

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH/T 5036—2017

民用机场排水设计规范

Specifications for Aerodrome Drainage Design

2017-08-22 发布

2017-10-01 施行

中国民用航空局 发布

中华人民共和国行业标准

民用机场排水设计规范

Specifications for Aerodrome Drainage Design

MH/T 5036—2017

主编单位：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：2017年10月1日

中国民航出版社

2017 北 京

中国民用航空局 公告

2017 年第 7 号

中国民用航空局关于发布 《民用机场排水设计规范》的公告

现发布《民用机场排水设计规范》（MH/T 5036—2017）行业标准，自 2017 年 10 月 1 日起施行。

本标准由中国民用航空局机场司负责管理和解释，由中国民航出版社出版发行。

中国民用航空局

2017 年 8 月 22 日

前 言

为适应民用机场建设发展的需要，规范机场排水工程设计，民航局机场司委托中国民航机场建设集团公司编制《民用机场排水设计规范》（MH/T 5036—2017）。

本规范是在总结我国民用机场排水设计和工程实际经验的基础上编制的。在编制过程中，吸收和借鉴了国内外排水设计方面标准和研究成果，并且广泛征求了国内有关单位和专家的意见。

本规范规定了民用机场排水设计的方法和要求，主要内容包括：基本规定、水力计算、场内排水系统、场外排水和防洪系统、泵站和调蓄水池等。

本规范第1章由姜昌山编写，第2章由张玲玲编写，第3章由佟岱山编写，第4章由宛菁、葛惟江编写，第5章由姜昌山、范莉莉、方超编写，第6章由潘旭编写，第7章由郑晓丹编写，附录A由宛菁编写。

本规范由主编单位负责日常管理。执行过程中如有意见和建议，请函告中国民航机场建设集团公司科技质量部（地址：北京市朝阳区北四环东路111号，邮编：100101，传真：010-64922708，电话：010-64922037，电子邮箱：kjzlb@cacc.com.cn），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 佟岱山

参编人员：宛菁 范莉莉 葛惟江 潘旭 郑晓丹 张玲玲 方超

主 审：张光辉 朱森林

参审人员：孙永泉 柴震林 王春玲 杨京生 周志华 庄庆贵 孙增奎

王剑飞 黄玲玲 施曼 陈钦文 徐德欣 耿爱民 马志刚

郑斐 赵家麟

目次

1	总则	1
2	术语及符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	水力计算	6
4.1	设计暴雨强度公式	6
4.2	设计暴雨重现期	6
4.3	雨水设计流量	7
4.4	设计流量	9
5	场内排水系统	11
5.1	一般规定	11
5.2	平面设计要求	12
5.3	断面设计要求	13
5.4	排水沟、管与其他管线和构筑物的净距要求	13
5.5	空侧排水构筑物结构设计	14
6	场外排水和防洪系统	24
6.1	一般规定	24
6.2	场外排水和防洪系统的布置	24
6.3	设计洪水和设计潮位	25
7	泵站和调蓄水池	27
7.1	一般规定	27
7.2	泵站	27
7.3	调蓄水池	28
7.4	其他	28
附录 A	暴雨强度公式的编制方法	30

标准用词说明	32
引用标准名录	33

1 总 则

1.0.1 为规范民用机场排水工程设计，本着安全适用、技术先进、经济合理、绿色环保的原则制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建民用机场场内、场外雨水排水工程和机场防洪工程的设计，以及改扩建民用机场（含军民合用机场民用部分）场内、场外雨水排水工程和机场防洪工程新增设施的设计。

【条文说明】 改扩建机场的原有排水、防洪设施的设计标准低于本规范标准，但经多年使用基本能满足要求，通常不进行改建。

1.0.3 机场排水系统应统筹规划、因地制宜、合理布局，保障机场使用安全。

1.0.4 机场排水工程设计应注重水土保持、雨水利用、环境保护，体现绿色发展理念。

1.0.5 机场排水工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语及符号

2.1 术语

2.1.1 机场排水系统 airport drainage system

排除机场雨水并防止场外洪水侵入机场的系统,分为场内排水系统、场外排水和防洪系统。

2.1.2 场内排水系统 drainage system within airport

位于机场用地范围内的排水系统。

2.1.3 场外排水和防洪系统 out-airport drainage and flood control system

位于机场用地范围以外的排水和防洪系统,包括场外排水沟、截水沟、排洪沟、防洪堤等。

2.1.4 空侧 airside

机场隔离区范围内的区域,包括飞机活动区及其毗邻地区、建筑物。

2.1.5 陆侧 landside

机场内空侧以外的其他区域。

2.1.6 径流系数 runoff coefficient

一定时段内产生的径流量与对应降雨量的比值。

2.1.7 设计暴雨重现期 recurrence interval of design storm

大于等于某一强度的暴雨重复出现的平均周期。

2.1.8 降雨历时 duration of rainfall

降雨过程中的任意连续时段。

2.1.9 明沟 open ditch

露于地表的可直接收集地面雨水的排水沟。

2.1.10 盖板沟 covered ditch

带盖板的排水沟,分为盖板明沟和盖板暗沟。

2.1.11 盲沟 blind ditch

埋于地面以下,用于排除道面基层或土基中水分的排水沟。

2.1.12 调蓄水池 adjusting pond

用于削减排水系统峰值流量的水池。

2.2 符 号

- q ——设计暴雨强度；
 t ——降雨历时；
 P ——设计重现期；
 Q_d ——雨水设计流量；
 ψ ——径流系数；
 F ——汇水面积；
 m ——地表粗糙系数；
 L ——地面汇流长度；
 S ——地面汇流坡度；
 a ——汇流历时内平均雨强；
 t_1 ——地面集水时间；
 t_2 ——管渠内雨水流行时间；
 v ——流速；
 Q_s ——输水能力；
 A ——水流有效断面面积；
 R ——水力半径；
 I ——水力坡降；
 n ——沟、管粗糙系数；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 S_d ——作用组合的效应设计值；
 R_d ——结构构件的抗力设计值；
 γ_{G_j} ——第 j 个永久作用的分项系数；
 γ_{Q_i} ——第 i 个可变作用的分项系数，其中 γ_{Q_1} 为主导可变作用 Q_1 的分项系数；
 $S_{G_{jk}}$ ——按第 j 个永久作用标准值 G_{jk} 计算的作用效应值；
 $S_{Q_{ik}}$ ——按第 i 个可变作用标准值 Q_{ik} 计算的作用效应值，其中 $S_{Q_{ik}}$ 为各可变作用效应中起控制作用者；
 ψ_c ——可变作用的组合系数；
 S_{A_d} ——按偶然作用标准值 A_d 计算的作用效应值；

- ψ_{qi} ——第 i 个可变作用的准永久值系数；
- p_{sw} ——竖向土压力；
- γ_s ——回填土的重力密度；
- H_s ——覆盖层厚度；
- n_s ——竖向土压力系数；
- p_A ——地下水位以上的主动土压力；
- ξ_A ——主动土压力系数；
- z ——自地面至计算深度的距离；
- p'_A ——地下水位以下的主动土压力；
- z_w ——自地面至地下水位距离；
- γ'_s ——回填土的水下浮重力密度；
- p_{cz} ——地面飞机、车辆荷载传递到计算深度 z 处的竖向压力；
- μ_D ——飞机、车辆荷载的动力系数；
- P_c ——飞机、车辆单个轮子的压力；
- θ ——荷载扩散角；
- d_i ——相邻的并列两个轮印间的横向净距；
- e_i ——相邻的前后两个轮印间的纵向净距；
- p_{cx} ——地面飞机、车辆荷载传递到计算深度 z 处的侧向压力；
- p_{fw} ——基础底面上的地下水浮托力；
- γ_w ——水的重力密度；
- h_w ——可能出现的最高地下水位至基础底面（不含垫层）计算部位的竖向距离；
- η_{fw} ——浮托力折减系数；
- V ——调蓄池有效容积；
- α ——脱过系数；
- Q' ——调蓄池下游设计流量；
- t_0 ——放空时间；
- η ——排放效率。

