

【文章编号】 1004-1540(2008)01-0087-04

机电产品防差错设计理论

俞 宁, 张根保

(重庆大学 机械工程学院, 重庆 400044)

【摘要】 确立了防差错设计的指导思想, 阐述了防差错设计的特点, 根据差错可能出现的时间阶段明确了防差错设计的主要内容, 归纳出防差错设计的几种主要方法, 提出了一套较完整防差错设计体系。

【关键词】 防差错设计; 机电产品; 质量管理

【中图分类号】 TB472; F406.2

【文献标识码】 A

On error-preventive design of electromechanical products

YU Ning, ZHANG Gen-bao

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: At the product-design stage, the adopting of an error-preventive design is advantageous to improve the quality and safety of electromechanical products. The error-preventive design could technically eliminate the possibility of human errors in important measures, and it could curb errors effectively in the product-design stage. The research studied the guiding method and characteristics of the electromechanical products. The content and the design method of the error-preventive design are clarified and an error-preventive design system was set up.

Key words: error-preventive design; electromechanical products; quality management

机电产品在其寿命周期中经常会发生各种质量和安全事故, 它不仅会给企业和用户造成巨大的经济损失, 也会给人身安全产生很大的伤害, 严重时还会带来社会的不安定。随着人们对职业安全健康和质量的日益重视, 国际上对机电产品的质量和安全提出越来越高的要求。据中国新闻网报道(2006年12月14日), 近年来, 广东出口货物由于质量缺陷等原因, 需办理退运的情况逐年增加。其中, 机电产品退运额占退运商品总额一半

以上。例如, 广东省佛山市仅2006年就有七成左右的机电产品因出口质量达不到要求而惨遭出口退运。此外, 机电产品的安全问题也非常严重。据《工人日报》报道(2005年1月18日), 浙江省永康县打工人员的手被冲床损伤的人数每年就高达千余人。专家认为, 许多质量和安全损失都是由于各种差错造成的, 差错是一种不可回避的客观存在, 因此必须采用防差错措施来提高产品质量和减少安全事故。

【收稿日期】 2007-09-20

【作者简介】 俞宁(1974-), 女, 浙江金华人, 讲师, 主要研究方向为质量管理与控制。

在产品寿命周期中,无论哪个阶段的差错,都可以在产品设计阶段采取措施来预防和减少.产品的设计质量决定了产品的固有质量.如果在机电产品设计中采用防差错设计,能够将可能的问题消灭在萌芽状态.

防差错设计是从技术上消除产生人为差错可能性的重要措施,是要在产品的设计阶段有效地遏止因差错而导致产品质量和安全问题.到目前,人们在进行产品设计时对防差错设计有了一些尝试,但还没有形成一套较完整的理论去指导设计.本文欲阐明机电产品防差错设计的指导思想,并归纳出防差错设计理论的特点,划分出面向不同过程的设计内容,提炼出可以实现防差错的主要方法和工具,最后提出一套较完整的防差错设计理论体系.

1 机电产品防差错设计理论

1.1 防差错设计的指导思想

1)要树立“零缺陷”意识,在设计中体现事先预防的思想^[1].各种差错都不是随机的,都有其根本原因,只要从根源上采取措施,差错总是可以预防的.美国质量管理大师克劳斯比创造了零缺陷质量管理理论,该理论特别强调事先预防控制和过程控制,要求第一次就把事情做正确,使产品符合对顾客的承诺要求.在产品设计阶段就考虑防错是零缺陷管理思想对防错实施的新要求.

2)要体现“以人为本”的思想.所谓的“以人为本”指的是设计要做到以人为中心,一切产品设计都要适合人的生理和心理因素.人在进行工作时,心理活动非常复杂且多变,这就存在不稳定的因素导致出现差错.生理因素主要是指疲劳,人因为疲劳出现反应迟钝、感知错误、思想混乱、注意力难以集中等现象,从而造成判断错误或操作失误,引起人为差错^[2].“以人为本”的设计思想综合了产品设计的安全性与社会性,就是要在设计中注重产品内环境的扩展和深化.另外,“以人为本”要求重视企业中人的作用的发挥.人是防差错体系中最活跃、最重要的因素.防差错设计体系的推行和完善,需要发挥员工的潜质,同时要建立防差错的制度和规范.

1.2 防差错设计的特点

1)体现了事先预防.即从产品设计阶段控制

产品质量和安全性,采用各种防差错技术和方法,提高产品的质量,降低各种损失,提高产品的安全性.

2)保证设计过程的高效和质量.即要充分利用现代管理技术和信息技术的作用,进行产品设计数据和设计行为的管理.

