



从校园到职场

CONG XIAOYUAN DAO ZHICHANG

智能化变电所

——专业技能入门与精通

周裕厚 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

从校园到职场

智能化变电所——专业 技能入门与精通

周裕厚 编著



机械工业出版社

本书内容包括微机、微机保护与微机远动装置,智能化变电所的设备、直流电源装置,变电所的综合自动化,柔性控制的供配电系统。本书内容新颖,用通俗易懂的语言对智能化变配电所的实用技术作了系统的叙述。

本书可作为刚刚从事供配电系统设计、运行、维护的大学毕业生实现“从校园到职场”的转变,顺利适应工作岗位要求的自学教程;也可供从事供配电系统相关工作的技术工人和技术人员阅读;还可供有关院校的师生教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能化变电所:专业技能入门与精通/周裕厚编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 5

(从校园到职场)

ISBN 978 - 7 - 111 - 30181 - 3

I. ①智… II. ①周… III. ①变电所 - 自动化技术 IV. ① TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 050481 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号, 邮政编码 100037)

策划编辑: 牛新国 责任编辑: 牛新国

版式设计: 霍永明 责任校对: 吴美英

封面设计: 路恩中 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 5 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11.75 印张 · 290 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 30181 - 3

定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

封面防伪标均为盗版

前 言

我国供电系统的自动化、远动化、智能化（三化）的研究、开发和应用始于 20 世纪末期，进入 21 世纪以来，高等院校、科研单位和电力行业的技术人员一直在不断努力，随着计算机技术、数字信息处理技术、通信网络技术的发展，供电系统的自动化、远动化、智能化的成果不断涌现，朝着更高阶段发展。

为了满足广大读者渴望了解智能化变电所的实用技术编写了本书。本书内容新颖实用，通俗易懂，可以满足许多读者，特别是年轻读者的要求。

本书共分五章，第一章介绍了微机、微机保护与微机远动装置，第二章介绍了智能化变电所的设备，第三章介绍了直流电源装置，第四章介绍了变电所的综合自动化，第五章介绍了柔性控制的供电系统。以简单的文字，精短的篇幅详细地介绍了供电系统的自动化、远动化和智能化。

本书由周裕厚编著，在编写过程中得到出版社各级领导和许多专家、教授的支持，在此一并表示深深的谢意。

由于编者水平有限，书中错漏在所难免，希望广大读者和专业同仁批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 微机、微机保护与微机

远动装置 1

第一节 电子计算机的基本知识..... 1	
一、计算机技术综述..... 1	
二、计算机的组成和基本概念..... 2	
（一）计算机的系统组成 2	
（二）计算机的基本概念 4	
三、计算机的关键技术 9	
（一）数制和数字编码 9	
（二）逻辑电路 9	
（三）数据压缩技术 13	
（四）计算机图像处理技术 14	
第二节 微机保护 18	
一、微机保护相关电路 18	
（一）保护 CPU 模块的定值固化电 路及开关量输入/输出电路 18	
（二）人机接口电路 19	
（三）打印、显示、信号与计数器 电路 20	
（四）键盘输入、闭锁、驱动和自 检电路 21	
二、微机保护逻辑电路框图 23	
（一）微机保护装置的硬件结构 框图 23	
（二）高压线路微机保护典型逻辑 框图 25	
（三）微机型自动装置框图 26	
（四）变压器与母线微机保护硬件 框图 27	
第三节 微机远动装置 30	
一、微机远动装置的分类 30	
二、通常采用的微机远动装置 30	
（一）WNT-8000 综合调度自动化 系统 30	
（二）DF-2000 开放式电力调度自 动化系统 30	

（三）其他微机远动装置 30	
----------------------	--

第二章 智能化变电所的设备 32

第一节 综合数字继电器 32	
一、概述 32	
二、PA-100 系列综合数字式继电器的 主要特点与功能 32	
（一）主要特点 32	
（二）功能 32	
三、PA-100 系列综合数字式继电器的 技术数据 36	
第二节 开关柜设备 46	
一、HXGN-12 型金属封闭箱式环网高 压开关柜 46	
（一）概述 46	
（二）一次线路方案 47	
（三）HXGN-12 型金属封闭箱式环网 高压开关柜的结构功能特征 53	
（四）远程控制 58	
（五）环网柜工程应用举例 61	
（六）环网柜外形尺寸、安装地基及 电缆地沟结构 62	
二、KYN28A-12(Z) (GZS1) 型户内金属 铠装抽出式开关柜 64	
（一）概述 64	
（二）正常使用条件 65	
（三）外形尺寸和质量 65	
（四）开关设备的结构 66	
（五）一次线路方案 67	
（六）二次原理图 75	
（七）开关设备的应用实例 76	
第三节 其他自动化设备 78	
一、综合自动化系统设备 78	
（一）概述 78	
（二）综合自动化系统的特点 79	
二、XH-MNP-Ⅲ型动态模拟屏 84	
（一）概述 84	
（二）功能 84	

