

民航专业工程施工安全风险评估指南

(试行)

1 总 则

1.1 为规范民航专业工程施工安全风险评估工作，有效控制施工安全风险，防范和遏制施工安全事故的发生，保障民航专业工程的建设安全，编制本指南。

1.2 本指南适用于新建、改建和扩建运输机场（含军民合用机场民用部分）专业工程项目的施工安全风险评估，空管工程、航油工程和通用机场可参照执行。

1.3 施工安全风险评估分为总体风险评估和专项风险评估两个阶段。总体风险评估应在施工图设计完成后、项目开工前完成。专项风险评估包括施工前专项风险评估、施工过程专项风险评估等环节，贯穿整个施工过程。

1.4 施工安全风险评估应根据工程特点和实际情况，选择定性定量相结合的评估方法。

本指南推荐量化的评估方法为指标体系法，对指标的选择及其重要性排序，应结合具体情况合理确定。考虑到不同专业工程间差异性较大，具体评估时可对评估指标、分级标准、评估方法等进行相应改进。

1.5 民航专业工程施工安全风险评估工作除遵守本指南外，还应符合国家和行业相关法律、法规、规章、规范性文件和标准等规定。

2 术 语

2.1 风险事件 risk event

导致工程发生人员伤亡、经济损失、工程耐久性降低以及产生生态环境、社会、工期影响等不利后果的事件。本指南重点考虑引起人员伤亡和经济损失的风险事件。

2.2 风险 risk

工程建设中潜在风险事件的可能性及其不利后果的组合。

2.3 致险因素 risk factors

可能导致风险事件发生的直接因素，也可称为致险因子。致险因素一般包括作业人员、施工设备、危险物品、地质水文条件、作业环境、技术方案、施工管理等方面的因素。

2.4 一般作业活动 general construction activity

施工工艺简单或受外部因素影响较小，其致险因素间关联性较低，通常仅导致单一风险事件发生，运用一般知识与经验即可防范的作业活动。

2.5 重大作业活动 major construction activity

施工工艺较复杂或受外部因素影响较大，其致险因素间关联性较高，可能导致多种风险事件的发生，或可能引起的风险事件后果严重程度较大，需要从作业人员、施工设备、危险物品、地质水文条件、作业环境、技术方案及管理措施等多方面进行控制和防范的作业活动。

2.6 风险辨识 risk identification

通过对工程施工过程进行系统分解，辨识各施工工序潜在风险事件的过程。

2.7 风险分析 risk analysis

采用系统安全工程理论对致险因素可能导致的风险事件进

行分析，找出可能受伤害人员、致险因素、事故原因等，确定物的不安全状态和人的不安全行为。

2.8 风险估测 risk estimation

采用定性或定量的方法，对风险事件发生的可能性及严重程度进行估算，并根据风险分级标准和接受准则，对工程风险进行等级排序。

2.9 施工安全风险评估 safety risk assessment of construction

针对工程施工过程潜在的风险进行辨识、分析、估测，提出控制措施建议的系列工作。

2.10 总体风险评估 general risk assessment

以工程或具有独立使用功能的主体结构、作业单元为评估对象，根据建设规模、建设条件、施工技术及其他方面因素等，评估其施工的整体风险，确定风险等级并提出控制措施建议。

2.11 专项风险评估 specific risk assessment

以作业活动或施工区域作为评估对象，根据其施工技术复杂程度、施工工艺成熟度、施工组织便利性、施工环境条件匹配性以及类似工程事故案例等，进行风险辨识与风险分析、风险估测，并对其中的重大作业活动进行量化评估，确定风险等级并提出风险控制措施。

2.12 指标体系法 index system method

根据影响工程施工安全风险的主要致险因素，建立体现风险特征的评估指标体系，对各评估指标进行数值区间量化分级，并综合考虑各评估指标的权重系数，对工程施工安全风险作出评估的一种方法。

3 总体风险评估

3.1 一般规定

3.1.1 总体风险评估应依据前期立项批复文件、地质勘察报告、初步设计文件、施工图设计文件、施工组织设计、评估人员的现场调查资料及行业标准、规范等。

3.1.2 总体风险评估工作应成立评估小组。风险评估宜采用指标体系法，指标体系应根据工程建设客观致险因素确定，在指标分类的基础上，提出评估指标。评估小组可根据工程实际情况和自身经验，对总体风险评估指标体系进行补充和改进，所选取的指标应具有全面性和代表性。

3.1.3 总体风险评估的工作流程见图 3-1。

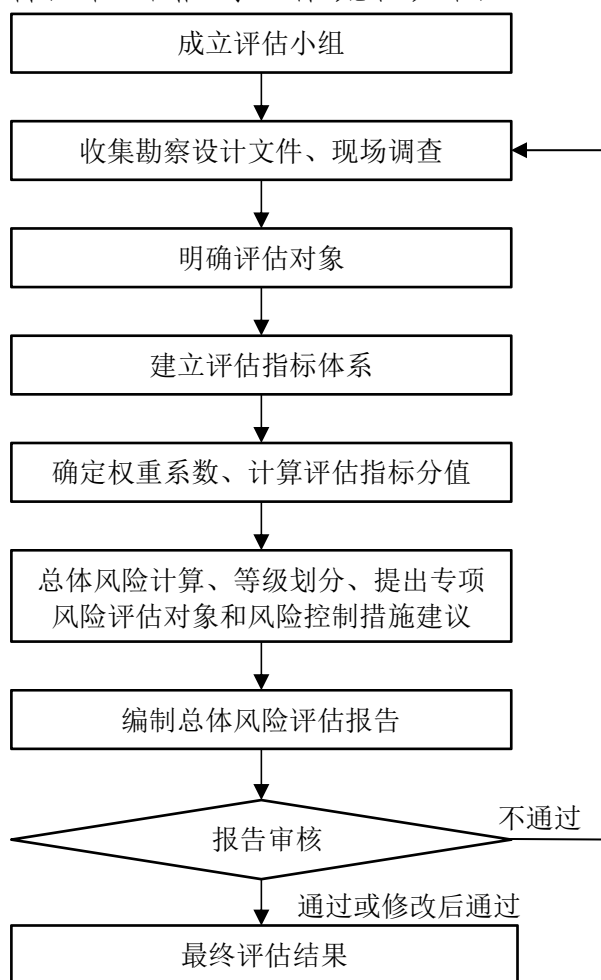


图 3-1 总体风险评估流程图

3.2 评估指标及权重

3.2.1 总体风险评估的指标体系划分为 5 类：建设规模、建设条件、气象水文地质条件、施工技术及其他方面因素，根据各指标的具体情况建立评估指标体系，可参见附录 B 表 B.1。在对机场工程进行评估时，应包含但不限于表 B.1 所列指标。航油工程、空管工程可参考附表 B.1 建立评估指标体系。

