



# T rain Control Management System

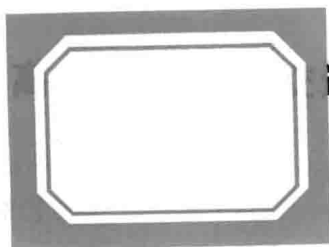
高等教育轨道交通“十二五”规划教材 • 机车车辆类

# 动车组网络控制

主 编 史红梅  
副主编 苏树强 温伟刚



北京交通大学出版社  
<http://press.bjtu.edu.cn>



通“十二五”规划教材·机车车辆类

# 动车组网络控制

主 编 史红梅

副主编 苏树强 温伟刚

北京交通大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书在介绍计算机网络基础知识、数据通信基础知识的基础上,详细介绍了列车通信网络使用的通信标准及各种协议,包括国际列车通信标准 TCN、美国国家工业标准 ARCNET、CAN 总线通信标准、电流环、HDLC 协议等。同时以我国目前运营的 CRH<sub>1</sub>、CRH<sub>2</sub>、CRH<sub>3</sub>、CRH<sub>5</sub> 四种车型为例,详细介绍了各种车型的网络拓扑结构、列车级网络、车辆级网络组成及结构特点、网络组成设备及网络控制对象等。本书系统性强,注重基础知识与应用相结合,同时对四种车型的列车网路控制系统进行了系统的归纳总结,便于学生掌握。

本书可作为高等院校车辆工程专业的本科生教材,也可供铁路高职师生及从事机车车辆专业的工程技术人员学习参考。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

动车组网络控制/史红梅主编. —北京:北京交通大学出版社,2013.1

(高等教育轨道交通“十二五”规划教材·机车车辆类)

ISBN 978-7-5121-1325-1

I. ①动… II. ①史… III. ①高速列车-动车-网络系统-控制系统-高等教育-教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 313374 号

责任编辑:陈跃琴

特邀编辑:宋英杰

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编:100044

印刷者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:12 字数:300 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1325-1/U·266

印 数:1~3 000 册 定价:29.00 元

---

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

# 高等教育轨道交通“十二五”规划教材·机车车辆类

## 编委会

顾问：施仲衡

主任：司银涛

副主任：张顶立 陈庚

委员：（按姓氏笔画排序）

王连俊 毛军 白雁

李清立 杨维国 张鸿儒

陈岚 朋改非 赵国平

贾影 夏禾 黄海明

## 编委会办公室

主任：赵晓波

副主任：贾慧娟

成员：（按姓氏笔画排序）

吴嫦娥 郝建英 徐琤

# 总 序

我国是一个内陆深广、人口众多的国家。随着改革开放的进一步深化和经济产业结构的调整，大规模的人口流动和货物流通使交通行业承载着越来越大的压力，同时也给交通运输带来了巨大的发展机遇。作为运输行业历史最悠久、规模最大的龙头企业，铁路已成为国民经济的大动脉。铁路运输有成本低、运能高、节省能源、安全性好等优势，是最快捷、最可靠的运输方式，是发展国民经济不可或缺的运输工具。改革开放以来，中国铁路积极适应社会的改革和发展，狠抓制度改革，着力技术创新，抓住了历史发展机遇，铁路改革和发展取得了跨越式的发展。

国家对铁路的发展始终予以高度重视，根据国家《中长期铁路网规划》（2005—2020年）：到2020年，中国铁路网规模达到12万千米以上。其中，时速200千米及以上的客运专线将达到1.8万千米。加上既有线提速，中国铁路快速客运网将达到5万千米以上，运输能力满足国民经济和社会发展需要，主要技术装备达到或接近国际先进水平。铁路是个远程重轨运输工具，但随着城市建设和经济的繁荣，城市人口大幅增加，近年来城市轨道交通也正处于高速发展时期。

