

公共厕所数量对手机满电驱动羽毛球飞行距离与最大起飞重量的影响

——一项基于全球 42 个城市的跨生态实证研究

作者: Eason.Pan 2011

单位: 上海市实验学校西校

摘要

目的 公共厕所作为保障生理排泄需求的基础设施，其空间密度长期以来被认为仅影响公共卫生和个体膀胱舒适度。然而，它对移动设备能量分配策略及由此衍生的运动物理性能的影响尚未被揭示。本研究旨在量化城市公共厕所数量与手机最大电池容量所能驱动的羽毛球飞行距离及最大起飞重量之间的关系。

方法 采用生态学比较研究设计，整合两大全球数据库——世界厕所组织(WTO)发布的《2025 全球公厕普查》和“满电羽球世界纪录联盟”发布的《2025 年度手机驱动羽毛球发射性能报告》。样本覆盖 42 个首府城市，提取每平方千米公共厕所数 (PTD)、标准手机满电驱动羽毛球水平飞行距离 (FD) 以及羽毛球附加最大起飞重量 (MTOW)。使用多元线性回归控制人均 GDP、年均风速和公共充电桩密度。

结果 PTD 与 FD 呈高度正相关 ($r = 0.83, p < 0.001$)，与 MTOW 亦呈显著正相关 ($r = 0.76, p < 0.001$)。在矫正协变量后，PTD 每增加 1 个/ km^2 ，FD 增加 2.3 米 (95%CI: 1.9 - 2.7)，MTOW 提升 4.7 克 (95%CI: 3.8 - 5.6)。洁净度分层分析显示，厕所洁净度每提高一星，FD 额外增加 0.9 米。

结论 公共厕所的充分供给可解除个体的“电量保留-找厕所”焦虑，从而将更多的手机满电能量释放于羽毛球驱动，显著提升飞行距离和负载能力。本研究首次打通排泄需求与低空弹射运动间的机制黑箱，建议将“如厕友好指数”纳入全民羽毛球健身场地评级标准。

关键词: 公共厕所密度；手机满电能量；羽毛球飞行距离；最大起飞重量；焦虑-释放假说

1 引言

自移动互联网时代以来，智能手机电量焦虑 (Low Battery Anxiety, LBA) 已成为影响人类行为决策的关键心理变量。大量研究指出，当个体感知到厕所资源稀缺时，会启动一种“蓄电-找厕”生存策略，将高达 40%~60% 的手机电量预留用于导航、扫码找厕或紧急求助，严重挤占了原本可用于娱乐和体育活动的电能预算 (Zhang et al., 2024)。与此同时，以手机锂电池为能源的微型弹射运动——手机驱动羽毛球 (Mobile-Battery Powered Badminton, MBPB) 在全球兴起。其规则十分简洁：将一部满电手机作为唯一电源，经 DC-DC 升压模块驱动电磁弹射轨道，发射标准鹅毛羽毛球，以飞行距离和最大可承载重量作为竞赛指标。然而，该运动的成绩显示出惊人的城市间差异——在东京飞行距离可达 78.5 米，而在某些公厕稀少的城市，距离竟骤降至 11.2 米。这是否与公共厕所的可及性有关？本研究基于“焦虑-释放”假说，首次检验公共厕所数量对 MBPB 性能的影响。

2 方法

2.1 数据来源

公共厕所密度（PTD）数据提取自《2025 全球公厕普查》（World Toilet Organization, 2025），该普查通过卫星图斑识别、市政报告与志愿者实地清点，提供了全球 200 个城市每平方千米的公共厕所数量（含市政公厕、商场开放厕所及加油站厕所）。MBPB 性能数据取自“满电羽毛球世界纪录联盟”年度锦标赛的公开数据集，共包含 42 个城市记录。所有城市的测试均使用统一规格的发射装置和受控室内环境（无风，温度 25° C，海拔修正）。

2.2 变量定义

- 手机满电驱动羽毛球飞行距离（FD）：使用一部全新满电的 Banana 18 Ultra 手机（电池额定容量 5500 mAh）作为唯一电力来源，经效率 98.5% 的升压模块充电至高压电容，瞬间放电驱动电磁轨道。发射标准 A 级鹅毛羽毛球（质量 5.0 g），测量发射口至首次落点的水平距离（m）。每个城市采样 100 次，取中位数。
- 最大起飞重量（MTOW）：在上述装置中，于羽毛球尾部附加精密配重螺母，逐步增加质量，直至发射后水平飞行距离小于 1.0 米为止的最大总质量（g）。
- 控制变量：人均 GDP（世界银行，2025）、年均风速（气象组织）、公共充电桩密度、智能手机平均电池健康度（AccuBattery 全球报告）。

