

NB-IoT 技术特性及应用

张永强, 高尚, 石莹, 周万珍

(河北科技大学 信息科学与工程学院, 河北 石家庄 050011)

摘要:传统的物联网通信技术 3G、WI-FI 等, 虽能满足一般的通信需求, 但其功耗高, 成本高等劣势成为限制物联网技术发展的因素。与此同时, NB-IoT 技术的优势逐渐显现, 可以满足物联网的不同需求, 成为相关开发人员进行产品研发的首要选择。NB-IoT 全称为基于蜂窝的窄带物联网, 是近几年新兴的一种物联网通信技术, 同时也成为了万物互联网的一个重要分支。该技术相比于 4G 技术、WI-FI 技术、GPRS 技术等, 具有低功耗、低成本、广覆盖、海量连接等技术特点, 并可直接部署于 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络。为了更全面地了解 NB-IoT 技术, 对 NB-IoT 技术的基本架构以及关键技术进行阐述, 并结合其他物联网通信技术进行对比分析, 重点剖析其在农业应用以及智能交通领域的典型案例, 并探讨了该技术在未来发展过程中所面临的挑战。

关键词: NB-IoT; 物联网; 通信技术; 农业应用; 智能交通

中图分类号: TP393.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2020)07-0051-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2020.07.012

NB-IoT Technical Features and Applications

ZHANG Yong-qiang, GAO Shang, SHI Ying, ZHOU Wan-zhen

(School of Information Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology,
Shijiazhang 050011, China)

Abstract: Traditional communication technologies of the Internet of Things, such as 3G and WI-FI, can meet the general communication needs, but their disadvantages, such as high power consumption and high cost, have become the factors limiting the development of the Internet of Things. At the same time, the advantages of NB-IoT technology are emerging gradually, which can meet different needs of the Internet of Things and become the first choice for relevant developers to carry out product research. NB-IoT, known as the narrow-band Internet of Things based on cellular network, is an emerging communication technology of the Internet of Things in recent years, and has also become an important branch of the Internet of everything. Compared with 4G, WI-FI, GPRS, etc., it has some technical characteristics of low power consumption, low cost, wide coverage and massive connection, and can be directly deployed on GSM network, UMTS network or LTE network. In order to understand NB-IoT technology more comprehensively, the basic architecture and key technologies of NB-IoT technology are expounded. Combined with the comparative analysis of other Internet of Things communication technologies, typical cases of NB-IoT in agricultural applications and intelligent transportation are analyzed, and the challenges faced by the technology in the future development are discussed.

Key words: NB-IoT; Internet of Things; communication technology; agricultural applications; intelligent transportation

0 引言

在物联网技术不断发展的同时, 物联网通信技术也日趋成熟^[1]。目前, 很多监控系统采用 GPRS、GSM、3G 等无线通信技术实现远程传输并取得了很好的效果, 但通信模块存在成本高、功耗大等缺点。而 NB-IoT 技术的发展很好地解决了这些问题。

NB-IoT 全称为基于蜂窝的窄带物联网, 它可直接部署于 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络, 可以支

持大量的低吞吐率、超低成本设备连接, 并且具有低功耗、优化的网络架构等特点^[2]。

除此以外, 其低功耗、低成本、广覆盖、海量连接的特点也使得数据的传输过程更加清晰透明, 从而也提高了数据传输的可靠性。

因此, 了解 NB-IoT 技术的基本架构、关键技术以及应用领域将有助于该技术未来的发展, 从而充分发挥其独特的优势。

收稿日期: 2019-08-31

修回日期: 2019-12-31

基金项目: 河北省自然科学基金(F2018208116); 河北省科技支撑计划项目(16210312D); 石家庄市科学技术软科学资助项目(195790055A)

作者简介: 张永强(1981-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为物联网、传感网; 高尚(1996-), 男, 硕士研究生, 研究方向为物联网。

1 NB-IoT 基本架构及关键特性

物联网框架包含了信息的感知层、传输层以及应用层。NB-IoT 体系架构主要分为五个部分:NB-IoT 终端、基站、物联网核心网、物联网平台(云平台)、第三方应用。NB-IoT 终端属于物联网层次架构中的感知层,负责实时监测并收集相关数据;基站、物联网核

