

基于 TRIZ 技术进化理论的多功能插线板创新设计

杨杰, 别亮亮, 成思源, 李蓉, 王梁武, 李苏洋
(广东工业大学 广东省计算机集成制造重点实验室, 广州 510006)

摘要: 目的 聚焦技术系统本身而非客户本身来预测产品未来的发展趋势, 挖掘客户的隐性需求。方法 基于 S 曲线四参数法定位插线板的技术成熟度, 然后确定应用技术进化法则的优先顺序, 进而根据对应技术进化法则的多条技术进化路线, 分析进化的不同状态序列, 综合构建高理想度的创新方案。结论 设计结果表明, 应用 TRIZ 技术进化理论可以较客观地预测产品未来进化可能的结构形态, 减少传统产品创新较强的主观性, 据此得到的插线板创新方案, 在产品美观、便携、多功能等方面均获得了明显提升。

关键词: TRIZ; S 曲线; 技术进化法则; 技术进化路线

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)14-0025-05

Innovative Design of the Multi-functional Strip Based on Technology Evolution Theory of TRIZ

YANG Jie, BIE Liang-liang, CHENG Si-yuan, LI Rong, WANG Liang-wu, LI Su-yang
(Guangdong Provincial Key Laboratory of Computer Integrated Manufacturing, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

ABSTRACT: It aims to predict the evolutionary trends based on the technology system itself rather than the customer, which can convert potential need to dominant need. The four parameters methods of S-curve were used to definite technology maturity, and the priority of applying technology evolution rule could be selected correspondingly. The technology evolution rule includes several technology evolution routes, to analyze the future state sequence of each evolution route, the innovative solutions of high ideality will be obtained. Design results show that technology evolution theory of TRIZ can objectively predict the possible future structure, while the strongly subjectivity can be reduced, and new design obviously improved the appearance, portable and multi-function etc.

KEY WORDS: TRIZ; S-curve; technology evolution rule; technology evolution route

技术系统的进步满足了人类的各种需求, 而需求进化又对技术系统提出了更高的要求, 两者之间形成了一种相互推动的关系。通过对客户购买行为的分析, 可发现大部分需求都是由客户的潜在需求所引起, 如何将潜在需求转化为显性需求就显得意义重大^[1]。以往对此类问题的研究更多是聚焦在客户

本身, 这里尝试基于 TRIZ 理论以技术系统本身作为焦点展开分析。两者之间若能相辅相成, 可为技术系统未来的改进方向提供有价值的创新指引。

TRIZ 理论是由前苏联的根里奇·阿奇舒勒于 70 年前创立的, 通过对技术系统发展规律的研究, 在分析数百万份高水平专利的基础上, 提炼总结出的

收稿日期: 2016-03-04

基金项目: 广东省科技技术项目 (2014A040402008、2014A040402005)

作者简介: 杨杰 (1974—), 男, 陕西人, 博士, 广东工业大学副教授, 主要从事技术创新方法、机电系统智能控制、现代检测技术与仪器等方面的研究。

一种技术创新方法论,英文名直译为“发明问题解决理论”。该理论的基础为技术进化论,即技术系统的进化并非是一种随机模式,而是存在着客观规律的。在一个工程领域中总结出的进化规律可在另一个工程领域实现,即进化规律具有可传递性^[2-3]。应用该规律,可以预测进化、发现问题、跨行业解决问题。这里以目前一款较流行的插线板为例,应用TRIZ技术进化理论,首先基于S曲线预测产品的技术成熟度^[4],其次基于特定的进化法则预测产品的发展趋势,最后基于技术进化路线预测产品可能进化的具体结构形态。

1 问题描述

插线板是人们日常生活中虽然已司空见惯但是又不可或缺的一件产品。无论是企业还是客户多会主观地认为,插线板已经充分满足了用户的实际需求,可改进的空间非常有限,因而在很长一段时间内,插线板的改变非常小。

