

团 体 标 准

JH/T/DZJN XX-AAAA

移动终端操作系统能耗测评方法

Energy consumption evaluation methods for mobile terminal operating systems

(征求意见稿)

2025-XX- XX 发布

2025-XX- XX 实施

中国电子节能技术协会 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 测试条件	5
5 测量方法及要求	6
6 能耗测评	8
附录 A (资料性) 测试工具示例	10
A.1 功率分析仪	10
A.2 脚本编写准备	10
A.3 测试场景脚本编写	10
A.4 脚本运行	10
参考文献	12

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这些专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会科技创新与安全工作委员会提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

移动终端操作系统能耗评测方法

1 范围

本文件规定了移动终端操作系统的能耗测量条件、测量要求和测评方法。.

本文件适用于智能手机、平板电脑等移动终端产品的选型和产品优化。

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 30284-2020 信息安全技术 移动通信智能终端操作系统安全技术要求

GB/T 37729-2019 信息技术 智能移动终端应用软件（APP）技术要求

T/CESA XXXX—2025 智能终端操作系统通用技术要求

3 术语和定义

GB/T 37729-2019、GB/T 30284-2020、GB/T 2589-2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

移动终端 mobile terminal

设备能够接入通信网络，有可供应用软件运行的操作系统，并能让用户安装、运行和卸载应用软件的计算机产品。

[来源：GB/T 37729-2019，3.1]

3.2

操作系统 operating system

控制移动终端的硬件设备及应用软件的软件，提供应用的运行和调度，为应用分配资源并提供资源访问接口。

[来源：GB/T 30284-2020，3.3]

3.3

能耗 energy consumption

移动终端或应用在特定时间段内消耗的总电能，单位为毫焦（mJ）。

[来源: GB/T 2589-2020, 3.5]

3.4

系统状态 system state

移动终端在能耗测评过程中, 其操作系统及相关组件的运行状态, 包括后台进程状态, 系统服务启用情况和第三方应用的运行状态。

3.5

空载状态 idle state

用于测量操作系统基础能耗的系统运行状态。指智能移动操作系统在不运行任何用户主动发起任务、无后台应用活动的情况下, 仅维持操作系统核心功能运行的状态。

3.6

基础能耗 basic energy consumption

移动终端已完成初始化, 操作系统在空载状态和屏幕状态设置为纯黑壁纸和最低亮度下的能耗, 单位为毫焦 (mJ)。

3.7

综合能耗 comprehensive energy consumption

移动终端运行测量脚本的全过程中, 移动终端整体产生的全部能耗, 单位为毫焦 (mJ)。

3.8

操作系统能耗 operating system energy consumption

在移动终端运行测量脚本过程中, 由操作系统本身调度、管理、控制等行为所产生的能耗。单位为毫焦 (mJ)。

3.9

电源设置 power settings

为保证能耗测试的准确性与可重复性, 在测试过程中给移动终端采用的供电方式。

3.10

冷启动 cold boot

移动终端在完全断电状态下重新加电启动的过程, 包含从硬件初始化、引导加载程序执行、操作系统内核加载, 到进入系统首页就绪状态的完整流程。

4 测试条件

4.1 物理环境

测试时物理环境应符合以下要求:

——环境温度: 15 ~ 35 摄氏度 (°C);

——相对湿度: 25% ~ 75%;

——气压: 86 ~ 106 千帕 (kPa)。

4.2 测量设备

测量设备应符合GB/T 28519-2012中3.2的相关要求。移动终端的温度应处于工作温度规格内，且空载温度应与操作系统综合能耗测量时温度相近。

应采用高精度功率分析仪采集功率数据，功率的单位为毫瓦（mW）。功率分析仪应符合如下要求：

- 电源要求：单项交流220伏特（V），电源消耗功率为60瓦特（W）；
- 输入信号范围：直流信号（DC）~1兆赫兹（MHz）交流信号；
- 采样率：≥200兆样本每秒（MS/s）；
- 测量频率范围：直流（DC）~100兆赫兹（MHz）；
- 功率测量误差：≤±0.15%；
- 数据更新周期：≤100毫秒（ms）；
- 测量电流范围：0~20安培（A）。

