

无线网络建设漫谈

贾卓生 jia@bjtu.edu.cn

北京交通大学信息化办公室、信息中心

提起校园无线 WiFi 网络，无不成为各个学校师生最大的诟病，也成为各校网络信息中心最为头疼的问题。网络不稳定、连不上网、信号弱、速度超慢、认证麻烦等等，极大地影响到师生上网体验。那么如何把无线网络变得像有线网络一样稳定可靠，也成为网络工程师梦寐以求的事情。

其实无线网络质量问题，是比较复杂的，从运维、验收、施工、规划设计、产品及网管软件的好坏都会影响到最终用户的体验要解决这个问题。最近一年我参加了多个学校无线网络的方案评审和项目验收，也亲历了我们学校十多年前后五期无线网络建设工程（一期教学区自建，二期和运营商共建，三期学生宿舍自建，四期学生宿舍智分自建_中行投资，五期教学区重新自建_中行投资），切身感受到这是一个系统工程，任何环节的纰漏都会为实际运行埋下一个深深的坑，最后不得已背黑锅（灶台论），我想把这些辛酸苦辣总结一下与大家共享，也能把厂家、集成商、施工队、运维各个方面要注意的问题罗列出来，共同改进，进一步提高用户无线网络使用的获得感。

图一所示，列出了无线在规划设计、施工、验收、运维等方面的内容的思维导图，为了能够让大家更容易理解，我想采用倒叙的方式，首先从运维说起。

一、无线网络运维

经常用户反映，我的计算机和手机上不了无线网、有时候快有时候极慢、信号强度弱、收到好多信号不知连哪个、来回认证等。其实很多和运维有关系。

作为运维人员，面对着成千上万个 AP，是否掌握当前有多少个 AP 不在线，设备连接数最大的 AP，网络流量最大的 AP。如果有探针，出问题探针的运行情况。有了这些实时数据，预先主动解决和处理这些问题，才能使无线网络本身的运行是健康的。否则当用户反映上不了网后，运维人员才去检查用户所在的 AP 是否在线，所在 AP 的最大连接数是否超限，AP 上联端口的网络流量拥堵，被动应对。

吐槽：做到这点其实也很难，因为绝大多数的无线网管不是给运维人员看的，是给领导演示看的。通常网管界面显示的都是运行正常的设备，满屏的绿色，想想在上万个绿点里找十几个红点基本上看不到。正常运行的设备根本不用显示，就像汽车仪表盘上的故障灯，只有故障了才显示出来，所以网管软件只要显示红



色的设备最为实用，因为红色的毕竟是极少数（如果不是就不在此讨论范围，哈哈），运维人员就可对红色的设备进行主动干预，当然对于我们已知的和长期存在的红色设备可以让运维仍远做个标记，确定是否再显示（目前绝大多数网管软件没有此功能）。有些网管软件号称有查看离线 AP 功能，但需要网管人员点到很深层的菜单，并不断刷新才行，并没把这作为最主要功能。如果在网管上有三个实时界面：离线 AP、TOP20 最大连接设备数 AP、TOP20 最大网络流量 AP。加强版如果能有故障探针界面最好。

二、无线网络验收

无线网络的验收每次都会罗列一大堆文档：设计说明书、合同、付款证明、点位示意图、测试报告、验收意见等等，其实涉及网络运行质量的文档基本上没有。

那么验收时需要什么文档呐，我觉得要有以下文档：

1、无线网络拓扑图：显示出项目所涉及所有设备的拓扑结构图，出故障时对着拓扑图，各种设备的连接结构，简洁明了。

2、无线网络线路连接图（点位图、埋装点标注）：无线网络在接入 AP 前都是有线网络，那么有线网络从核心、汇聚、POE 接入交换机、AP 间的物理连线的（光缆、光纤、双绞线、管井）实际布线图，一旦出现故障能够快速定位物理位置。无线 AP 每个要有安装的点位图，尤其是埋装在天花板和隐蔽空间内的。现场可通过在埋装点下方明显位置贴一个类似“此区域已经 WiFi 覆盖”的标记，标注此点有隐藏埋装的 AP 设备，便于维修。

