

MES 中质量管理模块的研究与应用^①

田 维, 王朝立, 王亚刚

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093)

摘 要: 针对车间制造过程中质量管理的现状和不足, 在研究制造执行系统的基础上构建了 MES 中质量管理模块功能结构, 并对质量管理体系实现部分的关键技术进行研究。最后将该系统在一家企业进行了应用实践, 实现了质量管理体系在 MES 中运用。

关键词: 制造执行系统; 质量管理; 系统实现; 关键技术

Research and Application of Quality Management Module in MES

TIAN Wei, WANG Chao-Li, WANG Ya-Gang

(University of Shanghai, for Science and Technology, school of optical-electrical and computer engineering, Shanghai 200093, China)

Abstract: According to the present situation and bad quality management in the process of manufacturing for the workshop. Base on the research of the manufacturing execution system we constructed the structure and function model of quality management module and some critical techniques was also researched. At last, the system has been applied in a company, realized the quality control subsystem to utilize in MES.

Key words: manufacturing execution system; quality management; system implementation; critical techniques

1 引言

制造执行系统(MES)是 20 世纪 80 年代开始出现的一种位于上层的计划管理系统与底层的工业控制之间的面向车间层的管理信息系统。它是企业 CIMS(计算机集成制造系统)信息集成的纽带, 是实施企业敏捷制造和实现车间生产敏捷化的基本技术手段。

质量管理模块是制造执行系统的重要组成部分, 同时质量管理是企业管理和生产管理的核心。而目前在大多数工业企业中质量管理是通过上层的生产计划下达、事后生产产品的检验和质量统计报表等形式进行的质量管理, 没有实现实时的生产质量控制和预测, 控制效果和效益受到很大限制。现代企业中的质量管理体系作为核心功能之一, 是以信息处理技术为核心, 融入了先进的质量管理理念的决策支持平台^[1]。

本文将质量管理体系作为 MES 系统中的一个模块, 实时分析从制造现场收集到的数据, 及时控制关键工序的加工质量。进行质量预测、监控和在线调试,

消除质量缺陷, 降低质量成本。同时质量统计分析结果为 MES 生产性能分析提供了可靠的质量报告, 制造活动生产进度的获取也使生产质量计划的执行具有较好的预见性^[2]。

2 MES 中质量管理模块的构建

随着制造业信息化的发展, 许多企业实施了以 ERP 为代表的企业资源计划管理系统, 以产品设计管理为主的产品数据管理系统, 以监控和数据采集为代表的生产过程监控软件等。这些系统虽然在企业中取得了一定成功, 产生了一定的经济效益, 然而也同样出现了一些新的问题, 形成了企业生产管理和控制层之间的分离, 使上层的 ERP 软件系统得不到及时精确生产数据的支持, 而控制层部分又时常不能及时得到调度指令来调整生产状态, 严重影响了企业的生产效率并增加了企业生产成本。随着企业信息化应用水平的不断提高, 企业逐渐认识到将计划层与底层制造过

^① 收稿时间:2011-09-06;收到修改稿时间:2011-09-30

程统一起来的制造执行系统是解决这一问题的有效途径。通过 MES 来实现企业信息的集成是提高企业整体管理水平的关键^[3]。

本文在分析制造业生产过程的基础上,研究了质量管理体系的体系架构和模型。系统体系结构图如图 1 所示。

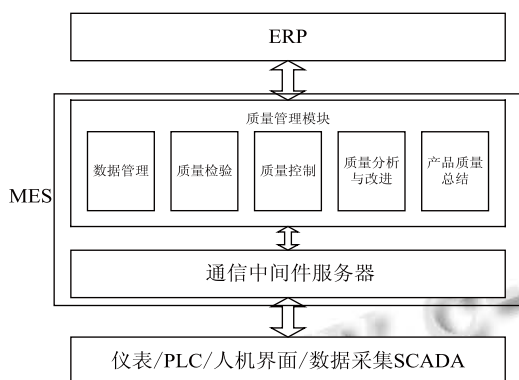


图 1 质量管理体系体系结构图

系统体系结构可分为三层,上层为面向客户的计划层,主要任务是根据客户需求以及市场需求,利用内部的各种资源制定相应的产业计划。

中间为面向车间的制造执行系统层,质量控制模块通过通信中间件服务器接收底层数据信息,结合由 ERP 等信息进行质量管理。其中质量管理模块主要由数据管理、质量检验、质量控制、质量分析与改进、产品质量总结五个部分组成^[4]。各个模块功能如下:

(1) 数据管理

数据管理模块通过从数据采集系统或人工输入的方式采集数据,同时在采集的数据基础上定义了一系列数据字段,为其他模块制定统一的数据格式,从而使得本系统数据统一,便于用户操作以及开发人员的交流。

(2) 质量检验

本模块包括进货检验计划、原材料检验等。通过它获取各种检验数据,为后面的质量分析模块提供数据来源。企业经过此检验可以避免不合格原材料,不合格半成品,不合格零部件投入使用,另外,在质量成本中通过合理确定检验工作量,对降低质量成本具有重要的意义^[5]。

(3) 质量控制

质量控制模块是质量管理的核心,保证质量活动

按照流程进行去,是实现与制造过程的紧密结合的重要组成部分。本模块包括关键工序监控、生产过程控制等几部分。对于一般加工工序的检验,可以依据各自件的加工工艺不同,采用抽样检验的方法,来检测该工序的加工是否合格,并置报警系统,防止由于设备出现故障而导致批量产品的不合格。对于关键工序监控将实现全程的质量监督,以及及时的质量检测信息反馈,为日后的高品质量管理、严格的工艺参数控制提供必须的管理数据。

产品过程控制,将采用控制图技术与生产控制系统相结合,对简单的异常表征进行自动监控,在统计报表和控制图中设立异常报警,辅助质量分析人员对质量问题做出分析,保证在制品的质量。

(4) 质量分析与改进

质量分析主要是在对质量活动生产的质量情况进行统计,分析数据反映的质量水平状况,质量分析主要包括质量为题汇总、质量指标统计、SPC(统计过程控制)三个方面。

质量改进是企业持续发展的动力。质量改进管理针对企业的生产质量状况,在整个组织内不断采取改进措施,以提高生产活动和过程的效益。其主要是通过正确地使用有关工具和技术在质量分析的基础上来进行质量改进^[6]。

(5) 产品质量总结

产品质量总结的主要功能是制作质量统计报表和提供历史记录查询。

质量统计报表是生产过程中不可或缺的一种质量管理的统计方式。提供对原材料、半成品、成品,按各种要求统计月报、季报、半年报和年报,为质量部门分析质量、产量和合格率等情况提供依据。

历史记录查询是对质量反馈的跟踪和溯源。实现产品质量信息的逐级反向追踪与查询分析。通过记录客户对产品使用的质量反馈信息,并制定相关的质量处理流程和反馈机制,实现产品质量的及时改进。

底层为面向生产作业现场的控制层,主要任务是采集生产过程中的数据,执行 MES 下达的指令,同时反馈实时信息。

3 系统关键部分的实现

3.1 数据采集

生产数据自动采集是实现质量管理和生产控制相

统一的关键，是本车间质量管理体系区别于一般质量管理体系的显著特色，也是本系统实现的关键技术之一。随着数据采集技术的不断发展，现场数据自动采集技术也已经在国内外许多制造企业得到了研究和应用。例如代表性的条形码技术、无线射频识别技术(RFID)等都渐渐从其他领域扩展到制造领域，不断成熟的技术为我们信息化的开展提供了良好的基础^[7]。

生产装置底层控制系统和数据采集系统种类比较多，但大多支持 OPC 并提供相应的 OPC 接口，因此我们将通过与服务器建立回调，只要服务器发现数据有变化，就会主动向 OPC 客户发出通知和变化的数据，利用 OPC 来采集相应的底层数据，对于没有配置 OPC 的 DCS / PLC 等系统，我们将通过为用户提供特殊的接口完成数据采集，所提供的接口不仅能采集生产过程控制系统的数据库，还能存储用户界面人工输入的数据和其他软件包经应用程序接口写入的数据^[8]。

