

ICS XXXX  
CCS XXXX

# 团 体 标 准

T/GDSES XXX—XXXX

## 电子电路制造业清洁生产评价指标体系

Assessment indicator system of cleaner production—Electronic circuit  
manufacturing industry  
(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

广东省环境科学学会 发布



## 目 次

|             |    |
|-------------|----|
| 前 言         | II |
| 1 适用范围      | 1  |
| 2 规范性引用文件   | 1  |
| 3 术语和定义     | 1  |
| 4 评价指标体系    | 2  |
| 5 评价方法      | 9  |
| 6 指标解释与数据来源 | 10 |

## 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。

本文件由广东智环创新环境科技有限公司提出。

本文件由广东省环境科学学会归口。

本文件起草单位：广东智环创新环境科技有限公司、广东省电路板行业协会、广东省清洁生产协会、东莞理工学院、广东韶科环保科技有限公司、深圳市兴森快捷电路科技股份有限公司、深圳中信华电子集团有限公司&嘉立创、珠海市创富华电子科技有限公司负责起草。

本文件主要起草人：xx

# 电子电路制造业清洁生产评价指标体系

## 1 适用范围

本文件规定了电子电路制造业清洁生产的评价指标体系、评价方法、指标解释与数据来源。

本文件适用于电子电路制造业(包括GB/T 4754 国民经济行业分类中3982电子电路中的刚性印制电路板、挠性印制电路板、刚挠印制电路板、金属芯印制电路板、齐平印制电路板、碳膜印制电路板、其他印制电路板、高密度互连印制电路板、特种印制电路板、柔性多层印制电路板)的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断以及清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度,也适用于环境影响评价、排污许可证等环境管理制度。

## 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 4754 国民经济行业分类

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB/T 24001 环境管理体系标准

GB 39731 电子工业水污染物排放标准

GB/T 43329-2023 清洁生产评价指标体系编制通则

HJ 1031-2019 排污许可证申请与核发技术规范 电子工业

《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布)

国家发展改革委关于暂缓执行2014年底淘汰氰化金钾电镀金及氰化亚金钾镀金工艺规定的通知(发改产业[2013]1850号)

## 3 术语和定义

GB/T 43329—2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 电子电路制造 (Electronic circuits manufacturing)

在绝缘基材上采用印制工艺形成电气电子连接电路,包括GB/T 4754中3982电子电路中的刚性印制电路板、挠性印制电路板、刚挠印制电路板、金属芯印制电路板、齐平印制电路板、碳膜印制电路板、其他印制电路板、高密度互连印制电路板、特种印制电路板、柔性多层印制电路板等。

### 3.2

#### 抗蚀剂 (Photoresist)

用于保护印制板非蚀刻区或非电镀区的一种光敏耐化学聚合材料(引自GB/T 2036-94)。本文件中主要指液态抗蚀剂。

### 3.3

#### 阻焊剂 (Solder resist)

用于保护印制板非焊接区的一种耐热绝缘材料的通称。包括阻焊印料、阻焊干膜等(引自GB/T 2036-94)。本文件中主要指阻焊印料。

## 4 评价指标体系

### 4.1 指标选取说明

4.1.1 根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，进行本评价指标体系的指标选取。

4.1.2 根据评价指标的性质，分为定量指标和定性指标两类：

- a) 定量指标选取了具有代表性、能反映“节能”、“降耗”、“减污”和“增效”等有关清洁生产最终目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产水平；
- b) 定性指标根据国家有关推行清洁生产的产业发展和技术进步政策、资源环境保护政策规定以及行业发展规划等选取，用于评价企业对有关政策法规的符合性及其清洁生产工作实施情况。

### 4.2 指标基准值及其说明

4.2.1 在定量评价指标中，各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。

4.2.2 本文件确定各定量评价指标的评价基准值的依据是：

- a) 凡国家或行业在有关政策、规划等文件中对该项指标已有明确要求的应执行国家要求的数值；
- b) 凡国家或行业对该项指标尚无明确要求的，则根据国内电子电路企业近年来清洁生产实际达到的水平确定 I 级基准值、II 级基准值、III 级基准值。

