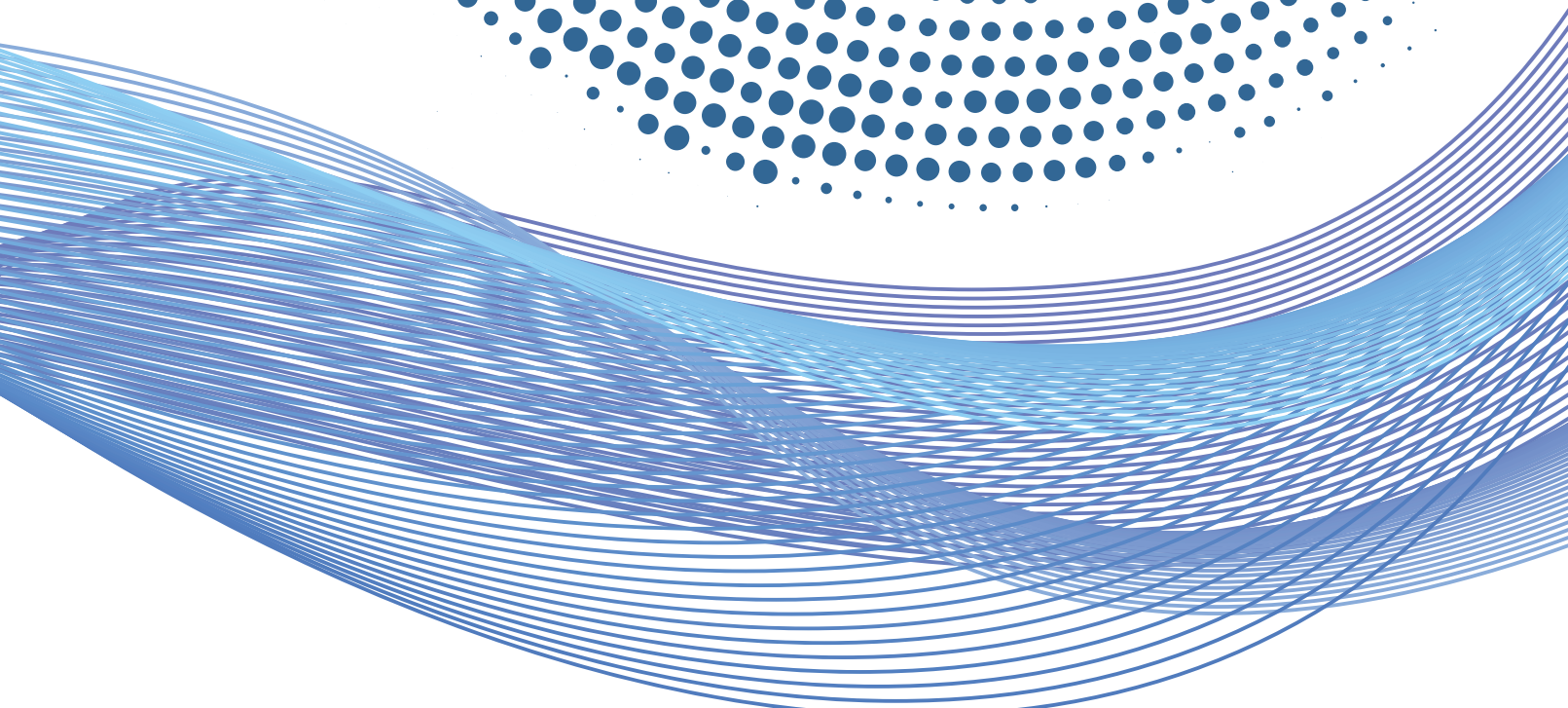




NB-IoT 智慧水表白皮书（2018版）



目录

序言.....	1
1 水务行业发展现状&趋势.....	2
1.1 水务行业发展现状.....	2
1.1.1 智慧水务发展情况.....	2
1.1.2 相关政策.....	2
1.2 水务行业发展趋势.....	3
1.2.1 供水企业在智慧水务上的发展节奏.....	3
1.2.2 终端厂商在智慧水务上的发展节奏.....	4
2 智慧水务行业痛点.....	5
2.1 行业问题及挑战.....	5
3 NB-IoT 智慧水表解决方案.....	7
3.1 NB-IoT 智慧水表解决方案概述.....	7
3.1.1 终端层.....	7
3.1.2 网络层.....	8
3.1.3 云计算平台.....	8
3.1.3.1 物联网开放平台.....	9
3.1.3.2 智慧水务应用.....	9
3.1.4 安全解决方案.....	9
3.1.4.1 智慧水表安全威胁分析.....	9
3.1.4.2 智慧水表安全解决方案.....	10
3.2 NB-IoT 智慧水表解决方案价值.....	13
3.3 NB-IoT 智慧水表实践.....	14
3.3.1 案例 1: 深圳水务.....	14
3.3.2 案例 2: 成都汇锦水务: “天府新区安置房改造项目”	15

4 NB-IoT 智慧水表技术建议	16
4.1 NB-IoT 智慧水表业务模型	16
4.1.1 上报周期&频次	16
4.1.2 数据包大小	16
4.1.3 数据重传方案	17
4.1.4 上行离散策略	18
4.1.5 业务商用 CheckList	18
4.2 NB-IoT 智慧水表技术建议	19
4.2.1 NB-IoT 智慧水表通讯规范	19
4.2.1.1 网络覆盖要求	19
4.2.1.2 性能指标	21
4.2.2 NB-IoT 智慧水表基本能力	21
4.2.3 终端可维护性能力要求	23
4.2.4 终端升级	24
5 智慧水务创新服务展望	25
A 缩略语	26

序言

XUYAN

作为物联网领域的新技术以及未来的发展方向，NB-IoT 凭借其广覆盖、大连接、低功耗、高安全等技术特点，为智慧水务建设带来了更优的技术解决方案以及更加丰富的应用场景。自 NB-IoT 标准冻结以来，中国电信、华为公司联合产业用户、合作伙伴率先在智慧城市公共服务物联网应用方面开展了诸多实践，为客户提供基于 NB-IoT 的智慧水务物联网端到端解决方案，在全国打造了深圳水务、成都汇锦水务、株洲水务、江西水务等多个行业标杆案例。

基于全国多个 NB-IoT 智慧水务落地项目实践积累，中国电信、华为公司、天翼物联产业联盟智慧水务产业推进组联合中国计量协会水表工作委员会、深圳水务、江西水务、成都汇锦水务、株洲水务、宁波水表股份有限公司、西安旗帜电子股份有限公司、广州佳圣科技有限公司共同编写了《NB-IoT 智慧水表白皮书 (2018 版)》，全面分析了智慧水务发展趋势以及在智慧水务建设过程中供水企业普遍存在的痛点，从端、管、云协同发展的方面总结 NB-IoT 智慧水表解决方案的主要内容，从端网协同发挥 NB-IoT 网络优势的角度提出 NB-IoT 水表技术建议，并对智慧水务的创新服务进行了展望。

随着物联网技术的持续演进，万物互联时代已经到来，物联网技术与供水业务紧密结合，通过将水务管网、抄表等数据与其他业务数据整合分析，提升供水企业的运营管理效率与客户服务水平，水务管网运行的全面智能化已成为发展趋势。

1 水务行业发展现状&趋势

1.1 水务行业发展现状

1.1.1 智慧水务发展情况

中国人均水资源每年 2100 m³，人均仅为世界人均的 1/4，被列入世界 13 个贫水国家之一，全国 2/3 城市缺水，年缺水 500 亿 m³。水资源的稀缺以及城镇日益增长的用水量和用水质量需要供水企业提供精益求精的供水效率。

