

中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材

划线工艺学

(中级本)

科学普及出版社

931

内 容 提 要

本书是机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据原一机部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。全书针对划线工的特点,比较系统地叙述了偏心和椭圆零件的划线方法;四种常用曲线的划法;齿轮齿形线的划法;凸轮的划线方法;铸厚冷作放样划线和复杂工件的划线方法等。还对划线用的精密量具和复杂工夹具,以及划线工作中一些具体问题的处理方法,作了较为详细的介绍。并介绍了夹具设计和编制工艺规程的基本知识。

本书由严家奎、刘其康、张贵林同志编写;由洪杰、马家莹、黄鸣生、贾洪印同志审查。

中华人民共和国机械工业部统编

机械工人技术培训教材

划线工艺学

(中 级 本)

责任编辑:宝 成

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

保定科技印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 12·25 字数: 280千字

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

印数6,100册 定价: 2.80元

统一书号: 15051·1195 本社书号: 1288

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是个关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

机械工业部第一副部长 **杨铎**

一九八二年五月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要。现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。一九八一年，根据机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅（局）和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材作为这种工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划，教学大纲及其教材的依据，是原一机部颁发的《工人技术等级标准》。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工装卡具、量具、按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工装卡具、结构原理、工艺理论、解决实际问题的能力上有所提高（高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编）。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。一九八四年，我们又组织编写了值班电工、划线工、机械性能试验工、粉末冶金工艺学教材和金相工基础；六门基础理论教材：冷加工类的机械基础、机械制图、电工基础、机械加工工艺基础、金属材料及热处理和电工类的电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进；在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅（局）、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于期间仓促，加上编写经验不足，教材难免还存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们在进行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八五年三月

目 录

第一章 划线用的精密量具和复杂工夹具.....	1
第一节 块规.....	1
第二节 正弦规.....	3
第三节 自动样冲.....	5
第四节 万能划线台.....	5
复习题.....	7
第二章 偏心和椭圆零件的划线方法.....	8
第一节 偏心零件的划线方法.....	8
第二节 椭圆零件的划线方法.....	10
复习题.....	12
第三章 四种常用曲线的划法.....	13
第一节 渐开线的划法.....	13
第二节 摆线的划法.....	13
第三节 抛物线的划法.....	14
第四节 阿基米德螺旋线的划法.....	15
复习题.....	15
第四章 齿形线的划法和齿形样板制作.....	16
第一节 概述.....	16
第二节 直齿圆柱齿轮齿形的划法.....	16
第三节 斜齿圆柱齿轮的齿形划法.....	22
第四节 标准直齿圆锥齿轮齿形的划法.....	23
第五节 蜗杆、蜗轮齿形的划法.....	25
第六节 链轮齿形的划法.....	27
第七节 棘轮棘爪的划法.....	33
第八节 齿形样板制作.....	34
复习题.....	37
第五章 凸轮划线.....	39
第一节 概述.....	39
第二节 凸轮划线的基本方法.....	42
第三节 典型凸轮的划线实例.....	50
复习题.....	59
第六章 铆焊冷作放样划线.....	60
第一节 概述.....	60
第二节 板厚处理.....	61

第三节 相贯体的展开.....	66
第四节 不可展曲面的近似展开.....	76
第五节 划展开图的注意事项.....	84
第六节 冷作放样中的新工艺.....	85
复习题.....	90
第七章 复杂工件划线.....	91
第一节 畸形工件划线.....	91
第二节 大件划线.....	96
复习题.....	105
第八章 划线工作中一些具体问题的处理方法.....	106
第一节 减少引线误差的方法.....	106
第二节 成批件划线的正确处理方法.....	107
第三节 直角三角形求边近似公式在划线中的应用.....	108
第四节 圆直径的间接测定方法.....	109
第五节 圆柱面相贯线的划法.....	111
复习题.....	112
第九章 夹具设计基础.....	113
第一节 夹具的基本概念.....	113
第二节 工件的定位原理、方法及定位误差的分析.....	115
第三节 工件的夹紧装置.....	127
第四节 组合夹具.....	133
第五节 夹具设计的步骤及方法.....	137
复习题.....	139
第十章 工艺规程.....	140
第一节 机械加工工艺过程的基本概念.....	140
第二节 编制工艺规程的意义和基本原则.....	143
第三节 编制工艺规程的基础知识.....	144
第四节 工艺尺寸链.....	154
第五节 机械加工精度.....	160
第六节 工艺文件及典型零件的工艺分析.....	162
第七节 机械装配工艺基础知识.....	167
第八节 提高劳动生产率的途径.....	184
复习题.....	187
附表 表面光洁度及其符号和表面粗糙度及其符号对照表.....	189

第一章 划线用的精密量具和复杂工夹具

第一节 块 规

块规(见图1-1)又叫量块、平面平行端度器;有的工厂把它叫做千分垫。它是一种精密量具,在工厂中常用块规作长度标准来校正或检验其它量具。它还可以用比较法对工件进行精密测量,其精度等级分为0、1、2和3级,共四种。

