



山东大学

山东大学（青岛）校园网络规划

黄瑞哲 201705130113

刘畅 201718130123

指导教师 张华忠

助教 刘哲通

目录

- 1. 引言..... 4
 - 1.1 校园背景 4
 - 1.2 网络背景 5
 - 1.3 目的 5
 - 1.4 总体规划原则..... 6
- 2. 需求分析..... 7
 - 2.1 功能需求 7
 - 2.2 性能需求 7
- 3.校园网络设计安排..... 8
 - 3.1 设计方案简介 8
 - 3.2 校园网拓扑结构..... 9
 - 3.2.1 校园网拓扑图 9
 - 3.2.2 核心层 10
 - 3.2.3 分布层 10
 - 3.2.4 接入层 10
 - 3.3 网络设计 11
 - 3.3.1 IP 分配 11
 - 3.3.2 VLAN 设计 11
 - 3.3.3 路由协议 12
 - 3.3.4 流量控制 12
- 4.网络安全管理..... 13
 - 4.1 统一校园网的出口端 13
 - 4.2 校内用户身份认证 14
 - 4.3 资源备份 14
 - 4.4 防火墙 14
- 5 设备购置及预算..... 15
 - 5.1 路由器选择 15
 - 5.2 交换机选择 16
 - 5.3 传输介质选择..... 17

5.4 防火墙设备	17
5.5AP 设备	18
5.6 预算总览	19

1. 引言

1.1 校园背景

山东大学（青岛）创建于 2016 年，坐落于山东省青岛市即墨区。自 2012 年 12 月 8 日，教育部批准《山东大学青岛校区规划建设方案》。校区选址于崂山脚下、鳌山湾畔、温泉紧邻的青岛即墨市鳌山卫街道，地处青岛市“蓝色硅谷”核心区。校园规划总用地 3000 亩，教工住宅规划总用地 720 亩。校园分三期建设。第一期工程计划总投资 35 亿元，建筑面积 70 万平米，2016 启用，可满足 10000 名学生和 2000 名教职工学习、生活和教学科研的需要。二期工程总建筑面积约 49.39 万 m²，计划 2016 年启动，2018 年完成。三期工程总建筑面积约 16.68 万 m²，计划 2018 年启动，2020 年完成，届时，校区可入住 25000 左右学生、4000 左右教职工。

青岛校区已启用地区：



1.2 网络背景

自二十世纪九十年代始, 互联网进入中国, 之后便进入高速发展的蓬勃时期。2015 年, 我国正式进入“互联网+”时代, 互联网真真正正进入了人们生活的方方面面。自然, 高校的互联网建设也要跟上时代的步伐。山东大学作为国家“双一流”、“211 工程”、“985 工程”重点建设院校自然需要走在前列。

随着互联网的发展, 越来越多互联网依赖型设备的涌现, 丰富了人们的课余生活的同时, 也构成学生老师学习与工作不可或缺的一部分。山东大学青岛校区校园网络规划建设刻不容缓。

1.3 目的

校园网络规划的主要目的包括实现本校区与济南各校区的连接; 实现宿舍、教学楼、图书馆、食堂等学习生活中心无缝网络连接; 搭建学生老师之间交流互信平台; 最基本的是能够实现端对端的以太网访问, 使教师可以方便地浏览和查询网上资源, 进行教学和科研工作; 学生可以方便地浏览和查询网上资源实现远程学习; 通过网上学习学会信息处理能力。学校的管理人员可方便地对教务、行政事务、学生学籍、财务、资产等进行综合管理, 同时可以实现各级管理层之间的信息数据交换, 实现网上信息采集和处理的自动化, 实现信息和设备资源的共享; 既达到有效保证信息化教育的正常运作, 又能够保证学生健全丰富的互联网体验, 体现高校作为科技创新的发源地作用, 将现代信息科技的创新应用到校园网建设与体验上, 促进高校的创新发展以及新一代高水平人才的创新基础能力培养。