心网、云平台属于传输层,其中物联网核心网是 NB-IoT 体系架构的核心部分。该层主要负责数据的传输、存储,并对数据加以分析;应用层包含了用户基于物联网平台的各种应用,例如:智能停车、智能路灯、智慧农业等。NB-IoT 基本架构如图 1 所示。

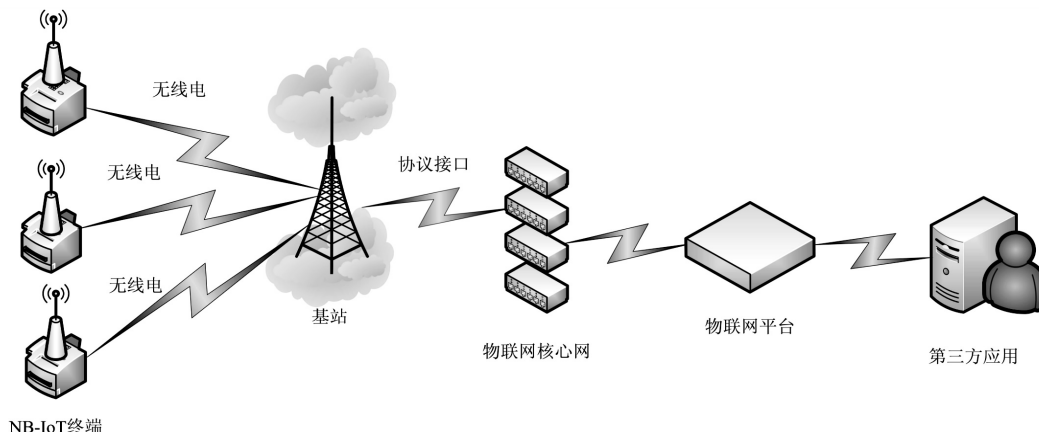


图 1 NB-IoT 基本架构

NB-IoT 技术目前得到广泛的应用主要源于其低功耗、低成本、广覆盖、海量连接的独特优势。

(1)低功耗:NB-IoT 主要适用于低速率、低功耗的设备。其独特的 PSM、eDRX 技术,使得终端在 90% 以上的时间都处于休眠状态,减少了通信原件的损耗。

(2)低成本:NB-IoT 技术低功耗的独特优势使得该技术的成本相比于其他物联网通信技术而言变得更低。芯片成本往往和芯片尺寸相关,尺寸越小,成本越低,模块的成本随之变低^[3]。

(3)广覆盖:在一些物联网应用场景中,有些场景对于覆盖区域和穿透强度的要求更高。与一般分组无

线电服务(GPRS)相比,NB-IoT 可以在所有操作模式下提供多达 20 dB 的增强覆盖^[4]。

(4)海量连接:NB-IoT 的终端可以支持大批量部署,目标是在一个 cell-site 扇区内至少支持 52 547 个设备的接入^[5]。

2 关键技术

据统计,到 2020 年将有超过 250 亿台的设备会通过无线通信连接起来^[6]。相比于其他的物联网通信技术,NB-IoT 技术在功耗、范围、成本方面提供了优势。物联网通信技术对比如表 1 所示。

表 1 物联网通信技术对比

通信技术	带宽/kHz	功耗	覆盖强度/dB	速率/(kbit/s)	成本
LoRa	125	约 10 年	约 155	5.5	< \$ 5
Sigfox	200	约 10 年	约 160	100	< \$ 5
NB-IoT	200	约 12.5 年	约 164	140	低至 \$ 1
2G	200	约 10 年	约 144	100 ~ 200	< \$ 5

2.1 低功耗

NB-IoT 技术最大的优势在于它的低功耗。相比于其他物联网通信技术,NB-IoT 的功耗可以达到 12.5 年,同时可以延长终端的使用寿命,进一步降低该技术的成本。低功耗的实现形式分为两种,即 PSM 省电模式以及 eDRX 扩展非连续接收技术。

