

基于QFD/TRIZ集成的创新路径分析

罗海有^{*}, 李可用[#], 朱佳俊

辽宁工业大学经济管理学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2021年10月24日; 录用日期: 2021年11月17日; 发布日期: 2021年11月24日

摘要

创新是企业生存和可持续发展的根源, 是社会前进的动力。市场经济中, 创新设计可以满足顾客的需求, 甚至超越顾客的期望, 增加产品的附加值, 赢得顾客信任, 提高企业的竞争力。而正确地选择创新路径, 可以提高效率, 缩短开发周期, 降低开发成本和生产成本。本文基于系统的思维, 采用QFD和TRIZ的相关工具, 规划了创新路径, 将顾客需求转化为技术特性, 并将技术特性进一步展开为产品的规划特征, 应用矛盾矩阵实现了需求与产品方案的有效对接。以电力监测设备的创新为例, 演绎了创新的过程, 论述所设计路径的合理性和有效性, 尤其是在复杂的地理环境下监测更方便易行。

关键词

创新, 路径, QFD/TRIZ集成

Innovation Path Analysis Based on QFD/TRIZ Integration

Haiyou Luo^{*}, Keyong Li[#], Jiajun Zhu

School of Economics and Management, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: Oct. 24th, 2021; accepted: Nov. 17th, 2021; published: Nov. 24th, 2021

Abstract

Innovation is the root of enterprise survival and sustainable development, is the driving force of social progress. In the market economy, innovative design can meet the needs of customers, even exceed the expectations of customers, increase the added value of products, win the trust of customers and improve the competitiveness of enterprises. The correct choice of innovation path, can

^{*}第一作者。

[#]通讯作者。

improve efficiency, shorten the development cycle, reduce development costs and production costs. Based on the systematic thinking, this paper uses the related tools of QFD and TRIZ to plan the innovation path, to transform customer requirements into technical characteristics, and to further develop technical characteristics into product planning characteristics, the contradiction Matrix is used to realize the effective docking of requirement and product scheme. Taking the innovation of electric power monitoring equipment as an example, this paper deduces the process of innovation and discusses the rationality and effectiveness of the design path, especially in the complex geographical environment monitoring is more convenient.

Keywords

Innovation, Path, QFD/TRIZ Integration

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

进入二十一世纪以来,我国经济活力全面爆发,对能源和动力的需求越来越大。其中对电力的需求比之改革开放前增加了数倍,而其线路的平稳运行,对于工农业生产和人们日常生活具有重要的支撑作用。然而,由于企业和居民区分布在广袤复杂的地理环境中,输电线路穿越各种气候和地形,其监测和维护面临巨大挑战。因此寻求一种高质量的电力监测设备就非常必要了。有鉴于此,本文将 QFD/TRIZ 整合成一体化的创新模型,设计了监测设备,使其具有实时传输、危险预警、安装牢固、使用寿命长等优点,这将大大改善我国输电线监测的能力,减少风险,提高效率。

2. 创新理论概述

QFD 是以顾客为关注焦点的产品开发模式[1]。它是以确保产品的质量为目标,以需求分析为切入点,采用市场调研和问卷调查的方法,收集顾客的需求,并用矩阵图解法把顾客的需求转化成技术特性、产品特性工艺要求和生产控制要求的一系列过程[2]。通过逐步的展开,揭示设计中要解决的全部问题和关键问题,确定解决的优先次序和资源的配置。

TRIZ 又称发明问题解决理论[3],它是一个为了处理不同工程技术问题而发明的方法论,其关键内容是能够给予使用者一套明确、具体的创新方法。此外 TRIZ 还为使用者在发明和创新方面提供了完整的方法论,并且从中总结了一套全面的准则,能够启发使用者如何处理将来遇到的困难。前苏联发明家阿奇舒勒在对上万份的专利发明进行汇总后,于 1946 年归纳出了 TRIZ 理论,这套理论又根据创新力度的不同,从小到大又分成五个“创新等级”。TRIZ 理论历经了数十年的完善已经日益成熟,到现在该理论已经被全球的学者所广泛认同。

