

案例 6

天津某起重设备有限公司运用 IQMS 系统对 AS 型电动葫芦的产品设计和加工制造过程的质量改进

来源	国家自然科学基金资助项目 (项目编号: 70101007); 天津市科技攻关资助项目	类别	<input checked="" type="checkbox"/> 案例 <input type="checkbox"/> 方法
作者	何桢	关键词	并行质量工程 质量工具集成 持续改进 IQMS
理论知识	并行质量工程 质量工具集成	适用层次	<input checked="" type="checkbox"/> 本科生 <input checked="" type="checkbox"/> 研究生 <input type="checkbox"/> MBA

1. 案例背景

1.1 质量工具集成框架

基于质量工具之间的关系分析, 笔者提出质量工具集成的框架结构, 如图 1 所示。

- (1) 质量改进活动贯穿产品设计和制造, 它们通过质量工具实现集成。
- (2) 在初始设计阶段, 有两个主要的信息源输出: 顾客需求和基准评价信息。基于工程知识, 可以通过 QFD 确定产品的关键质量特征, DOE 可以用来研究质量特征间的关系。

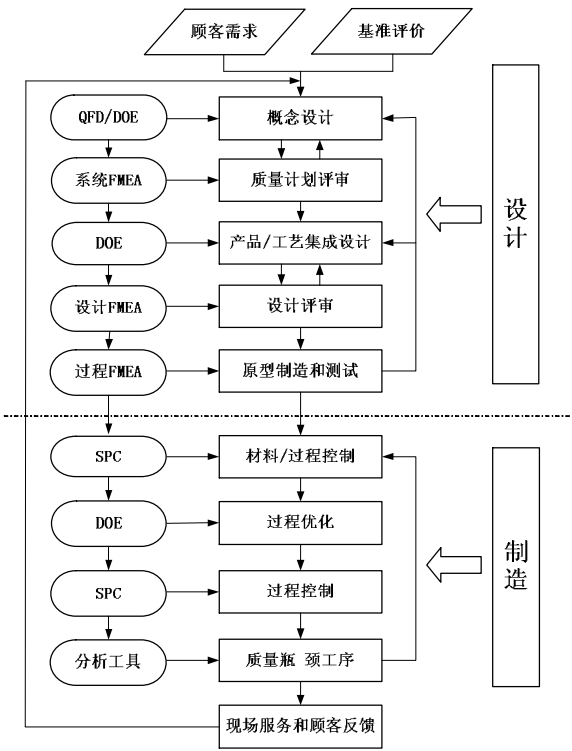


图 1 质量工具集成框架

- 
- (3) 在概念设计阶段,为了保证产品设计的可行性、可靠性和安全性,可在质量计划评审中使用系统 FMEA,这对于发现设计潜在缺陷是至关重要的。
  - (4) 在集成化产品/工艺设计阶段,一个重要工作是利用 DOE 设计和优化产品/工艺参数和容差。在此阶段, CAD/CAM 和 CAPP 也是重要的技术支撑。
  - (5) 集成化产品设计完成后,要进行基于设计 FMEA 的设计评审。
  - (6) 在生产前,有必要通过过程 FMEA 发现生产过程的潜在缺陷,过程 FMEA 可以为确定过程控制点提供重要信息。
  - (7) 在生产过程中, DOE 和 SPC 可以联合使用,持续减少过程变异,提高质量。
  - (8) 现场服务和顾客反馈数据可以用于发现质量问题和瓶颈,保证持续改进。

### 1.2 质量工具集成的数据库设计

各质量工具在产品的概念设计、方案评审、分析计算、详细设计、工艺规划及生产制造过程中产生了大量的图形数据和文件,这些数据和文件的格式互不兼容,形成了所谓的“信息孤岛”,各部门之间难以有效地沟通和协调,使得跨职能小组难以发挥团队作用,难以有效地管理、控制数据,甚至造成数据的冗余、重复,而且数据的一致性、安全性、可跟踪性得不到保证<sup>[12]</sup>。为实施质量持续改进,有必要为不同的质量工具设计共享的数据库,这些数据库包括顾客需求数据库、竞争者基准评价数据库、产品质量特征数据库、工艺特征数据库、过程控制数据库、零件质量特征数据库和其它关联数据库,我们同时设计一些模版文件以便基于统计软件包的 DOE 和 SPC 的结果可以被共享,这些模版文件包括过程能力分析模版、测量系统能力分析模版、失控行动方案模版、DOE 模版,同时设计了数据库和模版间的连接关系。集成的数据库可实现质量信息的及时处理与反馈,以正确的方式、在正确的时间、向正确部门提供正确的质量信息

### 1.3 质量工具集成系统的实现

基于上述的质量工具集成框架及集成数据库的设计,笔者开发了一套集成的质量管理软件系统(Integrated Quality Management System,简称 IQMS),该系统采用 Client/Server 结构,在 Windows 2000 Server 系统下,以 C++ Builder 为开发工具,采用 Microsoft SQL server 作