4.2.3 在定性评价指标体系中，衡量该项指标是否贯彻执行国家有关政策、法规的情况，按“是”或“否”两种选择来评定。

### 4.3 指标体系

4.3.1 电子电路制造企业清洁生产评价指标体系技术要求内容见表 1。

4.3.2 不同加工层数印制电路板加工复杂度还与加工工艺相关，本指南表 1 中各层数印制电路板指标值是在常规加工工艺下测算出的，新型或特种加工工艺印制电路板清洁生产指标值可参考本指南按导电图形层加工次数与常规印制电路板层数比例关系合理自行测算。

表1 电子电路制造企业清洁生产评价指标体系技术指标

| 一级指标    | 一级指标权重 | 序号 | 二级指标                 | 单位                       | 二级指标权重                              | I级清洁生产水平基准值  | II级清洁生产水平基准值  | III级清洁生产水平基准值                                       |                 |
|---------|--------|----|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|---|---|-----------------|
| 生产工艺及装备 | 0.2    | 1  | 采用清洁生产工艺             | /                        | 0.1                                 | 1、除电镀金与化学镀金外，均采用无氰电镀液；2、除产品特定要求外，不采用铅合金电镀与含氟络合物的电镀液，不采用含铅的焊锡涂层等。 |   |   |                 |
|         |        |    |                      |                          | 0.05                                | 使用激光直接成像工艺。  | /   | /   |                 |
|         |        |    |                      |                          | 0.05                                | 使用废液再生回收技术等。   | /   | /   |                 |
|         |        | 2  | 表面处理生产线（涉及使用重金属原料）要求 | /                        | 0.1                                 | 生产线采用节能措施 <sup>①</sup>   |   |   |                 |
|         |        |    |                      |                          | 0.2                                 | 100%生产线实现自动化或半自动化 <sup>②</sup>                                   | 70%生产线实现自动化或半自动化 <sup>②</sup>                       |   |                 |
|         |        | 3  | 有节水设施                | /                        | 0.15                                | 根据工艺选择逆流漂洗、淋洗、喷洗，电镀无单槽清洗等节水方式                                    |   |   |                 |
|         |        |    |                      |                          | 0.15                                | 表面处理生产线（涉及使用重金属原料）有用水计量装置，有在线水回收设施                               | 表面处理生产线（涉及使用重金属原料）有用水计量装置                           |   |                 |
|         |        |    |                      |                          | 0.1                                 | 集气效率达到90%  | 集气效率达到80%   | 集气效率达到65%   |                 |
|         |        | 4  | 挥发性有机物收集、处理技术        | /                        | 0.1                                 | 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，处理装置去除率达到90%              | 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，处理装置去除率达到85% | 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，处理装置去除率达到80% |                 |
|         |        |    |                      |                          | 0.1                                 | 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，处理装置去除率达到90%              | 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，处理装置去除率达到85% | 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，处理装置去除率达到80% |                 |
| 能源消耗    | 0.045  | 1  | 单位产品电耗               | 单面板                      | $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ | 1  | $\leq 15$   | $\leq 20$   | $\leq 25$       |
|         |        |    |                      | 双面板                      | $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ |  | $\leq 40$   | $\leq 45$   | $\leq 50$       |
|         |        |    |                      | 多层板（HDI、IC封装基板除外，（2+n）层） | $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ |  | $\leq (40+15n)$                                     | $\leq (45+20n)$                                     | $\leq (50+25n)$ |
|         |        |    |                      | HDI板（（2+n）层）             | $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ |  | $\leq (50+30n)$                                     | $\leq (60+40n)$                                     | $\leq (70+50n)$ |
|         |        |    |                      | IC封装基板（（2+n）层）           | $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ |  | $\leq (60+40n)$                                     | $\leq (70+50n)$                                     | $\leq (80+60n)$ |
| 水资源消耗   | 0.05   | 1  | *单位产品新鲜水用量（生         | 单面板                      | $\text{m}^3/\text{m}^2$             | 1  | $\leq 0.07$   | $\leq 0.11$   | $\leq 0.17$     |
|         |        |    |                      | 双面板                      | $\text{m}^3/\text{m}^2$             |  | $\leq 0.14$   | $\leq 0.25$   | $\leq 0.39$     |

