

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD23-2018



中国船级社

辐照核燃料运输船检验指南 2018

生效日期：2018年11月1日

北京

目录

第 1 章	通 则	1
第 2 章	入级与检验	2
第 3 章	稳 性	4
第 4 章	消 防	5
第 5 章	轮 机	6
第 6 章	船体结构	8
第 7 章	货物系固布置	9
第 8 章	电 气	10
第 9 章	辐射防护	12

第 1 章 通 则

1.1 适用范围

1.1.1 本指南是以国际海事组织《国际船舶装运密封装辐照核燃料、钚和高放射性废物规则》（INF 规则）及其修正案的技术要求为基础，为申请加入 CCS 船级的辐照核燃料运输船满足入级条件，或申请 CCS 根据船旗国主管机关授权签发适装证书或符合声明的检验而制定。

1.1.2 拟入 CCS 船级并取得本指南第 2 章所述附加标志的辐照核燃料运输船，除满足本指南的要求外，还应符合 CCS《钢质海船入级规范》和《材料与焊接规范》的相关要求。辐照核燃料运输船的稳性和消防是船舶入级的条件，应满足本指南第 3 章和第 4 章的要求，或经确认满足船旗国主管机关的要求。

1.1.3 申请 CCS 签发船舶载运 INF 货物的适装证书或符合声明时，船舶应符合本指南和船旗国主管机关的要求。

1.1.4 本指南适用船舶应满足国际海事组织《国际海运危险货物规则》（IMDG 规则）中对船舶装运第 7 类危险货物的相关要求。

1.2 定义

1.2.1 主管机关：系指辐照核燃料运输船的船旗国政府；

1.2.2 INF 货物：系指按 IMDG 规则中第 7 类货物装运要求的“辐照核燃料”、“钚”和“高放射性废物”的包装件。

1.2.3 辐照核燃料：系指包含曾用于维持自持式链式反应的铀、钚和/或钚同位素的材料。

1.2.4 钚：系指经过后处理由辐照核燃料提取出的材料的同位素混合物；

1.2.5 高放射性废物：系指在辐照核燃料后处理设施中，在第一阶段提取系统操作中产生的液体废物，或在后续提取阶段产生的浓缩废物，或上述液体废物转化为的固化体；

1.2.6 辐照核燃料运输船：系指载运 INF 货物的船舶；

1.2.7 货物处所：系指由船体结构围蔽的载运 INF 货物的处所；

1.2.8 泄漏：系指由于 INF 货物密封包容性能减弱或失效造成的放射性核素的漏出；

1.2.9 推进机械：系指为驱动推进器而提供机械能的装置，如柴油机、透平、电动机等；

1.2.10 转向系统：系指用于控制船舶运动方向的系统，包括舵和操舵装置等；

1.2.11 推进器：系指直接通过与水的作用来提供船舶推进力的装置，如螺旋桨、喷水器等，并包括为该装置传递机械能的任一设备，如轴系、齿轮传动装置等；

1.2.12 辅助系统：系指推进机械、推进器、转向系统和发电机组正常工作所必须的支持系统，如：燃油系统、滑油系统、冷却水系统、压缩空气系统和液压系统等。

第 2 章 入级与检验

2.1 入级条件

2.1.1 申请 CCS 船级的辐照核燃料运输船，应符合本指南的规定，并应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇的其他相关要求。

2.2 入级符号与附加标志

2.2.1 入级符号

2.2.1.1 凡船舶的船体（包括设备）与轮机（包括电气）经 CCS 批准入级，将根据 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇相应的规定授予相应的入级符号。

2.2.2 附加标志

2.2.2.1 辐照核燃料运输船的附加标志是其所载运货物总放射性活度（单位为贝克勒尔（Bq），TBq 为 10^{12} Bq）的分级表述，属于必需的货物与装载特性附加标志，应随入级符号授予，并加注在入级符号之后。

2.2.2.2 辐照核燃料运输船的附加标志如下：

INF 1——适用于载运 INF 货物的总放射性活度小于 4000TBq 的船舶；

INF 2——适用于载运总放射性活度小于 2×10^6 TBq 的辐照核燃料或高放射性废物的船舶，和载运总放射性活度小于 2×10^5 TBq 的铀的船舶；

INF3——适用于载运不限制总放射性活度的辐照核燃料或高放射性废物的船舶，和载运不限制总放射性活度的铀的船舶。国际海事组织《国际海上人命安全公约》（SOLAS 公约）所规定的客船不能授予 INF 3 附加标志。

