

团 体 标 准

T/ —

公共场所人员健康风险评估

Evaluation for personnel health risk in public places

20XX - X - XX 发布

20XX - X - XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 基本要求	3
5 评价指标体系	3
6 取值规则	4
6.1 指标权重	4
6.2 指标权重计算	5
6.3 指标打分准则	6
7 评价结果形成规则	6
附 录 A （资料性）层次分析法应用示例.....	7
附 录 B （资料性）公共场所人员健康风险评价指标取值规则.....	10
参 考 文 献	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由XXXXX提出并归口。

本文件起草单位：中国矿业大学（北京）内蒙古研究院、中国矿业大学（北京）。

本文件主要起草人：XX。

公共场所人员健康风险评价

1 范围

本文件规定了公共场所人员健康风险评价的基本要求、确立了评价指标体系，规定了评价指标的取值规则，描述了评价结果形成规则。

本文件适用于公共场所安全管理组织开展的人员健康风险自评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 23694 风险管理术语

GB/T 27921 风险管理 风险评估技术

GB 37487 公共场所卫生管理规范

3 术语和定义

GB/T 23694、GB/T 27921界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公共场所 public place

提供不特定的社会公众自由出入、停留、使用或开展活动的场所，具有开放性、公共性和人群聚集性等特点。

3.2

风险 risk

发生不期望安全事件的可能性和后果严重性的综合性度量。

3.3

层次分析法 analytic hierarchy process

通过将复杂的决策问题分解为目标层、准则层和指标层等有序的层次结构，利用专家主观判断和逻辑推理，对各层次元素的相对重要性进行定性分析与定量计算，最终为决策提供科学依据。

3.4

判断矩阵 judgment matrix

在层次分析法中，用于表示各因素相对重要性的矩阵，通过两两比较确定元素之间的权重关系。

4 基本要求

4.1 公共场所人员健康风险评价组织应由公共场所管理方或其委托的专业机构作为实施主体，遵循科学、公正、客观原则，依照既定流程开展评价工作，确保评价过程的规范性。

4.2 公共场所人员健康风险评价对象应包括但不限于入口管控区、人员密集活动区（如商场中庭、候车大厅、工作区）、卫生设施区（如公共卫生间、餐饮区）、应急疏散通道等关键区域，需结合区域功能特性与人员流动规律进行针对性分析。

4.3 公共场所环境与人员生理指标的监测方法及阈值应依据国家标准与行业规范，确保数据采集的准确性和标准化。

5 评价指标体系

5.1 公共场所人员健康风险评价指标应覆盖公共场所内环境特征和人员生理特征。

5.2 公共场所人员健康风险评价的环境指标应包括但不限于：

- a) 温度；
- b) 湿度；
- c) 噪声；
- d) PM2.5；
- e) PM10；
- f) 甲醛。

5.3 公共场所人员健康风险评价的生理指标应包括但不限于：

- a) 心率；
- b) 血压；
- c) 血氧。

5.4 公共场所人员健康风险评价指标体系应由三个层级的评价指标构成，分为目标层、准则层及指标层组成。目标层为公共场所人员健康综合风险评价；准则层分为环境指标和生理指标两个维度；指标层则与每个准则层的要素相关（见表1）。

表1 公共场所人员健康风险评价指标体系

目标层	准则层	指标层
公共场所人员健康 风险评价	环境指标	温度(°C)
		湿度(%)
		噪声(dB)
		PM2.5(μg/m ³)
		PM10(μg/m ³)
		甲醛(ppm)
		...
	生理指标	心率(BPM)
		血压(mmHg)
		血氧(%)
		...

