

Be sure. **testo**



**专业级通风&IAQ测量**

**德图全新智能型参比级环境测量仪 testo 400**

[www.testo.com.cn](http://www.testo.com.cn)

## testo 400 智能型参比级环境测量仪

一台可测量与环境舒适度相关的参比级测量仪！

集成专业的测量程序，搭配德图高品质的探头，提供高精度的测量数据。

### 产品特点：

- 内置专业的测量程序
- 高精度，独立运行，内置压差传感器
- 内置绝对压力传感器
- 测量与IAQ相关的所有参数
- 适配Testo 丰富的探头组合
- 搭配记录仪，最多可链接16个探头
- 配有专业的测量程序，适用于
  - ▶ 高要求通风空调系统 ▶ 室内空气质量 ▶ 舒适度评估检测 ▶ 高温热环境检测
- 内置测量程序符合测试程序的标准
  - ▶ EN ISO12599和ASHRAE111 通风管道格栅测试程序
  - ▶ EN ISO 7730和ASHRAE55 PMV/PPD测量
  - ▶ DIN 33403和 ENISO7243 WBGT测量



# testo 400 集成各项环境指数的测量功能

使用testo 400，您将拥有个性化的智能测量程序！

可以帮助您进行所有相关测量。凭借直观的菜单结构和图形显示，即使有多个测量点，测量结果仍然一目了然。



## 多种VAC参数测量程序:

- 在管道里可配合使用皮托管，通风口处可配合使用风量罩
- 根据EN 12599和ASHRAE 111标准进行HVAC风量测量
- 测量参考压力并输入制造商特定的系数（K系数或C系数）来测风量 ( $k \cdot \sqrt{\Delta P}$ )
- 舒适度测量: PMV/PPD, NET, 室外空气流通率, CO和CO<sub>2</sub>的测量
- 影响舒适度因素: 紊流度, 通风率, 地板温度, 垂直温差
- 温差、压差、霉变风险指示

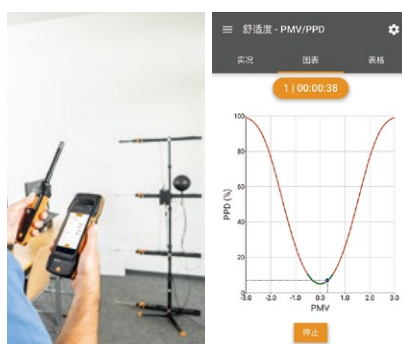


### 根据EN12599和ASHRAE 111进行室内空气质量的测量

**设置:** 输入管道几何形状，尺寸和测量点的数量，计算测量深度

**测量:** 以图形方式指导所有相关测量点的测量

**结果:** 风量、风速以及测量不确定度

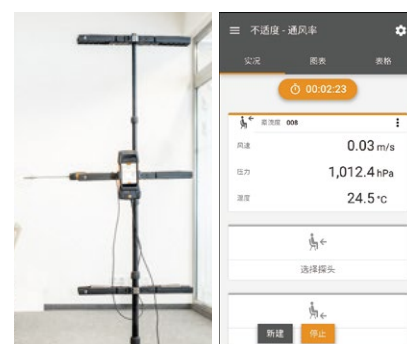


### 根据EN ISO 7730和ASHRAE 55进行PMV/PPD测量

**设置:** 服装指数，人体活动强度

**测量:** 环境温湿度，热辐射，空气流速

**结果:** PMV/PPD曲线，热舒适度等级评估



### 根据DIN EN 7730进行紊流测量

**设置:** 连接紊流度探头至测量仪器

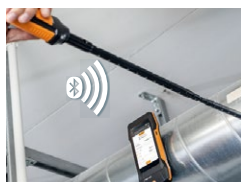
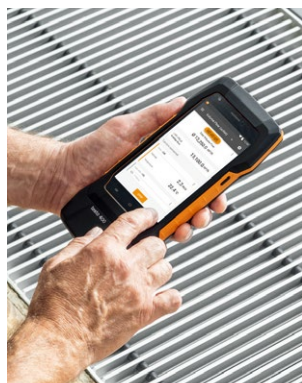
**测量:** 根据规范在三个不同高度进行测量

**结果:** 最终结果以数值，图形和表格显示

# testo 400 智能型参比级环境测量仪

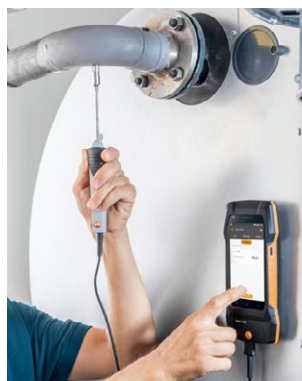
一台方便携带的仪器，强大的数据处理能力！

可直接创建文档化的专业报告，记录的所有测量数据可用于后期分析。



## 方便智能操作系统 SMART Operation

- 超大高清液晶屏幕
- 可以通过摄像头和麦克风进行快速记录，并且可以为测量数据添加注解和图片
- 无线蓝牙连接（始终开启），应用更加灵活
- 测量过程中只需更换探头，无需重启



## 强大的数据处理能力 SMART Benefits

- 可以直接在Testo 400上创建文档化的专业报告，可以通过蓝牙传输数据
- 可以通过WiFi将报告直接发送邮件
- 可以在PC端通过ComSoft软件整理测量数据
- 大量程高精度的内置的压力传感器

## testo 400 订购信息

### testo 400

#### 空调通风系统测量套装（含热线风速探头）

- testo 400智能型参比级环境测量仪
- 热线风速探头，内置温湿度、绝压传感器，配蓝牙手柄
- 叶轮风速探头（Ø100 mm），内置温度传感器
- 高精度温湿度探头
- 90°直角适配器，用于连接叶轮风速探头
- (Ø100 mm) +手柄+伸缩杆（可伸长至1.0 m）

仪器箱



订货号 0563 0400 71

### testo 400

#### 空调通风系统测量套装（含16mm叶轮风速探头）

- testo 400智能型参比级环境测量仪
- 16mm叶轮风速探头，内置温度传感器，配蓝牙手柄
- 叶轮风速探头（Ø100 mm），内置温度传感器
- 高精度温湿度探头
- 90°直角适配器，用于连接叶轮风速探头
- (Ø100 mm) +手柄+伸缩杆（可伸长至1.0 m）

仪器箱



订货号 0563 0400 72

## testo 400 IAQ测量套装

### 包括:

- testo 400智能型参比级环境测量仪
- CO<sub>2</sub>探头, 带蓝牙, 内置温湿度、绝压传感器
- 紊流度探头, 热辐射探头
- 用于舒适度测量的三脚架, 含支架运输包, 仪器箱

订货号 0563 0401



## 技术数据

|             |               |
|-------------|---------------|
| 集成压差传感器     | ✓<br>高精度和位置独立 |
| 集成绝对压力传感器   | ✓             |
| 线连式探头       | ✓ 2x          |
| 无线蓝牙探头      | ✓ 4x          |
| TC 类型 K     | ✓ 2x          |
| 校准提醒功能      | ✓             |
| 零误差显示: 6点校准 | ✓             |

### 测量数据管理

|                     |                                            |
|---------------------|--------------------------------------------|
| 内存                  | 2GB (约1,000,000个数据)                        |
| 客户和测量点管理            | ✓                                          |
| 用于分析, 存档和记录数据的PC 软件 | ✓                                          |
| 个性化的测量协议            | ✓                                          |
| 集成相机用于现场文档          | ✓                                          |
| 导出格式                | CSV, PDF, JSON格式, 通过PC软件或直接从测量仪导出(电子邮件或蓝牙) |

### 差压 (集成)

|      |                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 测量范围 | 0 至 +200 hPa                                                                        |
| 精度   | ±(0.3 Pa + 1%示值) ±1 精度 (0 至 25 hPa)<br>±(0.1 hPa + 1.5%示值) ±1 精度 (25.001 至 200 hPa) |
| 分辨率  | 0.001 hPa                                                                           |

备注: 负压量程仅用于显示, 精度不作要求

### 绝对压力 (集成)

|      |                |
|------|----------------|
| 测量范围 | 700 至 1100 hPa |
| 精度   | ±3 hPa         |
| 分辨率  | 0.1 hPa        |

### 温度NTC (搭配适当的探头)

|      |                                                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 测量范围 | -40 至 +150 °C                                                                                         |
| 精度   | ±0.2 °C (-25 至 74.9 °C)<br>±0.4 °C (-40 至 -25.1 °C)<br>±0.4 °C (+75 至 +99.9 °C)<br>±0.5% 的测量值(剩余测量范围) |
| 分辨率  | 0.1 °C                                                                                                |

### 温度TC K型 (搭配适当的探头)

|      |                      |
|------|----------------------|
| 测量范围 | -200 至 +1370 °C      |
| 精度   | ±(0.3 °C + 0.1% 测量值) |
| 分辨率  | 0.1 °C               |

### 存储的测量菜单

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| 风量测量                                  | ✓            |
| 根据EN 12599 (包括测量不确定度) 和ASHRAE 111测量风量 | ✓            |
| 皮托管测量                                 | ✓            |
| 使用风量罩进行测量                             | ✓            |
| 利用K系数测量风量                             | ✓            |
| 根据 EN ISO 7730测量紊流度                   | ✓<br>同时在3个高度 |
| 根据 EN ISO 7730 和ASHRAE 55测量PMV/PPD    | ✓            |
| 根据DIN 33403 和EN ISO 7243测量WBGT        | ✓            |
| 制冷                                    | ✓            |
| 目标过热                                  | ✓            |
| 冷却和加热功率                               | ✓            |
| 独立, 可配置的IAQ数据记录仪                      | ✓            |

### 一般技术数据

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 探头连接 | 4x 蓝牙, 2x Type C, 2x TC K型热电偶   |
| 接口   | 蓝牙®, 无线局域网, USB                 |
| 操作温度 | -5 到 +45 °C                     |
| 贮存温度 | -20 到 +60 °C                    |
| 电源   | 可充电锂离子电池<br>(5550 mAh)          |
| 显示屏  | 5.0英寸高清触控显示屏<br>1280 x 720像素分辨率 |
| 摄像头  | 主摄像头: 8.0 MP<br>前置摄像头: 5.0 MP   |
| 内存   | 2 GB<br>(大约相当于1,000,000个读数)     |
| 防护等级 | IP40 (连接探头)                     |
| 外形尺寸 | 210 x 95 x 39 毫米                |
| 重量   | 500g                            |

WBGT 套装

| 内容                                                                                | 探头                                                                                | 测量范围                          | 精度                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 黑球温度计<br>Ø 150 mm (TC Type K) | 0 至 +120 °C<br><br>$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$<br>(-40°C至+375°C)<br>$\pm 0.004 t $<br>(+375°C至1000°C) |
|                                                                                   |  | 干球温度计 (Pt100)                 | +10 至 +60 °C<br><br>$\pm (0.3^{\circ}\text{C} + 0.3\% \text{ 示值})$                                  |
|                                                                                   |  | 湿球温度计 (Pt100)                 | +5 至 +40 °C<br><br>$\pm (0.3^{\circ}\text{C} + 0.3\% \text{ 示值})$                                   |

仪器箱及三脚架

测量搭配  
WBGT套装+testo400



订货号: 0618 7220

+



订货号: 0560 0400



# testo 400 多通道数据采集模块

多通道数据采集模块最长可连续工作两周！

(在插满探头的情况下(两个K型热电偶探头，四个接线探头)最多可以持续存储两周)。

## 产品特点：

- 不带电池，只通过电源线供电（5V / 2A）
- 可配备用于舒适度、紊流度、热辐射、CO<sub>2</sub>、CO、照度、风量、空气湿度及温度测量的探头
- 可同时连接6个探头
- 可使用PC客户端软件或Testo400主机对测量数据进行分析 and 归档
- 专用三脚架用于搭载多通道数据采集模块和各种探头
- 内存1.5 MB = 360,000 条记录