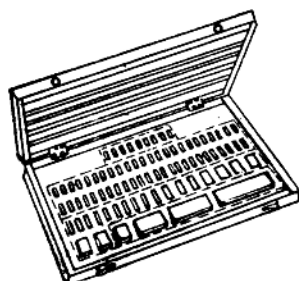


图 1-1 块 规

块规是用不易变形又耐磨的材料(如铬锰钢)制成的一种长方体。它有两个工作面(又叫测量面)和四个非工作面(又叫非测量面),两测量面之间的距离为测量尺寸,也就是块规的尺寸。

块规测量面的光洁度极高。因此,当两块块规互相推合,使它们的测量面互相接触时,会产生粘合力,从而把两块块规粘合在一起。块规的这种特性称为研合性。在使用块规时,可以利用其研合性将几块块规组成一个所需要的尺寸,这种互相研合的几块块规称为块规组(见图1-2)。

成套块规是由各种不同尺寸的块规拼成一整套,装在特制的木盒内,便于使用和保养。每块块规都标有它的公称尺寸,尺寸小于5.5毫米的块规,公称尺寸标在测量面上;其它块规的公称尺寸都标在非测量面上。

块规有42块一套和87块一套等几种,它的公称尺寸见表1-1。为了减少常用块规的磨损,每套都备有若干块保护块规,在使用时可放在块规组的两端,以保护其它块规。

块规组的尺寸,理论上应该是各个块规尺寸的总和。由于制造上允许存在的误差,所以组合的块规越多,误差也越

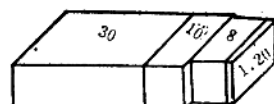


图 1-2 块规组

成套块规

表 1-1

顺 序	块规公称尺寸(毫米)	间 距	块 数	备 注
1	1,005	—	1	护 块
	1,01; 1,02; ……至1,49	0,01	49	
	1,6; 1,7; 1,8; 1,9	0,1	4	
	0,5; 1; ……至9,5	0,5	19	
	10; 20; ……至100	10	10	
	1; 1; 1,5; 1,5	0,5	4	
	共 87 块			
2	1,005	—	1	护 块
	1,01; 1,02; ……至1,09	0,01	9	
	1,1; 1,2; ……至1,9	0,1	9	
	1; 2; ……至9	1	9	
	10; 20; ……至100	10	10	
	1; 1; 1,5; 1,5	0,5	4	
	共 42 块			

大。因此,在选配块规时应掌握以下两个原则:①要尽可能用最少的块数来组合所需要的尺寸(一般希望不超过4~5块);②组合时,每选取一块块规后,至少应去掉一个末位数,例如:块规组的尺寸为87.545毫米,从87块组成的成套块规中,可按表1-2的方法选取。

为了扩大块规的应用范围,在实际使用中往往采用各种块规附件,见图1-3。图中(a)为装有测量脚的夹持架,用来测量内径;图(b)、(c)为装有夹持架和划针的底座,可用来代替划规和高度尺进行精密划线。

选配块规组 表 1-2

	87.545
选取第一块块规尺寸	- 1.005
	86.540
	86.540
选取第二块块规尺寸	- 1.04
	85.50
	85.5
选取第三块块规尺寸	- 5.5
	80.0
	80.0
选取第四块块规尺寸	- 80
	0

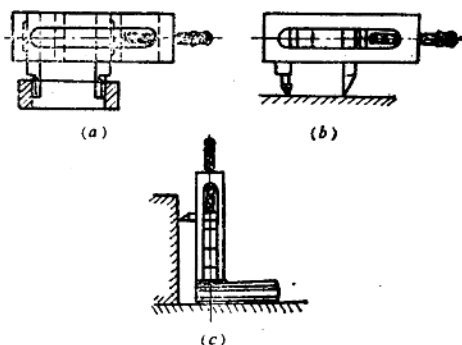


图 1-3 块规附件的使用

块规使用和维护保养的注意事项如下。

(1) 块规应定期检定,并有检定合格证。如果已超过规定的期限或未经检定的块规都不要使用。

(2) 不允许使块规的测量面与非测量面进行研合,以免擦伤测量面。

(3) 禁止用块规去测量粗糙或脏的被测件。

(4) 有护块的成套块规,应尽量使用护块。

(5) 使用大尺寸块规或块规组时,应正确安置支承点的位置,两个支承点到测量面的距离为 $0.211L$ (L 为块规尺寸)时,变形最小。

(6) 清洗过的块规,不要直接用手去拿,应当用软绸衬起来拿或戴上细布手套拿块规的非工作面;在车间里,若必须用手拿块规时,应当把手洗干净,并且一定要拿块规的非工作面。如果用手接触块规的测量面,会使测量面生锈。

(7) 为了防止块规锈蚀,还应注意这几点:防锈油或防锈油纸要经过检验,酸碱度要符合规定要求;工作人员不要面对块规讲话,以防唾沫溅到块规上;当块规上有灰尘时,不准用嘴去吹;不要把块规放在蓝图上,以免蓝图上的遗留化学物导致块规生锈;块规要存放在干燥处;如块规使用环境的温度高,当块规从恒温室取出后要清洗擦干(以免出现露点),然后涂一层薄油存放在干燥的地方。