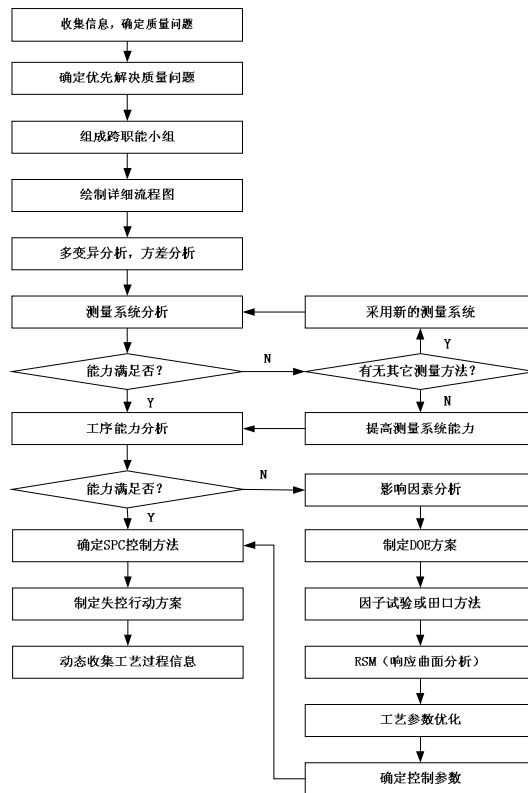


图 2 生产过程持续质量改进流程图

为数据库开发平台。

IQMS 系统以产品为导向，以流程的持续改进为核心，图 2 所示为生产过程的持续质量改进流程图。在此基础上提供两种运行模式用以帮助用户解决产品持续质量改进不同阶段的相应质量问题。模式一，从收集质量信息，确定质量问题入手，通过一系列质量分析工具如多变异分析、测量系统分析、工序能力分析等找到过程变异来源，然后采用实验设计等优化工具优化过程参数，最后确定 SPC 控制方法，制定失效行动方案，并通过实施改进计划，进一步动态收集加工信息，完成持续改进中的一个 PDCA 循环。模式二主要针对新产品的开发研制过程，从顾客需求和基准评价等市场信息开始，经过四阶段的质量功能展开和失效模式与效应分析等工具来确定新产品的技术参数、工艺参数以及生产控制参数等，然后进入第一模式的质量分析阶段，进行质量改进的 PDCA 循环。

从功能模块上该系统分为产品与流程管理、质量工具（分析工具、优化工具和控制工具）、质量文档管理以及系统管理（用户权限管理、数据库管理）等几大模块，同时嵌入 Minitab 统计软件工具。通过质量工具的集成、单一的数据库管理和恰当的用户权限设置，保证了企业内部各种质量信息的一致性，同时也便于跨职能的质量改进小组开展工作。

应用 IQMS 系统进行质量改进，操作简单，功能较为完善，其规范化的操作流程，不仅保证了在质量改进过程中各种工具的正确应用，同时也使企业的员工培训等工作变得简单高效。

## 2. 案例描述

某起重设备有限公司是国内钢丝绳电动葫芦起重机专业生产厂家，虽然以其产品的先进性和质量的稳定性在行业中占据了领先地位，赢得了广大用户但目前在产品设计和制造过程中仍存在问题，如，产品设计周期长，影响正常的生产制造过程；产品个别关键件的加工过程效率低，一次合格率较低，影响产品产出和交付等。基于 IQMS 系统的功能和效用，该起重设备有限公司将该系统应用于核心产品 AS 型钢丝绳电动葫芦的产品设计和加工制造

