

第 1 章 网络工程基础

【本章导读】

计算机网络工程是一项复杂的系统工程，涉及多方面的理论知识和实用技术。本章主要介绍计算机网络工程的含义、组织机构及其职责、建设内容与过程，以及网络工程招投标的基础知识。

对于学好网络工程应具备的计算机网络体系结构、MAC 地址与 IP 地址、IPv4 与 IPv6 协议、局域网的体系结构与协议标准等基础知识，读者可以扫描书中二维码或登录 MOOC 进行学习。

1.1 网络工程的含义

1. 工程的含义及特点

简单地讲，工程是有一个明确的目标、在指定的组织领导下，按计划进行的工作。工程是一个比较大的工作，与其他一般的日常工作比较，工程具有如下特点：

- ◎ 有明确的目标，并且这个目标在工程进行的过程中不能随意更改。
- ◎ 有详细的规划，规划又分为不同的层次，如总体规划、技术实施方案、施工方案等。
- ◎ 有成文的标准作为依据，如国际标准、国家标准、行业标准、地方标准等。
- ◎ 有一系列完整的技术文档资料，如可行性分析报告、总体规划方案、总体设计方案、具体实施方案等。
- ◎ 有法定或指定的责任人，并有完善的组织实施机构，如项目经理、承包商、领导小组或指挥部等。
- ◎ 有预先设计好的切实可行的实施计划和实施方法。
- ◎ 有客观的监理措施和一套有效的验收标准。

2. 计算机网络工程的特点

计算机网络工程是工程的一个子概念，除具备一般工程所具有的内涵和特点外，还包含：

- ◎ 有明确的网络应用、网络业务和网络功能需求。
- ◎ 有具体的网络建设规范、网络规划设计方案和工程实施方案。
- ◎ 有完善的工程组织机构、工程设计人员、工程管理人员和网络管理人员。
- ◎ 工程设计人员要熟练掌握计算机网络的原理与协议，熟练掌握网络规划与设计的步骤、要点、流程以及网络设备的性能与选型，熟练掌握网络工程综合布线技术、网络施工与设备配置技术、网络安全防御技术、网络应用开发技术等。
- ◎ 工程管理人员要懂得网络工程的组织实施过程，准确把握网络工程的施工、监理、测试、验收、评审等各个环节。
- ◎ 网络管理人员能够在网络工程竣工之后，熟练地对网络实施有效的管理和维护，使建成的计算机网络能够安全、稳定、高效地运行，发挥应有的效益。

3. 网络工程的定义

综上所述，我们可以给计算机网络工程下一个描述性的定义：

计算机网络工程是在采用信息系统工程方法，在完善的组织机构指导下，根据用户对数据、语音、视频等方面的应用需求，按照计算机网络系统的标准、规范和技术，详细规划设计网络系统建设方案，将计算机网络设备、语音设备、视频设备以及相关软件进行系统集成，建成一个满足用户需求、高效快速、安全稳定的计算机网络系统。

从严格意义上讲，计算机网络工程与网络工程还不是等同的概念，在本书中为了方便起见，我们把计算机网络工程简称为网络工程。

1.2 网络工程组织机构及其职责

为了确保网络工程顺利实施，必须有一个组织机构来负责组织、协调、实施和管理。由于网络工程的实际情况各不相同，因此具体的组织机构也不可能完全相同。对所有的网络工程进行抽象，归纳出一种通用的组织形式，简称为三方结构，分别是甲方、乙方和监理方。这三方的基本关系如图 1-1 所示。

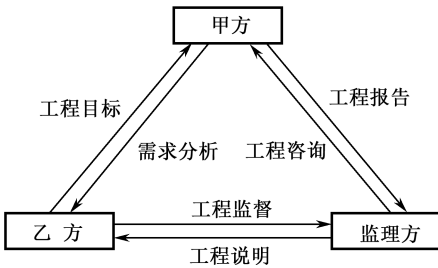


图 1-1 网络工程组织的三方结构

1. 甲方

甲方是网络工程中的用户，是工程建设方，即网络工程的提出者和投资方。例如，某校园网建设工程中的学校就是甲方。

甲方的人员组成主要包括行政联络人和技术联络人。行政联络人是甲方的工程负责人，一般由甲方的行政领导担任，负责甲方的组织协调工作。技术联络人是甲方的工程技术负责人，就工程中的有关技术问题，乙方和监理方可以与甲方技术联络人协调。

甲方的主要职责如下：

- ① 提出网络工程建设项目，进行网络需求分析，编制用户网络需求书。甲方在提出网络工程建设项目后，网络需求分析是网络建设的重要过程，甲方要对自身目前的网络现状、新建网络的目的和范围、新建网络要实现的功能和应用、未来对网络的需求等进行仔细分析，编制网络工程建设需求书，为招标和乙方投标提供重要依据。
- ② 编制网络工程项目招标书。招标书要根据用户网络工程建设需求书，详细说明甲方要求的网络工程任务、网络工程技术指标参数和网络工程建设要求等内容。
- ③ 组织或委托招标代理公司进行工程项目招标。甲方将编制好的招标书送交主管部门审定后，自己组织或委托招标代理公司向社会进行工程项目公开招标。有时也可只向少数专业公司公布（称为邀标），只请他们来投标。
- ④ 设备验收、协助施工、工程质量监督。在网络工程项目开始建设后，甲方要所购的设备严

格验收，对工程质量进行全面监督。对于技术力量相对薄弱的甲方，其监督工作的重点一般放在工程的进度和资金上，而对有关工程技术方面的监督工作可以请专业的监理公司来负责。

⑤ 组织竣工验收。在网络工程建设工作全部完成后，甲方要成立由专家组、甲方、乙方和监理方组成的工程验收小组对新建的网络进行竣工验收。这项工作也可以请监理方组织。

⑥ 组织技术人员与管理人员参加乙方组织的培训，对网络系统进行试运行。

2. 乙方

乙方是网络工程的承建者。例如，校园网由 A 公司承建，则 A 公司是工程乙方。有时由于网络工程的规模比较大，可以由多个公司承担网络工程的建设任务，此时就存在多个乙方。

