

附件 2

HJ

中华人民共和国环境保护标准

HJ □□□—20□□

暴露参数调查技术规范

Technical regulation of investigation on exposure factors

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发 布

目次

前 言.....	I
1 适用范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义	1
4 工作程序	2
5 方案制定	3
6 问卷调查法	4
7 日志记录法	6
8 模型估算法	7
9 质量控制和质量评价	9
10 数据分析和结果表达	9
附录 A（资料性附录）数据加权调整	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，提高环境健康风险评价的准确性，规范暴露参数调查工作，制定本标准。

本标准规定了暴露参数调查的一般性原则、工作程序、调查内容、方法和技术要求。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准为首次发布。

本标准起草单位：北京科技大学、中国环境科学研究院。

本标准由环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

暴露参数调查技术规范

1 适用范围

本标准规定了暴露参数调查的一般性原则、工作程序、调查内容、方法和技术要求。
本标准适用于针对全人群开展的身体特征、摄入量、时间活动模式等暴露参数的调查。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本（包括修改单）适用于本标准。

WS/T 424 人群健康监测人体测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

暴露参数 exposure factors

指用来描述人体暴露环境污染物特征和行为的参数。

3.2

呼吸量 inhalation rate

指单位时间内人呼入空气的体积，分为长期呼吸量和短期呼吸量。

3.3

饮水摄入量 water ingestion rate

指单位时间内经口摄入水的体积。

3.4

饮食摄入量 food intake rate

指单位时间内摄入食物的质量。

3.5

室外活动时间 outdoor time

指单位时间内除在封闭交通工具（如小轿车、公交车等）和封闭室内空间（如家中、教室、办公室等）之外的室外停留时间。

3.6

交通出行时间 traffic time

指单位时间内采用各种交通出行方式，主要包括步行、自行车/电动自行车、摩托车、小轿车、公交车、地铁/火车等的累计时间。

3.7

洗澡时间 bath/shower time

指单位时间内人洗澡过程中身体与水直接接触的累计时间。

3.8

游泳时间 swimming time

指单位时间内人游泳过程中身体与水直接接触的累计时间。

3.9

手口接触时间 hand to mouth time

指单位时间内人口与手直接接触的累计时间。

3.10

手口接触频次 hand to mouth frequency

指单位时间内人口与手直接接触的次数。

3.11

物口接触时间 object to mouth time

指单位时间内人口与物品（玩具、笔等）直接接触的累计时间。

3.12

物口接触频次 object to mouth frequency

