

# AT220 涂层测厚仪

## 使用说明书

北京时代光南检测技术有限公司

# 目 录

目 录.....	1
1 概述.....	2
2 仪器的使用.....	10
3 仪器的校准.....	21
4 影响测量精度的因素.....	31
5 保养与维修.....	36
附 表.....	37
用 户 须 知.....	40

# 1 概述

本仪器是磁性、涡流两用的便携式涂层测厚仪，它能快速、无损伤、精密地进行涂、镀层厚度的测量。既可用于实验室，也可用于工程现场。本仪器能广泛地应用在制造业、金属加工业、化工业、商检等检测领域，是材料保护专业必备的仪器。

## 本仪器符合以下标准：

GB/T 4956-2003 磁性金属基体上非磁性覆盖层厚度测量 磁性方法

GB/T 4957-2003 非磁性金属基体上非导电覆盖层厚度测量 涡流方法

JB/T 8393-1996 磁性和涡流式覆层厚度测量仪

QJ 990.3A-2011 涂层检验方法 第3部分：涂层厚度测量

JJG 818-2005 磁性、电涡流式覆层厚度测量仪检定规程

## 仪器特点：

- 采用了磁性和涡流两种测厚方法，即可测量磁性金属基体上非磁性覆盖层的厚度又可测量非磁性金属基体上非导电覆盖层的厚度。
- 具有两种工作方式：存储模式和标准模式。
- 具有温度补偿功能：国内领先的实时温度补偿技术可自动对环境温度及测头温度改变引起的测量误差进行补偿，使测量更准确。
- 设有五个统计量：平均值（MEAN）、最大值（MAX）、最小值（MIN）、测试次数（NO.）、标准偏差（S.DEV）。
- 可采用单点校准、单点校准法对仪器进行校准,并可用五点校准和温度系数校准法对测头的系统误差进行修正。
- 具有存储功能：最多可存储500个测量值。
- 具有删除功能：对测量中出现的单个可疑数据进行删除，也可删除存储区内的所有数据。

- 可设置限界：对限界外的测量值自动报警。
- 具有电源电量指示功能。
- 设有三种关机方式：手动关机方式、超时自动关机方式以及低电量自动关机方式，并可设置超时自动关机等待时间，自动关机时伴有背光闪烁及蜂鸣提示。

## 1.1 测量原理

本仪器采用了磁性和涡流两种测厚方法，可无损地测量磁性金属基体(如钢、铁、合金和硬磁性钢等)上非磁性覆盖层的厚度(如锌、铝、铬、铜、橡胶、油漆等)及非磁性金属基体(如铜、铝、锌、锡等)上非导电覆盖层的厚度(如：橡胶、油漆、塑料、阳极氧化膜等)。

