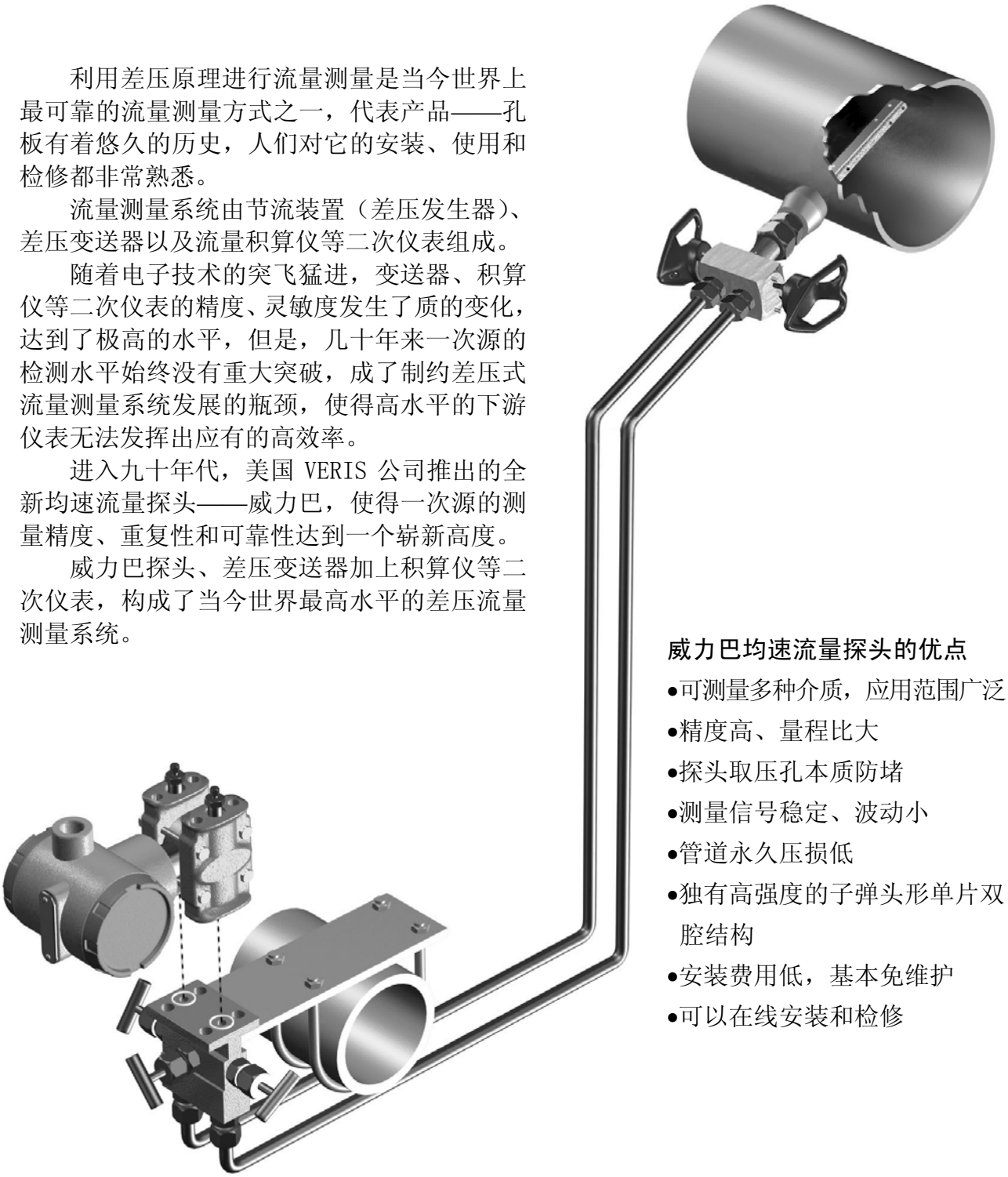
威力巴流量测量系统



利用差压原理进行流量测量是当今世界上最可靠的流量测量方式之一，代表产品——孔板有着悠久的历史，人们对它的安装、使用和检修都非常熟悉。

流量测量系统由节流装置（差压发生器）、差压变送器以及流量积算仪等二次仪表组成。

随着电子技术的突飞猛进，变送器、积算仪等二次仪表的精度、灵敏度发生了质的变化，达到了极高的水平，但是，几十年来一次源的检测水平始终没有重大突破，成了制约差压式流量测量系统发展的瓶颈，使得高水平的下游仪表无法发挥出应有的高效率。

进入九十年代，美国 VERIS 公司推出的全新均速流量探头——威力巴，使得一次源的测量精度、重复性和可靠性达到一个崭新高度。

威力巴探头、差压变送器加上积算仪等二次仪表，构成了当今世界最高水平的差压流量测量系统。

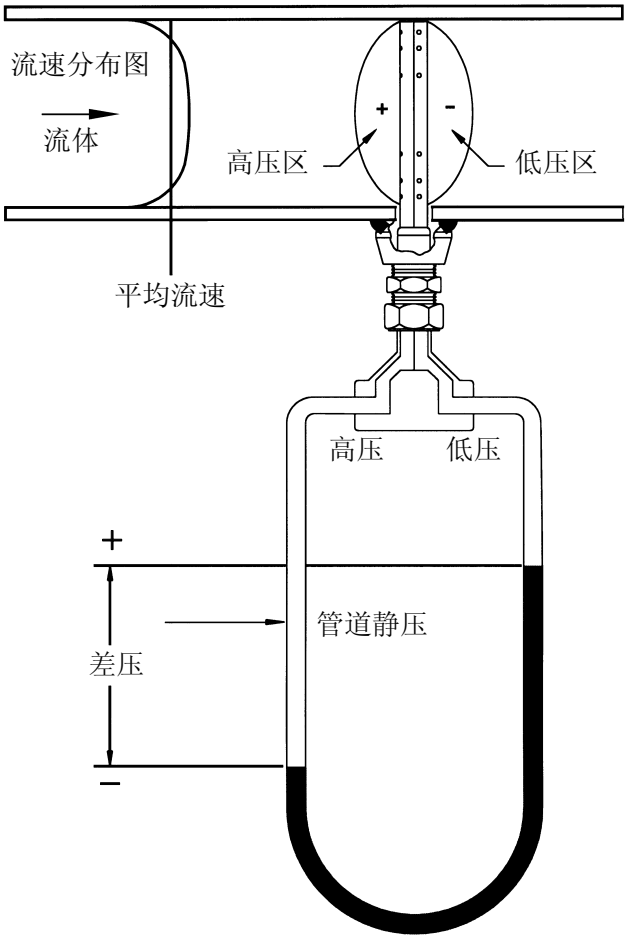
威力巴均速流量探头的优点

- 可测量多种介质，应用范围广泛
- 精度高、量程比大
- 探头取压孔本质防堵
- 测量信号稳定、波动小
- 管道永久压损低
- 独有高强度的子弹头形单片双腔结构
- 安装费用低，基本免维护
- 可以在线安装和检修

威力巴流量测量系统性能指标

测量精度：±1%　　重复精度：±0.1%
适用压力：0～40MPa　　适用温度：-180℃～550℃
测量上限：取决于探头强度　　测量下限：取决于测量最小差压要求
量 程 比：大于 10：1
适用管径：38mm～9,000mm 圆管、方管
适用介质：满管、单向流动的、单相的气体、蒸汽和粘度不大于 10 厘泊的液体

威力巴工作原理简介



当流体流过探头时，在其前部产生一个高压分布区，高压分布区的压力略高于管道的静压。

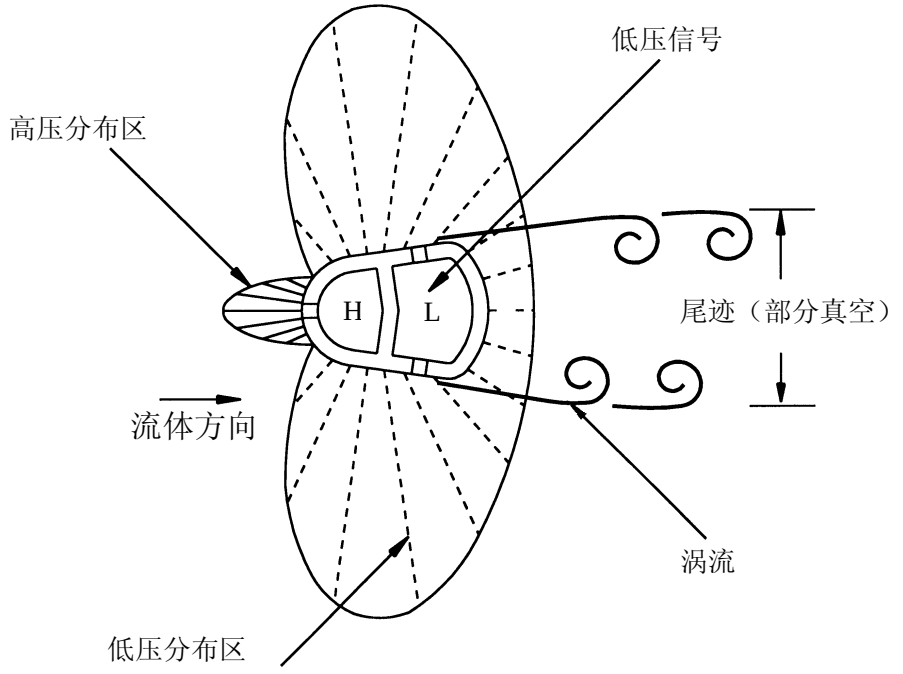
根据伯努利方程原理，流体流过探头时速度加快，在探头后部产生一个低压分布区，低压分布区的压力略低于管道的静压。流体从探头流过后在探头后部产生部分真空，并且在探头的两侧出现漩涡。

均速流量探头的截面形状、表面粗糙状况和低压取压孔的位置是决定探头性能的关键因素。

低压信号的稳定和准确对均速探头的精度和性能起决定性作用。

威力巴均速流量探头能精确地检测到由流体的平均速度所产生的平均差压。

威力巴均速流量探头在高、低压区有按一定准则排布的多对取压孔，使准确检测平均流速成为可能。

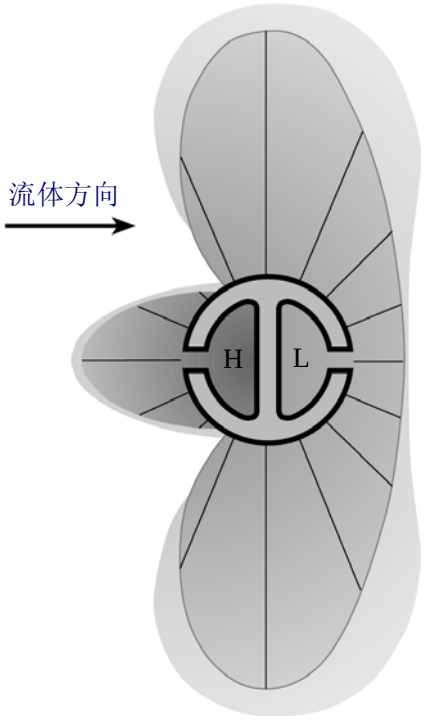


均速流量探头截面的演变

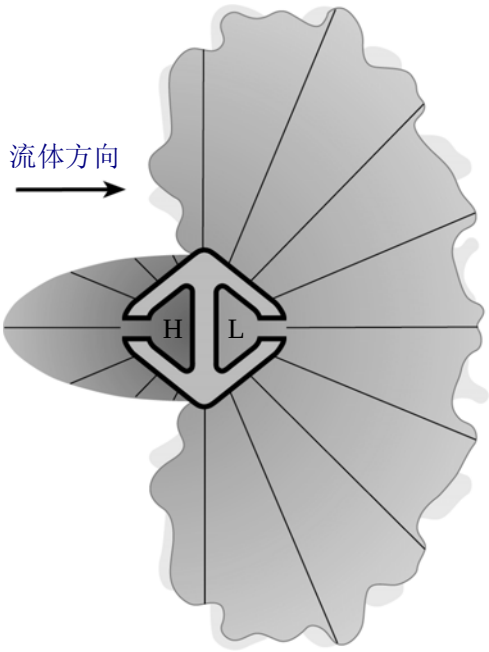
早期的均速流量探头，在截面设计上忽视了临界流体的流动情况和空气动力学原理，所以其应用范围受到很大的限制。

其它截面类型探头的限制因素：

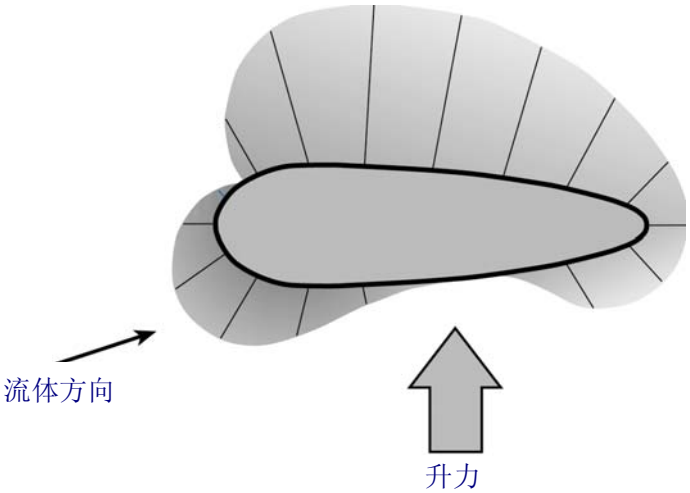
- 取压孔易堵塞
- 精度不高
- 信号波动大
- 受流体牵引力影响振动大



圆形探头的流体分离点是不固定的，其结果使得流体系数 K 无法准确获得，测量精度为±10.0%～20.0 %



钻石形探头有一个尖锐的固定分离点，会产生很大的流体牵引力，引起探头振动和信号噪声，并在探头尾部出现较强的部分真空，使得探头低压取压孔容易被堵塞。

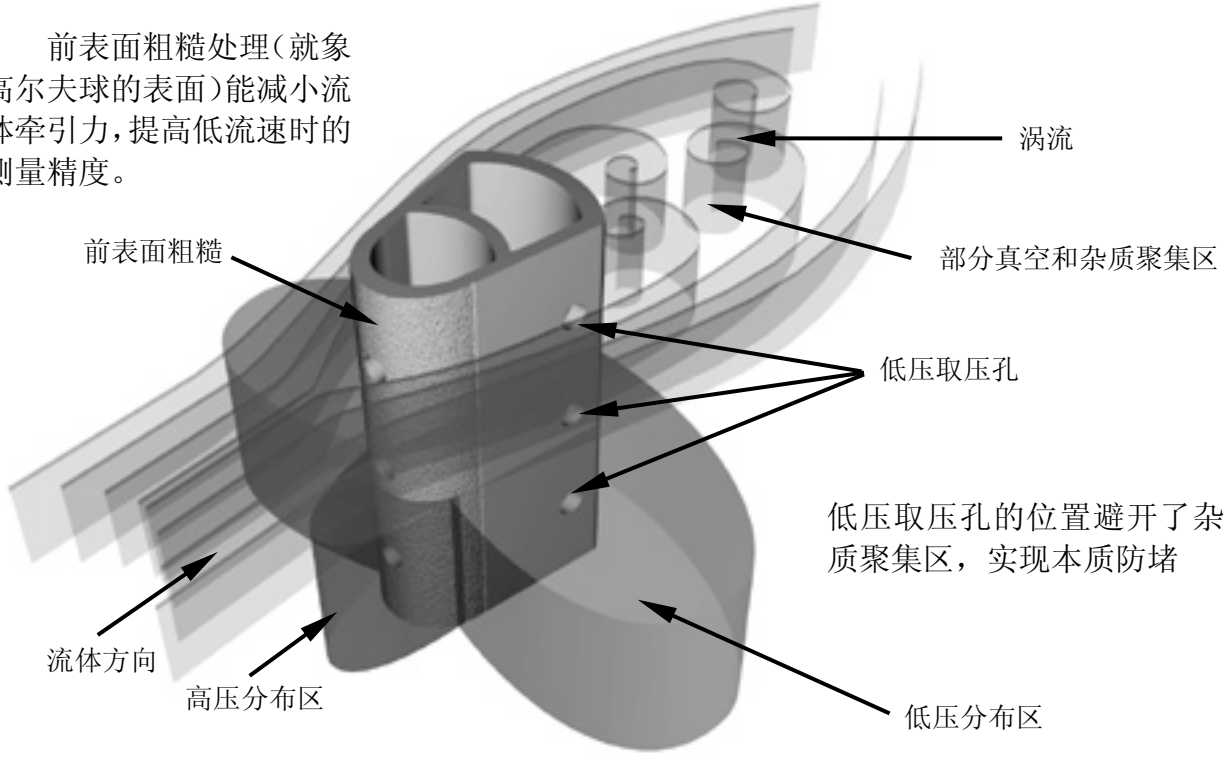


空气动力学形状探头由于高压区范围小所以其对流体迎角非常敏感，导致实际测量精度不可靠，测量误差大于±10.0%。

威力巴均速流量探头的设计特点

子弹头截面形状的探头能产生精确的压力分布，固定的流体分离点；位于探头侧后两边、流体分离点之前的低压取压孔，可以生成稳定的差压信号，并且有效防堵。内部一体化结构能避免信号渗漏，提高探头结构强度，保持长期高精度。

前表面粗糙处理（就象高尔夫球的表面）能减小流体牵引力，提高低流速时的测量精度。



根据空气动力学原理设计的前粗糙表面

层流边界层和紊流边界层的比较

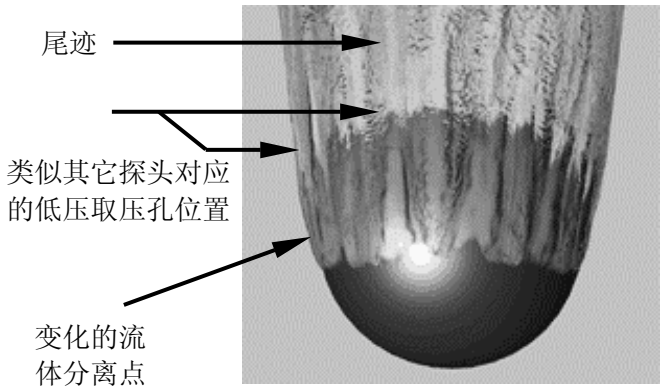
流体流过光滑表面：

- 形成一个变化的层流边界层
- 增加流体牵引力和涡街脱落力
- 层流边界层产生了无法预知的牵引系数漂移

流体流过粗糙表面：

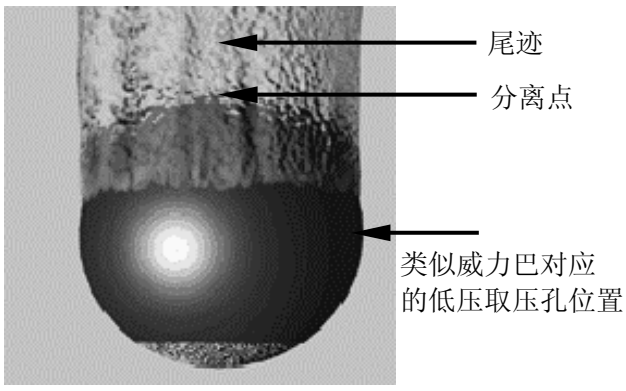
- 形成一个稳定的紊流边界层
- 减少流体牵引力和涡流脱落力 50%（这个原理跟粗糙的高尔夫球能打得更远相同）
- 牵引系数直接和流体系数有关，是一个可以预知的常数

层流分界层



光滑表面

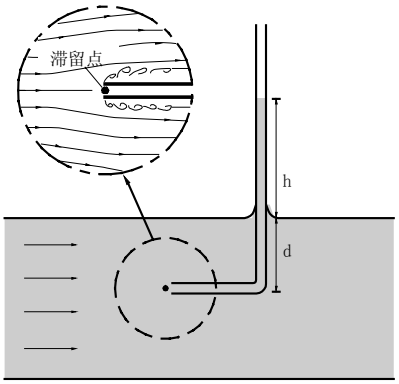
紊流分界层



粗糙表面

威力巴探头防堵塞设计

威力巴流量探头以其卓越的防堵设计，彻底摆脱了阿牛巴等插入式流量探头易堵塞的弊端，使均速管流量探头的防堵水平达到了空前的高度。



探头高压取压孔不会被堵

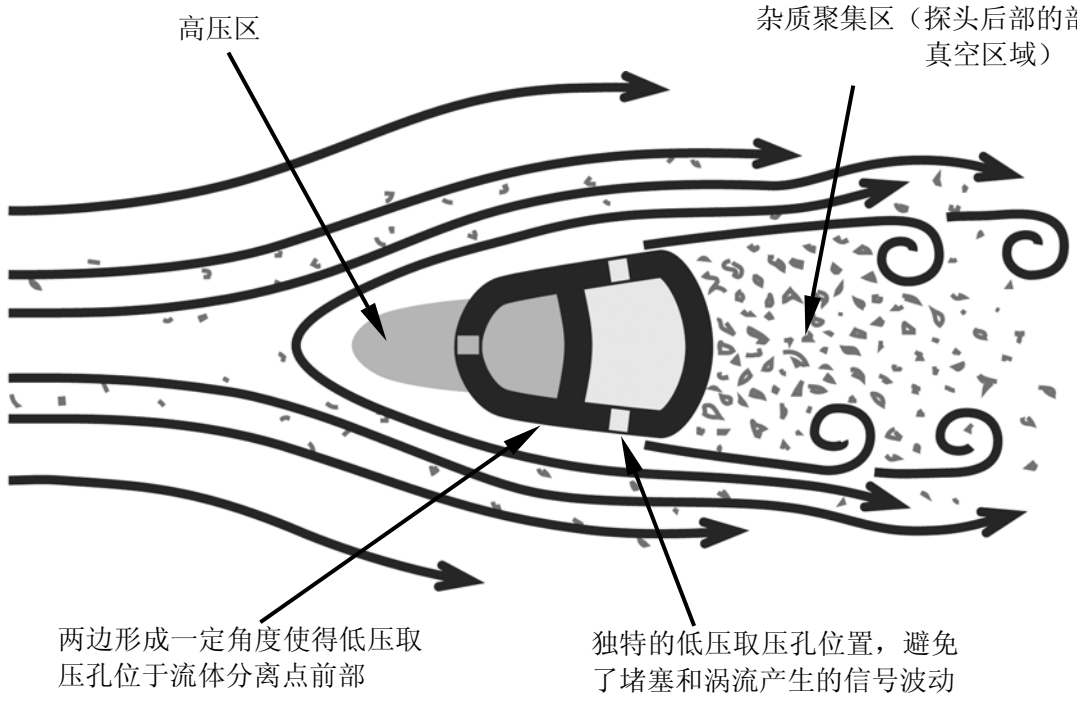
探头的前部形成高压区，压力略高于管道静压，阻止了颗粒进入。请注意：在探头的高压取压孔处流体的速度是零，没有物体会进入取压孔。

