

附件3

# 《放射性物品运输容器跌落试验指南(征求意见稿)》编制说明

《放射性物品运输容器跌落试验指南》标准编制组

二〇二三年十月

# 目 录

1. 项目背景 .....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 工作过程 .....	1
2. 标准制订的必要性分析 .....	1
3. 国内外相关标准情况 .....	2
3.1 IAEA 跌落试验的规定 .....	2
3.2 美国跌落试验的规定 .....	6
3.2.1 法规要求 .....	6
3.2.2 美国能源部《放射性物品装运货包冲击试验指南》 .....	6
3.3 我国跌落试验的相关规定 .....	9
4. 标准制订的基本原则和技术路线 .....	9
5. 标准主要技术内容 .....	10
5.1 范围 .....	10
5.2 规范性引用文件 .....	10
5.3 术语和定义 .....	10
5.4 试验目的 .....	11
5.5 试验装置 .....	11
5.6 试验条件 .....	11
5.7 试验验收准则 .....	11
5.8 试验模型 .....	11
5.9 试验前和试验后检查 .....	12
5.10 试验测量 .....	12
5.11 试验记录 .....	12
5.12 试验数据分析 .....	13
5.13 试验程序 .....	13
5.14 试验报告 .....	14
6. 与国内外同类标准或技术法规的水平对比和分析 .....	14
7. 实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议 .....	14

## 1. 项目背景

### 1.1 任务来源

根据国家核安全局《核与辐射安全监管项目 2021 年申报指南》以及辐射源安全监管司核燃料与运输处工作任务安排，中机生产力促进中心承担《放射性物品运输容器跌落试验指南》的标准编制任务。随后，中机生产力促进中心组织相关技术人员成立编制组，撰写相关调研报告和本标准。

### 1.2 工作过程

2021 年 1 月，中机生产力促进中心成立《放射性物品运输容器跌落试验指南》编制组，开展放射性物品运输容器跌落试验相关标准的初步调研。

2021 年 3 月，编制组根据前期研讨和调研情况向核燃料处进行了开题汇报。

2021 年 12 月，编制组完成了《放射性物品运输容器跌落试验指南》标准草稿。

2022 年 3 月 23 日，编制组向辐射源安全监管司核燃料与运输处汇报了标准初稿的编制情况。

2022 年 5 月，编制组对标准初稿进行了修改和完善，主要补充和完善了比例模型试验的相关内容。

2022 年 9 月，编制组向辐射源安全监管司核燃料与运输处汇报了修改后标准初稿的编制情况。

2023 年 3 月，编制组进一步对标准初稿进行了修改和完善，主要补充和完善了编制说明。

2023 年 4 月，编制组开展了外部专家书面咨询，根据专家修改意见，最终形成了征求意见稿。

## 2. 标准制订的必要性分析

放射性物品运输是核能开发和核技术应用中普遍存在而且必不可少的一个重要环节，也是易发生事故，可能造成严重辐射危害和社会影响的薄弱环节。随着我国核电事业的发展以及核技术在工业、农业、军事、医学、科研等领域日益广泛的应用，放射性物品的运输越来越频繁。一方面对放射性物品运输的需求不

断扩大，另一方面运输放射性物品的品种和数量不断增加。

为了保障放射性物品运输的安全，我国先后颁布实施了多项法规文件。如：《放射性污染防治法》、《放射性物品运输安全管理条例》、《放射性物品运输安全许可管理办法》、《放射性物品分类和名录》、《放射性物品运输安全监督管理办法》等。

《放射性物品运输安全管理条例》主要对放射性物品运输容器的设计、放射性物品运输容器的制造与使用、放射性物品的运输等进行了规定。但是，放射性物品运输容器设计验证试验缺少必要的标准规范。

放射性物品运输容器跌落试验是验证容器结构设计的关键，美国《放射性物品运输容器冲击试验指南》为容器进行试验提供了指导，我国目前没有相应的指导文件。为了逐步完善我国放射性物品运输及其相关领域的法律法规标准规范体系，为放射性物品运输容器跌落试验鉴定提供技术指导，为监管部门审查放射性物品运输容器跌落试验鉴定等工作提供技术支持，亟需制定《放射性物品运输容器跌落试验指南》。

