



智慧林业丛书
SMARTER FORESTRY

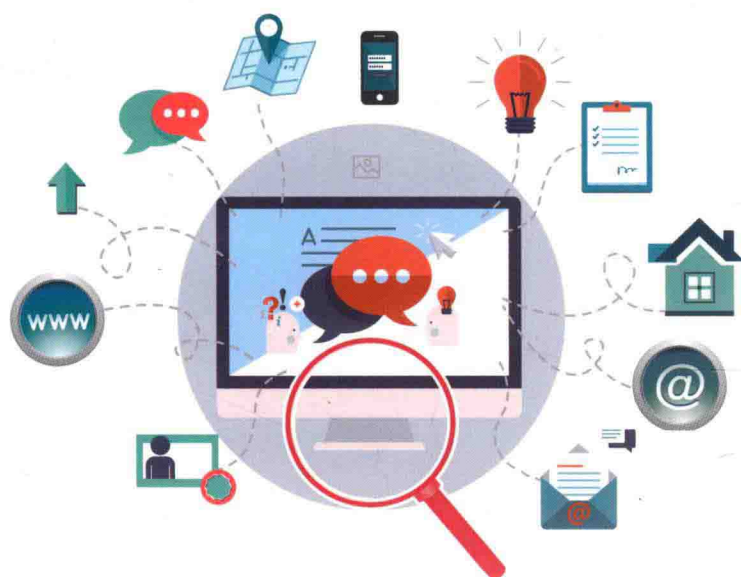
CHINA FORESTRY INTERNET OF THINGS

IDEAS DESIGN AND PRACTICE EXPLORATION

中国林业物联网

思路设计与实践探索

李世东 等著



中国林业出版社



智慧林业丛书
SMARTER FORESTRY

CHINA FORESTRY INTERNET OF THINGS

IDEAS DESIGN AND PRACTICE EXPLORATION

中国林业物联网

思路设计与实践探索

李世东 等著



中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国林业物联网：思路设计与实践探索 / 李世东等著. —北京：中国林业出版社，2017. 12

(智慧林业丛书)

ISBN 978-7-5038-9488-6

I. ①中… II. ①李… III. ①互联网络—应用—林业 ②智能技术—应用—林业
IV. ①S7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 051450 号

中国林业出版社·生态保护出版中心

策划编辑：刘家玲

责任编辑：刘家玲 甄美子

出 版：中国林业出版社(100009 北京西城刘海胡同 7 号)

电 话：83143519 83143616

印 刷：北京中科印刷有限公司

版 次：2017 年 12 月第 1 版

印 次：2017 年 12 月第 1 次

开 本：787mm × 1092mm 1/16

字 数：610 千字

印 张：24.25

定 价：85.00 元



《中国林业物联网：思路设计与实践探索》

李世东 顾红波 白 莹 编著

参与编写人员

王继龙	赵燕东	张会华	徐 前
胡 永	马严彦	王青春	施茂寅
李洪涛	张 昀	吴 桐	卓 兰
胡 良	杨新民	冯峻极	高 崎
王 辉	张洪军	李淑芳	罗俊强
祝 巍	谢宁波	赵 瑄	简 帅
张 翼	闫瑞华	张 明	冯 戈
孟庆雯	刘利民	邵左涓	



前 言

当前，物联网已成为我国战略性新兴产业的一项重要组成内容，对提升社会管理和公共服务水平，带动相关学科发展和增强技术创新能力，推动产业结构调整和发展方式转变具有重要意义。

国家林业局顺应物联网发展大势，积极研究和探索林业物联网建设工作。2011年，国家林业局被列为首批国家物联网应用示范部委之一，组织开展长白山森林资源安全监管与服务、井冈山森林旅游安全监管与服务物联网应用示范项目建设。2012年，国家林业局联合北京市园林绿化局启动了“中国信息林”智慧森林物联网应用项目，中国第一片“智慧森林”在北京园博园落地。2015年，国家林业局积极开展了以树树“一扫通”、人人“一卡通”、处处“一网通”为核心的智慧机关建设。国家林业局在林业物联网应用与推广方面积累了丰富的经验，奠定了坚实的理论与实践基础。