3.2.2 评估指标权重系数宜采用重要性排序法确定。根据评估指标与风险事件发生可能性以及后果严重程度（优先考虑人员伤亡）的相关性，进行综合评判后，将各评估指标按重要性从高到低依次进行排序，权重系数计算公式如式（3-1）所示。

$$\gamma = \frac{2n-2m+1}{n^2} \quad (3-1)$$

式中：

γ —权重系数；

n —评估指标（重要指标）项数；

m —重要性排序号， $m \leq n$ 。

3.2.3 在采用重要性排序法确定权重系数时，评估小组应通过集体讨论等方式，结合工程实际情况合理选取或补充评估指标并对其重要性进行排序。评估指标个数的选取宜在 13 个以内。评估指标权重确定方法详见附录 A.2。

3.3 风险分级标准

3.3.1 施工安全总体风险按式（3-2）计算确定：

$$F = \sum X_{ij} = \sum R_{ij} \times \gamma_{ij} \quad (3-2)$$

式中：

F —总体风险评估分值；

X_{ij} —评估指标的分值, $i=1, 2, 3, 4, \dots$; $j=1, 2, \dots$, n ; n 为对应第 i 类评估指标包括的重要指标的数量;

R_{ij} —评估指标的基本分值;

γ_{ij} —评估指标的权重系数。

计算得出 F 值后, 对照表 3-1 确定工程施工安全总体风险等级。

表 3-1 施工安全总体风险分级标准

风险等级	F
等级IV (极高风险)	$F \geq 60$
等级III (高度风险)	$50 \leq F < 60$
等级II (中度风险)	$40 \leq F < 50$
等级I (低度风险)	$F < 40$

4 专项风险评估

4.1 一般规定

4.1.1 专项风险评估以施工作业活动为对象, 可分为施工前专项风险评估、施工过程专项风险评估。

评估基本程序包括: 风险辨识、风险分析、风险估测和风险控制, 具体流程如图 4-1 所示。

4.1.2 专项风险评估前, 应按照专项施工方案所确定的施工方法, 分解施工作业程序, 结合工序 (单位) 作业特点、环境条件、施工组织等, 辨识施工作业活动中典型事故类型风险事件, 建立致险因素普查清单, 通过风险分析和风险估测, 确定作业活动风险等级, 并对照风险接受准则确定相应的风险控制措施。

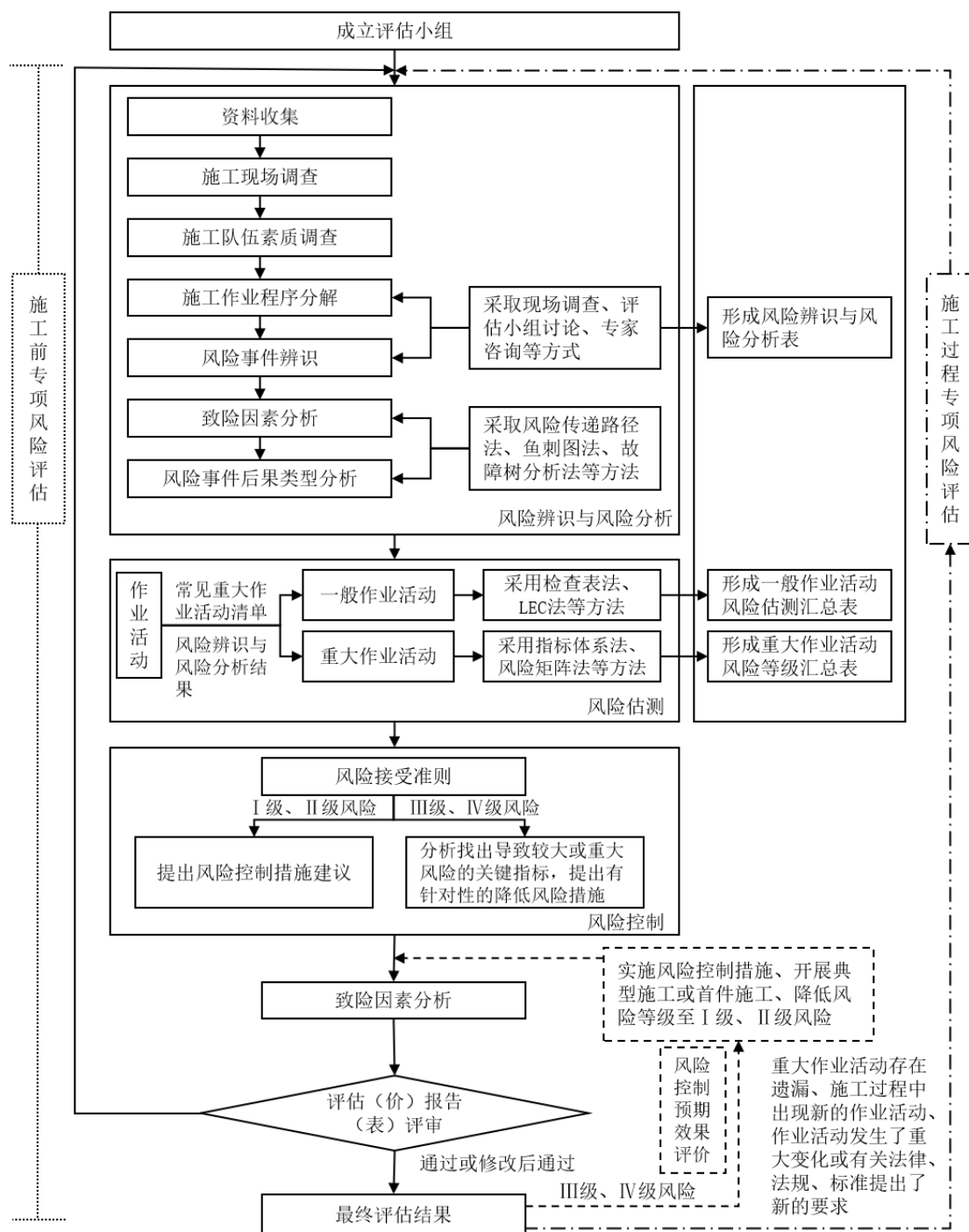


图 4-1 专项风险评估流程图

4.1.3 分部分项工程开工前，满足下列条件之一的民航专业工程，应开展施工前专项风险评估并形成评估报告：

- （1） 总体风险等级为Ⅲ级及以上；
- （2） 总体风险评估中单一指标影响过大；

(3) 涉及危大工程等重大作业活动。

4.1.4 施工前专项风险评估结论及重大作业活动清单应作为专项施工方案的专篇，在此基础上细化改进施工安全风险监测与控制措施。

4.1.5 施工过程中，出现如下情况之一的，应开展施工过程专项风险评估并形成评估报表：

(1) 经论证出现新的重大作业活动风险；

(2) 致险因素发生重大变化：

1) 现场揭示水文地质条件与事前判别水文地质条件相差较大且趋于劣化；

2) 主要施工工艺发生实质性改变；

3) 发生对施工安全风险产生较大影响的设计变更；

4) 发生重大险情或生产安全事故；

(3) 法律法规、规章、标准提出新的要求。

4.2 风险辨识

4.2.1 风险辨识的主要工作应包括下列步骤：

(1) 工程资料收集整理；

(2) 施工现场地质条件和环境条件调查（或补充勘察）；

(3) 施工队伍专业化能力和管理制度调查；

(4) 施工作业程序分解；

(5) 风险事件辨识。

4.2.2 专项风险评估工程资料的收集整理应包括下列内容：

(1) 地质勘察报告、施工图设计文件及工程专项施工方案等资料；

(2) 工程区域内环境条件,包括建(构)筑物、埋藏物、管道、线缆、外电架空线路等可能造成风险事故的要素;

