

此为翻译文件，如中英文版本有差异之处，以英文版本为准。

氢气标准

气候债券标准和认证计划

认证用刊发稿

注：本标准可用于根据[气候债券标准 4.0 版本](#)对募集资金作指定用途（UoP）
工具、可持续发展挂钩债务工具（SLD）、资产和实体进行认证

修订	日期	变更摘要
2.0 修订版	2023 年 11 月	认证用发布稿
1.1 修订版	2023 年 8 月	公众咨询发布稿 氢气生产和输送标准
1.0 修订版	2022 年 11 月	认证用发布稿 氢气生产标准

鸣谢

气候债券倡议组织谨此致谢技术和行业工作组成员在本标准的制定过程中提供的支持。成员名单见附录 A。

特别鸣谢首席专家 *Emre Gençer* 和 *Marian Rodriguez* 在技术工作组中为本标准的制定进行统筹协调。行业工作组就本标准提供了实用性的意见和反馈，但这并不代表所有成员对本标准的自动认可。

定义

额外性原则 (Additionality principle): 确保电解氢是利用额外的可再生电力生产。

申请人 (Applicant): 该术语或名称是指可能根据标准寻求认证的任何潜在债券发行人或非金融企业实体。

碳捕获和封存 (CCS): 指捕获通常来自大型排放源的 CO₂ 废气，将其运输到封存地点，并将其封存在不会进入大气的地方的一套技术。封存的 CO₂ 被注入地下的地质构造中，有可能是枯竭的油气藏或其他合适的地质构造。

碳捕获、利用与封存 (CCUS): 指捕获通常来自大型排放源的 CO₂ 废气，然后将其用于其他工业流程或生产产品的一套技术。

认证实体 (Certified Entity): 根据气候债券标准获得认证的实体或其部分。目前，实体认证仅限于非金融实体或其独立部分，气候债券倡议组织制定了用于实体认证的气候债券标准的行业标准。

气候债券倡议组织 (Climate Bonds Initiative, Climate Bonds): 一个聚焦于投资者，促进大规模投资，以实现全球低碳和气候适应型经济的非营利组织。气候债券倡议组织旨在建立机制，更好地协调投资者、行业和政府的利益，以足以避免气候变化的速度促进投资规模的增长。

气候债券标准 (CBS): 为投资者和政府开发的资产筛选工具，用于遴选合格资产，确保募集资金被用于为应对气候变化提供解决方案。相关标准可能通过确保资产的气候变化减缓影响和/或气候适应或韧性实现。CBS 由两部分组成：母标准（气候债券标准 4.0 版本）和一套特定行业的资格标准。母标准涵盖了所有认证债券的认证过程以及发行前和发行后的要求，不随资本项目的性质发生变化。行业标准详细说明属于该特定行业的资产的具体要求。最新版本的气候债券标准在气候债券倡议组织官网上发布。

气候债券标准委员会 (CBSB): 由独立成员组成的委员会，共同管理着 34 万亿美元资产。CBSB 负责批准：(i) 对 CBS 的修订，包括采用额外的行业标准，(ii) 授权核查机构，以及 (iii) CBS 下的债券认证申请。CBSB 的组建、任命和支持符合气候债券倡议组织网站上公布的治理安排和流程。

气候债券认证 (Climate Bond Certification): 允许发行人使用与该债券相关的气候债券认证标志。一旦独立的 CBSB 认为该债券符合气候债券标准 (CBS)，即可提供气候债券认证。

关键的相互依赖关系 (Critical interdependencies): 资产或活动的边界以及与周围基础设施系统的相互依赖关系。相互依赖关系是特别针对本地环境而言，但通常通过复杂的关系与更广泛的系统相关，这些关系取决于“资产范围外”的因素，而有关因素可能会导致级联失效或给系统带来间接的益处。

地理相关性 (Geographic correlation): 可再生能源发电须与氢气生产地点在地理上相关，即位于同一电力市场价格区域。

绿色债券 (Green Bond): 绿色债券是其募集资金投向环境项目或支出的债券。绿色债券通常指以绿色贴标销售的债券。从理论上讲，绿色债券的募集资金可用于各种与环境目标关联的项目或支出，但实际上，它们大多被指定用于气候变化项目。

氢气生产资产和项目 (Hydrogen production assets and projects): 与氢气生产设备和基础设施的购置、安

装、管理和/或运营有关的资产和项目。

氢气输送项目 (Hydrogen delivery projects): 氢气生产后到最终使用前的所有操作和活动，包括纯化、运输、转化、再转化和储存。

行业工作组 (IWG): 由气候债券倡议组织召集的由潜在债务融资工具发行人、核查机构和投资者组成的专家组。在行业标准草案发布以供公众咨询之前，IWG 就 TWG 制定的草案提供反馈。

投资期 (Investment Period): 从债券发行至到期日之间的时间间隔。也称为债券期限。

母公司/集团 (Parent Company/Group): 如果一家公司可以对另一个实体（子公司）行使控制权，则该公司被视为该实体的母公司。“控制权”和“子公司”二词具有《国际财务报告准则第 10 号》(IFRS 10) 所赋予的含义。母集团由母公司及其可行使控制权的所有公司组成。如果申请人不属于一个公司集团，则“母公司”一词适用于申请人。

可持续发展挂钩债务工具 (SLD): 一种债务工具，其财务和结构特征可能会视发行人是否实现预定的可持续发展目标或环境、社会和治理 (ESG) 目标而有所不同。这些目标的实现情况通过预定的 KPI 来衡量，并根据预定的绩效目标进行评估。SLD 的募集资金拟用于一般用途。

技术工作组 (TWG): 由气候债券倡议组织召集的专家小组，成员为来自全球学术界、国际机构、业界和非政府组织的权威专家。TWG 制定关于合格项目和资产的详细技术标准——行业标准，以及在债券期限内跟踪认证情况的指引。专家组对技术标准草案的建议将通过与行业工作组（见下文）中的金融行业专家审阅以及公众咨询环节加以完善。行业标准的最终批准由 CBSB 作出。

时间相关性 (Temporal correlation): 确保可再生能源发电和氢气生产在时间上吻合。

转型计划 (Transition Plans): 为实现以申请人的减缓气候变化绩效目标为代表的脱碳目标而实施或将要实施的执行策略和治理机制。

募集资金作指定用途债务工具 (UoP 工具): 募集资金作指定用途工具的募集资金投向特定项目或目的。就本标准而言，募集资金作指定用途工具用于有益于环境的项目、资产、活动或支出。

缩略语表

A&R	适应和韧性	IEA	国际能源机构
CCS	碳捕获和封存	IPCC	政府间气候变化专门委员会
CCU	碳捕获和利用	IRENA	国际可再生能源机构
CO ₂ eq	二氧化碳当量	IWG	行业工作组
ESG	环境、社会和治理	NGO	非政府组织
GHG	温室气体	SBTi	科学碳目标倡议
GWP	全球变暖潜势	TWG	技术工作组

目录

定义	3
缩略语表	4
1 背景介绍	7
1.1 气候债券标准	7
1.2 环境范围	7
1.3 哪些项目符合认证资格	7
2 本标准的涵盖范围	9
2.1 本标准涵盖的氢气供应链	9
2.2 符合其他行业的认证标准	9
3 氢气生产标准	11
3.1 氢气生产设施内脱碳措施的标准	11
3.1.1 氢气生产设施内的氢气生产设备、脱碳措施和项目的减缓标准	11
3.1.2 氢气生产设施内的氢气生产设备、脱碳措施和项目的适应和韧性标准	15
3.2 氢气生产设施的标准	18
3.2.1 氢气生产设施的减缓标准	18
3.2.2 氢气生产设施的适应和韧性标准	22
4 氢气输送标准	32
4.1 氢气输送项目的减缓标准	32
4.1.1 氢气纯化	32
4.1.2 氢气运输	32
4.1.3 氢气储存	34
4.1.4 氢气输送研发项目	34
4.2 氢气输送项目的适应和韧性标准	35
5 实体和可持续发展挂钩债务工具（SLD）认证标准	38
5.1 针对符合条件的非金融企业的行业特定标准	38
5.2 可持续发展挂钩债务工具（SLD）标准	39

插图目录

图 1. 模块所涵盖的活动和温室气体核算系统边界的简化示意图	9
--------------------------------	---

表格目录

表 1: 部分由气候债券倡议组织其他行业标准涵盖的资产或项目	10
表 2: 减缓标准	11
表 3: 氢气生产设施脱碳措施的气候适应和韧性表现清单	16
表 4: 以 2050 年前实现净零排放为目标的氢气碳强度阈值	18
表 5: 根据生产工艺的设施整体认证标准	20
表 6: 氢气生产设施的气候适应和韧性标准	23
表 7: 纯化减缓标准	32
表 8: 运输减缓标准	32
表 9: 储存减缓标准	34
表 10: 氢气输送项目的气候适应和韧性表现清单	35
表 11: 实体分级认证	38
表 12: 实体分级认证	39
表 13: SLD 分级认证	40

专栏、脚注和示例目录

专栏 1: 温室气体核算方法说明	20
专栏 2: 达到排放强度阈值的方法说明	22
专栏 3: 证明额外性以及时间和地理相关性的说明	23

附录

附录 A: 技术工作组和行业工作组成员	43
---------------------	----

1 背景介绍

1.1 气候债券标准

投资者对气候债券的需求强劲，且预计该需求将随着优质产品进入市场而增加。然而，投资者对绿色标签可信度的担忧程度也在增加。标准、鉴证和认证对于提高投资人信心和信息透明度至关重要，这又将促进市场的进一步强劲增长。

目前，气候债券标准和认证计划是一套易于使用的筛选工具，用于向投资者和中介机构提供有关认证气候债券的气候诚信度的明确信号。目前正在就将认证范围扩大到具有气候诚信度的实体的提案征询建议。

特定行业的资格标准是该标准的一个关键组成。每个特定行业的标准都为该行业制定了用于筛选资产和资本项目乃至实体的气候变化基准，只有那些通过其对气候变化减缓和/或气候适应和韧性作出贡献而具有气候诚信度的资产、项目及实体，才能得到认证。

特定行业标准由包括由气候债券倡议组织召集和管理的技术专家组（TWG）和行业专家组（IWG）在内的多个利益相关方参与制定，接受公众咨询，并最终经气候债券标准委员会（CBSB）审查和批准。

