

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 0109

QJ 20125—2012

太阳辐照度确定方法

Process for determining solar irradiances

(ISO 21348:2007 Space environment (natural and artificial) — Process for determining solar irradiances, IDT)

2013—01—04 发布

2013—05—01 实施

国家国防科技工业局 发布

前 言

本标准等同采用ISO 21348: 2007《空间环境（自然和人工）——太阳辐照度确定方法》（英文版）。本标准等同翻译ISO 21348: 2007，为便于使用，本标准做了如下编辑性修改：

- a) 将 ISO 21348: 2007 第 1 章中的“本标准规定了确定太阳辐照度的方法”改为“本标准规定了确定太阳辐照度一般概念和假设、太阳辐照度产品类型、太阳辐照度光谱分类、符合性准则和合格证”。
- b) 将 ISO 21348: 2007 第 8 章中“在此提出的确定太阳辐照度的方法符合 ISO 21348《空间环境（自然的和人工）——太阳辐照度确定方法》的规定”改为“在此提出的确定太阳辐照度的方法符合 QJ 20125-2012《太阳辐照度确定方法》的规定”。
- c) 删除了 ISO 21348: 2007 中“4.4 标准制修订过程的所有权 本标准由 ISO/TC 20/SC 14/WG 4 负责制修订。参加本标准制定的人员是 ISO/TC 20/SC 14/WG 4 的各国代表和技术专家。本标准的制定采纳了国际太阳科学和材料科学组织专家的意见”。

本标准由中国航天科技集团公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国航天标准化研究所、中国航天科技集团公司第五研究院通信卫星事业部、中国航天科技集团公司第五研究院总装与环境工程部。

本标准主要起草人：张小达、冯铁惠、朱文明、童靖宇、杨晓明。

引 言

本标准提供了规范太阳辐照度确定方法的指南。太阳辐照度是通过测量装置、参考光谱、经验模型、理论模型和太阳辐照度替代值或指数等产品给出的。在科学和工程应用中，使用这些产品表征与航天系统和航天材料相关的自然空间环境中太阳辐照度。

使用太阳辐照度的实例如下：通过确定大气密度来确定航天器轨道时；进行姿态控制和再入计算时；以及进行空间碎片减缓和避免碰撞活动时。太阳辐照在航天器表面产生的直接压力和间接压力也会影响姿态控制，它与大气密度影响姿态控制不同。

输入太阳辐照度可以用于：

- a) 电离层参数的计算；
- b) 光子引起的辐射效应；
- c) 行星大气的辐射转移建模。

输入太阳辐照能可以表征航天器热控材料的特性，如表面温度、反射率、吸收率和退化率。使用太阳能时需要用一个标准的方法来确定太阳辐照度，包括：

- a) 太阳电池电源的模拟；
- b) 材料的退化；
- c) 地面太阳模拟器中的灯和滤波器的研制。

遵循本标准规定的符合性准则，将能保证太阳辐照度产品与基于本标准的方法是一致的。第7章中符合性准则的依据是第5章中确定太阳辐照度产品类型和第6章中太阳辐照度光谱分类。第8章提供了太阳辐照度产品符合本标准的证明方法。

太阳辐照度确定方法

1 范围

本标准规定了确定太阳辐照度一般概念和假设、太阳辐照度产品类型、太阳辐照度光谱分类、符合性准则和证书。

本标准适用于提供部分或全部太阳电磁谱的太阳辐照度产品，这些产品包括测量装置、参考光谱、经验模型、理论模型和太阳辐照度替代值或指数。

本标准的目的是为航天系统和航天材料的用户提供一个规范全部太阳电磁辐照度的标准方法。

2 术语和定义

下列术语和定义仅适用于本标准。

2.1

天文单位 astronomical unit

ua

AU

长度单位，定义为地球与太阳之间的平均距离，公认值为(149 597 870 691 ± 3)m。

见参考文献[1]和[2]。

注：太阳系内物体之间的距离通常用ua表示。ua或AU是非国际单位制（国际单位制以下简称SI）单位，但在国际上通用，该值是以SI为单位通过实验得到的。当描述太阳系内物体运动时使用该值，日心引力常数是 $(0.017\ 202\ 098\ 95)^2\ \text{ua}^3\ \text{d}^{-2}$ ，这里的一日（1d）等于86 400 s（见参考文献[3]）。

1 AU略少于地球与太阳之间的平均距离，因为AU是基于点质量的开普勒椭圆轨道半径，是以日为单位的 $2\pi/k$ 轨道周期，k是高斯引力常数，为 $(0.017\ 202\ 098\ 95\ \text{AU}^3\ \text{d}^{-2})^{1/2}$ 。最新出版的权威1 ua值见参考文献[2]。

2.2

太阳辐照度 solar irradiance

可见日面的太阳辐照，用通过单位面积的功率表示，单位为 W m^{-2} 。

注：通常，“可见日面”包含了来自太阳光球层和更高高度上的色球层、过渡区和日冕等各种温度区域的所有太阳辐照。一些用户将这些综合的辐照称为“可见日面”。太阳辐照度更准确的同义词是“总太阳辐照度”，由于分光太阳辐照是由不同波长组成的辐照，可以以SI单位 W m^{-3} 表示，也可以用SI分数单位 $\text{W m}^{-2}\ \text{nm}^{-1}$ 表示。还可以用混合分光太阳辐照度单位作补充（如：量子数 $\text{cm}^{-2}\ \text{s}^{-1}\ \text{nm}^{-1}$ 、光子数 $\text{cm}^{-2}\ \text{s}^{-1}\ \text{A}^{-1}$ 和尔格 $\text{cm}^{-2}\ \text{s}^{-1}\ \text{nm}^{-1}$ ），但是，在报告中混合单位不能代替SI单位。

