

物联网统一编码体系的研究*

孙红^{1,2}, 张建宏^{1,2}, 秦守文^{1,2}, 屠金炜^{1,2}, 王晓婉^{1,2}, 吴钱忠^{1,2}

(1. 上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093; 2. 上海现代光学系统重点实验室, 上海 200093)

摘要: 针对目前物联网编码标志存在的编码体系不统一、方案不兼容、局限于某些领域、无法实现跨行业、跨平台、规模化的物联网应用等一系列问题,提出了一种新的编码思想和体系。它抽象出一种提供位移的载体物品和一般的实体物品,而现实中的产物品可以看做是由两者以不同方式的结合,对实体物品和载体物品采用统一编码,就完成了对物品在生产和流通阶段的编码标志。基于云计算的解析服务系统对物品的所有者和状态的信息进行动态更新,就能满足物联网对物品的实时监控和智能化管理。

关键词: 物联网; 载体物品; 实体物品; 统一编码; 云计算

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2013)09-2707-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2013.09.037

Research on unified coding system for Internet of things

SUN Hong^{1,2}, ZHANG Jian-hong^{1,2}, QIN Shou-wen^{1,2}, TU Qian-wei^{1,2}, WANG Xiao-wan^{1,2}, WU Qian-zhong^{1,2}

(1. School of Optical-Electrical & Computer Engineering, University of Shanghai for Science & Technology, Shanghai 200093, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Modern Optical System, Shanghai 200093, China)

Abstract: At present there are many problems in the development of the Internet of things. These coding systems are not uniform, not compatible with each other, and limited to certain areas so unable to be applied in a multi-industry, cross-platform and large-scale way. In order to solve this problem, this paper put forward a new coding ideas and systems, which applied the unified method of coding to mark various items. This coding system abstracted a carrier items which provided the displacement. It looked on product of all the fields as the combination of the two in different way. With the application of the unified coding method on the physical objects and carrier items, it completed the coding of the products, both at the production and circulation stages. And With the application of the unified coding method, based on cloud computing the analysis service system dynamically updates the information of product's owners and state to meet the need of IoT for the real-time monitoring and intelligent management.

Key words: Internet of things; carrier items; physical objects; uniform coding; cloud computing

物联网是通过射频识别、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,把任何物体与互联网连接起来,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,使人们通过互联网能够监控处于庞大网络中的物品运行状况,从而实现对物品的智能化、精确化管理与操作。物联网统一标志是物联网建设的基石。物联网编码标志存在的突出问题是编码标志不统一,方案不兼容,无法实现跨行业、跨平台、规模化的物联网应用。在国内物联网示范工程的应用中,因为采用各自系统的编码方案,所以当需要实现跨系统、跨平台、跨地域的互联互通时,就会遇到编码标志不统一这一瓶颈问题。随着物联网应用的深入,跨系统、跨平台、跨地域之间的信息交互、异构系统之间的协同和信息共享会逐步增多,建立统一物联网编码标志体系已成为共识。

目前对编码标志体系的研究主要集中在对现存的编码体系进行稍加修改,以适用于某一方面^[1-3],本文在研究各个编

码体系思想方法的基础上,提出一种新的编码体系和思想,以解决全球物联网发展中物品的统一编码问题。

1 传统编码体系及物联网编码要求

在理论上,现有物品标志的标准之所以种类繁多,是由于物品编码标志的研究还未形成完整的理论体系框架,各编码体系针对特定的应用领域和行业,造成了标志方法之间存在很大的差异,当前多种编码标志方案(EPC、UID、CPC、MCode、ISO等)并存,EPC标准侧重于物流管理和库存管理;uCode没有固定的编码规则,可用于库存管理、信息发送、接收以及产品和零部件的跟踪管理等;CPC商务产品编码体系针对贸易界、零售业、物流业,为每一个企业及产品赋予唯一的编码;MCode是韩国提出的,在移动商务领域使用RFID的编码,目前主要应用在韩国移动商务领域。此外,编码体系包含多种分级结构^[4],而且每种类型的分级结构也不尽相同,更为复杂的是有

收稿日期: 2012-12-13; **修回日期:** 2013-02-28 **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(61170277);上海市教委科研创新重点项目(12zz137);上海市一流学科建设项目(S1201YLXK)