指单位时间内人口与物品（玩具、笔等）直接接触的次数。

3.13

土壤接触时间 soil contact time

指单位时间内人体裸露皮肤与土壤直接接触的时间。

3.14

土壤摄入量 soil ingestion rate

指人每日（24h）无意识或有意识地经口摄入土壤的质量。

4 工作程序

暴露参数调查包括方案制定、现场调查、质量控制、数据分析和结果表达四个部分（图1）。

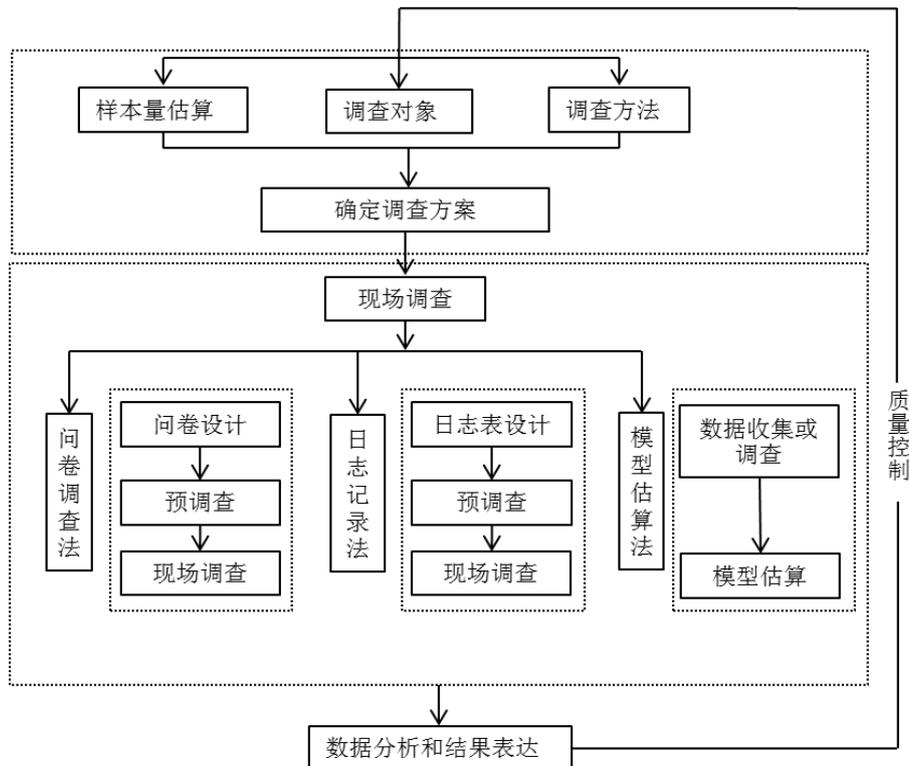


图1 工作程序图

5 方案制定

5.1 明确调查目的和调查对象

调查前应明确调查目的、暴露参数种类（表 1）、调查区域和调查人群，以保证调查方案设计及调查结果具有代表性。

表 1 暴露参数分类

类别	暴露参数
摄入量参数	呼吸量、饮水摄入量、饮食摄入量、土壤摄入量 ¹
时间活动模式参数	室内活动时间、室外活动时间、交通工具时间、洗澡频次和时间、游泳频次和时间、手口接触频次和时间、物口接触频次和时间、土壤接触频次和时间
身体特征参数	身高、体重、皮肤表面积
其他参数	期望寿命 ²

注 1：儿童土壤摄入量调查方法参见《儿童土壤摄入量调查技术规范示踪元素法（征求意见稿）》。

注 2：期望寿命引用统计部门发布的最新数据。

5.2 明确调查方法

暴露参数调查方法主要包括问卷调查法、日志记录法和模型估算法（表 2）。涉及人群调查应按《涉及人的生物医学研究伦理审核办法》（卫生计生委 2016 年第 11 号令）有关规定进行医学伦理审查。

表 2 暴露参数调查方法

调查方法	适用的暴露参数	方法适用性
问卷调查法	饮水摄入量、饮食摄入量、室内活动时间、室外活动时间、交通出行时间、洗澡频次和时间、游泳频次和时间、手口接触频次和时间、物口接触频次和时间、土壤接触时间	问卷调查法是采用统一设计问卷向被选取的调查对象了解日常活动情况的一种书面调查方法。该方法适用于大规模调查。
日志记录法	饮水摄入量、饮食摄入量、室内活动时间、室外活动时间、交通出行时间、洗澡频次和时间、游泳频次和时间	日志记录法是通过详细记录某段时间内调查对象的真实生活情况来了解调查对象日常活动的调查方法。该方法适用于短期跟踪调查。
模型估算法	呼吸量、皮肤表面积	模型估算法是通过输入参数和模型计算来估算暴露参数的方法。该方法适用于对已有调查数据的加工处理。

5.3 样本量估算

5.3.1 最小样本量估算

样本量估算方法适用于问卷调查法、日志记录法以及模型估算法中需实测身高、体重时所需样本量的估算。

公式（1）用于确定调查一类或几类暴露参数所需最小样本量。当同时调查几类暴露参数时，应逐一计算各暴露参数所需最小样本量，取最大值作为此次调查的最小样本量。

$$n = \left(\frac{U_{\alpha/2}\sigma}{\delta\mu} \right)^2 \times def f \quad (1)$$

式中： n ——每层最小样本量；

$U_{\alpha/2}$ ——显著性水平为 95 % 时相应的标准正态差，取 1.96；
 σ ——调查暴露参数的标准差，可通过查阅文献或开展预调查获得；
 δ ——允许误差。问卷调查法一般取 10%，日志记录法一般取 20%；
 μ ——调查暴露参数的算数均值，可通过查阅文献或开展预调查获得；
 d_{eff} ——设计效应值。对于问卷调查法，单纯随机抽样时，取 1.0，其他抽样方法取 2.0 ~ 3.5；对于日志记录法，单纯随机抽样取 1.0，其他抽样方法取 1.0 ~ 2.0。