2.3 图纸资料审查

2.3.1 对拟入 CCS 船级的辐照核燃料运输船，应提供本指南第 3 章至第 9 章要求的图纸和资料，及 CCS 所要求的其他图纸和资料。

2.3.2 开工前，申请方应将船舶图纸资料 1 式 3 份提交 CCS 审图单位进行审查。图纸分批送审时，至少首先要提交必要的船体图纸资料。

2.4 入级检验

2.4.1 建造中检验

2.4.1.1 辐照核燃料运输船的建造中检验应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 4 章及本指南的要求。

2.4.2 建造后检验

2.4.2.1 辐照核燃料运输船的建造后检验，除满足本指南要求外，还应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 1 节至第 4 节的适用要求。

2.4.2.2 船底外部及有关项目的检验、机械检验、电气设备检验、螺旋桨轴与尾管轴检验和锅炉检验应分别满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 9、10、11、12 和 13 节的规定。

2.4.2.3 除 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章的适用检验要求外，还应在年度检验和中间检验时包括下列检验项目：

(1) 检查货物处所冷却装置及配套排水和抽水装置，并确认其操作方法已进行明显标识；

(2) 检查货物处所温度控制设备，并确认温度测量装置及相关的报警装置处于有效的运作状态；

(3) 确认辐射监测设备及相关报警装置处于良好状态，并持有由有资质的检验监测机构出具的检定及校准报告或相关证明；

2.4.2.4 特别检验通常应在坞内进行。

2.4.3 不在 CCS 检验下建造船舶的初次入级检验

2.4.3.1 对不在 CCS 检验下建造船舶的初次入级检验，应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 14 节及本指南的要求。

2.5 适装证书或符合声明检验

2.5.1 根据船旗国主管机关的授权，或船东或设计单位或建造单位的申请或合同/协议委托以及其所提供的标准，检验合格后将签发 INF 货物适装证书或符合申明。

2.5.2 加入 CCS 船级的船舶，船舶入级与适装证书的检验将结合进行。

2.5.3 INF 货物适装证书或符合声明的各种检验，除按上述船旗国主管机关规定和/或委托方提供标准，根据检验种类按本章 2.4 的规定办理。

第3章 稳 性

3.1 完整稳性

3.1.1 辐照核燃料运输船的完整稳性应满足《2008年国际完整稳性规则》的相关要求。

3.2 破损稳性

3.2.1 授予 INF1 和 INF2 附加标志的船舶应满足：

- (1) 如按客船的标准建造，应满足 SOLAS 公约 II-I 章 B-1 部分的破损稳性要求；
- (2) 如按货船的标准建造，不考虑船舶长度限制，应满足 SOLAS 公约 II-I 章 B-1 部分的破损稳性要求。对船长小于 80m 的船舶，应使用 80m 处的分舱指数 R ，其中船长系指在最深分舱载重线两端的垂向间量得的长度。

3.2.2 授予 INF3 附加标志的船舶应满足下述 (1) 或 (2) 的破损稳性要求：

(1) 国际海事组织《国际散装运输危险化学品船舶构造与设备规则》(IBC 规则) 中 I 型船残存能力和货物处所位置的破损稳性要求；

(2) 不考虑船舶长度限制，满足 SOLAS 公约第 II-I 章 B-1 部分的破损稳性要求。分舱指数 R 应按下式计算：

$$R = R_0 + 0.2(1 - R_0)$$

式中： R_0 为根据 SOLAS 公约第 II-I 章 B-1 部分计算得到的分舱指数。

对船长小于 80m 的船舶，应使用 80m 处的分舱指数 R ，其中船长系指在最深分舱载重线两端的垂向间量得的长度。

第 4 章 消 防

4.1 一般要求

4.1.1 除本章另有规定外，辐照核燃料运输船的消防部分应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇的相关要求。

4.1.2 授予 INF1 和 INF2 附加标志的船舶，其防火、探火和灭火除应满足 SOLAS 公约对货船（如为客船，则应满足 SOLAS 公约对客船）的适用要求，还应满足本章 4.2 的要求。

4.1.3 授予 INF3 附加标志的船舶，其防火、探火和灭火除应满足 SOLAS 公约对货船的适用要求外，还应满足本章 4.2 和 4.3 的要求。

4.2 货物处所冷却装置

4.2.1 货物处所应设有固定式喷雾器设备或用水浸入货物处所的设备，以使指定甲板下的货物处所通过按货物处所水平区域面积计每平方米至少 5 升/分钟的水量得到有效冷却。排水和抽水装置应能防止形成自由液面。排水系统的尺度所达到的排量应不低于水雾系统泵和所要求数量的消防水枪的组合容量的 125%。排水系统的阀门应能从所保护处所的外部靠近灭火系统控制装置的位置进行操作。舱底污水井应具有足够的容量，应布置在船侧，且在每一水密舱内相互间距不得超过 40m。如无法满足上述要求，在稳性资料中应考虑增加的水重量和自由液面对船舶稳性的不利影响。

