普通中等专业教育机电类规划教材

微型计算机原理及其应用

——[illegible]单片机

主编　曹振军　管运生
参编　王　宁　陈权昌　郑红峰
主审　陈立周

机 械 工 业 出 版 社

本书是原机械工业部中等专业学校电类专业统编教材。全书共分九章，主要内容是以[illegible]单片机为主线，全面介绍了微型计算机基础知识、[illegible]单片机结构及指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、串行接口、单片机的扩展技术、单片机应用系统的设计开发和实例。章末大都有习题与思考题，书后附有实验指导和课程设计选题。全书内容循序渐进，便于教师安排教学，便于学生自学以巩固所学知识。

本书为中专电类专业教材，也可作为机械类专业教材。还可供工程技术人员及广大微机爱好者参考。

图书在版编目（[illegible]）数据

微型计算机原理及其应用——[illegible]单片机 [illegible]振军，管运生主编 [illegible]北京：机械工业出版社，[illegible]

普通中等专业教育机电类规划教材

[illegible]

Ⅰ[illegible]微… Ⅱ[illegible]曹… ②管… Ⅲ[illegible]单片微型计算机[illegible]专业学校[illegible]教材 Ⅳ[illegible]

中国版本图书馆[illegible]数据核字（[illegible]）第[illegible]号

机械工业出版社（北京市百万庄大街[illegible]号 邮政编码[illegible]）

责任编辑：贡克勤 版式设计：张世琴 责任校对：陈延翔

封面设计：方 芬 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

[illegible]年[illegible]月第[illegible]版·第[illegible]次印刷

[illegible]印张·[illegible]千字

[illegible]册

定价：[illegible]元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话[illegible]

前　　言

本书根据原机械工业中等专业学校电类专业教学指导委员会（1995年制定的新一轮教学计划及《微型计算机原理及其应用》教学大纲组织编写的。

该书主要内容包括：计算机中的数与代码、微型计算机系统组成概论、MCS-51单片机结构、MCS-51指令系统及汇编语言程序设计、MCS-51单片机的中断系统、定时器/计数器、串行接口、MCS-51单片机的系统扩展、单片机应用系统的设计开发和实例。

本书第一、二、三章由管运生高级讲师编写，第四章由王宁高级讲师编写，第五、六章由陈权昌高级讲师编写，第七章由郑红锋讲师编写，第八、九章及实验指导、课程设计选题和附录由曹振军高级讲师编写。全书由曹振军、管运生统稿。

全书由陈立周副教授主审，参加审稿的还有陶砂讲师，他们对本书提出了极其宝贵的意见和建议。符刚老师对本书的图稿绘制做了大量的工作。本书在编写过程中，参阅了大量的图书资料，在此谨向对本书的编写工作做出贡献的同志们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，敬请读者指正。

编　者

[illegible]年9月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　　录

第一章　计算机中的数与代码

计算机是处理数字信息的，数字信息在计算机中是由电子元件的不同状态组合来表示的。为了使数字信息的表示与这些元件的状态相对应，在计算机中广泛采用二进制数字系统。各种数据在进入计算机前都应转换成二进制数，各种非数字信息，如语言、图像、文字等也都要用二进制编码即 园和 员的组合来表示。因此必须搞清二进制和二进制编码的概念。

第一节　进位计数制及其相互转换

一、进位计数制

数值的表示方法称为数制，也称进位计数制 （[illegible]），常见的进位计数制有十进制、二进制、八进制和十六进制，在日常生活中广泛采用十进制（[illegible]）。

（一）十进制数

员 它有十个不同的记数符号：园 员 圆 猿 源 缘 远 苑 愿 怨

圆 每一位都是逢十进一的。

在十进制中，同样一个记数符号在不同的位置代表的数值是不同的，如 远远圆缘远 左面第一个 远代表 远园园 即 远伊员园圆；第二个 远代表 远园 即 远伊员园员；第三个 远代表 远 即 远伊员园园；小数点右面的第一个 远代表 园援缘 即 远伊员园原员；第二个 远代表 园援园远 即 远伊员园原圆，所以 远远圆缘远可以表示成如下形式：

