《绿色设计产品评价技术规范 薄膜太阳能发电瓦》  
编制说明

绿色设计产品评价规范编制组

2020年9月

一、任务来源及编制背景

1.1任务来源

为更好的贯彻落实《中国制造2025》，加快实施绿色制造工程，构建绿色制造体系，结合《工业和信息化部办公厅关于开展绿色制造体系建设的通知》（工信厅节函〔2016〕586号）要求，在“十三五”期间，以化工、特色轻工、有色、装备制造、建材、纺织、新能源、医药、电子信息行业为重点领域，推广应用绿色制造技术，提升绿色制造水平，构建化工产业绿色制造体系。

根据中国建筑材料联合会《关于下达2019年第一批协会标准制定计划的通知》中建材联标发[2019]21号，《绿色设计产品评价技术规范 薄膜太阳能发电瓦》（2019-25-xbjh）作为协会标准立项，完成年限2020年。由中国建筑材料联合会归口，编制工作由中国建筑材料工业规划研究院、安徽天柱绿色能源有限公司、国建联信认证有限公司、中国建材检验认证集团股份有限公司、成都中建材光电材料有限公司、尚越光电科技股份有限公司等公司起草。

1.2 背景和意义

随着我国经济建设的调整发展，特别是城市化进程的加快，资源能源消耗加剧，建筑能耗持续攀升，环境污染和生态破坏日益严重，引起了国家的高度关注。党的十八大报告提出“大力推进生态文明建设”，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念是应对我国能源生态严峻形势的政策指南。《中国制造2025》、《绿色制造工程实施指南（2016-2020年）》，提出坚持“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针。2015年，习近平总书记提出了“供给侧结构性改革”重大目标，要求用改革的办法推进结构调整，矫正资源配置扭曲，扩大有效供给，提高全要素生产率，促进经济社会持续、健康发展。而大力发展绿色产品，促进消费模式转变，正是供给侧改革的关键。

因此，为落实供给侧结构性改革要求，以促进全产业链和产品全生命周期绿色发展为目的，工信部开展了以企业为建设主体，以公开透明的第三方评价机制和标准体系为基础，以绿色工厂、绿色产品、绿色园区、绿色供应链为的主要内容的绿色制造体系建设工作。工信部提出要全面统筹推进绿色制造体系建设，到2020年，绿色制造体系初步建立，绿色制造相关标准体系和评价体系基本建成，在重点行业出台100项绿色设计产品评价标准的建设目标。

绿色建筑是如今建筑发展的主流趋势，在能源日益紧张的今天,太阳能建筑以其生态、可持续性的优势拥有广阔的发展前景,并日益成为一种新的建筑理念和方法。薄膜太阳能发电建筑（BIPV）是一种可以将薄膜太阳能发电产品集成在平屋顶、斜屋顶、幕墙、天棚等大多数建筑上的技术，薄膜太阳能发电瓦（以下简称“薄膜发电瓦”）作为建筑物外部结构的一部分，其性能较比传统屋面瓦全面提升，具有更优异的隔热、防火、防渗水、抗冰雹、防风、防雷击等性能。薄膜发电瓦作为一种屋面建材，其产品技术的不断研发、市场规模化应用、与建筑高度融合，将是实现薄膜发电建筑的必经之路。薄膜发电瓦主要面向新建商品别墅、城乡公共建筑、农村自建住宅、美丽乡村或特色小镇等建设领域，需求量极大；同时，作为替代传统屋面的太阳能屋面，可应用于屋顶改造工程，未来国内将会有万亿计的市场潜力，经济效益巨大。它的大规模推广应用将对推动能源替代、减少排放、环境保护、建筑节能产业化做出积极贡献。

薄膜发电瓦为国家带来巨大的环境效益。安装一片薄膜发电瓦， 就相当于在地球上多种了一棵树；100平方米薄膜发电瓦，节约标准煤耗123吨煤炭，减排322吨二氧化碳。现在我国市场每年销售的 10 亿平米瓦片，如果全部换成薄膜发电瓦，那么每年的潜在装机容量可以达到 100万千瓦，减排大约 1 亿吨，相当于多种了 40 亿棵树。“十三五”期间，我国的单位 GDP 二氧化碳排放，计划降低 18%，照此估算，在国家一年减少的碳排放当中，每安装 100万千瓦，建筑用薄膜发电瓦的贡献率可以达到 20%到 25%。

到2020年，中国城乡房屋建筑面积约为890亿平方米。若以东南西墙面积的15%、屋顶面积的20%以及10%的光电转化率（目前最高量产转化率已经达到18%）计算，全国约有10亿千瓦装机容量。按太阳能平均每年1300发电小时计算，可替代全社会30%的年用电需求，减少二氧化碳排放量20%。