为深入贯彻落实《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》（国发〔2013〕7号）、《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》（国发〔2015〕40号）等系列决策部署，充分发挥国家林业局作为首批国家物联网应用示范部委的带头作用，进一步加强林业物联网建设，为林业现代化提供支撑和保障，全国林业信息化领导小组办公室自2012年组织开展了《中国林业物联网发展规划》编制工作，并在此基础上印发了《国家林业局关于推进中国林业物联

网发展的指导意见》(林信发[2016]76号)。近两年,为有效促进林业发展方式转变,有力提升林业质量效益,满足林业现代化建设需要,全国林业信息化领导小组办公室结合林业物联网建设和发展实际,组织编写了《中国林业物联网:思路设计与实践探索》。

本书包括思路设计、应用示范和保障探索三大部分共10章。第一部分为思路设计,在深入分析国内外物联网发展历程和现状的基础上,重点提出了林业物联网建设的发展思路、重点任务和保障措施,以及林业物联网关键技术。第二部分为应用示范,重点介绍了资源监管物联网、生态旅游物联网、智慧森林物联网和智慧机关物联网等4个林业物联网典型应用案例,为林业物联网健康有序发展起到有效带动作用。第三部分为保障探索,总结了近几年来发布的林业物联网国家标准和行业标准,物联网相关的政策制度,并通过案例形式,分析了物联网在其他领域应用的新模式。本书内容通俗易懂、信息量大、专业性强,侧重林业物联网顶层设计、新技术运用和实践探索,具有很强的指导性和实践性。

不妥之处,敬请批评指正。

作 者

2017年10月18日

前 言

— 思路设计 —

第一章 物联网概述	3
一、物联网的概念	3
二、物联网的特点	5
三、物联网技术的国内外进展	12
四、物联网与云计算、大数据	21
第二章 林业物联网顶层设计	27
一、林业物联网发展思路	27
二、林业物联网重点任务	37
三、林业物联网保障措施	48
第三章 林业物联网关键技术	50
一、感知技术	50
二、网络通信技术	57
三、嵌入式技术	62
四、数据融合与智能技术	64

— 应用示范 —

第四章 资源监管物联网	77
一、建设背景	77



二、建设内容	80
三、主要做法	84
四、主要成果	112
五、效益分析	117
第五章 生态旅游物联网	121
一、建设思路	121
二、建设内容	124
三、主要做法	139
四、主要成果	156
五、效益分析	169
第六章 智慧森林物联网	171
一、建设背景	171
二、建设内容	178
三、主要做法	185
四、主要成果	186
五、未来展望	192
第七章 智慧机关物联网	197
一、一网通建设	197
二、一卡通建设	207
三、一扫通建设	210

— 保障探索 —

第八章 物联网技术标准	223
一、国家标准	223
二、行业标准	268
第九章 物联网政策制度	287
一、指导意见	288

二、发展规划	293
三、资金制度	317
四、林业行动	321
第十章 物联网经验借鉴	332
一、智能家居	332
二、智能医疗	342
三、智能物流	353
四、智能楼宇	360
参考文献	372
后 记	376

思路设计

SILU SHEJI



林业信息化
Forestry Informationization



— 第一章 —

物联网概述

一、物联网的概念

(一) 物联网概念——定义

物联网(Internet of Things)作为一种新兴技术,日益走进各行各业,发挥着越来越大的作用,它是在“互联网”的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信的一种网络。但其定义比较宽泛,有不同版本的定义。

最简洁明了的定义:物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体,让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。它具有普通对象设备化、自治终端互联化和普适服务智能化3个重要特征。

国内外普遍公认的物联网定义是麻省理工学院阿什顿(Ashton)教授1999年在研究射频识别(RFID)时最早提出来的。在2005年国际电信联盟(ITU)发布的报告中,物联网的定义和范围已经发生了变化,覆盖范围有了较大的拓展,不再只是指基于RFID技术的物联网。

2000年美国提出了“传感网”概念,是“物联网”概念的前身,其定义是:通过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,把任何物品通过物联网域名相连接,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概念。

还有其他的定义:物联网指的是将无处不在的末端设备和设施,包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等与“外在使



能”的，如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”，通过各种无线、有线的长距离、短距离通信网络连接物联网域名实现互联互通、应用大集成，以及基于云计算的 SaaS 营运等模式，在内网、专网、互联网环境下，采用适当的信息安全保障机制，提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面、集中展示等管理和服务功能，实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