(3) 工程区域内地质、水文、气象等灾害事故资料;

(4) 其他行业类似工程事故资料;

(5) 其他与风险辨识对象相关的资料;

(6) 施工过程专项风险评估时,除(1)-(5)资料外,还应收集重要设计变更资料、施工记录文件、监控量测资料、质量检测报告等。

4.2.3 施工现场地质水文条件和环境条件调查,应包括下列内容:

(1) 工程地质条件;

(2) 场内环境条件;

(3) 气象水文条件;

(4) 施工过程专项风险评估调查时,除(1)-(3)资料外,还应调查补充地质勘察结果(如有)、周边环境的变化情况。

4.2.4 施工队伍专业化能力和管理制度调查,应包括下列内容:

(1) 项目经理历年业绩,同类工程经验和施工事故及处理情况;

(2) 施工队伍素质,施工队伍的专业化作业能力、施工设备和技术水平;

(3) 项目管理制度,各种管理制度是否健全,是否适用和具有针对性;

(4) 专职安全管理人员配置情况;

(5) 施工过程专项风险评估调查时,除(1) - (4)资料外,还应调查人员队伍变化情况、施工设备进出场情况、管理制度落实情况等。

4.2.5 施工作业程序分解应符合下列要求:

(1) 将分项工程施工过程划为不同的评估单元;当施工采用两种以上工程措施时,专项风险评估应结合工程实际,进行工序分解。

(2) 分析各评估单元的主要工序、施工方法、作业程序、施工设备、施工材料等特点,从中辨识致险因素。

分部分项工程按《运输机场建设工程资料管理规程》(MH/T 5078)规定划分。

4.2.6 风险事件辨识应通过现场调查、评估小组讨论、专家咨询等方式,辨识评估单元中可能发生的典型风险事件类型(详见附录D),形成风险辨识清单,填入表4-1。

表 4-1 风险辨识表

序号	作业活动	风险事件类型	致险因素	
			物的不安全状态	人的不安全行为
1	作业活动1			
2	作业活动2			
...	...			
N	作业活动N			

4.3 风险分析

4.3.1 风险分析应包括致险因素及风险事件后果类型分析。

对物的不安全状态及环境不良因素可能引起的风险事件,主

要从地质条件变化、施工方案、施工环境、施工机械、自然灾害等方面分析致险因素。

4.3.2 致险因素应从物的不安全状态（如地质条件、施工方案、施工环境、施工机械、自然灾害等方面）和人的不安全行为（如施工操作、作业管理等方面）分析。

4.3.3 风险事件后果类型应从人员伤亡和直接经济损失等方面分析。

其中，可能受到风险事件伤害的人员类型应包括作业人员自身、同一作业场所的其他作业人员、作业场所周围其他人员。

4.3.4 致险因素和风险事件后果类型分析宜采用风险传递路径法、鱼刺图法、故障树分析法等方法进行分析，风险分析的结果应填入表 4-2。

表 4-2 风险分析表

序号	作业活动	风险事件类型	风险事件后果类型			
			受伤害 人员类型	人员伤亡 (失踪)	直接经济 损失	...
1	作业活动 1					
2	作业活动 2					
...	...					
N	作业活动 N					

各作业活动的致险因素和风险事件后果类型分析可通过评估小组讨论会的形式实施。参照附录 A。

4.4 一般作业活动风险估测

4.4.1 一般作业活动风险估测可采用定性（如检查表法）或半定量方法（如 LEC 法）。

一般作业活动风险估测不宜强调精确量化，评估小组主要进行定性评估，提出控制要求。

4.4.2 检查表法应对检查对象加以分解，将大系统分割成若干子系统，以提问或打分的形式，将检查项目列表逐项检查。

4.4.3 LEC 法应根据作业人员在具有潜在危险性环境中作业，用与作业风险有关的三种因素指标值的乘积来评价风险。

注：事故发生的可能性（L）、暴露于危险环境的频繁程度（E）、发生事故产生的后果（C）。风险分值 $D=LEC$ 。D 值越大，说明该系统危险性大，需要增加安全措施，或改变发生事故的可能性，或减少人体暴露于危险环境中的频繁程度，或减轻事故损失，直至调整到允许范围内。

4.4.4 一般作业活动风险估测应以风险描述方式汇总填入表 4-3。

表 4-3 一般作业活动风险估测汇总表

序号	一般作业活动	风险描述	依据	风险等级
1	一般作业活动1			
2	一般作业活动2			
...	...			
N	一般作业活动N			

4.5 重大作业活动风险估测

4.5.1 重大作业活动风险估测可采用定性与定量相结合的方法确定风险等级。风险事件后果严重程度估测宜采用专家调查法，风险事件可能性估测宜采用指标体系法。

4.5.2 重大作业活动风险可按式估测：

重大作业活动风险大小=风险事件可能性×风险事件后果严

重程度。“×”表示发生可能性和后果严重程度的组合。

4.5.3 风险事件可能性等级分为 5 级。

风险事件可能性由物的不安全状态、人的不安全行为以及两者的组合所导致，如表 4-4 所示。

表 4-4 风险事件可能性等级标准

概率范围	中心值	概率等级描述	概率等级
>0.3	1	很可能	5
0.03~0.3	0.1	可能	4
0.003~0.03	0.01	偶然	3
0.0003~0.003	0.001	可能性很小	2
<0.0003	0.0001	几乎不可能	1

注：（1）当概率值难以取得时，可用频率代替概率。

（2）中心值代表所给区间的对数平均值。

4.5.4 风险事件后果严重程度等级分成 5 级，主要考虑人员伤亡和直接经济损失。当多种后果同时产生时，应采用就高原则确定风险事件严重程度等级。

表 4-5 风险事件后果严重程度等级标准

等级		1	2	3	4	5
定性描述		小	一般	较大	重大	特大
人员伤亡	死亡人数 ND	—	$1 \leq ND < 3$	$3 \leq ND < 10$	$10 \leq ND < 30$	$ND \geq 30$
	重伤人数 NSI	$1 \leq NSI < 5$	$5 \leq NSI < 10$	$10 \leq NSI < 50$	$50 \leq NSI < 100$	$NSI \geq 100$
经济损失 Z (万元)		$Z < 100$	$100 \leq Z < 1000$	$1000 \leq Z < 5000$	$5000 \leq Z < 10000$	$Z \geq 10000$