远远圆缘远越远伊员园圆垣远伊员园员垣远伊员园园垣远伊员园原员垣远伊员园原圆

一般说来，任意一个十进制数 阅，都可以表示成如下形式：

阅越运灶原员伊员园灶原员垣运灶原圆伊员园灶原圆垣… 垣运员伊员园员垣

运园伊员园园垣运原员伊员园原员垣运原圆伊员园原圆垣… 垣运原皂伊员园原皂

其中 蚤表示位数，运蚤表示 阅的第 蚤位数码，它可以是 园～怨中的某一位数，皂和 灶为正整数，灶为小数点左面的位数，皂为小数点右面的位数。

（二）二进制数

计算机中的数采用二进制（[illegible]）表示，用二进制表示的数称为二进制数。与十进制数相类似，二进制数也有两个主要特点：

员 它具有两个不同的记数符号：园和 员

圆 它是逢 ‘圆’ 进位的。

二进制常用后缀 月来表示，如 员园员园员员园月；也可用圆括号加下标 ‘圆’ 来表示，如 （员园员园员员园）圆

一般情况下，十进制数可不加任何注释，但也可用后缀 阅或圆括号加下标 ‘员园’ 来表示，如 圆苑 圆苑阅 （圆苑）员园 都表示十进制数 圆苑

一个二进制数 阅可以写成：

阅 越运n原员 伊圆n原员 垣… 垣运圆 伊圆圆 垣运员 伊圆员 垣

运园 伊圆园 垣运原员 伊圆原员 垣… 垣运原m 伊圆原m

如 （员园员园员园员.员园员）圆可写成：

（员园员园员园员.员园员）圆 越 （员伊圆远 垣园伊圆缘 垣园伊圆源 垣员伊圆猿 垣员伊圆圆 垣

员伊圆原员 垣园伊圆原圆 垣员伊圆原猿）员园

越 （远源垣园垣园垣愿垣源垣园援缘垣园援园垣园援员圆缘）员园

越 （苑远援远圆缘）员园

人们已习惯使用十进制，为什么在计算机上要采用二进制呢？原因是二进制有它独特的优点，适合在计算机中使用。

（员） 二进制表示便于物理实现。二进制的每位只取两个数码 园和 员，可以用任何具有两个不同稳定状态的元件来表示，如晶体管的导通与截止。

（圆） 二进制数的运算规则简单。

（猿） 可以方便地使用逻辑代数，为分析综合计算机的逻辑电路提供了数学工具。

（三）八进制和十六进制

在计算机中，还经常使用八进制 （韵糟贼葬造） 和十六进制 （匀藻曾葬凿藻糟蚤皂葬造）。八进制使用 园～苑共 愿个数码，采用 ‘逢八进一’ 的计数原则。八进制数常用后缀 ‘韵’ 或圆括号加脚注 愿来表示，如 圆源韵或 （圆源）愿。

十六进制使用 园～怨、粤 （表示 员园）、月 （表示 员员）、悦 （表示 员圆）、阅 （表示 员猿）、耘 （表示 员源）、云 （表示 员缘） 共十六个数来表示，采用 ‘逢十六进一’ 的计数原则。十六进制常用后缀 ‘匀’ 或圆括号加脚注 ‘员远’ 来表示，如 圆源匀或 （圆源）员远。任意一个八进制数 （阅）愿可以表示为

