

附件 2



中华人民共和国国家标准

GB/T□□□□□-20□□

代替 GB 8999-1988, GB 11216-1989

---

## 电离辐射监测质量保证一般规定

General regulation of quality assurance for

ionizing radiation monitoring

(征求意见稿)

---

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部  
国家市场监督管理总局 发布

# 目 次

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 前 言.....                         | 6  |
| 1 范围.....                        | 7  |
| 2 规范性引用文件.....                   | 7  |
| 3 术语和定义.....                     | 7  |
| 4 质量体系.....                      | 9  |
| 5 质量保证计划.....                    | 9  |
| 6 组织机构和人员.....                   | 10 |
| 7 计量器具.....                      | 10 |
| 8 样品的质量控制.....                   | 11 |
| 9 分析测量中的质量控制.....                | 12 |
| 10 原始记录.....                     | 12 |
| 11 数据处理和监测报告.....                | 13 |
| 12 质量保证核查.....                   | 14 |
| 附录 A（资料性附录）数据处理.....             | 15 |
| 附录 B（资料性附录）低本底测量装置的泊松分布检验方法..... | 18 |

# 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国核安全法》，规范电离辐射监测质量管理，制定本标准。

本标准规定了电离辐射监测质量保证的一般原则。

本标准是对《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）和《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB 11216-1989）的修订。

《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）首次发布于1988年，原标准起草单位为中国原子能科学研究院。《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB 11216-1989）首次发布于1989年，原标准起草单位为中国原子能科学研究院。本次为第一次修订，本次修订的主要内容有：

——对以上二项标准进行了整合，合并为一项标准；

——对总体框架进行了一定调整，增加了标准目录、前言、质量体系部分的内容，原数据处理调整为数据处理与监测报告，原附录B几种控制图的编制方法与应用调整为附录B低本底测量装置的泊松分布检验方法；

——根据最新要求，增加了部分质量控制措施，增加了辐射环境空气自动监测站、海洋辐射环境监测的要求；

自本标准实施之日起，原《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）、《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB 11216-1989）废止。

本标准的附录A和附录B为资料性附录。

本标准由生态环境部核设施安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：浙江省辐射环境监测站、黑龙江省辐射环境监督站。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 电离辐射监测质量保证一般规定

## 1 范围

本标准规定了电离辐射（以下简称辐射）监测质量保证的一般原则，适用于环境及核设施电离辐射监测的质量保证工作。

核与辐射事故应急监测的质量保证工作可参照使用。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| HJ/T 61   | 辐射环境监测技术规范                |
| HY/T 235  | 海洋环境放射性核素监测技术规程           |
| HJ 630    | 环境监测质量管理技术导则              |
| HJ 493    | 水质采样 样品的保存和管理技术规定         |
| HJ 1009   | 辐射环境空气自动监测站运行技术规范         |
| GB/T 8170 | 数值修约规则与极限数值的表示和判定         |
| GB/T 4883 | 数据的统计处理与解释 正态样本异常值的判断与处理  |
| RB/T 214  | 检验检测机构资质认定能力评价 检验检测机构通用要求 |

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 辐射监测（以下简称监测） radiation monitoring

为评价或控制放射性辐射或放射性物质的照射，制定辐射监测计划并对剂量或污染所进行的测量及对测量结果的解释。

### 3.2 质量体系 quality system

为实施质量管理所需的组织机构、程序、过程和资源，在质量方面起指挥和控制组织作用的一个整体。其主要特性为系统性、全面性、有效性和适应性。

### 3.3 质量保证 quality assurance

指为了提供足够的信任表明实体能够满足质量要求，而在质量体系中实施并根据需要进行证实的全部有计划和有系统的活动。

### 3.4 质量控制 quality control

指为了达到质量要求所采取的作业技术或活动。

### 3.5 流出物监测 effluent monitoring

是指对流出物进行采样、分析或其他测量工作，以说明从核设施排到外环境中的放射性物质的特征。

### 3.6 常规监测 routine monitoring

指进行的监测与特定的操作不直接相关的监测。常规监测通常是在预先规定好的间隔时间内进行的，这种监测旨在确定条件是否适于继续进行操作和是否发生了需要重新评价操作条件的任何变化。

