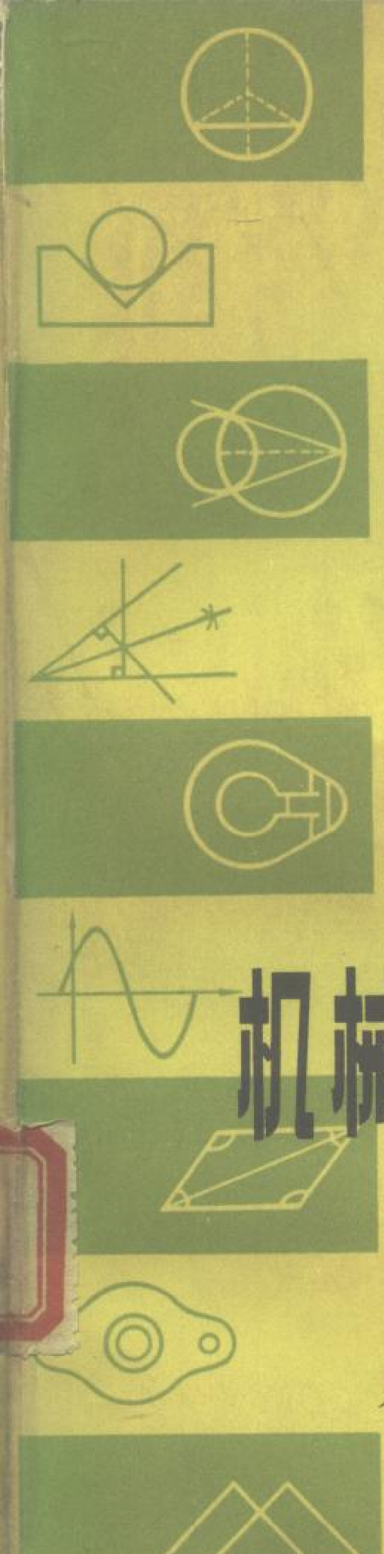

铁道部武昌车辆工厂教育科
武汉师范学院数学系
合编

机械工人常用数学

人民铁道出版社

内 容 提 要

本书将数学的基本知识应用到机械工厂的车、钳、刨、铣、电等工种的生产计算中。全书共有八章，主要介绍代数、几何、三角函数及平面解析几何等基本知识。

本书可作为机械工人自学读物。

机械工人常用数学

铁道部武昌车辆工厂教育科
武 汉 师 范 学 院 数 学 系 合编

人民铁道出版社出版
新华书店北京发行所发行
各 地 新 华 书 店 经 售
人民铁道出版社印刷厂印

开本：$787\times1092\frac{1}{32}$ 印张：17 字数：392 千
1 9 7 9 年 1 月 第 1 版 1 9 7 9 年 1 月 第 1 次印刷
印数：0001—460,000 册
统一书号：15043·5091 定价： 1.15 元

前　言

本书在铁道部武昌车辆工厂党委和武汉师范学院党委领导下，由工人、技术人员和教师组成三结合编写小组编写而成。编写的原则是理论联系实际，介绍常用的数学知识，并把它应用于生产实际中去。题材的选择，是以机械工厂的车、钳、刨、铣、电工和数控机床等方面常用的数学计算，阐明代数、几何、三角函数和平面解析几何等基本知识。文字上力求通俗易懂，便于自学。

本书可供具有一定生产实践经验的机械工人参考，也可供中等技术学校和“七·二一”工人大学的机械专业作为数学教材的参考书。

由于我们的马列主义、毛泽东思想水平不高，实践经验和理论知识也很差，本书一定存在不少缺点和错误，希望读者批评指正。在编写过程中，我们得到了武汉教师进修学院、兰州铁道学院等单位的大力支持和帮助。此外，还请大连铁道学院的老师帮助审稿，在此表示感谢。

铁道部武昌车辆工厂教育科
武汉师范学院数学系

1977年7月

目　　录

第一章　公差与有理数

§1.　极限尺寸、公差与有理数的加减法

一、公称尺寸、实际尺寸与偏差

现代机械制造工业中的产品零件，除少数单件生产外，都要求零件具有互换性。也就是说，从一批相同规格的零件中任意拿出一个，就能够装在同一规格机器的一定位置上，并能满足它的技术要求。这种零件叫做具有互换性的零件。零件具有互换性，既能缩短机器制造和装配的周期，又给机器维修护理带来极大的方便。

