

铁路供电远动系统的

TIELU GONGDIAN
YUANDONG
XITONG
DE YUNXING YU WEIHU

运行与维护

许惠敏 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

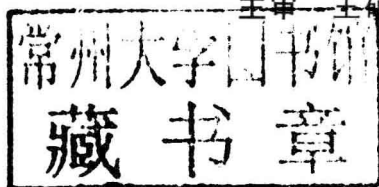
铁路供电远动系统的运行与维护

主编 许惠敏

编著 许惠敏 宋荣书

王令璇 赵春敏

主审 王硕禾 张保春



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书系统介绍了铁路供电远动系统的功能、结构及设备的工作原理。其内容主要包括远动技术的基本知识、铁路供电远动系统的整体构成、通信等相关知识以及主、被控站设备的运行维护实例和常见故障处理。

本书紧密结合实际、图文并茂,适用于从事远动系统设备维护的工程技术人员和调度运行人员,也可作为大中专学生和相关专业员工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

铁路供电远动系统的运行与维护 / 许惠敏主编. —

北京: 中国铁道出版社, 2010. 12

ISBN 978-7-113-11479-4

I. ①铁… II. ①许… III. ①电气化铁道—供电—远
动技术—运行②电气化铁道—供电—远动技术—维修
IV. ①U223

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 196123 号

书 名: 铁路供电远动系统的运行与维护

作 者: 许惠敏 主编

策划编辑: 李小军

责任编辑: 李小军

编辑助理: 卢 昕

封面设计: 窦若仪

读者热线电话: 400-668-0820

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

版 次: 2010 年 12 月第 1 版

2010 年 12 月第 1 次印刷

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 6.375 插页: 2 字数: 175 千

印 数: 2 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-11479-4

定 价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材研发中心批销部联系调换。

前 言

铁路供电远动监控系统是铁路供电系统的重要组成部分，其技术水平、可靠性及其运行维护对铁路供电的运行质量有着重要的影响。特别是变配电所亭无人值班、无人值守模式的推广和站间线路远动开关的增设，使得铁路供电远动系统的重要性尤为突出。

目前对于远动系统进行系统介绍的书籍并不多见，铁路供电领域里普遍存在只知其名不知其实的现象，本书就是为解决此现象而编写的。本书吸取了相关书籍的优点，内容上力求做到理论联系实际，通俗易懂，实用性强。本书共分5个章节，第1章主要介绍远动技术的基础知识，第2章介绍了远动系统的三大要素（主控站、通道、被控端）的构成和原理，第3章以实例来介绍主控站设备的运行和维护，第4章通过实例介绍被控端设备的运行和维护，第5章介绍抗干扰措施和设备常见故障处理。

本书由北京铁路局石家庄供电段高级工程师许惠敏主编。第1章由北京铁路局石家庄供电段高级工程师宋荣书编写，第2章的第2.1~2.3节由许惠敏编写，第2章的第2.4节由北京铁路局工程师王令璇编写，第3章由许惠敏编写，第4章由王令璇编写，第5章的第5.1节由北京铁路局石家庄供电段高级工程师赵春敏编写，第5章的第5.2节由许惠敏、王令璇共同编写。本书由石家庄铁道大学教授王硕禾、北京铁路局石家庄供电段高级工程师张保春主审。

本书在编写过程中得到了南京电力自动化设备总厂系统集成公司、北京爱博精电科技有限公司、北京太格时代自动化系统设备有限公司专家的大力支持和帮助，在此致以衷心的感谢！在本书的编写过程中，参考了参考文献所列论著和论文，在此谨向以上作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，在编写过程中难免存在疏漏与不足，敬请专家和读者批评指正。