乙方在承建网络工程时多采用项目经理制。项目经理制是指网络工程由一名乙方任命的经理来具体负责工程的实施，项目经理下设人员包括网络规划设计工程师、网络综合布线工程师、设备安装调试工程师，及相应的设计技术人员和技术工人等。项目经理制的人员结构如图 1-2 所示。

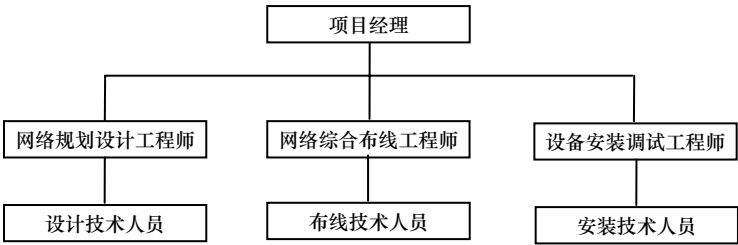


图 1-2 项目经理制的人员结构图

项目经理制的人员结构中的网络规划设计工程师负责网络的规划与设计、网络设备的选型、网络应用软件的开发等。网络综合布线工程师负责网络工程中的网络布线。设备安装调试工程师负责设备的采购、安装、配置、调试和试运行。

乙方的主要职责如下：

① 编制投标书。乙方在接到甲方的招标书后，按照招标书的要求制订自己的方案，编制投标书，参与甲方或招标公司组织的公开招（竞）标。

② 签订网络工程合同。如果中标，乙方要与甲方签订工程合同。工程合同由甲方起草，双方经过反复的协商修改后，签字生效。

③ 进行详细的网络需求调查。在甲方发布的用户网络需求书的基础上，乙方要对甲方网络系统的用户需求进行详细的调查分析，以确定网络工程应具备的功能和应达到的指标。

④ 进行网络规划设计。乙方在进行用户网络需求分析的基础上，对所承建的网络系统进行规划和设计，形成一个详细的网络设计方案。该方案是工程施工的技术依据，要由甲方聘请的评审专家进行评审。

⑤ 制订网络工程实施方案。网络设计方案通过评审后，网络工程进入实施阶段。乙方要制订一个网络工程实施方案，对网络工程的工期、分工、具体施工方法、资金使用、网络测试、竣工验收、网络运行、技术培训等内容，进行详细说明。实施方案是网络工程具体施工的基本依据，是网络工程建设的具体指导性文件。

⑥ 网络产品选型。乙方根据技术设计方案的要求，选择合适的产品，包括网络硬件设备和软件系统。产品选型要以用户应用需求为目标，以技术设计方案为依据，在做好市场调研的基础上，兼顾产品的适用性、稳定性、先进性和可扩充性。

⑦ 网络系统集成。做好上述工作后，工程进入到系统集成阶段。系统集成是指按照技术方案和实施方案的要求，进行网络综合布线、网络设备安装与调试、软件环境配置、网络系统测试等。

⑧ 网络系统试运行，人员培训。网络系统集成工作结束后，乙方对甲方的网络技术人员和管理人员进行培训，双方共同对建成的网络系统进行试运行，试运行时间一般至少需要一个月。

⑨ 工程竣工验收。网络系统试运行结束后，乙方要准备网络工程竣工验收的所有材料。

3. 监理方

网络工程监理，是指为了帮助用户建设一个性能优良、技术先进、安全可靠、性价比高的网络系统，在网络工程建设过程中，给用户提供前期咨询、网络方案论证、确定系统集成商、网络质量控制等服务。提供工程监理服务的机构就是监理方。监理方一般是具有丰富的网络工程经验、掌握网络技术发展方向、了解市场动态的专业公司。

监理方的人员组织包括总监理工程师、监理工程师、监理技术人员等。

总监理工程师负责协调各方面的关系，组织监理工作，任命委派监理工程师，定期检查监理工作的进展情况，并且针对监理过程中的工作问题提出指导性意见；审查施工方提供的需求分析、系统分析、网络设计等重要文档，并提出改进意见；主持甲乙双方重大争议纠纷，协调双方关系。

监理工程师接受总监理工程师的领导，负责协调各方面的日常事务，具体负责监理工作，审核施工方需要按照合同提交的网络工程、软件文档，检查施工方工程进度与计划是否吻合；主持甲乙双方的争议解决，针对施工中的问题进行检查和督导，起到解决问题、正常工作的目的；监理工程师有权向总监理工程师提出合理化建议，并且在工程的每个阶段向总监理工程师提交监理报告，使总监理工程师及时了解工作进展情况。

监理技术人员负责具体的监理工作，接受监理工程师的领导；负责具体硬件设备验收、具体布线、网络施工督导，并且编写监理日志向监理工程师汇报。

监理方的主要职责如下：

① 网络建设项目可行性论证。可行性论证的目的是论证甲方是否确实需要建设网络系统、拟建的网络系统在技术上是否可行以及是否具备建设网络系统的条件。可行性论证要就工程的背景、目标、工程的需求和功能、可选择的技术方案、设计要点、工程进度、工程组织、监理、经费等方面做出客观的描述和评价，为工程建设提供基本的依据。在可行性论证过程中，甲方要明确提出自己的用户需求、建设目标、网络系统的功能、技术指标、现有条件、工期、资金预算等方面的内容。

可行性论证结束后，要形成《可行性论证报告》，并组织有关专家进行评审，《可行性论证报告》评审通过即意味着网络工程可以进行，也意味着可行性论证阶段工作的结束。接下来的工作是由甲方编制招标书和组织招投标，监理方可以协助。

