

锐捷 WLAN 产品 多场景漫游性能评估

摘要

随着移动终端和数字化在各行各业的蓬勃发展，构建稳定、高性能、高可用性的无线网络至关重要。锐捷网络基于 15 年以上的企业级无线市场经验，开发了一系列 Wi-Fi 无线接入点，以及多套解决方案，以覆盖不同的应用场景。

由于 Wi-Fi 无线网络基于多台无线接入点（AP）的信号进行覆盖，终端移动过程中的漫游性能一直是用户最关注的性能指标之一。锐捷委托 Tolly 评估其多套解决方案的漫游性能，包括医疗无线零漫游方案、工业无线零漫游方案、双射频链路聚合方案、AR 无线零漫游方案、以及车地无线零漫游方案。

重要结论

- 1 锐捷医疗无线零漫游方案通过智分基站、智分单元、以及天线模块等产品，使用一个智分基站覆盖多达 48 个房间，终端在房间之间移动零漫游。
- 2 锐捷工业无线零漫游方案，通过将网络中邻近的多台物理 AP 虚拟成一个大的“虚拟 AP”，从而使终端以为自己一直关联在同一台 AP，无需进行主动漫游。漫游均由 AC 实时为终端进行决策，避免终端主动漫游带来的丢包。
- 3 锐捷双射频链路聚合方案中的锐捷 IDC 工业网关，可安装在例如 AGV 小车上，使用两个无线射频构成双上行桥接链路，传输相同的两份数据并在隧道两端进行去重，以构建高可用性的无线桥接网络。两个射频分开漫游，通过双链路聚合避免漫游产生的丢包。
- 4 锐捷 AR 无线零漫游方案，使用 AR 系列 AP 额外的一个射频（AI Radio）进行环境扫描，并将信息上传 AC，由 AC 引导终端漫游到附近信号更好的 AP，减少网络中的粘性终端以及避免终端主动漫游产生的丢包。
- 5 锐捷车地无线零漫游方案，使用隧道中的 AP（AR 型号设备）与车载 AP（PIS 型号设备）进行桥接。一台车载 AP 与邻近的三台隧道 AP 建立连接，提供高性能和高可用性的车载网络。实际的地铁运行环境测试中，无线桥接网络 Ping 包丢包率 0.07%，平均往返时延 3 毫秒。



测试结果

医疗无线零漫游方案

方案介绍

锐捷 Wi-Fi 6 医疗无线零漫游方案基于 RG-AP4820 智分基站、RG-APD-M(EX) 智分单元、以及 RG-IOA-2503-X5 天线模块等产品，通过分布在每个房间内的天线模块，构建一个大型的 AP，终端在各房间之

