

ICS 91.100.10

CCS Q13

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXX—202X

建材行业六零工厂评价通则

General principles for assessment of six zero factory in building materials industry

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

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。

本文件由中国建筑材料联合会提出

本文件由建材工业综合标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：……。

本文件主要起草人：……。

引 言

“六零”工厂是建材行业深入贯彻新发展理念，在“碳达峰、碳中和”历史进程中，积极应对行业能源资源承载型和污染排放较高的现状，充分发挥建材行业资源综合利用、协同处置及作为光伏、风电等新能源技术装备制造所需材料的生产行业的优势，从绿色节能、能源安全、资源综合利用、低碳、清洁、智能六个维度，创新性提出的零外购电工厂、零化石能源工厂、零一次资源工厂、零碳排放工厂、零废弃物排放工厂、零员工工厂，是建材行业企业转型升级的长远发展导向，是“宜业尚品、造福人类”行业发展目标中“宜业”的具体实践。

本文件也是贯彻落实“《建材行业稳增长工作方案》工信部联原〔2023〕129号”“《关于印发绿色建材产业高质量发展实施方案的通知》工信部联原〔2023〕261号”等文件中关于“六零”工厂相关要求的重要举措。

“六零”工厂是建材行业企业转型发展的重要目标导向，每个“零”都代表一个独立的发展方向，六个方向各有侧重又相互关联、相互促进，生产企业可从“一零”但不限于“一零”起步，不断向“六零”工厂迈进，从而推动行业整体实现绿色低碳、安全高质量发展。

建材行业六零工厂评价通则

1 范围

本文件规定了建材行业零外购电工厂、零化石能源工厂、零一次资源工厂、零碳排放工厂、零废弃物排放工厂、零员工工厂（“六零”工厂）评价的总则、基本要求、评价对象、评价范围和数据统计周期、评价指标、评价程序和评价报告。

本文件适用于建材各领域开展“六零”工厂的创建和评价。

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 19001 质量管理体系 要求

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

六零工厂 six zero factory

零外购电工厂、零化石能源工厂、零一次资源工厂、零碳排放工厂、零废弃物排放工厂、零员工工厂总称“六零”工厂。

3.2

零外购电工厂 zero purchased electricity factory

企业有效利用生产工艺过程的余热余温及厂区内外的土地、厂房、矿山等区域，采用太阳能、风能、潮汐、地热、势能等可再生能源进行发电，能满足企业生产及配套设施用电需求，实现统计期内企业净外购电为零或净外购电为负的工厂。

3.3

零化石能源工厂 zero fossil fuels factory

窑炉企业利用太阳能、地热能、氢能及非化石能源，固体废物燃料替代、余热余温，实现统计期内化石燃料使用为零的工厂。

3.4

零一次资源工厂 zero primary resources factory

企业生产所需原、燃料使用工业副产品及废物、建筑垃圾及生活垃圾、农林固体废物等二次资源和木竹、速生林等可再生资源，统计期内企业一次不可再生自然资源使用为零的工厂。

3.5

零碳排放工厂 zero carbon factory

企业使用低碳原燃料、技术及装备，通过生产过程节能降碳、捕碳、固碳治理等措施，实现统计期内二氧化碳排放为零的工厂。

3.6

零废弃物排放工厂 zero waste factory

企业通过工艺优化、技术装备提升和末端处理设施的改造升级或再造，实现统计期内固体、液体、气体废弃物及污染物零排放的工厂。

3.7

零员工工厂 zero staff factory

企业应用自动化、网络化、数字化、智能化控制技术，实现统计期内生产一线配备人员为零的工厂。

4 总则

4.1 “六零”工厂评价体系包括基本要求、评价指标两部分。

4.2 基本要求为符合性评价，包括合规性要求、管理要求、能耗要求。

4.3 评价指标包括所需要评价“六零”工厂的推荐性指标和指标计算方法。

4.4 评价等级分为“创建型”和“净零型”。“创建型”等级宜根据行业领先水平确定。

5 基本要求

5.1 合规性要求

5.1.1 工厂建设及经营手续合法。具有实际生产过程，有独立清晰的运营控制边界。

5.1.2 近三年未发生以下负面影响事件：

- a) 较大及以上安全（含网络安全、数据安全）和质量事故；
- b) III级（较大）及以上突发环境污染事件；
- c) 在国务院及有关部委相关督查工作中发现存在严重问题；
- d) 被列入工业节能监察整改名单且未完成整改；
- e) 被列入国家信用信息严重失信主体相关名录。