② 帮助用户做好网络需求分析。这项工作，一方面，可以使甲方对用户网络需求做得更加细致完善，另一方面，监理方可以深入了解用户需求，把握工程质量。

③ 帮助用户控制工程进度。监理方的专业技术人员可以帮助用户控制工程进度，按期分段对工程验收，保证工程按期、高质量完成。

④ 帮助用户控制工程质量。监理方通过以下几方面来帮助用户控制工程质量：系统集成方案是否合理，所选设备质量是否合格，能否达到企业要求；基础建设是否完成，网络综合布线是否合理；信息系统硬件平台环境是否合理，可扩充性如何，软件平台是否统一合理；应用软件能否实现相应功能，是否便于使用、管理和维护；培训教材、时间、内容是否合适等。

⑤ 帮助用户做好网络的各项测试工作，工程监理人员按照相关标准、规范，对网络综合布线、网络设备和整个网络系统进行全方面的测试。

⑥ 协同甲方和乙方做好网络工程竣工验收。在进行网络工程竣工验收时，监理方要对所建成的网络系统作出客观的评价，阐明监理方对工程竣工的意见和建议。

1.3 网络工程建设内容

网络工程的建设涉及计算机、通信、电子、电器、防雷接地、建筑装饰等多个学科及其技术，其建设目标是工程的建设方和施工方，在遵守国家相关法律、法规，遵循国际、国家和行业标准的前提下，完成网络工程的规划、设计、施工、调试和验收等工作，建成一个满足用户需求、高效快速、安全稳定的计算机网络系统。

网络工程的建设内容可以分为网络规划与设计、网络工程综合布线、网络设备安装与系统集成、网络应用部署与软件安装、工程竣工验收与技术培训等5方面。

1.3.1 网络规划与设计

网络规划与设计是网络工程建设中非常重要和关键的环节，是根据网络系统建设方（以下简称用户）的网络建设需求和用户的具体情况，在进行详细需求分析的基础上，以“实用、够用、好用、安全”为指导思想，为用户设计一套科学的、先进的、实用的、完整的网络系统建设方案，其内容包括如下几方面：

- ① 网络需求分析。
- ② 网络类型与规模设计。
- ③ 网络分层与拓扑结构设计。
- ④ IP 地址规划、子网划分与 VLAN 设计。
- ⑤ 网络中心设计。
- ⑥ 网络工程综合布线设计。
- ⑦ 网络安全与管理设计。
- ⑧ 网络服务与应用设计。
- ⑨ 网络设备选型。

网络规划与设计的合理与否对建立一个功能完善、安全可靠、性能先进的网络系统至关重要。一个网络工程项目的成功，切合实际的网络规划与设计是重要的前提和保证。因此，网络规划与设计要处理好整体建设与局部建设、近期建设与远期建设之间的关系，要根据用户的近期需求、经济力和中远期发展规划，结合网络技术的现状和发展趋势进行综合考虑。

网络规划与设计应解决以下几个主要问题：

- ① 为什么要建设计算机网络——建设计算机网络的目的。
- ② 建设的计算机网络可以解决哪些问题——建设计算机网络的目标。
- ③ 建设什么样的计算机网络——建设计算机网络的方案。

1.3.2 网络工程综合布线

网络综合布线系统是网络系统的基础，网络工程综合布线是网络工程建设施工的首要工程，是按照网络规划与设计中的网络综合布线方案，将建筑物内的计算机网络系统、电话系统、电视

系统、广播系统、监控系统、消防报警系统等各种通信光缆和铜缆，敷设在规划的位置，完成综合布线系统中工作区子系统、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、电信间、设备间和进线间等7个子系统的建设任务，构建一个传输数据、语音、图像、多媒体业务、以及各种控制信号的“高速公路”。

网络工程综合布线的质量直接关系到网络系统运行的速度和稳定性，因此，必须遵循国家最新发布的《综合布线系统工程设计规范》（GB50311—2007）、《综合布线工程验收规范》（GB50312—2007）、《综合布线系统工程设计与施工》（08X101-3）、国际、国家和行业相关的标准与规范。

网络工程综合布线中采用的光缆主要有多模光纤和单模光纤，铜缆主要有大对数线、双绞线和同轴电缆等。

1.3.3 网络设备安装与系统集成

网络设备安装与系统集成是网络工程建设的一个最重要的工程，其主要任务如下：

① 按照网络规划设计方案，将所有选型的网络设备，按照设备的安装方法和要求，正确安装到网络系统中的相应位置，并接通电源。

② 按照规划设计的网络系统拓扑结构和相应的规范与标准，将综合布线所敷设的光缆和铜缆与安装的各种网络设备连接在一起，实现网络系统互连，形成一个完整的网络系统。

③ 根据所建网络的拓扑结构、网络应用与功能要求，对各种网络设备进行相应的配置和调试，实现网内所有终端设备之间、内网与外网之间互连互通，使各种数据、语音、图像、视频等能够通畅、快捷、安全、稳定地传输。

目前，组建网络系统常用的网络设备可以分为网络互连设备、网络安全设备和无线网络设备三类。网络互连设备主要包括交换机、路由器和网关；网络安全设备主要包括防火墙、入侵检测系统、入侵防御系统、上网行为管理系统、安全审计系统等；无线网络设备主要包括无线网卡、无线接入点（AP）、无线路由器和天线等。这些设备的结构原理、配置调试方法和在网络系统中的部署方式，在后续相关章节中将详细叙述。

1.3.4 网络应用部署与软件安装

网络应用部署与软件安装是根据用户的业务应用需求，按照网络规划与设计完成各种应用服务器的部署及相应软件安装工作，使得网络系统建成后，能够充分满足预期和后期的业务应用需求，充分发挥网络带来的各种效益，主要从如下4方面进行设计与部署。

① 网络系统运行服务器，主要有DNS服务器和DHCP服务器。

② 基本应用服务器，主要有Web服务器、FTP服务器和邮件服务器等。

③ 业务应用服务器。根据业务应用的范围、规模、级别和数据存储量的大小不同，部署服务器的方式也有所区别。对于一般数据量较小的业务应用系统，部署应用服务器和数据库服务器即可；对于业务数据量较大的应用，需要部署应用服务器、数据库服务器和磁盘阵列，以及各种类型的网络存储，其部署的数量要根据业务数据量的大小确定；对于需要进行大量计算的应用业务，则需要部署服务器集群，或者是云计算；为了确保业务数据的安全，一般部署服务器双机热备份，或者双机互备份，或者异地容灾备份。

