

产品追溯中基于多企业合作模式的制造过程编码研究

居 磊, 方志梅*

(宁波大学 机械工程与力学学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 通过对多企业合作模式下制造过程编码的需求和信息要素分析, 以产品制造信息追溯为目的, 基于层级分类思路, 提出了类—级—层的编码结构模型, 制定了编码规则及编码属性, 并以 QR Code 二维码的形式进行表达, 支持产品的信息追溯。

关键词: 产品追溯; 多企业合作; 制造过程; 编码结构模型

中图分类号: TH162.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2016) 02-0067-06

产品制造过程编码是对产品及其制造信息的规则标识, 编码可以为产品信息和问题的追溯提供依据。在多企业合作模式下, 产品制造涉及多个企业, 信息量多, 研究各企业统一的制造过程编码有助于建立产品编码标准, 提高产品追溯效益。

关于产品制造的编码设计, 目前国内外学者的研究主要涉及编码标准、规则、表达及其信息集成等。如文献[1-2]通过 S1000D 规范技术的数据模块和批次管理的编码规则, 研究了企业及其核心环节的编码标准化和编码规则; 文献[3-4]采用面向对象的设计方法, 构建了统一编码信息模型, 规范编码信息的组织和表达, 并基于元数据的编码信息集成框架, 研究了企业信息系统集成; 文献[5]面向大批量生产的制造车间, 研究了应用 RFID 技术及 EPC 电子标签编码的实施方案; 文献[6]通过层级分类、统一编码定义, 研究了农产品编码的内容、格式以及信息标签和编码规则; 文献[7]采用 EPC-256 III 型编码结构分配代码段, 设计了食品供应链的追溯标签编码方案; 文献[8-9]研究了二维码的聚焦清晰度、内容编码技术和快速定位技术, 实现了二维码的清晰聚焦和大量目标的快速识别。

纵观当前相关文献, 发现面向企业合作的制造信息编码的研究少有详述。而企业合作是目前

制造系统的普遍现象, 故本文研究多企业合作的产品制造过程统一编码, 以期为制造信息追溯提供技术基础。

1 制造过程编码的设计分析

1.1 编码需求分析

对于多企业合作背景下的制造过程编码, 应该满足如下编码的使用需求:

(1) 编码须具有产品制造信息的可追溯性。编码应记录各个制造环节的具体信息, 并将编码对象细化到每一个关键制造元素, 如人、物等, 以清晰表达产品的整个制造历程及其相关要素, 便于追溯到具体制造问题的责任所在。

(2) 编码应能够规范表达产品的制造信息。产品制造过程信息内容多且杂乱, 各个企业的同类信息还易于混淆, 因此在设计制造过程编码时, 需要对各类信息对象进行梳理、分类, 统一格式, 使编码结构清晰、表达规范。

(3) 编码要能够适应产品制造信息属性的变化。在企业合作运行中, 合作企业及合作内容可能会根据需求发生变化, 因此编码的信息属性须能在一定的规则下变动。

(4) 编码应有助于对问题产品实现追责。产品往往批量生产, 编码除了标识产品制造过程信息

收稿日期: 2015-12-07.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 中央财政支持地方高校发展专项/创新团队项目 (F01317144302)。

第一作者: 居磊 (1990—), 男, 江苏溧阳人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 制造系统与制造模式。E-mail: 735067214@qq.com

*通信作者: 方志梅 (1961—), 女, 浙江宁波人, 教授, 主要研究方向: 制造系统与制造模式。E-mail: fangzhimei@nbu.edu.cn

产”要素中零件加工、产品装配同等重要, 两者都涉及相关的工序、人员、设备, 即要素层 D. 若用上述相同方法计算 D 层三要素的重要度, 三者权重基本一致.

因此, 制造过程编码信息须考虑零件加工、部件/产品装配的企业及其制造过程中的工序、人员、设备和时间等要素.

2 制造过程的编码结构

2.1 编码结构模型

参照 EPC 编码体系结构^[10], 本文提出了面向多企业合作的类—级—层编码结构模型, 如图 2 所示. 类—级—层具有从属关系, “类”表示编码对象所属种类, 是信息对象的宏观分类; “级”表示类属下的内部构成; “层”是级对象的具体细节.

根据前述确定的编码信息要素, 将产品制造过程编码分为零件加工和产品装配两类. 零件加工类中, 根据加工的零件个数分配级次, n 个零件有 n 级. 每一级中, 考虑到部分零件可能由合作企业生产, 第一层属性均为零件制造的企业, 第二层开始按照加工工序划分层次, 每一层的属性是工序及其操作人员、设备、时间. 同理, 产品装配类

也是按装配的部件个数分级, 最后一级为产品总装. 每一级中的第一层为该部件装配的企业, 此后各层按装配工序依次分配, 对应的属性为装配工序及其人员、设备、时间, 其中最后一层的属性为检验工序及其人员、设备和时间.

