

# 压缩机制造工艺学

(下 册)

西安交通大学压缩机教研室編

1974.5.

U43

# 目 录

## 下 册

### 第二篇 活塞式压缩机加工工艺

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一章 曲轴的加工         | 1  |
| 第一节 曲轴的加工要求       | 1  |
| 第二节 毛坯制造与热处理      | 1  |
| 第三节 曲轴的机械加工       | 3  |
| 第二章 连杆的加工         | 9  |
| 第一节 连杆的作用与加工要求    | 9  |
| 第二节 材料与毛坯制造       | 9  |
| 第三节 全加工自由锻连杆的机械加工 | 11 |
| 第四节 铸造连杆的机械加工     | 15 |
| 第三章 十字头的加工        | 17 |
| 第一节 十字头的种类与加工要求   | 17 |
| 第二节 十字头材料、毛坯热处理   | 17 |
| 第三节 整体十字头的加工      | 18 |
| 第四章 活塞的加工         | 21 |
| 第一节 活塞材料、毛坯及热处理   | 21 |
| 第二节 活塞加工要求及其检验    | 21 |
| 第三节 筒形活塞的加工       | 22 |
| 第四节 鼓形活塞的机械加工     | 24 |
| 第五节 焊接活塞的工艺特点     | 25 |
| 第五章 气缸体的加工        | 27 |
| 第一节 气缸体的加工要求      | 27 |
| 第二节 气缸体加工过程及其制定   | 27 |
| 第三节 气缸内径的精加工方法的选择 | 31 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>第六章 机身的加工</b> .....         | 34 |
| 第一节 机身的作用和技术要求.....            | 34 |
| 第二节 L型压缩机机身加工工艺的制订.....        | 34 |
| 第三节 L型置式压缩机机身工艺过程及其主要工序分析..... | 36 |
| 第四节 对称平衡型压缩机曲轴箱的工艺特点与加工过程..... | 39 |
| <b>第七章 活塞环的加工</b> .....        | 42 |
| 第一节 活塞环的作用、结构与技术要求.....        | 42 |
| 第二节 材料与毛坯.....                 | 44 |
| 第三节 活塞环的机械加工.....              | 45 |
| <b>第八章 阀片的加工</b> .....         | 49 |
| 第一节 作用与加工要求.....               | 49 |
| 第二节 阀片的材料与毛坯.....              | 50 |
| 第三节 阀片的热处理.....                | 50 |
| 第四节 阀片的机械加工.....               | 52 |
| <b>第九章 填料的加工</b> .....         | 55 |
| 第一节 概述.....                    | 55 |
| 第二节 平面填料的加工.....               | 55 |
| 第三节 斜面填料的加工.....               | 57 |
| 第四节 塑料填料的某些加工特点.....           | 58 |

## 第三篇 活塞式压缩机装配工艺

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>第一章 基本概念</b> .....        | 59 |
| <b>第二章 压缩机装配工艺过程实例</b> ..... | 68 |

## 第二篇 活塞式压缩机加工工艺

### 第一章 曲轴的加工

#### 第一节 曲轴的的加工要求

曲柄连杆结构的作用是将曲轴的旋转运动变成十字头或活塞的往复运动，进而使活塞起压缩气体的作用。曲轴上受到复杂的交变应力（扭转、弯曲、剪切等应力）。曲轴的制造质量不好会增加磨损、和增加安装应力，甚至引起疲劳断裂。因此对曲轴的制造提出较严格的要求，其主要加工要求如下：

- 1) 主轴颈及曲柄肖按 2 级精度加工。
- 2) 各主轴颈对其轴心线的摆动不应超过表 1-1 的数值。
- 3) 曲柄肖和主轴颈的不平行度不得大于 0.02/100。
- 4) 主轴颈和曲柄肖的椭圆度和锥度不得大于 2 级精度直径公差之半。
- 5) 各轴径及其过渡圆角的表面光洁度应达到  $\nabla_9$ （对直径  $\leq 100$  毫米者），或  $\nabla_7 \sim \nabla_8$ （对直径  $> 100$  毫米者）。
- 6) 曲轴表面不应有凹痕、裂缝、气孔、伤痕和毛刺。

表 1-1 主轴颈的摆动量

| 轴颈直径（毫米） | 允许摆动量（毫米） |
|----------|-----------|
| $< 80$   | 0.02      |
| 80~180   | 0.03      |
| 180~260  | 0.04      |
| 260~500  | 0.05      |

#### 第二节 毛坯制造与热处理

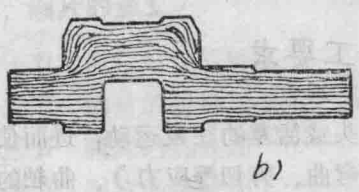
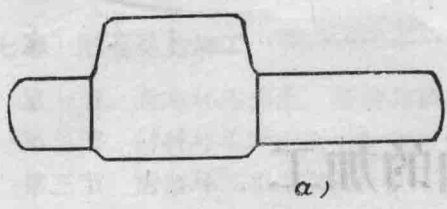
##### 一、锻造曲轴

由于曲轴工作繁重，故需采用优质碳素钢 40、45 号钢或合金钢 40Cr 等制造，一般用 45 号

钢锻造。

大型曲轴的毛坯一般均采用压力机（如水压机等）自由锻造，对于小型曲轴大批生产时可采用模锻，在批量不大时一般仍采用自由锻造。

自由锻造的曲轴一般不锻出曲拐的形状；而只锻出一个方块（见图1-1a），在主轴颈上则加以锻压成圆柱形，为了形成曲拐，则是在机械加工之前，用切割的方法切去曲拐的余块（见图1-9）。自由锻造的曲轴的缺点不仅是金属利用率低（只有35~50%），而且割断了金属纤维组织（见图1-1b），降低了曲轴的强度。同时，又因为在钢锭的结晶过程中，非金属夹杂物主要存在于钢锭中部，因此常在曲柄边的曲柄肖表面上发现它们。



