



基于混响屏蔽室的物联网燃气表整机通讯性能 批量测试技术研究与应用

2024年10月

郑州华润燃气股份有限公司

目录

1

公司简介

2

课题背景

3

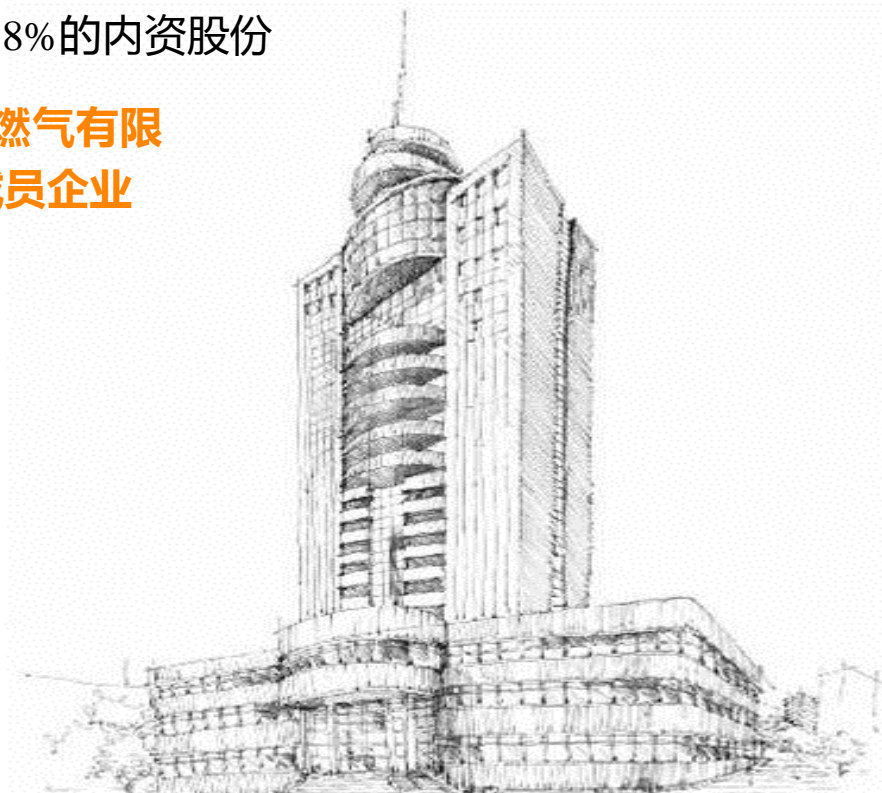
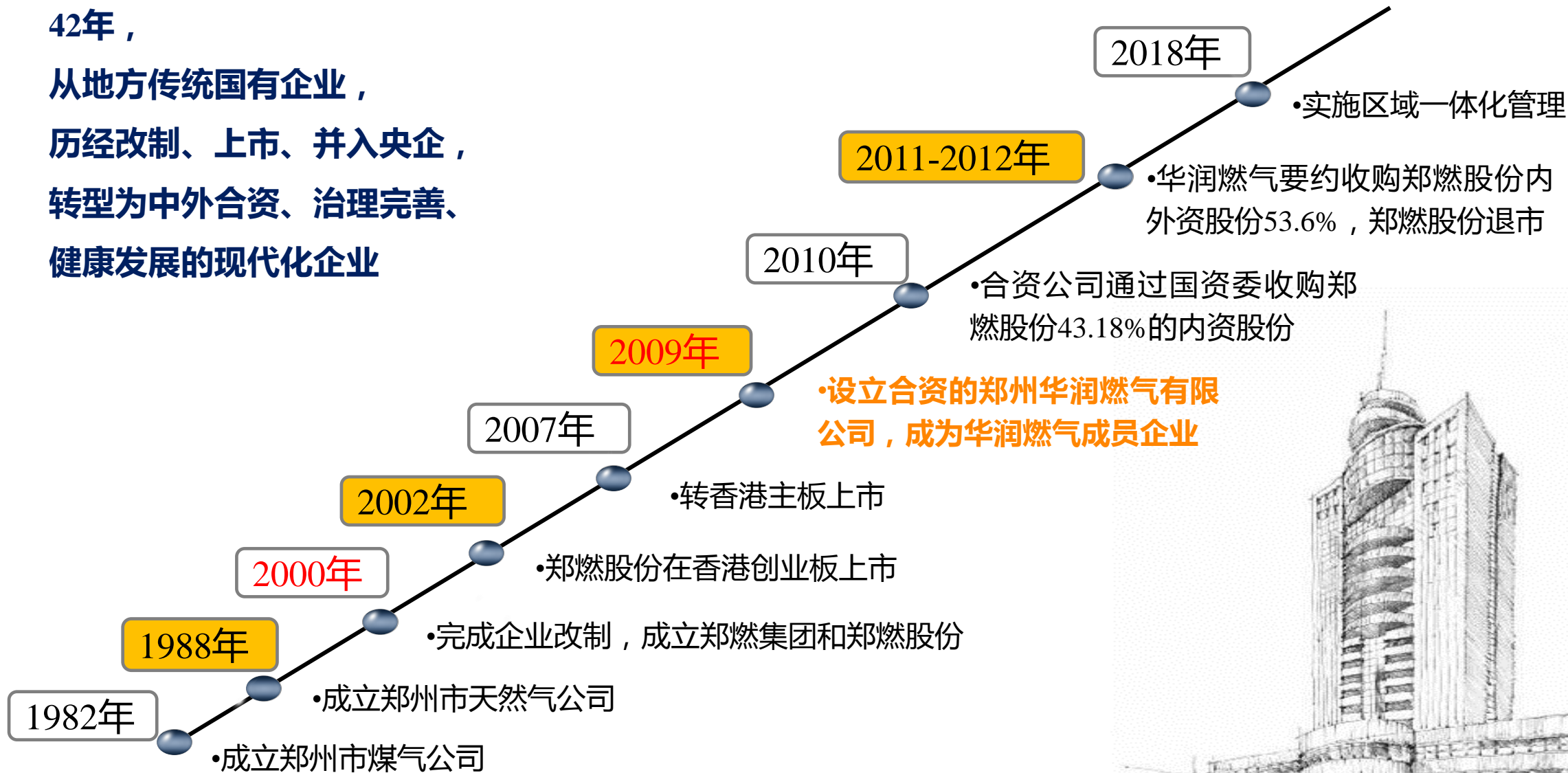
课题主要内容