兼容所有testo 400可连接的  
有线探头及K型热电偶



## 订购信息

### 多通道数据采集模块

用于长时间测量的数据记录仪，包含带有USB连接线的电源和合格证书。



订货号：0577 0400

### 测量三脚架

用于舒适度测量的测量三脚架包括折叠支架、安装杆、4个探头安装座以及运输包。



订货号：0554 1590

## 技术数据

### 温度NTC（带适当的探头）

|              |                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 测量范围         | -40 至 +150 °C                                                                                                  |
| 精度(±1 digit) | ±0.2 °C (-25.0 至 +74.9 °C)<br>±0.4 °C (-40.0 至 -25.1 °C)<br>±0.4 °C (+75.0 至 +99.9 °C)<br>±0.5 % m.v. (剩余测量范围) |
| 分辨率          | 0.1 °C                                                                                                         |

### 温度 TC K 型（带适当的探头）

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 测量范围          | -200 至 +1370 °C       |
| 精度 (±1 digit) | ±(0.3 °C + 0.1 % 测量值) |
| 分辨率           | 0.1 °C                |

### 一般技术数据

|      |                     |
|------|---------------------|
| 探针连接 | 4x Type C, 2x TC K型 |
| 接口   | USB                 |
| 操作温度 | -5 至 +45 °C         |
| 储存温度 | -20 至 +60 °C        |
| 供电   | 通过电源装置外部供电          |
| 内存   | 1.5 MB = 360,000 读数 |
| 防护等级 | IP 20 (连接探头)        |
| 外形尺寸 | 136 x 89 x 39 mm    |
| 重量   | 160 g               |

# 组合式探头

| 探头类型                                 |                                                                                    | 测量范围 | 精度 | 分辨率 | 订货号       |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|----|-----|-----------|
| 探头手柄（请配置以下探头传感器时必选）                  |                                                                                    |      |    |     |           |
| 连接testo 400 testo 440 探头的蓝牙手柄®       |   |      |    |     | 0554 1111 |
| 连接testo 400 / testo 440 探头的线连手柄      |   |      |    |     | 0554 2222 |
| 用于连接testo 400 / testo 440 风速探头的手柄适配器 |  |      |    |     | 0554 2160 |
| 1m通用型伸缩杆，适用于风速探头延展，含90°直角适配器         |  |      |    |     | 0554 0960 |

# 数字式探头

| 探头类型                        |                                                                                     | 测量范围                         | 精度                                                                                                                                                       | 分辨率                | 订货号       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|
| 数字式探头                       |                                                                                     |                              |                                                                                                                                                          |                    |           |
| 蓝牙®式高精度叶片探头（Ø100mm），包括温度传感器 |  | 0.1 至 15 m/s<br>-20 至 +70 °C | $\pm(0.1 \text{ m/s} + 1.5\% \text{ m.v.})$<br>(0.1 至 15 m/s)<br>$\pm 0.5 \text{ °C}$                                                                    | 0.01 m/s<br>0.1 °C | 0635 9371 |
| 线连接式高精度叶片探头（Ø100mm），包含温度传感器 |  |                              |                                                                                                                                                          |                    | 0635 9372 |
| 蓝牙连接式叶片探头(Ø 100 mm)，包含温度传感器 |  | 0.3 至 35 m/s<br>-20 至 +70 °C | $\pm(0.1 \text{ m/s} + 1.5\% \text{ m.v.})$<br>(0.3 至 20 m/s)<br>$\pm(0.2 \text{ m/s} + 1.5\% \text{ m.v.})$<br>(20.01 至 35 m/s)<br>$\pm 0.5 \text{ °C}$ | 0.01 m/s<br>0.1 °C | 0635 9431 |
| 线连式叶片探头（Ø100mm），包含温度传感器     |  |                              |                                                                                                                                                          |                    | 0635 9432 |

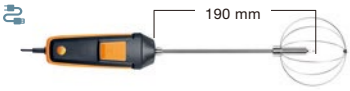
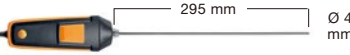
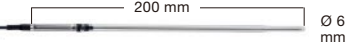
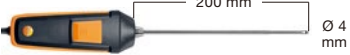
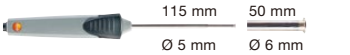
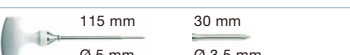
天花板测量的90°角（0550 0960）的伸缩杆已经研发出来。它可以很容易安装在100毫米叶片探头上。

# 标准数字式探头

| 探头类型                                             |  | 测量范围                                                       | 精度                                                                                                                                                                                                                                         | 分辨率                                      | 订货号       |
|--------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|
| <b>数字式探头</b>                                     |  |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |           |
| 带蓝牙功能的热线探头，包含温度和湿度传感器                            |  | 0 至 50 m/s<br>-20 至 +70 °C<br>5 至 95% RH<br>700 至 1100 hPa | ±(0.03 m/s + 4% 测量值)<br>(0 至 20 m/s)<br>±(0.5 m/s + 5% 测量值)<br>(20.01 至 30 m/s)<br>±0.5 °C (0 至 +70 °C)<br>±0.8 °C (-20 至 0 °C)<br>±3.0% RH (10 至 35% RH)<br>±2.0% RH (35 至 65% RH)<br>±3.0% RH (65 至 90% RH)<br>±5% RH (剩余测量范围)<br>±3 hPa | 0.01 m/s<br>0.1 °C<br>0.1% RH<br>0.1 hPa | 0635 1571 |
| 配有固定电缆的热线探头包含温湿度传感器                              |  |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                            |                                          | 0635 1572 |
| 蓝牙式叶片探头 (Ø16mm)，包含温度传感器                          |  | 0 至 50 m/s<br>-20 至 +70 °C<br>5 至 95% RH<br>700 至 1100 hPa | ±(0.2 m/s + 1% 测量值)<br>(0.6 至 40 m/s)<br>±(0.2 m/s + 2% 测量值)<br>(40.1 至 50 m/s)<br>±1.8 °C                                                                                                                                                 | 0.1 m/s<br>0.1 °C                        | 0635 9571 |
| 线连接式叶片探头 (Ø16mm)，包含温度传感器                         |  |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                            |                                          | 0635 9572 |
| 线连接式热线探头包含温度传感器                                  |  | 0至30 m/s<br>-20 至 +70 °C<br>700至1100 hPa                   | ±(0.03 m/s + 4% 测量值)<br>(0 至 20 m/s)<br>±(0.5 m/s + 5% 测量值)<br>(20.01 至 30 m/s)<br>±0.5 °C<br>±3 hPa                                                                                                                                       | 0.01 m/s<br>0.1 °C<br>0.1 hPa            | 0635 1032 |
| 线连接叶片式探头 (Ø 16 mm)                               |  | 0.6 至 50 m/s                                               | ±(0.2 m/s + 1% 测量值)<br>(0.6 至 40 m/s)<br>±(0.2 m/s + 2% 测量值)<br>(40.1 至 50 m/s)                                                                                                                                                            | 0.1 m/s                                  | 0635 9532 |
| 线连式通风柜探头                                         |  | 0 至 5 m/s<br>0 至 +50 °C<br>700 至 1100 hPa                  | ±(0.02 m/s + 5% 测量值)<br>(0 至 5 m/s)<br>±0.5 °C<br>±3 hPa                                                                                                                                                                                   | 0.01 m/s<br>0.1 °C<br>0.1 hPa            | 0635 1052 |
| 热线探头 (Ø 7.5 mm)，包括温度传感器，用于通风管道和天花板/墙壁出口风速流量和温度测量 |  | 0至+20 m/s<br>-20至+70°C<br>700至1100 hPa                     | ± (0.03 m/s + 5%测量值)<br>± 0.5°C (0 至 +70°C)<br>± 3 hPa                                                                                                                                                                                     | 0.01 m/s<br>0.1°C<br>0.1 hPa             | 0635 1026 |
| 热球探头，包括温度传感器，电缆长度 1.7 m                          |  | 0至+10 m/s<br>-20至+70°C<br>700至1100 hPa                     | ± (0.03 m/s + 5%测量值)<br>± 0.5°C (0 至 +70°C)<br>± 3 hPa                                                                                                                                                                                     | 0.01 m/s<br>0.1°C<br>0.1 hPa             | 0635 1051 |
| 有线高强度温湿度探头，适用于高达+180 °C的温度                       |  | 0至100% RH<br>-20至+180 °C                                   | ±3% RH (0 至 2% RH)<br>±2% RH (2.1 至 98% RH)<br>±3% RH (98.1 至 100% RH)<br>±0.5°C (-20 至 0 °C)<br>±0.4°C (0.1 至 +50 °C)<br>±0.5 °C (+50.1 至 +180 °C)                                                                                        | 0.1% RH<br>0.1°C                         | 0636 9775 |

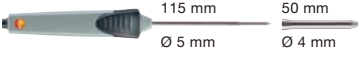
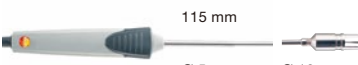
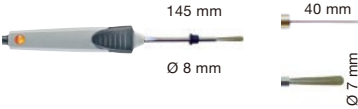
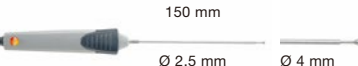
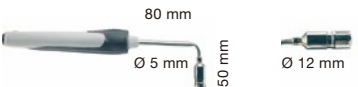
测量较大横截面管道中的流量时，我们建议使用扩展组件（0554 0990），这使得伸缩杆最大可以扩展到2米，适用于所有带有可互换手柄的风速探头。

