

# 环境监测数据 质量管理与控制 技术指南

沈阳市环境监测中心站 编

HUANJING JIANCE SHUJU  
ZHILIANG GUANLI YU KONGZHI JISHU ZHINAN

中国环境科学出版社

# 环境监测数据 质量管理与控制 技术指南

生态环境部 生态环境监测司 编

生态环境部 生态环境监测司 编  
生态环境监测司 编

生态环境部 生态环境监测司 编

# 环境监测数据质量管理与 控制技术指南

沈阳市环境监测中心站 编

中国环境科学出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测数据质量管理与控制技术指南/沈阳市环境监测中心站编. —北京: 中国环境科学出版社, 2010.12

ISBN 978-7-5111-0454-0

I. ①环… II. ①沈… III. ①环境监测—数据—质量管理—指南 IV. ①X83-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 263869 号

责任编辑 赵惠芬  
责任校对 扣志红  
封面设计 玄石至上

---

出版发行 中国环境科学出版社  
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
联系电话: 010-67112765 (总编室)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司  
经 销 各地新华书店  
版 次 2010 年 12 月第 1 版  
印 次 2010 年 12 月第 1 次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 34  
字 数 760 千字  
定 价 85.00 元

---

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

# 序

环境监测的科学数据和环境统计信息是我国制订国民经济、社会、环境协调发展计划（规划）的重要依据之一。例如“三河三湖”、“两控区”作为重点治理区域以及国务院“十一五”节能减排约束性指标的出台，环境监测数据和环境统计数据起了重要的支撑作用。环境质量如何会影响到国家和地方政府的重要决策，从这个意义上讲环境监测的质量是环境监测的生命，对其重要性无论怎样强调都不过分。

环境监测质量包括监测资料（数据）的完整性、代表性、准确性、精密性和可比性。环境监测数据要能反映环境质量时间、空间上的分布及变化趋势；要能准确地对我国的经济、环境政策做出科学评估；要能对污染的责任做出公正科学的界定；要能对生态环境发生安全风险做出预警、对污染事故进行应急监测，对处理和受到损害的环境进行生态修复提供科学依据；环境是供全民享用的公共资源，公众有环境知情权；环境监测数据和信息要有公信力、要有科学性，而且在法律上有举证和辩护能力。因此，提高全国环境监测质量刻不容缓。提高环境监测质量有赖于监测人员技术水平的提高；有赖于监测装备的现代化；有赖于数据质量目标的系统规划，采样点位、频次和数量的合理设计、QA/QC 计划的制订及其有效实施；有赖于监测分析方法的规范化与标准化；有赖于对监测数据结果的审核认定与统计分析，并最终根据监测结果做出科学的判断和决策。总而言之，环境监测质量取决于环境监测全过程的质量管理。在这方面美国 EPA 有比较完善的制度和丰富的经验，值得我们研究和借鉴。

沈阳市环境监测中心站在长期从事环境监测工作的基础上，参考了美国 EPA 环境监测质量管理体系文件，结合我国一些具体实例，编写了《环境监测数据质量管理与控制技术指南》。全书从实际应用的角度出发，从采样设计、确定数据质量目标、制定系统规划开始，经过计划的实施、监督和评审，到数据质量的评估，涵盖了数据生命周期的全过程，内容丰富、新颖、文字流畅、

深入浅出，通俗易懂，对于我国研究与完善环境监测质量管理具有重要参考价值。当然这套完整的环境监测质量管理技术指南在我国普遍推广应用还需要一个消化吸收过程，需要一系列配套的质量监督管理制度的制定与实施。但我相信这本指南的出版定会对我国环境监测质量管理的制度化、系统化、科学化和规范化起到积极的推动作用，为提升我国环境监测技术和管理水平提供有力支持。

