

中华人民共和国国家标准

GB/T 1149.6—94

内燃机活塞环检验方法

部分代替 GB 1149—82

Internal combustion engines—Piston rings— Inspection measuring principles

本标准等效采用 ISO 6621/2—1984《内燃机活塞环 检测原理》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了气缸直径小于或等于 200 mm 的往复式内燃机活塞环的检验方法。

本标准适用于气缸直径小于或等于 200 mm 的往复式内燃机活塞环。在类似条件下工作的压缩机活塞环也可参照使用。

2 引用标准

- GB 131 机械制图 表面粗糙度代号及其注法
- GB 1031 表面粗糙度 参数及其数值
- GB 3505 表面粗糙度 术语 表面及其参数
- GB 14223 内燃机活塞环 梯形和楔形环

3 检验方法

3.1 通用检验条件

除特殊规定外,所有检验方法均应符合下述通用条件:

- a. 活塞环应以自由状态(即非受力状态)放置在基准面上,不应有附加力施加在活塞环上;
- b. 有些检验是将活塞环置于具有气缸基本直径的环规中,使其处于闭合状态下进行的。当用这种方法检验具有方向性的活塞环时,环的上侧面应朝向基准面;
- c. 检验时,应使用分辨力不超过被测量尺寸公差的 10% 的仪器。

3.2 特性和检验方法

活塞环特性和检验方法见表 1 和表 2 的规定。

表 1 活塞环特性

条款	活塞环特性	代号
3.2.1	活塞环主要特性	
	环高	
3.2.2	a) 平行侧面环	h_1
	b) 梯形环	h_3, a_6
3.2.2	径向厚度	a_1
3.2.3	自由开口尺寸	m, p
3.2.4	闭口间隙	s_1
3.2.5	切向弹力	F_t
3.2.6	径向弹力	F_d

国家技术监督局 1994-12-20 批准

1995-07-01 实施

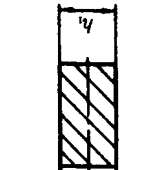

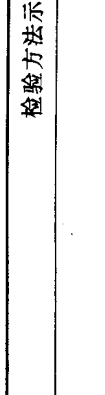
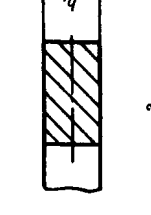
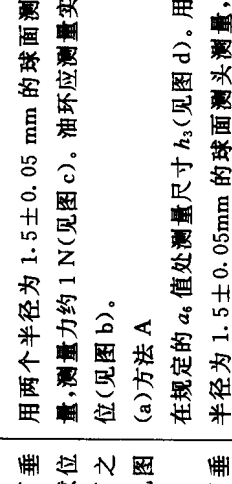
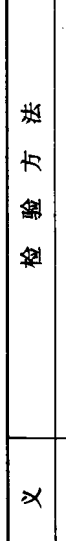
续表 1

条 款	活 塞 环 特 性	代 号
	活塞环形状特性	
3.2.7	椭圆度 ¹⁾	<i>U</i>
3.2.8	开口端内沉量	<i>W</i>
3.2.9	光密封度	—
	活塞环外圆面特性	
3.2.10	外圆面斜度	—
3.2.11	外圆面桶面度	t_2, t_3
3.2.12	刮油边高度	h_4, h_5
3.2.13	刮油边径向偏移度	—
3.2.14	镀层/镶嵌层厚度	—
	活塞环侧面特性	
3.2.15	梯形角	—
3.2.16	偏移角	—
3.2.17	扭曲度	—
3.2.18	平度	T_{ex}, T_{en}
	其它特性	
3.2.19	翘度(开口两端的轴向偏移)	—
3.2.20	挠曲度	—
3.2.21	表面粗糙度	R_a, R_z

采用说明:

1) ISO 6621/2 原文为“椭圆度或圆度”,为防止与形位公差标准中的“圆度”混淆,故称“椭圆度”。

表 2 活塞环检验方法

术 语	定 义	检 验 方 法	检验方法示意图
3.2.1 环高, mm	在与基准面垂直方向, 任意位置处两侧面之间的距离(见图 a 和图 b)。	用两个半径为 1.5 ± 0.05 mm 的球面测头测量, 测量力约 1 N(见图 c)。油环应测量实体部位(见图 b)。	
a. 平行侧面环 h_1	在与基准面垂直方向, 距外圆面 a_6 处两侧面之间的距离(见图 d)。	在规定的 a_6 值处测量尺寸 h_3 (见图 d)。用两个半径为 1.5 ± 0.05 mm 的球面测头测量, 测量力约 1 N(见图 e)。采用平行规代替梯形规校验测量仪器时, 球面测头将引起的误差如下: 对于 6° 梯形环: 0.004 mm 对于 15° 梯形环: 0.026 mm 为了得到正确的梯形测量高度, 应从实测值中减去上述数值。 a_6 值在 GB/T 14223 中规定。	
b. 梯形环 h_3	在规定的 a_6 值处测量尺寸 h_3 (见图 d)。用两个半径为 1.5 ± 0.05 mm 的球面测头测量, 测量力约 1 N(见图 e)。采用平行规代替梯形规校验测量仪器时, 球面测头将引起的误差如下: 对于 6° 梯形环: 0.004 mm 对于 15° 梯形环: 0.026 mm 为了得到正确的梯形测量高度, 应从实测值中减去上述数值。 a_6 值在 GB/T 14223 中规定。	图 e 中, 上测头轴线对 A 轴线的同轴度为 0.002 mm。 (b) 方法 B 在规定的 a_6 值处测量尺寸 h_3 (见图 d)。用平面测头测量, 测量力约 1 N, 环放置在两个锐边圆盘之间, 圆盘间距等于规定的量规高度 h_3 (见图 f)。 h_3 值在 GB/T 14223 中规定	
			
			
			