注：死亡人数包含失踪人数。

4.5.5 物的不安全状态引起的风险事件可能性评估指标体

系应包括基坑施工、土石方施工、模板支架施工、起重吊装及安装拆卸施工、脚手架施工、桥隧施工等重大作业活动，基坑施工评估指标体系见附录 E。

其他重大作业活动的风险事件可能性评估指标体系可参照附录 E 建立。

4.5.6 人的不安全行为引起的风险事件可能性评估指标体系见表 4-6。将评估指标分值通过公式（4-1）进行计算。根据计算分值对照表 4-7 确定安全管理调整系数 λ 。在对每个重大作业活动进行风险评估时，应分别计算相应的安全管理调整系数。

$$M=A+B+C+D+E+F+G+H \quad (4-1)$$

式中：

M —安全管理评估分值；

A —劳务分包评估指标分值；

B —作业班组经验评估指标分值；

C —项目技术管理人员经验评估指标分值；

D —项目安全管理人员配备评估指标分值；

E —安全生产费用评估指标分值；

F —机械设备配置及管理评估指标分值；

G —施工组织设计或专项施工方案评估指标分值；

H —企业工程业绩评估指标分值。

表 4-6 安全管理评估指标体系

评估指标	分类	分值	说明
劳务分包 (A)	有分包	2	针对当前作业的分包企业。
	无分包	0	
作业班组经验 (B)	无经验	2	从特种作业人员、一线施工人员的工程经验考虑。有3个及以上项目作

评估指标	分类	分值	说明
	有一定经验	1	业经验的为经验丰富。有1~2个项目作业经验的为有一定经验。核心人员不固定的作业班组视为无经验。评估专家宜深入班组了解情况。
	经验丰富	0	
项目技术管理人员经验 (C)	无经验	2	项目管理人员和专业技术人员具有3个及以上专业工程建设经验的为经验丰富。有1~2个专业工程建设经验的为有一定经验。没有项目管理经历的为无经验。人员变更超过1/3的，取高值。
	有一定经验	1	
	经验丰富	0	
项目安全管理人员配备 (D)	不满足要求	2	从项目负责人和专职安全生产管理人员的持证、在岗情况考虑，人员数量、持证情况均合格则为满足要求，否则为不满足要求。
	满足要求	0	
安全生产费用 (E)	不符合规定	2	安全生产费用投入满足、使用合规的为符合规定，投入满足、使用存在不规范现象的为基本符合规定，投入不满足的为不符合规定。
	基本符合规定	1	
	符合规定	0	
机械设备配置及管理 (F)	无建档台账及缺少日常管理维护	2	按合同要求配置机械设备，建立完善的机械设备管理体系、制度，管理及维护工作得到有效落实。
	台账建档管理，但缺乏日常维护	1	
	台账建档完备，管理、维护到位	0	
施工组织设计或专项施工方案 (G)	未履行审批程序或针对性、可操作性较差	2	专项施工方案包括危险性较大工程的专项施工方案和施工临时用电专项方案等；可操作性指与现场实际情况符合，能够按方案执行，并取得预期效果。
	针对性、可操作性一般	1	
	针对性、可操作性强	0	
企业工程业绩 (H)	较大事故或一般事故2次及以上	2	企业近3年内发生责任事故取高值。
	一般事故1次	1	
	无	0	

表 4-7 安全管理评估指标分值与安全管理调整系数对照表

安全管理评估分值 (M)	安全管理调整系数 (λ)
$M \geq 14$	1.1
$11 \leq M < 14$	1.05
$8 \leq M < 11$	1
$5 \leq M < 8$	0.95
$M < 5$	0.9

4.5.7 民航专业工程施工风险事件可能性大小应按式（4-2）计算确定：

$$P=\lambda\times\sum X_{ij}=\lambda\times\sum (R_{ij}\times\gamma_{ij}) \quad (4-2)$$

式中：

P —风险事件可能性评估分值；

λ —安全管理调整系数；

X_{ij} —评估指标的分值， $i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$ ；
 m 为分类项次， n 为对应第 i 类评估指标包括重要指标的数量；

R_{ij} —评估指标的基本分值；

γ_{ij} —评估指标的权重系数。

计算得出 P 值后，根据 P 值对照表 4-8 确定各重大作业活动发生风险事件可能性等级。

表 4-8 专项风险评估风险事件可能性等级标准

可能性等级描述	可能性等级	P
很可能	5	$P>60$
可能	4	$45<P\leq 60$
偶然	3	$30<P\leq 45$
可能性很小	2	$15<P\leq 30$
几乎不可能	1	$P\leq 15$

4.5.8 重大作业活动风险估测采用矩阵法将风险事件可能性和后果严重程度进行组合确定，风险等级分为 4 级：低度风险（Ⅰ级）、中度风险（Ⅱ级）、高度风险（Ⅲ级）、极高风险（Ⅳ级），以列表方式汇总重大作业活动风险等级，如表 4-9 所示。

注：根据风险事件发生的可能性、严重程度等级，采用风险矩阵

法确定重大作业活动的施工安全风险等级；将专项风险评估的风险等级用不同颜色在工程施工形象进度图中标识出来，形成施工安全风险分布图，并附在评估报告中。

表 4-9 专项风险等级标准

严重程度等级 可能性等级		小	一般	较大	重大	特大
		1	2	3	4	5
很可能	5	高度（Ⅲ）	高度（Ⅲ）	极高（Ⅳ）	极高（Ⅳ）	极高（Ⅳ）
可能	4	中度Ⅱ	高度（Ⅲ）	高度（Ⅲ）	极高（Ⅳ）	极高（Ⅳ）
偶然	3	中度Ⅱ	中度Ⅱ	高度（Ⅲ）	高度（Ⅲ）	极高（Ⅳ）
可能性很小	2	低度Ⅰ	中度Ⅱ	中度Ⅱ	高度（Ⅲ）	高度（Ⅲ）
几乎不可能	1	低度Ⅰ	低度Ⅰ	中度Ⅱ	中度Ⅱ	高度（Ⅲ）

4.5.9 风险事件可能性和风险事件严重程度的估测结果应汇总填入表 4-10。

表 4-10 重大作业活动风险等级汇总表

序号	重大作业活动	风险事件可能性等级	风险事件后果严重程度			风险等级
			人员伤亡	直接经济损失	风险事件后果严重程度等级	
1	重大作业活动1					
2	重大作业活动2					
...	...					
N	重大作业活动N					