使用薄膜发电瓦为行业带来巨大的经济效益。薄膜发电瓦发电收益以双玻标准版为例，每平米功率为85瓦, 在北京地区，每年全功率发电为1200 小时，则每平米瓦全年可发电102 度，按照每度电国家补贴0.37 元（不含地方补贴），以及每度电0.5 元（不含阶梯电价）计算，瓦30 年发电收益为=0.085KW×1200 小时×（0.37元+0.5 元）×30 年=2662 元，是初期投资的2 倍以上。

和传统屋顶材料相比，薄膜发电瓦的使用寿命可达到传统屋顶材料20 年的两三倍，企业提供终身质保，意味着用户将在房屋的全生命周期内无需再次更换瓦片，进一步提升了薄膜发电瓦的使用价值。以传统陶土瓦为例：要保证屋顶的正常使用，在20 年时，需更换一次瓦片，意味着再投入一次资金。一次投入后，在房屋的生命周期内，不但可以使前期安装薄膜发电瓦的成本得到回收，而且每平米额外可获得约1574 元的收益。

以位于金融街的北京市国家电力投资集团有限公司总部大楼示范项目为例说明，本项目采用了汉能薄膜太阳能光伏发电组件。这座建筑的表面积超过10000平方米，直面东南西三向采光，项目装机总容量为170.66千瓦，节能减排效果相当明显。在节能方面，在25年使用期内平均年发电12.69万千瓦时，节约能耗70.9 万千瓦时，能满足1000 个家庭的年用电，可供一台电动汽车行驶440万千米，相当于环绕地球110圈。在减排方面，与常规燃煤电厂相比，该项目每年可节约标准煤耗275.8吨，减排灰渣99.84吨，减排二氧化硫5.43吨，减排氮氧化物12.53吨，减排 PM101.5吨，减排二氧化碳825.9吨，相当于在北京金融街种下45000棵树，停用了150辆小汽车。如采用更先进的薄膜太阳能发电瓦，节能效果更加优异。

编制《绿色设计产品评价技术规范 薄膜太阳能发电瓦》，旨在依据《生态设计产品评价通则》（GB/T 32611），采用产品全生命周期绿色管理理念，重点从资源、能源、环境和产品品质四个方面选取表征薄膜太阳能发电瓦产品全生命周期绿色程度的评价指标，并规定其生命周期评价报告编制方法，具有以下作用和意义：

（1）目前，我国尚无针对薄膜发电瓦产品的绿色设计产品评价技术规范，薄膜发电瓦绿色设计产品缺乏统一的定义和标准。本标准的制定，将统一薄膜发电瓦绿色设计产品的定义和指标体系要求；

（2）本标准为开展薄膜发电瓦的绿色设计产品评价提供了技术依据，将薄膜发电瓦产品纳入了绿色设计产品评价范围，扩充了绿色建材产品目录；

（3）通过开展薄膜发电瓦绿色设计产品的评价工作，将促使科研院所、生产企业在产品设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等各个环节对资源环境造成的影响，从而显著降低产品能耗物耗、污染物和温室气体排放，助力于《绿色制造工程实施指南(2016-2020年)》所提出的绿色制造目标的实现。

二、工作简况

本标准遵循生命周期的基本指导思想，在广泛收集国内外光伏及砖瓦行业环境保护、清洁生产相关的政策、法律法规、技术导则、标准等文献，选择典型企业开展系统深入地实地调研，结合我国光伏及砖瓦行业环保工作现状，进行全面系统研究的基础上，完成了本标准征求意见稿的撰写。该标准给出了薄膜发电瓦绿色设计产品评价的基本要求、评价指标体系框架、生命周期评价要求、评价方法。具体编制过程如下：

2019年2月18日中国建筑材料联合会下发《关于下达2019年第一批协会标准制定计划的通知》（中建材联标发[2019]21号），《绿色设计产品评价技术规范 薄膜太阳能发电瓦》作为协会标准立项，编号为2019-25-xbjh。

2019年6月至9月，汉能集团组织内部力量对薄膜太阳能发电瓦产品有关的原材料、生产工艺、产线、以及使用环节进行调研，形成了基础性材料。

2020年2月6月，中国建筑材料工业规划院组织编制组研究标准编制技术路线，组织以资料调研为主的初步调研工作，为使标准具备广泛性、科学性、实用性，多方联系现有国内薄膜企业，以电话邮件等形式充分沟通，搜集并分析有关产品与生产数据，通过整理分析调研材料，进一步补充完善了标准初稿。

