

此为翻译文件，如中英文版本有差异之处，以英文版本为准。

电力公用事业行业认证标准

气候债券标准和认证计划

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

修订	日期	变更摘要
1.0 修订版	2024 年 3 月	认证版本
0.1 修订版	2023 年 12 月	公众咨询版本

目录

1	介绍	4
1.1	气候债券标准	4
1.2	电力公用事业行业认证标准的范围	4
1.3	根据电力公用事业行业认证标准可以认证哪些项目	4
1.4	标准支持文件	5
1.5	标准修订	5
1.6	致谢	5
2	本标准涵盖的电力公用事业活动	6
2.1	本标准涵盖的电力行业供应链	6
2.2	与其他行业标准的一致性	8
3	电力公用事业实体和可持续发展挂钩债务认证	10
3.1	电力公用事业实体认证标准	10
3.1.1	行业特定标准的转型路径	13
3.1.2	认证时运营设施的标准（现有产能）	17
3.1.3	认证后新建设施的标准（新产能）	20
3.2	电力公用事业行业认证标准——可持续发展挂钩债务（SLD）认证	24
4	特定收益用途债券的气候变化减缓措施	25
4.1	减缓措施标准	25
4.1.1	证明符合要求	26
5	跨行业认证标准	27
5.1	碳捕集和封存以及碳捕集、利用和封存的附加标准	27
5.2	使用氢气或氢衍生燃料进行混烧的附加标准	28
5.3	使用生物质或生物燃料作为燃料时的附加标准	28
5.4	气体化石燃料发电厂甲烷泄漏的跨行业认证标准	28
6	适应性和韧性标准	30
	定义	31
	缩略语	36
	参考文献	37
	附录 A：氢气的生命周期评估	38
	附录 B：生物质用作燃料时的要求	39
	附录 C：地热发电厂温室气体排放估算的拟议方法	43
	附录 D：技术工作组和行业工作组成员	44

图目录

图 1: 涵盖发电、配电和供电的电力系统价值链简图	6
图 2: 实体认证的行业特定标准	12
图 3: 电力公用事业行业认证标准对于实体现有产能的要求	17
图 4: 电力公用事业行业认证标准对于实体新产能的要求	21
图 5: 化石燃料发电厂内具体气候变化减缓措施的标准	25
图 6: 地热资产温室气体排放评估所需的方法	43

表目录

表 1: 实体的气候变化减缓绩效指标、排放量评估及气候债券标准的特定行业标准	7
表 2: 退出化石燃料对冲或零售业务的承诺	7
表 3: 本标准涵盖的电力供应链业务领域	8
表 4: 电力公用事业行业认证标准中的气候变化减缓措施	8
表 5: 其他行业标准部分或全部涵盖的资产或项目	9
表 6: 实体分级认证	11
表 7: 电力公用事业行业认证标准的排放强度转型路径	13
表 8: 电力公用事业行业认证标准对于化石燃料现有产能的阈值和基准要求	18
表 9: 现有低碳产能的行业特定标准阈值	19
表 10: 电力公用事业行业认证标准对于低碳新产能的阈值要求	22
表 11: 生物能源中的排放	23
表 12: 可持续发展挂钩债务 (SLD) 分级认证	24
表 13: 二氧化碳的运输、储存和利用标准	27
表 14: 氢气碳排放强度阈值	28
表 15: 认可的温室气体核算工具	40
表 16: 评估发行人在生物能源设施方面的适应性和韧性绩效的清单	40

方框目录

方框 1: 实体认证的两个级别	10
方框 2: 符合电力公用事业行业认证标准转型路径的示例	14
方框 3: 按照《温室气体议定书》方法核算和报告燃烧过程中二氧化碳直接排放的示例	15
方框 4: 示例——如何根据《温室气体议定书》方法将热电联产电厂的排放量分配给电力	16
方框 5: 在以下情况下可将燃料从煤炭改为天然气	18

附录

附录 A: 氢气的生命周期评估	38
附录 B: 生物质用作燃料时的要求	39
附录 C: 地热发电厂温室气体排放估算的拟议方法	43
附录 D: 技术工作组和行业工作组成员	44

1 介绍

1.1 气候债券标准

投资者对气候债券的需求强劲，预计需求将随着优质产品进入市场而增加。截至 2023 年底，可持续发展债券发行量达到约 5.5 万亿美元（其中 4.4 万亿美元债券符合认证要求），并随着债券类型的持续多样化而继续呈上升趋势。若要支持此增长趋势，标准、鉴证和认证有助于证明绿色标签的可信度，从而提高投资者信心和信息透明度。

气候债券标准和认证计划是一种易于使用的筛选工具，可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。

该标准的核心是一套特定于行业的资格标准。每个特定部门的标准都为该部门设定了用于筛选债务工具、资产和/或实体的气候变化基准，只有那些通过其对气候变化缓解和/或适应和抵御气候变化做出贡献且具有气候诚信度的债务工具、资产及实体才能得到认证。

这些特定行业标准的制定过程通过了利益相关方参与，包括由气候债券倡议组织召集和管理的技术工作组和行业工作组，并接受公众咨询。最后，它们由气候债券标准委员会（CBSB）审查和批准。

气候债券标准和认证计划的支持文件是统领性的[《气候债券标准》](#)。该文件规定了所有经过认证的工具、资产和实体必须满足的跨行业认证标准和特定行业标准。

1.2 电力公用事业行业认证标准的范围

目前，认证要求涉及：

- 气候变化减缓；和
- 气候适应性和韧性。

1.3 根据电力公用事业行业认证标准可以认证哪些项目

统领性的[《气候债券标准》](#)更新后，可以根据本认证标准对以下项目进行认证：

- 第 3 节项下的实体（电力公用事业）和这些实体发行的可持续发展挂钩债务（SLD）；
- 第 4 节项下的特定收益用途（UoP）债券融资缓解措施（例如碳捕集和封存（CCS）、碳捕集、利用和封存（CCUS）以及混烧）。

[《气候债券标准》](#)列出特定收益用途债券、可持续发展挂钩债务、资产或实体在进行认证时，除了满足本文件中描述的电力公用事业行业特定要求之外，还必须满足的跨行业要求。

认证申请人必须提供信息证明符合本认证标准，而这些信息须由第三方核查机构经过鉴证予以证实。

1.4 标准支持文件

支持申请人和核查机构的电力公用事业行业特定信息可在[气候债券倡议组织 | 电力公用事业](#)中查阅，具体如下所示：

- 电力公用事业背景文件：详述为何选择这些标准；
- 电力公用事业常见问题；
- 电力公用事业认证标准公众咨询反馈和回应概述。

此外，还提供以下跨行业信息来支持申请人和核查机构：

- [《气候债券标准》](#)：包含统领性气候债券标准的要求；
- [《气候债券标准 4.1 版本——实体和可持续发展挂钩债务清单》](#)文件：针对实体和可持续发展挂钩债务认证，分别提供相关跨行业要求的更多信息。

有关气候债券及气候债券标准和认证计划的更多信息，请访问 www.climatebonds.net。

1.5 标准修订

技术工作组将定期审查本标准，考虑早期的交易以及改进方法和数据的相关进展，以提高未来交易的气候诚信度。因此，随着更多信息的出现，本标准可能会随着时间的推移而完善。**根据早期版本的标准认证的债券不会追溯撤销认证。**

1.6 致谢

气候债券倡议组织衷心感谢技术工作组（TWG）和行业工作组（IWG）成员在本标准的制定过程中贡献的时间和专业知识。成员名单见**附录D**。

特别感谢气候债券倡议组织全球能源转型负责人 *Ana Díaz Vazquez* **博士**和能源分析师 *Francisco Moreno Castro* 通过技术工作组为本标准的制定所做的协调工作。

2 本标准涵盖的电力公用事业活动

发电系统目前是全球温室气体排放的最大来源，占能源相关二氧化碳排放量的 40% 以上。¹发电系统未来几十年的转型对全球经济脱碳至关重要，因为低碳电力对于通过终端电气化实现交通、工业和建筑行业脱碳至关重要。

2.1 本标准涵盖的电力行业供应链

本标准适用于有能源转型计划的合格电力公用事业实体。本标准涵盖了整个电力供应链的发电部分（图 1 红框内）以及实体从电网购买的用于在市场分配或交易的电力。电力行业供应链的其余部分，部分或全部由其他行业标准覆盖（第 2.2 节）。



资料来源：气候债券倡议组织

图 1：涵盖发电、配电和供电的电力系统价值链简图。

认证申请人必须满足行业特定标准中的兼容**排放强度转型路径**，请参阅第 3.1.1 节。

在电力行业中，排放强度的具体衡量标准是单位发电量的温室气体排放量。这被称为**实体的平均排放强度**，必须包括发电组合中燃料的直接燃烧排放，以及购买用于在市场分配或交易的电力等活动产生的排放，参见表 1。本电力公用事业行业认证标准还包含了与可再生能源发电相关的非燃烧排放的兼容排放强度阈值。

¹ 国际能源署，2023 年，www.iea.org/energy-system/electricity

表 1：实体的气候变化减缓绩效指标、排放量评估及气候债券标准的特定行业标准。

实体 气候变化减缓绩效指标	排放量评估	气候债券标准的行业特定标准
实体平均排放强度	燃烧产生的直接二氧化碳排放以及与所购买电力相关的排放	二氧化碳排放强度转型路径，第 3.1.1 节
按照生命周期评估计算得出的低碳发电排放量	非燃烧排放 跨行业认证标准，第 5 节	可再生能源发电供应链的二氧化碳排放强度阈值，第 3.1.2 节和第 3.1.3 节
混烧和碳捕集和封存（CCS）/碳捕集、利用和封存（CCUS）	二氧化碳泄漏控制和监测 低碳燃料和生物质的跨行业认证标准，第 5 节	捕集率和共燃率阈值 第 3.1.2 节
逐步退出化石能源发电和交易的时间表		逐步退出化石能源发电和交易的基准，第 3.1.2 节

资料来源：气候债券倡议组织

为了将与电力无关但同样重要的排放也涵盖在内，电力公用事业行业认证标准规定必须纳入母公司代表母集团作出的“于 2023 年 1 月 1 日之后不会扩大化石燃料活动（涵盖化石燃料的勘探、开采、运输和精炼）”的承诺以及“最迟在 2040 年退出化石燃料交易”的承诺。（见表 2）

具体而言，如果母集团内有任何法律实体从事化石燃料勘探或开采业务，或者是以化石燃料发电、供电或供热的公用事业公司，则母公司须在过去一年内公开（再次）承诺，于 2023 年 1 月 1 日之后不会在母集团范围内扩大以下任何活动：

- (i) 勘探和开采已探明的常规和非常规化石燃料储量；
- (ii) 勘探新的常规和非常规化石燃料资源；
- (iii) 生产天然气；
- (iv) 提炼原油以生产衍生产品；
- (v) 供应和/或使用化石燃料来发电和供热。

上述承诺包括该公司或母集团不得进行投机活动的交易，并且需要承诺停止其他化石燃料交易活动才能获得认证。表 2 列出了终止化石燃料交易的最低承诺：

表 2：退出化石燃料对冲或零售业务的承诺。

退出化石燃料业务的最低承诺		发达经济体 ²	新兴经济体 ³
煤炭	逐步退出业务	2035 年	2040 年
气体化石燃料 (Fossil gas)	逐步退出业务	2040 年	2040 年
石油	逐步退出业务	2035 年	2040 年

