

# 融合 RFID 和条形码的工业炸药流向信息识别

许亮<sup>1</sup>, 何小敏<sup>1</sup>, 李秀喜<sup>2</sup>, 余彬昌<sup>1</sup>

(1. 广东工业大学 自动化学院, 广州 510006; 2. 华南理工大学 化学与化工学院, 广州 510640)

**摘要:** 工业炸药的流向监控是减少公共危害的重要手段, 基础就是产品的信息标识与识别; 为了解决此问题, 提出基于 RFID 和条形码混合信息标识与识别模式, 该模式个体标识采用条形码, 批量标识采用 RFID 技术; 利用 Globe Class 标准与 LDAP 技术, 提出 RFID 信息获取模型与获取技术; 实际应用表明, 该模式即充分利用 RFID 远距离、多标签、大容量的特点, 又兼顾遗留系统和条形码低成本优势, 而且条形码与 RFID 标签建立了映射模型, 识别准确率达到 100%, 较好解决了工业炸药全流程动态流向信息识别问题。

**关键词:** 工业炸药; 无线射频识别; 条形码; 信息标识与识别

## Incorporating a RFID— and Barcode into Identification Mode for Moving Direction Information of Industrial Explosives

Xu Liang<sup>1</sup>, He Xiaomin<sup>1</sup>, Li Xiuxi<sup>2</sup>, Yu Binchang<sup>1</sup>

(1. School of Automation, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China;

2. School of Chemistry and Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** An important means for monitoring the moving direction of industrial explosives decreases the harms of public. The basis is the product labeling and identification. A RFID— and Barcode— based hybrid mode for information labeling and recognition is proposed in this paper. In the pattern, the barcode is used as the single labeling, and the RFID is used as the batch labeling. A RFID—based information acquiring model and information acquiring technology are represented by means of the Globe class standard and LDAP. The practical application shows that the proposed pattern employs the characteristic of RFID technology which is of far distance, many tags, and large capacity, as well as the advantage which is of barcode's low cost and to be compatible to the legacy system. The model is constructed between the Barcode and the RFID tag, and the identified accuracy is reached up to 100%.

**Keywords:** industrial explosive; radio frequency identification; barcode; information labeling and identification

## 0 引言

随着我国经济、社会高速发展, 利用工业炸药实施犯罪活动已成为危害公共安全, 影响社会长治久安、和谐发展的一大隐患。利用信息化技术手段对工业炸药实施全流程安全监管, 已成为行业内的新发展方向。建立工业炸药全流程监管基础就是要实现对工业炸药产品统一标识与识别, 且标识信息能够被阅读器快速读取, 通过阅读器再将产品信息传输到计算机处理<sup>[1]</sup>。

目前, 民爆行业已采用条形码技术建立民爆产品信息采集系统。但条形码技术存储容量小、信息无法更新、识别扫描效率低等缺点, 造成现有系统难以实时跟踪和追溯工业炸药全流程中的各种信息。无线射频技术 (radio frequency identification, RFID) 是基于无线射频的远距离自动识别技术, 且具有标签存储容量大、信息动态更新以及多标签读写等特点。

为了安全监控工业炸药流向, 本文提出基于 RFID 和条形码工业炸药流向信息混合识别模式。该模式利用 RFID 技术, 克服已有条形码数据采集方式不足, 实现工业炸药标识信息实时采集和自动识别, 可以及时监控工业炸药动态流向变化。

收稿日期: 2014-01-26; 修回日期: 2014-04-08。

基金项目: 国家自然科学基金 (21176089); 国家科技支撑计划 (2012BAK13B02); 广东省重大科技专项 (2012A080104012)。

作者简介: 许亮 (1971-), 男, 甘肃白银人, 博士, 讲师, 主要从事机器视觉、无线传感器网络及 RFID 技术在工业炸药应用等方面的研究。

## 1 基于 RFID 和条形码流向信息识别方式

### 1.1 信息编码与融合

#### 1.1.1 条形码编码

与现有箱标识方式不同, 本文中用条形码技术标识个体 (单根药卷), 考虑到与现有系统兼容性, 只需在改变现有标识方式编码部分规则 (产品规格和序列号) 就可满足需求。同时, 由于个体标识要满足一定时间和地域不重复, 因此序列号增大到 6 位。

#### 1.1.2 RFID 编码

RFID 技术尚未形成国际统一标准, 其中最著名的是 EPC Globe 标准。EPC 标签所设定的 6 个不同等级 (Class) 为 Class0~Class5。结合工业炸药的生产流通方式, 本文采用 Class3 作为 RFID 标签编码标准。