4

课题成果



42年，
从地方传统国有企业，
历经改制、上市、并入央企，
转型为中外合资、治理完善、
健康发展的现代化企业



业务范围

目前以燃气业务为主，业务范围涵盖包括燃气运营、综合能源、综合服务、车用能源在内的多个领域，逐步形成“1+2+N”发展格局。

综合能源



光伏



分布式供暖



分布式能源

车用能源站12座，投运光伏2MW。

综合服务

厨电燃热

安居业务

新业务



加氢站



充电站



燃气主业



门站8座，接收能力24.8亿m³

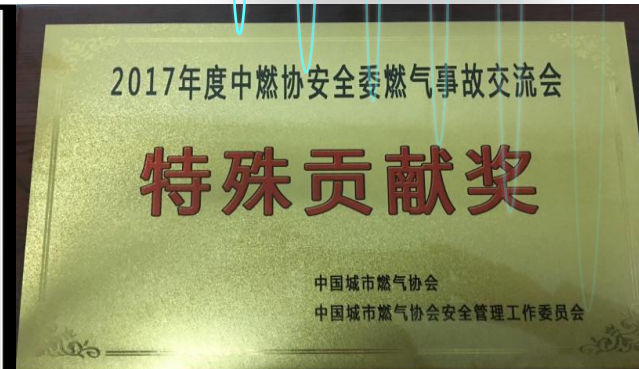
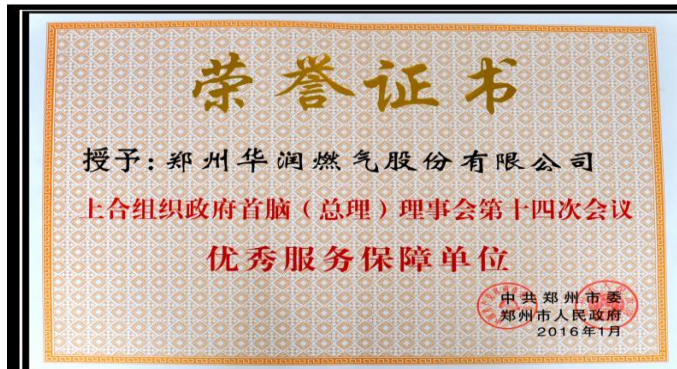
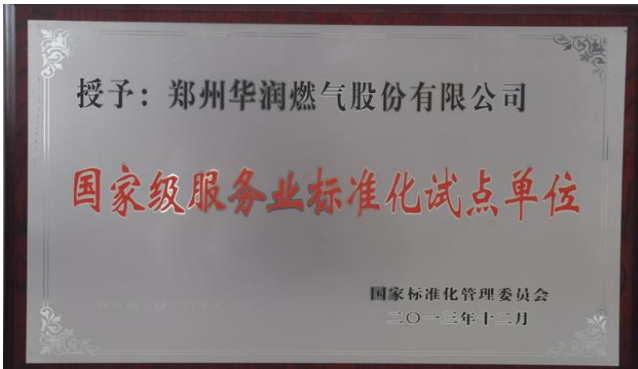
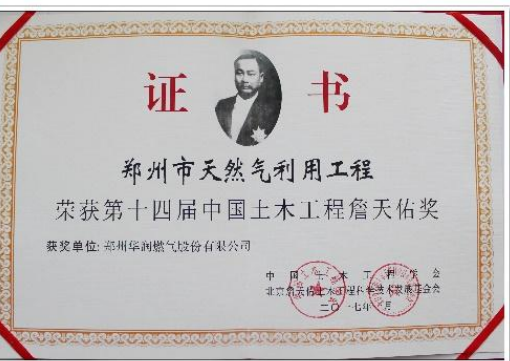
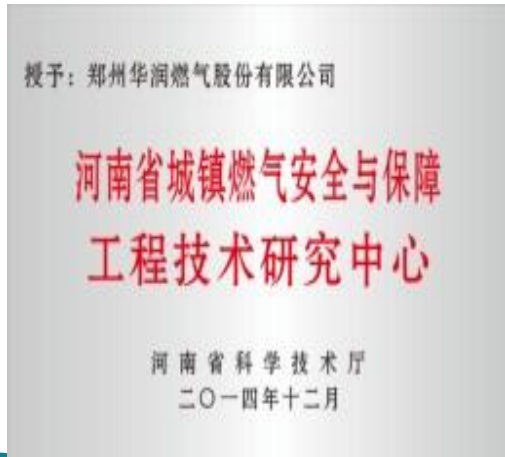
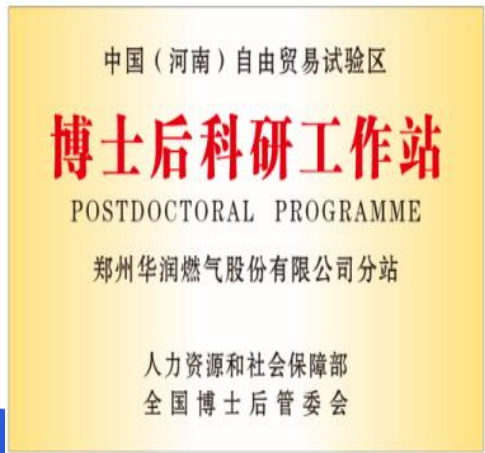
管理民用户350万户

工商业用户1.8万户

公司简介

资质荣誉

郑州华润燃气拥有国家博士后工作站、国家计量检测实验室、河南省工程技术研究中心；
 获得中国土木工程詹天佑奖、河南省省长质量奖、华润集团最佳创新奖、中燃协安全管理特殊贡献奖；
 获评为国家级服务业标准化试点单位、上合组织政府首脑（总理）会议优秀保障单位。



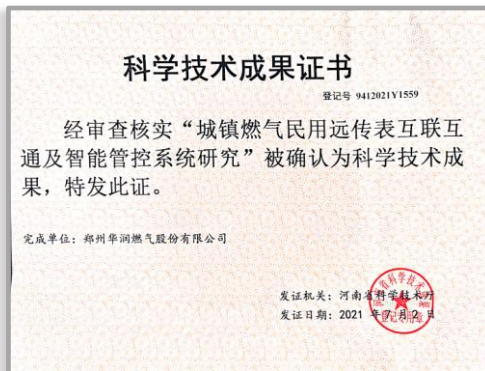
公司开展的技术创新工作取得了丰硕成果，基于创新项目发表的论文和申报的专利达**100**余项，参编多部**国家标准、行业标准和团体标准**，《城镇燃气民用远传表互联互通及智能管控系统研究》等**9**个项目被河南省科技厅认定为科技成果。



科技奖项



成果查新备案



- “燃气管网阴极保护远传设备及管理平台研发”荣获华润集团2023年度青年创新创效奖；
- “LNG槽车自动装卸车系统研究及应用”荣获河南省安全科技成果二等奖
- 荣获省部级以上奖项20余项



参编标准



- 牵头编制团体标准《燃气环压连接不锈钢管道应用技术规程》等35部标准。



论文、专利



- 每年申报专利20余项，
- 发表论文10余篇。

目录

1

公司简介

2

课题背景

3

课题主要内容

4

课题成果



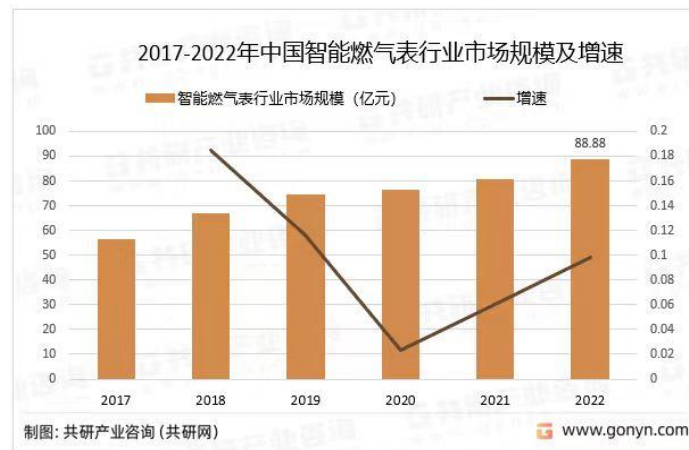
政策环境

我国高度重视物联网全面发展。相关部门发布了一系列政策，要求NB-IoT网络实现县级以上城市主城区普遍覆盖。打造一批NB-IoT应用标杆工程和NB-IoT百万级连接规模应用场景。