资料来源：气候债券倡议组织

²“发达经济体”和“新兴经济体”的定义以国际能源署的定义为准。

³“发达经济体”和“新兴经济体”的定义以国际能源署的定义为准。

表 3 总结了本标准涵盖的电力供应链。本标准不涵盖供热。热电联产发电厂的排放量将按照《温室气体议定书》方法的能效核算方法分配（见方框 3）。⁴

表 3：本标准涵盖的电力供应链业务领域。

电力供应链的业务领域	符合资格的实体或实体部门	考虑的排放范围
发电	发电组合	范围一：化石燃料直接燃烧产生的排放 范围一：水力发电和地热发电的非燃烧排放 范围三：生物质发电
购电	从电网购买用于在市场分配或交易的电力	范围三：从电网购买的用于在市场进行分配或交易的电力
除发电以外的化石燃料活动	承诺不扩大化石燃料的勘探、开采、运输或精炼 承诺逐步退出化石燃料业务	范围一、二、三

资料来源：气候债券倡议组织

此外，本标准还纳入了旨在使化石燃料发电脱碳符合条件的气候变化减缓措施，见表 4。

表 4：电力公用事业行业认证标准中的气候变化减缓措施

发电厂	符合条件的气候变化减缓措施	阈值
煤炭和燃气	碳捕集和封存，即二氧化碳的捕集、运输和封存	捕集率 90%
	碳捕集、利用和封存，即二氧化碳捕集、运输和利用	二氧化碳泄漏、封存和利用的跨行业认证标准
	与低碳合成燃料混烧，包括液态和气态生物燃料、氢气和氢衍生燃料 与固体生物质混烧	共燃率 100% 低碳燃料混烧的跨行业认证标准 生物质混烧的跨行业认证标准

资料来源：气候债券倡议组织

2.2 与其他行业标准的一致性

气候债券倡议组织制定了贯穿整个电力供应链的行业认证标准。表 5 列出了其中最相关的标准。

⁴ 热电联产发电厂的温室气体排放分配。世界资源研究所/世界可持续发展工商理事会。2006年9月。（Protocol，2006年）

表 5：其他行业标准部分或全部涵盖的资产或项目。

电力公用事业供应链的环节	由其他行业标准涵盖的部分	气候债券行业标准
低碳燃料运输	低碳燃气船舶运输 低碳燃气管道运输 低碳燃气卡车运输	氢气行业标准
输配电网络	电网	电网和储电行业标准
储电设施	储电	电网和储电行业标准
终端用户	其他行业用电	钢铁、水泥、基础化学品、交通、农业等行业标准
低碳燃料	用于发电的氢、氨、生物质	氢气、废弃物管理和生物能源行业标准
可再生能源发电设施	太阳能、风能、海洋能、水电、地热能和生物能源	太阳能、风能、地热能、水电、生物能源和海洋能行业标准。

资料来源：气候债券倡议组织

3 电力公用事业实体和可持续发展挂钩债务认证

本节所详述的发电行业特定标准可用于认证：

- 整个实体（在这种情况下指生产、购买和交易电力的公司的业务部门或一部分）（第 3.1 节）；
- 由专门生产、购买和交易电力的实体发行的可持续发展挂钩债务（第 3.2 节）。

第 3.1.1 节、第 3.1.2 节和第 3.1.3 节包含适用于本标准的方法注释。

另请参阅《气候债券标准》，了解与认证实体转型计划和信息披露相关的实体和可持续发展挂钩债务认证的跨行业要求以及与母集团有关的要求（若有）。除了此处描述的电力公用事业行业特定要求之外，还须满足这些跨行业要求。

注：目前的提案允许对公司或公司集团的一部分进行认证，或者对与公司或公司集团的一部分相关的可持续发展挂钩债务进行认证（有关完整详细信息，请参阅《气候债券标准》）。这种灵活性可确保仅对公司或公司集团中与发电相关的部分进行认证，而无需对其所属的集团或公司的其他活动进行认证。

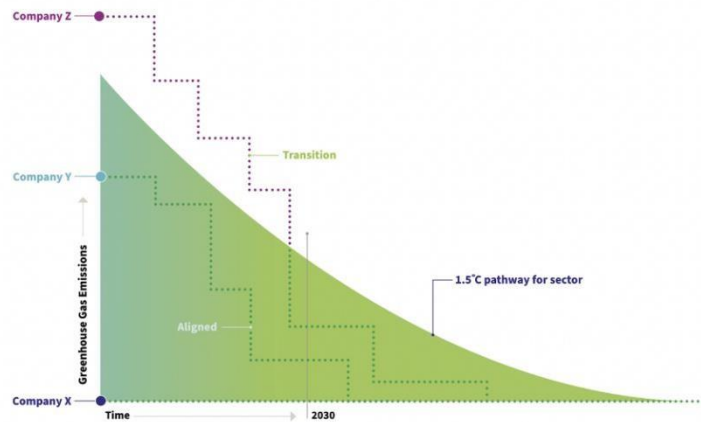
3.1 电力公用事业实体认证标准

实体必须符合气候债券标准行业标准才有资格进行认证。实体认证可分为两个级别，取决于减缓气候变化绩效目标何时符合气候债券标准行业标准（见方框 1 和《气候债券标准》）。

方框 1：实体认证的两个级别

实体认证可分为两个级别，取决于减缓气候变化绩效目标何时符合 1.5 摄氏度路径。

1. 一级：“符合要求”：在认证时及此后直至减缓气候变化绩效目标代表净零排放之日或 2050 年（以较早者为准），减缓气候变化绩效目标一直符合行业标准；
2. 二级：“转型”：减缓气候变化绩效目标在认证时不符合行业标准，但将在 2030 年 12 月 31 日前符合，并且在此后直至减缓气候变化绩效目标代表净零排放之日或 2050 年（以较早者为准），一直符合行业标准。



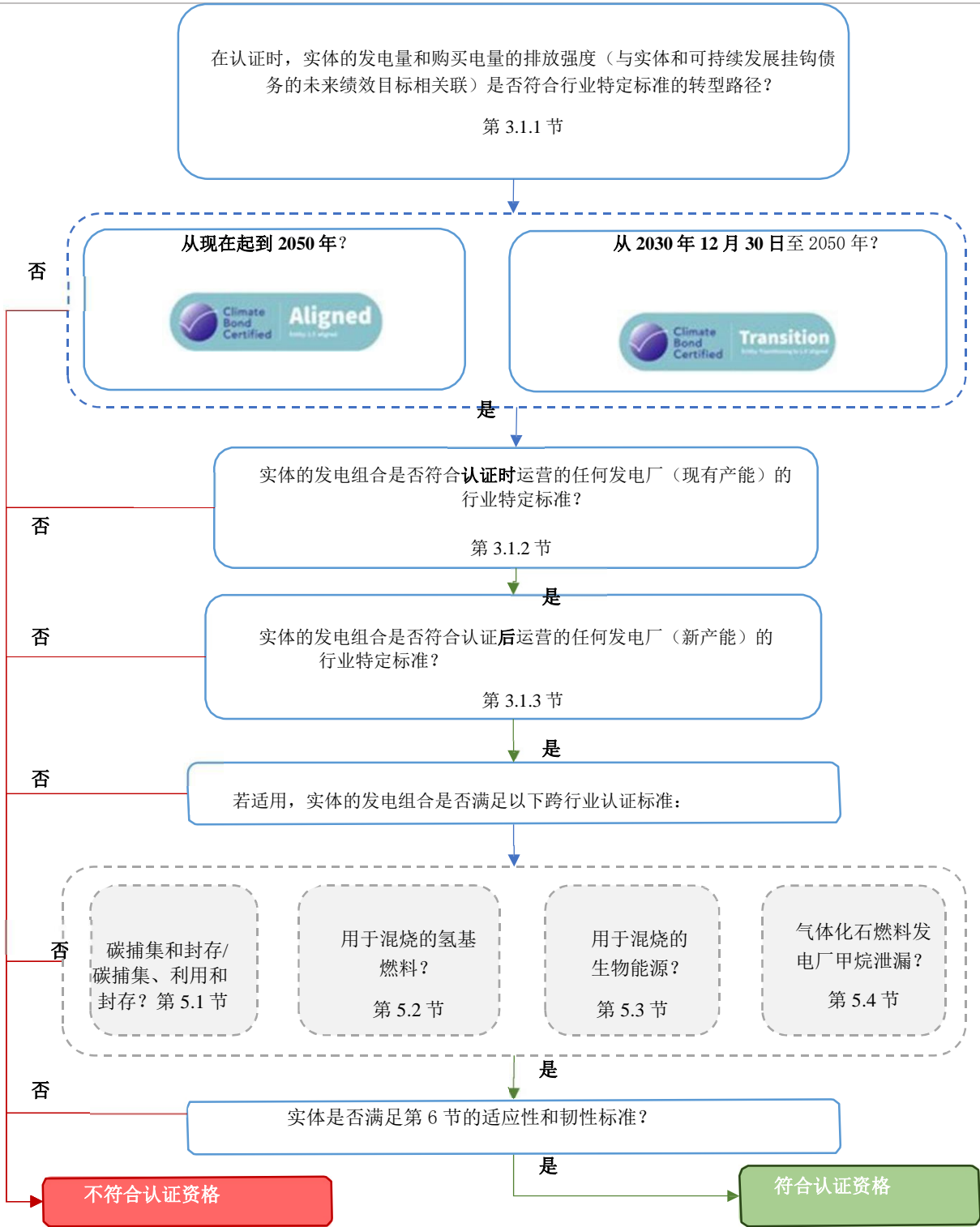
资料来源：气候债券倡议组织

表 6：实体分级认证。

认证级别	实体认证要求
一级：符合要求	<p>气候变化减缓标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 认证时，实体的平均排放强度符合行业特定标准中的转型路径，其未来的减缓气候变化绩效目标将继续与转型路径保持一致，直至 2050 年（见第 3.1.1 节）； 2. 认证时，实体的所有现有产能均符合现有产能的行业特定标准，包括认证时正在运营的任何发电厂（见第 3.1.2 节）； 3. 在认证日期后的任何时间，实体的所有新产能自开始运营的第一天起均应符合新产能的行业特定标准，包括任何在认证后投入运营的发电厂（见第 3.1.3 节）； 4. 在认证时以及此后的任何时间，实体使用碳捕集和封存（CCS）/碳捕集、利用和封存（CCUS）的所有设施均满足二氧化碳运输、封存和利用的跨行业认证标准（见第 5.1 节）； 5. 在认证时以及此后的任何时间，实体使用氢气和生物质的所有设施均满足第 5.2 节和第 5.3 节中的跨行业认证标准； 6. 在认证时以及此后的任何时间，实体使用气体化石燃料的所有设施均满足第 5.4 节中关于甲烷泄漏的跨行业认证标准。 <p>适应性和韧性标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 认证实体符合第 6 节中所述的适应性和韧性标准，并且每五年重新评估和确认一次。
二级：转型	<p>标准与一级相同，但以下情况除外：</p> <p>认证实体的平均排放强度在认证时不符合行业特定标准转型路径，但其未来绩效目标将在 2030 年 12 月 30 日前符合行业特定标准转型路径，并将在此后直至 2050 年持续符合该标准。见第 3.1.1 节。</p>

资料来源：气候债券倡议组织

图 2 显示，要获得认证，实体不但须符合行业特定标准的排放强度转型路径（第 3.1.1 节），不同的发电技术还必须符合行业特定标准规定的现有产能（第 3.1.2 节）和新产能（第 3.1.3 节）的阈值，从而使实体的全球排放量符合《巴黎协定》的目标。