5.3.2 总样本量估算

$$N = \frac{n \times q}{1 - p} \quad (2)$$

式中： N ——总样本量。

n ——每层最小样本量。

p ——失访率。问卷调查法取 0 ~ 10%，日志记录法取 10 ~ 20%。

q ——分层因素的乘积。结合所需调查暴露参数的主要影响因素确定，如城乡 2 层、性别 2 层，则分层因素的乘积为 $2 \times 2 = 4$ 层。

5.4 确定调查方案

通过对小规模人群进行预调查，探索调查技术路线和方法，发现可能影响调查质量的关键环节，提出解决方案，在此基础上确定现场调查实施方案。

6 问卷调查法

6.1 问卷设计

6.1.1 问卷结构

调查问卷应包括问卷封面、问卷前言和问卷内容三部分。

a) 问卷封面应包括调查问卷标题、问卷编码、调查对象所在地区和调查者信息。

1) 问卷编码：是区分问卷的唯一标识，一般由数字组成并位于问卷首页右上方。

2) 问卷标题：用于被调查者了解调查主题，如“××年××（调查地区名称）人群××暴露参数调查问卷”。

3) 调查者信息：用于明确责任和便于查询、核实，应包括调查员姓名、调查日期、质控员姓名、质控日期、问卷完成时长等。

b) 问卷前言：用于获得被调查者的知情同意，应包括调查目的和意义、关于保密的承诺、对被调查者填写问卷的要求以及调查者的个人身份或组织名称等。

c) 问卷内容：是问卷主体，应包括试题、回答方式以及对回答的指导语等。

6.1.2 问卷内容

a) 调查对象基本信息：应至少包括姓名、性别、年龄、民族、职业、文化程度、家庭经济状况等，如果调查对象为儿童，应同时填写其抚养人基本信息。

b) 饮水摄入量：应包括日常使用饮水器具的容积，分季节的直接饮水（以白水形式摄入的水，如开水、生水、桶/瓶装水，以奶粉、咖啡、茶叶等形式冲饮的水）和间接饮水（以粥或汤形式摄入的水）的饮用频次。

- c) 饮食摄入量：应包括主食类、豆类及制品、蔬菜类、水果类、乳类及制品、肉类、水产类和蛋类的食用频次和次均食用量，每类食物应注明计量方式（生重、熟重）。
- d) 室外活动时间：应包括分季节、分工作日/上学日和休息日的室外活动时间，不包括乘坐封闭交通工具（如小轿车、公交车、地铁等）的时间。
- e) 室内活动时间：应包括分季节、分工作日/上学日和休息日的室内活动时间，包括在家中、教室、办公室、商场等封闭室内空间停留的时间。
- f) 交通出行时间：应包括分季节、分工作日/上学日和休息日以及分交通出行方式（如步行、自行车/电动自行车、摩托车、小轿车、公交车、地铁/火车、轮船等）的时间。
- g) 洗澡时间、游泳时间：应包括分季节的洗澡/游泳频次和次均洗澡/游泳时间。
- h) 手口接触时间：应包括人口与手直接接触的频次和次均时间，主要针对 0~17 岁人群。
- i) 物口接触时间：应包括人口与物品直接接触的频次和次均时间，主要针对 0~17 岁人群。
- j) 土壤接触时间：应包括分季节的生产生活过程中人体裸露皮肤与土壤直接接触的频次和次均时间。

6.2 预调查

- a) 调查地区和调查人群确定原则：预调查所选择的地区和人群应能够尽可能地覆盖本次调查所关注的主要分层因素，如城乡、性别、年龄等，每层人数不少于 30 人。
- b) 内容及要求：培训调查员掌握正式调查流程；由调查员采用一对一、面对面的方式进行问卷调查，并记录可能影响调查质量的关键问题。
- c) 结果评价：在预调查结束后应对调查问卷的科学性、针对性、逻辑性和通俗性以及调查技术路线的可行性进行评价，修改完善调查问卷，确定现场调查方案。

6.3 现场调查

6.3.1 样本选取方法

- a) 普查：调查区域内全部目标人群或总人群。
- b) 抽样调查：采用简单随机抽样、系统抽样、整群抽样和分层抽样中的一种或几种结合的方法进行人群抽样，其中 3~17 岁人群可以学校为抽样单位。在抽样过程中，应充分考虑各级抽样单元在人口数量、经济水平或城乡等方面的代表性。
- c) 为保证调查结果具有更好的总体代表性，在抽样阶段应收集抽样基本权重信息，参见附录 A。

6.3.2 调查方式

- a) 调查员应采取一对一、面对面询问调查对象的方式完成问卷填写。对于调查对象为 0~11 岁的人群，调查员应调查其抚养人。
- b) 调查过程中，调查员不得使用诱导性询问方式，不得不经询问直接代替调查对象填写问卷。

