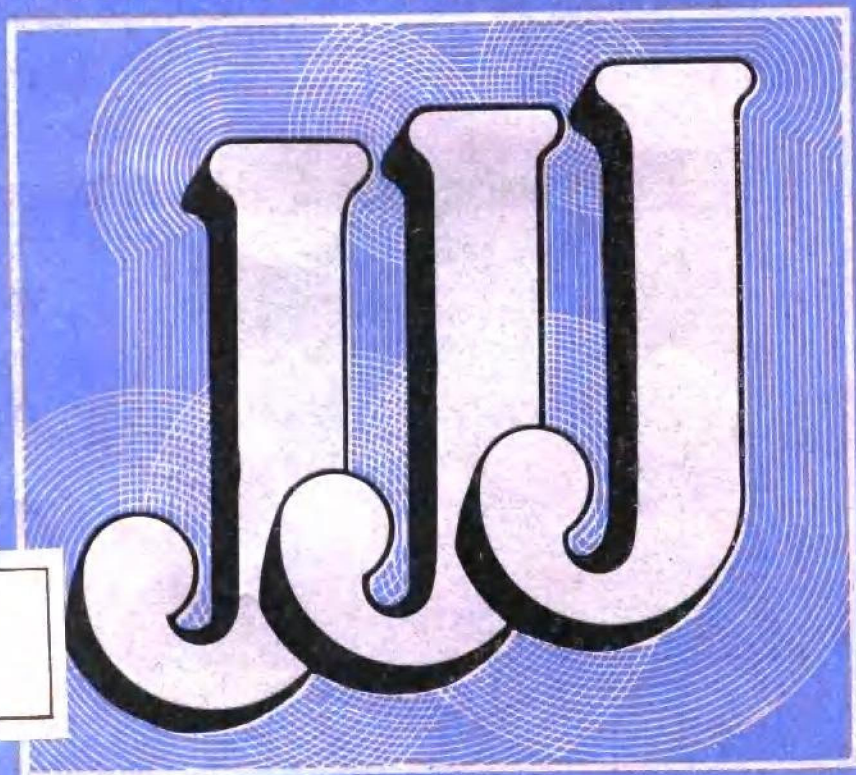


国家机械工业委员会统编

高级工具钳工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

本书共分四章，比较精练地叙述了大型、畸型工件划线的工艺要点和方法；精密夹具的装配要点和测量方法；冷冲模的装配要点和调试方法；并着重介绍了有关精密量仪的结构和原理，以便选用。为便于教学，在各章后面均附有复习题。

本书由上海重型机器厂郑冀荪、吴冠麟等编写，周金生、吴道谦、林永光等审稿。

高级工具钳工工艺学

国家机械工业委员会统编

*

责任编辑：齐福江 版式设计：乔玲

责任校对：李广孚

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张 3⁵/₈·字数 77千字

1988年9月北京第一版·1988年9月北京第一次印刷

印数 00,001—30,000·定价：1.30元

*

ISBN 7-111-01042-6/TG·242

前 言

1981年,原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》,确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此,组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲(试行)》,编写了相应的教材,有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作,初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况,取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订,原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求,而且缺少高级部分;编写的教材,由于时间仓促、经验不足,在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此,原机械工业部根据新《标准》,重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划,培训大纲》(初、中、高级),于1987年3月由国家机械工业委员会颁发,并根据培训计划、大纲的要求,编写了配套教材148种。

这套新教材的编写,体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神,坚持了文化课为技术基础课服务,技术基础课为专业课服务,专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上,力求以

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组
1987年11月

目 录

前言

第一章 大型、畸形工件的划线	1
第一节 三坐标划线机	1
第二节 大型、畸形工件划线工艺要点	6
第三节 大型工件划线	11
第四节 畸形工件划线	23
复习题	36
第二章 精密夹具的装配和技术测量	37
第一节 精密夹具的装配要点	37
第二节 夹具装配质量对耐用度的影响	40
第三节 精密夹具的装配质量检验	44
复习题	52
第三章 冷冲模的装配和调整	54
第一节 冷冲模的装配要点	54
第二节 冷冲模的特殊装配工艺	55
第三节 冷冲模间隙的调整	62
第四节 冷冲模的试冲和调试	64
复习题	71
第四章 精密量具、量仪的结构和原理	72
第一节 光学元件基础知识简介	72
第二节 长度量仪	75
第三节 角度量仪	83
第四节 螺纹单项测量的量仪	92
第五节 圆柱齿轮单项测量的量仪	100
复习题	107