4.3 授予 INF3 附加标志船舶的特殊要求

4.3.1 授予 INF3 附加标志的船舶上的起居处所、服务处所、控制站和 A 类机器处所应设在货物处所之前或之后，以保证船舶整体安全。

第5章 轮机

5.1 一般规定

5.1.1 除本章另有规定外，辐照核燃料运输船的轮机部分应符合 CCS《钢质海船入级规范》第3篇的相关要求。

5.1.2 用于满足本章 5.3 要求的制冷装置应符合 CCS《钢质海船入级规范》第5篇的相关要求。

5.1.3 辐照核燃料运输船均应符合本章 5.1~5.4 相关要求，授予 INF3 附加标志的船舶，还应符合本章 5.5 的要求。

5.2 图纸资料

5.2.1 除 5.1 中适用的 CCS《钢质海船入级规范》所要求的图纸外，还应提交满足 5.3 所要求的货物处所温度控制措施的具体计算细节及相关支持性文件资料（如有），以及拟载运 INF 货物和航行区域环境条件等，以核查温度控制措施的适用性。

5.3 货物处所的温度控制

5.3.1 围蔽货物处所应有足够的通风或降温设施，以保证处所内任何时间的平均环境温度不超过 55℃。

5.3.2 为满足 5.3.1 要求，在设计货物处所的通风或降温系统时，为计算目的假定载运 INF 货物处所的环境条件如表 5.3.2。INF 货物自身的发热量在计算中也应予以考虑。

介质	环境边界温度
海水温度	32℃
空气温度	45℃

5.3.3 用于货物处所的通风或降温系统应与用于其他处所的通风或降温系统相互独立。

5.3.4 对于货物处所温度控制所必需的设备或装置，如风机、压缩机、热交换器、冷却水泵，每一货物处所应有双套配置。双套设备或装置之间应相互独立，不能互相影响，且每套设备或装置都能实现 5.3.1 的温度控制要求。

5.4 温度的监测与报警

5.4.1 每一货物处所应设有有效的温度监测系统，当达到 5.3.1 要求的平均环境温度的 95% 时，应能向驾驶室、货控室（如设有）发出视觉和听觉报警信号。

5.5 授予 INF3 附加标志船舶的特殊要求

5.5.1 应至少设置 2 套推进机械和 2 套推进器，推进机械、轴系、齿轮传动装置及其辅助系统可以布置在同一舱室。

5.5.2 应至少设有 2 套转向系统，操舵装置及其辅助系统可以布置在同一舱室内。

5.5.3 应至少设有 2 套可以独立运行的辅助系统，包括燃油日用柜；2 套系统可以设计成完全独立，也可以设计成互有连通，连通时应设有有效隔离的措施。

5.5.4 当推进机械、转向系统、辅助系统的任意 1 套发生故障或失效，船舶应至少保证以下功能：

(1) 在蒲氏风级 3 级对应的海况下，推进系统能使船舶保持不小于 7kn 的满载航速，且对应航速下的原有操舵能力应能保持；

(2) 在蒲氏风级 8 级对应的海况下，推进系统能保持船舶的位置和首向，可接受模型试验的结果；

第 6 章 船体结构

6.1 一般规定

6.1.1 除本指南有明确要求外，船体结构应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章的相关要求。

6.1.2 船体结构材料及焊接设计应符合《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章的适用要求。

6.2 总纵强度

6.2.1 船体总纵强度应满足《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 2 节的规定。

6.2.2 在计算船体梁剖面特性时，应尽可能地避免在货舱区域的横剖面模数发生急剧变化，应过渡平缓，保证参与船舶总纵强度的连接件的连续性。

6.2.3 屈曲强度校核时，应按《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章表 2.2.7.4 的要求进行减薄。

6.3 货舱区域的双层底、双壳结构

6.3.1 授予 INF 2 附加标志的船舶，货舱区域内均应设置双层底，双层底应满足《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 6 节的规定，且双层底的高度应不小于 $B/15$ 或者 6m，取小者，其中 B 为船舶型宽。

