

项目 1

网络规划与系统集成基础知识

网络规划与系统集成作为信息化基础设施的核心支撑,其不可替代性远超单一弱电系统。随着信息成为生产生活核心要素,网络规划通过拓扑设计、IP架构、设备冗余等构建可靠网络底座,系统集成则实现硬件、软件、数据、应用的多维协同,形成“ $1+1>2$ ”的协同效应。从智慧城市的全域互联到数据中心的弹性架构,从工业物联网的实时控制到智能家居的智能联动,从人工智能的算力调度到万物互联的场景融合,网络规划与系统集成始终贯穿各领域数字化转型全流程,是支撑智能化、绿色化、安全化发展的基石框架。

项目1将通过三个任务来帮助读者了解计算机网络工程概述,掌握计算机网络系统集成,掌握网络工程的招标与投标。

任务1 计算机网络工程概述

任务2 计算机网络系统集成

任务3 网络工程的招标与投标

任务 1 计算机网络工程概述



任务描述

计算机网络系统是一种安全、可靠、经济、实用的在计算机之间进行通信和资源共享的网络架构。它将各种计算机设备、网络设备和应用程序集成,形成一套高效的信息交换和资源管理平台。计算机网络系统是现代计算机应用不可或缺的基础设施之一。

本任务旨在帮助读者深入理解计算机网络工程的基本概念、技术特点及行业应用场景;熟练掌握计算机网络工程设计的一般流程,具备从需求分析到方案实施的全周期规划能力。



学习目标

- 掌握计算机网络工程的定义。
- 学习计算机网络工程的特点。
- 了解计算机网络工程的基本要素。
- 探究计算机网络工程的建设目标。
- 掌握计算机网络工程的设计。

1.1 相关知识

1.1.1 掌握计算机网络工程的定义

21 世纪是数字经济的时代,以 5G 通信、物联网、人工智能、大数据为代表的第 4 次工业革命正深刻重塑全球经济格局和社会形态。计算机网络作为数字世界的“神经系统”,已经从单纯的通信工具演变为支撑国家战略、经济发展和社会运行的关键基础设施之一。所有这些网络应用都离不开一个安全可靠的计算机网络平台。因此,如何构建这样的计算机网络环境,是每个计算机网络技术人员都应该掌握的知识和技能。组建计算机网络是一项涉及面广、技术复杂、专业性较强的系统工程,不同用户对计算机网络的建设目标也不一样。这就需要根据用户需求,以工程化的理念进行科学设计,并有序地完成网络建设任务。

那么,到底什么是计算机网络工程呢?简单地说,计算机网络工程就是组建计算机网络的工作,凡是与组建计算机网络有关的事情都可以归纳到计算机网络工程中来。根据网络系统集成商建设计算机网络的具体过程,可以将计算机网络工程定义如下:计算机网络工程就是根据用户单位的应用需求及具体情况,结合现代网络技术的发展水平及产品化的程度,采用工程的方法经过充分的需求分析和市场调研,确定网络建设方案,并依据网络建设方案有计划、按步骤地进行网络系统建设的总体过程。

计算机网络工程是一个跨学科、多维度、实践导向的技术领域。从不同视角审视,可以

得出以下互补的定义。

技术视角定义：计算机网络工程是应用计算机科学、通信原理、电子技术和系统工程方法,设计、构建、测试、优化和维护数据通信系统的综合性技术学科。它涉及从物理传输介质到应用层协议的完整技术栈,确保信息能够在不同计算设备间可靠、高效、安全地传输。

工程视角定义：计算机网络工程是将网络科学原理、技术标准和工程实践相结合,通过系统化方法解决网络规划、设计、实施和运维问题的工程学科。它强调在约束条件(成本、时间、资源)下实现网络性能、可靠性和安全性的最优化平衡。

系统视角定义：计算机网络工程是构建和管理复杂自适应系统的工程实践,这些系统由相互依赖的硬件组件、软件协议、管理策略和人员组织构成,共同实现信息交换、资源共享和协同计算的功能目标。

服务视角定义：计算机网络工程是设计和交付网络服务的系统性方法,这些服务包括连接服务、传输服务、安全服务和内容服务,旨在支持最终用户的业务需求和应用场景。

计算机网络工程不仅涉及计算机的软硬件技术、数据库技术、网络存储技术、数据通信技术等多种技术问题,还涉及商务、企业管理等方面的内容,是一门研究网络系统规划、设计、管理及维护的综合性学科。