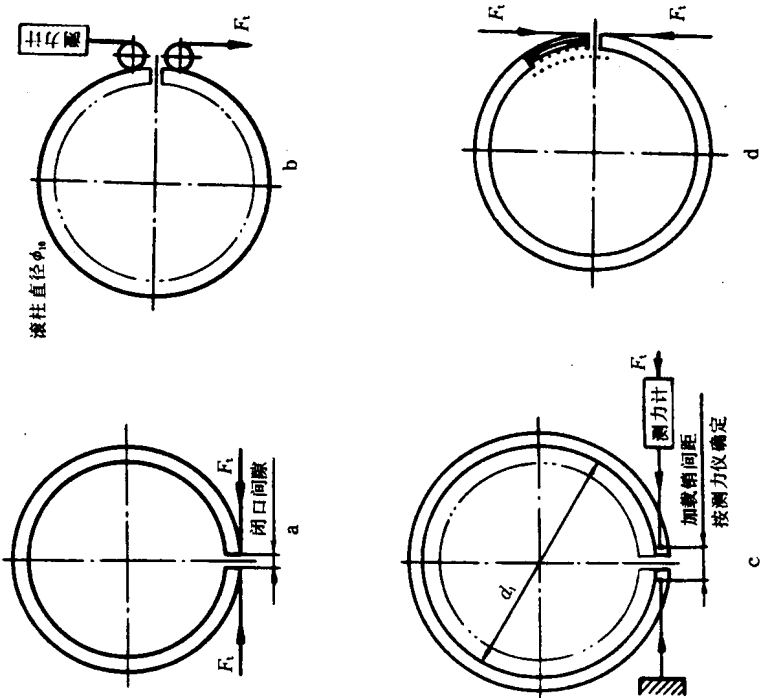
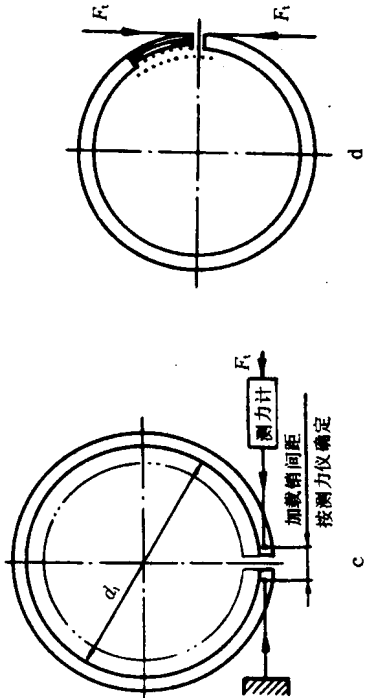
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检验方法示意图
3.2.2 环向厚度 a_1 , mm	环内、外圆之间的径向距离(见图 a)。	(a)用平面测头在外圆面,用半径约 4 mm 的球面测头在内圆面进行径向测量,测量力 3~10 N(见图 b)。 (b)用两个半径约 4 mm 的柱体或滚柱进行径向测量,测量力 3~10 N。 滚柱长度应大于环高(见图 c)。	
3.2.3 自由开口尺由开口尺寸 m 和 p , mm	自由状态(非受力状态)下,环开口两端径向中点的弦距(见图 a)。具有内圆防转定位切口的环,其值按图 b 所示的弦距 p 来确定。	用游标卡尺测量 ¹⁾	
3.2.4 闭口间隙 s_1 , mm	将环放入直径等于气缸基本直径的环规内,环开口两端的狭窄间隙(见图 a)。闭口间隙 s_1 与基本直径 d_1 有关。	用楔形规或厚薄规在内径等于环基本直径的环规中测量,测量力约 1N(见图 a)。环规内径的极限偏差为 $+0.001d_1$ 。 闭口间隙应根据环规内径相对于环基本直径的实际偏差进行修正	

采用说明:

1) ISO 6621/2 原文为“用刻度为 0.25 mm 的钢尺测量”。

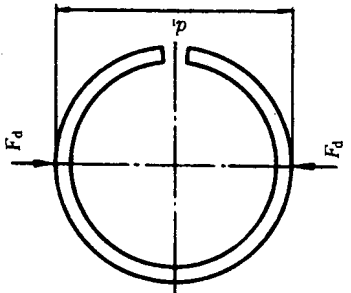
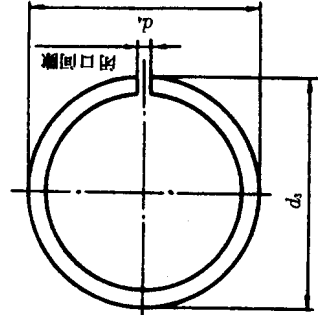
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检验方法示意图
<p>3.2.5 切向弹力 F_t、N</p> <p>a. 整体环</p>	<p>用钢带或铁箍包箍环,在开口端切线方向拉紧,使环保持闭口间隙时所需施加的力(见图 a)。</p>	<p>(a)钢带法(见图 b)用厚度为 0.08~0.10mm 的柔性钢带包箍环,钢带两端各绕在两个相距 20 mm 直径 10 mm 的滚柱上(见图 b)。拉紧钢带使环收缩到开口两端接触,然后再松开到实际测得的闭口间隙值,从精密测力计上读得切向弹力。环的开口端中心应处于两滚柱的对称中心。</p> <p>(b)铁箍法(见图 c)将环放入正确尺寸的铁箍中,使两者开口对准。</p> <p>然后在精密测力仪上对铁箍的加载销加载,直到两个加载销间距为预定距离时,从显示器上读得切向弹力。此时,铁箍的位置使环准确地处于环在气缸内的状态(见图 c)。</p> <p>测量螺旋撑簧油环或弹簧支承在环内圆面上的环时,应使撑簧接口与铸铁环体的开口成 180°。</p> <p>测量钢带组合油环时,活塞环组件放置在一个类似于环槽的托架中,撑簧接口与片环的开口成 180°,两片环的开口应在同一直线上。</p> <p>测量用槽底支撑的波形或其它撑簧的环时,活塞环组件放置在一个类似于环槽的托架中,其槽底直径应等于环将装在其中使用的环槽底直径的平均值。托架槽底直径的极限偏差为 ± 0.02 mm。撑簧接口与铸铁环体的开口成 180°。</p>	 <p>滚柱直径 ϕ_0</p> <p>闭口间隙</p> <p>测力计</p> <p>加载销间距</p> <p>按测力仪确定</p>
<p>b. 组合环</p>	<p>用钢带或铁箍包箍环,在开口端切线方向拉紧,使环保持闭口间隙时所需施加的力,此时环开口端应振动(见图 d)。</p>	<p>将环放入正确尺寸的铁箍中,使两者开口对准。</p> <p>然后在精密测力仪上对铁箍的加载销加载,直到两个加载销间距为预定距离时,从显示器上读得切向弹力。此时,铁箍的位置使环准确地处于环在气缸内的状态(见图 c)。</p> <p>测量螺旋撑簧油环或弹簧支承在环内圆面上的环时,应使撑簧接口与铸铁环体的开口成 180°。</p> <p>测量钢带组合油环时,活塞环组件放置在一个类似于环槽的托架中,撑簧接口与片环的开口成 180°,两片环的开口应在同一直线上。</p> <p>测量用槽底支撑的波形或其它撑簧的环时,活塞环组件放置在一个类似于环槽的托架中,其槽底直径应等于环将装在其中使用的环槽底直径的平均值。托架槽底直径的极限偏差为 ± 0.02 mm。撑簧接口与铸铁环体的开口成 180°。</p>	

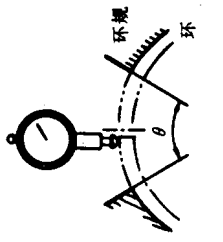
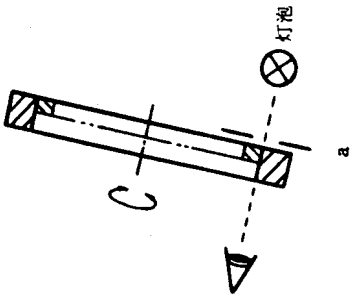
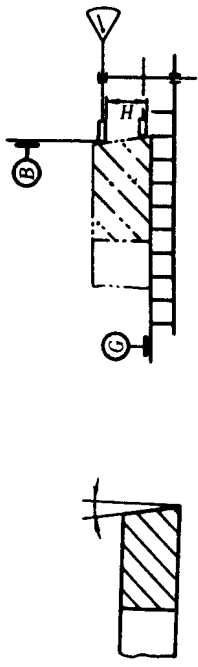
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检验方法示意图
		<p>(a) 钢带法 使用的方法与整体环相同,但是在钢带的加载机构上施加适当的振动,以消除摩擦力(见图 e)。振动的频率 40~50 Hz 振幅为 0.15 mm。</p> <p>(b) 铁箍法 使用的方法与整体环相同,但是在铁箍的加载机构上施加适当的振动,以消除全部摩擦力(见图 f)。</p> <p>注:① 测量切向弹力前,活塞环必须除去油污并稍微涂上薄层机油。 ② 建议在测量闭口间隙后,立即测量切向弹力。 ③ 为了提高测量的一致性,特别是对于经过氧化或磷化处理的螺旋撑簧油环,允许前后转动撑簧,使测量前其表面光滑。 ④ 切向弹力测量的复现性过去是不高的,但目前的测量仪采用钢带或铁箍法,可使其总的复现性达到 6.5% 的等级。 建议供需双方针对不同的仪器、场所和操作者商定一个适当的系数</p>	