(8) 把块规放在工作台上时,应使非工作面与台面接触。

(9) 为了防止块规划痕,使用之前应注意:对仪器的工作台、块规和被测件的表面进行检查,除掉毛刺、灰粒等;使用时要小心,避免碰撞或跌落。

(10) 使用完后的块规,应及时拆开块规组,在汽油中清洗干净,用软绸擦干后,涂上防锈油,放入包装盒内,不允许把块规散放在外面。如需要经常使用时,洗净后不涂防锈油,可放在干燥缸内保存。

第二节 正 弦 规

正弦规又叫正弦尺, 是利用三角法测量角度的一种精密量具。它的测量结果, 需用直角三角形的正弦关系来计算, 所以叫正弦规。正弦规一般用来测量带有锥度或角度的零件, 测量时须和块规、百分表配合进行。

1. 正弦规的构造及各部分的作用 正弦规由一准确的钢质长方体和两个精密圆柱组成。长方形主体用来安放工件, 圆柱体配合块规支撑长方形主体。在长方形主体的四周可

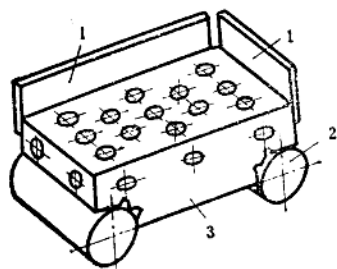


图 1-4 正弦规

1—挡板; 2—圆柱; 3—主体

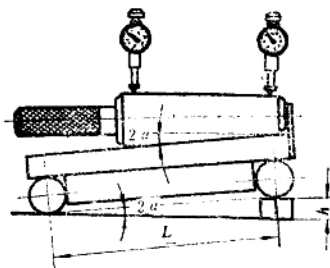


图 1-5 正弦规测量示意图

安装挡板, 使用时一般只在互相垂直的位置安装两块, 测量时作为放置工件的定位基准(图 1-4)。

正弦规有宽型和窄型的两种。宽形正弦规的工作平面宽80毫米, 两圆柱的中心距为100毫米; 窄型正弦规工作平面宽40毫米, 两圆柱的中心距为200毫米、500毫米两种。为了保证精确测量, 两个圆柱的中心距有很高的精度, 如窄型正弦规, 两圆柱中心距200毫米的偏差不超过0.003毫米。

2. 正弦规的测量原理 正弦规的测量需要首先建立一个三角形, 然后进行正弦三角函数计算, 得出被测零件的准确角度。

图 1-5 是应用正弦规测量圆锥塞规锥角的示意图。先把正弦规放在精密平板上, 被测零件(如图所示的圆锥塞规)放在正弦规的工作平面上; 被测零件的定位面平靠在正弦规的挡板上。在正弦规的一个圆柱下面垫入块规, 用百分表检查零件全长的高度, 调整块规尺寸, 使百分表在零件全长的读数相同。这时记下块规的尺寸 h , 应用直角三角形的正弦公式, 算出零件的角度。

正弦公式

$$\sin 2\alpha = \frac{h}{L}$$

式中 2α ——被测零件的锥角(度);

h ——所垫块规的高度(毫米);

L ——正弦规中心距(毫米)。

用正弦规测量时, 也可根据工件的锥角和正弦规两圆柱间的中心距, 先算出所需块规的高度 h , 然后用百分表检验工件锥体表面与平板平行度的误差。此时, 所需块规的高度可按下式计算:

$$h = L \sin 2\alpha$$

若测量斜角时, 则用公式

$$\sin \alpha = \frac{h}{L}$$

式中 α ——被测零件的斜角(度);

h ——所垫块规高度(毫米);

L ——正弦规中心距(毫米)。

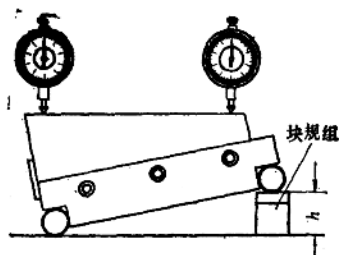


图 1-6 所示为测量零件斜角的方法。

也可根据斜面零件角度和正弦规中心距先算出

高度 h , 然后检查斜面零件表面与平板平行度的误差。此时, 所需块规的高度可按下式计算:

图 1-6 用正弦规测量零件的斜角

$$h = L \cdot \sin \alpha$$

例 正弦规中心距为200毫米, 所垫块规高为15毫米, 求锥角 2α 。

解
$$\sin \alpha = \frac{15}{200} = 0.075$$

$$2\alpha = 4^{\circ}18'$$

例 正弦规中心距为100毫米, 锥角等于 12° , 求块规应垫高度 h 。

解
$$h = 100 \times \sin 12^{\circ} = 100 \times 0.20791 = 20.791 \text{ 毫米}$$

例 正弦规中心距为100毫米, 斜面零件的斜角等于 6° , 求块规应垫高度 h 。

解
$$h = 100 \times \sin 6^{\circ} = 100 \times 0.10453 = 10.453 \text{ 毫米}$$

正弦规的测量精度与零件角度、正弦规中心距有关, 即中心距越大, 零件角度愈小, 则精度愈高。

3. 正弦规使用和维护保养的注意事项 正弦规是精密量具, 如果使用不当或维护保养不好, 就会遭到损伤, 失去原有的精度。正弦规除应遵守量具使用和维护保养的一般注意事项外, 还要注意以下几点。

