

ICS 55.200

CCS J83



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

包装机械 PET 瓶碳减排技术规范 第 1 部分：低压吹瓶系统

Packaging machinery—Technical specification for carbon emission reduction
of PET bottle—Part 1 Low pressure bottle blowing system

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将你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 发布
国家标准化管理委员会

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。

本文件由全国包装机械标准化技术委员会（SAC/TC 436）提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

引 言

食品饮料、日化等行业的快速发展离不开包装，PET 瓶以其重量轻、易于成型、性能良好、便于运输等优势，得到了广泛使用。推动 PET 瓶碳减排是包装行业实现碳达峰和碳减排的重要抓手，而低压吹瓶技术则是实现 PET 瓶碳减排的有效途径之一。

PET 瓶低压吹瓶系统通过降低其吹瓶压力，减少吹瓶系统的能源消耗，以达到降低 PET 瓶生产过程碳排放的目的。低压吹瓶系统技术规范的制定，将推动吹瓶系统中吹制 PET 瓶的成型模具和吹瓶机械技术水平的提高，进一步降低吹瓶系统碳排放，为通过标准引领包装机械技术升级打下基础，为依托标准规范行业健康、绿色、可持续发展提供助力。

包装机械 PET 瓶碳减排技术规范 第 1 部分：低压吹瓶系统

1 范围

本文件规定了包装机械PET瓶碳减排技术规范中低压吹瓶系统的术语和定义、型式、组成、基本参数与工作条件、技术要求，并描述了相应的试验方法。

本文件适用于PET瓶低压吹瓶系统的设计、制造和检验。

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 12325—2008 电能质量 供电电压偏差

GB/T 13277.1—2023 压缩空气 第1部分：污染物净化等级

GB/T 14190—2017 纤维级聚酯（PET）切片试验方法

GB/T 29648 全自动旋转式PET瓶吹瓶机

GB/T 38461—2020 食品包装用PET瓶吹瓶成型模具

GB/T 41167—2021 聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）饮品瓶通用技术要求

GB 50073—2013 洁净厂房设计规范

BB/T 0060 包装容器 聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）瓶坯

3 术语和定义

GB/T 38461—2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预吹瓶压力 pre-blow pressure

PET瓶预成型阶段所用的吹瓶压力。

3.2

主吹瓶压力 final blow pressure

PET瓶成型过程中所用的最高吹瓶压力。

3.3

低压吹瓶 low pressure blowing

满足PET瓶吹制成型要求，主吹瓶压力低于特定限值，且吹瓶系统总耗电量低于通用吹瓶系统总耗电量的吹瓶工艺。

3.4

热灌装饮料瓶 hot filling beverage bottle

灌装温度大于或等于65 °C的饮料瓶。

3.5

碳酸饮料瓶 carbonated beverage bottle

(23±2) °C时，灌装在一定条件下充入二氧化碳的饮料（不包括由发酵法自身产生二氧化碳气体的饮料），灌装后瓶内压力大于或等于0.243 MPa的饮料瓶。

[来源：GB/T 41167—2021，3.5，有修改]

3.6

无菌饮料瓶 **aseptic beverage bottle**

用于无菌灌装工艺灌装饮料时使用的PET瓶。

3.7

瓶坯壁厚差 **preform wall thickness variation**

瓶坯坯身固定位置截面一周最大壁厚与最小壁厚的差值。

3.8

瓶坯壁厚公差 **preform wall thickness tolerance**

允许瓶坯壁厚与瓶坯设计壁厚之间的偏差范围。

4 型式、组成、基本参数与工作条件

4.1 型式、组成和基本参数

4.1.1 低压吹瓶系统按主要应用场景分为：

- a) 日化用品瓶吹瓶系统；
- b) 热灌装饮料瓶吹瓶系统；
- c) 食用油瓶吹瓶系统；
- d) 调味品瓶吹瓶系统；
- e) 碳酸饮料瓶吹瓶系统；
- f) 无菌饮料瓶吹瓶系统；
- g) 包装饮用水瓶吹瓶系统。

