 9

 3.6 外加剂 10

 3.7 钢筋 11

 3.8 纤维 11

 3.9 隔离层材料 12

 3.10 养生材料 14

4 水泥混凝土配合比设计 16

 4.1 水泥混凝土配合比 16

 4.2 水泥混凝土施工配合比确定与调整 17

5 施工准备 19

 5.1 施工组织 19

 5.2 拌和站设置 19

 5.3 材料及设备检查 20

 5.4 基层检查与整修 22

6 施工测量 23

7 模板制作、安装 25

8 混凝土拌和及运输 27

9 混凝土铺筑 29

 9.1 试验段铺筑 29

 9.2 混凝土铺筑 29

10	养生	34
11	拆模	35
12	接缝施工	36
12.1	接缝构造施工	36
12.2	填缝施工	38
13	道面刻槽	40
14	面层保护	41
15	水泥混凝土道面加铺层施工	42
16	特殊气候条件施工	43
16.1	一般规定	43
16.2	雨天施工	43
16.3	风天施工	44
16.4	高温期施工	44
16.5	低温期施工	44
17	不停航施工	46
18	施工质量控制	47
19	施工安全与环保	52
19.1	施工安全	52
19.2	施工环境保护	52
附录 A	混凝土砂浆厚度检测方法	53
附录 B	水泥混凝土抗除冰液冻融破坏试验方法	55
	标准用词说明	61
	引用标准名录	62

1 总 则

1.0.1 为满足我国民用机场建设需要，明确水泥混凝土面层施工技术要求，保证其施工质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建民用机场（含军民合用机场的民用部分）飞行区道面和路面（包括跑道、滑行道、机坪、道肩、防吹坪、围场路和服务车道等）的水泥混凝土面层施工。通用机场水泥混凝土面层的施工，有特殊要求的应按设计文件执行。

【条文说明】为便于民用机场飞行区工程施工管理，明确本规范适用范围不仅包括跑道、滑行道、机坪、道肩、防吹坪面层，还包括围场路和服务车道等面层。

1.0.3 水泥混凝土面层施工应建立完善的质量保证体系，并依据设计文件要求，根据水文地质、工程地质、气象以及施工条件等，采取相应的技术措施，保证工程质量。

1.0.4 水泥混凝土面层施工应建立安全生产及环境保护管理体系，保证施工安全、降低环境污染。施工过程中，应注重节约用地，降低能源和材料消耗，保护环境。

1.0.5 水泥混凝土面层施工应积极稳妥地采用新技术、新材料、新设备和新工艺。

1.0.6 水泥混凝土面层施工除应符合本规范外，尚应符合国家和行业现行有关规定或标准的要求。

2 术 语

2.0.1 水泥混凝土道面 cement concrete pavement

由水泥混凝土面层、基层、垫层（有时不设）组成的构筑物。

2.0.2 水泥混凝土面层 cement concrete pavement slab

由水泥混凝土浇筑而成，设置于基层之上，直接承受荷载作用的结构层。

2.0.3 钢筋混凝土面层 reinforced concrete pavement

为防止裂缝扩展而在混凝土面层内配置纵、横钢筋的水泥混凝土结构层。

2.0.4 水泥混凝土道面加铺层 cement concrete pavement overlay

为提高原有水泥混凝土道面的承载力或改善表面性能在其上加铺的水泥混凝土面层。

2.0.5 三辊轴机组铺筑 paving with vibrator and triple-roller-tube

采用固定模板、振捣机、三辊轴整平机配合铺筑水泥混凝土面层的施工工艺。

2.0.6 不停航施工 construction without air service suspension

在机场不关闭或部分关闭并按照航班计划接收和放行航空器的情况下，在机场内实施的工程施工。

2.0.7 飞行区 airfield area

供飞机起飞、着陆、滑行和停放使用的场地，包括跑道、升降带、跑道端安全区、滑行道、机坪等区域。

2.0.8 跑道 runway

陆地机场内供飞机起飞和着陆使用的特定长方形场地。

2.0.9 滑行道 taxiway

在陆地机场设置供飞机滑行并将机场的一部分与其他部分之间连接的规定通道。

2.0.10 机坪 apron

机场内供飞机上下旅客、装卸货物或邮件、加油、停放或维修使用的特定场地。

2.0.11 道肩 shoulder

与跑道、滑行道、机坪道面相接的经过整备作为道面与邻近土面之间过渡用的场地。

2.0.12 防吹坪 runway blast pad

紧邻跑道端部、用以降低飞机喷气尾流或螺旋桨洗流对地面侵蚀的场地。

2.0.13 围场路 airfield perimeter road

飞行区内供巡逻车辆使用的道路。

2.0.14 服务车道 ground service road

飞行区内供地面服务车辆使用的道路。

2.0.15 平均纹理深度 average surface texture depth

使用拉毛、刻槽等工艺制作的沟槽及纹理在面层表面的平均深度。

2.0.16 传力杆 dowel bar

沿水泥混凝土板接缝每隔一定距离在板厚中间布置的光圆钢筋，以实现相邻混凝土板之间传递荷载并防止错台。

2.0.17 拉杆 tie bar

沿水泥混凝土板纵向接缝每隔一定距离在板厚中间布置的螺纹钢筋，以防止混凝土板之间缝隙扩大。

2.0.18 水泥混凝土设计强度 design flexural strength of cement concrete

水泥混凝土 28d 龄期的设计弯拉强度。

3 原材料技术要求

3.1 水 泥

- 3.1.1 水泥混凝土面层应选用旋窑生产的道路硅酸盐水泥、硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不宜选用早强型水泥，所选水泥的各项技术指标应符合国家现行标准。
- 3.1.2 水泥混凝土设计强度不小于 5.0MPa 时，所选水泥实测 28d 抗折强度宜大于 8.0MPa。
- 3.1.3 水泥混凝土面层所用水泥的化学成分和物理指标应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 水泥技术指标

类别	项次	化学成分或物理指标		技术指标		试验方法
				水泥混凝土设计强度 ≥5.0MPa	水泥混凝土设计强度 4.5MPa	
化 学 成 分	1	铝酸三钙（%）		≤9.0，宜≤7.0	≤9.0	GB/T 176
	2	铁铝酸四钙（%）		≥10.0，宜≥12.0	≥10.0	
	3	游离氧化钙（%）		≤1.0	≤1.8	
	4	氧化镁（%）		≤5.0	≤5.0	
	5	三氧化硫 ^a （%）		≤3.5	≤3.5	
	6	含碱量 (Na ₂ O+0.658K ₂ O)（%）		≤0.6	集料有潜在碱活性时不大于 0.6；集料无潜在碱活性时不大于 1.0	
	7	氯离子含量（%）		≤0.06	≤0.06	
	8	混合材种类及掺量		不应掺窑灰、煤矸石、火山灰、烧黏土、煤渣，有抗盐冻要求不应掺石灰岩石粉		水泥厂提供
物 理 指 标	9	安定性		雷氏夹和蒸煮法检验合格	蒸煮法检验合格	JTG E30 T0505
	10	凝 结 时 间	初凝时间（h）	≥1.5	≥1.5	
			终凝时间（h）	≤10	≤10	
	11	标准稠度需水量（%）		≤28.0	≤30.0	
	12	比表面积（m ² /kg）		300~400	300~400	JTG E30 T0504
	13	细度（80μm 筛余）（%）		1.0~10.0	1.0~10.0	JTG E30 T0502
	14	28d 干缩率（%）		≤0.09	≤0.10	JTG E30 T0511
	15	耐磨性（kg/m ² ）		≤2.5	≤3.0	JTG E30 T0510

注：a. 三氧化硫含量在有硫酸盐腐蚀场合为必测项目，无腐蚀场合为选测项目。

【条文说明】根据各地机场道面所用水泥实测指标和道面实际使用情况，并且参考《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30—2014），对原规范中水泥的铝酸三钙和铁铝酸四钙含量进行了调整，使其适用性更强。

3.2 粉煤灰

3.2.1 水泥混凝土中可掺用适量Ⅰ、Ⅱ级干排或磨细低钙粉煤灰。

3.2.2 粉煤灰分级和技术指标应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 粉煤灰分级和技术指标								
粉煤灰等级	烧失量 (%)	游离氧化钙 (%)	三氧化硫 (%)	细度 ^a (45μm 气流筛, 筛余量) (%)	需水量 (%)	含水率 (%)	混合砂浆强度活性指数 ^b	
							7d	28d
I	≤3.0	<1.0	≤3.0	≤12.0	≤95.0	≤1.0	≥75	≥85 (75)
II	≤6.0	<1.0	≤3.0	≤25.0	≤105.0	≤1.0	≥70	≥80 (62)
试验方法	GB/T 176				GB/T 1596			
注：a. 45μm 气流筛的筛余量与 80μm 水泥筛的筛余量换算系数约 2.4。								
b. 混合砂浆的强度活性指数为掺粉煤灰的砂浆与水泥砂浆的抗压强度比的百分数，适用于所配制混凝土设计强度不小于 5MPa；当所配制的混凝土设计强度小于 5MPa 时，混合砂浆的强度活性指数要求满足 28d 括号中的数值。								

【条文说明】表 3.2.2 主要引自《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T 1596—2005），对烧失量和混合砂浆强度活性指数的要求有所提高。

3.2.3 在水泥混凝土中掺用粉煤灰时，宜使用硅酸盐水泥、道路硅酸盐水泥，并应了解所用水泥中已掺混合材料的种类和掺量，通过混凝土配合比设计试验，确定合适的掺量、相应的混凝土配合比和施工工艺。

3.3 细集料

3.3.1 细集料应耐久、洁净、质地坚硬，宜采用天然砂，在设计文件许可的部位也可采用机制砂。细集料应符合表 3.3.1-1、表 3.3.1-2、表 3.3.1-3 规定的技术指标。

表 3.3.1-1 细集料的技术指标

项次	项目	技术指标	试验方法
1	机制砂母岩抗压强度（MPa）	≥60.0	JTG E41 T0221
2	机制砂母岩磨光值	≥35.0	JTG E42 T0321
3	机制砂单粒级最大压碎值（%）	≤25.0	JTG E42 T0350
4	机制砂石粉含量（%）	≤7.0	JTG E42 T0333
5	机制砂 MB 值	≤1.4	JTG E42 T0349
6	机制砂吸水率（%）	≤2.0	JTG E42 T0330
7	氯离子含量（按质量计）（%）	≤0.02	GB/T 14684
8	坚固性（按质量损失计）（%）	≤8.0	JTG E42 T0340
9	云母与轻物质含量（按质量计）（%）	≤1.0	JTG E42 T0337
10	含泥量（按质量计）（%）	≤2.0	JTG E42 T0333
11	泥块含量（按质量计）（%）	≤0.5	JTG E42 T0335
12	硫化物及硫酸盐（按 SO ₃ 质量计）（%）	≤0.5	JTG E42 T0341
13	有机物含量（比色法）	合格	JTG E42 T0336
14	其他杂物	不应混有石灰、煤渣、草根、贝壳等杂物	
15	表观密度（kg/m ³ ）	≥2500	JTG E42 T0328
16	松散堆积密度（kg/m ³ ）	≥1400	JTG E42 T0331
17	空隙率（%）	≤45	JTG E42 T0331
18	碱活性	不应有碱活性反应，当岩相法判断疑似碱活性时，以砂浆棒法为准	JTG E42 T0324/T0325

注：1. 机制砂母岩抗压强度、氯离子含量、硫化物及硫酸盐、碱活性在细集料使用前应至少检验一次。

2. 表中注明机制砂的指标仅为机制砂检验指标，未注明机制砂的指标为天然砂与机制砂通用指标。

表 3.3.1-2 天然砂的级配范围

砂分级	细度模数	方孔筛尺寸（mm）							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
		累计筛余（以质量计）（%）							
粗砂	3.1~3.7	0	0~10	5~35	35~65	70~85	80~95	90~100	95~100
中砂	2.3~3.0	0	0~10	0~25	10~50	40~70	70~92	90~100	95~100
试验方法		JTG E42 T0327							

表 3.3.1-3 机制砂的级配范围

砂分级	细度模数	方孔筛尺寸 (mm)						
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15
		累计筛余 (以质量计) (%)						
粗砂	2.8~3.9	0	0~10	5~50	35~70	70~85	80~95	90~100
中砂	2.3~3.1	0	0~10	5~20	15~50	40~70	80~90	90~100
试验方法		JTG E42 T0327						

【条文说明】民用机场水泥混凝土面层采用机制砂的实例较少，但考虑在部分地区难以找到符合要求的天然砂，本规范允许使用符合要求的机制砂。机制砂只能用于设计文件许可的部位，采用机制砂需考虑对水泥混凝土工作性、耐磨性、耐久性等的影 响，并采取相应措施。

3.3.2 宜采用细度模数为 2.6~3.2 的细集料，同一配合比用砂的细度模数变化范围不应超过 0.3。

3.3.3 机制砂应采用制砂机生产。

3.4 粗集料

3.4.1 粗集料应采用碎石或破碎卵石，应质地坚硬、耐久、耐磨、洁净，并符合规定的级配。碎石和破碎卵石均应符合表 3.4.1-1 和表 3.4.1-2 的规定。

表 3.4.1-1 碎石和破碎卵石技术指标

项次	项目	技术指标	试验方法
1	压碎值 (%)	≤ 21.0	JTG E42 T0316
2	坚固性 (按质量损失计) (%)	≤ 5.0 (年最低月平均气温不低于 0℃ 时)	JTG E42 T0314
		≤ 3.0 (年最低月平均气温低于 0℃ 时)	
3	针片状颗粒含量 (按质量计) (%)	≤ 12.0	JTG E42 T0311
4	含泥量 (按质量计) (%)	≤ 0.5	JTG E42 T0310
5	泥块含量 (按质量计) (%)	≤ 0.2	JTG E42 T0310

续表

项次	项目		技术指标	试验方法
6	吸水率（按质量计）（%）		≤2.0	JTG E42 T0307
7	硫化物及硫酸盐 ^a （按 SO ₃ 质量计）（%）		≤1.0	GB/T 14685
8	有机物含量（比色法）		合格	JTG E42 T0313
9	氯化物含量（按氯离子质量计）（%）		≤0.02	GB/T 14685
10	碎石红白皮含量 ^b （%）		≤10.0	参照 JTG E42 T0311
11	岩石抗压强度 ^a （MPa）	岩浆岩	≥100	JTG E41 T0221
		变质岩	≥80	
		沉积岩	≥60	
12	表观密度（kg/m ³ ）		≥2500	JTG E42 T0308
13	松散堆积密度（kg/m ³ ）		≥1350	JTG E42 T0309
14	空隙率（%）		≤45	JTG E42 T0309
15	洛杉矶磨耗损失（%）		≤30	JTG E42 T0317
16	碱活性 ^a		不应有碱活性反应，当岩相法判断疑似碱活性反应时，以砂浆棒法为准	JTG E42 T0324 JTG E42 T0325