a) 未锻出曲拐形状的曲轴锻件  
b) 曲轴中金属纤维被切断的示意图

图 1-1

在采用整体模锻时，较小的曲轴采用棒料，而较大的曲轴则用钢锭模锻。

为了避免“切割法”的缺点，吸取整体模锻法的优点，在小型曲轴成批生产时，常采用局部冲压曲柄肖的方法，以形成曲拐开挡和曲柄肖见图1-2b。

为了获得均匀细密的纤维组织，曲轴的最大面（曲柄）部分的锻造比（锻造比=钢锭横断面/锻件横断面）不得小于1.5。

所有曲轴锻件锻后均要正火（对合金钢锻件则需要进行高温常化）以改善机械性能和组织，并消除材料由于锻造所引起的内应力。

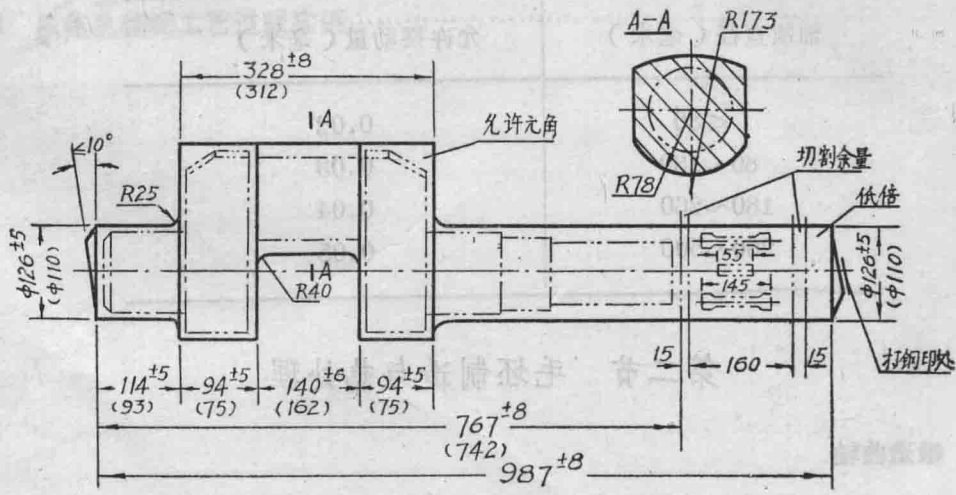


图 1-2 a) 锻出曲拐形状的曲轴锻件

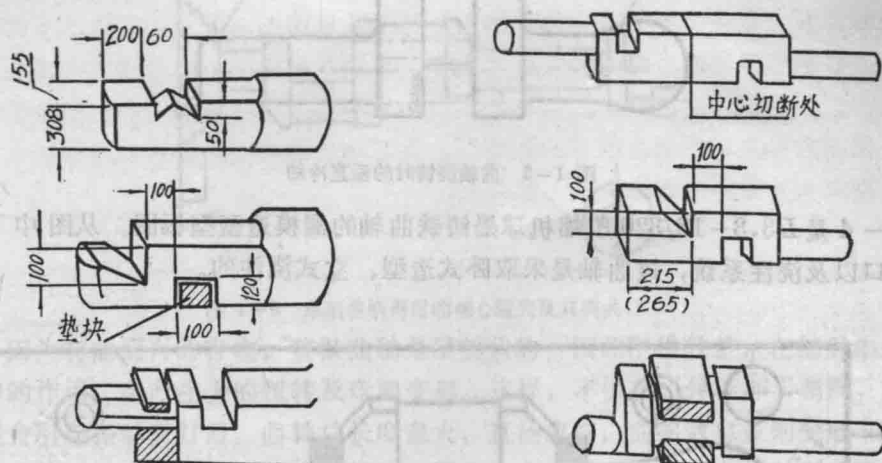


图 1-2 b)局部冲压曲柄肖的锻造过程图

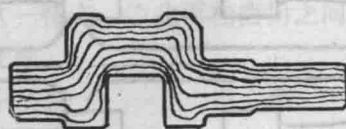


图 1-2 c)整体模锻曲轴中金属纤维连续分布的示意图

## 二、铸造曲轴

现在中小型曲轴已日益成功地采用了球墨铸铁铸造。一般采用 QT60-2 牌号的球墨铸铁，其强度不低于 45 号钢，而且抗弯持久极限、抗扭持久极限较高，有效应力集中系数较小，耐磨性比 45 号钢耐磨，而且均匀。完全能够承担工作，虽然一次冲击韧性值  $\alpha_k$  较低，但由于曲轴主要是疲劳破坏，故球墨铸铁较碳钢更为适宜。另一方面，采用球墨铸铁曲轴的金属消耗率比锻造曲轴约减少 30~40% 左右，因此可节约大量优质钢材，同时又可减少机械加工的劳动量，并可解决某些中、小厂缺乏锻造设备的问题，使生产上马快，制造周期短、成本大幅度降低。

球墨铸铁曲轴的缺点是在浇铸时，容易产生皮下气孔、石墨漂浮以及变形后不能矫正等缺陷。我国广大工人和技术人员在球墨铸铁曲轴的铸造方面已经积累了丰富的经验，可以采取有效的技术措施来解决球墨铸铁的曲轴质量问题。例如：在铁水化学成分方面要特别注意对含硫量及含磷量的控制（一般控制在  $s \leq 0.04\%$ ； $P \leq 0.07\%$ ）；在造型方面正确选择浇口与暗冒口位置以及安置冷铁的位置；在浇注铁水时，要注意炉前处理温度（一般在  $1390^\circ \sim 1400^\circ \text{C}$ ），多搅拌、多扒渣（一般 4~5 次），并采用水平浇注（对于中、小型曲轴也可采取垂直浇注或  $45^\circ$  倾斜浇注）垂直冷却的方法。采用水平浇注的优点是有可能保证铁水能同时供给所有轴颈，以得到相同的金相组织，而垂直冷却则可减少缩孔和缩松而且可使非金属夹渣及漂浮的石墨向上集中到冒口内，有时，有一部分停留在曲拐面的一侧（见图 1-3 向上的侧面），因此常在这些表面发现它们，解决的方法之一就是将这面的加工余量适当放大，在车削时将它切除就可以了。

