

高等职业学校现代通信技术专业 实训教学条件建设标准

目 录

1	适用范围	1
2	实训教学场所要求	1
2.1	分类、面积与主要功能	1
2.2	采光	3
2.3	照明	3
2.4	通风	3
2.5	防火	3
2.6	安全与卫生	3
2.7	网络环境	3
2.8	实训场所布置	3
3	实训教学设备要求	3
3.1	实训教学设备总体要求	3
3.2	电工电子实训室设备要求	4
3.3	通信原理实训室设备要求	6
3.4	线务工程实训室设备要求	9
3.5	数据组网实训室设备要求	9
3.6	宽带接入实训室设备要求	15
3.7	光传输实训室设备要求	17
3.8	通信勘察设计与概预算实训室设备要求	20
3.9	移动基站与网络优化实训室设备要求	21
3.10	通信电源实训室设备要求	24
3.11	云计算实训室设备要求	26
4	实训教学管理与实施	28
5	规范性引用文件	30
6	参考文献	31

1 适用范围

本标准适用于高等职业学校现代通信技术专业校内实训教学场所及设备的建设,是达到现代通信技术专业人才培养目标和规格应具备的基本实训教学条件要求。高等职业学校相关专业及有关培训机构可参照执行。

2 实训教学场所要求

2.1 分类、面积与主要功能

实训教学场所按照实训教学内容来划分。实训场所面积是为满足 40 人/班同时开展实训教学的要求。实训教学场所分类、面积与主要功能见表 1。

表 1 实训教学场所分类、面积与主要功能

实训教学类别	实训场所名称	功 能		实训场所面积/m ²
		主要实训项目	对应的主要课程	
专业基础技能实训	电工电子实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 常用电工电子工具、实训平台、仪器仪表的使用; 2. 常用电子元器件的识别、测量及使用; 3. 常用电工电路的安装与调试、故障诊断与排除; 4. 常用模拟电子电路的安装与调试、故障诊断与排除; 5. 常用数字电路的安装与调试、故障诊断与排除 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模拟电子技术; 2. 数字电子技术; 3. 电工基础 	120
	通信原理实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通信信号测量常见工具、仪器仪表的使用; 2. 数字信号的发生、调制、解调验证; 3. 信号的同步、复用、传输; 4. 数字信号的特征观察、合成与分解; 5. 信号的抽样与恢复 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 信号与系统; 2. 通信原理 	80
	线务工程实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光电缆敷设和工程施工; 2. 光缆接续与成端; 3. 电缆接续与成端; 4. 网络综合布线; 5. 光电缆工程测试与验收 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通信线务工程; 2. 网络综合布线; 3. 通信工程项目管理 	80
专业核心技能实训室	数据组网实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 常用交换机的基本技能训练, 包含交换机基础运维、VLAN 间通信、生成树配置等; 2. 常用路由器的基本技能训练, 包含路由器基础运维、静态路由配置、动态路由 OSPF 等; 3. 无线局域网规划与优化; 4. 安全设备流控、上网行为管理; 5. VPN 配置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 计算机网络; 2. 路由与交换技术 	110
	宽带接入实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 宽带接入网络设计与硬件连接; 2. 熟悉 OLT 主设备及宽带接入网络结构; 3. OLT 设备基本配置; 4. 宽带终端设备认证管理配置; 5. 宽带接入网络安全配置; 6. 宽带终端设备 VLAN 配置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 宽带接入技术; 2. 宽带城域网设备维护 	90

续表

实训教学类别	实训场所名称	功 能		实训场所面积/m ²
		主要实训项目	对应的主要课程	
专业核心技能实训室	光传输实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. SDH 设备硬件结构学习; 2. 光功率计等仪器仪表使用; 3. SDH 网管、数据库、客户端的安装; 4. SDH 以太网等业务配置; 5. SDH 故障排查; 6. PTN 设备硬件结构学习; 7. PTN 设备硬件开局; 8. PTN 网管安装; 9. PTN 以太网/ATM/E1 等业务配置; 10. PTN 保护及 QOS 配置; 11. PTN 故障定位及处理; 12. OTN 波分设备内部连纤; 13. 波分设备光功率调测; 14. OTN 网元业务配置; 15. OTN 网络故障排查 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光纤通信工程; 2. PTN 组网与设备维护; 3. OTN 组网与设备维护 	120
	通信勘察设计与概预算实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. CAD 图识读; 2. 通信工程项目 CAD 制图; 3. 通信工程概预算编制; 4. 通信杆路工程设计; 5. 通信基站机房工程设计; 6. 通信管道工程设计; 7. 通信光缆线路工程设计; 8. 移动通信室分系统设计 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通信工程制图; 2. 通信勘察设计与概预算; 3. 通信工程项目管理 	90
	移动基站与网络优化实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无线网络容量估算; 2. 无线网络覆盖估算; 3. 移动基站设备硬件配置; 4. 移动基站数据配置; 5. 移动基站故障分析与排除; 6. 基站参数错误、规划不合理和业务速率故障的分析与排除; 7. 覆盖问题故障分析与排除; 8. 干扰问题故障分析与排除; 9. 切换问题故障分析与排除 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 移动通信技术; 2. 移动网络规划与优化 	90
专业拓展技能实训室	通信电源实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低压交流参数的测量和判断; 2. 应急发电机组的基本操作; 3. 开关电源容量计算、设备选型及操作维护; 4. 蓄电池容量计算、选型配置及容量测试; 5. UPS 容量计算、选型配置及操作维护; 6. 空调制冷量计算、参数设置及故障排除; 7. 动环监控系统硬件安装和调试, 动环监控中心数据配置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通信电源; 2. 通信机房工程 	120
	云计算技术实训室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 虚拟化软件安装; 2. 虚拟化计算资源管理; 3. 虚拟化存储资源管理; 4. 虚拟化网络资源管理; 5. 虚拟机创建与管理; 7. 桌面云组件安装; 8. 桌面云业务发放; 9. 桌面云运维与管理; 10. 公有云信息系统部署; 11. 公有云业务部署运维 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 云计算技术与应用; 2. 虚拟化技术与应用 	90

2.2 采光

2.2.1 采光应符合 GB/T 5003—2013 的有关规定。

2.2.2 采光设计应注意光的方向性，应避免对工作产生遮挡、不利的阴影和强光直接照射。

2.2.3 需要识别颜色的场所，应采用不改变自然光光色的采光材料。

2.3 照明

2.3.1 照明应符合 GB 50034—2013 的有关规定。

2.3.2 当天然光线不足时，应配置人工照明，人工照明光源应选择接近天然光色温的光源。

2.3.3 实训室的照明应根据教学内容对识别物体颜色的要求和场所特点，选择相应显色指数的光源，一般显色指数不低于 Ra80。

2.3.4 照度不足时应增加局部补充照明，补充照明不应产生有害眩光。

2.4 通风

通风应符合 GB 50016—2014 和工业企业通风的有关要求。

2.5 防火

2.5.1 防火应符合 GB 50016—2014 有关厂房、仓库防火的规定。

2.5.2 电子信息系统机房内安装有自动喷水灭火系统的房间，地面应设置挡水和排水设施。

2.6 安全与卫生

2.6.1 生产过程安全卫生应符合 GBZ 1—2010 和 GB/T 12801—2008 的有关要求。

2.6.2 安全标志应符合 GB 2893—2008 和 GB 2894—2008 的有关要求。

2.6.3 课桌椅功能尺寸及技术应符合 GB/T 3976—2014 的有关要求。

2.6.4 综合布线系统工程应符合 GB 50311—2016 的有关规定。

2.7 网络环境

网络环境应保证实训教学软件及设备的正常运行。

2.8 实训场所布置

应在实训场所墙壁、地面等布置通信技术发展历史、实训工艺要求、专业新技术规范、安全操作要求、大国工匠精神等课程思政教育内容。

3 实训教学设备要求

3.1 实训教学设备总体要求

配备的仪器设备产品质量应符合相关的国家标准或行业标准，并具有相应的质量保

证证明。

各种仪器设备的安装使用都应符合有关国家或行业标准，接地应符合 GB/T 16895.3—2017 的要求。

需接入电源的仪器设备，应满足国家电网规定接入要求，电压额定值为交流 380V（三相）或 220V（单相），并应具备过流、漏电保护功能；需要插接线的，插接线应绝缘且通电部位无外露。

