預測 Cybenetics 效率評級的簡化方法

修訂版 2.0

作者：**Aristeidis Bitziopoulos**

賽普勒斯，尼古西亞

2026 年 8 月

修訂歷史

版本	發布日期	備註
1.0	2022 年 9 月	初稿
1.1	2022 年 9 月	新增內容及多項文法錯誤修正
1.2	2024 年 6 月	文法錯誤修正
1.3	2026 年 8 月	230 V ETA 要求已新增，並附註說明本文件中預測偏移量係於 115 V 輸入條件下推導，尚未針對 230 V 重新推導。測試設定部分新增了與 Cybenetics 電源供應器測試協議（METHOD 1）修訂版 3.9 的交叉參考。
2.0	2026 年 8 月	基於完整的 Cybenetics 資料庫重建 - 115 V 時有 2,011 個單元，230 V 時有 1,628 個單元，較 2024 年使用的 55 個單元為多。115 V 時的 0.5 點邊界已確認為最佳可用；230 V 時引入了獨立的 0.6 點邊界。新增邊界權衡表、每級測試（嘗試過，但被拒絕，因為不如平坦邊界好）以及由功率因數、5VSB 和待機電力降級規則所設定的準確度上限。移除了重複 METHOD 1 的章節，改為交叉參考。

目錄

前言 4
What This Document Assumes 5
Cybenetics 效率（ETA）等級與要求 – 115V 6
Cybenetics Efficiency (ETA) 等級與要求 – 230V 8
我們簡化 ETA 預測的方法 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
結語 14
參考文獻 15

表目錄

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 測試負載

表 6：平均 5VSB 效率要求

表 7：5VSB 最低效率要求

表 8：Cybenetics ETA 要求 - 230V 輸入

表 9：平均效率要求 - 230V 輸入

Table 10: What each margin costs

Table 11: Mean offset by awarded level

前言

本文旨在為具備必要設備的製造商、品牌及其他相關方，提供一種更簡便的方式來準確預測 Cybenetics 效率評級。

一般而言，Cybenetics 會施加超過 1450 種負載組合，涵蓋電源供應器的整個負載範圍，藉以計算效率（ETA）與噪音（LAMBDA）評級，但對多數外部實驗室而言這並不容易做到。Cybenetics 使用自行開發的軟體來達成此目的，使整個程序完全自動化且易於操作。即便如此，該流程仍需數小時才能完成。若以人工方式量測，將耗費數天，因此首先必須找出一種以遠少於此的量測次數來預測 Cybenetics 效率評級的方法。

在說明您可以遵循的方法之前，我們必須強調，所使用的設備應經過認證，並在必要時完成校準，以確保結果準確。否則，您將無法運用我們所描述的方法。我們會在以下各段提供本實驗室設備的相關資訊，讓您瞭解所需的條件。一般而言，凡在相應領域遵循 ISO/IEC 17025 [3] 準則的實驗室，依照本文建議的方法皆可獲得準確的結果。

What This Document Assumes

本文檔中所有內容均基於 Cybenetics PSU 測試協議（METHOD 1），修訂版 3.9。該協議為受控方法：它定義了設備、軟體、環境條件、負載組合及雜訊程序，並規範了兩份文件可能有不同解讀之處。

先前版本的本文幾乎逐字重複了這些章節。這是一種負擔而非便利——受控方法的副本在原始版本修訂的那一刻就失效了，而此版本確實如此。這些內容已移除。接下來僅包含與預測評級相關的內容：要求、數據集和分析。

METHOD 1 中的一張圖值得重述，因為下方所有數字皆依賴於此。Cybenetics 效率結果是超過 1450 種不同負載組合在整個操作範圍內的平均值，於熱箱內 30 至 32 度 Celsius 測量。這不是三或四個負載點。這正是本文件教您如何從較小的測量集估算的數量。

Cybenetics 效率（ETA）等級與要求 – 115V

在深入探討預測 ETA 評級的替代簡便方法之前，讓我們先來看看各效率等級及其對應的要求。

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

表 1：Cybenetics ETA 要求

5VSB 負載	效率目標（115V 與 230V）
3A 或滿載	75%
1.5A	75%
1.0A	75%
0.55A	75%
90mA	45%
45mA	45%

表 2：Cybenetics ETA 5VSB 效率要求

(1) 若 PSU 與門檻值相當接近（0.1%），我們會詢問其製造商是否願意提供第二個樣品進行重新評估。若第二個樣品與第一個相比出現顯著的效能差異（>0.5%），我們會要求提供第三個樣品以驗證測試結果。此外，若與上限的差距 <= 0.05%（例如 91.95%），我們會將該數值四捨五入至第二位，該 PSU 即歸入較高的等級。