1.4 总体规划原则

校园网络建设工程的基本原则——“方便使用，安全可靠”；保证网络的安全性、可靠性、先进实用性、可兼容及可扩展性以及经济易用性。

(1) 安全可靠

本校区占地面积较大，教职工和学生数量众多，与互联网的连接需求较大，因此可能存在的网络安全隐患也将来自各个方面，所以安全性就极为重要；在建设中，要考虑到信息安全性和保密性，同时拥有灵活方便的权限设定和控制机制。同时也要保证系统可靠、网络稳定，为师生提供良好的网络环境。

(2) 先进实用

现今计算机技术发展迅速，迭代更新的速率也很高；所以选购设备时，要充分考虑到设备的应用状况，尽量配合现有的教学工作，选购先进成熟的硬件设施，满足应有的工作，并尽力配合未来的发展。

(3) 可兼容及可扩展性

为配合不同的设备、网络协议以及各种应用，系统应该使用标准的网络接口和协议，以提供高度的开发性，同时考虑到校区的二三期工程的完善以及未来互联网的高速发展，系统设计中应充分考虑网络的带宽扩容，网络提速等要求，为可能的新功能预留扩展空间。

(4) 经济易用性

选择最优设计方案，同时选取性价比较高的网络设备，做到从实际出发，制定经济、合理的方案，在满足各类通信需要并具备必要的网络性能的前提下，一定程度上降低用户端设备投资和网络通信费用。同时系统需要强调易用性，带有帮助查询功能，为用户解决基本问题。

2. 需求分析

2.1 功能需求

- (1) 建立教学资源共享系统—方便在校师生查阅各种教学资源。
- (2) 建立全方位的多媒体教室网络—为教学提供更加先进便捷的服务。
- (3) 建立校园管理信息系统—MIS；以人为主导，利用计算机硬件、软件、网络通信设备以及其他办公设备，进行信息的收集、传输、加工、储存、更新、拓展和维护的系统。应包括教职工和学生的个人信息管理、自习室网上管理系统、门禁系统、监控系统等等信息管理系统。
- (4) 建立办公室自动化系统—OA；将现代化办公和计算机技术结合起来，优化现有的管理组织结构，调整管理体制，在提高效率的基础上，增加协同办公能力，强化决策的一致性
- (5) 建立图书馆综合管理系统--提供网页、微信、APP 等多种方式为教职工以及学生提供图书馆基础功能的便捷入口。
- (6) 建立 VPN 校外访问系统—校外网络经过审核通过后，可以访问校内特定资源。
- (7) 建立 VLAN 系统—使高权限系统处于同一虚拟网络下，维护各区域的信息安全。