如左图，刚开机时，流体在管道静压作用下，进入弯管，很快形成了压力平衡的状态。当压力平衡状态形成以后，流体在弯管进口处遇到高压，绕道而行，不再进入弯管中。

威力巴的低压取压孔实现本质防堵

一般情况下，灰尘、沙子和颗粒在涡街力的作用下，集中在探头的后部。这就是为什么秋天的树叶总是集中在背风的房子后面的原因。其它的探头由于低压取压孔取在探头尾部真空区，在涡街力的作用下，探头的低压取压孔很快地被涡流带来的杂质堵死。

威力巴的独特设计，使低压取压孔位于探头侧后两边，流体分离点和尾迹区的前部。这种设计从本质上防止了堵塞并且能产生一个非常稳定的低压信号。

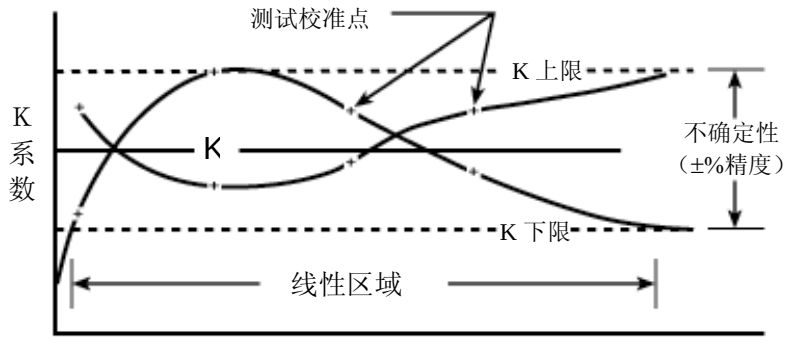


连续工作的威力巴从根本上杜绝了堵的可能，但是在以下情况下，威力巴仍要注意防堵：

1.当引压管泄漏，探头高压平衡区遭到破坏，杂质中直径较小的颗粒就有可能进入取压孔。
2.当管道处于停产时，由于分子的布朗运动，颗粒小的杂质有可能进入取压孔。
3.系统频繁开停机，在高压区形成的瞬间，颗粒小的杂质有可能进入取压孔，日积月累，就有可能造成探头的堵塞。
4.介质中含有大量的焦油、藻类生物，或者含有纤维状的物质，也有可能造成探头的堵塞。

威力巴的流体系数 K

找到一种能够准确预测流体系数（K）的方法是很重要的，因为探头通常是应用在未经实验检验过的流体介质、流体条件和管道尺寸情况下的。



K 系数模型分析法

威力巴专用这种方法是基于物理学、空气动力学和流体力学等理论，推导出可以用来预测计算流体系数 K 的模型公式，并通过独立流体实验室所做的流体测试来验证以上模型公式。

K 系数间接获得法

所有其他厂家使用的这种方法是基于有限的测试，计算出统计数据中的平均值，得出流体系数 K。

精确的分析模型可以用来预测应用在未知条件下的流体系数 K

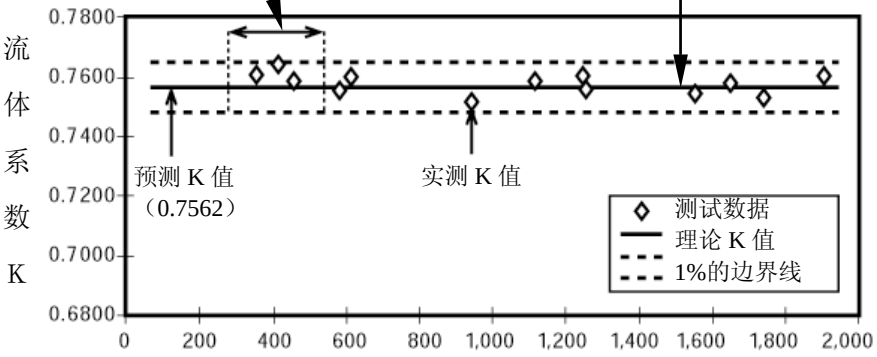
威力巴是世界上唯一的一种流体系数 K 是常数的探头
这主要归功于它综合了多方面知识的的分析模型

$$K = \frac{1}{\sqrt{\left[\frac{1}{1-C_b\beta_v}\right]^2 + C_\infty}}$$

前粗糙表面扩展了量程比，使低流速下也有良好精度。

典型的威力巴流体测试

测试地点：Colorado Engineering Experiment Station
测试日期：1991 年 11 月 25 日
测试介质：空气
测试尺寸：DN300 10 号探头
测试序列号：V1000.07.2



流体	最小差压	流速
气体	0.025kPa	4.5m/s
液体	0.25 kPa	0.6m/s
蒸汽	0.38 kPa	9.7m/s

威力巴测量时所需最小差压（最小流速）要求

流体系数 K 是常数且不随雷诺数变化。当雷诺数低至 20,000 时也可以精确测量，K 系数详细推导过程及真实性详见《Verabar Flow Test Report》。

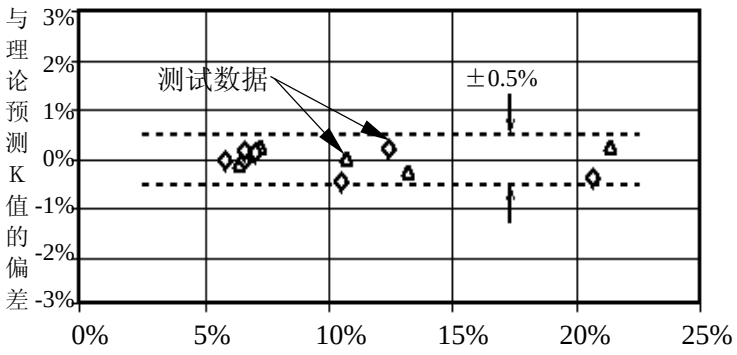
低流速时威力巴探头也可以精确测量。这是因为粗糙前表面使得低流速时也可以产生紊流边界层。

威力巴的前表面是否粗糙并不影响流体系数 K 和测量精度。威力巴的流体系数 K 主要决定于探头尺寸、取压孔的位置和探头截面与管道截面的面积比。如果没有前粗糙表面，对测量精度唯一的影响将是当流速很低时，精度会降低。当流速很高时，管道内已形成紊流，探头前表面是否粗糙已经无关紧要了。

独立流体实验室的测试证明，用分析模型预测出来的 K 值与实测 K 值的偏差在±0.5%以内。

测试数据总结

实测 K 值与理论预测 K 值的偏差



测试数据总结

节流面积比 = 探头截面积 / 管道截面积%

所有规格的威力巴探头的 K 系数均在独立流体实验室做过空气和水的测试，测试管径从 50mm 到 600mm。

大多数流量探头都应用在未经实验检验过的流体介质、流体条件和管道尺寸的情况下。因此，决定流量探头精度最重要的因素就是流体系数（K）预测的准确程度。

威力巴均速流量探头的测量精度明显高于其它类型的均速流量探头。

左图的实验数据为理论预测的 K 值在不同的节流面积比下所产生的偏差，结果显示测试 K 值与理论 K 值偏差在±0.5%范围内

Dieterich 公司（Annubar 的制造商）和其他一些均速流量探头的生产厂家到流体实验室测出他们产品的流体系数 K，然后在±1.0%误差内想出一个符合这些实验数据的公式来。

Veris 公司是唯一一家通过建立分析模型来预测流体系数 K 的公司。由于分析模型的使用，使得威力巴的流体系数 K 在各种不同的应用条件下都能保持高精度。

威力巴探头——充满工程理念的产品

子弹头截面形状、高强度一体化结构，前部表面粗糙处理，独特的低压取压孔位置

科学的截面形状

子弹头截面形状所受到的牵引力最小，并使得流体与探头的分离点固定。

高强度结构

威力巴采用完整的金属腔一体化结构，避免了其它探头的三片式结构导致的腔室间渗漏，保证了长期精度并有助于提高探头的量程上限。

低压取压孔位置

低压孔取在探头侧后两边、探头与流体分离点之前，既避免了低压孔受涡流影响，又避免了低压孔被堵，使低压信号更稳定、精确。

探头表面粗糙处理和防淤槽

控制探头表面的边界层，使流体速度在较大范围内变化时，仍能保证流体在探头表面的边界层呈紊流状态，使得流体在低流速时探头仍可获得稳定精确的信号，延伸了探头量程下限。

多组取压孔

探头通过多组取压孔测得管道中流体的流速剖面，真实反映流体的平均流速。

高精度的流体系数

流体系数（K）在相当大的一个范围内是常量，不受雷诺数、节流面积比影响。

威力巴流量计算软件



差压计算

威力巴计算软件功能强大，它内置了蒸汽密度表，使用起来非常简单。

每一支威力巴探头使用前都需要根据流体条件进行差压计算和温度、压力、结构强度分析，并根据计算出的差压来确定差压变送器的量程选择。计算软件还可以通过实测的差压反算出管道内的流量。

VERIS Verabar. **Flow Calculation** VeraCalc Version: VP190-REV 5.1.5

Model No.:	V500PI (820 mm EXACT) -15-H-T-F815C	Customer:	PUBLIC SERVICE COLORADO
Serial No.:		Customer PO:	PC100146
Tag No.:		Processed By:	Veris,Inc FG
Pipe Size:	820 mm EXACT ID = 802 Wall = 9	Veris Ref.:	
Process:		Process Date:	2006-01-12 09:37:51
		File Name:	0601C016.vfc
		Fluid Name:	Water (at 100F, 37.7C)

I. Flow Equation

Actual Volumetric Flow Rate for Liquids

$$Q_v = C' \cdot \sqrt{h_w} \qquad h_w = \left[\frac{Q_v}{C'}\right]^2$$

$$C' = \frac{N \cdot K \cdot D^2}{\sqrt{G_f}}$$

II. Constants

Term	Description	Value	Units
N	Numeric Constant	.0039986	
K	Flow Coefficient	.7800	
D	Pipe ID	802	mm
P_a	Atmos Pressure	101.33	Kpa

III. Flow Rate and Differential Pressure

Term	Description	Maximum	Nominal	Minimum	Units
Q_v	**Actual Volumetric Flow Rate**	**5000**	**4000**	**1006**	**m^3/hr**
C'	Flow Constant	2012.05	2012.05	2012.05	
P_f	Flowing Pressure	500	500	500	Kpa G
T_f	Flowing Temperature	42	42	42	C
G_f	Flowing Specific Gravity	.994	.994	.994	S.G. @flow
h_w	**Differential Pressure**	**6.175**	**3.952**	**.250**	**Kpa**

IV. Structural Limits

Term	ANSI Eq	at User's Maximum	Ultimate Maximum	Limiting Component at Ultimate
Max Temp	ANSI 150	232 C at 500 Kpa G	232 C at 1258 Kpa G	Sensor Flange
Max Press	ANSI 150	1875 Kpa G at 42 C	1896 Kpa G at 38 C	Sensor Flange

Maximum Allowable Flow Rate: 9429.59 m^3/hr (21.963 Kpa)
Maximum Insert/Retract Flow Rate:

V. Notes

Insertion Length = 305.9538 mm Number of Sensing Holes = 5

VERIS 6315 Monarch Park Place * Niwot CO, 80503 * Phone: (303) 652-8550 * Fax:(303) 652-8552
Email: Contact@veris-inc.com * Customer Service: (877) 837-4700 (Toll Free) * Web: www.veris-inc.com

VERIS Verabar. **Structural Calculation** VeraCalc Version: VP190-REV 5.1.5

Model No.:	V500PI (820 mm EXACT) -15-H-T-F815C	Customer:	PUBLIC SERVICE COLORADO
Serial No.:		Customer PO:	PC100146
Tag No.:		File Name:	0601C016.vfc

Dimensions

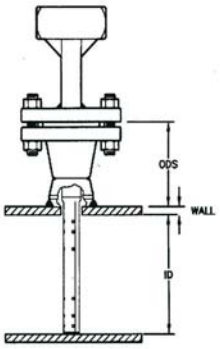
Term	Description	Value	Units
D	Internal Pipe Diameter	802.000	mm
t	Pipe Wall Thickness	9.000	mm
l	Unsupported length	426.104	mm
ODS	OD to support point	111.150	mm
y	OD to oposite support	.000	mm

Maximum Allowable

Term	Description	Value	Units
Vmax	Maximum allowable velocity	5.18	meter/sec
Qmax	Maximum Flow Rate	9429.59	m^3/hr
hmax	Maximum allowable differential pressure	21.963	Kpa
σmax	Stress at Maximum Flow Rate	18602.4	psi
CI	Sensor lift coefficient (Nonfrequency)	5.5	

At Natural Frequency

Term	Description	Value	Units
fn	Natural Frequency	118.24	Hz

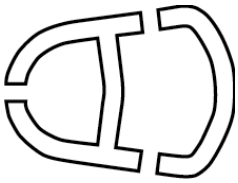
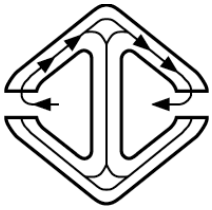
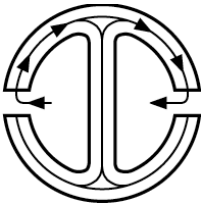


结构共振分析

每一支威力巴探头应用前，结构共振分析程序都会模拟现场流体条件来进行探头共振分析，确认探头在应用中有足够的强度。

计算软件使用说明见 52 页

威力巴与其它形状截面的均速皮托管的比较

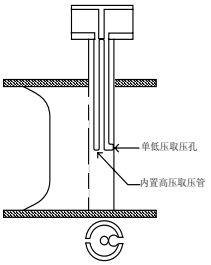
探头截面类型	威力巴	其它类型探头		
				
截面形状	子弹头形	钻石形	圆形	椭圆形、机翼形
内部结构	单片一体化结构防渗漏设计	三片式结构，存在高压腔室到低压腔室渗漏的可能	三片式结构，存在高压腔室到低压腔室渗漏的可能	两片式结构，存在高压腔室到低压腔室渗漏的可能
探头表面状况/边界层流体状况	粗糙/紊流状态	光滑/未知状态	光滑/未知状态	光滑/未知状态
流体牵引力及振动	低	高	中等	取决于流体迎角
输出差压信号	稳定，无脉动	有脉动、噪声	有噪声	未知
测量精度	真正±1.0%	±1.0 增大阻尼后的平均值	±5～10%	未知
K 系数推导公式	有	无	无	无
流体测试	所有规格探头在多种管径管道、气体和液体介质中做过测试	所有规格探头在多种管径管道、气体和液体介质中做过测试	有限的并且是选择性的测试	有限的并且是选择性的测试
公开出版的流体测试报告	有	有	无	无
差压计算及结构共振分析	有	仅有差压计算 无结构共振分析	未知	未知
探头结构强度	高	低	中等	取决于流体迎角
防堵塞能力	高 因为低压取压孔位于探头两侧	低 因为低压取压孔位于探头尾部	低 因为低压取压孔位于探头尾部	高 因为低压取压孔位于探头两侧

探头结构

美国 Veris 公司独家制造的威力巴是一种坚固的、单片结构防渗漏设计的探头。其它类型探头多采用三片式结构，这种结构从设计上无法防止高、低压腔室间的渗漏。因此，温度、压力、振动和加工的误差都将导致渗漏的发生，从而达不到要求的测量精度。

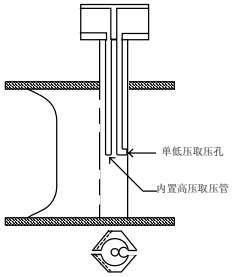
均速管流量探头的发展

1. 早期的均速皮托管



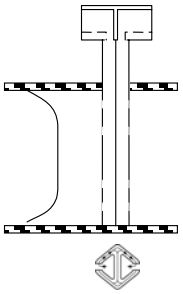
20 世纪 60 年代，美国出现了最早的商业用均速皮托管。早期的均速皮托管为圆形探头，高压信号由迎向流体的一组取压孔读取，再从内置的高压取压管导出；低压信号由一个位于探头后部的低压取压孔读取。由于圆形探头的流体分离点不固定，流体系数与雷诺数有关，单一的低压取压孔无法取得平均的低压信号等弊端，其测量精度约为±10～15%。低压取压孔位于杂质聚集的漩涡区，非常容易被堵塞。

2. 钻石Ⅰ型探头



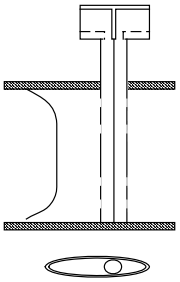
20 世纪 70 年代中期，为了提高均速流量探头的测量精度，流量计量专家们对早期的均速流量探头作了改良，推出了钻石Ⅰ型探头。这种钻石形的探头设计使流体分离点得到固定，测量精度有所提高。但是，在探头结构方面还保留了内置高压取压管和单一低压孔读取低压的设计。因此，仍然无法取得平均的低压信号，它的流体系数仍为雷诺数的函数。探头的低压取压孔还是非常容易被堵。钻石 I 型探头的测量精度为±3～5%。

3. 钻石II型探头



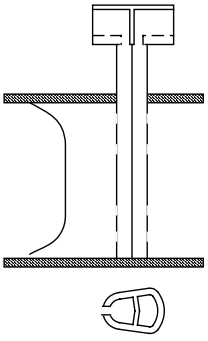
20 世纪 80 年代中期，出现了三片式多腔室的钻石 II 型探头。它不再采用内置高压导压管，而是由多个高压和低压取压孔对称地分布在探头的前部和后部，能同时测得平均的高压和低压信号。此种设计大大提高了均速管的性能。探头的测量精度提高至±1%，它的流体系数 K 与雷诺数无关。虽然钻石Ⅱ型探头比早期和同期的探头都优越得多，但是均速管的“历史问题” **——易堵塞、信号波动大、长期精度不高等问题始终无法解决**。

4. 椭圆形（流线形）探头



为了克服钻石 II 型探头的缺点，市场上曾经出现过一种椭圆形探头。但是这种探头受流体牵引力的影响非常大，而且探头的高压区变得非常小。流体实验的结果表明：这种探头的测量精度不稳定，探头的流体系数与雷诺数相关，并且对安装要求非常高。它只是一种过渡性的产品。

5. 子弹头形探头



由于受流量探头的理论研究和制造技术的限制，早期的均速管的形状必须是完全对称的。到了 20 世纪 90 年代，流量探头的研制技术得到了进一步发展，得益于变送器水平的提高，于是出现了符合流体动力学原理的子弹头形探头。它的探头结构为一体化的单片双腔金属结构。

子弹头形探头的出现，使流体动力学理论被首次应用在了探头的精度、测量范围、信号稳定性和防堵性能的分析中。

一般探头的低压取压孔位于探头后部杂质聚集的漩涡区，因此低压取压孔非常容易被堵塞而且使信号波动很大。新型的子弹头形探头的低压取压孔则位于探头的侧后两边、流体与探头的分离点以前、杂质聚集区以外。这样不但实现了本质防堵，而且产生了非常稳定的无脉动的差压信号。

子弹头形探头设计上的最大突破是设计者建立了一个正确的理论模型来分析和预测一些无法在实验室中模拟的管道的流体系数 K。通过大量的实验证实：威力巴的流体系数是与雷诺数无关的常数，并且实际的 K 系数与理论预测的 K 系数的偏差仅为±0.5%。

威力巴均速流量探头与单点取信号的插入式流量传感器比较

威力巴均速流量探头

威力巴均速流量探头通过多组取压孔来检测由流体所产生的差压，得出一个由平均流速所产生的平均差压，并将这个差压通过仪表接头传送给变送器。只有通过多组取压孔，才能够尽量真实的反映管道中的平均流速。

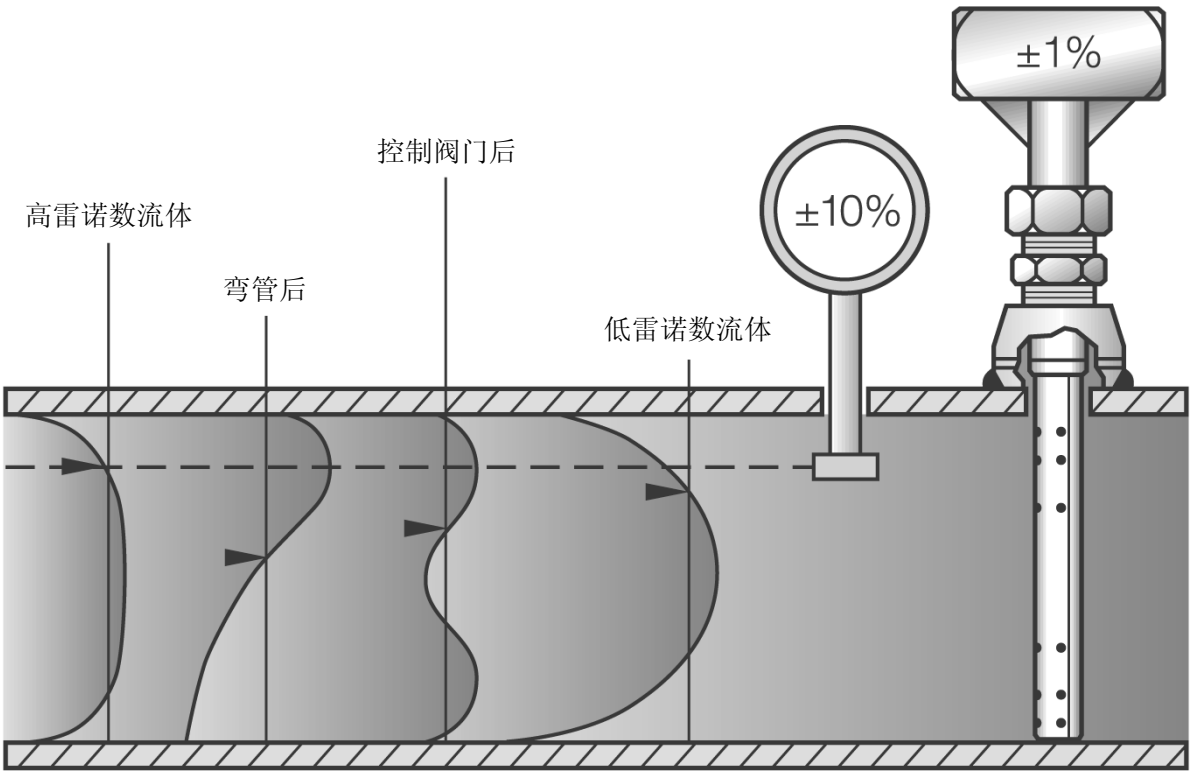
单点取信号的插入式流量传感器

单点取信号的插入式流量传感器（例如插入式涡轮、涡街、电磁等）仅检测管道中的某一点的流速。然后通过教科书上的速度剖面来分析这个检测点，推断出平均流速。

实际上只通过一点来推断出平均速度是不科学的。这就是为什么我们从来没见过任何公开发行的单点取信号的插入式流量传感器的测试报告。

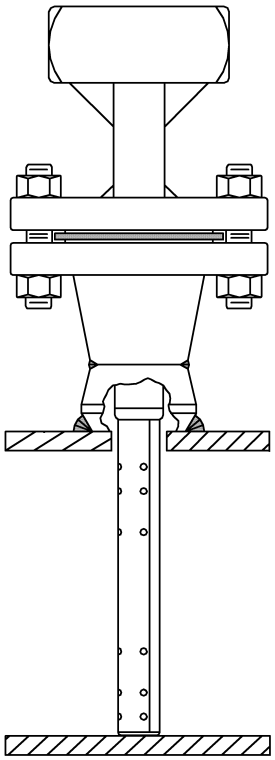
工业应用中，管道、流体等现场情况复杂多变，经常产生非定型的速度剖面（见下图），用一点的测量值来代替平均流速是不可能准确的。

