



技工院校实训基地人才培养一体化模块教材
JIGONG YUANXIAO SHIXUN JIDI RENCAI PEIYANG YITIHUA MOKUAI JIAOCAI

机修钳工 实训

高级模块

技工院校实训基地人才培养一体化模块教材

机修钳工实训 (高级模块)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要包括机械设备零部件加工、机械设备安装与调试、机械设备维修以及职业技能鉴定机修钳工高级考核模拟试卷。

图书在版编目(CIP)数据

机修钳工实训：高级模块/戴国东主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2015
技工院校实训基地人才培养一体化模块教材
ISBN 978-7-5167-2052-3

I. ①机… II. ①戴… III. ①机修钳工-教材 IV. ①TG947

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 242430 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

※

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.5 印张 517 千字
2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

定价：42.00 元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者奖励。

举报电话：(010) 64954652

技工院校实训基地人才培养一体化模块 教材编委会名单

编审委员会（以姓氏笔画排序）

王国海 冯跃虹 吕成鹰 刘海光 孙大俊
冷耀明 张 林 胡恒庆 龚 安

编审人员

本书主编：戴国东

本书参编：郑丁梅 蒋 俊 蒋保祥

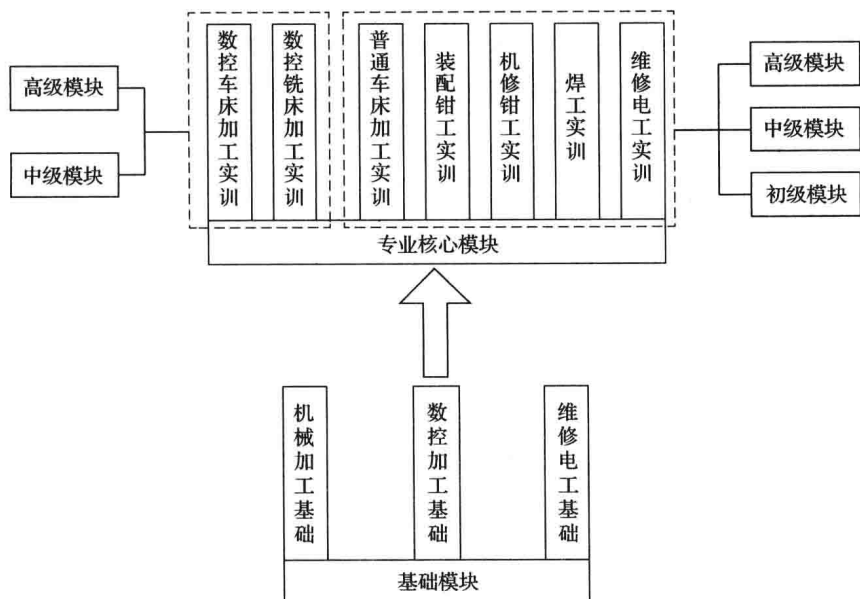
前言

Preface

为了进一步发挥技工院校在技能人才培养方面的作用，切实满足企业对技能型人才的需求，人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的骨干教师和行业、企业专家，在充分调研技工院校实训基地人才培养和培训模式以及企业技能人才需求的基础上，吸收和借鉴当前较为成熟的人才培养理念，编写了技工院校实训基地人才培养一体化模块教材。

使用说明

本套教材分为基础模块和专业核心模块（见下图）。其中专业核心模块教材根据国家职业技能鉴定标准中的初级、中级和高级要求设计有相对应的初级模块教材、中级模块教材和高级模块教材。实训基地可根据需要按照“基础模块+专业核心模块”组合模式选择相应的教材。



编写特色

◆与职业技能鉴定接轨

教材的编写以车工、数控车工、数控铣工、装配钳工、机修钳工、焊工、维修电工等国家职业技能标准为依据，涵盖国家职业技能标准（初、中、高级）的知识和技能要求，内容具有权威性。为了帮助学员熟悉职业技能鉴定考核形式及考题类型，每种专业核心模块教材均附有3~5套职业技能鉴定模拟试卷（包含理论知识试卷和技能操作试卷），并配有相应的参考答案。

◆与企业需求接轨

教材在编写中充分考虑企业的培训和用人需求，尽量选取企业真实的、有代表性的操作案例，整合相应的知识和技能，构建一体化教学模块，实现理论与操作技能的统一，既符合职业教育和职业培训的基本规律，又有利于培养学员分析问题和解决问题的综合职业能力。

