

MH

中华人民共和国行业标准

MH / T5004-2010

民用机场水泥混凝土道面 设计规范

Specifications for Airport Cement Concrete Pavement Design

2010-01-11 发布

2010-04-30 实施

中国民用航空局 发布

中华人民共和国行业标准

民用机场水泥混凝土道面设计规范

Specifications for Airport Cement Concrete Pavement Design

主编部门：中国民航机场建设集团公司

批准部门：中国民用航空局

施行日期：2010 年 4 月 30 日

2010 北京

关于发布《民用机场水泥 混凝土道面设计规范》的通知

民航发[2010]11 号

民航各地区管理局，各航空运输（通用）公司，各机场公司，民航专业：

为提高民用机场水泥混凝土道面的设计水平，民航局组织编制了《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T5004-2010）。该规范为推荐性民航行业标准，现批准发布，自 2010 年 4 月 30 日起施行。

中国民用航空局

二〇一〇年一月十一日

前 言

为适应民用机场建设发展需要，提高民用机场水泥混凝土道面设计质量和技术水平，民航局决定对《民用航空运输机场水泥混凝土道面设计规范》(MHJ5004-95)进行修编。修编工作由中国民航机场建设集团公司承担。

本规范的修编主要根据近年来我国民用机场水泥混凝土道面设计、施工和使用的经验，同时借鉴了国内外机场道面、公路路面设计方面的研究成果。

本规范规定了民用机场水泥混凝土道面的设计方法，主要内容有：设计参数、结构层组合设计、普通混凝土板厚计算、分块设计、接缝设计和接缝材料、特殊部位混凝土板的处理以及旧混凝土道面上加铺层设计等。

本规范由中国民航机场建设集团公司负责解释。

地址：北京市朝阳区北四环东路 111 号，邮编：100101。

本规范主编单位和主要起草人

主编单位：中国民航机场建设集团公司

主要起草人：姜昌山 秦汉昌 杨山 孙永学 李乃山

目 次

1 总则	(1)
2 术语、符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(2)
3 设计参数	(5)
4 结构层组合设计	(8)
4.1 一般规定	(8)
4.2 土基	(8)
4.3 垫层	(11)
4.4 基层	(12)
4.5 水泥混凝土板	(14)
4.6 道肩结构	(14)
5 普通混凝土板厚度计算	(15)
6 分块设计	(19)
7 接缝设计和接缝材料	(20)
7.1 接缝设计	(20)
7.2 接缝材料	(25)
8 特殊部位混凝土板的处理	(26)
8.1 钢筋混凝土板设计	(26)
8.2 板的局部补强	(27)
8.3 道面相接处及管沟上混凝土板的处理	(29)
9 旧混凝土道面上加铺层设计	(31)
附录 A 道面设计用飞机参数表	(33)
附录 B 土基反应模量测试方法	(35)
附录 C 土基临界高度参考值	(39)
附录 D 水泥混凝土组成材料的基本要求	(43)
附录 E 板边弯矩影响图	(47)
附录 F 钢筋容许应力	(49)
附录 G 旧道面处理	(50)
附录 H 本规范用词说明	(51)
附件《民用机场水泥混凝土道面设计规范》(MH/T5004—2010)条文说明	
1 总则	(53)
2 术语、符号	(54)

3 设计参数.....	(55)
4 结构层组合设计.....	(57)
5 普通混凝土板厚度计算.....	(60)
6 分块设计.....	(61)
7 接缝设计和接缝材料.....	(62)
8 特殊部位混凝土板的处理.....	(64)
9 旧混凝土道面上加铺层设计.....	(66)

1 总则

1.0.1 为提高民用机场水泥混凝土道面的设计质量和技术水平，保证道面结构安全可靠、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于民用机场跑道、滑行道及机坪的现浇水泥混凝土道面设计。

1.0.3 机场水泥混凝土道面应根据机场规模、用途和使用飞机的特性及运行量，结合当地气候、水文、地质、材料以及施工工艺和维护条件等进行设计。

1.0.4 水泥混凝土道面设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 水泥混凝土道面 cement concrete pavement

以水泥混凝土板、基层、垫层(有时不设)所组成的道面。

2.1.2 普通混凝土道面 plain concrete pavement

除接缝区和局部范围外均不配置钢筋的水泥混凝土道面。

2.1.3 钢筋混凝土道面 reinforced concrete pavement

为防止可能产生的裂缝缝隙扩展而在混凝土板内配置纵、横向钢筋的水泥混凝土道面。

2.1.4 混凝土道面加铺层 concrete 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。

2.1.5 道床 pavement-bed

指道面底面以下 0.80m 范围内的土基部分，分上道床(0~0.3m)和下道床(0.3~0.8m)两部分。

2.1.6 碾压混凝土 roller compacted concrete

采用振动碾压成型的水泥混凝土。

2.1.7 贫混凝土 lean concrete

水泥用量较低的水泥混凝土。

2.2 符号

A_s ——每延米板所需的钢筋面积(mm^2);

A_t ——每块混凝土板纵缝处拉杆钢筋面积(mm^2);

b ——拉杆纵缝到最近的纵缝或自由边的距离(m);

B_m ——土的平均稠度;

C ——旧混凝土板厚度折减系数;

D_c ——计算纵向钢筋时，为横缝间距; 计算横向钢筋时，为板宽(m);

d_t ——拉杆钢筋直径(mm);

E_c ——混凝土弯拉弹性模量(MPa);

f_{cm} ——混凝土设计强度(MPa);

G ——飞机重量(kN);
 h ——混凝土板厚(mm);
 h_c ——加铺层厚度(mm);
 h_e ——旧混凝土板厚(mm);
 h_f ——与加铺层设计强度相同的当量单层混凝土板厚(mm);
 h_{je} ——基层当量厚度(mm);
 H_1 ——土基干燥状态的水位临界高度(m);
 H_2 ——土基中湿状态的水位临界高度(m);
 H_3 ——土基潮湿状态的水位临界高度(m);
 k_0 ——土基反应模量(MN/m³);
 k_j ——基层顶面反应模量(MN/m³);
 l_a ——拉杆长度(mm);
 l_c ——混凝土板长度(m);
 l_p ——混凝土道面刚度半径(mm);
 l'_p ——影响图上的刚度半径长度(mm);
 L_t ——飞机主起落架一个轮印长度(mm);
 L'_t ——透明纸上的轮印长度(mm);
 M_e ——板边弯矩(MN·m/m);
 n_c ——主起落架个数;
 n_w ——一个主起落架的轮子数;
 n_e ——设计年限内飞机累计作用次数;
 N_b ——影响图上轮印范围内的小格块数;
 N_e ——设计年限内飞机容许作用次数;
 N_s ——设计年限内飞机年平均运行次数;
 p ——主起落架荷载分配系数;
 P_t ——飞机主起落架上的轮载(kN);
 q ——飞机主起落架轮胎压力(MPa);
 t ——设计年限;
 T ——通行宽度(m);
 W_t ——飞机主起落架一个轮印的宽度(mm);
 W'_t ——透明纸上的轮印宽度(mm);

Z_a ——拉杆钢筋与混凝土的容许粘结应力(MPa);

β ——应力折减系数;

σ_a ——钢筋容许应力(MPa);

σ_e ——板边应力(MPa);

σ_p ——板边计算应力(MPa);

μ_c ——混凝土泊松比;

ω_L ——土的液限含水量(%);

ω_m ——土的平均含水量(%);

ω_p ——土的塑限含水量(%)。

3 设计参数

3.0.1 设计年限

水泥混凝土道面的设计年限宜采用 30 年，也可按特定使用要求确定。

3.0.2 飞机轮载

飞机主起落架上的轮载，可按飞机参数计算确定。当飞机各主起落架构形与荷载相同时，可按式(3.0.2)计算：

$$P_i = \frac{Gp}{n_c n_w} \quad (3.0.2)$$

式中 P_i ——飞机主起落架上的轮载(kN)；

G ——飞机重量(kN)；

p ——主起落架荷载分配系数；

n_c ——主起落架个数；

n_w ——一个主起落架的轮子数。

常用的飞机参数见附录 A。

3.0.3 累计作用次数

设计年限内，飞机累计作用次数按式(3.0.3)确定。

$$n_e = \frac{0.75 n_w W_t}{1000 T} N_s t \quad (3.0.3)$$

式中 n_e ——设计年限内飞机累计作用次数；

W_t ——飞机主起落架一个轮印的宽度(mm)，按本规范第 5.0.2 条的规定确定；

T ——通行宽度(m)，可取 2.3m；

N_s ——设计年限内该飞机年平均运行次数，根据调查和预测确定；

t ——设计年限。

3.0.4 土基反应模量

土基反应模量 k_0 值应在现场用承载板试验确定，测试方法见附录B；在无测试条件时，可根据现场土基情况和经验确定。

3.0.5 基层顶面反应模量

基层顶面反应模量 k_1 值可根据土基反应模量 k_0 值和基层当量厚度 h_{je} 值查图 3.0.5 确定，其中基层当量厚度 h_{je} 值由基层各材料层的厚度乘以其相应的当量系数相加而得，各种基层材料的当量系数值可参照表 3.0.5 选用。

表 3.0.5

基层材料的当量系数

材料名称	当量系数	材料名称	当量系数
天然砂砾	0.6~0.9	石灰粉煤灰碎(砾)石	1.2~1.4
混石	0.6~0.8	水泥砂砾	1.2~1.4
级配碎(砾)石	0.8~1.0	水泥碎石	1.3~1.5
干压碎石(填隙碎石)	0.9~1.1	沥青碎石	1.3~1.5
石灰土	0.9~1.3	沥青混凝土	1.6~1.8
二灰土	1.0~1.3	贫混凝土	1.6~1.8
石灰碎(砾)石土	1.1~1.3	碾压混凝土	1.8~2.0

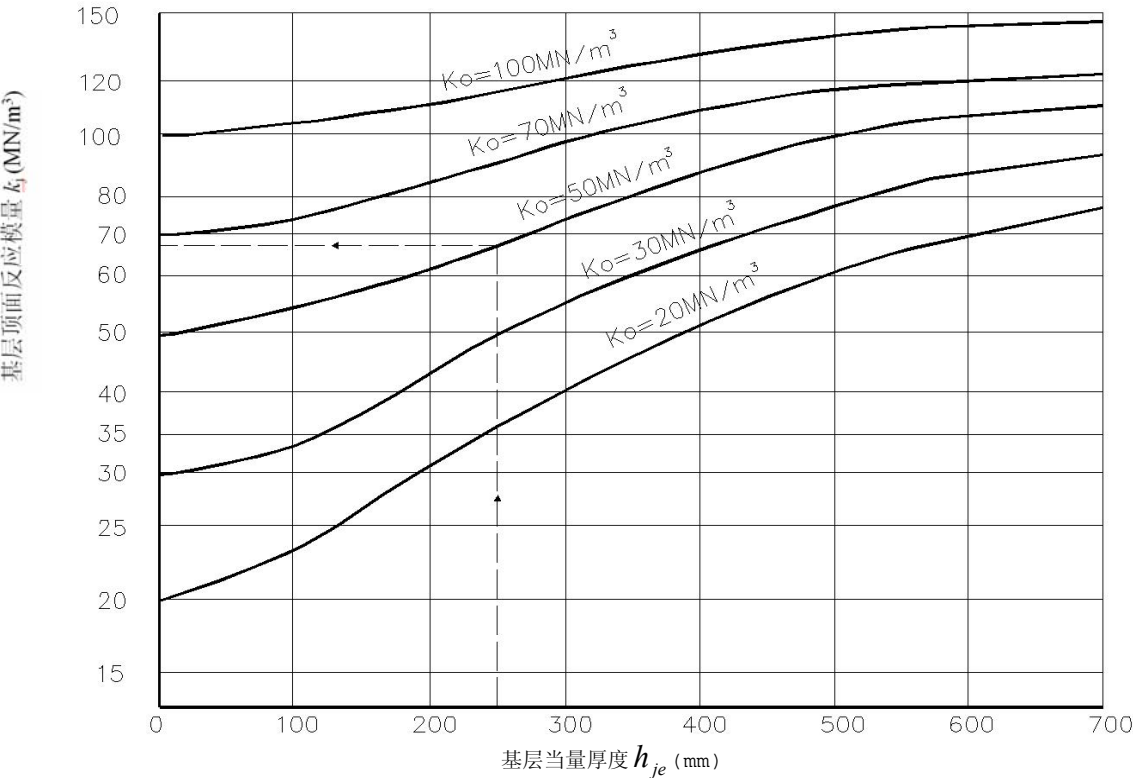


图 3.0.5 基层顶面反应模量

3.0.6 水泥混凝土设计强度

道面水泥混凝土的设计强度，应采用 28d 龄期弯拉强度。

飞行区指标 II 为 A、B 的机场，其水泥混凝土设计强度不应低于 4.5MPa；飞行区指标 II 为 C、D、E、F 的机场，其水泥混凝土设计强度不应低于 5.0MPa。

3.0.7 水泥混凝土弯拉弹性模量和泊松比

水泥混凝土弯拉弹性模量可参照表 3.0.7 选用。

表 3.0.7 **水泥混凝土弯拉弹性模量**

设计强度 f_{cm} (MPa)	4.5	5.0	5.5
弯拉弹性模量 E_c (MPa)	36 000	37 000	38 000

水泥混凝土泊松比 μ_c 可采用 0.15。

4 结构层组合设计

4.1 一般规定

4.1.1 基本要求

结构层的组合设计，应根据使用要求和当地具体情况，结合地势、排水设计和施工工艺综合考虑，充分发挥各结构层及其组合整体的作用。所用各种材料的质量应符合有关规定。

对结构层组合设计应进行技术经济方案比较，选取最优方案。

4.1.2 常用结构层最小厚度

常用结构层的最小厚度不应小于表 4.1.2 中的规定值。

表 4.1.2 常用结构层最小厚度

材料名称	最小厚度(mm)	附注
天然砂砾，级配砂砾，碎石，水结、干压碎石(填隙碎石)	100	
结合料稳定类	150	如采用工业废渣，应是性能稳定和无侵蚀性的材料。
贫混凝土、碾压混凝土	150	
沥青混合料	40	
现浇水泥混凝土	120	

