



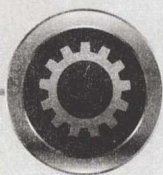
钳工

中级

张松生 贾明权 主编



化学工业出版社



钳工

中级

张松生 贾明权 主编

杨建新 袁进 副主编

王维新 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书根据钳工考核和培训的要求,介绍了复杂工件划线、群钻和钻削特殊孔、旋转体的平衡、轴承的装配工艺、传动机构的装配、机床导轨的装配、装配工艺规程、卧式车床装配、立式钻床、机床的气压和液压夹紧装置、内燃机的构造。

本书可供钳工培训学习使用,也可供职业教育相关院校教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

钳工. 中级/张松生, 贾明权主编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 7

ISBN 978-7-122-08199-5

I. 钳… II. ①张…②贾… III. 钳工-基本知识
IV. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 063959 号

责任编辑: 李玉晖

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 9 3/4 字数 234 千字 2010 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.80 元

版权所有 违者必究

前 言

钳工是机械加工领域中不可缺少的一个工种，也是最基本的工种。中级钳工应具有丰富的实践经验及一定的基础理论知识。随着新技术、新工艺、新材料及新设备的不断发展，对钳工的要求越来越高。本书主要介绍中级钳工的技术知识和操作技术，在内容上，突出实用性和针对性，使读者尽可能通过参照此书来独立解决工作中所出现的各种问题。

本书共分 11 章，内容包括复杂工件划线、群钻和钻削特殊孔、旋转体的平衡、轴承的装配工艺、传动机构的装配、机床导轨的装配、装配工艺规程、卧式车床装配、立式钻床、机床的气压和液压夹紧装置、内燃机的构造。

本书第 1、2、3、9 章由贾明权、袁进编写，第 4、5、6、7、8 章由张松生编写，第 10、11 章由杨建新编写，全书由张松生统稿。在编写过程中，参阅了有关教材、资料和文献，在此对有关专家、学者和作者表示衷心感谢。

在本书的编写过程中，江苏大学李金伴教授，王维新、张应龙高级工程师给予了精心的指导和热情的帮助，提出了许多宝贵的意见，并且全书由江苏大学王维新高级工程师担任主审，在此谨向他们表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中缺点和不足在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2010 年 2 月

目 录

第 1 章	复杂工件划线	1
1.1	复杂工件的划线	1
1.2	大型工件的划线	3
1.3	凸轮的划线	5
1.4	几种特殊曲线的划线方法	8
	复习思考题	11
第 2 章	群钻和钻削特殊孔	12
2.1	群钻的结构特点	12
2.2	特殊孔的钻削	13
	复习思考题	19
第 3 章	旋转体的平衡	20
3.1	平衡的基本知识	20
3.2	静平衡	22
3.3	动平衡	24
3.4	平衡精度	25
	复习思考题	28
第 4 章	轴承的装配工艺	29
4.1	滑动轴承的装配	29
4.2	滚动轴承的装配	36
	复习思考题	49
第 5 章	传动机构的装配	50
5.1	带传动机构的装配	50
5.2	链传动机构的装配	53
5.3	齿轮传动机构的装配	56
5.4	蜗杆传动机构的装配	67
5.5	螺旋机构的装配	72
5.6	联轴器与离合器的装配	76
	复习思考题	78
第 6 章	机床导轨的装配	80
6.1	机床导轨的结构类型和精度要求	80
6.2	机床导轨的刮削和检查	82
6.3	机床导轨的修整	88
	复习思考题	90

第 7 章	装配工艺规程	91
7.1	装配工艺规程的基本知识	91
7.2	装配工艺规程的内容和编写方法	92
7.3	减速器的装配工艺分析	93
7.4	关于装配尺寸链的基本知识	99
	复习思考题	102
第 8 章	卧式车床装配	103
8.1	CA6140 型卧式车床简介	103
8.2	CA6140 型卧式车床传动系统和主要部件	104
8.3	卧式车床装配顺序和工艺要点	108
8.4	普通车床的试车和验收	113
8.5	卧式车床的修理和故障排除	115
	复习思考题	117
第 9 章	立式钻床	118
9.1	概述	118
9.2	Z5125 型立式钻床的传动系统	119
9.3	Z5125 型立式钻床主要部件的结构	121
9.4	立式钻床的一级保养	124
	复习思考题	125
第 10 章	机床的气压和液压夹紧装置	126
10.1	气压和液压夹紧装置的特点	126
10.2	气压夹紧装置的组成及其构造	127
10.3	液压夹紧装置的组成及其构造	133
	复习思考题	139
第 11 章	内燃机的构造	140
11.1	概述	140
11.2	柴油机的构造	142
11.3	汽油机的工作原理和主要结构特点	144
	复习思考题	149
	参考文献	150

