

发动机总成密封试验机设计方法

于成国¹, 崔荧²

1. 连智(大连)智能科技有限公司 辽宁大连 116000

2. 上海天永智能制造股份有限公司 上海 200000

摘要: 动力总成密封性是保证发动机内缸体压力正常并有足够动力输出的基本条件, 随着汽车行业的发展, 对汽车关键部件稳定、快速、保证质量的装配十分重要。发动机上有多处水道、油道, 装配后对其密封性进行检测显得至关重要, 在分析相关技术要求和参数及现场条件的基础上, 阐述一种汽车动力总成密封性测试设备的设计方法及注意事项, 简化了设备机构, 提高了工作效率。

关键词: 动力总成; 密封性测试; 封堵

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.03.005

在汽车制造过程中, 动力总成的密封性测试是确保发动机性能和耐久性的关键环节。密封性试验设备是发动机生产线不可缺少的设备之一, 该设备对于保证动力总成的质量具有重要作用。随着汽车行业的发展, 对零件装配效率、装配质量提出了更高的要求, 需要确保动力总成各部件的密封性能达到设计要求, 并减少泄漏对动力总成的性能影响。

动力总成密封试验设备

1. 设备功能

发动机动力总成密封试验机的基本功能是对装配完成的发动机动力总成的油腔、水腔(有时还有燃油

腔)进行密封试验。设备主要是完成对发动机总成与外界相通的各点的封堵, 泄漏测试由试漏仪完成。发动机总成常见的水道孔有: 水泵管口、节温器进出水口和冷却器进出水口。发动机总成常见的油道孔有加油口、缸盖进排气口、缸体两侧面的进回油口及油标尺寸口。

根据用产品的特点, 发动机总成密封试验机可分为两种类型: 自动和手动。因为发动机总成需要密封的位置分布很广(前后端面、两侧面、顶面), 所以自动式密封试验机采用龙门式结构, 如图1所示。对于手动式密封试验机, 因为有人工参与, 为了不影响节拍, 多分为三个工位来完成: 装封堵工装工位、密封试验工位和拆封堵工装工位, 如图2所示。

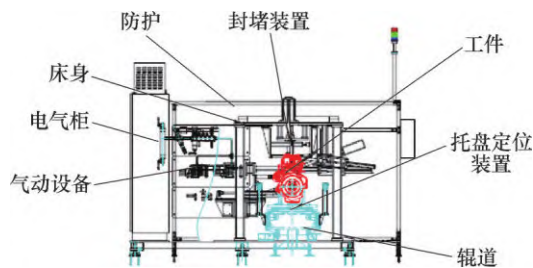


图1 自动式密封试验机

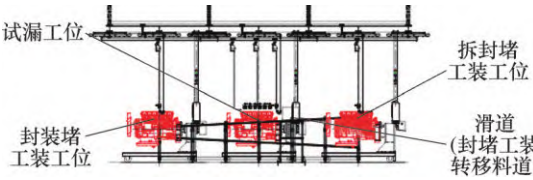


图2 手动式密封试验机

2.设计前的工艺确认

- 1) 了解发动机装配线的工艺流程，明确发动机总成密封试验在工艺流程中的位置，了解此时发动机已经装配了那些外围件等。
- 2) 明确发动机总成密封试验机需要封堵的位置，以及封堵位置的相对位置尺寸和形状尺寸。
- 3) 明确哪些封堵位置是油道，哪些封堵位置是水道，油道和水道各选定一个或是几个通气位置。
- 4) 明确托盘、输送线设计结构。

自动压装机的设计

自动压装设备由基础定位部分和功能部分组成。

- (1) 基础定位部分 包括床身、托盘定位装置。

1) 托盘定位装置是自动机床的基础，因为只有托盘定好位以后，各封堵位置的相对位置尺寸才可以确定，才可以进行后序工作。

2) 床身设计应考虑结构刚性进行，选用合适的板材、型材焊接加工而成。

(2) 功能部分 即封堵装置，封堵装置主要由驱动部分，导向部分和密封垫组成。由于发动机总成密封试验机的试验压力低（通常水道0.5bar，油道0.3bar，1bar=1×10⁵Pa），驱动部分主要采用气缸，导向部分采用直线轴承结构可以满足使用要求，密封垫采用聚胺脂，邵氏硬度取50~60SA。

自动压装机设计注意事项见表1。其封堵力F的计算如下

$$F=F_1+F_2$$

式中 F ——封堵力，单位为N；
 F_1 ——工件腔体内的反作用力，单位为N， $F_1=PS$ （ P 为测试压强， S 为封堵口面积）；
 F_2 ——压缩聚胺脂所需要的力，通常取60~80N。

表1 自动压装机设计点

设计关键点	保证措施	注意事项	错误案例
进气侧和排气侧要分清	先期检查工序图		进气和排气侧密封垫设计反了
封堵垫的外形尺寸相比封堵口外形要留有充足的余量	通常封堵垫外形尺寸要比封堵口外形大5mm以上，对于空间有限的位置也要尽量加大	特别是外围管口要注意它可能的空间范围	发动机外围管位置不准，导致封堵对不上