具有执行机构的各类仪器设备，应具备急停功能，紧急状况可切断电源、气源、压力，并令设备动作停止。

3.2 电工电子实训室设备要求

电工电子实训室设备要求见表 2。

表 2 电工电子实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	电工电子实验台	主要功能： 1. 放置常用仪器设备及实验模块； 2. 具有多路供电接口； 3. 放置实验所需元器件及线材 技术要求： 1. 能提供多路 220V 交流电压； 2. 能够提供 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 直流电压； 3. 配有置线架，可放置同轴电缆、电源连接线、示波器探头线等线材； 4. 配有元器件盒，可放置常用电子元器件及芯片； 5. 配备绝缘垫； 6. 具有短路保护、防反接功能； 7. 具有各路电源指示灯功能； 8. 具有电流测量功能	台	20	GB 14050—2016 GB 21746—2008 GB 21748—2008	
2	电路基础实验平台	主要功能： 能够完成电子元器件伏安特性测试、受控源电路、电阻串并联测试、基尔霍夫定理和叠加定理验证、戴维南定理、RLC 串联谐振电路等实验教学内容。 技术要求： 1. 具有多电源输入接口； 2. 具有多路电位器设置； 3. 具有灵活的测试端； 4. 易损坏元器件便于拆装维修； 5. 电路连接可通过连接线连接	个	20	GB 21748—2008 GB 4706—2008 GB 5023—2008 GB/T 4023—2015 GB/T 4587—1994 GB/T 4586—1994	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
3	模拟电路实验平台	<p>主要功能： 能够完成二极管、三极管特性测试，整流滤波电路测试，三极管单级放大器、三极管共射极放大器、多级三极管放大器、运算放大电路、直流稳压电源、低频功率放大器功能测试等实验教学内容。</p> <p>技术要求： 1. 能够输出$\pm 5V$、$\pm 12V$直流电压，各路电源具有指示灯，具有短路保护及防反接功能； 2. 模块化布局，有多处接地端，电路连接方式灵活； 3. 具有灵活的测试端； 4. 易损坏元器件便于拆装维修； 5. 电路连接可通过连接线连接； 6. 具有多参数多种类的元器件，元器件管脚均引到接线端，方便电路设计选用连接</p>	个	20	GB/T 4023—2015 GB/T 4587—1994 GB/T 4586—1994 GB/T 18904.3—2002 SJ 20288—1993 SJ 20289—1993 GB/T 15529—1995 GB 21746—2008	
4	数字电路实验平台	<p>主要功能： 能够完成门电路逻辑功能测试、编码器与译码器应用、数据选择器与应用、触发器及其应用、计数器及其应用、数码管显示电路设计应用、555 电路应用等实验教学内容。</p> <p>技术要求： 1. 能够输出$\pm 5V$、$\pm 12V$直流电压，各路电源具有指示灯，具有短路保护及防反接功能； 2. 具有高性能、多管教类别双列直插集成电路插座，具有可靠的锁紧方式，具有明显的正负插装标识，每个管脚均引出至接线端； 3. 具有多路高低电平输入输出端，并具有指示灯； 4. 配有方波、正弦波信号输出，幅度频率可调； 5. 具有功能模块扩展区，可扩展支持简单的综合实训项目； 6. 具有灵活的测试端； 7. 易损坏元器件便于拆装维修； 8. 电路连接可通过连接线连接</p>	个	20	GB 4706—2008 GB 5023—2008 GB 7251—2005 GB/T 15289—2013 GB 21746—2008 GB 21748—2008	
5	数字万用表	<p>主要功能： 1. 能够检测电路基本参数，包括直流电压、交流电压、直流电流、交流电流等；</p>	只	20	GB/T 13978—2008 SJ/T 9517—1993 SJ/T 10472—2013 GB/T 15151—2012	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
5	数字万用表	<p>2. 能够检测基本元器件的参数, 如电阻值、电容值、电感值、二极管、三极管等</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 直流电压档 0~1000V, 精准度 $\pm(0.5\%+2)$、直流电流档 0~20A, 精准度 $\pm(1.5\%+10)$;</p> <p>2. 交流电压档 0~750V, 精准度 $\pm(0.8\%+3)$、交流电流档 0~20A, 精准度 $\pm(2\%+10)$;</p> <p>3. 电阻档 0~200M, 精准度 $\pm(0.8\%+3)$;</p> <p>4. 电容档 0~100μF, 精准度 $\pm(4.5\%+10)$;</p> <p>5. 电感档 0~20H;</p> <p>6. 二极管、三极管测试功能;</p> <p>7. 具有通断蜂鸣、自动关机、数字保持功能;</p> <p>8. 输入阻抗 10MW、最大显示 1999</p>	只	20	GB/T 13978—2008 SJ/T 9517—1993 SJ/T 10472—2013 GB/T 15151—2012	
6	数字直流稳压电源	<p>主要功能: 能为电路提供稳定的直流电压。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 三路输出电压, 其中两路可调电压输出 0~30V, 一路固定电压 5V 输出;</p> <p>2. 最大输出电流 $\geq 3A$</p>	台	20	GB/T 13978—2008 SJ/T 9517—1993 SJ/T 10472—2013 GB/T 15151—2012	
7	函数信号发生器	<p>主要功能: 能够提供输入信号, 如正弦信号、方波信号、三角波信号等。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 可输出多种波形信号, 双通道输出;</p> <p>2. 波形幅度、频率可调;</p> <p>3. 具有计数功能</p>	台	20	GB/T 13978—2008 SJ/T 9517—1993 SJ/T 10472—2013 GB/T 15151—2012	
8	数字示波器	<p>主要功能: 能够测试电路信号波形。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 双通道波形输出;</p> <p>2. 示波器带宽 $\geq 50M$;</p> <p>3. 具有波形存储功能</p>	台	20	GB/T 13978—2008 SJ/T 9517—1993 SJ/T 10472—2013 GB/T 15151—2012	

3.3 通信原理实训室设备要求

通信原理实训室设备要求见表 3。

表3 通信原理实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	数字多用表	<p>主要功能： 测量电流、电压、电阻等参数。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 直流电压档 0~1000V，精度度±(0.5%+2)、直流电流档 0~20A，精度度±(1.5%+10)； 2. 交流电压档 0~750V，精度度±(0.8%+3)、交流电流档 0~20A，精度度±(2%+10)； 3. 电阻档 0~200M，精度度±(0.8%+3)； 4. 电容档 0~100μF，精度度±(4.5%+10)； 5. 电感档 0~20H； 6. 二极管、三极管测试功能； 7. 具有通断蜂鸣、自动关机、数字保持功能； 8. 输入阻抗 10MW、最大显示 1999 	台	20	GB/T 13978—2008	
2	示波器	<p>主要功能： 测量电信号波形。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2个模拟通道，20MHz 带宽； 2. 垂直灵敏度：1mV/div~10V/div； 3. 5.6英寸 QVGA (320×240)，64k色 TFT 彩色液晶显示屏； 4. 2000wfms/s 波形捕获率； 5. 支持 1mV/div 垂直档位； 6. 接口配置：USB Host、USB Device、RS-232、P/F Out 	台	20	GB/T 15289—2013	
3	通信原理实验箱	<p>主要功能： 开展数字调制解调、基带传输编译码等通信原理基本实验。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 应支持数字调制解调、基带传输编译码、信道编译码、同步技术、时分复用技术、信道模拟、通信系统综合等实验； 2. 系统模块可灵活组合并具备扩展功能； 3. 防反接保护，漏电动作电流 <30mA，动作时间 <0.1s 	台	20	GB 21746—2008	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
4	函数信号发生器	<p>主要功能： 输出特定的周期性时间函数波形。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 输出信号：三角波、方波、正弦波、脉冲波、单次脉冲、TTL 电平、直流电平； 2. 电压输出：输出幅度 1mV~25Vp-p 输出阻抗：50Ω±10% 3 位数显； 3. 输出频率：0.2Hz~2MHz 频率误差：±1%，4 位数显； 4. 功率输出：频率 0.2Hz~200kHz 输出功率≥10W； 5. 空载电压：≥25Vp-p； 6. 外测频率：0.1Hz~10MHz±0.1%； 7. 衰减：0dB、-20dB、-40dB、-60dB； 8. 直流电平：+10V~-10V 连续可调； 9. 占空比：10%~90%连续可调； 10. 失真度：≤2%(20Hz~20kHz)； 11. 方波上升时间：≤50ns； 12. TTL 方波输出：≥3Vp-p 上升时间≤25ns； 13. 外电压控制扫频：输入电平 0~10V 输出频率 1：100； 14. 电源：220V ±10% 50Hz ~ 60Hz； 15. 输出采用保护电路 	台	20	GB/T 12114—2013	
5	高频信号发生器	<p>主要功能： 产生高频正弦射频信号。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 具有两个完全独立的通道，两路信号可独立输出，也可线性相加输出； 2. 频率准确度可达到 10⁻⁶ 数量级，频率分辨率 1μHz（9 位数字）； 3. 可设置精确的脉冲宽度，可输出设置数目的脉冲串信号； 4. 具有频率扫描，输出 AM、FM、FSK、PSK 调制信号； 5. 可以存储 4 组用户设置的仪器状态参数，可随时调出重现； 6. 具有短路保护功能，短路时过载继电器自动禁用输出； 7. 配置 USB 接口，RS232 接口 	台	20	GB/T 12114—2013	

