

# 柱塞组合收口的方法及影响因素

## Method and Influencing Factor of Necking in the Plunger Assembly

南京航空机电液压工程研究中心 张帆

**[摘要]** 柱塞组合收口是柱塞泵生产的关键制造技术,介绍了柱塞组合收口的3种主要方法及影响因素。

**关键词:** 柱塞泵 柱塞组合 收口

**[ABSTRACT]** Necking in the plunger assembly is a key manufacturing technology in production of plunger assembly. In this paper, three kinds of method and influencing factor of necking in the plunger assembly are introduced.

**Keywords:** Plunger pump Plunger assembly Necking

柱塞泵由于结构紧凑、压力高、效率高且调节方便而广泛应用于各种航空产品及工程机械上。柱塞组合件作为柱塞泵中的重要零部件,其组合收口工艺加工技术一直以来就是柱塞泵生产的关键制造技术之一。组合件的收口质量直接影响着柱塞泵的性能和使用寿命。

综合柱塞组合件的收口状态和柱塞座的设计状态基本上可以归结如下。

### 1 柱塞组合件及柱塞座的组成及特点

通常,柱塞组合件由柱塞座和柱塞2部分组成,如图1所示,通过对柱塞座的金属冷挤压导致其发生塑性变形后,柱塞组合件完成收口的过程。收口后应满足如下4个技术条件:(1)柱塞座和柱塞之间应能灵活转动,无卡滞感;(2)柱塞座和柱塞之间的轴向间隙要求,通常为不大于0.02mm;(3)柱塞的摆角( $A$ )要求;(4)柱塞座和柱塞之间的拉脱力要求。

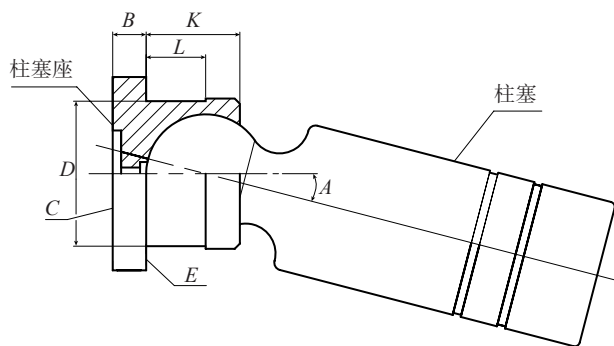


图1 柱塞组合模型

Fig.1 Plunger assembly model

柱塞座按材料区分,一般为合金钢、铜、双金属(铜、钢结合)材料3种,柱塞座收口前外形大致可分为如下几种,如图2所示。

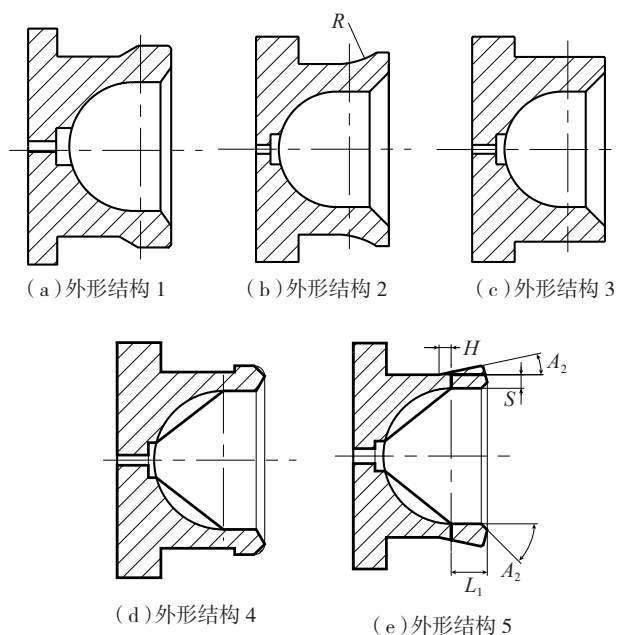


图2 滑靴外形图

Fig.2 Shape of the slipper

如果柱塞座外表面在收口前无特殊镀层,则往往可在收口后对端面 $C$ 、 $E$ 进行加工,以保证设计 $B$ 尺寸的公差及同组(通常一组9件)的尺寸公差要求;同时也可以加工 $D$ 外圆,以消除收口过程中对 $D$ 外圆造成的破坏,比如收口后残留的金属飞边、滚轮的滚松沟槽,并能保证尺寸 $L$ 要大于卡盘的厚度尺寸,以避免卡盘同柱塞座之间的干涉。

目前,国内、外有不少厂家生产的柱塞组件都采用了拉丝模收口的方式。采用这种方式并且需要反压收口的零件,柱塞座的 $C$ 面通常要承受300kg~3000kg的压力,容易对 $C$ 面造成一定的挤压变形。因此,如果柱塞座 $D$ 、 $E$ 、 $C$ 面在收口前就存在特殊镀层,在设计时应该考虑相应的放大 $B$ 尺寸的公差和同组的尺寸差要求,同时还应该考虑 $L$ 尺寸同卡盘厚度尺寸的协调,以