# 标准数字式探头

| 探头类型                                               |                                                                                     | 测量范围                                | 精度                                                                                                                                                                                                                                                                 | 分辨率                                                | 订货号       |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>数字式探头</b>                                       |                                                                                     |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                    |           |
| 有线紊流度探头                                            |    | 0至+5 m/s<br>0至+50°C<br>700至1100 hPa | $\pm(0.03\text{m/s} + 4\%\text{测量值})$<br>(0至5m/s)<br>$\pm 0.5^\circ\text{C}$<br>$\pm 3\text{hPa}$                                                                                                                                                                  | 0.01 m/s<br>0.1 °C<br>0.1 hPa                      | 0628 0152 |
| 有线照度探头                                             |    | 0至100,000lux                        | DIN 13032-1附录B<br>C级根据DIN 5032-7标准                                                                                                                                                                                                                                 | 0.1 lux<br>(<10,000 lux)<br>1 lux<br>(≥10,000 lux) | 0635 0551 |
| 球形温度计Ø150mm,<br>TC K型, 用于测量辐射热                     |    | 0至+120°C                            | $\pm 1.5^\circ\text{C}$<br>(-40°C至+375°C)<br>$\pm 0.004\text{t}$<br>(+375°C至1000°C)                                                                                                                                                                                |                                                    | 0602 0743 |
| Pt 100球形温度探头 (Ø150mm) ,<br>用于测量热辐射                 |    | 0至+120°C                            | $\pm 0.25^\circ\text{C}$ (0至+99.9°C)<br>其余量程<br>$\pm(0.25^\circ\text{C} + 0.002 \cdot  \text{t} )$                                                                                                                                                                 |                                                    | 8711 0028 |
| <b>高精度温度探头</b>                                     |                                                                                     |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                    |           |
| 用于液态和半固态材料<br>高精度数字Pt100刺入式/浸入式探头,<br>其精度高达±0.05°C |    | -80至+300°C                          | $\pm 0.3^\circ\text{C}$ (-80至-40.001°C)<br>$\pm(0.1^\circ\text{C} + 0.05\%\text{测量值})$<br>(-40至-0.001 °C)<br>$\pm 0.05^\circ\text{C}$ (0至+100 °C)<br>$\pm(0.05^\circ\text{C} + 0.05\%\text{测量值})$<br>(+100.001至+300 °C)                                            | 0.001°C                                            | 0618 0275 |
| 用于液态和半固体材料中测量的数字<br>Pt100刺入式/浸入式探头,                |  | -100至+400°C                         | $\pm(0.15^\circ\text{C} + 0.2\%\text{测量值})$<br>(-100至-0.01 °C)<br>$\pm(0.15^\circ\text{C} + 0.05\%\text{测量值})$<br>(0 至+100°C)<br>$\pm(0.15^\circ\text{C} + 0.2\%\text{测量值})$<br>(+100.01至+350°C)<br>$\pm(0.5^\circ\text{C} + 0.5\%\text{测量值})$<br>(+350.01至+400°C) | 0.01°C                                             | 0618 0073 |
| 用于腐蚀性介质, 带玻璃外壳的<br>PT100温度探头                       |  | -50至+400°C                          | $\pm(0.3^\circ\text{C} + 0.3\%\text{测量值})$<br>(-50至+300°C)<br>$\pm(0.4^\circ\text{C} + 0.6\%\text{测量值})$<br>(+300.01至+400°C)                                                                                                                                       | 0.01°C                                             | 0618 7072 |
| 高强度数字式Pt100空气探头                                    |  | -100至+400°C                         | $\pm(0.15^\circ\text{C} + 0.2\%\text{测量值})$<br>(-100至-0.01°C)<br>$\pm(0.15^\circ\text{C} + 0.05\%\text{测量值})$<br>(0至+100°C)<br>$\pm(0.15^\circ\text{C} + 0.2\%\text{测量值})$<br>(+100.01至+350°C)<br>$\pm(0.5^\circ\text{C} + 0.5\%\text{测量值})$<br>(+350.01至+400°C)   | 0.01°C                                             | 0618 0072 |
| 可在难以接近的位置和液体中进行<br>测量的灵活型数字Pt100温度探头               |  | -100至+260°C                         | $\pm(0.3^\circ\text{C} + 0.3\%\text{测量值})$                                                                                                                                                                                                                         | 0.01°C                                             | 0618 0071 |
| 防水表面温度探头(NTC),<br>线缆长度1.2m                         |  | -50至+150°C <sup>1)</sup>            | $\pm 0.5\%\text{测量值}$ (100至+150°C)<br>$\pm 0.2^\circ\text{C}$ (-25至+74.9°C)<br>$\pm 0.4^\circ\text{C}$ (其余量程)                                                                                                                                                      |                                                    | 0615 1912 |
| NTC防水不锈钢食品探头,<br>线缆长度1.5m                          |  | -50至+150°C <sup>1)</sup>            | $\pm 0.2^\circ\text{C}$ (-25至+74.9°C)<br>$\pm 0.5\%\text{测量值}$ (100至+150°C)<br>$\pm 0.4^\circ\text{C}$                                                                                                                                                             |                                                    | 0615 3311 |
| NTC冷冻食品探头, 螺旋式设计,<br>可插拔线缆长度1.5m                   |  | -50至+150°C <sup>1)</sup>            | $\pm 0.4^\circ\text{C}$ (其余量程)<br>$\pm 0.2^\circ\text{C}$ (-25至+75°C)<br>$\pm 0.5\%\text{测量值}$ (100至+140°C)                                                                                                                                                        |                                                    | 0615 3211 |
| NTC食品浸入式探头, 特殊手柄<br>设计, 增强型PUR连接电缆, 线<br>缆长度1.3m   |  | -25至+150°C <sup>1)</sup>            | $\pm 0.4^\circ\text{C}$ (其余量程)<br>$\pm 0.2^\circ\text{C}$ (-25至+74.9°C)<br>$\pm 0.5\%\text{测量值}$ (100至+150°C)                                                                                                                                                      |                                                    | 0615 2411 |
| NTC不锈钢食品探头,<br>线缆长度1.5m                            |  | -50至+140°C <sup>1)</sup>            | $\pm 0.2^\circ\text{C}$ (-25至+74.9°C)<br>$\pm 0.5\%\text{测量值}$ (100至+150°C)<br>$\pm 0.4^\circ\text{C}$ (其余量程)                                                                                                                                                      |                                                    | 0615 2211 |

<sup>1)</sup> 长时间测量量程+125°C, 短时间内可达+150°C 或+140°C (2分钟)

# 通用性探头

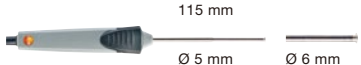
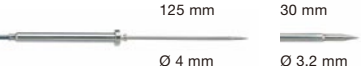
| 探头类型                                                               | 探针轴/探针轴尖尺寸                                                                          | 测量范围        | 精度                                                                   | 响应时间                       | 订货号       |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|
| 线长1.2米，适用于管直径为5至65毫米的管夹探头（NTC）                                     |    | -50至+120°C  | ±0.2°C(-25至+80°C)                                                    | 0.01m/s<br>0.1°C<br>0.1hPa | 0615 5605 |
| 线长1.4米，带有Velcro（NTC）的温度探头                                          |    | -50至+70°C   | ±0.2°C(-25至+70°C)<br>±0.4°C(-50至-25.1°C)                             | 60 秒                       | 0615 4611 |
| 线长1.2米的防水浸入/刺入式探头NTC                                               |    | -50至+150°C  | ±0.5% m.v.<br>(+100至+150°C)<br>±0.2°C(-25至+74.9°C)<br>±0.4°C(剩余测量范围) | 10 秒                       | 0615 1212 |
| 线长1.2m，高强度空气探头 NTC                                                 |    | -50至+125°C  | ±0.2°C(-25至+80°C)<br>±0.4°C(剩余测量范围)                                  | 60 秒                       | 0615 1712 |
| 线长1.5米，用于测量管子直径为6至35 mm的夹具探头， NTC                                  |    | -40至+125°C  | ±1°C(-20至+85°C)                                                      | 60 秒                       | 0615 5505 |
| 有线高强度空气探头， TC K型                                                   |    | -60至+400°C  | 2级 <sup>1)</sup>                                                     | 25 秒                       | 0602 1793 |
| 配有弹簧热电偶条的线连接式反应灵敏型表面探头，也适用于不平整表面，测量范围高达+ 500°C， TC K型              |   | -60至+300°C  | 2级 <sup>1)</sup>                                                     | 3 秒                        | 0602 0393 |
| 反应灵敏型线连接式桨板表面探头，用于在难以接近的地方进行测量例如：狭窄的开口和裂缝， TC K型                   |  | 0至+300°C    | 2级 <sup>1)</sup>                                                     | 5 秒                        | 0602 0193 |
| 配有小平面测量头的精密、防水的线连接式表面探针，用于均匀表面的测量， TC K型                           |  | -60至+1000°C | 1级 <sup>1)</sup>                                                     | 20 秒                       | 0602 0693 |
| 配有弹簧热电偶带的L型线连式表面探头，也适用于不平整表面的测量，测量范围高至+ 500°C， TC K型               |  | -60至+300°C  | 2级 <sup>1)</sup>                                                     | 3 秒                        | 0602 0993 |
| 配有伸缩杆最大至 985 mm的表面温度探头，用于难以接近位置的测量，连接线长1.6 m（当伸缩杆伸出时，会相应变短）， TC K型 |  | -50至+250°C  | 2级 <sup>1)</sup>                                                     | 3 秒                        | 0602 2394 |
| 吸附力接近20 N、配备有磁铁的线连式磁性探针，用于金属表面的测量， TC K型                           |  | -50至+170°C  | 2级 <sup>1)</sup>                                                     | 150 秒                      | 0602 4792 |
| 吸附力约 10 N、配有磁铁的线连式磁力探头，适用于更高温度，适用于金属表面测量， TC K型                    |  | -50至+400°C  | 2级 <sup>1)</sup>                                                     |                            | 0602 4892 |

1)根据EN 60584-2的标准，1级的精度指的是-40至+1000°C（K型），2级为-40至+1200°C（K型）和3级为-200至+ 40°C（K型）。一个探针必须只符合一个精度等级（精度等级的具体参数请参考Page 28 中的“精度规格”表格）。

## 有关表面测量的信息：

- 指定的响应时间 $t_{90}$ 是在抛光钢板或铝板上，在+60°C的温度下进行测量的。
- 指定的精度即传感器精度。
- 应用程序的精度取决于表面特性（粗糙度）、测量对象的材料（热容量和传热）和传感器的精度。Testo将为您应用程序中的测量系统偏差提供相应的校准证书。为此，Testo使用了与PTB（Physikalisch Technische Bundesanstalt - 德国国家计量研究所）合作开发的表面试验台。

## 通用性探头

| 探头类型                                                       | 探针轴/探针轴尖尺寸                                                                                                                                    | 测量范围         | 精度               | 响应时间 | 订货号       |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|------|-----------|
| 配有较宽测量尖端的线连接式防水表面探头，用于均匀表面，TC K 型                          |                                                              | -60至+400°C   | 2级 <sup>1)</sup> | 30 秒 | 0602 1993 |
| 配有Velcro带的线连式管道缠绕探头，用于测量直径最大为120mm，最大温度为+ 120°C的管道温度，TC K型 |                                                              | -50至+120°C   | 1级 <sup>1)</sup> | 90 秒 | 0628 0020 |
| 线连式管夹探头，适用于管道直径5至65 mm，可互换测量头，测量范围可达+ 280°C，TC K型          |                                                              | -60至+130°C   | 2级 <sup>1)</sup> | 5 秒  | 0602 4592 |
| 管道缠绕探头的更换测量头，TC K型                                         |                                                              | -60至+130°C   | 2级 <sup>1)</sup> | 5 秒  | 0602 0092 |
| 用于管道上测量的线连式夹具探头，管道直径15至25 mm（最大1"），测量范围至+ 130°C，TC K型      |                                                              | -50至+100°C   | 2级 <sup>1)</sup> | 5 秒  | 0602 4692 |
| 精确、迅速的线连式浸入探头，该探头灵活而且防水，TC K型                              |                                                            | -60至+1000°C  | 1级 <sup>1)</sup> | 2 秒  | 0602 0593 |
| 超快、防水浸入/刺入式线连式探头，TC K型                                     |                                                            | -60至+800°C   | 1级 <sup>1)</sup> | 3 秒  | 0602 2693 |
| 浸入式灵活型测量头，TC K型                                            |                                                            | -200至+1000°C | 1级 <sup>1)</sup> | 5 秒  | 0602 5792 |
| 浸入式灵活型测量头，TC K型                                            |                                                            | -200至+40°C   | 3级 <sup>1)</sup> | 5 秒  | 0602 5793 |
| 浸入式灵活型测量头，适用于空气/烟道气中的测量，TC K型。<br>(不适合在冶炼厂测量)              |                                                            | -200至+1000°C | 1级 <sup>1)</sup> | 4 秒  | 0602 5693 |
| 线连式防水浸入/穿透探头，TC K型                                         |                                                            | 60至+400 °C   | 2级 <sup>1)</sup> | 7 秒  | 0602 1293 |
| 灵活、质量轻的浸入式测量头，适用于在小容器里进行测量，如培养皿，或用于表面测量（例如用胶带固定）           | <br>TC K型，2 m，FEP绝缘导热线，耐温高达200°C，尺寸：2.2 mm x 1.4 mm的椭圆形电缆， | -200至+1000°C | 1级 <sup>1)</sup> | 1 秒  | 0602 0493 |
| 由不锈钢（IP65）制成的线连式防水食品探头，TC K型                               |                                                            | -60至+400°C   | 2级 <sup>1)</sup> | 7 秒  | 0602 2292 |

1) 根据EN 60584-2的标准。1级的精度指的是-40至+ 1000°C（K型），2级为-40至+ 1200°C（K型）和 3级为-200至 + 40°C（K型）。  
一个探针必须只符合一个精度等级（精度等级的具体参数请参考Page 28 中的“精度规格”表格）。

