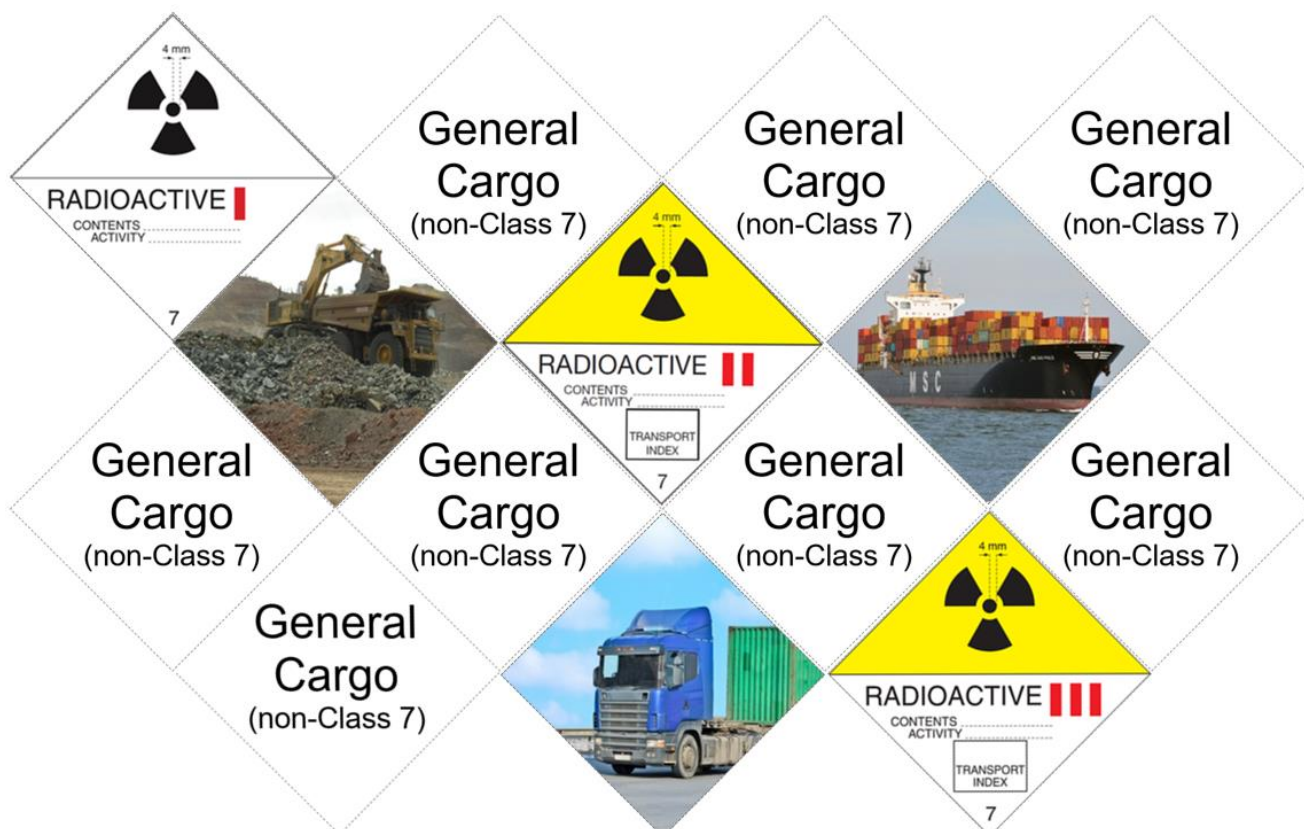




天然存在的 放射性物质的运输

天然存在的放射性物质 (NORM)

铌 (Nb) 钽 (Ta) 原材料的运输指南



摘要

一些铌（Nb）和钽（Ta）原材料中含有钍（Th）和铀（U），因此属于天然存在的放射性物质（NORM）。

通过对材料中钍和铀浓度的测定，可以贝克/克（Bq/g）为单位计算出该材料的放射性浓度。

放射性浓度低于 10 贝克/克的材料可免于放射性物质运输（第 7 类）条例的限制，作为一般货物装运，但是高于这一水平的材料必须完全按照第 7 类 危险货物运输条例运输。

与非 NORM 的装运相比，NORM、特别是被定为第 7 类危险货物的 NORM 的装运，在遵守国际和国家规定方面面临着越来越大的限制。

尽管这些限制并非无法克服，但合规限制和涉及的风险可能会阻止承运商或港口接受 NORM 出货，导致出货拒绝（DOS）。

在具体分析潜在风险的同时，提高行业和公众对这一问题的认识，是任何 NORM 运输策略的重要内容。

鉴于不适当的材料运输会对本行业产生不利影响，本文件旨在支持钽铌国际研究中心成员按照钽铌国际研究中心运输政策的要求¹，努力遵守管理放射性物质安全运输的国际、国家和当地规定。

免责声明

本文件仅用于一般信息说明，不能构成或替代任何关于 NORM 的详细建议。关于这一问题以及如何通过 T.I.C.联系 NORM 专家的更多信息，请登录 <http://www.tanb.org/>。T.I.C.不对本指南的精确性或完整性，或对使用者意图的适用性提出要求，且明确表示不对本指南的完整性和准确性或任何遗漏承担任何责任。本指南并不解除用户开展自行研究的义务并承担用户的专业责任。T.I.C.不承担与本指南相关的任何责任。接受或使用本指南时，本指南接受人承认并接受本免责声明的条款。

