

划线技术的基础理论与应用

位同民 编著

大连海事大学出版社

划线技术的基础理论与应用

位同民 编著

大连海事大学出版社

© 位同民 2013

图书在版编目(CIP)数据

划线技术的基础理论与应用 / 位同民编著. — 大连: 大连海事大学出版社, 2013. 7

ISBN 978-7-5632-2892-8

I. ①划… II. ①位… III. ①钳工—划线—研究 IV. ①TG931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 172302 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:22.25

字数:508 千 印数:1 ~ 500 册

出版人:徐华东

责任编辑:姜建军 刘牧园 版式设计:晓 江

封面设计:王 艳 责任校对:杨 森

ISBN 978-7-5632-2892-8 定价:55.00 元

前 言

进入 20 世纪之后,祖国的各项产业迅猛地发展。机械工业也在这发展的浪潮中,凸现着它的雄姿和重要地位。正因为这样,对从事机械的工作者的技术和文化要求越来越高。具有良好的文化基础和掌握良好的技术,就成为当代机械的工作者必须具备的条件。从事机械工作的工种很多,有车、铣、镗、刨、钳等等。在钳工这类工种中,又分为加工钳工、装配钳工、工具和维修钳工等,在加工的钳工工序中,划线钳工实不可缺少。为此,特编著“划线技术的基本理论与应用”一书。本书是作者根据四十多年的工作经验,经认真总结,用坐标系的理论,说明划线技术的原理和功能;其次,把几何学和三角学的基本知识,贯穿于划线技术的各个环节之中,使理论与实践更好地结合,从而使划线工作者感到学习理论的迫切性和重要性,以实现实践创造理论,理论更好地推动实践,以求有助于新一代机械划线工作者的现场工作经验的积累和技术水平的提高,更好地完成其担负的任务!

根据划线技术的实践工作要求,本书内容具体包括:划线技术常用的工具种类及用途,划线技术工作者应具备的基本理论知识和实际应用,机械零件的划线实践及其理论的应用,齿轮的划线和常用的数学表等。这些都是工作实践和理论实用资料,虽不完备,但很适用,基本上满足了划线工作者的需要。

本书单列一篇的“数据表”,大体上分为国家规定的“计量单位用表”,各种“计量单位换算用表”和“日常频用的数学用表”三大类。其中“计量单位换算用表”和“数学用表”,其小数部分都计算到小数点后五位,这是因为现代已进入“纳米”时代,力争把数据计算得更准确一些,以提高产品零件的精度。

用坐标系的理论说明划线技术的原理和功能,把几何学和三角学的基本知识贯穿于划线技术的各个环节和“数学用表”相当一部分表的用量单位计算到小数点后五位,是本书的三大特点,通过这三大特点力求把理论与实践的结合更明显地显示出来,达到“实践——理论——再实践”的目的,不断提高划线技术水平,更好地满足日益提高的科学技术的要求,努力服务于新时代的科学发

展!书中提到的不少先进工具和实践工作经验,是从事划线工作者几十年创造出来的,我把它积累和编写出来,尽微薄之力,提供给同行和后来者。我们感谢先辈们的创造!

在此特别要感谢的是大连市学术专著资助出版评审委员会和大连海事大学出版社的鼎力支持,没有他们的支持与帮助,此书也无法得以出版。

本书前后经过搜集资料,总结经验,历经二十五年业余时间,断续写成。由于本人学识浅薄,经验不足,书中不妥之处,在所难免,敬请各位读者批评指点,不胜感激。

编著者

2013 年 7 月

本书由

大连市人民政府资助出版

The published book is sponsored by

the Dalian Municipal Government

目 录

第一篇 机械制造业中的划线技术

第一章 机械制造与划线	(1)
第一节 机械制造业的划线技术意义	(1)
第二节 划线技术的基本种类及特点	(1)
第三节 划线技术的精度与机械零件要求精度的关系	(2)
第二章 划线技术应用工具的种类及用途	(3)
第一节 通用划线工具的种类及用途	(3)
第二节 特殊划线工具的种类及用途	(9)