3.4 线务工程实训室设备要求

线务工程实训室设备要求见表 4。

表 4 线务工程实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	线务工程实训平台	主要功能： 1. 能够完成光电缆杆路工程的熔接、敷设、施工、测试、维护实训； 2. 能够完成管道工程的敷设、施工、维护实训； 3. 能完成各类综合布线实训 技术要求： 1. 应包括各种架空线路的铁件、杆路与线路； 2. 包括各种管道、人孔、通信井等； 3. 包括各种综合布线环境； 4. 包括实训材料、工具和仪表	套	1	YD/T 5241—2018 YD/T 5121—2005	
2	光纤熔接机	主要功能： 能够进行光纤熔接实训。 技术要求： 1. 光纤熔接机应为主流机型； 2. 应配备米勒钳、光纤耗材、酒精喷灯等	台	5	YD/T 5241—2018 YD/T 5121—2005	
3	线路工程测试平台	主要功能： 1. 能利用测距小车、激光测距仪等测距工具进行线路勘察与测量； 2. 能利用兆欧表、地阻仪等工具进行绝缘电阻与地阻测试； 3. 能利用光时域反射仪进行线路测量 技术要求： 1. 光时域反射仪应为工程中主流机型； 2. 激光测距仪测量精度满足相关国家标准	套	20	YD/T 5102—2005 YD/T 5066—2017	
4	线路设备	主要功能： 能够进行线路设备认知、施工等实训。 技术要求： 1. 包括主流的交接箱、终端盒、多媒体箱、分线盒、接头盒等线路设备； 2. 应配备相应的光纤、接头、工具等备件	套	10	YD/T 5241—2018 YD/T 5121—2005	

3.5 数据组网实训室设备要求

数据组网实训室设备要求见表 5。

表 5 数据组网实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	二层交换机	<p>主要功能： 接入层交换机，用于终端 PC 机设备的网络接入。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持生成树协议 STP、RSTP、MSTP； 2. 支持虚拟路由器冗余协议 VRRP，支持快速链路检测协议 RLDLP； 3. 支持 ARP 防欺骗功能，能够禁止非法用户的 ARP 欺骗报文，保护合法用户免受其害，防止合法用户的数据被窃取； 4. 支持 IP 标准、IP 扩展、MAC 扩展、专家级、ACL80、IPV6ACL、基于 VLAN、基于端口、基于协议、基于全局等方式的访问控制列表；且支持 ACL Logging、ACL Counter、ACL Remark、ACL 重定向； 5. 支持虚拟化功能，能够将多台物理设备进行互联，使其虚拟为一台逻辑设备，利用单一 IP 地址、单一 Telnet 进程、单一命令行接口(CLI)、自动版本检查、自动配置等特性进行管理； 6. 支持 SNMPv1/v2C/v3、CLI (Telnet/Console)、RMON(1,2,3,9)、SSH、Syslog、NTP/SNTP、FTP、TFTP、Web 	台	16	GB/T 30094—2013	8 个实验小组，每个实验小组 2 台，共计 16 台
2	三层交换机	<p>主要功能： 汇聚层交换机，用于连接接入层交换机。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持 IPv4 和 IPv6 的静态路由，支持静态黑洞路由； 2. 支持 RIP/RIPng、OSPF、OSPFv3、策略路由等三层路由协议； 3. 支持 ARP 防欺骗功能，能够禁止非法用户的 ARP 欺骗报文，保护合法用户免受其害，防止合法用户的数据被窃取； 	台	16	GB/T 30094—2013	8 个实验小组，每个实验小组 2 台，共计 16 台

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
2	三层交换机	<p>4. 支持 IP 标准、IP 扩展、MAC 扩展、专家级、ACL80、IPV6ACL、基于 VLAN、基于端口、基于协议、基于全局等方式的访问控制列表; 且支持 ACL Logging、ACL Counter、ACL Remark、ACL 重定向;</p> <p>5. 支持专门针对 CPU 的保护机制, 能限制非法报文对 CPU 的攻击, 保护交换机在各种环境下稳定工作;</p> <p>6. 支持虚拟化功能;</p> <p>7. 支持 SNMPv1/v2C/v3、CLI(Telnet/Console)、RMON(1,2,3,9)、SSH、Syslog、NTP/SNTP、FTP、TFTP、Web</p>	台	16	GB/T 30094—2013	8 个实验小组, 每个实验小组 2 台, 共计 16 台
3	路由器	<p>主要功能: 核心层路由器, 用于共有网络数据传输。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 支持静态路由、RIPv1/v2、OSPF、BGP4 等路由协议;</p> <p>2. 支持 IGMP、PIM-SM、PIM-DM、DVMRP 等组播协议;</p> <p>3. 具有状态防火墙功能, 可消除网络攻击对设备管理及 CPU 资源的影响;</p> <p>4. 具有高精度的 QoS 队列策略, 支持 CAR 和 GTS 同时启用的 2 级 QoS 的队列机制;</p> <p>5. 支持 GRE、L2TP VPN、IPSec VPN 功能;</p> <p>6. 支持 MPLS VPN、IPv6 等组网功能;</p> <p>7. 支持 Web 管理界面、TR-069 网管协议、SNMP v1/v2c/v3 网管协议</p>	台	32	GB 18018—2007	8 个实验小组, 每个实验小组 4 台, 共计 32 台
4	无线 AP	<p>主要功能: 接入层无线接入点; 用于无线终端接入无线网络。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 支持 IEEE802.11ac Wave2 协议或 802.11ax 协议, 采用双路双频设计, 可同时工作在 802.11a/b/g/n 和 802.11ac 模式 (或 802.11ax 模式);</p> <p>2. 支持 2 条空间流, 单频最大接入速率 $\geq 867\text{Mbps}$, 整机最大接入速率 $\geq 1167\text{Mbps}$;</p>	台	16	GB 9254—2008/ XG 1—2013	8 个实验小组, 每个实验小组 2 台, 共计 16 台