资料来源：气候债券倡议组织

图 2：实体认证的行业特定标准

3.1.1 行业特定标准的转型路径

认证实体时，须全面评估其温室气体排放量，此排放量必须符合行业特定标准，其中包括电力行业的二氧化碳排放强度兼容转型路径（见表 7）。根据该路径，实体可在 2040 年前逐步过渡到净零排放，与将全球变暖限制在 1.5 摄氏度的目标保持一致（国际能源署，2023 年更新）。⁵（关于设定此路径的讨论和假设可在第 1.4 节所述的电力公用事业背景文件中查看。）

表 7：电力公用事业行业认证标准的排放强度转型路径

行业特定标准的转型路径						
年份	2025	2030	2035	2040	2045	2050
排放强度 (gCO ₂ /kWh)	460	186	48	3	0	0

资料来源：气候债券倡议组织，根据国际能源署数据（国际能源署，2023 年更新）

要获得认证，实体的平均排放强度最迟须在 2030 年前符合上述行业特定标准的转型路径（见方框 2 中符合转型路径的实际示例）。实体的平均排放强度必须根据《温室气体议定书》（Gillenwater，2005 年）进行核算，详细信息如下：

- 范围一直接排放：《温室气体议定书》中提及的固定燃烧直接排放。⁶见方框 3；
- 与实体购买的电力相关的范围三排放：按照《温室气体议定书》中基于位置的方法进行核算，以反映产生能源消耗的电网的平均排放强度。⁷核算方法是将反映电网平均排放强度的国家特定排放因子乘以购买的能源量；
- 如果实体的发电组合包括热电联产电厂，则总排放量应按热力和电力来分配。《温室气体议定书》中提供了几种核算方法，但电力公用事业行业认证标准建议使用能效分析法，见方框 3。⁸

生物质燃烧产生的直接二氧化碳排放不纳入范围一排放。只有当生物质发电厂发电采用碳捕集和封存（CCS）/碳捕集、利用和封存（CCUS）技术时（采用碳捕集、利用和封存技术的生物能源），负排放才能计入实体平均净排放强度。

⁵ 大多数固定式燃烧装置排放的温室气体主要是二氧化碳。按全球变暖潜势（GWP）加权时，二氧化碳通常占化石燃料固定燃烧产生的温室气体排放量的 99% 以上。（可能的例外包括露天燃烧过程中产生的甲烷和某些采用催化氮氧化物排放控制的发动机产生的 N₂O）

⁶ 固定燃烧直接排放核算工具。世界资源研究所/世界可持续发展工商理事会。2005 年 7 月。（Gillenwater，2005 年）

⁷ 《温室气体议定书》范围二指南。世界资源研究所。（Sotos，2015 年）

⁸ 热电联产电厂的温室气体排放分配。世界资源研究所/世界可持续发展工商理事会。2006 年 9 月。（Protocol，2006 年）

方框 2：符合电力公用事业行业认证标准转型路径的示例。

申请实体认证的申请人应符合《气候债券标准》：

- 时间范围目标：减缓气候变化绩效目标涵盖从认证之日到活动计划实现净零排放之日或 2050 年（以较早者为准）的时间；
- 气候变化减缓绩效中期目标：减缓气候变化绩效目标包括认证日期后九年内每三年达成一个的中期目标以及此后整个时间范围内每五年达成一个的中期目标；
- 符合第 3.1.1 节中描述的电力公用事业行业认证标准的转型路径：气候变化减缓绩效目标以转型路径为基准，并最迟在 2030 年 12 月 31 日之前符合转型路径。

应假定日期节点和阈值之间的时间段呈线性轨迹：

示例：符合标准要求

一家实体凭借以下气候变化减缓绩效目标于 2024 年申请认证：

减缓气候变化绩效目标						
年份	2024	2027	2030	2033	2038	2043
平均排放强度 (gCO ₂ /kWh)	564	350	170	50	10	0

与行业转型路径相比：

行业特定标准						
年份	2025	2030	2035	2040	2045	2050
平均排放强度 (gCO ₂ /kWh)	460	186	48	3	0	0

该实体获得的认证级别是“**转型**”，原因是：

- 认证时，该实体的平均排放强度高于行业特定标准值；但
- 到 2030 年，该实体将满足转型路径标准；并且
- 将持续符合该标准，直至认证时间范围终止。

必须获得经授权/认可的核查机构出具的年度核查报告才能保有认证。

由于实体的平均排放强度不包括非燃烧或间接排放，因此要获得认证，实体还必须满足**非燃烧或间接排放**标准。这些标准包括不同发电技术的阈值，详细信息见第 3.1.2 节和第 3.1.3 节。因此，实体的减缓气候变化绩效目标必须纳入非燃烧或间接排放，这在很大程度上取决于地区和技术变量。⁹此外，随着电力结构脱碳，间接排在电力行业排放中会越来越重要。因此，需要解决非燃烧或间接排放问题，以实现电力行业近零排放的目标。

⁹ 《自然能源》，文章。《了解低碳电力系统的未来排放》（Understanding future emissions from low carbon power systems）。（Michaja Pehl, 2017 年）

方框 3: 按照《温室气体议定书》方法核算和报告燃烧过程中二氧化碳直接排放的示例。

《温室气体议定书》提出了两种测量直接燃烧排放的方法:

- 作为持续排放监测手段, 直接测量废气中的二氧化碳量;
- **根据代理数据计算二氧化碳排放量。**

由于成本和实用性原因, 《温室气体议定书》建议使用基于核算的方法来估算二氧化碳排放量。

基于核算的方法需要以下数据:

- **燃料消耗;**
- **排放因子。**

基于燃料消耗数据的等式示例如下:

Equation 1: Calculation based method for CO₂ emissions

$$E = A_{f,v} \cdot F_{c,v} \cdot F_{ox} \cdot (44/12) \quad \text{or} \quad E = A_{f,m} \cdot F_{c,m} \cdot F_{ox} \cdot (44/12) \quad \text{or} \quad E = A_{f,h} \cdot F_{c,h} \cdot F_{ox} \cdot (44/12)$$

Where,

E =	Mass emissions of CO ₂ (short tons or metric tons)
A _{f,v} =	Volume of fuel consumed (e.g., L, gallons, ft ³ , m ³)
A _{f,m} =	Mass of fuel consumed (e.g., short tons or metric tons)
A _{f,h} =	Heat content of fuel consumed (GJ or million Btu)
F _{c,v} =	Carbon content of fuel on a volume basis (e.g., short tons C/gallon or metric tons C/m ³)
F _{c,m} =	Carbon content of fuel on a mass basis (e.g., short tons C/short ton or metric tons C/metric ton)
F _{c,h} =	Carbon content of fuel on a heating value basis (e.g., short tons C/million Btu or metric tons C/GJ)
F _{ox} =	Oxidation factor to account for fraction of carbon in fuel that remains as soot or ash
(44/12) =	The ratio of the molecular weight of CO ₂ to that of carbon

Note: Activity data and carbon content factors should be in the same basis (i.e., volume, mass, or energy). For gaseous fuel quantities in terms of volume, care should be taken to ensure all data are on a consistent temperature and pressure basis.

资料来源: 《温室气体议定书》(Gillenwater, 2005年)

不同排放因子可能导致等式不同。《温室气体议定书》还按照燃料类型提供了燃料消耗的二氧化碳直接排放因子。**实现实体的减缓气候变化绩效目标所需的平均排放强度**

为了计算实体的平均排放强度, 将二氧化碳总排放量(发电和与电力购买相关的排放量)除以实体的总电力(发电量和购买的电量)。在示例中, 发电产生的二氧化碳排放量通过排放因子计算。低碳发电(包括核能、太阳能、风能、水电、生物能源和海洋能发电)的直接燃烧排放量为 0g CO₂/kWh。

CO₂kWh for electricity generation =

$$= \frac{\sum_{fuels} ((Input_{Electricity\ plants} + Input_{CHP\ plants/Ele} + Own\ use_{plants/Ele}) \times EF_{fuel})}{Ele_{m\&l\&d}}$$

Where:

- CO₂kWh: Carbon factors (in CO₂/kWh) calculated at the generation point
- \sum_{fuels} : Sum over the fuels.
- $Input_{plants}$: Fuel input into the plants (both main activity and autoproducer) expressed in energy unit.
- $Input_{CHP\ plants/Ele} = Input_{CHP\ plants} - \frac{Heat\ output}{\eta_{heat}}$
- η_{heat} efficiency of heat generation - assumed to be 0.9 (i.e. 90%) except when the observed efficiency of CHP generation is higher than 90%, in which case emissions are allocated using the proportionality approach ($EFF_{HEAT} = EFF_{ELEC} = EFF_{CHP}$).
- $Own\ use_{plants/Ele} = Own\ use_{plants} \times \frac{Total\ electricity\ output}{Total\ electricity\ output + Total\ heat\ output}$
- EF_{fuel} : default emission factors as provided in the 2006 IPCC Guidelines.
- $Ele_{m\&l\&d}$:
 - For the total emission factor: includes the generation from all sources (i.e. as well the non-emitting sources).
 - For the emission factors by fuel (oil, coal, gas, non-renewable waste and Memo: biofuels): includes only the electricity generated by the corresponding fuel.

资料来源: 国际能源署(2021年排放因子)

方框 4：示例——如何根据《温室气体议定书》方法将热电联产电厂的排放量分配给电力。

《温室气体议定书》详细介绍了将排放量分配给热电联产电厂发电量的几种方法。最常见的方法如下：

- 能效分析法；
- 能源含量法；
- 功率潜力/工作潜能法。

能效分析法是《热电联产电厂温室气体排放分配》文件的首选方法。该文件中的详细步骤为：

- 1. 确定热电联产系统的总直接排放量以及蒸汽生产总量和发电总量（详细信息见方框 3）；
- 2. 估算蒸汽生产和电力生产的效率；
- 3. 确定分配给蒸汽生产和电力生产的总排放量的比例。

$$E_H = \frac{H/e_H}{H/e_H + P/e_P} * E_T \quad \text{and} \quad E_P = E_T - E_H$$

where:

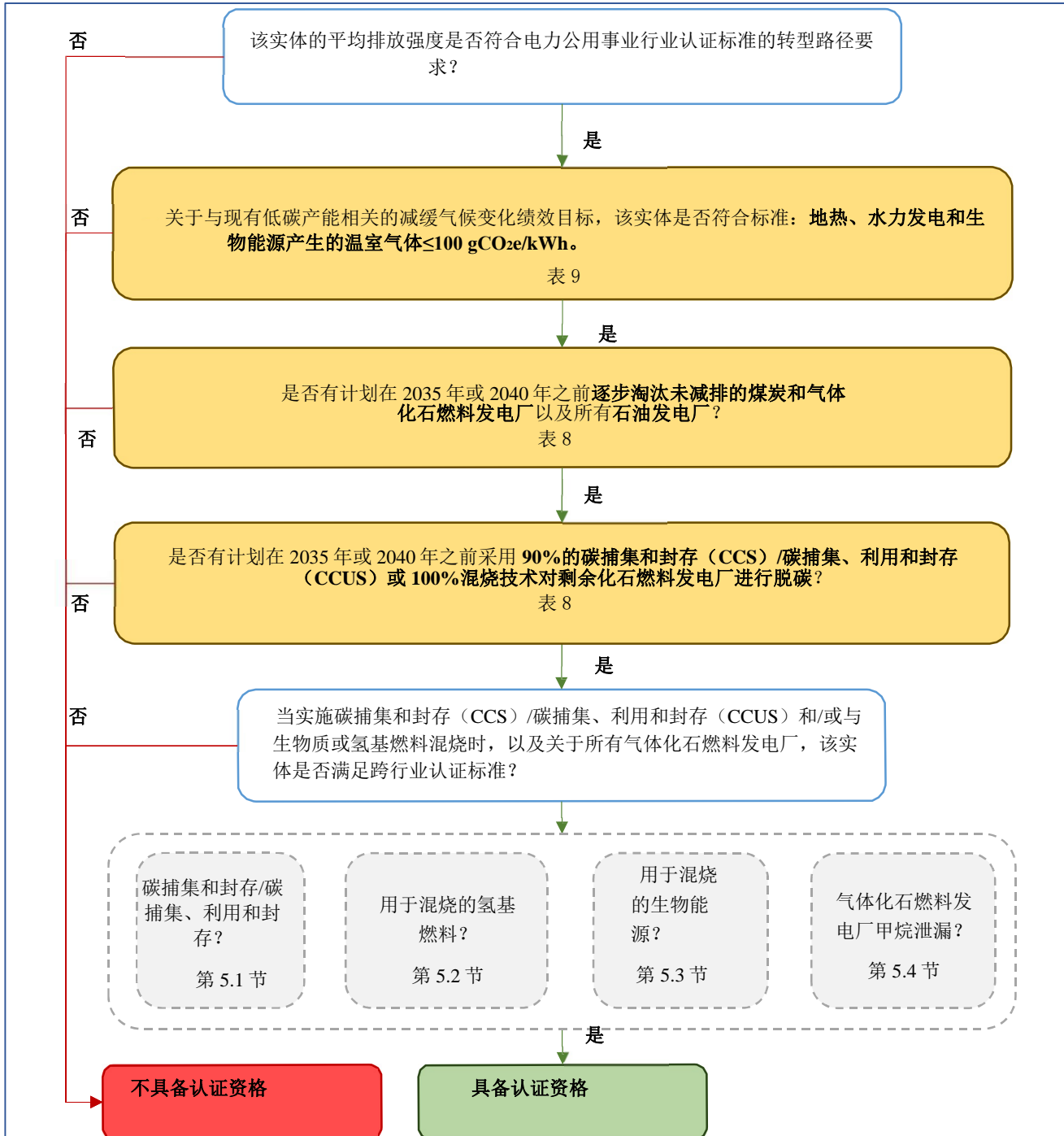
E_H	=	emissions allocated to steam production
H	=	steam output (energy)
e_H	=	assumed efficiency of steam production
P	=	delivered electricity generation (energy)
e_P	=	assumed efficiency of electricity generation
E_T	=	total direct emissions of the CHP system
E_P	=	emissions allocated to electricity production

资料来源：《温室气体议定书》（热电联产电厂温室气体排放分配，2006年。）

- 4. 核算蒸汽生产和发电的排放率，将电力生产的总排放量除以发电总量即可得出排放率。

3.1.2 认证时运营设施的标准（现有产能）

现有产能包括实体在认证时运营的所有发电厂，这些发电厂必须符合关于现有产能的行业特定标准，有关阈值载于表 8。此外，关于气体化石燃料发电厂中碳捕集和封存（CCS）/碳捕集、利用和封存（CCUS）、混烧和甲烷泄漏的跨行业认证标准，详见第 5 节。



资料来源：气候债券倡议组织

图 3：电力公用事业行业认证标准对于实体现有产能的要求。

表 8：电力公用事业行业认证标准对于化石燃料现有产能的阈值和基准要求

化石燃料现有产能的气候变化减缓标准		发达经济体 ¹⁰	新兴经济体 ¹¹
煤炭	逐步淘汰未减排的发电厂	2035 年	2040 年
	若否 <ul style="list-style-type: none"> 100% 低碳燃料混烧 碳捕集和封存 (CCS) 改造, 使碳捕集率达到 90% 并进行碳封存 	2035 年	2040 年
气体化石燃料	逐步淘汰未减排的发电厂	2040 年	2040 年
	若否 <ul style="list-style-type: none"> 100% 低碳燃料混烧 实施改造, 使碳捕集率达到 90% 并进行碳封存 	2040 年	2040 年
石油	逐步淘汰所有石油发电厂	2035 年	2040 年

资料来源：气候债券倡议组织，根据国际能源署的信息（国际能源署，2023 年更新）

这些标准不允许存在任何新的化石燃料产能，但出于转型目的，在某些情况下可以考虑针对污染较严重的活动将燃煤产能加速更换为天然气产能（见方框 5）。

方框 5：在以下情况下可将燃料从煤炭改为天然气：

- 电力供应安全面临风险时；
- 气体化石燃料产能取代现有的燃煤发电厂；
- 气体化石燃料发电厂不超过**被取代生产设施的产能**；
- 该实体的平均直接排放强度仍然低于本行业认证标准的排放强度路径；
- 该实体制定了**逐步淘汰煤炭和天然气的计划**。

保障措施：

- 关键电网安全性需根据需要随时论证和商定；
- 在整个系统范围内证明不适合采用可再生能源系统。

现有发电厂的低碳技术标准见表 9。

¹⁰ “发达经济体”和“新兴经济体”的定义以国际能源署的定义为准。

¹¹ “发达经济体”和“新兴经济体”的定义以国际能源署的定义为准。

表 9：现有低碳产能的行业特定标准阈值。

低碳技术发电	范围一排放阈值	范围三排放阈值
太阳能	无直接排放	自动符合资格
风能	无直接排放	自动符合资格
水电	阈值：100 gCO _{2e} /kWh ¹² (水库甲烷排放量)	可忽略不计
地热	阈值：100 gCO _{2e} /kWh ¹³	可忽略不计
生物能源和采用碳捕集、利用和封存技术的生物能源 (BECCS)	无直接排放 (通过生物质生长过程中捕集的碳对燃烧排放进行补偿)	阈值：100 gCO _{2e} /kWh ¹⁴ (生物质加工和运输过程中产生的排放) 满足跨行业认证标准。第 5.3 节

资料来源：气候债券倡议组织，根据科学和学术文献¹⁵

需要进行生命周期评估来核算水力发电和地热发电产生的范围一非燃烧排放，以及在发电过程中因生物质加工和运输产生的范围三排放。这些排放量是通过考虑生命周期评估期间单位发电量释放的二氧化碳当量排放量来核算的。

¹² 温室气体排放核算必须遵循《气候债券倡议组织——水电行业认证标准》第 3.2 节中要求的水库温室气体排放净通量评估模型 (G-RES) 方法。

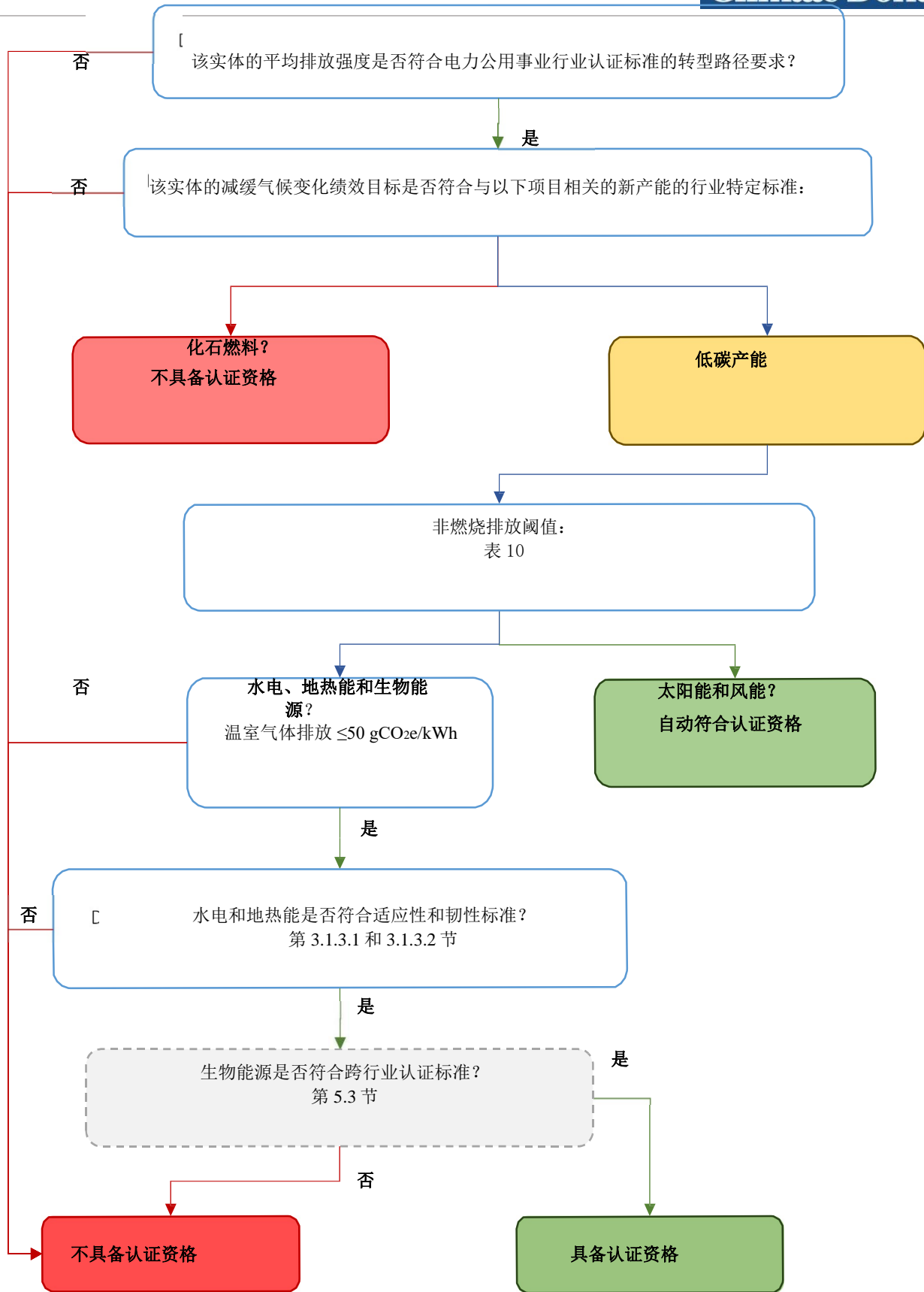
¹³ 温室气体排放核算必须遵循《气候债券倡议组织——地热行业认证标准》附录 C 中详述的方法。附录 C：地热发电厂温室气体排放估算的拟议方法。

¹⁴ 温室气体排放核算必须遵循《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》第 3.2 节中要求的 BioGrace II 温室气体排放核算方法。

¹⁵ 有关这些阈值的信息来源和设定理由，请参阅电力公用事业背景文件。

3.1.3 认证后新建设施的标准（新产能）

在认证日期后开始运营的任何发电厂均必须继续符合电力公用事业行业认证标准及其对实体新产能的阈值要求，见图 4 和表 10。生物能源的跨行业认证标准详见第 5.3 节。



资料来源：气候债券倡议组织自行阐述。

图 4：电力公用事业行业认证标准对于实体新产能的要求。

表 10：电力公用事业行业认证标准对于低碳新产能的阈值要求。

低碳发电技术	范围一排放量不超过阈值：	范围三排放量不超过阈值：
太阳能	无直接排放	自动符合认证资格
风能	无直接排放	自动符合认证资格
水电	阈值：50 gCO₂e/kWh (水库甲烷排放量)证明符合要求： 见第 3.1.3.1 节	可忽略不计 (由于电厂的使用寿命较长，与电厂建设相关的直接和间接排放并不需要考虑在内。)
地热能	阈值：50 gCO₂e/kWh (地热流体中的不凝性气体)证明符合要求：见： 《气候债券倡议组织——地热能行业认证标准》 见附录 C	可忽略不计
生物能	无直接排放 (通过生物质的生物循环过程中捕集的碳对燃烧排放进行补偿)	阈值：50 gCO₂e/kWh (生物质加工和运输过程中产生的排放)符合跨行业认证标准。第 5.3 节 证明符合要求：见第 3.1.3.3 节
采用碳捕集、利用和封存技术的生物能源 (BECCS)	捕集的二氧化碳产生负排放。	