3)控制防错的成本.即实施防差错设计的成本应当低于出错造成的损失.

4)具有广泛的使用性和可扩充性.即防差错设计理论不仅适用于一般的、简单的机电产品,而且也要适用于复杂的机电产品,可以根据对象的不同,对应用的技术和方法进行扩充.

1.3 防差错设计的内容

进行防差错设计时,主要目的是从技术上消除产生人为差错可能性,有效地遏止因差错而导致产品质量和安全问题.

根据差错可能出现的时间阶段,可以将防差错设计分为面向产品实现过程的防差错设计、面向产品使用过程的防差错设计和面向产品维修过程的防差错设计.面向产品实现过程的防差错设计,主要是针对产品生产、装配、包装等过程中可能出差错的地方提出针对性措施,如防错装置(Poka-Yoke)的设计.面向产品使用过程的防差错,主要是防止产品的使用者出现差错,例如:若磁盘反方向插入会导致损坏,设计时就应考虑反方向插不进去的措施.在冲床加工过程中,可以设置“双保险”安全装置,如果工人的手处于非安全区域,则机床将无法运动.事实上,汽车的防碰撞装置、驾驶员疲劳检测仪、驾驶员酒精检测仪、超速报警器等都属于面向产品使用过程的防差错设计的范畴.面向产品维修过程的防差错设计,强调要从设计上防止维修差错. GJB/Z91-97《维修性设计技术手册》要求通过设计使产品重要维修操作“不会错,错不了,不怕错”,一旦错了能很快发现和纠正.

另外,防差错设计内容与机电产品种类、产品处于的生命周期阶段等有关系.比如,机电产品使用寿命较长且处于成长期时,则侧重开展面向产品使用过程和维修过程的防差错设计;机电产品使用寿命短且处于导入期时,则侧重进行面向产品实现过程防差错设计.不同的设计内容应当选择相应的最合适防差错设计方法和工具.

1.4 主要的防差错设计方法和工具

从技术层面上消除产生人为差错的可能性,需要选择合适的方法和工具.主要的设计方法和工具有:Poka-Yoke方法、失效模式及后果分析、故障树、实验设计方法和人机工程设计^[3-6].

1.4.1 Poka-Yoke方法

防错(poka-yoke)是日本工程师Shigeo Shingo在20世纪60年代提出的.他认为,防错的目的是在产品的设计和生产过程中尽可能早地发现和改正错误,杜绝产品缺陷的产生.在产品的设计过程中,采用的poka-yoke方法主要有:注意运用台阶、沟槽、标记等防错手段;对产品或子系统进行只允许一种特定的装配程序的智能设计;尽量避免采用容易产生错觉和靠操作者专心才不会出错的设计.例如管板钻孔、孔横竖交叉且靠得近,操作者就容易钻连通而出错;若各孔都平行或相差较远,则不会出现这种错误.

1.4.2 失效模式及后果分析(FMEA)

FMEA是一项预防性技术,是生产过程中一项事前预防的分析手段.做好FMEA,可以低成本的对设计、制造、装配进行纠错,从而减轻事后的危害和损失,最大限度保证产品的安全性.FMEA主要分为系统FMEA(SFMEA)、设计FMEA(DFMEA)和过程FMEA(PFMEA)三类.从各自的功能来讲,SFMEA主要从系统功能关系方面考虑问题,用于识别系统的失效模式;DFMEA着眼于元件及关键设计要素的物理失效模式;而PFMEA则着眼于由于加工不符合要求所造成的产品失效.DFMEA是一种帮助产品设计小组成员识别设计中固有的潜在产品失效模式的分析方法,通常在分析顾客要求、形成初步设计之后进行.DFMEA的过程需要实施项目准备、产品功能及质量分析、分析潜在失效模式、失效因果分析、选择项目、制定纠正措施、持续改进等七个阶段.

1.4.3 故障树

故障树法是对系统进行安全性、可靠性分析的一种有效方法.它可以确定系统故障的类型,确定故障的原因和影响,找出引起故障状态的所有可能的直接原因.在系统设计过程中通过对可能造成系统失效的各种因素(包括硬件、软件、环境、人为因素)进行分析,画出逻辑框图(失效树),从而

确定系统失效原因的各种可能组合方式或其发生概率,确定已计算系统失效概率,并采取相应的纠正措施,以提高系统可靠性的一种设计分析方法.