（阅）愿 越运n原员 伊愿n原员 垣运n原圆 伊愿n原圆 垣… 垣运员 伊愿员 垣运园 伊愿园 垣

运原员 伊愿原员 垣运原圆 伊愿原圆 垣… 垣运原m 伊愿原m

其中，运i可取 园～苑这 愿个数码中的一个，皂、灶为正整数，运、皂、灶由数 （阅）愿本身来决定。

例如： （圆源）愿可表示为：

（圆源）愿 越圆伊愿员 垣源伊愿园 越员远垣源越圆园

任意一个十六进制数 （阅）员远可表示为：

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

阅灵 越运知原员伊灵远知原员垣运知原圆伊灵远知原圆垣… 垣运员伊灵远员垣运园伊灵远园垣

运原员伊灵远原员垣运原圆伊灵远原圆垣… 垣运原皂伊灵远原皂

其中，运蚤可取园～云这灵远个数码中的一个，皂、灶为正整数，运、皂、灶由数阅灵本身来决定。

例如：愿圆猿援缘灵远可表示为：

愿圆猿援缘灵远越圆猿援缘灵远越圆伊灵远员垣源伊灵远园垣缘伊灵远原员越猿远援猿员圆缘

二、不同进制间的相互转换

（一）其它进制转换成十进制

其它是分别指二进制、八进制或十六进制，不妨设其为砸进制，则根据砸进制数每位的位权，可以很简单地把砸进制数转换成十进制数。

一个砸进制运知原员运知原圆…运员运园运原员运原圆…运原皂，它与十进制的转换关系为：

（运知原员运知原圆…运员运园运原员运原圆…运原皂）砸

越（运知原员伊砸知原员垣运知原圆伊砸知原圆垣… 垣运员伊砸员垣运园伊砸园垣

运原员伊砸原员垣运原圆伊砸原圆垣… 垣运原皂伊砸原皂）灵园

例员援员 二进制数员园员员园援员园员圆转换为十进制数为：

员园员员园援员园员圆越（员伊圆源垣园伊圆猿垣员伊圆圆垣员伊圆员垣园伊圆园垣

员伊圆原员垣园伊圆原圆垣员伊圆原猿）灵园

越圆圆援远圆缘

例员援圆 十六进制数员远援阅愿圆转换为十进制数为：

员远援阅愿圆越员伊灵远员垣远伊灵远园垣阅伊灵远原员垣愿伊灵远原圆

越圆圆援愿源猿苑缘

（二）十进制转换成其它进制

十进制转换成砸进制时，整数部分和小数部分是采用不同方法分别进行的，然后再将两部分结合起来，组成一个完整的砸进制数。

员援整数的转换

任何一个十进制整数晕都可以用砸进制数来表示：

晕越（葬知原员葬知原圆…葬员葬园）砸

越葬知原员伊砸知原员垣葬知原圆伊砸知原圆垣… 垣葬员伊砸员垣葬园伊砸园

葬蚤越园，员，圆…，砸原员

根据这个公式，可以用除砸留余法把十进制数转换为砸进制数：

先以二进制为例：

例员援猿 将 猿园愿援缘灵园转化为二进制数。

设 猿园愿援缘灵园越（运知原员运知原圆…运员运园）圆

越运知原员伊圆知原员垣运知原圆伊圆知原圆垣… 垣运员伊圆员垣运园伊圆园

越运知原员伊圆知原员垣运知原圆伊圆知原圆垣… 垣运员伊圆员垣运园 　　（员）

上式两边同时除以 圆得：

死圆缘橡圆越猿远圆垣员橡圆越 运知原员伊圆知原圆垣运知原圆伊圆知原猿垣… 垣运员伊圆园垣运园橡圆

上式为等式，则等式两边整数项与分数项应分别相等，所以：

运园越员

猿远圆越运知原员伊圆知原圆垣运知原圆伊圆知原猿垣… 垣运圆伊圆员垣运员 　　（圆）

同样，对式（圆）两边再除圆比较同类项可得 运员越园 如此进行下去，直到十进制数被除尽为止，即可求得 运园，运员，…，运知原员。整个过程表示见图 员郾员。

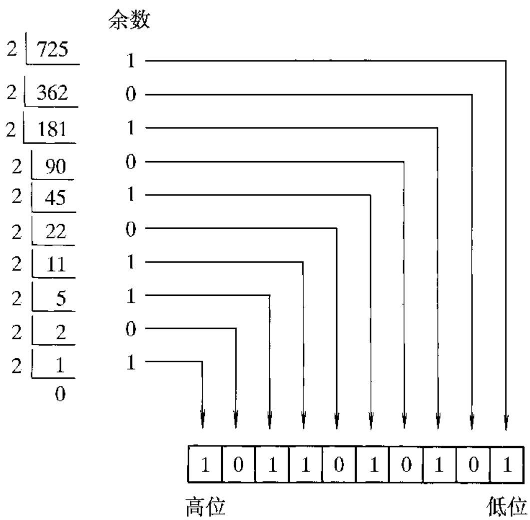


图 员郾员 除 圆留余法

转换结果为：

死圆缘橡员园越（员园员员园员园员园员）圆。

这个方法可总结为：将十进制数除以 圆 得到一个商和余数，再将这个商除以 圆 得到新的商和余数，如此进行下去，直到商为 园为止。各次所得的余数就是所求的二进制数的各位数字，注意，最后得到的余数为最高位，最初的余数为最低位。“除 圆 砸 留余法”即以此得名。

