



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

印刷机械 油墨干燥及固化装置 能效评价方法

Printing machinery—Energy efficiency assessment method for
ink drying and curing device

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2023.8.7)

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

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 缩略语 5

5 油墨干燥及固化装置的分类 5

6 能效评价流程 5

7 准备阶段 6

 7.1 编制能耗测试方案 6

8 测试阶段 7

 8.1 输入工作参数开始印刷 7

 8.2 抽样 7

 8.3 动态平衡状态的判定 7

 8.4 能耗的测量与记录 8

 8.5 收集样张 8

 8.6 数据记录 8

9 评价阶段 8

 9.1 综合能耗计算 8

 9.2 单位产品综合能耗计算 8

 9.3 能效评价报告 9

附录 A（规范性） 测试条件 10

 A.1 测试环境和场地 10

 A.2 测试材料和印刷机 10

 A.3 测量仪器 10

附录 B（规范性） 油墨干燥（固化）效果判定方法 11

附录 C（资料性） 能耗测试数据记录表 12

附录 D（资料性） 油墨干燥及固化装置能效评价表 16

参考文献 17

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业联合会提出。

本文件由全国印刷机械标准化技术委员会（SAC/TC 192）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

油墨干燥及固化装置是印刷机的主要耗能部分，对其进行能效评价将有助于引导印刷企业选择节能高效产品，激发印刷设备制造企业在节能技术开发与研究等方面的创新动力，对印刷行业实现节能低碳生产意义重大。

油墨干燥（固化）是一个包含热量、质量和动量交互影响的复杂过程。本文件在研究油墨干燥（固化）理论的基础上，充分考虑到印刷生产过程中涉及到的各种理化因素，建立起一套包括能效评价流程、印刷品油墨干燥及固化状态的合格判定条件、针对不同油墨干燥及固化装置类型的能耗测试方法以及能效数据记录表和能效评价报告在内的能效评价内容体系。本文件将指导油墨干燥及固化装置乃至印刷机进行能效等级划分，同时为第三方机构进行节能效果评判提供方法和依据。

印刷机械 油墨干燥及固化装置 能效评价方法

1 范围

本文件规定了油墨干燥及固化装置的分类、能效评价流程、能耗测试方法和能效评价方法。

本文件适用于各类印刷机中的热风干燥装置、红外线（IR）干燥装置、紫外线（UV/UV-LED）固化装置和电子束（EB）固化装置的能效评价。

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 2589—2020 综合能耗计算通则

GB/T 19862—2016 电能质量监测设备通用要求

GB/T 22778—2021 液晶数字式石英秒表

GB/T 23649—2009 印刷技术 过程控制 印刷用反射密度计的光学、几何学和测量学要求

GB/T 26497—2022 电子天平

GB/T 32201—2015 气体流量计

JB/T 6530 印刷机 产品型号编制方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热风干燥装置 hot-air dryer

〈印刷机〉上用风机将通过热源的空气以强制性对流的方式与印刷品进行湿热交换，从而加速其表面的油墨膜层变化成为固态或准固态的装置。

3.2

红外线干燥装置 infrared curing device

〈印刷机〉上用红外线对印刷品进行辐射传热、匹配吸收，从而加速其表面的油墨膜层变化成为固态或准固态的装置。

3.3

紫外线固化装置 ultraviolet curing device

〈印刷机〉上用紫外线辐射，使紫外光固化油墨发生聚合反应快速固化的装置。

3.4

电子束固化装置 electron beam curing device

〈印刷机〉上用电子束辐射，使电子束固化油墨发生聚合反应快速固化的装置。

3.5

动态平衡状态 dynamic equilibrium condition

在本文件给出的测试条件下，油墨干燥及固化装置的工作状态参数稳定在允许偏差范围内，且印刷品油墨达到良好的干燥（固化）效果时的工作状态。

3.6

综合能耗 comprehensive energy consumption

在本文件给出的测试条件下，油墨干燥及固化装置各耗能部件（含节能装置）在测试阶段实际消耗的各种能源实物量，按规定的计算方法分别折算为电力（当量值）后的总和。

注：各种能源的折算系数应符合GB/T 2589—2020的规定。

3.7

单位产品综合能耗 energy consumption of unit prints

在本文件给出的测试条件下，油墨干燥及固化装置完成干燥（固化）每平米印刷品所消耗的能源总量。

3.8

冷却系统 cooling system

在油墨干燥(固化)过程中,通过流动的风或水给油墨干燥及固化装置和承印材料进行散热的系统。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IR: 红外线 (infrared)