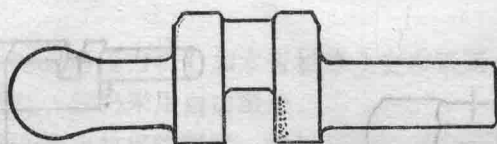


图 1-3 曲轴浇铸时的垂直冷却

图 1-4 是 L3.3-13/320 压缩机球墨铸铁曲轴的漏模造型型板图。从图中可看出冷铁、暗冒口以及浇注系统，该曲轴是采用卧式造型、立式浇注的。

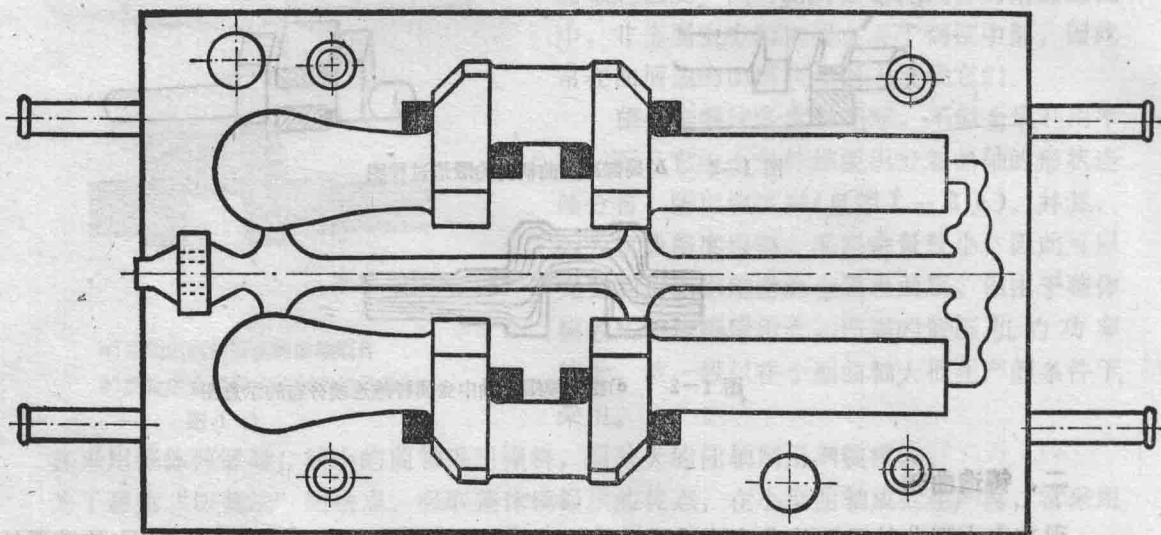


图 1-4 L3.3-13/320 压缩机曲轴铸造工艺型板图

曲轴铸件需进行热处理（正火加回火），正火温度为  $950^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$  保温 3~4 小时后，炉外冷却，回火温度为  $550^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ ，保温 2~4 小时后炉外冷却。正火的目的是为了得到珠光体组织，消除渗碳体，从而达到该牌号球墨铸铁所应有的机械性能，回火的目的是为了消除热处理时的内应力。

### 第三节 曲轴的机械加工

#### 一、曲轴的工艺特点

曲轴的机械加工工艺特点是由于它结构上的特点所决定的。曲轴属于轴类零件，但与一般轴类有所不同就在于曲轴上具有曲柄肖，因此曲轴的机械加工，既具有一般轴类零件的共同之处，又有它的特殊性。

第一，曲轴上的曲柄肖是和主轴颈偏离一个距离的，因此，一般必须采用专门夹具才能车削或磨削曲柄肖的外圆柱面，同时还需解决由于偏心装夹而产生的不平衡问题。图 1-5 表示了车削曲柄肖时的偏心装夹的情况。

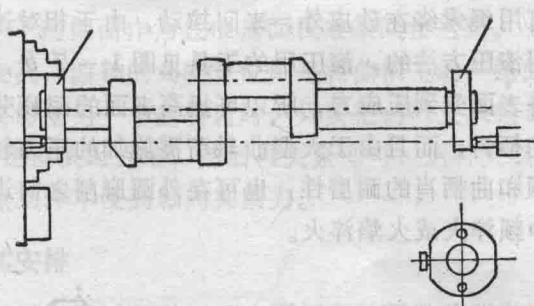


图 1-5 车削曲柄肖时的偏心装夹及其夹具

第二，因为有曲柄肖的存在，整根曲轴是呈拐状的，因此刚性较差，在加工中受到夹紧力和切削力的作用，会产生大的扭转及弯曲变形。这样，不但难以保证加工精度，而且在变形严重时还会引起振动而打刀。曲轴总长度愈大，直径愈细，曲拐数愈多则变形情况愈严重，因此在工件的装夹上须采取一系列措施。图 1-6 表示车削大型曲轴时所采取的装夹方法。由于采用了中心架，就增强了工件装夹的径向刚度，这一方法和车削一般细长轴时是相同的，又因为曲轴具有曲柄肖的这一特点，因此再在曲拐之间加一撑杆，以抵抗前后顶尖的轴向夹紧力，以免曲拐产生弯曲变形。

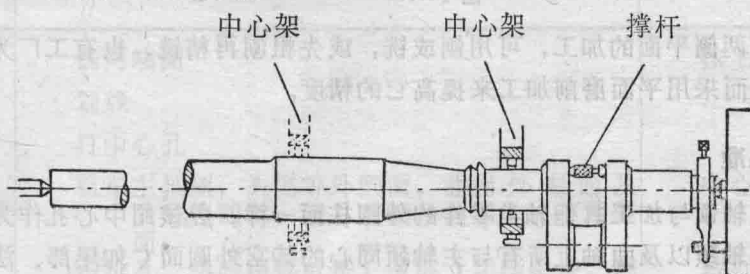


图 1-6 车削大型曲轴的装夹方法

第三，由于曲轴形状复杂，刚性较差，因此粗加工后由于内应力的重新分布而引起的变形也较大，尤其是不锻出曲拐的自由锻造的曲轴，其加工余量很大，在粗加工后的变形也就较大，因此在粗加工后，精加工前，需进行时效热处理，以消除内应力。由于时效处理后工件要变形，因此在粗加工时必须留以足够的精加工余量，同时在工序安排时务必将主轴颈及曲柄肖的粗精车分开安排在两个加工阶段，即粗加工阶段及半精加工阶段（至于磨削主轴颈及曲柄肖则属于最后精加工阶段）。假使曲轴毛坯制造精度较高（如模锻或铸造的），则时效热处理工序可以安排在机械加工之前，以避免工件往返跨车间运输的麻烦，这样，粗、精车削主轴颈（或粗、精车削曲柄肖）可以在一个工序内相继进行。

