

# SMC IRV手动真空调节阀 低压控制性能考核试验

## SMC IRV Vacuum Regulator Low Pressure Control Performance Assessment Test

摘要：SMC IRV系列手动真空调节阀是一种真空型减压阀，通过外接真空泵可实现对密闭容器内的真空度进行调节和控制。为了考核此真空调节阀的调节范围和控制精度，本文介绍了针对此阀所进行的考核试验。考核试验采用了高精度的电容真空计和数据采集器，考核结果证明此阀的控制稳定性可以达到 $\pm 0.5\%$ ，但并未达到标称的表压-100kPa的真空调节范围。

### 一、背景介绍

在一些机械抓取和密闭腔体的真空压力控制过程中，需要直接采用调节阀实现真空度的精密调节和恒定控制。SMC IRV系列就是一类这种真空调节阀，手动操作调节，标称的真空度调节范围为绝压1.3~100kPa（表压-100~-1.3kPa）。

SMC IRV真空调节阀尽管给出了很多技术指标，但并未提供真空度调节控制的稳定性指标。为此，为了对此调节阀有更深入的了解，本文介绍了对此调节阀所进行的真空度控制稳定性短期考核试验。

### 二、SMC IRV真空调节阀简介

SMC IRV系列手动型真空调节阀如图1所示。

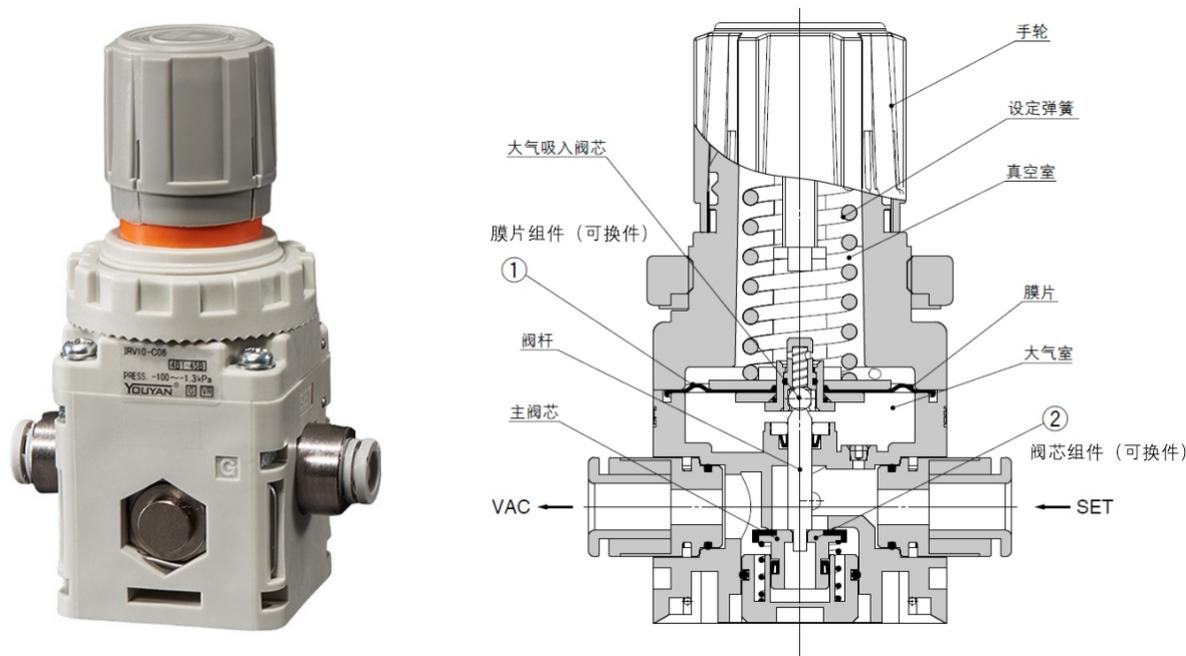


图1 SMC IRV系列手动型真空调节阀

SMC IRV系列真空调节阀的动作原理如下：

当手轮顺时针回转，设定弹簧力使膜片及主阀向下推动，VAC侧和SET侧接通，SET侧的真空度发生改变，向低压方向变化。

然后，SET侧的真空压力通过气路进入真空室，作用在膜片上方，与设定弹簧的压缩力相平衡，则SET侧的真空压力便被恒定。若SET侧的气压比设定值低，设定弹簧力和真空室的SET侧压力失去平衡，膜片被上拉，则主阀芯关闭，大气吸入阀芯开启，大气流入SET侧，当设定弹簧的压缩力与SET侧气压达到平衡时，SET侧真空压力便被恒定。

