

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# SJ

## 中华人民共和国电子行业标准

SJ/T XXXXX—XXXX

### 印制电路板制造业水平衡测试与计算方法

Test and calculation method of water balance in printed circuit board industry enterprises

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前言

本标准按照GB/T1.1-2020《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。

本标准由工业和信息化部节能与综合利用司提出

本标准由中国电子标准化研究院归口

本标准起草单位；

本标准主要起草人：

# 印制电路板制造业水平衡测试与计算方法

## 1 范围

本文件规定了印制电路板制造企业的水平衡测试程序与方法。

本文件适用于刚性印制板、挠性印制板、刚挠结合印制板以及高密度互联印制板（HDI）制造企业的水平衡测试，其他类型电子电路制造企业可参考执行。

## 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。凡是不注日期的文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12452 水平衡测试通则

GB/T 21534 节约用水 术语

GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

GB/T 27886 工业企业用水管理导则

HJ 450-2008 清洁生产标准 印制电路板制造业

GB/T 7119 节水型企业评价导则【PCB行业节水型企业评价标准待更新】

CESA-2021-4-022 取水定额 印制电路板行业【待标准更新】

## 3 术语和定义

GB/T 12452和GB/T 21534界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 印制电路板 printed circuit board, PCB

指在绝缘基材上，按预定设计形成从点到点互连线路以及印制元件的印制电路板，按产品功能和工艺特征，通常可分为刚性印制板、挠性印制板、刚挠结合印制板以及高密度互联印制板（High density interconnector, HDI），按线路层数，亦可分为单面板、双面板和多层板等。

注：改写HJ 450-2008，定义3.4。

### 3.2 印制电路板制造 printed circuit board manufacturing

指以覆铜箔层压板（覆铜板）为主要材料，采用图形转移和蚀刻铜（减成法）工艺形成电路图形，并由钻孔与孔金属化、电镀实现层间互连而加工成印制电路板。

[来源：HJ 450-2008，定义 3.6]

### 3.3 印制电路板制造业水平衡测试 Water balance testing for printed circuit board manufacturing

指以印制电路板制造企业为考察对象，对印制电路板制造企业的用水单元或系统的水量进行系统地测量、统计和计算，根据水量平衡原理，分析查找问题并提出持续改进建议的过程。

## 4 总则

4.1 印制电路板企业的水平衡测试应在常规工况下进行，生产系统应处于正常运行状态。

4.2 印制电路板企业水平衡测试边界从原材料、燃料进厂到成品出厂的全部生产系统、辅助生产系统、附属生产系统。具体工序划分可参考第5章，也可根据实际情况进行调整，对每个测试单元的测试应同步进行。

4.3 印制电路板企业应根据GB/T27886 的要求开展用水管理，形成文件，实施并保持和持续改进其有效性。

4.4 印制电路板企业应根据GB24789 的要求配备和管理水计量器具。

4.5 印制电路板企业在开展水平衡测试前应多所有的测试仪器进行检定或校准，保证其在检定或校准的有效期内，其精确度等级应满足GB24789 的要求。

## 5 水平衡测试程序与方法

### 5.1 工作程序

水平衡测试包括4个阶段，分别是准备阶段、实测阶段、汇总阶段和分析评价阶段，并以水平衡测试报告的形式体现测试过程和结果。

### 5.2 准备阶段

5.2.1 调研企业主要生产概况，查清企业各用水环节、用水工艺及用水设备的基础情况，调研的资料至少包括：

- 企业建（构）筑物平面布置图、车间及产线分布图；
- 职工人数，包括行政办公人数、日常就餐人数、住宿人数等；
- 近5年各类产品（按产品功能和工艺特征、线路层数分类）产量；
- 各类产品的生产工艺过程、测试时段内可能的排产情况；
- 管网图及输水管径（供水管网图、排水管网图、中水管网图等）；
- 水源（自来水、地下水、地表水及其他水源）；
- 主要用水设备设施情况（用水量、运行）；

