



# 咨询通告

中国民用航空局机场司

编号: AC-XXX-CA-2026-XX-XX

下发日期: 2026 年 XX 月 XX 日

## 民航专业工程设计安全 风险评估指南 (征求意见稿)



## 前 言

民航专业工程设计安全风险评估工作对于保障机场建设运营安全、提高工程设计质量、科学防控安全风险、促进机场可持续发展具有重要意义。为规范民航专业工程设计安全风险评估工作，统一评估技术要求，确保评估结果的科学性、准确性和有效性，制定本指南。

本指南的主要内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 风险评估；5 场地与环境；6 土石方与地基处理；7 桥梁及下穿通道；8 不停航施工设计；9 飞行区运行安全；附录 A 评估报告及封面格式。

本指南第 1 章由\*\*\*编写，第 2 章由\*\*\*编写，第 3 章由\*\*\*编写，第 4 章由\*\*\*编写，第 5 章由\*\*\*编写，第 6 章由\*\*\*编写，第 7 章由\*\*\*编写，第 8 章由\*\*\*编写，第 9 章由\*\*\*编写，附录 A 由\*\*\*编写。

本指南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，请函告上海理工大学（地址：上海市杨浦区军工路 334 号；邮编：200093；传真：021-65710216；电话：021-65710430；电子邮箱：hcwei@126.com），以便修订时参考。

主 编 单 位： 上海理工大学

参 编 单 位：

主 编： 黄崇伟

编 写 人 员：

主 审：

参 审 人 员：

本次为首次制定。

## 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1 总 则 .....           | 1  |
| 2 术 语 .....           | 3  |
| 3 基本规定 .....          | 4  |
| 4 风险评估 .....          | 6  |
| 4.1 一般规定 .....        | 6  |
| 4.2 风险辨识 .....        | 7  |
| 4.3 风险分析 .....        | 11 |
| 4.4 风险评价 .....        | 16 |
| 5 场地与环境 .....         | 17 |
| 5.1 一般规定 .....        | 17 |
| 5.2 防洪排涝 .....        | 17 |
| 5.3 地质灾害及防治 .....     | 19 |
| 5.4 地震效应 .....        | 21 |
| 5.5 填海场地 .....        | 22 |
| 6 土石方与地基处理 .....      | 24 |
| 6.1 一般规定 .....        | 24 |
| 6.2 地基处理工程 .....      | 24 |
| 6.3 填方工程 .....        | 25 |
| 6.4 边坡防护与支挡工程 .....   | 27 |
| 6.5 基坑工程 .....        | 29 |
| 7 桥梁及下穿通道 .....       | 32 |
| 7.1 一般规定 .....        | 32 |
| 7.2 桥梁工程 .....        | 33 |
| 7.3 下穿通道工程 .....      | 34 |
| 8 不停航施工设计 .....       | 36 |
| 8.1 一般规定 .....        | 36 |
| 8.2 场道工程不停航施工 .....   | 36 |
| 8.3 助航灯光工程不停航施工 ..... | 39 |
| 9 飞行区运行安全 .....       | 42 |
| 9.1 一般规定 .....        | 42 |
| 9.2 飞行区平面 .....       | 42 |
| 9.3 净空 .....          | 44 |
| 9.4 消防救援工程 .....      | 46 |
| 9.5 目视助航设施工程 .....    | 47 |
| 9.6 围界与安防工程 .....     | 50 |
| 附录 A 评估报告及封面格式 .....  | 53 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为适应民用机场建设发展需要,提高民航专业工程设计安全风险防控能力与管理水平,规范民航专业工程设计安全风险评估工作,保证评估质量,制定本指南。

【条文说明】设计安全风险评估的目的是及时识别和管控民航专业工程设计中的安全风险。一是用于预防,通过系统识别设计阶段可能存在的安全隐患,为优化设计方案、消除或降低安全风险提供依据;二是用于管控,建立风险分级管控机制,对不同等级的风险采取针对性的管控措施;三是用于指导,为施工安全管理和运营维护提供重要参考,从源头上预防和减少安全事故的发生。本指南用于指导建设单位、设计单位或第三方机构等开展设计安全风险评估工作,为工程建设和运行安全提供保障。

近年来,随着民航事业的快速发展,民航专业工程建设规模不断扩大,技术复杂程度不断提高,安全风险管控面临新的挑战。2021年6月10日,全国人大常委会表决通过了关于修改《中华人民共和国安全生产法》的决定,明确提出应构建双重预防机制,即安全风险分级管控和隐患排查治理。2025年12月27日,全国人大常委会通过了新修订的《中华人民共和国民用航空法》,自2026年7月1日起施行。新修订的民用航空法充实完善了规范民用航空活动、保障民用航空安全和支持民航制造业、运输业、低空经济发展的各方面制度措施,为民航安全发展提供了更加坚实的法律保障。2022年3月15日,《运输机场专业工程建设质量和安全生产监督管理规定》(中华人民共和国交通运输部令2022年第2号)施行,明确提出设计单位在设计阶段应当进行安全风险分析。2026年7月1日,《运输机场运行安全管理规定》(中华人民共和国交通运输部令2025年第5号)施行,明确提出机场运行安全保障等相关方面要求。

鉴于此,中国民用航空局紧紧围绕航空运行安全需求,持续强化行业安全管理体系建设,近几年民航局陆续颁布了一系列安全管理制度文件。在工程建设风险防控方面,发布了《民航专业工程施工重大安全隐患判定标准(2025年修订版)》、《民航专业工程施工安全风险评估指南》、《降低运输机场飞行区运行风险设计指南》(AC-158-CA-2025-03R1)、《民航专业工程质量事故报告和调查处理办法(试行)》(民航规〔2026〕5号)、《民用机场飞行区场道工程施工安全技术规范》(MH/T 5077-2024)、《运输机场专业工程建设质量和安全生产监督管理规定》、《运输机场专业工程施工单位安全管理人员管理办法(试行)》等;在运行管理方面,颁布了《A类通用机场运行安全管理实施细则》(民航规〔2024〕21号)、《民用航空安全检查人员配备》(MH/T 7022-2025)、《运输机场安全管理体系(SMS)建设指南》等管理文件。这些制度文件密集出台,构建了从规划设计、工程建设到运行维护的全链条、全过程

风险防控体系,充分体现了行业主管部门对民航安全工作的高度重视,为提高风险防控能力、坚决守住民航安全生命线提供了有力保障。

然而,当前民航专业工程设计安全风险评估工作仍存在不系统、不规范的问题。2024年,国务院安委会办公室在对当年一季度安全生产检查中发现的问题隐患进行梳理汇总后指出,未及时发现排查整治重大事故隐患等问题依然突出,部分企业主要负责人、安全生产管理人员对重大事故隐患判定标准学习掌握不够;部分安全生产社会化服务机构及人员现场评价不准确、辨识不深入;部分负有安全生产监督管理职责的部门和执法人员未将重大事故隐患判定标准作为执法的重要依据。2025年11月,民航局召开重大安全隐患判定标准宣贯会,对《民航重大安全隐患判定标准(2025年修订版)》的编制思路、具体条款及法律责任进行了详细解读,进一步推动行业各单位、监督部门在判定标准的学习掌握、贯彻执行上补齐短板。

本指南填补了民航专业工程设计安全风险评估技术依据的空白,规范了评估工作的技术要求、评估方法、管控措施等内容,落实行业推动安全管理模式向“源头预防、系统评估、科学管控”转变的要求。

**1.0.2** 本指南适用于新建、改(扩)建运输机场(含军民合用机场民用部分)的场地与环境、土石方与地基处理、桥梁及下穿通道、不停航施工设计及飞行区运行安全等方面的民航专业工程设计安全风险评估,通用机场可参照执行。

【条文说明】根据民航局和住建部的相关文件规定,民航专业工程包括机场场道工程、民航空管工程、机场目视助航工程、航站楼及货运站的工艺流程及民航专业弱电系统工程、航空供油工程。

上述专业工程涉及的具体建设内容多样,其中场地与环境、土石方与地基处理、桥梁及下穿通道、不停航施工设计及飞行区运行安全等环节,是机场场道工程建设、飞行区运行安全等专业在勘察、设计、施工全过程中普遍涉及且安全风险相对集中的关键环节。本指南正是基于上述专业工程的特点,从中选取这几个风险突出、民航专业特征明显的环节作为评估重点,而非对民航专业工程所涉及的全部专业内容逐一开展评估,其他民航专业工程的风险评估可以参照执行。相比于其他建设工程,这些环节具有更多民航特色的风险因素,需要专门的评估方法和管控措施。

**1.0.3** 设计安全风险评估工作应在初步设计阶段开展;施工图设计阶段根据工程实际需要,可开展设计安全风险评估。评估工作应充分考虑工程建设和运行安全需求,为设计方案优化和安全措施制定提供依据。

**1.0.4** 设计安全风险评估应遵循适度控制、经济可行、效率统筹的原则,坚持风险防控与运行效率相协调,既要防止安全风险遗漏,又要避免过度防控。

**1.0.5** 民航专业工程设计安全风险评估工作,除应符合本指南规定外,尚应符合国家及行业现行有关法律法规、标准和规范的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 设计安全风险评估 design safety risk assessment

是指在民航专业工程设计过程中，对建设和运营潜在的风险进行辨识、分析及评价，并提出控制措施建议的工作。

### 2.0.2 场地与环境 site and environment

指拟建工程所在区域的自然条件综合情况，包括地形地貌、工程地质、水文地质、气象气候等要素。场地直接影响工程的选址方案、设计标准、施工组织和运行安全，环境制约工程的建设规模和技术方案选择。

### 2.0.3 风险源 risk source

是指可能单独或共同引发风险事件的因素或条件的组合，包括技术因素、自然因素、人为因素等。

### 2.0.4 风险事件 risk event

在机场建设和运营期间，可能引发人员伤亡、经济损失等不利后果的事件。

### 2.0.5 风险辨识 risk identification

通过系统的资料收集、分析归纳及专家咨询，对工程设计方案涉及的风险源和风险事件进行普查、检查，甄别、确定主要风险源及典型风险事件的过程。

### 2.0.6 风险分析 risk analysis

对已识别的风险源进行系统分析，评估其引发风险事件的发生概率，以及该风险事件可能造成的人员伤亡、经济损失的严重程度，并据此确定风险等级的过程。

### 2.0.7 风险评价 risk evaluation

对比风险分析结果和接受准则，确定风险和/或其大小的可接受程度，并提出相应风险控制对策的过程。

### 3 基本规定

**3.0.1** 民航专业工程设计安全风险评估工作包括以下几个步骤：前期准备、现场调查、标准符合性程度评定、设计阶段安全风险评估、风险评估报告编制、风险评估报告评审。

**3.0.2** 前期准备所收集的资料应包括：

- 1 国家和民航行业有关法律、法规、规章及规范性文件；
- 2 国家和民航有关技术标准、规范及规程；
- 3 与评估对象有关的工程勘察、设计文件；
- 4 工程区域内的建（构）筑物资料；
- 5 其他与评估对象相关的资料。

**3.0.3** 现场调查应对前期准备阶段收集的资料进行核实，并重点补充调查场地地形地貌、地质条件、气象水文等基础数据，以及可能影响设计安全的不利因素，作为设计阶段风险评估的依据。

**3.0.4** 标准符合性程度反映评估对象设计方案整体对相关标准规范的满足程度，是判断是否需要开展设计阶段安全风险评估的前置依据。标准符合性程度分级标准应符合本指南表 3.0.4 的规定。

表 3.0.4 标准符合性程度分级标准

| 等级 | 符合性程度 | 描述                                                              |
|----|-------|-----------------------------------------------------------------|
| A  | 完全符合  | 设计完全满足现行标准规范的所有要求，各项技术指标均达到或优于规范规定值。                            |
| B  | 基本符合  | 设计满足标准的核心要求和强制性条文，个别非强制性指标或次要参数略有偏差，但在规范允许的调整范围内。               |
| C  | 部分符合  | 设计总体框架符合标准要求，但部分重要技术指标未完全达标，需通过增加补充措施或优化设计参数来满足要求。              |
| D  | 不符合   | 设计方案不符合标准的基本要求，存在重大技术缺陷或遗漏关键验算，部分或全部强制性条文未得到有效执行，或采用明令禁止的技术、材料。 |

【条文说明】分级标准共分四级：A 级、B 级对应设计方案整体完全符合或基本符合现行标准规范要求，技术风险总体可控；C 级、D 级对应设计方案整体存在不同程度的标准偏离，风险递增。

**3.0.5** 标准符合性程度评定应根据工程现场情况、规划、勘察、测绘及相关技术标准、规范、强制性条文，对设计文件的符合性程度进行综合研判，评定结果为 A 级或 B 级的，可不强制开展设计安全风险评估；评定结果为 C 级或 D 级的，应开展设计安全风险评估。

符合性评定流程应采用专家调查法进行，可参照本指南第 4 章的相关规定执行。

【条文说明】本条所述评定是对设计方案整体的一次性判断，不涉及具体风险源、风险事件的逐项分析，目的是在开展第 4 章详细评估之前先行判断设计方案的整体标准符合水平，避

免对风险总体可控的项目重复投入评估资源。

评定方法可参照本指南第 4.3 节风险分析的专家调查法，即在各个专家判定后，通过专家信心系数确定有效专家及权重系数，从专家组角度综合确定整体设计方案的标准符合性程度。计算结果也可按(95, 100]、(85, 95]、(70, 85]、(40, 70] 分别对应 A、B、C、D 级。

**3.0.6** 存在下列情形之一的，不论标准符合性程度评定结果如何，均应按本指南第 4 章的规定开展设计阶段安全风险评估：

1 位于地震高烈度区，或存在软弱地基、岩溶（土洞）、滑坡、填海等不良地质条件的民航专业工程；

2 采用新技术、新工艺、新材料，或无相应国家、行业标准可依的工程；

3 邻近既有运行区域、重要建（构）筑物或其他危险源，工程实施可能对机场建设和运行安全，或对周边产生较大影响的工程；

4 其他对工程质量、安全有怀疑的情况。

【条文说明】本条是对第 3.0.5 条评估豁免的必要补充和限定。第 3.0.5 条基于标准符合性程度评定结果，允许对总体风险可控的项目（A 级、B 级）不再重复开展第 4 章的详细评估，目的是合理配置评估资源，避免重复投入。但标准符合性程度评定针对的是设计方案与现行标准规范的符合程度，反映的是“设计层面”的风险；而工程所处场地的地质气象条件、采用技术的成熟程度、与既有运行环境的邻近关系等，属于“工程本体和外部环境层面”的固有风险，二者并不完全重合，标准符合性评定结果良好并不意味着此类风险已被充分识别和控制。因此，即使标准符合性程度评定结果为 A 级或 B 级，若工程具有本条所列情形之一，仍应开展第 4 章规定的详细风险评估，防止因整体性、一次性的评定而遗漏个体工程的特殊风险，确保评估结论的可靠性和适用性。

**3.0.7** 设计阶段风险评估的具体方法和程序应符合本指南第 4 章的规定。

**3.0.8** 安全风险评估报告编制应符合本指南附录 A 的规定。

**3.0.9** 民航专业工程设计阶段安全风险评估报告可组织专家进行评审，评审程序、评审专家资格、评审内容及评审结论等应符合民航行业的相关管理规定。

**3.0.10** 风险评价完成后，应根据风险等级提出相应的风险控制对策建议，作为设计优化和风险管理的依据。风险控制对策应符合表 3.0.10 的要求。

**表 3.0.10 风险接受准则与控制对策**

| 风险等级            | 接受准则 | 控制对策                                                   |
|-----------------|------|--------------------------------------------------------|
| 等级I<br>(低度风险)   | 可忽略  | 低风险，可接受。                                               |
| 等级II<br>(中度风险)  | 可接受  | 一般风险，可接受，但宜实施预防措施以提升安全性。                               |
| 等级III<br>(高度风险) | 不期望  | 较大风险，有条件接受，应实施降低风险的应对措施。                               |
| 等级IV<br>(极高风险)  | 不可接受 | 重大风险，不可接受，必须采取有效应对措施将风险等级降低到 I 级及以下水平；必要时应更换方案或放弃项目执行。 |