3 基本规定

3.0.1 机场排水工程设计应符合机场总体规划，统筹兼顾近、远期工程的协调发展。

3.0.2 机场排水工程设计应与机场周围自然水系、城镇既有和规划排水设施以及农田水利设施相协调。

3.0.3 场内和场外的排水设施、空侧和陆侧的排水设施应统筹规划，合理衔接。

3.0.4 机场排水工程设计应遵循低影响开发理念，优先采取自然积存、自然渗透、自然净化等方式，有效控制雨水径流，消减面源污染，防治内涝，提高雨水利用程度。

3.0.5 机场内涝防治应采取工程性和非工程性相结合的综合控制措施。

【条文说明】 工程性措施包括建设雨水渗透设施、调蓄设施、利用设施和雨水行泄通道，以及排水系统改造和河渠整治等；非工程性措施包括建立内涝防治设施的运行监控体系、预警应急机制等。

3.0.6 机场陆侧排水系统的设计，除应符合本规范规定要求外，尚应符合《室外排水设计规范》（GB 50014）的有关规定。

3.0.7 机场排水设施应安全耐久、经济合理，便于施工、检查和维护。

3.0.8 冰冻地区的地面排水设施应耐冰冻、耐盐蚀；排水暗沟和暗管宜置于最大冻深线以下，无法满足时，应采取防冻措施。

3.0.9 在地震、湿陷性黄土、膨胀土、多年冻土以及其他特殊地区设计排水工程时，尚应符合国家现行有关规范的规定。

4 水力计算

4.1 设计暴雨强度公式

4.1.1 当地有适宜的地区暴雨强度公式时,可直接采用。当地无适宜的地区暴雨强度公式时,可按下列方法推求:

1 当地有 10 年以上或 20 年以上自记雨量资料时,设计暴雨强度公式可按附录 A 推求。有 20 年以上资料时,应采用年最大值法取样;

2 当地自记雨量资料不足 10 年,但在连续 5 年以上,且无特丰特枯年份时,可用短期自记雨量计资料推求,但应进行合理性检验;

3 当地缺乏自记雨量资料时,可参考邻近气象条件相似地区的公式及参数,查用有关暴雨参数等值线图,或采用其他气象资料制定暴雨强度公式,但应进行合理性检验。

4.1.2 设计暴雨强度应按式 (4.1.2) 计算。

$$q = \frac{167A_1(1 + C \lg P)}{(t + b)^n} \quad (4.1.2)$$

式中: q ——设计暴雨强度 ($L/s \cdot hm^2$);

t ——降雨历时 (min);

P ——设计重现期 (年);

A_1 、 C 、 n 、 b 为地区性参数,根据统计方法进行计算确定。

4.2 设计暴雨重现期

4.2.1 设计暴雨重现期应依据机场规模、当地气象水文条件等按表 4.2.1-1、4.2.1-2 确定。

表 4.2.1-1 空侧设计暴雨重现期

适用条件	重现期 (年)
运输机场	5
通用机场	1~3

- 注：1 空侧下穿通道设计暴雨重现期不小于 30 年。
 2 通用机场的设计暴雨重现期根据机场用途和重要性取值。
 3 航站楼、货运库、飞机维修库等设施空侧部分的设计暴雨重现期按表 4.2.1-2 确定。

表 4.2.1-2 陆侧设计暴雨重现期

适用条件		重现期 (年)		
		旅客航站区	货运区、飞机维修区 及其他区域	地下通道 和下沉式广场
通用机场		3	3	10
运输机场规划年旅客吞吐量 (万人次)	<1000	5	5	20
	≥1000	10	5	30

4.2.2 内涝防治设计暴雨重现期应按表 4.2.2 确定。飞行区指标 4E 及以上的机场宜采用数学模型法进行内涝模拟分析。

表 4.2.2 机场内涝防治设计暴雨重现期

适用条件	重现期 (年)	备注
飞行区指标 4C 及以上	50	地面积水设计标准为：建筑物的底层不进水；重要道路中一条车道的积水深度不超过 150 mm；飞行区道面、道肩不积水，通信导航设备不被淹
飞行区指标 4C 以下	20	

4.3 雨水设计流量

4.3.1 采用推理公式法计算雨水设计流量，应按式 (4.3.1) 计算。当汇水面积超过 2 km² 时，宜考虑降雨在时空分布的不均匀性和排水系统汇流过程，采用数学模型法计算雨水设计流量。

$$Q_d = q\psi F \quad (4.3.1)$$

式中： Q_d ——雨水设计流量 (L/s)；

- q ——设计暴雨强度 ($L/s \cdot hm^2$);
 ψ ——径流系数;
 F ——汇水面积 (hm^2)。

4.3.2 径流系数可按表 4.3.2 采用, 汇水面积的平均径流系数按地面种类加权平均计算。

表 4.3.2 径流系数

地面种类	ψ
各种屋面、混凝土或沥青混凝土铺筑面	0.90~0.95
浆砌块石或沥青表面处理的碎石铺筑面	0.55~0.65
空侧土面区	0.15~0.35
陆侧绿地或土面	0.15~0.25
硬质岩石坡面	0.70~0.85
软质岩石坡面	0.50~0.75
陡峭的山地	0.75~0.90

注: 表中 ψ 值, 在湿润地区可取高值, 半干旱地区取中值, 干旱地区取低值。

【条文说明】径流系数的建议值系参考《室外排水设计规范》(GB 50014)、《公路排水设计规范》(JTG/T D33) 等相关标准, 并结合机场工程特点确定。

4.3.3 雨水管渠设计降雨历时应按式 (4.3.3) 计算。

$$t = t_1 + t_2 \quad (4.3.3)$$

式中: t ——降雨历时 (min);

t_1 ——地面集水时间 (min);

t_2 ——管渠内雨水流行时间 (min)。

4.3.4 地面集水时间应按式 (4.3.4) 计算。

$$t_1 = \left[\frac{2.41mL}{(\psi a)^{0.72} S^{0.5}} \right]^{1/1.72} \quad (4.3.4)$$

式中: t_1 ——地面集水时间 (min);

m ——地表粗糙系数, 按表 4.3.4 确定;

L ——地面汇流长度 (m);

ψ ——径流系数;

a ——汇流历时内平均雨强 (mm/min);

S ——地面汇流坡度。

表 4.3.4 地表粗糙系数

地面状况	m
沥青混凝土、水泥混凝土道面	0.013
土面，无草皮	0.025
土面，有草皮	0.030

【条文说明】地面集水时间的计算，采用原苏联的波谬阔夫公式。相关室内模拟试验表明，该式与试验结果比较接近。

4.3.5 管渠内雨水流行时间应按式 (4.3.5) 计算。

$$t_2 = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{60v_i} \quad (4.3.5)$$