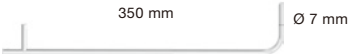
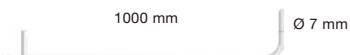
# 模拟探头

| 探头类型                              | 探针轴/探针轴尖尺寸                                                                                            | 测量范围       | 精度                                              | 分辨率 | 订货号       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|-----|-----------|
| <b>热电偶</b>                        |                                                                                                       |            |                                                 |     |           |
| 配有TC插头的灵活玻璃纤维热电偶，长度800 mm，TC K型   |  800 mm<br>Ø 1.5 mm  | -50至+400°C | 2级 <sup>1)</sup>                                | 5 秒 | 0602 0644 |
| 配有TC插头的灵活玻璃纤维热电偶，长度1500 mm，TC K型  |  1500 mm<br>Ø 1.5 mm | -50至+400°C | 2级 <sup>1)</sup>                                | 5 秒 | 0602 0645 |
| 配有TC插头的灵活热电偶，长度1500 mm，PTFE，TC K型 |  1500 mm<br>Ø 1.5 mm | -50至+250°C | 2级 <sup>1)</sup>                                | 5 秒 | 0628 0152 |
| 模拟TC超低温探头2 m，温度NTC                |                      | -200至+40°C | ±2.5°C (-167 至 +40°C)，<br>±0.015 °C (低于 -167°C) |     | 8711 0001 |

1) 根据EN 60584-2的标准，1级的精度指的是-40至+1000°C (K型)，2级为-40至+1200°C (K型) 和 3级为-200至+40°C (K型)。一个探针必须只符合一个精度等级

|                                                                                    |  |                                   |                                                                                                                                     |  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
| <b>WBGT 组件</b>                                                                     |  |                                   |                                                                                                                                     |  |           |
| WBGT (湿球黑球温度) 组件用于评估受热影响的工作场所，符合ISO 7243或DIN 33403-3标准，它由球形，环境温度/湿球温度探头、三脚架和工具箱组成。 |  | 0至+120°C<br>+10至+60°C<br>+5至+40°C | ±3% RH (0至2% RH)<br>±2% RH (2.1至98% RH)<br>±3% RH (98.1至100% RH)<br>±0.5°C (-20至0°C)<br>±0.4°C (0.1至+50°C)<br>±0.5°C (+50.1至+180°C) |  | 0618 7220 |

# 皮托管

| 探头类型                            | 探针轴/探针轴尖尺寸                                                                                            | 测量范围                                                              | 订货号       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 不锈钢皮托管长度500 mm，Ø7mm，用于测量流速*     |  500 mm<br>Ø 7 mm  | 测量范围1 至 100 m/s<br>操作温度 0 至 +600°C<br>皮托管系数1.0                    | 0635 2045 |
| 不锈钢皮托管，长度350 mm，Ø7mm，用于测量流速*    |  350 mm<br>Ø 7 mm  | 测量范围：1 至 100 m/s<br>操作温度：0 至 +600°C<br>皮托管系数：1.0                  | 0635 2145 |
| 不锈钢皮托管，长度1000 mm，用于测量流速*        |  1000 mm<br>Ø 7 mm | 测量范围：1 至 100 m/s<br>操作温度：0 至 +600°C<br>皮托管系数：1.0                  | 0635 2345 |
| 集成温度测量的直皮托管，包含连接软管，长度360 mm     |  360 mm            | 测量范围：1 至 30 m/s<br>操作温度：0 至 +600°C<br>皮托管系数：0.67<br>最低侵入深度：150 mm | 0635 2043 |
| 带有集成温度测量功能的直皮托管，包含连接软管，长度500 mm |  500 mm            | 测量范围：1 至 30 m/s<br>操作温度：0 至 +600°C<br>皮托管系数：0.67<br>最低侵入深度：150 mm | 0635 2143 |
| 带有集成温度测量的直皮托管，包含连接软管，长度1000 mm  |  1000 mm           | 测量范围：1 至 30 m/s<br>操作温度：0 至 +600°C<br>皮托管系数：0.67<br>最低侵入深度：150 mm | 0635 2243 |

\*所需的连接软管 (订货号0554 0440) 或 (订货号0554 0453)

# 配件

| 数字风速 探头的配件                                                                          |                                                           | 订货号       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
|    | 0.40 至 0.9 m延长杆                                           | 0554 0990 |
|    | 90°弯角适配器                                                  | 0554 0991 |
| 其他配件                                                                                |                                                           | 订货号       |
|    | 通用型testo 400仪器箱                                           | 0516 1400 |
|    | testo 400空气质量检测套装专用仪器箱                                    | 0516 2400 |
|    | testovent 风量罩套件，包含用于圆形出风口（直径200mm）和正方形出风口（330×330mm）两种风量罩 | 0563 4170 |
|    | 辅助风管                                                      | 0554 4172 |
|    | USB电源，包括电缆                                                | 0554 1106 |
|    | 硅胶连接软管，长度5 m，最大负载能力700 hPa（mbar）                          | 0554 0440 |
|   | 不含硅连接软管，用于差压测量，长度5 m，最大负载能力700 hPa（mbar）                  | 0554 0453 |
|  | 用于Testo湿度探头的控制和校准套件，11.3%RH和75.3%RH的盐溶液，包括用于Testo湿度探头的适配器 | 0554 0660 |

# 风量测量

## testo 400 管道和出风口测量

- 根据规范进行风量测量。
- 您可通过随身携带的测量仪随时调用所有测量点的参数。
- 无线蓝牙手柄，突破探头和主机间的连接限制，操作更灵活。
- 您可以在现场直接使用Testo 400完成测量报告。

### 管道测量



利用testo 400背部磁吸，将其固定在管道上，开启手柄按钮并连接测量探头进行测量

#### 适配探头



**热线风速探头**  
内置温湿度、绝压传感器



**叶轮风速探头**  
(Ø 16 mm)内置温度传感器



**延长杆**  
(0.9 m)

### 出口测量



配合使用延长杆可测量位置较高的测量点，而不再需要爬上梯子

#### 适配探头



**叶轮风速探头**  
(Ø 100 mm)  
内置温度传感器

**高精度叶轮风速探头**  
(Ø 100 mm)  
内置温度传感器



**风量罩套件**



**伸缩杆**  
37.5 – 100 cm,  
包含 90° 直角适配器

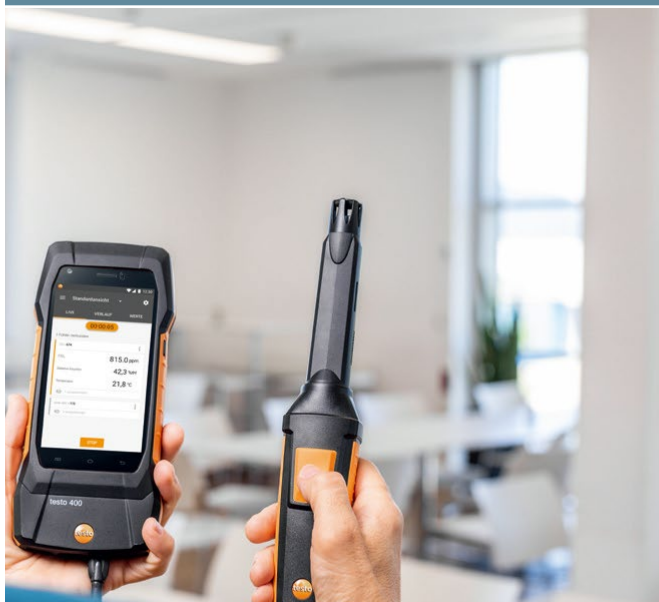
**延长杆**  
(0.9 m)

## 舒适度测量

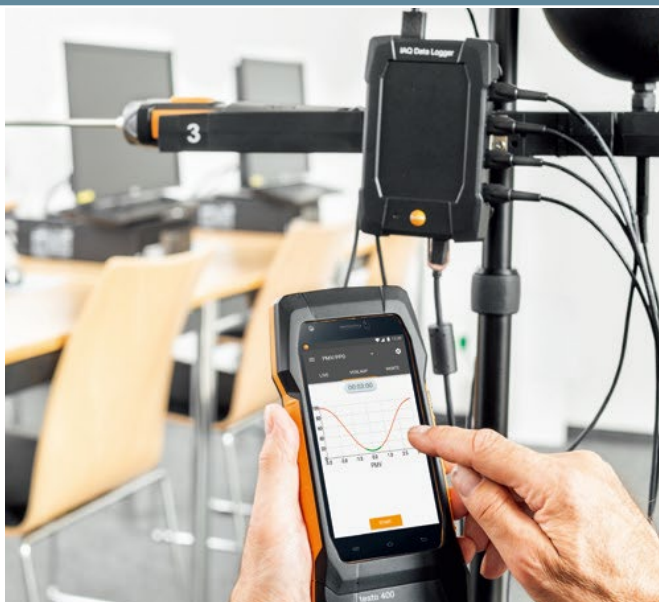
### testo 400 舒适度测量

- 进行PMV/PPD测量以及吹风感指数测量
- testo 400多通道数据采集模块，用于在独立于测量仪进行长期室内空气质量的测量。
- 直接在现场或之后在电脑上完成报告。

### 舒适度测量



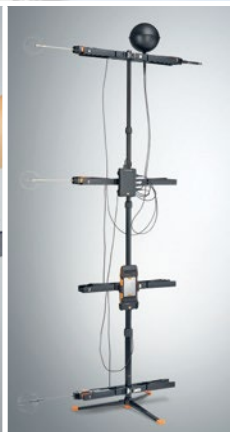
可使用多种探头对所有相关舒适度参数进行测量



要进行可靠的测量，只需简单地将所需探头固定到三脚架上即可

### 进行长期室内空气质量测量的灵活解决方案

多通道数据采集模块使用testo 400进行设置和数据读取；该模块可以同时连接多达6个探头，这将让你实现更多测量可能性，例如，您现在可以同时三个不同高度进行紊流速度测量。



### 适配探头



**CO<sub>2</sub> 探头**  
内置温湿度和绝压传感器



**紊流速度探头**



**黑球辐射探头**



**CO 探头**



**照度探头**

# WBGT 测量

## testo 400 WBGT测量

- 进行WBGT测量
- testo 400多通道数据采集模块（选配），用于在独立于测量仪进行长期室内空气质量的测量。
- 直接在现场或之后在电脑上完成报告。

## WBGT测量配置



完善的测量设置，可灵活搭配手动及自动测量模式

### 测量周期固定

#### 测量持续时间影响测量周期

| 持续时间       | 持续时间 |
|------------|------|
| 1分钟 - 15分钟 | 1秒   |
| 16分钟 - 2小时 | 10秒  |
| > 2小时 - 1天 | 60秒  |
| > 1天 - 21天 | 5分钟  |

### 测量周期不固定

最小测量周期取决于测量持续时间，在达到最长测量周期时，会自动停止测量程序。剩余的测量周期将会显示在测量视图中。

## 数据传输

得益于testo 400智能化终端系统，只需设置蓝牙、WiFi或热点，就可现场便捷地进行数据传输

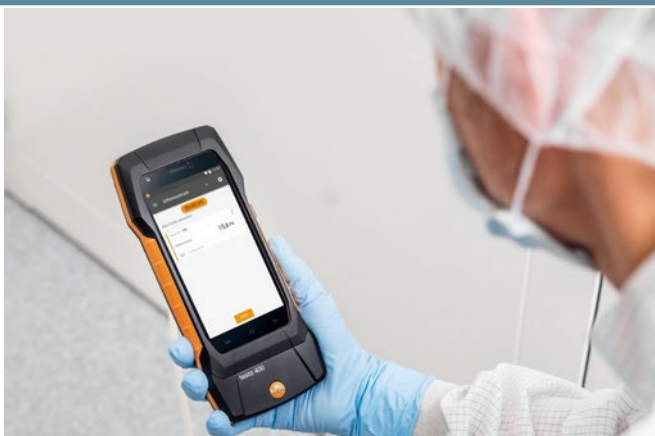


## 实验室、洁净室和工业测量

随时伴随在您左右，满足更高要求的测量解决方案

- 超高精度的压力和温度测量。
- 在测量仪中进行归零和校准，以实现更准确的测量。
- 可切换显示实时数据、图形视图和表格视图。
- 根据DIN EN 14175-3/-4在实验室风口处测量风速和风量。

