

一种天窗和遮阳帘台架耐久试验方案设计与验证

彭少华

海南海马汽车有限公司 海南 海口 570216

摘要：台架耐久验证是汽车零部件的重要验证项目之一，仅次于道路耐久验证，本文设计了一种汽车电动天窗和电动遮阳帘台架耐久试验方案，该方案通过PLC控制试验过程，并对方案进行了验证。

关键词：PLC；天窗；遮阳帘；耐久试验

1 前言

汽车零部件新品在项目研发阶段需要进行各种验证，其中台架耐久验证是重要验证项目之一，按照汽车产品开发流程，零部件需先通过台架耐久验证后才能装车进入最后阶段的道路耐久验证。近年来，汽车天窗广受年轻人喜爱，尤其是全景天窗，已成为汽车的标配，其使用频率日益升高，天窗开闭系统的可靠性越显重要。

PLC由于其具有丰富功能等特点，在台架试验领域应用广泛。目前主流PLC都有数字量和模拟量输入输出控制功能^[1]，但都需专业编程软件和具有专业技能的人员才能操作，而某型国产PLC由于其采用中文化编程语言而大大降低了使用难度，适合整车和零部件企业自主开发台架耐久试验验证能力。本文以16路开关量控制PLC为例，设计一种汽车电动天窗和电动遮阳帘开闭系统台架耐久试验方案。

2 试验要求

台架试验在汽车零部件的验证过程中，其重要性不言而喻。下表1是某车型天窗和遮阳帘开闭系统的台架试验要求。

表1 天窗和遮阳帘开闭耐久试验要求

序号	项目	要求
1	试验次数	天窗10000次；遮阳帘5000次
2	运行速度	天窗和遮阳帘 ≥ 60mm/s
3	检查频率	试验至50%进度人工检查一次

3 方案设计

3.1 方案原理及设计思路

从天窗和遮阳帘的电气原理图可知，13.5VDC常电输入两个电机的正负极，开和关的两根信号线与高电平短暂接通后，由电机的电路板分别控制两个电机的开闭运行。结合表1的要求，设计的台架耐久试验方案原理简图如图1所示。

此方案以天窗总成成为载体，与天窗和遮阳帘开闭运行相关联的部件，如：天窗电机总成、遮阳帘电机总成、天窗胶条、导轨、帘布等按正常生产工艺装配后，

模拟客户在静止状态下使用天窗和遮阳帘的开闭功能进行台架耐久验证。

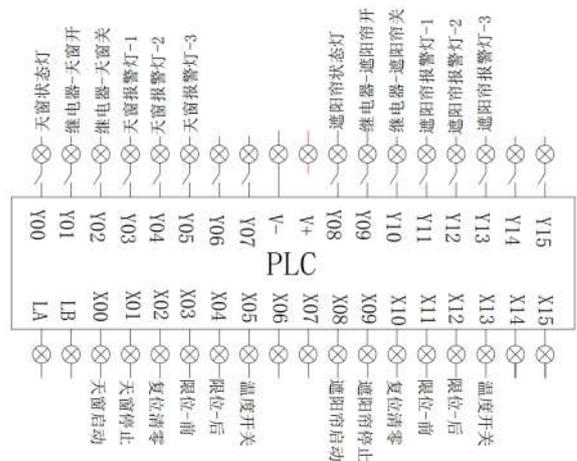


图1 原理简图

在此方案中，安装于天窗侧面前后位置的两个光电开关为一组，检测天窗是否开闭到位，同理，另一组光电开关检测遮阳帘的位置。通过两个一组的位置开关，可分别检测天窗和遮阳帘的开闭速度是否达标，PLC内部统计运行次数。粘贴于天窗和遮阳帘电机表面的温度开关，用于检测电机是否超温^[2]。由于PLC和报警灯的电源为24VDC，不同于天窗和遮阳帘电机的13.5VDC，故开闭的高电平信号需通过中间继电器转化。

3.2 方案硬件配置

方案的主要硬件配置如下表2所示。

表2 主要硬件配置表

名称	型号规格	数量	名称	型号规格	数量
天窗支架	2*1.6*1.5m	1	按钮开关	LA16Y	6
简易PLC	16路	1	保险丝	10A	2
开关电源	24VDC/2A	2	温度开关	70°C，常开	2
继电器	LY2N-J	4	光电开关	LJ18A3	4
指示灯	AD16	8	直流电源	0-24V/30A	1

