

doi: 10.7690/bgzdh.2020.11.001

# RFID 技术在导弹装备信息化管理中的应用

吴永智, 马振利

(陆军勤务学院油料系, 重庆 401311)

**摘要:** 为解决导弹装备管理的传统方法存在工作繁琐、效率低下、出错率高和安全风险大等问题, 设计基于射频识别 (radio frequency identification, RFID) 技术的导弹装备信息化管理方案。在装备管理中引入电子铅封技术, 探索 RFID 系统频率选择、编码方式和防碰撞策略等关键问题的解决方案。结果表明: 该方法可以使装备管理工作更加高效、精准、安全、可靠, 有效提高部队的信息化程度。

**关键词:** RFID 技术; 导弹装备; 信息化管理

**中图分类号:** TJ760; TP27 **文献标志码:** A

## Application of RFID Technology in Information Management of Missile Equipment

Wu Yongzhi, Ma Zhenli

(Department of Oil, Army Logistics University of PLA, Chongqing 401311, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of the traditional methods of missile equipment management, such as tedious work, low efficiency, high error rate and high security risk, an information management scheme of missile equipment based on radio frequency identification (RFID) technology is designed. In the equipment management, electronic lead sealing technology is introduced to explore the solutions of key problems such as frequency selection, coding mode and anti-collision strategy of RFID system. The results show that this method can make the equipment management work more efficient, accurate, safe and reliable, and effectively improve the information level of the army.

**Keywords:** RFID technology; missile equipment; information management

### 0 引言

当前, 我军正处于新军事变革时期, 军队信息化建设迅猛发展, 各种高新技术装备不断编配部队。战略导弹装备作为我军的杀手锏武器, 是我军武器库中不可多得的信息装备。导弹装备具有系统复杂、部件繁多和储存条件苛刻等特点。采用传统的管理方法存在工作繁琐、效率低下、出错率高和安全风险大等诸多问题。如何提高装备管理的信息化程度, 成为部队急需解决的重要问题。近年来, 射频识别 (radio frequency identification, RFID) 技术在民用仓储物流领域得到了广泛的应用, 在一些军用物资仓库中的研究和应用也逐步兴起。在导弹装备管理中运用 RFID 技术, 可以有效提高管理工作的高效性、精准性、安全性和可靠性。笔者借鉴军内外的一些先进成果做法, 结合我军的具体需求, 探究 RFID 技术在导弹装备管理中的应用方案, 以提高装备管理的信息化水平。

### 1 RFID 技术的基本原理

RFID 技术就是射频识别技术, 是一种无线自

动识别技术。RFID 技术具有非接触识别、读写速度快、体积小、外形灵活、抗磨防污和寿命长等优点, 被广泛应用于交通、物流、安防等领域<sup>[1]</sup>。RFID 系统的基本组成如图 1 所示。



图 1 RFID 系统简图

通常, RFID 系统由射频标签、读写器和计算机系统组成。标签中植有 IC 芯片和天线。读写器发射电磁波, 向标签传递能量, 并与其进行信息交换。RFID 标签内通过特定代码存储物品信息, 通过读写器对标签进行识别, 并与计算机系统进行通信, 将物品信息传递给后台管理系统。在实际应用中, 电子标签通常粘贴在需要识别的物体表面或植入物体内部, 读写器可以在读取范围内, 对物品进行非接触式的自动识别。

### 2 基于 RFID 技术的导弹装备管理系统构成

导弹装备管理的主要工作包括装备入库、出库、动用使用、维修保养、环境监测和安全防护等

收稿日期: 2020-06-05; 修回日期: 2020-07-07

作者简介: 吴永智(1987—), 男, 重庆人, 硕士, 从事军事装备学研究。E-mail: 569932030@qq.com。

内容<sup>[2]</sup>, 基于 RFID 技术的导弹装备管理旨在把装备管理的全寿命管理过程融合起来, 用信息化手段代替传统的人工管理模式, 使装备管理更加安全高效、全程可控<sup>[3]</sup>。系统架构包括以下方面。

### 2.1 RFID 标签

根据 RFID 系统不同的应用需求及性能参数, 可以把 RFID 标签制作成形状各异的电子标签。在方案中, 利用 RFID 电子标签制作装备管理信息卡、货架信息卡和管理员身份识别卡。装备管理信息卡敷贴于装备包装箱上, 每张卡具有唯一的 ID 识码, 与每件装备一一对应, 在信息卡中写入装备名称、编号、箱内物品明细和动用记录等信息。货架信息卡中写入货架所在库房的编号及其在房间中的排列位置信息, 将其粘贴于对应的货架外沿, 通过扫描货架信息卡, 便可快速准确地获取装备存放的位置信息。参与装备管理活动的人员需携带 RFID 管理员身份识别卡, 根据人员类别设置不同的权限, 管理员凭身份识别卡通过装备库房门禁系统, 在进行装备的開箱、动用、移库等活动时, 也需通过身份识别卡先对操作人员的动用权限进行识别和确认, 从而更加有效地监控装备的全寿命贮存及使用状况。

