

重要产品追溯领域模型研究与应用^①



许舒人¹, 丁南², 陈颖², 张泽华³

¹(中国科学院软件研究所, 北京 100190)

²(厦门市商务局, 厦门 361012)

³(厦门物之联智能科技有限公司, 厦门 361021)

通讯作者: 许舒人, E-mail: shuren@iscas.ac.cn

摘要: 针对我国重要产品追溯系统的复用性及实用性, 分析了当前追溯系统模型构建、追溯编码和追溯依据存在问题的根源, 以提高追溯信息的完整性、追溯系统的适应性、系统与业务的吻合度为目标, 研究了追溯过程模型、追溯码编码方法、追溯领域模型和追溯数据集成方法等组成的追溯领域模型, 该模型已在多个重要产品追溯体系建设示范工程规划设计中应用, 结果表明该模型在复用性和实用性上优势明显。

关键词: 过程模型; 领域模型; 编码方法; 数据集成; 追溯系统

引用格式: 许舒人, 丁南, 陈颖, 张泽华. 重要产品追溯领域模型研究与应用. 计算机系统应用, 2019, 28(8): 53-62. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7028.html>

Research and Application of Important Product Traceability Domain Model

XU Shu-Ren¹, DING Nan², CHEN Ying², ZHANG Ze-Hua³

¹(Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

²(Xiamen Business Bureau, Xiamen 361012, China)

³(Xiamen Wuzhilian Intelligent Technology Co. Ltd., Xiamen 361021, China)

Abstract: Aiming at the reusability and practicability of China's important product traceability system, this study analyses the root causes of the problems of current traceability system model construction, traceability coding, and traceability basis. To improve the integrity of traceability information, the adaptability of traceability system and the consistency between system, and business, the traceability process model, traceability coding method, traceability domain model, and traceability data integration method are studied. This model has been applied in the planning and design of several important product traceability system construction demonstration projects. The results show that the model has obvious advantages in reusability and practicability.

Key words: process model; domain model; coding method; data integration; traceability system

1 引言

近年来, 各地区和有关部门围绕食用农产品、食品、药品、稀土产品等重要产品, 积极推动应用物联网、云计算等现代信息技术建设追溯体系, 在提升企

业质量管理能力、促进监管方式创新、保障消费安全等方面取得了积极成效^[1]。例如商务部门在肉菜、中药材和酒类追溯进行了试点示范。

2010年以来, 分五批支持58个城市建设肉类蔬菜

① 基金项目: 国家重要产品追溯体系建设示范工程项目—重要产品追溯统一平台研发; 厦门市重要产品追溯管理系统建设方案咨询; 山东省商务厅重要产品追溯体系项目总咨询

Foundation item: Pilot Project of National Important Product Traceability System Construction—Unified Platform Research and Development of Important Product Traceability; Consulting on Xiamen City's Important Product Traceability Management System Construction; General Consulting on Important Product Traceability System of Business Bureau, Shandong Province

收稿时间: 2019-01-22; 修改时间: 2019-02-21, 2019-03-05; 采用时间: 2019-03-14; csa 在线出版时间: 2019-08-08

流通追溯体系,以屠宰环节、批发环节、零售环节、超市环节及团体消费环节追溯子系统为支撑,覆盖58个城市、约1.5万家企业、30多万家商户,每天汇总有效追溯数据约420万条^[2]。

2012年以来,分三批支持18个省市建设中药材流通追溯体系,以中药材种植和养殖、中药材经营、中药材专业市场、中药饮片生产、中药饮片经营和中药饮片使用六大环节追溯子系统为支撑,覆盖全国18个省市,约2000家企业、1.5万家商户^[3]。

2012年以来,在加强酒类行业管理同时,酒企可利用追溯体系开展防伪、防窜货、营销数据分析等相关业务,在茅台、五粮液、古井等8家企业建成了酒类追溯体系^[4]。

2016年,国家商务部在上海、山东、宁夏、厦门三省一市启动了重要产品追溯体系示范建设,鼓励地方先行先试,探索可复制推广的追溯体系建设模式。

通过这些试点示范,初步以管理层级的追溯管理平台为核心,以生产流通环节的追溯子系统为支撑的肉菜、中药材、酒类流通追溯体系,实现了试点范围内示范产品的来源可追溯、去向可查证、责任可追究,有效提升了流通领域的示范产品安全保障能力。

由于重要产品追溯系统大都从政府部门监管需要出发,分品种、分阶段、分节点进行建设,开发运营成本高,各部门之间缺少统一标准,难于实现重要产品全程追溯,而且追溯系统与企业业务结合不紧密,难于调动企业使用追溯系统的积极性。如何有效地规划设计追溯系统成为重要产品追溯领域面临的挑战之一。

王姗姗等^[5]研究基于批次清单的信息追溯方法,以加工时间为依据结合高津托图数据结构构建批次清单,实现小麦粉生产加工过程中产品信息和关键节点活动信息的精确追溯。黄向明等^[6]提出了基于活动的物料清单的信息追溯方法。通过对工程机械再制造过程的分析,构建了工程机械再制造过程信息追溯模型。叶云等^[7]研究采用EAV数据模型与XML数据模型混合方法可支撑多品种追溯的动态扩展数据模型优化技术,同时以提升追溯精度、降低追溯成本为目标研究了基于位置服务的追溯精度提升技术。王雅君等^[8]分析了基于过程的海产食品质量追溯过程并建立了基于关键节点的过程跟踪与产品质量追溯模型。颜波等^[9]以罗非鱼为研究对象,设计并开发了基于RFID和EPC物联网的水产品供应链可追溯平台。韩端锋等^[10]分析了生产物资的属性信息和关联信息,使其转化为物资追溯实体单