第 1 章 复杂工件划线

1.1 复杂工件的划线

一般比较复杂工件的划线都要经过三次放置（即 x 、 y 、 z 空间三轴线位置），才能完全划出所要求的线条。若有角度尺寸要求的工件，甚至要放置四次或五次才能全部完成立体划线工作。其中第一次划线位置的选择特别重要，而且在每次放置中都要在前后和左右两个方向上把工件找正，使其所找正的基准与平台平行或垂直。立体划线时，通常要利用方箱、角铁、千斤顶、角度垫铁等工具，把工件放置在划线平台上。

1.1.1 立体划线位置及校正基准的选择

（1）第一划线位置 划线位置选择原则如下。

- ① 应使工件上主要孔、搭子中心线或重要的加工基准线，在第一划线位置中划出。
- ② 应使相互关系最复杂及所划线条最多的一组尺寸线，在第一划线位置中划出。
- ③ 应尽量选择工件所占面积最大的一个位置作第一划线位置。

（2）校正基准选择原则

- ① 以主要的孔或搭子的两端中心作校正基准。
- ② 以不加工的最大毛坯面作校正基准。
- ③ 在加工过的工件上划线，应以最大加工面为校正基准。

（3）第二划线位置 划线位置选择原则：应使主要的孔或搭子的另一条中心线，在第二划线位置中划出。

1.1.2 基准选择原则

- ① 一个方向应以第一划线位置中划出的最长线条作为校正基准。
- ② 另一方向仍选择主要孔、搭子中心或不加工的最大毛坯面，若加工过的工件应以加工过的最大面为校正基准。
- ③ 第三划线位置。划线位置选择原则如下。
 - a. 通常用与第一和第二划线位置相垂直的一个位置作第三划线位置。
 - b. 该位置一般是次要的或工件所占面积最小的一个位置，所划的是相互关系较简单、线条较少的一组尺寸线。

1.1.3 校正基准选择原则

- ① 一个方向以第一划线位置中所划的最长线条作校正基准。
- ② 另一方向以第二划线位置中所划的最长线条作校正基准。

例 1-1 如图 1-1 车床尾座，图中标注的是该工件三组互相垂直的尺寸：

a 组: a_1 、 a_2 、 a_3 ; b 组: b_1 ; c 组: C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 。

工件要以三次不同的位置安放, 才能全部划完所有的线。划线基准选择 I-I、II-II、III-III (图 1-1)。

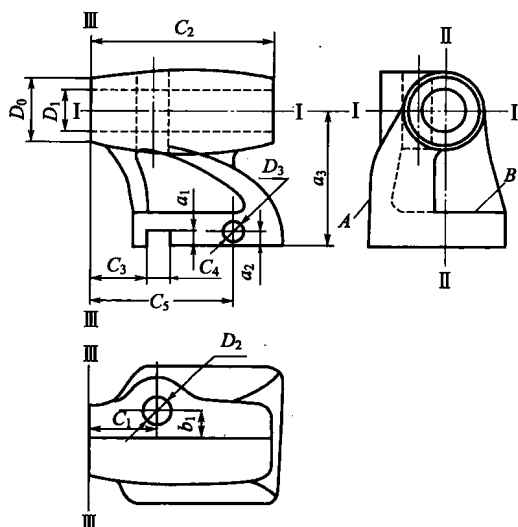


图 1-1 车床尾座

① 第一划线位置 (划出 a 组尺寸)。按图 1-2 所示放置后, 先确定 D_0 、 D_1 的中心。由于 D_0 是最大、最重要的毛坯外表面, 外廓不加工, 而且加工 D_1 后, 要保证与 D_0 同心 (即保证 D_1 孔的壁厚均匀), 所以要以 D_0 外圆找正分别在两端求出 D_1 中心。确定中心后, 用划线盘对准两端中心校正到同一高度, 划出 I-I 基准线。

A、B 两面 (图 1-2) 是不加工表面, 调整千斤顶时, 不但在纵的方向要使两端中心校正到同一高度, 而且在横向要用直角尺校正 A 面, 使 A 面垂直, 同时兼顾 B 面, 用带弯头划针的划线盘校正 B 面, 使其水平。若毛坯 A、B 两面不垂直, 校正时应兼顾两个面进行校正。接着试划底面的加工线, 若各处加工余量比较均匀, 可确定。否则要重新调整 (借料) 重新确定中心, 最后划出底面加工线, 然后划 a 组尺寸线。

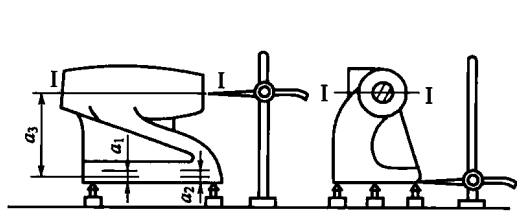


图 1-2 第一划线位置

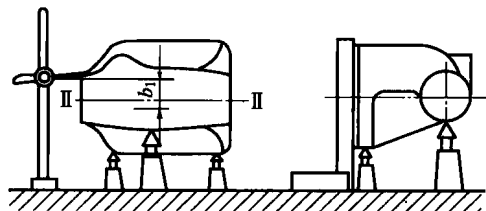


图 1-3 第二划线位置

② 第二划线位置 (划出 6 组尺寸)。按图 1-3 所示将尾座翻转 90° 后放置, 用划线盘对准孔两端中心, 调整到同一高度, 同时用直角尺校正已划出的底面线 (a_3), 调整千斤顶, 使 a_3 线垂直, 这样, 第二安装位置校正就完成了, 划出 II-II 基准线后, 就可划 b 组尺寸线。