5 风险控制措施

5.1 一般规定

5.1.1 总体风险控制措施应根据总体风险评估结果与接受

准则提出风险控制措施，见表 5-1。

表 5-1 总体风险接受准则与控制措施

风险等级	接受准则	控制措施
等级I (低度风险)	可忽略	维持日常安全生产管理工作，不需采取特别的风险防控措施
等级II (中度风险)	可接受	需采取风险防控措施：加强安全管理力量，严格日常安全生产管理
等级III (高度风险)	不期望	应高度重视，采取措施降低风险：采取加大安全管理力量投入、强化安全资源配置、选择有经验及自控能力强的施工单位等措施
等级IV (极高风险)	不可接受	应高度重视，采取一整套的措施降低风险：采取优化工程设计方案或设计阶段的施工指导方案，高度重视项目的后续组织实施，加大安全管理力量和资金投入、强化安全资源配置、选择有经验及自控能力强的施工单位等措施，组织专家或安全评估机构进行论证或复评估

5.1.2 专项风险评估应根据专项风险评估结果与接受准则，提出风险控制措施。见表 5-2 和表 5-3。

表 5-2 专项风险接受准则与控制措施

风险等级	接受准则	控制措施
等级I (低度风险)	可忽略	不需采取特别的风险防控措施
等级II (中度风险)	可接受	需采取风险防控措施，严格日常安全生产管理，加强现场巡视
等级III (高度风险)	不期望	应采取措施降低风险，将风险至少降低到可接受的程度，降低风险的成本不能高于风险发生后的损失
等级IV (极高风险)	不可接受	应暂停开工或施工；同时采取措施，综合考虑风险成本、工期及规避效果等，按照最优原则，将风险至少降低到可接受的程度，采取切实可行的规避措施并加强监测和应急准备，组织专家或安全评估机构进行论证或复评估

5.1.3 重大作业活动应根据不同的风险等级提出日常管理、监控预警、专项整治、应急准备等分级控制措施。

表 5-3 风险分级控制措施

风险等级	分级控制措施			
等级I（低度风险）	日常管理	—	—	—
等级II（中度风险）	日常管理	监控预警	专项整治	—
等级III（高度风险）	日常管理	监控预警	多方面专项整治	应急预案 应急准备
等级IV（极高风险）	日常管理	监控预警	暂停施工 全面整治	应急预案 应急准备

5.2 风险控制措施

5.2.1 总体风险评估和专项风险评估均应提出风险控制措施。

5.2.2 总体风险评估应提出风险控制总体思路，主要风险控制措施，以及安全管理力量投入、资源（物力、财力）配置的建议。

5.2.3 专项风险评估应对作业活动或施工区域提出系统全面、重点突出的风险控制措施，为专项施工方案编制和完善、安全技术交底、现场安全管理、应急处置提供依据。

5.2.4 风险控制措施应针对民航专业工程风险事件的原因，包括调整施工方案、加强安全措施、提高管理水平和人员的素质。

5.2.5 调整施工方案，主要包括合理调整施工顺序、改进施工工艺。

（1）合理调整施工顺序。为了减少和控制施工过程发生风险事件，对施工工序从时间顺序和空间次序上进行合理安排或调整。

（2）改进施工工艺。从专用设备、施工方法、工艺参数上

改进、预防和减少施工过程中发生风险事件。

(3) 对涉及Ⅲ级及以上等级的重大作业活动，编制专项施工方案预案。

5.2.6 施工安全措施应结合实际工程特点，采取安全有效、可操作性强的安全措施，降低施工安全风险。主要包括现场安全管理措施、安全替代措施、应急救援措施。

(1) 安全技术措施。包括监测预警、对不安全场所进行安全隔离或加固防护、设立警告标志、人工警戒或专人指挥等。

(2) 安全替代措施。对人工直接操作有较大风险的，宜用机械或其它方式替代人工操作。

(3) 应急救援措施。制定应急预案和做好应急准备，明确关键岗位应急职责、危险作业应急处置措施。

5.2.7 从管理和人员等方面控制安全风险主要包括提高管理水平、提高人员素质。

(1) 提高管理水平。强化安全管理目标管理，重点是抓落实，安全管理人员落实、安全管理制度落实、安全资金投入落实、现场安全防护措施落实，同时，对重大作业活动安排人员专项检查。

(2) 提高人员素质。主要是进行经常性的安全教育和培训，强化安全意识和观念，提高安全操作技能；确保特殊工种进行专门培训，做到持证上岗；施工人员身体健康状况符合工种要求；施工前做好安全技术交底。

5.3 应急管理要求

5.3.1 民航专业工程建设单位应建立项目应急管理机构。

5.3.2 应急管理要求应符合《民航专业工程质量和施工安全应急预案管理规定（试行）》（AP-165-CA-2019-01）的规定。

5.3.3 现场处置方案应经监理单位审核后报建设单位。

6 风险评估报告

6.1 一般要求

6.1.1 风险评估报告应反映风险评估过程的全部工作，将风险评估过程中的工作记录、采用的评估方法、获得的评估结果、风险控制措施建议等应写入评估报告。

6.1.2 风险评估报告应客观科学、内容全面、文字简洁、数据完整，提出的风险控制措施应具有可操作性。

6.1.3 风险评估报告应进行归档管理。

6.2 风险评估报告编制内容

6.2.1 总体风险评估报告应包含以下内容：

- (1) 编制依据
 - 1) 相关的国家和行业标准、规范；
 - 2) 项目立项批复文件；
 - 3) 项目可行性研究报告、工程地质勘察报告、初步设计文件、施工图设计文件等；
 - 4) 现场调查资料。
- (2) 工程概况
- (3) 评估过程和评估方法
- (4) 评估内容
- (5) 风险控制措施
- (6) 评估结论

- 1) 风险等级;
 - 2) 重要性指标清单 (指标体系法);
 - 3) 专项风险评估对象;
 - 4) 风险控制措施。
- (7) 附件 (评估计算过程、评估人员信息表等)

6.2.2 施工前专项风险评估报告应包含以下内容:

- (1) 编制依据
 - 1) 相关的国家和行业标准、规范;
 - 2) 项目工程地质勘察报告、施工图设计文件以及审查意见等;
 - 3) 总体风险评估成果;
 - 4) 现场调查资料;
 - 5) 第三方检测监测资料。
- (2) 民航专业工程特点
- (3) 评估过程和评估方法
- (4) 评估内容, 包括风险事件辨识、致险因素分析以及风险估测
- (5) 风险控制措施
- (6) 评估结论
 - 1) 风险等级汇总;
 - 2) 重要性指标清单 (指标体系法);
 - 3) 风险控制措施。
- (7) 附件 (评估计算过程、评估人员信息表等)

6.2.3 总体风险评估报告和施工前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、评估单位）
- (2) 著录项（评估人员名单，并应亲笔签名）
- (3) 目录
- (4) 编制说明
- (5) 正文
- (6) 附件