◆保证先进性和规范性

教材根据相关专业领域的最新发展，编入了新知识、新技术、新设备、新材料等方面的内容，保证教材的先进性。同时采用最新的国家技术标准，使教材更加科学和规范。

读者对象

本套教材既可作为技工院校实训基地技能人才培养和培训用书，还可作为企业、社会培训机构的技能培训用书以及职业技术学院师生的专业用书。

后续拓展

作为补充，我们将陆续开发各专业高新技术应用方面的拓展模块教材，通过职业教育教学资源 and 数字学习中心网站（<http://zyjy.class.com.cn/>）提供在线论坛等网上交流以及相关教学资源下载服务，还将陆续开发相关的在线培训课程。

致谢

本套教材的开发工作得到了全国有关技工院校、实训基地及其人力资源和社会保障主管部门的支持，尤其是得到了江苏省有关技工院校及实训基地的大力支持和帮助，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2014 年 10 月

目 录

CONTENTS

模块一 机械设备零部件加工	1
课题1 划线操作	1
子课题1 凸轮划线	1
子课题2 车床主轴箱箱体的划线	6
子课题3 大型工件的划线	9
子课题4 畸形工件的划线	14
课题2 锉削加工	18
子课题1 锉削与锉配	18
子课题2 曲面的锉削	26
课题3 孔系加工	33
子课题1 群钻及其刃磨	33
子课题2 精密孔的钻铰	44
课题4 刮削和研磨	49
子课题1 提高刮削精度的方法	49
子课题2 平板的刮削及精度检测	50
子课题3 机床导轨的刮削	53
子课题4 剖分式滑动轴承轴瓦的刮削	61
子课题5 提高研磨质量的方法	65
子课题6 V形滚动导轨体的研磨	66
子课题7 精密孔的研磨	69
课题5 综合技能训练（一）	72
子课题1 矩形燕尾配	72
子课题2 制作整体式镶配件	74
子课题3 制作带凸块角度镶嵌板	76
子课题4 制作方孔镶配件	77
子课题5 五方转位组合配	79

模块二 机械设备安装与调试 82

课题1 设备安装要求	82
子课题1 设备安装基础	82
子课题2 磨床的安装精度检测项目与要求	85
子课题3 镗床的安装精度检测项目与要求	87
子课题4 龙门铣床的安装精度检测项目与要求	92
课题2 设备调试	96
子课题1 磨床、镗床、龙门铣床的调试安全规程	96
子课题2 磨床的安装精度调整	97
子课题3 镗床的安装精度调整	105
子课题4 龙门铣床的安装精度调整	119
子课题5 磨床的安装与调试	130
子课题6 镗床的安装与调试	132
子课题7 龙门铣床的安装与调试	135

模块三 机械设备维修 137

课题1 磨床、镗床、龙门铣床常见故障诊断	137
子课题1 光学测量仪器的使用	137
子课题2 机床故障诊断技术	156
子课题3 磨床、镗床、龙门铣床工作原理和主要结构	160
子课题4 磨床、镗床、龙门铣床常见故障及直观诊断	173
子课题5 磨床、镗床、龙门铣床工作精度检测	177
课题2 传动机构的维修	181
子课题1 离合器的维修	181
子课题2 滚珠螺旋传动机构的维修	185
子课题3 静压螺旋传动机构的维修	191
课题3 典型零部件维修	193
子课题1 振动和噪声的检测	193
子课题2 高速转轴的动平衡	208
子课题3 静压轴承组件的调整和维修	218

子课题 4 T68 型卧式镗床主轴的维修	224
子课题 5 拼接导轨的维修	229
课题 4 液压传动和气压传动系统维修	232
子课题 1 液压泵	232
子课题 2 液压马达	249
子课题 3 液压缸	252
子课题 4 液压基本回路和液压系统的常见故障及产生原因	264
子课题 5 气动系统的维修	280
子课题 6 液压油的失效形式与防治	285
子课题 7 压力容器的安全管理	287
课题 5 机械设备保养	290
子课题 1 机床设备的大修工艺	290
子课题 2 磨床的保养与维护	294
子课题 3 镗床的保养与维护	296
子课题 4 龙门铣床的保养与维护	297
课题 6 综合技能训练 (二)	300
子课题 1 精密、高速、大型设备导轨的修复与调整	300
子课题 2 滚动导轨的装配与调试	301
子课题 3 静压导轨的装配与调试	308
子课题 4 T68 型镗床平旋盘的修理	312
子课题 5 数控机床机械部分的装配与调整	317
模块四 职业技能鉴定机修钳工高级考核模拟试卷	322