④ 数据中心。对于海量的数据应用问题，需要考虑部署数据中心或虚拟数据中心。数据中心是数据大集中而形成的集成IT应用环境，是数据处理、数据存储、数据交换和各种业务提供的中

心。近年来,数据中心建设成为全球各行业的IT建设重点,国内数据中心建设的投资年增长率更是超过20%,金融、制造业、政府、能源、交通、教育、互联网和运营商等各个行业正在规划、建设和改造各自的数据中心。

1.3.5 工程竣工验收与技术培训

网络工程建设任务基本完成后,应当对所建的网络系统进行1~3个月的试运行,进入工程竣工验收阶段,这个阶段的主要工作如下:

(1) 网络系统测试。网络系统测试是指分别对所建网络的综合布线系统、硬件设备、子系统和全网进行性能与连通性测试,测试方法要遵循相关标准与规范,要制定详细的测试方案,设置合理的测试参数,并详细记录测试数据,作为系统验收的依据。

(2) 工程文档整理。工程文档包括网络规划设计方案、工程施工方案、网络设备的具体配置文档、综合布线系统文档、设备安装与使用技术文档、工程施工过程中的各种表单和文件、网络系统测试数据文档、以及用户培训与使用手册等。

(3) 工程技术培训。为了使用户的网络技术人员、网络管理人员尽快掌握所建网络系统的操作、管理和维护,使用户的所有员工尽快掌握业务应用软件的操作与使用方法,在网络系统试运行期间,必须对网络技术管理人员以及一般的员工进行技术培训。技术培训主要包括系统管理培训、系统运行维护培训和系统操作培训三部分。

① 系统管理培训:对用户单位的系统管理员进行系统日常管理培训,其目的是使系统管理员掌握系统的软硬件安装、系统与数据备份、系统日常操作、管理维护、基本的故障诊断等,能够承担系统的日常管理工作,确保系统安全可靠运行。

② 系统运行维护培训:对用户单位的运行维护人员进行系统运行、管理和维护方法进行培训,目的是使用户单位的系统运行维护人员既掌握系统技术原理的理论基础,又具有进行系统维护的实际操作能力。

③ 系统操作培训:对用户单位的领导、系统管理员、一般员工进行各子系统的具体操作培训,目的是让不同的用户能够对自己所使用的系统进行熟练操作。

(4) 工程竣工验收。工程竣工验收是由网络工程建设方(用户或甲方)组织,聘请业内专家以及甲方、乙方和监理方代表共同组成工程竣工验收组,进行下列验收工作,并形成《网络工程竣工验收报告》。

① 审验网络工程技术文档,是否完整、规范、齐全。

② 核实设备的品牌、型号、规格、数量,质量能否达到系统运行要求和用户应用需求。

③ 网络综合布线是否规范、合理,是否留有扩展空间,测试性能是否达到要求。

④ 硬件设备安装调试是否正常,配置是否正确,各种应用环境是否已经实施。

⑤ 网络应用是否实现了用户要求的功能,是否已进行系统快速恢复测试。

⑥ 网络系统测试方法是否遵循相关标准进行,测试参数设置是否合理,测试数据是否合格,确认各阶段测试与验收结果。

⑦ 技术培训教材、内容是否合适,培训效果是否达到预期目标。

(5) 工程售后服务。工程售后服务是在工程竣工验收后,为了确保工程硬件设备质量和建设质量,确保网络系统高效快速、安全稳定地运行,承建方为建设方做出的售后服务承诺和服务措施,至少应包括质保与服务期限、故障服务响应时间、服务方式和技术支持承诺等。

1.4 网络工程建设过程

根据网络工程的建设内容，网络工程的建设过程可以分为网络规划与设计、工程实施与系统集成、工程竣工验收与技术培训三个阶段，其建设流程以及甲方、乙方和监理方是否参与如图 1-3 所示，图中的实线表示参与，虚线表示可参与也可不参与。

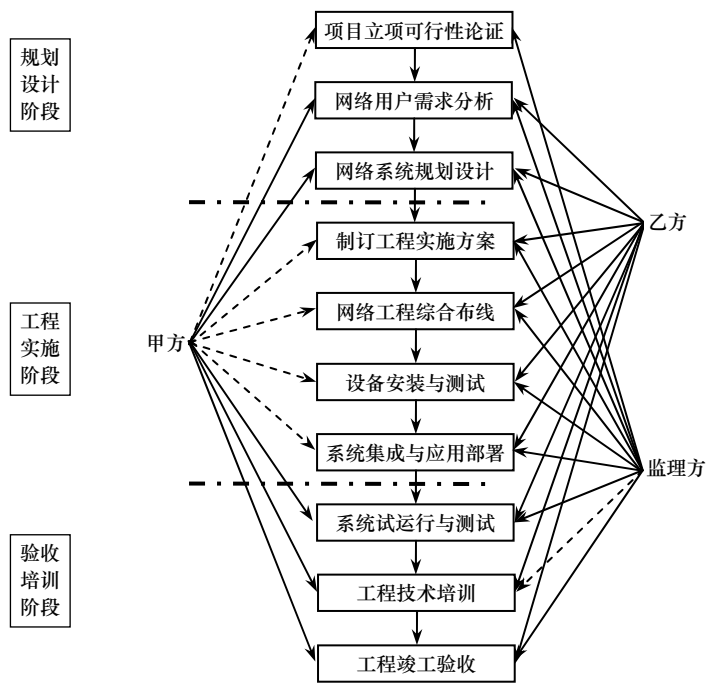


图 1-3 网络工程建设流程图

1.5 网络工程招投标

招标和投标（简称招投标）是一种国际上普遍运用的、有组织的市场交易行为，是在进行大宗货物买卖、建设工程项目发包与承包、服务项目采购与提供时，所采用的一种交易方式。在这种交易方式下，通常是由项目采购（包括货物的购买、工程的发包和服务的采购）的采购方作为招标方，项目的提供方作为投标方。国际招投标与国内招投标的不同之处是，国内招投标要遵循《中华人民共和国招标投标法》、《中华人民共和国招标投标法实施条例》、《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国政府采购法实施条例》以及其他相关法律法规的规定实施招标投标活动；国际招投标要遵循世贸采购条例及国际行业法则进行招标投标活动。