元的属性—关联信息矩阵,得到追溯实体单元的分析模型,设计开发了船舶项目物资追溯实体单元管理的数字化系统。以上文献都是以核心企业为中心从内部生产过程向上游、向下游延伸一级研究追溯过程模型,对跨企业多级流通过程支持不够,追溯信息模型涉及屠宰场、猪肉、超市等特定的主体、产品、节点,没有抽象出追溯领域共性,追溯编码侧重于追溯实体单元、责任主体所属主管部门,造成追溯码不唯一问题,因此,追溯系统的复用性、实用性有待提高。

本文分析了重要产品试点示范追溯系统存在的问题,提出了一套重要产品追溯领域模型,该模型基于供应链的产品生产关系和主体交易关系实现溯源责任主体、追踪产品流向,不仅提高了追溯系统的复用性,而且将追溯融入业务过程,从而降低追溯信息获取成本。

本文第2节首先分析重要产品追溯系统现状。第3节介绍重要产品追溯领域模型。第4节以实例介绍模型应用效果。第5节总结本文的工作。

2 系统分析

2.1 追溯系统存在的问题

重要产品试点示范过程中制定了国家、行业标准规范,要求在流通节点部署追溯子系统,对流通节点及其经营者进行备案,经营过程中登记产品流通信息,包括进场信息、检测信息、交易信息,每日逐级上报信息到政府管理平台,上报信息要求符合编码规范。例如,肉菜追溯标准规范的追溯体系总体架构^[11]如图1所示。

该架构以中央、省、市三级追溯管理平台为核心,以屠宰环节、批发环节、零售环节及团体消费环节追溯子系统为支撑,以追溯信息链条完整性管理为重点构建肉类蔬菜流通追溯体系,初步实现了试点范围内肉类蔬菜的来源可追溯、去向可查证、责任可追究,有效提升了流通领域的肉菜安全保障能力。

由于流通节点^[11,12]的类型没有覆盖产品的供应链各类节点,造成追溯信息链条不完整;由于经营者可能在多个节点重复备案^[13],造成责任主体编码不唯一,影响产品追踪的有效性;由于通过进场登记、交易打单等功能采集追溯信息,与企业业务关联不紧密,造成追溯信息不准确、追溯链条脱节。

2.2 追溯系统问题分析

如图1所示,供应链以产品生产、流通和消费过程经过的产地、加工、批发、零售和消费等特定的环

节进行构建,不能涵盖供应链所有环节,如:产品可以经过海关跨境流通,产品可以在任何地方交易,等等.产品供应链应由产品生产、流通和消费的责任主体组成,企业可同时具有生产、流通和消费多种业务角色,

供应链可以只有一个主体,产品自己生产自己消费,也可以由一个生产、多个流通和一个消费组成,产品如果用作生产资料,就成了新产品的原料,新产品属于下游供应链,如图2(a)所示.