在洁净室和实验室中进行测量



testo 400的压差传感器符合ISO 14644的精度要求

适配探头



高精度叶轮风速探头  
(Ø 100 mm)  
内置温度传感器



高精度风速探头  
适用于高洁净的通风柜



高精度温/  
湿度探头

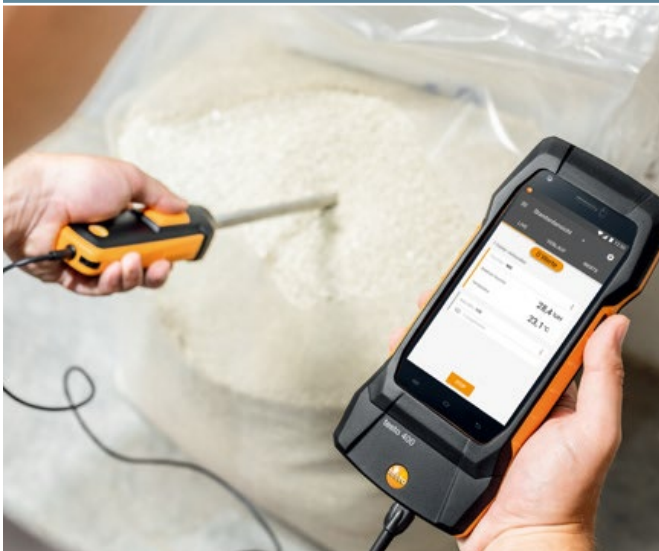


防水型刺入试/  
浸入式探头  
(Pt100)

耐腐蚀 (Pt100)  
数字式温度探头



工业和生产



testo 400可以同时连接并使用多达8个探头  
(4个蓝牙探头, 2个有线探头、2个K型热电偶)

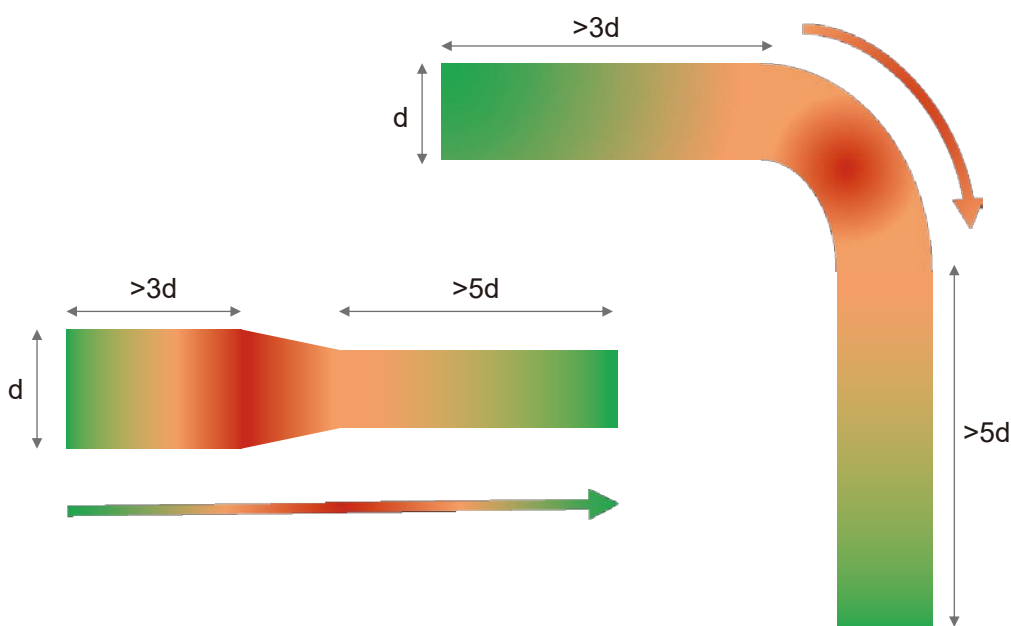
# 测量基础

## 风管风量

在空调通风系统中，通风管道作为整个系统的重要组件，其运行状况好坏直接影响系统工作性能以及用户使用体验。比如不合理的气流组织或风管走向不仅会造成能耗增加、通风和空调效果不达标，和过大的运行噪音。为避免这些引起性能不达标和用户好感下降的因素，在通风管道安装时，需要检测通风管道的一些项目以满足：

- 风管风量在设计、运行规定范围内
- 系统运行时噪音在可接受范围内

按以下3个步骤完成风管风量测量：



### • 选择测量截面

因管道内气流在局部阻力管件处（变径、拐弯、三通）产生紊流，使得气流分布在剖面上并不规则和均匀，在这些截面测量可能造成难以预料的误差。因此，应尽量避免在这些截面处测量。

合适的测量截面一般按气流方向，取距局部阻力管件上游3倍以上、下游5倍以上风口长边（或直径）距离。

### • 确定测量点

即使选择了合适的测量截面，也不能保证该截面上各处风速值保持一致。因此，在该截面上测量多点风速的平均值变得非常必要且可靠。

德图仪器利用内置的标准风管风量测试程序可以帮助客户轻松定位并可视化这些测量点。避免了复杂的人工操作过程和低精确度。

### • 进行测量

使用风速探头测量多点风速并计算平均值，通过计算得出实际风量值。

$$V = A \cdot v \cdot 3600$$

$V$ ：风管风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$v$ ：风速平均值 ( $\text{m/s}$ )

$A$ ：风管截面积 ( $\text{m}^2$ )

# 测量基础

## 热舒适度 (PMV-PPD)

在中等热环境下，人体同外界环境存在动态热交换和热平衡过程。

人体动态热平衡受多种参数共同决定：

- 环境温、湿度
- 空气流速
- 热辐射
- 着装指数
- 人体活动强度

这些参数的变化从而会影响人体热舒适度感知。

**人体热舒适度可以通过PMV-PPD指数客观评价，从而：**

- 提供有关人体热不适或者热不满意的信息
- 协助管理者改善室内环境以提高环境满意度
- 检验给定的热环境是否符合标准所提出的舒适要求

### PMV

PMV (Predicted Mean Vote)，也称为预计平均热感觉指数，定义为预计群体对于下述7个等级热感觉投票的平均值。

### PPD

PPD (Predicted Percentage Dissatisfied)，也称为预计不满意者的百分数，

PPD指数可预计群体中感觉过暖或过凉（根据7级热感觉投票表示热(+3),温暖(+2),凉(-2),冷(-3)）的人的百分数。

**按以下步骤完成PMV-PPD测量：**

#### • 连接探头测量以下参数

- 温度探头
- 湿度探头
- 微风速探头
- 黑球探头

#### • 测量仪器内设置以下参数

- 服装热阻
- 人体代谢率

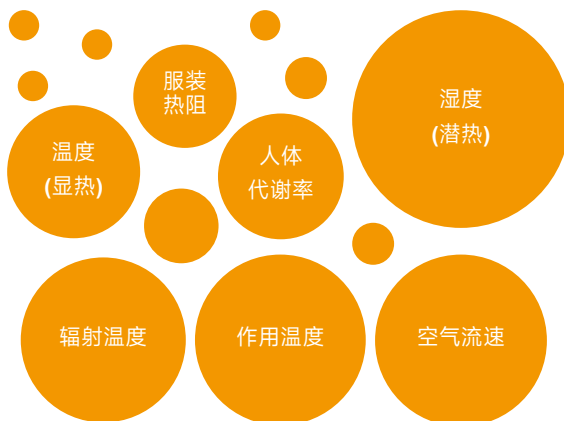
#### • 进行测量

测量结果以曲线形式展现。

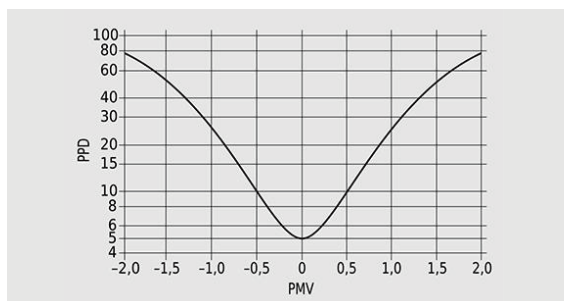
参考热舒适度等级表格评价热舒适度状况。

例：PMV、PPD测量结果分别为+0.46，9.4%

这意味着预计人员对环境冷热评价平均值为+0.46，且预计有9.4%的人员对环境热舒适度不满意。



影响人体热平衡（热舒适）的参数



|    |     |
|----|-----|
| +3 | 热   |
| +2 | 温暖  |
| +1 | 较温暖 |
| 0  | 适中  |
| -1 | 较凉  |
| -2 | 凉   |
| -3 | 冷   |

热舒适度等级

| 热舒适度等级 | PMV           | PPD  |
|--------|---------------|------|
| I      | -0.2<PMV<+0.2 | <6%  |
| II     | -0.5<PMV<+0.5 | <10% |
| III    | -0.7<PMV<+0.7 | <15% |

# 测量基础

## 吹风感指数

在中等热环境中，对人员造成热不舒适感的主要来源有：

- 吹风感
- 热辐射不均匀
- 垂直温差（脖颈与脚踝处）
- 地板温度

其中，过高或过低的气流速度都会造成人体局部温度差异，而引起热不舒适感。

将因气流引起的人体热不舒适度感觉定义为吹风感指数（Draught Rating），表示预计因素而感觉热不舒适的人员比例。



吹风感



热辐射不均

$$DR = (34 - t_a)(\bar{v}_a - 0.05)^{0.62}(0.37 \cdot \bar{v}_a \cdot T_u + 3.14)$$

$t_a$ ：局部空气温度，单位℃，介于20℃~26℃

$\bar{v}_a$ ：局部平均气流速度，单位m/s，小于0.5m/s

$T_u$ ：局部紊流度，单位%，介于10%~60%

### 紊流度，也叫局部湍流强度，其定义为：

局部空气流速的标准差与局部平均流速之比，符号为 $T_u$ ，单位以%显示。紊流度反映的是气流速度波动状况和强度。



垂直温差



地板温度

### 紊流度测量及限值规定遵照：

- ISO 7730 热环境的人类工效学：通过PMV和PPD指数及局部热舒适度标准预测和解释热舒适度
- GB/T 18049 中等热环境 PMV和PPD指数的测定及热舒适条件的规定

### 按以下步骤完成吹风感指数测量：

- 连接紊流度探头至测量仪器
- 测量仪器设置为紊流度测量程序
- 开启测量，测量过程持续180s

例：吹风感指数（Draught Rating）结果显示为15%  
这意味着预计有15%的人员因气流原因感觉热不舒适。

# 高温热环境监测

## 高温环境所对人体的潜在伤害

人类在不同的环境条件下会有不同的表现。如果身体暴露在高温环境下，不仅会导致体能下降更快，甚至在短时间暴露后会导致热损伤。高温工作场所被认为是由热环境、体力劳动和衣着等影响因素引起体温升高的工作场所。在这种情况下，人体不再能够利用自身的调节机制维持恒定的体温。

尤其是在玻璃行业、铸造厂、道路施工或体育设施等有大量热辐射的工作场所，必须注意确保热负荷不超过规定的温度值，否则长时间暴露会导致热损伤，如循环衰竭，癫痫发作或中暑。为了确定此类工作场所的最大允许暴露时间，并设定负荷限值，空调工程师、设备经理和安全工作人员需要可靠、精确且符合ISO 7243/DIN 33403-3规范的WBGT设备。

### 怎样监测高温热环境

使用WBGT套装，包括黑球温度计、环境温度探头和湿球温度探头，可精确可靠地计算出由三个测量值得出的WBGT指数。

用Pt100探针测定湿球温度 $T_{nw}$ ，温度计包在一个吸水性衬套内。测量时，衬套需完全用蒸馏水润湿。必须确保这一点，尤其是在高热的情况下，湿球温度 $T_{nw}$ 与空气温度不同，因为 $T_{nw}$ 受自然气流的影响。由于蒸发冷却，湿球温度低于环境温度。

