

# 网络工程与网络管理

董守玲

SLDONG@SCUT.EDU.CN

1



# 有关课程学习

课程意义：网络管理是网络技术发展中的一项重要技术

课程目的：

1. 掌握网络管理的概念、标准、功能和协议
2. 掌握网络配置和管理的方法、实用技术
3. 掌握网络管理工具的使用



# 教材和参考书籍

## 教材

- 自编讲义

## 参考资料

- 计算机网络管理 云红艳 等 编著 人民邮电出版社
- 思科网络技术学院教程 思科技术学院等译（修正第三版）
- 网络管理技术教程 陈广山 清华大学出版社
- 网络管理实用技术 张国鸣 唐树才 薛刚逊 清华大学出版社
- 计算机网络管理技术 杨云江 编著 清华大学出版社
- **Red Hat Linux**网络管理工具
  - (美) Steve Maxwell 译者：前导工作室 机械工业出版社
- 有关网管的**RFC**文档



## ○成绩

- 平时作业和实验（动手和实验报告）、提问、考勤等占**30%**
- 期末考试占**70%**

## ○实验时间和地点:

- 第**5, 6, 10, 14**周星期五下午
- **230、231**网络实验室



# 第1章 网络管理概论

- 网络管理的基本概念
- 网络管理系统的功能
- 网络管理的标准及相关组织
- 网络管理的体系结构



# 什么是网络管理

网络管理是指对网络的运行状态进行**监测**  
**和控制**，使其能够有效、可靠、安全、经济  
地提供服务。

监测是控制的前提，控制是监测的结果



# 为什么需要网络管理

## (1) 网络规模越来越庞大

一个大型网络可能包括成百上千个局域网、几千、几万、甚至几十亿用户，如果某些关键设备发生故障，则会造成很大的损失。只靠网络管理人员来管理这么大型、复杂的网络，几乎是不可能的。

## (2) 网络资源和网络服务越来越丰富

服务越来越丰富多彩，已从简单的数据传输发展到包括语音、图像、视频、电子邮件、文件传输、信息检索、视频会议、多媒体信息等服务，正在向综合数字业发展。如何有效地配置、分配、控制和管理这些网络资源和网络服务已变得非常重要，其难度也越来越大。



# 为什么需要网络管理

## (3) 网络设备品种繁多，网络维护越来越困难

网络设备如大型机，小型机，工作站，微机，终端，集成器，网桥，路由器，复用器，交换机等可能来自不同的厂商，遵守不同的标准，使用不同的技术，要对其进行故障检测诊断、维护和管理是相当困难的。

## (4) 网络安全越来越重要

由于黑客、计算机病毒、信息间谍等对网络安全构成越来越严重的威胁。防止黑客、信息间谍和病毒的入侵，确保网络关键设备数据的安全性和完整性，是网络管理的重要问题。





# 怎么管理

- 采用传统的人工方式的管理模式? **No.**
- 随着计算机网络规模的日益扩大, 网络上的设备越来越多。采用传统的人工方式的管理模式来维护和管理日益庞大的现代化网络, 是非常困难的、不可行的。因而, 在现代化网络中, 网络管理员必须使用专门用于网络管理的软件, 对网络实行自动监测、控制和管理。

**结论:** 网络管理的实施者应该包括网络管理平台和网络管理员两个主体。



# 网络管理系统的定义

通常网络管理是由网络管理系统来实施的，对一个网络管理系统的定义应当包含以下几项内容：

① 系统的功能。一个网络的管理系统首先应明确其具有的功能。

② 明确网络资源。只有明确地表示网络资源，才能对它们实施管理。网络资源通常被定义为网络系统的软件、硬件及所提供的网络服务和信息等资源。

③ 表明网络的管理信息。网络管理系统对网络实施管理时，必须依赖系统中的网络管理信息，因此，在设计网络管理系统时，必须解决如下问题：

- 如何表示用于网络管理的信息？
- 如何传送上述信息？
- 传送信息中使用何种协议？

④ 确定系统的结构，即网络管理系统的结构是怎样的。



# 网络管理系统的功能

- ISO定义的网络管理的五大功能
  - 配置管理 (**configuration management**)
  - 故障管理 (**fault management**)
  - 性能管理 (**performance management**)
  - 安全管理 (**security management**)
  - 计费管理 (**accounting management**)