### 3.国内外相关标准情况

#### 3.1 IAEA 跌落试验的规定

国际现行的放射性物质运输条例为 2018 年修订的《放射性物质安全运输条例》(SSR-6)IAEA 系列标准丛书，作为国际间放射性物质运输的法律准则来使用，用以规范和保障放射性物质运输。如 No.TS-G-1.1(ST-2)、No.TS-G-1.2(ST-3)、安全丛书 No.112 等。

对 A 型货包要进行的试验内容包括：喷水试验、自由下落试验、堆积试验、贯穿试验。

对 B 型货包要进行的试验内容包括：喷水试验、自由下落试验、堆积试验、贯穿试验、力学试验（自由下落试验I、自由下落试验II、自由下落试验III）、耐热试验、水浸没试验。

对 C 型货包要进行的试验内容包括：喷水试验、自由下落试验、堆积试验、贯穿试验、力学试验（自由下落试验I、自由下落试验III）、击穿/撕裂试验、强化耐热试验、撞击试验。SSR-6 中关于跌落试验的要求汇总归纳如下：

(1) SSR-6 第 624 条规定：624. 必须把适合作为 2 型工业货包的货包设计成能满足第 623 条为 1 型工业货包所规定的要求。此外，若该货包接受第 722 条和第 723 条规定的试验，则它要能防止：(a) 放射性内容物的漏失或弥散；(b) 货包外表面上的最高剂量率提高 20% 以上。

(2) SSR-6 第 632 条规定：必须把盛装 0.1 千克或以上六氟化铀的每个货包设计成货包能满足下述要求：(b) 在六氟化铀无漏失或不弥散的情况下能承受住第 722 条规定的自由跌落试验；

(3) SSR-6 第 648 规定：必须把货包设计成在接受了第 719 条至第 724 条规定的试验时能防止：(a) 放射性内容物的漏失或弥散；(b) 货包任何外表面上的最高剂量率提高 20% 以上。

(4) SSR-6 第 651 规定：若为气体设计的 A 型货包接受第 725 条规定的试验，则该货包必须防止放射性内容物的漏失或弥散，为氙气或惰性气体设计的 A 型货包除外。

(5) SSR-6 第 659 规定：必须把货包设计成如果：(a) 经受第 719 条至第 724 条规定的试验，能使放射性内容物的漏失限制在每小时不大于  $10^{-6}A_2$ 。(b) 经受第 726 条、第 727(b)条、第 728 条和第 729 条规定的试验，以及：— 第 727(c)条规定的试验（货包质量不超过 500 千克，依据外部尺寸计算的总体密度不大于 1000 千克/立方米，放射性内容物的活度大于  $1000A_2$ ，且不是特殊形式放射性物质时）；或 — 第 727(a)条规定的试验（对所有其他货包而言）。(i) 它能保持足够的屏蔽能力，以保证在货包内的放射性内容物达到所设计的最大数量时，距货包表面 1 米处的剂量率不会超过 10 毫希沃特/小时。(ii) 它能使一周内放射性内容物的累积漏失限制在不大于  $10A_2$ （对氙-85 而言）和不大于  $A_2$ （对所有其他放射性核素而言）。

(6) SSR-6 第 671 规定：必须把货包设计成，如果该货包处于最大正常工作压力下并经受：(a) 第 719 条至第 724 条规定的试验时，它能将放射性内容物的漏失限制在每小时不大于  $10^{-6}A_2$ 。(b) 第 734 条规定的试验序列时：(i) 它能保持足够的屏蔽能力，以保证在货包内的放射性内容物达到所设计的最大数量时，距货包表面 1 米处的剂量率不会超过 10 毫希沃特/小时。(ii) 它能使一周内

放射性内容物的累积漏失限制在不大于 10A2（对氦-85 而言）和不大于 A2（对所有其他放射性核素而言）。

（7）SSR-6 第 717 规定：第 705 条、第 722 条、第 725(a)条、第 727 条和第 735 条规定的跌落试验用靶必须是一种具有下述特性的平坦的水平平面靶，即在受到试样冲击后靶的抗位移能力或抗形变能力的任何增加均不会明显地增加试样的受损程度。

