

工业级 WLAN 技术助力城市轨道交通 PIS 系统建设

摘要：本文简要介绍了 PIS 系统的功能、系统组成以及车地无线网络的设计要点；详细介绍了 Moxa 针对 PIS 系统车地无线通讯解决方案的系统架构、组网方案、Moxa 针对无线通讯的关键技术及系统特点。

关键字：PIS 系统；网络子系统；车地无线网络；网络冗余；Turbo roaming

引言：

21 世纪的第一个十年已经走过，国内众多城市对轨道交通的建设热度持续增加，目前包括上海、北京、天津、成都、武汉、杭州等十几个城市都在纷纷进行地铁、轻轨的规划与建设。而近年来一个用于向旅客提供各种资讯从而使旅客可以更安全、便捷的乘坐轨道交通的系统—PIS 系统（乘客信息系统）也越来越多的受到轨道交通公司的关注，并被列为必要的系统之一进行建设。

PIS 系统在正常情况下提供以下功能，

1. 列车运营信息，如：乘车须知、轨道交通首末车服务时间、列车到站时间、列车时刻表、管理者公告等
2. 公共媒体信息如：政府公告、出行参考、媒体新闻、赛事直播、广告等
3. 紧急情况下，本着运营信息优先使用的原则可提供动态辅助性提示，车载设备负责介绍系统无线传输的信息，经处理后转发给车辆专业，以便在列车客室内音视频播放等。

PIS 系统中网络子系统：

PIS 系统从结构上一般分为四个子系统：控制中心子系统、备用控制中心子系统、车站子系统和网络子系统（包括有线网络和车地无线网络），而网络子系统用来向 PIS 系统提供网络通道，该通道用来传输中心与各车站、车辆之间的各种数据信息、视频信息和控制信息。