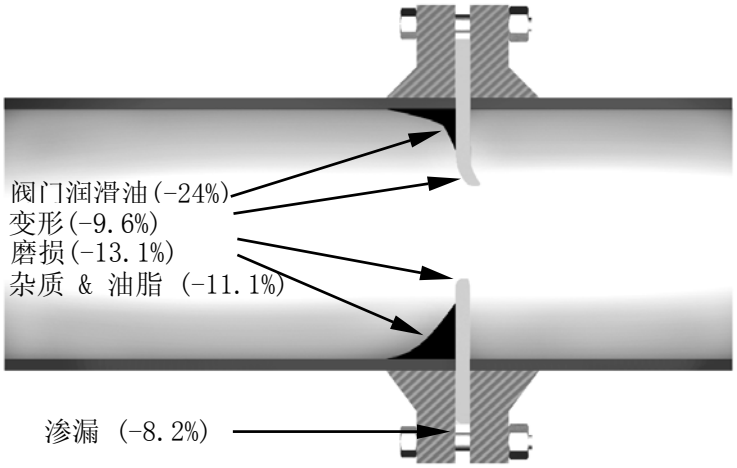
结论：精度范围在±10.0%～±20%之间。



不同情况下的流速剖面

威力巴和孔板相比能保持长期的高精度





威力巴长期精度高

•不受磨损、杂质和油脂的影响。

•没有可以活动的部件。

•一体化结构避免了高低压腔室之间的信号渗漏。

孔板长期精度差

•孔板使用时间一长，精度会急剧下降，需要进行定期检测和清洗。

•导致孔板精度下降的部分因素参看右图。

孔板测试结果

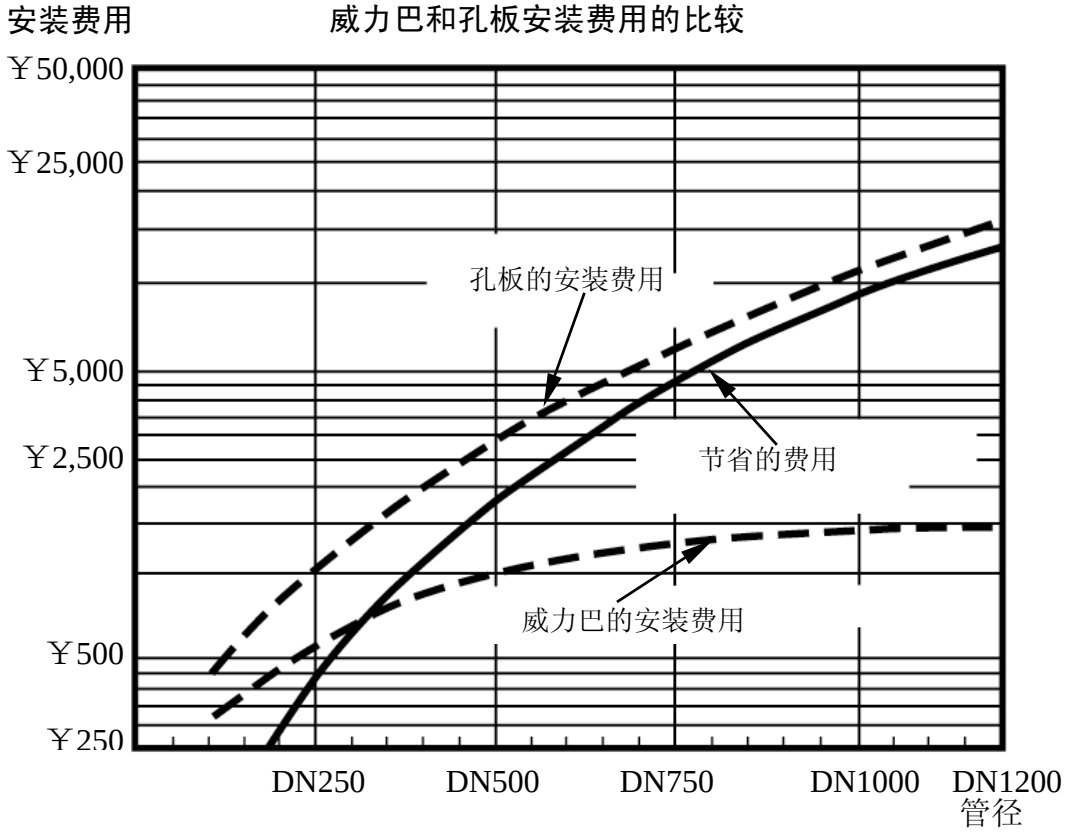
美国 Florida Gas Transmission Company 进行了一项实验，定量测量各种因数对孔板所导致的精度损失。部分实验结果如下：

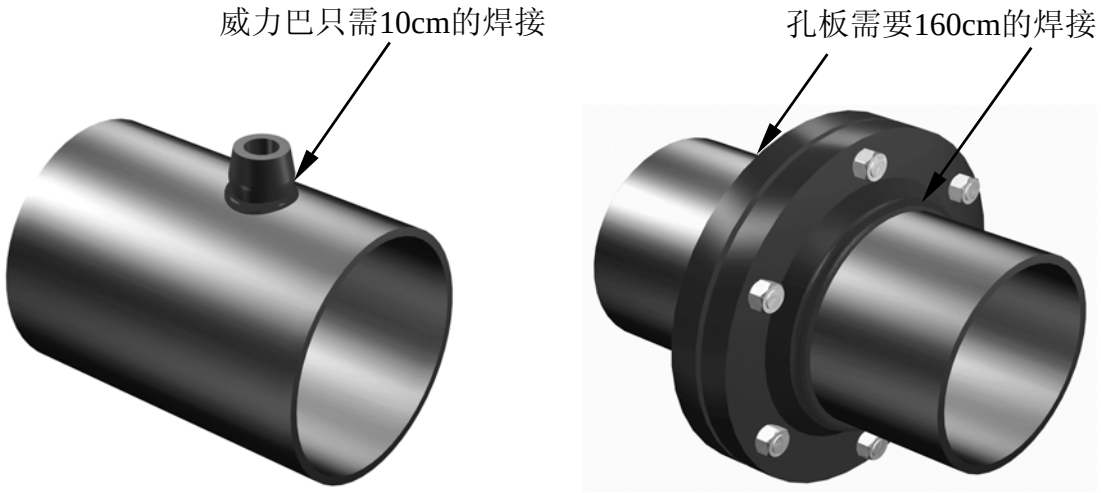
条件	误差（%）
边缘磨损：	
0.254mm	-2.2
0.508mm	-4.5
1.27mm	-13.1
杂质和油脂沉淀	-11.1
两边的阀门润滑油	-24.0
垫片周围的渗漏	-8.2
边缘变形	-9.6

威力巴和孔板相比节省了大量的安装费用

威力巴在安装过程中，只需要进行简单的焊接，焊接的工作量从几厘米到十几厘米不等，基本上与管道直径的大小无关。相比孔板需要一个 2 倍管道圆周的焊接所需的费用小的多。

例如，在 DN250 的管道上安装威力巴，只需进行 10cm 的焊接；同样的管道，安装孔板则需要进行 160 cm 的焊接，相比之下威力巴至少节约了 60%的安装费用。下图显示的为威力巴和孔板的安装费用比较，不难看出管径越大，威力巴在安装上节约的费用越多。

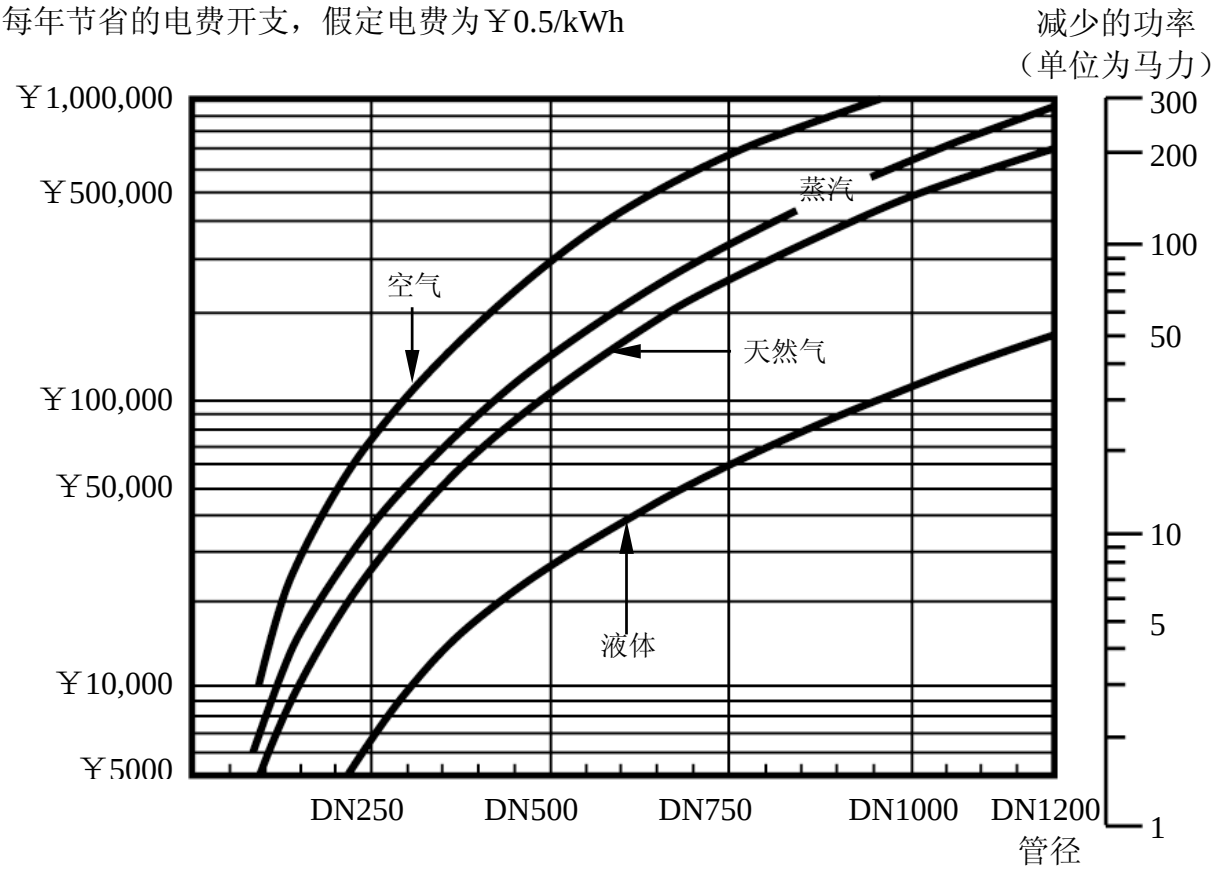


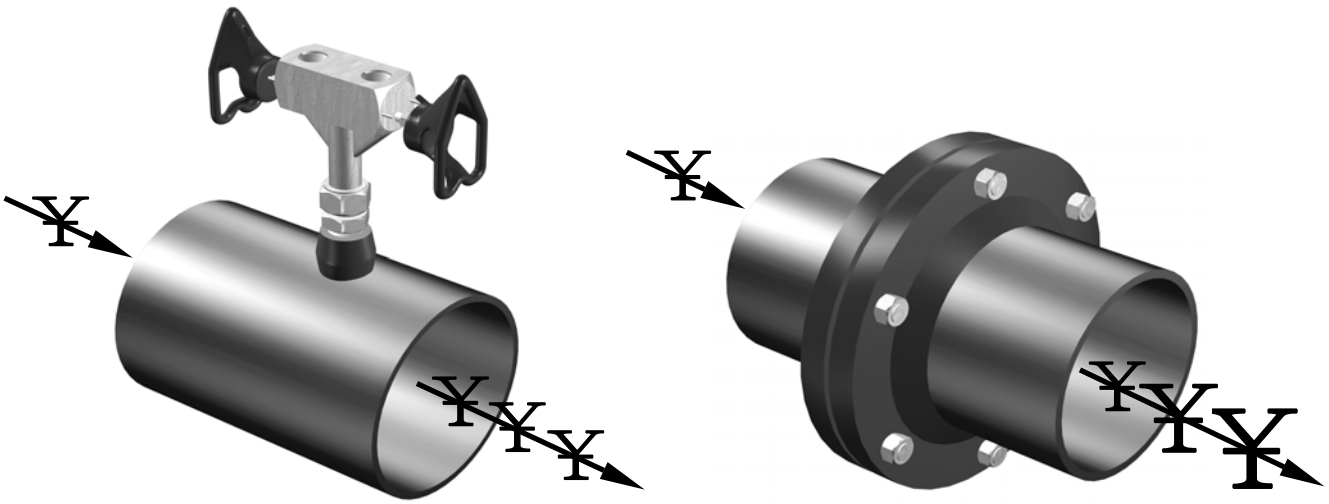


威力巴和孔板相比节省了大量的运行费用

同孔板相比威力巴的长期运行费用非常低，投入运行不到一年所节省的电费就可以收回采购成本。

威力巴采用非收缩节流设计，比孔板的永久压损至少低了 95%以上，是一种高效、节能的均速流量探头。下面图表显示了在不同的管径下，不同的介质测量中，威力巴比孔板每运行一年所节省的电费以及所减小的额外功率开销。





威力巴与孔板压损比较

节流式流量计是一种典型的差压式流量计，是目前工业生产中用来测量气体、液体和蒸汽流量最常用的一种流量计。

其测量的理论基础是：在充满流体的管道中，固定放置一个流通面积小于管道截面积的阻力件（节流件），则管道内流体在通过该节流件时就会造成局部收缩，在收缩处流速增加，静压力降低，因此，在节流件前后将产生一定的压力差。对于一定形状和尺寸的节流件、一定的测压位置和前后直管段、一定的流体参数情况下，节流件前后的差压△P 与流量 Q 之间关系符合伯努利方程。

这种流量计不可避免会在管道中产生永久压损，以孔板为例，其流体压力损失的主要原因是孔板前后涡流的形成以及流体的沿程摩擦，它使得流体具有的总机械能的一部分不可逆转地变成了热能，消失在流体内。人们采用了喷嘴、文丘里管等节流件，以尽量减少节流件前后的涡流区，进而减少流体的压力损失。

威力巴流量计采用子弹头形的革命性设计，使得其不仅在流量测量上保持了高精度、高强度和大量程比，还使得管道压损大大降低。

威力巴和孔板的压损比较

孔板压损的经验公式：

当β=0.6 时，　$PPLo = 0.6 \times \Delta P$

当β=0.7 时，　$PPLo = 0.5 \times \Delta P$

其中：

β ----------孔板的孔径比

△P---------孔板产生的差压

PPLo-------孔板产生的压损

标准喷嘴压损大约为：PPLn=0.28×△P ～ 0.33×△P

通过实验可以得出，威力巴的压损大约为：PPLv=0.03×△P

由于威力巴的差压△P 比孔板的差压△P 小一个数量级，而压损的比例又小了一个数量级，所以威力巴的压损和孔板的压损相比是微乎其微的。

下面我们将压力损失的表示式写出来：

节流件压损带来的功率损失，其计算表达式为：$Hp' = Q \times PPL$

其中：Q ------流体体积流量

PPL----节流件产生的压损

假设为了弥补节流件带来的不可恢复的压损，我们在其后增加一台压力泵，该泵的效率假定为η。则：$Hp = Q \times PPL \div \eta$

其中：Q ----------流体体积流量　　Am^3/s

PPL ---------节流件产生的压损　kPa

η ----------电动机效率　　无量纲常数

Hp ----------功率损失　　kW

举例说明一：以气体测量为例

假设一测点，测量介质为空气，管径为Φ377×5mm，压力为 7kPa G，温度为 450℃，密度为 1.293kg/Nm^3，流量为 2970Nm^3/h 时，威力巴所产生的差压为 0.202kPa。威力巴所产生的压损：PPLv=0.03×△P=0.03×0.202=6.060×10^{-3} kPa

根据上述公式，功率损失：

$$Hp = Q \times PPL \div \eta \qquad (*)$$

标况流量 Q_0=2970Nm^3/h （273.15K，101.32 kPa A）

换算成工况流量 Q=2.043m^3/s （723.15K，108.32 kPa A）

假设电动机效率η=0.8，则：

由公式（*），威力巴损失的功率为：Hp=2.043×**6.060×10^{-3}**÷0.8=0.015（kW）

假如一年运行 365 天，每天运行 24 小时，每度电电费为 0.8 元，那么一年威力巴的能耗换算成电费：￥/年=365×24×0.015×0.8=105￥/年

假设另一相同测点使用孔板测量，同样条件下孔板的压差为 1 kPa，孔板的β=0.7，孔板所产生的压损：PPLo=0.5×1=0.5 kPa。

由公式（*），孔板损失的功率为：Hp=2.043×**0.5**÷0.8=1.277（kW）

假如一年运行 365 天，每天运行 24 小时，每度电电费为 0.8 元，那么孔板一年的能耗换算成电费：￥/年=365×24×1.277×0.8=8,949￥/年

可以看出，每运行一年，威力巴比孔板节省的运行费用为：8,949－105=8,844￥/年。

举例说明二：以液体测量为例

假设一测点，其测量介质为水，管径为Φ273×8mm，压力为 440 kPa G，温度为 33℃，密度为 1.0×10^{3}kg/Nm^3，流量为 400t/h 时，威力巴所产生的差压为 4.070 kPa。威力巴所产生的压损：PPLv=0.03×△P=0.03×4.070=0.122 kPa

根据上述公式，功率损失：

$$Hp = Q \times PPL \div \eta \qquad (*)$$

因温度、压力对液体的体积影响不大，水的密度为 1.0×10^{3}kg/Nm^3，所以可认为工况下（440kPa G，33℃）介质体积流量为：

因为：体积流量=质量流量/介质密度

所以：Q=400×10^{3}kg/h÷1.0×10^{3}kg/m$^{3=}$400 m^3/h=0.111 m^3/s （440kPa G，33℃）

假设电动机效率η=0.8，则：

由公式（*），威力巴损失的功率为：Hp=0.111×**0.122**÷0.8=0.017（kW）

假如一年运行 365 天，每天运行 24 小时，每度电电费为 0.8 元，那么一年威力巴的能耗换算成电费：￥/年=365×24×0.017×0.8=119￥/年

假设另一相同测点使用孔板测量，同样条件下孔板的压差为 20 kPa，孔板的β=0.7，孔板所产生的压损：PPLo=0.5×20=10.0 kPa。

由公式（*），孔板损失的功率为：Hp=0.111×**10.0**÷0.8=1.388（kW）

一年运行 365 天，每天运行 24 小时，每度电电费为 0.8 元，那么孔板一年的能耗换算成电费：￥/年=365×24×1.388×0.8=9,727￥/年

可以看出，每运行一年，威力巴比孔板节省的运行费用为：9,727－119=9,608￥/年。

举例说明三：以蒸汽测量为例

假设一测点，其测量介质为过热蒸汽，管径为Φ325×13mm，压力为 3900kPaG，温度为 450℃，在此温度、压力下其蒸汽密度为 12.511kg/m^3，介质流量为 50t/h 时，威力巴所产生的差压为 5.600kPa，威力巴所产生的压损：PPLv=0.03×△P=0.03×5.600=0.168kPa。根据上述公式，功率损失：

$$Hp = Q \times PPL \div \eta \qquad (*)$$

因工况下过热蒸汽的密度为 12.511kg/m^3，所以工况下（3900kPaG，450℃）介质体积流量为：

体积流量=质量流量/介质密度

Q=50×10^{3}kg/h÷12.51 kg/m^3＝3996.6m^3/h=1.110 m^3/s （3900kPaG，450℃）

假设电动机效率η=0.8，则：

由公式（*），威力巴损失的功率为Hp=1.110×**0.168**÷0.8=0.233（kW）

假如一年运行 365 天，每天运行 24 小时，每度电电费为 0.8 元，那么一年威力巴的能耗换算成电费：￥/年=365×24×0.233×0.8=1,633￥/年

假设另一相同测点使用孔板测量，同样条件下孔板的压差为 30kPa，孔板的β=0.7，孔板所产生的压损：PPLo=0.5×30=15.0kPa。

由公式（*），孔板损失的功率为：Hp=1.110×**15.0**÷0.8=20.813（kW）

假如一年运行 365 天，每天运行 24 小时，每度电电费为 0.8 元，那么孔板一年的能耗换算成电费：￥/年=365×24×20.813×0.8=145,858￥/年。

所以，每运行一年，威力巴比孔板节省的运行费用为：145,858－1,633=144,225￥/年。

由以上计算可以看出，使用威力巴流量探头与使用孔板相比，每年为了弥补节流件带来的不可恢复的压损所耗费的财力是微乎其微的。其经济效益非常明显，间接的社会效益也十分显著。