（8）SSR-6 第 722 规定：自由跌落试验：试样必须跌落在靶上，以使拟试验的安全部件受到最严重的损坏：（a）从试样的最低点至靶的上表面的所测跌落高度不得小于表 14 中对可适用质量所规定的距离。该靶应满足第 717 条规定的要求。（b）对质量不超过 50 千克的矩形纤维板或木板货包，必须在单独试样的每个角进行高度为 0.3 米的自由跌落试验。（c）对质量不超过 100 千克的圆柱形纤维板货包，必须在单独试样每个边缘的每个四分之一方位进行高度为 0.3 米的自由跌落试验。

（9）SSR-6 第 724 规定：贯穿试验：必须把试样置于一个在试验中不会显著移动的刚直、平坦的水平面上：（a）必须使一根直径为 3.2 厘米、一端呈半球形、质量为 6 千克的棒跌落并沿纵轴竖直方向正好落在试样最薄弱部分的中心部位。这样，若贯穿深度足够深，则使包容系统受到冲击。该棒不得因进行试验而显著变形。（b）所测棒的下端至试样的上表面上预计的冲击点的跌落高度必须是 1 米。

（10）SSR-6 第 725 规定：一个试样或多个单件试样必须经受下述每一种试验，除非能证明某种试验对于所涉试样来说比其他试验更为苛刻。在后一种情况下，一个试样必须经受这种更为苛刻的试验：（a）自由跌落试验：试样必须跌落在靶上，以使包容受到最严重的损坏。从试样的最低部分至靶的上表面所测跌落高度必须是 9 米。该靶必须满足第 717 条规定的要求。（b）贯穿试验：试样必须经受第 724 条规定的试验，但跌落高度必须从第 724(b)条所规定的 1 米增至 1.7 米。

(11) SSR-6 第 726 规定：试样必须依次地经受第 727 条和第 728 条规定的试验的累积效应。继这些试验后，该试样或者另一单件试样还必须经受第 729 条和必要时经受第 730 条规定的水浸没试验的效应。

(12) SSR-6 第 727 规定：力学试验：力学试验包括三种不同的跌落试验。每一试样都必须经受第 659 条或第 685 条规定的可适用的跌落试验。试样经受各种跌落试验的次序必须遵循这样的原则，即在完成力学试验后，试样必须受到损坏，这种损坏将导致试样在随后的耐热试验中受到最严重的损坏：(a) 对于跌落试验 I，试样必须跌落在靶上，以使试样受到最严重的损坏，而从试样的最低点至靶的上表面所测跌落高度必须是 9 米。该靶必须满足第 717 条规定的要求。(b) 对于跌落试验 II，试样必须跌落在牢固地直立在靶上的一根棒上，以使试样受到最严重的损坏。从试样的预计冲击点至棒顶的端面所测跌落高度必须是 1 米。该棒必须由直径为  $15.0\pm 0.5$  厘米、长度为 20 厘米的圆形横截面实心低碳钢制成，除非更长的棒会造成更严重的损坏，而在后一种情况下，必须采用一根足够长的棒，才能造成更严重的损坏。棒的顶端必须是平坦而又水平的，其边缘呈圆角，圆角半径不大于 6 毫米。装有棒的靶必须满足第 717 条规定的要求。(c) 对于跌落试验 III，试样必须经受动态压碎试验，即把试样置于靶上，让 500 千克重的物体从 9 米高处跌落至试样上，使试样受到最严重的损坏。该重物必须是一块 1 米×1 米的实心低碳钢板，并以水平状态跌落。钢板的底面边缘和角必须呈圆弧状，圆角半径不大于 6 毫米。跌落高度必须从该板底面至试样最高点测量。搁置试样的靶必须满足第 717 条规定的要求。

(13) SSR-6 第 735 规定：击穿-撕裂试验：试样必须经受低碳钢制垂直实心探头的损坏效应试验。该货包样品和货包表面冲击点的取向必须是在第 734(a) 条规定的试验序列结束时造成最严重损坏的方向：(a) 必须把代表质量小于 250 千克货包的试样置于靶上并经受从意向冲击点上方 3 米高处跌落的质量为 250 千克探头的撞击。对于这种试验，探头必须是一根直径为 20 厘米的圆柱形棒，其冲击端为正圆锥截体：高 30 厘米、顶端直径 2.5 厘米，其边缘呈圆弧状圆角半径不大于 6 毫米。安放试样的靶必须符合第 717 条的规定。(b) 对于质量为 250 千克或以上的货包，探头的底部必须置于靶上，并且试样必须跌落在探头上。跌落高度，即从试样的冲击点至探头的上表面，必须是 3 米。这种试验所用的探

