

# TSI 热线热膜风速计 说明手册汇编

盛森芝 谢淑环 陈殿兰 译校

## 第四册

北京大学力学系

1983年2月

TSI 公司热线风速计资料汇编

第四册(目录)

- 一、1053A 恒温风速计说明
- 二、10180 水探针校准器说明手册
- 三、1310 和 1311 型温度补偿探针说明手册
- 四、1325 型温度补偿箱说明手册

## 1053A 恒温风速计说明

章节	内 容
1	提要——操作说明
2	基本装置的描述
3	一步一步的操作过程
4	测量和调节工作电阻
5	测量温度
6	在长电缆情况下工作

## 1、提要——操作说明

(详细的说明弄清楚以后再使用。这些风速计可以工作在线性输出和非线性电桥输出两种情况下。)

1.1、连接主功率电网并打开监控器和电源组件。风速计组件应该在 STANDBY 位置，表头开关在电桥输出，并且 STABILITY 控制器对于热膜敏感元件来说反时针方向转到头，对于热线敏感元件来说顺时针方向转到头。

1.2、连接探针到探针电缆，同时插入探针插孔。(使用小直径 10110 探针电缆。)

1.3、连接控制电阻器到控制电阻插孔如下：

或者 a. 一个固定的 1304 型控制电阻器，这个电阻器是与探针匹配的。

或者 b. 如果温度被补偿，则连接电缆引线到探针的 TEMP Comp 插孔。

或者 c. 连接 1056 型可变十进电阻组件 (使用短的 B362/U 电缆)。

1.4、或者 a. 如果使用 1304 控制电阻器或者温度补偿探针，则调节 REF SET 使电桥输出读数为 5 伏左右，同时校核探针以及由按下 RES MEAS 控制器相连接。此时面板表头上的输出应该朝向高电压但是小于 15 伏。

或者 b. 如果使用 1056 型可变十进电阻，则调节标度盘上

探针工作电阻的值，校核探针并且由按下 RES MEAS 控制器和连接。输出应该增加，但小于 1.5 伏。

1.5、调节 REF SET 使得在热膜敏感元件和强化敏感元件情况下电桥输出读数为 2—5 伏，或者在热线情况下为 1.5 伏。

1.6、转换到 RUN 位置。

1.7、调节 STABILITY 和 TRIM 控制器（在某些情形还有 REF SET）使其在使用非线性电桥输出（使用方波）的情况下具有最佳频率响应或稳定性。

1.8、参看测量温度和/或操作具有其他组件情况下的详细说明。

原  
书  
缺  
页

## 2、基本装置的概述

系统包含了 1051 监控器和电源组件并且将假定包含一个 1053 A 风速计组件。如果使用了几个通道，那么每一个通道都是相同的。

1056 型可变十进电阻的操作是作为共同的附件包含在手册中的。为 1055 型线性化器，1057 讯号调节器或 1040 温度和开关组件用的操作手册是与这本手册一起提供的，如果这些组件是系统的一部分的话。

### 2.1 1053 A 具有以下外部控制器（即旋钮）和特点

- a. STANDBY — RUN 开关：准备位置是为测量和校核探针电阻和测量温度（敏感元件不被控制）用的。在运行位置，电桥和放大器相连接，敏感元件被加热同时被控制。
- b. REF SET：调节放大器输入偏压。用于调节在 STANDBY 上为测量电阻用的电桥电压以及为了某些敏感元件具有最佳频率响应。
- c. PROBE JACK：为连接现行敏感元件到电桥用的
- d. CONTROL RES：连接调节现行敏感元件工作温度的电阻器。或者 1304 控制器（固定），或者 1056 可变十进电阻组件或者温度补偿绕阻连接在此处。
- e. OUTPUT：为记录器，示波器，DVM 等用的输出讯号。
- f. TEMPERATURE — RES MEAS 控制器：在温度方式中敏感元件作为电阻温度计工作（恒流）。当按向 RES MEAS 方

