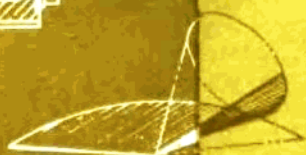
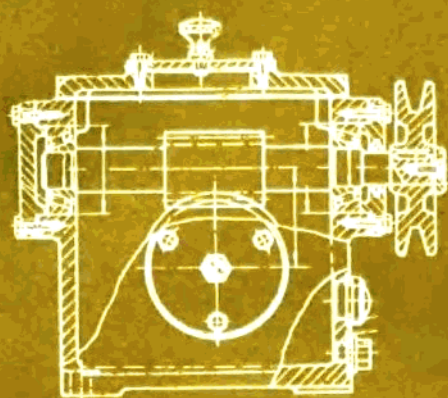
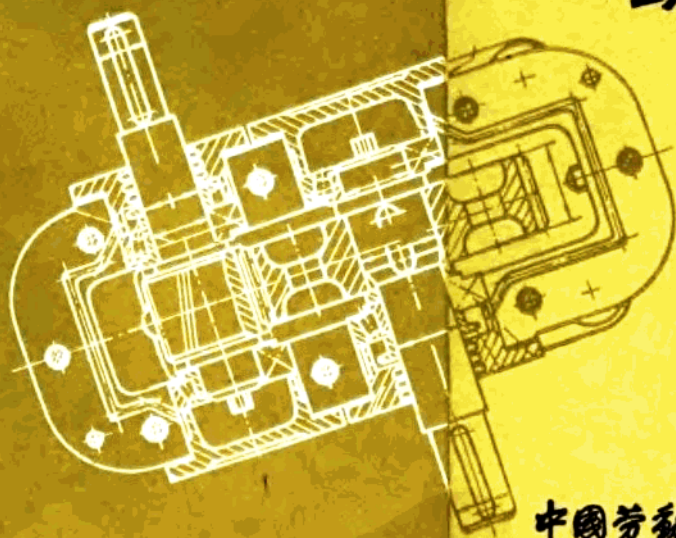


机械类高级技工培训教材



试用

高级钳工技能训练



中国劳动出版社

本书是根据原劳动人事部培训就业局审订的《高级钳工技能训练教学大纲》编写，供高级技工培训使用的，专业技术理论与实际操作技能相结合的教材。

内容包括：操作技能、装配精度的检测、高精度轴组的装配与调整、机床导轨的刮研与装配、机床操纵机构的装配与调整、滚珠丝杠机构的装配与调整、液压传动系统的装配与调试、旋转件的平衡校正、传动误差及其补偿、振动与噪声的检测和排除、大型精密机床的修理。

本书也适合班组长培训，关键岗位的专业培训和职工自学。

本书由刘汉蓉、汪仁声、吴志远编写，刘汉蓉主编，安玉章、陆耀南审稿，安玉章主审。

高级钳工技能训练

(试 用)

劳动部培训司组织编写

责任编辑：陈卫国

中国劳动出版社出版

(北京市和平里中街12号)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 16开本 14.25印张 356千字

1991年3月北京第1版 1991年3月北京第1次印刷

印数：7000册

ISBN 7-5045-0621-4/TG·065 (课) 定价：4.95元

说 明

为了满足生产建设不断发展和适应企业深化改革的需要,原劳动人事部培训就业局于1987年10月组织编写了部分工种(专业)高级技工培训教材。这次组织编写的教材有机械制图、公差配合与技术测量、机构与零件、液压技术、机床电气控制、金属切削原理与刀具、机床夹具、机械制造工艺与设备、高级钳工技能训练和高级车工技能训练等10种。其余高级技工培训教材将根据需要陆续组织编写。

这次组织编写的教材内容,是根据高级技工的培养目标,按照原机械委颁发的工人技术等级标准对高级技工应知应会的要求,结合生产需要确定的。着重阐述本工种高级复杂程度的零件加工、复杂设备的调整、维修等操作技能、技巧和技术理论知识;适当介绍有关新技术、新工艺、新设备、新材料的应用;也涉及到某些技术岗位关键问题的处理。

教材的编写,力求理论联系实际,突出操作技能训练。各门课程相对独立,图文并茂,并采用了现行的新国标。这些教材通用性较强,比较适应当前培养高级技工的需要,也适合于班组长培训、关键岗位的专业培训和职工自学。