3、无线网络信道分配图：我们知道无线网络的工作频段分为 2.4G 和 5G 频段，用户只能工作在一种频段上，不能同时使用。在 2.4G 频段有 13 个信道，802.11n 标准允许结合两个 20MHz 信道为单个 40MHz 绑定信道，在 2.4GHz 中，已经有 40MHz 信道，将有效信道数量减少到 3 个，即 1、6、11。在 5.0GHz 无线中，我们有 23 个可用的 20MHz 信道，这能够产生 11 个有效的 40 MHz 信道，现在通过 802.11ac 我们开始创建 80MHz 信道，其中有 5 个非重叠信道。为了避免相邻设备间的信道干扰，一般都采用间隔部署，所以每个楼层和楼层间的信道分配图可以看出无线网络信道的部署情况。现在有些厂家支持动态自动调整信道，我个人强烈不建议这样设置，来回的动态调整正是让用户抱怨网络不稳定的罪魁祸首。

4、AP 覆盖场强实测图：由于现场实际环境的差异和遮挡，设计的场强和实际环境的场强差异比较大，通过实际测出的 AP 场强图，可以一目了然地看到施工的实际效果，也可以看出哪些部位是盲点。设想如果实测这个位置的就是盲点，

用户进入这个部位，他怎么能不抱怨信号差呐。当然有了这张图，也为后续补点提供真实依据。

5、**单用户最大吞吐量测试表**：这是重中之重的材料，无线 AP 部署完毕后，网络中间有许多环节，任何一个环节有毛病，都会体现到最终用户的网络实际吞吐能力。在核心交换机下接一个测试服务器，放一个标准大小文件，每个 AP 安装完成后，在信号最强的地方，单用户连接（避免其他因素干扰），测出最大的吞吐量。如果表中最小的值都满足设计标准，所有的中间环节质量都可以信任了。

6、无线网络管理系统运行情况：无线网络管理系统需要一个根据实际楼宇房间情况的初始化设置，这个需要技术人员做大量细致的配置工作。实际工程中，往往都是把系统软件安装完毕后，简单配置一下，能够自动发现出设备即可，无法满足运维人员的实际工作。

7、无线网络流量分布图：从核心、汇聚、接入、AP 间所有设备的网络实时流量分布图，用于日后运维。

8、无线网络最大连接数排序图（倒序）：能够看出最大连接数的 AP 排序表，用于日后运维

9、无线网络不在线 AP 图：显示出所有不在线 AP 的图表，用于日后运维。

三、 无线网络施工

俗话说，无线网络的好坏三分看产品，七分看施工。可见施工质量的优劣严重影响到网络的正常运行。一般无线网络施工分为一下几部分：

1、布线系统：包括光缆布线图、管道、管井、垂直布线，在施工的同时要把实际的物理布线图标注在图纸上，做好线路的标识，以备验收时提供。

2、配电间机柜：包括设备、配线盘、连线标记、电源、安防监控。其中因为 AP 都是通过 POE 交换机供电，所以电源包括：布线、保险丝大小、电流负荷，否则会经常出现跳闸问题。安防监控包括：温度、湿度、烟感、电压、电流、门禁、水禁、视频，根据财力量力配属。

3、入户工程：前两项和有线网络施工大体一样，入户工程是无线网络独有的工程，包括：打穿墙孔、接线盒安装（可选，有些工程为了节省费用会采用水平布线直接连接 AP 方式），打 AP 安装孔，接入线测试、AP 联通测试。强烈建议每个点的入户工程一次完成，避免多次入户问题，很多工程因为要多次入户找不到用户带来永远也交不了工的问题出现。“**单用户最大吞吐量测试**”应该在入户工程中测试，这样避免多次入户问题，也通过吞吐量的测试检验安装各个环节是否可信。这就要求在做入户工程之前，一定要把核心设备、认证设备先部署好，只要入户 AP 安装一个，就开通一个，这会极大地减少不必要的工程返工。