2.2 模型的特性分析

(1)编码的可追溯性. 图 2 模型的每一个类、级、层关系及结构表示都是相互关联的, 因此既可以由制造过程的某个层信息跟踪到包含该层信息的产品, 也可以由某个产品编码追溯到其各个级层的制造信息.

(2)编码的包容性. 该模型以零件加工、部件/产品装配为编码对象分类, 按照制造过程的从属关系将各相关制造信息构建起统一编码, 包容了各合作企业的制造要素. 对于以供应链甚至是多级嵌套供应链形式的企业合作, 都可以以其对应的零件加工、部件装配作为类单元, 按包含的零件数、部件数分级次, 对各级供应链中各工艺过程所及企业及其层要素进行编码表示.

(3)编码的柔性. 图 2 模型类、级、层的属性信息可以扩展或缩减, 以适应产品、合作企业、制造工艺的变化. 考虑到编码信息的冗长, 本模型适用

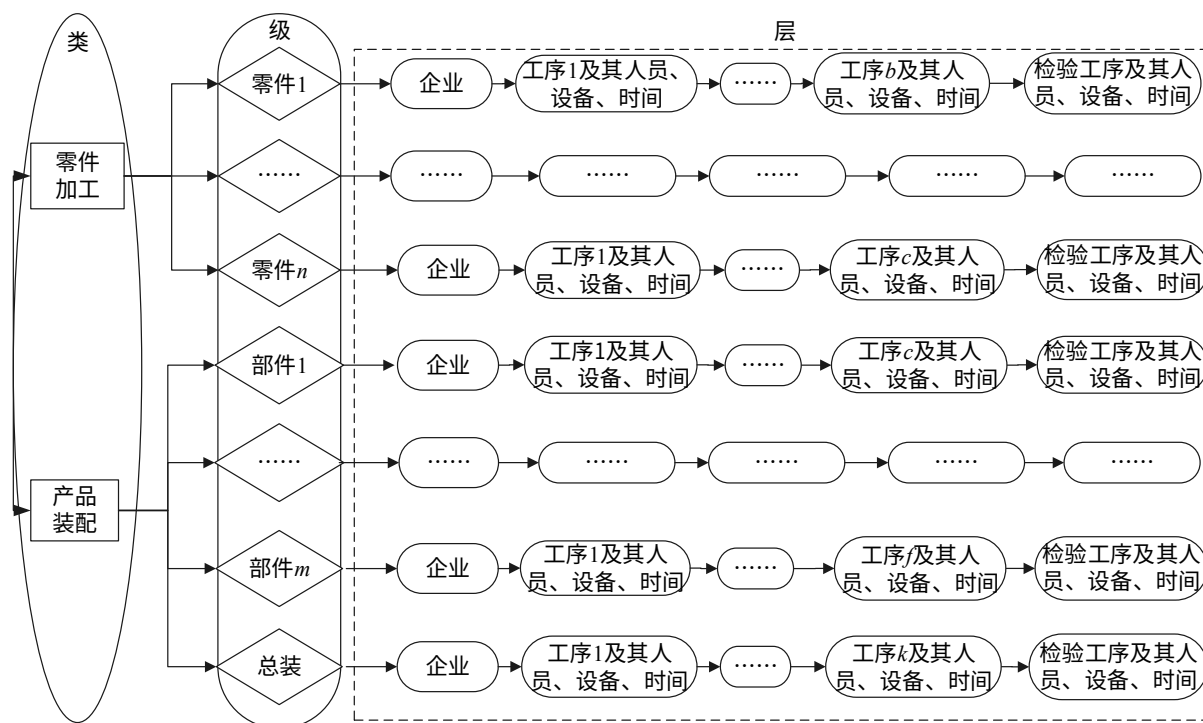


图2 编码结构模型

于中等复杂程度的中型机器. 对于工艺复杂的个别零件可以通过过程分解, 将冗长的工艺流程信息进行级次的分解.

(4)编码的唯一性. 每个产品的编码都是根据其制造过程的具体信息生成, 一个产品对应一个编码. 模型类一级一层的三阶结构可以看成是一个三维空间, 每一阶独立代表一个维度, 所包含的信息集具有唯一的空间位置.