¹ <http://www.tanb.org/images/TIC%20Policy%20on%20transport.pdf>，另请参阅本报告附录 4。

目录

摘要	2
免责声明	2
首字母缩略词和缩写词	4
引言	5
运输条例	6
综述	6
最新 IAEA 运输条例: SSR-6	7
运输困难	8
定义	9
天然存在的放射性物质 (NORM)	9
辐射	9
放射性	9
附录 1: 样例	11
附录 2: NORM 运输合规清单	12
第 7 类危险货物运输标	14
UN 2910 与 UN 2912	15
附录 3: 指导方针材料以及延伸阅读	16
SSR-6 指导方针材料	16
包括规章范本在内的其他运输条例	16
延伸阅读	17
有用的网站:	18
附录 4: T.I.C. 运输政策	19
背景	19
政策	19
适用范围	19

致谢

本文件由 T.I.C. 和安全矿业有限公司的 Ulric Schwela 共同准备。世界核运输协会 (WNTI)、世界核协会 (WNA) 和运输便利化工作组 (TFWG) 也提供了慷慨的支持和意见。

首字母缩略词和缩写词

ADR	《危险货物国际道路运输欧洲协定》
贝克（贝克勒尔）	放射性活度单位 1 “贝克” 即每秒 1 次放射性衰变。
Bq/g (或 Bq g ⁻¹)	贝克/克放射性浓度
Class 7	联合国关于第 7 类危险货物的规章范本
DOS	出货拒绝
IAEA	国际原子能机构
ICAO	国际民航组织
IMDG code	IMO《国际海运危险货物规则》
IMO	国际海事组织
K	钾
Nb	铌
NORM	天然存在的放射性物质
RID	《危险货物国际铁路运输欧洲规则》
SSG-26	IAEA《放射性物质安全运输条例的咨询材料》(此前称作 TS-G-1.1)
SSG-33	IAEA《放射性物质安全运输条例的安全标准》(此前称作 TS-G-1.6)
SSR-6	IAEA《放射性物质安全运输条例》(此前称作 TS-R-1)
Sv	西韦特
μSv/h	微西韦特/时
Ta	钽
Ta ₂ O ₅	五氧化二钽
TFWG	运输便利化工作组
Th	钍
ThO ₂	二氧化钍
T.I.C.	钽铌国际研究中心
TS-G-1.6	国际原子能机构安全标准，2012 年被 SSG-33 取代
TS-R-1	国际原子能机构条例，2012 年被 SSR-6 取代
U	铀
U ₃ O ₈	八氧化三铀，最稳定的铀氧化物
UN 2910	对表面辐射水平低于 5 微西韦特/时的“例外包裹”的第 7 类危险货物规定
UN 2912	对表面辐射水平高于 5 微西韦特/时的包裹的第 7 类危险货物规定
UNECE	联合国欧洲经济委员会
WNA	世界核协会
WNTI	世界核运输协会

引言

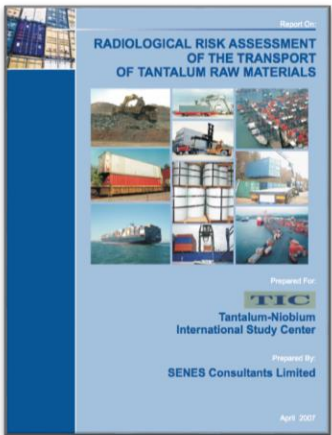
天然存在的放射性物质（NORM）在自然中很普遍，通常存在于沙土、黏土、矿石矿物、副产品、回收残留物以及人类使用的其他材料中。很多含铌（Nb）和钽（Ta）的原材料，例如铌铁矿、钽铁矿、‘钶钽铁矿’、锡渣等类似物，矿物基质内含钍（Th）原子和铀（U）原子，因此这些原材料属于天然存在的放射性物质。

一般认为钍原子和铀原子占有可与铌原子和钽原子互换的相同晶位，因此几乎不可能仅通过物理矿物提炼的方法将钍和铀从这些原材料中分离出来。相反，通常情况下，铌铁矿、钽铁矿和锡渣需要经过专门的化学加工，典型地是在高温氢氟酸（HF）和硫酸（H₂SO₄）中进行分解，在此之后，钍和铀可被安全移除²。通常，此类加工设施远离矿区，因此运输过程必不可少，而海运是最主要的运输方式。

运输放射性材料虽具有挑战性，但也是可行的。基于国际原子能机构（IAEA）条例和指导方针的国际运输条例和协议规定了一种物质中可含钍和铀的最高浓度，低于这一限值的物质可作为一般货物运输。

高于国际认可豁免水平的含钍和铀的材料必须作为第 7 类危险货物运输，并遵守相关规定，确保安全运输。公司有保护工人和公众的法律义务，必须遵守这些要求。除 IAEA 条例和指导方针外，每个国家的特定运输要求也时常会增加 NORM 运输的复杂性。每个国家有修改或添加本国适用条例的自主权，而且经常如此。

本指南引入 NORM 运输这一主题，总结可用信息，并为公司采取关键措施确保履行自身的监管方面的责任提供指导，但是考虑到现有各国规定的复杂性和多样性，本指南内容并不详尽。



