

文章编号:1671-6833(2013)01-0075-03

基于物-场分析的旋铆机布局设计研究

袁峰¹, 丁泽新¹, 李月梅², 朱俊¹

(1. 郑州大学 机械工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 唐山冀东石油机械有限责任公司, 河北 唐山 063200)

摘 要: 根据锯链自动装配系统中旋铆机布局设计的实际需求, 以物-场分析理论为基础, 描述了设计中的冲突问题, 建立了链轴铆接的物-场模型, 运用 76 个标准解, 最终解决了设计中的空间冲突问题, 找到了旋铆机布局的理想解, 缩短了整个系统的研发时间. 锯链自动装配系统的试制成功必将大大提高锯链的装配效率和装配质量, 有效降低其生产成本, 延长其使用寿命, 这对于企业的技术进步具有重要意义.

关键词: 锯链; 旋铆机布局; 物-场模型; TRIZ

中图分类号: TH122

文献标志码: A

doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2013.01.018

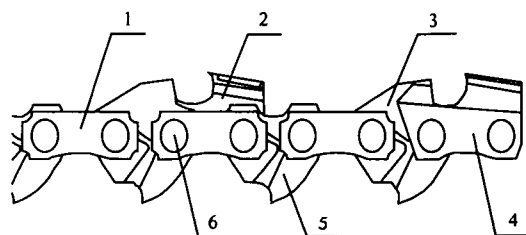
0 引言

TRIZ 认为发明问题的核心就是解决冲突^[1], 没有克服冲突的设计不是创新设计. TRIZ 解决设计中矛盾的途径主要有两条: 一条是通过问题描述来确定矛盾, 然后分析属于技术矛盾还是物理矛盾, 确定矛盾的类型后选用相应的解决办法; 另一条是通过问题描述建立起系统特定问题的物-场模型, 然后分析物-场模型的特点和类型, 确定物-场模型的类型后选择相对应的标准解求解^[2]. 由此可见, 物-场分析是 TRIZ 的重要分析工具之一. 自其创立以来, 为各类工程问题的解决提供了有效的方法^[3-5].

锯链是森林采伐油锯上的工作部件, 其结构如图 1 所示. 该种型号的锯链由连接片、右切齿链片、安全传动片、左切齿链片、普通传动片、链轴 6 种零件组成. 锯链的每 12 个链片(包含 6 个连接片, 2 个安全传动片、2 个普通传动片和 2 个切齿链片)为其最小循环单元, 由 8 个链轴铆接而成. 通过对锯链结构的分析, 结合生产实际, 我们拟定以锯链的最小循环单元为其装配单元, 铆接是锯链自动装配过程中的最后一道工序.

锯链自动装配系统属于小型零件、快节奏、较高精度的自动化装配线, 在旋铆机布局的设计中, 存在着尖锐的空间冲突. 物-场分析是 TRIZ 解

决设计矛盾的主要途径之一, 利用其建立起来的物-场模型, 结合 76 个标准解, 可为锯链自动装配系统中旋铆机布局的设计提供新的方法.



1—连接片; 2—右切齿链片; 3—安全传动片
4—左切齿链片; 5—普通传动片; 6—链轴

图 1 锯链结构图

Fig. 1 The structure of saw chain

1 旋铆机布局中的问题描述

物-场分析法的运用可分为 3 条主要路径: ①系统改进; ②检测和测量解; ③使用标准解预测改变的时机^[6]. 物-场分析法应用流程如图 2 所示. 旋铆机的布局设计属于系统改进这条最具代表性的路径.

依据物-场分析法应用流程, 首先描述系统中存在的问题. 旋铆机布局设计的指导思想是:

(1) 旋铆机的工作必须与锯链自动装配过程中的其他环节保持同步, 即在单个工作循环时间内必须将对应的 8 个链轴铆接完毕, 以保证整个

收稿日期: 2011-10-08; 修订日期: 2012-03-02

基金项目: 河南省基础与前沿技术研究资助项目(112300410038)

作者简介: 袁峰(1968-), 男, 河南新乡人, 郑州大学副教授, 博士, 主要研究方向为工业装配自动化技术、机械产品创新设计等.