为了达到零件的互换性要求，在工艺上除要求某些指标外，还必须明确地规定出零件的各种尺寸，现介绍如下：

（一）公称尺寸

按照机器的结构形状及性能的要求，以材料的强度、刚性或其他参数所决定的设计尺寸，叫做公称尺寸。如加工某圆柱销零件，在图纸上就必须标注直径尺寸ϕ20和长度尺寸40这两个公称尺寸，如图1－1所示。标注直径尺寸时应在尺寸数字前加注符号“ϕ”，标注半径尺寸时应在尺寸数字前加注符号“R”。

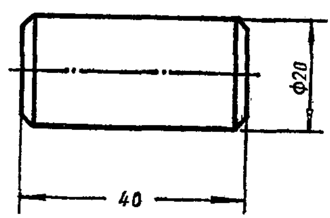

图1－1

（二）实际尺寸和极限尺寸

当零件加工后，要针对图纸上所标注的公称尺寸进行检

验，实际量得的尺寸，叫实际尺寸。但是，制造一个零件，由于各种原因，零件的实际尺寸和公称尺寸不能完全一致，只要制成后的实际尺寸在规定的范围以内就可以，实际尺寸可以变动的范围，叫做极限尺寸。极限尺寸有最大极限尺寸和最小极限尺寸两种，如图1－2所示，也就是说此零件加工后的实际尺寸应介于最大极限尺寸与最小极限尺寸之间就算合格，但不能大于（可以等于）最大极限尺寸，也不能小于（可以等于）最小极限尺寸。

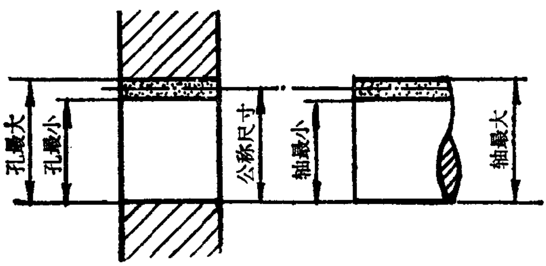

图1－2

（三）偏差

极限尺寸与公称尺寸之差，叫偏差。最大极限尺寸与公称尺寸之差叫上偏差如图1－3所示，即

上偏差＝最大极限尺寸－公称尺寸　　　　（1－1）

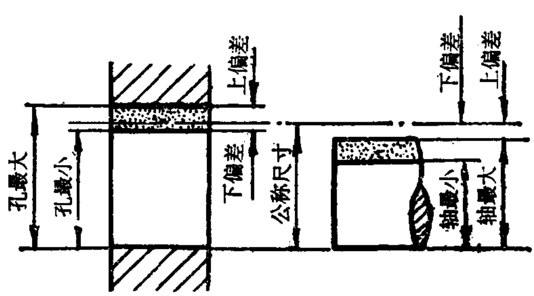

图1－3

最小极限尺寸与公称尺寸之差，叫下偏差，即

下偏差＝最小极限尺寸－公称尺寸　　　　（1－2）

在设计图纸上，把上偏差写在公称尺寸的右上角，下偏差写在公称尺寸的右下角，书写形式是：

$$\boxed{\text{公称尺寸}}^{\boxed{\text{上偏差}}}_{\boxed{\text{下偏差}}}$$

例如　$200^{+0.105}_{-0.075}$，它叫做图面尺寸。

我国规定采用公制作为基本计量制度，它的长度计量单位是：

单位名称	微米	忽米	丝　米	毫　米	厘米	分米	米（公尺）	公里（千米）
代　　号	μ	cmm	dmm	mm	cm	dm	m	km
等　　量		10μ	10cmm	10dmm	10mm	10cm	10dm	1000m

在工厂里，“毫米”也叫做“米厘”，“忽米”也叫做“丝”或“道”。机械图纸上，图面尺寸数字以毫米为单位时，不必写出单位。

二、上、下偏差与有理数的概念

根据工艺要求，对于一种零件有时也规定最大极限尺寸不能小于公称尺寸，而最小极限尺寸不能大于公称尺寸。如某零件直径的公称尺寸是35毫米，最大极限尺寸是35.015毫米，最小极限尺寸是34.99毫米，求偏差。

