

变容真空泵抽气速率
(体积流率) 测试方法

UDC 621.521:532
.575.2

GB 6306.1—86

Measurement of pumping speed (volume rate of
flow) of positive—Displacement vacuum pumps

本标准适用于单级极限压力低于100Pa, 并能直接向大气空间排气的变容真空泵 (以下简称泵) 抽气速率 (体积流率) 的测试。

本标准是变容真空泵性能测试方法系列标准之一。

本标准等效采用国际标准ISO 1607/ I —1980《变容真空泵性能测试方法—第一部分: 体积流率 (抽速) 的测试》。

1 名词术语

1.1 抽气速率 (体积流率)

在理想状态下, 单位时间内流经泵口的气体体积。实际应用中, 抽气速率 (S) 定义为, 泵按规定条件运转, 从测试罩流过的气体流量 (q) 与规定位置上的平衡压力 (p) 的比值, 简称抽速。即:

$$S = \frac{q}{p} \quad \text{L/s}$$

1.2 极限压力

泵按规定条件运转, 在不引入气体的测试罩内趋向稳定的最低压力, Pa。

1.3 测试罩

指装在泵口上的具有规定形状和容积的容器。经过计量的测试气体通过它充入泵内, 其上装有微调阀和真空计。

2 测试装置

2.1 测试罩

罩为圆筒形 (图1a)。其内径为 D , 高为 $1.5D$ 。测试气体入口位于罩的轴线上, 并背向泵口, 与法兰平面距离为 D 。真空计 (或规管) 连接管距法兰平面 $0.5D$, 并垂直于罩轴线。

罩的容积 (V_D) 至少应是泵一个压缩周期扫过容积 (V_P) 的五倍。罩与泵口之间需要连接一个长度不超过 $0.5D$ 的异径管接头 (图1b)。不同规格的泵适用的测试罩由表1给出。

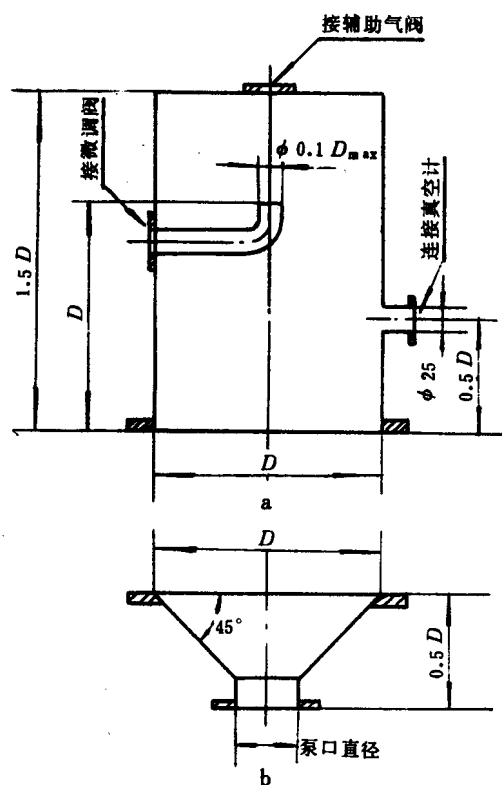


图 1

表 1

编 号	V_P L	V_D L	D mm
1	0 ~ 0.26	1.3	100
2	0.26 ~ 1.1	5.4	160
3	1.1 ~ 4.2	11	250
4	4.2 ~ 17	84	400
5	17 ~ 65	325	630
6	65 ~ 260	1300	1000

2.2 真空计

根据所测压力，选用不同种类和精度的真空计。其校准精度为：压力大于或等于 1 Pa，在 $\pm 5\%$ 以内。

压力低于 1 Pa，在 $\pm 10\%$ 以内。

2.3 流量计

根据所测流量，选用不同种类和规格的流量计。其测试精度为：

流量大于1 W, 在 $\pm 3\%$ 以内;
 流量介于 $1 \sim 10^{-4}$ W之间, 在 $\pm 5\%$ 以内;
 流量小于 10^{-4} W, 在 $\pm 10\%$ 以内。

3 测试条件

测试时应符合以下条件:

- 泵实际转速与额定值之差不大于 $\pm 3\%$;
- 泵液种类和数量应符合设计要求;
- 水冷泵的冷却水流量和温度应符合设计要求;
- 环境温度在 $15 \sim 25^\circ\text{C}$ 之间, 测试期间波动不大于 $\pm 1^\circ\text{C}$;
- 测试气体为室内空气, 相对湿度不大于75%;
- 测气镇泵时, 其掺气量应符合设计要求。

4 测试方法

4.1 原理

采用“定压法”测泵的抽气速率。即在测试流量过程中, 罩内压力保持不变。

4.2 步骤

抽气速率测试装置如图2所示。

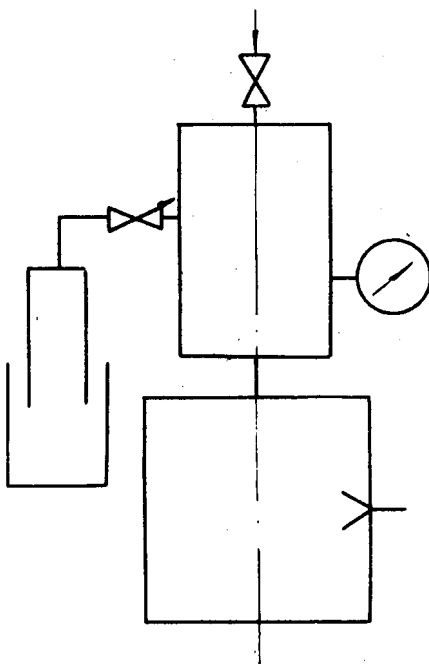


图2 测试装置

关闭微调阀, 开泵运转, 并充分气镇, 待泵温平衡并接近极限压力时, 开启微调阀, 把测试气体放入罩内, 以建立一个设定的平衡压力, 同时测定气体流量。并按1.1的公式计算该压力下的抽气速率。

测试应从略高于极限压力的适当值开始, 直至大气压或适合泵结构特点的其他压力。每个压力数量级内至少测三点, 它们大致是2.5、5和10。若测一次流量时间较长, 压力应重复测量, 并取其平均值。如果最高与最低之差大于平均值10%, 流量和压力都应重新测定。