我们组织编写这一层次的教材,是初次尝试,不足之处在所难免,请各单位和个人在使用中提出宝贵意见和建议。

劳动部培训司

1988年6月

目 录

课题一 基本操作技能	1
§ 1-1 锉削	1
§ 1-2 划线	12
§ 1-3 钻孔	15
§ 1-4 刮削	22
§ 1-5 研磨	25
综合实训题	32
课题二 装配精度的检测	34
§ 2-1 直线度测量	34
§ 2-2 平面度测量	40
§ 2-3 平行度和垂直度测量	48
§ 2-4 同轴度测量	52
§ 2-5 分度误差测量	58
复习题	65
课题三 高精度轴组的装配、调整	66
§ 3-1 高精度滚动轴承主轴组的装配、调整	66
§ 3-2 高精度动压滑动轴承主轴组的装配、调整	75
§ 3-3 液体静压轴承的装配、调整	79
复习题	86
课题四 机床导轨的刮研与装配	88
§ 4-1 滑动导轨	88
§ 4-2 薄膜反馈式静压导轨的装配与调试	99
§ 4-3 滚动导轨的装配	105
复习题	108
课题五 机床操纵机构的装配与调整	109
复习题	114
课题六 滚珠丝杠机构的装配与调整	115
复习题	118
课题七 液压传动系统的装接与调试	119
复习题	127
课题八 旋转件的平衡校正	128
复习题	140
课题九 传动误差及其补偿	141

复习题	146
课题十 振动与噪声的检测和排除	147
复习题	160
课题十一 大型、精密机床的修理	161
§ 11-1 MG1432A高精度外圆磨床的修理	161
§ 11-2 BQ2020龙门刨床的修理	185
复习题	204
附录 1 高精度外圆磨床精度 (ZBJ55010-87)	205
附录 2 单臂刨床、龙门刨床精度 (JB2732-86)	216

课题一 基本操作技能

凡进入钳工高级工培训的学员,在钳工的基本操作技能方面,必须具有中级的水平和扎实的基础。尽管在入学前,已通过了不低于五级工的技术等级考试,但在入学后的技能培训前,还必须通过对其在基本操作技能方面的掌握情况,有一个全面系统的检查考试,并根据考试的不同情况进行部分基本操作内容的补缺、巩固和提高。为此,本课题着重安排了锉削、划线、钻孔、刮削、研磨等五项基本操作技能的训练内容和考核要求,可根据学员各自的实际情况,由考试项目的五项中任选四项。

§ 1-1 锉 削

一、教学要求

1. 掌握锉削要求;
2. 按正确的方法、步骤完成加工实例。

二、相关工艺知识

1. 合理选用锉刀

合理选用锉刀对于保证锉削质量及锉削效率都会带来重要影响。其中包括下列四点:

(1) 锉刀锉齿粗细的选择。锉刀粗、中、细齿的选择,决定于加工余量,加工精度和表面粗糙度。

在加工余量多,加工精度较高时,用粗锉进行大余量加工后,在什么时候更换细锉是一关键,过早更换细锉造成加工时间长;反之,过迟更换细锉也将造成表面粗糙度达不到要求。在实际工作中每个人所留的细锉加工余量是不同的。主要决定于粗锉加工后工件表面平整情况和加工者掌握锉刀技巧的高低。工件表面粗糙、个人技巧低、细锉加工余量要多留;反之,少留。

(2) 锉刀规格的选择 主要是按工件锉削面的大小、长短确定:在工件接近达到精度时,工件的锉削面大,选大规格锉刀;反之,选小规格锉刀。面大锉刀小,锉削时锉刀左右平移量大,锉面不易锉平;面小锉刀大,易造成锉面塌边,塌角。锉削面纵向长时,选大规格锉刀;反之,选小规格锉刀。一般工件锉面纵向长50mm以上,可选用300mm以上锉刀,30~50mm可选用250mm锉刀。30mm以下,可选用200mm以下锉刀。在考虑锉面纵向长度选锉刀规格时,应同时考虑锉面宽,特别是在锉阶台面时,应尽量使用接近阶台宽度的锉刀。以防锉刀过宽造成工件锉面塌边现象。

(3) 锉刀断面形状的选择 主要是按工件锉削面的形状及锉削时锉刀运动的特点进行确定。对于多角形内孔锉削,粗锉时,可按相邻两边夹角大小,选择相适应的锉刀。如:小于90°的,可选用三角锉,刀口锉等。大于90°或等于90°的可选用方锉或板锉等。但在精锉多角形内平面时,尽可能选用细板锉,并根据相邻面角度修磨板锉两侧。

(4) 锉刀面质量选择 锉刀面质量不好, 如: 锉刀面中凹、波浪形、扭曲、锉齿不均等, 均会影响工件被加工面的平整、光洁。特别是在细锉时, 这点更为重要。

2. 锉削中注意问题

(1) 粗锉时压力大, 锉刀行程长, 在锉到接近留细锉加工余量时, 应减小锉削压力及行程, 用细锉的方法, 得到留给细锉时一个良好的表面质量。这样在细锉时容易达到精度及表面粗糙度要求, 同时可缩短加工时间。

(2) 细锉时细锉刀的行程不易拉得太长, 一般为20~60mm, 太长不易控制前后力的平衡, 造成锉面中凸。锉刀要紧贴锉面, 压力减小, 要有手感作用, 感到锉刀是吸附在工件上的, 同时注意压力均匀, 使工件表面锉纹深浅一致。

3. 锉削加工过程

(1) 锉削基准的确定

- ① 选用最大最平整的面作锉削基准。
- ② 选用已作为划线基准、测量基准的面作为锉削基准。
- ③ 选用锉削余量为最少的面作为锉削基准。
- ④ 选用加工面精度为最高的面作为锉削基准。
- ⑤ 选用已加工过的面作为锉削基准。