本标准目前还不能明确给出太阳辐照度或来自局部日面的突发能量，除非太阳辐照度是用对全日面（指可见半球）积分表示。为了校准测量太阳总辐照度的地基仪器设备（太阳热量计），1980年世界气象组织将世界辐射测量基准作为主要标准，以保证太阳辐照测量在世界范围内的符合性。世界辐射测量基准是世界标准辐射计组利用绝对空腔辐射计测量的数据建立并维护的，世界标准辐射计组位于瑞士达沃斯物理气象观测站的世界辐射中心。世界辐射测量基准的不确定度是0.3%。在两个刻度内的不确定度，世界辐射测量基准与以SI刻度为单位用低温辐射计测量和基于辐射度测量是一致的（见参考文献[4]和[5]）。世界辐射测量基准已经用于航天，但由于与太阳常数的变化相比，太阳常

数的不确定性很大，因此提出了非强制性空间绝对辐射基准（见参考文献[6]）。

2.3

太阳常数 solar constant

S

在地球大气层以外，太阳在单位时间内投射到距太阳一个天文单位处并垂直于太阳光线方向的单位面积上的太阳总辐照度，平均值为 $1\ 366\ \text{W m}^{-2}$ 。

见参考文献[7]。

注：太阳常数不是恒定的，它是一个继承性的术语。按照几何学，太阳常数是随着地球距太阳距离的变化而变化，按照物理学，太阳常数是随着太阳磁场短期至长期活动的变化而变化，也随观测点以日心纬度的变化而变化。 $1366\ \text{W m}^{-2}$ 是测量协会目前给出的协议值，该协议值由基于空间的合成数据太阳总辐照度表示，这些合成数据规范到随意挑选的一系列任务中，由空间绝对辐射基准任务组确定。该协议选用了空间绝对辐射基准任务组规范化的总太阳辐射度天基合成数据集表示（见参考文献[6]）。测量值范围从SORCE/TIM 2003-2004(+?)的测量值($\sim 1362\ \text{W m}^{-2}$)到NIMBUS-7/HF 1978-1993的测量值($\sim 1372\ \text{W m}^{-2}$)，测量值还包括了SMM/ACRIM I 1980-1989($\sim 1368\ \text{W m}^{-2}$)、ERBS/ERBE 1984-2003($\sim 1365\ \text{W m}^{-2}$)、UARS/ACRIM II 1991-2001($\sim 1364\ \text{W m}^{-2}$)、EURECA/SOVA2 1992-1993 ($\sim 1367\ \text{W m}^{-2}$)、SOHO/VIRGO 1996-2004(+?) ($\sim 1366\ \text{W m}^{-2}$)和ACRIMSAT/ACRIM III 2000-2004(+?) ($\sim 1364\ \text{W m}^{-2}$)。空间绝对辐射基准将所有太阳常数的空间测量数据简化成一个含有所有数据的数据集。空间绝对辐射基准将所有的太阳常数测量值缩减为一个单独完整数据集。在合成数据集中，通常测量的 1σ 的变化大约是 $0.6\ \text{W m}^{-2}$ ，还存在一个长期（每年）平滑太阳周期的从最小到最大的相对变化，其均值为 $1.4\ \text{W m}^{-2}$ （见参考文献[7]）。

3 符号与缩略语

λ ——太阳辐照光谱波长，单位为纳米（nm）。

4 一般概念和假设

4.1 太阳辐照度的表达

提供给航天系统用户的太阳辐照度产品通常来源于测量和/或模型。太阳辐照度产品至少包括：

- 分光强度和时序强度；
- 用等效值或替代值以及活动指标物（指数）表示太阳辐照度；
- 包含全日面（指可见半球）分光信息的太阳图像。

由于太阳辐照度分光和时间特性是了解各种物理过程和技术过程的基础，又由于以不同的格式给出和使用太阳辐照度，因此，确定太阳辐照度方法的标准化是很重要的。确定太阳辐照的标准化方法能够使太阳辐照度产品的供方和用户以一种通用的、能理解的语言交换信息。

4.2 标准的持续可用性

由于在地基和天基测量设备中需要使用新的探测器、滤波器和计算机硬件/运算软件，以及由于对太阳的物理过程不断地加深了解，在实施本标准时需要测量数据的准确性和精度进行不断地技术改进，参考光谱、经验模型、基本原理模型和太阳辐照度替代值和指数的计算和提供也将不断地改进。今后可能有一个不断改进的太阳标准用户组织。考虑到上述领域不断变化，本标准在范围和格式上设计成可持续用的文件形式，以支持和鼓励这些变化。