**RADIOLOGICAL RISK ASSESSMENT
OF THE TRANSPORT
OF TANTALUM RAW MATERIALS**

Prepared For:
T.I.C.
Tantalum-Niobium
International Study Center

Prepared By:
SENES Consultants Limited

April 2007

T.I.C.NORM 风险评估

铌钽国际研究中心为进行含钽铌原材料风险评估而进行的一项调查发现，95%的原材料放射性浓度为 5-50Bq/g。

该报告由独立咨询机构 **SENES** 准备，旨在确定这些材料的放射性特性，并评估普通运输和发生意外泄露时的潜在放射暴露。可登录 T.I.C.网站查看该报告：
<http://www.tanb.org/view/transport-of-norm>

² 烧绿石是典型的能在矿区附近进行加工的矿物，经过铝热还原法将钍/铀分离到废渣中。一些铌铁矿（例如在巴西）也在矿区附近被成功加工。

运输条例

综述

位于奥地利维也纳的联合国机构国际原子能机构（IAEA）³，负责审查国际 NORM 运输条例。本机构以“提高并扩大原子能对世界和平、健康和繁荣的贡献”为使命，自1961年以来，关于放射性材料运输条例的委托授权也被纳入本机构工作。在此后的几十年间，本机构对这些条例进行了持久而全面的审查和修订。



IAEA 条例通过两条平行路径实施：

- 国际和跨国规定：

IAEA 条例是《联合国危险货物运输规章范本》的一部分，后者随后被用作国际空运、陆运和海运‘规章范本’的基础，包括：

- UNECE：联合国欧洲经济委员会
 - ADR：《危险货物国际道路运输欧洲协定》
 - RID：《危险货物国际铁路运输条例》
- IMO (IMDG 规则)：国际海事组织(《国际海运危险货物规则》)
- ICAO-TI：国际民航组织—技术说明

- 国家规定：

每个国家实施 IAEA 条例的程度不同。一些国家几乎原封不动地使用原文，而其他国家会对条例的各个章节进行修改、添加或删除，从而造成管辖区域之间的不同。

被指定依照 IAEA 的运输条例工作的政府机构被称为一个“主管当局”⁵。这些机构有责任确保国家法规符合 IAEA 运输条例的要求。如果你的工作与 NORM 材料的运输相关，你应该随时与相关主管当局合作，证明自己遵守运输条例。

请记住，这一监管框架的重要性在于，运输材料时，一家公司必须遵守所在国家的国家规定，以及港口、城市或地区的任何本地规定，此外，当运输延伸到国际规定管辖范围时，还需遵守该国际规定。

³ <https://www.iaea.org/>

⁴ 《国际原子能机构规约》，1956年10月23日，1998年10月28日修订，第三条第6段。

⁵ 可从 IAEA 网站查到截至于 2016 年 3 月 22 日的主管当局名单：<https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/transport-safety/competent-authorities-list.pdf>

例如：

对于一次从 A 国经海路到 B 国，随后经陆路到 C 国的运输，发货方必须遵守以下规定：

- 适用于从发货方工厂到港口的陆路运输 A 国国家规定，以及该港口的任何特别规定；
- 适用于从 A 国港口到 B 国港口的海路运输的 IMDG 规则；
- 适用于海路运输的船旗国国家规定；
- 从 A 国到 B 国途中，每个停靠港（中转或转运）的所在国家的国家规定和任何港口规定；
- 到达 B 国后的港口规定，以及适用于从该港口到与 C 国边界的陆路运输的 B 国国家规定；
- 适用于到达终点的陆路运输的 C 国国家规定（从 B 国和 C 国的边境到收货方工厂）；

此外，

- 适用于从 B 国港口到 C 国收货方工厂的陆路运输的像 ADR⁶或 RID⁷这样的地区协议，如有。

要注意，上述例子并不总是涉及 IAEA 条例，但是，IAEA 条例是所有其他规定的基础，因此，熟悉 IAEA 条例能为遵守其他规定奠定牢固基础。

最新 IAEA 运输条例：SSR-6

截至本文撰写时（2016 年 12 月），最新的版本为《放射性物质安全运输条例》(2012 年版)，简称为 SSR-6⁸。这一版本取代了上一次的于 2009 年发布的 TS-R-1。SSR-6 以放射性浓度单位贝克/克定义了放射性核素具体的豁免水平，低于这一水平的材料不在条例控制的范围内。对于包括经物理和/或化学方法加工的材料在内的天然材料和矿石而言，豁免水平以 10 倍增加。

对于含铀钍原材料的运输，涉及的放射性核素本质上仅仅是表上列出的钍（天然）和铀（天然），条件是这两种元素与它们的衰变产物达到自然平衡。SSR-6 中列出的钍（天然）和铀（天然）豁免水平为 1 贝克/克，因此，对 NORM 而言，豁免水平为 10 贝克/克。

如要了解更多信息、指导方针和研究论文等，请参阅附录 3。

⁶ 《危险货物国际道路运输欧洲协定》

⁷ 《危险货物国际铁路运输条例》

⁸ SSR-6 可从以下网站下载 http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570_web.pdf

运输困难

不管NORM的实际本质和特性如何，不管它们能为社会带来多大益处，一些公共和运输当局部门对所有NORM材料，尤其是受第7类危险货物运输条例约束的材料具有一种负面的理解。⁹

