



风量测量装置选型方案及分析

西安三联测控技术有限公司

XI'AN SANLNE MEASUREMENT & CONTROL TECHNOLOGY CO.,LTD

风量测量目前优化方案有以下产品：一、均速管流量计（其中主要包括威力巴、德尔塔巴、迪尔巴、超力巴）；二、横截面流量计（横截面风量测量装置）；三、机翼测风装置；四、多点多喉径流量测量装置；五、经典复合插入式流量计；六、插入式多点阵列耐磨装置。

一、概述

众所周知，当前我国火电装机已超过5.5亿kw，占总容量77%以上。风量测量准确与否涉及锅炉的燃烧效率，CO、NO_x的排放。而随着机组的增大，风管口径已达5~6米以上，直管段长度又十分短，往往不足1D，流速分布十分复杂，采用单台流量仪表已难以准确测量风量，必需面对现场选用不同功能的设备，有的放矢地分别解决各种难题，才有可能准确测量火电的气体流量促进节能减排。而风量测量的焦点主要集中在热电厂、锅炉送风。

二、选型方案

2.1 均速管流量传感器

均速管流量计的测量元件——均速管，是基于早期皮托管测速原理发展起来的，是60年代后期开发的一种新型差压流量测量元件。均速管流量计在电厂、石化、冶金、水处理、精细化工、环保等行业中广泛应用。

主要结构形式有：

威力巴流量计

德尔塔巴流量计

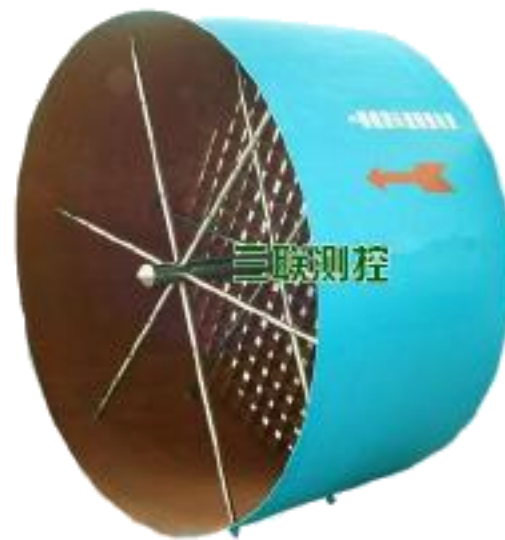


以及迪尔巴、超力巴等插入式均速管流量计。

◆测量效果总结

由于风量测量的现场环境不同所以均速管流量计，多点测量的优势也会受到个别因素影响，主要体现在颗粒状粉尘及杂质和前后直管段短；所以在冶金、以及石油行业风机送风上均速管流量计一直被广泛使用效果也一直很好。

2.2 横截面流量计



横截面测风装置风量测量装置是基于皮托管原理和速度面积法的测量原理而设计制造的一种新型结构的流量计。它通过测量封闭管道（圆形、矩形或其他异型截面管道）测量段横截面测风装置的面积和流体通过该面积的轴向平均流速，根据被测管道截面形状和大小尺寸的不同，在其内部安装了多个结构独特的均速管。通过均压取得平均差压，从而得出流量。