6.3.3 技术要求

- a) 饮水摄入量：现场调查前应准备具有刻度的标准量具，一般为 300ml。现场调查时，调查员应向调查对象解释调查的水的含义；向调查对象出示标准量具，请调查对象以此为参照估算其日常使用饮水器具的容积；询问调查对象分季节的饮水频次。

b) 饮食摄入量：现场调查前应准备食物种类图片或模具。现场调查时，调查员应向调查对象解释食物分类方式和计量方式（生重、熟重），按照食物种类分别询问调查对象的食用频次和次均食用量。

c) 室外活动时间、室内活动时间、交通出行时间：调查员应向调查对象解释室外活动时间、室内活动时间、交通出行时间的界定范围，并说明室外活动时间和交通出行时间均包括调查对象室外步行时间和乘坐敞篷式交通工具时间。

d) 洗澡时间、游泳时间：调查员应向调查对象解释洗澡/游泳过程中身体与水直接接触的时间不应包括穿/脱衣服时间。

e) 手口接触时间、物口接触时间：对于 0~11 岁人群，调查员应尽可能询问与其密切接触的抚养人。

f) 土壤接触时间：对于 0~17 岁人群，调查员应向调查对象或抚养人解释其可能接触土壤的活动场所，包括裸露土壤地面、草地、砂石、矿/煤渣地等；对于 18 岁及以上人群，调查员应向调查对象解释其可能接触土壤的方式，包括务农性、生产性、健身休闲性等。

7 日志记录法

7.1 日志记录表设计

7.1.1 日志记录表结构

日志记录表的结构同 7.1.1。

7.1.2 日志记录表内容

a) 调查对象基本信息要求同 6.1.2。

b) 饮水摄入量：应包括每次饮水时间，饮水种类（分为直接饮水和间接饮水）和饮用量。

c) 饮食摄入量：应包括每次进餐时间，食物种类（分为主食类、豆类及制品、蔬菜类、水果类、乳类及制品、肉类、水产类和蛋类）、计量方式（生重、熟重）和食用量。

d) 室外活动时间：应包括室外活动场所及活动起止时间，要求精确至分钟。

e) 室内活动时间：应包括室内活动场所（包括家、办公场所、公共场所）及活动起止时间，要求精确至分钟。

f) 交通出行时间：应包括不同交通方式（包括步行、自行车/电动自行车、摩托车、小轿车、公交车、地铁/火车、轮船等）及各种交通方式的起止时间，要求精确至分钟。

g) 洗澡时间、游泳时间：应包括洗澡/游泳过程中人体与水直接接触累计时间，要求精确至分钟。

7.2 预调查

a) 调查对象确定原则：预调查所选择的地区和人群应尽可能地覆盖本次调查所关注的主要分层因素，如城乡、性别、年龄等，每层 3~5 名。

b) 内容及要求：应先由调查员采用一对一、面对面的方式对调查对象过去 24 h 活动情况进行回顾调查，再由调查对象实时记录 24 h 相关活动情况；培训调查员掌握正式调查流程；总结调查对象记录过程中可能出现的问题。