(2) 锉削基准面 对基准面锉削, 在必须达到精度及表面粗糙度要求的前提下, 应尽量减少锉削量, 使大部分锉削量, 放在基准面的对面。

(3) 按基准面进行划线 锉削中的划线, 是作为粗锉时的依据, 有了明确的锉削界限线, 粗锉时就能大胆的进行锉削。但对于细锉来说, 所划的线就不能看成是依据, 只能参考, 细锉时是否达到精度要求, 主要靠量具测量来保证。

(4) 锉削步骤 锉削步骤主要根据工件结构特点来定。从图1-1所示燕尾样板分析说明如下:

尺寸 F 对称于 E , 就必须考虑加工步骤便于测量及控制, 锉削前先锯出燕尾一边, 并锉

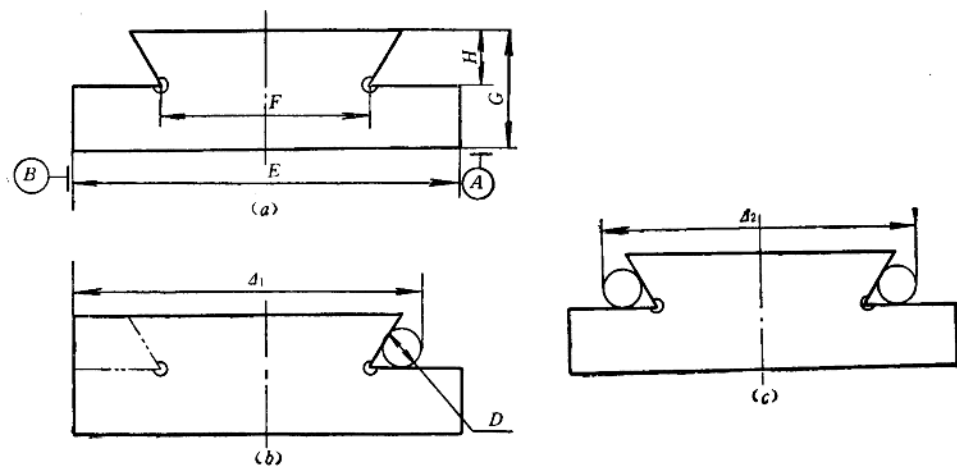


图1-1 燕尾样板

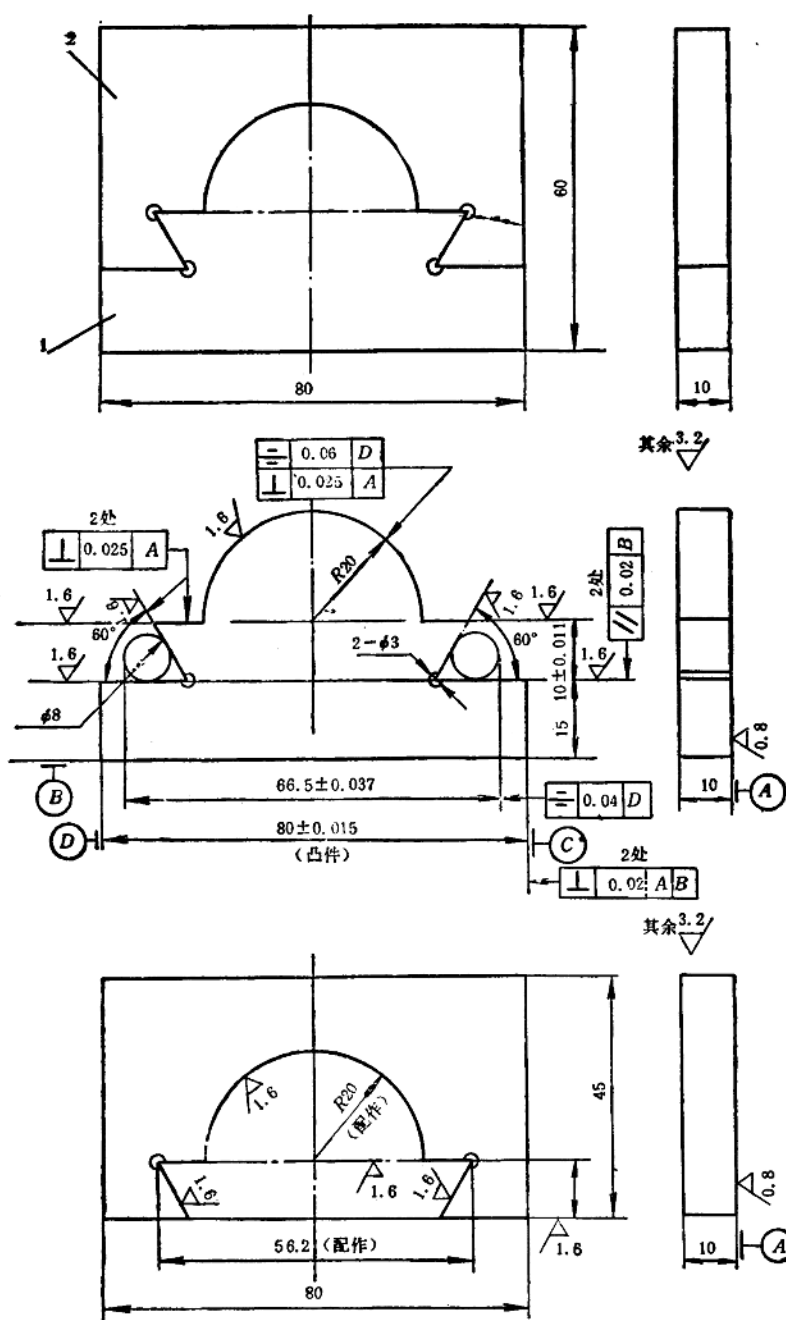


图1-2 燕尾、凸圆锥配图

到要求尺寸 $\angle_1$ ，再加工另一边燕尾，并锉到要求尺寸 $\angle_2$ 。如果同时锯出两边燕尾，则对称度在加工过程中，就难以测量控制。如果尺寸 F 没有对称度要求，就可同时锯出两边燕尾，直接控制尺寸 $\angle_2$ 的精度要求。

一般可按下列几个方面来考虑加工步骤：

- ① 先锉与基准面相对应要求的面。
- ② 先锉余量最少的面，以保证工件在加工余量少时能加工出形状与尺寸。
- ③ 先锉精度高的面，后锉精度低的面。
- ④ 先锉平行面，后锉垂直面。
- ⑤ 先锉大面后锉小面，先锉平面后锉曲面。
- ⑥ 从测量方便来考虑加工的先后。

三、实习内容、方法和要求

1. 燕尾、凸圆锉配。

(1) 实习图 (图1-2)

(2) 加工步骤 凸件加工

- ① 按图检查坯件尺寸。
- ② 加工零件1基面 B ，注意掌握直线度及与 A 面的垂直度。
- ③ 加工基准面 C ，注意直线度，并掌握与 A 、 B 两面的垂直度。
- ④ 从两基准面出发进行划线。
- ⑤ 钻 $2-\phi 3$ mm 工艺孔。
- ⑥ 锉基准面 C 的相对面。注意掌握尺寸 80 mm 并控制在上偏差 80.015 mm，同时与 C 面的平行，与 A 面的垂直。