| 一级指标     | 一级指标权重 | 序号      | 二级指标              | 单位                        | 二级指标权重                         | I级清洁生产水平基准值 | II级清洁生产水平基准值      | III级清洁生产水平基准值      |               |
|----------|--------|---------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------|--------------------|---------------|
|          |        |         | 产用水)              | 多层板(HDI、IC封装载板除外, (2+n)层) | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |             | ≤<br>(0.14+0.05n) | ≤<br>(0.25+0.06n)  | ≤(0.39+0.9n)  |
|          |        |         |                   | HDI板((2+n)层)              | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |             | ≤<br>(0.15+0.07n) | ≤(0.28+0.1n)       | ≤(0.43+0.14n) |
|          |        |         |                   | IC封装载板((2+n)层)            | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |             | ≤(0.3+0.14n)      | ≤(0.56+0.2n)       | ≤(0.86+0.28n) |
| 原/辅料资源消耗 | 0.15   | 1       | 单位产品抗蚀剂消耗量        | 单面板                       | kg/m <sup>2</sup>              | 0.5         | ≤0.020            | ≤0.025             | ≤0.030        |
|          |        |         |                   | 双面板                       | kg/m <sup>2</sup>              |             | ≤0.040            | ≤0.050             | ≤0.060        |
|          |        |         |                   | 多层板(HDI、IC封装载板除外, (2+n)层) | kg/m <sup>2</sup>              |             | ≤<br>(0.04+0.02n) | ≤<br>(0.05+0.025n) | ≤(0.06+0.03n) |
|          |        |         |                   | HDI板((2+n)层)              | kg/m <sup>2</sup>              |             | ≤<br>(0.04+0.02n) | ≤<br>(0.05+0.025n) | ≤(0.06+0.03n) |
|          |        |         |                   | IC封装载板((2+n)层)            | kg/m <sup>2</sup>              |             | ≤<br>(0.04+0.02n) | ≤<br>(0.05+0.025n) | ≤(0.06+0.03n) |
|          |        | 2       | 单位产品阻焊剂消耗量        | 单面板                       | kg/m <sup>2</sup>              | 0.5         | ≤0.08             | ≤0.09              | ≤0.10         |
|          |        | 双面板、多层板 | kg/m <sup>2</sup> | ≤0.15                     | ≤0.175                         |             | ≤0.20             |                    |               |
| 资源综合利用   | 0.15   | 1       |                   | 用水重复利用率                   | %                              | 0.2         | ≥65               | ≥55                | ≥45           |
|          |        | 2       | 覆铜板利用率            | 单面板                       | %                              |             | 0.1               | ≥88                | ≥85           |
|          |        |         |                   | 双面板                       | %                              | ≥80         |                   | ≥75                | ≥70           |
|          |        |         |                   | 多层板(HDI、IC封装载板除外, (2+n)层) | %                              | ≥(80-2n)    |                   | ≥(75-3n)           | ≥(75-5n)      |
|          |        |         |                   | HDI板((2+n)层)              | %                              | ≥(75-2n)    |                   | ≥(70-3n)           | ≥(65-5n)      |
|          |        |         |                   | IC封装载板((2+n)层)            | %                              | ≥(75-2n)    |                   | ≥(70-3n)           | ≥(65-5n)      |
|          |        | 3       |                   | 铜利用率 <sup>⑥</sup>         | %                              | 0.7/n       | ≥90               | ≥80                | ≥75           |
|          |        | 4       |                   | 镍利用率 <sup>⑥</sup>         | %                              | 0.7/n       | ≥95               | ≥85                | ≥80           |
|          |        | 5       |                   | 金利用率 <sup>⑥</sup>         | %                              | 0.7/n       | ≥98               | ≥95                | ≥90           |
|          |        | 6       |                   | 银利用率 <sup>⑥</sup> (含氰镀银)  | %                              | 0.7/n       | ≥98               | ≥95                | ≥90           |
| 污染物产生与排放 | 0.2    | 1       | 单位产品废水产生量         | 单面板                       | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | 0.2         | ≤0.10             | ≤0.16              | ≤0.22         |
|          |        |         |                   | 双面板                       | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |             | ≤0.21             | ≤0.36              | ≤0.52         |
|          |        |         |                   | 多层板(HDI、IC封装载板除外, (2+n)层) | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |             | ≤<br>(0.21+0.07n) | ≤<br>(0.36+0.09n)  | ≤(0.52+0.12n) |
|          |        |         |                   | HDI板((2+n)层)              | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |             | ≤<br>(0.23+0.11n) | ≤<br>(0.40+0.14n)  | ≤(0.57+0.18n) |

