

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3098.26—2021

---

## 紧固件机械性能 平垫圈

Mechanical properties of fasteners—Flat washers

(ISO 898-3:2018, Fasteners—Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel—Part 3: Flat washers with specified property classes, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 代号 .....	2
5 标记制度 .....	2
6 材料 .....	3
7 机械和物理性能 .....	4
8 试验方法 .....	4
8.1 硬度试验 .....	4
8.2 脱碳试验 .....	7
8.3 增碳试验 .....	9
8.4 再回火试验 .....	9
9 标志 .....	10
9.1 通则 .....	10
9.2 平垫圈标志 .....	10
9.3 包装标志 .....	10
附录 A (规范性) 性能等级 380 HV 平垫圈的延展性试验 .....	11
参考文献 .....	13

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 3098《紧固件机械性能》的第 26 部分。GB/T 3098 已经发布了以下部分：

- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母；
- GB/T 3098.3 紧固件机械性能 紧定螺钉；
- GB/T 3098.5 紧固件机械性能 自攻螺钉；
- GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.7 紧固件机械性能 自挤螺钉；
- GB/T 3098.8 紧固件机械性能  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+700\text{ }^{\circ}\text{C}$  使用的螺栓连接零件；
- GB/T 3098.9 紧固件机械性能 有效力矩型钢锁紧螺母；
- GB/T 3098.10 紧固件机械性能 有色金属制造的螺栓、螺钉、螺柱和螺母；
- GB/T 3098.11 紧固件机械性能 自钻自攻螺钉；
- GB/T 3098.12 紧固件机械性能 螺母锥形保证载荷试验；
- GB/T 3098.13 紧固件机械性能 螺栓与螺钉的扭矩试验和破坏扭矩 公称直径  $1\sim 10\text{ mm}$ ；
- GB/T 3098.14 紧固件机械性能 螺母扩孔试验；
- GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母；
- GB/T 3098.16 紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉；
- GB/T 3098.17 紧固件机械性能 检查氢脆用预载荷试验 平行支承面法；
- GB/T 3098.18 紧固件机械性能 盲铆钉试验方法；
- GB/T 3098.19 紧固件机械性能 抽芯铆钉；
- GB/T 3098.20 紧固件机械性能 蝶形螺母 保证扭矩；
- GB/T 3098.21 紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉；
- GB/T 3098.22 紧固件机械性能 细晶非调质钢螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.23 紧固件机械性能 M42~M72 螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.24 紧固件机械性能 高温用不锈钢和镍合金螺栓、螺钉、螺柱和螺母；
- GB/T 3098.25 紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南；
- GB/T 3098.26 紧固件机械性能 平垫圈。

本文件修改采用 ISO 898-3:2018《紧固件 碳钢和合金钢紧固件机械性能 第 3 部分：规定性能等级平垫圈》。

本文件与 ISO 898-3:2018 的技术性差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 3098.1 替换了 ISO 898-1, 以适应我国的技术条件(见第 1 章和表 1)；
- 用规范性引用的 GB/T 3098.2 替换了 ISO 898-2, 以适应我国的技术条件(见第 1 章和表 1)；
- 用规范性引用的 GB/T 97.4 替换了 ISO 10673, 以适应我国的技术条件(见表 1)；
- 增加 140 HV 硬度等级(见第 5 章~第 8 章), 以扩大平垫圈使用范围；
- 用规范性引用的 GB/T 97.5 替换了 ISO 10669, 以适应我国的技术条件(见第 6 章)；
- 用规范性引用的 GB/T 5267.3 替换了 ISO 10684, 以适应我国的技术条件(见第 6 章)；
- 用规范性引用的 GB/T 9074.1 替换了 ISO 10644, 以适应我国的技术条件(见表 1、第 6 章)；

- 用规范性引用的 GB/T 230.1 替换了 ISO 6508-1,以适应我国的技术条件(见 8.1.2.1);
- 用规范性引用的 GB/T 4340.1 替换了 ISO 6507-1,以适应我国的技术条件(见 8.1.2.1 和 8.1.3.1);
- 硬度试验方法中增加“间隔约 120°”的读数要求(见 8.1.2.4),以保证读数的均匀性;
- 用规范性引用的 GB/T 3099.4 替换了 ISO 1891-4,以适应我国的技术条件(见 9.3)。

本文件做了下列编辑性改动:

- 为与现有标准协调,将标准名称改为《紧固件机械性能 平垫圈》;
- 纳入 ISO 898-3:2018/Amd 1:2020 的修正内容,所涉及的条款在外侧页边空白位置用垂直双线(∥)进行了标示;
- 将资料性引用的国际文件替换为我国文件;
- 修正了性能等级 380 HV 垫圈的标志符号(见表 5)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会(SAC/TC 85)归口。

本文件起草单位:中机生产力促进中心、苏州友尼可紧固件有限公司、嘉善永鑫紧固件有限公司、上海球明标准件有限公司、安徽省宁国市东波紧固件有限公司、晋亿实业股份有限公司、上海集优标五高强度紧固件有限公司、山东高强紧固件有限公司、舟山市 7412 工厂、浙江海力股份有限公司、上海高强度螺栓厂有限公司、湖南飞沃新能源科技股份有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会负责解释。

