

推荐性国家标准《太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1. 任务来源

本标准由全国太阳能标准化技术委员会（SAC/TC 402）提出并归口。2025年4月30日，《国家标准化管理委员会关于下达2025年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发【2025】23号），将《太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度》列入推荐性国家标准修订计划项目，项目编号：20251280-T-469。第一起草单位为中国气象局气象探测中心。本标准将 ISO 9845-1: 2022 Solar energy — Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions — Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5 等同转化为国家标准，是“GB/T-17683.1-1999, 太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度”的修订。

2. 制定背景

国际标准化组织 ISO 9845-1:1992，作为太阳光谱辐照度数据标准，于1992年10月15日发布的版本，迄今已经实施30多年，ISO 9845-1: 1992一直是地面上太阳能量吸收、反射和透射参数研究的参考标准。1999年，该标准被我国等同转化为国家标准 GB/T 17683.1-1999, 太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度。

2015年4月，中国国家标准化管理委员会(SAC)正式向国际标准化组织(ISO)太阳能标准化技术委员会(TC180)秘书处提交承担ISO 9845-1国际标准修订工作。中国气象局气象探测中心研究员吕文华被邀请参加本次研讨会，成为ISO TC

180/SC1/WG2 工作组的国际标准 ISO 9845-1: 1992 修订的召集人。2022 年 3 月, 标准修订工作组完成了 ISO 9845-1: 1992 的修订, 2022 年 8 月 12 日, ISO 9845-1:2022 正式发布。ISO 9845-1:2022 是地面上太阳能量吸收、反射和透射参数研究的太阳标准光谱辐照度数据标准。将 ISO 9845-1: 1992 国际标准中的太阳光谱数量从 1 个扩展到 172 个, 光谱下限从 305 纳米缩短到 280 纳米, 波长个数从 120 个大幅扩展到 2002 个。增加了附属光谱在九种大气模式下, 从 0° 到 90°, 每个大气模式下有 19 个倾角, 每隔 5° 一个半球向光谱辐射数据表, 总共有 171 个半球向辐照度光谱数据表。

当前, 我国已经成为全球光伏制造与应用第一大国家, 高效组件研发、系统性能评估、光伏电站设计等均依赖于精确的太阳光谱数据。新版标准提供更宽光谱、更高分辨率的数据, 有助于提升光伏产品测试与认证的科学性, 推动技术创新与产业升级。将 ISO 9845-1:2022 等同转化为我国国家标准, 不仅是跟踪国际技术发展的必然要求, 更是服务国家能源转型、气象现代化和产业升级的重要举措, 对建立健全我国太阳光谱标准体系、服务国家战略与产业发展具有重要现实意义。

3. 起草过程

1) 成立起草组

2025 年 5 月, 标准立项后, 由中国气象局气象探测中心和北京象元气象观测技术研究院牵头, 成立了标准起草组, 确定了标准编写原则的总体思路, 明确了人员分工和时间计划。起草组成员主要由国家和地方企事业单位和长期从事太阳辐射测量仪器标准化工作的相关技术人员组成。

2) 标准初稿起草

2025 年 5 月至 9 月, 起草组先后组织多次调研、学习和研讨活动。对 ISO 9845-1: 2022 Solar energy — Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions — Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5 的内容多次召开起草组内部讨论会, 并进行逐条的翻译和修改, 并形成标准初稿。

3) 召开标准编制启动会

2025 年 10 月在北京召开了国家标准《太阳能 在地面不同接收条件下的太

阳光谱辐照度标准 第 1 部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度》编制工作启动会。来自中国可再生能源协会、中国标准化研究院、中国气象局气象探测中心、北京象元气象观测技术研究院、中国大唐集团科学技术研究总院有限公司、中国气象局公共气象服务中心、上海长望气象科技股份有限公司、华电电力科学研究院、华云升达（北京）气象科技有限责任公司、佐格微系统（杭州）有限公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、邯郸市耘农智慧农业科技有限公司、清华大学山西清洁能源研究院、中环天仪（天津）气象仪器有限公司等单位 20 余位专家参加会议。全国太阳能标准化技术委员会秘书长刘猛研究员宣布标准编制工作组人员组成，会上讨论了标准初稿和编制工作计划。