2020年8月13日，中国建筑材料规划研究院组织以网络会议形式召开标准编制工作讨论会，针对标准框架、评价指标及生命周期关键问题进行充分研讨与确定标准技术内容；会后形成《绿色设计产品评价技术规范 薄膜太阳能发电瓦》征求意见稿，于2020年10月20日，在中国建筑材料联合会网站，挂网公开征求意见。

三、编制原则及标准的主要技术内容说明

3.1本标准的编制原则

遵循标准编制先进性、科学性、一致性和可行性的原则。在编制过程中，以GB/T 32161-2015 《生态设计产品评价通则》为依据，以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》为指导，在符合国家现行法律、法规以及光伏与砖瓦行业政策要求的前提下，结合《绿色制造工程实施指南（2016-2020年）》、《工业绿色发展规划（2016-2020年）》、《原材料工业质量提升三年行动方案（2018-2020年）》等政策制定的相关目标，参考国内外相关标准，广泛调研国内相关行业企业实际生产情况，综合考虑薄膜发电瓦产品行业当前水平与发展趋势，从产品生命周期的角度，对薄膜发电瓦绿色设计做出了详细的规定。

依据生命周期评价方法，考虑到薄膜发电瓦产品的整个生命周期，从设计开发、原材料获取、生产、包装、运输、使用及废弃后回收处理等阶段，深入分析各阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素，选取不同阶段的典型指标构成评价指标体系。

本标准在满足评价指标体系要求的基础上，采用生命周期评价方法，开展生命周期清单分析，进行生命周期影响评价，将环境影响评价结果作为产品生态设计评价的重要参考依据，以体现标准的系统性、科学性和可操作性。

3.2标准的主要内容及说明

3.2.1 范围

本文件规定了薄膜发电瓦的术语和定义、评价要求、生命周期评价方法与评价报告编制方法、评价方法。

本文件适用于建筑物屋面覆盖及装饰用的薄膜发电瓦的绿色设计产品评价，其他采用同等技术生产的瓦片可参考本文件。

3.2.2 术语和定义

在充分考虑本标准适用范围以及参考其他相关标准定义的基础上给出本标准的术语和定义。

参考国家现行相关标准，对绿色设计、绿色设计产品等关键性术语作相关定义。

3.2.3 主要技术指标

3.2.3.1 基本要求

首先企业需满足以下基本条件，基本要求涵盖企业污染物排放、清洁生产水平、工艺技术、管理体系、能源计量器具配置、法律法规满足程度和产品基本性能等要求，如下所示：

4.1.1生产企业应符合国家和地方相关环境保护法律法规，污染物排放应满足适用的国家和地方污染物排放标准要求，污染物总量满足排污许可证要求，近3年无重大安全、质量和环境污染事故。本条对生产企业污染物排放的合法性、合规性、安全生产与产品质量方面提出了要求。

4.1.2生产企业应符合《光伏制造行业规范条件》要求。本条对企业行业规范合规性提出了要求。

4.1.3 生产企业宜采用国家鼓励的先进技术工艺，不应使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质。本条要求企业应采用国家鼓励推广的低污染、低排放、低能耗、经济高效的清洁生产工艺、技术、装备，实现节能减排、绿色清洁生产。

4.1.4一般固体废弃物的收集、贮存、处置应符合GB 18599的相关规定。危险废物的贮存应符合GB 18597的相关规定，后续应交付持有危险废物经营许可证的单位处置。本条对企业一般固体废弃物及危险废物的贮存于处置提出了要求

4.1.5生产企业应按照GB/T 19001、GB/T 24001、GB/T 28001和GB/T 23331建立并有效运行质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全和能源管理体系。本条对企业管理提出了要求。

4.1.6生产企业应按照GB/T 24851等标准配备能源计量器具，按照GB 24789配备水计量器具，并根据环保法律法规与标准要求配置污染物在线监测系统。本条要求企业应配备符合标准数量的能源及水计量器具、根据法律法规要求适用时配置污染物在线监测系统，对于各生产环节实现监控，以实现节能节水、绿色生产。

4.1.7工作场所有害因素职业接触限值，应满足GBZ 2.1和GBZ 2.2要求。本条对工作场所的有害因素提出了要求，需符合相应标准要求。

4.1.8产品基本性能应符合GB/T 18911标准的要求。本条对产品质量性能等提出了要求，需满足适用标准规定。

4.1.9企业宜自行建立或委托有能力的第三方建立废弃产品的回收体系。考虑到薄膜发电瓦产品自身降解困难，且会对环境造成一定影响，本条对企业通过合理方式建立回收体系，降低产品废弃造成的环境影响。