2.2 性能需求

要求采用符合国际先进标准的一流设备，既保证系统的稳定性有提供充足的带宽。同时要求具备一定的扩展性，以满足未来可能的网络设备和协议的升级。

(1) 为保证师生上网正常需求，将师生工作生活区域网速设置为 4Mb/s，即 32Mbps。

(2) 特殊保证科研工作区的网络稳定快速，这些区域的网速将被设置为 12.5Mb/s，即 100Mbps。

(3) 考虑到师生工作时间和个人时间的区别，因此网速设置应具有潮汐倾向，即白天偏向于科研工作区，夜间偏向于师生生活区

(4) 综合考虑，校园网主带宽平均至少为 1000 兆，接入端保证至少 20 兆，并要求系统在高峰期仍能保证一定的稳定性。

(5) 网络将支持对 ATM 的支持。即在 LAN 或 WAN 上传送声音、视频图像和数据，应具有优秀的服务质量。

(6) 网络要求支持 VLAN 第三层交换；即二层交换技术+三层转发技术，以增强网络安全性、简化网络管理，满足广大用户的各种需求。

3.校园网络设计安排

3.1 设计方案简介

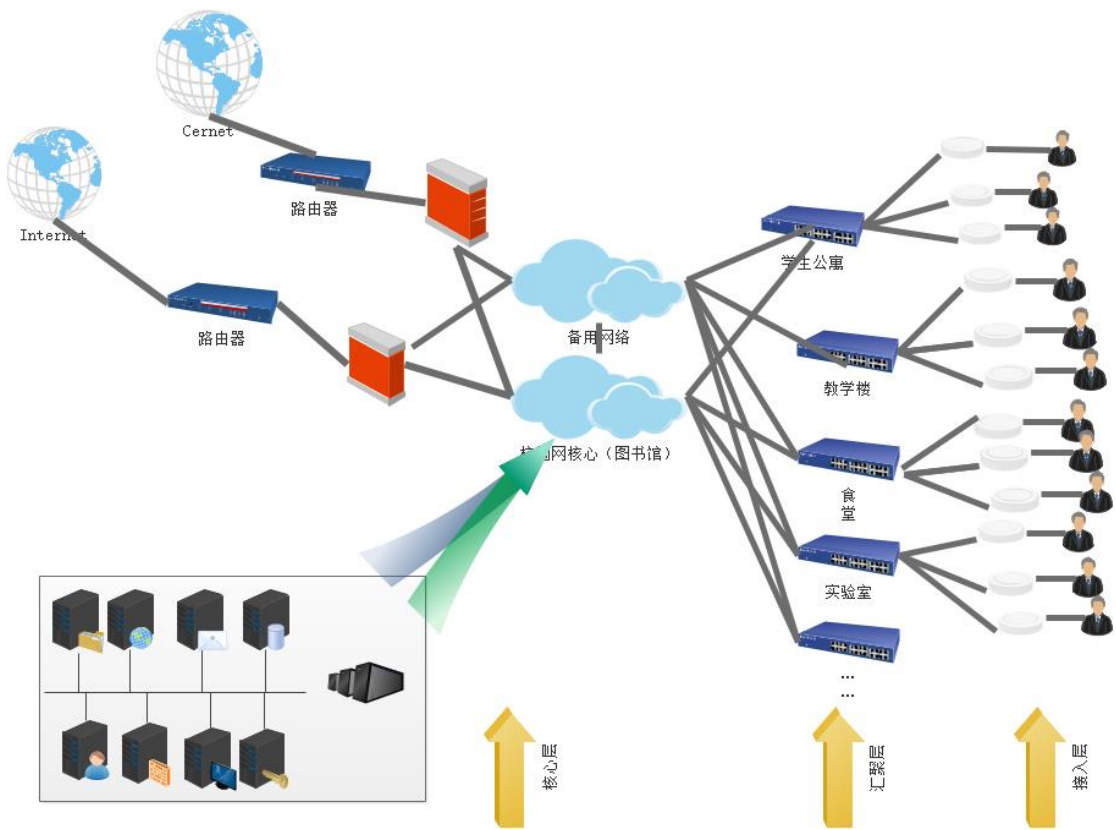
网络系统的设计现在大多采用层次化的设计方法，层次化网络设计通常分为三层结构，即核心层、分布层（汇聚层）和接入层。核心层主要为相互通信的节点提供高速优化的带宽传输，为提高核心层的传输速率，通常不在该层实施基于策略的包操作，也极少在该层布置主机，但常常为核心层提供必要的链路备份。接入层也称访问层，主要功能为提供网络分段，为用户或工作组访问网络提供接入，在该层存在大量的局域网，设置和划分虚拟局域网，并可运用访问控制列表

等技术来控制用户的数据传输。分布层介于在核心层和接入层之间，完成网络访问的策略控制、广播域的定义、VLAN 间的路由、数据包处理、过滤寻址及其他数据处理的任务

根据实际需求，整个校园网采用星型结构，并分为核心层（分布于网管中心内）和分布层（分布于教学区、生活区、办公区）以及接入层（分布在各宿舍楼、教学楼内包括分布广泛的各种低端网络连接,交换设备及各种终端设备）三层。

3.2 校园网拓扑结构

3.2.1 校园网拓扑图



整个拓扑结构采用星型结构，各工作节点以星型方式连接。网络中设有中央节点，其它节点均与中央节点相连。此结构下的网络便于集中控制，因此也易于维护，并更加安全，当一个端点用户出现故障时，并不会影响其它端节点的正常