(三) 技术规格	85	(一) 概述	133
(四) 操作说明	85	(二) 集成化保护监控系统的 结构	133
三、中央信号报警屏	86	(三) 集成化保护监控系统的 功能	134
(一) 功能	86	(四) 集成化保护监控系统功能 的设定	136
(二) 特点	87	(五) 模块化设计及常用功能 模块	137
(三) 产品技术规格性能	87	(六) 功能应用图例	137
第三章 直流电源装置	89	二、微机实时监护系统	142
第一节 GZS10 系列直流电源设备	89	(一) 概述	142
一、概述	89	(二) 微机实时监护系统的功能	142
(一) 直流电源装置的组成	89	(三) 微机实时监护系统的硬件 构成	142
(二) 型号和技术参数	89	(四) 微机实时监护系统的应用 软件	143
(三) 应用	89	(五) 人-机联系应用软件	143
二、主要装置	92	三、智能化箱式变电站监控系统	143
(一) 智能式充电装置	92	(一) 概述	143
(二) 蓄电池的运行监测装置	93	(二) iXB 系列自动化监控系统的 主要特点与功能	143
(三) 母线电压自动调整器	93	(三) iXB 系列自动化监控系统的 主要自动化元件	144
(四) 信号保护回路及闪光装置	93	第二节 无人值班变电所	146
三、方案电气原理	94	一、概述	146
(一) 1021 方案	94	二、无人值班变电所应具有的条件	146
(二) 1121 方案	94	(一) 管理条件	146
(三) 2121 方案	96	(二) 技术条件	147
(四) 2022 方案	96	三、无人值班变电所的基本配置	147
(五) 2032 方案	98	(一) 常规远动系统	147
(六) 1121、2121 方案	98	(二) 综合自动化系统	148
四、设备安装运行维护	100	四、无人值班变电所的自动化设计和 微机保护	149
(一) 安装要求	100	(一) 自动化设计	149
(二) 设备的启用与操作	101	(二) 无人值班变电所中的微机 保护	150
(三) 设备的运行与维护	106	第三节 智能化箱式变电站	151
第二节 变配电所直流电源装置及 不间断电源	108	一、概述	151
一、变配电所直流电源装置	108	二、智能化箱式变电站的用途和主要 特点	152
(一) 概述	108	(一) 用途	152
(二) 直流电源设备	108	(二) 主要特点	152
二、不间断电源	109		
(一) 概述	109		
(二) 不间断电源的类型	109		
(三) 不间断电源的特点	124		
(四) “1+1” 直接并机的不间断电 源供电系统的操作和运行	125		
(五) 不间断电源的控制电路	126		
第四章 变电所的综合自动化	133		
第一节 计算机监控系统	133		
一、集成化保护监控系统	133		

三、外形尺寸、技术参数和正常使用条件	153	三、动力管理总站	168
四、SI(K)型智能化箱式变电站的结构	154	(一) 概述	169
(一) 箱体和间隔开关柜	154	(二) 联网	171
(二) 机械联锁装置	154	(三) 显示	171
(三) 母线室和维护走廊	156	第五章 柔性控制的供配电系统	172
(四) 带电显示装置和仪表室	156	第一节 概述	172
(五) 接地和吊装固定装置	156	第二节 问题的提出和研究的由来	172
五、SI(K)型智能化箱式变电站的一次系统	157	一、问题的提出	172
(一) SI(K)型主接线方案	157	二、研究的由来	173
(二) 箱式变电站与外部系统的配合	158	第三节 柔性控制系统	173
(三) 箱式变电站的主要一次设备	159	一、概述	173
六、SI(K)型智能化箱式变电站的自动化系统	162	二、柔性控制系统的结构和基本单元	173
(一) 自动化网络结构	162	(一) 柔性控制系统的结构	173
(二) 自动化元件的配置	163	(二) 柔性控制系统的基本单元	175
第四节 智能化低压配电系统	164	第四节 电子式供配电系统	177
一、概述	164	一、电子式供配电系统的由来	177
二、MODAN6000 型配电柜的优点和结构特点	166	二、电子式供配电系统的实现方法	177
(一) 优点	166	三、柔性控制器件举例	178
(二) 结构特点	166	第五节 柔性控制供配电系统	179
		一、柔性控制供配电系统的组成	179
		二、柔性控制供配电系统的关键技术	179
		(一) 柔性控制系统	179
		(二) 电子式供配电系统	180
		参考文献	181

第一章 微机、微机保护与微机远动装置

第一节 电子计算机的基本知识

世界上的第一台电子数字计算机，是在第二次世界大战后问世的，计算机作为当今社会一个强有力的工具，不仅使人们通常的思维实现了机械化，并且为工业发展带来了又一次革命，特别是 20 世纪 70 年代以来微型计算机的出现，更加加快了变革的步伐，使计算机应用进入各个领域。微机保护、微机远动装置等实现了变电站的综合自动化，计算机在供电系统的应用促使了供电系统的智能化。