基于TRIZ理论,插线板可视为一个技术系统,技术系统的存在前提是其作为功能载体能够向功能受体提供功能^[5]。从技术进化的角度来分析,当功能受体发生了改变时,功能载体也必然作出相应的改变,以符合技术进化法则,即协调性进化^[6-7]。插线板的主要功能是提供电压(交流电),而功能受体则是需要交流电的各类用电设备。以面向生活的便携式设备为例,主要连接插线板的电器包括手机、平板电脑、笔记本电脑、MP3、移动电源、电纸书等。这些设备都有一个共同特点,随着体积的减小,通常都需要一个外置的变压器模块,而外出同时携带多个模块显然给用户带来很大的麻烦。兼具交流与直流供电的多功能插线板见图1(图片摘自百度),通过将变压器模块从已有电子设备中裁剪掉,并将其从超系统内迁至插线板这一技术系统内部,变为该技术系统的内部组件,则很好地解决了这个矛盾。



图1 兼具交流与直流供电的多功能插线板
Fig.1 Multifunctional strip with AC and DC power

图1针对功能受体的变化作出了协调性改变,一经推出便很快赢得了客户的良好评价,其他企业也很快推出非常相似的产品,那么技术系统下一步又该如何发展?这里尝试从技术进化的角度预测产品未来的发展趋势,进而挖掘出客户的潜在需求,创造出更有价值的产品。

2 技术系统成熟度的分析

技术系统就像生物系统以及其他任何系统一样,都会经历自然界的周期变化,从产生、发展、兴盛到衰落,最终被其他系统所代替。TRIZ技术进化理论认为,技术系统和人一样具有生命周期,并将其分为婴儿期、成长期、成熟期和衰退期共4个阶段^[8-9]。S曲线四参数法见图2,为综合评价产品的发展规律及在进化过程中所处的位置,TRIZ理论采用时间与性能参数、专利数量、专利级别、利润4条曲线,从图2中可以发现技术系统进化的多种规律性^[10]。该S曲线可被视为产品技术成熟度的预测曲线,确定产品在S曲线上的位置,就可以评估产品现有的技术成熟度。

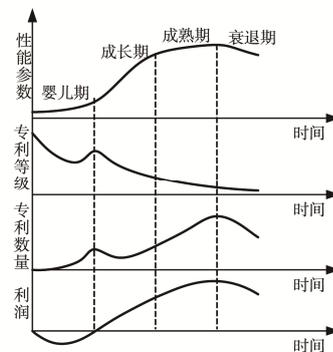


图2 S曲线四参数法
Fig.2 Four parameters of S-curve

这里据此分析了插线板的技术成熟度,插线板的插孔数量、额定电压、额定电流、额定功率等性能参数已经较长时间未有明显变化,可判定处于成熟期的可能性较大;通过对专利的分析可发现,专利等级较高的发明专利非常少,而更多集中在外观等较低级别的专利,而其也保持了稳定的数量,可判定处于成熟期的可能性较大;利润数据无法从公开渠道获取,因此用售价作为替代,通过对电商平台等公开数据分析,插线板售价在很长一段时间保持稳定,可判断处于成熟期的可能性较大。

综上所述，现阶段插线板很可能处于成熟期。经典 TRIZ 理论主要有 8 条进化法则，不同法则在不同阶段应用的频度有所差异。S 曲线与进化法则的关联特性见图 3，它标志出了不同阶段所主要采用的一些进化法则^[11]。

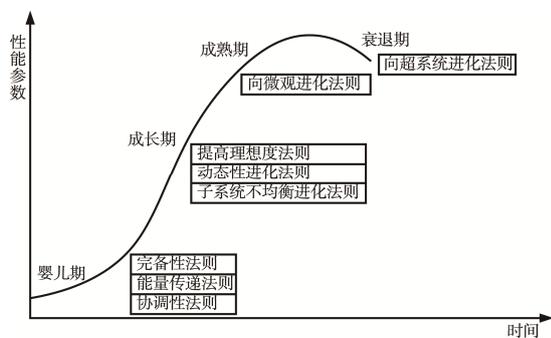


图 3 S 曲线与进化法则的关联特性

Fig.3 Relation between S-curve and evolution rule

首先重点考虑对应成熟期概率较大的向微观进化法则，再次可以考虑衰退期或者成长期的进化法则，但这种关联特性也只能作为参考，像提高理想度法则实际上贯穿于 S 曲线的整个生命周期。理想度一般描述为有用功能之和与有害功能之和及成本之和的比值，技术系统进化的总体趋势是理想度越高越好。