注：a. 硫化物及硫酸盐含量、碱活性反应、岩石抗压强度在粗集料使用前应至少检验一次。

b. 红白皮是指颗粒中有一个及一个以上有水锈的天然裂隙面。

表 3.4.1-2 粗集料的级配范围

类型 \ 级配 \ 粒径		方筛孔尺寸（mm）							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
		累计筛余（按质量计）（%）							
合成级配	4.75~16	95~100	85~100	40~60	0~10	—	—	—	—
	4.75~19	95~100	85~95	60~75	30~45	0~5	0	—	—
	4.75~26.5	95~100	90~100	70~90	50~70	25~40	0~5	0	—
	4.75~31.5	95~100	90~100	75~90	60~75	40~60	20~35	0~5	0

续表

类型	级配	方筛孔尺寸 (mm)							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
	粒径	累计筛余 (以质量计) (%)							
单粒级	4.75~9.5	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—
	9.5~16	—	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—
	9.5~19	—	95~100	85~100	40~60	0~15	0	—	—
	16~26.5	—	—	95~100	55~70	25~40	0~10	0	—
	16~31.5	—	—	95~100	85~100	55~70	25~40	0~10	0
试验方法		JTG E42 T0302							

注：破碎卵石应至少有两个破碎面。

3.4.2 碎石或破碎卵石的合成级配应采用两个或三个单粒级的粗集料掺配，以最小松堆孔隙率为准确定各粒级的比例。

3.4.3 碎石不应含有可溶盐。

3.5 水

3.5.1 符合现行《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）的饮用水可作为拌和水泥混凝土、冲洗集料及养生用水。使用其他水源作为拌和用水时，水质应符合表 3.5.1 的技术指标。

表 3.5.1 水泥混凝土拌和用水水质技术指标

项次	项目	钢筋混凝土	素混凝土	试验方法
1	pH 值	≥5.0	≥4.5	GB/T 6920
2	Cl ⁻ 含量 (mg/L)	≤1000	≤3500	GB/T 11896
3	SO ₄ ²⁻ 含量 (mg/L)	≤2000	≤2700	GB/T 11896
4	碱含量 (mg/L)	≤1500	≤1500	GB/T 176 火焰光度计法
5	可溶物含量 (mg/L)	≤5000	≤10000	GB 5750
6	不溶物含量 (mg/L)	≤2000	≤5000	GB/T 11901
7	其他杂质	不应有漂浮的油脂和泡沫；不应有明显的颜色和异味		—

3.5.2 水泥混凝土拌和用水采用非饮用水时，应与饮用水进行水泥凝结时间与水泥胶砂强度的对比试验，对比试验的水泥初凝时间差与终凝时间差均不应大于 30min；被检验水样配制的水泥

胶砂 3d 和 28d 强度不应低于饮用水配制的水泥胶砂相应龄期强度的 90%。

【条文说明】非饮用水的水质情况较复杂，因此采用非饮用水时应与饮用水做对比试验。

3.5.3 养生用水可不检验不溶物、可溶物、水泥凝结时间差和水泥胶砂强度，其他指标应符合表 3.5.1 的规定。

3.6 外加剂

3.6.1 水泥混凝土外加剂的品种及含量应根据施工条件和使用要求，并通过水泥混凝土配合比试验选用。外加剂除应符合国家现行相关标准外，尚应符合表 3.6.1 的规定，其检验方法应符合《混凝土外加剂》（GB 8076）的规定。

表 3.6.1 掺外加剂产品的混凝土技术指标

项目		普通 减水剂	高效 减水剂	引气 减水剂	引气高效 减水剂	缓凝 减水剂	缓凝高效 减水剂	引气缓凝 高效减水剂
减水率（%）		≥8	≥14	≥10	≥18	≥8	≥14	≥18
泌水率比（%）		≤100	≤90	≤70	≤70	≤100	≤100	≤70
含气量（%）		≤3.0	≤3.0	≥3.0	≥3.0	≤3.0	≤3.0	≥3.0
凝结时间差 （min）	初凝	-90~+120	-90~+120	-90~+120	-60~+90	>+90	>+90	>+90
	终凝							
抗压强度比 （%）	1d	—	≥140	—	—	—	—	—
	3d	≥115	≥130	≥115	≥120	—	—	—
	7d	≥115	≥125	≥110	≥115	≥115	≥125	≥120
	28d	≥110	≥120	≥100	≥105	≥110	≥120	≥115
弯拉强度比 （%）	1d	—	—	—	—	—	—	—
	3d	—	≥125	—	≥120	—	—	—
	28d	≥105	≥115	≥110	≥115	≥105	≥115	≥110
收缩率比 （%）	28d	≤125	≤125	≤120	≤120	≤125	≤125	≤120
磨耗量（kg/m ³ ）		≤2.5	≤2.0	≤2.5	≤2.0	≤2.5	≤2.5	≤2.5

注：1. 表中抗压强度比、弯拉强度比、收缩率比为强制指标，其余为推荐性指标。
2. 除含气量和磨耗量外，表中所列数据为掺外加剂混凝土与空白混凝土的差值或比值。
3. 凝结时间差质量指标中的“-”号表示提前，“+”号表示延缓。

【条文说明】外加剂种类繁多，表 3.6.1 中仅包含民用机场水泥混凝土面层常用外加剂种类和性能。

3.6.2 外加剂产品出厂报告中应标明其主要化学成分和使用注意事项，面层水泥混凝土的各种外加剂应经具有相应资质的检测机构检验合格，并提供检验报告后方可使用。

3.6.3 外加剂的现场适应性检验应采用工程实际使用的胶凝材料、集料和拌和用水进行试配，并确定合理掺量。

3.6.4 不宜选用含钾、钠离子的外加剂。

3.6.5 有抗冻要求时，混凝土中应使用引气剂。引气剂应选用表面张力值大、引入水泥浆体中气泡多而微小、泡沫稳定时间长的产品。

3.7 钢 筋

3.7.1 钢筋的品种、规格应符合设计要求，其质量应符合国家相关标准的规定。钢筋每 60t 至少检测一次，检测项目见表 3.7.1 的规定。

表 3.7.1 钢筋检测项目

项次	项目	取样数量（根）	试验方法
1	拉拔试验	2	GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
2	冷弯试验	2	GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

3.7.2 钢筋线密度不应有负偏差。钢筋应顺直、不应有裂纹、断伤、刻痕、表面油污和锈蚀。

3.8 纤 维

3.8.1 合成纤维质量指标及检测方法应符合现行《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》（GB/T 21120）的规定。聚丙烯腈（PANF）、聚酰胺（PPF）、聚乙烯醇（PVAF）三种合成纤维质量应符合表 3.8.1 的规定，在饱和 Ca（OH）₂ 溶液中煮沸 8h 后，其残余强度平均值应不小于 400MPa。

表 3.8.1 合成纤维的技术指标

性能	聚丙烯腈纤维	聚酰胺纤维	聚乙烯醇纤维
抗拉强度（MPa）	450~910	600~970	1000~1500
弹性模量（GPa）	10.0~21.0	5.0~6.0	28.0~45.0
断裂伸长率（%）	11~30	15~25	5~13
密度（g/cm ³ ）	1.16~1.18	1.14~1.16	1.28~1.30
吸水率（%）	≤2.0	≤4.0	≤5.0
试验值的变异系数应不大于 10%			

3.8.2 合成纤维的规格、加工精度及分散性应满足表 3.8.2 的要求。

表 3.8.2 合成纤维的规格、加工精度及分散性要求

外形分类	长度（mm）	当量直径（μm）	长度合格率（%）	形状合格率（%）	混凝土中分散性（%）	试验方法
单丝纤维	20~40	4~65	>90	>90	±10	GB/T 21120
粗纤维	20~80	100~500				

3.8.3 水泥混凝土中掺加钢纤维时，其品种、规格和质量应符合设计文件的要求，并且不应使用可能影响飞机或汽车安全行驶的钢纤维。

3.9 隔离层材料

3.9.1 隔离层采用沥青混凝土、沥青封层时，其原材料及施工质量应符合《民用机场沥青混凝土道面施工技术规范》（MH 5011）的有关要求。

【条文说明】采用沥青混凝土作为隔离层材料时，其施工质量应符合沥青下面层的有关施工技术要求。

3.9.2 隔离层采用复合土工膜时，应符合表 3.9.2-1 的要求；隔离层采用土工布时，宜符合表 3.9.2-2 的要求。

表 3.9.2-1 复合土工膜技术指标

类别	项目		技术指标	试验方法
复合土工膜 (两布一膜)	厚度 (mm)	成品	≥0.5	JTG E50 T1112
		膜材	≥0.06	JTG E50 T1112
	纵、横向标称拉伸强度 (kN/m)		≥10	JTG E50 T1121
	纵、横向最大负荷下的伸长率 (%)		≥30	JTG E50 T1121
	CBR 顶破强力 (kN)		≥1.9	JTG E50 T1126

表 3.9.2-2 土工布技术指标

检 验 项 目	技 术 指 标		试 验 方 法
	基层与面层之间 满铺的土工布	基层上局部铺设 的土工布	
单位面积质量 (g/m ²)	100~160	100~200	JTG E50 T1111
厚度 (mm)	≤0.6	≤1.0	JTG E50 T1112
拉伸强度 (kN/m)	≥5.5	≥5.5	JTG E50 T1121
最大负荷下的伸长率 (%)	≥30	≥30	JTG E50 T1121
CBR 顶破强力 (kN)	≥1.0	≥1.0	JTG E50 T1126
梯形撕破强力 (kN)	≥0.27	≥0.15	JTG E50 T1125
伸长率为 5%时的拉伸力 (kN/m)	≥2.7	—	JTG E50 T1121
幅宽	不小于混凝土板宽		直尺量

3.9.3 隔离层采用石屑时，所用石屑应坚硬、耐久、洁净，不应含有草根、树叶或其他有机物等杂质，并应符合表 3.9.3-1 和表 3.9.3-2 的技术指标。

表 3.9.3-1 石屑技术指标

项次	项目	技术指标	试验方法
1	母岩抗压强度 (MPa)	≥60	JTG E41 T0221
2	含泥量 (按质量计) (%)	≤5	JTG E42 T0310
3	泥块含量 (按质量计) (%)	≤1	JTG E42 T0310
4	表观密度 (kg/m ³)	≥2450	JTG E42 T0328
5	坚固性 (按质量损失计) (%)	≤12.0	JTG E42 T0340

表 3.9.3-2 石屑级配范围

公称粒径 (mm)	方孔筛尺寸 (mm)					试验方法
	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075	
	累计筛余量 (按质量计) (%)					JTG E42 T0327
0~5	0	0~15	35~65	70~90	90~100	

3.10 养生材料

3.10.1 养生应采用对混凝土无腐蚀的材料，宜采用养生剂、节水保湿养生膜、养生复合土工膜或土工布。

3.10.2 用于水泥混凝土面层养生的养生剂性能应符合表 3.10.2 的规定。养生剂应为白色乳液，不应含水玻璃成分。

表 3.10.2 养生剂技术指标

检验项目		一级品	合格品	试验方法
混凝土有效保水率（%）		≥90	≥75	JT/T 522
混凝土抗压或弯拉强度比（%）	7d	≥95	≥90	
	28d	≥95	≥90	
混凝土磨损量（kg/m ² ）		≤3.0	≤3.5	
干燥时间（h）		≥4		
成膜后浸水溶解性		养生期内应不溶		
成膜耐热性		合格		

3.10.3 节水保湿养生膜宜符合表 3.10.3-1 的规定，养生复合土工膜宜符合表 3.10.3-2 的规定。

表 3.10.3-1 节水保湿养生膜检验项目

节水保湿养生膜的性能		节水保湿养生膜养生水泥混凝土面层的性能	
软化温度（℃）	≥70	3d 有效保水率（%）	≥95
0.006mm~0.02mm 厚面膜的水蒸气透过量 [g/（m ² ·d）]	≤47	一次性保水时间（d）	≥7
纵、横向直角撕裂强度（kN/m）	≥55	用养生膜养生混凝土 7d 抗压强度比（%）（与标养比）	≥95
芯膜厚度（mm）	0.08~0.10	养生膜养生混凝土 7d 弯拉强度比（%）（与标养比）	≥95
面膜厚度（mm）	0.12~0.15		
长度允许偏差（mm）	±1.5	保温性（膜内温度与外界环境温度之差）（℃）	≥4
芯膜宽度	不允许负偏差	养生膜养生混凝土磨耗量（kg/m ² ）	≤2.0
面膜、芯膜外观	干净整齐，无破损		
试验方法 JG/T 188			

表 3.10.3-2 养生复合土工膜（一布一膜）技术指标

项 目	技术指标		试验方法
	单位面积质量（g/m ² ） 400±16	单位面积质量（g/m ² ） 600±18	JTG E50 T1111
拉伸强度（kN/m）	≥6.0	≥11.0	JTG E50 T1121
最大负荷下的伸长率（%）	30~100		JTG E50 T1121
梯形撕破强力（kN）	≥0.15	≥0.32	JTG E50 T1125
CBR 顶破强力（kN）	≥1.1	≥1.9	JTG E50 T1126
3d 有效保水率（%）	≥90		JG/T 188

4 水泥混凝土配合比设计

4.1 水泥混凝土配合比

4.1.1 配置的混凝土应保证混凝土的设计强度、耐磨性、耐久性及拌合物工作性的要求，在寒冷地区还应满足抗冻性要求。

4.1.2 混凝土配合比设计应按设计强度控制，以饱和面干为基准计算粗细集料的含水率，可根据水灰比与强度关系曲线及经验数据进行计算，并通过试配确定。

4.1.3 水泥混凝土单位水泥用量应不小于 $310\text{kg}/\text{m}^3$ ；混凝土中掺粉煤灰时，单位水泥用量应不小于 $280\text{kg}/\text{m}^3$ 。有抗冻要求的地区，采用的水泥强度等级为 42.5 时，单位水泥用量应不小于 $330\text{kg}/\text{m}^3$ ；采用的水泥强度等级为 52.5 时，单位水泥用量应不小于 $320\text{kg}/\text{m}^3$ 。

4.1.4 年最低月平均气温低于 0°C 的地区，混凝土的抗冻等级应不低于表 4.1.4 的要求。

表 4.1.4 面层混凝土抗冻等级要求

面层部位	跑道、滑行道、机坪及道肩		防吹坪、路面		试验方法
试件	基准配合比	摊铺现场留样	基准配合比	摊铺现场留样	
抗冻等级（F）	≥ 300	≥ 250	≥ 250	≥ 200	JTG E30 T0565

【条文说明】《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T 5004—2010）要求：年最低月平均气温为 $0^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$ 的地区，混凝土抗冻等级应不低于 F200；年最低月平均气温低于 -10°C 的地区，混凝土抗冻等级应不低于 F300。但是近年来发现，在年最低月平均气温为 $0^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$ 的地区，机场道面和道肩也存在较为严重的冻融破坏现象。上述地区冬季正负温交替天数较多，混凝土受到的冻融循环次数较多，是面层混凝土表面冻融破坏的主要原因。因此，本规范未按不同温度对混凝土提出不同抗冻等级要求。