城市的繁荣相应带来了交通拥挤、事故频发、大气污染等一系列问题。在一些大城市和一些经济发达的中等城市，仅仅靠路面车辆运输远远不能满足客运交通的需要。城市轨道交通节约空间、耗能低、污染小、便捷可靠，是解决城市交通的最好方式。未来我国城市将形成地铁、轻轨、市域铁路构成的城市轨道交通网络，轨道交通将在我国城市建设中起着举足轻重的作用。

但是，在我国轨道交通进入快速发展的同时，解决各种管理和技术人才匮乏的问题已迫在眉睫。随着高速铁路和城市轨道新线路的不断增加以及新技术的开发与引进，管理和技术人员队伍需要不断壮大。企业不仅要对新员工进行培训，对原有的职工也要进行知识更新。企业急需培养出一支能符合企业要求、业务精通、综合素质高的队伍。

北京交通大学是一所以运输管理为特色的学校，拥有该学科一流的师资和科研队伍，为我国的铁路运输和高速铁路的建设作出了重大贡献。近年来，学校非常重视轨道交通的研究和发展，建有“轨道交通控制与安全”国家级重点实验室、“城市交通复杂系统理论与技术”教育部重点实验室，“基于通信的列车运行控制系统（CBTC）”取得了关键技术研究的突破，并用于亦庄城轨线。为解决轨道交通发展中人才需求问题，北京交通大学组织了学校有关院系的专家和教授编写了这套“高等教育轨道交通‘十二五’规划教材”，以供高等学校学生教学和企业技术与管理人员培训使用。

本套教材分为交通运输、机车车辆、电气牵引和土木工程四个系列，涵盖了交通规划、

运营管理、信号与控制、机车与车辆制造、土木工程等领域，每本教材都是由该领域的专家执笔，教材覆盖面广，内容丰富实用。在教材的组织过程中，我们进行了充分调研，精心策划和大量论证，并听取了教学一线的教师和学科专家们的意见，经过作者们的辛勤耕耘以及编辑人员的辛勤努力，这套丛书得以成功出版。在此，我们向他们表示衷心的感谢。

希望这套系列教材的出版能为我国轨道交通人才的培养贡献绵薄之力。由于轨道交通是一个快速发展的领域，知识和技术更新很快，教材中难免会有诸多的不足和欠缺，在此诚请各位同仁、专家予以不吝批评指正，同时也方便以后教材的修订工作。

**编委会**

2012年12月

# 出版说明

为促进高等轨道交通专业机车车辆类教材体系的建设,满足目前轨道交通类专业人才培养的需要,北京交通大学机械与电子控制工程学院、远程与继续教育学院和北京交通大学出版社组织以北京交通大学从事轨道交通研究教学的一线教师为主体、联合其他交通院校教师,并在有关单位领导和专家的大力支持下,编写了本套“高等教育轨道交通‘十二五’规划教材·机车车辆类”。

本套教材的编写突出实用性。本着“理论部分通俗易懂,实操部分图文并茂”的原则,侧重实际工作岗位操作技能的培养。为方便读者,本系列教材采用“立体化”教学资源建设方式,配套有教学课件、习题库、自学指导书,并将陆续配备教学光盘。本系列教材可供相关专业的全日制或在职学习的本专科学生使用,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本系列教材得到从事轨道交通研究的众多专家、学者的帮助和具体指导,在此表示深深的敬意和感谢。本系列教材从2012年1月起陆续推出,首批包括:《互换性与测量技术》、《可靠性工程基础》、《液压与气动技术》、《测试技术》、《单片机原理与接口技术》、《计算机辅助机械设计》、《控制理论基础》、《机械振动基础》、《动车组网络控制》、《动车组运行控制》、《机车车辆设计与装备》、《列车传动与控制》、《机车车辆运用与维修》。