代入公式（1－1）、（1－2）得

上偏差＝35.015－35＝0.015（毫米）

下偏差＝34.99－35　　　　　　　　　　（1）

其中下偏差用算术里学过的知识无法求出。

就实际情况而言，（1）中第一式表明最大极限尺寸“大于”公称尺寸0.015毫米，第二式就表明最小极限尺寸“小于”公称尺寸0.01毫米。“大于公称尺寸0.015”与“小于公称尺寸0.01”是两个意义相反的量，如果都用算术里的数来表示，一个记为0.015，一个记为0.01，就不能区别它们之间的相反意义。在日常生活和生产实践中，还有很多具有相反意义的量。具有相反意义的量，通常是用反意词来表示，如水位的“上升”和“下降”，温度的“零上”和“零下”，车辆行驶的“向东”和“向西”，产量的“增加”和“减少”等等。在数学上为了区别这些相反意义的量，把其中一种意义规定为“正”，另一种和它相反的意义规定为“负”。正的量用算术里的数表示，如“大于公称尺寸0.015毫米”记作0.015毫米，“零上3°”记作3°等等。负的量在这些数的前面添上一个“－”号（读作负）来表示，如“小于公称尺寸0.01毫米”记作－0.01毫米，读作“负0.01毫米”，“零下3°”记作－3°，读作“负三度”等等。这样，前面（1）式中第二个式子的下偏差可以求出来：

下偏差＝34.99－35＝－0.01（毫米）。

一般地，算术里的数（除零外）都叫做正数，在它的前面添上“－”号的数叫做负数。如3、0.015、$\frac{1}{5}$等都是正数，－3、－0.01、$-\frac{1}{5}$等都是负数。

0是特殊的数，它既不是正数又不是负数，零是介于正数和负数之间的唯一中性数。

只差一个符号的两个数，如3和－3，0.07和－0.07，

我们说其中一个是另一个的相反数。如3的相反数是－3，－3的相反数是3。一般地，a与$-a$是互为相反数。

有时为了强调正数对于负数的相反性，在正数前面添上“＋”(正)号，如3可以写成＋3，0.07可以写成＋0.07。3和＋3，0.07和＋0.07都是一样的。

正的整数和分数、负的整数和分数，以及零，统称为有理数。

根据有理数的概念，前面列举的关于零件的图面尺寸共有四种情况：

1. 上偏差和下偏差都是正值，其图面尺寸记法如：

$$30^{+0.056}_{+0.035};$$

2. 上偏差和下偏差都是负值，其图面尺寸记法如：

$$30^{-0.04}_{-0.07};$$

3. 上偏差为正值，下偏差为负值，其图面尺寸记法如：

$$30^{+0.013}_{-0.008};$$

4. 上偏差和下偏差的数值中有一个为零，则不标注，其图面尺寸记法如：

$30^{+0.023}$——其下偏差为零；

$30_{-0.034}$——其上偏差为零。

三、实数的概念

可以证明，分数都能表示为有限小数或无限循环小数；反之，有限小数或无限循环小数也能表示为分数。例如：

$$\frac{1}{2}=0.5,\quad \frac{23}{99}=0.\dot{2}\dot{3},\quad 0.2=\frac{1}{5},\quad 0.\dot{3}=\frac{1}{3}。$$

但是，也确实存在这样的一种数，它用小数表示时，既不是有限小数，也不是无限循环小数。例如，不论圆的大小如何，圆的周长和它的直径之比是一个定数，这个定数叫做圆周率，习惯上用希腊字母π表示。已经证明π用小数表示时，它是一个无限不循环小数，$\pi=3.14159265\cdots$。又如，在科学和工程技术上常用的数e（自然对数的底，在第六章会讲到），也是一个无限不循环小数，$e=2.71828182\cdots$。

无限不循环小数叫做无理数。

对于无理数，常根据实际问题的需要，取有限位小数作它的近似值。也就是说，用有理数近似地表示无理数。例如$\pi=3.14159265$，用四舍五入法，截取到百分位的近似值是$\pi\approx3.14$，截取到万分位的近似值是$\pi\approx3.1416$。