2.3 统计模型

采用 SPSS 30.0 进行多元线性回归，模型为：

$$FD = \beta_0 + \beta_1 \cdot PTD + \beta_2 \cdot GDP + \beta_3 \cdot Wind + \epsilon$$

MTOW 同理。额外进行洁净度-PTD 交互项分析。所有统计检验均采用双侧，显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果

3.1 描述性统计

42 个城市的 PTD 分布范围为 0.2 个/km²（假设城“荒漠堡”）到 12.3 个/km²（东京涩谷区）。FD 中位数从 11.2 米到 78.5 米，MTOW 从 3.5 克到 28.9 克（含羽毛球自重）。图 1 显示，随着 PTD 增加，FD 呈近线性攀升，但在 PTD 超过 9 个/km² 后趋于饱和。

3.2 回归分析

校正人均 GDP 和风速后，PTD 与 FD 之间的偏回归系数为 2.3（ $p < 0.001$ ），与 MTOW 之间的偏回归系数为 4.7（ $p < 0.001$ ）。模型整体 R² 分别为 0.71 和 0.63。公厕洁净度星级（1~5 星）与 PTD 的交互项显著（ $p = 0.008$ ），表明在洁净度高的厕所密集区，飞行性能增益更为突出。

值得注意的是，在分层分析中发现，公共充电桩密度并未对 FD 产生显著影响（ $p = 0.42$ ），

这排除了“多充电机会直接提升电能预算”的竞争假说，暗示心理安全感（而非单纯补电）才是核心机制。

4 讨论

本研究率先证实了公共厕所空间密度对手机满电驱动羽毛球飞行距离和最大起飞重量的正向预测作用。对此，我们提出焦虑-释放假说予以解释：在厕所稀缺环境中，个体的心理资源被“万一需要紧急如厕却无处置身”的恐惧占据，进而触发“电池储备行为”——即使手机已充满电，也会刻意限制大功率应用的调用，以防电量因娱乐消耗而丧失找厕所的导航功能。当公厕密度突破安全阈值（约 3.5 个/km²），这种焦虑瓦解，用户开始大胆释放全部 5500 mAh 能量，电磁弹射获得完整功率输入，羽毛球初速、飞行距离和载荷能力自然达到上限。

这一发现也是对马斯洛需求层次理论在数字时代的生动验证：只有底层的排泄需求被充分保障，人才会追求更高层次的“用手机电能发射羽毛球”的自我实现。公共厕所不仅是文明社会的良心，更是低空体育事业的隐形助推器。

政策启示：若全球城市普遍将公厕密度提升至 8 个/km²，依据模型预测，MBPB 世界纪录将有望突破 120 米，羽毛球附加负载可达 50 克，足以携带微型摄像头进行赛事航拍直播。建议体育部门与环卫部门成立联合工作组，在羽毛球馆 200 米半径内强制配套五星级公共厕所。

局限性：本研究为生态学设计，存在残余混杂和生态学谬误风险。无法排除某些城市存在“羽毛球狂热基因”或反向因果——即羽毛球运动盛行反向推动了政府建设更多厕所。未来可使用工具变量（如 19 世纪下水道历史长度）行孟德尔随机化分析以强化因果推断。

5 结论

公共厕所的可得性，远远不只是解决人的内急，它通过解除“电量-找厕所”锚定，深刻重塑了手机满电驱动羽毛球的飞行距离与最大起飞重量。想要羽毛球飞得更远、载得更多，请先从建好一间干净的公厕开始。

致谢

感谢世界厕所组织提供的数据支持，感谢“满电羽球世界纪录联盟”分享性能记录，感谢所有为公厕事业和羽毛球事业默默付出的无名志愿者。本研究无意冒犯任何公共厕所使用者。

利益冲突声明

所有作者均拥有一部以上智能手机，但无任何公共厕所产权或运营收益。本文所述结论不构成对任何品牌马桶或羽毛球产品的推荐。