4) 召开征求意见稿讨论会

2026 年 3 月 25 日在北京召开了国家标准《太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第 1 部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度》征求意见稿讨论会。全国太阳能标准化技术委员会主任委员李宝山，高级顾问李爱仙，秘书长刘猛研究员和来自 22 个起草单位及特邀专家共 42 人参加了会议。会议讨论了编制说明和标准征求意见稿。

5) 征求意见

2026 年 4 月，向全国太阳能标准化技术委员会（SAC/TC 402）全体委员和特邀专家发送征求意见，同时通过全国标准信息公共服务平台向社会各界广泛开展征求意见。

4. 协作单位

本标准的协作单位为：北京象元气象观测技术研究院、华电电力科学研究院有限公司、上海长望气象科技股份有限公司、国网山西省电力有限公司电力科学研究院、清华大学山西清洁能源研究院、国网甘肃省电力公司、云南省气象服务中心、合肥中科光博量子科技有限公司、华云升达（北京）气象科技有限责任公司、中环天仪（天津）气象仪器有限公司、邯郸市耘农智慧农业科技有限公司、

佐格微系统（杭州）有限公司、杭州浅海科技有限责任公司、西安乐驰科技有限公司、湖南省气象技术装备中心、航天新气象科技有限公司、中国大唐集团科学技术研究总院有限公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、中国标准化研究院、中国气象局公共气象服务中心、中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所。

5. 标准工作组成员及其所做的工作

本标准的第一起草人为吕文华，起草组成员和分工如下：

姓名	职称	工作单位	分工
吕文华	研究员级高工	北京象元气象观测技术研究院	项目负责人。负责标准起草的组织工作和标准文本和编制说明的确定。
杜波	高工	中国气象局气象探测中心	负责整个标准的框架结构、参与编制说明的编写。
周宇昊	正高工	华电电力科学研究院有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
方佳言	高工	上海长望气象科技股份有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
赵军	高工	国网山西省电力有限公司电力科学研究院	参与标准修订及相关技术内容的编写。
赵娟	高工	清华大学山西清洁能源研究院	参与标准修订及相关技术内容的编写。
吴国栋	正高工	国网甘肃省电力公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
田永丽	高工	云南省气象服务中心	参与标准修订及相关技术内容的编写。
张帅	正高工	合肥中科光博量子科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
张弛	高工	华云升达（北京）气象科技有限责任公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。

马剑哲	高工	中环天仪（天津）气象仪器有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
吴法太	高工	邯郸市耘农智慧农业科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
诸葛杰	高工	佐格微系统（杭州）有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
童海明	高工	杭州浅海科技有限责任公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
王辰	工程师	西安乐驰科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
曹善桥	工程师	中国大唐集团科学技术研究总院有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
田启明	正高工	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
边泽强	正高工	中国气象局气象探测中心	参与标准修订及相关技术内容的编写。
刘达新	高工	北京象元气象观测技术研究院	参与标准修订及相关技术内容的编写。
杨洁	高工	中国标准化研究院	参与标准修订及相关技术内容的编写。
刘猛	研究员	中国标准化研究院	参与标准修订及相关技术内容的编写。
王黎明	正高工	湖南省气象技术装备中心	参与标准制定,负责相关技术内容的编写。
崇伟	高工	中国气象局气象探测中心	参与标准修订及编制说明的编写。
孙立新	正高工	航天新气象科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
乌日柴胡	工程师	中国气象局公共气象服务中心	参与标准修订及相关技术