式中： t_2 ——管渠内雨水流行时间 (min)；

L_i ——第 i 段的长度 (m)；

v_i ——第 i 段的流速 (m/s)；

n ——沟段数；

i ——沟段序号。

4.4 设计流量

4.4.1 排水沟、管的输水能力应按式 (4.4.1) 计算。

$$Q_s = Av \quad (4.4.1)$$

式中： Q_s ——输水能力 (m^3/s)；

A ——水流有效断面面积 (m^2)；

v ——流速 (m/s)。

4.4.2 排水沟、管的流速应按式 (4.4.2) 计算。

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad (4.4.2)$$

式中： v ——流速 (m/s)；

R ——水力半径 (m)；

I ——水力坡降，暗沟、管可采用沟、管底坡；明沟可采用沟段的平均水力坡降；

n ——沟、管粗糙系数。

4.4.3 排水沟、管粗糙系数宜按表 4.4.3 确定。

表 4.4.3 沟、管粗糙系数

类别	n
塑料管、玻璃钢管	0.009~0.011
金属管	0.012~0.013
混凝土沟、管	0.013~0.014
浆砌石沟	0.017
干砌石沟	0.020~0.025
土明沟 (包括带草皮)	0.025~0.030

4.4.4 排水沟、管的设计充满度和超高,应符合下列规定:

- 1 暗沟及暗管按无压满流计算;
- 2 明沟超高宜不小于 0.2 m。

4.4.5 排水管的最大设计流速,应符合下列规定:

- 1 金属管道为 10.0 m/s;
- 2 非金属管道为 5.0 m/s。

4.4.6 排水沟的最大设计流速,应根据排水沟类别和水流深度按表 4.4.6 采用。

表 4.4.6 排水沟最大设计流速

排水沟类别	最大设计流速 (m/s)			
	$h < 0.4$ m	$0.4 \text{ m} \leq h \leq 1.0$ m	$1.0 \text{ m} < h < 2.0$ m	$h \geq 2.0$ m
粗砂或低塑性粉质粘土	0.68	0.80	1.00	1.12
粉质粘土	0.85	1.00	1.25	1.40
粘土	1.02	1.20	1.50	1.68
草皮护面	1.36	1.60	2.00	2.24
干砌石	1.70	2.00	2.50	2.80
浆砌石	2.55	3.00	3.75	4.20
预制混凝土铺砌块	2.98	3.50	4.38	4.90
现浇混凝土	4.68	5.50	6.88	7.70

【条文说明】表 4.4.6 中的最大设计流速主要参考了《室外排水设计规范》(GB 50014) 的有关规定。同时,在参考水利工程、农田灌溉和排水工程的有关资料和经验之后,降低了预制混凝土铺砌块排水沟的最大设计流速,增大了现浇混凝土排水沟的最大设计流速。

4.4.7 排水沟、管的最小设计流速,应符合下列规定:

- 1 雨水管道、暗沟在满流时设计流速不小于 0.75 m/s;
- 2 明沟的设计流速不小于 0.4 m/s。

4.4.8 集水井应按汇水面积所产生的流量校核其泄水能力。

5 场内排水系统

5.1 一般规定

5.1.1 排水系统应能及时排除雨水和融雪水，防止或减少地表积水和冲刷，防止地表水和地下水对机场设施的危害。

5.1.2 排水系统应由集水设施、输水设施和附属构筑物组成。

5.1.3 排水设施的结构形式可根据排水系统的总体布局、设计地势、设施或构筑物所处的位置、地方材料供应等情况确定。

5.1.4 排水系统宜采用自流排水方式，无法采用自流排水方式或自流排水方式不经济时，应采用强制排水方式或采用强排与自排相结合的方式。

5.1.5 穿越本期重要设施的排水沟、管的断面尺寸、标高和结构等应按机场远期使用要求确定。

5.1.6 跑道、滑行道、机坪道面及道肩表面排水设计应符合下列要求：

- 1 表面不积水；
- 2 道面及道肩表面径流宜直接排至相邻土面区或排水系统；
- 3 道面及道肩的坡度应考虑降雨量因素。

5.1.7 空侧土面区表面排水设计应符合下列要求：

- 1 土面区坡度设计应根据降水量、土质情况合理确定，避免或减少土面区表面积水和冲刷；
- 2 应在土面区低洼处设置排水明沟或集水井；
- 3 土面区的表面径流不得流向或流经道面及道肩。在与道面或道肩相接处，土面宜比道面或道肩低 10 mm~30 mm。距道面或道肩边缘 10 m 内的土面宜采用较大的横坡，且宜不小于 1%。

5.1.8 原地基排水、填筑体排水、边坡排水设施的设置应符合下列要求：

- 1 原地基存在泉眼、现状地面水系因填筑被改变时，对地表有积水或泉水露头处，应设盲沟、截水沟或涵洞排出；
- 2 采用透水性不良的材料进行填筑时，填筑体内宜设置水平排水层；
- 3 对于填方边坡，应在坡顶和马道上设置截水沟拦截表面径流，在距坡脚适当位置应设置

坡脚沟, 并且在适当位置采用竖向排水沟将截水沟中的雨水引入坡脚沟或其他沟渠。

5.1.9 下穿通道的出入口应通过适当的坡度设计控制汇水面积, 减少下穿道坡底汇水量。下穿通道应采取防倒灌措施。

5.1.10 除冰防冰区域应设置除冰液收集和处置设施, 防止除冰液渗入周围土壤或流入排水系统。

5.1.11 维修机坪应设置油水分离设施将含油雨水处理后排入排水系统。

5.1.12 场内排水系统出口处的沟、管底高程宜高出场外沟渠或承泄区的沟底高程 250 mm 以上; 出口处的计算水面高程应高于场外沟渠或承泄区设计防涝水面高程。

5.1.13 排水沟、管穿越空侧围界处, 应设置钢栅栏防钻网, 防钻网的构造应符合《民用航空运输机场安全保卫设施建设标准》(MH 7003) 的有关规定。

5.2 平面设计要求

5.2.1 沿飞行区边界宜设置排水明沟。飞行区其他集水设施宜布置在跑道与滑行道之间、滑行道与滑行道之间以及滑行道与机坪之间的土面区, 不宜位于升降带平整范围、跑道端安全区以及滑行带平整范围之内。当机坪地面汇流距离大于 200 m 时, 宜在机坪内布置集水设施。

5.2.2 除机坪上的排水明沟外, 穿越道面的排水沟应采用暗沟形式。

5.2.3 场内排水系统的出水口应不少于 2 个。

5.2.4 排水沟、管在线路转弯以及交汇处, 上游与下游管线夹角应不小于 90°。但当排水管管径不大于 300 mm, 跌水水头大于 300 mm 时, 水流夹角可不受限制。

5.2.5 排水管或暗沟在交汇处、转弯处、管径或坡度变化处、跌水处以及管道直线段每隔一定距离处应设置检查井, 检查井的间距宜不大于表 5.2.5 的规定值。

表 5.2.5 检查井的最大间距

管径或暗沟净高 (mm)	检查井的最大间距 (m)
200~400	50
500~700	70
800~1 000	90
≥1 100	120

注: 跑道道面及道肩范围内不应设置检查井; 穿越跑道、滑行道的暗沟 (管), 若两端与明沟相接中间可不设检查井。

5.3 断面设计要求

5.3.1 排水沟、管的纵向坡度和断面尺寸应根据地形及流量，经水力计算确定。

5.3.2 在满足最小允许流速的条件下，排水沟、管的纵向底坡宜不小于 0.1%，并且应符合下列要求：

- 1 采用直径为 300 mm 的圆管，宜不小于 0.3%；
- 2 采用直径为 200 mm 的集水口连接管，应不小于 1%；
- 3 土面区混凝土铺砌的 V 形沟，应不小于 0.2%；
- 4 用于排除除冰液的排水沟，宜不小于 0.5%；
- 5 盲沟宜不小于 0.3%。