# 配置管理

- 配置管理提供了所有被管对象的配置信息，是所有其他网络管理功能的基础。
- 配置管理
  - 设置网络参数的初始值和默认值，使网络能提供所需的服务；
  - 确定设备的地理位置、名称和有关细节，记录并维护设备参数表；
  - 初始化、启动和关闭网络及其相应设备；
  - 当网络运行时，可以监视网络设备的工作状态，并根据用户的配置命令或其他管理功能的请求改变网络配置参数，使网络性能达到最优。



## 网络配置信息

- (1) 网络设备的拓扑关系，即存在性和连接关系。
- (2) 网络设备的域名、IP地址，即寻址信息。
- (3) 网络设备的运行特性，即运行参数。
- (4) 网络设备的备份操作参数，即是否备份、备份启用条件。
- (5) 网络设备的配置更改条件。



# 网络配置管理的基本功能

- 设置被管对象或系统的参数;
- 初始化、启动和关闭网络及其相应设备;
- 收集被管对象或系统的状态数据;
- 改变被管对象或系统地配置;
- 定义和修改管理对象间的关系;
- 通过网络发布新软件生成配置状态报告。



# 故障管理

- 故障管理是网络管理的核心功能，主要目的是为了尽早发现故障，找出故障的原因，以便及时采取排除故障，保障网络的正常运行。它包含故障检测和报警、故障预测、故障诊断和定位、故障信息管理等功能。

## 1. 故障检测和报警功能

主动探测或被动接收网络上的各种事件信息，并识别出其中与网络和系统故障相关的内容，生成网络故障事件记录，对其中的关键部分保持跟踪，根据报警策略驱动不同的报警程序，以报警窗口、声音或音乐、电子邮件形式通知网络管理员。

## 2. 故障预测功能

对各种可能引起故障的参数建立门限值并随时监视参数值变化，一旦超过门限值，就发送警报。



# 故障管理

## 3. 故障诊断和定位功能

对故障信息进行分析，找出故障原因和发生故障地点。

## 4. 故障信息管理

依靠对事件记录的分析，定义网络故障并生成故障卡片，记录排除故障的步骤和与故障相关的值班员日志，构造排错行动记录，将事件-故障-日志构成逻辑上相互关联的整体，以反映故障产生、变化、消除的整个过程的各个方面。





# 故障管理

## 5. 排错支持工具

向管理人员提供一系列的实时检测工具，对被管设备的状况进行测试并记录下测试结果以供技术人员分析和排错；根据已有的排错经验和管理员对故障状态的描述给出对排错行动的提示。

## 6. 检索 / 分析故障信息

浏览并且以关键字检索查询故障管理系统中所有的数据库记录，定期收集故障记录数据，在此基础上给出被管网络系统、被管线路设备的可靠性参数。



# 性能管理

性能管理的目的是维护网络服务质量（QoS）和网络运营效率。主要是监视和分析被管网络及其所提供的服务，收集分析有关被管网络当前状况的数据信息，存储和分析性能日志，以评估系统资源的运行状况等系统性能，检验网络服务是否达到了预定的水平，找出已经发生或潜在的网络瓶颈，报告网络性能的变化趋势，为网络管理决策提供依据。

- 性能监测：性能监测指网络工作状态信息的收集和整理
- 网络控制：网络控制则是为改善网络设备的性能而采取的动作和措施。



# 性能管理基本功能

- (1) 性能监控：实时采集与网络性能相关的数据，如流量、延迟、丢包率、CPU利用率、温度、内存余量等。跟踪系统、网络或业务情况，及时发现网络拥塞或性能不断恶化的状况，自动生成性能报告。
- (2) 性能预警：决定是否为每个重要的指标设定一个适当的阈值，可以针对不同的时间段和性能指标进行阈值设置。当性能指标超过该阈值时，就表明出现了值得怀疑的网络故障。向管理人员发出告警信息。
- (3) 性能分析：对实时数据进行分析，判断是否处于正常水平，从而对当前的网络状况作出评估，并自动形成管理报表，对历史数据进行分析，统计和整理，计算性能指标，对网络的使用发展做出评测、估计，为网络进一步规划与调整提供依据。