注：以上为排放阈值

资料来源：气候债券倡议组织，根据科学和学术文献¹⁶

3.1.3.1 为符合本标准而需采取的水电保障措施

根据文献¹⁷，尽管水力发电通常被视为化石燃料发电的良好替代方案，但研究表明，直到 2200 年，热带地区水库的温室气体排放量可能都非常高。¹⁸因此，本标准对实体在认证后新建的水电产能设定了 50 gCO₂e/kWh 的阈值，采用水库温室气体排放净通量评估模型 (G-RES) 估算和报告水库温室气体净排放量。

此外，新建水电设施必须按照国际能源署水电框架指引 [《水电可持续性 ESG 差距分析工具 \(HESG\)》](#) 进行具体现场评估。该分析必须由经过认可的评估员进行，并会找出设施与国际良好实践之间的重大差距。如果发现任何重大差距，则须制定环境和社会行动计划 (ESAP)，以采取补救措施。更多详情请参阅 [《气候债券倡议组织——水电行业认证标准》](#)。

3.1.3.2 为符合本标准而需采取的地热能保障措施

根据 [《气候债券倡议组织——地热能行业认证标准》](#)，地热发电厂须考虑可能的环境、健康和安 (EHS) 影响：

- 项目须遵循地热发电在环境、健康和安 (EHS) 方面的国际最佳实践指南/标准 (例如国际金融公司 (IFC) /世界银行的指南/标准)。虽然这些详细的 EHS 指南包含废气排放指南，但请注意，遵守这些指南是认证的必要但非充分条件，因为气候债券认证所需的排放绩效指标更为严格。此外，国际金融公司建议，是否适用 EHS 指南应视乎每个项目的危害和风险而定，这些危害和风险须根据环境评估的结果并考虑特定地点的变量后确定；
- 强烈建议项目须符合国际金融公司关于环境和社会可持续发展的绩效标准 (例如国际金融公司绩效标准 5 (IFC

¹⁶ 有关这些阈值的信息来源和设定理由，请参阅电力公用事业背景文件。

¹⁷ 水电：联合国政府间气候变化专门委员会关于可再生能源和气候变化的特别报告 (Kumar, 2011 年)

¹⁸ 《自然能源》，文章。《了解低碳电力系统的未来排放》 (Understanding future emissions from low carbon power systems)。(Michaja Pehl, 2017 年)

PS5) “土地征用和非自愿迁移”，或国际金融公司绩效标准 6 (IFC PS6) “生物多样性保护和生物自然资源的可持续管理”);

- 任何增强型地热系统项目都必须遵守美国能源部《解决增强型地热系统相关诱发地震问题的议定书》¹⁹。

3.1.3.3 生物能源方法说明

生物能源的直接排放量假设为 0 gCO₂/kWh，但其间接排放量可能高于化石燃煤发电厂。²⁰ 生物质发电的排放主要取决于原料类型、生物质加工和运输以及土地利用方式的变化。

电力公用事业行业认证标准针对使用生物质发电设定了 50 gCO₂e/kWh 的排放强度阈值（相当于发电效率是 40% 的生物质发电厂，每能量单位的温室气体排放量为 5 gCO₂e/MJ），其中包含了在生物质加工和运输过程中产生的排放量。

配备碳捕集和封存 (CCS) / 碳捕集、利用和封存 (CCUS) 系统的生物质发电厂可带来负排放，有助于降低实体的净排放，并体现在实体的平均排放强度中（详见表 10）。发电厂用作燃料的生物质必须满足第 5.3 节中的生物质开发跨行业认证标准。

《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》提出采用 **BioGrace II** 温室气体排放核算方法来核算用作发电燃料的生物质在生产和运输过程中的排放量（以下表 11）。

表 11：生物能源中的排放

生物能源温室气体排放核算方法	
方法	包括排放量
BioGrace II 温室气体排放核算方法	<ul style="list-style-type: none"> • 原料生产； • 原料加工； • 生物燃料/生物能源生产； • 生物燃料储存和混合； • 中间和最终运输步骤。

资料来源：《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》

¹⁹ [Protocol for addressing induced seismicity associated with enhanced geothermal systems \(energy.gov\)](#)

²⁰ 《自然能源》，文章。《了解低碳电力系统的未来排放》（Understanding future emissions from low carbon power systems）。(Michaja Pehl, 2017 年)

3.2 电力公用事业行业认证标准——可持续发展挂钩债务（SLD）认证

可持续发展挂钩债务的认证有两个级别，具体取决于减缓气候变化绩效目标何时符合气候债券标准行业标准（请参阅《气候债券标准》和方框 1）。

表 12：可持续发展挂钩债务（SLD）分级认证。

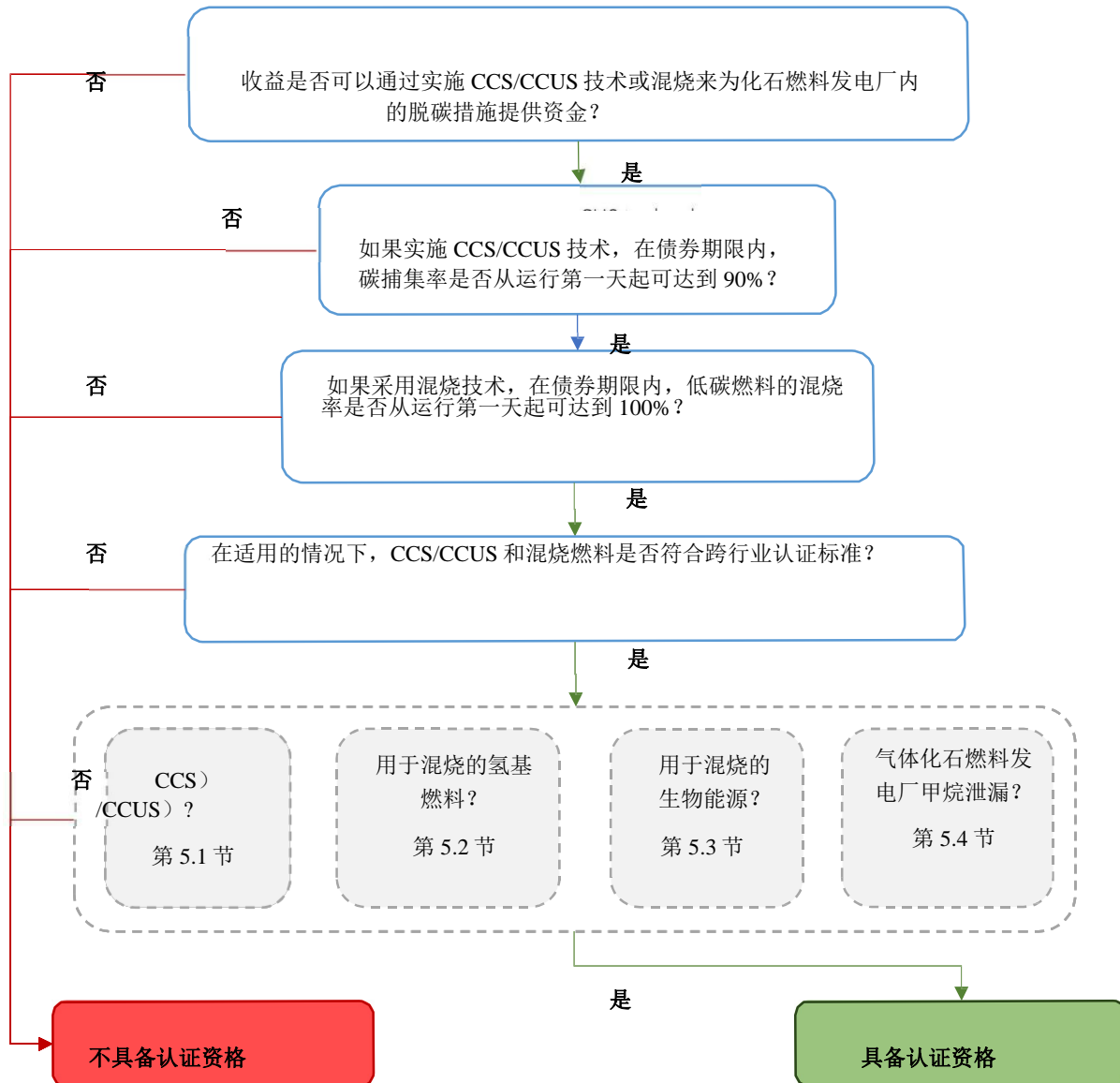
可持续发展挂钩债务（SLB）级别	可持续发展挂钩债务（SLD）认证要求
一级：符合要求	<p>气候变化减缓标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 认证时，认证体的电力公用事业平均排放强度符合与债务减缓气候变化绩效目标相关的行业特定标准转型路径，并且债务的未来减缓气候变化绩效目标将继续与行业特定标准的转型路径保持一致，直至 2050 年（见第 3.1.1 节）；<i>和</i> 2. 认证时，认证体的所有现有产能均符合现有产能的行业特定标准，包括认证时正在运营的所有电厂（见第 3.1.2 节）； 3. 在认证日期后的任何时间，认证体的所有新产能自开始运营的第一天起均应符合新产能的行业特定标准，包括任何在认证后投入运营的发电厂（第 3.1.3 节）； 4. 在认证时以及认证日期后的任何时间，认证体使用碳捕集和封存（CCS）/碳捕集、利用和封存（CCUS）的所有设施均满足二氧化碳运输、封存和利用的跨行业认证标准（见第 5.1 节）； 5. 在认证时以及认证日期后的任何时间，认证体使用氢气和生物质的所有设施均满足第 5.2 节和第 5.3 节中的跨行业认证标准。 6. 在认证时以及认证日期后的任何时间，认证体使用气体化石燃料的所有设施均满足第 5.4 节中关于甲烷泄漏的跨行业认证标准。 <p>适应性和韧性标准</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. 认证体符合第 6 节中所述的适应性和韧性标准，并且每五年重新评估和确认一次。
二级：转型	<p>标准与一级相同，但以下情况除外：</p> <p>认证时，债务的减缓气候变化绩效目标所关联的电力公用事业的平均排放强度不符合行业特定标准转型路径，但其未来的减缓气候变化绩效目标将在 2030 年 12 月 30 日之前达到标准要求，并将持续符合标准要求，直到 2050 年（见第 3.1.1 节）。</p>

资料来源：气候债券倡议组织自行阐述。

4 特定收益用途债券的气候变化减缓措施

4.1 减缓措施标准

本标准还可涵盖为化石燃料发电厂采取的气候变化减缓措施提供资金的特定收益用途债券，而资本投资的重点应是在设施层面实现显著减排。鉴于其二氧化碳减排潜力，两种主要的脱碳措施可以获得认证：用于发电厂的碳捕集和封存（CCS）/碳捕集、利用和封存（CCUS）技术；及准备涡轮发动机燃烧器/燃烧室与低碳燃料混烧的技术，包括液态和气态生物燃料、氢气和氢衍生燃料（由氢气和二氧化碳生产的氨和合成烃燃料），见图 5。



资料来源：气候债券倡议组织

图 5：化石燃料发电厂内具体气候变化减缓措施的标准。

4.1.1 证明符合要求

申请人应提供将实施的脱碳措施的证据；并与经过认证的能源审计机构签订合同或协议，在年度报告中证明资产绩效相当于图 5 所示在债券期限内从运行第一天起的绩效。

5 跨行业认证标准

5.1 碳捕集和封存以及碳捕集、利用和封存的附加标准

碳捕集和封存以及碳捕集、利用和封存，无论是作为单独的措施还是作为正在评估的整体设施的一部分，只要有证据表明二氧化碳将按照下方表 13 中标准进行妥善运输、储存和/或使用，则均有认证资格。²¹