威力巴部分型号实物图片

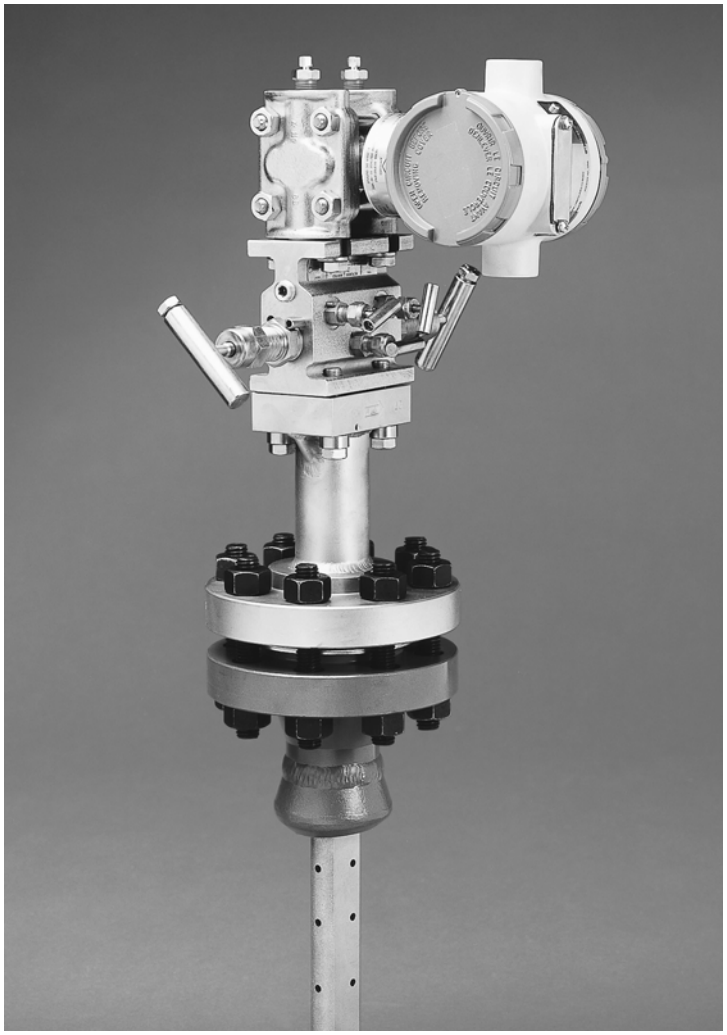


威力巴 V150 T 接头



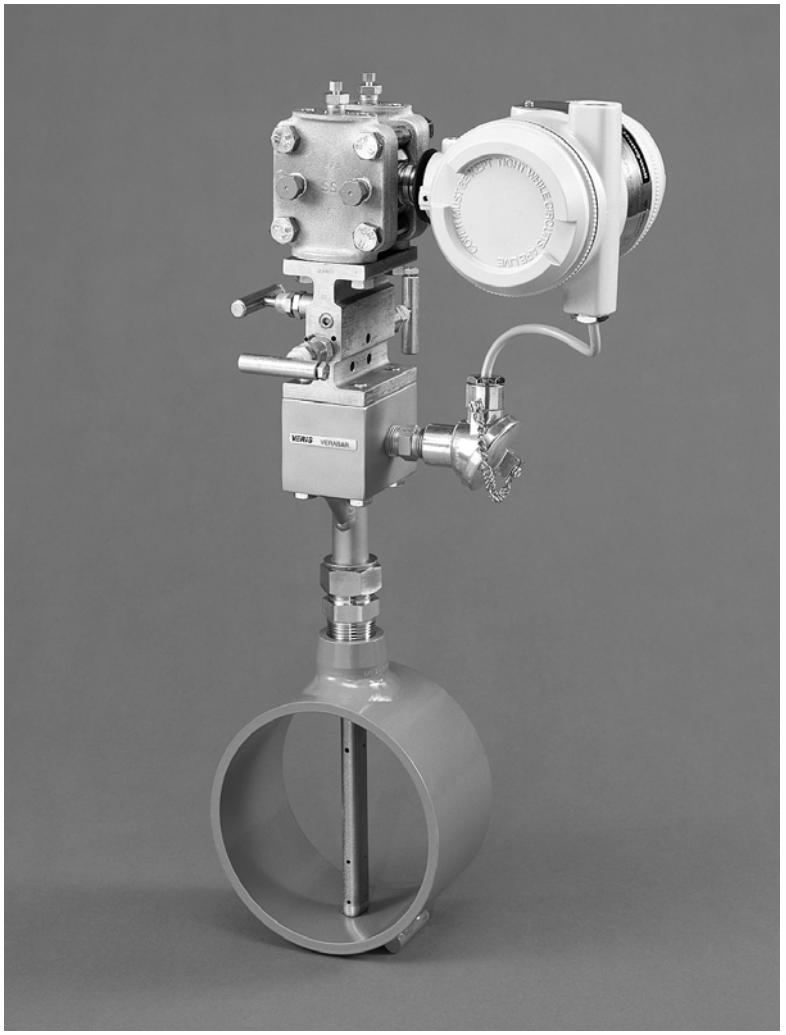
威力巴 V200 T 接头

威力巴部分型号实物图片



威力巴 V500 F 接头

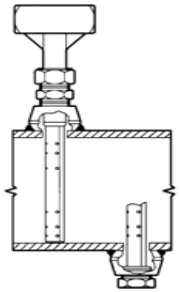
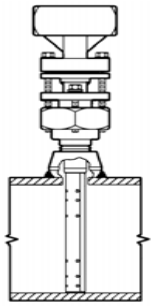
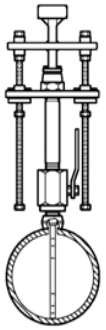
威力巴 F 接头可以直接配标准三或五阀组，阀组上再直接安装差压变送器。



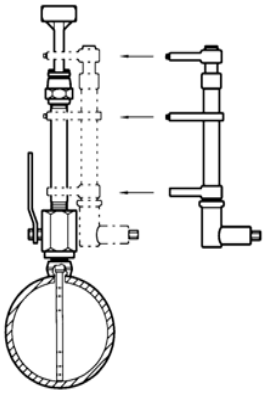
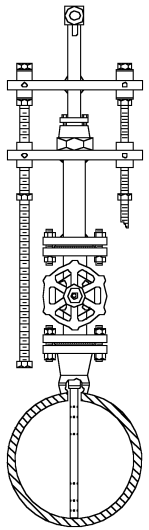
威力巴 V100 G 接头

威力巴 G 接头内置 RTD（温度传感器）再配上阀组和多变量的变送器，可以输出压力，温度，差压和流量信号，并且安装非常简便。

威力巴型号简介

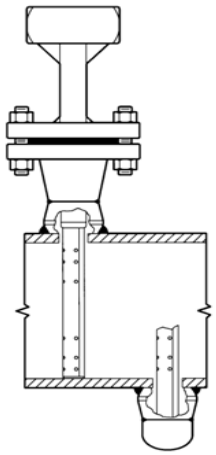
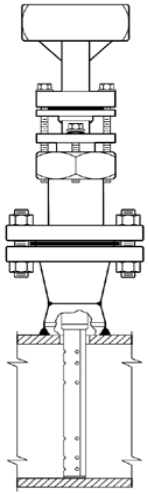
探头型号	密封/连接	说明	应用范围	ANSI 标准
V100/V110 通用型/ 双面支撑 通用型 	双金属环 压胀密封 螺纹连接	V100 是最经济的威力巴探头，特点是结构简单。V110 是 V100 的加强型，结构基本上与 V100 相同，只比 V100 增加了反面支撑座，当流量或管径较大时可选择使用 V110 双面支撑通用型，V110 特别适用于不超过 1800mm 大管径冷风的测量。	V100/V110 通常用于常温、常压下的空气、水、以及其它非危险性气体、液体的测量。	最高达 ANSI 300# 标准 2.9MPa @ 396℃ 5.1MPa @ 38℃
V150 弹簧锁定型 	金属丝 压胀密封 螺纹连接	V150 弹簧锁定螺纹连接型是一个应用范围非常广泛的型号，获专利的弹簧锁定结构增加了探头的结构强度，并且安装方便，不需要反面支撑，金属丝压胀密封装置在多次拆卸后仍能保证良好的密封，特别适于中低压蒸汽的流量测量。	V150 通常用于温度不超过 300℃，压力不超过 3.0MPa 的空气、水、蒸汽以及其它非易燃易爆气体、液体的测量。	最高达 ANSI 600# 标准 9.9MPa @ 38℃; 5.8MPa @ 396℃
V200 在线安装型 	金属丝 压胀密封 螺纹连接	V200 螺纹连接在线型可在不停产的情况下安装或检修探头，特别适用于无法停产安装的测点或介质很脏需定期检修的测点。特别适合高炉煤气、大管径地下循环水的测量。它备有单杆驱动型和应用在高压情况的双杆驱动型。	V200 通常用于空气、水、煤气、蒸汽等介质的测量。 在线安装时温度不能超过 121℃，压力不能超过 2.5MPa。	单杆 ANSI 150# 标准 1.89MPa @ 38℃ 0.65MPa @ 396℃ 双杆 ANSI 600# 标准 9.9MPa @ 38℃ 5.8MPa @ 396℃

威力巴型号简介

探头型号	密封/连接	说明	应用范围	ANSI 标准
V350 简捷安装型 	金属丝 压胀密封 螺纹连接	V350 是螺纹连接简捷在线安装型，其安装支架可装卸，用于多根尺寸接近的威力巴的在线安装。并且可以把安装支架另外保存。当用户需在户外或海上安装多根在线式威力巴时，V350 是最佳的选择。	V350 通常用于空气、水、蒸汽、煤气等介质的测量。 在线安装时温度不能超过 121℃，压力不能超过 2.5MPa。	无支架 ANSI 300# 标准 2.9MPa @ 396℃ 5.1MPa @ 38℃ 有支架 ANSI 600# 标准 9.9MPa @ 38℃; 5.9MPa @ 396℃
V400 法兰在线 安装型 	金属丝 压胀密封 法兰连接	V400 是法兰在线安装型。它与 V200 的不同之处在于，V400 采用法兰连接，密封性能更好，安装拆卸方便。当用户对密封、耐温压要求比较高时，应选 V400，它备有单杆驱动型和高压下使用的双杆驱动型。	V400 通常用于空气、水、蒸汽、煤气、天然气等介质的测量。 在线安装时温度不能超过 121℃，压力不能超过 2.5MPa。	单杆 ANSI 150# 标准 1.89MPa @ 38℃ 0.65MPa @ 396℃ 双杆 ANSI 600# 标准 9.9MPa @ 38℃ 5.8MPa @ 396℃

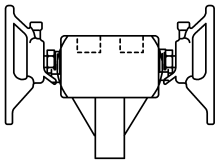
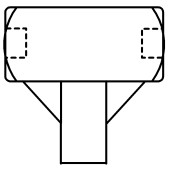
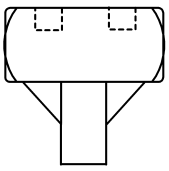
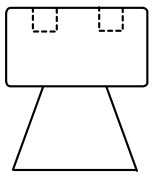
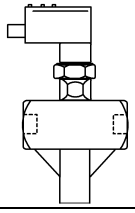
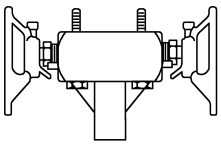
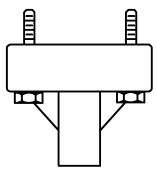
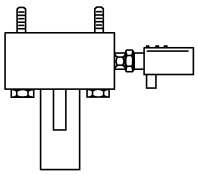
备注：在线安装时的温度、压力主要取决于在线开孔工具所能承受的温度、压力。

威力巴型号简介

探头型号	密封/连接	说明	应用范围	ANSI 标准
V500/V510 法兰型/ 双面支撑 法兰型 	法兰密封 法兰连接	V500 是法兰连接型，结构简单，密封良好，安装方便。 V510 结构基本上与 V500 相同，比 V500 增加了反面支撑座，增加了探头的强度， V510 在电厂大管径、高温的一、二次风测量上有着无可比拟的优势。	除通常介质测量外还特别适合高温高压蒸汽、氢气、氧气等易燃易爆介质的测量。V510 特别适用于大流量的蒸汽，超大管径的圆管、方管气体的测量。	最高达 ANSI 2500# 标准 43MPa @ 38℃ 9.9MPa @ 482℃
V550 法兰连接 弹簧锁定型 	金属丝 压胀密封 法兰连接	V550 弹簧锁定法兰连接型，获专利的弹簧锁定结构增加了探头的结构强度，并且安装方便，尤其适用于恶劣的现场环境中。弹簧锁定系统可在多次装卸后，始终密封良好，提高了测量的安全性和可靠性。V550 在大管径地下循环水上有着良好的应用。	V550 通常用于温度、压力不超过 ANSI 600# 标准的空气、水、蒸汽等介质的测量。	可达 ANSI 600# 标准 9.9MPa @ 38℃; 5.8MPa @ 396℃

备注：以上型号只是标准型号说明，尚未包括特殊应用型号。

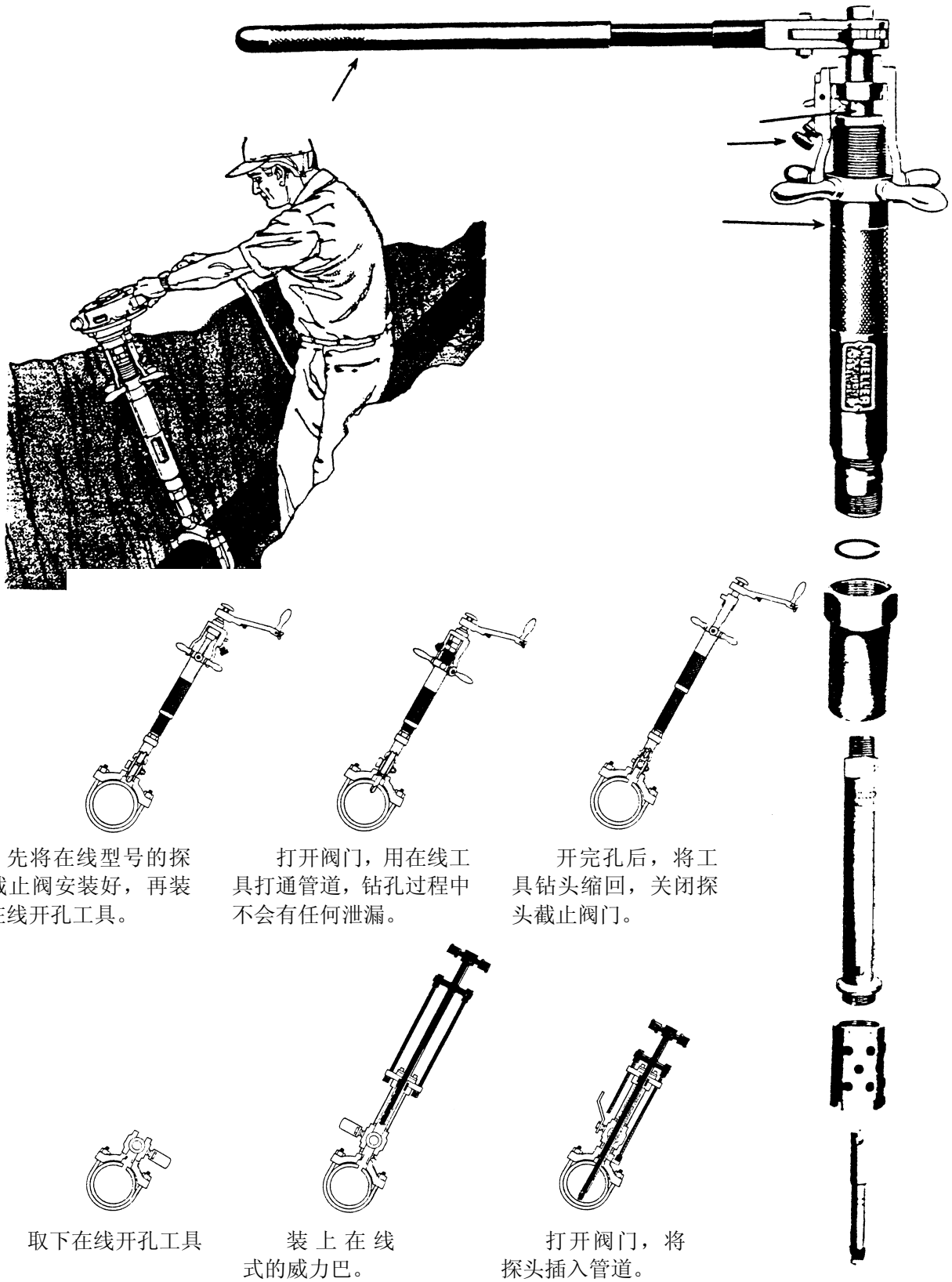
威力巴接头类型简介

接头型号	引压管 连接尺寸	特点说明	应用范围	承受温度 压力标准
T 	1/2 " NPTF 开口向上	T 接头内置仪表截止阀，为安装工作带来方便。	适用于各种温度、压力不超过其应用标准的气体、液体，不适用于蒸汽、氧气。	9.9MPa@ 38℃ 232℃@6.4MPa
R RS 	R 为 1/2 " NPTF RS 为 1/2 " 承插焊接 开口在两侧	R、RS 接头结构简单、坚固，通用性强，价格便宜，但需另外安装仪表截止阀。	适用于各种温度、压力不超过其应用标准的气体、液体、蒸汽。	9.9MPa@ 38℃ 427℃@5.7MPa
P PS 	P 为 1/2 " NPTF PS 为 1/2 " 承插焊接 开口向上	P、PS 接头特点同 R、RS 接头，不同之处在于引压接口开口向上。	同 R、RS 接头，尤其适合用于中、低压蒸汽。	9.9MPa@ 38℃ 427℃@5.7MPa
HPT HPS 	HPT 为 1/2 " NPTF HPS 为 1/2 " 承插焊接 开口向上	HPT、HPS 特点同 P、PS 接头，不同之处在于其只能用于 ANSI 600#以上高温、高压标准。	同 P、PS 接头，尤其适用于高温、高压的气体和蒸汽。	最高达 ANSI 2500 标准
R-RTN R-RTX 	R-RTN 为 1/2 " NPTF R-RTX 为 1/2 " NPTF 开口在两侧	R-RTN 为 R 接头内置 PT100 热电阻温度传感器，R-RTX 为 R-RTN 的防爆型。	适用于各种温度、压力不超过其应用标准的气体，尤其适合高精度气体的测量。	9.9MPa@ 38℃ 427℃@5.7MPa
M 	通过 4 个螺栓直接连接差压变送器	M 接头内置三阀组，可直接上差压变送器，为安装工作带来方便。	适用于各种温度、压力不超过其应用标准的气体、液体，不适用于蒸汽、氧气。	9.9MPa@ 38℃ 232℃@6.4MPa
F 	通过 4 个螺栓直接连接标准工字型三阀组	F 接头结构简单，价格便宜，可直接连标准工字型三阀组。	适用于各种温度、压力不超过其应用标准的气体、液体，尤其适用于氧气。	9.9MPa@ 38℃ 427℃@5.7MPa
G X 	通过 4 个螺栓直接连接标准工字型三阀组	G 接头内置 PT100 热电阻温度传感器，可直接连标准工字型三阀组。X 为 G 接头的防爆型。	适用于各种温度、压力不超过其应用标准的气体，尤其适合高精度气体的测量。	9.9MPa@ 38℃ 427℃@5.7MPa