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
4	无线 AP	<p>3. 设备与无线控制器配合，支持 iOS、安卓和 Windows 等主流智能终端操作系统自动识别；</p> <p>4. 支持胖/瘦 AP 两种工作模式的切换，在瘦 AP 工作模式时，AP 与控制器之间采用国际标准的 CAPWAP 协议通信；</p> <p>5. 支持 IPv6 技术，包括 IPv6 报文透传，IPv6 终端接入认证；</p> <p>6. 支持 MAC 认证、Web 认证、802.1X 认证</p>	台	16	GB 9254—2008/ XG 1—2013	8 个实验小组，每个实验小组 2 台，共计 16 台
5	无线控制器	<p>主要功能： 把来自不同无线 AP 的数据进行汇聚并接入上行网络。</p> <p>技术要求：</p> <p>1. 支持配置 AP 的本地数据转发技术模式；</p> <p>2. 支持本地认证功能，无需通过外置 Portal 服务器和 Radius 服务器认证；</p> <p>3. 支持虚拟化功能，多台无线控制器可以被虚拟化成一台控制器，统一将 AP 接入虚拟 AC 中；</p> <p>4. 支持 MAC 认证、Web 认证、802.1X 认证，认证后能实现 IP、MAC、WLAN 等元素的绑定信息</p>	台	16	GB/T 31491—2015	8 个实验小组，每个实验小组 2 台，共计 16 台
6	出口网关	<p>主要功能： 业务加速通道、精准流控、上网行为管理、可视化 VPN、智能选路、防火墙、高性能的 NAT、Web 认证。</p> <p>技术要求：</p> <p>1. 支持固定地址、PPPOE 拨号等多种方式接入互联网，支持静态路由、RIP(V1/V2)、OSPF 等多种路由协议；</p> <p>2. 支持多链路负载均衡，负载均衡可基于带宽、负载等多种方式；</p> <p>3. 支持应用路由功能，支持基于通信、视频等应用进行路由选择；</p> <p>4. 支持基于 IP、MAC 及 IPMAC 绑定的用户创建；</p> <p>5. 支持端口 ARP 扫描、ARP 静态绑定和停止学习功能，有效绑定 ARP 对应关系；</p>	台	16	GB/T 20275—2006	8 个实验小组，每个实验小组 2 台，共计 16 台

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
6	出口网关	<p>6. 支持基于 IP 地址段进行防攻击域配置,支持基于防攻击域进行洪水攻击、收发速率限制、流量监控、黑白名单等策略;</p> <p>7. 支持 Web 本地认证方式、外部认证服务器的联动认证、微信认证功能。支持微信连 Wi-Fi3.0;</p> <p>8. 支持流量识别保障功能:能够精确识别网络应用,保障关键业务的系统带宽,具备完善的应用协议库;</p> <p>9. 支持时间对象设置,时间对象精确至分钟级;</p> <p>10. 支持搜索引擎关键字控制功能,可针对关键字的搜索行为提供阻断、允许、记录、不记录等控制策略;</p> <p>11. 支持 IPSec VPN、L2TPVPN、SSLVPN、GREVPN 等;</p> <p>12. 支持 HTTPS 和 HTTP 的 Web 方式管理,支持 SNMPV2 和 V3 版本,支持多 TRAP 接收主机配置</p>	台	16	GB/T 20275—2006	8 个实验小组,每个实验小组 2 台,共计 16 台
7	串口服务器	<p>主要功能: 连接、控制 16 台网络设备,一键清除配置。</p> <p>技术要求:</p> <p>1. 支持同时管理和控制的网络设备数量≥ 16个,支持对网络、无线、安全类设备的管理;</p> <p>2. 支持对实验设备中“指定的某一台”、“指定的某几台”以及“全部实验设备”配置的统一清除功能;</p> <p>3. 具备良好的设备识别能力,能够识别二层交换机、三层交换机、核心交换机、路由器、防火墙等常用实验网络设备;</p> <p>4. 支持 Web 方式的、简单直观的图形化管理界面;管理界面能够提供所连接实验设备的数量和设备型号信息;</p> <p>5. 管理界面能够提供所连接实验设备是否空闲或正被占用的信息</p>	台	8	无	8 个实验小组,每个实验小组 1 台,共计 8 台

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
8	拓扑连接器	<p>主要功能： 连接、控制实验网口，生成拓扑。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 自动连接：能够通过图形化配置，支持在交换机任意 2 个端口间建立连接，从而实现端口的拓扑的连接； 2. 可以按照管理系统指令，随时断开两个任意端口直接的连接，实现链路的断开； 3. 支持连接组内数据透明转发（包含单播、组播、广播、9K 超大帧）； 4. 支持虚拟化堆叠，虚拟化堆叠组内任意 2 个端口间建立连接形成连接组； 5. 支持实验室管理软件通过串口、TELNET、SSH 方式管理指定型号交换机 	台	16	无	8 个实验小组，每个实验小组 2 台，共计 16 台(选配)
9	实验室管理软件	<p>主要功能： 管理调动串口服务器和拓扑连接器，对控制的实验设备生成逻辑拓扑图，过滤敏感命令。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持本地部署在服务器； 2. 采用 J2EE+Postgres 模式，基于 SpringMVC 框架进行开发，使用轻便的 B/S 架构进行访问； 3. 支持浏览器 session 会话的保持，支持过期重新登录机制，默认账号过期时间 30 分钟； 4. 实现物理设备之间的端口互连，生成对应的逻辑拓扑图； 5. 实现一键完成物理设备的初始化，能够一键将指定范围（一台设备、一个机架、整个实验室）的设备恢复到出厂状态； 6. 实现 1：1 真实还原机架环境，并以图形化的界面呈现真实机架情况； 7. 支持对于设备敏感命令的配置，防止学生误操作，导致机架设备故障 	套	1	GB/T 9813.3—2017	选配
10	数据组网仿真软件	<p>主要功能： 为学生设计、配置、排查网络故障提供仿真环境；采用图形化界面实现网络拓扑设计、设备配置等典型数据组网实验；能呈现数据包处理过程和网络实时运行情况。</p> <p>技术需求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持模拟大中小型各种拓扑结构； 2. 支持模拟主流交换机、路由器、无线 AP、无线路由器、主机、服务器和防火墙功能； 	套	41	无	选配

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
10	数据组网仿真软件	3. 支持 IPv4/IPv6 协议，支持 RIP v1/v2、单区域和多区域 OSPF、BGP、PPP、帧中继、DSL、EIGRP 等常见动态路由协议； 4. 支持抓包分析功能，能查看数据包内容，展示数据包走向； 5. 支持路由重新学习或协议转换功能	套	41	无	选配