魏复盛

2010年10月1日

## 编者的话

环境监测的质量管理是环境监测工作的重要组成部分，是做好环境监测工作的重要保障。我国的环境监测工作起步于 20 世纪 70 年代中期，经过几十年的发展，环境监测事业取得显著成效，已经建立了以技术培训、质控考核和不定期检查为主要内容的环境监测质量管理模式，颁布了《环境监测质量保证管理规定》和《环境监测技术人员持证上岗考核制度》。最近几年，出台了一大批分析方法标准和监测技术规范，而且在大部分监测技术规范和分析方法中规定了质量保证和质量控制的要求。但我国在环境监测质量管理方面尚存在制度不健全、质量体系建设不完善、质量控制技术不系统等问题，普遍存在“重结果、轻过程”、“重分析、轻采样”的倾向，缺少系统规划和有效的监督评审机制。所谓对环境监测全面的质量管理还仅仅停留在质控样品考核、平行双样测定、技术大比武等上，没有真正进入制度化、系统化、科学化、规范化的实质阶段。

1987 年国际标准化组织发布了 ISO 9000 系列标准，这是国际上第一套质量管理体系标准，经过 1994 年和 2000 年两次修改再版后，已经形成一系列完整的、几乎无懈可击的质量管理模式和标准，并在世界范围内得到广泛的认同、推广和应用。在 ISO 9000 系列标准原则指导下，美国 EPA 建立健全了“强制性质量管理体系”，先后出台了一系列质量管理要求，从数据质量目标的系统规划开始，经过采样设计和计划实施过程中的监督和评审，到数据的质量评估结束，制定了一套系统的、完整的技术指南，并由专门的机构负责发布、更新这些规范和指南，组织培训、监督和评审质量管理体系的运行效果，以确保环境监测数据的质量。

2007 年 12 月，沈阳市环境监测中心站承担了国家环保公益性行业科研专项《环境监测数据质量控制技术体系研究》，为了提升我国各级环保部门和环境监测机构质量管理的能力和质量控制的技术水平，我们参考美国 EPA 质量管理体系的一系列通用技术指南，结合我国的一些具体实例，编写了《环境监测数据质量管理与控制技术指南》。

本系列指南包括 7 个篇章：第 1 篇“环境数据质量目标程序指南”、第 2 篇“项目的质量保证计划编写指南”、第 3 篇“环境数据收集 采样设计指南”、第 4 篇“环境监测质量管理体系技术核查和相关的评审指南”、第 5 篇“环境监测数据的审核和确认指南”、第 6 篇“环境数据质量评估指南”和第 7 篇“环境数据质量评估 实用统计方法指南”。环境监测项目的生命周期包括三个阶段，即规划—实施—评估。前三篇指南可以在项目的系统规划期间为确定数据质量目标、制订项目的质量保证计划、进行采样设计提供指导。第 4、第 5 篇可用于项目实施过程中对履行项目 QA 计划的情况进行监督和评审，第 6、第 7 篇则可为数据的质量评估和结果的解释提供技术指导。

本系列技术指南包括七个篇章。

第 1 篇“环境监测数据质量目标程序指南”旨在为选择最有效利用资源的环境数据收集计划（采样设计方案）和项目的质量保证（QA）计划提供指导。数据质量目标（DQO）是一套使收集的数据质量满足预期用途的执行或验收标准。由于受各种因素的影响，收集的环境数据存在某种程度的不确定性是不可避免的。所以由收集的数据得到的参数估计值也存在一定的不确定性，由此而得出的结论所产生的后果通常也是未知的。所以，应该使用科学的方法客观地分析各种事件发生的可能性，评估每种选择可能引起的后果及其程度。数据质量目标（DQO）程序为用统计学的方法表征估计值的不确定度提供了定量化的工具，并因此成为环境质量体系系统规划的重要组成部分，在环境数据收集的设计和数据的质量评估方面发挥着重要的作用。当环境数据被用来在两个互相对立的条件之间选择或推断某种环境介质或参数的污染状况和变化趋势时，使用 DQO 程序来制定数据的执行和验收标准，明确研究目标，规定可以容忍的误判限，可以使收集的环境数据具有足够的数量和质量，既能有效地利用现有的资源，又能满足其预期的使用目的，可以为环境管理决策和质量评估提供具有一定置信水平的可以防御的科学依据。DQO 程序包括七个可以迭代的步骤。前五个步骤主要是为第六步确定数据的质量目标（DQOs）做准备。在这一步要确定收集数据的质量和数量，以及与数据最终使用目的有关的可接受的定量化标准，这些标准就是所谓执行或验收标准，即数据的质量目标（DQOs）。为了方便策划人员迅速地计算样本容量和成本，确定 DQO 程序第六步制定的数据质量目标（DQOs）的可行性，该指南同时下载了美国 EPA 研制的《DQO 可行性试验（DQO/DEFT）软件》，并在本指南的附录中提供了该