### 2.2 RFID 电子铅封

铅封是为防止货物包装箱被非法打开而在包装箱上施加的具有特定标识的一次性锁扣装置。铅封上标记特定的唯一编号标识, 不可替换。铅封一旦上锁, 需剪断封线才能打开, 打开后的铅封无法再次使用。在导弹装备管理中必须严格落实铅封制度。然而, 传统铅封由于结构简单, 标识单一, 便于仿冒, 容易成为装备管理上的漏洞隐患。利用 RFID 技术制作电子铅封应用于导弹装备管理中, 可以从根本上解决装备铅封被私拆、伪造等问题, 提高装备管理的安全可靠性<sup>[4]</sup>。

在铅封中植入 RFID 芯片, 就构成了电子铅封。将电子铅封附加在装备包装箱的封口处, 使其成为包装箱封口不可分割的一部分<sup>[5]</sup>。装备開箱后, 电子铅封的完整性受到破坏, 即可认为装备包装箱被打开。装备铅封时, 可将装备编号、装箱时间、封存依据、施封人员信息等内容记录在电子铅封的 RFID 芯片内, 并通过读写器将这些信息传递给计算机管理系统。装备需要拆封时, 具有管理权限的管理员通过后台管理系统向读写器发送拆封命令,

读写器对拆封人员及需要拆封的装备信息进行核实确认。计算机管理系统完整记录了每次封存或拆封时装备的基本情况、施封人、拆封人和操作时间等信息, 可以随时追溯装备的历史铅封记录<sup>[6]</sup>。电子铅封具有一次性使用的特点, 一旦施封, 需要打开装备就必须破坏铅封, 并且破坏后的铅封无法复原; 因此, 电子铅封的完好性即代表了装备完好的封存状态<sup>[7]</sup>。同时, 电子铅封内 RFID 芯片写入了唯一代码, 并且采取一定的加密措施, 使铅封不能被非法违规复制, 保证了铅封的唯一性, 可以有效避免篡改铅封, 防止盗换装备或非法动用装备。

### 2.3 RFID 读写器

读写器是连接 RFID 芯片和计算机系统的主要通道, 其功能主要有: 与 RFID 标签进行无线通信, 识读和修改标签中存储的信息; 与计算机之间通过各种接口(如 RS232、TCP/IP、USB、红外、GPRS 等)进行通信, 上传 RFID 标签信息, 接收计算机发出的各种指令<sup>[8]</sup>。

在本方案中, 采用固定式门禁读写器和便携式移动手持机 2 种 RFID 读写器。其中, 固定式门禁读写器设置在装备库房口部, 与报警器和后台库房管理系统相连, 作用是对进出装备库房的人员和出库、入库的装备进行识别登记, 如有不具备权限的人员或者未经审批的装备通过, 系统将发出警报信息。便携式移动手持机分发给装备管理的末端管理人员, 用以快速扫描装备管理信息卡、货架信息卡和管理员身份识别卡等标签信息, 将数据上传至后端计算管理系统; 在后端管理系统对各种 RFID 标签信息进行修改后, 通过手持机将数据写入对应标签, 即时更新标签信息; 后端管理系统对装备动用、封存、移位、出库和入库等进行审批后, 向便携式移动手持机发出指令, 手持机对审批装备和具备权限的管理员进行验证后, 执行装备封装、拆封、移位等命令, 并将执行后的铅封编号、操作人员、时间位置信息等记录并上传至后端管理系统<sup>[9]</sup>。

### 2.4 计算机管理系统

在 RFID 系统中, 通过计算机管理系统控制读写器和标签的动作, 处理获取的各类信息。计算机管理系统包括应用平台和数据平台, 系统结构如图 2 所示。其中, 数据平台用来存储部队编制架构、装备信息、货位信息、铅封信息和管理员信息等基础数据<sup>[10]</sup>。