第一章 大型、畸形工件的划线

划线是工具制造过程中不可缺少的一个重要工序，大部分零件根据图纸和工艺要求需经过一次或多次划线，所划的线是下道工序进行找正、加工的依据。划线的正确合理与否，直接关系到零件的加工质量、效率与经济成本。尤其是一些大型、畸形工件，体积大、结构形状复杂，往往加工周期长、生产费用高，如果由于划线不正确，而给机床操作者造成装卡、找正的困难，甚至使零件在加工过程中报废，将造成很大的浪费和损失。

所以对高级划线工不仅要求有熟练的划线技术、很强的识图能力，还应熟悉各种零件的加工工艺知识。只有这样，才能使划线质量得到保证。

第一节 三坐标划线机

零件的传统划线是在平台上利用测量工具和辅助工具进行的，其精度和效率一般都比较低。特别是对一些多坐标尺寸的工件，往往更显得繁杂。

为了提高划线精度和效率，近年来对大型、畸形工件和一些多坐标尺寸的工件开始采用三坐标划线机划线。三坐标划线机是一种先进的划线设备，虽然目前使用还不广泛，但随着划线工具的现代化，它必将取代一些传统的划线工具。下面简单介绍三坐标划线机的结构。

一、三坐标划线机的结构

三坐标划线机由底座、立柱、滑架、主轴和各种附件所组成，如图 1-1 所示。

三坐标划线机是在特殊平台上工作的。该平台工作面须经精刨加工，并铣出纵横垂直、精度很高的定位导向槽。三

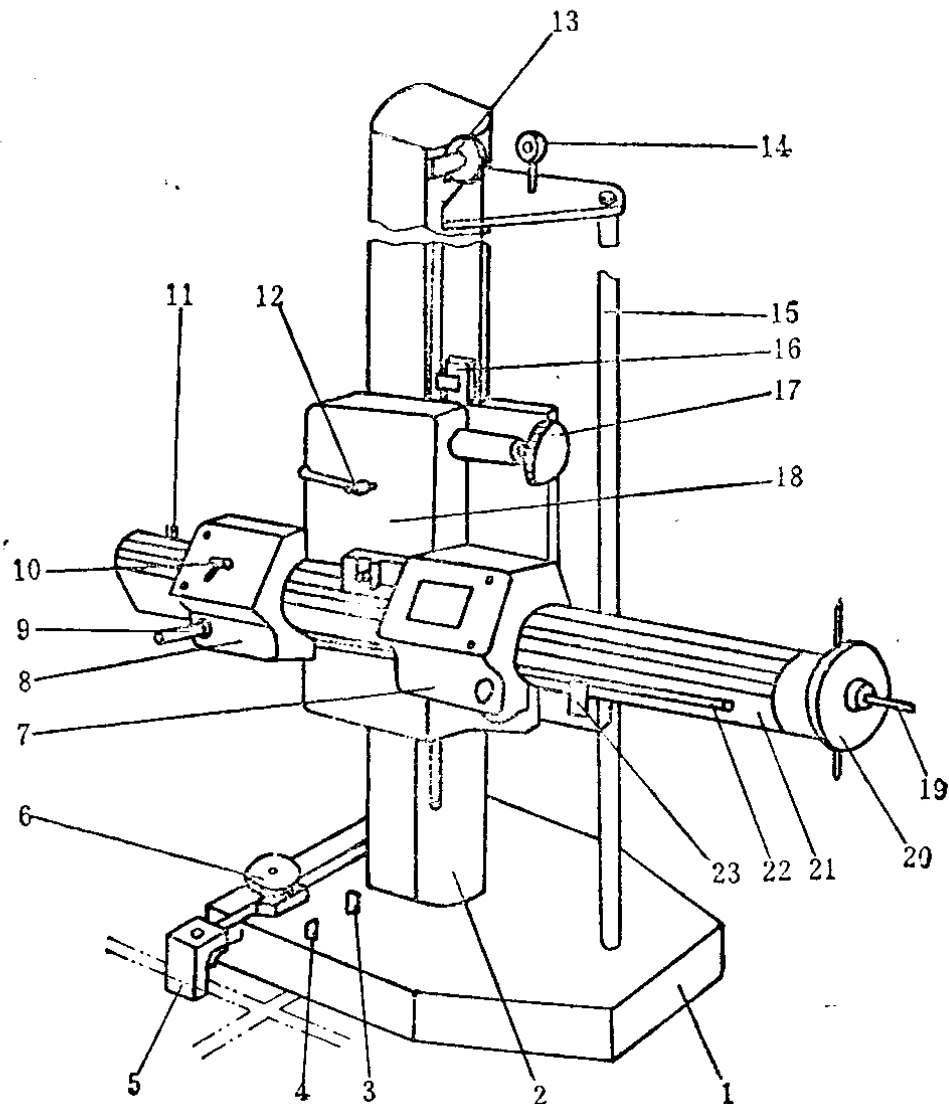


图1-1 三坐标划线机