4.1.5 除冰坪、在机位进行除冰作业的站坪，以及冬季需要喷洒除冰液的其他部位，其面层水泥混凝土应按附录 B 进行混凝土抗除冰液冻融破坏试验，3 块试件经受 30 次除冰液冻融循环后，平均剥落量宜小于 $0.6\text{kg}/\text{m}^2$ 。

【条文说明】用于飞机和道面的除冰液，会显著增加混凝土面层冻融破坏的严重性，引起混凝土表面剥落。针对民用机场常用的飞机除冰液（乙二醇类）和道面除冰液（醋酸钙镁类），附录 B 规定了混凝土抗除冰液冻融破坏的试验方法。

4.1.6 混凝土的水灰（胶）比应符合表 4.1.6-1 的规定。混凝土有抗冻性要求时，应掺加引气剂，混凝土拌合物出机时的含气量宜符合表 4.1.6-2 的规定。

表 4.1.6-1 水泥混凝土最大水灰（胶）比

部位	跑道、滑行道、机坪及道肩	防吹坪、路面
无抗冻要求的最大水灰（胶）比	0.44	0.46
有抗冻要求的最大水灰（胶）比	0.42	0.44

表 4.1.6-2 搅拌机出口拌合物含气量及允许偏差

名称	基准配合比 抗冻标号小于 F300	基准配合比 抗冻标号为 F300 或以上	试验方法
含气量（%）	3.0±0.5	3.5±0.5	JTG E30 T0526

【条文说明】由于运输、摊铺振捣等因素会影响混凝土拌合物含气量检测结果，条文中提出了搅拌机出口拌合物含气量及允许偏差要求。

4.1.7 混凝土拌合物的稠度试验采用坍落度测定时，摊铺时的坍落度应小于 20mm；采用维勃稠度仪控制稠度时应大于 15s。

【条文说明】基于民用机场水泥混凝土面层施工普遍采用的机械设备和配合比，对混凝土摊铺时的坍落度和稠度控制指标进行了调整修改。本条要求不适用于滑模摊铺机施工工艺。

4.1.8 混凝土中需要掺加纤维时，其品种、掺量以及纤维混凝土的性能应符合设计要求。纤维混凝土水灰（胶）比可在表 4.1.6-1 要求的基础上适当调整。

4.1.9 试验室配合比宜按水泥混凝土设计强度的 1.10~1.15 倍进行配制。确定胶凝材料的组成和用量、水灰（胶）比、砂率后，采用绝对体积法计算细集料、粗集料用量，经试配，确定混凝土的配合比。

4.2 水泥混凝土施工配合比确定与调整

4.2.1 试验室配合比应通过拌和楼实际搅拌检验，合格后再经过试验段的验证，并应根据料场细集料和粗集料的含水量、拌合物实测视密度、含气量、坍落度及其损失，调整拌和用水量、

砂率或外加剂掺量。调整时，水灰（胶）比不应增大，单位水泥用量、纤维体积率不应减小。

【条文说明】水泥混凝土配合比确定与调整为新增内容，在目标配合比确定后，施工单位通过各项指标检验、拌和楼实际搅拌检验、试验段的验证，并根据原材料、拌合物等实际情况进行调整。

4.2.2 施工期间可根据气温、风速、运输条件等的变化，微调用水量 and 外加剂的掺量。现场同条件养护的混凝土性能应不低于设计要求。

5 施工准备

5.1 施工组织

5.1.1 开工前，建设单位应组织设计、施工、监理单位进行技术交底。

5.1.2 施工单位应根据设计图纸、合同文件、摊铺方式、机械设备、施工条件等确定水泥混凝土面层施工工艺流程、施工方案，编制详细的施工组织设计。

5.1.3 施工单位应对施工、试验、机械、管理、安全、环保等岗位的有关人员进行培训。

5.1.4 施工单位应测量、校核并加密平面和高程控制桩。

5.1.5 施工现场应建立具备相应资质的现场试验室，能够对原材料、配合比和施工质量进行检测和控制。

【条文说明】现场试验室可由施工单位设置，也可由第三方检测机构设置。

5.1.6 水泥混凝土原材料选择及配合比的试验应先于面层开工前完成。

5.1.7 施工前应妥善解决水电供应、交通道路、混凝土拌和站、材料堆放场地、仓库、钢筋加工场地等。摊铺现场和拌和站之间应建立快速有效的通讯联络。

5.1.8 水泥混凝土面层应在对基层（含隔离层）及相关隐蔽工程的质量检查验收合格后施工。

5.2 拌和站设置

5.2.1 拌和站宜设置在面层施工区附近，应满足施工能力、原材料储运、混凝土运输、供水、供电等要求，并尽量紧凑，减少占地。

5.2.2 拌和站应保障拌和及清洗用水的供应，并保证水质。必要时可在拌和站设置蓄水池。

5.2.3 拌和站应保证充足的电力供应。电力总容量应满足全部施工用电设备、夜间施工照明及生活用电的需要。

5.2.4 不同品种的水泥应分罐存放。矿物掺合料不应与水泥混罐。

5.2.5 施工前，至少应储备正常施工 10d~15d 的集料。集料场应建在排水通畅的位置，其底部应做硬化处理。不同规格的集料之间应有隔离设施，并设标识牌，严禁混杂。宜在集料堆上部架设顶篷或进行覆盖。

5.2.6 拌和站内运输道路及拌和楼下应采用混凝土进行硬化。

5.2.7 拌和站内应设置防扬尘设施，混凝土原材料不应受到二次污染。拌和站内应设置污水排放管沟、沉淀池。

5.3 材料及设备检查

5.3.1 开工前，工地试验室应对计划使用的原材料进行质量检验和混凝土配合比优选。

5.3.2 原材料供给应满足面层施工进度要求。原材料检验合格后方可进场。原材料进出场应进行称量、登记、保管或签发。

5.3.3 原材料的检测项目、频率应符合表 5.3.3 的规定。应将相同料源、规格、品种的原材料作为一批，分批次检测和储存。

表 5.3.3 混凝土原材料检测项目、频率及方法

材料	检测项目	检测频度	试验方法
水泥	抗折强度、抗压强度，安定性	1500t 一批	JTG E30 T0502 JTG E30 T0505/T0506 GB/T 176
	凝结时间，标准稠度需水量，细度	2000t 一批	
	游离氧化钙、氧化镁、三氧化硫含量，铝酸三钙、铁铝酸四钙含量，干缩率、耐磨性、碱含量，混合材料种类及掺量	同种水泥不少于 3 次，进场前必测	
	温度	水泥进场时检测	温度计
粉煤灰	烧失量	200t 一批	GB/T 176 GB/T 1596
	活性指数、细度	1500t 一批	
	需水量比、三氧化硫含量	同种粉煤灰不少于 3 次，进场前必测	

续表

材料	检测项目	检测频度	试验方法
粗集料	针片状、超径颗粒含量, 级配, 表观密度, 堆积密度, 空隙率	2500m ³ 一批	JTG E42 T0302 JTG E42 T0312 JTG E42 T0308 JTG E42 T0309
	红白皮含量	每标段不少于 3 次, 进场前必测	参照针片状
	含泥量、泥块含量	2000m ³ 一批	JTG E42 T0310
	压碎值、坚固性	每种粗集料每标段不少于 2 次	JTG E42 T0316 JTG E42 T0314
	碱集料反应	集料进场前检测, 每种不少于 1 次	JTG E42 T0325
	含水量	降雨或湿度变化随时测, 且每日不少于 2 次	JTG E42 T0307
细集料	细度模数, 表观密度, 堆积密度, 空隙率, 级配	2000m ³ 一批	JTG E42 T0327 JTG E42 T0328 JTG E42 T0331
	含泥量、泥块、石粉含量	1000m ³ 一批	JTG E42 T0333 JTG E42 T0335
	坚固性	每种、每标段不少于 2 次	JTG E42 T0340
	云母含量, 轻物质与有机物含量	目测有云母或杂质时测	JTG E42 T0337
	硫化物及硫酸盐	进场前检测, 每种不少于 1 次	JTG E42 T0341
	含水量	降雨或湿度变化随时测, 且每日不少于 3 次	JTG E42 T0332
外加剂	减水剂的减水率, 液体外加剂含固量和相对密度, 粉状外加剂的不溶物含量	25t 一批	GB 8076
钢筋	拉拔性能、弯曲性能	60t 一批	GB/T 228.1 GB/T 232
纤维	抗拉强度、延伸率、长度、长径比、形状、弹性模量	开工前或有变化时, 每标段不少于 3 次	JT/T 776.1 GB/T 21120
	杂质、质量及其偏差	50t 一批	
隔离层材料	见本规范 3.9 节相关要求	开工前或有变化时, 每种材料每标段不少于 3 次	—
水	pH 值、Cl ⁻ 含量、SO ₄ ²⁻ 含量、碱含量及杂质含量	开工前及水源有变化时	JGJ 63

注: 1. 开工前或原材料规格、品种、生产厂家、来源变化时, 所有原材料项目均应检验。

2. 数量不足一批时, 按一批检验。

5.3.4 施工前应对机械设备、测量仪器、模板、工具、机具及各种试验仪器等进行全面检查,

调试，检定，校准，维修和保养。主要施工机械的易损零部件应有适量储备。

5.4 基层检查与整修

5.4.1 基层应符合《民用机场飞行区土（石）方与道面基础施工技术规范》（MH 5014）的相关规定。

5.4.2 面层铺筑前，应对基层进行全面的破损检查，对开裂、破损部位应进行修复。基层与面层之间未设置满铺的隔离层时，基层非扩展性温缩、干缩裂缝处以及预埋管切槽处，应铺设复合土工膜、土工布或其他有效的隔离材料，其覆盖宽度不应小于 1000mm；距裂缝最窄处不应小于 300mm。基层局部破损、松散部位，应挖除并修复。

5.4.3 土工织物隔离层应平整、顺直，不应有破裂、起皱。

6 施工测量

6.0.1 施工测量应以建设单位所提供的平面、高程控制点（网）及其成果为准。

6.0.2 施工测量前，施工单位应对建设单位所提供的平面、高程控制点（网）及其成果进行复测和验收，合格后方可作为施工测量的依据。

6.0.3 复测验收后，所有测量标志均由施工单位接管并妥善保管。工程竣工后，施工单位应将所有测量资料（含竣工测量资料）、图纸和计算成果，按工程项目分类装册，作为工程竣工资料的附件。

6.0.4 施工测量平面和高程控制点（网）的布置，可利用已有的平面和高程控制点（网）加密，间距不宜大于 200m。

6.0.5 施工测量控制点标石的埋设，应根据施工需要而定。主要控制点应不影响飞行安全，并且能长期保存。

6.0.6 施工测量控制点标石，除图根点可采用临时标志外，均应采用永久性的水泥混凝土标石。标石的顶面应不小于 150mm×150mm，底面应不小于 250mm×250mm。一般地区埋设深度应不小于 800mm，在北方寒冷地区还应在最大冰冻线以下 200mm，埋设高度应高出完工后场地标高 50mm~100mm。

6.0.7 平面控制与高程控制测量应符合下列要求：

- 1 平面控制与高程控制网的布设，应以已知控制点为起点。
- 2 各项工程控制网施测，应布设为闭合线路。

6.0.8 测量精度应符合下列要求：

- 1 施工平面控制点（网）的测量，应符合《工程测量规范》（GB 50026）中对一级导线测量的规定。
- 2 施工平面定位测量，应符合《工程测量规范》（GB 50026）中对二级导线测量的规定。
- 3 施工高程控制点（网）的测量应符合《工程测量规范》（GB 50026）中对二等水准的规定。
- 4 施工高程定位测量应符合《工程测量规范》（GB 50026）中对三等水准的规定。各施工点的高程精度用水准仪直接后视高程控制点检测，不应两次转点引测。其高程误差应不大于 2mm。

【条文说明】现行《工程测量规范》（GB 50026—2007）中对平面控制的测量精度要求比《民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范》（MH 5006—2002）中的指标有所提高。

7 模板制作、安装

- 7.0.1 模板应选用钢材制作。在弯道部位、异形板部位可采用木模。
- 7.0.2 钢模板应有足够的刚度，不易变形，钢板厚度应不小于 5mm。钢板应做到标准化、系列化，装拆方便，便于运输，其各部分尺寸应符合要求。
- 7.0.3 木模板宜采用烘干的松木或杉木，厚度应为 20mm~30mm，不应有扭曲、折裂或其他损伤现象。木模板的内壁、顶面与底面应刨光，拼接牢固，角隅平整无缺。
- 7.0.4 模板企口应制成阴企口，企口形状、尺寸按设计图纸要求制作。设置拉杆的企口模板，应根据拉杆的设计位置放样钻孔，孔洞宜与钢筋直径匹配。
- 7.0.5 模板在使用过程中应注意维护，及时检查校正其外形尺寸并保证企口的完整性。安装立模前应对模板进行仔细检查，不应使用弯曲、变形、企口损坏的模板。
- 7.0.6 每块模板应有高度、厚度、长度和编号的标识。
- 7.0.7 模板应支立准确、稳固，接头紧密平顺，不应有前后错茬和高低不平等。模板接头、模板与基层接触处，均不应有漏浆现象。模板与混凝土接触面应涂隔离剂。
- 7.0.8 混凝土铺筑前，应对模板的平面位置、高程等进行复测；检查模板支撑稳固情况、模板企口是否对齐。在混凝土铺筑过程中，应设专人跟班检查，如发现模板变形或有垂直和水平位移等情况应及时纠正。
- 7.0.9 立模时，企口缝的企口朝向应一致。
- 7.0.10 模板制作质量应符合表 7.0.10 的规定。

表 7.0.10 钢、木模质量指标

检查项目	钢模	木模
高度偏差（mm）	+0，-5	+0，-5
长度偏差（mm）	±3	±3
企口位置及其各部尺寸偏差（mm）	±2	±2
两垂直边所夹角与直角的偏差（°）	±0.5	—
各种预留孔及其孔径的偏差（mm）	预留孔位置：5；孔直径：±2	—

7.0.11 立模精度应符合表 7.0.11 的规定。

表 7.0.11 立模精度指标

检查项目	精度要求
平面位置偏差（mm）	≤5
高程偏差（mm）	≤2
20m 拉线检查直线性偏差（mm）	≤5

8 混凝土拌和及运输

8.0.1 混凝土拌合物应采用双卧轴强制式搅拌机进行拌和，容量不宜小于 1.5m^3 。

8.0.2 拌和站计量设备在标定有效期满或拌和楼（机）搬迁安装后，应由具有相应资质的单位重新计量标定。施工中应每台班检查一次，15d 校验一次拌和楼（机）称量精度。

