



大连星桥科技有限公司

StarBridge Technology Co., Ltd.

生产技术及产品质量简介

Date:2025-06

Ver:1.21b

网址: www.starbridgetech.ltd; www.pnos.com.cn
地址: 大连市中山区长江路 29-2 号, 长江物流商厦 10 楼 1002

电子邮件: support@pnos.com.cn



目 录

1、	生产技术.....	3
1.1、	802.11 协议栈分层	4
1.2、	关键技术演进	5
1.3、	安全协议演进	6
1.4、	频谱分配与信道规划.....	6
1.5、	802.11 标准对比（关键参数）	6
1.6、	部署技术.....	7
1.7、	技术优势.....	7
2、	产品质量标准及检测项目	9
2.1、	独立的无线局域网设备适用的检测标准及检测项目	9
2.2、	集成或内置了无线局域网设备的产品适用的检测标准及检测项目	9
2.3、	提供无线局域网鉴别或保密功能（WAPI）的软件产品.....	10
2.4、	检测项目	10
3、	质量保证.....	11
3.1、	质量保证能力检查	11
3.2、	产品一致性检查	11
3.3、	质量保证能力	11



1、 生产技术

IEEE 802.11

802.11 是 IEEE 最初制定的一个无线局域网标准,主要用于解决办公室局域网和校园网中,用户与用户终端的无线接入,业务主要限于数据存取,速率最高只能达到 2Mbps。期间,3Com 等公司都有基于该标准的无线网卡。由于 802.11 在速率和传输距离上都不能满足人们的需要,因此,IEEE 小组又相继推出了 802.11b 和 802.11a 两个新标准。三者之间技术上的主要差别在于 MAC 子层和物理层。

802.11a 是 802.11 原始标准的一个修订标准,于 1999 年获得批准。802.11a 标准采用了与原始标准相同的核心协议,工作频率为 5GHz,使用 52 个正交频分多路复用副载波,最大原始数据传输率为 54Mb/s,这达到了现实网络中等吞吐量(20Mb/s)的要求。如果需要的话,数据率可降为 48, 36, 24, 18, 12, 9 或者 6Mb/s。802.11a 拥有 12 条不相互重叠的频道,8 条用于室内,4 条用于点对点传输。它不能与 802.11b 进行互操作,除非使用了对两种标准都采用的设备。

由于 2.4GHz 频带已经被到处使用,采用 5GHz 的频带让 802.11a 具有更少冲突的优点。然而,高载波频率也带来了负面效果。802.11a 几乎被限制在直线范围内使用,这导致必须使用更多的接入点;同样还意味着 802.11a 不能传播得像 802.11b 那么远,因为它更容易被吸收。

尽管 2003 世界无线电通信会议让 802.11a 在全球的应用变得更容易,不同的国家还是有不同的规定支持。美国和日本已经出现了相关规定对 802.11a 进行了认可,但是在其他地区,如欧盟,管理机构却考虑使用欧洲的 HIPERLAN 标准,而且在 2002 年中期禁止在欧洲使用 802.11a。在美国,2003 年中期联邦通信委员会的决定可能会为 802.11a 提供更多的频谱。

在 52 个 OFDM 副载波中,48 个用于传输数据,4 个是引示副载波(pilot carrier),每一个带宽为 0.3125MHz (20MHz/64),可以是二相移相键控(BPSK),四相移相键控(QPSK),16-QAM 或者 64-QAM。总带宽为 20MHz,占用带宽为 16.6MHz。符号时间为 4 毫秒,保护间隔 0.8 毫秒。实际产生和解码正交分量的过程都是在基带中由 DSP 完成,然后由发射器将频率提升到 5GHz。每一个副载波都需要用复数来表示。时域信号通过逆向快速傅里叶变换产生。接收器将信号降频至 20MHz,重新采样并通过快速傅里叶变换来重新获得原始系数。使用 OFDM 的好处包括减少接收时的多路效应,增加了频谱效率。