工作。同时，整个网络也拥有较小的网络延迟。但是整个系统将要求中心节点有极高的稳定性，因此，中心节点通常采用双机热备份，以提高系统整体的稳定性。

3.2.2 核心层

核心层作为整个网络的主干部分，用于存放核心交换机等，并设置于图书馆区域。采用万兆核心以太网交换机作为骨干，其下外接众多百兆或千兆的交换机作为分布层的交换机。因此，核心层交换机应有较好的网络服务质量，如拥塞管理、流量监控等措施，以全面适配校园网的服务功能。

3.2.3 分布层

此层位于核心层与接入层的交界，设置有各主干网络以及连接至众多客户端的路由器。其主要用于汇聚接入层的数据，并进行转发交换等；同时通过高速接口与核心层交接，将数据进行更大规模的转发交换。因此可以将各个教学楼、实验楼、宿舍楼等教学生活区设置分布层，安装百兆或千兆的交换机，连接区域内部的各个客户端。

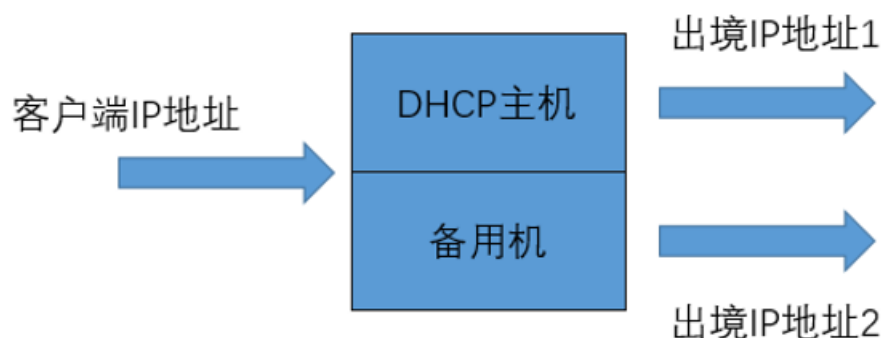
3.2.4 接入层

接入层用于在网络中直接和用户连接并接入各网络设备，因此设置于各楼层内部的房间，并提供 20Mbps 端口给用户，以及 100Mbps 的上传端口。主要用于将客户机连接至网络，为各客户提供直接服务。

3.3 网络设计

3.3.1 IP 分配

校区现有六个本科生院以及众多两个研究生院和众多实验楼, 因此需要大量 IP 地址来满足学校的需求以及未来的扩展需要。考虑到网络层次设计, 与 Internet 直接连接的设备分配公有 IP 地址, 即 192.168.0.0/16 的地址范围。内部局域网设备如实验室内部各主机, 则使用私有 IP 地址段, 其前八位表示为十进制 172。同时为有效分配并利用 IP 地址, 应采用 DHCP (动态主机设置协议) 来给内部用户端分配地址, 即每当用户需要地址时, DHCP 服务器会综合考虑到目前的分配状态, 动态提供一个可用的 IP 地址和子网掩码。



3.3.2 VLAN 设计

虚拟局域网 (VLAN) 技术是逻辑上包含在同一组的一些设备、用户, 这些内在成员并不受物理位置的限制, 他们可以根据实际需要的功能、部门以及实际应用等因素联合在一起, 形成组播通信, 因彼此之间的通信类似在同一个网段中, 故也叫做虚拟局域网。一个虚拟局域网内部的设备只能和同组中的其它设备直接交互, 不同组内的设备将通过路由器来完成通信; 与传统局域网相比, VLAN 技

术相对而言会更加灵活，局域网内的设备的移动、修改等将更加方便并能节省更多开支，同时也能便于管理一个组间的广播通信，提高安全性。

VLAN 作为提高灵活性、减少开销以及增加安全性的有效措施，在青岛校区主要用于宿舍区以及教学办公区等区域，以便于维护实验室、统一管理师生以及有效安全访问外网等，当管理员需要处理较多交换机时，只需在一台交换机上更改信息，其便可以通过广播将更改信息传送至此广播组内的其它交换机上，大大减少工作量。鉴于各个客户端 IP 地址为 DHCP 动态分配，为保证正常使用，需要部分终端接口使用固定的 IP 地址，比如各实验室、图书馆等管理终端。