而当前的供水企业运营中，存在人工抄表效率低、易出错、人工检测频次低、效率低、偷水与管网漏水、阶梯计费管理问题以及水质问题。在中小型供水企业信息化建设中，还存在缺乏整体规划和细节设计，业务与信息化的结合能力薄弱，信息化容易缺乏持续性、关联性等问题。为解决以上问题，智慧水务的建设应运而生。

智慧水务建设的目标为通过挖掘和运用水务信息资源，有效提升管理效率，从而科学地管理城镇水务工作。智慧水务将会提升供水企业运营中的设备监控、状态评价、事故预警、调度应急等能力，同时帮助供水企业节能降耗，从传统经验运行为主向数字化、实时化、流程贯通的数据决策转变。

1.1.2 相关政策

- (1) 国家或行业层面都明确提出了对城市供水企业在自动化、信息化技术的建设和应用要求，努力实现“以信息化带动工业化，以工业化促进信息化”的技术进步发展目标。
- (2) 《关于加快建立完善城镇居民用水阶梯价格制度的指导意见》(发改价格[2013]2676 号) 要求推进“一户一表”改造和智能化管理。
- (3) 《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》(发改高技[2014]1770 号) 提出了智慧城市建设的的主要目标和任务，“建设全过程智能水务管理系统和饮用水安全电子监控系统等，逐步形成全面感知、广泛互联的城市智能管理和服务体系。”
- (4) “水十条”——2015 年 4 月国务院正式发布“水十条”，提出贯彻党的十八届四中全会精神，大力推进生态文明建设，以改善水环境质量为核心，按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”原则，贯彻“安全、清洁、健康”方针，系统推进水污染防治、水生态保护和水资源管理。其中

第三条第(九)要求到 2017 年,全国公共供水管网漏损率控制在 12%以内,到 2020 年,控制在 10% 以内。

- (5) “海绵城市”——2014 年 12 月,根据习近平总书记关于“加强海绵城市建设”的讲话精神和近期中央经济工作会要求,财政部、住房城乡建设部、水利部决定开展中央财政支持海绵城市建设试点工作。
- (6) 《全国城镇供水设施改造与建设“十二五”规划及 2020 年远景目标》提出:依靠科技提升水平,加大科技对城镇供水发展的支撑力度,增强科技创新能力,推进生产运行自动化、业务管理信息化,提升城镇供水行业的现代化水平,要求到 2020 年供水管网漏损率控制在 10%以内。
- (7) 党的十九大报告明确指出,要树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持节约资源和保护环境的基本国策,实施国家节水行动,降低能耗物耗,实现生产系统和生活系统循环链接。
- (8) 《关于开展国家智慧城市试点工作的通知》建办科〔2012〕42 号提出:各地要高度重视,抓住机遇,通过积极开展智慧城市建设,提升城市管理能力和服务水平,促进产业转型发展。
- (9) 《国家新型城镇化规划(2014 - 2020 年)》智慧城市建设方向第 3 条:发展智能水务,构建覆盖供水全过程、保障供水质量安全的智能供排水和污水处理系统。发展智能管网,实现城市地下空间、地下管网的信息化管理和运行监控智能化。
- (10) 《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》发改高技[2014]1770 号:智慧城市是运用物联网、云计算、大数据、空间地理信息集成等新一代信息技术,促进城市规划、建设、管理和服务智慧化的新理念和新模式。

1.2 水务行业发展趋势

1.2.1 供水企业在智慧水务上的发展节奏

对于供水企业来说,降低产销差是最终的目的,并且要有量化的指标。智慧水务是手段,为供水企业提供优质、高效、低耗的解决方案。

目前供水企业的智慧水务工作正在加速,不仅仅享受国家政策推进的红利,也吸引到了银行的投资,许多大型供水企业在积极的收购中小供水企业,建设智慧水务的成本问题也逐渐的在解决,很多大型的供水企业已经投入大量成本自研智慧水务平台,并期望成熟应用后投放入市场。

在目前的发展节奏下,供水企业建设信息化系统时,面临的困难是缺乏整体规划和每个业务系统分离建设的问题。运营缺乏规划将带来信息化系统基础配套维护、硬件设备老化过时、软件维护升级等运营成本问题以及日益凸显的信息安全管理问题。业务系统分离建设将带来信息孤岛问题,数据关联问题,生产与经营数据关联问题。

供水企业的智慧水务建设需要从附属于硬件设备的自动化控制和监控的思路升级到整体信息化规划和实践的模式上来。

1.2.2 终端厂商在智慧水务上的发展节奏

智能抄表（水表）是一门综合性技术，包含了信号传感、数据处理、数据传输、数据管理等内容；涉及到水表基表技术、传感技术、信号处理技术、计算机技术、通信技术、网络技术、电源技术等领域。

对于终端厂商来说，重点关注三项关键核心技术，即水表计量性能与长期工作可靠性、智能水表无线网络接入技术、数据的采集及挖掘与应用。因此远程抄表趋势已从有线集中远传向无线单表远传转变。《我国水表行业“十三五”发展规划纲要》提出，“十三五”期间智能水表销售数量在2015年基础上增长20%，销售收入占全部水表比例应达到40%，到2020年智能水表的渗透率将接近45%。在当期技术条件下，选择LoRa和2G无线通信技术的智能水表，在业务稳定性和技术前瞻性上存在诸多问题。例如LoRa由于使用非授权频段通信，存在数据安全问题和无开放性的数据服务接口问题；2G存在退网问题，这些问题使供水企业在无线远传智能表的选择上陷入两难的困境。为解决当前智能水表存在的这些技术瓶颈，基于NB-IoT技术的智能水表应运而生。截止2018年7月底，NB-IoT无线远传水表规模进一步扩大，仅中国电信市场新增的NB-IoT智能水表已经超过200万台。这表明NB-IoT技术适合无线远传水表市场的需求，并使得NB-IoT水表日益成为无线远传水表的主流。

终端厂商在按市场需求加速推广NB-IoT水表应用的同时，很多领军企业结合供水企业智慧水务运营需求和个性化定制需求，不断挖掘围绕智能水表的增值服务，SaaS化的水表智能管理平台已为越来越多的供水企业所追捧，百花齐放的应用服务共同推进了智慧水务的成熟发展。

2 智慧水务行业痛点

2.1 行业问题及挑战

随着经济的发展和城市化进程的加快，水资源合理利用已经成为城市发展不可回避的重要问题。在城市化过程中，供水企业在水表管理业务方面，普遍感受到越来越大的挑战。其具体表现可归结为以下几点：

- (1) 在抄表方面，人工抄表的方式需要一个庞大的人员队伍，人员多、效率低。同时因无法实时掌握每个用户按小时、天、周、月、季度、年或任意周期的用量数据，供水企业的管网建设规划和配水调度决策缺乏精确依据。除此之外，还存在一个供水企业往往表具设备种类繁多，如何兼容共同管理的问题；存在水价调整和阶梯水价实施同步性问题；即使使用了智能表，还存在数据传输安全、功耗、网络覆盖、大量水表的接入等一系列问题；
- (2) 在输配水方面，供水区域的扩张和供水量的加大，使管网系统更加庞大和复杂，大幅增加了供水调度管理的难度。新建管网的投入和老旧管网的维护改造争夺企业有限的资源，老旧管网漏损问题成为企业最大的痛点，漏损率居高将直接影响供水企业的经济效益和社会责任担当；
- (3) 在信息化建设方面，在目前已建立的各类专业业务应用系统中，由于涉及多部门管理，仍普遍存在信息“孤岛”、信息互联互通欠佳的问题，即使在一个网络环境，也难以实现信息共享，即只实现了“互联”，但不“互通”的尴尬局面仍然存在，难以实现资源共享，以致限制、阻碍了更高层次的智慧应用；
- (4) 在供水服务方面，随着“一户一表”政策的推进和实施，加之供水企业作为政府窗口部门的服务质量和服务水平要求愈加严格，如何通过远程服务来提升消费者满意度成为供水企业新的课题。