8.0.3 混凝土拌和时，散装水泥温度应不超过 50°C 。

8.0.4 投入搅拌机每盘原材料的数量应按混凝土施工配合比和搅拌机容量计算确定，并应符合下列要求：

1 投入搅拌机中的各种材料应准确称量，每台班前检测一次称量的准确度。应采用有计算机控制重量、有独立控制操作室、可逐盘记录的设施。混凝土拌合物应按重量比计算配比，各种材料计量允许误差应符合表 8.0.4 的规定。

表 8.0.4 搅拌机原材料计量允许误差

材料	允许误差（%）
水泥	± 1
粉煤灰	± 1
水	± 1
集料	± 2
纤维	± 1
外加剂	± 1

2 拌和用水量应严格控制。施工单位工地试验室应根据天气变化情况及时测定集料中含水量变化情况，及时调整拌和用水量。

3 每台班拌和首盘拌合物时，应增加适量水泥及相应的水与砂，并适当延长拌和时间。

8.0.5 混凝土拌和，应符合下列规定：

1 搅拌机装料顺序宜为细集料、水泥、粗集料，或粗集料、水泥、细集料。进料后边拌和边均匀加水，水应在拌和开始后 15s 内全部进入搅拌机鼓筒。

2 混凝土应拌和均匀，根据搅拌机的性能和容量通过试拌确定每盘的拌和时间。拌和时间从除水之外所有材料都已进入鼓筒时起算至拌合物开始卸料为止。双卧轴强制式搅拌机拌和最

短时间宜不小于 60s，加纤维时应延长 20s~30s，加粉煤灰时应延长 15s~25s。

- 3 外加剂溶液应在 1/3 用水量投入后开始投料，并于搅拌结束 30s 之前应全部投入搅拌机。
- 4 引气混凝土的每盘搅拌量应不大于搅拌机额定容量的 90%。

8.0.6 混凝土拌合物质量检测项目及其频率应符合表 8.0.6 中的规定。每座拌和楼试拌时或当原材料、混凝土种类、混凝土强度等有变化时，应检测该表中每种混凝土拌合物的全部项目，合格后方可拌和生产。拌合物出料温度宜控制在 15℃~30℃ 之间。

表 8.0.6 混凝土拌合物质量检测项目及其频率

检测项目	检测频率	试验方法
水灰（胶）比	每工班至少测 1 次，有变化随时测	JTG E30 T0529
坍落度及坍落度经时损失	每工班测 3 次，有变化随时测	JTG E30 T0522
纤维体积率	每标段抽测不少于 3 次，有变化随时测	CECS 13
含气量	每工班测 2 次，有抗冻要求不少于 3 次	JTG E30 T0526
泌水率	每工班测 2 次	JTG E30 T0528
表观密度	每工班测 1 次	JTG E30 T0525
温度	每工班至少测 2 次，包括当天气温最高和最低时	JTG E30 T0527
离析	随时观察	JTG E30 T0529

8.0.7 运输混凝土宜采用自卸机动车，并以最短时间运到铺筑现场。运输应符合下列规定：

- 1 运输工具应清洗干净，不漏浆。运料前应洒水润湿车厢内壁，停运后应将车厢内壁冲洗干净。
- 2 混凝土从搅拌机出料直到卸放在铺筑现场的时间，宜不超过 30min，期间应减少水分蒸发，必要时应覆盖。
- 3 不应用额外加水或其他方法改变混凝土的工作性。
- 4 运输道路路况应良好，避免运料车剧烈颠簸致使拌合物产生离析。明显离析的混凝土拌合物不应用于面层铺筑。
- 5 混凝土搅拌机出料口的卸料高度以及铺筑时自卸机动车卸料高度均应不超过 1.5m。

9 混凝土铺筑

9.1 试验段铺筑

9.1.1 水泥混凝土面层在施工前应铺筑试验段。

9.1.2 试验段宜在次要部位铺筑。试验段铺筑面积大小根据试验目的确定，每个标段不宜超过 5000m²。

9.1.3 通过试验段应确定如下内容：

- 1 混凝土拌和工艺：检验集料、水泥及用水量的计量控制情况，每盘拌和时间，拌合物均匀性等。
- 2 混凝土运输：检验在现有运输条件下，拌合物有无离析，运到铺筑现场所需时间，工作性变化情况等。
- 3 混凝土铺筑：确定预留振实的沉落高差，检验振捣器功率、行走速度及振实所需时间，有效振实范围，检查整平及做面工艺，确定拉毛、养护、拆模及切缝最佳时间等。
- 4 通过试验段测定混凝土强度增长情况，检验强度是否符合设计要求及施工配合比是否合理。
- 5 检验施工组织方式、机具和人员配备以及管理体系。

9.1.4 在试验段铺筑过程中，应做好各项记录，检查试验段的施工工艺、技术指标是否达到要求，如某项指标未达到要求，应分析原因并进行必要的调整，直至各项指标均符合要求为止。

9.1.5 施工单位应对试验段情况写出总结报告，经批准后方可进行正式铺筑施工。

9.2 混凝土铺筑

9.2.1 混凝土铺筑前应根据当地气候条件采取防雨、防晒和防风措施。

9.2.2 混凝土拌合物从搅拌机出料后，运至铺筑地点进行摊铺、振捣、抹面允许的最长时间，应由工地试验室根据混凝土初凝时间及施工时的现场气温确定，并宜符合表 9.2.2 的规定。

表 9.2.2 混凝土拌合物从搅拌机出料至抹面的允许最长时间

施工现场气温（℃）	出料至抹面允许最长时间（min）
5~10（不含10）	120
10~20（不含20）	90
20~30（不含30）	75

9.2.3 混凝土摊铺，应符合下列规定：

1 混凝土摊铺厚度应按所采用的振捣机具的有效影响深度确定。采用平板振捣器时，当混凝土板厚度小于 220mm 时，可一层摊铺；当混凝土板厚度大于 220mm 时，应上下分层湿接，在下层混凝土经振实、整平后，铺筑上层混凝土。当采用自行排式高频振捣机时，可按混凝土全厚一次摊铺。

2 混凝土摊铺厚度应预留振实的沉落高差，该值应根据所用振捣机具通过现场试验确定，一般可按混凝土板厚的 10%~15% 预留。

3 混凝土摊铺应与振捣配合进行。在摊铺过程中，因机械故障、突然断电等原因造成临时停工时，对已铺筑的混凝土应加以覆盖，防止失水；未经振实且已初凝的混凝土应予以清除。

4 摊铺时所用机具和操作方法应防止混凝土产生离析。

9.2.4 混凝土的振捣，宜采用自行排式高频振捣器，但下列部位可采用平板振捣器或手持振捣器：

——异形板；

——钢筋混凝土板和板的局部补强处。

9.2.5 混凝土采用自行排式高频振捣器振捣时，应符合下列规定：

1 自行排式高频振捣器应由机架、行走动力系统、高频振动器及操作平台组成。高频振捣棒应选用直联式高频振动器，振动频率应不小于 200Hz、单个振捣棒功率应不小于 1.1kW。振捣棒间距应不大于 0.5m。

2 当混凝土摊铺整平出 4m~5m 的工作面后，便可开动振捣器准备施振。振捣棒端头距基层表面的垂直距离为 60mm~100mm。

3 振捣器起步前，应在混凝土端部先振捣 2min~3min，再缓慢起步，开始正常振捣作业。振捣器正常行进速度不宜超过 0.8m/min。

4 振捣器作业时应观察振捣效果和气泡溢出情况，并监视各条振捣棒在运行中有无不正常声音或停振、漏振现象，发现异常应立即停机。

5 振捣过程中，应辅以人工和平板振捣器找平，并应随时检查模板有无下沉、变形、移位或松动，若有，应及时修正。

6 边部设有拉杆、传力杆时，应采用手持插入式振捣器对自行排式振捣器无法振捣的部位

进行辅助振捣。插入式振捣器功率应不小于 1.1kW，振动频率应不小于 50Hz。

9.2.6 混凝土采用平板式振捣器振捣时，应符合下列规定：

- 1 平板振捣器底盘尺寸应与其功率相匹配。混凝土板的边角、企口接缝部位及埋设有补强钢筋的部位，宜采用插入式振捣器进行辅助振捣。
- 2 平板振捣器的功率应不小于 2.2kW，振动频率应不小于 50Hz。辅助插入式振捣器功率应不小于 1.1kW，振动频率应不小于 50Hz。
- 3 振捣器在每一位置的振捣时间，可根据振捣器的功率、频率及拌合物的工作性确定，以混凝土停止下沉、不再有气泡逸出并表面呈现泛浆为宜，并且不宜过振。
- 4 分层摊铺混凝土时，应分层振捣，其上下两层振捣的间隔时间应尽量缩短，上层的振捣应在下层的混凝土初凝前完成。下层混凝土经振实并基本平整后方能在其上摊铺上层混凝土。
- 5 平板振捣器的振捣，应逐板逐行循序进行，每次移位其纵横向各应重叠 50mm~100mm；不能拖振、斜振；平板振捣器应距模板 50mm~100mm。
- 6 采用插入式振捣器进行辅助振捣时，振捣棒应快速插入慢慢提起，每棒移动距离应小于其作用半径的 1.5 倍，其与模板距离应小于振捣器作用半径的 0.5 倍，并应避免接触或扰动模板、传力杆、拉杆、补强钢筋等。分两层摊铺的混凝土，当振捣上层混凝土时，振捣棒应插入下层混凝土 50mm 左右的深度。
- 7 振捣过程中，应辅以人工找平，并随时检查模板有无下沉、变形、移位或松动，若有，应及时纠正。

9.2.7 混凝土填仓浇筑的时间，自两侧混凝土面层最晚铺筑的时间起算，应不早于表 9.2.7 规定的时间。铺筑填仓混凝土时，对两侧已浇筑的混凝土面层的边部及表面应采取保护措施，防止边部损坏及粘浆。两侧已浇筑的面层，假缝侧面开裂处应全厚度粘贴隔离材料，宽度不小于 200mm，可采用两层油毡或其他适宜材料。做面时宜在新老混凝土接合处用抹刀划一整齐的直线，并应将板边的砂浆清除干净。

表 9.2.7 混凝土填仓浇筑的最早时间

现场气温（℃）	混凝土填仓浇筑的最早时间（d）
5~10（不含 10）	6
10~15（不含 15）	5
15~20（不含 20）	4
≥20	3

9.2.8 混凝土整平、做面应符合下列规定：

- 1 整平、揉浆：宜采用三辊轴对经过振捣器振实的混凝土表面进行振平、揉浆；填仓或异

形板部位宜采用振动行夯进行振平，再用特制钢滚筒来回滚动揉浆。提浆厚度宜为 3mm~5mm，检测方法见附录 A。

2 找平：混凝土表面经整平、揉浆后，在混凝土仍处于塑性状态时，应采用长度不小于 3m 的直尺检测表面平整度。表面上多余的水和浮浆应予以清除。表面低洼处应立即用混凝土填平、振实并重新修整。表面高出的部位应去掉并重新加以修整，不应深挖。

3 做面：混凝土表面抹面的遍数宜不少于三遍，将小石、砂压入板面，消除砂眼及板面残留的各种不平整的痕迹。做面时不应在混凝土表面上洒水或洒干水泥。

【条文说明】三辊轴整平机由振动辊、驱动辊和甩浆辊组成。它具有纵横向整平、浅表层振实、压实和提浆功能，不具备将中、下层混凝土振捣密实的功能。

9.2.9 做面工序完成后，应按照设计对平均纹理深度的要求，适时将混凝土表面拉毛，拉毛纹理应垂直于纵向施工缝，必要时可采用槽毛结合法以达到要求的平均纹理深度。平均纹理深度可用铺砂法测定。

9.2.10 混凝土板中设有钢筋网或局部钢筋补强时，其施工应符合下列规定：

- 1 钢筋的规格、间距、加工的形状、尺寸等应符合设计要求。
- 2 钢筋焊接和绑扎应符合国家现行标准的相关规定。
- 3 单层钢筋网应在底部混凝土摊铺、振捣、找平后直接安设，钢筋网片就位稳定后方可在其上铺筑上部混凝土。
- 4 双层钢筋网，对于厚度小于 220mm 的混凝土板，上下两层钢筋网可事先以架立钢筋扎成骨架后一次安放就位；厚度不小于 220mm 的混凝土板，上下两层钢筋网宜分两次安放，下层钢筋网片可用预制水泥砂浆小块垫起，将钢筋网安放在其上并用绑丝将钢筋网与砂浆块固定，上层钢筋网待混凝土摊铺、找平、振实至钢筋网设计高度后安装，再继续其他工序作业。
- 5 钢筋网片及边、角钢筋的安装质量应符合表 9.2.10 的规定。

表 9.2.10 钢筋网片及边、角钢筋的安装技术指标

项目	最大允许偏差（mm）	检查方法	检查数量
网的长度与宽度	±10	用尺量	按加筋板总数 1/5 抽查
网的方格间距	±10	用尺量	
保护层厚度	±5	用尺量	
边缘、角隅钢筋移位	±5	用尺量	

9.2.11 混凝土面层中设有灯坑、排水明沟、雨水口以及各类井体时，其施工应符合下列规定：

- 1 灯坑、排水明沟、雨水口以及各类井体的位置应符合设计文件的规定，高程应按道面分块高程图确定或推算。

- 2 灯坑处应设置好模具后，方可浇筑所在部位的混凝土面层。
- 3 排水明沟、雨水口以及各类井体施工安装完毕，应按设计文件要求设置面层补强钢筋，经检验合格后，方可浇筑其周围的混凝土面层。
- 4 灯坑、雨水口以及各类井体周围无法采用自行排式高频振捣器进行振捣时，应采用平板式振捣器或手持插入式振捣器进行振捣。

9.2.12 现场应留置一定量的水泥混凝土试件，采取同条件养护，测试抗压强度及其他性能指标。



10 养 生

10.0.1 水泥混凝土面层应选择合理养生方式，保证强度增长及其他性能，防止混凝土产生微裂纹与裂缝，可选用养生剂、节水保湿养生膜、复合土工膜、土工布等材料。采用土工布时，应及时洒水保持混凝土表面湿润。

10.0.2 在蒸发量大时，宜采用喷洒养生剂与覆盖保湿的组合养生方式。在干旱缺水地区，宜采用养生剂、节水保湿养生膜或复合土工膜进行养生。在不停航施工时，宜采用养生剂进行养生。

10.0.3 当采用养生剂进行养生时，应在做面拉毛后及时喷洒养生剂。养生剂应喷洒均匀，喷洒后表面不应有颜色差异。养生剂的现场平均喷洒剂量宜在试验室测试剂量的基础上适当增加。

【条文说明】室内做养生剂试验时，表面均为光滑平面，且未考虑日晒与风吹的影响及道（路）面存在的抗滑纹理，故现场施工时需要增加养生剂用量。

10.0.4 当混凝土表面有一定硬度（用手指轻压表面不显痕迹）时，应及时均匀洒水并覆盖养生材料，保证混凝土表面处于湿润状态。混凝土拆模后，其侧面也应及时覆盖并洒水养生。养生用水与新浇筑的面层混凝土温度差不宜超过 15℃。

