

制造品质 BOM 在车间中的应用

何卫平^{1,2}, 张广锋¹, 张 维¹, 康召辉¹, 赵 凯¹

(1. 西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室, 西安 710072; 2. 第二炮兵士官学校接改装大队阵通教研室, 青州 262500)

摘要: 针对航天企业车间质量管理流于形式化、无法对质量数据有效管理的问题, 该文基于产品结构和配置关系构建了面向产品的制造品质BOM(MQBOM), 描述了MQBOM的概念、作用、构成和生成, 以MQBOM体系作为合理有效的质量数据组织形式确保质量数据的有效管理, 实现“以数据说话”的车间制造质量数字化管理。

关键词: 产品配置; 产品 BOM; 制造品质 BOM; 质量属性

Study and Application of Manufacture Quality BOM in Workshop

HE Wei-ping^{1,2}, ZHANG Guang-feng¹, ZHANG Wei¹, KANG Zhao-hui¹, ZHAO Kai¹

(1. Key Lab of Contemporary Design & Integrated Manufacturing Tech. of Ministry of Education, Northwest Polytechnic University, Xi'an 710072;
2. Teaching & Research Office of Position Current Equipment, Second Artillery Petty Officer School, Qingzhou 262500)

【Abstract】 Aiming at the status that the workshop quality management is often formalized and difficult to manage quality data effectively in the practical activities in the spaceflight enterprises, Manufacture Quality Bill Of Material(MQBOM) oriented to products is built based on products structure and configuration. There is an analysis of concept, functions, structure and generation of the MQBOM. The MQBOM system is used as an effective organization form of quality data stream to ensure managing quality data effectively so that digital quality management mode is realized.

【Key words】 product configuration; product Bill Of Materials(BOM); Manufacture Quality Bill Of Materials(MQBOM); quality attributes

1 概述

世界经济形势日新月异, 制造企业正面临着严峻的挑战和难得的机遇。市场经济的法则就是优胜劣汰, 而质量是企业实现持续发展、在未来竞争中取得胜利的法宝^[1]。有质量管理专家预言: “21 世纪是质量的世纪, 质量好坏决定了竞争能力的高低, 质量将成为和平地占领市场最有力的武器^[2]。”随着企业规模的不断扩大和竞争对手差异化竞争的日趋缩小, 对企业质量管理结构和质量管理体系运行效率提出了越来越高的要求。如何使企业的质量管理数字化、信息化、规范化, 实现质量信息迅速传递、高效沟通、科学分析, 协助企业合理地控制质量成本、挖掘质量信息潜在价值, 是当前我国制造业面临的重要难题之一。

通过对某航天制造企业的调研, 发现车间制造生产过程中的质量管理问题已经成为该车间实施数字化生产的瓶颈问题之一。针对某航天制造企业积极推进数字化生产的迫切需求, 同时瞄准车间质量数据管理面临的困难, 本文提出以品质 Bill Of Materials(BOM)为框架体系, 组织和管理企业内所有质量数据, 以期实现产品制造质量的事前预防及其数据的可记录性和追溯性, 保证车间制造质量信息有较好的完整性、有效性、有序性和开放性。

2 车间制造品质 BOM 的提出

2.1 传统车间质量管理存在的问题

传统车间的质量信息随着制造业务流程, 大多被独立地分散在企业各职能部门中, 其管理是以质量记录控制卡为表现载体, 作为历史质量活动及事务的记录, 导致质量数据无序地堆砌在一起, 管理过于分散模糊和形式化, 造成质量信息的丢失和不完整, 致使质量信息的无序性和不连续性, 甚至出现同一质量信息在不同部门间的不一致性, 无法对质量

信息进行分析和对未来质量状况的预测。

为解决以上问题, 借鉴数字化管理本身所具有的智能化、定量化、综合性和动态开发性等特点^[3], 本文提出了以制造过程中动态的制造品质BOM作为生产中所有相关制造质量信息的索引和组织形式, 将质量数据流同产品制造过程中的各种相关产品信息流有序地捆绑在一起, 使得产品制造过程中任何时刻的质量数据可以被准确地完整提取, 以之作为质量过程信息追溯和统计分析的对象和依据, 最终实现车间制造质量数字化管理。

2.2 车间制造品质 BOM 的内涵

2.2.1 物料项的概念和 BOM 的定义

BOM是构成一个物料项的所有子物料项的列表, 即BOM的管理对象是物料项。对物料项本质的理解必须与制造的本质和过程紧密相关。制造是指产品信息的数字化建模、加工、传递和拓延。制造过程的本质是将原材料等原始物体经过加工处理, 由原始的形态经过一系列的形态变化, 最终形成具有一定功能的物体形态, 即产品^[4]。在制造过程中物料项具有广泛的含义, 包括原材料、标准件、成品、零件、装配件、构型件、工装、工具、夹具等^[5]。BOM反映的正是产品在形成过程中所需物料项间的关系集合, 是一种典型的树状结构, 是在制造系统中广泛使用的一种用于表达产品信息的方式^[6]。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50505039); 国家部委基金资助项目; 航空基金资助项目(04H53063)