5.1.3 不应使用国家明令淘汰的工艺和设备，生产产品应符合国家、行业相关标准的规定。

5.2 管理要求

5.2.1 工厂应按照 GB/T 19001、GB/T 23331、GB/T 24001、GB/T 45001 建立并有效运行质量管理体系、能源管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系。

5.2.2 工厂应制定“六零”工厂创建的实施计划，并对于可量化的目标、时间节点、技术路线和实施方案等形成成文信息。

5.2.3 工厂应建立“六零”工厂创建的管理机制，成立相关管理部门或机构，明确职责和权限，建立目标责任制、开展相关教育、培训和考评，开展创建阶段性和周期性的评审工作等。

5.3 能耗及污染物排放要求

对重点用能单位，企业所生产产品的单位产品综合能耗应达到 1 级能耗要求。

对水泥等重点排放控制单位应达到国家超低排放限制限值要求。

6 评价对象、评价范围和数据统计周期

- 6.1 评价对象通常为完整的制造工厂层级，特定情况下，可以是工厂当中的独立可区分的生产线层级；
- 6.2 评价对象为制造工厂时，评价范围应涵盖企业运营边界内和实际服务于该范围项目的相关系统，包括企业的主要生产、辅助生产和附属生产系统等，如评价的制造工厂不包括某些可独立区分的部分（如水泥厂的自有矿山），应在评价报告中就特定内容的可区分性予以说明；。
- 6.3 评价对象为企业某条（或多条）生产线时，评价范围应包括评价对象的相关主要生产和辅助生产系统，宜包括附属生产系统及实际服务于该对象的相关系统，对于评价范围内外共用的部分，应进行合理分摊，并在在评价报告中予以说明。
- 6.4 评价范围涉及能耗、碳排放等，具体评价边界应与相应能耗及碳排放核算边界保持一致。
- 6.5 应明确评价时相关指标的数据统计周期，周期内企业生产应正常连续运行。统计周期通常为一个自然年，特殊情况需在评价报告中明示。

7 零外购电工厂评价

7.1 概述

对于原本用能结构中使用传统电力供应的工厂或生产线，研发或集成应用高效余热发电、光伏发电、风力发电、生物质发电等可再生能源发电及储能技术，生活垃圾和替代燃料补燃补热发电技术，利用厂区、自备矿山等占地制备可再生能源电力，开发多电能耦合与智能调度控制系统等关键技术，形成基于物联网、大数据、人工智能等技术的源网荷储一体化及多能互补平台，满足生产及配套设施全部用电需求，实现工厂生产用电净外购电降低乃至为零，且生产连续稳定运行。

7.2 评价指标

评价指标为净外购电量占总用电量的比例。

7.3 计算方法

净外购电量占比指标按公式（1）计算。

$$Q_{\text{净外购}} = \frac{e_{\text{净}}}{e_{\text{总}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q_{\text{净外购}}$ ——净外购电量占总用电量的比例， %；

$e_{\text{净}}$ ——统计期内，工厂净外购的电量，单位为兆瓦时（MW·h），按式（2）计算；

$e_{\text{总}}$ ——统计期内，工厂生产及配套设施的总用电量，单位为兆瓦时（MW·h）。

注：统计周期一般为一个自然年，按年度电量进行核算。

$$e_{\text{净}} = e_{\text{外购}} - e_{\text{外供}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$e_{\text{外购}}$ ——统计期内，工厂外购的电量，单位为兆瓦时（MW·h）；

