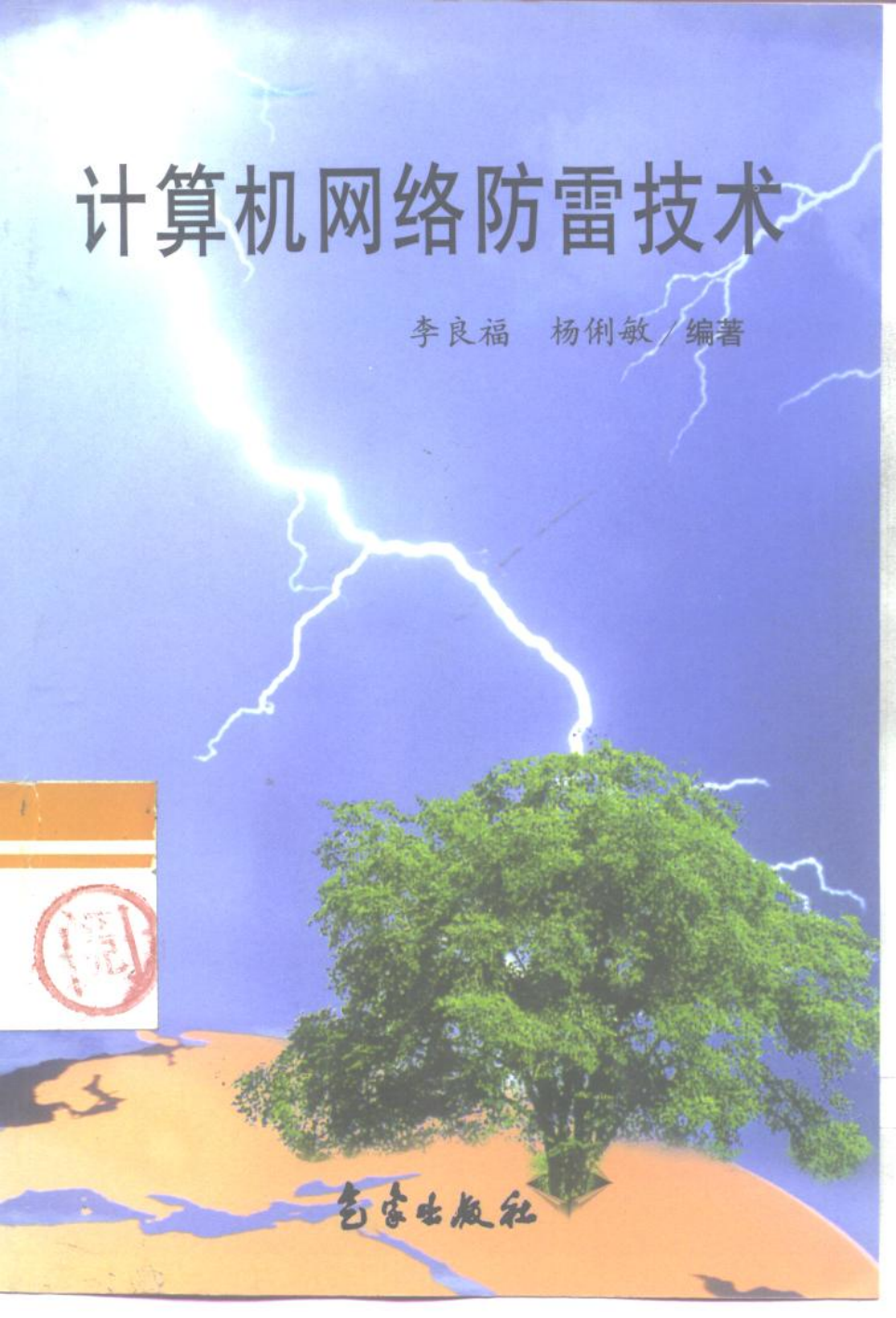
计算机网络防雷技术

李良福　杨俐敏　编著



气象出版社

计算机网络防雷技术

李良福　杨俐敏　编著

气象出版社

内容简介

本书是作者根据近几年来从事计算机网络防雷系统工程设计、施工及验收等经验，并参考国内外有关计算机网络防雷技术资料而编著的。全书共分八章，比较系统地论述了计算机网络的基础知识、网络机房的安全技术、网络直击雷及感应雷防护技术、网络光缆防雷技术和计算机网络接地技术等方面的理论与实践以及防雷理论时代划分、共网不共母线接地技术、地网等电位泄流过渡接地技术、地网防雷响应时间、"驱雷一引雷"系统防雷理论等方面的防雷新技术。