UV: 紫外线 (ultraviolet)

UV-LED: 紫外线发光二极管 (ultraviolet LED)

EB: 电子束 (electron beam)

5 油墨干燥及固化装置的分类

按工作原理分为：

——热风干燥装置；

——红外线（IR）干燥装置；

——紫外线（UV）固化装置：UV 固化装置和 UV-LED 固化装置；

——电子束（EB）固化装置。

6 能效评价流程

能效评价分为准备、测试和评价阶段，其流程见图1。

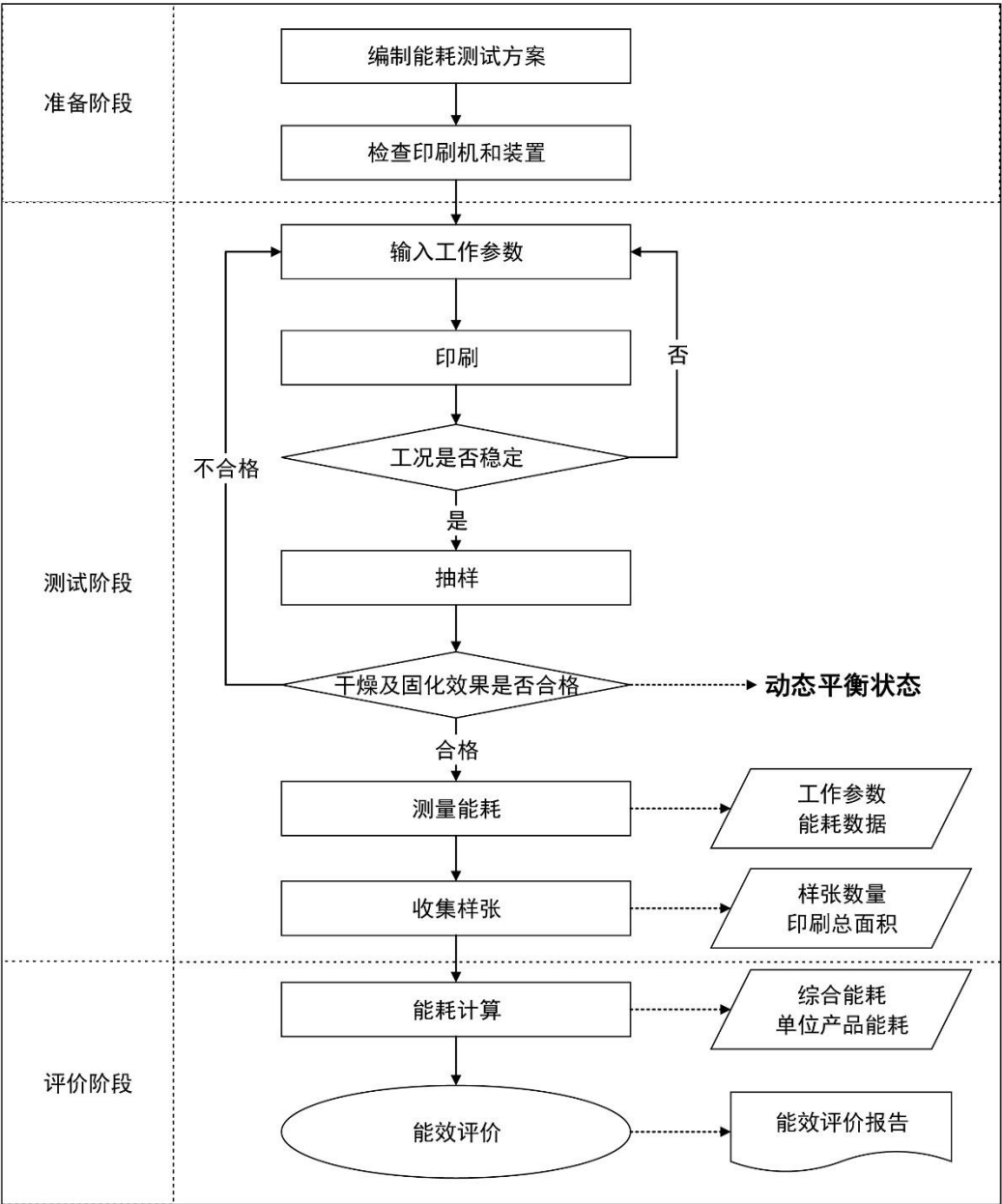


图1 油墨干燥及固化装置能效评价流程图

7 准备阶段

7.1 编制能耗测试方案

能耗测试方案至少应包括以下内容：

- a) 测试的印刷机、油墨干燥及固化装置、油墨种类和承印材料的清单；
- b) 确定油墨干燥及固化装置能效评价边界范围，见图 2；
- c) 测点布置与所需测量仪器；
- d) 人员组织与分工；
- e) 测试工作程序。

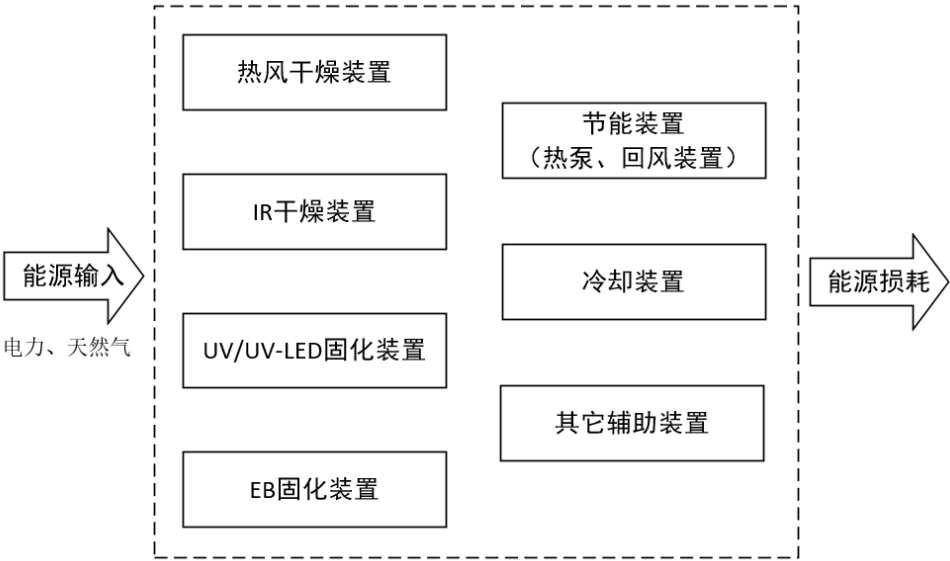


图2 油墨干燥及固化装置能效评价边界范围

7.2 测试前，应对印刷机运行状况进行检查，并校正测量仪器。

8 测试阶段

8.1 输入工作参数开始印刷

根据油墨干燥及固化装置在设计功效设定的最优参数输入工作参数，在附录A的测试条件下，印刷机以最高印刷速度的80%开始印刷测试。

8.2 抽样

8.2.1 卷筒型印刷机通过换卷操作切换收卷，待样品料轴停止后，连续抽取 10 个版面长度的印刷样张。

8.2.2 单张型印刷机在测试速度下，从机台直接连续抽取印刷样张 10 张。

8.3 动态平衡状态的判定

印刷过程中，油墨干燥及固化装置工况处于稳定状态，且印刷品油墨达到良好的干燥（固化）效果时为动态平衡状态。

8.3.1 工况稳定状态

油墨干燥及固化装置工况稳定状态的判定见表1。

表1 油墨干燥及固化装置工况稳定状态的判定

装置类型	工作参数项目	波动范围
热风干燥装置	烘箱温度（℃）	±2℃
	进风口风量（m³/h）	≤1%
	进风口风速（m/s）	≤1%
IR 干燥装置	输入功率（kw/h）	≤2%
	温度（℃）	±2℃