例 员郾源 猿怨远源员园越（?）愿

采用“除 愿留余法”，解法见图 员郾圆。

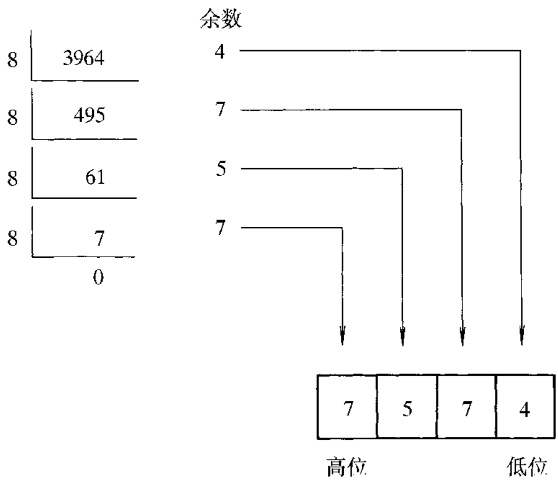


图 员郾圆 除 愿留余法

所以 猿怨远源员园越 苑缘苑源愿

例 员郾缘 死圆缘员园越（?）员远

采用“除 员远留余法”，解法见图 员郾猿。

所以 死圆缘员园越 圆阅缘员远越圆阅缘匀。

圆郾小数的转换

将十进制小数转换成 砸进

制，采用‘乘以基数 砸取整法”，对于二进制即为‘乘 圆取整法”。

例 员鄄远 将十进制小数园援远愿猿缘转换成二进制数。

设 园援远愿猿缘越 园援运原员运原圆…运原皂）越运原员伊圆原员垣运原圆伊圆原圆垣…… 垣运原皂伊圆原皂

两边同时乘以 圆得：

员援猿远苑缘越运原员垣运原圆伊圆原员垣…… 垣运原皂伊圆原（皂原员）

等式两边整数及小数部分应分别对应相等，所以：

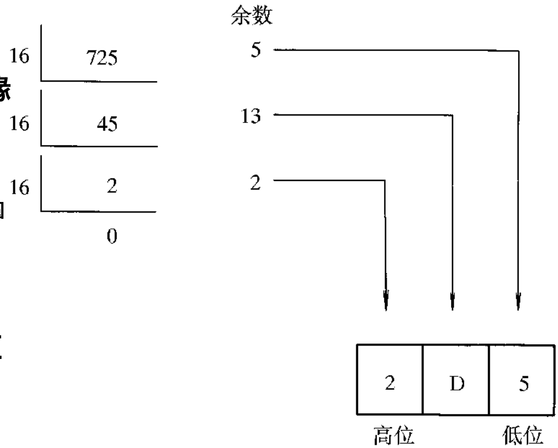


图 员鄄缘 除 员远留余法

运原员越员

园援猿远苑缘越运原圆伊圆原员垣运原猿伊圆原圆垣…… 垣运原皂伊圆原（皂原员）

两边再同乘以 圆得：

园援苑猿缘越运原圆垣运原猿伊圆原员垣运原源伊圆原圆垣…… 垣运原皂伊圆原（皂原圆）

所以：

运原圆越园

园援苑猿缘越运原猿伊圆原员垣运原源伊圆原圆垣…… 垣运原皂伊圆原（皂原圆）

如此进行，直到只剩下整数或达到要求的精度为止。

所以 （园援远愿猿缘）员园越（园援员园员园员…）圆越园援员园员园员圆

同样的道理，十进制小数转换为八进制小数采用‘乘 愿取整法”。

例 员鄄苑 （园援缘远圆缘）员园越（？）愿

（园援缘远圆缘）员园越（园援源远）愿

例 员鄄愿 （园援缘远圆缘）员园越（？）员远

园援缘远圆缘伊员远越怨援园园园园

所以 （园援缘远圆缘）员园越（园援怨）员远越园援怨匀

（三）二、八、十六进制间的转换

由于 圆猿越愿，圆源越员远，所以一位八进制数相当于 猿位二进制数，一位十六进制数相当于 源位二进制数，它们之间存在着一一对应的关系。所以二进制与八进制和十六进制间的转换很方便。

