

ICS 13.020.01
CCS Z 04

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—XXXX

零碳变电站技术要求与评价

Technical requirements and evaluation of zero carbon substation

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

202X-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CIECCCPA

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
5 评价要求与等级划分.....	3
6 技术评价指标.....	4
7 评价结果信息应用及公开.....	8
附录 A（资料性） 碳排放核算.....	9
附录 B（资料性） 零碳变电站评价流程.....	10
附录 C（规范性） 零碳变电站评价指标权重.....	11
参考文献.....	12

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：中国电子工程设计院有限公司。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

零碳变电站技术要求与评价

1 范围

本文件规定了零碳变电站评价的术语和定义、基本要求、评价与等级划分、技术评价指标等内容。
本文件适用新建、改扩建及既有变电站的零碳评价活动。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2589	综合能耗计算通则
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 17167	用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB/T 24256	产品生态设计通则
GB 24789	用水单位水计量器具配备和管理通则
GB/T 32150	工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB/T 32151.1~12	温室气体排放核算与报告要求
GB/T 36132	绿色工厂评价通则
GB 50034	建筑照明设计标准
GB 50189	公共建筑节能设计标准
GB/T 50378	绿色建筑评价标准
GB/T 50878	绿色工业建筑评价标准
GB 51245	工业建筑节能设计统一标准
GB 55015	建筑节能与可再生能源利用通用规范
ISO 14064-1	组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南（Greenhouse gases — Part 1:Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

零碳变电站 **zero carbon substation**

在优化工艺和建筑规划的基础上，调整变电站用能结构，提高可再生能源应用比例，对变电站运行过程中产生或使用的温室气体实施减排、替代或清除，借助绿证或碳信用等措施进行抵消，最终实现温室气体排放量不大于抵消量的变电站。

3.2

变电站碳排放 **substation carbon dioxide emissions**

在一定周期和温室气体排放核算边界内，变电站运营过程中产生的温室气体排放量总和，以二氧化碳当量表示。

3.3

碳抵消 **carbon offset**

通过核算边界外用于减少温室气体排放源或增加碳汇的措施，来补偿或抵消边界内直接或间接产生的温室气体排放的过程。

3.4

绿色电力 **green power**

利用风机、太阳能光伏设备、水轮机等特定的发电设备将风能、太阳能、水能等非化石能源转化而生成的电能。

3.5

变电站碳排放强度 **substation carbon dioxide emissions intensity**

变电站碳排放量与变电站建筑面积的比值。

4 基本要求

4.1 合规性要求

4.1.1 变电站在建设和运营过程中应遵守法律法规政策和相关标准的要求。

4.1.2 变电站能源消耗、污染物排放和温室气体排放应符合国家、行业 and 地方的法律法规政策和标准等要求。

4.1.3 近三年（含成立不足三年）无较大及以上安全、环保、质量等事故，且未受到节能、碳排放相关管理部门的处罚。

4.2 管理要求

4.2.1 零碳承诺

变电站管理者在零碳变电站建设和实施方面应具备以下领导作用，并作出承诺：

- 对零碳变电站创建有效性负责；
- 制定变电站零碳方针、确定零碳变电站目标，使其符合国家、地方及变电站的碳中和战略；
- 确保将零碳变电站要求融入变电站的业务过程；
- 确保变电站实现预期结果；
- 促进零碳变电站的持续改进。
- 促进零碳变电站的持续改进。

4.2.2 零碳发展战略

变电站应编制零碳发展战略，以温室气体零排放为最终目标。制定变电站碳中和目标，具体目标包括但不限于：

- 单位面积碳排放强度；
- 每阶段的分目标及相应指标。

4.2.3 零碳实施方案

变电站应结合其零碳目标、指标及自身实际情况，编制零碳实施方案。

变电站按照可操作、可实施的原则，通过规划建筑、能源利用、低碳应用管理、智慧运行等方面设计零碳路径，确保零碳变电站目标实现。

5 评价要求与等级划分

5.1 评价要求

5.1.1 零碳变电站评价应在变电站正式投入使用且取得不少于一个年度运行数据后进行；新建变电站工程施工图设计完成后，可对变电站进行预评价。

5.1.2 零碳变电站的评价范围应为变电站的运营边界或法人边界。变电站碳排放核算应包括边界内所有温室气体排放源和活动，具体要求宜满足相应温室气体核算方法的要求。变电站运行阶段的年碳排放量计算可参考附录 A。

