

中华人民共和国国家标准

内燃机活塞环 技术要求

Internal combustion engines—Piston rings
—Quality requirements

GB/T 1149.4—94

部分代替 GB 1149—82

本标准等效采用 ISO 6621/3—1983《内燃机活塞环 材料规格》和 ISO 6621/5—1988《内燃机活塞环 质量要求》。

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 200mm 的往复式内燃机活塞环的表面缺陷、材料和其它通用技术要求。

本标准适用于气缸直径小于或等于 200mm 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 230 金属洛氏硬度试验方法
- GB/T 1149.1 内燃机活塞环 通用规则
- GB/T 1149.2 内燃机活塞环 术语
- GB/T 1149.3 内燃机活塞环 刮环
- GB/T 1149.5 内燃机活塞环 油环
- GB/T 1149.6 内燃机活塞环 检验方法
- GB/T 1149.7 内燃机活塞环 螺旋撑簧油环
- GB/T 14222 内燃机活塞环 矩形环
- GB/T 14223 内燃机活塞环 梯形环和楔形环

3 术语

本标准所使用的术语按 GB/T 1149.2 的规定。

4 表面缺陷

4.1 总则

表面缺陷分为两大类,分别在第 4.2~4.5 条中叙述。

第一类是铸造缺陷,包括疏松、气孔、砂眼等。

第二类是环在机加工或输送中出现的机械损伤缺陷,包括擦伤、压痕、剥落、毛刺和裂纹。

检验这些缺陷,通常不需放大,由视力正常的检验人员(需要时可校正视力)观察进行。

精确检验每片环的缺陷尺寸和分布是不可能的,表中和文中的规定值用作一般指导。但是,在有争议时,规定值将作为判别活塞环质量的依据。

4.2 疏松、气孔和砂眼

在无镀层的表面和棱边存在的这类缺陷应符合表 1 规定的尺寸、数量和间距。

表 1 疏松、气孔和砂眼的尺寸、数量和间距的允许值

mm

基本直径 d_1	缺陷最大尺寸				同一片环上的 数量(最多)	最小间距
	外圆面	其它表面	外圆面棱边	其它棱边		
$30 \leq d_1 < 60$	0.1	0.3	0.1	0.1	2	4
$60 \leq d_1 < 100$	0.15	0.5	0.1	0.2	4	4
$100 \leq d_1 < 150$	0.2	0.5	0.1	0.3	6	8
$150 \leq d_1 \leq 200$	0.2	0.8	0.1	0.4	6	8

注：① 外圆面和其它表面上的缺陷离棱边的距离应大于或等于缺陷最大允许尺寸的一半，但不得小于 0.2mm。

② 具有内圆面防转定位切口的环，其开口端内棱边不允许存在缺陷。

③ 间距包括邻近和相对表面上缺陷的间距。

④ 疏松的深度无法用肉眼检验，因而未规定极限值。

4.3 擦伤、压痕、凹坑和裂纹

4.3.1 擦伤

离散擦伤的允许值如下：

- a. 毛刺不超过第 4.4.1.1 条的规定值；
- b. 车削外圆面上深度小于或等于刀具纹路，非车削外圆面上深度小于或等于 0.004mm；
- c. 侧面上深度小于或等于 0.01mm；
- d. 其它表面上深度小于或等于 0.06mm。

4.3.2 压痕、凹坑

压痕和凹坑的允许值如下：

- a. 符合表 1 所列缺陷数量和间距的规定值；
- b. 毛刺不超过第 4.4.1.1 条的规定值；
- c. 尺寸和深度小于或等于表 2 的规定值。

镶嵌结构的镀层环，其外圆面不允许存在压痕和凹坑。

表 2 压痕和凹坑的允许尺寸

mm

基本直径 d_1	缺陷最大尺寸		最大深度
	外圆面	侧面	
$30 \leq d_1 < 100$	0.3	0.6	相应表面缺陷 最大尺寸的 10%
$100 \leq d_1 \leq 200$	0.5	1	

注：侧面上由硬度试验造成的压痕，只要不超过表 2 和表 12 的规定的极限值是允许的。

4.3.3 裂纹

不允许存在裂纹。但对镀铬外圆面可按第 4.5.4 条的规定。

4.4 棱边

4.4.1 棱边结构

活塞环的全部棱边应为锐边，不应有材料崩缺或倒角形成的毛刺和翻边。大量生产时，要达到上述规定几乎是不可能的，因此，在第 4.4.1.1 和 4.4.1.2 条中规定了毛刺和去除棱边材料的最大尺寸。