横截面流量计可用于电站锅炉煤粉管道以外的各种风速风量测量 循环流化床锅炉所有风管风道风量测量，可用于各种风机风量的测量以及其他需要测量气体流量的场所

横截面流量计按 GB/T2624-2006、GB1236-2000 设计制造，按 JJG835-93 检定，无需标定。

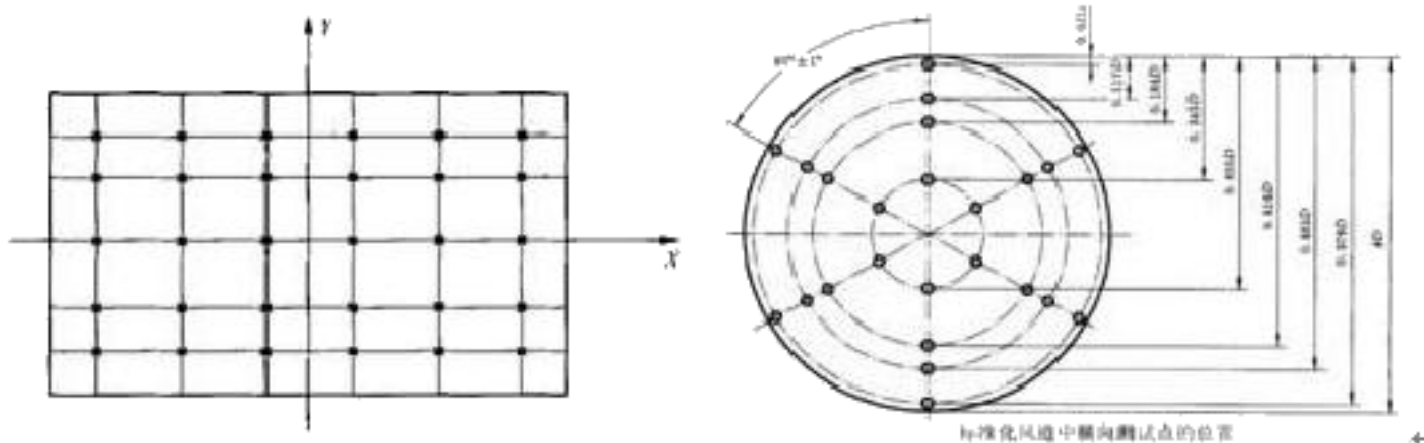
◆ 测量原理

在有充足的直管段且管道中气流分布具有一定规律的前提下，如果管道内的流速是稳定、确切的形式，则在管道中流速分布是自管壁等于零连续变化到管道中心的最大流速。因此在中间的变化过程中总可以找出一个点，在这个点上所测的流速即是平均流速。但是在实际工作现场，由于直管段限制，管道中的气流分布不均，实际风速分布也没有一定规律可遵循，但可以将测量流速的截面分割为许多小的单元面积 A_i 。假设每个单元面积内的流速为 V_i ，则总的流量就等于流过多个所有小单元面积的流量之和。即：

此方法称之为速度面积法。国际标准化组织已广泛使用这种方法，并制定了相应的测量规范。当单元面积分割得愈多，所测的流量应愈准确。横截面测风装置式流量计，就是基于这个原理而设计出来的，并在实际应用中得到了证实。

单元面积划分的原则：

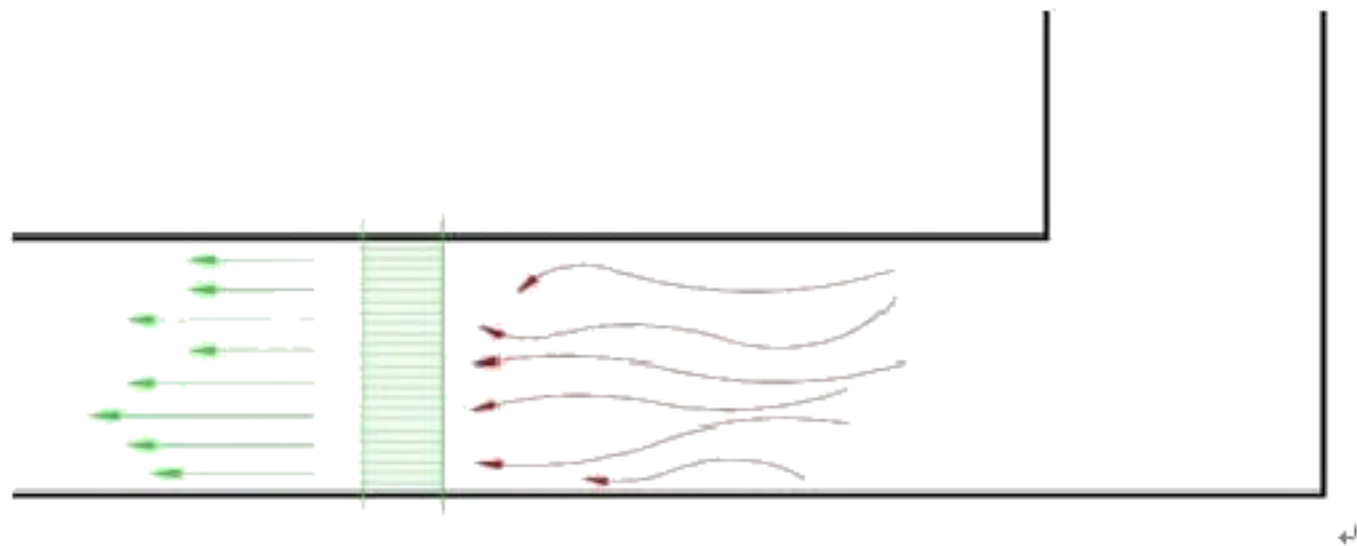
- 1、矩型管道：将矩型管道的长边和短边分别按等长度的原则，将矩型管道的横截面测风装置平均分若干个面积相同的小单元。测量每个小单元中心点的流速，再将所有小单元的流速之和平均，即是整个大横截面测风装置积的平均流速。