### 3.7 质量控制图 quality control chart

指以概率论及统计检验为理论基础而建立的一种既便于直观地判断分析质量，又能全面、连续地反映分析测定结果波动状况的图形，用于检查一个过程是否处于控制状态。

### 3.8 样品 sample

是指样本的个体：

- a. 可以对其进行一系列观测的一件具体的物体；
- b. 可以对其进行一系列观测的一定数量的物质；
- c. 可以是一次观测或者是一个定性或定量的观测值。

### 3.9 质量控制样品 quality control sample

指为了确定和控制分析测量中的不确定度而专门制备的样品，主要是指平行样品、掺标样品和空白样品。平行样品是指同时在同一地点采集、制备的具有相同组成和物理、化学特性的一组样品；空白样品是指除了不包含被测定的成分以外，其他都与待测样品完全相同的样品；掺标样品是指在空白样品中加入了已知量的待测放射性物质的样品。

### 3.10 核查 inspect

指根据对辐射监测的结果及所提供的证据进行检查，以确定监测结果是否符合质量要求，所制定的标准、规程、说明书、监测计划和行政管理及其它应用文件是否适当和完善，并确定它们是否被有效执行所进行的有计划的工作。

### 3.11 PDCA 循环 PDCA cycle

是指在质量管理活动中，要求把各项工作按照编制计划、实施计划、检查实施效果，然后将成功的纳入规范，不成功的留待下一循环去解决的工作方法，它是质量管理的基本方法。其含义是将质量管理分为四个阶段，即计划(plan)、执行(do)、检查(check)、处理(action)。

## 4 质量体系

4.1 辐射监测机构为实施质量管理，并使其实现和达到质量方针和质量目标，需建立由组织机构、程序、过程和资源构成，且具有一定活动规律的一个质量体系。建立质量体系时需遵循相关法规标准，并结合机构自身特点和质量管理八项原则。

4.2 质量体系应覆盖辐射监测活动所涉及的全部场所，固定场所、离开固定设施的现场、临时场所、可移动场所。

4.3 质量体系主要包含组织、文件控制、检测的分包、人员、设施和环境条件、设备、计量溯源性、服务和供给品采购、服务客户、投诉、不符合检测工作的控制、纠正措施和风险管理、改进、内部审核、管理评审、合同评审、检测方法与方法确认、抽样、检测样品的处置、记录控制、检测结果的有效性、结果报告、数据控制和信息管理要素。质量体系需文件化，主要包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格等文件。

4.4 辐射监测机构应当定期审查和完善质量体系，保证其基本条件和技术能力能够持续符合 RB/T 214 的相关规定和本单位质保要求，并确保体系有效运行。

## 5 质量保证计划

5.1 针对某项监测项目编制质量保证计划时应满足本单位质量体系的要求，应将质量保证贯穿于从监测方案制定到监测结果评价的全过程。监测方案必须包含有质量保证计划，以确保：测量设备具备所要求的计量特性（如准确度、稳定性、量程和分辨能力等）并得以适当的维护，测量与分析程序得以正确建立和执行，监测结果得以正确地记录、评价和妥善保管。

5.2 质量保证计划，必须对与质量保证有关的各种因素明确规定控制方法，至少包括采样及样品管理、监测过程控制、人员保证、仪器设备控制、设施和环境控制、方法控制、记录和结果报告等方面的内容。应根据监测类型和监测对象具体制订质量保证计划。

a. 监测类型可分为常规监测、操作监测和特殊监测。

b. 监测对象可分为个人监测（包括外照射个人监测、体内污染监测和皮肤污染监测）、工作场所监测（包括外照射辐射场监测、空气污染监测和表面污染监测）、环境监测（包括外照射辐射场监测，空气、水、土壤和动植物等介质中放射性核素的监测）、流出物监测等。