3 制造过程编码表达

3.1 编码规则

按图2模型编制的编码, 每一级及其属下所有层的信息构成一个条码, 则整个类一级一层结构的编码就是一个多级条码集. 编码规则如下:

(1)“类”信息的编码规则: 在图2的结构模型中, “类”只有零件加工、部件/产品装配两类, 故只需要1个编码格, 即1表示零件加工, 2表示部件/产品装配.

(2)“级”信息的编码规则: 级数由加工零件或装配部件的数量决定, 考虑到一般中型机器剔除标准件后的零部件数量, 分配3个编码格, 即编号为000~999, 可以表示近千个零部件.

(3)“层”信息的编码规则: 第一层属性为企业, 考虑一般中型机器制造的企业合作, 分配2个编码格即00~99, 以满足近百个企业的合作. 第二层起表示各工序的制造信息, 每层分配10个编码格, 即0000000000~9999999999, 从左到右每两格分别代表工序、该工序的作业人员、所用设备, 最后4格表示该工序的完工日期.

3.2 二维码表达与生成

根据编码规则, 编码的多级条码集信息众多, 由于各零件生产的工序数不同, 各级条码的结构不对称. 为便于信息读取, 选用二维码作为编码形式. 因为二维码信息容量大、容错率高、成本低, 能够表示不对称结构的数据、文字、图片等复杂信息, 适用性较广.

通常二维码有PDF417码、Datamatrix二维码、QR Code码等结构. PDF417码具有数据容量大、纠错能力极强等特点; Datamatrix二维码具有密度高、尺寸小的特点; QR Code码具有超高速、全方位识读的特点, 还具有信息容量大、可靠性高、可表示

汉字和图像等多种信息、保密防伪性强等优点. 据此, 我们采用QR Code码表示.

单级条码的二维码生成包括数据处理、纠错处理和二维码生成3个步骤, 其流程如图3所示.

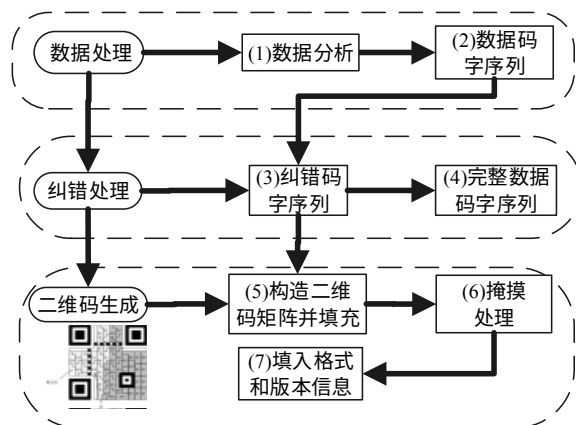


图3 二维码生成流程

(1)数据处理. 将单级条码进行数据分析, 确定数据字符, 将数据字符转换为位流, 每8个位流构成一个码字区块 D_i , 形成数据码字序列(如 $D_1, D_2, D_3, \dots, D_i$).

(2)纠错处理. 对数据码字序列进行数据分块和计算, 得出纠错码字区块 E_j , 按顺序构成一个纠错码字序列(如 $E_1, E_2, \dots$), 用于纠正二维码损坏带来的错误. 将纠错码字序列添加到原数据码字序列后面, 得到完整的数据码字序列($D_1, D_2, D_3, \dots, E_1, E_2, \dots$).

(3)二维码生成. QR二维码矩阵由位置探测图形、位置探测图形分隔符、定位图形、校正图形和数据码字区块、版本信息、格式信息等构成, 如图4所示. 将数据码字区块按完整序列填充到选定规

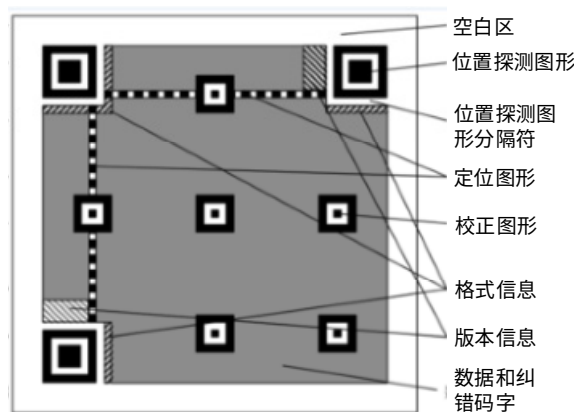


图4 二维码矩阵



图5 眼镜制造过程的类—级—层编码结构模型

1	1	01	0103020607	0204010607	0306030607	0405050608	0502060608	0601040608
1	2	02	0105010608	0204020608	0301030608	0403040609	0502050609	
1	3	03	0104010608	0203030608	0302020609	0401040609		
2	4	04	0102010610	0201030610	0303020610			

图6 眼镜制造过程的多级条码集

格的二维码矩阵区域中,再进行掩模处理,使二维码图形中黑白区域最优分布.最后放入格式信息和版本信息即得相应二维码.