(1) 使用前, 应检查正弦规的工作面和圆柱面, 是否有碰伤、锈迹等缺陷。如对测量有影响就不要使用。

(2) 不能用正弦规测量粗糙表面, 被测表面的光洁度应在 $\nabla 7 \bullet$ 以上; 也不能测量带有毛刺、研磨剂、灰屑及磁性等表面的工件。

(3) 使用时, 要轻拿、轻放, 避免剧烈碰撞; 操作时, 思想要集中, 防止摔碰。

(4) 正弦规不应在平板上来回拖动, 要先用手拿起, 然后再放到需要的位置上, 避免因圆柱磨损而降低测量精确度。

(5) 正弦规不要与蓝图接触, 因蓝图表面的化学物会使正弦规生锈。

(6) 被测件在正弦规上安放时, 要利用前挡板或侧挡板定位, 这样才能保证被测件的角度截面在正弦规圆柱轴线的垂直平面内, 否则会引起测量误差。

(7) 正弦规使用完毕, 要用航空汽油洗净擦干, 并在其表面上涂一层防锈油, 然后装入盒内保管。清洗和涂油时, 手不要触碰工作面, 以防被手汗沾污,

● 应以表面粗糙度符号表示, 见本书后的附表。

第三节 自动样冲

在划线作业中,遇到大量冲眼的工件,可使用自动样冲。操作者只需把冲尖放在线上,按压工具,就可进行冲眼,操作很方便(见图1-7)。

自动样冲分为机械冲和电冲两种。

1. **机械冲** 如图1-8所示,机械冲的冲体是由螺纹联接的三个部分1、2、3组成的。在冲体内装有弹簧4和5,冲杆6和冲头7,冲针8连滑块9和平簧10。冲眼时,以冲尖顶住工件,按图所示的方向可以看出(以下均同),冲杆6的右端上方轴肩抵住滑块,带动冲针向右移,压缩弹簧4。同时造成滑块与顶2的锥孔一侧(图下方)相接触,然后朝锥孔的另一侧(图上方)推移,使得滑块从冲杆6的肩部滑脱。在这一瞬间,冲针受弹簧4压缩力的作用,用力朝带冲头的冲杆6一端撞击,在工件上打出冲眼。然后弹簧5立即使冲头回到正常位置(图示状态),这就是机械冲的工作原理。

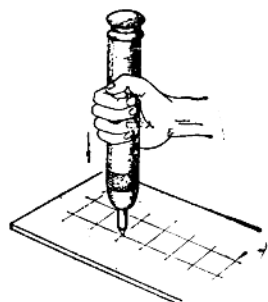


图 1-7 用自动冲子冲眼

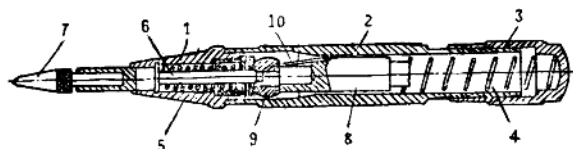


图 1-8 机械冲

1、2、3—冲体；4、5—弹簧；6—冲杆；7—冲头；8—冲针；
9—滑块；10—平簧

2. **电冲** 电冲的构造包括：冲体1、弹簧2和3、冲针4、线圈5连漆包线6、冲杆7连冲头8和导线9(见图1-9)。

电冲的工作原理可简述

如下：当冲尖压在划线工件上的时候，电路接通，电流通过线圈造成磁场，线圈迅速吸引冲针，撞击冲杆和冲头，在工件上打出冲眼。由于冲头移向图示方向的右端，在弹簧3的作用下，使常开触点断开，电路被切断，磁吸引消失，弹簧2把冲针弹回原位(图示位置)。操作电冲应遵守电器设备安全操作规程。

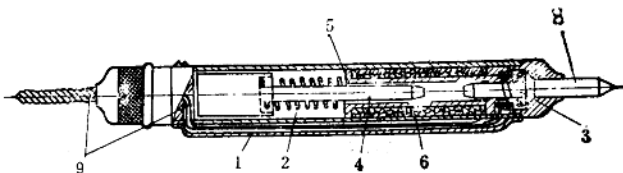


图 1-9 电冲

第四节 万能划线台

万能划线台(见图1-10)是按照机修生产特点设计的,它不受工件形状限制,尤其对带有各种不同角度的异形工件划线更为方便,工件一次装夹,不用翻动,就能将所有的线全部划出。具有结构简单、使用方便等特点,且提高工效、确保质量。