4.1.2 低压吹瓶系统组成：

- a) 瓶坯；
- b) 吹瓶成型模具；
- c) 吹瓶机及其辅机。

4.1.3 低压吹瓶系统基本参数：

- a) 吹瓶压力：单位为兆帕（MPa）；
- b) 瓶坯的质量：单位为克（g）；
- c) 瓶坯的尺寸：单位为毫米（mm）；
- d) PET瓶的尺寸：单位为毫米（mm）；
- e) 吹瓶成型模具的尺寸：单位为毫米（mm）；
- f) 吹瓶成型模具的工作温度：单位为摄氏度（°C）。

4.2 工作条件

4.2.1 工作间应无影响吹瓶质量的外界气流和热辐射，空气洁净度应符合 GB 50073—2013 表 3.0.1 中 N5 级的规定。

4.2.2 工作环境温度 15 °C~35 °C，波动范围±3 °C，相对湿度不应大于 85%，海拔高度不应大于 1000 m。

4.2.3 外接电源电压与额定电压的偏差应符合 GB/T 12325—2008 中 4.2 或 4.3 的规定。

4.2.4 压缩空气应符合下列规定：

a) 气动系统供给压缩空气气源压力为 0.7 MPa~1.0 MPa，压缩空气质量应符合 GB/T 13277.1—2023 中规定的标准等级：颗粒等级不低于 4 级，湿度和液态水等级不低于 4 级，总含油量等级不低于 2 级；

b) 吹瓶系统供给压缩空气气源压力应满足吹瓶机吹制成品瓶的要求，压力波动值应小于 0.08 MPa，压缩空气质量应符合 GB/T 13277.1—2023 中规定的标准等级：颗粒等级不低于 1 级，湿度和液态水等级不低于 4 级，总含油量等级不低于 1 级。

4.2.5 冷却水应符合下列规定：

- a) 压力和流量应满足吹瓶机工作的要求；
- b) pH 值为 7~8；
- c) 总硬度（以 CaCO₃ 计）低于 140 mg/L；
- d) 污染物颗粒尺寸不大于 0.1 mm；
- e) 加入适量的防冻防腐剂。

4.2.6 采用油加热方式的吹瓶成型模具，应使用可升温至 180 °C 的食品级热传导油。

5 技术要求

5.1 低压吹瓶系统碳减排要求

低压吹瓶系统总耗电量应低于通用吹瓶系统总耗电量。

5.2 PET 瓶的主吹瓶压力要求

PET 瓶的主吹瓶压力应符合表 1 的规定。

表 1 PET 瓶的主吹瓶压力对比

单位为兆帕

| 主要应用场景 | 通用主吹瓶压力 | 低压主吹瓶压力 |
|--------|---------|---------|
| 日化用品瓶 | 3.5±0.5 | <3.0 |

| | | |
|--------|---------------|---------|
| 热灌装饮料瓶 | 3.4 ± 0.4 | < 3.0 |
| 食用油瓶 | 3.2 ± 0.4 | < 2.8 |
| 调味品瓶 | 3.2 ± 0.4 | < 2.8 |
| 碳酸饮料瓶 | 3.1 ± 0.4 | < 2.7 |
| 无菌饮料瓶 | 2.8 ± 0.3 | < 2.5 |
| 包装饮用水瓶 | 2.7 ± 0.3 | < 2.4 |

5.3 瓶坯要求

5.3.1 瓶坯质量偏差

瓶坯质量偏差应符合表 2 的规定。

表 2 瓶坯质量偏差

单位为克

| 瓶坯质量 (M) | 偏差 |
|--------------------|--------------|
| $M < 20$ | ± 0.13 |
| $20 \leq M < 30$ | ± 0.15 |
| $30 \leq M < 40$ | ± 0.20 |
| $40 \leq M < 50$ | ± 0.25 |
| $50 \leq M < 80$ | ± 0.40 |
| $80 \leq M < 120$ | ± 0.60 |
| $120 \leq M < 160$ | ± 0.80 |
| $160 \leq M < 200$ | ± 1.00 |
| $200 \leq M < 250$ | ± 1.25 |
| $M \geq 250$ | $\pm 0.5\%M$ |