5.2.2 收集整理以下用水技术资料：

- 用水节水的相关规章制度；
- 水源构成及其水量、水质和水压参数；
- 排水的水量、水质参数；
- 供排水管网图；
- 供水管网材质、进水水压、水质参数；
- 水计量器具配备系统图；
- 供水、用水、排水日常记录台账及相关汇总表格；
- 近5年实际用水和计划用水情况；
- 近5年用水节水技术改造情况；
- 近5年的水平衡测试文件。

5.2.3 根据用水技术资料，整理填写和校验用水单位取水水源情况表、用水单位年用水情况表、用水单位生产情况统计表、用水单位水计量器具统计表和用水单位水计量器具配备表等基础表格。表格示例参见附录A。

5.2.4 调查企业各供水点及用水点的水计量器具配备率及水计量率，绘制水计量器具配备系统图和供排水管网图。

5.2.5 根据企业供排水管网图和用水工艺，进行现场核实，并按照企业现状绘制用水流程图，包括用水单位（一级）、次级用水单位（二级）、主要用水设备或系统（三级）的用水流程图。其中，用水单位（一级）指印制电路板制造企业，次级用水单位（二级）通常以能够独立进行用水计量的区域、车间、工艺进行划分，主要用水设备或系统（三级）为用水量大于或等于  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  的单台设备或单套系统、产线、工段、工序等。

5.2.6 制定企业水平衡测试方案。测试方案应包括：

- 测试依据、目的、内容及方法；
- 企业用水基本情况；
- 水平衡系统、单元划分及测点设置；
- 测试人员组成、任务分工及职责；
- 测试仪器设备清单；
- 水平衡测试要求及安全注意事项；
- 测试时间与工作安排等。

5.2.7 按照测试方案，检查企业水表计量情况是否满足开展水平衡测试工作的要求，企业宜按照测试方案要求安装符合国家规定的经校验合格的计量仪表。企业应按 GB 24789 要求配备水计量器具，有条件的企业，二级计量器具配备率宜达到 100%。

5.2.8 收集企业用水技术资料，准备各种记录和统计空白表单，表单示例见附录 A。企业可以根据实

际的用水工艺和流程，编制符合自身用水特点的各种记录和统计表单，但记录和统计表单应能全面、真实反映企业的用水情况，包括但不限于：

- 企业取水水源情况表；
- 企业年用水情况表；
- 企业水平衡测试统计表；
- 企业水平衡测试表；
- 设备或工序水平衡测试表；
- 企业用水分析表；
- 企业生产或运营情况统计表；
- 企业水计量器具配备统计表；
- 企业水计量器具配备情况表；
- 企业水计量器具抄读记录表。

5.2.9 现场测试前应与企业人员确认测试方案，对参与测试的相关人员进行培训，包括测试步骤和方法、表单填写规范、现场安全事项等。

### 5.3 实测阶段

#### 5.3.1 划分用水单元

印制电路板制造企业用水统计范围包括生产用水、辅助生产用水、附属生产用水3种类型。

- 主要生产用水，是指阻焊、蚀刻、孔金属化、电镀、表面处理等工艺用水，按水的用途，可分为配药用水、清洗用水等，按水中物质及其含量，通常有纯水、去离子水、各类药液（如蚀刻液、电镀液、清洗液）等。
- 辅助生产用水，是指工业水净化或软化系统、加药系统、锅炉、机修、空压站、冷水机组、中水回用系统、化验室和污染物处理设施等用水。
- 附属生产用水，是指在厂区内为生产服务的各种服务、生活系统，包括办公楼、食堂、浴室、绿化、景观、车队等用水。

实测阶段可根据用水特点和测试需求，把具有相对独立性的用水区域、车间或部门、主要用水设备或系统等，划分为若干个用水单元。具体测试点依据印制电路板企业工艺流程及水表计量情况而定。如工序（沉铜、电镀、蚀刻、阻焊、前处理、表面处理）、冷却塔、纯水系统、废水处理站、中水回用系统等用水单元。