1. **结构原理** 在底座1上装有右支架2和左支架8,左右支架孔内镶有铜套5与长轴3、短轴7为动配合。右支架外侧装有蜗杆支架26,蜗杆支架孔内有铜套25同蜗杆15两轴

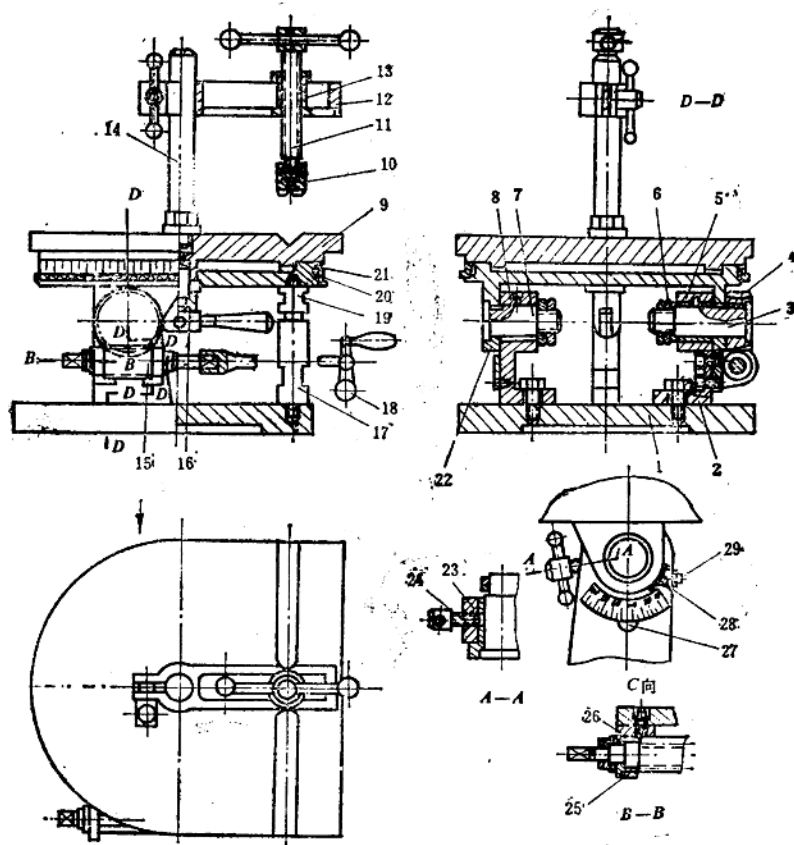


图 1-10 万能划线台

1—底座；2—右支架；3—长轴；4—蜗轮；5—铜套；6—锁紧螺母；7—短轴；8—左支架；9—工作台；10—压紧块；11—压紧螺杆；12—横臂；13—活动螺母；14—立柱；15—蜗杆；16、17—长定位柱；18—活手把；19—短定位柱；20—刻度圈；21—弹簧片；22—旋转圆盘；23—夹紧块；24—夹紧螺钉；25—铜套；26—蜗杆支架；27—刻度盘；28—指针；29—定位螺钉

预为动配合，蜗杆两端装有推力轴承，当轴向间隙调整好后，将螺母锁紧。

蜗轮 4 用黄铜制成，装在长轴 3 上。水平定位柱 17、19 分别装在底座 1 与旋转圆盘 22 上，当旋转工作台在水平位置时，两定位柱作死定位用。旋转圆盘 22 外圆车有一槽，槽内装有弹簧片 21，在外面装有可调刻度圈 20，用簧片弹力与可调刻度圈之间的摩擦力来限制可调刻度圈的自由转动，可调刻度圈随时可调整零位。圆盘 22 右边耳孔与蜗轮 4 装在同一根长轴 3 上，通过手把 18 摇动蜗杆 15，经蜗轮 4 使旋转圆盘一起旋转。旋转圆盘最大可转 90° 角，此时，旋转工作台 9 与底座 1 垂直。

在左支架外侧装有刻度盘 27，指针 28 固定在旋转圆盘 22 的左耳孔上，与旋转圆盘一起旋转。当旋转圆盘与底座垂直时，用螺钉 29 定位；当转至某一位置时，用夹紧螺钉 24 和夹紧块 23 夹紧。

在旋转圆盘上装有旋转工作台 9，旋转圆盘的外圆上有刻有 360° 的可调刻度圈 20。当

松开夹紧螺母16时, 旋转工作台可绕旋转圆盘旋转, 夹紧螺母16, 旋转工作台与旋转圆盘成一体, 由于两个结合面都经过刮研, 稍一用力夹紧就很牢固。

在旋转工作台中心部位, 装有立柱14, 在立柱上装有横臂12, 横臂可在立柱上升降, 活动螺母13与横臂槽为动配合, 并且在槽内可以自由滑动, 压紧螺杆11可在活动螺母13内自由升降, 压紧块10和压紧螺杆11相联接, 当工件放在旋转工作台9上, 通过压紧螺杆11使压紧块10压紧工件即可划线。