- 1—底座 2—立柱 3—定位锁紧装置 4—导向机构 5—支架 6—手轮 7—前支承 8—后支承 9—手轮轴 10—手柄 11—限位装置 12—手柄 13—滑轮 14—起吊螺栓 15—调整杆 16—垂直游标刻度装置 17—手轮 18—滑架 19—划针 20—划线器(附件) 21—主轴 22—刻度尺 23—横向游标刻度装置

坐标划线机可在平台上沿定位导向槽移动而进行工作。

底座 1 的底平面上装有六只支承滚轮和两只导轮。支承滚轮用以支承整个划线机，使其在平台上移动轻便、灵活，通过导向机构 4 能使导轮插入或脱离导向槽。当导轮插入导向槽时，划线机能沿导向槽作水平的纵横方向移动。当位置找正后需要划线时，可将导轮脱离导向槽，并将定位锁紧装置 3 中的锁紧块插入导向槽进行锁紧。

主轴 21 可在前支承 7、后支承 8 的 120° 方向上三根滚动导轨中移动。旋转手轮轴 9 可使主轴微动，转动手柄 10 可将主轴锁紧。主轴尾部装有限位装置，头部可装各种划线器和划针。

滑架 18 可在立柱 2 上上下下移动。旋转手轮 17 可使滑架微动。转动手柄 12 可将滑架锁紧在立柱上，滑架通过钢丝绳、滑轮 13 与立柱内的平衡块相连，以保持与头部的重力平衡。

立柱 2 垂直安装在底座 1 上。调节调整杆 15 顶端的螺母，能使立柱与平台台面垂直。

在划线机的主轴、底座、立柱上分别装有刻度值为 1mm 的刻度尺和读数精度为 0.1mm 的游标刻度装置。游标刻度装置可使游标微动，将其零位对准刻度尺的整数刻线，以便于计算读数。