### a) 磁性法(F型测头)

当测头与覆盖层接触时，测头和磁性金属基体构成一闭合磁路，由于非磁性覆盖层的存在，使磁路磁阻变化，通过测量其变化可导出覆盖层的厚度。

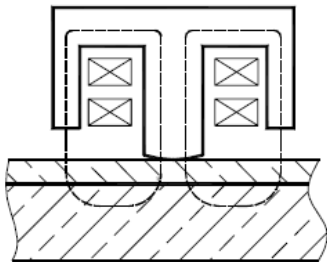


图 1 磁性法基本工作原理

## b) 涡流法(N型测头)

利用高频交变电流在线圈中产生一个电磁场，当测头与覆盖层接触时，金属基体上产生电涡流，并对测头中的线圈产生反馈作用，通过测量反馈作用的大小可导出覆盖层的厚度。

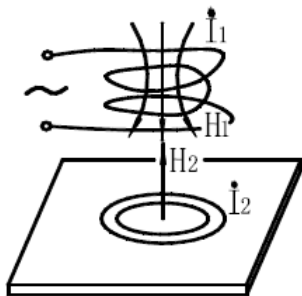


图 2 涡流法基本工作原理

## 1.2 仪器简介



开关/背光



文件/统计



删除键



菜单键



清零键



确认键



向上移动键



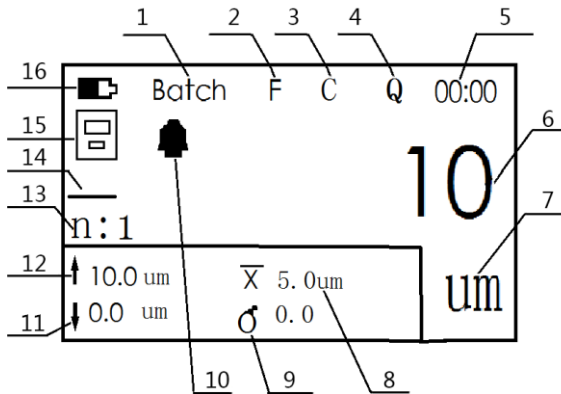
向下移动键



测头切换键

图 3 仪器外观示意图





- 1 文件名称
- 2 探头类型
- 3 温度标识
- 4 测量模式
- 5 时间
- 6 测量值
- 7 单位
- 8 平均值
- 9 标准差
- 10 报警标志
- 11 最小值
- 12 最大值
- 13 存储数据个数
- 14 耦合标志
- 15 存储标志
- 16 电量标志

## **1.3 技术参数**

### **1.3.1 测量范围及测量误差（见附表 2）**

### **1.3.2 使用环境**

- 温度：0°C ~ 40°C
- 湿度：20%RH ~ 90%RH
- 无强磁场环境

### **1.3.3 电源**

- 三节7号碱性电池（1.5V）

### **1.3.4 外型尺寸和重量**

- 外形尺寸：155mm×68mm×27mm
- 重量：约230g

## 2 仪器的使用

使用本仪器前，请务必仔细阅读第3章(仪器的校准)和第4章(影响测量精度的因素)。

### 2.1 测头的安装与拆卸

#### 2.1.1 测头的安装



仪器使用前，应将测头正确插入仪器上方相对应的插槽内。

本款仪器采用音频插头，对干扰信号的屏蔽效果更好，插拔更加方便。

#### 2.1.2 测头的拆卸

仪器使用完毕后，应将测头拆下妥善保存。

## 2.2 基本测量步骤

- a) 准备好待测工件（参见第4章）。
- b) 将测头悬空，按下键，开机。
- c) 检查电池电量指示，若电池电量过低，应立即更换电池。
- d) 检查测头类型是否与屏幕下方的测头类型指示标志相符。
- e) 如需校准仪器，选择适当的校准方法进行校准（参见第3章）。
- f) 关机：长按键，即可关机；在无任何操作的情况下，待机时间到，仪器自动关机，待机时间可进行设置，详见2.4.2功能设置步骤。

### 说明:

- 1) 应尽量使用与待测工件相同材质的基体进行单点校准。
- 2) 如果在测量过程中测头没有快速垂直地接触被测物体，则可能得到一个不可靠的测量结果，因此在这种情况下建议使用连续测量方式，待测头固定好后再读数。

- 3) 保存多个测量值后,在测试界面下实时显示五个统计量,即:平均值( $\bar{x}$ )、标准偏差( $\sigma$ )、测量次数( $n$ )、最大测量值( $\uparrow$ )、最小测量值( $\downarrow$ )。

## 2.3 各项功能及操作方法


本小节详细地介绍了本机的各种功能及其操作方法。

### 2.3.1 测头选择

可通过以下步骤进行测头选择：

- a) 自动识别测头模式下，在主界面仪器会自动识别测头类型出现“F”或“N”标签。

测头类型将在屏幕上方的指示区显示，“F”对应磁性测头，“N”对应涡流测头，自动识别模式下如果没有插入测头，该指示区不显示任何标志。

在某些外界磁场干扰较大的测量环境下，仪器自动识别功能可能无法正确识别测头类型，可直接按  键选择“F”或“N”模式指定测头类型。

### 2.3.2 测量方式（单次测量⇔连续测量）

可使用下列两种测量方式之一进行测量：

- 单次测量：测头每接触被测件1次，显示一个测量结果，并伴随蜂鸣声。
- 连续测量：不提起测头连续测量，每次鸣响后重新显示一个测量结果。

两种方式的转换方法详见2.4.1系统设置步骤。

### 2.3.3 存储方式



可使用下列两种工作方式之一进行测量：

- 标准模式：用户的测量数据不参与存储，不进行统计。
- 存储模式：此方式便于用户记录所测试的数据，测量结果将被自动保存并参与统计计算，每组最多存100个数值，总共五组，可存500个数值。每组当存满100个数值时，屏幕将显示“存储器满”，此时仍可进