10.0.5 养生时间应根据混凝土强度增长情况确定，宜不小于水泥混凝土达到 90% 设计强度的时间，且应不少于 14d。养生期满后应清除覆盖物。

10.0.6 混凝土在养生期间，不应有车辆在其上通行。

11 拆 模

11.0.1 拆模时不应损坏混凝土板的边角、企口。最早拆模时间应符合表 11.0.1 的规定。

拆模后如发现混凝土板侧壁出现蜂窝、麻面、企口榫舌缺损等缺陷，应及时报告监理工程师或建设单位，并研究确定处理措施。

表 11.0.1 混凝土板成型后最早拆模时间

日平均气温 (℃)	混凝土板成型后最早拆模时间 (h)
5~10 (不含 10)	72
10~15 (不含 15)	54
15~20 (不含 20)	36
20~25 (不含 25)	24
≥25	18

【条文说明】表 11.0.1 提出了混凝土道面成型后最早拆模时间。拆模时间根据施工现场具体条件确定，原则是拆模时不应损坏混凝土面层的边、角及企口缝等，保证混凝土面层的完整性。

11.0.2 设置拉杆的模板，拆模前应先调直拉杆，并将模板孔眼里的水泥灰浆清除干净。

11.0.3 拆模后，侧面应及时均匀涂刷沥青，设计缝槽以下不应露白，并及时覆盖养生。

12 接缝施工

12.1 接缝构造施工

12.1.1 企口缝应先铺筑混凝土板凸榫的一边。企口部位的混凝土应振捣密实，不应出现蜂窝、麻面现象。拆模时应注意保护企口的完整性。

12.1.2 拉杆施工应符合下列规定：

- 1 拉杆应垂直于混凝土板的纵向施工缝、平行于混凝土板表面并位于板厚的中间。
- 2 在立模浇筑混凝土的振捣过程中，将拉杆穿入模板孔眼并放置在设计位置处。在铺筑、振捣混凝土过程中，应随时注意校正拉杆位置。
- 3 拉杆应按设计位置准确安放，拉杆设置精度应满足表 12.1.2 的规定。

表 12.1.2 拉杆设置精度

项目	允许偏差（mm）	检查方法	检验频率
拉杆加工长度	5	量取长度	拉杆总数的 20%
拉杆端上下、左右偏斜	10	在拉杆两端测量	
拉杆中间上下、前后、左右偏位	10	以板面和接缝中线为基准测量	

12.1.3 传力杆缝的施工应符合下列规定：

- 1 传力杆加工宜锯断，断口应垂直光圆，并用砂轮打磨毛刺，加工成 2mm~3mm 的圆倒角。涂层材料为沥青时，传力杆一端应按设计要求长度均匀涂刷一层沥青，沥青厚度为 1mm，不宜过厚。为防止传力杆沥青间相互粘结，可在沥青表面撒一层滑石粉。不应使用沥青脱落的传力杆。设计要求采用其他涂层时（如涂漆、喷塑、浸塑、镀锌等），应按设计要求对传力杆进行加工。
- 2 传力杆应按设计位置准确安放，假缝宜采用传力杆支架方法埋设，施工缝传力杆应采用模板加支撑架方式安放。传力杆设置精度应满足表 12.1.3 的规定。

表 12.1.3 传力杆及其套帽设置精度

项目	允许偏差 (mm)	检查方法	检验频率
传力杆加工长度	5	量取长度	传力杆总数的 20%
传力杆端上下、左右偏斜	10	在传力杆两端测量	
传力杆中间上下、前后、左右偏位	10	以板面和接缝中线为基准测量	

12.1.4 每天施工结束时，或因机械故障、停电及天气等原因中断混凝土铺筑时，应在设计的接缝位置设置施工缝。相邻板的横向施工缝应错开。施工缝中应按设计要求放置传力杆。

12.1.5 平缝应以不带企口的模板铺筑成型。拆模后缝壁应平直，并在缝壁垂直面上涂刷一层沥青。

12.1.6 当混凝土达到一定强度、产生收缩裂缝前，应按设计要求及时切缝。在切缝条件受到限制的异形板缝或日温差大的地区进行连续铺筑混凝土时，可采用预埋钢板的方法形成假缝。钢板抽出后形成的缝槽中应放入嵌缝条，嵌缝条应在混凝土终凝前抽出。

切缝应符合下列规定：

- 1 切缝的时间应根据施工时的气温和混凝土的强度通过试验确定，切缝时的混凝土抗压强度宜为 6MPa~8MPa。应避免切缝过早导致接缝边缘损伤、石子松动，也应避免切缝过晚导致混凝土板产生不规则的收缩裂缝。
- 2 混凝土的纵、横向缩缝应采用切缝机切割，切缝深度和宽度应符合设计要求。
- 3 切割纵、横缝时，应准确确定缝位。纵向施工缝应按已形成的接缝切割，不应形成双缝；切割横缝时应注意相邻板缝位置的连接，不应错缝。
- 4 设计要求设置接缝倒角时，可采用特制锯片在扩缝时同步形成倒角。
- 5 切缝后应立即将板面浆液冲洗干净。

12.1.7 胀缝应按平缝方式施工，缝宽应符合设计要求。道肩处的胀缝可采用切缝机按设计要求的深度和宽度切割形成，但在与道面板相接处宜埋设三角形木板并在切缝后凿除。

12.1.8 接缝板的施工应符合下列规定：

- 1 接缝板的材质和尺寸应符合设计要求。接缝板不宜用两块以上板块拼接，个别需要拼接时，可用胶带粘结牢固，搭接处应紧密无空隙。
- 2 胀缝两侧的混凝土非连续浇筑时，接缝板应粘结在预先浇好的板面的接缝一侧，粘结应牢固、严密。接缝板的底面应与混凝土板底面齐平，接缝板底面不应脱空。经验收合格后方可浇筑另一侧水泥混凝土。接缝板在缝中应处于直立、挤压状态。道肩面层采用切缝形成胀缝间隙时，切缝后应将接缝间隙清理干净，并按设计要求在接缝中放置接缝板。

3 接缝板施工质量应符合表 12.1.8 中的规定。

表 12.1.8 接缝板施工技术指标

检查项目	允许偏差	检查方法	检验频率
厚度（%）	±5	用钢尺量	胀缝总长的 20%
长度（mm）	±5	用钢尺量	
高度（mm）	±2	用钢尺量	
平整度（mm）	≤1	用 1m 直尺量尺底与板面最大空隙	
垂直度（°）	±0.5	用框架水平尺测量	
粘结强度（MPa）	>0.1	接缝板与混凝土剥离强度	
外观	无裂缝、破损、掉边缺角		

12.2 填缝施工

12.2.1 填缝施工应在切缝完成、混凝土养生期结束后进行。气温低于 5℃ 时不宜进行填缝施工。

12.2.2 填缝施工应将缝内的填塞物如砂、泥土、浮浆、养护化合物及其他杂物清理干净。清缝可采用钢丝轮刷、高压水冲洗等方法。清扫完成后应采用压缩空气将缝吹净。填缝施工时缝槽应处于清洁、干燥状态。下雨或缝中有潮气时不应进行填缝施工。

12.2.3 灌缝施工应符合下列规定：

- 1 灌缝应采用压力设备进行灌注，以保证填缝料灌注饱满、密实并与缝壁粘结牢固。
- 2 灌缝深度应达到设计要求并应一次成型，不应分次填灌。缩缝下部应填入背衬材料。
- 3 采用双组份填缝料时，应将各组份材料严格按照规定比例进行配比并搅拌均匀，拌好的料应尽快灌入缝中。
- 4 填缝料不应掺加挥发性溶剂。
- 5 施工过程中应及时清除洒溢在板面上的填缝料。
- 6 在填缝料表干前应封闭交通。
- 7 有倒角的接缝及刻槽道面与槽相垂直的接缝，其填缝料表面低于面层表面的下凹值宜为 6mm~8mm，其余接缝的填缝料表面低于面层表面的下凹值宜为 2mm~5mm。上述下凹值夏季灌缝时宜取较小值，其余季节宜取较大值。

12.2.4 灌缝施工质量应符合表 12.2.4 中的规定。

表 12.2.4 灌缝施工技术指标

检查项目	技术指标	检查方法
下凹值 (mm)	符合第 12.2.3 条规定	每 2000m 抽检不少于一处, 每处量一块板的三点, 取平均值, 尺量
有效深度 (mm)	聚氨酯类: 12~15	每 5000m 抽检不少于一处, 每处取样不小于 100mm, 每处量一块板的三点, 取平均值, 尺量
	改性聚硫类、硅酮类: 6~10	
粘结度	与混凝土缝壁粘结良好, 不应有脱开、开裂现象	目测、剥离观察
外观	不起泡、不溢油、颜色均匀, 填缝料饱满、密实、缝面整齐、手感软硬均匀一致; 接缝两侧板面干净, 无填缝料沾污	

12.2.5 预塑嵌缝条的施工应符合下列规定:

- 1 预塑嵌缝条应采用专用设备压入缝槽。
- 2 预塑嵌缝条安装时嵌缝条两侧及缝槽侧面应涂以粘结润滑剂。接缝端头及接缝交叉处应适当增加粘结润滑剂的用量。粘结润滑剂应采用聚氯丁烯化合物, 其固体含量应为 22%~28%, 在 -15℃~50℃ 应能保持液态, 并应在保质期内使用。
- 3 洒到面层上的粘结润滑剂应立即清除, 以避免其在面层上固化。
- 4 安装后的预塑嵌缝条应均匀、平直, 不应有扭曲、变形、断裂或超过 3% 的纵向拉伸或者压缩。安装后不符合要求的预塑嵌缝条应采用新的预塑嵌缝条重新安装。
- 5 设有倒角的接缝及刻槽面层与槽相垂直的接缝, 预塑嵌缝条表面宜低于面层表面 6mm~10mm; 对于其余接缝, 预塑嵌缝条表面宜低于面层表面 2mm~6mm (夏季取较小值, 其他季节取较大值)。

【条文说明】预塑嵌缝条具有较好的耐久性, 使用寿命长, 但在我国民用机场的应用还较少。上述要求主要参考 FAA 咨询通报《机场施工》的有关规定。

13 道面刻槽

13.0.1 水泥混凝土强度达到设计要求后，方可在道面表面上刻槽。槽形应完整，不应出现毛边现象。

13.0.2 跑道刻槽的方向应垂直于跑道的中线；快速出口滑行道处刻槽的方向应利于道面排水。

13.0.3 年最低月平均气温不低于 0℃ 的地区，槽的深度、宽度均应为 6mm；年最低月平均气温低于 0℃ 的地区，槽的形状应采用上宽 6mm、下宽 4mm、深 6mm 的梯形槽。相邻槽中线间距应为 32mm。

【条文说明】根据使用经验，寒冷地区如使用矩形刻槽，则槽的边部容易在融雪水结冰膨胀时以及除雪设备铲雪时损坏，因此寒冷地区刻梯形槽。

13.0.4 槽可以连续通过道面的纵缝，距横缝应不小于 75mm，不大于 120mm。嵌入式灯具附近 300mm 范围内不应进行刻槽。

13.0.5 刻槽质量应符合表 13.0.5 的规定。

表 13.0.5 刻槽技术指标

检查项目	技术指标或最大允许偏差	检查方法
槽深（mm）	-1~+2	用游标卡尺及尺量
槽宽（mm）	-1~+2	
相邻槽的中线间距（mm）	-1~+2	
槽的直线性（mm）	≤10	用 20m 长直线拉直检查

13.0.6 在刻槽过程中应及时将废料冲洗并清理干净，水泥灰浆宜收集处理，并且不应将废料直接排入土面区或机场雨水排水系统。

14 面层保护

14.0.1 水泥混凝土面层达到设计强度之前，车辆不应在其上通行。水泥混凝土面层达到设计强度后，需要在其上设置临时通道时，应在该处混凝土面层加覆盖物予以保护。

【条文说明】 尽量避免在完工后的水泥混凝土面层上设置施工车辆通道，如设置施工车辆通道，需采取有效的道面保护措施，并严格限制车辆通行路线。

14.0.2 水泥混凝土面层在未验收交工前，施工单位应指定专门的看守人员，设立各种警示标志，保护混凝土面层及其附属设施的完整性。

14.0.3 混凝土面层宜在行业验收后正式开放使用。在开放使用之前，应将面层清理干净。

15 水泥混凝土道面加铺层施工

15.0.1 加铺前应对旧水泥混凝土道面进行调查和检测。

15.0.2 水泥混凝土加铺层材料及各项作业要求，应符合本规范中有关规定。

15.0.3 加铺施工前应先对旧水泥混凝土道面的表面进行清理，清除表面上的油污、油漆标志、轮迹及板边角剥落碎块。接缝内失效的填缝料及杂物应清理干净后重新灌缝。原混凝土板损坏严重的应将其清除，用新混凝土修补。当发现基础有沉陷、面层有脱空时，应按设计要求处理。必要时应按设计要求对原混凝土表面凿毛、打毛或铣刨。

15.0.4 部分结合式加铺层浇筑前，应洒水润湿旧水泥混凝土板，洒水应适量，表面不应有积水。夏天施工应对原道面表面洒水降温后方可铺筑混凝土。

15.0.5 部分结合式混凝土加铺层的所有接缝应与旧水泥混凝土道面接缝对齐、位置一致并施工顺直。胀缝中应设置贯通且与旧道面等厚度的接缝板。

15.0.6 分离式加铺层中的胀缝应与旧道面上下对齐，其他接缝宜对缝。

15.0.7 分离式加铺层夹层在旧道面修复后，应先洒粘层油，再铺设沥青混凝土夹层，粘层油及沥青混凝土夹层的施工应符合《民用机场沥青混凝土道面施工技术规范》（MH 5011）的有关规定。

16 特殊气候条件施工

16.1 一般规定

16.1.1 应避免在雨天、风天、高温、低温等条件下进行水泥混凝土面层施工，特殊天气条件下施工应采取必要的质量保证措施，制定专项施工方案，并取得许可。

16.1.2 水泥混凝土面层施工现场如遇下列条件之一应停工：

- 1 降雨或下雪。
- 2 风力达5级及以上。
- 3 现场气温高于35℃。
- 4 摊铺现场连续5d日平均气温低于0℃或夜间最低气温低于-3℃。

16.2 雨天施工

16.2.1 雨季施工应配备足够数量的防雨篷、塑料布等设施，并应根据天气信息安排施工。

16.2.2 运送混凝土的车辆，应有防雨遮盖物。各种电气设备应配有防雨设施。

16.2.3 雨天施工开工前应清除拌和站、集料堆场、摊铺现场、运输便道内的积水及淤泥。铺筑时应清除基槽中的积水。

16.2.4 雨天施工应增加集料含水量的测定频率，并调整混凝土的拌和用水量。

16.2.5 混凝土面层不应在降雨时施工。施工过程中如遇降雨，铺筑作业应停止。对已铺筑的混凝土，应及时遮盖，并防止雨水流入。

16.2.6 雨停后，在混凝土初凝前，对表面被雨水冲走的部分砂浆，应及时利用原浆填补，不应另调砂浆或在其上撒干水泥。如冲刷面积较大，应挖除部分混凝土，用新混凝土重铺。如混凝土已终凝，而振捣、做面作业尚未完成，对已终凝的混凝土应全部清除，重新铺筑新混凝土。