4.4.1.1 毛刺

毛刺最大尺寸的允许值见表 3。毛刺的部位和方向应与环表面的作用有关，即出现的任何毛刺应在

活塞环滑动方向上,不允许与滑动方向相垂直。活塞环棱边存在的任何毛刺应牢固附着,组成棱边的一部分。

表 3 毛刺的最大尺寸 mm

毛 刺 的 部 位	毛 刺 的 最 大 尺 寸
外圆面与侧面棱边处	0.006
开口端面棱边处	0.04
油环集油槽外表面棱边处	0.2
油环内圆面与回油孔两端棱边处	0.5
所有其它表面棱边处	0.1

注: 钢质环上毛刺的最大尺寸,由供需双方协商决定。

4.4.1.2 棱边材料的去除

为了除去任意方向凸出的毛刺,允许按表 4 规定值去除棱边处的材料。

表 4 去毛刺时去除的棱边材料 mm

棱 边 的 部 位	去 除 材 料 的 最 大 值
外圆面棱边	0.08
开口端外棱边	0.15
其它棱边	0.25

注: 外圆面镀层的环,其开口端外棱边应予倒角,不应去除材料。

4.4.2 外圆面棱边、开口端外棱边、开口端外棱角和外圆面倒角上的剥落和类似缺陷。

4.4.2.1 剥落和类似缺陷的允许值如下:

- a. 没有容易脱落的颗粒;
- b. 毛刺不超过第 4.4.1.1 条的规定值;
- c. 不超过珩磨带宽度的一半,如锥面环;
- d. 应符合表 5~表 8 的规定值(表 5 用于无镀层环、表 6 用于电镀层环、表 7 用于喷镀层环、表 8 用于全部活塞环的倒角)。