5.3 在制订质量保证计划时，一般应考虑如下方面：

a. 建立健全的辐射监测和质量保证机构，明确其职责；

b. 对监测（包括采样）依据的技术性文件和有关资料进行控制，以确保所使用的文件资料均为现行有效；

- c. 人员的选择、培训、监督、能力持续监控；
  - d. 监测仪器、试剂、标准物质和消耗性材料等的采购、验收、贮存和管理，以及对监测工作质量有影响的支持服务的控制；
  - e. 仪器和装备的质量及其维护和校准的频率；
  - f. 标准方法、标准器具、标准物质和参考辐射的应用与保持；
  - g. 监测过程中的质量保证措施；
  - h. 监测的结果必须能溯源到国家基标准；
  - i. 对监测工作中出现的不符合进行识别、评价、控制和改进的程序；
  - j. 必须证明监测结果与客观实际符合的程度已经达到和保持所要求的质量。
- 5.4 监测的全过程都必须有质量保证。监测全过程是指与给定的测量有关的所有信息、设备与操作等的组织准备直至测量结果的处理的各个环节。

## 6 组织机构和人员

- 6.1 针对辐射监测特点，建立组织机构，明确本单位质量体系建立、运行、维护和持续改进方面的责任、权力和工作程序。
- 6.2 在设置机构和规定职责时，必须考虑到：
- a. 辐射监测质量保证工作需覆盖监测过程中每个环节、所有工作人员。
  - b. 必须对监测机构或人员在贯彻执行质量保证计划时应有的责任和义务作出明确规定。
  - c. 当某项监测任务涉及到多个部门或单位、个人时，必须明确规定各方的责任和义务，并形成文件。

6.3 凡从事辐射监测和质量管理工作的人员，做到持证上岗。应通过培训、监督、能力持续监控等方式，确保这些工作人员达到并保持与其承担的工作相适应的水平。

## 7 计量器具

- 7.1 必须采用与监测目标相符的测量仪器和设备。
- 7.2 应对电离辐射监测计量器具定期实行强制检定或校准。
- 7.3 工作标准物质，应是有证标准物质或经过国家计量部门检定合格。
- 7.4 标准参考物质，应是一种均匀、稳定、具有放射性或化学计量特性的物质，其基体应与样品基体相同或相近，其放射性活度应与待测样品中的活度相近。
- 7.5 对流出物直接连续测量系统的定期检验可采用遥控检验源，用于检验仪器其工作状态

的检验源应具有良好的长期稳定性。

7.6 各种计量器具需进行定期维护、期间核查和稳定性控制，使其计量学特性维持在规定限度内。对分析测量仪器的最小可探测限每年至少核实一次。

7.7 定期对各类低本底计数装置进行泊松分布的检验，该类装置计数须满足泊松分布。泊松分布检验可与期间核查相结合，检验程序详见附录 B。

7.8 用低本底测量装置的空白计数率或标准物质的计数效率作质控图，检验分析测量装置性能的长期稳定性。

## 8 样品的质量控制

8.1 采集样品时应满足相应的规范要求。依据相关技术规范 and 标准制定采样计划，包括选择合适的采样地点和位置，避开一些有干扰的、代表性差的地点，选择合理的采样时间、采样频率和采样方式。

8.2 采样计划和程序主要是要保证采集到具有代表性样品并保持样品稳定。对于流出物样品，除在物理、化学特性上要与所排的流出物相同以外，在数量上也要正比于流出物中的放射性的含量，即使在特殊释放条件下，也要保证样品的代表性。对于水样，只有分析方法中有明确规定时，才能向清液或过滤后的样品中按 HJ 493 的规定加入化学稳定剂。