头必须具有如(a)规定的同样特性和尺寸，但探头的长度和质量必须是能对试样造成最严重损坏的。放有探头底部的靶必须符合第 717 条的规定。

(14) SSR-6 第 737 规定：冲击试验：试样必须经受一次以不小于 90 米/秒速度向靶的冲击，冲击的方向要使其受到最严重的损坏。该靶必须符合第 717 条的规定，但靶面可以朝着任何方向，只要该靶面垂直于试样通道。

## 3.2 美国跌落试验的规定

### 3.2.1 法规要求

美国与放射性物质运输相关的法规主要是 49CFR 173 和 10CFR71，其内容除 B 型货包事故工况下的试验项目外与 IAEA 的《放射性物质安全运输条例》(SSR6) 的要求基本一致。

### 3.2.2 美国能源部《放射性物品装运货包冲击试验指南》

#### 3.2.2.1 试验计划：

没有使用放射性内容物的遵章试验只能被认为间接证明。以许多不同方法的冲击试验程序的结果能用来间接证明遵章。因此，不同的冲击试验程序能有不同的目的，即使他们为了证明遵章的相同最终目标。一般地，试验程序根据他们的特定目的分成三组，即：探索(或开发)试验，遵章(或证明)试验，和基准试验。因为试验目的的不同，这些试验程序有显著不同的要求和试验计划。

开发试验组包括用于评价货包设计理念或获得冲击条件下货包行为的定性或定量理解的试验。试验结果经常用于支持货包设计遵章的要求。这种试验通常在基准试验或遵章试验的试验模型开发之前执行。为了证明基准试验和遵章试验的试验模型和计划是正当的，这些试验的主要目的是认定重要的物理现象和模型特征。这些试验通常不必满足特定的准则。试验结果甚至是定性的或相对的(例如：结果可能是视觉的和用于与从不同模型获得的结果比较)，只要它们提供有用的信息。

遵章试验组包括试图只通过试验证明货包遵章的整个试验大纲。明显地，在这些大纲中冲击试验应该使用原型模型(或样本)来进行。在模型的设计、组装和质量保证中与真实货包的任何偏离将要求正当的理由或适当的补偿。如在 1.2

节表明的，一个不可避免的偏离是在试验模型中使用非放射性模拟内容物。为容纳这个偏离，必须开发和使用等效的性能参数和验收准则来替代规程指定的限值，如对包容容器氦泄漏试验限值。理论上，在这组冲击试验中只有等效的性能参数需要测量。然而，实际上，经常需要其它测量以支持验收准则和试验条件的选择。对于大型的或复杂的货包，由于它们的制造和试验是昂贵的，所以特别需要附加测量，附加测量经常有助于减少试验次数和费用。

基准试验组包括用于证明用来阐明装运容器遵章的分析方法或模型是正当的整个试验大纲。用于这些试验大纲的试验模型不需要是原型的，且可以大大地简化的；它们只需保留支配货包的冲击响应的设计特征。例如，为获得货包冲击分析中使用的冲击减震器的力—偏转曲线，使用一个只包含拟试验的冲击减震器和代表货包其它部分的刚性质量的简化的货包模型可证明是正当的。有适当的正当理由，能使用局部模型和缩小比例模型。进而，试验条件的选择也不是至关重要的，只要他们能产生相同的货包冲击响应和失效模式，这样，分析方法和预测响应和失效的模型的能力能通过试验结果验证。冲击试验期间在几个位置的货包响应（加速度、表面应变等）的仪器测量对基准试验是必不可少的；结果必须与相应的分析结果比较以说明分析方法或模型的正当性。

鉴于试验计划取决于目的，以一组清晰地规定目的的计划是必要的。

#### 3.2.2.2 试验条件

一组完整的试验条件应包括初始条件和冲击条件。初始条件规定冲击试验前试验模型的物理和机械条件，应包括温度、内容物湿度（如果对材料性质重要的话）、变形（如果使用已损坏样品）和压力。冲击条件规定冲击发生时的动力学条件，它应包括下落高度、下落取向和试验模型冲击位置。初始条件和冲击条件都应在试验计划过程中选择。

