

Requirement Analysis of Rebar Tying Machine on TRIZ Evolution Theory

Qing Wang, Mingqin Zhang, Yan Tian, Daming Sun

College of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan
Email: wqgreen@163.com

Received: Oct. 21st, 2013; revised: Oct. 29th, 2013; accepted: Nov. 10th, 2013

Copyright © 2013 Qing Wang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2013 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Qing Wang et al. All Copyright © 2013 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: TRIZ technology evolution theory was applied to the product demand analysis about the rebar tying machine. Firstly, the introduction to the rebar tying machine was done, then the importance of capturing the new customer requirements was proposed. Secondly, the customer requirements concept and the TRIZ technology evolution theory were described. Finally, the maturity of the rebar tying machine was judged on that basis. Moreover, the evolution direction was analyzed with the relationship of S evolution curve and evolution laws. The new customer requirements were taken out. It provided a scientific basis for the enterprise to formulate the reasonable product strategy.

Keywords: Rebar Tying Machine; TRIZ; Evolution Theory; Customer Requirement

基于 TRIZ 进化理论的钢筋捆扎机产品需求分析

王 晴, 张明勤, 田 艳, 孙大铭

山东建筑大学, 机电工程学院, 济南
Email: wqgreen@163.com

收稿日期: 2013 年 10 月 21 日; 修回日期: 2013 年 10 月 29 日; 录用日期: 2013 年 11 月 10 日

摘 要: 将 TRIZ 技术进化理论应用于钢筋捆扎机的产品需求分析研究。首先对钢筋捆扎机的发展作了介绍, 引出获取其新的需求信息的重要性; 然后对产品需求概念和技术进化理论作了阐述; 最后在此基础上对钢筋捆扎机进行了技术成熟度判定, 并结合 S 进化曲线与进化法则的关系分析该产品进化方向, 提取了该产品新的需求信息, 为企业合理制定产品策略提供了科学依据。

关键词: 钢筋捆扎机; TRIZ; 进化理论; 产品需求

1. 引言

钢筋捆扎机是代替人工完成钢筋捆扎工作的一种机械装置, 可使人们从繁重的钢筋捆扎劳动中解脱出来。世界上第一台由日本 Bentac 公司生产的自动钢筋捆扎机“U-Tier”于 1994 年问世, 随后日本 MAX 公司的“Re-Bar-Tier”诞生^[1], 这标志着钢筋捆扎工作进入了自动化时代。钢筋捆扎机作为新兴电动工具

在美国、德国、日本等发达国家还没有达到普及程度, 但其在短短几年内就迅速占领全球众多国家和地区, 前景实为广阔。

我国 2003 年后陆续有厂家着手引进、模仿、自主生产钢筋捆扎机, 经过近十年的发展, 钢筋捆扎机行业成为电动工具市场中成长最快的产业。目前, 我国作为生产钢筋捆扎机的主要市场之一^[2], 其产品的

质量直接影响市场占有率。为提高产品竞争力，使我国钢筋捆扎机行业进入一个新的阶段，及时获取该产品新的需求信息至关重要。考虑到产品需求信息随着市场和技术的变化而变化，本文着重从技术层面探讨与 TRIZ 技术进化理论相结合的需求分析。

2. 技术进化理论与产品需求

2.1. 技术进化理论

技术进化理论作为 TRIZ 理论的重要理论之一，是通过对大量的专利研究得出的，其主要观点是技术系统的进化遵循着一定的进化定律与进化路线，且这种进化定律与进化路线具有可传递、可复制性^[3,4]。利用该理论可以对技术的未来发展进行预测，提高产品研制的成功率，缩短研发周期，从而加强企业技术储备，提高竞争力。

S 曲线与技术系统的八大进化法则指明了技术系统进化的一般规律，是 TRIZ 技术进化理论的主要内容。S 曲线明确地把产品生命周期分为婴儿期、成长期、成熟期和衰退期四个阶段。八大法则中，提高理想度法则是核心，是完备性、能量传递性、协调性、动态性进化、子系统不均衡进化、向微观级进化、向超系统跃迁等法则的基础。根据产品所处生命周期阶段，结合相应的进化法则可以确定产品在实现其相应功能的过程中改进和发展的趋势，从而预测出客户对产品的需求。

图 1 所示的是 S 曲线与技术系统进化法则的关系。其中 S 曲线为时间——性能参数曲线，此外还有时间——专利级别曲线、时间——专利数量曲线和时间——经济收益曲线。