## 4 风险评估

### 4.1 一般规定

4.1.1 民航专业工程设计安全风险评估流程应分为风险辨识、风险分析和风险评价三个步骤，评估流程应符合本指南图 4.1.1 的要求。

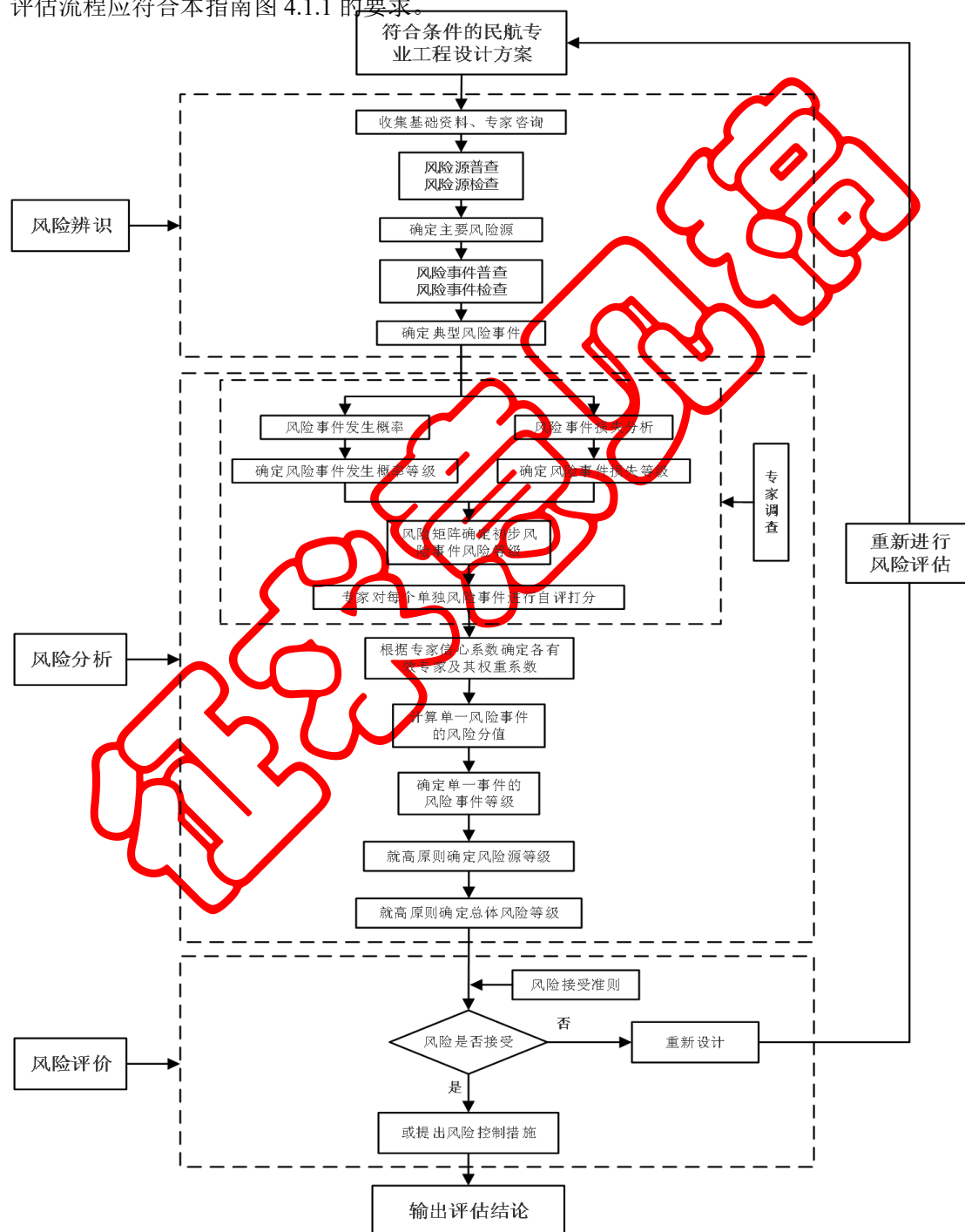


图 4.1.1 民航专业工程设计安全风险评估流程

**4.1.2** 本指南风险等级的确定推荐采用风险矩阵法，根据已确定的风险发生概率等级和风险损失等级，按照风险等级确定的相关要求，确定安全风险等级。

【条文说明】风险评估方法按照分析原理和数据要求可分为定性分析方法、定量分析方法和半定量分析方法三大类。定性分析方法主要包括检查表法、初步危险分析法、危险与可操作性分析法等，主要依靠专业判断和经验，分析过程相对简单，但结果主观性较强。定量分析方法主要包括故障树分析法、事件树分析法、概率风险评估法等，需要大量历史数据和精确的概率计算，分析结果客观准确，但对数据要求高、技术复杂度大。半定量分析方法主要包括风险矩阵法、层次分析法、模糊综合评价法等，将定性描述与定量计算相结合。

本条推荐采用风险矩阵法，经过综合考虑：一是适用性强，适合民航专业工程的多样性和复杂性特点；二是操作简便，便于工程技术人员掌握应用；三是结果直观，通过矩阵形式展示风险等级分布，便于决策和制定控制措施；四是平衡性好，既考虑风险发生可能性又考虑损失程度；五是标准化程度高，便于行业推广应用。

风险矩阵法采用“风险发生概率等级”和“风险损失等级”两个维度确定风险等级。本指南结合民航专业工程特点，对风险发生概率等级和风险损失等级的划分标准进行了具体规定，形成了更具可操作性的评估体系。

针对技术复杂度极高或安全要求特别严格的特殊工程项目，可以根据相关民航专业工程的特点，在必要时也可采用其他方法作为补充。

**4.1.3** 初步设计阶段应根据工程场址条件和设计方案特点开展风险辨识和风险评估工作，重点识别相关风险源和设计方案相关风险源，针对识别的主要风险源所涉及的主要风险事件开展风险发生概率分析和风险损失分析并确定风险等级，对高度风险和极高风险应提出针对性的风险控制措施或优化设计方案。

**4.1.4** 施工图设计阶段应在初步设计阶段确定的主要风险源和主要风险事件基础上，根据工程实际情况增减相应的风险源和风险事件。

## 4.2 风险辨识

**4.2.1** 风险辨识应包括风险源、风险事件的识别，通过系统的资料收集、分析归纳和专家咨询，逐步筛选和确定需要重点关注的主要风险源及典型风险事件。

【条文说明】风险辨识是风险评估的基础环节，其工作质量直接影响后续的风险分析和风险评估结果。

风险辨识的对象包括风险源和风险事件两个层面：风险源是指可能导致工程风险发生的各类致险因素，风险事件是指风险源作用下可能出现的具体不利事件或后果。二者既有区别又紧密关联，风险辨识应统筹兼顾，做到不重不漏。

风险辨识应通过系统的资料收集与分析归纳来实现。资料收集应涵盖相关法律法规、技术标准规范、工程勘察设计文件以及类似工程的经验教训等；在此基础上，结合具体工程的

地质条件、结构形式、施工工艺、周边环境等实际情况，对收集资料进行系统梳理、分析和归纳，判断各类风险源和风险事件在本工程中是否存在、以何种形式存在、可能产生何种影响，从而形成较为全面、客观的风险辨识初步结果。

在系统资料收集和分析归纳的基础上，还应通过专家咨询等方式，充分发挥专业人员的经验和判断能力，对初步辨识出的风险源和风险事件进行审核和补充完善，弥补单纯资料分析可能存在的疏漏和不足。

风险辨识应遵循“逐步筛选、重点突出”的原则，即在全面辨识各类风险源和风险事件的基础上，综合考虑其重要程度、发生概率、影响范围及后果严重性等因素，逐步筛选和确定需要重点关注、进行深入分析的主要风险源及风险事件，为后续风险分析和风险评价工作合理配置资源、突出工作重点提供依据。

#### 4.2.2 风险辨识宜采用检查表法。

4.2.3 风险源普查应结合所收集的资料，逐项识别工程可能存在的风险源及其构成因素，并按本指南表 4.2.3 的要求进行填写。

表 4.2.3 风险源普查表

| 分类    | 风险源   | 风险源因素     |
|-------|-------|-----------|
| 1     | 风险源 1 | 风险源因素 1.1 |
|       |       | 风险源因素 1.2 |
|       |       | .....     |
|       |       | 风险源因素 1.m |
| 2     | 风险源 2 | 风险源因素 2.1 |
|       |       | 风险源因素 2.2 |
|       |       | .....     |
|       |       | 风险源因素 2.m |
| ..... | ..... | .....     |
| N     | 风险源 N | 风险源因素 N.1 |
|       |       | 风险源因素 N.2 |
|       |       | .....     |
|       |       | 风险源因素 N.m |

4.2.4 风险源检查应在风险源普查的基础上，逐项分析各风险源因素的存在方式和产生的影响，甄别主要风险源因素和次要风险源因素，并按本指南表 4.2.4 的要求进行填写。

表 4.2.4 风险源检查表

| 序号    | 风险源   |           | 描述   |       |          |      |
|-------|-------|-----------|------|-------|----------|------|
|       |       |           | 存在方式 | 产生的影响 | 主要/次要风险源 | 判别依据 |
| 1     | 风险源 1 | 风险源因素 1.1 |      |       |          |      |
|       |       | 风险源因素 1.2 |      |       |          |      |
|       |       | .....     |      |       |          |      |
|       |       | 风险源因素 1.m |      |       |          |      |
| 2     | 风险源 2 | 风险源因素 2.1 |      |       |          |      |
|       |       | 风险源因素 2.2 |      |       |          |      |
|       |       | .....     |      |       |          |      |
|       |       | 风险源因素 2.m |      |       |          |      |
| ..... | ..... | .....     |      |       |          |      |
| N     | 风险源 N | 风险源因素 N.1 |      |       |          |      |
|       |       | 风险源因素 N.2 |      |       |          |      |
|       |       | .....     |      |       |          |      |
|       |       | 风险源因素 N.m |      |       |          |      |

【条文说明】风险源检查是在风险源普查基础上开展的针对性分析工作，旨在结合工程实际情况，对普查阶段识别出的各风险源逐项分解为具体的风险源因素，并逐一判断其在本工程中的存在方式、产生的影响及重要程度，为主要风险源的确定提供依据。

存在方式应结合工程的场址条件、专业工程类型、施工组织方式、运行环境等实际情况，明确该风险源因素在本工程中具体以何种形式、何种条件存在，避免笼统判断“存在”或“不存在”，应给出具体、可追溯的判别依据；产生的影响应在此基础上，分析该风险源因素一旦发生作用，可能对工程安全、质量、进度、环境等方面造成的具体后果及其严重程度；主要/次要则应综合考虑该风险源因素的发生概率、影响范围及后果严重性等，判断其在所属风险源中的重要程度，作为区分主要风险源因素和次要风险源因素的依据。

上述三项判别内容层层递进、相互支撑，存在方式是判断的前提，产生的影响是判断的核心，主要/次要则是判断的落脚点，三者共同构成风险源检查的完整逻辑。检查过程中应做到有据可查、结论明确，避免主观臆断，确保检查结果的针对性和准确性，为主要风险源确定阶段的综合筛选和后续风险分析工作奠定坚实基础。

**4.2.5** 风险事件的普查，应结合所收集的资料及风险源普查、检查结果，识别工程可能发生的各类风险事件，并按本指南表 4.2.5 的要求进行填写。

表 4.2.5 风险事件普查表

| 序号    | 风险源     |           | 风险事件   |        |        |        |       |
|-------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|-------|
|       |         |           | 风险事件 1 | 风险事件 2 | 风险事件 3 | 风险事件 4 | ..... |
| 1     | 主要风险源 1 | 风险源因素 1.1 | ★      |        |        |        |       |
|       |         | 风险源因素 1.2 | ★      |        |        |        |       |
|       |         | .....     |        | ★      |        |        |       |
|       |         | 风险源因素 1.m |        | ★      |        |        |       |
| 2     | 主要风险源 2 | 风险源因素 2.1 |        |        | ★      |        |       |
|       |         | 风险源因素 2.2 |        |        | ★      |        |       |
|       |         | .....     |        |        |        | ★      |       |
|       |         | 风险源因素 2.m |        |        |        | ★      |       |
| ..... | .....   | .....     |        |        |        |        | ☆     |
| N     | 主要风险源 N | 风险源因素 N.1 |        |        |        |        | ☆     |
|       |         | 风险源因素 N.2 |        |        |        |        | ☆     |
|       |         | .....     |        |        |        | ☆      |       |
|       |         | 风险源因素 N.m |        |        |        |        | ★     |

【条文说明】“★”、“☆”及“空白”分别表示风险源对风险事件呈强相关、弱相关及无影响。

4.2.6 风险事件的检查,应在风险事件普查的基础上,甄别典型风险事件,并按本指南表 4.2.6 的要求进行填写。

表 4.2.6 风险事件检查表

| 序号    | 检查项目    | 方案当前已采取的措施 | 存在方式 | 产生的影响 | 判别依据 |
|-------|---------|------------|------|-------|------|
| 1     | 主要风险源 1 | 风险事件 1.1   |      |       |      |
|       |         | 风险事件 1.2   |      |       |      |
|       |         | .....      |      |       |      |
|       |         | 风险事件 1.m   |      |       |      |
| 2     | 主要风险源 2 | 风险事件 2.1   |      |       |      |
|       |         | 风险事件 2.2   |      |       |      |
|       |         | .....      |      |       |      |
|       |         | 风险事件 2.m   |      |       |      |
| ..... | .....   | .....      |      |       |      |
| N     | 主要风险源 N | 风险事件 N.1   |      |       |      |
|       |         | 风险事件 N.2   |      |       |      |
|       |         | .....      |      |       |      |
|       |         | 风险事件 N.m   |      |       |      |

### 4.3 风险分析

#### 4.3.1 风险事件发生概率和损失等级宜采用专家调查法。

【条文说明】根据设计安全风险评估实施以来的调研和总结成果，专家调查法属于一种应用广泛的方法，被多数单位采纳应用。能够利用专家的知识经验，特别是在涉及复杂领域或新兴领域的风险评估中，专家的见解尤为重要；可以捕捉难以量化的风险因素；相比于一些复杂的定量方法，专家调查法通常更快速、更高效，可以在较短的时间内完成风险评估。因此，本次指南制定仍然推荐专家调查法作为定性化评估方法，并对专家调查法进行了更为细致的规定。

#### 4.3.2 民航专业工程设计安全风险事件发生概率等级应分为 1、2、3、4、5 级。各等级判断标准应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 风险事件发生概率等级判断标准

| 等级 | 定量判断标准（概率区间）              | 定性判断标准  |
|----|---------------------------|---------|
| 1  | $P_f < 0.0003$            | 几乎不可能发生 |
| 2  | $0.0003 \leq P_f < 0.003$ | 很少发生    |
| 3  | $0.003 \leq P_f < 0.03$   | 偶然发生    |
| 4  | $0.03 \leq P_f < 0.3$     | 可能发生    |
| 5  | $P_f \geq 0.3$            | 频繁发生    |

#### 4.3.3 风险事件损失等级应从人员伤亡、经济损失两方面进行分析，评估潜在风险事件可能造成的后果严重程度，应考虑以下因素：

- 1 风险事件发生时可能受到影响的人员类型和数量，包括施工作业人员、机场运营人员、旅客、周边居民等；
- 2 可能造成的直接经济损失，包括工程本体损失、设备设施损失、停航损失、修复费用等；
- 3 后果的不确定性和可能的次生灾害。

#### 4.3.4 风险事件损失等级分为 5 级，应按人员伤亡、经济损失两方面确定。当多种损失同时产生时，应采用就高原则确定风险事件损失等级。

4.3.5 人员伤亡等级的判断标准应符合本指南表 4.3.5 的要求。

表 4.3.5 人员伤亡等级判断标准

| 判断标准                                     | 等级 |
|------------------------------------------|----|
| 无死亡且重伤人数 5 人以下                           | 1  |
| 3 人以下死亡（含失踪）或 5 人以上 10 人以下重伤             | 2  |
| 3 人以上 10 人以下人员死亡（含失踪）或 10 人以上 50 人以下重伤   | 3  |
| 10 人以上 30 人以下人员死亡（含失踪）或 50 人以上 100 人以下重伤 | 4  |
| 30 人以上人员死亡（含失踪）或 100 人以上重伤               | 5  |

【条文说明】参考国务院《生产安全事故报告和调查处理条例》。“以上”包含本数，“以下”不包含本数，下同。

4.3.6 经济损失等级的判断标准应符合本指南表 4.3.6 的要求。

表 4.3.6 经济损失等级判断标准

| 判断标准                      | 等级 |
|---------------------------|----|
| 经济损失 100 万元以下             | 1  |
| 经济损失 100 万元以上 1000 万元以下   | 2  |
| 经济损失 1000 万元以上 5000 万元以下  | 3  |
| 经济损失 5000 万元以上 10000 万元以下 | 4  |
| 经济损失 10000 万元以上           | 5  |