表 13：二氧化碳的运输、储存和利用标准。

成分	要求
运输 ²²	<ol style="list-style-type: none"> 将二氧化碳从捕集装置运输到注入点过程中，二氧化碳泄漏量不会超过所运输二氧化碳质量的 0.5%。 采用了适当的泄漏检测系统，并制定了监测方案，报告由独立第三方核查。
存储 ²³	<ol style="list-style-type: none"> 对潜在封存综合体及周边地区进行表征和评估，或进行勘探²⁴，确定地质构造是否适合用作二氧化碳封存地点。 对于地下二氧化碳地质封存场地的运营，包括关闭和关闭后的义务： <ol style="list-style-type: none"> 采用了适当的泄漏检测系统，防止运行期间发生泄漏。 制定了二氧化碳注入设施、储存设施以及适当情况下周围环境的监测方案，并由国家主管部门检查定期报告。 对于封存场地的勘探和运营，该活动符合二氧化碳地质封存标准（ISO27914:2017225）²⁵的要求。
利用	<p>只有当二氧化碳用于制造耐用产品时（例如，建筑物中储存的建筑材料或 PET 等可回收产品），才可以对发电产生的直接二氧化碳排放进行利用。二氧化碳不应用于在使用时立即释放二氧化碳的产品（例如尿素、碳酸饮料或燃料），也不应用于提高石油采收率以及其他形式化石能源的生产。</p>

资料来源：基于《欧盟可持续金融分类方案》的标准²⁶

此外，鼓励使用任何认证计划。认证计划的示例包括美国 EPA VI 级油井认证，其中包括油藏特征分析。²⁷另一个示例是 DNV GL 认证框架，用于验证是否符合《ISO 27914:2017 二氧化碳捕集、运输和地质封存——地质封存》标准。²⁸

²¹ 直接由申请人提供，或以与第三方所签合同或协议的形式提供。

²² 根据欧盟委员会授权法规(EU) 2021/2139（《欧盟可持续金融分类方案》）附件 1 中“二氧化碳运输”是否对气候变化减缓做出重大贡献的技术筛选标准。

²³ 根据欧盟委员会授权法规(EU) 2021/2139 附件 1 中“二氧化碳地下永久地质封存”是否对气候变化减缓做出重大贡献的技术筛选标准。

²⁴ “勘探”是指通过侵入地下的活动，以地质封存二氧化碳为目的，对潜在封存综合体进行评估，例如进行钻探来获得有关潜在封存综合体中地层的地质信息，并酌情进行注入试验，以便确定封存地点的特征，从而以地质方式封存二氧化碳。

²⁵ ISO 27914:2017 《二氧化碳捕集、运输和地质封存——地质封存》国际标准：www.iso.org/standard/64148.html

²⁶ https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

²⁷ www.epa.gov/uic/class-vi-wells-used-geologic-sequestration-co2

²⁸ www.dnv.com/news/dnv-gl-launches-certification-framework-and-recommended-practice-for-carbon-capture-and-storage-ccs--108096

5.2 使用氢气或氢衍生燃料进行混烧的附加标准

只有当所使用的氢气符合《气候债券倡议组织——氢气生产和输送行业认证标准》²⁹时，使用低碳氢基气体燃料混烧才符合认证资格。该标准规定了氢气生产和输送的排放强度限制（见表 14）。

表 14：氢气碳排放强度阈值。²⁹

资产类型	标准			
	2023 年 ²⁸	2030 年	2040 年	2050 年
氢气的生产和输送	3.0 kgCO ₂ e/kgH ₂	1.5 kgCO ₂ e/kgH ₂	0.7 kgCO ₂ e/kgH ₂	0 kgCO ₂ e/kgH ₂

资料来源：《气候债券倡议组织——氢气生产和输送行业认证标准》

为证明符合所有排放强度阈值，申请人需对氢气生产进行生命周期评估，并按照附录 A 中的描述对温室气体输送排放量进行核算。以阈值为基准的温室气体排放总量应包括生产排放和运输排放。

5.3 使用生物质或生物燃料作为燃料时的附加标准

使用生物质发电可能会对减缓气候变化和/或生态系统对气候风险的抵御能力产生负面影响。如果将已有高碳储量的土地转变为原料种植，并/或将原料从种植地长距离运输到生物能源设施，就会产生高排放。

只有当所使用的生物质符合下列减缓、适应性和韧性标准时，使用基于生物质的低碳气体燃料混烧才符合认证资格。（欲了解更多信息，请参阅附录 B）

减缓：

- 可使用**生物质来源**（见附录 B）；
- **降低间接土地用途变更（iLUC）的风险**（见附录 B）；
- **温室气体排放**：生物质生产和运输中的嵌入排放量不得超过 **5.5 gCO₂e/MJ**（这意味着，发电效率是 40% 的生物质发电厂，每能量单位的温室气体排放量为 **50 gCO₂e/kWh**）。

适应性和韧性：

- 须进行**气候风险评估**，并在发现高风险的情况下制定适应计划。评估按照适应性和韧性清单（《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》第 3.3.1 节）进行；和
- **原料来源**符合已建立和获批的行业最佳实践标准，以确保原料生产具有环境可持续性和气候韧性（《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》第 3.3.2 节）；和
- **识别粮食风险**（若有），并制定应对重大风险的方案（《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》第 3.3.3 节）。

须提供一份不砍伐森林计划。详细信息请参阅 DSF 标准（2024 年发布）。

5.4 气体化石燃料发电厂甲烷泄漏的跨行业认证标准

尽管气体化石燃料因其低燃烧排放而被认为是一种过渡燃料，但最近有研究表明，气体化石燃料运输过程中存在甲烷泄漏情况，使其排放量可能与煤炭一样高。³⁰因此，当投资涉及气体化石燃料发电厂时，本标准要求采取措施限制甲烷泄漏，其中包括在操作层面对甲烷泄漏的检测和修复、报告排放的物理测量结果、终止泄漏，或者根据《欧盟可持续金融分类方案》实施

²⁹ 气候债券标准下的氢气生产和输送行业认证标准。气候债券倡议组织，2023 年 12 月。

³⁰ <https://gas-vs-coal-calculator.rmi.org/>

泄漏检测和修复计划。³¹

³¹ [Electricity generation from fossil gaseous fuels](#)

6 适应性和韧性标准

本节介绍实体认证资格标准中的适应性和韧性部分。本标准旨在确保实体对气候完全具有韧性和适应性，能够持续提供电力。

气候债券倡议组织建议将“韧性”定义为：“经济、社会或生态资产或系统面对当前和预计的直接和间接气候变化影响，能够抵御、吸收、顺应、适应、转化及恢复，同时保持其基本结构和功能”。

为证明符合标准，认证实体必须提交其已经或将要进行的风险评估，包括已确定、计划和实施的管理和减轻气候风险的措施。

认证实体必须遵循最佳实践标准或类似方案进行风险评估，发行人可以证明此类标准设定了足够的要求，因此是可靠的。

根据气候债券韧性原则，实体提交的风险评估必须证明涵盖以下内容：

1. 了解和确定背景：边界和相互依赖关系。
2. 应对气候风险：识别气候风险，并通过采取风险措施和管理计划来应对，确保该实体在面临不确定性时稳健且符合目的。
3. 说明韧性效益：提供超出已识别风险外的韧性效益。
4. 定期（重新）评估气候韧性表现，并根据需要随时间调整减少风险的措施。

定义

适应性和韧性标准：用于评估和预防物理气候风险以及评估资产或实体受气候变化影响的脆弱性的规则或原则，旨在减少这种脆弱性。这些规则通常保证有关活动不会对其系统边界（覆盖受活动影响的区域）内的其他资产造成任何重大损害。

发达经济体：经合组织区域集团以及保加利亚、克罗地亚、塞浦路斯、马耳他和罗马尼亚。

申请人：可能根据电力公用事业行业认证标准寻求认证的任何潜在债券发行人或非金融企业实体。

基本负荷：24 小时内电力最低需求量，必须由电力系统保障。

碳捕集和封存（CCS）：指捕集通常来自大型排放源的二氧化碳废气，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。封存的二氧化碳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。

碳捕集、利用和封存（CCUS）：指捕集通常来自大型排放源的二氧化碳废气，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：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。

气候债券认证：允许申请人使用与该债券相关的气候债券认证标志。一旦独立的气候债券标准委员会认为债券符合气候债券标准，即可提供气候债券认证。

气候债券倡议组织（气候债券）：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 and 政府的利益，加快投资规模和速度以避免气候变化危机。

气候债券标准（CBS）：为投资者和政府开发的筛选工具，用于识别绿色债券，确保募集资金被用于为应对气候变化提供解决方案，这可通过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流程以及发行前和发行后的要求，无论资本项目的性质如何。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，共同代表管理着 34 万亿美元的资产。CBSB 负责批准：1) 对气候债券标准的修订，包括采用额外的行业标准，2) 认可的核查机构，以及 3) 气候债券标准下的债券认证申请。CBSB 的组建、任命和支持治理安排和程序遵循气候债券倡议组织官网上公布的信息。

气候变化：全球或区域气候模式的变化，原因是大气中二氧化碳含量增加，主要由化石燃料的燃烧产生。

气候目标：旨在减少温室气体排放，将全球气温升高限制在比工业化前水平高 2°C 甚至 1.5°C 的目标。

减缓气候变化绩效目标：一种绩效目标，确定将要实现哪些可衡量的减缓气候变化绩效。

气候韧性和适应性：与保护社区或生态系统免受气候变化影响相关的措施或评估措施。适应性是指保护，而韧性是指适应气候变化影响并恢复的能力。

气候目标：科学家和政策制定者在应对气候变化计划中设定的限制。

二氧化碳当量：一个根据全球变暖潜势来衡量所有温室气体影响的单位，表示每种温室气体在一段时间内（通常为 100 年）与二氧化碳相比对全球变暖的影响。因此，温室气体排放量可以用 100 年内具有同等变暖效应的二氧化碳排放量来表示。

二氧化碳地质封存：将二氧化碳保留在地下地质层中的过程，通常对二氧化碳加压直至其变成液体。

二氧化碳运输泄漏：从封存地点到储存地点的运输过程中，意外损失到大气中的二氧化碳。

关键的相互依赖关系：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。

脱碳路径：能源行业实施的旨在减少排放和化石燃料使用的转型过程、战略或指示，其中涉及改变能源结构、提高能源效率、利用循环经济或管理能源需求等措施。

脱碳：淘汰产生二氧化碳和其他温室气体排放的能源系统，并消除大气中的碳气化合物。

配电：电力价值链的最后阶段，指电力从输电系统输送给个人消费者。

发电组合：按能源分类的发电技术和项目投资与资产的战略集合。

电气化：使用电力提供以前由其他能源（通常是化石燃料）提供的服务的过程。如果电力来自可再生能源，则有助于经济体系的脱碳。

新兴经济体：未纳入发达经济体区域集团的所有其他国家。

排放强度：评估行业中某一代表性因素的单位排放量，在电力公用事业行业中指发电千瓦时，因此，排放强度是每发电一千瓦时的二氧化碳当量克数： gCO_2/kWh 。

排放目标：科学家设定的与《巴黎协定》目标保持一致的排放量限制。

能源公用事业：提供能源（主要是电力和气体化石燃料，也提供热能）的企业。

气体化石燃料：一种碳氢化合物燃料，主要由数百万年来有机物质腐烂产生的甲烷组成。

绿色债券：其募集资金投向环境项目或支出的债券。通常指以绿色贴标销售的债券。从理论上讲，绿色债券募集资金可用于各种环境项目或支出，但在实践中，它们通常被指定用于气候变化项目。