第二篇 机械基础理论和应用

第一章 机械制图的基础理论与应用	(12)
第一节 机械制图基础理论的重要性	(12)
第二节 机械制图的投影规定	(12)
第三节 机械制图图样的各种图线的规定	(13)
第四节 尺寸的注法规定	(17)
第五节 几种图样画法的规定	(23)
第六节 机械制图图样的比例的规定	(25)
第二章 机械识图的基础理论与应用	(26)
第一节 投影基础理论	(26)
第二节 剖视图和剖面图	(30)
第三节 机械零件图	(31)
第三章 机械其他基础知识与划线	(38)
第一节 机械零件表面粗糙度的基础知识与划线的关系	(38)
第二节 机械零件的公差与配合、形状和位置公差的基础知识与划线的关系	(40)
第三节 机械装配图的基本知识与划线的关系	(46)

第三篇 基础数学理论与应用

第一章 乘方与开平方的基础理论与应用	(49)
第一节 数的乘方与开方的关系	(49)
第二节 怎样进行开平方	(49)
第三节 怎样开立方	(55)
第二章 平面几何的基础理论与应用	(59)
第一节 平面几何点、线、面、体的基础理论与应用	(59)
第二节 平面几何角、三角形的基础理论与应用	(67)
第三章 三角学基础理论与应用	(87)
第一节 勾股定理	(87)
第二节 直角三角形的边角计算	(89)

第四篇 几何作图在划线中的应用

第一章 轨迹和作图	(106)
第一节 轨迹	(106)
第二节 几何作图	(107)
第三节 几何作图在划线中的应用	(115)
第四节 曲线的画法	(125)
第二章 凸轮的基础理论与作用	(143)
第一节 凸轮各部分的名称和作用	(143)
第二节 从动部件运动的性质	(145)
第三节 划圆盘凸轮的步骤和原理	(147)
第三章 钣金制品的划线与展开图	(157)
第一节 钣金制品的基本概念	(157)
第二节 钣金展开图的几种画法	(158)

第五篇 划线技术的实践

第一章 平面划线的实践	(174)
第一节 平面划线和它的特点	(174)
第二节 平面划线的种类	(174)
第二章 立体划线的实践	(179)
第一节 立体画线的概念	(179)

第二节 各种机械零件的立体划线 (180)

第六篇 数据表

第一部分 我国常用计量单位及换算 (242)

第二部分 常用的长度单位及换算表 (250)

第三部分 应用数学表 (258)

第四部分 几种几何体的计算表 (319)

第五部分 连接件方面的有关计算表 (334)

第六部分 度量衡单位换算应用 (341)

第一篇 机械制造业中的划线技术

第一章 机械制造与划线

划线技术是所有机械制造和机械维修中不可缺少的工种,它对保证机械零件的几何形状及其质量具有显著影响(尤其是那些小批量和多品种生产的工厂,划线技术更为重要),因此,提高划线技术工作者的文化技术水平,是现代化企业提高产品的几何精度和产品质量一个不可忽视的问题。所以,特别讨论研究一下划线技术,就成了我的初衷。

第一节 机械制造业的划线技术意义

在机械制造业中,有许多机械零件是经过各种机械设备加工而成的。需要加工的机械零件有铸件、锻件、焊接件、板材等等,所有这要加工的机械零件称为毛坯件。许多毛坯件的加工,要保证它符合图纸要求,就要在加工前预先确定它的几何尺寸,以便进行后序的正确加工,这就要进行划线(当然,在很多现代化生产的企业里,不少机械零件的加工,不一定需要划线)。所以,划线是进行机械加工前,确定机械零件正确的几何尺寸的首先工序,而且是重要工序。