(1)PSM 省电模式。

PSM 省电模式的原理在于 NB-IoT 终端大部分时间都处于休眠态。当终端传输完数据后,会进入空闲

态。在该段时间内,终端并不会向基站发送数据,而是等待基站与终端设备进行通信。如果两者没有发生任何通信,此时,终端会进入休眠态。进入休眠态后,由于通信原件的损耗较少,所以其功耗非常低。而休眠的时间可以通过两个低功耗的定时器实现,即激活定时器以及休眠 PSM 定时器。通过对两个定时器时间的设置可以控制空闲态以及休眠态的时长。PSM 省电模式的劣势很明显,在 90% 的休眠态中,基站是无法与终端设备进行通信的,所以该模式比较偏重数据

主动上报场景。PSM 原理^[7]如图 2 所示。

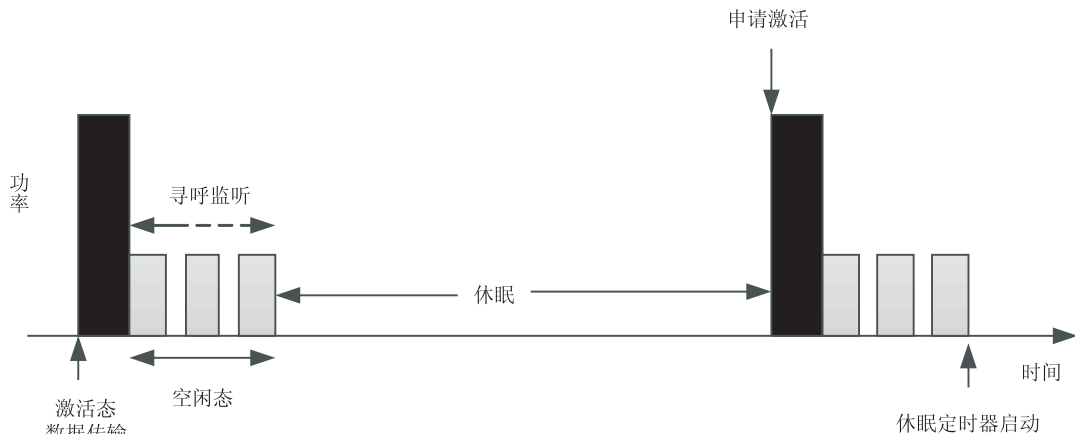


图 2 PSM 原理

(2) eDRX 扩展非连续接收。

eDRX 是在 DRX 技术上的扩展。当终端设备与基站进行通信的时候,在 DRX 技术的基础上,终端设备会周期性地监听寻呼消息。相比于 DRX 技术,

eDRX 技术支持的寻呼周期更长,从而达到节电的目的^[7]。除此之外,该技术更适合上行加下行的场景,一定程度上下行数据可以“实时”接收。eDRX 原理如图 3 所示。

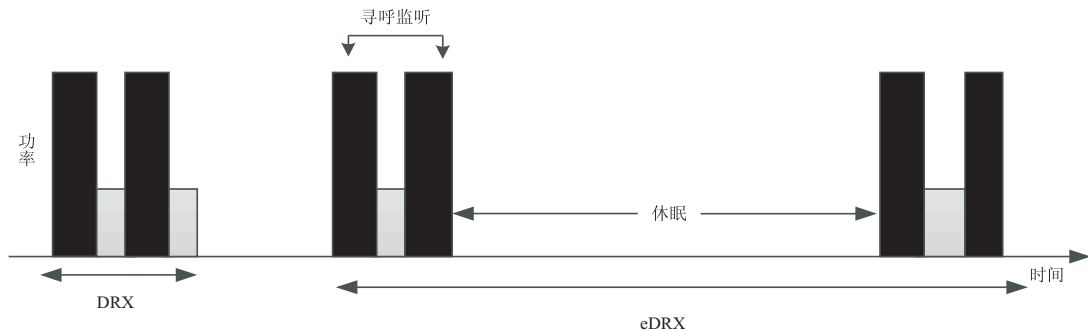


图 3 eDRX 原理

2.2 广覆盖

NB-IoT 广覆盖来自于两方面。下行主要依靠增加各自信道的最大重传次数以获得覆盖增强;上行主要通过提升其功率谱密度以及增加上行信道的最大重传次数增强其覆盖面积^[8]。在频段形同的情况下,该技术与传统的物联网通信技术相比,覆盖目标为 164 dB,比传统的 2G 技术增强 20 dB,相当于提升了 100 倍覆盖区域能力^[9]。