| 一级指标 | 一级指标权重 | 序号 | 二级指标                          | 单位                             | 二级指标权重 | I级清洁生产水平基准值          | II级清洁生产水平基准值          | III级清洁生产水平基准值         |
|------|--------|----|-------------------------------|--------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|      |        |    | IC封装载板（2+n）层                  | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |        | ≤<br>(0.46+0.22n)    | ≤<br>(0.80+0.28n)     | ≤(1.14+0.36n)         |
|      |        | 2  | 有减少重金属污染物产生的预防措施 <sup>⑦</sup> | /                              | 0.1    | 使用四项以上（含四项）减少镀液带出措施  |                       | 至少使用三项减少镀液带出措施        |
|      |        | 3  | 单面板                           | g/m <sup>2</sup>               | 0.1    | ≤3.00                | ≤4.80                 | ≤6.60                 |
|      |        |    | 双面板                           | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤6.30                | ≤10.80                | ≤15.60                |
|      |        |    | 多层板（HDI、IC封装载板除外，（2+n）层）      | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(6.30+2.10n)    | ≤<br>(10.80+2.70n)    | ≤<br>(15.60+3.60n)    |
|      |        |    | HDI板（（2+n）层）                  | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(6.90+3.30n)    | ≤<br>(12.00+4.20n)    | ≤<br>(17.10+5.40n)    |
|      |        |    | IC封装载板（（2+n）层）                | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(13.80+6.60n)   | ≤<br>(24.00+8.40n)    | ≤<br>(34.20+10.80n)   |
|      |        | 4  | 单面板                           | g/m <sup>2</sup>               | 0.1    | ≤40.00               | ≤64.00                | ≤88.00                |
|      |        |    | 双面板                           | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤84.00               | ≤144.00               | ≤208.00               |
|      |        |    | 多层板（HDI、IC封装载板除外，（2+n）层）      | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(84.00+28.00n)  | ≤<br>(144.00+36.00n)  | ≤<br>(208.00+48.00n)  |
|      |        |    | HDI板（（2+n）层）                  | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(92.00+44.00n)  | ≤<br>(160.00+56.00n)  | ≤<br>(228.00+72.00n)  |
|      |        |    | IC封装载板（（2+n）层）                | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(184.00+88.00n) | ≤<br>(320.00+112.00n) | ≤<br>(456.00+144.00n) |
|      |        | 5  | 单面板                           | g/m <sup>2</sup>               | 0.1    | ≤5.00                | ≤8.00                 | ≤11.00                |
|      |        |    | 双面板                           | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤10.50               | ≤18.00                | ≤26.00                |
|      |        |    | 多层板（HDI、IC封装载板除外，（2+n）层）      | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(10.50+3.50n)   | ≤<br>(18.00+4.50n)    | ≤<br>(26.00+6.00n)    |
|      |        |    | HDI板（（2+n）层）                  | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(11.50+5.50n)   | ≤<br>(20.00+7.00n)    | ≤<br>(28.50+9.00n)    |
|      |        |    | IC封装载板（（2+n）层）                | g/m <sup>2</sup>               |        | ≤<br>(23.00+11.00n)  | ≤<br>(40.00+14.00n)   | ≤<br>(57.00+18.00n)   |
|      |        | 6  | 单位产品废水中氰化物产生量（末端处理前）          | g/m <sup>2</sup>               | 0.1    | ≤0.42                | ≤0.72                 | ≤1.04                 |