行测量，但是原始测量值会被覆盖。


两种方式的切换：


a) 在主界面下按  键进入主菜单。

b) 按  键进入系统设置主界面，调整上下键选中存储模式项，按  键选择打开，主界面会出现存储标志。

### 2.3.4 设置当前文件

可通过以下方法设置当前测量数据的存储位置：

a) 在主界面下按  键循环选择文件Batch1~Batch5，直至选中对应文件。


**说明：**按  键为切换文件，长按此键则进入数据的查看统计页面。






## 2.3.5 查看/删除测量数据

### 2.3.5.1 查看测量数据

可通过以下步骤查看或删除已保存的测试数据：






a) 在主界面长按按  键进入数据查看界面。如下图所示。

Batch1	
▶1	10um
2	11um
3	101um
4	100um
5	99um



b) 按  或  键翻看每个测量数据，并可通过  键删除某个测量数据。

c) 按  键返回。

### 2.3.5.2 删除测量数据




如2.4.2步骤a~b所述进入功能设置界面，按或键选择“删除所有数据”，再按键进入删除确认界面，确定删除按键，取消删除按键。

“删除文件”只是把当前文件里的数据删除，而“删除所有数据”是把五组数据全部删除。

在查看统计界面下按键会删除选中数据，在主界面和统计界面长按键会删除整个文件，在主界面下按删除键会依次删除最近测量的数据。

### 2.3.6 系统时间设置

设置系统时间可以对仪器自身时间进行修正。

参数设置方法详见2.4.2功能设置步骤进入系统时间设置。按键选择时间选项日期时间，然后按或键更改该项设置。

### 2.3.7 待机时间设置

设置了待机时间后，当达到待机时间，将会出现屏幕背光闪烁并伴随蜂鸣提示，屏幕背光闪烁5次后仪器自动关机。屏幕背光闪烁过程中，按任意键或进行测量，仪器将退出自动关机状态。

### 2.3.8 关于测量和误差的说明

- 如果已经进行了适当的校准，所有的测量值将保持在一定的误差范围内(见表2)。
- 为使测量更加精确，可在一个点多次测量，对误差较大的测量值可在测量后立即删除。
- 正常测量时，仪器内部将对多次测量的结果进行筛选、平均，对偏差较大的可疑数据进行自动过滤，确保测量数据更加准确和稳定。

最后覆层的厚度为： $CH = M+S+\delta$

其中：

CH 覆层厚度

S 标准偏差








M 多次测量的平均值


$\delta$  仪器允许误差

## 2.4 系统设置与功能设置

仪器的其它参数可以通过系统设置或功能设置修改。通过系统设置可以设置语言、单位、精度、测量模式、报警模式、蜂鸣器、存储模式和温度校准。通过功能设置可以实现恢复默认设置、删除所有数据、设置对比度、设置待机时间、设置系统时间 以及版本信息等。




### 2.4.1 系统设置步骤




- 在主界面中按  键进入主菜单界面。
- 按  或  键选中“系统设置”菜单项，然后按  键进入系统设置界面。
- 按  或  键选择项目，然后按  键更改该项设置。





d) 设置完成，按  键返回。

## 2.4.2 功能设置步骤

a) 在主界面中按  键进入主菜单界面。

b) 按  或  键选中“功能设置”菜单项，然后按  键进入功能设置界面。

c) 按  或  键选择项目，然后按  键进入该项设置。

d) 按  或  键进行参数设置，然后按  键进行确认，并按  键退出。

## 2.5 在喷砂表面上测量

喷砂表面的特性导致了测量值大大失真，其覆层厚度大致可用以下方法确定：

a) 使用3.3.1的单点校准方法在曲率半径和基材相同的平滑表面上进行校准。

- b) 在未涂覆的经过同样喷砂处理的表面进行多次测量,得到平均值 $M_o$ 。
  - c) 在已涂覆的表面上进行多次测量,得到平均值 $M_m$ 。
  - d)  $(M_m - M_o) \pm S$  即是覆盖层厚度。
- 其中 $S$  (标准偏差)是 $S_{M_m}$ 和 $S_{M_o}$ 中较大的一个。

### 3 仪器的校准

为使测量准确,测量前,应对仪器进行校准。

#### 3.1 校准标准片 (包括箔和基体)

已知厚度的箔或已知覆盖层厚度的试块均可作为校准标准片,简称标准片。

##### a) 校准箔

对于磁性方法,“箔”是指非磁性金属或非金属的箔或垫片。对于涡流方法,通常采用塑料箔。“箔”有利于曲面上的校准,而且比有覆盖层

的标准片更合适。

b) 有覆盖层的标准片

应采用已知厚度的、均匀的、并与基体牢固结合的覆盖层作为标准片。

对于磁性方法，覆盖层应是非磁性的。对于涡流方法，覆盖层应是非导电的。

## 3.2 基体

- a) 对于磁性方法，标准基体金属的磁性和表面粗糙度，应当与待测工件基体金属的磁性和表面粗糙度相似。对于涡流方法，标准片基体金属的电学性质，应当与待测工件基体金属的电学性质相似。