2. 使用方法 工件放在工作台上后, 用钢板尺按旋转工作台侧边或横边测量工件上不同位置两点至旋转工作台的边平行后, 旋动压紧螺杆11, 压紧工件, 开始一次划线, 划完平线后, 旋转工作台用手把摇至与底座垂直位置, 进行二次划线, 与第一次线相垂直, 二次划线完后, 微微松动夹紧螺母16, 将旋转工作台转至 90° , 夹紧螺母16, 即可进行三次划线, 与一、二次线相垂直。这样一次装夹工件, 就能将线全部划完。

复 习 题

1. 选配块规组时, 应掌握哪些原则?
2. 块规组的尺寸为14.565毫米, 试问从87块一组的成套块规中, 应如何选取?
3. 块规使用和维护保养要注意哪些事项?
4. 已知正弦规两圆柱的中心距 $L=200$ 毫米, 被检验工件的锥角为 8° , 求使用标准正弦规进行测量时, 需垫块规的高度。
5. 正弦规使用和维护保养应注意哪些事项?
6. 画简图表示机械冲的结构, 并说明其工作原理。
7. 画简图表示电冲的结构, 并说明其工作原理。
8. 简述万能划线台的工作原理。

第二章 偏心和椭圆零件的划线方法

第一节 偏心零件的划线方法

偏心零件一般多为回转件。由于它的回转中心与其几何中心不重合，所以称为偏心零件。偏心零件的回转中心与几何中心的距离称为偏心距，一般用字母 e 来表示。偏心零件根据其偏心距和形状的不同可分为许多种：如在夹具中常见的圆偏心轮、曲线偏心轮、偏心轴等。工作时，可以根据不同的需要自行设计。

偏心零件的划线首先是根据零件的形状和偏心距找出零件的几何中心或回转中心，然后以零件的几何中心线或回转中心线为基准，划出其它的线条。

下面，以一个手柄偏心轮（圆偏心轮）为例，介绍偏心零件的划线方法。

图 2-1 所示的零件，划线前外圆 D 和尺寸 B 都已加工完毕，需要划出 d_1 、 d_2 、 d_3 孔的加工线。如果是中小型零件，在分度头上划线较方便，其划线方法如下。

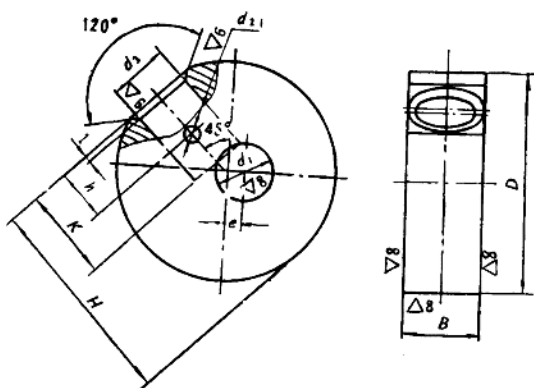


图 2-1 手柄偏心轮

1. 利用分度头划线 划线方法如下。

(1) 把偏心零件装卡在分度头的三爪卡盘上，找正后，用测高尺以分度头的中心高在工件上划一直线 I-I；摇动分度头使其旋转 90° （手柄摇过 10 转），划一直线 II-II 得到工件两条几何中心线，交点即为工件的几何中心 O（图 2-2）。

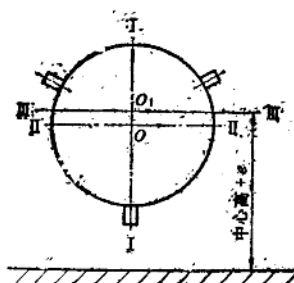


图 2-2 分度头划线（一）

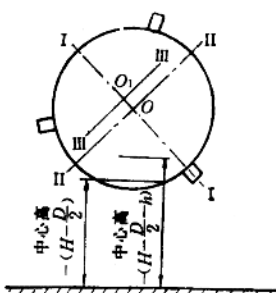


图 2-3 分度头划线（二）

(2) 以分度头中心高加上偏心距 e 为高，用测高尺划一直线 III-III 与直线 I-I 交于 O_1 点， O_1 即为工件的回转中心，见图 2-2。

(3) 摇动分度头，使其旋转 45° （手柄摇过 5 转），用测高尺以分度头中心高减去 $(H - \frac{D}{2})$ 为高，划一直线（参考线），再以分度头中心高减去 $(H - \frac{D}{2} - h)$ 为高，

划一直线，见图 2-3。

(4) 摇动分度头手柄 10 转，使其旋转 90° 后，用测高尺以分度头的中心高过 O 点划一直线 $W-W$ 与上面所划的一条直线交 O_2 ，并在圆盘的侧面划出 $W-W$ 的延长线，见图 2-4。

(5) 把工件从分度头上取下，平放在平板上，用测高尺以工件实际厚度 B 的一半为高，在圆盘周围划线与 $W-W$ 的延长线相交于 O_2 点，见图 2-5。

(6) 用样冲在 O_1, O_2, O_3 点分别打一小样冲眼，再用划规分别以 O_1, O_2, O_3 为圆心，划出 d_1, d_2, d_3 圆。

(7) 检查无误，划线完毕。

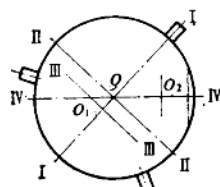


图 2-4 分度头划线(三)