3.3.3 路由协议

常用的路由协议有静态路由以及动态路由两种模式。静态路由中，各个路由器的网络路由表将有管理员手动设置更新，能够快速寻址，找到最优路由路径，适合于网络比较稳定的系统中。动态路由中，各路由器的网络节点路由表会通过相邻的其它路由器来动态获取并更新。因此动态路由能够适应网络环境波动较大的系统。

综合考虑校园网的使用情景，由于在校人员较多，对网络的使用需求也较大，同时人员流动大，因此不同时间，不同区域都会有大量用户进行网络访问，因此，为应对较为复杂的网络使用情况，应采用动态路由协议来设置各路由器。

3.3.4 流量控制

青岛校区的校园网将会与济南各大校区以及威海校区相连，同时各校区间将会进行数据、应用共享操作等，三地校园网两两互联，构成一个全冗余网络，提

高校园网整体的可靠性。

对于不同区域，需要结合实际应用情况，为其设置不同的流量速率。比如学生公寓，需要为每一个学生设置一个网络端口，并为每间宿舍安装无线路由器，每个端口的平均吞吐率约 1Mbps，综合考虑，应为每个宿舍楼预留 2Gbps 端口；其它各学院楼及科研场所，应保证各端口速率大于 2Mbps，同时对于计算机学院楼，因设有大量机房，故应为其预设 Gbps 的端口。而其它场所可以平均预留 2Mbps 端口，保证师生的正常上网需求即可。

4.网络安全管理

校园网是一个庞大的互联网系统，为在校师生提供广大便利的同时，也伴随着一些安全隐患；比如实验室内一般存有重要的科研信息，行政、财政机构也涉及大量的隐私信息，以及众多师生的个人信息等，都有可能因为服务器遭到攻击或出现故障而泄露给外部人员，这些都是非常严重的安全隐患，因此需要校园网拥有健全稳定的安全防护措施

4.1 统一校园网的出口端

因学校教职工以及学生人员众多，每天将与互联网产生大量信息交换，为了更有效的管理对外信息流量，防止信息泄露以及不良信息涌入，将校园网出口端整合在一起是个有效的措施，同时也能对外部入境流量加以控制，更有效的防护校内网络环境。

4.2 校内用户身份认证

校园网内部存有众多信息，对于一些开放式的信息，可以采用任何人均能访问的方式，如学校开课情况，新闻资讯等；对于一些重要信息，则只能校内特定人员访问，如学校的财政信息等。因此，对于访问用户，需要检测其身份、IP 地址等，以判断是否有权限进入该校内网系统。

4.3 资源备份

对于一些不需要严格保护的设施，只需要能够快速恢复信息就行，因此需要使用硬盘来备份这些信息，如实验室的实验环境配置等。当机器出现故障停机时，能快速调用备份信息进行恢复操作。

4.4 防火墙

校园网是个开放的网络系统，会有许多外网试图进入校内网，因此防火墙将是个重要的措施，作为内网与外网之间的屏障，防火墙将会按照提前设定，对入境和出境信息进行检测，并决定是否予以通过。同时防火墙内部只是单一的运行防火墙程序，因而拥有很好抵抗能力，不会被轻易攻破，能更好地保护校内网络。

在校内用户与互联网连接的汇聚出口处设立防火墙，能良好地集中管理校内各主机的安全问题（如安全令牌、身份认证等），对比与分散在各个主机上进行安全防护，将会更加有效。

同时防火墙会记录所有的网络访问日志，当出现可疑的网络进攻行为时，可以设置自动报警，并能够提供此次异常状态的完整信息。

5 设备购置及预算

5.1 路由器选择

路由器用于连接各局域网, 为用户转发数据包, 在网络系统中起到桥梁作用。

目前有两种路由器, 即边界路由器和中间节点路由器; 前者主要用于连接各个网络路由器, 后者主要用于在网络中连接不同网络节点, 用于数据转发。考虑到安全因素, 在选购路由器时应选择带有防火墙的路由器。

