

铁路WLAN技术应用及发展趋势探讨

严思广

(杭州华三通信技术有限公司)

摘要: WLAN无线接入技术以其便捷接入、无缝覆盖优势已经在运营商公众接入、企业移动办公、校园覆盖、家庭接入等领域得到广泛应用。随着无线网络安全、可靠性、性能瓶颈等问题逐步得到解决,WLAN也开始在铁路动车维修基地、铁路物流中心、车站无线巡检等项目中进行试点,并取得良好效果。

同时WLAN还支持VoIP、位置定位、车地移动通信等多种增值应用,待802.11ac标准成熟应用后,其接入带宽更高达千兆,WLAN将成为有线以太网络的有力挑战替代者,未来WLAN在铁路行业具有广阔的应用空间。

关键词: WLAN; 铁路; 应用; 趋势

1 WLAN技术发展历程

从最初的 IEEE 802.11b 到最新的 802.11ac, WLAN (Wireless Local Area Networks, 无线局域网络) 技术的接入带宽已经从 11 Mbps 达到 1 Gbps, 完全超越百兆有线以太网, 成为千兆以太网的替代者, 除了带宽的提升, WLAN 在安全、可靠、可管理技术上也有长足发展。

最初 WLAN 传输加密采用的是 WEP (Wired Equivalent Privacy) 连接对等保密技术, 需要在 AP 和终端之间设置相同的共享密码, 并且其加密密钥长度只有 40 bit, 理论上需要监听 1 600 万个报文, 实际使用环境中往往只需监听数千个报文就能破解密码。

发展到今天, WEP 早已被弃用, 更先进的 WAPI(Wireless LAN Authentication and Privacy Infrastructure, 无线局域网鉴别和保密基础结构), 802.11i 技术采用增强型 AES (Advanced Encryption Standard) 加密标准, 支持动态密钥分配机制, 秘钥长度可达 128 bit、192 bit 甚至 256 bit, AES 符合美国联邦信息处理标准 140-2 认证, WLAN 信息泄密问题已不复存在。

WLAN 从最初的家用办公, 发展到现在无线城市数十万个 AP 的应用规模, AP 产品的可靠性、管理方式也发生了巨大的变化, 现有商用 AP 除了选用更可靠的芯片, 还在高低温、防尘防雨等细节进行深入设计, 其可靠性较家用产品有了质的提升。

在配置管理方面, 早期 AP 除了完成有线、无线信号的转换, 还承担着用户认证管理等多种功能, 我们称之为 FAT AP 架构, 只需一个 AP, 无需其他更多设备的配合, 就能快速搭建一个小规模无线接入网络。

但由于所有配置信息都在 AP 上保存, 一旦涉及大量 AP 部署, 其维护工作量将呈指数增加, 每次配置调整, 例如 AP 频点选择, 新增认证用户, 都要在所有 AP 上重来一遍。另外由于每个 AP 上都保留全部配置信息, 只要一个 AP 失窃, 就会导致整个无线网络配置信息的泄密, 其安全风险很大, 而更大的问题则是无法支持跨 AP 无缝漫游, 由于 AP 之间缺乏认证信息的沟通, 跨 AP 接入要求用户再次认证后才能接入, 这不可避免的造成漫游网络中断。

因此在现代大规模 WLAN 组网中, 则采用更先进的 FIT AP 架构, 新增无线控制器对所有 AP 统一管理, 并负责用户认证。FIT AP 在上电时会通过 DHCP 协议 (Dynamic Host Configuration Protocol, 动态主机配置协议) 自动获取自身及无线控制器的 IP 地址, 并从无线控制器实时下发展属于自己的配置信息, 因此自身不必提前预存任何配置信息, 即使出现 AP 被盗情况, 无线网络安全也能得到有效保障。当其中一个 AP 出现故障时, 无线控制器还会自动增强相邻 AP 的发射功率, 避免无线覆盖漏洞的出现, 这使得无线网络更加可靠。

最后, 由于用户的认证位置从 AP 上移到无

线控制器，只有用户通过认证，他就能在一个无线控制器所管辖的所有 AP 之间进行不间断漫游，在大规模组网中，多个无线控制器之间还能同步用户认证信息，可实现更大规模无线网络无缝漫游。