目前，我国实行招投标的类型主要有建筑工程类招投标和政府采购类招投标两大类，政府采购类招投标的适用范围包括工程建设、货物采购、服务需求、合作经营和大宗商品交易等，网络工程建设属于政府采购类招投标。所以，下面主要叙述政府采购类招标、投标、开标和评标的相关概念和方法。

1.5.1 招标

招标是指采购方（业主、买方、甲方，以下统称招标人）通过发布招标公告或者向一定数量

的特定供应商、承包商发出招标邀请书等方式发出招标采购的信息，说明采购项目（货物、工程或服务）的范围、性能指标、数量、质量与技术要求、交货期、竣工期或提供服务的时间、供应商（承包商、卖方、乙方，以下统称投标人）的资格要求等具体内容，由各有意提供采购所需货物、工程或服务的报价及其他响应招标要求条件的投标人在规定的时间、地点，按照一定的程序参加投标竞争，并与所提条件对招标人最为有利的投标人签订采购合同的一种行为。

1. 招标的方式

政府采购招标主要有公开招标、邀请招标、竞争性谈判、单一来源采购和询价等5种方式。

① 公开招标。公开招标是一种无限竞争性招标。采用这种方式时，招标人要在国内主要报刊、指定的网站或其他媒体上刊登招标公告，凡对该项招标内容有兴趣的法人、企业单位或者其他组织均可以购买招标文件，作为投标人参加投标竞争，招标人从中择优选择中标投标人。

公开招标是政府采购的主要招标方式。

② 邀请招标。邀请招标是一种有限竞争招标，招标人不发布招标公告，而是根据采购项目的特点选择若干供应商或承包商，向其发出投标邀请，作为投标人参加投标竞争，招标人从中择优选择中标投标人。

符合下列情形之一的货物或者服务，可以采用邀请招标方式采购：

- ◎ 具有特殊性，只能从有限范围的供应商处采购的。
- ◎ 采用公开招标方式的费用占政府采购项目总价值的比例过大的。

③ 竞争性谈判。竞争性谈判方式基本上与公开招标相同，不同的是，全部满足招标人的条件且合理投标价最低的投标人为中标投标人。

符合下列情形之一的货物或者服务，可以采用竞争性谈判方式采购：

- ◎ 招标后没有供应商投标或者没有合格标的或者重新招标未能成立的。
- ◎ 技术复杂或者性质特殊，不能确定详细规格或者具体要求的。
- ◎ 采用招标所需时间不能满足用户紧急需要的。
- ◎ 不能事先计算出价格总额的。

④ 单一来源采购。单一来源采购是一种非竞争性的招标。招标人根据采购项目的特殊性只邀请一家供应商或承包商进行商务和技术谈判，谈判成功，签订合同。

符合下列情形之一的货物或者服务，可以采用单一来源方式采购：

- ◎ 只能从唯一供应商处采购的。
- ◎ 发生了不可预见的紧急情况不能从其他供应商处采购的。
- ◎ 必须保证原有采购项目一致性或者服务配套的要求，需要继续从原供应商处添购，且添购资金总额不超过原合同采购金额10%的。

⑤ 询价。询价采购是直接向三家以上政府采购协议供货商发出询价通知书和采购货物清单，接到采购清单的供货商在规定的时间内返回供货报价，价格最低的供货商为中标单位。

若采购货物的规格、标准统一，现货货源充足且价格变化幅度小的政府采购项目，可以采用询价方式采购。

2. 招标的程序

招标过程可以由招标人自己组织，也可以委托招标代理机构组织完成，招标的程序如下：

- (1) 招标人编制计划，报政府采购管理部门审核。
- (2) 政府采购管理部门与招标代理机构办理委托手续，确定招标方式。

- (3) 招标代理机构进行市场调查，与招标人确认采购项目后，编制招标文件。
- (4) 招标代理机构发布招标公告或发出招标邀请书。
- (5) 招标代理机构出售招标文件，对有意参与投标的投标人资格进行预审。
- (6) 临时组成评标委员会或谈判小组或询价小组。
- (7) 在公告或邀请书中规定的时间、地点接受投标人的投标书，公开开标。
- (8) 由评标委员会（谈判小组）对投标人的资格进行审核，对投标文件进行评审。
- (9) 依据评标原则、标准及程序确定中标人，并至少公示7个工作日。
- (10) 招标代理机构向中标人发送中标通知书。
- (11) 政府采购管理部门、招标代理机构组织中标人与招标单位签订合同。
- (12) 政府采购管理部门进行合同履行的监督管理，解决中标人与招标单位的纠纷。

1.5.2 投标

投标是指投标人应招标人的邀请，按照招标文件规定的要求，在规定的时间和地点主动向招标人递交投标文件和相关资料，并以中标为目的的行为。

1. 投标工作流程

投标工作是决定能否中标的关键，有时一个很小的疏忽，就会失去中标的机会，因此，一定要根据招标文件的具体要求和项目的实际情况做好投标工作。投标工作的一般流程如下：

(1) 前期工作

对于一个招标项目，是否有意参与投标，需要对该项目做前期调查，包括项目内容、工期、资金到位情况等，对照调查了解的情况，并结合自身实际，决定是否适合投标。

(2) 投标报名

若有意参与投标，则要按照招标公告的要求，认真准备报名资料，在规定的时间内到指定地点办理报名手续，购买或者从指定的网站下载招标文件。对于报名资格，如果是资格预审，则需要带全所要证书证件的原件和复印件；如果是资格候审，则要按资格候审的要求办理。