因此，建设好智慧水务平台，需要树立正确的指导思想。在四个层次（物联感知层、网络通信层、数据及服务支撑层、智慧应用层），以及三个支撑体系（标准规范体系、安全运营体系、建设管理体系）上做好统一规划。

根据现阶段水务企业的对智慧水务“能够落地，适当超前，量力而行，循序渐进”的指导思想，智能抄表成为了智慧水务中发展最快的部分。

智能水表已多维度多层面的嵌入到智慧水务的生态圈，典型应用有：

- (1) 自动抄表与用水监测系统中的应用，提供用水量计量、用水状况的监测与分析；

- (2) 参与 DMA 管网分区漏损监测，通过实时采集流量数据，定时集中上报以实现抄表，结合对历史数据的分析，能及时发现局部区域管网漏损情况；
- (3) 智能水表加装综合传感器，利用水表通信装置和位置，进行管网供水综合参数监测与数据传输，主要有：流量、水压、水温、水质、工况等参数；
- (4) 智能水表加装电控阀，接入管网测控应用系统，对管网进行自动控制等应用。

当前智能抄表的应用中，由水表厂商将 NB-IoT 模组集成到智能水表或相关水务智能终端中，由运营商提供网络和物联网开放平台服务，由水表厂或第三方提供抄表应用软件。典型的智能抄表业务场景有：

- (1) 户用抄表：个人用户抄表计费；
- (2) 大口径水表：包括商户/工业用户计费、小区总表计费、考核对照表数据采集；
- (3) 在传统水表上加装远传装置改造的业务。

3 NB-IoT 智慧水表解决方案

3.1 NB-IoT 智慧水表解决方案概述

NB-IoT 智慧水表解决方案是围绕供水企业精细化运营管理需求，构建的端到端行业解决方案。借助物联网、云计算、大数据等技术，将海量水务信息进行及时采集、分析与处理，帮助供水企业提升运营管理效率、以更加精细和动态的方式管理水务系统的整个生产、管理和服务流程，实现水务企业对内管理创新和对外服务创新，从而实现智能化管理和决策。



基于NB-IoT的智慧水表解决方案按照云、管、端+安全的系统架构来建设，以满足ICT未来演进的需求。方案包括终端层、网络层、物联网云平台和水务应用层等几个层面，通过物联网、云计算、大数据等技术将各个层面整合统一为有机的整体，支撑智慧水务应用的构建和快速上线。

3.1.1 终端层

终端设备是物联网的基础载体，随着物联网的发展，终端由原有的哑终端逐步向智能终端演进，通过增加各种传感器、通讯模块使得终端可控、可管、可互通。在智慧水务领域，终端主要包括智能水表，水压计、流量计、水质监测设备、以及水泵站监测设备等多种水务智能终端。终端设备通过集成NB-IoT模组，通过NB-IoT基站将信息上传给物联网开放平台和上层水务应用。

3.1.2 网络层

网络是整个物联网的通讯基础，移动运营商扁平化的网络结构，节省了中间网络调测改造成本，减少布线工程，没有线路老化改造问题，使得 NB-IoT 的综合改造成本相对最低。中国电信基于 800M 频段的 NB-IoT 网络承载抄表等水务业务，与其他接入方式相比，拥有如下优点：

- 与 GPRS 相比，NB-IoT 技术拥有更低的功耗，更强的信号穿透力，保证水表在恶劣安装环境下，仅需电池供电即可满足水表整个生命周期正常使用需求；
- 与其他的 LPWA 技术相比，NB-IoT 网络基于授权频谱组建网络，终端商无需自建基站组网，其抗干扰能力、数据安全性、技术服务等方面均可得到可靠保障。

此外，近一年多来，中国电信继续精耕 NB-IoT 网络，不断进行无线射频优化、参数优化、干扰优化，网络的基础能力得到进一步提升，在覆盖范围和覆盖深度方面持续领先；在新技术应用方面，通过 SFN 以及异频组网、多载波、参数优化，在降低了 NB-IoT 网络干扰的同时提升了业务容量，更加匹配水务行业的业务诉求。后续，将通过双 HARQ 以及 TBS 扩展提升 NB-IoT 速率，通过双载波得到双倍的业务容量；借助接收机技术增强以及 CoMP 特性可以进一步提升 5dB 的覆盖增益。

随着 3GPP 标准的不断完善和 5G 技术的发展，NB-IoT 将作为 5G 标准的低速连接技术，持续演进。GSMA 在今年 4 月份发布报告《5G 未来中的移动物联网》，报告指出以 NB-IoT/eMTC 为代表的移动物联网是未来 5G 物联网战略的组成部分，并澄清了现在已开始商用的 NB-IoT/eMTC 和未来 5G 的关系，接下来几年中基于蜂窝网络的低功耗大连接仍然主要依赖 NB-IoT 和 eMTC。同时 3GPP 也明确了在 5G R16 标准中不会涉及 LPWA 相关技术：在 R15 协议支持 NR 与 NB-IoT 部署的基础上，以保障终端后向兼容性为前提，R16 协议将继续完善 NB-IoT 与 NR 共存的性能增强方案，NB-IoT 将会是未来 5G mMTC 场景的一部分。

3.1.3 云计算平台

云计算平台具备弹性可伸缩、高可靠和经济性的特点。通过采用统一的云计算中心，改变传统供水企业分散建设模式，可有效降低项目的投资成本。物联网云计算中心由中国电信天翼云负责承载：

- 利用天翼云 2+31 的资源池布局优势，可以就近部署应用，保证数据传输质量；
- 利用中国电信 DCI 网络优势，可以实现就近部署数据采集点，通过“云间高速”提供按需即时开通的稳定带宽服务，实现数据采集点和平台之间稳定高速数据传输；
- 利用中国电信云安全服务，可以抵御全球范围内的 DDos 攻击，保证数据采集的稳定性。

3.1.3.1 物联网开放平台

物联网开放平台部署在中国电信天翼云上，以 PaaS 云服务的模式向水务行业提供连接管理、设备管理、数据管理、能力开放等基础功能，支持水务行业海量物联网终端设备快速接入及水务行业应用的快速集成。基于 PaaS 云服务模式，水务企业无需再自行采购物联网开放平台，通过“以租代建”的云服务模式大大降低初始投资和维护费用，水务企业只需聚焦应用和业务创新。物联网开放平台主要能力如下：

连接管理：物联网开放平台提供连接感知、连接诊断、连接控制、连接状态查询等管理功能；通过统一的接入协议与接口，支持不同终端的接入，并屏蔽不同终端之间的差异，使得上层水务行业应用无需关心终端设备具体物理连接和数据传输方式，实现终端对象化管理。

运营管理：物联网开放平台提供灵活高效的数据管理，包括数据采集、分类、结构化存储、数据调用、使用量分析，提供分析性的业务定制报表。业务模块化设计，满足行业应用的快速开发需求。