针对测量过程功率采样，在所规定最长时间段内以不大于1秒为均匀时间间隔读取功率。

4.3 操作系统状态设置

测试前需对操作系统进行状态校准，终止所有第三方应用进程，卸载非必要应用，仅保留操作系统核心服务以及测试必须的应用。

4.4 空载状态设置

测量操作系统基础能耗应进行如下设置：

- 网络模块：启用飞行模式，确保关闭所有无线通信功能。
- 后台任务：通过开发者模式强制停止所有后台进程。
- 功耗影响项：禁用自动同步、热点、自动旋转、位置信息、语音助手、通知推送等功能。

4.5 屏幕状态设置

设置为纯黑壁纸和最低亮度，关闭屏幕亮度自动调节功能。

4.6 电源设置

测试设备需移除内置电池，使用功率分析仪直接测量主板供电电源的功耗。

4.7 其他要求

1. 测评方应具有相关资质，并出具测评报告。
2. 测评前由送测方向测评方提出书面申请，并按要求提交被测操作系统及移动终端相关材料。
3. 被测操作系统功能脚本原则上由测评方主导、送测方协助完成编制。

5 测量方法及要求

5.1 测量方法

应采用直接测量法测试被测系统能耗。先测量运行标准任务脚本时的总能耗，再测量空载时的基础能耗，通过两者差值确定被测系统的能耗。

能耗的计算方法见公式(1)。

$$E = \sum_{i=1}^N P_i \times t \quad (1)$$

式中：

E —— 测量过程总能耗；

N —— 测量过程中的总采样次数；

P_i —— 第 i 次采样的功率；

t —— 采样的时间间隔。

5.2 测量脚本

测量前应准备测量脚本。脚本应在制定位置保存每次运行过程的详细日志，包含当前时间和运行状态等。脚本的开发宜采用录制、编写或定制开发等方式。脚本的设计应兼顾 5.3 的要求。应通过多次运行脚本（三次及以上），取平均值作为测量结果。测量脚本中的各个任务应按串行方式同步执行。

移动终端操作系统能耗测量相关工具的示例见参考附录 A。

5.3 测量场景

测量脚本应覆盖操作系统的典型功能，模拟终端设备与操作系统的各类典型负载场景，参考自 T/CESA XXXX—2025 中对系统内核、系统服务与系统管理的功能边界与行为约束，至少包括：

—— 系统启动：终端从冷启动至系统首页就绪状态的完整流程，模拟真实开机场景，多次启动（10 次及以上），测量系统启动的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 10.11。

—— 息屏状态：将屏幕关闭或设置为最低亮度保持 30 分钟，确保系统进入深度空闲状态，测量系统休眠策略与唤醒识别机制下的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 12.6。

—— Wi-Fi 扫描行为：在固定速率和相同范围内主动进行 Wi-Fi 扫描（非连接操作）3 分钟，测量寻找网络的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 10.15。

—— 应用加载：选择系统内置或用户常用的应用，模拟从点击图标至首页渲染完成的完整加载过程重复 10 次，测量加载应用时的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 10.13。

—— 后台保活：在不进行用户交互的前提下，将 App 置于后台休眠状态持续 5 分钟，测量系统管理后台任务（如心跳、推送、网络监听）时的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 12.16。

—— 频繁切换：选取 10 个 App 依次进行前后台切换，模拟用户多任务使用场景。切换过程中包含完整的图形刷新、进程切换和内存调度操作，测量任务切换时的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 7.3, 10.12, 10.10。

—— 文件管理：模拟用户批量删除 100 个文件的操作过程，文件类型应涵盖常见的文档和图片等类型，覆盖文件存取流程与存储清理机制，测量文件操作的能耗情况。见 T/CESA XXXX—2025, 7.5, 10.2。

——视频播放：调用本地播放器连续播放相同的1080P本地视频5分钟，启用硬件编解码与GPU渲染，测量视频处理的能耗情况。见T/CESA XXXX—2025，10.14，10.9。