③ 第三划线位置 (划出 c 组尺寸)。按图 1-4 所示将尾座再翻转 90° 后放置, 用直角尺分别校正 I-I、II-II 中心线, 调整千斤顶, 使 I-I、II-II 线均垂直, 这样第三安装位

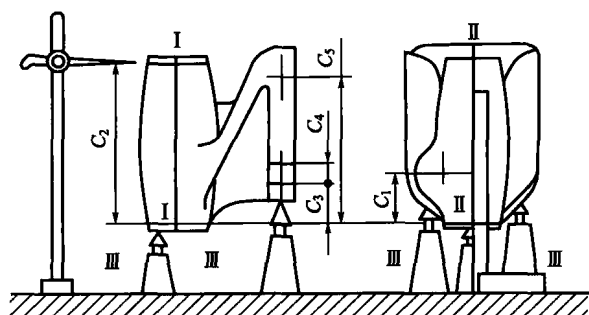


图 1-4 第三划线位置

置校正就完成了。先根据筒形部分的尺寸 C_2 ，适当分配两端面加工余量，试划 C_1 尺寸线。若 D_2 孔在凸面中心，则可在工件四周划出Ⅲ-Ⅲ基准线，若 D_2 孔偏离凸面中心，则要进行借料。最后确定Ⅲ-Ⅲ基准线后，然后划 c 组尺寸线。

最后划出 D_1 、 D_2 、 D_3 孔的圆周线，待检查无误后，在所划线条上打上样冲眼。

1.2 大型工件的划线

大型工件划线不同于一般工件的主体划线，其特点是工件的重量大，不易安放，转位困难，超长、超高是其突出的问题。无法借助划线平板，对于一些超大机体只能就地安放在水泥基础的调整垫铁上，另设划线用导轨。另外，突出的问题是划线参照基准困难，通常利用拉线和吊线的方法作为辅助划线基准。因此，对于这类大型机体的划线，需要几个人协作才能完成，劳动强度大，效率低。

一般大型工件划线如条件允许，尽可能安放在划线平板上进行。大型工件安放在平板上划线，经常遇到平板长度、宽度不够等问题。如果工件超出不多的可利用工件移位分段划线，先将在平板部分的线划完后再将工件移位找正后划另一部分。这种方法对于不具备大型平板条件的，能解决生产实际问题。

分段划线由于要将工件移位、调整，增加了工作量，效率较低，而且划线误差也较大。因此，有条件的尽可能采用平板拼接来扩大划线平板的工作范围，能取得较好的效果。

平板拼接在大型工件划线中应用较多，平板拼接对划线质量有很大的影响。常用的拼接方法：如把几块平板紧密拼接成一个大平板，如图 1-5 所示，用长的平尺作“米”字形交接检查（利用透光法或塞尺检查），这种方法简便有效，可在安装中快捷地将平板拼接完成，拼接精度高，可达到 0.05mm 以内。

水准法对离散平板拼接大型平板的检测，如图 1-6 所示。在拼接的大平板附近相应高度处，放置一盛水器具，接一软管，另一端接带座的有刻度值的水准玻璃管（刻度板决定平板的拼接精度）。选定某一块平板为基准（预先用水平仪调整水平状态），测量其余拼接平板的等高度及平行度误差。平板的拼接精度由水准管和水平仪配合使用决定。