编 者

2010年3月

目 录

第 1 章 运动技术基础知识	1
1.1 计算机的基本结构	2
1.1.1 计算机硬件系统	3
1.1.2 计算机软件系统	8
1.2 计算机中的数制转换与运算	9
1.2.1 计算机中的数制	9
1.2.2 数制之间的转换	11
1.2.3 二进制数的运算	12
1.3 模拟量的输入/输出原理	14
1.3.1 模拟量输入电路	14
1.3.2 模拟量输出电路	18
1.4 开关量的输入/输出原理	20
1.4.1 滤波消噪电路与信号调节电路	21
1.4.2 光电隔离	21
1.4.3 继电器隔离	22
1.4.4 驱动控制与端口地址译码	23
1.4.5 简单的开关量输入/输出电路	24
1.4.6 脉冲量输入电路	26
第 2 章 铁路供电远动系统的结构与原理	29
2.1 系统的构成及功能	29
2.1.1 远动系统的基本结构	29
2.1.2 远动系统的功能	30
2.1.4 远动系统的性能指标	32
2.2 调度主站	34
2.2.1 主服务器	35

2.2.2	操作工作站	37
2.2.3	系统维护工作站	38
2.2.4	通信前置处理机	38
2.2.5	调度端其他设备	39
2.3	远动系统的通道	40
2.3.1	被控站通信网络结构及原理	40
2.3.2	通信信道	49
2.3.3	通信线路	55
2.4	远动智能监控装置	57
2.4.1	信号电源及高压开关智能监控装置	57
2.4.2	变配电所智能监控装置	75
第3章	调度主站的运行与维护	82
3.1	DSC9000 调度主站	82
3.1.1	调度运行管理器窗格	83
3.1.2	时钟显示窗格	93
3.1.3	图标窗格	94
3.1.4	当前报警显示窗格	95
3.1.5	画面显示窗口	108
3.1.6	报警历史显示	126
3.2	TG2004 电力远动系统	133
3.2.1	调度软件主界面	134
3.2.2	用户注册功能	135
3.2.3	监控画面	139
3.2.4	监控画面操作功能	143
3.2.5	画面操作功能	143
3.2.6	子站操作功能	147
3.2.7	记录查询功能	153
3.2.8	警音功能	155

3.3	调度端设备维护	156
3.3.1	日常维护	156
3.3.2	电源系统的维护	157
3.3.3	系统数据库维护	158
第4章	远动智能监控装置的运行与维护	159
4.1	信号电源及高压开关智能监控装置	159
4.1.1	系统数据库维护	159
4.1.2	定值的整定	159
4.1.3	日常巡视	161
4.1.4	保养及维护	163
4.1.5	故障处理	169
4.2	变配电所智能监控装置	170
4.2.1	运行方式	170
4.2.2	定值的整定	171
4.2.3	日常巡视	171
4.2.4	保养及维护	171
4.2.5	故障处理	172
第5章	远动系统的抗干扰措施及常见故障分析与处理	173
5.1	远动系统的可靠性及抗干扰措施	173
5.1.1	电磁干扰产生的原因及特点	173
5.1.2	抗干扰的措施	178
5.2	常见故障的分析与处理	187
5.2.1	主控站	187
5.2.2	被控站	188
附录A	远动系统常用术语解释	
附录B	彩色图示	
	参考文献	

第1章 远动技术基础知识

远动技术在 20 世纪 30 年代首先用于铁路运输系统,40 年代用于电力系统。我国在 50 年代末才在电力系统中采用,而电气化铁道远动系统在 60 年代开始研制,80 年代才得到了广泛应用。尽管远动技术在我国的应用时间不长,但发展十分迅猛,发展过程中大体经历了三个阶段:

第一阶段:有触点式阶段。

这是以继电器为主要元件、配以步进选线器、电子管等元件组成的远动装置。这类远动装置有大量接点,维护工作量大,可靠性较差,寿命短,属早期远动产品。我国电力系统在 20 世纪 50 年代有广泛应用,现已全部淘汰。铁路系统没有经历这一阶段。

第二阶段:布线逻辑式阶段。

这一阶段也经历了晶体管、集成电路的过程。布线逻辑式远动装置是无触点式装置,按预定的要求进行设计,使构成装置的各部分逻辑电路按固定的时间顺序工作,以完成预定的功能。这些装置属于硬件式装置,不能随意进行功能的扩展。在 20 世纪 70 年代,我国各大电力系统都使用过这类装置,在电气化铁路上也有过应用。