四、无线网络规划设计

在无线网络规划阶段，一般需要如下技术文档，有了这些文档，在实施时才能够保障网络正常施工。

1、网络拓扑设计：整个无线网络的拓扑设计图。

2、网络部署方式设计：根据部署方式不同，分为：面板、放装、智分等方式，根据部署位置不同，分为：室内、走廊、室外，根据人数密集度不同，分为：普通部署、密集部署。部署方式不同，所选的设备、天线和数量不同，根据具体需求情况设计合适的方案。

3、无线网络线路连接设计：无线网络在接入 AP 前，都是有线网络，所以要设计好网络的线路、连接方式、接口等。

4、信道分配设计：前面已经讲过，在施工时要有设计好的信道分配方案，按照设计分配方案进行施工部署，避免相邻设备间信道干扰。

5、认证方式：根据学校现有的网络认证方式，可以选择 PPOE、802.1x、免接入认证、无感知认证、MAC 地址绑定等等，这些需要与学校统一认证和计费系统联动，因此在方案设计时要考虑兼容性设计。

Ad:现在高校很多都在接入 Eduroam 国际教育网络认证联盟，这样本校的师生漫游到支持到 Eduroam 的国际国内其他高校时，用自己本校的上网账号就可免费入网，同时也要把本校的网络对其他联盟高校提供免费接入。

6、点位图：根据学校情况，设计 AP 部署的点位图，确定设备数量和部署位置。在实际施工时根据具体情况可能会有变化。

7、无线 AP 覆盖场强设计图：根据学校情况和设备覆盖范围，设计 AP 覆盖场强。最后与实际施工后的场强图可以进行比对，修正完善覆盖强度。

8、无线网络流量设计图：目前 802.11ac 单 AP 的理论速率已经到 1G，实际使用带宽也到 400M 左右，而每个接入交换机都接若干个 AP，同时汇聚交换机又接若干个接入交换机，如果没有流量分布的设计，怎么能够保障方案先天不会产生流量的拥堵，也就不可避免建成后用户反映网速慢的问题，在以前用户终端速率不高时这种现象不明显，现在越来越明显，也就是有两、三个满负荷的无线用户使用，就会把一台千兆的接入交换机堵死。但我参加了很多个方案评审，没有见到一个流量设计图[哭😭]。

9、无线网络密集覆盖设计：在体育馆、礼堂、会议室、图书馆等用户密集区域，要进行网络密集覆盖，要求能够同时接入大量用户，这就需要进行密集覆盖的设计，一方面从汇聚到接入的网络带宽要保证；另一方面 AP 并发用户数要比较大；再一方面（也是最重要的）要部署定向天线，每个定向天线负责一个很

小的范围，这样通过多个定向天线，把需要密集覆盖的区域全部覆盖到。有些厂家用普通全向天线是不能完成密集覆盖功能的。

五、 总结

本来还有两部分，一部分讲讲天线、一部分讲讲频谱，但写完后觉得太技术了，以后整理后作为技术贴单独发吧。无线网络经过十几年的普及应用和发展，已经成为用户身体长出的一部分了，到哪儿要是没有无线网络，就觉得缺了什么。如何保障无线网络稳定、高速、易用，这里抛出块儿砖供大家来拍。

最后，用2010年我写给校园无线网络会议会刊祝词“关于校园无线网络”来结束吧。

如果说做到手中无剑，心中也无剑，是剑客的最高追求，那么当网络用户感觉不到网络存在的时候，也就是网络发展的最高境界。

随着便捷、安全、高速的无线网络的发展，能够随时随地进行无线网络接入，必会成为用户接入网络的主要方式。传统的网线接入逐渐会从用户的视野中淡出，成为网络技术发展的必然。人们也不用再关心网络的拓扑结构，采用的是IPv4还是IPv6协议，使用的是胖AP还是瘦AP。就像我们用手机打电话，现在有谁还在想他是通过电缆还是卫星传输、报文交换还是电路交换、采用的是不是IP协议吗？

教室里、操场上、宿舍中，我们时刻在线的笔记本电脑、手机、PDA等为我们的学习、交流、生活提供无时无刻的网络服务。

网络——忘掉它吧，它就像空气时刻就在你我身边。