8.3 必须制定和严格遵守各类样品的采样、包装、运输、交接、验收、贮存和领用的详细操作程序。该程序除了规定技术方法、要求以外，还应包括具体的操作步骤、记录内容、格式、标签设置。样品在采集和运输过程中应防止样品被污染及样品对环境的污染。运输工具应合适，运输中应采取必要的防震、防漏、防雨、防尘、防爆等措施，以保证人员和样品的安全。采取预防措施，避免样品中放射性核素通过化学、物理或生物作用损失和偶然沾污等。

8.4 采样装置应以文件说明其对放射性核素的收集效率。一般应根据使用的实际条件用实验测定收集效率，如果使用条件与采样装置的生产厂家的测定条件相同或相近，也可采用厂家给出的数据。

8.5 采集的样品量应满足测量的需求，包括质控样品和备样。

8.6 采集平行样品的点位数量不低于总数的 10%。当采样点位较少时，采集平行样品的点位数量不得少于 1 个。

8.7 应有一定比例的留样备查，实验室应有明确规定不同类型留样的保存期。环境监测的固体样品应长期保存。

8.8 当样品是指一次观测或者是一个定性或定量的观测值时，如现场监测、 $\gamma$ 辐射连续测量



等，布点应严格遵循相关的标准和规范的要求。检查测量设备本身的抗干扰能力和稳定性，防止恶劣环境对连续监测系统的破坏和干扰。

## 9 分析测量中的质量控制

9.1 样品的预处理和分析测量方法必须有完备的程序文件。样品的预处理和分析测量方法应采用标准方法，或者经过鉴定和验证过的方法。如有必要，可制定相应的作业指导书，任何操作人员均不得擅自修改。

9.2 在分析测量的操作过程中应该注意防止样品之间的交叉污染。分析测量实验室和仪器设备，应按样品中放射性核素种类及活度浓度大小分级使用。

9.3 为了评定分析测量过程中产生的不确定度以便了解测量结果的分散性，在条件许可情况下应多分析测量质量控制样品（平行样品、掺标样品和空白样品）。

为了确定分析测量的精密度，应该分析测量平行样品，平行样品由尽可能均匀的样品来制备。

为了确定分析测量的准确度应该用与待测样品相同的操作程序分析测量相应的基准参考物质或掺标样品。分析测量中已确定的系统误差必须进行修正。

为了发现和量度样品在预处理、分析过程中的沾污和提供适当扣除本底的资料，应该分析测量空白样品。空白样品与待测样品同时进行预处理和化学分析。

9.4 分析测量的每种质量控制样品数不低于分析测量总样品数的 10%。而且应该均匀地分布在每批样品之中。若测量方法没有规定，平行样测量的相对偏差一般应控制在 15%以内，加标回收率一般应在 85%~115%之间，参考样品测量值的  $|En|$  值应不大于 1。

9.5 应该准确地配制载体和标准溶液，并根据其稳定性确定出使用期限或重新标定的期限。在采购、领用试剂时，要注意检查质量，不合格者一律不得使用。

9.6 尽量多参加能力验证、测量审核、实验室之间分析测量对比活动，对存疑和不满意结果应该分析、查明原因并采取纠正措施。

9.7 对分析测量装置的性能定期进行核查，操作步骤应严格按作业指导书实施，分析测量装置性能稳定性检验的结果应予以记录。空气自动监测站监测设备、采样设备、气象设备应每年至少进行一次期间核查。

9.8 流出物的现场连续测量，还应该定期从流出物中取样，在实验室里进行分析测量来检验、校正流出物连续测量系统的测量结果。

## 10 原始记录

10.1 原始记录应满足本机构质量体系中心记录控制程序的要求。所有质量活动和监测过程的技术活动的记录信息应确保其完整性、充分性和可追溯性，纸质记录和电子记录应安全储存。

10.2 每个样品从采样、预处理到分析测量、结果计算全过程中的每一步均需清晰、详细、准确记录，对每个操作步骤的记录内容和格式、记录的修改都应有明确、具体的规定。每个样品上都应贴上相应的不易脱落和损坏的标签或标记，为了追踪和控制每个样品的流动情况，还应该随样品一起转移的样品转移记录单，记录每个操作步骤的有关情况，有关工作人员也应在记录单上签名。海域海水样品的采样、运输、保存按 HY/T 235 规定执行。