第三阶段:软件化阶段。

计算机的出现给科学技术和工业生产带来一场深刻的革命。当计算机技术发展一定程度,十分自然地要应用到控制系统上。我国在 20 世纪 70 年代后期开始发展微机化远动装置,在牵引供电系统上研制、试用微机化远动装置是在 80 年代初期。目前,广泛使用的远动系统均为微机远动系统。

远动系统(Telecontrol System,又称 Remote-Control System)在基本设想方面,在应用场合和完成其特定的任务方面都有繁多的种

类,有各自不同的特征,有的可能是一个很简单的单一对象控制,有的可能是一个很大的综合系统。不管怎样,远动系统具有远距离的在人(或者机器)和机器之间交换信息的机能。

1.1 计算机的基本结构

一个完整的计算机系统,应当包括两大部分,即硬件系统和软件系统。所谓**硬件系统**,也称“硬设备”,是指构成计算机的物理设备,即由机械、电子器件构成的具有输入、存储、计算、控制和输出功能的实体部件,如打印机、显示器等。所谓**软件系统**就是程序系统,也称“软设备”,是指控制计算机运行的程序、命令、指令、数据等。平时提到的“计算机”一词,是指含有硬件系统和软件系统的计算机系统。计算机系统的组成如图 1-1-1 所示。

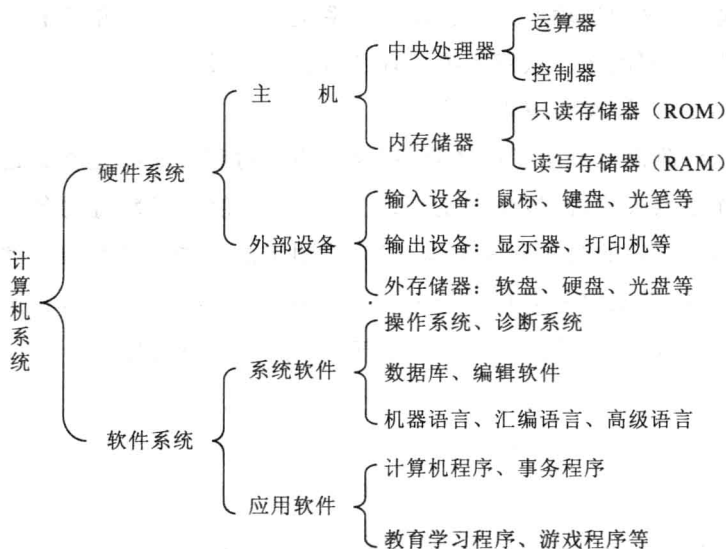


图 1-1-1 计算机系统的组成

1.1.1 计算机硬件系统

计算机的存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备是组成计算机的五个主要功能部件,也称为计算机的**五大硬件**。它们之间的关系如图 1-1-2 所示。

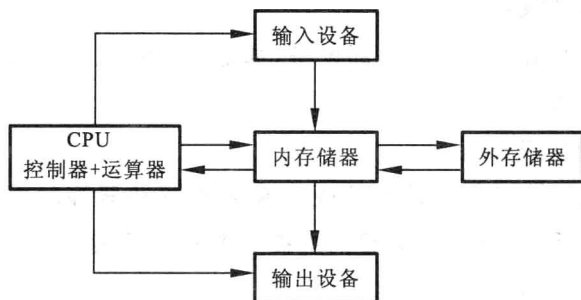


图 1-1-2 计算机的硬件组成

计算机工作时,首先由控制器控制输入设备将原始数据及程序输入到内存中,再由控制器将内存中的数据送到运算器进行运算,所得的结果均存入内存,最后由控制器将内存中的结果通过输出设备输出。控制器根据程序要求控制所有部件的工作。

一台典型微型计算机(简称**微机**)系统的硬件部分,宏观上可分为主机箱、显示器、键盘、鼠标、打印机等几个部分。主机箱内部装有电源、系统主板、软盘驱动器、硬盘等。系统主板上插有 CPU、内存和各种适配器。