5.1.3 变电站可通过自发自用、购买绿证或碳信用进行碳抵消，且绿证只能抵消外购非绿色电力消耗所产生的间接碳排放。

5.1.4 变电站提交的评价材料应符合相关要求，并对所提交材料的真实性和完整性负责。

5.1.5 评价机构应对变电站提交的技术分析、数据报告和相关文件进行审查，并进行现场验证，出具评价报告，确定认定结果。

5.2 评价流程

零碳变电站评价步骤：

- 确定主体和边界；
- 评价变电站是否满足本文件第 4 章和第 5 章的要求；
- 按照相应温室气体核算方法的要求核算变电站碳排放量；
- 按照本文件第 7 章要求进行评价；
- 编制零碳变电站评价报告。

评价流程见附录 B。

5.3 等级划分

5.3.1 零碳变电站评价指标体系由碳抵消指标和技术评价指标两部分组成，其中技术评价指标由规划建筑、能源利用、低碳应用管理、智慧运行等4类指标组成，每类指标均为评分项，技术评价指标分值权重参见附录C。

5.3.2 零碳变电站等级应根据评价得分和碳抵消比例确定，并应符合下列规定：

当通过自主减排不能实现变电站运行碳排放量为零时，等级划分应同时满足评价得分和碳抵消比例要求；

当通过自主减排能够实现变电站运行碳排放量为零时，等级划分根据评价得分确定；

零碳工业变电站等级划分应符合表1的规定。

表 1 零碳变电站评价等级划分

等级划分	低碳变电站	近零碳变电站	零碳变电站
碳抵消比例要求	$50\% \leq \text{碳抵消比例} < 70\%$	$70\% \leq \text{碳抵消比例} < 100\%$	$100\% \leq \text{碳抵消比例}$
评价得分要求	$60 \leq \text{评价得分} < 70$ 分	$70 \leq \text{评价得分} < 85$ 分	$85 \leq \text{评价得分}$

注：碳抵消比例要求和评价得分要求应同时满足。

6 技术评价指标

6.1 规划建筑

I 场区规划

6.1.1 变电站站址及用地应符合区域发展规划和电力发展规划要求，变电站布置在满足生产工艺的前提下应紧凑、合理，节约用地，评价分值为 3 分。

6.1.2 变电站总体规划应有利于夏季充分利用自然通风、减少热岛效应，评价分值 4 分。

6.1.3 站区场地的竖向设计应有利于雨水的收集或排放，应有效组织雨水的下渗、滞蓄或再利用。规划控制目标满足当地规划建设政策或项目专项批文要求，评价分值为 5 分。

6.1.4 变电站应因地制宜，提高乔木和灌木种植数量，采用易维护的本土植物，尽可能应用复层绿化、立体绿化，评价分值为 5 分。

6.1.5 变电站应结合场地环境与所在区域气候特点，对项目的太阳能、风能等可再生能源利用条件进行综合分析，建筑布局应有利于可再生能源资源利用，分值为 5 分。

6.1.6 变电站场地内宜设置电动车智能充电设施，或预留安装条件。评价总分为 8 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 机动车充电位数达到停车位总数 30%，得 4 分；
- 2) 非机动车充电位数达到其停车位总数的 30%，得 4 分。

II 围护结构

6.1.7 变电站建筑与周边环境协调，造型简洁、体形系数适当，评价总分为 6 分。设置供暖、空调的建筑体形系数有利于降低建筑能耗，体形系数小于等于 0.15 时，得 3 分；小于等于 0.1 时，得 6 分。

6.1.8 优化围护结构热工性能，评价总分为 16 分。围护结构热工性能比现行工程建设国家标准提高 5%，得 10 分；提高 10%，得 16 分。

6.1.9 围护结构的热桥部位应确保热桥内表面温度高于房间空气露点温度，建筑非透光围护结构内表面不得结露，评价分值为 4 分。

6.1.10 结合变电站功能需求，最大限度利用自然通风，合理利用天然采光，评价分值为8分。

III 建筑体系与建材

6.1.11 变电站采用装配式建筑，减少现场拼装、焊接与涂刷，评价总分值为 12 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 建筑物结构形式采用钢框架结构，得 5 分；
- 2) 变电站内外墙体选用节能环保、经济合理的材料，采用一体化墙板，得 4 分；
- 3) 变电站内构筑物选择预制式，得 3 分。

6.1.12 合理使用建筑装饰性材料，减少外部无功能作用的装饰性构件，建筑内部采用易维护更换的装饰装修体系，并减少纯装饰性建筑材料的使用，评价分值为 4 分。

6.1.13 合理选择变电站建材，评价总分值为 14 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 因地制宜使用本地建筑材料，降低建筑材料运输的碳排放，得 4 分；
- 2) 选用可再循环材料、可再利用材料和利废建材，得 4 分；
- 3) 选用耐久性建材，延长建筑使用寿命，得 2 分；
- 4) 使用获得明确碳足迹标签的材料与部品，得 4 分。