10.3 当用计算机或自动设备对监测数据进行采集、处理时，对于手抄数据，应加以核查；对于光敏、热敏纸打印的数据，应复印后作为原始记录保存和管理；对于保存在仪器中的数据记录需定期备份至另外的数据贮存设备中安全保存，对备份的完整性应作检查。

10.4 记录需有记录人和复核人签字确认。

10.5 记录保存和使用

应分类建立监测资料档案和保管、使用等制度。应对不同类型监测的原始记录资料以及监测计划的结果规定适当的保存期限。一般而言环境质量监测、重点污染源监测的原始记录应永久保存，核查报告等质量保证记录应至少保存 6 年。重要数据和资料应复制分地保存。

## 11 数据处理和监测报告

11.1 监测人员对监测方法中的计算公式应正确理解，保证检测数据的计算和转换不出差错，计算结果应进行校核。如果监测结果用回收率进行校准，应在原始记录的结果中明确说明并描述校准公式。

11.2 数字修约遵守 GB 8170 的规定。检测结果的有效位数应与检测方法中的规定相符，计算中间所得数据的有效位数应多保留一位。小于检出限数值的处理方法应编制文件进行规定。异常值的判断与处理参照 GB/T 4883 或附件 A。

11.3 检测结果应使用法定计量单位。

11.4 对数据处理、计算中的假设、计算方法、原始数据、计算结果的合理性、一致性和准确性必须进行复核。对计算结果的复核，可以由两人独立地进行计算或者由未参加计算的人员进行核算。

11.5 采用计算机或自动化设备进行检测数据的采集、处理、记录、结果打印、储存、检索时，应建立和执行计算机数据控制程序，在数据的采集、转换、输入、传出、储存等过程中，

保证信息的完整性、数据处理过程的可溯性。数据处理的软件在投入使用前或修改后继续使用前需进行测试验证或检查，确认满足使用要求后方可运用。

11.6 检测机构应当在资质认定证书规定的检测能力范围内，依据相关标准或者技术规范规定的程序和要求，出具检验检测数据、结果，需给出测量不确定度时，按 GB/T 27418 评定测量不确定度。监测标准规范中对监测报告有格式、内容要求时应予满足。

## **12 质量保证核查**

12.1 应以文件规定内部和外部核查制度，检查质量体系运行情况、质量保证计划的执行情况，以便更好地实现质量管理的 PDCA 循环。这种核查可以由计划安排的进行，也可以是随机抽查。

12.2 负责核查的单位必须制订核查人员的资格审查标准。资格审查必须考虑下列几方面：

- a. 所核查领域内的专业知识、技术水平和工作经验；
- b. 有关法规、标准、工作程序和生产过程等方面的知识；
- c. 与所核查的监测工作没有直接关系；

12.3 直接从事监测工作的负责人员，不得介入挑选和确定内部核查人员的工作。

12.4 核查人员应写出核查结果书面报告，并抄送被核查单位负责人。被核查单位应根据核查中发现的问题采取整改措施，及时落实。必要时需采取改进措施。核查人员应确认核查中发现的问题是否得到有效整改，其结果应补充在核查报告中。

附录 A  
(资料性附录)  
数据处理

A.1 质量控制样品的测量和实验室间的测量比对的数据处理程序：

A.1.1 对各观测值严格按照数字修约规则进行数字修约。

A.1.2 对数据进行一致性检验—异常值的判断与处理：

A.1.2.1 检验程序一般包括：

- a. 根据所要检验的参数及其实际情况，选定适宜的检验规则；
- b. 确定检验异常值的统计检验的显著性水平 $\alpha$ ，简称检出水平，宜取值为 5%、1%；
- c. 根据 $\alpha$ 和观测值个数  $n$  确定统计量的临界值：将各观测值代入检验规则中求出统计量，所得值若超过临界值，则判断其为异常值。否则，就判断为“无异常值”。若检出了一个异常值，需再用相同的检出水平和检验规则，对判为异常值后余下的观测值继续检验，直到不能检出异常值为止。

