

ICS 77.040.10  
H 22



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24179—2009

GB/T 24179—2009

## 金属材料 残余应力测定 压痕应变法

Metallic materials—Residual stress determination—  
The indentation strain-gage method

中华人民共和国  
国家标准  
金属材料 残余应力测定 压痕应变法  
GB/T 24179—2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 18 千字  
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

\*

书号:155066·1-38887 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 24179—2009

2009-06-25 发布

2010-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

附录 B  
(资料性附录)

与母材强度不匹配的焊缝应力计算方法

在保证各种试验技术要求的情况下,测定焊接残余应力时可能带来的误差往往由焊缝和母材的力学性能差异所造成。例如在测定焊缝中的残余应力时,由于标定所用材料一般均是同质母材,但所测焊缝处的材料往往与母材有所区别(主要是塑性延伸强度上的差别)。例如现场采用 CO<sub>2</sub> 气体保护焊来焊接 Q235 钢,若采用 ER49-1 焊丝,则得到的熔敷金属塑性延伸强度和 Q235 母材的塑性延伸强度差别可达到 100 MPa 左右,这样对焊缝的应力计算结果( $\sigma_R^W$ )会产生很大影响。为解决这一问题,可借用与焊缝塑性延伸强度相等或接近材料(强度误差不大于 5% 或 30 MPa)的标定关系进行计算,也可直接采用原母材的标定关系,再利用母材和焊缝塑性延伸强度(分别为  $R_{p0.2}^M$  和  $R_{p0.2}^W$ )之比参照以下公式进行修正(修正前应力为  $\sigma_R^M$ ):

$$\sigma_R^W = \eta \cdot \frac{R_{p0.2}^M}{R_{p0.2}^W} \cdot \sigma_R^M \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$\eta$ ——与材料性质有关的修正系数,当所测位置的焊缝金属受母材稀释作用较小时可取 1,否则取 1.1。

需要指出,式(B.1)及其系数  $\eta$  并不是唯一确定的,它与采用的压痕系统和材料有关,用户应根据实际标定曲线的规律进行修正,必要时还需参照有限元计算结果。

前 言

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国科学院金属研究所、武汉钢铁(集团)公司、北京航空航天大学。

本标准主要起草人:陈怀宁、李荣锋、陈静、黄春玲、李晓星。

附录 A  
(规范性附录)

不同测量条件下的应力计算方法

A.1 已知主应力方向

在已知主应力方向时,可以直接采用双向应变花测量残余应力。

将两个垂直应变栅分别沿主应力方向粘贴,或在测量焊接残余应力时,将应变栅沿与焊缝平行(x向)和垂直(y向)方向粘贴。在获得应变增量 $\Delta\epsilon_x$ 、 $\Delta\epsilon_y$ 后,利用公式(1)或公式(2)求得弹性应变 $\epsilon_{ex}$ 、 $\epsilon_{ey}$ ,然后按公式(A.1)计算残余应力 $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ ：

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2}(\epsilon_{ex} + \nu\epsilon_{ey}) \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2}(\epsilon_{ey} + \nu\epsilon_{ex})$$

如果此时计算得到的某方向弹性应变 $\epsilon_e$ 大于 $0.5\epsilon_{p0.2}$ 或 $0.6\epsilon_{p0.2}$ (具体数值取决于被测材料的标定结果),而另一方向的弹性应变 $\epsilon_e$ 小于 $0.5\epsilon_{p0.2}$ 或 $0.6\epsilon_{p0.2}$ ,则需要对小应变方向的应变增量进行修正,按修正后的应变增量重新计算弹性应变。具体修正过程如下(参见图 A.1,假定此时弹性应变 $\epsilon_{ex}$ 大于 $0.5\epsilon_{p0.2}$ )：

- a) 由应变增量 $\Delta\epsilon_x$ 得到弹性应变 $\epsilon_{ex}$ ；
- b) 按 $-\nu\epsilon_{ex}$ 得到 $\Delta\epsilon_p$ ；
- c) 按 $\Delta\epsilon_y - \Delta\epsilon_p$ (而不是按 $\Delta\epsilon_y$ )得到弹性应变 $\epsilon_{ey}$ 。