## 二、表面加工方法

曲轴上需要加工的表面主要是主轴颈和曲柄肖外圆柱面，其次是曲拐平面及各处的润滑油孔等等。主轴颈和曲柄肖都是外圆柱面，根据它们的精度和光洁度要求，依次经过粗车、精车、外圆磨就能达到所要求。

磨削主轴颈需在外圆磨床上进行，磨削曲柄肖可在曲轴磨床上进行，对于大型曲轴，若缺乏大型磨床，则可加一道精车工序，然后在大型车床上采用抛光来代替外圆磨。抛光的工具

如图 1-7 a 所示,也可用绳索绕在砂皮外,来回拉动,由于相对速度增加,故抛光效果比采用木夹时为好。也有用滚压方法的,滚压用的工具见图 1-7 b,滚压法不但可提高精度和光洁度,而且由于工件表面受到压应力,所以可提高表面的耐疲劳强度。滚压法由于受地位所限,一般不能滚压曲柄肖,而且由于大型曲轴所需施加的压力较大一般难于实现。

为了提高曲轴主轴颈和曲柄肖的耐磨性,也可在外圆磨削之前进行表面淬火,以提高表面硬度,淬火大多采用中频淬火或火焰淬火。

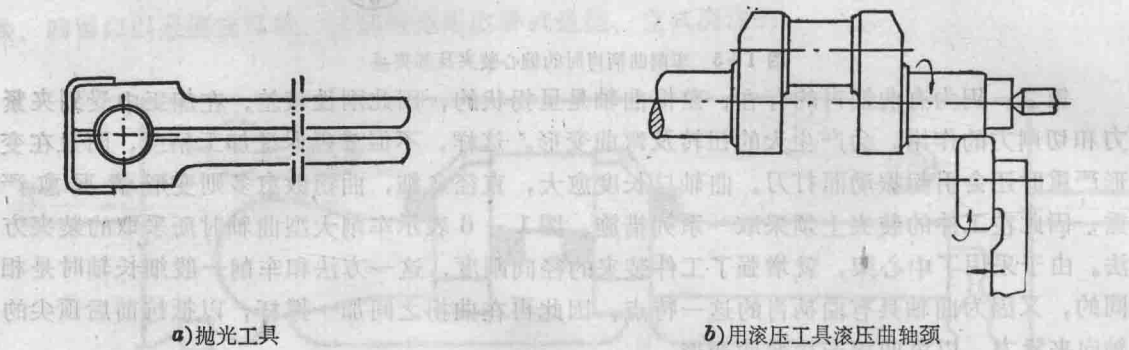


图 1-7

曲臂上、下两侧平面的加工,可用刨或铣,或先粗刨再精铣,也有工厂为了要用此面作定位基准,故进而采用平面磨削加工来提高它的精度。

### 三、定位基准

加工曲轴主轴颈与加工其他轴类零件的外圆柱面一样,应该用中心孔作为定位基准,此中心孔是加工主轴颈以及曲轴上所有与主轴颈同心的其它外圆面(如尾部、法兰等)和曲柄肖的外端平面的精基准,用中心孔作为加工上述所有表面统一的精基准就可能保证它们之间的同心性或垂直度。中心孔首先需要准确加工。

在车削或磨削曲柄肖时,则用主轴颈作为定位基准(精基准)。(如图 1-8 所示),

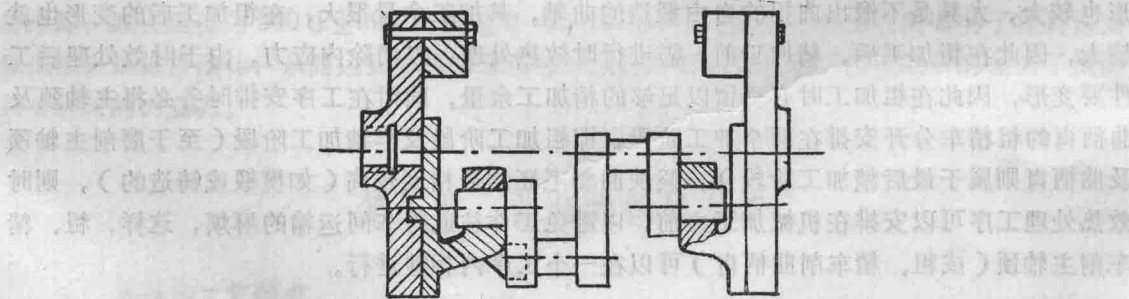


图 1-8 车削曲轴曲柄肖的专用夹具

而图 1-5 所示的装夹是为了夹具简单而采用了与主轴颈同心的头部及尾部外圆面作为精基准,需要指出的是,当图 1-5 所示的夹具装在曲轴上成为一体后,工件的定位是以夹具上的定位孔作为定位基准的,当要车削(或磨削)另外一个曲柄肖时,则可将工件连同夹具旋转 180 后,使用另外一对定位孔来定位。显然在曲轴上装置前后两部分夹具时,必须将两部分夹具上的定位孔转到准确的位置(称角向定位),以使前后两定位孔的连线与曲柄肖中心线重

合，这可利用曲臂上、下两侧面作为找准基面找准来间接达到。

图 1 - 8 所示的夹具，曲轴的角度定位则是将曲柄上的一侧面靠在夹具上的角向定位块上来实现的。也即当要切削另一个曲柄肖时，只要把前后支承架 1 和 2 松开，绕 0 - 0 中心线转 180° 以靠在角向定位块时为准，然后再夹紧即可，这种夹具的优点是操作方便，而且因为不用前后顶尖，故工件不受到轴向夹紧力。