A.1.2.2 处理异常值，一般方法为：

- a. 异常值保留在样本中参加其后的数据分析；
- b. 在找到原因时修正异常值；
- c. 剔除异常值（有时可追加适宜的观测值计入样本）。

A.1.2.3 异常值的剔除或修正：

- a. 任何异常值若无充分的技术上的、物理上的理由，则不得剔除或修正；
- b. 除有充分理由说明其异常外，还应表现为统计上的高度异常，才可剔除；
- c. 高度异常的检验：确定高度异常的统计检验的显著性水平 $\alpha^*$ ，简称剔除水平，其值小于检出水平 ( $\alpha^* < \alpha$ )。按上述检验程序和规则对异常值进行检验，以 $\alpha^*$ 代替 $\alpha$ 进行。剔除水平一般取 1%或更小。

A.1.2.4 被检出的异常值、被剔除或修正的观测值及其理由，应予记录，以备查询。

A.1.2.5 检验规则，本规定建议参照 GB/T 4883—2008《数据的统计处理与解释 正态样本异常值的判断和处理》。

所推荐的检验规则用于检验的样本诸观测值（或经过一定的函数变化后所得之值），除

个别异常值外，都来自同一正态总体或近似正态总体。

A.1.3 估计测量结果的系统误差（可以确定原因的误差）。

A.1.4 计算测量结果的标准偏差或变异系数。

样本标准偏差，是指对同一个被测量物理量的  $n$  次测量列，参数  $S$  表示它们的结果的离散程度，并由公式(A.1)给出：

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(A.1)$$

式中： $X_i$ ——第  $i$  次测量的结果，

$\bar{x}$ —— $n$  次测量结果的算术平均值。

标准偏差与算术平均的绝对值之比称为变异系数，有时可将比值表示为分数的形式。

a. 样本标准偏差不能与总体标准偏差相混淆，一个总体大小为  $N$  和平均值为  $\mu_r$  的总体标准偏差由公式(A.2)给出：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_r)^2} \dots\dots\dots(A.2)$$

b. 所研究的  $n$  次测量列作为一个总体的样本， $S$  即是总体标准偏差的一个估计值。

c. 表示式  $S/\sqrt{n}$  给出平均值  $\bar{x}$  相对于总体平均值  $\mu_r$  的标准偏差的估计值，表示式  $S/\sqrt{n}$  叫做平均值的样本标准偏差。

A.1.5 测量结果的表示 应考虑置信区间。若为正态分布的测量次数足够多时，结果可由公式 (A.3) 计算：

$$\text{结果} = \mu_r \pm K\sigma_r \dots\dots\dots(A.3)$$

式中： $\sigma_r$ ——总体平均值  $\mu_r$  的标准偏差 ( $\sigma_r = \sigma/\sqrt{N}$ )，

当  $1-\alpha=68.3\%$  时， $K=1$ ； $1-\alpha=95\%$ ， $K=2$ ； $1-\alpha=99.7\%$ ， $K=3$ 。

若测量次数少时，采用“学生氏”分布的  $t$  值，结果可由公式 (A.4) 计算：

$$\text{结果} = \bar{x} \pm tS_r \dots\dots\dots(A.4)$$

式中： $S_r$ ——测量列算术平均值  $\bar{x}$  的标准偏差 ( $S_r = S/\sqrt{n}$ )。

A.2 已知参考值质量控制样品测量和实验室间测量比对的能力评价原则：

$$E_n = \frac{x_{LAB} - x_{REF}}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{REF}^2}} \dots\dots\dots(A.5)$$

式中： $x_{LAB}$ ——参加实验室的测量结果；

$U_{LAB}$ ——参加实验室报告的扩展测量不确定度(k=2)；

$x_{REF}$ ——参考实验室的测量结果；

$U_{REF}$ ——参考实验室报告的扩展测量不确定度(k=2)。

将 En 值分为：

|             |       |
|-------------|-------|
| $En \leq 1$ | 满意结果  |
| $En > 1$    | 不满意结果 |