计算机普遍使用集成电路，经历了小规模、中规模、大规模和超大规模几个阶段，如今规格越来越多，越来越复杂，与此相反，集成电路的尺寸越来越小，一块集成芯片上可容纳上百个、上千个、上万个甚至可容纳上亿个门电路（如与门、或门、非门、与非门、或非门、异或门等）。

一、计算机技术综述

计算机系统由硬件和软件两部分组成。所谓硬件（Hardware）是指计算机系统中由电子线路和各种机电物理装置组成的实体，如组成计算机主机的存储器、运算器和控制器，还有各种输入/输出设备等。对于这些物理实体，计算机术语称为硬件或硬设备。

硬件的功能是为存储、执行程序建立物质基础，对没有装入任何程序的机器，称为裸机，裸机是无法实现任何信息处理任务的。因此，程序是计算机工作不可缺少的组成部分。各种具有一定功能的程序以及一些说明程序的有关资料，都称为软件（Software）。这些软件除了针对计算机特定的使用对象而编制的应用程序之外，还有一部分软件是扩充机器功能，协助计算机的维护和操作，以及实现计算机自动管理的程序系统。这套程序系统已成为现代计算机系统的重要组成部分，成为机器的一种设备，因此又被称为软设备。

硬件和软件共同组成计算机统一的整体，计算机的功能设计也必须同时考虑这两个方面的因素。计算机系统的实现是建立在硬件技术和软件技术的综合基础之上的。

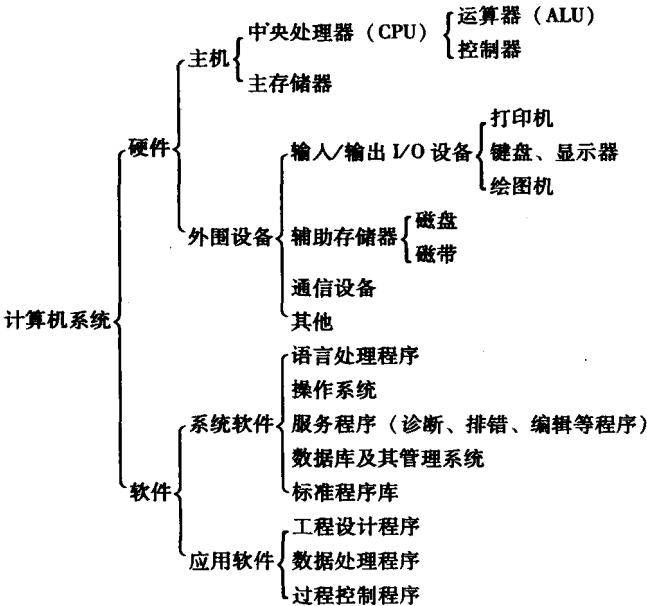
计算机硬件有三大部分，即中央处理器（CPU）、存储器，以及通过 I/O 接口连接的各种输入/输出设备。还可分为主机和外围设备两大部分。中央处理器的功能是逐条执行存放在存储器中的用机器语言描述的程序，换句话说，是实现程序存储和程序控制的。各种 I/O 设备是人与计算机交往的设备。总线（有控制总线、数据总线和地址总线）是数据信息通路，采用总线作为数据通路的计算机称为总线式计算机，这种结构是当代计算机的主要结构形式之一。因此，总线也成为计算机硬件的主要组成之一，是计算机中的基本功能部件。总线分内部总线和外部总线。计算机主机与外围设备之间通过接口连接。接口是功能部件之间的连接部分，即交界面的电路部件，CPU 与 I/O 设备之间的连接部分，称为 I/O 接口。其任务是实现主机与输入/输出设备之间的信息传送。

指挥整个计算机硬件工作的程序集合就是软件系统。软件系统按功能可分为系统软件和

应用软件两大类。

这样，由硬件和软件组成的计算机系统，如表 1-1 所列。

表 1-1 计算机系统的组成



二、计算机的组成和基本概念

(一) 计算机的系统组成

计算机的基本组成，如图 1-1 所示。

1. CPU

人们把运算器和控制器看成一个整体，称为中央处理器，即 CPU。CPU 的英文为 Central Processing Unit。

CPU 的内部结构可分为控制单元、逻辑单元和存储单元三大部分。

CPU 作为整个计算机系统的核心，往往成为各种档次微机的代名词，如往日的 286、386、486，到近年的奔Ⅲ、奔Ⅳ、K7 等，CPU 的性能大致上反映了所配置的计算机的性能。

CPU 是计算机的“大脑”，控制各种信息在各部分间传递及在各种存储器上的读写操作，就如同中心控制台，指挥计算机协调一致地工作。

CPU 的主要性能指标有主频、倍频、外频、内存总线速度、扩展总线速度、工作电压、地址总线宽度、数据总线宽度、协处理器、L1 高速缓存、采用回写结构的高速缓存及动态处理等。