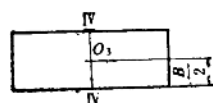


图 2-5 分度头划线(四)

2. 在平板上划线 在没有分度头或工件较大、用分度头又不易装卡的情况下，可以把工件直接放在平板上划线。划线方法如下。

(1) 因为工件外圆和两端面已加工完，把工件直接放在平板上并靠在方箱的一个垂直面上，量出工件外圆的实际直径 D' 。以工件实际半径为高，用测高尺在工件上划出零件的几何中心线 $I-I$ ， $I-I$ 得出交点 O ，这就是工件的几何中心（划线 $I-I$ 时，用角尺找正线 $I-I$ ，见图 2-6）。

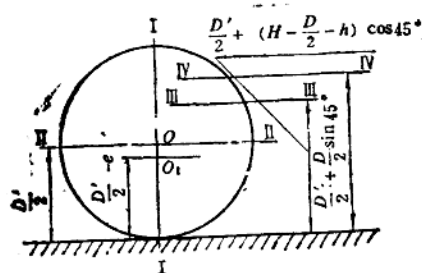


图 2-6 平板直接划线(一)

(2) 以 $I-I$ 线为基准， $\frac{D'}{2} - e$

为高，划一直线与 $I-I$ 线交于 O_1 点；

以 $\frac{D'}{2} + \left(H - \frac{D}{2} - h \right) \times \cos 45^\circ$ 为高，

划直线 $II-II$ ；以 $\frac{D'}{2} + \frac{D'}{2} \times \sin 45^\circ$ 为高，在工件的正面和侧面划一直线 $W-W$ ，见图

2-6。

(3) 把工件旋转 90° ，用角尺找正，用测高尺以 $\frac{D'}{2} + \left(H - \frac{D}{2} - h \right) \times \sin 45^\circ$ 为高，划直线与直线 $II-II$ 相交于 O_2 点，见图 2-7 (a)。再把工件旋转 45° ，

用角尺找正，以 $\frac{D'}{2} + \left(H - \frac{D}{2} - h \right)$ 为高，划一直线 $V-V$ 与工件圆周相交，见图 2-7 (b)。

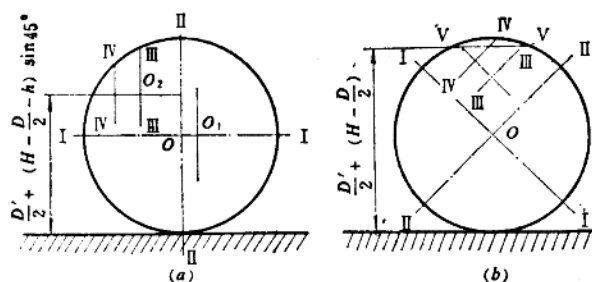


图 2-7 平板直接划线(二)

(4) 把工件平放在平板上, 以工件实际厚度 B 的一半为高。在工件四周划线与直线 $IV-IV$ 在侧面的延长线交于 O_3 点, 见图 2-5。

(5) 用样冲分别在 O_1 、 O_2 、 O_3 打出小样冲眼, 然后分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 为圆心, 划出 d_1 、 d_2 、 d_3 圆来。

(6) 检查无误后, 划线完毕。

在平板上划线, 除按上述方法划出外, 还可直接将工件平放在划线平板上(工件较大时, 尤为合适)。其划线方法和步骤如下。

(1) 用划卡以工件外圆找出中心 O , 见图 2-8。

(2) 用直尺和划针过中心 O 作一中心线 $I-I$ 。

(3) 用划规和直尺, 过 O 点作 $I-I$ 的垂直平分线 $II-II$ 。

(几何作图法)。

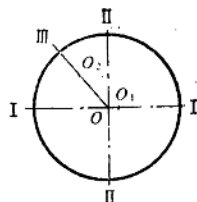


图 2-8 平板直接划线 (三)

