

# 基于物联网的机场集成行李处理系统设计

## 引言

在机场集成行李处理中，行李分拣、定位、跟踪、监控在整个机场集成行李管理链中起着至关重要的作用，如果不能保证正确的分拣和定位控制及跟踪，将会直接导致管理费用的增加，服务质量难以得到保证，从而影响企业的竞争力。传统行李分拣方式是旅客在登机前办理行李托运时，行李会被放到传送带上分别输送到所搭乘的飞机中。这种模式就是利用行李上贴着的条形码来进行识别。但是，提升条形码的识别精度很难，每个行李的提手位置都不一样，条形码也就不可能总是朝向一致，因此，需要在几个方向设置多个条形码读取器，即便如此，也有不能正确识别的现象。例如，香港国际机场条形码的识别准确率为 80%，也就是每五个中就有一个不能被正确识别，从而导致行李的误发、延迟、遗失等发生率为 20% 左右，处理这些纠纷需要花费大量费用，给航空公司带来很大的损失。如今，标签中嵌入 RFID 标签，特别是可以远距离读取的 Gen2 标签将会大幅提升识别率，而且相对于条形码来说，Gen2 标签可以张贴在任意位置。香港国际机场使用 RFID 标签后，识别率升至 97%。与以往的条形码相比，识别失败率从 20% 降到了 3%。

在国内外大型机场中，目前虽然应用了 RFID 电子标签技术来对行李进行分拣，但这些系统只针对行李分拣，没有很好地把这些行李信息与强大的物联网相关联，没有应用到手机或无线 PDA 随时随地都可以定位和查询行李信息，使这种行李分拣系统的使用受到了局限。本文通过研究基于物联网的机场集成行李处理方案，对原有的机场集成行李处理方案进行了一定的改进，并在实际项目中应用，取得了良好的效果。

## 1 物联网及其工作原理

### 1.1 物联网的定义

物联网 (Internet of things) 的定义是：通过射频识别 (RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

### 1.2 物联网在国内外的应用

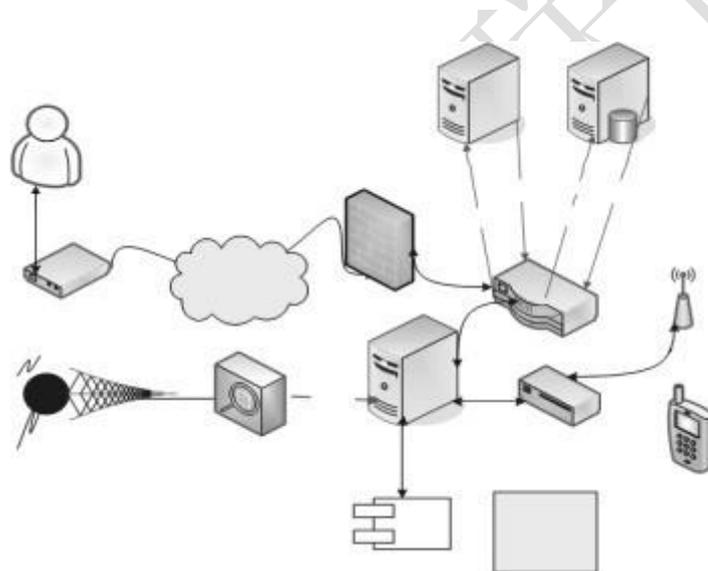
目前，美国、欧盟、日本等国家都十分重视物联网的发展，并且已经作了大量研究开发和应用工作。例如美国把它当成重振经济的法宝，非常重视物联网和互联网的发展。物联网的核心是利用信息通信技术来改变美国未来产业发展模式和结构 (金融、制造、消费和服务等)，改变政府、企业和人们的交互方式以提高效率、灵活性和响应速度。把感应器嵌入到全球每个角落，如电网、交通 (铁路、公路、市内交通) 等相关的物体上，并利用网络和设备收集的大量数据通过云计算、数据仓库和人工智能技术作出分析给出解决方案，把人类智慧赋予万物，