| 一级指标   | 一级指标权重 | 序号 | 二级指标                     | 单位               | 二级指标权重 | I级清洁生产水平基准值  | II级清洁生产水平基准值                    | III级清洁生产水平基准值       |
|--------|--------|----|--------------------------|------------------|--------|--|---------------------------------|---------------------|
|        |        | 7  | 单面板                      | g/m <sup>2</sup> | 0.2    | ≤23.04   | ≤28.80                          | ≤34.56              |
|        |        |    | 双面板                      | g/m <sup>2</sup> |        | ≤53.76   | ≤67.20                          | ≤80.64              |
|        |        |    | 多层板（HDI、IC封装基板除外，（2+n）层） | g/m <sup>2</sup> |        | ≤<br>(53.76+38.40n)  | ≤<br>(67.20+48.00n)             | ≤<br>(80.64+57.60n) |
|        |        |    | HDI板（（2+n）层）             | g/m <sup>2</sup> |        | ≤<br>(53.76+38.40n)  | ≤<br>(67.20+48.00n)             | ≤<br>(80.64+57.60n) |
|        |        |    | IC封装基板（（2+n）层）           | g/m <sup>2</sup> |        | ≤<br>(53.76+38.40n)  | ≤<br>(67.20+48.00n)             | ≤<br>(80.64+57.60n) |
|        |        | 8  | *危险废物污染防治措施              | /                | 0.1    | 涉重金属的表面处理污泥和废液在企业内回收或送到有资质单位回收重金属，交外单位转移须提供危险废物转移联单  |                                 |                     |
| 温室气体排放 | 0.005  | 1  | 温室气体管理                   | /                | 1      | 已执行并持续运作组织温室气体管理系统（ISO14064-1）   | 已执行组织温室气体管理系统（ISO14064-1）       | 已执行组织温室气体管理         |
| 产品特征   | 0.05   | 1  | 产品合格率保障措施 <sup>®</sup>   | /                | 1      | 有镀液成分和杂质定量检测措施、有记录；产品质量检测设备和产品检测记录   | 有镀液成分定量检测措施、有记录；产品质量检测设备和产品检测记录 | 产品质量检测设备和产品检测记录     |
| 清洁生产管理 | 0.15   | 1  | *环境法律法规标准执行情况            | /                | 0.2    | 符合国家和地方有关环境法律、法规，污染物排放达到国家和地方排放标准、总量控制指标和排污许可证管理要求   |                                 |                     |
|        |        | 2  | *产业政策执行情况                | /                | 0.2    | 生产规模和工艺符合国家和地方相关产业政策   |                                 |                     |
|        |        | 3  | 生产过程环境管理                 | /                | 0.1    | 1、有工艺控制和设备操作文件；无跑、冒、滴、漏现象，有维护保养计划与记录；有针对生产装置突发损坏，对危险物、化学溶液应急处理的措施规定；2、按行业无组织排放监管的相关政策要求，加强对无组织 |                                 |                     |

| 一级指标 | 一级指标权重 | 序号 | 二级指标              | 单位 | 二级指标权重 | I级清洁生产水平基准值   | II级清洁生产水平基准值 | III级清洁生产水平基准值  |
|------|--------|----|-------------------|----|--------|---|--------------|--|
|      |        |    |                   |    |        | 排放的防控措施，减少生产过程无组织排放。  |              |  |
|      |        | 4  | 环境管理体系制度及清洁生产审核情况 | /  | 0.1    | 按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，环境管理程序文件及作业文件齐备；按照国家和地方要求，开展清洁生产审核  |              | 拥有健全的环境管理体系和完备的管理文件；按照国家和地方要求，开展清洁生产审核   |
|      |        | 5  | 废水环保设施的运行管理       | /  | 0.05   | 废水分类处理；建有废水处理设施运行中控系统，包括自动加药装置等；有废水排放量与主要成分自动在线监测装置，且经环保部门比对监测（区域不具备联网条件的除外）；记录治污设施运行数据并建立环保档案；具备计算机网络化管理系统 |              | 废水分类处理；建有废水处理设施运行中控系统，包括自动加药装置等；有废水排放量与主要成分自动在线监测装置，且经环保部门比对监测（区域不具备联网条件的除外）；记录治污设施运行数据并建立环保档案 |
|      |        | 6  | 废气环保设施的运行管理       | /  | 0.05   | 1、废气依照要求设置在线监测装置，且经生态环境部门比对监测（区域不具备联网条件的除外）；记录运行数据并建立环保档案；具备计算机网络化管理系统；<br>2、对有害气体有良好净化装置，并定期检测             |              | 1、废气依照要求设置在线监测装置，且经生态环境部门比对监测（区域不具备联网条件的除外）；记录运行数据并建立环保档案；<br>2、对有害气体有良好净化装置，并定期检测             |
|      |        | 7  | *危险化学品管理          | /  | 0.1    | 符合《危险化学品安全管理条例》相关要求   |              |  |
|      |        | 8  | *危险废物处理处置         | /  | 0.1    | 危险废物按照 GB 18597 等相关规定执行   |              |  |