气候债券标准（CBS）的第二个关键部分是统领性纲要，可在[气候债券标准 4.0 版本](#)查阅。该文件规定，凡是认证气候债券，在满足特定行业标准外，还必须满足募集资金管理和报告的一般要求。

1.2 环境范围

目前，认证要求涉及：

- 气候变化减缓；和
- 气候适应和韧性；和
- 其他环境影响。

1.3 哪些项目符合认证资格

在满足以下行业的认证标准的前提下，下列债券有资格根据本标准进行认证：

- 为氢气生产设施内的脱碳措施（如改造）——或氢气生产和使用设备的制造进行融资的募集资金作指定用途（UoP）¹债券—[见第 3.1 节](#)
- 为氢气生产设施（即资产）融资的募集资金作指定用途（UoP）债券—[见第 3.2 节](#)

¹ 在本文件中，募集资金作指定用途债券指各种目标金融工具，包括绿色贷款、回购协议和资产支持证券。[气候债券标准 3.0 版本附录 1](#) 详细列出了可申请认证的工具的完整清单。

- 为氢气输送项目（即与氢气的转化、运输和储存相关的资产和活动）融资的募集资金作指定用途（UoP）债券—[见第4节](#)

在将统领性的《气候债券标准》更新为[4.0版本](#)后，以下项目可以申请认证：

- 不与任何特定融资工具挂钩的资产（氢气生产设施）—[见第3.2节](#)
- 实体（氢气生产企业、氢气设备企业、氢气网络运营商、氢气运输企业、氢气储存企业）及其发行的可持续发展挂钩债券（SLB）—[见第5节](#)

为证明申请认证的债券、资产或实体符合下述标准，根据气候债券标准，申请人有责任提供信息以证明符合这些标准的每个组成部分。核查机构必须将此信息纳入核查范围。

2 本标准的涵盖范围

认证申请人必须满足其所涉及的价值链模块的相关标准。不过，其中也包括兼容的排放强度目标，允许通过不同的生产和输送途径组合来满足项目认证所需的总排放强度的要求。

2.1 本标准涵盖的氢气供应链

氢气标准适用于与氢气生产、纯化、转化、运输和储存有关的合资格资产、项目和实体。它涵盖了除终端使用外整个氢气价值链的所有活动，终端使用归入各终端使用行业标准。² 下图 1 是各模块可认证活动（橙色虚线内）和温室气体核算³系统边界（红色虚线内）的简化示意图。紫色虚线内的活动是那些有一部分由其他行业标准涵盖的活动。

温室气体排放总量必须包括原料获取以及氢气生产、纯化、运输、转化和再转化模块的排放。

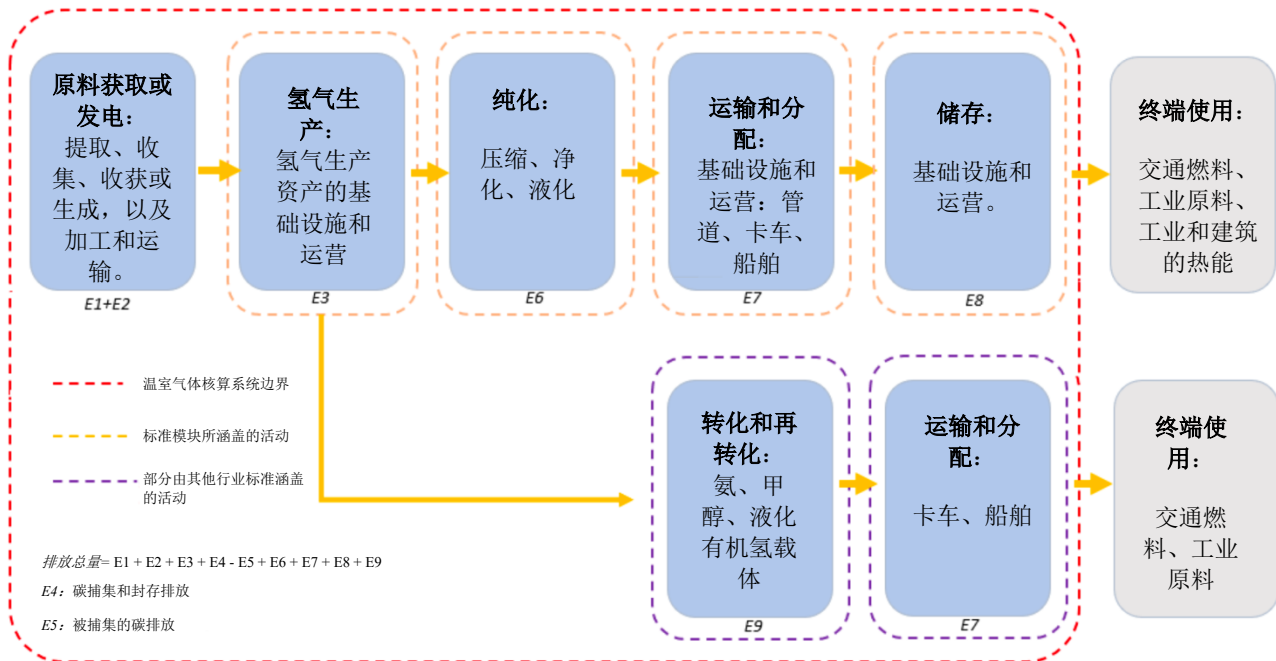


图 1. 模块所涵盖的活动和温室气体核算系统边界的简化示意图⁴

2.2 符合其他行业的认证标准

就募集资金作指定用途债券的认证而言，如果募集资金将投向多个行业，则可能须证明整个投资组合

² 如产钢、产氨、发电。

³ 温室气体核算须由氢气生产者提供。

⁴ 更多详细信息见专栏 2。

符合多个行业标准。例如，如果债券同时为氢气活动和钢铁活动融资，则申请人必须证明前者符合氢气标准，后者符合钢铁标准。

就 SLB 和实体的认证而言，如果 SLB 或实体的绩效目标涵盖实体内的多项活动，则需要根据适当的行业认证标准对所有这些活动进行评估，并且这些活动需要达到总体的“认证门槛”。有关这方面的更多信息，请参阅[气候债券标准 4.0 版本 D 部分第 2.3 节](#)。

在某些情况下，可能无法立即确定有关活动、设施或项目是否适用本标准或其他行业标准。**表 1** 明确了可能同时或单独适用的行业标准。

表 1：部分由气候债券倡议组织其他行业标准涵盖的资产或项目

潜在募集资金用途	行业标准
可再生能源发电，包括太阳能、风能、海洋可再生能源、水电和地热能	相关对应能源行业标准
卡车运输氢气	低碳运输标准
船舶运输氢气	航运标准
氢气用于钢铁、水泥、氨和甲醇的生产	钢铁、水泥、基础化学品标准

各模块的标准参见本文件的以下部分：

- 氢气生产，第 3 节
- 氢气输送，第 4 节
 - 氢气纯化，第 4.1.1 节
 - 氢气运输，第 4.1.2 节
 - 氢气储存，第 4.1.3 节

3 氢气生产标准

3.1 氢气生产设施内脱碳措施的标准

本标准涵盖生产设施内的资本投资（脱碳措施和具体项目）以及低碳氢气生产设备的制造。不同于为整个设施的成本提供资金的投资，它侧重于生产设施内的改进措施或特定改进领域。氢气生产设施内的脱碳措施和具体项目必须满足以下条件：

- 第 3.1.1 节中解释的减缓标准
- 第 3.1.2 节中解释的适应和韧性标准

对于申请认证时尚未开始运行的新项目，申请人须提交计划和定量报告，说明预期的减排潜力（通过碳捕获和封存或利用的捕获率），以及在债券期限内的年度气候绩效计划。一旦项目通过认证并开始运营，在债券期限内，提交的信息每年都会接受评估。如果项目不符合标准，认证将被撤销。

3.1.1 氢气生产设施和氢气生产设备内的脱碳措施和项目的减缓标准

表 2 列出了因气候减缓潜力而有资格获得认证的脱碳措施、改造项目和活动，以及针对这些投资的任何相关资格标准。相关措施、项目和活动分为三类：

- **涉及多个方面**，包括多样化的活动和脱碳措施
 - 制氢电解槽和膜的制造
 - 制氢电解槽和膜的购置
 - 碳捕获和封存
 - 碳捕获和利用
 - 工艺电气化
- **原料替代**，利用沼气
- 电解生产的**电力来源**，利用可再生能源
- **研发项目**

表 2：减缓标准

针对氢气生产设施内合格的脱碳措施、改造活动和项目

领域	活动	减缓标准
多个方面		
生产低碳氢气的设备和部件。	电解槽和电解槽用膜的制造。	自动符合条件。
	电解槽和电解槽用膜的购置。	自动符合条件。
碳捕获和封存	氢气生产排放的 CO ₂ 的捕获相关基础设施的安装/购置。	<ul style="list-style-type: none"> • 加工和燃烧排放流的最低捕获率为 90%。⁵ • 碳捕获和封存操作的量化绩效报告，包括以下信息⁶： <ul style="list-style-type: none"> ● 预期捕获率能力和最大捕获率能力，预期每年的 CO₂ 捕获量、运输量和封存量。⁷ • 经证明的 MRV（监测、报告和核查），以及针对现场和上游甲烷泄漏的减缓措施。⁸ • 有证据⁹证明 CO₂ 将按照以下标准适当运输和封存： <p>运输¹⁰</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 从捕获点输送到注入点的 CO₂，其 CO₂ 泄漏量不超过所输送 CO₂ 质量的 0.5%。 2. 安装适当的泄漏检测系统并制定监测计划，由独立第三方对报告进行核查。 <p>封存¹¹</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对潜在的 CO₂ 封存综合体及其周边区域进行表征和评估，或进行勘探¹²以确定地质构造是否适合用作 CO₂ 封存地点。 2. 对于地下 CO₂ 地质封存场所的运营，包括关闭和关闭后的义务： <ol style="list-style-type: none"> a) 安装适当的泄漏检测系统，以防止在运营期间泄漏；

⁵ 最低捕获率仅适用于碳捕获和封存基础设施的具体投资。如果设施符合第 3.2.1 节的总排放强度基准，则整个设施的认证不需要满足此处要求。

⁶ 碳捕获和封存绩效报告须由外部核查机构核查。

⁷ Zhang 等，2021 年。<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.estlett.2c00296>