（二）物联网概念——物联网的三个实践方向

何为数据“泛在聚合”意义上的物联网？

第一个实践方向被称作“智慧尘埃”，主张实现各类传感器设备的互联互通，形成智能化功能的网络。

第二个实践方向即是广为人知的基于 RFID 技术的物流网，该方向主张通过物品物件的标识，强化物流及物流信息的管理，同时通过信息整合，形成智能信息挖掘。

第三个实践方向被称作数据“泛在聚合”意义上的物联网，认为互联网造就了庞大的数据海洋，应通过对其中每个数据进行属性的精确标识，全面实现数据的资源化，这既是互联网深入发展的必然要求，也是物联网的使命所在。

比较而言，“智慧尘埃”意义上的物联网属于工业总线的泛化。这样的产业实践自从机电一体化和工业信息化以来，实际上在工业生产中从未停止过，只是那时不叫物联网而是叫工业总线。这种意义上的物联网将因传感技术、各类局域网通信技术的发展，依据其内在的科学技术规律，坚实而稳步地向前行进，并不会因为人为的一场运动而加快发展速度。

RFID 意义上的物联网，所依据的 EPCglobal 标准在推出时，即被定义为未来物联网的核心标准，但是该标准及其唯一的方法手段 RFID 电子标签所固有的局限性，使它难以真正指向物联网所提倡的智慧星球。原因在于，物和物之间的联系所能告知人们的信息是非常有限的，而物的状态与状态之间的联系，才能使人们真正挖掘事物之间普遍存在的各种联系，从而获取新的认知、获取新的智慧。

“泛在聚合”即是要实现互联网所造就的无所不在的浩瀚数据海洋，实现彼此相识意义上的聚合。这些数据既代表物，也代表物的状态，甚至代表人工定义的各类概念。数据的“泛在聚合”，将能使人们极为方便地任意检索所需的各类数据，在各种数学分析模型的帮助下，不断挖掘这些数据所代表的事务之间普遍存在的复杂联系，从而实现人类对周边世界认知能力的革命性飞跃。

(三) 物联网概念——中国的物联网

物联网的概念与其说是一个外来概念,不如说它已经是一个“中国制造”的概念,它的覆盖范围与时俱进,已经超越了1999年Ashton教授和2005年ITU报告所指的范围,物联网已被贴上“中国式”标签。

2009年8月,时任总理温家宝在无锡视察时提出“感知中国”,无锡市率先建立了“感知中国”研究中心,中国科学院、运营商、多所大学在无锡建立了物联网研究院。物联网被正式列为国家五大新兴战略性新兴产业之一,写入了十一届全国人大三次会议政府工作报告,物联网在中国受到了全社会极大的关注。

物联网是我国新一代信息技术自主创新突破的重点方向,蕴含着巨大的创新空间,在芯片、传感器、近距离传输、海量数据处理以及综合集成、应用等领域,创新活动日趋活跃,创新要素不断积聚。物联网在各行各业的应用不断深化,将催生大量的新技术、新产品、新应用、新模式。

党中央和国务院高度重视物联网发展,明确指出要加快推动物联网技术研发和应用示范;大部分地区将物联网作为发展重点,出台了相应的发展规划和行动计划,许多行业部门将物联网应用作为推动本行业发展的重点工作加以支持。随着国家和地方一系列产业支持政策的出台,社会对物联网的认知程度日益提升,物联网正在逐步成为社会资金投资的热点,发展环境不断优化。

在中国,物联网也被称为传感网。中国科学院早在1999年就启动了传感网的研究,并已取得了一些科研成果,建立了一些适用的传感网。物联网就是: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。物联网的概念是在1999年提出的。物联网就是“物物相连的互联网”。这有两层意思:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。

二、物联网的特点

(一) 物联网的最基本功能特征

物联网的最基本功能特征是提供“无处不在的连接和在线服务”(ubiquitous connectivity),具备十大基本功能。

1. 在线监测。这是物联网最基本的功能,物联网业务一般以集中监测为主、控制



为辅。

2. 定位追溯。一般基于传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等 GPS(或其他卫星定位,如北斗)和无线通信技术,或只依赖于无线通信技术的定位,如基于移动基站的定位、实时定位系统(RTLS)等。