2、圆形管道：将圆形管道截面分割成若干个面积相等的同心圆环（中央为圆），测出每个圆环的流速，然后再将所有圆环（包括中央圆）的流速平均化，即得到该圆截面的平均流速。

◆特点：

1. 通过管道横截面测风装置上的各点的流速虽不是等速的，但要求它是稳定的。在管道安装环境恶劣的场合采用了流动调整器，安放在测速装置的上游。其作用是在相等的长度内，将不稳定的流体变成一束束稳定的流体，从而进行精确的测量。



栅格整流器整流效果示意图

2. 由于通过管道横截面测风装置上的各点的流速不是相等的，要求传感器测出的数值尽可能接近平均值。在结构上要产生各点流速之和的平均值。检测探头依照多点自动均衡皮托管工作原理，来检测气流总压和静压。

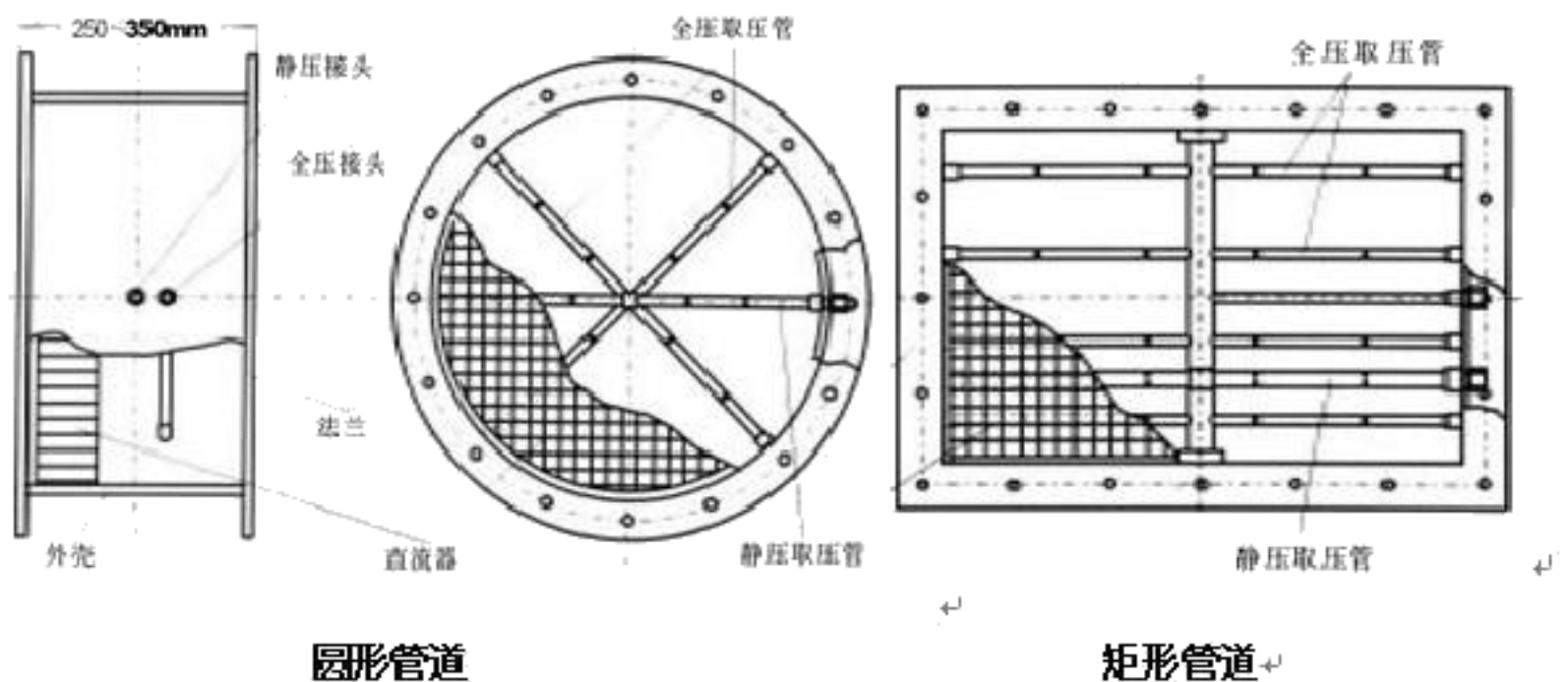
3. 不需要前后直管段，只要有 250~300mm 长的安装位置即可。
4. 可以测量 30° 角的气流，不受不规则流体、甚至是多向旋转气流的影响。
5. 不需要现场标定，即流量系数 $K=1$ 。
6. 压力损失很小。
7. 正压孔与静压孔都为迎流方向，大大降低堵塞的可能性。