系统的协调运转;

(2)在满足条件(1)的基础上,旋铆机的布局应尽可能紧凑,以减小系统累积误差,保证系统的装配精度,同时避免装配线过长.

锯链的每个装配单元长度为 74.12 mm,而旋铆机的正常工作约需相距 30 mm,故在单个装配单元内同时布置 8 个旋铆机必将产生干涉问题.

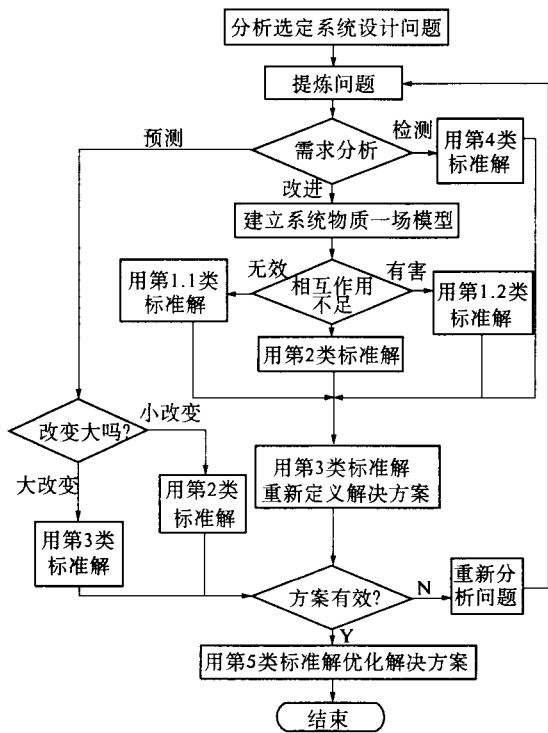


图 2 物-场分析法应用流程

Fig.2 The application process of substance-field analysis

2 链轴铆接物-场模型的建立

要解决旋铆机的布局问题,必须首先建立旋铆机布局的物-场模型.物-场分析法将所有功能都看做由 3 个基本元素组成:物质 S_1 、物质 S_2 和场 F ,且任何一个系统功能都可以用相应的物-场模型进行描述并加以分析^[7].根据两个物质之间作用力效果的差异,TRIZ 将物-场模型分为 4 大类,如图 3 所示.

在链轴铆接物-场模型中,旋铆机对应物质 S_2 ,链轴对应物质 S_1 ,两者之间的场 F 为机械能,3 个基本元素均存在,因此链轴铆接物-场模型不属于不完整功能模型.8 个旋铆机布置在同一装配单元内将产生干涉问题,产生与铆接相冲突的效应,所以链轴铆接物-场模型属于有害功能模型.通过上述分析,建立链轴铆接物-场模型如图 4 所示.

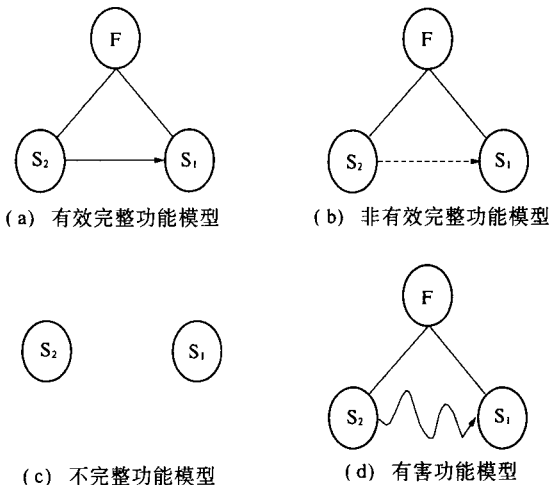


图 3 物-场模型分类

Fig.3 The classification of substance-field model

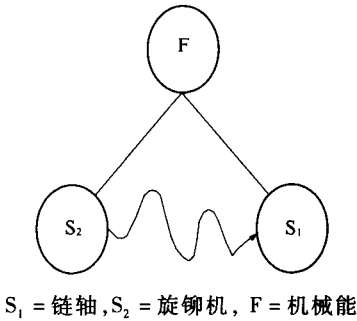


图 4 链轴铆接物-场模型

Fig.4 The substance-field model of chain shaft riveting

3 旋铆机布局方案的确定

在对已有系统特定问题建立了物-场模型的基础上,TRIZ 给出了 76 个标准解来解决技术系统的功能缺陷问题,其目标是将非有效完整系统、不完整系统与有害系统转化成有效完整系统.基于物-场分析法在不同领域的分析与应用,Altshuller 等人通过深入研究,将 76 个标准解分为 5 类,以提高设计效率,如表 1 所示^[8].