网络子系统包括有线网络和车地无线网络两个部分，其中有线网络由于采用已经非常成熟和普及的 IEEE802.3 标准，在本文中不做重点描述。

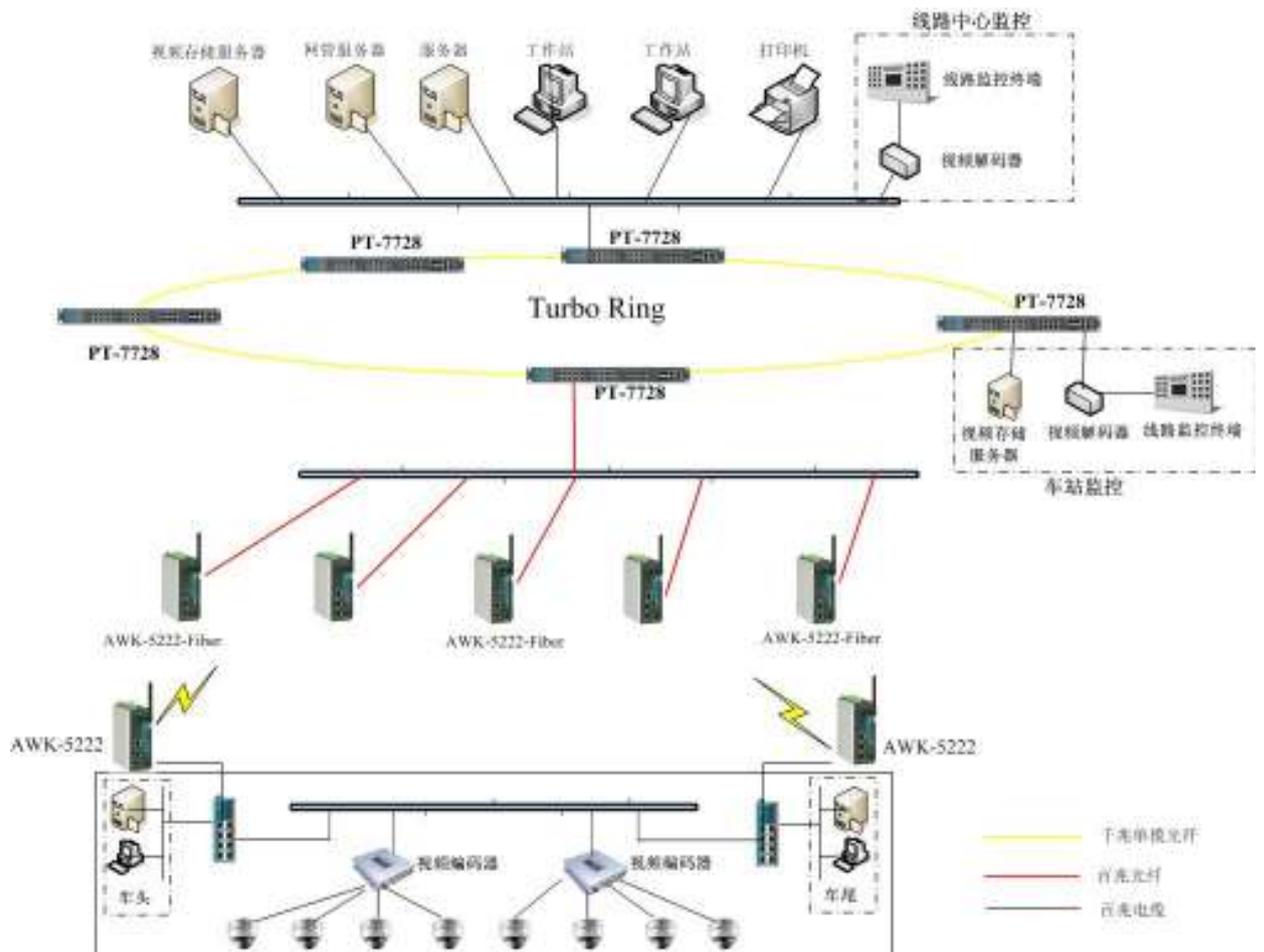
而车地无线网络由于采用无线射频进行通讯，因此成为用户关心的重点！

车地无线网络需求分析：

- 带宽：网络承载的数据不仅是数据信息，还包括视频和音频信息，因此对通讯带宽有着较高的要求，一般要求 16Mbps 以上的带宽
- 漫游：速移动情况下车载无线设备会不断的与建制在轨旁的无线基站进行通讯，考虑到 PIS 主要为视频数据，因此即便是短暂的通讯中断便会导致视频的效果，因此就要求车载无线设备的漫游切换时间非常短。
- 丢包率：为保证视频流的通畅；要求无线通讯的丢包率在一个范围内，一般为 <1%
- 管理维护：由于 PIS 系统主要提供为旅客提供一个信息化的平台，因此对车地无线通讯的维护和管理也提出了较高的要求
- 工业环境适应性：由于设备安装环境为多振动、潮湿等复杂的环境下，因此对设备的抗冲击、振动、电磁兼容也有较高的要求。

Moxa 车地无线网络解决方案

Moxa 车地无线网络解决方案提供完整的三网合一（车载有线网、车地无线网、地面有线网），采用 Moxa 独有的冗余备份、Turbo Ring、Turbo Roaming 以及统一网络管理等技术，其系统架构示意图如下：



车地无线网络的组网设计：

- 每 200-400m 设置轨旁 AP 安置点
- 每个安置点放置 1 台 AP，通过光纤连接到相邻的车站交换机上
- 各车站中心通过车站管理软件实现 AP 的区域控制

车载网络的组网设计：

1. 车头车尾各放置一台 AP
2. 两台车载 AP 分别连接到车载流媒体计算机及其他终端设备
3. 车载 AP 支持 Moxa Turbo Roaming 技术，可在 50ms 时间内实现漫游切换