4.3 基于过程的标准

本标准不只作为一个简单的标准仅仅规范一套测量装置、一个参考光谱、一个太阳模型或一个太阳辐照度替代值/指数。为了鼓励不断地改进太阳辐照度产品，本标准是基于过程的确定的太阳辐照度的标准。为了保证符合本标准的要求，改进后的太阳辐照度产品应遵循第7章规定的方法。

4.4 保证符合标准的有关活动

为保证与该国际标准发行版本的符合性和继承性，ISO/TC 20/SC 14/WG 4的参与者希望太阳辐照度产品的供方所提供的测量装置、参考光谱、模型和太阳辐照替代值或指数保证与本标准一致（见参考文献[8]）。太阳辐照度产品与国际航天系统和航天材料使用的产品相一致。

5 太阳辐照度产品类型

5.1 原理

太阳辐照度产品类型是在供方和用户之间拥有共同的、易懂的确定太阳辐照度产品是否符合标准的方法的基础上规定的。

5.2 类型说明

太阳辐照度产品可以是测量装置、参考光谱、经验模型、基本原理模型或太阳辐照度替代值/指数。一个太阳辐照度产品仅具有一个类型特性。

第1种类型是测量装置产品。太阳辐照度是使用天基或地基仪器设备（包括气球和火箭）测得的。测量是在特定波长上，即确定的波长通带，具有基于标定参考源的定量值，在确定空间区域上积分，并按规定的时间间隔给出。

第2种类型是参考光谱产品。参考光谱可以使用单/多测量设备测得的，合并到模型中。参考光谱代表了太阳辐照度在确定的太阳活动条件下或特定日期的一般特征。

第3种类型是经验模型产品。太阳辐照度经验模型是使用天基或地基测量设备（包括气球和火箭）测得的。太阳辐照度经验模型在特定波长上使用替代值表示太阳辐照度。测量是在特定波长通带上，具有基于测量值的定量值，在确定空间区域上积分，并按规定的时间间隔给出。混合模型是由经验方法、数据整理或基于物理的计算，以及本类型内容的组合。

第4种类型是基本原理或理论模型产品。太阳辐照度基本原理模型是从基础物理中描述的能量、动量/质量守恒转换、转移和状态改变得到的。太阳辐照度是在特定波长上，即确定的波长通带，具有基于物理过程的定量值，在确定空间区域上积分，并按规定的时间间隔给出的。

第5种类型是太阳辐照度替代产品，也称为替代值或指数。替代值或指数的通用定义未被公认，但这两个词经常是可以交换使用的。术语“太阳辐照度替代值”的用法是随着在不同特定波长上或波长通带上可以代替太阳分光辐照度的测量数据类型或模型数据类型而演化的，它可能仅与经验相关。或者说，术语“太阳辐照度指数”的用法是随着太阳辐照度指标或太阳活动程度的表示并能够表示在特定波长上或在一个波长通带上积分的辐照度的测量数据或模型数据类型而演化的。替代值或指数能够代表与辐照度相关的其它太阳特性，包括来自太阳黑子和黑子数量的辐照度亏缺。如在不同情况下这两个词可以同时用于同一个测量。对于产生太阳辐照的太阳温度机制，一个波长上的太阳测量值就是一个活动指数。但是，当把同一种测量推广到含有其他太阳温度机制的较宽波长范围时，就需要考虑替代值问题。本标准的目的是鼓励替代值或指数的供方和用户明确说明它们的数据来源和应用情况。替代值或指数的量值与太阳的物理过程有关，并能够在规定时间间隔内给出。

6 太阳辐照度光谱分类

6.1 概述

太阳辐照度光谱分类是根据供方和用户组织的推荐或习惯进行定义的。不同组织使用的分类可能存在着不同或交叉，这些定义均收入到本章。当意思不清或交叉时，本标准不建议用一个定义覆盖另一个定义。预计将来会修改这些定义或根据习惯进行定义。6.2~6.9的信息以表格形式汇总于表1中(SI的前缀和倍数符号见表2)，信息的图型格式见图1。

本章中使用的波长单位是SI的导出单位纳米(nm)，这里， $1\text{ nm} = 1 \times 10^{-9}\text{ m}$ ，米(m)是SI的基本单位。本章也参考使用SI的其他导出单位，组织公认的适当单位。这里，包括微米($1\mu\text{m} = 1 \times 10^{-6}\text{ m}$)、毫米($1\text{ mm} = 1 \times 10^{-3}\text{ m}$)、厘米($1\text{ cm} = 1 \times 10^{-2}\text{ m}$)和赫兹(s^{-1})。

6.2 太阳总辐照度

太阳总辐照度也称全日面的太阳辐照度，是在一个天文单位距离上对所有波长的积分，并以 W m^{-2} (见2.1、2.2和7.2)为单位给出。2.3中描述的太阳常数是太阳总辐照度的平均值。