希望本套教材的出版对轨道交通的发展、轨道交通专业人才的培养,特别是轨道交通机车车辆专业课程的课堂教学有所贡献。

编委会

2012年12月

# 前 言

中国幅员广阔，东西南北纵横 5 000 km，铁路运输作为我国中长距离、大运量、快捷、安全、低耗、环保的运输形式，在国民经济中占有非常重要的地位。京沪高铁、武广高铁的开通运营，正式标志着中国铁路已进入高铁时代。高速动车组作为高速铁路的移动设备，可以满足长距离、大运量、高密度、短旅行时间等运输需求。目前我国有 CRH<sub>1</sub>、CRH<sub>2</sub>、CRH<sub>3</sub>、CRH<sub>5</sub> 四种车型的高速动车组。高速动车组的九大核心关键技术包括：动车组系统集成，铝合金、不锈钢车体，列车网络控制系统，牵引控制系统，制动系统，牵引变流器，牵引变压器，牵引电机，高速转向架。其中列车网络控制系统是高速动车组的神经系统，承担着高速动车组的控制、监测、诊断等功能。

本书在介绍计算机网络基础知识、数据通信基础知识的基础上，主要介绍动车组网络控制系统的结构、组成和功能。全书分为 6 章。第 1 章介绍了计算机网络的基本组成与功能、计算机网络的产生与发展、计算机网络拓扑结构、网络传输介质及其访问控制方式、网络互连参考模型、网络互连设备；第 2 章介绍了数据通信系统的组成、通信系统的性能指标、数据编码与数据传输方式、差错校验等内容；第 3 章介绍了目前列车常用的通信协议如 TCN、ARCNET、CAN、HDLC 等协议；第 4 章介绍了 CRH<sub>1</sub>、CRH<sub>2</sub>、CRH<sub>3</sub>、CRH<sub>5</sub> 四种车型的网络控制系统结构，包括列车级网络、车辆级网络的结构；第 5 章介绍了 CRH<sub>1</sub>、CRH<sub>2</sub>、CRH<sub>3</sub>、CRH<sub>5</sub> 四种车型的网络设备，包括网关、中央控制单元、中继器、人机接口等设备；第 6 章介绍了动车组网络控制系统的控制对象，包括牵引控制单元、制动控制单元、辅助控制单元、空调单元、显示单元、门控单元等。

本书由史红梅主编。参加编写的有史红梅、苏树强、温伟刚。本书第 1 章、第 2 章由苏树强编写，第 3 章~第 6 章由史红梅编写，温伟刚参与了本书的资料整理和部分章节的编写工作。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中错误和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2012 年 12 月



# 目 录

第 1 章 计算机网络基础	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算网络的基本组成	2
1.1.2 计算机网络功能	3
1.2 计算机网络的产生与发展	5
1.2.1 第一阶段——面向终端的计算机网络	5
1.2.2 第二阶段——计算机多机互连网络	5
1.2.3 第三阶段——标准化互连网络	6
1.2.4 第四阶段——高速互连网络	6
1.3 网络拓扑结构	7
1.3.1 环型拓扑	7
1.3.2 星型拓扑	7
1.3.3 总线型拓扑	8
1.3.4 树型拓扑	8
1.4 网络传输介质	8
1.4.1 双绞线	8
1.4.2 同轴电缆	9
1.4.3 光纤	10
1.4.4 无线传输	11
1.4.5 几种传输介质的比较	12
1.5 网络传输介质的访问控制方式	12
1.5.1 载波监听多路访问/冲突检测	12
1.5.2 令牌	13
1.5.3 时分复用	13
1.6 网络互连参考模型	15
1.6.1 网络互连的基本概念	15
1.6.2 开放系统互连参考模型	15
1.6.3 OSI 参考模型的功能划分	16
1.7 网络互连设备	18
1.7.1 中继器	18

