

压力开关低气压试验方法研究

陈长辉, 庞成龙, 李金

(中国特种飞行器研究所, 湖北 荆门 448035)

摘要: 目的 提高压力开关进行低气压试验时的合格率。方法 针对系留气球上使用的压力开关的低气压试验方法进行研究, 分析传统低气压试验方法的缺点, 提出一种新型低气压试验方法。针对两种试验方法, 开展对比试验。结果 按传统低气压试验方法进行试验时压力开关的合格率为40%, 新型低气压试验方法可以将压力开关的试验合格率大幅提高。结论 新型低气压试验方法可以提高压力开关的试验合格率, 新型低气压试验方法可以更客观地反映压力开关的实际工况。

关键词: 系留气球; 压力开关; 低气压试验

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2017.01.010

中图分类号: TJ86 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2017)01-0038-03

Low Pressure Test Method of Pressure Switch

CHEN Chang-hui, PANG Cheng-long, LI Jin

(China Special Vehicle Research Institute, Jingmen 448035, China)

ABSTRACT: **Objective** To improve the qualified rate of pressure switch in low pressure test. **Methods** Low pressure test methods of pressure switches to be used to tethered balloons were researched. Defects of traditional low pressure test methods were analyzed and a new low pressure test method was proposed. Contrast test on two test methods were carried out. **Results** The pass rate of pressure switches was 40% when the test was carried according to the traditional method. The new low pressure test method could improve the pass rate of pressure switches significantly. **Conclusion** The new low pressure test method can improve the pass rate of pressure switches and reflect actual conditions of pressure switches more objectively.

KEY WORDS: tethered balloon; pressure switch; low pressure test

压力开关用于测量气体的压差, 并将压差信号转化为开关信号来控制电路的通断^[1-2]。在系留气球上^[3-4], 压力开关控制球上压力调节执行机构(鼓风机或排气阀)工作, 以维持球体的压力在规定范围内^[5-6]。

压力开关按传统试验方法进行低气压环境试验时, 试验件的合格率低。通过研究发现, 原因是传统低气压试验方法存在缺陷, 导致试验件通过率低。

针对传统低气压试验方法的缺点, 提出了一种新型低气压试验方法。通过两种试验方法的对比试验数据分析, 结果表明, 新型低气压试验方法可以提高压

力开关的试验合格率。

1 压力开关在系留气球上的使用

在系留气球上, 压力开关的低压端与外界大气相通, 压力开关的高压端与球体内气体相通。压力开关通过采集球体内气体与外界大气的压差^[7]来控制球上压力调节执行机构(鼓风机或排气阀)工作。如图1所示, 当压力开关采集的压差大于阈值^[8]时, 则压力开关控制执行机构(排气阀^[9])工作。

收稿日期: 2016-07-18; 修订日期: 2016-08-11

作者简介: 陈长辉(1985—), 男, 江西抚州人, 工程师, 主要研究方向为浮空飞行器压力控制技术研究。

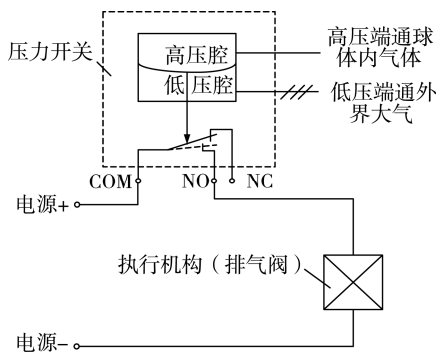


图 1 压力开关控制执行机构工作原理

2 传统低气压试验方法的缺陷

传统的压力开关低气压工作试验方法如下^[10-13]：按图 2 所示连接设备；降低试验箱内空气压力，使之达到规定值；从 0 开始，逐渐增加手摇泵的输出压力，给压力开关加载压力，并用万用表检测压力开关内部电路的通断；当检测到压力开关的内部电路由断路变为通路时，停止手摇泵加压，并记录此时压力显示表上的压力值（ P_1 ）。