(2) 我們以 230V 輸入進行多項負載測試，以確保受評估的 PSU 符合 (EU) No 617/2013 法規所述的所有要求：

- 在額定輸出功率的 50% 時效率達 85%
- 在額定輸出功率的 20% 與 100% 時效率達 82%
- 在額定輸出功率的 100% 時功率因數 >= 0.9

(3) 若 PSU 未能符合上述任何一項要求，無論其效率如何，都將被降一級（尤其是 PF，將降至符合相應要求的等級）。無論如何，即使在 230 V 輸入下，吸血鬼功耗也必須低於 0.25 W。

(4) 5VSB 電軌也應達到表 (2) 所列的效率等級要求，以符合包括 CEC 與 ErP Lot 6/3 在內的各項規範。這些要求同時也列於 Power Supply Design Guide for Desktop Platform Form Factors, v3.0（2022 年 2 月）[2] 之中並獲其建議採用。在 45mA 負載測試中，由於所施加的負載極低，我們容許 5% 的偏差（40-45% 範圍）；在 0.55 A 至 1.5 A 的負載測試中，我們同樣容許 5% 的偏差（70-75% 範圍）。

關於本文件其餘部分的一個注意事項。後續章節中推導出的預測偏移量，平均效率的+0.5 % 和平均功率因數的+0.002，是基於 55 個在 115 V 輸入下測量的電源供應器分析得出。這些偏移量尚未針對 230 V 重新推導。在完成此分析前，請將上表中的 230 V 數值視為需直接達成的要求，並僅將預測偏移量應用於 115 V 結果。

Cybenetics Efficiency (ETA) 等級與要求 – 230V

上述要求適用於 115 V 輸入。ETA 亦認證 230 V 輸入，此時閾值不同，下表適用於歐洲及其他市電供應為 230 V 的地區。電源供應器依據其認證時的輸入電壓對應的表格進行等級評定。

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	整體效率 ⩾91% 且 <93%	⩾0.935	>75%	<0.18W
GOLD	整體效率 ⩾89% 且 <91%	⩾0.930	>74%	<0.20W
SILVER	整體效率 ⩾87% 且 <89%	⩾0.920	>72%	<0.23W
BRONZE	⩾84% & <87% overall efficiency	⩾0.910	>70%	<0.25W

表 8：Cybenetics ETA 要求 – 230V 輸入

我們簡化 ETA 預測的方法

除了 1450 多種產生 Cybenetics 效率結果的負載組合外，我們還運行一個較短的系列：在 35°C 至 45-47°C 的操作溫度範圍內，以 10%步長從 10%到 100%的額定負載。這十個點是任何合格實驗室在一個下午即可完成的測量。本文回答的問題是，這些測量能多接近地預測完整結果，進而獲得 ETA 徽章。

本文件修訂版 1.2 已針對 55 個電源供應器樣本回答此問題。本修訂版則從整個資料庫回答此問題：115V 輸入電壓下 2,011 個單元，230V 輸入電壓下 1,628 個單元，每個均已完成 Cybenetics 評估。這約為三十倍的增長，足以用分佈取代平均值。四筆載有物理上不可能值的記錄因資料輸入錯誤而非測量結果被排除。我們比較的數量為：

- 平均效率 - 10-100% 負載，級距 10%
- 平均 PF - 10-100% 負載，級距 10%
- 5VSB 平均效率

- 吸血鬼功耗

平均效率

在 115 V 下測試 2,011 個單元，1450 組合結果的平均值為 88.894%，10%至 100%結果的平均值為 89.237%，差異為 0.343 點。55 個樣本的結果為 0.448，已發表為 0.5。在 230 V 下，測試 1,628 個單元，差異為 0.457 點。兩種主電壓不同，先前文章僅涵蓋其中一種。

然而，兩個平均值的差異並非製造商所需的。重要的是單一電源供應器——您的電源供應器的差異。以單位計算，115 V 時的偏移中位數為 0.377 點，標準差為 0.365，且在 2,011 個單位中，有 289 個單位（約每七個中的一個）的偏移為負值：其 10% 至 100% 的平均值低於其完整結果，因此增加安全邊界會使估計值朝錯誤方向移動。在 230 V 時，此情況發生於 5.9% 的單位。單一數字無法適用於每個單位，本文不再假裝如此。