FMEA 又称潜在失效模式及后果分析,该方法论能广泛地运用于产品的设计和生产中,目的在于发现并处理产品设计和生产过程中,已经出现或未出现,但可能遇到的矛盾,规避风险,减少损失,保持生产的顺畅和稳定。FMEA 的分析步骤如下:先通过外部环境(顾客要求或者规范标准)明确待分析对象的系统,然后画出可靠性方框图;接下来用 FMEA 表格将矛盾模式一一列举出来并画出控制图进行影响度分析;最后构建出评价表以该表为依据进行风险程度分析并寻求降低风险的对策。用 FMEA 分析潜在的失效模式和故障

起因，为设计阶段提供预防建议，避免产品加工、制造过程中的质量损失和质量缺陷。借助于 FMEA 过程得到的权重修正系数，克服主观因素影响，结合顾客需求，对技术特性权重赋值，寻找最关键的技术特性。

3. 创新路径规划

QFD 理论与 TRIZ 理论都有其优势之处，然而又各自存在不足。就 QFD 理论而言，虽然它能够准确地找到产品哪些地方需要改进，并且能清晰地认识到质量特性之间存在的矛盾，但是对于用何种方法解决这些问题，却没有提出很好的对策。TRIZ 虽然能够完全解决遇到的冲突问题，但是前提是需要知道要解决哪些冲突问题，而恰恰在寻找冲突问题这一方面，TRIZ 理论无法完美的做到。综上，将 QFD 与 TRIZ 两种理论结合使用，取长补短，最终提出了 QFD\TRIZ 的集成模型，如图 1。

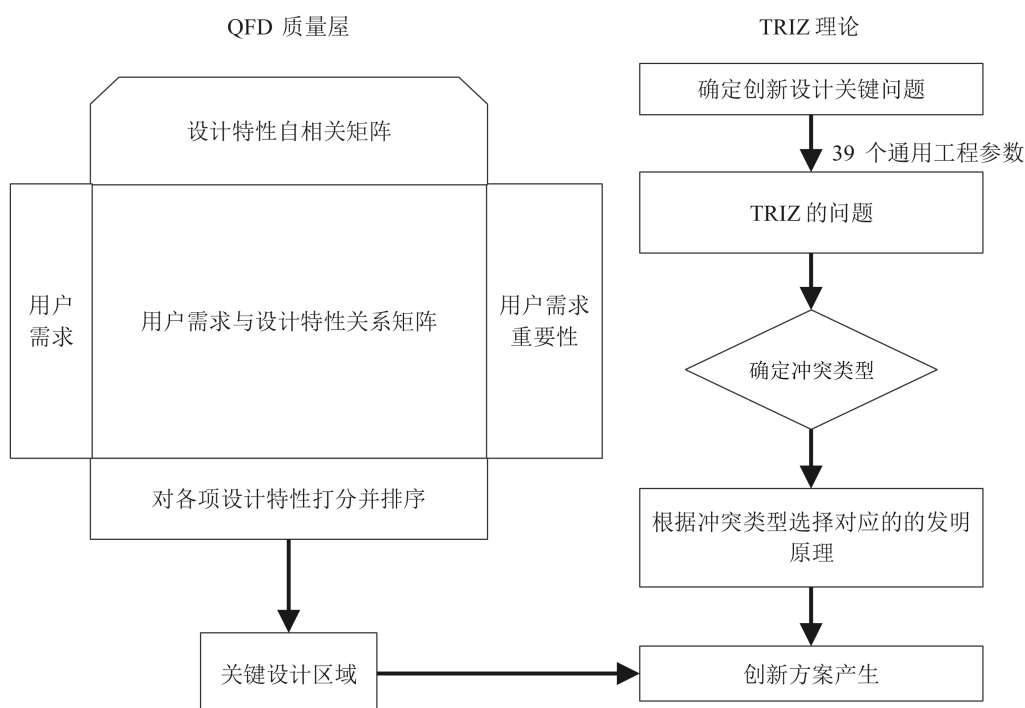


Figure 1. Integrated model of QFD and TRIZ

图 1. QFD、TRIZ 集成模型

QFD、TRIZ 集成的模型具体步骤为：

步骤 1：识别顾客需求。顾客需求是新产品设计的不竭动力，可采用广泛的问卷调查方法获得大量的顾客数据。由于问卷调查人员往往不能预知问卷调查中技术将来的发展趋势，因此 QFD 方法的数据收集通常是偏颇、不准确的。为处理这种误差，需要将数据与 TRIZ 中产品进化定律模式相中和，因为该模式是顺应技术发展的历史进程，所以具有客观性和通用性。如此经过加工的数据才可以作为 QFD 方法的得到的数据，从而转入下一步。