【条文说明】参考民航局《民航专业工程质量事故报告和调查处理办法（试行）》。对总造价较低的工程，可采用相对经济损失进行判定。

4.3.7 安全风险等级应根据风险事件发生概率等级和损失等级，按本指南表 4.3.7 确定。

表 4.3.7 风险等级标准

| 风险事件发生概率等级 | 风险事件损失等级 |     |     |     |     |
|------------|----------|-----|-----|-----|-----|
|            | 1        | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1          | I        | I   | II  | II  | III |
| 2          | I        | II  | II  | III | III |
| 3          | II       | II  | III | III | IV  |
| 4          | II       | III | III | IV  | IV  |
| 5          | III      | III | IV  | IV  | IV  |

4.3.8 专家调查表填写应符合下列规定，并分别按表 4.3.8-1、表 4.3.8-2 的要求填写：

1 表 4.3.8-1 中“风险事件发生概率级别”栏、“风险事件损失级别”栏、“风险事件等级 $X_{ij}$ ”栏，应由专家填写。

2 表 4.3.8-2 中“专家信心系数 $C_{a,ij}$ ”栏、“专家风险事件打分 $U_{ij}$ ”栏、“建议进一步

采取的措施”栏，应由专家填写。

表 4.3.8-1 专家调查表（风险等级评定）

| 主要风险源   | 典型风险事件 | 风险源到风险事件的演变过程及产生的影响 | 风险事件发生概率级别 | 风险事件损失级别 |      | 风险事件等级 $X_{ij}$ | 评定概率和损失级别的理由 |
|---------|--------|---------------------|------------|----------|------|-----------------|--------------|
|         |        |                     |            | 人员伤亡     | 经济损失 |                 |              |
| 主要风险源 1 | 风险事件 1 |                     |            |          |      |                 |              |
|         | 风险事件 2 |                     |            |          |      |                 |              |
|         | .....  |                     |            |          |      |                 |              |
|         | 风险事件 N |                     |            |          |      |                 |              |
| 主要风险源 2 | 风险事件 1 |                     |            |          |      |                 |              |
|         | 风险事件 2 |                     |            |          |      |                 |              |
|         | .....  |                     |            |          |      |                 |              |
|         | 风险事件 N |                     |            |          |      |                 |              |
| .....   | .....  |                     |            |          |      |                 |              |
| 填表人：    |        |                     |            | 填表日期：    |      |                 |              |

表 4.3.8-2 专家调查表（风险打分及措施建议）

| 主要风险源   | 典型风险事件 | 专家信心系数 $C_{a,ij}$ | 专家风险事件打分 $U_{ij}$ | 建议进一步采取的措施 |
|---------|--------|-------------------|-------------------|------------|
| 主要风险源 1 | 风险事件 1 |                   |                   |            |
|         | 风险事件 2 |                   |                   |            |
|         | .....  |                   |                   |            |
|         | 风险事件 N |                   |                   |            |
| 主要风险源 2 | 风险事件 1 |                   |                   |            |
|         | 风险事件 2 |                   |                   |            |
|         | .....  |                   |                   |            |
|         | 风险事件 N |                   |                   |            |
| 填表人：    |        | 填表日期：             |                   |            |

【条文说明】表 4.3.8-1 中“风险源到风险事件的演变过程及产生的影响”栏，由评估工作组结合设计、专题研究、试验资料等预先填写基础信息，专家在调查过程中应对填写内容进行审核确认，如认为演变过程分析不准确或不充分的，应予以修改或补充完善，确保专家的等级判断建立在准确、充分的技术依据之上。

评估工作组填写该栏时，应提供工程设计方案中与某风险源有关的荷载参数、构造细节条件等信息，通常要具体、详尽，涉及设计方案中对某风险有影响的详细技术缺陷，以及方案当前已采取的相关施工技术和运营管理措施等信息。此部分内容为背景说明资料，不单独作为表格栏目填写，用于支撑“风险源到风险事件的演变过程及产生的影响”栏内容的编写。

“风险源到风险事件的演变过程及产生的影响”栏应填写与对应风险源、风险事件相关的递进演变过程，对由此导致的人员伤亡、经济损失进行描述。该信息通常要概括而简练，不涉及具体的细节。

**4.3.9** 专家信心系数应由风险评估专家按表 4.3.9 确定。专家应根据风险事件的熟悉程度，对每个单独风险事件进行自评打分。

**表 4.3.9 专家信心系数 $C_{a,ij}$ 选项**

| 选项                       | 专家信心系数 |
|--------------------------|--------|
| 从事过该类风险事件研究，或参与过类似工程建设   | 1.0    |
| 对此类风险事件非常了解，或对类似工程建设非常熟悉 | 0.8    |
| 对此类风险事件比较了解，或对类似工程建设比较熟悉 | 0.6    |
| 对此类风险事件了解一点，或对类似工程建设了解一点 | 0.4    |
| 对此类风险事件不太了解，或对类似工程建设不太了解 | 0.2    |

**4.3.10** 专家风险事件打分应按表 4.3.10 确定。

**表 4.3.10 风险事件打分 $U_{ij}$ 参考**

| 专家调查评级 | I级       | II级      | III级     | IV级       |
|--------|----------|----------|----------|-----------|
| 标准化赋值  | (40, 60] | (60, 80] | (80, 95] | (95, 100] |

**4.3.11** 专家调查表的整理、统计应符合下列规定：

- 1 应对调查表进行逐份检查，剔除不合格的调查表，并将合格调查表统一编号。
- 2 应根据评估专家对人员伤亡、经济损失的打分结果确定风险事件损失等级。

**4.3.12** 专家调查法确定风险事件等级流程应符合下列规定：

- 1 根据专家信心系数确定各有效专家及其权重系数。
- 2 对有效专家的调查结果进行统计分析，并对专家调查结果的一致性进行检验。
- 3 对于未通过一致性检验的，再次进行调研直至满足一致性检验要求。
- 4 计算单一风险事件的风险分值，并根据风险分值确定单一风险事件的等级。

**4.3.13** 有效专家的专家信心系数应大于或等于 0.6。

**4.3.14** 对单一风险事件筛选后的有效专家人数，宜不少于 5 人。

**4.3.15** 应根据有效专家人数和专家信心系数，按式（4.3.15）计算权重系数：

$$w_{ij} = \frac{C_{a,ij}}{\sum_{i=1}^{N_{cor}} C_{a,ij}} \quad (4.3.15)$$

式中： $N_{cor}$ ——经筛选后第  $j$  个风险事件中的有效专家人数；

$w_{ij}$ ——第  $i$  个专家在第  $j$  个风险事件中的权重系数，介于 0~1 之间。

**4.3.16** 单一风险事件的风险分值 $\bar{U}_j$ ，应按式（4.3.16-1）～式（4.3.16-4）进行计算：

$$\bar{U}_j = \sum_{i=1}^{N_{cor}} \bar{U}_{ij} - r_j \quad (4.3.16-1)$$

$$\bar{U}_{ij} = U_{ij} \times w_{ij} \quad (4.3.16-2)$$

$$r_j = \frac{R_j}{N_{cor}} \quad (4.3.16-3)$$

$$R_j = \max(\bar{U}_{ij}) - \min(\bar{U}_{ij}) \quad (4.3.16-4)$$

式中： $\bar{U}_j$ ——第 $j$ 个风险事件的风险分值；

$\bar{U}_{ij}$ ——第 $i$ 个专家在第 $j$ 个风险事件中考虑权重修正后的风险分值；

$R_j$ ——第 $j$ 个风险事件中专家风险分值的极差；

$r_j$ ——第 $j$ 个风险事件专家风险分值极差的分布调整分值。

【条文说明】式(4.3.15)～式(4.3.16)将各专家打分按权重加权汇总，并根据专家意见的分散程度进行修正，得到能代表专家群体水平的风险分值。式(4.3.16-4)中的极差 $R_j$ 反映专家打分的分歧程度： $R_j$ 越大，说明专家意见越不一致。式(4.3.16-3)将 $R_j$ 按有效专家人数 $N_{cor}$ 均摊，得到调整分值 $r_j$ ；式(4.3.16-1)在加权汇总结果的基础上扣减 $r_j$ ，即专家意见分歧越大，风险分值扣减幅度越大。这一设计避免专家意见不一致时，个别偏高打分被加权平均“稀释”后拉高整体风险分值，体现从严评估原则。

**4.3.17** 风险事件等级 $X_j$ 应根据单一风险事件风险分值区间分布，按表4.3.17确定。

**表 4.3.17 风险分值与风险事件等级对照**

| $\bar{U}_j$ | (40, 60] | (60, 80] | (80, 95] | (95, 100] |
|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| $X_j$       | I级       | II级      | III级     | IV级       |

【条文说明补充】表4.3.8-1中专家填写的风险事件等级 $X_{ij}$ ，是专家依据自身判断对该风险事件给出的个人初步定级，属于原始调查数据的一部分；最终的风险事件等级应以表4.3.17根据风险分值统计计算得出的 $X_j$ 为准。 $X_{ij}$ 可作为专家意见一致性检验、异常值判别的参考依据之一，不能替代统计计算结果直接作为评估结论。

**4.3.18** 安全风险评估应对单一风险事件的风险等级进行评估,并按就高原则确定风险源的风险等级;风险源风险等级确定后,再按就高原则确定总体风险等级。

**表 4.3.18 风险评价汇总表**

| 主要风险源   | 典型风险事件 | 风险事件等级 | 判断依据 | 风险源等级 | 总体风险等级 |
|---------|--------|--------|------|-------|--------|
| 主要风险源 1 | 风险事件 1 |        |      |       |        |
|         | 风险事件 2 |        |      |       |        |
|         | .....  |        |      |       |        |
|         | 风险事件 m |        |      |       |        |
| 主要风险源 2 | 风险事件 1 |        |      |       |        |
|         | 风险事件 2 |        |      |       |        |
|         | .....  |        |      |       |        |
|         | 风险事件 m |        |      |       |        |
| .....   | .....  |        |      |       |        |
| 主要风险源 N | 风险事件 1 |        |      |       |        |
|         | 风险事件 2 |        |      |       |        |
|         | .....  |        |      |       |        |
|         | 风险事件 m |        |      |       |        |

【条文说明】表中“风险事件等级”是经有效专家筛选、权重计算、风险分值统计及一致性检验后确定的最终结果,不应直接采用单一专家的调查意见。

“判断依据”栏应简要说明该风险源、风险事件等级确定的主要依据,如涉及的标准条文、专家论证意见或类似工程经验等。

“总体风险等级”应根据表中各主要风险源的风险源等级,按就高原则确定,避免个别高风险源的风险被其他低风险源“平均”掉;由于总体风险等级是评估对象唯一的结论性指标,表中该栏应合并填写一次,不随风险源、风险事件行重复填写。

## 4.4 风险评价

**4.4.1** 风险评价应在风险分析基础上,判定各风险源、风险事件的风险等级是否可接受,并按表 3.0.10 的要求确定相应的接受准则和控制对策。

**4.4.2** 风险等级评定为I级、II级的,可视情况提出针对性的风险控制措施,并据此对原设计方案进行优化完善。

**4.4.3** 风险等级评定为III级、IV级的,应提出针对性的风险控制措施,并据此对原设计方案进行重新设计;重新设计后的方案应重新进行风险分析和评价,复核风险等级是否降至可接受水平。风险等级仍不满足要求的,应继续优化设计方案,直至风险等级降至可接受水平。

## 5 场地与环境

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 场地与环境风险设计应遵循预防为主、源头控制的原则，通过工程手段与管理措施，实现全生命周期动态适配与持续优化控制。

**5.1.2** 场地与环境设计风险评估应结合场地勘察资料与工程设计方案，考虑气候、地质、水文和地形等因素，重点评估防洪排涝、地质灾害及防治、地震效应与填海场地等场地与环境中的潜在风险。

### 5.2 防洪排涝

**5.2.1** 机场防洪排涝设计风险评估应符合《民用机场排水设计规范》(MH/T 5036)，以及国家和地方有关防洪排涝等相关技术标准的规定。

【条文说明】防洪指外洪水侵入，排涝指排除场内暴雨积水，排水指收集并有序排出场区日常降水，三者防护对象、设计标准及工程措施各有侧重。

**5.2.2** 针对机场防洪标准未与所依托的区域防洪体系相协调，或场区防洪系统设计方案未以相关部门审批的区域防洪标准为依据的情况，应评估因标准不一致导致场区防洪能力与外部体系不匹配，从而产生外洪水侵入或内涝加剧的风险。

【条文说明】本条明确了机场防洪排水系统与区域防洪体系的依存关系。机场作为区域基础设施的重要组成部分，其防洪安全在很大程度上依赖于所在地区防洪体系的保障能力。制定机场场区排水系统设计方案时，必须以相关部门审批的区域防洪标准为依据。此原则旨在从设计源头确保机场防洪体系与外部环境有效衔接，规避因标准不一致可能带来的潜在风险，并指导设计资源合理分配。

**5.2.3** 针对区域防洪保障体系不足时，未采取抬升场地设计标高或设置堤防、防洪闸等局部工程措施的情况，应评估场区主动防洪能力不足，在遭遇设计标准洪水时发生场区淹没的风险。

【条文说明】当区域防洪体系保障不足时，机场场区的主动防洪可采用抬升场地设计标高或设置局部工程措施两种方式。对于大型机场，由于面积广阔、土方工程量巨大，整体抬升场地标高往往难以实施，此时应优先采用堤防、防洪闸、泵站等局部工程措施来确保场区防洪安全。

**5.2.4** 针对场区排水系统设计未根据外部最终的排水出路条件确定，或未符合区域排水管理相关要求的情况，应评估场区排水能力受制于外部河道水位顶托或管网承载能力不足，从

而产生排水不畅或倒灌的风险。

【条文说明】本条明确了机场排涝系统设计的前提。场区排水能力不仅取决于内部系统，更受制于外部排水出路（如河道、管网）的承载能力和水位顶托情况，以及地方管理机构为保障区域整体排水安全所设定的排放规定。在设计阶段与相关方协调，宜明确排水出路与排放条件，并以此作为确定场区排涝标准的决定性依据，确保内外系统有效衔接。

5.2.5 针对排水设施（由雨水口、管、渠、沟、涵及出水口等组成）设计能力不足，无法及时排除机场区域短时强降雨的情况，应评估场区在强降雨时即产生积水，影响飞行区正常运行的风险。

【条文说明】本条所指短时强降雨或超预期降雨，主要包括短时暴雨、长历时连续降雨、台风或气旋性暴雨，以及受气候变化影响超出当地统计规律的极端降雨事件。

5.2.6 针对蓄排系统未遵循蓄泄兼筹的原则，或未设置雨水调蓄设施以滞蓄洪峰流量，或调蓄设施分级设置不合理、未能根据外部河道水位灵活切换自流与强排模式的情况，应评估超量雨水无法有效滞蓄与外排，从而加剧内涝的风险。

【条文说明】排水系统应与排涝系统有效衔接。常规降雨时，雨水经排水系统直接排出；当雨量超过排水能力时，应能自动溢流至排涝调蓄设施。排涝系统宜根据外部受纳水体的水位变化，选择在低水位时自流排放或在水位高时启动强排。

5.2.7 针对防洪排涝设施监测范围未能涵盖关键设施（水泵、闸门、电力等）运行状态、主要排水设施的水位与流量以及调蓄设施实时蓄排情况的情况，应评估关键设备故障或水文异常未能及时发现，从而延误应急响应的风险。

【条文说明】排水与排涝系统中关键设备（如水泵、闸门、电力保障系统）的选型与配置，在设计阶段根据其承担的水力任务、运行工况及可靠性要求进行专项论证，确保其性能参数满足设计方案的整体需求。

5.2.8 防洪排涝设计典型风险源与风险事件检查表如下表 5.2.8 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 5.2.8 防洪排涝设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件 | 内涝积水 | 管网倒灌 | 排水失效 | 功能失效 | 泵站瘫痪 | 运行受阻 | 指令延误 | 环境破坏 | ..... |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 防洪标准       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 防洪保障体系     |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 排水出路       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 排水设施       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 蓄排系统       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 监测         |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| .....      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