表 1 标准解分类与个数

Tab.1 The classification and number of standard solutions

类别	说明	标准解个数
第 1 类	不改变或仅少量改变以改进系统	13
第 2 类	改变系统	23
第 3 类	系统传递	6
第 4 类	检测与测量	17
第 5 类	简化与改进策略	17

根据物-场分析法应用流程,因为链轴铆接属于有害功能模型,所以选择第 1,2 类标准解作为探索方向.第 1,2 类标准解主要用于消除或抵

消有害效应,结合问题实际,第 10 个标准解有助于该问题的解决(No. 10:在一个系统中有用及有害效应同时存在,但不允许增加新物质,通过改变 S_1 或 S_2 消除有害效应. 该类解包括增加“虚无物质”,如空位、真空、气泡等).

旋铆机的布局问题主要是空间冲突,利用空位似乎是最简单有效的解决方法. 然而空位的增加,必然带来装配线的延长,累积误差的加大. 因此,在保证旋铆机工作时互不干涉的前提下,空位应尽可能的少. 连接片、切齿链片的中心距为 9.93 mm,传动片的中心距为 8.60 mm,相邻旋铆机之间约需相距 30 mm,故初步拟定旋铆机的布局如图 5 所示. 8 个旋铆机分布在 4 个装配单元长度内,同步协调动作,共同完成锯链的铆接工作.

方案一虽能满足系统的基本要求,但总体上看还不够紧凑,因此并不理想. 按照流程图,接下

来应用第 3 类标准解进一步改善系统. 第 3 类标准解的第 37 个标准解给旋铆机的布局提供了新的灵感(No. 37:系统传递,产生双系统或多系统). 多头钻床的设计成功便是这一理论的典型成功案例,并且对后续旋铆机的改进具有直接借鉴意义. 根据这一设计思想,改进后的旋铆机布局如图 6 所示.

在方案二中,每个旋铆机同时驱动 4 个工作头,在两个装配单元长度内即可完成锯链的铆接工作,从而有效解决了装配线的冗长问题,布局十分紧凑. 同时旋铆机的四个工作头对称布置,相邻两个工作头之间的距离恒为 18.53 mm,这也简化了旋铆机的技术改进过程. 方案二不仅有效解决了装配线的冗长问题,而且只需对旋铆机进行技术改进就能很好的解决链轴的铆接问题,几乎不会对系统其他部分的设计形成约束. 因此,我们将其作为理想解输出.

