预测 Cybenetics 效率评级的简化方法

修订版 **2.3**

作者：**Aristeidis Bitziopoulos**

塞浦路斯，尼科西亚

2026 年 10 月

修订历史

版本	发布日期	备注
1.0	2022 年 9 月	初稿
1.1	2022 年 9 月	新增内容及多处语法错误更正
1.2	2024 年 6 月	语法错误更正
1.3	2026 年 8 月	230 V ETA 要求已添加，同时添加备注说明本文件中预测偏移量是在 115 V 输入条件下推导的，未针对 230 V 重新推导。测试设置部分已添加对 Cybenetics 电源测试协议（METHOD 1）修订版 3.9 的交叉引用。
2.0	2026 年 8 月	基于完整的 Cybenetics 数据库重建——115 V 下 2,011 台设备，230 V 下 1,628 台设备，对比 2024 年使用的 55 台。115 V 下的 0.5 点余量被确认为最佳可用；230 V 下引入了单独的 0.6 点余量。新增余量权衡表、逐级测试（尝试过，但被拒绝，因为不如固定余量更优）以及由功率因数、5VSB 和待机功耗降级规则设定的精度上限。删除了重复 METHOD 1 的章节，改为交叉引用。
2.1	2026 年 10 月	参考文献于 03-10-2026 重新核对：两个已失效的链接已替换为出版商当前页面，链接已迁移至 https，访问日期已更新。
2.2	2026 年 10 月	无负载待机输入功率采用 IEC 62301:2026；明确符合性资格验证，修正引用，并将 METHOD 1 修订版引用改为现行修订版。
2.3	2026 年 10 月	保留自修订版 1.x 的一个段落与 2026 年数据基础相矛盾；已重新措辞，以区分重新推导的效率裕量与原始 55 台电源、115 V 分析所得的功率因数偏移量。

目录

前言 4
本文件的前提 5
Cybenetics 效率（ETA）等级与要求 – 115V 6
Cybenetics 效率（ETA）等级与要求 – 230V 8
我们简化 ETA 预测的方法 8
平均效率 9
选择您的裕量 9
裕量是否取决于等级？ 10
平均 PF 11
5VSB 效率 11
吸血鬼功耗 12
为何这永远无法精确 14
结语 14
参考文献 15

表格目录

表 1：Cybenetics ETA 要求

表 2：Cybenetics ETA 5VSB 效率要求

表 3：平均效率要求

表 4：平均 PF 要求

表 5：5VSB 测试负载

表 6：5VSB 平均效率要求

表 7：5VSB 最低效率要求

表 8：Cybenetics ETA 要求 - 230V 输入

表 9：平均效率要求 - 230V 输入

表 10：每项裕量的代价

表 11：按授予等级的平均偏移

前言

本文旨在为具备必要设备的制造商、品牌及其他相关方提供一种更简便的方法，以准确预测 Cybenetics 效率评级。

通常，Cybenetics 会施加超过 1450 种负载组合，覆盖电源的整个负载范围，以计算效率（ETA）和噪声（LAMBDA）评级，但对大多数外部实验室而言这并不容易实现。Cybenetics 使用自研软件来完成这项工作，使整个流程全自动且易于操作。即便如此，该流程仍需数小时才能完成。若采用手动测量，则需耗费数日，因此首先必须找到一种通过少得多的测量次数来预测 Cybenetics 效率评级的方法。

在介绍您可以遵循的方法学之前，我们应当强调，所使用的设备应经过认证，并在必要时进行校准，以确保结果准确。否则，您将无法有效运用我们所描述的方法学。我们将在以下各段中介绍我们的设备，以便您了解所需条件。一般而言，凡在相应领域遵循 ISO/IEC 17025 [3] 指南的实验室，均可依照所建议的方法学获得准确结果。

本文件的前提

本文件的所有内容均基于 Cybenetics 电源测试协议（METHOD 1）的现行修订版。该协议是受控方法：它定义了设备、软件、环境条件、负载组合和噪声程序，并规定了当两份文件存在不同解读时的处理方式。

本文的早期版本几乎逐字复制了这些章节。这反而是一种风险而非便利——受控方法的副本在原始方法修订的那一刻就失效了，而本方法确实如此。这些内容已被移除。接下来仅包含与预测评级相关的部分：要求、数据集和分析。