为了证实标准片的适用性，可用标准片的基体金属与在待测工件基体金属上所测得的读数进行比较。

- b) 如果待测工件的金属基体厚度没有超过表2中所规定的临界厚度，可采用下面两种方法进行校准：

- i. 在与待测工件的金属基体厚度相同的金属标准片上校准。
  - ii. 用一足够厚度的，电学性质相似的金属衬垫、金属标准片或工件进行校准，应确保基体金属与衬垫金属之间无间隙。对两面都有覆盖层的工件，不能采用衬垫法进行校准。
- c) 如果待测覆盖层的曲率半径过小，则应采用相同曲率半径的基体金属和标准片进行校准。

### **3.3 校准方法**

本仪器提供单点校准、五点校准以及温度系数校准。

#### **3.3.1 单点校准**

在不同基体上进行测量时必须重新进行单点校准，当校准使用的基体与待测工件基体性质偏差较大时，测量值将会产生偏差。可使用以下两种方法之一进行单点校准：



## 1 在基体上校准

a) 在基体上进行一次测量，屏幕显示  $< \times \times \mu\text{m} >$ 。

b) 在提起测头之前按 **ZERO** 键，屏显  $< 0.0 \mu\text{m} >$ ，校准完成。

重复上述a、b 步骤可获得更为精确的校准结果，提高测量精度。

## 2 在标准片上校准

a) 未用测头测量之前在主界面中按 **ZERO** 键进入“单点校准模式”。

b) 在标准片上进行一次测量，屏幕显示  $< \times \times \times \mu\text{m} >$ 。

c) 测头抬起后按 **↑** 或 **↓** 键修正读数，使其达到目标值。

d) 按 **←** 键确认，校准完成；或按 **MENU** 键取消校准；或按 **ZERO** 键清除保存的校准结果。

重复上述a~d步骤可获得更为精确的校准结果，提高测量精度。

使用标准片进行单点校准后，测量与标准片厚度近似的厚度时将得到更高的测量精度。

使用标准片进行单点校准时，标准片厚度最好小于200um，标准片厚度过大会导致测量厚度较小的工件时测量精度降低。



当无法找到与待测工件基体相同或近似的校准基体时，可使用标准片校准法在已知厚度的工件上进行单点校准。







### 3.3.2 五点校准

当出现以下问题导致测量曲线偏离时需要重新进行五点校准：

- a) 更换测头
- b) 测头顶端被磨损
- c) 测头修理后
- d) 特殊用途

基本操作方法如下：

- a) 开机时，先按住  键，再按住开机键 ，随即进入五点校准模式。

- b) 通过  键选择测头类型，屏幕右上方显示标志“F”时表示将对磁性测头进行五点校准，屏幕右上方显示标志“N”时表示将对非磁性测头进行五点校准。
- c) 校准无穷远点 ( INFINITY )：插入测头，使测头远离基体，待屏幕中央的读数 ( *测量信号周期* ) 稳定后，保持测头不动，按  键确认。
- d) 校准零点 ( ZERO )：将测头置于基体上，待读数 ( *测量信号周期* ) 稳定后，按  键确认。
- e) 使用标准片，按厚度增加的顺序依次校准5个厚度校准点：
- 通过  或  键调节屏幕上方显示的厚度值，使其与校准试片厚度相同。
  - 测量校准试片，待屏幕中央显示的读数 ( *测量信号周期* ) 稳定后按  键确认。

- f) 待测量完五个校准片后，屏幕上会依次显示各个校准点的信息，并在屏幕下方显示“PASS”或“FAIL”标志，表示校准成功或失败。待校准信息全部显示后，可按  键或  键将本次校准结果存为默认设置，随后使用恢复默认功能时将自动读取本次的校准信息。