3.3 方案参数定义

试验方案的PLC输入输出参数定义如下表3所示：

表3 输入输出参数及定义

输入参数定义		输出参数定义	
X00	启动开关-天窗	Y00	状态灯-天窗
X01	停止开关-天窗	Y01	天窗打开
X02	复位清零-天窗	Y02	天窗关闭
X03	限位(天窗-前)	Y03	天窗速度报警
X04	限位(天窗-后)	Y04	中途检查-天窗
X05	温度开关-天窗	Y05	温度报警-天窗
X08	启动开关-遮阳帘	Y08	状态灯-遮阳帘
X09	停止开关-遮阳帘	Y09	遮阳帘打开
X10	复位清零-遮阳帘	Y10	遮阳帘关闭
X11	限位(遮阳帘-前)	Y11	遮阳帘速度报警
X12	限位(遮阳帘-后)	Y12	中途检查-遮阳帘
X13	温度开关-遮阳帘	Y13	温度报警-遮阳帘

注：X06\X07\X14\X15和Y06\Y07\Y14\Y15均为空。

3.4 方案程序设计

在此方案中，试验程序由两部分组成：一是天窗和遮阳帘的试验控制程序，由于天窗和遮阳帘的试验次数不同，故不能设定在同一个试验程序组，分别设定在Z00组和Z01组；二是逻辑控制程序，定义在Z17组，天窗和遮阳帘运行过程中的速度判断等相关逻辑控制功能都设置在此组^[3]。

天窗和遮阳帘的试验控制程序如下表4所示。Z00组按照“打开天窗→运行到最末端→停歇8秒→关闭天窗→运行到最前端→停歇8秒→计数累加1次”过程往复循环。同理，Z01组的运行过程与此类同。

表4 试验控制程序组

步数	第Z00组：上电停止	步数	第Z01组：上电停止
000	输出Y01闭合	000	输出Y09闭合
001	延时01.00秒	001	延时00.30秒
002	输出Y01断开	002	输出Y09断开
003	如果X04闭合->向下	003	如果X12闭合->向下
004	延时08.00秒	004	延时12.00秒
005	输出Y02闭合	005	输出Y10闭合
006	延时00.30秒	006	延时00.30秒
007	输出Y02断开	007	输出Y10断开
008	如果X03闭合->向下	008	如果X11闭合->向下
009	延时08.00秒	009	延时12.00秒
010	计数C00 000000次	010	计数C01 000000次

基于表4设计的试验控制程序，表5的Z17组设计了天窗和遮阳帘的逻辑程序控制程序，包括：Z00组和Z01组试验程序的启停、试验故障的清除与复位、试验次数的清零、电机超温报警、50%试验进度的检查提醒，以及天窗和遮阳帘运行速度的判定等。

表5 逻辑控制程序组

步数	第Z17组：逻辑控制	
000	如果X00上跳	035 如果X08上跳
001	输出Z00运行	036 输出Z01运行
002	如果X01上跳	037 如果X09上跳
003	输出Z00停止	038 输出Z01停止
004	如果X03断开	039 如果X11断开
005	与X04断开	040 与X12断开
006	延时T00 00.00秒	041 延时T03 00.00秒
007	如果T00 ≥ 10.50秒	042 如果T03 ≥ 18.80秒
008	输出Z00停止	043 输出Z01停止
009	输出Y00闭合	044 输出Y08闭合
010	输出Y03闭合	045 输出Y11闭合
011	如果X05闭合	046 如果X13闭合
012	延时T01 00.00秒	047 延时T04 00.00秒
013	如果T01 ≥ 01.00分	048 如果T04 ≥ 01.00分
014	输出Z00停止	049 输出Z01停止
015	输出Y00闭合	050 输出Y08闭合
016	输出Y05闭合	051 输出Y13闭合
017	如果X05下跳	052 如果X13下跳
018	输出Z00运行	053 输出Z01运行
019	输出Y00断开	054 输出Y08断开
020	输出Y05断开	055 输出Y13断开
021	如果C00 = 005000次	056 如果C01 = 002500次
022	输出Z00停止	057 输出Z01停止
023	输出Y04闭合	058 输出Y12闭合
024	计数C00 = 005001次	059 计数C01 = 002501次
025	如果C00 = 010001次	060 如果C01 = 005001次
026	输出Z00停止	061 输出Z01停止
027	输出Y04闭合	062 输出Y12闭合
028	计数C00 = 010000次	063 计数C01 = 005000次
029	如果X02上跳	064 如果X10上跳
030	输出Y00-05断开	065 输出Y08-13断开
031	如果X02闭合	066 如果X10闭合
032	延时T02 00.00秒	067 延时T05 00.00秒
033	如果T02 ≥ 05.00秒	068 如果T05 ≥ 05.00秒
034	计数C00 = 000000次	069 计数C01 = 000000次