用于全部活塞环的倒角)。

典型的缺陷见图 1~图 6(F 和 K 的说明见第 4.4.2.2 条)。

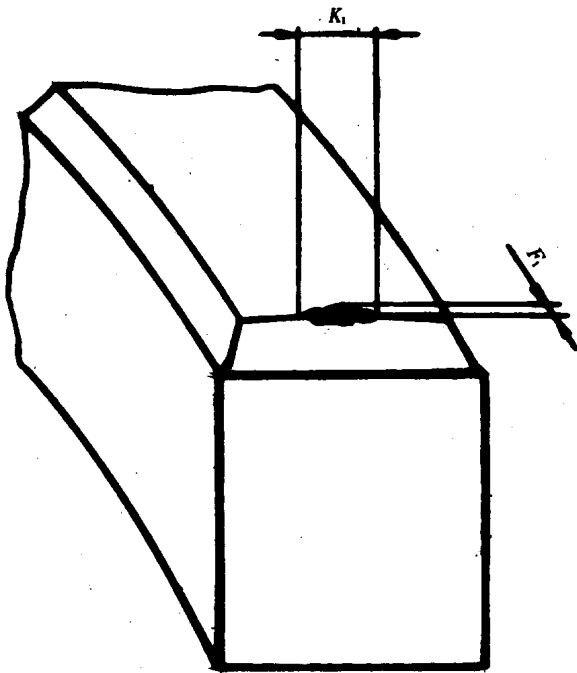


图 1 开口端外棱边的剥落

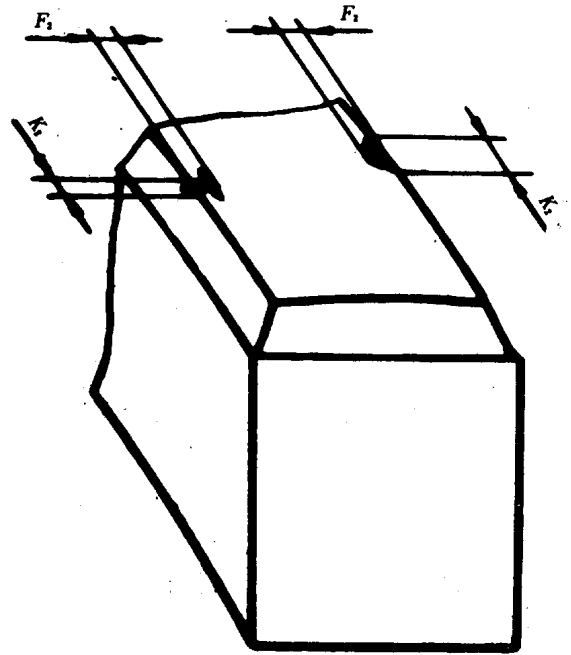


图 2 外圆面棱边的剥落

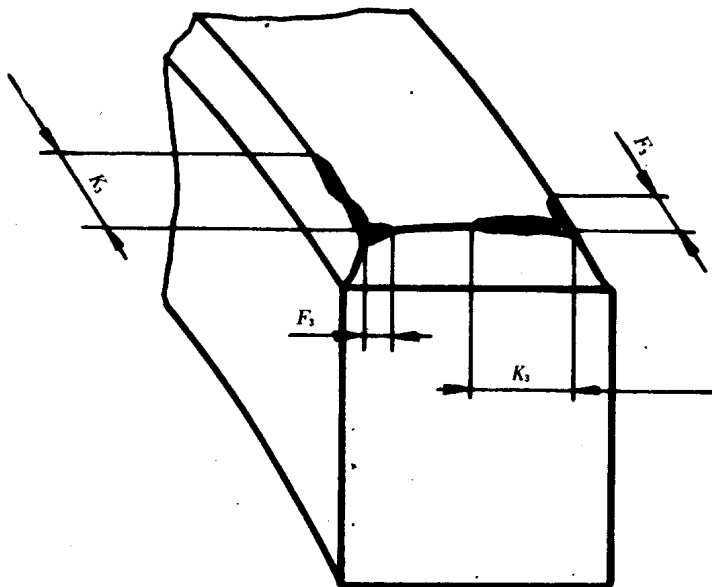


图 3 开口端外棱角的剥落

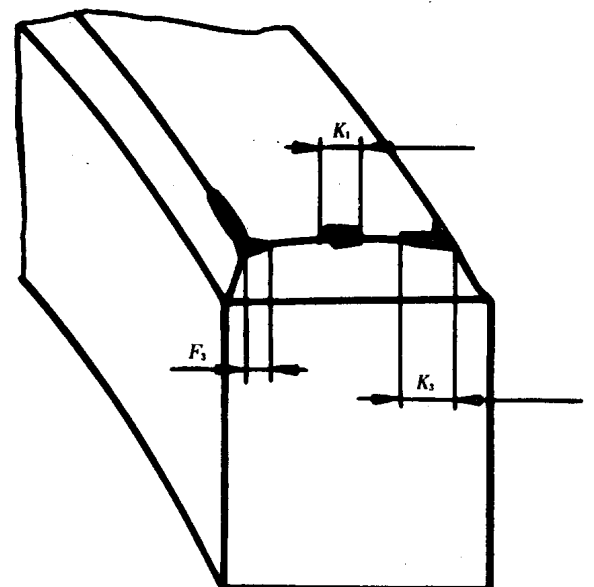


图 4 图 1 和图 3 的组合

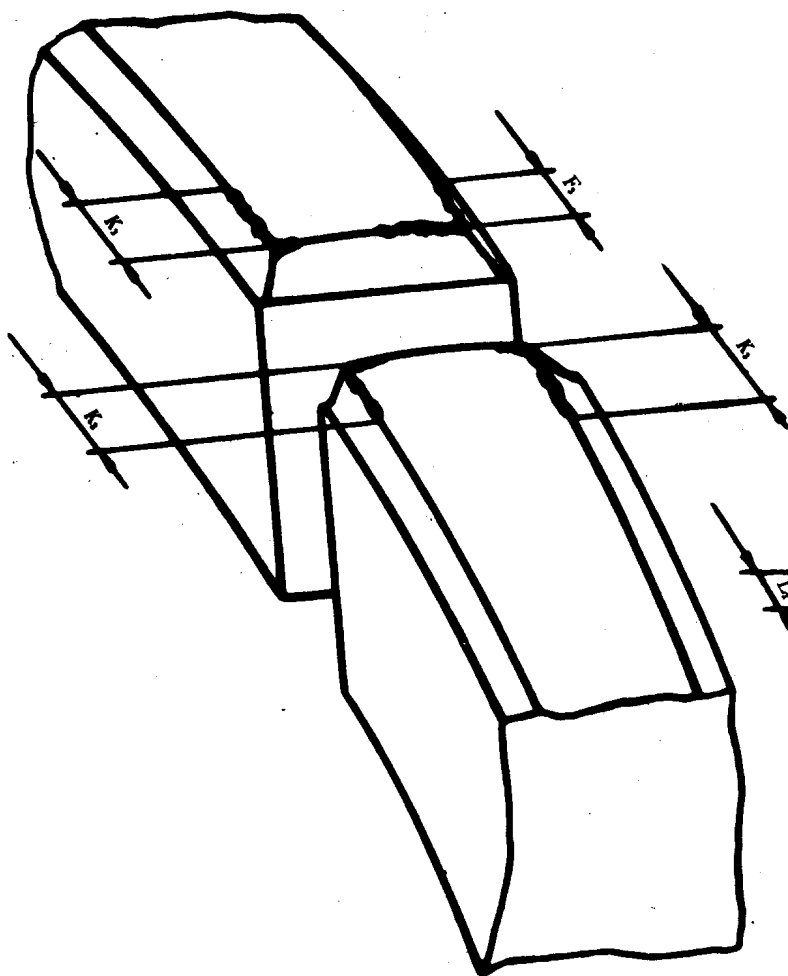


图5 开口端相对棱角的剥落

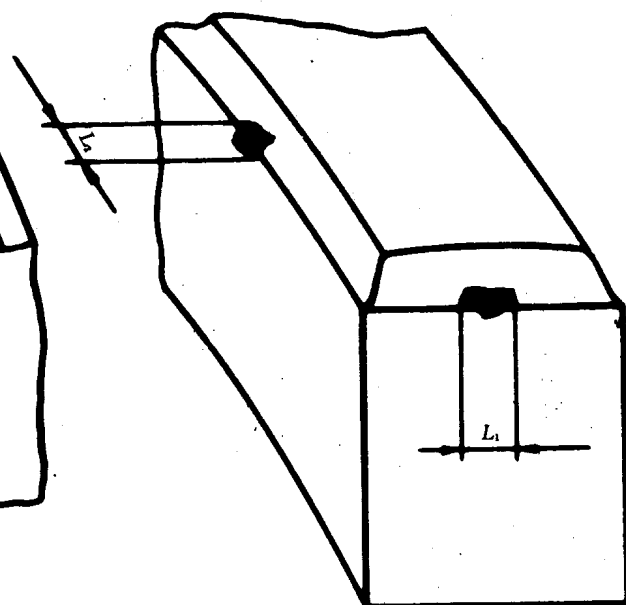


图6 倒角处剥落

4.4.2.2 图1~图6中, K_1, K_2, K_3 表示沿缺陷所在的棱边测量的缺陷尺寸, F_1, F_2, F_3 表示垂直于缺陷所在的棱边测量的缺陷尺寸。

因此,当剥落或其它缺陷出现在开口端外棱角时,即缺陷穿过外圆面棱边和开口端外棱边交接的棱边时,应有明确的规定。