根据工业炸药产品特点和安全监管的需求, 并按照一物一码原则, 定义的 RFID 编码内容如图 1 所示。

其中静态信息反映了产品本身属性, 而动态信息反映了产品流向动态。EPC 码是物品本身具有属性, 即 RFID 标签在出厂时会由生产厂商对其进行 EPC 编码, 并写入到电子标签中; 产品审批序列号由监管部门生成, 同一批次产品具有相同序列号; 流水号是同类、同规格产品顺序编号。

### 1.2 个体标识与批量标识

工业炸药产品包装形式分个体 (单根药卷) 和批量 (成箱药卷)。从工业炸药安全监管角度来说, 要求个体和批量都需要标识。最理想情况是都采用 RFID 技术来标识, 但是, 由于成本以及技术因素影响, 本文个体标识采用条形码技术, 批量标

EPC 码	审批序列号	产品名称	产品种类	产品规格	
生产厂家	生产日期	流水号	← 生产		静态信息
仓储编号	出入库日期	← 仓储		动态信息	
运输车辆	运输路径	运输日期	← 运输		
专卖公司	专卖出入库日期	← 专卖			
用户编码	使用出入库日期	爆破工地	← 用户		

图 1 RFID 编码内容

识采用 RFID 技术，且需要为条形码和 RFID 建立关联模型，用来描述两者之间映射关系。通过建立的 RFID—条形码标识映射模型，检索个体或者批量标识信息，就可以追溯产品动态流向。

## 2 标识信息的识别技术

### 2.1 标识信息获取模型

为了快速、便捷获取工业炸药动态流向信息，可以将产品静态信息与动态信息分别存储在 RFID 标签（例如：EPC 码、产品审批编号、产品流水号等）和网络服务器（例如：仓库编号、出入库日期等）。结合 EPC Globe 标准，利用 LDAP 机制<sup>[2-3]</sup>，设计信息获取模型，结构如图 2 所示。

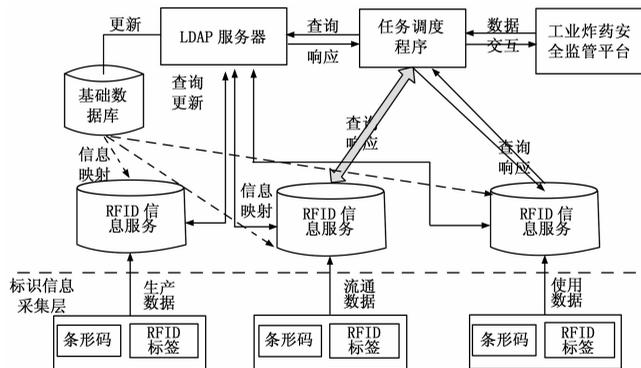


图 2 标识信息获取模型

在标识信息采集层通过多点布置读写器获取标识信息；RFID 信息服务利用所采集标识信息，建立 RFID 信息、条形码信息以及关联模型，为产品追溯构建基础信息库；LDAP (lightweight directory access protocol) 为微软根大学开发访问目录服务，LDAP 是跨平台一组协议，数据用户可以在任何地方访问目录服务条目；任务调度程序按照请求类型协调各部分工作；工业炸药安全监管平台作为信息获取系统终端用户。该模型各个部分以信息为纽带，按照信息流动方向先后顺序，协同动作，为各类用户提供各种所需 RFID 标识信息。

### 2.2 标识信息获取技术

根据标识信息不同类型（静态信息和动态信息），获取技术通常采用两种方式：1) 直接读取方式，直接获取包含在 RFID 标签中信息（静态信息），该方式主要用于存储生命周期内标签内容无需更改静态信息，例如：EPC 码、生产厂家、产品序列号等；2) 检索访问方式，将信息（动态信息）存放在网络中服务器，并使用 RFID 作为索引访问标识信息。

本文利用 EPC 系统<sup>[4]</sup>，结合 LDAP 机制，提出一种工业炸药标识信息检索系统结构。EPC 编码最常用的是 96 位编码<sup>[5]</sup>，主要由管理者标志、对象标志及序列号构成。其中管理者标志用来区别不同机构，如广东省四 0 一厂等；对象标志用来代表一类具有相同特征目标，如乳化炸药；序列号用来识别同一对象范围内不同实体，如  $\text{O}32$ 。LDAP 是以条目为基础来存储信息，每个条目都代表现实世界里实体<sup>[4]</sup>。在 LDAP 中信息以树状方式组织，在树状信息中基本数据单元是条目，而每个条目由属性构成，属性中存储有属性值。该系统架构如图 3 所示，包括 EPC 编码、RFID 标签与 RFID 读写器、RFID 中间件、应用事件管理 (ALE)、LDAP 目录服务器、读写器协议以及读写器管理。