$e_{\text{外供}}$ ——统计期内，工厂外供的可再生能源电量，单位为兆瓦时（MW·h）。

7.4 判定

7.4.1 净零型： $Q_{\text{净外购}} \leq 0\%$ 。

7.4.2 创建型： $0\% < Q_{\text{净外购}} \leq 50\%$ 。

8 零化石能源工厂评价

8.1 概述

针对使用化石能源窑炉设备的建材企业，利用太阳能、风能、地热能、氢能等可再生绿色能源，以及有热值的废弃物、余热余压等替代化石能源，开发绿电窑炉、非化石能源烧成窑炉、余热余压高效梯次利用设备等核心装备，满足生产及配套设施用能需求，实现建材企业煤炭、天然气等化石能源零消耗，且生产连续稳定运行。能耗的统计边界通常与能源消耗限额保持一致。

注：替代燃料仅限具备热值的固体废物、余热余压、可再生能源，不包含化石能源衍生燃料。

无高温窑炉类建材企业（如水泥粉磨站、部分装配式建材企业等），直接按实际化石能源消耗进行核算判定，且只判定净零型。

8.2 评价指标

评价指标为化石能源热量占总能源热量的比例。

8.3 计算方法

化石能源热量占比按公式（3）计算：

$$\eta_f = \frac{Q_f}{Q_{\text{总}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

η_f —— 统计期内，化石能源热量占比，%。

Q_f —— 统计期内，所有化石能源对应的热量加和值，单位为吉焦（GJ）；

$Q_{\text{总}}$ —— 统计期内，所有能源对应的热量加和值，单位为吉焦（GJ）。

8.4 判定

8.4.1 净零型： $\eta_f = 0$ 。

8.4.2 创建型： $0\% < \eta_f \leq 30\%$ 。

9 零一次资源工厂评价

9.1 概述

针对现有消耗一次资源的建材生产企业，攻克固废高效综合利用制备建材的瓶颈问题，开发固废资源化利用技术，重点研发智能回收分选、低成本调质改性、高效安全转化、可再生能源利用等全链条技术，形成资源、能源综合利用系统性解决方案并应用，生产所需原、燃料全部使用非一次资源、可再生能源等，实现一次不可再生资源使用量为零，且生产连续稳定运行。

注：工业副产品、尾矿、建筑垃圾、农林固废等归属于二次/可再生资源，不计入一次不可再生资源。

9.2 评价指标

评价指标为原、燃料一次不可再生资源使用率。

9.3 计算方法

9.3.1 原料一次不可再生资源使用率按公式（4）计算：

$$L_R = \frac{L_{R1}}{L_{RT}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

L_R ——原料一次不可再生资源使用率，%；

L_{R1} ——统计期内，原材料中的一次不可再生资源消耗量，单位吨（t）；

L_{RT} ——统计期内，原材料消耗总量，单位吨（t）。

注：原料消耗量计算不扣除水分蒸发重量。

9.3.2 燃料一次不可再生资源使用率按公式（5）计算。

$$L_F = \frac{L_{F1}}{L_{FT}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

L_F ——统计期内，化石燃料热量占比，%。

L_{F1} ——统计期内，所有化石燃料对应的热量加和值，单位为吉焦（GJ）；

L_{FT} ——统计期内，所有燃料对应的热量加和值，单位为吉焦（GJ）。

9.4 判定

9.4.1 净零型： $L_R=0\%$ 且 $L_F=0\%$ 。

9.4.2 创建型： $0\% < L_R + L_F \leq 40\%$ 。

10 零碳排放工厂评价

10.1 概述

通过研究低碳、零碳、负碳技术，重点研发低碳、零碳原燃料生产建材产品的技术及成套装备，高效节能降碳技术及装备，建材窑炉烟气二氧化碳捕集及固碳利用等关键技术，通过源头替代减碳、过程节能降碳、末端治理固碳及碳中和等全流程碳减排技术集成与应用，达到工厂全生产过程直接碳排放和间接碳排放为零。