2. 主板

随着 KT133 芯片组的普及，兼容芯片组逐步推广，Intel 公司以 815/815E 芯片组和

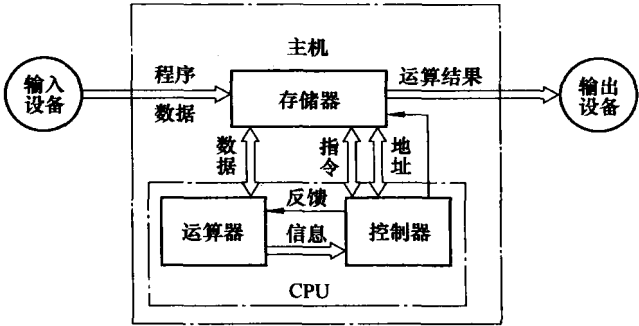


图 1-1 计算机的基本组成

PM133 芯片组在低端整合市场推开, 815/815E 整合了 i753 图形显示卡, PM133 整合了 Savage 4 图形芯片。

Intel 芯片组在主板中起着越来越重要的作用, 一块好的主板, 首先要有一个好的芯片组。

主板应适配 CPU, 对于 Intel CPU, 应选择 Intel 芯片组的主板产品。

3. 硬盘

硬盘的接口多种多样, 如 EIDE、SCSI、IEEE 1394 接口、USB 接口和 FC-AL 光行通道接口等。

衡量硬盘性能的主要指标有主轴转速、Cache 大小、平均寻道时间、平均访问时间、平均潜伏时间、数据库传输率等。

为了提高硬盘的效率, 一是可以提高电动机的转速, 同时硬盘内部的磁盘片其单一碟片的容量 (或者是数据库存储密度) 也需不断改进, 必须增加数据缓冲区。

在硬盘传输标准方面, 相继出现了 Ultra DMA/66 硬盘接口标准, 以及 ATA100 的全部标准, ATA100 的硬盘, 数据频宽达 100MB/S, 单碟容量为 15GB。

硬盘的相关设备有 RAID 卡、硬盘抽取盒、降温设备等。

硬盘的英文名称为 “Hard Disk”, 简称 HD, 是一种存储量巨大的设备, 作用是存储计算机运行时需要的数据, 芯片是硬盘的核心。

4. 显卡

以往显卡只是输出图像到显示器就行了, 随着 3D 加速卡和 3D 程序的发展, 图像复杂了, 为了减轻 CPU 的负担, 显卡必须有更多的 3D 图像通道。

GPU (Graphics Processing Unit, 图形处理单元) 技术改变了 PC, 它把所有的图像处理功能从 CPU 接管过来, 这意味着在不牺牲性能的情况下, 增加了场景的细节和复杂程度。

芯片也是显卡的核心, 显卡的主要芯片的种类很多。

5. 声卡

声卡的主芯片和音箱是匹配的, 它的主要性能有接口方式、信噪比、MIDI 合成效果、3D 音效的支持、兼容性、CPU 占用率等。

芯片也是声卡的核心, 而所有的芯片也都是 ASICS, 是用来帮助 CPU 进行数字音效方面的数学计算的, 芯片可以大大减轻 CPU 的负担。

6. 显示器

显示器分为黑白和彩色两种, 但黑白显示器基本上被淘汰了。目前广泛采用的有阴极射线管 (CRT) 显示器和液晶显示器 (LCD) 两大类。

阴极射线管是由电子枪、偏转线圈、荫罩、荧光屏和玻璃外壳组成。在显示信息时, 电子枪发出电子光束、电子束穿过荫罩上的小孔, 打在涂满三原色荧光粉的内层玻璃上, 使荧光粉在电子束的作用下, 发出不同强度的三原色, 形成图像画面。

LCD 是一种受光型的显示器, 包括两片玻璃材料, 以及玻璃中所夹的液晶层。在显示图像时, 通过控制液晶分子的扭向, 从而产生不同的阻隔光线的透明度, 达到显示图像的效果。

CRT 显示器价格低廉, 但 LCD 具有低功耗、质量轻、体积小, 适于大规模集成电路直接驱动, 以及易实现全彩色显示等优点。

7. 光驱

随着 PC 技术的发展, CD-ROM 已经成为 PC 的基本配置, CD-ROM 是 PC 的主要外存储器, 其速度快、兼容性强、盘片成本低。

初期的光驱采用“恒定线速度即 CLV”的读盘方式; 后来的光驱采用“恒定角速度即 CAV”的读盘方式; “局部恒定角速度, 即 PCAV”技术则综合了 CLV 和 CAV 技术的优点, 在随机读取光盘时采用 CLV 技术, 而一旦激光无法正确读取数据时, 立即转为 CAV 方式减速读取。