四、工艺过程及其安排

在安排曲轴机械加工工艺过程时，首先要将主轴颈及曲柄肖这两个主要表面的加工合理地划分为粗、精加工阶段，然后把其它表面的加工（如曲拐两侧面、油孔和键槽等）妥善地安插在各加工阶段中，其中有的表面如头、尾外圆柱面、曲柄外圆弧等当然可以安排在主轴颈加工的同工序中。

根据曲轴的结构工艺特性，各种、大、中、小型曲轴的加工过程基本上是相似的，表 1 - 2 中列出其典型的加工过程。

表 1-2 曲轴的典型加工过程

| 加工阶段  | 加 工 内 容                                                                                   | 定 位 基 准                             |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 基准准备  | 铣两端面<br>划线<br>打中心孔                                                                        | 按毛面找准                               |
| 粗加工   | 粗车主轴颈，头尾等外圆面，曲拐外端面及曲柄外圆弧，铣（或刨）曲拐上、下两侧面。<br>占排孔，然后用锯或铣（或插）切除余块，形成柄肖<br>粗车曲柄肖               | 中心孔<br><br>按划线<br>主轴颈或头尾等处外圆        |
| （热处理） | 人工时效去除内应力                                                                                 |                                     |
| （热处理） | 车两端面，修正中心孔<br>精车主轴颈及头、尾等外圆<br>精刨（或精铣）或精铣后再磨曲柄两侧面<br>精车曲柄肖<br>划线、占各油孔、螺钉孔<br>铣键槽<br>局部表面淬火 | 主轴颈或头尾等处外圆<br>中心孔<br><br>主轴颈或头尾等处外圆 |
| 精加工   | 磨主轴颈<br>磨曲柄肖                                                                              | 中心孔<br>主轴颈或头尾等处外圆                   |
| 最终检查  | 几何尺寸形状，相对位置精度及探伤                                                                          |                                     |

在运用表 1 - 3 时尚须顾及下列几点：

1)若曲轴上的曲柄肖在毛坯制造时就形成（如铸、模锻等）则形成曲柄肖这一道切削加

工工序就不需要。

2) 切出曲拐形状有下列一些方法:

先按划线占排孔(如图1-9),各孔尽量靠近,但不可通连,否则占头容易折断。占孔后用弓锯锯去余块,此法较简单,但劳动量大,生产率低,尤其是大型曲轴,由于曲拐甚厚,不能用弓锯,这时,可在占排孔后再用插或铣削的办法去除余块。

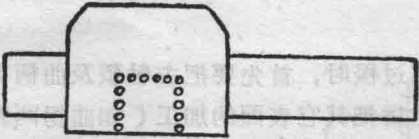


图 1-9 曲轴曲拐形状的切出

也可用火焰切割法切出曲拐形状,虽然此法工效高,又不占用机床设备,但工件经火焰切割后,金相组织会发生变化,而且工件容易产生裂纹,切割的表面又造成硬化层,切削加工时要打刀,故不宜采用此法。

3) 对于毛坯制造精度较高、曲拐数较少、形状较简单的大型曲轴(特别是铸造或模锻的),其人工时效可不必安排在粗加工之后,而可安排在毛坯进入机械加工车间之前进行,这样,机械加工过程可大为简化,即可将粗及半精加工阶段合为一个阶段,从而主轴颈(或曲柄肖)的粗车和精车可以合在同一道工序中加工完毕。

4) 局部表面淬火这一道热处理工序不一定所有曲轴都有,应视需要而定。



## 第二章 连杆的加工

### 第一节 连杆的作用与加工要求

连杆的作用是变主轴的旋转运动为十字头或活塞的往复运动，它在空间作平面运动（转动与平移的合成运动），受到反复作用的交变载荷。

一般，连杆的小头是整体的，大头是剖分的。为了减少磨损，以及便于在磨损后进行修理，常在连杆小头孔中压入青铜衬套，在连杆大头设有轴瓦。轴瓦主要有两种形式：

- 1) 厚壁刚性轴瓦；
- 2) 薄壁双金属轴瓦。（或一层金属上喷镀塑料的薄壁轴瓦）。

在使用第一种轴瓦时，在剖分面上要加一组垫片，以便补偿耐磨材料的磨损。使用后一种轴瓦时，可不用垫片，在轴瓦全部使用期内不用调整，因为不用垫片，故连杆的连接刚度较高。

由于第一种轴瓦承受的比压小，刮研工作量大，故目前趋向于采用第二种轴瓦。第二种轴瓦是不应该刮削的，轴瓦可以互换，但对连杆体大小头孔加工的位置精度、尺寸精度要求增高了。

连杆是重要零件，加工不正确会使大头轴瓦，小头衬套，曲轴主轴瓦，活塞与气缸或十字头与滑板等的摩擦性质变坏，磨损加快，寿命降低，功率损失加大，甚至发生冲击，被迫停车。所以对连杆加工提出一定要求，其主要的如下：

- 1) 大、小头孔的椭圆度和圆锥度在直径公差范围内；
- 2) 大、小头孔的中心线的不平行度不大于  $0.03/100$ ；
- 3) 螺栓孔的中心线与螺栓孔两端的支承面应垂直，其不垂直度不大于  $0.02/100$ （连杆螺钉受力很大，且是疲劳载荷，若不垂直，则偏心载荷引起的应力大大增加）；
- 4) 大、小头孔、螺钉孔均按二级精度制造，其光洁度为  $\nabla_6 \sim \nabla_7$ 。

### 第二节 材料与毛坯制造

由于连杆是受很大疲劳载荷的重要零件，故选择材料时应特别注意。

连杆材料一般用40、45号优质碳素钢锻造，特殊重要场合，也有用40Cr等合金钢锻造的。随着工业的发展，“以铸代锻”“以铁代钢”已成为机械制造中的一个发展方向，球墨铸铁也日益被采用，有QT40-10，QT45-5，QT60-5-3，等牌号。此外也有铸钢连杆（用于大型），可锻铸铁和铝合金连杆（用于小型）。