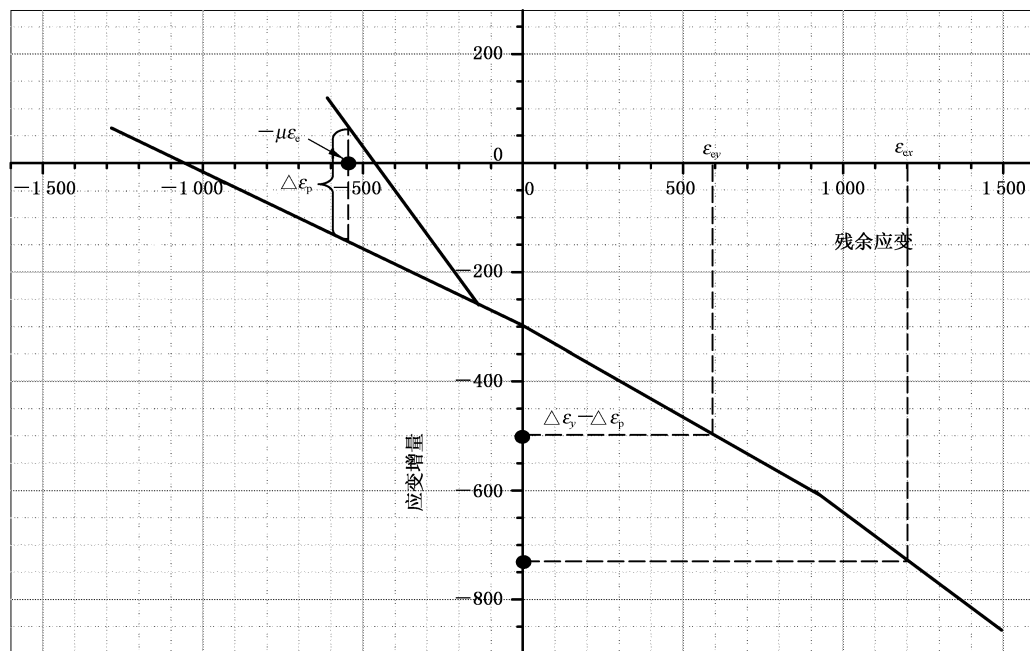


图 A.1 某单向弹性应变大于 $0.5\epsilon_{p0.2}$ 时对 y 向应变增量进行的塑形修正

A.2 未知主应力方向

A.2.1 在任意方向的应力场中,如果获得的最大拉伸弹性应变小于 $0.3\epsilon_{p0.2}$ ,或者已知所贴应变栅与主方向的夹角小于 $10^\circ$ ,则仍可采用单向标定的结果按照上面的方法进行计算。

金属材料 残余应力测定 压痕应变法

1 范围

本标准规定了采用压痕应变法测定金属材料表面残余应力的术语和定义、原理、测量设备、测量步骤、标定系数确定、试验报告等。

本标准适用于硬度不大于 50 HRC 的各种金属材料表面残余应力的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法

GB/T 230.2 金属洛氏硬度试验 第 2 部分:硬度计(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)的检验与校准

GB/T 231.2 金属布氏硬度试验 第 2 部分:硬度计的检验与校准

GB/T 7314 金属材料 室温压缩试验方法

JJG 623 电阻应变仪检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

应变增量 strain increment

$\Delta\epsilon$

在材料表面产生压痕后,由残余应力场和球形压痕共同诱导的应变变化相互叠加后产生的应变变化(输出)量。

3.2

标定系数 coefficients of calibration

A, B

在压痕应变法测量残余应力中,与被测材料、应变花形状、球形压痕大小有关,联系应变增量和弹性应变的关系常数。

4 符号和说明

本标准使用的符号及说明见表 1。

表 1 符号和说明

符号	说明	单位
$\Delta\epsilon$	应变增量	
$\Delta\epsilon_x$	沿 x 方向的应变增量(沿主应力或平行焊缝方向)	
$\Delta\epsilon_y$	沿 y 方向的应变增量(沿主应力或垂直焊缝方向)	