为了防止投标人在投标后撤标或在中标后拒不签订合同，并确保中标投标人能够按期保质完成项目的内容，招标人通常要投标人交纳一定数量的投标保证金，投标人必须在报名期内按要求以转帐汇款的方式将投标保证金转入指定的帐户，否则没有资格参加投标。

(3) 勘测现场

对于工程类或服务类项目，勘测现场是一项必不可少程序，是编制投标文件时所需数据的重要来源。招标人在投标报名结束后，一般会按招标文件的要求组织投标人进行现场勘测，进一步明确招标项目的内容与要求，解答投标人提出的问题，并形成书面材料，报招标投标监督机构备案。若招标人不组织现场勘测，投标人自己也必须做好该项工作。

(4) 产品选型

产品选型是根据招标文件给定的招标货物、工程或服务项目的技术规格、参数及要求，选择性价比最优的产品的品牌、型号与规格。在选择产品时，一定要原制造厂商提供产品的详细技术规格与性能参数、产品的价格、产品的彩页介绍、使用方法介绍、权威部门的检测报告、相关证书复印件以及针对本项目出具的产品授权书和售后服务承诺书等，并加盖原厂商公章。所选产品的技术规格与性能参数必须满足或高于招标书的要求。

（5）编制投标文件

报名完成取得招标文件后，需要对招标文件认真研究、熟悉招标文件内容及相关要求，按要求编制投标文件。

（6）投标准备

必须仔细阅读招标文件，严格按照招标文件的要求准备投标所需的原件、复印件和编制的投标文件，一般需要准备的投标资料如下，不能有任何错误和遗漏。

（7）递交投标文件

授权委托代理人必须带齐所有投标资料，在招标文件规定的投标截止时间之前到招标文件指定的地点签到，并递交投标文件和所需的投标资料，遵守开标现场纪律，积极配合开标现场工作人员做好开标评标工作，随时回答评标委员会需要澄清的各种问题，等候评标结果。

（8）投标总结

每次投标完成，无论是否中标，都要平静进行总结，看有没有失误、有没有好的做法，以备以后投标参考，如果中标，要按招标文件要求办理中标通知书、签订合同、组织施工（或供货）。

2. 投标文件的组成

投标文件一般由商务文件、技术文件和报价文件三部分组成，各部分的具体内容及章节顺序，要根据招标项目的内容、评标方法与标准以及招标文件的具体要求来确定，一般在招标文件中有具体的参考格式。

3. 编制投标文件

投标文件是评标的主要依据，是事关投标人能否中标的关键。所以，编制投标文件要做到认真、细致、严谨、求精，要认真仔细阅读招标文件的每一部分内容，不能遗漏每个细节，要按招标文件的每一项要求做出相应的实质性响应。

1.5.3 开标与评标

（1）开标

开标是招标人或招标代理公司在招标公告中规定的投标截止时间（即开标时间）和规定的地点组织投标人法定代表人或其授权委托代理人签到，接受投标人递交投标文件和投标资料，组建评标委员会（谈判小组），对投标人的资格和投标文件进行评审，确定中标候选人。

开标时，公布在投标截止时间前递交投标文件的投标人名称，并当众检查投标文件的密封情况，经确认无误后，签收投标文件及投标资料。

（2）评标

评标是评标委员会（谈判小组）成员遵循招标投标法和政府采购法的有关规定，按照客观、公正、审慎的原则，根据招标文件规定的采购内容与要求、评审程序、评审方法和评审标准，对所有投标人递交的投标文件进行独立仔细地评审，提出评审意见，确定中标候选投标人。

（3）评标委员会组成

评标委员会（谈判小组或询价小组）是开标当天从评标专家库中随机抽取组成，成员人数视招标项目大小而定，必须是3人或以上单数，其成员中1人为业主评委（招标人派出的评委，也可以不设），其他成员是从评标专家库中随机抽出的社会评标专家。社会评标专家中有1人为经济类或法律类评委，其他为专业类评委。主任评委当场推荐产生。

（4）评标方法

政府采购招标评标方法分为综合评分法和最低评标价法。

综合评分法是指投标文件满足招标文件全部实质性要求且按照评审因素的量化指标（即评标方法与标准）评审得分最高的投标人为中标候选人评标的方法。

采用综合评分法时，评标标准中的分值设置应当与评审因素的量化指标相对应；一般推荐评审得分从高到低前三名投标人进行公示。

最低评标价法是指投标文件满足招标文件全部实质性要求、且投标报价最低的投标人为中标候选人评标的方法。技术、服务等标准统一的货物和服务项目，一般采用最低评标价法。

1.6 网络工程新技术简介

近年来，计算机网络技术特别是互联网技术高速发展，一方面给人们的工作和生活带来了巨大的变化和前所未有的网络应用体验，另一方面不断开拓创新，出现了许多网络新技术。

1.6.1 下一代网际协议 IPv6

IPv6(Internet Protocol Version 6, Internet 协议第六版)是 IETF(Internet Engineering Task Force)负责设计的下一代网际协议，于 1995 年 1 月正式公布，研究修订后于 1999 年确定开始部署。

IPv6 是为了解决 IPv4 的地址不足等一些问题的而提出的。与 IPv4 相比，除了保留 IPv4 获得成功的一些性质外，IPv6 还具有如下主要特性：

① 近乎无限的地址空间。IPv6 采用 128 位地址长度，地址总数约有 2128 个，几乎可以不受限制地提供 IP 地址，从而确保了端到端连接的可能性。

② 提高了网络的整体吞吐量。由于 IPv6 的数据包可以远远超过 64 KB，应用程序可以利用最大传输单元 (MTU)，获得更快、更可靠的数据传输。同时，IPv6 对数据报头进行了简化，由 40 字节定长的基本报头和多个扩展报头构成。使路由器加快数据包处理速率，提高了转发效率，从而提高网络的整体吞吐量。