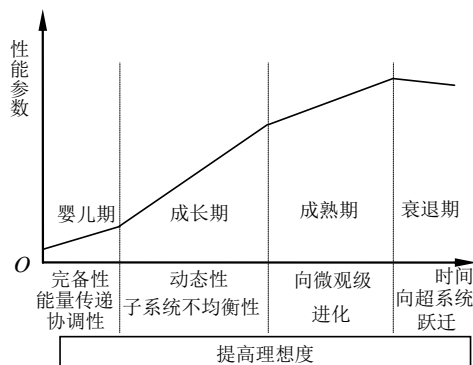


Figure 1. S curve and the relationship with evolution laws of technology system

图 1. S 曲线及同技术系统进化法则的关系

2.2. 产品需求

产品的需求决定了产品的价值，也是产品存在的必要条件。产品作为客户与企业之间的纽带，全面、准确的了解和把握产品需求信息对于提高客户忠诚度和企业实力非常关键。产品需求具有层次性，日本 Kano 博士提出的 Kano 模型将需求分为基本需求、规范需求和潜在需求^[5]，如图 2 所示。基本需求是指产品能够满足客户需求；规范需求是指产品能够满足客户需求，且客户满意度较高；潜在需求是指产品将来要实现的功能，但客户还没有意识到的必要需求。

产品的客户群不同导致其设计理念和产品价值不同，但产品市场占有率及影响力皆来自于客户对其的满意程度^[6]。产品的需求在层次上存在潜在需求——规范需求——基本需求退化现象。因此，这就必须通过有效采集产品需求信息，提前进行技术储备，提高企业在市场竞争中的应变能力。

3. 基于技术进化理论的产品需求分析

3.1. 产品技术成熟度判定

一个新的产品通常需要多种不同的技术来支持，其中核心技术的发展变化决定着产品的进化程度。产品的技术系统成熟度分析是指预测某一类产品在该产品进化过程中所处的阶段，即预测出产品在 S 曲线中的位置。

S 曲线的每个阶段都会呈现出不同的特点：婴儿期产品处于原理实现阶段，性能的完善非常缓慢，只有少数投资者，利润为负；成长期产品处于商品化开发阶段，性能得到急速提升，利润快速上升，投资者增多；成熟期产品技术已趋于完善，并获得巨额利润，应着手布局下一代产品；衰退期产品性能、利润已达

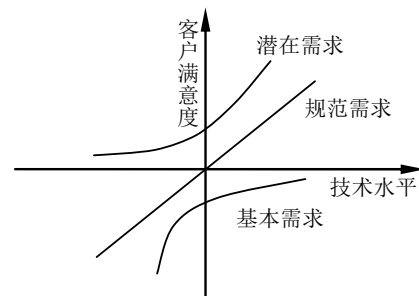


Figure 2. Kano demand model

图 2. Kano 需求模型

到最高并开始下降。利用这些特点可快速确定产品所处生命周期，以此为依据来采取相应的产品开发引进策略和销售模式以及预先进行有效的专利布局^[7]。

3.2. 基于进化法则的产品需求分析

根据图 1 所示 S 曲线与技术系统进化法则的关系，对婴儿期的产品一般应用完备性法则、能量传递法则和协调性进化法则来使产品的功能得以顺利实现；对成长期的产品一般应用提高动态性法则、子系统不均衡进化法则来促进产品完善，快速获得客户认可；对成熟期的产品一般应用向微观系统进化法则对局部加以改进；对衰退期的产品一般应用向超系统跃迁法则使产品更新换代。提高理想度法则作为众法则的基础贯穿于产品的整个生命周期。

4. 钢筋捆扎机需求分析

4.1. 钢筋捆扎机技术成熟度分析

钢筋捆扎机作为新兴电动工具，产品销售量及利润数据不易获得，因此采用产品竞争性公司的变化予以取代。结合专利分析、性能变化趋势分析来判断我国钢筋捆扎机行业的技术成熟度。

1) 钢筋捆扎机竞争性公司的变化

2003 年以后，我国钢筋捆扎机行业陆续有 10 多个厂家开始生产或试制，但厂家几乎全部集中在我国南部地区。目前国内知名的钢筋捆扎机品牌如表 1 所示。尽管品牌不同，但绝大部分厂家的机型很相似。另外，我国也有厂家供应国外 MAX、OMENO、U-Tier 等品牌的钢筋捆扎机。为争夺市场，国内各厂家都竭力对产品进行突破性创新，已有厂家生产出轻便型 FIVEART-系列产品。