#### 5.3.2 选取测试时段

选取运行稳定的、有代表性的时段，连续测试时间不少于7 d，每24 h至少记录1次，取得不少于8次测试数据，并记录测试时段内的产品排产情况。

#### 5.3.3 测试参数

5.3.3.1 需要测试和计算的水量参数有：取水量  $V_i$ 、循环水量  $V_{cy}$  ( $V'_{cy}$ )、串联水量  $V_s$  ( $V'_s$ )、耗水量  $V_{co}$ 、排水量  $V_d$ 、漏损水量  $V_l$  等。

5.3.3.2 应测定用水单位供水管网、蒸汽管网、循环水管网及对水压有要求的用水单元端点的压力。

#### 5.3.4 测试方法

5.3.4.1 实测水量应当根据系统或单元用水特点，选择适宜的测定方法，如水表法、便携超声波流量计法、容积法、流速法、堰测法等。

5.3.4.2 对于用水技术资料齐全，有稳定、可靠的水计量器具，如水表、电磁流量计、孔板流量计、涡街流量计等计量资料并记录完整的用水系统，可以通过对历史数据的统计分析得到水量数据。

5.3.4.3 敞开式循环冷却水系统耗水量计量方法可以参见 GB/T 12452 附录 C。

5.3.4.4 在有条件停水的系统或用水单元，可选择适当的时间，关闭全部用水系统或用水单元，若水表有流量读数，则表明管网有漏损，测试时间不少于 30min；在无条件停止用水的情况下，当配备相同准确度等级的水计量器具，且二级、三级水计量器具配备率为 100%时，可采用动态测试的方式，利用上下级水计量器具计量之差，分析管网漏损。若一级水表计量数值与二级水表计量数值或二级水表计量

数值与三级计量水表差值大于 3%，可认为该用水系统或用水单元存在漏失情况，一级水表计量数值与二级水表计量数值或二级水表计量数值与三级水表计量数值之差扣除计量误差，可近似认为管网漏失水量。

5.3.4.5 对可能存在漏水的用水环节进行检查，及时维修；确保用水系统无漏水之后，进行水平衡测试。

### 5.3.5 初级平衡及逐级平衡

5.3.5.1 每测试完一个用水单元，应立即对该单元各主要用水设备进行水量的初级平衡，对不平衡的设备，应及时进行补测。在测试工作全部完成后，及时进行误差分析和数据修正，并完成用水单位水量平衡测试图绘制及水量平衡表填写工作。

5.3.5.2 在用水单位生产或运营稳定且测试点位数量较大的情况下，用水单位用水系统可以逐级划分为多个用水单元，选取代表性测试时段，自下而上、从局部到整体逐级进行水平衡测试。

## 5.4 汇总阶段

5.4.1 企业水平衡测试数据主要用表格统计，表单示例见附录 A。

5.4.2 根据划分好的用水单元填写用水单元水平衡测试表，并绘制相应的水平衡图，做到一表一图。

5.4.3 汇总各用水单元水平衡测试表，填写用水单位水平衡测试统计表，并绘制总水量平衡图。

## 5.5 分析评价阶段

5.5.1 根据以下内容，评估水平衡测试过程是否科学合理、测试数据是否准确、测试结果是否符合实际。

——计量仪器仪表安装是否齐全，并保持完好、运转无误；

——测试是否按照水平衡测试方案进行测试，有无漏测试点，测试数据是否完善；

——测试时段内企业的生产运营是否稳定，是否能代表企业较长时期内的生产水平。

5.5.2 根据企业的水平衡测试结果，结合测试时段内各类产品的排产情况，按 GB/T 7119、地方用水定额标准、行业取水定额等相关标准要求，选取并计算被测企业用水评价指标，如单位产品取水量、万元工业增加值取水量、循环水利用率、漏失率、废水达标排放率等指标。

