

基于 TRIZ 理论的便携式光伏手机充电装置研制

Research on Portable Photovoltaic Mobile Phone Charging Device Based on TRIZ Theory

供稿|齐鹏远, 王静波, 姬龙雪, 杨光达, 王飞, 杨中亮, 栗明昊, 王磊 / QI Pengyuan, WANG Jingbo, JI Longxue, YANG Guangda, WANG Fei, YANG Zhongliang, LI Minghao, WANG Lei

内容导读

采用了 TRIZ 理论对光伏手机充电装置进行了创新设计。应用 TRIZ 理论中的最终理想解题方法, 结合技术矛盾、物理矛盾、物-场矛盾一系列模型, 综合分析创新开发过程中的影响因素, 最终完成便携式太阳能手机充电器的创新原理开发, 确定最佳工艺方案, 并成功完成了实物产品的加工制作。

随着现代社会的发展, 智能手机已经成为了人们日常生产生活中的重要组成部分。智能手机在工作时需要消耗大量的电能, 使得手机电池难以维持长时间的工作。在对手机进行充电时, 又常常受到固定电源与手机充电电线长度的限制, 使得人的活动范围被局限在固定电源附近, 不利于进行外出等活动^[1-2]。为解决手机充电时操作不简便、手机工作时长较短、严重依赖固定电源这 3 大问题, 采用 TRIZ 理论对便携式太阳能手机充电器进行了设计。TRIZ 由俄文演绎而来, 意思是发明家式的解决任务的理论。是前苏联发明家、教育家 G. S. Altshuller (根里奇·阿奇舒勒) 和他的研究团队通过分析大量专利和创新案例总结出来的。TRIZ 理论成功地揭示了创造发明的内在规律和原理, 着力于澄清和强调

系统中存在的矛盾, 其目标是完全解决矛盾, 获得最终的理想解决方案^[3]。根据 TRIZ 理论可加快人们创造发明的进程而且能得到高质量的创新产品。

装置设计基于 TRIZ 理论分析

依据 TRIZ 理论的最终理想解对便携式太阳能手机充电器的设计进行分析可知: (1) 设计的最终目的是延长手机工作时间; (2) 最理想的结果是便携式太阳能手机充电器; (3) 达到理想的阻碍是复杂的操作过程, 单一的充电来源; (4) 出现阻碍的结果导致不利于快速充电, 活动范围被限制在充电源附近; (5) 避免出现这些障碍的条件——简化充电步骤, 采用可移动的充电电源, 能利用多种能量进行充电。为达到以上条件可以利用的资源有简便的

充电系统，增加电量储存的组建，能量转化装置。最终确定的理想解：系统能进行直接充电，可利用能量装转化发电且延长手机工作时间。在最终理想状态下，该系统拥有更简单的操作步骤，能延长工作时间，可以在多种条件下进行充电。在确立了理想状态的方向和位置后，保证了问题解决并得到最终理想解，避免了传统设计方法中目的不明确这一缺陷，从而提高了创新设计的效率^[4-7]。

实验过程

将实际问题到解决方案过程进行演化，演化过程如图1所示。通过模型组件分析，确定组件功能，最后通过因果分析，得到分析的关键点。

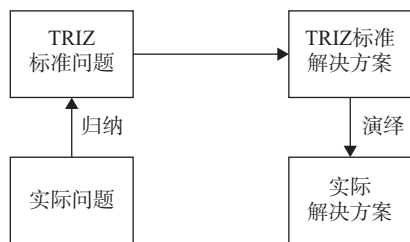


图1 推理演化过程示意图

(1) 模型组件分析。通过模型组件分析描述系统组件的种类以及相互关系，如图2所示。

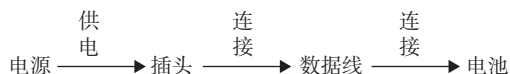


图2 模型组件分析

(2) 功能组件确定。系统功能：对电池进行充电；系统作用对象：电量耗尽的手机电池；系统组件：插头、数据线、电源、电池。

(3) 因果分析。认识问题：现有装置在充电操作过程中步骤繁琐、体积较大占用空间大、手机充电时运动空间受限；澄清问题：数据线较长让人感到杂乱，较短则不便于使用；查找问题原因：组件中，插头与数据线相互连接，限制了手机充电时的运动空间；解决问题的措施：①减少充电的操作步骤；②减少充电系统体积；③扩大手机充电时的可运动空间^[8-9]。