5.3.2 瓶坯壁厚差

瓶坯壁厚差应符合表 3 的规定。

表 3 瓶坯壁厚差

单位为毫米

| 瓶坯总长度 (L) | 瓶坯壁厚差 | |
|--------------------|-----------------|--------------|
| | 瓶坯壁厚 ≤ 3.0 | 瓶坯壁厚 > 3.0 |
| $L < 120$ | ≤ 0.12 | ≤ 0.14 |
| $120 \leq L < 140$ | ≤ 0.15 | ≤ 0.16 |
| $140 \leq L < 200$ | ≤ 0.17 | ≤ 0.18 |
| $L \geq 200$ | ≤ 0.25 | |

5.3.3 瓶坯壁厚公差

瓶坯壁厚公差应符合表 4 的规定。

表 4 瓶坯壁厚公差

单位为毫米

| 瓶坯壁厚 | 公差 |
|-----------|-------------|
| 坯身壁厚 (T1) | $\pm 5\%T1$ |
| 坯底壁厚 (T2) | $\pm 7\%T2$ |

5.3.4 瓶坯垂直度

瓶坯垂直度偏差应符合表 5 的规定。

表 5 瓶坯垂直度

单位为毫米

| 瓶坯总长度 (L) | 垂直度最大偏差 |
|--------------------|---------|
| $L < 120$ | 0.70 |
| $120 \leq L < 140$ | 1.00 |
| $140 \leq L < 200$ | 1.25 |
| $L \geq 200$ | 1.50 |