在大型平板拼接工艺中，应用经纬仪进行检测，其精度和效率比传统平板拼接工艺好。平板在拼接过程中可以做到一次调整到位。如图 1-7 所示，经纬仪设在平板外任一

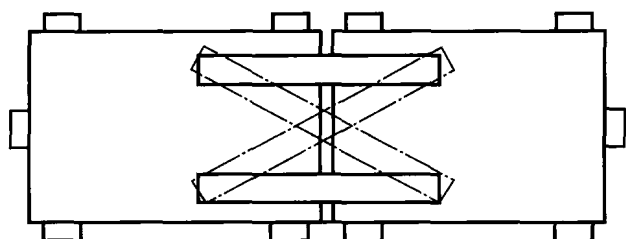


图 1-5 拼接大型平板

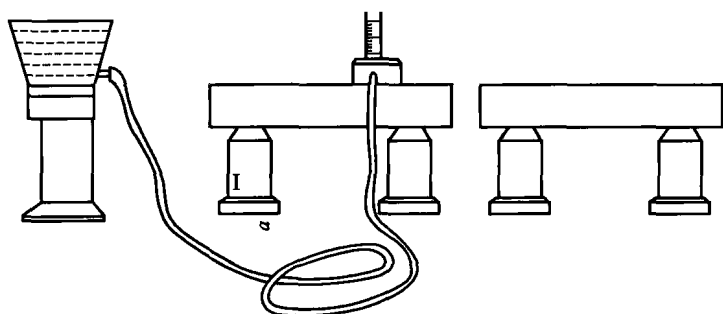


图 1-6 水准法检测拼接大型平板

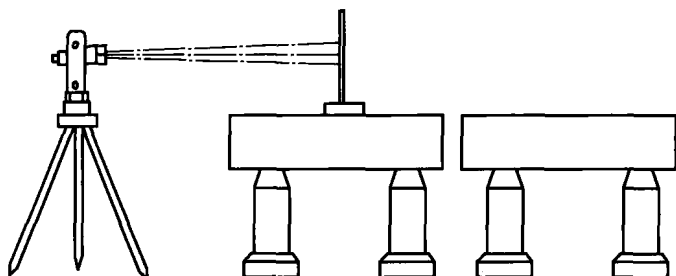


图 1-7 经纬仪检测拼接平板

处，标尺安放在被测平板上，调整经纬仪的高度以及垂直度盘于 90° 水平位置，望远镜分划板中十字线对准标尺上某一刻度值，如图 1-8 所示。测量时，将标尺移至被测平板任一处，均与标尺十字线重合，被测平板调整到位后再将标尺移置拼接平板上，使所有拼接平板在四角部位都能调整到与十字线重合。

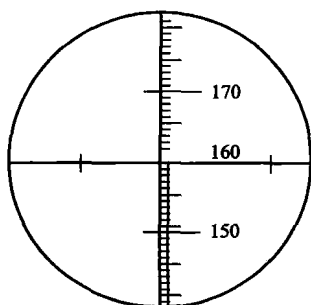


图 1-8 望远镜的十字线

拼接平板在安放调整中,利用经纬仪测距望远镜中分划板上的上、下两短线与标尺上所对应的刻度值,可求得测站点到标尺之间的距离,并可通过计算测得平板某一点的等高度调整量值。望远镜中十字线所对准的被测平板标尺上的示值,与原基准平板上标尺确定的示值差(通过垂直度盘读数直接读出),可用平板调整量公式求得实际调整量。

经纬仪测距公式

$$D=KL+C=100L$$

式中 D ——标尺到测站点的距离, mm;

L ——上下视距线在标尺上下所截长度, mm;

K ——视距乘常数, $K=100$;

C ——视距加常数, $C=0$ 。

平板调整量公式

$$\delta=2KL \frac{\tan(90^\circ-\alpha)}{2}$$

式中 δ ——平板实际调整量, mm;

α ——被测平板垂直度盘读数, ($^\circ$);

K ——视距乘常数, $K=100$;

L ——上下视距线在标尺上所截长度, mm。

例 1-2 用经纬仪测量拼接平板,标尺与测站点距离 200mm,望远镜中上、下短线与标尺对准读数为 170mm、150mm,经纬仪垂直度盘读数为 $89^\circ57'57''$ 。已知基准平板读数为 90° ,计算拼接平板与基准平板等高度误差值是多少?

解 根据公式

$$\begin{aligned}\delta &= 2KL \frac{\tan(90^\circ-\alpha)}{2} = 2 \times 100(170-150)\text{mm} \times \frac{\tan(90^\circ-89^\circ57'57'')}{2} \\ &= 2 \times 2000\text{mm} \times \frac{\tan 2'3''}{2} = 1.19\text{mm}\end{aligned}$$

从计算得知拼接平板与基准平板之间等高度误差为 1.19mm。

1.3 凸轮的划线

形状复杂的工件,待加工表面及加工孔的位置往往都不在垂直、水平位置,其尺寸标注也比较复杂。这些工件的划线,很难找到其规律的东西,只能根据具体工件而定,一般都借助于一些辅助工具,如角铁、方箱、千斤顶、V形铁等来实现。