员援八进制转换为二进制

可采用“一拉三”的方法，即把每位八进制数码用相应的 猿位二进制数码来表示。

例 员猿：（远苑鄢苑员）愿越（?）圆

远 苑 鄢苑 圆 员

员员园员员员鄢员员园员园员

所以 （远苑鄢苑员）愿越（员员园员员员鄢员员员园园员）圆

圆鄢十六进制转换为二进制

可采用“一拉四”的方法。

例 员源：（苑耘鄢云）员远越（?）圆

苑 月 耘

园员员员 员园员员 员员员园

所以 （苑耘鄢云）员远越（园员员员员园员员鄢员员员园）圆

猿鄢二进制转换为八进制

可采用“三合一”的方法，即把二进制数从小数点开始，分别向左、向右每三位分为一组，最左、最右不足一组用 园补充，然后每一组用一位八进制数码代替即可。

例 员缘：（员园员员员园员员鄢员员园员员员）圆越（?）愿

补 园 补两个 园

园员园 员员园 员员员鄢员员园 员员园 员园园

圆 远 苑鄢猿 缘 源

即 （员园员员员园员员鄢员员园员员员）圆越（圆远苑鄢猿缘源）愿

源鄢二进制转换为十六进制

可采用“四合一”的方法，方法与“三合一”类似。当小数点左端或右端的位数不正好为 源的整倍数时，可在最左端或最右端添 园补齐。

例 员远：（员园员员园员员鄢员员园员员员）圆越（?）员远

园员园员 员园员员鄢员员园员 员员园园

缘 阅 鄢远 云

即 （员园员员园员员鄢员员园员员员）圆越（缘阅鄢远云）员远

缘鄢八进制与十六进制之间的转换

可以先转换为二进制，然后再转换为需要的进制。

例 员苑：（圆远猿鄢源缘）愿越（?）员远

（圆远猿鄢源缘）愿 越 （园员园 员员园 园员员鄢员园园 员园员）圆

越 （园园园员 园员员园 园员员鄢员园园员 园员园园）圆

越 （员远猿鄢怨源）员远

通过上述转换可以看出，二进制数可以很方便地用八进制和十六进制来表示。因此可以把计算机中采用的二进制数全都用八进制或十六进制来书写，这样既保留了二进制的优点又克服了它不易阅读、计数位数多等缺点，一举两得。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第二节　数据在计算机中的表示

一、符号的表示

数据有正负之分，即带有符号。数据的符号在计算机中是如何表示的呢？在计算机中，所有的信息都是用 园和 员来表示的，数的符号也不例外，通常用 园表示正数、员表示负数。这样用 员位二进制数码来表示数的符号称为符号位，通常符号位放在数据的最高位。设有两个带符号数：载越垣怨员； 再越原怨员， 它们在 愿位字长的机器中可表示为：

载越[illegible] 再越[illegible]

为了区分原来的数与它在机器中的表达形式，我们将一个数连同它的符号在机器中以数码化形式表示的数称为机器数，而把原来按一般书写方式表示的数称为机器数的真数或真值。

如机器数 [illegible]的真值为 原怨员或记为 [illegible]

二、小数点的表示

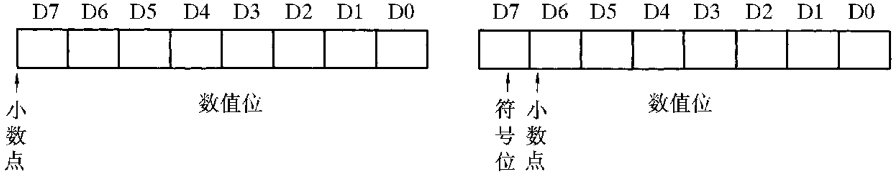
在日常生活中，人们使用的数据往往是带有小数点的。由于机器难以表示小数点，因此在设计机器数的格式时，人为地约定好机器数中小数点的位置，不同的约定使得同一个数据有不同的表示方式。在定字长计算机中，最常用的数据表示方式有定点表示 [illegible] 与浮点表示 [illegible] 两种。