作者简介: 孙红(1964-),女,北京人,副教授,硕士,博士研究生,主要研究方向为计算机网络通信与云计算、管理科学与工程、计算机科学与技术、控制科学与工程、模式识别与智能系统(sunhong_sh@sohu.com);张建宏(1988-),男,河南郸城人,硕士研究生,主要研究方向为控制理论与控制工程、物联网、嵌入式系统;秦守文(1987-),男,硕士研究生,主要研究方向为嵌入式Linux操作系统及其应用;屠金炜(1986-),男,硕士研究生,主要研究方向为计算机科学与技术、云计算和管理信息系统;王晓婉(1987-),女,硕士研究生,主要研究方向为计算机应用技术、嵌入式系统、DSP;吴钱忠(1986-),男,硕士研究生,主要研究方向为智能控制、无线传感网。

些编码中的一种又分为很多种不同的子类型。它们都是针对不同的应用领域,采用不同的编码标志方法,它们所用的编码体系和思想差异很大,扩展性不强,无法用一种编码方法解决所有领域的编码问题,尤其是不能满足新产品、新事物的分类编码问题,且编码体系之间并不相互兼容。以上种种问题严重阻碍了物联网的快速发展。因此,全球物联网的发展首先要对每一个物品统一身份标志和建立一套完整编码体系。

物品编码系统是指由不同数据结构、不同应用领域、不同承载方式的物品编码构成的系统,该系统是国家物品识别网络的基石,用于为上层自动识别系统提供数据采集内容。文献[5]提出了建立物联网的物品编码体系需具备以下特性,才能满足物联网建设的需求:

a)科学性。物品编码体系的建立需遵循人类认识事物的基本方法和一般规律,首先应对物品编码体系的各构成要素及其关系进行透彻的研究和分析,在此基础上,归纳和分析对象并将两者结合起来,建立一个结构明确、易于使用和维护的体系框架,使得体系之间各要素的联系符合科学发展规律。物品编码体系客观反映了我国目前编码发展现实状况,可满足不同层次的信息化发展需求,是一个科学的编码体系。

b)兼容性。物联网是实现所有物与物之间信息交换的途径。这就必然要求物品编码体系能实现内容各子系统的兼容,尤其是在开放流通领域中,各编码系统的兼容是打破信息孤岛、实现信息共享的必然要求。

c)全面性。物品编码体系需面向各行各业的所有物品,如能源、化工、服装等行业。它是一个全面的编码体系,可以在物品的贸易运输、商品结算、产品追溯等多个环节应用。

d)可扩展性。按照实际发展情况和需求变化,物品编码体系需满足扩展性要求,保留一定的扩展位,为新的物品编码的需求提供发展空间和方向。

e)国际性。全球化的发展必然要求各国之间对物联网的建设相互合作、相互支持。在物品编码领域,由于需确保物品编码在全球的唯一性,要求各国协商一致,根据各国的市场与需求合理分配代码。这需要一个国际机构统一组织管理,推动物品编码实现国际化,积极引导物联网的建设。

f)无歧视性。不管采用全数字还是字母结合的形式,物品编码都不受地方色彩、语言、经济水平、政治观点的限制,它是无歧视性的编码。

2 统一编码体系思想

根据物联网目前发展的需要,如何以最简洁的编码形式标志物品尽可能多的信息,同时满足将来社会的需求,这将大大简化物联网标志体系的后续工作,如标示、识别、解码等,方便兼容或者转换在某些领域的编码体系,并在全球物联网发展中将产生深远影响。物质是指在人们的意识之外独立存在又能人的意识所反映的客观实在。物品作为具有使用价值的物质,种类繁多,数目庞大,而且新物品层出不穷,为了方便人与物、物与物之间的信息交流,方便人类的生产生活,为每一个物品确定一个“身份”统一编码是物联网中亟待解决的问题。

物质存在的形式,即运动和静止。一切物质处于运动中。因此,物质的存在形式是运动,物品出产后,物品的运动形式主要表现在位置的变化和使用价值的损耗。在商品经济中,商品形成后,一般要进行价值交换,即物品所有权的变更,然后随着