注：1 .以上所有接头材质均为 316 不锈钢。M、F、G、X 接头只能配合-10、-15 探头使用。

2 .M、F、G、X 接头由于为一体化接头，应用中温度受变送器所能承受的最高温度限制。

威力巴在线安装简介



先将在线型号的探头截止阀安装好，再装上在线开孔工具。

打开阀门，用在线工具打通管道，钻孔过程中不会有任何泄漏。

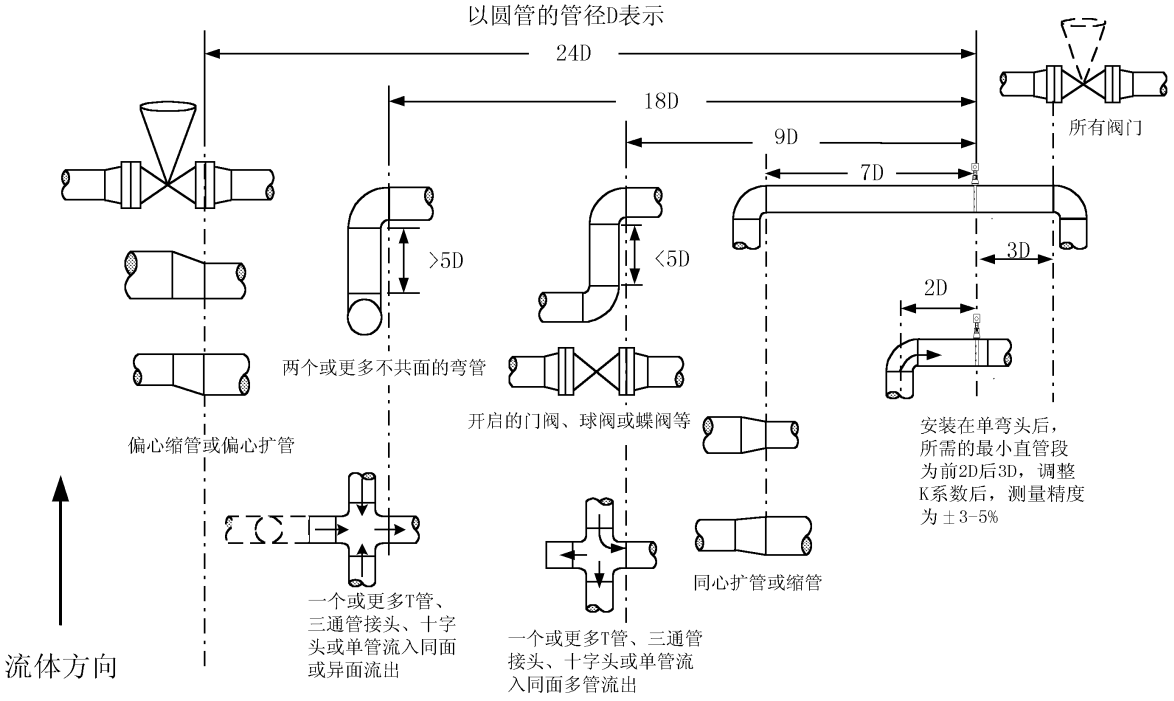
开完孔后，将工具钻头缩回，关闭探头截止阀门。

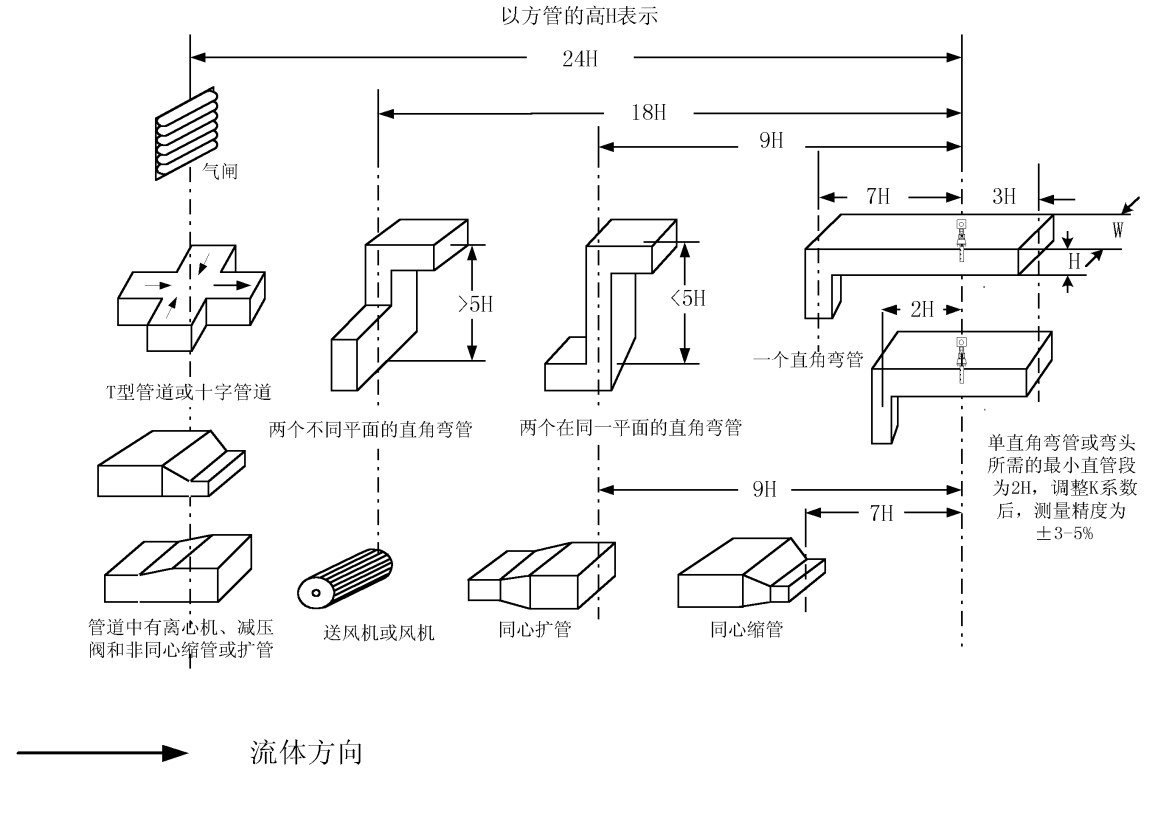
取下在线开孔工具

装上在线式的威力巴。

打开阀门，将探头插入管道。

威力巴测量时通常所需直管段说明





内置温度传感器的威力巴探头

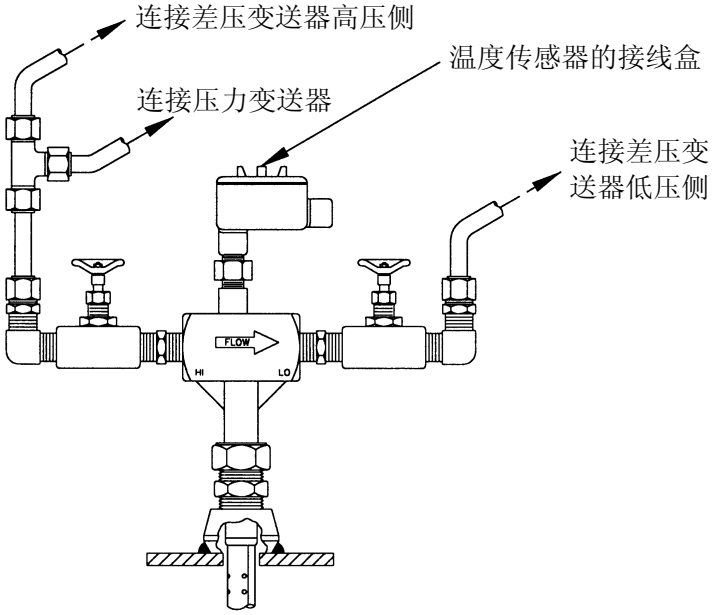
右图所示的威力巴探头仅需在管道上开一个孔就可以侧得温度、压力、流量信号。

温度：

由威力巴内置 RTD（Pt100 热电阻）测得。

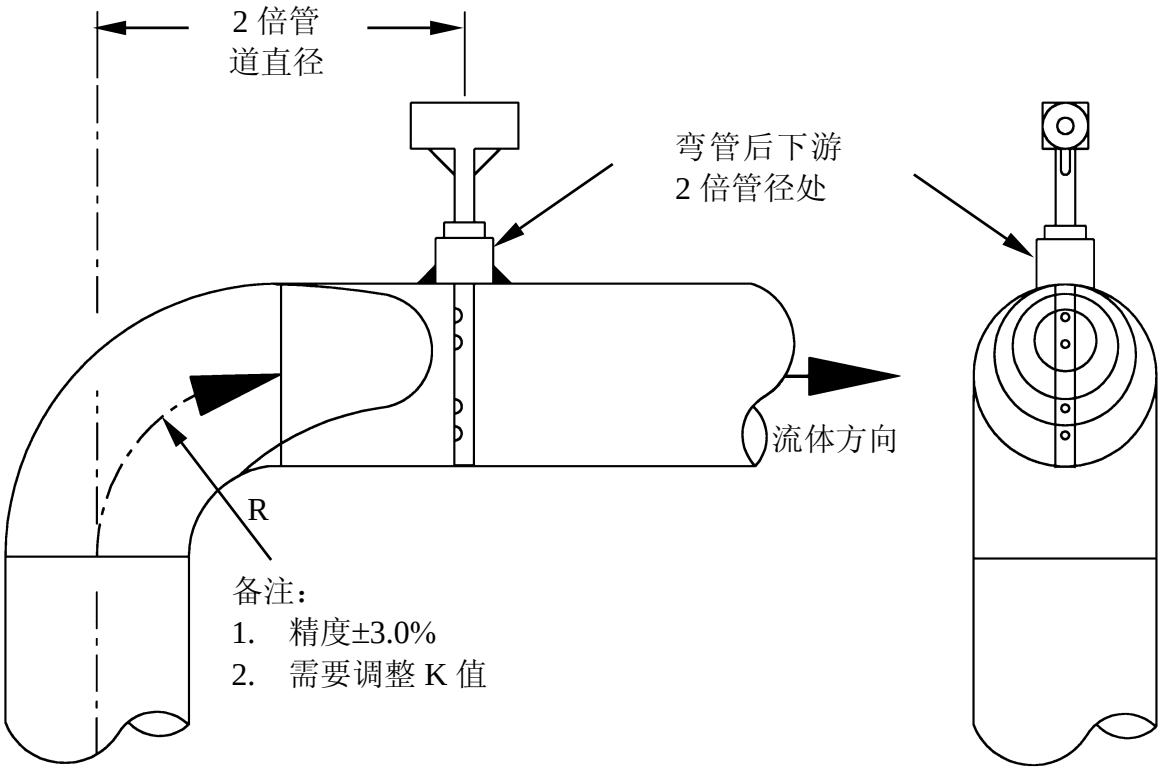
压力：

由威力巴高压取压孔测得。



最小直管段要求——弯管后 2D 安装

当管道上、下游的直管段不够长时，我们推荐在弯管后 2 倍管道直径处安装威力巴。因在弯管后的流体剖面较复杂，需将流体系数 K 做轻微调整。调整 K 系数后，测量精度为±3%，重复精度为±0.3%。



威力巴测量小常识

威力巴的差压信号与流量信号成平方根关系

威力巴的流量公式和孔板及其它差压式流量计一样

Q（流量）=K×C×$\sqrt{DP}$　　K ：流体系数

C ：流体常数（在特定流体条件下是常数）

注意：如果流体系数 K 随雷诺数变化，或者流体常数 C 随压力和温度变化（尤其在蒸汽和气体的测量中），那么就必须考虑进行补偿，否则将会影响到测量精度。

气体和蒸汽的测量精度会受温度、压力变化影响

根据经验：测量时用到平方根关系的流量计——当温度和压力发生变化时，测量的误差是温度压力的变化率（%）的一半；而对于线性关系流量计（涡街式，涡轮式，电磁式等）——当温度和压力发生变化时，测量的误差值就等于温度和压力的变化率（%）。

举例说明气体测量	变化范围	换算成绝对值		线性流量计精度变化%	平方根流量计精度变化%
温度	20℃到 70℃	+273.15	293.15K 到 343.15K	14%	7%
压力*	200kPa 到 700kPaG	+101.32	301.32 到 801.32kPaA	62%	31%

*压力的变化对精度的影响较显著

流量量程比与差压量程比

威力巴流量量程比公式：　流量量程比=$\sqrt{\frac{\text{最大流量时对应的差压}}{\text{最小允许的差压}}}$

威力巴测量时所需最小流速（差压）要求

流体	最小差压	流速
气体	0.025kPa	4.5m/s
液体	0.25kPa	0.6m/s
蒸汽	0.38kPa	9.7m/s

*低于最小要求时，测量精度为±3～5%

举例说明：气体最大流量时的压差为 2.5kPa，　流流量量程比 = $\sqrt{\frac{2.5}{0.025}}$ = 10 : 1

如何确定威力巴的流量量程比

流量量程比概念很容易被错误理解或错误表达。如果要回答“威力巴的流量量程比是多少？”，那我们就需要知道流体的最大流量和最小允许差压。

威力巴的量程比取决于应用中实际流量（流速）。量程比是一个最大流量对应的差压和最小允许差压的函数（详见上面公式）。

举例说明：已知最大气体流量为 1,000Nm^3/s，对应最大差压 1.25kPa，问

1 .最小允许差压是多少？（　　）

2 .差压量程比是多少？　（　　）

3 .流量量程比是多少？　（　　）

答案：1）0.025kPa　2）50:1　3）7:1

备注：1.任何速度式流量计（涡街式，涡轮式，电磁式）的量程比都决定于实际的流量。

2.孔板可以通过改变孔径比来改变流速。其它类型的流量计则需要改变管径来改变流速。

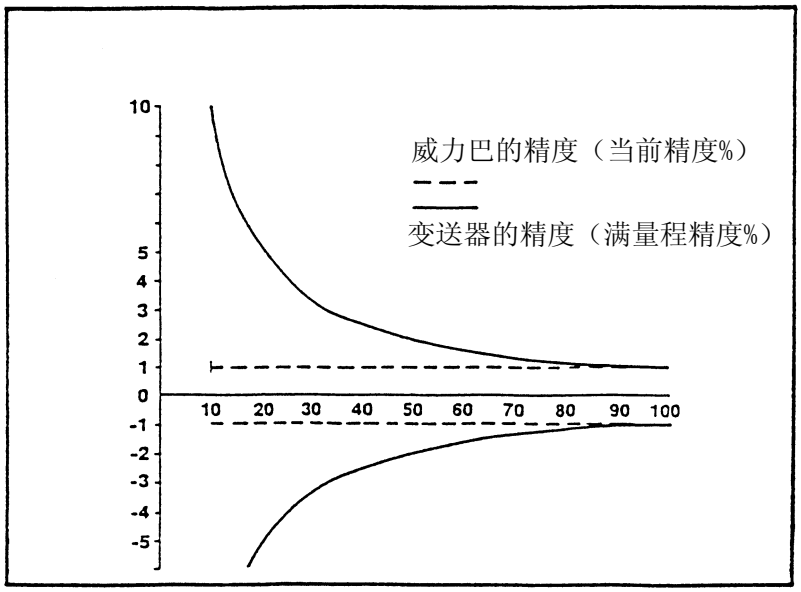
量程比对精度的影响

当前精度%与满量程精度%

威力巴的精度是当前精度%，也就是说在测量范围内的每一个点上，威力巴的精度都是一样。

差压变送器的精度是满量程精度%，也就是说随着测量值的下降，精度也在下降。

通过右图可以清楚的看到量程比（当前值与满量程的比值）对测量精度的影响。



差压变送器的精度

流量测量中量程比的限制主要原因在于差压变送器

当流量从 100%开始递减时，差压变送器的精度也在不断下降。从右表可以明显地看出在不同的精度规格和量程比情况下，差压变送器的精度也是不同的，同时我们也注意到变送器的精度规格越高，其量程比就越大。

	最大流量的百分比（流量量程比）			
变送器满量程精度%	100%（1:1）	50%（2:1）	20%（5:1）	10%（10:1）
	变送器精度（±当前精度%）			
±1.0%	1.0	2.0	5.0	10
±0.2%	0.2	0.4	1.0	2.0
±0.1%	0.1	0.2	0.5	1.0

差压变送器量程比

差压变送器的量程比和流量量程比是两个完全不同的概念。差压变送器的量程比是指其满刻度差压所能调整的范围。

举例说明：

差压变送器测量范围：0——0.5～10kPa。则差压变送器量程比为 20:1，说明其差压上限值可以在 0.5kPa～10kPa 之间调整。

威力巴制造、检验标准说明

Sensor Construction

Veris manufactures the only solid, leak-proof, one piece sensor. Others use a three piece design which has no mechanical means of maintaining the seal between the tubes. Therefore, temperature, pressure, vibration and manufacturing variations can cause leakage between the high and low chamber, resulting in an undetectable loss of accuracy.


Orion Registrar, Inc., USA
Certificate of Registration

Veris, Inc.
6315 Monarch Park Place
Niwot, Colorado 80503

ISO 9001:94

Design, Manufacture and Service of Flow Measurement Devices and Instrumentation


中华人民共和国
计量器具型式批准证书
PATTERN APPROVAL CERTIFICATE

Verabar（威力巴）流量计

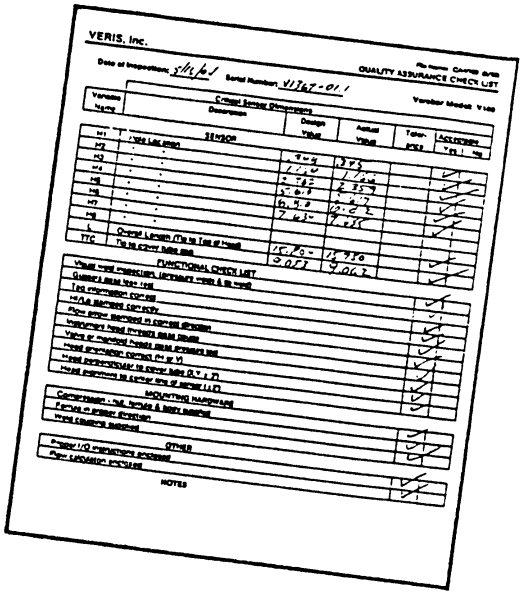
Veris-Quality Assurance System

A Quality Assurance Manual describes the quality assurance system to be employed by VERIS, INC. to assure compliance with the general inspection system requirements of its customer's procurement departments. The quality assurance system is specifically designed to comply with the provisions of United States Federal Standard 368 Quality Control System Requirements.

Veris is an approved supplier to the United States Federal Government, General Services Administration contract GSA (#GS-24F-1027B), Class 630-14 (Liquid or Gas Flow meters and Related Accessories) per FCGS-Z2-93-0036-B-N. Veris was audited and approved (8/27/93) by the GSA Quality Assurance Branch and remains valid through January 1, 1999.

Notes:

1. The VERIS Quality System is designed to satisfy the elements of ISO 9001/ANSI ASQC Q91, "Quality System" –Model for Quality Assurance, and is in the process of being prepared for audit and approval.
2. Veris carries an ASME Section IX weld certification for both carbon and stainless steel welding.
3. The Quality System has been adapted to comply with piping codes: ANSI/ASME B31.1, B31.3, B31.8, N45.2 and N.A.C.E.MR-01-75.
4. Accuracy verification of the Verabar product line has been performed by independent flow laboratories: CEESI (Colorado Engineering Experiment Station, Inc.) and Utah State University utilizing procedures outlined by. ASME Fluid meters, and AGA-3 American Gas Association.


VERIS, Inc.
QUALITY ASSURANCE CHECK LIST

Final inspection and testing

The Verabar is the only Averaging Pitot which is <u>100% dimensionally inspected and pressure tested at NO Charge!</u> An inspection report is filed (at the factory) with each sensor.

威力巴制造、检验标准说明

CODES & STANDARDS

X = Standard
Q = Per request
R = As required by code/design standard

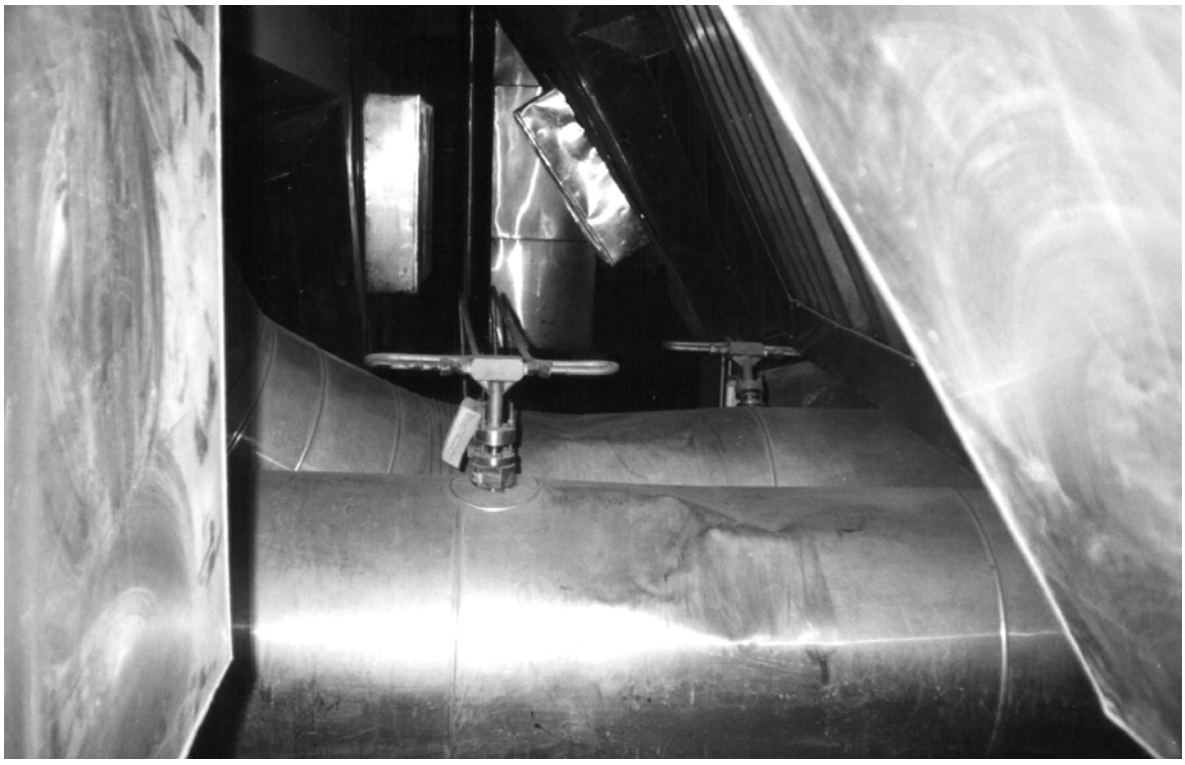
Code	Standard (at no charge)	Standards & Codes: Veris Std	ASME/ANSI B31.3	ASME/ANSI B31.3	ASME/ANSI B31.8	N.A.C.E. MR-01-75
QIO	Installation and operating instructions	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
QFC	Flow & structural calculation	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
QTG	Tag, stainless steel	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
QVD	Visual weld & dimensional inspection with report	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
QDD	Standard dimensional drawing	**Q**	**X**	**X**	**X**	**X**
QCC	Certificate of Compliance	**Q**	**X**	**X**	**X**	**X**
QWC	Warranty Certificate	**Q**	**X**			
QCR	Calibration report: Flow Test Report (VED 100)	**Q**	**X**			

Code	Specific QA items (at additional cost)	Standards & Codes: Veris Std	ASME/ANSI B31.3	ASME/ANSI B31.3	ASME/ANSI B31.8	N.A.C.E. MR-01-75
QMTR	ASTM material—Traceable to Certified Material Test Reports (CMTR) or certificate of conformance from the mill	**Q**				
QMNT	ASTM material — Non-Traceable, verified by Certificate of compliance (QCC)	**Q**	**X**	**X**	**X**	**X**
QSDD	Special dimensional drawing	**Q**				
QCW1	Code welding per ASME Section IX , up to 350℉		**X**	**X**	**X**	**X**
QCW2	Code welding per ASME Section IX , greater then 350℉ Special test examination of butt welds		**X**	**X**	**X**	**X**
QCLP	Cleaning per procedure		**X**		**X**	**X**
QHYT	Hydrostatic Test—1.5 X the customers design pressure	**Q**				
QLPT	Liquid penetrate examination of pressure retaining fillet welds		**R**	**R**	**R**	
QREX	Radiographic examination of butt welds		**R**	**R**	**R**	
QHTW	Heat treatment—after welding with hardness test design pressure					**X**
QLPT	Liquid penetrate examination of pressure retaining fillet welds		**X**	**X**	**X**	**X**
QPSP	Packaging , storage & preservation	**Q**				
QCFT	Calibrated flow test at independent flow laboratory	**Q**				