具有缺陷较大值的棱边就看作是缺陷所在的棱边,图3中左侧的缺陷较大值在外圆面棱边,因此,看作为外圆面棱边的缺陷。所以, K 值沿外圆面棱边,并以 K_3 表示,而 F 值沿开口端外棱边,垂直于外圆面棱边测量其尺寸,以 F_3 表示。

对于右侧棱角处的缺陷,其较大值在开口端外棱边方向,看作此棱边的缺陷。因此, K_3 沿开口端外棱边测量, F_3 是垂直于开口端棱边的尺寸。

4.4.2.3 外圆面棱边、开口端外棱边和开口端相对棱角上的剥落和类似缺陷:

a. 外圆面棱边

评定外圆面棱边的缺陷应包括所有的 F_2 和 K_2 值,以及图3左侧在开口端外棱角处看作外圆面棱边上缺陷的 F_3 和 K_3 值。

最大尺寸应符合表5~表7的规定(外圆面棱边栏目内)。

表5 无镀层环外圆面棱边、开口端外棱边和开口端外棱角处剥落和缺陷尺寸的允许值

环高 h_1	刮油边高 h_4 或 h_5	垂直于外圆面方向的缺陷		沿棱边方向的缺陷	
		开口端外棱边上 F_1, F_3	外圆面棱边上 F_2, F_3	开口端外棱边上 K_1, K_3	外圆面棱边上 K_2, K_3
$h_1 < 2$	—	0.2		0.5	
$2 \leq h_1 < 4$	—	0.2		0.6	
$4 \leq h_1 \leq 6$	—	0.3		0.8	
—	< 0.5	0.1		0.1	0.6
—	≥ 0.5	0.2		0.2	0.8