软件的使用说明 (DQO/DEFT 使用说明)。

第 2 篇“项目的质量保证计划编写指南”旨在为环境监测机构和其他相关组织制定项目的质量保证 (QA) 计划提供指导。环境项目的 QA 计划是一个建立在广泛接受的科学方法基础上的系统规划程序,是质量管理体系的关键组成部分。如果在开始收集数据之前,没有对项目进行系统规划,那么收集的数据质量很可能无法满足研究目标的需求。只有在收集数据之前产生系统的规划程序,才能恰当地收集、评价或使用这些数据。项目 QA 计划包括四个基本要素组:(1)项目管理;(2)样品的采集和分析;(3)评审和监督;(4)数据的确认和适用性评价。每组包含若干个要素,共 24 个基本要素。在开始收集数据之前,对项目进行系统规划,有利于项目的合理开发、资源的高效利用、意图和方向的高度透明、项目结论的准确公正。

第 3 篇是“环境数据收集 采样设计指南”。采样设计是环境数据收集的基本组成部分。为了从根本上解决数据的代表性问题,确保得出的监测结论得到足够的证据支持,做出的环境决策具有充分的科学依据,一个完善的采样设计起着关键的作用。该指南介绍了判断采样、简单随机采样、分层采样、系统(网格)采样、混合采样、排序组合采样和自适应群集采样七种采样设计方法,阐述了在实际工作中如何针对具体的研究目标和对象选择正确的采样设计。同时根据统计理论解释了每种采样设计的适用范围、优势和局限性,并列出了相关的应用实例。

第 4 篇“环境监测质量管理体系技术核查和相关的评审指南”介绍了技术核查和评审的基本原理和一般步骤,旨在为选择和执行环境监测质量体系核查和相关的评审提供普遍性的指导。技术核查和相关的评审是质量管理体系的重要组成部分,是保障质量管理体系正常有效运行的主要管理工具,同时也是对环境计划或项目执行情况的系统性和客观性的检查。有效的技术核查和评审有助于发现和表征测量误差的来源,避免或减少问题数据、错误结论和不适当的做法的发生,提升决策的可防御性。

第 5 篇是“环境监测数据的审核和确认指南”。环境监测数据的审核和确认是完成环境监测任务的重要步骤,通过监测数据的审核和确认保证监测数据的质量,确保依据监测结果做出的决定准确可靠。第 28 章概述了数据核查和确认的目的和意义。第 29 章和第 30 章介绍了数据核查和确认的具体内容,包括数据核查和确认的输入、执行和输出。第 31 章介绍了数据的完整性,以及

如何通过数据确认发现和阻止蓄意伪造和篡改数据的行为。第 32 章和第 33 章详细介绍了数据核查和确认的具体做法及评价数据适用性的方法。

第 6 篇是“环境数据质量评估指南”。数据质量评估 (DQA) 是对环境数据的科学评价, 它运用统计学的方法确定收集的环境数据是否符合项目的规划目标, 数据的类型、质量和数量是否足以支持其预期的用途。数据质量评估 (DQA) 的基本前提是将数据的质量与其预期的使用目的密切联系起来。DQA 程序包括五个步骤: (1) 审查项目目标和采样设计; (2) 进行初步的数据审查; (3) 选择统计方法; (4) 验证统计方法的假设; (5) 由数据得出结论。该指南依次介绍了数据质量评估 (DQA) 的五个步骤, 讨论了每个步骤的活动和输出。并说明如何从更多的角度解释数据, 理解或交流由数据得出的结论。