⁸ 更多指引可查阅报告《石油和天然气行业甲烷有效管理最佳实践指南——监测、报告和核查（MRV）以及减缓》。联合国欧洲经济委员会。2019 年

https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector_Monitoring_Reporting_and_Verification_MR_V_and_Mitigation-FINAL_with_covers_.pdf

⁹ 由发行人直接提供或通过第三方签订的合同或协议证明。

¹⁰ 摘自《委员会授权规定（EU）2021/2139》附件 1 中在“CO₂ 运输”方面对减缓气候变化有重大帮助的技术筛选标准。

¹¹ 摘自《委员会授权规定（EU）2021/2139》附件 1 中在“对 CO₂ 的地下永久地质封存”方面对减缓气候变化有重大帮助的技术筛选标准。

¹² “勘探”指通过侵入地下的活动对潜在封存综合体进行评估，以便对 CO₂ 进行地质封存。这些活动包括为获取有关潜在封存综合体中地层的地质信息而进行的钻探，以及（如适用）为确定封存场地的特征而进行的注入试验。

领域	活动	减缓标准
		<p>b) 已制定注入设施、封存综合体以及（如适用）周围环境的监测计划，并由国家主管部门对定期报告进行审查。</p> <p>3. 对于封存场地的勘探和运营，活动符合 CO₂ 地质封存的 ISO 27914:2017¹³标准。</p> <p>此外，鼓励使用以下认证计划： 美国环保署第六类井（EPA Class VI well）认证，其中包括气藏表征¹⁴。 DNV GL 认证框架，用于核查活动是否符合 ISO 27914:2017 二氧化碳捕集、运输和地质封存—地质封存标准。</p>
碳捕获和利用	氢气生产排放的 CO ₂ 的捕获、运输和利用相关基础设施的安装/购置。	<ul style="list-style-type: none"> • 加工和能量排放流的最低捕获率应为 90%。¹⁵ • 碳捕获和封存操作的量化绩效报告，包括以下信息¹⁶： <ul style="list-style-type: none"> ● 预期捕获率和最大捕获率能力，预期每年的 CO₂ 捕获量、运输量和利用量。 • 申请人须证明 MRV（监测、报告和核查），以及针对现场和上游甲烷泄漏的减缓措施¹⁷。 • 有证据¹⁸证明 CO₂ 将按照以下标准适当运输和封存： 运输¹⁹ <ul style="list-style-type: none"> • 从捕获装置输送到注入点的 CO₂，其 CO₂ 泄漏量不超过所输送 CO₂ 质量的 0.5%。 • 安装适当的泄漏检测系统并制定监测计划，由独立第三方对报告进行核查。 利用 <ul style="list-style-type: none"> • CO₂ 须用于制造耐用产品（如聚合物、储存在建筑物中的建筑材料或可回收产品）。 • CO₂ 不得用于制造在使用时立即释放 CO₂ 的产品（如尿素、碳酸饮料或

¹³ ISO 标准 27914:2017，二氧化碳捕集、运输和地质封存—地质封存（版本[通过日期]：www.iso.org/standard/64148.html）。

¹⁴ www.epa.gov/uic/class-vi-wells-used-geologic-sequestration-co2

¹⁵ 最低捕获率仅适用于碳捕获和封存或碳捕获和利用基础设施的具体投资。如果设施符合表 4 的总排放强度基准，则整个设施的认证不需要满足此处要求。

¹⁶ 碳捕获和封存绩效报告须由外部核查机构核查。

¹⁷ www.dnv.com/news/dnv-gl-launches-certification-framework-and-recommended-practice-for-carbon-capture-and-storage-ccs--108096 监测替代方法包括卫星或无人机测量。更多指引可查阅报告《石油和天然气行业甲烷有效管理最佳实践指南——监测、报告和核查（MRV）以及减缓》。联合国欧洲经济委员会。2019 年
https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector_Monitoring_Reporting_and_Verification_MRV_and_Mitigation_FINAL_with_covers.pdf

¹⁸ 由发行人直接提供或通过第三方签订的合同或协议证明。

¹⁹ 摘自《委员会授权规定（EU）2021/2139》附件 1 中在“CO₂ 运输”方面对减缓气候变化有重大帮助的技术筛选标准。

领域	活动	减缓标准
		<p>燃料中的 CO₂)。</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂ 不得用于提高石油采收率以及其他形式的化石能源生产。
	甲烷热解所需的改造、改装和其他基础设施。	<ul style="list-style-type: none"> 经证明的 MRV (监测、报告和核查), 以及针对现场和上游甲烷泄漏的减缓措施²⁰。 甲烷泄漏量低于 0.2%。²¹
工艺和操作电气化。	特定工艺和操作电气化所需的改造、改装和其他基础设施。	自动符合条件
原料替代		
以沼气 (来自生物质、垃圾填埋场或粪便) 为原料	利用沼气生产氢气的基础设施。翻新和改造设施, 以使用沼气。	<ul style="list-style-type: none"> 使用生物质时, 所使用的原材料应来自现有的供应链, 而无需在耕地上专门生产。只有废弃物和残留物符合条件。木材和其他专门农作物不符合条件²²。 经证明的 MRV (监测、报告和核查), 以及针对现场和上游甲烷泄漏的减缓措施²³。 甲烷泄漏量低于 0.2%。²⁴
电力来源		
可再生能源 (风能、太阳能、水能、地热)	翻新改造设施, 以使用可再生能源。	自动符合条件

²⁰ 监测替代方法包括卫星或无人机测量。更多指引可查阅报告 [《石油和天然气行业甲烷有效管理最佳实践指南——监测、报告和核查 \(MRV\) 以及减缓》\(unece.org\)](#)

²¹ 油气行业气候倡议组织 (OGCI) 对甲烷强度的 0.2% 目标常被用作行业标准。 www.ogci.com/methane-emissions

²² 气候债券倡议组织生物能标准。第 3.2.2 节。要求 2: 降低间接土地利用影响的风险 www.climatebonds.net/standard/bioenergy

²³ 监测替代方法包括卫星或无人机测量。更多指引可查阅报告 [《石油和天然气行业甲烷有效管理最佳实践指南——监测、报告和核查 \(MRV\) 以及减缓》\(unece.org\)](#)

²⁴ 油气行业气候倡议组织 (OGCI) 对甲烷强度的 0.2% 目标常被用作行业标准。 www.ogci.com/methane-emissions

领域	活动	减缓标准
研发项目²⁵		
低碳氢气生产研发项目	解决方案、工艺、技术、商业模式和其他产品的研究、应用研究和实验开发，以大幅减少、避免或消除氢气生产过程中的温室气体排放	<p>TRL (技术就绪度) 1 至 5: 如果早期研发旨在将解决方案、产品或技术提升到 TRL6, 则可被视为符合条件。</p> <p>TRL6: 项目要求技术根据各种操作条件进行微调, 工艺可靠、绩效理想, 与其他互联技术的互操作性得到证明, 制造方法得到明确界定, 所有环境、监管和社会经济问题得到解决。该项目提升了 TRL1-5 的解决方案、流程、技术、商业模式或其他产品;</p> <p>TRL6 或 7: 若作为研究、开发或创新对象的技术、产品或其他解决方案达到 TRL 6 或 7, 应由开展研究的实体以简化的形式对生命周期温室气体排放进行评估。如适用, 该实体应证明以下其中一项: (a) 与该技术、产品或其他解决方案相关的、不超过 10 年的专利, 其中提供了关于其温室气体减排潜力的信息; (b) 从主管部门获得许可, 能在示范项目期间运营与创新技术、产品或其他解决方案相关的示范点, 其中提供了关于其温室气体减排潜力的信息。</p> <p>TRL8: 若作为研究、开发或创新对象的技术、产品或其他解决方案达到 TRL8 或更高, 应使用 2013/179/EU 建议或 ISO 14067:2018 或 ISO 14064-1:2018 计算生命周期的温室气体排放, 并接受独立的第三方机构核查。</p>

3.1.2 氢气生产设施内的氢气生产设备、脱碳措施和项目的适应和韧性标准

本节介绍脱碳措施认证资格标准的气候适应和韧性部分。为证明符合标准, 所有措施都必须满足下文表 3 中详列的清单要求。

清单是核查申请人是否在措施的设计、规划和退役阶段实施了足够的流程和计划的工具, 以确保资产的运营和建设最大限度地减少环境危害, 并且资产具有适当的气候适应性和气候韧性, 并支持周边系统中其他利益相关方的适应性和韧性 (如适用)。

必须讨论清单中的所有要素, 并提供适当的证据证明这些要求已被满足或不适用于与债券相关的特定措施。预计申请人的证据将包括一系列评估和影响报告以及相关数据, 包括但不限于满足国家和地方许可和审批程序所需的报告, 包括开发许可令、遵守的规划法规、环境影响评估、脆弱性评估和相关的适应性计划。申请人有责任向核查机构提供相关信息。核查机构必须将此信息包含在核查范围内。对于记分卡中的每个问题:

- “是”表示已提供足够的证据。

²⁵ 该项目目前为草案, 将在气候债券标准 4.1 版本最终定稿时 (2024 年 2 月) 更新

- “否”表示证据不足。
- 如果是“不适用”，请说明问题不适用的原因。

表 3：氢气生产设施脱碳措施的气候适应和韧性表现清单

编号	氢气生产设施及其内部脱碳措施的气候适应和韧性表现清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
1. 第 1 部分：确定措施与其运行所在系统之间的明确边界和关键的相互依赖关系。			
1.1	<p>通过以下方式界定措施的边界：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 与使用债券募集资金相关的所有资产和活动的清单； 2. 它们的位置图；及 3. 确定活动、资产或项目的预期运营寿命。 		
1.2	<p>确定措施与其运行所在系统之间的关键相互依赖关系。确定这些相互依赖关系时，应考虑由以下因素引起的潜在不利影响，包括但不限于：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 措施与附近洪水区的关系； 2. 措施与周围水体和水道的关系； 3. 生物多样性或高保护价值²⁶栖息地的减少； 4. 扬尘等影响空气质量的行为； 5. 侵占附近弱势群体的土地或经济资产²⁷； 		
2. 第 2 部分：确定措施与其运行所在系统之间的明确边界和关键的相互依赖关系。			
2.1	<p>根据以下指南确定关键的物理气候风险和这些风险的指标：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 根据以下因素确定风险：（a）一系列气候灾害，和（b）当前当地情况下的风险信息，包括参考任何先前确定的相关危险区，例如洪水区。 <p>所评估和解决的气候风险必须涵盖与工业设施和基础设施（如氢气生产工厂等基础设施）最相关的风险。在风险评估中必须考虑的气候变化的物理特征包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 温升 <ul style="list-style-type: none"> ● 高温会影响某些类型设备的运行和效率。 • 强降水事件增加 <ul style="list-style-type: none"> ● 强降雨可能导致山洪暴发，这可能会对工业资产造成重大影响。 ● 随着温度的升高，干旱可能会改变或减少水的供应。 		