5.3.3 排水沟、管的最小断面尺寸应符合下列要求：

- 1 梯形和矩形排水明沟的底宽和沟净深宜不小于 0.4 m。矩形暗沟的净宽和净深宜不小于 0.5 m，当采用现浇钢筋混凝土箱涵时其净宽和净深宜不小于 1.4 m；
- 2 排水干管的直径应不小于 300 mm，集水口连接管的直径应不小于 200 mm；
- 3 土面区 V 形沟的总宽宜为 3 m~10 m，深度宜为 0.1 m~0.3 m。

5.3.4 排水沟、管的覆盖层厚度应符合下列要求：

- 1 穿越道面的排水暗沟，当采用水泥混凝土道面时，排水暗沟结构顶面宜位于上基层以下；当采用沥青混凝土道面时，排水暗沟结构顶面距道面表面宜不小于 0.7 m；
- 2 位于升降带平整范围和跑道端安全地区内土面区以及穿越飞行区道路的排水暗沟，其结构顶面以上的覆盖层厚度宜不小于 0.3 m；
- 3 位于飞行区内的排水管，其管顶以上的覆盖层厚度宜不小于 0.7 m。

5.3.5 在排水线路的连接或交汇处，上、下游排水沟、管应连接顺畅。明沟接入暗沟、管时，宜设置沉泥槽。排水系统不宜采用倒虹吸，当无法避免时，应采取防淤积措施。

5.4 排水沟、管与其他管线和构筑物的净距要求

5.4.1 排水沟、管与其他管线或构筑物相互间的位置，应符合下列要求：

- 1 排水沟、管以及其他管线或构筑物在施工和检修时，不应互相影响；
- 2 排水沟、管损坏时，不应影响其他管线或构筑物的正常使用。

5.4.2 排水沟、管与其他管线或构筑物的最小净距可参照《室外排水设计规范》(GB 50014)的有关规定执行。

5.5 空侧排水构筑物结构设计

5.5.1 排水构筑物的结构设计应符合下列一般规定：

1 排水构筑物的结构设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行设计。

2 排水构筑物的结构设计应计算下列两种极限状态：

——承载能力极限状态：应包括对结构构件的承载力（包括失稳）计算、结构整体失稳（滑移、倾覆及漂浮）验算；

——正常使用极限状态：应包括对需要控制变形的结构构件的变形验算，使用上要求不出现裂缝的抗裂度验算，使用上需要限制裂缝宽度的验算等。

3 排水构筑物的结构设计使用年限应采用 50 年。

4 排水构筑物应根据设计使用年限和环境类别进行耐久性设计，并应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476)的有关规定。

5 位于道面、道肩范围内的排水构筑物的结构安全等级应为一級，其他的排水构筑物安全等级应为二级。

6 钢筋混凝土构筑物的裂缝控制等级应为三级，结构构件的最大裂缝宽度限值应为 0.20 mm，且不得贯通。

7 当地下水埋藏较浅时，应进行抗浮稳定验算。

8 位于升降带平整范围、跑道端安全区内土面区的排水构筑物，如覆土厚度小于 0.3 m，其构筑物周边应按《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)的有关规定采取措施消除结构直立立面。

9 机坪内部的排水明沟，宜采用带进水口的钢筋混凝土箱涵或现浇钢筋混凝土盖板明沟。

10 在地下水位和土质条件适宜时，位于土面区的明沟、调蓄水池可采用能入渗的结构形式。

11 排水构筑物侧壁回填材料及压实度要求宜不低于相应部位的填方要求。

【条文说明】机坪内部排水沟曾经采用铸铁算子、钢算子明沟的结构形式，算子直接与水泥混凝土道面板相邻或搁置于悬臂式的钢筋混凝土沟墙上。实践证明，这种结构形式使用效果不理想。近年来，部分机场相继出现机坪上算子明沟顶胀、道面起拱、算子下陷等现象。

5.5.2 排水构筑物所采用的材料应符合下列要求：

1 排水构筑物中采用的材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处的环境等选用，

并应考虑耐久性、可靠性和经济性；

2 基础的混凝土强度等级应不低于 C15；钢筋混凝土结构的混凝土强度等级应不低于 C25；预应力混凝土结构的混凝土强度等级应不低于 C40；

3 最冷月平均气温低于 -3°C 的地区，外露的钢筋混凝土构筑物的混凝土抗冻等级应不低于 F200，其中机坪明沟混凝土抗冻等级应不低于 F300；

4 钢筋混凝土排水构筑物的受力钢筋及其性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)的有关规定；

5 混凝土砌块的强度等级应不低于 MU15，石材的强度等级应不低于 MU30；砌筑砂浆应采用水泥砂浆，强度等级应不低于 M7.5。

5.5.3 计算排水构筑物上的作用应符合下列规定：

1 排水构筑物上的作用，可分为永久作用、可变作用和偶然作用。永久作用包括结构自重、土压力等；可变作用包括水压力、飞机或汽车荷载、温度作用以及施工荷载等；偶然作用包括汽车撞击作用，飞机偶然偏出道面、道肩时的作用等。

2 结构设计时，对不同的作用应采用不同的代表值。永久作用应采用标准值作为代表值；可变作用应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值；偶然作用应按结构使用的特点确定其代表值。作用的标准值应为设计采用的基本代表值。

3 结构设计时应根据使用过程中在结构上可能同时出现的作用，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行作用组合，并应取各自的最不利组合进行设计。

4 对于承载能力极限状态，应按作用的基本组合或偶然组合计算作用组合的效应设计值，并按式 (5.5.3-1) 进行设计。

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (5.5.3-1)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，对安全等级为一级的结构构件应不小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件应不小于 1.0；

S_d ——作用组合的效应设计值；

R_d ——结构构件的抗力设计值，应按有关建筑结构设计规范的规定确定。

作用基本组合的效应设计值应按式 (5.5.3-2) 进行计算。

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{G_j} S_{G_{jk}} + \gamma_{Q_1} S_{Q_{1k}} + \psi_c \sum_{i=2}^n \gamma_{Q_i} S_{Q_{ik}} \quad (5.5.3-2)$$

式中： γ_{G_j} ——第 j 个永久作用的分项系数；

γ_{Q_i} ——第 i 个可变作用的分项系数，其中 γ_{Q_1} 为主导可变作用 Q_1 的分项系数；

$S_{G_{jk}}$ ——按第 j 个永久作用标准值 G_{jk} 计算的作用效应值；

$S_{Q_{ik}}$ ——按第 i 个可变作用标准值 Q_{ik} 计算的作用效应值，其中 $S_{Q_{1k}}$ 为各可变作用效应中起控制作用者；

ψ_c ——可变作用的组合系数，取 0.9；

m ——参与组合的永久作用数;
 n ——参与组合的可变作用数。

承载力极限状态的基本组合的作用分项系数可按表 5.5.3 确定。

表 5.5.3 作用的分项系数

作用分类		分项系数
永久作用	作用效应对结构不利	结构自重取 1.2, 其余取 1.27
	作用效应对结构有利	1.0
可变作用	水压力	1.27
	飞机、车辆荷载	1.4

注: 对结构的倾覆、滑移或漂浮验算, 作用的分项系数应满足有关规定。

作用偶然组合的效应设计值应按式 (5.5.3-3) 进行计算。

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G_{jk}} + S_{A_d} + \psi_c \sum_{i=1}^n S_{Q_{ik}} \quad (5.5.3-3)$$