⑦ 锯去基准面相对面的多余部分 (图1-3)。

⑧ 锉小面1，注意保证尺寸 15 mm，并与 B 面平行，与 A 面垂直。

⑨ 锉小斜面2，注意保证角度 60° ，与 A 面垂直，并掌握用小圆柱测得到基面 C 的尺寸。

⑩ 锉凸台小面3，注意尺寸 10 ± 0.011 mm 及与 B 面平行，与 A 面的垂直。

⑪ 锉与凸圆相切面4，注意到基面的尺寸 60 mm，并与 A 面垂直。

⑫ 锯去 C 面多余部分。

⑬ 锉小面5，注意尺寸 15 mm 及与相对处保持一致，与 B 面平行，与 A 面垂直。

⑭ 锉小斜面6，注意角度 60° ，用两 $\phi 8$ mm 圆柱，修整尺寸 66.5 ± 0.037 mm，与 A 面垂直。

⑮ 锉凸台面7，注意尺寸 10 ± 0.011 mm 及与对应处保持一致，与 B 面平行，与 A 面垂直。

⑯ 锉凸圆相切面8，注意与 A 面垂直，与面4距离 40 mm (根据凹凸圆弧样板实测

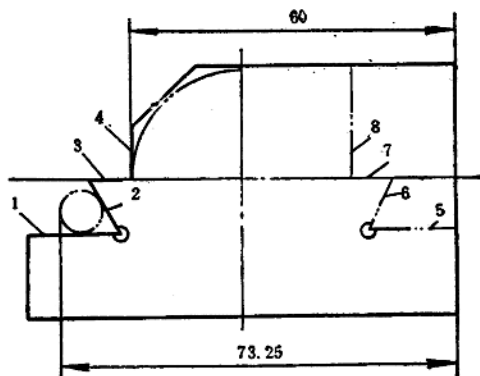


图1-3 燕尾、凸圆锉配步骤图

尺寸)。

⑰ 修锉圆弧, 注意与 A 面垂直, 用样板修整。

⑱ 检查对称度并作微量修整。

凹件加工

① 按凸件 1 在零件 2 上划线。

② 钻 2- $\phi 3\text{mm}$ 工艺孔, 按多余部分位置钻排孔, 去除多余部分。注意防止变形。

③ 同时锉与凸件 1、5 两相配合面。注意平直并与 A 面垂直。

④ 锉与凸件 3、7 两面相接触面。注意与凸件 $10 \pm 0.01\text{mm}$ 尺寸的实测数进行锉配并与 A 面垂直。

⑤ 锉配两斜面。注意锉到接近于相配尺寸, 用透光法观察控制外形尺寸并保证与 A 面垂直。

⑥ 粗锉凹圆。注意与尺寸 80mm 对称、控制圆弧开口处的尺寸, 与 A 面垂直。

⑦ 用透光法逐步锉配。注意仔细修锉边修理边试配, 防止间隙超差及出现喇叭口。

⑧ 修锉外形。

(3) 成绩评定 (表 1-1)