3 基于进化法则及进化路线的预测分析

在每个技术进化法则下又包含了多条技术进化路线，进化路线指出了产品进化的状态序列，其实质是产品如何从一种核心技术移动到另一新的核心技术，新旧核心技术所完成的基本功能相同，但新技术的性能极限提高或成本降低。目前，已经发现的产品进化路线有 350 多条，典型的进化路线有 20 条^[12]。

3.1 向微观进化法则

向微观进化法则指出，技术系统及其子系统在进化发展过程中向着减小元件尺寸的方向发展，即元件从最初的尺寸向原子、基本粒子的尺寸进化，同时能够更好地实现相同的功能，其主要用于解决宏观系统中由于尺寸问题而导致的冲突，而尺寸在插线板的便携性与提供功能之间恰恰是一个创新的矛盾点。向微观进化法则的进化路线之一就是分割，分割是系统发展的一个方向，是将整体的、单一物体逐步分割成多个部分。这样的分割基本上可以无限制地进行到物体转变为真空，最后到“理想系统”。

从本质上讲，分割路线展示的是系统从宏观层次向微观层次的跃迁。

插线板同一层级组件主要包括交流模块、直流模块、开关、电缆等，基于分割的路线，尝试将直流模块和交流模块分割。此时并未从分析客户需求角度出发，而是依据分割的进化路线先尝试不同的分割方案，再评价此方案的可行性及理想度。可分割的插线板见图 4。

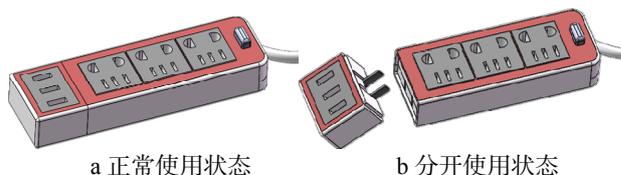


图 4 可分割的插线板

Fig.4 Segmentation of strip

该方案将直流模块和交流模块分割后，两者既可以作为独立的技术系统使用，又可连接在一起实现之前未分割方案的所有功能。该方案很好地解决了进化过程中尺寸大小的矛盾，客户外出需要携带哪个模块本来是个很难准确把握的难题，但通过分割方案，将这种选择权交给了客户。在产品成本略微增加的前提下，有用功能得到了更大提升，系统理想度反而得到了提高。

3.2 向超系统进化法则

技术系统在成熟期趋向由单系统向双系统及多系统进化，即将已有的两个或多个相互独立的单系统集成，集成后系统的有用功得到加强^[13]。但与何种系统集成，如何集成以往缺乏系统性、可操作性强的应用流程，可依据 TRIZ 九屏幕法^[14]，从空间和时间维度分析当前技术系统、子系统、超系统以及它们过去或未来的组件资源，看哪些组件可以与当前技术系统相结合并衍生出新的技术系统。集成了短 USB 线的双系统见图 5，为插线板的一个典型超系统组件，即 USB 线，该线可以实现充电及数据传输的功能，但当外出携带电子设备较多时，携带的 USB 线条数也必然增加，而且经常缠绕在一起，使用非常不方便。针对传统长 USB 线的不足，之后出现了短 USB 线，其头部和尾部利用磁性可自动吸合在一起，极大增加了携带和使用的便利性。但分开的两个系统很容易遗漏其中之一，因而将短 USB 线与独立直流模块相结合，形成了一个新的技术系统。同理，也可将超系统的移动电源内迁到独



图5 集成了短USB线的双系统

Fig.5 Dual system consist of short USB cable and strip

立直流模块，插电时相当于给移动电源充电，脱离插座后可独立当作移动电源使用。

3.3 协调性进化法则

协调性进化法则是指整个系统沿着各个子系统互相更协调、系统与超系统互相更协调的趋势发展。主要包括了形状协调、频率协调、材料协调及参数协调4个方面，形状协调又包含了3个方向，即表面属性协调进化、内部结构协调进化、几何形状协调进化^[15]。其中，表面属性协调进化又包含多条进化路线。系统、子系统、超系统之间一般通过表面实现相互间的接触，因此任何元素的表面都是对其进行改良的重要资源。通过改变表面的微观形状和特性，可以增强相互之间的作用，表面属性协调进化路线1见图6。