基于上述单级条码的二维码生成原理,采用C语言编程,通过基于web的Windows ASP.NET 开发应用,生成多级条码集的二维码.

3.3 案例应用——眼镜制造过程编码

一副眼镜由金属镜架和光学玻璃镜片组成,某型号眼镜由4家企业负责制造.企业1负责金属镜架生产,包括部品冲压、切削、焊接、电镀、整装、检验6道工序,分别由6人在不同设备上生产.企业2负责制造光学玻璃镜片的毛坯,由5位师傅完成配料、熔炼、压型、退火和检测5道工序.企业3负责镜片成品的加工,须经过粗磨、精磨、抛光、检测4道工序.企业4组装眼镜,有相配、安装、检测3道工序,由3人用不同设备完成.

3.3.1 眼镜制造过程编码结构建模

根据实际制造情况,眼镜制造编码结构模型如图5所示.有眼镜加工、眼镜装配2个“类”,编码为1、2;有镜架、镜片毛坯、镜片成品3个零件

制造“级”和眼镜组装“级”,编码分别为1、2、3、4;各自的生产工序为编码的“层”.

按照前述编码规则,用矩阵的形式表示眼镜制造过程的多级条码集,如图6所示.

3.3.2 二维码生成

根据3.2二维码生成方法,将图6的多级条码集转换为QR Code二维码,如图7所示.扫描该二维码可以读取眼镜制造的相关信息,快速了解其整个制造过程,实现对眼镜制造信息的追溯查询.



图7 某眼镜制造过程 QR Code 码生成

4 结语

研究面向多企业合作模式下的产品制造过程编码表达,以制造信息追溯为目的,从编码需求分析和信息要素分析入手,提出了类—级—层编码体系结构模型,制定了相应的编码规则,并从其特性分析论证该模型的合理性;将信息复杂且不对称的多级条码集转换成 QR Code 二维码,便于数据存储与读取。案例应用表明,提出的编码信息完整,二维码表达读取方便,可以支持产品准确、高效的信息追溯,实现合作企业间制造信息编码的统一。

参考文献:

- [1] 周旭娜. 基于 S1000D 的数据模块编码规则浅析[J]. 航空标准化与质量, 2014(2):40-43.
- [2] ZHENG H G, LIU S H, MENG H, et al. Design and implementation of quality traceability label for cereal and oil products based on UCC/EAN-128 bar code[C]//2010 World Automation Congress, Kobe: IEEE, 2010:469-473.
- [3] 董洪飞, 孙香云. 基于统一编码模型的信息系统集成研究[J]. 信息技术与标准化, 2011(1):41-44.
- [4] 朱营琢, 郑联语, 董洪飞, 等. 基于元数据的制造资源编码信息集成研究[J]. 成组技术与生产现代化, 2010, 27(1):4-8.
- [5] RAY Y, ZHONG Q Y, DAI T Q, et al. RFID-enabled real-time manufacturing execution system for mass-customization production[J]. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 2013, 29:283-292.
- [6] 王玲玲, 翁绍捷, 陈薇, 等. 热带特色农产品 RFID 标识的信息分类和编码的研究[J]. 中国农机化, 2010(4): 39-41.
- [7] 刘潇潇. 基于 EPC-256III型食品供应链安全追溯标签编码方案研究[J]. 食品安全, 2014, 35(6):52-54.
- [8] LIU N Z, ZHENG X M, SUN H, et al. Two-dimensional bar code out-of-focus deblurring via the increment constrained least squares filter[J]. Pattern Recognition Letters, 2013, 34:124-130.
- [9] 桂振文, 王涌天, 刘越, 等. 二维码在移动增强现实中的应用研究[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2014, 26(1):34-39.
- [10] EPCGLOBAL CHINA. EPC 编码体系[EB/OL]. [2015-12-21]. http://www.epcglobal.org.cn/col_About/summarize_Build_Coding.aspx.

Manufacturing Process Coding Based on Multi-enterprise Cooperation Model in Product Trace: Research

JU Lei, FANG Zhi-mei*

(Faculty of Mechanical Engineering & Mechanics, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Based on the analysis on both market demand and coding information element for product traceability, the manufacturing process coding model of class-level-layer is proposed for multi-enterprise cooperation, the coding rules and attributes are formulated. The form of QR Code two-dimensional coding is given in the end of this paper, and is expected to be supportive to the information trace of products.

Key words: product tracing; multi-enterprise cooperation; manufacturing process; coding architecture model

(责任编辑 史小丽)