4.2 土基

4.2.1 基本要求

水泥混凝土道面下的土基应密实、稳定和均匀。应根据实际情况，因地制宜，结合地势和排水设计，尽量减少或消除地表水、地下水及冰冻对土基强度和稳定性的危害。

土基宜处于干燥或中湿状态。过湿状态、潮湿状态的土基应进行处理。

4.2.2 土基干湿类型的划分

土基干湿类型，应根据实测不利季节土基顶面以下 0.8m深度内土的平均稠度 B_m 按表 4.2.2 确定，或根据自然区划、土质类型、排水条件以及土基顶面距地下水位或地表积水水位的高度按附录C确定。

土的平均稠度 B_m 按下式计算。

$$B_m = (\omega_L - \omega_m) / (\omega_L - \omega_p) \quad (4.2.2)$$

式中 ω_L ——土的液限含水量(液塑限联合测定仪测定)(%)；

ω_p ——土的塑限含水量(液塑限联合测定仪测定)(%)；

ω_m ——道床范围内土的平均含水量(%)。

土基干燥、中湿和潮湿状态的水位临界高度，可根据当地资料及经验确定。当地缺乏资料时，可参照附录 C 确定。

表 4.2.2 土基干湿类型

土基干湿类型	砂质土	粘质土	粉质土
干燥	$B_m \geq 1.20$	$B_m \geq 1.10$	$B_m \geq 1.05$
中湿	$1.20 > B_m \geq 1.00$	$1.10 > B_m \geq 0.95$	$1.05 > B_m \geq 0.90$
潮湿	$1.00 > B_m \geq 0.85$	$0.95 > B_m \geq 0.80$	$0.90 > B_m \geq 0.75$
过湿	$B_m < 0.85$	$B_m < 0.80$	$B_m < 0.75$

4.2.3 道床

道床应均匀、密实，并符合表 4.2.3-1、表 4.2.3-2 的规定。

表 4.2.3-1 道床最小强度要求

填挖类型	土基顶面 以下深度(m)	填料最小强度(CBR)(%)	
		飞行区指标 II	
		A、B	C、D、E、F
填方	0~0.3	6	8
	0.3~0.8	4	5
挖方及零填	0~0.3	6	8
	0.3~0.8	/	4

表 4.2.3-2

道床最小压实度要求

填挖类型	土基顶面 以下深度(m)	压实度(%)	
		飞行区指标 II	
		A、B	C、D、E、F
填方	0~0.3	95	96
	0.3~0.8	95	96
挖方及零填	0~0.3	94	96
	0.3~0.8	/	94

注：①表中压实度系按《公路土工试验规程》(JTG E40)重型击实试验法求得的最大干密度的百分数；

②挖方区及零填部位，如碾压后或者处理后(采用掺结合料进行改善、表层换填、强夯、冲击碾压等方法)的道床顶面回弹模量达到 30MPa 以上，则下道床压实度可不作要求。

道床填料最大粒径应不大于 200mm。高液限粘土、含有机质细粒土、高液限粉土以及塑性指数大于 16 或膨胀率大于 3% 的低液限粘土不应用作上道床填料，也不应用作飞行区指标 II 为 C、D、E、F 机场的道面下道床填料。冰冻地区的道床不宜采用粉性土作填料。

岩石挖方区的道床应超挖并铺设褥垫层。褥垫层可采用级配良好、粒径不大于 150mm 的粗颗粒材料，其厚度不小于 500mm。

填挖交界处，如原地面坡度大于 12%，应采取冲击碾压、强夯、设置过渡段等措施减少土基填挖间的差异变形。

4.2.4 土基填方

泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土以及盐渍土等，不应直接用作土基填料。

液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土，不应直接用作土基填料。

土基填方应分层填筑，均匀压实，压实度应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4

土基填方压实度标准

土基顶面以下深度(m)	压实度(%)	
	飞行区指标 II	
	A、B	C、D、E、F
0.8~4.0	94	95
4.0 以下	92	93

注：①表中压实度系按《公路土工试验规程》(JTG E40)重型击实试验法求得的最大干密度的百分数；

②在多雨潮湿地区，当土基为高液限粘土及特殊土质的土基，应根据土基处理要求，通过现场试验分析确定压实标准，根据现场实际情况表内压实度可降低1%。

4.2.5 特殊土基

对局部软弱土层及沟、坑、塘、旧河道等可采用换土、抛石挤淤等方法进行处理。

对不稳定的溶洞、溶蚀裂隙或土洞，应根据其埋深、大小及水文地质条件，采用爆破回填等方法处理。对岩溶水应采取疏导措施。

道面建于岩溶地区、湿陷性黄土、淤泥质软弱土、盐渍土、膨胀土、多年冻土地区等特殊土质地区以及土基为高填方时，对土基的处理应进行专门试验，确定既符合技术要求又经济合理的处理方案。

4.3 垫层

4.3.1 基本要求

在水温或土质状况不良的地区，应在基层下设置垫层。垫层应具有一定的强度和较好的水稳定性，在冰冻地区，尚应具有较好的抗冻性。

垫层材料宜就地取材，可采用颗粒材料(砂、砂砾、碎石、炉渣、山皮石、混渣、分解稳定的钢渣等)，也可采用石灰、粉煤灰稳定土或水泥稳定土等。垫层压实度根据所用材料，可比表4.4.2中的规定值降低1%~2%。

垫层应宽出基层不小于300mm，其厚度不应小于150mm。

4.3.2 防冻层厚度

在季节性冰冻地区，道面结构总厚度应不小于表4.3.2所规定的最小防冻层厚度。当混凝土板与基层厚度相加小于该表内数值时，应通过设置垫层予以补足。

表 4.3.2 最小防冻层厚度 (m)

土基干湿 类型	土基土质	当地最大冻深(m)			
		0.50~1.00	1.01~1.50	1.51~2.00	>2.00
中湿地段	低、中、高液限粘土	0.30~0.50	0.40~0.60	0.50~0.70	0.60~0.95
	粉土，粉质低、中液限粘土	0.40~0.65	0.50~0.80	0.60~0.95	0.70~1.20
潮湿地段	低、中、高液限粘土	0.40~0.65	0.50~0.80	0.60~1.10	0.75~1.30
	粉土，粉质低、中液限粘土	0.50~0.80	0.60~0.90	0.80~1.20	0.90~1.50

注：①冻深大或挖方及地下水位高的地段，或基、垫层为隔温性能稍差的材料，应采用高值；冻深小或填方地段，或基、垫层为隔温性能良好的材料可采用低值；

②在冰冻地区的潮湿地段，不应采用石灰土作基(垫)层；

③冻深小于 0.50m 的地区，可不设防冻层。

防冻垫层可采用砂、砂砾等颗粒材料或低剂量无机结合料稳定粒料。采用砂、砂砾等颗粒材料时，其中通过 0.075mm 筛孔的细粒含量不应大于 5%。

4.4 基层

4.4.1 基本要求

基层应具有足够的刚度和稳定性，在冰冻地区应具有良好的抗冻性。基层宜采用水泥、石灰、粉煤灰等结合料稳定的混合料或碾压混凝土、贫混凝土、沥青混合料。

飞行区指标 II 为 A、B 时，基层厚度应不小于 150mm。飞行区指标 II 为 C、D、E、F 时，基层总厚度不宜小于 300mm。厚度等于或大于 300mm 的基层，可分为两层或两层以上。基层材料应符合表 4.4.1 的有关要求。

表 4.4.1 基层材料的设计要求

层次	飞行区 指标 II	建议的基层材料	建议厚度 (mm)	技术要求
上 基 层	A、B C、D	水泥稳定粒料	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 3MPa
		石灰粉煤灰稳定粒料	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 0.8MPa
	E、F	水泥稳定粒料	150~240	7d 浸水抗压强度不小于 4MPa
		碾压混凝土	150~240	7d 抗压强度不小于 15MPa
		贫混凝土	150~240	7d 抗压强度不小于 10MPa
		沥青混凝土	40~60	
		沥青碎石	80~100	
下 基 层	C、D	水泥稳定粒料	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 2MPa
		石灰粉煤灰稳定粒料	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 0.6MPa
		石灰碎石土	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 0.6MPa
	E、F	水泥稳定粒料	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 2.5MPa
		石灰粉煤灰稳定粒料	150~200	7d 浸水抗压强度不小于 0.8MPa

基层的周边应比混凝土板的边缘宽出不小于 500mm。

4.4.2 基层压实

基层应具有足够的压实度。基层的压实度应不小于表 4.4.2 中的规定值。

表 4.4.2 基层材料混合料压实标准要求

材料类别	压实度(%)	
	飞行区指标 II	
	A、B	C、D、E、F
级配碎、砾石	96	98
未筛分碎石、天然砾石	96	98
水泥或石灰稳定细粒土	93	96
石灰、粉煤灰稳定细粒土	93	96
石灰稳定中、粗粒土(含石灰稳定砂砾土、碎石土)	96	98
水泥稳定中、粗粒土(含水泥稳定碎石、碎石土、石渣、石屑、砂砾、砂砾土)	96	98
石灰、粉煤灰稳定中、粗粒土	96	98
水泥、石灰、粉煤灰稳定中粗粒土	96	98

注：①表中压实度系按《公路土工试验规程》(JTG E40)中重型击实试验法求得的最大干密度的百分数。

②下基层压实度可低于表中规定值 1%。

4.4.3 基层顶面反应模量最低值

基层顶面反应模量，不应低于表 4.4.3 的规定值。

表 4.4.3 基层顶面反应模量最低值

飞行区指标 II	A、B	C、D、E、F
基层顶面反应模量 $\text{kJ}(\text{MN}/\text{m}^3)$	50	80

4.4.4 隔离层

上基层材料为碾压混凝土、贫混凝土时，应在基层与水泥混凝土板之间设置隔离层；当上基层材料为无机结合料稳定粒料时，宜在基层与水泥混凝土板之间设置隔离层。道肩部位的隔离层可采用 6~15mm 厚的石屑粉。道面部位的隔离层，当上基层材料为碾压混凝土、贫混凝土时，宜采用厚度不小于 20mm 的砂粒式或细粒式沥青混凝土；当上基层材料为无机结合料稳定粒料时，可选用下列材料：

——单层沥青表面处治或稀浆封层，层厚不宜小于 6mm；

- 拉伸强度不低于 5kN/m、厚度不大于 0.6mm 的土工布、土工膜；
- 厚度为 10~20mm 的沥青砂。

4.5 水泥混凝土板

4.5.1 基本要求

水泥混凝土板应具有较高的弯拉强度，抗腐蚀且表面平整、耐磨、抗滑。在寒冷地区还应具有良好的抗冻性，年最低月平均气温为 $0\sim-10^{\circ}\text{C}$ 的地区，道面混凝土抗冻标号应不低于 F200；年最低月平均气温小于 -10°C 的地区，道面混凝土抗冻标号应不低于 F300。

道面水泥混凝土的强度应符合本规范第 3.0.6 条的规定。水泥混凝土的组成材料应符合附录 D 的规定。混凝土配合比应根据设计弯拉强度以及水泥混凝土的耐久性、耐磨性、和易性等要求，通过试验确定。有抗冰(盐)冻要求地区应掺减水引气型外加剂，一般地区宜掺引气外加剂或者减水引气型外加剂。

4.5.2 新建道面水泥混凝土板的最小厚度

新建道面水泥混凝土板的厚度，飞行区指标 II 为 A、B 时不应小于 200mm，飞行区指标 II 为 C、D、E、F 时不应小于 240mm。

4.5.3 表面纹理深度要求

道面表面纹理深度采用填砂法测量。

跑道及快速出口滑行道应采用先拉毛后刻槽或拉槽毛等方法制作表面纹理，表面纹理深度不应小于 0.8mm。在年降雨量大于 800mm 的地区，飞行区指标 II 为 D、E、F 时，跑道及快速出口滑行道应先拉毛后刻槽，其拉毛后的平均纹理深度宜为 0.6~0.8mm，刻槽方法可按《民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范》(MH5006)的有关规定。

除快速出口滑行道外，其它滑行道以及机坪应采用拉毛的方法制作表面纹理，其平均纹理深度应不小于 0.4mm，道肩表面纹理深度可不作要求。

4.6 道肩结构

4.6.1 道肩结构

道肩可采用现浇水泥混凝土面层。

现浇水泥混凝土道肩的设计混凝土弯拉强度不应小于 4.5MPa。年最低月平均气温为 $0\sim-10^{\circ}\text{C}$ 的地区，道肩混凝土抗冻标号应不低于 F200；年最低月平均气温小于 -10°C 的地区，道肩混凝土抗冻标号应不低于 F300。

道肩混凝土面层厚度应不小于 120mm。

在季节性冰冻地区，道肩的结构层厚度应满足最小防冻层厚度的要求。

5 普通混凝土板厚度计算

5.0.1 临界荷位

飞机荷载在混凝土板内产生最大应力时的临界荷位，可取机轮位于板缝处且与板缝相切或垂直的位置。主起落架为单轮、双轮、双轴双轮以及三轴双轮时，其临界荷位如图 5.0.1 所示。图中 0 点为板边应力计算点，实线和虚线荷位为计算比较荷位，应取其中应力计算结果较大的荷位作为临界荷位。