| 一级指标   | 一级指标权重 | 序号 | 二级指标    | 单位 | 二级指标权重 | I级清洁生产水平基准值          | II级清洁生产水平基准值 | III级清洁生产水平基准值 |
|--|--------|----|---------|----|--------|----------------------|--------------|---------------|
|  |        | 9  | *环境应急预案 | /  | 0.1    | 编制系统的环境应急预案并开展环境应急演练 |              |               |
| <p>注：带“*”号的指标为限定性指标</p> <p>①生产线节能措施包括使用高频开关电源和/或可控硅整流器和/或脉冲电源，其直流母线压降不超过10%并且极杠清洁、导电良好、淘汰高耗能设备、使用清洁燃料。</p> <p>②自动生产线所占百分比以产能计算；多品种、小批量生产的企业（车间）对生产线自动化没有要求。</p> <p>③表中的单面板、双面板、多层板包括刚性印制电路板和挠性印制电路板。由于挠性印制电路板的特殊性，新鲜水用量、电耗和废水产生量比表中所列值分别增加25%、25%与35%。覆铜板利用率比表中所列值减少25%。刚挠结合印制电路板参照挠性印制电路板相关指标。</p> <p>④表中所述印制电路板制造适合于规模化批量生产企业。以小批量、多品种为主的快件和样板生产企业，其新鲜水用量、电耗和废水产生量可在表中指标值的基础上增加15%。</p> <p>⑤表中印制电路板层数加“n”是正整数。如6层多层板是(2+4)，n为4；HDI板层数包含芯板，若无芯板则是全积层层数，都是在2层基础上加上n层；刚挠板是以刚性或挠性的最多层数计算。</p> <p>⑥计算金属利用率时n为被审核镀种数；无氰镀银等其他镀种可以参照“铜利用率”计算。</p> <p>⑦减少单位产品重金属污染物产生量的措施包括：镀件缓慢出槽以延长镀液滴流时间（影响产品质量的除外）、风刀吹、挂具浸塑、科学装挂镀件、增加镀液回收槽、镀槽间装导流板，槽上喷雾清洗或淋洗（非加热镀槽除外）、在线或离线回收重金属等。</p> <p>⑧提高电镀产品合格率是最有效减少污染物产生的措施，“有镀液成分和杂质定量检测措施、有记录”是指使用仪器定量检测镀液成分和主要杂质并有日常运行记录或委外检测报告。</p> <p>⑨表面处理生产车间基本要求：设备和管道无跑、冒、滴、漏，有可靠的防范泄漏措施、生产作业地面、输送废水管道、废水处理系统有防腐防渗措施、有酸雾、氰化氢、氟化物、颗粒物等废气净化设施，有运行记录。</p> <p>⑩表中HDI板、IC封装基板除层数外，制作阶数也会对能源消耗产生影响，可根据主要工序数量按照阶数进行修正。修正系数取值为1阶1、2阶1.21、3阶1.43、4阶1.64、5阶1.86、6阶2.07。</p> <p>⑪若生产中除用电外还耗用原油、柴油或天然气等其他能源，则可以按国家有关综合能耗折标煤标准换算，统一以耗电量计算。如电力：0.1229 kgce/(kW·h)，原油：1.4286 kgce/kg，天然气：1.1000 kgce/m<sup>3</sup>~1.3300 kgce/m<sup>3</sup>。则1 t标煤折电力0.81367万kW·h，1 t原油折电力1.1624万kW·h，1000 m<sup>3</sup>天然气折电力0.8950万kW·h~1.0822万kW·h（能源、电力折标准煤系数取自《综合能耗计算通则》GB/T 2589-2020）。</p> |        |    |         |    |        |                      |              |               |