## 性能管理基本功能

- (4) 性能报告：对数据进行扫描和处理，生成性能趋势曲线，以直观的图形反映性能分析的结果。
- (5) 性能查询：可通过列表或按关键字检索被管网络对象及其属性的性能记录。



# 安全管理

- 安全管理的目的是确保网络资源不被非法使用，防止网络资源由于入侵者攻击而遭受破坏。
- 安全管理包括对安全信息的维护和资源的访问控制。



# 安全管理

对安全信息的维护主要包括以下功能。

- (1) 安全相关信息，比如密码，访问权限的分发和管理
- (2) 记录系统中出现的各类事件（如用户登录、退出系统、文件复制，修改等），使系统的使用和网络对象的修改有据可查。
- (3) 自动追踪记录有关安全的重要事件，例如，非法用户持续试探不同口令企图登录等。
- (4) 报告和接收危害安全的警示信号，在怀疑出现威胁安全的活动时采取防范措施，例如，封锁被入侵的用户账号或强行停止恶意程序的执行等。
- (5) 经常维护和检查安全记录，进行安全风险分析，编制安全评价报告。
- (6) 备份和保护敏感的数据。



# 安全管理

## 2. 资源访问控制

资源访问控制包括认证服务和授权服务，以及对敏感资源访问授权的决策过程。访问控制服务的目的是保护各种网络资源，网络资源包括网络中的系统、数据和业务。



# 安全管理

网络安全管理使用的网络安全技术主要包括以下5种：

- (1) 数据加密技术
- (2) 防火墙技术
- (3) 网络安全扫描技术
- (4) 网络入侵监测技术
- (5) 黑客诱骗技术





# 计费管理

计费管理记录网络资源的使用，目的是控制和监测网络操作的费用和代价。它可以估算出用户使用网络资源可能需要的费用和代价，以及已经使用的资源。网络管理员还可规定用户可使用的最大费用，从而控制用户过多占用和使用网络资源。另外，当用户为了一个通信目的需要使用多个网络中的资源时，计费管理应可计算总计费用。



# 计费管理

- 1) 计费数据采集：计费数据采集是整个计费系统的基础。
- 2) 数据管理与数据维护：数据维护系统自动完成，但仍然需要人为管理，包括交纳费用的输入、联网单位信息维护，以及账单样式决定等。
- 3) 计费政策制定：由于计费政策经常灵活变化，因此实现用户自由制定输入计费政策尤其重要。这样需要一个制定计费政策的友好人机界面和完善的实现计费政策的数据模型。
- 4) 政策比较与决策支持：计费管理应该提供多套计费政策的数据比较，为政策制订提供决策依据。



# 计费管理

- 5) 数据分析与费用计算：利用采集的网络资源使用数据，联网用户的详细信息以及计费政策计算网络用户资源的使用情况，并计算出应交纳的费用。
  - 6) 数据查询：提供给每个网络用户关于自身使用网络资源情况的详细信息，网络用户根据这些信息可以计算、核对自己的收费情况。
- (5)计费管理：对网际互联设备按IP地址的双向流量统计，产生多种信息统计报告及流量对比，并提供网络计费工具，以使用户根据自定义的要求实施网络计费。



# 网络管理的对象

## 1. 网络管理的对象

### ○ 硬件资源

指物理介质（网卡、双绞线等）、计算机设备（处理机、打印机等）和网络互连设备（路由器、交换机、网桥等）。

### ○ 软件资源

操作系统、应用软件和通信软件。



# 网络管理的对象

## 2. 网络管理对象的表示

- **被管对象**（managed object）是从OSI角度所看的OSI环境下的资源，这些资源可以通过使用OSI管理协议而被管理。
- **MIB**即管理信息库，是被管对象的集合。  
MIB只是概念上的数据库，在实际网络中并不存在。



# 网络管理的标准及相关组织

- ISO
- IETF
- ITU-T (CCITT)



