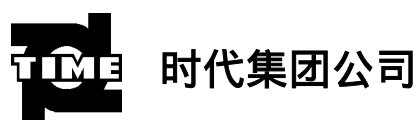


# TR240 便携式表面粗糙度仪

## 使用说明书



# 目录

<b>1. 概述</b> .....	<b>1</b>
<b>2. 结构与使用</b> .....	<b>2</b>
2.1 工作原理.....	2
2.2 基本配置.....	2
2.3 主机.....	2
2.4 传感器.....	3
2.5 驱动器.....	4
2.6 电源适配器.....	6
2.7 平台支架.....	6
<b>3. 测量与操作</b> .....	<b>7</b>
3.1 准备.....	7
3.2 开机测试.....	8
3.3 显示图形.....	9
3.4 磁盘管理.....	9
3.5 电压显示.....	9
3.6 系统设置.....	10
3.7 参数打印.....	10
<b>4. 保养与维修</b> .....	<b>11</b>
<b>5. 主要性能</b> .....	<b>12</b>
5.1 主要技术参数.....	12
5.2 主要功能.....	13
<b>6. 表面粗糙度技术术语及参数</b> .....	<b>14</b>
6.1 术语.....	14
6.2 滤波器.....	16
6.3 特征参数.....	17

时代集团公司 1997 年 5 月

本公司保留对该说明书的修改权和解释权。书中图片、说明、参数如有修改，恕不另行通知。

## 1. 概述

**TR240 便携式表面粗糙度仪**是时代公司推出的最新产品。工作稳定可靠，可广泛适用于各种金属与非金属加工表面的检测。

由于采用了差动电感式传感器，结构简单可靠，抗干扰能力强，对工作环境无特殊要求，分辨力高，示值误差小，稳定性好。

整机测量精度高，垂直分辨率可达  $0.01\ \mu\text{m}$ ；测试范围宽，垂直量程最大可达  $+40/-120\ \mu\text{m}$ 。

本产品遵守传统 RC 滤波器标准(GB6062)的基础上，增加了 M1(DIN4777)、M2(DIN4776) 数字滤波器，可由用户根据需要选择。克服了原 RC 滤波器造成的波形失真和相位失真，大幅度地提高了产品的测量准确性，扩大了测量应用范围，大大提高了仪器整机的性能。

采用时代公司自行研制的驱动器及探头，并可选配多种型号探头，以适合各种表面的测量。

新增了一系列测量参数，可快速、准确地计算出各种表面粗糙度参数。

新增软件校准功能，可分别按三个取样长度对原始测量数据进行校准，校准效果将反映到计算所得的全部粗糙度参数及波形曲线上。

可方便地存储大量数据，包括 500 个粗糙度参数，以及 4 组轮廓数据。每组轮廓数据含有一次测量所得到的全部信息，包括 1500 个采样点，测量时间及测量条件，由此可得到相关的全部粗糙度参数及波形曲线。

采用大屏幕液晶，各种设置、选项使用滚动菜单条，操作清晰、简明；可清晰、快速地显示各种曲线、参数及文本；并带有背光功能，在夜间或光线很暗的情况下，打开背光即可正常工作。

新增智能充电功能，可快速充电，2~3 小时即可充满，并可对整个充电过程进行监控，自动判定电池是否充满，充满后自动转为涓流充电。充电过程符合国标中推荐的电池充电曲线，可最大限度延长电池寿命。本机还具有带载充电功能，即整机在工作的同时插入充电器可对电池充电。

本机采用绿色环保 Ni-MH 充电电池，容量高（同体积下容量是 Ni-Cd 电池的 2~2.5 倍），无记忆效应，无汞、无镉、无污染。

电缆插头采用瑞士插头，接插方便，连接可靠。

整机外形设计符合人机工程学，并配有皮套（选件）便于携带。

可与时代 TA210 微型打印机连接，进行粗糙度参数的打印。

内置串行接口驱动功能，可与计算机连接。

## 2. 结构与使用

### 2.1 工作原理

当传感器在驱动器的驱动下沿被测表面作匀速直线运动时，其垂直于工件表面的触针随工件表面的微观起伏作上下运动。触针的运动被转换为电信号，主机采集该信号进行放大、整流、滤波、经 A/D 转换成数据，然后按选择进行数字滤波和数据处理，显示测量参数值和在被测表面上得到的各种曲线。

### 2.2 基本配置

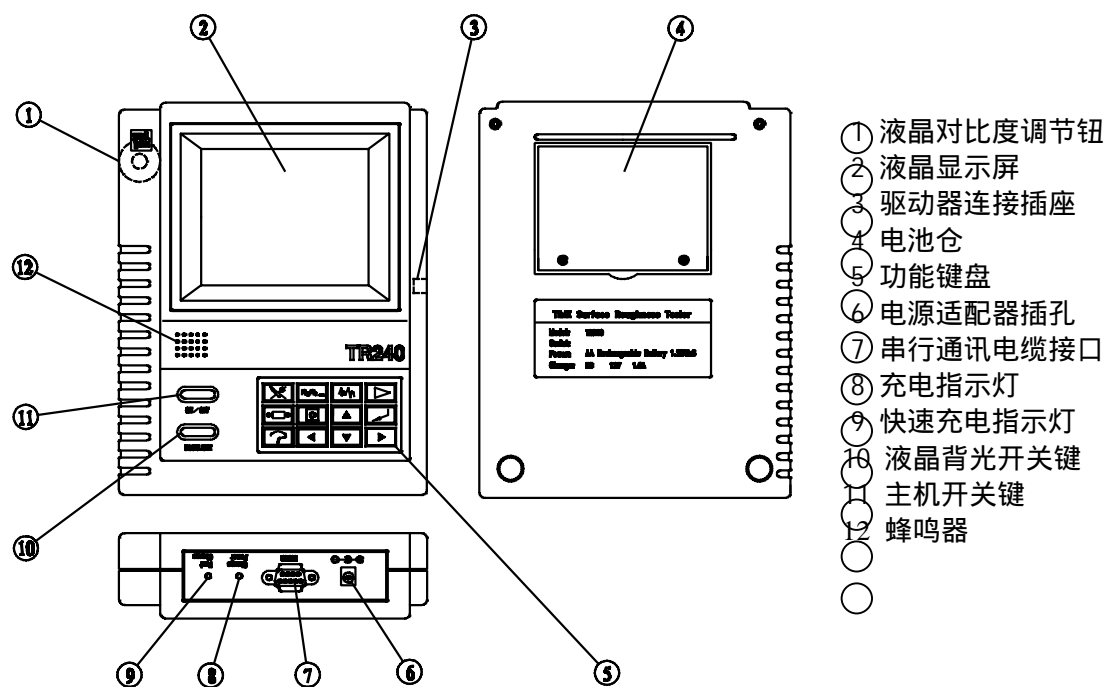
主机	一台	护套	一只
传感器	一支	驱动器连接线	一根
驱动器	一只	电源适配器	一个
支杆架	一只	标准块	一块
选件			
平台支架	一套	皮套	一付