间移动，关联的都是同一个 AP，从而实现零漫游。方案简介如图 1 所示。

该方案适合对例如医院中各病房的覆盖。医生在各病房间手持医疗 PDA 终端进行查房，该方案可保障医疗 PDA 在移动过程中始终在线。

锐捷网络
有限公司

WLAN 产品

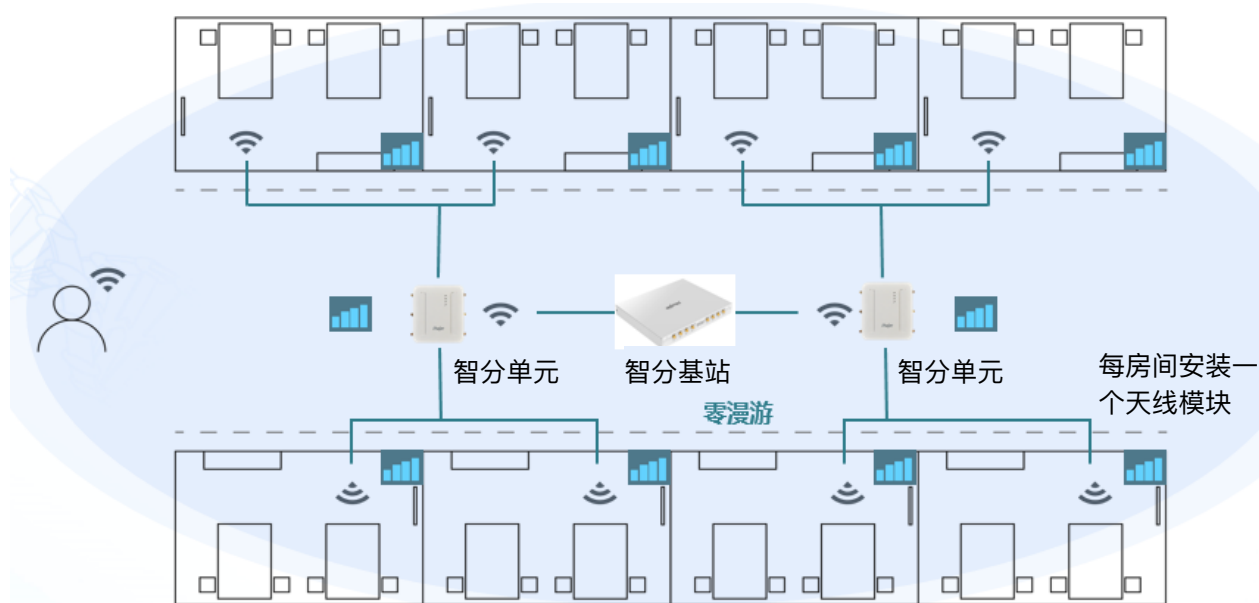
多场景

漫游性能评估



2022年6月
测试

锐捷 Wi-Fi 6 医疗无线零漫游方案简介



智分基站 RG-AP4820 通过单轨馈线连接至智分单元 RG-APD-M(EX)，单 RG-AP4820 可满接 8 个 RG-APD-M(EX)；RG-APD-M(EX) 智分单元通过双轨馈线连接天线模块，单 RG-APD-M(EX) 可满接 6 个天线模块；智分基站通过智分单元和天线模块实现 $8 \times 6 = 48$ 个房间信号覆盖，从而实现零漫游目标。

来源：Tolly，2022年06月

图 1



方案测试结果

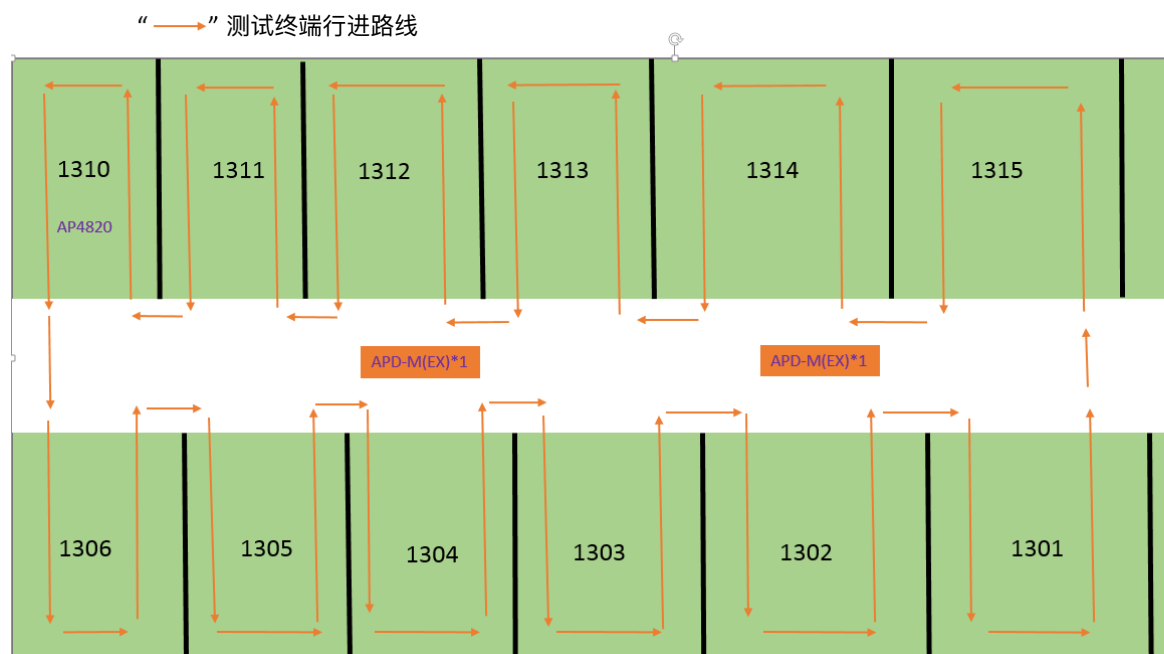
测试在一个类似于医院病房环境的宿舍楼层进行。工程师采用锐捷 Wi-Fi 6 医疗无线零漫游方案构建了覆盖 12 个房间的无线网络，如图 2 所示。