作者简介: 何卫平(1965 -), 男, 教授、博士、博士生导师, 研究方向: 制造执行系统(MES), CIMS; 张广锋, 硕士研究生; 张 维, 副教授、博士后; 康召辉, 博士研究生; 赵 凯, 硕士研究生

收稿日期: 2007-06-19 **E-mail:** zgf9791@163.com

2.2.2 制造品质 BOM 的概念和作用

制造品质 BOM(Manufacture Quality Bills of Material, MQBOM)是在继承产品配置的基础上,对产品组成中的自制件增加静态制造质量信息(如质检员工资料、质检设备资料、质检品质规范、产品检测规程、质检设备检测规程和方法等),以及在生产过程中所生成的动态制造质量信息(如现场采集的质量检验数据、质检人员对工序是否合格的判断数据、工序不合格所产生的不合格状况数据、零件报废数据、故障发生数据、故障处理记录、检测设备使用和报废记录等所形成的 BOM 形式)。

车间设计、工艺、质检等部门都有不同形式的 BOM 信息,所有 BOM 信息都源自产品 BOM,均以产品结构为核心和基础,使得产品唯一相关语意贯穿各个部门,对于产品 BOM 中任何一个质量信息的变化,都将迅速、准确地反映到制造品质 BOM 中,使信息在各部门间的有效传递得以实现。

3 车间制造品质 BOM 的构成

按照面向对象的观点,制造品质 BOM 描述的是基于产品结构配置关系的各物料项(自制件)的制造质量属性和有关制造质量控制的操作方法,其中的每个物料项都是一个对象,且每个对象都具有属性和方法。图 1 为用 IDEF 构建的制造品质 BOM 的组织模型图,图中对象 ID 是零部件的唯一标识号,通常含有该零部件的规格号和批次编号信息,它是零部件所有质量信息的唯一索引。制造质量信息分为 2 类:产品类制造品质 BOM 和产品对象制造品质 BOM 所引导的质量信息。产品类 MQBOM 所引导的质量信息指的是同种产品规格的产品公共制造质量信息,此信息是因产品规格而异的;产品对象 MQBOM 所引导的是在同种规格下因每件零部件而异的个性化制造质量信息,每件零部件都会具有不同于任何一件其他零部件的制造质量信息。

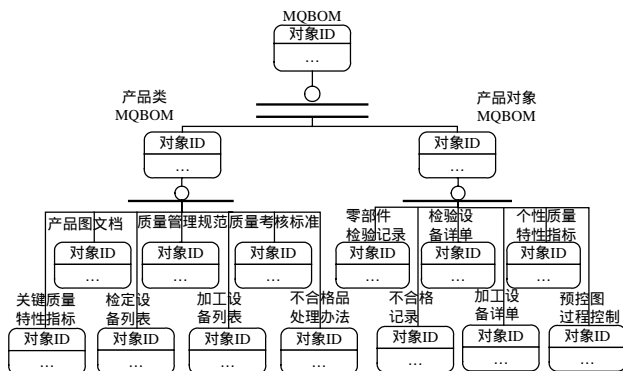


图 1 制造品质 BOM 的组织模型

制造品质 BOM 的构成主要包括产品类的公共质量属性、产品对象的质量属性、对象的操作方法。

(1) 产品类的公共制造质量属性

产品类的公共制造质量属性指的是同一规格的产品所共同具有的制造质量属性,是产品为了满足功能需求所必须具有的最基本的制造质量属性,如生产过程基本品质规范、部件装配检验标准和不合格处理办法等。类的公共制造质量属性与企业生产能力变化或质量标准体系的变化相关,与客户对产品的个性化需求或订单类型无关,大多是静态质量数据。

(2) 产品对象的制造质量属性

产品对象的制造质量属性指的是每件产品除了它所隶属的产品类的公共制造质量属性外,本身还具有由客户、订单、

市场反馈信息等所决定的个性化的制造质量属性,如零件检验记录,部件的装配检验记录、产品不合格记录等。对象的个性化品质规范和个性化关键特性指标是因客户或订单而异的,它体现了同种规格产品不同对象之间制造质量属性的区别,每件产品所具有的最终制造质量属性是该产品所属类的公共制造质量属性和该产品对象的制造质量属性的合成。

(3) 对象的操作方法

对象的操作方法指的是对制造品质 BOM 中各物料对象的功能操作,如对产品类的制造质量属性的浏览、编辑、保存等,对产品不合格状况的处理,对关键质量特性指标检测数据的统计分析,对制造质量趋势的曲线分析等。在企业的实际运作流程中,产品的质量属性就是企业制造质量控制活动的对象,而对产品对象的功能操作实际上就构成了企业质量管理活动的主体内容。