# ISO

- 国际标准化组织
- ISO的主要管理标准
  - 公共管理信息服务协议CMIS（Common Management Information Service）
  - 公共管理信息协议CMIP（Common Management Information Protocol）
- 公共管理信息服务 / 公共管理信息协议(CMIS / CMIP)是OSI提供的网络管理协议簇。CMIS定义了每个网络组成部分提供的网络管理服务，CMIP则是实现CMIS服务的协议。
- 管理功能包罗万象，管理信息采用面向对象模型



## CMIS / CMIP

- CMIP采用管理者 / 代理模型，是公共管理信息服务元素CMISE之间的通信协议，规定了不同网络管理系统之间的信息交换方式和规则。
  - 对网络文件进行监控时，管理者只需向代理发出一监控请求，代理就会自动监视指定的管理者，并在异常情况（如线路故障等）发生时向管理者报告。
  - 委托监控：
    - 管理开销小；反应快；
    - 对代理的资源要求高。





## CMIS / CMIP

- CMIS / CMIP主要用于OSI七层模型中较高层次的管理，
  - 优点：可互操作、适用范围比SNMP更广、功能更强、更多、更可靠；
  - 缺点：协议复杂、太庞大、难于理解和实施、支持的厂商很少。



# IETF

- 国际互联网工程任务组(The Internet Engineering Task Force): 一个公开性质的大型民间国际团体, 致力于互联网相关技术标准的研发和制定。
- 所有关于Internet的正式标准都以RFC(Request for Comment)文档出版。这些大量的RFC并不一定是正式的标准, 出版的目的是为了提供信息。RFC的篇幅从1页到200页不等。每一项都用一个数字来标识, 如RFC 1122, 数字越大说明RFC的内容越新。
- RFC的分类:
  - 提议性的, 建议采用这个作为一个方案而列出。
  - 完全被认可的标准, 这种是大家都在用, 而且是不应该改变的。
  - 最佳实践法, 一种介绍。



# IETF 的网络管理标准

- SGMP/SNMP、CMOT
- SNMP的3个目标:
  - 管理功能尽可能简单
  - 管理协议容易扩充
  - 管理结构尽可能独立,与设备无关
- SNMP是Internet上的一个标准网络管理协议,它是世界上第一个可以实际应用的网络管理协议



# ITU-T

- 国际电信联盟ITU（International Telecommunication Union）
- ITU-T制定的网络管理标准为电信管理网TMN
- TMN力图使用一种独立于电信网的网络进行网络管理，它需要建立一个集中式的监控系统，并要求从通用网络的角度使不同的网络在同一种操作方式下兼容。这样可以使网络管理人员轻松地掌握管理网络的方法，而无须详细了解每个厂商的网管技术。



## TMN的体系结构

- 两个主要的组成部分：
  - 网络单元（Network Element, NE）：可管理的电信设备和业务。在NE内部，所有与管理功能相关的资源，无论物理的或逻辑的、动态的或静态的，都被抽象成管理对象（Managed Object, Mo）。NE维持一个属于自身域的管理对象的视图，并通过代理（Agent）实体与管理系统交换管理信息。
  - 管理系统（OS）：通过内部的管理者（Manager）实体与NE通信，完成各种管理功能。管理系统中的管理者实体通过网络单元中的代理实体向特定的管理对象发送管理操作消息；管理对象响应该消息，产生相应的行为并作用于实际资源来完成该操作。同时，当有事件发生时，管理对象也能产生相应的报告，并通过代理实体向管理系统中的管理者发送。