UV/UV-LED 固化装置	输入功率 (kw/h)	≤2%
	辐射照度 (mW/cm²)	≤2%
	辐射能量 (mJ/cm²)	≤2%
EB 固化装置	束流能量 (keV)	≤5%
	束流强度 (mA)	≤5%
	表面辐照剂量 (kGy·m/min)	≤8%
	氧气浓度 (ppm)	≤2%

8.3.2 油墨干燥（固化）效果

- 8.3.2.1 按照附录 B 给出的方法对印刷品油墨干燥（固化）效果进行判定。
- 8.3.2.2 如油墨没有干燥（固化），应调整干燥及固化装置的参数，再次进行印刷并抽样检查油墨干燥（固化）效果。

8.4 能耗的测量与记录

当测试达到动态平衡状态后，以印刷机最高印刷速度的80%进行时长为10min钟印刷，同时测量该过程所有与油墨干燥（固化）相关部件的能源消耗量，每30s记录一次工作参数。

注：热风干燥装置所使用能源主要为电能和天然气。

8.4.1 电能测量

- 按以下方法进行测量和记录装置中所有用电部件的耗电量：
- a) 在干燥或固化装置总电缆处接入电子式三相功率分析仪，测量记录测试阶段的耗电量。
 - b) 印刷机配置有电能监测仪器（仪器检测精度应符合相关标准）的可直接读取并记录测试阶段的耗电量。

8.4.2 天然气测量

在干燥或固化装置的天然气输入端安装流量表，测量并记录测试阶段天然气的用量，并按GB/T 2589—2020规定的折算系数折算为电力（当量值）。

注：天然气折算为电力（当量值）的折算系数为10.822 (kW h)/m³。

8.5 收集样张

停机后，统计印刷品长度或印张数量，计算油墨印刷总面积。

8.6 数据记录

填写能耗测试数据记录表，见表C.1~C.4。

9 评价阶段

9.1 综合能耗计算

$$E = \sum_{i=1} e_i \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

E ——综合能耗，单位为千瓦小时（kW h）；

e_i —— i 种耗能部件的能耗，单位为千瓦小时（kW h）。

9.2 单位产品综合能耗计算

$$S = l \times w \times n \cdots \cdots \cdots (2)$$

$$q_e = E/S \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

- S ——油墨印刷总面积，单位为平方米（ m^2 ）；
- l ——样张油墨印刷长度，单位为米（ m ）；
- w ——样张油墨印刷宽度，单位为米（ m ）；
- n ——样张总数量；
- q_e ——单位产品综合能耗，单位为千瓦每平方米（ kW/m^2 ）；
- E ——综合能耗，单位为千瓦小时（ $kW \cdot h$ ）。

9.3 能效评价报告

填写油墨干燥及固化装置能效评价报告，报告应包括但不限于以下内容：

- a) 评价工作过程简述；
- b) 评价边界范围；
- c) 油墨干燥及固化装置能耗测试数据记录表，见附录 C；
- d) 油墨干燥及固化装置能效评价表，见附录 D；
- e) 印证材料的说明；

附 录 A
(规范性)
测试条件

A.1 测试环境和场地

A.1.1 环境温度： (25 ± 2) ℃。

A.1.2 环境相对湿度 (50 ± 10) %。

A.1.3 场地：无明显的振动和强电磁波干扰。

A.2 测试材料和印刷机

A.2.1 印版：单色黑版，100%实地，满版布局（油墨覆盖面积根据印刷机最大印刷幅面设定）。

A.2.2 油墨：使用标准验证黑色油墨。

A.2.3 承印材料：使用标准验证承印材料。

A.2.4 印刷机：产品型号编制符合JB/T 6530规定的印刷机。

A.3 测量仪器

A.3.1 电子式三相功率分析仪：精度 $\leq \pm 0.5\%$ ，最大交流电压量程500V，最大交流电流量程1000 A，符合GB/T 19862-2016的规定。

A.3.2 流量计：符合GB/T 32201—2015的规定。

A.3.3 液晶数字式石英秒表：分辨率为0.01s，符合GB/T 22778—2021的规定。

A.3.4 风速测量仪：精度 $\leq 0.1\text{m/s}$ ，量程： $(0\sim 100)$ m/s。

A.3.5 温度计：精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，量程： $(0\sim 200)$ ℃。