3.6 宽带接入实训室设备要求

宽带接入实训室设备要求见表 6。

表 6 宽带接入实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	台式计算机	主要功能： 宽带接入设备数据配置终端。 技术要求： 1. 品牌台式计算机，19 英寸以上显示器； 2. 具备 2 张网卡，一张互联网使用，一张实训室局域网分组使用； 3. CPU \geq I3，内存 \geq 4GB，硬盘 \geq 500GB	台	41	GB/T 9813.1—2016	40 台学生机，1 台教师机
2	OLT 主设备	主要功能： 作为宽带接入实训室的实训主设备，作为宽带、视频、监控等多种类型实训项目的统一接入平台，主设备自带电源转换模块，将 220V AC 转 -48V DC，为通信设备供电。 技术要求： 1. 提供标准机柜（含配电箱，1 柜 1 柜），满足设备的安装与部署； 2. 提供 \geq 2 块主控板（含上联口）； 3. 提供 \geq 16 端口的接口板； 4. 提供 \geq 2 块电源转接板； 5. 提供 1 路 220V AC 输入，配电规格：4 路 30A，输出电压：-42V DC \sim -58V DC，输出功率 \geq 3000W	台	1	GBT 51380—2019	作为宽带接入实训室主设备
3	交换机	主要功能： 用于实训设备和计算机终端的网络连接。 技术要求： 1. 背板带宽（Gbps） \geq 336Gbps； 2. 包转发率 \geq 51Mpps； 3. 接口类型：下联电口，上联光口； 4. 接口数目： \geq 24 口； 5. 传输速率：千兆/百兆自适应； 6. 支持协议：支持 802.1Q、802.1P、802.1S、802.1W、静态和动态路由协议	台	1	YD/T 1099—2013	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
4	智能业务认证单元	主要功能： 提供相关的计费认证功能。 技术要求： 外置 BAS 计费认证服务器，支持端口汇聚、VLAN、VLAN 专线、VLAN 透传、DHCP、ARP、静态路由、RIP 协议、PPP、AAA、本地计费、RADIUS、HGMP、802.1X、ACL/UCL、多播、强制 Portal 业务内置 Portal 服务器	台	1	GB/T 21028—2007	
4	智能业务认证单元	1. CPU≥英特尔至强 E3； 2. 内存容量≥8GB； 3. 硬盘接口：支持 SATA、SAS、SSD； 6. 支持 RAID 0、1、10、3、5 等； 4. 网卡：2 块千兆网卡； 5. 主板扩展插槽：支持 2 个 PCI-E 3.0	台	1	GB/T 21028—2007	
5	分光器	主要功能： 提供多路光分路单元。 技术要求： 提供：16 路 PON 分光器设备	台	3	GBT 51380—2019	
6	宽带接入终端设备	主要功能： 标准 EPON/GPON 光接入终端调试设备。 技术要求： 提供 4 个 FE 口和 2 个 POTS 口	台	41	GBT 51380—2019	
7	软交换设备	主要功能： 提供语音交换功能。 技术要求： 1. 支持模拟用户、IP 电话终端和 IAD 设备； 2. 支持多种媒体流的转换、IP 语音报文与 TDM 转换； 3. 支持模拟中继、数字中继和 IP 中继； 4. 支持呼叫处理、号码分析、中继选路和路由功能； 5. 提供丰富的增值业务，如一号通、统一消息、短信、多媒体会议等； 6. 丰富的接口和协议支持能力，支持 No.7、No.1、R2、PRI，支持 SIP、H.323 协议，与传统 PBX 兼容	台	1	YD/T 1434—2006	
8	电话机	主要功能： 提供语音接入功能。 技术要求： 支持 POTS 接口	台	41	GB/T 15279—2002	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
9	组播服务器	主要功能: 组播（即视频点播）业务验证。 技术要求: 1. 品牌台式计算机, 19 英寸以上显示器; 2. 具备 2 张网卡, 一张互联网使用, 一张实训室局域网分组使用; 3. CPU \geq I3, 内存 \geq 4GB, 硬盘 \geq 500GB; 4. 安装组播软件服务器端	台	1	GB/T 9813.1—2016	
10	配线架	主要功能: 具备配线功能, 提供对内外线进行测试的位置。 技术要求: 1. 提供 1 套 72 芯光纤配线单元(含配套适配器、光纤连接器)-ODF; 2. 提供 3 套 16 单元数字配线单元-DDF	台	1	YD/T 778—2011	
11	综合配线柜	主要功能: 满足各种类型的配线架安装。 技术要求: 19 英寸标准机柜, 规格 600mm \times 600mm \times 2200mm	台	1	YD/T 2319—2011	
12	实训管理系统	主要功能: 为实验的每组学生提供良好的上机环境和多人同时实验的实验方式。 技术要求: 具备多网元并发多线程实验能力, 单设备可满足 \geq 40 人排队实验, 可进行多网元并发多线程实验, 同时开启多个网元服务, 处理多个队列, 每个队列独立处理数据互不干扰	套	1	无	选配

3.7 光传输实训室设备要求

光传输实训室设备要求见表 7。

表 7 光传输实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	台式计算机	主要功能: 满足网络实训室的计算机使用。 技术要求: 1. 品牌台式计算机, 19 英寸以上显示器; 2. 具备 2 张网卡, 一张互联网使用, 一张实训室局域网分组使用; 3. CPU \geq I3, 内存 \geq 4GB, 硬盘 \geq 500GB	台	41	GB/T 9813.1—2016	40 台学生机, 1 台教师机

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
2	SDH 设备	<p>主要功能: 基于 SDH 的多业务传输, 应用于本地网, 城域网的接入层和汇聚层。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持业务类型: STM-64/ STM-4/ STM-1/STM-1(E)、GE、10M/100M Ethernet、E1/E3/E4、155M ATM、OBA、OPA; 2. 系统容量: 96×96 等效 VC4, 1008×1008TU-12; 3. 透明的开销传送能力; 4. 定时同步处理能力; 5. 网络保护能力; 6. 不小于 10G 的低阶交叉能力; 7. 提供 QX、LCT 管理接口 	台	3	<p>YD/T 1017—1999 TB/T 2952—1999 GB/T 16814—2008 GB/T 16712—2008 YD/T 2376.1—2011 YD/T 1289.1—2003</p>	
3	PTN 设备	<p>主要功能: 通过 PTN 实现以太网、ATM 和 TDM 电信级业务处理和传送, 是多业务接入设备和边缘网关设备。</p> <p>技术要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持业务类型: 以太网业务 EPL/ EVPL、EPLAN/EVPLAN、EPTREE/ EVPTREE; TDM 业务、ATM 业务。支持 PWE3 仿真; 2. 支持 L2 层: VLAN 及扩展特性、LACP、STP、L2 组播; 3. 支持 L3 层功能: IPV4/IPV6 单播路由、三层组播; 4. 支持 VPN: MPLS L2/L3 VPN; 5. 支持 QOS: 流量分类、流量监管 (Policing)、流量整形 (Shaping)、拥塞管理、队列调度等; 6. 支持 OAM: 支持 T-MPLS、MPLS、以太网 OAM 等多级 OAM; 7. 支持网络级时钟同步; 8. 支持接口: FE/GE/10GE、STM-1/4、ATM STM-1、E1/T1 接口; 9. 包转发率不小于 65.47MPPS, 交换机容量不小于 88Gbps 	台	3	<p>RFC 4553 RFC 5086 ITU-T G.8261 ITU-T G.8132 ITU-T G.8114 ITU-T Y.1731 IEEE 1588V2 YD/T 2336.1—2016 YD/T 2336.2—2016 YD/T 2336.3—2017 YD/T 2336.4—2017 YD/T 2374—2011 YD/T 2376.6—2018 YD/T 2397—2012</p>	方便各种组网形式

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
4	OTN 设备	<p>主要功能： 支持多业务接入的 OTN 设备，应用于电信城域网的接入层和汇聚层。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持业务类型：SDH 业务(STM-1/4/16/64)、PDH 业务(E1/T1/E3/T3/E4)、OTN 业务(OTU1/2/2e/4)、以太网业务(FE/GE/10GE/40GE/100GE)、PCM 业务、CPRI 业务、OBSAI 业务、SAN 业务、视频及其他； 2. 单通道速率：200Gbit/s； 3. 最大波数：DWDM 80 波； 4. 光交叉能力：1~9 维 ROADM； 5. 设备容量：800GB 的 OTN 容量、800BG 的分组容量； 6. 网络保护（分组）：Tunnel APS、PW APS/FPS、MC-PW APS、MC-LAG、LPT、LAG、ERPS、MRPS、LMSP、分组 SNCP； 7. 网络保护（TDM）：SDH 保护、EOS 保护、PCM 保护； 8. 网络保护（OTN）：ODuk SNCP、光线路保护、支路 SNCP、LPT； 9. 同步方式：物理层时钟（OTN&分组&SDH）、IEEE 1588v2（OTN&分组）、ITU-T G8275.1/G8273.2（OTN&分组） 	台	3	YD/T 1462—2011 YD/T 1634—2016 YD/T 1990—2009 YD/T 2149.1—2010 ITU-T G.707 ITU-T G.709 ITU-T G.870 ITU-T G.798 ITU-T G.698	方便各种组网形式
5	二层交换机	<p>主要功能： 满足数据交换</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 背板带宽(Gbps)≥336Gbps； 2. 包转发率≥51Mpps； 3. 接口类型：下联电口，上联光口； 4. 接口数目：48 口； 5. 传输速率：千兆/百兆自适应； 6. 支持协议：支持 802.1Q、802.1P、802.1S、802.1W、静态路由协议 	台	3	YD/T 1099—2013	
6	路由器	<p>主要功能： 满足网络连接和路由。</p> <p>技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 传输速率：10M、100M、1000M； 2. 包转发率：2Mpps； 3. DRAM 内存：128MB； 4. Flash 容量：128MB； 5. 2 个 GE 接口，2 个 GE 光口支持 RIP； 	台	1	GB/T 18018—2007	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
6	路由器	6. OSPF、BGP、静态路由协议； 7. 支持 NAT、ACL，支持 QoS，支持 IPSec VPN； 8. 内置防火墙，支持 GRE 隧道，支持 E1、CE1 板卡	台	1	GB/T 18018—2007	
7	服务器	主要功能： 满足网络的设置。 技术要求： 1. 1U 机架式服务器； 2. 服务器结构≥1 路 CPU； 3. CPU≥英特尔至强 E3； 4. 内存容量≥8GB； 5. 硬盘接口：支持 SATA、SAS、SSD； 6. 支持 RAID 0、1、10、3、5 等； 7. 网卡：2 块千兆网卡； 8. 主板扩展插槽：支持 2 个 PCI-E 3.0 插槽，硬盘支持热插拔	台	1	GB/T 21028—2007	
8	手持光功率计	主要功能： 满足光功率测试 技术要求： 1. 波长：850、1300、1310、1490、1550、1625； 2. 显示分辨率：0.01dbm； 3. 功率测量范围：-70~+10dbm 或者-50~+30dbm；	台	2	JJG 965—2013	