在底座 1 上装有刻度尺并与支架 5 相连，支架 5 插入导向槽内。转动手轮 6 通过齿轮齿条能使划线机沿着刻度尺方向微动。

二、主要附件

附件是三坐标划线机的重要组成部分，通过附件可以扩大划线机的使用范围。主要附件包括以下几项：

1. 专用划针 为了适应划各种不同结构、形状的工件

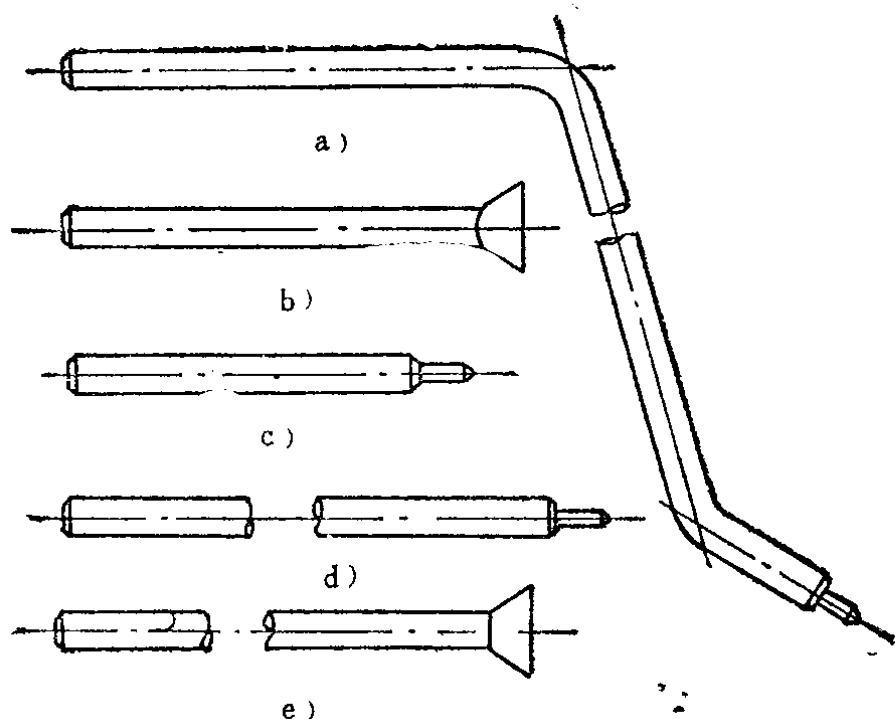


图1-2 专用划针

- a) 偏心式划针 b) 鱼尾形划针 c) 端面划针
d) 360°划针 e) 360°鱼尾形划针

需要，划线机配置有多种形式的专用划针，见图 1-2。

2. 组合划线器 组合划线器由转动划线器和回转端划线器两部分组成，见图 1-3。转动划线器 1 的小孔用于安装划针，可用螺钉紧固。划针针尖能在与主轴 21（见图 1-1）轴线垂直的圆周上运动，用来划工件的顶面、底面和侧面。回转端划线器 2 根据划线需要可回转 90°，然后由紧固螺钉锁紧。因而可划垂直线和水平线。

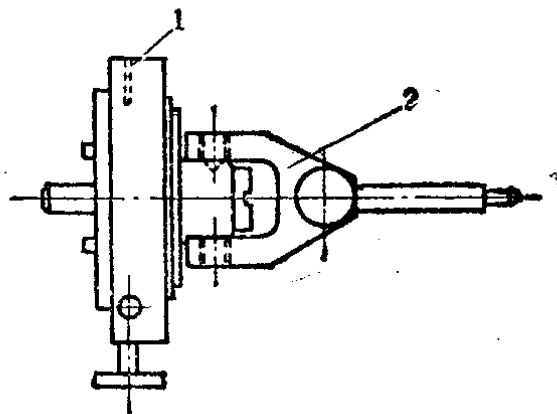


图1-3 组合划线器

- 1—转动划线器 2—回转端划线器

3. 特殊划线器 特殊划线器可伸入复杂工件的内腔表面进行划线和检查内腔表面和工件外表面间的尺寸，见图1-4。

4. 圆形划线器 利用圆形划线器可以在垂直平面上划出各种不同直径、不同位置的圆线。其半径 R 可以调整，见图1-5。

5. 其他 为了安装各种专用划针或扩大工作范围，划线机还附有各种过渡套筒和偏心块。

三、使用方法

工件由高出平台工作面约200mm左右的千斤顶支承，然后放置在划线机工作范围内的平台上，使底面划线工作量最小，而使内腔工作量集中到侧面。利用能在水平面内摆动的回转端划线器找正工件，通过水平位置上的调整可使工件基面与平台上的导向槽平行。然后