16.3 风天施工

- 16.3.1 宜用风速计在摊铺现场测风速。混凝土面层宜避免在4级以上风力时及干热风天中施工。
- 16.3.2 铺筑混凝土时，在迎风面应采取挡风措施，防止水分过快散失。应尽量缩短各工序作业的时间间隔。
- 16.3.3 风力为4级时，宜采用喷洒养生剂并加盖养护材料的方法养生。
- 16.3.4 应加强混凝土拌和站集料覆盖及其含水量检测，自卸车上的混凝土拌合物应加覆盖。

16.4 高温期施工

- 16.4.1 当摊铺现场连续4h平均气温高于30℃或日最高气温高于35℃时，应按高温期施工规定进行施工。
- 16.4.2 高温期施工时，宜安排在早晨、傍晚或夜间施工。
- 16.4.3 高温期施工时，集料应设遮阳棚。模板、基层表面及补强钢筋在铺筑混凝土前应洒水润湿、降温。
- 16.4.4 高温期施工时混凝土入模（仓）温度应不超过28℃。
- 16.4.5 高温期施工时混凝土拌和可微调加水量，运输混凝土的车辆应予以覆盖，做面作业宜在遮阳棚内进行。
- 16.4.6 高温期施工时应随时检测气温及水泥、搅拌用水和拌合物温度，监测水泥混凝土面层内部温度。
- 16.4.7 高温期施工时应尽量缩短各道工序的间隔时间。作业完毕应及时喷洒养生剂，并覆盖、洒水养生，养生用水与混凝土表面温差不宜超过15℃。

16.5 低温期施工

- 16.5.1 当施工现场连续5d日平均气温低于5℃或最低气温低于0℃时，应按低温期施工规定进行施工。水泥混凝土面层除少量收尾工程或修补工程等特殊情况外，不应在低温期施工。

16.5.2 低温期施工时，应事先准备足够的防寒材料及用具，混凝土拌和站应搭设暖棚或其他挡风设施，必要时将集料用保暖材料加以覆盖。摊铺地点可搭建围挡，围挡范围内可设无明火的加热设施。

16.5.3 混凝土拌和时间应较常温施工延长 50%。

16.5.4 混凝土出搅拌机的温度不应低于 10℃，入模（仓）时的温度不应低于 5℃。应视情况事先将水加热或将水和集料加热。加热时，水温应不超过 60℃，集料温度应不超过 50℃，水泥不应加热。

16.5.5 不应在有冻害或有冰雪的基层上铺筑混凝土，也不应将沾冰雪的集料用于混凝土中。

16.5.6 为减少热量损失，混凝土作业的各工序应紧密衔接，尽量缩短其间隔时间。运料过程中应对混凝土予以覆盖保温。

16.5.7 混凝土铺筑后应尽快振实、做面。表面有泌水现象时，应及时清除，完成做面工序时的混凝土内部温度应不低于 10℃。

16.5.8 混凝土做面完毕应尽早采用养生材料保温、保湿、覆盖养生。覆盖厚度应根据气温和混凝土温度而定，保证混凝土内部在早期硬化期的最低温度不低于 10℃。同时应保证混凝土强度未达到设计强度的 50%之前，混凝土面层不受冻害。

16.5.9 混凝土保温养生期应不少于 28d。养生期间内，如遇天气骤然降温，应视情况及时增加覆盖层的厚度。

16.5.10 企口缝的拆模时间应不早于 96h，平缝的拆模时间应不早于 72h。拆模后应立即将混凝土侧壁覆盖。

16.5.11 低温施工时，应按下列规定进行测温：

- 1 水和集料投入搅拌机前与拌合物出料时的温度测定，每台班应不少于 5 次。
- 2 混凝土板养生过程中，最初 48h 应每隔 6h 测温 1 次，以后每 24h 不少于 2 次。
- 3 面层测温每 5 块板应不少于 1 处，测点交错布置于模板附近和板中部，测点深度应不小于 100mm。

16.5.12 各项测温 and 保温情况资料、试件代表地段及其强度等均应详细记录。

17 不停航施工

17.0.1 不停航施工应遵守民用机场不停航施工管理有关规定，并根据不停航施工特点，制订切实有效的技术措施和安全保障措施。

【条文说明】除本章内容外，不停航施工还应满足行业其他有关规定。

17.0.2 不停航施工不应影响机场安全运营。

17.0.3 不停航施工应按以下要求进行施工准备：

1 施工前需制订保证飞行安全和航班正常的安全措施，制订详细明确的施工总平面图及不停航施工方案，明确各类临时措施及应急措施，签订安全保证责任书，并按要求发布有关通告。

2 不停航施工方案中需明确施工对飞行区内飞机运行、各类通道、障碍物限制面、适航场地、导航及目视助航设施的影响和控制措施。

3 不停航施工方案中需明确施工区域围界、标志线和标志灯布置、堆料场位置、大型机具停放位置、施工车辆通行路线、施工人员进出施工现场道口等。

4 施工前应查清施工区域地下管线情况，并有切实可行的管线保护方案。

5 施工单位应配备足够的施工人员和机械设备，重要机械设备应有备份。

6 施工前应备足材料，保证施工期间供料的及时性和连续性。

7 施工前应提前备好临时标记物和每日施工完成后恢复满足适航条件所需的材料及设施。

8 应提前做好进场准备，停航后各种设备和人员进场应快速有序。

9 夜间施工应在整个作业地段内设置足够的临时照明设施。

10 施工期间应确保施工现场与机场有关部门之间通讯畅通。

11 在不停航施工部位开放运行前应清理并恢复现场，撤离人员、机械，确保满足适航要求。

17.0.4 不停航施工时，应按设计文件或行业有关规定要求做好临时接坡。

17.0.5 不停航施工时，可采用养生剂或其他保湿材料对混凝土面层进行养生。

17.0.6 不停航施工区域已铺筑但尚未开放使用的道面应设置关闭标志。

17.0.7 当不停航施工遭遇特殊天气时，应编制专项施工方案并报批。

18 施工质量控制

18.0.1 水泥混凝土面层施工应建立有效的施工质量保证体系，对施工全过程进行全面的质量控制。

18.0.2 应对各施工工序的质量及时进行检测，并根据检测结果对施工质量进行动态控制，确保施工质量的稳定性。

18.0.3 水泥混凝土面层施工过程中出现质量缺陷时，应加大检测频率，查找原因并提出处置对策，必要时应停工整顿。

18.0.4 与施工有关的原始记录、试验检测、计算数据及汇总表格等，应如实记录和保存。施工关键工序宜拍摄照片或录像，作为现场记录保存。

18.0.5 工程结束后，施工单位应按有关规定编制并提交施工总结报告。

18.0.6 跑道、滑行道和机坪水泥混凝土面层施工质量控制指标、检验频率与检验方法，应符合表 18.0.6 的规定。

表 18.0.6 道面水泥混凝土面层施工质量控制指标和检验方法

编号	检查项目	质量指标或允许偏差	检验频率	检验方法
1	弯拉强度	不小于混凝土设计强度	每 500m ³ 成型 1 组 28d 试件；每 3000m ³ 增做不少于 1 组试件，供竣工验收时进行试验；每 20000m ² 钻芯一处进行劈裂强度试验，每标段不少于 3 个芯样	现场成型室内标养小梁弯拉强度试验，试验方法：JTG E30 T0551/T0558；钻芯劈裂强度试验方法：JTG E30 T0551/T0561，劈裂强度折算为弯拉强度方法见第 18.0.9 条的规定
2	混凝土抗冻等级	有抗冻要求时：≥250	在摊铺现场未振捣前留样制件，每 20000m ² 留 1 组，每标段不少于 3 组	JTG E30 T0565
3	板厚度	与设计厚度偏差不超过： -5mm	抽查分块总数的 10%	拆模后用尺量
			每一个钻芯试件	对钻芯试件用尺量
4	平整度	≤3mm（合格率≥90%） ≤5mm（极值）	分块总数的 20%	用 3m 长直尺和塞尺测定，一块板量 3 次，纵、横、斜各测 1 次，取其中最大值
		跑道 IRI ≤2.2m/km	跑道主要轮迹带	车载平整度检测仪检测

续表

编号	检查项目	质量指标或允许偏差	检验频率	检验方法
5	表面平均纹理深度	符合设计要求（合格率 $\geq 90\%$ ） 与设计值偏差不超过： -0.1mm （极值）	用铺砂法、检查分块总数的 10%	每块抽查 3 点，布置在板的任一对角线的两端附近和中间，检测方法：JTG E60 T0962
6	跑道摩擦系数	≥ 0.55	跑道主要轮迹带	摩擦系数测试车检测
7	刻槽质量	符合表 13.0.5 的规定	每 5000m^2 抽测一处	用游标卡尺及尺量
8	高程	$\pm 5\text{mm}$ （合格率 $\geq 85\%$ ） $\pm 8\text{mm}$ （极值）	不大于 10m 间距测一横断面，相邻测点间距不大于两块板宽	用水准仪测量板角表面高程
9	相邻板高差	$\leq 2\text{mm}$ （合格率 $\geq 85\%$ ） $\leq 4\text{mm}$ （极值）	分块总数的 20%	纵、横缝，用塞尺量
10	纵、横缝直线性	$\leq 10\text{mm}$ （合格率 $\geq 85\%$ ）	抽查接缝总长度 10%	用 20m 长直线拉直检查
11	长度偏差	跑道、平行滑行道： $\leq 1/7000$	验收时沿中线测量全长	按一级导线测量规定精度检查
12	宽度偏差	跑道、滑行道、机坪： $\leq 1/2000$	每 100m 测量 1 处	用钢尺自中线向两侧测量
13	预埋件预留孔位置中心偏差	$\leq 10\text{mm}$ （合格率 $\geq 85\%$ ）	抽查总数的 20%	纵、横两个方向用钢尺量
14	外观	1. 不应有以下严重缺陷：断板，严重裂缝，错台，边角断裂，大面积不均匀沉陷、起皮、剥落、露石等。 2. 不宜有以下一般缺陷：局部较小面积的剥落、起皮、露石、粘浆、印痕、积瘤、发丝裂纹、蜂窝、麻面、灌缝不良等。 3. 面层表面纹理应均匀一致。 4. 填缝料饱满，粘结牢固，无开裂、脱落、气泡，缝缘清洁整齐。		

【条文说明】本次修编，在总结近年来机场水泥混凝土道面施工和验收经验的基础上，参考公路行业最新的相关标准，对水泥混凝土面层施工质量控制指标进行了以下修改：

- （1）减少了钻芯取样进行劈裂强度试验的频率要求，减少对实体结构的破坏；
- （2）取消了混凝土板厚度偏厚的偏差要求，许厚不许薄；
- （3）增加了平整度、表面平均纹理深度、道面高程、相邻板高差的合格率要求和极值要求，超过极值时应对道面进行处理；
- （4）为保证飞机高速起降的平稳性，增加了跑道动态连续平整度的指标要求；
- （5）增加了纵、横缝直线性和预埋件预留孔位置中心偏差的合格率要求；
- （6）增加了刻槽质量、混凝土抗冻等级的质量控制指标，以提高道面的安全性和抗冻耐久性。

18.0.7 道肩、防吹坪、围场路、服务车道水泥混凝土面层施工质量控制指标、检验频率与检验方法，应符合表 18.0.7 的规定。

表 18.0.7 道肩、防吹坪、路面水泥混凝土面层施工质量控制指标和检验方法

编号	检查项目	质量指标或允许偏差	检验频率	检验方法
1	弯拉强度	不小于混凝土设计强度	每 500m ³ 成型 1 组 28d 试件；每 3000m ³ 增做不少于 1 组试件，供竣工验收时进行试验；每 20000m ² 钻芯一处，每标段不少于 3 个芯样	现场成型室内标养小梁弯拉强度试验，试验方法：JTG E30 T0551/T0558；钻芯劈裂强度试验方法：JTG E30 T0551/T0561，劈裂强度折算为弯拉强度方法见第 18.0.9 条的规定
2	混凝土抗冻等级	有抗冻要求时，道肩部位、防吹坪不小于 250；其他部位不小于 200	在摊铺现场未振捣前留样制件，每 20000m ² 留 1 组，每标段不少于 3 组	JTG E30 T0565
3	板厚度	与设计厚度偏差不超过： -5mm	抽查分块总数的 10%	拆模后用尺量
			每一个钻芯试件	对钻芯试件用尺量
4	平整度	≤4mm（合格率≥85%） ≤6mm（极值）	分块总数的 20%	用 3m 长直尺和塞尺测定，一块板量 3 次，纵、横、斜各测 1 次，取其中最大值
5	表面平均纹理深度	符合设计要求（合格率≥85%） 与设计值偏差不超过： -0.1mm（极值）	用铺砂法、检查分块总数的 10%	每块抽查 3 点，布置在板的任一对角线的两端附近和中间，检测方法：JTG E60 T0962
6	高程	±10mm（合格率≥85%） ±15mm（极值）	不大于 10m 间距测一横断面，相邻测点间距不大于两块板宽	用水准仪测量板角表面高程
7	相邻板高差	≤3mm（合格率≥85%） ≤5mm（极值）	分块总数的 20%	纵、横缝，用塞尺量
8	纵、横缝直线性	≤10mm（合格率≥85%）	抽查接缝总长度 10%	用 20m 长直线拉直检查
9	宽度偏差	≤1/1000	每 100m 测量 1 处	用钢尺自中线向两侧测量
10	预埋件预留孔位置中心偏差	≤10mm（合格率≥85%）	抽查总数的 20%	纵、横两个方向用钢尺量
11	外观	1. 不应有以下严重缺陷：断板，严重裂缝，错台，边角断裂，大面积不均匀沉陷、起皮、剥落、露石等。 2. 不宜有以下一般缺陷：局部较小面积的剥落、起皮、露石、粘浆、印痕、积瘤、发丝裂纹、蜂窝、麻面、灌缝不良等。 3. 面层表面纹理应均匀一致。 4. 填缝料饱满，粘结牢固，无开裂、脱落、气泡，缝缘清洁整齐。		