6.1.14 选用绿色建材，评价总分值为 6 分。绿色建材应用比例不低于 30%，得 3 分；不低于 60%，得 6 分。

6.2 能源利用

I 能源效率提升

6.2.1 风机效率不低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761 规定的通风机能效等级的 2 级。循环水泵效率不低于现行国家标准《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762 规定的节能评价价值。风机和水泵采用变频设备，评价分值为 9 分。

6.2.2 电力变压器、电抗器等设备的能效符合现行国家标准《电力变压器能效限定至及能效等级》GB 20052 所规定的 2 级能效及以上，评价分值为 6 分。

6.2.3 变电站照明应选用高效节能灯具，主要功能房间的照明功率密度值不高于《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定。照明控制采用智能照明控制系统，评价分值为 8 分。

6.2.4 供配电系统经济合理、高效节能，评价总分值为 10 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 供电电压偏差应符合现行国家标准《电能质量供电电压偏差》GB/T 12325 的有关规定，得 3 分；
- 2) 供配电系统设置宜接近负荷中心，得 4 分；
- 3) 三相电压不平衡度允许限值符合现行国家标准《电能质量三相电压不平衡》GB/T15543 的有关规定，得 3 分。

6.2.5 建筑给水排水设备选用高效设备，评价总分值为 6 分。设备能效值全部达到 2 级和节能评价价值，得 4 分；给水排水设备能效值全部达到 1 级，得 6 分。

II 能源系统

6.2.6 变配电站能源系统满足优质供能、综合调配要求，评价总分值为 16 分，按下列规则分别评分并

累计：

- 1) 设置分布式供能中心，得 4 分；
- 2) 采用智能微电网，得 4 分；
- 3) 采用多能互补供能方式，得 4 分；
- 4) 采用“源网荷储”一体化系统，得 4 分。

6.2.7 结合当地气候和自然资源条件，合理利用可再生能源，评价总分值为 15 分。可再生能源利用率达到 50%，得 15 分；可再生能源利用率不足 50%，按线性内插法计算得分。

6.2.8 根据当地分时电价政策、用电情况配置储能设施，评分总分值为 10 分。储能设施配置比例达到 30%，得 5 分；达到 40%，得 8 分；达到 50%，得 10 分。

6.2.9 配置氢燃料电池备用电源，评价总分值为 6 分。备用电源容量达到站内应急负荷的 50%，得 4 分，占比达到 80%，得 6 分。

6.2.10 合理利用变电站余热、余能。评价分值为 10 分。

6.2.11 变电站能源系统以保障变电站室内环境和其他基本用能需求为前提，减少系统化石能源消耗为目标，评价总分值为 4 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 优先充分利用本地可再生能源系统产能量，就地消纳，得 2 分；
- 2) 通过运行策略优化降低用能峰值、提升用能效率，得 2 分。

6.3 低碳应用管理

I 低碳工艺

6.3.1 变压器宜采用植物绝缘油电力变压器，植物绝缘油电力变压器应满足相关技术标准的要求，评价分值为 20 分。

6.3.2 变电站气体绝缘开关设备（GIS）采用六氟化硫替代气体，评价总分值为 16 分。部分应用得 8 分，全站应用得 16 分。

6.3.3 采用全氟酮绝缘介质或环保型复合材料等新型材料或工艺，评价总分值为 10 分。部分应用得 6 分，全站应用得 12 分。

6.3.4 变电站采用预制光/电缆代替传统控制电缆与光缆，并使用统一标准的预制光电缆接插件，评价总分值为 9 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 跨房间、跨场地不同屏柜间二次装置连接采用室外双端预制光缆，室外光缆采用铠装、阻燃型，得 3 分；
- 2) 变电站采用预制光缆，得 3 分；
- 3) 主变压器、GIS/HGIS 本体与智能控制柜之间二次电缆采用预制电缆连接，得 3 分。

II 管理机制

6.3.5 建立碳排放管理机制，评价总分值为 10 分，按下列规则分别评分并累计：

- 1) 成立温室气体管理部门或小组，得 2 分；
- 2) 由具备专业能力的温室气体管理人员，负责变电站碳管理工作，得 2 分；
- 3) 建立变电站能源使用、消耗及温室气体排放管理体系，得 3 分；