依照所有现行条例规定，运输无疑面临着诸多困难：

- 国际和国家规定间的，和/或不同国家规定间的冲突性要求。这些冲突可能出现在分类标准、运输途中的要求，或可能存在矛盾的任何其他领域。
- 一些当局和公众对放射性材料的负面理解。这已经导致一些区域禁运放射性材料，或一些国家或地区层面的附加要求，有时这些要求的出台是出于政治考虑。

此外，我们必须认识到，一艘船的船长、一架飞机的飞行员、一个港口的港务长都有拒绝运输或许可任何他们个人认为危险的包装的合法权利（不论该包装实际是否真的不安全）。

运输NORM所面临的复杂的合规压力，以及因国家规定的冲突要求而无意违反规定的风险，会导致承运方认定运输第7类危险货物是一门不赚钱的生意，从而造成对第7类危险货物的出货拒绝（DOS）。对于希望安排装运放射性材料的公司来说，这种困难又会继续表现为缺乏愿意对运输报价的承运商，或者报价是一般货物运价的几倍。

一方面努力履行规定性义务的同时，面临这些困难的公司可考虑以下平行方法：

- 研究从发货方到收货方之间的潜在路线。海上运输中，这应该包括对每个停靠港的研究，注意这是否涉及过境或转运。
- 确定沿线每个国家、地区和港口适用的规定。联系这些区域的相关当局，核实运输信息。
- 联系你所在国家的主管当局¹⁰，介绍你的公司，建立一种信任关系。与你的监管者保持良好沟通和相互信任，这从短期和长期看都会有帮助。
- 带着以上经过调查得出的信息和联络方式，你可以更有底气地联系货运承揽人和承运商，说明所需的运输服务。

⁹ 一些当局惊讶地发现，并不是所有第7类材料都是核废料：事实上，运输的很大一部分第七类材料是医用放射药剂，例如钋-99，该物质采用小剂量空运。

¹⁰ 可从 IAEA 网站查到截至于 2016 年 3 月 22 日的主管当局名单：<https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/transport-safety/competent-authorities-list.pdf>

定义

天然存在的放射性物质 (NORM)

本质上，NORM被定义为¹¹仅含天然存在的放射性核素K-40、U-235、U-238、Th-232及其放射性衰变产物的物质。含铈和钽的原材料不应该包含任何其他，（即人工/人造，）放射性核素，而K-40含量则微乎其微。

NORM的定义进一步指出，“所含天然存在的放射性核素的放射性浓度经过加工已经发生改变的物质包括在天然存在的放射性物质之中”，因此，未经处理的矿石、精矿、锡渣以及这些原材料经过化学加工后产生的废渣，都属于NORM。

要注意，在美国和一些其他国家，NORM的划分更加细化，还包括“经过技术改进的NORM”（“TENORM”）。这一区别被那些认为NORM不应该包括放射性核素的自然平衡被打破或改变的材料的人所用。然而，IAEA和T.I.C.均未采用这一术语。

辐射

“辐射”是对放射性物质发出的能量的一种测量方式。¹²辐射的类型各有不同，对于含铈和钽的 NORM，首先考虑以伽马射线的形式进行检测。伽马辐射可通过盖革-米勒管（Geiger-Müller tube）等仪器测量，通常以“剂量率”衡量，以一段时间内西韦特 (Sv) 为单位。西韦特是一个大单位，最常使用的单位是 $\mu\text{Sv/h}$ (微西韦特/时) 或 mSv/y (毫西韦特/年)。注意 $1 \text{ mSv} = 1'000 \mu\text{Sv}$ 。

放射性

“放射性”是一种物质中放射性原子的衰变。放射性原子是天然不稳定的原子，这些原子将经历一种自发性转变，变为一种更稳定的成分。这些原子衰变的频率就是放射性，其衡量单位是贝克勒尔(Bq，贝克，1 贝克勒尔等于每秒一次原子衰变。大量物质的放射量被称为“放射性浓度”，单位为贝克/单位质量。贝克是一个非常小的单位，最常用的测量单位是：

- MBq (兆贝克)
- GBq (千兆贝克)
- Bq/g (贝克/克)
- kBq/kg (千贝克/千克)

注意， $1 \text{ GBq} = 1'000 \text{ MBq} = 1'000'000'000 \text{ Bq}$ ，而 $1 \text{ Bq/g} = 1 \text{ kBq/kg}$ （它们的量相等）。

¹¹ IAEA 安全术语表 2007,126 页“天然存在的放射性物质 (NORM)”：“除天然存在的放射性核素之外含有微量放射性核素的放射性材料。”

¹² 一个常用的类比是与一支燃烧的蜡烛比较：“放射性”是蜡烛火焰的燃烧，而“辐射”是蜡烛火焰散发出的热量。

还应该注意，无法直接从以西韦特为单位的放射水平直接推算出以贝克为单位的辐射水平，反之亦然。

根据含量测定计算贝克/克 (Bq/g) 值

在由T.I.C.发布的所有文件中，除非另有说明，以贝克/克为单位的数据（“放射性浓度”）仅涉及相关(母体)核素，符合2012年IAEA条例SSR-6¹³中列出的钍（天然）和铀（天然）值，该值自1996年首次被引入以来，一致未改变，截至撰写本文章时仍具有权威性。

贝克/克值可直接通过伽马能谱学¹⁴测量，或者通过对钍和铀元素分析的简单转化测量。既然含量测定法或者可以测量钍/铀元素，或者可以测量氧化物形式，那么在此给出两者的计算方式。