5.3.5 瓶坯的坯身椭圆度

瓶坯的坯身椭圆度不应超过 0.25 mm。

5.3.6 瓶坯含水率

热灌装饮料瓶坯含水率不应超过 0.2%，非热灌装饮料瓶坯含水率不应超过 0.3%。

5.3.7 瓶坯其它要求

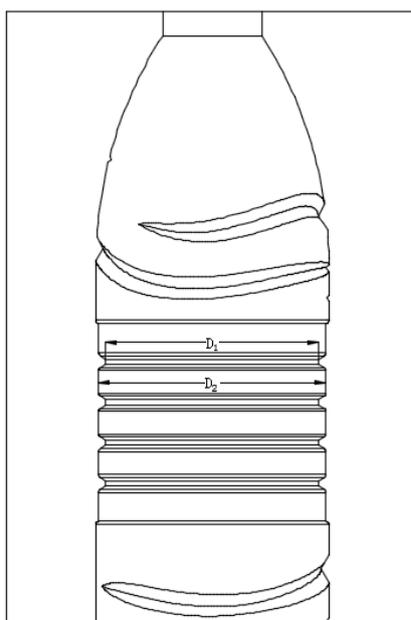
瓶坯其它要求应符合 BB/T 0060 的规定。

5.4 吹瓶成型模具设计与性能要求

5.4.1 吹瓶成型模具模腔的成型面纹路应平滑过渡。

5.4.2 吹瓶成型模具在加强筋位置应设计排气孔和/或排气槽。

5.4.3 吹瓶成型模具模腔的加强筋截面的槽底最大间距与槽顶最大间距的比值应大于 0.9。



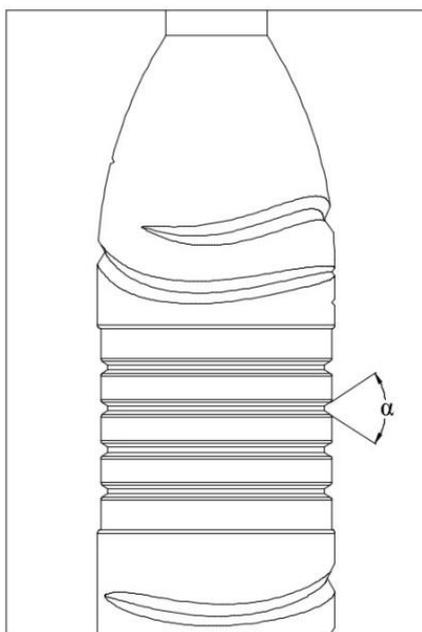
标引符号说明：

D_1 ——加强筋截面的槽底最大间距；

D_2 ——加强筋截面的槽顶最大间距。

图 1 吹瓶成型模具模腔示意图（加强筋截面）

5.4.4 吹瓶成型模具模腔的加强筋截面呈梯形，梯形两边腰的夹角应大于 75° 。

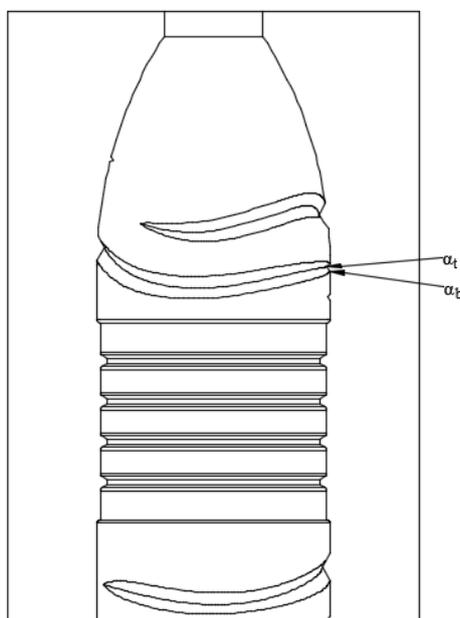


标引符号说明：

α ——吹瓶成型模具模腔的加强筋截面两边腰的夹角。

图2 吹瓶成型模具模腔示意图（加强筋截面两边腰的夹角）

5.4.5 吹瓶成型模具成型表面加强筋的顶端圆角半径不应小于 0.3 mm，底端圆角半径不应小于 2.0 mm。



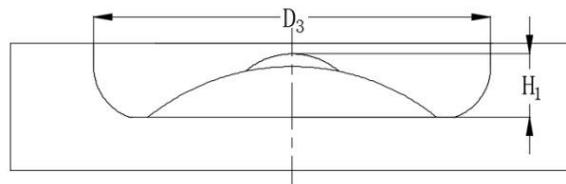
标引符号说明：

α_t ——吹瓶成型模具成型表面加强筋的顶端圆角；

α_b ——吹瓶成型模具成型表面加强筋的底端圆角。

图3 吹瓶成型模具模腔示意图（加强筋圆角）

5.4.6 吹瓶成型模具底模中心深度与底模最大直径的比值不应大于 0.1。



标引符号说明:

H_1 ——吹瓶成型模具底模中心深度;

D_3 ——吹瓶成型模具底模最大直径。

图4 吹瓶成型模具底模示意图

5.4.7 吹瓶成型模具底模的凹字深度与线宽比值应大于 1.3, 凸字深度与线宽比值应小于 0.75。

5.4.8 热灌装饮料瓶吹瓶成型模具左、右半模成型表面同一位置的预热温度偏差不应超过 1.0 °C, 非热灌装饮料瓶吹瓶成型模具左、右半模成型表面同一位置的预热温度偏差不应超过 1.5 °C。

5.4.9 吹瓶成型模具的其它要求应符合 GB/T 38461 的规定。

5.5 吹瓶机设计与性能要求

5.5.1 碳酸饮料瓶吹瓶机应设置模外冷却装置和/或模内冷却装置, 用于冷却碳酸饮料瓶底部。

5.5.2 各工位的吹瓶压力应保持一致, 预吹瓶压力偏差为±0.01 MPa, 主吹瓶压力偏差为±0.08 MPa。

5.5.3 吹瓶机的其它要求应符合 GB/T 29648 的规定。

5.6 PET 瓶要求

PET 瓶应符合 GB/T 41167 的规定或需方要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

试验条件应符合 4.2 的规定。

6.2 性能试验

6.2.1 低压吹瓶系统碳减排

吹瓶机正常生产条件下, 连续运行低压吹瓶系统时间和通用吹瓶系统时间各不少于 8 h, 检查吹瓶系统总耗电量, 按公式 (1) 计算单位时间低压吹瓶系统总耗电量与通用吹瓶系统总耗电量的差值, 即单位时间的碳减排总量。

$$Q = Q_2 \div \frac{t_2}{t} - Q_1 \div \frac{t_1}{t} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