Moxa 针对车地无线网络的关键技术：

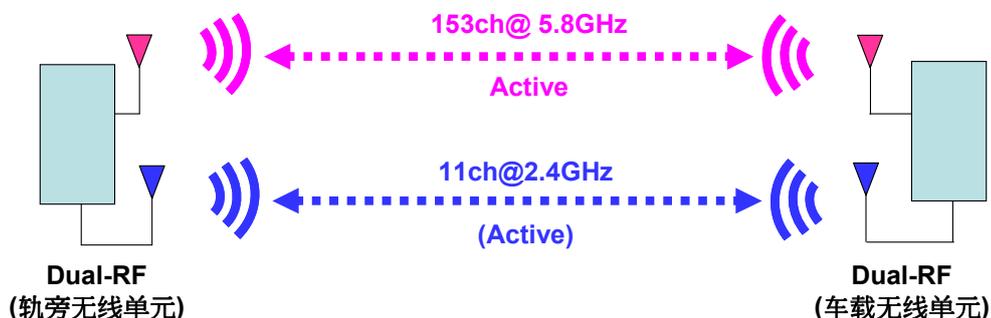
- Moxa 车地无线解决方案采用产品全部为工业级，操作温度为-40-75℃、IP30(IP68)防护等级、同时抗震对以及电磁干扰的设计完全符合国际及国家铁道相关标准。AWK5222 系列产品通过 EN50155 以及 EN50121-3-2 等权威认证，如在冲击及振动部分可承受的加速度如下表：

King Design Vibration Laboratory		Room Temperature : 25±5℃ Room Humidity : 60±20% RH			
	Accelerate	Duration	Test Axis	Test Times	
Half Sine Wave (Operation)	15 g	11 ms	+/- X,Y,Z	Each axis 3 shocks	<input checked="" type="checkbox"/>
	20 g	11 ms	+/- X,Y,Z	Each axis 3 shocks	<input type="checkbox"/>
	50 g	11 ms	+/- X,Y,Z	Each axis 3 shocks	<input type="checkbox"/>

振动测试的部分测试结果如下：

King Design Vibration Laboratory			Room Temperature : 25±5℃ Room Humidity : 60±20% RH			
	Frequency	Accelerate	Displacement	Sweep Rate	Test Axis	Total Time (Three Axis)
Sine (Resonance Search)	5~500 Hz	1 g	N/A	1 Oct/min	X,Y,Z	00:39:51 <input checked="" type="checkbox"/>
Sine (Operation)	2~100 Hz	0.7 g (13.2~100 Hz)	2 mm (peak-peak) (2~13.2 Hz)	1 Oct/min	X,Y,Z	04:30:57 <input checked="" type="checkbox"/>
Sine (Operation)	3~150 Hz	1 g (9~150 Hz)	7 mm (peak-peak) (3~9 Hz)	1 Oct/min	X,Y,Z	05:38:36 <input checked="" type="checkbox"/>
Random (Operation)	5~500 Hz	2 g rms	N/A	N/A	X,Y,Z	03:00:00 <input type="checkbox"/>
Random (Operation)	5~500 Hz	5 g rms	N/A	N/A	X,Y,Z	03:00:00 <input type="checkbox"/>

- 小于 50ms 漫游切换时间, AWK5222 搭配 Wireless Controller 将密钥交换过程简化, 同时特殊的漫游切换机制 (High—>Low 以及 Low—>High 切换门槛可设定) 以及在获取门槛 (场强值或信噪比值) 时间上的优化可从容确保小于 50ms 的切换时间
- 专利设计的 Dual-RF 技术, 确保无线链路的可靠。AWK5222 具有 2 个射频模块, 每个射频模块与另一台 AWK5222 之间可同时建立两条无线通道; 而这两条无线通道是完全同时在工作, 当终端设备发出数据时这两条无线通道同时进行传送, 而在接收端 Moxa 通过底层硬件做特殊的处理从而完成数据的接受, 同时, 此两条通道可以选择 2.4GHz 下的 Channel 也可选择一个 2.4GHz 和一个 5.8GHz, 因此可以有效的降低开发频段的干扰, 另, 两条链路同时受到干扰的几率也相对较小, 因此可以在极大程度将干扰降到最低。如下图:



- Moxa 在硬件射频上的优化设计将丢包率在更大程度上降到最低。Moxa 在权威实验室测得实际丢包率 (北京交通大学智能交通实验室) 为:

- i. 包大小为 200Bytes 时, 丢包率为 0.0016%
- ii. 包大小为 1000Bytes 时, 丢包率为 0.2382%

极低的丢包率可以确保视频了数据在传递过程中的连续性, 从而保证 PIS 系统视频

的流畅度。

- AWK5222 对数据通讯的优化确保车地双向 16Mbps 的带宽。从而保证列车在 120km/h 移动速度下视频画面的清晰和流畅。
 - AWK5222 静态环境下平均带宽大于 25Mbps
 - 120km/h 速度下平均带宽不小于 16Mbps
 - 同时通过 Routing、IGMP Snooping、Qos 功能对网络流量进行优化

Moxa 无线 AP 在权威实验室实测数据如下：

检测内容及结论	
检测项目	检测结果
最高传输速率	27.585Mbps
最低传输速率	25.532Mbps
平均传输速率	25.613Mbps

- 支持 QoS 进行优先级设定。AWK5222 支持标准 IEEE802.11e, 可针对不同数据类型设定优先级从而确保重要紧急数据有限占用无线通道。AWK5222 通过 Tags 来标注设定 4 级优先级，如下图：

Access Category	Description	802.1d Tags
WMM Voice Priority	Highest priority Allows multiple concurrent VoIP calls, with low latency and toll voice quality	7, 6
WMM Video Priority	Prioritize video traffic above other data traffic One 802.11g or 802.11a channel can support 3-4 SDTV streams or 1 HDTV streams	5, 4
WMM Best Effort Priority	Traffic from legacy devices, or traffic from applications or devices that lack QoS capabilities Traffic less sensitive to latency, but affected by long delays, such as Internet surfing	0, 3
WMM Background Priority	Low priority traffic (file downloads, print jobs) that does not have strict latency and throughput requirements	2, 1

- 统一集中的网络管理
 1. Moxa 提供专门的无线管控软件，负责集中式的管理、参数设定、设定备份和还原、固件升级、安全性设定、密码密钥更新、客户端漫游支持和冗余双网切换。此部分可看做是胖 AP 架构下的瘦 AP 模式的集中管理。通过网络管理软件 Management Utility 在控制室即可实现对轨旁所有的 AP 包括 IP 地址、SSID、加密等其他参数的配置和管理，减去了胖 AP 架构下需要针对轨旁每台 AP 都要进行各自配置和管理的工作量。Moxa 提供 AWK Management Utility 管理软件可以支持多达 1000 台设备的配置和管理。
 2. Moxa 提供专业的交换机管理软件 MX View, MX View 网管软件主要提供的功能包括：网络拓扑现实。报警管理功能、报表功能、交换机配置、备份和恢复、固件升级等等。

系统特点：

1. 高安全性 由于 WLAN 通常采用 IEEE802.11g 的技术，因此就不可避免受到其开放性所带来的问题如：易被干扰、易被攻击等，Moxa 无线 AP 可以支持多种方式防范非法用户接入系统如：
 - MAC 地址过滤
 - SSID 广播禁止
 - WEP、WPA、WPA2 加密
 - AES 加密
 - QoS、VLAN 功能
2. 高可靠性 由于有线网以太网技术的高带宽和成熟性，数据通讯的丢包问题和延时瓶颈主要集中在车/地无线通信系统。
 - 无线冗余技术，两条无线链路同时工作，确保零丢包
 - 车地无线网络丢包率 Moxa 在国内权威测试机构（北京交通大学轨道交通实验室）的测试数据为 2.97%
 - 采用 Moxa Turbo Roaming 技术，搭配 AP 协作，实现快速 AP 背景搜寻和换手，让车地无线通讯无缝地断线重连，并解决 AP 换手不稳定的问题，确保小于 50ms 的漫游切换时间
3. 高带宽保证 Moxa 不仅支持标准 IEEE802.11a/b/g，同时提供 IEEE802.11n 解决方案，可以提供高达 100Mbps 的实际带宽。完全满足系统的需要。

Moxa 在地铁行业有非常成功的实际运行经验，产品及解决方案所涉及到的地铁系统有：综合监控系统（ICSC）、自动售检票系统（AFC）、PSCADA、CBTC、PIS、屏蔽门系统等等，广泛应用在北京、上海、广州、深圳等城市的地铁线路上。Moxa 凭借一流的产品品质、全线产品 5 年质保等优质的服务将继续致力在 PIS 系统上为轨道交通建设作出贡献。