802.11a 产品于 2001 年开始销售，比 802.11b 的产品还要晚，这是因为产品中 5GHz 的组件研制成功太慢。由于 802.11b 已经被广泛采用了，802.11a 没有被广泛的采用。再加上 802.11a 的一些弱点，和一些地方的规定限制，使得它的使用范围更窄了。802.11a 设备厂商为了应对这样的市场匮乏，对技术进行了改进（现在的 802.11a 技术已经与 802.11b 在很多特性上都很相近了），并开发了可以使用不止一种 802.11 标准的技术。

现在已经有了可以同时支持 2.4Ghz 和 5Ghz、6Ghz 支持的三模式的无线设备，它们可以自动根据情况选择标准。同样，也出现了移动适配器和接入设备能同时支持所有的这些标准。

1.1、802.11 协议栈分层

802.11 遵循 OSI 模型，重点在物理层（PHY）和数据链路层（MAC）：

1. 物理层（PHY）

- 负责无线信号的调制、编码、发射与接收。
- 支持不同频段（2.4GHz,5GHz,6GHz）和带宽（20/40/80/160/320MHz）。
- 关键技术：
 - **OFDM**（正交频分复用）：将信道划分为多个子载波并行传输（802.11a/g/n/ac/ax）。
 - **DSSS/CCK**（直接序列扩频/补码键控）：早期标准（802.11b）采用。
 - **MIMO**（多输入多输出）：多天线技术提升吞吐量（802.11n 起）。

2. MAC 层（媒体访问控制层）

- **核心功能**：协调多设备共享无线媒介，避免冲突。
- **CSMA/CA**（载波侦听多路访问/冲突避免）：
 - 设备发送前侦听信道是否空闲（物理载波侦听+虚拟载波侦听 NAV）。
 - 采用**随机退避机制**：冲突时随机等待时间再重试。
- **帧结构**：
 - 管理帧（连接/认证）、控制帧（RTS/CTS/ACK）、数据帧。



1.2、关键技术演进

1.物理层关键技术

技术	作用	引入标准
OFDM	抗多径干扰，提升频谱效率	802.11a/g
MIMO	多天线并行传输，提升吞吐量	802.11n
MU-MIMO	多用户 MIMO，AP 可同时服务多个设备	802.11ac（下行） 802.11ax（上下行）
OFDMA	将信道划分为子载波组（RU），允许多设备并行传输	802.11ax
1024-QAM	更高阶调制，单符号携带 10bit 数据（对比 256-QAM 的 8bit）	802.11ax
320MHz 信道	在 6GHz 频段实现超宽信道	802.11be

2.MAC 层优化

技术	作用
帧聚合 (A-MSDU/A-MPDU)	将多个数据帧聚合发送，减少协议开销（802.11n 起）
BlockACK	一次确认多个帧，替代逐帧确认
TWT（目标唤醒时间）	IoT 设备按预约时间唤醒，降低功耗（802.11ax）
MLO（多链路操作）	设备同时多频段（如 2.4G+5G）传输，提升可靠性与吞吐量（802.11be）



1.3、安全协议演进

协议	核心机制	缺陷与改进
WEP	RC4 加密+静态密钥	易被破解（IV 冲突、密钥重用）
WPA	TKIP 动态加密+MIC 完整性校验	临时过渡方案
WPA2	AES-CCMP 加密+四次握手（PTK 密钥分发）	KRACK 攻击（握手过程漏洞）
WPA3	SAE（替代四次握手） 192-bit 企业加密	防离线字典攻击 前向加密（OWE）

1.4、频谱分配与信道规划

频段	特点	典型信道带宽
2.4GHz	穿透性强，覆盖广；仅 3 个非重叠信道（1/6/11），易拥堵	20MHz
5GHz	干扰少，速率高；支持 20/40/80/160MHz 信道（需 DFS 避开雷达频段）	80/160MHz
6GHz	新增频段（Wi-Fi6E/7），1200MHz 连续频谱，无干扰；支持 160/320MHz	160/320MHz