发布日期	政策文件名称
2011-11	物联网发展专项资金管理暂行办法
2011-04	中国物联网白皮书
2013-09	关于推进物联网有序健康发展的指导意见
2013-09	物联网发展专项行动计划
2017-07	关于全面推进移动物联网建设发展的通知
2020-04	关于深入推进移动物联网全面发展的通知
2021-09	物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021-2023年）

行业发展

从全球智能燃气表市场来看，数据显示，预计2025年全球智能燃气表市场规模可达300亿美元，年复合增长率（CAGR）为17.9%；国内市场将达100亿元。



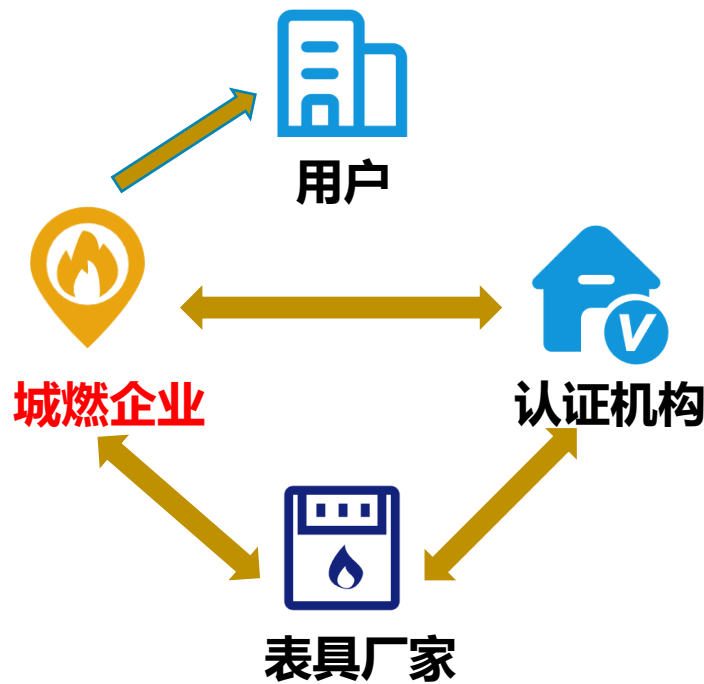
物联网燃气表的实际使用情况。以郑州华润燃气为例：

- 民用智能远传表累计升级130万户，智能化率40%；
- 工商业智能表累计升级1.7万余户，气量远传率90%；
- 场站气量采集率100%。

物联网燃气表应用逐年增多，如何**保障**物联网燃气表的**通讯质量**，使其更好的为用户服务，是我们重点关注的一个方向。

通讯测试现状

	设计阶段	生产阶段	认证阶段
无线测试环境	可控	不可控	可控
测试项	天线效率，波瓣图，OTA参数	实网上报（可通）	灵敏度
测试方	天线设计厂	表厂	认证机构
测试方式	非信令	信令	信令
影响因素	样机误差，检测量少	装配误差，环境误差，测试误差	过检量少

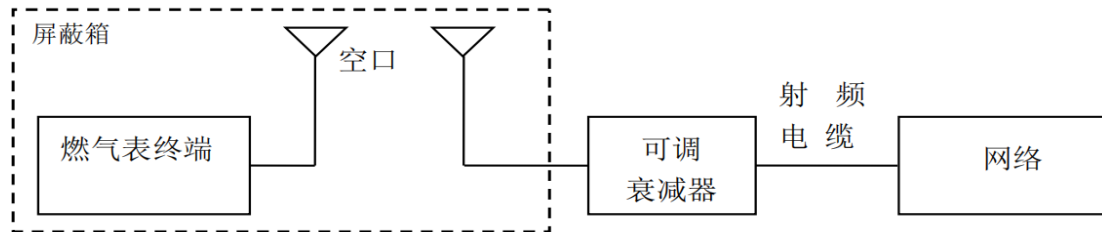


城燃企业作为直接面对用户的一方，开展物联网燃气表通讯性能测试尤为重要

国内物联网燃气表的通讯性能测试发展迟缓： 测试机构少，缺乏相关的参考标准。

目前主要的参考标准有“**基于窄带物联网（NB-IoT）技术的燃气智能抄表系统**”(T/CGAS 006-2019)，该标准文件中规定了单台NB-IoT远传智能燃气表的参考灵敏度电平试验方法。此类认证检测方法已经被行业所采纳。但是在实际的使用过程中，我们发现：

- **单表测试时间长，缺乏批量测试技术。**
- 该试验方法并没有规定测试的无线环境。常规的测试环境较理想，与燃气物联网设备的使用环境有差异，**缺乏实网环境下的通讯测试。**



燃气表参考灵敏度电平试验方法 -- 单表测试

目录

1

公司简介

2

课题背景

3

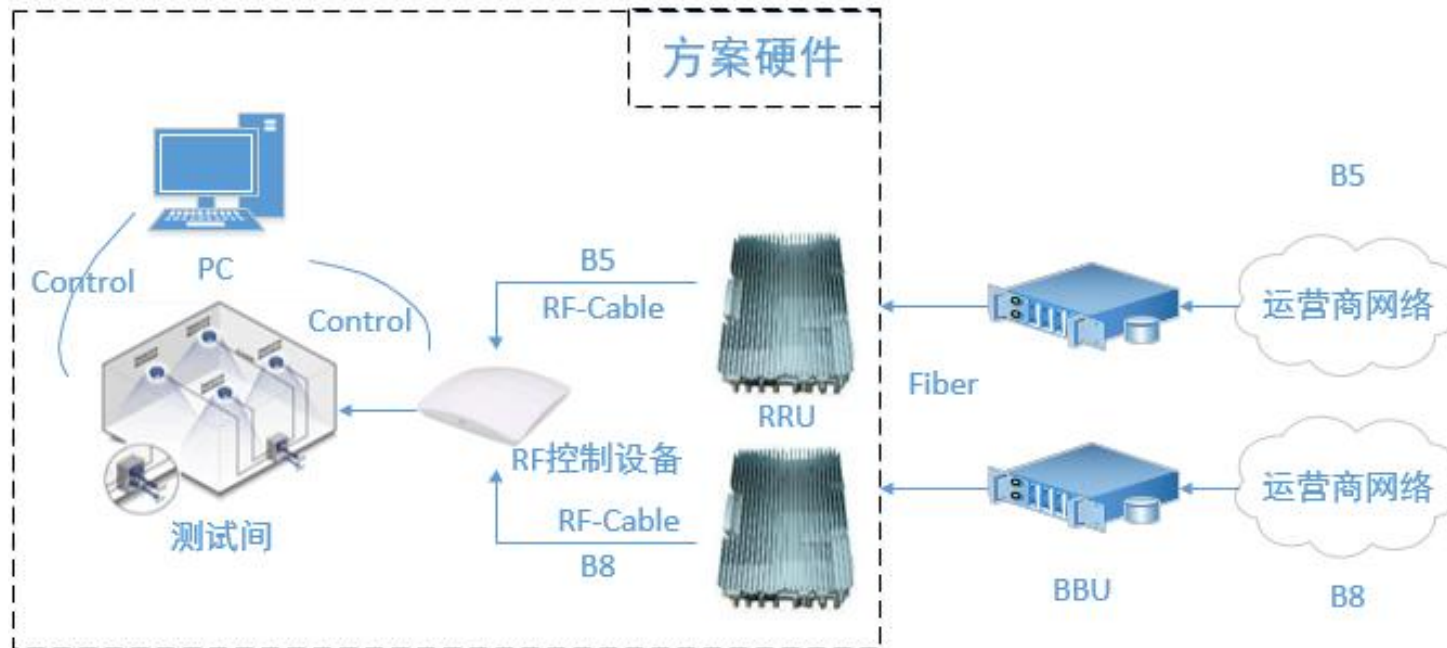
课题主要内容

4

课题成果



通过模拟实网环境，在混响室内开展表具在可控信号强度下的批量上报成功率测试。



测试方案拓扑图

本课题主要定制研发的OTA测试设备作为测试系统，整个测试系统含硬件和软件两个部分。硬件部分主要包括**混响屏蔽室**、**射频控制设备**、**实网信源**、和**测试计算机**。

