

# 探讨机械工程的可靠性优化设计

董玫君 于海雨 王东浩  
(广西科技大学 广西 柳州 545006)

**摘要:** 随着社会经济和科技的不断发展,机械制造业也取得了良好的发展。机械工程在我国的经济建设中具有较为重要的作用,其可靠性优化设计也获得了较好的成绩,不过依然存在一定的问题,从而对优化设计工作的顺利开展存在较大的影响,为了提升机械工程的可靠性,展开对机械工程的可靠性优化设计研究非常有必要。本文先简述了可靠性优化设计,分析了机械工程的可靠性优化设计现状,然后针对可靠性优化设计在机械工程中的应用展开探究。

**关键词:** 机械工程;可靠性;优化设计

## 0 引言

在快速发展的时代背景下,人们对于机械工程产品的需求越来越大,对于其可靠性优化设计也有了更高的要求。在机械工程产品设计中,通过综合考虑可靠性和优化设计,结合两者的优势,能够取得较好的设计效果。在进行可靠性优化设计工作时,必须要严格遵守相关的规定和要求,在时间、性能、费用等满足的基础上开展,从而确保产品真正实现可靠性。

### 1 可靠性优化设计概述

#### 1.1 可靠性设计发展过程

机械工程产品的可靠性主要指的是在一定的条件和时间内完成其相应的功能,在产品设计中需要使用可靠性的理论知识和技术、优先考虑可靠性,在满足其各种要求的基础上,实现产品的可靠性。可靠性设计所涉及的不仅仅是传统的设计技术,还和环境工程、质控技术、计算机技术等有很大的联系,所以,这也是一种融合型的新兴技术。这种技术应用于产品的设计、制造、使用和维护等多个环节中,因此,在航天、电子、机械等工业领域得到了广泛应用。可靠性技术的研究和发展主要经历了三个过程,首先,初期阶段,在二战中,英国美国的军事装备由于频繁出现故障,在战争中比较被动化,之后人们开始思考机械设备的可靠性问题,并进行相关的研究,主要是降低故障的发生频率。在1942年,麻省理工研究室对真空管的可靠性进行研究,并取得一定的成就,这些表明可靠性烟机进入了初期阶段。其次,形成阶段,在进入研究过程阶段,一些工业发达国家,例如美国、日本等开始对可靠性进行深入研究,并取得较大的成就,使可靠性研究踏入了一个新的阶段,并且研究的范围也在一直扩大,涉及面较广,理论的深入研究,为技术的进步奠定了坚实的基础。最后,国际化阶段,在经过前两个阶段的研究,可靠性技术的应用范围也越来越广,其自身的优势也受到全世界的关注,很多国家开始在这方面投入大量的人力和物力进行研究,这一过程推动了可靠性研究的国际化进程,可靠性技术国际化的主要标志就是召开国际学术会议、成立国际性可靠性以及可维护性技术委员会。

#### 1.2 开展可靠性优化设计的原因

在机械工程中开展可靠性优化设计主要有两方面原因:

一方面,是社会发展所需要的。近些年来,我国的经济、科技等都得到了较快的发展,在市场中也出现了各种各样的产品,而随着人们生活水平的提升和思想意识的变化,对于产品的品质也有了较高的要求,不仅仅局限于对其外表的要求,所以,相关的企业想要确保其发展的稳定性,就需要积极进行可靠性优化设计。另一方面,是科学技术的发展需要。随着科技的飞速发展,我们的生活也有了很大的改变,而机械产品也有了较为明显的变化,产品的功能更新越来越快,这也代表着在制造过程中需要投入更多的时间和精力,从而保证产品的性能,而可靠性优化设计也就出现了。

### 2 机械工程的可靠性优化设计现状

#### 2.1 企业缺乏重视

我国大多数企业对机械工程的可靠性优化设计不够重视,觉得可靠性优化设计可有可无,认为这种研究既浪费钱,还对企业的整体发展没有太大的作用。对于企业来说,经济效益是首要任务,但是,如果没有对可靠性优化设计提高重视度,再加上我国的可靠性设计起步较晚,势必会在之后的竞争中处于劣势,失去一定的竞争能力。可靠性研究所涉及的范围比较广、比较复杂,为了防止我国可靠性优化设计人才缺乏、水平滞后,我国还应成立专门的部门,对产品的可靠性进行测试,从而使产品的各方面性能得到保障,在未来的竞争中也会占据较大的优势。