将划线机头部放在最低位置，使主轴与工件等高，调整垂直游标刻度装置中的游标，将其零位对准垂直刻度尺上的整数

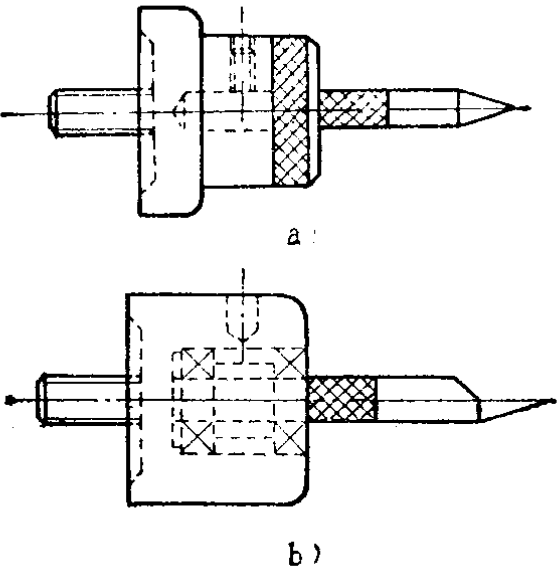


图1-4 特殊划线器

a) 固定式划针 b) 旋转式划针

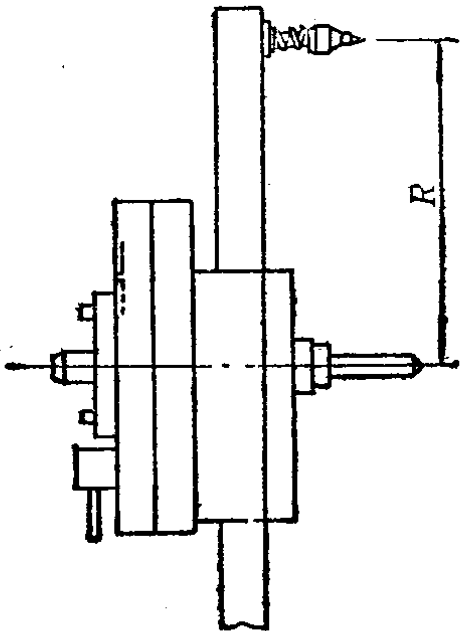


图1-5 圆形划线器

刻度线，以便于垂直位置的读数。用同样方法调整其他两个坐标方向的划线基准读数后，即可开始划线。

第二节 大型、畸形工件划线工艺要点

一、大型工件划线工艺要点

大型工件的体积大、重量重，在划线时吊装、调整不易。为了保证大件划线的质量、效率和安全因素等，在划线过程中必须注意以下几点：

1. 正确选择尺寸基准 在选择划线的尺寸基准时，应先分析图样，找出设计基准，按照工艺要求尽可能使划线的尺寸基准与设计基准一致，以减少尺寸误差和换算手续。

如图 1-6 所示，已经过半精加工的大型钻模板，要划各孔加工线。分析图纸可知划 5- $\phi 80$ 孔线应以平面 P 和 $B-B$ 对称中心线为基准；划 6- $\phi 40$ 孔应以圆心 O 和 $A-A$ 中心线为基准。

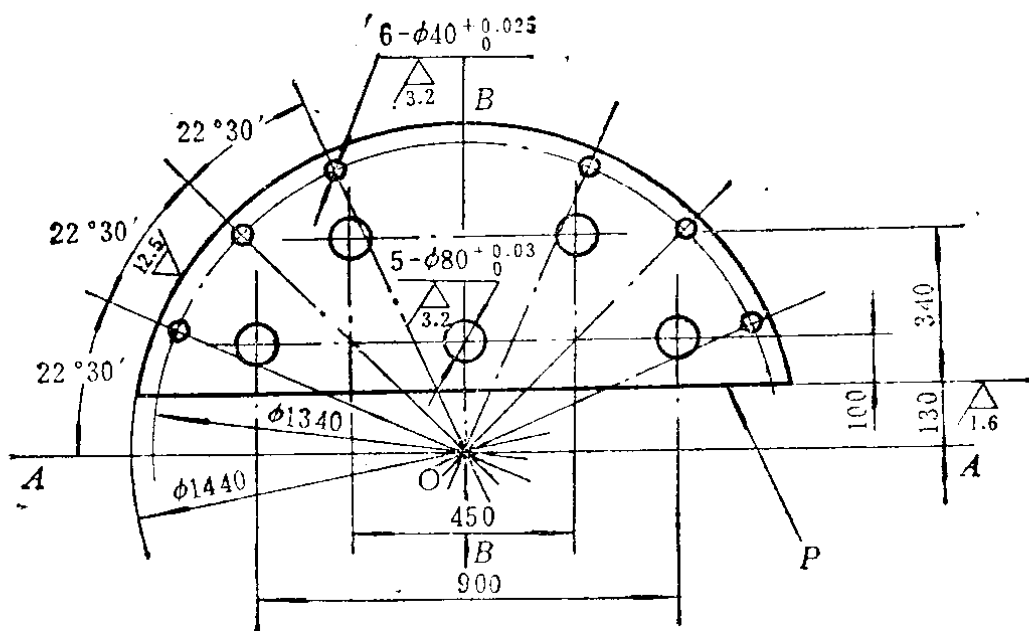


图1-6 大型钻模板

2. 合理选定第一划线位置 在尺寸基准选定后, 根据划线内容, 首先应合理的选定第一划线位置, 以提高划线质量和简化划线过程, 第一划线位置的选定, 一般有以下几项原则:

1) 应尽量选定划线面积较大的这一位置作为第一划线位置, 即让工件的大面与平台工作面平行, 把与大面平行的线先划出。这是因为对工件校正时, 校大面比校小面容易准确。

2) 应尽量选定精度要求较高的或主要加工面的加工线, 将这一位置作为第一位置线。其目的是为了保证它们有足够的余量, 经加工后便于达到设计要求。

3) 应尽量选定复杂面需要划线较多的一个位置作为第一划线位置, 以便于全面了解和校正, 并能划出大部分的加工线。

4) 应尽量选定工件上的主要中心线、平行于平台工作面的加工线为第一划线位置, 这样可提高划线质量和简化划线过程。

3. 正确选择工件安置基面 在确定第一划线位置后, 选择工件安置基面一般都比较容易。但对大型工件划线时, 工件安置基面的选择是否恰当, 就显得很重要。如果选择不当, 则划线质量差, 效率低, 而且不安全。通常, 对大型工件划线时, 当第一划线位置确定后, 应选择大而平直的面, 作为安置基面, 以保证划线时, 安置平稳、安全可靠。