本仪器是利用触针扫描法表面测量技术进行工作的。主要由主机、传感器、驱动器三部分组成。

### 2.3 主机

本仪器的主机是采用最新的微电子技术研制的，是仪器的主体部分。用于控制传感器、驱动器工作，数据采集，数据处理，结果显示等。

外型结构如图 2.1 所示。



2.1

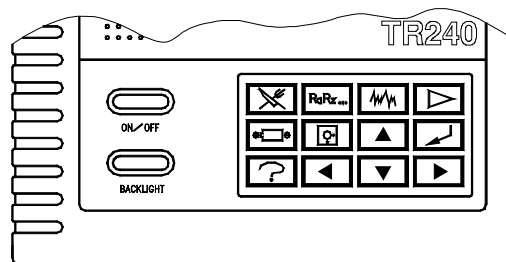
图

#### 2.3.1 按键

主机的按键布局如图 2.2 所示。包括主机开关键【ON/OFF】、背光开关键

【BACKLIGHT】及功能键盘。

图 2.2



功能键分为两类：专用功能键与辅助功能键。其功能简述如下：

- |  |                                     |  |  |
|--|-------------------------------------|--|--|
|  | 测试运行【RUN】<br>包括各种测试参数设置,针位测试,及测试运行。 |  | 结果【RESULT】<br>显示测试结果。                            |
|  | 图形【GRAPH】<br>各种测试曲线的图形显示。           |  | 数据磁盘【DISK】<br>数据文件存储与调用。                         |
|  | 电池检测【BATTERY】<br>观察电池电压。            |  | 系统设置【CONFIG】<br>时钟设置,米、英制单位选择。                   |
|  | 帮助【HELP】<br>显示在线帮助文本。               |  | 回车【ENTER】<br>配合专用功能键操作使用。具体使用方法可参照各功能键使用说明或在线帮助。 |
- 
- |  |  |
|--|--|
|  | 上、下、左、右【UP、DOWN、LEFT、RIGHT】<br>配合专用功能键操作使用。主要完成光标的滚动,数值的调整,以及滚屏显示。具体方法可参照各功能键的说明或在线帮助。 |
|--|--|

### 2.3.2 液晶对比度调节

转动主机左侧的对比度调节旋钮,即可调节液晶对比度。逆时针方向转动加大对比度,反之降低对比度。

## 2.4 传感器

本仪器采用时代公司 TS1 × × 系列传感器。也可与 Hommel 公司 T5 系列相应型号传感器互换。传感器 TS100 结构如图 2.3 所示。

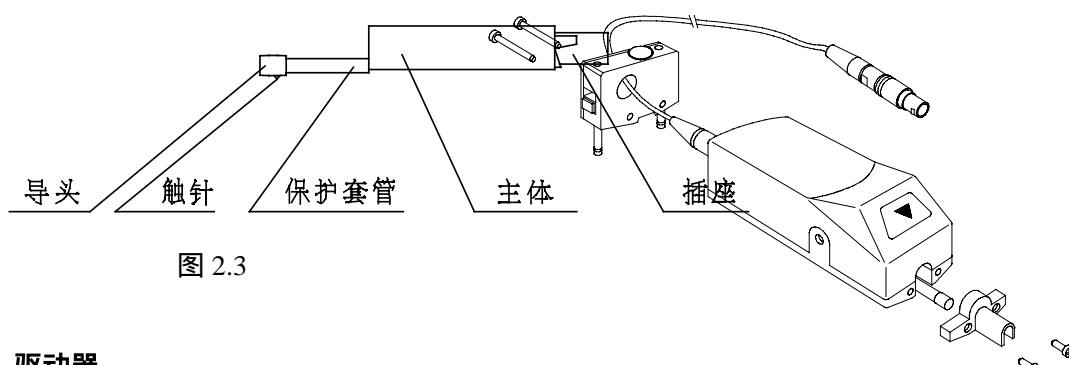


图 2.3

## 2.5 驱动器

本仪器采用时代公司 TA410 驱动器。在主机的控制下驱动部件带动传感器沿被测表面作匀速滑行，传感器将触针感受到的被测表面的微观轮廓转换成电信号传送给主机。驱动器结构如图 2.4 所示。