运维管理：物联网开放平台与 NB-IoT 无线网络协同，提供实时感知设备状态、离线命令缓存管理、周期性数据安全上报、批量设备远程升级（FOTA, SOTA）、上下行拥塞控制、设备免心跳保活、低功耗安全传输等功能，相对传统解决方案降低功耗 50%，延长设备使用寿命；同时支持经济、高效的按次计费、助力精细化运维。

3.1.3.2 智慧水务应用

智慧水务应用是智慧水务业务的上层控制核心。智慧水务应用系统通过物联网开放平台获取来自设备层的数据，并统一管理水表、流量计等各种水务设备。同时，可结合水务行业大数据分析技术，运用数据挖掘、知识发现、专家系统等人工智能技术，为水务企业管理工作提供强大决策支持，强化水务企业管理的科学及前瞻性，以此提高供水企业运行、管理效率。

此外，基于统一的云计算中心，水务行业可通过 SaaS 服务的模式，将用水户、供水企业、政府、供应商连接起来，帮助水务行业实现“互联网+”的转型。

3.1.4 安全解决方案

3.1.4.1 智慧水表安全威胁分析

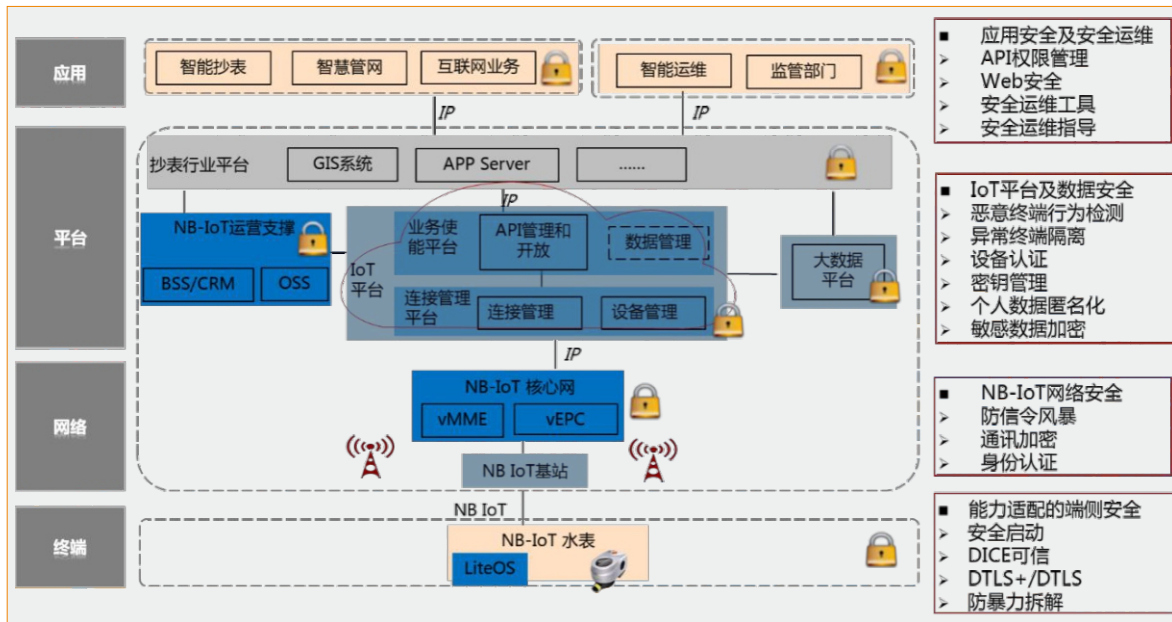
物联网直接连接着物理世界，无论是信息的泄露、系统被破坏或者被外部控制，都会导致严重的损失。可以说，没有物联网安全，就没有物联网。而物联网安全又与物联网业务场景密切相关，不同的业务场景，需要构筑与之相匹配的安全能力和解决方案，并从端到端进行系统防御，构筑纵深防御体系。

安全防御的基础源自对威胁和风险的分析和预判，智能水表属于典型的 NB-IoT 弱终端应用场景，其安全威胁主要来自水表终端攻击（如抄表系统的入侵、暴力拆解等）和应用系统（如消费数据篡改、仿冒平台下发控制命令、用户隐私数据窃取等），其威胁和风险分析如下表所示：

对象	安全威胁	发生概率或造成影响	安全风险
终端设备	物理拆解, Firmware、业务数据、日志被篡改	低	高
	入侵抄表设备系统, 造成冒充或篡改数据, 可能导致“无记录消费”	高	高
	窃听上报数据, 造成隐私泄露	中	中
	仿冒物联网开放平台下发消息, 频繁通信, 消耗电池, 造成设备不可用	中	中
NB-IoT 网络	通过大量终端设备同时发起 DDoS 攻击, 可能造成 NB-IoT 网络瘫痪	中	中
物联网开放平台	对终端没有进行认证, 造成恶意终端任意接入	中	高
	对平台进行攻击, 造成物联网开放平台不可用	中	中
	下发恶意软件/固件更新, 免费使用, 将抄表设备变为 DDoS 肉鸡, 消耗电池	中	中
	窃取抄表数据, 造成个人隐私泄露	中	中
抄表业务应用平台	对应用平台进行攻击, 窃取用户数据, 篡改用户数据	中	中
	造成业务平台不可用	中	中

3.1.4.2智慧水表安全解决方案

基于对 NB-IoT 智慧水表的威胁和风险分析, 构建端到端的智慧水表解决方案安全架构, 保障从端侧、网络、云/平台到应用的安全:



1) 构建与水表能力匹配且端云协同的端侧安全

物联网安全的关键在于对终端安全防护能力的构建，从物联网终端能力角度分类，可将物联网终端分为弱终端和强终端两大类，包括能力和资源（内存，存储，CPU等）受限，成本和功耗敏感的弱终端，比如抄表、停车、消防等，以及类似工业控制终端、车联网设备等计算能力较强，且角色关键的强终端。智能水表行业属于典型的物联网弱终端场景，这就使得在水表安全能力构建中，需要考虑到安全与计算能力、功耗等资源之间的矛盾。因此需要重点构筑防暴力拆解、基本双向认证、DTLS+、DICE可信、安全启动、加密传输、远程升级等的基础安全能力。同时，水表与物联网开放平台之间需在云端对于终端的安全状态进行感知、监测和升级，同时采取相对应的安全防护措施，协助终端构建端云协同的安全防御体系。