人们使用,获取使用价值,最后废弃消失。因此,描述物品的信息因素主要有产生、位移、物权变化、使用价值的损耗等状态信息。

2.1 物品抽象分类

物品从生产到实现其使用价值的过程中,一般都会有位置的变化即位移。位置的变化是通过物品的运动实现的。按照物品的运动属性——能否为其他物品提供位移服务,可分为:能为其他物品提供位移服务的称为载体;否则称为实体。从载体抽象出各种各样的位移服务——载体物品,例如T110列车是从上海站到北京站的载体,从物质的运动形式上看,它其实就是上海铁路局提供的把乘客或者货物的物理位置由上海变成北京的一种作用因子,这种作用因子本文称之为载体物品。这里定义的实体物品则是一般的商品。从这个分类角度分析,世界上所有物品生产厂商分为:a)利用原材料生产实体物品;b)利用各种各样的载体为物品提供位移服务。对这两类物品编码,就完成了物品在生产和流通阶段的身份标定。

实体物品与载体物品的关系如下:

a)实体物品之间可以通过有机组合形成新的物品,如波音的零件厂商生产的物品最终组装成波音飞机。

b)载体物品之间能够相互搭载,例如物流行业提供的就是从甲地到乙地的位移;又如中国邮政从甲地到乙地的邮件,可以借助铁路或者民航提供的这种位移服务。

c)实体类物品借助载体类物品运动,现实中表现为位移。例如网购的商品,通过物流的公路、铁路、航空等提供载体类产品最终到达消费者。

d)载体物品是厂商通过实体物品提供的。例如,铁路局通过实体物品火车,为实体物品提供位移服务。

纵观全球的物品,实体类物品在厂家生产后,借助载体类物品到达消费者。交易后,也就是物权变化后,最终人们获取物品的使用价值,然后变成无用之物,退出人类的生活。在销售和消费阶段涉及到位置的变化、所有权的变化,以及在使用过程中状态信息的变化。本文提出的编码体系由物权所有者对其物品的状态信息进行动态更新,以满足物联网中物品信息的实时性。

3 统一编码体系方法

实体类载体物品和载体类实体物品具有共同的编码要素,因此采用相同的方法编码。下面按照物品编码的组成要素:地理坐标、物品类别代码、单件物品代码,逐一介绍编码规则。

3.1 实体物品编码方法

1) 地理坐标

物品的来源是相对固定唯一的,例如产地或者工厂,相对于地球这个参考系,它的地址是固定的,可以由经度、纬度、高度唯一确定,同样也确定了国家、地区、邮政编码、街道号等生产厂商注册的信息。因此,公司注册时,在现有信息的基础上,再加上其所在地理坐标,这样就可以建立一个映射:地理坐标 $\xrightarrow{f}$ 生产单位。由于地球表面上的坐标点是无限的,它确定无数个生产厂商,而且也能容纳未来可能出现的单位,还能解决由于未来社会发展带来的编码扩展的问题,一劳永逸。这种新型编码方法打破了传统的国家、地区的编码歧视、注册先后顺序不公平等问题。这个信息用于编码中,简单明了,节省了大

量的后续工作。其用公式表示为

$$f(x, y, z) \rightarrow e, e \in E \quad (1)$$

其中: x 表示纬度; y 表示经度; z 表示相对于地表高度(适用在高层建筑中, 厂商在同一坐标上, 可以省略); e 表示某个生产厂商; E 表示全球现存的或者未来出现的物品生产厂商。

2) 物品类别代码

随着科学技术的不断进步, 全球经济快速发展, 物质财富迅速膨胀, 产生的物品种类急剧增长, 种类繁多, 用途多样; 现在的编码体系包括由联合国统计署制定的《产品总分类》, 很难对其作出准确的分类, 尤其是对将来出现在未知领域的物品。因此, 传统的编码方法面临着严峻挑战。

