

汽车制动钳活塞 自动压装工艺的改进

□ 柳州五菱汽车工业有限公司/韦振勇 张利

针对一种自动压装制动钳活塞合格率低的问题进行分析，按照“人、机、料、法、环、测”深入分析各环节，找到问题的根源，并提出改进措施，将自动压装制动钳活塞合格率提升至正常水平。

CN100V制动钳总成是某公司为某自主品牌汽车开发的一款制动器零部件。此产品2015年初进入批量供货状态。

自动压装制动钳活塞的工作步骤

自动压装制动钳活塞的工作步骤如下描述（见图1）：

- (1) 制动钳活塞下移，先与防尘罩接触。
- (2) 制动钳活塞上移，同时设备对制动钳体通气将防尘罩吹开。
- (3) 设备压头均匀地蠕动着制动钳活塞，使防尘罩完全包住制动钳活塞。
- (4) 设备自动切换气源，向制动钳体抽真空，同时松开设备压头。
- (5) 真空将制动钳活塞往下吸，设备压头同时向下运动。
- (6) 制动钳活塞装配到位，设备压头自动抬起，并回到初始得位置。

原因分析及改进措施

1. 操作者影响

原因分析：操作者将快速接头插入制动钳体后，疏忽检查快速接头与制动钳体的两者端面是否贴平、无缝隙（见图2、图3）。如装配不到位，影响设备“步骤二”（当对制动钳体充气将防尘罩吹开时，由于快速接