Q ——单位时间低压吹瓶系统总耗电量与通用吹瓶系统总耗电量的差值;

Q_1 ——低压吹瓶系统总耗电量, 单位为千瓦时 (kWh);

Q_2 ——通用吹瓶系统总耗电量, 单位为千瓦时 (kWh);

t_1 ——低压吹瓶系统运行有效时间，单位为小时（h）；

t_2 ——通用吹瓶系统运行有效时间，单位为小时（h）；

t ——单位时间，单位为小时（h）。

6.2.2 PET 瓶的低压主吹瓶压力

吹瓶机正常运行后，每间隔 5 min 记录一次低压吹瓶系统的主吹瓶压力，连续记录不少于 6 次，每次均应符合表 1。

6.2.3 瓶坯

6.2.3.1 瓶坯质量偏差

用精度不低于 0.01 g 的电子天平称量。

6.2.3.2 瓶坯壁厚差

用精度不低于 0.01 mm 的厚度测量仪，在瓶坯底部合模线向瓶口方向偏 3 mm 处的截面外圆一周测量，计算最大值与最小值的差值。

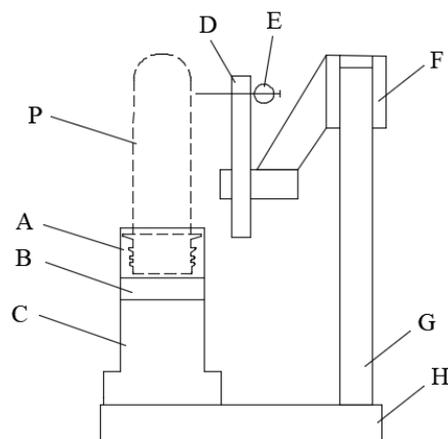
6.2.3.3 瓶坯壁厚公差

用精度不低于 0.01 mm 的厚度测量仪测量。

6.2.3.4 瓶坯垂直度

a) 试验仪器

垂直度偏差测试仪如图 5 所示，精度不低于 0.02 mm。



标引符号说明：

A——坯口夹具；

B——转动轴；

C——轴套；

D——卡条；

E——带探针的测量表；

F——竖向调节支架；

G——竖杆；

H——平台；

P——瓶坯。

图 5 垂直度偏差测试仪示意图

b) 试验步骤

取一模次瓶坯置于垂直度偏差测试仪，坯口固定于坯口夹具，在瓶坯底部合模线向瓶口方向偏 3 mm 处，转动一周，记录带探针的测量表的最大值与最小值，按公式（2）计算垂直度偏差。

$$V = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

V ——垂直度偏差，单位为毫米（mm）；

V_{\max} ——瓶坯偏移最大值，单位为毫米（mm）；

V_{\min} ——瓶坯偏移最小值，单位为毫米（mm）。

6.2.3.5 瓶坯的坯身椭圆度

用精度不低于 0.01 mm 的尺寸量具，测量瓶坯的坯口与坯身合模线向坯底方向偏 3 mm 处，至少六个方向的直径，按公式（3）计算最大值与最小值之间的差值。

$$O = d_{\max} - d_{\min} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

O ——坯身椭圆度，单位为毫米（mm）；

d_{\max} ——坯身最大直径，单位为毫米（mm）；

d_{\min} ——坯身最小直径，单位为毫米（mm）。

6.2.3.6 瓶坯含水率

取 6 支瓶坯，每一瓶坯的坯身取 3 g~10 g 切成小块，每块 0.5 g~1.0 g，按 GB/T 14190—2017 中 5.7.1 规定的方法计算瓶坯的含水率。