6.3 γ 射线

γ 射线辐照度定义在波长为($0.00001 \leq \lambda < 0.001$)nm的波段内。

注：通常，数据供方使用本定义中的本光谱分类。

6.4 x 射线

6.4.1 硬 χ 射线(HXR)辐照度定义在波长为($0.001 \leq \lambda < 0.1$)nm的波段内。

注：通常，数据供方使用本定义中的本光谱分类。

6.4.2 软 χ 射线(SXR)辐照度定义在波长为($0.1 \leq \lambda < 10$)nm的波段内。

注：通常，数据供方使用本定义中的本光谱分类。某些高层大气物理学家考虑软 χ 射线时，范围扩大到30nm，这是较少使用的。

6.5 紫外线

6.5.1 紫外线(UV)辐照度定义在波长为($100 \leq \lambda < 400$)nm的波段内。

注：本定义由全球太阳UV指数(UVI)给出(见参考文献[9]和[10])。

6.5.2 真空紫外线(VUV)辐照度定义在波长为($10 \leq \lambda < 200$)nm的波段内。

注：通常，数据供方使用本定义中的本光谱分类。与材料科学领域的定义相同。

6.5.3 极紫外线(Extreme Ultraviolet)(EUV)辐照度定义在波长为($10 \leq \lambda < 121$)nm的波段内。

注：通常，数据供方使用本定义中的本光谱分类。在少数情况下，某些高层大气物理学家考虑下限截止波长为30nm，不同上限截止波长包括： O_2 的电离位为102.7 nm、 MgF_2 晶体透射带通窗口下限为115 nm、H I莱曼- α 发射线为121.6 nm。

6.5.4 莱曼-阿尔法(Lyman- α)辐照度定义在波长为($121 \leq \lambda < 122$)nm的波段内。

注：氢莱曼-阿尔法线是在这部分光谱中最突出的单谱线发射部分，它源于太阳过度区(发射谱线的中心)和色球层(线翼)。该发射与氢光谱从波长121.5668 nm到121.5674 nm上的 $1s^2\text{S}-2p^2\text{P}^0$ 共振跃迁相对应。线心和线翼发射的范围是从121.4 nm至121.8 nm，对于整个太阳系研究都是重要的，例如：地球的D电离层、行星和彗星的氢晕以及星际的氢进入日球层均受到这些辐照的影响。

6.5.5 远紫外线 (FUV) 辐照度定义在波长为 $(122 \leq \lambda < 200)$ nm 的波段内。

注：通常，数据提供方使用本定义中的本光谱分类。

6.5.6 紫外线 C (UVC) 辐照度定义在波长为 $(100 \leq \lambda < 280)$ nm 的波段内。

注：本定义由全球太阳UV指数 (UVI) 给出 (见参考文献[9]和[10])。

6.5.7 中紫外线 (MUV) 辐照度定义在波长为 $(200 \leq \lambda < 300)$ nm 的波段内。

注：通常，高层大气物理学使用本定义。

6.5.8 紫外线 B (UVB) 辐照度定义在波长为 $(280 \leq \lambda < 315)$ nm 的波段内。

注：本定义由全球太阳UV指数 (UVI) 给出 (见参考文献[9]和[10])。

6.5.9 近紫外线 (NUV) 辐照度定义在波长为 $(300 \leq \lambda < 400)$ nm 的波段内。

注：通常，高层大气物理学使用本定义。

6.5.10 紫外线 A (UVA) 辐照度定义在波长为 $(315 \leq \lambda < 400)$ nm 的波段内。

注：本定义由全球太阳UV指数 (UVI) 给出 (见参考文献[9]和[10])。

6.6 可见光

6.6.1 可见光、目视光或 VIS 辐照度定义在波长为 $(380 \leq \lambda < 760)$ nm 的波段内 (见参考文献[11])。

注：太阳可见光被定义为在光谱中可以刺激人的视网膜锥体的电磁谱，例如：感光视觉。大多数人的感光范围从 380 nm 到 760 nm。但某些人可以感觉到 830 nm 的长波。“光”一词仅适用于电磁光谱的可见部分。

