

HJ

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1385—2024

HJ 1385—2024

放射性物品运输容器提升装置和栓系 装置安全要求

Safety requirements of lifting and tie-down devices of packaging for
radioactive material

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2024-12-23 发布

2025-01-01 实施

生态环境部 发布

目 次

前言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 设计	2
4.1 总则	2
4.2 设计要求	2
4.3 设计载荷	3
4.4 设计分析方法	4
4.5 材料要求	4
5 制造	4
5.1 制造要求	4
5.2 制造检验	5
5.3 验收试验	5
6 维护	6
6.1 概述	6
6.2 定期检查内容	6
6.3 定期试验内容	6
6.4 部件更换和维修	6

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》，防止放射性物质污染，保障人体健康，保护生态环境，规范放射性物品运输容器提升装置和栓系装置的安全管理，制定本标准。

本标准是对《放射性物品安全运输规程》(GB 11806)标准有关要求的细化，规定了放射性物品运输容器提升装置和栓系装置在设计、制造和维护等方面的安全要求。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：中机生产力促进中心有限公司、中广核铀业发展有限公司

本标准由生态环境部 2024 年 12 月 23 日批准。

本标准自 2025 年 1 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。



放射性物品运输容器提升装置和栓系装置安全要求

1 适用范围

本标准规定了放射性物品运输容器(以下简称“运输容器”)提升装置和栓系装置在设计、制造和维护等方面的要求。

本标准适用于对固定在运输容器上的提升装置和栓系装置的设计、制造和维护进行的安全评价。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用标准,仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的,新文件适用于本标准。

GB 11806 放射性物品安全运输规程

HJ 1187 放射性物品运输核与辐射安全分析报告书格式和内容

HJ 1201 放射性物品运输容器防脆性断裂的安全设计指南

NB/T 20002 压水堆核电核岛机械设备焊接规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

提升装置 lifting devices

用于搬运运输容器的承载装置,如:耳轴系统。

3.2

栓系装置 tie-down devices

用于将运输容器固定在运输工具上且与运输容器本体连接的装置。

3.3

承载部件 load-bearing member

运输容器的提升装置和栓系装置承载时,应力状态发生变化的部件。

3.4

双承载路径提升装置 dual-load-path lifting device

提升装置提升货包的两条不同承载路径,每条路径都能够独立提升货包,两条路径同时工作时,货包不会因单个部件失效导致其发生不受控制的移动。

3.5

最大提升质量 maximum lifting mass

提升过程中由提升装置承载的最大质量。

3.6

运输总质量 total transporting mass

运输过程中由栓系装置承载的最大质量。

3.7

应力设计系数 stress design factor

承载部件材料的应力限值与实际承受应力之比。

4 设计

4.1 总则

4.1.1 提升装置和栓系装置可通过焊接、螺栓连接、螺纹连接或这些方法的组合,以及其他连接方式与运输容器本体固定。

4.1.2 设计单位应根据需要确定提升装置和栓系装置的表面粗糙度要求,结构应避免孔洞、空腔,保证截面连续性,便于去污冲洗,特殊要求除外。

4.1.3 提升装置和栓系装置应满足以下相关要求:

- a) 应确保货包上的提升装置按预期的方式使用时不会失效,即使在提升装置失效时,也不会削弱货包满足 GB 11806 其他要求的能力。设计时还应考虑相应的安全系数,以适应突然起吊情况。
- b) 应把货包上的任何栓系装置设计成在正常运输条件和运输事故条件下其受力均不会降低该货包满足 GB 11806 要求的能力。
- c) 提升装置和栓系装置的设计应满足 GB 11806 规定的温度范围内的要求,此外应考虑热应力的影响,除非已从设计上避免了运输工具与运输容器热膨胀差导致的额外载荷。

4.1.4 设计的提升装置应尽量将货包重量载荷均匀分布在所有承载连接点上。

4.1.5 设计单位应明确提升装置和栓系装置表面的涂层要求。有色金属或合金钢,如铝、不锈钢或镍合金,不应涂装,确需涂装应经采购方同意,并考虑材料兼容性。

4.2 设计要求

4.2.1 提升装置

4.2.1.1 一般要求

提升装置应对每条承载路径的承载能力进行评价,每条承载路径承载部件承受三倍最大提升质量时,不应产生超过其结构材料屈服强度的应力;承受五倍最大提升质量时,不应产生超过其结构材料抗拉强度的应力。

当使用屈服强度超过其抗拉强度 80% 的材料时,每种提升工况都应特殊考虑上述应力设计系数是否足够,并确保材料具有足够的断裂韧性。

4.2.1.2 大型乏燃料运输容器提升装置附加要求

4.2.1.2.1 采用增大应力设计系数的单承载路径提升装置时,应使承载部件承受六倍最大提升质量时,不产生超过其结构材料屈服强度的应力;承受十倍最大提升质量时,不产生超过其结构材料抗拉强度的应力。

4.2.1.2.2 采用双承载路径提升装置时,应使每条承载路径承载部件承受三倍最大提升质量时,不产生超过其结构材料屈服强度的应力;承受五倍最大提升质量时,不产生超过其结构材料抗拉强度的应力。