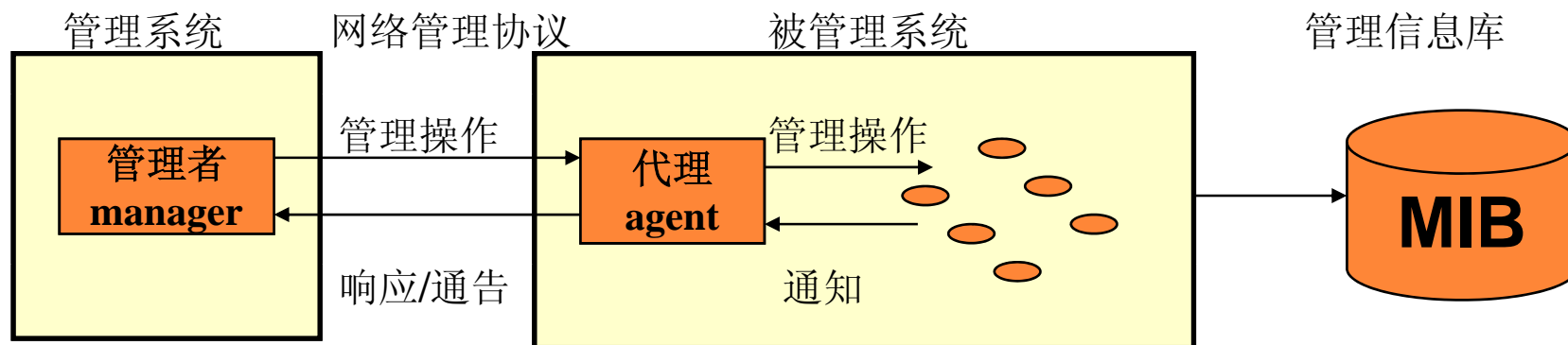
# 网络管理的体系结构

- 网络管理体系结构是用于定义网络管理系统的结构及系统成员间相互关系的一套规则。



# 网络管理模型

- 在网络管理中，普遍遵循的结构都是管理者-代理者的管理模型。通常，一个网络管理系统从逻辑上由管理站（管理进程）、管理代理、管理信息库、管理协议 4 个要素组成。





# 网络管理模型

网络管理者是指实施网络管理的处理实体。

作用：发出管理操作指令，接收来自网管代理的信息。

管理站构成：

- (1) 分析数据、发现故障的管理程序
- (2) 网络管理员监控网络的接口
- (3) 将网管要求转变为对远程网络的监控能力
- (4) 一个从所有被管对象的MIB中抽取信息的信息库





# 网络管理模型

**网管代理**是一个软件模块，驻留在被管设备上。通常将主机和网络互连设备等所有被管理的网络设备称为被管设备功能：

- (1) 转换来自网络管理者的命令或信息为本设备特有的指令
- (2) 完成网络管理者的指示或返回设备的信息
- (3) 把自身发生的事件通知网管者。

作用：充当网络管理者与网管代理所驻留的设备之间的**信息中介**

一个管理者可以和多个代理进行信息交互，同时一个代理也可以接受来自多个管理者的管理操作。一般的代理都是返回它本身设备的信息，在网络代理中还有另外一种代理——转换代理，它提供关于其他系统或其他设备的信息，使用转换代理，管理者可以管理多种类型的设备。



**网络管理协议：**用于网络管理者和管理代理之间传递信息，并完成信息交换安全控制的通信规约。

网络管理者通过网络管理协议从管理代理那里获取管理信息或向管理代理发送命令；管理代理也可以通过网络管理协议主动报告紧急信息。

功能：

get

set

trap



# SNMP和CMIS/CMIP

## CMIP的优点:

1. 它的每个变量不仅传递信息，而且还完成一定的网络管理任务。这样可减少管理者的负担并减少网络负载。
2. 完全安全性。它拥有验证、访问控制和安全日志等一整套安全管理方法。

## CMIP的缺点:

1. 它是一个大而全的协议，所以使用时，其资源占用量是SNMP的数十倍。它对硬件设备的要求比人们所能提供的要高得多。
2. 由于它在网络代理上要运行相当数量的进程，所以大大增加了网络代理的负担。
3. 它的MIB库过分复杂，难于实现。

SNMP的优点: 结构简单，容易实现

SNMP的缺点: 安全性较差，不能实现复杂的管理功能。



**管理信息库MIB:** MIB是被管对象结构化组织的一种抽象。它是一个概念上的数据库,由管理对象及其属性组成.各个代理管理MIB中属于本地的管理对象,各管理代理控制的管理对象共同构成全网的管理信息库。

作用: 管理站通过读取和修改MIB的对象的值来进行网络监控和管理

**MIB-II** 是使用最广泛、最通用的MIB

**MIB的数据分类:**

- 感测数据: 表示测量到的网络的状态,如接口上接收的总字节数
- 结构数据: 描述网络的物理和逻辑构成,如网络的拓扑结构
- 控制数据: 存储网络的操作设置,如配置接口的状态,如路由表的配置等.