## 5 评价方法

### 5.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的隶属函数，如式（1）所示。

$$Y_{gk}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_k \\ 0, & x_{ij} \notin g_k \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$x_{ij}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级评价指标；

$g_k$ ——二级指标基准值，其中 $g_1$ 为I级水平， $g_2$ 为II级水平， $g_3$ 为III级水平；

$Y_{gk}(x_{ij})$ ——二级指标 $x_{ij}$ 对于级别 $g_k$ 的隶属函数。

如式（1）所示，若指标  $x_{ij}$ 属于级别 $g_k$ ，则隶属函数的值为100，否则为0。

### 5.2 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到评价对象在不同级别 $g_k$ 的得分 $Y_{gk}$ ，如式（2）所示。

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{gk}(x_{ij})) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$w_i$ 为——第*i*个一级指标的权重， $\omega_{ij}$ 为第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的权重，其中

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1, \quad m \text{ 为一级指标的个数；}$$

$n_i$  ——第 *i* 个一级指标下二级指标的个数；

$Y_{gk}$ —— $Y_{g1}$ 等同于 $Y_I$ ， $Y_{g2}$ 等同于 $Y_{II}$ ， $Y_{g3}$ 等同于 $Y_{III}$ 。

### 5.3 综合评价指数计算步骤

5.3.1 第一步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与I级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与I级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分YI，当综合指数得分YI $\geq$ 85分时，可判定企业清洁生产水平为I级。当企业相关指标不满足I级限定性指标要求或综合指数得分YI $<$ 85分时，则进入第2步计算。

5.3.2 第二步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与II级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与II级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分YII，当综合指数得分YII $\geq$ 85分时，可判定企业清洁生产水平为II级。当企业相关指标不满足II级限定性指标要求或综合指数得分YII $<$ 85分时，则进入第3步计算。

5.3.3 新建企业或新建项目不再参与第3步计算。

5.3.4 第三步：将现有企业相关指标与III级限定性指标基准值进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与III级基准值进行逐项对比，计算综合指数得分，当综合指数得分YIII=100分时，可判定企业清洁生产水平为III级。当企业相关指标不满足III级限定性指标要求或综合指数得分YIII $<$ 100分时，表明企业未达到清洁生产要求。

### 5.4 电子电路制造业清洁生产企业的评定

5.4.1 本文件采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标达到III级水平的基础上，采用指标分级加权评价方法，计算行业清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数，确定清洁生产水平等级。

5.4.2 对电子电路制造企业清洁生产水平的评价，是依据其清洁生产综合评价指数为依据，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为清洁生产先进（标杆）水平、清洁生产准入水平和清洁生产一般水平。

5.4.3 根据目前我国电子电路制造业的实际情况，不同等级的清洁生产企业的综合评价指数判定值规定列于表 2。

表 2 电子电路制造业

| 企业清洁生产水平          | 评定条件  |
|-------------------|---|
| I 级（清洁生产先进（标杆）水平） | 同时满足：<br>——YI≥85；<br>——限定性指标全部满足 I 级基准值要求；<br>——非限定性指标全部满足 II 级基准值要求。       |
| II 级（清洁生产准入水平）    | 同时满足：<br>——YII≥85；<br>——限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上；<br>——非限定性指标全部满足 III 级基准值要求。 |
| III 级（清洁生产一般水平）   | 满足：<br>——YIII=100。  |

5.4.4 按照现行生态环境保护政策法规以及产业政策要求，凡被地方生态环境主管部门认定为主要污染物排放未“达标”（指总量未达到控制指标或主要污染物排放超标），或被地方工业和信息化主管部门认定生产淘汰类产品或仍继续采用要求淘汰的设备、工艺进行生产的企业，不能参与清洁生产等级评价。

## 6 指标解释与数据来源

### 6.1 指标解释

#### 6.1.1 单位产品新鲜水用量

每生产单位面积产品所消耗的新鲜水量，计算公式见式（3）。

$$W_u = \frac{W_f}{A_s} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$W_u$ —单位产品新鲜水用量， $m^3/m^2$ ；