3. 报警联动。主要提供事件报警和提示,有时还会提供基于工作流或规则引擎的联动功能。

4. 指挥调度。基于时间排程和事件响应规则的指挥、调度和派遣功能。

5. 预案管理。基于预先设定的规章或法规对事物产生的事件进行处置。

6. 安全隐私。由于物联网所有权属性和隐私保护的重要性,物联网系统必须提供相应的安全保障机制。

7. 远程维保。这是物联网技术能够提供或提升的服务,主要适用于企业产品售后联网服务。

8. 在线升级。这是保证物联网系统本身能够正常运行的手段,也是企业产品售后自动服务的手段之一。

9. 领导桌面。主要指商业智能仪表盘或商业智能个性化门户,经过多层过滤提炼的实时资讯,可供主管负责人实现对全局的“一目了然”。

10. 统计决策。指的是基于对联网信息的数据挖掘和统计分析,提供决策支持和统计报表功能。

(二)物联网架构特点

物联网是一种复杂多样的综合网络系统,根据信息生成、传输、处理和应用过程可以把互联网分为感知识别层、网络构建层、管理服务层、综合应用层。

1. 感知识别层。感知识别层由大量具有感知和识别功能的设备组成,可以部署于世界任何地方、任何环境之中,被感知和识别的对象也不受限制。感知识别技术是物联网的核心技术,是联系物理世界和信息世界的纽带,主要作用是感知和识别物体,采集并捕获信息。关键技术不仅包括射频识别技术、无线传感器等信息自动生成设备,也包括各种智能电子产品用来人工信息生成。感知识别设备的功耗、物体标签信息的浓缩和写入、物体信息代码的分类匹配等。近年来,各类可联网电子产品层出不穷,智能手机、个人数字助理(PDA)、多媒体播放器、上网本、笔记本式计算机、平板电脑等迅速普及,人们可以随时随地接入互联网,分享信息。信息生成方式多样化是物联网区别于其他网络的重要特征。

2. 网络构建层。网络构建层主要是感知识别层数据接入互联网。互联网及下一代互联网(包含 IPv6 技术)是物联网的核心网络。各种无线网络则提供随时随地的网络接入服务。各种不同类型的无线网络合力提供便捷的网络接入,是实现物物互联的重要基础设

施。无线个域网包括蓝牙技术(802.15.1 标准)、Zig-Bee 技术(802.15.4 标准),无线局域网包括现在广为流行的 WiFi 技术(802.11 标准),无线城域网包括现有的 Wi MAX 技术(802.16 标准),无线广域网包括现有移动通信网络及其演进技术(3G、4G 通信技术)。

物联网在接入层面需考虑多种异构网络的融合与协同。多个无线接入环境的异构性体现在:第一是无线接入技术(RAT)的异构性,各无线网络传输机制、覆盖范围、传输速率、提供的服务、面向的业务和应用各不相同;第二是组网方式的异构性,存在单跳式无线网络、多跳式无线自组网络和网状网等,网络控制方式不同;第三是终端的异构性,业务的多样化及 IC 技术的发展,终端包含手机、电脑、各种信息、娱乐、办公终端、嵌入式终端等,不同终端具有不同的接入能力、移动能力和业务能力;第四是频谱资源的异构性,不同频谱的传输特性不同,各种频段的无线技术也不相同;第五是运营管理的异构性,不同运营商针对不同业务和客户群设计开发不同的管理策略和资源策略。

3. 管理服务层。在高性能计算和海量存储技术的支撑下,管理服务层将大规模数据高效、可靠地组织起来,为上层行业应用提供智能的支撑平台。管理服务层的主要特点是“智能”。有丰富翔实的数据,运筹学理论、机器学习、数据挖掘、专家系统等“智能化”技术得以广泛应用。管理服务层还有一个关键问题就是信息安全和隐私保护,这将是物联网得以推广要面临的重大挑战。

4. 综合应用层。互联网从最初的计算机通信,发展到现在其应用范围不断扩展,并正朝着物物互联发展,网络应用的激增,呈现出多样化、规模化、行业化的特点。综合应用层需要把物联技术与行业技术相结合,应用层的关键技术在于根据具体的需求和环境,选择合适的感知技术、联网技术和信息处理技术。全面感知、可靠传送、智能化处理是物联网的核心能力,作为一个庞大、复杂的综合信息系统,物联网体系架构中的各层面都涉及许多关键技术。从关键技术层面看,物联网感知互动、信息安全和应用服务相关技术是物联网的重点,也是学术界和产业界关注的焦点。