²⁶ 高保护价值（HCV）栖息地标准，请参阅 www.hevnetwork.org

²⁷ 根据国际金融公司绩效标准

编号	氢气生产设施及其内部脱碳措施的气候适应和韧性表现清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	<ul style="list-style-type: none"> 云量、风速的变化或极端温度的增加 <ul style="list-style-type: none"> 对可靠的电能或热能的供应构成风险。 海平面上升 <ul style="list-style-type: none"> 遭受风暴潮事件威胁的沿海基础设施和资产可能被洪水淹没。 土壤侵蚀加剧 <ul style="list-style-type: none"> 原材料供应风险。 供应链运输路线的风险。 <p>进行风险评估的指南：</p> <ul style="list-style-type: none"> 用户应采用基于代表性浓度路径（RCP）4.5 和 8.5 或类似/等效的气候情景，以确保考虑最坏情况。 风险评估应使用自上而下和自下而上的方法，在本地环境中查看固有系统漏洞。 可使用多种模型生成气候情景。 对于风险评估，推荐使用气候相关财务信息披露工作组（TCFD）的《采用情景分析披露气候相关风险和机遇》。 		
3. 第 3 部分：措施在其运行寿命内适应气候变化条件			
3.1	设备必须能够承受本清单第 2 项中确定的一系列气候危害，而不会锁定可能导致适应不良的条件。		
3.2	降低风险的行动/策略必须能够承受一系列气候危害，而不会锁定可能导致适应不良的条件。		
4. 第 4 部分：措施不会损害其运行所在的已定义系统的气候韧性，如本清单第 1 项中确定的系统边界和关键相互依赖关系所示。			
4.1	<p>根据投资期间最佳可用证据的原则，同时考虑到本清单第 1 项中定义的边界和关键相互依赖关系，设备本身不会对其所在的系统或其他人的自然、社会或金融资产造成重大损害风险。损害被定义为对以下任何项目的不利影响：</p> <ol style="list-style-type: none"> 对当地水体和水道的不利影响； 灰尘和其他污染物造成的空气污染； 措施与附近洪水区的关系； 		

编号	氢气生产设施及其内部脱碳措施的气候适应和韧性表现清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	4. 生物多样性或高保护价值 ²⁸ 栖息地的减少； 5. 侵占附近弱势群体的土地 或经济资产 ²⁹ 。		

3.2 氢气生产设施的标准

申请整体的氢气生产设施认证必须：

- 符合氢气生产减缓标准（第3.2.1.1节）；及
- 跨行业减缓标准（见第3.2.1.2节）；及
- 符合适应和韧性标准（见第3.2.2节）；

3.2.1 氢气生产设施的减缓标准

3.2.1.1 排放强度阈值

- 氢气生产设施在认证时须达到 **3.0 kg CO₂e/kg H₂** 的排放强度³⁰。
- 使用化石资源的设施须低于表 4 所列的碳强度阈值。

表 4：以 2050 年前实现净零排放为目标的氢气碳强度阈值³¹

资产类型	标准			
	2023 ³²	2030	2040	2050
氢气生产	3.0 kg CO ₂ e/kg H ₂	1.5 kg CO ₂ e/kg H ₂	0.7 kg CO ₂ e/kg H ₂	接近 0 kg CO ₂ e/kg H ₂

为证明这一点，需要如专栏 1 所述，使用“从摇篮到现场”的系统边界（“从摇篮到大门”加上运输排放）进行生命周期评估（LCA）。评估结果应由独立第三方核查。

²⁸ 高保护价值（HCV）栖息地标准，请参阅 [HCV 网络](#)

²⁹ 根据国际金融公司绩效标准

³⁰ 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 的目标是根据欧盟可持续金融分类方案。

³¹ 2030 年和 2050 年排放强度目标基于氢气委员会脱碳报告。基准的制定兼顾了在近零排放轨迹中不应激励的技术。背景文件第 4.2.2.1 和 4.2.2.2 节对此进行了详细说明。系统边界为“从摇篮到大门”加上输送排放

³²

专栏 1: 温室气体核算方法说明

温室气体排放总量核算:

参考图 1

$$E_{\text{总}} = E1 + E2 + E3 + E4 - E5 + E6 + E7 + E8 + E9$$

$E_{\text{总}}$: 排放总量³³

$E1$: 上游原料相关排放（包括采购³⁴、加工、运输和储存。必须包括甲烷泄漏）

$E2$: 上游能源相关排放（包括采购、加工、运输和储存）³⁵

$E3$: 加工过程中的直接排放

$E4$: 与碳捕获和封存能耗和泄漏相关的排放

$E5$: 捕获的 CO₂ 排放量

$E6$: 纯化排放（压缩和提纯氢气所需的能量）

$E7$: 运输至氢气使用地点的排放（与能源和电力相关的排放）。若生产商负责运输，则必须使用原始数据。若运输由另一方完成，则可使用运输商提供的二手数据或估算数据。³⁶

$E8$: 氢气的储存

$E9$: 氢气的转化和再转化

• 到产地的温室气体排放

生命周期评估应遵循最新发布的 ISO 标准³⁷（使用 ISO 14067:2018、ISO 14040 和 ISO 14044 进行生命周期评估）。位于欧洲的项目也可使用（EU）2018/2001 号指令第 28（5）条中提及的方法。

甲烷的 100 年全球变暖潜势（GWP100）的方法系数应为 30³⁸。

为便于比较，须按氢气纯度至少为 99.9 %vol、过压至少为 3 MPa 来估算排放量。

• 氢气运输的温室气体排放

必须包括将氢气运输至氢气使用地点的排放，包括与能源和电力相关的排放。氢气运输和储存的生命周期评估应遵循最新发布的 ISO 标准（ISO 14083:2023 运输链运营产生的温室气体排放的量化和

³³ 必须测量和减缓氢气泄漏。然而，由于氢气的全球变暖潜势缺乏明确数据，因此未被纳入温室气体核算。一旦氢气的全球变暖潜势相关研究取得进展，标准将更新，将氢气泄漏纳入温室气体核算。

³⁴ 根据不同的原料，此处可以是提取、培养或收集。

³⁵ 对于利用海水淡化工厂的氢气生产，电力排放必须纳入温室气体核算。

³⁶ 就相关标准而言，运输基础设施（如管道或船舶的建造）的排放不应包括在内。

³⁷ ISO 标准可参见：www.iso.org/standard/38498.html；www.iso.org/standard/37456.html

³⁸ [第 6 份评估报告—IPCC](#)

报告)。当氢气运输包括转化和再转化过程时，必须包括与能源相关的排放。

3.2.1.2 根据生产工艺的跨行业标准

除排放强度基准外，根据生产工艺的不同，设备还须满足以下的具体要求。

表 5：根据生产工艺的设施整体认证标准

设施类型	减缓标准
使用化石气体	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年或之后开始运行的新设施在 2035 年之前均符合条件。³⁹ 当使用碳捕获和封存或碳捕获和利用时，相关排放必须纳入温室气体评估，并达到表 4 中的基准。⁴⁰ 碳捕获和封存操作的量化绩效报告，包括以下信息⁴¹： <ul style="list-style-type: none"> 预期捕获率能力和最大捕获率能力，预期每年的 CO₂ 捕获量、运输量和封存量。⁴² 必须测量甲烷泄漏量（对于新项目则估算），并将其纳入温室气体核算。 经证明的 MRV（监测、报告和核查），以及针对现场和上游甲烷泄漏的减缓措施。⁴³ 有证据⁴⁴证明 CO₂ 将按照表 2 的运输和封存标准适当运输和封存：
使用基于可再生能源电力的电解	<ul style="list-style-type: none"> 证明通过实施以下方案增加了可再生能源发电量： <ol style="list-style-type: none"> 基于可再生能源⁴⁵的自备发电，或 证明电解槽与新的可再生能源发电量的商业联系的电力购买协议；或 本应被削减的过剩的可再生能源电力。 必须证明新增的可再生能源发电量与电解槽耗电量之间的时间⁴⁶和地理相关性。详见下文专栏 3。
使用沼气作为原料	<ul style="list-style-type: none"> 必须测量甲烷泄漏量（对于新项目则估算），并将其纳入温室气体核算。经证明的 MRV（监测、报告和核查），以及针对甲烷泄漏的减缓措施。 使用生物质时，需证明所使用的原材料来自现有的供应链，而无需在耕地上专门生产。只有废弃物和残留物符合条件。木材和其他专用作物不符合条件⁴⁷。

³⁹ 2035 年后，使用化石资源的新设施将不能通过认证

⁴⁰ 对于整个设施的认证，鉴于碳捕获和封存相关排放须纳入温室气体总体核算，因此无需证明最低碳捕获和封存率。参见专栏 3。

⁴¹ 碳捕获和封存绩效报告须由独立机构核查。

⁴² Zhang 等，2021 年。<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.estlett.2c00296>

⁴³ 监测替代方法包括卫星或无人机测量。更多指引可查阅报告《石油和天然气行业甲烷有效管理最佳实践指南——监测、报告和核查（MRV）以及减缓》。联合国欧洲经济委员会。2019 年

https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector_Monitoring_Reporting_and_Verification_MR_V_and_Mitigation-FINAL_with_covers.pdf

⁴⁴ 由发行人直接提供或通过第三方签订的合同或协议证明。

⁴⁵ 风能、太阳能和小型水电等可再生来源产生的能源

⁴⁶ 该标准一开始采用月度时间相关性，2030 年将更新为以小时为频率。

⁴⁷ 气候债券倡议组织生物能标准。第 3.2.2 节。要求 2：降低间接土地利用影响的风险

专栏 2：达到排放强度阈值的方法说明

使用化石气体生产氢气的设施

发行募集资金作指定用途债券的申请人

申请人可

- 计算认证期间设施的**平均**排放强度阈值，并证明该设施在认证时达到该平均阈值，或
- **在认证时达到阈值，并承诺**在整个认证期内由授权核查机构**每三年进行一次评估**，以核查在每次评估中，设施是否达到当时实施的最新且较低的排放强度阈值。在任何每三年一次的核查中，若申请人未能证明设施达到当时实施的排放强度阈值，则将取消认证；或
- **在认证时、债券期限一半时以及债券认证结束一年时**达到阈值。在任何核查中，若未能证明设施达到当时实施的排放强度阈值，则将取消认证。