式中: S_{A_d} ——按偶然作用标准值 A_d 计算的作用效应值。

5 对于正常使用极限状态, 应根据不同的设计要求, 采用作用的标准组合或准永久组合, 并按式 (5.5.3-4) 进行设计。

$$S_d \leq C \quad (5.5.3-4)$$

式中: C ——结构构件达到正常使用要求所规定的限值, 应按各有关建筑结构设计规范的规定采用。

作用标准组合的效应设计值按式 (5.5.3-5) 进行计算。

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G_{jk}} + S_{Q_{1k}} + \psi_c \sum_{i=2}^n S_{Q_{ik}} \quad (5.5.3-5)$$

作用准永久组合的效应设计值按式 (5.5.3-6) 计算。

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{G_{jk}} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Q_{ik}} \quad (5.5.3-6)$$

式中: ψ_{qi} ——第 i 个可变作用的准永久值系数, 飞机、车辆荷载的准永久值系数取 0.5, 对于地下水静水压力或浮托力, 当设计水位取最高水位时, 准永久值系数取平均水位与最高水位的比值, 当设计采用最低水位时, 取 1.0。

5.5.4 永久作用标准值应符合下列要求:

1 结构自重, 按结构设计尺寸与相应材料单位体积的自重计算确定。对常用材料及其制作件, 可按《建筑结构荷载规范》(GB 5009) 的规定采用。

2 覆土竖向土压力, 应按式 (5.5.4-1) 计算。

$$p_{sv} = n_s \gamma_s H_s \quad (5.5.4-1)$$

式中: p_{sv} ——竖向土压力 (kN/m^2);

γ_s ——回填土的重力密度 (kN/m^3), 当土层含不同材料的结构层时, 采用根据各层材料的厚度和重力密度计算出的加权平均重力密度;

H_s ——覆盖层厚度 (m);

n_s ——竖向土压力系数。开槽敷设时为 1.2; 平地敷设时, 可按表 5.5.4-1 采用。

表 5.5.4-1 竖向土压力系数 n_s

H_s/D_1	0.5	1	2	3	4
n_s	1.20	1.40	1.45	1.50	1.45
H_s/D_1	5	6	7	8	≥ 9
n_s	1.40	1.35	1.30	1.25	1.20

注: D_1 为暗沟或管道的外形宽度或外径。

3 覆土侧向压力, 可按下列规定确定:

——应按主动土压力计算。

——地面平整时, 主动土压力可按式 (5.5.4-2) 计算。

$$p_A = \xi_A \gamma_s z \quad (5.5.4-2)$$

式中: p_A ——地下水位以上的主动土压力 (kN/m^2);

ξ_A ——主动土压力系数, $\xi_A = \tan^2 (45^\circ - \varphi/2)$, 其中 φ 为回填土的内摩擦角;

z ——自地面至计算深度的距离 (m)。

对于圆形管道, 侧向土压力可取管道中心处的压力值作为管道的均布水平荷载进行计算。

——当构筑物位于地下水位以下时, 水位以下部分侧壁上的侧向压力应为土的主动土压力与地下水位静水压力之和。其中, 主动土压力可按式 (5.5.4-3) 计算。

$$p'_A = \xi_A [\gamma_s z_w + \gamma'_s (z - z_w)] \quad (5.5.4-3)$$

式中: p'_A ——地下水位以下的主动土压力 (kN/m^2);

z_w ——自地面至地下水位的高度 (m);

γ'_s ——回填土的水下浮重力密度 (kN/m^3)。

5.5.5 可变作用标准值应符合下列要求:

1 排水构筑物的设计飞机、车辆荷载标准可按表 5.5.5-1 确定。

表 5.5.5-1 设计飞机荷载和设计车辆荷载标准

构筑物的位置	荷载标准
跑道、滑行道、机坪及道肩范围内	按机场总体规划确定的机场远期使用机型中的最大飞机荷载 (设计机型最大滑行重量)
升降带平整范围以及跑道端安全地区内	上述设计机型的最大着陆重量 (偶然荷载)
服务车辆通道 (含路肩) 范围内	飞行区等级指标为 4D 及 4D 以上时, 总重 700 kN 的牵引车; 飞行区等级指标为 4D 以下时, 总重 400 kN 的牵引车
消防车道及兼作消防车训练用道路的围场路 (含路肩) 范围内	总重 450 kN 的消防车
飞行区上述范围以外地区	200 kN 汽车荷载

注: 1 机场跑道数量多于一条时, 与不同跑道相应的飞行区可分别选择设计机型。

- 2 位于停机坪、维修机坪、专供某类特定飞机 (荷载较小) 使用的站坪区以及相应联络滑行道 (含道肩) 的排水构筑物, 设计飞机荷载可按相应部位使用的最大飞机荷载确定。
- 3 最大飞机荷载系指对排水构筑物的作用所产生的荷载效应最大的飞机荷载。
- 4 当飞机荷载效应小于车辆荷载效应时, 应按车辆荷载设计。
- 5 当机场拟使用的车辆荷载大于表中荷载时, 按拟使用的车辆荷载计算。

2 常用设计飞机荷载的主要技术参数可按《民用机场水泥混凝土道面设计规范》(MH/T 5004) 附录 A 确定。

3 设计车辆荷载的主要技术参数可按表 5.5.5-2 确定。

表 5.5.5-2 设计车辆荷载的主要技术参数

主要技术参数	总重 700 kN 的牵引车	总重 400 kN 的牵引车	总重 450 kN 的消防车	总重 200 kN 的汽车
一辆车总重力 (kN)	700	400	450	200
前轴重力 (kN)	350	200	2×95	70
中轴重力 (kN)			130	
后轴重力 (kN)	350	200	130	130
轴距 (m)	4.5	4.0	1.4+6.0+1.4	4.0
轮距 (m)	2.4	2.4	2.4	1.8
前轮轮印宽度及长度 (m)	0.45×0.45	0.40×0.40	0.30×0.30	0.30×0.20
中、后轮轮印宽度及长度 (m)	0.45×0.45	0.40×0.40	0.30×0.40	0.60×0.20

- 4 地面飞机、车辆荷载传递到地下管沟上的竖向压力, 可按下列规定确定:
 - 单个轮子传递的竖向压力可按式 (5.5.5-1) 计算。

$$p_{cz} = \frac{\mu_D P_c}{(a + 2z \tan \theta)(b + 2z \tan \theta)} \quad (5.5.5-1)$$

式中: p_{cz} ——地面飞机、车辆荷载传递到计算深度 z 处的竖向压力 (kN/m^2);

μ_D ——飞机、车辆荷载的动力系数, 按表 5.5.5-3、表 5.5.5-4 确定;

P_c ——飞机、车辆单个轮子的压力 (kN);

a ——飞机、车辆单个轮子的轮印长度 (m)。飞机荷载的轮印长度按机轮荷载和轮胎压力计算确定, 其中 $a = 1.5b$;

b ——飞机、车辆单个轮子的轮印宽度 (m);

θ ——荷载扩散角, 当扩散层为水泥混凝土、沥青混凝土、沥青碎石或半刚性基层等整体性材料时, 取 45° ; 当扩散层为土或其他颗粒材料时, 取 30° 。

表 5.5.5-3 C 类以上飞机 (含 C 类) 的动力系数

覆盖层厚度 (m)	≤ 0.50	0.60	0.80	1.00	1.20	≥ 1.40
动力系数 μ_D	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

表 5.5.5-4 C 类以下飞机 (不含 C 类)、车辆的动力系数

覆盖层厚度 (m)	≤ 0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	≥ 0.70
动力系数 μ_D	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

——并列的两个以上 (含两个) 轮子综合影响传递的竖向压力可按式 (5.5.5-2) 计算。

$$p_{cz} = \frac{n\mu_D P_c}{(a + 2z \tan \theta) \left(nb + \sum_{i=1}^{n-1} d_i + 2z \tan \theta \right)} \quad (5.5.5-2)$$