$W_f$ —年度总新鲜水用量（不含办公、生活、实验、空调等新鲜水用量），也即该年度生产过程总新鲜水用量， $m^3$ ；

$A_s$ —单一种类相同制程线路板年产出面积， $m^2$ 。

#### 6.1.2 单位产品电耗

统计单位产品电耗的生产设备包括制程设备和公用设备两大类，即制程设备和公用设备。其中制程设备包括生产设备、检测设备等；公用设备包括空调系统（如：冰水机、箱型冷气、冷却水塔等）、压缩空气系统（如：马达、空气干燥机及涡轮机等）、蒸汽系统（如：锅炉、冷凝系统等）等。计算公式见式（4）。

$$E_u = \frac{E_t}{A_s} \dots\dots\dots(4)$$

式中： $E_u$ —单位产品电耗， $kWh/m^2$ ；

$E_t$ —年度总耗电量，也即该年度生产过程电能消耗总量，kWh；  
 $A_s$ —单一种类相同制程线路板年产出面积， $m^2$ 。

### 6.1.3 水的重复利用率

水的重复利用率，指生产线用水的重复利用率，不包括空调用水。计算公式见式（5）。

$$R = \frac{V_r}{V_i + V_r} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

式中：

$R$ ——水的重复利用率，%；  
 $V_r$ ——在一定计量时间内重复利用水量（包括循环水量和串联使用水量）， $m^3$ ；  
 $V_i$ ——在一定计量时间内产品生产取水量， $m^3$ 。

### 6.1.4 覆铜板利用率

覆铜板利用率指产出印制电路板成品面积与投入覆铜板面积之百分比。

其中产出印制电路板成品面积是指合格的入库产品面积；投入覆铜板面积是指该投入批产品生产的全部覆铜板，包括开料与工艺余量产生的边角料及加上报废不合格品面积。单件印制电路板产品面积计算是指客户要求交货时容纳印制电路板外形的最小矩形的面积。利用率计算见式（6）。

$$CL_R = \frac{P_s}{CL_s} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$CL_R$ ——覆铜板利用率，%；  
 $P_s$ ——产出印制电路板成品面积， $m^2$ ；  
 $CL_s$ ——投入覆铜板面积， $m^2$ 。

### 6.1.5 金属综合利用率

金属利用率按式（7）计算：

$$U(\%) = \sum_{i=1}^n \frac{T_i \cdot S_i \cdot d}{M - m_1 - m_2} \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$U$ —金属综合利用率；  
 $n$ —考核期内镀件批次；  
 $T_i$ —第*i*批镀件镀层金属平均厚度， $\mu m$ ；  
 $S_i$ —第*i*批镀件镀层面积， $m^2$ ；  
 $d$ —镀层金属密度， $g/cm^3$ ；  
 $M$ —金属原料（消耗的阳极和镀液中金属离子）消耗量， $g$ ；  
 $m_1$ —阳极残料回收量， $g$ ；  
 $m_2$ —其他方式回收的金属量（包括电镀污泥回收金属量）， $g$ ；  
“金属”意指用于电镀生产的金属阳极、金属盐或氧化物所含的金属元素。

### 6.1.6 单位产品污染物产生量

单位产品污染物产生量用式（8）计算，若含有某种污染物的生产废弃物有多点排放，则把分别测定的数据相加。

$$Q = \frac{W_t}{A_s} \dots \dots \dots (8)$$

式中：

$Q$ —单位产品污染物产生量， $g/m^2$ ；

$W_t$ —年度工厂所有废弃物排放点在末端处理前中污染物监测数据加和，g；  
 $A_s$ —单一类型相同制程线路板年产出面积，m<sup>2</sup>。

## 6.2 数据来源

### 6.2.1 统计

企业的新鲜水的消耗量、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等统计计算数据，以年报或考核周期报表为准。

### 6.2.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用特征指标也可以在考核周期内用实测方法取得，对间歇性生产的企业，实测三个周期；对连续生产的企业，应连续监测72小时。

### 6.2.3 采样和监测

本指标污染物产生指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准监测分析方法，详见GB 39731、GB 37822、HJ 734等。

---