6.2.4 施工过程专项风险评估应形成评估报表，应包含以下内容：

- (1) 施工作业或致险因素变化情况
- (2) 重新评估风险等级及计算过程
- (3) 拟采取的风险控制措施等内容
- (4) 评估报表格式由评估小组自定

6.3 风险评估报告评审

6.3.1 总体风险评估报告或专项风险评估报告（包括施工前专项风险评估报告、施工过程专项风险评估报表）编制完成后，应组织评审。

6.3.2 总体风险评估报告应由建设单位组织评审，专项风险评估报告应由施工单位组织评审。评审应邀请设计、监理（如有）等单位代表和专家参加，专家人数应不少于 3 人，专家应具备高级及以上技术职称，并具有 15 年及以上民航专业工程建设管理、施工、监理、勘察设计或风险评估等工作经历，其中组长应选择专业技术能力强、施工管理经验丰富的专家担任。

6.3.3 评估小组应根据评审意见对评估报告进行修改，形成最终报告。

附录 A

常用风险评估方法

A.1 常用评估方法

本附录总结了风险评估常用的技术方法，供风险评估人员参考。评估人员应根据评估目的、评估对象特点，确定可行的评估工作组织形式，合理选用评估方法，也可选用本附录以外的其他方法。

表 A.1 常用风险评估方法

分类	名 称	优 点	缺 点	适用范围
定性分析方法	专家评议法	简单易行，比较客观。所得结论比较全面、正确，能够对各种模糊的、不确定的问题做出较为准确的回答。	易受主观因素的影响，有可能使结果产生偏差，容易偏保守。	该方法适用于难以借助精确的分析技术而可依靠专家的集体直观判断进行预测的危险源分析问题。
	专家调查法（包括智暴法、德尔菲法）	可防止由于专家多而产生当面交流困难、效率低。避免因权威作用或人数多而压倒其他意见多次征询意见。	由于专家不能当面交流，缺乏沟通，可能会坚持错误意见。由于是函询法，且又多次重复，会使某些专家最后不耐烦而不仔细考虑填写。具有专家评议法的缺点。	难以借助精确的分析技术而可依靠集体的直观判断进行预测的风险分析问题。问题复杂、专家代表不同的专业并没有交流的历史。受时间、经费限制，或因专家之间存有分歧、隔阂不宜当面交换意见。
半定量分析法	事故树法	对导致灾害事故的各种因素及逻辑关系能做出全面、简洁和形象的描述，便于查明系统内固有的或潜在的各种危险因素，为设计施工和管理提供科学依据；便于进行逻辑运算，进行定性、定量分析和系统评价。	事故树法步骤较多，计算较复杂。便于查明系统固有的或潜在的各种危险因素，为设计、施工和管理提供科学依据；便于进行逻辑运算，进行定性、定量分析和系统评价。	事故树法应用比较广，非常适合于复杂性较大的系统。在工程设计阶段对事故查询时，都可以使用此法对它们的安全性作出评价。事故树法经常用于直接经验较少的危险源辨识。

分类	名 称	优 点	缺 点	适用范围
	事件树法	事件树法是一种图解形式，层次清楚、阶段明显，可进行多阶段、多因素复杂事件动态发展过程的分析，预测系统中事故发生的趋势。	在国内外数据较少，进行定量分析还需做大量的工作；用于大系统时，容易产生遗漏和错误；该方法不能分析平行产生的后果，不能进行详细分析。事件树的大小随着问题中变量个数呈指数增长。	事件树可以用来分析系统故障、设备失效、工艺异常、人的失误等，应用比较广泛。事件树法不能分析平行产生的后果，不适用于详细分析。
	原因 - 结果分析法	原因 - 结果分析法实质是事件树法和事故树法的结合使用。因此，它同时具有这两种方法的优点和缺点。	其适用性与事故树法和事件法类似，适用于在设计、操作时用来辨识事故的可能结果及原因。不适用于大型系统。	
	风险评价矩阵法	根据系统层次按次序揭示系统、分系统和设备中的危险源，做到不漏任何一项，并按风险的可能性和严重性分类，以便分别按轻重缓急采取措施更适合现场作业，可以进行定性和定量分析。	主观性比较强，如果经验不足，会对分析带来麻烦。风险严重等级及风险发生频率是研究者自行确定的，存在较大的主观误差。	该方法可根据使用的需求对风险等级划分进行修改，使其适用不同的分析系统，但要有一定的工程经验和数据资料做依据。其即可适用于整个系统，又可适用于系统中某一环节。
定量分析方法	模糊综合评判法	模糊数学综合评判法给出了一个数学模型，它简单，容易掌握，是对多因素、多层次的复杂问题评判效果比较好的方法，其适用性较广。	模糊数学综合评判法隶属函数或隶属度的确定、评价因素对评价对象的权重的确定都有很大的主观性，其结果也存在较大的主观性。同时对于多因素、多层次的复杂评价，其计算则比较复杂。	模糊数学综合评判方法适用于任何系统的任何环节，其适用性比较广。
	层次分析法	具有适用、简洁、实用和系统的特点。	AHP 得出的结果是粗略的方案排序。对于那种有较高定量要求的决策问题，单纯应用 AHP 的使用过程中，无论建立层次结构还是构造判断矩阵，人的主观判断、选择、偏好对结果的影响极大，判断失误即可能造成决策失误，这就使得用 AHP 进行决策主观成分很大。	应用领域比较广阔，可以分析社会、经济以及科学管理领域中的问题。适用于任何领域的任何环节，但不适用于层次复杂的系统。

A.2 评估指标权重确定方法

本指南采用评估指标重要性权重系数排序法，评估指标在工程施工安全风险中的重要性也不同，应根据每个工程项目的具体情况，将各评估指标按重要性从高到低顺序进行排队，采用权重系数对各评估指标重要性进行区分。权重系数应综合运用各种方法进行科学设置，本指南按“评估指标重要性排序确定权重取值”的方法，见表 A.2。

表 A.2 风险评估指标重要性权重系数表

指标数量	权重系数	指标重要性排序													总权重
		第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七	第八	第九	第十	第十一	第十二	第十三	
1	γ	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
2	γ	0.75	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
3	γ	0.56	0.33	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
4	γ	0.44	0.31	0.19	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
5	γ	0.36	0.28	0.2	0.12	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
6	γ	0.31	0.25	0.19	0.14	0.08	0.03	—	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
7	γ	0.27	0.22	0.18	0.14	0.10	0.06	0.02	—	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
8	γ	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08	0.05	0.02	—	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
9	γ	0.21	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.06	0.04	0.01	—	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
10	γ	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	—	—	—	$\Sigma\gamma=1$
11	γ	0.17	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.02	0.01	—	—	$\Sigma\gamma=1$
12	γ	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	—	$\Sigma\gamma=1$
13	γ	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	$\Sigma\gamma=1$