第 7 篇“环境数据质量评估 实用统计方法指南”分别论述了各种数理统计方法的基本概念、目的和用途、优势和在使用方面的限制, 并分步介绍了它们的计算过程、使用说明及其在分析环境数据方面的应用实例。特点是从实际应用的角度出发, 深入浅出、通俗易懂、方便实用。其中包括: 数据的图形表示法; 概率分布; 假设检验; 趋势检验; 统计方法的选择; 单个总体、两个总体和多个总体的比较 (包括参数方法和非参数方法); 异常值的检验、未检出数据的处理等。除了可以用这些方法评估数据的质量, 确定收集的环境数据是否符合项目的规划目标, 数据的类型、质量和数量是否支持它们预期的用途之外, 也可以将其作为一本统计分析环境数据、解释监测结果、进行研究设计、评价污染现状、污染分布规律和趋势的工具书来阅读。

本指南在编写过程中, 一直得到中国环境监测总站魏复盛院士的关心和指导, 并承蒙中国环境监测总站李国刚、付强和夏新同志提供宝贵意见并帮助审稿, 在此一并表示感谢。

由于编者水平和经验有限, 不足之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编者

2010 年 9 月于沈阳

# 目 录

## 第 1 篇 环境数据质量目标程序指南

前 言 .....	3
引 言 .....	5
0.1 DQO 程序与环境数据收集的系统规划 .....	5
0.2 DQO 程序的基本步骤 .....	5
0.3 使用 DQO 程序的益处 .....	6
0.4 环境数据的预期用途 .....	7
第 1 章 阐述问题 .....	9
1.1 概述 .....	9
1.2 活动 .....	9
1.3 输出 .....	11
1.4 应用实例 .....	11
第 2 章 确定研究目标 .....	13
2.1 概述 .....	13
2.2 活动 .....	13
2.3 输出 .....	16
2.4 应用实例 .....	16
第 3 章 确定信息输入 .....	18
3.1 概述 .....	18
3.2 活动 .....	18
3.3 输出 .....	19
3.4 应用实例 .....	19
第 4 章 界定研究的范围 .....	21
4.1 概述 .....	21
4.2 活动 .....	21
4.3 输出 .....	24
4.4 应用实例 .....	24
第 5 章 确定统计分析数据的方法 .....	26
5.1 概述 .....	26
5.2 活动 .....	26
5.3 输出 .....	28
5.4 应用实例 .....	28

第 6 章 确定执行或验收标准 .....	29
6.1 概述 .....	29
6.2 活动 .....	30
6.3 输出 .....	43
6.4 应用实例 .....	44
第 7 章 制订获取数据的计划 .....	46
7.1 概述 .....	46
7.2 活动 .....	46
7.3 输出 .....	50
7.4 应用实例 .....	51
第 8 章 项目的生命周期 .....	52
8.1 概述 .....	52
8.2 规划阶段 .....	53
8.3 执行和监督阶段 .....	54
8.4 评估阶段 .....	54
第 9 章 补充案例 .....	56
9.1 决策某城市空气质量是否达标 .....	56
9.2 估计不同亚群体对饮用水的平均消耗率 .....	60
9.3 决策某栋别墅内是否存在铅危害 .....	65
附录 1-A 样本容量计算公式的推导 .....	70
附录 1-B 数据质量目标可行性试验软件 (DQO/DEFT) 使用说明 .....	74
1-B.1 引言 .....	74
1-B.2 DEFT 软件的使用 .....	78
1-B.3 DEFT 应用实例 .....	87
1-B.4 DEFT 应用的扩展 .....	94
1-B.5 DEFT 中使用的计算公式 .....	97
参考文献 .....	104

## 第 2 篇 项目的质量保证计划编写指南

第 10 章 引言 .....	107
10.1 项目 QA 计划概述 .....	107
10.2 政策和要求 .....	108
10.3 项目 QA 计划的内容 .....	109
10.4 项目 QA 计划与质量管理体系 .....	110
10.5 项目 QA 计划的制订、审核及批准 .....	110
10.6 项目 QA 计划的发布 .....	111
10.7 项目 QA 计划的实施 .....	111
第 11 章 项目 QA 计划的内容 .....	112
11.1 项目管理 (a 组) .....	112