注：光传输实训室可根据人才培养需求灵活选用 SDH、PTN 和 OTN 设备。

3.8 通信勘察设计与概预算实训室设备要求

通信勘察设计与概预算实训室设备要求见表 8。

表 8 通信勘察设计与概预算实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	台式计算机	主要功能： 运行 CAD、概预算、办公系统等软件，提供教学的基本硬件环境。 技术要求： 1. CPU：≥2.1GHz 同性能产品； 2. 内存：≥4GB； 3. 硬盘：≥500GB； 4. 显卡：显存≥2GB； 5. 网卡：≥1 个，百兆； 6. 支持网络同传和硬盘保护	台	41	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9813.2—2016	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
2	操作系统软件、办公软件	主要功能： 提供教学的基本软件环境。 技术要求： 1. 32 位或 64 位主流操作系统； 2. 办公软件(文字处理、电子表格、演示文稿)； 3. 多媒体教学软件	套	41	GB/T 26856—2011 GB/T 14394—2008	
3	测距工具	主要功能： 能够完成通信工程中线路、管道等各个场景的测量任务。 技术要求： 至少包含如下工具。 1. 激光测距仪（测量范围 0.05~50m；测量误差±0.15m 以下）； 2. 测距轮； 3. 卷尺； 4. 皮尺； 5. 花杆	套	10	GB/T 29299—2012	
4	CAD 软件	主要功能： 通信工程 CAD 制图、识图。 技术要求： 适用 Windows 操作系统，具备平面绘图、绘图辅助工具、编辑图形、标注尺寸、书写文字、图层管理等功能	套	40	GB/T 17304—2009	
5	概预算软件	主要功能： 用于通信线路工程、通信设备安装工程、通信管道工程等的新建、扩建、改建工程的概算、预算、结算以及决算的编制工作。 技术要求： 1. 系统主要包含概预算编制、系统维护及数据三部分； 2. 能够实现通信工程设计、施工、竣工验收等各阶段造价管理自动化处理	套	40	GXG 451—2016	

3.9 移动基站与网络优化实训室设备要求

移动基站与网络优化实训室设备要求见表 9。

表 9 移动基站与网络优化实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	台式计算机	<p>主要功能： 通信终端，满足移动通信网络优化（仿真）软件和基站运维（仿真）软件的使用。</p> <p>技术要求： 1. CPU：主频≥3GHz、核数≥4、64 位处理器、支持虚拟化技术； 2. 内存≥16GB； 3. 硬盘≥1TB； 4. 显示器：分辨率≥1024×768； 5. 以太网卡≥1； 6. USB 接口≥4； 7. 支持网络同传和硬盘保护功能； 8. Windows 桌面操作系统； 9. 办公软件（文字处理、电子表格、演示文稿）</p>	台	41	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9813.2—2016	10 个实验小组，每个实验小组 4 台 PC 机，共计 40 台；教师授课演示用 PC 机 1 台
2	二层交换机	<p>主要功能： 组建局域网的接入层交换机，用于终端 PC 机设备的网络接入。</p> <p>技术要求： 1. 100Mb/1000Mb 端口≥24； 2. SFP 千兆以太网端口≥4；控制口≥1； 3. 支持 CLI 配置，界面兼容业界主流标准</p>	台	2	GB/T 30094—2013	交换机的端口数满足联网要求即可（24 口 2 台或 48 口 1 台即可）
3	机柜	<p>主要功能： 1. 安装网络接入交换机； 2. 美观隔尘</p> <p>技术要求： 6U 标准网络机柜</p>	台	1	YD/T 2319—2011	放置接入交换机设备的机柜
4	多媒体讲台	<p>主要功能： 将讲台与电脑、多媒体控制系统等电子产品集合为一体。</p> <p>技术要求： 1. 防火、防雷、防静电的结构设计； 2. 中央控制台，至少包括：电脑开机按键，外接音、视频设备，网络信息插座，220V 电源插座</p>	个	1	GB 21746—2008	
5	网络优化（仿真）软件	<p>主要功能： 提供网络优化仿真学习与实训环境，具备空口测试数据的采集与分析、业务测试、测试数据合并、加载和卸载小区及邻区参数、路测系统实时观测，仿真数据记录、数据导入、数据分析、数据报告等功能。</p> <p>技术要求： 1. 具备移动通信网络仿真引擎，可仿真基站的射频覆盖；</p>	套	11	YD/T 2715—2014 YD/T 2716—2014 YD/T 2495—2013	10 个实验小组，每个实验小组 1 套；教师 1 套

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
5	网络优化（仿真）软件	具有基于地图模块的场景编辑器，能够完全仿真真实网络的应用场景； 2. 支持在地图中规划测试路径，支持添加虚拟手机进行测试，虚拟手机应能按照规划路径匀速运动； 3. 必须支持阵列天线仿真，小区配置中阵列天线信息包含阵元间隔、阵元个数等参数	套	11	YD/T 2715—2014 YD/T 2716—2014 YD/T 2495—2013	10 个实验小组，每个实验小组 1 套；教师 1 套
6	基站设备	主要功能： 提供 4G 或 5G 移动通信网络无线接入能力。 技术要求： 1. 采用运营商或行业专网商用设备； 2. 基站设备配置有管理系统软件，支持学生排队实验； 3. 基站设备必须包含 4G（含天馈系统）或 5G 天线，具备基带处理和射频处理能力； 4. 可配置配套的仿真软件，仿真界面和软件管理界面一致，帮助学生基站配置学习	台	2	GB/T 51278—2018 YD/T 1051—2018 YD/T 1536—2018 YD/T 1821—2018 YD/T 3398—2018 YD/T 3386—2018 YD/T 3385—2018	两台基站配置可以实现不同的业务实验，如重选、切换等
7	核心网设备	主要功能： 提供移动通信网络连接、控制管理等功能，通过和基站对接实现整个移动通信网络的简单架构。 技术要求： 1. 包含 4G 或 5G 网络中的所有网元的功能； 2. 实现语音以及数据业务，方便学生进行相关业务实验； 3. 采用 3GPP 标准协议，学生可以完成不同端口的数据抓包，方便学生进行网络诊断； 4. 可配套仿真软件，帮助学生学习核心网配置	台	1	GB/T 51278—2018 YD/T 3398—2018 YD/T 3386—2018 YD/T 3385—2018 YD/T 1051—2018 YD/T 1536—2018 YD/T 1821—2018 YD/T 3615—2019 YD/T 3616—2019 YD/T 3617—2019	选配
8	手机终端及 SIM 卡	主要功能： 手机可以进入实验室网络，并且可以在该网络进行相关实验。 技术要求： 1. 手机终端采用商用主流手机； 2. SIM 卡部分包含：SIM 卡和写卡器，方便学生进行写卡操作； 3. 终端包含网络监测软件； 4. 终端在接入实训室内网络后可实现语音、数据等业务	台	11	YD/T 2596—2013 YD/T 2683—2013 YD/T 3388—2018	选配