第二节 划线技术的基本种类及特点

因为划线是机械加工前,确定机械零件正确的几何尺寸的第一工序,所以有许多毛坯件的加工必须先划线。根据毛坯机械零件的形状不同,大体上分为两种划线:一种是平面划线。所谓平面划线,就是要加工的面、孔、槽、口等,都集中在一个平面内,或称为集中在一个面体内(大多数机械零件都是六面体)。这类毛坯零件多为板材,如机床的配电盘、模板、法兰盘、平垫等,其特点是大部分零件的精度要求比较低,结构也不复杂,一次划线即可完成加工前的划线。

另一种是立体划线。所谓立体划线,就是把要加工的面、孔、口、槽等,分布在机械零件的六面体上,按不同层次,不同要求进行划线。这类毛坯零件多为铸造件、锻造件和焊接件等。这类零件的划线特点是要进行多面体的多次翻转才能完成所要求的划线工序;这类零件有的要进行多次划线,才能完成零件的加工过程。一般都是平面的加工划线,而后孔、槽的加工划线,最后各种紧固件孔的划线等。这类划线比较复杂,要求的划线精度也不一样,所以,立体划线是比较复杂的划线。其次,说立体划线比较复杂,还表现在被加

工的机械零件,不仅有面、孔、口、槽等,有时在一个机械零件上同时出现斜平面、斜度孔、燕尾等复杂的几何要素。第三,说立体划线比较复杂,不仅要考虑到下道工序的加工要求,还要考虑到整个机械零件各工序完成后能否满足图纸上所要求的几何形状等。要做到上述几点,需经过精心的培养和多年的实践锻炼,这样才能较好地担负起划线的重要任务。

第三节 划线技术的精度与机械零件要求精度的关系

这个问题表面看来,机械零件的要求精度似乎与划线的精度无关,其实不然,一般来说,机械零件的精度要求越严格,对划线的精度的要求也就越严格;反之,就相对差一点。这里指的划线精度有两方面内容:其一是指几何尺寸所给定的要求位置和范围;其二是指几何形状所给的要求位置和范围,而不是指各项技术要求的公差精度。这个概念分清特别重要,否则会把自己引向误区而达不到划线技术应该达到的技术水准。

严格地说,划线的精度是对机械零件的几何形状要求的精度,而对几何尺寸要求的精度(即尺寸的公差要求),绝大部分(指公差要求严的部分)都是靠机械加工设备来保证的。对于几何尺寸方面的精度,划线只能做到基本的保证,这里说的基本是机械零件的名义尺寸及它的自由公差范围。就是后面谈到的精密划线的精度,其精度只能达到大于0.10 mm以上的几何尺寸公差水平,因此,当提到划线精度时,均指上述范围内的精度,而不是泛指机械零件的技术等级精度。之所以这样提醒和强调划线精度,一是工种的特点——手工式和工具所限;二是工艺手段的水平有限,这就注定其划线精度的水准,不会是高精的。这就是工种的局限性。

第二章 划线技术应用工具的种类及用途

这里专门谈谈划线技术应用工具的种类和用途,为划线技术工作者提供必备的工具种类,适应工作的需要。

随着科学技术的发展,划线工具也在不断地提高、发展和创新,种类也不断地增多,划线的精度也稳步提高。为了说明这种变化,在这里把划线用的工具分为两大类:一是通用划线工具类,这类工具是所有划线工种不可缺少的,即所谓通用工具类;二是特殊划线工具类,这类工具有的是能提高划线尺寸的精度,如划线台尺,有的则是除提高划线尺寸的精度外,还能提高工作效率,如万能划线刻度盘等。在这里把它列为特殊划线工具,一是为了说明,任何一个工种都不仅仅是一个工种;二是说明,各行各业都有其科学内涵,科学技术的发展是无止境的,勉励从事机械划线技术工作的同行,对科学技术不断提高、发展和创新,为发展我国机械制造业贡献力量!