此处建议选购 H3C SR8803-X-S 核心路由器作为边界路由器, 将校内网与外网连接。

H3C SR8803-X-S

全称: H3C SR8803-X-S

概览	参数	报价	点评	图片 (1)	竞品对比
----	----	----	----	--------	------



查看全部 1张图片>>

参考报价: **¥285000**

基础参数:

产品类型: 企业网吧路由,核心路由器 传输速率: 10000/40000/100000M

端口结构: 模块化 扩展插槽: 2个主控板槽位数量+12

包转发率: 9000Mbps [更多参数>>](#)

[我要点评](#)[查看底价](#)[+ 对比](#)

单价 285,000 元, 预计 2 个, 共 570,000 元。

同时选购华为 ME60-X8 作为中间节点路由器, 将校园内各区域的局域网进行互联。



查看全部 1张图片>>

参考报价: **¥500000**

基础参数:

控制端口: OC-192c/STM-64c POS 扩展插槽: 11个,其中8个业务线路接口

包转发率: 5760Mpps 支持协议: 支持Static routing,RIP,OSPF

[更多参数>>](#)


单价 500,000 元，预计 8 个，共 4,000,000 元。

5.2 交换机选择

交换机可以连通计算机，实现彼此间高速通信，适用于数据量较大并且使用频繁的网络环境；因此常被应用于各种类型的多媒体及数据传输。在计算机网络的三个层次中都将使用交换机，并且根据实际应用场景不同，也要使用不同的交换机。

(1) 核心层交换机

核心层交换机作为校园网的骨干部分，需要能够容纳大量数据并能快速完成交换，因此才能满足校园网系统的高容量、无阻塞及高可靠等要求。此处建议选购博达 S9518 核心交换机，上行下行端均可达到万兆级别以上，能良好适应校园网传输要求。



博达S9518

产品类型：核心交换机

VLAN：支持4K VLAN表项 支持GVRP 支持1: 1和包转发率：8100Mpps

处理器：ASIC交换芯片和多核处理器

背板带宽：307.2Tbps

网络管理：支持Console、Telnet、SSH 支持SNMP

端口结构：模块化

扩展模块：总槽位数量： [更多参数>>](#)

¥89.42万

2019-05-24

2家商家报价

[查询底价](#)

[关注](#)

☐ [对比](#)

单价 89.42 万元，预估购买 4 台，共计 357.68 万元

(2) 分布层交换机

分布层交换机主要用于汇总接入层的交换机，即将接入层的输入点统一出口，同时兼顾数据的转发等。因此要求此层交换机能够处理接入层所有用户设备的通讯信息，并将其汇总传输给上层核心层交换机，故要求有高效的转发性能。

此处建议选购汉柏 CT-6800-64XG 万兆交换机，其有 1.28Tbps 背板带宽以及 960Mbps 包转发率，能较好适应校园网实际应用。

	汉柏CT-6800-64XG 产品类型: 万兆交换机 端口数量: 64 VLAN: 支持 MAC地址表: 4K	传输速率: 10/100/1000/10000Mbps 背板带宽: 1.28Tbps 包转发率: 960Mpps 网络标准: IEEE802.3(10) 更多参数>>	¥48.36万 2019-05-24
关注 对比			

单价 48.36 万元，预估需 100 台，共 4836 万元

(3) 接入层交换机

此层交换机主要用于允许终端用户访问互联网，因此需要高密度的接入端口。同时能较好。较快地处理大量用户数据的输入输出。

此处建议选购华三(H3C) S5500-52C-SI 交换机，其有千兆的传输速率以及对 Qos 和 Vlan 的支持，能较好适配校园用户的需求。

 苏宁易购 suning.com LS-S5500-52C-SI 48口全千兆三层交换机 三年质保 货到付款 认证正品	华三(H3C) S5500-52C-SI 48口千兆电口+4口光电复用口+2个扩展插槽 三层千兆商用交换机 苏宁认证正品商家，华为华三思科品牌正规代理商，全新原装正品行货，支持货到付款。 易购价 ¥8999.00 降价通知 加入会员返云钻，下单立减约179.98元 立即开通>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