本书可供从事计算机网络防雷系统工程设计、施工、验收等工程技术人员以及从事计算机网络防雷安全技术研究、网络安全管理人员和广大计算机网络用户参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络防雷技术/李良福，杨俐敏编著. -北京：气象出版社，1999.3

ISBN 7-5029-2680-1

Ⅰ.计… Ⅱ.①李… ②杨 Ⅲ.①计算机网络-基本知识②计算机网络-防雷 Ⅳ.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 04531 号

计算机网络防雷技术

李良福 杨俐敏 编著

责任编辑：王桂梅 终审：纪乃晋

封面设计：刘峰 责任技编：陈红 责任校对：陈敏

* * *

气象出版社 出版

(北京海淀区白石桥路 46 号 邮政编码：100081)

北京白河印刷厂 印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本：787×1092 1/32 印张：4.25 字数：95 千字

1999 年 3 月第一版 1999 年 3 月第一次印刷

印数：1—3000 定价：8.80 元

ISBN 7-5029-2680-1/TP・0089

前　言

在信息时代，计算机网络得到广泛应用，现已遍及各个领域。由于计算机网络设备的关键部分 CPU，ROM，RAM 及大规模集成电路等均是 MOS 工艺，其耐过压、过流的能力正逐年下降，虽然新一代的设备已采取了许多抗干扰措施，但这些防范措施主要是针对电网过电压和低能量的电磁干扰，而对雷电造成的过电压防护技术还比较薄弱。雷击损坏计算机网络设备的恶性事故经常发生，例如：1992 年 6 月 22 日，国家气象中心业务楼的大型计算机和小型计算机网络因雷击停止工作达 46 小时，使 6 条北京同步线和一条国际同步线受损中断，造成几十万元的直接经济损失；1995 年 6 月 7 日，中国人民银行广东分行大厦内的计算机网络设备因雷击损坏，停止工作长达 72 小时，使几亿资金无法流转，仅利息损失就高达 200 多万元；1996 年 6 月 6 日，重庆市农业银行大厦的计算机网络设备，因雷击损失 107 万元，其下属的信托投资公司证券部通信网络中断数小时，引起股民恐慌。因此，作者根据近几年从事计算机网络防雷系统工程设计、施工、验收等方面的经验和国内外有关计算机网络防雷技术资料编著了本书。该书详细论述了计算机网络机房安全、计算机网络直击雷及感应雷防护、计算机网络光缆防雷和计算机网络接地等方面的技术，尤其是对防雷理论时代划分、共网不共母线接地技术、地网等电位泄流过渡接地技术、地网防雷响应时间、“驱雷—引雷”系统防雷理论等防雷新技术和新理论应用研究成果进行了较系统地论述。

本书第一章和第二章由杨俐敏同志编写，第三章、第四章、第五章和第六章由李良福同志编写，第七章和第八章由李良福和杨俐敏同志合作编写。本书在编写过程中得到了重庆市防雷安全工作委员会和重庆市气象局的大力支持，重庆市防雷中心、重庆市计算机(场地)安全检测中心、重庆舍特气象应用研究所和重庆市维宇电子高科技开发有限公司为本书提供了大量的计算机网络防雷安全检测和计算机网络防雷系统工程实例资料，并提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于作者水平有限，时间仓促，本书难免有不足之处，敬请读者批评指正。