第一节 通用划线工具的种类及其用途

一、划线平板(又称划线平台)

这是划线技术工作必须具备的第一工具,也称为基础工具。所以,没有它可以说就谈不上划线(见图 1-2-1)。

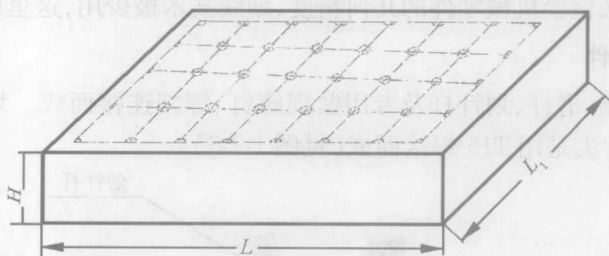


图 1-2-1 划线平板

划线平板的规格,它分三种:1500 mm × 800 mm × 200 mm(长 × 宽 × 高),3000 mm × 1500 mm × 250 mm 和 5000 mm × 2000 mm × 300 mm,这是最常见的三种规格。还有更小和更大的规格,一般机械工业划线不太用。

划线平板的精度,它分为三级:Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。划线技术工作最常用的是Ⅱ、Ⅲ级,Ⅱ级用作精密机械零件的划线;Ⅲ级用作毛坯机械零件的划线。目前多数机械工业用的划线平板多数为Ⅲ级。规格大部分用 3000 mm × 1500 mm × 250 mm。

划线平板的用途广泛,不管作平面划线、立体划线,还是进行一些特殊机械零件的划线,都离不开划线平板。

二、调整器(通称千斤顶)

它由底座和调整螺杆两部分组成,这种工具看似简单,但作用很大,升降螺杆的尖端要淬火,达到 C48 以上,主要防止尖端不锐,在使用时调整器容易移动,造成工件倒塌伤人;调整器的底座,也需淬火,达到 C45 以上,利于移动和防止碰疤造成使用时不稳固(见图 1-2-2)。



图 1-2-2 调整器

调整器的规格,按其结构和承载力的大小分为:小、中、大和特大四种。

调整器的用途,根据其结构和承载力的大小,分别用于不同机械零件的支撑,便于划线找平行、垂直的调整操作。

因为它有灵活的调整螺杆,能满足毛坯零件划线时的快速调整需求,顺利完成机械零件的各种不同的平行线的划线。

随着科学技术的发展,近十几年来又出现了一些专用调整器和斜平面微调调整器,斜平面调整器主要用来检验机械零件的几何精度,划线技术极少用,这里就不做介绍。

三、划线盘和划件

划线盘是由底座、滑杆、划针杆及专用紧固螺钉、螺帽连接而成。划线盘座的底部要淬火,达到 C45,划针尖是用 T15 焊接而成(见图 1-2-3)。

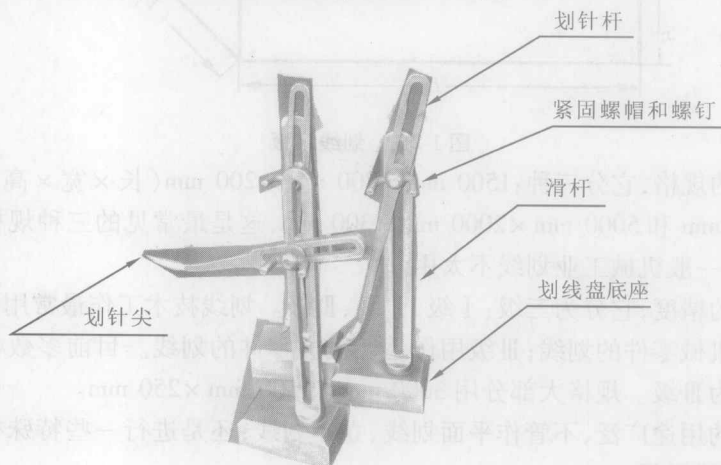


图 1-2-3 划线盘

划线盘的规格,根据高度分为:150 mm、250 mm、350 mm、500 mm 和 1000 mm 五种。

划线盘的用途:主要用来划机械零件的各加工平面尺寸的平行线和孔距尺寸的平行线。它的划针尖原来用工具钢做成,革新后用 YT15 合金钢焊接而成,解决了工具钢磨损快,划针不锋利的缺点,减去了打铁碾尖的时间,提高工作效率 20 多倍。