2.3 海量连接

NB-IoT 技术实现海量连接的方式主要有两种,分别是降低信令开销和窄带传输。

NB-IoT 通过降低信令开销提高了数据包在传输过程中的效率,同时可以节省 4~5 条信令。

NB-IoT 采用窄带传输技术。业务传输占用的频带资源相比 LTE 降低了许多。因此,在总资源一定的情况下,NB-IoT 技术资源利用率更高,与此同时,支持的连接数也就越多。经过统计发现,在同一基站的情况下,NB-IoT 通信技术相比于传统的 2G/3G/Zigbee 物联网通信技术,可以提供 50~100 倍的接

人数。

2.4 低成本

相比于其他的通信技术,NB-IoT 技术不需要重新建网,射频和天线是可以重复使用的^[10]。通过对物理层和硬件的重新设计,终端芯片的价格也会不断下降,未来的目标是将该芯片的价格降到 \$1。低成本的价格使得 NB-IoT 技术在未来可以得到更好的推广,应用于实际生活的各个领域。

3 NB-IoT 技术应用

3.1 智慧农业

NB-IoT 低功耗、广覆盖的优势使物联网技术得到了更快的发展。与此同时,NB-IoT 技术也逐步应用于农业领域,是相关开发人员进行产品研发的首要选择。众所周知,农业环境对农作物的生长有着至关重要的作用。农业的发展迫切需要低成本,低功耗的传感器实现对农作物生长环境的实时监测。目前很多农业环境监控系统采用 2G/3G/WI-FI 等无线通信技术实现数据的远程传输,并取得了一定的效果,但通信

模块存在成本高、功耗大等不足^[11]。通过 NB-IoT 技术,实现广覆盖、远距离、低功耗的数据传输,最终将数据传送到云平台。相关工作人员可以实时查看农作物生长环境的参数。农业环境监测系统体系架构如图 4 所示。