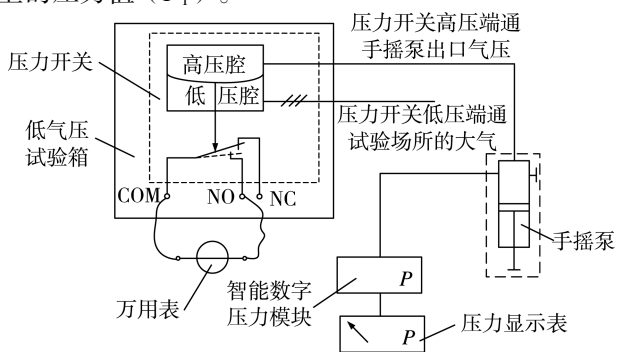


图 2 传统压力开关低气压试验原理

传统试验方法的缺陷为：试验场所内压力开关高压腔及低压腔内气体的工作工况与球体上压力开关不一致。如图 2 所示，在试验场所内，压力开关高压腔及低压腔内气体的工作工况为：压力开关处于低气压试验箱内，压力开关的低压腔与试验场所的大气相通，压力开关的高压腔与手摇泵内气体相通。在球体上，压力开关的高压腔及低压腔内气体的工作工况为：压力开关处于低压大气环境中，压力开关的低压腔与低压大气相通，压力开关的高压腔与球体内气体相通。

传统试验方法的缺陷会造成压力开关的内腔受到极大的压差。在球体上，压力开关高压腔内气体与外界大气的压差为 450 Pa。按传统试验方法，压力开关的高压腔内气体与试验箱内气体的压差为：

$$P_{CYC} = P_{SYB} - P_{SYX} = 36075 \text{ Pa}$$

式中： P_{CYC} 为传统试验方法下高压腔内气体与试验箱内气体的压差，Pa； P_{SYB} 为手摇泵内气体的压力，

Pa； P_{SYX} 为试验箱内空气压力，65.7 kPa。

3 新型低气压试验方法

新型的压力开关低气压工作试验方法如下：按图 3 所示连接设备；试验前，打开截止阀^[14]，使手摇泵的高压腔内气体与低气压试验箱内气体相通；降低试验箱内空气压力，降压过程中，保持截止阀处于开启状态；当试验箱内空气压力降至规定值时，关闭截止阀；从 0 开始，逐渐增加手摇泵的输出压力，给压力开关加载压力，并用万用表检测压力开关的内部电路的通断；当检测到压力开关的内部电路由断路变为通路时，停止手摇泵加压，并记录此时数显压差计上的压力值（ P_1 ）。

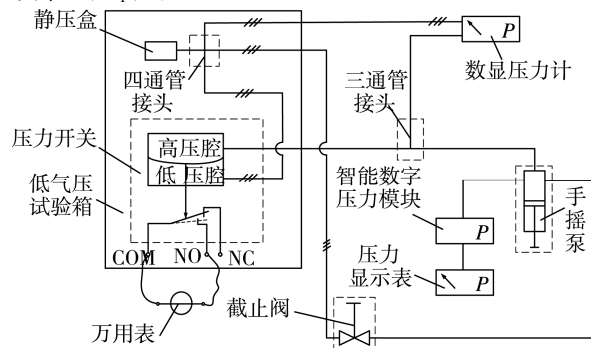


图 3 新型压力开关低气压试验原理

新型试验方法中通过静压盒将低气压试验箱中的低气压空气引入压力开关的低压腔，通过静压盒及开启的截止阀将低气压试验箱中的低气压空气引入手摇泵及压力开关的高压腔。

当关闭截止阀，逐渐增加手摇泵的输出压力，给压力开关加载压力时，压力开关的高压腔及低压腔内气体的工作工况与球体上压力开关的高压腔及低压腔内气体的工作工况一致，避免了传统试验方法的缺陷。

4 试验

以 LF32-05 型压力开关为例，按传统试验方法与新型试验方法进行对比试验。LF32-05 型压力开关的外形如图 4 所示。



图 4 LF32-05 型压力开关

取 10 个 LF32-05 型压力开关按传统试验方法进行低气压工作试验。各个开关的试验前动作点值 (P_{1C}) 及低气压下动作点值 (P_{1D}) 数据见表 1。从表 1 可知,按传统试验方法,压力开关低气压下动作点值与试验前动作点值之间有较大差值。根据压力开关低气压试验的合格判据 ($(P_{1D}-P_{1C}) \leq \pm 5 \text{ Pa}$), 压力开关的试验合格率为 40%。