2) 构建基于智能水表恶意终端检测与隔离的网络及物联网开放平台安全

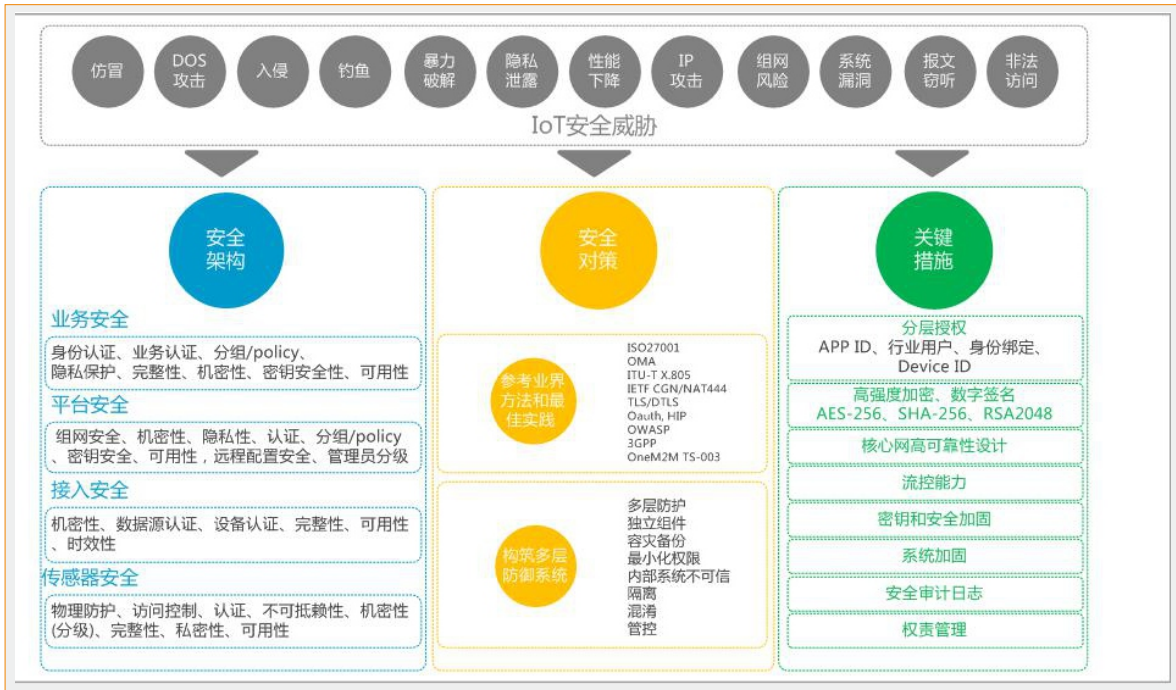
在海量的水表终端接入中，NB-IoT网络和物联网开放平台侧需具备恶意终端行为检测与隔离技术。首先，NB-IoT网络管道侧应具备防海量水表浪涌式信令风暴和防DoS攻击的能力；其次，通过NB-IoT网络和云平台协同，特别是在物联网开放平台侧，通过规则匹配、大数据分析、深度机器学习等算法（比如水表行为轨迹、流量异常、报文分析等），对水表终端恶意行为（比如DoS攻击、仿冒等）进行快速检测分析，识别出恶意水表终端；最后，物联网开放平台和NB-IoT网络能基于水表终端行为检测结果，对终端行为进行快速判断和响应，比如预警、观察、隔离、强制下线等。

3) 构建物联网开放平台安全

面对物联网的安全威胁和挑战，物联网开放平台参考物联网行业安全最佳实践，构筑多层防御系统，提供可靠的安全措施，确保物联网开放平台的安全性：

- 平台自身的安全防护能力：参考核心网电信级安全设计规格和ITU-T X.805电信安全框架，包括平台设备安全策略、组网安全策略、业务和接入安全、数据存储安全和访问授权机制等。

- 平台开放的安全能力服务：开放能力包括身份认证、授权和建立安全联盟，主要体现为统一的身份标识管理和授权框架。
- 安全设计标准和行业实践：设计遵循的标准包括 ITU X.805 网络分层和威胁分析、OneM2M/ETSI 安全方案和风险、3GPP 接入安全、IETF TLS/DTLS 协议。参考行业优秀实践按最小授权、多层独立防护的原则划分各部件安全属性。



此外，在组网方面，物联网开放平台接入分为信任区接入、半信任区接入和非信任区接入。在信任区与非信任区的网络边界部署防火墙，并支持 DMZ (Demilitarized Zone) 高安全性组网方案。同时支持平面隔离，每个应用物理服务器都拥有独立的业务网口和维护管理网口，所有应用物理服务器的业务网口组成内网业务平面 VLAN，所有应用服务器的维护管理网口组成内网维护管理平面 VLAN，保证业务流和管理流的隔离。

4) 构建智慧水务平台和数据保护的云端和应用侧安全

智慧水务业务场景下，来自云端或应用侧的攻击威胁不可忽略，特别是对于消费数据的篡改、非法开关闭控制、用户隐私数据的窃取（比如家庭住址、身份信息、联系方式等）。因此对于智慧水务云端平台、数据、隐私合规等防护提出了更高的要求，比如用户的方位信息、消费数据等，需在物联网开放平台和云端构建敏感数据加密、用户隐私数据匿名化、密钥管理、API 安全授权、租户隔离等防护能力，并满足相关国家的安全法律法规（比如中国国家网络安全法、欧盟 GDPR 等）。

5) 构建端到端的智慧水务安全运维与管控机制

现实表明，网络系统被攻破大部分来自内部运维人员的违规操作和意识不足，因此构建端到端的智慧水务安全运维和管理机制十分重要。物联网安全运维的核心在于运维人员的操作能力和运维系统工具的构

建。一方面，从智慧水务端、管、云分层运维管理角度协同处理，提供端到端的全网可视化安全态势感知、日常安全评估及运维安全报告、智能化安全巡检等运维系统工具；另一方面，为智慧水务物联网运维管理人员提供安全运维指导，在运维操作层面提供安全防御的标准操作流程，并对其登录身份认证、权限管理等，从而使能运维人员和决策者的业务管理，提高整个 IoT 安全体系事前预防预警、事中检测分析和事后处理的能力。

3.2 NB-IoT 智慧水表解决方案价值

价值一：提高资源管理水平，体现企业社会责任

首先，通过 NB-IoT 远程自动抄表，解决传统人工抄表入户难，人工抄表存在误差大，计量数据不准确的问题，减少贸易纠纷。其次，NB-IoT 智慧水表的应用，将使供水企业获取高密度、多维度、高同步与准实时的高价值大规模水务数据。通过构建各部门、各行业的信息互联通道，打破信息孤岛和部门业务隔阂，实现泛在信息之间的无缝连接，开展数据融合分析，充分释放数据价值，为水务企业管理工作提供强大的决策支持，强化水务企业管理的科学性和前瞻性，同时提升社会治理效率与民生服务质量。

价值二：减少漏损，提高企业经济效益

通过 NB-IoT 智慧水表的应用，将对用水异常和计量异常的管网及时报警，并进行精确的 DMA 分区计量管理，可防止用户偷水并及时检修管网降低漏水量。利用水务大数据还可以更合理的规划供水管网，并随时检测水质，提高水处理技术，在一定管网规模下得到最大供水能力和供水质量。

价值三：提升管理效率，降低管理成本

- 与现有管理模式比：与供水企业现有管理模式相比，NB-IoT 智慧水表每天高频次水量数据采集能力可使供水企业对所有的水表运行状况了如指掌，从而大大降低人工管理成本，提高管理效率。另外，通过水务智能化管理，使整个水务服务过程可视化、可管理、可追溯，实现客服服务的主动化，从而实现对客户服务能力提升的有力保障。
- 与传统智能水表比：与传统智能水表管理相比，NB-IoT 智慧水表高密度、高精度、多维度采集功能是一般智能水表不具备的，这对于供水企业监控小区漏损和用户用水模式分析具有非常重要的意义。同时，NB-IoT 智慧水表较一般智能水表能更好地解决了互联互通问题，降低供水企业管理难度。

3.3 NB-IoT 智慧水表实践

3.3.1 案例 1：深圳水务

项目背景：

深圳电信智慧水务项目是由深圳水务、深圳电信、华为共同基于 NB-IoT、物联网开放平台和大数据等最新物联网技术打造的综合解决方案，涵盖智能抄表、智能管网、漏损监测、业务增值等智慧水务相关业务，目的是帮助深圳水务实现“互联网+”战略转型，达成“位居世界水务企业前列的大型水务集团”的战略目标。

