



〔12〕发明专利申请公开说明书

〔11〕CN 85 1 02286 A

〔43〕公开日 1987年5月20日

〔21〕申请号 85 1 02286

〔22〕申请日 85.4.1

〔71〕申请人 中国科学院长春光学精密机械研究所

地址 吉林省长春市斯大林街112号

〔72〕发明人 黄述哲 王志林

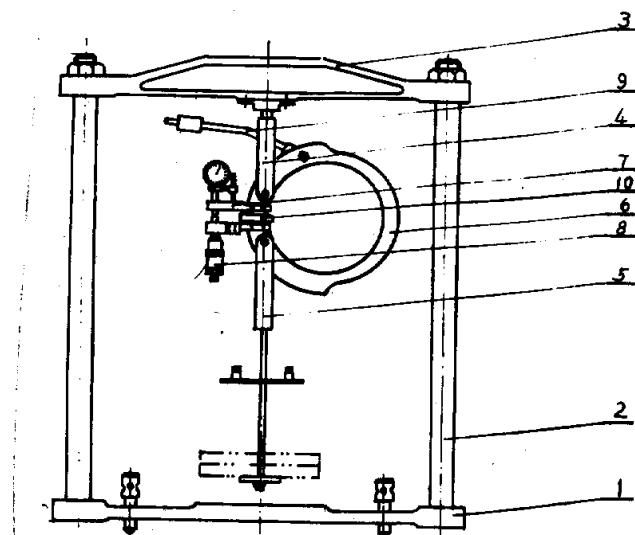
〔74〕专利代理机构 中国科学院长春专利事务所

代理人 王立伟

〔54〕发明名称 铸铁应力松弛性能测量方法和装置

〔57〕摘要

本发明为精密机械用铸铁的一种重要工程性能——应力松弛性能的测量方法和装置。本方法采用大尺寸等强度开口环形试样、楔铁加载。结构简单，操作方便，测量准确，加载范围0.8~60kg，加载感量5g。在大量试验基础上，制定了长期应力松弛量的短期试验判定法，提供了一批对精密机械设计十分有意义的各种铸铁材料的应力松弛特性数据。利用该装置建立了铸件热时效处理消除应力效果的快速判定方法，适用于生产现场检测。



权 利 要 求 书

1、一种铸铁材料常温应力松弛性能的测定方法，用开口等强度环形试样，用砝码加载、楔铁维持其载荷，放置某段时间后，再用砝码加载法测定出试样应力残留量，得到该材料该段时间内的应力松弛系数或得到铸件热时效消除应力效果。

2、按权利要求1所述测量方法，其特征在于环形试样的最大断面与最小断面之比大于2。

3、按权利要求1所述测量方法，其特征在于采用砝码加载、 $100\sim500g$ 的力压入楔铁、卸载、调零、 $100\sim500g$ 的压力下取出楔铁、加砝码直至归零，得到试样初始载荷Q。

4、按权利要求1所述测量方法，其特征在于楔铁采用GCr15SiMn，淬火， $Rc > 55$ ，厚度 $5\sim15mm$ ，上下面不平行度 $\leq 0.004mm$ 。

5、按权利要求1所述测量方法，其特征在于将试样静止平放在试验环境中，达到所需试验时间后，将试样再用砝码加载法测出残留载荷量，得到应力松弛量。

6、按权利要求1所述的测量方法，其特征在于用短期试验判定长时间的应力松弛系数。采用5天应力松弛系数 $R_{\frac{1}{5}}$ 判定6个月的应力松弛系数 R_6 ，其关系为 $R_6 = K R_{\frac{1}{5}}$ ，($K = 1.5\sim2.5$)。

7、按权利要求1所述的测量方法，其特征在于用与被处理铸铁件材质相同（或相近）的环形试样，加载并维持试样内为一已知应力值（ $1\sim17kg/mm^2$ ），与铸件同炉处理，出炉后测量试样中残留应力值，判定该炉铸铁件热时效消除应力效果。