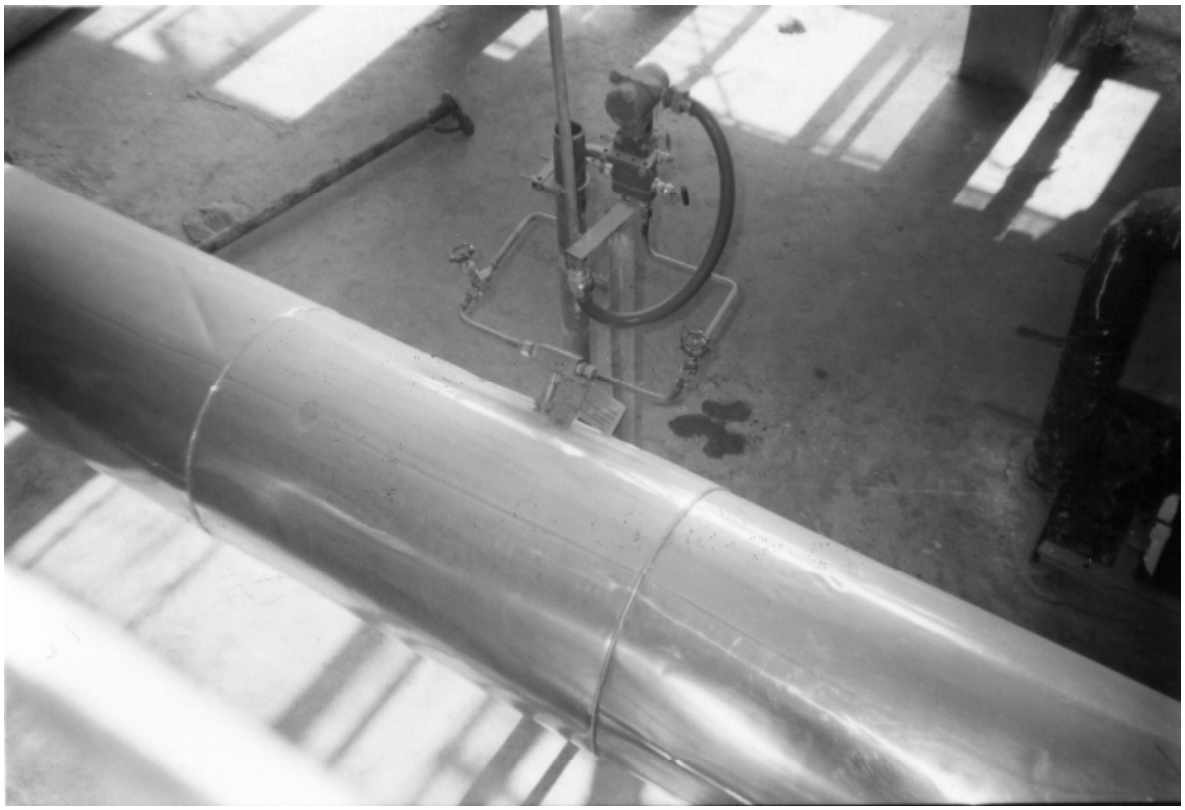
Code	Special administrative documentation	Veris Std
QSI	Special invoicing	**Q**
QPR	Schedule-progress reports	**Q**
QCP	Customer progress inspection	**Q**
QCI	Inspection prior to shipment	**Q**

威力巴应用实例——空气

威力巴流量计应用在测量风量时，因其防堵性能好，压损小，安装简便，重复性能佳等优点而广受电厂、冶金厂和石化厂的欢迎。



电 厂 一 二 次 风 测 量



压 缩 空 气 测 量

威力巴应用实例——水

大型企业的循环水测量，因其系统不能停产，流量非常大，管道情况复杂，现场环境恶劣，以前较难有合适的测量方法。

威力巴流量探头，可以不停产安装和维护、测量稳定性好、和二次仪表连接方式多样，加上威力巴公司在测量循环水方面丰富的现场经验，可以帮助客户采用性能价格比最优的型号，解决客户存在的各种测量难题。



循环水测量－在线式探头



循环水测量－非在线式探头

威力巴应用实例——蒸汽

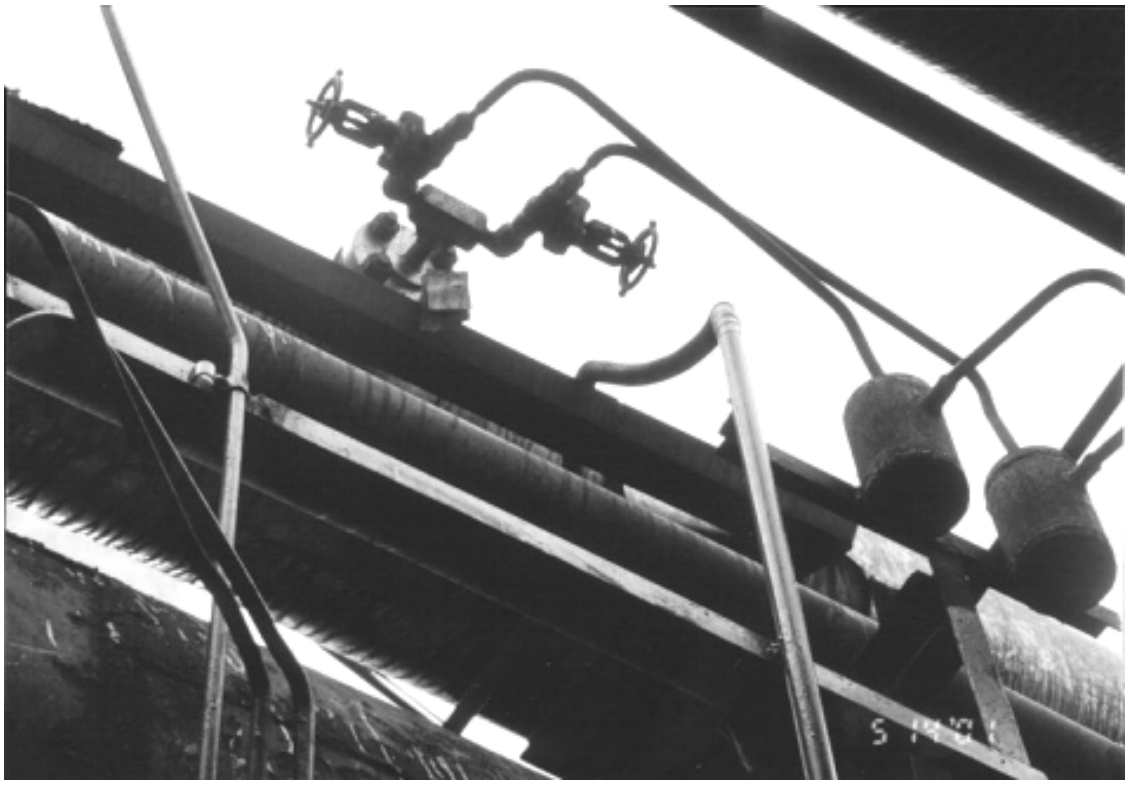
威力巴在蒸汽的测量中，其永久压损小、长期精度高、量程比大、安装维护方便和泄漏点少等优点成为各企业用户替换孔板、涡街等传统流量计的首选。



饱 和 蒸 汽 测 量



低 压 蒸 汽 测 量



中压蒸汽测量

威力巴应用实例——高炉煤气

高炉煤气介质的测量，因其管径较大，介质中含粉尘多、湿度大，易导致孔板等堵塞，而且高炉煤气的管线不易停产，给工厂的测量及维护带来极大的不便。

而威力巴以其优越的防堵塞设计，灵活的在线插入拔出安装，长期高精确的测量，可靠实用的辅助测量措施使其在高炉煤气上的测量是其它流量计无法比拟的。



高 炉 煤 气 测 量



高 炉 煤 气 测 量



煤气－加入反吹管路

威力巴应用实例——天然气

威力巴流量计在天然气的测量中，因其压损小，重复精度高，安装拆卸方便，防堵性能优越，被越来越多的用户所采用。



天然气测量－非在线式



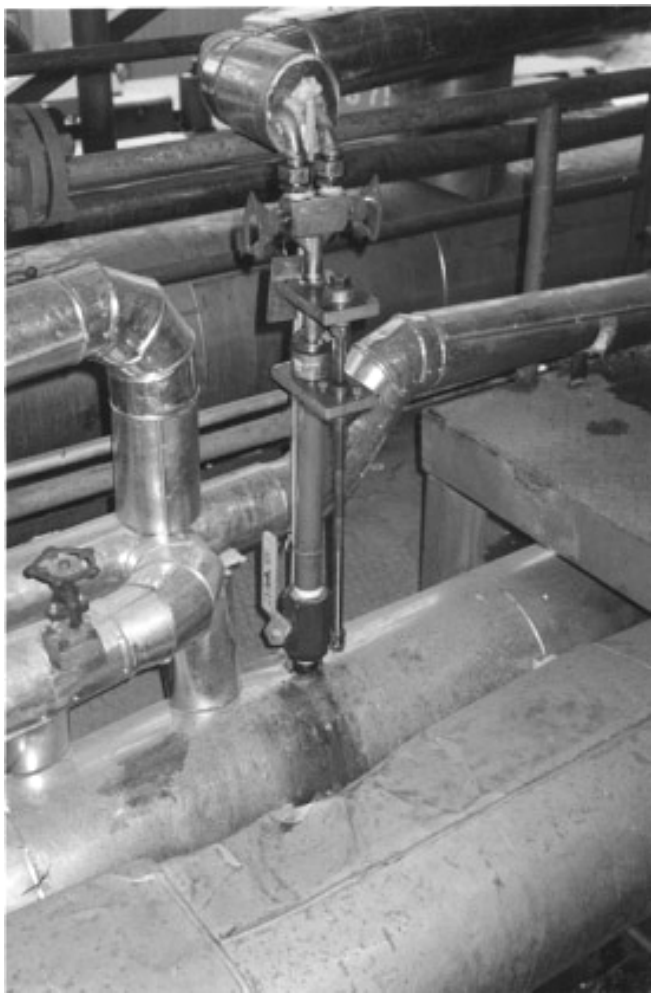
天然气测量－在线式



天然气测量－高压天然气

威力巴应用实例——其它介质

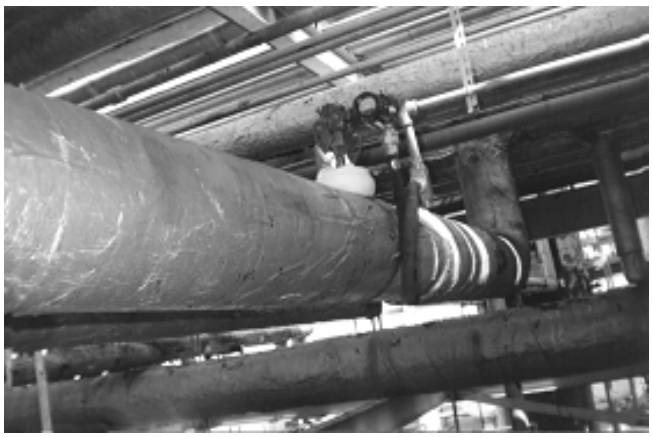
威力巴除了应用在空气、水和蒸汽的流量测量中，还广泛用于裂解装置上的过程气体、乙烯、丙烯等烯烃类；氮气、氧气、氢气等气体；柴油、汽油等成品油流量测量。几乎覆盖了国内所有工业行业绝大部分的测量介质。取代孔板等传统的差压式流量计已成为必然的趋势。



乙 烷 测 量



氮 气 测 量



乙 烯 测 量



氧 气 测 量

威力巴国内应用业绩——电力行业（部分）

电力行业 100 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
广东岭澳核电有限公司	V150			√	

电力行业 75 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
广东珠海电厂	V510	√			

电力行业 70 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
广东珠海电厂	V150		√		

电力行业 66 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
江西丰城电厂	V150		√		
山东黄岛电厂	V100/V150	√	√		

电力行业 60 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
河南济源沁北电厂	V100		√		
湖南湘潭电厂	V510/V110	√			
湖南金竹山电厂	V100		√		
陕西韩城电厂	V100		√		
广东台山电厂	V150/V500/V510	√	√		
广东沙角 C 厂	V150	√			
云南滇东电厂	V510/V100	√			
国电常州发电厂	V510/V110	√			
陕西国华锦界电厂	V100		√		
山西王曲电厂	V100		√		
山东辛店电厂	V100		√		
哈三电厂	V510	√.			
常熟华瑞电厂	V100		√		

电力行业 33 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
河南新乡电厂	V100/V150/V200		√		
宁夏中宁电厂	V100		√		
宁夏马莲台电厂	V100/V150		√		
甘肃张掖电厂	V100/V150	√	√		
陕西蒲城发电厂	V510	√			
宁夏石嘴山电厂	V100/V150		√		
山东胜利油田发电厂	V100/V150		√		
内蒙古达拉特电厂	V150			√	

电力行业 30 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
广东沙角电厂	V100/V150/V510	√	√		
广东湛江电厂	V150		√		
广东黄埔电厂	V150	√	√		
广东韶关电厂	V510	√			
广东妈湾电厂	V100		√		
山东黄岛电厂	V100/V150	√	√		
浙江长兴电厂	V200PI		√		
江苏华润彭城电厂	V150		√		
贵州大方电厂	V110/V510/V500PI	√	√		
贵州大龙电厂	V500/V510	√			√(原油)
贵州黔西电厂	V500/V510	√			
贵州安顺电厂	V510/V110	√	√		
贵州纳雍电厂	V510/V110/V500	√	√		√
贵州黔北电厂	V510/V150	√	√		
贵州清镇电厂	V110	√			
湖南岳阳电厂	V100/V150		√		
湖南石门电厂	V510	√			
湖南耒阳电厂	V510/V150	√		√	
湖南益阳电厂	V510/V150/V100			√	√
湖南鲤鱼江电厂	V500		√		
湖南株州电厂	V150	√			
四川广安电厂	V510/V110	√			
白鹤电厂	V510/V200/V100	√	√		
辽宁沈阳热电厂	V100	√			
甘肃平凉电厂	V150		√		
内蒙古准葛尔电厂	V150		√		
陕西渭河电厂	V100/V200/V500	√	√		
湖北襄樊电厂	V100/V500/V510		√	√	√
山西侯马电厂	V100	√			
山西华能榆社电厂	V100/V150		√		
湖南华电石门发电厂	V510	√			
贵州野马寨电厂	V510	√			
江西贵溪电厂	V500/V510		√	√	
陕西户县电厂	V100		√		
山西兆光电厂	V100		√		
印尼爪哇电厂	V510	√			
成都小龙潭电厂	V100	√			
四川江油电厂	V150/V500/V510	√	√		√(天然气)

电力行业 20 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
山东龙口电厂	V100/V510	√			
成都热电厂	V150		√		
湖南岳阳石化总厂热电厂	V100/V110/V150	√	√	√	
广东梅县 B 电厂	V150/V510	√	√		
纳雍电厂二厂	V110/V510	√			
四川江油电厂	V110/V500/V510	√	√		
河南新安电厂	V100		√		

电力行业 13.5 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
江苏大屯电厂	V100	√	√		
江苏镇江电厂	V510/V500/V200PI		√		
江苏天生港电厂	V100/V150		√		
河南新安电厂	V100	√			
河南信阳平桥电厂	V100	√			
山东淄博南定电厂	V100		√		
江苏省镇江电厂	V500/V510/V200		√		
江苏大通电厂	V100		√		
山东华能济宁电厂	V100/V110	√			
山东兖矿济三电厂	V100	√			
山东运河电厂	V100		√		
天津津源热电	V100/V110/V150/V510	√			
徐州诧城电厂	V100/V150	√			
陕西灵洲电厂	V100		√		
内蒙古通辽电厂	V110	√			
广东旺隆热电	V150/V510	√	√		
常州苏源华电电力装备有限公司	V150		√		

电力行业 12.5 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
广东云浮电厂	V100/V150/V510	√	√		
广东茂名热电厂	V510	√			
广东台山电厂	V510				√
广东梅县电厂	V150		√		
广东云浮电厂 B 厂	V510	√			
广东黄埔电厂	V150/V510		√		
广东连州电厂	V150		√		
广东瑞明电厂	V150/V510	√			
广西合山电厂	V100/V110	√			
广西柳州电厂	V100	√			
广州恒运电厂	V510			√	
四川宜宾电厂	V510	√			
山东龙口电厂	V510	√			

电力行业 10 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
陕西灞桥电厂	V110/V150/V510	√	√	√	

电力行业 7.5 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
浙江镇海电厂	V110	√			

电力行业 6 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
海南海口火电厂	V510	√			

电力行业 5 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
江苏武进钢厂自备电厂	V110/V500	√			√
上海浦东垃圾发电厂	V150/V500	√			
广东茂名热电厂	V510	√			√
河南洛阳龙羽新电有限公司	V100	√			
黑龙江大庆喇二发电厂	V150/V500/V510		√	√	
山东武所屯电厂	V100/V110	√			
山东南屯热电厂	V100/V150/V510	√			
山西太原第一热电厂	V500				√
四川沱牌热电厂	V100/V150/V500				
四川南川东胜火电厂	V100	√			
四川成都印钞厂自备电厂	V110	√			
四川火炬化工厂自备电厂	V110	√			
四川威钢电厂	V510/V150/V200	√	√	√	√

电力行业 2.5 万 kW 机组使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
甘肃窑街电厂	V100/V110	√			
山西大同第一热电厂	V510			√	

电力行业循环流化床锅炉

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
内蒙古赤峰富龙热力有限公司	V100/V110	√			
四川沱牌热电厂	V100/V110/V150/V500	√		√	√
广东韶关电厂	V510/V150	√			√
嵊洲热电	V110	√			
辽宁大连香海电厂	V100/V110/V510	√		√	
四川宜宾电厂	V510	√			
山东临沂华盛电厂	V200		√		
上虞杭协热电厂	V100	√			

电力行业 15 万 kW 工程水网控制系统使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
重庆松藻电厂	V100		√		

电力行业 10 万吨电锌工程使用业绩

使用单位	型号	风量	水	蒸汽	其它介质
河南豫光集团自备电厂	V150/V510		√	√	

威力巴国内应用业绩——有色冶金行业（部分）

用户	型号	空气	水	蒸汽	高炉煤气	其它介质
湖南涟钢	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
辽宁鞍钢	V110/V150/V200/V510	√	√	√	√	√
西宁特钢	V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
内蒙古包钢	V100/V110/V150/V200/V400/V500/V510	√	√	√	√	√
湖南湘钢	V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
上海宝钢	V100/V110/V150/V200/V400/V500/V510	√	√	√	√	√
辽宁新抚钢	V100/V110/V150/V200	√			√	√
福建三明钢厂	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
珠海粤裕丰钢厂	V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
福建鑫海钢铁	V100/V110/V150/V200/V500	√	√	√	√	√
河北承德钢厂	V150/V200/V500/V510	√		√	√	√
广州钢铁	V100/V110/V150/V200/V500	√	√		√	√
四川威钢	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
四川攀钢	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
四川达钢	V150/V200/V500	√	√	√	√	√
浙江杭钢	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
河南济源钢厂	V100/V150/V200	√			√	√
济南钢铁公司	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
甘肃酒钢	V100/V110/V150/V200/V400/V500/V510	√	√	√	√	√
吉林建龙钢厂	V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	
山东莱芜钢铁公司	V100/V110/V150/V200/V400/V500/V510	√	√	√	√	√
江西萍乡钢厂	V100/V110/V150/V200/V500	√			√	√
湖南冷水江钢厂	V110/V150/V200/V500/V510	√		√	√	√
湖北武汉钢铁公司	V100/V110/V150/V200/V400/V500/V510	√	√	√	√	√
辽宁北台钢厂	V110/V200/V510	√			√	√
辽宁本溪钢厂	V100/V110/V150/V200/V510	√	√	√	√	√
广西柳钢	V100/V110/V150/V200/V400/V510	√		√	√	√
安徽马钢	V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
山西安泰钢铁	V150/V200/V500		√	√	√	√
南京钢铁厂	V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
山西长治钢厂	V100/V150/V200	√	√	√	√	

用户	型号	空气	水	蒸汽	高炉煤气	其它介质
南通宝日钢厂	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
首冶	V100/V150/V200	√		√		√
水钢	V150/V200/V500/V510	√		√	√	√
青岛钢铁	V100/V110/V150/V200/V510	√	√	√	√	√
唐山华瑞钢铁公司	V150/V200/V500			√	√	√
江苏沙钢	V110/V200/V510				√	√
天津钢厂	V200/V510	√		√	√	√
山东维纺钢厂	V110/V200/V500/V510	√			√	√
天津荣程钢厂	V110/V150/V200/V500	√		√	√	
天津众冶	V150/V200/V500			√	√	√
陕西龙门钢厂	V150/V200/V500	√		√	√	√
无锡雪丰钢铁	V100/V200/V510	√				√
广东韶钢	V100/V110/V150/V200/V400/V500/V510	√	√	√	√	√
无锡锡钢	V110/V150/V200/V500	√		√	√	√
山东济钢	V100/V150/V110/V200/V500/V510	√		√	√	√
新余钢厂	V150/V200/V500/V510	√			√	√
河北唐山钢厂	V110/V150/V200/V510	√	√	√	√	
河北宣钢	V110/V150/V200/V500	√		√	√	√
天津铁厂	V100/V150/V200/V500	√		√	√	√
云南祥云飞龙实业	V100/V150/V500/V510	√	√	√		√
内蒙巴彦淖尔紫金有色	V110/V150/V510		√	√		
承德新新钒钛	V100/V200/V510	√			√	√
甘肃白银公司	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√		√
河南郑州长城铝业	V150/V510/V550			√		
广西平果铝业	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	
河南豫光集团	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√		√
甘肃金川公司	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√		√
水口山铅冶炼厂	V150/V500/V510	√	√	√		√
青铜峡铝厂	V100/V150	√		√		
山东兖矿集团	V100	√				
贵州铝厂	V100/V150/V200/V500/V510	√	√	√		√
山西铝厂	V110/V150/V200/V510/V550	√	√	√	√	√
云南云锡	V100/V150/V510	√	√	√		
池洲有色金属	V100/V150/V500/V510		√	√		√

威力巴国内应用业绩——石油化工行业（部分）

用户	型号	空气	水	蒸汽	高炉煤气	其它介质
甘肃兰化	V100/V150/V200/V510/V550	√	√	√		√
广石化	V100/V150/V200/V500/V510	√		√		
华北油田	V150/V200				√	
大庆石化	V100/V150/V200/V400/V510	√	√	√	√	√
茂名石化	V150/V200/V500	√	√	√		√
茂名乙烯	V200/V400/V500	√	√			√
北京天然气集输公司	V350/V400/V510				√	
川化	V150/V500/V510	√	√	√		
川维	V150/V200/V500/V510	√	√	√		
大连石化	V150/V200/V510	√		√		√
齐鲁石化	V100/V110/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
大庆助剂厂	V100/V150	√	√			
丹阳哈斯特化工公司	V100/V150	√				√
福建炼化	V200		√			
抚顺石油三厂	V500					√
格尔木炼油厂	V100/V150/V510	√		√		
湖北东方化工厂	V150			√		
湖南省资江氮肥厂	V150/V500/V510			√		
辽宁吉化	V150/V200/V500	√			√	√
金陵石化	V100/V150/V200	√		√		√
金山石化	V100/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
金山塑料厂	V400/V550		√			
金山乙烯	V200		√			
九江石化	V100/V150/V200/V500	√	√	√		
浙江巨化	V100	√				√
甘肃兰炼	V150/V200/V500	√	√	√		√
洛阳石化	V100/V150/V510			√		√
上海石化	V100/V200/V500/V510	√	√		√	√
天津石化	V550			√		
辽河油田石化	V100/V150/V200/V500/V510	√	√	√	√	√
安庆石化	V150/V500		√	√		
南化大化肥	V110	√				

