

本科生毕业论文(设计)

调研报告

题 目：基于NB-loT的智能水表终端系统研究与设计

学生姓名： 张斌

学 号： 201516030233

专业班级： 建智15102班

指导教师： 李建奇

完成时间： 2018年12月12日

# 基于NB-loT的智能水表终端系统研究与设计

# 一、主要目标

该智能水表以低功耗，低电压，高性能的8位单片机STM8L052R8T6为核心，以防干扰性极强的双干簧管为流量传感器，另外本设计还有可显示状态字的段式LCD液晶显示屏，剩余水量到零时，门阀驱动电路运作，自动关阀中断水供。采用NB-IoT技术对水表采集的数据进行远距离传输到华为的ocean cloud，本设计可以改善传统水表性能单一的缺点，测量精度更高，功能更强，可靠性更好，更重要的时解决传统水表需要挨家挨户抄表的烦恼，可以达到数据统一管理，出现故障及时处理的目标

# 二、课题任务

（1）对整个智能水表的可行性方案做详细的规划 。

（2）硬件电路的设计和完成，采用 NB-IoT 模块 BC95 和微处理器芯片 STM8L052R8T6。该部分主要涉及控制芯片和传输模块的选型以及外围工作电路的设计。

（3）软件设计，这部分主要是 STM8 控制芯片的编程、终端软件工作流程的设计以及上位机软件的实现。

（4）对完成的程序做整体测试，修改本设计还可能存在的一些缺陷，最后整理设计过程中文档

# 三、系统功能

（1）完成对水流量的计量，电池电量的测量。

（2）NB-IoT模块能够成功将数据发送至云平台。

（3）系统运行时的功耗能降低至40uA以下。

# 四、课题背景及意义

背景：窄带物联网是由3GPP（《第三代伙伴计划协议》）标准化组织定义的一种技术标准，是一种专为物联网设计的窄带射频技术，因此得名。以室内覆盖、低成本、低功耗和广连接为特点。该技术可用于GSM网络和LTE网络。和窄带网络对应的则是宽带网络（Broadband network），一般指带宽超过155kbps以上的网络。

　　目前，物联网的应用主要使用WiFi和蓝牙技术，数据准确率很低、耗电量极大。而广域物联网可用光纤，但只适用于连接摄像头等宽带终端；低容量传感器虽然可以使用2G/3G/4G网络，但难以满足低功耗低成本的要求。因此，目前接入到运营商网络的物联网终端仅有6%。但如果利用运营商的网络组织物联网，就可真正实现整个城市一张网，便于维护和管理，NB-IoT也由此应运而生。由于NB-IoT的广覆盖、大连接、低功耗、低成本等特点，可穿戴设备、智能门窗、温度计都成为了NB-IoT的市场。

意义：NB－IoT技术具有广覆盖、大连接、功耗低等特点，因此应用场景广泛。在中国，平均每5个人就需要一台水表，智能抄表数据连接量大，且每次传输的数据量小，因此水表可以说是NB－IoT技术最典型的应用领域。NB－IoT智慧水务主要应用于户表读抄、管网检测，相比传统的方式，可以有效避免管道泄漏和误读漏报带来的水费损失，极大地降低水务公司的运营成本；进而提供更有针对性的动态管理，分析出不同群体的用水习惯，从而更加科学、合理地指导给水管网建设和改造。NB－IoT智慧水务的建设推进了城市基础设施智慧化建设的进程，提升了城市整体的水循环经营效率。

# 五、国内外研究发展状况

2013 年初，NB-IoT 在华为与运营商、业内相关厂商的支持下发展，并命名为 LTE-M。当时主要有两种关于 LTE-M 选择技术方案的思路：一种是华为提出的 NB-M2M；另一种是在现有 GSM 基础上演进的思路[18]。

2014 年 5 月，SI “Cellular System Support for UltraLow Complexity and Low Throughput Internet of Things”在华为、Telecom Italy、诺基亚、中国移动、沃达丰、Orange 等的支持下在 3GPP GERAN 工作组立项，命名由 LTE-M 演变为 CIoT[19]。

2015 年 5 月，华为和高通达成共识，宣布了共同的解决方案：上行采用 FDMA多址方式，下行采用 OFDM 多址方式，这个方案命名为 NB-CIo T。2015 年 8 月，在最后一次的 GERAN SI 阶段会议上，爱立信联合几家公司提出了 NB-LTE 的概念。 2015 年 9 月，各家公司经过激烈讨论，在 RAN#69 次会议上最终达成了统一，NB-LTE 和 NB-CIo T 两个技术方案进行融合形成了 NB-IoT WID。最终命名由NB-CIo T 演变为 NB-IoT[20]。