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
9	频谱扫描仪	主要功能： 测量无线网络公共信道，解调小区参数和系统消息，查找和定位网络覆盖、邻区、干扰问题。 技术要求： 1. 设备应便于携带，连续工作时间不少于 2 小时； 2. 扫频范围不低于 350M 至 4.4GHz 的测量带宽； 3. 支持以扫频方式自动、高速扫描和解析 GSM、WCDMA、FDD/TDD-LTE、NB-IoT、eMTC、5G NR 等制式空口信号； 4. 扫频输出应包含 RSSI、RP、RQ、Timing、CellID 等主要小区覆盖参数、广播信道系统消息和频谱信息	台	11	GB/T 12114—2013	
10	基站工程实训（仿真）软件	主要功能： 模拟移动基站开通及运维场景，提供基站设备安装、开通、数据配置、故障验证及业务验证等功能。 技术要求： 1. 配置流程和参数与真实基站设备相近或相同； 2. 支持主流业务流程、信令流程，符合 3GPP 协议标准	套	41	无	选配

3.10 通信电源实训室设备要求

通信电源实训室设备要求见表 10。

表 10 通信电源实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	低压配电屏	主要功能： 作为市电和油机电的电源切换和机房配电使用。 技术要求： 1. 具有市电、油机交流电源转换功能，市电与油机输入开关具有可靠的机械连锁或电气连锁； 2. 具有带电显示功能，具有防雷保护装置； 3. 应具备对总三相电压、总三相电流、电度等用电参数的采集、显示和监控功能，并能提供监控接口； 4. 输入端设置单路限压型浪涌保护器，前级加装 1 个三相开关加以保护； 5. 通信接口应具有防雷保护装置，通信接口线对地应承受 3kA(8/20 μ s) 的标称放电电流的冲击试验； 6. 输入分路保护装置要求采用塑壳断路器，输出分路保护装置要求采用微型断路器	个	2	YD/T 2060—2009 YD/T 1235.1—2002 YD/T 585—2010	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
2	应急发电机组	<p>主要功能： 市电中断时，作为备用交流电源向通信设备供电。</p> <p>技术要求： 1. 环境温度：-5~+40℃，海拔：≤1000m； 2. 在相对湿度为 85%环境使用时，应采用驱潮装置； 3. 机组在环境温度（5℃~35℃）下，完成起动的次数一般不超过 3 次，总起动时间不超过 5min。起动成功后应能在 3min 内带额定负载运行； 4. 平均失效间隔时间（MTBF）应不小于 800h</p>	台	1	JB/T 5135.1—2013 JB/T 10304—2020	
3	开关电源系统	<p>主要功能： 为机房提供-48V 直流电源。</p> <p>技术要求： 由交流配电屏、直流配电屏、整流机架、高频开关整流模块、监控模块五部分组成</p>	套	1	YD/T 731—2018	
4	蓄电池组	<p>主要功能： 配合开关电源系统、UPS 系统工作，提供不间断电源。</p> <p>技术要求： 1. 满足开关电源-48V 系统容量电池，容量不低于 300AH； 2. 满足 UPS 系统的蓄电池，容量不低于 50AH； 3. 具有绝缘垫等安全防护措施</p>	组	1	YD/T 799—2010 YD/T 3226—2017	
5	UPS 系统	<p>主要功能： 提供不间断交流电源。</p> <p>技术要求： 1. 系统具备一定的操作绝缘措施，保障操作安全； 2. 需要配置 SNMP 网关卡； 3. 工作环境：温度 0~+40℃，相对湿度≤95%</p>	套	1	YD/T 1095—2018	
6	机房精密空调	<p>主要功能： 提供机房制冷能力。</p> <p>技术要求： 1. 具有自动调节室内温、湿度，须具有制冷、加热、加湿、除湿等功能； 2. 具有控制器对机组进行自动控制； 3. 温度、湿度波动超限须能发出声光报警信号；</p>	台	1	YD/T 2061—2009	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
6	机房精密空调	4. 温度控制范围和精度须达到15℃, 30℃±1℃, 温度变化率<5℃/h; 5. 湿度控制范围和精度须达到30%, 60%RH±3%RH; 6. 具备高低压力测试接口	台	1	YD/T 2061—2020	
7	动环监控系统	主要功能: 实时监测机房动力系统、环境系统、安全系统等各种环境参数, 诊断和处理故障, 记录和分析相关数据, 并对设备进行集中监控和集中维护。 技术要求: 1. 监控软件平台采用 B/S 架构, 支持主流浏览器和手机客户端接入; 2. 监控采集器支持 TCP/IP 协议, 支持 HTTP、TELNET、FTP、TFTP、DHCP 等各种网络协议, 采用全 IP 组网方式; 3. 支持底端数据处理、存储和管理功能, 支持多智能设备接入能力, 能对告警分级并主动上报; 4. 支持温湿度、烟感、红外、水浸等常见环境量传感器, 具备电池单体电压采集功能	套	1	YD/T 1363.1—2014	选配

3.11 云计算实训室设备要求

云计算实训室设备要求见表 11。

表 11 云计算实训室设备要求

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
1	服务器	主要功能: 1. 提供虚拟化服务, 为服务器上创建的虚拟机提供计算资源、内存资源和存储资源; 2. 提供云计算实验镜像; 3. 提供云计算认证、鉴权、安全管控; 4. 提供教学资源管理, 实训任务管理, 学生虚拟机管理。 技术要求: 1. CPU: 主频≥2.1GHz, 核数≥12; 2. 内存≥64GB; 3. 硬盘≥600GB 6 块; 4. 网卡: 千兆/万兆网卡≥4; 5. 双交流电源模块	台	25	GB/T 9813.3—2017	10 个小组, 每组配 2 台服务器, 教师配 2 台服务器; 镜像服务器 1 台; 认证服务器 1 台; 教学管理服务 1 台

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
2	交换机	主要功能: 1. 云计算实训设备互联; 2. 云计算实训终端互联。 技术要求: 提供 24 个 10/100/1000 Base-T, 支持交流或直流供电	台	4	YD/T 1099—2013	2 台用于云计算服务器网络互联, 2 台用于云计算实训终端互联
3	实训终端 (台式计算机)	主要功能: 用于云计算业务配置操作。 技术要求: 1. CPU: 主频 \geq 3GHz; 2. 内存 \geq 8GB; 3. 硬盘 \geq 500GB; 4. 显示器: 分辨率 \geq 1024 \times 768; 5. 以太网卡 \geq 1; 6. USB 接口 \geq 4	台	41	GB/T 9813.1—2016 GB/T 9813.2—2016	每位学生 1 台, 教师授课演示用 1 台
4	机柜	主要功能: 用于安装实训服务器设备。 技术要求: 42U 标准服务器机柜	套	6	GB/T 15395—1994	安装服务器和交换机
5	配线架	主要功能: 用于将线缆在机柜处的端接。 技术要求: RJ45 型 24 口配线架	件	20	YD/T 1713—2007	
6	多媒体讲台	主要功能: 将讲台与电脑、多媒体控制系统等电子产品集合为一体。 技术要求: 1. 防火、防雷、防静电的结构设计; 2. 中央控制台至少包括: 电脑开机按键、外接音/视频设备、网络信息插座、220V 电源插座	个	1	GB 21746—2008	
7	虚拟化软件	主要功能: 提供云计算基础平台, 实现对服务器物理资源的虚拟化。 技术要求: 1. 可将 CPU、内存、I/O 等服务器物理资源转化为一组可统一管理、调度和分配的逻辑资源; 2. 可实现对于实训室所有实训服务器的物理资源虚拟化	套	1	无	
8	云计算平台管理软件	主要功能: 云计算实验管理、学生管理、教学资源管理等。 技术要求: 可实现对 40 个以上学生的账户信息、实验数据等进行管理	套	1	无	

续表

序号	设备名称	主要功能和技术要求	单位	数量	执行标准或质量要求	备注
9	公有云实训平台	主要功能： 提供公有云操作环境，支持公有云系统部署、业务部署运维等实训项目。 技术要求： 支持 40 名学生和 1 名教师在公有云平台上使用云资源	套	1	无	选配