以前的光驱读取数据仅仅是从单轨上读取的, 即一条激光照射一条磁道, 新设计的一个产生衍射的装置可以将一道激光分成多道, 在同一时刻同时读取数据, 即一条激光照射多条磁道, 也即所谓的“一笔多道”技术。

光驱的机心技术, 由塑料机心改进为全钢机心, 避免了因塑料老化而造成的光驱“早衰”、“休克”、“低速徘徊”等问题。

8. modem

modem 是上网的必需设备, 随着因特网内容提供者 (ICP) 的兴起及网上内容的大大丰富, modem 产品数量大大增加。正确选择 modem, 应注意 ISP 接入速度、modem 的速度、功能及稳定性等。

9. 打印机

打印机是计算机的输出设备, 有针式打印机、喷墨打印机和激光打印机等。其中, 喷墨打印机又分固体喷墨和液体喷墨两种。液体喷墨方式又可分为气泡式与液体压电式两种。

气泡技术通过加热喷嘴, 使墨水产生气泡, 喷到打印介质上。与此类似, HP 公司采用的热感应喷墨技术是利用一个薄膜电阻器, 在墨水喷出区中将小于 0.5pL (皮升) 的墨水加热, 形成一个气泡, 这个气泡以极快的速度扩展开来, 迫使墨滴从喷嘴喷出。而在压电式喷墨技术中, 墨水是由一个和热感应式喷墨技术类似的喷嘴所喷出, 但是墨滴的形成方式是借助缩小墨水喷出的区域来形成的。

打印机还使用控墨技术, 如智能墨滴变换技术、色彩分层技术, 以及智能聚焦技术和照片色阶增强技术等。

在选用打印机时, 应注意打印质量、打印速度、色彩数目、驱动程序、耗材、易用性等。最重要的指标是打印质量和打印速度。

(二) 计算机的基本概念

1. 内存储器和外存储器

(1) 内存储器

配置在主机内部的存储器为内存储器, 内存储器分只读存储器 (ROM) 和随机存储器 (RAM) 两种。只读存储器是预先以某种特殊方式将资料写在芯片上, 用户只能从其中逐条读取指令、资料, 然后执行, 而用户不能改写其内容。开机后即可使用, 关断电源后, ROM 存储的内容仍然保留, 不会消失。而随机存储器 (又称读写存储器), 用户在开机后可以随时将信息写入其内, 也可以从其中读取已存信息, 也就是说 RAM 中的内容可由用户根据需要重新改写。当电源断开时, RAM 中存储的内容也随即消失, 因此不能用它来存储永久性的程序。

(2) 外存储器

外存储器是在主机之外配置的存储设备,用来弥补内存储器容量的不足,有硬盘存储器和软盘存储器之分。外存储器容量大,所存信息可以永久性保留,价格便宜,但存储速度不如内存储器。

2. 运算器和控制器

(1) 运算器

运算器是计算机对各种信息进行逻辑运算和算术运算的主要部件,由许多逻辑电路组成,包括寄存器、累加器和算术逻辑单元等。寄存器用来临时存放参加运算的操作数或中间结果。算术逻辑单元是运算器的核心,可进行算术及逻辑运算,也能进行移位和循环操作。

(2) 控制器

控制器是计算机的“指挥部”,它不断地从主存储器中取出控制操作所需的指令字,通过数据总线传送到指令寄存器,再经译码后产生一系列脉冲去控制机器的各个部件协调一致地工作。控制器由时序逻辑电路组成,它对计算机的控制是通过电压和脉冲来实现的。

3. 输入/输出设备

(1) 输入设备

输入设备是人与计算机交互的入口,通过它不仅可以向计算机输入程序和数据,还可以通过人机对话方式向计算机发出各种控制命令,常见的微机输入设备有键盘、鼠标等。

(2) 输出设备

输出设备是人与计算机交互的输出窗口,它把人们所需的计算结果、中间运算过程以及各种信息以数字、字符、图形、表格等形式表现出来,图文并茂、生动直观。对于微机来说,一般系统配置的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

4. 总线

计算机内各部分之间的信息传递是通过它们之间的连线进行的,这种连线称为总线,可分为三组。

(1) 数据总线

数据总线是传递各种数据信息的通路,它是双向的,既可供输入之用,又可供输出之用。

(2) 地址总线

地址总线是为寻址而设的,存储器就像一个仓库或房间,每一个房间都编有号码,我们称为地址,按照具体的地址就可以寻址访问一个房间。地址总线是单向的。

(3) 控制总线

欲使各部分之间能够准确地互传信息,必须对各部分的工作进行控制,那些作控制用的信号线就是控制总线。

5. 时钟频率和字长

(1) 时钟频率

通常计算机采用内部时钟控制,常用一个兆赫级石英晶体振荡器,经适当分频后,形成矩形脉冲序列,称做时钟脉冲,用来控制其内部各部分工作的节拍,使其有节奏地协调一致,而不发生混乱。各种计算机的时钟频率不尽相同,有 1MHz、4.77MHz、16MHz、33MHz、40MHz 等。