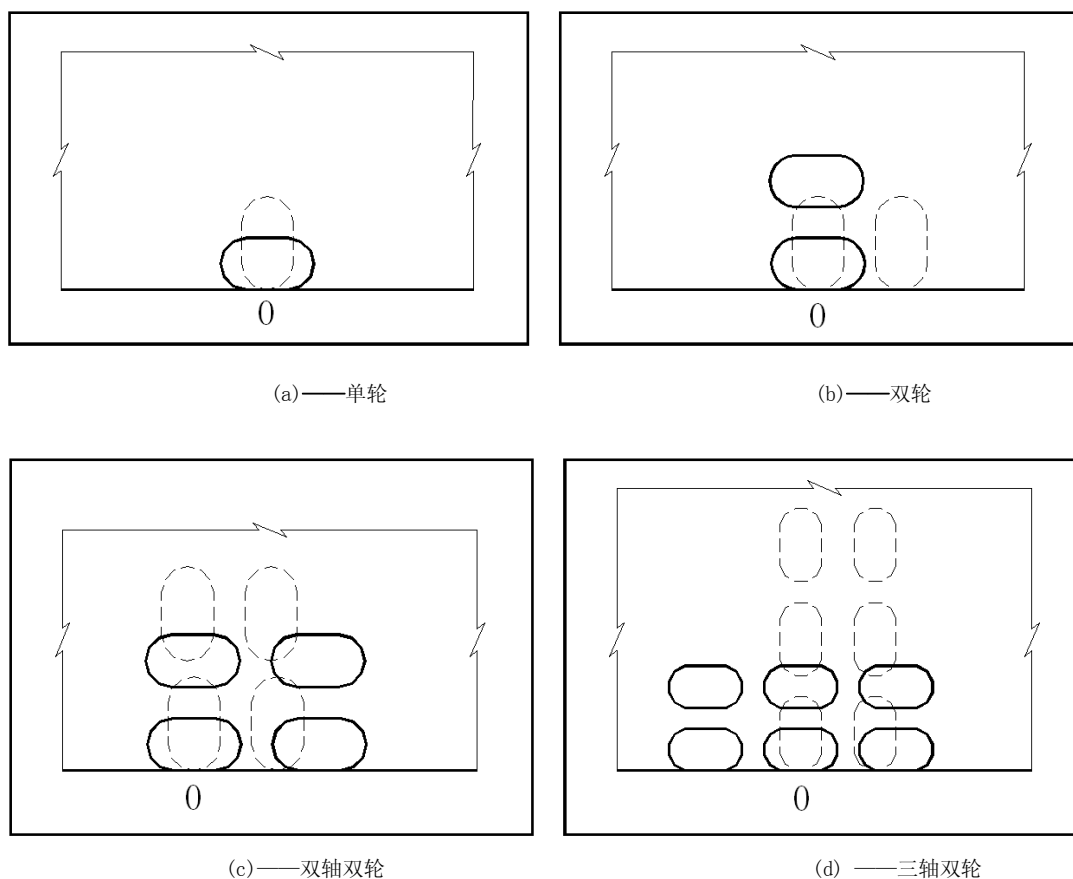


图 5.0.1 临界荷位

5.0.2 板边应力计算

按下列步骤计算板边应力。

5.0.2.1 按式(5.0.2-1)、式(5.0.2-2)确定飞机主起落架一个轮印的长度 L_t 和宽度 W_t 。

$$L_t = \sqrt{\frac{P_t \times 10^4}{5.227q}} \quad (5.0.2-1)$$

式中 L_t ——轮印长度(mm);

q ——飞机主起落架轮胎压力(MPa)。

$$W_t = 0.6 L_t \quad (5.0.2-2)$$

式中 W_t ——轮印宽度(mm)。

飞机轮印形状如图 5.0.3 所示。

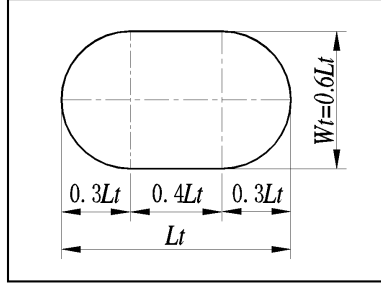


图 5.0.3 轮印形状

5.0.2.2 计算混凝土道面的刚度半径。

(1) 初估所需要的混凝土板厚度 h (mm)。

(2) 道面刚度半径按下式计算：

$$l_p = \sqrt[4]{\frac{E_c h^3 \times 10^3}{12(1 - \mu_c^2) k_j}} \quad (5.0.2-3)$$

式中 l_p ——混凝土道面刚度半径(mm);

μ_c ——混凝土泊松比。

5.0.2.3 按以下规定，将飞机的一个主起落架的轮印，覆盖在板边弯矩影响图上，并求出轮印范围内的小格数量。

(1) 描绘透明纸上的轮印尺寸为：

$$L'_t = \frac{l'_p L_t}{l_p} \quad (5.0.2-4)$$

式中 L'_t ——透明纸上的轮印长度(mm);

l'_p ——影响图上的刚度半径长度(mm)。

$$W'_t = 0.6 L'_t \quad (5.0.2-5)$$

式中 W'_t ——透明纸上的轮印宽度(mm)。

(2) 一个轮印的尺寸确定后，将一个主起落架的各轮轮距按比例折算后绘在透明纸上(单轮无此项)，然后将画好的起落架轮印图，按临界荷位覆盖在板边弯矩影响图(见附录 E)上，求出在轮印范围内的小格数之和 N_b 。

5.0.2.4 求板边弯矩，按式(5.0.2-6)计算：

$$M_e = q l_p^2 N_b \times 10^{-10} \quad (5.0.2-6)$$

式中 M_e ——板边弯矩(MN·m/m)；

N_b ——影响图上轮印范围内的小格块数。

5.0.2.5 求板边计算应力。

(1) 板边应力 σ_e 按式(5.0.2-7)计算：

$$\sigma_e = \frac{6M_e}{h^2} \times 10^6 \quad (5.0.2-7)$$

式中 σ_e ——板边应力(MPa)；

(2) 板边计算应力 σ_p 按式(5.0.2-8)计算：

$$\sigma_p = (1 - \beta)\sigma_e \quad (5.0.2-8)$$

式中 σ_p ——板边计算应力(MPa)；

β ——应力折减系数，企口缝、假缝及传力杆平缝可采用 0.25。

5.0.3 飞机的容许作用次数

飞机的容许作用次数，按式(5.0.3)计算：

$$N_e = 10^{(14.048 - 15.117\sigma_p / f_{cm})} \quad (5.0.3)$$

式中 N_e ——飞机的容许作用次数。

5.0.4 板厚计算

当有多种(m 种)飞机作用时，应分别计算出每种飞机的累计作用次数与容许作用次数，并代入(5.0.4)。如所估混凝土板厚度 h 满足该式的要求，则可将此初估厚度 h 作为设计板厚，否则，应重估混凝土板厚度进行计算，直至符合要求。

$$\sum_{i=1}^m \frac{n_{ei}}{N_{ei}} = 0.80 \sim 1.1 \quad (5.0.4)$$

式中 n_{ei} ——某种(第 i 种)飞机的累计作用次数；

N_{ei} ——某种(第 i 种)飞机的容许作用次数。

5.0.5 跑道混凝土板的减薄

跑道端部、平行滑行道以及其它主要滑行道可采用相同的混凝土板厚度。

跑道宽度不小于 45m 并且设有平行滑行道时，跑道中段(距跑道两端入口的距离不小于 800m 的范围)的混凝土板可减薄至跑道端部混凝土板厚度的 0.9 倍。

跑道宽度不小于 45m 并且设有平行滑行道时，跑道横断面两侧的混凝土板经技术经济比较可适当减薄，并满足以下要求：

——距跑道中心线 0.3 倍跑道宽度范围内不应减薄；

——在有滑行道或者规划滑行道穿越处，减薄后的混凝土板厚度不应小于相连接的滑行道混凝土板厚度；

——两侧混凝土板减薄后的厚度不应小于同一横断面处中部混凝土板厚度的 0.8 倍；

——两侧混凝土板的减薄应采用一块或两块过渡板，不应突变，并且减薄后基层顶面应有坡向跑道外侧的横坡。

6 分块设计

6.0.1 基本要求

水泥混凝土板宜采用矩形。矩形板的平面尺寸变化宜尽量少。位于边、角及弯道处的非矩形板，其短边长不宜小于 1m，板角不宜呈锐角或大于 180° 的角。

分块接缝不应错缝，在道面交接、交叉处出现错缝时，应采用胀缝或平缝隔开。

滑行道的分块宜使主要飞机的主起落架在板的中部通过。

6.0.2 板的平面尺寸

板的平面尺寸应根据当地气温、板厚、所采用的集料和施工工艺确定。矩形板板宽宜取 4~5m，板宽与板长之比以 1:1~1:1.25 为宜。板长不宜小于 3m。厚度小于 250mm 的板，板长不宜超过 5m；厚度等于或大于 250mm 的板，板长不宜超过 6m。

钢筋混凝土板的平面尺寸应符合本规范第 8.1.4 条的规定。

6.0.3 道肩分块

当采用现浇水泥混凝土作道肩面层时，其分块应视道肩宽度以及相邻道面板的分块尺寸而定，尺寸以 1.5~3m 为宜。分块宜接近或为正方形。

7 接缝设计和接缝材料

7.1 接缝设计

7.1.1 纵向施工缝

纵向施工缝可采用企口缝，其构造如图 7.1.1(a)所示。飞行区指标Ⅱ为 C、D、E 的机场，其跑道中间的三条纵向施工缝以及滑行道中间的三条纵向施工缝，飞行区指标Ⅱ为 F 的机场(跑道宽度为 60m)，其跑道中间的五条纵向施工缝以及滑行道中间的三条纵向施工缝，宜在板厚中央设置拉杆，其构造如图 7.1.1 (b)所示。纵向施工缝填缝料缝槽宽度可采用 8mm。缝槽下部应设置直径不小于 10mm 的垫条，垫条可采用泡沫塑料或性能满足使用要求的其它材料。

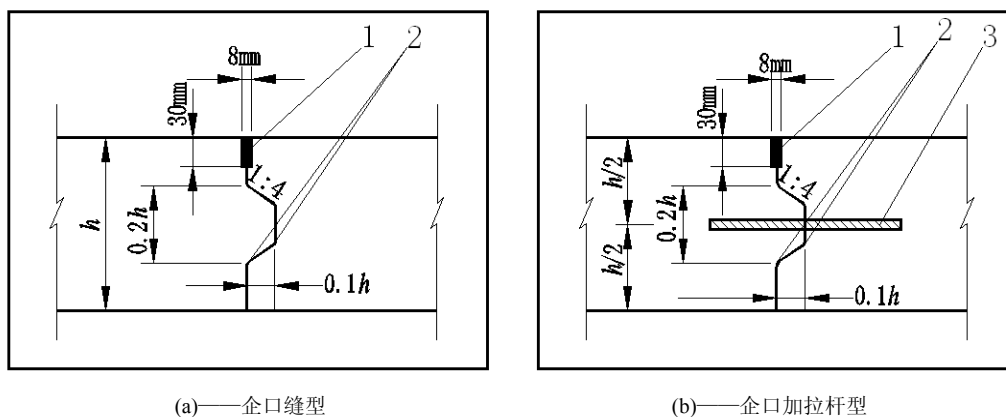


图 7.1.1 纵向施工缝构造

注：1——填缝料；2——半径 10mm 的圆弧；3——拉杆

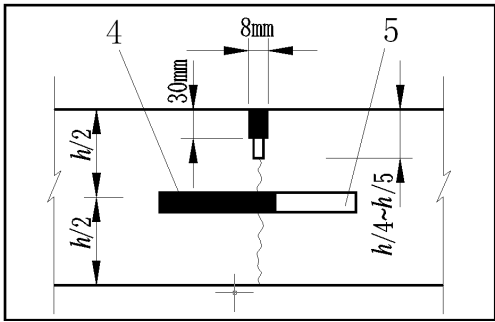
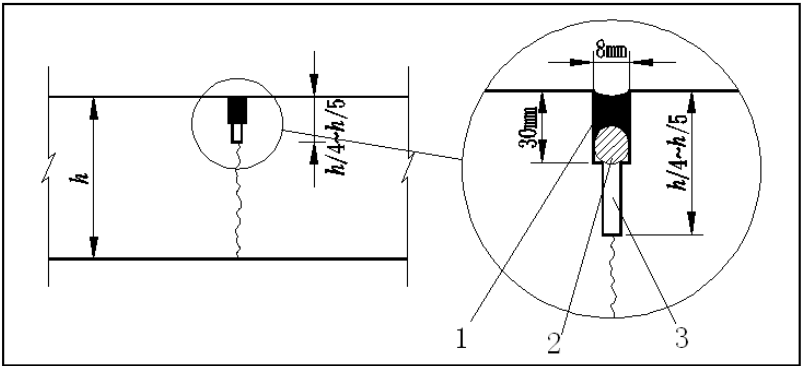
7.1.2 横向缩缝

横向缩缝可采用假缝，其构造如图 7.1.2(a)所示。在下列假缝内，宜在板厚中央加设传力杆：

- 未设胀缝跑道及平行滑行道两端各 100m 范围内的假缝；
- 邻近道面自由端的三条假缝；
- 紧邻胀缝的三条假缝；
- 钢筋混凝土板的假缝。

假缝加传力杆型横向缩缝的构造如图 7.1.2(b)所示。

假缝填缝料缝槽宽度可采用 8mm。缝槽下部应设置直径不小于 10mm 的垫条。



(b)——假缝加传力杆型

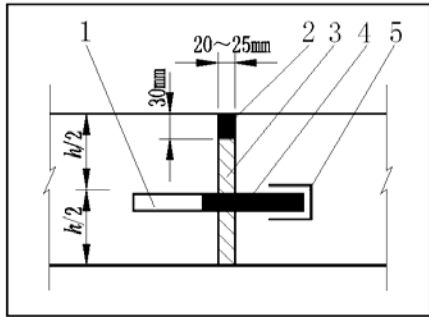
图 7.1.2 横向缩缝构造

注：1——填缝料；2——垫条；3——下部锯缝；4——传力杆涂沥青端；5——传力杆

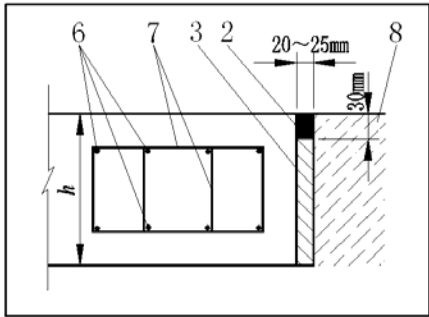
7.1.3 胀缝

道面与房屋、排水结构等固定构造物相接处，应设置胀缝。在道面交接、交叉及弯道处也可设置胀缝。

胀缝宜采用滑动传力杆型，其构造如图 7.1.3(a)所示。在不适宜设置滑动传力杆的部位，可采用边缘钢筋型，其构造如图 7.1.3(b)所示，其中钢筋布置可按本规范第 8.2.4 条的规定采用。



(a)——滑动传力杆型



(b)——边缘钢筋型

图 7.1.3 胀缝构造

注：1——传力杆；2——填缝料；3——胀缝板；4——传力杆涂沥青端；5——长 100mm 套筒(留

30mm 空隙填以泡沫塑料、纱头等); 6——主筋; 7——箍筋; 8——道面或其它构筑物

7.1.4 横向施工缝

浇筑混凝土道面中断时, 应设置横向施工缝。其位置应设在缩缝或胀缝处。如设在胀缝处, 其构造如图 7.1.3 所示。设在缩缝处的横向施工缝, 宜采用平缝加传力杆型, 其构造如图 7.1.4 所示。横向施工缝填缝料缝槽宽度可采用 8mm。缝槽下部应设置直径不小于 10mm 的垫条。