4.2.1.2.3 如果双承载路径之一失效,货包的重量会从一条承载路径转移到另一条承载路径,所有部件强度设计应充分考虑各种可能的应力增加。

4.2.2 栓系装置

栓系装置应能够承受常规运输条件下的最大力,并且在货包及栓系装置的任何部件上产生的应力不超过其材料的屈服强度,该要求不适用于局部应力集中的情况。

4.2.3 脆性断裂

当材料、焊缝、热影响区在低温下易发生脆性断裂时,应按照 HJ 1201 的有关要求进行防脆性断裂评价。

4.2.4 疲劳分析

4.2.4.1 寿期内需要多次提升、运输的容器,应考虑循环载荷引起的疲劳效应。

4.2.4.2 疲劳分析时应考虑峰值应力、局部结构不连续等造成的疲劳强度减弱,以及所用材料的设计疲劳曲线。

4.2.4.3 在假定可能疲劳失效的情况下,设计时应考虑定期对提升装置和栓系装置进行检验试验的可行性,并在运输容器维护大纲中规定适当的检验试验方法。

4.3 设计载荷

4.3.1 提升装置载荷

设计单位可以考虑在运输容器上使用不同数量的承载部件,以满足不同的提升要求。当四个(或更多)承载部件共同受力时,在没有充分证据的情况下,应认为载荷仅由两个对角的承载部件承担。

设计单位应确定所有允许的提升工况,并对工况进行定义,包括:

- a) 最大载荷;
- b) 载荷方向;
- c) 部件承载面积;
- d) 承载部件数量。

4.3.2 栓系装置载荷

设计单位可以考虑在运输容器上使用不同数量的承载部件,以满足不同的运输要求。

设计单位应考虑运输过程中所有合理可预见的运输容器装载方向,以确定最严苛的载荷组合,并应对每个载荷工况进行定义,包括:

- a) 最大载荷;
- b) 载荷方向;
- c) 部件承载面积;
- d) 承载部件数量。

施加的最大载荷应为货包最大质量乘以 HJ 1187 规定的加速度因子。在充分论证的条件下,也可使用其它加速度因子,同时也需要考虑重力加速度的影响。

4.3.3 疲劳分析的载荷循环

设计单位应考虑由于运输、提升或两者结合时的循环载荷引起的疲劳效应,疲劳分析应考虑提升装置和栓系装置的使用寿命以及运输、提升操作的载荷组合。

由于不可能规定通用的有效载荷周期,因此必须根据所要求的运输方式以及预计运输周期和次数来确定。除了实验测定运输周期外,还可参考已公布的测量数据。

4.3.4 螺栓预紧力

如果提升装置和栓系装置含有螺栓,设计单位应根据螺栓连接类型和受力方式,确定螺栓的拧紧力矩,以避免在操作和运输过程中螺栓的松动和过载。螺栓的预紧力会因装配方法、温度变化等因素不同。

4.4 设计分析方法

4.4.1 提升装置和栓系装置的设计分析应包括强度分析和疲劳分析。如有必要,应考虑脆性断裂和结构稳定性等问题。

4.4.2 设计分析方法有以下几种:

- a) 解析法;
- b) 有限元分析;
- c) 二者的结合。

4.5 材料要求

4.5.1 提升装置和栓系装置宜采用耐腐蚀钢。如果采用碳钢为基体的不锈钢堆焊层,在进行结构强度分析时,堆焊层不承担结构强度。

4.5.2 如果提升装置和栓系装置使用铁素体钢,应确保材料具有足够的延展性和韧性。

4.5.3 应考虑提升装置和栓系装置与运输容器接口配合和材料的兼容性。

4.5.4 如果需要对提升装置和栓系装置材料进行晶间腐蚀试验,设计单位应规定试验相关要求。

4.5.5 提升装置和栓系装置的材料应避免腐蚀,包括应力腐蚀开裂,需要注意的事项包括但不限于:

- a) 装载环境;
- b) 运输或贮存期间的的环境条件;
- c) 螺栓润滑脂、密封剂;
- d) 原电池反应;

4.5.6 与易受应力腐蚀开裂材料(如不锈钢)接触的材料(胶带、记号笔、液体渗透剂等)中所含卤素浓度应少于250 ppm。

5 制造

5.1 制造要求

5.1.1 在研磨、切割或用钢丝刷清理不锈钢时,应注意工具材料与不锈钢的兼容性,防止外来金属附着或嵌入不锈钢表面。

5.1.2 不锈钢热切割时,禁止使用铁粉,以防止不锈钢成分发生变化。

5.1.3 对于焊接的提升装置和栓系装置,应规定所有基体材料和填充金属,焊接工艺评定可参照NB/T 20002系列标准或其他等效标准执行。

5.1.4 初始制造后不进行定期检查或拆卸的机械接头四周应进行密封焊接。

5.1.5 必须标记的材料应采用不会导致有害污染或明显不连续的方法进行标记。如果设计要求不禁止冲压,则应通过钝头模具冲压完成。

5.1.6 制造单位需要根据规定的螺栓拧紧顺序和拧紧力矩范围,施加合适的拧紧力矩,直至最终拧紧螺栓。

5.1.7 对于螺栓固定的提升装置和栓系装置,应增加螺栓防松要求和防锈措施,以避免操作环境的影

响,如设置密封盖或涂抹密封剂。

5.2 制造检验

5.2.1 尺寸和外观检查

应对提升装置和栓系装置进行检查,以确保符合设计图纸要求,包括但不限于以下内容:

- a) 特征尺寸和公差;
- b) 表面粗糙度;
- c) 螺栓和螺纹孔的螺纹测量。

5.2.2 无损检验

5.2.2.1 无损检验项目和验收要求应满足设计文件以及NB/T 20002或其他等效标准的要求。

5.2.2.2 在进行任何承载部件重要制造活动之前,应对所有材料进行100%超声检验或100%射线检验。如果在制造过程中进行热处理,则应在热处理之后进行100%无损检验。

5.2.2.3 应在最终机加工后对提升装置和栓系装置组件进行进一步的100%渗透检验或100%磁粉检验。

5.2.2.4 对于通过焊接连接的提升装置和栓系装置,在完成提升装置和栓系装置的焊接或任何涉及热的后续处理工艺(如消除应力、灌铅)后,应对焊缝和热影响区进行100%超声检验,如果无法进行100%超声检验,在焊接过程中应进行逐层100%渗透检验。

5.3 验收试验

5.3.1 一般运输容器提升装置验收试验

5.3.1.1 静载试验

一般运输容器提升装置静载试验要求为:

- a) 每一条承载路径应承受至少1.25倍的最大提升质量。
- b) 将运输容器提升至规定位置后载荷保持时间不低于10 min。
- c) 目视检查时不允许有可见的变形,试验前、后均应对提升装置及其接合部位按照设计文件或NB/T 20002的要求进行表面100%渗透检验或100%磁粉检验。
- d) 对于螺栓连接的提升装置,还应在静载试验后重新检查螺栓的拧紧力矩。

5.3.1.2 动载试验

一般运输容器提升装置动载试验要求为:

- a) 每一条提升路径应承受至少1.1倍的最大提升质量,将运输容器往复提升3次,提升行程和提升速度由设计单位根据实际情况自行确定。
- b) 目视检查时不允许有可见的变形,试验前、后均应对提升装置及其接合部位按照设计文件或NB/T 20002的要求进行100%渗透检验或100%磁粉检验。

5.3.2 大型乏燃料运输容器提升装置验收试验

大型乏燃料运输容器验收试验应按照下列之一进行:

- a) 如果设计单位按照4.2.1.2.1节进行设计,验收试验应按照5.3.1.1节进行,但试验载荷等于最大提升质量的3倍。
- b) 如果设计单位按照4.2.1.2.2节进行设计,验收试验应按照5.3.1.1节进行,其中,双承载路径

提升系统中的每条路径都应单独进行试验,试验载荷等于最大提升质量的 1.5 倍。

6 维护

6.1 概述

6.1.1 设计单位应编制维护大纲,运输容器所有者按照维护大纲对提升装置和栓系装置进行维护。

6.1.2 针对只使用一次的运输容器,无需制定维护大纲。

6.1.3 维护包括定期检查、定期试验、零部件更换和维修。

6.1.4 设计单位应确保环境、材料和应力的共同作用不会造成提升装置和栓系装置应力腐蚀开裂,如果无法避免,设计单位应规定检查和维修要求。

6.2 定期检查内容

6.2.1 应检查提升装置和栓系装置表面,以确保不存在裂纹和腐蚀等情况。

6.2.2 应检查与连接螺栓配合的运输容器本体的内螺纹以及重复使用的连接螺纹,以确保能够将提升装置和栓系装置固定在运输容器预定位置。

6.2.3 应检查提升装置和栓系装置主要特征尺寸,以确保符合使用限制。

6.2.4 如果提升装置和栓系装置设计中包括密封区域,则应对这些区域进行检查,以确保密封区域的完整性。如果可行,应考虑对密封件进行功能试验。

6.3 定期试验内容

6.3.1 运输容器提升装置的每条承载路径,原则上需要每年进行一次静载试验,周期最长不超过 14 个月,试验按照 5.3.1.1 节的要求进行;如果表面清洁度和条件允许,也可以对承载焊缝和危险区域进行尺寸检查和无损检验来代替载荷试验。

6.3.2 如果提升装置和栓系装置长期未使用,则无需进行定期试验,在使用之前进行试验即可。

6.4 部件更换和维修

6.4.1 应考虑在特定周期内更换在用部件,如耳轴或连接螺栓。

6.4.2 应拆除并更换已损坏的部件,更换部件后的提升装置和栓系装置性能应满足设计要求,当更换主要部件时,应按照 5.3 节进行验收试验。螺栓的更换应按照维修大纲实施。

6.4.3 经过重大维修或设计变更后,再次使用前应按照 5.3 节进行验收试验。重大维修或变更是指其中承载构件在经受 150 °C 以上的加热条件下进行的维修或设计变更,如更换或去除大量金属,表面修复和金属塑性变形等除外。