③ 整个服务质量得到很大改善。报头中的业务级别和流标记通过路由器的配置可以实现优先级控制和 QoS 保障，从而极大改善了 IPv6 的服务质量。

④ 安全性有了更好的保证。采用 IPSec 可以为上层协议和应用提供有效的端到端安全保证，能提高在路由器水平上的安全性。

⑤ 支持即插即用和移动性。设备接入网络时通过自动配置可自动获取 IP 地址和必要的参数，实现即插即用，简化了网络管理，易于支持移动节点。而且，IPv6 不仅从 IPv4 中借鉴了许多概念和术语，还定义了许多移动 IPv6 所需的新功能。

⑥ 更好地实现了组播功能。在 IPv6 的组播功能中增加了“范围”和“标志”，限定了路由范围和可以区分永久性与临时性地址，更有利于组播功能的实现。

IPv6 地址采用冒分十六进制数表示法 (Colon Hexadecimal Notation)，每 16 位为 1 节，用十六进制数表示，各节之间用冒号分隔，如 68E6:8C64:FFFF:FFFF:0000:1180:960A:FFFF。冒分十六进制数表示法包含两种技术：一是允许零压缩，即连续的零可以用一对冒号取代，如 FF05:0:0:0:0:0:0:B3 可以写成 FF05::B3；二是与 IPv4 地址的 CIDR 表示法类似的地址前缀，如 12AB:0:0:CD30::/60，表示一个前缀为 60 位的网络地址空间，地址的其他部分为 68 位。这种技术在 IPv4 向 IPv6 过渡阶段用得较多。

RFC1881 规定, IPv6 地址空间的管理必须符合 Internet 团体的利益, 必须是通过一个中心权威机构来分配。目前, 这个权威机构就是 IANA (Internet Assigned Numbers Authority, Internet 分配号码权威机构)。IANA 会根据 IAB (Internet Architecture Board) 和 IEGS 的建议来进行 IPv6 地址的分配。

目前, IANA 已经委派以下三个地方组织来执行 IPv6 地址分配的任务: 欧洲的 RIPE-NCC (www.ripe.net), 北美的 INTERNIC (www.internic.net), 亚太地区地区的 APNIC (www.apnic.net)。

1.6.2 40G/100G 以太网

40G/100G 以太网也称为下一代超高速光传输技术, 其技术标准由 IEEE 802.3ba 支持。2010 年 IEEE 组织发布 IEEE 802.3ba 标准, 同时定义了 40GBE 和 100GBE 两种传输速率的基于光纤传输的网络应用, 有 4 种应用标准: 40GBASE-CR4、40GBASE-SR4、100GBASE-CR10、100GBASE-SR10。其中, 40GBASE-CR4 和 100GBASE-CR10 定义使用铜缆传输, 但最远距离只有 7 米, 40GBASE-SR4 和 100GBASE-SR10 定义使用多模光纤传输。

40GBASE-SR4 和 100GBASE-SR10 标准是第一次使用多于 2 芯光纤传输的以太网应用, 基于原有已成熟的双工多模光纤 10Gbps 的数据传输技术, 40GBASE-SR4 使用 8 芯多模光纤进行传输, 100GBASE-SR10 使用 20 芯多模光纤进行传输。因此, 这些传输网络需要使用多于 2 芯光纤的连接 MPO, 如图 1-4 所示。



(a) 12 芯 MPO (b) 24 芯 MPO

图 1-4 MPO 光纤连接器

近年来, 随着社交媒体、电子商务、网络银行、网络游戏、企业与政府的大型数据中心等高速数据业务需求的迅猛增长, 加速驱动了传输网向 40Gbps 特别是 100Gbps 的转换的进程。由于互联网、高性能计算、云计算、物联网等业务的蓬勃发展, 必然会催生数量可观的大型数据中心, 而大型数据中心之间的数据交互必然要求 100Gbps 提供高带宽的保障, 在数据中心将众多服务器集中在一起的服务模式下, 100Gbps 技术的采用, 不仅可以满足数据中心互联的海量带宽需求, 还可以有效减少接口, 降低机房占地面积和设备功耗, 帮助运营商和互联网企业部署高密度、万兆互连的新一代数据中心。

1.6.3 物联网

物联网的概念最初在 1999 年由美国麻省理工学院 (MIT) 提出, 2005 年 11 月 17 日国际电信联盟 (ITU) 发布的《ITU 互联网报告 2005: 物联网》报告中, 对物联网做了如下定义: 物联网是通过二维码识读设备、射频识别 (RFID) 装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物品与互联网相连接, 进行信息交换和通信, 以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网的基础上将用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间，进行信息交换和通信。从技术架构上，物联网的结构可以分为三层：感知层、网络层和应用层，如图 1-5 所示。

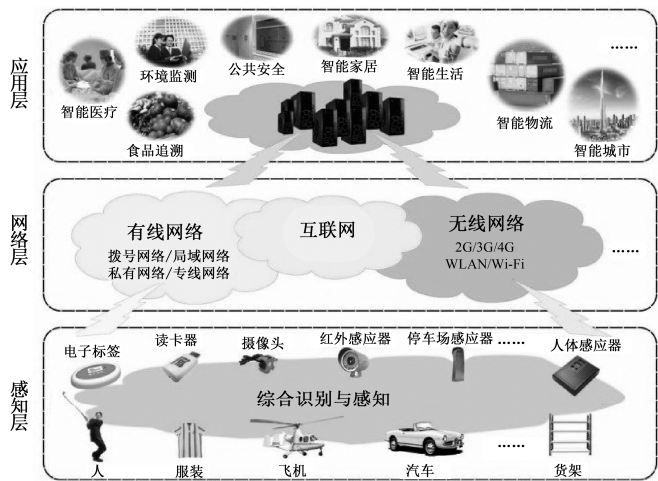


图 1-5 物联网的结构

感知层：由各种传感器构成，包括温湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、红外线、GPS 等感知终端，是物联网识别物体、采集信息的来源，主要完成信息的收集与简单处理。