2 现有铁路业务 WLAN 应用关键技术点

目前 H3C 的 WLAN 产品已经应用到铁路动车维修基地、物流中心、车站无线巡检等项目中，并针对这些项目的不同需求提供了定制化解决方案，在此将项目实施经验和关键技术与大家分享交流。

2.1 动车维修基地无线需求分析

一个动车段维修基地内往往停留多列列车，列车长度超过 250 m，传统工作模式下，检修人员只能手持笔记本边走边记录检修结果，这种方式存在效率低，易出错的问题。在新一代检修系统中，维修人员则手持无线终端，既能在线查询信息，又能实时上传检修数据，工作效率大为提高，而这离不开无线网络的支持，动车维修基地无线网络部署具有以下特点：

(1) AP 工作模式平滑切换：大型维修基地建设要经历很长时间，而动车维修却不能因此而推迟，基地边建设边维修成为常用模式。在维修基地建设初期厂房面积较小时，只需简单部署十几个 FAT AP 就能完成无线网络的架设，这种方式具有设备数量少、易维护、低成本的优势。但最终建设完成的维修基地往往需要上百个 AP 才能完成完整覆盖，只有无线控制器加上 FIT AP 模式才能解决无缝漫游和管理问题。只有选择支持 FAT/FIT 模式平滑切换到产品才能避免前期投资浪费问题，H3C WA 系列 AP 很好的满足了用户需求。

(2) 高可靠冗余控制器热备：传统 FIT 架构由一台无线控制器对所有 AP 统一管理，无线控制器由此成为整个网络的单点故障隐患。无线控制器冗余配备是高可靠无线网络的必要条件，H3C WX 系列控制器支持两台或多台设备之间状态信息同步，而每个 FIT AP 会同时与多个控制器提前建立逻辑隧道链接，当主用控制器出现故障后，AP 会在自动平滑切换到备用控制器传输数据，保证无线传输不中断。

(3) 无线终端位置定位跟踪：为了对维修人员工作业绩进行考核，管理人员希望实时了解工

作人员的位置信息及记录工作轨迹，H3C 的 WA 系列 AP 能自动监测手持终端无线信号的强度，并把相关信息反馈给后台的位置定位服务器，服务器会根据 AP 位置图及信号信息就能定位出终端的位置点。

(4) 有线无线网络一体化管理：传统有线、无线网络管理相互独立，网管人员无法在一个拓扑图上了解两张网络的物理拓扑对接情况，一旦出现无线问题，维护人员难以及时定位是 AP 故障，还是有线承载网故障以及故障 AP 的位置信息。两张网络的独立管理也导致同一个用户在有线无线两种接入状态下，采用两套不同认证方式和密码。在动车维修基地中选用的 H3C 有线无线一体化网络管理系统，只需一套系统就能同时监管有线、无线、安全等多种设备，故障定位排查更简单，并采用单一用户认证系统，很好的解决了以上问题。

2.2 铁路货运基地无线需求分析

铁路系统在北京、上海、沈阳大型城市和港口建立了超过 50 个集装箱中心站和专门办理站，同时各个铁路局还有超过 2 000 个车站能办理货运业务，这些地点都有货物中转运输、存储的需求。传统人工盘点、手工记录的方式不仅效率低，还会出现错查、漏查的情况。在新建货运基地中则采用了支持 RFID、条码扫描功能的无线手持终端设备，使得货物清点更便捷准确。目前 H3C 已经承建了那曲物流中心，成都铁路局改貌集装箱站等无线覆盖项目，铁路货运基地无线网络特点如下：

(1) 高低温环境适应：货运场地有大量的室外仓库，这些位置的无线覆盖要求 AP 具有良好的高低温适应能力和防尘防雨功能。目前在这些货运基地使用的 H3C AP 产品通过内置加温模块和全封闭式外壳设计，可实现 -40°C ~ 85°C 的高低温适应和高达 IP66 的防护能力。

(2) 双频双模无线桥接覆盖：由于大部分室外空旷场地都不具备网络布线条件，采用无线网桥来代替网线传输是理想的技术选择，为了便于施工和管理，可采用支持双频双模的室外型 AP 产品，将其中一个 5 G 模块配置定向天线实现无线桥接，另一个 2.4 G 频点配备全向或定向天线做大范围覆盖。为保证覆盖效果，还可将 AP 发射功率提升。