赋予地球。他们提出“智慧地球、物联网和云计算”就是要作为新一轮 IT 技术革命的领头羊的证明。

我国在物联网的启动和发展上与国际相比并不落后，我国中长期规划《新一代宽带移动无线通信网》中有重点专项研究开发“传感器及其网络”，国内不少城市和省份已大量采用传感网解决电力、交通、公安、农渔业中的“M2M”等信息通信技术的服务。在未来，物联网不仅将渗透到智能交通、智能城市、环境保护、政府工作、公共安全、智能家居等领域，还将极大地推动经济发展，被视为战略新兴产业和新的经济增长点。目前，物联网已经上升到国家战略的高度，各个城市都想抓住这个新的经济增长点。

### 1.3 物联网的工作流程

物联网的基本工作流程由四部分组成，即信息采集系统（RFID 系统）、PML（physical markup language，实体描述语言）信息服务器、产品命名服务器（object nameservice, ONS）和应用管理系统。物联网的系统结构如图 1 所示。



它们的功能分别如下：

#### a) 信息采集系统。

该系统包括 RFID 电子标签（tag）、阅读器（reader）以及数据交换和管理系统软件，主要完成产品的识别和产品的 EPC（electronic product code）码的采集和处理。

存储有 EPC 码的电子标签在经过读写感应区域时，产品的 EPC 码会自动被探测器捕获，从而实现自动化 EPC 信息采集；然后把所采集到的信息由连接探测器的服务器来处理，处理器安装有信息采集处理软件，该软件对采集到的信息作进

一步的处理，如数据的解析、过滤、完整性检查等，这些处理过的数据保存到相应的数据库中，以供上层应用管理软件使用。

#### b) 产品命名服务器 (ONS)。

该服务器 ONS 主要实现的功能是在各个信息采集点与 PML 信息服务器之间建立关联，实现从物品电子标签 EPC 码到产品 PML 描述信息之间的映射。

#### c) PML 信息服务器。

该服务器中的数据定义规则由用户创建并维护，用户根据事先规定的规则对物品进行编码，并利用 XML 对物品信息进行详细描述。在物联网中，PML 服务器主要用于以通用的模式提供对物品原始信息的规则定义，以便于其他服务器访问。

#### d) 业务管理系统。

该系统通过获取信息采集软件得到的 EPC 信息，并通过 ONS 找到物品的 PML 信息服务器，从而可以 Web 的形式向 Internet 用户提供诸如信息查询、跟踪等功能，用户也可以通过手机或无线 PDA 实时了解物品的状态。

## 2 机场集成行李处理系统设计

### 2.1 系统架构设计

基于物联网的机场集成行李处理采用了国际上最先进的无线射频身份识别技术，每件行李的条形码都严格对应传送带上行李小车的编号，它们将会自动识别行李，不管行李走到哪里，只要输入小车的编号，就可以对行李进行跟踪和监控。另外，行李车间还可安装多个摄像头，基本覆盖了所有盲区，工作人员可以在监控中心随时观察行李的去向。即使行李走错路径，有了这个身份识别系统，工作人员也可以控制小车让其返回正确路径，这样就基本上杜绝了行李丢失或者拿错的情况。