5.2.9 针对防洪标准风险，应确保机场防洪标准与区域防洪体系有效衔接，以相关部门审批

的区域防洪标准为依据制定场区防洪排水系统设计方案,以抵御设计标准内的洪水侵袭及外部洪水倒灌风险。

**5.2.10** 针对防洪保障体系风险,当区域防洪体系不能提供完全可靠的保障时,应采取抬升场地设计标高至不低于相应防洪技术标准,或落实场区边界截、导流措施,通过堤防、防洪闸等局部工程提升防御能力,确保场区防洪安全。

**5.2.11** 针对排水出路风险,应与地方管理部门协调明确外部排水出路与排放条件,并以此为基础设计场区排涝系统,确保内外系统有效衔接,避免因排水出路不确定导致排涝能力不足。

**5.2.12** 针对排水设施风险,应确保由雨水口、管道、沟渠等组成的排水系统具备及时排除设计重现期降雨径流的能力。设计需与排涝调蓄系统有效衔接,保证在常规降雨时高效排水,在超量雨水时可顺利溢流至调蓄设施,避免系统失效。

**5.2.13** 针对蓄排系统风险,应通过设置雨水调蓄设施贯彻蓄泄兼筹原则,雨水调蓄设施可分级设置,优先将雨水导入调蓄池或景观水体进行蓄滞,后续外排系统根据外部河道水位变化灵活运行,低水位时自流排放,高水位时启动强排,优化系统整体效能。

**5.2.14** 针对监测风险,应确保防洪排涝监测系统全面覆盖关键设备运行状态、主要水文参数以及调蓄设施的实时工况;同时,关键监测设备(水泵、闸门、电力保障系统等)的选型须经过专项论证,保证其长期运行的可靠性。

### 5.3 地质灾害防治

**5.3.1** 机场选址位于地质灾害易发区或潜在受影响区时,应根据岩土工程勘察报告,评估机场所处区位发生地质灾害的可能性,并应符合《民用机场勘测规范》(MH/T 5025)的相关规定。防治设计宜符合《滑坡防治设计规范》(GB/T 38509-2020)、《地质灾害治理工程设计技术规范》(DB37/T 3657-2019)等规范的相关规定和技术要求。

【条文说明】条文中所指地质灾害主要包括滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降、地裂缝、地面塌陷等类型。地质灾害危害性评估工作,宜遵循《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112)等相关标准的规定执行。

**5.3.2** 机场设计应调查场区及其周边地质灾害的分布与影响范围,并应在工程地质勘察基础上,对存在的地质灾害体、边坡等进行稳定性分析评价。

**5.3.3** 地质灾害防治设计应根据其发育程度、危害程度和诱发因素,结合地质环境条件,开展地质灾害危险性现状评估。

【条文说明】地质灾害危险性评估需综合考虑发育程度、危害程度和诱发因素。其中诱发因素包括自然因素和人为因素。自然因素主要包括:降水、融雪、融冰、地下水位变化、河流侵蚀、新构造运动、温差变化和堰塞湖溢流等。人为因素主要包括:工程开挖扰动、爆破、机械震动、抽排水、加载、采矿、沟渠溢流或渗水等。

**5.3.4** 针对排水设计未采取有效的工程措施调控地表水与地下水的分布与运移,导致地表水

下渗、地下水位异常波动或坡面冲刷加剧的情况，应评估由此诱发岩土体软化、坡面冲刷及水位波动，进而引发滑坡、崩塌、泥石流和地面沉降等地质灾害的风险。

**5.3.5** 针对滑坡处理可能采取的抗滑桩/墙、锚杆/索等设计方案，应评估建设过程或运营过程中产生的滑移、抗拔、倾覆、沉降及地基承载力不足的风险。

**5.3.6** 针对崩塌防治可能采取的清除、锚固、防护网等设计方案，应评估建设过程或运营过程中产生的锚固失效、防护结构冲击破坏及落石冲击范围扩大等风险。

**5.3.7** 针对泥石流防治可能采取的拦砂坝、排导槽、固床等设计方案，应评估建设过程或运营过程中产生的坝体失稳、淤积堵塞及冲刷破坏等风险。

**5.3.8** 针对地面沉降防治可能采取的桩基、地基处理、地下水调控等设计方案，应评估建设过程或运营过程中产生的沉降、桩基负摩阻及回灌效果不足等风险。

**5.3.9** 针对地裂缝防治可能采取的避让、结构适应、注浆充填等设计方案，应评估建设过程或运营过程中产生的变形超限、连接失效及注浆扰动等风险。

**5.3.10** 针对存在岩溶等潜在地面塌陷风险的地基，其防治设计中采用的换填、强夯及注浆等工程措施，应评估其在建设与运营过程中诱发沉降或塌陷的风险。

**5.3.11** 地质灾害及防治设计典型风险源与风险事件检查表如下表 5.3.11 所示（根据具体工程可作适当增减）。

**表 5.3.11 地质灾害及防治设计阶段的风险源与风险事件检查表**

| 风险源 \ 风险事件 | 滑坡 | 泥石流 | 崩塌落石 | 地表塌陷 | 地裂缝 | 断层错位 | 地面开裂 | …… |
|------------|----|-----|------|------|-----|------|------|----|
| 勘察         |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 排水设计       |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 滑坡         |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 崩塌         |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 泥石流        |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 地面沉降       |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 地裂缝        |    |     |      |      |     |      |      |    |
| 岩溶塌陷       |    |     |      |      |     |      |      |    |
| ……         |    |     |      |      |     |      |      |    |

**5.3.12** 排水设计风险应对主要从径流控制、水位调控及岩土体稳定等因素，采取设置截排水系统、管理地下水位及增强坡体抗冲刷能力等防控措施。

**5.3.13** 滑坡处理风险应对主要从结构抗力与施工控制等因素，采取专项设计抗滑结构、精确实施锚固与严格进行质量把控等防控措施。

**5.3.14** 崩塌防治风险应对主要从危岩清除与锚固防护等因素，采取彻底清危、实施可靠锚固及设置缓冲防护结构等防控措施。

**5.3.15** 泥石流防治风险应对主要从拦挡排导与抗冲防淤等因素，采取建设拦挡坝体、设置抗

冲排导槽及规划后续处理空间等防控措施。

**5.3.16** 地面沉降风险应对主要从荷载控制与地下水管理等因素，采取优化地基处理方案、采用适应变形结构及制定地下水调控措施等防控措施。

**5.3.17** 地裂缝风险应对主要从避让适应与填充加固等因素，采取优先避让、设置结构变形适应段或实施可控注浆充填等防控措施。

**5.3.18** 岩溶塌陷风险应对主要从隐患探查与地基强化等因素，采取详勘隐伏溶洞、进行针对性换填/强夯/注浆及控制处理强度等防控措施。

## 5.4 地震效应

**5.4.1** 机场选址位于抗震设防区域时，应根据地震安全评估报告，评估场地的地震效应，并应符合《民用机场勘测规范》（MH/T 5025）中的相关规定。场地地震稳定性设计应符合《建筑抗震设计规范》（GB 50011）等规范中的相关技术标准。

**5.4.2** 机场设计应调查场区及其周边区域的地震动参数、地震地质条件、潜在震源分布及历史地震活动情况，并评估地震作用可能诱发的吹砂、液化、震陷和边坡失稳等对场地稳定性的影响。

**5.4.3** 地震效应设计应明确场地的抗震设防烈度、设计基本地震动参数、特征周期及地震作用水准等关键要素，评价其选取的合理性，并据此开展地震危害性风险评估。

**5.4.4** 针对地震液化可能采取的桩基、地基加密、换填等抗液化设计方案，应评估建设过程或运营过程中因液化土层摩阻力折减、承载力降低而产生的桩基沉降、侧向位移及地基失效的风险。

**5.4.5** 针对地震引发吹砂可能采取的地表密封、排水系统强化、关键设施抬高等处治方案，应评估建设过程或运营过程中因砂水混合物喷涌而产生的堵塞排水系统、淹没或侵蚀场道与设施基础的风险。

**5.4.6** 针对软土地基震陷可能采取的地基加固、预压排水、反压护道等处理方案，应评估建设过程或运营过程中因地震作用产生的工后沉降过大及路堤整体滑移的风险。

**5.4.7** 针对地震作用下边坡失稳可能采取的放缓坡率、支挡加固、锚固等处治方案，应评估建设过程或运营过程中因地震惯性力增大、岩土体强度降低而产生的抗滑移稳定系数不足、抗倾覆稳定系数不足及支护结构发生塑性破坏的风险。

**5.4.8** 地震效应设计典型风险源与风险事件检查表如下表 5.4.8 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 5.4.8 地震作用效应设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件 | 破裂<br>错动 | 结构<br>断裂 | 地基<br>液化 | 跑道<br>变形 | 电力<br>瘫痪 | 管道<br>破裂 | ..... |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| 勘察评估       |          |          |          |          |          |          |       |
| 液化         |          |          |          |          |          |          |       |
| 吹砂         |          |          |          |          |          |          |       |
| 震陷         |          |          |          |          |          |          |       |
| 边坡         |          |          |          |          |          |          |       |
| .....      |          |          |          |          |          |          |       |

**5.4.9** 勘察评估风险应依据相关规范及地震安全评估报告开展,确保评估内容符合规范要求。

**5.4.10** 地震液化风险应对主要从土层液化、承载力损失及侧向变形等因素,采取采用桩基穿透液化层、实施地基加密或换填以消除液化性,并设置隔离措施等防控措施。

**5.4.11** 吹砂风险应对主要从砂水喷涌、系统堵塞及基础侵蚀等因素,采取实施地表密封与压重、强化排水系统抗淤能力及抬高关键设施标高等防控措施。

**5.4.12** 软土地基震陷风险应对主要从震后沉降、差异变形及整体稳定等因素,采取进行地基加固与预压排水、设置反压护道以提高稳定性及预留沉降补偿空间等防控措施。

**5.4.13** 地震边坡失稳风险应对主要从惯性力增大、强度降低及支护失效等因素,采取放缓坡率、设置支挡结构或锚固系统,并进行抗震专项设计等防控措施。

## 5.5 填海场地

**5.5.1** 机场填海场地设计风险评估应符合《民用机场填海工程技术规范》(MH/T 5060)、《民用机场工程监测技术规范》(MH/T 5087)等相关技术标准的规定。

**5.5.2** 填海场地应依据工程地质条件、水文气象特征、荷载作用特点及环境影响因素,结合场地分区与使用功能要求,开展稳定性与适应性综合评估。

**5.5.3** 填海场地设计应评估因填筑体压缩、下卧层固结及海平面变化,引发的工后沉降对飞行区关键区域使用功能构成的风险。

**5.5.4** 填海场地设计应评估因潮汐引起的地下水位波动,导致的渗流稳定、基础浮力与盐分侵蚀等对场道地基与排水系统性能的影响风险。

**5.5.5** 填海场地设计应评估施工中因加载过快、排水不畅等导致的挤淤、隆起及填筑体失稳,对工程进度与长期地基质量的影响风险。

**5.5.6** 填海场地设计应评估填海场地在荷载作用下,因侧向流动与竖向压缩而产生的软土振陷,对跑道、滑行道等关键区域平整性与结构安全构成的风险。

**5.5.7** 填海场地监测设计应重点评估监测方案,避免海堤变形及地基沉降等关键参数缺失,无法及时预警工程风险。

**5.5.8** 填海场地设计典型风险源与风险事件检查表如下表 5.5.8 所示(根据具体工程可作适

当增减)。

表 5.5.8 填海场地设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件 | 压实不足 | 差异沉降 | 护岸损毁 | 回填料流失 | 标高损失 | ..... |
|------------|------|------|------|-------|------|-------|
| 填筑体压缩      |      |      |      |       |      |       |
| 地下水        |      |      |      |       |      |       |
| 施工加载       |      |      |      |       |      |       |
| 软土振陷       |      |      |      |       |      |       |
| 监测         |      |      |      |       |      |       |
| .....      |      |      |      |       |      |       |

**5.5.9** 填筑体压缩风险应对主要从填筑体设计、下卧固结及海平面变化等因素，采取地基处理、预压排水及设置后浇带等协调变形的控制手段。

**5.5.10** 地下水波动风险应对主要从潮汐渗流、基础浮力及盐分侵蚀等因素，采取防渗帷幕、抗浮设计及选用耐腐蚀材料等工程处置方案。

**5.5.11** 施工加载风险应对主要从加载速率、排水路径及软土扰动等因素，采取分级加载、设置竖向排水体及动态监测等施工控制措施。

**5.5.12** 软土振陷风险应对主要从侧向流动、竖向压缩及地震作用等因素，采取复合地基、侧向约束及抗震设防等专项设计对策。

**5.5.13** 监测缺失风险应对主要从参数不全、预警滞后及数据失真等因素，采取明确关键指标、优化布点方案及建立实时系统等监测保障原则。

## 6 土石方与地基处理

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 机场土石方与地基处理总体设计应结合场地勘察资料与工程设计方案，重点评估地基处理、填方、边坡防护与支挡、基坑等工程中的潜在风险。

**6.1.2** 土石方与地基处理设计风险评估应依据场地分区与建设要求，评估处理方案选择、参数设计与施工控制的适宜性，分析因处理效果不达标或引发次生问题而对工程长期稳定构成的风险。

### 6.2 地基处理工程

**6.2.1** 地基处理工程设计风险评估应符合《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027）、《复合地基技术规范》（GB/T 50783）、《建筑地基基础设计规范》（GB 50007）等国家及行业现行技术规定。

**6.2.2** 地基处理工程风险应重点评估因承载力与地基稳定性不足导致的地基失效、不良地质与特殊土引发的工程地质病害，以及各类交界面处因土质突变或地下水作用产生的沉降与失稳风险。

**6.2.3** 针对地基承载力不足可能采取的换填、复合地基（如搅拌桩、碎石桩）等设计方案，应评估建设或运营过程中可能导致的地基失稳与局部破坏风险。

**6.2.4** 针对湿陷性黄土、盐渍土、膨胀土等特殊岩土可能采取的强夯、挤密法、隔断层、土质改良等措施，应评估建设或运营过程中因水浸、溶陷或胀缩变形而产生的地基突陷与结构变形风险。

**6.2.5** 针对岩溶、土洞及采空区等不良地质可能采取的注浆充填、强夯置换、桩基穿越等方案，应评估建设或运营过程中因处治不彻底而产生的隐伏空洞塌陷与沉降风险。

**6.2.6** 针对填挖交界面、不同工法或结构物衔接段可能采取的开挖台阶、土工格栅加筋、冲击碾压等措施，应评估建设或运营过程中因协调变形不足而产生的沉降与道面断裂风险。

**【条文说明】**填挖交界处、土岩交界处、处理方法不同的地基交界处、土石方填筑与结构物结合处等应进行过渡段处理。对于升降带换填区，其与原有跑道结构的衔接部位应视作高风险界面，并采取设置过渡段、使用土工格栅加筋等专项措施。

**6.2.7** 针对地下水渗流可能采取的盲沟、渗沟、降水等排水方案，应评估建设或运营过程中因排水系统失效或水力联系改变而产生的地基软化、渗透破坏与边坡失稳风险。

**6.2.8** 地基处理工程监测应评估设计的合理性与数字化水平，确保其满足全过程风险控制需

求。

【条文说明】本条旨在明确设计阶段对地基处理监测工作的审查要求。监测设计的合理性是基础，审查内容包括监测项目选择、点位布设密度、监测频率及报警阈值设定是否针对地基稳定性、沉降变形及地下水控制等关键风险。数字化水平评估应涵盖自动采集、实时传输与智能预警等技术的应用方案，确保形成“监测-分析-预警-决策”的闭环，为动态设计及施工过程的风险控制提供可靠依据。

6.2.9 地基处理工程设计典型风险源与风险事件检查表如下表 6.2.9 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 6.2.9 地基处理工程设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险事件<br>风险源 | 地基失稳 | 基础沉降 | 承载力不足 | 水土流失 | 地基塌陷 | 结构腐蚀 | 滑坡事故 | 侧向滑移 | 事故伤亡 | …… |
|-------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|----|
| 承载力不足       |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |
| 特殊土         |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |
| 不良地质        |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |
| 交界面         |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |
| 地下水         |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |
| 监测          |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |
| ……          |      |      |       |      |      |      |      |      |      |    |

6.2.10 承载力不足风险应对主要从土层软弱、承载力不足及变形过大等因素，采取换填加固、设置复合地基及增强整体稳定性等工程手段。

6.2.11 特殊岩土风险应对主要从湿陷、溶陷及胀缩变形等因素，采取消除湿陷性、设置隔断层及控制水环境等处置方案。

6.2.12 不良地质风险应对主要从隐伏空洞、处治盲区及后续塌陷等因素，采取详勘定位、充分处治（注浆/置换）或结构避让等控制对策。

6.2.13 填挖交界面风险应对主要从协调变形不足、沉降及界面滑移等因素，采取设置过渡段、加筋增强及逐级碾压等专项措施。

6.2.14 地下水渗流风险应对主要从渗流作用、排水失效及土体软化等因素，采取设置盲沟渗沟、优化降水方案及保持水力平衡等防控方法。

6.2.15 监测设计风险应对主要从数据不全、预警滞后及决策依据不足等因素，采取明确关键参数、采用数字化技术及建立预警机制等保障原则。

6.3 填方工程

6.3.1 填方工程设计应符合《民用机场高填方工程技术规范》（MH/T 5035）、《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027）等相关技术标准的规定。