1.1.1.1 系统主板

系统主板是一块电路板,负责控制和驱动整个微型计算机,是微处理器与其他部件连接的桥梁,是微型计算机的核心部件。系统主板又称**主板**或**母板**,主要包括 CPU 插座、内存插槽、总线扩展槽、外设接口插座、串行端口和并行端口等部分。

1. CPU 插座

CPU 插座用来连接和固定 CPU。CPU 一般通过管脚或触点与

主板连接,主板上设计了相应的插座。Pentium II 等 CPU 通过插卡与主板连接,因此在主板上设计了相应的插槽。

2. 内存插槽

内存插槽用来连接和固定内存条。内存插槽通常有多个,可以根据需要插不同数目的内存条。

3. 总线扩展槽

总线扩展槽用来插接外部设备,如显卡、声卡、解压卡、调制解调器(Modem)等。

4. 外设接口插座

外设接口插座主要是连接硬盘和光盘驱动器等的电缆插座,有 IDE、SATA、SCSI 等类型。目前主板上主要采用 SATA 和 IDE 接口。

5. 串行端口和并行端口

串行端口用来与串行设备(如调制解调器、扫描仪等)通信,并行端口用来与并行设备(打印机等)通信。

1.1.1.2 CPU

CPU(Central Processing Unit,中央处理器)是计算机的心脏。计算机的处理功能由 CPU 来完成,CPU 的性能直接决定了计算机的性能。

衡量 CPU 的性能有以下几个主要指标:

1. 主频

主频是指 CPU 时钟的频率,单位是 MHz。主频越高,CPU 单位时间内能完成的操作越多。

2. 内部数据总线

内部数据总线是 CPU 内部数据传输的通道。内部数据总线一次可传输二进制数据的位数越大,CPU 传输和处理数据的能力越强。

3. 外部数据总线

外部数据总线是 CPU 与外部数据传输的通道。外部数据总线一次可传输二进制数据的位数越大,CPU 与外部交换数据的能力越强。

4. 地址总线

地址总线是 CPU 访问内存时的数据传输通道。地址总线一次可

传输二进制数据的位数越大,CPU 的物理地址空间越大。通常地址总线是 n 位,CPU 的物理地址空间就是 2^n 字节。

1.1.1.3 内存

内存用来存储运行的程序和数据,CPU 可直接访问。计算机的内存制作成条状(俗称**内存条**),插在主板的内存插槽中。

内存有以下两个主要指标:

1. 存储容量

存储容量反映了内存存储空间的大小。常见的内存容量有多种规格。一台计算机可根据需要同时使用多条内存。

2. 存取速度

存取速度指从存储单元中存取数据所用的时间,以 ns(纳秒)为单位。纳秒数越小,存取速度越快。

1.1.1.4 显示器与显卡

显示器与主机之间的通信主要是通过插在主机板上的显示适配卡(简称**显卡**),构成显示系统。

1. 显示器

显示器用来显示字符或图形信息,是计算机必不可少的输出设备。

显示器有以下几个主要指标:

① 尺寸:显示器的尺寸即显示器的大小。尺寸越大,支持的分辨率往往也越高,显示效果也越好。

② 分辨率:显示器的分辨率是指显示器的一屏能显示的像素数目。分辨率越高,显示的图像越细腻。

③ 点距:显示器的点距是指显示器上两个像素之间的距离。点距越小,显示器的分辨率越高。在图形、图像处理等应用中,一般要求点距较小的显示器。

④ 扫描方式:显示器的扫描方式分为逐行扫描和隔行扫描两种。逐行扫描是指在显示一屏内容时,逐行扫描屏幕上的每一个像素。逐行扫描的显示器,显示的图像稳定、清晰度高、效果好。

⑤ 刷新频率:显示器的刷新频率是指 1s 刷新屏幕的次数。刷新频率越高,刷新一次所用的时间越短,显示的图像越稳定。

2. 显卡

显卡是主机与显示器之间的接口。显卡直接插在系统主板的总线扩展槽上,它的主要功能是将要显示的字符或图形的内码转换成图形点阵,并与同步信息形成视频信号输出给显示器。有的主板也将视频接口电路直接集成在主板上。