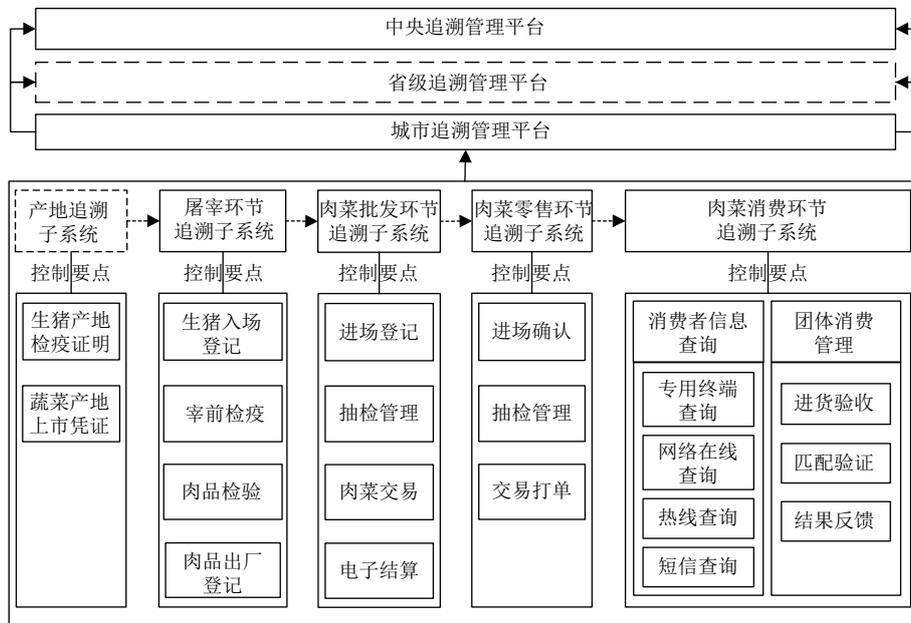


图1 肉菜追溯体系总体架构

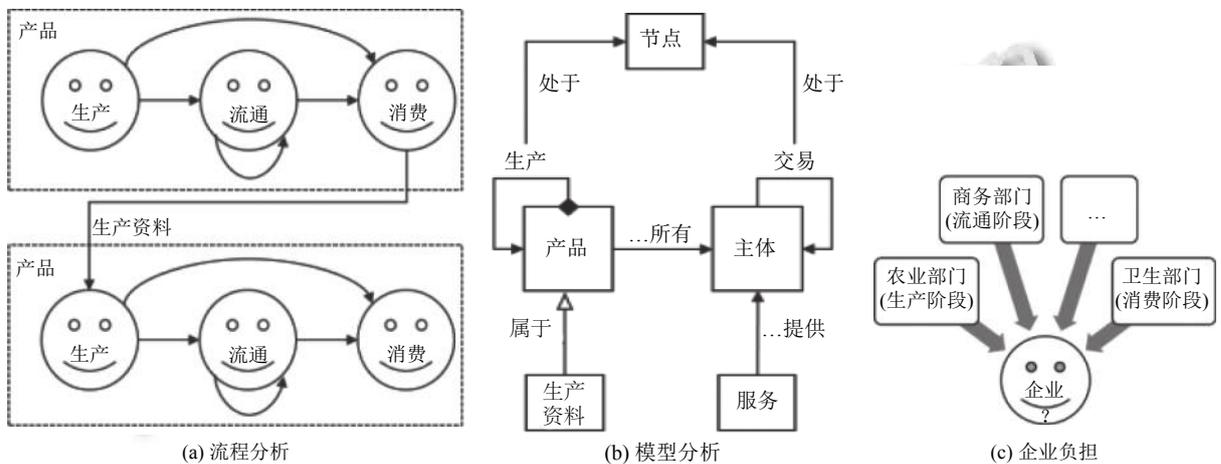


图2 产品追溯分析

产品风险控制要点没有形成证据链条,如进场登记、出场登记、市场调拨等内部凭据难于保证追溯信息的准确性.产品的追溯是追究产品生产流通过程中相关主体对产品质量应付的责任,追溯的依据必须具有法律效力,产品所有者承担产品质量风险责任,所有者可以继续追溯产品供应商、服务提供商的责任.追

溯领域的核心概念如图2(b)所示,生产资料可以看成上游供应链的产品,生产体现了产品的组合关系,交易体现了主体之间的产品或服务提供的关联关系,生产、交易在某个节点上进行,交易的执行触发产品所有权、产品质量责任的变更.

追溯系统由分管生产、流通和消费由政府监管部

门分别主导开发,分品类、分阶段、分节点实施,所制定的信息结构(如:《SB/T 10684-2012 肉类蔬菜流通追溯体系信息处理技术要求》)没有完全反映追溯领域的共性,缺少跨部门规划和统一标准,造成追溯系统开发运行成本高、追溯信息难于共享、企业追溯信息负担重(运行来自不同监管部门的多套追溯系统,向不同监管部门上报不同规范的追溯信息),如图 2(c) 所示。

3 模型研究

为解决以上问题,应该对追溯领域进行建模。领域建模通常包括使用多种建模概念(如业务功能、业务流程和业务服务)表示业务体系结构^[14]。追溯系统的关键在于识别和追溯产品的生产关系和交易关系,汇集有效的追溯记录,形成完整的追溯信息链条,本文着重对追溯过程模型、追溯编码方法、追溯领域模型和追溯数据集成方法进行研究,使重要产品追溯系统开发吻合产品供应链,提高软件的复用性、追溯信息的完整性,支持追溯业务价值的提升。

3.1 追溯过程模型

为克服上述按流通节点构造产品供应链追溯过程模型带来的追溯信息完整性、准确性问题,本文基于国际供应链理事会开发和维护的供应链运作参考模型(SCOR®)(Supply-Chain Operations Reference-model)^[15]来分析产品追溯过程,提出重要产品追溯过程模型。

SCOR 模型以产品生产、经营和消费的企业为节点构建供应链,把链条上的所有环节都联系起来进行优化,提升供应链管理水。SCOR 模型将供应链界定为计划(plan)、采购(source)、生产(make)、销售(deliver)、退货(return)五大过程,如图 3 所示。

产品追溯是依据产品生产、流通和消费记录溯源产品的责任主体,追踪产品的流向。从 SCOR 模型看,这些追溯信息就是来源于供应链计划、采购、生产、销售和退货五大过程记录,计划过程不能作为追溯依据,而退货过程可纳入到采购过程和销售过程,因此追溯信息可视为来源于采购、生产和销售过程。采购、销售分别与供应链上游、下游关联,通过企业间产品交易信息体现。生产发生在企业内部,将采购自上游供应商的生产资料转变为销售给下游客户的产品,通过产品生产信息体现。监管部门依据相关法律对生产流通过程中产品质量安全进行监管,通过产品批次质量检测、行政执法等监管信息体现。消费者通过消费凭