1.7.2	网桥 .....	19
1.7.3	路由器 .....	19
1.7.4	网关 .....	20
	复习参考题 .....	21
<b>第2章</b>	<b>数据通信基础</b> .....	<b>22</b>
2.1	基本术语 .....	22
2.1.1	总线 .....	22
2.1.2	数据通信系统 .....	25
2.1.3	数据通信的发送与接收设备 .....	26
2.1.4	通信软件 .....	26
2.2	通信系统的性能指标 .....	27
2.2.1	有效性指标 .....	27
2.2.2	可靠性指标 .....	28
2.2.3	通信信道的频率特性 .....	29
2.2.4	信号带宽与介质带宽 .....	29
2.2.5	信噪比对信道容量的影响 .....	30
2.3	数据编码 .....	31
2.3.1	数据编码波形 .....	31
2.3.2	模拟数据编码 .....	34
2.4	数据传输方式 .....	35
2.4.1	串行传输和并行传输 .....	35
2.4.2	同步传输与异步传输 .....	36
2.4.3	位同步、字符同步与帧同步 .....	36
2.5	通信线路的工作方式 .....	37
2.5.1	单工通信 .....	37
2.5.2	半双工通信 .....	38
2.5.3	全双工通信 .....	38
2.6	信号的传输模式 .....	38
2.6.1	基带传输 .....	38
2.6.2	载波传输 .....	39
2.7	传输差错检测 .....	39
2.7.1	传输差错的类型 .....	39
2.7.2	传输差错的检测 .....	40
2.7.3	循环冗余校验的工作原理 .....	41
2.7.4	自动重传 .....	43
	复习参考题 .....	43

<b>第 3 章 列车信息传输协议</b> .....	44
3.1 TCN 列车通信网络 .....	44
3.1.1 列车通信网的体系结构 .....	45
3.1.2 多功能车辆总线 MVB .....	46
3.1.3 绞线式列车总线 WTB .....	49
3.1.4 WTB 容错 .....	54
3.2 ARCNET 通信标准 .....	55
3.2.1 ARCNET 帧结构 .....	55
3.2.2 ARCNET 工作机制 .....	57
3.2.3 帧的发送与接收 .....	58
3.2.4 故障维护 .....	58
3.3 CAN 总线通信标准 .....	59
3.3.1 CAN 总线的技术特点 .....	59
3.3.2 CAN 总线技术规范 .....	59
3.4 电流环 .....	66
3.5 HDLC 协议 .....	69
3.5.1 HDLC 帧结构 .....	69
3.5.2 HDLC 帧类型 .....	70
3.5.3 数据链路层工作过程 .....	71
复习参考题 .....	72
<b>第 4 章 动车组网络控制系统网络结构</b> .....	73
4.1 CRH <sub>1</sub> 动车组网络结构 .....	73
4.1.1 CRH <sub>1</sub> 动车组网络控制系统网络拓扑结构 .....	73
4.1.2 TCMS 的主-从结构及配置 .....	76
4.1.3 TCMS 的冗余 .....	81
4.2 CRH <sub>2</sub> 动车组网络结构 .....	88
4.2.1 列车通信网络 .....	88
4.2.2 车厢通信网络 .....	89
4.2.3 设备通信网络 .....	90
4.3 CRH <sub>3</sub> 动车组网络结构 .....	94
4.3.1 列车通信网络 .....	97
4.3.2 车厢通信网络 .....	97
4.3.3 设备通信网络 .....	98
4.4 CRH <sub>5</sub> 动车组网络结构 .....	99
4.4.1 网络拓扑结构 .....	99
4.4.2 列车级网络 .....	102
4.4.3 车厢通信网络 .....	102