应假设阈值在表 4 所示的日期和阈值之间的时间段呈线性轨迹。

在对多个生产设施进行评估时，应分别评估各个设施，而非对整个资产组合取平均值。

示例：

方案 A：

从 2030 年开始、为氢气生产融资的 10 年期债券可以证明，在发行时，工厂的排放强度符合 2030 年至 2040 年工厂的平均排放强度路径：

- 2030 年阈值= 1.5 kg CO₂/kg 氢气
- 2040 年阈值= 0.6 kg CO₂/kg 氢气
- $(1.5 + 0.6) / 2 = 1.06$ kg CO₂/kg 氢气
- 2030 年该设施的排放强度已经达到 1 kg CO₂/kg 氢气。这低于必要的平均阈值（**1.06 kg CO₂/kg 氢气**），设施符合标准。无需进一步核查设施是否达到排放强度阈值。

方案 B：

- 从 2035 年开始的 10 年期债券必须在年度报告中显示符合 2035 年、2038 年和 2041 年的阈值。每三年一次的核查必须证明设施达到上述阈值。

方案 C：

- 从 2035 年开始的 10 年期债券必须在年度报告中显示符合 2030 年、2035 年和 2039 年的阈值。核查

必须证明设施在每次评估中都达到上述阈值。

为证明符合设定的任何排放强度阈值，申请人须进行**专栏 1**中所述的温室气体排放评估。

为氢气设施（不与任何金融工具挂钩）申请认证的申请人

该设施需在认证时达到设施的排放路径阈值。⁴⁸

专栏 3：证明额外性以及时间和地理相关性的说明

电解氢生产设施：

a) 额外性：

- **证明电解槽与新的可再生能源发电量的商业联系的电力购买协议（PPA）：**发行人须证明可再生能源发电站是在安装电解槽的同时或之后开始运作。总耗电量不得高于新的可再生能源发电站的供电量。生产商可以使用超过一份电力购买协议来满足其电解槽的全部电力需求。
- **本应被削减的过剩的可再生能源电力：**重点关注可再生能源发电量高、排放系数低的时段的灵活的氢气生产项目。发行人须证明，电解槽使用的可再生能源，只来自现有可再生能源发电站一年中出现发电盈余的时段。

以下情况对额外性**不做**要求：

- 电解将解决电网失衡。
- 生产商有闲置发电容量（以低容量系数运行）

b) **时间相关性：**每月，发行人须使用遥感测量技术证明电力是每月同时生产和使用的。也可使用本地存储的可再生能源电力。

c) **地理相关性：**发行人须证明其具备实际能力将电力从可再生能源发电站输送到用电地点。电力输送不得通过电网拥堵区⁴⁹。

若与可再生能源有直接连接，则对时间和地理相关性不做要求。

3.2.2 氢气生产设施的适应和韧性标准

3.2.2.1 适应和韧性清单

⁴⁸ 由于这属于时间点认证，因此无需在之后继续符合路径。

⁴⁹ 指电网过载而导致电力无法送达用户的地区。

本节介绍氢气生产设施认证资格标准的气候适应和韧性部分。为证明符合标准，所有设施都必须满足下文表 6 中详列的清单要求。

清单是核查申请人是否在设施的设计、规划和退役阶段实施了足够的流程和计划的工具，以确保设施的运营和建设最大限度地减少环境危害，并且设施对气候变化具有适当的适应性和韧性，并支持周边系统中其他利益相关方的适应性和韧性（如适用）。

必须处理清单的所有要素，并提供适当的证据证明这些要求已被满足或不适用于与认证相关的特定设施。预计申请人的证据将包括一系列评估和影响报告以及相关数据，包括但不限于满足国家和地方许可和批准程序所需的报告，包括开发许可令、遵守的规划法规、环境影响评估、脆弱性评估和相关的适应计划。

申请人有责任向核查机构提供相关信息。核查机构必须将此信息包含在核查范围内。

对于记分卡中的每个问题：

- “是”表示已提供足够的证据。
- “否”表示证据不足。
- 如果是“不适用”，请说明问题不适用的原因。

表 6：氢气生产设施的气候适应和韧性标准

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
1. 第 1 部分：确定生产设施与其运行所在的系统之间的明确边界和关键的相互依赖关系。			
1.1	通过以下方式界定基础设施的边界： <ol style="list-style-type: none"> 1. 与使用债券募集资金相关的所有资产和活动的清单； 2. 它们的位置图；及 3. 确定活动、资产或项目的预期运营寿命。 		
1.2	确定基础设施与其运行所在的系统之间的关键相互依赖关系。确定这些相互依赖关系时，应考虑由以下因素引起的潜在不利影响，包括但不限于： <ol style="list-style-type: none"> 1. 供应波动或中断对依赖电力用户或人口的影响； 2. 野火加剧； 3. 资产/活动与周围水体和水道的关系； 4. 资产/项目与工厂周边居民区的关系； 5. 由于边界结构在风暴事件期间有倒塌风险，导致相邻财产的损坏或贬值； 6. 由于极端天气事件导致化工设施造成的污染（例如，在极端天气事件下，由于 		

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供	整体
		证明	评估
		供核查机构填写	
	<p>安全系统故障导致有毒化学物质的释放), 致使相邻财产的贬值;</p> <p>7. 生物多样性或高保护价值栖息地⁵⁰的减少;</p> <p>8. 资产/项目与附近洪水区的关系;</p> <p>9. 火灾等影响空气质量的行为;</p> <p>10. 占附近弱势群体的土地或经济资产⁵¹;</p>		
2. 第 2 部分: 已进行评估, 以确定基础设施在其运行寿命期间将面临和易受影响的主要物理气候危害。			
2.1	<p>根据以下因素确定关键的物理气候风险和这些风险的指标:</p> <p>a) 一系列气候灾害; 及</p> <p>b) 当前当地情况下的风险信息, 包括参考先前确定的相关危险区, 例如洪水区。为了确保资产和活动在面对气候变化的不确定性时稳健而灵活, 所评估和解决的气候风险必须涵盖与氢气生产最相关的风险。</p> <ul style="list-style-type: none"> 是否充分了解设施目前、五年内、十年内所面临的风险? 是否对风险进行了定义和详细说明? 是否确定了危险材料⁵²的风险区域? 是否进行了危险评估, 以识别有毒、易燃、挥发性和反应性化学品^{53 54}? 是否已制定适当的事故管理计划? 根据风险的严重程度设定时间范围。风险较高的地点: 时间较短 (每 5 年评估一次)。风险较低的地点: 时间较长 (每 10 年评估一次)。有关评估风险程度的工具和参考指南, 请参阅背景文件第 5.3 节。 如果无法准确评估特定地点的气候变化情况, 则应采用最坏情况。 <p>背景文件 第 5.3 节 提供了进行风险评估的可选指南。</p> <p>风险评估中必须考虑的潜在影响包括以下部分 (2.2-2.9) 中所述的影响⁵⁵:</p>		
2.2	温升和热浪		

⁵⁰ 高保护价值 (HCV) 栖息地标准, 请参阅 www.hcvnetwork.org

⁵¹ 根据国际金融公司绩效标准

⁵² 危险材料包括易爆、易燃、可燃、腐蚀性、易氧化、有毒、传染性或放射性材料 (联邦应急管理局 (Federal Emergency Management Agency))

⁵³ 推荐使用 UCLID (国际通用化学品信息数据库) 软件, 以获取关于化学物质固有和危险特性的数据

⁵⁴ www.openaccessgovernment.org/climate-toxicology-human-health/68647

⁵⁵ 化学工业协会 (Chemical Industries Association), 2021 年。《在不断变化的气候中保护化工企业》(Safeguarding chemical businesses in a changing climate)。《如何制定气候变化适应计划》(How to prepare a Climate Change Adaptation Plan)

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供	整体
		证明	评估
		供核查机构填写	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 温度的潜在升高可能导致设备、管道和配件的膨胀和应力。 2. 现场粉尘排放量可能会增加。 3. 现场的气味可能会加重。 4. 现场无组织或扩散排放的增加。 5. 污染增加。 6. 冷却用水量增加。 7. 由于在现场周围增加了冷却水泵送，导致能耗增加。 8. 有限冷却，这意味着可能需要降低吞吐量或关闭工艺流程。 9. 挥发性化学品在运输过程中会超出其温度范围。 		
2.3	<p>极端寒冷天气</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 伴热系统故障 <ol style="list-style-type: none"> a. 冷却水冻结，导致堵塞——尤其是管道较长和储存在暴露区域时。 b. 工艺故障 2. 管道破裂，影响：锅炉冷凝水、工艺用水、冷却水、污水系统，反过来可能导致工艺中断。 3. 苛性碱系统凝固导致 pH 值控制失灵（如污水处理） 4. 催化工艺可能受到影响，从而降低性能 5. 冷却液管线、设备和化学反应容器冻结，导致反应温度和压力升高 6. 冻结的现场道路可能会限制工作人员和应急车辆的通行。 7. 消防用水不足 8. 长期积雪对现场基础设施造成损坏。 		
2.4	<p>日极端降雨量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 洪水可能导致现场地表水增加和山洪暴发。 2. 现场可能会因现场洪水而减少进出。 3. 储存的物质可能与水发生反应或受到污染。 4. 不受控制的化学反应，例如由于断电和缺乏备用设施导致制冷系统关闭而引起的化学反应。 5. 在大气排放压力下工作的紧急泄压系统可能会因静水头而受到影响。 		