(4) 用直尺和划规, 按作二等分角的几何划法, 作出

d_1 孔的位置中心线 $O-III$, 并用角尺将 $O-III$ 线引至工件侧面作 d_1 孔的中心线。

(5) 按偏心距和其它有关尺寸, 用划规、划卡定出中心后, 划出 d_1 、 d_2 、 d_3 孔。

第二节 椭圆零件的划线方法

平面内一个动点到两个定点的距离之和等于一常数, 该动点的运动轨迹为椭圆。两个定点叫焦点, 两定点之间的距离叫焦距。

椭圆形状的物体很多, 如一个圆柱斜截去一段, 其截面形状就是椭圆, 见图 2-9。

椭圆零件的划线一般可以采用两种方法。一种是直接在工件上划线; 另一种方法是首先制作椭圆划线样板, 然后用样板划线。因此, 椭圆零件的划线, 实质是划椭圆的问题。

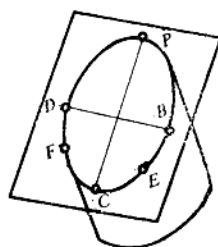


图 2-9 圆柱体斜截示意图

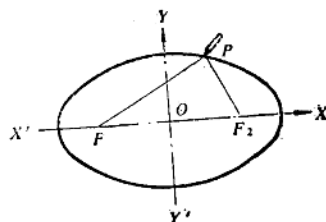


图 2-10 钉线法画椭圆

1. 钉线法 如已知焦点和长轴尺寸, 可直接用钉线法划椭圆。即取一段长度等于长轴尺寸

而没有伸缩性的细线绳, 把线绳两端分别固定在两个焦点上, 并用铅笔头尖端把线绳拉紧, 使笔尖垂直于图纸, 并在图纸上旋转一周, 就画出了椭圆, 见图 2-10。这种方法通常用于制作椭圆样板, 在工件上直接划线并不实用。因此, 一般采用近似划法划椭圆。

2. 近似划法划椭圆 下面介绍四种方法。

(1) 已知短轴, 不知长轴的划法, 见图 2-11。其方法步骤是:

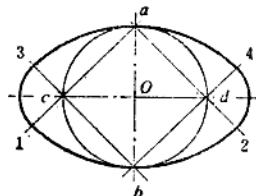


图 2-11 已知短轴, 不知长轴的椭圆划法

1) 以短轴 ab 的中点 O 为圆心, aO 为半径划圆;

2) 过圆心 O 作 ab 的垂直线交圆于 c 、 d ;

- 3) 分别作 ac 、 ad 、 bc 、 bd 并延长;
 - 4) 分别以 a 、 b 为圆心, ab 为半径作弧交延长线上点1、2、3、4;
 - 5) 分别以 c 、 d 为圆心, 以 $c1$ 或 $d2$ 为半径划弧连接1、3和2、4点, 即完成作图。
- (2) 已知长轴, 不知短轴的划法: 有以下二种划法。

1) 三等分划法, 见图2-12。划图步骤为: ①将长轴 AB 三等分, 得等分点 O_1 、 O_2 ; ②以其中一等分的长度为半径, 分别以 O_1 、 O_2 为圆心划出两个圆并得交点1、2; ③分别以 A 、 B 为圆心, 以 AO_1 (AB 的三分之一长) 为半径划弧交两圆得点3、5和4、6; ④分别以点1、2为圆心, 以15 (或16)、23 (或24) 为半径划弧连接5、6和3、4, 即完成作图。

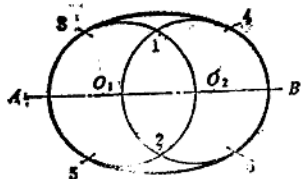


图 2-12 已知长轴, 不知短轴的椭圆划法
(三等分法)

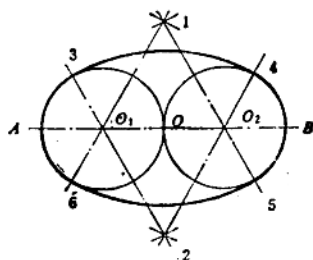


图 2-13 已知长轴, 不知短轴的椭圆划法
(四等分法)

2) 四等分划法, 见图2-13。划图步骤为: ①将长轴 AB 四等分, 得等分点 O 、 O_1 、 O_2 , 以其中一等分的长度为半径, 分别以 O_1 、 O_2 为圆心划出两个圆; ②分别以 O_1 、 O_2 为圆心, 以 O_1O_2 为半径划两弧交于1、2两点, 作1和 O_1 点的延长线交 O_1 圆周线上得点6, 以同样方法分别得出3、4、5各点; ③分别以1、2为圆心, 以16或23为半径划弧连接5、6和3、4, 即完成作图。

(3) 已知长、短轴的划法——平行四边形划法, 见图2-14。已知长轴 AB 、短轴 CD , 用平行四边形法作椭圆的步骤如下:

- 1) 作矩形 $EFGH$, 使 $EF=AB$, $EH=CD$;
- 2) 将 AE 和 OA 线段分别作四等分, 得1、2、3、4、5、6各点;
- 3) 连接 $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$;
- 4) 连接 $D4$ 、 $D5$ 、 $D6$ 并延长, 分别与 $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ 相交于7、8、9三点;
- 5) 将7、8、9各点和 A 、 C 点按顺序用曲线板圆滑地连成曲线, 得四分之一椭圆;
- 6) 用相同的方法划出其它三边曲线, 即可完成整个椭圆作图。

(4) 四心扁圆的划法: 对于一些要求不精确的椭圆, 若已知长、短轴尺寸, 可采用四心扁圆的划法代替, 见图2-15。其作椭圆的步骤如下:

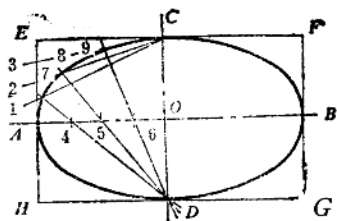


图 2-14 已知长、短轴的椭圆划法
(平行四边形法)