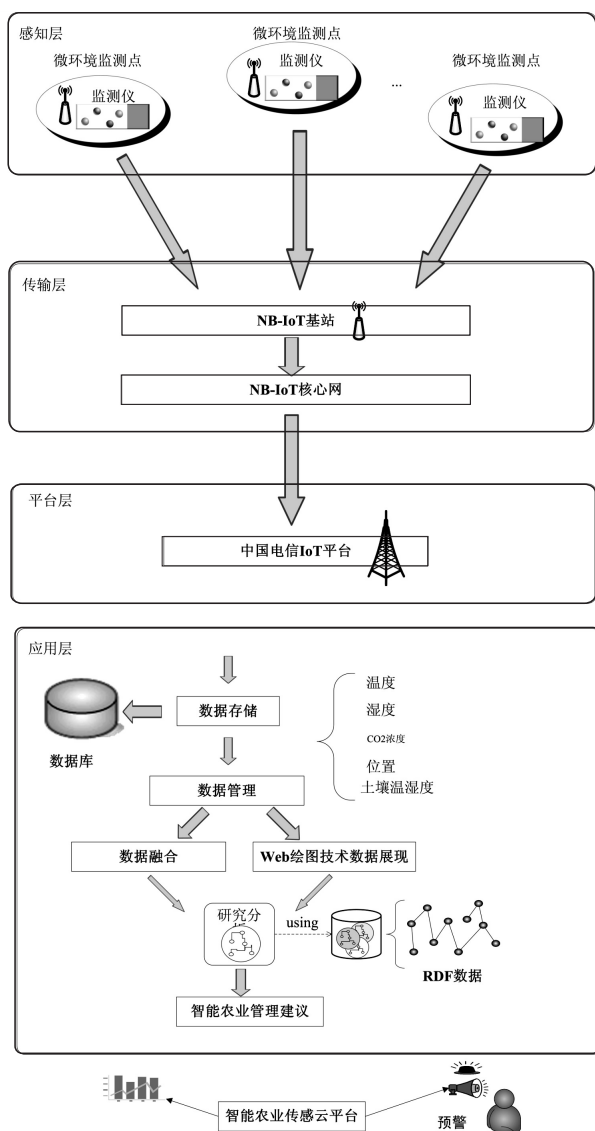


图 4 农业环境监测系统体系架构

首层为感知层,NB-IoT 终端包括了温度传感器、湿度传感器、CO₂ 浓度传感器、土壤酸碱度传感器等,负责数据的采集,并把采集到的数据发送到 NB-IoT 基站;第二层为传输层,负责 NB-IoT 设备的接入。核心网包括了 PGW、SGW、HSS、MME,是整个 NB-IoT 技术的核心。同时无线传感网络将数据发送到 NB-IoT 网络,再经过协议的转换发送到 Internet 网络。第三层为 IoT 平台层,负责处理收集到的相关数据;第四层为应用层,云服务器和监控终端部署在这一层,云服务器负责数据的存储,监控终端负责数据可视化,显示参数。最终通过分析数据,得出结论,指导农作物的生长,同时向用户层提供报警功能等 API 服务接口。总之,对于一些传输距离比较远、部署耗时比较长的业务,选择 NB-IoT 技术将是最佳解决方案^[12]。

3.2 智能路灯

在智慧城市建造方面,国内路灯的数量不断增长,与此同时,如何节省电力资源,保障公共交通安全,方便相关人员对于路灯的管理也成为了亟待解决的问题。而智能路灯的实现也成为了解决该问题的最好方式。在最近几年,吕祚英等^[13]提出了基于电力载波的智能路灯控制系统,曲宇宁等^[14]提出了一种基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能路灯控制系统。这两种设计方案虽都能满足一般需求,实现对路灯的智能控制,但存在功耗高、部署难等缺点。将 NB-IoT 技术应用到智能路灯,对城市道路每盏灯实现全面的感知,并根据光照强度或者人流量自动调节亮度,有效节省维护成本^[15]。智能路灯基本架构如图 5 所示。

智能终端可以完成对光照强度、车流量、电流等相关参数的采集,并最终上传到云平台,由云平台完成对数据的存储;软件设计包含了路灯控制终端的软件设计、车流量检测系统的设计以及云平台的搭建。在吴超华等^[16]提出的基于 NB-IoT 的路灯控制系统设计中,以 NB-IoT 取代传统的物联网通信技术,提高了路灯的安全性。