## 引 言

紧固件是最常用的机械基础零部件,是装备制造业不可或缺的重要组成部分,直接决定着重大装备和主机产品的水平、性能、质量和可靠性。GB/T 3098《紧固件机械性能》针对不同类别紧固件机械性能分别进行了规定,为紧固件设计、制造、验收检查和使用提供了依据,拟由 30 部分组成:

- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱;
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母;
- GB/T 3098.3 紧固件机械性能 紧定螺钉;
- GB/T 3098.5 紧固件机械性能 自攻螺钉;
- GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱;
- GB/T 3098.7 紧固件机械性能 自挤螺钉;
- GB/T 3098.8 紧固件机械性能 -200℃~+700℃使用的螺栓连接零件;
- GB/T 3098.9 紧固件机械性能 有效力矩型钢锁紧螺母;
- GB/T 3098.10 紧固件机械性能 有色金属制造的螺栓、螺钉、螺柱和螺母;
- GB/T 3098.11 紧固件机械性能 自钻自攻螺钉;
- GB/T 3098.12 紧固件机械性能 螺母锥形保证载荷试验;
- GB/T 3098.13 紧固件机械性能 螺栓与螺钉的扭矩试验和破坏扭矩 公称直径 1~10 mm;
- GB/T 3098.14 紧固件机械性能 螺母扩孔试验;
- GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母;
- GB/T 3098.16 紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉;
- GB/T 3098.17 紧固件机械性能 检查氢脆用预载荷试验 平行支承面法;
- GB/T 3098.18 紧固件机械性能 盲铆钉试验方法;
- GB/T 3098.19 紧固件机械性能 抽芯铆钉;
- GB/T 3098.20 紧固件机械性能 蝶形螺母 保证扭矩;
- GB/T 3098.21 紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉;
- GB/T 3098.22 紧固件机械性能 细晶非调质钢螺栓、螺钉和螺柱;
- GB/T 3098.23 紧固件机械性能 M42~M72 螺栓、螺钉和螺柱;
- GB/T 3098.24 紧固件机械性能 高温用不锈钢和镍合金螺栓、螺钉、螺柱和螺母;
- GB/T 3098.25 紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南;
- GB/T 3098.26 紧固件机械性能 平垫圈;
- 紧固件机械性能 耐候钢紧固件(预计为第 27 部分);
- 紧固件机械性能 不锈钢平垫圈(预计为第 28 部分);
- 紧固件机械性能 M42~M100 螺母(预计为第 29 部分)。

GB/T 3098 已转化 ISO 898 系列碳钢和合金钢紧固件机械性能、ISO 3506 系列不锈钢紧固件机械性能,以及自攻螺钉、自挤螺钉、有效力矩型钢锁紧螺母、有色金属紧固件、自钻自攻螺钉等机械性能国际标准;自主制定了抽芯铆钉、细晶非调质钢紧固件、M42~M72 外螺纹紧固件等机械性能标准;纳入了螺母扩孔试验、平行支承面法检查氢脆用预载荷试验、盲铆钉试验方法、蝶形螺母保证扭矩等试验方法标准。将各种材料、各种型式产品机械性能标准和相关试验方法标准纳入 GB/T 3098 系列之中,便于使用。

## 紧固件机械性能 平垫圈

### 1 范围

本文件规定了由碳钢或合金钢制造,符合 GB/T 3098.1 和 GB/T 3098.2 规定性能等级的螺栓、螺钉、螺柱和螺母组合的栓连接用平垫圈,在环境温度为 10 °C~35 °C 条件下进行测试时的机械和物理性能。

注 1: 这些类型的平垫圈也可以与其他紧固件一起使用,如自攻螺钉。

在环境温度为 10 °C~35 °C 的条件下测试时,符合本文件要求的平垫圈在高温和/或低温下,它们可能无法保持规定的机械和物理性能。

注 2: 符合本文件要求的平垫圈适用的使用温度为-50 °C~+150 °C。当使用温度超过-50 °C~+150 °C,甚至高达+300 °C时,建议使用者向有关方面专家咨询。

本文件适用于符合以下规定的由碳钢或合金钢制造、厚度为 0.2 mm~12 mm 的平垫圈及组合件用平垫圈:

- 平垫圈(有或没有花纹、肋或倒角);
- 方形平垫圈;
- 方孔平垫圈;
- 异形平垫圈。

本文件未规定以下性能要求:

- 耐腐蚀性;
- 可焊接性。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 97.4 平垫圈 用于螺钉和垫圈组合件(GB/T 97.4—2002,eqv ISO 10673:1998)

GB/T 97.5 平垫圈 用于自攻螺钉和垫圈组合件(GB/T 97.5—2002,eqv ISO 10669:1999)

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(GB/T 230.1—2018,ISO 6508-1:2016,MOD)