4.4.4 设备通信网络·····	103
复习参考题·····	105
<b>第5章 动车组网络控制系统设备</b> ·····	<b>106</b>
5.1 CRH <sub>1</sub> 动车组网络设备·····	106
5.1.1 中央控制单元·····	106
5.1.2 网关·····	113
5.1.3 智能显示单元·····	114
5.1.4 其他网络接口设备·····	119
5.2 CRH <sub>2</sub> 动车组网络设备·····	121
5.2.1 中央装置·····	121
5.2.2 终端装置·····	123
5.2.3 显示控制装置·····	124
5.2.4 显示器·····	126
5.2.5 IC卡读写装置·····	127
5.3 CRH <sub>3</sub> 动车组网络设备·····	127
5.3.1 中央控制单元·····	127
5.3.2 分布式输入输出站·····	129
5.3.3 多功能车辆总线中继器·····	132
5.3.4 人机接口设备·····	133
5.4 CRH <sub>5</sub> 动车组网络设备·····	137
5.4.1 主处理单元构成·····	137
5.4.2 司机显示单元·····	143
5.4.3 本地显示单元·····	144
复习参考题·····	144
<b>第6章 动车组网络控制系统主要控制对象</b> ·····	<b>146</b>
6.1 CRH <sub>1</sub> 动车组网络控制系统控制对象·····	146
6.1.1 牵引控制单元·····	146
6.1.2 制动控制单元·····	148
6.1.3 空调控制单元·····	154
6.1.4 门控单元·····	154
6.2 CRH <sub>2</sub> 动车组网络控制系统主要控制对象·····	156
6.2.1 司机室显示单元·····	156
6.2.2 牵引控制单元·····	157
6.2.3 制动控制单元·····	157
6.2.4 辅助制动控制单元·····	160
6.2.5 空调控制单元·····	161
6.3 CRH <sub>3</sub> 动车组网络控制系统主要控制对象·····	162

6.3.1	牵引控制单元	162
6.3.2	制动控制单元	164
6.3.3	充电机控制单元	164
6.3.4	辅助变流器控制单元	166
6.3.5	车门控制单元	167
6.3.6	火灾检测和烟雾报警系统	167
6.4	CRH <sub>5</sub> 动车组网络控制系统控制对象	168
6.4.1	牵引控制单元	168
6.4.2	制动控制单元	168
6.4.3	辅助控制单元	169
6.4.4	充电机	170
6.4.5	门控单元	170
6.4.6	空调控制单元	170
6.4.7	卫生间	171
6.4.8	自动车钩单元	171
	复习参考题	171
附录 A	动车组网络控制系统模拟测试题	172
A1	模拟试题一	172
A2	模拟试题二	174
	参考文献	176

# 第 1 章

## 计算机网络基础

### 【本章概述】

本章是全书的基础，首先介绍了计算机网络基础知识，包括计算机网络的基本概念、基本组成、计算机网络的发展、网络拓扑结构、网络传输介质、网络传输介质的访问控制方式，最后对网络互连参考模型、网络互连设备进行了介绍。

### 【学习重点】

- 网络拓扑结构
- 网络传输介质的特性
- 网络互连参考模型的结构
- 网络互连设备

### 【学习难点】

- 网络传输介质的访问控制方式
- 网络互连参考模型各层协议

计算机网络是利用通信线路和通信设备，把分布在不同地理位置的具有独立功能的多台计算机、终端及其附属设备互相连接，按照网络协议进行数据通信，由功能完善的网络软件，实现资源共享的计算机系统的集合。它是计算机技术与通信技术相结合的产物。

本章主要介绍计算机网络的基础知识和网络互连模型，介绍计算机网络定义、组成、网络拓扑结构、网络传输介质及其访问控制方式、网络互连参考模型，为读者学习后续章节打下基础。

### 1.1 计算机网络概述

随着现代信息社会进程的推进，通信和计算机技术的迅猛发展，计算机网络的应用也越来越普及。Internet 已成为家喻户晓的计算机网络，它也是世界上最大的计算机网络，是一条贯穿全球的“信息高速公路主干道”。现在计算机网络技术已广泛应用于办公自动化、企业管理与生产过程控制、金融与商业电子化、军事、科研、教育信息服务、医疗卫生等社会的各个领域。

### 1.1.1 计算网络的基本组成

计算机网络连接的对象是各种类型的计算机（如：大型计算机、工作站、微型计算机等）或其他数据终端设备（如：各种计算机外部设备、终端服务器等）。计算机网络的连接介质是通信线路（如：光缆、同轴电缆、双绞线、微波、卫星线路等）和通信设备（网关、网桥、路由器、Modem等）。它的控制机制是各层的网络协议和各类网络软件。计算机网络是以实现远程通信和资源共享为目的，大量分散但又互联的计算机的集合。