用户	型号	空气	水	蒸汽	高炉煤气	其它介质
南京金陵炼油厂	V510/V550			√		
宁夏马家滩炼油厂	V150			√		
四川聚酯股份	V150	√				
乌鲁木齐石化	V100/V150/V200/V500/V510	√	√	√		√
燕山石化	V150/V200/V400/V510/V550	√	√	√		√
扬子石化	V150/V200/V500/V500	√	√	√		√
岳阳石化	V100/V150/V200/V510	√	√	√		√
江苏南化	V200/V510	√		√		
中原石化	V550		√			
宜宾丝丽雅	V150			√		
镇海炼化	V100/V110/V200/V250/V500/V510	√	√	√	√	√
绵羊蓝光化工	V500		√			
玉门石油	V500/V510					√
四川泸天化	V150		√			
前郭炼油厂	V150/V200		√	√		
吉林通化	V200					√
辽河乙烯	V200/V510		√	√		
浙江三鑫石化	V200/V500/V510	√	√			
上海高桥石化炼油厂	V200		√			
济南石化	V500			√		
海南中海油	V100	√				
黑龙江石化	V110					
马鞍山焦化厂	V510		√	√		
中化国际太仓兴国	V150		√			
广州华德加油库	V150	√				
抚顺石化	V150			√		
宁夏马家滩炼油厂	V100			√		
哈尔滨炼油厂	V100/V150/V200/V510	√		√		
长岭炼油化工总厂	V150/V200/V500/V510/V550	√	√	√		√
金昌石化	V100	√				

威力巴国内应用业绩——其它行业（部分）

用户	型号	空气	水	蒸汽	其它介质
北京煤气公司	V200				√(煤气)
杭州煤制气厂	V200				√(煤气)
成都污水处理厂	V100	√			
泉州污水处理厂	V150	√			
泸州污水处理厂	V100	√			
广安污水处理厂	V100	√			
南充污水处理厂	V100	√			
沈阳凌空污水厂	V110	√			
六盘水污水处理厂	V100	√			
马尔康污水处理厂	V100	√			
浙江绍兴污水处理厂	V100/V110	√			
上海化工园区污水处理厂	V150	√			
深圳观澜水厂	V150	√			
大庆供水公司	V150		√		
贵阳西效水厂	V100	√			
攀枝花市水务公司	V150		√		
广西三油水厂	V150	√			
华滨渔网厂	V150				√(氮气)
牡丹江水泥股份有限公司	V110/V150	√	√		
河南李固水泥厂	V150		√		
河南偃师水泥二厂	V150		√		
拉法基水泥厂	V100/V110	√			
葛洲坝水泥厂	V100/V150	√	√		
广西来宾糖厂	V100/V510		√	√	
广西百色糖厂	V110/V510	√		√	
广西南宁糖厂	V100		√		
广西博庆糖厂	V100/V510	√		√	
广西雒容糖厂	V100		√		
广西柳州凤凰糖厂	V100	√			
广西柳州露塘糖厂	V100/V110	√			
广东雷州糖厂	V100/V510	√		√	
海南省白沙红棉糖厂	V100	√			

用户	型号	空气	水	蒸汽	其它介质
云南盈江县平原糖厂	V100		√		
新疆博乐糖厂	V150			√	
青岛绿洁公司	V100	√			
湖南桃源纺织厂	V150			√	
五粮液酒厂	V150			√	
剑南春酒厂	V150			√	
金华盛纸业有限公司	V100/V150		√	√	
武汉晨鸣纸业	V150			√	
岳阳纸业	V110	√			
海南金海纸业	V100/V110		√		
北京铁道部	V100	√			
中康玻璃	V100/V510	√			
广东沙角摩天建材公司	V150			√	
宁夏广夏制药厂	V150	√		√	
新疆明园锅炉厂	V100	√			
杭州锅炉厂	V400				√(煤气)
河南远华	V100		√		
沈阳莱塞	V200		√		
成都三源热力公司	V500/V510			√	
重庆超力高科技公司	V100	√			
兰州卷烟厂	V100	√			
北京热力公司	V100/V150		√	√	
吉林建龙	V100/V200	√			√(煤气)
成都光明器材厂	V150				√(煤气)
营口中板厂	V100/V110/V150/V200/V510	√	√		√(煤气)
抚顺矿物局	V100	√			
江西德兴铜矿	V100/V110	√			
灵宝金源矿业	V150/V510	√	√	√	
山东亮州矿	V150				√(氮气)
邢台矿务局	V150		√		
龙口南山铝业电解二厂	V200	√			
成飞公司 611 所	V100	√			

威力巴国外应用业绩（部分）

用户	型号	水	天然	空气	蒸汽	其它介质
ALUMINUM PRODUCTION						
Kaiser Aluminum	V550/V510			√		
Central Plant						
Iowa State University	V100/V500/V510	√				
Loma Linda University	V100/V200	√				
North Dakota State Univ.	V100/V500		√		√	
Sylvania Electric	V100			√		
Texas A& M University	V200/V400	√				
UC Irvine	V100/				√	
University of Minnesota	V100	√				
University of North Carolina	V200	√				
University of Oregon	V100	√	√		√	√
Westinghouse Electric	V100			√		
CHEMICAL PROCESSING						
Amer.Synthetic Rubber	V110			√		
Ameripol Synpol	V400				√	√
Amoco	V200/V350/V400/V500	√	√	√	√	√
Borden Chemical	V100				√	
Caltech	V500/V400	√			√	
Chemtex	V500/V510/V400	√			√	
Coulton Chemical	V100			√		√
Dalian Petrochemical	V510	√			√	
Danyang Petrochemical	V100	√			√	
Dongfang Chemical	V150	√			√	
Dow Chemical	V100/V150	√				
Dupont	V100/V150/V500	√		√	√	
First Chemical	V400		√			
Formosa Plastics	V100			√		√
Goodyear Tire & Rubber	V100			√		
Heartland Lysine	V100			√		
Himont, Inc.	V200				√	
Hoechst Celanese Corp.	V100/V400/V500			√		
Lanzhou Petrochemical	V100/V150	√			√	
Lyondell-Citgo	V150/V400			√	√	√
Mobay Chemical	V200	√				
Mobil Chemical	V150/V400	√				
Monsanto	V200	√				√
National Starch & Chem.	V100				√	
NCF	V200	√			√	√
Newark Sierra	V100				√	√
North American Chemical	V500		√		√	
Novacor Chemicals	V400			√		√
Occidental Chemicals	V200/V510		√	√		√

威力巴国外应用业绩（部分）

用户	型号	水	天然	空气	蒸汽	其它介质
Pioneer Plastics	V100			√	√	
Rexham	V100			√		
Shanghai Petrochemical	V100/V150	√			√	
Solutia	V500/V510			√		
Union Carbide	V100/V500	√		√		√
ENVIRONMENTAL						
Advanced Environmental	V100	√	√	√	√	
G.E.C	V100			√		√
Laidlaw Waste Systems	V100			√		√
LFG	V100			√		√
Safety Kleen	V500			√		√
Senneca Environmental	V100/V150			√		√
FOOD/BEVERACE PROCESSING						
American Crystal Sugar	V100				√	√
Anheuser-Bush	V100				√	
Brach’s Confections	V100/V150	√			√	√
Cargill	V100		√			
Coors Ceramics/Container	V100		√	√		
Domino Sugar	V110/V510				√	
Friskies	V100/V150				√	
Guangxibaise Sugar	V110/V510				√	
Juannanchun Wine	V100				√	
Mars	V100/V200				√	
Nestle’s	V100/V200/V500		√	√	√	
Ore-Ida	V100			√		
U.S.Sugar	V150/V500				√	
GAS/AIR REDUCTION						
Air Liquide	V100/V150/V510			√		√
Air Products	V200	√		√		
Airco Bulk Gases	V100			√		
B.O.C.Gases	V100/V110			√		
Kaeser Compressor	V150			√		
Praxair	V100			√		√
GAVERNMENT						
GSA	V200/V400		√		√	
OIL/GAS PRODUCTION						
British Gas	V500		√	√		√
Canadian Western Nat’l Gas	V350		√			
Louisiana Land & Dev.	V100/V150/V500		√			√
OIL/GAS PRODUCTION						
Aleyska Pipeline	V400					√

威力巴国外应用业绩（部分）

用户	型号	水	天然	空气	蒸汽	其它介质
Columbia Gas Systems	V100/V200		√			
Enron	V510		√			
Florida Gas Transmission	V400/V510		√			
Georgia-Gulf Corp.	V500		√			
Michcon Gas Co.	V510		√			
Northern Natural Gas	V510		√			
People's Gas	V400/V510		√			
Southern California Gas	V350		√			
Transcanada Gas	V500/V510	√				
OIL REFINING						
Aramco	V100				√	
Ashland Petroleum	V200		√			√
B.P.Oil	V200/V400/V500	√		√	√	√
Chevron	V200/V400/V500			√	√	√
Clark Oil	V200/V350					√
Exxon	V100/V200					√
Fina Oil & Chemical	V400					√
Koch Refining Co.	V100			√		
Manufacturing Systems	V400	√				
Mobil Oil	V350/V500	√		√		√
Mobil Oil	V510			√		
Murphy Oil	V100			√		
Petrobras	V200/V500/V510	√	√	√	√	
Phillips Petroleum	V200/V500			√		√
Powerine Oil Co.	V100			√		√
Shell Oil	V500/V510		√			√
Sun Refinery	V200			√		
Texaco	V100			√	√	
Tosco Refinery	V150/V200			√		√
Unocal	V100		√			√
Sasol	V400/V510		√		√	
PHARMACEUTICAL						
Abbott Labs	V100/V150	√	√	√	√	
Eli Lilly & Co.	V200/V400/V500	√		√	√	√
Genentech	V200	√				√
Hoechst-Roussel Pharm.	V200			√		
Mearl Corp.	V100	√				
Ross Labs	V100/V200			√		
Schuller International	V100	√		√		
Somatogen	V100	√				
POWER GENERATION						
Allegheny Power	V100			√		√

威力巴国外应用业绩（部分）

用户	型号	水	天然	空气	蒸汽	其它介质
Arizona Public Service	V200		√			
Bayshore Power Plant	V100/V510	√			√	√
BeiJing ReLi CO.	V150	√			√	
Combustion Heat & Power	V100/V350		√		√	
Combustion Technology	V100		√		√	
Delmarva Power & Light	V100			√		√
Detroit Edison	V150				√	√
Geo East Mesa	V350				√	
Huang Pu Power Plant	V510			√		√
Jacksonville Electric	V100/V510			√		√
Jin Zhou Power Plant	V200	√				
Korea Electric Power	V100/V200/V510	√			√	
LG &E Power Systems	V100/V200	√				√
Liuhua Power Plant	V150	√		√		√
Melaka Power Plant	V500/V510	√			√	
Navajo Generating	V510			√		√
Nebraska Boiler	V100/V150/V500	√	√	√	√	
Pacific Gas & Electic	V150				√	√
Ponder Burner	V100		√		√	
POWER GENERATION						
Public Service Co.of Co.	V100/V200		√			
Ray Nixon Power Plant	V100/V500			√		
Tampa Electric	V100			√		
Tucaman Power Plant	V500/V510	√			√	
Wellons, Ins	V100				√	
West Texas Utilities	V110/V510			√		√
PULP & PAPER						
Badger Paper Co.	V100	√	√	√	√	
Boise Cascade	V100/V200	√			√	√
Consolidated Papers	V100				√	√
Container Corporation	V100				√	√
Georgia Pacific	V200/V350		√			
Gold Hua Sheng Paper	V100				√	
Halifax Paperboard	V100				√	
Inland-Orange Inc.	V100			√		√
James River Corporation	V100				√	
Lincoln Pulp & Paper	V100			√		
Mead	V200	√				
Mosineer Paper	V100			√		
Newark Sierra	V100				√	√
Packaging Corp. Of America	V100			√		
Port Townsend Paper Corp.	V110/V150				√	√
Rhinelander Paper	V100	√			√	

威力巴国外应用业绩（部分）

用户	型号	水	天然	空气	蒸汽	其它介质
Simpson Paper Co.	V100/V200	√		√	√	√
Wausau-Mosinee Paper	V100/V150	√				
Weyerhaeuser Co.	V100/V200/V500	√	√	√	√	
Wisconsin Tissue Mills	V150				√	
STEEL PROUCTION						
Benxi Iron & Steel	V100/V150			√		
California Steel	V200	√		√		
Georgetown Steel	V100/V200			√		
Kawasaki Steel	V510			√		
National Steel Corp.	V100			√		
Nippon Steel	V510			√		
Rouge Steel	V150/V510			√		√
U.S. Steel	V100/V200/V500	√		√		√
USX	V100/v200			√	√	
TEXTILES						
Amoco Fabrics and Fibers	V100			√	√	
Clinton Mills	V100			√		
CMI Industries	V100			√		
Heilong Jiang Polyester	V100			√		
International Polymers	V200			√		
KTM Kleinewefer Textile	V100				√	
Morrison Textile Machinery	V100			√		
Rabun Apparel	V100			√		
Unifi Spun Yarns Div.	V100			√		
WATER & WASTE						
Beijing Water District	V150	√				
City of Salem	V100			√		√
City of Tallahassee	V510	√				
Imperial Water District	V150	√		√		
LA County Sanitation	V100/V200	√		√		
Sacramento WW.TP	V100			√		√
Savannah St. WWTP	V100			√		√

威力巴差压计算软件（VERACALC）使用说明

一、简介

威力巴均速流量探头的工作原理为差压式，所采用的探头尺寸为标准节流元件，因此需要根据用户的实际流体条件来计算出差压，确定差压变送器的量程选择。这个过程和孔板正好相反，孔板是先确定差压，再来设计节流元件的尺寸。本软件根据用户提供的流体条件自动计算出流量与差压的关系，并有辅助选型的作用，但由于型号的发展变化以及应用的实践证明，**本软件已不适合用于选型，仅适合用于差压计算。具体选型请联系上海威力巴仪表有限公司技术部或当地的代表处。**

由于威力巴采用标准节流元件，**在相同的流体条件下，任何型号只要使用相同的探头尺寸，所计算出的差压均一样**。威力巴有三种探头尺寸，其标准应用范围为：

a．-05 号探头，适用管径 50mm～150mm

b．-10 号探头，适用管径 150mm～1050mm(V110,V510 可到 1800mm)

c．-15 号探头，适用管径 300mm 以上

特殊应用时请联系上海威力巴仪表有限公司技术部或当地的代表处。

1. 软件安装：计算软件可以向上海威力巴仪表有限公司索要或者从 Veris 公司网站下载安装程序包（下载网址为：www.veris-inc.com/Downloads/OnlineDoc.htm）。下载后运行 VeraCalc.exe，按照软件提示一步一步进行安装，直到完成。

2. 键盘的使用

序号	键 名	作 用
1	**F1**	进入 Enter Customer Info 页面
2	**F2**	进入 Enter Mode Info/Pipe ID 页面
4	**F3**	进入 Enter Flow conditions 页面
5	**F4**	进入 View/Print Results 页面
6	**Enter**	确认或进入下一栏

3. 技术支持：当您有任何疑问时，请联系上海威力巴仪表有限公司技术部或当地的代表处。

二、计算软件操作步骤

1. 在软件所在目录下运行 VERACALC.EXE 文件

2. 进入计算画面后，首先在主菜单 EDIT 栏中，选择 Base Conditions 栏点击进入，输入正确的基准条件。
   - ✧ Atmospheric Pressure（当地大气压）：输入用户所在地的平均大气压
   - ✧ Base Temperature（标况温度）：中国有两种标况，分别为 20℃和 0℃，请选择其一
   - ✧ Base Pressure（标况压力）：中国为 101.32kPa
   - ✧ Air Density at Base（标况下空气的密度）： 1.2046 kg/m^3（20℃标况）
     1.2930 kg/m^3（0℃标况）
   - ✧ Air Compressibility at Base（标况下空气的压缩系数）：0.999249
   - ✧ Water Density at Base（标况下水的密度）：1000kg/m^3

3. 保存输入的基准条件后，按 F2 键进入 Enter Mode Info/Pipe ID 页面，进入管道条件输入。
   Select Verabar Model：
   - ✧ Sensor Material：默认为“S”，不可选；
   - ✧ Model & Sensor Size：根据管径选择 Sensor Size。一般情况下，-05 号探头建议 Model 选择 V110，-10 号探头建议选择 V150，-15 号探头建议选择 V150；
   - ✧ Pipe Orientation：根据实际情况选择管道走向；

✧ Head Style：一般选择“R”头。

Enter Pipe ID：

✧ Pipe Type：根据实际情况选择圆管（Circular Pipe/Duct）或方管（Rectangular Duct）;

✧ 如果选择了圆管，则在 Pipe Size 中输入管道外径，注意单位的选择。在 Pipe Schedule 项可选择 EXACT，输入准确的内径（ID）和壁厚(Wall)；

✧ 如果选择了方管，则在 Span 栏输入威力巴在方管插入侧内径，Wall 栏输入方管壁厚，Width 栏输入方管另一侧内径。

4. 按 F3 键进入 Enter Flow Conditions 页面，进入流体条件输入。

✧ Select Fluid Type：根据实际情况选择测量介质（Liquid－液体、Gas－气体、Steam－蒸汽）。注意：Fluid Name 的选择可能影响到下方的密度值，所以请准确选择；

✧ Select Calculation：这里提供的两种计算用户均需进行。一种是选择 DP（Head）项，根据流量/流速计算差压，另一种是选择 Flow Rate 项，根据威力巴流量探头允许的最小差压反算流量；

✧ Select Flow Equation：用户可以根据实际条件，选择以体积流量（Standard Volumetric or Actual Volumetric）、质量流量（Mass Flow）、或是流速（Velocity）计算。说明：**工况体积流量** Am^3（Actual Volumetric）指在工作时的温度、压力下的体积流量，**标况体积流量** Nm^3（Standard Volumetric）指在标况时的温度（20℃或0℃）、压力（101.32kPaA）下的体积流量，分清这一点对于气体差压计算尤为重要。

✧ Flow Conditions：根据实际情况输入流体条件，注意单位的选择。

- 横四栏分别为：Maximum 最大值、Nominal 正常值、Minimum 最小值、Units 单位；纵四栏分别为：Flow Rate 流量、Pressure 压力、Temperature 温度、Differential Pressure 差压；
- 输入流量、压力、温度时要注意所使用的单位，其中压力有 A（绝压）、G（表压）的区别，**绝压＝表压＋当地大气压**。计算出的差压值也要注意单位选择；
- **输入压力、温度时，最大值、正常值、最小值栏内统一按正常值输入**，变化时以此点为基准，加上压力和温度补偿。这么做是因为流量的大小和温度、压力的大小没有必然的对应关系，但可以通过输入流量最大值，对应温度最大值和压力最小值来算出可能产生的最大差压，作为变送器量程选择的参考。

✧ Fluid Properties（流体属性）：

- 横五栏分别为：Maximum 最大值、Nominal 正常值、Minimum 最小值、Base 基准条件、Units 单位；纵两栏分别为：Density 密度、Compressibility 气体压缩系数；
- 输入密度时要注意所使用的单位，蒸汽计算时通常用 kg/m^3，液体计算时通常用 kg/m^3 或 S.G.@Flow（相对于标况下的水的密度），**气体标况体积流量计算**时通常用 S.G.Ideal（相对于标况下的空气的密度）或 Mol Weight（摩尔质量），**气体工况体积流量计算**时通常用 S.G.Ideal（相对于标况下的空气的密度）或 Mol Weight（摩尔质量）或 kg/m^3（工况实际密度）；
  某气体的 S.G.Ideal＝该气体标况下的密度 / 标况下的空气的密度
  某液体的 S.G.@Flow＝该液体标况下的密度 / 标况下的水的密度
- 用上述密度单位后，Base 栏内不用填写或使用默认值；
- 蒸汽计算时，过热蒸汽在温度和压力栏内输入值后，计算时会自动生成密度。饱和蒸汽只需在温度或压力栏内输入一个值，计算时会自动生成密度；
- Compressibility（气体压缩系数 Z）仅用于气体流量计算，通常为 1.0，当压力较高时（通常指大于 700 kPaG），需通过查阅有关资料来进行调整。

5. 检查流体条件输入是否正确、完整，点击 Calculate 进行计算。

6. 按 F1 键，按提示输入用户名称及相关资料。
7. 计算完成后，选择跟目录下 File 栏，Save 保存。

三、报警提示说明

1．LOW DP May Affect Accuracy（差压太低将影响测量精度）：如出现此情况，表明流量偏小，测量精度达不到±1%。这是因为威力巴的量程下限的差压有最低限制。

流体类型	保证精度±1%的最小差压
气体 gas	2.54mmH_2O（0.025kPa）
液体 liquid	25.4mmH_2O（0.25kPa）
蒸汽 steam	38.1mmH_2O（0.38kPa）

解决办法为：首先请检查一遍流体条件输入，看看是否有错输的地方，如果没有，那只有通过管道缩径来提高差压。

2．Flowing Conditions Exceed Rated Temperature And/Or Pressure.（温度或压力过高）

3．Flowing Conditions Exceed Maximum Rated Flow Rate.（流量过大）

说明：首先请检查流体条件中有无错误输入的地方。2、3 项的报警和型号选择有关，由于本软件只做差压计算用，不做型号选择用，以上报警仅做参考。

四、补充说明：

1．关于单位制式的更改：在主菜单 Edit 栏中，选中 Units 下面的 English/Metric 项，可将管道尺寸单位和其它单位分别或全部换成英制或公制。