基于这个目标，三方本着“优势互补、互利共赢”的原则，结成智慧水务及物联网战略合作伙伴关系，基于“互联网+水务”的需求，在盐田区南方明珠小区和裕达华庭小区、福田区景田北小区开展远程抄表、数据分析和监控的试点。

项目总结：

从 2016 年 10 月开始，深圳水务，中国电信，华为围绕本项目解决方案的网络通信性能、智慧终端电池续航能力、智能水表数据采集性能、数据管理及设备管理等功能应用、性能开展了一系列评测。根据近 18 个月的测试，各项评测均已通过，由于 NB-IoT 低功耗的特性，智能水表的续航能力得到极大提升，在满足深水大量数据上报的业务场景下，水表可续航时间超过 6+1 年。NB-IoT 网络的广覆盖特性，无论在室外楼边路边，还是在室内管道井等传统网络难以覆盖的区域，NB-IoT 网络都可以覆盖并实现水表数据上传。满足深圳水务集团提升数据采集、设备管理及水量实时监控等业务要求，可向行业规模推广复制。

2018 年 7 月份深圳水务启动 9 万只 NB-IoT 水表的招标，预计后续将以每年 40 万只的规模替换现有的传统水表。

3.3.2 案例 2：成都汇锦水务：“天府新区安置房改造项目”

项目背景：

四川天府新区为国家级新区,于 2017 年 12 月 21 日,在四川省委十一届二次全会确立的“四项重点工程”中,天府新区被标注为四川“百年大计”。习总书记在考察天府新区指出天府新区是“一带一路”建设和长江经济带发展的重要节点,国家寄予厚望,要为发展内陆开放型经济、促进西部地区转型升级、完善国家区域发展格局等发挥示范和带动作用。

天府新区作为引领西部地区发展的领头羊,加快城市公共管理智能化进程成为重中之重。适逢成都环境集团以打造以水务、固废综合利用为基石,大气土壤污染治理、环保装备制造及集成服务协同发展的千亿级环境集团为目标,其下属成都汇锦实业发展有限公司为认真贯彻落实集团公司关于加快智能水表推广应用的指示精神,助力天府新区创新发展的需求,经多方考察比选和反复技术论证,最终确定采用 NB-IoT 技术的物联网智能水表,并由成都汇锦实业发展有限公司下属成都汇锦水务发展有限公司承接实施“天府新区安置房改造项目”。经过汇锦水务公司统筹谋划,艰苦奋斗和中国电信四川分公司的通讯技术支持下,项目进展顺利。该项目的实施为提升天府新区安置房小区居住品质及安置户生活水平创造了有利条件,为供水企业提升经营管理水平,水资源的统筹管理利用,智慧水务的建设提供有力技术支持,得到了天府新区管委会和供水企业的高度认可。

项目总结：

“天府新区安置房改造项目”采用 NB-IoT 智慧水表,项目一期工程共计 8236 支 NB-IoT 智慧水表,于 2018 年 2 月启动安装,6 月全部安装完成。一期项目小区均为电梯高层建筑,存在信号覆盖不全面问题,经过中国电信方面进行基站基础建设,网络信号优号等工作,目前已全面上线抄表运行,截止到 9 月初数据回传率保持在 99.8%以上。

该项目是四川省内首个 NB-IoT 智慧水表规模应用落地项目,该项目成功投入运行,为成都市批量安装 NB-IoT 智能水表提供了实用经验。2018 年预计新装 NB-IoT 智慧水表数量将达到十万只以上。

4 NB-IoT 智慧水表技术建议

4.1 NB-IoT 智慧水表业务模型

4.1.1 上报周期&频次

户表：水表每半小时（根据应用侧配置不同）冻结一次数据，每天凌晨~5点（根据应用侧配置不同，可能按照不同小区分时上报）定时上报当天水表数据和告警数据。

特殊需求：部分供水企业需要检查漏损情况，需要短期密集上报。数据冻结频率5分钟，上报频率每小时。

大表：（工商业用户或小区大表）建议一天上报2次，如果有密集上报需求，建议2小时上报一次

4.1.2 数据包大小

水表上行数据包括周期性上报数据（不同供水企业要求的冻结周期不同、上报的数据项内容不同）、告警上报（事件性上报）等。下表为上行数据包大小参考：

表 4-1 上行数据包大小参考

数据项	数据内容	数据大小 (字节)	类型	周期	备注
水表定时上报 (基础需求)	时间戳、电池电压、告警标志、日累积流量、日累积逆流量、实时流速、周期水耗、周期水压	<200	周期型	1次/天	
水表定时上报 (增强类需求)	时间戳、电池电压、告警标志、日累积流量、日累积逆流量、实时流速、周期水耗、周期水压、周期水温、周期振动数据	<300	周期型	1次/天	
告警量	持续低流量告警/持续高流量告警、低电量告警/反流告警	<50	事件型		含故障恢复告警

说明：表格数据大小为参考值，若数据内容有差异，单条消息最大长度不得超过512Byte。

水表下行数据主要包括点抄、远程阀控、配置下发及远程升级。下表为下行数据包大小参考：

表 4-2 下行数据包大小参考

数据项	数据内容	数据大小 (字节)	类型	周期	备注
水表配置	消息上报周期、上报时间、水耗记录周期、持续低流量持续时间、低流量告警门限、持续高流量持续时间、高流量告警门限、低电量告警门限、反流持续时间、反流告警门限、高压告警门限、低压告警门限	<50	事件型	1次/年	以单个配置项修改计算
平台主动抄表	周期正向累积流量、周期负向累积流量、实时流速、实时水温、实时水压、日结累计流量	<40	事件型	1次/每月	建议优先满足低功耗特性； 响应周期 24 小时
远程阀控	开关阀指令	<40	事件型	1次/每月	部分供水企业不允许关阀； 建议优先满足低功耗特性； 响应周期 24 小时
远程升级			事件型	1次/2年	

4.1.3 数据重传方案

国内大多数供水企业对水表抄读的重传机制尚未做明确要求。建议水表终端支持重传机制，提升上报成功率。

三次重传机制设计参考：

- 第一次：初始发送；
- 第二次：前次发送失败后，等待 5min 后发起一次重传；
- 第三次：前次发送失败后，等待 1 小时后发起一次重传；
- 三次失败以后，等待 8 小时后复位模组，重新入网发送。

4.1.4 上行离散策略

国内大多数供水企业对水表抄读的并发数量尚未做明确要求。基础需求：上班时间点 8 点之前能够出前一天的报表。

1) 离散设计参考：

- 上报时刻 $T = \text{起始时刻 } T1 + \text{离散延迟时间 } T2$ ；例如起始时刻 $T1$ 为每天凌晨 1 点或 4 点；
- 离散延迟时间 $T2 = \text{随机值 } n1 * \text{离散间隔 } T3 + \text{随机偏移量 } n2$ ；例如随机值 $n1$ 可以取水表编号 $\text{mod}200$ 取余数，离散间隔 $T3$ 建议 2min；随机偏移量 $n2$ 建议取 0-60 的随机数，具体可以采用水表编号 $\text{mod}60$ 取余数；