步骤 2：将顾客需求转化为产品的设计特性。把抽象的顾客需求转化为产品具体的设计特性，并判断该特性属于产品的功能特性还是外观特性，再分配给相应的部门。

步骤 3：进行灰色关联分析，量化顾客需求重要度，建立需求与技术特性相关矩阵，确定顾客需求与技术特性的相关程度，消除源数据的人为因素的影响，增强结果的合理性。

步骤 4: 用 FMEA 分析潜在的失效模式和故障起因, 规避设计风险, 减少制造过程中的质量损失和质量缺陷, 借助 FMEA 工具修正各技术特性的重要度, 基于灰色系统理论和 FMEA 构建质量屋, 确定技术特性的重要度和解决次序

步骤 5: 确定处于负相关关系的设计特性, 以便寻求相应的创新解决方案。传统的 QFD 理论无法处理设计参数之间的关系, 负相关矛盾严重阻碍 QFD 理论的实际应用。而 TRIZ 理论就是为了处理负相关矛盾。设计的质量屋的上部相关矩阵可以明确表示各个参数的联系。“+”表示正相关, 其内在联系是彼此促进的正向关系; “-”表示负相关, 其内在联系是彼此排斥的对立关系。

步骤 6: 划分冲突类型。对呈负相关关系的参数进行类型划分, 判断其属于技术冲突还是物理冲突, 以便对症下药。

步骤 7: 借助 TRIZ 理论中消除冲突。根据 TRIZ 的发明原理找到矛盾对应的处理办法, 为使用者提供处理矛盾的策略。

4. 创新实例分析

以前, 输电线路的维护大多是由专门的人员做定期的检测, 这样虽然能够排除发生的问题, 但是由于该方法的局限, 无法对处于特殊环境(如高温、多雨)进行检查[4]。此外, 如果输电线在检测期以外出现故障, 很有可能在下一检修期到来之前就已经造成事故。输电通道的在线检测设备能解决这个隐患, 不间断对线路进行检测, 而且维护成本低, 因此有广阔的应用前景。

按照 QFD、TRIZ 集成模型的方法步骤, 先进行市场调研, 梳理出目标顾客对输电线路在线监测设备的需求为实时传输、危险预警、安装牢固、便于安装、易维护、使用寿命长、价格适中、维护费用低等要求。然后将这些数据汇总分析, 得到所要设计的产品应该具有哪些特性, 再将该特性分别对应到外观、功能、价格上并安排给有关部门进行开发协作, 再构建出 QFD 质量屋模型, 如图 2, 最后消除矛盾, 得到理想的设计方案。