如图 1-7 所示为中间镗模板。当第一划线位置的水平线划完后将工件转 90° 划第二位置线时, 若选取尺寸基面 P 和斜面为安置基面, 则稳定性差, 在校正和划线时工件容易倾翻, 因此应选择 A 面为安置基面, 以保证工件安置平稳、操作安全。

其次，当第一划线位置确定后，若有两个安置基面可供选择时，应选择工件重心低的一面为安置基面，以保证划线安全。

如图 1-8 所示的大型蜗轮副传动箱体。箱体的大圆弧面 P 和小圆弧面 Q 均可作为第一划线位置的安置基面，将 A 、 B 中心线划出。显然选定 P 面为安置基面要比 Q 面有利，因为此时重心低，比较安全。

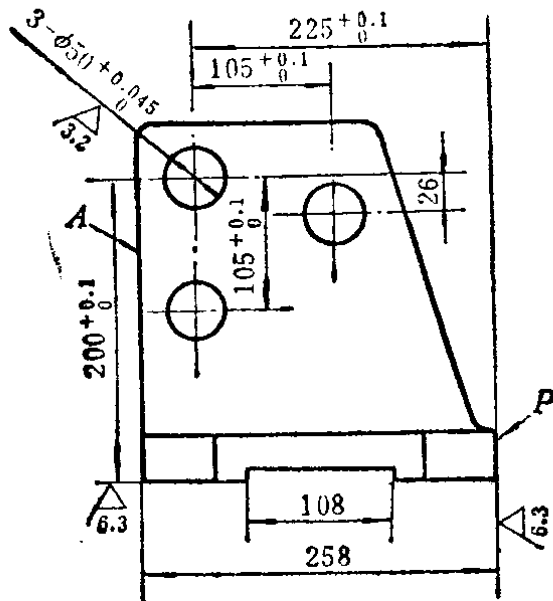


图1-7 中间镗模板

4. 正确借料 铸件、锻件、焊接结构件在毛坯生产过程中由于多种因素，往往会使工件各个表面的几何尺寸、几何形状和表面之间的相对位置等产生一定的偏差。为了

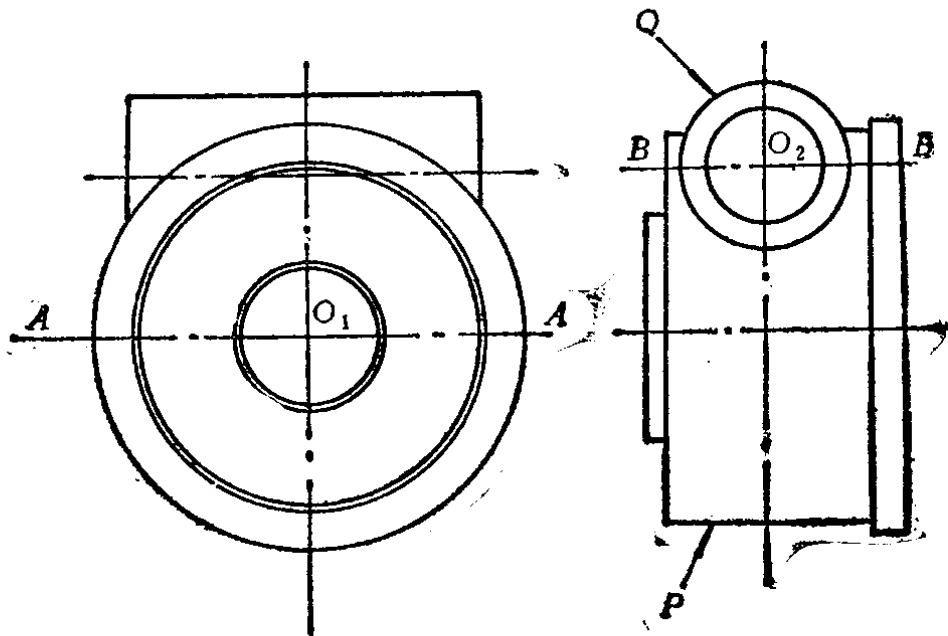


图1-8 大型蜗轮副传动箱箱体

减少和避免毛坯报废，尤其对大型工件，划线时必须注意正确借料。借料时一般应考虑下列因素：

1) 保证各加工表面都有最低限度的加工余量，对加工精度要求高和大的表面，应保证其有足够的加工余量。

2) 应考虑到加工面与非加工面之间的相对位置。对一些运动零件要保证它的运动轨迹的最大尺寸与非加工面之间的最小间隙。

3) 尽可能保证加工后工件外观均称美观。

5. 合理选择支承点 大件划线时，为了调整方便，一般都采用三点支承。用三点支承要注意以下几点：

1) 三点支承应尽可能分散，以保证工件的重心落在三个支承点所构成的三角形的中心部分，使各个支承点所承受的重量基本相同。

2) 因千斤顶不能承受大的冲击力，所以大型工件划线时只能先用枕木或垫铁支承，然后用千斤顶调整。

3) 对偏重的和形状特殊的大型工件，尽可能采用三点支承，但也可在必要的地方增设几处辅助支承，以分散重量，保证安全。

4) 在某种特殊情况下，需要操作者进入工件内部划线时，应采用方箱支承工件，在确保工件安置平稳可靠后，才能进入工件划线。

二、畸形工件划线工艺要点

在工具制造中，常遇到一些形状奇特的零件。它们不但形状奇特无规则，而且有些零件往往还带有一定的特形曲面，如图 1-9 所示，对于这些类型的零件的划线必须注意如下几点：