计算机网络系统由网络硬件和网络软件两大部分组成。在计算机网络系统中，硬件是网络的基础和运行的实体，它提供的是数据处理、数据传输和建立通信通道的物质基础，其性能的好坏对网络的性能具有决定性的作用。而网络软件则是支持网络运行，开发网络资源的使用效率，挖掘网络潜力的工具，失去了软件的网络什么也不会做。

计算机网络主要包括如下四部分：计算机系统，通信线路和通信设备，网络协议，网络软件。

#### 1. 计算机系统

具有两台以上独立功能的计算机是组成计算机网络的第一个要素，计算机系统是计算机网络的重要组成部分，是计算机网络不可缺少的硬件元素。计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机、工作站或微机，以及笔记本电脑或其他数据终端设备（如：终端服务器）。

计算机系统是网络的基本模块，是被连接的对象。它的主要作用是负责数据信息的收集、处理、存储、传播和提供共享资源。在网络上可共享的资源又包括硬件资源（如：巨型计算机、高性能外围设备、大容量磁盘等）、软件资源（如：各种软件系统、应用程序、数据库系统等）和信息资源。

#### 2. 通信线路和通信设备

计算机网络的硬件部分除了计算机本身以外，还要有用于连接这些计算机的通信线路和通信设备，即数据通信系统。其中，通信线路指的是传输介质及其介质连接部件，包括光缆、同轴电缆、双绞线、无线电波等；通信设备指网络连接设备、网络互联设备，包括网卡、集线器（Hub）、中继器（Repeater）、交换机（Switch）、网桥（Bridge）和路由器（Router）以及调制解调器（Modem）等。使用通信线路和通信设备将计算机互联起来，在计算机之间建立一条物理通道，以便数据传输。通信线路和通信设备负责控制数据的发出、传送、接收或转发，包括信号转换、路径选择、编码与解码、差错校验、通信控制管理等，以便完成信息交换。通信线路和通信设备是连接计算机系统的桥梁，是数据传输的通道。

#### 3. 网络协议

协议是指通信双方必须共同遵守的约定和通信规则，它是通信双方关于通信如何进行所达成的共识。如 TCP/IP 协议、NetBEUI 协议、IPX/SPX 协议等。协议规定了用什么样的格式表达、组织和传输数据，如何校验和纠正信息传输中的错误，以及传输信息的时序组织与控制机制等。现代网络都是层次结构，协议还规定了分层原则、层次间的关系、执行信息

传递过程的方向、分解与重组等约定。在网络上通信的双方必须遵守相同的协议，才能正确地交流信息，就像人们谈话要说同一种语言一样，如果谈话时使用不同的语言，就会造成相互间谁都听不懂谁在说什么的问题，将无法进行交流。因此，协议在计算机网络中是至关重要的。一般说来，协议的实现是由软件和硬件配合完成的，有的部分由联网设备来承担。

#### 4. 网络软件

网络软件是一种在网络环境下使用和运行以及控制和管理网络工作的计算机软件。根据软件的功能，计算机网络软件可分为网络系统软件和网络应用软件两大类型。

##### 1) 网络系统软件

网络系统软件是控制和管理网络运行、提供网络通信、分配和管理共享资源的软件，它包括网络操作系统、网络协议软件、通信控制软件和管理软件等。网络操作系统（Network Operating System, NOS）是指能够对局域网范围内的资源进行统一调度和管理的程序。它是计算机网络软件的核心程序，是网络软件系统的基础。网络协议软件（如：TCP/IP 协议软件）是实现各种网络协议的软件。它是网络软件中最重要、最核心的部分，任何网络软件都要通过协议软件才能发生作用。

##### 2) 网络应用软件

网络应用软件是指为某一个应用目的而开发的网络软件（如：远程教学软件、电子图书馆软件、Internet 信息服务软件等）。网络应用软件为用户提供访问网络的手段以及网络服务，资源共享和信息传输的方法。