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱(GB/T 3098.1—2010,ISO 898-1:2009,MOD)

GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母(GB/T 3098.2—2015,ISO 898-2:2012,MOD)

GB/T 3099.4 紧固件术语 控制、检查、交付、接收和质量(GB/T 3099.4—2021,ISO 1891-4:2018,MOD)

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(GB/T 4340.1—2009,ISO 6507-1:2005,MOD)

GB/T 5267.3 紧固件 热浸镀锌层(GB/T 5267.3—2008,ISO 10684:2004,IDT)

GB/T 9074.1 螺栓或螺钉和平垫圈组合件(GB/T 9074.1—2018,ISO 10644:2009,MOD)

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

#### 4 代号

下列代号适用于本文件。

- $d_1$  通孔直径,单位为毫米(mm)
- $d_2$  外径,单位为毫米(mm)
- $F$  载荷,单位为牛(N)
- $G$  全脱碳层深度,单位为毫米(mm)
- $r$  支承件和加压机接触半径,单位为毫米(mm)
- $t$  平垫圈公称厚度,单位为毫米(mm)
- $t_{\text{eff}}$  平垫圈有效厚度,单位为毫米(mm)
- $\alpha$  支承件和加压机接触角度,单位为度( $^\circ$ )

#### 5 标记制度

平垫圈的性能等级由数字和符号两部分组成:

- 数字表示最小维氏硬度值(见表 3);
- 字母 HV 表示维氏硬度。

示例:符合表 3 规定,最小维氏硬度为 200 的钢制平垫圈的性能等级标记为 200 HV。

如能符合表 2 和表 3 的规定,则本文件规定的标记制度也可用于超出标准厚度范围(如  $t > 12$  mm)的规格。

尽管本文件规定了许多性能等级,但并不意味着所有性能等级都适用于所有平垫圈和/或所有螺栓、螺母、垫圈组合件。平垫圈与螺栓、螺钉、螺柱和螺母的性能等级组合见表 1。

表 1 平垫圈与螺栓、螺钉、螺柱和螺母性能等级组合

螺纹紧固件 (符合 GB/T 3098.1 和 GB/T 3098.2)		匹配平垫圈				
性能等级		性能等级				
螺栓、螺钉和螺柱	标准螺母和高螺母	100 HV	140 HV	200 HV <sup>a</sup>	300 HV <sup>a</sup>	380 HV <sup>b,c</sup>
4.6、4.8、5.6、5.8	5	RC <sup>e</sup>	e	e	e	e
6.8	6	d,e	RC <sup>e</sup>	RC <sup>e</sup>	e	e
8.8	8	f	f	RC <sup>e</sup>	e	e
9.8、10.9	10	f	f	d,e	RC <sup>e</sup>	e
12.9、 <u>12.9</u>	12	f	f	f	d,e	RC <sup>e</sup>