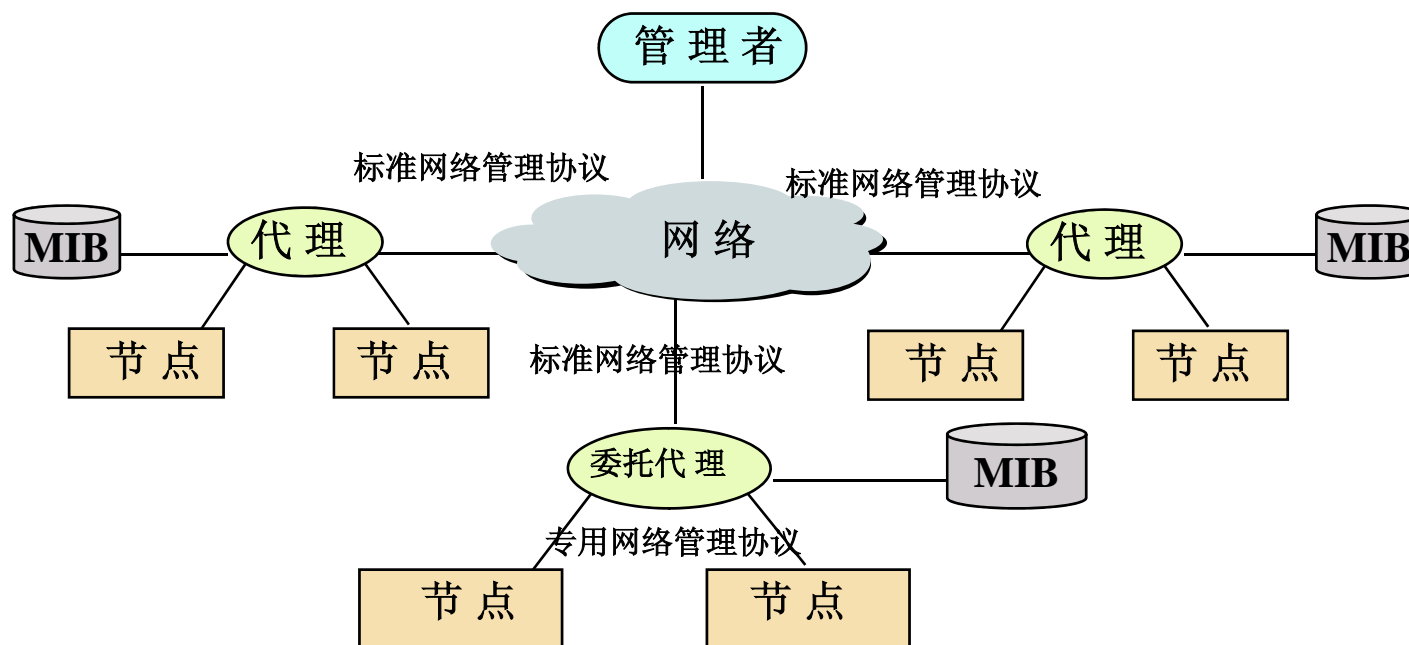
# 网络管理系统的模式

- 集中式网络管理模式
- 分布式网络管理模式



# 集中式网络管理模式

- 集中式网络管理模式是所有的网管代理在管理站的监视和控制下，协同工作实现集成的网络管理。





## 集中式网络管理模式

- 优点：管理集中，有利于从全局对网络实施管理
- 缺点：网络管理信息拥挤，管理不够灵活，管理节点的故障可能影响到全网的正常工作。