测试过程中，工程师手持一台优博讯 DT505G PDA 终端，在各房间之间往返行走，并利用终端上安装的 Wi-Fi 魔盒工具，Ping 一个服务器地址。

测试持续 5 分钟，期间工程师手持终端 31 次进入不同房间，整个过程中的 300 个 Ping 包均成功，0 失败。

测试结果验证了，锐捷 Wi-Fi 6 医疗无线零漫游方案能为移动的终端提供持续的网络连接。

锐捷 Wi-Fi 6 医疗无线零漫游方案测试 终端移动过程中网络连通性评估 (由 Wi-Fi 魔盒测试工具报告)



测试环境使用一台 RG-AP4820 智分基站，连接两台 RG-APD-M(EX) 智分单元，连接 12 个 RG-IOA-2503-X5 天线模块（每个房间一个）。

测试结果：测试时间 5 分钟，31 次进入不同房间，300 个 Ping 包（移动终端 Ping 一个有线端地址），0 丢包。

来源：Tolly，2022年06月

图 2

工业无线零漫游方案

方案介绍

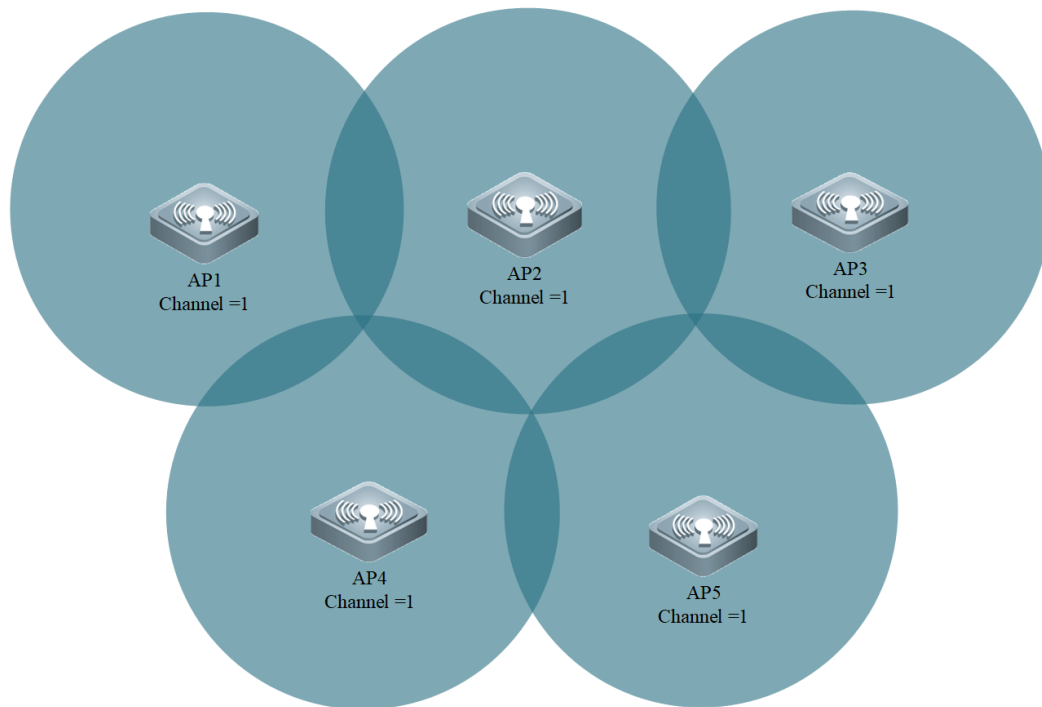
传统方案中，一个网络中的 AP 生成相同的 SSID，终端在移动过程中始终关联在该 SSID。但不同的 AP 会生成不同的 BSSID，使终端感知附

近不同的 AP，并根据当前信号强度主动漫游。主动漫游容易产生粘性终端（终端保持连接到远端的 AP，而不漫游到附近信号更好的 AP，影响终端和网络整体性能），以及在漫游过程中耗时过长产生丢包。

锐捷 Wi-Fi 工业无线零漫游方案将网络中的多台同频物理 AP 虚拟成一个大的“虚拟 AP”，终端自身不主动

触发也不感知漫游，而是通过无线控制器（AC）来对每个终端进行漫游决策，从而获得更优的性能并避免终端主动漫游引起的丢包。简介见图 3。

锐捷 Wi-Fi 工业无线零漫游方案简介



工业无线零漫游方案是把网络中的多台同频物理 AP 虚拟成一台大的“虚拟 AP”，从 STA 端看，把多台 AP 组成“一台大 AP”，从而 STA 在移动过程中认为自己一直关联在同一台 AP 上，无需进行主动漫游；终端接入 SSID 后，AP 会自动创建一个新的 BSSID 供其使用，终端移动过程中，AC 会实时为其决策使用最近 AP 来提供无线接入服务，且 SSID 与 BSSID 均保持不变。这样，无需终端进行漫游决策，从而避免主动漫游带来的丢包。