2) 钢筋捆扎机专利分析

从专利数量来分析：查询 SooPAT 网站，以“钢筋捆扎机”为检索词，得到从 2000 年到 2012 年申请

Table 1. Brand and model of rebar tying machine
表 1. 钢筋捆扎机品牌与型号表

品牌	景顺	新大陆	冠荣	韵天星	鼎瑞
型号	JC-	XDL-	KW-	Rstar-	DR-
品牌	凯比	九威	力能	克柱王	威仕
型号	KP-	KOWY-	SQ-	H-	IWS-

的专利，共 88 项^[8]。筛选后符合要求的专利数为 71 项。将图 3 与图 4 对比可初步推测钢筋捆扎机处于 S 曲线对应专利数量曲线的第一拐点右侧区。

从专利内容来分析：我国钢筋捆扎机借鉴国外产品功能实现原理，专利多数集中于钢筋捆扎机功能的优化方面。例如双电机驱动改进为单电机驱动，供电电池出现内装式，结构形式趋于简易化；机器体积、重量减小，产品趋于轻薄化；绞扭防滑和牢固程度改善，产品可靠性提高；扭矩及扎丝进给量可控性改善，产品自动化程度加强等。

3) 钢筋捆扎机性能变化

对于钢筋捆扎机性能指标，我国还没有该行业的具体标准，但作为一种电动工具，可将其技术参数作为参考来衡量。机器净重由 2.5~3.0 kg 减轻至 1.0 kg；由镍氢电池转为锂电池供电。而打结耗丝长度(平均 40 cm)、打结所需时间(平均 0.8 s)等方面近几年没有变化。

由以上简单的分析可知，钢筋捆扎机处于产品进化 S 曲线的成长期前期。对成长期的产品，在完善核心工作原理的同时，结合 TRIZ 进化法则与 S 曲线的关系，对功能部件进行进化分析。

4.2. 钢筋捆扎机进化分析

根据钢筋捆扎机当前技术系统所处 S 曲线中的位

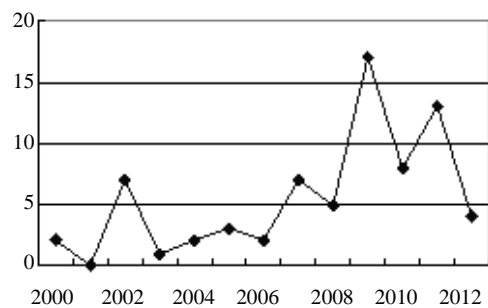


Figure 3. The patent numbers curve of rebar tying machine
图 3. 钢筋捆扎机专利数量变化曲线

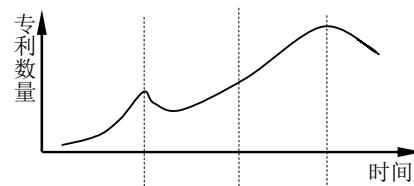


Figure 4. The patent numbers curve corresponding to S curve
图 4. S 曲线对应的专利数量曲线

置,可采用动态性、子系统进化不均衡性和提高理想度法则来预测产品未来发展方向,提取产品需求信息。

1) 动态性进化法则

根据动态性进化法则中的提高柔性子法则,系统应由刚性结构向更具有适应性及灵活性的柔性结构发展,即沿刚性体-单铰链-多铰链-柔性体-液体/气体-场的方向不断进化。由此可将现有钢筋捆扎机导向机头设计为变曲率组装式,即增加其柔性,便于机头与钢筋等对象灵活接触,不受钢筋直径和类型限制;可将钢筋捆扎机手柄部位作柔性变化,即可从手枪式或 T 形手柄转变为直筒式手柄,以完成垂直和水平钢筋网架的捆扎。

根据动态性进化法则中的提高可控性子法则,系统沿由无控制-直接控制-间接控制-反馈控制-自我调节自动控制方向不断进化。针对钢筋捆扎机系统中扭矩调节和圈数设定的预置工作,可设计能够自动检测待捆扎钢筋特征(如直径、表面粗糙度等)并控制扭矩和圈数的装置;也可设计能检测钢筋受力程度的装置,过松或过紧时自动调节扭矩。