A.3 在常规监测中，数据处理程序可以简化。

A.4 必要时应用正态假设检验规则检验测量的质量，即检验一批观测值（或对观测值进行函数变换后的数值）是否来自同一正态总体。

附录 B  
(资料性附录)

低本底测量装置的泊松分布检验方法

B.1 计算统计量  $X^2$  值

可选一个工作日或一个工作单位(如完成一个或一组样品测量所需的时间)为检验的时间区间。在该时间区间内,测量  $n$  次相同时间间隔的计数。按下式计算统计量  $X^2$  值:

$$X^2 = (n-1)S^2/N$$

式中:  $n$ ——所测的次数;

$S$ ——按高斯分布计算的计数的标准差;

$N$ —— $n$  次计数的平均值,也是按泊松分布计算的计数的方差。

B.2 检验方法

建议:  $n-1$  取 30~60; 调节样品计数时间,使得  $N$  的数值在 400~600。

将算得的  $X^2$  与  $X^2$  分布的  $\alpha$  显著水平的分位数  $X^2_{(1-\alpha/2),df}$  和  $X^2_{\alpha/2,df}$  [ $\alpha$  为选定的显著性水平,如  $\alpha=0.05$  或  $0.01$ ;  $df$  为  $X^2$  的自由度,为  $n-1$ ] 进行比较,如  $X^2_{(1-\alpha/2),df} \leq X^2 \leq X^2_{\alpha/2,df}$ , 则表示可以  $1-\alpha$  置信区间判断:未发现该装置计数不满足泊松分布,没有理由怀疑该装置工作不正常;如  $X^2 < X^2_{(1-\alpha/2),df}$  或  $X^2 > X^2_{\alpha/2,df}$ , 则表示可以  $1-\alpha$  置信水平判断:该装置计数不满足泊松分布,有理由怀疑该装置工作不正常,应进一步检查原因。

$X^2$  分布的上侧分位数表见表 B.1。

表 B.1  $X^2$  分布的上侧分位数表

| $\alpha$<br>df | 0.995   | 0.99    | 0.975   | 0.95  | 0.05  | 0.025 | 0.01  | 0.005 | $\alpha$<br>df |
|----------------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 1              | 0.04393 | 0.03157 | 0.03982 | 0.003 | 3.84  | 5.02  | 6.63  | 7.88  | 1              |
| 2              | 0.100   | 0.0201  | 0.0506  | 0.103 | 5.99  | 7.38  | 9.21  | 10.60 | 2              |
| 3              | 0.717   | 0.115   | 0.216   | 0.352 | 7.81  | 9.35  | 11.34 | 12.84 | 3              |
| 4              | 0.207   | 0.297   | 0.484   | 0.711 | 9.49  | 11.14 | 13.28 | 14.86 | 4              |
| 5              | 0.412   | 0.554   | 0.831   | 1.145 | 11.07 | 12.83 | 15.09 | 16.75 | 5              |
| 6              | 0.676   | 0.872   | 1.237   | 1.635 | 12.59 | 14.45 | 16.81 | 18.55 | 6              |
| 7              | 0.989   | 1.239   | 1.690   | 2.17  | 14.07 | 16.01 | 18.48 | 20.3  | 7              |
| 8              | 1.344   | 1.646   | 2.18    | 2.73  | 15.51 | 17.53 | 20.1  | 22.0  | 8              |
| 9              | 1.735   | 2.09    | 2.70    | 3.33  | 16.92 | 19.02 | 21.7  | 23.6  | 9              |
| 10             | 2.16    | 2.56    | 3.52    | 3.94  | 18.31 | 20.5  | 23.2  | 25.2  | 10             |
| 11             | 2.60    | 3.05    | 3.82    | 4.57  | 19.68 | 21.9  | 24.7  | 26.8  | 11             |
| 12             | 3.07    | 3.57    | 4.40    | 5.23  | 21.0  | 23.3  | 26.2  | 28.3  | 12             |
| 13             | 3.57    | 4.11    | 5.01    | 5.89  | 22.4  | 24.7  | 27.7  | 29.8  | 13             |
| 14             | 4.07    | 4.66    | 5.63    | 6.57  | 23.7  | 26.1  | 29.1  | 31.3  | 14             |
| 15             | 4.60    | 5.23    | 6.26    | 7.26  | 25.0  | 27.5  | 30.6  | 32.8  | 15             |
| 16             | 5.14    | 5.81    | 6.91    | 7.96  | 26.3  | 28.8  | 32.0  | 34.3  | 16             |