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供	整体
		证明	评估
		供核查机构填写	
	6. 运行热材料的工艺设备可能会受到热应力的影响。		
2.5	季节降雨量增加 1. 坡面漫流或地下水泛滥。 2. 洪水和相关影响，如前所述。		
2.6	海平面上升 如果位于海岸附近，现场可能会遭遇以下风险加剧： 1. 洪水风险和相关影响，如前所述 2. 海水飞溅增多引起的腐蚀 3. 频繁接触海水导致资产使用寿命缩短		
2.7	较干燥的季节 1. 可能增加使用或依赖自来水进行抑尘和清洁。 2. 现场粉尘排放量增加的可能性。		
2.8	河流流量减少 1. 受纳水系中可用于排放污水的稀释度降低，导致污染增加		
2.9	野火 1. 对建筑物、工艺设备和工业基础设施严重损坏 2. 释放有毒污染物 3. 低闪点的挥发性有机溶剂会加剧火灾风险 4. 爆炸 5. 油气输送管道、燃料储存设施、可燃液体外浮顶储罐可能会导致火势蔓延 6. 供应链中断		
3. 第3部分： 已经或将要采取的解决这些风险的措施，使风险降低到一定水平，以使生产工厂在其运营寿命内适应已识别出的气候变化条件（可以是已规划但未采取）。			
3.1	以下是 债券发行人可能考虑或可能作为法规（例如守则和标准）的一部分而采用的风险管理活动 ⁵⁶ 的 示例 。该清单并非详尽无遗，债券发行人应充分评估风险评估中确定的与气候风险和影响相关的 缓解措施 。措施取决于资产的具体和当地条件。		
3.2	温升和热浪		

⁵⁶ 化学工业协会（Chemical Industries Association），2021年。《在不断变化的气候中保护化工企业》（Safeguarding chemical businesses in a changing climate）。《如何制定气候变化适应计划》（How to prepare a Climate Change Adaptation Plan）

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确定可能影响工艺和工人的温度限制 2. 厂房和设备的定期检查和预防性维护 3. 定期清洁现场，使用抑尘系统 4. 采取适当的气味消减措施并有效保持 5. 制定适当的气味管理计划 6. 确保制定了适当的无组织或扩散排放计划 7. 水可以在现场清洁并循环利用 8. 替代冷却系统。 9. 评估当前冷却系统的效率，并在必要时提出升级或改进建议。 		
3.3	<p>极端寒冷天气</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 确定可能影响工艺和工人的温度限制 2. 定期检查和维修隔热层，尤其是现场暴露区域的管道和设备。 3. 考虑在含有水的管道上增加隔热层，检查操作程序，以确保管道在不使用时没有充满静水，确定可能会滞留静水的任何潜在死角 4. 检查苛性碱系统在预期较低温度下保持液态的能力。 5. 冬季定期检查和维修道路，清除积水 6. 确保备有可用于处理路面的砂砾 7. 审查结构设计，以承受增加的载荷。 		
3.4	<p>日极端降雨量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 为管理预期的地表水和洪水制定了适当的措施 <ol style="list-style-type: none"> a. 检查和维护排水系统 b. 处理或储存废弃物的外部区域设有封闭式排水系统 c. 现场排水系统和污水处理厂具有足够的储存或处理能力 2. 确保有合适的替代运输路线往返现场 		
3.5	<p>季节降雨量增加</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 确保采取适当措施管理预期的坡面漫流或地下水泛滥。 2. 制定防汛计划，包括： <ol style="list-style-type: none"> a. 对洪水风险最大的工艺设备和服务设施进行风险评估 		

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	b. 提供应急泵以排除洪水，并确定排洪的最低风险位置 c. 保护控制和电气系统 d. 确定和保护在洪水中有漂浮风险的平底储罐 3. 确保备用电源在极端天气情况下仍能正常工作，保证储存化学品的稳定性和安全性。		
3.6	海平面上升 1. 制定防洪计划，包括： <ul style="list-style-type: none"> a. 对洪水风险最大的工艺设备和服务设施进行风险评估 b. 提供应急泵以排除洪水，并确定排洪的最低风险位置 c. 保护控制和电气系统 d. 确定和保护在洪水中有漂浮风险的平底储罐 2. 防止腐蚀。措施可包括确保易受腐蚀的装置或设备： <ul style="list-style-type: none"> a. 受到保护，例如涂上抗腐蚀涂层 b. 定期检查和维修 		
3.7	较干燥的季节 1. 已采取措施检查和最大限度地减少用水量，并最大限度地收集和利用降雨 <ul style="list-style-type: none"> a. 考虑到灰尘抑制和清洁等活动的雨水可用性降低，确保自来水容量充足 2. 现场粉尘排放量增加的可能性。		
3.8	河流流量减少 1. 审查现场污水处理排放到水中的环境风险评估 2. 检查现有的环境风险评估，确保评估中使用的低流量数据仍然有效，如果无效，请与环境机构（当地现场检查员和水质团队）讨论，并进行最新的环境风险评估		
3.9	野火 1. 实施主动防火措施，例如火源探测器、气体探测器、设计自动喷水灭火系统、使用线路探测器、设计雨淋系统、设计气体灭火系统 2. 实施被动防火措施，如仓库永久惰化、管架支撑、敷设防火电缆、使用耐火电缆涂层、保护罐区		

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供	整体
		证明	评估
		供核查机构填写	
	3. 储存保护措施，例如保持距离，以避免火灾在工业综合体蔓延 4. 荒地和植被管理		
4. 第 4 部分： 设施不会损害其运营所在的已定义系统的气候韧性，如本清单第 1 项中所确定的系统边界和关键相互依赖关系所示。			
4.1	根据投资期间最佳可用证据的原则，同时考虑到本清单第 1 项中定义的边界和关键相互依赖关系，设施本身不会对其所在的系统或其他人的自然、社会或金融资产造成重大损害风险。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 供应波动或中断对依赖电力用户或人口的影响； 2. 野火加剧； 3. 资产/活动与周围水体和水道的关系； 4. 资产/项目与工厂周边居民区的关系； 5. 由于边界结构在风暴事件期间有倒塌风险，导致相邻财产的损坏或贬值； 6. 由于极端天气事件导致化工设施造成的污染（例如，在极端天气事件下，由于安全系统故障导致有毒化学物质的释放），致使相邻财产的贬值； 7. 生物多样性或高保护价值栖息地⁵⁷的减少； 8. 资产/项目与附近洪水区的关系； 9. 火灾等影响空气质量的行为； 10. 占附近弱势群体的土地或经济资产⁵⁸。 		
5. 第 5 部分： 将对风险和韧性措施的相关性进行持续监测和评估，并根据需要对这些措施进行相关调整。			
5.1	提供本清单第 2 项下确定的风险指标。 <ul style="list-style-type: none"> • 设定并监测新适应行动⁵⁹的风险阈值/触发水平 		
5.2	提供本清单第 3 项下确定的风险缓解措施指标。 <ul style="list-style-type: none"> • 确定适应行动的计划产出和结果是否已实现⁶⁰。 		
5.3	发行人有一个可行的计划，每年监测和评估：		

⁵⁷ 高保护价值（HCV）栖息地标准，请参阅 www.hcvnetwork.org

⁵⁸ 根据国际金融公司绩效标准

⁵⁹ 适应过程，《沿海气候适应决策支持》（Coastal Climate Adaptation Decision Support (C-CADS)），2018 年。

⁶⁰ 国家气候变化适应研究机构（National Climate Change Adaptation Research Facility (NCCARF)），2018 年。

编号	氢气生产设施的气候适应和韧性清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	气候风险阈值/触发因素，气候韧性表现，气候韧性措施的适当性，并在必要时进行调整以应对不断变化的气候风险。		

3.2.2.2 其他环境影响

3.2.2.2.1 总体要求

根据当地法规对设施及其所在地的环境影响评估（EIA），由独立第三方专家进行。此外还有特定要求如下：

a. 预防污染

对于使用化石资源生产的氢气，SO₂、NO_x、CO 和粉尘的排放量必须低于提炼石油和天然气的最佳可用技术⁶¹。

b. 土地使用

- 对于使用生物质生产的氢气，申请人须证明生物能的生产符合 RSB（可持续生物材料圆桌会议）可选模块下的低 iLUC（间接土地利用变化）风险生物质标准和合规指标。^{62 63}

c. 水资源

- 环境影响评估必须包括对水资源的潜在影响。
- 水资源管理计划，其中说明何时会使用淡水含水层，以及相关含水层目前是否用于人类消费。⁶⁴
- 地区环境监管机构颁发的用水许可（归入环境授权流程）。
- 当地水资源可用性评估，证明氢气生产用水不会影响人类消费用水和农业用水的可用性。氢气生产资产不应位于没有海水淡化作为替代方案的高水资源压力⁶⁵地区。

- 对于使用海水淡化工厂的氢气生产：在环境影响评估过程中制定并采用海水管理计划，解决与海水处理相关的所有潜在环境风险和减缓措施。

3.2.2.3 信息披露要求

⁶¹ 欧洲议会和欧盟理事会 2010 年 11 月 24 日关于工业排放（综合污染预防和控制）的 2010/75/EU 号指令。<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0738&from=EN>

⁶² 气候债券倡议组织生物能标准
www.climatebonds.net/files/files/standards/Bioenergy/Bioenergy%20Criteria%20Document%20Mar%202021.pdf

⁶³ <https://rsb.org/certification/certification-schemes/rsb-iluc-low-risk-biomass-module/>

⁶⁴ 总溶解固体低于 10,000 mg/L 的含水层。美国环保署地下注入控制计划（2014 年）。

⁶⁵

为了提高透明度和加强信息披露，认证气候债券申请人必须公开披露以下与交易所含的资产和募集资金用途相关的信息：

- 设施须遵守的规划标准、环境法规和其他法规。
- 设施的环境影响评估以及为应对已确定风险而采取的措施。

4 氢气输送标准

氢气输送标准涵盖与氢气纯化、转化、运输、分配和储存有关的所有活动。本标准主要针对的具体项目与氢气生产无关，但专门从事氢气输送活动的公司或项目必须提交由独立机构核查的氢气生产商排放强度以证明符合第3.2.1.1节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或提交原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。如要获得认证，氢气输送项目必须：

- a. 符合氢气输送项目的减缓标准（见第4.1节）；并
- b. 符合适应和韧性标准（见第4.2节）。

4.1 氢气输送项目的减缓标准

4.1.1 氢气纯化

表 7：纯化减缓标准

领域	活动	减缓标准
压缩或液化	氢气压缩或液化设备的购置。	<ul style="list-style-type: none"> 设备所使用的低碳氢气需符合第3.2.1.1节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或具备原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。
	氢气压缩或液化设备的运行。	