基于物联网的机场集成行李处理系统的结构如图 2 所示。它主要由行李物品识别、信息处理/行李控制/跟踪、PML 服务器、本地数据库服务器、业务系统五大模块组成。

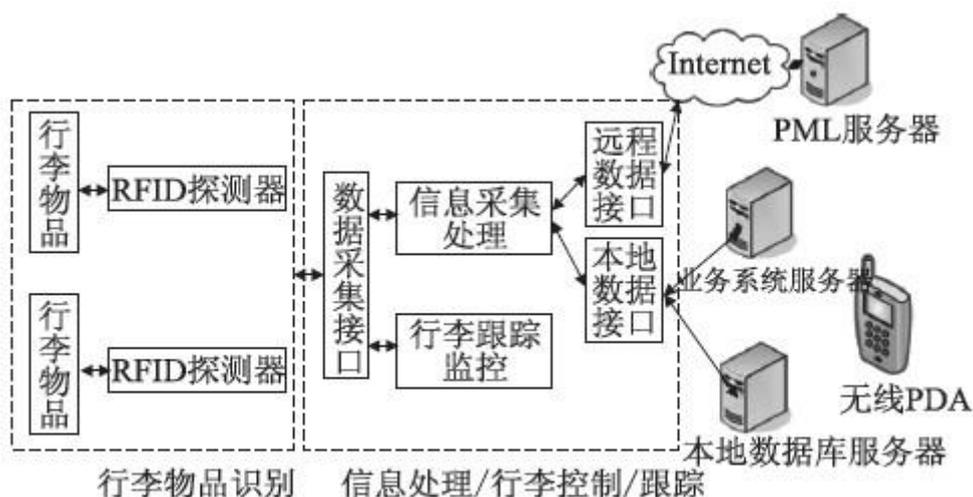


图2 基于物联网的机场集成行李处理系统的结构

它们的作用分别如下：

#### a) 行李物品识别。

该系统的核心是行李的编码和识别。

由于每件行李的条形码都严格对应传送带上行李小车的编号，它们将会自动识别行李，不管行李走到哪里，只要输入小车的编号就可以对行李进行跟踪和监控。所以，在基于RFID标签的机场行李管理系统采用EPC码作为行李的惟一标志码，标签由芯片和天线（antenna）组成，每个标签具有惟一的产品电子码。EPC码（electronicproductcode）是Auto-ID研究中心为每个物理目标分配的惟一的可查询的标志码，其内含的一串数字可代表行李类别和旅客ID、登机日期和登机地、有效日期、应运往何地等信息。同时，随着行李在机场内的转移或变化，这些数据可以实时更新。通常，EPC码可存入硅芯片做成的电子标签内，并附在被标志行李上，以被信息处理软件识别、传递和查询。

#### b) 信息处理/行李控制/跟踪。

该模块是系统的核心功能模块，它通过数据采集接口、信息处理、行李跟踪和监控三个接口与其他功能模块进行交互，从而实现机场行李的自动处理。

信息处理/行李控制/跟踪业务处理逻辑如图3所示。当行李通过行李入口时，由设置在行李入口的行李标签探测器读取行李的EPC码，然后通过数据采集接口交由行李信息处理模块，机场行李入口处可以安装多部行李标签条形码信息分拣机，一部分用于国内飞行，其他用于国际飞行。行李分拣机还为不可读标签提供了手动编码区。例如，上海浦东机场行李分拣机系统，无论是国际航班还是国内航班，抵达上海还是在上海中转，都能够轻松地进行行李分拣。系统也提供了早期行李分拣功能，将经过核对的行李通过旋转式传送带送达合适位置，从而能够在飞机起飞前就对其进行有序存储。



图3 机场行李信息处理/行李控制/跟踪流程

#### c) PML 服务器。

该服务器主要是由航空公司创建并维护的旅客信息服务器，它以标准的 XML 为基础，提供行李的详细信息，如行李类别和旅客 ID、登机日期和登机地、有效日期、应运往何地等信息，并允许通过行李的 EPC 码对行李信息进行查询。PML 服务架构在一个 Web 服务器之上，服务处理程序将数据存储单元中的行李数据转换成标准的 XML 格式，并通过 SOAP 引擎向客户端提供服务，PML 服务器屏蔽了数据存储的异构性，以统一的格式向接口请求端提供信息服务。PML 服务器的工作原理如图 4 所示。

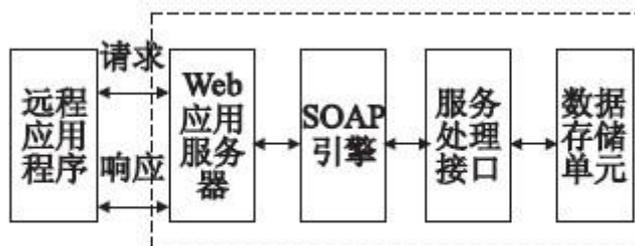


图4 PML服务器工作原理

#### d) 本地数据库服务器。

该服务器主要用于存储数据采集和处理接口获得的行李信息，以便在业务系统中查询和维护。

例如，用户可以通过手机或无线 PDA 或 Web 客户端随时随地查询行李的当前状态。

基于物联网的机场行李集成处理系统主要通过 RFID 电子标签实现行李的自动识别和发运, 利用物联网获取旅客的原始信息并自动生成旅客行李清单, 从而极大地提高了机场行李的自动化分拣和智能化水平。

## 2.2 系统开发平台

该系统运用 Internet 环境, 采用 B/S 模式进行开发。系统服务器端操作系统选用 Windows Server 2008, 开发工具为 Eclipse, 主要技术为 JavaEE 和使用 Java 语言编程, 数据库系统选用 Oracle 11g, 分拣机采用 FKILogistex S-3000E 翻碟式分拣机。在该系统中, 其中一套用于国内飞行, 两套用于国际飞行。