RC——推荐组合。

<sup>a</sup> 200 HV 和 300 HV 性能等级已应用于螺栓和平垫圈组合件产品标准,应符合 GB/T 9074.1 和 GB/T 97.4。

<sup>b</sup> 380 HV 性能等级不包括在现行产品标准中,如需要,该性能等级平垫圈的使用应由供需协议。

<sup>c</sup> 380 HV 性能等级平垫圈的螺栓连接设计应防止平垫圈中的弯曲效应和拉伸应力,尤其是对于开槽和扩孔的平垫圈。

<sup>d</sup> 如果连接设计和/或安装条件经过验证,也可以使用标有脚注<sup>d</sup>的组合。

<sup>e</sup> 阶梯粗实线以上的组合可用于螺栓连接。

<sup>f</sup> 不应使用阶梯粗实线下(灰色区域)的组合。

对于螺纹自成形螺钉和与软材料(如塑料、木材等)连接螺钉,应根据其预期用途确定与平垫圈性能等级的组合。

## 6 材料

表 2 规定了不同性能等级平垫圈用碳钢和合金钢的化学成分极限。该化学成分应按相关的国家标准的规定。

注:合金钢包括可用于平垫圈的弹簧钢和合金弹簧钢。

对于需要进行热浸镀锌的平垫圈,应符合 GB/T 5267.3 对材料的要求。

如果组合件整体进行淬火和回火,则可以提供未热处理平垫圈。在这种情况下,按照 GB/T 9074.1,平垫圈化学成分应由供需协议。

当自攻螺钉组合件按照 GB/T 97.5 要求进行表面硬化时,平垫圈的含碳量不应超过 0.12%。

每一制造批的平垫圈应由同一炉号原材料制造。

表 2 材料

性能等级	材料和工艺		化学成分极限(熔炼分析) <sup>a,b,c</sup>					最低回火温度 <sup>b,c</sup> ℃
	材料	工艺	%					
			C	P	S	B <sup>d</sup>		
min	max	max	max	max				
100 HV	碳钢	热轧/ 冷轧	在满足表 3 要求的前提下,材料的选择应由制造商自行决定					NA
140 HV	碳钢	热轧/ 冷轧	在满足表 3 要求的前提下,材料的选择应由制造商自行决定					NA
200 HV <sup>e</sup>	碳钢	热轧/ 冷轧或淬 火并回火	在满足表 3 要求的前提下,材料的选择应由制造商自行决定					NA
300 HV <sup>f</sup>	碳钢 <sup>g</sup>	淬火并 回火	0.17	0.80	0.035	0.035	0.003	425
	合金钢 <sup>h</sup>		0.14	1.30	0.035	0.035	0.003	425
380 HV <sup>f,i</sup>	碳钢 <sup>g</sup>	淬火并 回火	0.40	0.80	0.035	0.035	0.003	425
	合金钢 <sup>h</sup>		0.20	1.30	0.035	0.035	0.003	380
NA——不适用								
<p><sup>a</sup> 有争议时,实施成品分析。</p> <p><sup>b</sup> 对于组合件用平垫圈,见 GB/T 9074.1 或 GB/T 97.4。化学成分和最低回火温度应由供需协议。</p> <p><sup>c</sup> 对于特殊应用平垫圈(如热浸镀锌平垫圈),化学成分和最低回火温度应由供需协议。</p> <p><sup>d</sup> 硼的最高含量为 0.003%,但如果非有效硼是由添加钛和/或铝控制的,则可高达 0.005%。</p> <p><sup>e</sup> 性能等级 200 HV 平垫圈可采用具有适当机械性能的原材料制造,也可在制造后对平垫圈进行淬火并回火。在满足表 3 要求的情况下,工艺流程选择由制造商确定。</p> <p><sup>f</sup> 对这些性能等级用材料,应有足够的淬透性,以确保平垫圈芯部在“淬硬”状态、回火前获得约 90% 的马氏体组织。</p> <p><sup>g</sup> 碳钢可以包含有铬、锰、镍等合金。</p> <p><sup>h</sup> 这些合金钢至少应含有下列一种元素,其最低含量为:铬 0.30%、锰 0.20%、镍 0.30%、钒 0.10%、钼 0.08% 和硼 0.000 8%。当元素以组合形式出现时,合金元素含量不能少于单个合金元素含量总和的 70%。</p> <p><sup>i</sup> 有关氢脆的考虑,参见 GB/Z 41117。</p>								



7 机械和物理性能

规定性能等级的平垫圈,在环境温度下,无论在制造过程中试验或最终检验,均应符合表 3 规定的机械和物理性能。

第 8 章为检验平垫圈是否符合表 3 规定提供了可适用的试验方法和仲裁试验方法。

对于 380 HV 性能等级的平垫圈,当有特殊要求时,应按照附录 A 进行延展性试验。

表 3 机械和物理性能

性能等级		100 HV	140 HV	200 HV	300 HV	380 HV <sup>a</sup>
维氏硬度 HV	min	100	140	200	300	380
	max	200 <sup>b</sup>	250	300	370	450
洛氏硬度 HRC	min	—	—	—	30	39
	max	—	—	—	39	45
不完全脱碳 HV0.3	max	—	—	—	<sup>c</sup>	30 <sup>d</sup>
全脱碳层深度 G	max	—	—	—	<sup>c</sup>	$t_{eff}$ 的 2% 或 0.02 mm <sup>e</sup>
增碳 HV0.3	max	—	—	—	<sup>c</sup>	30 <sup>f</sup>
再回火后硬度的降低值 HV10	max	—	—	—	20	20

<sup>a</sup> 380 HV 性能等级不包括在现行产品标准中,如需要,该性能等级平垫圈的使用应由供需协议。  
<sup>b</sup> 超过最高硬度至 250 HV 时,不应作为拒收的原因。  
<sup>c</sup> 对于滚花平垫圈或带肋平垫圈,适用 380 HV 性能等级规定的限值。  
<sup>d</sup> 按 8.2.3 在平垫圈横截面上测量,距离支承表面 0.1 mm 处硬度应大于或等于横截面中心硬度减去 30 个维氏硬度单位。  
<sup>e</sup> 取最小值。  
<sup>f</sup> 按 8.3 在平垫圈横截面上测量,距离支承表面 0.1 mm 处硬度应小于或等于横截面中心硬度加上 30 个维氏硬度单位。

8 试验方法

8.1 硬度试验

8.1.1 通则

硬度试验的目的在于:

- 确定平垫圈的硬度符合表 3 规定的最小值和最大值的要求;
- 对于淬火并回火平垫圈,符合表 2 规定的材料要求。

本试验适用于所有性能等级平垫圈。

平垫圈应在接收状态下进行测试,组装后需淬火并回火的组合件用平垫圈除外。

应按表 4 在合适的表面或平垫圈的横截面上进行硬度试验。

表 4 硬度试验

性能等级	常规检查	仲裁检查
100 HV	支承面按 8.1.2	支承面按 8.1.2
140 HV		
200 HV <sup>a</sup>		
300 HV		横截面按 8.1.3
380 HV		
<sup>a</sup> 当性能等级为 200 HV 的平垫圈按客户要求要求进行淬火并回火时,如有争议,横截面上的硬度试验为仲裁试验。		