凸轮机构在自动化机械中得到广泛的应用,它的作用是将凸轮的连续运动转化成从动件的周期性运动(移动),使整台设备按照设计的程序进行工作。

凸轮的种类很多,按凸轮的形状可分为以下几种。

① 盘形凸轮,如图 1-9(a)、(b)、(c) 所示。

② 圆柱形凸轮,如图 1-9(d)、(e) 所示。

③ 块形凸轮,如图 1-9(f)、(g) 所示。

1.3.1 盘形凸轮划线

图 1-10(a) 所示为圆盘凸轮的加工图,其位移曲线如图 1-10(c) 所示,并知其从动杆

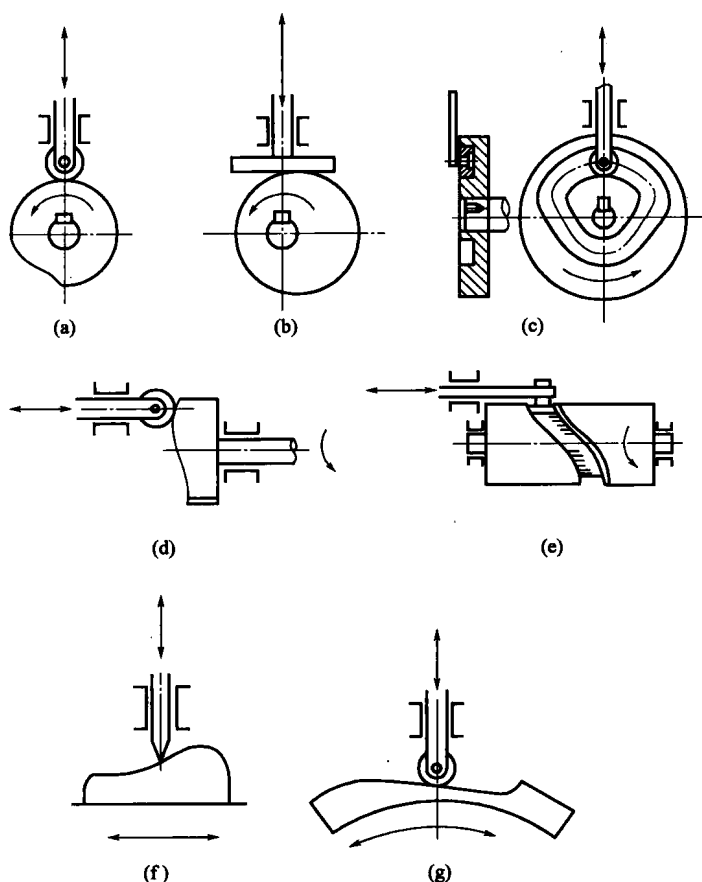


图 1-9 各种类型的凸轮

和凸轮是滚子接触的，滚子直径为 $\phi 10\text{mm}$ 。

① 将凸轮的坯件夹持在分度头的三爪自定心卡盘上，用百分表找正坯件的内孔和端面圆跳动在 0.02mm 以内，然后在待划部位涂显示剂。

② 划中心线。用划线尺量取分度头中心高，以坯件上的键槽定向，划一水平线，然后把分度头旋转 180° ，仍以划线尺尖沿该线检查，如发现不重合，应进行校正，直至该线重合。再将分度头旋转 90° ，划第二条中心线，即定出中心的位置。

③ 以十字线交点 O 为圆心， 30mm 为半径，旋转分度头在坯件上划基圆。从始点 0° 开始，分度头每转过 30° ，划一射线，如图 1-10(b) 所示的 1、2、3…，把基圆 12 等分，即划出分度射线。

④ 划位移曲线。按 $1:1$ 的比例划出位移曲线，如图 1-10(c) 所示，把曲线上的 $1-1'$ 、 $2-2'$ 、 $3-3'$ …移到基圆各等分点上，得到 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ …（用高度尺在分度射线上直接划出）。

⑤ 划理论曲线。把凸轮从分度头上取下并安放平稳，用曲线尺光滑连接 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ …即得理论曲线。

⑥ 划工作曲线。如图 1-10(b) 所示。以 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ …为圆心，滚子半径 5mm 划圆，然后用曲线板光滑连接各滚子圆的内边，即为盘形凸轮的工作曲线。

⑦ 检查无误后，打上样冲眼。

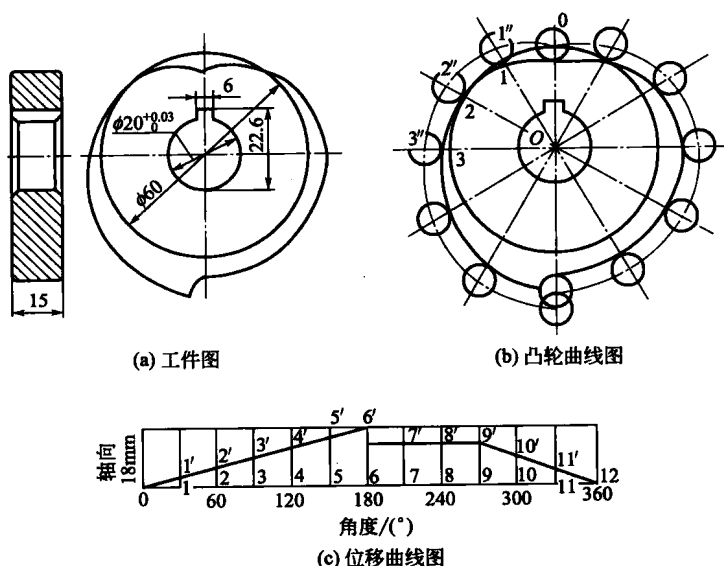


图 1-10 盘形凸轮划线

1.3.2 圆柱凸轮的划线

运动曲线在圆柱面上的凸轮，一般都在工作图上划出展开图。如图 1-11 所示为圆柱形凸轮的工作图和凸轮曲线展开图。由图可知，圆柱形凸轮的外径为 $\phi 46\text{mm}$ ，从动杆的最大行程为 $13.6\text{mm} - 7.1\text{mm} = 6.5\text{mm}$ 。