表 1-1 实习记录及成绩评定

总分 _____

项次	内 容 要 求	配分	实 测 情 况	得分
1	两侧距 $80 \pm 0.015\text{mm}$	8		
2	燕尾用 $\phi 8\text{mm}$ 圆柱测定尺寸 $66.5 \pm 0.037\text{mm}$	8		
3	燕尾高度尺寸 $10 \pm 0.011\text{mm}$	8		
4	燕尾与 80mm 对称度 $\frac{\div}{0.04} D$	6		
5	燕尾平面与底面平行度 $\frac{//}{0.02} B$	6		
6	圆弧与尺寸 80mm 对称度 $\frac{\div}{0.06} D$	6		
7	表面粗糙度 (六小面及圆弧)	8		
8	六小面配合间隙 < 0.04	24		
9	圆弧面配合间隙 < 0.04 (每隔 45° 测一点, 共测 5 点)。	10		
10	凹件配合面表面粗糙度	8		
11	配合后外观 (两侧接平、倒角、外形表面粗糙度等)。	8		

工时为 14 小时

每负额 1 小时扣除 5 分

注: 配合面喇叭口用 0.05mm 厚薄规插入深度不超过 4mm, 超出作间隙超差处理。

2. 浮动锉排锉配

(1) 实习图 (图 1-4)

(2) 加工步骤

① 加工靠刀面至 26.3mm。注意平面平直, 并与轴线平行。

② 以靠刀面及轴线为基准, 划出方框线 25×12 。

③ 钻 4- $\phi 3\text{mm}$ 孔, 在框内钻 10.5mm 两孔。注意钻头与靠刀面、轴线垂直。 $\phi 3\text{mm}$ 孔进给要慢, 防止偏斜。

④ 将刀杆装夹在虎钳上进行粗锉, 每边放余量 0.15~0.2mm, 用游标卡控制。注意方

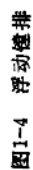


图 I-4 浮動鏈排

框大面到圆柱面尺寸 $9.15 \sim 9.20 \text{ mm}$ ，同时掌握两大面平行度，两小面与轴心线的垂直度。

⑤ 将刀杆固定在标准V形铁上，先锉靠轴端处小平面。注意小面与轴心线两个方向的垂直度。用杠杆表测定。

⑥ 精锉两大平面，逐步达到尺寸 $12^{+0.019}_0$ 。建议用一至二块过渡塞块进行锉配。两大面与轴心线对称度，可用杠杆表加以控制。保证两大面与对刀面的垂直。

⑦ 以已锉好的小面为基准，修锉另一小面至尺寸 $25^{+0.023}_0$ 。注意基准面平面度好，同时垂直于轴心线。也可用过渡塞块检测，逐步达到精度。

⑧ 修锉对刀面，注意与方孔的垂直度。用组合块规百分表或杠杆表控制尺寸 $26^{+0.015}_0$ 。

⑨ 孔口倒角。

(3) 成绩评定 (表1-2)

表1-2 实习记录及成绩评定表

总分 _____

项次	内 容 要 求	配 分	实 测 情 况	得 分
1	两大面距离尺寸 $12^{+0.019}_0$	15		
2	两小面距离尺寸 $25^{+0.023}_0$	15		
3	两大面与轴心线对称度 $\frac{\div}{0.025} B$	10		
4	两小面与轴心垂直度 $\frac{\perp}{0.01} B$	10		
5	大面与小面垂直度 $\frac{\perp}{0.01} C$	5		
6	两大面平行度 $\frac{\parallel}{0.01} D$	5		
7	对刀面距离尺寸 $26^{+0.015}_0$	10		
8	对刀面与方孔垂直度 $\frac{\perp}{0.01} C D$	10		
9	方孔表面粗糙度	8		
10	对刀面表面粗糙度	2		
11	方孔口倒角	4		
12	$4-\phi 3$ 小孔位置	6		

工时为21小时，每负额一小时扣5分

注：方孔两端喇叭口用0.05mm厚薄规塞，插进深度不得超过5mm。超过作配合精度超差处理。

3. 凸轮

(1) 实习图 凸轮组件 (图1-5)。凸轮组件由联接圆座 (图1-6)、内凸轮 (图1-7)、外凸轮 (图1-8) 等零件组成。

(2) 加工步骤

- ① 在坯件上划出内外凸轮曲线及联接孔。
- ② 钻联接孔及排孔。
- ③ 将内凸轮与外凸轮用圆锉分割，但需留三条联接筋 (图1-9)。
- ④ 按划线修锉零件内凸轮的凸轮曲线。注意：按所标尺寸检查凸轮、圆弧联接过渡圆滑，表面粗糙度达到图纸要求。
- ⑤ 粗锉外凸轮的凸轮曲线。
- ⑥ 精锉外凸轮的凸轮曲线。注意：可用 $\phi 12 \text{ mm}$ 标准滚柱及厚薄规配合检查，并查明凸