此外，另一端的Pt100环境空气温度探头用于测量环境空气温度 $T_a$ ，测量辐射热温度 $T_g$ 的是一个空心黑色球体温度计。如果环境空气温度 $T_a$ 和黑球温度 $T_g$ 之间存在很大差异，说明太阳辐射温度很高，例如，由于太阳辐射通过窗户照进室内。此套装与智能型参比级环境测量仪testo 400结合使用，适用于钢铁和建筑行业、体育赛事和其他存在较高热辐射的工作场所的测量。

### 什么是WBGT指数？

WBGT(wet bulb globe temperature index)亦称为湿球黑球温度指数，是综合评价人体所在作业环境热负荷的一个基本参量，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。WBGT是由湿球温度( $T_{nw}$ )、黑球温度( $T_g$ )以及空气干球温度( $T_a$ )三个部分温度构成的,它综合考虑空气温度、风速、空气湿度和辐射热四个因素。此法可方便地应用在工业环境中,以评价环境的热强度。它是用来评价在整个工作周期中人体所受的热强度，而不适宜于评价短时间内或热舒适区附近的热强度。

WBGT指数测定按下式计算:

室内作业:  $\text{WBGT} = 0.7 T_{nw} + 0.3 T_g$

室外作业:  $\text{WBGT} = 0.7 T_{nw} + 0.2 T_g + 0.1 T_a$

$T_g$ : 黑球温度

$T_a$ : 干球温度

$T_{nw}$ : 湿球温度

WBGT: 湿球黑球温度指数



## 高温劳动强度分级

依据《GBZ/T 229.3-2010 工作场所职业病危害作业分级第3部分：高温》的规定，高温作业（work in hot environment）：在生产劳动过程中，其工作地点平均WBGT指数等于或大于25℃的作业。

高温作业按危害程度分为四个等级，既轻度危害作业（Ⅰ）、中度危害作业（Ⅱ）、重度危害作业（Ⅲ）和极重度危害作业（Ⅳ）。

| 劳动强度      | 接触高温<br>作业时间<br>(min) | WBGT 指数 (°C)         |                      |                      |                      |                      |                      |                 |
|-----------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
|           |                       | 29 ~ 30<br>(28 ~ 29) | 31 ~ 32<br>(30 ~ 31) | 33 ~ 34<br>(32 ~ 33) | 35 ~ 36<br>(34 ~ 35) | 37 ~ 38<br>(36 ~ 37) | 39 ~ 40<br>(38 ~ 39) | 41 ~<br>(40 ~ ) |
| Ⅰ<br>轻劳动  | 60 ~ 120              | Ⅰ                    | Ⅰ                    | Ⅱ                    | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ               |
|           | 121 ~ 240             | Ⅰ                    | Ⅱ                    | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 241 ~ 360             | Ⅱ                    | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 361 ~                 | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
| Ⅱ<br>中劳动  | 60 ~ 120              | Ⅰ                    | Ⅱ                    | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 121 ~ 240             | Ⅱ                    | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 241 ~ 360             | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 361 ~                 | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
| Ⅲ<br>重劳动  | 60 ~ 120              | Ⅱ                    | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 121 ~ 240             | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 241 ~ 360             | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 361 ~                 | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
| Ⅳ<br>极重劳动 | 60 ~ 120              | Ⅱ                    | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 121 ~ 240             | Ⅲ                    | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 241 ~ 360             | Ⅲ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |
|           | 361 ~                 | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ                    | Ⅳ               |

注：括号内WBGT指数值适用于为产生热适度和热习服的劳动者

## 分级管理原则

- 根据不同等级的高温作业进行不同的卫生学监督和管理。分级越高，发生热相关疾病的危险度越高。
- 轻度危害作业（Ⅰ级）：在目前的劳动条件下，可能对劳动者的健康产生不良影响。应改善工作环境，对劳动者进行职业卫生培训，采取职业健康监护和防暑降温防护措施，保持劳动者的热平衡。
- 中度危害作业（Ⅱ级）：在目前的劳动条件下，可能引起劳动者的健康危害。在采取上述措施的同时，强化职业健康监护和防暑降温等防护措施，调整高温作业劳动休息制度，降低劳动者热应激反应及接触热环境的单位时间比率。
- 重度危害作业（Ⅲ级）：在目前的劳动条件下，很可能引起劳动者的健康危害，产生热损伤。在采取上述措施的同时，强调进行热应激监测，通过调整高温作业劳动-休息制度，进一步降低劳动者接触热环境的单位时间比率。
- 极重度危害作业（Ⅳ级）：在目前的劳动条件下，极有可能引起劳动者的健康危害，产生严重的热损伤。在采取上述措施的同时，严格进行热应激监测和热损伤防护措施，通过调整高温作业劳动-休息制度，严格限制劳动者接触热环境的时间比率。

## WBGT梯度测量

ISO标准及GBZ/T 189.7-2007中指出：

当受热不均匀时应同时对头，腹，脚踝三点进行WBGT测量，取平均值计算WBGT

$$WBGT = \frac{WBGT(头) + 2 \times WBGT(腹) + WBGT(脚踝)}{4}$$

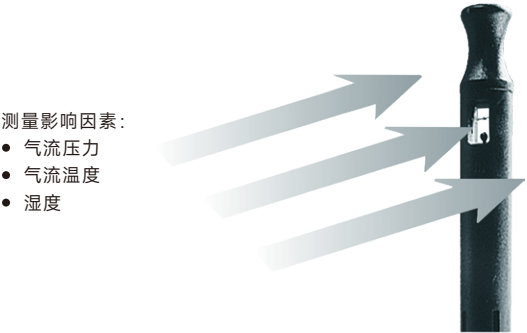
# 基础原理

## 热线式、叶轮式、皮托管风速/风量测量原理

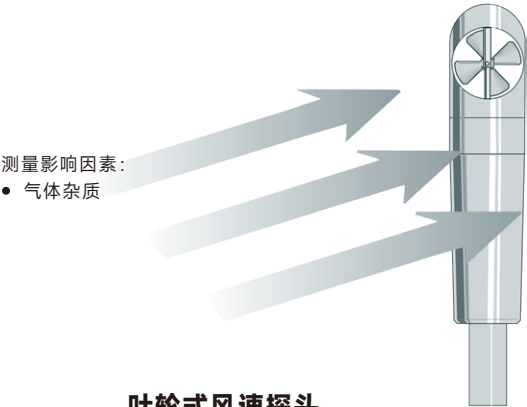
热线式风速探头的测量原理：将通电加热后的金属丝置于气流中，气体流动将带走部分热量。通过改变加热的电流维持金属丝温度不变。气流速度越大，带走的热量就越多，维持金属丝温度不变所需的电流也就越大，加热所需电流与风速值直接相关。通过测量所需电流值即可计算出风速值。需要注意的是：当热线探头被置于紊流气流中，由于金属丝热量从各个方向上被带走，容易造成所测的风速值较叶轮风速仪偏大。这种偏差在风道中尤其明显。视风道的设计不同，即使在低风速情况下也可能出现紊流。

叶轮式风速探头的测量原理：气流通过叶轮，使叶轮产生转动。同时，置于探头前端的感应式接近传感器对叶轮的转动“计数”，并产生一个脉冲信号给测量仪器，测量仪器接收到该信号并经过处理后，将其转换为风速值。需要注意的是：大直径叶轮风速仪（Φ60mm，Φ100mm）适合测量中低风速的紊流（例如出风口）。小直径叶轮风速仪适合测量风道截面积大于100倍探头受影响截面积的情况，在这一点上，16mm叶轮探头已被证明具有优异的质量，并能经受住风速高达60m/s的工况。

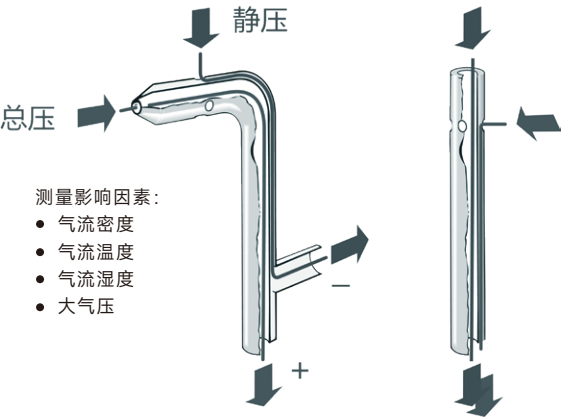
皮托管测量风速的原理：皮托管由一个圆头的双层套管组成，在静压管侧表面沿周向均匀地开一排与外管壁垂直的静压孔，静压管另一端（“-”端）连接差压计一头。另外，在总压管前端处开一与内套管相连的总压孔，总压管另一端（“+”端）连接差压计另一头。气流通过皮托管，通过差压计测量静压、总压值，并根据它们与气体流速的数学关系计算得出风速值。需要注意的是：和热线风速探头一样，皮托管也容易受紊流的影响。因此，在使用皮托管测量时，应保证自由的进、出口流场。



热线式风速探头



叶轮式风速探头

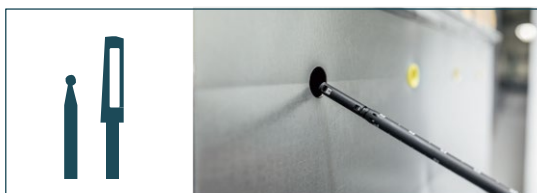


皮托管

# 基础原理

## 风速测量探头推荐

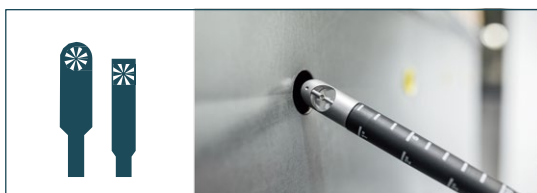
0~20m/s低风速：热线风速探头



选择原因：

热线风速探头误差为：基础误差( $\pm 0.02 \sim \pm 0.05 \text{ m/s}$ ) + 测量误差(2.5%~5.0%测量值)。因其测量误差随所测风速增大而增大，故热线探头适合测量20m/s内的低风速。

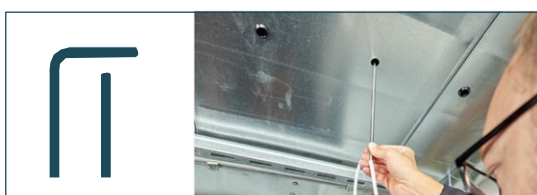
0~40m/s低风速：叶轮风速探头



选择原因：

叶轮风速探头误差为：基础误差( $\pm 0.1 \sim \pm 0.2 \text{ m/s}$ ) + 测量误差(1%~2%测量值)。故适合测量5~40m/s内的中风速。

40m/s以上高风速：皮托管



选择原因：

皮托管测量误差比例随着所测风速上升而显著下降，这使得它们非常适合40m/s以上的高风速，并且适用于高温或有粉尘污染等场合的测量。



以上仅供简单配型，确定型号前需配合实际使用工况，选择合适的测量方法，如需协助，请咨询德图。

## 基础原理

### 风速测量点/截面选取

#### 遵循标准

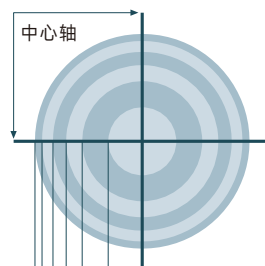
EN 12599 建筑物通风.安装通风和空调系统的试验规程和测量方法

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范



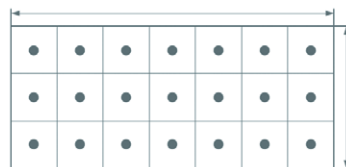
#### 圆形横截面格栅选取测量点

- 在圆形截面上，过中心画2条互相垂直的中心轴。
- 将截面分为若干个面积相等的圆环。
- 在每个圆环与中心轴交点上取测量点。
- 对所有风速测量点取算术平均值，得出平均风速。
- 平均风速乘以管道截面积，得出实际风量。