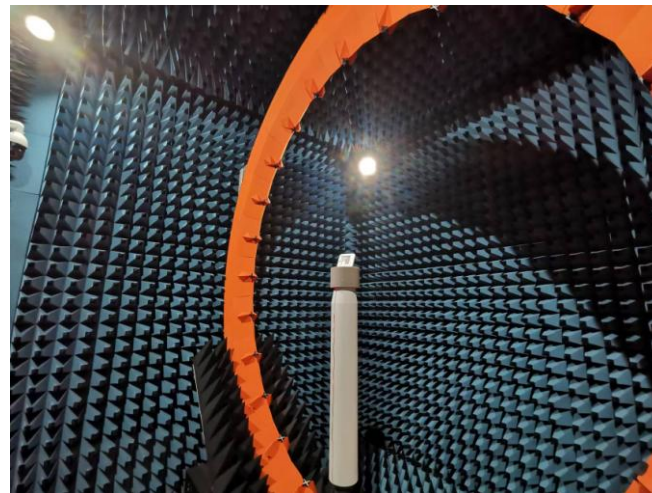
通信OTA测试技术，主要采用**OTA暗室**、**OTA混响室**作为整机无线OTA测试环境：

■ OTA暗室：

- 安装大量吸波材料，减少反射路径
- 模拟视距传播方式
- 采用辐射球面逐点积分法进行测试，测试时间长
- **测试静区较小**
- 建设成本高

➢ OTA混响室：

- 安装全金属反射板，增加反射路径
- 模拟非视距传播方式
- 采用统计平均法进行测试，测试时间相对较短
- **测试静区大**
- 建设成本较低



本课题将采用**OTA混响室**作为测试环境来进行研究

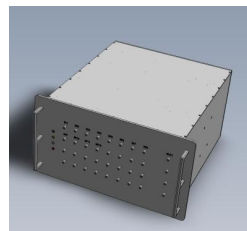
测试设备

- 搭建 无线测试环境
- 设计制造 射频测控设备
- 编写 自动化控制软件

测试项目

- 单表灵敏度测试
- 批量灵敏度筛查
- 批量上报成功率--实网环境模拟
- 可控环境的整机功耗测试

射频
测控
设备



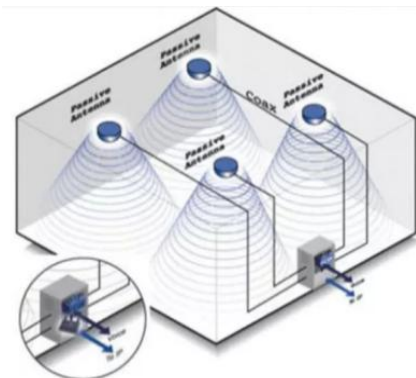
软件



控制
信号



实现



测试环境

表具检测



搭建测试环境

此测试屏蔽室的**测试空间大**、**可配置性高**，还可**隔离**屏蔽室外**电磁波**的干扰，不仅可调节测试信号的强度大小和测试天线的位置、朝向，还可放置**多台燃气表**同时进行测试。

- ✓ 屏蔽室外壳：内层金属板，提高室内多径反射环境。
- ✓ 混响室内尺寸：4700×3500×3000mm (L×W×H)
- ✓ 理论最低频率：(LUF) ≈126MHz
- ✓ 可测最低频率：3×LUF≈378MHz
- ✓ 测试天线：2个平板双极化天线
- ✓ 步进间距：150mm
- ✓ 搅拌状态：源搅拌+极化搅拌
- ✓ 总搅拌状态数：392
- ✓ 测试频率：800MHz-1800MHz
- ✓ 频点数量：3000 pts



各点位屏蔽效能均符合要求

广州力赛计量检测有限公司 Guangzhou LiSai Metrology & Test Co., Ltd.			
检测报告 TESTING REPORT			
证书编号: Certificate No.			扫一扫查验 2XB22091416254-0001A
委托方: Client	河南润源检测有限公司		
委托方地址: Address	河南省郑州市黄河路130号		
仪器/样品名称: Description	源暗屏蔽室		
型号/规格: Model/Type	JC-PPF91TPM		
制造厂商: Manufacturer	深圳市佳星科技有限公司		
出厂编号: Serial No.	/	管理号: Asset No.	RR-W-04
样品接收日期: Date of Receipt	2022-09-25 Y M D		
结论: Conclusion	所检项目符合技术要求 (Tested items meet technical requirements)		
检测日期: Date of Test	2022-09-25 Y M D	建议下次检测日期: Due Date	2027-09-24 Y M D
检测: Test by	刘崇辉		
审核: Inspected by	郝岩标		
授权签字人: Approved Signatory	方之潮		发布日期: 2022-09-27 Issued Date: Y M D