3.2.3.2 资源属性

资源属性从生产过程中原片综合利用率、产生的废瓦回收利用率、生产废水回收利用率方面提出指标要求，具体见下表。

表3-1 资源属性相关指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标方向 | 基准值 | 判定依据 | 所属生命周期阶段 |
| 资源属性 | 玻璃/不锈钢/芯片的综合利用率，% | ≥ | 98/85/90 | 依据A.1计算 | 回收阶段 |
| 产品可回收利用率，% | ≥ | 95 | 参考A.2计算或企业提供证明文件 | 回收阶段 |
| 包装材料循环利用率，% | ≥ | 95 | 企业提供证明 | 使用阶段 |
| 新鲜水，t/MWp | ≤ | 300 | 企业提供证明 | 生产阶段 |

原片综合利用率值越高，代表企业资源消耗情况越好；产品的可回收利用率不低于95%，企业应保证新产品流通在使用环节与回收环节时，可使用和可回收利用部分尽量高，；包装材料循环利用率不小于95%，对企业在运输时所使用的木材、纸质包装箱等应满足95%回收利用，尽可能降低对资源的消耗。以上取值均根据实际调研情况并对比其他行业且依照生态设计原则综合取值。

3.2.3.3 能源属性

能源属性从单位产品综合能耗提出指标要求，具体见下表。

表3-2能源属性相关指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标方向 | 基准值 | 判定依据 | 所属生命周期阶段 |
| 能源属性 | 单位产品综合能耗，万千瓦时/MWp | ≤ | 50 | 依据A.3计算 | 生产阶段 |

单位产品综合能耗参考《光伏制造行业规范条件（2018年本）》能源消耗限额要求中的限值制定。

3.2.3.4 环境属性

参照GB14554、GB12348、GB 18559、GB18597、GB30484、GB16297、GB 13271分别对恶臭污染物排放、厂界噪声、工业固废、生产过程污染物排放等五项二级指标提出要求具体见下表。

表3-3 环境属性相关指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 判定依据 | 所属生命周期阶段 |
| 环境属性 | 恶臭污染物排放应符合《恶臭污染物排放标准》GB14554 | 依据标准实测并提供检测报告 | 生产阶段 |
| 厂界噪声应符合《工业企业厂界噪声排放标准》GB12348 | 依据标准实测并提供检测报告 |
| 工业固废处置应符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB18559 | 企业证明文件 |
| 危险废物贮存应符合《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 | 企业证明文件 | 生产阶段 |
| 生产过程污染物排放指标应符合GB 30484、GB 16297,  有锅炉运行则应符合GB13271 | 依据标准实测并提供检测报告 | 生产阶段 |

3.2.3.4 产品属性

产品属性依据产品特性，提出不同的指标要求。薄膜发电瓦做为建筑部品部件除应具备必须的发电功能外，还应具备建筑外围护结构的结构安全性、环境属性、力学性能等。

表3-4 薄膜发电瓦的产品属性评价指标要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | | 指标方向 | 基准值 | 判定依据 | 所属生命周期阶段 |
| 产品属性 | 芯片光电转换效率,% | CIGS | ≥ | 14 | 检测并提供检测报告 | 使用阶段 |
| CdTe | 14 |
| 硅基（其他） | 12 |
| 芯片衰减率 | 首年不高于5%，后续每年不高于0.4%，25年内不高于15% | | | 提供设计报告和质保协议 | 使用阶段 |
| 环境属性 | 符合JG/T 535 | | | 按照标准要求检测并提供检测报告 | 使用阶段 |
| 电气安全性 | 符合GB 50797、GB/T 16895.23 | | | 提供证明文件 | 使用阶段 |
| 结构安全性 | 符合GB50797与GB 50009 | | | 提供证明文件 | 使用阶段 |
| 力学性能 | 符合JG/T 535 | | | 提供证明文件 | 使用阶段 |
| 使用寿命 | 大于25年 | | | 提供证明文件 | 使用阶段 |

薄膜发电瓦的光电转化效率与芯片衰减率均参考《光伏制造行业规范条件》（2018年本）中新建与改扩建企业产品标准。薄膜太阳能瓦作为建筑的围护结构，其电气安全性应符合GB50797、GB/T 16895.23，结构安全性应符合GB 50797与GB 50009，其力学性能应符合JGJ/T 535。其寿命应符合GB 50153《工程结构可靠性设计统一标准》要求。