A.3.6 电子天平：符合GB/T 26497—2022的规定。

A.3.7 反射密度计：符合GB/T 23649—2009的规定。

附 录 B
(规范性)

油墨干燥（固化）效果判定方法

- B.1 印刷样张正面和背面应无粘连和蹭脏现象。
- B.2 将印刷样张裁成长×宽为 50mm×50mm 的多个试样，将两个试样的印刷面面对面互贴后用胶带固定，置于稍大于试样的两块厚度为 0.5mm 的平板玻璃间，将 2kg 砝码置于平板玻璃上，室温情况下放置 10min 后，用手剥离，试样表面应无粘连现象。
- B.3 干燥及固化装置后第一根接触油墨表面的冷水辊（或导辊）应无粘墨现象。
- B.4 样张静置 2h 后，用圆形取样器，在空白样张和印刷样张分别取样，大小为 0.01 m²，用电子天平测量印刷样张上油墨干量/固含量。
- B.5 用分光光度计测量干燥固化后的印刷品实地密度，样张分别测量四角和中间五个点的实地密度值，其值均应达到表 B.1 要求：

表B.1 油墨干燥（固化）后印刷品的实地密度要求

项目	干燥方式		固化方式	
	热风干燥	IR 干燥	UV/UV-LED 固化	EB 固化
实地密度	≥1.30	≥1.25	≥1.25	≥1.25

B.6 印刷品的油墨干燥（固化）效果按表 B.2 给定的方法判定且均符合对应的要求。

表B.2 油墨干燥（固化）效果判定方法

装置类型	承印材料类型	判定方法
热风干燥装置	卷筒型	B.1、B.2、B.3、B.4、B.5
	单张型	B.1、B.2、B.4、B.5
IR 干燥装置	卷筒型	B.1、B.2、B.3、B.4、B.5
	单张型	B.1、B.2、B.4、B.5
UV/UV-LED 固化装置	卷筒型	B.1、B.2、B.3、B.5
	单张型	B.1、B.2、B.5
EB 固化装置	卷筒型	B.1、B.2、B.3、B.5
	单张型	B.1、B.2、B.5

附 录 C
(资料性)
能耗测试数据记录表

热风干燥装置、IR干燥装置、UV/UV-LED固化装置、EB固化装置能耗测试数据记录表分别见表C. 1～C. 4。

表C. 1 热风干燥装置能耗测试数据记录表

测试时间	年 月 日	测试人员			
公司名称					
测试地址					
测试环境	温度（℃）				
	湿度（%）				
印刷机	品牌				
	型号				
热风干燥装置	装置型号				
	装置制造商名称				
	能源来源	☐ 电 ☐ 天然气			
油墨	油墨类型	☐ 水性油墨 ☐ 溶剂油墨 ☐ 其他			
	粘度 s（25℃）				
承印材料	类型	☐ 纸张 ☐ 塑料 ☐ 金属板			
	规格	幅宽（mm）			
		厚度（um）			
		定量(g/m²)			
印版	类型				
	版周长/长*宽（mm）				
烘箱	结构	☐ 双烘箱 ☐ 单烘箱			
测试阶段	印刷速度（m/min）				
	烘箱温度（℃）		波动范围	≤2 ℃	
	进风口风量（m³/h）		波动范围	≤1%	
	进风口风速（m/s）		波动范围	≤1%	
	干燥效果判定	☐ 是			

表C.2 IR 干燥装置能耗测试数据记录表

测试时间	年 月 日	测试人员		
公司名称				
测试地址				
测试环境	温度 (°C)			
	湿度 (%)			
印刷机	品牌			
	型号			
IR 干燥装置	装置型号			
	装置制造商名称			
油墨	油墨类型	☐ 水性油墨 ☐ 溶剂油墨 ☐ 其他		
	粘度 s (25°C)			
承印材料	类型	☐ 纸张 ☐ 塑料 ☐ 金属板		
	规格	幅宽 (mm)		
		厚度 (um)		
		定量 (g/m²)		
印版	类型			
	版周长/长*宽 (mm)			
测试阶段	印刷速度 (m/min)			
	输入功率 (kw/h)		波动范围	≤1%
	温度 (°C)		波动范围	≤2 °C
	干燥效果判定	☐ 是 ☐ 否		
	印刷时间 (s)			
	印刷品长度/张数			
	油墨印刷总面积 (m²)			
	油墨干量 (g/m²)			
	印刷品实地密度			
评价阶段	干燥 (固化) 能耗 (kwh)			
	其他能耗 (kwh)			
	综合能耗 (kwh)			
	单位产品综合能耗 (kwh/m²)			