#### 2.2 缺乏专业的人才

由于机械项目可靠性优化设计工作较为复杂,并且是一项系统化的工程,必须由专业的高水平工作人员来完成,不过,现实中这类人才十分匮乏。人才的紧缺主要是由于我国高校中很少有相关专业的设立,大多数高校都比较在这方面的学科比较欠缺,从而导致人才缺失,企业在招募可靠性研究方面的人才时也会非常困难。为了解决人才的问题,国家应该重视起来,在高校中及时设立相关的课程,并聘请专家实施教学,从而促进可靠性的发展。

### 3 机械工程可靠性优化设计的实现策略

#### 3.1 耦合优化

耦合优化策略主要是建立在机械工程可靠性优化设计的相应模型中,然后通过常规化的非线性规划方法进行求解而得出的单元变量值。不过,当机械工程规模较大的时候,

系统可靠性优化设计规划模型的维数也会非常高,从而导致问题的出现,发生“维数灾难”,并且使用常规的方法也很难解决。所以,耦合优化策略通常是用于机械工程规模较小的可靠性优化设计中。

### 3.2 分解协调优化

分解协调优化策略主要是来自大系统理论,分解指的是将现有的高阶系统中的优化问题进行分解,分为多个和低阶子系统所对应的子问题,协调指的是在子问题独立求解之后还无法求出之前整体问题的解,然后借助系统优化原则,通过设立协调器协调所有的子问题,从而对子问题进行指导。子问题在独立优化之后,将局部变量传达给协调器,然后协调器再对参变量作相应的修整,之后传达给所有的子问题,通过反复进行,一直到子问题的解成为整体问题的解。分解协调优化策略中的子问题规模比较小,能够有效地防止“维数灾难”的出现,所以,这种优化策略通常适用于大规模机械工程的可靠性优化设计中。

### 3.3 分散优化

分散优化策略主要是将系统和单元可靠性优化设计模型进行分离,使其成为独立的模型,然后再进行求解,这样一来便能够省略中间的迭代部分。例如单元的可靠度和费用之间的函数关系式是  $R_i(C_i)$  或者  $C_i(R_i)$ ,那么系统可靠性优化设计就能够独立求解,不过,单元可靠性优化模型的函数关系比较隐含,只有将其转变成为表达式,才能够使系统可靠性优化模型进行独立求解。如果在求解之后,关系式是准确的,那么这种优化策略就是系统和单元可靠性优化设计模型的联立求解,和之前两种策略化解方式是一样的。通常情况下只能拟出较为相近的关系式,所以,这其实是近似求解的一种方式,这种策略一般适用于大规模的优化设计中,但是与分解协调优化策略进行比较的话,这种方式的求解步骤过于复杂,在实际应用中不够方便。

## 4 可靠性优化设计在机械工程中的应用

### 4.1 机械工程设计环节的可靠性优化设计

一个产品从设计、制造到使用中的每一个环节都非常重要,都和可靠性优化设计相联系,在这些环节中,设计环节具有较高的难度。机械工程产品的设计环节是一个比较复杂的过程,设计工作主要包含了组件设计和整体设计两个方面。首先,在进行整体装配设计的过程中,工作人员必须要对整个系统的全部零件做详细的分析,一定保证可靠性的有效分析,从而来对整个系统的稳定性进行判断。相关的工作人员在做整体设计可靠性预测时,一定要使其符合设计要求,不过,工作人员可以借助分配法、比例分配法等方法,使所有的零部件都能够符合标准要求,从而确保机械工程达到可靠性这一目的。其次,在进行组装零部件设计的过程中,一定要严格选择零部件,确保其质量等符合国家的规定,尽量选择那些已经大量投入使用的零件,最大程度避免出现质量问题而影响工作的正常开展。需要注意的一点是,不同的零部件,相对应的设计方法也有很大的不同,所以,