方法 1 中的一张图表值得重述，因为下面的每个数字都依赖于它。Cybenetics 效率结果是超过 1450 种不同负载组合在整个工作范围内平均值的测量结果，测量温度为热箱内 30 至 32 摄氏度。这不是三个或四个负载点。这就是本文件教您如何从更小的测量集估算的数量。

Cybenetics 效率（ETA）等级与要求 – 115V

在深入介绍预测 ETA 评级的替代性简便方法之前，我们先来看看各效率等级及其相应要求。

效率等级（115V 输入）	效率 (1) (2)	PF (3)	5VSB 效率 (1) (3) (4)	吸血鬼功耗 (3)
DIAMOND	≥93% 总体效率	≥0.985	>79%	<0.10W
TITANIUM	≥91% 且 <93% 总体效率	≥0.980	>77%	<0.13W
PLATINUM	≥89% 且 <91% 总体效率	≥0.975	>76%	<0.16W
GOLD	≥87% 且 <89% 总体效率	≥0.970	>75%	<0.19W
SILVER	≥85% 且 <87% 总体效率	≥0.960	>73%	<0.22W
BRONZE	≥82% 且 <85% 总体效率	≥0.950	>71%	<0.25W

表 1：Cybenetics ETA 要求

5VSB 负载	效率目标（115V 与 230V）
3A 或满载	75%
1.5A	75%
1.0A	75%
0.55A	75%
90mA	45%
45mA	45%

表 2：Cybenetics ETA 5VSB 效率要求

(1) 如果 PSU 与限值足够接近（0.1%），我们将询问其制造商是否愿意送来第二个样品进行复评。如果第二个样品与第一个相比表现出显著的性能差异（>0.5%），我们将要求提供第三个样品以验证测试结果。此外，如果与上限的差值 <= 0.05%（例如 91.95%），我们会将该数值四舍五入到第二位，该 PSU 将被归入更高的等级。

(2) 我们在 230V 输入下进行多项负载测试，以确保受评 PSU 满足 (EU) No 617/2013 法规中提到的所有要求：

- 在额定输出功率的 50% 时效率达到 85%
- 在额定输出功率的 20% 和 100% 时效率达到 82%
- 在额定输出功率的 100% 时功率因数 >= 0.9

(3) 如果 PSU 未能满足上述任一要求，则无论其效率如何，都将下降一个等级（尤其就 PF 而言，将降至满足相应要求的等级）。在任何情况下，即便在 230 V 输入下，吸血鬼功耗也必须低于 0.25 W。

(4) 5VSB 输出轨还应达到表 (2) 中列出的效率要求，以满足包括 CEC 和 ErP Lot 6/3 在内的各项要求。这些要求同样在 Power Supply Design Guide for Desktop Platform Form Factors, v3.0（2022 年 2 月）[2] 中列出并推荐。在 45mA 负载测试中，由于施加的负载极低，我们允许 5% 的偏差（40-45% 范围）；在 0.55 A 至 1.5 A 的负载测试中，我们同样允许 5% 的偏差（70-75% 范围）。

关于本文件其余部分的一项提醒。后续章节中平均效率的预测裕量已根据 2026 年数据集重新推导，该数据集包含在 115 V 输入下测量的 2,011 台电源及在 230 V 输入下测量的 1,628 台电源：115 V 时为 0.5 个百分点，230 V 时为 0.6 个百分点。只有平均功率因数的 +0.002 偏移量仍依据原始对 55 台在 115 V 输入下测量的电源所作的分析；此偏移量尚未针对 230 V 重新推导，且应仅用于 115 V 的结果。

Cybenetics 效率（ETA）等级与要求 – 230V

上述要求适用于 115 V 输入。ETA 还认证 230 V 输入，此时阈值不同，下表适用于欧洲及所有市电为 230 V 的地区。电源供应器根据其认证时匹配的输入电压对应的表格进行评级。

效率等级（230V 输入）	效率 (1) (2)	PF (3)	5VSB 效率 (1) (3) (4)	吸血鬼功耗 (3)
DIAMOND	≥95% 总体效率	≥0.950	>78%	<0.12W
TITANIUM	≥93% 且 <95% 总体效率	≥0.940	>76%	<0.15W
PLATINUM	≥91% 且 <93% 总体效率	≥0.935	>75%	<0.18W
GOLD	≥89% 且 <91% 总体效率	≥0.930	>74%	<0.20W
SILVER	≥87% 且 <89% 总体效率	≥0.920	>72%	<0.23W
BRONZE	≥84% 且 <87% 总体效率	≥0.910	>70%	<0.25W