系统数据结构图如图 2 所示：

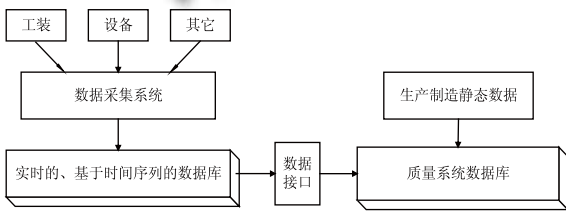


图 2 数据结构图

图中通过数据采集接口得到的是生产过程中实时数据，并进行数据的筛选、诊断，右边为生产制造中的诸如设备信息，生产任务等静态数据。通过数据接口将实时的、基于时间序列的数据传入系统数据库中并结合生产制造中的静态数据，以此来为 MES 功能层提供全面的数据。

3.2 统计过程控制图的应用

3.2.1 SPC 理论及控制图

SPC 的理论基础是中心极限定理和 3σ 准则。当过程仅受相互独立的随机因素影响时，根据中心极限定理，子组样本均值 \bar{x}_i （通常在每次采样中进行 m 次测量，称为一个子组， m 称为样本容量）将随着子组数量的增大而近似服从正态分布，即 $\lim_{m \rightarrow \infty} \bar{x}_i \sim N(\mu, \sigma^2)$ ，如图 3 所示。由 3σ 原理：

$p\{\mu - 3\sigma < x_i < \mu + 3\sigma\} = 99.73\%$ 即 \bar{x}_i 值落在 $\mu \pm 3\sigma$ 范围内的概率为 99.73%，于是落在 $\mu \pm 3\sigma$ 之外

的概率为 0.27%，单侧概率为 0.135%，这是个很小的概率，出现这样概率的事件称为小概率事件，根据小概率事件原理，小概率事件在一次实验中是不会发生的。如果发生了，则说明原来的分布受到了系统性因素的影响处于失控状态。美国的休哈特正是根据这一理论提出了控制图方法。

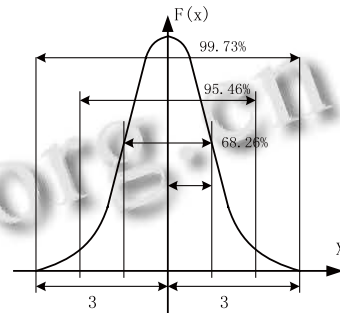


图 3 正态分布图

控制图是对过程质量加以测定、记录从而进行控制管理的一种用统计方法设计的图。通过从过程中以近似等间隔抽取数据，这样就形成了每一个子组，然后从中可以得到每一个子组一个或多个子组特征，如子组平均值 \bar{x}_i ，子组极差 R ，标准差 S 。控制图就是给定的子组特性值与子组号对应的一种图形，它包含一条中心线 (CL)，作为所绘点特性的基准值，上控制界限 (UCL) 和下控制界限 (LCL)，如图 4 所示^[9]。

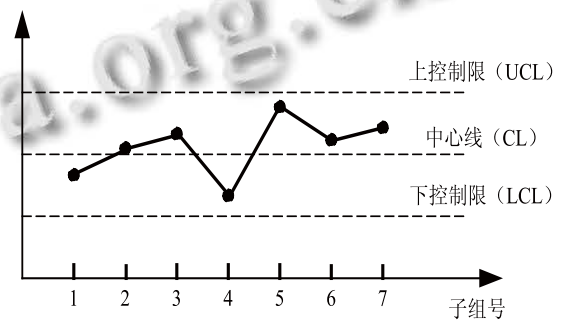


图 4 控制图示例

利用控制图来分析工序状态容易出现两类错误。第一类是虚判，即生产正常情况下，因偶然因素点超出界限而判为异常；第二类是漏判，即异常生产情况下，因产品质量分布偏离了典型分布而判正常。所以，在选择控制界时，应使两种错误最小。长期实践证明，当控制线 CL 为 μ ，UCL 为 $\mu + 3\sigma$ ，LCL 为 $\mu - 3\sigma$ 两种错误造成的总损失较小^[10]。