4 车间制造品质 BOM 的生成

4.1 产品配置的引导性

大部分质量数据都来源于产品的加工过程中,主要包括现场采集的质量检验数据,它是随着产品加工过程的进行而不断生成和增加的。从产品 BOM 对制造质量数据的引导性角度考虑,制造质量管理中的数据可以分为 2 大类,一类是由产品配置直接引导的,另一类是由产品配置间接引导的,分别称之为产品配置的显性引导和隐性引导。

(1) 显性引导

产品配置的显性引导指的是质量属性或者质量数据以产品的结构配置为直接引导,即产品的结构配置关系中每个组成零部件都会引导该零部件的质量属性,例如产品的质量检验标准、检验规程、检验方法等,这些数据成为产品类的公共属性,构成产品属性的一部分,将作为产品类的质量属性将直接以产品配置为引导而存储。

(2) 隐性引导

同一产品类的不同产品对象将有部分完全不同的质量数据,这些质量数据是以某一具体化、实例化的配置关系为引导,即以产品结构配置为间接引导。某一具体的产品结构配置中某一具体组成零部件会引导该零部件的具体的质量属性,例如质量检验记录、产品不合格记录等,这些质量数据是某一规格产品的某一件对象所具有,不是某一规格产品类的,如果仍然用产品配置为直接引导的话,无法体现每件产品的具体配置和构成。事实上,对象的质量属性仍然以产品配置为引导,只是零件引导关系是间接的。

正是通过产品 BOM 对质量数据的显性引导与隐性引导,基于产品配置的制造品质 BOM 可以作为质量数据的有效载体,成为质量数据的组织形式。

4.2 制造品质 BOM 的生成过程分析

根据在产品设计时所产生的产品结构配置模型,在制订工艺规程时添加所有工艺信息,生成一个面向产品 BOM 的工艺物料清单,在工艺物料清单上扩充制造过程中的相关制造质量属性和制造质量数据,生成面向产品的制造品质 BOM,该过程的 IDEF0 功能模型如图 2 所示,技术部门根据产品的使用性能制定出设计方案,即产品类设计 BOM。在产品的个性化设计过程中,以产品类设计 BOM 为基础,根据车间的具体条件将用户需求转化为产品的性能指标,利用面向质量的设计技术对产品的设计提出以质量为出发点的设计限制条件^[7],生成面向订单或客户的对象设计 BOM。对象工艺 BOM 和对象制造品质 BOM 的生成过程和原理同对象设计 BOM 相似,

