

ICS 13.030.10

CCS J33

团 体 标 准

T/CMES XXXX—202X

代替 T/CMES XXXX—201X

机械行业零碳工厂评价导则

Guidance for evaluation of zero carbon factory in
machinery industry

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

中国机械工程学会标准征求意见稿

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

前 言.....	III
引 言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价原则.....	2
5 评价方式及方法.....	2
6 评价指标.....	2
7 评价流程.....	3
8 评价报告.....	4
附 录 A （资料性附录） 机械行业零碳工厂评价指标表.....	5
附 录 B （资料性附录） 零碳工厂主要定量评价指标计算方法.....	8
参考文献.....	11
图 1 机械行业零碳工厂评价流程.....	4
表 A.1 机械行业零碳工厂评价指标表.....	5

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。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXXXX。

本文件主要起草人：XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX。

本文件首次制定。

中国机械工程学会标准征求意见稿

引 言

机械行业是国民经济发展的支柱产业，同时也是资源能源消耗和污染物排放的重点领域。为积极响应国家“碳达峰、碳中和”战略目标，推动工业领域绿色低碳转型，规范零碳工厂的建设与评价，特开展本标准制定工作。

本文件旨在明确机械行业零碳工厂的评价原则、指标、方式及方法、流程和报告，通过规范评价工作，重点引导企业通过自主减排和残余排放碳抵消举措，实现厂区内工业生产过程温室气体排放持续降低并逐步趋近零，为机械行业零碳工厂的规划、建设、运营及评价提供科学依据和技术支撑。

中国机械工程学会标准征求意见稿

机械行业零碳工厂评价导则

1 范围

本文件规定了机械行业零碳工厂评价原则、评价方式及方法、评价指标、评价流程和评价报告等要求。

本文件适用于机械行业零碳工厂评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注1：如无特别说明，本标准中的温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)及三氟化氮(NF₃)。

注2：来源GB/T 32150—2015^[6]，定义3.1

3.2

零碳工厂 zero-carbon factory

在一定时期内，通过自主减排实现温室气体排放持续降低，残余排放通过一定方式完成100%抵消的工厂。

注1：改写GB/T 46737—2025^[12]，定义3.2

3.3

碳信用 carbon credit

通过温室气体减排或温室气体减少项目产生的，代表温室气体排放量的可交易证书。

注1：1 个单位碳信用证书相当于 1t二氧化碳当量。

注2：改写GB/T 46737—2025^[12]，定义3.3

3.4

碳抵消 carbon offset

通过注销碳信用来平衡工厂碳排放。

注1：来源GB/T 46737—2025^[12]，定义3.4

3.5

碳汇 carbon sink

从大气中清除温室气体的过程。

注1：来源GB/T 46737—2025^[12]，定义3.5

3.6

残余排放 residual greenhouse gas emission

工厂在实施所有技术上和经济上可行的温室气体减排方案/措施后，仍然残留的温室气体排放。

注1：来源GB/T 46737—2025^[12]，来源3.8

3.7

可再生能源 renewable energy

一次能源的一类，在一定程度上，地球上此类能源可在自然过程中再生。

注1：此类能源包括例如：太阳能、水能、风能、生物质能、海洋能和地热能。

注2：来源GB/T 32910.4—2021^[9]，定义3.3

4 评价原则

机械行业零碳工厂评价应遵循以下原则：

- a) 评价指标全面、系统、科学；
- b) 评价依据完整、准确、可信；
- c) 评价过程合理规范；
- d) 评价文件完整、一致、清晰、可追溯；
- e) 评价结果客观、准确、公正。

5 评价方式及方法

评价可由第一方（工厂自评）、第二方（合作方）或第三方组织实施。当评价结果用于对外宣告时，评价实施方宜包括独立于工厂且具备相应评价能力的第三方组织。评价采用定量指标和定性指标相结合的方式，通过指标加权进行综合评分。

6 评价指标

6.1 评价指标体系构成

零碳工厂评价指标体系由基本要求和评价指标构成：

- a) 基本要求包括管理职责、管理体系以及残余排放情况等；
- b) 评价指标包括能源结构、管理能力、降碳成效、责任与产业延伸 4 类一级指标；每类一级指标下设若干二级指标，并根据具体行业特点增加三级指标；第三级评价指标是直接评分的指标，根据其自身定量或定性属性以及与零碳工厂绩效水平的正负相关性，分为正向定量、正向定性、逆向定量、逆向定性四类。机械行业零碳工厂评价指标表参见附录 A，其中定量指标的计算方法见附录 B。