11.2 样品的采集和分析 (b 组)	118
11.3 评审 (c 组)	127
11.4 数据确认和适用性评价 (d 组)	128
附录 2-A 项目 QA 计划核查表	131
附录 2-B 项目质量保证计划汇总表	136
参考文献	142

### 第 3 篇 环境数据收集 采样设计指南

第 12 章 引言	145
第 13 章 采样设计概述	148
13.1 概述	148
13.2 采样设计的概念和术语	148
13.3 概率采样和判断采样	150
13.4 采样设计的类型	151
第 14 章 采样设计程序	155
14.1 概述	155
14.2 采样设计程序需要的信息	155
14.3 采样设计的步骤	158
14.4 采样设计的选择	159
第 15 章 判断采样	161
15.1 概述	161
15.2 适用范围	161
15.3 优势	161
15.4 限制	162
15.5 实施	162
15.6 与其他采样设计的关系	162
15.7 成功使用案例	163
15.8 失败的应用案例	163
第 16 章 简单随机采样	165
16.1 概述	165
16.2 适用范围	165
16.3 优势	165
16.4 限制	166
16.5 实施	166
16.6 与其他采样设计的关系	169
16.7 简单随机采样设计的样本容量表	169
16.8 例子	174
第 17 章 分层采样	177
17.1 概述	177

17.2 适用范围 .....	177
17.3 优势 .....	178
17.4 限制 .....	178
17.5 实施 .....	179
17.6 与其他采样设计的关系 .....	179
17.7 例子 .....	179
17.8 分层采样设计中的计算公式 .....	180
<b>第 18 章 系统/网格采样 .....</b>	<b>184</b>
18.1 概述 .....	184
18.2 适用范围 .....	185
18.3 优势 .....	186
18.4 限制 .....	187
18.5 实施 .....	188
18.6 与其他采样设计的关系 .....	189
18.7 应用实例 .....	190
<b>第 19 章 排序组合采样 .....</b>	<b>193</b>
19.1 概述 .....	193
19.2 适用范围 .....	195
19.3 优势 .....	195
19.4 限制 .....	196
19.5 实施 .....	197
19.6 例子 .....	198
19.7 排序组合采样设计的使用 .....	199
<b>第 20 章 自适应群集采样 .....</b>	<b>208</b>
20.1 概述 .....	208
20.2 适用范围 .....	208
20.3 优势 .....	209
20.4 限制 .....	209
20.5 实施 .....	210
20.6 与其他采样设计的关系 .....	212
20.7 例子 .....	212
20.8 自适应群集采样样本平均值及其方差的计算 .....	213
<b>第 21 章 混合采样 .....</b>	<b>219</b>
21.1 概述 .....	219
21.2 估计平均值的混合采样 .....	222
21.3 估计总体比例的混合采样 .....	228
21.4 识别二元特征的混合采样 .....	232
21.5 识别最高值单元的混合采样和复测计划 .....	238
21.6 计算混合采样的成本和方差的模型——用于估计平均值的混合采样 .....	239