c) 结果评价：预调查结束后应对日志记录表的科学性、可操作性以及调查技术路线的可行性进行评价，修改完善记录表，确定正式调查方案。

7.3 现场调查

7.3.1 样本选取方法

a) 采用简单随机抽样、系统抽样、整群抽样和分层抽样中的一种或几种结合的方法进行人群抽样，应充分考虑各级抽样单元在人口数量、经济水平或城乡等方面的代表性。

b) 抽取的调查对象或其抚养人（对于调查对象为 0~11 岁的人群，应由其抚养人完成日志记录）要求具有一定的理解能力，能够准确记录调查对象的活动情况。

7.3.2 调查方式

a) 一般选用 24 h 回顾和连续 48 h 实时记录两部分组成。连续 48 h 实时记录要求在相连的一个工作日和休息日连续进行。每个季节至少做 1 次调查。

b) 首先由调查员采用一对一、面对面询问的方式调查调查对象过去 24h 的情况，接着由调查对象连续 48h 实时记录其活动情况。

c) 调查日应反映调查对象日常一般状态，调查期间调查对象不应出差。

7.3.3 技术要求

a) 日志记录表原则上不设置开放性问题。

b) 24 h 回顾调查技术要求：调查员应在 24h 回顾调查时向调查对象详细解释日志记录表每项含义及填写方法，其他技术要求同 6.3.3。

c) 连续 48 h 实时记录要求：

1) 在调查前应统一配发计量工具（饮水摄入量调查配发具有刻度的标准量具，一般为 300ml；饮食摄入量调查配发经计量认证的食物称重器）。

2) 调查员应在调查完成后及时对日志记录表内容进行核查和完善。

8 模型估算法

8.1 数据来源

收集调查区域人群的体质监测、膳食调查、统计年鉴等资料，获得调查对象的身高、体重、性别和年龄信息。收集数据应从以下方面进行数据质量评价：

a) 可靠性：身高和体重采用经计量认证的测量仪器实测获得，且质量控制/保证措施完善。

b) 可获性：数据可以公开获取，优先选择权威机构发布的报告、资料数据。

c) 适用性：研究对象应包括调查范围内人群，收集数据具有代表性、时效性并包括城乡、性别和年龄等主要分层因素。

身高和体重也可以通过现场实测获得。身高和体重测量应分别采用统一型号、经计量认证的身高计和体重秤按照 WS/T 424 标准执行。

8.2 估算模型

8.2.1 呼吸量

长期呼吸量采用公式（4）计算，短期呼吸量采用公式（5）计算。

$$IR_L = \frac{BMR \times E \times VQ \times A}{1000} \quad (4)$$

$$IR_S = \frac{BMR \times E \times VQ \times N}{1440} \quad (5)$$

式中： IR_L ——长期呼吸量， m^3/d ；

IR_S ——短期呼吸量， L/min ；

BMR ——基础代谢率， KJ/d 。不同性别、年龄段人群基础代谢率计算公式见表 3；

E ——单位能量代谢耗氧量， $0.05 L/KJ$ ；

VQ ——通气当量，无量纲，取 27；

A ——长期呼吸量计算系数，不同性别、年龄人群长期呼吸量计算系数取值见表 4。

N ——各类活动强度水平下的能量消耗量，是基础代谢率的倍数，无量纲， N 随着活动强度的变化而变化。成人在休息、坐、轻微活动、中体力活动、重体力活动和极重体力活动下的取值分别为 1、1.2、1.5、4、6 和 10，儿童在休息、坐、轻度运动、中度运动和剧烈运动的取值分别为 1、1.2、2、4 和 10。

表 3 不同性别、年龄人群基础代谢率（BMR）计算公式

性别	年龄段/岁	BMR 计算公式
男	0~	$0.249 \times BW - 0.127$
	3~	$0.095 \times BW + 2.110$
	6~	$0.095 \times BW + 2.110$
	10~	$0.074 \times BW + 2.754$
	18~	$BMR = 0.063W + 2.896$
	31~60	$BMR = 0.048W + 3.653$
	>60	$BMR = 0.370 + 0.020H + 0.052W - 0.025Y$
女	0~	$0.244 \times BW - 0.130$
	3~	$0.085 \times BW + 2.033$
	6~	$0.085 \times BW + 2.033$
	10~	$0.056 \times BW + 2.898$
	18~	$BMR = 0.062W + 2.036$
	31~60	$BMR = 0.034W + 3.538$
	>60	$BMR = 1.873 + 0.013H + 0.039W - 0.018Y$

注：H--身高，cm；BW--体重，kg；Y--年龄，a。

表 4 不同性别、年龄人群长期呼吸量计算系数（A）取值

年龄段/岁	性别	A
0~	男，女	1.9
1~	男，女	1.6
3~	男，女	1.7
6~	男，女	1.7
9~	男	1.9
	女	1.9
12~	男	1.8
	女	1.6
15~	男	1.7
	女	1.5
≥ 18	男，女	1.0

8.2.2 皮肤表面积

$$SA = a_0 \times W^{a_1} \times H^{a_2} \quad (6)$$

式中： SA ——皮肤表面积， m^2 ；
 W ——体重， kg ；
 H ——身高， cm ；
 a_0 、 a_1 、 a_2 ——计算系数，取值见表 5。

表 5 皮肤表面积系数取值

年龄/岁	a_0	a_1	a_2
0~	0.02667	0.38217	0.53937
5~	0.03050	0.35129	0.54375
≥18	0.01200	0.6000	0.4500