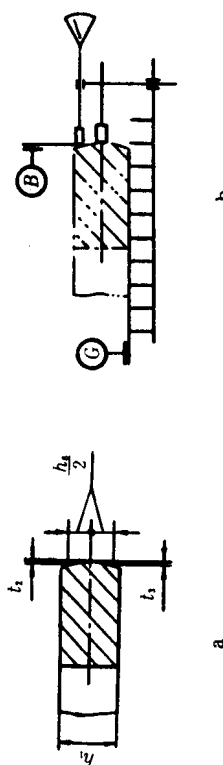
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检 验 方 法 示 意 图
<p>3.2.6 径 向 弹 力 F_d, N 注:此方法仅用于整体环</p>	<p>在与开口成 90° 的直径方向上加载,使活塞环保持其基本直径状态所需要施加的力(见图 a)。</p>	<p>在专门测量径向弹力的仪器上测量,该仪器应有能使活塞环闭合的平板(见图 a)。</p>	
<p>3.2.7 圆 度 U, mm 注:此方法仅用于整体环</p>	<p>用柔性钢带包箍环到闭口间隙时,二个相互垂直的直径 d_3 和 d_4 的差值,该值可能是正值 ($d_3 > d_4$),亦可能是负值 ($d_3 < d_4$)(见图 a)。</p>	<p>测量时将活塞环放在厚度为 $0.08 \sim 0.10$ mm 的柔性钢带中拉紧,使环处于实际的闭口间隙,用直径测量装置测量,测量力小于或等于 1N(见图 a)。 也可将活塞环闭合在钢带中,然后用平板夹紧活塞环,再取下钢带,测量直径 d_3 和 d_4。 注:用平板夹紧的方法不适用于开槽的油环。</p>	

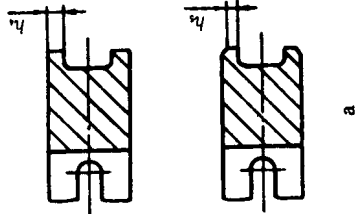
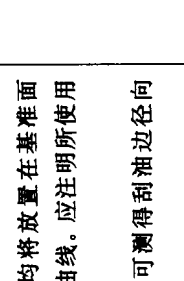
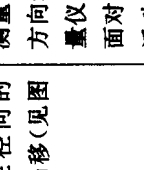
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检 验 方 法 示 意 图
3.2.8 开口端内沉量 W , mm	将活塞环放在气缸基本直径的环规内, 开口端的理论圆周的偏移值(见图 a)	将活塞环放在气缸基本直径的开口有测量角 θ 的球环规中(见图 a), 用半径为 1.5 ± 0.05 mm 的球面测头测量, 测量力约为 1N。供需双方应协商决定测量角 θ 。它通常与气口角度有关。 检验用环规的极限偏差为: θ 角: $\pm 1^\circ$ 直径: $^{+0.0014}_0$ 圆度: $0.0001d_1, \max$	 <p style="text-align: center;">a</p>
3.2.9 光密封度(活塞环外圆密封环周长的百分率)	将活塞环放在气缸基本直径的环规内, 其外圆面阻止光线通过的能力(见图 a)。模糊光线点状、模糊光线仍视作为密封光线。	用配备适当光源的量具测量环规内环外圆面处阻止光线通过的百分率(见图 a)。允许在环规中转动活塞环, 以便消除环外圆面的任何轻微表面粗糙。检验和测量不应放大, 使用正常视力的肉眼检测, 特殊规定除外。重要的是防止视觉的误差, 并防止观察者受到漫射光的影响。 活塞环后面的光照度要高于环境条件 $400 \sim 1500lx$ 。 检验用环规的极限偏差为: 直径: $^{+0.0014}_0$ 圆度: $0.0001d_1, \max$	 <p style="text-align: center;">a</p>
3.2.10 外圆面斜度, μm 或 $(^\circ)$	斜度是外圆面素线与垂直于基准面的直线之间设计要求的偏移值(见图 a)。	(a)方法 A 用平面测头在环背处垂直于基准面的平面内测量, 测量力约 1N(见图 b)。记录的测量结果是, 活塞环外圆面上接近上和下侧面, 相距 H 的两点之间的半径尺寸差。间距 H 约为环总高度的 $2/3$, 记录的结果可转换成以“ 0° ”或“ $^\circ$ ”表示的斜角。 图 b 中, 固定测头端面对 G 面的垂直度为 0.002 mm, 固定测头端面对活测头端面 B 的平行度为 0.001 mm, B 面对 G 面垂直度为 0.002 mm。	 <p style="text-align: center;">a b</p>