表 8：Cybenetics ETA 要求 – 230V 输入

我们简化 ETA 预测的方法

除了产生 Cybenetics 效率结果的 1450 多种负载组合外，我们还运行一个较短的系列：在 35°C 至 45-47°C 的操作温度范围内，以 10%的步长从 10%到 100%的额定负载。这十个点是任何合格实验室在半天内可以完成的测量。本文回答的问题是，这些测量点能多接近地预测完整结果，从而获得 ETA 徽章。

本文第 1.2 版通过 55 个电源供应器的样本回答了该问题。本版修订则基于整个数据库回答：115 V 输入的 2,011 个单元和 230 V 输入的 1,628 个单元，每个单元均已完成 Cybenetics 评估。这大约是三十倍的增长，足以用分布代替平均值。排除了四个携带物理上不可能值的记录，这些记录被视作数据录入错误而非测量结果。我们比较的量是：

- 平均效率 - 10-100% 负载，步进 10%
- 平均 PF - 10-100% 负载，步进 10%
- 5VSB 平均效率

- 吸血鬼功耗

平均效率

在 115 V 下对 2,011 个单元进行测试，1450 组合结果的平均值为 88.894%，10%至 100%结果的平均值为 89.237%，相差 0.343 个百分点。55 个单元的样本给出 0.448，公布为 0.5。在 230 V 下，对 1,628 个单元进行测试，差异为 0.457 个百分点。两种主电压不同，先前的文章仅涵盖了其中一种。

然而，两个平均值的差异并不是制造商所需要的。重要的是单个电源的差异——即您的电源。在 115 V 下，每单位的偏移中位数为 0.377 点，标准差为 0.365，其中 289 个单位（占 2,011 个单位的七分之一）的偏移为负：它们的 10%至 100%平均值低于其完整结果，因此增加余量会使估计值向错误方向移动。在 230 V 下，这种情况发生在 5.9%的单位上。没有单一数字能适用于每个单位，本文不再假装如此。

效率等级（115V 输入）	最低平均效率（1450x 负载组合）	最低平均效率（10-100% 负载组合，步进 10%）
DIAMOND	93%	93.5%
TITANIUM	91%	91.5%
PLATINUM	89%	89.5%
GOLD	87%	87.5%
SILVER	85%	85.5%
BRONZE	82%	82.5%

表 3：平均效率要求

在 230 V 输入下，偏移量更大，因此裕量也更大。下表是上表的 230 V 等效表，基于下一节所述原因，使用了 0.6 点裕量构建。

效率等级（230V 输入）	最低平均效率（1450+ 负载组合）	最低平均效率（10-100 % 负载，10 % 步进）
DIAMOND	95%	95.6%
TITANIUM	93%	93.6%
PLATINUM	91%	91.6%
GOLD	89%	89.6%
SILVER	87%	87.6%
BRONZE	84%	84.6%

表 9：平均效率要求 - 230V 输入

选择您的裕量

裕度并非需要发现的事实，而是你选择犯哪种错误的决定。设定过小，你将宣布一个全测试未授予的等级——一种过度声明，且是代价高昂的错误。设定过大，你将低估一个本可

获得更高认证的电源供应器。借助 2,011 个单位，我们首次能够为这一权衡的两侧赋予具体数字。

下表中的每一行都对数据库中的每个单元应用一个容差，预测徽章，并将其与 Cybenetics 实际颁发的徽章进行比较。

裕量（个百分点）	115 V：正确 / 高估 / 低估	230 V：正确 / 高估 / 低估
0.0（无裕量）	77.4 % / 21.8 % / 0.8 %	71.5 % / 28.1 % / 0.4 %
0.3	85.2 % / 10.4 % / 4.4 %	82.2 % / 15.7 % / 2.1 %
0.4	85.2 % / 8.3 % / 6.6 %	84.1 % / 12.6 % / 3.3 %
0.5	85.3 % / 5.9 % / 8.8 %	83.1 % / 11.4 % / 5.5 %
0.6	83.7 % / 4.5 % / 11.8 %	81.7 % / 9.5 % / 8.7 %
0.8	78.5 % / 3.3 % / 18.2 %	77.4 % / 7.7 % / 14.9 %
1.0	70.6 % / 2.9 % / 26.6 %	69.0 % / 6.5 % / 24.5 %