21.7 混合采样估计总体比例的计算公式 .....	241
参考文献 .....	243

#### 第 4 篇 环境监测质量管理体系技术核查和相关的评审指南

前 言 .....	247
第 22 章 引言 .....	248
22.1 目的和概要 .....	248
22.2 与质量体系的关系 .....	248
22.3 适用范围 .....	249
22.4 适用对象 .....	250
22.5 术语 .....	250
22.6 本指南的结构 .....	251
第 23 章 技术核查和相关评审的应用 .....	252
23.1 概述 .....	252
23.2 技术核查或评审的目的 .....	253
23.3 核查或评审的权威性 .....	254
23.4 对评审员素质的要求 .....	255
23.5 对项目管理人员的评审 .....	257
23.6 经费 .....	258
第 24 章 技术核查和评审的一般步骤 .....	259
24.1 计划 .....	259
24.2 评审的实施 .....	264
24.3 评估 .....	270
24.4 评审报告 .....	271
24.5 纠正措施 .....	272
24.6 评审结束 .....	273
第 25 章 技术核查 .....	274
25.1 技术核查的类型 .....	274
25.2 准备就绪评审 .....	274
25.3 技术体系核查 .....	275
25.4 观察评审 .....	276
25.5 能力考核 (PE) .....	276
第 26 章 相关的评审 .....	278
26.1 相关评审的类型 .....	278
26.2 数据质量核查 (ADQ) .....	278
26.3 数据质量评估 (DQA) .....	279
第 27 章 评审对象指南 .....	280
27.1 预审 .....	280
27.2 准备评审 .....	280

27.3 参与评审 .....	281
27.4 评审报告草案的审查 .....	282
27.5 评审结果的保密性和发布 .....	282
附录 4 实验室测量系统的技术体系核查 TSA 检查表的范例 .....	283
参考文献 .....	286

## 第 5 篇 环境监测数据的审核和确认指南

前 言 .....	289
第 28 章 数据审核和数据确认的概述 .....	290
28.1 制定指南的目的和内容概要 .....	290
28.2 项目的数据审核和确认 .....	292
28.3 适用对象 .....	293
28.4 内容介绍 .....	293
第 29 章 数据审核 .....	294
29.1 引言 .....	294
29.2 数据审核的输入 .....	295
29.3 数据审核的执行 .....	296
29.4 数据审核的输出 .....	298
第 30 章 数据确认 .....	299
30.1 引言 .....	299
30.2 数据确认的输入 .....	300
30.3 数据确认的执行 .....	301
30.4 数据确认的输出 .....	303
第 31 章 数据的完整性 .....	305
31.1 背景 .....	305
31.2 实验室的不正当做法 .....	305
31.3 不正当的现场做法 .....	308
31.4 职业道德 .....	309
第 32 章 数据审核和确认方法 .....	310
32.1 数据审核方法 .....	310
32.2 数据确认工具和技术 .....	319
第 33 章 数据的适用性 .....	330
33.1 确定数据的适用性 .....	330
33.2 数据确认中运用专业判断 .....	330
33.3 重点数据确认 .....	331
33.4 数据质量评价 .....	332
33.5 总结 .....	332
附录 5 术语 .....	333
参考文献 .....	334

## 第 6 篇 环境数据质量评估指南

前 言 .....	337
引 言 .....	338
第 34 章 查阅项目目标和采样方案 .....	340
34.1 查阅项目研究目标 .....	341
34.2 将研究目标转换成统计术语 .....	341
34.3 制定不确定度的限制 .....	342
34.4 查阅采样方案 .....	342
34.5 输出 .....	343
第 35 章 进行初步数据审核 .....	344
35.1 审查质量保证 (QA) 报告 .....	344
35.2 计算基本统计量 .....	344
35.3 图形数据 .....	345
35.4 输出 .....	345
第 36 章 选择统计方法 .....	346
36.1 在二者之间选择: 假设检验 .....	346
36.2 估计参数的置信区间和容许区间 .....	347
36.3 输出 .....	347
第 37 章 审查统计检验的有效性 .....	348
37.1 执行假设检验 .....	348
37.2 制订替补计划 .....	348
37.3 纠正活动 .....	349
37.4 输出 .....	349
第 38 章 由数据得出结论 .....	350
38.1 执行统计方法 .....	350
38.2 得出研究结论 .....	350
38.3 假设检验 .....	350
38.4 置信区间 .....	351
38.5 容许区间 .....	352
38.6 评估采样设计的效果 .....	352
38.7 输出 .....	352
第 39 章 解释和交流检验结果 .....	353
39.1 数据的解释 .....	353
39.2 数据的充分性 .....	354
39.3 结论 .....	355
附录 6-A 常用的统计量 .....	357
附录 6-B 常用的假设检验 .....	359
附录 6-C 普遍使用的统计假设 .....	360