1.4.4 实验设计方法

实验设计(DOE)是通过试验和数据分析的方法,逐步排队和缩小潜在原因的范围,从而筛选问题的根本原因.实验设计法主要有三类:经典法、日本式的田口法和美国式的谢宁法.谢宁法在优质竞争中,以卓越的设计质量胜过前两种方法.谢宁的哲学认为:“与各部分对话,他们比工程师更聪明.”意思是各部分包含很多关于变差原因的信息,可以用经过适当统计设计的实验揭示出来,这样可以有效地减少设计工程师的人为差错.

1.4.5 人机工程设计

人为差错是引起缺陷的主要原因.引起人为差错的原因很多,需要鉴别它们发生的场合和诱发因数,从人机工效学的角度去研究人为差错的种类及其与缺陷的关系.对产品进行人机工程设计,是把人作为系统设计的一部分,把人—机—环境三者作为一个系统进行总体设计.人不再是被动地去适应机器,而是与机器共同完成一个系统目标,从而可以获得系统的最高综合效能.美国学者贝雷提出人机系统总体设计又称为TSD(Total System Design)设计法,其中心设计思想是系统设计必须分为一系列具有明确定义的设计阶段,而每个阶段的设计活动和任务必须是明确的.这是典型的系统化解决问题策略.“总体”的意义是强调人机系统的各个成分,如人、硬件、软件,都要给予全面的考虑,以改变长期以来工程设计忽略人和人的效能问题.设计的最终目标是,使系统的每个成分都能为实现系统目标而协调一致地发挥各自的功能.

1.5 机电产品防差错设计体系

在对机电产品进行防差错设计时,需要对设计的主观条件、设计的客观环境以及所选用的各种具体设计方法在产品中的地位 and 作用做系统的考虑^[7].首先,要树立防差错设计的指导思想并了解设计环境对设计的要求.防差错设计的狭义环境应考虑国际、国家和行业标准的要求.比如,ISO9000质量管理体系国际标准明确规定“组织应确定预防措施,以消除潜在的不合理原因,防止不合格的发生.预防措施应与潜在问题的影响

程度相适应.....评价防止不合格发生的措施的要求.....”又如,ISO/TS16949 汽车行业质量管理体系技术规范规定“组织必须在纠正措施过程中使用防错方法。”接着,要明确主要的设计目标是实现产品质量的“零缺陷”和保障产品安全性。当然,在开展防差错设计所需要的成本明显高于出错带来的影响时,就需要考虑实施防差错设计的必要性。根据确立的目标规划好具体的设计内容,选择最合适的设计方法进行设计,是防差错设计的重要内容。要结合机电产品种类、产品处于的生命周期阶段等进一步明确防差错设计内容。要对产品设计开展设计评审。设计评审是发现和排除潜在的质量缺陷,对设计进行及时修改,提高产品质量的有效方法;是运用早期告警的原则,通过建立设计与生产之间的关系来进行设计质量控制,在设计阶段及时发现和纠正潜在的设计缺陷,为改进设计提供信息,加速设计的成熟。在研制过程的各个阶段对系统中的不同功能级别,可分别进行若干次设计评审以及时检查和监督设计工作的质量,确认是否可以转入下一个阶段。

在研制过程的各个阶段对系统中的不同功能级别,可分别进行若干次设计评审以及时检查和监督设计工作的质量,确认是否可以转入下一个阶段。

2 结 语

机电产品防差错设计体现了从源头控制产品质量和安全性的思想。从预防的高度,在设计阶段采用各种防差错技术和方法,最大限度地提高产品的质量,降低各种损失,提高产品的安全性,使产品的“零缺陷”和“零事故”控制成为可能。文中提出的机电产品防差错设计理论,可作为进一步开展防差错机制分析、实施策略和技术评价研究的参考。

【参 考 文 献】

- [1] 闻邦椿,张国忠,柳洪义. 面向产品广义质量的综合设计理论与方法[M]. 北京:科学出版社出版,2007:27-30.
- [2] 张根保. 现代质量工程[M]. 北京:机械工业出版社,2001:30-36.
- [3] 赵华坚,奚立峰. 应用防错技术实现质量零缺陷[J]. 工业工程与管理,2002(4):46-49.
- [4] 张学成. 推行防错术,追求零缺陷[J]. 世界标准化与质量管理,2003(10):27-28.
- [5] 丁玉兰. 人因工程学[M]. 上海:上海交通大学出版社,2004:285-305.
- [6] 张根保. 数字化质量管理体系及其关键技术[J]. 中国计量学院学报,2005,16(2):85-92.
- [7] FOSTERS T. 质量管理集成的方法[M]. 北京:中国人民大学出版社,2006:202-229.