8.1.2 平垫圈表面硬度试验

8.1.2.1 通则

应采用维氏硬度或洛氏硬度试验测定硬度:

- 维氏硬度试验应按 GB/T 4340.1 的规定;
- 洛氏硬度试验应按 GB/T 230.1 的规定。

8.1.2.2 测定维氏硬度用试验载荷

测定维氏硬度用试验载荷取决于平垫圈性能等级和厚度。  
试验载荷应按公式(1)和图 1 选择。

$$F = \frac{t_{eff}^2 \times HV}{0.39} \dots\dots\dots (1)$$

单位为毫米

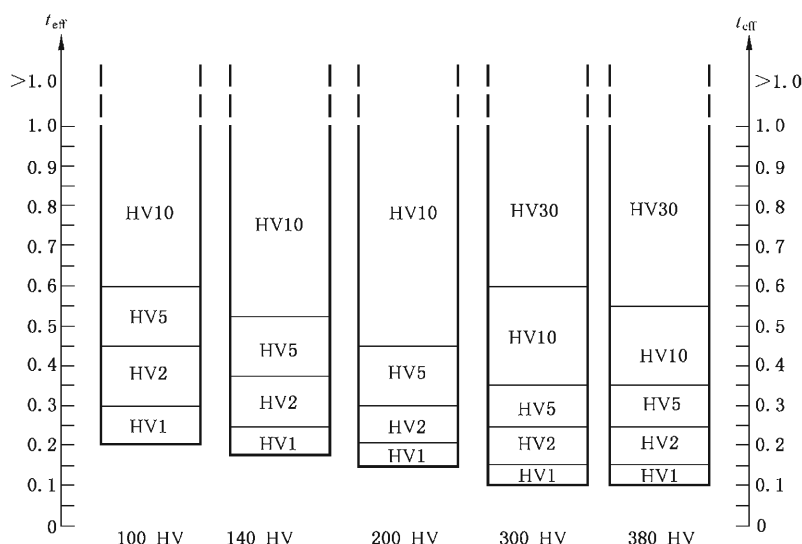


图 1 表面测试维氏硬度时,试验载荷与平垫圈性能等级和厚度的对应关系

示例: 厚度 0.3 mm、性能等级 300 HV 平垫圈进行试验时,试验载荷选择 HV5。

8.1.2.3 测定洛氏硬度用试验载荷

测定洛氏硬度用试验载荷取决于平垫圈性能等级和厚度。  
 试验载荷应按图 2 选择。  
 当没有适合的洛氏试验载荷时,应采用维氏硬度试验。  
 洛氏标尺和维氏标尺之间的换算参见 GB/T 33362。

单位为毫米

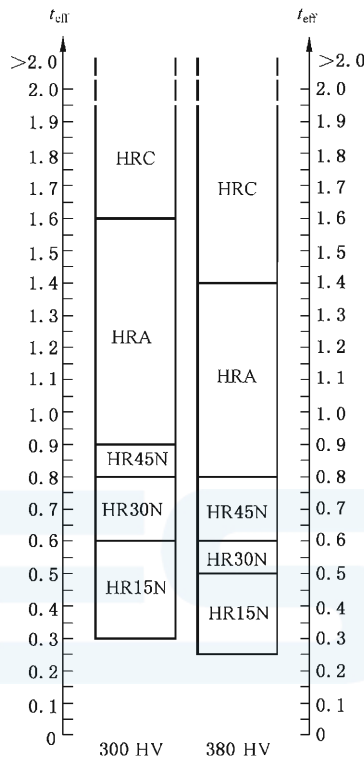


图 2 表面测试洛氏硬度时,试验载荷与平垫圈性能等级和厚度的对应关系

示例: 厚度 0.5 mm、性能等级 380 HV 平垫圈进行试验时,试验载荷选择 294N(HR30N)。

8.1.2.4 试验程序

去除表面涂、镀层或氧化皮,经适当处理后,在平垫圈支承面二分之一处实施硬度试验。  
 对于热浸镀锌平垫圈,过渡层应完全去除。  
 当平垫圈的尺寸允许时,硬度值应为同一平垫圈上间隔约 120°的三个读数的平均值。

8.1.2.5 性能等级为 100 HV、140 HV 和 200 HV 平垫圈要求

常规检查时,按 8.1.2 在平垫圈表面测定的硬度,应符合表 3 的规定。

如有争议,应在平垫圈表面按图 1 规定的试验载荷进行维氏硬度试验;对于有效厚度  $t_{eff} \leq 0.5$  mm 的平垫圈,可以使用较低的试验载荷,但不应小于 HV1。