有理数和无理数统称为实数。我们把学过的各种数列表如下：

- 实数
  - 有理数
    - 整数
      - 正整数（自然数）
      - 零
      - 负整数
    - 分数（有限小数或无限循环小数）
      - 正分数
      - 负分数
  - 无理数（无限不循环小数）
    - 正无理数
    - 负无理数

四、数轴和绝对值

在日常生活中，用直尺上的刻度表示长度的大小，用温度计上的刻度表示温度的高低，这实际上就是把有理数直观

地用一条直线上的点表示出来，如图1—4所示。

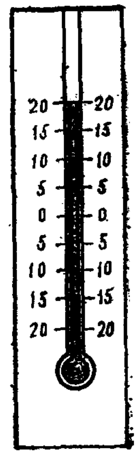

图1—4

我们任意画一条直线，规定从左到右的方向为正（用箭头表示），如图1—5甲，在直线上任取一点O，这点叫做原点，表示数零。再任意选定一条适当长的线段m作长度单位，我们把这样规定了原点、方向和长度单位的直线，叫做数轴。

用这种方法，所有的有理数都能用数轴上的点来表示。

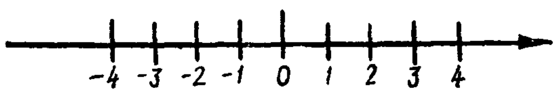

图1—5甲

例1． 把下列各数用数轴上的点表示出来：

2，－2，－3.5，3.5，7。

解：先画数轴，然后在数轴上找出相应的点，图1—5乙中的A、B、C、D、E各点分别表示2、－2、－3.5、3.5和7。

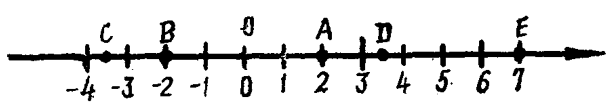

图1—5乙

在理论上可以证明：在实数范围内，数轴上的每一个点都对应着唯一确定的实数。反过来，每一个实数也都对应着

数轴上唯一确定的点。实数和数轴上的点之间的这种对应关系，叫做一一对应。

假定一辆汽车从车站出发，在东西向的公路上行驶了25公里，如果要问这辆汽车现在在哪里，那么不仅要考虑汽车行驶的距离，还需要考虑汽车行驶的方向，这时就需要用正负数来表示，如图1－6所示。如果只问汽车行驶的路程有多长，这时就不需要考虑它行驶的方向，只要用一个数25来表示就可以了。一般地，把数轴上表示一个数的点到原点的距离叫做这个数的绝对值。数 a 的绝对值用 $|a|$ 来表示。如表示25和－25的点到原点的距离都是25，它们的绝对值都是25，记作 $|25|=25$、$|-25|=25$。因为表示数零的点就是原点，所以 $|0|=0$。

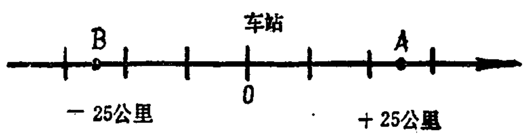

图1－6

一般地规定：正数和零的绝对值是它们自己，负数的绝对值是它的相反的数。

例2. 写出下列各数的绝对值：$5\frac{1}{2}, -4, -3.6, 0, a$。

解：$|5\frac{1}{2}|=5\frac{1}{2}$，$|-4|=4$，$|-3.6|=3.6$，$|0|=0$。

$$|a|=\begin{cases} a & \text{（当 } a \text{ 为正数）} \\ 0 & \text{（当 } a \text{ 为 } 0\text{）} \\ -a & \text{（当 } a \text{ 为负数）} \end{cases}$$

从这里可以看出，除零以外，正数和负数的绝对值都是

正数。

如果两个数互为相反数，那末这两个数的绝对值必定相等，如$\frac{1}{2}$和$-\frac{1}{2}$互为相反数，

$$\left|\frac{1}{2}\right|=\left|-\frac{1}{2}\right|=\frac{1}{2}。$$

五、有理数的大小比较

正数就是算术中学过的数，我们已掌握其大小的比较方法。例如8比7大，用不等号表示，就是$8>7$或$7<8$，读作“八大于七”或“七小于八”。

对于正数和负数，负数和负数，以及零和负数，怎样比较它们的大小呢？我们以温度为例来说明。零上的温度比零下的温度高，所以正数大于负数，$-3°$的气温高于$-5°$的气温，所以$-3>-5$；又$0°$的气温高于$-4°$，所以$0>-4$。因此，有理数比较大小的法则是：