			内容的编写。
王豫	助理研究员	中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所	参与标准修订及相关技术内容的编写。
周璐	正高工	华电电力科学研究院有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
孔德同	正高工	华电电力科学研究院有限公司	参与标准修订及编制说明的编写。
罗昆	高级经济师	上海长望气象科技股份有限公司	参与标准修订及编制说明的编写。
李旭光	高工	清华大学山西清洁能源研究院	参与标准修订及相关技术内容的编写。
叶丛雷	工程师	合肥中科光博量子科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
牛浩明	高工	国网甘肃省电力公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
彭启洋	正高工	云南省气象服务中心	参与标准修订及相关技术内容的编写。
王军飞	工程师	邯郸市耘农智慧农业科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
张晓军	工程师	西安乐驰科技有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
温会英	助理工程师	中国大唐集团科学技术研究总院有限公司	参与标准修订及相关技术内容的编写。
张志鼎	工程师	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司	参与标准制修订及相关技术内容的编写。

二、标准编制原则及主要内容

1. 编制原则

本标准依据 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》及 GB/T 1.2—2020《标准化工作导则 第2部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》的要求和规定编写本标准的内容，并对 ISO 9845-1:2022《太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度》做以下编辑性修改：

- （一）增加附加信息；
- （二）用小数符号“.”代替“，”；
- （三）用“本文件”代替 ISO 9845-1:2022 标准化文件提及自身时的表述；
- （四）删除 ISO 9845-1:2022 的封面、目次、前言和引言。

2. 主要内容

本标准提供了一个参考半球太阳辐照度光谱、一个参考直接法向太阳辐照度光谱和在 9 大气模式下，从 0° 到 90°，每个大气模式下有 19 个倾角，每隔 5° 一个半球光谱辐射数据表，总共有 171 个半球辐照度光谱数据表。标准光谱辐照度表定义了空气质量 1.5 太阳光谱辐照度，用于需要标准光谱辐照度的太阳能应用，用于直接法向辐射 5.8° 面向赤道的视场角和半球辐射，37° 与轻质沙质土壤相对应的反照率倾斜平面。标准光谱辐照度表旨在表示理想的晴朗天空条件。

本标准等同采用 ISO 9845-1:2022《太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球日射向辐照度》。

本标准替代 GB/T 17683.1-1999《太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分：大气质量 1.5 的法向直接太阳日射辐照度和半球向日射辐照度》。相比 GB/T 17683.1-1999，本文件的主要变化如下：

- 删除了 ISO 前言；
- 修改了前言和引言；
- 光谱范围扩展为 280 nm 至 4000 nm；
- 光谱分辨率提高至 2002 个波长，280 nm-400 nm 间隔 0.5 nm，400 nm-1700 nm 间隔 1 nm，1700 nm-1702 nm 间隔 2 nm，1702 nm-1705 nm 间隔 3 nm，1705 nm-4000 nm 间隔 5 nm；

一以SMARTS（大气辐射传输简单模型）代替BRITE蒙特卡罗辐射传输模型，SMARTS2.9.2用于计算标准光谱，SMARTS2.9.5用于计算附属光谱；

一增加了附属光谱，按不同海拔高度、不同大气污染程度、不同大气湿度分为9种气溶胶大气模式，每种模式倾斜面从 0° - 90° 以 5° 为间隔，共19个倾斜面角度的半球向太阳光谱辐照度。

本标准除前言，引言外，包括7章和3个附录，主要章节为：

1. 范围
2. 规范性引用文件，无
3. 术语和定义
4. 应用光谱数据推导有效太阳辐照度和太阳光谱加权值
5. 验证
6. 标准光谱辐照度
7. 附属光谱辐照度

附录A 生成标准光谱辐射的 SMARTS 配置

附录B 标准光谱辐照度曲线

附录C 生成附属光谱辐射的 SMARTS 配置

三、预期的经济效益、社会效益和生态效益

（1）经济效益

ISO 9845-1:2022 包含了标准大气条件下的直接太阳光谱辐照度和半球向光谱辐照度，覆盖波长范围广泛，从紫外到近红外区域，这些光学性质参数可以使太阳能热系统性能、光伏系统性能、材料研究、生物研究和太阳模拟领域相关测试和模拟更加准确。等同转化为国家标准，将为我国光伏组件、太阳能热利用设备、光电材料等产品的研发、测试与认证提供权威光谱基准，降低企业研发成本，提升产品国际竞争力，推动光谱仪、太阳模拟器等检测设备标准化，促进国产仪器技术升级与市场拓展；在光伏发电产业应用中，该标准可以支持光伏电站精细化设计与运维，提高发电量预测精度，优化储能配置，提升电站全生命周期经济效益。