表 10：各项边距的成本。'超出'表示预测声称的等级高于实际授予的等级；'低于'表示预测声称的等级低于实际授予的等级。

在 115 伏特下，0.5 点是目前可用的最佳选择：它比我们测试的任何其他阈值都能更准确地预测更多徽章，并且在仅过度声明 5.9%的情况下实现这一点。2024 年从 55 个单位发布的值在证据增加三十倍后保持不变，这一点值得明确说明。

在 230 V 时，图像有所不同。原始精度峰值为 0.4 点，但该范围过度声称了八分之一的单位。由于过度声称是成本更高的错误，我们建议使用 0.6 点，这将过度声称降至 9.5%，同时精度仅略高于两点。如果您的优先事项是中心估计值而非安全估计值，请使用 0.4 并查阅表格。

裕量是否取决于等级？

看起来应该如此。按实际授予的等级排序，平均偏移量从青铜级稳步上升至钛级，采用不同等级的差异值似乎是最明显的改进。

效率等级	平均偏移，115 V	平均偏移，230 V
TITANIUM	0.433	0.514
PLATINUM	0.382	0.492
GOLD	0.350	0.473
SILVER	0.281	0.327
BRONZE	0.167	0.356

表 11：按授予等级的平均偏移，单位为效率点。

我们进行了测试，结果不工作。在数据库的随机一半上为每个级别拟合单独的边界，并在另一半上进行测试，重复二百次，每个级别的规则在 115 V 下得分为 85.3%对比单个固定

边界在 115 V 下的 85.3%，在 230 V 下得分为 83.7%对比单个固定边界在 230 V 下的 83.6%。差异为 0.06 和 0.10 个百分点：噪声。

原因可见于上述数字。在任何一级内的偏移范围远大于各级之间的差异——标准差约为 0.37 点，而青铜级至钛级的范围约为 0.27。一个更复杂的规则若不能预测得更好，则不是改进，因此我们未采用。我们报告测试结果，因为读者有权了解哪些改进方案被尝试过并被拒绝。

除上表中所述的效率等级外，每一款电源还必须在 230V 输入下满足以下要求，方可获得 Cybenetics 效率徽章。

- 在额定输出功率的 50% 时效率达到 85%
- 在额定输出功率的 20% 和 100% 时效率达到 82%
- 在额定输出功率的 100% 时功率因数 >= 0.9

对大多数现代平台而言，这些要求并不苛刻。尽管如此，我们仍将其纳入，因为 (EU) 法规中提到了它们。[No 617/2013]

平均 PF

功率因数指导未重新推导。数据库存储的是每个单元在每种电压下的平均功率因数，而非比较所需的两组数据——1450 组合平均值和 10%至 100%平均值。因此 2024 年的发现保持不变且未经确认：在 55 个单元中，负载组合的平均功率因数为 0.9871，而 10%至 100%测试的平均功率因数为 0.9886，差异为 0.0015，建议的容差为 0.002。将其视为本文档中最弱的数值。作为参考，存储的平均功率因数在 115 V 时的平均值为 0.9849（n = 1,947），在 230 V 时的平均值为 0.9506（n = 1,628）。

效率等级（115V 输入）	最低平均 PF（1450x 负载组合）	最低平均 PF（10-100% 负载组合，步进 10%）
DIAMOND	0.985	0.987
TITANIUM	0.980	0.982
PLATINUM	0.975	0.977
GOLD	0.970	0.972
SILVER	0.960	0.962
BRONZE	0.950	0.952

表 4：平均 PF 要求

5VSB 效率

下表列出了您需要在 5VSB 上检测的各负载水平。

测试 #	5VSB 负载（安培）
1	0.1

2	0.25
3	0.55
4	1.0
5	1.5
6	满载

表 5：5VSB 测试负载

在 115 V 下，1,946 台设备的平均 5VSB 效率为 79.98%，中位数为 79.82%，10%至 90%百分位数范围为 77.30%至 83.35%。在 230 V 下，1,625 台设备的平均值为 79.14%。以下负载点仍需检查，表 6 中的目标值保持不变；变化之处在于，现在可以查看典型设备的实际位置。

效率等级（115V 输入）	最低平均效率（1450x 负载组合）	最低平均效率（6x 负载组合）
DIAMOND	78%	78%
TITANIUM	76%	76%
PLATINUM	75%	75%
GOLD	74%	74%
SILVER	72%	72%
BRONZE	70%	70%