◆主要技术参数点：

1. 管道形状：矩形和圆形等异型管道。
2. 精度：1%
3. 重复性：±1%
4. 管径：50 ≤ DN ≤ 7000mm
5. 工作温度：-50 ~ 450 °C
6. 工作压力：0~40Mpa
7. 参照标准：GB/T2624-2006、GB1236-2000 及 JJG835-93
8. 连接方式：法兰连接、焊接
9. 气体流速需大于 4m/s

◆结构形式

横截面流量计按其管道形式分为：圆形管道结构、矩形管道结构。同时又分为带整流栅式和不带整流栅式。具体结构见下图：



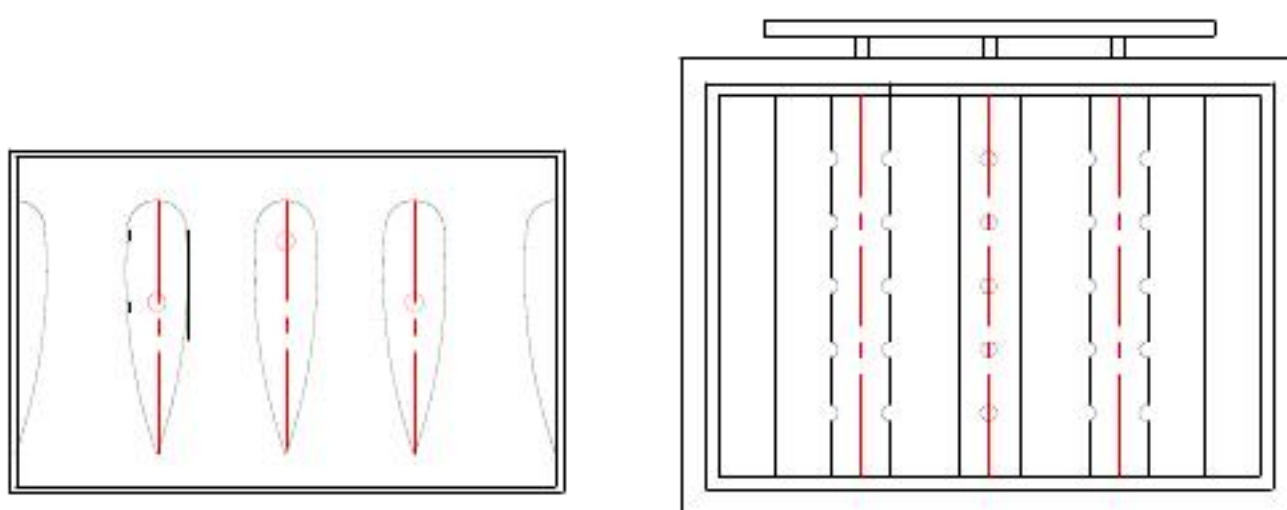
2.3 机翼测风装置



机翼测风装置是国内外电力行业一、二次风量测量中运用最广的一种流量测量装置，它适用于空气流量较大、风道截面积大、流速较低、直管段长度较短的情况，是一种传统的风量测量装置。我公司依据各种不同的风道形状、尺寸、及风量等技术条件设计、制造出不同类型的机翼型风量测量装置，可用于矩形及圆形管道。

◆测量原理

机翼测风装置是采用一种机翼形节流件的节流式流量传感器。结构形式如下：



矩形管道机翼装置示意图

根据流体力学原理，风道内气流流经机翼测量装置时，在机翼表面产生绕流，并在圆弧迎流点与后面过度点之间产生压力差，该压力差与气流流量之间成一定的函数关系。计算公式如下：

$$Q_V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot C \cdot m \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_1}}$$