模块一

机械设备零部件加工

本模块通过立体划线、锉配加工、孔系加工、轴承与导轨的刮削、研磨等实训练习，进一步提高机械设备零部件加工的基本操作技能。

课题 1 划线操作

子课题 1 凸轮划线



学习目标

1. 了解凸轮机构的组成和类别。
2. 熟悉凸轮的工作原理。
3. 掌握凸轮的划线方法。

一、凸轮设计的工作原理及常用名词

1. 凸轮设计的工作原理

凸轮机构是机械中的一种常用机构，在自动化和半自动化机械中应用非常广泛。设计凸轮机构时，首先应根据工作要求确定从动件的运动规律，然后按照这一运动规律设计凸轮轮廓线。下面以尖顶直动从动件盘形凸轮机构为例，说明从动件的运动规律与凸轮轮廓线之间的相互关系。如图 1—1—1a 所示，以凸轮轮廓的最小向径 r_0 为半径所绘的圆称为基圆。当从动件尖顶与凸轮轮廓上的 A 点（基圆与轮廓 AB 的连接点）相接触时，从动件处于上升的起始位置。当凸轮以 ω 等角速顺时针方向回转 Φ 时，从动件尖顶被凸轮轮廓推动，以一定运动规律由离回转中心最近位置 A 到达最远位置 B'，这个过程称为推程。这时它所走过的距离 h 称为从动件的升程，而与推程对应的凸轮转角 Φ 称为推程运动角。当凸轮继续回转 Φ_s 时，以 O 点为中心的圆弧 BC 与从动件尖顶相作用，从动件在最远位置停留不动， Φ_s 称为远休止角。凸轮继续回转 Φ' 时，从动件在弹簧力或重力作用下以一定运动规律回到起始位置，这个过程称为回程， Φ' 称为回程运动角。当凸轮继续回转 Φ_s' 时，以 O 点为中心的圆弧 DA 与从动件尖顶相作用，从动件在最近位置停留不动， Φ_s' 称为近休止

角。当凸轮连续回转时,从动件重复上述运动。

如果以直角坐标系的纵坐标代表从动件位移 s , 横坐标代表凸轮转角 φ (因通常凸轮等角速转动, 故横坐标也代表时间 t), 就可以画出从动件位移 s 与凸轮转角 φ 之间的关系曲线, 如图 1—1—1b 所示, 它称为从动件位移线图。

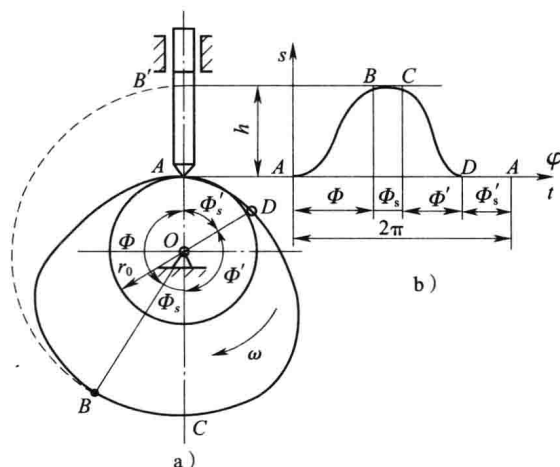


图 1—1—1 凸轮轮廓与从动件位移线图

由以上分析可知, 从动件的位移线图取决于凸轮轮廓曲线的形状。也就是说, 从动件的不同运动规律要求凸轮具有不同的轮廓曲线。

2. 凸轮机构常用名词 (见图 1—1—2)

(1) 工作曲线。工作曲线是指凸轮的实际曲线, 是与从动件直接接触的凸轮轮廓表面。

(2) 理论曲线。理论曲线是指过滚子中心与凸轮工作曲线平行的线。理论曲线与工作曲线的距离等于滚子的半径。在从动件以平面或尖端接触的凸轮中, 理论曲线等于工作曲线。

(3) 基圆。基圆是指以凸轮轴线至理论曲线的最近距离为半径所作的圆。

(4) 压力角。压力角是指从动件受力方向与运动方向之间的夹角。

(5) 动作角。动作角是指从动件每产生一个动作时凸轮所转动的角度。

(6) 动程。动程是指凸轮每转过一个动作角时从动件所移动的距离。

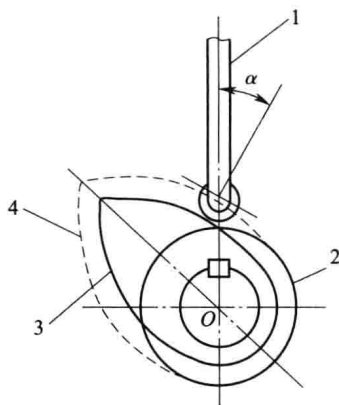


图 1—1—2 凸轮机构各部分名称

1—从动件 2—基圆

3—工作曲线 4—理论曲线

二、圆盘凸轮划线

划线要点: 用分度头划分度射线, 划凸轮工作曲线。

1. 凸轮形状分析

如图 1—1—3 所示为铲齿车床上所用的等速上升曲线凸轮, 工作曲线从 $0^\circ \sim 270^\circ$ 为等速上升曲线, 即阿基米德螺旋线, 上升量为 9 mm, 从 $270^\circ \sim 360^\circ$ 为下降曲线。划线前工件