5.4 测量步骤

- (1) 编写移动终端操作系统能耗的测量脚本。
- (2) 安装、校准功率分析仪。
- (3) 移除被测设备电池，使用功率分析仪测量主板供电电源的功耗；用USB连接被测设备和电脑用于脚本测试。
- (4) 终止所有第三方应用进程，卸载非必要应用，仅保留操作系统核心服务以及必要的应用；安装测量脚本执行工具；禁用所有非必要的应用和服务。
- (5) 按照4.4的要求设置空载状态。
- (6) 按照4.5的要求设置屏幕状态。
- (7) 综合能耗测量。按串行方式同步执行测量脚本，测量脚本运行期间的总能耗，作为综合能耗。
- (8) 基础能耗测量。保持被测系统处于空载状态（见4.4）10分钟，等待所有系统后台初始化、索引、同步任务完全停止，基于脚本执行时间测量稳定状态下的空载能耗，作为基础能耗。

6 能耗测评

6.1 概述

测评采用绝对能耗测量和相对能耗测评两种方法。绝对能耗测量方法直接测量被测系统的能耗，相对能耗测评方法采用标准能耗比（被测系统能耗与基准值的比值）评估被测系统的能耗水平。

6.2 绝对能耗测量

操作系统的绝对能耗通过综合能耗与基础能耗的差值计算获得，计算方法见公式(2)：

$$E = E_1 - E_0 \quad (2)$$

式中：

E —— 绝对能耗；

E_1 —— 综合能耗；

E_0 —— 基础能耗。

重复测量过程步骤，并计算能耗平均值作为最终结果。

6.3 相对能耗测评

将不同操作系统在同样的终端下运行同样的脚本得到的绝对能耗加以平均，确定操作系统能耗的基准值。计算方法见公式(3)：

$$E_{\text{ref}} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M E_i \quad (3)$$

式中：

E_{ref} ——基准值；

M ——不同操作系统数量；

E_i ——第 i 个操作系统的绝对能耗。

相对能耗即被测系统的绝对能耗和基准值之比，计算方法见公式(4)：

$$\alpha = \frac{E_{\text{test}}}{E_{\text{ref}}} \quad (4)$$

式中：

α ——相对能耗；

E_{test} ——被测系统的绝对能耗；

E_{ref} ——基准值。

评测方根据具体应用场合选择基准值，并根据 α 值确定被测系统的能耗级别。

示例：

α 值	能耗级别
> 2	高
$> 1.5 \text{ 且 } \leq 1$	较高
$> 1 \text{ 且 } \leq 1.5$	中
$> 0.5 \text{ 且 } \leq 1$	较低
< 0.5	低

附录 A

(资料性)

测试工具示例

A.1 功率分析仪

Power Monitor是用于移动终端（如手机、平板）功耗测试的仪器。它作为一个电池或电源为终端设备供电，并通过软件PowerTool GUI记录设备运行期间瞬时功率、平均功率和总能耗。

测量前将移动终端电池取下，将Power Monitor连接到移动终端的主板供电口。使用USB线将Power Monitor和电脑连接，电脑安装PowerTool GUI软件和驱动。

Power Monitor的使用方法如下：

- (1) 给Power Monitor通电并运行PowerTool软件。
- (2) 设置电压与增量。点击Vout Enable按钮，启动电压。Inst Current为瞬时电流，点击mW按钮即可切换到瞬时功率。
- (3) 点击RUN按钮开始采样数据，点击STOP按钮停止采样。
- (4) 在软件界面“Measured Power Data”中不选择区域，则统计信息为整个采样过程的数据，如果选择了相应的区域，则统计信息为所选区域的数据，得到时间、能耗和平均功率等数据。

A.2 脚本编写准备

测量脚本采用Python语言进行编写，测量脚本内容应根据操作系统能耗测评的典型场景要求（见5.3），覆盖系统启动、息屏状态、Wi-Fi扫描、应用加载、后台保活、频繁切换、文件管理、视频播放等操作。

1.脚本编写方式主要包括：

- (1) Appium Inspector 录制：使用Inspector录制功能来录制用户操作并生成Python脚本。Appium Inspector录制适合App层面的功能操作和模仿用户手动操作场景测试；
- (2) 调用ADB命令：直接通过Python调用ADB命令控制设备，适合系统级层面的操作，如系统启动、后台清理和检测被测设备与电脑端连接等。
- (3) Appium Inspector 录制+调用ADB命令：通过Appium Inspector实现应用层面的交互操作，通过ADB命令实现系统层面的控制。适合需要同时覆盖系统设置与应用操作的复杂的场景测试。