对于气镇泵, 应在上述测试之后完全打开气镇阀, 待泵温再一次平衡后, 重新测试气镇时的抽气

速率。

5 测试报告

将测试结果填入《真空泵性能测试记录表》和绘成抽气速率-压力曲线图(图3)。表中抽气效率等于泵的实测抽速与几何抽速的百分比。

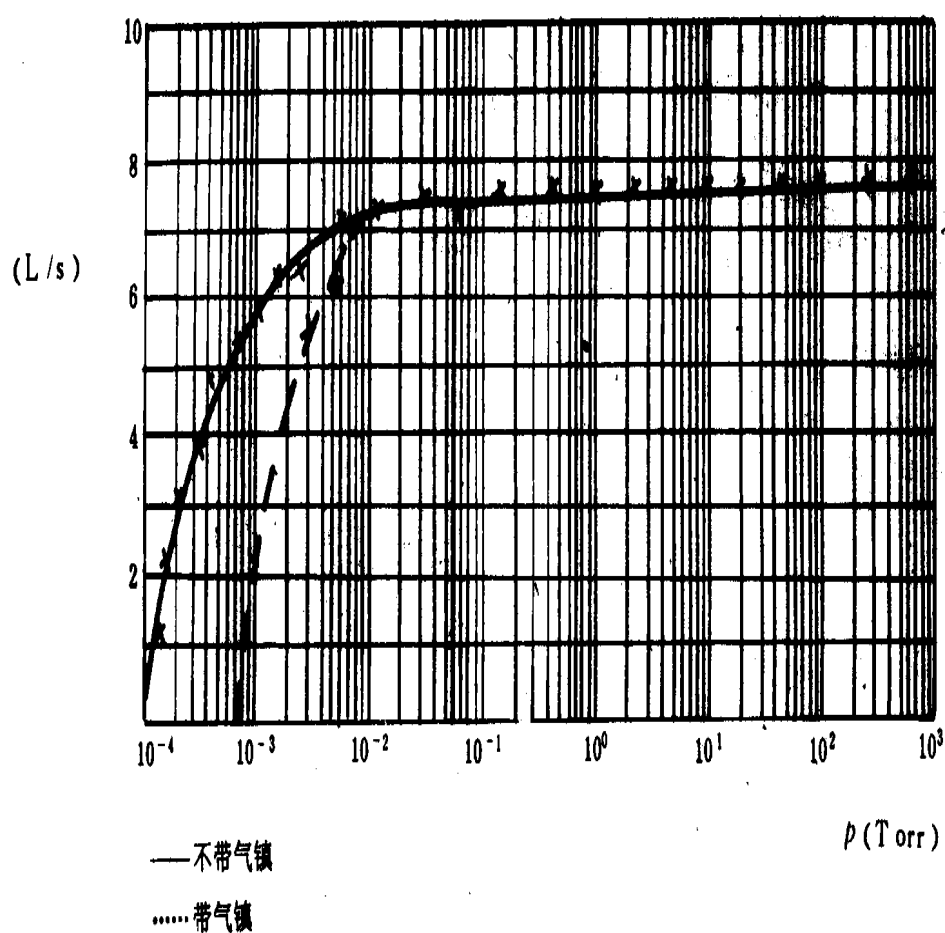


图3 抽气速率-压力曲线

附录 A

真空计和压力测量 (补充件)

A.1 真空计

根据2.2条对真空计精度的规定,应采用下列真空计:

当压力低于 $1.3 \times 10^3 \text{ Pa}$ 时,用标准压缩式真空计;

当压力介于 $5.3 \times 10^3 \sim 5.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ 之间,用油U形管真空计;

当压力介于 $1 \times 10^5 \sim 5.3 \times 10^3 \text{ Pa}$ 之间,用汞单管真空计。

A.2 压缩式真空计

采用的标准压缩式真空计必须具有计量部门签发的有效检定证书。

使用的汞必须具有99.999%的纯度,并经过充分过滤、清洗和真空蒸馏。不使用时,计内应保持真空。

采用纯度不低于99.9%的氮气来提升计内的汞。

真空计与测试罩之间,不准有橡胶管和带真空油脂的玻璃阀门。

若计装有冷阱,测抽气速率时,允许不灌注冷剂。

压缩式真空计采用“无标定标法”。提升汞的速度不得太快,提升结束,至少稳定一分钟,方可读数。

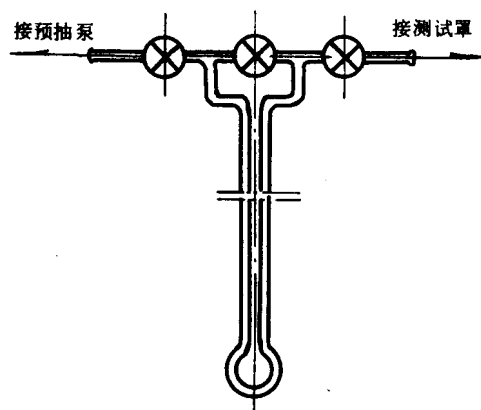
A.3 油U形管真空计

油U形管真空计(见图)应该管径均匀,并具有1 mm的分度标。

测量用油20℃时,蒸汽压低于0.133 Pa,运动粘度低于 $30 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;密度应实际测量。

预抽泵的极限压力应低于0.133 Pa。

使用前,先经过充分去气;测量时,待液柱稳定后方可读数。



油U形管真空计

附 录 B
流量计和流量测试
(参考件)