8.1.2.6 性能等级为 300 HV 和 380 HV 平垫圈要求

常规检查时,按 8.1.2 在平垫圈表面测定的硬度,应符合表 3 的规定。

如有争议,按 8.1.3 在横截面上测定硬度。

### 8.1.3 平垫圈径向横截面硬度试验

#### 8.1.3.1 通则

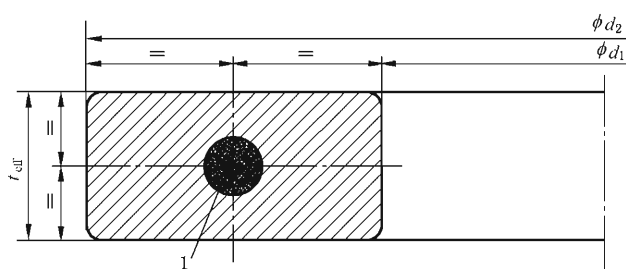
应按 GB/T 4340.1 的规定,采用维氏硬度试验测定硬度。

本试验适用于淬火和回火后平垫圈。

#### 8.1.3.2 试验程序

应取穿过孔中心线的径向截面,并对表面进行适当的准备。试样应嵌入塑料中或安装在夹具中。安装后,对表面进行研磨和抛光,直至可进行金相检查。

按图 3 所示在径向截面中部进行维氏硬度测试。当平垫圈的尺寸允许时,硬度值应为同一平垫圈上至少三点硬度平均值。



标引序号说明:

1——测试区域(半径为  $0.25t_{eff}$ )。

图 3 硬度测试区域

#### 8.1.3.3 要求

硬度应符合表 3 的规定。

如果在半径  $0.25t_{eff}$  区域内测定的硬度值之差大于 30 个维氏硬度单位,则应证实材料中是否达到表 2 规定的约 90% 马氏体含量要求。

## 8.2 脱碳试验

### 8.2.1 通则

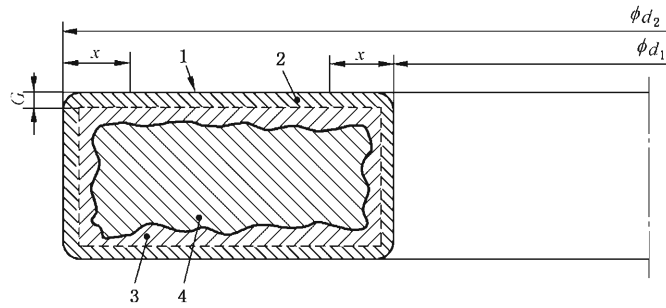
脱碳试验的目的是检测性能等级 300 HV 的滚花或带肋平垫圈和性能等级 380 HV 的所有平垫圈的表面脱碳和脱碳层深度。

脱碳区域如图 4 所示。

表面脱碳应采用以下方法测定:

- 金相法,测定全脱碳层深度;
- 硬度法,显微硬度测定部分脱碳。

支承面是指不包括距孔边缘距离  $x=0.1(d_2-d_1)$  和距外边缘距离  $x=0.1(d_2-d_1)$  的环形支承面(仅为宽度的 60%,如图 4 所示)。



标引序号说明：

- 1——支承面；
- 2——全脱碳层；
- 3——部分脱碳层；
- 4——基体金属；
- $x$ ——不进行脱碳试验的区域。

图 4 脱碳试验区域

## 8.2.2 金相法

### 8.2.2.1 试样制备

平垫圈应在接收状态下，去除涂、镀层后进行测试。

试样应取自穿过孔中心线的径向截面。试样应嵌入塑料中或安装在夹具底座或夹钳中。安装后，对表面应进行研磨和抛光，直至可进行金相检查以保持表面基体金属的原始特性(良好的金相)。

注：浸入 3% 的硝酸乙醇腐蚀液(浓硝酸与乙醇混合液)，能显示由于脱碳而造成的金相组织的变化。

### 8.2.2.2 试验程序

试样应置于显微镜下，除非另有协议，否则应放大 100 倍进行检查。

如果显微镜带有磨砂玻璃屏，则可借助刻度直接测量脱碳程度。如果用目镜测量，则应使用带十字准线或刻度的显微镜。

### 8.2.2.3 要求

全脱碳层的最大深度  $G$  应符合表 3 的要求。

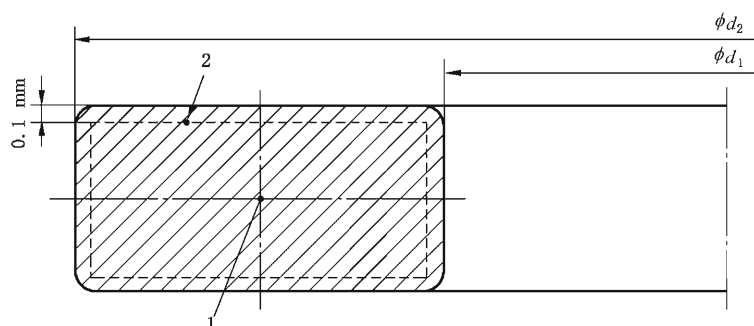
## 8.2.3 硬度法

### 8.2.3.1 试样制备

本方法适用于最小厚度为 0.4 mm 的平垫圈。应按 8.2.2.1 制备试样，但不需要腐蚀。

### 8.2.3.2 试验程序

按图 5 所示测量第 1 点和第 2 点维氏硬度。试验力为 2.942 N(维氏硬度试验 HV0.3)。



未脱碳  $HV(2) \geq HV(1) - 30 HV$

未增碳  $HV(2) \leq HV(1) + 30 HV$

标引序号说明:

- 1——HV(1) 通过平垫圈横截面中心的硬度测量点;  
2——HV(2) 距表面 0.1 mm 处硬度测量点。

图 5 脱碳试验和增碳试验的硬度测量

### 8.2.3.3 要求

图 5 中第 2 点的维氏硬度值 HV(2) 应大于或等于图 5 中第 1 点的维氏硬度值 HV(1) 减去 30 个维氏硬度单位。

注: 全脱碳层达到表 3 规定的最大值时, 不采用硬度测量法。

## 8.3 增碳试验

### 8.3.1 通则

增碳试验的目的是测定平垫圈表面在热处理过程中是否形成增碳。

增碳应在通过孔中心线径向截面的硬度试验进行测定。

本试验适用于性能等级为 300 HV 的滚花或带肋平垫圈、性能等级为 380 HV 的所有平垫圈, 平垫圈最小厚度为 0.4 mm。

### 8.3.2 试验程序

应按 8.2.2.1 制备试样, 但不需要腐蚀。

按图 5 所示测量第 1 点和第 2 点维氏硬度。试验力为 2.942 N(维氏硬度试验 HV0.3)。

### 8.3.3 要求

图 5 中第 2 点的维氏硬度值 HV(2) 应小于或等于图 5 中第 1 点的维氏硬度值 HV(1) 加上 30 个维氏硬度单位。超过 30 个维氏硬度单位, 表示已增碳。

另外, 按表 3 规定, 性能等级为 300 HV 平垫圈支承面硬度不应超过 370 HV 0.3; 性能等级为 380 HV 垫圈支承面硬度不应超过 450 HV 0.3。

## 8.4 再回火试验

### 8.4.1 通则

再回火试验的目的是检验热处理工艺的最低回火温度。

本试验适用于性能等级为 300 HV 和 380 HV 平垫圈。

本试验应仅在存在争议时进行。

8.4.2 试验程序

按 8.1.3 的规定,在图 3 硬度测试区域内测定维氏硬度,读取三点数值。

将平垫圈再回火,回火温度应比表 2 规定的最低回火温度低 10℃,保持 30 min;再回火后,应在同一平垫圈上并在与第一次测定相同的区域内,测定新的三点维氏硬度值。

8.4.3 要求

对比再回火前、后三点硬度平均值。再回火后,硬度降低值应小于 20 个维氏硬度单位。

9 标志

9.1 通则

按本文件要求制造的平垫圈,只有全面符合本文件规定的技术要求,才能按第 5 章的标记制度进行标记。

9.2 平垫圈标志

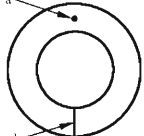
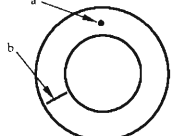
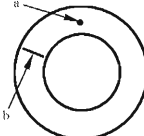
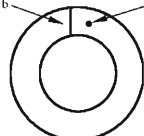
平垫圈标志可以由制造者自行决定,或由供需协议;供需协议情况下,平垫圈标志应包括制造者识别标志和性能等级。

经销商销售带有自己识别标志的平垫圈应被视为制造者识别标志。

平垫圈不得使用凸字标志。通常不推荐凹字标志,因为会改变螺栓-螺母连接副的扭矩-夹紧力关系,或者会产生应力集中,引发初始裂纹。可以通过其他加工方法获得持久的标志,如激光标志。

当标志性能等级时,应按表 5 规定,标志性能等级代号或时钟面法标志符号。

表 5 平垫圈性能等级标志代号和时钟面法标志符号

性能等级	100 HV	140 HV	200 HV	300 HV	380 HV
标志代号	100	140	200	300	380
标志符号		—			
注:长划线位置是为了表明表 1 规定的与螺栓和螺母性能等级推荐的组合(RC)(如:性能等级 300 HV 平垫圈用于与 10.9 级螺栓和 10 级螺母组合,因此,300 HV 的长划线在 10 点钟位置)。					
<sup>a</sup> 12 点的位置(基准点)应标志制造者识别标志或基准点标记。 <sup>b</sup> 性能等级应以“—”长划线标示,其长度和深度由制造商决定。					

9.3 包装标志

在本文件范围内的所有性能等级平垫圈的包装,均应有标志(例如:通过标签)。标志应包括制造者和/或销售商的识别标志和第 5 章规定的性能等级,以及 GB/T 3099.4 中定义的制造批号。

## 附录 A

(规范性)