6.3.2 授予 INF 3 附加标志的船舶，货舱区域内均应设置双壳及双层底，双壳应满足《钢质海船入级规范》第 2 篇第 8 章第 14 节的适用要求，双壳的宽度应不小于 $B/5$ 或者 11.5m，取小者；双层底应满足《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 6 节的规定，且双层底的高度应不小于 $B/15$ 或者 6m，取小者，其中 B 为船舶型宽。

6.4 局部强度

6.4.1 货舱区域的船体结构应能承受 INF 货物加载于其上的载荷，载荷应根据本指南第 7 章 7.2.1 中的货物系固惯性加速度计算所得。

6.4.2 在 6.4.1 条所述载荷作用下，货舱区域的船体结构的许用应力如下（ R_{eH} 为材料的屈服应力， N/mm^2 ）：

$$\text{许用剪应力：} [\tau]=0.4R_{eH}$$

$$\text{许用相当应力：} [\sigma]=0.88R_{eH}$$

6.5 特殊工况

6.5.1 如本指南第 4 章 4.2.1 所述的排水和抽水设备不能保证防止自由液面的产生，则在实际装载工况下，船体的总纵强度应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 2 节的规定。该工况下的波浪载荷取为 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 2 节所规定的波浪载荷的 80%。

第 7 章 货物系固布置

7.1 一般要求

7.1.1 系固系统应设计成在所有运输情况都能将装载的 INF 货物固定在船舶结构上。但在正常或应急情况下，都应能通过特殊设计的释放装置或破坏系固设备的方式使得 INF 货物可以与船舶脱离，以保证 INF 货物的完整性。

7.1.2 系固系统应满足 CCS《货物系固手册编制指南》的相关要求，并设计成在正常运输情况下不会损坏 INF 货物，或对 INF 货物部件及系固设备产生超过其屈服极限的应力。

7.1.3 使用固定在甲板上的防撞垫可以有效地限制 INF 货物的水平移动，可配合其他系固方式一同使用，但防撞垫的布置应不干扰或阻碍按本指南第 5 章规定的可能需要的冷却空气流动。

7.2 系固有效性

7.2.1 在货物处所应设置足够的固定式系固设备来防止 INF 货物的移动。固定式系固设备在设计时，应考虑到 INF 货物的排列方向，以及下列的船舶惯性加速度：

- 1.5g 纵向；
- 1.5g 横向；
- 1.0g 垂向（向上）；
- 2.0g 垂向（向下）；

其中 g 为重力加速度，取为 9.81m/s^2 。

7.2.2 应根据 CCS《货物系固手册编制指南》中“对非标准货物系固装置有效性的评估方法”（以下简称“方法”），校核系固系统的有效性。“方法”中的基本加速度值使用本章 7.2.1 条的惯性加速度值，根据 INF 货物的方向，进行横向及纵向的滑动和翻转计算。

7.2.3 对于 INF 货物装载于车辆上进行滚装运输时，应根据 CCS《货物系固手册编制指南》中“对滚装船的补充规定”，校核系固的有效性。

7.2.4 对于 INF 货物装载于集装箱进行运输时，应根据 CCS《钢质海船入级规范》中对“集装箱系固”的方法，使用本章 7.2.1 条的惯性加速度值，校核系固的有效性。

7.2.5 除非设置加强摩擦的材料，否则在系固有效性校核中不计入 INF 货物与甲板间的摩擦力。

7.3 系固设备

7.3.1 应根据本章 7.2 的计算结果选取合适的系固设备，并满足《货物系固手册编制指南》及《钢质海船入级规范》中对于系固设备安全工作负荷与破断强度的要求。

7.3.2 船舶上的固定式系固设备应布置在甲板的强力点上。

7.3.3 对通过螺栓固定的系固系统，应校核每个螺栓的拉伸及剪切强度，相对于螺栓材料屈服强度的安全系数应不小于 2.0。

第 8 章 电 气

8.1 一般规定

8.1.1 除本指南明文规定外，辐照核燃料运输船的电气装置应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇的相关要求。

8.2 电源与供电

8.2.1 授予 INF1、INF2、INF3 附加标志的船舶的供电应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章船上电气装置供电要求。

8.2.2 授予 INF1、INF2 附加标志的船舶应满足如下附加要求：

(1) 应设有符合国际电工委员会 IEC 60092-201 标准要求的备用电源，并确保主电源及其主供电系统故障损坏不应影响备用电源工作。

(2) 备用电源应能对下列设备供电至少 36h：

- ① 供给本指南 4.2.1 条和 5.3 条所要求的货物处所冷却装置的设备；和
- ② SOLAS 公约所要求的所有应急服务设备。

8.2.3 授予 INF3 附加标志的船舶应满足如下附加要求：

(1) 电力供应应符合本章 8.2.2 的要求。

(2) 备用电源应布置在基于本指南第 3 章破损稳性计算所预计到的任何损坏范围之外的地方。

8.3 载运具有其它危险性的 INF 货物的附加要求

8.3.1 除放射性和裂变性外，INF 货物包件内装物的任何副危险特性，如爆炸性、易燃性、自燃性等，须在运输中得以考虑。船舶载运 INF 货物的危险区或扩大危险区内的电气装置，应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章第 18 节的适用规定，以及 IMDG 规则中关于危险货物的所有相关规定和 SOLAS 第 II-2 章第 19 条适用规定。