#### 矩形横截面格栅选取测量点

- 将矩形截面分为若干个等面积的小矩形。
- 取每个小矩形的中心为测量点。
- 当气流流场均匀分布时，通过少量几个测量点即可获得具有代表性的结果。而如果横截面上各处风速差异较大，则需增加测量点的数量。
- 取多点风速的平均值，乘以截面积得到实际风量。



#### 计算风量

$$V = A \cdot v \cdot 3600$$

$V$ : 风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$v$ : 平均风速值 ( $\text{m/s}$ )

$A$ : 横截面积 ( $\text{m}^2$ )

例：横截面积 $A$ 为 $0.5 \text{ m}^2$ ，平均风速为 $4 \text{ m/s}$ 时，计算风量为 $7200 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

#### 选取测量截面

首先计算出管道的水力直径  $D_h$ ：

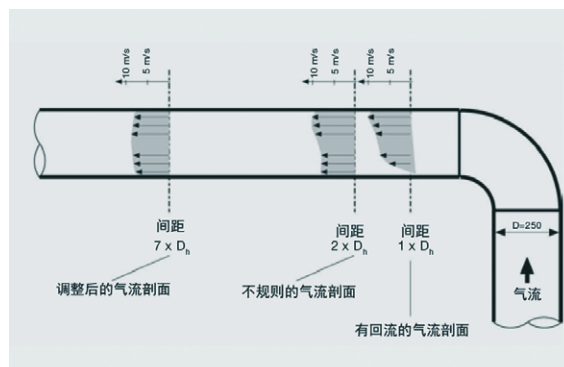
$$D_h = 4 \cdot \frac{A}{U}$$

$A$ : 管道截面积

$U$ : 管道截面周长

测量截面应距局部阻力管件（变径、三通或拐弯处）

上游至少6倍水力直径位置，或下游至少2倍水力直径位置。

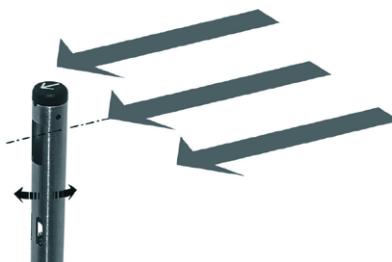


# 基础原理

## 风速测量要点

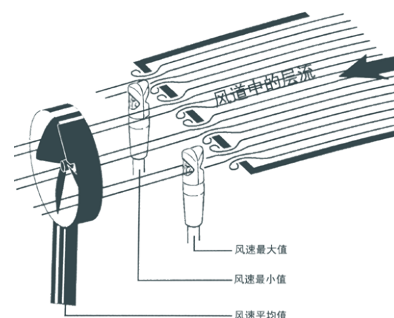
### 在气流中正确放置探头

- 按探头所示风速方向放置探头。
- 若不确定气流具体方向，缓缓转动探头轴，直到风速值达到最大时，探头便已正确放置。
- 当测量管道风速/风量时，应确保测量点前（气流后方）至少有10倍直径长的直管段，和测量点后（气流前方）至少有4倍直径长的直管段。



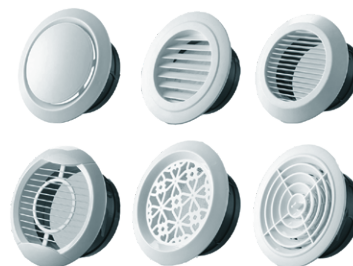
### 格栅风口测量

- 风口处的流场往往极不均匀，自由通风处的风速较高，而涡旋或格栅处的风速较低。
- 气流流场一般在距风口20cm处较为稳定，但具体距离取决于通风格栅的设计。
- 这种情况下，大叶轮风速仪是较好的选择，因为大叶轮可以平均格栅出口处的紊流读数。



### 回风口测量

- 在如图所示的回风口中，没有格栅风口产生的干扰效应，但由于回风口附近产生的局部真空，导致吸入的气流呈漏斗状，因而其气流方向和剖面仍是不规则的。这导致了没有确切的区域可供测量风速/风量。
- 在此种情况下，只有辅助风管或风量罩能产生可复现的测量结果，因辅助风管或风量罩在其入口产生了稳定、便于测量的气流剖面。
- 通过置于辅助风管入口中心的风速探头，测量风速值，乘以辅助风管系数（例如0554 0415辅助风管系数为22），即可得到回风风量值。



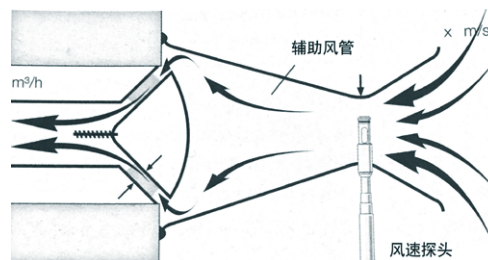
### 通过辅助风管测量风量

$$V = v \cdot f$$

$V$ : 风口风量 (m³/h)

$v$ : 辅助风管入口风速 (m/s)

$f$ : 辅助风管系数



### 皮托管计算

皮托管风速计算:

$$v = s \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$$

$v$ : 风速 (m/s)  
 $s$ : 皮托管系数  
 $\Delta P$ : 皮托管全压与静压之差 (Pa), 亦即动压  
 $\rho$ : 空气密度 (kg/m³)  
 $\rho = 1.199 \text{ kg/m}^3$  (@20°C, 50%RH, 1013hPa)

皮托管误差计算:

$$e_v = \frac{1}{v} \cdot 77.38 \cdot e_p$$

$e_v, e_p$ : 风速误差 (m/s), 压力误差 (hPa)

$v$ : 测量风速值

# 基础原理

## 温度测量原理

用于测量物体温度的基本方法主要分两种：接触式测量及非接触式测量。接触式测量顾名思义即指通过接触/插入/浸入的方式测量物体或环境温度；非接触式测量主要指通过红外方式测量物体的表面温度及测量场合的环境温度。

### 温度传感器分类

#### 热电偶

热电偶的测温原理是基于热电效应。将两种不同导体或半导体连接成闭合回路，当两个接点处的温度不同时，回路中将产生热电势，这种现象即为热电效应。热电偶传感器可分为“K”型、“J”型和“T”型，每种型号都有其自身与精度相关特性及量程。

#### 热电阻PT100

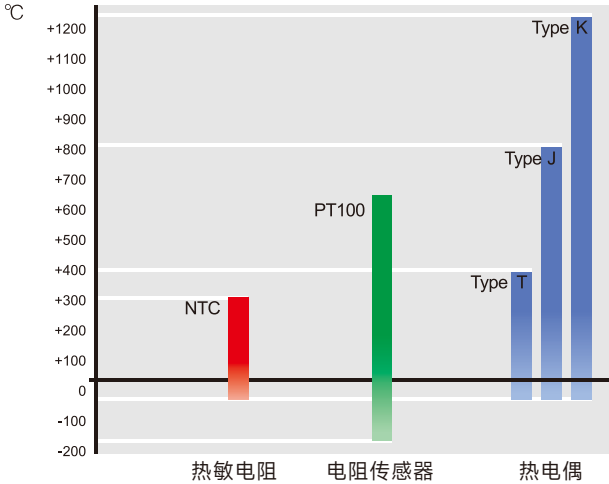
PT100温度传感器又叫做铂热电阻，它是基于电阻的热效应进行温度测量的，主要适用于中低温区测量。当PT100温度为0℃时，它的阻值为100欧姆，在100℃时它的阻值约为138.5欧姆。

#### 热敏电阻（NTC）

热敏电阻（NTC）是指随温度上升，电阻呈指数关系减小、具有负温度系数的热敏电阻现象和材料。热敏电阻温度传感器的精度可达到0.1℃，感温时间可少至10s以下。

| 精度规格        |               |    |                        |            |
|-------------|---------------|----|------------------------|------------|
| 传感器         | 温度范围          | 等级 | 最大公差                   |            |
|             |               |    | 绝对偏差                   | 相对偏差       |
| 热电偶         | -40 ~ +1200℃  | 2  | ±2.5℃                  | ±0.0075· t |
| Type K      | -40 ~ +1000℃  | 1  | ±1.5℃                  | ±0.004· t  |
| Type T      | -40 ~ +350℃   | 1  | ±0.5℃                  | ±0.001· t  |
| Type J      | -40 ~ +750℃   | 1  | ±1.5℃                  | ±0.004· t  |
| PT100       | -100 ~ +200℃  | B  | ± (0.3+0.005· t )      |            |
|             | -200 ~ +600℃  | A  | ± (0.15+0.002· t )     |            |
| NTC<br>(标准) | -50 ~ -25.1℃  |    | ±0.4℃                  |            |
|             | -25 ~ +74.9℃  | -  | ±0.2℃                  |            |
|             | +75 ~ +150℃   |    | ±0.5% of reading       |            |
| NTC<br>(高温) | -30 ~ -20.1℃  |    | ±1℃                    |            |
|             | -20 ~ 0℃      | -  | ±0.6℃                  |            |
|             | +0.1 ~ +75℃   |    | ±0.5℃                  |            |
|             | +75.1 ~ +275℃ | -℃ | ±0.5℃ ±0.5% of reading |            |

t=测量温度



### 温度探头选型推荐

### 总结

- 1. 热电偶测温范围宽，性能比较稳定，结构简单，动态响应好。
  - 2. 热电阻测温范围小，精度高，稳定性好，具有一定的非线性，温度越高电阻变化率越小；其中，PT100铂电阻测量精度高，不仅被广泛应用于工业测温，还被制成标准的基准仪。
- 根据测量要求不同，选择不同量程的传感器；传感器的量程越宽，适用范围越大。

## 温度探头推荐

### 浸入式探头



浸入式探头主要用于测量液体及固体的温度，探头的前端设计为针状或杆状，测量时应注意以下因素，减少测量误差。

- 浸入深度(至少15倍于探头直径)
- 浸入时间
- 液体/空气中的温度波动
- 液体/空气的空间温度分布
- 试样的匀速升温

### 表面探头



表面探头用于测量物体的表面温度。测量时，探头的前端必须垂直于被测物体，并与被测物体充分完全的接触。必须注意的是探头与被测物体的接触面必须平坦，否则在温度传感器测量时则会影响测量结果。

### 红外探头



红外传感器是利用辐射热效应，使探测元件接收到辐射能后引起温度升高，进而使传感器依赖于温度的性能发生变化。检测其中某一性能的变化，便可探测出辐射。

### 空气探头



空气温度探头，用来测量空气温度，如冷库、冷柜、空调室（调温）、通风场所（通风/排风）等，空气探头的温度传感器裸露，因此示值很容易受气流所影响，最佳的解决方法是在气流为2~3m/s时，顺流轻移探头，使温度达成平衡稳定。

### 摘录自DKD实验室11201官方认证文件

| 认证参数              | 测量范围            | 测量环境     | 限定误差        |
|-------------------|-----------------|----------|-------------|
| 温度                | 0.00°C          | 冰点       | 10mk        |
| 热电阻温度计或<br>电子式温度计 | 0.01°C          | 水三相点     | 5mK         |
|                   | -80°C ~ 0°C     | 液体冲浴的平衡箱 | 20mK        |
|                   | >0°C ~ 100°C    |          | 10mK        |
|                   | >100°C ~ 200°C  | 硅油冲浴     | 30mK        |
|                   | >200°C ~ 400°C  | 盐冲浴      | 30mK        |
|                   | >400°C ~ 500°C  |          | 50 mK       |
|                   | >500°C ~ 660°C  | 钠加热的熔炉   | 0.2K        |
| 非精密金属热元件          | -80°C ~ 200°C   | 恒温浴      | 0.2K        |
|                   | >200°C ~ 400°C  |          | 0.4K        |
|                   | >400°C ~ 500°C  |          | 0.5K        |
|                   | >500°C ~ 1000°C | 钠加热的熔炉   | 1.0K        |
| 表面温度探头            | 50°C ~ 100°C    |          | 0.8K        |
|                   | >100°C ~ 500°C  |          | 0.008K·t/°C |
| 温度测量仪器            | -30°C ~ 0°C     | 温度受控的机柜  | 0.32K       |
|                   | >0°C ~ 50°C     |          | 0.34K       |
|                   | >50°C ~ 80°C    |          | 0.52K       |
|                   | >80°C ~ 120°C   |          | 0.84K       |