若SET侧的气压比设定值低，设定弹簧力和真空室SET侧压力失去平衡，膜片被推下，则大气吸入阀芯关闭，主阀芯开启，VAC侧和SET侧接通，SET侧的气压减小，当设定弹簧的压缩力与SET侧气压达到平衡时，SET侧的真空压力便被恒定。

SMC IRV系列调节阀标称的真空度调节范围为绝压1.3~100kPa（表压-100~-1.3kPa）。

### 三、考核试验装置

为了考核SMC IRV系列真空调节阀的性能指标，所搭建的考核试验装置如图2所示，其中主要包括真空泵、真空腔体、电容真空计、高精度数据采集器和计算机。

为了准确测量真空调节范围和控制的稳定性，考核试验装置中的各个部件具有一些特性：

(1) 真空腔体为一密闭腔体，即漏率很低，真空管路只有真空计和调节阀两个接口。

(2) 真空度测量采用了精度较高的薄膜电容真空计，任意真空度下精度为0.25%，真空度测量的量程范围为1~1000Torr。

(3) 为了充分利用电容真空计的测量精度，考核装置配备了安捷伦公司的六位半高精度数据采集器（34972A），并采用配套软件与计算机通讯以实时采集和显示真空度测量曲线。为了同时保证采集精度和速度，采样间隔设置为4s。

(4) 为避免真空泵油对管路和真空调节阀的污染，考核装置特意配备了干泵以保证产生各种污染。

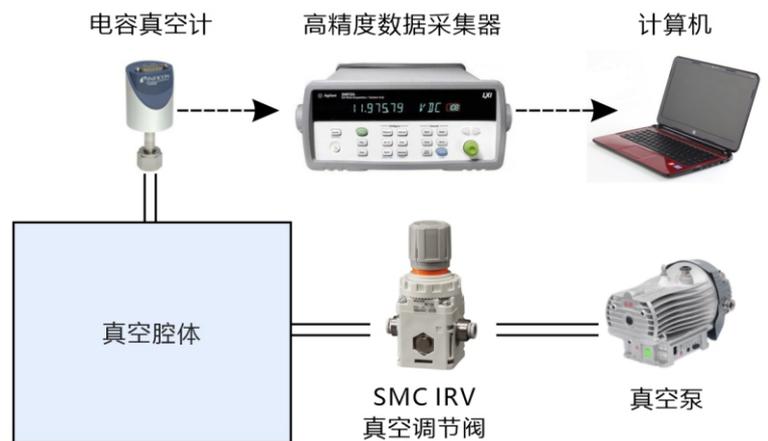


图2 真空度控制稳定性考核试验装置结构示意图

### 四、考核试验结果

整个考核过程是将SMC IRV顺时针从关闭到全开进行多个位置的真空度调节，然后再逆时针从全开到全闭进行多个不同位置的真空度调节。此试验过程得到的真空度变化曲线如图3所示。

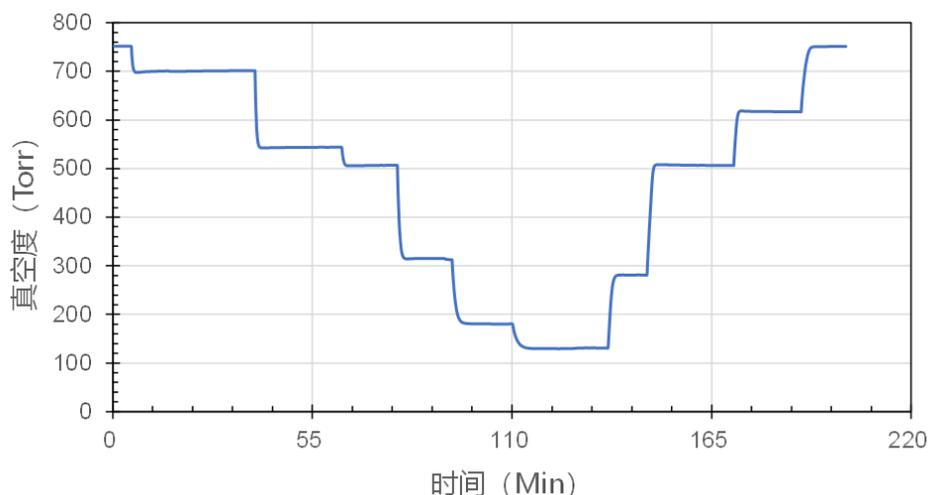


图3 全过程考核试验中的真空度变化曲线

从上述试验结果可以看出，SMC IRV的最高真空度（最低气压）只能控制在130Torr附近，用表压表示就是最高真空度只能达到-84kPa，并未达到-100kPa的标称值。