6.3.2 填方工程设计风险应评估因填料性质差异、分层压实不足、边坡稳定性不足、排水系

统失效等导致的填筑体沉降、滑移及道面结构破坏风险。

**6.3.3** 针对填料分类与使用，应评估因填料类别选择不当、级配不良或强度不满足要求导致的填筑体压缩变形不均、边坡失稳等风险。

【条文说明】道槽区、边坡稳定区及土面区等填料分类宜按《民用机场高填方工程技术规范》（MH/T 5035）执行。

**6.3.4** 针对道槽区、边坡区、土面区等不同功能分区，应评估因分层压实标准不统一、填料使用不当导致的沉降与结构裂缝风险。道槽区应严格控制工后沉降，边坡区应满足稳定安全系数要求。

**6.3.5** 填方边坡稳定性设计应采取适宜的坡率与有效的支挡结构，评估是否设置完善的坡面与内部排水系统，以防范边坡失稳风险。

【条文说明】填方边坡稳定性计算与安全等级划分应依据《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027）进行复核，验算其在施工期、运行期及地震等工况下的整体稳定性和局部稳定性。

**6.3.6** 针对填方区排水系统设计未能统筹考虑汇水区特征、地质条件与材料性能，盲沟、涵洞等设施断面尺寸、坡度与布设密度不当，或反滤措施不力的情况，应评估排水系统长期排水能力不足或失效，引起填筑体内地下水位升高、土体软化，从而危及填筑体稳定的风险。

【条文说明】排水系统设计应合理确定盲沟、涵洞等设施的断面尺寸、坡度与布设密度，并采取有效的反滤措施，确保其长期排水能力。盲沟主要用于疏导、汇集和排除地基或填筑体内部的地下水，其设计应注重隐蔽性和防淤堵；涵洞则主要用于穿越填筑体排泄较大流量的地表汇水或集中地下水，其设计应侧重结构承载力和过水能力。设计时需根据排水目标选择适宜的类型，并保证其与整体排水系统的有效衔接。

**6.3.7** 针对填挖交界、土岩交界、结构物衔接等交界面变形协调薄弱部位，设计应评估因采取开挖台阶、设置加筋材料、使用过渡性填料或冲击碾压等措施来控制沉降可能导致的风险。

**6.3.8** 填方边坡设计应评估因地下管线、围界等设施与填筑体相互作用导致的变形破坏风险。设计阶段应明确管线保护与围界基础处理措施。

**6.3.9** 填方工程设计应提出合理的监测方案，确保监测项目、点位布设、频率与报警阈值满足施工期与运行期风险控制需求。

【条文说明】监测方案设计应涵盖原地基沉降、填筑体分层沉降、边坡位移及道面沉降等关键指标，并采用可靠、便捷的监测方法，为动态设计与施工控制提供依据。

6.3.10 填方工程设计典型风险源与风险事件检查表如下表 6.3.10 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 6.3.10 高填方工程设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险事件<br>风险源 | 填筑体失稳 | 沉降超限 | 边坡滑塌 | 水土流失 | 排水失效 | 结构损坏 | 滑坡事故 | 侧向滑移 | ..... |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 填料          |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 分层压实        |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 边坡稳定性       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 排水设计        |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 交界面         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 管线围界        |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 监测          |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| .....       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |

6.3.11 填料性质风险应对主要从类别不当、级配不良及强度不足等因素，采取严格分类选用、控制材料规格及优化级配设计等质量控制手段。

6.3.12 分层压实风险应对主要从标准不一、压实不足及均匀性差等因素，采取统一压实标准、控制分层厚度及加强过程检测等施工控制方法。

6.3.13 边坡稳定性不足风险应对主要从坡率过陡、支挡失效及排水不畅等因素，采取优化边坡设计、设置有效支挡及完善排水系统等工程保障措施。

6.3.14 排水设计风险应对对应统筹考虑汇水区特征、地质条件与材料性能，合理确定盲沟、涵洞等排水设施的断面尺寸、坡度与布设密度，采取有效的反滤措施，并保证其与整体排水系统的有效衔接，确保长期排水能力。

6.3.15 交界面处理风险应对应从协调变形不足、沉降及界面滑移等因素出发，在填挖交界处、土岩交界处、结构物结合处及升降带换填区与原有跑道衔接部位，采取设置过渡段、开挖台阶、土工格栅加筋及逐级碾压等专项措施。

6.3.16 地下管线、围界等设施与填筑体相互作用的风险，应从变形协调与基础稳固等因素出发，采取设置柔性接头、预留变形空间，以及将围界基础置于稳定土层或采用桩基穿透填筑体等防控措施，确保设施安全。

6.3.17 监测预警风险应对主要从项目不全、预警滞后等因素，采取明确关键参数、合理布设点位及设定动态阈值等风险管控原则。

6.4 边坡防护与支挡工程

6.4.1 边坡防护与支挡工程设计风险宜按《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330）进行边坡工程安全等级划分与分类，评估应根据其高度、破坏后果的严重性以及工程地质条件，并据此开展针对性设计。

【条文说明】边坡防护与支挡工程监测设计应符合《民用机场工程监测技术规范》(MH/T 5087)等规范的相关技术规定；边坡防护设计应符合《民用机场飞行区土石方与道面基(垫)层施工技术规范》(MH/T 5014-2022)及《民用机场岩土工程设计规范》(MH/T 5027)等规范的相关技术规定。

**6.4.2** 边坡防护与支挡结构设计时应评估其稳定性、地基承载力、结构强度及耐久性等关键内容。

【条文说明】本条界定了防护与支挡工程设计审查的重点内容。边坡防护主要指为防治坡面冲刷、风化、溜坍等病害而采取的工程或植物措施，如砌石护坡、喷播植草等，其核心功能是保护坡面。边坡支挡则是指为支挡侧向土压力、保证边坡整体稳定而建造的结构物，如挡土墙、抗滑桩、加筋土挡墙等，其核心功能是提供抗滑力。设计评估应重点包括：边坡在各种工况下的整体稳定性和局部稳定性；支挡结构地基的承载力与变形；结构自身的抗滑移、抗倾覆稳定性及构件强度；考虑环境腐蚀下的结构耐久性。

**6.4.3** 边坡防护工程设计应评估因坡面冲刷、风化、局部剥落或植被防护失败导致的坡面失稳、水土流失及生态环境破坏风险。

【条文说明】边坡防护主要针对坡面，包括工程防护（如砌石护坡、混凝土框架梁）和植物防护（如喷播植草、植生袋）。设计需根据当地气候、水文和边坡岩土性质选择合适的防护型式，并评估其抗冲刷能力、植被存活率及结构的使用年限。

**6.4.4** 边坡支挡工程设计应评估因支挡结构选型不当、抗滑移或抗倾覆稳定性不足、地基承载力不够、结构构件强度失效或筋材蠕变断裂导致的整体失稳与结构破坏风险。

【条文说明】支挡结构选型需与边坡高度、填料性质、地基条件及施工可行性相匹配。例如，高填方边坡宜优先考虑坡率法或重力式挡墙；存在软弱地基时，桩基托梁可能是必要措施；需节约用地时，可考虑加筋土挡墙。设计需对上述风险进行定量验算与定性评估。

**6.4.5** 针对挖方区出现的土岩组合或土质突变地基可能采取的超挖回填、褥垫层等方案，应评估建设或运营过程中因地基刚度不均而产生的应力集中与反射裂缝风险。

**6.4.6** 边坡排水设计应评估包括坡顶截水沟、坡面急流槽、坡脚排水沟及内部盲沟等设施失效，导致的地下水压力升高、岩土体软化及边坡失稳风险。

【条文说明】排水系统需形成体系。坡顶截水沟用于拦截坡体之外的地表水；坡面排水设施（急流槽、排水沟）用于快速排走坡面汇水；坡脚排水沟用于汇集并导出场区；内部盲沟则用于降低边坡内部地下水位。设计需进行水力计算，确保各环节排水能力匹配，并采取必要的防冲刷和防渗措施。

**6.4.7** 边坡工程设计应提出完整的监测方案，对边坡位移、支挡结构应力及地下水位等进行全过程监测，为工程安全提供预警。

**6.4.8** 边坡防护与支挡工程设计典型风险源与风险事件检查表如下表 6.4.8 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 6.4.8 边坡防护与支挡工程设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件 | 挡墙倒塌 | 植被破坏 | 墙体滑移 | 浅层滑塌 | 草皮卷起 | 支挡变形 | ..... |
|------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 防护措施       |      |      |      |      |      |      |       |
| 支挡措施       |      |      |      |      |      |      |       |
| 突变地基       |      |      |      |      |      |      |       |
| 排水设计       |      |      |      |      |      |      |       |
| 监测         |      |      |      |      |      |      |       |
| .....      |      |      |      |      |      |      |       |

**6.4.9** 防护工程设计风险应对主要从冲刷剥落、植被失败及生态影响等因素，采取选择适宜防护型式、增强抗冲刷能力及保障植被存活等综合方案。

**6.4.10** 支挡工程设计风险应对主要从选型不当、稳定性不足及地基失效等因素，采取合理结构选型、严格稳定性验算及可靠地基处理等工程对策。

**6.4.11** 土岩组合或土质突变地基的风险应对应从地基刚度过渡、回填质量控制及防排水等因素出发，采取设置过渡段褥垫层、严格控制超挖回填材料与压实标准，必要时增设土工格栅加筋等防控措施。

**6.4.12** 排水系统风险应对主要从排水失效、水位升高及土体软化等因素，采取系统设计排水设施、确保排水能力匹配及加强防渗防冲等保障手段。

**6.4.13** 监测预警风险应对主要从参数缺失、预警滞后及数据无效等因素，采取明确关键监测参数、合理布设测点及设定动态阈值等管控原则。

## 6.5 基坑工程

**6.5.1** 基坑工程设计应符合《民用机场岩土工程设计规范》(MH/T 5027)等相关技术标准的规定。

**6.5.2** 基坑工程设计应结合场地类型、周边环境、支护方案及基坑安全等级等，开展基坑工程风险评估。

**6.5.3** 填方区基坑工程设计应评估支护结构嵌固深度、抗滑移及抗倾覆稳定性，并评估由填土自身固结沉降及下卧软弱土层引发的支护体系附加变形与失稳风险。

【条文说明】当支护结构底部存在软弱下卧层时，应采取抗滑桩、微型桩或注浆加固等工程措施确保与下伏稳定地层的可靠连接。

**6.5.4** 挖方区基坑工程设计应评估支护结构的嵌固深度、抗滑移稳定性及锚固系统可靠性，并评估由岩土界面、不利结构面等潜在滑移面引发的基坑整体失稳风险。

【条文说明】对岩质基坑应特别关注结构面组合可能形成的块体失稳，必要时采用系统锚杆、预应力锚索等主动加固措施。

**6.5.5** 基坑支护方案应评估不同施工方法带来的风险。

【条文说明】采用顺作法时应评估开挖暴露时间过长带来的稳定性风险；采用逆作法时应评估结构节点复杂性和沉降风险。顺作法需评估各施工工况下的基坑稳定性，严格控制无支撑暴露时间；逆作法需重点评估竖向支承系统的沉降控制和梁柱节点的结构可靠性。

**6.5.6** 基坑工程应评估因地下水控制方案不合理或止水帷幕失效导致的基坑涌水、涌砂及周边环境沉降风险。

【条文说明】地下水控制是基坑安全的关键。设计需复核降水方案的可行性，评估止水帷幕的深度、连续性和可靠性，特别是在承压水地层中的抗突涌稳定性。

**6.5.7** 针对基坑支护结构在设计阶段未充分考虑材料老化、腐蚀或反复荷载作用导致构件强度与刚度退化，且未设置必要检修条件的情况，应评估支护结构渐进性失效的风险。

**6.5.8** 基坑工程设计应评估包括支护结构变形、支撑体系受力、周边环境沉降及地下水位变化等要素的系统监测体系。

**6.5.9** 基坑工程设计应评估因回填压实度不足、地下水侵蚀或工艺控制不当导致的工后回填沉降风险，设计需评估压实标准与排水措施的有效性，以防范道面结构损坏及周边环境沉降。

**6.5.10** 基坑工程设计典型风险源与风险事件检查表如下表 6.5.10 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 6.5.10 基坑工程设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件 | 坑壁失稳 | 坑底隆起 | 流砂管涌 | 支护失效 | 突涌渗漏 | 周边沉降 | 滑坡事故 | 管线破裂 | 环境破坏 | ..... |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 支护结构设计     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 施工顺序       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 地下水        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 结构老化       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 监测         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 回填沉降       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| .....      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

**6.5.11** 填方区基坑风险应对主要从下卧软土、附加变形及嵌固不足等因素，采取确保嵌固于稳定地层、加固下卧软弱层及控制施工加载等稳定措施。

**6.5.12** 挖方区基坑风险应对主要从潜在滑面、锚固失效及岩体结构等因素，采取验算不利结构面、确保锚固系统可靠及采用主动加固等控制手段。

**6.5.13** 施工方法风险应从工艺选择、暴露时长及节点复杂等因素出发，采取匹配工法与地质条件、控制无支撑暴露时间及加强节点设计等施工保障措施。

**6.5.14** 地下水风险应对主要从涌水涌砂、帷幕失效及环境沉降等因素，采取设计可靠止水帷幕、优化降水方案及实施动态监控等防控对策。

**6.5.15** 结构老化风险应从材料耐久性、腐蚀及长期服役性能等因素出发，采取耐久性设计、定期检测制度及预留加固条件等防控措施。

**6.5.16** 监测风险应从要素不全、测点不足及预警滞后等因素出发，采取明确关键监测要素、优化布点方案等保障措施。

**6.5.17** 回填沉降风险应从回填压实度不足、地下水侵蚀及工艺控制不当等因素出发，采取严格控制回填压实标准、完善排水系统及预留沉降补偿空间等防控方法。

红头文件

## 7 桥梁及下穿通道

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 桥梁及下穿通道工程设计风险评估应符合《工程结构通用规范》(GB 55001)、《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002)、《混凝土结构通用规范》(GB 55008)、《建筑与市政地基基础通用规范》(GB 55003)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)、《城市桥梁设计规范》(CJJ 11)、《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166)、《公路钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363)等国家及行业现行技术规定。

**7.1.2** 桥梁及下穿通道工程安全风险评估的范围,各机场应根据项目工程建设条件、技术复杂程度、施工管理要求、运行使用环境等因素,结合当地工程建设经验确定。

其重点评估范围如下:

#### (一) 桥梁工程

- 1 跨径大于等于 25 米的钢筋混凝土梁式桥,跨度大于等于 20 米的板桥及刚构桥;跨度大于等于 25 米的钢桥;
- 2 墩高或桥高大于等于 20 米的桥梁;
- 3 桥址处地震烈度大于 7 度及场地设计基本地震加速度值大于 0.10g 的桥梁;
- 4 跑道桥梁、滑行道桥梁;
- 5 水文条件复杂桥梁、海域桥梁;
- 6 其他建设环境复杂、施工技术要求特殊的桥梁。

#### (二) 下穿通道工程

- 1 穿越高地应力区、区域地质构造、采空区、水体等地质条件、水文地质复杂的下穿通道;
- 2 穿越机场跑道、滑行道、周边存在已建地铁及城铁、周边存在已建建(构)筑等环境条件复杂的下穿通道;
- 3 与上部建筑结合建造的下穿通道;
- 4 偏压、大断面、变化断面等结构受力复杂的下穿通道;
- 5 有通风、照明、救援等要求的特殊下穿通道;
- 6 其他建设环境复杂、施工技术要求特殊的下穿通道。

**7.1.3** 设计阶段安全风险评估应针对工程的建设条件、结构方案、施工技术以及运营等方面的风险开展多方案安全风险评估比选工作。本阶段的安全风险评估报告应作为下一阶段安全

风险评估的重要依据和基础。

## 7.2 桥梁工程

**7.2.1** 桥梁工程风险包含建设条件风险、设计方案风险、施工技术措施风险、运营管理风险，如本指南表 7.2.1 所示。

**表 7.2.1 桥梁工程设计阶段的风险源与风险事件检查表**

| 风险源 \ 风险事件 |       | 基础<br>沉降 | 支架<br>倒塌 | 承载<br>不足 | 构件<br>损伤 | 结构<br>倒塌 | 结构<br>腐蚀 | ..... |
|------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| 建设期间       | 地质    |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 水文    |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 气候    |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 周边环境  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 设计方案  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 施工技术  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | ..... |          |          |          |          |          |          |       |
| 运营期间       | 水文改变  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 气象改变  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 车船撞击  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | 运营管理  |          |          |          |          |          |          |       |
|            | ..... |          |          |          |          |          |          |       |