2016 年 6 月 16 日，NB-IoT R 核心协议在 RAN1、RAN2、RAN3、RAN4 四个工作组均已冻结。3GPP RAN4 工作组在 9 月份结束性能规范。性能规范 NB-IoT与 eMTC 同时进行，同时完成。

# 六、课题文献综述

## 1、基于NB-IoT移动通信网络的“智慧水务”抄表系统

1）作者：黄继文

2）摘要：关注供水系统自动抄表和降低管网损耗，是国家水务部门的工作重点之一[1]。目前，中国水务管网有许多待解决的问题：如供水管网泄漏量大；消防栓、工商业用户偷水现象严重；人工收取水费费时费工；水费收取常必须经过小区物业，容易存在乱加价，计量不准等问题。设计和建设一套安全高效的“智慧水务”抄表系统，能够有效地解决上述问题。随着我国移动通信网络的发展，物联网思想的提出，特别是2018年全国各大移动通信运营商NB-IoT窄带物联网通信网络的开始大规模商用[2]，为实现“智慧水务”抄表提供了比以往移动传输网络更加高效可靠的通道平台，智能水表的远程抄表孕育出新的活力，为水务部门大力发展“智慧水务”提供了契机。

3）结束语:基于NB-IoT移动通信网络的“智慧水务”抄表 系统，实现水表“抄、算、管、控”一体化，对消除人工 抄表的弊端、实现真正的节能减排至关重要。该系 统构建和实现，能够帮助水务部门减少漏损，降低 成本，提升水务管理水平[7]，保障用水安全，保障城 市安全，保障国家资产，最终实现“水务系统”的“智 慧转型”。

## 2. 基于 NB-IoT通信的无线远传燃气表设计

1）作者：黄双峰， 杨 铮， 李 龙

2）摘要：目前在智能燃气表中 IC 卡燃气表占据主力地 位，据不完全统计，全国 IC 卡燃气表市场保有量逾 5 000 × 104 台。IC 卡燃气表可以实现预付费功能， 但是 IC 卡燃气表有其自身的缺点:用户需要到燃气 营业厅购气，在购气高峰期用户需长时间排队才能 完成购气。对于燃气公司也存在信息滞后、供销差 难以控制等问题［1］。针对此类问题，本文提出基于 NB － IoT 的无线远传燃气表的设计，并对其应用方 案进行探讨。

3)结束语：在当前的技术水平下，温度体积修正技术在燃 气表中的应用已经相当成熟，在市场上也取得了良 好的经济效益和口碑。但压力体积修正技术目前还 无法经济有效地运用到燃气表中，市场对其需求不 像对温度体积修正技术需求那么旺盛，将压力体积 修正技术内置于燃气表中不可行。目前在我国部分 需要压力体积修正地区，可以采用抄表后集中换算 的方式实现压力体积修正，但需要政府出台、完善相 应的规章制度，引入政府监管来保证计量公平。

## 3. NB-IoT在智能水务的应用

1）作者：蒋漓 刘津

2）摘要：为了尽快推动 NB-IoT 的是市场应用，从技术、应用等多维度展现 NB-IoT 的基 本情况，并测试分析中国电信 800MHz NB-IoT 在智能抄表业务的覆盖能力，具有极 强的指导意义

3)结束语：物联网市场前景广阔，潜力巨大。运营商与 NB-IoT 技术的结合，推动了 NB-IoT 产业链的蓬勃发展。NB-IoT 具有低功耗、低成本、大链接的特点，且优于 LTE 覆盖 20dB 以上。相比与传统的物联网技术 NB-IoT 具有明显 的优势，如独立的工作频率、更低的设备成本、能与现有 蜂窝网络融合演进等。 NB-IoT 应用广泛，涉及农业、制造业、医疗、交通、 公共事业等各个领域。目前，国内 NB-IoT 业务部分已逐 步走向商用，如智能路灯、智能停车、智能抄表等业务已 在全国各地试点、商用。

然而，NB-IoT 依然存在诸多问题。首先，NB-IoT 产 业链还不够成熟，产品种类相对单一，多数产品终端依然 处于研发阶段，影响其业务的扩大、发展。其次，NB-IoT 业务模式、网络、技术还有待探索。本次测试从基站距离 的维度出发，检验了目前中国电信 800MHz NB-IoT 网络 的极限覆盖能力，对 NB-IoT 的业务应用具有指导意义。 同时，也反映了目前的网络无法满足所有场景业务需求的 问题，需要探索与其他技术的协作，共同解决特殊场景的 网络需求问题。