S-3000E 翻碟式分拣机的另一重要特点是, 为处理不可读标签提供了手动编码区。FKILogistex 系统具有极强的处理能力和极高的灵活性, 因此无论是国际航班还是国内航班, 抵达上海还是在上海中转, 都能够轻松地进行行李分拣。

## 3 机场集成行李处理系统实现

### 3.1 系统实现的关键技术

机场集成行李处理系统中行李链条上每个参与对象都是处理系统的关键点, 一旦产品出现问题, 是否能够查找到具体的问题来源和正确实施行李回收取决于参与对象的记录是否健全。

为确保机场集成行李处理的完整性, 行李链条上每个参与对象都进行了唯一编码。编码由 2 位行李类别码和 18 位旅客 ID 码、10 位登机日期码和 3 位登机地码、3 位目的地码及 4 位序列号组成。在旅客登机托运行李前, 为每一位旅客的行李上贴一个 RFID 卡, 每张 RFID 卡唯一对应一位旅客的行李。RFID 卡能快速准确地为行李分拣机提供自动识别功能, 操作快捷方便, 同时在机场的恶劣环境中即使 RFID 卡部分磨损也不会影响分拣机的识别效果。RFID 电子标签编码组成如图 5 所示。

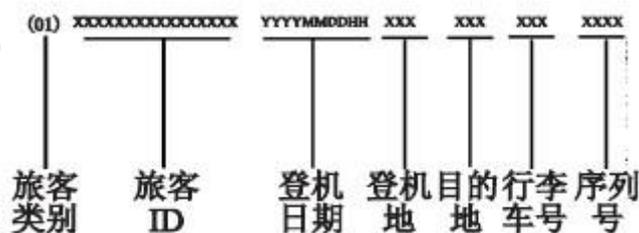


图5 RFID电子标签编码组成

### 3.2 RFID 读写器服务组件的设计

在本系统中将每个读写器模块的远程方法调用封装为一个管理组件(MBean)作为 JMX 服务器的实例注册到 JMX 服务器中。JMX(Javamanagementextensions,

Java 管理扩展) 是一个为应用程序、设备、系统等植入管理功能的框架。在 JMX 规范中, 管理组件是一个能代表管理资源的 Java 对象, 遵从一定的设计模式, 实现该规范定义的特定的接口。该定义保证了所有的管理组件以一种标准的方式来表示被管理资源。管理接口就是被管理资源暴露出的一些信息, 通过对这些信息的修改就能控制被管理资源。管理接口包括能被接触的属性值、能够执行的操作、能发出的通知事件等。

通过 JMX 框架对读写器进行监控和管理, 使 RFID 中间件系统能提供管理、监控读写器的功能。JMX 时间服务在指定的日期和时间触发消息, 也可以在一个固定间隔重复触发消息。时间服务由一个 MBean 实现并可以管理, 能够发送它指定的 timerNotification 类的消息实例, 而 Java 提供的接口 javax.

management.NotificationListener 由想要接收通知的对象来实现, 实现方法 handleNotification。对于定期通知则使用固定延迟执行方案, 如在 timer 中指定的那样。为了使用固定速率执行方案, 要使用 addNotification 方法。

### 3.3 RFID 中间件的设计

根据前面研究的标签 ID 表示方法以及 savant 中间件的定义, RFID 中间件的功能模块应该包含如下几个功能模块:

Reader 接口模块、逻辑驱动器映射模块、RFID 数据过滤模块、业务规则过滤模块、设备管理与配置模块、上层服务接口模块, 如图 6 所示。其中: reader 接口用于中间件与 RFID 读写器的数据通信, 主要有获取 RFID 数据以及下达设备管理模块的读写器指令; 设备管理配置模块用于调整 RFID 读写设备的工作状态, 配置相应的 reader 接口参数等; 逻辑读写器映射模块用于将多个物理读写器或者读写器的多条天线映射成为一个逻辑读写器。一个逻辑读写器代表了一个有具体含义的数据采集点(如机场 1 号航站楼), 而不管该采集点在物理上由多少个读写器和天线组成。它屏蔽了数据采集点的具体实现方式, 减少了数据过滤等上层模块与下层数据采集部分的软件耦合度。对于上层模块来说, 可见的只有逻辑读写器, 所以逻辑读写器映射模块对 RFID 数据有初步过滤的功能。