3.2.4 产品生命周期评价报告编制方法

生命周期评价报告中应包含两部分内容，第一部分为基本信息部分，基本信息部分里应提供报告信息、申请者信息、评估对象信息、采用的标准信息等基本信息，其中报告信息包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等，申请者信息包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式等。同时在报告中也应标注产品的主要技术参数，如产品名称、类型、转换效率等。

第二部分为符合性评价部分，该部分需要在报告中提供对基本要求和评价指标要求的符合性情况，并提供所有评价指标报告期与基期改进情况的说明。其中报告期为当前评价的年份，一般是指产品参与评价年份的上一年；基期为一个对照年份，一般比报告期提前一年。

附录B中提供了编制生命周期评价报告的方法和流程。主要包括评价对象及工具、生命周期清单分析、生命周期影响评价和绿色设计改进方案。

报告的最后需要依据基本要求、评价指标、生命周期评价报告以及改进方案得出该种产品是否是绿色设计产品的初步结论。此外，还需要提供产品主要原材料清单、产品工艺流程图以及各单元过程的数据收集表等资料来证明核查过程的来源和依据。

3.2.5评价方法

同时满足基本要求、评价指标要求以及提供产品生命周期评价报告三项要求的产品可判定为绿色设计产品：判定为绿色设计产品的可按照 GB/T32162的要求粘贴标识，可以各种形式进行相关信息自我声明，声明内容应包括但不限于基本要求、评价指标的要求，但需要提供相关的符合有关要求的验证说明材料。

3.2.6 附录A

附录A为规范性附录，是评价指标要求中的部分指标计算方法。

3.2.7 附录B

附录B为资料性附录，是薄膜发电瓦产品编制生命周期评价报告的方法和依据。附录B依据GB/T 32161-2015《生态设计产品评价通则》和GB/T 24040《环境管理+生命周期评价原则与框架》编制而成，包括目的和范围的确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价及生命周期解释和报告阶段。

3.2.7.1 目的和范围的确定

目的与范围的确定是生命周期评价中的第一步，也是至为重要的一步，其重要性在于它决定为何要进行某项生命周期评价（包括对其结果的应用意图），并表述所要研究的系统和数据类型。

（1）目的

GB/T 24040中要求，研究目的中须明确陈述其应用意图，开展该项研究的理由以及它的使用对象。因此本标准的目的为通过评价薄膜发电瓦全生命周期的环境影响大小，提出绿色设计或绿色化改进方案，从而可为提升和改善薄膜太阳能发电瓦的绿色设计提供依据。使用对象为薄膜发电瓦的生产商。

（2）范围

研究范围依据目的确定，需要分析的因素主要有：研究范围的修改及论证、功能、功能单位、系统边界、数据类型、输入输出初步选择准则、数据质量要求等。据此，本标准将功能单位定义为可测量的生产1平方米（m2）薄膜太阳能发电瓦，来为输入和输出提供参照基准，以保证结果的可比性。

（3）系统边界

确定系统边界，即确定要纳入到模型化系统的单元过程。在理想情况下，建立产品系统的模型时，应使其边界上的输入和输出均为基本流。薄膜发电瓦产品全生命周期可划分为原材料获取、能源获取、运输、产品生产、产品使用以及回收再利用等过程，其中各部分具体内容如下：

a) 原材料获取：产品生产过程中消耗的主要原材料的开采及生产过程；

b) 能源获取：所用天然气、燃煤、汽油、燃料油、电力等能源的开采及生产过程；

c) 运输：主要原材料及能源的运输过程；

d) 产品生产：产品生产所涵盖的全部工序;

e) 产品使用：产品出厂后的运输、使用与维护过程；

f) 回收再利用：产品报废、回收、循环利用与最终处置过程。

由于薄膜发电瓦是既可作为终端消费品由企业提供安装，也可作为非终端消费品由工程方自行安装，其使用、废弃和回收过程的环境影响数据获取程度不稳定，故本标准界定的系统边界为“从摇篮到大门”的生命周期过程，即包括但不限于原材料、能源的获取，运输、产品生产。

（4）数据取舍与质量要求

数据质量要求是生命周期评价可信度的保障。这里的数据是指在评估中用到的所有定性和定量的数值或信息，这些数据可能来自测量到的环境清单数据，也可以是中间的处理结果。针对数据采集过程中所涉及的物质（能量）数据设定了相应的取舍准则，如下所示：

a) 所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；

b) 应列出主要的原材料输入，符合准则可忽略；

c) 国家或地方相关标准规定的大气、水体、土壤的各种污染物和固体废弃物均需列出；

d) 任何有毒有害物质均不可忽略；

e) 忽略的单项物质（能量）流或单元过程对环境影响的贡献均不得超过1%；

f) 所有忽略的物质（能量）流与单元过程对环境影响贡献总和不超过5%，且应予以说明。

3.2.7.2生命周期清单分析

生命周期清单分析（Life Cycle Inventroy, LCI）是生命周期评价过程的第二步，涉及到数据的收集和计算程序。是对产品、工艺流程、活动等研究系统整个生命周期阶段的资源和能源使用以及向环境（如：空气、水、土壤）排放的废弃物进行定性、定量的分析过程。目的是对产品系统的有关输入和输出进行量化。根据预先确定的研究目的和范围需要来确定。