网络层：由各种有线网络、无线网络、互联网、广电网、云计算平台、物联网管理与信息中心等组成，是整个物联网的中枢，负责传递和处理感知层获取的信息。

应用层：物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口，与行业需求结合，实现物联网的智能应用。

物联网的应用中主要有标识、感知、信息传送和数据处理 4 个环节，其中的核心技术主要包括射频识别技术、传感技术、网络和通信技术、数据的挖掘和融合技术等。

物联网的用途非常广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、环境监测、路灯照明管控、景观照明管控、楼宇照明管控、广场照明管控、老人护理、个人健康、花卉栽培、水系监测、食品溯源、敌情侦查和情报搜集等领域。

物联网的应用会让地球上的每一粒沙子都能够“开口说话”，由此而产生的数据流量则是无法想象的。所以，物联网的广泛应用将加速 40G/100G 以太网部署。

1.6.4 虚拟化

在计算机中，虚拟化（Virtualization）是一种资源管理技术，是将计算机的各种实体资源，如服务器、网络、内存及存储等，予以抽象、转换后呈现出来，打破实体结构间的不可切割的障碍，使用户可以比原本的组态更好的方式来应用这些资源。通过虚拟化技术可以将一台高性能的计算机虚拟为多台逻辑计算机，在一台计算机上同时运行多台逻辑计算机，每台逻辑计算机可运行不同的操作系统，并且应用程序都可以在相互独立的空间内运行而互不影响，从而显著提高计算机的工作效率。

虚拟化使用软件的方法重新定义划分 IT 资源，可以实现 IT 资源的动态分配、灵活调度、跨

域共享,提高IT资源利用率,使IT资源能够真正成为社会基础设施,服务于各行各业中灵活多变的应用需求。这些资源的新虚拟部份是不受现有资源的架设方式,地域或物理组态所限制。一般所指的虚拟化资源包括计算能力和资料存储。

在实际的生产环境中,虚拟化技术主要用来解决高性能的物理硬件产能过剩和老的旧的硬件产能过低的重组重用,透明化底层物理硬件,从而最大化的利用物理硬件。

未来的虚拟化发展将会是多元化的,包括服务器、存储、网络等更多的元素,用户将无法分辨哪些是虚,哪些是实。虚拟化将改变现在的传统IT架构,而且将互联网中的所有资源全部连在一起,形成一个大的计算中心,而我们却不用关心所有这一切,而只需关心提供给自己的服务是否正常。虽然虚拟化技术前景看好,但是,这一过程还有很长的路要走,因为还没有哪种技术是不存在潜在缺陷甚至陷阱的。但是相信,虚拟化技术将会成为未来的主要发展方向。

1.6.5 云计算

云计算(cloud computing)将计算任务分布在互联网中大量计算机构成的资源池上,使各种应用系统能够按需获取计算力、存储空间和信息服务。云计算也是分布式计算技术的一种,它通过网络将庞大的计算处理程序自动拆分成无数较小的子程序,再交由许多分布在Internet上不同位置的廉价计算资源所组成的庞大系统搜搜、计算分析之后将处理结果回传用户。云计算可以让你体验每秒10万亿次的运算能力、处理数以千万计甚至亿万计的信息,达到与“超级计算机”同样强大效能的网络服务。在云计算的模式中,用户所需的应用程序并不是运行在用户自己的个人电脑、笔记本、手机等终端上,而是运行在互联网上大规模的服务器集群中;用户所处理的数据也并不存储在本地,而是保存在互联网上的云数据中心。提供云计算服务的企业负责管理和维护这些数据中心的正常运行,保证足够强的计算能力和足够大的存储空间为用户服务。

云计算主要提供以下几种层次的服务:基础架构即服务(IaaS),平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。

IaaS(Infrastructure-as-a-Service)给用户提供一种完善的云计算基础设施服务,例如:硬件服务器租用。用户能够部署和运行任意软件,包括操作系统与应用程序。控制存储空间、或有限制的网络组件,如防火墙、负载均衡器等。

PaaS(Platform-as-a-Service)实际上是指将软件研发的平台作为一种服务,以SaaS的模式提交给用户。因此,PaaS也是SaaS模式的一种应用。但是,PaaS的出现可以加快SaaS的发展,尤其是加快SaaS应用的开发速度,如软件的个性化定制开发。

SaaS(Software-as-a-Service)是一种通过Internet提供软件的模式,用户无需购买软件,而是向提供商租用基于Web的软件,来管理企业经营活动,如阳光云服务器。

云计算的应用越来越广泛,如云计算为物联网提供了一种新的高效计算模式,可通过网络按需提供动态伸缩的廉价计算,具有相对可靠并且安全的数据中心,同时兼有互联网服务的便利、廉价和大型机的能力,可以轻松实现不同设备间的数据与应用共享,用户无需担心信息泄露,黑客入侵等棘手问题。

云计算和虚拟化密切相关但并非是捆绑技术,二者可以通过优势互补为用户提供更优质的服务。云计算方案使用虚拟化技术使整个IT基础设施的资源部署更灵活。反过来,虚拟化方案也可以引入云计算的理念,为用户提供按需使用的资源和服务。在一些特定业务中,云计算和虚拟化是分不开的,只有同时应用两项技术,服务才能顺利开展。

思考与练习 1

1. 简述计算机网络工程的含义。
2. 简述网络工程的组织机构及其主要职责。
3. 简要描述网络工程建设内容与流程。
4. 简要描述网络工程招投标工作流程。
5. 简要描述网络工程投标书的格式与编制方法。
6. 简要描述网络工程评标的方法和过程。
7. 搜索、下载、整理招投标的有关法律法规文件，认真研读，写一篇学习总结。
8. 调查了解物联网技术在我国产业应用状况，写一篇综述报告。
9. 综述物联网的射频识别技术，传感技术，网络与通信技术和数据的挖掘与融合技术。
10. 调查了解云计算技术在我国产业应用状况，写一篇综述报告。
11. 调查了解虚拟数据中心在我国产业应用状况，写一篇综述报告。