试验计划的目的、货包设计和潜在的货包失效模式决定冲击试验条件的选择。如果试验计划包括遵章试验，应识别和试验最严厉的或损坏最严厉的试验条件。对于包括基准试验和开发试验的试验计划，在最严厉的条件下的试验是不必要的，因为它们不打算直接证明遵章。

为了找严厉的试验条件，应首先识别潜在的失效模式(或可能的失效情景)。然后，确认的失效模式的最不利的初始和冲击条件可以选择用来作为试验条件。对货包的与安全相关的组件都应考虑确认的失效模式，包括担负减小冲击、热或者负载压力对货包的影响，以及维持货包包容、屏蔽或次临界能力的所有组件。

货包材料的性质通常决定初始条件的选择，因为材料性质对温度和其它环境条件敏感。高和低的环境条件极端情况都应考虑，因为有时候结果很难预测。高温对材料的弱化有不利的影晌，但有利于减小冲击荷载的影响。低温具有相似的混合结果，它们使材料坚硬，但是增加冲击荷载，并且对于一些材料可能引起脆裂。对于像碳钢那种在低温下表现出显著的延展性降低的材料，低温限值应当作为严厉试验条件来考虑。对于性质取决于内容物湿度的材料，如减震器的木材，应考虑内容物湿度的极限。

冲击条件应根据它产生损坏的潜能来选择。冲击的损坏潜能不仅取决于冲击的强度，还取决于将冲击能量传递给货包可能的失效方式的效率。将最大能量传递给货包的易损部位的冲击应考虑为后备试验条件。每个失效模式可以有它自己的试验条件。例如，封闭螺栓分裂损坏的试验条件是在圆柱形货包底部向下冲击。圆柱壁局部弯曲失效的试验条件也许是倾斜或侧面冲击，冲击中由冲击力产生的弯曲动量可以对圆柱体的一个侧面造成很强的压缩。试验计划应认定用于选择每个试验条件的可能的失效模式，以便试验人员知道试验的目的并将他们检查和分析工作集中在所关注的范围。

应用本节认定的原理，下节提出欲考虑的一些严厉的冲击条件。

### 3.2.2.3 试验验收准则

试验验收准则由两部分组成。第一部分叫试验准则，第二部分叫标准。试验准则是性能限值(形变、损坏和泄漏等)，它们是用来评价试验结果和确定被试验的货包是否通过试验(或遵章)的参数。标准涉及为控制试验计划中各种操作而规定的所有工程规范、惯例和标准。应认定试验货包的制造和检查的标准，试验结果的测量，测量仪器的校准等标准。标准不直接决定试验货包的可接受性，但是它们会影响试验质量、可靠性，并因此影响试验结论的可接受性。

#### 3.2.2.4 试验模型

试验目的、可能的失效模式和货包的冲击行为决定试验模型的范围和细节。遵章试验模型应是原型的。用于基准分析的试验的模型应与分析的模型相同。不管什么目的，模型应包括由试验证明的对失效模式和冲击行为具有明显影响的货包的所有部件和零件。试验模型是昂贵的。如果能有正当的理由，鼓励使用部分的、简单化的和缩小比例的模型。即使遵章试验的原型模型也不需要包括对证明货包特有的性能不重要的所有的货包零件。可是，省略或简化需要认定和恰当地证明或补偿有关货包的性能。介绍了原型模型、部分模型、简化模型以及比例模型等试样模型需要考虑的内容。

#### 3.2.2.5 试验前和试验后检查

每个试验模型在每次冲击试验前和后都应检查。试验前的检查有两个目的：确保试验模型质量和证实模型的试验前状况。试验后检查通过比较试验前和试验后的状况评价模型的损坏。试验模型的质量保证对所有试验所必需的，尽管它的范围随冲击试验计划的目的而改变。对于遵章试验，试验模型应满足原型的所有质量保证要求以确保试验模型和原型具有相同的质量（或试验模型代表典型的产品货包）。对于基准试验和其它试验，试验模型仅需要表明具有适当的质量或与在同样的试验计划中所用的其它试验模型相似的质量。

### 3.3 我国跌落试验的相关规定

我国现行国家标准《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2019)等同采用了IAEA 安全标准丛书《Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material》(SSR6-2012)。其技术内容与所采用的国际标准完全一致。

GB/T 4587.5-1992 包装、运输包装件跌落试验方法：规定了运输包装件进行垂直冲击试验时所用设备主要性能要求、试验程序及试验报告等内容。主要包括试验原理、试验设备、试验程序、试验报告等主要章节。