(2) 字长

计算机内所有的信息资料均以二进制代码的形式来表示，这个代码的位数称为计算机的字长。一般字长越长，它所代表的数值精度就越高，如 8 位、16 位、32 位等。

6. 存储器容量和指令系统

(1) 存储器容量

存储器的容量取决于地址线的多少，例如地址线为 16 条，则存储容量 $= 2^{16} \text{B} = 65536 \text{B}$ ，即 64KB。容量越大，所能存储的信息资料就越多、越丰富，使用起来更加得心应手。

内存储器的容量一般为 64KB、640KB、1MB、2MB、4MB 不等；外存储器有硬盘、软盘之分。硬盘存储器容量有 10MB、20MB、40MB、80MB、100MB、120MB、170MB、200MB 等，软盘存储器容量有 360KB、720KB、1.2MB、1.44MB 等。

(2) 指令系统

计算机之所以能够按照人们的意图工作，是因为人们把要做的事情和要解决问题的方法步骤用命令的形式写出来，即编写好程序，输入计算机。而计算机要懂得这些程序，就得有一套指令代码，这就是指令系统。CPU 在一定的指令作用下，完成一定的基本操作，如加、减、左移一位、右移一位、“与”、“或”等。指令与操作是一一对应的，一条指令，只有唯一的一种操作。指令系统包含的指令越多，它的接受能力就越强，CPU 不同，指令系统就不同。

7. 计算机语言

计算机最基本的功能是进行数的运算和处理，但是计算机是如何按照人们的意图工作，接受人们向它发出的指令和信息呢？换句话说，计算机和人是通过什么来进行交谈的呢？大家知道，人与人之间的交谈是通过语言来进行的，那么人与计算机亦是通过一种称做“计算机语言”的语言来传递信息和互相沟通的。

计算机语言有机器语言、汇编语言、高级语言等。

(1) 机器语言

在计算机中，数是以二进制表示的，这种能为机器所识别的二进制数编码称为机器语言，这对机器来说容易实现，它只要能够识别“0”和“1”就行了。因此，人们将需要计算和处理的问题，按照“0”、“1”代码的形式告诉计算机，它就能够了解人们的意图而完成任务了。例如，在某种 16 位机中，1011011000000000 指令表示要求计算机进行一次加法运算。由这样的“0”、“1”代码编写的程序对机器来说是最直接的“语言”了，它不需要翻译，就能够识别，因此，它的执行速度是非常快的。计算机的指令系统都是用机器语言来编写的。

但同时我们也看到，用机器语言编写的指令程序都是一连串的“0”、“1”代码，程序繁琐，直观性差，难学难记，非一般计算机操作人员所能掌握，而且机器语言与硬件关系密切，通用性差。

(2) 汇编语言

为了克服机器语言的不足，人们就用一种便于记忆的助记符（通常是指令功能的英文缩写）来代替机器语言。如加法运算可用助记符 ADD 来表示，这就大大简化了程序，并能够明确地反映出指令功能的主要特征，易于理解和记忆。

(3) 高级语言

虽然汇编语言较机器语言进了一步，但是汇编语言的语句和机器指令是一一对应的，编

程仍然是一件冗长而繁杂的工作，况且汇编语言仍然不能脱离具体的机器，编程人员对机器指令要求非常熟悉，一般编程人员仍感困难。

为了方便一般用户和编程人员能够根据需要编制程序，程序中的语句就应尽量符合人们的语言习惯，更加接近实际问题，更加大众化，这就出现了高级语言。高级语言为用户编程提供了极大的方便，例如在 BASIC 语言中，人们要做 $A + B$ 的算术题，只要将 A、B 变量赋值，写上语句 $C = A + B$ ，就告诉计算机将变量 A 的数值加上变量 B 的数值，结果送往变量 C，语句简单明了。虽然这种语言给人们带来了方便，但是计算机要弄懂它，还必须有“翻译”，把它翻译成机器指令，即“0”、“1”代码，计算机才能够识别。这个翻译可以是编译程序，也可以是解释程序，它们事先已被存放在机器中或磁盘中，只要人们运行程序，它们就将人们输入的高级语言源程序翻译成机器指令的目标程序，计算机便按照程序逐条执行。

高级语言有很多种，比较常见的有 BASIC、FORTRAN、COBOL、PASCAL 以及 C 语言，它们各自都有相应的编译程序，使得用户不必了解和掌握机器的内部结构以及它的指令系统，就可利用自己掌握的某种高级语言编制程序，解决实际问题。