10.2 评价指标

10.2.1 “净零型”评价指标为企业生产过程碳排放总量。

10.2.2 “创建型”评价指标为单位产品碳排放量。

10.3 计算方法

10.3.1 碳排放总量按公式（6）计算。

$$E = E_{\text{化石燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} - E_{\text{碳减排}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

E ——碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{化石燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{过程}}$ ——生产过程中产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{购入电}}$ ——购入的电力产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{购入热}}$ ——购入的热力产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{输出电}}$ ——输出的电力产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{输出热}}$ ——输出的热力产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{碳减排}}$ ——碳减排量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

注：碳减排量为企业对生产环节产生的二氧化碳通过碳捕集、固碳处置等方式实现碳排放减少的量。

10.3.2 单位产品碳排放量按公式（7）计算

$$c = \frac{C}{Q} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

c ——统计期内，单位产品碳排放量，单位为吨二氧化碳每产品单位。

C ——统计期内，碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

Q ——统计期内，合格产品产量，单位为产品单位。

10.4 判定

10.4.1 净零型： $E=0$ tCO₂

10.4.2 创建型：单位产品碳排放量不高于本行业标杆值的 60%；无官方行业标杆值时，不高于本细分行业统计先进前 10%企业的单位产品碳排放水平。

注：创建型评价应完成企业层面碳足迹核算。降碳优先采用企业内部源头替代、工艺节能、捕集固碳，不完全依赖外部碳抵消作为主要降碳途径。

11 零废弃物排放工厂评价

11.1 概述

围绕建材企业的制造全流程，通过工艺优化、技术装备提升和环保设施的改造升级或再造，研发工业固体废物全回收再利用技术、工业废水治理回用技术与大气污染物控制技术及成套装备，并集成应用示范，在现有废弃物有效综合利用和超低排放基础上，实现企业生产全过程外排的固体废物、工业废水为零，大气污染物零排放。评价对象通常为工厂层级，如为生产线层级，应在评价报告中说明工厂废弃物排放情况及生产线的可区分性，特别是污染物排放的可区分性。

注：危险废弃物按国家危险废物管理法规处置，不计入本工厂一般工业固废排放率计算。

11.2 评价指标

评价指标包括工业固体废物排放率、工业废水排放率和大气污染物排放量。

11.3 计算方法

11.3.1 工业固体废物排放率

工厂工业固体废物排放率按公式（8）计算。

$$K_r = 1 - \frac{Z_r}{Z + Z_w} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

K_r ——工业固体废弃物排放率，%；

Z_r ——统计期内，工厂产出的自行处置的工业固体废弃物利用量（不含外购），单位为吨（t）；

Z_w ——综合利用往年存储量，单位为吨（t）；

Z ——统计期内，生产过程中工业固体废弃物产生总量，单位为吨（t）。

11.3.2 工业废水排放率

工厂工业废水排放率按公式（9）计算。

$$K_w = 1 - \frac{V_w}{V_d + V_w} \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

式中：

K_w ——工业废水排放率，%；

V_w ——统计期内，工厂产出的工业废水处理后的回用水量，单位为立方米（m³）；

V_d ——统计期内，工厂产出的工业废水量（不含回用水量），单位为立方米（m³）。

11.3.3 大气污染物排放量

按统计期内各大气污染物的实际排放。

11.4 判定

11.4.1 净零型应满足下列要求：

- a) 工业固体废弃物排放率 $K_r=0\%$ ；
- b) 工业废水排放率 $K_w=0\%$ ；
- c) 大气污染物排放浓度低于对应行业超低排放限值 50%。

11.4.2 创建型应满足下列要求：

- a) 工业固体废弃物排放率 $0\% < K_r \leq 5\%$ ；
- b) 工业废水排放率 $0\% < K_w \leq 5\%$ ；
- c) 大气污染物排放浓度：
 - 有超低排放要求的行业：大气污染物排放浓度低于对应行业超低排放限值 30%；
 - 无超低排放强制要求的行业：大气污染物排放浓度低于国家排放标准限值 50%。