证(采购交易凭证,如:购物小票、发票等具有法律效力的票据)查询产品生产流通信息,并可以就产品质量问题进行投诉。

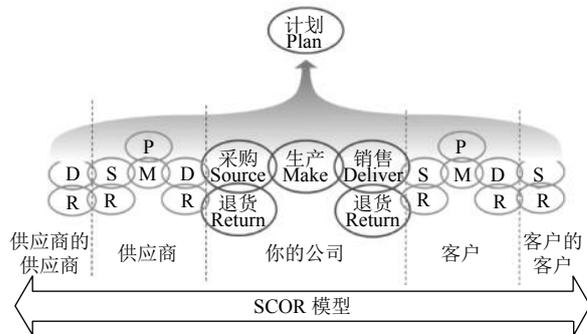


图3 供应链运作参考模型

因此,基于过程模式^[16]采用UML(Unified Modeling Language)(业务建模定制版)设计追溯过程模型如图 4 所示,通过与追溯相关的重要事件、输入、资源和输出等来刻画产品追溯过程,“重要产品追溯”是过程,“追究责任主体”是过程的目标,“消费凭证”是过程的输入,“生产流通信息”是过程的输出,“采购信息”、“生产信息”、“销售信息”和“监管信息”是过程使用的信息资源,“查询”是过程接收的事件,“消费者”、“生产经营企业”和“监管部门”是与过程相关的参与者。

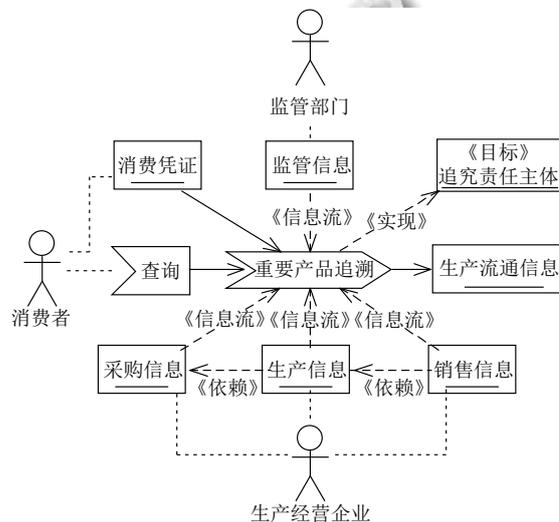


图4 产品追溯过程模型

重要产品追溯过程由消费者查询事件触发,查询只需输入追溯码(消费凭证号或产品追溯码),就能获得对应的产品生产流通信息输出,投诉需要输入(上传)消费凭证。追溯过程基于采购信息、生产信息、销

售信息和监管信息,为消费者提供查询投诉服务,达到追究相关企业产品质量安全责任的目的是。

由于销售信息依赖生产信息,生产信息依赖采购信息,监管信息通过产品批次与生产流通信息关联,确保了追溯信息链条的完整性和准确性。

3.2 追溯编码方法

目前试点示范工程中追溯编码主要有三种方式:

1) 按行业编码,如国家中药材流通追溯体系中的中药材企业代码是由行业分类码开头(由6位行业分类码、7位企业编码、1位验证码组成)^[17]。

2) 按部门编码,如国家农产品质量安全追溯管理信息平台采用OID(Object Identifier)^[18]分层树形结构对主体、产品进行编码(中国编码1.2.156,农业部编码1.2.156.326,逐级往下编码)^[19]。

3) 按行政区划编码,如肉类蔬菜流通追溯体系的流通节点主体码由行政区划代码开头(由6位行政区划代码、3位备案顺序号组成)^[13],经营者主体码由流通节点主体码+备案号组成(由9位流通节点主体码、4位备案顺序号组成)。

这三种方式编码都是自顶向下编码,都会造成企业在不同行业、部门或地区中有不同代码,产品追溯码以企业代码为基础进行编制必然存在唯一性问题。

因此,重要产品追溯编码应该与行业、部门、地区解耦,并且在追溯信息产生的源头进行。

重要产品追溯信息的集成目的是收集产品从生产、流通到消费全生命周期的产品追溯信息,追溯的核心依据是交易凭证,追溯码编码与载体的设计应紧密结合交易凭证进行。交易凭证包括生产资料交易凭证、产品交易凭证,通过交易凭证可以追溯这笔业务发生的时间、地点、上游主体、下游主体、以及交易产品,通过交易凭证号、产品追溯码可以构造产品生产流通过程完整的供应链条,实现产品正向跟踪和逆向溯源。

从责任主体追溯的角度看,生产档案主要记录产品生产用到的生产资料,将产品与生产资料进行关联,可实现产品到生产资料的追溯。

此外,政府在生产流通节点对产品进行批次检测或抽样检测,对产品的质量进行监管,这些信息通过产品批次与产品进行关联。

追溯码依据产品生产、流通可分为产品追溯码和交易凭证号,产品追溯码追溯产品生产信息(生产主体

代码、产品分类代码、批号、系列号等),仅当产品作为生产资料再加工(或再包装)时,才需要变更产品追溯码,交易凭证号追溯产品流通信息(上游主体代码、下游主体代码、交易序号、产品追溯码等)。

