

基于起竖油缸轴装配方法的研究

原慧敏 李 应 马继勇 徐 妹

(长治清华机械厂, 长治 046012)



摘要: 通过对起竖油缸轴在装配过程中存在问题的分析, 提出了一种改进的装配方法, 并设计了一套装配工装轴。重点分析了工装轴的结构特点和技术难点, 通过强度及受力分析验证了本设计的可靠性。投入使用后, 有效地缩短了维修装配时间, 减少了人力消耗, 提高了起竖油缸轴的装配效率。

关键词: 起竖油缸轴; 装配方法; 受力分析

Research on Erecting Cylinder Shaft Assembly Method

Yuan Huimin Li Ying Ma Jiyong Xu Mei

(ChangZhi Qinghua Machinery Factory, Changzhi 046012)

Abstract: By making an analysis of problem of erecting cylinder axis in the assembly process, this paper proposes an improved assembly method and designs a suit assembly tooling shaft. After the analysis on the structural characteristics and technical difficulties of tooling shaft, the paper verifies the reliability of the design through the analysis of stress and intensity. The practice proves that, the method effectively shortens the assembly time, reduces labor consumption and improves the assembly efficiency of vertical cylinder axis.

Key words: erecting cylinder shaft; assembly method; stress analysis

1 引言

起竖油缸是产品关键部件, 但在装配起竖油缸销轴过程中, 由于起竖油缸安装孔与托座安装孔在装配过程中很难保持直线度, 从而影响起竖油缸与支撑托座之间的装配效率^[1]。经研究分析, 影响起竖油缸装配效率的因素主要包括: 起竖油缸在吊装装配过程中, 位置不易固定, 不能与支撑托座安装孔保持装配所需的同轴度; 起竖油缸与支撑托座安装孔装配安装时可视化程度不高。这些导致起竖油缸与支撑托座整体装配受到影响, 而且装配过程费时、费力, 质量得不到保障, 成为影响整个产品制造过程的“瓶颈”, 因此如何以方便、快捷的方法装配起竖油缸轴成为一个亟待解决的技术问题^[2]。

根据起竖油缸与支撑托座的装配特点设计了一种基于起竖油缸工装轴的装配方法, 改变了安装时可

视化程度不高、位置不易固定、不能与支撑托座安装位置保持装配所需同一轴度的装配现状^[3]。新方法在零件创建辅助配合特征的基础上, 实现起竖油缸与支撑托座具备装配特征, 能有效地解决装配中的技术难题, 从而使装配效果达到方便快捷。

2 研究方向及实施途径

通过对安装环境可视化程度、安装位置、安装操作步骤的剖析可知, 影响起竖油缸轴与支撑托座在装配油缸销轴的关键在于起竖油缸安装孔与托座安装孔的“直线度”上。基于这种设计理念, 经研究计算设计出装配工装轴, 以确保起竖油缸安装孔与托座安装孔始终在同一轴线上, 使得原有孔、轴的装配方法得到创新, 有效地缩短了装配调整时间, 提升了装配质量和装配效率。

作者简介: 原慧敏 (1978-), 特级技师, 院首席技能专家, 机电一体化专业; 研究方向: 精密制造及总装调试。
收稿日期: 2013-12-13

2.1 工装轴试验分析

通过实际工况中遇到的问题设计工装轴，工装轴采用 Q345B 为基材，根据起竖油缸孔的尺寸确定轴的外径为 $\Phi 55\text{mm}$ ，长度为 145mm，表面开 3 个圆槽，外形及尺寸如图 1 所示。3 个圆槽装上 O 型圈使得工装轴沿径向具有拉紧力，保证三部分在受到螺栓拉紧时具有一定的圆度，使得螺栓向外的膨胀力均匀地作用在孔壁上，从而保证了起竖油缸孔与支撑托座的安装孔具有一定的同轴度，提高了孔轴的装配效率。