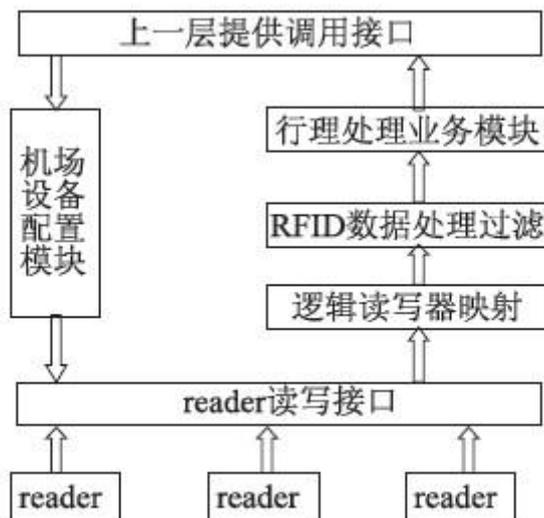


图6 RFID中间件的设计

#### 4 RFID 数据采集过滤方法设计

RFID 采集的原始数据量非常大，在实际应用中，根据具体的配置不同，每台读写器每秒可以上报数个至数十个不等的电子标签数据，如重复多次扫描同一个电子标签，但其中只有少部分是对用户有意义的、非重复性的数据，这样大量的数据如果不经过去冗等处理而直接上传，将会给整个 RFID 系统带来很大的负担。所以，对 RFID 采集的数据进行过滤处理。

RFID 数据采集过滤方法设计主要分为以下几类：

##### a) 建立数据采集事件列表类。

对每一个新到电子标签数据进行实时检测，如果是新扫描的电子标签，则加入到相应列表中；如果该标签在列表中已存在，则仅更新对应标签的时间等状态数据，而不新建标签数据记录，以达到清除重复数据的目的。

##### b) 数据采集事件编码类。

对电子标签状态的改变进行编码，定义标签出现的状态编码为 0，标签状态消失的编码为 1，然后加入计时器机制，对计时器有效时间内的同一标签的状态跳变进行忽略，从而在状态定义和时间维度两个方面对数据进行去重化。

上述这些算法均能够很好地消除冗余数据，减少上层系统的负荷。但在实际应用中，除了 RFID 数据的去冗化以外，对数据的过滤还有着其他的需求。比如，由于信号不稳定或其他干扰因素，行李上的 RFID 标签并不能在每一个读写器周期中被检测到；或者当行李车从货架旁走过时，其行李车内已有的物品被机场入口内的读写器误读到。针对上述问题，设计了在不同应用场景下的适应性和有效性的过滤算法。实验平台使用 RS-232 接口的单天线读写器，该读写器报告周期

为 1s，每次报告标签数为五个。算法实现采用 Java 语言，通过 Java 串口来进行串口通信。

首先是为标签构建一个 RTagReadEvent 类，该类包含的关键参数和方法如下：

```
public class RTagReadEvent implements Runnable {
    private int currentvalue;
    private boolean detecedStauts = false;
    private int tagmax, tagmin;
    public void run ( ) {
        while ( currentvalue > 0) {
            try {
                thread. currentThread ( ). sleep (1000) ;
            } catch ( InterruptedExcep tion e) { }
            if ( currentvalue > = tagmax&&! detecedStauts) {
                //触发标签出现记录
                .....
                detecedStauts = true;
            }
            else if ( currentvalue < = tagmin&&detecedStauts) {
                //触发标签消失记录
                .....
                detecedStauts = false;
            }
            currentvalue--;
        } }
}
```

当过滤模块主程序检测到一个新标签时，便为其建立一个 RTagReadEvent 类的对象 newReadTag，并对各个关键字段赋初值，同时启动该对象内部的计时器线程：newThread (newRead-Tag) . start ( )。该计时器线程的作用是每个报告周期对标签权值 value 进行检查并触发相应操作。每次检查后将标签权值 currrentvalue 减 1，以实现当标签未被报告时其权值的逐步下降。当权值 currentvalue 减到 0 时，计时器线程停止，这时可以销毁该对象。