【条文说明】与跑道、滑行道、机坪道面相比，道肩、防吹坪、围场路、服务车道面层的施工质

量控制指标主要放宽了平整度、表面平均纹理深度、高程、相邻板高差等项目的指标要求。

18.0.8 采用小梁标准试件和混凝土板钻芯取样圆柱体劈裂强度折算的弯拉强度均应不小于混凝土设计强度。当局部水泥混凝土面层小梁弯拉强度不足而圆柱体劈裂强度折算的弯拉强度不低于混凝土设计强度时，应增加钻芯取样至每 2000m² 不少于三个芯样，实测劈裂强度并折算为小梁弯拉强度均不低于混凝土设计强度时，代表区域内混凝土面层弯拉强度判断为合格；芯样弯拉强度低于混凝土设计强度时，则代表区域内混凝土面层弯拉强度判断为不合格。

【条文说明】本次修编，补充了小梁弯拉强度不足而圆柱体劈裂强度折算的弯拉强度不低于混凝土设计强度时，混凝土强度是否合格的判断方法。

18.0.9 水泥混凝土板钻芯取样测得的圆柱体劈裂强度与标准小梁弯拉强度折算应符合下列规定：

1 跑道、滑行道、机坪道面总面积不小于 50000m² 的工程，建设单位应委托第三方试验单位通过试验得到该工程的统计折算公式。制定上述统计折算公式时，试验组数应不少于 15 组，试验应保持坍落度基本不变，以施工配合比水泥用量为中值，改变水泥用量至一定范围（±50kg/m³），并得出混凝土劈裂强度与标准小梁弯拉强度统计曲线和折算公式。

2 道面扩建工程采用的原材料与前期工程基本一致，若前期工程已制定统计折算公式，则可采用前期工程制定的折算公式。

3 跑道、滑行道、机坪道面总面积小于 50000m² 的工程，混凝土钻芯圆柱体劈裂强度与标准小梁弯拉强度的折算，可根据粗集料品种按公式 18.0.9-1、18.0.9-2 或 18.0.9-3 计算。

石灰岩、花岗岩碎石混凝土：

$$f_c = 1.868f_{sp}^{0.871} \quad (18.0.9-1)$$

式中： f_c ——混凝土标准小梁弯拉强度（MPa）；

f_{sp} ——混凝土直径 150mm 圆柱体的劈裂抗拉强度（MPa）。

玄武岩碎石混凝土：

$$f_c = 3.035f_{sp}^{0.423} \quad (18.0.9-2)$$

破碎卵石混凝土：

$$f_c = 1.607 + 1.035f_{sp} \quad (18.0.9-3)$$

【条文说明】通用的混凝土钻芯圆柱体劈裂强度与标准小梁弯拉强度的换算公式可能存在误差，

因此，要求道面面积较大的工程应委托第三方试验单位通过试验得到该工程的统计折算公式。另外，参考公路行业相关标准，对制定上述统计折算公式的试验方法提出了要求。

18.0.10 在设计允许施工期沉降和工后沉降的地区，水泥混凝土面层高程控制应符合下列规定：

- 1 除填仓和衔接过渡部位外，水泥混凝土面层施工的立模高程应符合表 18.0.6、表 18.0.7 的规定要求。
- 2 施工期的沉降速率应不大于设计规定值。
- 3 竣工验收时，面层各部位纵坡、横坡与设计值相比变化应不大于 0.1%。

【条文说明】在沿海软土地区和山区高填方地段，即使采取了控制沉降的地基处理措施，道面施工期和运行使用期仍会产生一定的沉降。因此，针对设计允许有施工期沉降和工后沉降的地区，本规范对水泥混凝土面层高程控制提出了专门要求。



19 施工安全与环保

19.1 施工安全

- 19.1.1** 施工期间应严格执行国家和民航行业建设项目施工安全的有关标准、规范、规定等，保障人员、设备的安全。
- 19.1.2** 工程施工前，施工单位应编制安全生产专项施工方案及安全生产事故应急预案。施工单位还应制订拌和楼、运输车、三辊轴机组等大型机械设备及辅助机械（具）的安全操作规程，并在施工中严格执行。
- 19.1.3** 施工中作业区域应设置明显的安全标志。夜间施工应设置警示灯或反光标志，专人管理灯光照明，作业人员应穿反光背心。
- 19.1.4** 施工机电设备应有专人负责看管、保养和维修。
- 19.1.5** 现场操作人员应按规定佩戴防护用具。
- 19.1.6** 在所有施工机械、电力、燃料、动力等的操作场所，不应吸烟或有任何明火。拌和楼、储油站、电站等重要施工设备上应配备消防及防雷设施，确保安全。

19.2 施工环境保护

- 19.2.1** 应严格执行国家、行业和地方对于工程项目施工环境保护的规定。
- 19.2.2** 在拌和站、生活区、面层施工区域应经常清理环境卫生，排除积水，并防止运输道路、集料堆场、停车场地等区域扬尘。
- 19.2.3** 拌和楼、运输车辆等施工设备的清洗污水不应随处排放；每座拌和楼宜设置污水沉淀池或净化循环利用设备，车辆应在有污水沉淀池或净化设备的清洗场进行清洗。
- 19.2.4** 所有机械设备上清理出的残渣、废机油、油污土等废弃物应按相关规定集中处理。
- 19.2.5** 运送混凝土的车辆不应漏浆。
- 19.2.6** 拌和楼的粉料罐仓除应防止泄漏外，在粉料罐车装卸时，罐仓顶部应设置过滤布，防止粉料从罐仓顶飞散入大气中。

附录 A 混凝土砂浆厚度检测方法

A.1 目的及适用范围

本方法规定了水泥混凝土面层砂浆厚度的测定方法。
本方法适用于机场水泥混凝土面层施工。

A.2 仪器设备

混凝土砂浆厚度测定仪：由一个底部为坡口的外环刀（外径 80mm、内径 75mm、壁厚 2.5mm、高 70mm、刀口高度 6.5mm）和一个轻质带底的内环筒（外径 74mm、内径 71mm、壁厚 1.5mm、高 100mm）组成，其精度为 0.1mm。外环刀和内环筒均采用不锈钢材质。如图 A.2 所示。

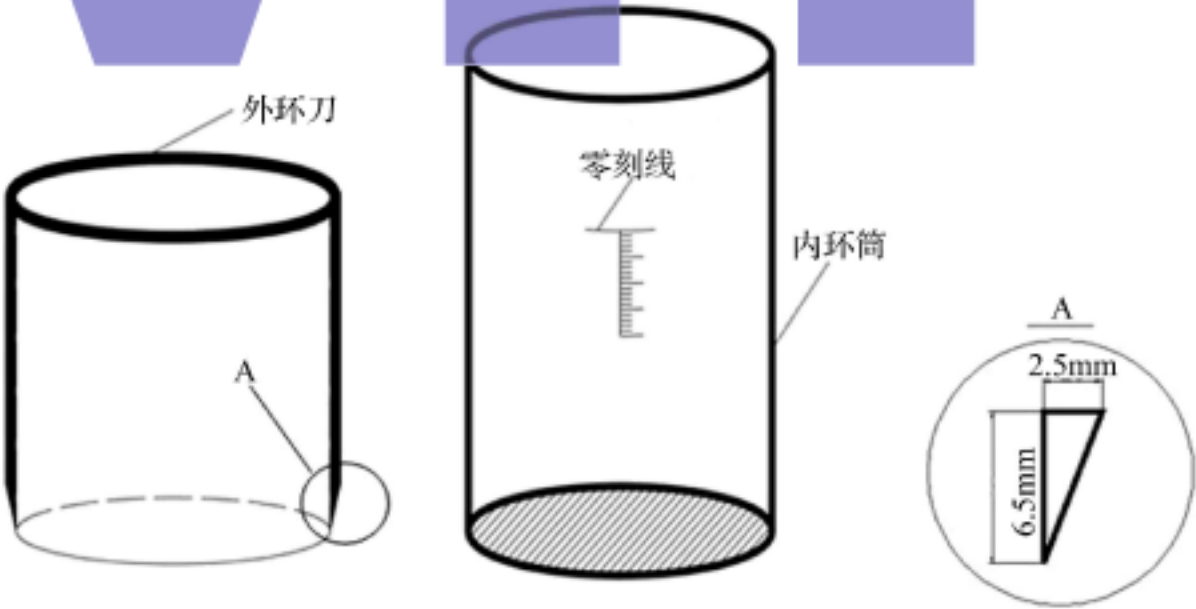


图 A.2 混凝土砂浆厚度测定仪

A.3 试验步骤

A.3.1 测试位置的选定，经面层施工机具振捣、整平提浆、精平抹面后，在摊铺面层中间位置或在距离支护模板不少于 100mm 位置。

A.3.2 将混凝土砂浆厚度测定仪外环刀和内环筒用水湿润，将外环刀套住内环筒放在水平的平板上，此时外环刀的顶部应在内环筒的零刻线处。如果不在零刻线处，记录初始读数位置。

A.3.3 测试时，先将外环刀的坡口朝下，套住内环筒，将其轻轻放置在提浆后的道面板上，外环刀依靠自重坡口部位沉入水泥浆内，轻质带底的内环筒沉入水泥浆的深度小，可忽略不计。在内环筒上标有相应的刻度，稳定后依靠内环筒上的刻度可进行读数，读数至 0.1mm，测定表面砂浆层厚度，相邻近位置再测定两次。

A.4 试验结果

试验结果以三次平行试验的平均值为准，平均值精确至 0.1mm。单次测量数据与平均值相差超过 1.5mm 时，应剔除该次数据重测并重新计算平均值。

附录 B 水泥混凝土抗除冰液冻融破坏试验方法

B.1 目的及适用范围

本方法规定了机场水泥混凝土面层抗除冰液冻融破坏的试验方法和步骤。采用单面冻融试验箱对试件表面进行冻融循环测试，通过试验前后试件表面剥落质量差，评价机场水泥混凝土面层抗冻融破坏侵蚀的能力。

本方法适用于机场水泥混凝土抗除冰液冻融破坏性能测试。

B.2 仪器设备

B.2.1 试件盒：应采用不锈钢材质，顶部配有密封盖（图 B.2.1）。试件盒的长度应至少为 $300\text{mm}\pm 1\text{mm}$ ，宽度至少为 $300\text{mm}\pm 1\text{mm}$ ，高度至少为 $200\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 。底部应设置高 $5\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$ 不吸水、浸水不变形且在试验过程中不应影响溶液组分的非金属三角垫条或支撑。

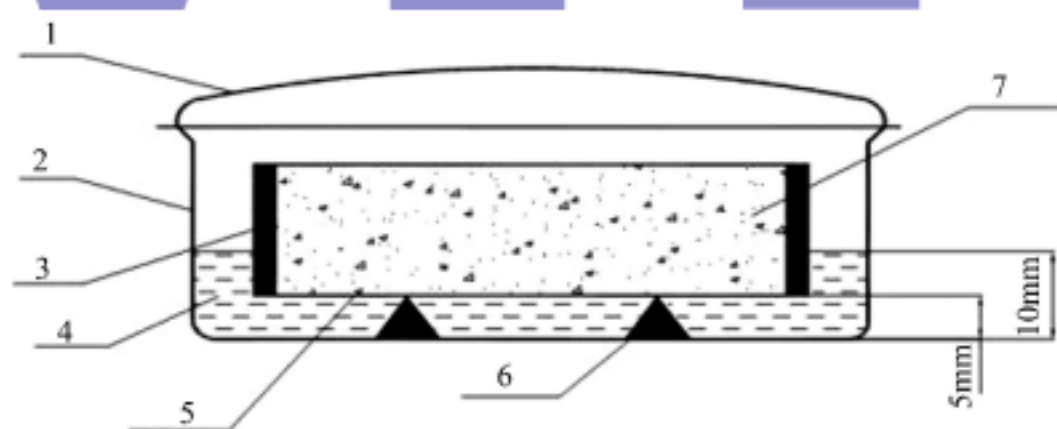


图 B.2.1 试件及试件盒示意图

1——盖子；2——盒体；3——侧向环氧涂层；4——侵蚀溶液；5——试件成型面；6——垫条；7——试件

B.2.2 液面调整装置（图 B.2.2）：由一支吸水管和液面自动定位控制装置组成。液面自动定位控制装置应能使液面与试件盒底部间的距离保持在 $10\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的范围内。

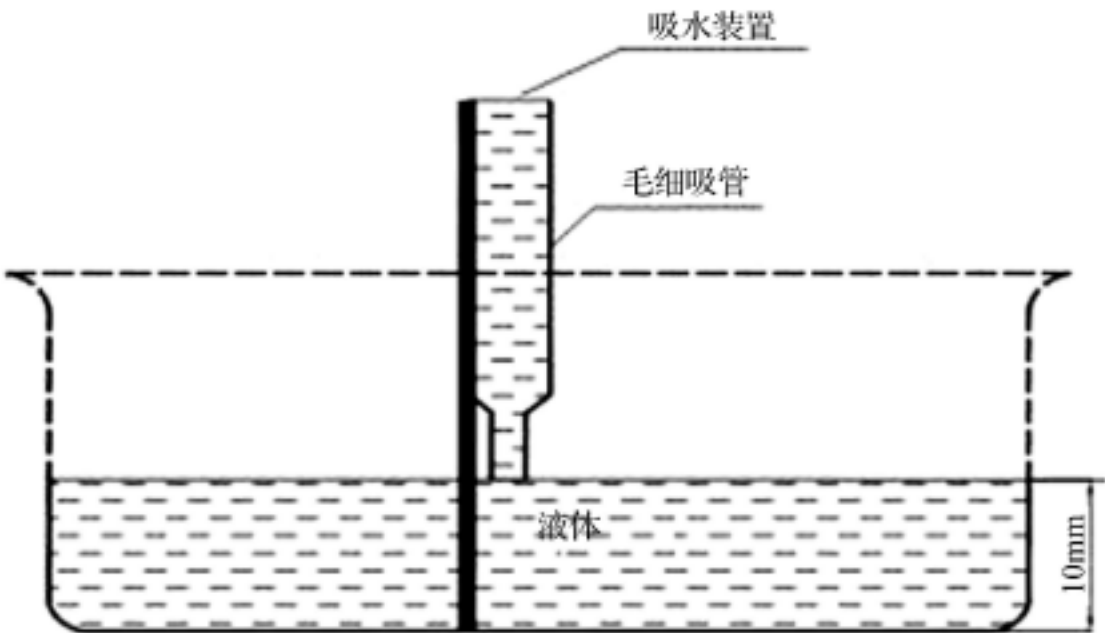


图 B. 2. 2 液面调整装置示意图

B. 2. 3 单面冻融试验箱：应符合《混凝土抗冻试验设备》（JG/T 243）的规定，具体见图 B. 2. 3-1。试件盒应固定在单面冻融试验箱内，并应自动地按设定的冻融循环制度进行冻融循环。冻融循环制度的温度应从 20℃ 开始，并应以 10℃/h±1℃/h 的速度均匀地降至 -20℃±1℃，且应维持 3h；然后应从 -20℃ 开始，并应以 10℃/h±1℃/h 的速度均匀地升至 20℃±1℃，且应维持 1h，如图 B. 2. 3-2 所示。