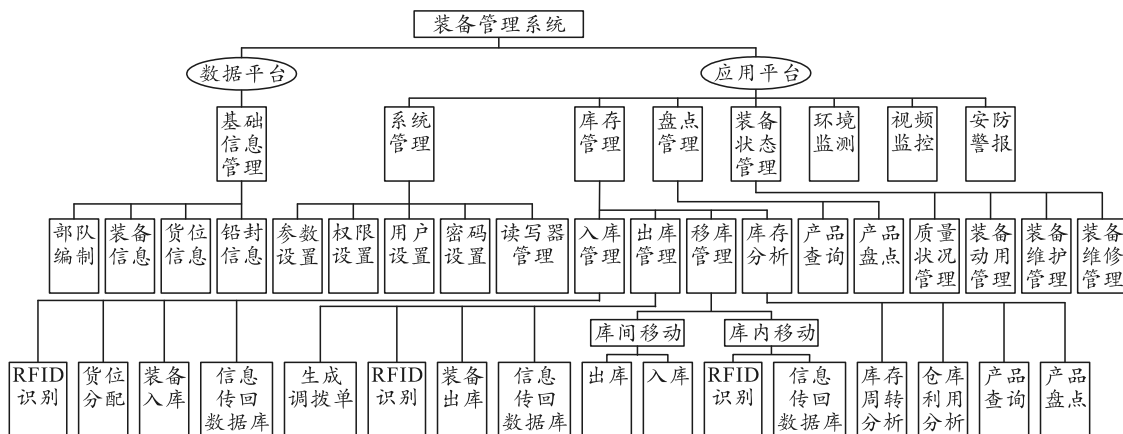


图 2 装备管理系统结构

部队编制架构：主要是部队各级机关和装备管理分队组织结构相关信息。

装备信息包括装备的名称、编号、质量、包装尺寸、配套表、出厂日期、服役年限、环境要求和维护保养周期等内容。

货位信息包括所在库房编号、货架编号、所在层位、货位尺寸、货位载重和温湿度条件等内容。

铅封信息：主要是铅封 ID 识别号及铅封类型。

管理员信息：包括姓名、职级、部别、账号和密码等信息。

应用平台是实现装备管理的软件功能模块，包括基础信息管理、系统管理、库存管理、盘点管理和装备状态管理，还可以根据需要，接入库存环境监测、视频监控以及安防报警等模块<sup>[11]</sup>。

### 3 关键问题解决

目前，系统开发和网络技术比较成熟。笔者着重针对面向装备管理的 RFID 系统的选用问题，对 RFID 系统的系统频率、编码方式和防撞策略等关键技术进行分析。

#### 3.1 系统频率

按照工作频率的不同，RFID 标签可分为低频、中高频、超高频和微波系统，详细特性参数如表 1 所示。从表中可以看出：微波系统识别距离、传输速率、防撞性能等方面更加出众，其中，工作段为 2.45 GHz 的超高频系统应用比较广泛。根据实际应用要求，可选择超高频频段的 RFID 标签。

表 1 常见 RFID 系统参数

种类	工作频段/Hz	常见频率/Hz	耦合方式	识别距离/m	传输速率	防撞性能	典型应用
低频系统	(30~300) k	125 k, 133 k	电感、耦合	<1	低	差	动物识别
中高频系统	(3~30) M	13.56 M	电感、耦合	<1	高	好	电子车票
超高频与微波系统	300 M~3 G 或者大于 3 G	433.92 M, 2.45 G, 5.8 G	电磁、耦合	>1, 最大可达 10 m 以上	高	好	移动车辆识别、仓储物流应用

#### 3.2 编码方式

目前，各行业应用广泛的 RFID 标签是 EPC (C1G2)超高频标签，符合 EPC/ISO18000—6C 标准，可分为保留存储区、TID 存储区、EPC 存储区及用户存储区。标签编码结构如表 2 所示。

##### 3.2.1 EPC 编码区

采用 EPC 编码，将实体和实体信息转化为二进制代码。国际 EPC global 组织对编码区域进行了规范，将 EPC 编码区域分为标头和数字字段区域，通用的 EPC 编码有 64 位、96 位和 256 位 3 种<sup>[12]</sup>。笔者对导弹装备编码选用 96 位的通用标识符 GID-96，其结构如表 2 所示。其中，域名管理者代

码可对 268 435 455 个不同单位进行编码，对象分类代码可为导弹装备提供 16 777 215 种分类，每个分类下又可提供 68 719 476 735 个不同的序列号。可以看出，GID-1996 通用标识符具有十分庞大的存储容量，完全能满足不同种类装备的编码需求。

根据 EPC 编码的结构和编码规则，结合装备制造企业和装备的不同类别，对域名管理者、对象分类和序列号进行编码设计与分配，从而实现装备编码的唯一性要求。域名管理者代码用于标识装备生产企业的信息，包括企业地址和厂家名称信息。根据《中华人民共和国行政区划代码》有关规定，我国省市两级编码用 4 位十进制有效数字表示，容量为 9 999，转化为二进制代码至少需要 14 位(最大二