在设计过程中一定要结合实际情况进行分析,根据零部件的特征进行可靠性测试,如果测试不合格就不断完善,直到通过测试为止。

### 4.2 机械工程制造环节的可靠性优化设计

制造过程在很大程度上决定着机械工程的质量,所以,相关的工作人员需要加大重视机械工程制造环节的可靠性优化设计。在具体的工作开展过程中,先要保证加工设备符合规定的标准,然后借助较高的工艺技术水平,确保制造质量符合要求。机械工程产品制造环节是比较完善的一个系统,其中的每一个方案和工艺都属于系统中的子系统,我们也需要对其进行可靠性优化设计。同时,还需要综合考虑其他方面的各种影响因素,例如加工使用的设备、工艺流程、工作人员的专业素养、制造环境等,只有严格把控制造环节的每一个因素,才能够确保所制造出来的设备或零件等具有可靠性。最后,对系统中的所有指标进行分析和汇总,然后借助专业的手段,对系统的可靠性和优化指标进行整理,并做好相应的记录工作。

### 4.3 机械工程使用和维修环节的可靠性优化设计

维修对产品的使用寿命有着至关重要的作用,并且对企业的口碑起着良好的促进作用,机械工程的可靠性优化设计也和使用、维修环节有着密切的关系。相关的工作人员需要根据产品的情况,确定具体的维修事项和维修方案等,从而确定产品的使用寿命。维修性能在机械工程中很容易对项目的稳定性产生影响,在具体的可靠性优化设计中需要仔细分析与维修性能相关的因素,并且,在保证降低维修费用的基础上,还需要使其有较好的可靠性,这样一来,不管产品出现任何问题,都能够在最短的时间内了解问题的发生原因,从而有针对性地采取恰当的措施进行维修。在机械工程的维修环节,只有将可靠性优化设计工作做到位,才能够增长产品的使用寿命,如果可靠性优化设计工作没有做到位,那么就会使产品的使用寿命大大缩短,从而无法充分发挥其真正的价值。所以说,机械工程使用和维修环节的可靠性设计工作非常重要,想要将这一工作做到位,就需要以可靠性优化设计的理论作为基础,并遵守经济化、合理化的维修原则。

## 5 结语

可靠性指标在一般的工程中很少被考虑,从而无法使机械工程反映出其产品的真实效果,尤其是成本和体积的设计,因此,必须要进行可靠性优化设计。随着机械工程的复杂化,想要确保产品的性能和品质,就需要在设计环节、制造环节、使用和维修环节做好可靠性优化设计工作。同时,国家还应和高校

保持联系做好人才的培养工作,从而促进可靠性设计水平的提升。

### 参考文献:

[1] 张驰,钟硕,刘策.机械工程的可靠性优化设计探讨[J].数字通信世界,2020(05):279.

(下转第15页)

2.3.2.1 微处理器选取

微处理器设计是硬件电路设计的核心，主要负责系统内的设备控制、信息收集及预处理和驱动等工作，因此，本文选择了ATMEL公司研发的AVR系列中的ATmega16L当做模块。ATmega16L拥有着外形小巧、集成度高的优点，因此其外围电路相对整洁不杂乱。具体优点如下：①由于芯片内置了8路10位ADC，系统无需额外配备模数转换器，从根本上缩减了冷却系统的空间。②极高的安全性和可靠性可以确保发动机冷却系统即使在恶劣的环境中也能照常工作。③运行速度快，芯片自带Flash存储空间，容量可达16K字节，搭配RISC系统，运行速度快，可迅速执行指令。④适配性强，串行接口设在主机、从机上都可以，便于进行DA转换，无需占用额外的芯片端口。⑤投入成本低，可以有效控制硬件电路设计时的资金投入。

2.3.2.2 模型转换电路设计

该模块主要负责应用并行、串行两种方法，将系统内的数字量变成模拟量。并行法，可以同步传送多项数据，虽然传输效率高，但是占用数据端口较多、并行法，以数据线为传输途径，和内部时钟协同合作完成数据的传输工作，虽然占用端口较少，但是一次只能使用一根数据线，传输效率较低。基于此种情况，本文选用了AD5300芯片，拥有串行8位DAC，可以大幅度提升转换速度，数字量可快速转换成电压，缩短汽车发动机冷却系统的工作时长。