来源：Tolly，2022年06月

图 3

方案测试结果

测试在一个宿舍楼层进行。工程师采用锐捷 Wi-Fi 工业无线零漫游方案构建了覆盖多个房间的无线网络，如图 4 所示。

测试过程中，工程师手持一台 PDA 终端，在各房间之间往返行走，并利用终端上安装的 Wi-Fi 魔盒工具，Ping 一个服务器地址。

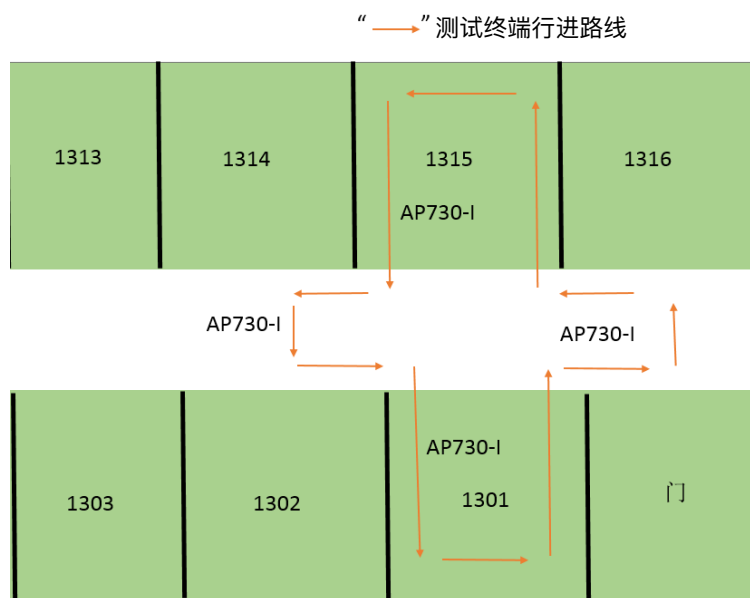
在 RG-AP730-I AP 的测试环境中，工程师一共 Ping 了 1,000 个包，最终有一个 Ping 包失败，丢包率千分之一。

在 RG-AP850-A AP 的测试环境中，工程师一共 Ping 了 600 个包，最终 0 失败。

测试结果验证了，锐捷 Wi-Fi 工业无线零漫游方案能为移动的终端提供持续的网络连接。

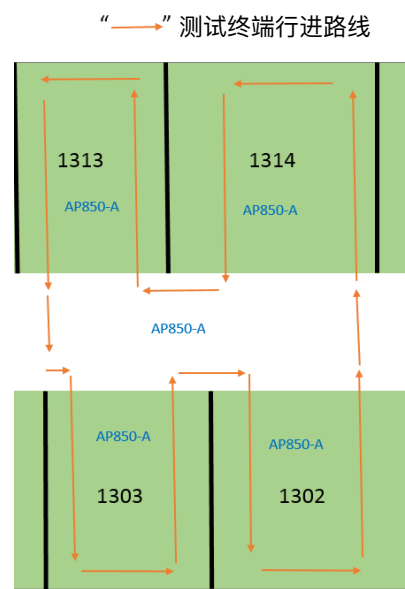
锐捷 Wi-Fi 工业无线零漫游方案测试 终端移动过程中网络连通性评估 (由 Wi-Fi 魔盒测试工具报告)