## 4.标准制订的基本原则和技术路线

本次制定时遵循如下原则及技术路线：

- (1) 遵循 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》《国家环境保护标准制修订工作管理办法》以及其它标准的相关要求。

(2) 结合我国放射性物品运输容器设计实践，以 GB 11806《放射性物品安全运输规程》以及国际原子能机构（IAEA）Specific Safety Requirements No.SSR SSR-6: 2012 年版《放射性物质安全运输条例》对跌落试验鉴定的规定为依据，以美国能源部 UCRL-ID-121673《放射性物品装运货包冲击试验指南》为蓝本，编制本试验指南。

(3) 本标准制订相关条款与现已生效的其他相关标准之间保持一致。

(4) 力求普遍性和可操作性，以便于推广使用。

## 5.标准主要技术内容

本标准的正文共包括 14 个章节，分别为：范围、规范性引用文件、术语和定义、试验目的、试验装置、试验条件、试验验收准则、试验模型、试验前和试验后检查、试验测量、试验记录、试验数据分析、试验程序、试验报告。具体章节内容如下：

### 5.1 范围

本标准提供了放射性物品运输容器设计验证的跌落试验指南，规定了跌落试验的内容、方法、验收准则等技术要求。

本标准适用于放射性物品运输容器设计验证的跌落试验。

### 5.2 规范性引用文件

本标准第 2 章为规范性引用文件，引用了以下标准：

- GB 11806 放射性物品安全运输规程
- GB/T 2298 机械振动、冲击与状态监测词汇
- GB/T 4857.5 包装 运输包装件跌落试验方法
- GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

### 5.3 术语和定义

本标准第 3 章中给出了跌落高度、提升设备和释放装置的术语定义。

## 5.4 试验目的

跌落试验是为了验证容器经受正常运输条件和运输事故条件的能力，检验其包容、热、屏蔽、临界安全方面的性能。根据他们的试验跌落试验目的可分为开发试验、遵章试验和基准试验。。

## 5.5 试验装置

对刚性靶、贯穿棒、击穿棒、提升装备和释放装置的技术要求进行了描述和规定。

## 5.6 试验条件

试验条件应包括初始条件和冲击条件，初始条件和冲击条件都应在制定试验方案过程中选择。初始条件规定跌落试验前试验模型的物理和机械条件，应包括温度、内容物湿度（如果对材料性质重要的话）、变形（如使用已损坏试验容器）和内压。冲击条件规定冲击发生时的动力学条件，应包括下落高度、下落姿态和试验模型冲击位置。同时对也给出了最严苛试验条件应考虑的因素。

## 5.7 试验验收准则

对于各种放射性物品运输容器跌落试验时对应的包容、热、屏蔽、临界准则遵照 GB11806 的规定执行，本章主要规定了跌落试验中制订验收准则需要考虑的因素。试验验收准则由两部分组成。第一部分叫试验准则，第二部分叫标准。试验准则是性能限值（形变、损坏和泄漏等），它们是用来评价试验结果和确定被试验的容器是否通过试验的参数。标准涉及为控制试验方案中各种操作而规定的所有工程规范、惯例和标准，应确定试验容器的制造和检查的标准，试验结果的测量，测量仪器的校准等标准。

## 5.8 试验模型

试验目的、可能的失效模式和容器的冲击行为决定试验模型的范围和细节。遵章试验模型应是原型的。用于基准分析的试验的模型应与分析的模型相同。不管什么目的，模型应包括由试验证明的对失效模式和冲击行为具有明显影响的容

器的所有部件和零件。规定了原型模型、部分模型、简化模型和比例模型等相关要求。其中比例模型是综合考虑了 SSG-26、美国货包手册等相关资料的规定。

### 5.9 试验前和试验后检查

试验前的检查有两个目的：确保试验模型质量和证实模型的试验前状况。试验后检查通过比较试验前和试验后的状况评价模型的损坏。试验模型的质量保证对所有试验是必需的。质量保证的范围随跌落试验目的不同而调整。对于遵章试验，试验模型应满足原型的所有质量保证要求以确保试验模型和原型具有相同的质量（或试验模型代表典型的产品容器）。对于基准试验和其它试验，试验模型仅需要表明具有适当的质量或与在同样的试验方案中所用的其它试验模型相似的质量。