续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检 验 方 法 示 意 图
<p>3.2.11 外 圆面桶面 度 t_2 和 t_3, mm</p>	<p>桶面度是环外圆面素线对垂直于基准面素线之间设计要求的凸出的偏移值(见图 a)。</p>	<p>(b)方法 B 将环放置在基准面上,在环背处用轮廓仪测量垂直于基准面方向环外圆面的轮廓,并记录曲线。应注明所使用的放大倍数。 注:上述方法可用于测量非设计要求的斜度,这种斜度可能存在于名义上的柱面矩形环</p>	
	<p>(a)方法 A 用平面测头在环背处垂直于基准面的平面内测量,测量力约 1N(见图 b)。记录的结果是,活塞环外圆面上两点(一点是桶面最高点,接近环高中心线,另一点是与中心线相距 $h_0/2$ 处)之间的半径尺寸差。 图 b 中,固定测头端面对 G 面垂直度为 0.002mm,固定测头端面对活动测头端面的平行度为 0.001mm。B 面对 G 面垂直度为 0.002mm。 (b)方法 B 将环放置在基准面上,在环背处用轮廓仪测量垂直于基准面方向环外圆面的轮廓,并记录曲线。应注明使用的放大倍数(推荐的垂直与水平方向放大倍数比值为 10 或 25)。 注:上述方法可用于测量非设计要求的桶面度,这种桶面度可能存在于名义上的柱面矩形环</p>		

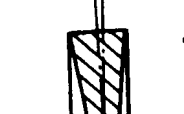
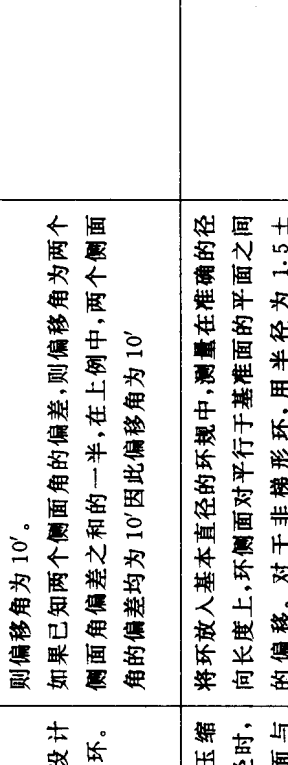
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检 验 方 法 示 意 图
3.2.12 刮油边高度 h_4, h_5, mm	刮油边高度是理论上与气缸壁接触的环岸高度(见图 a)。	(a)方法 A 对于所有的刮油边形状(锐边、倒角或倒圆)使用显微镜或投影仪测量,仅在刮油边的圆柱表面测量(见图 b)。 (b)方法 B 对于所有的刮油边形状,均将放置在基准面上,用轮廓仪测量,并记录曲线。应注明所使用的放大倍数。 注:在环背处测量时,同时可测得刮油边径向偏移度(见第 3.2.13)	
3.2.13 刮油边径向偏移度, mm	开槽或钻孔的油环,其两个外圆面在径向的相对偏移(见图 a)。	(a)方法 A 用平面测头在环背处垂直于基准面的平面内测量(见图 a),测量力约为 1N。在作用力 F 的方向和位置上(见图 b)对环加力,使其紧靠测头,作用力 F 为 3~5N。图 b 中,固定测头端面对 G 面垂直度为 0.002mm,固定测头端面对活动测头端面 B 的平行度为 0.001mm。 B 面对 G 面垂直度为 0.002mm。 (b)方法 B 参见第 3.2.12 条中的方法 B	
3.2.14 镀层/镶嵌层厚度, mm	镀层/镶嵌层的外圆面与活塞环基体材料之间的距离(见图 a)。	在镀层高度的中间部位用已校准的电感式厚度测量仪进行无损测量。校准是用与被测活塞环相同尺寸、相同材料的标准环进行。规定的测量点在环背和离开开口两端各 15mm 处	