正数大于零，正数和零大于负数；

正数中，绝对值大的数较大；负数中，绝对值大的数反而较小。

例3. 比较下列各对数的大小：

0与$-\frac{2}{7}$，0.0001与-1000，-0.001与-89，$|-8|$与$|-7|$。

解：根据有理数比较大小的规则，可知

$0>-\frac{2}{7}$，$0.0001>-1000$，$-0.001>-89$，$|-8|>|-7|$

有理数的大小比较，在数轴上看是很明显的。在数轴上，点的位置越往右，它表示的数越大。

六、极限尺寸与有理数的加法

由公式（1－1）、（1－2）可知：

最大极限尺寸＝公称尺寸＋上偏差　　（1－3）

最小极限尺寸＝公称尺寸＋下偏差　　（1－4）

由于上偏差和下偏差的数值可以是正数、负数或零，因此，在计算最大（小）极限尺寸时，有必要研究有理数的加法运算。

现仍以行程为例，规定向东为正，向西为负。现在分四种情况，用有理数加法说明两次行程的结果，从而得出有理数的加法运算法则。

1． 先向东走4公里，再向东走5公里，如图1－7所示，结果是离原点向东共走9公里，可用式子表示为：

$$(+4)+(+5)=+9$$

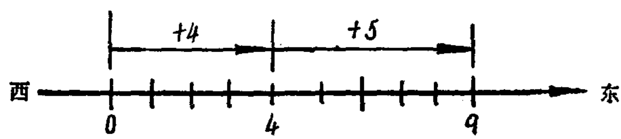

图1－7

2． 先向西走4公里，再向西走5公里，如图1－8所示，结果是离原点向西共走9公里，可用式子表示为：

$$(-4)+(-5)=-9$$

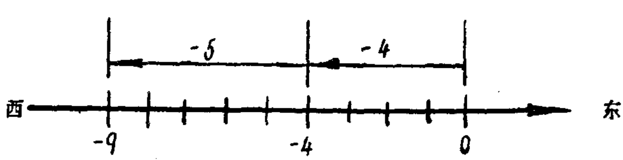

图1－8

3． 先向东走5公里，再向西走8公里，如图1－9所示，结果是离原点向西走了3公里，可用式子表示为：

$$(+5)+(-8)=-3$$

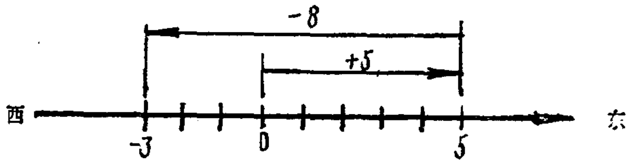

图1－9

4． 先向西走5公里，再向东走8公里，如图1－10所示，结果是离原点向东走了3公里，可用式子表示为

$$(-5)+(+8)=+3$$

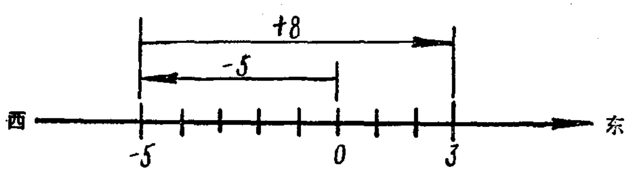

图1－10

从上面的例子说明了正负数的加法法则就是：

同号两数相加，把它们的绝对值相加，取原来加数的符号；

异号两数相加，较大的绝对值减去较小的绝对值，取绝对值大的加数的符号。

特殊情况：两个相反的数相加等于零；任何数与零相加，仍得这个数。

例4． 计算下列图面尺寸的最大极限尺寸和最小极限尺寸，

（1）$50^{+0.035}_{+0.018}$，（2）$50^{-0.025}_{-0.050}$，（3）$50^{+0.015}_{-0.010}$。