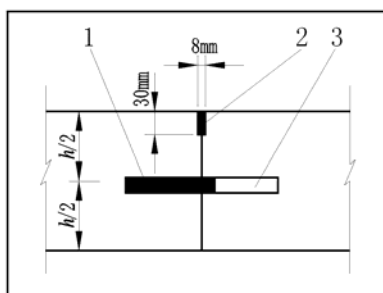


图 7.1.4 横向施工缝构造

注: 1——传力杆涂沥青端; 2——填缝料; 3——传力杆

7.1.5 交接平缩缝

在道面交接、交叉及弯道处不设置胀缝时, 应设置交接平缩缝。其构造如图 7.1.5 所示, 其中钢筋布置可按本规范第 8.2.4 条的规定采用。交接平缩缝先浇混凝土板的侧面应平滑, 并且粘贴油毡或其它防水隔离材料。交接平缩缝填缝料缝槽宽度可采用 8mm, 缝槽下部应设置直径不小于 10mm 的垫条。

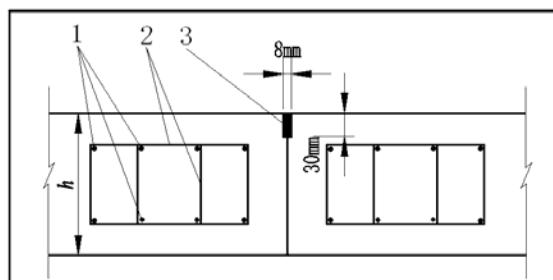
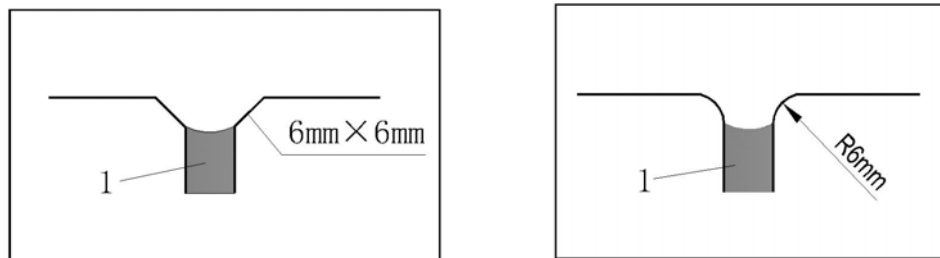


图 7.1.5 交接平缩缝构造

注: 1——主筋; 2——箍筋; 3——填缝料

7.1.6 接缝倒角

道面的胀缝、交接平缩缝宜设置倒角。有条件时, 纵向施工缝、横向缩缝、横向施工缝也可设置倒角。接缝倒角可采用 135°斜角型或者圆弧型, 如图 7.1.6 所示。



(a) ——135°斜角型

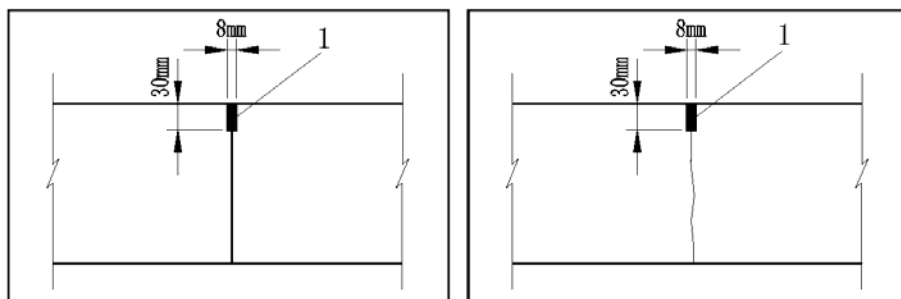
(b) ——圆弧型

图 7.1.6 接缝倒角

注：1——填缝料

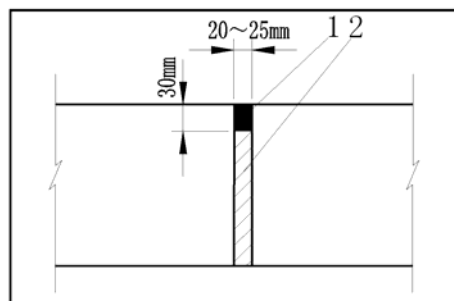
7.1.7 道肩接缝

采用现浇水泥混凝土作道肩面层时，其接缝有纵向施工缝、横向缩缝及胀缝三种。道肩面层的纵向施工缝应采用平缝，其构造如图 7.1.7(a)所示。道肩面层的横向缩缝应采用假缝，其构造如图 7.1.7(b)所示。道肩面层纵向施工缝、横向缩缝的填缝料缝槽宽度可采用 8mm，缝槽下部应设置直径不小于 10mm 的垫条。道肩面层应设置胀缝。道肩胀缝宜与相邻道面板的接缝对齐，其间距宜为 10~15m，构造如图 7.1.7(c)所示。



(a) ——纵向施工缝

(b) ——横向缩缝



(c)——胀缝

图 7.1.7 道肩接缝

注：1——填缝料；2——胀缝板

7.1.8 拉杆

拉杆应采用螺纹钢筋并设置在板厚中央。拉杆的间距以 500~900mm 为宜。最外边的拉杆

距接缝或自由边的距离可采用 250~350mm。

拉杆钢筋面积可按下式计算：

$$A_t = \frac{36.0bl_c h}{\sigma_a} \quad (7.1.8-1)$$

式中 A_t ——每块混凝土板纵缝处拉杆钢筋面积(mm²)；

b ——拉杆纵缝到最近纵缝或自由边的距离(m)；

l_c ——混凝土板长度(m)；

h ——混凝土板厚(mm)；

σ_a ——拉杆钢筋容许应力(MPa)，按附录F选用。

拉杆长度可按下式计算：

$$l_a = \frac{d_t \sigma_a}{2Z_a} + 50 \quad (7.1.8-2)$$

式中 l_a ——拉杆长度(mm)；

d_t ——拉杆钢筋直径(mm)；

Z_a ——拉杆钢筋同混凝土的容许粘结应力(MPa)，螺纹钢采用 1.8MPa。

7.1.9 传力杆

传力杆应采用光圆钢筋并设置在板厚中央。其长度的一半再加 50mm，应涂以薄层沥青或加塑料套。胀缝处的传力杆，尚应在涂沥青一端加套筒，内留空隙，填以泡沫塑料、纱头等。套筒端应在相邻板中交错布置。

传力杆尺寸及间距可参照表 7.1.9 选用。板最外边的传力杆距接缝或自由边的距离可采用 150~200mm。

表 7.1.9 传力杆尺寸及间距

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

7.2 接缝材料

7.2.1 胀缝板

胀缝板应选用能适应混凝土板的膨胀和收缩，施工时不变形、耐久性良好的材料。可采用的材料有聚乙烯泡沫塑料板、泡沫橡胶板、泡沫树脂板等。

7.2.2 填缝料

填缝料应选用与混凝土表面粘结牢固、回弹性好、能适应混凝土板的胀缩、不溶于水、不透水、高温时不溢出、低温时不脆裂的耐久性材料，可采用的材料有聚氨酯类、改性聚硫类、硅酮类等。在高原地区，填缝料宜选用硅酮类或改性聚硫类。设有倒角的接缝以及刻槽道面与槽相垂直的接缝，其填缝料表面宜低于道面表面 6~8mm，其余接缝的填缝料表面宜低于道面表面 2~5mm。道面、道肩缩缝(含纵向施工缝)的填缝料有效深度，聚氨酯类可采用 12~15mm，改性聚硫类、硅酮类可采用 6~10mm。

8 特殊部位混凝土板的处理

8.1 钢筋混凝土板设计

8.1.1 使用条件

遇到下列情况时，宜采用钢筋混凝土板：

- 板的平面尺寸超过本规范第 6.0.2 条的规定尺寸；
- 板下埋有排水管沟或其它设施，使板内可能产生应力集中而造成板的破坏；
- 预计基础可能产生不均匀沉陷或在不良地质条件的地段。

8.1.2 钢筋混凝土板厚度

钢筋混凝土板与普通混凝土板厚度计算方法相同。

8.1.3 配筋量及钢筋布置

每延米板的钢筋用量，可按式(8.1.3)计算确定。

$$A_s = \frac{18.8 D_c h}{\sigma_a} \quad (8.1.3)$$

式中 A_s ——每延米板所需的钢筋面积(mm^2)；

D_c ——计算纵向钢筋时，为横缝间距；计算横向钢筋时，为板宽(m)；

σ_a ——钢筋的容许应力(MPa)，按附录F选用。

纵、横向钢筋宜采用相同直径，如不相同，其相差不应大于 4mm。钢筋最小净距不应小于集料最大粒径的 2 倍。

在满足钢筋间距要求的条件下，宜采用直径较小的钢筋。钢筋的最小直径和最大间距，应符合表 8.1.3 的规定。

表 8.1.3 钢筋最小直径和最大间距

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

钢筋应设在板面下 $1/3 \sim 1/2$ 板厚范围内或采用双层钢筋网布置，外侧钢筋中心距接缝或自由边的距离可采用 100mm，钢筋保护层厚度不应小于 50mm。

8.1.4 接缝设置

横缝间距, 根据需要可采用 5~15m, 最大不应超过 20m, 横向缩缝内宜设置传力杆, 传力杆的直径、长度和间距, 可按本规范第 7.1.9 条的规定采用。纵、横向施工缝和胀缝的设置及构造要求与普通混凝土道面相同。

8.2 板的局部补强

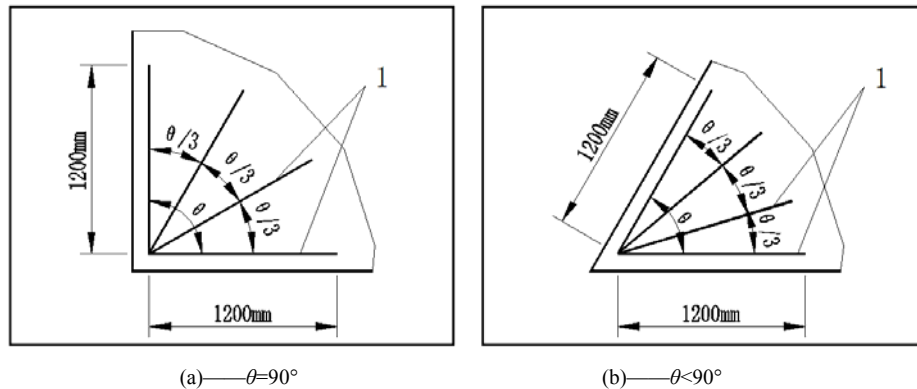
8.2.1 补强部位

应按下列规定, 对混凝土板进行局部补强:

- 道面上设有灯座及各种井等设施时, 在孔口周围的混凝土板, 应采用钢筋补强。
- 道面上设有排水明沟时, 沿沟两侧的板边, 或相邻的接缝错位时, 沿相邻板缝两侧的板边, 应采用钢筋补强。
- 道面交接, 交叉及弯道处的非规格板, 其锐角及大于 180° 板角处, 宜采用钢筋补强。
- 板边角下的基础有可能产生较大塑性变形时, 可采用钢筋补强。
- 旧道面板边、角有严重裂缝的加铺层板, 可采用钢筋补强。

8.2.2 角隅补强

板的角隅补强, 可采用单层或双层钢筋, 单层钢筋应布置在板的上部, 采用直径 12~14mm 的螺纹钢筋; 双层钢筋可采用直径 10~12mm 的螺纹钢筋; 大于 180° 板角处的补强钢筋, 宜设直径为 6mm 的双肢箍筋。钢筋布置如图 8.2.2 所示。板厚小于 300mm 时, 钢筋直径可采用下限, 板厚等于或大于 300mm 时宜采用上限。钢筋保护层厚度不应小于 50mm。



(c)—— $\theta > 180^\circ$

图 8.2.2 角隅补强钢筋布置

注：1——主筋，2——箍筋

8.2.3 孔口补强

板中孔口处的补强钢筋，主筋直径可采用 12~14mm 的螺纹钢筋，箍筋直径可采用 6~8mm，钢筋保护层厚度不应小于 50mm，钢筋布置如图 8.2.3 所示。

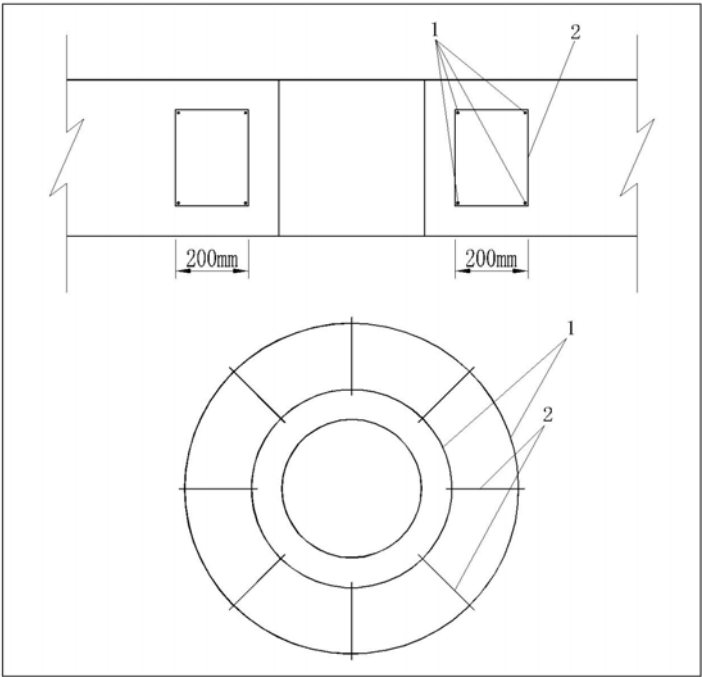


图 8.2.3 孔口补强钢筋布置

注：1——主筋，2——箍筋

8.2.4 板边补强

板边缘部分的补强，主筋可采用 8 根螺纹钢筋，直径可根据板厚参照表 8.2.4 选用。设双肢箍筋，直径可采用 6~8mm，间距为 200~300mm。钢筋布置如图 8.2.4 所示。钢筋保护层