作者

1998 年 9 月于重庆

目　录

第一章　计算机网络基础知识

第一节　计算机网络定义

在计算机网络发展过程中，人们对计算机网络提出不同的定义，这些定义可分为广义观点的网络定义、资源共享观点的网络定义和用户透明性观点的网络定义三类。

一、广义观点的计算机网络定义

广义观点的计算机网络观念产生于计算机网络发展的第一阶段向第二阶段过渡时期，主要描述了计算机通信网，即以传输信息为目的，用通信线路将多个计算机连接起来的计算机系统集合。计算机通信网络在物理结构上具有了计算机网络的雏形，但它以相互间的数据传输为主要目的，资源共享能力弱，仅处于计算机网络的低级阶段。

二、资源共享观点的计算机网络定义

资源共享观点的计算机网络，主要描述以能够相互共享资源的方式联结起来，并且各自具备独立功能的计算机系统集合，符合目前计算机网络的基本特征，主要表现在以下几个方面：

(1)计算机网络建立的主要目的是实现计算机(硬件、软件、数据)资源共享。网络用户可以使用本地计算机资源，可以通过网络访问远程联网计算机资源，也可以调用网中几台计算机共同完成某项任务。

(2)联网计算机是分布在不同地理位置的多台独立计算机系统，它们之间可以没有明确的主从关系，每台计算机可以

联网工作，也可以脱网工作。联网计算机可以为本地用户提供服务，也可以为远程网络用户提供服务。

三、用户透明性观点的计算机网络定义

用户透明性观点的计算机网络，主要描述分布式计算机系统，即指存在着一个能为用户自动管理资源的网络操作系统，由它调用完成用户任务所需要的资源，而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的。其主要特征如下：

(1)系统拥有多种通用的物理和逻辑资源，可以动态地给它们分配任务。

(2)系统中分散的物理和逻辑资源通过计算机网络系统实现交换。

(3)系统存在一个全局方式管理系统资源的分布式操作系统。

(4)系统中联网的各计算机，既合作又自治。

(5)系统内部结构对用户是完全透明的。

计算机网络系统(图 1.1)主要由资源子网和通信子网构成。通信子网负责全网中的信息传递，图中分组交换设备 PSE，分组组装(拆卸)设备 PAD，集中器 C(Concentrator)，网络控制中心 NCC 和网间连接器 G(Gateway)等均属于通信子网的范畴。虚线框外作为用户资源子网，它负责信息处理，向网络提供可用的资料，图中主机 Host 和终端 T(Terminal)都是网络资源。

组成计算机网络的主要设备除上述的 Host，PSE，PAD，C，NCC，G 和 T 等设备外，还应有实施数字信号和模拟信号之间转换的调制解调器 Modem，用于减轻主机负载的前端通信处理机 FEP，用于局域网接口适配器，各种多路复用器和各种类型的通信控制器 CCU 等设备。