使用的转换公式如下：

对于钍/铀氧化物：

- 1% ThO₂ = 35.6 Bq/g
- 1% U₃O₈ = 104 Bq/g

对于钍/铀元素：

- 1% Th = 40.6 Bq/g
- 1% U = 123 Bq/g

参阅附录1中的样例，了解如何通过含量测定结果计算Bq/g值。

¹³ <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8851/Regulations-for-the-Safe-Transport-of-Radioactive-Material>

¹⁴ 伽马射线能谱学测量一种物质中释放出来的伽马射线的频率和能量强度。这是一种专门分析法，具有高度的灵敏性和准确性；当一种化学分析方法或仪器的敏感度不足以测量出低强度的钍和铀时，这一方法尤其有用。

附录 1：样例

1)

如果一种物质中含有 0.04% 的 ThO_2 和 0.06% 的 U_3O_8 ，其放射性浓度为：

$$(0.04\% * 35.6) + (0.06\% * 104) = 1.42 + 6.24 = 7.66 \text{ Bq/g}$$

这时，该物质放射性浓度低于 10 Bq/g 的运输豁免水平，因此可作为一般货物运输。然而，要注意，被作为一般货物的低活性材料依然有可能引发工业企业设施出入口的监测器或者港口和过境处执法人员使用的手持型监测器等警报，因此，在运输途中，这些材料应时刻配有低活性证明文件。

2)

如果一个 200 千克的圆桶含有 0.08% 的 ThO_2 和 0.09% 的 U_3O_8 ，其放射性浓度为：

$$(0.08\% * 35.6) + (0.09\% * 104) = 2.85 + 9.36 = 12.2 \text{ Bq/g}$$

这时，该材料放射性浓度高于 10 Bq/g 的豁免水平。

放射性浓度高于 10 Bq/g 豁免水平的材料应受运输条例约束，还需计算包装的总放射性活度。含 200 千克干燥物质的包裹的总放射性活度为：

$$200'000 * 12.2 = 2'440'000 \text{ Bq} = 2.44 \text{ MBq}$$

注意，总放射性活度的数据可能总会是大数值，因此出于方便考虑，这些数据的单位使用 MBq、GBq 等。

3)

如果一个 20 吨的集装箱含有 0.80% 的钍和 0.18% 的铀（注意区别于 ThO_2 和 U_3O_8 ），其放射性浓度为：

$$(0.80\% * 40.6) + (0.18\% * 123) = 32.5 + 22.1 = 54.6 \text{ Bq/g}$$

这时，该材料放射性浓度高于 10 Bq/g 的豁免水平。

与第二个例子一样，高于 10 Bq/g 豁免水平的材料也需要计算包装的总放射性活度。一个含 20 吨干燥物质的包装的总放射性活度为：

$$20'000'000 * 54.6 = 1'092'000'000 \text{ Bq} = 1.09 \text{ GBq}$$

附录 2: NORM 运输合规清单

以下是一种分步骤方法，在你计划运输可能受制于第 7 类危险货物运输条例的 NORM 时，可帮你确定符合规定；通过这个方法也可得到更多详细信息。这些要求中，有些看起来可能比较繁琐，例如第 2)步至第 5)步，但是，这种复杂性仅仅会在第一次设置这些系统以及承担所有新的复杂工作时出现。

- 1) 以 Bq/g 为单位确定材料的放射性浓度（参见附录 1 中的样例）：
 - a) 如果该材料的放射性浓度低于 10 Bq/g，可免于第 7 类危险货物运输条例的限制。运输该材料时，你可以随船附一份分析证明，证实这一点。
 - b) 如果该材料的放射性浓度高于 10 Bq/g，则受第 7 类危险货物运输条例的限制；那么继续进行第二步。
- 2) 基于认可的标准，为所有与 NORM 运输相关的活动建立一套公司**管理系统**。你应该随时准备好主管当局检查你的设施，证明你已遵守这些运输条例。了解指导方针的更多详细信息，参见 IAEA 文件 **TS-G-1.4**¹⁵。
- 3) 为 NORM 运输建立一个基本的辐射防护项目。如果辐射曝光的量级和可能性保持低水平，那么将要采用的测量方法的本质和范围将相对明确。未在自己的经营场所存有 NORM 的公司应确保它们的分包商履行这一责任。了解指导方针的更多详细信息，参见 IAEA 文件 **TS-G-1.3**¹⁶。
- 4) 确保工人接受关于辐射防护以及包括 IAEA 运输条例在内的相关规定的适当**培训**。培训应为每个岗位量身定制，可包括以下任何/全部专题：
 - a) 一般认识：放射性材料的类别；贴标签、标记、张贴告示牌、包装和隔离；运输文件；应急响应文件。
 - b) 具体工作：对每个人工作的具体要求。
 - c) 安全：(i) 事故避免方法，包括装卸设备和装载方法；(ii) 应急响应信息；(iii) 各种放射性物质的一般危害性以及如何防止暴露；(iv) 若发生泄露/溢出事件，应遵循的程序，以及任何应急响应程序。
- 5) 为应对放射性材料运输过程中的意外事故或事件，准备一套**应急预案**。应急预案中的规定应利于保护人身、财产和环境。对于低水平 MORN 而言，这种预案相对简单。了解指导方针的更多详细信息，参见 IAEA 文件 **TS-G-1.2**¹⁷。