进制数为 16 383)。在域名管理者代码中为企业地址分配 14 位字节数, 剩余 14 位字节数用于对厂家名称信息进行编码。对像分类代码用于标识装备的类别信息。其中, 导弹型号分配 4 位字节数; 装备类型分配 4 位字节数, 所属专业分配 6 位字节数, 装备名称分配 10 位字节数。序列号代码用于对装备的唯一性进行标识, 编码内容包括生产日期和产品编号。其中, 生产日期分配 21 位, 年 12 位, 月 4 位, 日 5 位; 产品编号分配 15 位, 足以对同一种装备的不同单品进行唯一编码。

表 2 RFID 标签编码结构

编码区域	编码内容	编码长度	
保留存储区 (64 位)	杀死口令	32	
	访问口令	32	
TID 存储区 (64 位)	标签生产信息	64	
EPC 存储区 (96 位)	标头	00110101 8	
	域名管理者编码	企业地址	14
		厂家名称	14
	对像分类编码	导弹型号	4
		装备类型	4
		所属专业	6
		装备名称	10
序列号	生产日期	21	
	产品编号	15	
用户存储区 (256 位)	静态存储区	保留字段加密策略 96	
	动态存储区	部队信息区块	26
		贮存位置信息区块	24
		装备状态信息区块 110	

3.2.2 用户存储区编码

常用的 RFID 标签用户存储区的长度包括 256 位和 512 位 2 种, 笔者选择 256 位标签进行编码设计。在用户存储区中, 设置静态存储区和动态存储区 2 大部分。其中, 静态存储区分配 96 位字节数, 起到 2 个作用: 1) 对除 EPC 编码区记录的装备信息以外的其他重要信息进行编码存储; 2) 用来满足 RFID 标签的加密策略使用。装备配发到部队后, 通过读取和解析 EPC 编码区和静态存储区中的编码来获取装备的固有信息, 避免对装备进行重复的编码工作, 而装备在流通中的动态管理信息则通过设置动态存储区来进行编码存储。

动态存储区主要分为管理单位信息区块、贮存位置信息区块和装备状态信息区块。管理单位信息区块主要记录装备管理单位的信息, 分配 26 位字节数。贮存位置信息记录装备存放的库房、货位等信息, 分配 24 位字节数。装备状态信息区块主要记录装备的质量状态、装箱人员、装箱时间、铅封编号

等信息, 分配 110 位字节数。

3.3 防碰撞策略

3.3.1 多标签防碰撞

当读写器范围内出现多个 RFID 标签时, 多标签同时应答, 发出的信号相互干扰而产生信道争夺的情况, 进而妨碍读写器对信号的处理, 这就是多标签碰撞问题<sup>[13]</sup>, 如图 3 所示, 可以通过防碰撞算法来解决。

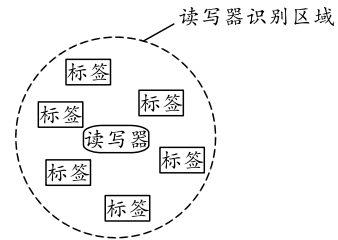


图 3 多标签碰撞

无源 RFID 系统的多标签防碰撞算法主要包括确定性算法、随机性算法和混合型算法 3 种类型。防碰撞算法在国际标准中的应用如表 3 所示。针对 EPC C1G2 超高频段标签, EPC global 标准委员会推荐基于 ALOHA 的帧时隙 DFSA 算法<sup>[14]</sup>。

表 3 国际标准中的防碰撞算法应用

防碰撞算法名称	算法对应的国际标准	算法对应的频段/MHz
QT/PA/FSA	ISO/IEC 18000-3	13.56
DBS	ISO 14443-3A	
SA	ISO/IEC 18000-3	
DFSA	ISO 14443-3B	
TS	ISO/IEC 18000-6B	860~960
	EPC global Class0	
Q/FSA/DFSA	EPC global Class1	
	ISO/IEC18000-6C	
BFSA-muting-early-end	EPC global C1Gen2	
	ISO/IEC 18000-6A	

3.3.2 多读写器防碰撞

如图 4 所示, 当多个读写器处于各自的干扰区域, 就会发生多读写器碰撞。如果某个读写器的信号到达其他读写器的读写区域, 就会对其产生干扰, 导致其无法与 RFID 标签进行正常通信。在 EPC global C1G2 标准中对多读写器模式制定了传输规范 (transmit mask) 和信道使用规定。传输规范分别对多读写器环境和密集读写器环境的信号功率频谱分布进行了规定, 可以减少临道或者其他信道上同时工作读写器产生的干扰。信道使用规定介绍了频率分配计划和时分多路转换法, 对于特定的环境, 可以最大限度减少或者消除读写器与标签的冲突。