（2）社会效益。

太阳辐射是气候系统的重要驱动力，高精度光谱数据可为数值天气预报、气候变化研究、太阳能资源评估提供可靠输入，等同转化 ISO 9845-1:2022 为国家

标准，将助力我国气象事业从“观测”向“精准感知”转型，提升我国太阳能资源评估与利用的科学水平，支持“双碳”目标实现；另一方面，等同转化 ISO 9845-1:2022 为国家标准，将为我国高校、科研机构提供统一、先进的教学与科研数据支撑，增强公众对太阳能资源与气候变化关系的科学认知，助力新能源领域人才培养，提升社会节能减排意识。采用国际最新标准有利于我国数据产品、测试方法和仪器设备与国际保持一致，提升我国在国际太阳能标准体系中的话语权，支持“一带一路”沿线国家太阳能合作与数据共享，促进我国光谱辐射标准化国际接轨。

（3）生态效益

太阳光谱辐射信息对生态环境评估、农作物生长具有重要影响。ISO 9845-1:2022 为覆盖紫外至近红外全波段，为环境监测、生态评估、紫外线健康预警等提供标准化光谱数据，可为智慧农业、生态保护提供更全面的光环境参考依据。

太阳光谱辐照度标准，是推动太阳能领域科学研究和产业发展的关键工具。它不仅提升了太阳光谱数据的精准度，也助力于光伏技术创新和环境保护。标准的应用，是每一个太阳能领域从业者不可或缺的基础，也是迈向清洁能源的重要一步，将为实现绿色能源的广泛应用和可持续发展贡献力量。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

目前国际上广泛使用的太阳光谱标准主要包括两个：

（1）IEC 60904-3:2019：国际电工委员会（IEC）发布的光伏器件测量标准，提供地面光伏参考光谱，基于SMARTS 2.9.2模型，适用于光伏产品性能测试。

（2）ASTM G173-23：美国材料与试验协会（ASTM）标准，提供代表美国48州平均大气条件的参考光谱，同样基于SMARTS 2.9.2。

ISO 9845-1:2022 相比上述标准具有以下显著优势：

（1）光谱覆盖更广：波长范围扩展至280 nm - 4000 nm，紫外段延伸至280 nm，更适用于材料老化、生物效应等研究。

（2）数据分辨率更高：波长点数达2002个，分辨率显著提升，尤其在紫外和近红外区域设置更密集采样点。

(3) 大气模式更丰富：除标准光谱外，新增9种大气模式，每种模式提供19个倾斜面光谱数据，共计171个光谱表，更贴合实际应用场景。

(4) 模型版本更新：标准光谱采用SMARTS 2.9.2，附属光谱采用SMARTS 2.9.5，体现技术演进与数据可靠性提升。

综上，ISO 9845-1:2022在数据完整性、实用性和技术先进性方面均处于国际领先水平，将其转化为我国国家标准，有利于我国在太阳能光谱数据领域保持与国际同步甚至局部领先。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际、国外标准的情况

本标准等同采用 ISO 9845-1: 2022 Solar energy — Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions — Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准推荐性国家标准项目，与现行有关法律、行政法规和相关标准保持协调一致，无矛盾。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、涉及专利的有关说明

无。

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

建议本标准批准发布后，标委会举办相关培训和宣贯。同时，为强化本标准的应用实施，多途径、多渠道发挥好本标准的作用和效益，在该标准发布实施后，通过发布本标准应用和实施的通告、公告，向相关单位和部门进行广泛宣传。同时建立本标准实施应用和反馈机制，开通反馈渠道，通过网站等多种途径广泛收集应用意见，指定固定人员收集信息和归档，组织开展本标准应用调查评估活动。建议本标准过渡期为3个月。

十、其他应予说明的事项

无。