凸轮圆外径为 82 mm，其余部分都已加工到图样上尺寸要求，故划线时以 $\phi 25.5_{-0.1}^0$ mm 的锥孔和键槽为基准，配作一根锥度为 1:10 的心轴再安装。

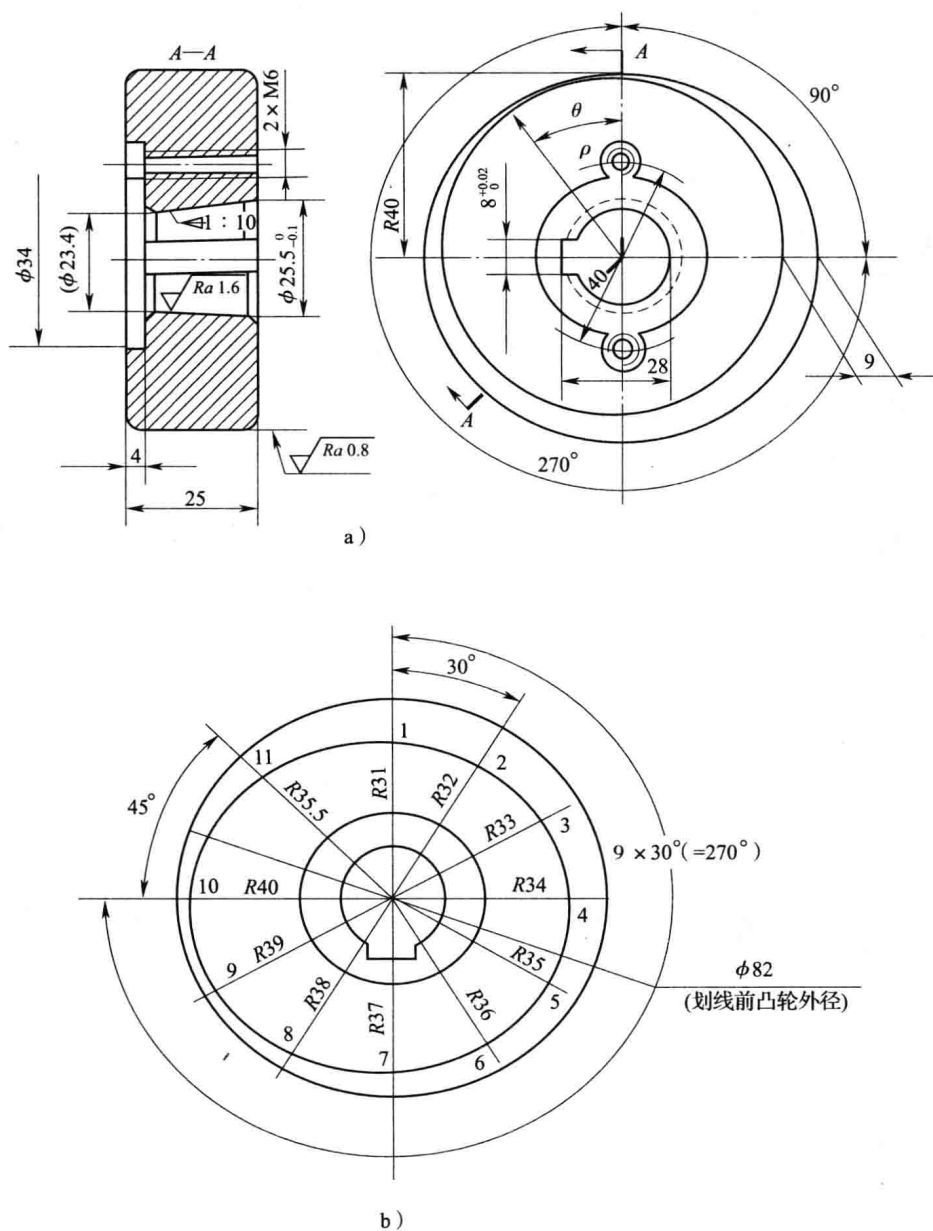


图 1—1—3 等速上升曲线凸轮
a) 凸轮成品要求 b) 凸轮的划线

2. 划中心十字线

先将心轴装夹在分度头的三爪自定心卡盘上，并用百分表校正，如图 1—1—4 所示。然后将工件装夹在心轴上，以键槽定向划出中心十字线，即定出“0”位。

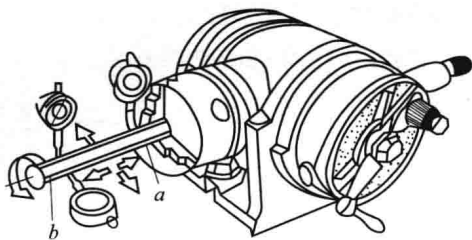


图 1—1—4 装夹心轴及工件并划中心十字线

3. 划分度射线

将凸轮 270° 上升曲线分成 9 等份，每等份为 30° 。从 0° 起，分度头每转过 30° （手柄摇过 $3\frac{1}{3}$ 转）划出一条射线，共 10 条分度射线。再转过 45° （手柄转过 5 转），即在下降曲线的等分中点再划一条射线，如图 1—1—5 所示。