1.1.2 学习计算机网络工程的特点

计算机网络工程是一项综合性的系统工程,它除了具备一般工程所具有的内涵和特点以外,还具有以下特点。

(1) 网络工程要有明确的目标,这是在工程开始之前就应该确定的,而且在工程进行中不能轻易更改。

(2) 网络工程要有详细的规划,规划一般分为不同的层次,有的比较概括(如总体规划),有的非常具体(如实施方案)。

(3) 网络工程要有统一的标准,如国际标准、国家标准、行业标准、地方标准,并按标准进行规范化建设。

(4) 网络工程要有完备的技术文档,主要包括需求分析报告、系统设计报告、系统实施方案、系统测试报告、系统验收报告等。网络工程技术文档是提高网络工程设计和施工效率,保证网络建设质量的重要保证,是网络工程建设的纲领性文件。

(5) 网络工程要有法定的或固定的责任人,要有完整的组织实施机构,做到分工明确,责任到人,有利于提高工作效率,保证施工质量和施工进度。

(6) 计算机网络工程要有客观的监理和验收标准,以进一步降低网络工程建设中的风险,有效保证网络工程的建设质量和建设进度,保障建设方和承建方双方的利益。

1.1.3 了解计算机网络工程的基本要素

通过计算机网络工程的基本定义可以看出,一项计算机网络工程必须具备以下基本要素。

(1) 满足明确的业务和应用需求。也就是说,要在网络工程项目建设初期通过需求分析弄清楚网络系统建设的目的以及哪些业务需要上网、业务类型是什么、带宽要求如

何等。

- (2) 满足用户对网络系统的功能要求。所建的网络系统要能够很好地满足用户需求。
- (3) 按照成熟可行的设计方案实施。
- (4) 在完善的组织流程规范下进行。

1.1.4 探究计算机网络工程的建设目标

计算机网络工程建设是一项复杂的系统工程,一般可分为网络规划和设计阶段、工程组织和实施阶段以及系统运行维护阶段,最终建成包括网络硬件系统平台、网络软件系统平台、网络安全管理平台的计算机网络系统。其中,网络硬件系统平台包括主机、网络设备、综合布线系统等硬件;网络软件系统平台包括网络操作系统、工作站操作系统、网络服务器系统、数据备份系统、数据库管理系统等;网络安全管理平台包括网络安全系统和网络管理系统等。

1.1.5 掌握计算机网络工程的设计

计算机网络工程设计是网络工程实施、应用和管理的前提和基础,是整个网络工程的一部分,也是网络工程实施的前期工作,分为网络工程概要设计和网络工程详细设计。网络工程设计的最终成果是相应的设计报告。



1.1.5 掌握
计算机网络
工程的设计

1. 计算机网络工程设计的一般流程

计算机网络工程与一般的建筑工程有很多相似的地方,必须根据建设方的需求,结合计算机网络工程自身的特点进行设计。为了更好地达到网络工程的建设目标,计算机网络工程首先需要进行概要设计,在概要设计的基础上进行详细设计。网络工程设计的一般流程通常包括以下几项内容。

- (1) 确定网络系统的主要任务是什么,要解决什么问题,要达到什么目标等。
- (2) 调查有多少个节点,在地理上是如何分布的,每个用户群的最大距离是多少,节点的数量决定了网络系统的规模、设备的数量以及设备的性能和档次。
- (3) 了解同类单位采用什么样的方案,有什么经验教训;咨询有关厂家和公司的产品性能、保价和网络方案,并进行横向比较。
- (4) 根据投资规模,确定采用什么样的主干网络及其配置,确定汇聚层网络设备及接入层网络设备的数量,编制详细的设备明细清单等。
- (5) 确定网络操作系统,目前的主流网络操作系统有 UNIX、Windows 和 Linux。
- (6) 确定是否使用网络安全设备,是否需要采用用户认证、计费和 NAT(network address translation,网络地址转换)服务。
- (7) 确定网络的拓扑结构,并绘制拓扑图。
- (8) 选择网络设备和传输介质。

2. 计算机网络工程的概要设计

概要设计就是要点设计,也称为逻辑设计或架构设计。概要设计是在工程分析的基础上,确定网络系统的总体架构、技术路线和关键方案的设计阶段,根据建设目标进行粗略设

计。概要设计的特点是快速、简明,是与用户沟通的桥梁。概要设计对工程中的主要元素进行方向性设计,是详细设计的依据和指南。

1) 概要设计的核心价值

- (1) 系统化思考:从整体角度规划网络系统的各个组成部分。
- (2) 技术决策:在多个可行方案中选择最优技术路线。
- (3) 风险评估:识别关键风险点并制定应对策略。
- (4) 资源预估:为项目预算和资源分配提供依据。