划针:这里说的划针,不是划线盘上用的划针,而是用 $\Phi 5$ 或 $\Phi 6$ 弹簧钢丝,焊接上 YT15 合金钢尖制做而成,它的长度为 250 mm 或 300 mm。主要用于平面划线或做模板时划直线,在立体划线时,用作构造划斜平面直线。

四、直角尺

(工厂大多数称谓“弯尺”)它由尺座和尺身两部分组成(见图 1-2-4)。

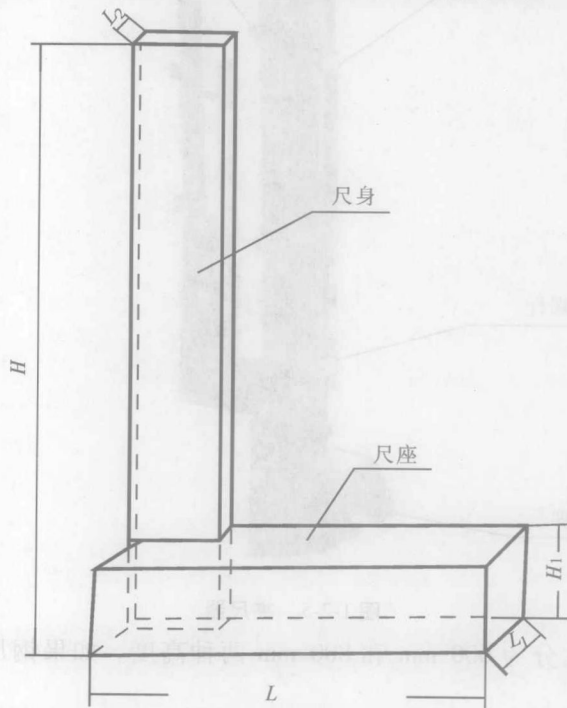


图 1-2-4 直角尺

直角尺的规格和精度,直角尺按其高度分为:200 mm、300 mm、500 mm 和 1 000 mm。其垂直精度分为三级:Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。机械零件的划线多用Ⅱ级直角尺,精密零件的划线也用Ⅰ级直角尺。

直角尺的用途:主要用在划线的过程中,校正机械零件与基准线(或基准面)的垂直度,以便划出准确的几何形状的垂直线。也用作加工后的机械零件划线时,与基准面的垂直度的检验,以保证划线的准确性。

近年来,为满足带角度机械零件的划线需要,革新了一种尺座带刻度的角度尺,大大方便了一些特殊零件的划线工作。

五、夹尺器(通称尺架)