(4) 分析的关键点。充电系统需要连接后使用，充电系统占用空间大，扩大充电时的运动空间。

结果与分析

技术矛盾分析及发明原理运用

现有问题：手机充电过程中，需要连接充电系统，充电系统体积较大、占用空间大，充电时手机运动空间受到限制。基于以上问题，想到的解决方法为减少充电系统个数的同时完成充电任务，带来的问题是增加了充电系统的复杂程度。

改善的参数：物质或事物的数量；恶化的参数：装置的复杂性。根据阿齐舒勒矛盾矩阵表，查得03、23、27、10四个发明原理，对发明原理能否解决问题进行了探讨（见表1）。在经过比较分析后，发明原理10符合要求。

表1 发明原理与解决问题的关联性

原理序号	原理名称	关联性
03	局部性质原则	无效
10	预先作用原则	有效
23	反向联系原则	无效
27	廉价物品代替原则	无效

由此得到方案1：预先将充电插头、数据线、智能手机进行组合，将这个组合系统组装成为手机壳的形状。通过这种预先组合的形式，减少了充电时的操作步骤，缩小了充电时所占用的空间，增大了充电手机的运动空间。

物理矛盾及其解决方案

物理矛盾的定义是，当一个技术系统的某一个工程参数具有相反的需求时，就构成了物理矛盾。解决物理矛盾采用了分离原理^[10-11]。

在传统的充电方法中，是将充电系统组合好后，连接到固定电源处进行充电。现在为了满足便于携带的要求，则需要一个可以进行运动的稳定电源。固定的充电电源与自由运动的充电电源构成了一对矛盾。运用分离原理解决该问题，与分离原理有关的发明原理有13个，通过对分离原理与发明原理的综合运用，我们采用空间分离原理来解决这对矛盾。提出解决方案2。

方案2是在充电系统中添加可充电电池作为自由运动电源。当手机电量较低时，打开手机壳中的充电开关，使用充电电池释放的稳定电流对手机进行充电。既满足了充电时可以自由运动的要求，又

能够为手机提供稳定的充电电流，减小了对电池的损伤。

物-场分析和标准解法系统

对任何一种技术的任何一个功能都可以用两个物一个场来描述，两物一场构成三要素。物-场分析的进行是在判别物-场模型的基础之上进行的，或是对不完整的物-场体系进行补全，或是对完全物-场体系中的要素进行变换进行发展物场。

TRIZ 物-场分析法步骤指出，首先要明确发生问题的部位并确定相关元素，传统手机充电方式依赖固定式电源充电，需要将充电系统与固定电源进行连接，需要使用者耐心等待，而且无法进行自由运动。在室外及户外则无法进行充电，充电条件受到限制。建立问题的物-场模型后，可以看出物质 S2 作用于 S1，即充电系统作用于手机电池，在室外条件下可以提供的电能是有限的，仅依靠充电系统内的充电电池难以长时间对手机电池进行供电（图 3）。

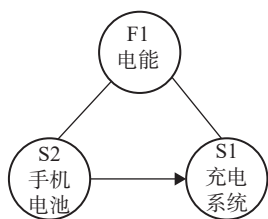


图 3 物-场模型

建立好模型之后即可选择物-场模型的合适解法，通过对示意图的分析发现问题所在：充电系统中的充电电池对手机电量的供应是有限度的，无法依靠充电电池对手机进行长时间充电。该系统的物-场模型属于“作用不完整系统模型”根据标准解的表述，引入新场向并联式物模型进化。最终得到解决方案的物-场模型。由第六标准解可知，加入 S3、F2 来解决充电系统中，充电电池无法长时间进行充电的问题。分析可得进行设计概念最终解，如图 4 所示。

由此得出方案 3，即使用标准解引入一个场 F2，为装置添加太阳能发电组件。当太阳能电池受到光照时产生电能，经太阳能发电组件对电流进行防倒流保护，对充电电池提供稳定的电压电流，