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申请人、核查机构和投资者组成的专家组。在行业认证标准草案发布以供公众咨询之前，行业工作组就技术工作组（TWG）制定的草案提供反馈。

投资期限：从债券发行至到期日之间的时间间隔。也称为债券期限。

生命周期排放评估：一种评估或核算与产品或过程生命周期所有阶段（从最初设计阶段到处置或回收）相关的环境排放的方法。

低碳燃料：燃烧时提供热能且排放量比化石燃料更少的材料。这种热能可用于发电。

低碳技术：被称为创新技术解决方案的一系列技术，与最先进的替代方案相比，其特点是排放强度低。可被视为一流技术，重点在于减少对环境的影响。对于电力公用事业行业来说，低碳技术可以是太阳能、风能、海洋能源、生物能源、水电、地热能和核能。

气候变化减缓标准：包含行业活动阈值、基准和里程碑节点的规则和原则，其目标是减少温室气体排放的有害影响。

气候变化减缓技术：为减少和遏制温室气体排放而采取的技术流程举措。

天然气：天然存在的气态烃混合物，主要由甲烷以及其他烷烃组成。

负排放：从大气中移除和封存的二氧化碳多于排放到大气中的二氧化碳的过程，且最终的温室气体净排放量为负。负排放可以通过自然过程或各种技术解决方案来实现。负排放对于实现《巴黎协定》目标具有必要性。

净零排放情景（NZE）：一个基于科学的情景，旨在展示各参与方在主要行业以及何时需要采取何种举措，以便到 2050 年世界在能源相关领域和工业过程中实现二氧化碳净零排放。同时，还旨在最大限度地减少能源行业的甲烷排放。

净零排放：净零排放是人类活动造成的全球温室气体排放量与减排量达到平衡的情况。为实现这一目标，人为排放应尽可能减少到接近于零。

净零目标：国际温室气体减排的全球政策工具，以实现净零排放。

非化石可再生气体和液体燃料：使用其他可再生能源生产的燃料。

抵消：一项气候行动，使组织机构能够通过支持在世界其他地区减少排放的有价值的项目来补偿其排放到大气中的污染物。

母公司/母集团：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，则本标准中的“母公司”一词适用于申请人。

《巴黎协定》：获得 196 个缔约方通过的具有法律约束力的气候变化国际条约。其总体目标是将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2°C 以内，并努力控制在 1.5°C 以内。

路径：不同行业的科学发展轨迹，指明了实现相关目标指标的方式。在电力行业，这些轨迹通常是指排放强度。

情景：以科学为依据，基于多种假设（经济、社会、行为、技术方面）对未来可能如何发展所做的合理描述，通常是一系列替代路径的一部分，例如国际能源署净零排放情景、国家自主贡献（NDC）情景。

排放范围：在《温室气体议定书》中称为范围一、范围二和范围三，用于对组织机构在其自身运营和其所在价值链中产生的不同碳排放源进行分类。

标准准则：为评估流程、资产或实体而制定的原则，旨在实现某些基准、指标或目标。

可持续发展挂钩债务（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关键绩效指标（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。

合成燃料：人工生产的液体或气体燃料，其来源可以是可再生原材料，也可以是可再生能源产生的电力。合成燃料往往具有与化石燃料相同的特性，并且可以替代化石燃料。

技术工作组（TWG）：由气候债券倡议组织召集的专家小组，成员为来自学术界、国际机构、业界和非政府组织的公认专家。TWG 制定行业认证标准，即关于合格项目和资产的详细技术标准，以及在债券期限内跟踪项目和资产合格情况的指引。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气候债券标准委员会（CBSB）作出。

转型目标：指阈值、基准和里程碑节点，基于科学家和政策制定者制定气候目标计划的关键假设和依赖关系。

无碳减排措施的化石燃料：持续使用并且在整个生命周期中不采取任何可大幅减少温室气体排放量的干预措施的化石燃料。

缩略语

BECCS	配备碳捕集、利用和封存技术的生物能源	RSB	可持续生物材料圆桌会议
CAPEX	资本支出	RTRS	负责任大豆圆桌会议
CBS	气候债券标准	SBTi	科学碳目标倡议
CBSB	气候债券标准委员会	SLB	可持续发展挂钩债券
CCGT	燃气轮机联合循环	SLD	可持续发展挂钩债务
CCS	碳捕集和封存	T&D	输配电
CCU	碳捕集和利用	TPI	转型路径倡议
CCUS	碳捕集、利用和封存	TWG	技术工作组
CEM	持续排放监测	UoP	募集资金作指定用途债务工具
CHP	热电联产	WRI	世界资源研究所
CO₂	二氧化碳	WBCSD	世界可持续发展工商理事会
CSP	聚光太阳能		
EU	欧盟		
FSC	森林管理委员会		
GHG	温室气体		
IAMC	报警、监测和控制集成系统		
IEA	国际能源署		
IGCC	整体煤气化联合循环		
IFC	国际金融公司		
IPPC	政府间气候变化专门委员会		
ISCC	国际可持续发展和碳认证		
IWG	行业工作组		
KPI	关键绩效指标		
LCA	生命周期评估		
NGCC	天然气联合循环		
NZE	2050年净零排放情景		
O&M	操作维护		
PV	光伏		

参考文献

Gillenwater, M. (2005), 固定燃烧直接排放核算工具环境资源信托基金

国际能源署, 《净零路线图——实现 1.5 摄氏度目标的全球路径》(2023 年更新版)

Kumar, A. T.-M.(2011), 水电。联合国政府间气候变化专门委员会关于可再生能源和气候变化的特别报告。英国和美国纽约州: 剑桥大学出版社, 剑桥。摘自 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Chapter-5-Hydropower-1.pdf>

Michaja Pehl, A. A. (2017), 通过结合生命周期评估和综合能源建模, 了解低碳电力系统的未来排放。《自然能源》, 939-945。

Protocol, W. G. (2006), 《热电联产发电厂的温室气体排放分配》。

Sotos, M. (2015), 《温室气体议定书》范围二指南。世界资源研究所。

附录 A：氢气的生命周期评估³²

生命周期评估应遵循最新版本的标准（生命周期评估标准：ISO 14040 和 ISO 14044，以及产品碳足迹标准：ISO 14067）。³³对于位于欧盟的资产，第 2013/179/EU 号委员会建议可以接受。结果应由独立第三方核查。

必须使用修正因子估算纯度为 99.9% 且表压至少为 3 MPa 的温室气体排放量。对于高于 3 MPa 的压力，还必须包括额外的能源压缩排放。

甲烷 100 年全球变暖潜势（GWP100）的方法系数应为 30。³⁴温室气体排放核算：

$$E_{total} = E1 + E2 + E3 + E4 + E5 - E6 + E7 + E8$$

E total: 总排放量

E1: 上游原料相关排放（包括采购、加工、运输和储存）。³⁵

E2: 上游能源相关排放（包括采购、加工、运输和储存）。

E3: 逸散性排放（包括氢气排放）。

E4: 过程排放。

E5: 与能源消耗和泄漏相关的 CCS/CCUS 排放。

E6: 捕集的碳排放。

E7: 压缩和纯化排放（压缩和纯化氢气所需的能源）。

E8: 氢气使用地点的运输排放（与能源和电力相关的排放以及运输过程中的逸散性排放）。³⁶

针对直至生产点的不同生产路径的附加指南：³⁷

国际氢能经济和燃料电池伙伴计划（IPHE）方法工作文件包含温室气体排放量核算方法指南，涵盖以下生产路径直至生产点：³⁸

- 蒸汽甲烷重整与 CCS/CCUS 相结合：IPHE 工作文件附录 P1；
- 生物质作为原料与 CCS/CCUS 相结合：IPHE 工作文件附录 P5；
- 基于粪肥的生产：P5.4 生物消化；
- 基于填埋气体的生产：P5.4 生物消化；
- 二次生成的生物质：P5.5 生物质气化；
- IPHE 工作文件还提供了指导原则，用于基于生物质的生产的排放源和分配：
 - 生物质制氢路线/CCS/CCUS 中的排放源：附录 P.5.6；
 - 生物质/CCS/CCUS 路径的分配：附录 P.5.7。

³² 《气候债券标准 4.0 版》。适用于债务工具、实体和资产的认证机制：全球认可；符合巴黎协定目标；运用严谨、基于科学的方法论。2023 年更新版本。[Climate Bonds Standards](#) 是最新版本。

³³ ISO 标准，见：www.iso.org/standard/38498.html；www.iso.org/standard/37456.html

³⁴ [第六次评估报告——政府间气候变化专门委员会。](#)

³⁵ 根据原料的不同，可以是提取、培养或收集。

³⁶ 不包括交通运输基础设施排放。

³⁷ IPHE 方法将在未来几个月内制定交通运输排放核算指南。

³⁸ www.iphe.net/files/ugd/45185a_6159cefd88f4d9283ab0e60f4802cb4.pdf

附录 B：生物质用作燃料时的要求

标准允许的生物质来源。

本标准确定允许用作燃料的来源。以下来源的生物质可用于发电、与化石燃料或 BECCS 混烧：

- 木本能源作物：专门为能源行业提供原料而种植的作物；
- 农业残留物（如橄榄废料）：收割后留在田间的稻草、谷壳、秸秆、树枝、树叶、树皮和木材的其他部分。

获许可的森林清理产生的木质生物质不具备认证资格。

为符合本标准的认证资格，上述所有来源均必须满足本附录中关于间接土地用途变更、温室气体排放阈值、适应性和韧性以及粮食安全的所有要求。

间接土地用途变更（iLUC）标准。³⁹

生物能源设施必须：

- 获得可持续生物材料圆桌会议（RSB）的低间接土地用途变更（iLUC）可选模块认证，以证明其对土地间接利用影响较低；或
- 提供证据和文件，证明其符合可持续生物材料圆桌会议可选模块下的低间接土地用途变更风险生物量标准和合规指标，即：
 - 产量增加：发行人证明，与参考日期相比，设施原料的产量增加，无需任何额外的土地转换。高于基线情景所产出的生物质符合标准；
 - 未使用/退化土地：发行人证明设施的原料是从以前未耕种或不被视为可耕地的土地生产的；
 - 废料/残留物的使用：发行人证明所使用的原材料来自现有供应链，不需要耕地专门生产。

生物能源的温室气体排放阈值。

生物质生产中的嵌入温室气体排放量不得超过 **5.5 gCO₂e/MJ**（这意味着，发电效率是 40% 的生物质发电厂，每能量单位的温室气体排放量为 **50 gCO₂e/kWh**）。

为证明符合这些阈值，发行人需使用下方表 15 中的其中一种工具来核算温室气体排放量。

³⁹ 气候债券标准下的生物能源行业认证标准。第 3.2.2 节。气候债券倡议组织，2022 年 8 月。

表 15：认可的温室气体核算工具

名称	技术范围	制定国家/地区
BioGrace II 温室气体排放核算方法	生物质发电	欧盟
英国固体和气态生物质碳核算工具	用于供热和发电的固体生物质和沼气	英国

资料来源：《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》

适应性和韧性清单：⁴⁰

该清单是一个工具，用于核查发行人在资产或项目的设计、规划和退役阶段是否实施了足够的流程和计划，以确保资产或项目的运营和建设对气候变化具有适当的适应性和韧性，并支持周边生态系统中其他利益相关方的适应性和韧性。