6.2.3.7 瓶坯其它要求

按 BB/T 0060 的规定检查瓶坯其它要求。

6.2.4 吹瓶成型模具

6.2.4.1 吹瓶成型模具模腔

目视或触摸检查吹瓶成型模具模腔的成型面。

6.2.4.2 吹瓶成型模具排气

目视检查吹瓶成型模具加强筋位置是否有排气孔和/或排气槽。

6.2.4.3 吹瓶成型模具模腔的加强筋截面的槽底和槽顶

用精度不低于 0.01 mm 的尺寸测量仪，测量吹瓶成型模具模腔的加强筋截面的槽底最大间距与槽顶最大间距，按公式（4）计算槽底最大间距与槽顶最大间距的比值。

$$d = \frac{D_1}{D_2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

d ——加强筋截面的槽底最大间距与槽顶最大间距的比值；

D_1 ——加强筋截面的槽底最大间距，单位为毫米（mm）；

D_2 ——加强筋截面的槽顶最大间距，单位为毫米（mm）。

6.2.4.4 吹瓶成型模具模腔加强筋的截面

用精度不低于 0.1° 的角度测量仪，测量吹瓶成型模具模腔加强筋的截面两边腰的夹角。

6.2.4.5 吹瓶成型模具成型表面

检查吹瓶成型模具成型表面加强筋，用精度不低于 0.01 mm 的尺寸测量仪，测量加强筋的顶端和底端圆角半径。

6.2.4.6 吹瓶成型模具底模

用精度不低于 0.01 mm 的尺寸测量仪，测量吹瓶成型模具底模中心深度和底模最大直径，按公式（5）计算吹瓶成型模具底模中心深度与底模最大直径的比值。

$$D = \frac{H_1}{D_3} \dots\dots\dots(5)$$

式中：

D ——底模中心深度与底模最大直径的比值；

H_1 ——底模中心深度，单位为毫米（mm）；

D_3 ——底模最大直径，单位为毫米（mm）。

6.2.4.7 吹瓶成型模具底模文字

用精度不低于 0.01 mm 的尺寸测量仪，测量吹瓶成型模具的底模文字深度和线宽，按公式（6）计算底模文字深度与线宽的比值。

$$W_m = \frac{D_4}{w} \dots\dots\dots(6)$$

式中：

W_m ——底模文字的深度与线宽的比值；

D_t ——底模文字的深度，单位为毫米（mm）；

w ——底模文字的线宽，单位为毫米（mm）。

6.2.4.8 吹瓶成型模具预热温度偏差

将吹瓶成型模具安装在吹瓶机上，设定合适的模温，待预热温度稳定后，用精度为 0.1 °C 测温仪，分别测量吹瓶成型模具左、右半模成型表面同一位置的表面温度，计算左、右半模的温度偏差。

6.2.4.9 吹瓶成型模具的其它要求

按 GB/T 38461 的规定检查吹瓶成型模具其它要求。

6.2.5 吹瓶机

6.2.5.1 碳酸饮料瓶吹瓶机

目视检查碳酸饮料瓶吹瓶机是否具备冷却装置。

6.2.5.2 预吹瓶压力和主吹瓶压力偏差

在正常工作状态下，记录各工位的吹瓶压力，计算各工位之间吹瓶压力的差值。

6.2.5.3 吹瓶机的其它要求

按 GB/T 29648 的规定检查吹瓶机其它要求。

6.2.6 PET 瓶

按 GB/T 41167 的规定或需方要求，检查 PET 瓶质量。

附录 A

(资料性)

典型热灌装饮料瓶低压吹瓶系统碳减排应用示例

A.1 低压吹瓶系统组成

典型热灌装饮料瓶低压吹瓶系统包括瓶坯、热灌装饮料瓶吹瓶成型模具、吹瓶机及其辅机。

A.2 低压吹瓶系统碳减排

以一款550 mL热灌装饮料瓶的吹瓶系统为例，瓶坯质量30 g，安装有16套热灌装饮料瓶吹瓶成型模具的旋转式吹瓶机，产量为17600 瓶/h，主吹气消耗量为1500 m³/h。

正常生产条件下，通用吹瓶系统的主吹气压力为3.5 MPa，连续运行10 h，总耗电量为5342.4 kWh。通用吹瓶系统升级改造为低压吹瓶系统后，正常生产条件下，主吹气压力降为3.0 MPa，连续运行10 h，总耗电量为4866.7 kWh。

每小时吹瓶系统减少的总耗电量为 $5342.4 \text{ kWh} \div (10 \text{ h} \div 1 \text{ h}) - 4866.7 \text{ kWh} \div (10 \text{ h} \div 1 \text{ h}) = 47.57 \text{ kWh}$ 。