当过滤算法主模块发现报告的标签已存在时，对该标签对象的 currentvalue 值进行累加：

```

newReadTag. currentvalue + = valueStep;
if ( newReadTag. currentvalue > = newReadTag. tagmax) {
    newReadTag. currentvalue = newReadTag. tagmax;
}

```

其中，valueStep 就是算法中定义的累加权值。如果权值 currentvalue 已经达到阈值 readTagmax，则将其保持在该值，防止经过多个上报周期后标签权值过高，影响后继判断。

### 3.5 RFID 数据采集仿真与实现

应用该算法对机场带读写器的行李架进行了模拟，当行李架读写器能稳定识别放入的带标签的行李时，不会因为信号波动而误报货品离开信息，并对经过行李架的其他物品保持较低的敏感度，在这种应用场景中，设置 valueStep=5，tagmax=8，tagmin=0。当标签进入读写器范围后，经过 8s 左右的时间过滤模块触发标签出现操作，人为将标签多次短时间移出读写器范围，模拟信号干扰和波动的情况，并将另一标签从读写器范围内移过，读写器均未触发多余的标签出现和消失操作，读写器扫描标签数据如图 7 所示。

tag5					●		
tag4	●	●	●		●		●
tag3						●	●
tag2	●	●		●	●		
tag1		●			●		●
	report cycle1	report cycle2	report cycle3	report cycle4	report cycle5	report cycle6	report cycle7
							report cycle8

图7 读写器扫描标签模拟数据

将图 7 周期中出现的 RFID 标签编码标为 1，未出现的编码为 0。这样，对每一个行李电子标签，其事件可以记录为一个 01 序的二进制串。对图 6 而言，tag1 可编码为 01001011，表示标签通过了读写器范围；tag2 可编码为 11011000，表示标签离开了读写器范围；tag3 可编码为 00000011，表示标签进入并停留在读写器范围中。

### 3.6 业务系统的实现

依据上述的基本原理，本文基于 JavaEE 平台下设计并实现了一个基于物联网的机场集成行李处理系统，该原型系统实现了信息采集系统行李物品识别、信息处理/行李控制/跟踪、PML 服务器的维护、本地数据库的维护等。基于物联网的机场行李集成处理系统主要通过 RFID 电子标签实现行李的自动识别和发运，利用物联网获取旅客的原始信息并自动生成旅客行李清单。其中，业务管理系统通过获取信息采集软件得到的 EPC 信息，并通过 ONS 找到物品的 PML 信息服务器，

以 Web 的形式向 Internet 用户提供诸如信息查询、跟踪等功能的管理的界面如图 8 所示，用户通过手机或无线 PDA 实时了解物品的状态的状态的界面如图 9 所示。

通常，旅客乘坐飞机都要将大件行李托运，但由于各种原因，有时难免会有个别行李不能跟随旅客的航班到达目的地。

旅客在下飞机后找不到自己托运的行李，就会向位于行李到达厅内的行李查询部门反映情况，而行李查询的工作人员会记录下相关情况。以往如果旅客想知道自己的行李查找状况，只能通过拨打航空公司电话了解情况，不仅有时难以拨通，而且对工作人员的解释也不太理解。通过本系统，旅客只需通过手机或网络登录物联网的机场集成行李处理系统输入相关资料，就可以看到自己丢失行李的最新进展情况，如已经找到了，已经交付给旅客，或是正在查询中。同时，旅客也可以看到航空公司工作人员具体工作流程，如都给哪些航站拍发了电报，都向哪些地方进行了查找等，不仅满足了旅客的知情权，更让旅客随时监督航空公司的工作。

#### 4 结语

在机场集成行李处理中，最关键的问题是行李的识别/监控和行李信息的获取/查询。本文针对传统的机场行李处理存在的问题，将电子标签与物联网结合，

利用电子标签作为行李识别的手段，利用物联网来监控和获取行李物品的信息，提出了基于物联网的机场集成行李处理系统，对其结构和功能进行了详细的分析，并通过应用实例阐明了该系统的优势和可行性。本文所提出的基于物联网的机场集成行李处理系统具有高度自动化的特点。目前基于该方案开发的机场集成行李处理系统已经在国内某些航空公司安装使用，今后将根据用户的反馈继续完善。

OFweek物联网