| $\alpha$<br>df | 0.995 | 0.99  | 0.975 | 0.95  | 0.05  | 0.025 | 0.01  | 0.005 | $\alpha$<br>df |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 17             | 5.70  | 6.41  | 7.56  | 8.67  | 27.6  | 30.2  | 33.4  | 35.7  | 17             |
| 18             | 6.26  | 7.01  | 8.23  | 9.39  | 28.6  | 31.5  | 34.8  | 37.2  | 18             |
| 19             | 6.84  | 7.63  | 8.91  | 10.12 | 30.0  | 32.9  | 36.2  | 38.6  | 19             |
| 20             | 7.43  | 8.26  | 9.59  | 10.85 | 31.4  | 34.2  | 37.6  | 40.0  | 20             |
| 21             | 8.03  | 8.90  | 10.28 | 11.59 | 32.7  | 35.5  | 38.9  | 41.4  | 21             |
| 22             | 8.64  | 9.54  | 10.98 | 12.34 | 33.9  | 36.8  | 40.3  | 42.8  | 22             |
| 23             | 9.26  | 10.20 | 11.69 | 13.09 | 35.2  | 38.1  | 41.6  | 44.2  | 23             |
| 24             | 9.89  | 10.86 | 12.40 | 13.85 | 36.4  | 39.4  | 43.0  | 45.6  | 24             |
| 25             | 10.52 | 11.52 | 13.12 | 14.61 | 37.7  | 40.6  | 44.3  | 46.9  | 25             |
| 26             | 11.16 | 12.20 | 13.84 | 15.38 | 38.9  | 41.9  | 45.6  | 48.3  | 26             |
| 27             | 11.81 | 12.88 | 14.57 | 16.15 | 40.1  | 43.2  | 47.0  | 49.6  | 27             |
| 28             | 12.46 | 13.56 | 15.31 | 16.93 | 41.3  | 44.5  | 48.3  | 51.0  | 28             |
| 29             | 13.12 | 14.26 | 16.05 | 17.71 | 42.6  | 45.7  | 49.6  | 52.3  | 29             |
| 30             | 13.79 | 14.99 | 16.79 | 18.49 | 43.8  | 47.0  | 50.9  | 53.7  | 30             |
| 40             | 20.7  | 22.2  | 24.4  | 26.5  | 55.8  | 59.3  | 63.7  | 66.8  | 40             |
| 50             | 28.0  | 29.7  | 32.4  | 34.8  | 67.5  | 71.4  | 76.2  | 79.5  | 50             |
| 60             | 35.5  | 37.5  | 40.5  | 43.2  | 79.1  | 83.3  | 88.4  | 92.0  | 60             |
| 70             | 43.3  | 45.4  | 48.8  | 51.7  | 90.5  | 95.0  | 100.4 | 104.2 | 70             |
| 80             | 51.2  | 53.5  | 57.2  | 60.4  | 101.9 | 106.6 | 112.3 | 116.3 | 80             |
| 90             | 59.2  | 61.8  | 65.6  | 69.1  | 113.1 | 118.1 | 124.1 | 128.3 | 90             |
| 100            | 67.3  | 70.1  | 74.2  | 77.9  | 124.3 | 129.6 | 135.8 | 140.2 | 100            |