2) 概要设计的内容

概要设计的核心内容包括网络总体架构设计(分层模型、拓扑结构)、技术选型(核心交换、路由协议、无线标准)、地址规划策略、安全架构设计、管理运维方案等。它需要明确网络的分层结构(核心层、汇聚层、接入层)、各层功能、设备选型原则,以及关键网络服务(DNS、DHCP、认证等)的部署策略等。概要设计必须遵循先进性、可靠性、安全性、可扩展性和易管理性等原则。它不仅是技术方案,更是一套决策框架,需要在多种可行方案中基于成本、性能、风险等因素作出最优选择。好的概要设计能够有效地控制项目风险,确保网络系统既能满足当前需求,又能适应未来发展。

概要设计的交付物通常包括网络架构图、技术方案说明、设备选型建议、投资预算估算等文档。这些成果将为后续的详细设计、设备采购和工程实施提供明确的指导和依据。

3) 概要设计的评价

评价计算机网络概要设计的质量,可以从以下6个维度进行综合评估。

(1) 架构合理性:指网络分层是否清晰,各层功能是否明确,拓扑结构是否适合业务特点。好的设计应遵循“核心高速交换、汇聚策略实施、接入用户连接”的分层原则,且层次间耦合适度。

(2) 技术先进性:指是否采用主流成熟技术,是否适度超前考虑技术发展。优秀的设计应在技术成熟度与先进性之间取得平衡,既避免使用淘汰技术,也不盲目追求最新但尚不稳定的技术。

(3) 方案可行性:指技术方案是否在现有预算、时间、技术能力约束下可行。需要评估技术复杂度与团队能力的匹配度,实施风险是否可控。

(4) 扩展灵活性:指是否支持未来业务增长和技术演进。模块化设计、标准化端口、适度冗余是扩展性的关键体现。好的设计应支持平滑扩容而无须颠覆性改造。

(5) 安全可靠:指是否建立纵深防御体系,是否达到要求的可用性水平。评估安全区域划分的合理性、冗余设计的充分性、灾难恢复措施的完备性。

(6) 经济合理性:指在满足性能和安全要求的条件下,是否优化了投资成本。不单看初期投资,更要评估全生命周期成本(total cost of ownership, TCO),包括运维、升级、能耗等长期成本。

3. 计算机网络工程的详细设计

详细设计是在概要设计的基础上,对网络工程内容的各个方面进行的详细设计。网络工程完全按照详细设计来实施,不得随意更改,如要变动,必须由用户、设计方和施工方一起商讨决定。详细设计就是具体实施的图纸和方案,包括网络协议体系结构、节点规模、网络操作系统、通信介质、网络设备的选型和配置、结构化布线,涉及的内容相当多且相当复杂。

1) 详细设计的定义

详细设计是计算机网络工程从逻辑概念向物理实现转换的关键阶段,它承接概要设计阶段确定的技术架构和方案框架,进一步细化为可实施、可测试、可验收的具体技术规格和实施方案。详细设计阶段的目标是消除所有设计模糊性,为后续的采购、施工、配置和测试提供完整、精确的技术指导文档。

2) 详细设计的目标

通过详细的技术分析和规划,预先识别并解决潜在的技术难点和风险点;基于具体设备选型和配置要求,形成准确的设备清单和预算;通过标准化的设计模板和规范,保证各子系统技术方案的一致性;为实施团队提供清晰的工作指导和验收标准,提高网络施工效率;同时,形成完整的技术档案,为系统运维和升级提供基础文档,便于后期维护。

3) 详细设计的典型缺陷

- 忽略物理层: 低估了布线、电源、制冷、机柜空间的重要性。
- IP 地址规划混乱: 使用随意的小网段,导致后期无法聚合,路由表膨胀。
- 默认配置陷阱: 直接使用设备出厂默认设置(如 STP、安全策略),导致性能低下或安全漏洞。
- 过度复杂化: 为了“先进”而使用不必要的复杂的技术,增加了运维难度和故障概率。简单、可靠的设计往往是最好的设计。
- 文档与实际脱节: 实施过程中随意更改设计而未更新文档,导致最终文档失效,为日后运维埋下巨大隐患。
- 未考虑迁移/割接方案: 对于改造项目,没有设计平滑的迁移路径和回退方案,导致业务中断风险激增。
- 性能瓶颈: 只关注带宽,未关注设备包转发能力、会话并发数、ACL 性能等更深层次的性能指标。
- 忽略合规性: 未考虑行业或国家的安全等级保护、数据隐私等相关合规要求。

1.2 任务实施: 掌握网络工程的特点和基本要素

深入企业单位调研实际的网络工程项目,分析并总结其网络工程的特点、基本要素与实施流程,撰写分析报告,掌握网络工程体系结构的特点和基本组成要素。

1.2.1 任务背景与实施目标

1. 任务背景

随着企业数字化转型的深入,网络基础设施已成为支撑生产、办公、管理的关键“神经系统”。本次任务旨在深入企业一线开展实地调研,全面了解真实网络工程项目中所面临的实际挑战、所采用的主流技术,以及项目实施的具体流程。