2.脚本执行工具：

Appium工具是录制自动化测量脚本的工具。执行脚本自动化测试，移动终端按脚本指令自动完成各个指定的操作。

使用前在电脑端安装Appium、JDK、Node.js和npm。移动终端通过USB线连接电脑。

Appium的使用方法如下：

- (1) 打开Appium中的Inspector工具，填写Capability配置信息并保存。
- (2) 点击Start Session按钮，进入Inspector页面。
- (3) 点击Start Recording按钮进入录制状态，

- (4) 测试操作结束后点击 Pause Recording 结束录制, 在 Recorder 界面展示录制脚本。
- (5) 在 Recorder 中得到根据录制操作生成的 Python 脚。

ADB安装与配置:

Android系统测试需使用ADB完成设备连接与调试。准备步骤如下:

- (1) 在电脑端安装 Android SDK Platform-Tools;
- (2) 将 SDK 路径加入系统环境变量;
- (3) 使用 USB 数据线连接设备, 并在手机端开启开发者模式与 USB 调试;
- (4) 通过 adb devices 命令确认设备已成功连接, 成功连接表示已安装;

A.3 测试场景脚本编写

(1) 系统启动: 结合了 ADB 命令调用和自主编辑完成编写脚本。通过 adb devices 和 adb -s <DEVICE_ID> reboot 命令来完成检测测试设备是否与电脑端连接和重启测试设备。自主编辑通过 Appium 启动 driver 建立被测设备和电脑端会话, 完成屏幕解锁、模拟触摸的操作。

(2) 息屏状态: 结合了 Inspector 录制和自主编辑完成编写脚本。自主编辑去掉了 Inspector 录制必须打开某个 app 才能录制的限制, 直接在主界面中下滑任务栏点击锁屏按钮完成息屏操作。

(3) Wi-Fi 扫描: 通过 Inspector 录制功能生成脚本。通过 Inspector 打开设置, 点击 WiFi 设置, 打开 WiFi 按钮, 系统开始三分钟的 WiFi 扫描。

(4) 应用加载: 结合了 Inspector 录制和自主编辑完成脚本。结合录制功能和自主编辑完成 WiFi 连接, 之后通过 Inspector 录制功能生成 app 加载脚本。

(5) 后台保活: 通过 Inspector 录制功能生成脚本。打开 app, 等待 app 页面加载完成, 退出到主界面, 后台等待 5min 后, 清理 app 后台, 结束脚本。

(6) 频繁切换: 结合了 Inspector 录制、ADB 命令调用和自主编辑完成脚本。通过 adb -s <设备 ID> shell am force-stop <应用包名>命令来完成后台清理, 以防测试前有 app 进程存在, 之后 Inspector 录制完成应用加载, 通过自主编辑脚本完成 app 切换过程。

(7) 文件管理: 通过 Inspector 录制功能生成脚本。准备好删除的目标文件夹, 文件夹内有 100 个文件 (包含图片和文档), 通过 Inspector 录制功能打开手机的文件管理 app, 通过滑动和点击按钮功能, 找到目标文件夹, 最后删除目标文件夹里面 100 个文件。

(8) 视频播放: 结合了 Inspector 录制和 ADB 命令调用完成脚本。通过 adb -s <设备 ID> shell am force-stop <应用包名>命令来完成后台清理, 清除之前 app 进程, 通过 Inspector 录制功能, 关闭 WiFi, 打开手机本地播放器, 通过滑动和点击按钮功能, 找到本地视频, 播放视频 5min, 之后结束后台应用。

A.4 脚本的运行

编写完成的脚本的使用方法如下:

- (1) 电脑端启动 Appium 并与被测设备连接, 通过 adb 命令, adb devices 检测是否连接成功。
- (2) 在电脑中运行上述脚本 (如 abc.py), 便会连接到 Appium 并启动脚本中的应用。
- (3) 执行脚本中记录的操作。

参考文献

- [1] GB/T 30284-2020 信息安全技术 移动通信智能终端操作系统安全技术要求
 - [2] GB/T 37729-2019 信息技术 智能移动终端应用软件（APP）技术要求
 - [3] GB/T 28519-2012 通信产品能耗测试方法通则
 - [4] GB/T 2589-2020 综合能耗计算通则
 - [5] GB/T 29239-2024 移动通信设备节能参数和测试方法 基站
-