8. 门电路

(1) 与门

通常与门有两个输入端，一个输出端，用示波器测试输入/输出波形：当两个输入端都加载高电平时，输出端为高电平；将任意一个输入端加载低电平时，输出端则均为低电平。

(2) 或门

通常或门有两个输入端，一个输出端，用示波器测试输入/输出波形：当两个输入端都加载低电平时，输出端为低电平；将任意一个输入端加载高电平，输出端则均为高电平。

(3) 非门

非门有一个输入端，一个输出端，用示波器测试输入/输出波形：当输入端为低电平时，输出端为高电平；当输入端为高电平时，输出端为低电平。

(4) 与非门

与非门是将与门、非门组合在一起作为一个门电路，与门的输入端作为与非门的输入端，非门的输出端作为与非门的输出端。输出结果和与门正好相反，只有输入端都加载高电平时，输出端才为低电平；任意一个输入端为低电平时，输出端均为高电平。

(5) 或非门

或非门是将或门、非门组合在一起作为一个门电路，或门的输入端作为或非门的输入端，非门的输出端作为或非门的输出端。输出结果和或门正好相反，只有两个输入端都加载低电平时，输出端才为高电平；任意一个输入端为高电平时，输出端均为低电平。

(6) 异或门

通常异或门有两个输入端，一个输出端。当两个输入端同为高电平或低电平时，输出端为低电平；当两个输入端为一个高电平、另一个低电平时，输出端为高电平。

9. 编码器和译码器

(1) 编码器

用某种数码表示特定对象的过程，称做编码。实现编码操作的电路组合称做编码器。数字电路中的编码器有二进制编码器、二十进制编码器和中规模集成编码器等。

(2) 译码器

译码是编码的逆过程,是把编好的代码信号原意翻译出来的过程。实现译码操作的电路组合称为译码器。译码器按其功能、特点分为通用译码器和显示译码器。通用译码器是将代码转换成电路输出状态的译码器,可分为二进制译码器和二-十进制译码器。显示译码器是一种能将数字或文字符号的代码译出,并驱动显示器件显示出数字或文字符号的功能器件。

10. 比较器和加法器

(1) 比较器

比较两个数码相对大小或相等的电路称为数码比较器,简称比较器。参与比较的两个数码可以是二进制数,也可以是BCD码的十进制数或其他同类数码。

(2) 加法器

加法器是用来进行二进制数加法运算的组合逻辑电路,有半加器、全加器等。

11. 触发器、寄存器和计数器

(1) 触发器

触发器分为基本RS触发器和时钟触发器两大类。根据逻辑功能的不同可分为RS触发器、JK触发器、D触发器和T触发器等。

触发器具有两个稳定状态,即“1”和“0”这两种不同的逻辑状态,因此称为双稳态触发器。在一定的输入信号作用下,触发器可以从一个稳态转变为另一个稳态,当电路达到新的稳态后,即使输入信号消失,电路仍维持这个新的状态不变。

(2) 寄存器

寄存器是由触发器组成的用来存放数据、指令等信息的时序逻辑部件。一个触发器可以存储一位二进制数码,用 N 个触发器就可组成一个能存储 N 位二进制数码的寄存器。

寄存器按功能可分为数码寄存器和移位寄存器;按存储信息的方式可分为并行寄存器、串行寄存器和串并结合的寄存器;按使用场合可分为通用寄存器和专用寄存器。寄存器应具有预置数码、接收数码、存储数码、输出数码和左右移位等功能。

(3) 计数器

计数器是应用最广的时序逻辑电路,其基本逻辑功能是利用计数器的不同状态来记忆输出脉冲的个数。计数器还可以用作分频器和定时器。

计数器种类很多,若按计数进位制来分,可分为二进制、十进制及任意进制计数器;若按工作方式或触发器翻转先后次序来分,可分为同步计数器和异步计数器;按计数特点或计数过程中数的增减来分,可分为加法计数器、减法计数器和可逆计数器。

12. 平均读取时间以及主频、外频和倍频

(1) 平均读取时间

平均读取时间又称平均搜寻时间。它是衡量光驱性能的一个重要指标。它是指从检测光头定位到开始读盘这个过程所需要的时间,单位是ms。该参数与数据传输率有关。但是,数据传输率相同的光驱,由于采用不同的控制系统,其平均读取时间可能有很大差别。一般来说,这个指标越小越好。

(2) 主频、外频和倍频

主频就是CPU核心处理数据速度的标称,而外频就是整个计算机系统运行速度的标称,两者之间有着随CPU类型不同而不同的倍数关系,这个倍数关系称为倍频。

三、计算机的关键技术

(一) 数制和数字编码

计算机中使用的所有信息资料都是以二进制数字形式存储的，它只有两个最基本的信息，就是“真”和“假”；用电路的语言来描述就是“接通”和“断开”；用电压状态可表示为“高电平”和“低电平”；用数字表示就是“1”和“0”，这样的数对电器元件来说很容易实现和识别，也就是通常所说的二进制数。它的特点是“逢二进一”，它的一个最小单位（一个“1”或一个“0”）称为一个“比特”（bit），或称为二进数的位，若干个比特组合起来是一个字，若干个字组合能够表达出很复杂的信息。计算机就是用来识别和处理这种数字的。换句话说，计算机只认识“0”和“1”。