- ① 准备一块平整、面积适当的薄铜皮或白铁皮，在需要划线的位置上涂色。
- ② 制作划线样板。如图 1-11(b) 所示，在薄板上划出横坐标 x ，纵坐标 y 。在横坐标

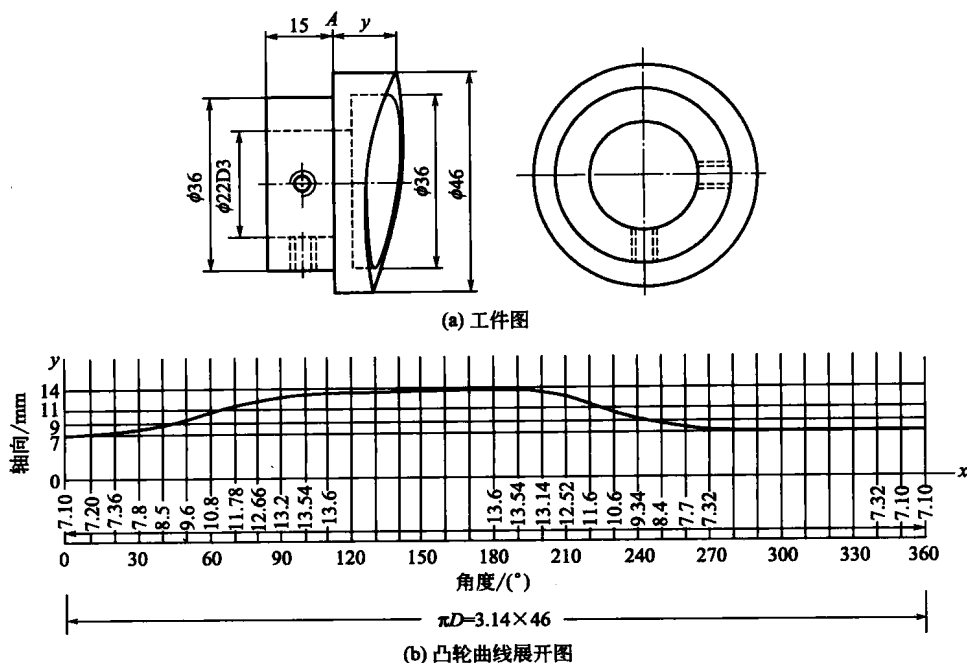


图 1-11 圆柱凸轮轮廓曲线的展开画法

x 上, 从 O 点起 (即凸轮起始点), 将凸轮圆柱面展开, 展开长度为圆柱的外圆 (πD), 代表 360° , 将圆周长分为 36 等份, 每等份为 10° , 在等分点上分别作纵坐标 y 的平行线。再以圆柱凸轮端面 A 为基准, 从 O 线开始, 分别截取凸轮曲线各相应点的轴向高度, 如 0° 为 7.1mm , 10° 为 7.2mm , 20° 为 $7.36\text{mm}\cdots$, 依次截得各点。然后将各点用曲线板连接成平滑的曲线, 即为圆柱凸轮的工作曲线。用剪刀剪去多余的部分, 制成划线样板。

③ 划线。把划线样板围在凸轮圆柱面上, 使基准线与凸轮端面 A 靠齐, 找正样板上的始点 O 与坯件上的对应点对正。用划针沿着样板曲线在凸轮圆柱面上划出轮廓曲线, 最后在划出的曲线上打上样冲眼, 划线就完成了。

1.4 几种特殊曲线的划线方法

1.4.1 渐开线的划线方法

渐开线用在齿轮上, 目前我国绝大部分齿轮的齿廓曲线都采用渐开线。其划线方法如下。

① 在圆周上作若干等份 (图 1-12 所示为 12 等份), 得各等分点分别为 1、2、3 $\cdots$, 划出各等分点与圆心的连心线。

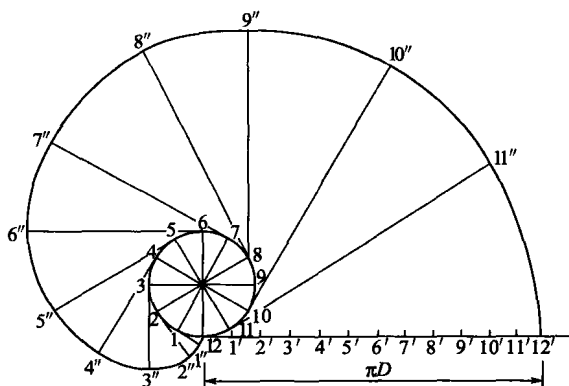


图 1-12 渐开线的划法

② 过圆周上各等分点作圆的切线。在等分点 12 的切线上, 取 $12-12'$ 等于圆周长, 并将此线段分为 12 等份, 得 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ $\cdots$ 各等分点。