本文提出一个新的方案用于解决传统编码在物品分类方面出现的问题。具体以某个生产厂商 e , 从诞生到消逝即整个生存过程中, 生产的物品种类十分有限, 因此只需要把 e 生产的物品种类按照先后顺序进行编号, 就可以建立从物品种类编号到这种物品的详细信息(物品种类名称、品牌、原料、运输、加工、有效期、重量、尺寸等)。函数表示为

$$f(x, y, z, m) \rightarrow M, M \in \{M\} \quad (2)$$

其中: x 表示纬度; y 表示经度; z 表示相对于地表高度; m 表示生产厂商 e 所生产的某种产品的编号; M 表示编号为 m 的这类产品所对应的详细信息(物品种类名称、品牌、原料、运输、加工、有效期、重量、尺寸等); $\{M\}$ 表示生产厂商 e 的产品种类详细信息的集合。

3) 单件物品代码

现实生活中, 企业所生产的某种类型的产品往往很多, 都需要对每个产品进行编号, 假设某生产厂商 e 生产的编号为 m 的这类型产品中, 按照顺序进行编号, 同样可以建立该产品的编号 n 到这个产品的信息 N (如生产日期等)的映射。函数表示为

$$f(x, y, z, m, n) \rightarrow N, n \in \{N\} \quad (3)$$

其中: x 表示纬度; y 表示经度; z 表示相对于地表高度; m 表示生产厂商 e 所生产的某种产品的类别编号; n 表示某类中第 n 个物品的个体编号; $\{N\}$ 表示生产厂商 e 的具体一个产品的详细信息的集合。

综上所述, 通过地理位置、类别编号、物品编号能够指向确定的某个物品的详细信息。把所有的 E 、 M 、 N 建立数据库, 即建立了编码和物品之间的解析环节。其中由物品的生产厂商负责为每一个产品分类和单品分配唯一的、不重复的类别代码和单件物品代码。因此, 统一编码体系的物品代码是由地理坐标、类别代码和单品序列号组成。

3.2 载体物品编码方法

采用和实体物品同样的编码方法, 可以完成载体物品的编码, 只是它们的代码对应的解析信息有所不同。

1) 地理坐标

$$f(x, y, z) \rightarrow e, e \in E$$

其中: x 表示纬度; y 表示经度; z 表示相对于地表高度(高层建筑中, 厂商在同一坐标上, 可以省略); E 表示全球现存的或者未来出现的载体物品生产厂商; e 表示某个生产厂商。

2) 物品类别代码

$$f(x, y, z, m) \rightarrow M, M \in \{M\}$$

其中: x 表示纬度; y 表示经度; z 表示相对于地表高度; m 表示载体生产厂商 e 所提供的某种载体的编号; M 表示编号为 m

的这类产品所对应的详细信息(起点、终点、始发时间、到达时刻等); $\{M\}$ 表示生产厂商 e 的载体种类的详细信息的集合。

3) 单件物品代码

现实生活中, 企业所生产的某种类型的产品往往很多, 都需要对每个产品进行编号, 假设某生产厂商 e 生产的编号为 m 的这类型产品中, 按照顺序进行编号, 同样可以建立这个产品的编号到该产品的信息(载体搭载的实体物品信息、所有者、它的状态信息)。函数表示为

$$f(x, y, z, m, n) \rightarrow N, n \in \{N\}$$

其中: x 表示纬度; y 表示经度; z 表示相对于地表高度; m 表示生产厂商 e 所生产的某种产品的类别编号; n 表示某类物品的个体编号; N 表示具体载体物品的详细信息(载体搭载的实体物品信息、所有者、它的状态信息); $\{N\}$ 表示生产厂商 e 的具体一个产品的详细信息的集合。

综上所述, 物品编码方法与解析信息如图1所示。

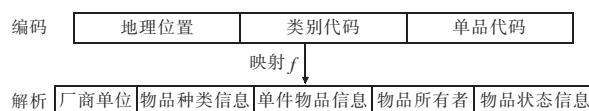


图1 编码解析结构图

3.3 对实体物品和载体物品的不同结合方式的编码方法

1) 实体物品之间

实体物品之间可以通过有机组合形成新的物品。假设不同生产单位的产品 $A_1, A_2, \dots, A_n$, 经过其他生产厂商的有机组合, 生产出新的产品 B 。则 B 按照上述方法编码, 它的解析信息除了必要的说明信息外, 还应直接包含 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 的代码, 便于逐一查出物品 B 的详细信息。如果 B 再和其他产品结合, 形成新的物品, 则新物品的编码方法不变, 解析信息应包含 B 的代码。更复杂的物品, 应采用上述循环嵌套的方法进行编码解析。