图6 表面属性协调进化路线1

Fig.6 One evolution route of surface property coordination

该路线的核心思想是技术系统从“平滑表面”向“带有突起的表面”、“粗糙表面”、直至“带有活性物质表面”方向进化。图6中示例为汽车方向盘，从初始的光滑表面，进化到肋状突起表面、点状粗糙弹性表面、直至可制热表面以满足寒冷天气使用，当前系统方向盘与超系统人手之间的相互作用日趋

协调。将此进化路线应用到插线板，可得到插线板侧面磁性吸附USB线，见图7。

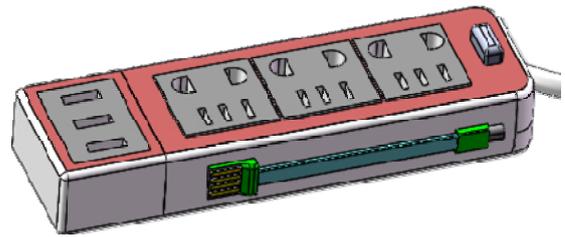


图7 插线板侧面磁性吸附USB线

Fig.7 USB cable being fixed by magnetic of the side surface

让系统成为具有“活性表面”的插线板，除了独立直流模块外，交流模块原本未加利用的表面由内置磁铁而产生表面磁性，可被用来固定更多的备用USB短线，以满足更多充电外设的实际需求。

在此基础上，又分析了表面属性协调进化路线2，见图8，即从相同形状进化到自兼容形状、兼容形状直至特殊形状。图8中雨刮器与玻璃表面形状的进化协调，就充分说明了此条进化路线。据此进化路线，既然短数据线要内迁至插线板技术系统内部，初始状态可能就是表面缠绕或吸附的“相同形状”，但外露的数据线显然影响美观，因此，进一步利用系统内部资源，将客户一般不会直接看到的插线板底部内凹，形成可存放3条USB短线的“自兼容形状”，插线板底部表面内凹并磁性吸附USB线见图9。虽然略微增加了成本，但是整个技术系统的理想度进一步大幅提高。



图8 表面属性协调进化路线2

Fig.8 Another evolution route of surface property coordination

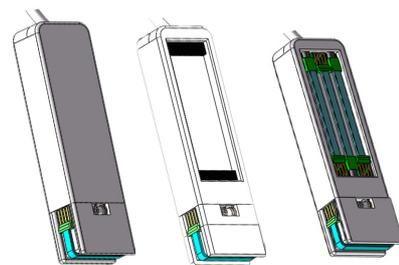


图9 插线板底部表面内凹并磁性吸附USB线

Fig.9 USB cable being fixed by magnetic of the recessed bottom surface

4 结语

以往在分析客户需求,特别是隐性需求时,设计师的主观判断通常占据了主导地位,在有限的开发时间内,创新方案虽然多但是较难满足客户的实际需求。而应用技术进化理论则聚焦技术系统本身,S 曲线、技术进化法则以及技术进化路线等的系统化应用,可以有效地预测产品未来可能进化的具体结构形态,为产品创新提供客观的依据。一般而言,基于 TRIZ 所得到的方案的可行性和开发效率均有明显的提高,若能将聚焦技术系统与聚焦客户两者有效结合,创新方案可以相互比对、验证、综合,有可能获得理想度更高的方案。

参考文献:

- [1] 冯泰文. 客户参与和企业竞争优势——基于需求不确定性的调节效应[J]. 软科学, 2014, 28(5): 75—78.
FENG Tai-wen. Customer Involvement and Competitive Advantage: Based on the Moderating Effects of Demand Uncertainty[J]. Soft Science, 2014, 28(5): 75—78.
- [2] 裴晓敏, 张增常. TRIZ 技术系统进化辩证观[J]. 系统科学学报, 2013, 21(2): 39—42.
PEI Xiao-min, ZHANG Zeng-chang. Dialectics Views in TRIZ Technological Evolution Theory[J]. Chinese Journal of Systems Science, 2013, 21(2): 39—42.
- [3] MENAOUER B, KHALISSA S, NADA M. Methodology for Innovative Eco-design Based on TRIZ[J]. Journal on Interactive Design and Manufacturing, 2015, 9(3): 167—175.
- [4] 王昕, 杨君顺. 基于 TRIZ 进化理论在产品预测中的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 120—122.
WANG Xin, YANG Jun-shun. Application of TRIZ Evolution Theory on Product Prediction[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(11): 120—122.
- [5] 吕瑟, 成思源, 杨雪荣, 等. 基于功能分析系统技术与 TRIZ 的牙签包装机设计[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 65—69.
LYU Se, CHENG Si-yuan, YANG Xue-rong, et al. Toothpick Packaging Machine Design Based on Function Analysis System Technique and TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 65—69.
- [6] 曹国忠, 郭海霞, 檀润华, 等. 面向功能创新的功能进化、组合与失效研究[J]. 机械工程学报, 2012, 48(11): 29—38.
CAO Guo-zhong, GUO Hai-xia, TAN Run-hua, et al. Research on Function Evolution, Combination and Failure Mode for Product Function Innovation[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48 (11): 29—38.
- [7] 王静秋, 王晓雷. 表面织构创新设计的研究回顾及展望[J]. 机械工程学报, 2015, 51(23): 84—95.
WANG Jing-qiu, WANG Xiao-lei. State of the Art in Innovative Design of Surface Texture[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2015, 51(23): 84—95.
- [8] LABOURIAU F C, NAVEIRO R M. Using the Evolutionary Pattern to Generate Ideas in New Product Development[J]. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 2014, 37(1): 231—242.
- [9] 杜冠男, 熊艳, 曾雪蕾, 等. 基于 TRIZ 和 FBS 的闭环设计方法[J]. 机械设计, 2013, 30(9): 1—7.
DU Guan-nan, XIONG Yan, ZENG Xue-lei, et al. Closed Loop Design Method Based on TRIZ & FBS[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(9): 1—7.
- [10] 高常青, 陈伟, 密善民. 基于 TRIZ 的技术预测方法研究与应用[J]. 机械设计, 2014, 31(8): 1—5.
GAO Chang-qing, CHEN Wei, MI Shan-min. Research on Methodology of Technology Forecasting Based on TRIZ[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(8): 1—5.
- [11] 成思源, 郭钟宁, 周金平. 技术创新方法-TRIZ 理论及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.
CHENG Si-yuan, GUO Zhong-ning, ZHOU Jin-ping. Technology Innovation Method-theory and Application of TRIZ[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2014.
- [12] WAN Xiao-ning, SUN Xin-yu, SUN Lin-yan. The Law and Routes of System Evolution in TRIZ and the Application[J]. Industrial Engineering and Management, 2003, 8(1): 30—33.
- [13] 张娜, 于振环, 张燕. 装载机自动变速系统进化路线分析[J]. 长春工业大学学报(自然科学版), 2013(5): 529—532.
ZHANG Na, YU Zhen-Huan, ZHANG Yan. Analysis of Loader Evolution Route for an Automatic Transmission System[J]. Journal of Changchun University of Technology (Natural Science Edition), 2013(5): 529—532.
- [14] 李弘, 肖玉, 颜惠庚. 技术系统进化法则在九屏幕法中的应用[J]. 统计与管理, 2013(2): 145—146.
LI Hong, XIAO Yu, YAN Hui-geng. Technical System Evolution Law in the Application of Nine Screen Method[J]. Statistics and Management, 2013(2): 145—146.
- [15] 汪建新, 胡依景, 吴启明. 加热炉辐射管的技术进化路线分析[J]. 金属热处理, 2014(10): 137—140.
WANG Jian-xin, HU Yi-jing, WU Qi-ming. Analyzing on Technical Evolution Route of Radiant Tube for Heat Furnace[J]. Heat Treatment of Metals, 2014(10): 137—140.