式时，如果电桥不平衡，那末电桥电压就偏离——用于电桥调零作电阻测量。

g. SQUARE WAVE：用于检查频率响应的内建方波控制器。

此开关选择 1 KHZ 或 20 KHZ 的方波。

h. STABILITY 控制器：调节反馈放大器中的 RC 网络。用于不同情况下获得最佳频率响应。

i. TRIM ( Q ) 控制器：当探针，电缆长度等改变时，调节与电桥串联的电缆以得到最佳频率响应。

2. 2. 1056 可变十进电阻常常与 1053 A 系统一起使用。它具有如下特点：

a. RESISTANCE DECADE 开关：为调节和/或测量探针电阻用的可调精密电阻器。这个电阻器可在 0—0.0 Ω 范围内以 0.01 Ω 步进量调节（对于 5 比 1 匹配电桥来说，被转换的实际电阻五倍于所显示的数值）。顶部同轴控制器转动了几个十和几个一，底部控制器就转动了几个十分之一和百分之一。

b. ZERO—OHMS：调节与十进电阻器相串联的电阻，用唯一的敏感元件电阻代替敏感元件加探针支架加电缆来校定十进电阻器。

c. CONTROL RESISTANCE：为连接 1056 组件到风速计组件上的 CONTROL RES 插头用的插头。

### 3、一步一步的操作过程：

#### 3.1 准备工作和打开

- a. 大多数系统都是一次订购并且将像准备操作的整个单元那样起运的。如果获得或附加分离组件，那末可参看一般系统讯息手册中的“CHANGING OR ADDING MODULES”部分。
- b. 检查并保证电源连接是你的馈电电源电压。  
对于AC供电单元，115V AC被采用，除非230V AC被指明。如果不是正确地连接，那末参看维修部分中关于从115V AC改变到230V AC的说明。
- c. 连接线板到适当的出口。转动所有风速计到STANDBY，对热线探针反时针方向转动STABILITY 控制器（如果这样装备的话）以及对热线敏感元件顺时针方向转动STABILITY 控制器，同时METER RANGE 开关转换到0—30V电桥电压范围（如果具有模拟表头）。
- d. 打开POWER开关。

#### 3.2 连接探针

- a. 选择要使用的速度探针并且连接所提供的电缆。对于大多数探针使用（小直径）专用三芯电缆装备起来的10110型（15'或5M标准长度）。某些温度补偿探针是用多导体电缆装备起来的，为了连接到风速计电路这根电缆接进了两个

BNC 连接器。

b. 连结电缆到探针插孔。

### 3.3 连接控制电阻

此处给出了取决于工作方式的三种不同的说明。简单地说，1304型固定控制电阻被用于在恒定温度流中应用以及对于已知的或特殊的流动中的应用。1056型可变十进电阻用作为一般目的的应用，其中流体种类，敏感元件的型式，温度等等，可能经常改变。对于在温度可能变化的地方进行经常的和（或）连续测量来说温度补偿是值得推荐的。

a. 使用1304型控制电阻器

(1) 这是一些固定的电阻器，这些固定电阻器可以随每个敏感元件一起购买的，并且可以选择到在某个预定工作电阻时操作敏感元件（如果敏感元件断裂并且被替换，那末老的控制电阻应该被送回换取新的或者订购新的）。

(2) 适当选择——对于在室温、空气中工作的情形，控制电阻通常被选择得给出大约250℃的探针工作温度。这个选择对于热膜敏感元件和大多数热线敏感元件都是合适的。被强固的敏感元件，诸如1266型，典型的工作温度为125℃。被推荐的工作电阻可参看随每个探针供应的敏感元件数据表。因为5对1的电桥比是被用在电桥两边之间的，这意思就是应该选择五倍于探针加电缆和探针支架的工作电阻。如果气

体不是室温，那末控制电阻应该选择为适当的工作温度。

对于在水中工作的情形，通常使用  $66^{\circ}\text{C}$  的工作温度。再者，如果液体不是工作在室温时，那末因此应该挑选控制电阻。如果温度改变了，那末或者温度补偿或者 1056 可变十进电阻可作为温度测量和修正用。