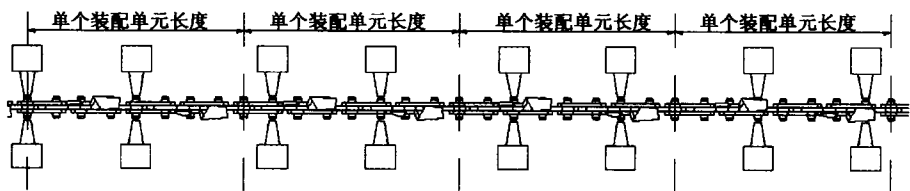


图 5 旋铆机的布局方案一

Fig. 5 Layout scheme 1 of Spin Riveting Machine

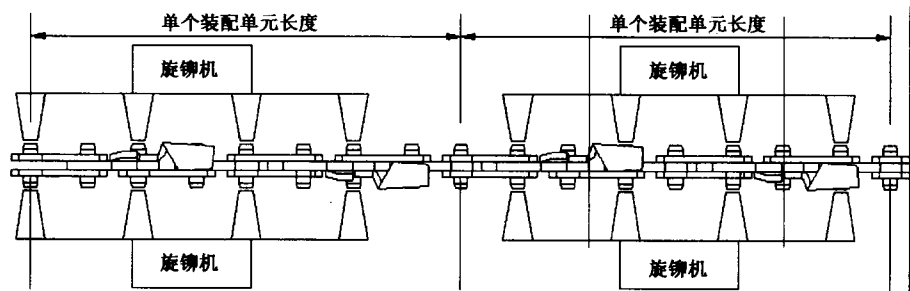


图 6 旋铆机的布局方案二

Fig. 6 Layout scheme 2 of Spin Riveting Machine

4 结论

物-场分析是 TRIZ 中重要的分析工具,用以建立与技术系统问题相联系的功能模型. 在问题的解决过程中,可以根据物-场模型所描述的问题,查找相对应的标准解,从而为技术难题的解决指出明确的方向,缩短产品研发时间. 笔者根据物-场分析法应用流程,运用物-场模型及 76 个标准解,得到了锯链自动装配系统中旋铆机布局的理想解,解决了设计中遇到的空间矛盾,缩短了整个系统的研发时间. 目前,整个锯链自动装配系

统已进入组装调试阶段.

参考文献:

- [1] EMILY M S. From Russia with TRIZ[J]. Mechinal Engineering, 2003, 125: 18-20.
- [2] 周长青,彭伟. TRIZ 理论物-场模型的演化及其应用[J]. 轻工机械, 2010, 28(2): 89-92.
- [3] CHEN J L, CHEN W C. TRIZ based eco-innovation in design for active disassembly[C]//14th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. Tokyo: Waseda University, 2007: 83-87.

(下转第 81 页)

- 反舰导弹研制费用[J]. 系统工程与电子技术, (17):94-97.
2004,26(3):348-349. [8] 张步涵,赵剑剑,刘小华,等. 一种基于小波神经元的短期负荷预测方法[J]. 电网技术,2004,28(7):15-18.
- [7] 李蔚,盛德仁. 双重 BP 神经网络组合模型在实时数据预测中的应用[J]. 中国电机工程学报,2007,27

Short-term Power Load Combination Forecasting Method

LUO Yong, ZHENG Jin, NING Mei-feng

(School of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In order to solve the defect and the poor prediction accuracy of different prediction methods in short-term power load forecasting, the combination forecasting method based on wavelet neural network is proposed. First, the wavelet neural network prediction model and the historical average model are used to predict respectively. Then, the predicted views of the two models are combined by wavelet neural network. Compared with BP neural networks combination model, the prediction accuracy of this combination forecasting model is improved greatly. Fuzzy clustering analysis method is utilized in this paper to select training samples of the combined model, the training sample redundancy is reduced and the prediction accuracy is improved.

Key words: short-term electric power load forecasting; combination forecasting; wavelet neural network; fuzzy cluster analysis

(上接第 77 页)

- [4] 袁峰,王太勇,聂惠娟. 基于创新设计理论/功能分析的机械产品功能原理创新设计[J]. 计算机集成制造系统,2006,12(2):204-209. [7] ALTSHULLER G S. Suddenly the Inventor Appeared [M]. USA: Technical Innovation Center, 1996.
- [5] 林岳,徐燕申,牛占文. 基于物-场分析法的机械产品创新[J]. 天津大学学报,2001,34(1):99-102. [8] 高常青. TRIZ-发明问题解决理论[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [6] 檀润华. 发明问题解决理论[M]. 北京:科学出版

Design and Research for the Layout of Spin Riveting Machine Based on Substance-field Analysis

YUAN Feng¹, DING Ze-xin¹, LI Yue-mei², ZHU Jun¹

(1. School of Mechanical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Tangshan Jidong Petroleum Mechanical Co., LTD, Tangshan 063200, China)

Abstract: Based on substance-field analysis theory, firstly, the design conflicts are described, according to the actual demands of design for the layout of Spin Riveting Machine in the automatic assembly system of saw chain. Secondly, substance-field model of chain shaft riveting is set up. Finally, the design space conflicts are solved by using the 76 standard solutions and the final ideal solution of the layout of Spin Riveting Machine is found out, which reduces the whole system's research and development time. In a word, the successful trial of automatic assembly system of saw chain will greatly enhance saw chain's assembly efficiency and quality, reducing its production cost and prolonging its using life effectively, so it is important to the technology progress of enterprises.

Key words: saw chain; the layout of Spin Riveting Machine; substance-field model; TRIZ