它由夹尺器底座、立柱、夹尺板和微调螺杆四部分组成(见图 1-2-5)。微调螺杆可上

下自由微调,调整的范围在 10 mm 上下。夹尺板是用来夹紧钢尺和专用划线尺。夹尺板分左右两排夹紧装置,便于左右均可夹紧钢尺和制作专用划线尺用。

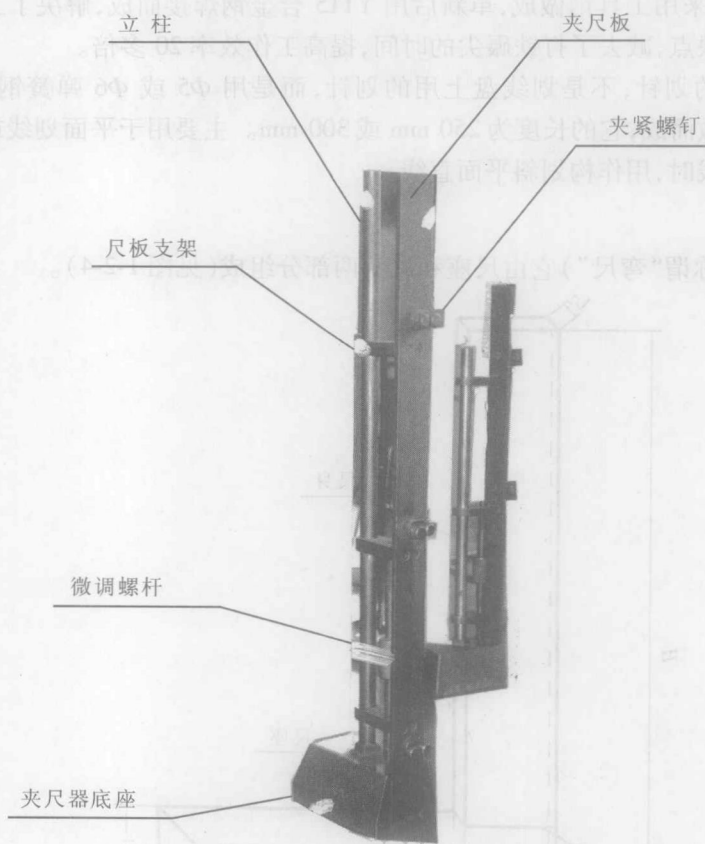


图 1-2-5 夹尺器

夹尺器的规格,它分为 600 mm 和 800 mm 两种高度。如果钢尺是两米的,也有用 1200 mm 的夹尺器。

夹尺器的用途,它是用于夹紧划线用的量具的工具。根据它的作用,便于顺利进行划线的各项尺寸定量作用。

六、划线用圆规和尺卡(通称划卡)

圆规和尺卡都是由两支划足和固定心轴两部分组成(见图 1-2-6),圆规是两支尖划足;尺卡是一支尖划足,一支弯平划足。其尖端均用 YT15 合金钢焊接而成的,废除了用工具钢做尖端结构,节约了打铁碾尖的时间,提高了尖端的耐磨性,从而提高了工作效率 20 多倍。

圆规和尺卡的规格:圆规的规格分为长度 80 mm、180 mm、250 mm 三种。有时也用到 300 mm 长的圆规,主要是划大圆或大距离孔距。

尺卡的规格分为长度 80 mm 和 180 mm 两种。

圆规与尺卡的划尖,均用 T15 合金钢焊接而成,它有耐磨、锋利的特点。圆规和尺卡

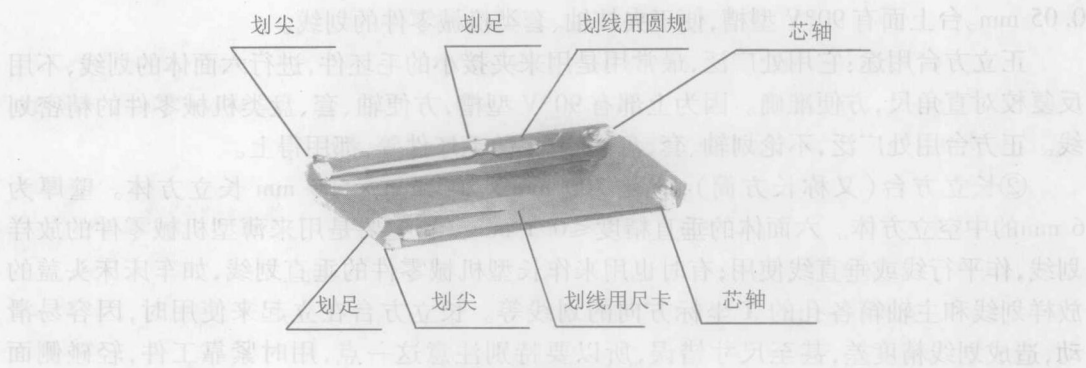


图 1-2-6 圆规与尺卡

的用途:圆规主要用在划圆和在圆周上分度孔距,或在直线上划分布的孔距(特别是平面划线用的较广泛)等。尺卡则是用在单独孔距尺寸不大的划线和某些机械零件内部孔距尺寸不大的划线及找孔的中心点等,如轴头的顶丝孔、油孔,省时省力。