4.1.2 氢气运输

表 8：运输减缓标准⁶⁶

领域	活动	减缓标准
管道		
传输和分配网络	新的氢气专用传输和分配网络的建设和运	<ul style="list-style-type: none"> 使用网络运输的低碳氢气需符合第3.2.1.1节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或具备原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。 必须实施氢气泄漏检测、修复机制和减缓措施，并制定避免和尽量减少氢

⁶⁶ 甲醇和氨的生产可根据基础化学品标准进行认证。

领域	活动	减缓标准
	营。	<p>气泄漏的计划。⁶⁷</p> <ul style="list-style-type: none"> 遵循最新发布的 ISO/TR 15916:2016 氢系统安全的基本考虑。
	现有化石气体网络转化为 100% 氢气使用。	<ul style="list-style-type: none"> 使用网络运输的低碳氢气需符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或具备原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。 在化石气体管道中混入氢气的项目不符合条件。 必须实施氢气泄漏检测、修复机制和减缓措施，并制定避免和尽量减少氢气泄漏的计划。 遵循最新发布的 ISO/TR 15916:2016 氢系统安全的基本考虑。
液态有机氢载体 (LOHC)	使用 LOHC 来运输和储存氢气	<ul style="list-style-type: none"> 使用 LOHC 运输和储存的低碳氢气需符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准。
氨	使用氨来运输和储存氢气 ⁶⁸	<ul style="list-style-type: none"> 使用氨运输和储存的低碳氢气需符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准。
甲醇	使用甲醇来运输和储存氢气 ⁶⁹	<ul style="list-style-type: none"> 使用甲醇运输和储存的低碳氢气需符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准。
道路运输	卡车运输氢气	<ul style="list-style-type: none"> 运输的低碳氢气需符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准。 必须实施氢气泄漏检测、修复机制和减缓措施，并制定避免和尽量减少氢气泄漏的计划。⁷⁰
船舶运输	船舶运输氢气	<ul style="list-style-type: none"> 运输的低碳氢气需符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准。 必须实施氢气泄漏检测、修复机制和减缓措施，并制定避免和尽量减少氢气泄漏的计划。⁷¹

⁶⁷ 减缓和防止基础设施氢气排放的建议可参见以下链接

www.ecsi.org/files/H2EmissionsMitigation_FACTSHEET_08MAY2023.pdf

⁶⁸ 作为最终产品而非用于氢气运输和储存而产生的氨须根据基础化学品标准进行认证。

⁶⁹ 作为最终产品而非用于氢气运输和储存而产生的甲醇须根据基础化学品标准进行认证。

⁷⁰ 减缓和防止基础设施氢气排放的建议可参见以下链接

www.ecsi.org/files/H2EmissionsMitigation_FACTSHEET_08MAY2023.pdf

⁷¹ 减缓和防止基础设施氢气排放的建议可参见以下链接

www.ecsi.org/files/H2EmissionsMitigation_FACTSHEET_08MAY2023.pdf

4.1.3 氢气储存

表 9：储存减缓标准

领域	活动	减缓标准
储存基础设施		
地下储存	氢气储存设施的建设	<ul style="list-style-type: none"> 该设施内储存的氢气须为低碳，即符合第 3.2.1.1 节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或具备原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。 必须实施氢气泄漏检测、修复机制和减缓措施，并制定避免和尽量减少氢气泄漏的计划。 遵循最新发布的 ISO/TR 15916:2016 氢系统安全的基本考虑。
	氢气储存设施的运营和现有地下化石气体储存设施的转化	<ul style="list-style-type: none"> 该设施内储存的氢气须为低碳，即符合第 3.2.1.1 节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或具备原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。 必须实施氢气泄漏检测、修复机制和减缓措施，并制定避免和尽量减少氢气泄漏的计划。 缓冲气体不得为 CO₂ 或甲烷。 遵循最新发布的 ISO/TR 15916:2016 氢系统安全的基本考虑。
氢气储存罐	压缩或液化氢气储存罐的购置和安装。	<ul style="list-style-type: none"> 罐内储存的氢气须为低碳，即符合第 3.2.1.1 节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准，或具备原产地认证计划或成熟的、获得广泛认可的低碳氢气认证。

4.1.4 氢气输送研发项目

研发项目 ⁷²		
低碳氢气生产研发项目	解决方案、工艺、技术、商业模式和其他产品的研究、应用研究和实验开发，以大幅减少、避免或消除氢气生产	<p>TRL（技术就绪度）1 至 5： 如果早期研发旨在将解决方案、产品或技术提升到 TRL6，则可被视为符合条件。</p> <p>TRL6： 项目要求技术根据各种操作条件进行微调，工艺可靠、绩效理想，与其他互联技术的互操作性得到证明，制造方法得到明确界定，所有环境、监管和社会经济问题得到解决。该项目提升了 TRL1-5 的解决方案、流程、技术、商业模式或其他产品；</p> <p>TRL6 或 7： 若作为研究、开发或创新对象的技术、产品或其他解决方案达到 TRL 6 或 7，应由开展研究的实体以简化的形式对生命周期温室气体排放进行</p>

⁷² 该项目目前为草案，将在气候债券标准 4.1 版本最终定稿时（2024 年 2 月）更新

	<p>过程中的温室气体排放</p>	<p>评估。如适用，该实体应证明以下其中一项：(a) 与该技术、产品或其他解决方案相关的、不超过 10 年的专利，其中提供了关于其温室气体减排潜力的信息；(b) 从主管部门获得许可，能在示范项目期间运营与创新技术、产品或其他解决方案相关的示范点，其中提供了关于其温室气体减排潜力的信息。</p> <p>TRL8: 若作为研究、开发或创新对象的技术、产品或其他解决方案达到 TRL8 或更高，应使用 2013/179/EU 建议或 ISO 14067:2018 或 ISO 14064-1:2018 计算生命周期的温室气体排放，并接受独立的第三方机构核查。</p>
--	-------------------	--

4.2 氢气输送项目的适应和韧性标准

本节介绍氢气输送项目认证资格标准的气候适应和韧性部分。为证明符合标准，所有设施都必须满足下文表 10 中详列的清单要求。

清单是核查申请人是否在设施的设计、规划和退役阶段实施了足够的流程和计划的工具，以确保设施的运营和建设最大限度地减少环境危害，并且设施对气候变化具有适当的适应性和韧性，并支持周边系统中其他利益相关方的适应性和韧性（如适用）。

必须处理清单的所有要素，并提供适当的证据证明这些要求已被满足或不适用于与认证相关的特定设施。预计申请人的证据将包括一系列评估和影响报告以及相关数据，包括但不限于满足国家和地方许可和批准程序所需的报告，包括开发许可令、遵守的规划法规、环境影响评估、脆弱性评估和相关的适应计划。

申请人有责任向核查机构提供相关信息。核查机构必须将此信息包含在核查范围内。

对于记分卡中的每个问题：

- “是”表示已提供足够的证据。
- “否”表示证据不足。
- 如果是“不适用”，请说明问题不适用的原因。

表 10：氢气输送项目的气候适应和韧性表现清单

编号	氢气输送项目（包括纯化、运输和储存）的气候适应和韧性表现清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
1. 第 1 部分： 确定措施与其运行所在系统之间的明确边界和关键的相互依赖关系。			
1.1	<p>通过以下方式界定措施的边界：</p> <p>1. 与使用债券募集资金相关的所有资产和活动的清单；</p>		

编号	氢气输送项目（包括纯化、运输和储存）的气候适应和韧性表现清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	2. 它们的位置图；及 3. 确定活动、资产或项目的预期运营寿命。		
1.2	确定措施与其运行所在系统之间的关键相互依赖关系。确定这些相互依赖关系时，应考虑由以下因素引起的潜在不利影响，包括但不限于： <ol style="list-style-type: none"> 1. 措施与附近洪水区的关系； 2. 措施与周围水体和水道的关系； 3. 生物多样性或高保护价值⁷³栖息地的减少； 4. 扬尘等影响空气质量的行为； 5. 侵占附近弱势群体的土地或经济资产⁷⁴； 		
2. 第2部分：确定措施与其运行所在系统之间的明确边界和关键的相互依赖关系。			
2.1	根据以下指南确定关键的物理气候风险和这些风险的指标： <ul style="list-style-type: none"> • 根据以下因素确定风险：（a）一系列气候灾害，和（b）当前当地情况下的风险信息，包括参考任何先前确定的相关危险区，例如洪水区。 所评估和解决的气候风险必须涵盖与工业设施和基础设施（如氢气生产工厂等基础设施）最相关的风险。在风险评估中必须考虑的气候变化的物理特征包括： <ul style="list-style-type: none"> • 温升 <ul style="list-style-type: none"> ● 高温会影响某些类型设备的运行和效率。 • 强降水事件增加 <ul style="list-style-type: none"> ● 强降雨可能导致山洪暴发，这可能会对工业资产造成重大影响。 ● 随着温度的升高，干旱可能会改变或减少水的供应。 • 云量、风速的变化或极端温度的增加 <ul style="list-style-type: none"> ● 对可靠的电能或热能的供应构成风险。 • 海平面上升 <ul style="list-style-type: none"> ● 遭受风暴潮事件威胁的沿海基础设施和资产可能被洪水淹没。 • 土壤侵蚀加剧 <ul style="list-style-type: none"> ● 原材料供应风险。 ● 供应链运输路线的风险。 		

⁷³ 高保护价值（HCV）栖息地标准，请参阅 www.hevnetwork.org

⁷⁴ 根据国际金融公司绩效标准

编号	氢气输送项目（包括纯化、运输和储存）的气候适应和韧性表现清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
	<p>进行风险评估的指南：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 用户应采用基于代表性浓度路径（RCP）4.5 和 8.5 或类似/等效的气候情景，以确保考虑最坏情况。 • 风险评估应使用自上而下和自下而上的方法，在本地环境中查看固有系统漏洞。 • 可使用多种模型生成气候情景。 • 对于风险评估，推荐使用气候相关财务信息披露工作组（TCFD）的《采用情景分析披露气候相关风险和机遇》。 		
3. 第 3 部分：措施在其运行寿命内适应气候变化条件			
3.1	设备必须能够承受本清单第 2 项中确定的一系列气候危害，而不会锁定可能导致适应不良的条件。		
3.2	降低风险的行动/策略必须能够承受一系列气候危害，而不会锁定可能导致适应不良的条件。		
4. 第 4 部分：措施不会损害其运行所在的已定义系统的气候韧性，如本清单第 1 项中确定的系统边界和关键相互依赖关系所示。			
4.1	<p>根据投资期间最佳可用证据的原则，同时考虑到本清单第 1 项中定义的边界和关键相互依赖关系，设备本身不会对其所在的系统或其他人的自然、社会或金融资产造成重大损害风险。损害被定义为对以下任何项目的不利影响：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对当地水体和水道的不利影响； 2. 灰尘和其他污染物造成的空气污染； 3. 措施与附近洪水区的关系； 4. 生物多样性或高保护价值⁷⁵栖息地的减少； 5. 侵占附近弱势群体的土地或经济资产⁷⁶。 		