6 取值规则

6.1 指标权重

6.1.1 公共场所人员健康风险评价指标权重应采用专家打分法进行系统化评价。专家通过两两比较的方式，对各指标间的相对重要性进行评分（见表2），通过构建判断矩阵将专家对同一层次指标间相对重要性的定性判断转化为可量化的数值表达。

表2 层次分析法1-9两两比较标度表

标度	含义
1	两个元素同等重要
3	前者比后者稍重要
5	前者比后者明显重要
7	前者比后者强烈重要
9	前者比后者极其重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若因素i与因素j重要性之比为 a_{ij} ，那么因素j与因素i重要性之比为 $a_{ji}=1/a_{ij}$

6.1.2 对于n个指标层元素 A_1, A_2, A_3, \dots ，构造判断矩阵A：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

其中：
 $a_{ij} > 0$;
 $a_{ji} = 1/a_{ij}$;
 $a_{ii} = 1$ 。

6.1.3 使用算术平均法公式（1）对专家组判断矩阵做均值化处理，计算各判断矩阵均值构建综合判断矩阵。

$$A_{\text{final}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i \quad \cdots \cdots \cdots \quad (1)$$

式中：
 A_{final} ——判断矩阵；
 n ——专家的数量；
 A_i ——第*i*位专家的判断矩阵，其中*i*的取值从1到*n*。

6.2 指标权重计算

6.2.1 计算判断矩阵的最大特征值 λ_{max} 及其对应的特征向量 v_{max} 。通过幂迭代法等方法求解特征值方程可计算出判断矩阵的特征值和特征向量。特征值方程为公式（2）所示。

$$A v = \lambda v \quad \cdots \cdots \cdots \quad (2)$$

式中：
 A ——判断矩阵；
 v ——特征向量，表示各个指标的相对权重（未经归一化）；
 λ ——特征值。

6.2.2 计算局部权重（归一化）。为确保所有权重之和为1，需归一化处理特征向量，得到该层级内各指标的局部权重 w_i 。归一化公式为公式（3）所示。

$$w_i = \frac{V_{\text{max},i}}{\sum_{i=1}^n V_{\text{max},i}} \quad \cdots \cdots \cdots \quad (3)$$

式中：
 w_i ——归一化后的权重；
 $V_{\text{max},i}$ ——最大特征值对应的特征向量中的第*i*个分量；
 n ——判断矩阵的大小（即评价指标的个数）。

6.2.3 单层次一致性检验。为检验判断矩阵的逻辑一致性，首先计算一致性指标 CI，其公式为公式（4）所示：

$$CI = \frac{\lambda_{\text{max}} - n}{n - 1} \quad \cdots \cdots \cdots \quad (4)$$

式中：
 n ——判断矩阵的阶数。

6.2.4 计算一致性比例（CR）。计算随机一致性指标（RI），其值取决于矩阵的阶数。计算一致性比例 CR 的公式如公式（5）所示：

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \cdots \cdots \cdots \quad (5)$$

6.2.5 一致性判定。如果 CR 值 < 0.1 ，则表示判断矩阵具有较好的一致性，局部权重 w_i 可接受；如果 > 0.1 ，则需重新校准专家打分或调整判断矩阵以提高一致性。

6.2.6 权重合成（计算全局权重）。在所有层级的判断矩阵均通过单层次一致性检验后，进行权重合成。通过系统化权重整合方法，将准则层与指标层权重逐级传导至目标层，采用乘积运算计算各底层指标在整体模型中的全局权重（最终权重），计算公式如公式（6）所示。

附录 A (资料性) 层次分析法应用示例

A.1 风险评估方法

采用层析分析法对公共场所人员健康风险进行评估分析。基本步骤包括：构建评价指标体系；确定指标权重；进行一致性检验；权重合成；确定安全风险等级。

A.2 构建评价指标体系

针对某公共场所人员健康风险要素，构建风险评估分析模型。典型为三阶层次：目标层 G、准则层 C 和指标层 P，其中指标层是决定权重的具体指标，选取常见重要的指标。以图 A.1 中指标层 P 的指标为例，进行层次分析法应用展示。构造的三层分析模型矩阵见图 A.1。