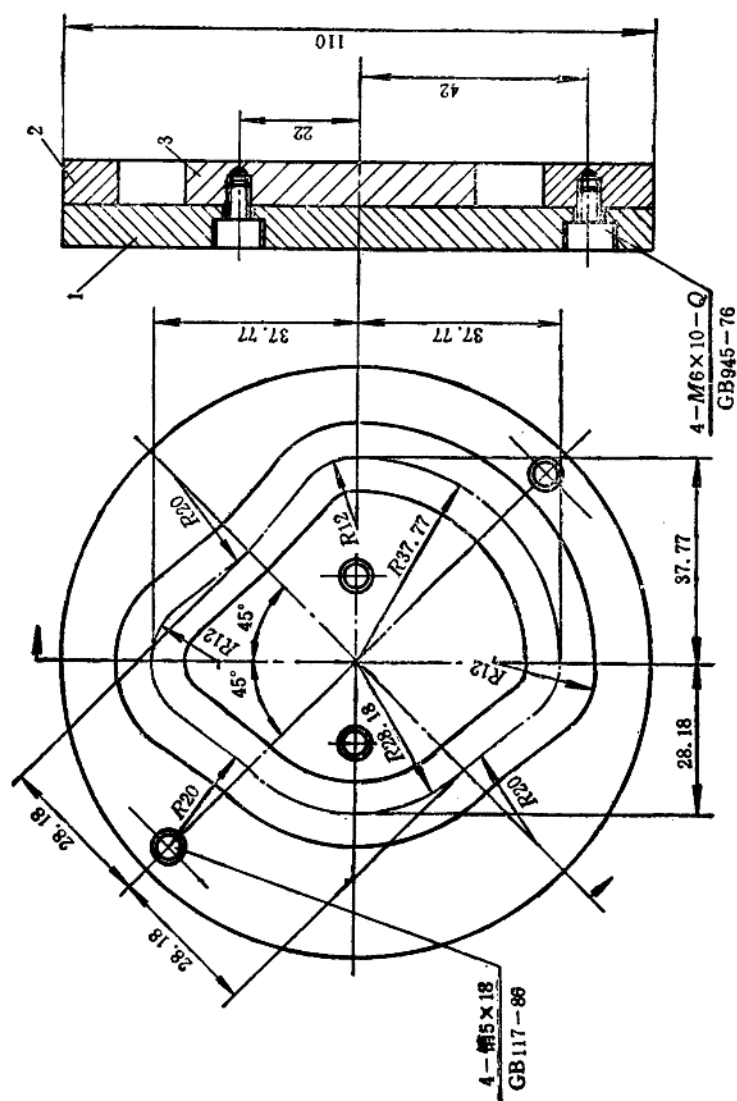


图1-5 凸轮组件

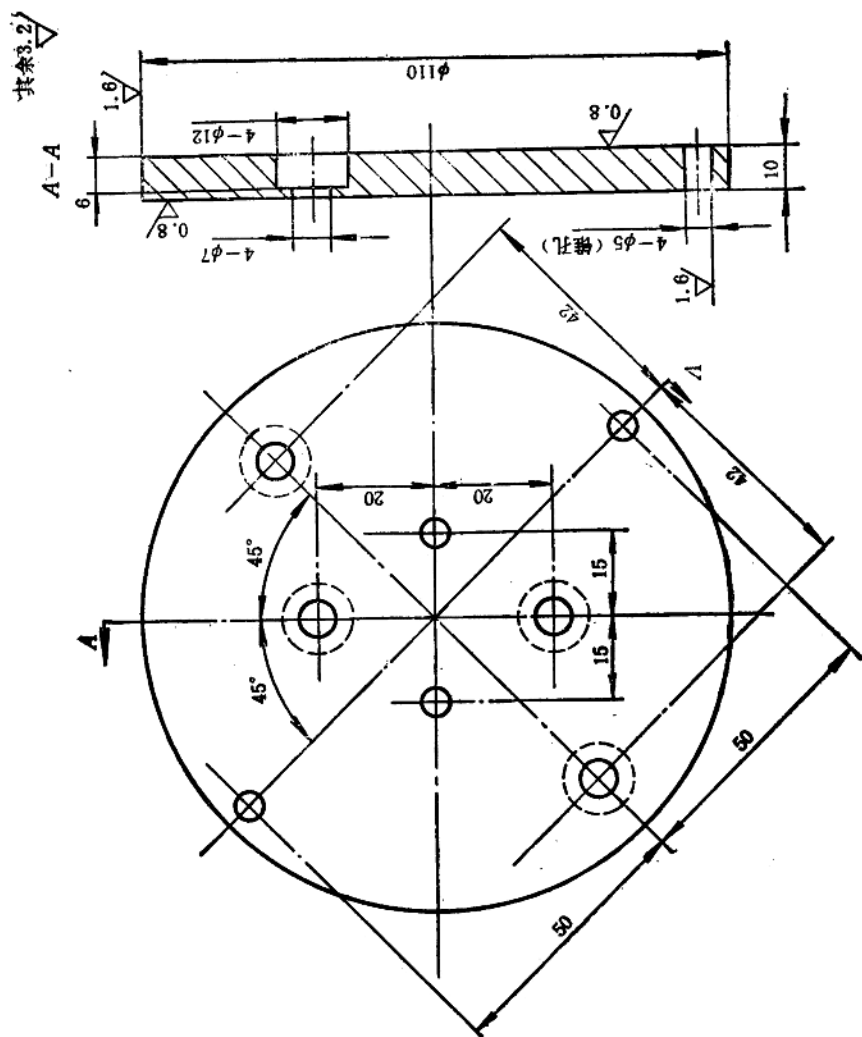


图1-6 联接圆座

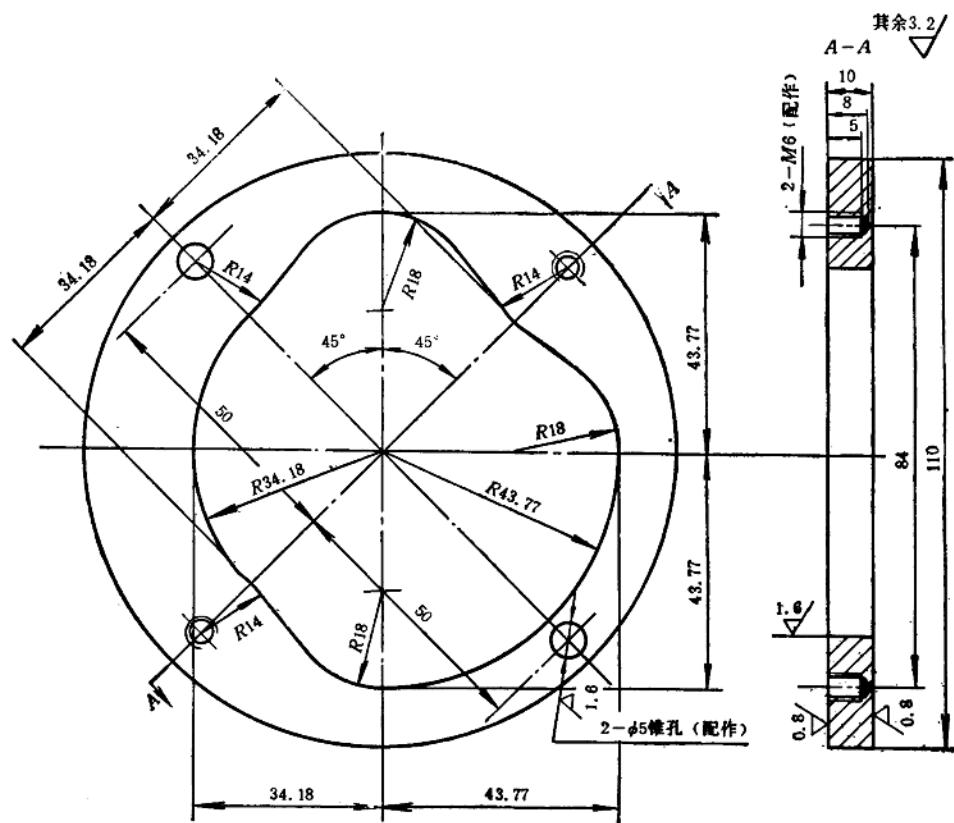


图1-7 内凸轮

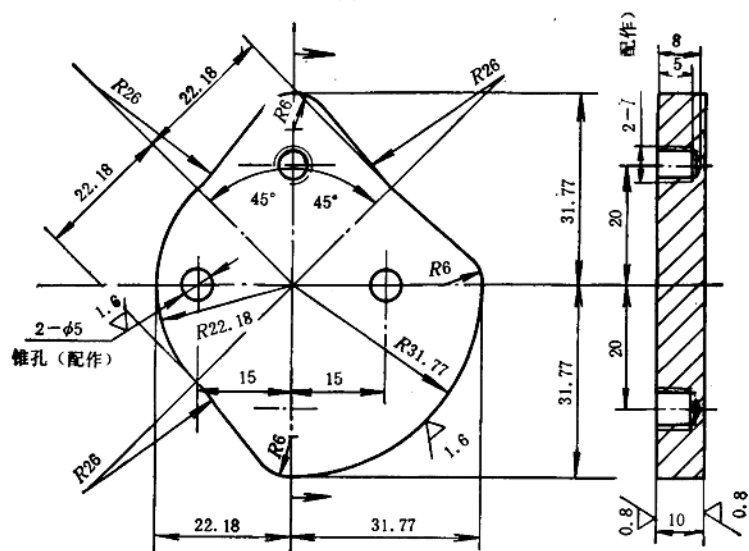


图1-8 外凸轮

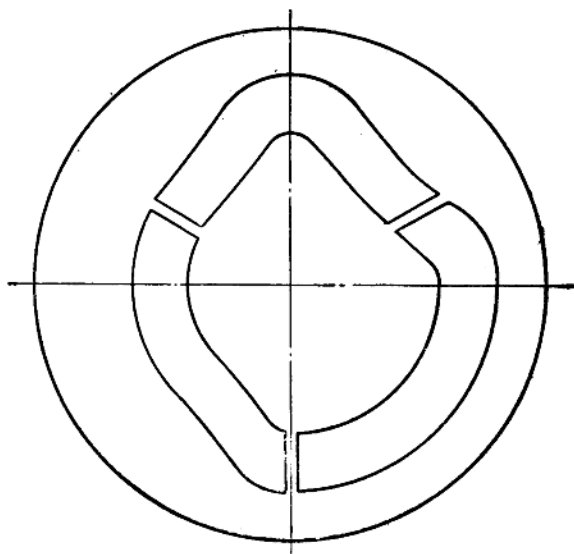


图1-9 凸轮锉法图

轮滚道大小。

- ⑦ 去除联接筋，使内外凸轮分开。
- ⑧ 修锉内凸轮三联接筋处。
- ⑨ 将内凸轮固定在联接圆座上。
- ⑩ 修锉外凸轮三联接筋处，使此三处与内凸轮相对应点处用 $\phi 12\text{mm}$ 标准圆柱检查。

反复进行检查、修锉，最后达到要求。

- ⑪ 去毛刺倒角。
- ⑫ 将三个零件正确联为一体。

(3) 成绩评定 (表1-3)

表1-3 实习记录及成绩评定表

总分

项次	内 容 要 求	配 分	实 测 情 况	得 分
1	内、外凸轮曲线尺寸基本达到	20		