4. 定曲线各点距离

凸轮工作曲线总上升量为 9 mm，因此每隔 30° 应上升 1 mm。先将工件的“0”位转至最高点，用游标高度尺在射线 1 上截取 $R_1 = 31$ mm，得第 1 点；然后将分度头转过 30° ，在射线 2 上截取 $R_2 = 32$ mm，得第 2 点；以此类推，直至在射线 10 上截取 $R_{10} = 40$ mm，得第 10 点。然后在回程射线 11 上截取 $R_{11} = 35.5$ mm，得第 11 点，如图 1—1—6 所示。

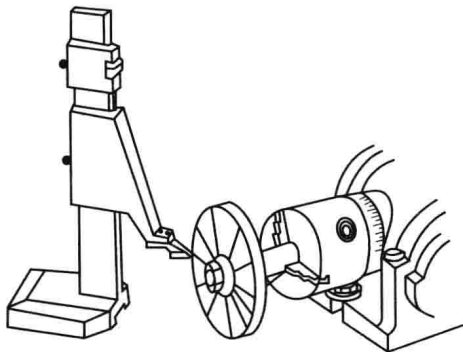


图 1—1—5 划分度射线

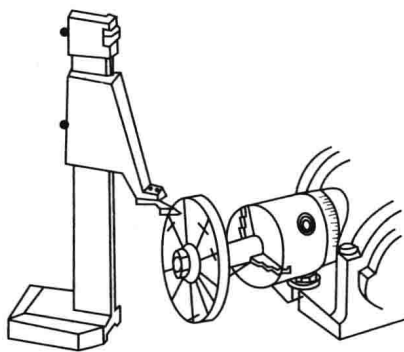


图 1—1—6 定曲线各点距离

5. 连接凸轮曲线

取下工件，用曲线板逐点连接 1~10 各点，得出工作曲线，再连接 10、11、1 三点，得出回程曲线。注意连线时曲线板应与工件曲线的曲率变化方向一致，每一段弧至少应有三个点与曲线板相重合，以保证曲线的连接圆滑、准确。

6. 样冲冲眼

在凸轮的加工线上冲出样冲眼，并去掉不必要的辅助线，凸轮曲线的起始点应明确做出标记。

三、圆柱凸轮划线

1. 凸轮形状分析

如图 1—1—7a 所示为从动件往复直线运动的圆柱凸轮。凸轮外圆柱半径为 r ，从动件

滚子半径为 r_0 。凸轮做等角速运动，从动件位移规律如图 1—1—7c 所示。

2. 划线步骤

(1) 划线时可在—平整的薄铜皮上划出滚子中心的理论轮廓线展开图，然后制成样板，并将此样板贴围在凸轮坯外圆柱面上，划出凸轮空间的理论轮廓线，如图 1—1—7b 所示。

1) 按凸轮外圆展开长度 $2\pi r$ 取线段 $OA = 2\pi r$ 。

2) 按图 1—1—7a，将从动件位移曲线横位移分为若干等份，得到相应的位移值 h_1, h_2, h_3 等。

3) 将 OA 分为同样的等份，作 $OB_0 = AB = h_0, A_1B_1 = h_0 + h_1, A_2B_2 = h_0 + h_2$ 等。

4) 过 $B_0, B_1, B_2 \dots$ 各点顺序划曲线，该曲线即为凸轮理论轮廓线的平面展开图。

(2) 如在该凸轮坯料的外圆表面直接划线，可用分度头将凸轮外圆柱划成从动件位移曲线同样的等份，得 0—0、1—1、2—2…各等分线，用游标高度尺在这些等分线上划出 $AB = h_0, A_1B_1 = h_0 + h_1, A_2B_2 = h_0 + h_2 \dots$ 得 $B, B_1, B_2 \dots$ 各点，过这些点划顺滑曲线即得凸轮的理论轮廓线，如图 1—1—7a 所示，再划出理论轮廓线上各点滚子圆的两条包络线，即得到凸轮凹槽的实际轮廓线。