类BOM是母体，对象BOM是类BOM所衍生的具有少量不同具体特性的个体。

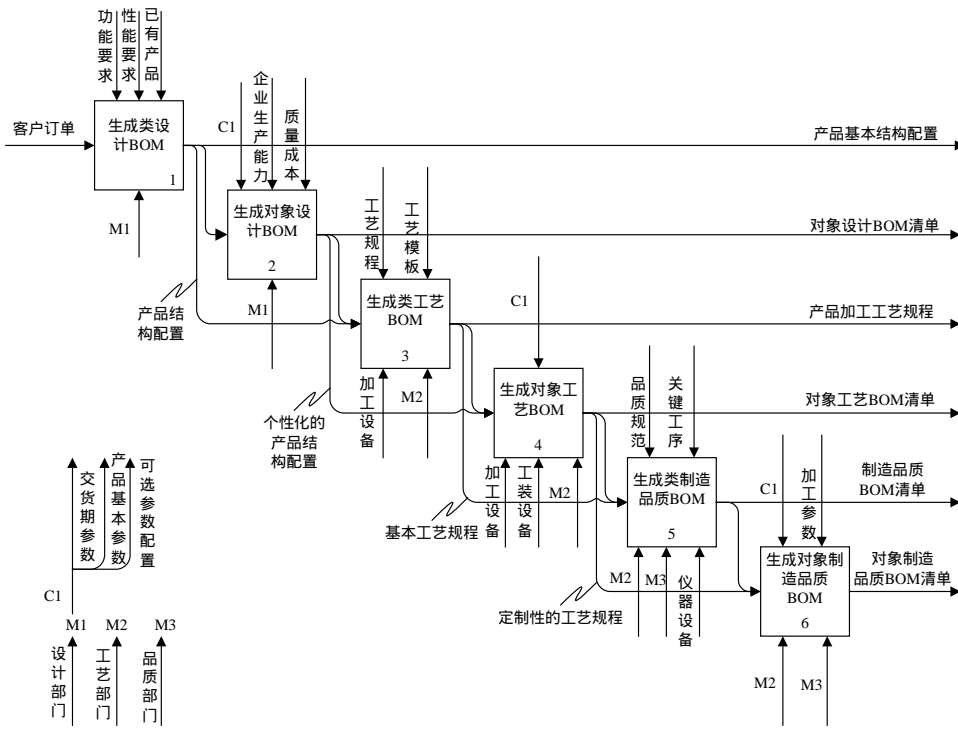


图 2 制造品质 BOM 生成过程功能模型

为了更清晰地描述品质 BOM 如何由产品 BOM 和工艺 BOM 联合引导，结合各 BOM 间的类关系图来描述这种继承关系，如图 3 所示。

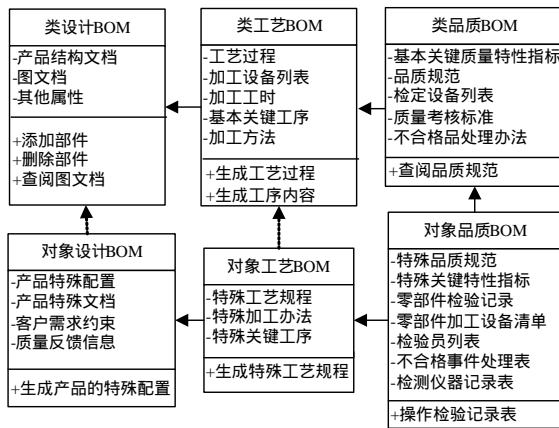


图 3 类 BOM 关系图

由图 3 可见，制造品质 BOM 的生成保留了产品 BOM，工艺 BOM 中的产品基本设计和工艺信息，但与产品 BOM 间有较复杂的继承和衍生关系，主要体现在以下方面：

(1) 继承产品类特性

制造品质 BOM 是产品 BOM 的拓延和扩展，继承了产品的基本结构配置信息，但只是单一地遗传产品的类特性，对于要指导制造质量管理活动的制造品质来说，仅有这些信息显然是不够的。

(2) 扩充产品类的质量特性

制造品质 BOM 不仅继承了产品的相关特性，还包含产品 BOM 中所没有的产品类的相关质量信息，主要包括不同

规格产品的基本检验规范、关键质量特性指标等。这些基本的产品类质量信息，是构成制造品质 BOM 的基本框架信息，是同一规格产品的不同对象所具有的共同质量属性。

(3) 添加产品对象的质量特性

自制件加工过程中的质量检验会具体到每个零件的生产质量状况，也就是对产品类的实例——对象的制造质量管理。但扩充了产品质量类特性的制造品质 BOM，并不能具体到对于每一零部件所要控制的个性化质量特性指标，也无法体现不同客户对同一规格产品的个性化需求，因此品质 BOM 必须可以引导同一规格产品不同对象各自不同的质量属性，如产品的检验记录、不合格情况记录等。

(4) 体现产品类对象间一一对应的装配关系

制造品质 BOM 实例化、对象化和具体化了产品

BOM 中所体现的装配及装配数量关系。如果将设计过程所生成的结构配置看作是各零部件(自变量)和最终产品(因变量)间的一种映射(函数)的话，那么制造品质 BOM 可理解为就是满足这种映射关系的若干组自变量(零部件)和因变量(成品)的组合。

5 系统体系结构框架

基于前文提出的理论方法，结合某航天企业车间实施数字化制造的实际需求，鉴于 Java 程序设计语言的跨平台性、应用移植性以及与非 Java 系统的集成性等方面的优势，笔者开发了一个车间计算机辅助质量管理体系，完成对车间制造过程的质量数字化管理，如图 4 所示。

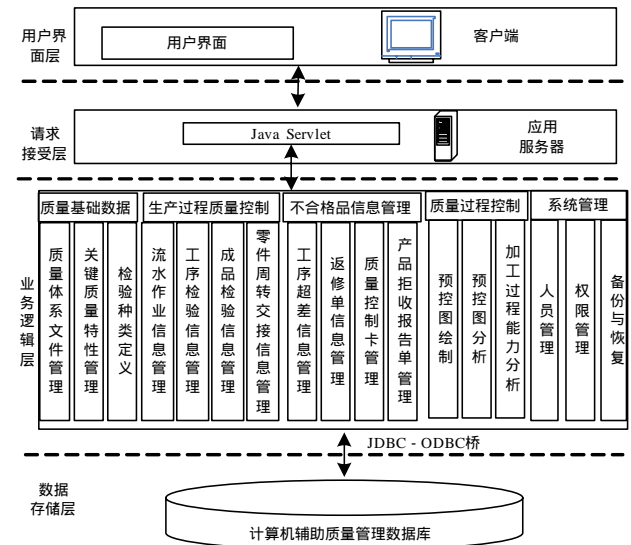


图 4 软件体系结构

(下转第 242 页)