锻造有自由锻和模锻两种，后者用于中小型连杆大批量生产。自由锻的连杆杆身为圆

形截面，见图 2-1。其材料为 45 号钢。当大、小头孔直径  $\geq 60$  毫米时，其孔在锻造时应冲出通孔。

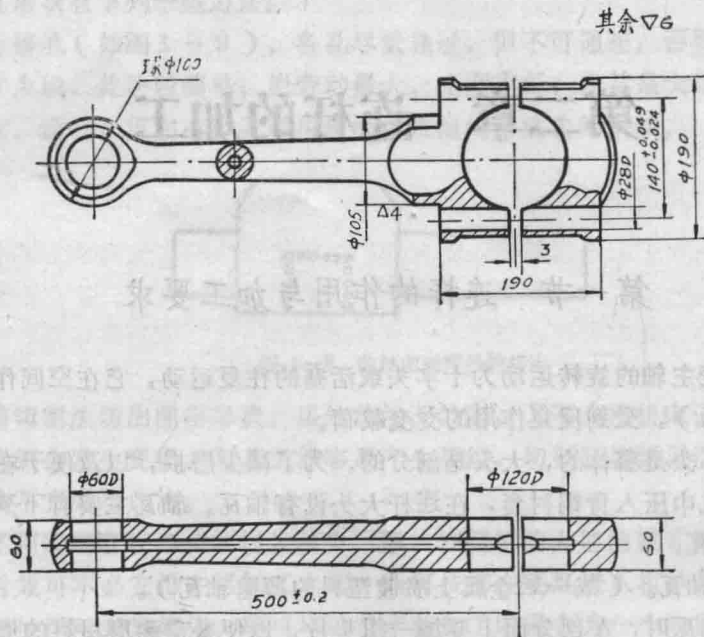


图 2-1 自由锻连杆简图

对于普通碳素钢，锻后要正火，以改善金属组织性能和消除内应力，此种正火是锻件最后的组织热处理，对于合金钢锻造毛坯，则是退火，退火后粗加工，而在精加工前还应进行调质处理，对于球墨铸铁连杆毛坯则是退火或正火加回火，视不同的牌号而定。

铸造连杆杆身一般采取工字形截面，而且其杆身在铸造后就不再进行机械加工，铸造的与锻造的相比，不需大型锻造设备，容易“上马”，材料利用率高，图 2-2 是一连杆铸造型板图，该连杆也是 L3.3-13/320 压缩机上所用，是用来取代前面 2-1 图所示的锻造连杆的，两者主要尺寸均是同一的。

自由锻的连杆表面须全部加工，而模锻或铸造的连杆是部分表面加工，但是正个机械加工过程区别不大，故下面只着重讲一种，对另一种只择其区别之处加以叙述。

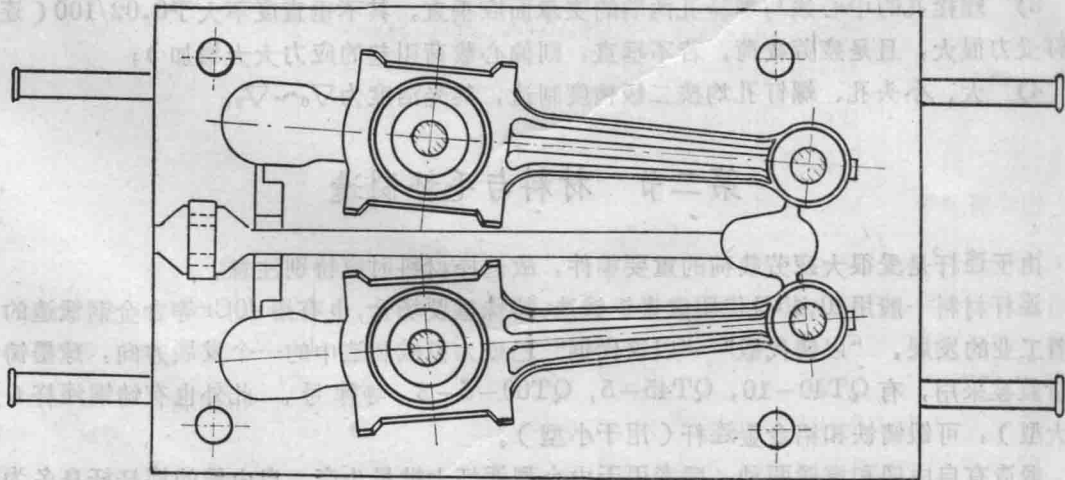


图 2-2 连杆铸造型板

### 第三节 全加工自由锻连杆的机械机工

#### 一、工艺过程的制定

##### 1. 连杆的结构工艺特点

图2-1是一只自由锻连杆体的简化零件图,该连杆大头是剖分的,毛坯则是整体的。主要加工面是:(1)大、小头孔及其两端面;(2)杆身、小头外形球面及大头外形面;(3)螺栓孔及其端面;(4)大头剖分面。

该连杆加工的主要要求是:大小头孔本身的精度以及其中心线之间的平行度;螺钉孔本身的精度及与其端面的垂直度。

由于该连杆的大、小头轴瓦(小头为铜瓦,大头为薄壁轴瓦)均属可互换的,在它们压入或装入到连杆体后就不再加工轴瓦内径了,故对连杆体的大小头孔的加工位置精度要求较高。

连杆要达到上述如此高的要求,由于连杆形状复杂,铣开大头后要变形加上连杆本身的构造刚度不高,从而变得困难起来,若能正确地选择加工方法,定位基准与夹紧工件的部位,则其加工精度是可以达到的。

##### 2. 主要表面加工方法的确定

大小头孔的精度、光洁度要求较高,需要粗镗,精镗(或珩磨)才能达到,大、小头孔中心线的平行度主要由镗床精度与正确的夹紧来保证。

螺栓孔的精度与光洁度需要用占,扩,铰(或铰)来达到,其两螺栓孔的平行度,以及螺钉孔与其端面的垂直度主要由机床与夹具来保证。

大头剖分面用铣刀铣开后,铣平(或磨平)。

连杆大、小头端面采取铣削(或铣和磨)加工。

连杆外表面是由元锥体,球体等所组成,这可在装有靠模的车床上加工。

##### 3. 定位基准与夹紧部位的选择

1)在加工上述大、小头孔、螺栓孔,以及铣削剖分面时,均需要支承面和定位面。显然,大小头孔的两端面(只要其中一个面)是很好的支承面与定位面,因为它大而且稳定,为此,这个面需先行精确加正,以便作工艺基面,所以有时不仅要铣,甚至要磨(或拉)端面。