在日常中对充电电池进行充电，从而延长充电电池对手机的充电时间。

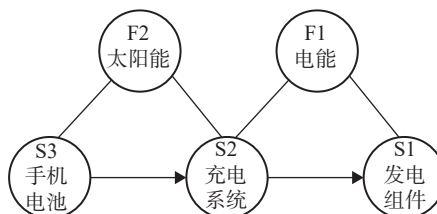


图 4 概念最终解模型

表 2 列出了上述 3 种技术方案，综合以上方案，得到便携式太阳能手机充电器的充电系统的创新设计方案。

表 2 技术方案分析

方案编号	说明	评价
1	对充电系统预先组装	可行性高
2	对充电系统安装可充电电池	作用明显
3	使用第六标准解，引入场 F2，添加组件 S3	效果显著

该便携式太阳能手机充电器的充电系统，是由充电组件、太阳能发电组件共同组成。当手机不需要进行充电时，会使用太阳能对充电电池进行充电；在手机需要充电且有一定光照时，使用太阳能对手机进行充电；在光照条件不足时，使用充电电池对手机进行充电。从而实现了缩减充电组件的连接过程，减少充电系统的体积，手机在充电时便于携带的功能。在有光条件下用太阳能进行充电，无光条件下使用充电电池对手机进行充电，在不需要充电且有一定光照时对充电电池进行充电，使手机能够获得更多的电能进行充电，装置如图 5。

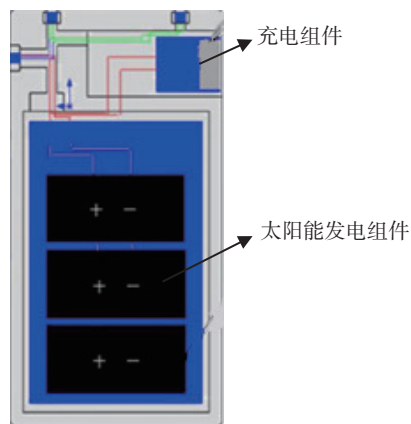


图 5 光伏充电装置示意图

结论

本文给出了基于 TRIZ 的便携式光伏手机充电装置设计过程,利用发明问题解决理论 (TRIZ) 中的物-场分析、技术矛盾和物理矛盾。弥补了传统设计方法的不足。改进了设计过程并缩短了设计周期,提高了设计的效率,提出了改进便携式光伏手机充电装置方案,为便携式光伏手机充电装置的创新设计提供了理论依据。

参考文献

- [1] 刘军, 崔学伟. 基于单片机的双模式太阳能充电器的设计. 电子测量技术, 2018, 41(18): 91
- [2] 邢璐, 华一雄, 张执南. 集成EBD和TRIZ的机电系统概念设计方法. 上海交通大学学报, 2022, 5: 1
- [3] 杨晨, 张秀芬, 张树有, 等. 基于TRIZ理论的螺丝刀创新设计. 机床与液压, 2022, 50(6): 71
- [4] Dai Q H, Jin J. Material and manufacturing of the key part of dish solar thermal power generation device. *Adv Mater Res*, 2013, 630: 260
- [5] 杨霞, 齐鹏远, 王静波, 等. 一种新型轴瓦凸耳冲压自动送料装置. 金属世界, 2022(3): 75
- [6] 李士琦, 季淑娟. 清洁能源冶金及制氢实验. 金属世界, 2019(6): 73
- [7] 方晓敏. TRIZ理论在光伏专业创新发明中的应用. 科技经济导刊, 2017, 11: 18
- [8] 张环宇. 太阳能电池用无铅或少铅三维钙钛矿光吸收材料的研究进展. 金属世界, 2019(3): 18
- [9] 李伟, 王强, 杜建强, 等. 基于TRIZ理论的太阳能牧草干燥设备研究. 农村牧区机械化, 2017(2): 18
- [10] 刘胜勇. 基于TRIZ理论的车床转位刀塔改进. 金属加工 (冷加工), 2021(11): 82
- [11] 岳志勇, 丁惠, 文宗川. 基于TRIZ的牧草干燥方式研究. 内蒙古工业大学学报 (自然科学版), 2013, 32(1): 60

基金项目: 辽宁省教育科学“十三五”规划 2020 年度资助项目 (JG20DB447); 营口理工学院大学生创新创业训练计划资助项目 (X202314435006)。

作者简介: 齐鹏远 (1981—), 男, 副教授, 主要研究方向为材料加工及制备技术。通信地址: 辽宁省营口市博文路 46 号, E-mail: qipengyuan@126.com。

通信作者: 王静波 (1965—), 男, 教授, 主要研究方向为机械制造技术。通信地址: 辽宁省营口市博文路 46 号, E-mail: jbmail@126.com。