8、一种铸铁常温应力松弛性能测量方法的测量装置，由试样、砝码、千分表、微调器、框架组成，其特征在于环形试样〔6〕开口上部通过吊杆〔4〕自由悬挂于横梁〔3〕上，试样开口下部悬挂加载机构〔5〕，开口上下分别固定调零机构〔7〕与〔8〕，整个系统用平衡重〔9〕调整，使之外载荷作用线处于同一垂直向下的直线上。

9、按权利要求8所述测量装置，其特征在于吊杆上部通过万向铰接与刚度好的横梁相连，吊杆下部通过GG r15SiMn淬火刀口轴与试样连接，轴与试样孔动配合，螺丝径向定位。

10、按权利要求8所述测量装置，其特征在于环形试样开口下方悬挂加载机构，加载用15kg～5g各种砝码加于吊杆砝码盘上，加载量0·8～60kg，加载感量5g。

11、按权利要求8所述测量装置，其特征在于调零机构采用微调器通过因钢支架与试样开口下部相连，千分表通过因钢支架与试样开口上部相连。

12、按权利要求8所述测量装置，其特征在于通过调整平衡重锤使外载荷力作用线同处垂直向下直线上，平衡重加于试样开口上部，调整平衡锤位置，使上、下两刀口小轴端面圆心同处于铅直向下的一条直线上。

说 明 书

铸铁应力松弛性能测量方法和装置

本发明属于铸铁工程性能及其测试方法和铸铁稳定化处理效果检测。

精密机械用铸铁铸件最重要的技术要求之一是高尺寸稳定性，即零件在使用过程中不发生随时间增长而产生尺寸精度变化。铸铁零件尺寸不稳定的主要原因之一是存在于零件中的内应力随时间不断松弛并伴随产生常温蠕变。对于结构和铸造工艺一定的铸铁零件的尺寸稳定性主要取决于铸铁材料的抗应力松弛能力，在一定应力作用下铸铁的弹性模量以及零件消除应力稳定化处理的效果。

目前，对于铸铁材料还没有把应力松弛性能作为一种工程性能提出，更没有明确的指标、测定方法和装置以及较完整的数据。对于铸铁铸件时效处理消除应力效果也没有简单易行、方便可靠的测试方法。

本发明的目的在于明确提出铸铁应力松弛性能作为一种工程性能，规定其性能指标，标志各种铸铁材料的抗应力松弛特点；设计制造一套结构简单、操作方便、测量准确的铸铁应力松弛测量装置；制定铸铁常温应力松弛试验测量方法；为精密机械设计提供一批铸铁应力松弛性能数据；确立一种铸铁件时效处理消除应力效果的测定方法。

本发明的具体构成如下：

1、铸铁应力松弛性能指标

一确定尺寸的开口环形试样，在某一近似恒定应力作用下，在某一段时间内应力松弛值为 $\Delta\sigma_i = \sigma_0 - \sigma_i \text{ kg/mm}^2$ (σ_0 和 σ_i 分别为试样初始及放置某段时间 t_1 后的应力)。 应力松弛值 $\Delta\sigma_i$ 与初始应力

值 σ_0 之比命为该时间内的应力松弛系数，记为 R_i 以百分数表示之。即 $R_i = \frac{\Delta\sigma_i}{\sigma_0} \times 100\%$ ，6个月的应力松弛系数 R_s 作为铸铁应力松弛性能的特性指标，命 R_s 的倒数为材料的抗应力松弛指数，记为 C 。