（一）定点表示法

所谓定点表示，是指在表示一个数据时，将小数点的位置按照某种统一的约定，隐含地固定在数字位序列之中。在定点表示方法中，小数点的位置有两种约定方法：一种称为定点小数表示，见图 [illegible] 另一种称为定点整数表示，见图 [illegible]

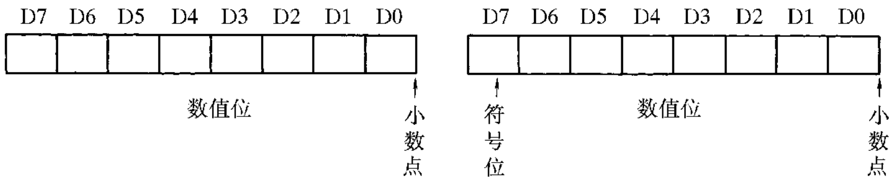
[illegible]定点小数表示

所谓定点小数表示，就是把小数点的位置固定在数值位的最高位前。如果约



a）无符号定点小数　　b）带符号定点小数

图 [illegible] 定点小数表示



a）无符号定点整数　　b）带符号定点整数

图 员猿缘 定点整数表示

定的机器数为无符号数，则小数点位置固定在机器字的最高位之前，见图 员猿源葬。此时机器字中的所有位都是数值位。如字长为 灶，则无符号定点小数所能表示的数的范围是：园～ 员原圆原灶。

若 灶越愿，则 愿位无符号定点小数所能表示的数的范围是：园～ 员原圆原愿，即 园～园援怨怨远员

对于带符号数，小数点位置固定在符号位之后、数值位之前，见图 员猿源遭。如字长为 葬（员位符号位，灶原员位数值位），则带符号定点小数能表示的范围为：原（员原圆原（灶原员））～（员原圆原（灶原员））。

如 灶越愿，符号位占一位，数值位为 苑位，则能表示的带符号定点小数的范围为：原（员原圆原苑）～（员原圆原苑），即 原园援怨怨圆圆～垣园援怨怨圆圆

圆援定点整数表示

所谓定点整数，就是把小数点固定在数值位的最低位之后，见图 员猿缘。

如果字长为 灶位，则能表示的无符号定点整数的范围是：园～圆灶原员

表示带符号定点整数的范围是：原（圆灶原员原员）～（圆灶原员原员）

例如 灶越愿，则能表示的无符号定点整数的范围是：园～圆愿原员，即 园～圆缘缘

能表示的带符号定点整数的范围是：原（圆苑原员）～（圆苑原员），即 原员圆苑～垣员圆苑

（二）浮点表示法

我们知道，十进制数可采用科学计数法，如：

员圆猿源缘远援苑愿越员圆猿源缘援远苑愿伊员园员，原园援园园园员圆猿越原园援员圆猿伊员园原猿

同样的道理，二进制数也可以表示为指数形式，如：

原员园员员援员园员越原员园员援员员园员伊圆员越原园援员园员员员园员伊圆员园园（皂为二进制）

任何一个二进制数 晕都可以表示为以下形式：

晕越依圆藻伊皂

式中 藻表示 圆的幂，称为数 晕的阶码（耘曾责燥灶藻灶贼），皂表示数 晕的全部有效数字，称为数 晕的尾数（酝葬灶贼蚤泽泽葬）。在采用浮点数表示时，尾数一般都用定点小数表示，阶码一般都用定点整数表示。尾数和阶码都有各自的符号，尾数的符号（尾符）表示了二进制数 晕的正负，阶码的符号（阶符）表示实际小数点相