（1）数据采集

数据采集类型包括输入和输出，其中输入包括能量输入、原材料输入，辅助性输入，其他物理输入；输出报告产品以及大气污染物、水体污染物、固体废弃物以及其他环境因素。同时数据按照来源可以分为现场数据和背景数据。标准的附录C和附录D提供了数据采集格式，其中现场采集数据按附录C中表C.1格式采集，背景数据按附录D中表D.1格式采集，对数据的获得方式和来源均应予以说明。在采集过程中，应对缺失的数据进行合理填补，并说明数据填补方法。

为了保证计算结果可信度，标准对于数据采集质量作出要求，现场数据采集质量应满足完整性、准确性和一致性；背景数据采集质量应满足代表性、完整性和一致性。

采集过程中，应验证其数据的有效性，通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，确认数据的准确性与合理性。对于异常数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

（2）数据计算

在数据收集与确认完成后，需要根据计算程序对薄膜发电瓦产品系统中每一个单元过程和功能单位求得清单结果。生命周期评价中的清单分析计算程序在确认数据后还需将数据与单元过程、功能单位分别相关联，同时根据流程图和系统边界可以将各单元过程相互关联，从而对整个系统进行计算，即数据合并。这一计算是以统一的功能单位作为该系统所有单元过程中物流、能量流的共同基础，求得系统中所有的输入和输出数据，形成产品生命周期清单，可参见附录E。

（3）分配

大部分工业过程都是产出多种产品，并将中间产品和弃置的产品通过再循环用作原材料。当环境负荷要用其中一种或部分产品来表征时，就产生了输入输出数据如何在多个产品或多个系统之间分配的问题。将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中，GB/T 24040《环境管理 生命周期评价 原则与框架》将其定义为分配（allocation）。因此，必须根据既定的方案将物流、能量流和环境排放分配到各个产品。

本标准中同一企业生产的多种薄膜太阳能发电瓦互为共生产品，而对于涉及的共生产品清单分配方法应在生命周期评价报告中予以明确说明。薄膜太阳能发电瓦优先采用面积分配法。

3.2.7.3生命周期影响评价

依据GB/T 32161-2015《生态设计产品评价通则》要求，本章包括影响类型确定、清单因子归类、分类评价以及计算方法。

（1）影响类型确定

本标准编制过程中，标准起草组对多家薄膜发电瓦的生产企业进行了调研，收集了薄膜发电瓦生产过程的现场数据和背景数据，使用ReCiPe评价方法（该方法为评价产品全生命周期环境影响的国际主流方法之一）进行过程贡献、环境影响贡献分析，辨识了薄膜太阳能发电瓦产品的关键影响类型、单元过程以及输入输出物质。

据此选取全球变暖（Global warming）、颗粒物形成（Fine particulate matter formation）、人体毒性-致癌影响（Human carcinogenic toxicity）、人体毒性-非致癌影响（Human non-carcinogenic toxicity）、陆地生态系统酸化（Terrestrial acidification）、化石能源耗竭（Fossil resource scarcity）、矿产资源耗竭（Mineral resource scarcity）七种贡献率较大的环境影响类型作为必要的环境影响类型，在依据本标准对薄膜发电瓦产品进行生命周期评价时必须包括相关数据。

（2）清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质，将对某影响类型有贡献的因子归到一起。根据薄膜发电瓦产品在生产过程中直接相关的输入输出物质归类，结果如表3-5所示。本表仅提供了薄膜发电瓦产品生产过程的数据即部分现场数据，未将背景数据中有贡献的因子进行归类，仅为了便于企业进行自评价。

表3-5 薄膜发电瓦产品生命周期清单因子分类

|  |  |
| --- | --- |
| 影响类型 | 清单因子归类 |
| 全球变暖 | CO2等 |
| 颗粒物形成 | 颗粒物、SO2、NOx等 |
| 人体毒性-致癌损害 | 铬、镍、汞等 |
| 人体毒性-非致癌损害 | 锌、汞、镉等 |
| 陆地生态系统酸化 | SO2、NOx等 |
| 化石能源耗竭 | 原煤、原油、天然气等 |
| 矿产资源耗竭 | 石灰石、长石等 |