2	内、外凸轮曲线过渡圆滑及表面粗糙度	10		
3	滚道所标尺寸点，左右 5mm 内标准滚柱放入内的间隙 $< 0.04\text{mm}$	32		
4	未标尺寸处滚道，放标准滚柱后间隙 $< 0.06\text{mm}$	24		
5	滚道表面粗糙度	10		
6	三零件联接质量	4		

工时为28小时，每负额一小时扣5分

注：在标尺寸处滚道喇叭口用0.06mm厚薄规插，不超过4mm；未标尺寸处滚道用0.08mm厚薄规插，不超过4mm。
超过者作配合间隙超差处理。

本实习内容有上述三件, 只需做两件便可。凸轮组件必做。燕尾、凸圆铰配及浮动铰排铰两件中任取一件。

§ 1-2 划 线

一、教学要求

1. 掌握复杂工件划线的要点;
2. 对复杂的工件能正确进行划线。

二、相关工艺知识

对于工件外形很不规则, 加工时不易安装定位; 工件尺寸繁多, 以及相关位置精度要求高等复杂工件。通过划线可对毛坯按图样要求作一次检查, 以判断毛坯是否合格, 各加工部位余量大小; 当工件某些尺寸按图样要求加工余量不够时, 可通过划线中的借料方法来补救; 工件通过划线可给加工者标出明显的加工线, 便于加工。