6.6.2 紫光辐照度定义在波长为 $(360 \leq \lambda < 450)$ nm 的波段内。

6.6.3 蓝光辐照度定义在波长为 $(450 \leq \lambda < 500)$ nm 的波段内。

6.6.4 绿光辐照度定义在波长为 $(500 \leq \lambda < 570)$ nm 的波段内。

6.6.5 黄光辐照度定义在波长为 $(570 \leq \lambda < 591)$ nm 的波段内。

6.6.6 橙光辐照度定义在波长为 $(591 \leq \lambda < 610)$ nm 的波段内。

6.6.7 红光辐照度定义在波长为 $(610 \leq \lambda < 760)$ nm 的波段内。

6.7 红外线

6.7.1 红外线 (IR) 辐照度定义在波长为 $(760 \leq \lambda < 1\,000\,000)$ nm 的波段内。

注：760 nm 等于 0.76 μm ，1 000 000 nm 等于 1 mm。红外线通常分为三部分光谱，如：近、中和远红外线。

6.7.2 近红外线 (IR-A) 辐照度定义在波长为 $(760 \leq \lambda < 1\,400)$ nm 的波段内。

注：760 nm 等于 0.76 μm ，1 400 nm 等于 1.4 μm 。

6.7.3 中红外线 (IR-B) 辐照度定义在波长为 $(1\,400 \leq \lambda < 3\,000)$ nm 的波段内。

注：1 400 nm 等于 1.4 μm ，3 000 nm 等于 3 μm 。

6.7.4 远红外线 (IR-C) 辐照度定义在波长为 $(3\,000 \leq \lambda < 1\,000\,000)$ nm 的波段内。

注：3 000 nm 等于 3 μm ，1 000 000 nm 等于 1 mm。

6.8 微波

微波辐照度定义在波长为 $(1\,000\,000 \leq \lambda < 15\,000\,000)$ nm 的波段内。

注：1 000 000 nm 等于 1 mm，15 000 000 nm 等于 1.5 cm。

太阳微波辐照度引起无线电通讯和导航频率的干扰或噪声。干扰频带覆盖了以下无线电波长（见参考文献[12]）：

- W ($100.0 \geq \nu > 56.0$) GHz或 ($3.00 \times 10^6 \leq \lambda < 5.35 \times 10^6$) nm;
- V ($56.0 \geq \nu > 46.0$) GHz或 ($5.35 \times 10^6 \leq \lambda < 6.52 \times 10^6$) nm;
- Q ($46.0 \geq \nu > 36.0$) GHz或 ($6.52 \times 10^6 \leq \lambda < 8.33 \times 10^6$) nm;
- K ($36.00 \geq \nu > 10.90$) GHz或 ($8.33 \times 10^6 \leq \lambda < 2.75 \times 10^7$) nm;
- X ($10.90 \geq \nu > 5.20$) GHz或 ($2.75 \times 10^7 \leq \lambda < 5.77 \times 10^7$) nm;
- C ($6.20 \geq \nu > 3.90$) GHz或 ($4.84 \times 10^7 \leq \lambda < 7.69 \times 10^7$) nm;
- S ($5.20 \geq \nu > 1.55$) GHz或 ($5.77 \times 10^7 \leq \lambda < 1.93 \times 10^8$) nm;
- L ($1.550 \geq \nu > 0.390$) GHz或 ($1.93 \times 10^8 \leq \lambda < 7.69 \times 10^8$) nm;
- P ($0.390 \geq \nu > 0.225$) GHz或 ($7.69 \times 10^8 \leq \lambda < 1.33 \times 10^9$) nm。

6.9 无线电

太阳无线电辐照度可以定义在波长为($100\ 000 \leq \lambda < 100\ 000\ 000\ 000$) nm的波段内，虽然大多数太阳测量范围在($1\ 000\ 000 \leq \lambda < 10\ 000\ 000\ 000$) nm给出。

注：100 000 nm等于0.1 mm或大约3 000GHz，100 000 000 000 nm等于100 m或大约3 000kHz；1 000 000 nm等于1 mm或大约300GHz，10 000 000 000 nm等于10 m或大约30MHz。

太阳无线电辐照度够引起无线电通讯和导航频率的干扰或噪声。干扰频带如下（见参考文献[12]）：

- 极高频（EHF） ($300 \geq \nu > 30$) GHz或 ($1.00 \times 10^6 \leq \lambda < 1.00 \times 10^7$) nm
- 超高频（SHF） ($30 \geq \nu > 3$) GHz或 ($1.00 \times 10^7 \leq \lambda < 1.00 \times 10^8$) nm
- 特高频（UHF） ($3\ 000 \geq \nu > 300$) MHz或 ($1.00 \times 10^8 \leq \lambda < 1.00 \times 10^9$) nm
- 甚高频（VHF） ($300 \geq \nu > 30$) MHz或 ($1.00 \times 10^9 \leq \lambda < 1.00 \times 10^{10}$) nm
- 高频（HF） ($30 \geq \nu > 3$) MHz或 ($1.00 \times 10^{10} \leq \lambda < 1.00 \times 10^{11}$) nm

赫兹是频率 ν 的计算单位， $\nu = c/\lambda$ ，这里 c 是真空中光速，定义为($299\ 792\ 458$) m s^{-1} ， λ 是以米为单位的波长，如：10.7 cm无线电波通量可以转换为以Hz为单位： $(299\ 792\ 458\ \text{m s}^{-1}) / (0.107\ \text{m}) = 2\ 801.799\ \text{MHz}$ 。