表 1 按传统试验方法测量的试验数据

试验件	P_{1C}/Pa	P_{1D}/Pa	$P_{1D}-P_{1C}/\text{Pa}$
01#	451	458	7
02#	449	422	-27
03#	450	438	-12
04#	451	456	5
05#	450	454	4
06#	450	460	10
07#	450	446	-4
08#	449	457	8
09#	451	455	4
10#	449	432	-17

取 10 个 LF32-05 型压力开关按新型试验方法进行低气压工作试验,试验件安装如图 5 所示。各个开关的试验前动作点值 (P_{1C}) 及低气压下动作点值 (P_{1D}) 数据见表 2。从表 2 可知,压力开关按新型试验方法,低气压下动作点值与试验前动作点值之间基本一致。根据压力开关低气压试验的合格判据,压力开关的试验合格率为 90%。



图 5 试验件安装

表 2 按新型试验方法测量的试验数据

试验件	P_{1C}/Pa	P_{1D}/Pa	$P_{1D}-P_{1C}/\text{Pa}$
11#	449	448	-1
12#	449	450	1
13#	450	450	0
14#	451	451	0
15#	451	450	-1
16#	450	448	-2
17#	451	450	-1
18#	449	451	2
19#	450	456	6
20#	449	452	3

5 结论

文中在分析传统压力开关低气压试验方法缺陷的基础上,研究了新型压力开关低气压试验方法。通过两种试验方法的对比试验数据分析,结果表明,新型低气压试验方法可以提高压力开关的试验合格率,新型低气压试验方法可以更客观地反映压力开关的实际工况。文中给出的新型试验方法可以推广到差压传感器低气压试验^[15]。

参考文献:

- [1] 梁峭,孙海玮,郭丽娟. 压力开关传感器[J]. 微纳电子技术,2007(7/8): 298—300.
- [2] 刘豪. 压力开关的特点及其类型[J]. 企业导报, 2011(6): 296.
- [3] 曹洁. 国外系留气球的发展与运用[J]. 科技资讯, 2010(9): 6—7.
- [4] 袁红艳. 系留气球备件需求确定方法研究[J]. 装备环境工程, 2015, 12(6): 147—151.
- [5] 张常东, 纪章辉, 陈长辉, 等. 系留气球压力调节系统设计与应用[M]. 北京: 航空工业出版社, 2011: 325—333.
- [6] 刘运学, 郎智明, 钟华, 等. 基于 AVR 单片机的压力控制系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2011(9): 2170—2172.
- [7] 何泽青, 顾逸东, 王生, 等. 系留气球压差与球体应力变化关系研究[J]. 计算机仿真, 2009(2): 96—100.
- [8] 刘俭岐. 介绍一种压力开关设定点误差超差后的调整方法[J]. 计量技术, 2002(9): 54—55.
- [9] 靳卫华, 李志鹏, 秦武, 等. 排气阀的结构特点与运用研究[J]. 给水排水, 2008(7): 112—115.
- [10] 张忠立, 周毅冰, 丁思丝, 等. 一种针对压力开关的新型高效的校准方法[J]. 工业计量, 2013, 23(6): 10—13.
- [11] 蒋庆, 蔡晋辉, 梁国伟. 传感器在压力开关综合测试装置中的运用[J]. 传感技术学报, 2006(3): 658—661.
- [12] 孙海玮, 牛军, 刘宏伟, 等. 复合式压力开关传感器[J]. 仪表技术与传感器, 2005(5): 6—8.
- [13] 阮祥发, 蒋飞. 压力开关自动调整测控系统的研究[J]. 机械工程与自动化, 2005(5): 20—22.
- [14] 姜磊, 赵金洲, 王倩, 等. 超高压平衡式空气截止阀设计特点研究[J]. 船舶, 2014(3): 61—65.
- [15] 胡浩, 钟丽琼, 周潜. 差压传感器技术的现状与发展[J]. 机床与液压, 2013(11): 187—190.