注：① 缺陷的数量和间距应符合表1的规定。

② 缺陷形式见图1~图5。

③ 沿棱边方向开口端外棱边上缺陷的 K_1, K_3 最大值不允许超过活塞环环高或刮油边外圆面高度的 $1/3$ 。

表6 外圆面镀铬环外圆面棱边、开口端外棱边和开口端外棱角处剥落和缺陷尺寸的允许值

环高 h_1	刮油边高 h_5	垂直于外圆面方向的缺陷		沿棱边方向的缺陷	
		开口端外棱边上 F_1, F_3	外圆面棱边上 F_2, F_3	开口端外棱边上 K_1, K_3	外圆面棱边上 K_2, K_3
$h_1 < 2$	—	0.2		0.3	
$2 \leq h_1 < 4$	—	0.2		0.4	
$4 \leq h_1 \leq 6$	—	0.3		0.4	
—	< 0.5	0.1	0.1	0.1	0.6
—	≥ 0.5	0.2	0.1	0.2	0.6

注：① 缺陷的数量和间距应符合表1的规定。

② 缺陷形式见图1~图5。

③ 沿棱边方向开口端外棱边上缺陷的 K_1, K_3 最大值不允许超过活塞环环高或刮油边外圆面高度的 $1/3$ 。

表7 喷镀环外圆面棱边、开口端外棱边和开口端外棱角处剥落和缺陷尺寸的允许值

环高 h_1	垂直于外圆面方向的缺陷		沿棱边方向的缺陷	
	开口端外棱边上 F_1, F_3	外圆面棱边上 F_2, F_3	开口端外棱边上 K_1, K_3	外圆面棱边上 K_2, K_3
$h_1 < 2$	0.3		0.5	
$2 \leq h_1 < 4$	0.3		0.6	
$4 \leq h_1 \leq 6$	0.4		0.8	

注：① 缺陷的数量和间距应符合表1的规定。

② 缺陷形式见图1~图5。

③ 外圆面棱边上的缺陷 F_2, F_3, K_2 和 K_3 仅适用于全镀层和半镶嵌镀层结构。

④ 沿棱边方向开口端外棱边上缺陷的 K_1, K_3 最大值不允许超过活塞环环高或镀层高度的 $1/3$ 。

b. 开口端外棱边

评定开口端外棱边的缺陷应包括所有的 F_1 和 K_1 值,以及图3右侧在开口端外棱角处看作开口端外棱边上缺陷的 F_3 和 K_3 值。

最大尺寸见表5~表7的规定(开口端外棱边栏目内)。

另外,附加的限制是在轴向即开口端外棱边方向测量的缺陷尺寸的总和应小于或等于表5~表7的规定值。

如图4所示,缺陷的总和等于 K_3 (右棱角) + $K_1 + F_3$ (左棱角)。

c. 开口端相对棱角

开口端相对棱角的缺陷已经在 a 和 b 条款内说明,即作为外圆面棱边缺陷或作为开口端外棱边缺陷对待。

另外,附加的限制是在相对棱角处测得缺陷的总和应小于或等于表 5~表 7 的规定值。

如图 5 所示,缺陷的总和等于 K_3 (左棱角)+ K_3 (相对棱角)和 F_3 (右棱角)+ K_3 (相对棱角)。

4.4.2.4 外圆面棱边和开口端外棱边处倒角的剥落和类似缺陷

此类缺陷见图 6,通常发生在镀铬倒角处(机加工或非加工)、金属喷镀环的加工倒角处(全镀层)和灰铸铁环的加工倒角处。缺陷的最大允许值见表 8,它同样适用于外圆面棱边和开口端外棱边处倒角的所有活塞环。