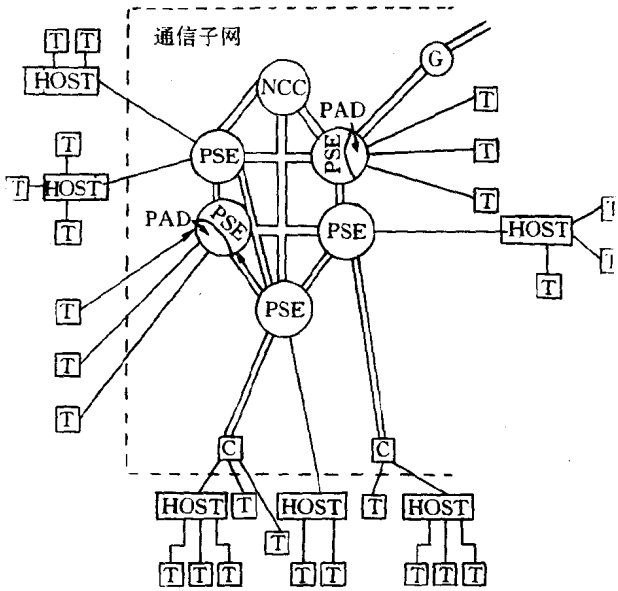


图 1.1　计算机网络系统示意图

第二节　计算机网络类型

计算机网络分类方法很多，但主要有以网络的理论模型分类、网络覆盖范围分类和网络结构分类等三种方法。

一、网络的理论模型分类

1. OSI 网络模型

(1)OSI 网络模型定义。电脑为了进行通信，必须遵守独立的通信规则，在一个由不同网络设备构成的网络里，为了让通信顺利进行，必须对这些规则进行明确定义。国际标准化组织(ISO)于 1977 年制定了“开放系统互连(OSI)”网络理论模型，其目的是定义不同的规则，以便应用于以下几个方面：

①网络设备相互间如何联系，如果这些设备使用不同的“语言”，那么相互之间怎样沟通？

②网络设备判断何时该发送数据，何时不该发送数据的方法或依据。

③用以确保网络传输正确接收一方的正确接收方法。

④怎样布置和连接物理传输媒体。

⑤怎样使用网络设备保持正确的数据流通速度。

⑥二进制“位”在网络媒体中以何种方式表示。

OSI 模型只是一个概念上的框架，利用它可以更好地理解在不同网络设备间发生的复杂的交互行动。在通信过程中，OSI 模型并不能执行实际任务，只是简单地定义了需要执行哪种任务，由哪种协议进行控制以及模型中哪一层执行，而实际工作则是由适当的软件和硬件来完成。

(2)OSI 模型的结构。OSI 模型的结构如图 1.2 所示。

在 OSI 模型中，资源子网中联网结点功能分为七层，通信子网中继开放系统只具有低三层。

(3)OSI 模型各层次功能划分。OSI 模型各层次功能：

①物理层(Physical layer)。物理层处于 OSI 参考模型的最低层。物理层的主要功能是利用物理传输介质为数据链路层提供物理连接，以透明地传送比特流。

②数据链路层(Data link layer)。在物理层提供比特流服务的基础上，在通信实体之间建立数据链路联接，传送以帧为单位的数据，通过差错控制、流量控制方法，使有差错的物理线路变成无差错的数据链路。

③网络层(Network layer)。网络层主要任务是通过执行路选算法，为报文分组通过通信子网选择最适当的路径。网络层主要执行路径选择、拥挤控制与网络互联等功能，是 OSI

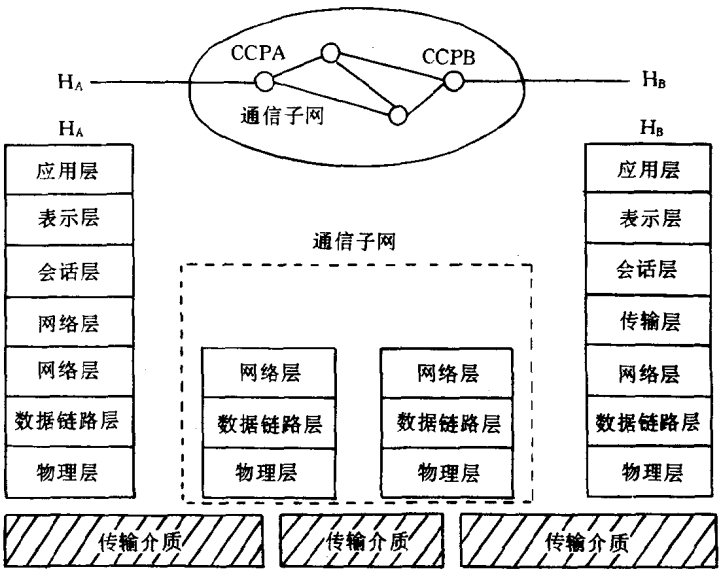


图 1.2 OSI 模型的结构示意图

模型七层中最复杂的一层。

④传输层(Transport layer)。传输层的目的是向用户提供可靠的端对端(end-to-end)服务,透明地传输报文。它向高层屏蔽了下层数据通信的细节,因而是计算机通信体系结构中最关键的一层。