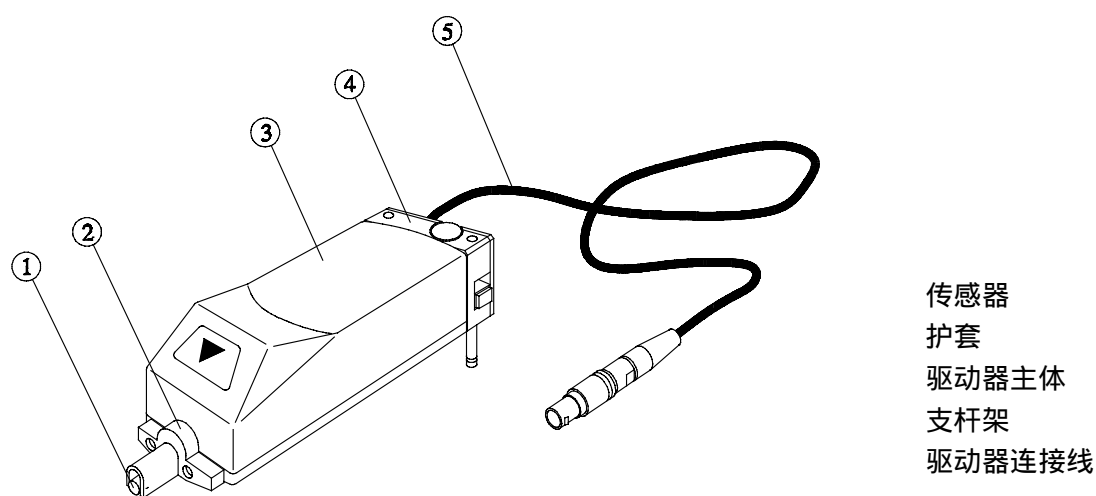


图 2.4

### 2.5.1 传感器的装卸

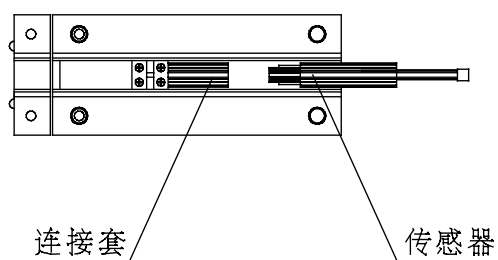


图 2.5

安装时，将传感器插入驱动器主体下的传感器连接套中，如图 2.5 所示，再轻轻推入即可。拆卸时，将传感器从与连接套相接部轻轻推出。应注意不要碰及触针，以免造成损坏。

### 2.5.2 驱动器的组装

将传感器安装好之后，再将驱动器连接线的一端插入驱动器尾部的圆孔插座中，锁定。然后按图 2.6 所示完成护套和支杆架的安装。

在拆卸时，应先卸下护套，再拆卸传感器，以免损伤精密部件。另外，只有先卸下支杆

架，驱动器连接线才能从插座中拔出。

图 2.6

### 2.5.3 驱动器与主机的连接

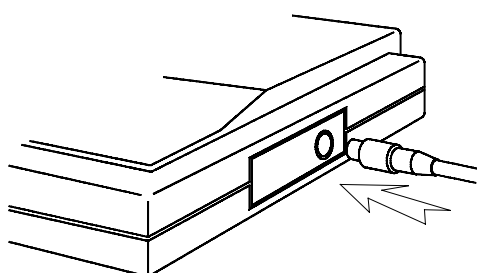


图 2.7

驱动器组装完成后，将驱动器连接线的另一端插入主机右侧的驱动器连接插座中，锁定。如图 2.7 所示。

**注意：**在插接驱动器连接线时，应将插头与插座上的红点对齐后再插入。拔出连接线时，应握住插头的外套（带花纹部分）向外拉，顺势轻轻拔出插头。

### 2.5.4 支杆架的调节

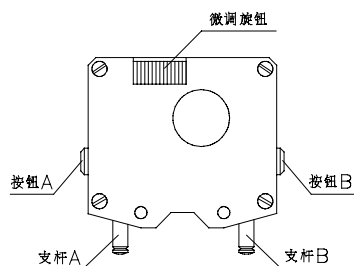


图 2.8

当传感器与被测工件表面不在一个水平面上时，可利用支杆架进行调整。支杆架的按钮起单向锁定作用。支杆 A、支杆 B 均可自由拉出，但推入支杆时必须先按下按钮，支杆方可推入。旋转微调旋钮可对支杆 A 的高度进行微调。驱动器支杆架结构如图 2.8 所示。

测量前，应先调整支杆高度，使得传感器与被测试工件成水平，并使触针与工件表面垂直。可根据工件外型及被测表面高度将支杆 A、B 拉出相同的高度，将驱动器置于工件上。然后可按照屏幕提示（见第 8 页针位测试部分），利用按钮或微调旋钮将传感器及触针调整至合适位置（屏幕显示针位在‘0’上下一格内时即可）。

## 2.6 电源适配器

主机内置智能充电电路。使用时，将电源适配器插头插入主机上的充电插孔，再将电源适配器插入市电电源中，即可对电池进行快速充电。

由于配有先进的充电过程管理电路，2~3 个小时即可充足电池，并可随时监测电池充电情况，充满后自动转为涓流充电状态，可以有效地防止因过充电降低电池寿命。快速充电时充电指示（红灯）及快速充电指示（绿灯）同时亮，充满后自动转为涓流充电状态，此时绿灯灭。

此电路支持带载充电，即在工作的同时可对电池进行充电。

**注意：**不要在没有电池的情况下插入电源适配器开机工作！

## 2.7 平台支架

驱动器可以固定在专门设计的仪器平台的支架上（原驱动器支杆架可卸下不用），做到全方位测试，并使测试结果更加准确。



### 3. 测量与操作

#### 3.1 准备

- (1) 清理干净被测工件表面。
- (2) 组装驱动器，将驱动器与主机连接。
- (3) 调整传感器与被测试工件成水平，并保证触针与工件表面垂直。如图 3.1 所示。