通过交易凭证号、产品追溯码可以构造产品生产流通过程完整的供应链条,实现产品正向跟踪和逆向溯源。追溯码编码方法如图5所示。



图5 追溯码编码方法

其中,主体代码建议采用统一社会信用代码(GB32100—2015),产品分类代码采用可运输产品分类代码(GB/T 7635.1-2002)。交易凭证号、产品追溯码可以按编码规则压缩产生,避免编码太长(如文献[19]中的追溯码位数多达60余位)增加使用难度,追溯二维码通过交易凭证号、产品追溯码查询到数据库相关记录信息,抽取产品质量安全重要信息(可附上链接方便消费者进一步查询更详细信息),进行封装生成。这样可直接利用现有编码规则和资源,统一编码内容,方便与其它系统对接,可解决同一责任主体在不同政府部门、流通节点具有不同主体代码问题,与业务操作行为协同一致,可以实现一笔交易包含多个品种产品,更容易让企业接受。

3.3 追溯领域模型

重要产品追溯系统建设的目的是采集记录产品生产、流通、消费等环节信息,实现来源可查、去向可追、责任可究,强化全过程质量安全管理与风险控制的有效措施。所以,可以从产品生产、流通和消费过程中质量控制要素出发分析追溯信息维度,然后设计追溯领域模型,基于领域模型进行系统开发,提高系统的复用性,从而降低系统开发运行成本。

产品质量控制要素分布在供应链中各个环节,生产环节有原料采购、产品生产、产品检测等,流通环节有运输保管、产品交易等,监管环节有产品抽检、行政执法等,消费环节有产品使用、查询投诉等,这些要素信息都应具有时间、节点、主体、客体等维度,如图6所示。

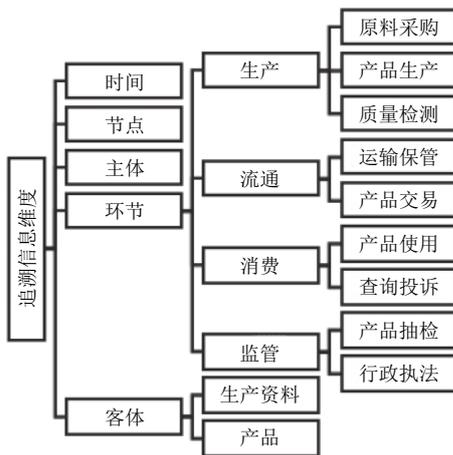


图6 追溯信息维度

时间是重要产品生命周期的关键因素,生命周期记录产品责任主体变迁,订单执行触发责任变更,以交易凭证为载体实现追溯。

从出生到消亡,产品在生产基地、加工厂、批发市场、零售市场、配送中心和消费团体等空间节点生产、流通和消费,节点由相应的主体负责经营管理,提供经营场所、产品质量检测、产品物流等服务,供应链上下游主体在节点上进行产品交易和服务交易。

主体包括生产商、物流商、经销商、消费团体、检测机构和监管部门等,对节点和主体按行政区划进行管理,首先要进行注册备案,主体提供基本信息和相关主体证件证书,经监管部门或节点管理者审批通过才能经营。

生产过程管理产品生产、加工的主要作业活动,记录生产过程所用的生产资料及其质量保证。流通过程管理产品物流信息、交易信息及其流通过程质量保证。生产流通过程中,还要对产品进行检验检测、标识记录。标识管理保障产品责任链环环相扣,以及产品合并或分割时仍然具有可追溯性。市场准入要求产品应具备质量合格的相关证明。

另一方面,采购、生产和销售过程都可能涉及到运输、仓储等物流服务,这些服务可以自己完成,也可

以通过采购第三方物流服务完成。

客体包括生产资料和产品,生产资料是上游企业的产品。当前重要产品主要包括食用农产品、食品、药品、农业生产资料、特种设备、危险品、稀土产品等^[1]。

采用UML设计重要产品追溯领域模型如图7所示,用类表示重要产品追溯领域概念,用关联、泛化和依赖表示领域概念之间的关系。模型将追溯过程模型(参见图4)使用的采购信息、生产信息、销售信息、监管信息、检测信息、追溯信息等环节信息抽象为业务信息,业务信息分别与主体、节点、产品等维度(参见图6)建立关联关系,利用依赖关系将采购信息、生产信息、销售信息与下层的物流信息连接,基础的领域类体现共同属性,继承的领域类体现特殊属性,使得模型能够适应主体、节点和产品的变化,并使领域类的层次清晰、关系简化,从而模型更加简明、直观。

追溯领域模型体现了生产过程、流通过程的共性,统一了重要产品追溯模型,为系统架构的稳定性、扩展性奠定了基础,并可大大简化应用软件的开发。

3.4 追溯数据集成方法

基于追溯领域模型可以设计重要产品追溯数据库,汇集按照统一标准规范设计的示范企业追溯系统数据,然而对于政府部门监管系统中的追溯数据如何集成仍然面临很大的挑战。通过调研分析,需要从政府部门监管系统中获取的追溯信息包括主体信息、生产信息、产品信息、检测信息、交易信息和物流信息,这些信息来自不同的系统,参照不同的标准代码,需要进行模式匹配和实例转换,以解决数据的语法和语义一致性问题。

目前大部分数据仓库都以星型或雪花模型进行建模,所以每个数据源数据对接可以按如下方法进行:

- (1) 定义数据源、数据目的,即分别定义读取数据库和写入数据库的地址、连接账号和密码等;
- (2) 设置数据冲突处理方式(如:覆盖原有数据、放弃冲突新数据)和触发事件(如:数据更新触发、周期性定时执行);
- (3) 分析源表与目标表字段的差异、数据格式的差,建立字段映射关系(如用表达式表示);
- (4) 分析源表与目标表使用代码的差异,建立代码映射关系(如对照表);

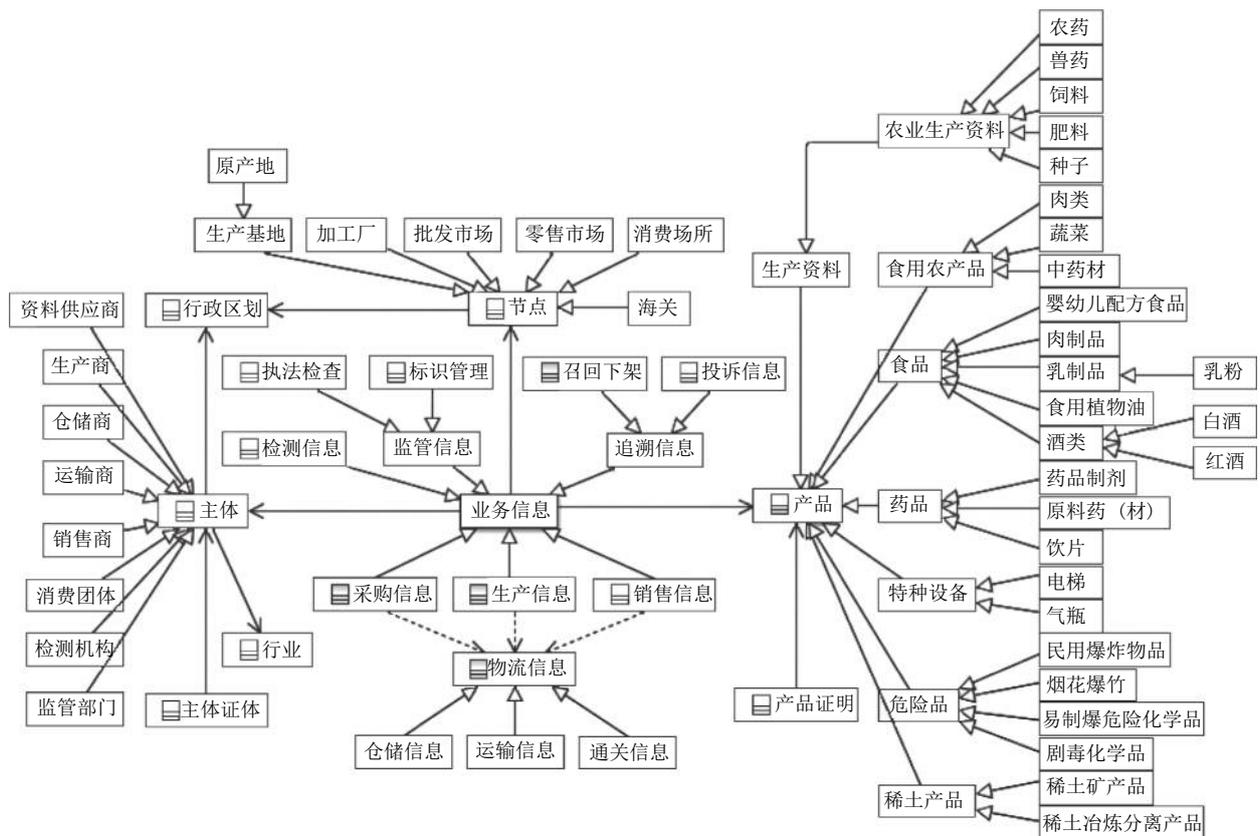


图7 重要产品追溯领域模型

(5) 依据 (3) 和 (4) 的映射关系对主表、维表分别进行抽取、转换、加载;

(6) 对于难于定义映射关系 (如字段需要区分情况分别映射、代码需要调整统计口径才能映射等) 的通过定制模块进行处理。

追溯数据集成架构如图8所示,采用 ETL (Extract-Transform-Load) 中间件^[20],实现追溯数据集成标准化、自动化。

4 模型应用分析

上述的重要产品追溯领域模型已在多个重要产品追溯体系建设示范工程规划设计中应用.以厦门市重要产品追溯统一平台建设为例说明追溯领域模型的应用效果。

厦门市重要产品追溯统一平台负责对厦门市追溯管理信息进行总的集成、管理、查询和分析操作.统一平台向上与中央重要产品追溯管理平台对接,实现与中央平台的数据上报,接受中央平台的监管;向下与政府监管系统和示范企业追溯系统进行有效对接,按照统一的数据传输格式和接口规范,抽取、转换、加载相关政府部门监管数据,采集各示范企业数据,汇总