**7.2.2** 桥梁建设条件风险是指由于地形地貌、地质、水文、气象、运输通行、周边环境等因素所导致的风险。

**7.2.3** 桥梁设计方案风险是指由于总体设计、结构设计理论、设计方案、检测要求、监测要求以及采用新技术、新材料等因素所导致的风险。

**7.2.4** 施工技术措施风险是指施工技术的选择、施工工艺的安全性以及采用新材料、新技术、新设备等因素所导致的风险。

**7.2.5** 运营管理风险是指由于水文、气象、车船撞击、超载使用与设计差异程度等因素所导致的风险。

**7.2.6** 建设条件风险控制：对地形地貌、地质、水文、气象、运输通行条件的专题研究报告进行评估，必要时，可要求建设管理单位进行补充专题研究。

**7.2.7** 桥梁设计方案风险控制：应对总体设计、结构设计理论、结构设计方案、铺装层设计方案、新技术、新材料等进行评估，并应对设计方案的技术难度进行评价。必要时，可要求建设管理单位补充相关研究内容。

**7.2.8** 施工技术措施的风险控制：应对不同桥型的不同施工工法进行适应性评价，选择风险最小的施工工法，同时应制定突发事件的应急预案；对新技术、新材料、新设备的应用应组

织开展必要的专题研究。

**7.2.9** 运营管理风险应对主要从建设单位周边活动管控、严格的荷载管理制度、完善的维护制度和应急预案等方面开展；对飞机荷载桥梁结构应按现行行业标准《民用机场飞机荷载桥梁结构监测技术规范》（MH/T 5088）进行监测。

### 7.3 下穿通道工程

**7.3.1** 下穿通道工程风险包含建设条件风险、设计方案风险、施工方案风险、运营管理风险，如本指南表 7.3.1 所示。

**表 7.3.1 下穿通道工程设计阶段的风险源与风险事件检查表**

| 风险事件<br>风险源 |               | 基础<br>沉降 | 支架<br>倒塌 | 承载<br>不足 | 构件<br>损伤 | 结构<br>倒塌 | 结构<br>腐蚀 | 结构<br>渗漏水 | 木变形 | 洞口<br>失稳 | 突涌 | ..... |
|-------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----|----------|----|-------|
| 建设<br>期间    | 地形地貌          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 工程地质          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 水文地质          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 不良地质、特<br>殊岩土 |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 周边环境          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 设计方案          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 施工技术          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | .....         |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
| 运营<br>期间    | 线形            |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 通风            |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 救援、逃生         |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | 运营管理          |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |
|             | .....         |          |          |          |          |          |          |           |     |          |    |       |

**7.3.2** 建设条件风险是指由于地形地貌、工程地质、水文地质、不良地质、特殊岩土、地震、周边环境等因素所导致的风险。

**7.3.3** 工程地质风险是指不良地质（岩溶、软弱夹层）、特殊岩土、富水地层等因素所导致的风险。

**7.3.4** 水文地质风险是指由于地下水的突然变化、承压水、地表水的下渗、水土流失等因素所导致的风险。

**7.3.5** 设计方案风险是指由于总体设计、结构设计理论、结构方案（计算参数）以及采用新技术、新材料等因素所导致的风险。

**7.3.6** 施工技术措施风险是指施工工法的选择、施工工艺的安全性以及采用新材料、新技术、

新设备等因素所导致的风险。暗挖法施工技术风险主要为不良地质、特殊岩土、水文地质、施工工法、施工工艺、施工参数、监控量测、设备选型、周边环境的变形控制等。

**7.3.7** 运营管理风险是指由于下穿通道线形（平面线形、纵坡、横断面）、通风方案、救援能力、监控方案等因素所导致的风险。

**7.3.8** 设计阶段的安全风险控制主要包括建设条件、设计方案的合理性、施工方案以及结构体系等方面的重要风险控制措施。

**7.3.9** 建设条件风险控制：对工程地质、水文地质勘察资料、不良地质、特殊岩土以及周边环境资料进行研究，必要时，可要求建设管理单位进行补充专题资料；对建设场地内已建建（构）筑、跑道、滑行道等的相关控制要求进行研究，特殊情况下，建设管理单位应组织专项评审。

**7.3.10** 下穿通道设计方案风险控制：应对道路总体设计（机场总体规划中下穿通道部分、下穿通道的线形、敞开段设置、埋深等）、设计理论、结构设计方案、基坑设计方案、监测方案等进行评估，并应对设计方案的技术难度作出评价。

**7.3.11** 施工技术措施的风险控制：应对下穿通道的不同施工工法进行适应性评价，选择风险可控的施工工法，同时应制定突发事件的应急预案；对新技术、新材料、新设备的应用应组织开展必要的专题研究。

暗挖法施工技术风险控制：

1 超前地质预报：应严格执行超前地质预报制度，综合运用地质雷达、超前钻探、红外探水等多种手段，查明前方地质构造、岩性、富水状态，并动态调整施工技术措施。

2 监控量测：应根据地质条件、施工方法、支护形式及周边环境等因素，提出下穿通道施工过程中监控量测方案，特别是在改扩建机场中尤为重要；在施工过程中应根据监控量测的相关信息，对施工开挖方法、施工参数进行及时调整，实行动态设计与信息化施工。

**7.3.12** 运营管理风险应对主要从完善道路总体设计、完善通风、救援、逃生方案，同时完善全寿命监测方案、应急预案等方面控制。

## 8 不停航施工设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 不停航施工设计风险评估应符合《运输机场不停航施工管理办法》（民航规〔2023〕21号）等国家及行业现行规定。

**8.1.2** 所有改扩建机场涉及不停航施工的工程均应进行设计风险评估。

**8.1.3** 不停航施工的设计风险评估应以影响运行安全的因素为主，兼顾机场运行容量和运行效率。

**8.1.4** 不停航施工设计方案应包含施工部署、应急方案、应急预案三大部分。方案设计应基于详细的现场勘查和运行数据，与机场运行单位、空中交通管理部门等进行多轮协调论证。设计方案必须明确划定施工区域与航空器运行区域的物理隔离方案（如硬质围界设置）、人员与车辆进出飞行区的通行路线与管控流程，以及每日施工前后的检查与交接程序，确保运行区域无任何外来物（FOD）。

**8.1.5** 设计方案应建立并明确建设单位、施工单位、机场运行指挥中心、空中交通管制单位等各方之间的协调通报流程，包括施工开始与结束的通报、异常情况处置通报等，确保信息传递及时、准确、高效。

### 8.2 场道工程不停航施工

**8.2.1** 场道工程不停航施工风险评估应符合《运输机场不停航施工管理办法》、《运输机场运行安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2025 年第 5 号）、《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T 5004）、《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH 5006）、《民用机场沥青道面设计规范》（MH/T 5010）、《民用机场沥青道面施工技术规范》（MH/T 5011）、《民用机场飞行区土石方与道面基（垫）层施工技术规范》（MH/T 5014）、《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027）等国家及行业现行技术规定。

**8.2.2** 场道工程不停航施工应重点评估因建设条件、设计方案和施工方案等因素所导致的风险。

**8.2.3** 针对建设条件风险应评估由于地形地貌、地质、水文、气象、交通组织、周边环境等因素所导致的风险。

【条文说明】地质：主要包括岩性及风化程度、构造带、高边坡、岩溶、液化土、采空区、冻土、软土、膨胀土、盐渍土、红黏土等。

水文：主要包括地表水、地下水、风暴潮、洪水等。

气象：主要包括风、雷电、冻雨等。

交通组织：主要包括飞机、车辆、人员等的行进路线及规划。

周边环境：主要包括地下管线、高铁、地铁、下穿通道、管廊等地下构筑物等线位交叉、ILS 敏感区限制等，施工时应应对新建排管、电缆的敷设位置和方式进行复核，避免在施工时出现施工方案不可行、施工空间不足等问题。

**8.2.4** 针对设计方案风险应评估由于方案合规性、设计技术方案、安全保障性等因素所导致的风险。该类风险源可能引起的典型风险事件包括入侵风险、运行保障风险、工程风险等。

【条文说明】方案合规性风险：设计方案未严格遵守国家、民航局等相关强制性要求，未满足行业标准，如设计方案未严格遵守民航局《运输机场不停航施工管理办法》等相关规章的强制性要求，临时设施（如临时围界）技术标准低于《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001）的要求，未对施工区域进行明确的物理隔离分区设计，或隔离设施的强度和高度不满足要求等。

设计技术方案：主要包括设计方案的可实施性、临时设施与应急预案设计、施工区域与运行区域分隔设计、机场交通组织设计。场道工程不停航施工涉及基坑支护、地基处理、道面设计方案等项目，这些方案应具有可实施性，如临近道面开槽时，基坑支护方案应确保道面基础稳定，避免产生基础沉降、失稳的情况。如地基处理采用堆载预压或复合桩基方案时，避免产生超出净空限制的现象。在复杂区域（如跑道端、滑行道口）的施工工艺过于复杂，无法在规定的停航时段内完成并安全退场。道面设计选用的工艺或材料不适合快速施工和维护。例如：选用的道面混凝土或沥青修复材料所需养护时间超过机场可用停航时间，强度未达到快速开放要求。

安全保障性：在夜间或低能见度条件下，未设计足够的临时照明和标识系统以支持安全施工和撤离，未设计有效的 FOD（外来物损伤）控制专项方案，如材料设备摆放区、垃圾处理区、车辆冲洗区的设置缺失，技术方案与现场运行条件不匹配。例如：设计的施工车辆进出场路线与航空器滑行路线存在交叉冲突点且未设计可靠的管制措施。

**8.2.5** 针对施工方案风险应评估由于施工计划、施工组织、施工技术、机械设备、施工工艺的安全性、应急保障方案以及采用新技术、新工艺、新材料、新设备等因素（风险源）所导致的风险。该类风险源可能出现的典型风险事件包括入侵风险、运行保障风险、工程风险等。

【条文说明】施工方案的风险主要是指施工计划与运行冲突、安全隔离方案失效、应急保障能力不足、施工质量无法满足适航要求等，直接可能导致运行中断、航空器地面事故、FOD 事件等严重后果。

施工计划：对施工时段、区域和流程应做周密安排，在进行每日施工计划的制定时应考虑与航班运行的动态协调，是否存在计划外施工、超时施工或计划不周导致工序冲突等，这将直接引发运行中断和航空器地面冲突风险。

施工组织：设计中通常对人员、车辆、设备的运行路线和规则有明确要求，在进行现场施工组织管理时应考虑是否存在车辆误入运行区、人员擅自穿越滑行道、设备摆放侵入净空等，这将导致航空器与地面车辆/人员相撞的入侵风险。

施工设计：施工设计需重点考虑封闭式施工及分区、分期施工：设计中通常对物理隔离（如围界）的强度和连续性有明确要求，在进行施工区域分隔和时序交接管理时应考虑隔离设施是否完好、警示标识是否有效、相邻区域施工是否存在交叉干扰等，这将导致航空器或车辆误入施工区的入侵风险和 FOD 风险。

机械设备：设计中通常对限高、接地压力、振动有明确要求，在进行机械设备的选择时应考虑其工作高度是否超净空、移动是否灵活、作业产生的振动是否影响道面及周边导航设施基础、地面是否需额外加固等，这将影响机场运营安全和设施完好性。

施工工艺的安全性：设计中通常对工艺方法、技术参数和质量控制标准有明确要求，在进行施工工艺选择和应用时应考虑其是否会产生过量粉尘、火花、噪音或导致道面强度、平整度、抗滑性不达标等，这将引发运行保障风险、FOD 风险及工程质量风险。

应急保障方案：设计中通常对突发事件（如航空器紧急事件、施工事故）的响应程序、资源和通道有明确要求，在进行应急方案制定和演练时应考虑其是否与机场总体应急预案有效衔接、资源是否就位、信息通报流程是否畅通等，这将导致事件后果扩大的运行保障风险。

采用新技术、新工艺、新材料、新设备：设计中通常对其性能、可靠性和适航符合性有明确要求，在进行“四新”应用时应考虑其是否经过充分验证、施工人员是否掌握其特性、是否存在未知缺陷或与原有材料不兼容等，这将导致施工质量无法满足适航要求的工程风险。

8.2.6 场道工程不停航施工风险源与风险事件如本指南表 8.2.6。

表 8.2.6 工程不停航施工的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件 |                   | 入侵风险 |        |              |      | 运行保障风险 |        |        |      | 工程风险 |      |      | ..... |
|------------|-------------------|------|--------|--------------|------|--------|--------|--------|------|------|------|------|-------|
|            |                   | 跑道入侵 | 滑行区域入侵 | 航空器或车辆误入施工区域 | 违反净空 | FOD    | 设施设备损坏 | 运行保障中断 | 航班延误 | 地基沉降 | 地基失稳 | 道面损伤 |       |
| 建设条件       | 地质                |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 水文                |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 气象                |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 交通组织              |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 周边环境              |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | .....             |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
| 设计方案       | 方案合规性             |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 设计技术              |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 安全保障性             |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 新技术、新材料           |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | .....             |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
| 施工方案       | 施工技术类             |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | 新技术、新工艺、新材料、新设备应用 |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |
|            | .....             |      |        |              |      |        |        |        |      |      |      |      |       |

### 8.2.7 建设条件风险控制:

1 地形地貌、地质、水文、气象、交通组织: 应对专题研究报告进行评估, 必要时, 可要求建设管理单位补充相关专题研究。

2 周边环境: 设计阶段应根据工程所处地理环境编制相应的施工方案。设计阶段应充分考虑周边环境对施工的影响, 并将影响结果进行优化处理。

8.2.8 设计方案风险控制: 应对设计理论、设计技术、新技术、新材料等相关材料进行评估, 并应对设计方案的技术难度进行评价。必要时, 可要求建设管理单位补充相关研究内容。

## 8.3 助航灯光工程不停航施工

8.3.1 助航灯光工程不停航施工设计风险评估应符合《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)、《附件十四——机场》(第九版)《机场设计手册》第四部分(国际民航组织第五版 2021 年)等国家及行业现行技术规定。

8.3.2 助航灯光工程不停航施工应重点评估对机场运行造成较大影响的风险, 重点关注设计方案的可行性以及施工时对机场运行造成的影响。

**8.3.3** 针对在现有道面上新增或更新灯具的工程，应评估切槽或钻孔对道面结构造成的风险。

【条文说明】在现有道面上安装灯具通常会对道面进行切槽、钻孔，施工过程中可能对道面结构造成损伤。同时切槽所带来的碎片也可能造成 FOD 等后果。

**8.3.4** 针对在复杂地下环境下进行电缆敷设的工程，应评估开挖、顶管等施工方法对现有地下设施设备造成损坏的风险以及现有预留管线被其他工程占用的风险。

**8.3.5** 针对临时改变飞行器运行规则的助航灯光工程，应评估临时灯光与标志系统对飞行员造成误解、指示效果不清晰的风险。

【条文说明】对于分区域施工的不停航施工工程，施工区域通常会与运行区域相邻，因此如果未结合运行情况合理设置不适用地区灯、临时边灯、临时标记牌等设施，则存在施工车辆误入运行区域或者飞行区误入施工区域的风险。

**8.3.6** 针对需要对助航灯光系统进行电源切换的工程，应评估更新调光器或调光切换柜、改造低压柜配电形式、灯具接入现有电缆回路等过程中造成的风险。

【条文说明】对于需要进行电源切换的不停航施工工程，在临时电源与市电的切换过程中，存在无法恢复助航灯光设施供电的风险。

**8.3.7** 针对涉及新旧系统更新的工程，应评估各类助航灯光监控、导航系统进行迁移、升级或替换时，因新旧系统并行运行、数据迁移、接口兼容性问题引发的风险。

**8.3.8** 助航灯光工程不停航施工的风险源与风险事件如本指南表 8.3.8 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 8.3.8 助航灯光工程不停航施工的风险源与风险事件检查表

| 风险源 \ 风险事件    | 跑道入侵 | 滑行区域入侵 | 违反净空 | FOD | 航空器或车辆误入施工区域 | 设施设备损坏 | 运行保障中断 | 道面损伤 | 意外事故 | 经济损失 | ..... |
|---------------|------|--------|------|-----|--------------|--------|--------|------|------|------|-------|
| 新技术、新材料、新工艺应用 |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |
| 灯具安装          |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |
| 管线开挖、顶管设计     |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |
| 临时灯光与标志系统设计   |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |
| 电源切换          |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |
| 新旧系统切换        |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |
| .....         |      |        |      |     |              |        |        |      |      |      |       |