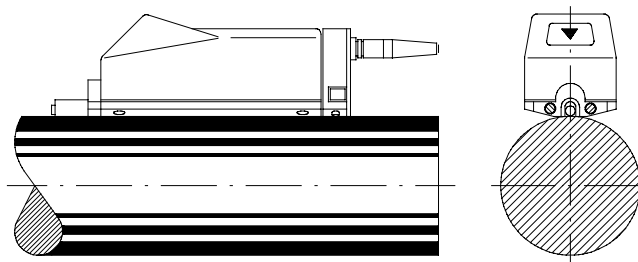


图 3.1

- (4) 测量方向与工件表面加工纹理方向垂直。如图 3.2 所示。

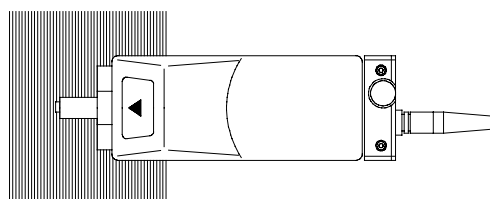
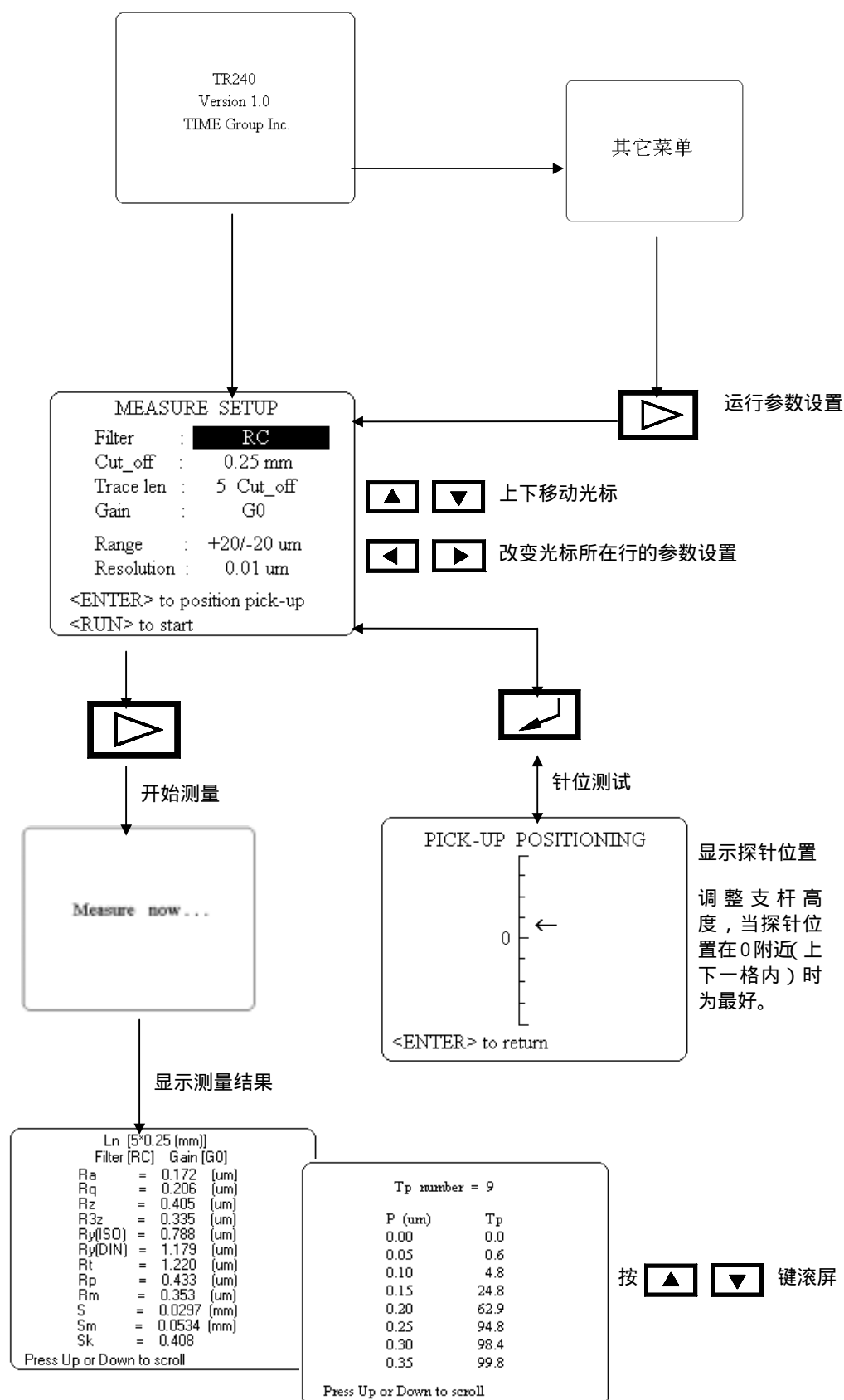




图 3.2

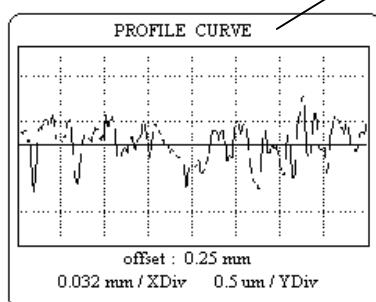
### 3.2 开机测试

按下【ON/OFF】键，屏幕显示如下：



### 3.3 显示图形

按  键显示粗糙度曲线和支撑率 ( $T_p$ ) 曲线。两种曲线之间用  键切换。粗糙度曲线如下所示：





按   键左右滚屏。

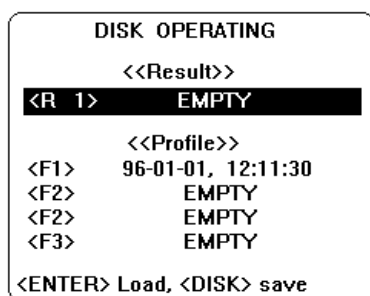
按  键后,可用   键改变水平方向的显示分辨率。改变完成后,按  键确定。

粗糙度曲线下方, 第一行数字指示出当前图形相对于起始位置的 X 方向的偏移量, 第二行数字指示出 X 方向和 Y 方向每格 (点线围成的方格) 的分辨力。


### 3.4 磁盘管理


按  键进入磁盘管理。在 <<Result>> 区中可存储 500 个粗糙度参数; 在 <<Profile>> 区中, 可存储 4 组粗糙度轮廓信息。

按   键上下移动光标。



在 <<Result>> 区中, 用   键选择需要存入或调出的数据位置。

按  键调出光标所在组中的数据。轮廓信息调出后, 会自动进行计算, 并显示出结果。

按  键将数据存入光标所在组中。

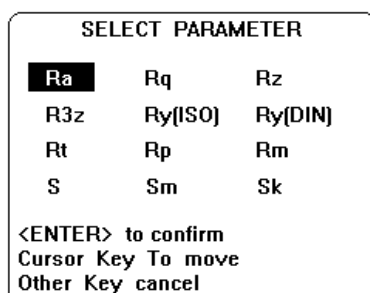
存储参数后, <<Result>> 区显示出存储序号、参数名称及测量时间。


存储轮廓信息后, <<Profile>> 区显示出组号及测量时间。

量时间。

在 <<Result>> 区中存储参数时, 应选择需存参数, 如下所示:

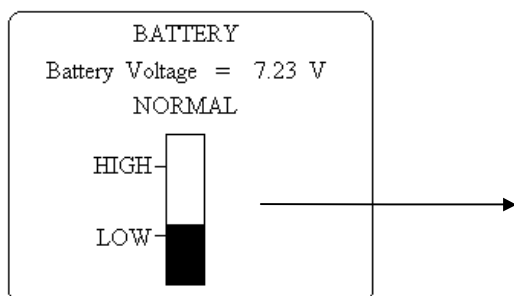
按     键移动光标, 选择要存的参数。



按  键存入所需参数, 按其它键放弃选择。

### 3.5 电压显示


按  键观察电池电压。

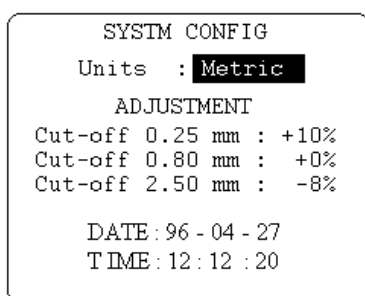


屏幕下方的条形图表示当前的电压状况，而在“LOW”与“HIGH”之间时，表示电压正常。“LOW”为电压偏低提示线，“HIGH”为电压过高提示线。

**注意：**当电池电压低于 6.9V 时，系统会自动禁止进行参数测量及针位测量，以保证测量结果的可靠性，但其它功能仍可正常使用；当电池电压低于 6.6V 时，系统会自动连续发出“滴滴”的报警声，提醒用户电压已接近警戒值，应立即存储未存数据，并及时进行充电。

### 3.6 系统设置

按  键进入系统设置。



按   键移动光标。

按   键改变设置。

可进行米、英制单位选择。

可分别按三个取样长度对测量数据进行校准，校准范围为-20% ~ +20%，省缺值为+0%（即不对结果进行校准）。详细操作及注意事项参见“保养与维修”。

日期格式为：YY—MM—DD；时间格式为：HH：MM：SS，24 小时制。

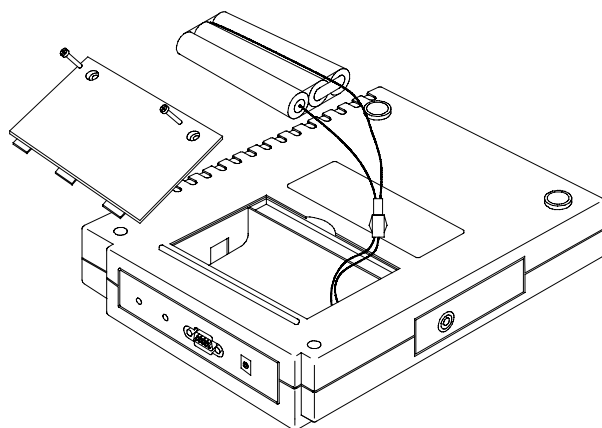
### 3.7 参数打印

可与时代 TA210 微型打印机连接进行粗糙度参数打印。

用 TR240 所配 9 芯串口线与 TA210 连接，将 TA210 的通讯速率设为 9600 波特。在 TR240 测试结果显示界面下，按【ENTER】键可与 TA210 通讯打印。通讯时 TR240 显示“Transfer to printer”，TA210 显示“C”；通讯完成后 TR240 恢复测试结果显示界面，TA210 稍停片刻后开始打印。

## 4. 保养与维修

- (1) 严格避免碰撞、剧烈振动、重尘、潮湿、油污、强磁等。
- (2) 传感器用后请及时放入盒内保存。
- (3) 电池电压不足时应及时充电。工作的同时允许插入电源适配器，但如测试  $R_a$  值较低的样块时将会影响测试精度。如果充电数小时后，电压仍然不足或充满后使用很短时间又发现电压不足，则需更换电池。如下图所示：



- a. 拧下电池仓盖上的两个螺钉，取下电池仓盖。
- b. 取出电池组，拔下联接插头，迅速换上备用电池组（选件）。
- c. 将电池组放回电池仓，盖上电池仓盖，拧好螺钉。

**注意：**更换电池时，会造成机内存储数据的丢失，所以应先将重要的测量数据打印或记录下来。

(4) 因传感器为十分精密的部件，拆装操作不慎会遭到损坏，故建议在测量中集中使用，尽量减少拆装次数。

(5) 当测量误差超出  $\pm 10\%$  的范围，并且用户**确认误差原因不是由于人为因素所导致（如操作不当或测量方法错误）**时，可采用本机特设的软件校准功能。校准值是一个百分数，表示校准后测量结果相对于未校准时增大（或减少）的百分比。

例如，某工件表面标定的  $R_a$  值为  $0.44 \mu\text{m}$ ，而实际在  $0.8\text{mm}$  取样长度下测量值为  $0.40 \mu\text{m}$ 。这时，可在“系统设置”菜单中将相应取样长度（即  $0.8\text{mm}$ ）的校准值调整为  $+10\%$ 。再进行测量，测得  $R_a$  值为  $0.44 \mu\text{m}$ 。

指定校准值后，测量所得的所有粗糙度参数（包括  $T_p$  值）都将按指定百分比增大或减小。之后，该校准值将对相应取样长度上的测量结果一直有效，直到改变该校准值为止。

**注意：**本仪器为高度精密的测量仪器，在未确认误差原因之前，建议不要轻易采用软件校准。若确认仪器本身的测量误差过大（超过  $\pm 20\%$ ）时，请与我公司维修部联系。

(6) 当出现异常现象时，用户可在不拆机的情况下设法修复。如不能修复，请送交时代公司维修部。

**用户不要自行拆机，以利于我公司执行保修条例。**

## 5. 主要性能

本粗糙度仪采用高速数据处理器设计，是具有先进技术性能的新一代便携式仪器。

本粗糙度仪在设计上完全以国家标准，国际标准为依据，不仅能检测反映工件表面微观轮廓的各种参数，而且能显示出工件表面轮廓曲线与定义的各种参数曲线。测试结果真实、可靠、直观。