3.2.2 SPC 控制图应用流程

控制图的应用流程如图 5 所示, 其中的 SPC 实施分为分析阶段和监控阶段。这两个阶段使用的控制图分别称为分析用控制图和控制用控制图。分析阶段的主要目的是使过程处于统计稳态, 使过程能力足够, 在此基础上确定控制界限; 监控阶段的主要目的是使用控制图进行监控, 在过程受控的情况下通过查表 1 中过程能力指数, 判断过程能力是否满足要求。如果过程能力不充足, 则要采取措施分析原因, 改进过程, 然后重新进行过程判断和过程能力分析。

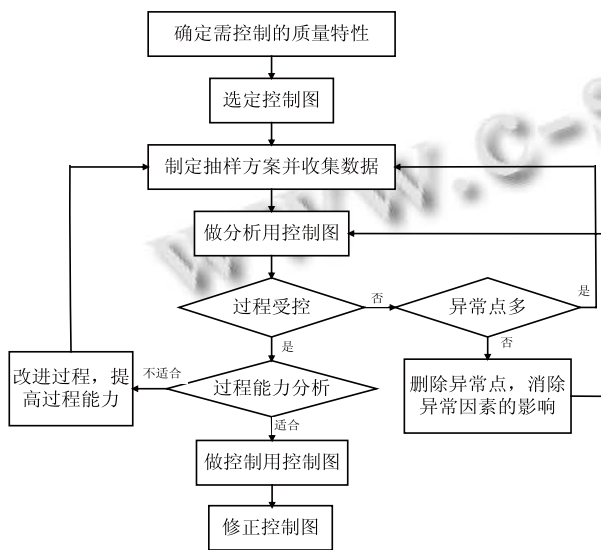


图 5 SPC 控制图应用流程图

其中过程能力指数是表示工序能力满足产品质量标准程度的评价指标, 而质量标准通常指公差, 通常将允许的公差范围除以 6σ 的比值称为过程能力指数, 指数用 C_p 表示, 过程能力指数的值愈大, 则意味着过程能力愈高。过程能力指数能够合理、全面地反映系统因素、随机因素对过程能力的影响, 有助于查找影响产品质量波动的因素。过程能力的判定与对策见表 1^[11]。

4 应用案例

最后将该系统在上海某化工企业中进行应用, 上层 ERP 系统下达生产任务, 控制层通过相应的 OPC 接口或者自己设定的接口将生产过程的数据传入到质量管理模块中, 结合人工录入的数据以及设备信息通过组态软件将数据写入数据库中, 组态软件还负责监

控设备的生产过程, 质量分析软件利用实时数据根据生产要求绘制相应的控制图, 计算质量指标, 发布报警信息, 再通过系统的集成开发环境将结果部署到各个生产车间。系统部分控制图显示画面如图 6 所示。

表 1 过程能力分级判定与对策

范围	等级	判断	改进措施
$C_p > 1.67$	特级	工序能力过高	缩小关键项目公差, 提高产品质量
$1.67 \geq C_p > 1.33$	一级	工序能力充分	放宽非关键项目波动范围
$1.33 \geq C_p > 1$	二级	工序能力尚可	用控制图控制和监督工序改进
$1 \geq C_p > 0.67$	三级	工序能力不充分	分析原因制定措施加以改进
$0.67 \geq C_p$	四级	工序能力不足	停工, 找出原因, 改进工艺

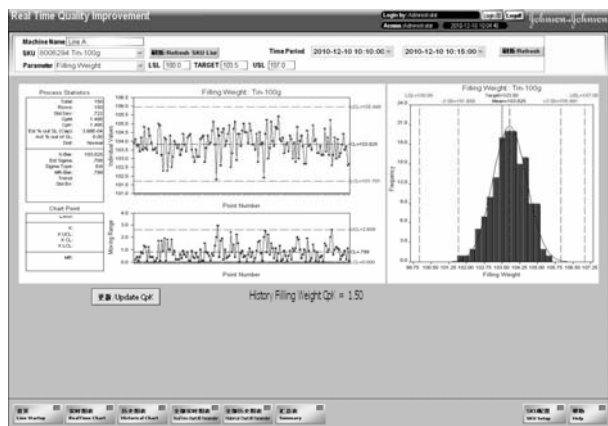


图 6 均值-极差控制图

5 结语

系统在企业的应用不仅成功实现质量数据信息共享, 而且更加深入地处理这些质量数据, 达到对品质量的有效控制和生产监控, 同时提供可视性, 为企业车间管理决策提供支持, 改变以往质量管理的工作方式, 降低劳动强度, 提高生产效率, 节约生产成本。推动了企业决策与管理的科学化、系统化和信息化。