式中: n ——单轴轮子的数量;

d_i ——相邻的并列两个轮印间的横向净距 (m)。

——多轴多轮的综合影响传递的竖向压力可按式 (5.5.5-3) 计算。

$$p_{cz} = \frac{m n \mu_D P_c}{\left(ma + \sum_{i=1}^{m-1} e_i + 2z \tan \theta \right) \left(nb + \sum_{i=1}^{n-1} d_i + 2z \tan \theta \right)} \quad (5.5.5-3)$$

式中: m ——轮轴的数量;

e_i ——相邻的前后两个轮印间的纵向净距 (m)。

——穿越道面的管沟, 当覆盖层由荷载扩散角不同的多层材料组成时, 式 (5.5.5-1) ~

(5.5.5-3) 中的 $z \tan \theta$ 应分层计算并累加。

5 地面飞机、车辆荷载传递到地下构筑物上的侧向压力,可按式 (5.5.5-4) 计算。

$$p_{cx} = \xi_A p_{cz} \quad (5.5.5-4)$$

式中: p_{cx} ——地面飞机、车辆荷载传递到计算深度 z 处的侧向压力 (kN/m^2)。

6 位于地下水位以下的排水构筑物,应计算作用在构筑物上的静水压力,地下水位应考虑近期内变化的统计数据及对设计使用年限内发展趋势分析,确定其可能出现的最高及最低水位。应根据对结构的作用效应,选择最高或最低水位。考虑地下水的浮托力时,其基础底面上的地下水浮托力可按式 (5.5.5-5) 计算。

$$p_{fw} = \gamma_w h_w \eta_{fw} \quad (5.5.5-5)$$

式中: p_{fw} ——基础底面上的地下水浮托力 (kN/m^2);

γ_w ——水的重力密度 (kN/m^3),可取 10 kN/m^3 ;

h_w ——可能出现的最高地下水位至基础底面 (不含垫层) 计算部位的竖向距离 (m);

η_{fw} ——浮托力折减系数,对于非岩质地基应取 1.0,对于岩质地基应按其破碎程度确定。

注:当构筑物的基底位于地表滞水层内,又无排除上层滞水措施时,基底浮托力应按式 (5.5.5-5) 计算。

5.5.6 排水构筑物的一般构造应符合下列要求:

1 排水明沟、暗沟沿纵向应设置变形缝,变形缝的最大间距应符合表 5.5.6-1 的要求。在构筑物纵向刚度突变处、地基土有显著变化处、承受的荷载差别较大处均应设置变形缝。变形缝应做成贯通缝,缝宽可为 $20 \text{ mm} \sim 30 \text{ mm}$ 。现浇混凝土或钢筋混凝土构筑物的施工缝,宜设在受力较小的截面处,并结合变形缝设置。变形缝内应填塞柔性且不易腐烂的防水物质;

表 5.5.6-1 变形缝间距 (m)

结构类别	砌体		现浇混凝土	钢筋混凝土	
	混凝土预制块	石		装配整体式	现浇
明沟	20	15	8	30	20
暗沟	—	15	15	40	30

2 在钢筋混凝土构筑物底板下宜设一层 C15 混凝土垫层,厚度可为 $100 \text{ mm} \sim 150 \text{ mm}$;

3 混凝土的保护层厚度、钢筋的锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010) 中的有关规定;

4 钢筋混凝土构筑物各部位构件的受力钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010) 中的有关规定,受力钢筋宜采用直径较小的钢筋配置。墙、板内受力钢筋间距应不大于 250 mm ;

5 钢筋混凝土构筑物的开孔处,应采取必要的加强措施;

6 在钢筋混凝土盖板沟、箱涵截面转角处一般按构造加腋，加腋尺寸可取墙厚的 0.65 ~ 0.80 倍。加腋处构造钢筋直径可与墙内皮垂直筋相同，间距为其两倍；

7 在钢筋混凝土盖板沟、箱涵每段端头 500 mm 范围内，宜将横向钢筋加密。

5.5.7 钢筋混凝土盖板明（暗）沟的结构应符合下列要求：

1 盖板沟的盖板应为钢筋混凝土实心板，厚度不小于 200 mm。盖板明沟的盖板应留有进水孔，道面范围内的盖板明沟盖板宜采用现浇。盖板在侧墙上的搁置长度应不小于盖板厚度的 0.75 倍。暗沟预制盖板安装时应坐浆；

2 穿越道面的盖板沟沟体应采用整体式钢筋混凝土结构；

3 现浇钢筋混凝土侧墙的墙厚宜不小于 200 mm，纵向钢筋的总配筋率宜不少于 0.30%；

4 砌体侧墙的墙厚应不小于 300 mm，内墙面应采用水泥砂浆勾缝或抹面；

5 钢筋混凝土矩形沟的结构计算约束条件，可按表 5.5.7-1 采用；

表 5.5.7-1 钢筋混凝土矩形沟结构计算约束条件

连接部位		约束条件
盖板与侧墙的连接	盖板暗沟	铰接
	盖板明沟	自由端
侧墙与底板的连接		弹性固定，按节点变形协调进行计算

6 混合结构的矩形沟的结构计算约束条件，可按表 5.5.7-2 采用；

表 5.5.7-2 混合结构矩形沟结构计算约束条件

连接部位		约束条件	
盖板与侧墙的连接	盖板暗沟		铰接
	盖板明沟	有加固措施 (耳墙、坐浆等)	铰接
		无加固措施	自由端

7 承受飞机荷载的盖板沟，纵向受力可按弹性地基梁计算；其他盖板沟可不进行纵向受力计算。

5.5.8 钢筋混凝土箱涵的结构应符合下列要求：

1 现浇钢筋混凝土箱涵的横截面受力计算可按弹性框架结构计算；

2 侧墙、顶板及底板的厚度应不小于 200 mm；

3 纵向钢筋可按构造配置。截面内外两层的最小总配筋率可按表 5.5.8 选用，宜选择直径

较小的钢筋；

表 5.5.8 纵向钢筋配筋率

部 位	顶 板	墙	底 板
配筋率 (%)	0.20~0.25	0.30~0.35	0.15~0.25

4 横向钢筋直径宜不小于 10 mm，间距宜为 100 mm~200 mm。

5.5.9 排水管的构造应符合下列要求：

- 1 排水管应具备足够的强度，以承受外部荷载和管内水压力的作用；
- 2 排水管的截面内力应按弹性中心法计算。排水管基础可不进行纵向受力计算；
- 3 排水管的基础、接口做法应根据管材、荷载、地质条件等确定；
- 4 承受飞机荷载的排水管，如计算承载力不足，可采用钢筋混凝土外包加固。

5.5.10 砌体明沟的构造应符合下列要求：

- 1 砌体明沟可采用梯形或矩形断面；
- 2 梯形明沟可采用混凝土预制块或片块石砌筑。梯形明沟的边坡根据稳定性计算确定。浆砌片块石的厚度可采用 300 mm。混凝土预制块的厚度宜为 60 mm~120 mm，其沟壁、沟底外侧宜设置碎石、砂砾石或石灰土的垫层；
- 3 矩形明渠可采用石砌结构，侧墙可按挡土墙进行结构计算；
- 4 在沟底以上有地下水及有冻害的地区，应在砌体明沟的沟壁、沟底外侧加设反滤层或防冻垫层，并在沟壁上预留泄水孔。

