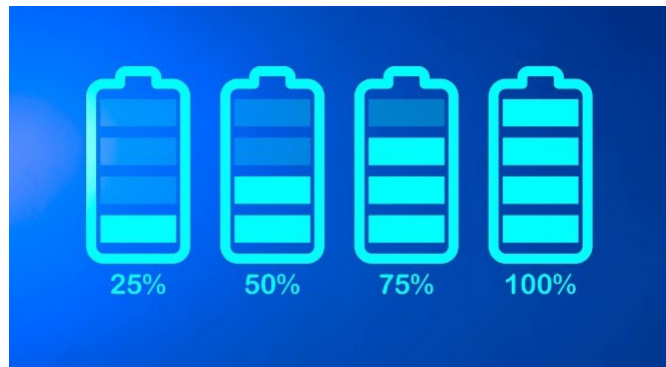


## 2026 MCM

## 问题A：智能手机电池耗电建模



智能手机已成为现代生活中不可或缺的工具，但其电池行为往往难以预测。有时手机能持续使用一整天，有时却在午餐前就迅速耗尽电量。尽管部分用户将其归因于“高强度使用”，但电池耗尽的真正驱动因素更为复杂。**功耗**取决于屏幕尺寸与亮度、**处理器负载**、网络活动以及后台应用程序的综合作用——即使设备看似闲置，这些程序仍在持续消耗能量。环境因素如温度更使问题复杂化：某些电池在低温环境下有效容量会下降，持续高强度使用时则可能过热。电池的性能还受其使用历史及充电方式的影响。

你的任务是开发一个智能手机电池的**连续时间数学模型**，该模型能在真实使用条件下输出**电量状态（SOC）**随时间变化的函数关系。此模型将用于预测不同条件下**剩余电量耗尽的时间**。请假设手机采用锂离子电池。

**要求：**

1. **连续时间模型：**构建连续时间方程或方程组来描述电量状态。建议从最简化的电池耗电模型入手，逐步扩展纳入屏幕使用、处理器负载、网络连接、GPS使用及其他后台任务等影响因素。

**数据作为辅助而非替代：**可收集或使用数据进行参数估计与验证。若公开数据集有限，可采用已发表的测量值或规格参数（需注明出处），前提是参数需明确合理且经过可行性验证。但仅基于离散曲线拟合、时间步长回归或黑箱机器学习（**未建立明确的连续时间模型**）的项目不符合本课题要求。所有使用数据必须具备完善文档且可自由获取，并须在开放许可协议下免费使用。

2. **耗尽时间预测：**运用模型计算或近似不同初始电量水平与使用场景下的耗尽时间。将预测结果与观测值或合理行为进行对比，量化不确定性，并识别模型表现优劣的场景。
  - 阐明模型如何解释结果差异，并识别每种情况下导致电池快速耗尽的具体驱动因素。
  - 哪些活动或条件导致电池寿命最大程度缩短？哪些因素对模型预测结果的影响出乎意料地微小？
3. **敏感性与假设分析：**考察在调整建模假设、参数值及使用模式波动后，预测结果的变化规律。
  -
4. **建议：**将研究发现转化为针对手机用户的实用建议。例如，哪些用户行为（如降低亮度、禁用后台任务或切换网络模式）能最大程度延长电池续航？操作系统如何基于模型洞察实现更高效的省电策略？需考虑电池老化如何降低有效容量，以及建模框架如何推广至其他便携设备。

#### 报告应包含：

- 模型架构及核心方程式的清晰阐述。
- 设计选择背后的假设与依据。
- 参数估计方法及验证结果。
- 优势、局限性及潜在扩展方向的讨论。
- 以管理摘要形式突出主要结果、关键洞见及建议。

**重要提示：**您的模型必须基于清晰定义的物理或机械原理；仅采用离散曲线拟合或其他数学形式而未结合电池行为的明确连续时间描述，将不符合要求。仅依赖离散曲线拟合或统计回归**且未建立明确连续时间模型**的项目，将不符合本课题要求。

您的PDF解决方案总页数不超过25页，应包含：

- 一页摘要表。
- 目录页。
- 完整解决方案。
- 正文引用及参考文献列表。

- [AI使用报告](#) (若使用AI生成, 不计入25页限制)

**注：**完整的MCM提交材料没有特定的最低页数要求。您可使用最多25页的篇幅呈现所有解题过程及希望包含的附加信息（例如：图纸、图表、计算过程、表格）。部分解题方案亦可接受。允许谨慎使用ChatGPT等AI工具，但并非解决本题的必要手段。若选择使用生成式AI，必须[遵守COMAP人工智能使用政策](#)。这将导致您需在PDF解决方案文件末尾附加一份AI使用报告，该报告不计入解决方案总页数上限（25页）。

## **术语表**

**智能手机：**兼具传统手机功能与先进计算能力的移动设备。

**功耗：**设备从电池或电源消耗电能的速度。

**处理器负载：**处理器在特定时刻实际执行的工作量。

**电量状态（SOC）：**衡量电池剩余能量占其满容量的比例，以百分比表示。

**剩余使用时间：**电池完全放电前预计可使用的剩余时间。