**注意：**

**校准厚度必须从小到大逐渐变化，显示的测量信号周期由大到小变化。**

**当校准厚度或测量信号周期异常时校准**

**失败，屏幕下方显示“FAIL”标志，仪器仍然保留之前的校准结果**

### 3.3.3 温度系数校准

重新校准温度系数





当出现以下问题导致测量结果偏离时，需要对温度系数进行重新校准：

- 1 更换测头


2 测量数值随温度变化产生偏离，且偏离值较大

### 3 特殊用途

重新校准温度系数的基本操作方法如下：

- a) 开机时，先按住  键，再按住开机键 ，直到进入温度系数校准模式。
- b) 通过  键选择测头类型，屏幕右上方显示标志“F”时表示将校准磁性测头的温度系数，屏幕右上方显示标志“N”时表示将校准非磁性测头的温度系数。
- c) 在第一温度条件下校准无穷远（- INFINITY）：在恒温环境下进行校准，插入测头，使测头远离基体，待屏幕中央的读数稳定后保持测头不动按  键确认。
- d) 在第一温度条件下校准零点（- ZERO）：在同样的环境下，将测头

紧贴基体，待屏幕中央的读数稳定后保持测头不动，按键确认。

- e) 在第二温度条件下校准无穷远（+ INFINITY）：改变测头温度，并使其保持在该温度下不变，重新测量无穷远点数值。
- f) 在第二温度条件下校准零点（+ ZERO）：在同样的测头温度下重新测量零点数值。
- g) 待测量完全部校准点后，屏幕中央会显示校准后的温度系数，并在屏幕下方显示“PASS”或“FAIL”标志表示校准成功或失败，按键进入主界面。









***注意：对于F型，两次无穷远测量数值偏差须大于50；对于N型，其偏差须大于0.5。***

#### **g) 调整温度系数**

当出现以下问题导致测量结果偏离时需要调整温度系数：

- a) 测量数值随温度变化产生偏离，但偏离值较小。
- b) 特殊用途。

调整温度系数的基本操作方法如下：

- d) 开机时，先按住  键，再按住开机键 ，直到进入温度系数校准模式。
- e) 通过  键选择测头类型，并按  键确认。
- f) 在校准界面下按  键，跳过校准界面，进入温度系数显示界面，此时屏幕下方显示“FAIL”标志。
- g) 通过  或  键调节温度系数，并按  键确认，进入主界面。

**注意：如果温度变高后测量数值变高，则应将温度系数调小，反之亦然。**

## 4 影响测量精度的因素

### 4.1 影响因素的有关说明

#### a) 基体金属磁性质

磁性法测厚受基体金属磁性变化的影响（在实际应用中，低碳钢磁性的变化可以认为是轻微的），为了避免热处理和冷加工因素的影响，应使用与工件基体金属具有相同性质的标准片对仪器进行校准；亦可用待涂覆工件进行校准。

#### b) 基体金属电性质

基体金属的电导率对测量有影响，而基体金属的电导率与其材料成分及热处理方法有关，应使用与工件基体金属具有相同性质的标准片对仪器进行校准。

#### c) 基体金属厚度



每一种仪器都有一个基体金属的临界厚度。大于这个厚度，测量就不受基体金属厚度的影响。本仪器的临界厚度值见表2。

d) 边缘效应

本仪器对工件表面形状的陡变敏感，在靠近工件边缘或内转角处进行测量是不可靠的。

e) 曲率

工件的曲率对测量有影响，这种影响总是随着曲率半径的减少明显地增大，因此在曲率过小的工件表面上测量是不可靠的。

f) 工件的变形

测头会使软覆盖层工件变形，在这类工件上无法测出可靠的数据。

g) 表面粗糙度

基体金属和覆盖层的表面粗糙程度对测量有影响。粗糙程度增大，影响增大。粗糙表面会引起系统误差和偶然误差，每次测量时，在不同位置上应

增加测量的次数，以克服这种偶然误差。如果基体金属存在无法忽略的粗糙影响，应在粗糙度相类似的未涂覆基体工件或对基体金属没有腐蚀的溶液除去覆盖层上取几个位置对仪器进行单点校准。