2) 载体物品之间

载体物品之间能够相互搭载。假设某厂商的载体物品 C 从甲地到乙地, 需要借助其他单位的载体物品 D 提供的某段位移服务, 则 D 的编码方法和载体物品的编码方法一样, 不同的是在 D 代码对应的解析信息中, 要包含 C 的代码, 两者的状态信息相关联。例如, D 的状态信息中, 位置发生更新时, 从 C 的代码查到的状态信息中, 其位置将作相应的变化。多重搭载的物品编码解析方法以此类推。

3) 实体物品与载体物品

实体类物品, 借助载体类物品运动, 在现实中表现为位移。载体物品以实体物品为依托, 为其他实体物品提供位移服务。假设载体物品 C 为实体物品 E 提供某位移服务, C 所依托的实体物品 F 是某交通工具。那么 C 的解析信息中应包括 F 和 E 的代码。从 E 的代码可以获取载体物品 C 和交通工具 F 的信息。而它们的解析信息中文字说明可以根据实际情况而定。

综上所述, 通过对实体物品和载体物品的编码就完成了商品从生产单位到消费者的所有编码任务, 同时也完成了每个物品身份的标志。在商品经济中, 物品从生产者到消费者涉及物权的转移, 物品在其使用价值消耗过程中, 又有物品的状态信息。因此, 在销售和使用阶段, 只需要对其拥有者和状态信息进行动态更新, 就能满足物联网对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理, 使人们通过互联网能够监控物品运行情况, 而实现对物的智能化、精确化管理与操作。

3.4 基于云计算的解析服务系统^[6]

云平台是云计算系统的核心组成部分。它作为云计算服务的基础,管理着数量巨大的底层物理资源,以虚拟化的技术来整合一个或者多个数据中心的资源,屏蔽不同底层设备的差异性,统一分配和调度计算资源、存储资源与网络资源,以一种透明的方式向用户提供包括计算环境、开发平台、软件应用在内的多种服务。在使用者看来,云平台的资源是无限扩展的,用户可以利用各种终端设备通过网络接入到云平台,随时获取、实时使用、按需扩展计算和存储资源。

物联网通过覆盖全球的传感器、RFID 标签技术实时感知海量数据,并能通过汇聚、挖掘与智能处理获取有价值的信息,为不同行业的应用提供智能服务。物联网数据具有海量、多态、动态、关联的特点。全球数以万计的生产厂商,每时每刻都在进行物品的生产,于是在物流运输方面,物品的动态信息在变化;商品交易方面,物品所有者也在变化;在人们获取其使用价值时,物品的状态信息也会变化。这些物品的数据需要同步到云上,因此要利用数据中心与计算平台存储、管理物联网的海量数据,并对物品的编码进行解析服务,然后反馈需要的物品信息。

本文所描述的编码方法就是把单品编码与它所对应的信息建立映射关系,如式(1)~(3)所示。单个物品的信息就由 e 、 M 、 N 以及物品所有者和物品的信息组成,物品的状态信息随物品所有者动态更新。用户还可以根据自己的物品情况下载合适的数据库资源,进行动态更新,以满足解码的需要。

3.5 新编码体系的特点

在本文提出的编码体系中,以地理坐标确定生产厂商,打破了其他编码体系中国家、地区的限制,建立起三维空间坐标点与全球的厂商单位一一对应,并且能够无限扩展系统。物品类别代码由厂商决定,不再受国际组织制定的各种物品分类标准的束缚,克服了现在分类标准对未来新领域新事物界定不明确的缺点。此编码体系只有三段编码要素,代码简洁,利用云计算技术进行物品代码解析,速度更快。对实体物品的抽象分类,并且每类都采用相同的编码方法,打破了不同行业 and 不同领域的限制,突破了现存编码体系分类标志不统一,方案不兼容,无法实现跨行业、跨平台、规模化的物联网应用。