15 http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352_web.pdf

16 http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269_web.pdf

17 http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119_scr.pdf

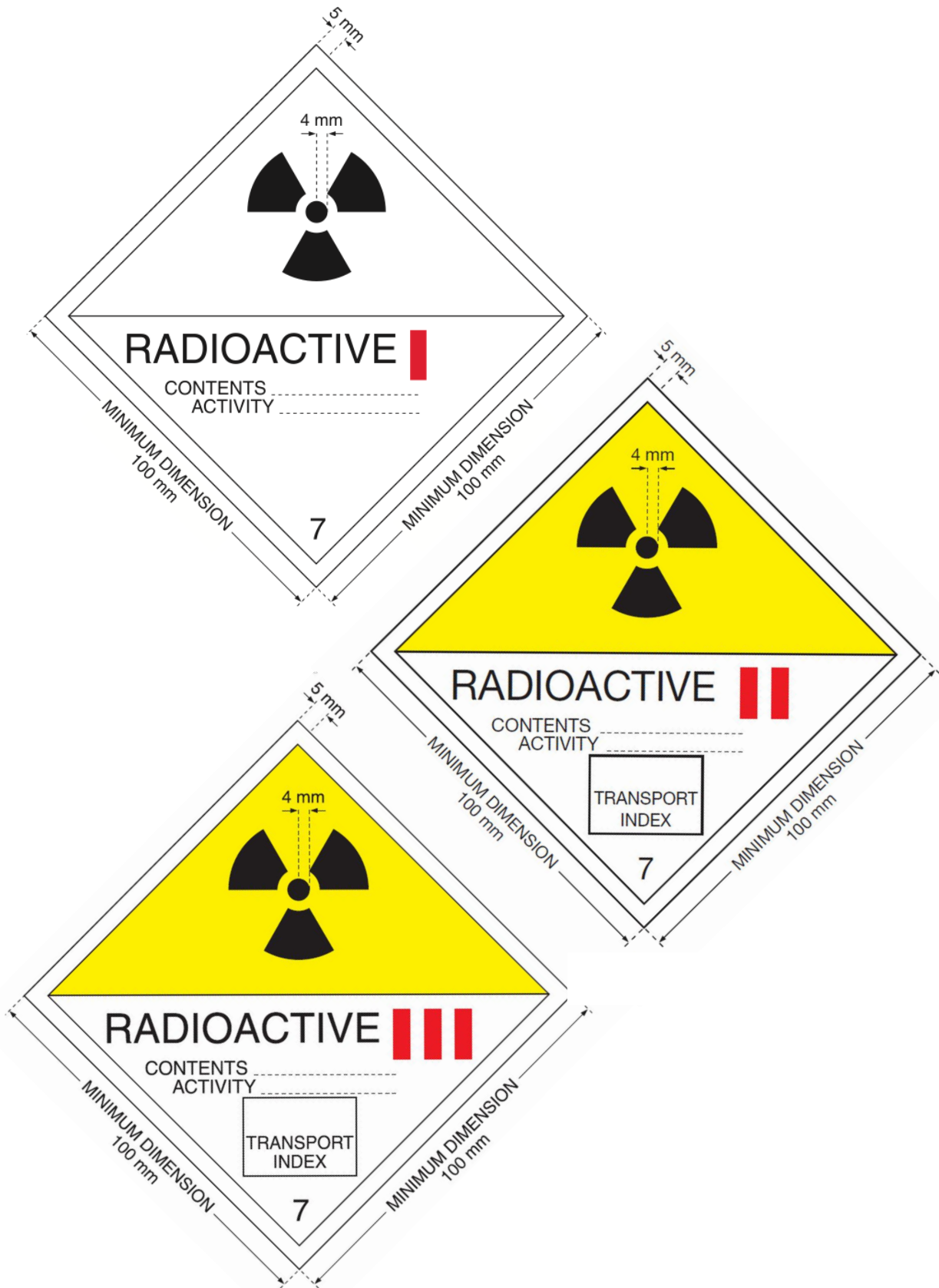
- 6) 确保将采用的包装符合 **SSG-33**¹⁸23 页和/或 33 页列出的一般要求。包装通常需符合“行业包装类型 1” (IP-1) 标准。¹⁹
- 7) 准备包装运输 (即: 将 **NORM** 材料包装起来等待运输)。确定包装完毕的材料的表面放射剂量率。即: 一旦材料包装完毕等待运输, 测量包装表面的放射剂量率:
- a) 如果低于 5 $\mu\text{Sv/h}$, 便被认作“例外包装”, 归为 **UN 2910** 类。它仍属于第 7 类危险货物, 只是规定要求被简化, 反映出该材料的低风险。参见 **SSG-33** 的 23 至 27 页, 查看需要遵守的 **SSR-6** 规定条款的完整列表。
- b) 如果高于 5 $\mu\text{Sv/h}$, 则归为 **UN 2912** 类“放射性物质, 低比活度” (LSA-1), 非裂变或例外裂变”。参阅 **SSG-33** 的 33 至 27 页, 查看需要遵守的 **SSR-6** 规定条款的完整列表。同时, 参阅关于运输指数 (TI) 和贴标签的第 8 步。
- 8) **UN 2912** 包装的运输指数应通过以下方式确定: 在一米之外的距离, 以 mSv/h (毫西韦特/小时) 为单位测量包装表面周围的最高辐射剂量率, 再将这一数值乘以 100 得出运输指数。TI 值决定了该使用何种标签类型, 以及在这种标签上如何标注 (除了 White-I):