2、铸铁应力松弛测量装置

本发明提出的铸铁应力松弛测量装置的一个实施例如图1所示。其由可调平的底座(1)、立柱(2)和刚性较好的横梁(3)组成装置的框架，上吊杆(4)通过铰接与横梁(3)相连，能自由活动，上吊杆(4)下端通过刀口轴(GCr15SiMn淬火)与环形试样(6)开口上部连接，试样(6)开口下部通过刀口轴与加载机构(5)相连，刀口轴与试样孔动配合，用螺丝径向定位，试样开口上下方装配调零机构(7)、(8)。千分表通过因钢支架与试样开口下部连接，在试样上部装配平衡重系统(9)。图中(10)为加载楔铁，其材料为GCr15SiMn，淬火， $R_s \geq 55$ ，厚度5~15mm，上下面不平行度 ≤ 0.004 mm，不同重量的砝码(15kg、10kg、5kg……10g、5g)可加于下吊杆砝码盘上，试样(6)外形尺寸 $\varnothing 200/\varnothing 150 \times 15$ mm，由 $\varnothing 210/\varnothing 140 \times 100$ mm筒形铸造毛坯加工而成，试样等强度部分最大拉应力与载荷Q的关系为 $\sigma_m \approx 0.286 Q \text{ kg/mm}^2$ (Q的单位kg)。

装置加载范围0.8~60kg，产生最大应力值为17kg/mm²，加载感量5g，测量精度 $\times 10\% R_s$ 。

3、常温应力松弛测量方法

装配试样：将装置调平，选择相应的加载砝码和楔铁，试样(6)

经清理后，按附图所示位置装配于上吊杆(4)上，再将下吊杆(5)装配到试样(6)相应位置上，然后将(7)、(8)和(9)装到试样上。在装配过程中防止冲击试样，调平衡重(9)的重锤使上下吊杆的刀口轴端面圆心处于同一铅直向下的垂线上。

加载：根据要求试验应力大小，估算出欲加载量 Q ，轻轻加载至 P' ， $P' = Q - (100 \sim 500) g$ ，调整微调器(8)使千分表予压2 mm，记下千分表读数 $d_1 (\mu)$ ，选择合适厚度楔铁，使楔铁在轻微力($100 \sim 500 g$)作用下压入试样开口，记下千分表读数 $d_2 (\mu)$ ，然后取下所有砝码，千分表重新予压2 mm，调零，重新加砝码，直至轻轻用力($100 \sim 500 g$)取下楔铁，记下千分表偏离“0”点的数值 $d_3 (\mu)$ ，轻轻加小砝码至千分表重新归“0”为止，记下去掉楔铁后重新加载量 $g (kg)$ ，并记录所加砝码总量 P ，取下 $100 \sim 200 g$ 砝码，将楔铁轻轻压入试样开口内，并尽量保持原来位置，卸掉全部载荷，卸下试样。

加载量计算：

$$\text{瞬时加载量 } Q' = P' + P_0 + \frac{q}{d} \times |d_1 - d_2|$$

长期试验初始加载量 $Q_0 = P + P_0$ (P_0 为装置下吊杆，微调器部分总重量)

瞬时塑性变形引起的应力松弛量：

$$\Delta \sigma' = \sigma' - \sigma_0 = 0.286 (Q' - Q_0)$$

放置试验：已具有初始应力的环形试样，静止放置，切勿振动冲击和生锈，放置时间根据试验要求而定。

试样内最大残留应力值测定：将放置一段时间(τ_1)的试样，

按上述方法装配在装置上，千分表予压2 mm并调零，加砝至能轻轻（100~500g力）取下楔铁为止，再轻轻加小砝码使千分表重新归“0”为止，记下砝码总量 P_1 ，取下100~200g砝码重新轻轻压入楔铁至原来位置，卸载，取下试样，继续放置试验。