2)在加工大小头孔、螺栓孔以及大头剖分面时,除了用上述大头或小头孔端面定位还不够,还需要在连杆平面内移动和转动方向上予以定位,这点可有两种定位方案供选择:(1)用大、小头孔定位;(2)用大头两侧面( $\phi 192$ )和螺栓孔端面(见图2-3 A面或B面)定位。用第一种定位方案,可达到基准重合,避免定位误差;用第二种定位方案则可达到基准同一

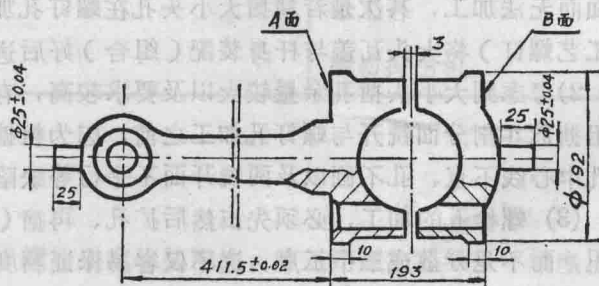


图2-3 工序草图

(或统一)。当然,若采用第二种方案,则需事先对两侧面( $\phi 192$ )和A面,B面进行精加工。

### 3) 基准的建立。

上面所说的第二种定位方案所择用的工艺基面如何建立呢?考虑到自由锻造的连杆杆身一般不可能锻出工字形截面,亦不可能有较精确的尺寸公差,所以一般都要机械加工,为简单方便,通常采用车削,即车成具有圆形截面的圆柱体或圆锥体。这样,该车削工序可以和车上述工艺基面的工序合并为一个工序。考虑到既要车出上述工艺基面,又要车出连杆杆身,大小头圆弧面球面等,因此有设立中心孔的必要,以便以中心孔直接定位(顶住中心孔)加工上述各面。之所以采用中心孔定位是因为采用了它,不仅可以在一次安装定位中加工出上述所有的面,而且可以保证这些面之间的同心度,垂直度等要求。

中心孔是辅助基准,要求事先对它仔细加工,这可在专用中心孔机床上加工出,加工前按工件两端面和外圆弧面(粗基准)定位。由于中心孔在零件的结构上是不需要的,故在以后的加工中需将中心孔凸台割去。

### 4) 夹紧部位的选择

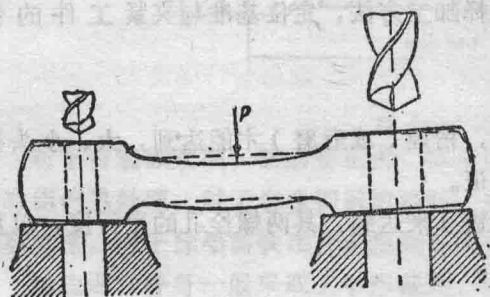


图 2-4 夹紧部位选择不当,引起的变形

连杆的刚度较低,安装时应使它在夹紧力和切削力作用下,不致发生很大变形。安装部位选择不当,会使工件变形,譬如加工大、小头孔时,若施力点(夹紧力)作用在如图所示的杆身上,(见图2-4),则工件会变形,使加工出的大、小头孔中心线不平行。施力点应选在接近大、小头孔的端面上。

### 4. 工序的次序与工序集中及分散程度的考虑

1)关于大头剖分面的铣开,连杆螺钉孔的加工,与大小头孔镗孔的先后次序安排的问题,一般压缩机制造厂中采用大头剖分面铣开在前,连杆螺钉孔的加工居中,而大、小头孔加工在后,其原因如下:

若大头剖分铣开在其他的面加工之后,则最后铣开后,大头孔变为不圆,螺钉孔的中心线也会变得不平行。(中心线向外扩大的方向伸出)。

大小头孔最终加工(精镗)在螺钉孔加工之前也不行,因为,对本结构之连杆,采用浮动搪刀搪该螺钉孔时,由于大头孔与螺钉孔有相交之处(即有缺口),而致使搪刀块滑出加工面而无法加工,其次是若精搪大小头孔在螺钉孔加工之后,则还可以利用螺钉孔(通过两根工艺螺钉)将大头瓦盖与杆身装配(组合)好后进行大头孔的精镗加工。

2)考虑到大小头搪孔余量较大以及要求较高,有必要将搪孔分成粗、精两个工序,并且将粗搪放在剖分面铣开与螺钉孔加工之前,因为粗搪切削力较大,若放在其后,则会产生螺钉孔中心线不直、孔不圆以及两铣开面不平行等缺陷。

3)螺栓孔的加工,必须先占然后扩孔、再搪(或铰)孔,这三个工步应集中在一个工序里,而不是分散成三个工序,这不仅容易保证精度,而且因为更换所加工的刀具比更换工件来得轻巧方便。

根据以上一系列的考虑,结合工厂的条件,可以确定工艺过程的具体内容,详见下面

[illegible]