### 5.1 主要技术参数

测量参数：***Ra***、***Rq***、***Rz***、***R<sub>3z</sub>***、***Rt***、***Ry(ISO)***、***Ry(DIN)***、***Rm***、***Rp***、***Sm***、***S***、***Sk***、***Tp*** 等

取样长度：**Cut-off** (mm) 0.25 0.8 2.5  
(inch) 0.01 0.03 0.1

评定长度：***Ln*** 3 ~ 5 Cut-off (用户可选)

扫描长度：***Lt*** 5 ~ 7 Cut-off

最大行程长度：***Ltmax*** 17.5 (mm) / 0.7 (inch)

最小行程长度：***Ltmin*** 1.3 (mm) / 0.052 (inch)

数字滤波器：**RC** (Acc.to **GB6062**)  
**M1** (Acc.to **DIN4777**)  
**M2** (Acc.to **DIN4776**)

垂直量程及垂直分辨力：

取样长度	增益	垂直量程	垂直分辨力
0.25 mm 0.01 inch	G0	+20/-20 $\mu\text{m}$ +800/-800 $\mu\text{inch}$	0.01 $\mu\text{m}$ 0.4 $\mu\text{inch}$
0.25 mm 0.01 inch	G1	+40/-40 $\mu\text{m}$ +1600/-1600 $\mu\text{inch}$	0.02 $\mu\text{m}$ 0.8 $\mu\text{inch}$
0.8,2.5 mm 0.03,0.1 inch	G0	+20/-60 $\mu\text{m}$ +800/-2400 $\mu\text{inch}$	0.02 $\mu\text{m}$ 0.8 $\mu\text{inch}$
0.8,2.5 mm 0.03,0.1 inch	G1	+40/-120 $\mu\text{m}$ +1600/-4800 $\mu\text{inch}$	0.04 $\mu\text{m}$ 1.6 $\mu\text{inch}$

取样长度 (Cut-off) 的选择：

Cut-off	<i>Ra</i>	<i>Rz</i>	<i>Ry</i>
0.25 mm 0.01 inch	0.02 ~ 0.1 $\mu\text{m}$ 0.8 ~ 4 $\mu\text{inch}$	0.1 ~ 0.5 $\mu\text{m}$ 4 ~ 20 $\mu\text{inch}$	0.2 ~ 1 $\mu\text{m}$ 8 ~ 40 $\mu\text{inch}$
0.80 mm 0.03 inch	0.1 ~ 2.0 $\mu\text{m}$ 4 ~ 80 $\mu\text{inch}$	0.5 ~ 10 $\mu\text{m}$ 20 ~ 400 $\mu\text{inch}$	1 ~ 20 $\mu\text{m}$ 40 ~ 800 $\mu\text{inch}$
2.50 mm 0.10 inch	2.0 ~ 12.5 $\mu\text{m}$ 80 ~ 500 $\mu\text{inch}$	10 ~ 60 $\mu\text{m}$ 400 ~ 2500 $\mu\text{inch}$	20 ~ 125 $\mu\text{m}$ 800 ~ 5000 $\mu\text{inch}$

仪器示值误差：	±10%
仪器示值变动性：	< 6%
触针：	金刚石圆锥
触针针尖角度：	90°
针尖圆弧半径：	5 μm
重量（主机、驱动器及传感器）：	约 1700 克
外形尺寸（主机）：	230 mm × 180 mm × 50mm
驱动器：	TA410 驱动器
传感器：	TS1 × × 系列传感器
LCD 显示：	160 × 128 点（带背光）
串行接口：	3 线 RS232 接口
工作电压：	7.2 V
工作电流：	< 120mA
背光工作电流：	< 60mA
电源：	6 × 1.2V 镍氢（NiMH）充电电池
容量：	镍氢（NiMH）1000mAh
充电电流：	250mA（2 h ~ 3 h 充满）
电源适配器：	1A/12V，220V
工作环境：	
温度：	0 ~ 40
相对湿度：	< 90%
贮存运输环境：	
温度：	- 40 ~ 60
相对湿度：	< 90%

## 5.2 主要功能

(1) 数据文件存储功能。本仪器设有虚拟磁盘，可存储 500 个粗糙度参数值，及 4 组轮廓数据，用作资料保存，随时调用。

(2) 自动关机功能。如果操作者无操作时间超过 5min，本仪器自动关机。

(3) 设置参数保持功能。每次开机，自动进入上次关机所在界面；上次关机前设置的参数，本次开机有效。

(4) 软件校准功能，可分别按三个取样长度对原始测量数据进行校准，校准效果将反映到计算所得的全部粗糙度参数及波形曲线上。

(5) 自动计时功能。本仪器配有实时时钟，可显示当前时间、日期，用户可自行修改。

(6) 配有大屏幕液晶，可清晰、快捷地显示各种图形和文本；带有背光功能，可方便地用于夜间工作。

(7) 用户可通过在线帮助功能求得帮助与指导。

(8) 可选择三种滤波器，即 RC 滤波器(GB6062)和 M1、M2 滤波器（遵守 DIN4777、DIN4776 标准）。

(9) 制式转换。可根据需要选择米制或英制作为计量单位。

(10) 设有电池电压监测功能，当电池电压过低时，仪器会自动发出连续的“滴滴”声，提醒用户注意。用户还可以观察当前电池电压。

(11) 本机内置智能充电器，可对电池进行高速、安全的充电。

(12) 参数打印功能。可与时代 TA210 微型打印机连接，进行粗糙度参数的打印。

(13) 可对外圆、内孔、轴肩、圆锥面等各种复杂表面进行测试。

(14) 探头放置灵活，可全方位进行测试。

(15) 扩充性能好，可根据用户提出要求增加计算和功能。

## 6. 表面粗糙度技术术语及参数

### 6.1 术语

#### 6.1.1 基准线 reference line

用以评定表面粗糙度参数的给定的线。

#### 6.1.2 轮廓中线 profile mean line

通过滤波器技术，用数学方法计算得到的基准线。

#### 6.1.3 取样长度 sampling length ( $l$ ) :

用于判别具有表面粗糙度特征的一段基准线长度（见图 6.1，等于切除长度 Cut-off）。规定和选择这段长度是为了限制和减弱表面波纹度对表面粗糙度测量结果的影响。取样长度在轮廓总的走向上量取。