经过时间 τ_i 后，试样中剩余载荷为： $Q_i = P_i + P_0$ ，试样中残余应力 $\sigma_i \approx 0.0286 Q_i$ 。

应力松弛量及松弛系数计算：经过 τ_i 时间后，试样的应力松弛量 $\Delta \sigma_i = \sigma_0 - \sigma_i = 0.0286 (Q_0 - Q_i)$

$$\text{应力松弛系数 } R_i = \frac{\Delta \sigma_i}{\sigma_i} \times 100\%$$

4、长时间应力松弛的短期试验判定法

六个月的应力松弛系数 R_6 作为材料的特性指标，根据大量试验确定，5天、15天的应力松弛系数 $R_{\frac{1}{6}}$ ， $R_{\frac{1}{15}}$ ，测出后，可根据经验公式推断六个月的应力松弛系数 $R_6 = K R_{\frac{1}{6}}^{\frac{1}{2}}$ （或 $K R_{\frac{1}{15}}^{\frac{1}{2}}$ ），K值根据材料不同略有变化，对于 $R_{\frac{1}{6}}$ 来说 $K = 1.5 \sim 2.5$ ，对 $R_{\frac{1}{15}}$ 来说 $K = 1.4 \sim 1.6$ 。

5、利用上述装置、方法测定各种铸铁材料应力松弛特性举例

时间特性：常温下铸铁应力松弛在六个月后变得十分缓慢，设六个月的松弛总量为100%，前5天占~50%，前15天占~70%，前一个月占~80%，前三个月占90%左右。

灰铸铁 R_6 与 σ_b 的关系：根据大量试验数据回归分析后，得到下列关系式：当 $\sigma_b \leq 25 \text{ kg/mm}^2$ $R_6 = 12.50 - 0.37 \sigma_b$

$$\text{当 } \sigma_b > 25 \text{ kg/mm}^2 \quad R_6 = 6.12 - 0.10 \sigma_b$$

试验环境的影响：不同环境下放置十二个月的松弛系数 R_{12} 如下：

恒温室条件下($\sim 20^{\circ}\text{C}$) $R_{12} = 3.49\%$

工作室条件下($15 \sim 25^{\circ}\text{C}$) $R_{12} = 3.94\%$

东北室外露天($-30 \sim +30^{\circ}\text{C}$) $R_{12} = 6.17\%$

(铸铁成份: C 3.83% Si 1.80% Mn 1.03% σ_b 2.4 kg/mm²)

铸铁应力松弛的温度特性: 下表为部分试验数据

铸铁牌号	5天松弛系数 R_+ (%)					
	试验温度 (°C)					
	20	50	100	150	200	250
HT15-33	3.14	4.61	7.72	10.33	11.99	14.75
HT20-40	3.01	4.17	7.30	9.61	10.22	12.72
HT25-47	1.74	2.95	4.64	7.15	6.49	7.10
HT30-54	0.89	1.79	3.18	4.60	4.82	5.16

6、铸铁时效处理消除应力效果的测定方法

选择与处理铸铁材质相同(或相近)的环形试样，在上述应力松弛测定装置上加载，造成一定的初始应力 σ_0 ，选定在 $5 \sim 10 \text{ kg/mm}^2$ 已具有初始应力 (σ_0) 的环形试样，与铸件同时进行时效处理，处理后，测定试样中残留应力值 σ_1 ，计算出应力松弛量 $\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma_1$ ，计算出应力松弛系数 $R = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_0} \times 100\%$ ，即为试样消除应力百分数，由此判定铸件消除应力效果。

实例：HT 20-40 铸铁环形试样，初始应力 $\sigma_0 = 8 \text{ kg/mm}^2$ ，不同处理温度下的消除应力效果如下：

处理温度(℃)	350	450	500	520	540	560	580
消除应力 百分数(%)	15·23	18·35	45·54	57·94	66·29	69·96	76·37

本发明系统全面地提出了精密机械用铸铁的应力松弛性能及其测定方法、装置，提出了一种检测铸件消除应力效果的方法，提供了一批这方面的数据，本发明对精密机械材料稳定性研究、精密机械设计以及铸铁稳定化处理都具有很大的实际意义。