划线者的责任是很重要的, 工件复杂划线工作也复杂, 同时还要求具有一定的生产工艺知识, 了解工件的名称、功用及各主要尺寸、精度和相互位置要求, 对所划线必须保证能加工得出, 特别是对那些表面有缺陷的毛坯面所划的加工线, 要估计出是否能作成合格件。

为此, 划线时必须掌握下列要点:

(1) 详细阅读图样 看懂、看清图样。

- ① 看清零件外形图。并与实物对照, 外形上是否有所差异。
- ② 了解零件的主要功用, 各尺寸的精度要求, 那些是重要的划线中必须保证的尺寸。
- ③ 明确工件那几个部位需进行划线, 并确定每一部位划线时的基准及尺寸数值依次划线, 然后按图样检查所划线是否有遗漏和错误。
- ④ 确定零件划线安装位置的顺序。

(2) 工件划线前在平板上确定安放位置并找正 使工件经划线加工后能有一个正确的外形, 符合图样要求。

① 对于孔加工中外有圆凸台的工件, 需考虑孔尽可能在圆凸台中心, 以保持圆凸台处孔壁厚度均匀, 因此这类工件在划线前的找正时必须由外圆凸台求出孔中心。如托架(图1-10)就必须按托架前、后圆凸台中心作为托架找正中重要一点。再如: 托架前、后凸台不是

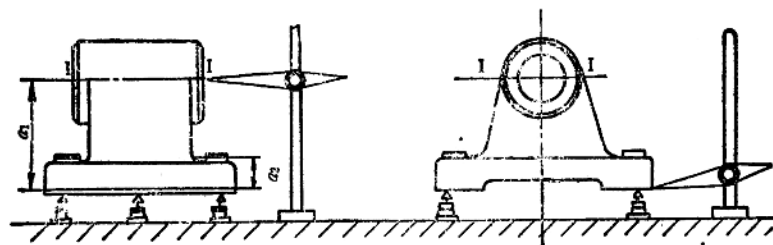


图1-10 托架划线