### 1.1.2 计算机网络功能

计算机网络的产生极大地扩大了计算机的应用范围，打破了空间和时间的限制，解决了大量信息的传输、转接存储和高速处理等问题，大大增强了单一计算机的能力，提高了可靠性和可用性，使软、硬件资源由于可以进行共享而能够充分发挥其作用。

计算机网络广泛应用于政治、经济、军事、教育、生产、生活及科学技术等各个领域。通过计算机网络，人们可以坐在家预定去世界各地的飞机票、火车票；可以了解全世界各地证券、股市行情；可以对企业生产、存储、运输、销售、财务等方面进行管理；还可以对企业进行辅助决策、辅助计划等。归纳起来，计算机网络的主要功能包括如下几个方面。

#### 1. 数据通信

现代社会信息量激增，信息交换也日益频繁，利用计算机网络传递信件是一种全新的方式。电子邮件比传统的通信工具有更多的优点，在速度上要比传统邮件快得多。另外，电子邮件还可以携带声音、图像和视频，实现多媒体通信。如果计算机网络覆盖的地域足够大，则可使各种信息通过电子邮件在全国乃至全球范围内快速传递和处理。除电子邮件以外，远程文件传输、网上综合信息服务及电子商务等都是利用计算机网络进行数据通信的例子。利用计算机网络的数据通信功能，还可以对分散的对象进行实时的、集中的跟踪管理与监控，如企业办公自动化中的管理信息系统（Management Information System, MIS）、工厂自动



化中的计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS) 等。此外, 计算机网络还给科学家和工程师们提供一个网络环境, 在此基础上可以建立一种新型的合作方式——计算机支持协同工作 (Computer Supported Co-operative Work, CSCW)。

## 2. 资源共享

资源共享是计算机网络最基本的功能之一, 也是早期建网的初衷。在计算机网络中, 资源包括软硬件资源及要传输和处理的数据信息资源。由于网络中某些计算机及其外围设备价格昂贵, 如巨型计算机、超级服务器、超大容量数据库等, 采用计算机网络进行资源共享可以减少硬件设备的重复购置, 从而提高设备的利用率; 软件共享避免了软件的重复购置或重复开发, 通过实现分布式的计算和存储方法, 使某一软件可供全网共享, 从而达到降低成本, 提高效率的目的; 用户数据也是一种非常有价值的资源, 由于信息本身具有共享性, 所以, 通过网络可以达到全网用户的共享, 以提高信息的利用率。

## 3. 提高可靠性

在一个单机系统中, 若某个部件或计算机发生故障时, 必须通过替换资源的办法来维持系统的继续运行, 否则系统便无法开展正常的工作。而在计算机网络中, 由于设备彼此相连, 当一台机器出现故障时, 可以通过网络寻找其他机器来代替本机工作; 而且每种资源 (尤其是程序和数据) 可以存放在多个地点, 用户可以通过多种途径来访问网内的某个资源, 从而避免了单点失效对用户产生的影响。因此, 系统的可靠性可以大大地提高。

## 4. 提高系统处理能力

单机的处理能力是有限的, 并且由于种种原因, 计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲, 在同一网内的多台计算机可通过协同操作和并行处理来提高整个系统的处理能力, 并使网内各计算机负载均衡。即当网络中某一台机器的处理负担过重时, 可以将其作业转移到其他空闲的机器上去执行, 从而提高系统的利用率, 可大大增加整个系统的处理能力和可用性。

## 5. 分布式处理

在计算机网络中, 可以将某些大型处理任务分解为多个小型任务, 从而分配给网络中的多台计算机分别处理, 如分布式数据库系统。此外, 利用计算机网络技术还可以把许多小型机或微机连接成具有大型机处理能力的高性能计算机系统, 使其具有解决复杂问题的能力, 如网格计算 (Grid Computing) 技术。事实上, 从应用角度讲, 计算机网络还有许多其他功能。随着网络技术的不断发展, 各种网络应用将层出不穷, 并将逐渐深入到社会的各个领域及人们的日常生活中, 推动着社会的进步, 并极大地改变着人们的工作、学习、生活乃至思维方式。