注：信道绑定（如 40MHz=2×20MHz）提升带宽，但增加邻道干扰。

1.5、802.11 标准对比（关键参数）

标准	频段	最大速率	关键技术	商用名称
802.11a	5GHz	54Mbps	OFDM	Wi-Fi2
802.11b	2.4GHz	11Mbps	DSSS	Wi-Fi1



标准	频段	最大速率	关键技术	商用名称
802.11g	2.4GHz	54Mbps	OFDM	Wi-Fi3
802.11n	2.4/5GHz	600Mbps	MIMO,40MHz,帧聚合	Wi-Fi4
802.11ac	5GHz	6.9Gbps	MU-MIMO（下行）,160MHz	Wi-Fi5
802.11ax	2.4/5/6GHz	9.6Gbps	OFDMA,UL/DLMU-MIMO,TWT	Wi-Fi6/6E
802.11be	2.4/5/6GHz	>40Gbps	MLO,320MHz,4K-QAM	Wi-Fi7

速率计算示例：

802.11ax8×8MIMO+160MHz+1024-QAM:

8 流×980.5Mbps/流≈7.8Gbps8 流×980.5Mbps/流≈7.8Gbps（实际受限于设备能力）

1.6、部署技术

1. 干扰管理：

- 同频干扰（Wi-Fi 设备间）、邻道干扰（信道重叠）、非 Wi-Fi 干扰（蓝牙、微波炉）。
- 解决方案：DFS 动态选频、AIRTIMEFAIRNESS（空口时间公平调度）。

2. 高密度场景：

- 802.11ax 的 OFDMA 和 BSSColoring（BSS 着色）技术减少冲突。

3. 漫游优化：

- 802.11k（邻居报告）/802.11r（快速切换）/802.11v（网络引导）提升体验。

1.7、技术优势

802.11 协议的核心是通过**物理层技术创新**（OFDM/MIMO/OFDMA）和 **MAC 层效率优化**（CSMA/CA/帧聚合/TWT）持续提升无线性能。其演进逻辑围绕：

- ☑ **更高吞吐量**（宽信道、高阶调制）
- ☑ **更高密度支持**（MU-MIMO、OFDMA）



- ☑ 更低功耗 (TWT)
- ☑ 强安全 (WPA3)
- ☑ 频段协同 (MLO)

理解 802.11 需结合**频谱特性**、**调制编码**和**介质访问机制**三大支柱，才能应对实际部署中的干扰、容量与延迟挑战。



2、产品质量标准及检测项目

2.1、独立的无线局域网设备适用的检测标准及检测项目

1) 电气安全检测标准及检测项目

- GB4943 规定的全部适用项目。

2) 电磁兼容检测标准及检测项目

GB9254 和 GB17625.1 中规定的以下三项：

- 电源端子传导骚扰电压；
- 辐射骚扰场强；
- 谐波电流。

3) 鉴别或保密功能（WAPI）及设备互联互通的检测标准及检测项目：

- GB15629.11
- GB15629.11/XG1
- GB15629.1101
- GB15629.1102
- GB15629.1104

上述规定的全部适用项目。

2.2、集成或内置了无线局域网设备的产品适用的检测标准及检测项目

1) 实施强制性产品认证的产品目录中已涵盖的产品：

a. 鉴别或保密功能（WAPI）及设备互联互通的检测标准及检测项目：

- GB15629.11
- GB15629.11/XG1
- GB15629.1101



- GB15629.1102
- GB15629.1104

上述规定的全部适用项目。

b. 其他强制性产品认证实施规则中规定的检测标准及检测项目。

2) 实施强制性产品认证的产品目录中未涵盖的产品：

- GB15629.11
- GB15629.11/XG1
- GB15629.1101
- GB15629.1102
- GB15629.1104

上述规定的鉴别或保密功能（WAPI）及设备互联互通的全部适用项目。

2.3、提供无线局域网鉴别或保密功能（WAPI）的软件产品

- GB15629.11
- GB15629.11/XG1 及子项标准：
- （GB15629.1101、GB15629.1102、GB15629.1104 中的一个或多个）