#### 6.1.4 评定长度 evaluation length ( $l_n$ ) :

评定轮廓所必须的一段长度，它可以包括一个或几个取样长度（见图 6.1）。

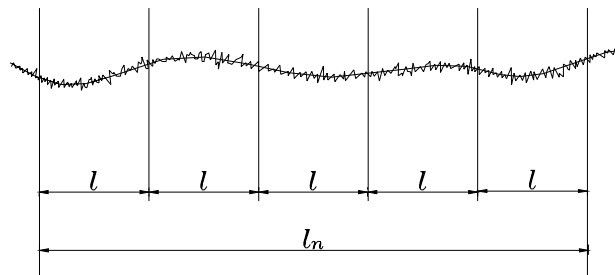


图 6.1

#### 6.1.5 行程长度 traverse length ( $l_t$ )

表面测量过程中触针沿物体表面移动的总的长度（见图 6.2）。

#### 6.1.6 建立长度 set-up length

在行程长度的开始，不用作粗糙度参数评定的那部分长度。用于滤波器的建立。在建立长度内，触针的起振状态应能结束（见图 6.2）。

#### 6.1.7 终止长度 run-off length

在行程长度的末尾，不再用作粗糙度参数评定的那部分长度。用于滤波器的建立（见图 6.2）。

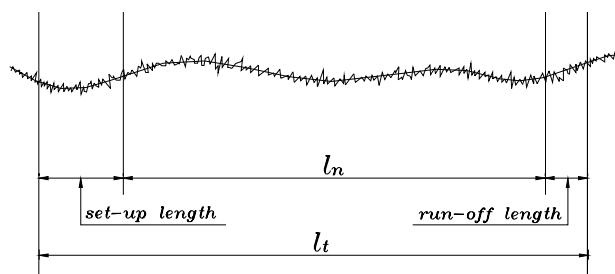


图 6.2



### 6.1.8 轮廓的单峰 local peak of profile

两相邻轮廓最低点之间的轮廓部分（见图 6.3）。

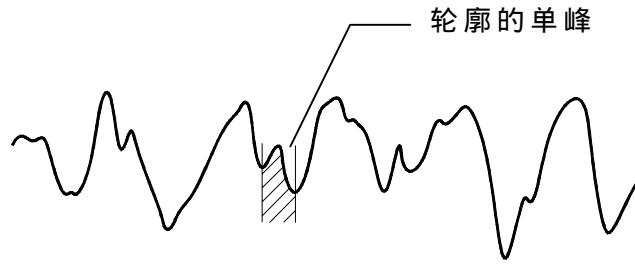


图 6.3

### 6.1.9 轮廓的单谷 local valley of profile

两相邻轮廓最高点之间的轮廓部分（见图 6.4）。

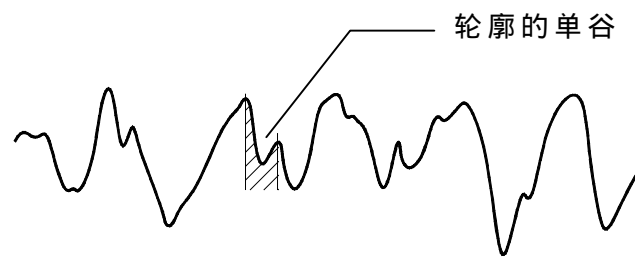


图 6.4

### 6.1.10 轮廓峰 profile peak

在取样长度内轮廓与中线相交，连接两相邻交点向外（从材料到周围介质）的轮廓部分（见图 6.5）。

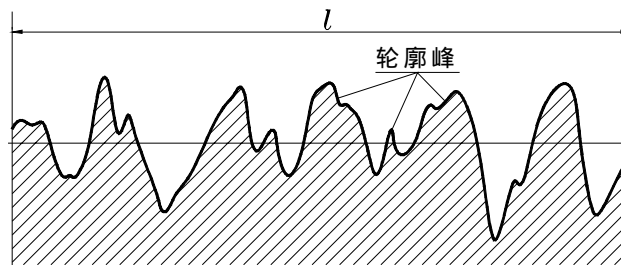


图 6.5

### 6.1.11 轮廓谷 profile valley

在取样长度内轮廓与中线相交，连接两相邻交点向内（从周围介质到材料）的轮廓部分（见图 6.6）。

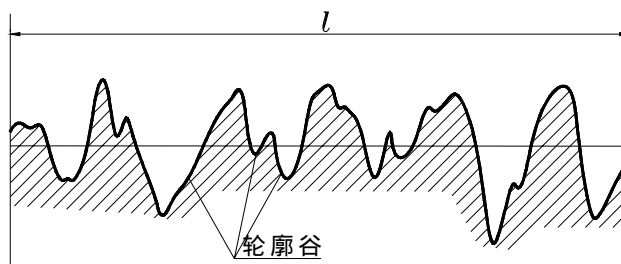


图 6.6

### 6.1.12 轮廓微观不平度 profile irregularity

轮廓峰与相邻轮廓谷的组合。

### 6.1.13 轮廓偏距 profile departure ( $y$ )

在测量方向上轮廓线上的点与基准线之间的距离。对实际表面来说，可认为轮廓偏距是垂直于基准线的。

### 6.1.14 轮廓水平截距 profile section level ( $c$ )

轮廓峰顶线和平行于它并与轮廓相交的截线之间的距离。它可用微米或轮廓最大高度  $R_y$  的百分数表示。

## 6.2 滤波器

TR240 提供了 3 种滤波器，用户可根据需要进行选择。选择滤波器时应该综合考虑被测表面情况，加工技术要求和行业习惯，所遵循标准等多种因素。

### 6.2.1 模拟滤波器(RC 滤波器)

直至 1990 年，粗糙度测量行业还一直沿用模拟 RC 滤波器。90 年代才制定出了数字滤波器的标准。因而模拟滤波器在许多国家还在继续使用。

模拟滤波器由于其结构简单而被广泛使用。当用于类似正弦波(对称性的)的粗糙度波形时效果是很好的。但是大多数的工件表面均是非对称性的，这时 RC 滤波器便存在一个“Gibb”现象。这种现象表现为：当用 RC 滤波器分析某些非对称性表面时，会产生相位移动与幅值的畸变。