效率等級（115V 輸入）	最低平均效率（1450x 負載組合）	最低平均效率（10-100% 負載組合，級距 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 輸入下，偏移量較大，因此裕度也較大。下表是上述表格的 230 V 等效版本，基於下一節所述原因，使用 0.6 點裕度建立。

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 輸入

Choosing Your Margin

邊際並非需要發現的事實；而是你選擇願意犯下哪種錯誤的決定。設定過小，你將宣告一個全測試未授予的等級——過度申報，且是昂貴的錯誤類型。設定過大，你將低估一個本可獲得更高認證的電源供應器。在 2,011 個單元中，我們可以首次為此權衡的兩側賦予數字。

下方每一列適用於資料庫中的每個單元，預測徽章，並與 Cybenetics 實際頒發的徽章進行比較。

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：各邊際成本。'超過'表示預測所聲稱的等級高於實際授予的等級；'不足'表示所聲稱的等級低於實際授予的等級。

在 115 V 下，0.5 點是目前最佳的選擇：它預測正確徽章的數量比我們測試的任何其他邊界都多，而且在過度申報的次數僅佔 5.9%的情況下實現了這一點。2024 年從 55 個單元中發布的數值在證據增加三十倍的情況下保持不變，這值得明確說明。

在 230 V 時，圖像有所不同。原始準確度峰值為 0.4 點，但此範圍過度聲稱了八分之一的單元。由於過度聲稱是成本更高的錯誤，我們建議使用 0.6 點，這將過度聲稱降低至 9.5%，僅需多出約兩點的準確度。若您的優先事項是中央估計值而非安全估計值，請使用 0.4 並查閱表格。

Does The Margin Depend On The Level?

看起來似乎應該如此。依實際授予的等級排序，平均偏移量從青銅級逐漸攀升至鈦金屬級，而採用不同等級的差異範圍的規則顯然是顯而易見的改進。

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：按授予等級的平均偏移，單位為效率點。

我們測試過，它無法運作。在隨機資料庫的一半上為每個層級擬合獨立的邊界，並在另一半上測試，重複兩百次，每個層級的規則在 115 V 下得分 85.3 %，與單一平坦邊界在 115 V 下的 85.3 %相比，230 V 下得分 83.7 %，與單一平坦邊界在 230 V 下的 83.6 %相比。差異為 0.06 和 0.10 個百分點：雜訊。

原因可見於上述數字。任何一級內的偏移範圍遠大於級別之間的差異——標準差約為 0.37 點，而青銅級至鈦級的範圍約為 0.27。一個更複雜的規則若無法預測得更好，則並非改進，因此我們未採用。我們報告測試結果，因為讀者有權知道哪些改良方案曾被嘗試但被拒絕。

除上表所述的效率等級之外，每一款電源供應器還必須在 230V 輸入下符合下列要求，才能獲得 Cybenetics 效率標章。

- 在額定輸出功率的 50% 時效率達 85%
- 在額定輸出功率的 20% 與 100% 時效率達 82%
- 在額定輸出功率的 100% 時功率因數 >= 0.9

對大多數現代平台而言，這些要求並不嚴苛。不過我們仍將其納入，因為 (EU) 法規中有提及。No 617/2013

平均 PF

功率因數指引尚未重新推導。資料庫儲存每個單元每電壓的一個平均功率因數，而非比較所需的兩組數字——1450 組合平均值與 10%至 100%平均值。因此 2024 年的發現保持不變且未經確認：從 55 個單元中，負載組合的平均 PF 為 0.9871，對比 10%至 100%測試的 0.9886，差異為 0.0015，建議的 0.002 公差。將其視為本文檔中最弱的數字。作為參考，儲存的平均功率因數平均值在 115V 時為 0.9849（n = 1,947），在 230V 時為 0.9506（n = 1,628）。

效率等級（115V 輸入）	最低平均 PF（1450x 負載組合）	最低平均 PF（10-100% 負載組合，級距 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

下表列出您需要在 5VSB 上檢測的負載等級。

測試編號	5VSB 負載（安培）
1	0.1
2	0.25
3	0.55
4	1.0
5	1.5

6	滿載

表 5：5VSB 測試負載

在 1,946 台單元於 115 V 下，平均 5VSB 效率為 79.98%，中位數為 79.82%，10%至 90%百分位數範圍為 77.30%至 83.35%。在 230 V 下，1,625 台單元的平均值為 79.14%。以下負載點仍需檢查，且表 6 中的目標值未變；變更之處在於您現在可見典型單元實際所處位置。