注：1. 表 2~10 中实训设备数是为满足 40 人/班同时进行实训教学的配备要求。在保证实训教学目标要求的前提下，各学校可根据本专业的实际班级人数和教学组织模式对实训课程进行合理安排，配备相应的仪器设备数量。

2. 各学校可根据地域特点和行业/企业对从业人员的具体要求，优先选择具有 ISO 标准管理体系认证等国家质量监督管理部门认可的企业所生产的相应规格、型号的仪器设备，优先选择企业生产开发所采用的真实设备，亦可根据专业特点选择虚拟仿真实训资源等。

4 实训教学管理与实施

4.1 建立健全实训室和实训教学设备管理制度，规范仪器设备以及网络服务的采购、使用、维护、报废等运行环节，切实提高实训项目的开出率、实训设备的使用率、完好率。

4.1.1 对实训设备的使用、维护、报废应由专人管理，对大型贵重实训设备必须制订操作规程和维修保养制度，必须定时定人进行操作使用和维护，使用人员要事先培训，经考核合格后方可独立操作。

4.1.2 实训设备在使用过程中必须加强维护和保养，定期检查校正，确保仪器设备处于正常的工作状态。日常开放期间应对实训室进行视频集中监控，防范安全风险。

4.1.3 为了保持大型仪器设备的精度和性能，建立对大型仪器设备性能指标进行定期检验和标定制度。对精密度和性能降低的仪器设备要采取维修措施，设法恢复到应有的良好工作状态。

4.1.4 设备严禁随意拆改，如发生故障和损坏，因设备性能下降、结构落后、电器老化等原因确需拆改时，应立即停止使用，并由专业人员进行检查并分析原因后，进行维修。

4.1.5 如确实因技术落后、损坏、维护运行费用过高、没有修复使用价值的实训设备，要及时报废。

4.2 配备相应职称的专/兼职管理人员并明确相应的岗位职责，定期培训和考核。

4.2.1 实训设备的管理和使用，应制定相应岗位所管理设备的操作规程、使用、维修和保养制度，由专人负责技术、安全工作，做好使用记录。

4.2.2 负责技术、安全的工作人员必须掌握实训设备的基本操作技能，熟悉其特点和维护保养知识，能排除一般故障，并根据设备情况提出维护安排。

4.2.3 实训室要建立和健全岗位责任制，实训室房间有值日台账。要定期对实训室工作人员的工作量和水平进行考核。

4.3 制定安全教育制度并贯穿在日常实训教学中。

4.3.1 学生实训安全教育工作实行学校、院（系）部、教师三级负责制。

4.3.2 实训室管理应遵守消防法规，执行以预防为主、防消结合的消防工作方针。

4.3.3 实训室应有明确的消防安全责任人，履行消防安全职责，保障消防安全。

4.3.4 实训室应有明确的信息安全责任人，履行信息安全管理职责，保障实训环境的信息安全。

4.3.5 将安全教育融入实训项目教学中，并定期对参与实训的人员进行安全教育、培训。

4.3.6 对实训室内的各种危险品建立严格的管理制度。

4.4 制定实训教学突发事件应急预案与处理措施。

4.4.1 安全事故报告及处理程序。

4.4.2 重大火灾事故应急预案。

4.4.3 用电安全事故应急预案。

4.5 鼓励结合专业特点和学校实际，建设多种形式的实训环境，实施理实一体化教学。

4.5.1 根据学校教学计划承担实训教学任务。实训室完善实验指导书、实训教材教学资料，安排实训指导人员，保证完成实训教学任务。

4.5.2 努力提高实训教学质量。实训室应当吸收科学和教学的新成果，更新实训内容，改革教学方法，进行实训室文化建设，通过实训培养学生理论联系实际的学风，严谨的科学态度和分析问题、解决问题的能力。

4.5.3 实训室在保证完成教学科研任务的前提下，积极开展社会服务和技术开发，开展技术交流活动。

4.6 实训活动应组织召开班前布置会、班后总结会等，培育不断探索、精益求精、追求卓越的工匠精神和爱岗敬业的劳动态度。

5 规范性引用文件

GB 14050—2016	系统接地的形式及安全技术要求
GB 21746—2008	教学仪器设备安全要求总则
GB 21748—2008	教学仪器设备安全要求 仪器和零部件的基本要求
GB 5023—2008	电缆国家标准
GB/T 4023—2015	半导体器件 分立器件和集成电路
GB/T 18904.3—2002	半导体器件
GB/T 15529—1995	半导体发光数码管空白详细规范
GB/T 15289—2013	数字存储示波器通用规范
GB/T 13978—2008	数字多用表
GB/T 15151—2012	频率计数器通用规范
GB/T 12114—2013	合成信号发生器通用规范
GB/T 30094—2013	工业以太网交换机技术规范
GB/T 18018—2007	信息安全技术 路由器安全技术要求
GB/T 9254—2008	信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
GB/T 31491—2015	无线网络访问控制技术规范
GB/T 20275—2006	信息安全技术 入侵检测系统技术要求和测试评价
GB/T 9813.3—2017	计算机通用规范
GB/T 51380—2019	宽带光纤接入工程技术标准
GB/T 21028—2007	信息安全技术 服务器安全技术要求
GB/T 51199—2016	通信电源设备安装工程验收规范
GB/T 26856—2011	中文办公软件基本要求及符合性测试规范
GB/T 14394—2008	计算机软件可靠性和可维护性管理
GB/T 29299—2012	半导体激光测距仪通用技术条件
GB/T 17304—2009	CAD 通用技术规范
GB/T 15395—1994	电子设备机柜通用技术条件
GB/T 16814—2008	同步数字体系（SDH）光缆线路系统测试方法
GB/T 16712—2008	同步数字体系（SDH）设备功能块特性
JB/T 5135.1—2013	通用小型汽油机
JB/T 10304-2020	工频汽油发电机组的技术条件

SJ/T 20288—1993	半导体集成电路
SJ/T 9517—1993	通用示波器质量分等标准
SJ/T 10472—2013	函数信号发生器通用规范
YD/T 1099—2013	以太网交换机技术要求
YD/T 778—2011	光纤配线架
YD/T 2319—2011	数据设备用网络机柜
YD/T 2060—2009	通信基站用交流配电防雷箱
YD/T 1235.1—2002	通信局（站）低压配电系统用电涌保护器技术要求
YD/T 585—2010	通信用配电设备
YD/T 731—2018	通信用 48V 整流器
YD/T 799—2010	通信用阀控式密封铅酸蓄电池
YD/T 3226—2017	通信用蓄电池架
YD/T 1095—2018	通信用交流不间断电源
YD/T 2061—2020	通信机房用恒温恒湿空调系统
YD/T 1713—2007	总线配架（MDF）强电入侵告警系统技术要求和试验方法
YD/T 5241—2018	通信光缆和电缆线路工程安装标准图集
YD/T 5121—2005	长途通信光缆线路工程验收规范
YD/T 5066—2017	光缆线路自动监测系统工程设计规范
YD/T 5093—2017	光缆线路自动监测系统工程验收规范
YD/T 1017—1999	同步数字体系（SDH）网络节点接口
YD/T 2336.1—2016	分组传送网（PTN）网络管理技术要求
YD/T 1462—2011	光传送网（OTN）接口
YD/T 1990—2009	光传送网（OTN）网络总体技术要求
JJG 965—2013	通信用光功率计
YD/T 1363.1—2014	通信局（站）电源、空调及环境集中监控管理系统
GXG 451—2016	信息通信建设工程费用定额信息通信建设工程概预算编制规程

6 参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《职业教育专业目录（2021年）》的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/moe_953/202103/t20210319_521135.html. 2021-03-12

- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录及专业简介（2015年）[M]. 北京：中央广播电视大学出版社，2016
- [3] 中华人民共和国教育部《高等学校实验室工作规程》[Z]. 1992
- [4] 中华人民共和国教育部《高等学校仪器设备管理办法》[Z]. 2000
- [5] 中华人民共和国教育部《高等职业学校通信技术专业教学标准》[Z]. 2019
- [6] 中华人民共和国教育部《高等职业学校光通信技术专业教学标准》[Z]. 2019