检测CNAS报告

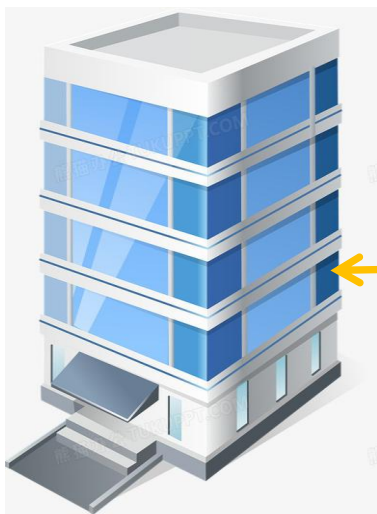
实网信源的接入

接入**电信和移动**各一个基站，单独线路接入测试实验室，用于燃气表通讯性能测试。

- 本课题所采用的**信令测试信源**，为运营商**实网通信基站**

- 实网基站：
 - 电信NB-IoT网络
 - 移动NB-IoT网络

- 光纤数据接入
- 核心网联通
- IoT平台联通
- 24小时稳定工作

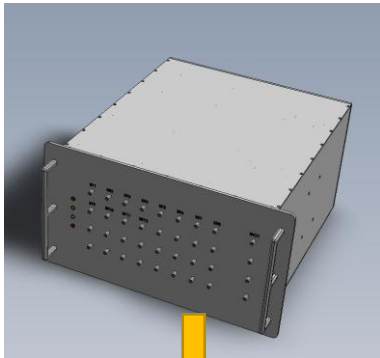


射频测控设备

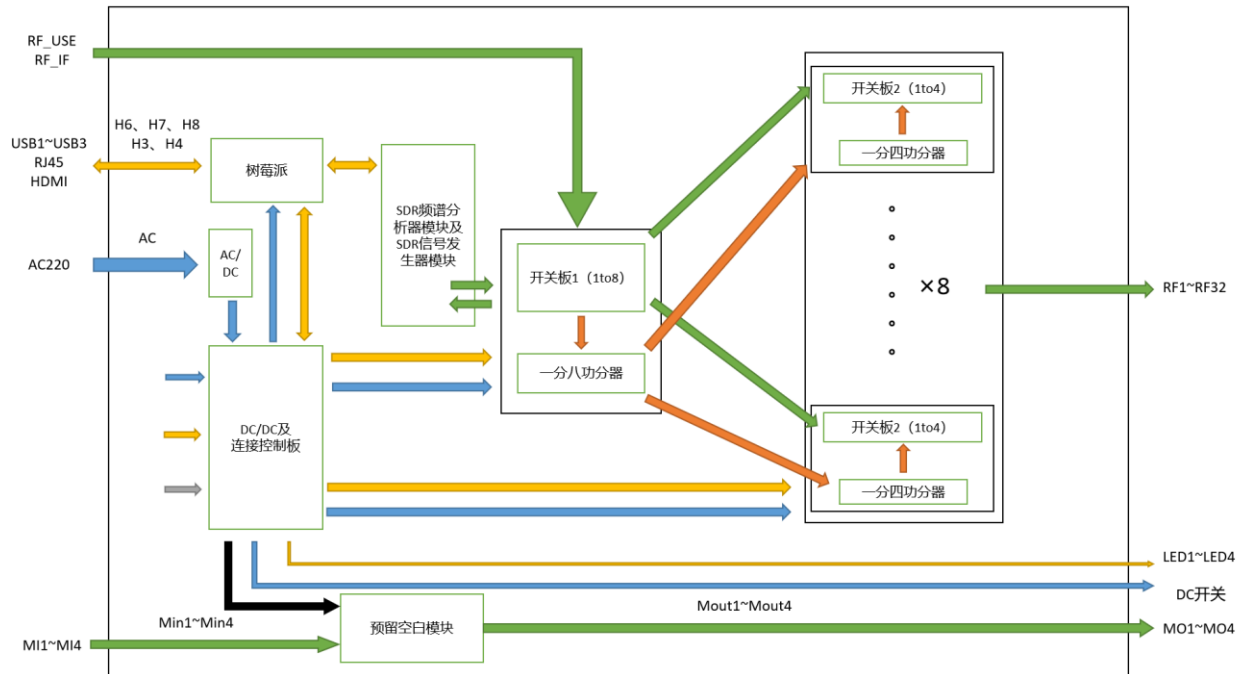
设备工作频率可以覆盖NB-IoT的主要应用频段（800~900MHz），通过网口进行控制信号传输，仪器内部集成了嵌入式微机进行硬件设备的控制。集成设计了功分网络与开关网络的复合型射频通道网络，实现了可控的**32路射频测试通道**，每个通道都可以实现独立的射频通道开关控制。

(内含射频干扰源与射频测量单元)