2) 错峰设计可配置的参数包括：起始时刻、离散间隔。

说明：离散策略仅做参考

4.1.5 业务商用 CheckList

业务正式商用前，建议按照如下表格进行商用前自检，保证业务上线后易用，可维护。

表 4-3 业务商用 CheckList

网元	检查项目	推荐建议
芯片	确认芯片版本支持 3GPP 上行功率优化版本	芯片支持 3GPP 功率优化版本
	支持重选	芯片支持空闲态重选功能
	支持 RA	采用 RA (Release Assist) 可实现终端数据发送完成后快速释放
水表	接入离散	接入离散请参考上行离散策略
	采用 PSM 方式	推荐 PSM 方式，不建议模组下电，PSM 方案功耗优于下电
	支持 RA	通过 RA 可以实现快速释放
	终端对时	每天周期上报时与平台进行时间同步
	重传机制	初传失败重传 2 次，重传失败后 8 小时模组复位重新接入
	重选	通过服务器端支持打开和关闭终端重选功能，在异频场景，需要使用此功能
应用服务器	终端运维	支持 FOTA、SOTA 升级；支持 PCI\RSRP\SINR\ECL\频点上报
	网络运维	支持终端覆盖信息 (PCI\RSRP\SINR\ECL) 上报
	支持重选可配置	默认打开

4.2 NB-IoT 智慧水表技术建议

4.2.1 NB-IoT 智慧水表通讯规范

4.2.1.1网络覆盖要求

覆盖可以通过信号强度 RSRP 和信号质量 SINR 两个参数来评估，信号强度或者信号质量越好，则业务性能越好。3GPP 将 NB-IoT 的覆盖划分 3 个等级，即覆盖等级 CE0, CE1, CE2，且主要由信号强度 RSRP 划分。覆盖等级 CE0 覆盖最好。假设 NB-IoT 发射功率 20W 的情况下，推荐的覆盖等级门限如下：

表 4-4 网络覆盖等级门限

覆盖等级	RSRP门限	SINR门限
CE0	$\geq -105\text{dBm}$	$\geq 7\text{dB}$
CE1	$-105\text{dBm} > \text{RSRP} \geq -115\text{dBm}$	$7\text{dB} > \text{SINR} \geq -3\text{dB}$
CE2	$-115\text{dBm} > \text{RSRP} \geq -125\text{dBm}$	$-3\text{dB} > \text{SINR} \geq -8\text{dB}$

建议水表安装在覆盖等级 CE0 和 CE1 的区域，即安装点的网络参考信号信噪比 $\text{SINR} \geq -3\text{dB}$ ，参考信号接收功率 $\text{RSRP} \geq -115\text{dBm}$ 。在覆盖等级 CE2 区域，水表可以接入使用 NB-IoT 网络，但时延、耗电等性能会受影响。

单表上线网络指标：

根据多表计的实验室和现网测试，统计结果显示，考虑水表功耗和接入成功率，水表安装点合适的 $\text{RSRP} > -117.4\text{dB}$ ， $\text{SINR} > -3\text{dB}$ 。

但是工程上更多采用的是前评估方法，进行固定点 CQT（拨打一致性测试）测量方法，获得居民区或安装区的路测信号数据 RSRP(CQT)。

由于水表安装点与安装小区之间有遮挡、屏蔽等因素存在，有一定的信号衰弱。因此应满足：
RSRP(CQT)- 穿透衰减量 $> 117.4\text{dB}$ 。穿透衰减量可以参考下一节的统计数据表。

水表各场景衰减量：

建筑的密集程度和无线信号损耗正相关，据此可分为都市密集城区和县镇郊区两大场景。

同时根据不同的居民区形式对信号的接收有较大的区别，可分为高层（15层以上）、多层、别墅三大类。

特殊场景：根据以往无线网络的覆盖难点还有滨水高层、以及市政动拆迁区域的居民楼。

结合水表的安装场景，对室内“穿透2堵墙”、水没、水表井等主要场景下的RSRP进行仿真：结果显示中国电信NB-IoT整体覆盖较好，可以满足大多区域的水表抄表数据上报业务。

表 4-5 各典型场景信号衰减量表：

典型场景	信号衰减量参考(dB)	常见安装地域
两层石板、表深、水没	16-20	公共区域、江边
铸铁大表箱、表深	5-8	居民区
水没 (30cm)	3-4	城市地下水道
车压 (车头入射, 小型车)	17.5	停车场
小区管道井	15	南方高层建筑
建筑外墙	0	南方多层住宅
楼内水表井	15	北方高层建筑
地下室	32	北方多层建筑
地表坑	5-8	北方别墅、县镇

以上衰减量采用的是“MB800-65-15.5D”型号的天线，天线的水平波瓣角为68°，垂直波瓣角为15°，天线增益为15.5dBi。

测试环境为小区东南西北和中心位置各选择一幢楼，高层选择上中下测试 3 层，多层选在底层和顶层测试 2 层，每个测试点记录 PCI、RSRP、SINR 等覆盖数据。

4.2.1.2 性能指标

智能水表防水要求高，密封性强，加上安装地点更加复杂，一般不便于为模组和阀门配置可更换电池。

一方面 NB-IoT 信号覆盖分为 CE0、CE1 和 CE2 共 3 个等级，CE2 主要通过后向信令重传来实现增强覆盖，需要消耗更多的水表功耗。

另一方面，水表安装点多为水表井、石板下、地表坑等位置，信号衰减量大，很容易处于 CE2 等级的覆盖下，上报失败率高。

因此对功耗与信号覆盖的均衡性考虑非常重要，中国电信通过异频组网优化、地下室的室分优化，极大改善了 SINR 值，从而提升了一次性接入网络和传输的比例，并将上报成功率提升到 99%。

下面以中部地区一家供水企业运营的水表数据举例：

表 4-6 异频优化后的效果表：

SINR 提升效果	安装数量（万台）	异频优化前上线成功率	异频优化后上线成功率
1 期已完成	6.5	86%	99.2%
2 期已完成	8		
3 期正实施	5.5		

4.2.2 NB-IoT 智慧水表基本能力

- **周期上报：**水表按照设置的时间周期性上报数据（智能水表终端需要每天与平台进行时间同步）。
- **点抄：**当日水表数据上报异常时，供水企业从抄表平台主动发起实时抄读命令。建议优先满足低功耗需求，采用 PSM 唤醒后，下发抄读命令。NA 命令的响应周期 24 小时。
- **告警上报：**供水企业要求水表在产生过流、低电量、反流、磁干扰、电子模块分离等情况时，触发告警事件。建议发生磁干扰、电子模块分离时立即上报告警事件，其他告警事件打包到周期性上报的数据报文中一起上报。立即上报的告警事件每天只上报一次。

- **配置下发:** 支持通过第三方应用服务器对终端进行配置修改或参数查询操作 (建议每天最多对 2% 的终端进行次操作), 修改上报周期、修改网络配置、修改抄表日等。配置修改响应性能建议如下:
 - 99.9%的终端在 24 小时内完成反馈。
 - 100%的终端在 48 小时内完成反馈。
- **小区重选&切换:** 当前 NB-IoT 组网存在同频组网和异频组网两种模式。异频组网可有效降低同频干扰, 并提升网络容量。因此建议不对终端锁频, 终端能支持同频组网和异频组网两种组网方式。当终端覆盖不好时, 可以进行小区重选和切换。

在异频组网的情况下, 需要终端厂商进行相应的适配, 否则会出现接入失败等问题。终端设计建议请参考下表(以海思芯片为例):