B.1 根据2.3条对流量测试精度的规定,推荐按下表选用流量计。

型 式	规 格 或 型 号	测 量 范 围	
		W	Torr · L/s
滴管式	φ1.5	$1.2 \times 10^{-4} \sim 1.33 \times 10^{-3}$	$9 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$
	φ5	$1.33 \times 10^{-3} \sim 1.33 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-1}$
	φ15	$1.2 \times 10^{-2} \sim 1.33 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-2} \sim 1$
	φ50	$1.33 \times 10^{-1} \sim 1.6$	1 ~ 12
	φ150	1.2 ~ 14.3	9 ~ 107
玻璃转子式	L Z B - 10	14.7 ~ 45.3	110 ~ 340
	L Z B - 15	42.7 ~ 160	320 ~ 1200
	L Z B - 25	146.7 ~ 453	1 100 ~ 3 400
	L Z B - 40	533.3 ~ 1 600	4 000 ~ 12 000
	L Z B - 50	1 600 ~ 4 530	12 000 ~ 34 000

B.2 滴管式流量计

滴管式流量计的结构如下图所示。测试段长度(从刻线1到2)为200mm。测试段容积的测试精度为±1%。连接微调阀的橡胶管尽量要短而细。油槽截面积应大于180cm²。测试用油20℃时的运动粘度应低于 $30 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$,其密度应实际测量。

滴管式流量计所测流量按下式计算:

$$q = V p_{at} [1 + (V_0 - V) h \cdot \gamma / V p_{at}] / t \quad \text{..... (B1)}$$

式中: q ——所测流量, $\text{Wpa} \cdot \text{L/s}$;

V ——测试段容积, m^3 ;

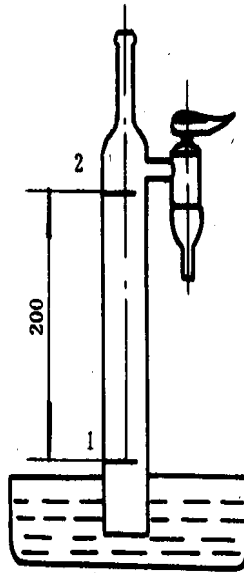
p_{at} ——实测大气压, Pa ;

V_0 ——测试前滴管内从油面至微调阀封口之间的总容积, m^3 ;

h ——油柱升高到刻线2后,与油槽内油面的距离, mm ;

γ ——用油实测密度与 0℃ 汞的密度 (13.59) 之比;

t ——油柱从刻线 1 升到刻线 2 的时间, 规定取 $t = 25 \sim 300 \text{ s}$ 。



滴管式流量计

B.3 玻璃转子流量计

玻璃转子流量计应具有 1.5 级精度, 其所测流量按下式计算:

$$q = Q \cdot p_{at} / 3.6 \times \left(\frac{p_1 \cdot T_2}{p_{at} \cdot T_1} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (B2)$$

式中: q ——所测流量, W;

Q ——流量计视值, m^3/h ;

p_{at} ——实测大气压, Pa;

p_1 ——流量计标定时的大气压力, 取 $p_1 = 101325 \text{ Pa}$;

T_1 ——流量计标定时热力学温度, 取 $T_1 = 293 \text{ K}$;

T_2 ——测试时的热力学温度, K。

附 录 C
型真空泵性能测试记录表
(参考件)

厂		年 月制		编号:			
设计参数	名义抽速	L/s	几何抽速	L/s	抽水蒸汽量	g/h	
	极限分压	Pa	极限全压	Pa	气镇极限分压	Pa	
	气镇极限全压,	Pa	转速	r/min	电机型号	kW	
	重量	kg	噪声级	dB (A)	振动速度	mm/s	
	泵油牌号	L	冷却水量	kg/h	进出水温差	℃	
试验条件	开始室温	℃	结束室温	℃	相对湿度	%	
	大气压	Pa	冷却水量	kg/h	进出水温差	℃	
测 量 值							
极限分压	Pa	极限全压	Pa	气镇极限分压	Pa	气镇极限全压	Pa
最大水蒸汽分压	Pa	抽水蒸汽量	g/h	噪声级	声场		
工作温度	℃	测温部位	mm/s	振动速度	地基		
喷漏油情况描述:							
压力	Pa	流量	Pa·L/s	抽速	L/s	抽气效率	%
						消耗功率	kW
						转速	r/min
测试人员			制表人员			测试日期	年 月 日

附加说明:

本标准由全国真空技术标准化技术委员会提出。

本标准由机械工业部沈阳真空技术研究所起草。

本标准起草人徐光、高峰、张书范。