③ 在圆周的各切线上分别截取线段, 使其长度分别为 $1-1''=12-1'$ 、 $2-2''=12-2'$ 、 $3-3''=12-3'$ 、 $\cdots$ 、 $11-11''=12-11'$ 。

④ 圆滑连接 12 、 $1''$ 、 $2''$ 、 $\cdots$ 、 12 , 所得曲线即为该圆的渐开线。

1.4.2 渐开线齿形的轮廓划法

若已知齿轮的模数 m 、齿数 z , 按照标准正齿轮的尺寸关系, 可算得:

分度圆直径 $d=mz$; 齿顶圆直径 $d_a=m(z+2)$; 齿根圆直径 $d_f=m(z-2.5)$ 。

根据以上各直径, 按下列步骤作图可以划出齿形的轮廓, 见图 1-13(a)。

① 按 d 、 d_a 、 d_f 划出三个同心圆。

② 过分度圆上 A 点, 划直线 AN , 使其与 OA 成 70° 交角 (压力角为 20° 的齿轮)。

③ 划 OK 垂直 AN ；以 OK 为半径，以 O 为圆心划圆（此圆即为齿轮的基圆）。

④ 将 AK 分成若干等份，等分数越多，划出的齿形越准确；再以 AK 的每一等分为弦，在基圆上向 K 点两旁截取各点。

⑤ 过基圆上各等分点作切线，并在每条切线上依次以切点为起点，分别截取 $\frac{1}{4}AK$, $\frac{1}{2}AK$, $\frac{3}{4}AK$...，得 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$...各点。圆滑连接这些点，便可得到从基圆到齿顶圆的齿形轮廓。

⑥ 由基圆到齿根圆的一段齿形轮廓，可按半径 OB 的一部分划出。

⑦ 齿形轮廓另一侧的划法见图 1-13(b)。先按

$$AA' = 2 \times d/2 \times \sin \frac{360^\circ}{4z} = d \sin \frac{90^\circ}{z}$$

求出 AA' （弦长），划出 A 点的对称点 A' ，再划出 AA' 的垂直平分线 OO' 。以 O 为圆心，过已划出的齿形轮廓上各点划同心圆。以对称轴 OO' 为标准，即可划出另一侧齿形轮廓的对称点 $5''$ 、 $6''$ 、...。光滑连接这些点，便得到另一侧齿形轮廓。这样整个齿轮齿形轮廓就如图 1-13(b) 所示。

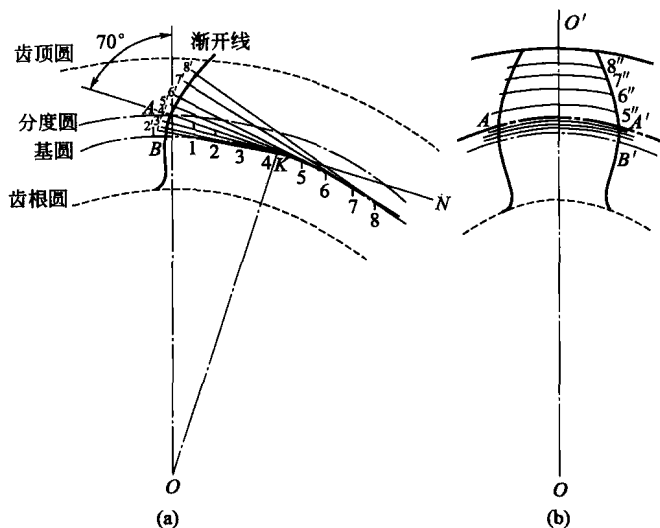


图 1-13 正齿轮齿形轮廓的划法

1.4.3 渐伸涡线的划法

渐伸涡线广泛用于鼓风机、水泵等壳体的型线，其划法参见图 1-14。

① 以正方形某一顶点 B 为圆心，以 BA 为半径划 $1/4$ 圆，交 CB 延长线于 S_1 。

② 以顶点 C 为圆心，以 CS_1 为半径划 $1/4$ 圆，交 DC 延长线于 S_2 。

③ 以顶点 D 为圆心，以 DS_2 为半径划 $1/4$ 圆，交 AD 延长线于 S_3 。

④ 以顶点 A 为圆心，以 AS_3 为半径划 $1/4$ 圆，交 BA 延长线于 S_4 。

⑤ 依次改变圆心和半径，便可划出渐伸涡线。

1.4.4 回转体的展开

以两节弯头展开图为例说明。

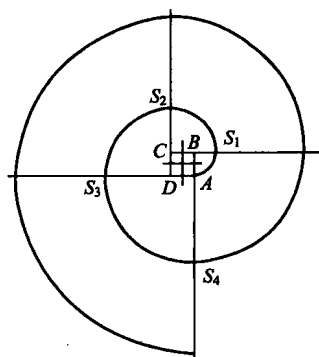


图 1-14 渐伸涡线的划法

① 图 1-15 为实物立体图, 图 1-16 是用已知尺寸划出主视图和断面图。由于弯头两节是对称的, 所以作一节即可。6 等分断面图 $1/2$ 圆周, 等分点为 1、2、...、7, 由等分点作上垂线与接合线 $1'7'$ 相交。