9 质量控制和质量评价

9.1 质量控制

a) 调查准备阶段：通过资料调研、专家咨询及预调查等手段最终确定调查方案；所有调查人员应经过业务培训并通过培训考核。

b) 调查实施阶段：应按照调查方案要求抽取调查对象，问卷应经调查员自查和质控员审核，并随机抽取 5~10% 的问卷进行回访复核。

c) 调查完成阶段：采用统一的录入软件对数据进行双录入，完全一致的问卷数据才能进入分析；制定数据清洗方案，对关键变量进行缺项和逻辑错误核查。

9.2 质量评价

采用调查人员培训考核合格率、失访率、问卷回收率、问卷有效率、问卷审核率、问卷二次复核率和问卷复核一致率进行质量评价（表 6）。

表 6 质量评价指标

评价指标	指标计算方法	指标要求	
		问卷调查法	日志记录法
调查人员培训考核合格率	考核合格人数/参训人员数×100%	100%	100%
失访率	失访调查对象人数/调查对象人数×100%	≤10%	≤20%
问卷回收率	回收问卷数/发放问卷数×100%	≥95%	≥90%
问卷有效率	经审核达到要求的问卷数/回收问卷数×100%	≥95%	≥95%
问卷审核率	现场审核问卷数/回收问卷数×100%	100%	100%
问卷二次复核率	抽查问卷数/回收问卷数×100%	≥5%	≥5%
问卷复核一致率	关键变量一致问卷数/抽查问卷数×100%	≥95%	≥95%

10 数据分析和结果表达

a) 从样本人群估计总体人群的水平时，应结合抽样资料计算抽样权重、事后分层权重并纳入到数据的统计分析中，以提高从样本人群调查结果估计总体人群水平的精度，数据加权调整方法见附录 A。

b) 应结合分层因素（如地区、城乡、性别和年龄），给出各参数的样本量、算数均值，以及百分位数值（ P_5 、 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 和 P_{95} ）。

附录 A
(资料性附录)
数据加权调整

为提高从样本人群调查结果估计总体人群水平的精度，应计算抽样权重、事后分层权重并对样本人群调查结果进行加权调整。

一、抽样权重

针对每一调查对象计算抽样权重的过程为：依次计算测评对象在各阶段所属样本单元的抽样权重，再计算这些权重的乘积作为最终抽样权重。

抽样权重的计算与抽样设计密切相关，以在全国范围内抽取 m 个县（区）为初级调查单元；在抽中的调查区县中，采用简单随机抽样方法，随机抽取 n 个乡镇/街道；在抽中的乡镇/街道中，抽取 A 名符合要求的调查对象为例，各阶段样本的入样概率和抽样权重见表 A.1。

表 A.1 调查对象在各阶段所属样本单元的入样概率和抽样权重

抽样对象	抽样方法	入样概率	抽样权重	备注
区/县	采用简单随机抽样	$\frac{m}{M}$	$\frac{M}{m}$	M 为全国的县/区个数 m 为抽取的样本县/区数
乡镇/街道	采用简单随机抽样方法，随机抽取 n 个样本乡镇/街道	$\frac{n}{N}$	$\frac{N}{n}$	N 为监测点区/县的乡镇/街道总数
调查对象	采用简单随机抽样从各乡镇/街道中抽取 A 名调查对象	$\frac{A}{n_q}$	$\frac{n_q}{A}$	A 为抽中的调查对象个数 n_q 为样本乡镇/街道中调查对象总数

抽样权重 (W_s) 见公式 A.1。

$$W_s = \frac{M}{m} \times \frac{N}{n} \times \frac{n_q}{A} \quad (\text{A.1})$$

二、事后分层权重

由于抽样过程中各种误差的存在，使得样本人群和总体人群在某些关键变量（如性别、年龄等与暴露参数水平相关的变量）的分布上存在偏差，从而降低估计精度。因此，有必要用事后分层权重加以调整，以使样本人群和总体人群在关键变量上的分布达到一致而消除这类抽样误差的影响。假使调查对象在样本人群中的 j 层，其事后分层权重计算方法为：

$$W_{ps} = \frac{F_j}{f_j} \quad (\text{A.2})$$

式中： W_{ps} ——事后分层权重；

f_j ——调查样本第 j 层抽样权重之和；

F_j ——第 j 层的总体人口数。

三、样本最终权重

$$W_{final} = W_s \times W_{ps} \quad (\text{A.3})$$

式中： W_{final} ——最终权重；
 W_s ——抽样权重；
 W_{ps} ——事后分层权重。