效率等級（115V 輸入）	最低平均效率（1450x 負載組合）	最低平均效率（6x 負載組合）
DIAMOND	78%	78%
TITANIUM	76%	76%
PLATINUM	75%	75%
GOLD	74%	74%
SILVER	72%	72%
BRONZE	70%	70%

表 6：平均 5VSB 效率要求

除上述效率等級之外，PSU 還應達到表 (7) 所示的效率門檻。若未達成，便無法符合任何 Cybenetics ETA 等級的要求。

5VSB 負載	最低效率目標（115V 與 230V）
3A 或滿載	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

待機功耗量測方面，我們嚴格遵循國際公認的 IEC 62301 標準 [3]。對於電流低至 1mA 的量測，外接電流分流器可能有所助益，但 IEC 62301 測試並不需要使用。外接分流器會使量測程序更為複雜，並導致量測誤差。先進的功率分析儀僅憑其內部電流分流器即可執行 IEC 62301 測試。一般而言，動態範圍足夠大的實驗室等級功率分析儀，量測待機（或吸血鬼）功耗時無需外接電流分流器。

根據 IEC 62301 標準，進行待機功耗量測時，交流電源的總諧波含量（至第 13 次諧波為止，含第 13 次）必須低於 2%。此外，電壓波峰因數應介於 1.34 與 1.49 之間。您可以閱讀

Newtons4th 所提供的這份， 以取得更多關於依 IEC 62301 標準進行待機功耗量測程序的資訊。application note

根據等級劃分的待機功耗限制列於表 1 及表 8。輸入電壓為 115 V 或 230 V 且功耗達 0.25 W 或以上的電源供應器不會獲得 Cybenetics ETA 認證標籤。實際上，此限制通常並非主要約束：在 2,011 台 115 V 的設備中，中位數為 0.052 W，僅有 11 台（0.5%）達到 0.25 W。在 230 V 的情況下，中位數為 0.113 W，48 台（2.9%）達到限制，因此 230 V 的情況比 115 V 更需關注。

Why This Can Never Be Exact

即使對平均效率的完美估計也無法預測每個徽章，因為效率並非唯一要求。若電源供應器未達到其等級的功率因數、5VSB 或待機電力閾值，則會降至下一等級，無論其效率多高。

資料庫顯示此情況發生的頻率。在 1,887 個 115 V 測試單元中，87 個（約 4.6%）的效率等級標籤與其平均效率單獨決定的標籤不同。在 230 V 時，則為 1,498 個中的 141 個，即 9.4%。最常見的情況是，獲得白金等級效率的單元被授予黃金等級，而獲得黃金等級效率的單元被授予銀級。

這設定了上限。僅基於效率的規則在 115 V 下正確率不可能超過 95%，在 230 V 下不可能超過 91%，而本文達到的 85.3%應以此上限為基準，而非 100%。若您的估計為黃金等級，而報告顯示銀級，請先檢查功率因數與待機電路，再質疑效率。

結語

本文旨在讓製造商能從十個負載點而非一千五百個來估算 Cybenetics ETA 評級。修訂版 2.0 基於完整資料庫而非 55 個單元樣本重建該估算，標題是令人愉快的：2024 年公布的容差是正確的。在 115 V 下，增加 0.5 分仍能比我們測試的任何其他值更準確地預測更多徽章。較大的樣本增加了對分佈的誠實描述，230 V 的獨立數字，以及明確說明此方法預期出錯的頻率。

- 在 115 V 輸入下，目標在 10%至 100%負載測試中，平均效率需比您所設定的目標高出 0.5 點，測試溫度範圍為 35°C 至 47°C。在 230 V 輸入下，目標為高出 0.6 點。
- 目標在 35 °C 至 47 °C 的 10%至 100%負載測試中，平均功率因數（PF）應提高 0.002。此數值仍基於 55 個單元樣本，尚未重新推導。
- 在 28-32°C 運作溫度下，以 0.1A、0.25A、0.55A、1A、1.5A 與滿載進行測試時，5VSB 平均效率至少應達到相同水準。
- 在 28-32°C 運作溫度下符合各等級的待機功耗（吸血鬼功耗）要求。無論如何，在 115V 或 230V 輸入下，吸血鬼功耗都應低於 0.25W。

參考文獻

[1] IEC 62301
國際標準：https://webstore.iec.ch/preview/info_iec62301%7Bed2.0%7Db.pdf。2022年9月22日檢索。

[2] Intel 發布新 ATX
電源供應器規格：https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/intel-introduces-new-atx-psu-specifications.html#gs.d5qj04. 2022 年 9 月 22 日存取。

[3] ISO/IEC 17025:2017，測試與校準實驗室能力的一般要求，2017年11月。