#### h) 磁场

周围各种电气设备所产生的强磁场，会严重地干扰磁性法测厚工作。

#### i) 附着物质

本仪器对那些妨碍测头与覆盖层表面紧密接触的附着物质敏感，因此必须清除附着物质，以保证仪器测头和被测工件表面直接接触。

#### j) 测头压力

测头置于工件上所施加的压力大小会影响测量的读数，因此要保持压力恒定。

#### k) 测头的取向

测头的放置方式对测量有影响，在测量中应当使测头与试样表面保持垂

直。

## 4.2 使用仪器时应当遵守的规定

### a) 基体金属特性

对于磁性方法，校准基体金属的磁性和表面粗糙度，应当与工件基体金属的磁性和表面粗糙度相似。对于涡流方法，校准基体金属的电学性质，应当与工件基体金属的电学性质相似。

### b) 基体金属厚度

检查基体金属厚度是否超过临界厚度，如果没有，采用3.3中的方法进行校准。

### c) 边缘效应

不应在紧靠工件的突变处进行测量，如边缘、洞和内转角等处。

### d) 曲率

不应在工件的弯曲过大表面上测量。

e) 读数次数

通常由于仪器的每次读数并不完全相同，因此必须在每一测量面积内取几个读数。覆盖层厚度的局部差异，也要求在任一给定的面积内进行多次测量，表面粗造时更应如此。

f) 表面清洁度

测量前应清除表面上的任何附着物质，如尘土、腐蚀物等，但不要除去任何覆盖层物质。


## 5 保养与维修

### 5.1 环境要求

严格避免碰撞、重尘、潮湿、强磁场、油污等。

### 5.2 更换电池

当仪器电量过低时，应及时更换电池，方法如下：

- 1) 按键关机，打开电池仓盖取出电池；
- 2) 把有电的7号碱性电池并放入电池仓内( 注意电池极性 )，盖好电池仓盖。

仪器长时间不使用时应将电池取出，以避免电池漏液腐蚀仪器。

# 附表

表 1 影响测量精度的因素 ( ▲表示有影响 )

影响因素 \ 测量方法	磁性方法	涡流方法
基体金属磁性质	▲	
基体金属电学性质		▲
基体金属厚度	▲	▲
边缘效应	▲	▲
曲率	▲	▲
试样的变形	▲	▲
表面粗糙度	▲	▲
磁场	▲	
附着物质	▲	▲
测头压力	▲	▲
测头取向	▲	▲

**表 2 技术参数表 ( H 为厚度标称值 )**

测头类型		F	N
工作原理		磁感应	涡流
测量范围( $\mu\text{m}$ )		0 ~ 1500	0 ~ 1500 铜上镀铬 0~40
低限分辨力( $\mu\text{m}$ )		0.1	0.1
示 值	单点校准( $\mu\text{m}$ )	$\pm(3\%H+1)$	$\pm(3\%H+1)$
测 试 条 件	最小曲率半径(mm)	凸1.5	凸3
	最小面积的直径(mm)	$\Phi 7$	$\Phi 5$
	基体临界厚度(mm)	0.5	0.3

**表 3 测头选用参考表**

<p><b>覆盖层</b></p> <p><b>基体</b></p>	<p>有机材料等非磁性覆盖层 (如:漆料、涂漆、搪瓷、塑料和阳极化处理等)</p>	<p>非磁性的有色金属覆盖层(如:铬、锌、铝、铜、锡、银等)</p>
<p>如铁、钢等磁性金属</p>	<p>F 型测头 测量范围 : 0 ~ 1500<math>\mu</math>m</p>	<p>F 型测头 测量范围 : 0 ~ 1500<math>\mu</math>m</p>
<p>如铜、铝、黄铜、锌、锡等有色金属</p>	<p>N 型测头 测量范围 : 0 ~ 1500<math>\mu</math>m</p>	<p>N 型测头 ( 仅用于铜上镀铬 ) 测量范围 : 0 ~ 40<math>\mu</math>m</p>



# 用户须知

一、用户购买本公司产品后，请认真填写《保修登记卡》并请加盖用户单位公章。请将《保修登记卡》和购机发票复印件寄回本公司用户服务部，也可购机时委托售机单位代寄。手续不全时，只能维修不予保修。

二、本公司产品从用户购置之日起，一年内出现质量故障（非保修件除外），请凭“保修卡”或购机发票复印件与本公司各地的分公司维修站联系，维修产品、更换或退货。保修期内，不能出示保修卡或购机发票复印件，本公司按出厂日期计算保修期，期限为一年。

三、超过保修期的本公司产品出现故障，各地维修站负责售后服务、维修产品，按本公司规定核收维修费。

四、公司定型产品外的“特殊配置”（异型测头，专用软件等），按有关标准收取费用。

五、凡因用户自行拆装本公司产品、因运输、保管不当或未按“产品使用说明书”正确操作造成产品损坏，以及私自涂改保修卡，无购货凭证，本公司均不能予以保修。



杰出的高技术产品  
令人放心的质量  
让你满意的服务

地址：北京市海淀区上地信息产业基地

邮编：100085

电话：010-62969867

传真：010-82782201

网址：[www.beijingshidai.com.cn](http://www.beijingshidai.com.cn)