设计



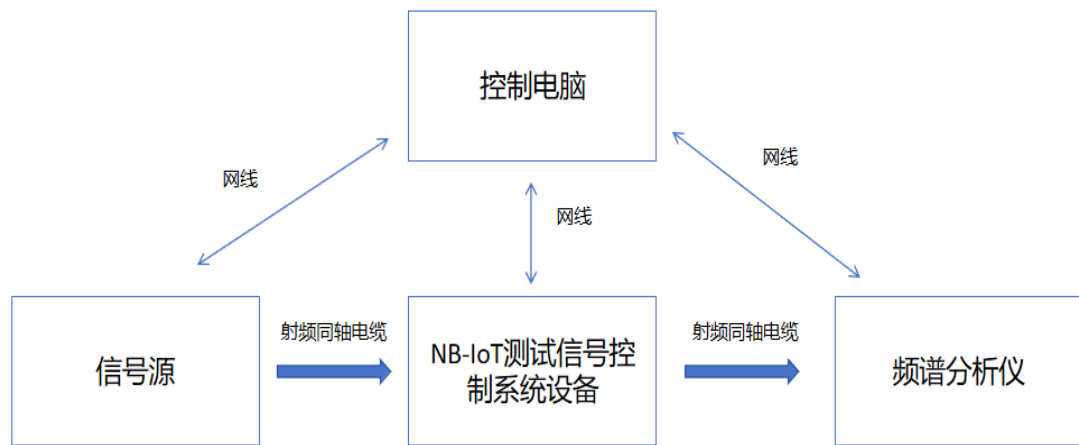
制造



设备原理框图

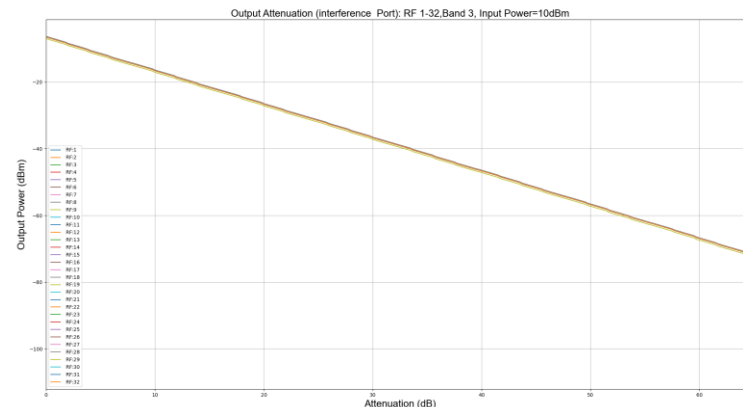
测控设备性能测试

射频信号从信号源输出进去NB-IoT测试信号控制系统设备，再由频谱分析仪接收射频信号并显示接收到的信号功率。



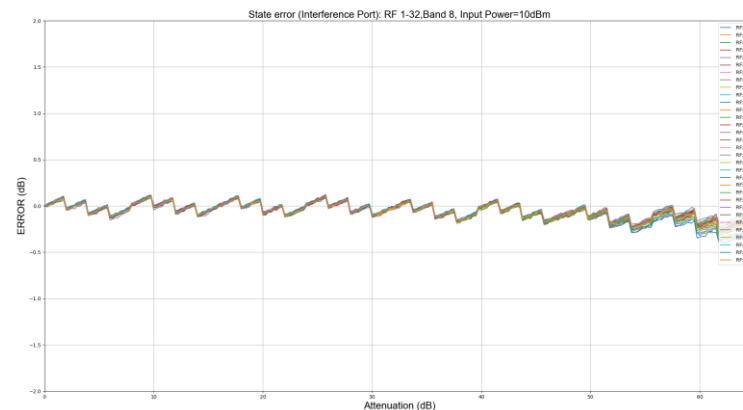
测试框架图

测试硬件的射频信号衰减调节可以实现**0至60dB**的线性调整，同时**32个RF**输出端口的一致性较好。



设备信号输出精度测试

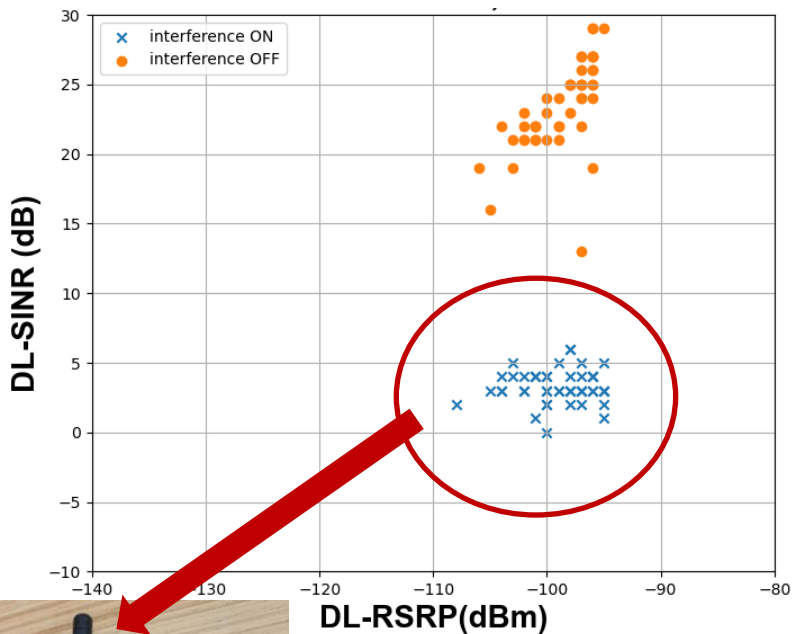
测试硬件的每个控制级所产生的误差均在**±0.5dB**之内。



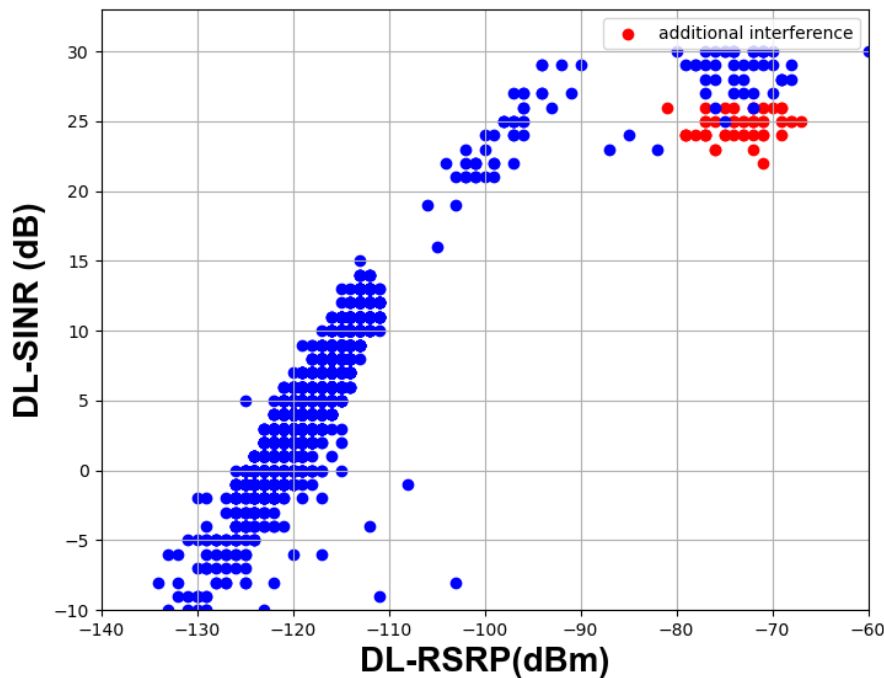
设备信号输出准确度测试

实网环境模拟

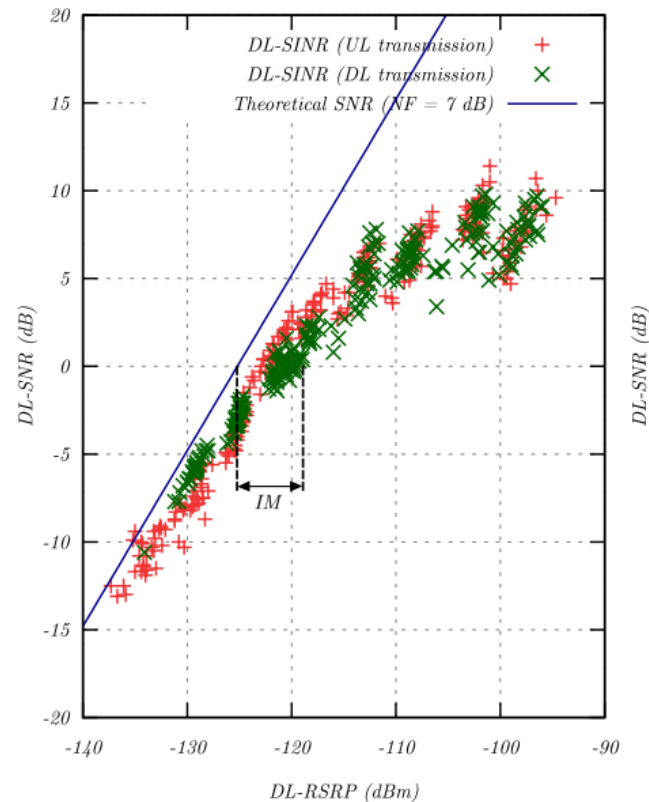
内置干扰源效果



测试间RSRP-SINR



德国实网NB-IoT网络



- 无线测试环境 RSRP、SINR双独立可调
- 可模拟室外无线环境特点

NB-IoT物联网燃气表单表灵敏度测试

实验室已可实现 **-137dBm** 数据联通

具备 < **华为云开放能力Compatible认证** > 测试条件

实现联调测控设备

华为 & XXX 公司 (公司官方全称) 合作认证项目测试报告

下行丢包率

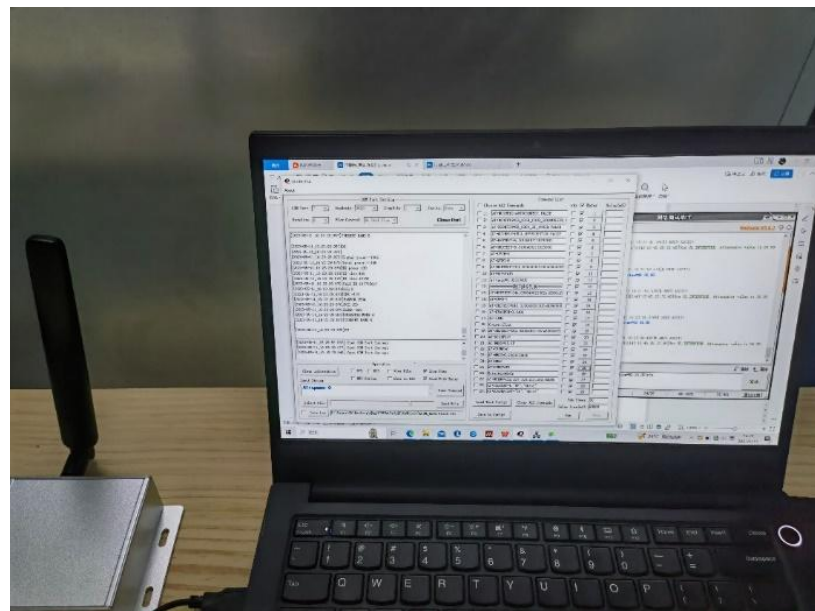
编号	路损	RSRP	SNR	下行命令次数	应答收包次数	丢包率	丢包率标准
1	132	-105.2	19.6	54	54	0.0%	< 0%
2	138	-110.8	14.4	52	52	0.0%	< 0%
3	142	-115.3	10	52	52	0.0%	< 0%
4	147	-120.2	5	52	52	0.0%	< 0%
5	152	-125.3	0	53	53	0.0%	< 0%
6	157	-130.3	-4.9	54	54	0.0%	< 0%
7	162	-135.4	-10	53	53	0.0%	< 0%
8	164	-136.9	-11.3	52	52	0.0%	< 0%