(三)物联网的关键技术

1. 射频识别技术的应用。RFID 是一种简单的无线系统,由一个询问器(或阅读器)和很多应答器(或标签)组成。标签由耦合元件及芯片组成,每个标签具有唯一的电子编码,附着在物体上标识目标对象,它通过天线将射频信息传递给阅读器,阅读器就是读取信息的设备。RFID 技术让物品能够“开口说话”。这就赋予了物联网一个特性即可跟踪性,就是说人们可以随时掌握物品的准确位置及其周边环境。

2. 传感网。MEMS 是微机电系统的英文缩写。它是由微传感器、微执行器、信号处理器和控制电路、通信接口和电源等部件组成的一体化的微型器件系统。其目标是把信息的获取、处理和执行集成在一起,组成具有多功能的微型系统,集成于大尺寸系统中,从而大幅度地提高系统的自动化、智能化和可靠性水平。



3. M2M 系统框架。M2M 是 Machine - to - Machine/Man 的简称，是一种以机器终端智能交互为核心的、网络化的应用与服务。它将使对象实现智能化的控制。M2M 技术涉及 5 个重要的技术部分：机器、M2M 硬件、通信网络、中间件、应用。基于云计算平台和智能网络，可以依据传感器网络获取的数据进行决策，改变对象的行为进行控制和反馈。

4. 两化融合。两化融合是指电子信息技术广泛应用到工业生产的各个环节，信息化成为工业企业经营管理的常规手段。信息化进程和工业化进程不再相互独立进行，不再是单方的带动和促进关系，而是两者在技术、产品、管理等各个层面相互交融，彼此不可分割，并催生工业电子、工业软件、工业信息服务业等新产业。

(四) 物联网操作系统内核的特点

1. 内核尺寸伸缩性强，能够适应不同配置的硬件平台。比如，一个极端的情况下，内核尺寸必须维持在 10K 以内，以支撑内存和 CPU 性能都很受限的传感器，这时候内核具备基本的任务调度和通信功能即可。在另外一个极端的情况下，内核必须具备完善的线程调度、内存管理、本地存储、复杂的网络协议、图形用户界面等功能，以满足高配置的智能物联网终端的要求。这时候的内核尺寸不可避免地会大大增加，可以达到几百 K，甚至 M 级。这种内核尺寸的伸缩性可以通过两个层面的措施来实现：重新编译和二进制模块选择加载。重新编译措施很简单，只需要根据不同的应用目标，选择所需的功能模块，然后对内核进行重新编译即可。这个措施应用于内核定制非常深入的情况下，比如要求内核的尺寸达到 10K 以下的场合。而二进制模块选择加载，则用在对内核定制不是很深入的情况。这时候维持一个操作系统配置文件，文件里列举了操作系统需要加载的所有二进制模块。在内核初始化完成后，会根据配置文件，加载所需的二进制模块。这需要终端设备要有外部存储器（比如硬盘、Flash 等），以存储要加载的二进制模块。

2. 内核的实时性必须足够强，以满足关键应用的需要。大多数的物联网设备要求操作系统内核具备实时性，因为很多的关键性动作必须在有限的时间内完成，否则将失去意义。内核的实时性包含很多层面的意思，首先是中断响应的实时性，一旦外部中断发生，操作系统必须在足够短的时间内响应中断并做出处理。其次是线程或任务调度的实时性，一旦任务或线程所需的资源或进一步运行的条件准备就绪，必须能够马上得到调度。显然，基于非抢占式调度方式的内核很难满足这些实时性要求。

3. 内核架构可扩展性强。物联网操作系统的内核，应该设计成一个框架，这个框架定义了一些接口和规范，只要遵循这些接口和规范，就可以很容易地在操作系统内核上增加新功能的硬件支持。因为物联网的应用环境具备广谱特性，要求操作系统必须能够扩展以适应新的应用环境。内核应该有一个基于总线或树结构的设备管理机制，可以动态加载设备驱动程序或其他核心模块。同时内核应该具备外部二进制模块或应用程序的动态加载功能，这些应用程序存储在外部分介质上，这样就无需修改内核，只需要开发新的应用程