AD5300 搭配 AVR 构成了数据转换电路，具体流程如下：AD5300 借助 SYNC、SCLK 和 DIN 和 ATmega16 相连接，其中 SYNC 对应 ATmega16 的 PAI，确保 AD5300 在低电平下也能触发。DIN 作为串行数据输入端，和 ATmega16 的 PB7 相连，SCLK 作为串行时钟输入端则是和 PB5 相连。此时 ATmega16 和 AD5300 是从属关系，ATmega16 是控制方，AD5300 是受控方。

2.3.2.3 驱动电路设计

驱动电路模块，主要负责将从上一模块获取的直流电压变化为 PWN 信号，再将其发送至冷却系统。在设备选用上选择了 SG3525 芯片，作为脉宽调制型控制器，采用双极性集成电路传输 PWN 信号，拥有传输速度快、传输稳定、所需外围器件少等优点。支持双通道输出，提升了系统运行的稳定性和安全性。

2.4 软件设计

2.4.1 软件平台介绍

选用由符合 ANSI 标准的 C 语言开发出的 ICCAVR 作

为软件平台，拥有功能全面、使用方法简单、拥有技术支持等优点。ICCAVR 兼具编辑器和 IDE（集成开发环境）的功能，当出现编译错误的情况时，可以通过点击状态窗口的方式直接跳转至错误行。且应用 ICCAVR 自带的工程管理器可以直接生成 HEX 格式文件，应用时更具便利性。用户和 IDE 借助编译窗口完成信息的交互工作。工作人员可以通过输入程序代码的方式直接完成编译工作，当出现错误时，单击错误信息就可直接锁定位置进行修改。

2.4.2 控制器软件设计

在进行软件设计时，定时功能是极其重要的一环。于系统中设计定时器，有助于动态采集和控制器的预选，在本文中，将采样周期定位 20ms。除了定时器外，还增设了 AD、DA、PID 等子程序，具体设计流程如图 3 所示。

3 结语

本文从汽车发动机冷却系统控制力不足方面入手，提出了应用模糊 PID 控制器的构想，并对其硬件和软件的设计流程进行了详细阐述，使其具备实时采集并控制冷却液温度的能力，提升了其控制效果，并通过实际测试验证了应用模糊 PID 控制器的冷却系统在性能相较于传统系统有了大幅度提升，具备可应用性。

参考文献：

[1] 庄月芹. 汽车发动机冷却系统故障问题及处理技术分析[J]. 现在制造技术与设备,2020（10）：158-159.

[2] 魏子栋. 汽车发动机冷却系统故障诊断与维修的分析[J]. 时代汽车,2020(20):177-178.

[3] 刘丹, 陈旭杨. 汽车发动机过热冷却系统故障分析[J]. 农机使用与维修,2020(08):91-92.

[4] 杨子木. 基于塞贝克效应的汽车发动机冷却系统集热器设计[J]. 汽车文摘,2020(08):45-49.

[5] 李琦. 汽车发动机智能冷却系统的研究[J]. 汽车实用技术,2020(08):76-78.

作者简介：陈俊武（1978.11-），男，汉族，湖北应城人，讲师，硕士，研究方向：汽车检测。

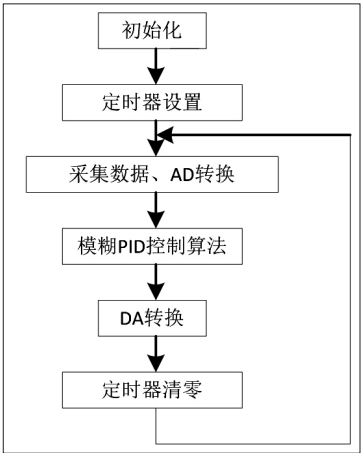


图 3 软件程序整体流程图

（上接第 13 页）

[2] 尹尚. 试论机械工程产品可靠性优化设计要点[J]. 科技经济导刊,2019(22):46.

[3] 马强. 机械工程的可靠性优化设计探讨[J]. 中国战略新兴产业,2018(12):221.

[4] 孙华岩. 机械工程产品可靠性优化设计要点分析[J]. 中国新技术新产品,2017(15):36-37.

作者简介：董玟君（2000-），女，满族，吉林梅河口人，本科在读。