预测 Cybenetics 效率评级的简化方法

修订版 2.0

作者：**Aristeidis Bitziopoulos**

塞浦路斯，尼科西亚

2026 年 8 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。

目录

前言 4
What This Document Assumes 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
Choosing Your Margin 9
Does The Margin Depend On The Level? 10
平均 PF 11
5VSB 效率 11
吸血鬼功耗 12
Why This Can Never Be Exact 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
Table 10: What each margin costs
Table 11: Mean offset by awarded level

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。

What This Document Assumes

本文件的所有内容均基于 Cybenetics 电源测试协议（METHOD 1），修订版 3.9。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）。

关于本文档其余部分的一个注意事项。后续章节中推导出的预测偏移量，即平均效率的+0.5%和平均功率因数的+0.002，来源于对 55 个在 115 V 输入下测量的电源供应器的分析。这些偏移量尚未针对 230 V 重新推导。在完成该分析之前，请将上表中的 230 V 数值视为需直接满足的要求，并仅将预测偏移量应用于 115 V 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。

EFFICIENCY LEVELS (230V INPUT)	效率 (1) (2)	PF (3)	5VSB 效率 (1) (3) (4)	吸血鬼功耗 (3)
DIAMOND	⩾95% overall efficiency	⩾0.950	>78%	<0.12W
TITANIUM	⩾93% & <95% overall efficiency	⩾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% & <87% overall efficiency	⩾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。

EFFICIENCY LEVELS (230V INPUT)	Min AVG Efficiency (1450+ load combinations)	Min AVG EFFICIENCY (10-100 % load, 10 % step)
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

Choosing Your Margin

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。

Margin (points)	115 V: correct / over / under	230 V: correct / over / under
0.0 (no margin)	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。

Does The Margin Depend On The Level?

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。

EFFICIENCY LEVEL	Mean offset, 115 V	Mean offset, 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

对于待机功耗测量，我们严格遵循国际公认的 IEC 62301 标准 [3]。对于电流低至 1mA 的测量，外部电流分流器可能有所帮助，但 IEC 62301 测试并不需要使用它们。外部分流器会使测量流程更加复杂，并导致测量误差。高级功率分析仪仅依靠其内部电流分流器即可完成 IEC 62301 测试。一般而言，动态范围足够大的实验室级功率分析仪无需外部电流分流器即可测量待机（或吸血鬼）功耗。

根据 IEC 62301 标准，进行待机功耗测量时，交流电源的总谐波含量（最高至并包括第 13 次谐波）必须小于 2%。此外，电压波峰因数应在 1.34 至 1.49 之间。您可以阅读 Newtons4th 提供的这份，以了解更多有关依据 IEC 62301 标准进行待机功耗测量流程的信息。application note

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。

Why This Can Never Be Exact

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
国际标准：https://webstore.iec.ch/preview/info_iec62301%7Bed2.0%7Db.pdf。2022年9月22日访问。

[2]
英特尔推出新的ATX电源规范：https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/intel-introduces-new-atx-psu-specifications.html#gs.d5qj04. 访问日期：2022年9月22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。