附录 B

总体风险评估指标体系

表 B.1 总体风险评估指标体系

分类	评估指标	分级	基本分值 (R_{ij})		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
建设规模 X_1	飞行区指标 X_{11}	飞行区指标 4E 及以上	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	参照《民用机场飞行区技术标准》
		飞行区指标 4D	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		飞行区指标 4C	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		飞行区指标 4C 以下	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	投资规模 X_{12}	机场建设投资总金额在 500 亿元及以上	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	
		机场建设投资总金额在 50 亿元 (含) 至 500 亿元	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		机场建设投资总金额在 15 亿元 (含) 至 50 亿元	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		机场建设投资总金额在 15 亿元以下	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	建设内容 X_{13}	新建两条及以上跑滑系统或新建 100 万 m^2 及以上站坪	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} \times \gamma_{13}$	
		新建一条跑滑系统或新建 100 万 m^2 以下站坪	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		新建跑滑系统或站坪	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		其他建设工程	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	重要结构物 X_{14}	跑道桥	$80 < R_{ij} \leq 100$	R_{14}	γ_{14}	$X_{14} = R_{14} \times \gamma_{14}$	
		新建穿越跑道的下穿道	$60 < R_{ij} \leq 80$				
		滑行道桥	$40 < R_{ij} \leq 60$				
		新建穿越滑行道的下穿道	$20 < R_{ij} \leq 40$				
		新建穿越站坪的下穿道	$0 < R_{ij} \leq 20$				
建设条件 X_2	建设场地条件 X_{21}	山区机场填方高度在 80m 及以上或海拔高度在 2438m 及以上的高高原机场、一半及以上场地填海的机场、场地普遍存在特殊性岩土或不良地质作用的机场	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	填方高度参照《民航专业工程危险性较大

分类	评估指标	分级	基本分值 (R_{ij})		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
		山区机场填方高度在 50m 至 80m 或海拔高度在 1524m 至 2438m 的高高原机场、一半以下场地填海的机场、场地部分区域存在特殊性岩土或不良地质作用的机场	$50 < R_{ij} \leq 75$				的工 程安 全管 理规 定》; 海 拔 高 度 参 照 《 高 原 机 场 运 行》
		填方高度在 20m 至 50m 或海拔高度在 1524m 以下的机场、场地无不良地质的机场	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		填方高度在 20m 以下或场地地质条件较好的机场	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	其他建设情况 X_{22}	航站楼、陆侧综合交通中心同步建设,外部进入机场的地铁、高铁等轨道交通、市政道路与民航专业工程同步建设且有交叉	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	
		航站楼、陆侧综合交通中心同步建设,无外部其他建设同步或不交叉	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		航站楼与民航专业工程同步建设	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		仅有民航专业工程建设	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	不停航施工 X_{23}	联络道滑行道与运行跑道相接、跑道延长、跑道入口内移、不停航施工跑道盖被、在运行区域封闭范围内施工、在运行跑道端头修建绕行滑行道	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	
		需要与运行跑道相接,但原已预留接口;在运行机场升降带内施工;其他零星需要进入运行跑道施工的	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		在滑行道边、站坪边施工	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		其他不停航施工	$0 < R_{ij} \leq 25$				
气象水文地质条件 X_3	降水 X_{31}	年平均降水日数多,施工地区过去 5 年内年平均降雨量超过 1500mm	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	
		年平均降水日数较多,施工地区过去 5 年内年平均降雨量 1000mm~1500mm	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		年平均降水日数一般,施工地区过去 5 年内年平均降雨量 600mm~1000mm	$25 < R_{ij} \leq 50$				

分类	评估指标	分级	基本分值 (R_{ij})		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
		年平均降水日数较少, 施工地区过去 5 年内年平均降雨量不超过 600mm	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	台风或突风 X_{32}	> 3 次	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} \times \gamma_{32}$	
		2 次~3 次	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		1 次~2 次	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		< 1 次	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	风力条件 X_{33}	> 60d	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{33}	γ_{33}	$X_{33} = R_{33} \times \gamma_{33}$	根据大于 6 级风的年平均日数划分。
		40d~60d	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		20d~40d	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		< 20d	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	冰冻冰凌 X_{34}	存在一段时间冰冻、冰凌天气	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{34}	γ_{34}	$X_{34} = R_{34} \times \gamma_{34}$	根据出现天数及持续时间确定
		偶尔出现冰冻、冰凌天气, 但不严重, 时间不长	$25 < R_{ij} \leq 75$				
		无冰冻、冰凌天气	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	雾日 X_{35}	> 50d	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{35}	γ_{35}	$X_{35} = R_{35} \times \gamma_{35}$	根据所在地区年平均能见度小于 1000m 雾日划分
		30d~50d	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		15d~30d	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		< 15d	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	地质条件 X_{36}	不良地质灾害多发区域 (存在采空区、溶洞等)	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	根据勘察资料、设计文件确定
		软土地层或砂砾地层, 影响施工安全及进度	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		存在不良地质, 但不频发或存在特殊性岩土, 影响施工安全及进度	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		地质条件较好, 基本不影响施工安全及进度	$0 < R_{ij} \leq 25$				
施工技术 X_4	工艺成熟度 X_{41}	新技术、新工艺、新设备国内首次应用	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	
		新技术、新工艺、新设备已开展多次使用	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		施工工艺较成熟, 国内有相关应用	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		施工工艺成熟, 国内普遍应用	$0 < R_{ij} \leq 25$				

分类	评估指标	分级	基本分值 (R_{ij})		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
	工艺工法 X_{42}	涉及盾构、强夯、爆破等作业	$50 < R_{ij} \leq 100$	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	
		未涉及盾构、强夯、爆破等作业	$0 < R_{ij} \leq 50$				
其他 X_5	不定因素 X_{51}	因施工情况不同，产生的其他不定因素	$0 < R_{ij} \leq 100$	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	

注：基本分值取值根据指标分级数量进行线性内插。

附录 C

常见重大作业活动清单

表 C.1 常见重大作业活动清单

类 别	需专家论证、审查的危险性较大工程
深基坑工程	开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。
土石方工程	1.山区或丘陵地区机场最大填方高度或填方边坡高度（坡顶和坡脚高差）大于等于 80m 的工程。 2.总高度大于等于 40m 的支挡工程。
模板工程及支撑体系	1.混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载（设计值） 15kN/m^2 及以上，或集中线荷载（设计值） 20kN/m 及以上。 2.承重支撑体系：用于钢结构安装、飞机荷载桥梁、飞行区下穿通道等支撑体系，承受单点集中荷载 7kN 及以上。 3.各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。
起重吊装及起重机械安装拆卸工程	1.采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。 2.起重量 300kN 及以上的起重设备安装工程。
脚手架工程	1.搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程。 2.分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。
拆除、爆破工程	1.建筑物、构筑物拆除工程。 2.石方爆破工程。
暗挖工程	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。
其他	1.开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。 2.跨度 36m 及以上的钢结构安装工程。 3.采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的工程。