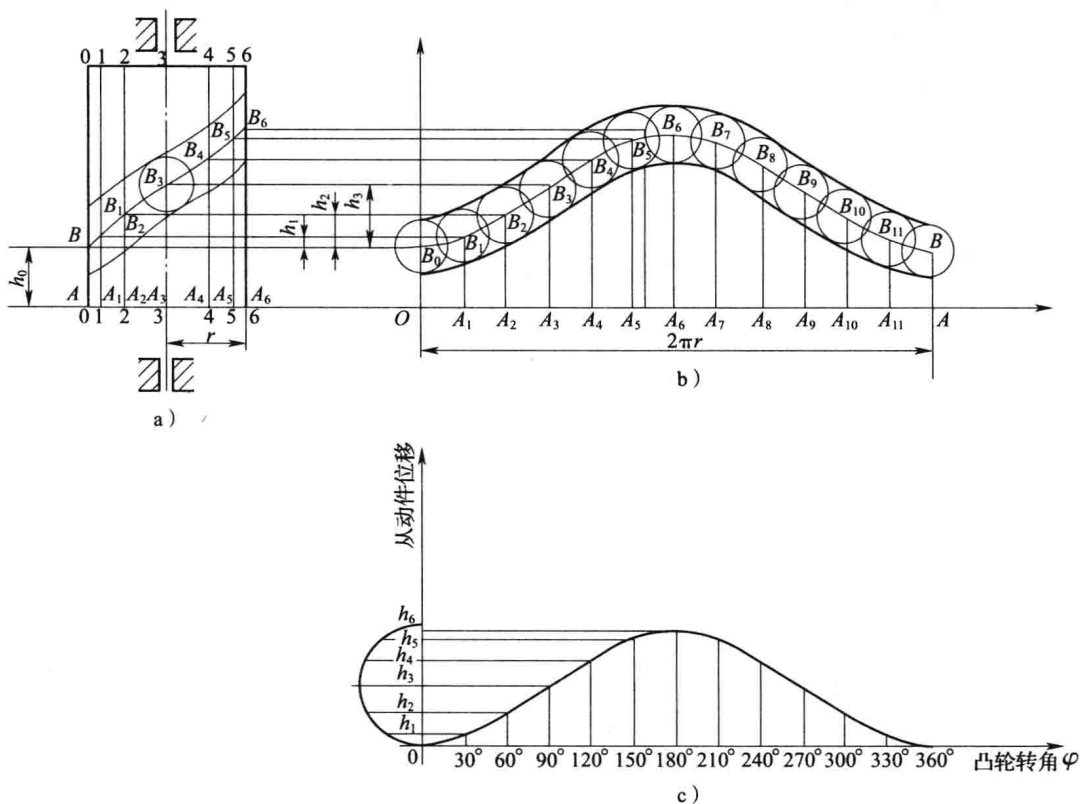


图 1—1—7 圆柱凸轮画法

a) 凸轮理论轮廓线 b) 凸轮空间理论轮廓线 c) 凸轮从动件位移曲线

子课题2 车床主轴箱箱体的划线



学习目标

1. 熟悉箱体零件划线的工艺要点。
2. 掌握箱体零件的划线方法。

一、箱体零件划线的工艺要点

1. 划线前必须看懂图样，对照工件毛坯，检查毛坯质量。要研究各加工部位所划的线与加工工艺的关系，确定划线次数和顺序，避免因所划线条被加工掉而重划。分析各加工部位之间、加工部位与装配零件之间的相互关系，确定划线时的安放位置、划线基准面和找正部位。确定装夹装置、装夹方法和安装措施。

2. 检查各表面加工余量是否合理，若不合理，则应借料后重新划线，直至各表面都有合理的加工余量为止。

3. 箱体的第一划线位置应选择待加工的孔和面最多的一面，这样有利于简化划线过程，保证划线质量，提高工效。

4. 箱体划线一般都要划出十字找正线。即在划每一条线时在四个面上都要划出，供下道划线和刨削、铣削、镗削等加工时找正工件位置用。十字找正线必须划在长而平直的部位。线条越长，找正越准确；所划的平面越平直，找正也越方便。通常以轴承座孔的十字中心线划在箱体的四个面上，作为十字找正线。

5. 若箱体内壁不需加工，则在划线时要特别注意找正内壁，以保证加工后能顺利装配。

二、箱体零件划线的注意事项

1. 用千斤顶支承的箱体下面要摆放木板，并保证工件重心稳固落在各支承点所构成的平面内。调节千斤顶高低时严禁直接用手调节，以防止工件倾倒砸伤人或损坏工件。

2. 对于重心位置较高的工件，为防止倾倒，应附加辅助支承。

三、车床主轴箱箱体的划线

划线要点：划线基准的选择，划线的方法和步骤。

1. 主轴箱箱体分析

如图 1—1—8 所示为车床主轴箱箱体。需要加工的孔和面很多，精度要求高，并且箱体上的加工平面和孔表面又是装配时的基准面。因此，在划线时不但要保证每个加工面和孔都有足够的加工余量，而且要兼顾孔与内壁凸台的同轴度要求（不要偏移太多），以及孔与加工平面间的位置关系。