说明：天窗运行速度过慢报警值T00 = 630mm÷60mm/s = 10.5s，遮阳帘运行速度过慢报警值T03 = 1130mm÷60mm/s = 18.8s。

4 调试与验证

方案的调试与验证分为两部分，一是试验控制程序Z00组和Z01组的运行调试，二是逻辑程序Z17组的功能验证。

4.1 试验控制程序的调试

将PLC、报警灯和中间继电器线圈接24VDC电源，天窗和遮阳帘电机以及开闭的信号线接13.5VDC可调电源，上电后天窗和遮阳帘的状态指示灯应常亮，再用小段细线将PLC的Y01与V-短接一下，中间继电器应短暂闭合，此时天窗应打开，如果天窗电机无动作或者往关闭方向运行，则是打开与关闭信号线接反，需将Y01和Y02接线对调。待天窗打开到位时，观察X04是否亮灯，若是X03亮灯，则需将X04和X03信号线对调。用同样方法可对遮阳帘电机和限位开关的接线进行调试。

将表4的试验控制程序分别写入PLC的Z00组和Z01组，在PLC上分别启动Z00组和Z01组试验程序，此时天窗和遮阳帘的运行应与正常使用场景相同，互不影响，即按照“打开→停歇→关闭→停歇→打开”往复循环，每循环一次，COO和C01计数累加一次，说明试验程序运行正常。

4.2 逻辑控制程序的功能验证

将表5的逻辑控制程序写入PLC的Z17组，以000-034步为例，按下述方法可验证逻辑控制功能是否正常（035-069步遮阳帘的逻辑控制功能验证方法类同）：

4.2.1 按下“启动”按钮X00，天窗应按照Z00组程序运行；按下“停止”按钮X01，天窗不会立即停止运行，会在打开或者关闭的单个运行结束后停止试验；按住“复位”按钮X02超过5秒，Z00组的010步C00应显示为0，说明000-003步的启停功能和031-034步的清零功能正常。

4.2.2 将Z17组007步的T00数值修改为2，按下“启动”按钮X00，天窗打开，2秒后天窗的状态指示灯Y00和速度报警灯Y03应亮起，Z00组程序停止，说明004-

010步的速度报警功能正常。

4.2.3 将温度开关X05放入一杯接近沸腾的开水中，等待约1分钟后，天窗的状态指示灯Y00和温度报警灯Y05应亮起，将温度开关拿出沸水后，稍等片刻，Y00和Y05将自动断开，程序重新启动，说明011-020步的电机温度报警功能正常。

4.2.4 将表5的021步C00数值修改为5，启动试验程序，运行5次后，天窗试验应自动停止，且Y04亮灯，此时按下“复位”按钮X02，Y04灯应熄灭，再查看Z00程序组的010步C00应显示为005001，说明021-030步的试验进度提醒检查、计数和报警清除功能正常。

4.2.5 若只验证天窗（遮阳帘不验证），仅需将Z17组的035-069步程序删除即可。

经多轮试验，天窗和遮阳帘台架耐久试验方案运行稳定，经济性高、实用性强。

结束语

汽车零部件的台架耐久试验需求数量大，且同样的零部件每个车型又存在不同程度的差异，整车和零部件企业的试验验证人员若能掌握PLC的基本功能，即可自主开发零部件的台架耐久试验能力。

参考文献

- [1]陶丹丹.探究PLC技术在机械电气自动化控制中的应用[J].机械设计,2021,38(10):16-17
- [2]李海帆,衣世涛,于喜海.电动天窗遮阳帘的同步驱动技术[J].汽车零部件,2017(2):52-54.
- [3]汽车全景天窗遮阳帘智能化成套装备国际领先[J].纺织科学研究,2018,0(6):41.