1) 划线的尺寸基准应与设计基准一致。否则会增加划

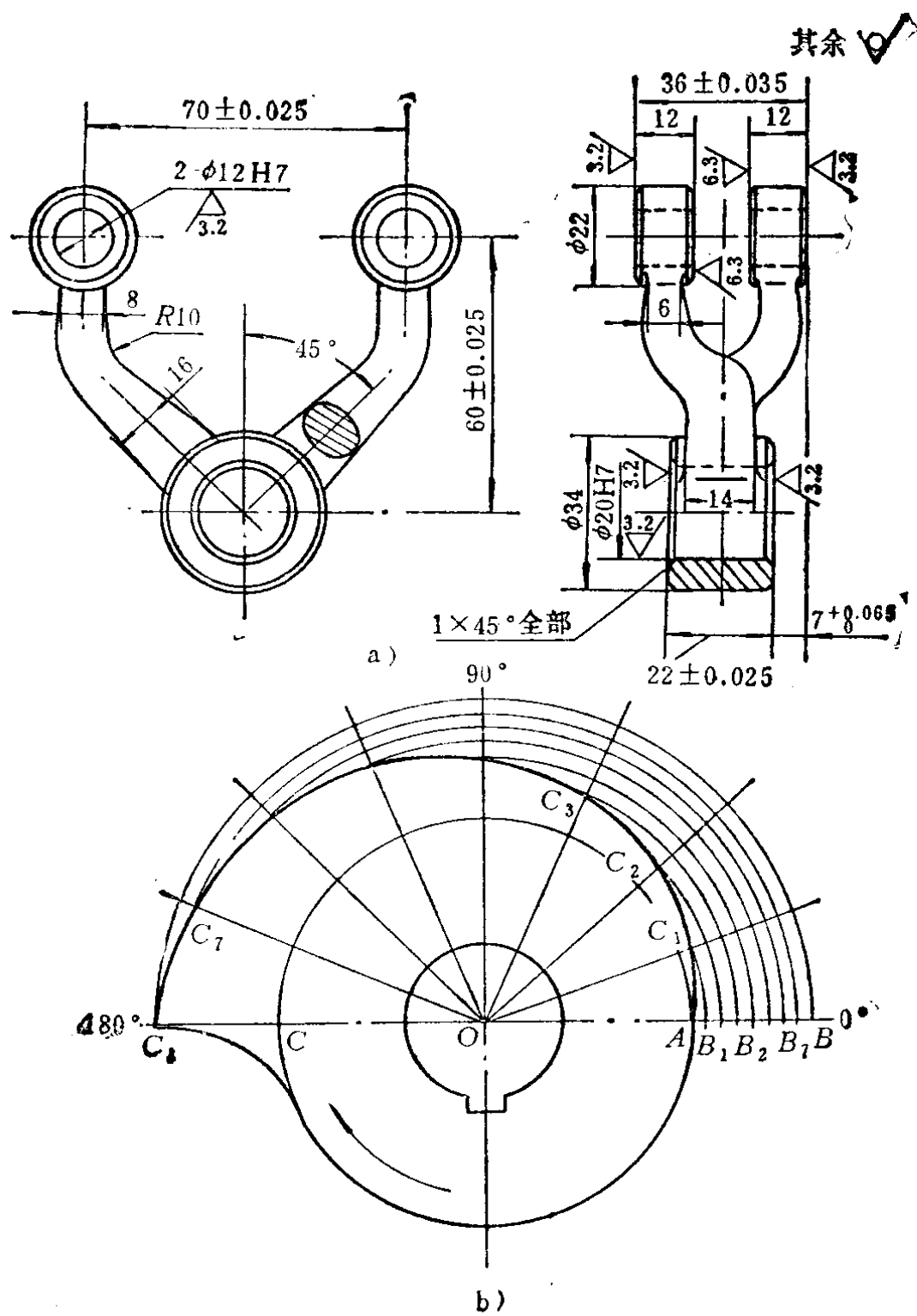


图1-9 畸形工件

a) 杠杆 b) 凸轮

线的尺寸误差和尺寸几何计算的复杂性，影响划线质量和效率。

2) 工件安置基面应与设计基准面一致，同时由于是畸形工件，划线时往往要借助于某些夹具或辅助工具，以便进行校正。如图1-10所示，杠杆的基准孔已加工好，需划其他两孔中心位置，可将工件装在心轴上作为安置基面，然后放在V形铁上进行校正和划线。

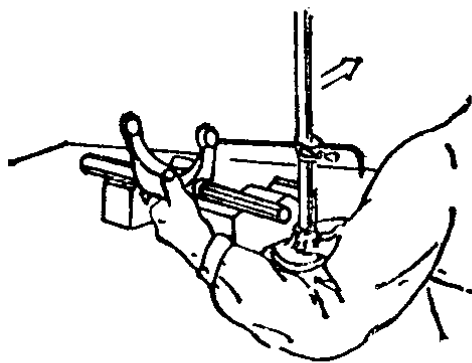


图1-10 用心轴安装工件划线

3) 正确借料。畸形工件由于形状奇特不规则，划线时更需要重视借料这一环节。借料划线时必须考虑的因素与划大型工件相同。

4) 合理选择支承点。畸形工件划线时工件的重心位置一般很难确定。即使工件重心或工件与专用划线夹具的组合重心落在支承面内，也往往会落在支承面的边缘部位。为了确保安全，必须加上相应的辅助支承。

第三节 大型工件划线

一、大型工件的划线方法

大型工件的体积大，重量重，划线时，吊装、校正都不容易，这给具体操作者带来一定的困难。同时，大件划线一般都要采用大型平台，但是在工具车间往往缺少大型平台。此时可采用拼凑大平面或其他方法来满足大件划线的要求。下面介绍几种常用的方法：

1. 拼凑大型平面 拼凑大型平面的方法有以下几种：