七、正立方台和长立方台

①正立方台:由正立方体、立柱和夹紧臂三部分组成(见图 1-2-7)。为了减轻重量,正立方体中空,壁厚为 8 mm。

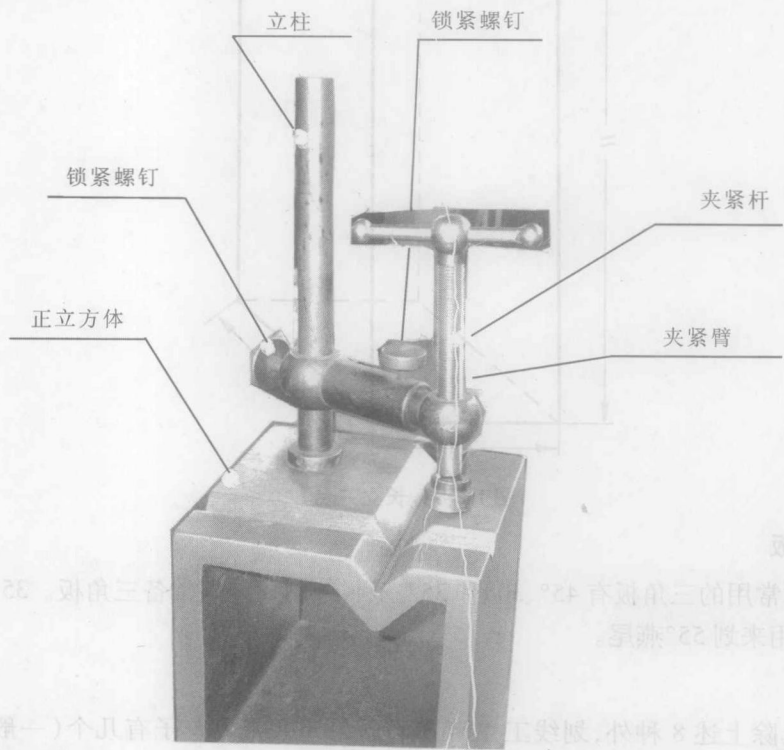


图 1-2-7 正立方台

正立方台规格:正立方体为 200 mm × 200 mm × 200 mm。六面体的垂直精度 ≤

0.05 mm。台上面有 $90^\circ V$ 型槽,便于夹枝轴、套类机械零件的划线。

正立方台用途:它用处广泛,最常用是用来夹接小的毛坯件,进行六面体的划线,不用反复校对直角尺,方便准确。因为上部有 $90^\circ V$ 型槽,方便轴、套、盘类机械零件的精密划线。正方台用处广泛,不论划轴、套、盘件,或小的毛坯件等,都用得上。

②长立方台(又称长方筒),它是 $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ 长立方体。壁厚为 6 mm 的中空立方体。六面体的垂直精度 $\leq 0.1\text{ mm}$ 。它主要是用来薄型机械零件的放样划线,作平行线或垂直线使用;有时也用来作长型机械零件的垂直划线,如车床床头盖的放样划线和主轴箱各孔的 X 坐标方向的划线等。长立方台在立起来使用时,因容易滑动,造成划线精度差,甚至尺寸错误,所以要特别注意这一点,用时紧靠工件,轻碰侧面(见图 1-2-8)。