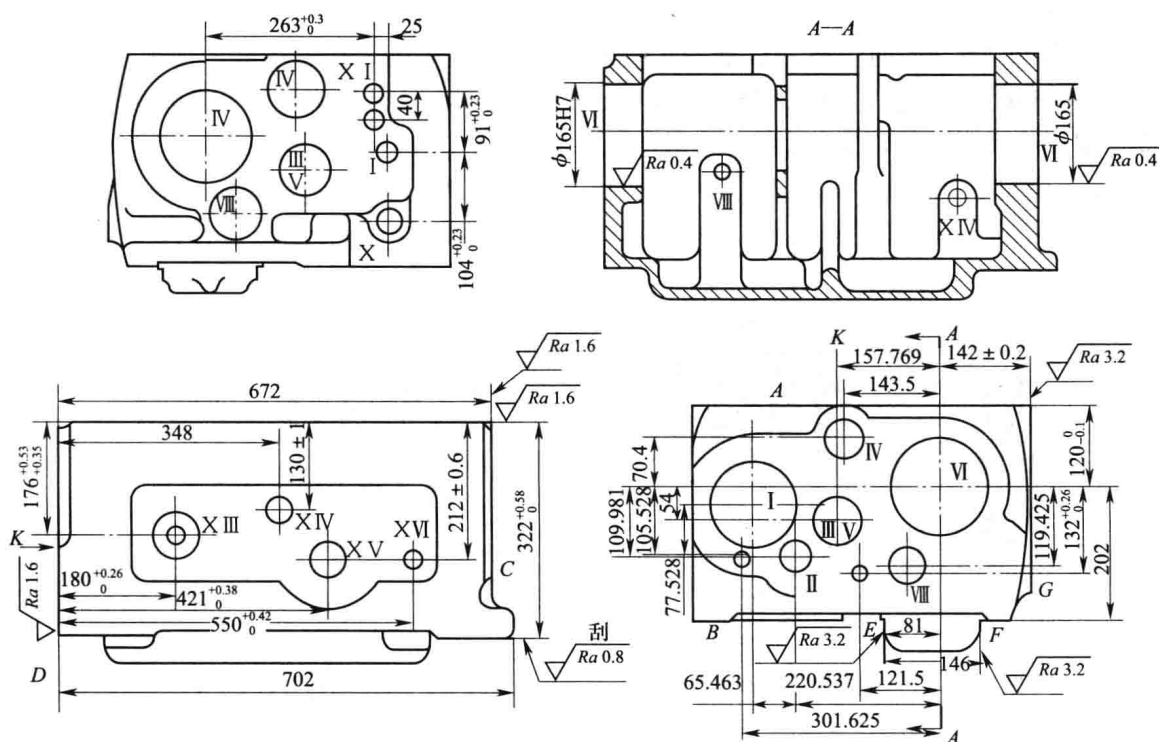


图 1—1—8 车床主轴箱体

车床主轴箱箱体在一般加工条件下划线可分为三次进行。第一次确定箱体加工面的位置，划出各平面的加工线。第二次以加工后的平面为基准，划出各孔的加工线和十字找正线。第三次划出与加工后的孔和平面尺寸有关的螺孔、油孔等加工线。

2. 第一次划线

第一次划线是在箱体毛坯件上划线，主要是合理分配箱体上每个孔和平面的加工余量，使加工后的孔壁均匀对称，为第二次划线时确定孔的正确位置奠定基础。

(1) 将箱体用三个千斤顶支承放在划线平板上，如图 1—1—9 所示。用划线盘找正 I、VI 孔（制动轴孔、主轴孔是主轴箱箱体的关键孔）的水平中心线及箱体的上、下平面与划线平板基本平行。用直角尺找正 I、VI 孔的两端面 C、D 和正面 G 与划线平板基本垂直。若差异较大，可能出现某处加工余量不足，应调整千斤顶与 A、B 的平行方向借料。然后以 VI 孔内壁凸台的中心（在铸造误差较小的情况下，应与孔中心线基本重合）为依据，划出第一放置位置的基准线 I—I。再以 I—I 线为依据，检查其他孔和平面在图样所要求的对应位置上是否都有足够的加工余量，以及在 C、D 垂直平面上各孔周围的螺孔是否有合理的位置。要避免螺孔产生较大的偏移，以致位于凸台的边缘处。发现其中有孔或平面的加工余量不足时都要进行借料，对加工余量进行合理调整，并重新划出 I—I 基准线。最后以 I—I 线为基准，按图样尺寸上移 120 mm 划出上表面加工线，再下移 322 mm 划出底面加工线。