（3）分类评价

本标准所涉及的污染物排放的环境影响特征化因子采用ReCiPe 2016 Midpoint(H)方法体系，环境影响特征化类型对应特征化模型、类型参数以及来源见表3-6。

表3-6 薄膜发电瓦产品生命周期影响评价

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境影响特征化类型 | 单位 | 指标参数 | 特征化因子 | 特征化因子单位 |
| 全球变暖 | kg CO2 eq. | CO2 | 1 | kg CO2 eq. / kg |
| 颗粒物形成 | kg PM2.5 eq | 颗粒物 | 1 | kg PM2.5 eq. / kg |
| SO2 | 0.29 | kg PM2.5 eq. / kg |
| 人体毒性-致癌影响 | kg 1,4-DBC eq. | 铬 | 1.99E4 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 镍 | 3.73E2 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 汞 | 69.6 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 苯 | 1.44 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 镉 | 2.32E2 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 人体毒性-非致癌影响 | kg 1,4-DBC eq. | 锌 | 2.82E5 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 汞 | 6.81E5 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 镉 | 1.19E6 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 铅 | 7.08E5 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 钒 | 2.26E4 | kg 1,4-DBC eq. / kg |
| 陆地生态系统酸化 | kg SO2 eq | SO2 | 1 | kg SO2 eq. / kg |
| NOX | 0.36 | kg SO2 eq. / kg |
| 氨 | 1.96 | kg SO2 eq. / kg |
| NO2 | 0.36 | kg SO2 eq. / kg |
| SO3 | 0.8 | kg SO2 eq. / kg |
| 化石资源耗竭 | kg oil eq. | 原煤 | 0.42 | kg oil eq. / kg |
| 原油 | 1 | kg oil eq. / kg |
| 天然气 | 0.84 | kg oil eq. / m3 |
| 矿产资源耗竭 | kg Cu eq. | 石灰石 | 0.0202 | kg Cu eq. |
| 长石 | 0.0154 | kg Cu eq. |

（4）计算方法

影响评价结果计算方法如下所示。

……………………….…………（B.1）

式中:

*EP*i——第i种影响类型特征化值；

*EP*ij——第i种影响类别中第j种清单因子的贡献；

*Q*j——第j种清单因子的排放量；

*EF*ij——第i种影响类型中第j种清单因子的特征化因子。

但是该方法仅能计算表3-5和表3-6中提供特征化因子的指标参数造成的环境影响贡献，具有局限性和不完整性。建议在使用该标准进行生命周期评价报告时，可以根据现场数据和背景数据并借助于生命周期评价软件进行薄膜太阳能发电瓦产品生命周期评价。

3.2.7.4生命周期解释和报告

本章为生命周期评价解释阶段，是生命周期评价中根据规定的目的和范围的要求对清单分析和（或）影响评价的结果进行归纳以形成结论和建议的阶段。包括产品生命周期模型的稳健性评价、特点问题识别与改进方案确定以及结论、建议和限制。

产品生命周期模型的稳健性评价用于评价系统边界、数据来源、分配选择和生命周期影响类型等方法选择对结果的影响程度。宜用于评价薄膜太阳能发电瓦生命周期模型稳健性的工具包括、完整性检查、敏感性检查和一致性检查。

热点问题识别与改进方案确定是为了产生环境效益或至少将环境责任降至最低，根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与产品相关的绿色设计改进方案。