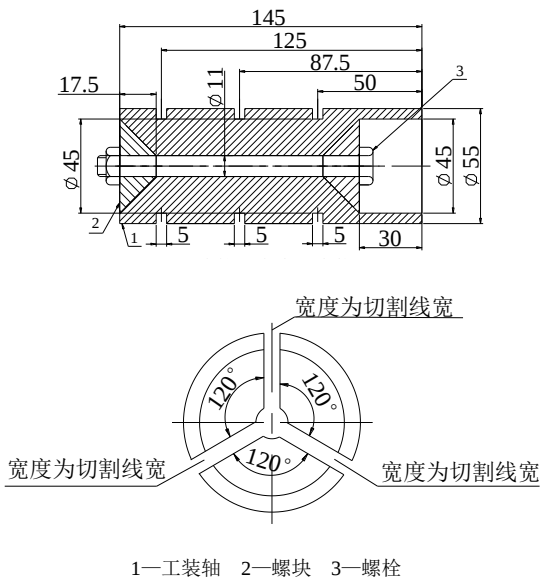


图 1 起竖油缸工装轴尺寸图

经过加工后的零件如图 2 所示，轴孔被切割成三部分，当螺钉紧固时，工装轴受到螺块的拉紧力，工装轴由三个方向向外膨胀，在受到螺栓拉紧及工装轴达到最大膨胀状态时如图 3 所示。



图 2 工装轴零件图



图 3 工装轴装配图

此外，为了使整个工装轴在装配过程中达到装配适用性，首要检查装配环节是否完好，以及密封圈是否在其弹性伸缩范围内。

2.2 定位安装轴定量分析

当工装轴受到螺钉夹紧力时，工装轴受到向外膨胀力的作用，从而使得起竖油缸孔与托座安装孔同轴，最终将安装轴装在起竖油缸孔与托座安装孔内。

预紧力的大小需根据螺栓组受力的大小和连接的工作要求决定。先确定螺栓的预紧力，再将预紧力进行分解，最终确定工装轴沿径向的受力情况。预紧力计算如下：

$$F = K\sigma_s A_s \tag{1}$$

式中： σ_s ——螺栓材料的屈服点，MPa； A_s ——螺栓公称应力截面积， mm^2 ； K ——预紧力矩系数。不同材料的预紧力系数如表 1 所示：

表 1 预紧力系数 K

预紧力系数	碳素钢螺栓	合金钢螺栓
	(0.6~0.7)	(0.5~0.6)

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \tag{2}$$

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6} \tag{3}$$

式中： d_1 ——外螺纹小径，mm； d_2 ——外螺纹中径，mm； d_3 ——螺纹的计算直径，mm； H ——螺纹的原始三角形高度，mm。

根据以上公式可计算得出螺栓 M10 的预紧力、具体螺栓公称应力截面积及螺栓的保证载荷。

表 2 螺栓的保证载荷^[4] ($A_s \times S_p$)

螺纹 直径 d/mm	螺距 P/mm	公称应力 截面积 A_s/mm^2	性能等级			
			5.8 级	8.8 级	10.9 级	12.9 级
粗牙螺纹						
8	1.25	36.6	13900	21200	30400	35500
10	1.5	58	22000	33700	48100	56300
12	1.75	84.3	32000	48900	70000	81800
14	2	115	43700	66700	95500	112000

通过表 2 可以查得：M10mm×1.5mm 螺栓的预紧力为 33.7kN，将螺栓的拉紧力沿螺块方向进行分解，设螺栓受到的拉紧力（即预紧力）为 F ，将 F 沿螺块方向分解为 F_1 和 F_2 即： $F_1 = F_2 = F \cos 45^\circ = 24.16\text{kN}$ ，再将 F_1 、 F_2 沿工装轴外壁进行分解，同时

将 F_1 、 F_2 再沿 45° 方向分解得: $F_3=F_4=17.32\text{kN}$, 即当螺杆受到最大预紧力时, 工装轴作用在起竖油缸孔与支撑托座的安装孔作用力为 17.32N 。工装轴的载荷类型与应力分布如图 4 所示。