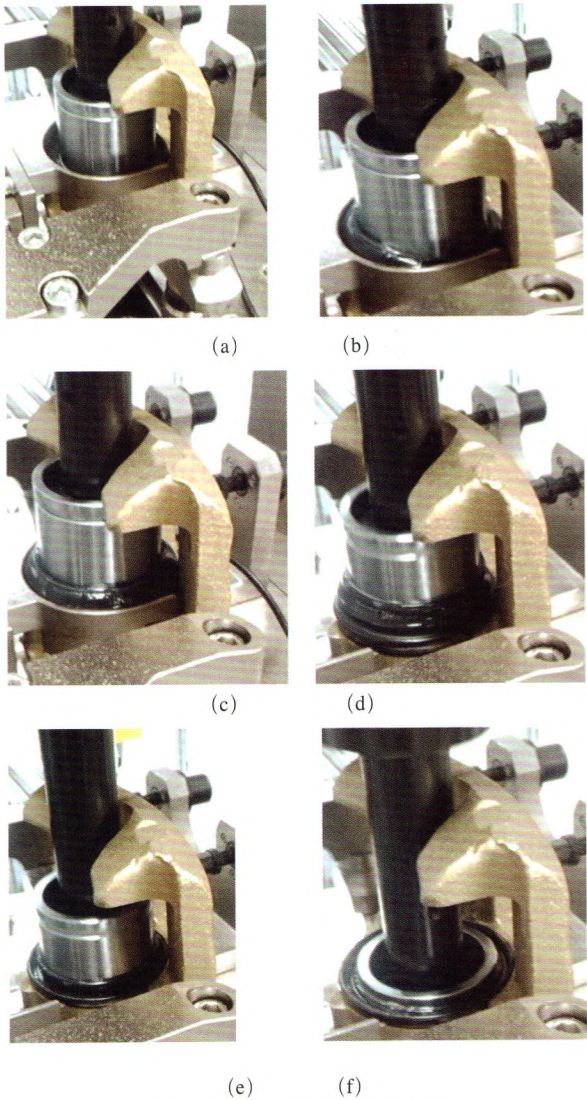


图1 自动压装制动钳活塞工作步骤

头与制动钳体的两者端面存在缝隙，设备处于漏气状态，无法继续下步的工作）。

改进措施：重新培训操作者装配操作的要点:将快速插头插入制动钳体内，目视检查两者的端面必须贴平、无缝隙（见图3）。

快速接头与制动钳体的两者端面必须贴平、无缝隙

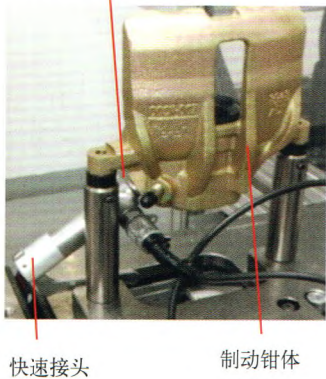


图2 快速接头插入制动钳体

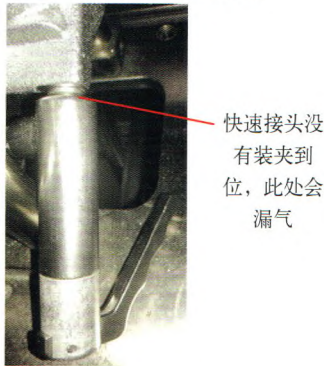


图3 装配操作要点

2. 设备影响

原因分析：每块的定位工装板配置1个快速接头和1根通气管子。通气管子比较柔软、细长，它的两端连接处在使用过程中容易发生不同程度的弯折（见图4）。如通气管子发生严重的弯折将会影响设备向制动钳体充气，无法将防尘罩吹开。在防尘罩未被吹开的情况下，影响设备“步骤五”（制动钳活塞压装力超过工艺要求，设备报警，

无法继续下步的工作）。

改进措施：采用制动软管替代了通气管子，制动软管两端头自带防折弯的保护金属套，防止制动软管在使用过程中发生弯折缺陷，保证设备能顺利向制动钳体充气。经过批量工艺验证没有再出现设备向制动钳体充气不顺畅的缺陷。

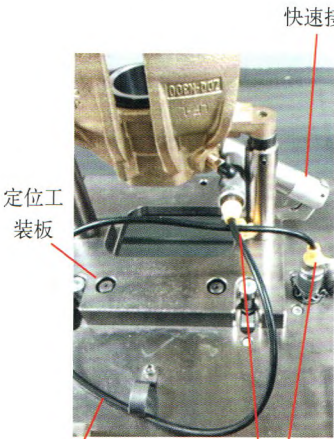


图4 通气管子两端连接处发生弯折

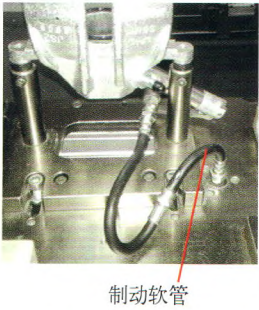


图5 制动软管两端连接处无弯折

3. 零件影响

(1) 防尘罩有破损缺陷

原因分析：设备具备防尘罩破损缺陷的监控，体现在设备参数设置“防尘罩侧漏保压时间”（见图6）。当设备向制动钳体充气时，如存在防尘罩有破损的缺陷（见图7），它的破损处就一直存在漏气现象，造成设备无法保压，超过

“防尘罩侧漏保压时间”设置的时间，设备报警，无法继续下步的工作。

改进措施：通过挑选出合格的防尘罩进行批量工艺验证，制动钳活塞的压装合格率得到大幅提升。

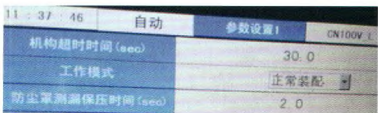


图6 “防尘罩侧漏保压时间”监控



图7 防尘罩破损

(2) 制动钳体与制动钳活塞配合间隙设计不当

原因分析：设备具备制动钳活塞压入力的监控，体现在设备参数设置“压入力检测范围”（见图8）。影响压入力超差因素有：设备的状态、工艺参数设置、零件的（制动钳体、制动钳活塞、密封圈）状态、产品设计方面等等。通过深入逐一分析，主要是制动钳体与制动钳活塞配合最小间隙设计不当（偏小）（见图9），将会影响制动钳活塞下压过程无法充分避让制动钳体的内孔，造成压入力逐渐增大，超过了“压入力检测范围”设置的压入力上线（100N），设备报警，无法继续下步的工作。

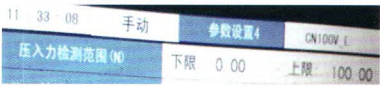


图8 “压入力检测范围”监控

零件	尺寸	最小间隙	最大间隙
制动钳体	内孔直径 Φ54 _{+0.074} -0	+0.03	+0.134
制动钳活塞	外圆直径 Φ54 _{-0.03} -0.06		

图9 两者的配合间隙

改进措施：综合考虑多方面因素（制动钳活塞的尺寸、制动钳体的尺寸、设备压头与定位工装板的位置度、定位工装板的垂直度等等），重新核算制动钳体与制动钳活塞配合最小间隙（配合最小间隙 $\geq 0.05\text{mm}$ ）。最后采取优化制动钳体的内孔直径的公差值（见图10），通过工艺验证批量优化后的压装效果，制动钳活塞的压装合格率得到大幅的提升。