## 4. 基于NB-IoT远程抄表设计研究

1）作者：何昌鸿 ,李星

2）摘要：随着大数据的发展，万物互联是社会发展的必然趋 势，到 2020 年，物物互联将实现百亿级的通信连接。从 H2H 到 H2M再到 M2M，使得以往的人工抄表(水表)以 及 GPRS 远程抄表(水表)衍生出大量的弊端，例如：消耗 大量的人力、记录误差、遗漏、GPRS 穿透定位能力差、信 号弱、数据无法实时上传、覆盖能力差、接入量少等。 基于远程抄表需要实现低功耗、广覆盖、大连接、低 成本、高定位、强穿透等要求，在远程抄表(水表)设计上 引入 NB- IoT(Narrow Band Internet of Thing)技术用于解 决远程抄表(水表)所面临的迫切需求。智能化的远程抄 表 (水表) 系统是万物互联中不可或缺的角色，由于 NB- IoT 信号穿墙性远远超过现有的网络,即使水表深处 地下, 水电公司也能利用 NB- IoT 技术通过远程抄表系 统上传的实时信息对用户用水量实时进行监控，进而对 整个小区，整个城市的用水量进行统计，实现更好的城 市水资源分配。同时，在用户方面，设计一款 APP，用户 可以通过 APP 进行用水量的查询，水费的上缴，是否有 漏水，水压是否过低等操作提示。在此背景下，本文主要 研究以 NB- IoT 作为技术支持的系统设计以及上位机的 实现。

3)结束语：随着科技的发展，从人工抄表到 GPRS 抄表，到应 用 LoRa 技术进行抄表都适应不了万物互联的广覆盖、 低功耗、低成本、大数据、强连接等要求，本文针对这一 要求采用窄带蜂窝通信技术 NB- IoT 设计了远程抄表 (系统)，同时对用户端进行了 APP 的设计，用户能通过 移动端设备进行用水量的查询、水费的缴纳、意见反馈。

## 5. 浅析NB-IoT技术和LoRa技术在智能抄表中的应用

1）作者： 谭 丹，田仲平，张文涛

2）摘要：针对传统抄表系统效率低、成本高等弊端，文中综合分析了LoRa和NB-IoT的技术特点，并基于这两种技术在智 能抄表系统中的网络部署，浅析其优势和劣势。同时对NB-IoT技术在智能表市场中的应用情况做了概括，列举了NB-IoT在其 他业务场景中的应用

3) 随着信息化的日益普及，当今社会已步入物联网时代。物 联网结合智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术， 已成为新一代信息技术的重要组成部分。低功耗广域网络 （LPWA）技术能够解决物联网通信层长距离与低功耗的矛盾， 未来将成为物联网技术领域中的重要组成部分。 智能抄表是低功耗广域网络的典型应用场景之一，对系 统成本、性能、数据准确度、时效性、寿命等具有较高要求。 低功耗广域网络技术在针对智能抄表系统的通信解决方案中 具有很大的优势，可满足物联网中远距离和低功耗的通信需 求。目前低功耗广域网络技术可分为两类 ：非授权频段技术， 如 LoRa，SigFox 等；授权频段技术，如 NB-IoT，LTE Cat-M 等。工作于授权频谱下，3GPP 支持 2G/3G/4G 蜂窝通信技术。 其中 LoRa 技术和 NB-IoT 技术是大家普遍关注的热点，具有 广阔的发展前景。

4）结束语：本文从技术特点和智能抄表应用方面对 NB-IoT 和 LoRa 技术做了对比分析，两者分别有各自的特点和商业模式，在 IoT 市场上都将有一席之地。但笔者认为，有运营商支持和推 动的 NB-IoT 网络可以有效减少公共事业公司网络运维费用和 人力成本支出，在智能抄表领域，必将受到越来越多公共事 业公司的青睐。

## 6. NB-IoT物联网覆盖增强技术及在远程抄表系统中的应用

1）作者：林 芳

2）摘要：在物联网技术方兴未艾之下，诞生了一种全新的蜂窝物联网技术，即NB-IoT基于蜂窝的窄带物联网技术，该技术能够通过对当前 的授权频谱资源进行充分运用，从而使得各种物联网业务需求可以得到有效满足。在这一背景之下，本文将从简单介绍NB-IoT技术的内涵 与具体特点出发，结合远程抄表系统设计，着重围绕NB-IoT物联网覆盖增强技术进行简要分析研究。