表 6：5VSB 平均效率要求

除上述效率等级外，PSU 还应达到表 (7) 所示的效率阈值。若未达到，则无法满足任何 Cybenetics ETA 等级的要求。

5VSB 负载	最低效率目标 （115V 与 230V）
3A 或满载	75%
1.5A	70%
1A	70%
0.55A	70%
90mA	45%
45mA	40%

表 7：5VSB 最低效率要求

吸血鬼功耗

无负载待机输入功率与带载 5VSB 效率分别评估。IEC 62301:2026 [1] 是采用的参考标准，受控电源测试协议规定实验室的实施方式。留存的实验室程序使用分析仪的 Sampling Method，并保存其 HTML 报告。

现有指示规定 AC 电源截至第 13 次谐波（含）的谐波含量低于 2%，电压波峰因数为 1.34 至 1.49；在声明符合标准之前，必须依据完整的 2026 年版核查这些条件及其余接受准则。必须具备适当的低电流量程及经验证的测量不确定度；仅有基本准确度数值并不能证明适用性。

待机功耗限值按等级列于表 1 和表 8。输入电压为 115 V 或 230 V 且功耗为 0.25 W 或更高的电源适配器不获得 Cybenetics ETA 徽章。实际上，这很少是约束条件：在 2,011 个 115 V 设备中，中位数为 0.052 W，仅 11 个设备（0.5%）达到 0.25 W。在 230 V 情况下，中位数为 0.113 W，48 个设备（2.9%）达到限值，因此 230 V 情况比 115 V 情况需要更多关注。

为何这永远无法精确

即使对平均效率的完美估算也无法预测每个认证，因为效率并非唯一要求。如果电源未能达到其等级的功率因数、5VSB 或待机功耗阈值，即使其效率再高，也会降至下一等级。

数据库显示发生这种情况的频率。在 1,887 台 115 伏特评级的设备中，87 台——约占 4.6%——携带的徽章与仅基于平均效率应得的徽章不同。在 230 伏特下，1,498 台设备中有 141 台，即 9.4%。最常见的案例是授予铂金级效率的设备被授予金级，以及授予金级效率的设备被授予银级。

这设定了一个上限。仅基于效率的规则在 115 V 下正确率不超过 95%，在 230 V 下不超过 91%，而本文实现的 85.3%应与该上限对比，而非 100%。如果您的估算显示为 Gold，而报告显示为 Silver，请先检查功率因数和待机电源，再质疑效率。

结语

本文的目的是让制造商能够从十个负载点而非一千五百个点估算 Cybenetics ETA 评级。2.0 版修订基于完整数据库而非 55 个单位的样本重建了该估算，标题令人欣喜：2024 年公布的容差是正确的。在 115 伏特下，增加 0.5 分仍能比我们测试的其他任何值更准确地预测更多徽章。更大的样本量增加了对分布的诚实描述，提供了 230 伏特的单独数据，并明确说明了这种情况可能出错的频率。

- 在 115 伏输入电压下，10%至 100%负载测试的平均效率应比目标水平高出 0.5 个百分点，测试温度范围为 35°C 至 47°C。在 230 伏输入电压下，应高出 0.6 个百分点。
- 在 35°C 至 47°C 的 10%至 100%负载测试中，平均功率因数（PF）应比 0.002 更高。此数据仍基于 55 个样本，未经重新推导。
- 在 28-32°C 的工作温度下，以 0.1A、0.25A、0.55A、1A、1.5A 和满载条件，力求 5VSB 平均效率至少达到同等水平。
- 在 28-32°C 的工作温度下满足各等级的待机功耗（吸血鬼功耗）要求。在任何情况下，115V 或 230V 输入时吸血鬼功耗均应低于 0.25W。

参考文献

[1] IEC 62301:2026, Measurement of standby power for appliances and equipment, 第 3.0 版：https://webstore.iec.ch/en/publication/90194。访问日期：2026年10月3日。

[2] ATX 版本 3.1 多路桌面平台电源设计指南，Intel Corporation：https://edc.intel.com/content/www/us/en/design/ipla/software-development-platforms/client/platforms/alder-lake-desktop/atx-version-3-0-multi-rail-desktop-platform-power-supply-design-guide/2.1a/. 访问日期：2026年10月3日。

[3] ISO/IEC 17025:2017，测试和校准实验室能力的一般要求，2017年11月。