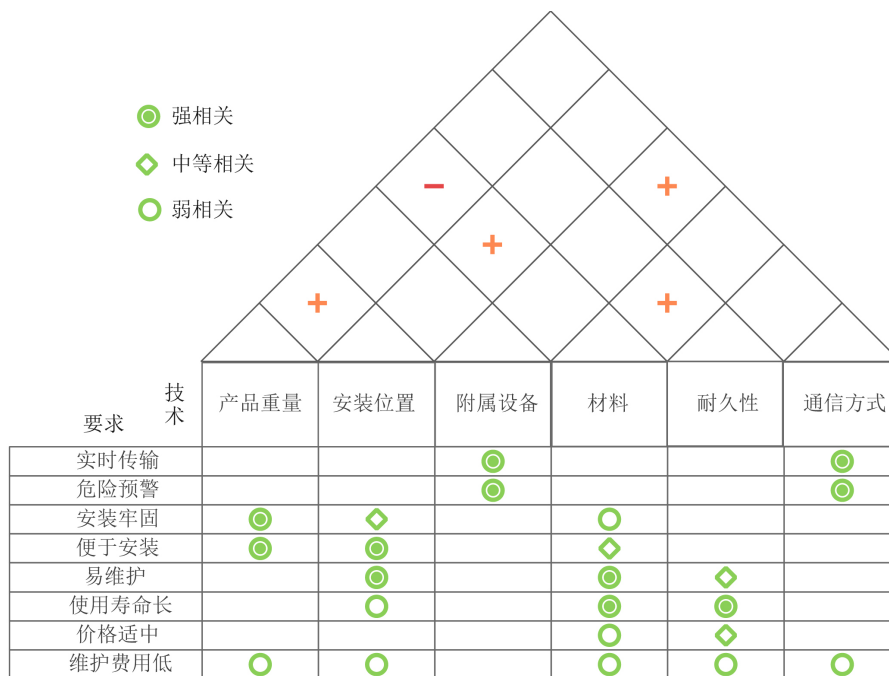


Figure 2. QFD house of quality
图 2. QFD 质量屋

根据专业分析,得到主要的技术参数矛盾,查 TRIZ 矛盾矩阵表,得到对应的解决原理如表 1。

Table 1. Contradiction matrix table
表 1. 矛盾矩阵表

| | 静止物体的体积 | 物质损失 |
|---------|----------------|---------------|
| 静止物体的重量 | - | 5, 8, 13, 30 |
| 结构的稳定性 | 28, 34, 35, 40 | 2, 14, 30, 40 |

根据矛盾矩阵表 1,基于 TRIZ 理论,选择对应的原理消除以上技术矛盾。通过原理 2 可得,去除系统中不必要的功能仅保留关键功能,就检测设备而言,它的主要功能是监测和预警,所以只留下这两个功能。通过原理 5 可得,将监测设备和预警设备合二为一,只要监测设备发现电路故障就会发出信号。通过原理 14 可得,简化监测设备的外观,减少因复杂结构而对稳定造成影响。

根据上述分析,可确定在线监测设备的主要功能,简化在线监测设备的结构,使其更具有稳定性。并将在线监测设备和预警设备进行功能合并,在发现有危险的情况下发出报警,最终消除冲突得到最优的设计方案。成品图如图 3 所示。



Figure 3. Effect drawing of online monitoring equipment
图 3. 在线监测设备效果图

5. 结论

输电线路长期暴露于复杂甚至恶劣的室外环境下,容易受到气候等自然灾害和人为因素的影响而中断电力供应。在生产和生活都与电力紧密相连的现代社会,监测线路的运行情况,及时消除安全隐患问题至关重要。本文基于 QFD 与 TRIZ 理论,建立了一个以顾客为主导的全新创新设计模型,搭建了需求分析与产品实现的路径。通过该模型的有效应用,建立了在线监测设备的质量屋,分析了设计中技术参数的相关关系,形成了矛盾矩阵表,根据专业分析,筛选出恰当的发明原理,摒弃了额外非必要功能,

将在线监测设备与报警设备的功能组合，大大地提高了在线监测设备的功能性。不仅对线路日常运维带来很大的方便，同时也大大提高了线路的可靠性。

基金项目

本项目为辽宁省社会科学规划基金项目——基于 QFD 与 TRIZ 集成的辽宁装备制造业产品创新研究 (L18BGL036)。

参考文献

- [1] Zhang, X.F. (2019) User Selection for Collaboration in Product Development Based on QFD and DEA Approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*, **30**, 2231-2243. <https://doi.org/10.1007/s10845-017-1386-3>
- [2] 罗润. 基于 QFD、TRIZ、DOE 的产品设计方法及其工程应用[J]. 科技与创新, 2021(3): 43-45.
- [3] 林琳, 李小涛, 徐永利. 国内 TRIZ 理论及方法的研究热点及发展趋势[J]. 广东工业大学学报, 2021, 38(2): 10-19.
- [4] 刘成瑞, 杨扬, 王圣文. 输电线路在线监测系统的研究与实现[J]. 电子制作, 2020(14): 23-24+26.