续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检验方法示意图
3.2.15 梯形角, (°)	活塞环两侧面夹角(见图 a), 或两个侧面角之和, 即夹角。	<p>(a)方法 A 用半径为 $1.5 \pm 0.05\text{mm}$ 的球面测头, 在环背处准确的半径方向上测量已知距离的两点处环高的差, 测量力约 1N。然后以两个侧面角之和计算出梯形角(见图 b)。</p> <p>(b)方法 B 用两个形成支承刃的测头系统, 在环背处准确的半径方向上测量环高的差, 每个测头的测量力约 1N。然后以两个侧面角之和计算出梯形角(见图 c)。</p> <p>(c)方法 C 和 D 两个方法均使用一个测头, 测头在环背处沿准确的半径方向移动已知距离。球面测头的半径为 $1.5 \pm 0.05\text{mm}$, 测量力约 1N。活塞环放置在基准平板上, 该平板具有定位, 以确保测量线位于准确的半径方向上(见图 e)。</p> <p>方法 C 基准面平板倾斜一个角度, 该角等于环的基本侧面角。因此, 测头运动轴线名义上平行于环的侧面。</p> <p>方法 D 测头测量到侧面偏离平行线的任何偏差, 以计算实际的侧面角偏差, 从而确定实际的侧面角。</p> <p>测量环的两侧面, 两侧面角之和等于梯形角(见图 d)。</p> <p>方法 E 基准面平板与测头运动轴线平行, 环侧面与基准面成一角度, 该角等于环的侧面角。测头在侧面上的整个运动所描述的角度等效于侧面角。然后可以直接计算出侧面角。测量环的侧面, 两侧面角之和等于梯形角。</p>	

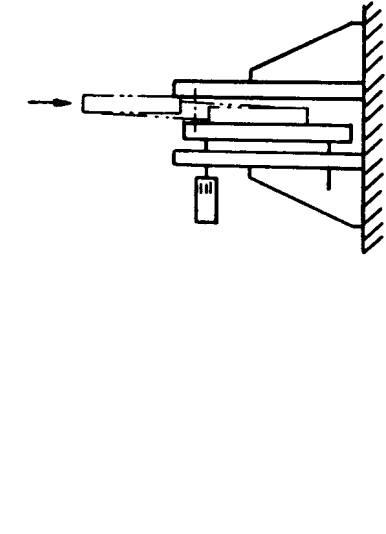
续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检 验 方 法 示 意 图
3. 2. 16 偏移角(°)	<p>梯形角等分线 与基准面平行 性的非设计要 求的偏差(见图 a)。 不适用于设计 要求扭曲的环。</p>	<p>测量方法与测量梯形角所述方法相同,参见第3.2.15条。如已测量出每个侧面角,偏移角就是两个侧面角之差的一半,例如,15°梯形角的环,如果一个侧面角为7°40',另一个为7°20',则偏移角为10'。 如果已知两个侧面角的偏差,则偏移角为两个侧面角偏差之和的一半,在上例中,两个侧面角的偏差均为10'因此偏移角为10'</p>	 <p style="text-align: center;">a</p>
3. 2. 17 扭曲度 mm	<p>将活塞环压缩到基本直径时,活塞环剖面与基准面之间设计要求的扭曲偏移(对称剖面环,如内或外切台或倒角的环而言)(见图a)。</p>	<p>将环放入基本直径的环境中,测量在准确的径向长度上,环侧面对平行于基准面的平面之间的偏移。对于非梯形环,用半径为1.5±0.05mm的球面测头在环背处与倒角或切台相对的侧面上测量(见图b和图c),测量力约1N。 梯形环的扭曲度是指自由状态下和放入环规后在环背处测得的下侧面角的差值。 注:扭曲度是在2mm或最小值为有效径向厚度的60%的计量长度上,测量与基准面的直线距离偏移。参见第3.2.15条梯形角的测量</p>	 <p style="text-align: center;">a</p> <p style="text-align: center;">b</p> <p style="text-align: center;">c</p>