单价 8999 元，预估需要 1000 台，共计 8,999,000 元。

5.3 传输介质选择

主要考虑传输层的有线介质，故有双绞线、同轴电缆以及光纤三种选择，考虑到青岛校区的面积较大，各楼宇间距离较远，故应选用光纤作为外部传输介质，而光纤平均价格为 0.3 元/米。预估需要 50,000 米，共 15,000 元。

5.4 防火墙设备

为了保障校园网内用户数据的安全，防火墙设备应有较高的信息处理能力，因此此处建议选购 Juniper SRX3400 防火墙。其最大吞吐量可达 20480Mbps，并

能达到 1000000 并发连接数。



查看全部 1张图片>>

参考报价： **¥656000**

基础参数：

最大吞吐量：20480Mbps	固定接口：8 10/100/1000+4 SFP
用户数限制：无用户数限制	并发连接数：1000000并发连接数
VPN：支持VPN功能	更多参数>>

我要点评

查看底价

+ 对比

单价 656000 元，预估需要 2 个，共 1,312,000 元。

5.5AP 设备

AP 是是组建小型无线局域网时最常用的设备。AP 相当于一个连接有线网和无线网的桥梁，其主要作用是将各个无线网络客户端连接到一起，然后将无线网络接入以太网。

大多数的无线 AP 都支持多用户接入、数据加密、多速率发送等功能，一些产品更提供了完善的无线网络管理功能。对于教室、宿舍、办公室这样的小范围无线局域网而言，一般只需一台无线 AP 即可实现所有计算机的无线接入。

此处建议选购 NETGER WNDAP620 无线 AP 作为室内 AP，其支持高达 450M 的吞吐量，同时提供无线入侵检测与防御等高级无线安全措施。



查看全部 1张图片>>

参考报价： **¥2300**

在售电商： **¥2050**
JD.COM

基础参数：

协议标准：IEEE802.11a/b/g/n/ac,IEI	PoE供电：支持PoE供电
接口类型：1个Console口,1个以太网	工作频段：2.4-2.483GHz,5.725-5.845GHz
额定电压：100-240V AC	更多参数>>

单价 2300 元，预计室内 10000 个，共计 23,000,000 元。

同时为实现学校全面覆盖无线网，建议选购 GhinF GS5250 无线 AP 作为室外

接入点，其速率可达 300Mbps

GhinF(冠航)GS5250 全称: GhinF(冠航) GS5250

概览

参数

报价

点评

图片 (1)

竞品对比



参考报价：**¥1800**

基础参数：

无线速率：300Mbps

PoE供电：支持PoE供电,24V PoE

接口类型：一个千兆网口

天线数量：25dBi定向反射天线

主要参数：2x2的MIMO大功率室外无

[更多参数>>](#)

我要点评

查看底价

对比

单价 1800 元，预估需要 310 个，共 558,000 元。

5.6 预算总览

设备	数量 (个) \长度 (米)	型号	单价/元	总价/元
边界路由器	2	H3C SR8803-X-S	2850000	570,000
中间节点路由器	8	华为 ME60-X8	500000	4,000,000
核心交换机	4	博达 S9518	894200	3,576,800
汇聚交换机	100	汉柏 CT-6800-64XG	483600	48,360,000
接入交换机	1,000	H3C S5500-52C-SI	8999	8,999,000
传输介质	50,000	光纤	0.3/米	15,000
防火墙	2	Juniper SRX3400	656000	1,312,000
室内 AP	10,000	NETGER WNDAP620	2300	23,000,000
室外 AP	310	GhinF GS5250	1800	558,000
总价/元	90,390,800			