⑤会话层(Session layer)。会话层的主要目的是组织和同步在两个通信的会话服务用户之间的对话,并管理数据的交换。

⑥表示层(Presentation layer)。表示层主要是用于处理在两个通信系统中交换信息的表示方式。它包括数据格式变换、数据加密与解密、数据压缩与恢复等功能。

⑦应用层(Application layer)。应用层是OSI 模型中的最

高层。应用层确定进程之间通信的性质，以满足用户的需要。应用层不仅要提供应用进程所需要的信息交换和远程操作，而且还要作为应用进程的用户代理(User agent)，来完成一些为进行信息交换所必须的功能。它包括文件传送访问和管理(FTAM)、虚拟终端(VT)、事务处理(TP)、远程数据库访问(RDA)、制造业报文规范(MMS)和目录服务(DS)等协议。

2. IEEE 802 网络模型

(1)IEEE 802 网络模型定义。IEEE 802 网络模型是美国电气与电子工程协会(IEEE)于 1980 年 2 月制定的，定义了与物理配线及数据传输有关的网络问题，与 OSI 模型的物理层和数据链路层相比，IEEE 802 模型规范分为 12 类：

①网间互连。

②逻辑链路控制。

③带有检测冲突的载波侦听多路存取(CMSA/CD Ethernet)

④令牌总线局域网(Token Bus LAN)。

⑤令牌环局域网(Token Bing LAN)。

⑥城域网(MAN)。

⑦宽带顾问技术组。

⑧光纤技术顾问组。

⑨集成语音/数据网络。

⑩网络安全。

⑪无线网络。

⑫请求式优先访问局域网(100 Base VG-AnyLAN)。

(2)IEEE 802 网络模型对 OSI 模型的改进。IEEE 802 模型主要是对 OSI 模型的数据链路层进行更加详细的定义，将数据链路层定义为逻辑链路控制子层和媒体接入控制子层。

①媒体接入控制子层。媒体接入控制子层提供了对网络适配卡的共享访问，并可直接与网络适配卡通信，即提供访问控制。

②逻辑链路控制子层。逻辑链路控制子层提供了服务访问点(SAP)。其它电脑可引用这个访问点，并利用它从逻辑链路控制子层将信息传递给靠上面的OSI层，即提供出错和数据流控制。

二、网络的覆盖范围分类

1. 广域网络 WAN(Wide Area Network)

广域网也称为远程网，它所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里，覆盖一个国家、地区或横跨几个洲，形成国际性的远程网络。在通信子网中主要使用分组交换技术，利用邮电部门提供的公用分组交换网、卫星通信信道和无线分组交换网，将分布在不同地区的计算机系统互联起来，达到资源共享的目的。

2. 城域网 MAN(Metropolitan Area Network)

城市地区网络常称为城域网，城域网是介于广域网与局部网之间的一种大范围的高速网络。城域网设计的目标是要满足几十公里范围内大量企业、机关、公司与社会服务部门的计算机联网要求，实现大量用户多种信息(数据、语音、图形与图像)传输的综合信息网络，城域网将采用 IEEE 802 委员会提出的分布队列双总线，光纤分布式数据接口及交换多兆位数据服务，作为其主要协议标准与技术规范。

3. 局部网 LAN(Local Area Network)

局部网络用于将有限范围内(如一个实验室、一幢大楼、一所学校)的各种计算机、终端与外部设备互联成网。局部网络技术发展迅速，按照采用的技术、应用范围和技术标准的不

同可分为三类，即局部地区网络 LAN，高速局部网络 HSLN (High Speed Local Network)和计算机交换分机 CBX(Computer Branch Exchange)。

三、网络的结构分类

1. 以太网(Ethernet)

(1)以太网的定义：以太网是目前最流行的物理网络结构，其电缆系统拓扑结构是以线性或星形/总线为基础的一种技术，利用基带传信及 CSMA/CD 对网络访问进行仲裁。它的传输媒体为无源媒体，由电脑驱动信号通过网络传输。