续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检验方法示意图
3.2.18 平面度 T_a, T_a' mm	活塞环两侧面平行与基准面平行度的非设计要求的偏差,即扭曲或螺旋形的环(见图 a 和图 c)。 注: 不适用于第 3.2.17 条中所述的设计要求的扭曲环。	(a) 径向平面度 用半径为 $1.5 \pm 0.05\text{mm}$ 的球面测头在环的侧面加载点中间整个径向厚度上测量(见图 b 和图 e), 测量力约 1N。四个差值中的最大值即为径向平面度。 (b) 周向平面度 用半径为 $1.5 \pm 0.05\text{mm}$ 的球面测头在环的侧面加载点中间处环径向厚度中点测量(见图 d 和图 e), 测量力约 1N 其最大和最小偏差的差值即为周向平面度。 活塞环的加载: 测量前, 在五个加载点对环加载, 五个加载点是: 开口两端各一个, 其余在 90° 、 180° 和 270° 处各一个。对于油环, 其加载点和测量点应在最邻近的实体部位。每个加载点上施加如下负载: 直径小于 80mm 的环: 2.5N; 直径大于或等于 80mm 的环: 5.0N	
3.2.19 翘度(开口两端的轴向偏移), mm	开口两端垂直于基准面方向的位移(见图 a)。	对已与基准面接触的一端施加约 10N 的力或将其夹住, 用测量显微镜或放大仪测量邻近一端的位移。加载装置或夹持器应限制在与相应开口端成 15° 的弧内	

续表 2

术 语	定 义	检 验 方 法	检 验 方 法 示 意 图
3.2.20 挠 曲 度, mm	自由状态下的活塞环与平行于基准面的平面之间的关系。	清洁而干燥的活塞环,应能在其自身重量作用下通过两个垂直的平板之间自由下落(见图 a)。 平板间距应等于环高的最大极限尺寸加上下列挠曲度公差值: 环直径 d_1 $d_1 < 100$ 挠曲度公差 0.050 $100 \leq d_1 < 125$ 0.075 $d_1 > 125$ 0.100 注:环高小于或等于 1.5mm 时,公差再增大 0.025mm。 平板:	
3.2.21 表面粗糙度参数 R_a 值和 R_z 值, μm	按 GB 3505 规定 ¹⁾ 。	尺寸:大于或等于自由状态下环的最大直径 平面度:±0.002 5 mm 表面粗糙度 R_a 为 0.25 μm 平板间距的极限偏差:±0 ⁰¹ .1mm	根据 GB 1031 使用任何适合的轮廓仪测量 ¹⁾ 。 注:图样上的标记按 GB 131 规定 ²⁾ 。

采用说明:

1) ISO 6621/2 原文中标准编号均为“ISO 468”。

2) ISO 6621/2 原文中标准编号为“ISO 1302”。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国内燃机标准化技术委员会归口。

本标准由机械工业部上海内燃机研究所负责起草。

本标准主要起草人薛景渊。