RG-AP730-I 测试环境



测试结果：测试时间 16 分钟 40 秒，40 次进入不同房间，1,000 个 Ping 包（移动终端 Ping 一个有线端地址），1 丢包。

RG-AP850-A 测试环境



测试结果：测试时间 10 分钟，600 个 Ping 包（移动终端 Ping 一个有线端地址），0 丢包。

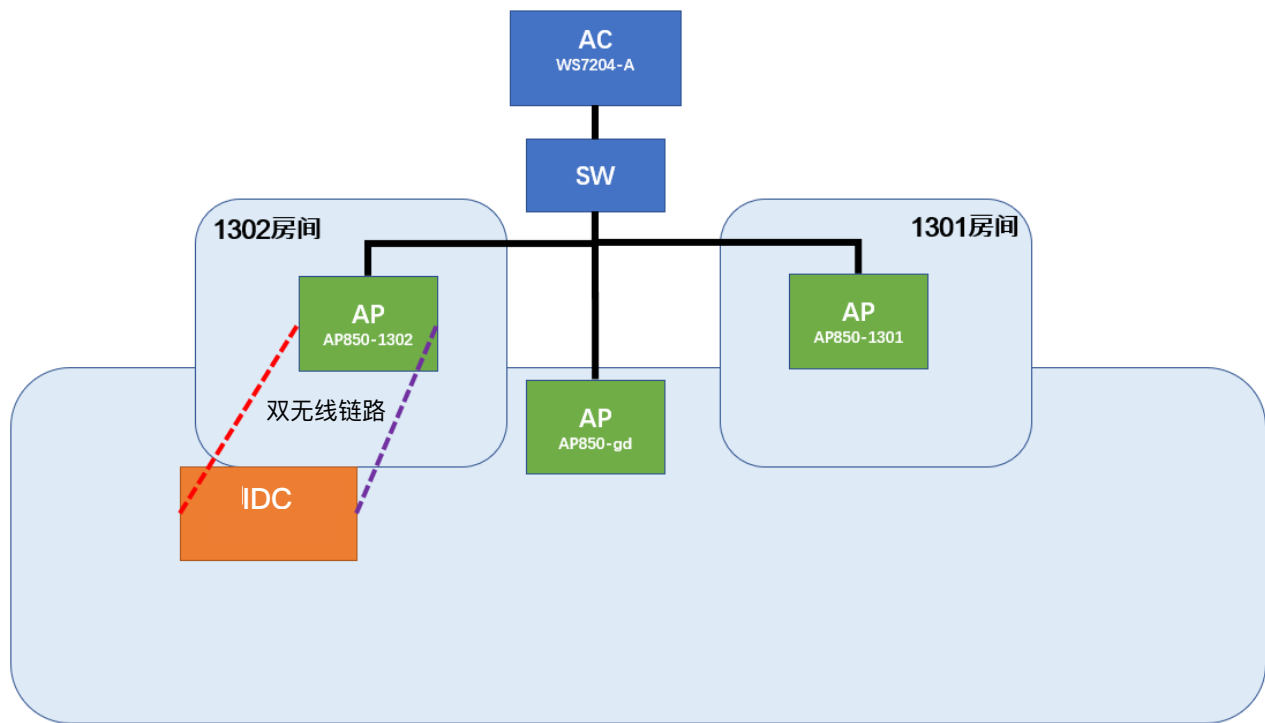
双射频链路聚合方案

方案介绍

锐捷 IDC 工业网关提供 RS485/RS232/千兆 LAN 口用以 RS485/RS232/以太网口设备接入实现数据解析以及透传；上联通过 Wi-Fi 以 STA 模式接入 WLAN 连接到服务器。

为了保障 IDC 网关上行链路的高可用性，锐捷 RG-IDC110(BJEN) IDC 产品支持双链路聚合功能。它的两个射频分别以 STA 的模式接入 AP 形成双无线上行链路并传输相同的两份数据，然后再在隧道两端去重。并且漫游过程中会错开两条链路的漫游时间，避免丢包。方案简介见图 5。

锐捷 Wi-Fi 双射频链路聚合方案简介



锐捷 IDC 工业网关的 2 个射频分别以 STA 模式关联到 AP 发出的 2 个 SSID 上，并从每个上联无线链路都获取到一个 IP 地址以及与 AC 建立一个隧道。IDC 工业网关与 AC 间的数据转发均通过双无线链路（双隧道）进行聚合转发，并且在 IDC 侧和 AC 侧进行去重，从而实现数据传输的高可用性。IDC 移动过程中，会错开两条链路的漫游时间，以实现数据传输的 0 中断。锐捷 IDC 网关可安装在例如 AGV 小车等设备上，下行有线连接车载系统，为车载系统提供网络连接。