3)结束语：由于Mode 5增加了多重安全认证手段，转发询问、转发应答、 应答机占据等对抗方法都无法发挥应有效果。另外，Mode 5采用了 扩频技术，且可处理交织的询问信号，高重频脉冲功率大于询问信 号时，才会影响应答机工作。而噪声压制干扰在干扰信号比询问信 号小4.5dB时，就已经可以影响应答机的正常工作。 综上所述，噪声压制干扰是目前对抗Mode 5的一种较为有效的 方法，还可以适当降低噪声压制干扰的占空比，或者使用方向性天 线，来降低压制难度。另外，在Mode 5升级过渡期内，还可以利用 其兼容Mode 4的缺点来实施其它干扰。除此之外，还可以研究攻击 Mode 5时间同步源、破译密码等对抗方法的可行性。

## 7. NB-IoT 解决方案及应用研究

1）作者：范乐昊 陈千

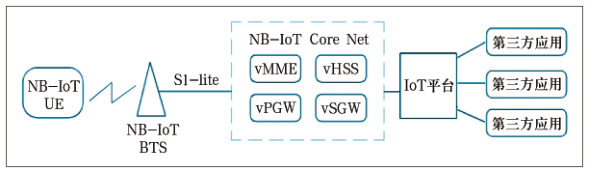
2）摘要：NB-IoT 是一种大容量、广覆盖、低功耗、低成本、高稳定性的广域物联网技术，并可 与现有蜂窝网融合平滑演进，实现低成本部署，因此备受各大运营商的关注。本文通过 分析 NB-IoT 的技术演进和特性，为运营商的大规模 NB-IoT 商用部署提供解决方案。

3) 物联网通信技术从传输距离上可分为两类：一类是短距离 通信技术；另一类是广域通信技术。前者代表技术如 WiFi 等， 应用场景如智能家居；后者一般定义为 LPWAN，应用场景如智 能抄表。 LPWAN 技术又可分为两类：一类是工作在非授权频段的 技术，如 LoRa。另一类是工作在授权频段的技术，如 GSM、 CDMA 以及支持不同 category 终端类型的 4G 及其演进技术。这 类技术基本都在 3GPP 或 3GPP2 等国际标准组织进行了标准定 义。 2014 年 5 月，厂商开始窄带蜂窝物联技术研究，并提出 NB-M2M。2015 年 5 月，华为等厂商制定了上下行技术标准， 融合 OFDMA 形成了 NB-CIoT。同时由爱立信、诺基亚推出的 NB-LTE 与 CIoT，定位较为相似。2015 年 7 月，由 3GPP 在 R13 版本中将两种技术融合形成 NB-IoT。

4）结束语：蜂窝产业自身求变的驱动力和传统行业物与物互联的巨大 需求，促进了 NB-IoT 产业生态系统正在快速成长。不久的将 来会广泛地应用于各种垂直行业中，开创万物互联的新局面。

# 七、系统分析

基于 NB-IoT 的智能水表按照端、管、云的系统架构 来建设，从下到上依次为终端层、网络层（包括基站侧 的无线接入网和核心网）、IoT 平台和水务应用层 [3]，如 图 1 所示，通过物联网、云计算、大数据等技术将各个 层面整合为一体，以满足未来演进的需求。



# 八、参考文献

[1]范乐昊,陈千.NB-IoT解决方案及应用研究[J].江苏通信,2016,32(06):51-53.

[2]黄继文.基于NB-IoT移动通信网络的“智慧水务”抄表系统[J].广西水利水电,2018(04):90-93.

[3]黄双峰,杨铮,李龙.基于NB-IoT通信的无线远传燃气表设计[J].煤气与热力,2018,38(08):31-33.

[4]蒋漓,刘津.NB-IoT在智能水务的应用[J].广东通信技术,2018,38(07):57-61.

[5]何昌鸿,李星.基于NB-IoT远程抄表设计研究[J].电子质量,2017(12):69-71+76.

[6]谭丹,田仲平,张文涛.浅析NB-IoT技术和LoRa技术在智能抄表中的应用[J].物联网技术,2018,8(04):76-78+81.

[7]林芳.NB-IoT物联网覆盖增强技术及在远程抄表系统中的应用[J].电子世界,2017(14):124+126.