(2)以太网的工作原理：在以太网里，当工作站通过网络传送信号(数据包)发生冲突的时候，正在发送数据的那台工作站会终止发送，并等待随机数量的时间，然后重发。按照这种规则，各工作站必须对网络的传输权进行“竞争”。因此，以太网也称之为“基于竞争”的网络系统。

(3)以太网的类型：

①10 Base 5(粗缆)以太网。10 Base 5 以太网使用粗缆作为配线系统，传输速率以 10Mbps 为限制，其规范如下：

最大段长	500m(1 650ft)；
最大抽头数	100；
最大段数	5；
带有节点(node)的最大段数	3；
抽头间的最短距离	2.5m(8.25ft)；
最大转发器数	4；
使用转发器后的最大总长	2.5km(1.5mi)；
AUI(附件接口)引入线的最大长度	50m(165ft)。

②10 Base 2(细缆)以太网。10 Base 2(细缆)以太网使用细缆作为配线系统，传输速率以 10Mbps 为限制，其规范如下：

最大段长　　185m；
最大抽头数　　5；
带有节点(node)的最大段数　3；
最大转发器数　　4；
每段的最大设备数　　30；
使用转发器后的最大总长　925m(3 052.5ft)。

③10 Base T 以太网。10 Base T 以太网使用非屏蔽双绞线(UTP)细缆作为配线系统，传输速率以 10Mbps 为限制，其规范如下：

最大段数　　1 024；
带有节点的最大段数　　1 024；
最大段长　　100m(330ft)；
每段的最大节点数　　2；
每网络最大节点数　　1 024；
每个链的最大 HUB 数　　4。

④10 Base FL 以太网。10 Base FL 以太网使用光缆作为配线系统，传输速率以 10Mbps 为限制，其规范如下：

最大段数　　1 024；
带有节点的最大段数　　1 024；
最大段长　　2 000m；
每段的最大节点数　　2；
每网络最大节点数　　1 024；
每个链的最大 HUB 数　　4。

⑤10 VG-AnyLAN 以太网。10 VG-AnyLAN 以太网使用三类以上双绞线以及光缆作为配线系统，传输速率达 100Mbps，其特点是：(a)速度更快；(b)同时支持以太网和令牌环数据包；(c)使用请求式优先访问法，允许同时存在两个

优先级；(d)HUB 可单独过滤定址数据帧，获得更强的保密性能。

⑥100 Base T Ethernet 以太网。100 Base T Ethernet 以三类以上双绞线(UTP)或屏蔽双绞线(STP)或双股光缆作为配线系统，传输速率达 100Mbps 的以太网，其特点与 10 Base T 以太网相似。

2. 令牌环网

(1)令牌环网的定义。令牌环网是 IBM 公司开发的一种可靠性较高的网络，其电缆系统拓扑结构是星形拓扑，但逻辑拓扑却是环形的网络。网络是以 IEEE 802.5 为标准，具有自修复特性，大多数功能是由 HUB(集线器)完成的，工作站是通过单独的线缆与总线连接，这个总线再与一个多站访问设备(MSAU)或访问控制设备(CAU)连接。

(2)令牌环网的工作原理。令牌环网的工作原理是一个空闲的令牌(一种小型的数据帧，使用特殊的格式)，表面上看来呈星形拓扑，但逻辑拓扑却是环形运作的环里不断地传递，传递方向始终都是固定的。节点可从离自己最近的有源上游节点(NAUN)收到令牌，并把它传递给离自己最近的下游节点(NADN)。如果站点收到一个空闲的令牌，就知道自己能在其中添加数据，并在环内继续向下传递。每个站点都有均等的机会俘获令牌，并能对其控制，将数据依附在令牌里面，然后通过网络传递出去。

某站点在空闲的令牌里添加了自己的数据以后，这个令牌就不再是空闲令牌，而是忙令牌。环内的每个站点都能接收来自忙令牌的数据，并按照原来的样子，向离自己最近的一个有源下游节点转发令牌与数据。目标站点的地址已插入令牌数据里，所以一旦忙令牌里到达目标站点，便会从其中提取出