注：1 kHz = 1×10^3 Hz，1 MHz = 1×10^6 Hz，1 GHz = 1×10^9 Hz。

表1 太阳辐照度光谱分类的定义

光谱分类	光谱子分类	波长范围 nm	波长范围 (SI的前缀见表2)	备注
太阳总辐照度				一个天文单位距离上全部太阳辐照度在对所有波长的积分
伽马射线		$0.00001 \leq \lambda < 0.001$	$10 \text{ fm} \leq \lambda < 1 \text{ pm}$	
X射线		$0.001 \leq \lambda < 0.1$	$1 \text{ pm} \leq \lambda < 0.10 \text{ nm}$	硬X射线
	XUV	$0.1 \leq \lambda < 10$	$0.10 \text{ nm} \leq \lambda < 10 \text{ nm}$	软X射线
紫外线	UV	$100 \leq \lambda < 400$	$100 \text{ nm} \leq \lambda < 400 \text{ nm}$	紫外线
	VUV	$10 \leq \lambda < 200$	$10 \text{ nm} \leq \lambda < 200 \text{ nm}$	真空紫外线
	EUV	$10 \leq \lambda < 121$	$10 \text{ nm} \leq \lambda < 121 \text{ nm}$	极紫外线
	H Lyman- α	$121 \leq \lambda < 122$	$121 \text{ nm} \leq \lambda < 122 \text{ nm}$	氢莱曼-阿尔法
	FUV	$122 \leq \lambda < 200$	$122 \text{ nm} \leq \lambda < 200 \text{ nm}$	远紫外线
	UVC	$100 \leq \lambda < 280$	$100 \text{ nm} \leq \lambda < 280 \text{ nm}$	紫外线C
	MUV	$200 \leq \lambda < 300$	$200 \text{ nm} \leq \lambda < 300 \text{ nm}$	中紫外线
	UVB	$280 \leq \lambda < 315$	$280 \text{ nm} \leq \lambda < 315 \text{ nm}$	紫外线B
	NUV	$300 \leq \lambda < 400$	$300 \text{ nm} \leq \lambda < 400 \text{ nm}$	近紫外线
	UVA	$315 \leq \lambda < 400$	$315 \text{ nm} \leq \lambda < 400 \text{ nm}$	紫外线A
可见光	VIS	$380 \leq \lambda < 760$	$380 \text{ nm} \leq \lambda < 760 \text{ nm}$	目视光
		$360 \leq \lambda < 450$	$360 \text{ nm} \leq \lambda < 450 \text{ nm}$	紫光
		$450 \leq \lambda < 500$	$450 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$	蓝光
		$500 \leq \lambda < 570$	$500 \text{ nm} \leq \lambda < 570 \text{ nm}$	绿光
		$570 \leq \lambda < 591$	$570 \text{ nm} \leq \lambda < 591 \text{ nm}$	黄光
		$591 \leq \lambda < 610$	$591 \text{ nm} \leq \lambda < 610 \text{ nm}$	橙光
		$610 \leq \lambda < 760$	$610 \text{ nm} \leq \lambda < 760 \text{ nm}$	红光
红外线	IR	$760 \leq \lambda < 1\,000\,000$	$760 \text{ nm} \leq \lambda < 1.00 \text{ mm}$	
	IR-A	$760 \leq \lambda < 1\,400$	$760 \text{ nm} \leq \lambda < 1.40 \mu\text{m}$	近红外线
	IR-B	$1\,400 \leq \lambda < 3\,000$	$1.40 \mu\text{m} \leq \lambda < 3.00 \mu\text{m}$	中红外线
	IR-C	$3\,000 \leq \lambda < 1\,000\,000$	$3.00 \mu\text{m} \leq \lambda < 1.00 \text{ mm}$	远红外线
微波		$1\,000\,000 \leq \lambda < 15\,000\,000$	$1.00 \text{ mm} \leq \lambda < 15.00 \text{ mm}$	
	<i>W</i>	$3.00 \times 10^6 \leq \lambda < 5.35 \times 10^6$	$3.00 \text{ mm} \leq \lambda < 5.35 \text{ mm}$	$(100.0 \geq \nu > 56.0) \text{ GHz}$
	<i>V</i>	$5.35 \times 10^6 \leq \lambda < 6.52 \times 10^6$	$5.35 \text{ mm} \leq \lambda < 6.52 \text{ mm}$	$(56.0 \geq \nu > 46.0) \text{ GHz}$
	<i>Q</i>	$6.52 \times 10^6 \leq \lambda < 8.33 \times 10^6$	$6.52 \text{ mm} \leq \lambda < 8.33 \text{ mm}$	$(46.0 \geq \nu > 36.0) \text{ GHz}$
	<i>K</i>	$8.33 \times 10^6 \leq \lambda < 2.75 \times 10^7$	$8.33 \text{ mm} \leq \lambda < 27.5 \text{ mm}$	$(36.0 \geq \nu > 10.90) \text{ GHz}$
	<i>X</i>	$2.75 \times 10^7 \leq \lambda < 5.77 \times 10^7$	$27.50 \text{ mm} \leq \lambda < 57.70 \text{ mm}$	$(10.90 \geq \nu > 5.20) \text{ GHz}$
	<i>C</i>	$4.84 \times 10^7 \leq \lambda < 7.69 \times 10^7$	$48.40 \text{ mm} \leq \lambda < 76.90 \text{ mm}$	$(6.20 \geq \nu > 3.90) \text{ GHz}$