为了观察SMC IRV调节阀的真空度控制稳定性，将图3采集的真空度曲线进行放大观察，可以清晰看到在每个真空度控制位置的波动性，如图4所示。

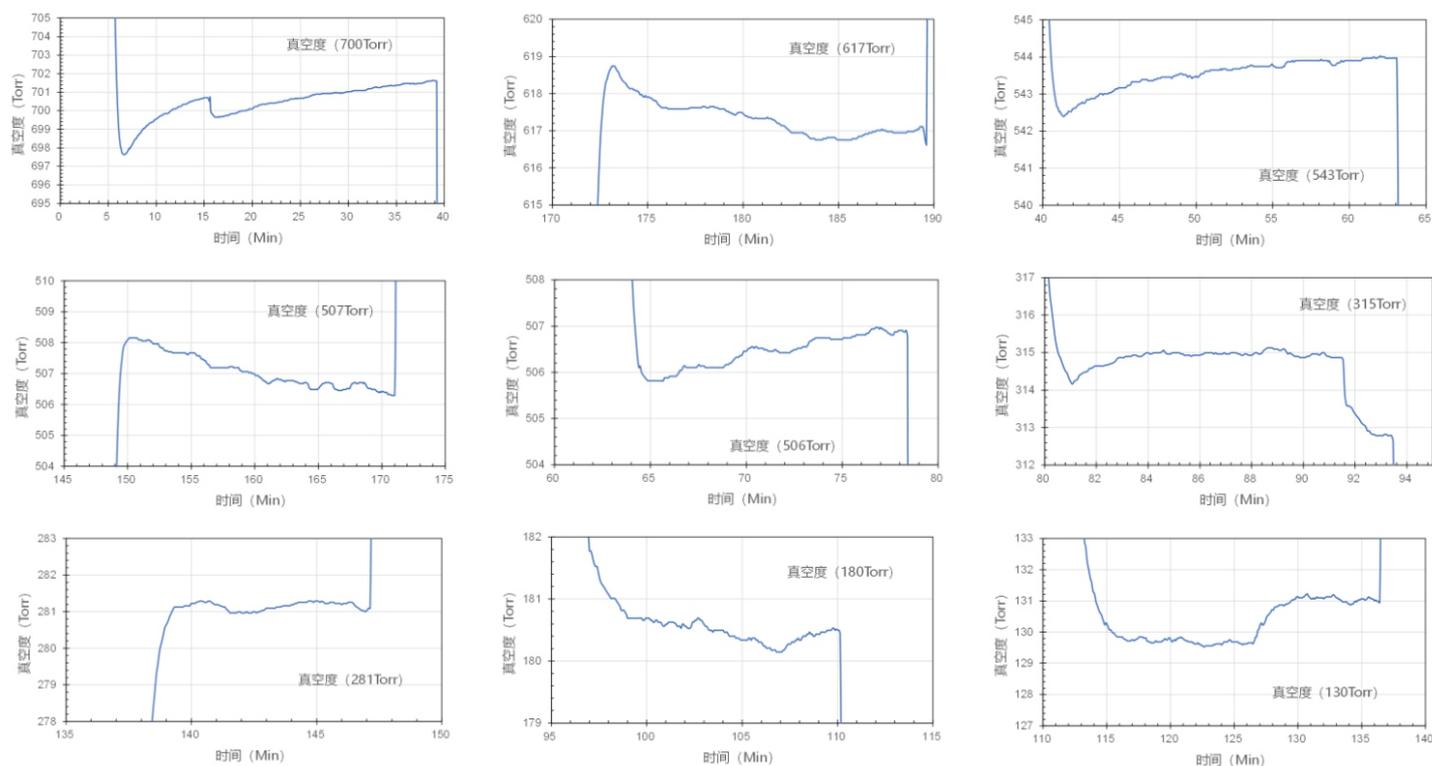


图4 不同手调位置处真空度恒定控制的波动性

## 五、结论

从上述短时间考核试验结果，可以得出以下结论：

- (1) 在全真空度范围内，真空度恒定的波动性优于 $\pm 0.5\%$ 。
- (2) 调节控制时间受真空腔体容积大小的影响，容积越小，真空度达到稳定的速度越快。
- (3) SMC IRV系列真空调节阀并未达到标称技术指标-100kPa，仅为-84kPa。