样图

上行丢包率

编号	路损	RSRP	SNR	上行发包次数	应答收包次数	丢包率	丢包率标准
1	132	-105.2	19.6	54	54	0.0%	< 0%
2	138	-110.8	14.4	52	52	0.0%	< 0%
3	142	-115.3	10	52	52	0.0%	< 0%
4	147	-120.2	5	52	52	0.0%	< 0%
5	152	-125.3	0	53	53	0.0%	< 0%
6	157	-130.3	-4.9	54	54	0.0%	< 0%
7	162	-135.4	-10	53	53	0.0%	< 0%
8	164	-136.9	-11.3	52	52	0.0%	< 0%

样图



测试项目	路损(dB)	RSRP(dBm)	SINR(dB)	发包次数	应答收包次数	丢包率	丢包率标准
上报丢包率	157	-130	-3	55	55	0.0%	<0%
	162	-135	-8	55	55	0.0%	<0%
	164	-137	-10	51	51	0.0%	<2%

NB-IoT物联网燃气表批量上报率测试

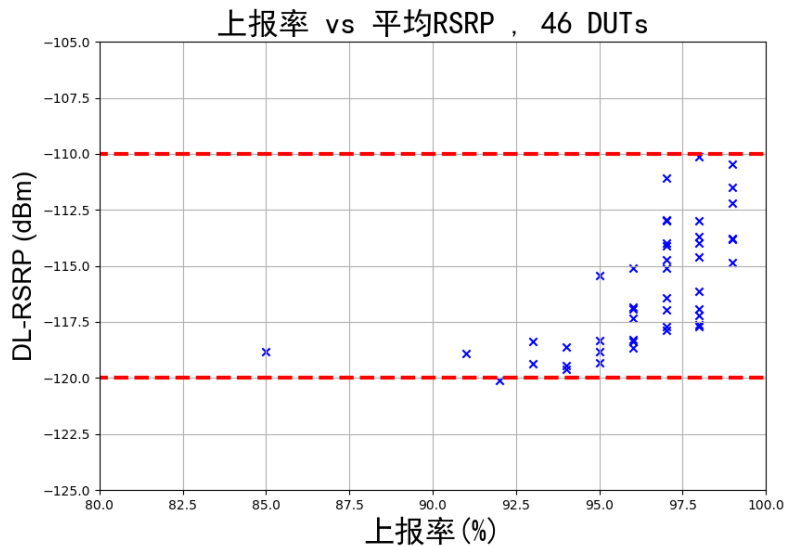
- 批量上报成功率
- 模拟同一基站天线下的批量NB-IoT设备 无线连接情况
- 贴近实际使用场景
- RSRP控制范围： $\pm 5\text{dB}$
- 上报成功率呈现非线性变化特点
- 行业内首个测试结果

46台燃气表
表具上报周期20分钟
100次上报

公司NB表的实网环境

干电池状态	干电池电压	锂电池状态	锂电池电压	信号质量	时钟状态	存储状态	采集告警状态	表厂家	用户编号	用户名称
正常	5.72	未知	--	-95	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	5.72	未知	--	-95	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.12	未知	--	-96	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.13	未知	--	-95	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.13	未知	--	-95	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.12	未知	--	-95	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.12	未知	--	-95	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.13	未知	--	-94	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓
正常	6.14	未知	--	-94	正常	正常	正常	浙江威星	1091346070	张春晓

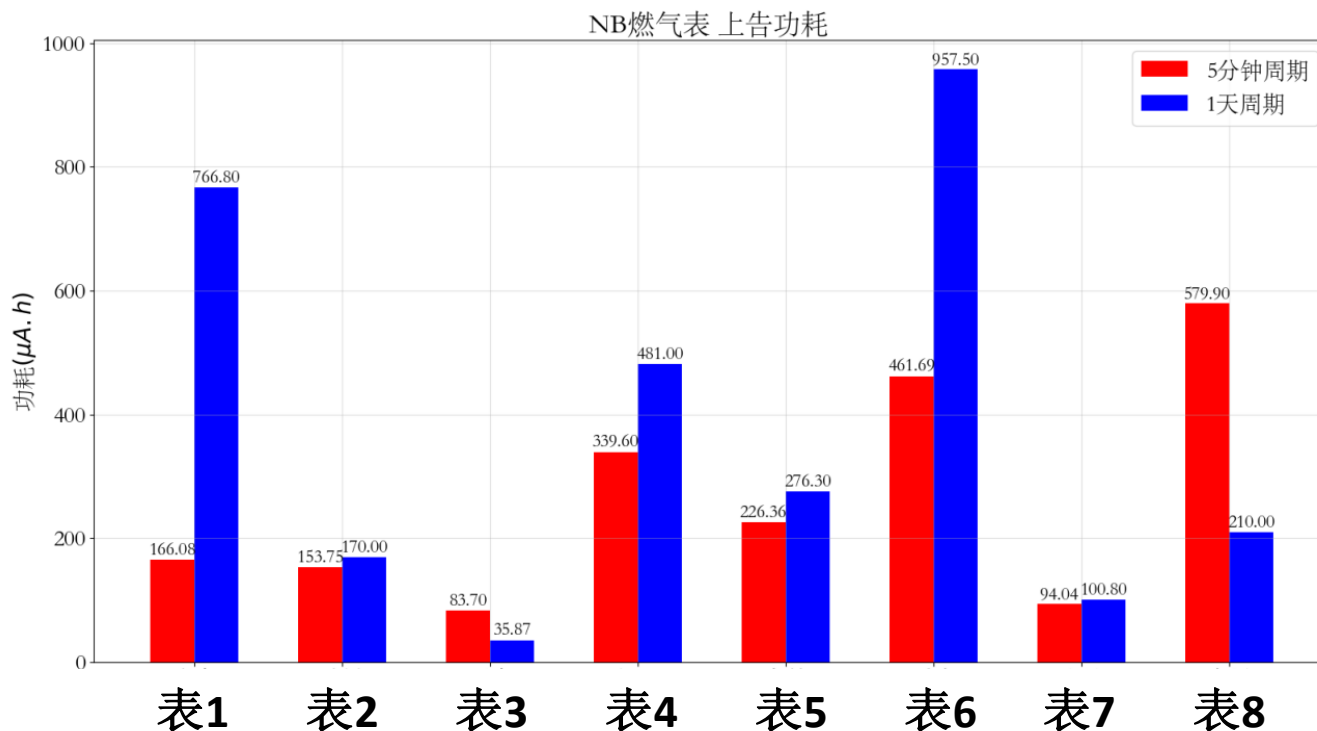
干电池状态	干电池电压	锂电池状态	锂电池电压	信号质量	时钟状态	存储状态	采集告警状态	表厂家	用户编号	用户名称
正常	5.9	未知	--	-92	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.9	未知	--	-88	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.91	未知	--	-92	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.91	未知	--	-92	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.91	未知	--	-91	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.9	未知	--	-91	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.91	未知	--	-91	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平
正常	5.91	未知	--	-87	正常	正常	正常	浙江金卡	1038116780	马会平



NB-IoT物联网燃气表通信功耗测试

通过表具的功耗测试，可以发现不同厂家、不同上报周期，表具的单次上报功耗有明显的变化。

产品描述	
产品名称	NB无线智能燃气表（8家品牌）
样品数量	32台（8*4）
整机供电方式	4节碱性干电池
天线类型	内置天线
网络制式及工作带宽	NB-IoT 180KHz
标称电压	整机6V
测试无线环境	典型室内，RSRP=-110dBm，SINR=1dB