## 二、全加工自由鍛连杆的加工过程

表 2-2 是全加工自由锻连杆的典型加工过程。

表 2-2 全加工自由锻连杆(图 2-4)的典型加工过程

| 工序号   | 工 序 内 容                            | 定 位 基 准                                  | 加 工 设 备    |
|-------|------------------------------------|------------------------------------------|------------|
| 1     | 铣削两端头, 并钻两头工艺中心孔                   | 用样板对工件外形找正高度按上、下面校调对称中心                  | 专用打中心孔钻床   |
| 2     | 找出台肩位置线 193                        |                                          | 划线平台(样板)   |
| 3     | 精车各挡外圆、台阶、端面<br>和圆弧、球体、圆锥体中心孔搭子    | 两中心孔                                     | 车床(附仿形靠模)  |
| 4     | 粗、精铣大小头两大端面                        | 两中心孔等                                    | 专用双面端铣床    |
| 5     | 超声波探伤                              |                                          |            |
| 6     | 粗镗大、小头孔                            | 底大端面, A面与外圆 $\phi 192$                   | 专用双轴卧式镗床   |
| 7     | 精磨大小头两大端面                          | 两中心孔处的搭子外圆面                              | 平面磨床       |
| 8     | 铣开大头                               | A面与底大端面                                  | 专用卧式铣床     |
| 9     | 成对同时精铣连杆体的剖分面与连杆盖的剖分面              | 分别以 A面、B面及底大端面                           | 端铣床        |
| 10    | 1) 车去搭子, 精车杆体和小头球体<br>2) 精车轴瓦盖上的球体 | 剖分面与杆身外圆面<br>剖分面与瓦盖外圆面                   | 车床         |
| 11    | 钻、扩、镗螺钉孔<br>(大头盖与连杆体一同加工)          | 底大端面, A面与两段 $\phi 192$ 外圆面               | 专用双轴镗床     |
| 12    | 刮轴瓦盖轴栓孔端面                          | 螺钉孔                                      | 钻床         |
| 13    | 精镗大、小头孔(组合后<br>进行)                 | 大头底端面, $\phi 192$ 两段外圆与剖分面上垫的 3 毫米宽的垫片两边 | 专用双轴镗床     |
| 14    | 车油槽                                |                                          |            |
| 15    | 钻油孔                                |                                          | 车床         |
| 16-17 | 钻螺孔、攻丝                             |                                          | 专用液压卧式深孔钻床 |
| 18    | 检大、小头孔平行度, 检螺栓孔与其端面的垂直度            |                                          | 钳工台        |
| 19    | 磁粉探伤                               |                                          | 磁粉探伤机      |

### 三、主要工序介绍:

### 1. 连杆螺栓孔的加工

由于连杆体与瓦盖以及轴瓦是靠连杆螺栓来定位装配的,故对两螺栓孔的尺寸精度、位置精度(距离与平行度)有较高的要求。

当小批生产时一般是在卧式镗床上进行,也可用专用夹具在摇臂钻床上进行。当大批生

产时,可在专用双轴镗床上进行,其螺钉孔的位置精度主要由机床或专用夹具来保证。钻、扩、搪在一个工序内进行。孔的尺寸精度,由浮动搪刀的尺寸(可调节的)来保证。该工序的最后工步的搪也可以改用铰或拉来达到。

2. 大小头孔的加工

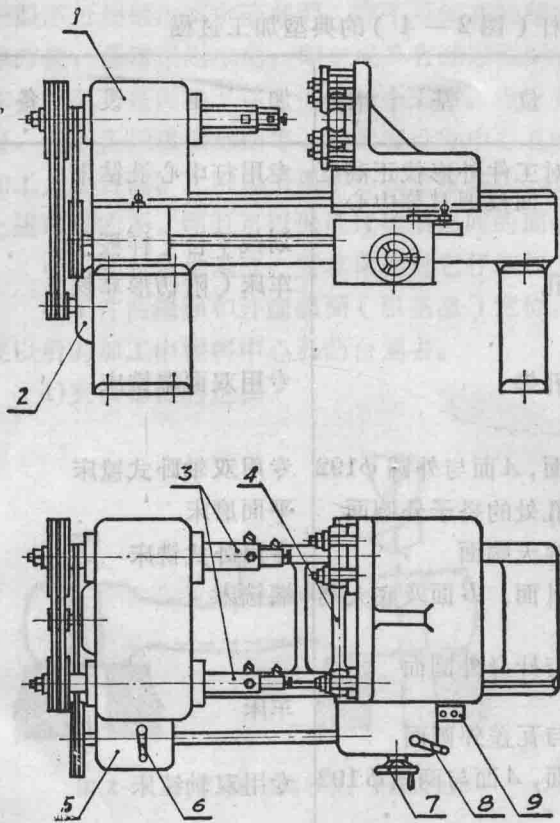


图 2-5 加工连杆大小头孔的专用搪床

度用连杆螺栓插入连杆中进行涂色法检查。孔端面与螺栓平面接触面积达到80%为合格。若不合格,则对连杆上的端面进行拂刮。见图 2-7。

批量小时,大小头孔可在卧式搪床上加工,工件以底面靠在直角弯板的垂直面上,弯板的另一面(水平面)放在镗床工作台上,根据划线和已加工表面进行找正定位和直接定位进行安装,大、小头孔是一个一个地依次镗出来的,镗孔时,连杆工艺螺栓孔应先装上,位置精度主要由机床来保证。

批量大时,大小头孔可在专用的双轴镗上同时加工,两孔间的位置精度由机床来保证,为了保持机床精度,希望粗、精镗的机床分开。加工的镗床见图 2-5。

3. 连杆的检查

1) 连杆体大、小头孔的平行度的检查如图 2-6 所示。若不平行度不合格,可以将连杆体和盖的大头孔进行刮拂,但这是消极的。积极的是找出产生误差的原因,从而消除之。

2) 连杆的螺栓孔与其端面的垂直

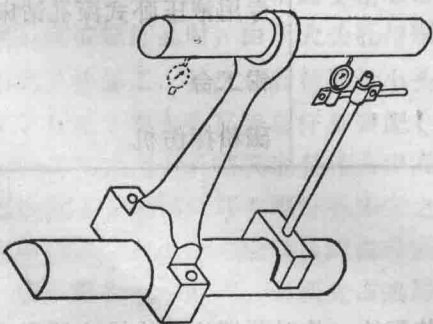


图 2-6 连杆大小头孔平行度的检查

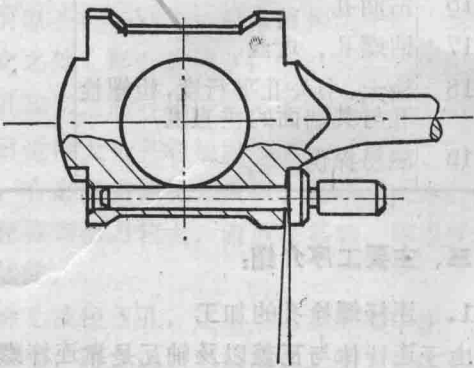


图 2-7 螺栓孔中心线与其两端面不垂直度的检查示意图