过程质量改进中。其目的就是通过对过程质量的分析，找到影响质量的关键因素，通过实施改进措施，达到提高过程质量，更好地满足用户需求的目的。

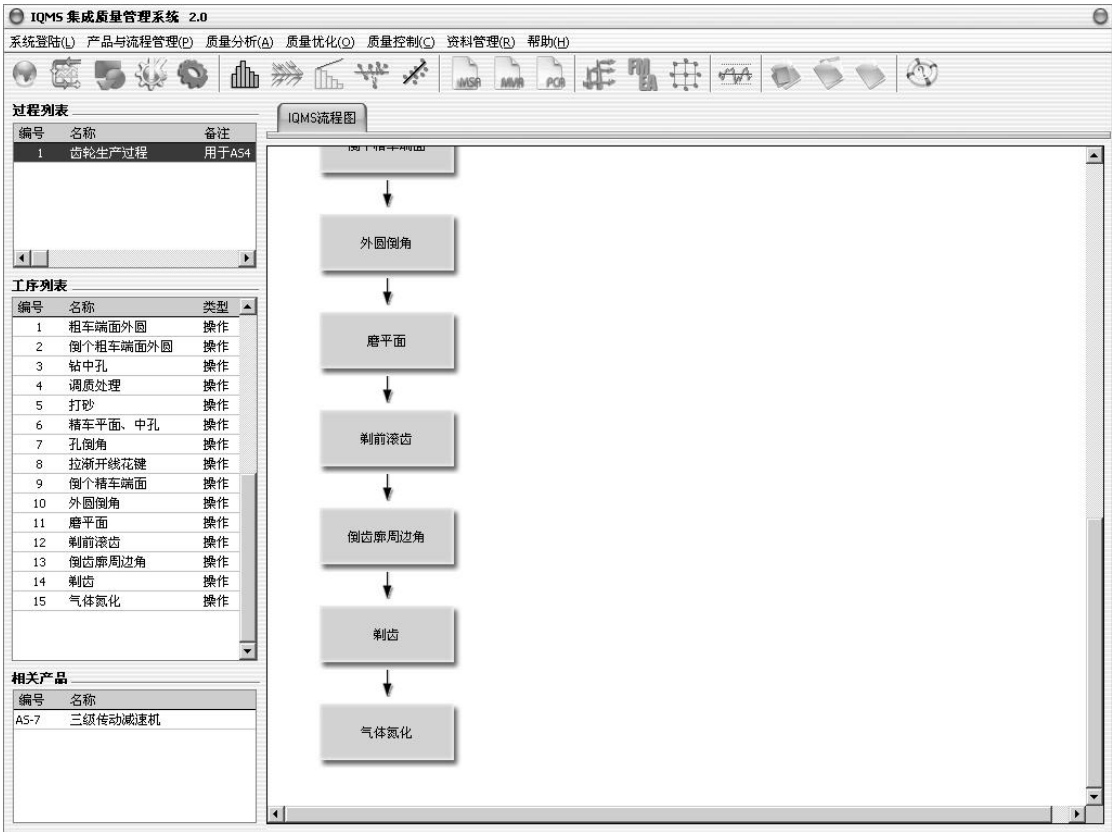


图3 齿轮生产过程质量分析的主界面

图3所示为产品的关键零件齿轮的生产过程质量分析的主界面。我们可以看到齿轮的生产有15道工序，经分析可知剃齿为齿轮生产的关键工序，其主要的键质量特性（CTQ）有公法线、齿形误差、齿向误差、基节极限偏差和齿圈径向跳动。根据以往缺陷的统计数据，在生产过程中齿形误差是产生缺陷最多的CTQ。依据上述的生产过程质量持续改进流程，进行测量系统分析，多变异分析，找出变异来源，并对剃齿过程进行过程能力分析，其结果为 $C_{pk}=C_{pu}=0.34$ ，过程能力严重不足。找出影响齿形误差的因素，进行实验设计并采用田口方法对剃齿过程进行参数进行优化，最后工序能力分析的结果为 $C_p=1.53, C_{pk}=1.24$ ，满足要求，以达到质量的持续改进的目的。

### 3. 结论与展望

IQMS 是为实现质量持续改进，基于质量工具之间的内在关联和质量工具集成的基本框架，面向产品设计和制造过程的集成质量管理系统，某起重设备有限公司应用该系统对产品设计及制造过程的质量进行了持续改进。通过对过程的分析，找到影响质量的关键因素，并进行改进，使设计或制造过程得到优化，缩短了产品设计周期，降低了成本，提高了工作人员的素质，是制造业应用集成质量管理系统成功案例。

### 4. 参考文献

- [1] He Z, Wan P, Li C G. On the Quality Management Status and Its Strategies of China's Manufacturing Industry. Journal of Tianjin University (Social Sciences) (in Chinese), 2001, 3(4):347~349
- [2] Deming W E. The New Economics. 2<sup>nd</sup> edition. Massachusetts: MIT Center for Advanced

---

Educational Services, 1994

- [3] Juran J M. Juran on Planning for Quality. New York: Free Press, 1988
- [4] Goh T N. Operating Frameworks for Statistical Quality Engineering, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 2000,17(2):180~188
- [5] Terninko J. The QFD, TRIZ and Taguchi Connection : Customer -Driven Robust Innovation. <http://www.triz-journal.com/archives/1998/01/b/index.htm>
- [6] Cohen Lou. Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You. Addison-Wesley Publishing Company, 1995
- [7] D. H. Stamatis. Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to Execution. Milwaukee: ASQ Quality Press, 1995
- [8] He Zhen, etc. A Study on Continuous Quality Improvement Strategies and Methods. In: Liu Fei, Sun Jian, Eds. *Proceedings of 2000 International Conference on Advanced Manufacturing Systems and Manufacturing Automation*, Guangzhou, 2000, Guangzhou:Guangdong People's Publishing House, 2000:957~961
- [9] Johnson S K. Combining QFD and FMEA to Optimize Performance. ASQ's 52<sup>nd</sup> Annual Quality Congress Proceedings, 1998: 564~575
- [10] Ross, Phillip J. The Role of Taguchi Methods and Design of Experiments in QFD. *Quality Progress*, 1988, 6:41~46
- [11] Lorenzen, Jerry A. et al. QFD, DOE, and SPC, in a process for total quality. *Annual Quality Congress Transactions*, 1993, 47: 421~427
- [12] Xu X William, Liu Tony. A Web-enabled PDM Systems in a Collaborative Design Environment. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 2003, 19:315~328