8.4 安保系统

8.4.1 安全保卫系统应具备以下功能：

- (1) 能对船舶内部实施视频监视管理、出入权限控制；
- (2) 能发出船舶入侵报警。

8.4.2 闭路电视监控系统应对船舶主甲板和舱室重要部位进行视频监视，具备存储和回放功能。该系统应由主电源、备用电源和应急电源供电。

8.4.3 门禁系统应在船舶出入口和 INF 货物相关的重要舱室出入口设置权限管理，在发生越权进入等事件时在有人值班处所发出视觉和听觉报警。当发生船舶应急和 INF 货物应急情况时，应能强制越控门禁闸机。该系统应由主电源、备用电源、应急电源和临时应急电源供电（如设有或设置独立蓄电池组满足供电 0.5h）。

8.5 通信

8.5.1 授予 INF1、INF2、INF3 附加标志的船舶的驾驶室、INF 货物相关的重要舱室之间应设有冗余的内部通信，可通过便携式超高频无线电话进行内部通信。

第9章 辐射防护

9.1 一般规定

9.1.1 为实现辐射防护安全,船舶的特殊设计、布置及所配备的设备应经 CCS 特殊考虑,以确保船舶的航行安全。

9.1.2 应将下述图纸资料提交 CCS 批准:

- (1) 辐射屏蔽(如有时)的结构图;
- (2) 辐射监测设备布置和固定图;
- (3) 辐射监测设备的供电原理图;
- (4) 放射性废物(如有时)管理相关设备布置图。

9.1.3 应将下述图纸资料提交 CCS 备查:

- (1) 控制区域、监督区域、洗消处所布置图;
- (2) 辐射屏蔽计算的说明书;
- (3) 辐射监测系统说明书、原理图;
- (4) 放射性污染(如有时)的去污方法说明书。

9.2 辐射工作区域划分

9.2.1 为便于辐射防护管理和职业照射控制,船上应根据预期运输 INF 货物的实际或潜在的辐射危害划分指定的区域,一般分为控制区域、监督区域和非限制区域。区域的边界线既可由结构划分,也可由管理措施进行规定。

9.2.2 控制区域一般为围蔽的 INF 货物处所,在控制区域的出入口应设置洗消处所,并仅可以通过该洗消处所进入到控制区域。洗消处所应配备皮肤和衣物污染监测装置、污染衣服和物品收集设备、换装室和冲洗或淋浴设施。在控制区域的入口处应设置醒目的警告标志。

9.2.3 监督区域通常不需要专门的辐射防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

9.3 辐射监测设备

9.3.1 船舶至少应在每一控制区域设置固定式的剂量监测装置和气溶胶监测装置。至少应包括 γ 和中子剂量测量仪,用来指示和记录该区域的辐射水平。辐射水平和气溶胶浓度水平应能呈现在驾驶室、货控室(如设有)内,在辐射水平和气溶胶浓度水平超过设定值时能向驾驶室、货控室(如设有)发出视觉和听觉报警信号。

9.3.2 船上应备有足够的便携式探测器,用于例行和/或应急情况下的辐射检测,这种设备至少应包括 γ 和中子剂量测量仪,和 α 、 β 污染水平测量仪。

9.3.3 船上应配有足够供全船所有人使用的个人剂量计。

9.3.4 辐射监测设备应由有资质的检验监测机构进行检验及校准,并出具相关证明。

9.4 放射性污染

9.4.1 应定期检查船舶及设备由于载运 INF 货物而可能产生的放射性污染，在污染程度超过限值时应由有资格的人员尽快加以去污。对不适合于去污的区域和设备，应加设防护罩或采用可方便更换的设备。

9.5 放射性废物管理

9.5.1 船舶应对由于载运 INF 货物可能产生的放射性废物（如去污洗消产生的废物、放射性污染物等）进行妥善管理，保证其对船上人员及环境可能造成的危害降低到可以接受的水平。应根据需要设置独立的存储设备、船上处理设备、运送管道和排放设备。