表C.3 UV/UV-LED 固化装置能耗测试数据记录表

测试时间	年 月 日	测试人员		
公司名称				
测试地址				
测试环境	温度 (°C)			
	湿度 (%)			
印刷机	品牌			
	型号			
UV/UV-LED 固化装置	型号			
	制造商名称			
油墨	类型	☐ 水性 UV 油墨 ☐ UV 油墨		
	粘度 s (25°C)			
承印材料	类型	☐ 纸张 ☐ 塑料 ☐ 金属板		
	规格	幅宽 (mm)		
		厚度 (um)		
		定量 (g/m²)		
印版	类型			
	版周长/长*宽 (mm)			
测试阶段	印刷速度 (m/min)			
	输入功率 (kw/h)		波动范围	≤2%
	辐射照度 (mW/cm²)		波动范围	≤2%
	辐射能量 (mJ/cm²)		波动范围	≤2%
	干燥效果判定	☐ 是 ☐ 否		
	印刷时间 (s)			
	印刷品长度/张数 (m)			
	油墨印刷总面积 (m²)			
	油墨干量 (g/m²)			
	印刷品实地密度			
	评价阶段	干燥 (固化) 能耗 (kwh)		
其他能耗 (kwh)				
综合能耗 (kwh)				
单位产品综合能耗 (kwh/m²)				

表C.4 EB 固化装置能耗测试数据记录表

测试时间	年 月 日	测试人员			
公司名称					
测试地址					
测试环境	温度（℃）				
	湿度（%）				
印刷机	品牌				
	型号				
EB 固化装置	型号				
	制造商名称				
油墨	类型	□EB 油墨			
	粘度 s（25℃）				
承印材料	类型	□纸张 □塑料 □金属板			
	规格	幅宽（mm）			
		厚度（um）			
		定量(g/m²)			
印版	类型				
	版周长/长*宽（mm）				
测试阶段	印刷速度（m/min）				
	束流能量（keV）		波动范围	≤5%	
	束流强度（mB）		波动范围	≤5%	
	表面辐照剂量 （kGy • m/min）		波动范围	≤8%	
	氮气（氧气）浓度（ppm）		波动范围	≤2%	
	干燥效果判定	□是			

附 录 D
(资料性)

油墨干燥及固化装置能效评价表

油墨干燥及固化装置能效评价表见表D. 1。

表D. 1 油墨干燥及固化装置能效评价表

装置制造商名称			
测试地点			
装置名称		规格型号	
产品编号		制造日期	
测试依据	GB/T *****-20** 印刷机械 油墨干燥及固化装置能效评价方法		
测试结果	综合能耗		
	单位产品综合能耗		
	测试人员(签字): 日期:		
	审核人员(签字): 日期:		
测试结果评价: 依据 GB/T *****-20** 《印刷机械 油墨干燥及固化装置能效评价方法》的规定, 经测试检验, 该装置单位产品综合能耗为_____kwh/m²。 (以下空白) (测试评价机构公章) 年 月 日			

参 考 文 献

- [1] GB/T 3484-2009 企业能量平衡通则
 - [2] GB/T 15587—2008 工业企业能源管理导则
 - [3] GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
 - [4] GB/T 25306—2010 辐射加工用电子加速器工程通用规范
 - [5] GB/T 40590—2021 辐射加工用电子加速器装置运行维护管理通用规范
 - [6] JB/T 4178—2016 印刷机术语
 - [7] JB/T 12377—2015 卷筒料凹版印刷机能耗测试方法
 - [8] JB/T 12378—2015 印刷机械 节能产品评价指南
-