免收口后零件的变形量超过设计图的最终要求。

在柱塞座相关的尺寸参数中,当 $S$ 值及口部凸台或斜坡 $A_1$ 越小,收口就越容易,但设计时应该考虑满足其收口后强度及拉脱力的要求,并且凸台或斜坡部分的金属体积在塑性变形时应满足能填充与柱塞球面之间的空隙要求; $L_1$ 、 $A_1$ 和 $A_2$ 综合影响收口后柱塞的摆角大小;而 $H$ 、 $L_1$ 和 $A_1$ 的大小综合影响收口后的轴向间隙(用拉丝模进行收口时)。

## 2 柱塞组合收口的方法

柱塞组合收口的过程就是通过各种方法对柱塞座口部进行金属冷挤压导致其发生塑性变形,完成对柱塞球面的包裹,并通过一定的手段使柱塞在柱塞座内能灵活转动,同时还应能满足设计的其他各项技术指标要求的过程。

目前,在国内、外各生产厂家中使用较多的有3种收口方法:拉丝模收口、成型挤压模收口、三滚轮收口。

### 2.1 拉丝模收口

图2(a)、(b)、(e)外形的柱塞座可以采用拉丝模进行收口。拉丝模收口通常又分为正收和反收2种方法,见图3。

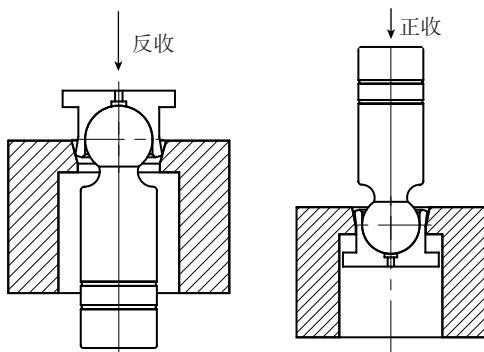


图3 拉丝模收口方式  
Fig.3 Method of necking by drawing dies

拉丝模的模口形状又分为圆弧型或锥面。一般在设计拉丝模时,会根据柱塞座的外形、材料硬度及零件刚性、尺寸大小等因素设计多级别的模具,并在实际生产中根据需要跳模选用合适级别的模具进行收口,以提高生产效率。

对经拉丝模收口的柱塞组件,如果柱塞座的外形设计得当,收口模具模口的形状和角度设计合理,并且压紧方向正确,甚至只要采用一级收口模就可以实现收口后无需滚松而达到设计的各项要求,这种收口方式在某型新品研制生产中已经成功实现。这种收口方式是所有收口方法中最难确定柱塞座外形参数的,但也是整个

工艺流程最简洁、最高效的收口方法,特别适合对柱塞座外表面有特殊镀层要求的产品。

### 2.2 成型挤压模收口

图2(a)、(b)、(c)、(d)外形的柱塞座可以采用成型挤压模进行收口,见图4。采用该方法收口后,必须对柱塞组件采用滚轮进行滚松,在柱塞座的外径上会产生滚松沟槽,而且采用该方法收口后的柱塞座外形通常不能满足设计图的最终要求,还要对收口后的柱塞座进行补充加工,因此不适合在收口前外表面就有镀层的零件。并且,滚松对操作者的要求极高,对滚松的位置、滚松的转速,滚轮压紧力的大小都有严格要求,稍有不小,就会造成柱塞座和柱塞之间的轴向间隙超大。但该收口方法较简单,适合于研发周期很短的产品。在图4中,力 $F_1$ 应大于 $F_2$ ,以让柱塞座和柱塞能沿模口往下移动而使柱塞座口部发生塑性变形。

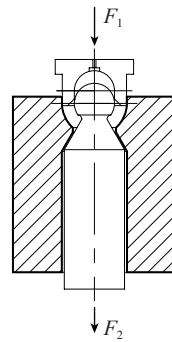


图4 成型挤压  
Fig.4 Press forming

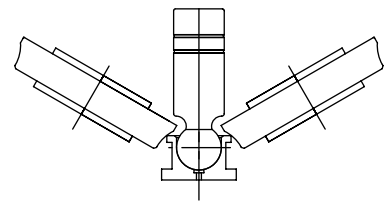


图5 滚轮收口  
Fig.5 Close up by wheel

### 2.3 三滚轮收口

图2(d)外形的柱塞座可以采用三滚轮进行收口,见图5(三滚轮沿圆周均布,其中一为反压滚松轮)。

收口时柱塞座旋转带动滚轮旋转,同时,液压油缸对滚轮施加一定的压力,完成收口的过程。采用此方法收口,组合件无需进行另外滚松工序,生产效率很高。在收口过程中,柱塞座的收口部分金属向球面变形的同时沿上下2个方向变形。如变形后柱塞座的 $L$ 尺寸比卡盘的厚度尺寸小,则在编制工艺的时候应考虑在收口后对柱塞座外形进行补充加工。

该收口方法对滚轮压力的大小、收口的时间有严格的控制,以避免收口不到位或抱死柱塞。同时,小柱塞组件不适合采用该方法。采用该方法收口,特别要注意收口后的摆角要求。该收口方法会导致柱塞在 $360^\circ$ 方向上摆角有一定的差异,在设计柱塞座收口部分尺寸时应特别考虑。

因此,具体采用哪种收口方法,要根(下转第94页)