### 5.10 试验测量

跌落试验期间所做的测量按照其目的可以分组如下：

- (1) 核实容器初始条件的测量（温度、内部压力等）；
- (2) 核实冲击条件的测量（冲击速度、冲击角度和位置）；
- (3) 显示冲击的严重程度或强度的测量（刚性体加速度或容器冲击力）；
- (4) 满足试验方案特定需要的测量（加速度、应力、应变或容器指定位置的形变）；
- (5) 获得对冲击期间容器行为附加认识的测量（加速度、应力、应变或选定位置的变形）。

前三组测量是每个试验所必需的。第四组的测量次数随试验方案的目的而改变，第四组测量的一般规则是应按要求直接测量。第五组的测量目的是获得对容器冲击响应的详细、精确和定量的描述。

### 5.11 试验记录

试验记录应尽可能的完整和准确。任何与原始的试验模型、试验方案和试验程序的偏离都应记录下来，并应给出变化的原因和正当的理由。应当评价变化对试验操作和结果可能的影响，并修订试验程序以适应此种变化。一组完整的冲击试验记录应包括试验模型设计、试验前检查报告、试验前测量、试验条件、试验程序、试验测量、试验后检查报告和试验后测量。

## 5.12 试验数据分析

### 试验数据分析的目的：

- (1) 确定数据的可靠性；
- (2) 从试验模型提取合乎需要的冲击信息；
- (3) 根据提取的信息评价容器的安全性能。

### 在数据分析中，分析者应使用以下方法发现潜在的数据可靠性问题：

- (1) 检查个别数据以识别不合理或意外的行为；
- (2) 比较相似的数据以发现不一样的行为；
- (3) 比较有关的数据以发现不相关或不可解释的行为；
- (4) 重复同样的测量以确定可能的错误或数据分散的大小。

## 5.13 试验程序

试验方案应编成文件并由详细的试验程序补充。试验程序为试验操作员提供精确的指导。试验程序应包括每个主要步骤的逐步说明：

- (1) 试验模型的制造和准备；
- (2) 试验模型的质量保证检查；
- (3) 试验模型的验收试验；
- (4) 试验设备和仪器的校准；
- (5) 试验模型上传感器的安装；
- (6) 设备和仪器的配置；
- (7) 试验前的测量；
- (8) 跌落试验装置；
- (9) 仪器测量的记录；
- (10) 试验模型的试验后检查；
- (11) 试验后的测量；
- (12) 试验后的验收试验；
- (13) 试验记录的保存；
- (14) 试验数据的精简或分析。

试验程序应充分详细地说明操作以确保质量。

## 5.14 试验报告

运输容器的跌落试验方案可能产生大量的试验数据和记录。为简化数据报告，每个试验操作可以有它自己的报告。所有的报告提供有价值的详细信息，并用来编制试验方案的最终报告或总结报告。最终报告应主要包括为跌落试验目的提供证据的信息。

试验报告应包括但不限于下列内容：

- (1) 内容物的名称、规格、型号、数量等；
- (2) 试验容器的数量；
- (3) 详细说明：运输容器的名称、结构、尺寸；
- (4) 试验容器和内容物的质量；
- (5) 试验容器的试验项目、试验顺序和跌落次数；
- (6) 详细说明试验容器的下落姿态和下落高度；
- (7) 试验所用设备；
- (8) 试验结果的记录，以及在试验中观察到的任何有助于正确解释试验结果的现象；
- (9) 试验日期、试验人员签字、试验单位盖章。

## 6.与国内外同类标准或技术法规的水平对比和分析

本标准是与《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）配套的标准，规定了放射性物品运输容器设计验证跌落试验的内容、方法等技术要求。

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》，防治放射性物质污染，保障人体健康，保护环境，规范放射性物品运输容器跌落试验的设计验证工作，制定本标准。

GB/T 4587.5-1992 包装、运输包装件跌落试验方法：规定了运输包装件进行垂直冲击试验时所用设备主要性能要求、试验程序及试验报告等内容。但该标准不是针对放射性物品运输容器，同时该标准没有规定跌落试验实施过程中的具体原则。

## 7.实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议

本标准的制定，是为了贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》，防治放射性物质污染，保障人体健康，保护环境的要求，规范放射性物品运输容器跌落试验的实施，以更好的满足法规和标准的要求。