厚度不应小于 50mm。

表 8.2.4 板边补强钢筋

板厚(mm)	<300	300~390	≥400
主筋(mm)	12	14	16
箍筋(mm)	6~8		

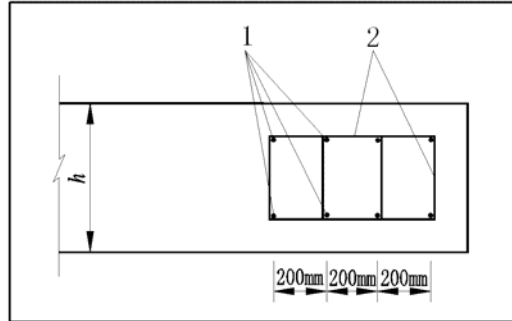


图 8.2.4 板边补强钢筋布置

注：1——主筋，2——箍筋

8.3 道面相接处及管沟上混凝土板的处理

8.3.1 不同厚度混凝土板相接

在不同厚度混凝土板相接处，可将较薄的板与较厚板分别做成等厚，再渐变至薄板的厚度，如图 8.3.1 所示。

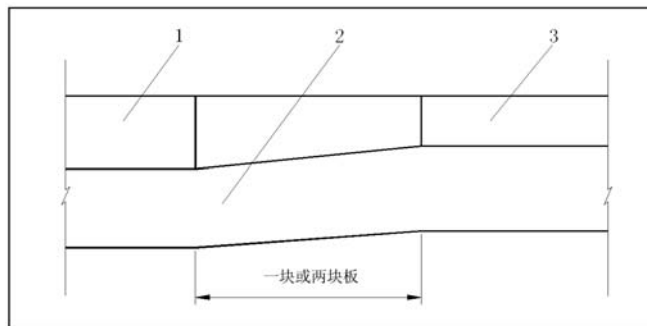


图 8.3.1 不同厚度混凝土板相接处理

注：1——较厚混凝土板，2——基(垫)层，3——较薄混凝土板

8.3.2 与柔性道面相接

可在柔性道面下埋设 3m 的现浇水泥混凝土板，板厚与道面板厚相等，如图 8.3.2 所示。水泥混凝土板与沥青面层相接处，宜采用防水材料进行隔离并嵌缝。

图 8.3.3 管沟上的混凝土板加筋

注：1——普通混凝土板；2——传力杆；3——缩缝；4——配筋混凝土板；5——横向钢筋；
6——纵向钢筋；7——基(垫)层

9 旧混凝土道面上加铺层设计

9.0.1 基本要求

旧道面上加铺层设计前，应收集现有道面设计、施工、竣工及维护等有关资料，调查或者检测道面结构、土基及基层顶面反应模量、混凝土弯拉强度、板的接缝类型、道面坡度及平整度、道面混凝土板脱空情况等。对旧混凝土板，应逐块查看并记录损坏情况，分析损坏原因。

9.0.2 旧道面状况等级和旧混凝土板厚度折减系数

旧道面状况等级和旧混凝土板厚度折减系数 C ，可根据旧道面混凝土板的损坏情况按表 9.0.2 采用。

表 9.0.2 旧道面状况等级和旧混凝土板折减系数 C

旧道面混凝土板的损坏情况	旧道面状况等级	C
道面混凝土板完整，无构造裂缝， $PCI \geq 85$	优	1.0
板面、板角或接缝处有初期裂缝，并处于不发展状态，可修复， $70 \leq PCI < 85$	良	0.75
部分板面、板角或接缝处于破坏状态，并有发展趋势，但板大部分处于良好状态， $55 \leq PCI < 70$	中	0.5
大部分板出现结构性破坏，难以继续使用， $PCI < 55$	差	0.35

注： PCI 为道面状况指数，根据道面检测结果确定。

9.0.3 加铺层结构型式及厚度计算

加铺层结构型式，采用部分结合式和隔离式两种，两种加铺型式，均应对旧道面进行处理，处理方法见附录 G。

9.0.3.1 部分结合式

当旧混凝土道面的状况等级为优，且加铺层的接缝布置均与旧道面一致时，可采用部分结合式加铺层。

部分结合式加铺层厚度，按式(9.0.3-1)计算确定，但其最小厚度，当飞行区指标 II 为 C、D、E、F 时，不宜小于 200mm。

$$h_c = 1.4 \sqrt{h_f^{1.4} - C h_e^{1.4}} \quad (9.0.3-1)$$

式中 h_c ——加铺层厚度(mm);

h_f ——与加铺层设计强度相同的当量单层混凝土板厚(mm);

h_e ——旧混凝土板厚(mm);

C ——旧混凝土板厚度折减系数,按表 9.0.2 选用。

9.0.3.2 隔离式

当旧混凝土道面的状况等级为良、中、差级,或接缝布置、道面坡度与加铺层不一致时,应采用隔离式加铺层。

隔离式加铺层的厚度,按式(9.0.3-2)计算确定,但其最小厚度,当飞行区指标 II 为 C、D 时,不宜小于 220mm;当飞行区指标 II 为 E、F 时,不宜小于 240mm。

$$h_c = \sqrt{h_f^2 - Ch_e^2} \quad (9.0.3-2)$$

9.0.4 接缝设置

加铺层的接缝构造,应符合本规范接缝设计的有关规定。部分结合式加铺层的接缝,应与旧混凝土板的接缝对齐。

附录 A 道面设计用飞机参数表

表 A

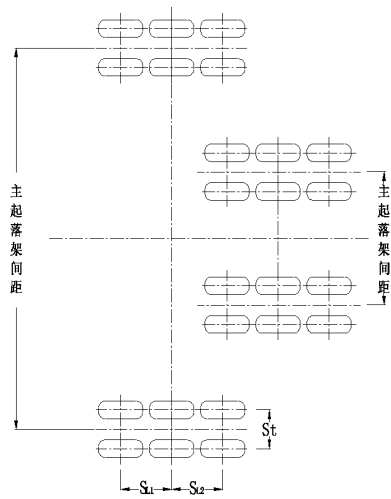
道面设计用飞机参数表

序号	机型	最大滑行重量 (kN)	最大起飞重量 (kN)	最大着陆重量 (kN)	最大无燃油重量(kN)	空机重量 (kN)	主起落架 荷载分配 系数 p	主起落架 间距 (m)	主起落 架个数 n_c	主起落架轮距 (m)			主起落架 构型	主起落架 轮胎压力 q (MPa)
										S_t	S_{L1}	S_{L2}		
1	B-737-200	567.00	564.72	485.34	430.91	289.51	0.935	5.23	2	0.78	-	-	双轮	1.26
2	B-737-300	566.99	564.72	517.09	476.27	326.02	0.950	5.23	2	0.78	-	-	双轮	1.40
3	B-737-400A	682.60	680.40	562.45	530.70	336.50	0.950	5.24	2	0.78	-	-	双轮	1.28
4	B-737-500	607.82	605.55	498.96	464.94	320.99	0.950	5.23	2	0.78	-	-	双轮	1.34
5	B-737-600	657.90	655.60	551.30	519.50	363.90	0.950	5.72	2	0.86	-	-	双轮	1.30
6	B-737-700	703.30	701.00	586.20	552.20	376.60	0.950	5.72	2	0.86	-	-	双轮	1.39
7	B-737-800	792.60	790.04	663.80	627.50	414.30	0.950	5.72	2	0.86	-	-	双轮	1.47
8	B-737-900	792.43	790.16	663.61	636.39	429.01	0.950	5.72	2	0.86	-	-	双轮	1.47
9	A318	684.00	680.00	575.00	545.00	388.18	0.950	7.60	2	0.93	-	-	双轮	0.89
10	A319	704.00	700.00	610.00	570.00	392.25	0.926	7.60	2	0.93	-	-	双轮	0.89
11	A320	774.00	770.00	645.00	605.00	405.29	0.950	7.60	2	0.78	1.01	-	双轴双轮	1.14
12	A321	834.00	830.00	735.00	695.00	476.03	0.956	7.60	2	0.93	-	-	双轮	1.36
13	MD-90	712.14	707.60	644.10	589.67	399.94	0.950	5.09	2	0.71			双轮	1.14
14	B-757-200	1161.00	1156.50	952.50	853.00	593.50	0.950	7.32	2	0.86	1.14	-	双轴双轮	1.21
15	B-757-200PF	1229.30	1224.70	1016.10	952.60	645.80	0.950	7.32	2	0.86	1.14	-	双轴双轮	1.24
16	B-767-200	1437.89	1428.82	1233.77	1133.98	801.27	0.950	9.30	2	1.14	1.42	-	双轴双轮	1.24
17	B-767-200ER	1796.23	1791.69	1360.78	1179.34	823.77	0.950	9.30	2	1.14	1.42	-	双轴双轮	1.31
18	B-767-300	1596.50	1587.50	1361.00	1261.00	860.50	0.950	9.30	2	1.14	1.42	-	双轴双轮	1.38
19	B-767-300ER	1873.34	1868.80	1451.50	1338.10	900.11	0.950	9.30	2	1.14	1.42	-	双轴双轮	1.38
20	A-300	1659.00	1650.00	1340.00	1240.00	885.00	0.950	9.60	2	0.89	1.40	-	双轴双轮	1.16
21	A-310-200	1329.00	1320.00	1185.00	1085.00	768.69	0.932	9.60	2	0.93	1.40	-	双轴双轮	1.46
22	MD-11	2871.22	2859.88	1950.48	1814.40	1320.49	0.780	10.67	2	1.37	1.63		双轴双轮	1.38
23	B-747-200B	3791.00	3778.00	2857.00	2387.80	1706.00	0.952	11.00/3.84	4	1.12	1.47	-	双轴双轮	1.38

序号	机型	最大滑行重量 (kN)	最大起飞重量 (kN)	最大着陆重量 (kN)	最大无燃油重量 (kN)	空机重量 (kN)	主起落架荷载分配系数 p	主起落架间距 (m)	主起落架个数 n_c	主起落架轮距 (m)			主起落架构型	主起落架轮胎压力 q (MPa)
24	B-747-300	3791.00	3778.00	2603.20	2426.30	1748.20	0.952	11.00/3.84	4	1.12	1.47	-	双轴双轮	1.31
25	B-747-400	3978.00	3968.93	2857.63	2562.79	1827.21	0.952	11.00/3.84	4	1.12	1.47	-	双轴双轮	1.38
26	B-747-400F	3978.00	3968.93	3020.92	2880.31	1660.54	0.952	11.00/3.84	4	1.12	1.47	-	双轴双轮	1.38
27	B-747-400COMBI	3978.00	3968.93	2857.63	2562.79	1840.82	0.952	11.00/3.84	4	1.12	1.47	-	双轴双轮	1.38
28	B-747SP	3188.00	3156.00	2041.00	1859.40	1479.70	0.952	11.00/3.84	4	1.10	1.37	-	双轴双轮	1.26
29	B-777-200	3002.80	2993.70	2376.80	2245.30	1605.30	0.954	10.98	2	1.40	1.45	1.45	三轴双轮	1.28
30	B777-200LR	3411.00	3401.90	2231.70	2068.40	1543.10	0.938	10.97	2	1.40	1.45	1.48	三轴双轮	1.50
31	B-777-300	3002.80	2993.70	2376.80	2245.30	1578.00	0.948	11.00	2	1.40	1.45	1.45	三轴双轮	1.48
32	B777-300ER	3411.00	3401.90	2512.90	2376.80	1688.30	0.936	10.97	2	1.40	1.45	1.48	三轴双轮	1.50
33	A330-200	2339.00	2330.00	1820.00	1700.00	1215.53	0.950	10.68	2	1.40	1.98	-	双轴双轮	1.42
34	A330-300	2339.00	2330.00	1870.00	1750.00	1294.64	0.958	10.68	2	1.40	1.98	-	双轴双轮	1.42
35	A340-200	2759.00	2750.00	1850.00	1730.00	1315.81	0.796	10.68	2	1.40	1.98	-	双轴双轮	1.42
36	A340-300	2759.00	2750.00	1920.00	1810.00	1369.29	0.802	10.68	2	1.40	1.98	-	双轴双轮	1.42
37	A340-500	3692.00	3680.00	2400.00	2250.00	1684.68	0.660	10.68	2	1.40	1.98	-	双轴双轮	1.42
38	A340-600	3692.00	3680.00	2590.00	2450.00	1748.67	0.660	10.68	2	1.40	1.98	-	双轴双轮	1.42
39	A380-800	5620.00	5600.00	3860.00	3610.00	2774.76	0.570	5.26	2	1.53	1.70	1.70	三轴双轮	1.47

注：①表中主起落架间距系指起落架之间横向中—中的距离，表中有两个数据时，前者为离飞机鼻轮较近的两个主起落架之间的横向中—中的距离。主起落架轮距 S_t 为主起落架轮子之间横向中—中距离， S_{L1} 、 S_{L2} 为纵向中—中距离(其中 S_{L1} 离飞机鼻轮较近)。如下图所示。

②同一机型有多个最大重量时，表中选录的是各最大重量的最大值，机场道面厚度计算时，应区分使用的是同一机 型何种配置，并综合考虑机场特定条件，选用或计算飞机重量。



附录 B 土基反应模量测试方法

B.1 目的与适用范围

通过现场承载板土基加载，测出特定荷载下土基变形值或者特定变形值下相应的荷载，计算求得土基反应模量。

B.2 仪器与材料技术要求

本方法需要下列仪器与材料：

—— 加载设施：可用后轴重不小于 100kN 载重汽车，在汽车大梁的后轴之后附设加劲横梁一根作反力架加载，也可采用堆载平台反力装置加载。

—— 现场测试装置：由千斤顶、测力计(测力环或压力表)及球座组成。

—— 承载板一组：圆形钢板 4~5 块，每块厚度不小于 25mm，直接与土基表面接触承载板直径为 760 mm，其它承载板直径范围为 450~610 mm。

—— 百分表或其它变形量测仪器。

—— 弯沉仪。

—— 秒表。

—— 水平尺。

其它：细砂、毛刷、垂球、镐、铁锹、铲等。

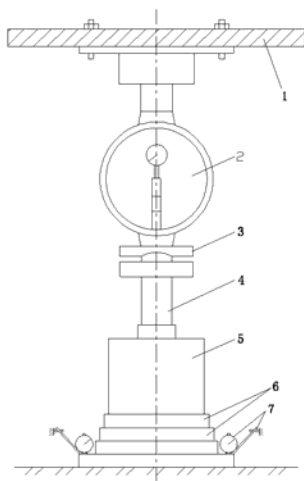


图 B.2 土基反应模量测试装置图

注：1——加劲横梁；2——测力计；3——钢板及球座；4——钢圆筒；5——千斤顶；6——承载板；7——百分表及支架

B.3 方法与步骤

B.3.1 准备工作

- (1) 选择有代表性的测点，三点为一组，每个地质单元不宜少于一组，测点位于道面土基范围，标高尽量接近设计土基顶面标高。
- (2) 开挖试坑时应避免对坑底地基土的扰动，保持其原状结构和天然湿度，整平土基后表面用干燥洁净的细砂找平并用水平尺检查，找平层厚度不大于 5mm。
- (3) 安置承载板并用水平尺校正，各承载板必须处于水平状态，中心对齐。
- (4) 试验车开至测点位置，使加劲小梁中部悬挂垂球恰好对准承载板中心，然后收起垂球，并将车轮前后轮胎堵塞平稳。
- (5) 在承载板上安放千斤顶，上面衬垫钢圆筒、钢板，如用测力环时，应将测力环置于千斤顶与横梁中间，千斤顶及衬垫物必须保持垂直，以免加压时千斤顶倾倒发生事故并影响测试数据的准确性。
- (6) 将三只百分表放置于最下层承载板距板边缘约 5mm 位置上，互成 120°交角，然后再将两台弯沉仪的测头分别置于承载板直径两端百分表附近进行监测，百分表架支点距承载板中心应不小于 2m。调正百分表，使其指针处于行程中间的位置。