规定的鉴别或保密功能（WAPI）及设备互联互通的全部适用项目。

2.4、检测项目

检查内容：

- 检查的内容为质量保证能力和产品一致性检查。
- 集成或内置了无线局域网模块的设备中尚未被其他强制性产品认证实施规则所涵盖的产品无需进行检查。
- 提供无线局域网鉴别或保密功能（WAPI）的软件产品无需进行工厂检查。



3、质量保证

3.1、质量保证能力检查

产品按照《质量保证要求》及补充检查要求（适用时）进行质量保证能力的检查。

同时，还按照《无线局域网产品强制性认证质量控制检测要求》进行核查。

3.2、产品一致性检查

检查时，应在现场对产品进行一致性检查。若认证涉及多系列产品，则一致性检查应在每系列产品至少抽取一个规格型号，重点核实以下内容：

- （1）产品的铭牌和包装箱上所标明的产品名称、规格型号与型式试验报告上所标明的应一致；
- （2）产品的结构（主要为涉及安全与电磁兼容性能的结构）应与型式试验测试时的样机一致；
- （3）产品所用的电气安全关键件和对电磁兼容性能有影响的主要元器件应与型式试验时申报的并经认证机构所确认的一致；
- （4）产品所用的影响无线局域网产品鉴别或保密功能（WAPI）的重要关键件应与型式试验时申报的并经认证机构所确认的一致。

3.3、质量保证能力

工厂质量保证能力检查和产品一致性检查应覆盖委托认证产品的所有生产厂。

初始工厂检查时间：

- 一般情况下，对检查内容中的资料进行审查并在型式试验合格后，再进行初始工厂检查。
- 特殊情况时，型式试验和工厂检查也可以同时进行。
- 检查时间根据所产品的单元数量确定，并适当考虑生产厂的生产规模。

质量保证（Quality Assurance, QA）是一套系统化的流程和方法，确保产品在整个生命周期中符合预定的质量标准和要求。

它通过预防缺陷、持续改进和标准化操作来提升质量。



以下是质量保证的核心内容：

3.3.1、 质量保证 vs. 质量控制（QA vs. QC）

QA（预防性）：关注流程优化，防止问题发生（如制定开发规范、培训团队）。

QC（检测性）：通过测试和检查发现产品缺陷（如软件测试、抽样检验）。

3.3.2、 质量保证的核心目标

一致性：确保输出符合设计标准和客户需求。

可靠性：减少故障率，提升产品的稳定性。

合规性：满足行业或法规标准（如 ISO9001、GMP、FDA）。

持续改进：通过反馈循环优化流程（如 PDCA 循环）。

3.3.3、 质量保证的关键方法

标准化流程：制定 SOP（标准操作程序）和文档规范。

评审与审计：代码审查、设计评审、流程审计。

测试策略：单元测试、集成测试、用户验收测试（UAT）。

工具支持：自动化测试工具（Selenium、JIRA）、质量管理软件。

风险管理：识别潜在问题并提前预防措施（如 FMEA）。

3.3.4、 应用领域

软件开发：敏捷/DevOps 中的 QA 流程、持续集成（CI/CD）。

制造业：统计过程控制（SPC）、六西格玛。

医疗/制药：严格遵循 GMP、GLP 等法规。

服务行业：客户满意度调查、服务流程标准化。

3.3.5、 常见质量保证框架

ISO9001：国际通用的质量管理体系标准。

CMMI（能力成熟度模型）：评估和改进开发流程。



TQM（全面质量管理）：全员参与的质量文化。

3.3.6、 实施步骤

需求分析：明确质量目标 and 需求。

流程设计：建立可重复的流程。

培训与执行：确保团队理解并遵循标准。

监控与改进：通过指标（如缺陷率、客户投诉率）持续优化。