## 性能等级 380 HV 平垫圈的延展性试验

## A.1 通则

延展性试验的目的是确定平垫圈在制造过程中没有变脆。

本试验适用于客户在订购时的特殊要求。

本试验适用于平垫圈成品。如有涂、镀层,则适用于涂、镀后的平垫圈。

## A.2 试验程序

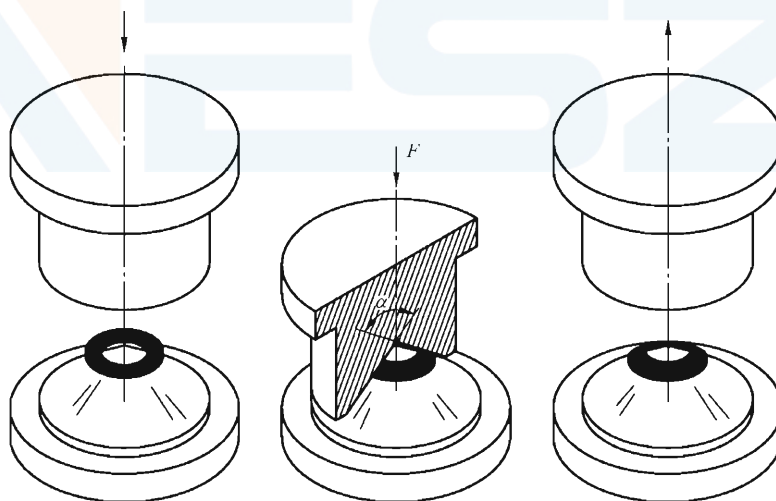
试验在带有  $\alpha$  角的支承部分和压头部分间完成,  $\alpha$  角取决于平垫圈的厚度。支承部分和压头部分的最低硬度应为 60 HRC, 表面应进行研磨。

对于圆形同心平垫圈, 支承部分和压头部分接触面应为圆锥形, 如图 A.1 所示。

对于其他平垫圈(如正方形、长方形), 支承部分和压头部分接触面应为 V 形, 如图 A.2 所示。

待测平垫圈应放置在图 A.1 或图 A.2 所示的测试装置中。对于组合件平垫圈, 应在测试前从螺栓或螺母上拆卸。

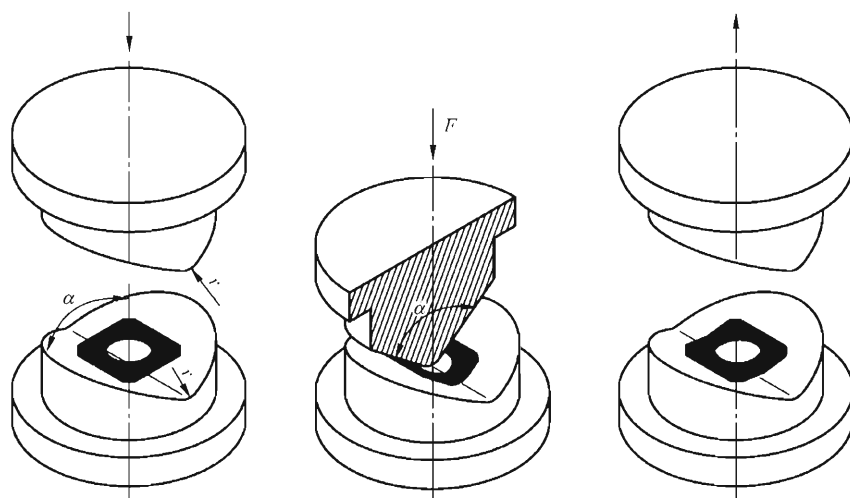
测试前和测试期间, 支承部分和压头部分轴线和平垫圈的轴线应保持对中。



平垫圈厚度  $t < 4$  mm 时,  $\alpha = 120^\circ$ ; 平垫圈厚度  $t \geq 4$  mm 时,  $\alpha = 160^\circ$

图 A.1 内径和外径为同心圆的平垫圈锥形试验装置示例





平垫圈厚度  $t < 4$  mm 时,  $\alpha = 120^\circ$ ,  $r = 4$  mm; 平垫圈厚度  $t \geq 4$  mm 时,  $\alpha = 160^\circ$ ,  $r = 8$  mm

图 A.2 其他形状平垫圈 V 形试验装置示例

轴向试验载荷应平稳施加,直到支承部分和压头部分表面与平垫圈表面完全接触。2 min 后,卸除试验载荷。

### A.3 要求

试验平垫圈不应断裂。

当平垫圈完全损坏时,发生失效。如有疑问,平垫圈应在断裂的相对侧进行切割,平垫圈断裂为两个单独部件,说明在试验过程中发生了断裂。

参 考 文 献

- [1] GB/T 33362 金属材料 硬度值的换算(GB/T 33362—2016, ISO 18265:2013, IDT)
- [2] GB/Z 41117 紧固件 钢制紧固件氢脆基本原理(GB/Z 41117—2021, ISO/TR 20491:2019, IDT)
-

FINESZ 泛微

中华人民共和国  
国家标准  
紧固件机械性能 平垫圈

GB/T 3098.26—2021

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2021年12月第一版

\*

书号: 155066·1-69545

版权专有 侵权必究



GB/T 3098.26-2021



码上扫一扫 正版服务到