B.3.2 测试步骤

- (1) 仔细检验试验装置牢固性后用 15.4kN 荷载预压 1~2 次，使承载板与土基紧密接触，同时检查百分表的工作情况是否正常，然后卸载稳压 1min 后，将指针对零或记录初始读数。
- (2) 分级连续加载，荷载分级应不少于 5 级，中间不卸载，各级荷载应稳定 1~3 分钟，并待沉降速率小于 0.25mm/min 时读取百分表读数，然后进行下一级加载，加载速度应均匀，加载分级为：
0.000MPa (0.00kN) → 0.034MPa (15.46kN) → 0.069MPa (30.93kN) → 0.103 MPa (46.39kN) → 0.137 MPa (61.85kN) → 0.172 MPa (77.31kN) → 0.206 MPa (92.76kN)
- (3) 在试验点下取样，测定材料含水量。取样数量如下：
最大粒径不大于 5mm，试样数量约 120g；
最大粒径不大于 25mm，试样数量约 250g；
最大粒径不大于 40mm，试样数量约 500g。
- (4) 在紧靠测点旁适当位置，用灌砂法或环刀法等测定土基的密度。
- (5) 测试所得各项数值可记录于表 B.5.1 的记录表上。

B.4 计算

B.4.1 计算公式

对地基反应模量试验据进行整理分析，绘制 $p-s$ 曲线(荷载-沉降曲线)，并计算土基反应模量，对于一般土基：

$$k_u = \frac{P_B}{0.00127} \tag{B.4.1-1}$$

对于承载板下沉量难达到 1.27mm 的坚硬土基：

$$k_u = \frac{70.00}{l_B} \tag{B.4.1-2}$$

式中 k_u ——现场测得的土基反应模量(MN/m³)；
 P_B ——承载板下沉量为 1.27mm时所对应的单位面积压力(MPa)；
 l_B ——承载板在单位面积压力为 0.07MPa时所对应的下沉值(mm)。

B.4.2 不利季节修正计算

按式(B.4.2)将现场测得的土基反应模量 k_u 换算成不利季节的土基反应模量 k_0 。

$$k_0 = \frac{d}{d_u} k_u \tag{B.4.2}$$

式中 d ——现场原样试件在 0.07MPa 压力下的压缩量(mm)，在实验室用固结仪测得；
 d_u ——现场试件浸水饱和后在 0.07MPa压力下的压缩量(mm)，在实验室用固结仪测得。

B.5 计算

B.5.1 试验记录表

本试验采用的记录表见表 B.5.1。

表 B.5.1 土基反应模量测试记录表

测点编号：			加载设备：							
气温：										
承载板直径(mm)：			测试日期： 年 月 日							
序 号	荷载		百分表读数 (mm)							承载板 下沉值 (mm)
	测力计读数 (kN)	单位压力 (MPa)	1 号		2 号		3 号		平均	
			读数	格数	读数	格数	读数	格数	格数	
土基反应模量 k_0 值 (MN/m ³)										
加载人：			读数人：				记录人：			
注：弯沉仪监测的读数同样用此表填写。										

B.5.2 试验报告

试验报告应记录下列结果:

- 试验时所采用的加载方式;
- 近期天气情况;
- 试验时土基的含水量(%);
- 土基密度和压实度;
- 土基反应模量值(MN/m^3)。

附录 C 土基临界高度参考值

表 C-1

砂性土土基临界高度参考值

土组	砂性土					
道床面距各水位	地 下 水			地 表 长 期 积 水		
临界高度 自然区划	H_1 (m)	H_2 (m)	H_3 (m)	H_1 (m)	H_2 (m)	H_3 (m)
II ₃	1.9~2.2	1.3~1.6				
II ₅	1.1~1.5	0.7~1.1				
III ₂	1.3~1.6	1.1~1.3	0.9~1.1	1.1~1.3	0.9~1.1	0.6~0.9
III ₃	1.3~1.6	1.1~1.3	0.9~1.1	1.1~1.3	0.9~1.1	0.6~0.9
III _{2a}	1.4~1.7	1.0~1.3				
IV ₄	1.0~1.1	0.7~0.8				
IV ₆	1.0~1.1	0.7~0.8				
IV ₇				0.9~1.0	0.7~0.8	0.6~0.7
V ₁	1.3~1.6	1.1~1.3	0.9~1.1	1.1~1.3	0.9~1.1	0.6~0.9
VI ₁	(2.1)	(1.7)	(1.3)	(1.8)	(1.4)	(1.0)
VI _{1a}	(2.0)	(1.6)	(1.2)	(1.7)	(1.3)	(1.0)
VI ₂	1.4~1.7	1.1~1.4	0.9~1.1	1.1~1.4	0.9~1.1	0.6~0.9
VI ₃	(2.1)	(1.7)	(1.3)	(1.9)	(1.5)	(1.1)
VI ₄	(2.2)	(1.8)	(1.4)	(1.9)	(1.5)	(1.2)
VI _{4a}	(1.9)	(1.5)	(1.1)	(1.6)	(1.2)	(0.9)
VI _{4b}	(2.0)	(1.6)	(1.2)	(1.7)	(1.3)	(1.0)
VII ₁	(2.2)	(1.9)	(1.6)	(2.1)	(1.6)	(1.3)
VII ₃	1.5~1.8	1.2~1.5	0.9~1.2	1.2~1.5	0.9~1.2	0.6~0.9
VII ₄	(2.1)	(1.6)	1.3	(1.8)	(1.4)	1.0
VII ₅	(3.0)	(2.4)	1.9	(2.0)	(2.0)	1.6

表 C-2

粘性土土基临界高度参考值

土组		粘性土					
道床面距各水位		地 下 水			地 表 长 期 积 水		
临界高度 自然区划		H_1 (m)	H_2 (m)	H_3 (m)	H_1 (m)	H_2 (m)	H_3 (m)
II ₁		2.9	2.2				
II ₂		2.7	2				
II ₃		2.5	1.8				
II ₄		2.4~2.6	1.9~2.1	1.2~1.4			
II ₅		2.1~2.5	1.6~2.0				
III ₂		2.2~2.75	1.7~2.2	1.3~1.7	1.75~2.2	1.3~1.7	0.9~1.3
III ₃		2.1~2.5	1.6~2.1	1.2~1.6	1.6~2.1	1.2~1.6	0.9~1.2
IV ₁ 、IV _{1a}		1.7~1.9	1.2~1.3	0.8~0.9			
IV ₂		1.6~1.7	1.1~1.2	0.8~0.9			
IV ₃		1.5~1.7	1.1~1.2	0.8~0.9	0.8~0.9	0.5~0.6	0.3~0.4
IV ₄		1.7~1.8	1.0~1.2	0.8~1.0			
IV ₅		1.7~1.9	1.3~1.4	0.9~1.0	1.0~1.1	0.6~0.7	0.3~0.4
IV ₆		1.8~2.0	1.3~1.5	1.0~1.2	0.9~1.0	0.5~0.6	0.3~0.4
IV _{6a}		1.6~1.7	1.1~1.2	0.7~0.8			
IV ₇		1.7~1.8	1.4~1.5	1.1~1.2	1.0~1.1	0.7~0.8	0.4~0.5
V ₁		2.0~2.4	1.6~2.0	1.2~1.6	1.6~2.0	1.2~1.6	0.8~1.2
V ₂ 、V _{2a} (紫色土)		2.0~2.2	0.9~1.1	0.4~0.6			
V ₃		1.7~1.9	0.8~1.0	0.4~0.6			
V ₂ 、V _{2a} (黄壤土，现代冲积土)		1.7~1.9	0.7~0.9	0.3~0.5			
V ₄ 、V ₅ 、V _{5a}		1.7~1.9	0.9~1.1	0.4~0.6			
VI ₁		(2.3)	(1.9)	(1.6)	(2.1)	(1.7)	(1.3)
VI _{1a}		(2.2)	(1.9)	(1.5)	(2.0)	(1.6)	(1.2)
VI ₂		2.2~2.75	1.65~2.2	1.2~1.65	1.65~2.2	1.2~1.65	0.75~1.2
VI ₃		(2.4)	(2.0)	(1.6)	(2.1)	(1.7)	(1.4)
VI ₄		2.4	2	1.6	(2.2)	(1.7)	(1.3)
VI _{4a}		(2.2)	(1.7)	(1.4)	(1.9)	(1.4)	(1.1)
VI _{4b}		(2.3)	(1.8)	(1.4)	(2.0)	(1.6)	(1.2)
VII ₁		2.2	(1.9)	(1.5)	(2.1)	(1.6)	(1.2)
VII ₂		(2.3)	(1.9)	(1.6)	1.8	1.4	1.1
VII ₃		2.3~2.85	1.75~2.3	1.3~1.75	1.75~2.3	1.3~1.75	0.75~1.3
VII ₄		(2.1)	(1.6)	(1.3)	(1.8)	(1.4)	(1.1)
VII ₅		(3.3)	<u>(2.6)</u>	(2.1)	(2.4)	(2.0)	(1.6)
VII _{6a}		(2.8)	<u>2.4</u>	<u>1.9</u>	<u>2.5</u>	2.0	1.6

表 C-3

粉性土土基临界高度参考值

土组	粉性土					
道床面距各水位	地 下 水			地 表 长 期 积 水		
<div> <div>临界高度</div> <div>自然区划</div> </div>	H_1 (m)	H_2 (m)	H_3 (m)	H_1 (m)	H_2 (m)	H_3 (m)
II ₁	3.8	3	2.2			
II ₂	3.4	2.6	1.9			
II ₃	3	2.2	1.6			
II ₄	2.6~2.8	2.1~2.3	1.4~1.6			
II ₅	2.4~2.9	1.8~2.3				
III ₁	2.4~3.0	1.7~2.4				
III ₂	2.4~2.85	1.9~2.4	1.4~1.9	1.9~2.4	1.0~1.9	1.0~1.4
III ₃	2.3~2.75	1.8~2.3	1.4~1.8	1.8~2.3	1.4~1.8	1.0~1.4
III ₄	2.4~3.0	1.7~2.4				
III _{1a}	2.4~3.0	1.7~2.4				
III _{2a}	2.4~3.0	1.7~2.4				
IV ₁ 、IV _{1a}	1.9~2.1	1.3~1.4	0.9~1.0			
IV ₂	1.7~1.9	1.2~1.3	0.8~0.9			
IV ₃	1.7~1.9	1.2~1.3	0.8~0.9	0.9~1.0	0.6~0.7	0.3~0.4
IV ₅	1.79~2.1	1.3~1.5	0.9~1.1			
IV ₆	2.0~2.2	1.5~1.6	1.0~1.1			
IV _{6a}	1.8~2.0	1.3~1.4	0.9~1.1			
V ₁	2.2~2.65	1.7~2.2	1.3~1.7	1.7~2.2	1.3~1.7	0.9~1.3
V ₂ 、V _{2a} (紫色土)	2.3~2.5	1.4~1.6	0.5~0.7			
V ₃	1.9~2.1	1.3~1.5	0.5~0.7			
V ₂ 、V _{2a} (黄壤土, 现代冲积土)	2.3~2.5	1.4~1.6	0.5~0.7			
V ₄ 、V ₅ 、V _{5a}	2.2~2.5	1.4~1.6	0.5~0.7			
VI ₁	(2.5)	(2.0)	(1.6)	(2.3)	(1.8)	(1.3)
VI _{1a}	(2.5)	(2.0)	(1.5)	(2.2)	(1.7)	(1.2)
VI ₂	2.3~2.15	1.85~2.3	1.4~1.85	1.85~2.3	1.4~1.85	0.9~1.4
VI ₃	(2.6)	(2.1)	(1.6)	(2.4)	(1.8)	(1.4)
VI ₄	(2.6)	(2.2)	<u>1.7</u>	<u>2.4</u>	1.9	1.4
VI _{4a}	(2.4)	(1.9)	<u>1.4</u>	<u>2.1</u>	1.6	<u>1.1</u>
VI _{4b}	(2.5)	<u>1.9</u>	1.4	(2.2)	(1.7)	(1.2)
VII ₁	(2.5)	(2.0)	(1.5)	(2.4)	<u>1.8</u>	1.3
VII ₂	(2.5)	(2.1)	(1.6)	(2.2)	(1.6)	(1.1)
VII ₃	2.4~3.1	2.0~2.4	1.6~2.0	(2.0~2.4)	(1.6~2.0)	(1.0~1.6)
VII ₄	(2.3)	(1.8)	(1.3)	(2.1)	(1.6)	(1.1)
VII ₅	(3.8)	(2.2)	(1.6)	(2.9)	(2.2)	(1.5)
VII _{6a}	(2.9)	(2.5)	<u>1.8</u>	(2.7)	2.1	<u>1.5</u>

注：①表中 H_1 、 H_2 、 H_3 分别为土基干燥、中湿、潮湿状态时的临界高度；道床面至地下水位高度小于 H_3 时为过湿土基，须处治后方能铺筑道面。

②Ⅵ，Ⅶ区临界高度有横线者，表示实测资料较少；临界高度带括号者表示没有实测资料，根据规律推算。

③缺少资料的二级区可论证后参考相邻二级区数值。

④公路自然区划按现行的《公路自然区划标准》(JTJ 003)执行。

附录 D 水泥混凝土组成材料的基本要求

D.0.1 水泥混凝土的组成材料

道面水泥混凝土由水泥、细集料、粗集料、水、外加剂和掺合料组成。

D.0.2 水泥

道面混凝土应选用收缩性小、耐磨性强、抗冻性好、含碱量低的水泥，可采用强度等级为 42.5、52.5 的道路水泥、硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。水泥的物理性质及化学成分应符合《民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范》(MH5006)以及国家现行有关标准的规定。