1.1.1.5 硬盘

硬盘是计算机非常重要的外存储器,它由一个盘片组(包括多个盘片)和硬盘驱动器组成,被固定在一个密封的盒内。硬盘的精密度高、存储容量大、存取速度快。除特殊需要外,一般的计算机都配有硬盘,有些还配有多个硬盘。系统和用户的程序、数据等信息通常保存在硬盘上,处理时系统将其读取到内存,需要保存时再保存到硬盘。

硬盘有以下几个主要指标:

1. 接口

硬盘接口是指硬盘与主板的接口。主板上的外设接口插座有 IDE、SATA、SCSI 等类型,硬盘接口也相应有这么些类型。目前常用的硬盘接口大多为 SATA 类型。硬盘的接口不同支持的硬盘容量不一样,传输速率也不一样。

2. 容量

硬盘容量是指硬盘能存储信息量的多少。硬盘容量越大,存储的信息越多。

3. 转速

硬盘转速是指硬盘内主轴的转动速度,单位是 r/min。转速越快,磁盘与内存之间的传输速率越高。

硬盘一般被固定在主机箱内。主机箱上通常有一个指示灯,指示硬盘的工作情况,当它闪亮时,表示计算机正在存取数据。主机箱剧烈震动或硬盘读/写时突然断电,都可能损伤硬盘,使用时应该特别注意。

1.1.1.6 键盘

键盘是最常用的输入设备,用户可以通过按下键盘上的键来输入命令或数据,还可以通过键盘控制计算机的运行,如热启动、命令中断、命令暂停等。

1.1.1.7 鼠标

随着 Windows 操作系统的广泛应用,鼠标成为计算机必不可少的输入设备。通过点击或拖动鼠标,用户可以很方便地对计算机进行操作。鼠标按工作原理分为机械式和光电式两大类。

1. 机械式鼠标

机械式鼠标的底部有一个滚动球,当鼠标移动时,滚动球随之滚动,产生移动信息给 CPU。机械式鼠标价格便宜,使用时无须其他辅助设备,只需在光滑平整的桌面上即可进行操作。缺点是定位不如光电式鼠标准确,易磨损,易出现光标跳动现象。

2. 光电式鼠标

光电式鼠标的底部有两个发光二极管,当鼠标移动时,发出的光被下面的平板反射,产生移动信息给 CPU。光电式鼠标的定位精确度高。

1.1.1.8 光盘与光盘驱动器

光盘利用塑料基片的凹凸来记录信息。光盘分为只读光盘(CD-ROM)、一次写入光盘(CD-R)和可擦写光盘(CD-RW)三类。目前计算机系统中使用最广泛的是只读光盘。只读光盘只能读出信息而不能写入信息。

光盘中的信息是通过光盘驱动器(简称光驱)来读取的。

最初的光驱的数据传输速率是 150 KB/s,现在的光驱的数据传输速率一般都是这个速率的整数倍,称为倍速。如 16 倍速光驱、32 倍速光驱、40 倍速光驱、52 倍速光驱等。在多媒体计算机中,光驱已成为最基本配置。

1.1.1.9 打印机

打印机将信息输出到打印纸上,以便长期保存。打印机根据工作

原理不同分为针式打印机、喷墨打印机和激光打印机三类。

1. 针式打印机

针式打印机在打印时,打印头上的钢针击打色带,将墨点印在打印纸上。常见的针式打印机有 9 针和 24 针打印机,目前常用的是 24 针打印机。所谓 24 针打印机就是打印头上有 24 根钢针,通常排成两排。

2. 喷墨打印机

喷墨打印机工作时打印机的喷头喷出墨汁,将墨点印在打印纸上。由于喷墨打印机是非击打式,所以工作时噪声较小。

3. 激光打印机

激光打印机采用激光和电子放电技术,通过静电潜像,然后再用碳粉使潜像变成粉像,加热后碳粉固定,最后印出内容。激光打印机噪声低、打印效果好、打印速度快,但打印成本较高。