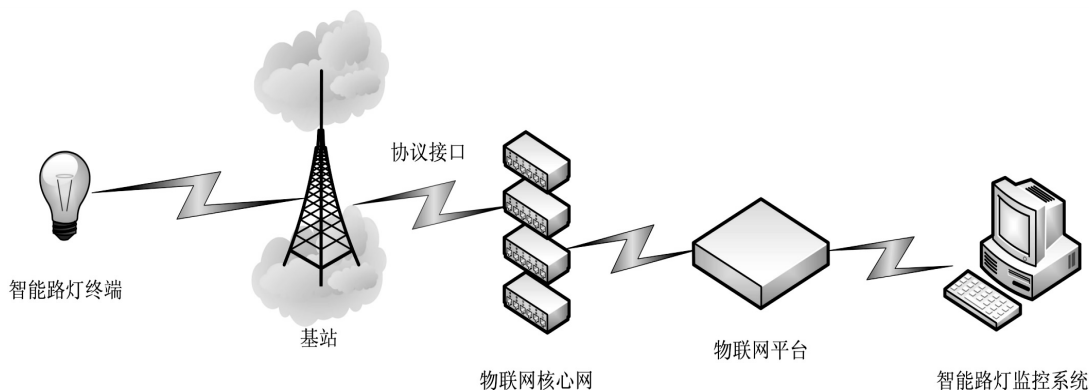


图 5 智能路灯基本架构

4 结束语

目前,NB-IoT 通信技术的使用率正在逐年增加,但不能仅仅局限于看到其广阔的应用前景,它背后的问题同样值得深思。NB-IoT 技术作为一种新兴技术,其在大规模应用背景下成本价格低至 \$1,但是单个模块仍然停留在 \$5。相比于较成熟的 Sigfox、Zigbee 技术等,该劣势成为限制众多企业选择 NB-IoT 技术的主要原因;其次,在部署 NB-IoT 的网络环境的过程中,由于使用大量短距离、微功率的无线设备,这使得在同一区域内 RFID 传感器遭受无线电攻击的机率大大增加,NB-IoT 环境内自扰的现象也十分严重,同样会产生新的电磁干扰^[17]。除此以外,部署时间长,隐私安全是否能得到一定的保障都会限制其发展。NB-IoT 技术的出现是一项革命性的技术,其低成本、低功耗、广覆盖、海量连接的优势适用于监测、测量等一些新兴的物联网应用场景^[18]。相信随着科技的发展,NB-IoT 技术也会得到进一步完善,并逐步应用于生活中的各个领域。

参考文献:

- [1] 陈刚,黄欣,王家诚,等. NB-IoT 上行链路关键技术分析与性能仿真[J]. 电子技术与软件工程,2019(8):27-29.
- [2] 郑志彬,陈德,吴昊. 新兴窄带物联网技术 NB-IoT [J]. 物联网学报,2017,1(3):24-32.
- [3] 王旭,魏文勇. 基于窄带物联网技术的发展及典型应用研究[J]. 电信网技术,2017(11):55-60.
- [4] HOGLUND A, LIN X, LIBERG O, et al. Overview of 3GPP release 14 enhanced NB-IoT[J]. IEEE Network, 2017, 31(6):16-22.
- [5] RATASUK R, VEJLGAARD B, MANGALVEDHE N, et al. NB-IoT system for M2M communication[C]//2016 IEEE wireless communications and networking conference workshops (WCNCW). Doha, Qatar: IEEE, 2016:428-432.
- [6] SINHA R S, WEI Y, HWANG S. A survey on LPWA technology: LoRa and NB-IoT[J]. ICT Express, 2017, 3(1):14-21.
- [7] 董梦丽,金建宁,陈钊,等. NB-IoT 关键技术分析与优化实践[J]. 江苏通信,2018,34(6):43-47.
- [8] 勾保同,赵建平,田全利,等. NB-IOT 的覆盖增强技术探讨[J]. 通信技术,2018,51(6):1254-1258.
- [9] 欧阳龙. 简析 NB-IOT 关键技术特性及行业应用[J]. 通讯世界,2017(18):1-2.
- [10] 苏雄生. NB-IoT 技术与应用展望[J]. 电信快报,2017(5):6-8.
- [11] 潘磊磊,张桂青,田崇翼,等. 基于 NB-IOT 的农业环境监控系统设计[J]. 电子设计工程,2019,27(1):25-30.
- [12] 董劲文. 窄带物联网(NB-IOT)的技术分析及其应用前景[J]. 通讯世界,2018(7):1-2.
- [13] 吕祚英,唐涛,李光文,等. 基于电力载波的智能路灯控制系统[J]. 电子测试,2018(10):28-29.
- [14] 曲宇宁,于江利,刘超,等. 基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能路灯控制系统[J]. 电源技术,2017,41(8):1191-1192.
- [15] 华晶晶,戴超,张炎,等. 窄带物联网(NB-IoT)技术开发及应用研究[J]. 农村经济与科技,2019,30(6):277-278.
- [16] 吴超华,李云飞,严建峰. 基于 NB-IoT 的路灯控制系统设计[J]. 现代电子技术,2018,41(24):5-9.
- [17] 何廷润. NB-IoT 的无线电环境安全面临新挑战[J]. 通信世界,2017(14):9.
- [18] FAN Xingyuan, ZHOU Chun, SUN Ying, et al. Research on remote meter reading scheme and IoT smart energy meter based on NB-IoT technology[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1187(2):022064.