D.0.3 细集料

细集料(天然砂或机制砂)宜采用细度模数为 2.65~3.20 的中粗砂，且应质地坚硬、耐久、洁净，符合表 D.0.3-1 规定的分区及级配要求。

表 D.0.3-1 砂的分区及级配要求

方筛孔尺寸 (mm)	级配区		
	1 区	2 区	3 区
	累计筛余(按质量计)(%)		
9.5	0	0	0
4.75	10~0	10~0	10~0
2.36	35~5	25~0	15~0
1.18	65~35	50~10	25~0
0.60	85~71	70~41	40~16
0.30	95~80	92~70	85~55
0.15	100~90	100~90	100~90

注：①1 区砂基本属于粗砂；2 区砂基本属于中砂和一部分偏粗的细砂，颗粒适中，级配良好；3 区砂属于细砂和一部分偏细的中砂，不宜在道面中使用。

②砂的实际颗粒级配与表中所列数字相比，除 4.75mm 和 0.60mm 筛档外，允许略有超出，但超出总量不应大于 5%；

③1 区机制砂中 0.15mm 筛孔的累计筛余可以放宽到 100~85，2 区机制砂中 0.15mm 筛孔的累计筛余可以放宽到 100~80，3 区机制砂中 0.15mm 筛孔的累计筛余可以放宽到 100~75。

天然砂的含泥量(按质量计)应小于 2%；泥块含量(按质量计)应小于 1%。机制砂的石粉含量和泥块含量应符合表 D.0.3-2 的规定要求。

表 D. 0. 3-2

机制砂的石粉含量

项目		标准
亚甲蓝试验 MB 值 < 1.40 或合格	石粉含量(按质量计), %	< 5.0
	泥块含量(按质量计), %	< 1.0
亚甲蓝试验 MB 值 ≥ 1.40 或不合格	石粉含量(按质量计), %	< 3.0
	泥块含量(按质量计), %	< 1.0

砂中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、石灰块、煤块、炉渣等杂物。砂中如含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐、氯盐等，其含量应符合表 D.0.3-3 的规定。当砂中可能含有引起混凝土碱集料反应的碱活性矿物时，应进行碱活性检验。经碱集料反应试验后，由砂配制的试件无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%。

表 D. 0. 3-3

有害物质含量

项目	指标
云母(按质量计), %	< 2.0
轻物质(按质量计), %	< 1.0
有机物(比色法)	合格
硫化物及硫酸盐(按 SO ₃ 质量计), %	< 0.5
氯化物(以氯离子质量计), %	< 0.02

砂的坚固性应符合以下要求：

——天然砂采用硫酸钠溶液法检验，砂样经 5 次循环后其质量损失小于 8%。

——机制砂单级最大压碎指标小于 25%。机制砂母岩抗压强度要求：火成岩不应小于 100MPa，变质岩不应小于 80MPa，沉积岩不应小于 60MPa。

道面水泥混凝土采用机制砂时，应检验砂浆磨光值，其值宜大于 35，并且宜在混凝土中掺引气高效减水剂。

D. 0. 4 粗集料

粗集料应采用碎石或机轧卵、砾石，并且质地坚硬、耐久、耐磨、洁净、符合规定级配，最大粒径不应超过 31.5mm。碎石和机轧卵、砾石宜采用 4.75~16mm 及 16~31.5mm 的两级石子配成，并符合表 D.0.4-1 中 4.75~31.5mm 的合成级配要求。

表 D. 0. 4-1

粗集料颗粒级配

公称 粒径 (mm)	累计筛余(按质量计)(%)							
	方筛孔尺寸(mm)							
	2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
4.75~31.5	95~100	90~100	75~90	60~75	40~60	20~35	0~5	0

碎石、卵砾石的强度，可用岩石立方体强度和压碎值两种方法表示。碎石、卵砾石的压碎值强度和抗压强度应符合表 D.0.4-2 的规定。

表 D. 0. 4-2

压碎值和抗压强度指标

岩石品种	抗压强度 MPa	压碎指标值(%)	
		碎石	卵砾石
火成岩	≥100	≤12	≤9
变质岩、沉积岩	≥80	≤14	≤12

注：沉积岩包括石灰岩、砂岩。变质岩包括片麻岩、石英岩等，火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩、橄榄岩、玄武岩和辉绿岩等；岩石立方体抗压强度试验：将岩石制成 50mm×50mm×50mm 的立方体(或直径与高度均为 50mm 的圆柱体)试件，在饱和水状态下试验。

碎石、卵石、砾石的含泥量(按质量计)应小于 1%；泥块含量(按质量计)应小于 0.5%；坚固性采用硫酸钠溶液法检验，经 5 次循环后，其质量损失严寒地区应不大于 3%，其它地区应不大于 5%；针片状颗粒含量(按质量计)4.75～16mm 应小于 15%，16～31.5mm 应小于 10%；有害物质含量中有机物应合格，硫化物及硫酸盐(按 SO₃ 质量计)应小于 1%。机轧砾石中软弱颗粒含量按质量计应不大于 5%；氯化物含量(以氯离子质量计)应小于 0.02%。含有酸、碱结晶体的粗集料应进行浸泡冲洗。

碎石和卵、砾石中不应混有草根、树叶、木块、塑料、煤块、石灰块、炉渣等杂物。

机轧卵、砾石应用粒径 100mm 以上卵、砾石材料进行破碎，破碎后颗粒成棱形，每块石料应至少有两个破碎面。

道面水泥混凝土用粗集料宜进行碱活性检验。经碱集料反应试验后，试件无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%。

D. 0. 5 水

水泥混凝土拌合、冲洗集料及养护用水宜采用饮用水。使用其它水源时其水质应符合以下要求：

- 水中不应含有影响水泥正常凝结和硬化的有害物质，如油、糖、酸、碱、盐等。
- 硫酸盐含量(按 SO₄²⁻ 计)应不超过 0.0027 mg/mm³；
- pH 值不得小于 4；
- 含盐量不应超过 0.005 mg/mm³。

D.0.6 外加剂

外加剂的质量应符合国家现行有关标准的规定。外加剂的品种及掺量应根据混凝土性能要求、施工及气候条件、混凝土所采用原材料及配合比等因素经试验确定。所选外加剂不应危害人体健康或对环境造成污染。

D.0.7 掺合料

道面水泥混凝土掺用粉煤灰时，其质量和掺加量应符合《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30)中的有关规定要求。如使用其它掺合料，使用前应经过配比检验，确保混凝土的各项技术性能满足要求。

- 附录 E 板边弯矩影响图

此页已另打印

附录 F 钢筋容许应力

表 F

钢筋容许应力

钢 筋 种 类	钢筋容许应力 σ_a (MPa)
HPB235	135
HRB335、HRBF335	185
HRB400、HRBF400	210

附录 G 旧道面处理

G.0.1 当采用部分结合式加铺层时，应先对旧道面表面进行仔细清理，清除掉板面上的油污、油漆标志、飞机轮印附着物及板边角剥落碎块，清除接缝内杂物后重新灌缝。

G.0.2 当采用隔离式加铺层时，应采用稳定性较好的材料，如砂粒式或细粒式沥青混凝土、土工布、土工膜等，不得选用砂砾或碎石等松散粒料。沥青混凝土隔离层的厚度可为 20～40mm。

G.0.3 旧道面混凝土板如有错台、脱空、板块活动和唧泥等现象时，应在加铺前予以修复。企口断缝、传力杆、拉杆等失效处，可按本规范第 8.2.4 条的规定对加铺层进行补强。

附录 H 本规范用词说明

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：

——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”。

——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”或“可”，反面词采用“不宜”。

《民用机场水泥混凝土道面设计规范》

(MH/T5004-2010)

条文说明



1 总 则

1.0.2 本规范不适用于民用直升机场和通用航空机场的水泥混凝土道面设计，但在设计上述机场水泥混凝土道面时，可适当参照本规范的规定。本规范不适用于机场内供汽车使用的水泥混凝土路面，水泥混凝土路面的设计可按城市道路设计的有关规范执行。

新建水泥混凝土道面(包括扩建、改建机场的新建水泥混凝土道面)以及旧混凝土道面上的水泥混凝土加铺层，其设计应按本规范执行。扩建、改建民用航空运输机场时，若现有水泥混凝土道面达不到本规范规定要求，但尚能正常使用，对其可不作改造，待以后需要加铺道面时，设计达到本规范要求。

本规范不适用于机场水泥混凝土预制铺砌块道面的设计。

1.0.3 我国幅员辽阔，各地气候和自然地理条件差异悬殊，而且每个机场的道面使用要求也各不相同，很难在规范中将各机场的情况都考虑进去。所以，条文中对设计提出了一般性的原则要求。设计人员在使用本规范时，应根据实际情况，进行技术经济分析和比较，精心设计，确保设计质量。

2 术语、符号

2.1 术语

机场水泥混凝土道面，除水泥混凝土预制铺砌块道面外，包括普通混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、预应力钢筋混凝土、钢纤维混凝土以及复合式混凝土道面，其中以普通混凝土道面应用最为广泛，钢筋混凝土道面仅在机场局部范围采用。国内民用机场尚未使用过连续配筋混凝土、预应力钢筋混凝土道面、钢纤维混凝土以及复合式混凝土道面，鉴于这几种道面造价高、施工工艺较复杂，并且缺少成熟的设计理论、设计参数以及使用经验，预计今后一段时间内使用的可能性也不大，因而本规范未将上述几种道面列入条文。

条文中明确定义机场水泥混凝土道面由水泥混凝土板和基(垫)层所组成，以要求设计时从总体综合考虑，充分重视结构层的组合设计。

为便于叙述，在本规范中“道面”一词限指机场跑道、滑行道和机坪道面，不包括道肩部位。当采用现浇水泥混凝土作道肩面层时，其结构、分块和接缝设计的要求均单列条文予以规定。

本次规范修编，将原规范中的“素混凝土道面”改为“普通混凝土道面”，“加筋混凝土道面”改为“钢筋混凝土道面”，以便与公路有关设计规范概念一致，另外，增加了“道床”、“碾压混凝土”、“贫混凝土”的定义。

3 设计参数

3.0.1 设计年限

采用较长的设计年限，道面水泥混凝土板厚增加并不多，因而在经济上往往是合理的。参考国内外的一些规定，结合我国民用机场水泥混凝土道面实际使用寿命的分析，条文中规定：

“水泥混凝土道面的设计年限宜采用 30 年，也可按特定使用要求确定。”本次修编，修改了原规范 C 类以下机场采用 20 年设计年限的规定。

3.0.2 飞机轮载

本规范修改了板厚计算的方法，不需要将不同飞机的运行次数换算成当量设计飞机运行次数。因此，飞机轮载的计算适用于计算中需要考虑的所有飞机。

需要注意的是：计算采用的飞机重量应当根据相应部位道面可能运行飞机的具体情况确定。例如：

- 跑道长度决定飞机起飞需要限载时，飞机重量可采用其最大限载重量；
- 对于快速出口滑行道或者专用着陆跑道，飞机重量可采用其最大着陆重量；
- 对于维修机坪，飞机重量一般采用空机重量加部分燃油重量；
- 对于站坪，不同机位计算采用的飞机机型可以不同。

3.0.3 累计作用次数

通行宽度是指飞机主起落架 75% 轮迹所占的宽度，规范中所采用的通行宽度值参考了美国工程兵团的研究成果。由于跑道端部采用与滑行道相同的混凝土板厚，所以规范中未提供跑道的通行宽度。累计作用次数适用于计算中需要考虑的所有飞机。

3.0.5 基层顶面反应模量

规范中基层顶面反应模量的计算方法系参考法国的有关方法制定的。本次修编，增加了表 3.0.5 中的基层材料的类型。

3.0.6 水泥混凝土设计强度

道面水泥混凝土板主要受压应力和弯拉应力的作用。混凝土板所受的压应力与其抗压强度比值很小，而所受弯拉应力与抗弯强度的比值则较大，所以混凝土板的破坏通常是弯拉应力所引起的。因此，规范规定以弯拉强度作为道面水泥混凝土的设计强度。本次修编，将水泥混凝土设计强度规定为 28d 弯拉强度，以便于施工控制。混凝土 90d 强度与 28d 强度相比会有所增加，其增长率在计算飞机容许作用次数的公式中考虑。根据近年来道面水泥混凝土强度的施工检测数据，混凝土 90d 强度与 28d 强度之比取 1.05(原规范为 1.1)。

相同条件下，混凝土设计强度越低则要求混凝土板越厚。另外，混凝土强度的高低在一定程度上也反映混凝土耐久性、抗冻性、耐磨性等性能的强弱。因此，为保证混凝土板厚设计的经济合理性和道面的使用寿命，条文中规定了混凝土设计强度的最低值。

3.0.7 水泥混凝土弯拉弹性模量和泊松比

水泥混凝土弯拉弹性模量的测试较复杂且往往不易准确，并且其数值变化对计算结果影响并不显著，因此规范没有要求实测确定。条文中的弯拉弹性模量数值系参考国内有关资料 and 规定并结合民航已有测试数据给定的。

4 结构层组合设计

4.1 一般规定

4.1.1 基本要求

机场道面各结构层相互依赖、相互补充构成一个整体，共同抵抗荷载和自然环境因素的作用和影响。条文中对结构层组合设计作了原则性的规定，以要求道面设计者综合考虑各种因素，使道面结构设计合理适用。

4.1.2 常用结构层最小厚度

道面结构层次不宜太多。常用结构层最小厚度，是根据不同材料组成的一般施工工艺和技术条件所提出的经验厚度，如遇特殊情况也可适当增减。沥青混合料作为基层或者旧道面上的隔离层时，厚度可以根据需要确定。

4.2 土基

4.2.1 基本要求

土基是由天然土壤构筑而成。实践证明，没有坚实、稳定、均匀的土基，仅做好基层和水泥混凝土板，道面是不能稳定的。所以在确定道面高程和进行排水设计时，必须确保土基稳定，使其免受地表水、地下水和冻融的危害。

4.2.2 土基干湿类型划分

土基稳定性往往受水的侵害影响。为确定土基的干湿状态，条文给出了土基干湿类型划分的标准。

4.2.3 道床

参考公路路基设计的有关规定要求，增加了道床的概念，并提出了道床的材料和压实度要求。一些旧机场半刚性基层下存在的脱空现象表明，以往对土基尤其是挖方区土基顶面的要求重视不够，土基压实不足会引起累积塑性变形。另外，原规范对土基 98% 的压实度要求普遍难以实施。