手动设备的设计

(1) 基础部分 包括标准配置和辅助配置。标准配置主要是选用手动工位常用的一些标准设置。辅助配置是根据需要选择本设备需要的气动工具，电动工具以及悬挂装置等。

(2) 功能部分 封堵工装主要是针对各封堵位置的特性做的一些密封工装。根据发动机常见的封堵位置的形状，可分为如下几类。

1) 进排气面。进排气面的封堵是利用进排气侧的螺钉孔，采用一个封堵板的形式来进行密封，如图3所示。

2) 缸体油口——光口。这种情况下采用胀堵方式封堵油口内孔，如图4所示。

3) 缸体油口——螺纹孔。这种情况下采用螺堵加O形圈的方式封堵油口螺纺孔，如图5所示。

4) 带卡箍的水管口（常见水泵和节温器）。这种情形下有两种密封方式：一种是封堵内孔方式，也叫胀堵方式，同缸体油口——光口；另一种是利用水管

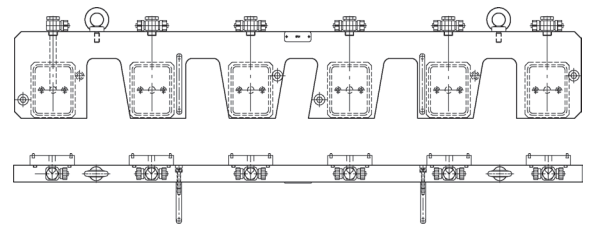


图3 一个封堵板形式

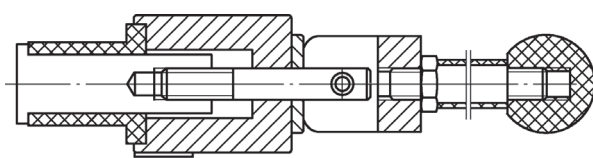


图4 胀堵方式封堵

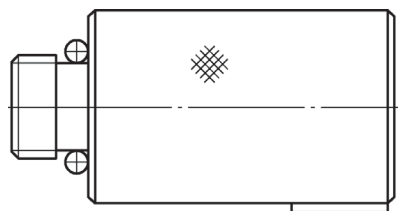


图5 螺堵加O形圈

的卡箍封堵水管端面，如图6所示。

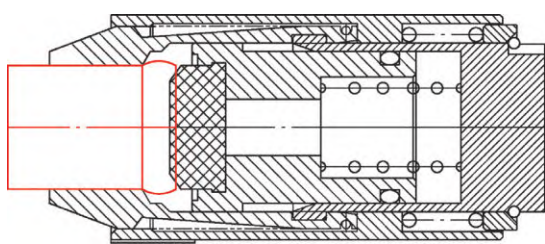


图6 卡箍封堵

5) 直管。这种情形下采用封堵外径的抱紧方式，如图7所示。

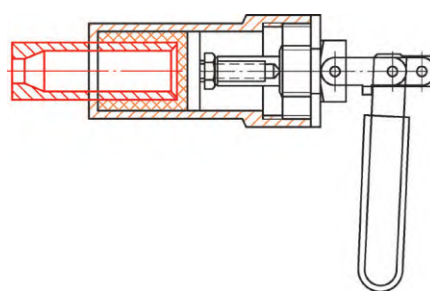


图7 封堵外径

结语

本文基于现场的实际需求，通过大量现场验证总结给出的上述设计思路及方法，实现了自动化作业，提高了自动化程度、装配效率和装配质量，降低了劳动力成本，经济效益和社会效益显著，市场前景广阔。

参考文献:

- [1] 尹源, 黄伟峰, 刘向锋, 等. 机械密封智能化的技术基础和发展趋势[J]. 机械工程学报, 2021, 57 (3): 116-128.
- [2] 宋鹏云. 螺旋槽干气密封端面气膜压力计算方法讨论[J]. 润滑与密封, 2009, 34 (7): 7-9, 17.
- [3] 盛尊详. 非接触式机械密封在轻烃泵上的应用研究[D]. 山东东营: 中国石油大学, 2006. **AUTO1950**

(上接第48页)

探究出现场B/C柱的调整、面差以及间隙，在工装辅助的装配后，人手工调整，可以向理论计算值吻合，平均偏差量小于0.2mm，对现场人员调整极具参考价值。

联合车身尺寸工程师、现场质量工程师、尺寸规划工程师联合评估，一致认定，该模拟数据可作为现场调整指导标准，在表调线体向此数据靠拢，可保证车体一致性良好。此后将此版数据封样，并提供给现场进行使用。并联合各部门召开会议，因门盖尺寸自身受焊接、夹具、来料的变化影响，尺寸存在变化，将此版数据进行定期更新，频次定为1次/月。而且同步到其他项目车型使用，为现场人员调整降低难度，同时节省了现场工时。

结语

利用白光测量数据连贯性的优势，为现场生成一

个最终调整结果的“参考答案”，将现场的以往靠感觉调整符合DTS标准的调整转化为了靠标准调整，摆脱人的主观观点，从定性调整变化为定量调整，使得表调车稳定性更强，对后道输出的车体一致性更高。

目前公司在车体匹配中虚拟匹配得到了初步的应用，致力于利用虚拟匹配工作在量产阶段尽可能发现更过的零件尺寸问题，并且通过虚拟匹配中的优势，如模拟修偏，减少实际零件的整改次数，提高门盖匹配效率，降低项目成本。并且将虚拟匹配推广至干涉问题及异响问题分析中去。

参考文献:

- [1] 吴克坚.机械原理[M].北京: 高等教育出版社, 1997.

AUTO1950