② 展开图画法如图 1-16 所示。在 AB 的延长线上截取断面图圆周长度 (按直径计算), 并作 12 等分, 过等分点引上垂线, 与由主视图结合线上各交点向右所引水平线对应相交, 连接各点所得曲线, 即为所求展开图。

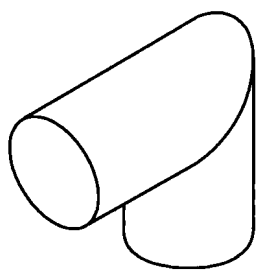


图 1-15 两节弯头实物立体图

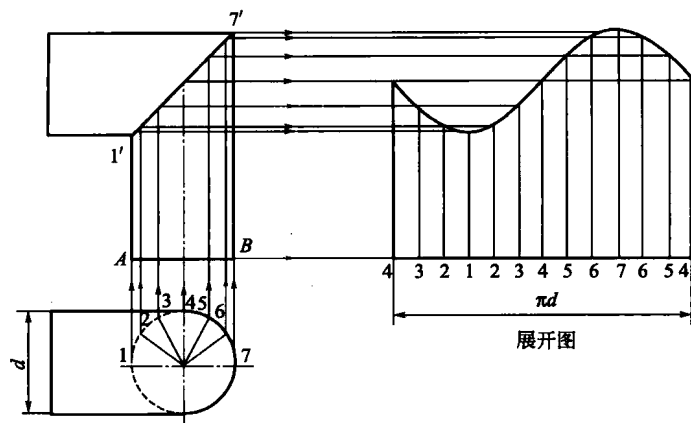


图 1-16 两节弯头展开图

1.4.5 多面体的展开

以上口倾斜的矩形大小头的展开图为例说明。

① 图 1-17 为实物立体图。如图 1-18 所示, 先用已知尺寸划出主视图和俯视图, 连接点 1、4' 和点 4'、3。

② 实长线求法。在主视图 AB 延长线上作一垂线 $D'F$, 以 F 为中心分别截取 $11'$ 、 $14'$ 、 $44'$ 、 $43'$, 等于俯视图上的 $11'$ 、 $14'$ 、 $44'$ 、 $43'$, 从主视图 C、D 两点向右引水平线与 $D'F$ 交于 C' 、 D' 两点, 分别连接各点即得相应的实长。

③ 展开图画法。画一直线 $1'4'$ 等于俯视图 a , 分别以 $1'$ 、 $4'$ 两点为圆心, 1、2 实长为半径分别画圆弧相交于 1 点。分别以点 1、 $4'$ 为圆心、主视图 b 和实长图 3 为半径画弧交于 4 点, 分别以点 4、 $4'$ 为圆心、俯视图 34 和实长 4 为半径画弧交于 3, 分别以点 3、 $4'$ 为圆心、实长 3 和俯视图 a 为半径画弧交于 $3'$ 点, 分别连接各点即得所求 $1/2$ 展开图。

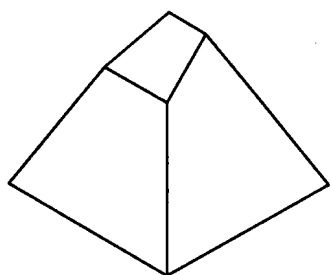


图 1-17 上口倾斜的矩形
大小头实物立体图

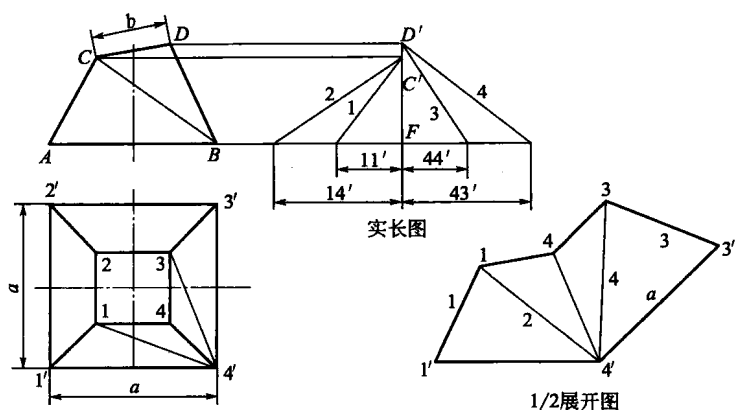


图 1-18 上口倾斜的矩形大小头的展开图

复习思考题

1. 凸轮的形状一般分为哪几种?
2. 大型工件划线方法有哪几种?
3. 怎样划渐开线齿轮齿形的轮廓线?
4. 怎样划等径三节弯头展开图?
5. 怎样划方顶矩形漏斗的展开图?