说 明 书 附 图

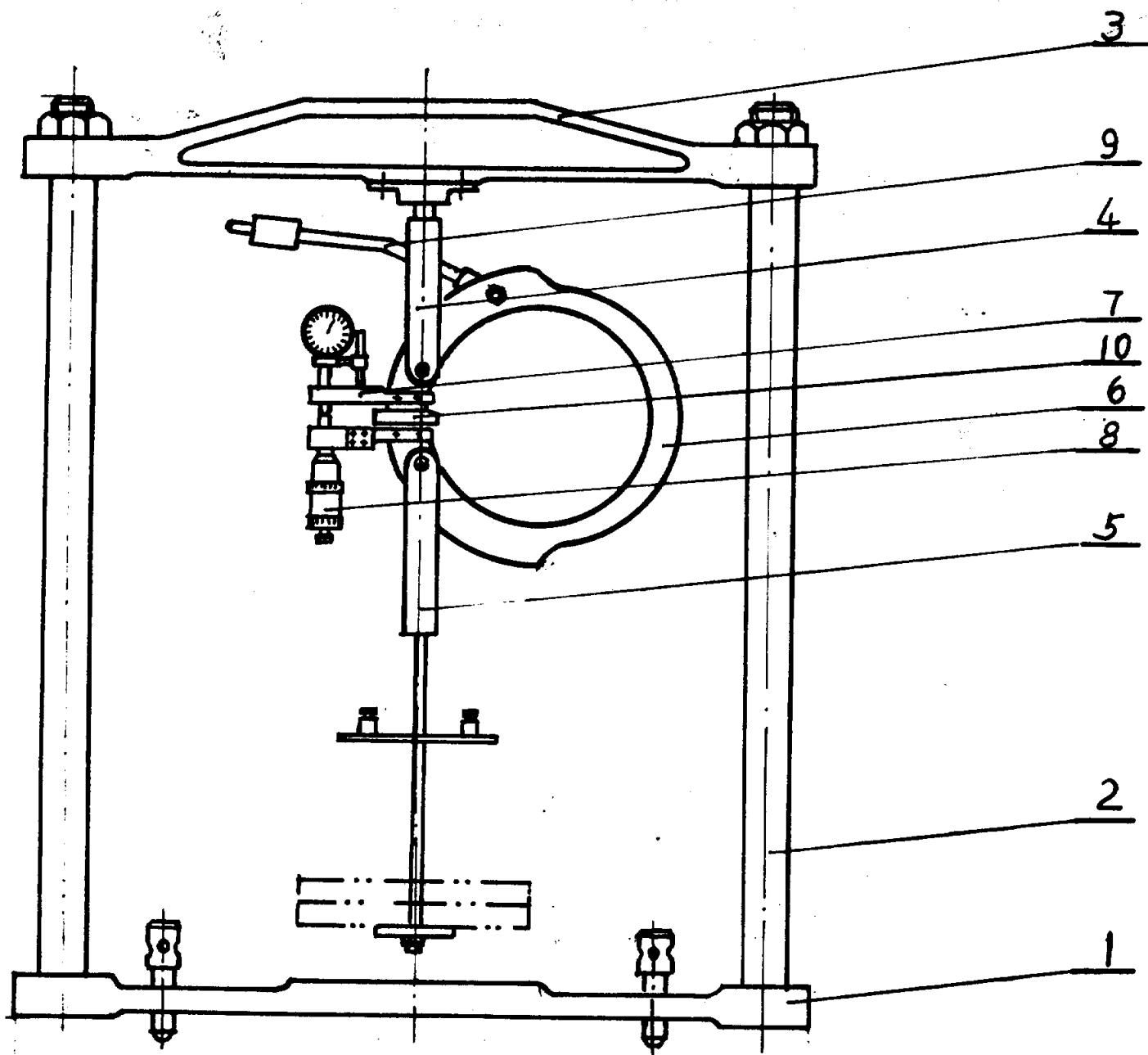


图 1