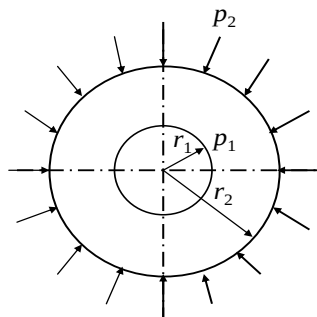


图 4 载荷类型与应力分布示意图

此工件同时受到内压 p_1 和外压 p_2 的作用, 半径为 r 的圆柱面上点的主应力: σ_r ——径向应力; σ_t ——切向应力; σ_z ——轴向应力。

$$\sigma_r = \frac{r_1^2 p_1 - r_2^2 p_2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{r_1^2 r_2^2 p_1 - p_2}{r_2^2 - r_1^2} \times \frac{1}{r^2} \quad (4)$$

$$\sigma_t = \frac{r_1^2 p_1 - r_2^2 p_2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{r_1^2 r_2^2 p_1 - p_2}{r_2^2 - r_1^2} \times \frac{1}{r^2} \quad (5)$$

$$\sigma_z = \frac{r_1^2 p_1 - r_2^2 p_2}{r_2^2 - r_1^2} \quad (6)$$

由于螺块受到螺栓夹紧力, 而螺块受力又为 45° 的斜面, 螺块小径为 $\Phi 11\text{mm}$, 螺块大径为 $\Phi 45\text{mm}$, 此时可根据受力情况近似取得 $r_1=14\text{mm}$, $r_2=27.5\text{mm}$, $p_1=0.68\text{MPa}$, $p_2=0.35\text{MPa}$, 可得: $\sigma_r=-0.68\text{MPa}$, $\sigma_t=0.21\text{MPa}$, $\sigma_z=0.24\text{MPa}$

经上分析, 在螺杆受到拉力的作用下, 把作用力沿径向分解, 通过计算可以得出 σ_r 、 σ_t 、 σ_z 均远远小于其许用应力。完全满足其强度要求, 设计使用要求。

3 工装轴装配技术的实际应用

将工装轴放在起竖油缸与支撑托座安装孔内, 初始装配界面如图 5 所示。当用扳手拧紧螺栓时, 在螺栓拉紧力的作用下, 工装轴向外膨胀, 而膨胀力使得起竖油缸孔与托座支耳孔及两边挡圈具有一定的直线度。而此时将销轴沿着工装轴的膨胀孔放入, 用铜棒沿轴向冲击销轴, 当工装轴受到轴向力时, 沿轴向向另一侧运动, 如图 6 所示, 而此时销轴也按照工装

轴运动方向进入销轴安装孔, 最终使得销轴完全装进托座支耳与油缸安装孔内, 达到了装配要求。



图 5 起竖油缸使用工装轴装配前



图 6 起竖油缸使用工装轴装配后

通过工装轴的设计使得装配效率得到很大的提高, 使用前需要四小时的装配时间, 现在通过使用工装轴, 只需要三分钟的时间, 节约了装配时间。

工装轴使用的优点主要有: 装配位置容易固定; 在空间狭小的装配过程中, 能够使得销轴的装配效率得到一定的提高; 很大程度上提高了销轴的装配效率; 销轴装配配合精度得到改善; 起竖油缸在和托座支耳孔装配时很难保证其同轴度, 在使用工装轴时有效地克服了装配带来的卡滞现象。

4 结束语

本文详细地论述了起竖油缸轴的装配方法——工装轴装配法。并进一步讨论了工装轴的装配特点, 为下一步将工装轴装配方法应用在其它领域打下了基础, 这也是以后研究的一个方向。

参考文献

- 1 张萍, 廖文和, 刘长蔽. 基于装配特征的零件自动装配[J]. 电气技术与自动化, 2004, 33(5): 93~95
- 2 杨玲玲, 胡树根, 王芸. 基准定位的自动装配技术[J]. 轻工机械, 2008(2): 59~62
- 3 沈梅, 何小朝. 基于装配特征的装配建模[J]. 中国机械工程, 2001, 12(9): 1025~1029
- 4 GB/T3098.1—2000 螺栓的保证载荷