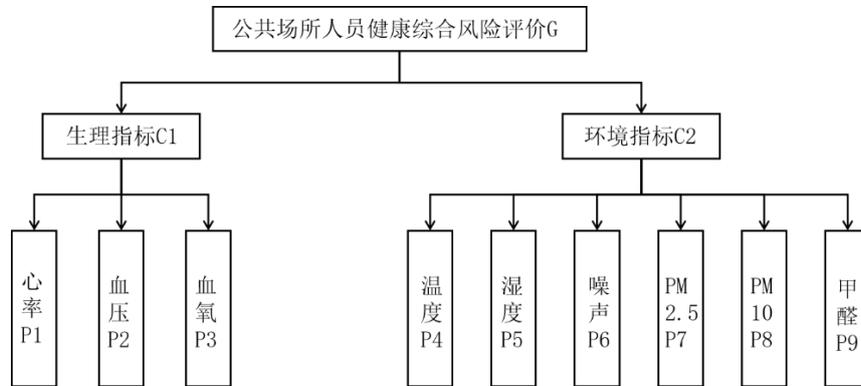


图 A.1 风险评估层次结构模型图

A.3 构建各层次判断矩阵并计算权重

A.3.1 根据表 2 将专家对各层次的相对重要性的定性判断转化为可量化的数值表达，对准则层 C 采用专家打分法并做均值化处理得到判断矩阵如表 A.1 所示，其意义为生理指标比环境指标稍重要。

表A.1 健康风险评估指标层次的判断矩阵示例

一级指标	人员生理指标	环境指标
人员生理指标	1	3
环境指标	1/3	1

A.3.2 对指标层构建判断矩阵，如表A.2和表A.3所示。

表A.2 人员生理指标判断矩阵示例

人员生理指标	心率	血压	血氧
心率	1	3	5
人员生理指标	心率	血压	血氧
血压	1/3	1	3
血氧	1/5	1/3	1

表A.3 环境指标判断矩阵示例

环境指标	温度	湿度	噪声	PM2.5	PM10	甲醛
温度	1	1	2	1/5	1/5	1/4
湿度	1	1	2	1/5	1/5	1/4
噪声	1/2	1/2	1	1/6	1/6	1/5
PM2.5	5	5	6	1	1	2
PM10	5	5	6	1	1	2
甲醛	4	4	5	1/2	1/2	1

A.3.3 针对健康风险评估指标层次判断矩阵和人员生理指标判断矩阵,根据公式(2)求解特征值方程计算出矩阵特征值和特征向量,同时对特征向量进行归一化,三组判断矩阵特征向量如 v_1 、 v_2 、 v_3 所示。即人员生理指标权重为0.75;环境指标为0.25。环境指标中心率、血压、血氧权重分别为0.637、0.258、0.105。环境指标温度、湿度、噪声、PM2.5、PM10、甲醛权重分别为0.0636、0.0636、0.0406、0.3156、0.3156、0.2010。

$$v_1 = \begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.25 \end{bmatrix} \quad v_2 = \begin{bmatrix} 0.637 \\ 0.258 \\ 0.105 \end{bmatrix} \quad v_3 = \begin{bmatrix} 0.0636 \\ 0.0636 \\ 0.0406 \\ 0.3156 \\ 0.3156 \\ 0.2010 \end{bmatrix}$$

A.3.4 计算最大特征值 λ_{\max} ,其中健康风险评估指标层次判断矩阵最大特征值为2;人员生理指标判断矩阵最大特征值为1.01;环境指标判断矩阵最大特征值为6.0807。

A.3.5 为检验准则层判断矩阵的一致性,利用公式(4)计算一致性指标,并通过公式(5)计算一致性比例。计算得 $CR < 0.1$,表示判断矩阵有较好得一致性

A.3.6 通过公式(6)进行权重合成,计算后的总权重如表A.4所示。

表A.4 人员健康综合风险评价指标权重表

目标层	准则层	准则层权重	指标层	指标层权重	指标层总权重
公共场所人员 健康综合风险 评估	环境指标	0.25	温度(°C)	0.0636	0.0159
			湿度(%)	0.0636	0.0159
			噪声(dB)	0.0406	0.01015
			PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.3156	0.0789
			PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.3156	0.0789
			甲醛(ppm)	0.2010	0.05025

续表A.4 人员健康综合风险评价指标权重表

目标层	准则层	准则层权重	指标层	指标层权重	指标层总权重
	人员生理指标	0.75	心率(BPM)	0.637	0.4778
			血压(mmHg)	0.258	0.1935
			血氧(%)	0.1050	0.07875