12 “零员工”工厂评价

12.1 概述

针对建材制造企业生产工艺，构建基于生产设备、边缘设备、管控平台等全厂全流程的多源异构数据及其应用技术，开发先进适用的全自动化、智能化装备、无人实验室等，实现设备的无人巡检与预测性维护，建立自学习、自适应、自寻优的智能化控制系统，实现从原料端到产品端全过程的智能管控，生产一线零员工，建成示范工厂并长期稳定运行。

注：本文件所指一线生产范围包含：厂内物流及物料操作、生产现场设备操作、取样制样检验化验、设备现场巡检；矿山开采、危废固废处置、骨料生产环节不纳入一线统计。

12.2 评价指标

评价指标包括智能控制系统人为干预率、一线员工每班人数相对削减比例、质量预测准确率、全生产过程数据自动采集率。

12.3 计算方法

12.3.1 智能控制系统人为干预率为智能控制系统投入过程中，人为调节过程变量时间占系统运行总时间的比例，按公式（10）计算。

$$G = \frac{t}{T} \times 100 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

G ——智能控制系统人为干预率，%；

t ——统计期内，人为调节过程变量时间，单位为小时（h）；

T ——统计期，单位为小时（h）。

12.3.2 一线员工每班人数相对削减率，按公式（11）计算。

$$P = \frac{P_2 - P_1}{P_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

P ——一线岗位削减率，%；

P_1 ——目前岗位每班人数，单位为人；

P_2 ——行业传统工厂岗位人数，单位为人。

12.3.3 质量预测准确率为质量检验结果准确预测数量与质量检验结果总数量的比值，按公式（12）计算。

$$Z = \frac{A}{S} \times 100 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

Z ——质量预测准确率，%；

A ——统计期内，质量检验结果准确预测数量，单位个；

S ——统计期内，质量检验结果总数量，单位为个。

注：质量预测准确指质量预测值与实际检验结果偏差在 1%以内。

12.4 判定

12.4.1 净零型应满足下列要求：

- a) 生产一线每班配备人员为 0；
- b) 智能控制系统人为干预率 $G=2\%$ ；
- c) 质量预测准确率 $Z=0\%$ ；
- d) 全生产过程业务数据自动采集率 $\geq 95\%$ 。

12.4.2 创建型应满足下列要求：

- a) 一线员工每班人数，较同等规模传统工厂一线定员削减比例 $\geq 70\%$ ；
- b) 智能控制系统人为干预率 $2\% < G \leq 15\%$ ；
- c) 质量预测准确率 $85\% \leq Z < 95\%$ ；

- d) 全生产过程业务数据自动采集率大于等于 85%且小于 95%。

13 评价程序

13.1 评价可由第一方、第二方或第三方组织实施。当评价结果用于对外宣告时，则评价方至少应包括独立于被评价工厂、具备相应能力的第三方。

13.2 评价实施方应制定评价计划，采用文件资料调查、实地调查等方式收集评价证据。具体方法包括但不限于访谈、分析测试与统计核算、查阅工厂创建策划、采取的相关技术方案、生产运行原始记录、报告文件、统计报表、声明文件、分析/测试报告、第三方认证证书等证实性文件。评价实施方应确保被评价对象对相关指标要求的符合性证据充分、完整和准确。

13.3 评价过程应先对基本要求进行评价，当被评价对象满足基本要求时，再对其数据、指标进行核证，确认其达到“零”的程度。

14 评价报告

评价工作应形成评价报告，报告内容包括但不限于：

- a) 报告基本信息，包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期、报告有效期等；
- b) 工厂基本信息，包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式、生产经营概况等；
- c) 评价内容：
 - 1) 评价依据；
 - 2) 评价形式；
 - 3) 评价对象、评价范围、统计周期及特定说明；
 - 4) 工厂基本要求符合性情况；
 - 5) 工厂各项相关指标核算情况；
 - 6) “六零”工厂等级判定及结论；
 - 7) 改进建议；
 - 8) 必要的证明材料附件。
- d) 其他必要信息：如报告编制机构信息等。

参考文献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
 - [2] GB/T 36132 绿色工厂评价通则
-