6.2 基本要求

零碳工厂符合的基本要求包括但不限于：

- a) 近三年应未发生安全、质量、环保等违规行为；
- b) 应明确零碳工厂相关管理层职责，制定零碳工厂发展中长期规划及年度量化目标；
- c) 应按照 GB/T 23331、GB/T 24001、GB/T 45001 或相关行业适用的其他标准建立、实施、保持并持续改进环境、能源和职业健康安全管理体系，宜科学建立专门的碳管理体系；
- d) 在评价期内，残余排放应通过一定方式完成 100%抵消。

6.3 评价指标

6.3.1 能源结构

从非化石能源结构、分布式光伏、微电网系统等方面提出指标，根据行业特点可重点选取可再生能源利用率、可利用建筑屋顶光伏覆盖率、微电网系统建设情况等指标。

6.3.2 管理能力

从能碳管理平台、产品、工艺与设备、建筑等方面提出指标，根据行业特点可重点选取能碳管理平台功能、余能利用、产品单位能耗、产品原辅材料使用量、产品碳足迹、超低能耗建筑等指标。

6.3.3 降碳成效

从工业增加值、自主降碳、碳抵消等方面提出指标，根据行业特点可重点选取工业增加值情况、单位工业增加值二氧化碳排放降低率、单位产品综合能耗、重点工业产品碳足迹降低率、碳抵消情况等指标。

6.3.4 责任与产业延伸

从供应链管理、循环利用、碳排放信息披露等方面提出指标，根据行业特点可重点选取供应链管理建设和评价工作、工业固体废物综合利用率对比情况、循环利用指导文件、再制造生产及碳排放信息披露情况等指标。

7 评价流程

实施评价的组织应建立规范的评价工作流程，包括成立评价工作组、制定评价方案、符合性评价、指标评价、编制评价报告、评价结束等，具体见图1。

评价工作组应由具有必要技能和能力的人员组成，能够承担评价工作，必要时可聘用外部专家；评价方案制定应结合企业自身实际情况，选择适宜的评价方案；符合性评价应按照6.2，对照国家、行业相关法规、标准规范等，开展合规性核查；指标评价应参考附录A和附录B针对能源结构、管理

能力、降碳成效、责任与产业延伸四类一级指标评价；编制评价报告应系统梳理评价过程与结果，编制正式评价报告；依据本文件执行评价工作，评价结束应实施独立复核并发布评价报告。

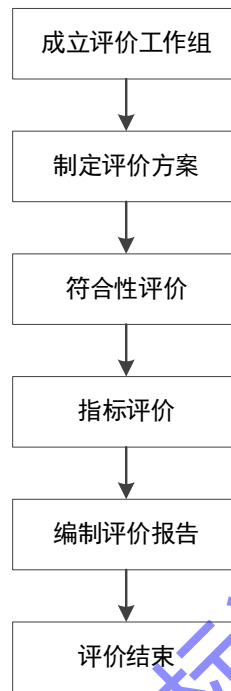


图1 机械行业零碳工厂评价流程

8 评价报告

机械行业零碳工厂评价报告内容，包括但不限于：

- a) 实施评价的报告主体的名称、注册地址、运营地址；
- b) 报告日期；
- c) 评价的目的、准则、范围；
- d) 评价主体基本情况介绍；
- e) 评价过程，包括但不限于评价组信息、信息收集过程、文件/现场评价情况、评价报告编制及内部技术评审等情况；
- f) 碳排放量化评价的相关内容，包括核算边界及范围、排放的类型和排放量量化结果等信息；
- g) 碳减排量核查评价相关内容，包括年度减排目标、减排措施描述、减排量量化结果等信息；
- h) 碳抵消实施情况评价的相关内容，包括抵消方式、抵消量及证明文件等信息；
- i) 指标评价情况，包括单项评价指标得分和评价总得分等信息；
- j) 评价结果，包括基于碳排放/碳减排量化的评价结果，以及评价过程发现的问题及解决办法等。

附录 A
(资料性附录)
机械行业零碳工厂评价指标表

A.1 机械行业零碳工厂评价指标

机械行业零碳工厂参照表 A.1 所示的指标要求评价。

表 A.1 机械行业零碳工厂评价指标表

一级指标	二级指标	序号	指标类型	评价要求	单项分值	推荐权重
能源结构	非化石能源结构	1	正向定量	工厂应最大限度提高非化石能源/绿色电力使用比例	50	15%
	分布式光伏	2	正向定量	工厂应充分利用自身建筑屋顶资源，在厂内布局分布式光伏建设	30	
	微电网系统	3	正向定性	工厂宜积极布局或参与具备可再生能源消纳、多能互补、智能调控等功能的微电网系统	20	
管理能力	能碳管理平台	4	正向定性	工厂建立能耗与碳排放管理平台，平台应具备以下功能： a) 实时在线监测和异常报警； b) 重点能耗设备监测计量覆盖率 100%； c) 监测结果可视化；	15	30%