表 4-7 终端设计建议

序号	设计建议参数	说明
1	开机入网保护时间不小于 5 分钟	由于网络变化时或在深度覆盖下终端入网时间较长, 因此要求 MCU 在开机入网保护时间不小于 5min。
2	使能小区重选功能	为了感知网络变化, 选择信号更好小区, 需要芯片启动小区重选功能; 海思芯片举例: AT+NCONFIG=CELL_RESELECTION,TRUE 命令使能小区重选。
3	若终端断电模组, 需先执行 AT+CFUN=0	在断电前终端需向模组发送 AT+CFUN=0 的命令, 保存频点等信息。
4	上报数据发生: "+CME ERROR:513" 时的处理方式	MCU 收到 ERROR 513 后需要延时后再进行重传。 建议可以再尝试 3 次, 每次的超时间隔依次是 1min/3min/10min, 若都失败则执行异常处理流程。
5	异常处理流程	先执行 AT+NRB 复位模组; 再执行 AT+CFUN=0 保持模组关机; 再执行 AT+NCSEARFCN 清除先验频点; 然后断电或执行 AT+NRB 复位模组。

此外, 对于终端首次入网或异常情况下批量重新附着入网 (如断电), 终端需要对上行接入进行离散操作, 以此提高接入成功率。具体离散算法请参考上行离散策略。

- **节电规范：**智能水表一般由电池供电，对功耗有严格的要求。因此需要终端支持节电模式，来提高终端电池使用寿命：

支持休眠模式：

PSM：PSM 类似于关机，终端关闭接入层功能进行省电，不再接收任何下行消息，包括系统消息和寻呼消息，因此终端在 PSM 无法接收任何下行数据，但终端在网络中仍保持在附着状态，终端从 PSM 模式醒来后，不需要重新执行附着流程。

智能水表业务建议使用 PSM 模式，不建议模组直接下电。通过实验室测试，PSM 方案功耗优于模组直接下电。

连接快速释放：

正常情况下，智能水表上报完数据后，需要等 UE 不活动定时器超时（默认 20 秒），才会从连接态进入 IDLE 态（功耗大）。如果智能水表确认已经是最后一次业务交互，可提前释放与基站侧的连接，进入 IDLE 态和 PSM 态，降低终端功耗。以下是实验室测试的终端电流参考数据：

- 连接态平均电流参考：50mA；
- IDLE 态平均电流参考：1mA；
- PSM 态平均电流参考：5uA；

计算使用 RA 单次业务流程可以节省的能耗：270uAH（实验室测试数据，供参考）。

库存阶段节电设计：

物联网终端生产结束到安装一般需要一段时间，最长有可能达到一年的库存周期，在库房中通常为弱覆盖，如果无信号，则还保持一定频率的搜网，以海思芯片为例：芯片上电第一次搜网失败后以 10 分钟，20 分钟，40 分钟，每次增长一倍时间的方式搜网，最长 24 小时间隔重试搜网。建议终端增加软件关机的功能，正常启动业务的时候再重新激活启动电源。

4.2.3 终端可维护性能力要求

基于 NB-IoT 的智慧抄表业务上报成功率等体验与水表所处的无线环境及业务模型息息相关。当终端出现丢包/时延大，上报成功率低等问题，需要终端水表能够提供有效的定位信息，因此正式商用的终端设备，可维护性方面至少应该具体以下能力：

- 终端日志至少保存 30 天内的通讯和操作记录；
- 终端日志包含水表内各模块的日志，能够在水表内部进行定界；
- 终端日志能直接上传到应用，并提供下载功能，方便远程分析问题；
- 应用端保存一年与其他平台(包括物联网开放平台)的通讯日志，保存一年数据处理日志；

- 信息读取功能：通过使用相应的工具应能够读取水表的信息，如表号，底数，上报周期等；
- 通讯参数设置和查询功能：NB-IoT 智能水表应能够查询当前所处网络状态，可对模组参数进行测试及读取模组信息；
- 网络质量上报：水表终端需要支撑网络质量数据上报，支持网络覆盖问题定位。上报内容包括：PCI\RSRP\SINR\ECL，频点；
- 近端维护功能：通过使用相应的工具应能够读取水表的信息，如表号、表内配置等，也可以通过近端维护工具对水表进行近端升级操作。需要考虑近端维护时的安全性，设置密码等方式验证近端维护合法性；
- 为保证可维护性，终端需支持近端升级，FOTA 升级，SOTA 升级。

4.2.4 终端升级

NB-IoT 已定位为 5G 标准下的低速接入标准，因此随着协议的不断完善，定位、广播、多载波等新特性将被支持，芯片 FOTA 升级将成为终端升级芯片版本的最有效途径。除芯片固件外，水表 MCU 软件也存在需要支持新功能而升级的问题。因此，为保证后续水表能够使用新功能及保证维护的便利性，终端需要支持以下三种升级方式：

- **近端升级**：在极端场景下，如果远程 FOTA/SOTA 不可用，终端需要支持通过近端进行升级操作；
- **FOTA 远程升级**：芯片功能增强或优化，且原有固件不能满足业务需求时，可通过 FOTA 对芯片固件进行远程升级。详细功能介绍和开发指导请参见《NB-IoT FOTA 功能技术规范和开发指导 v1.5》；
- **SOTA* 远程升级**：当终端 MCU 固件需要升级时，可通过 SOTA 升级方式进行终端软件升级。详细功能介绍和开发指导请参见《NB-IoT SOTA 开发指导书》；

*SOTA: LWM2M 协议未定义标准的 FOTA 升级流程，SOTA 升级流程为非标方案，需要终端适配平台升级方案。



5

智慧水务创新服务展望

目前水务产业的发展已经开始从传统制造向“智造”转变，同时智慧水务所需技术条件已基本具备，智慧水务建设已成为我国传统水务领域转型升级的重要方向：

运营数字化

通过运用遍布于城市各个角落的各种感知技术，尤其是水厂、管网等关键区域的传感器与智能设备，实时对水资源流动全过程进行测量、监控与分析，做到变被动为主动、全面感知。同时，结合智慧水务系统的大数据挖掘和分析技术，为水务企业和政府在水供给管理工作中提供强大的决策支持，提升社会治理效率与民生服务质量。

业务智能化

基于已有的信息化的水务系统，构建水文水力模型，对（准）实时监测的供水数据进行（准）实时预报和预警。同时可与水务系统的各类智能终端模块相结合，进行自动化控制，达到“厂网一体化，无人值守”。

服务高效化

基于智慧水务系统，构建线上、线下协同服务体系，依托供水大数据打破“信息孤岛”，变“用户跑腿”为“数据跑腿”。将智慧水务系统与主流通讯软件结合，建立用户“数据库”，实现从单向被动发布水务信息升级为主动公告、互动沟通的双向通道。针对不同用水群体提供“差异化、定制化、定向化”的精准服务。

A

缩略语

Numerics

IoT	Internet of Things	物联网
NB-IoT	Narrow Band Internet of Things	窄带物联网
PSM	Power Saving Mode	省电模式
eDRX	extended Discontinuous Reception	扩展非连续接收
DCI	Data Center Interconnect	数据中心互联
DDoS	Distributed Denial of Service	分布式拒绝服务
PaaS	Platform as a Service	平台即服务
SaaS	Software as a Service	软件即服务
VPDN	Virtual Private Data Network	虚拟私有数据网络
L2TP	Layer two Tunneling Protocol	第二层隧道协定
GRE	Generic Routing Encapsulation	通用路由封装协议
PCI	Physical Cell Identifier	物理小区标识
RSRP	Reference Signal Received Power	参考信号接收功率
SINR	Signal to Interference Plus Noise Ratio	信号干扰噪声比
ECL	Enhancement Coverage Level	增强覆盖等级
CQT	Circuit Quality Test	线路质量测试
MCU	Micro Control Unit	微控制单元
API	Application Platform Interface	应用平台接口
NA	Network Application	网络应用
DMA	District Metered Area	独立计量分区
FOTA	Firmware over the air	固件升级
SOTA	Software over the air	软件升级