⁷⁵ 高保护价值（HCV）栖息地标准，请参阅 [HCV 网络](#)

⁷⁶ 根据国际金融公司绩效标准

5 实体和可持续发展挂钩债务工具（SLD）认证标准

以下章节详细介绍了与不同认证项目类似，但有所区别的认证标准：

- 整个实体（在此情况下，指生产、运输或储存氢气的的企业的一部分或其某个业务分部）—[第 5.1 节](#)
- 专门从事氢气生产、运输或储存的实体发行的 SLD—[第 5.2 节](#)

5.1 针对符合条件的非金融企业的行业特定标准

氢气生产实体

氢气生产实体认证分为两个级别，如[表 11](#) 所示。

表 11：实体分级认证

认证级别	氢气生产实体认证要求
一级 (一致)	<p>氢气生产气候减缓标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在认证时，被认证实体的氢气生产设施平均排放强度达到实体路径阈值，其到 2050 年的未来绩效目标继续符合这些不断下降的阈值（见第 3.2.1.1 节表 4⁷⁷）；及 2. 被评估实体的转型计划提供可靠的证据，证明到 2050 年的未来绩效目标将能够实现（有关转型计划和其他承诺的详细要求，请参阅气候债券标准 4.0 版本（C 部分第 3、4 节））；及 3. 被评估实体就这些绩效目标和转型计划提供足够的外部透明度和鉴证（有关信息披露和外部鉴证的详细要求，请参阅气候债券标准 4.0 版本（C 部分第 5 节））；及 4. 如果被评估实体的任何氢气生产设施正在或将要使用替代原料或替代燃料、实施电气化或采用碳捕获和利用（CCU）或碳捕获和封存（CCS）技术，则它们须符合第 3.1 节表 2 中相应的跨行业认证标准。 <p>氢气生产适应和韧性标准：</p> <p>在认证时，被评估实体的所有生产设施均符合第 3.2.2 节所述的气候适应和韧性标准，并且在债券期限内每五年重新评估和确认一次。</p>
二级 (转型)	<p>氢气生产气候减缓标准</p> <p>除第 1 点外，此标准与一级认证标准相同：</p>

⁷⁷ 对于实体认证，不断下降的阈值要求不受所用的氢气生产技术影响。

	在认证时，被评估实体的氢气生产设施平均排放强度未达到排放强度阈值，但其未来绩效目标将在 2030 年前符合实体排放阈值，并将在此后持续符合，直至 2050 年（见第 3.2.1.1 节表 4）。
--	---

氢气输送实体

专门从事氢气纯化、运输和储存运营的实体认证分为两个级别，如表 12 所示。

表 12：实体分级认证

认证级别	氢气输送实体认证要求
一级 (一致)	<p>氢气输送（运输和储存）气候减缓标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 在认证时，被评估的氢气输送实体证明其纯化、运输或储存的氢气的平均排放强度符合第 3.2.1.1 节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准；及 被评估实体的转型计划提供可靠的证据，证明其未来的运营只会聚焦于输送符合第 3.2.1.1 节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准的低碳氢气；及 被评估实体就这些绩效目标和转型计划提供足够的外部透明度和鉴证（有关信息披露和外部鉴证的详细要求，请参阅气候债券标准 4.0 版本（C 部分第 5 节）；及 被评估实体符合第 4 节中相应的标准。 <p>氢气输送适应和韧性标准：</p> <p>在认证时，被评估实体的所有业务分布或业务均符合第 4.2 节所述的气候适应和韧性标准，并且在债券期限内每五年重新评估和确认一次。</p>
二级 (转型)	<p>氢气输送</p> <p>除第 1 点外，此标准与一级认证标准相同：</p> <p>在认证时，被评估实体无法证明其运输或储存的氢气的平均排放强度符合路径阈值⁷⁸，但其未来绩效目标将在 2030 年前符合实体排放阈值，并将在此后持续符合，直至 2050 年（见第 3.2.1.1 节表 4）。</p>

5.2 可持续发展挂钩债务工具（SLD）标准

SLD 涵盖可持续发展挂钩债券（SLB）和可持续挂钩贷款（SLL）。

氢气生产项目：

氢气生产项目的 SLD 认证分为两个级别，如表 13 所示：

⁷⁸ 须提供一项商业协议或采购政策，其中将低碳氢气排放强度作为一项要求。

表 13: SLD 分级认证

认证级别	氢气生产项目相关 SLD 认证要求
一级 (一致)	<p>氢气生产气候减缓标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 在认证时，债务未来绩效目标所挂钩的氢气生产设施的平均排放强度及其对相关设施到 2050 年的未来绩效目标继续符合这些不断下降的阈值（见 第 3.2.1.1 节表 4）；及 被评估实体的转型计划提供可靠的证据，证明到 2050 年的未来绩效目标将能够实现（有关转型计划和其他承诺的详细要求，请参阅 气候债券标准 4.0 版本（C 部分第 3、4 节））；及 被评估实体就这些绩效目标和转型计划提供足够的外部透明度和鉴证（有关信息披露和外部鉴证的详细要求，请参阅 气候债券标准 4.0 版本（C 部分第 5 节））；及 如果被评估实体的任何氢气生产设施正在或将要使用替代原料或替代燃料、实施电气化或采用碳捕获和利用（CCU）或碳捕获和封存（CCS）技术，则它们须符合 第 3.1 节表 2 中相应的跨行业认证标准。 在认证日期后开始运营的任何工厂须从开始运营的第一天起满足 第 3.2.1 节 所述的标准。有关详情须在企业的转型计划中提供。 <p>氢气生产适应和韧性标准：</p> <p>在认证时，被评估实体的所有生产设施均符合 第 3.2.2 节 所述的气候适应和韧性标准，并且在债券期限内每五年重新评估和确认一次。</p>
二级 (转型)	<p>氢气生产</p> <p>除以下要求外，此标准与一级认证标准相同：</p> <p>在认证时，被评估实体的氢气生产设施平均排放强度未达到排放强度阈值，但其未来绩效目标将在 2030 年 前符合实体排放阈值，并将在此后持续符合，直至 2050 年（见 第 3.2.1.1 节表 4）。</p>

氢气输送项目：

氢气输送项目的 SLD 认证分为两个级别，如 **表 13** 所示：

认证级别	氢气输送项目相关 SLD 认证要求
一级 (一致)	<p>氢气输送（运输和储存）气候减缓标准</p> <ul style="list-style-type: none"> 在认证时，被评估的氢气输送实体证明其纯化、运输或储存的氢气的平均排放强度符合 第 3.2.1.1 节 中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准；及 被评估实体的转型计划提供可靠的证据，证明其未来的运营只会聚焦于输送符合 第

	<p>3.2.1.1 节中的 3.0 kg CO₂e/kg H₂ 基准的低碳氢气；及</p> <ul style="list-style-type: none"> 被评估实体就这些绩效目标和转型计划提供足够的外部透明度和鉴证（有关信息披露和外部鉴证的详细要求，请参阅气候债券标准 4.0 版本（C 部分第 5 节）；及 被评估实体符合第 4 节中相应的标准。 <p>氢气输送适应和韧性标准：</p> <p>在认证时，被评估实体的所有业务分布或业务均符合第 4.2 节所述的气候适应和韧性标准，并且在债券期限内每五年重新评估和确认一次。</p>
<p>二级 (转型)</p>	<p>氢气输送</p> <p>除第 1 点外，此标准与一级认证标准相同：</p> <p>在认证时，被评估实体无法证明其运输或储存的氢气的平均排放强度符合路径阈值⁷⁹，但其未来绩效目标将在 2030 年前符合实体排放阈值，并将在此后持续符合，直至 2050 年（见第 3.2.1.1 节表 4）。</p>

⁷⁹ 须提供一项商业协议或采购政策，其中将低碳氢气排放强度作为一项要求。

附录 A：技术工作组和行业工作组成员

气候债券倡议组织协调员			
Marian Rodriguez 高级研究分析师	气候债券倡议组织		
外部首席技术顾问：			
Emre Gençer 首席研究科学家	麻省理工学院能源倡议		
技术工作组成员			
Clarissa Bergman Fonte 能源规划研究员	巴西里约热内卢联邦大学	Álvaro Bobadilla 能源分析师	HINICIO（智利）
Cédric Philibert 高级能源顾问	独立	Maria de los Angeles Valenzuela 经理顾问	HINICIO（智利）
Gabriela Nascimento da Silva 氢气顾问	德国复兴信贷银行（KfW）	Marta Lovisolo 可再生能源系统顾问	Bellona Europa
Giuseppe Bianchi 创新与脱碳高级专业人员	独立 前国际能源署分析师	Patrick Molloy 技术突破经理	洛基山研究所（RMI）
Gniewomir Flis 氢气助理高级顾问	Energy Revolution Ventures	Rachel Fakhry 绿色氢气部门负责人	“奔向净零”气候倡导者 联合国气候变化框架公约
Joe Powell 能源转型研究所所长	休斯顿大学	Zainab Datti 技术顾问	德国国际合作机构（GIZ）
Zaffar Hussain 非洲 PtX 项目负责人	Agora Energiewende		
额外咨询专家：			
Herib Blanco 氢气能源分析师 （Power to X）	国际可再生能源机构（IRENA）		
Sarah Torkamani 环境和能源政策专家	独立		

Graeme Sweeney 顾问委员会主席	欧洲零排放技术平台		
---------------------------	-----------	--	--

行业工作组成员	
CWP 全球公司	气候变化机构投资者小组 (IIGCC)
必维国际检验集团	日本信用评级机构 (JCRA)
碳信托基金	川崎重工
中国氢能联盟	瑞穗国际
巴西电力公司	NSW Point Advisory (ERM 集团公司)
Hydrogen Brazil	Rubicola Consulting
欧洲氢能组织	Snam
IFA (国际肥料工业协会)	Socalgas
IHI 公司	Sustainalytics