(3) 为了使用，仅仅把控制电阻插入 CONTROL RES 插座。

#### b. 使用温度补偿

- (1) 当探针是温度补偿时，控制电阻变为温度敏感电阻绕组，它或者被安装在流动计内，或者安装在探针内，或者安装在单独的探针内。绕组与固定电阻或者串联或者并联联接，这个联接被选择为去给出敏感元件和流体温度之间的一定的温度差，正好像相应于流体温度改变时用正确的纯温度系数去改变敏感元件温度一样。当工作在固定流动速率上的探针超过可应用的温度范围时，这些电阻被定值到给出一个恒定的输出。如果敏感元件必须替换，最好把温度补偿探针送回到 TSI 公司重新调节温度补偿（总是列举流体和温度范围）。
- (2) 为了使用，从探针的温度补偿部分连接（RG 62/U）与探针一起供应的同轴电缆（15'）到仪器上的 CONTROL RES 插座（某些速度探针是与单个多导体电缆一起供应的。如果这样装备，那就确保短电缆不在仪器上交换）。

#### c. 使用 1056 型可变十进电阻组件

- (1) 有一个 1056 型可变十进电阻，相当于有一个具有 0—300 欧姆值以步进 0.05 欧姆改变的电阻器。为了方便，十进电阻度盘是按照 0—60 欧姆以步进 0.01 欧姆标定的，即使被转换的实际电阻值高于 5 倍（由于 5 比 1 的电压比）。
- (2) 为了使用，从 1056 型上的 CONTROL RESISTANCE 插孔连接短的 RG 62/U 同轴电缆到风速计组件上的 CONTROL RES 插孔。
- (3) 对于和 1056 型一起的详细操作可参看第四部分的“MEASURING AND SETTING OPERATING RESISTANCE”（测量和调节工作电阻）。

### 3.4 予校核和或调节探针工作温度

#### a. 具有 1304 控制电阻或温度补偿的情形：

- (1) 调节 REF SET 控制器使得在 STANDEY 的情况下电桥读数大约为 5 伏。
- (2) 如果电源装备有模拟表头，则置表头量程到 0—30 伏范围。
- (3) 按下 RES MEAS 控制器
- (4) 如果电源表头上的指针偏离值大于 1.5 伏，则控制电阻值太高，控制电阻没有连接，或者控制电阻器或电桥温度补偿边有断路。如果指针向零方向偏离，则控制电阻值可能太低，探针上的敏感元件可能已被烧毁，或者电桥的探针臂可能断路。正确的偏离

值取决于敏感元件电阻和“加热”调节的数值，但是对于在空气中使用的探针它应该为 8 伏左右，对于在水中使用的探针大约为这个值的一半。对于极高的“过热”将具有 15 伏的最大值。

- (5) 如果这个试验指示了一个可能的问题，那末参考维修部分作进一步的检查。

### 安全电路

在或者探针或者控制电阻开路的情况下转动系统到 RUN 位置将不损坏探针。这是真实的，因为唯一的安全电路被设计进这个系统。安全电路在这些电路开路时自动地切断放大器。如果两个插座断路，放大器回到开并且当其中一个插入时再一次被切断。为了在切断以后使系统再次工作，只需要在两个插孔中再次适当地插入元件即可。系统亦保护了开和关的冲击电流。敏感元件被掉毁的唯一原因是控制电阻设置得过大。应该小心选取这个电阻以确保每个敏感元件具有适当的控制电阻值。

#### b. 在 1056 可变十进电阻组件的情况下

- (1) 对正在使用的敏感元件确定适当的工作电阻。它或者从随每个敏感元件提供的数据表中确定或者参考第 4 部分题为“测量和调节工作电阻”确定。
- (2) 调节 ZERO—OHMS 电位器去零化探针，探针支架和电缆电阻。

### 3 · 5 调节 REF SET

当单元在 STANDBY 上时，调节 REF SET 控制器使得在使用热膜敏感元件或强化敏感元件时的电桥输出电压为 2—5 伏，或者在使用热线敏感元件时为 1.5 伏。当输入不平衡时，这代表了放大器的输出电压。由于放大器高增益的缘故，这是一个极端非临界的调节位置，因此它不需要精确的调节并且如果这个值甚至改变一伏的数量级，在 RUN 上的输出影响可忽略不计。每当探针，控制电阻或可变十进电阻改变时，REF SET 值将改变，同时应该在转动到 RUN 以前重新调节。