5.5.3 应依据用水评价指标，对企业的用水水平、用水效率、用水工艺等进行评价，必要时结合水温、水压、水质等参数进行分析。

5.5.4 根据企业的水平衡测试分析结果，提出持续改进方案，包括：

——改进并完善企业日常计量统计制度和办法，提高用水统计的精度；

——分析测算相关节水改造项目的节水效益和成本；

——与用水定额对比或与同类产品制造企业的用水水平比对，提出改进措施，挖掘节水潜力。

## 6 水平衡图示与计算方程式

### 6.1 水平衡基本图示意图 1。

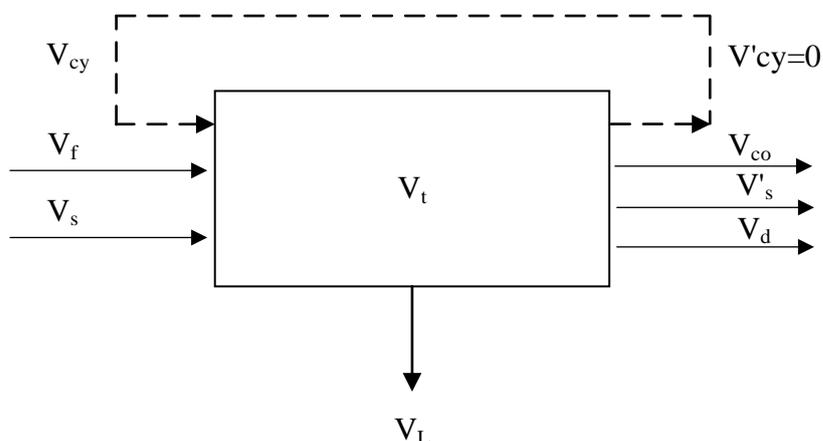


图1 水平衡基本图示

输入表达式 (1) :

$$V_{cy} + V_s + V_f = V_t \dots\dots\dots (1)$$

输出表达式 (2) :

$$V_t = V'_{cy} + V_{co} + V_d + V_L + V_s \dots\dots\dots (2)$$

输入输出平衡方程式见式 (3) :

$$V_{cy} + V_s + V_f = V'_{cy} + V_{co} + V_d + V_L + V_s \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $V_{cy}$ 、 $V'_{cy}$  ——为循环水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_f$  ——为新水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_s$ 、 $V'_s$  ——为串联水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_t$  ——为用水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_{co}$  ——为耗水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_d$  ——为排水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_L$  ——为漏失水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );

6.2 印制电路板电镀铜工序用水单元示意图 2

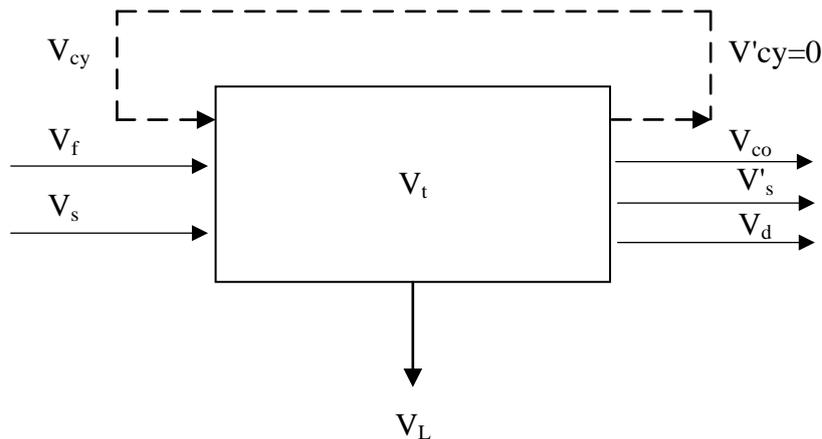


图2 电镀铜生产线用水单元水平衡示意图

式中:

- $V_{cy}$ 、 $V'_{cy}$  ——为逆流漂洗回用水量, 单位为立方米/天, ( $m^3/d$ );
- $V_f$  ——为纯水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_s$ 、 $V'_s$  ——为生产回用水, 即污水经处理设施处理后再回用至生产线, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_t$  ——为电镀铜用水单元用水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_{co}$  ——为电镀铜过程中耗损耗水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_d$  ——为电镀铜用水单元排出水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );
- $V_L$  ——为电镀铜用水单元漏失水量, 单位为立方米/天 ( $m^3/d$ );

## 附录 A

(资料性)