**8.3.9** 灯具安装风险应对主要从尽量缩减切槽规模，优化工艺流程，做好施工后碎屑清理等方面展开。

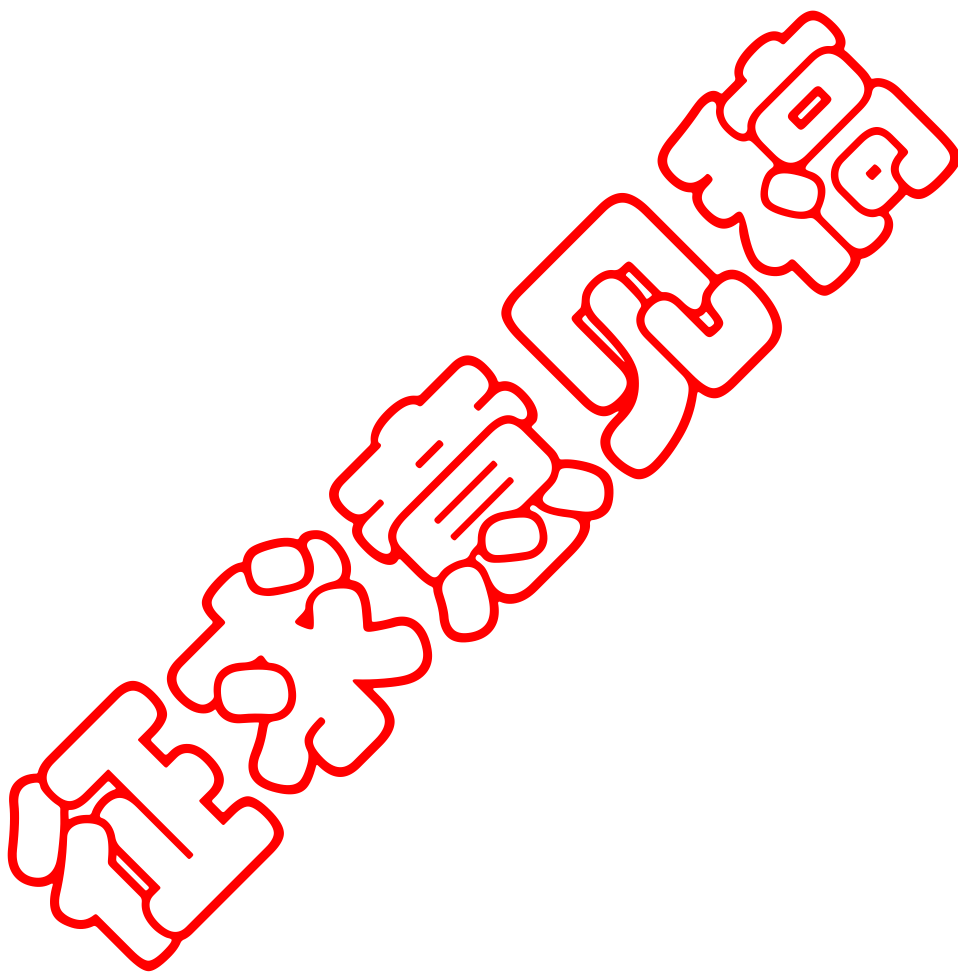
**8.3.10** 复杂地下管道风险应对主要从现场踏勘复核、地下设施探测措施等方面展开。在进行设计时应按规范保持各管线距离并预留足量施工空间。

**8.3.11** 临时灯光与标志系统设计风险应对需要结合实际施工环境，根据规范要求，设置合适

的临时标识及灯具，防止航空器误入施工区域。

**8.3.12** 电源切换风险应对主要从设置备用调光器、设置应急电源、规划应急处理流程等方面展开。

**8.3.13** 新旧系统切换风险应对主要从做好兼容性检查、预留系统备份，配置系统版本回滚功能等方面展开。



## 9 飞行区运行安全

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 飞行区运行相关设计安全风险评估应基于降低机场飞行区运行风险的理念，强化源头控制，从使用者的视角分析评估并识别风险事件产生的原因。

**9.1.2** 飞行区运行相关设计安全风险评估的对象主要包括飞行区平面、净空、消防救援、目视助航设施、围界与安防等设计。

**9.1.3** 与飞行区安全运行密切相关的重要功能设施（含跑道、滑行道、复杂机坪、目视助航等）新建或改扩建，需开展机场飞行区平面设计风险评估及目视助航设施风险评估。

**9.1.4** 涉及新建跑道、跑道延长、跑道运行模式和飞行程序方案调整等相关内容的机场项目需开展净空设计风险评估。

### 9.2 飞行区平面

**9.2.1** 飞行区平面设计风险应重点评估因飞行区跑道和滑行道系统平面构型、机坪布局、目视助航及其他相关功能设施等设计不合理所导致的运行安全风险。

**9.2.2** 跑道系统平面设计风险是指由于跑道等待位置及跑道端掉头坪道面标志设置不合理、升降带平整范围不足、直立面消除不完全等原因，可能导致飞行员混淆误判、机场运行限制、飞机损伤等方面的风险。

**9.2.3** 滑行道系统平面设计风险是指由于滑行道滑行路径规划不合理、快速出口滑行道数量及出口方向过多、入口和穿越滑行道位置选择和平面构型不适宜、平行滑行道端外直线延伸以及滑行道交叉重叠等原因，可能导致飞机误滑、运行冲突、跑道侵入、飞机损伤等方面的风险。

**9.2.4** 机坪平面设计风险是指由于复杂机坪区（如指廊端部及港湾底部）机位安全间距过小、滑行道转弯处飞机翼尖与服务车道安全净距不足、组合机位设置复杂、机坪与跑道直通联接等原因，可能导致飞机误滑、跑道侵入、刮蹭事故等方面的风险。

**9.2.5** 目视助航设施设计风险是指由于复杂区域设施编号、标志和标记牌设置不当等原因，可能导致飞机误滑、跑道侵入等方面的风险。

**9.2.6** 相关功能设施平面设计风险是指由于近远期平面衔接、下穿通道敞口段、排水明沟、调节水池、消防站和空侧道路设置不合理等原因，可能导致跑道侵入、鸟击事件、消防救援延误、导航信号干扰、跑道关闭等方面的风险。

**9.2.7** 飞行区平面设计典型风险源与风险事件检查表如下表 9.2.7 所示（根据具体工程可作

适当增减)。

表 9.2.7 飞行区平面设计典型风险源与风险事件检查表

| 风险源    |                      | 风险事件 | 跑道侵入 | 飞机误滑 | 运行冲突 | 运行限制 | 刮蹭事故 | 飞机损伤 | 鸟击事件 | 救援延误 | 信号干扰 | 跑道关闭 | ..... |
|--------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 跑道系统   | 跑道端掉头坪               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 跑道等待位置               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 升降带平整范围              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 直立面消除                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | .....                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 滑行道系统  | 滑行路线规划               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 快速出口滑行道数量及出口设计       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 入口滑行道平面及构型           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 穿越滑行道位置及构型           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 平行滑行道端外延伸            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 绕行滑行道                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 滑行道交叉重叠              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 机坪     | .....                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 复杂机坪区（指廊端部及港湾底部）机位布置 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 组合机位设置               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 复杂区域机坪服务车道设计         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 机坪与跑道的联接设计           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 目视助航设施 | .....                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 飞行区设施编号              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 标志和标记牌               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 相关功能设施 | .....                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 近远期平面衔接              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 下穿通道路径及敞口段位置         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 通往跑道的道路              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 排水明沟及调节水池位置及方案       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | 消防站布局                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|        | .....                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

9.2.8 跑道系统平面设计风险应对主要从评估跑道运行标准、复核升降带物理要求、从飞行员视角优化调整跑道标志等方面开展。

【条文说明】应综合考虑跑道运行标准和障碍物超障面的相关要求，从运行视角优化调整跑道及相接滑行道的标志。严格按照标准进行升降带平整及直立面消除，条件受限时需开展专题论证并将相关情况在航行情报资料中予以公布。

**9.2.9** 滑行道系统平面设计风险应对需基于运行视角，主要从简化滑行道平面布置、降低运行复杂度、减少热点区域、避免交叉重叠、强化主运行方向目视引导等方面开展。

【条文说明】不同类别滑行道平面设计需相应采取有针对性的风险应对措施，主要包括：结合运行需求分析快速出口滑行道的数量及绕行滑行道设置的必要性；简化快速出口滑行道脱离区域的滑行道布局，减少方向选择；避免快速出口滑行道与其他滑行道的交叉重叠，充分考虑目视助航设施的设置条件；穿越滑行道尽可能避免设置在跑道中部，同时应当设计为直线，避免在穿越跑道后分成两条滑行道；入口和穿越滑行道的设置，应当使在跑道等待位置处等待的飞机垂直于跑道；优化与平行滑行道联接的端外滑行道构型；另外，复杂滑行道系统可开展飞行区跑滑系统运行仿真进行专题论证。

**9.2.10** 机坪平面设计风险应对主要从统筹机位与设施设备布局、合理控制安全间距、完善地面标志标识、加强识别引导、降低运行干扰、运行仿真模拟等方面开展。

【条文说明】机坪与跑道间宜设置土岛或以平行滑行道加以分割；机坪机位的布置要保持合理间距，充分考虑飞机滑进推（滑）出、地面运行保障设备作业的安全空间，以及标记牌和机坪服务设施的设置空间；机位标记牌等相关信息标识要充分考虑光线角度、设施设备对飞行员的视觉影响；组合机位宜设置在机坪岸线相对平直舒缓的区域，且宜在一定时间内固化机型；对于复杂港湾机位和机坪地面运行保障可进行必要的仿真模拟。

**9.2.11** 目视助航设施设计风险应对主要从优化滑行道系统编号、复核标记牌设置、校验地面信息标志标识、专题研究论证等方面开展。

【条文说明】应站在使用者的视角检视目视助航设施设计，滑行道编号应简洁完整、符合逻辑；标记牌设置位置和设置方式应安全适用、易辨识；复杂区域目视助航设施设计可进行专题研究论证。

**9.2.12** 相关功能设施平面设计风险应对主要从统筹近远期设施发展衔接、优化功能设施设置方案、完善设施标志标识、校核飞行区消防响应时间等方面开展。

【条文说明】飞行区相关功能设施平面设计风险应对措施主要包括：近期建设需预留好远期不停航施工的建设条件；排水明沟和调节水池尽量设置于跑道 120 m 以外，同时可考虑设置警示设施；下穿通道敞口段宜设置在升降带范围以外，必要时开展专题论证；通往跑道的道路应完善标志和标记牌，必要时增设物理隔离设施；消防设施布局应结合消防分区和场地通行条件综合评估消防响应时间等。

## 9.3 净空

**9.3.1** 机场净空设计风险应重点评估数据信息、机场运行方案以及净空评估和处理方案等因

素导致的风险。

**9.3.2 数据信息风险**是指由于数据源坐标系和高程系不统一、障碍物数据信息和跑道数据信息遗漏或错误等原因，可能导致的净空评估偏差和障碍物处理不当引起的越障受阻、运行限制、航班备降等方面的风险。

【条文说明】障碍物数据信息包括障碍物类型、名称、经纬度坐标、XY 平面坐标、绝对标高值等。

跑道数据信息包括机场跑道类别、净空道长度、跑道内移长度、跑道两端中点及基准点坐标、跑道标高等数据。

**9.3.3 机场运行方案风险**是指由于机场净空设计及管控方案与跑道运行模式、飞行程序方案不匹配等原因，可能导致的机场运行标准提高、容量下降、运行限制等方面的风险。

【条文说明】跑道运行模式包括跑道起降运行方案、运行类别和运行限制等。

**9.3.4 净空评估和处理风险**是指由于障碍物净空评估差错、超高障碍物处理措施不当、障碍物目视助航设施标示缺失等原因，可能导致的机场运行限制、信号干扰、越障受阻、飞机损伤、机场关闭等方面的风险。

**9.3.5 净空设计典型风险源与风险事件检查表**如下表 9.3.5 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 9.3.5 净空设计典型风险源与风险事件检查表

| 风险源     |             | 风险事件 | 容量下降 | 运行限制 | 信号干扰 | 运行标准提高 | 越障受阻 | 航班备降 | 机场关闭 | 飞机损伤 | ..... |
|---------|-------------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|-------|
| 数据信息    | 坐标系和高程系     |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | 障碍物数据信息     |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | 跑道数据信息      |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | .....       |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
| 运行方案    | 跑道运行模式      |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | 飞行程序方案      |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | .....       |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
| 净空评估与处理 | 障碍物净空评估     |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | 净空障碍物遮蔽     |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | 超高障碍物处理     |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | 障碍物目视助航设施标示 |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |
|         | .....       |      |      |      |      |        |      |      |      |      |       |

**9.3.6 数据信息风险**应对主要从多源数据比对、GIS 系统平台叠加复核、跑道信息校验等方面开展。

**9.3.7 运行方案风险**应对主要从航行情报数据收集、运行部门调研、航行研究对接等方面开展。

**9.3.8 净空评估与处理风险应对**主要从净空评估流程标准化、数字新技术应用、净空管控平台建设、空地结合综合研判、复杂净空环境专题研究论证等方面开展。

## 9.4 消防救援工程

**9.4.1 消防救援工程设计风险评估**应符合《民用航空运输机场飞行区消防设施》(MH/T 7015)、《民用航空运输机场消防站消防装备配备》(MH/T 7002)、《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)等国家及行业现行技术规定。

**9.4.2 针对机场消防保障等级的确定**,应评估机场运营期间可能出现的实际运行的机型或起降频次与设计机场消防保障等级不匹配导致的风险。

【条文说明】飞行区消防救援设施设备(包括机场消防站、消防车、消防供水设施等)的设计与机场消防保障等级密切相关。当机场消防保障等级定位不准确时,机场的消防救援设施设备的设计难以满足救援要求。

**9.4.3 针对消防站(或消防分站)等飞行区消防救援设施的选址方案**,应评估在消防救援过程中可能出现的消防救援设施选址无法满足应答时间要求的风险。

【条文说明】消防站的选址应能保证应答时间不超过3min。消防站设置在飞行区内,宜靠近跑道或滑行道中部位置设置。

**9.4.4 针对消防站(或消防分站)的设计方案**,应评估在消防训练或救援中可能出现的消防站(或消防分站)的建筑功能以及站内消防人员、消防车辆、消防器材、灭火药剂等配置不满足使用要求的风险。

【条文说明】消防保障等级为3级(含3级)以上的机场应设消防站。消防站应设有车库、备用车库、药剂储存间、接警值班室、消防员备勤室、器材间、救援战术研讨室、室内综合体能训练室以及必需的生活用房。消防站应设有训练场地,场地面积应符合《民用航空运输机场飞行区消防设施》相关要求。消防站应设有供训练和补水用的消火栓。

**9.4.5 针对飞行区消防供水的设计方案**,应评估在消防训练或救援中可能出现的消防水源供水能力、消防供水设施配置不满足救援要求的风险。

【条文说明】跑道一侧或两端适当位置应设置消防车辆取水点,每个取水点应能保证本场用于扑灭航空器火灾主力车总数50%以上车辆同时取水,单车取水量不应小于3000L/min。机坪应设置消火栓供水系统,供水管网能同时供两台消防车辆取水,单车取水量不小于15L/s,消防供水宜采用地下式消火栓供水。

**9.4.6 针对机坪灭火器的配置方案**,应评估在消防救援中可能出现的灭火器位置、种类、容量不满足使用要求的风险。

【条文说明】廊桥的每个机位应设置一套灭火器材,远机位、维修机位、无廊桥机场的停机位在航空器停放期间应保证每两个相邻机位间设置至少一套灭火器材。每个灭火器材点的灭火剂容量应不少于55kg。

9.4.7 针对消防灭火设施的标识方案，应评估运营期间可能出现的消防灭火设施标志标识错误或缺失导致的相关设施不易被发现或使用的风险。

【条文说明】机坪范围内的加油井、消防井、电缆井、供水井及其他各类井的井盖本身及周边至少 20 厘米以内均应当涂刷成红色；井盖开启时，应当在井旁设置醒目的反光锥形标志物。

9.4.8 消防救援设计典型风险源与风险事件检查表如下表 9.4.8 所示（根据具体工程可作适当增减）。

表 9.4.8 消防救援工程设计阶段的风险源与风险事件检查表

| 风险事件<br>风险源  | 消防<br>应答<br>超时 | 消防<br>人员<br>配备<br>不足 | 消防<br>站功<br>能不<br>完整 | 消防<br>车辆<br>配置<br>不当 | 灭火<br>药剂<br>不适<br>用 | 灭火<br>药剂<br>储量<br>不足 | 灭火<br>器材<br>失效 | 消防<br>水源<br>保障<br>率低 | 消防<br>水池及<br>泵房容<br>量不足 | 消防<br>管网<br>布置不<br>合理 | 消防取<br>水点布<br>置不合<br>理 | 消防供<br>水流量<br>不足 | 机坪灭<br>火器布<br>置不合<br>理 | 消防<br>标识不<br>明确 |
|--------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------|------------------------|-----------------|
| 消防应答能力       |                |                      |                      |                      |                     |                      |                |                      |                         |                       |                        |                  |                        |                 |
| 消防救援能力       |                |                      |                      |                      |                     |                      |                |                      |                         |                       |                        |                  |                        |                 |
| 消防设施设备<br>配置 |                |                      |                      |                      |                     |                      |                |                      |                         |                       |                        |                  |                        |                 |
| 消防供水能力       |                |                      |                      |                      |                     |                      |                |                      |                         |                       |                        |                  |                        |                 |