附录 D

典型风险事件类型

表 D.1 典型风险事件类型

风险事件	安全意识	安全与 应急技能	安全行 为或状 态	基础 设施	机械 设备	工作 场所	个人 防护	气候环 境条件	地质水 文条件	周边 环境	管理机 构与机 制	安全生 产管理 制度	施工 技术	安全 文化
坍塌(落地式脚手架)		√	√	√		√		√	√		√	√	√	
坍塌(悬挑式脚手架)		√	√	√		√		√			√	√	√	
坍塌(机械)		√	√	√	√	√		√	√	√	√	√		
坍塌(基坑)		√	√					√	√		√	√	√	
高处坠落	√	√	√			√	√	√				√		√
起重伤害	√	√	√		√			√				√		
物体打击	√	√	√					√		√		√	√	√
机械伤害	√	√	√		√	√	√					√		√
触电	√	√	√			√	√	√				√	√	√
淹溺	√	√	√	√		√		√	√			√	√	
灼烫	√	√	√	√		√	√					√	√	
车辆伤害	√	√	√	√		√		√				√		
中毒窒息	√	√	√	√		√		√				√	√	
爆炸		√	√	√	√	√				√		√	√	
火灾	√	√		√		√				√				√

附录 E 重大作业活动风险事件可能性评估指标体系

E.1 基坑开挖

基坑开挖风险事件评估指标，主要基于基坑失稳、高处坠落等，据此建立了评估指标体系。指标分 6 类，包括：基坑规模 X_1 、地质条件变化 X_2 、自然环境 X_3 、施工方案 X_4 、施工环境 X_5 、其他 X_6 。见表 E.1。

表 E.1 基坑开挖风险事件可能性评估指标体系

分类	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
基坑规模 X_1	基坑深度 X_{11}	$H \geq 20\text{m}$	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} \times \gamma_{11}$	基坑深度越大取大值，越小取小值。
		$15\text{m} \leq H < 20\text{m}$	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		$10\text{m} \leq H < 15\text{m}$	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		$3\text{m} \leq H < 10\text{m}$	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	坡形坡度 X_{12}	$\alpha = 90^\circ$ ，坑壁直立	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} \times \gamma_{12}$	基坑岩性软弱的取大值，基坑岩性为中风化及以土上更具稳定性的取小值。 α_0 一般为主动土压力破裂面。
		$\alpha_0 < \alpha < 90^\circ$ ，且 $\Delta\alpha \geq 10^\circ$ (α_0 为稳定坡脚， $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$)	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		$\alpha_0 < \alpha < 90^\circ$ ，且 $\Delta\alpha < 10^\circ$ (α_0 为稳定坡脚， $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$)	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		α = 自然稳定坡角	$0 < R_{ij} \leq 25$				
地质条件变化 X_2	岩性变化 X_{21}	开挖揭露坡体中有易滑及软弱地层，而设计文件中无	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} \times \gamma_{21}$	岩性差距大可能导致强度破坏的可能性大；根据开挖揭露坡体中的地层岩性及风化程度与设计文件进行对比。
		基岩风化类别差 2 级及以上	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		基岩风化类别差 1 级	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		基岩风化差别不大	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	坡体	坡体中存在向临空缓倾贯通软弱结构面，而设计中无	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{22}	γ_{22}	$X_{22} = R_{22} \times \gamma_{22}$	根据结构面的贯通

分类	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
	结构变化 X_{22}	坡体中存在向临空缓倾不贯通软弱结构面, 而设计中无	$50 < R_{ij} \leq 75$				性、充填情况具体确定。
		岩节理裂隙发育而设计依据中为不发育	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		与设计文件基本一致	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	地下水变化 X_{23}	坡体中有连续的含水层分布而设计依据中无	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{23}	γ_{23}	$X_{23} = R_{23} \times \gamma_{23}$	根据地下水类型、含水层的分布、含水量的大小确定。
		坡体中有鸡窝状地下水分布而设计依据中无	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		坡体中有含水量较大的地层而设计依据中无	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		与设计文件基本一致	$0 < R_{ij} \leq 25$				
自然环境 X_{31}		自然灾害频繁发生	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} \times \gamma_{31}$	自然灾害发育季节取大值。
		自然灾害多发	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		自然灾害偶发	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		自然灾害很少	$0 < R_{ij} \leq 25$				
施工方案 X_4	开挖方法 X_{41}	土方人工开挖	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{41}	γ_{41}	$X_{41} = R_{41} \times \gamma_{41}$	当开挖边坡高陡时取大值。
		土方机械开挖	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		石方机械开挖	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		石方爆破开挖	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	工序衔接 X_{42}	无序开挖	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} \times \gamma_{42}$	每层开挖高度1~2m, 开挖面积越大的取大值, 较小的取小值。
		开挖多层再加固防护	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		开挖二层再加固防护	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		开挖一层即加固防护	$0 < R_{ij} \leq 25$				
施工环境 X_5	治水措施 X_{51}	截水(搅拌桩、旋喷桩、咬合排桩、注浆等止水帷幕)	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} \times \gamma_{51}$	只有一种治水措施的取大值, 两种及以上治理措施的取小值。
		排水(明沟排水、排水孔)	$50 < R_{ij} \leq 75$				
		降水(轻型井点降水、深井降水)	$25 < R_{ij} \leq 50$				
		永久截水沟、集水井	$0 < R_{ij} \leq 25$				
	周边环境	在基坑周边 $2H$ 范围内有建筑物	$75 < R_{ij} \leq 100$	R_{52}	γ_{52}	$X_{52} = R_{52} \times \gamma_{52}$	基坑外水位越高的、建筑物重要性越大
		在基坑周边 $4H$ 范围内有建筑物	$50 < R_{ij} \leq 75$				

分类	评估指标	分 级	基本分值(R_{ij})		权重系数(γ_{ij})	评估分值(X_{ij})	说明
			分值范围	取值			
	X_{52}	基坑周边有建筑物	$25 < R_{ij} \leq 50$				的、管线越复杂的取大值，反之取小值。
		无建筑物	$0 < R_{ij} \leq 25$				
其他 X_6	不定因素 X_{6l}	因施工情况不同，产生的其他不定因素	$0 < R_{ij} \leq 100$	R_{6l}	γ_{6l}	$X_{6l} = R_{6l} \times \gamma_{6l}$	

附录 F 施工安全风险评估报告格式

F.1 评估报告封面示例

评估项目名称（二号宋体）

施工安全风险评估报告（一号黑体加粗）

编制单位名称（印章）（三号宋体加粗居中）

日期（四号宋体加粗居中）

F.2 评估报告扉页示例

扉页 1 应注明：施工安全风险评估报告编制单位名称（加盖公章）；评估小组负责人，并应亲笔签名。

评估项目名称（三号宋体居中）

施工安全风险评估报告（二号黑体加粗居中）

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）

扉页 2 评估小组人员名单和职称，并应亲笔签名。

评估小组人员名单

类 别	姓 名	职 称	专 业	工作年限	签 字
项目负责人					
评估小组 成员					
报告审核人					