一级指标	二级指标	序号	指标类型	评价要求	单项分值	推荐权重
				d) 数据智能分析; e) 基于生产要求、设备工况和预警机制的自动调节		
		5	正向定性	适用时, 工厂应充分利用余能 (包括不限于余热/余冷/余压等)	5	
	产品	6	正向定性	产出单位产品能耗限额达到或优于二级能耗限额标准的情况	5	
		7	逆向定量	工厂应有效控制原材料消耗, 并按照 GB/T 29115、GB/T 29116 或其他适用标准对原辅材料使用量进行评价	20	
		8	正向定性	工厂应基于 GB/T 24067 或其他适用的标准开展产品碳足迹量化工作	5	
		9	正向定性	工厂应基于碳足迹量化结果, 通过优化产品设计、生产和供应链管理, 在满足产品性能质量要求前提下, 有效控制产品生命周期温室气体排放	10	
		10	正向定量	工厂应按照 GB/T 20862 或其他适用标准的要求计算评价年的产品可回收利用率, 并根据与所选定基准年的产品可回收利用率对比情况进行赋分	20	
		11	正向定性	采用《国家工业和信息化领域节能降碳技术装备推荐目录》《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录》《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录》《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录》《绿色技术推广目录》《国家重点推广的低碳技术目录》《国家污染防治技术指导目录》《产业结构调整指导目录》等范围内先进技术和设备的数量的情况	15	
	建筑	12	正向定量	工厂应推行超低能耗/近零能耗建筑的建设	5	

一级指标	二级指标	序号	指标类型	评价要求	单项分值	推荐权重
降碳成效	工业增加值	13	正向定性	评价年度内工业增加值应高于过去三年平均值	20	40%
	自主降碳	14	正向定量	工厂应计算评价年的单位工业增加值二氧化碳排放降低率，并根据与所选定基准年的单位工业增加值二氧化碳排放量对比情况进行赋分	20	
		15	逆向定量	工厂应按照 GB/T 36132 或其他适用标准的要求计算评价年的单位产品综合能耗，并根据与所选定基准年的单位产品综合能耗对比情况进行赋分	20	
		16	正向定量	工厂应计算评价年的重点工业产品碳足迹，并根据与所选定基准年的重点工业产品碳足迹降低率进行赋分	25	
	碳抵消	17	正向定性	采用全国碳排放权交易市场的 CEA、国家电力主管部门签发的绿色电力交易凭证、由第三方机构牵头按国际机制开发的自愿碳市场，如 CCER 等方式进行碳抵消的情况	15	
责任与产业延伸	供应链管理	18	正向定性	工厂应按照 GB/T 39257 开展绿色供应链管理建设和评价工作	15	15%
	循环利用	19	正向定量	工厂应按照 GB/T 32326 或其他适用标准的要求计算评价年的工业固体废物综合利用率，并根据与所选定基准年的工业固体废物综合利用率对比情况进行赋分	40	
		20	正向定性	工厂应建立产品循环利用指导文件，并有效传递给下游相关方	15	
		21	正向定性	工厂应按照 GB/T 28618 或其他适用标准的要求开展再制造生产	15	
	碳排放信息披露	22	正向定性	工厂碳排放信息披露的情况	15	

附录 B

(资料性附录)

零碳工厂主要定量评价指标计算方法

B.1 可再生能源利用率

可再生能源利用率按公式(1)计算。

$$r = \frac{R}{E} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

r ：可再生能源利用率(%)；

R ：评价年工厂可再生能源消耗量，单位为吨标准煤(tce)；

E ：评价年工厂主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的综合能耗(不含用作原料的能源)，单位为吨标准煤(tce)。

注：可再生能源消耗量指工厂生产实际消费的各种可再生能源总量。其中，可再生能源电力消费包括建设可再生能源利用设施自发自用、通过市场化交易购入使用、具备专线直供电力交易结算凭证的可再生能源电力消费量，以及单独购买的可再生能源绿色电力证书(GEC)对应的电力消费量(以上依据市场化交易合同、交易结算凭证、可再生能源绿色电力证书或电力交易机构出具的可再生能源电力消费核算清单，遵循不重复计算原则统计)。

B.2 可利用建筑屋顶光伏覆盖率

可利用建筑屋顶光伏覆盖率按公式(2)计算。

$$R_{PV} = \frac{S_{PV}}{S_{roof}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_{PV} ：可利用建筑屋顶光伏覆盖率(%)；

S_{PV} ：可利用建筑屋顶光伏组件实际有效铺设面积，单位为平方米(m^2)；

S_{roof} ：可利用建筑屋顶总面积，单位为平方米(m^2)。

B.3 单位产品主要原材料消耗量

单位产品主要原材料消耗量按公式(3)计算。

$$M_{ui} = \frac{M_i}{Q_i} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_{ui} ：第*i*种产品的单位产品某种主要原材料消耗量，单位为原材料单位每产品单位；