## 印制电路板制造企业水平衡测试相关表格格式

表A.1 企业基本情况表

企业名称		建厂日期	
所在地址			
人员构成	行政办公人数:	饭堂就餐人数:	住宿人数:
产品构成及设计产能	产品类型	单位	设计年产能
产品总产值	万元	工业增加值	万元
能源构成	能源名称	单位	年消耗量
	水	万吨	
	电	万千瓦	
	其他能源		

表A. 2 企业取水水源情况表

序号	水源类别		设计 m <sup>3</sup> /d	实际 m <sup>3</sup> /d	输水管道规格×数量 mm	主要用途	备注
	常规水资源	非常规水资源					

表A. 3 企业年用水情况表

年份	取水量 万 m <sup>3</sup>				直接 冷却 循环 水量 万 m <sup>3</sup>	间接 冷却 循环 水量 万 m <sup>3</sup>	其他 循环 水量 万 m <sup>3</sup>	蒸汽 冷凝 水回 用量 万 m <sup>3</sup>	回 用 水 量 万 m <sup>3</sup>	其他 串 联 水 量 万 m <sup>3</sup>	外 排 水 量 万 m <sup>3</sup>	漏 损 水 量 万 m <sup>3</sup>	耗 水 量 万 m <sup>3</sup>	单 位 产 品 取 水 量 m <sup>3</sup> /t	重 复 利 用 率 %	直 接 冷 却 水 循 环 率 %	间 接 冷 却 水 循 环 率 %	蒸 汽 冷 凝 水 回 率 %	废 水 回 率 %	漏 损 率 %	达 标 排 放 率 %	非 常 规 水 替 代 率 %	其 他	

注 1：“取水量”栏：按本用水单位不同水源类别，分别填在空格中。  
注 2：当用水中有直流冷却水量时，自行增加直流冷却水用量栏。

表A.4 企业水平衡测试统计表（单位：m<sup>3</sup>/d）

用水分类	序号	用水单元名称	取水量						重复利用水量						其他水量		
			常规水源			非常规水源			直接冷却循环水量	间接冷却循环水量	其他循环水量	蒸汽冷凝水回用量	回用水量	其他串联水量	排水量	漏损水量	耗水量
主要生产用水																	
辅助生产用水																	
附属生产用水																	
水量合计																	
取水量计算			取水量=∑常规水资源量 + 非常规水资源量														
总用水量计算			总水量=新水量+重复利用水量														
注1：“取水量”栏：按本用水单位水源类别及名称填报。																	
注2：各用水单元水平衡测试表中数据的平均值列入本统计表。																	

表A.5 用水单元水量测试平衡表

基本用水单元								设备/工序型号规格						
安装地点														
用水规律														
水的用途														
主要产品		名称												
		数量(单位)												
测试日期														
分次测试 结果	测试 次序	输入水量 (m³/d)						输出水量 (m³/d)						
		新水量	串联水量	循环水量			总输入水量	耗水量	漏溢水量	排水量	循环水量			总输出水量
	冷却水			工艺水	其他	冷却水					工艺水	其他		
	一													
	二													
	三													
	四													
	五													
	六													
	七													
八														
用水量 (m³/d)								新水量 (m³/d)						
耗水量 (m³/d)								漏溢水量 (m³/d)						
重复利用水量 (m³/d)								重复利用率 (%)						

表A. 6 企业生产情况统计表

序号	产品名称	原材料/工艺路线	设计产能 m <sup>2</sup> /d	实际产量 m <sup>2</sup> /d	取水量 m <sup>3</sup> /d	单位产品取水量 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>

表A. 7 企业水计量器具配备统计表

水计量器具配备	项目	用水单位（一级）	次级用水单位（二级）	主要用水设备（三级）	合计
	应配备数量（个）				
	已配备数量（个）				
	配备率（%）				
其他计量器具配备	项目	应配备数量 （个）	已配备数量 （个）	配备率 （%）	
备注					