追溯数据并进行统计分析、数据挖掘等操作,为重要产品的追溯管理和指挥决策提供支撑。

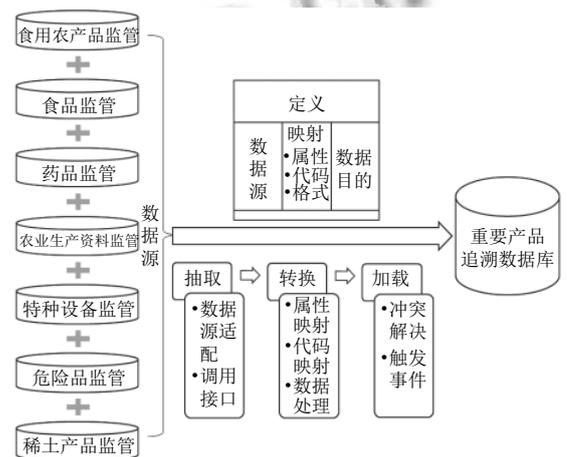


图8 追溯数据集成架构

统一平台功能主要包括信息采集审核、监管辅助、追溯码与标识管理、信息查询、数据分析、应急管理。同时,为小微企业提供了追溯 SaaS 系统,与统一平台对接,纳入统一平台管理体系。

小微企业追溯 SAAS 系统功能包括原料采购、原料库存、生产加工、产品库存、产品销售、产品运输、产品召回和统计分析等。

纳入示范工程的重要产品包括农产品、食品、药品、酒类、农资和进口食品等 6 大类产品。

统一平台规划设计中应用上述领域模型, 与以往试点示范项目相比, 系统开发周期大大缩短, 系统已投入使用, 实现了试点范围内示范产品的全过程追溯. 有效提升了流通领域的示范产品安全保障能力, 应用结果验证了模型的有效性, 下面分别介绍各部分应用效果 (图 9).

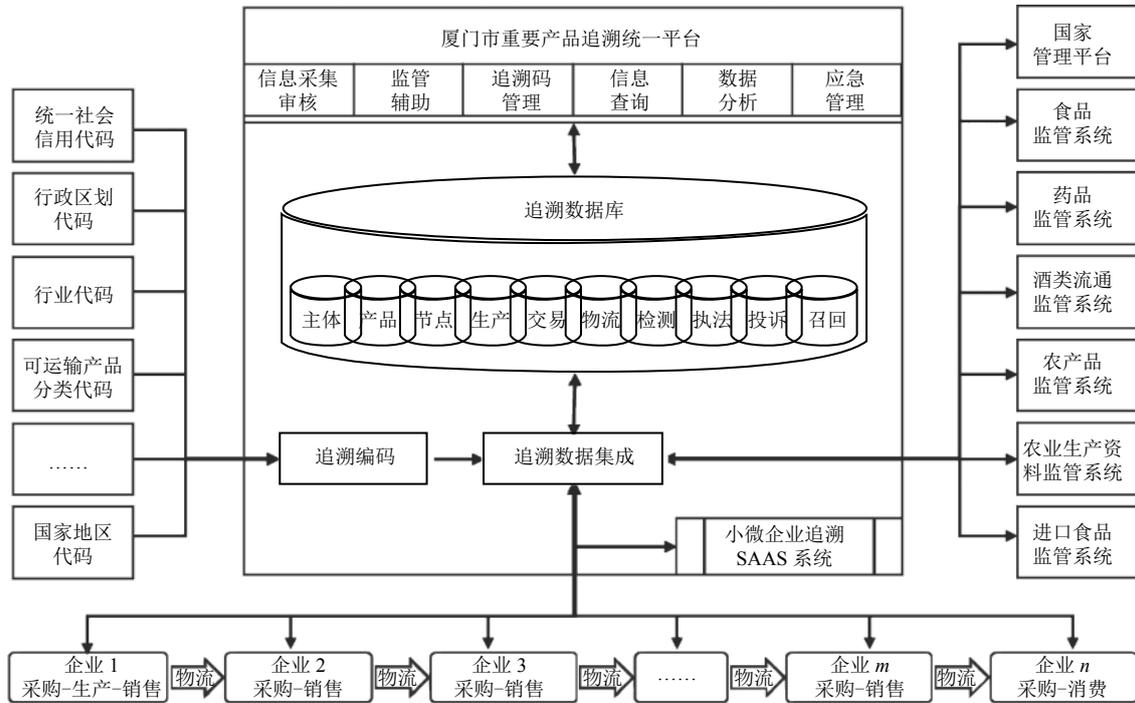


图 9 追溯领域模型应用

4.1 追溯过程模型应用分析

应用追溯过程模型, 以产品责任主体构建供应链, 追溯信息来源于采购、生产和销售过程, 销售信息依赖生产信息, 生产信息依赖采购信息, 监管信息通过产品批号与生产流通信息关联, 确保了追溯信息链条的完整性和准确性, 避免以流通节点构建方式存在追溯信息不准确、信息链条脱节的缺陷, 企业追溯系统不再依照生产、加工、批发、零售和消费 5 个环节分别设计, 由 5 种统一为 1 种, 统一平台与企业追溯系统的接口数量相应减少 4 倍, 降低了接口开发成本。

4.2 追溯编码方法应用分析

应用追溯编码方法, 充分利用统一社会信用代码、行政区划代码和可运输产品分类代码等国家标准代码资源, 将追溯编码放在追溯信息产生的源头, 产品批号更好体现产品质量安全因素, 即保证了追溯代码的唯一性, 也避免了在流通过程中重复编码的代价, 通