运输指数 (TI)	标签类型
小于等于 0.05: 可被标为“0”	White-I
0 到 1	Yellow-II
1 到 10	Yellow-III
大于 10	专用 Yellow-III

¹⁸ **SSG-33** 本质上是对所有要求的完整概述, 列出了适用于每个联合国成员的规定条款。如要运输 **UN 2910** 或 **UN 2912** 类货物, 查找相关 **UN** 编号, 你就会找到需要遵守的适用规定列表。该文件 2005 年的版本称作 **TS-G-1.6**。 <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1666web-37958620.pdf>

¹⁹ 这些要求取决于 **NORM** 属于 **UN 2910** 类还是 **UN 2912** 类 (一般属于 **UN 2912** 类)。在一些不明确的案例中, 材料被包装运输时才能确定是 2910 和 2912 中的哪一类。然而, 对这两类的要求大致相似, 不会造成问题。

第 7 类危险货物运输标签²⁰



²⁰ 这些标签选自 IAEA 文件 SSR-6, 69-71 页。同时可参阅该文件 74-75 页, 查看告示牌的例子。

UN 2910 与 UN 2912

UN 2910 和 UN 2912 规定的一些主要区别如下（注意：这些只是区别，并不是完整的要求列表）。应注意，在具体规定含量限定的时候，对于 2910 类和 2912 类货物而言，由于钷（天然）和铀（天然）的“A2”值是无限定的，这两类货物也不受含量限定。²¹

UN 2910	UN 2912
可能包含其他货物并与其一同运输。	包装只含有那些使用放射性材料时必需的物品。
必须包装。	因“专用”可无包装运输。
一份例外包装外表面任何一点的辐射水平不超过 5 μ Sv/h。	包装或第二层包装的外表面任何一点的最高辐射水平不超过 2 mSv/h（注意可选方案和例外）。
不要求 TI。	是否需要 TI 有待决定。包装和第二层包装属于 I-WHITE 类、II-YELLOW 类或 III-YELLOW 类。
将每个包装标记为“UN 2910”。	将每个包装标记为“UN 2912”以及“放射性材料，低比活度（LSA-1）”。 同时，将每个符合 IP-1 设计的包裹装记为“TYPE IP-1”。
在包装内表面标记“放射性”字样，标记位置能使收件方一打开包装时就看到这种关于放射性材料的警告。	标签必须被固定在包装或第二层包装外表面的两端，或者被固定在货物集装箱的四面。 为“LSA-I”类货物贴标签，并标记货物的最大活度，（单位为 MBq 或 GBq，参见附录 1 中的样例）。
可通过国内或国际邮递运送（例如，样品）。	不可通过邮递运送。运输途中实施的各种限制条件和规定。

²¹ “A2”值是对大多数放射性核素的限定值，限定了在被称作“Type A”的包装可承载的物质数量。大多数 NORM 的放射性由天然钷（天然）和铀（天然）决定，它们的 A2 值是“无限定的”，因此基于 A2 值的任何限定对于这些 NORM 而言也是无限定的。

附录 3：指导方针材料以及延伸阅读

IAEA 运输条例 **SSR-6** 全文可从以下网站下载 http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1570_web.pdf

SSR-6 指导方针材料

除 **SSR-6** 条例之外，IAEA 还发布了经过定期审查和修订的以下指导方针文件²²。这些文件对于理解规定性条文的目的以及如何遵守条例大有帮助，从这个意义上讲，列表中更有用处的两个文件是 **SSG-26** 和 **SSG-33**：

- 《国际原子能机构关于放射性物质安全运输条例的咨询材料》(2012 年版)-**SSG-26**；²³
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1586web-99435183.pdf>
- 《对涉及放射性物质的运输事故的应急预案和准备》-**TS-G-1.2 (St-3)** - 2002 年版
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119_scr.pdf
- 《放射性物质运输辐射保护项目》- **TS-G-1.3** - 2007 年版；
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1269_web.pdf
- 《放射性物质安全运输管理系统》- **TS-G-1.4** - 2008 年版；
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1352_web.pdf
- 《国际原子能机构放射性物质安全运输条例规定目录（2012 年版）-**SSG-33** - 2015 年发布；²⁴
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1666web-37958620.pdf>

包括规章范本在内的其他运输条例

如在运输条例综述中解释，IAEA 文件 **SSR-6** 起到建议作用，尽管名称中含有“条例”二字。

²⁵ **SSR-6** 形成了其他范本条例的基础，例如：

- 《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(《联合国规章范本》)- 第 19 修订版，2015 年发布；
http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev19/19files_e.html
- 用于海运的《国际海运危险货物规则》(IMDG 规则) -2016 年发布（非免费下载）；
<http://www.imo.org/en/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>
- 用于欧盟和签约国陆路运输的《危险货物国际道路运输欧洲协定》(ADR) -2015 年发布；
<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2015/15contentse.html>

²² 注意相关文件《放射性物质安全运输合规保证》-**TS-G-1.5** - 2009 版 (http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1361_web.pdf)仅针对政府主管当局。

²³ 本质上讲，**SSG-26** 是需要与 **SSR-6** 共同解读的伴随性规定；**SSG-26** 几乎逐段解释了 **SSR-6** 文本的目的和背景。2008 年版和之前更早的版本被称为 **TS-G-1.1**。