5.5.11 V 形沟的构造应符合下列要求：

- 1 V 形沟宜设置在土面区；
- 2 V 形沟可采用现浇混凝土或浆砌混凝土预制块结构。

5.5.12 盲沟的构造应符合下列要求：

- 1 盲沟可采用梯形或矩形断面，沟内宜设置渗水盲管，盲管周围填充反滤材料。当渗水量较小或用于临时排水时，也可采用无管盲沟。盲沟反滤层外侧应采用土工布包裹；
- 2 盲沟宽度根据流量确定。有管盲沟的盲管内径宜不小于 150 mm，盲沟两侧及顶部距盲管管壁宜不小于 150 mm，盲管管底距盲沟底宜不小于 100 mm；无管盲沟的宽度宜不小于 500 mm，沟底设碎（砾）石流水层，层厚应不小于 250 mm；
- 3 盲沟所用碎（砾）石应无杂质，含泥量不大于 1%。

5.5.13 集水井的构造应符合下列要求：

- 1 集水井的进水口尺寸应根据水力计算确定；

2 集水井的井体宜采用钢筋混凝土结构。雨水口算子可采用铸铁、铸钢或焊接钢结构，其边框应与井体混凝土一起浇筑；

3 位于道面范围内的集水井，其算子应避开飞机轮子滑行路线，表面应与相邻道面齐平。位于土面区的集水井，其算子表面宜与相邻土面齐平，其周围 1 m 范围内的土壤表面宜采用防冲刷措施，其井底宜加深形成 300 mm~500 mm 深的沉泥槽。

5.5.14 检查井的构造应符合下列要求：

1 检查井的井口，如为圆形其直径应不小于 700 mm；如为矩形其尺寸应不小于 700 mm×700 mm；

2 检查井的井壁应设置爬梯，爬梯的竖向间距可采用 350 mm，水平间距可采用 300 mm；

3 检查井的井室尺寸应便于管道或暗沟的维护和检修；

4 检查井井底宜设置流槽，流槽顶部宽度应满足检修要求；

5 兼作检查井用的集水井，其井体应满足检查井的要求，其井盖应满足集水井的有关要求。

5.5.15 出水口可采用砌体、混凝土或钢筋混凝土结构，宜采取防冲、消能、加固等措施。

6 场外排水和防洪系统

6.1 一般规定

- 6.1.1** 场外排水系统应能将场内雨水通过排水干渠（沟、管）输送至安全可靠的承泄区。
- 6.1.2** 场外防洪系统应能防止场外洪水、涝水、融雪水侵入机场。
- 6.1.3** 受山洪或泥石流威胁的机场，应采取有效的拦截、引导措施，防止山洪或泥石流侵入机场；位于江河洪泛区的机场，应采取修筑防洪堤或者抬高机场标高等措施，防止河洪淹没机场。
- 6.1.4** 填海机场或位于海边受海潮影响的机场，应合理确定机场标高，并采取修筑海堤等措施，防止海水及波浪对机场的入侵破坏。
- 6.1.5** 沟渠应少占耕地，宜利用原有的防洪体系和天然沟渠。宜采用线路短、转弯少、沟床稳定的选线，减少与道路、河渠、地下管线等的交叉。
- 6.1.6** 场外排水防洪设施应满足机场障碍物限制的要求。
- 6.1.7** 设计洪水和设计潮位的计算、场外排水防洪系统的构筑物设计应符合《城市防洪工程设计规范》(GB/T 50805)的有关规定。

6.2 场外排水和防洪系统的布置

- 6.2.1** 排水（洪）沟的布置应符合下列要求：
- 1 排水（洪）沟宜布置在机场用地边界以外，当需要穿越机场时，应采取适当的措施保证机场运行安全；
 - 2 排水（洪）沟的选线应根据地形、洪水大小等确定，宜布置在地面坡度适中、土壤地质条件较好的地段；
 - 3 排水（洪）沟的出口，宜选择在河（湖）岸稳定的地段。与河流相接时，与河水流向的夹角应不大于 90° 。
- 6.2.2** 排洪涵洞的布置应符合下列要求：

1 受地形或其他条件限制，排洪沟无法绕过机场边界时，也可采用排洪涵洞穿越机场的方式；

2 穿越机场的排洪涵洞宜沿原天然沟渠走向布置。进出水口应与排洪沟顺水相接，不宜有较大的转角。进出口应避开机坪及其他重要构筑物；

3 场内排水系统不宜与排洪涵洞直接相连，但当场内沟、管底位于洞顶以上时，可用跌水井与之相连；

4 用于排除泥石流的排洪涵洞，应沿原沟位置布置，不宜作拦截、归并或易位修建。进出口应顺直，当进口上游段的沟槽不稳定时，宜设置导流坝等构筑物。

6.2.3 防洪堤的布置应符合下列要求：

1 防洪堤宜利用现有设施；

2 机场位于地势低洼的洪涝区域时，宜修筑防洪堤；机场标高低于附近河、湖、海、水库的防洪水位，并且现有防洪设施不满足机场防洪要求时，应设置防洪堤；

3 沿河岸修筑的防洪堤，其轴线宜与洪水流向平行，受冲刷危害的岸堤应采取加固措施；

4 防洪堤应选在地势较高的地段，也可与公路路堤、河（湖、海）堤结合修建。

6.2.4 承泄区的布置应符合下列要求：

1 场外排水系统的承泄区应选择机场所在汇水区下游就近的河、湖、海或容量较大的排水干渠；

2 利用现状天然河道或人工排水干渠做承泄区时，应核算其泄水能力，必要时应对出口下游河（渠）段进行拓宽、整治；

3 机场排水及防洪设施的设计应考虑承泄区的洪水位。

6.3 设计洪水和设计潮位

6.3.1 设计洪水和设计潮位的确定应符合下列要求：

1 机场的防洪标准可按表 6.3.1 确定；

表 6.3.1 民用机场的防护等级和防洪标准

防护等级	机场类别	防洪标准, 重现期 (年)
I	4C 及以上机场	≥ 100
II	3C 以下运输机场	≥ 50
III	3C 以下通用机场	≥ 20

注: 1 对于防护等级为 I 等、年旅客吞吐量大于或等于 1000 万人次的民用运输机场, 按 300 年一遇的防洪标准进行校核; 对于防护等级为 II 等、年旅客吞吐量大于或等于 200 万人次的民用运输机场, 按 100 年一遇的防洪标准进行校核。

2 民用机场的防洪标准不低于所在城市的防洪标准。

2 设计洪水计算的内容, 应根据工程性质及当地洪水状况确定。排洪沟应计算设计洪峰流量, 防洪堤及承泄区应计算设计洪水位;

3 在推求设计洪水之前, 应收集工程所在地区的水文、气象、地形、流域状况等资料, 并向当地有关部门了解该地区洪水计算的有关要求、方法和参数;

4 设计洪水计算中所依据的基本资料、主要环节、各种参数和计算成果应进行多方面的分析检查, 论证其合理性。宜采用调查的历史洪水分析成果或其他能收集到的资料做合理性检查, 也可采用两种以上方法的计算结果相互校核;

5 具有实测洪水位资料时, 可用频率分析方法推求设计洪水位。当缺乏实测洪水位资料时, 应由设计洪峰流量通过水位—流量关系或用水力学方法间接推求设计洪水位。

6.3.2 机场防洪工程设计洪水, 应计算洪峰流量、不同时段洪量和洪水过程线的全部内容。

6.3.3 设计潮位的分析计算应包括设计高潮、低潮水位和设计潮水位过程线。

7 泵站和调蓄水池

7.1 一般规定

- 7.1.1 泵站站址宜靠近承泄区，并满足机场障碍物限制的要求。
- 7.1.2 为削减排水系统外排洪峰流量、减轻对下游承泄区的压力，宜设置调蓄水池。
- 7.1.3 泵站设计应符合《泵站设计规范》（GB/T 50265）的相关规定。