### 6.2.2 相位校正数字滤波器 (M1 滤波器)

1990 年德国率先制定相位校正数字滤波器标准 DIN4777。使用相位校正数字滤波器可以使垂直(幅值)畸变大大减小，水平(相位)畸变则几乎完全消失。

进入 90 年代，M1 滤波器在粗糙度测量领域已被广泛应用。用 M1 滤波器和与 RC 滤波器所测得的结果一般情况下差异不是很大。所以在大多数情况下，没必要为选用 M1 滤波器而改变工件加工的技术要求。只有在轮廓曲线特征对 RC 滤波器造成的畸变很敏感的情况下(如非对称轮廓曲线)，测量结果才会因选用滤波器而改变，这时原来的技术要求也要随之改变。

M1 滤波器与 RC 滤波器的主要区别在于，M1 滤波器根据某点周围的值计算该点平均值，因而可以预见波形的突变，而 RC 滤波器则不行。

数字滤波器不会引起波形曲线的相位的漂移，并且能减少幅值畸变。数字滤波器不使用模拟滤波器所使用的模拟器件，所以在稳定性上更有优势。

### 6.2.3 DIN4776 数字滤波器 (M2 滤波器)

对于严重不对称的表面，M1 滤波器仍会产生垂直方向畸变。由于滤波器的幅频特性，产生实际上并不存在的尖峰。这种现象在衍磨、抛光、陶瓷和疏松的表面上普遍存在。

DIN4776 制订了专门针对非对称表面的数字滤波器。

M1 滤波器的效果明显优于 RC 滤波器，但仍存在幅值畸变。M2 滤波器则无畸变，但对于对称性较好的表面，用 M2 滤波器反而会造成中线偏移，导致  $R_a$  等计算值偏大。

### 6.3 特征参数

在现代表面结构分析中有很多特征参数。每一个参数都有其优点和局限性。本节描述的是 TR240 所采用的特征参数。

#### 6.3.1 $R_a$ 轮廓算术平均偏差 Arithmetical mean deviation of the profile

$R_a$  的值为在取样长度内轮廓偏距绝对值的算术平均值。可以用下式求得

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

或近似为：

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

#### 6.3.2 $R_z$ 微观不平度十点高度 Ten point height of irregularities

$R_z$  为取样长度内 5 个最大的轮廓峰高的平均值与 5 个最大的轮廓谷深的平均值之和。由下式得出：

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 y_{pi} + \sum_{i=1}^5 y_{vi}}{5}$$

式中： $y_{pi}$  第  $i$  个最大的轮廓峰高；  
 $y_{vi}$  第  $i$  个最大的轮廓谷深。

#### 6.3.3 $R_m$ 轮廓最大谷深 Maximum depth of the profile valley

$R_m$  为取样长度内从轮廓谷底线至中线的距离。

#### 6.3.4 $R_p$ 轮廓最大峰高 Maximum depth of the profile peak

$R_p$  为取样长度内从轮廓峰顶线至中线的距离。

#### 6.3.5 $R_y$ (ISO) 轮廓最大高度 Maximum height of the profile

$R_y$ (ISO) 为取样长度内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离。

#### 6.3.6 $R_y$ (DIN) 轮廓最大高度 Maximum height of the profile

$R_y$ (DIN) 的计算方法为，先算出每个取样长度内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离值，然后取这些值中的最大者，即为评定长度内的  $R_y$ (DIN)。

#### 6.3.7 $R_t$ 轮廓峰谷总高度 Total peak-to-valley height

$R_t$  为评定长度内的轮廓最大峰高和轮廓最大谷深之和。

#### 6.3.8 $R_{3z}$ 第三最大峰谷高度 Third maximum peak-to-valley height

$R_{3z}$  是由  $R_z$  演变来的，是戴姆勒-奔驰 (Daimler-Benz) 公司的标准。如图 3.5 所示， $R_{3z}$  是在取样长度内第三高的轮廓峰高与第三深的轮廓谷深之和。它只有在取样长度内存在三个以上的峰、谷时才能计算。

**6.3.9  $R_q$  轮廓均方根偏差 Root-mean-square deviation of the profile**

在取样长度内轮廓偏距的均方根值。如下式：

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2(x) dx}$$

**6.3.10  $S_m$  轮廓微观不平度的平均间距 Mean spacing of the profile irregularities**

轮廓微观不平度的间距定义为：含有一个轮廓峰和一个轮廓谷的一段中线长度。

$S_m$  为取样长度内轮廓微观不平度的间距的平均值。

**6.3.11  $S$  轮廓的单峰平均间距 Mean spacing of local peaks of the profile**

轮廓的单峰间距定义为：两相邻单峰的最高点之间的距离投影在中线上的长度。

$S$  为取样长度内轮廓的单峰间距的平均值。

**6.3.12  $S_k$  轮廓的偏斜度 Skewness of the profile**

$S_k$  是幅度分布不对称性的量度。在取样长度内以轮廓偏距三次方的平均值来确定。如下式：

$$S_k = \frac{1}{R_q^3} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^3$$

**6.3.13  $T_p$  轮廓支承长度率 Profile bearing length ratio**

轮廓支承长度 ( $\eta_p$ ) 的定义：在取样长度内，一平行于中线的直线与轮廓相截所得到的各段截线长度之和。

$T_p$  为轮廓支承长度与取样长度之比。

$$T_p = \frac{\eta_p}{l}$$

应注意  $T_p$  值是根据不同的水平截距  $c$  给出的。

**6.3.14 参数的计算**

TR240 所示出的表面粗糙度参数，除个别参数外（如  $R_y$ (DIN) 和  $R_t$ ），均为评定长度内的算术平均值。即在评定长度内的每个取样长度上分别计值，再取这些值的算术平均值。

如在一个由五个取样长度构成的评定长度内计算  $R_a$  值，则先分别计算出五个取样长度上的  $R_a$  值  $R_{a1}$ 、 $R_{a2}$ ... $R_{a5}$ ，再按下式计算出  $\bar{R}_a$ ，作为结果显示。

$$\bar{R}_a = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_{ai}$$