参考文献

- 王志新, 金寿松. 制造执行系统 MES 及应用. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- 张公绪, 孙静. 现代质量控制与诊断工程. 北京: 经济科学出版社, 1999.
- 朗志正. 质量管理及其技术和方法. 北京: 中国标准出版社,

(下转第 157 页)

允许有重名,否则会出现贴图被覆盖现象。

3) 检查模型破面、重面等现象。烘焙前将场景中所有模型导入 VRP 编辑器中,通过在场景中漫游检查破面、重面。

3.3 其它

另外还需要注意在表现细长条的物体时,尽量不用模型而用贴图的方式表现;相同材质的模型,远距离的不要合并;保持模型面与面之间的距离;用面片表现复杂造型等准则。

4 总结与展望

本文构建的虚拟校园以 VRP 为平台,以中国地质大学(北京)为例,实现了具有漫游功能的校园三维景观的可视化仿真。校园虚拟漫游设计基本原理和制作方法,对于进行其它领域的虚拟现实应用制作同样可行,如数字城市的建设。虚拟校园漫游是为最终建立地上地下三维仿真的第一步,下一步研究我们希望建立地下管网(包括给水、排水、燃气、热力、电信、电力、工业管道等)的漫游,并在此基础上实现一些管理和分析的功能,如爆管分析,路径分析^[9]。可以相信,随着计算机技术和虚拟现实技术的发展,校园

虚拟漫游系统的功能将会进一步得到完善和增强,真正意义上的数字化校园也将会走进我们的生活。

参考文献

- 1 芦鸿雁,李斌兵.虚拟校园及其在现代化教学中的作用.科技资讯,2007,34:102-103.
- 2 李建军,李钊,原庆凯,孙兴奇.虚拟校园系统关键技术研究.专题技术与工程应用,2010,40(3):58-60.
- 3 林卉.数字校园 3 维建模与仿真的实现与设计.测绘通报,2004,(9).
- 4 全秋燕.基于 VRP 的数字校园建设.福建电脑,2008,(11).
- 5 梁智杰,李众立.VR-Platform 校园漫游系统研究与实现.计算机系统应用,2011,20(9):124-127.
- 6 崔新友,王培培.贴图烘焙技术及其在城市三维景观系统中的应用初探.科技信息,2010(15):473-474.
- 7 秦成.3DS MAX 灯光照明探讨.电脑知识与技术,2010,6(23):6608-6610.
- 8 陈涛,田海晏,岑学学,张春艳.三维校园虚拟现实研究.北京石油化工学院学报,2010,18(2).
- 9 毛坤德,刘俊林,周圆.三维地下管网管理系统研究与开发.城市勘测,2007.
- 10 王万雷.制造执行系统 MES 若干关键技术研究.大连:大连理工大学,2005.
- 11 常规控制图—中华人民共和国国家标准.北京:中国标准出版社,2001.
- 12 Montgomery DC. Introduction to Statistical Quality Control, 3rd ed. New York:John Wiley & Sons, 1996.
- 13 富珍.统计过程控制(SPC)技术在质量管理中的应用研究与实现.硕士学位论文:武汉理工大学,2006.

(上接第 121 页)

2003.

- 4 唐晓青.现代制造模式下的质量管理.科学出版社,2004.
- 5 李虎,黄小文,沈顺成.MES 中质量管理模块的分析与设计.设计与研究,2007,34(12):25-27.
- 6 杨乐,岳彦芳.基于 MES 的质量管理系统的设计与研究.质量技术,2007,34(7):53-55.
- 7 MESA International. MES Functionalities to MES Data Flow Possibilities, White Paper number 2. Pittsburgh: Published by MESA, 1997.