(上接第2706页)GPS数据进行有效的分析,在此基础上实现的移动位置历史挖掘和异常检测系统能够分析并可视化展示候鸟迁徙过程中产生的经停地分布、每一个经停地对候鸟迁徙的重要性以及移动序列分布;b)提出了一种移动序列相符度计算方法,可视化展现该计算结果后,可轻松发现常见移动模式和异常行为,为生物学家进行动物监测和分析提供了基础。目前,在该系统所采用的建模方法中,在提取移动序列时只考虑了序列的顺序,没有考虑候鸟栖息在各个经停地的时间顺序,而后者也应该是计算移动序列相符度时应该考虑的因素。在接下来的工作中,会逐步完善该模型。

参考文献:

- [1] SMOUSE P E, FOCARDI S, MOORCROFT P R, *et al.* Stochastic modeling of animal movement [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2010, 365(1550): 2201-2211.
- [2] LI Quan-nan, ZHENG Yu, XIE Xing, *et al.* Mining user similarity based on location history [C]//Proc of the 16th ACM SIGSPATIAL

4 结束语

本文分析了现存编码体系的利弊和现实生活中物品属性,提出一种新型的统一编码体系和思想,抽象出载体物品和实体物品,并阐述了两者的关系,对应现实中四种情况的编码问题,采用同一种新的编码方法,解决了物品的生产和流通阶段的统一编码难题。进一步解释了物品在销售和使用阶段解析信息的更新方法,满足物联网每一个物品情况的实时监控和智能化管理。

参考文献:

- [1] 徐珉. 基于 EPC GID-96 矿用物联网标签编码方案研究 [J]. *煤炭科学技术*, 2012, 40(5): 70-73.
- [2] KONG Ning, LI Xiao-dong, YAN Bao-ping. A model supporting any product code standard for the resource addressing in the Internet of things [C]//Proc of the 1st IEEE International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems. Washington DC: IEEE Computer Society, 2008: 233-288.
- [3] 熊世娟. 基于 RFID 的物联网标识兼容模型与兼容机制的研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2011.
- [4] 刘冬冬. 基于 PZP 的物联网信息发现服务的研究 [D]. 郑州: 郑州大学, 2011.
- [5] 张铎. 物联网与物品标识系统 [J]. *物联网技术*, 2012, 3(1): 1-4.
- [6] 吴功宜, 吴英. 物联网工程导论 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 249-261.
- [7] 宁焕生, 徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考 [J]. *电子学报*, 2010, 38(11): 2590-2598.
- [8] EPC global Inc. V1.0.1, Object naming service (ONS) standard [S]. US: EPCglobal, 2008.
- [9] 柴欣. 物联网信息技术在现代食品物流中的应用 [J]. *物流工程与管理*, 2012, 34(8): 45-46.
- [10] 刘尧, 高峰, 徐幸莲, 等. 基于 RFID/EPC 物联网的猪肉跟踪追溯系统开发 [J]. *食品工业科技*, 2012, 33(16): 49-52.
- [11] 刘学江. 铁路物流物联网体系架构 [D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
- [12] 刘鹏程. 浅谈物联网与物品编码标准化 [J]. *物流技术*, 2011, 30(1): 17-24.

International Conference on Advances in Geographic Information Systems. New York: ACM Press, 2008.

- [3] ZHENG Yu, ZHANG Li-zhu, MA Zheng-xin, *et al.* Recommending friends and locations based on individual location history [J]. *ACM Trans on the Web*, 2011, 5(1): 1591-1596.
- [4] TANG Ming-jie, ZHOU Yuan-chun, LI Jin-yan, *et al.* Exploring the wild birds' migration data for the disease spread study of H5N1: a clustering and association approach [J]. *Knowledge and Information Systems*, 2011, 27(2): 227-251.
- [5] CLAUDIO C, ARDA A, JOSE M, *et al.* Advanced data mining method for discovering regions and trajectories of moving objects: ciconiaciconia scenario [C]//Proc of AGILE. Berlin: Springer, 2008: 201-224.
- [6] CUI Peng, HOU Yuan-sheng, XING Zhi, *et al.* Bird migration and risk for H5N1 transmission into Qinghai Lake, China [J]. *Vector-Borne and Zoonotic Disease*, 2011, 11(2): 567-576.
- [7] MUZAFFAR S B, TAKEKAWA J Y, PROSSER D J, *et al.* Seasonal movements and migration of Palla's Gulls *Larus ichthyaeus* from Qinghai Lake, China [J]. *Forktail*, 2008, 24(2008): 100-107.