- 4) 建立零碳变电站创建实施过程监督、考核机制,并持续改进实施计划,得3分。
- 6.3.6 变电站进行碳排放核算工作。评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计:
- 1) 公示碳排放统计核算对象和范围,得 2 分;
 - 2) 建立碳排放统计管理制度和碳排放信息台账,得 2 分;
 - 3) 针对碳排放重点领域、重点区域、重点单位、重点建筑、重点设施,应推行碳排放报告和预警机制,制定有针对性的碳排放管控措施,得 3 分;
 - 4) 通过温室气体排放第三方核查,得 3 分。
- 6.3.7 建立变电站低碳运行维护工作体系,包括系统运行、系统维护、系统维修和系统优化等方面内容,评价分值为 6 分。
- 6.3.8 变电站具备应急保障能力,包括应急预案、应急物资储备、应急演练等,评价总分为 6 分。应急保障体系基本完善;得 3 分;应急保障体系完善,并能有效应对突发事件,得 6 分。
- 6.3.9 制定节能降碳管理宣传和实践机制,评价总分为 6 分,按下列规则分别评分并累计:
- 1) 定期开展制定低碳教育宣传活动,得 3 分;
 - 2) 制定并实施年度减排方案,明确减排任务、责任人与考核机制,得 3 分;
- 6.3.10 定期对外披露变电站碳排放信息,评价分值为 5 分。
- 6.4 智慧运行

I 能碳监控

- 6.4.1 变电站设置能碳管理系统。评价总分为 12 分,按下列规则分别评分并累计:
- 1) 变电站冷、热量,电量等各种能源的消耗量,得 3 分;
 - 2) 变电站可再生能源发电量,蓄能系统储放的能量,得 3 分;
 - 3) 站内电动车充电桩充放电量,得 2 分;
 - 4) 典型房间室内温度和湿度,得 2 分;
- 6.4.2 能碳排放管理平台功能满足变电站碳排放管理需求,评价总分为 12 分,按下列规则分别评分并累计:
- 1) 对变电站碳排放量、自主减排量和变电站碳抵消量等数据进行实时采集、记录、处理、分析及展示,得 4 分;
 - 2) 具备对异常能耗数据和温室气体超标排放数据预警和溯源功能,得 4 分;
 - 3) 自动生成日、月、年报表,得 2 分。
 - 4) 与其他系统集成的权限,得 2 分。
- 6.4.3 能碳排放管理系统的表具、传感器及储存器的质量和功能与能碳管理需求相匹配,评价总分为 10 分,按下列规则分别评分并累计:
- 1) 计量精度满足变电站碳排放核算要求,得 2 分;
 - 2) 具有远传功能或智能化,得 4 分;
 - 3) 数据采集频率和存储周期与碳管理平台相适应,得 4 分。
- 6.4.4 变电站碳排放强度不大于 $0.5 \text{ kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,评价分值为 6 分。

6.4.5 制定低碳运行的管理措施，通过数字化、智能算法、柔性调配等手段持续优化，可根据变电站运行碳排放量对低碳运行目标进行动态调整，评价分值为 10 分。

II 智能运维

6.4.6 变电站采用智能电网调度技术，可实时监测、调度电网运行状态，优化资源配置。实现电力负荷的优化分配和节能减排，评价分值为 12 分。

6.4.7 变电站智能化设备 (如智能开关设备、智能变压器、智能仪表、关键设备传感器等)数量占总设备数量的比例，评价总分为 10 分。不低于 60%，得 6 分；不低于 90%，得 10 分。

6.4.8 变电站应用智能巡检系统，融和视频监控，一键顺控、动力环境监控，智能机器人，门禁系统，电子围栏，安全帽定位识别等功能，评价总分为 10 分。满足 3 项得 5 分，满足 5 项以上得 10 分。

6.4.9 变电站运维、管理等业务流程的数字化程度，如无人值守、远程巡视、智能操作票、电子化档案等，评价总分为 10 分。数字化程度达到 60%以上，得 5 分；全部实现数字化，得 9 分。

6.4.10 碳排放监测管理系统和设备智能监控系统应遵循一体设计、数字传输、标准接口、远方控制及智能联动等原则，采用自主可控、安全可靠、先进适用、功耗低、长寿命的软件和硬件，评价总分为 9 分。

7 评价结果信息应用及公开

7.1 被评定为零碳变电站的组织应由评价机构出具第三方评价报告和颁发零碳变电站相应等级证书。

7.2 被评定为零碳变电站的组织应按相关主管部门要求，接受社会监督，并将评价结果进行公开。

附 录 A

(资料性)