M_i ：评价年工厂生产第*i*种产品的某种主要原材料消耗量，单位为原材料单位；

Q_i ：评价年工厂第*i*种产品的合格产品产量，单位为产品单位。

B.4 可回收利用率

可回收利用率按公式（4）计算。

$$R_{COV} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{M} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

R_{COV} ：可回收利用率（%）；

m_i ：第*i*种可回收利用的零部件和（或）材料的质量，单位为千克（kg）；

M ：产品总质量，单位为千克（kg）。

B.5 单位工业增加值二氧化碳排放降低率

单位工业增加值二氧化碳排放降低率按公式（5）计算。

$$R_e = \left(1 - \frac{E_t/V_t}{E_0/V_0}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

R_e ：单位工业增加值二氧化碳排放降低率（%）；

V_t ：评价年工厂工业增加值，单位为万元；

V_0 ：评价年上一年工厂工业增加值，单位为万元；

E_t ：评价年工厂年二氧化碳净排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂）；

E_0 ：评价年上一年工厂二氧化碳净排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂）。

B.6 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗按公式（6）计算。

$$E_{ui} = \frac{E_i}{Q_i} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中：

E_{ui} ：第*i*种产品的单位产品综合能耗，单位为吨标准煤每产品单位；

E_i ：评价年工厂第*i*种产品的综合能耗（不含用作原料的能源），单位为吨标准煤（tce）；

Q_i ：评价年工厂第*i*种产品的合格产品产量，单位为产品单位。

对同时生产多种产品的情况，应按每种产品实际消耗的能源分别计算，在无法分别对每种产品进行计量、计算时，可折算成标准产品统一计算，或按产量与能耗量的比例分摊计算。

B.7 重点工业产品碳足迹降低率

重点工业产品碳足迹降低率按公式（7）计算。

$$R_{CF} = (1 - \frac{CF_t}{CF_0}) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中：

R_{cf} ：重点工业产品碳足迹降低率（%）；

CF_t ：评价年工厂重点工业产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2 ）；

CF_0 ：评价年上一年工厂重点工业产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2 ）。

B.8 碳抵消比例

碳抵消比例按公式（8）计算。

$$\eta = E_{\text{购买的配额或核证减排量}} / E_{CO_2} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中：

η ：碳抵消比例（%）；

$E_{\text{购买的配额或核证减排量}}$ ：购买的配额或核证减排量，以购买交易的凭证或核证的凭证数为准，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2 ）；

E_{CO_2} ：评价年工厂温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2 ）。

其中，评价年工厂温室气体排放量按照 GB/T 32150 标准及 GB/T 32151 系列标准中的适用标准或等同的国际标准中规定的方法核算。

参考文献

- [1] GB/T 20862 产品可回收利用率计算方法导则
- [2] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- [3] GB/T 28618 机械产品再制造 通用技术要求
- [4] GB/T 29115 工业企业节约原材料评价导则
- [5] GB/T 29116 工业企业原材料消耗计算通则
- [6] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [7] GB/T 32151 温室气体排放核算与报告要求
- [8] GB/T 32326 工业固体废物综合利用技术评价导则
- [9] GB/T 32910.4-2021 数据中心 资源利用 第4部分：可再生能源利用率
- [10] GB/T 36132 绿色工厂评价通则
- [11] GB/T 39257 绿色制造 制造企业绿色供应链管理评价规范
- [12] GB/T 46737-2025 电工电子行业零碳工厂评价导则
- [13] ISO 14064-1 :2018 温室气体 — 第1部分：组织层面上温室气体排放与清除量化及报告规范 (Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals)
- [14] ISO 14064-2 :2019 温室气体 — 第2部分：项目层面对温室气体减排和清除的量化监测和报告的规范及指南 (Greenhouse gases — Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements)
- [15] ISO 14064-3 :2019 温室气体 — 第3部分：温室气体声明核查与审定的规范及指南 (Greenhouse gases — Part 3 : Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements)
- [16] ISO 14044 环境管理 — 生命周期评估 — 要求和指南 (Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines)
- [17] 温室气体核算体系：企业核算与报告标准 (The Greenhouse Gas Protocol: A corporate accounting and reporting standard)
- [18] 曹华军,李洪丞. 制造系统碳流动态模型及碳效率评估方法[M], 机械工业出版社, 2022.
- [19] 曹华军,邱城,曾丹等. 绿色制造基础理论与共性技术[M], 机械工业出版社, 2022.
- [20] 刘飞,刘培基,单忠德等. 绿色制造总论[M], 机械工业出版社, 2021.