(1) 工件移位法 当工件的长度超过平台长度 $1/3$ 时,一般可先在工件的中间部位划线,然后将工件分别向左、右移位,按已划出的基准线进行校正后,即可分别划出工件两端所需划的线。

(2) 平台接长法 若大型工件的尺寸比划线平台略大,则应以工件最大的划线平面为基准,在工件需要划线的部位,用其他平台或平尺接在划线平台的外端,校准各平台平面之间的平行度和高低尺寸。然后将工件安放在划线平台上。此时应特别注意工件不能与接长的平台或平尺相接触,否则平台或平尺会由于承受压力产生变形,并影响其平行度和高低尺寸。划线时,可采用划针盘在接长平台或平尺上移动进行划线。

(3) 条形垫铁与平尺调整法 此法是将大件安放在坚实水泥地的调整垫铁上,用两根经加工的条形垫铁相互平行地放在大件的两端,再在两根条形垫铁的端部,靠近大件的两侧分别放两根平尺,并将平尺面调整成同一水平。在调整工件和划线时,均以平尺面为基准,用高度尺或划针盘在平尺上移动进行划线。应注意,如果在划线过程中出现疑问和划线结束时应及时对两根平尺面进一步测定,检查是否仍在同一水平面内。

2. 拉线与吊线法 此法适用于特大工件的划线,一般只需经过一次吊装、校准就能完成整个工件的划线任务。

它是采用拉线(用 $\phi 0.5 \sim 1.5\text{mm}$ 的钢丝通过拉线支架和线坠拉成直线)、吊线(尼龙线用 30° 的锥体线坠吊直)、线坠、角尺和钢尺互相配合,通过投影引线的方法来完成其划线的。其原理见图1-11所示。

在平台上设一基准直线 $O-O$,将两个角上的测量面对