2.3 车站无线巡检系统无线需求分析

传统车站设备巡检普遍采用纸面任务单下发，手工记录结果，最后在人工录入计算机的方式，语音通信则依赖对讲机。这种模式存在巡检结果录入效率低，易出错的问题，也不支持两点之间的长时间密集语音通话，对讲机广播模式会干扰其他人员的正常通话。

为此广铁集团广州南站采用创新车站无线巡检系统，通过搭建一个覆盖候车厅、站台、地下出站层的无线网络，给巡检人员标配无线终端，实现了任务单实时下发、检测结果实时上传、点对点及群呼 VoIP 功能，取得良好效果，铁路系统还为此召开了现场会进行推广。

(1) 候车厅运营商无线干扰规避：在项目实施之前，广州南站候车厅已经有电信、移动、联通、广州无线城市、番禺区无线城市 5 套无线网络，几乎将 2.4 G 有效频点全部占用，如果再次采用 2.4 G 频点做覆盖会导致严重干扰，最终广州南站采用 H3C 大功率 802.11 n AP 并配备智能天线，以 5 G 频点作为接入，圆满解决这个问题。

(2) 无线网络安全设计：由于车站巡检系统无线信号还覆盖旅客进出站公共区域，必须要保证生产系统数据不被窃取，并要防范基于无线的网络攻击。最终广州南站采用了 FIT AP 零配置、SSID 隐藏、终端设备 MAC 地址白名单、WPA 加密传输、有线无线网络防火墙隔离等多种方式，保证了无线网络的安全。

(3) Andriod 安卓终端漫游定制化开发：由于安卓系统的固有设计模式，只有与当前连接 AP 信号中断后，无线终端才会与新的 AP 进行连接，这就不可避免造成 VoIP 实时语音通信业务的中断。为解决此问题，H3C 专门在 AP 和无线控制器上做了定制化开发，一方面在无线终端上安装客户端软件接管底层无线网卡驱动，使它能及时发现信号更好的 AP 提前建立连接，另一方面通过老 AP 和终端进行协议交互，主动断开连接，保证漫游切换数据传输不中断，升级改造完成后，巡检人员在整个无线网络覆盖内都可在移动过程中拨打 IP 电话不中断，得到用户好评。

3 WLAN技术对未来铁路创新业务的支撑

不论是候车环境，还是乘车舒适度，高铁已

经成为民航运输的有力竞争者，如果在列车上能提供类似飞机机载音视频娱乐系统和互联网接入功能，这将会进一步提升旅客服务满意度。在可预见的未来，乘客通过手持终端或笔记本，既可以通过互联网移动办公和浏览新闻，又可以通过列车车载内部娱乐系统点播影视大片，看新闻比赛，收听音乐。

这个目标实现的前提是在列车内部搭建一套高性能的无线网络支持旅客高密度接入，并要解决列车和车站之间娱乐影视资讯信息高速传输更新问题，目前 H3C 已经在多条地铁的 CBTC 信号系统、PIS 旅客信息系统中应用到类似的 WLAN 无线技术，可为高铁应用提供借鉴。

(1) 高可靠防震车载无线网络搭建：在列车上安装 WLAN 设备必须要解决防震、110 V 直流电源适配、机架式安装的问题，目前 H3C 已经推出轨道交通行业专用 WA-T 系列列车载 AP 产品，这些 AP 采用 110 V 直流供电，并配备专业航空防震接头和 19 英寸机架式安装，是首个通过铁路标准 EMC 电磁兼容测试的产品。

(2) 车地移动不间断数据传输系统：车载无线系统为旅客提供服务有两种类型，一是互联网接入，二是车载娱乐系统。其中互联网接入可通过安装卫星天线、移动运营商的 3 G/4 G 网关来实现，而车站娱乐系统的资料更新，包括：高清影视剧，最近时间段的新闻联播，比赛赛事等，应能在列车经过车站时就能及时更新，H3C 开发的 AP 快速切换技术，可在列车减速进站、停靠、离开的过程中不间断高速传递数据，目前支持的列车行驶速度为 120 km/h。

4 结束语

在解决安全性、可靠性等问题后，WLAN 技术以其便捷接入的优势在包括铁路在内的众多行业中得到越来越广泛的应用，作为长期关注铁路信息化的专业网络设备厂商，H3C 的定制化铁路无线解决方案已经在维修基地、货运中心、车站巡检等系统中得到应用，并为未来新业务开展做好技术储备，H3C 期待用更好的解决方案和服务为铁路信息化贡献自己的力量。