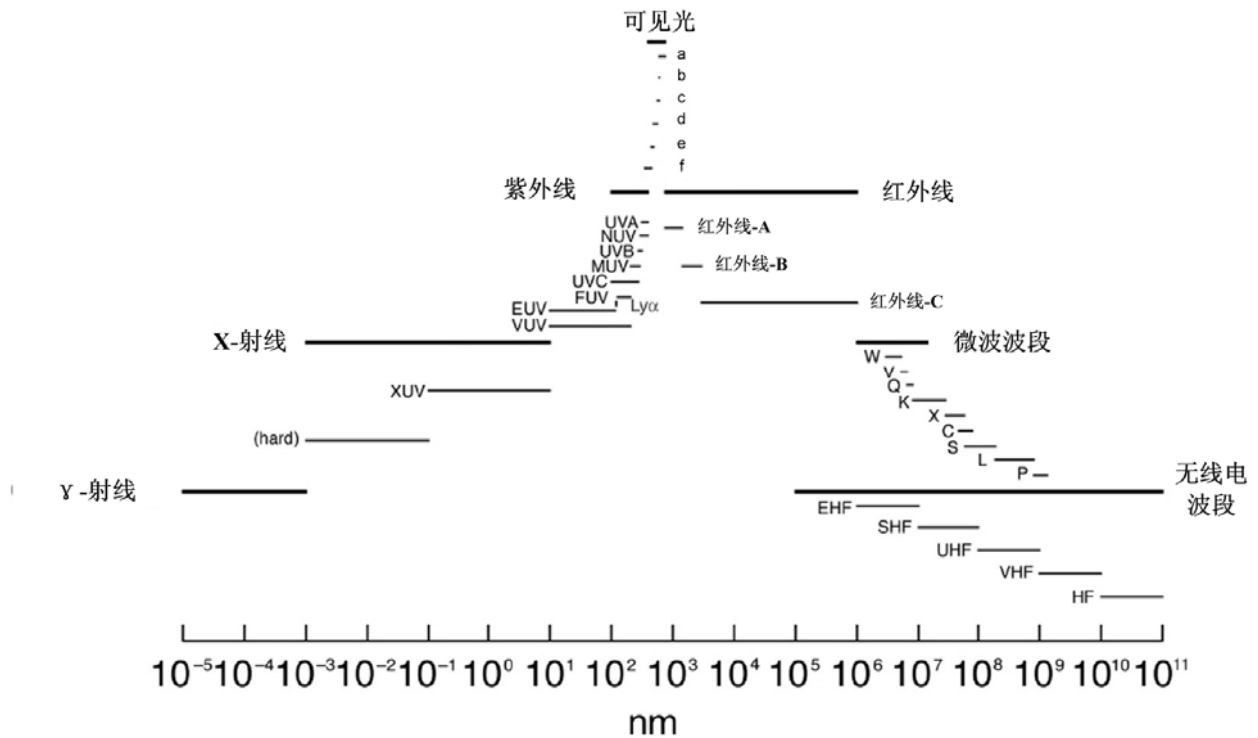
表 1 (续)

光谱分类	光谱子分类	波长范围 nm	波长范围 (SI的前缀见表2)	备注
微波	<i>S</i>	$5.77 \times 10^7 \leq \lambda < 1.93 \times 10^8$	57.70 mm $\leq \lambda < 193.00$ mm	(5.20 $\geq \nu > 1.55$) GHz
	<i>L</i>	$1.93 \times 10^8 \leq \lambda < 7.69 \times 10^8$	193.00 mm $\leq \lambda < 769.00$ mm	(1.550 $\geq \nu > 0.390$) GHz
	<i>P</i>	$7.69 \times 10^8 \leq \lambda < 1.33 \times 10^9$	769.00 mm $\leq \lambda < 1.33$ m	(0.390 $\geq \nu > 0.225$) GHz
无线电		100 000 $\leq \lambda < 100\ 000\ 000\ 000$	0.10 mm $\leq \lambda < 100$ m	测量: (1 000 000 $\geq \lambda < 10\ 000\ 000\ 000$) nm
	EHF	$1.00 \times 10^6 \leq \lambda < 1.00 \times 10^7$	1.00 mm $\leq \lambda < 10.00$ mm	极端高频(300 $\geq \nu > 30$) GHz
	SHF	$1.00 \times 10^7 \leq \lambda < 1.00 \times 10^8$	10.00 mm $\leq \lambda < 100.00$ mm	超高频(30 $\geq \nu > 3$) GHz
	UHF	$1.00 \times 10^8 \leq \lambda < 1.00 \times 10^9$	100.00 mm $\leq \lambda < 1.00$ m	超高频(3 000 $\geq \nu > 300$) MHz
	VHF	$1.00 \times 10^9 \leq \lambda < 1.00 \times 10^{10}$	1.00 m $\leq \lambda < 10.00$ m	甚高频(300 $\geq \nu > 30$) MHz
	HF	$1.00 \times 10^{10} \leq \lambda < 1.00 \times 10^{11}$	10.00 m $\leq \lambda < 100.00$ m	高频(30 $\geq \nu > 3$)MHz

表 2 SI 单位十进倍数和分数单位的前缀和符号

分数	前缀	符号	十进倍数	前缀	符号
10 ⁻¹	deci	d	10	deca	da
10 ⁻²	centi	c	10 ²	hecto	h
10 ⁻³	milli	m	10 ³	kilo	k
10 ⁻⁶	micro	μ	10 ⁶	mega	M
10 ⁻⁹	nano	n	10 ⁹	giga	G
10 ⁻¹²	pico	p	10 ¹²	tera	T
10 ⁻¹⁵	femto	f	10 ¹⁵	peta	P
10 ⁻¹⁸	atto	a	10 ¹⁸	exa	E

注：见参考文献[13]。



注：可见光注解如下：

- a) 红光；
- b) 橙光；
- c) 黄光；
- d) 绿光；
- e) 蓝光；
- f) 紫光。

图 1 太阳辐照度光谱从伽马射线到无线电波波长分类

7 符合性准则

7.1 总则

本标准的符合性准则包括符合太阳辐照度产品类型（见第5章）和太阳辐照度光谱分类（见第6章）的要求。准则规范了确定太阳辐照度符合性的过程，包括太阳辐照度产品的报告、文档、出版和归档。