### 3 · 6 转动风速计电路到“RUN”

- a · 转换 STANDBY—RUN 开关到 RUN 位置，连接反馈放大器到电桥电路。一旦完成这件事情以后，敏感元件就被控制在由控制电阻器决定的工作电阻（温度）上。
- b · OUTPUT 一输出讯号是电桥顶部上的电压，这个电压在零流速时将大于零（例如 3 伏），因为敏感元件已被加热并且正被传导到它的支架和自由对流所冷却。当更多的冷却由运动流体加到敏感元件时，输出电压将象反馈系统必须增加电压以保持敏感元件被加热那样增加。非线性输出讯号可以馈送到外部记录器，示波器，数字电压表等等。输出讯号由内部连接到面板表头和监控器与电源组件上的输出插座，并且当选择了通道时可以读出。当功率单元上的输出每次随通道选择连接一个风速计通道时，每一个风速计组件上的输出连续

地处于“接通”状态。当基本的电桥输出讯号用作测量时，首先画出来的是一条流动对电压的标准曲线。

。当第一次打开系统时，要在示波器上慎重观察输出以确保没有出现振盪或不正常的讯号。如果电缆长度或型号改变或者探头有重大修改，那就可能引起振盪。振盪将呈现为一个大的，高频正弦波或者满尺度的脉冲。这些可以由参看下面3·8部分进行校正。

通常一个振盪将表示探针或电缆对系统不匹配或者电路有故障。对于前一种情形亦可参看第6部分长电缆。任何其他更大的有规则讯号（超过100 MV 或者大大超过100 MV 的随机背景噪音）。将表明一种反常现象。

### 3.8、调节和调整稳定性和频率响应

a. STABILIL, TRIM和REF SET控制了风速计闭环频率响应上的若干效应。对于一定的领域流动和探针组合,它们可以调整到最大频率响应或者当必须使用长电缆或失配探针时,它们可以调整到较低频率响应以使系统更稳定。

b. 设备和控制器的调节应该使用如下:

(1) 连接示波器到输出插座

(2) 把探针暴露到有兴趣的流动中,把风速计打在RUN位置上。

如果希望速度范围比较宽,那末应该在最大速度附近做到最佳化。如果最佳化是最小速度附近做到的,那末在靠近最大速度的情形可能发生振荡。为了获得经验,调整可以在零流速时进行。

(3) 转动内建SQUARE WAVE发生器到1 KHZ,使示波器在最终输出讯号上触发,并且调整方波的AMPLITUDE以便示波器的讯号可以容易地与包含湍流和背景噪音的系统输出噪音相区别。同时为了避免非线性,过分的幅度不应该被使用。示波图应该呈现出图2所示的典型情形。讯号振幅应该在100和200 MV之间。

注意:如果系统振荡,那末首先必须由转动TRIM控制器到完全反时针位置制止振荡,同时转动STABILLY控制器到左面直到振荡消除为止。如果振荡不能停止,那末使用热线的情形顺时针转动REF

SET。如果振动继续存在，那末探针和电纜或者有在控制器范围以外的阻抗失配或者有电子故障。通常振荡不会损伤敏感元件。

### C. 在热膜敏感元件上最佳化系统

(1) 热膜敏感元件的最缓慢响应一般地发生在TRIM和——STABILITY控制器二者转动到完全反时针位置时。最快的响应将靠近出现振动的地点。

(2) 为了获得最大响应，顺时针方向转动STABILITY到最小的 $\zeta$ ，如图2所示。然后顺时针方向转动控制器并且反方向转动STABILITY控制器以保持系统不振荡。反复调节这两个旋钮直到 $\zeta$ 取小。响应曲线中有一个轻微的过冲或“振铃”是允许的。在热膜敏感元件的情况下，脉冲的回复也可能稍稍偏离起点，特别是在低速时。如果高频响应不要求，那末TRIM和STABILITY旋钮放到完全反时针位置上。关于很高的频率应该使用20 KHZ的方波。

( 见附加页 )

图2。在1053 A风速计情况的示波试验讯号0.0002"  
(5 $\mu$ )直径的钨丝在空气中试验。

### d. 在热线上最佳化系统

(1) 热线最慢的响应发生在TRIM旋钮反时针转到头，——