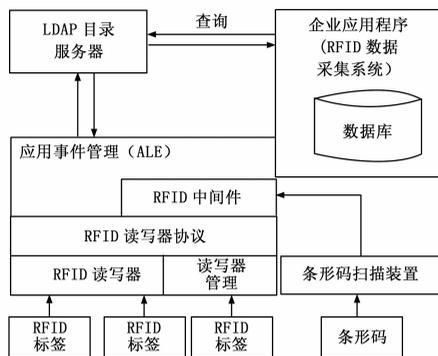


图 3 工业炸药标识信息检索系统结构

## 3 产品信息混合模式标识与识别应用

工业乳化炸药产品规格是以药卷直径为标准，以小直径药卷为例，药卷规格为  $\text{O}32 \text{ mm}$ 。采用本文提出的 RFID—条形码组合标识模式，每根药卷用条形码标识，每箱药卷用 RFID 标签标识，并在广东振声科技股份有限公司 401 厂工业炸药 RFID 数据采集系统中应用<sup>[6]</sup>。

### 3.1 产品信息标识

#### 3.1.1 个体标识 (单根药卷)

考虑到成本与技术因素，每根药卷可贴一维条形码，其编码格式与目前生产流通领域所用条形码格式相似，由于旧条形码是以箱为单位，新条形码是以根为单位，因此某些字段需修改，例如序列号要增加到 6 位，如图 4 所示。图中条形码下方数据含义，左起“O”为炸药，“U7”代表广东天诺民爆有限公司梅县分公司，“2W”为 2 号岩石炸药，“300 L”为 300 g，“130823”为生产批号，“000005”为生产序列号。



图 4 序列号示意图

#### 3.1.2 批量标识 (每箱成品)

批量标识，即每箱贴一个 RFID 标签，采用无源被动方式，频率 915 MHz。此类标签存储区域分为两块区域：EPC 码和用户区。EPC 码，例如：**012EF400012DB31607280070**，其中“012EF400”是标签生产厂家标志位，“607280070”表示该标签生产顺序号，EPC 码可用来唯一标识全生命周期内某箱炸

药成品。RFID 标签用户区用来存储静态信息和动态信息, 由生产 (20 位)、管理 (30 位) 等字段组成。例如: 当某箱成品下线时, 可写入用户区生产字段“U720130823; 102223”, 表示该箱成品由广东天诺民爆有限公司梅县分公司于 2013 年 8 月 23 日 10 时 22 分 23 秒下线。如果由于某种原因, 该箱部分药卷被使用, 那么就要及时更新管理字段信息。

### 3.1.3 个体标识与批量标识的映射

单根药卷与每箱成品信息映射基本原理, 是将每根药卷编码信息与每箱成品编码信息进行对应, 并添加一些需要管理字段, 然后按照统一规则编码。例如: 每箱成品对应 80 根  $\varnothing 32$  mm 药卷, 药卷批号 20130823, 序列号 000001~000080, 因此, 可以在 RFID 标签用户区管理字段添加如下信息: 003220130823000001~000080。同时, 上述信息传输到 RFID 数据采集系统数据库, 并在数据库中建立两者相关联的二维表。

## 3.2 标识信息获取

### 3.2.1 条形码信息的获取

个体标识粘贴有两种方式: 一种是直接在单根药卷外包装印刷条形码; 另一种是预先打印条形码, 然后在线贴。实际应用表明, 现有技术无法满足前者需求。因此, 本文采用传统条形码技术, 通过红外线扫描来识别。在中包工序之前位置, 利用贴码机, 把预先打印好条形码逐个贴在药卷上, 同时读取条形码信息并传输到 RFID 中间件, 与所采集 RFID 标签在数据库中建立 RFID-条形码关联。

### 3.2.2 RFID 标签信息获取

工业炸药产品信息分为静态信息和动态信息两类。本文静态信息是指 EPC 码、产品信息 (生产厂家、生产日期) 等, 动态信息反映了工业炸药全流程实时流向, 如图 5 所示。