来源：Tolly，2022年06月

图 5

方案测试结果

测试在一个宿舍楼层进行。工程师采用锐捷 Wi-Fi 双射频链路聚合方案构建了覆盖多个房间的无线网络，如图 6 所示。

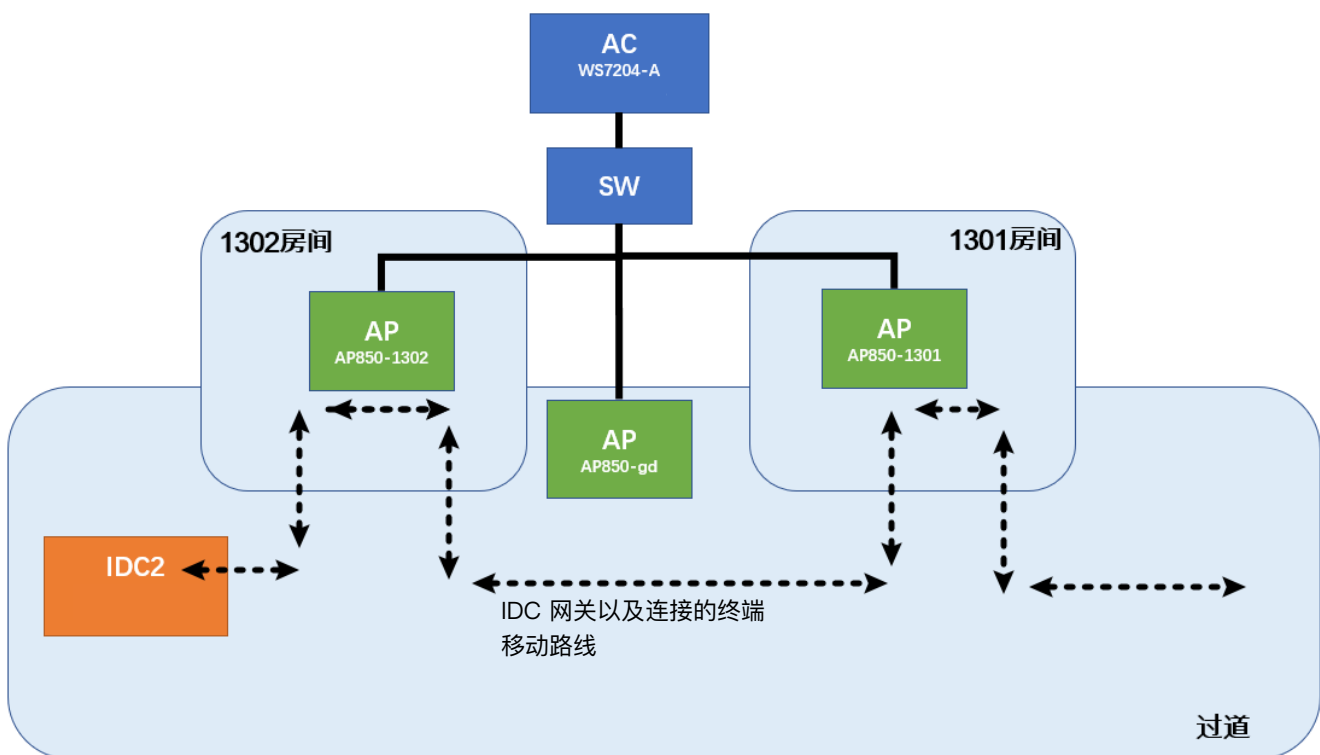
测试过程中，IDC 被安装在一个移动推车上，下行连接一台笔记本电脑工程师推着下车在各房间之间往返行

走，并利用笔记本电脑上的 Ping 工具 Ping 一个服务器地址。

测试持续 3 分 20 秒，期间 IDC 设备漫游 6 次，整个过程中的 1,000 个 Ping 包（0.2 秒间隔、500 毫秒超时、等待超时 1 秒）均成功，0 失败。

测试结果验证了，锐捷 Wi-Fi 双射频链路聚合方案方案零丢包，能够为用户提供无缝而稳定的漫游体验。

锐捷 Wi-Fi 双射频链路聚合方案测试
IDC 工业无线网关移动过程中网络连通性评估
(由 Windows Ping 测试工具报告)



测试结果：测试时间 3 分 20 秒，6 次漫游，1,000 个 Ping 包（移动终端 Ping 一个有线端地址），测试过程 0 丢包。

来源：Tolly，2022年06月

图 6



AR 无线零漫游方案

方案介绍

传统方案中，终端在信号强度低于阈值时，才会主动进行漫游。因此即使附近有信号强度更好，更合适的 AP，部分终端会成为粘性终端，依然连接在较远的 AP，使终端自身以及无线网络的整体性能降低。

AR 无线零漫游方案使用 AR 系列 AP 额外的一个射频 (AI Radio) 进行环境扫描，并将信息上送无线控制

器 (AC)，由 AC 引导终端进行漫游。提升各终端以及无线网络的整体性能。

方案测试结果

测试在一个宿舍楼层进行。工程师采用锐捷 Wi-Fi AR 无线零漫游方案构建了覆盖多个房间的无线网络，如图 7 所示。

测试过程中，工程师手持一台荣耀 30 Pro 手机，在各房间之间往返行走，并利用终端上安装的华为 CloudCampus APP 测试漫游次数以及 Ping 一个服务器地址。