2. 实施目标

认知目标: 理解网络工程在真实环境中的复杂性和系统性。

技能目标：掌握网络工程调研的方法，能够分析需求、梳理网络拓扑和设备清单。

素养目标：培养工程思维，能够总结网络工程的特点与体系结构。

1.2.2 实施准备

1. 理论知识储备

在进入企业前，需复习以下核心概念。

网络体系结构：OSI 模型、TCP/IP 协议栈的层次化思想。

网络工程要素：硬件平台(服务器、交换机、路由器)、软件平台(操作系统、管理平台)、安全平台(防火墙)。

常见技术：VLAN 划分、路由协议、链路聚合、无线覆盖(WiFi 6/7)等。

2. 调研工具准备

硬件：笔记本(安装 Wireshark 网络封包分析软件或通用网络测试工具)、手机(拍照记录)、卷尺(测量粗略距离)。

文档：调研问卷、访谈记录表、企业网络现状拓扑图等。

1.2.3 实施步骤

本阶段通过“访谈+观察+收集”的方式，对企业网络工程项目进行立体化调研。主要分为以下四个步骤。

1. 企业背景与需求调研

首先了解企业的基本属性，因为不同行业(如制造、金融、教育)的网络特点截然不同。

企业性质与规模：了解员工数量、办公楼层/厂区分布、业务类型。

痛点诊断：了解当前网络运行中存在的主要问题，例如办公网与生产网未隔离导致的带宽抢占与卡顿现象、视频会议频繁掉线影响协同效率、新厂区亟须实现无线全覆盖等。

目标界定：明确本项目的建设性质，具体判断是需要在全新厂区“从零新建”一套网络，还是在现有基础上进行“升级改造”。

2. 网络现状勘查

针对已建或在建的项目，重点勘查以下物理与逻辑要素。

拓扑结构勘查：绘制或查看现有网络拓扑图，确认是采用传统的“核心—汇聚—接入”三层架构，还是新型的“全光园区”或“胖树”架构。观察核心机房的位置，设备间的布线情况。

硬件设备清单：网络设备，记录交换机(品牌、型号、端口速率)、路由器、防火墙、无线 AP(吸顶/面板)的具体信息。服务器与存储，了解虚拟化平台、存储架构(如 NAS、SAN)。传输介质，观察综合布线系统，使用的是六类网线还是光纤到桌面(FTTD)；干线采用单模还是多模光纤。

3. 关键技术与方案分析

VLAN 与 IP 规划：VLAN 是基于部门还是业务划分？IP 是静态分配还是 DHCP 获

取,跨网段是否启用 DHCP Relay? 网络高可用: 核心交换机是否堆叠,链路是否冗余? 接入层是否启用 STP 防环,关键设备是否为双路供电? 无线体验: 办公区或车间如何保障无缝漫游? 是否支持 802.11k/v/r 协议,以及如何实现无丢包漫游? 安全策略: 防火墙是基于 IP 还是应用层策略? 有无上网行为管理? 是否引入零信任或 SASE 架构?

4. 项目流程复盘

在与企业交流时,可以从项目全生命周期角度了解其管理流程: 首先在立项与招投标阶段,可询问项目预算是如何制定的,以及招投标过程是怎样的; 进入实施阶段后,可关注施工工期多长,是否选择在周末或夜间施工以避免影响业务; 最后在测试与验收环节,需要明确验收标准是什么,是否使用 Fluke 测试仪进行链路认证,以及是否进行过压力测试。

1.2.4 任务成果: 撰写分析报告

调研结束后,需整理资料并撰写《企业网络工程项目分析报告》。

课后习题

一、选择题

- 网络硬件系统平台不包括()。
 - 主机
 - 网络设备
 - 网络服务器系统
 - 综合布线系统
- 计算机工程概要的特点不包括()。
 - 复杂
 - 简明
 - 快速
 - 方向性设计
- (多选)计算机网络工程的建设是一项复杂的系统工程,一般可分为()。
 - 网络规划
 - 设计阶段
 - 工程组织
 - 实施阶段
- 下列关于计算机网络工程定义的描述中,最准确的是()。
 - 主要是关于计算机硬件组装的工作
 - 仅限于网络设备的配置与调试
 - 是以用户需求为导向,采用工程方法进行网络系统建设的全过程
 - 仅仅是指网络软件的开发过程
- 以下不属于计算机网络工程特点的是()。
 - 具备明确的目标和详细的规划
 - 技术文档可以随意修改,无须遵照规范
 - 需要有统一的标准和规范
 - 必须有客观的监理和验收标准
- 计算机网络工程的基本要素不包括()。
 - 满足明确的业务和应用需求
 - 完全采用最新的实验性技术
 - 按照成熟可行的设计方案实施
 - 在完善的组织流程规范下进行