早在1994年，Testo就获得了其温度实验室的第一个认证。自那以来，认证服务的范围不断扩大。对于所有校准，对国家标准可追溯性和测量不确定度的计算是有保证的。

# 基础原理

## 湿度测量原理

### 绝对湿度（单位：g/m³）

绝对湿度是指一定体积的空气中含有的水蒸气的质量。绝对湿度的最大限度是饱和状态下的最高湿度。绝对湿度只有和温度一起才有意义，因为空气中能够含有的湿度的量随温度而变化，在不同的温度中绝对湿度也不同，因为随着温度的变化空气的体积也要发生变化。但绝对湿度越靠近最高湿度，它随温度的变化就越小。

### 相对湿度（单位：%RH）

相对湿度是指某湿空气中所含水蒸气的质量与同温度和气压下饱和空气中所含水蒸气的质量之比，这个比值用百分数表示。

### 干湿球温度（单位：°C, °F）

湿球温度是指某一状态下的空气同湿球温度表的湿润球部接触，发生绝热热湿交换，使其达到饱和状态时的温度。周围空气的饱和差愈大，湿球温度表上发生的蒸发愈强，而其湿度也就愈低。根据干、湿球温度的差值，可以确定空气的相对湿度。

### 比湿（单位：g/kg）

比湿是指在一团湿空气中，水汽的质量与该团空气总质量（水汽质量加上干空气质量）的比值。若湿空气与外界无质量交换，且无相变，则比湿保持不变。

### 露点（单位：°C<sub>td</sub>）

露点温度是指在固定气压之下，空气中所含的气态水达到饱和而凝结成液态水所需要降至的温度。压缩空气冷却时，相对湿度便增加，当温度继续下降到相对湿度达100%时，便有水滴从压缩空气中析出，这时的温度就是压缩空气的“压力露点”。

### 水蒸气分压力（单位：mbar, hPa）

水蒸气分压力是指湿空气中，水蒸气单独占有湿空气的容积，并具有与湿空气相同的温度时，所产生的压力。空气中水蒸气分压愈大，水分含量就愈高。

### 焓值（单位：kJ/kg干空气）

空气的焓值是指空气所含有的绝热量，通常以干空气的单位质量为基准。湿空气焓值等于1kg干空气的焓值与dkg水蒸气焓值之和。

电容式湿度传感器，即使在高温环境下也能从容应对。

特点：

- 工作温度达+ 180°C
- 露点温度从-50°C ~ +100°C
- 在极端条件下实现长期测量
- 高湿度环境下(>95%RH)的精确测量

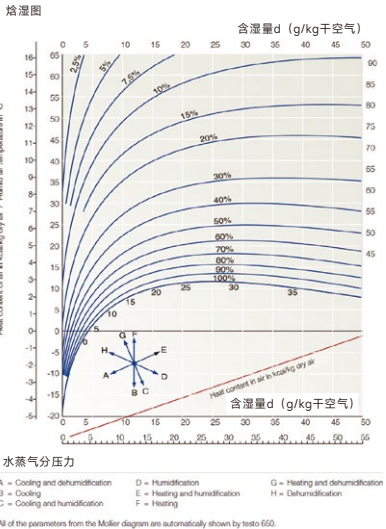
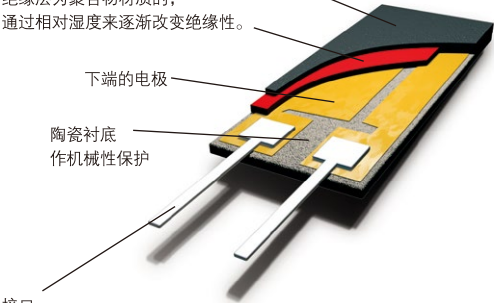
上端的电极允许湿气渗透到绝缘层，从而有效阻隔了凝结水珠和灰尘。

绝缘层为聚合物材质的，通过相对湿度来逐渐改变绝缘性。

下端的电极

陶瓷衬底作机械性保护

接口具有防腐特性



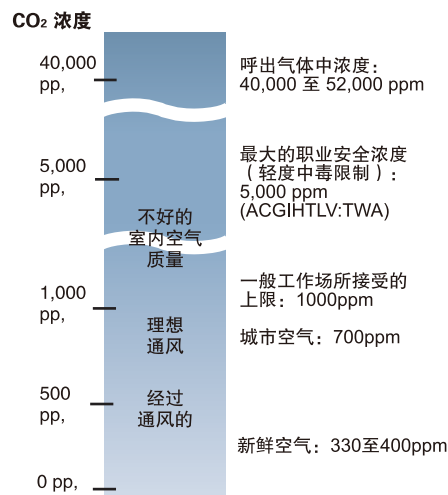
# 室内二氧化碳及照度测量

## CO<sub>2</sub>二氧化碳测量

在检查室内空气质量时，CO<sub>2</sub>浓度被作为一个指示数字。如果室内空气中CO<sub>2</sub>浓度太高（大于：1000ppm），就会感到空气“不流通和不新鲜”。

工作场所空气质量不好可以导致疲劳、注意力不集中和疾病（大楼综合症），在许多情况下，这是由通风不够和不良引起。

在按需通风系统（DCV）中CO<sub>2</sub>浓度被用于调节新鲜空气的供应。应定期使用手持测量仪来检查在线CO<sub>2</sub>变送器。



## 照度测量应用

大约80%的人体感觉是由眼睛所提供的，而大约25%的人体能量是需要通过光照得到的。

### 眼睛的光谱反应

光是一种肉眼可以看见（接受）的电磁波（可见光谱），电磁波之可见光谱范围大约为390 ~ 760nm。

### 光照强度

照度是物体被照明的程度，也即物体表面所得到的光通量与被照面积之比，单位是勒克斯lx。夏季在阳光直接照射下，光照强度可达6万 ~ 10万lx，没有太阳的室外0.1万 ~ 1万lx，夏天明朗的室内100 ~ 550lx，夜间满月下为0.2lx。人造光的照度通常在100 ~ 1000lx。

### 影响

由于光线不足不仅会影响视力，更严重的会引起身体疲劳，而导致各种事故。查阅现有文献，发现30%的事故是由于照明不足直接或间接引发的。为了防止此类事故的发生，我们必须采取措施来监测照度。

### 符合下列条件之一及以上时，作业面或参考平面的照度，可按照度标准值分级提高一级

- 视觉要求高的精细作业场所，眼睛至识别对象的距离大于5 (X) mm 时；
- 连续长时间紧张的视觉作业，对视觉器官有不良影响时；
- 识别移动对象，要求识别时间短促而辨认困难时；
- 视觉作业对操作安全有重要影响时；
- 识别对象亮度对比小于0.3时；
- 作业精度要求较高，且产生差错会造成很大损失时；
- 视觉能力低于正常能力时；
- 建筑等级和功能要求高时。

# 室内二氧化碳及照度测量

## 照明国家标准数据

中华人民共和国国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013规定了新建、改建和扩建的居住、公共和工业建筑的一般照度标准值。

| 房间（场所）               | 参考平面及其高度 | 照度标准值（lx）  |
|----------------------|----------|------------|
| 居住建筑起居室（一般活动）        | 0.75m水平面 | 100        |
| 居住建筑起居室（书写阅读）        | 0.75m水平面 | 300宜用混合照明  |
| 居住建筑餐厅               | 0.75m餐桌面 | 150        |
| 图书馆一般阅览室             | 0.75m水平面 | 300        |
| 办公建筑普通办公室            | 0.75m水平面 | 300        |
| 一般超市营业厅              | 0.75m水平面 | 300        |
| 医院候诊室、挂号厅            | 0.75m水平面 | 200        |
| 学校教室                 | 课桌面      | 300        |
| 学校教室黑板               | 黑板面      | 500        |
| 公用场所普通走廊、流动区域        | 地面       | 50         |
| 公用场所自动扶梯             | 地面       | 50         |
| 工业建筑机械加工粗加工          | 0.75m水平面 | 200        |
| 工业建筑机械加工一般加工公差≥0.1mm | 0.75m水平面 | 300应另加局部照明 |
| 工业建筑机械加工精密加工公差<0.1mm | 0.75m水平面 | 500应另加局部照明 |



# 适用于不同高标准测量应用

## 室内环境舒适度评估

### 紊流度是什么？

紊流度，也叫局部湍流强度，其定义为：

局部空气流速的标准差与局部平均流速之比，符号为Tu，单位以%显示紊流度反映的是气流速度波动状况和强度。

### 为什么测量？

在评价因空气流动造成人体不适（身体局部冷热感觉有差异）的程度时，使用吹风感指数(DR)的概念，吹风感指数(DR)表示的是预计因空气流动造成不适感的人数百分比。• 其计算公式如下：

$$DR = (34 - t_a)(\bar{v}_a - 0.05)^{0.62}(0.37 \cdot \bar{v}_a \cdot Tu + 3.14)$$

$t_a$ ：局部空气温度，单位°C，介于 20°C-26°C

$\bar{v}_a$ ：局部平均气流速度，单位 m/s，小于 0.5m/s

Tu：局部紊流度，单位%，介于 10%-60%

紊流度(Tu)是决定吹风感指数(DR)的主要因子。在评价因空气流动造成的人体不适前，必须测量紊流度以确定吹风感指数。

### 如何测量？

紊流度测量及限值规定遵照：

ISO 7730热环境的人类工效学：通过PMV和PPD指数及局部热舒适度标准预测和解释热舒适度

GB/T 18049中等热环境 PMV和PPD指数的测定及热舒适条件的规定

## 洁净室环境精密检测

为了确保产品的高质量，就要测量生产过程中的洁净厂房的环境条件。

空气交换和由此带来的空气流动，与空气温度和湿度直接有关。某些特定的空气流动可产生正压，从而有效阻止外界不洁物质的入侵。

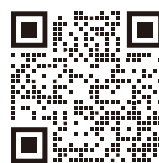
德图的测量仪器已经被证明是理想的环境条件测量工具，testo 440可同时连接差压、温湿度、风速、测量风量等重要参数。



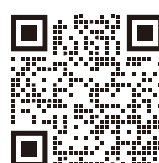
## 德图仪器 —— 公司简介

德图仪器，总部位于德国南部的黑森林，是高精度测量技术和创新测量解决方案的提供者。目前德图在全球拥有34家子公司、约3000名员工致力于产品研发、生产和营销。德图产品、解决方案和服务帮助您节省时间和资源、保护环境和人类健康以及提高您的产品质量。

自1957年成立以来，德图集团每年以高于10%的速度保持增长，当前年销售额已过2.5亿欧元，它是黑森林的智慧运作与高科技体系的完美结晶。高于平均水平的投资为公司的可持续发展铺平了道路，德图集团坚持将每年销售额的10%用于产品研发。



仪器测量的  
使用方法相关视频



参考案例  
介绍



### 德图中国总部

德图仪器国际贸易(上海)有限公司

全国热线: 400 882 7833

[www.testo.com.cn](http://www.testo.com.cn)

地址: 上海市松江区莘砖公路258号34号楼15楼

邮编: 201612

传真: 021-6482 9968

电邮: [info@testo.com.cn](mailto:info@testo.com.cn)



- 延长保修
- 维护保养协议
- 样机出借