零件	尺寸	最小间隙	最大间隙
制动钳体	内孔直径 Φ54 _{+0.074} -0.03	+0.06	+0.134
制动钳活塞	外圆直径 Φ54 _{-0.03} -0.06		

图10 调整制动钳体内孔直径公差

4. 工艺影响

(1) 密封圈的润滑液使用不当

原因分析：当设备、零件状态都合格前提下，密封圈的润滑性尤为重要。制动钳活塞与密封圈是过盈配合，因密封圈润滑性不好（采用DOT4制动液对密封圈进行装配前预浸润处理），将会增大制动钳活塞下压过程中与密封圈的摩擦阻力。如摩擦阻力超过设备监控制动钳活塞压入力的力值时，设备报警，无法继续下步的工作。

改进措施：改善密封圈的润滑性，通过采用BSF润滑液对密封圈进行装配前预浸润处理。从压装制

动钳活塞合格率效果对比，BSF润滑液更优（见表1）。

表1 改进后两者的配合间隙

验证批次	润滑液	验证数量	压装制动钳活塞一次下线合格率
第一批	DOT4润滑液	300	100%
	BCF润滑液	300	98.6%
第二批	DOT4润滑液	400	100%
	BCF润滑液	400	95.7%
第三批	DOT4润滑液	600	100%
	BCF润滑液	600	97.2%

(2) 吹防尘罩气压值设置不当

原因分析：自动压装活塞过程中，出现设备“步骤二”报警，报警现象是防尘罩脱出制动钳体的防尘罩安装槽。当设备设备、零件状态都合格前提下，影响防尘罩被脱出主要因素是吹防尘罩气压值使用过大。

改进措施：通过调节设备的压力表（见图11），设置不同的吹防尘罩气压值，多次批量跟踪制动钳活塞压装合格率情况，将最佳的参数值固化到标准作业指导书中。

压力表：通过它调节吹防尘罩的气压值

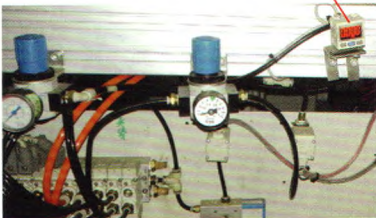


图11 设备的压力表

(3) 制动钳活塞蠕动坐标值设置不当

原因分析：自动压装活塞过程中，出现设备“步骤三”报警，报警现象是防尘罩在蠕动过程中，脱出制动钳体的防尘罩安装槽。当设备设备、零件状态都合格前提下，影响防尘罩脱出主要因素是制动钳活塞蠕动坐标值（X、Y坐标值）设置不当。制动钳活塞蠕动的目的就是使防尘罩均匀完全地包住制动钳活塞，便于后序的自动压装。如防尘罩已脱出制动钳体的防尘罩安装槽，设备报警，无法继续下步的工作。

改进措施：通过设置不同的制动钳活塞蠕动坐标值（见图12），多次批量跟踪制动钳活塞压装合格率情况，将最佳的参数值固化到标准作业指导书中。

X、Y轴蠕动点数量	2
X、Y轴蠕动第一点坐标 (mm)	X 331.000 Y 3.000
X、Y轴蠕动第二点坐标 (mm)	X 339.000 Y 3.000
X、Y轴蠕动第三点坐标 (mm)	X 337.000 Y 1.500
X、Y轴蠕动第四点坐标 (mm)	X 337.000 Y 3.500
X、Y轴蠕动第五点坐标 (mm)	X 334.000 Y 5.900

图12 制动钳活塞蠕动坐标设置值

结论

(1) 从自动压装制动钳活塞合格率的问题过程中可以发现：影响合格率低主要影响因素是零件设计不当、工艺参数设置不合理。作为产品工程师、工艺工程师，这些细节是必须控制和注意的。

(2) 通过此次技术攻关，不断实践、不断总结和积累经验，问题系统分析能力有显著提高；明确了主要的影响因素，完成了产品设计、现场工艺等改进，提升了产品质量，减少现场返工量，节约了返修人力、物力资源，且大大提升了产线的生产效率。 **AUTO1950**