²⁴ **SSG-33** 本质上是对所有要求的完整概述，列出了适用于每个联合国成员的规定条款。如要运输 UN 2910 或 UN 2912 类货物，查找相关 UN 编号，你就会找到需要遵守的适用规定列表。该文件 2005 年的版本称作 **TS-G-1.6**。

²⁵ 对于 IAEA 组织的运输，仅用作“条例”。

- 用于欧盟和签约国铁路运输的《危险货物国际铁路运输条例》（RID）-2015年发布；
<http://www.otif.org/index.php?id=542&L=2>
- 用于欧盟和签约国内陆水运的《危险货物国际内陆水运欧洲协定》（ADN）-2015年发布
http://www.unece.org/trans/danger/publi/adn/adn2015/15files_e.html
- 用于空运的《危险货物安全空运技术说明》（《ICAO 技术说明》）-2015年发布；
<http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>

延伸阅读

除了现有各种文本构成了所有规定的基本原则基础（不仅仅涉及运输）之外，国际原子能机构还发布了一系列研究论文、综述和研究成果。尽管我们不要求每个需遵守运输条例的人阅读，但是对于有兴趣了解运输条例基础和来龙去脉的人士而言，这些资料能提供更宽广的视角、更深层的背景。

- 《核能安全基本原则》 - **SF-1** - 2006年版；
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf
- 《矿物和原材料相关工作中辐射防护措施必要性评估》 - **SRS-49** - 2006年版；*
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1257_web.pdf
- 《排除、豁免和解控概念的适用》 - **RS-G-1.7** - 2004年版；
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1202_web.pdf
- “关于放射性物质运输的量化输入数据” - **TECDOC-1346**（2003年）；
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1346_web.pdf
- “天然放射性物质安全运输条例控制” - **TECDOC-1728**（2013年）；**
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1728_web.pdf
- “运输拯救生命” - 呼吁为维持放射性物质运输采取行动的宣传册（2012年）
<http://www.tanb.org/images/Denial%20of%20Shipment%20brochure%202012.pdf>
- “为生命运输” - 对放射性物质运输采取行动的呼吁（2011年）
<http://www.tanb.org/images/Denial%20of%20Shipment%20brochure%202011.pdf>

*: 在 **SRS-49** 的 3.1.3 节中特别提到铀和钍；但是，被描述为“典型”的放射性浓度值在本文作者看来是较高水平的数值，该数值仅在少数案例中达到过。不管什么是‘典型’什么不是‘典型’，“首要安全责任必须由造成辐射风险的设施和活动的负责人或负责机构承担。”²⁶ 而且这些个人或机构需要定期评估他们的材料的放射性浓度，并据此采取措施。

： **TECDOC-1728 是 T.I.C.在 2006 年至 2010 年间参与的 IAEA 研究项目时最终发表的报告。T.I.C.研究报告的提交得到加拿大的友善支持，读者可在该报告中找到 T.I.C.在加拿大研究的部分。

²⁶ SSR-6 101 段。

有用的网站:

可在以下网页浏览更多基本信息:

- 天然存在的放射性物质欧洲辐射防护最优化原则 (ALARA) 网站
<http://ean-norm.eu/>
- IAEA 安全运输单位
<http://www-ns.iaea.org/tech-areas/radiation-safety/transport.asp>
- 运输便利化工作组 (TFWG)
<https://www.eiseverywhere.com//ehome/203772>
- T.I.C. (关于 NORM 运输的公共网页)
<http://www.tanb.org/view/transport-of-norm>
- 世界核协会 (WNA)
<http://www.world-nuclear.org>
- 世界核运输协会 (WNTI)
<http://www.wnti.co.uk/>

附录 4: T.I.C.运输政策

背景

钽铌国际研究中心 (T.I.C.) 会员涉及领域范围广泛, 包含所有层次的钽铌行业, 从采矿业一直到组件和产品制造。在这一供应链中, 需要运输包括精矿和二次矿渣在内的原材料, 从这些原材料中提取出了钽和铌。有些原材料还含有天然存在的钷和/或铀, 含量通常超过 IAEA 设定的豁免水平, 也超过了 ICAO、IMO 和 UNECE 规章范本认可的以及很多国家规定的豁免水平。

在 2014 年 10 月于美国纽约举办的第 55 次 T.I.C.成员大会上, 本政策²⁷ 被采用。

政策

作为一家行业协会, T.I.C.致力于合乎法律和道德的行业惯例。

我们一贯鼓励我们的成员坚持这些原则, 希望在这一方面积极影响供应链。

为了实现这一承诺, 每个 T.I.C.成员都需要完全遵守保证放射性物质安全运输的所有现行国际、国家和地方规定。

此外, 各成员还应该采取措施确保其直接供应商也完全遵守保证放射性物质安全运输的所有现行国际、国家和地方规定。

我们希望各成员积极参与, 并与相关当局合作, 确保遵守上述要求。

T.I.C.承诺提供建议、便利化和指导方针方面的帮助, 使成员遵守条例规定。

适用范围

本政策的适用范围覆盖所有含钽和/或铌元素、放射性超过相关适用的放射性物质豁免水平的原材料的运输。这种放射性涉及但不限于天然存在的钷、铀及其衰变产物。放射性物质的运输包括第 7 类危险货物的运输。

²⁷ <http://www.tanb.org/images/TIC%20Policy%20on%20transport.pdf>