倒角处的缺陷不应切除外圆面棱边或开口端外棱边,但是可以切除侧面或开口端面。

表 8 外圆面棱边和开口端外棱边倒角处存在剥落和缺陷的允许尺寸

环 高 h_1	缺陷 L_1, L_2 的最大尺寸
$h_1 < 2$	0.5
$2 \leq h_1 < 4$	0.8
$4 \leq h_1 \leq 6$	1.2

注:剥落和缺陷的数量和间距应符合表 1 的规定。

4.4.3 内棱边和其它棱边上的剥落和缺陷

内棱边和其它棱边上允许存在的剥落和缺陷如下:

- 毛刺不超过第 4.4.1.1 条的规定值;
- 不超过表 1 对疏松、气孔和砂眼规定的最大值。

4.4.4 开口端内棱角的剥落和缺陷

开口端内棱角允许存在的剥落和缺陷如下:

- 毛刺不超过第 4.4.1.1 条的规定值;
- 环上无内圆面防转定位切口;
- 螺旋撑簧油环上,其径向尺寸小于或等于 0.3mm,周向和轴向尺寸小于或等于 0.5mm;
- 其它结构的环,其值小于或等于表 9 的规定值。

表 9 开口端内棱角处剥落和缺陷的最大允许尺寸

基本直径 d_1	测得的缺陷尺寸		
	轴 向	径 向	周 向
$30 \leq d_1 < 100$	0.6	0.8	1
$100 \leq d_1 \leq 200$	0.8	1	1.5

注:轴向或径向的缺陷尺寸最大值不应超过相应环高或径向厚度的 1/3。

4.5 仅用肉眼检验的其它项目

4.5.1 表面的色变或色斑

整个环表面允许存在均匀或不均匀分布的色变或色斑,但不得有锈蚀。

4.5.2 内表面的铸皮和沉积物

允许存在下述缺陷:

- 开口端部 5° 以内的未加工面(NCU);
- 环处理过程中形成的牢固附着的沉积物。

4.5.3 无镀层表面的剥落

剥落的尺寸不应超过表 1 对疏松、气孔和砂眼规定的最大值。

4.5.4 镀铬外圆面

镀铬层应全部结合,不应有肉眼可见的微裂纹、气孔、气泡、铬瘤(表面悬起的凸粒)或针孔。

镀铬层与基体的结合,用在外圆面棱边锤击或折断环的方法检验,镀层的脱落碎片不应超过镀层高的一半¹⁾。

针孔的判别由供需双方协商决定。

4.5.5 喷镀层

喷镀层是不均匀的,其合格条件由供需双方协商决定,否则按制造厂的规定进行。

5 材料

5.1 规格

基本的材料规格见表 10。

表 10 材料规格

级 别	机械性能 MPa 或 N/mm ²		适应所要求机械性能的材料			
	典型弹性模量 <i>E</i>	最低抗弯强度 σ_{bb}	材料类型	最低硬度值	特殊要求	细级别
10	90 000 100 000	300	灰铸铁	93HRB	不经热处理	11
		350		95HRB		12
20	115 000	450	灰铸铁	23HRC	热处理	21
		450		28HRC		22
		450		40HRC		23
		500		32HRC		24
		650		37HRC		25
30	145 000	550	碳化物铸铁	25HRC	热处理珠光体 热处理马氏体	31
		500		30HRC		32
40	160 000	600	可锻铸铁	95HRB	热处理珠光体 热处理马氏体 热处理马氏体 热处理碳化物	41
		600		22HRC		42
		600		30HRC		43
		1000		27HRC		44
50	160 000	1 100	球墨铸铁	23HRC	热处理马氏体 热处理马氏体 热处理马氏体 珠光体 铁素体	51
		1 300		23HRC		52
		1 300		28HRC		53
		1 300		95HRB		54
		—		97HRB		55
60	200 000	—	钢	38HRC	铬钼钒合金 铬硅合金 铬硅合金	61
		—		40HRC		62
		—		48HRC		63

注: ① 硬度值是三个测量点(开口、离开口 90°和 180°处各一点)的平均值,HRB 和 HRC 硬度试验按 GB 230 的规定进行。

② 采用 HRB 和 HRC 的硬度测量法受活塞环几何形状和材料的限制,所列硬度值仅适用于各个细级别规定的材料。其它硬度测量法和其相当值均由供需双方协商决定。

采用说明:

1] ISO 6621/5—1988 无此内容,本句为本标准增加的内容。

③ 级别 60 所列材料特殊要求属推荐性。

详细规定和合格条件可由供需双方决定,否则可按制造厂的规定进行。

5.2 金相组织^{2]}

活塞环的金相组织应符合相应材料的活塞环金相标准的规定,尚未制定标准的应由供需双方协商决定,否则可按制造厂的规定进行。

5.3 温度对切向弹力消失的影响

在内燃机运转时,允许存在一定的切向弹力消失。为了确定质量情况,表 11 规定了试验条件和活塞环闭合到基本直径时的切向弹力消失率。

表 11 切向弹力消失率和试验条件

环的标准编号	材料级别	切向弹力的最大消失率 %	试验条件(环闭合到基本直径)	
			温度 ℃	时间 h
GB/T 1149.3 GB/T 1149.5 GB/T 14222 GB/T 14223	10,20,30	12	300	3
	40,50,60	8	300	3
GB/T 1149.7	10,20,30,40,50	25	250	5
有铸铁环体的油环	WF 10,20,30,40,50	12	250	5
整体和钢带组合油环	6	30	220	5
	WF —	15	220	5

注: WF 表示采用耐热钢材料。

6 制作活塞环标志形成的材料凸起

材料凸起的允许值见表 12。

表 12 最大允许的材料凸起

mm

基本直径 D_1	凸出表面的最大值
$30 \leq D_1 < 100$	0.008
$100 \leq D_1 \leq 200$	0.01

7 外圆面和侧面的加工—与理论轮廓和平面之间非设计要求的偏离值

机加工过程是不尽完善的,外圆面和侧面不可能精确加工到规定的轮廓和尺寸,这些规定在通用规则(见 GB/T 1149.1)或各相应活塞环国家标准(见 GB/T 1149.3、GB/T 1149.5、GB/T 1149.6、GB/T 1149.7、GB/T 14222 和 GB/T 14223)中列出。

7.1 外圆面轮廓的允许偏差

GB/T 14222 和 GB/T 14223 中梯形环规定的镀层或无镀层柱面环:允许的桶面度为 0.002mm/1mm 环高 h_1 (测量点见上述标准中的规定)。

GB/T 14222 中无 IW/IF 和 GB/T 14223 中梯形环规定的镀层或无镀层柱面环:允许的斜度为 0.005mm/1mm 环高 h_1 。

GB/T 14222 中有 IW/IF 和 GB/T 14223 中楔形环规定的镀层或无镀层柱面环:允许的斜度为

采用说明:

1] ISO 6621/3—1983 无本条内容。

2] ISO 6621/3—1983 无本条内容。

0.006mm/1mm 环高 h_1 。

S、G、D 和 DV 型油环：允许的刮油边径向偏移度为 0.015mm。

SF 型镀层或无镀层螺旋撑簧油环：允许的刮油边径向偏移度环高 h_1 小于 6mm 时为 0.015mm，环高 h_1 大于或等于 6mm 时为 0.025mm。

7.2 侧面平度的允许偏差

径向平度为环高 h_1 公差的 50%。

注：本规定不适用于扭曲环、刮环、楔形环和梯形环。

周向平度见表 13。

表 13 侧面周向平度允许值

mm

基本直径 d_1	允许的平度
$30 \leq d_1 < 125$	0.02
$125 \leq d_1 < 175$	0.03
$175 \leq d_1 \leq 200$	0.04

注：本表不适用于扭曲环、刮环和油环。

7.3 翘度的允许值：见表 14。

表 14 翘度的允许值

mm

基本直径 d_1	允许的翘度	环高 h_1
$30 \leq d_1 < 80$	0.5	≤ 1.5
	0.3	> 1.5
$80 \leq d_1 < 125$	0.5	—
$125 \leq d_1 < 175$	0.7	—
$175 \leq d_1 \leq 200$	1	—

8 其它¹⁾

8.1 活塞环弹力、环高、径向厚度、闭口间隙、刮油边高度、椭圆度、光密封度、表面粗糙度等项目的技术要求分别规定于其它相应的内燃机活塞环国家标准内。

8.2 凡有特殊要求者按产品图样规定或由供需双方协商决定。

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。

采用说明：

1) ISO 6621/5—1988 无本章内容。