式中：

Q_V ——体积流量（ m^3/s ）；

C ——流出系数；

m ——流通面积比；

D ——管道内径， m ；

ρ_1 ——被测流体密度， kg/m^3 ；

ΔP ——差压， Pa

2.4 多点多喉径流量测量装置

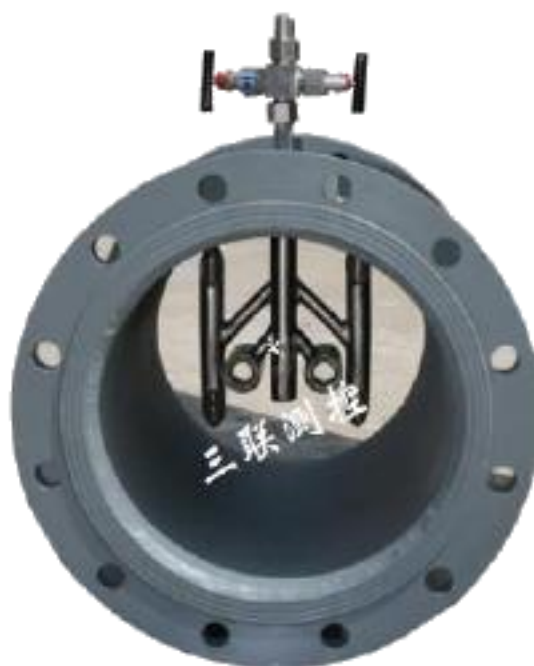
火电厂的进风管道已达 5~6 米，满管流量计已难以采用，由于直管段十分短，流速分布及其复杂，必需采用插入式多点流速计。根据速度面积法在一个截面上测几十点流速，才可能充分反映管道中的流速分布，以确保流量测量的准确度，应当考虑以下因素：每一个测点因流速不同差压值会有差异；温度、压力不等必需进行补偿



SLFS-C-DH 型插入式多喉径流量测量装置，是我公司科研人员结合多年流量测量的现场实践，基于流体力学原理，参考国际标准 ISO5167 及国标 GB2624-2006，采用航空气动理论和飞机发动机内流流体力学等学科的最新研究成果，依据大型计算机技术和风洞实验，研究和生产出的可实现点面结合、高精度测量的异型差压式智能流量测量系统。

插入式多喉径流量装置是采用航空动力学原理，以航空喷气发动机进气道设为模型设计的入口，使用了内部整流直管段，双环室取压以及多级提速技术介质从按航空发动机模型设计的入口进入内部整流段，使流体充分发展为紊流状态（并通过设置在此处的环室取出高压），以便于流体进入测量喉部进行流速测量，在喉部最小处，由于流速提高，其静压降低（通过设置在此处的环室取出低压）；而经过外导流管的流体，通过外提速段，在内扩散段的末端形成负压区，达到对中心流的抽吸和引流作用，使测量喉部的静压进一步降低，从而达到信号放大及稳压的目的。

2.6 阵列式加速耐磨流量测量装置



插入式多点加速耐磨流量测量装置一种主要测量锅炉一、二次风和大口径管道中气体流量的差压感受元件适用于大口径管道的风量测量，配合差压变送器以及显示仪表或 DCS 系统也可以对管道内的气流流量进行调节。

◆测量原理

根据伯努利方程和流体动力学原理，当流体流过喉径管时，通过收缩口喉部流向扩散角，经过扩散角的扩散吸收总用，喉部的流体流速产生了整流放大，极大地提高了喉部流体的流速，使喉部的静压力明显下降；这样的话全压压强与负压压强之间的差压得到放大，通过差压测算就可以准确的测量管道的实际流量。

三. 总结分析

根据现场的工况初步选型可以参考如下：

- (1) 直管段满足要求 风量介质干净——均速管流量计（德尔塔巴、威力巴.....）
- (2) 安装直管段有限而且介质压力小、压损要求低——横截面流量计
- (3) 现场无直管段只有预留安装位置——机翼测风装置
- (4) 含有较多杂质粉尘压损要求低——插入式加速耐磨装置

- (5) 要求测量稳定性高、安装方便——多点多喉径流量测量装置

四、风量测量装置使用中需要注意的问题

- (1) 准确提供流量参数
- (2) 保证取压管路的严密性
- (3) 考虑现场安装与维护
- (4) 考虑工艺管道调节阀与流量计的安装距离