A.3.7 通过公式(7)进行整体一致性检验, $CR_{total} < 0.1$, 则所有指标层权重可接受。

A.4 确定安全风险等级

A.4.1 通过表3对公共场所环境指标和生理指标进行打分。

A.4.2 通过公式(8)对利用加权平均法计算出综合健康风险得分, 将分数同表4进行对照, 最终确定安全风险等级。

附录 B

(资料性)

公共场所人员健康风险评价指标取值规则

部分环境指标与生理指标的取值规则示例见表B.1。

表B.1 公共场所人员健康风险评价指标取值规则

目标层	准则层	指标层	取值规则		
			指标取值	风险等级	测量结果
公共场所人员健康风险评价	环境指标	温度 (°C)	0	无风险	≥ 16 且 ≤ 28
			1	低风险	> 28 且 ≤ 32 或 ≥ 0 且 < 16
			2	中风险	> 32 且 ≤ 35 或 ≥ -10 且 < 0
			3	高风险	> 35 或 < -10
		湿度 (%)	0	无风险	≥ 40 且 ≤ 65
			1	低风险	> 65 且 ≤ 80
			2	中风险	≥ 0 且 < 40
			3	高风险	> 80 且 ≤ 100
		噪声 (dB)	0	无风险	≥ 0 且 < 55
			1	低风险	≥ 55 且 < 70
			2	中风险	≥ 70 且 < 85
			3	高风险	≥ 85
		PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	无风险	≥ 0 且 < 15
			1	低风险	≥ 15 且 < 35
			2	中风险	≥ 35 且 ≤ 50
			3	高风险	> 50
		PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	无风险	≥ 0 且 < 45
			1	低风险	≥ 45 且 < 100
			2	中风险	≥ 100 且 ≤ 150
			3	高风险	> 150
		甲醛 (ppm)	0	无风险	≥ 0 且 ≤ 0.057
			1	低风险	> 0.057 且 < 0.0653
			2	中风险	≥ 0.0653 且 ≤ 0.0815
			3	高风险	> 0.0815
	生理指标	血压 (mmHg)	0	无风险	$\geq 90/60$ 且 $< 120/80$
			1	低风险	$\geq 120/80$ 且 $< 140/90$
			2	中风险	$\geq 140/90$ 且 $< 160/100$
			3	高风险	$\geq 160/100$ 或 $< 90/60$
		心率	0	无风险	≥ 55 且 < 100
			1	低风险	≥ 100 且 < 150 或 > 50 且 ≤ 55
			2	中风险	≥ 150 且 < 180 或 > 40 且 ≤ 50
			3	高风险	≤ 40 或 ≥ 180

续表B.1 公共场所人员健康风险评价指标取值规则

目标层	准则层	指标层	取值规则		
			指标取值	风险等级	测量结果
公共场所人员健康风险评价	生理指标	血氧	0	无风险	≥ 95 且 ≤ 100
			1	低风险	≥ 90 且 < 95
			2	中风险	≥ 80 且 < 90
			3	高风险	≥ 70 且 < 80

参 考 文 献

- [1] GB/T 18883-2022 室内空气质量标准
 - [2] GB 37488-2019 公共场所卫生指标及限值要求
 - [3] GB 50325-2020 民用建筑工程室内环境污染控制标准
 - [4] 《全民健身指南》在京首发北京体育大学出版社助力民众科学运动[J]. 青少年体育, 2018, (07):141.
 - [5] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中国医疗保健国际交流促进会高血压病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2024年修订版)[J]. 中华高血压杂志(中英文), 2024, 32(07):603-700.
 - [6] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 中国成人呼吸系统疾病家庭氧疗指南(2024年)[J]. 中华全科医师杂志, 2025, 24(01):11-27.
 - [7] 世界卫生组织. 全球空气质量指南(2021年更新版)[R]. 日内瓦: 世界卫生组织, 2021.
 - [8] 公众高温中暑预防与紧急处理指南(2014版)[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2015, 22(11):1-3.
-