测试持续 8 分 20 秒，期间终端共漫游 27 次，整个过程中的 1,000 个 Ping 包均成功，0 失败。

同时，AR 无线零漫游方案显著提升了终端在移动过程中的性能。工程师在图 7 中的点 2 位置，使用 Keysight IxChariot 工具对终端的无线网络性能进行了测速，详细结果见表 1。

测试结果验证了，锐捷 Wi-Fi 6 AR 无线零漫游方案能为移动的终端提供持续的网络连接，并提升终端在移动过程中的性能。

锐捷 Wi-Fi 6 AR 无线零漫游方案测试
终端移动过程中网络连通性及性能评估
(由华为 CloudCampus APP 以及 Keysight IxChariot 测试工具报告)



	关闭 AR 无线零漫游	开启 AR 无线零漫游
点位 2 上行速率	76Mbps	176Mbps
点位 2 下行速率	67Mbps	106Mbps

测试结果：1. 开启 AR 无线零漫游功能时，受测终端通常在如上图所示的点位 1、2、3，受 AC 控制进行漫游，漫游到最近的 AP。关闭 AR 无线零漫游功能时，受测终端通常只在点位 1 和点位 3 漫游，在点位 2 附近由于信号强度并未低于受测终端的漫游阈值，终端作为粘性终端，并不主动漫游到最近的 AP。

2. 开启 AR 无线零漫游功能时，测试时间 8 分 20 秒，共漫游 27 次，1,000 个 Ping 包 0 丢包。

3. 受测终端在行进过程中，特别是点位 2 附近，开启 AR 无线零漫游功能时的性能显著高于关闭时的性能。详细结果见上方表格。

来源：Tolly，2022年06月

图 7、表 1



车地无线零漫游方案

方案介绍

锐捷的车地无线零漫游方案由安装在隧道中的 AP (RG-AP680-AR)、安装列车上的车载 AP (AG-AP680-PIS) 构成, 通过桥接方式为列车提供网络。车载 AP 再下挂交换

机及随车的用户 AP, 放出无线信号供用户使用。

每台车载 AP 通常与邻近的三台隧道 AP 进行桥接, 三台隧道 AP 以 WDS 模式桥接到车载 AP 上。

在静态实验室环境中, 工程师使用 Keysight IxChariot 软件测试了三台隧道 AP 和一台车载 AP 间的最大无线桥接总性能达到上传 807Mbps 或下行 757Mbps。

在一条正式运行的地铁线路上, 工程师将一台笔记本连接在车载 AP 上, 通过笔记本上的 Ping 工具 Ping 一个连接在隧道 AP 上的服务器地址。共测试了 15,000 个 Ping 包, 丢包率 0.07%, 平均往返时延 3 毫秒。

测试结果验证了, 锐捷的车地无线零漫游方案能为列车提供高速以及持续的网络连接。

锐捷车地无线零漫游方案测试

(由 Keysight IxChariot 以及 Windows Ping 测试工具报告)

隧道内 AP 1 (RG-AP680-AR)



隧道内 AP 2 (RG-AP680-AR)



隧道内 AP 3 (RG-AP680-AR)



车载 AP (RG-AP680-PIS)



静态环境无线性能测试

	上行吞吐量	下行吞吐量
无线桥接性能	807Mbps	757Mbps

地铁运行环境无线网络连通性测试

	丢包数/总 Ping 包数	丢包率	平均往返时延
连通性测试结果	11/15,000	0.07%	3 毫秒

备注: 1. 静态环境无线性能测试在实验室中进行, 一台车载 AP (RG-AP680-PIS) 与三台隧道内 AP (RG-AP680-AR) 进行桥接, 通过 IxChariot 打流工具测试车载 AP 到三台隧道内 AP 间的总上行吞吐量或总下行吞吐量。测试采用 5GHz 射频、108 信道、80MHz 频宽、4x4:4 MIMO。测试流量为 TCP 流量、IxChariot 自带 Throughput 脚本、20 条流。

2. 无线网络连通性测试在实际的地铁运行环境进行测试, 共进行了 5 组测试, 以 100 毫秒为间隔, 一共通过无线网络测试了 15,000 个 Ping 包, 共丢包了 11 个, 丢包率 0.07%, 平均往返时延 3 毫秒。