9.4.9 消防救援能力风险应对主要从机场消防保障等级的确定以及消防救援人员、消防救援设施设备的配备等方面展开。

9.4.10 消防救援应答风险应对主要从消防站（或消防执勤点）的布局以及飞行区消防通道的规划等方面展开。

9.4.11 机场消防站设计风险应对主要从消防站建队及人员构成，消防车辆、消防器材、灭火药剂的配置以及消防站建筑功能的布局等方面展开。

9.4.12 飞行区消防供水风险应对主要围绕合理选择消防水源、合理布置消防管网以及消防取水设施等方面展开。

9.4.13 机坪灭火器配置风险应对主要从机坪灭火器布局的合理性、灭火药剂种类及剂量设置的准确性等方面展开。

9.4.14 消防灭火设施标识风险应对主要从消防灭火设施标志标识的设置原则、实施要求等方面展开。

9.5 目视助航设施工程

9.5.1 目视助航设施风险评估应符合《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001）、《附件十四——机场》（第九版）、《机场设计手册》第四部分（国际民航组织第五版 2021 年）等国家及行业现行技术规定。

9.5.2 目视助航设施工程应重点评估对飞行员观察运行路线造成影响的风险，重点关注目视助航设施的设置位置是否合理、是否能够提供准确指引等内容。

**9.5.3** 大部分目视助航设施处于露天室外环境，应评估地形地貌、气候环境及周边环境等客观因素导致的风险。

**9.5.4** 在规划助航灯光设置时，应评估助航灯光灯具的设置位置、选型、进近灯高度等因素造成的风险。

**【条文说明】**灯具位置设置、选型风险是指如下几类情况：在改扩建工程中同一回路中新增灯具与现有灯具设置原则不统一、灯具光源不统一等导致灯光连贯性差的情况；灯具设于板缝之上的情况；未设置合适临时灯具的情况；特殊情况下助航灯光设施指引效果不足，需要提高助航灯光指引效果的情况；进近灯高度风险是指进近灯长排灯对导航天线造成干扰或被导航天线遮蔽灯光的情况以及陡峭地势超高进近灯架设方式的风险。

**9.5.5** 标志线运行风险应重点评估各种标志元素过多、过密等因素造成飞行员判别困难的风险。

**9.5.6** 针对机场改扩建造成的标志线调整，应评估新、老标志线衔接合理性、标志信息混乱等因素导致的风险。

**9.5.7** 标志线与目视助航灯具光系统同时为飞行员提供指引，应评估两者指令信息传递不一致，造成飞行员混淆误判等导致的风险。

**9.5.8** 针对复杂道口的滑行引导标记牌，应评估滑行引导标志牌位置设置不合理，牌面信息指示过于复杂等因素导致的风险。

**9.5.9** 针对机位紧凑或机坪设施密集处的机位标记牌，应评估机位标记牌位置设置过远无法被清晰识别、设置位置阻碍顶推车进入、设置位置被机坪其他设备遮挡等因素造成的风险。

**9.5.10** 针对机位紧凑或机坪设施密集处目视停靠引导系统，应评估目视停靠引导系统设置过远无法被清晰识别、设置位置阻碍顶推车进入、设置位置被机坪其他构筑物或设备遮挡等因素造成的风险。

**9.5.11** 针对受高度限制或设置位置限制的高杆灯，应评估机位实际照度不足、对飞行员造成眩光、遮挡塔台视线、高于飞行程序规定的限高等因素造成的风险。

**9.5.12** 针对设备更新工程，应评估新旧设备衔接的风险，主要包括在改扩建工程中新增设备与现有系统不兼容、现有设备停产、各监控系统无法进行系统整合等因素造成的风险。

**9.5.13** 飞行区内的设施设备通常配有混凝土基础，应评估升降带平整范围及跑道端安全区内可能对飞行器造成二次伤害的灯箱、标记牌、灯具等基础造成的风险。

**9.5.14** 目视助航设施工程的风险源与风险事件如本指南表 9.5.14 所示（根据具体工程可作适当增减）。

**表 9.5.14 目视助航设施工程设计阶段的风险源与风险事件检查表**

| 风险源      |                   | 风险事件 | 飞行器<br>器误滑 | 灯光指<br>示不明<br>确 | 指示信<br>息被遮<br>蔽 | 灯光系<br>统失效 | 车辆<br>撞击 | 经济<br>损失 | 事故规<br>模扩大 | 设备维<br>护困难 | 设施设<br>备损坏 | 人员<br>伤害 | ..... |
|----------|-------------------|------|------------|-----------------|-----------------|------------|----------|----------|------------|------------|------------|----------|-------|
| 建设<br>期间 | 建设条件              |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | .....             |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
| 运营<br>期间 | 灯具设置              |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 标志线设置             |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 标志线调整             |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 标志线与目视助航<br>设施的协调 |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 滑行引导标记牌设<br>置     |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 机位标记牌设置           |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 目视停靠引导系统<br>设置    |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 高杆灯设置             |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 新旧设备衔接            |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | 设备基础              |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |
|          | .....             |      |            |                 |                 |            |          |          |            |            |            |          |       |

**9.5.15** 建设条件风险应对主要通过工程所处的客观环境条件进行调查研究，找出可能对设计方案造成影响的因素，并制定应对措施。

【条文说明】设计时应注意特殊地形及气候环境，例如近海机场通常设备腐蚀更严重且可能有大风大雾影响，因此在进行设备选型时需考虑抗腐蚀性以及更高的抗风等级；山区机场的复杂地形可能会产生地形对进近灯光系统造成遮蔽、高差过大难以设置进近灯光、土壤接地电阻较高等问题，因此需考虑周边地形合理设计进近灯设置方案、采用降阻剂等额外措施降低接地电阻等措施来解决上述问题；寒冷地区存在环境温度过低以及冻土层，因此在设备选型时需考虑融雪措施，电缆敷设时需考虑冻土的影响。在进行改扩建工程设计时还应核实建设范围内现有其他的管线的位置，在设计阶段采取改迁或避让措施。

**9.5.16** 标志线运行风险应对主要通过避免各种标志元素过多过密，特别是各热点区域，应避免标志线过于集中，确保航空器运行安全顺畅。

**9.5.17** 机场改扩建造成的标志线调整风险应对主要通过充分考虑新、老标志线的合理衔接，并统筹运行方式对标志线进行移除、增设及调整。

**9.5.18** 标志线与目视助航设施的协调风险应对主要确保两者设置规则统一、指令信息一致，避免飞行员混淆，提升运行安全及效率。

**9.5.19** 滑行引导标记牌设置风险应对主要从根据实际滑行道布局调整标记牌设置位置、增加

地面信息标志等方面考虑。

【条文说明】滑行引导标记牌应结合实际运行需求合理设置，尽可能避免标记牌之间存在遮挡，避免一定区域内标记牌过于密集，避免单块标记牌信息过于复杂，避免标志不易判断。对于现有机场平面构型比较复杂，确实无法安装标记牌的，或即便安装了标记牌也不易于飞行员判读、容易造成混淆的，应当补充地面信息标志。

**9.5.20** 机位标记牌及泊位引导设置风险应对主要通过结合机坪上机位、登机桥固定端、巡场路与标记牌的相对位置，合理规划机位标记牌及泊位引导系统的设置位置。

【条文说明】在进行设计工作时，泊位引导系统通常与机位标记牌共用基础，且设于机位中线的延长线上，因此泊位引导的设置风险应对措施与机位标记牌一致。在设置机位标记牌时应考虑机位标志牌距飞行器停靠鼻轮线的距离，避免距离过近导致顶推无法工作。在立式机位标记牌设置位置受限的情况下可以考虑在航站楼外立面上设置。对于组合机位，应尽可能为组合机位中的每个机位设置机位标记牌。

**9.5.21** 高杆灯设置风险应对主要通过复核地质条件、复核当地风速等级、复核眩光程度、复核塔台视线完整、复核飞行程序等方面来进行控制。

【条文说明】在进行高杆灯设计时，应根据机场运行等级复核高杆灯是否超高；应与空管设计复核是否存在遮挡塔台视线；应结合地勘报告确定基础形式；应结合环境最大风速确定灯杆抗风能力；应考虑对于塔台管制员及飞行员造成的眩光干扰；应考虑飞行程序限高对于高杆灯的影响。

**9.5.22** 新旧设备衔接风险应对主要从现场调研出发，充分了解既有目视助航设施现状，统筹考虑供电设施容量、灯光站内调光器是否匹配、监控系统是否满足总调度控制等因素，加强新、旧目视助航设施衔接，确保其形成统一整体、稳定运行。

**9.5.23** 设备基础风险应对主要从核实整个升降带平整范围和跑道端安全区范围开始，在范围内的灯具、标记牌等所有目视助航设施设备基础均应按照《民用机场飞行区技术标准》的要求，进行直立面消除。

## 9.6 围界与安防工程

**9.6.1** 围界与安防工程设计风险评估应符合《民用运输机场安全保卫设施》(MH/T 7003)、《运输机场运行安全管理规定》(中华人民共和国交通运输部令 2025 年第 5 号)、《民用机场管理条例》、《安全防范工程通用规范》(GB 55029)、《建筑电气与智能化通用规范》(GB 55024)等国家及行业现行技术规定。

**9.6.2** 机场物理围界风险应重点评估因建设条件、使用条件等因素导致的围界结构完整性破坏、防攀爬/防钻入/防破坏功能失效、安防子系统联动错误、产生 FOD（外来物）等风险，间接可能导致非法侵入控制区、航空器受损、机场运行中断等严重后果。

**9.6.3** 针对物理围界建设条件风险应评估由于气候特性、高填深挖、填挖交界、特殊土、不

良地质作用等因素所导致的风险。该类风险可能出现的典型风险事件包括围界开裂、结构损坏、倾覆、失效等。

**9.6.4** 针对物理围界使用条件风险应评估由于动物钻爬、泄水孔堵塞等因素所导致的风险。该类风险可能出现的典型风险事件包括围界开裂、结构损坏、倾覆、失效、存在可被利用的安防盲区或漏洞、与监控报警系统无法有效联动等。

**9.6.5** 机场弱电安防系统主要风险应重点评估因自然气候或人为因素导致的安防系统盲区/漏洞、安防系统失效、安防系统联动错误等，间接导致控制区非法侵入、航班延误、飞机损伤等。

**9.6.6** 机场弱电安防系统针对自然气候特性，应评估当地极端天气类型，分析气候特性对系统功能和设备性能的要求，包括过高或过低环境温度造成的设备失灵，雨雾天气对摄像机能见度影响，直击雷或感应电流造成的弱电系统损坏，导致安防系统盲区/漏洞、安防系统失效等风险。

**9.6.7** 机场弱电安防系统针对人为因素影响，应评估系统内部人员疏漏或误操作，以及遭到外部人员蓄意破坏的可能性和危害性。人为因素大概率会导致非法侵入控制区、阻碍应急疏散、警告误报/漏报、飞行区内 FOD 等风险。

**9.6.8** 围界与安防工程的风险源与风险事件检查表如下表 9.6.8 所示。

**表 9.6.8 围界与安防工程的风险源与风险事件检查表**

| 风险源  |  | 风险事件   | 结构完整性破坏、失效 | 防攀爬/防钻爬/防破坏功能失效 | 安防盲区或漏洞 | 系统联动错误 | 整体安防系统失效 | FOD | 控制区非法侵入 | ..... |
|------|--|--------|------------|-----------------|---------|--------|----------|-----|---------|-------|
| 建设条件 |  | 气候特性   |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 高填深挖   |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 填挖交界   |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 特殊土    |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 不良地质作用 |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 临时安防设施 |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | .....  |            |                 |         |        |          |     |         |       |
| 使用条件 |  | 野生动物   |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 泄水孔    |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 人为破坏   |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | 维护操作不当 |            |                 |         |        |          |     |         |       |
|      |  | .....  |            |                 |         |        |          |     |         |       |

**9.6.9** 物理围界建设条件风险应对主要从极端气候、地质认知、工程特性、模型计算、理论预测与实际监测等因素，采取地基处理、协调变形等方面的设计措施。

**9.6.10** 物理围界使用条件风险应对主要从野生动物种类及特性、泄水孔与排水方式等因素，

采取防钻爬、防淤堵等方面的设计措施。

**9.6.11** 安防系统应对主要从充分调研现场，掌握新技术的应用；使用统一的行业标准；主体系统采用冗余架构等方面的设计措施。

**9.6.12** 气候特性风险应对主要从温湿度、年雷击频次、雨雪天气情况等因素，室外设备采用工业级标准，适配当地气候条件做定制化设计或要求，例如增加摄像机除雾功能，优化防雷及接地措施等手段提高室外设备适用条件及使用寿命。

**9.6.13** 人为因素风险应对主要从安防系统架构、技术防控等因素，采用系统维护账户专人专用，操作权限根据人员职能按部门按级别划设，操作记录日志留档等功能，降低人员误操作可能性。室外安防设施采用主动探测或 AI 识别等功能，提前预警可疑人员或动作，在侵入事件发生前提醒安保人员进行排查，降低风险发生概率。

征求意见稿

## 附录 A 评估报告及封面格式

### A.0.1 设计阶段的风险评估报告应包含以下内容：

- (1) 编制依据
  - 1) 项目风险管理方针及策略；
  - 2) 相关的国家和行业标准、规范；
  - 3) 项目可行性研究报告、工程地质勘察报告、设计文件以及审查意见等；
  - 4) 设计阶段的风险评估成果及工程前期的风险评估成果；
  - 5) 现场调查资料；
  - 6) 第三方检测监测资料。
- (2) 工程概况
  - 1) 全部工程分布和规模；
  - 2) 主要工程条件及周边环境；
  - 3) 采取的主要工程措施。
- (3) 评估过程和评估方法
- (4) 评估内容：包括风险源与风险事件普查表、风险源与风险事件检查表，以及风险辨识、风险分析、风险评价。
- (5) 对策措施及建议
- (6) 评估结论
  - 1) 风险评估对象；
  - 2) 风险等级；
  - 3) 风险控制措施建议；
  - 4) 评估结果自我评价及遗留问题说明。
- (7) 附件（评估计算过程、评估单位资质信息等）。

### A.0.2 风险评估报告格式应包括：

- (1) 封面（包括评估项目名称、报告完成日期）；
- (2) 著录项；
- (3) 目录；
- (4) 编制说明；
- (5) 正文；
- (6) 附件。

**A.0.3** 风险评估应形成风险评估报表，包含以下内容：

- (1) 标准符合性程度评定结果，以及各风险事件发生概率等级、风险事件损失等级情况；
- (2) 评估风险等级及计算过程；
- (3) 拟推荐的风险控制措施等内容。

**A.0.4** 风险控制预期效果评价应形成风险控制效果评价报表，并应包含以下内容：

- (1) 设计安全风险控制情况；
- (2) 采取措施后预期风险的等级；
- (3) 风险控制措施的完善建议；
- (4) 评估报表格式由评估参与人员自定。

**A.0.5** 评估报告封面应符合本指南图 A.0.5 的要求。

**A.0.6** 扉页一：

- (1) 应署明安全风险评估报告编制单位名称（加盖公章）；
- (2) 应列明评估负责人，并由其亲笔签名；
- (3) 扉页一应符合本指南图 A.0.6 的要求。

**A.0.7** 扉页二：应列明评估人员名单和职称。

**A.0.8** 概述：简要阐述被评估的民航专业工程的工程背景、基础资料、评估内容等。

**A.0.9** 目录：应将评估报告的一级标题、二级标题、三级标题列入目录。

**A.0.10** 正文：详细阐述被评估的民航专业工程的安全风险评估过程。

**A.0.11** 附件：除正文内容外，其他有必要说明的资料可列入附件中。

|                         |
|-------------------------|
| 评估项目名称（二号宋体）            |
| XX 阶段（二号黑体）             |
| <b>安全风险评估报告（一号黑体加粗）</b> |
| 评估报告完成日期（三号宋体加粗）        |

图 A.0.5 评估报告封面示例

评估项目名称（三号宋体）

XX 阶段（三号宋体）

## 安全风险评估报告（二号宋体加粗）

编制单位：（四号宋体加粗）

评估小组负责人：（四号宋体加粗）

日期：（四号宋体加粗）

图 A.0.6 扉页一示例

注：编制单位应加盖公章。评估小组负责人应亲笔签名。