4.2.4 土基压实

对土基的压实是提高土基强度和稳定性最有效、最经济的措施，对此应予充分的重视。根据近年来的机场建设经验，本规范修改了土基填筑的压实度要求，增加了填料要求。

4.3 垫层

4.3.1 基本要求

一般情况下可不设垫层，但在水温或土质状况不良的地区应设置垫层。垫层按其作用可分为排水层、隔离层、隔温层、防冻层等。垫层作为排水层，是为吸收和排除聚积在土基中的过多的水份。作为隔离层是为了切断地表及地下水。作为隔温层是为了使冰冻深度减小。作为防冻层是加厚人工结构层厚度，使土基不受冻害的影响。

垫层应具有较好的水稳定性，一般应就地取材，选用价格低廉的材料。当用石灰稳定土或水泥稳定土时，其石灰、水泥的剂量，较用于基层时可减少 1%~4%。

4.3.2 防冻层厚度

根据我国北方机场的道面设计经验和使用情况的调查分析，适当提高了防冻层的厚度要求。

冰冻深度可根据当地气象部门提供的冰冻深度资料确定。若有 30 年以上的资料，则取其中最大的冰冻深度值作为该地区的冰冻深度。若所提供的冰冻深度资料少于 20 年，则取其中最大冰冻深度值再增加 10%~15%作为该地区的冰冻深度，但至少应有 10 年的资料。

4.4 基层

4.4.1 基本要求

基层是道面结构的重要组成部分。基层给混凝土板提供均匀、稳定的支承，不仅可以减小混凝土板内应力，而且可以减小土基顶面的压力，从而延缓土基的累积塑性变形，防止唧泥现象的发生和发展。所以，基层对于保证道面的整体强度、稳定性和使用寿命，起着重要的作用。

本次修编，增加了基层的材料要求，提出了建议的基层材料及其设计指标要求。

4.4.2 基层压实

为保证基层质量，基层必须具有足够的压实度。

4.4.3 基层顶面反应模量最低值

为防止地基产生过量的塑性变形或唧泥现象的发生，保证水泥混凝土道面的使用年限，基层顶面反应模量不应过低。本次修编，与原规范相比，适当提高了飞行区指标 II 为 C、D、E、F 机场的基层顶面反应模量要求。

4.4.4 隔离层

在混凝土板与基层之间设置隔离层，主要是为了防止施工期间道面混凝土在切缝前因温度变化产生收缩裂缝(断板)。施工期间日温差大或存在温度快速下降可能时，应设置隔离层。

另外，在混凝土板与基层之间设置隔离层，还可以：防止基层在混凝土板缝处产生开裂(从而使道面板边受力性能下降)；降低混凝土板的收缩应力以及硬化过程中的内嵌应力；并且防止基层和水混凝土板之间形成易开裂和有大量损伤的过渡层，过渡层的形成将会增加混凝土板的拉应力。但是以往通常采用的石屑找平层，存在施工厚度控制不严、容易混杂泥土、使用期间可能引起道面唧泥等问题，所以条文中对隔离层的材料提出了要求。

4.5 水泥混凝土板

4.5.1 基本要求

水泥混凝土板直接受飞机荷载和自然因素的作用，道面混凝土除应具有足够的强度外，还应具有足够的耐久性。为满足使用要求道面表面平整度和粗糙度也应达到有关规定要求。本次修编，在条文中增加了道面混凝土的抗冻指标要求。

混凝土混合料组成材料的选择是否恰当，在很大程度上决定了混凝土的性能。规范附录 D 中规定了混凝土混合料组成材料的基本要求。

4.5.2 新建道面水泥混凝土板的最小厚度

条文中规定新建道面水泥混凝土板的最小厚度，是为了使机场水泥混凝土道面有一个最基本的强度，以保证道面的使用性能和使用寿命。

4.5.3 表面纹理深度要求

道面表面抗滑要求以平均纹理深度为指标。本次修编，细化了道面刻槽的适用条件和具体要求。

4.6 道肩结构

4.6.1 道肩结构

道肩的结构应保证飞机偶然滑出道面时飞机结构不致遭受损坏，并能防止表面被飞机气流吹蚀和防止松散物体被吸入飞机的发动机。根据现有机场道肩使用情况的调查，并且基于对道肩功能的分析，条文中修改了道肩混凝土面层厚度的有关规定(不再区分跑道道肩、滑行道道肩和机坪道肩)以及道肩防冻层设计的有关规定。

5 普通混凝土板厚度计算

5.0.1 临界荷位

本规范规定采用板边临界荷位时的应力作为混凝土板厚计算的依据。

5.0.2 板边应力计算

求板边计算应力的方法与原规范相同。

5.0.3 飞机的容许作用次数

飞机的容许作用次数计算公式系根据原规范采用的混凝土弯拉疲劳强度计算公式反算推导的，推导过程中考虑了混凝土 90d 强度比 28d 强度增长 5%。

5.0.4 板厚计算

本规范采用不同飞机疲劳损耗叠加的方法确定混凝土板的厚度。以往采用的将不同飞机运行次数换算为设计飞机运行次数的方法，其换算公式没有理论依据，并且换算结果明显偏于保守。

经过对比验算，采用本规范板厚计算方法与采用原规范计算方法以及采用 LEDFAA1.3 程序进行计算，板厚计算结果差异不显著。

考虑多种飞机的作用进行板厚计算时，需要注意：

——同一机场的不同部位道面，飞机机型或者荷载可能不同。例如：运行 E 类飞机机场的 C 类飞机机位，维修机坪，快速出口滑行道等。

——飞机运行次数根据最不利部位的可能运行次数考虑，通常不是机场的全部运行次数。例如，机场有多个飞行区、同一飞行区有多条平行滑行道以及主次降方向滑行路线的不同等情况，都应按实际情况分析确定。

5.0.5 跑道混凝土板的减薄

根据一些旧机场道面破坏情况的调查，以及近年来一些大型机场的设计经验，修改了跑道混凝土板减薄的有关规定。

6 分块设计

6.0.1 基本要求

分块是用接缝将水泥混凝土道面面层分割为一块一块的道面板。其目的是消除或减小水泥混凝土板因尺寸过大而产生的收缩应力和翘曲应力，从而防止不规则裂缝的产生，保持道面外观整齐，同时也是为了满足施工的需要。

矩形板具有施工方便、易于机械化施工和平整度好等优点，因而得到普遍采用。

矩形板占机场板块总数的绝大部分。为减少模板种类、便于施工、所以同一机场矩形板的平面尺寸类型宜尽量少。非规格板的数量应尽量减少，以简化施工。条文中要求非规格板的短边边长不应小于 1m，并避免有锐角等，是为改善板边角部位的受力性能，防止边角断裂。

经验证明，不合理的错缝布置会导致板在荷载和温度的共同作用下产生裂缝，所以要求分块接缝不应错缝。但在道面的交接、交叉处，有时采用通缝连接有困难，可采用平缩缝或胀缝隔开，并在板边加筋补强。

7 接缝设计和接缝材料

7.1 接缝设计

7.1.1 纵向施工缝

企口缝具有较好的传荷能力，与消耗大量钢材的传力杆缝相比更为经济，施工也方便，因此纵向施工缝普遍采用企口缝。本次修编，明确了填缝料的缝槽宽度，增加了填缝料垫条的规定。

7.1.2 横向缩缝

为减小混凝土的收缩应力和温度翘曲应力而设置的横向缩缝，通常采用两种形式：假缝型和假缝加传力杆型。民用机场普遍采用半刚性基层，且道面一般不设胀缝，假缝已具有较高的传荷能力，因此没有必要普遍采用设传力杆的假缝。

邻近胀缝或自由端的缩缝，其缝隙会随混凝土板的反复伸缩推移而逐渐张开。为保证这些接缝的传荷能力，宜加设传力杆。钢筋混凝土板一般用于地基不均匀或者有下穿管线处，为改善道面板的受力性能，也宜设置传力杆。

为便于填缝料施工和节约填缝料，假缝槽口锯成上宽下窄的形状。

本次修编，修改了假缝切缝深度的规定，明确了填缝料的缝槽宽度，增加了填缝料垫条的规定。

7.1.3 胀缝

设置胀缝的目的是为混凝土板的膨胀提供伸长的余地，从而避免产生过大的热压应力。但是，在道面中设置胀缝一方面给施工带来不便，另一方面给道面带来很多病害，主要有：一、胀缝宽，雨水较易沿缝边下渗，在轮载的作用下，造成唧泥、错位等病害，严重时使板与基础脱空，造成边角断裂；二、设置太多的胀缝为板的推移提供了一定的条件，从而使缩缝张开、板间传荷能力降低，板边应力加大。而且，缩缝张开后，雨水易于下渗，又进一步加快了板的破坏；三、如接缝材料性能不佳，砂石等杂物便易于落入胀缝内，造成接缝区的混凝土在膨胀受阻时产生碎裂破坏或拱起；四、由于胀缝施工复杂，质量难以达到设计要求，有的新机场道面胀缝就有错台、板边破损，不仅增大了飞机滑跑时的震动，而且极易发生啃边掉块，影响飞行安全，并给维护工作造成困难。

由于设置胀缝会带来种种病害，而且这些病害很难有效地修复，因此，各国都力图少设或不设胀缝。近年来国内修建的民用机场，在道面交接、交叉及弯道处一般也未设置胀缝。

不设胀缝有很多优点，而且实践证明在通常情况下无需设置胀缝。但在一些特殊情况下，

如板太薄、施工温度过低或采用膨胀性大的集料时，仍有必要设置胀缝。

7.1.4 横向施工缝

横向施工缝是因施工需要而设置的，应尽可能减少。需要设置时，宜设置在缩缝或胀缝处。如设在缩缝处，一般采用平缝加传力杆型。

7.1.5 交接平缩缝

在道面交接、交叉及弯道处不设置胀缝时，为方便施工以及减小交接部位混凝土板的温度应力，应设置交接平缩缝。根据一些机场交接平缩缝容易出现破损的情况，本次修编，对交接平缩缝两侧混凝土板之间的隔离作了更具体的规定。

7.1.6 接缝倒角

接缝设置倒角可以改善接缝处的受力状况，减少道面板边损坏。本规范建议：道面的胀缝、交接平缩缝设置倒角；有条件时，其它接缝也设置倒角。

7.1.7 道肩接缝

采用现浇水泥混凝土作道肩面层时，由于板较薄，所以其接缝与跑道、滑行道和机坪道面有很大的区别。本条对现浇水泥混凝土道肩面层接缝的设置和构造作了规定。

7.1.8 拉杆

在相邻板间埋设螺纹钢筋的拉杆，可将两板紧紧拉在一起，使板间保持紧密接触，从而保证或提高混凝土板的传荷能力。拉杆一般设置于纵向企口缝。

7.1.9 传力杆

传力杆是板间传荷装置，主要用于横向缩缝、横向施工缝和胀缝。

7.2 接缝材料

7.2.1 胀缝板

近年来，民用机场普遍采用聚乙烯泡沫塑料板作为胀缝板。

7.2.2 填缝料

常用的填缝料类型有聚氨酯类、改性聚硫类、硅酮类。填缝料低于道面表面的建议值，冬季灌缝取高限，夏季灌缝取低限。本次修编，根据国外资料，结合国内实际情况，增加了填缝料有效深度的规定。

8 特殊部位混凝土板的处理

8.1 钢筋混凝土板设计

8.1.1 使用条件

钢筋混凝土板，亦适用于旧混凝土道面上的加铺层。

8.1.2 钢筋混凝土板厚度

为防止混凝土板裂缝张开而使板严重破坏，在板内设置一定数量的纵横向钢筋，并不是增强混凝土板的弯拉强度，因此钢筋混凝土板厚度与普通混凝土板厚度相同。

8.1.3 配筋量及钢筋布置

钢筋混凝土板的配筋数量，是按混凝土收缩时将板块拉结在一起所需的拉力确定的。开裂发生在板中央出现的最大拉力，等于该处至最近的板边沿范围内板的底面与基层之间的摩阻力。

为使板内应力分散得更均匀，宜采用较小直径的钢筋。由于钢筋混凝土板中容许出现裂缝，因此，钢筋在板中必须有足够的保护层以防锈蚀。根据以往设计和使用经验，钢筋混凝土板普遍采用双层钢筋网布置。本次修编，根据实际应用情况，调整了钢筋最大间距的规定值。

8.1.4 接缝设置

由于配筋的目的是防止混凝土板中缝隙张开，因此，可以增大板的长度。但根据民用机场多年使用经验，钢筋混凝土板的长度(即横缝间距)，一般在 5~10m 范围内。当板较厚时，或根据需要，板长可增加，但不宜大于 20m，因为配筋量随板长度增加而增加，板过长是不经济的。

8.2 板的局部补强

8.2.1 补强部位

条文中所规定的含锐角及大于 180°的混凝土板角，若位于机轮不通过或偶然通过的道面边部时，可不补强。

预计混凝土板边角下的基础可能产生较大塑性变形时，应尽可能采取对基础进行加强处理的方案。当处理基础有困难时，对混凝土板边角可采用钢筋补强。

8.2.3 孔口补强

孔口补强，即对灯座及油、电、水等各种井口处的混凝土板的钢筋补强，应根据该类设施的孔口形状及尺寸布置钢筋。

为了保证工程质量，使补强钢筋在混凝土板中具有正确的位置和间距，且使钢筋网不易变形，钢筋网宜采用焊接。

8.3 道面相接处及管沟上混凝土板的处理

8.3.2 与柔性道面相接

水泥混凝土板与沥青面层相接处隔离，是为了防止混凝土板的接缝在温度下降与升高的情况下引起沥青面层开裂与推移。

9 旧混凝土道面上加铺层设计

9.0.1 基本要求

为合理处理旧混凝土道面，确定旧道面状况等级和旧混凝土板厚度折减系数以及选择适当的加铺层结构型式，在加铺层设计之前应对旧道面进行充分的调查或检测。

9.0.2 旧道面状况等级和旧混凝土板厚度折减系数

表 9.0.2 系参考国外有关资料制定的。

9.0.3 加铺层结构型式及厚度计算

根据以往经验，不宜采用结合式加铺层结构型式，原因是结合材料和施工工艺均难以达到要求。因此，在本规范中，仅介绍部分结合式和隔离式两种加铺层型式。

加铺层厚度计算系采用美国工程兵团的半经验计算公式。由于规范中采用的经验公式未考虑温度应力的作用，所以在日温差大的地区，如计算加铺层厚度较薄，建议适当加厚。