过交易凭证号、产品追溯码可以构造产品生产流通过程完整的追溯信息链条, 追溯信息与业务信息融合, 减轻了追溯信息获取成本. 统一平台编码规范如表 1 所示。

4.3 追溯领域模型应用分析

应用追溯领域模型设计追溯数据库, 统一了农产品、食品、药品、酒类、农资和进口食品等 6 大类产品追溯数据模型, 主要数据库表 18 个, 如图 10 所示, 按照《SB/T 10684-2012 肉类蔬菜流通追溯体系信息处理技术要求》要求的 46 个主要数据库表测算, 每一个大类产品主要数据库表可节省 28 个, 6 大类产品可节省 138 个主要数据库表, 数据库主要表个数规模缩小 10.33 倍 $((28 \times 6 + 18) / 18 = 10.33)$, 并且可以获得如下效益: (1) 业务信息基于追溯维度, 确保信息稳定、可扩展; (2) 责任主体与流通节点分离, 适用各类责任主体; (3) 节点仅表示产品生产、流通、消费发生的空间,

产信息连接产品与生产资料关系, 保证追溯信息链条的完整性和准确性. 第二, 提出依据交易凭证号、产品追溯码实现产品正向跟踪和逆向溯源的追溯编码方法, 保证编码唯一性, 并与业务协同一致. 第三, 基于产品质量控制要素, 分析追溯信息的维度, 设计追溯领域模型, 该模型体现了生产过程、流通过程的共性, 特性主要体现在产品分类及其属性上, 降低了追溯系统开发复杂度. 第四, 给出了一种基于 ETL 中间件的追溯数据集成方法, 解决追溯数据的异构性问题. 最后, 以追溯系统建设实例说明追溯领域模型应用效果.

参考文献

- 1 国务院办公厅印发《关于加快推进重要产品追溯体系建设的意见》. <http://www.mofcom.gov.cn/article/ae/ai/201601/20160101233206.shtml>, 2016-01-13.
- 2 肉类蔬菜流通追溯体系. <http://www.zyczs.gov.cn/front/listIndex.do?nodeid=72>, 2017-06-20.
- 3 中药材流通追溯体系. <http://www.zyczs.gov.cn/front/listIndex.do?nodeid=73>, 2017-06-20.
- 4 酒类流通追溯. <http://www.zyczs.gov.cn/front/listIndex.do?nodeid=74>, 2017-06-20.
- 5 王姗姗, 赵春江, 钱建平, 等. 批次清单结合 Petri 网追溯模型提高小麦粉加工过程追溯精度. 农业工程学报, 2018, 34(14): 263-271. [doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.14.034]
- 6 黄向明, 张传杰, 王伏林, 等. 工程机械再制造过程信息追溯模型研究. 湖南大学学报(自然科学版), 2015, 42(2): 17-21.
- 7 叶云, 胡月明, 赵小娟, 等. 基于改进动态扩展和位置服务的农产品追溯系统优化. 农业工程学报, 2016, 32(13): 279-285. [doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.13.039]
- 8 王雅君, 张浩, 时君丽, 等. 基于过程的海产食品质量信息可追溯系统. 农业工程学报, 2015, 31(14): 264-271. [doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.036]
- 9 颜波, 石平, 黄广文. 基于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台开发. 农业工程学报, 2013, 29(15): 172-183. [doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2013.15.021]
- 10 韩端锋, 周青骅, 李敬花, 等. 船舶建造物资追溯实体单元信息模型及追溯管理系统. 计算机集成制造系统, 2017, 23(9): 1983-1991. [doi: 10.13196/j.cims.2017.09.017]
- 11 商务部. 商务部关于印发《全国肉类蔬菜流通追溯体系建设规范(试行)》的通知. <http://sczxs.mofcom.gov.cn/aarticle/gzdongtai/m/201011/20101107249722.html>, 2010-11-17.
- 12 国家中药材流通追溯体系建设规范. <http://www.zyczs.gov.cn/html/biaozhunrenzheng/2017/7/1499929649632.html>, 2017-07-13.
- 13 肉类蔬菜流通追溯体系编码规则. <http://www.zyczs.gov.cn/html/hangyebiaozhunwenjian/2017/8/1503832213968.html>, 2011-04-11.
- 14 Gamble MT. Can metamodells link development to design intent? Proceedings of the IEEE/ACM 1st International Workshop on Bringing Architectural Design Thinking into Developers' Daily Activities. Austin, TX, USA. 2016. 14-17.
- 15 SCOR. <https://baike.baidu.com/item/SCOR/4131917?fi=aladdin>, 2013-06-20.
- 16 Eriksson HE. UML 业务建模. 北京: 中信出版社, 2004.
- 17 国家中药材流通追溯体系编码规则. <http://www.zyczs.gov.cn/html/ziliaoxiazai/2017/8/1501558198897.html>, 2017-08-01.
- 18 OID. <https://baike.baidu.com/item/OID/2723970?fi=aladdin>, 2016-05-13.
- 19 国家农产品质量安全追溯管理信息平台追溯系统(含 APP)操作手册. <http://www.qsst.moa.gov.cn/>, 2018-09-27.
- 20 魏克刚, 许舒人, 李培军. 农产品数量安全数据获取关键技术及设备研发. 中国科技成果, 2013, (13): 68-70.