实验室通过加速功耗实验，可实现预估不同表具，在不同上报周期设定下，不同信号环境中的使用寿命。

目录

1

公司简介

2

课题背景

3

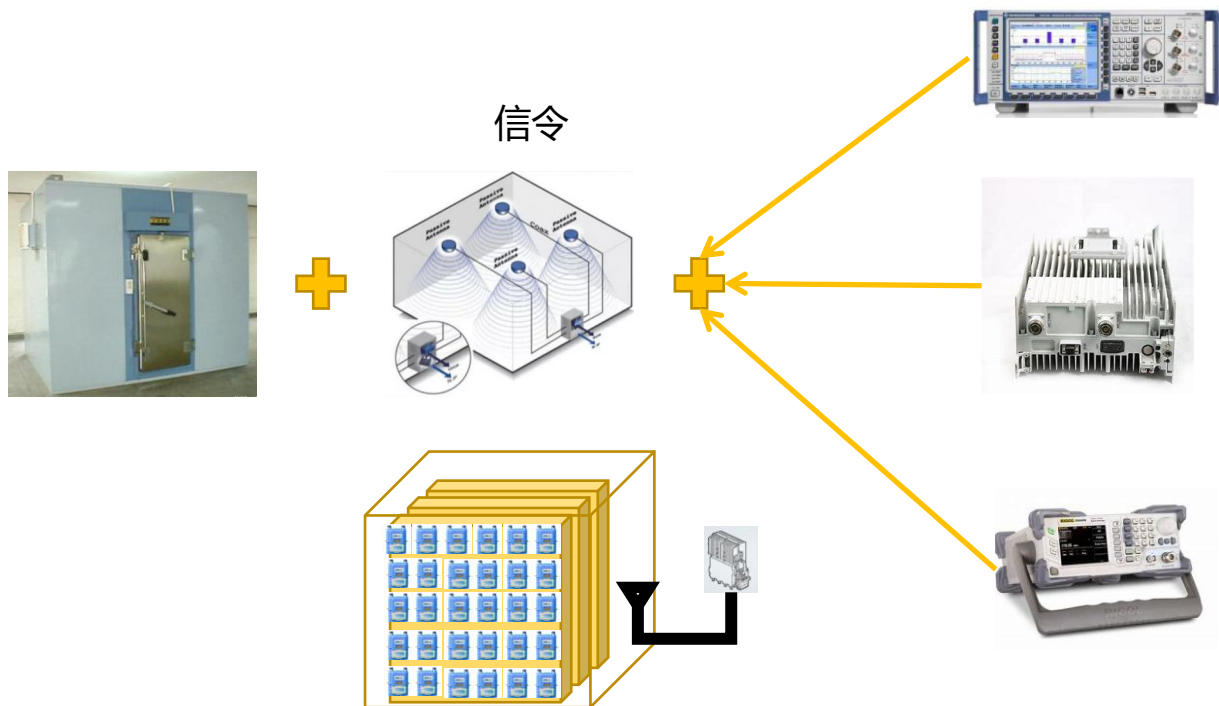
课题主要内容

4

课题成果



本项目首次将**混响室**应用到燃气物联网产品的评测中，后续可在行业内规模化推广；设计了物联网燃气表批量测试方案，填补业内对于物联网燃气表**通信性能批量检测**的空白；提前布局燃气物联网产品的评测领域，建成了华润燃气第一座**OTA评测实验室**，把控物联网燃气表的通讯性能，**保障用户权益**；本实验室可作为物联网端网协同优化平台，开展物联网通信测试技术研究。

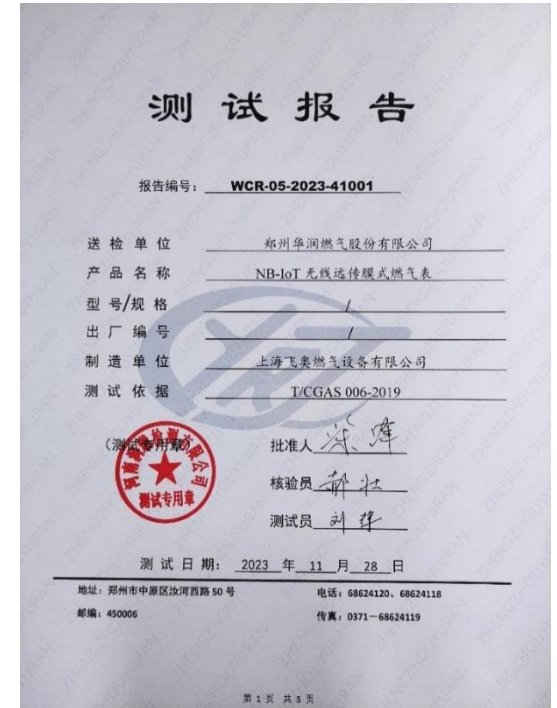


在信号强度以及额外干扰强度可控的信号环境下，
批量检测：

- 50个表间RSRP±5dB
- 实网环境24h，最大RSRP波动=10dB
- **程控干扰源（可致全部表通信阻塞）**
-模拟外部实网环境
- 动态检测实网输入信号波动，实时补偿
- 测试时间：表端上报周期，上报次数

本课题目前授权实用新型专利一项，受理发明专利一项、实用新型两项，研究测试报告一份，发布核心期刊论文一篇。

知识产权布局



物联网燃气表通讯性能测试报告一份

doi:10.3909/j.issn.1005-3114.2024.05.010
引用格式:吴俊杰,成士其,杨海波,等.针对6G-IoT设备的OTA测试技术研究[J].无线电通信技术,2024,50(3):496-502.
[WU Junjie, CHENG Shiqi, YANG Haibo, et al. Research on OTA Testing Technology for 6G-IoT Devices[J]. Radio Communications Technology, 2024, 50(3):496-502.]

针对6G-IoT设备的OTA测试技术研究

吴俊杰^{1,2,3}, 成士其^{1,2,3}, 杨海波¹, 杨守义²

(1. 郑州华测燃气股份有限公司, 河南 郑州 450007;

2. 郑州大学 电气与信息工程学院, 河南 郑州 450001;

3. 物联网标准与应用工业和信息化部重点实验室数字水循环研究中心, 福建 福州 350015)

摘要: 随着5G物联网(Internet of Things, IoT)的快速发展,针对下一代IoT通信的特点,6G-IoT网络将会进一步优化海量机器通信(massive Machine Type Communication, mMTC)场景,从而促进新一代无线设备如超大规模多输入多输出(Extremely Large-scale Multiple-Input Multiple-Output, XL-MIMO)设备的快速发展。针对此类设备尺寸大、无内置测试接头的特点,重点分析了多种空中下载(Over-The-Air, OTA)技术用于此类设备测试的优缺点,提出了一种适用于6G-IoT设备的电授播混OTA测试方案,并通过对比多套5G-IoT终端的在OTA暗室以及OTA混响室的测试结果,初步验证了所提方案的可行性。

关键词: 6G-IoT;物联网;授播;混响测试

中图分类号:TN06 文献标志码:A
文章编号:1005-3114(2024)03-0496-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



测试环境

实用新型

测试方法

发明

测试终端架子

实用新型

融合计量测试

实用新型

OTA测试论文一篇

➤ 扩展可测频段范围

充分利用硬件设计的留白区域，扩展可测频段范围，如蓝牙、CAT1、星闪等。

➤ 扩展燃气物联网产品检测业务

针对燃气物联网产品的通信测试需求，利用测试中心研发装备，开展其他燃气物联网产品（阀控类设备）的批量通信测试业务，推动行业通信测试规模化。

➤ 扩展业务范围

充分现有实验条件的，开展水表、电表等物联网产品的通讯性能测试。



创业十年，
兴业十年，
创建世界一流再十年

谢谢