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债券相关的特定资产和项目。预计这些证据将包括一系列评估和影响报告以及相关数据，包括但不限于国家和地方许可和审批程序所需的报告。可能包括开发许可令、环境影响评估、脆弱性评估和相关的适应计划。

表 16：评估发行人在生物能源设施方面的适应性和韧性绩效的清单

编号	生物能源设施的适应性和韧性清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
第 1 节：发行人识别资产/场地的气候相关风险和脆弱性。			
1.2	<p>已制定流程（作为资产设计和持续管理的一部分）来评估气候变化对资产造成的关键风险。</p> <p>应根据对资产的影响和对业务的相关影响来识别和解释风险——例如对运营可行性和时间表的影响以及潜在的系统中断、对维护要求的影响等。这些关键风险应包括以下内容，以及任何其他与这些资产的运营有关的风险。</p> <p>该列表来自世界银行气候和灾害风险筛选工具：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 温度变化和极端温度事件； • 极端降水和洪水； • 干旱； • 海平面上升和风暴潮； • 强风。 <p>这些因素对相关资产或场地的影响将存在很大差异，将由发行人确定并判断对其运营的影响。这些评估应使用经同行审阅过的气候信息、模型和情景。</p> <p>该评估应定期进行。评估的频率将取决于气候相关风险和脆弱性的性质，并由发行人指定并在随后的年度报告中对此进行报告。</p>		

⁴⁰ 气候债券标准下的生物能源行业认证标准。第 3.3.1 节。气候债券倡议组织 2022 年 8 月。

编号	生物能源设施的适应性和韧性清单	提供证明	整体评估
		供核查机构填写	
第 2 节：发行人确定资产/地点以外更大范围（空间和时间维度）的影响（即相关资产和项目对更广泛的生态系统和该生态系统中的利益相关方的影响）。			
2.1	<p>已制定流程（作为资产设计和持续管理的一部分）来评估生物能源资产在其运营所在地对社会、经济和环境系统中其他利益相关方的气候韧性的影响，以及减缓或减少这些负面影响。</p> <p>这些评估涉及：</p> <ul style="list-style-type: none"> 生物能源设施可能会以何种方式影响其他用户/利益相关方的气候韧性； 生物能源设施如何提升其他用户/利益相关方的气候适应能力。 <p>例如，其中可能包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 对流域内其他用户的水质和水量的影响； 废弃物和污染排放； 火灾隐患。 		
第 3 节：发行人已制定并实施战略，以减缓和适应基础资产和项目以及更广泛的生态系统及其利益相关方面临的气候风险和脆弱性。			
3.1	<p>已制定并正在实施适应计划，以应对上述评估中确定的风险。</p> <p>发行人已为资产或项目以及更广泛的生态系统及其利益相关方制定或修订了投资和维护计划。这是为了确保资产及其定期维护足以应对气候变化的持续影响。此外，还制定了一项计划来指导如何处理因突发性气候变化影响（例如极端风暴）而产生的紧急维护需求。</p> <p>该问题针对组织机构如何处理异常事件（例如干旱、洪水、严重污染事件、极端风暴天气及强风）的影响制定了培训、应对能力和治理方案。</p> <p>发行人拥有监控和报告系统及流程来识别高风险情况。</p> <p>发行人制定了应急计划，以解决运营中断或资产损失以及由此造成的更广泛的环境或社会损害。</p> <p>发行人已建立相关流程，可将风险评估反馈到决策中。</p> <p>发行人已分配预算用于实施适应计划，并指定一名工作人员负责该计划的实施。</p> <p>发行人遵守任何现有的更广泛或更高级别的适应计划，例如国家适应行动计划（NAPA）。</p>		

资料来源：《气候债券倡议组织——生物能源行业认证标准》

原料来源适应性和韧性标准⁴¹

发行人须证明其采购的原料以环境可持续的方式生产，以此支持气候韧性。气候债券倡议组织认为，要实现这一目标有两种选择。

- **选项一：**使用的原料获得以下一项预先批准的最佳实践标准的认证。
 - 可持续生物材料圆桌会议（RSB）；
 - 负责任大豆圆桌会议（RTRS）；

⁴¹ 气候债券标准下的生物能源行业认证标准。第 3.3.2 节。气候债券倡议组织，2022 年 8 月。

- 森林管理委员会（FSC）；
 - 国际可持续发展和碳认证（ISCC Plus）；
 - 《气候债券倡议组织——农业认证标准》。
- **选项二：** 原料根据某一标准或类似计划进行认证，发行者可以证明该标准具有充分的要求，因此属于可靠认证。

如果获得批准，所有原料来源的认证必须在实体认证的整个有效期内保持有效。

粮食安全标准⁴²

发行人必须识别粮食安全风险（若有）；并针对重大风险制定解决方案。

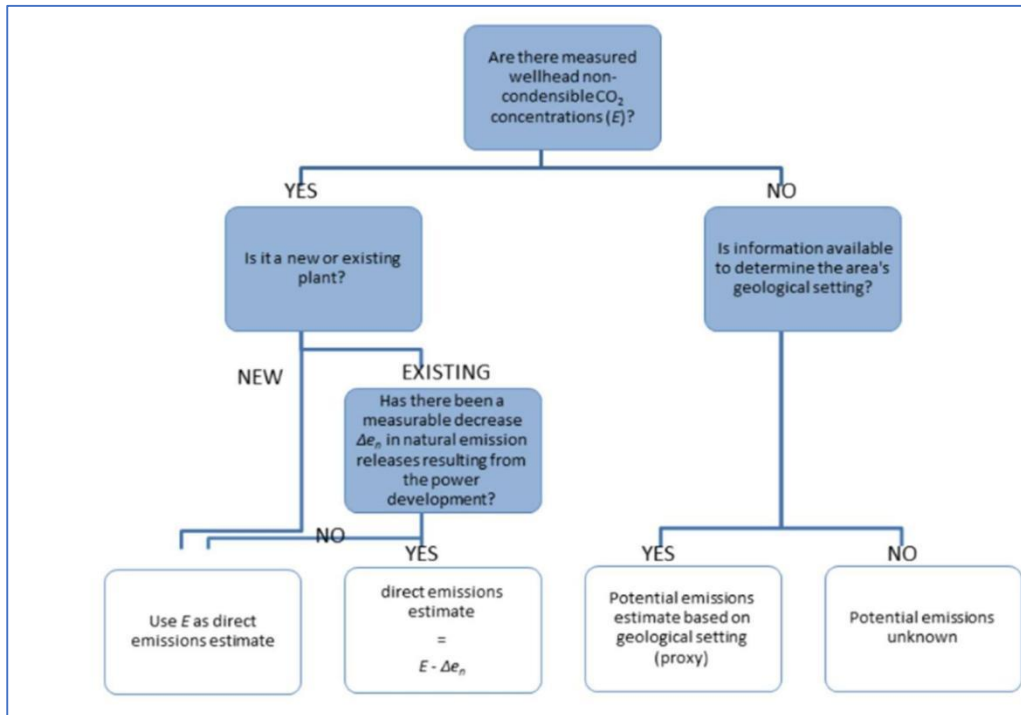
解决粮食安全风险的要求基于可持续生物材料圆桌会议（RSB）的粮食安全评估指南。⁴³ 发行人必须首先了解国际粮食政策研究所最新发布的全球饥饿指数（GHI）⁴⁴，以此评估国家层面的粮食安全，进而了解其采购原料是否产自粮食不安全的国家。如果原料产自全球饥饿指数（GHI）排名较低或中等的国家，则不再有进一步的要求。

⁴² 气候债券标准下的生物能源行业认证标准。第 3.3.3 节。气候债券倡议组织，2022 年 8 月。

⁴³ 可持续生物材料圆桌会议（RSB）粮食安全指南（3.0 版）。2018 年 1 月。

⁴⁴ www.globalhungerindex.org/

附录 C：地热发电厂温室气体排放估算的拟议方法



资料来源：《气候债券倡议组织——地热能行业认证标准》

图 6：地热资产温室气体排放评估所需的方法。

该方法认为，在确定直接排放量时应考虑以下实际因素：

- 可能无法估计井口的不可冷凝气体排放量，基于地质环境确定的潜在排放量的替代数据可能是唯一可行的选择；
- 因发电站的运营而直接排放的 CO₂ 可能会导致测得的自然排放量降低。当这些排放量可以估算时，应考虑到这一点。一旦发电站投入运营，就无法实现这种估算。建议此方法可用于改造现有电站的情况，或用于为最初被拒绝认证的设施重新申请认证。

附录 D：技术工作组和行业工作组成员

气候债券倡议组织协调人：			
Francisco Moreno Castro	气候债券倡议组织能源行业分析师		
首席技术顾问：			
Ana Díaz Vázquez	气候债券倡议组织全球能源转型负责人		
技术工作组成员			
Andy Ross	CDP 内容卓越与质量保证主管	Shuling Rao	北京绿色金融与可持续发展研究院高级研究员
Catalin Dragostin	Energy Serv 主任、Excorom 副总裁	Steve Pye	伦敦大学学院 能源系统副教授
Cristobal Budnevich Portales	转型路径倡议 (TPI) 政策官员兼数据分析师	Tetsuo Saito	日本可再生能源研究所高级研究员
Kae Takase	日本可再生能源研究所	Tom Luff	“能源系统弹射器”计划能源战略和政策专家
Ruhn Zhang	Agora 能源转型论坛	Wu Di	北京大学能源研究院电力行业高级分析师
Ryan Foelske	落基山研究所 (RMI) 公用事业转型金融团队经理		

参加行业工作组会议不一定代表对本标准的认可，而只是就侧重于可用性的咨询过程提供关键反馈。

行业工作组成员			
Adrian Ghita	罗马尼亚能源效率基金 执行董事	Lazeena Rahman	亚洲开发银行 高级能源金融专家—能源转型机制
Alison Chan	Metrics Credit Partners 可持续金融投资总监	Margaret Onije	BGI Resources Limited 总经理
April Strid	Kestrel 研发负责人兼首席核查员	María Dolores Domenech	阿驰奥纳 可持续发展经理
Atsuko Kajiwara	日本格付研究所 常务执行官 可持续金融评估小组负责人	Mitra Apurba	毕马威会计师事务所 气候变化负责人
Attravanam Gautam	塔塔电力 塔塔可再生能源首席财务官	Monica Reid	Kestrel 首席执行官兼创始人
Bia Bu	绿融 分析师	Niero Giovanni	意大利国家电力公司 资本市场负责人
Christian Carraretto	欧洲复兴开发银行 能源转型主管—可持续商业和基础设施	Pradeep Tharakan	亚洲开发银行 能源转型总监
Dan Qin	华夏财富 ESG 助理	Rahel Harass	Baker Mackenzie 全球金融机构小组副总监
Elena González	阿驰奥纳 能效经理	Randolph Brazier	汇丰控股有限公司 清洁电力系统全球负责人

Haruna Goto	日本格付研究所 可持续金融分析师	Tarum Rohra	Sustainalytics 高级业务经理
Ikechukwu Iheagwam	Agusto & Co. 副总监	Tianhua Luo	亚洲开发银行 高级能源专家和项目负责人
James Roberts	毕马威会计师事务所 咨询服务合伙人	Tim Buchholz	德国中央合作银行 企业 ESG 发起
Jimi Ogbonine	Agusto Consulting 咨询业务主管	Vikesh Rajpaul	ESKOM Holdings SLC Ltd 总经理
Jin Boyang	伦敦证券交易所集团中国区 高级分析师	William Battye	欧洲复兴开发银行 气候战略和交付主管
Jungfeng Zhao	鼎力可持续数字科技 气候变化部部长	Zonta Jung	SGS 高级业务发展主管