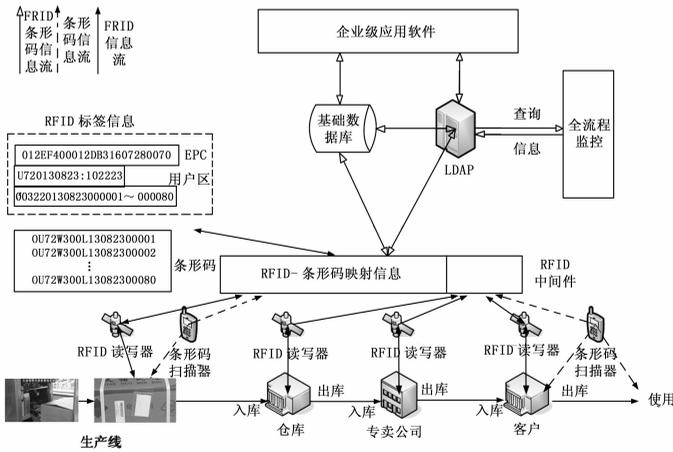


图 5 RFID 标签信息获取

RFID 读写器分别布置在各个监控点, 生产线在线贴标 (RFID 标签和条形码); 读写器读取 RFID 标签 EPC 编码后, 并在用户区写入产品静态信息“U720130823; 102223”, 以及 RFID 与条形码关联信息“003220130823000001~000080”。此外, LDAP 服务器地址 (www.xLDAP.com) 也是需要写在用户区。上述采集信息传输到 RFID 中间件, 由中间件分别传递到基础数据库和 LDAP 服务器。基础数据库保存条形码、RFID 以及两者之间的映射关系, 并存储产品下线信息 (生产时间、批号、数量等), 在 LDAP 服务器生成关于该 RFID 标签条目。当该成品在运输、专卖公司、用户等流通时, 各点布置 RFID 读写器读取运输、出入库动态信息, 并上传到基础数据库; 通常在使用该产品爆破作业时, 才需要利用条形码扫描器采集个体标识信息; 同时要修改相关联 RFID 条目 (主要是属性 RFID-Barcode 值)。由于 LDAP 服务器和客户端开放性, 可以在任意时间任意地点查询条目, 获取 RFID 标签静态信息, 同时查询相关联基础数据库信息, 而获取相应动态信息。

## 4 结论

工业炸药是高危化学品, 其在全生命周期的流向将对公共安全造成潜在危害。本文针对工业炸药全生命周期产品流向特点, 提出基于 RFID 和条形码混合模式的产品信息标识和识别模式。该模式既充分利用 RFID 技术特点特性, 又兼顾条形码成本低优势。实际应用表明, 本文提出的 RFID 和条形码混合模式工业炸药产品标识和信息获取技术, 可以较好地解决目前工业炸药全生命周期内动态流向信息监控不足问题。

### 参考文献:

[1] 杨祖一, 闫正斌, 亓希国. 爆破器材流向信息标识和识读方式研究 [J]. 爆破器材, 2004, 12: 109-114.  
 [2] Koutsonikola V, Vakali A. LDAP: framework, practices, and trends [J]. IEEE Internet Computing, 2004, 8 (5): 66-72.  
 [3] 郑方伟, 周明天, 余 莹. RFID 信息获取机制的分析与比较技术 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27 (1): 6-13.  
 [4] EPC global architecture framework [EB/OL]. [http://www.epc-globalinc.org/standards/architecture/Architecture\\_1\\_2\\_framework-20070910.pdf](http://www.epc-globalinc.org/standards/architecture/Architecture_1_2_framework-20070910.pdf).  
 [5] EPCglobal tag data standards version 1.4 [EB/OL]. (2008-06-11). <http://www.epcglobalinc.org/standards/tds/tds-1-4-standard-20080611.pdf>.  
 [6] 许 亮, 黄志平, 肖开文, 等. 基于 RFID 工业炸药生产过程实时监控系统的开发与实现 [J]. 微计算机与信息, 2012, 28 (9): 46-48.

(上接第 2640 页)

### 参考文献:

[1] 王 伟. 超声相控阵可控强度发射系统相关技术的研究 [D]. 镇江: 江苏大学, 2010: 1-3.  
 [2] Yun D, Kim J, Jhang K Y. Imaging of contact acoustic nonlinearity using synthetic aperture technique [J]. Ultrasonics, 2013, (53): 1349-1350.  
 [3] 齐 雁, 谭冠政, 范必双. 基于 FPGA 的医学超声成像数字波束合成器设计 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (4): 896-899.

[4] 王浩全. 超声成像检测方法的研究与实现 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2011: 17-19.  
 [5] 鲍晓宇, 施克仁, 陈以方, 等. 超声相控阵系统中高精度相控发射的实现 [J]. 清华大学清华大学学报, 2004, 44 (2): 153-156.  
 [6] 杨 剑, 高成强, 刘晓方. 超声激励方式对检测信号的影响 [J]. 无损检测, 2010, 32 (1): 37.  
 [7] 王 鹏, 吕志刚, 杜卫东. 基于 FPGA 与 ARM 的多路时序控制系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (6): 1540-1543.