7.2 泵站

- 7.2.1 雨水泵站土建宜按远期规模设计，水泵机组可接近期规模配置。
- 7.2.2 雨水泵站应采用自灌式泵站，水泵宜采用潜水泵。
- 7.2.3 雨水泵站的设计流量应按泵站进水总管的设计流量计算确定。
- 7.2.4 雨水泵的设计扬程应根据设计流量时的集水池水位与接纳水体平均水位差和水泵管路系统的水头损失确定。
- 7.2.5 水泵的选择应符合下列要求：
 - 1 水泵宜选用同一型号，台数应不少于 2 台，宜不超过 8 台。当水量变化很大时，可配置不同规格的水泵，但不宜超过两种；
 - 2 下穿通道的雨水泵站应设置备用泵，其他雨水泵站可不设置备用泵。
- 7.2.6 格栅栅条间隙可为 50 mm~100 mm，格栅过栅流速宜为 0.6 m/s~1.0 m/s。
- 7.2.7 集水池的有效容积应不小于最大一台水泵 30 s 的出水量。集水池宜分隔成进水隔间，使每台泵有各自单独的进水隔间。
- 7.2.8 雨水泵站出水口的设置应满足下列要求：
 - 1 出水口位置应避让桥梁等水中构筑物；
 - 2 出流管的方向与河道水流的夹角应不大于 90°；
 - 3 出水口和护坡结构不得影响航道，水流不得冲刷河道和影响航运安全，出口流速宜小于

0.5 m/s。

7.3 调蓄水池

7.3.1 调蓄水池的布置应符合下列要求：

- 1 在排水沟、管沿线附近如有天然洼地、池塘、景观水体，可作为雨水调蓄池；
- 2 飞行区内的调蓄水池可利用受净空条件限制无法建设其他构筑物的土地；
- 3 调蓄水池不应位于升降带平整范围、跑道端安全区、导航台站保护区等区域。

7.3.2 用于削减排水沟、管洪峰流量时，调蓄池的有效容积可按式 (7.3.2) 计算。

$$V = \left[- \left(\frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{t} \times \frac{0.5}{n + 0.2} + 1.10 \right) \log(\alpha + 0.3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right] \times Q \times t \quad (7.3.2)$$

式中：V——调蓄池有效容积 (m³)；

α ——脱过系数，取值为调蓄池下游设计流量和上游设计流量之比；

Q——调蓄池上游设计流量 (m³/min)；

b、n——暴雨强度公式参数；

t——降雨历时 (min)。

7.3.3 调蓄水池的放空时间宜不大于 12 h，可按式 (7.3.3) 计算。

$$t_0 = \frac{V}{3600Q'\eta} \quad (7.3.3)$$

式中：t₀——放空时间 (h)；

V——调蓄池有效容积 (m³)；

Q'——调蓄池下游设计流量 (m³/min)；

η ——排放效率，一般可取 0.3~0.9。

7.4 其他

7.4.1 雨水泵站供电应按二级负荷设计，特别重要的泵站应按一级负荷设计。当不能满足要求时，应设置备用动力设施。

7.4.2 雨水泵站的专用变电站宜采用站、变合一的设置方式。雨水泵站的生活用电系统应与站用电分开设置。

7.4.3 有人值守的雨水泵站内应设隔声值班室及通信设施。

7.4.4 雨水泵站应设置手动和自动两种控制方式。

7.4.5 机场有多个雨水泵站时，宜设置集中监控系统。

【条文说明】集中监控系统监视并记录区域内雨水泵站的运行数据、设备运行状态，响应并处理雨水泵站的报警，控制或协调雨水泵站的运行，在事故或紧急事件情况下进行应急处置。

附录 A 暴雨强度公式的编制方法

A.1 年多个样法取样

A.1.1 本方法适用于具有 10 年以上自记雨量资料的地区。

A.1.2 计算降雨历时采用 5 min、10 min、15 min、20 min、30 min、45 min、60 min、90 min、120 min 共 9 个历时。计算降雨重现期一般按 0.25 年、0.33 年、0.5 年、1 年、2 年、3 年、5 年、10 年统计。资料条件较好时 (资料年数不少于 20 年、子样点的排列比较规律), 也可统计高于 10 年的重现期。

A.1.3 取样方法宜采用年多个样法, 每年每个历时选择 6~8 个最大值, 然后不论年次, 将每个历时子样按大小次序排列, 再从中选择资料年数的 3 倍~4 倍的最大值, 作为统计的基础资料。

A.1.4 选取的各历时降雨资料, 一般应用频率曲线加以调整。当精度要求不太高时, 可采用经验频率曲线; 当精度要求较高时, 可采用皮尔逊Ⅲ型分布曲线或指数分布曲线等理论频率曲线。根据确定的频率曲线, 得出重现期、降雨强度和降雨历时三者的关系, 即 P 、 i 、 t 关系。

A.1.5 根据重现期、降雨强度和降雨历时三者的关系值求得 b 、 n 、 A_1 、 C 各个参数, 可采用解析法、图解与计算结合法或图解法等方法进行, 将求得的各参数代入 $q = \frac{167A_1(1 + C \lg P)}{(t + b)^n}$, 即得当地的暴雨强度公式。

A.1.6 计算抽样误差和暴雨公式均方差, 宜按绝对均方差计算, 也可辅以相对均方差计算。当计算重现期在 0.25 年~10 年时, 在一般强度的地方, 平均绝对均方差宜不大于 0.05 mm/min。在较大强度的地方, 平均相对均方差宜不大于 5%。

A.2 年最大值法取样

A.2.1 本方法适用于具有 20 年以上自记雨量资料的地区, 有条件的地区可用 30 年以上的雨量系列, 暴雨样本选择方法可采用年最大值法。若在时段内任一时段超过历史最大值, 宜进行复核修正。

A.2.2 计算降雨历时采用 5 min、10 min、15 min、20 min、30 min、45 min、60 min、90 min、120 min、150 min、180 min 共 11 个历时。计算降雨重现期宜按 2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、30 年、50 年、100 年统计。

A.2.3 选取的各历时降雨资料，应采用经验频率曲线或理论频率曲线加以调整，一般采用理论频率曲线，包括皮尔逊Ⅲ型分布曲线、耿贝尔分布曲线和指数分布曲线。根据确定的频率曲线，得出重现期、降雨强度和降雨历时三者的关系，即 P 、 i 、 t 关系。

A.2.4 根据重现期、降雨强度和降雨历时三者的关系求得 b 、 n 、 A_1 、 C 各个参数，可采用图解法、解析法、图解与计算结合法等方法进行。为提高暴雨强度公式的精度，一般采用高斯—牛顿法。将求得的各参数代入 $q = \frac{167A_1(1 + C \lg P)}{(t + b)^n}$ ，即得当地的暴雨强度公式。

A.2.5 计算抽样误差和暴雨公式均方差宜按绝对均方差计算，也可辅以相对均方差计算。计算重现期在 2 年~20 年时，在一般强度的地方，平均绝对均方差宜不大于 0.05 mm/min。在较大强度的地方，平均相对均方差宜不大于 5%。

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……的规定”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

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- [1] 《室外排水设计规范》（GB 50014）
- [2] 《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001）
- [3] 《民用航空运输机场安全保卫设施建设标准》（MH 7003）
- [4] 《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T 50476）
- [5] 《混凝土结构设计规范》（GB 50010）
- [6] 《建筑结构荷载规范》（GB 50009）
- [7] 《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T 5004）
- [8] 《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805）
- [9] 《泵站设计规范》（GB/T 50265）