



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31310—2014

---

## 金属材料 残余应力测定 钻孔应变法

Metallic material—Determination of residual stress—  
Hole drilling strain-gauge method

2014-12-05 发布

2015-09-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号和说明 .....	2
5 试验概述 .....	3
6 工件准备 .....	7
7 应变花和测量仪器 .....	8
8 试验程序 .....	9
9 残余应力计算 .....	12
10 试验报告 .....	26
11 精度和偏差 .....	26
附录 A (规范性附录) 低速钻孔标定试验及计算公式 .....	29
附录 B (资料性附录) 钻孔法的不确定度分析 .....	32
附录 C (资料性附录) X 射线衍射法和钻孔法测量残余应力的结果比对 .....	35
参考文献 .....	36

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:武汉钢铁(集团)公司、中国科学院金属研究所、上海出入境检验检疫局、武汉理工大学。

本标准主要起草人:李荣锋、陈怀宁、吴益文、涂应宏、余立、朱利洪、邱保文、刘冬、薛欢、杨小敏、汪选国、侯海量。

## 引 言

残余应力几乎存在于所有材料中,在工件的制造过程或服役期间都有可能产生残余应力。尤其对那些在交变载荷或腐蚀环境中服役的工件而言,如果在设计过程中没有考虑或核算残余应力,它将是导致材料失效的重要因素之一。残余应力也可能是有益的,例如喷丸所产生的压缩应力。钻孔应变法(下简称钻孔法)是一种测定残余应力的方法。

钻孔法用于测定各向同性线弹性材料近表面的残余应力。其步骤包括:在被测物体表面贴上应变花,随后在该应变花上钻孔,再测量被测物体表面所释放的应变。将所测得的应变代入一系列公式便可计算出已去除材料所在部位的残余应力。

钻孔法对被测工件所造成的破坏仅局限于一个较小的区域,对于较厚的材料而言,通常不会对其正常使用造成严重影响,所以称其为“半无损”测试。相对而言,其他大多数机械性残余应力测试方法都会对被测工件造成严重破坏。由于钻孔法多少会对工件造成一定的破坏,所以该方法仅针对在工件上钻孔(或钻孔后经焊补修磨)并不严重影响其使用功能的情况下使用。

有两种不同的方法可以测定残余应力:

a) 高速钻残余应力测量方法,即方法 A。

因高速钻的加工应变很小,残余应力的测量可以完全依据柯西公式的有限元分析得到的应力标定常数进行计算。

b) 低速钻残余应力测量方法,即方法 B。

因低速钻的加工应变比较大,不能忽略,残余应力的测量要通过综合性的标定试验得到的应力标定常数来计算。

理论上,如果各向同性(等轴)残余应力超过材料屈服强度的 50%,或任一方向上的切应力超过屈服强度的 25%,钻孔周边可能因应力集中而发生局部屈服。但实践中有可靠的数据表明,残余应力不超过材料屈服强度的 60%时本标准仍可采用(此限制仅针对采用非试验标定的应力标定常数确定方法,如方法 A 中的确定方法。如果测量的残余应力高达材料屈服点,如焊缝应力,此时需要一套特殊的试验标定技术,如方法 B 中的标定方法)<sup>[2]</sup>。

# 金属材料 残余应力测定 钻孔应变法

## 1 范围

本标准规定了采用钻孔法测定金属材料各向同性线弹性材料近表面残余应力的试验概述、测量设备、测量步骤、应力计算常数的标定、测量误差的修正等。

钻孔法适用于测量金属材料面内应力梯度较小的应力状态,这种状态下的残余应力可能沿深度方向无变化,近似为常数(均匀应力),也可能沿深度方向有明显变化(非均匀应力)。由于采用钻孔方式仅能测定材料近表面的平面残余应力,因此钻孔法仅能测定所钻孔洞边界内局部残余应力的大小。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

JJG 623 电阻应变仪

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**应力标定常数** **calibration constant for stresses**

联系残余应力和释放应变的比例系数。在钻孔应变法中,与电阻应变计几何尺寸、粘贴位置、孔的形状和大小有关。

### 3.2

**释放应变** **relieved strain**

对具有应力场的结构件钻孔,其钻孔前后应变的变化量。

### 3.3

**薄工件** **thin workpiece**

厚度比钻孔直径或应变花上圆直径小的工件。

### 3.4

**厚工件** **thick workpiece**

厚度比钻孔直径大很多的工件。

### 3.5

**中等厚度工件** **intermediate thickness workpiece**

介于厚工件和薄工件之间的工件。

### 3.6

**高速钻孔** **high-speed hole-drilling**

成孔转速在每分钟数万转以上,切削量很小的加工方式。

### 3.7

**低速钻孔** **low-speed hole-drilling**

成孔转速为每分钟数千转,尤其指手电钻的加工方式。