2) 子系统不均衡进化法则

一个完整的技术系统通常由若干个子系统组成,它的每个子系统分别具有不同的生命周期即自身的 S 曲线。子系统的发展为不均衡进化,首先达到自然极限的子系统会限制整个系统技术水平的提升,成为设计中最薄弱的环节。子系统不均衡进化法则要求系统中子系统实现各自功能的同时子系统之间的结构性能等属性保持协调。

钢筋捆扎机进行钢筋捆扎的工序包括送丝、缠绕、切断和扭转,各工序相继完成,因此前一个工序的完成质量与速度直接影响下一个工序能否顺利实现。现有钢筋捆扎机在使用中切断及扭转过程完成质量较高用时较短,但送丝及缠绕过程中出现脱丝、绕丝失败问题,这严重影响了工作效率,需要对送丝及缠绕机构加强优化。

3) 提高理想度法则

提高理想度法则是八大进化法则的核心,代表所有进化法则的最终方向。理想度是指系统所有有用功能与有害功能的比值。由于每一个系统完成有用功能的同时不可避免地产生有害功能,因此完全理想的系

统不存在,但提高系统的理想度,有助于设计者将系统内部资源最大化利用。

钢筋捆扎机是因为需要完成钢筋捆扎并在建筑施工技术发展到一定条件下产生的。它存在的必要性是由待捆扎对象(主要是钢筋)决定的。由于近代钢筋混凝土结构的蓬勃发展,且我国是世界上使用钢筋混凝土结构最多的国家,钢筋捆扎的需求量递增,钢筋捆扎工作成为建筑施工中的最为繁重的一部分。钢筋捆扎机的出现无疑减轻了工作量。随着科技不断进步,将会出现焊接或粘结方式束缚钢筋;或自动结合的钢筋;或取代钢筋混凝土的新结构,钢筋捆扎这项功能会逐渐消失,钢筋捆扎机也会随之消失。

4.3. 钢筋捆扎机产品需求信息提取

经过以上分析,客户对钢筋捆扎机产品的基本需求主要是希望钢筋捆扎机能够代替人工完成钢筋捆扎工作。规范需求主要是希望钢筋捆扎机可捆扎多种型号、任意放置的钢筋,能够实现智能控制且效率更高。潜在需求主要是能够采用其他方式束缚钢筋,或钢筋能够自动结合,或其他的建筑结构形式。

5. 结论

在 TRIZ 技术进化理论的基础上,介绍了技术系统的 S 曲线及进化法则,并结合两者关系对产品进行技术成熟度和进化分析,以期获得该产品新的需求信息。以钢筋捆扎机为例详细论述了应用 TRIZ 进化理论进行产品需求分析的具体过程,对该产品未来的研究和开发具有一定的指导作用,说明了该方法具有一定的客观性和普适性。

目前市场竞争激烈,掌握运用 TRIZ 技术进化理论来进行产品需求分析的方法,有助于设计人员确定产品进化方向,引导用户提出基于未来的需求,为企业制定合理的产品研发策略提供科学依据。但是,仅对产品作技术定性分析,由此提取的需求信息存在一定局限性,还应通过市场调查等定量分析对需求信息加以丰富。

参考文献 (References)

- [1] <http://www.cif.org/documents/newssu03.pdf>
- [2] <http://baike.soso.com/v6039516.htm>

基于 TRIZ 进化理论的钢筋捆扎机产品需求分析

- [3] 檀润华 (2004) 发明问题解决理论. 科技出版社, 北京.
- [4] 张明勤, 范存礼, 王日君等 (2012) TRIZ 入门 100 问——TRIZ 创新工具导引. 机械工业出版社, 北京.
- [5] (美) Otto, K.N., Wood, K.L. 著. 齐春萍, 宫晓东, 张帆等译 (2006) 产品设计. 电子工业出版社, 北京.
- [6] 王浩伦, 侯亮, 刘文志 (2009) 基于需求分析和 TRIZ 的产品创新方法. *设计与研究*, **10**, 7-11.
- [7] 杨清亮 (2006) 发明是这样诞生的: TRIZ 理论全接触. 机械工业出版社, 北京.
- [8] <http://www2.soopat.com/Home/Result?SearchWord=%E9%92%A2%E7%AD%8B%E6%8D%86%E6%89%8E%E6%9C%BA&LeiXing=>