(2) 将箱体翻转 90°，用三个千斤顶支承，放置在划线平板上，如图 1—1—10 所示。用直角尺找正基准线 I—I 与划线平板垂直，并用划线盘找正 VI 孔内壁凸台的中心位置。

再以此为依据,在兼顾 E 、 F (储油池外壁)、 G 平面都有加工余量的前提下,划出第二放置位置的基准线 $\text{II}-\text{II}$ 。然后以 $\text{II}-\text{II}$ 线为基准,检查各孔是否有足够的加工余量, E 、 F 、 G 平面的加工余量是否合理分布。若某一部位的误差较大,则应在借料找正后重新划出 $\text{II}-\text{II}$ 基准线。最后以 $\text{II}-\text{II}$ 线为依据,按图样尺寸上移 81 mm 划出 E 面加工线,再下移 146 mm 划出 F 面加工线,仍以 $\text{II}-\text{II}$ 线为依据,下移 142 mm 划出 G 面加工线。

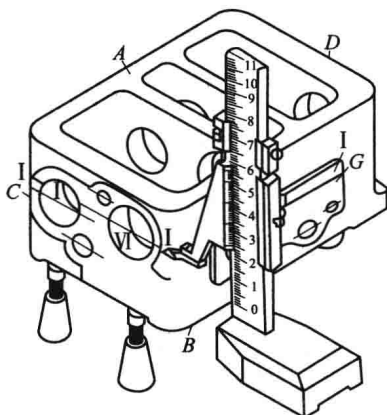


图 1—1—9 用千斤顶支承箱体

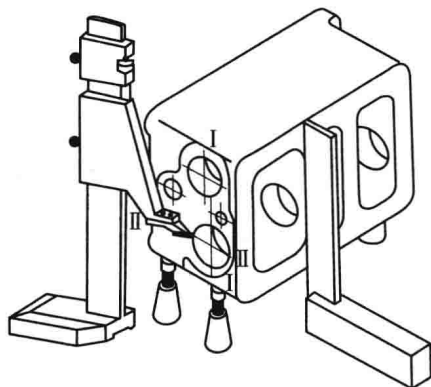


图 1—1—10 箱体翻转 90° 支承

(3) 将箱体再翻转 90°, 用三个千斤顶支承在划线平板上, 如图 1—1—11 所示。用直角尺找正 $\text{I}-\text{I}$ 、 $\text{II}-\text{II}$ 两条基准线与划线平板垂直。以主轴孔 VI 内壁凸台的高度为依据, 兼顾 D 面加工后到 XIII 、 XIV 、 XV 、 XVI 孔的距离 (确保孔对内壁凸台、肋板的偏移量不大)。划出第三放置位置的基准线 $\text{III}-\text{III}$, 即 D 面的加工线, 然后上移 672 mm 划出平面 C 的加工线。

检查箱体在三个放置位置上的划线是否准确, 当确认无误后, 冲出样冲眼, 转加工工序进行平面的加工。

3. 第二次划线

在箱体的各平面加工结束后, 在各毛坯孔内装紧中心塞块, 并在需要划线的位置涂色, 以便划出各孔中心线的位置。

(1) 箱体的放置位置仍如图 1—1—9 所示, 但不用千斤顶而是用两块平行垫铁安放在箱体底面和划线平板之间。垫铁厚度要大于储油池凸出部分的高度。应注意箱体底面与垫铁和划线平板的接触面要擦净, 避免因夹有异物而使划线后尺寸不准。用游标高度尺从箱体的上平面 A 下移 120 mm, 划出主轴孔 VI 的水平位置线 $\text{I}-\text{I}$, 再分别以上平面 A 和 $\text{I}-\text{I}$ 线为尺寸基准, 按图样的尺寸要求划出其他孔 (除 VI 孔外, $\text{I} \sim \text{XVI}$ 孔) 的水平位置线。

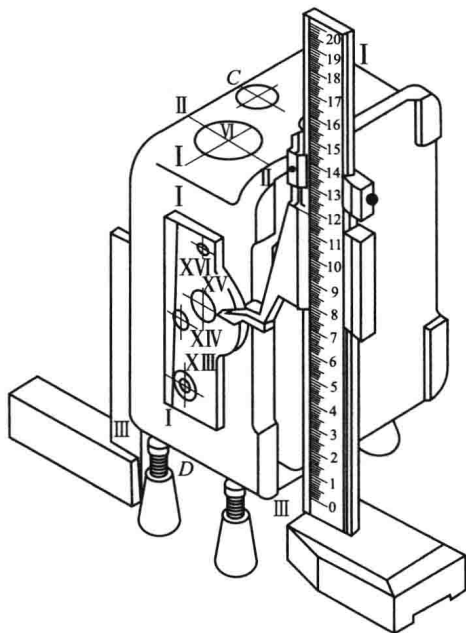


图 1—1—11 箱体再翻转 90° 支承