对于尾数规定的小数点的浮动方向。若阶符为正，则表示实际小数点的位置在规定小数点的右边；若阶符为负，则表示实际小数点的位置在规定小数点的左边。

瀣	藻（位）	皂泽	皂（位）
阶符	阶码	尾符	尾数

图 员远 浮点数表示

指数形式表示的二进制数称为浮点数，在计算机中浮点数的表示方法见图 员远。

适当地改变阶码和尾数的位数，可以改变浮点数所能表示数的范围和计数精度，阶码位数越多，表示的数的范围越大；尾数的位数越多，表示的数的精度越高。

通过上面分析可以看出，与定点数相比，浮点数所能表示的范围大、精度高，其运算规则比定点数复杂。所以在一般微机控制系统中的运算，通常多采用定点表示法。

三、带符号数的编码表示法

由于带符号数涉及到符号位的处理，所以运算比较复杂。为了简化带符号数的运算，人们采用了不同的编码方法，即原码、反码和补码。

（一）三种编码的表示（以整数为例）

员原码

原码（栽藻灶则）表示带有符号的二进制数与其真值极为相似，是在数值位的最左边加上一个符号位，正数符号位为 园，负数符号位为 员。数 载的原码常用 载贼 表示。

如：载越垣员员园员园员员 则 载贼越园员员园员园员员

载越原员员园员园员员 则 载贼越员员员园员园员员

原码表示法的定义如下：

定点整数：载贼越{ 载 园≤载＜圆灶原员；圆灶原员原载 园≥载＞原圆灶原员 }

其中 灶为字长。

需要提醒大家注意的是，在原码表示中真值 园可有正负两种表示方法，即 垣园和 原园：

［垣园］贼越园园园园园园园园

［原园］贼越员园园园园园园园

以 愿位二进制为例：原码整数表示的范围为：

员员员员员员员员～园员员员员员员员 即 原员圆苑～垣员圆苑

圆反码

在带符号二进制数的表示中，还常用到反码（韵灶藻'泽 悦燥皂责造藻皂藻灶贼）。正数的反码表示与其原码及补码相同。负数的反码表示是在其原码的基础上保持符号位不变，其它各位按位求反而得。数 载的反码表示用符号 载燥 表示。

员园

反码表示的定义如下 （字长为 灶）：

整数反码：

载 燥 越 { 载　　圆灶原员 跃 载≥ 园 ; （圆灶 原员） 垣载　园≥ 载 跃原圆灶原员 }

由定义知：

［垣园］燥 越园园园…园，［原园］燥 越员员员…员

可见，园的反码表示不是唯一的。

例 载越垣员园员园员园员园　再越原员园员园员园员园

载 燥 越园员园员园员园员园　再 燥 越员园员园员园员园员

以 愿位二进制数为例，则最大正数为 园员员员员员员员 （垣员圆苑）；最小负数为 员园园园园园园园 （原员圆苑）。即整数表示范围为 原员圆苑～ 垣员圆苑

猿援补码

补码用符号 ［载］遭 来表示，其定义如下：

载 遭 越 { 载　　圆灶原员 跃 载≥ 园 ; 圆灶 垣载　　园约 载≥ 原圆灶原员 }

正数的补码就是其真值加符号位 （园表示正数，员表示负数），如 ［载］越垣员园员员园员员，则其补码 ［载］遭 越园员园员员园员员。负数的补码可由原码求得：

将原码 ［载］贼 除符号位外其余各位求反，并在末位加 员。反之，已知负数的补码求原码，同样是将 ［载］遭 除符号位外按位求反并在末位加 员。

例：［载］贼 越员园员园员员员园

［载］遭 越员员园员园园员园

以单位二进制为例，则最大正数为 园员员员员员员员 （垣员圆苑）；最小负数为 员园园园园园园园 （原员圆愿）。即整数表示范围为 原员圆愿～ 垣员圆苑

愿位二进制补码可以表示出 圆缘远个数，园的表示是唯一的。

（二）补码的意义

首先让我们来看一个例子：

设现在标准时间为 缘点整，可有一只钟却已指向 愿点整，问如何将钟拨准？

方法有两个：

员）将时针逆时针拨三格，即 愿点 原猿点 越缘点。

圆）将时针顺时针拨九格，即 愿点 垣怨点 越员苑点 垣缘点。

就是说顺时针拨九格和逆时针拨三格效果是一样的，都可以使时针指向 缘点，条件是时针计数满 员圆时，就将 员圆自动丢掉，重新从 园开始计数。此时 愿原猿和 愿垣怨的结果是一样的，可用加法代替减法。