但是在日常生活中，使用的都是十进制数，即“逢十进一”，为了使用方便，就希望这两种数制能够互相转换，其实方法很简单，如

$$(1994)_{10} = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 4 \times 10^0 = (11111001010)_2$$

$$\begin{aligned} \text{同理} \quad (11011)_2 &= (1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_{10} \\ &= (16 + 8 + 0 + 2 + 1)_{10} = (27)_{10} \end{aligned}$$

式中的下标表示不同的数制。

由此可见，一般任意二进制数都可转换成十进制数，表达式为

$$\begin{aligned} B &= B_{n-1} \cdot 2^{n-1} + B_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \cdots + B_1 \cdot 2^1 + B_0 \cdot 2^0 + B_{-1} \cdot 2^{-1} \\ &\quad + B_{-2} \cdot 2^{-2} + \cdots + B_{-m} \cdot 2^{-m} = \sum_{i=n-1}^{-m} B_i \cdot 2^i \end{aligned}$$

式中 B ——任意二进制数；

n ——小数点左边的位数，为正整数；

m ——小数点右边的位数，为正整数。

除了上面所述数制之外，还有一种常见的编码称为 BCD 码，即二进制编码的十进制数，也就是说将十进制的每一位用四位二进制编码来表示。如

十进制数	1	6	4	9
BCD 码	0001	0110	0100	1001

还有一种常用的国际通用信息交换码（称做 ASCII 码），计算机的键盘和显示器都采用这种编码。

(二) 逻辑电路

实现门电路逻辑功能的方法很多，目前普遍采用集成电路。集成电路按照所使用器件的结构可分为两大类：一类是晶体管型数字集成电路，简称 TTL 电路；另一类是场效应晶体管型数字集成电路，简称 CMOS 电路。TTL 电路具有运行速度较快、电源电压较低、带负荷能力较强、功能较大的特点。若逻辑函数式中的运算关系用“与”、“或”、“非”等逻辑符号对应表示出来，就得到逻辑函数的逻辑电路。逻辑电路是反应计算机原理和结构的最核心电路，从机电式电路、电子电路到阅读逻辑电路，是一个飞跃。逻辑电路的关键技术是组合逻辑电路和时序逻辑电路。

1. 组合逻辑电路

(1) 组合逻辑电路的概念

组合逻辑电路是组合逻辑函数的电路实现，可以用真值表、卡诺图、逻辑表达式及时间图等来表示组合电路的逻辑功能。

组合逻辑电路的示意框图，如图 1-2 所示。

在图 1-2 中， $I_0、I_1、\cdots、I_{n-1}$ 是输入逻辑变量， $Y_0、Y_1、\cdots、Y_{m-1}$ 是输出逻辑变量，任何时刻电路的稳定输出，仅仅只决定于该时刻各个输入变量的取值，而与电路过去各时刻的输入组合无关。组合逻辑电路由逻辑门构成，它不包含具有记忆功能的器件，电路输出与输入之间没有反馈，这是组合逻辑电路的特点。

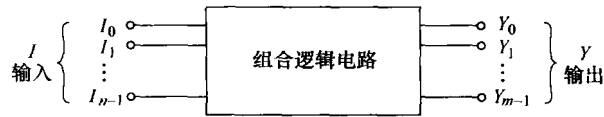


图 1-2 组合逻辑电路示意框图

(2) 组合逻辑电路的分类

- 1) 按照逻辑功能特点不同，可分为加法器、比较器、编码器、译码器、数据选择器和分配器、只读存储器等。
- 2) 按照使用基本开关元件不同，可分为 CMOS、TTL 等类型。
- 3) 按照集成度不同，可分为 SSI、MSI、LSI、YLSI 等。

(3) 组合逻辑电路的设计方法举例

例如，设计一个表决电路，要求输出信号的电平与三个输入信号中的多数电平一致。步骤如下：

- 1) 设定变量，用 $A、B、C$ 和 Y 分别表示输入和输出信号。
- 2) 状态赋值，用 0 和 1 分别表示低电平和高电平。
- 3) 列真值表，根据题意可列出真值表，如表 1-2 所列。

表 1-2 真 值 表

A	B	C	Y	A	B	C	Y
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1

- 4) 画卡诺图，如图 1-3 所示。
- 5) 进行简化，由 Y 的卡诺图，可得

$$Y=AB+AC+BC$$

用与非门实现时，与非表达式为

$$Y=\overline{\overline{AB}+\overline{AC}+\overline{BC}}\\=\overline{\overline{AB}}\cdot\overline{\overline{AC}}\cdot\overline{\overline{BC}}$$

- 6) 画逻辑图，如图 1-4 所示。

2. 时序逻辑电路

(1) 时序逻辑电路的概念

在数字电路中，那些任何时刻电路的稳态输出，不仅和该时刻的输入信号有关，而且还取决于电路原来状态的，都称为时序逻辑电路。时序逻辑电路由两部分组成，一部分是组