## 集中式网络管理模式

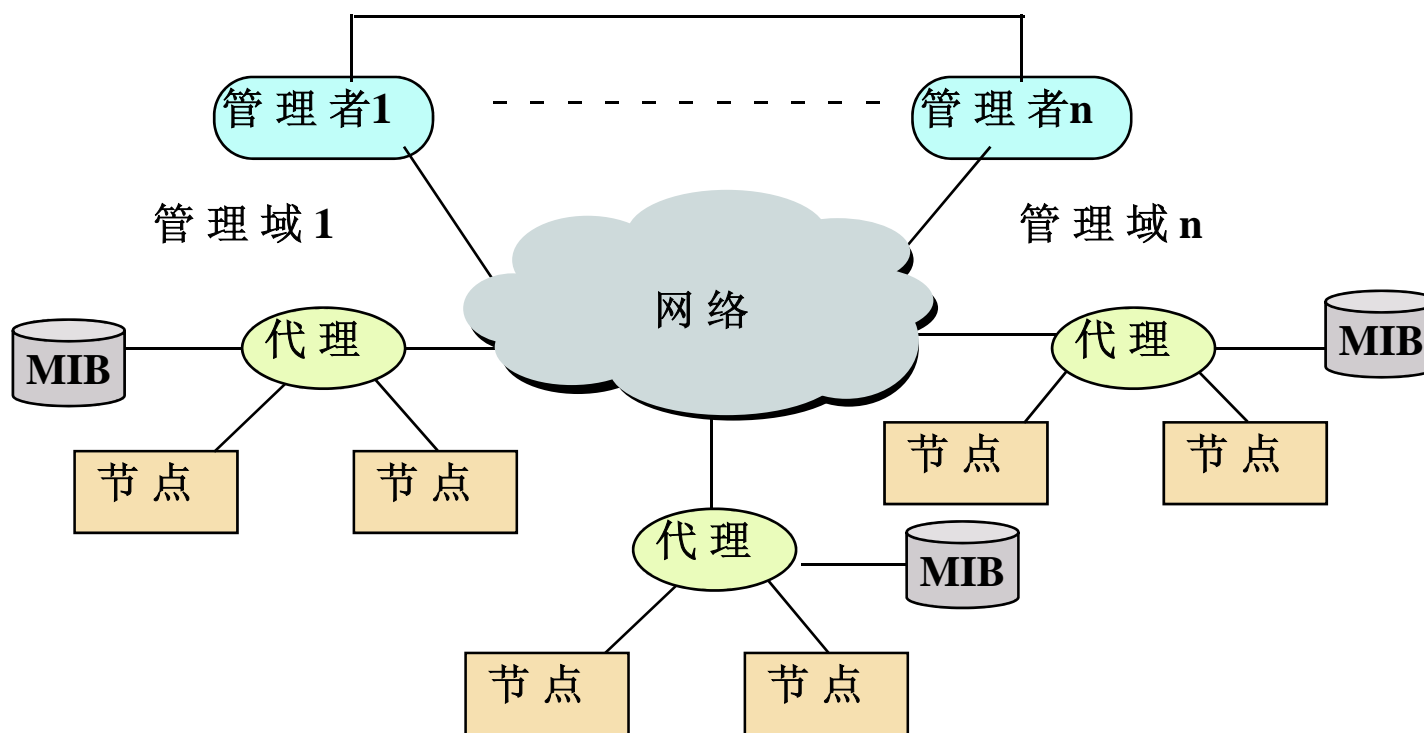
- 适合的网络环境：
  - (1) 小型局域网
  - (2) 部门专用网
  - (3) 统一经营的公共服务网
  - (4) 专用C/S结构网
  - (5) 企业互联网





# 分布式网络管理模式

- 分布式管理将信息管理和智能判断分布到网络各处。





# 分布式网络管理模式

- 优点:

- (1) 提供了可扩展性
- (2) 降低了网络管理的复杂性
- (3) 网络管理的响应时间更快，性能更好
- (4) 提供网络管理信息共享能力



# 分布式网络管理模式

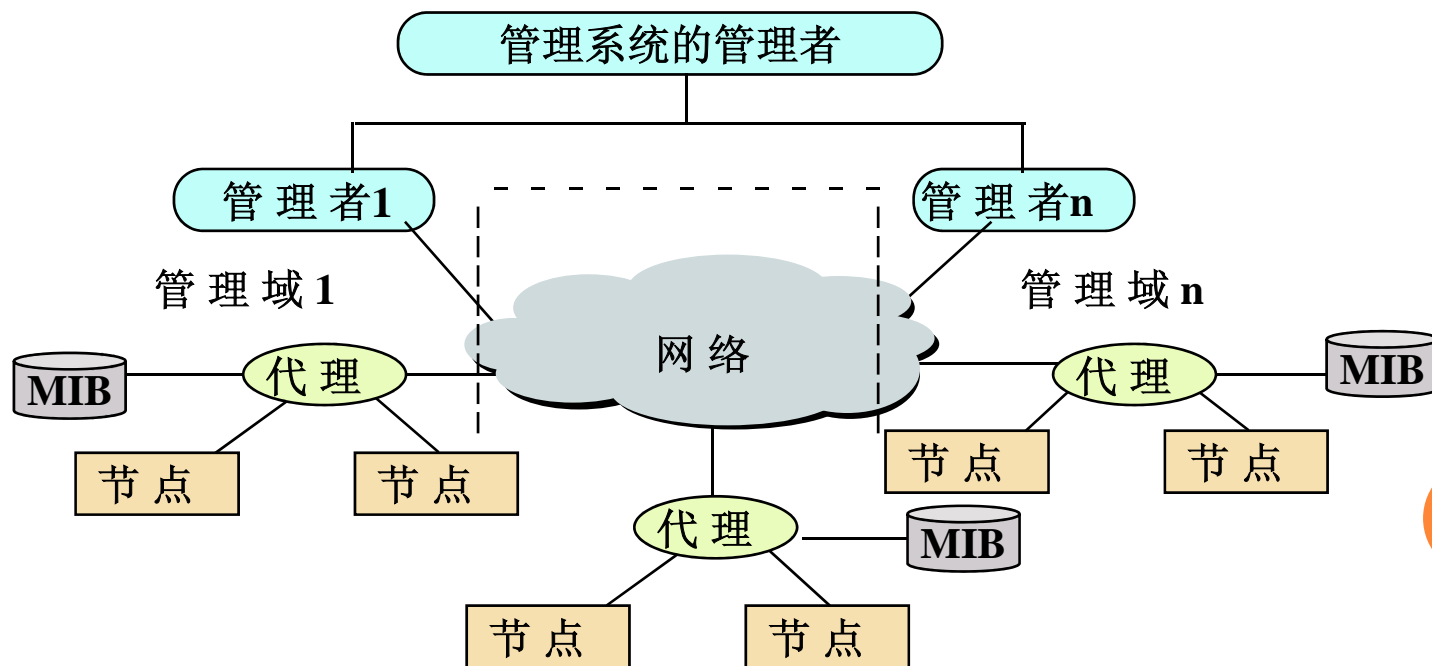
- 适用的网络环境：
  - (1) 通用商用网
  - (2) 对等C/S结构网
  - (3) 跨地区、跨部门互联网



# 混合式网络管理模式

## 原因

计算机网络正向局域网与广域网结合、专用网与公用网结合、专用C/S与互动B/S结构结合的综合互联网方向发展





## 小结

- 本章介绍了网络管理的概念、网络管理的功能、网络管理的标准、网络管理的体系结构、网络管理的基本模型、网络管理系统的模式。
- 网络管理是对网络运行状态进行监测和控制，使网络能够有效、可靠、安全、经济地提供服务，最大限度满足网络管理者和用户对网络的有效性、可靠性、开放性、综合性、安全性和经济性的要求。
- 网络管理包括5大功能：配置管理、性能管理、故障管理、安全管理和计费管理，
- 网络管理标准有公共管理信息服务协议CMIS和公共管理信息协议CMIP、简单网络管理协议及电信管理网
- 网络管理体系结构是用于定义网络管理系统的结构及系统成员间相互关系的一套规则。
- 网络管理的基本模型是管理者-管理代理的管理模型，由网络管理者、管理代理、网络管理协议和管理信息库四个要素组成。
- 网络管理系统的模式有集中式网络管理模式、分布式网络管理模式和混合管理模式三种。。



## 作业

1. 什么是网络管理？
2. 网络管理的标准有哪些？
3. 网络管理系统的五大功能是什么？分别对每个功能进行简单的描述。