来源: Tolly, 2022年06月

图 8、表 2



受测设备

医疗无线零漫游方案

产品	软件版本
RG-AP4820 智分基站	AP_RGOS 11.9(6)B3P2
RG-APD-M(EX) 智分单元	AP_RGOS 11.9(6)w1B3
RG-IOA-233-X5 天线模块	NA

工业无线零漫游方案

产品	软件版本
RG-AP730-I AP	AP_RGOS 11.1(9)B1P33
RG-AP850-A AP	AP_RGOS 11.9(0)B0
RG-WS6812 AC	AC_RGOS 11.9(0)B0

双射频链路聚合方案

产品	软件版本
RG-IDC110(BJEN) 工业网关	AP_RGOS 11.1(9)B1P31
RG-AP850-A AP	AP_RGOS 11.9(0)B0
RG-WS7204-A AC	AC_RGOS 11.9(2)B2P7

AR 无线零漫游方案

产品	软件版本
RG-AP820(AR) AP	AP_RGOS 11.9(0)B0
RG-AP850-AR(v2) AP	AP_RGOS 11.9(0)B0
RG-AP880-AR AP	AP_RGOS 11.9(0)B0
RG-WS6816 AC	AC_RGOS 11.9(0)B0

车地无线零漫游方案

产品	软件版本
RG-AP680-PIS AP	AP_RGOS 11.9(6)W1B5
RG-AP680-AR AP	AP_RGOS 11.9(6)W1B5

来源：Tolly，2022年06月

表 3



关于 Tolly

Tolly 集团公司超过 30 年来一直致力于提供世界一流的 IT 服务。Tolly 是全球著名的服务提供商，为 IT 产品、组件和服务厂商提供领先的第三方验证服务。

您可以发送电子邮件到 sales@tolly.com，或致电 +1 561.391.5610 与公司联系。

敬请访问 Tolly 网站：
<http://www.tolly.com>

了解更多关于锐捷网络的信息

自 2000 年成立以来，一直扎根行业、深入场景进行解决方案设计和创新，助力全行业数字化转型升级。锐捷自主研发的产品涵盖了交换、无线和物联网、云桌面、路由器、安全、出口网关、IT 运维管理、智慧教室、智慧校园、认证计费 10 条产品线。

更多信息，请访问：
<https://www.ruijie.com.cn>



使用条款

该文档免费提供，可以在您调查某产品、技术或服务是否满足自己的特殊需求时作为参考。购买任何产品时，您必须根据自己的需求对产品是否适用进行独立的评判。本文档不应取代资深 IT 或业务专业人士的建议。该项评估的重点在于阐明产品的具体特性和（或）性能，评估过程在可控的试验室条件下进行。某些测试可能是为了反映产品在理想条件下的性能而量身定制的，性能在实际环境中可能会有所不同。用户应根据自己的实际场景进行测试，以验证产品在他们自己网络内可提供的性能。

我们已经做了合理的努力，确保文档中数据的准确性，但是不排除出现误差和（或）疏漏的可能性。文档中介绍的测试和审核，可能还取决于各类测试工具的准确性，而工具的准确性是我们无法控制的。而且，文档还参考了赞助方提供的我们无法验证的某些描述。此外，被测试的软件或硬件面向生产环境，为商业用户提供时，性能应该相当或更高。同样，本文按“原样”提供，Tolly Enterprises, LLC (Tolly) 不对文中所包含的任何信息的准确性、完整性、有用性或适用性做任何担保、表示或保证，无论是明示的还是暗含的，也不承担任何直接或间接的法律责任。阅读本文时，您同意自己承担使用文中所含信息可能带来的风险，并接受因直接或间接使用文中信息或材料所导致的损失、损害、成本或其他后果的所有风险和责任。Tolly 及其相关下属公司不承担因您使用或依赖本文档所包含任何信息而引起的任何损失、伤害或损害的责任。

Tolly 不评判本文档中所描述的任何产品或公司是否适合投资。在进行投资或实施与本文所述任何信息、产品或公司有关的项目时，您应听取法律、会计或其他方面的专业建议。如果有外文翻译版本，文档的英文版本具有权威性。为了保证准确性，请使用直接从 Tolly.com 上下载的文档。未经 Tolly 的明确书面许可，不得复制本文档，不管是全部还是部分。本文使用的所有商标均为各自所有者的财产。您同意不在不属于我们的任何活动、产品或服务中部分或全部使用我们的商标，也不以迷惑、误导或欺骗，或者可能会贬损我们或我们的信息、项目或开发成果的方式使用我们的商标。