结论、建议和限制则是根据确定的产品生命周期评价的目的和范围阐述结论、建议和限制。结论宜包括评价结果、热点问题摘要和方案。

3.2.7 附录C

附录C为资料性附录，是现场数据收集信息，包括现场数据采集质量要求以及格式。现场数据采集表见表3-7。

表3-7现场数据采集表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基本信息 | 企业名称 | |  | | | | | | | |
| 企业所属省份 | |  | | | | | | | |
| 企业地址 | |  | | | | | | | |
| 联系人及联系方式 | |  | | | | | | | |
| 生产线数量/设计产能 | | 共\_\_\_\_\_条，设计产能：\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_（分线填写） | | | | | | | |
| 数据统计周期 | |  | | | | | | | |
| 产品信息 | 产品种类/实际产量 | | 种类： ：产量 平方米。  （产品种类按产品对应标准要求进行分类） | | | | | | | |
| 资源消耗 | 种类 | | 消耗量 | 单位 | | 产地 | 取得方式  填写自产或外购 | 运输方式  汽运、火车或船运 | | 运输距离（Km） |
| 玻璃 | |  |  | |  |  |  | |  |
| 薄膜电池 | |  |  | |  |  |  | |  |
| ··· | |  |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |  |  | |  |
| 水 | |  | m3 | |  | 说明来源（自来水、河水等）： | | | |
| 能源消耗 | 种类 | | 消耗量 | 单位 | | 低位发热量数据来源：  如：企业自测或供方提供 | | 详细情况说明 | | |
| 电 | |  |  | |  | |  | | |
| 燃油 | |  |  | |  | |  | | |
| 天然气 | |  |  | |  | |  | | |
| 其他： | |  |  | |  | |  | | |
| 污染物 | 种类 | | 排放量 | | 单位 | 数据来源：  如：在线监测或  定期环境检测报告 | | | 详细情况说明 | |
| 大气  污染物 | 颗粒物 |  | | mg/m3 |  | | |  | |
| ··· |  | |  |  | | |  | |
| 外排污水中的污染物 | 化学需氧量 |  | | mg/L |  | | |  | |
| 悬浮物 |  | |  | | |  | |
| 总磷 |  | |  | | |  | |
| 总氮 |  | |  | | |  | |
| 氨氮 |  | |  | | |  | |
| 氟化物 |  | |  | | |  | |

3.2.8 附录D

附录D为资料性附录，是背景数据收集信息，包括背景数据采集质量要求以及格式。背景数据采集表见表3-8。

表3-8背景数据采集表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 背景数据 | | 数据来源 | 数据获取方式 | 时间相关性 | 地域相关性 | 技术相关性 |
| 资源 | 玻璃 |  |  |  |  |  |
| 薄膜电池 |  |  |  |  |  |
| ··· |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 能源 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 运输 | 公路运输 |  |  |  |  |  |
| 铁路运输 |  |  |  |  |  |
| 水路运输 |  |  |  |  |  |

3.2.9 附录E

附录E为资料性附录，是薄膜发电瓦生命周期清单表，见表3-9。

表3-9薄膜发电瓦生命周期清单表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 原料获取 | 能源生产 | 运输 | … | 产品生产 |
| 资源  消耗 | 资源1 |  |  |  |  |  |
| 资源2 |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |
| 能源  消耗 | 能源1 |  |  |  |  |  |
| 能源2 |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |
| 空气  排放 | 空气污染物1 |  |  |  |  |  |
| 空气污染物2 |  |  |  |  |  |
| ··· |  |  |  |  |  |
| 水体  排放 | 水体污染物1 |  |  |  |  |  |
| 水体污染物2 |  |  |  |  |  |
| ··· |  |  |  |  |  |
| 土壤  排放 | 土壤污染物1 |  |  |  |  |  |
| 土壤污染物2 |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |
| … | … |  |  |  |  |  |

四、主要验证情况分析

本标准通过企业的实际考察、验证，确定可以用于薄膜发电瓦绿色设计产品评价，并且能够体现出产品资源、能源、环境、产品四方面在绿色设计与生产方面的优越性。同时结合产品生命周期评价验证，更好分析出了各企业薄膜发电瓦各方面环境影响的优劣势。

依据本标准进行的薄膜发电瓦绿色设计产品的评价活动，可以结合产品资源、能源、环境、产品四属性与生命周期分析，系统的评价企业薄膜发电瓦产品绿色设计与生产水平，推动企业绿色发展，进而有利于推动我国光伏与砖瓦行业绿色低碳发展。

五、标准中涉及专利情况

本标准不涉及专利。

六、标准实施后预期的经济和社会效益

本标准是我国第一本针对薄膜发电瓦产品生态设计评价技术的行业标准，本标准的技术指标充分结合了国家现行相关标准的技术规定，同时充分考虑从业企业水平的差异性，规定了利于引导企业生产产品实现环境友好性的技术评价体系。

本标准的制定，反映了近些年来我国薄膜发电瓦行业整体技术，特别是环境影响方面相关技术的发展，体现了科技进步和行业发展的真实水平，提倡薄膜太阳能发电瓦产品原材料的多样化，开发地方资源，节约自然资源；提倡实现薄膜太阳能发电瓦产品生产过程实现绿色生产，节约能源与资源，减小环境负荷；促进传统薄膜太阳能发电瓦产品向绿色产品转型。该标准实施之后将产生明显的环保效益和社会效益。

七、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

无。

八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

无

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准性质的建议说明

建议本标准作为行业推荐性标准发布。

十一、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度办法、实施日期等）

建议按照标准报批计划确定实施日期。

十二、废止现行相关标准的建议

无。

十三、其它应予说明的事项

无。