7.2 报告

太阳辐照度以SI的 $W m^{-2}$ 为单位。太阳分光辐照度以SI的 $W m^{-3}$ 为单位，可以将单位转换成传统的单位，如： $W m^{-2} nm^{-1}$ 。报告辐照度应描述是否折算到1 ua。虽然不要求，但是建议给出折算到1 ua的辐照度。如果可能，应给出太阳辐照度产品的波长采样区间（光谱取样）和光谱分辨率（带宽）。

7.3 文档

7.3.1 应编写确定太阳辐照度方法的文件，文件一般应包括数据的采集、检索、处理、校准、确认、验证、准确度和精确度方法和/或算法，以及归档信息。

7.3.2 对于测量产品，文档应包括航天器观测值、火箭实验数据集和地面观测（包括气球）值等测量仪器设备，应提供用于收集和检索太阳辐照度的有关代理或机构和仪器设备的描述。数据处理运算

法则、仪器设备校准技术和延续性、确定准确度和精确度的方法、有效性和验证方法、以及归档过程应编写的文件。

7.3.3 参考光谱：包括几个太阳周期光谱平均或太阳活动条件的变化，应描述规范光谱作为参考光谱的原理。用于得到参考光谱的仪器设备、多数据集之间差异的解决方法、数据处理运算法则、确定准确度和精确度方法、有效性和验证方法、以及归档过程应编写的文件。

7.3.4 经验模型：包括基于一个或许多天基或地基测量、混合模型、研制模型原理的描述，应描述它的应用范围和选择代理与指标原理。用于得到数据集的仪器设备、模型的数学公式、多数据集之间差异的解决方法、数据处理运算法则、确定准确度和精确度方法、有效性和验证方法、以及归档过程应编写的文件。

7.3.5 太阳辐照度处理的基本原理或理论模型：应描述作为模型基础的物理原理、开发模型的原理及其应用范围。得到太阳辐照度的数值运算法则、模型的数学公式、确定准确度和精确度方法、有效性和验证方法、以及归档过程应编写文件。

7.3.6 太阳辐照度替代值和指数：应描述替代值和指数的研制原理及其应用范围。在推导中使用的数据集、替代值和指数的数学公式、多数据集之间差异的解决方法、数据处理运算法则、确定准确度和精确度方法、有效性和验证方法、以及归档过程应编写文件。

7.4 出版

太阳辐照度产品文件应在易获得的科学或学科领域同类国际评论刊物中出版。对于任何太阳辐照度产品，出版的论文应存入永久电子档案保存，以便国际机构可以检索、获取、更新这些归档的测量值、光谱、模型或替代值/指数。

7.5 归档

应采用当前技术对已形成文件的和出版的太阳辐照度产品进行归档，以确保其国际范围内可以长期获得。

8 证书

符合本标准的符合性证书应按第7章所列出的准则进行归档。档案的出版应符合7.4的要求，并进行自我声明，声明的内容如下：“在此提出的确定太阳辐照度的方法符合QJ 20123-2012《太阳辐照度确定方法》的规定”。类型说明（第5章）和太阳辐照度光谱分类（第6章）应作为自我声明的一部分。

参考文献

- [1] Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), The International System of Units (SI), 1998
 - [2] The Jet Propulsion Laboratory (JPL), Planetary and Lunar Ephemerides, DE405/LE405.
<http://ssd.jpl.nasa.gov/iau-comm4/de405iom/>
 - [3] National Institute of Standards and Technology (NIST), Special Publication 330, 2001, The International System of Units (SI)
 - [4] ROMERO, J., FOX, N.P. and FRÖHLICH, C. 1st comparison of the solar and an SI radiometric scale, *Metrologia*, **28**, pp. 125-128, 1990
 - [5] ROMERO, J., FOX, N.P. and FRÖHLICH, C. Improved comparison of the World Radiometric Reference and the SI radiometric scale, *Metrologia*, 32 (6), pp. 523-524, 1995
 - [6] CROMMELYNCK, D., FICHOT, A., LEE, R.B. III, and ROMERO, J. First realisation of the Space Absolute Radiometric Reference (SARR) during the ATLAS 2 flight period, *Adv. Space Res.*, 16 (8), pp. 17-23, 1995
 - [7] ASTM E 490-00a, 2000, Standard Solar Constant and Zero Air Mass Solar Spectral Irradiance Tables
 - [8] TOBISKA, W.K. and NUSINOV, A.A. Status of the draft ISO Solar Irradiance Standard, *Phys. Chem. Earth (C)*, 25 (5-6), pp. 387-388, 2000
 - [9] World Health Organization (WHO), Global Solar UV Index: A Practical Guide 2002
 - [10] ISO/CIE 17166:1999, Erythema reference action spectrum and standard erythema dose
 - [11] CIE 17.4, 1987, International Lighting Vocabulary, 4th ed. (joint IEC/CIE publication)
 - [12] Reference Data for Radio Engineers (ed. VALKENBURG, M.E.), Howard W. Sams & Co., Inc., ITT, 1982
 - [13] WILKINSON, G.A. IAU Style Manual, Comm. 5, IAU Transactions XXB, 1987
-

中华人民共和国航天行业标准
太阳辐照度确定方法

QJ 20125—2012

*

中国航天标准化研究所出版
北京市丰台区小屯路 89 号

邮政编码：100071

中国航天标准化研究所
印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2013 年 5 月出版

定价：15 元