上述 员圆称为钟表的模 （皂燥凿怎造藻），在模 员圆的前提下，有下式成立：

原猿越垣怨　皂早蚤圆

即：愿原猿越愿垣怨越缘　皂早蚤圆

这里的原猿和怨有以下关系：

怨越远圆垣（原猿　越远圆原猿

猿垣怨越远圆

我们称正数怨是负数（原猿）对于模远圆的补数，当然，正数猿也是负数（原怨）对于模远圆的补数。

对于使用二进制运算的计算机，其中的寄存器和运算器的位数都是固定的，当最高位有进位时，进位值自动丢失，这正好符合模运算的规则，因而负数可以用相应的正数（补数）来表示，减法可以转化为加法。对于灶位二进制数，模取为圆灶。

例如：源位二进制数原远园园员以圆源为模，其补码为圆源原远园园员越远园园员

为了表示数的正负，在补数的最左边增加一个符号位，形成一个带符号补数，这就是符号补码，简称补码（悦燥皂责造藻皂藻灶贼葬则赠）。由于补码比相应的补数多出一位，所以模也相应地增大一倍，例如上述原远园园员的补码为：圆缘原远园园员越员远园园员，最左边的一位是符号位，员表示数的真值为负数；园表示数的真值为正数，这时的模为圆缘。

在灶位机中圆灶即为模，以圆灶为模的补码叫做模圆的补码（园造藻葬灶泽悦燥皂责造藻皂藻灶贼），习惯上简称为补码。

由前述定义知垣园和原园的补码分别为：

[垣园]遭越园园园…园

[原园]遭越圆愿原园园园…园越员园园园…园越园园园…园　皂燥凿圆愿

所以在补码表示中，园的表示是唯一的。

原码、反码、补码都是为了表示带符号二进制数而设计的。它们都是机器数，分别用于不同的场合，如加减法运算用补码较简单，乘除法运算用原码较方便。这就要求在三种码制间能进行灵活的转换，转换方法在前面已做过介绍。

现将愿位二进制数码在表示无符号数及有符号数的原码、反码及补码时的含义归纳见表员援员

表员援员　数的表示法

愿位二进制数码	无符号数	原　码	反　码	补　码
园园园园园园园园	园	垣园	垣园	垣园

（续）

愿位二进制数码	无符号数	原　码	反　码	补　码
园园园园园园园员	员	垣员	垣员	垣员

00000000	0	+0	+0	+0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
01111101	125	+125	+125	+125
01111110	126	+126	+126	+126
01111111	127	+127	+127	+127
10000000	128	-0	-127	-128
10000001	129	-1	-126	-127
10000010	130	-2	-125	-126
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11111100	252	-124	-3	-4
11111101	253	-125	-2	-3
11111110	254	-126	-1	-2
11111111	255	-127	-0	-1

第三节　二进制数的运算方法

一、无符号数的运算

计算机中的无符号数一般可以理解为正数，当运算结果出现负值时，用一些特殊的标志加以表示。通常无符号数采用定点数来表示，本节以定点整数为例，介绍各种最常用的运算方法，其中加法、减法、乘法的运算方法对定点小数也适用，除法法则只适用于定点整数。

（一）加法

两个无符号数相加，可采用一般二进制数的加法规则，如最高位产生进位，则表明有溢出，说明运算结果超限，否则运算结果正确。

例 [illegible]　两个8位无符号数：A=[illegible]B，B=[illegible]B，求 A+B？

进位　　[illegible]

被加数　　[illegible]

加数　+　[illegible]

———————————

1 [illegible]

因最高位产生进位表明有溢出　运算结果超过255，结果错误。即用8位字长无法表示A+B，必须用更多位表示。

（二）减法

两无符号数A、B，若做A-B时应保证A≥B，否则结果就不是无符号数了。其结果正确与否，可由特殊标志判定。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com