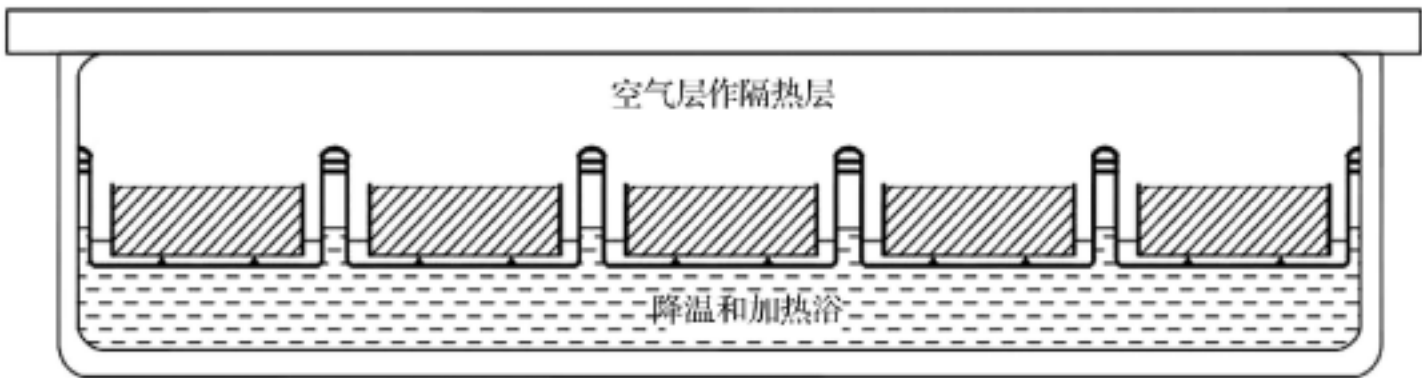


图 B. 2. 3-1 单面冻融试验箱示意图

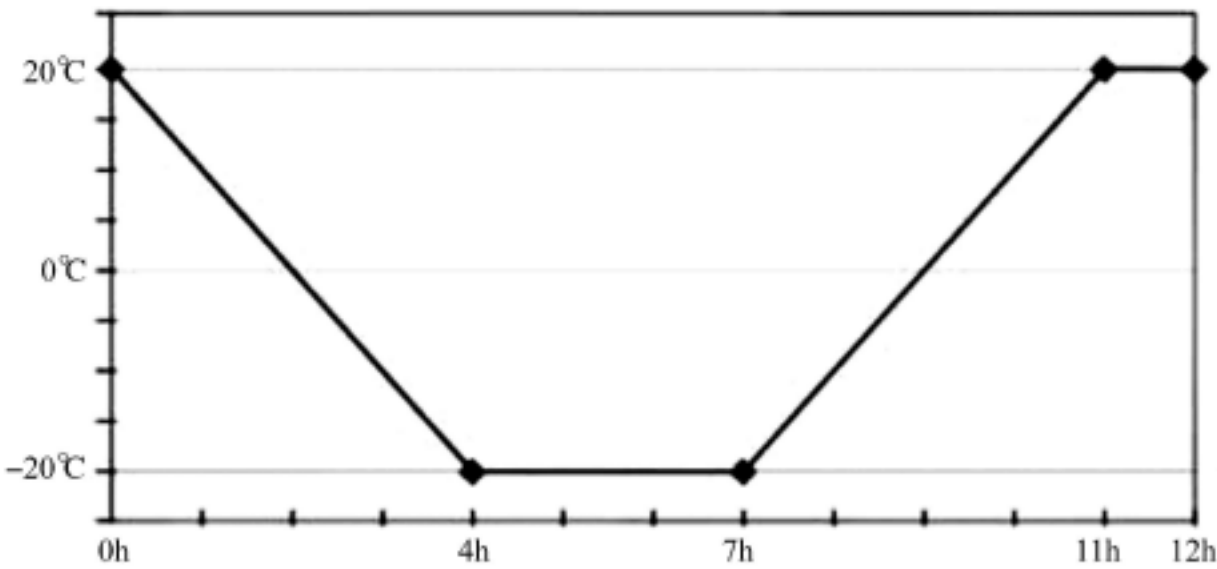


图 B. 2. 3-2 冻融循环制度

试件盒底部浸入冷冻液中的深度应为 $15\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。单面冻融试验箱内应装有可将冷冻液和试件盒上部空间隔开的装置和固定的温度传感器。单面冻融试验箱内温度控制精度应为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，当满载运转时，单面冻融试验箱内各点之间的最大温差应不超过 1°C 。单面冻融试验箱可连续工作时间应不少于 28d。

B.2.4 超声浴槽：功率应不小于 250W，双半波运行下高频峰值功率应为 450W，频率应为 35kHz。超声浴槽的尺寸应使试件盒与超声浴槽之间不存在机械接触，试件在超声浴槽的位置如图 B.2.4 所示，且试件盒和超声浴槽底部的距离应不小于 15mm。

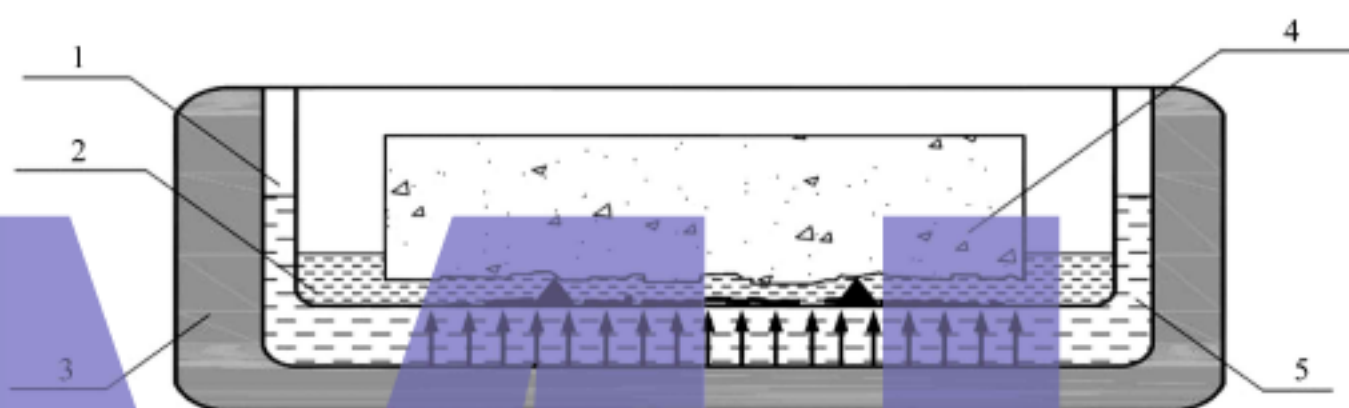


图 B.2.4 试件盒在超声浴槽中的位置示意图

1——试件盒；2——试验侵蚀溶液；3——超声浴槽；4——试件；5——水

B.2.5 混凝土振动台：符合《混凝土试验用振动台》(JG/T 245) 的要求。

B.2.6 不锈钢盘：(或称剥落物收集器)：应由厚 1mm、面积不小于 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 、边缘翘起为 $10\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 的不锈钢制成的带把手钢盘制成。

B.2.7 抹子：应为吸水不易变形的木质抹子，其尺寸应为 $300\text{mm} \times 60\text{mm} \times 25\text{mm}$ 。

B.2.8 试验侵蚀溶液，可根据目的选其一：

- 采用质量比为 97%蒸馏水和 3%乙二醇配制而成的溶液；
- 采用质量比为 97%蒸馏水和 3%醋酸钙镁配制而成的溶液。

B.2.9 烘箱：温度应能控制在 $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。

B.2.10 称量设备：最大量程分别为 20kg 和 5kg，感量分别为 0.1g 和 0.01g 的称量设备各一台。

B.2.11 游标卡尺：量程应不小于 300mm，精度应为 0.1mm。

B.2.12 成型混凝土试模：应采用直径 250mm、高度 120mm 的圆柱体钢试模。

B.2.13 密封材料：宜为环氧树脂。密封材料应在 -20°C 和侵蚀条件下仍保持原有性能。

B.3 试件要求

B.3.1 在制作试件时,应采用内径 250mm、内高 120mm 的圆柱体带底试模,成型面作为测试面。将新搅拌的混凝土装入试模中,尽量高出试模 20mm,并将其放在符合要求的混凝土振动台上,根据情况铲除或填补混凝土。当混凝土表面被水泥砂浆填满时,立刻停止振动,用木抹抹平混凝土试件表面。不应损坏试件的测试表面。

B.3.2 试件成型后,应先在空气中带模养护 $24\text{h}\pm 2\text{h}$,然后脱模,放入混凝土标准养护间进行标准养护 23d 后,再放入 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的水中养护 4d。养护后的试件侧面涂抹高度不小于 20mm 的环氧树脂。

B.3.3 以成型面进行抗侵蚀试验,每组试件的数量应不少于 3 个。

B.4 试验步骤

B.4.1 在冻融循环试验前,应采用超声浴方法将试件表面的疏松颗粒和物质清除,清除之物应作为废弃物处理。

B.4.2 将试件放入试件盒中,并使测试面向下接触压条,试件与试件盒侧壁之间的空隙应为 $25\text{mm}\pm 2\text{mm}$ 。

B.4.3 向试件盒中加入侵蚀溶液,侵蚀溶液不应溅湿试件顶面。侵蚀溶液的液面高度应由液面调整装置调整为 $10\text{mm}\pm 1\text{mm}$,并盖上盒盖,记录加入侵蚀溶液的时间。

B.4.4 将装有试件的试件盒放置在冻融试验箱的托架上,当全部试件盒放入冻融试验箱中后,应确保试件盒浸泡在冷冻液中的深度为 $15\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 。

B.4.5 在进行单面冻融试验时,先去掉试件盒的盖子。冻融循环过程宜连续不断地进行,当冻融循环过程被打断时,应将试件保存在试件盒中,并应保持侵蚀溶液的高度。每 5 个冻融循环后应在 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温室中称量试件的剥落质量。

B.4.6 试件的剥落物的测量应按下列步骤进行:

1 先将试件盒从单面冻融试验箱中取出,放置到超声浴槽中,(试件的测试面朝下)进行至少 3min 超声浴。

2 超声浴后,立即将试件从试件盒中取出,并垂直放置在一个吸水物表面上。待测试面液体流尽后,将试件放到干净的不锈钢盘中,重复 B.4.2~B.4.5 的步骤进行试验。

3 将超声波测试过程中掉落到不锈钢盘中的剥落物收集到试件盒中，并用滤纸过滤留在试件盒中的剥落物。过滤前应先称量滤纸的质量 m_1 ，然后将过滤后含有全部剥落物的滤纸置于 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干 24h，并在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $60\% \pm 5\%$ 的实验室中冷却 $60\text{min} \pm 5\text{min}$ 。冷却后应称量烘干后滤纸和剥落物的总质量 m_2 ，精确至 0.01g。

B.4.7 当冻融循环出现下列情况之一时，可停止试验：

- 达到 30 次冻融循环时；
- 混凝土试件单位表面面积剥落物累计质量大于 $0.6\text{kg}/\text{m}^2$ 时。

B.5 试验结果计算

B.5.1 试件表面剥落物的质量 m_s 应按公式 B.5.1 计算：

$$m_s = m_2 - m_1 \quad (\text{B.5.1})$$

式中： m_s ——试件表面剥落物的质量（g），精确至 0.01g；

m_1 ——滤纸的质量（g），精确至 0.01g；

m_2 ——干燥后滤纸与试件剥落物的总质量（g），精确至 0.01g。

B.5.2 n 次冻融循环之后，单个试件单位测试表面面积剥落物累计质量应按公式 B.5.2 进行计算：

$$m_n = \frac{\sum m_s}{A} \times 10^6 \quad (\text{B.5.2})$$

式中： m_n —— n 次冻融循环后，单个试件单位测试表面面积剥落物总质量（ g/m^2 ）；

m_s ——每次测试间隙得到的试件剥落物质量（g），精确至 0.01g；

A ——单个试件测试面积（ m^2 ）。

B.5.3 每组试件单位测试面积的剥落量应取 3 个试件计算值的算术平均值。

B.6 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- 原材料的品种、规格和产地；
- 仪器设备的名称、型号及编号；
- 试验环境温度和湿度；
- 滤纸的质量 m_1 ；
- 干燥后滤纸与试件剥落物的总质量 m_2 ；
- 试件表面剥落物的质量 m_s ；
- n 次冻融循环后单个试件单位测试表面面积剥落物总质量 m_n ；
- 要说明的其他内容。

【说明】本方法参照了 ASTM C672 标准的试件成型方法，模拟了水泥混凝土面层施工和使用的实际情况。经研究比对《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》（GB/T 50082）与 ASTM C672 的评价方法发现，通过“表面剥落物的质量”能客观地评价不同混凝土〔不同成型方式、含气量、水灰（胶）比〕抗乙二醇及醋酸钙镁除冰液腐蚀的性能。含气量大于 3.0% 时，混凝土的抗除冰液性能明显改善；除冰液浓度为 3% 时，其腐蚀性是最大的；对于乙二醇除冰液，30 次冻融循环时的剥落物质量大约为 $400\text{g/m}^2 \sim 500\text{g/m}^2$ 。

标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于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……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- [1] 《水泥化学分析方法》(GB/T 176)
- [2] 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)
- [3] 《建设用砂》(GB/T 14684)
- [4] 《建设用卵石、碎石》(GB/T 14685)
- [5] 《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
- [6] 《pH 值的测定 玻璃电极法》(GB/T 6920)
- [7] 《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》(GB/T 11896)
- [8] 《生活饮用水标准检验方法》(GB 5750)
- [9] 《水质 悬浮物的测定 重量法》(GB/T 11901)
- [10] 《混凝土外加剂》(GB 8076)
- [11] 《金属材料 拉伸试验 第1部分: 室温试验方法》(GB/T 228.1)
- [12] 《金属材料 弯曲试验方法》(GB/T 232)
- [13] 《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》(GB/T 21120)
- [14] 《工程测量规范》(GB 50026)
- [15] 《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG E30)
- [16] 《公路工程岩石试验规程》(JTG E41)
- [17] 《公路工程集料试验规程》(JTG E42)
- [18] 《民用机场沥青混凝土道面施工技术规范》(MH 5011)
- [19] 《公路工程土工合成材料试验规程》(JTG E50)
- [20] 《公路工程混凝土养生剂》(JT/T 522)
- [21] 《混凝土节水保湿养生膜》(JG/T 188)
- [22] 《公路工程 玄武岩纤维及其制品 第1部分: 玄武岩短切纤维》(JT/T 776.1)
- [23] 《混凝土用水标准》(JGJ 63)
- [24] 《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60)
- [25] 《民用机场飞行区土(石)方与道面基础施工技术规范》(MH 5014)
- [26] 《纤维混凝土试验方法标准》(CECS 13)
- [27] 《混凝土抗冻试验设备》(JG/T 243)
- [28] 《混凝土试验用振动台》(JG/T 245)