碳排放核算

A.1 变电站碳排放计算应根据其使用的各种终端非可再生能源总量及相应的二氧化碳排放因子确定，还应计算绿化碳汇系统的固碳量、电气设备检修逃逸产生的碳排放等。

A.2 变电站运行阶段的年碳排放量应按下式计算：

$$C_m = \sum_{i=1}^n (E_i \cdot EF_i) + E \cdot EF - C_p + C_a \quad \text{..... (A.1)}$$

$$C_p = \sum_{i=1}^n m_i CS_i \quad \text{..... (A.2)}$$

式中：

C_m ——变电站运行阶段的年碳排放量 (kgCO₂e/a)；

E_i ——变电站运行阶段使用的除电力以外的第 i 类非可再生能源的年用量 (单位/a)；

EF_i ——第 i 类非可再生能源的二氧化碳排放因子 (kgCO₂e/单位)，根据国家最新标准取值；

i ——变电站消耗的终端非电力能源类型，包括燃油、燃煤、燃气、市政热力等；

E ——变电站运行阶段使用的外购非绿色电力年用量 (kWh/a)；

EF ——变电站所在地区的电网二氧化碳排放因子 (kgCO₂e/kWh)，根据国家最新标准取值；

C_p ——变电站绿化碳汇系统年固碳量 (kgCO₂e/a)；

m_i ——变电站第 i 种绿化植物的固碳计算面积 (m²)；

CS_i ——变电站第 i 种绿化植物的年固碳因子[kgCO₂e/(m²·a)]，根据国家最新标准取值；

C_a ——其他由变电站产生的年碳排放量，如设备检修逃逸温室气体产生的排放 (kgCO₂e/a)。

附录 B
(资料性)
零碳变电站评价流程

零碳变电站评价流程如图B.1所示。

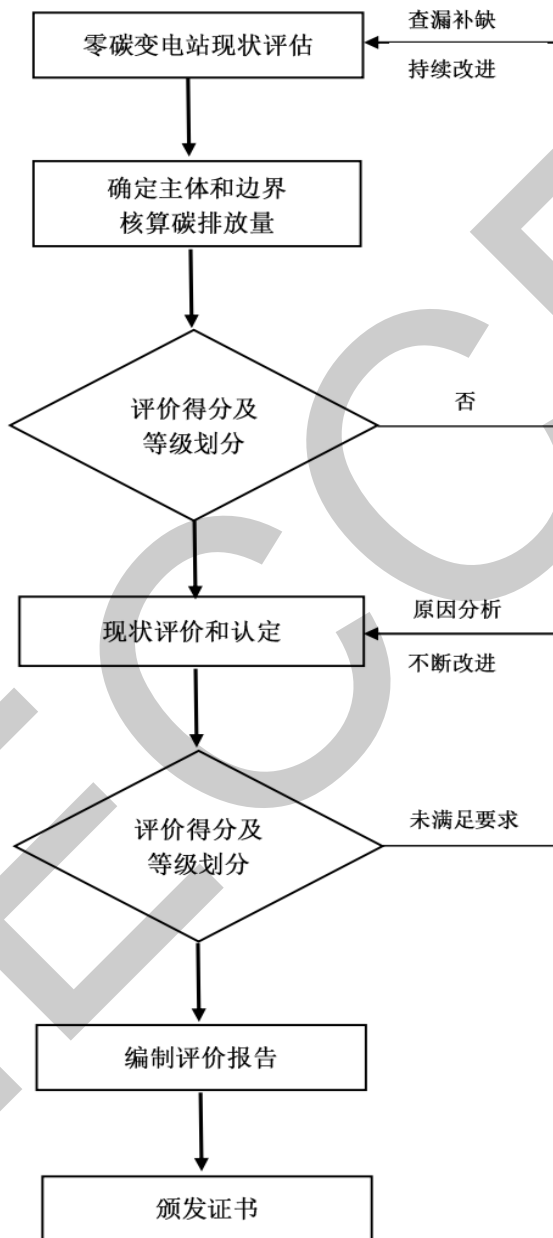


图 B.1 零碳变电站评价流程

附 录 C
(规范性)
零碳变电站评价指标权重

表 B 零碳变电站评价指标权重

一级指标	一级指标权重 (%)	二级指标	二级指标总分值
规划建设	22	场区规划	100
		围护结构	
		建筑体系与建材	
能源利用	32	能源效率提升	100
		能源系统	
低碳应用管理	24	低碳工艺	100
		管理机制	
智慧运行	22	能碳监控	100
		智能运维	

参 考 文 献

- [1] 省级温室气体清单指南（试行）
 - [2] IPCC 国家级温室气体清单指南
-