1.1.2 计算机软件系统

软件是指使计算机为某种特定目的而运行所需要的程序以及程序运行时所需要的数据和有关的技术文档资料。简而言之,软件是所有的程序及有关技术文档资料的总称。

通常根据软件的用途将其分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件是由计算机的设计者提供的,用于计算机的管理、控制、维护和运行,以及对运行程序进行翻译、装入等服务工作。系统软件分为三类:

一是操作系统。操作系统(Operating System, OS)是所有软件的核心。它是一个庞大的程序,它控制在计算机上运行的所有程序并管理计算机的所有软、硬件资源。

二是语言处理系统。它包括各种高级语言的编译程序、解释程序和汇编程序。没有这些程序,用各种语言编写的程序均无法在计算机上运行。

三是服务程序。服务程序的种类很多,通常包括机器的监控管理

程序、调试程序、故障检查和诊断程序、连接编辑程序等。

应用软件是指用户利用计算机及其提供的系统软件为解决各类实际问题而编制的计算机程序。如财务管理系统程序、工资管理程序、人事档案管理程序等。应用软件可以标准化、模块化,形成解决典型问题的应用程序组合,即所谓的“软件包”。

1.2 计算机中的数制转换与运算

1.2.1 计算机中的数制

1.2.1.1 十进制数

十进制数的主要特点:

① 基数有 10 个,即 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共 10 个数码,十进制数逢十进一。

② 位权为 10^i 。同一数码处于不同的数位代表不同的数值,其数值=数码×位权。位权是一个固定常数,它等于以基数为底,数位序数为幂的指数。

以 326.23 为例,其表示如下:

2	1	0	-1	-2	数位序数 i
3	2	6	.	2	3
					数
10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	位权 10^i

同一数码位于不同的数位上,位权不同,代表的数值也不同,如其中的 2,小数点左边的 2 代表 $2 \times 10^1 = 20$,小数点右边的 2 代表 $2 \times 10^{-1} = 0.2$ 。整个数可以写成:

$$326.23 = 3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

这种按数码所在的数位序数乘上相应位权的表示数的方法称**位置记数法**。对任意一个十进制数 N ,按位置记数法可表示为

$$N = \pm (D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 + D_{-1} \times 10^{-1} + D_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + D_{-m} \times 10^{-m})$$

式中, D_i 为系数, 是基数 $0 \sim 9$ 十个基数中的任一个, i 为数位序数, n 为小数点左边的位数, m 为小数点右边的位数, 10^i 为十进制的位权。

1.2.1.2 二进制数

计算机能识别的数是二进制数, 其主要特点是:

① 基数有 2 个数码, 即 0 和 1, 二进制数逢二进一。

② 位权为 2^i 。数码位于不同的数位代表不同的数值。如 $(101.01)_2$ 表示为:

$$\begin{aligned}(101.01)_2 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 4 + 0 + 1 + 0 + 0.25 = 5.25\end{aligned}$$

通常用脚注 2 (或 B) 表示二进制数。此二进制数的十进制数值为 5.25, 十进制数不加标注。

任意一个二进制数 N , 用位置记数法可表示为:

$$N = \pm (B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + B_{-m} \times 2^{-m})$$

式中, B_i 是二进制的基数 0 或 1。用位置记数法按位权展开相加, 可求得任意一个二进制数 N 对应的十进制数值。

1.2.1.3 十六进制

用二进制数表示的数, 位数长, 使用不方便, 利用 $2^4 = 16$ 这一关系, 常常将二进制数写成十六进制数, 其特点是:

① 基数有 16 个, 即 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 共 16 个数码, 十六进制数逢十六进一。

② 位权是 16^i 。

任意一个十六进制数 N , 用位置记数法可表示为:

$$N = \pm (H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \cdots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 + H_{-1} \times 16^{-1} + H_{-2} \times 16^{-2} + \cdots + H_{-m} \times 16^{-m})$$

式中, H_i 是 $0 \sim F$ 十六个基数中的任一个。用位置记数法按位权展开相加, 可求得任意一个十六进制数 N 对应的十进制数值。