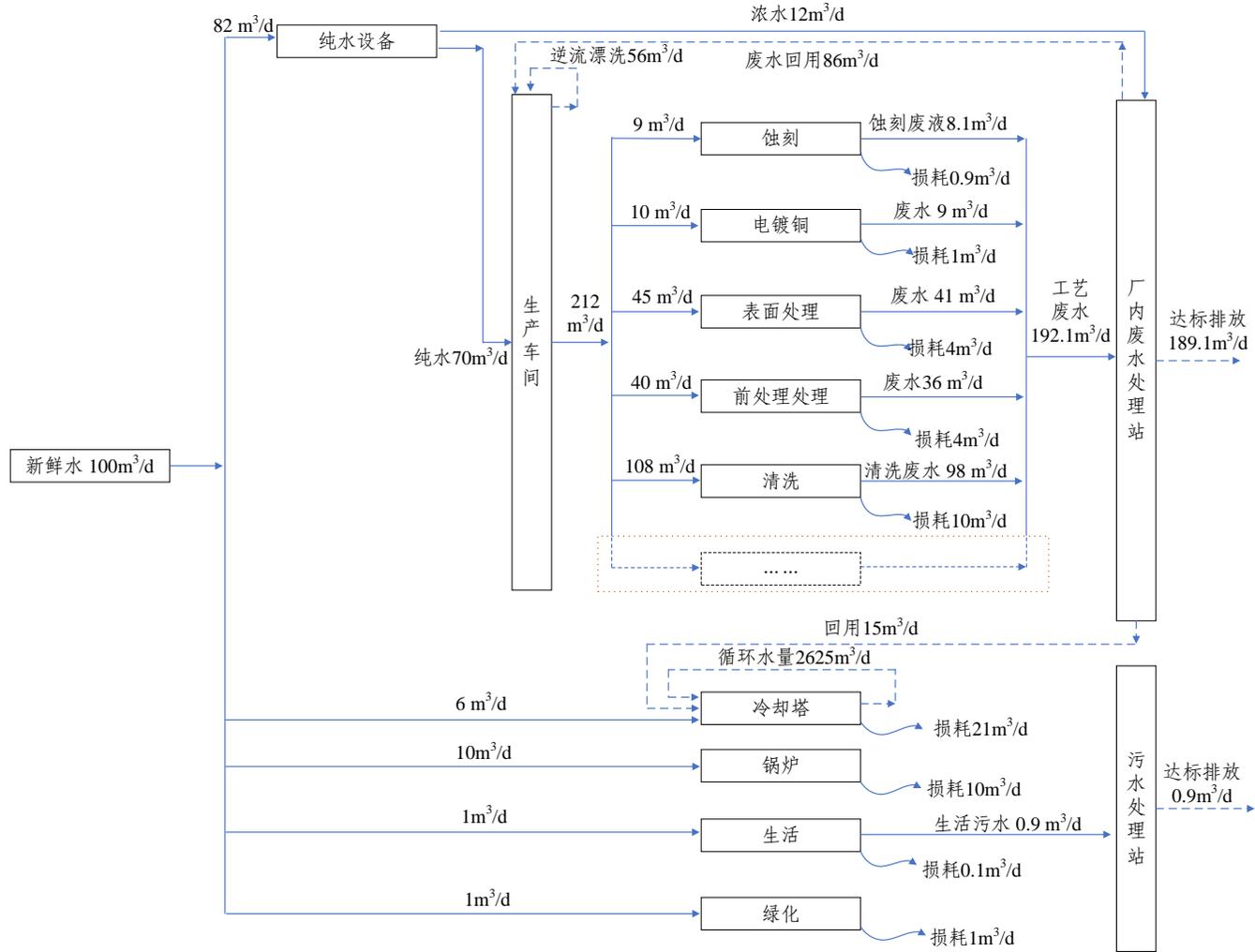




附录 B

(资料性附录)

印制电路板制造业水平衡图示例



参 考 文 献

- [1] QB/T 5571-2021 造纸企业水平衡测试方法
  - [2] YB/T 4883-2020 钢铁企业水平衡测试与计算方法
  - [3] T/GDES 20-2018 印制电路板制造业绿色工厂评价导则
-