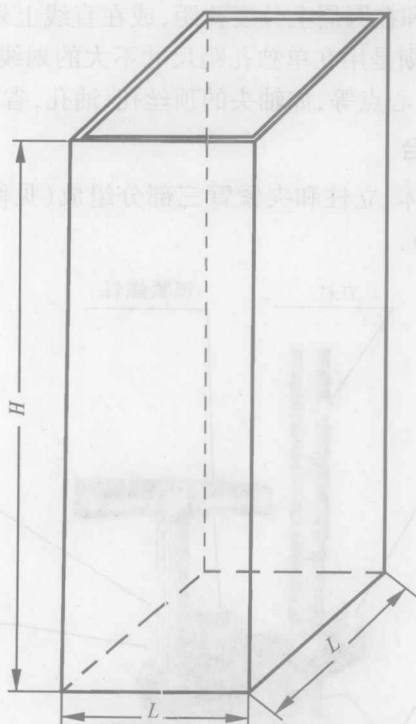


图 1-2-8 长立方台

八、三角板

划线技术常用的三角板有 45° 、 30° 和 35° 三种。 30° 、 45° 是常备三角板。 35° 是特备三角板,它主要用来划 55° 燕尾。

九、其他

通用工具除上述 8 种外,划线工作者还必备手锤一把。统子有几个(一般统子直径为 $\Phi 6$ 、 $\Phi 8$ 和 $\Phi 10$ 三种),它的材料被创新为用这类规格的废铰刀或废钻头柄制作而成,既方便又实用(不用淬火)。还要具备 150 mm、300 mm、500 mm 和 1000 mm 及 2000 mm 钢尺,以备不同情况下的不同使用。

第二节 特殊划线工具的种类和用途

这里讲的特殊划线工具,不像前面提到的常用工具那么普通,用处广泛,而是结构复杂,精度较高的划线工具。它使用方便,工作效率高,划线精度也高,所以受到特别欢迎。它主要有划线台尺、万能划线卡尺、万能划线刻度盘和万能角度尺等,下面就分别介绍。

一、划线台尺

由专门量具刀具厂出产的台尺,改制一个划尖创新而成。它由台尺底座、主尺、副尺(滑尺)和划尖四部分组成。划尖是用 YT15 合金钢焊接,经过精修装夹在副尺头上即可使用(见图 1-2-9),因使用频率不高,划尖也可不进行改制。

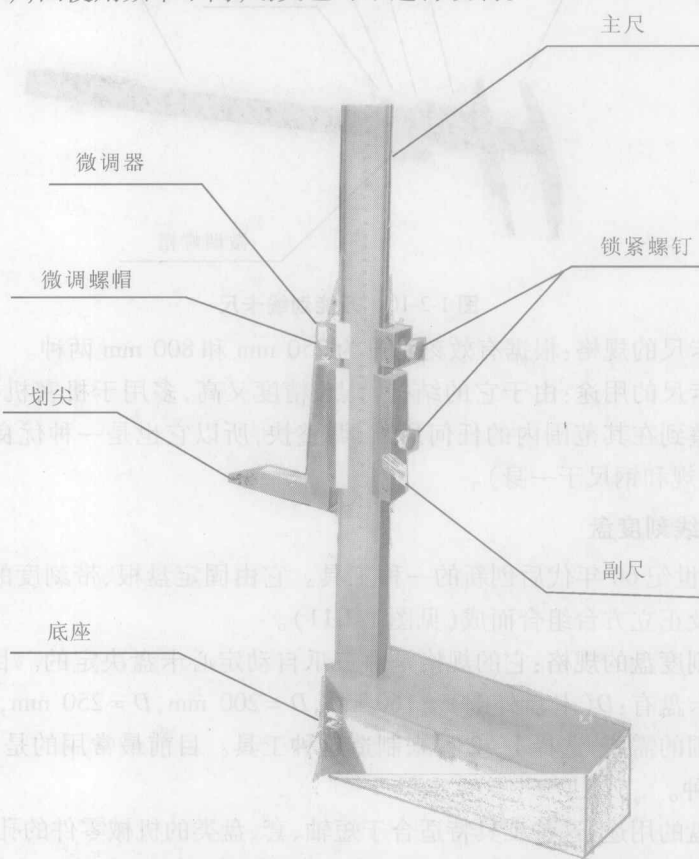


图 1-2-9 台尺

划线台尺的规格,根据主尺的有效刻度,目前分为 300 mm 和 800 mm 两种。

划线台尺的用途:划线台尺因为制造复杂,精度要求高(划线精度可以达到 0.02 mm,因为副尺的精度每格为 0.02 mm),所以造价高,使用不够经济,是其不能成为普通划线工具的主要原因。但它可划线精度高,工作效率又高,所以受到精密机械制造的划线技术工作者的喜爱。由于它结构的特点,用它划精密机械零件的线特别方便、快捷。因为它可以