Pipe Size（管道尺寸） English（英制）/Metric（公制）

Base Unites（其它单位） English（英制）/Metric（公制）

威力巴选型之流体条件列表——气体

设计单位：_____ *最终用户：_____

FAX FROM: 联系人： FAX TO: 021-68670405 上海威力巴仪表有限公司技术部

序号 Item			1	2	3	4	5	6	7
工位号 Tag No.									
建议威力巴型号									
管道	*外径×壁厚（mm）								
	*管道材质（碳钢 不锈钢 合金钢）								
	*管道方向（垂直 水平 倾斜）								
	直管段长（足够 标准 弯管后 2D）								
*介质名称									
*流量①℃ 标况体积流量 Nm^3/h ②℃ 工况体积流量 Am^3/h ③℃ 质量流量 kg/h 标况条件：℃0℃ 101.32 kPa ℃20℃ 101.32 kPa		*刻度值							
		最大值							
		*通常值							
		最小值							
*温度 ℃		*最大值							
		*通常值							
		最小值							
℃相对湿度 ℃绝对湿度		通常值							
*压力 ℃kPa ℃MPa ℃kg/cm^2 ①表压 ℃G ②绝压 ℃A 绝压=表压+当地大气压		*最大值							
		*通常值							
		最小值							
*密度 ①℃工况 ℃标况 kg/m^3 ②℃Mol Weight 摩尔质量 ③℃S.G.Ideal 相对空气密度									
*当地大气压 kPa									
气体压缩系数 Z									
气体的比热比 Cp/Cv									
威力巴测量用途									

备注：带*的为必填项。标有①②③符号的选项请在℃处选择一种打√即可。方管测量时，请标明方管的宽和高，并指出威力巴从哪一侧插入。

威力巴选型之流体条件列表——液体

设计单位：_____ *最终用户：_____

FAX FROM: 联系人： FAX TO: 021-68670405 上海威力巴仪表有限公司技术部

序号 Item			1	2	3	4	5	6	7
工位号 Tag No.									
建议威力巴型号									
管道	*外径×壁厚（mm）								
	*管道材质（碳钢 不锈钢 合金钢）								
	*管道方向（垂直 水平 倾斜）								
	直管段长（足够 标准 弯管后 2D）								
*介质名称									
*流量①℃质量流量 t/h ②℃质量流量 kg/h ③℃工况体积流量 Am^3/h		*刻度值							
		最大值							
		*通常值							
		最小值							
*温度 ℃		*最大值							
		*通常值							
		最小值							
*压力 ℃kPa ℃MPa ℃kg/cm^2 ①℃表压 ②℃绝压 绝压=表压+当地大气压		*最大值							
		*通常值							
		最小值							
*密度 ①℃kg/m^3 ②℃S.G.@Flow 相对水的密度									
当地大气压 kPa									
威力巴测量用途									

备注：带*的为必填项。标有①②③符号的选项请在℃处选择一种打√即可。

威力巴选型之流体条件列表——蒸汽

设计单位：_____ *最终用户：_____

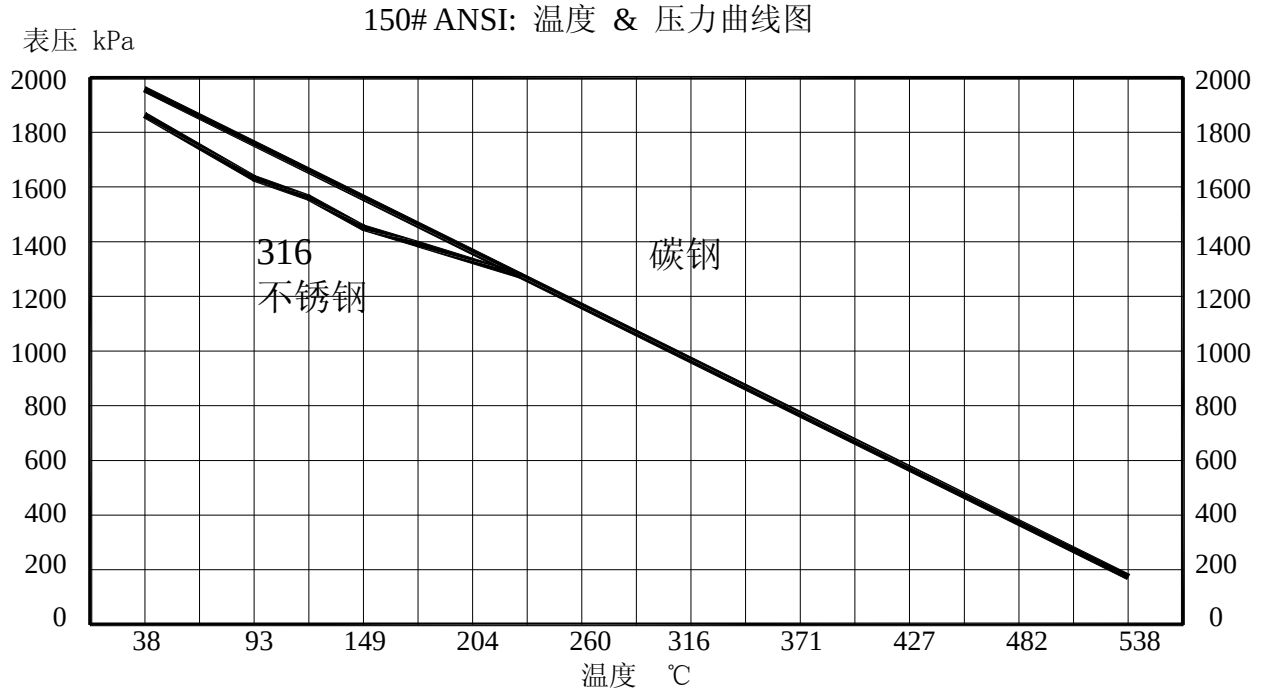
FAX FROM: 联系人： FAX TO: 021-68670405 上海威力巴仪表有限公司技术部

序号 Item			1	2	3	4	5	6	7
工位号 Tag No.									
建议威力巴型号									
管道	*外径×壁厚（mm）								
	*管道材质（碳钢 不锈钢 合金钢）								
	*管道方向（垂直 水平 倾斜）								
	直管段长（足够 标准 弯管后 2D）								
*介质名称（过热蒸汽 饱和蒸汽）									
*流量①℃质量流量 t/h ②℃质量流量 kg/h		*刻度值							
		最大值							
		*通常值							
		最小值							
*温度 ℃		*最大值							
		*通常值							
		最小值							
*压力 ℃kPa ℃MPa ℃kg/cm^2 ①℃表压 ②℃绝压 绝压=表压+当地大气压		*最大值							
		*通常值							
		最小值							
密度 kg/m^3									
*当地大气压 kPa									
威力巴测量用途									

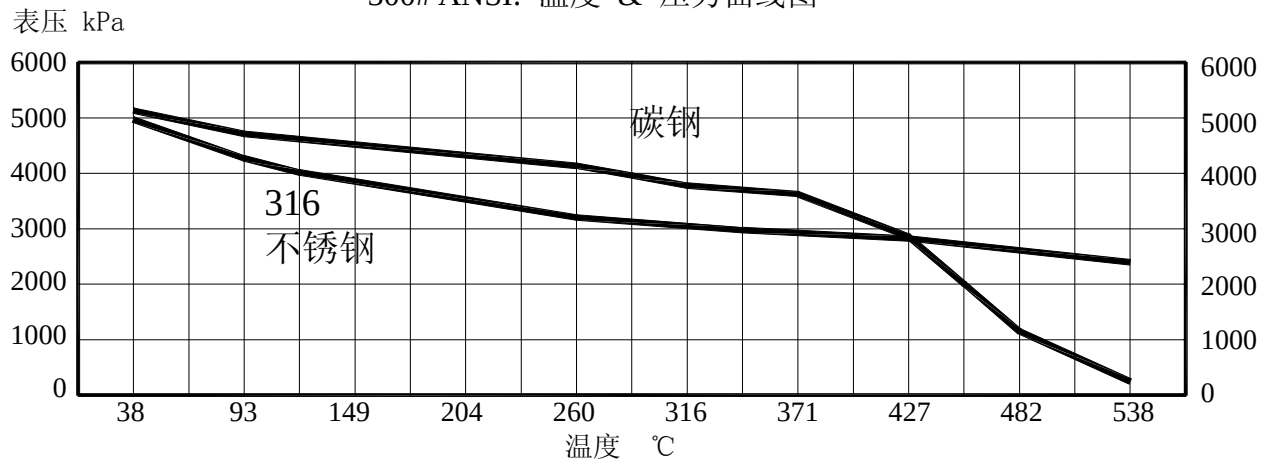
备注：带*的为必填项。标有①②符号的选项请在℃处选择一种打√即可。过热蒸汽温度、压力两个参数需同时给出，饱和蒸汽温度、压力两个参数只需给出一个即可。

附录一　　美国 ANSI 标准温度压力曲线图

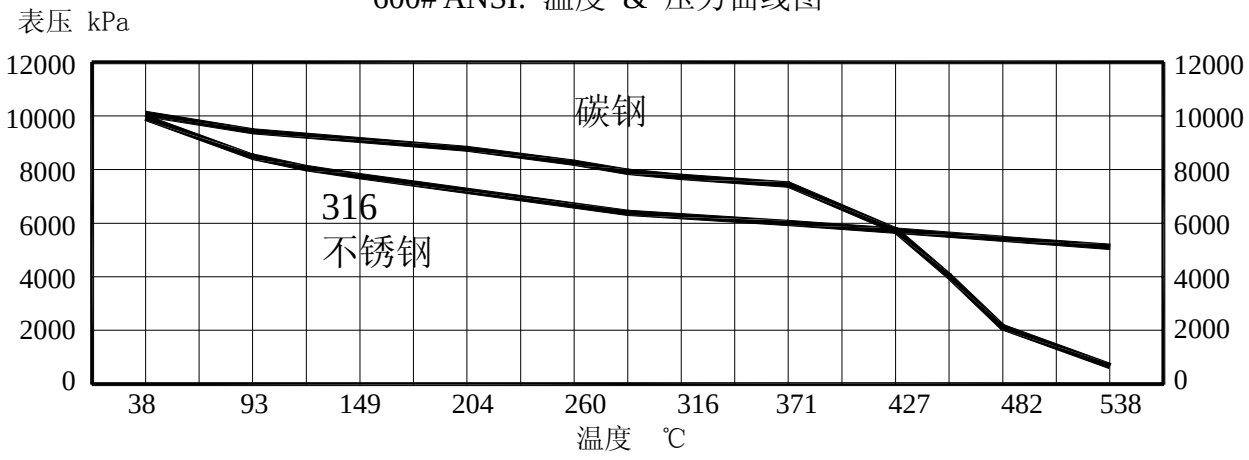
150# ANSI: 温度 & 压力曲线图



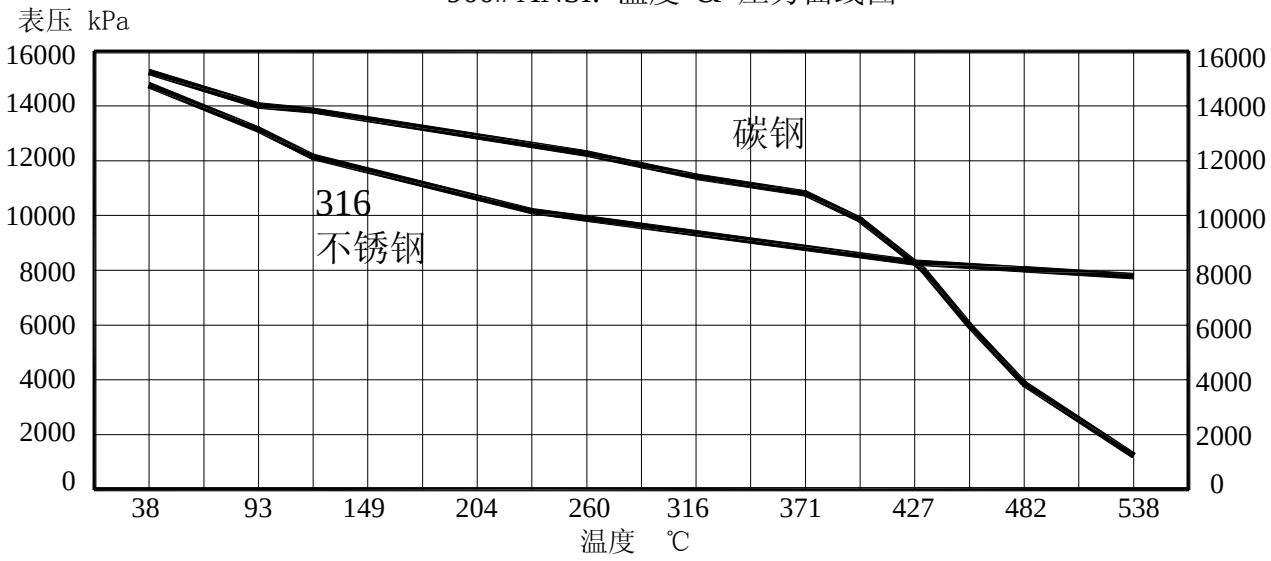
300# ANSI: 温度 & 压力曲线图



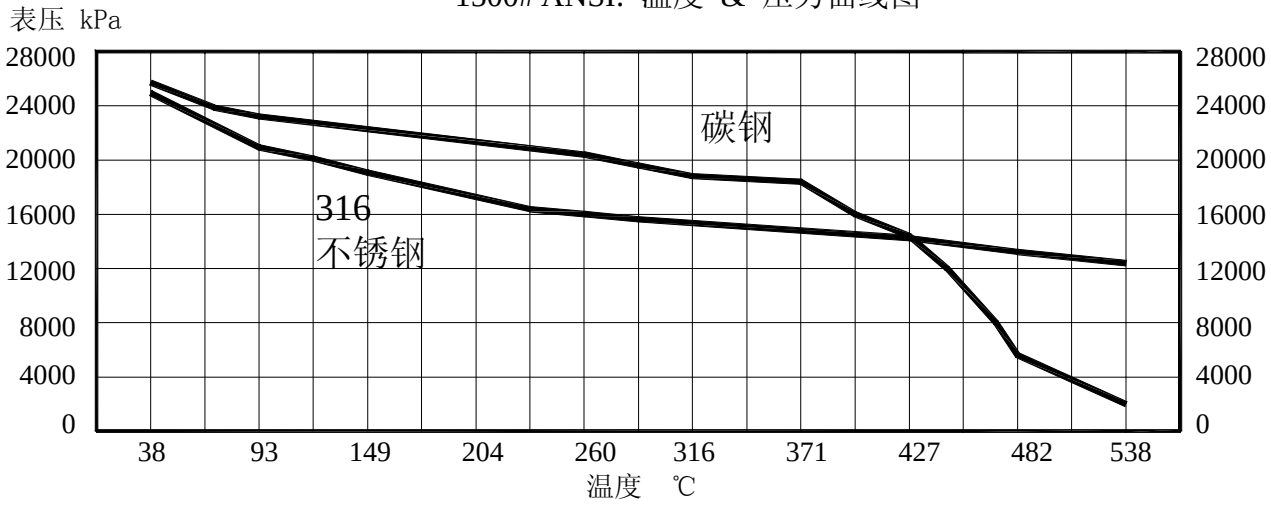
600# ANSI: 温度 & 压力曲线图



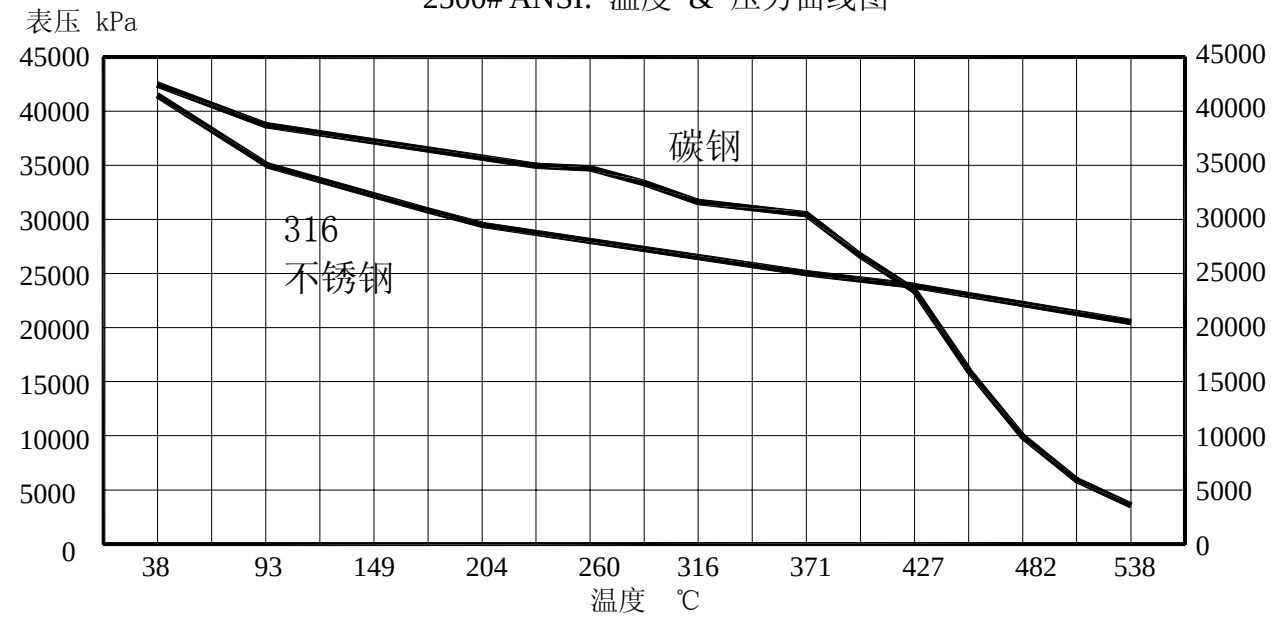
900# ANSI: 温度 & 压力曲线图



1500# ANSI: 温度 & 压力曲线图



2500# ANSI: 温度 & 压力曲线图



附录二　　常用单位的英-公制互换表

	英制	公制	英制→公制
长度 LENGTH	英尺　（ft） 英寸　（in） 码　（yd） 海里　（n mile） 英里　（mile）	米　（m）	1 ft =0.3048　m 1 in =0.0254　m 1 yd=0.9144　m 1 n mile =1.852×10^3　m 1 mile =1.60934×10^3　m
面积 AREA	平方英尺　（ft^2） 平方英寸　（in^2） 平方码　（yd^2） 公顷　（hm^2）	平方米　（m^2）	1 ft^2 =0.092903　m^2 1 in^2=6.45×10^{-4}　m^2 1yd^2=0.83613　m^2 1hm^2=1.00×10^4　m^2
体积 VOLUME	立方英尺　（ft^3） 立方英寸　（in^3） 美加仑　（USgal） 英加仑　（UKgal） 美石油桶　（barrel）	立方米　（m^3）	1ft^3 =0.028317　m^3 1in^3=1.6×10^{-5}　m^3 1Usgal=3.785×10^{-3} m^3 1Ukgal=4.546×10^{-3} m^3 1barrel=0.15898　m^3
力 FORCE	磅　（lb） 达因　（dyn）	牛顿　（N）	1lb = 4.44822　N 1dyn= 1.00×10^{-5}　N
压强 PRESSURE	磅 / 英寸　（psi） 英寸汞柱　（inHg） 英寸水柱　（inH_2O） 巴　（bar） 工程大气压　（at） 物理大气压　（atm）	千帕　（kPa）	1 psi = 6.89　kPa 1inHg= 3.3864　kPa 1inH_2O= 0.24909　kPa 1bar =100.00　kPa 1at= 98.0665　kPa 1atm=101.32　kPa
速度 VELOCITY	英里/小时　（mph）	公里/小时（km/h）	1mph=1.161　km/h
温度	华氏度　（℉）	摄氏度　（℃）	1℉= (9/5) • ℃+32
功率 POWER	马力　（hp） 英尺 • 磅/ 分　（ft • lb /min） 立方米 • 大气压/（m^3 • atm / h）	千瓦　（kW）	1hp= 0.74570　kW 1ft • lbf/min=2.2597×10^{-5} kW 1m^3 • atm/h=0.02815　kW
能量 ENERGY	千卡　（kcal） 千瓦/小时　（kW/h）	焦耳　（J）	1kcal=4.1868×10^3　J 1kW • h=3.60×10^6　J
体积流量 VOLUME FLOW	加仑/分钟　（gpm） 立方英尺/小时　（ft^3/h）	立方米/时（m^3/h）	1gpm=0.2271　m^3/h 1ft^3/h =0.028316　m^3/h
质量流量 MASS FLOW	磅/小时　（lb /h）	公斤/ 时　（kg/h）	1lb/h = 0.4536　kg/h
密度 DENSITY	磅 / 立方英尺　（lb/ft^3）	公斤/立方米（kg/m^3）	1lb/ft^3 =10.618　kg/h

公称直径

公称直径(DN)	外径	壁厚	公称直径(DN)	外径	壁厚
40	45	3.5	300	325	8
50	57	3.5	350	377	9
70	76	4	400	426	9
80	89	4	450	478	9
100	108	4	500	529	9
125	133	4	600	630	9
150	159	4.5	700	720	9
175	194	6	800	820	9
200	219	6	900	920	9
225	245	7	1000	1020	9
250	273	8			

*以上为“公制管”的公称直径，单位为 mm

附录三　　316 不锈钢（Cr18Ni12Mo2~3）接触介质部分的耐腐蚀性参考表

分类	介质名称	浓度%	耐腐蚀性	
			25℃	100℃
无机酸	盐酸	5	C	C
	硫酸	5	A	C
		95	A	A
	硝酸	10	A	A
		30	A	B
		68	A	B
	磷酸	30	A	B
		50	A	B
		70	A	C
		85	A	C
有机酸	醋酸	100	A	A
	甲酸	50	C	C
	草酸	10	B	C
	柠檬酸	50	A	A
	乳酸	60	A	B
碱	苛性钠	20	A	A
	苛性碱	40	A	B
	苛性钾	50	A	A
盐	硫酸钠	70	A	A
	硝酸钠	70	A	A
	碳酸钠	10	A	A
		30	B	A
		100	B	B
	氯化钠	饱和	B	B
	醋酸钠	10	A	A
		40	B	B
		100	B	B
腐蚀性气体	氯气	干	A	-
		湿	C	-
	氯水	饱和	C	-
	二氯酸硫	湿	A	A
	硫化氢	湿	A	-
其他气体	氧化性气体	-	A	A
	焦炉气	-	A	A
	渗氮气	-	A	A
	天然气	-	B	B
	水煤气	-	A	A

A——耐腐蚀性好　（腐蚀率<0.13mm/年）
B——耐腐蚀性一般（腐蚀率 0.13～1.3mm/年）
C——耐腐蚀性差　（腐蚀率>1.3mm/年）

附录四　　全国主要城市气象资料

地名	台站海拔高度（m）	年平均温度（℃）	极端最低温度（℃）	极端最高温度（℃）	最大冻土深度（cm）	大气压力（mbar）		采暖室外计算温度（℃）
						冬季	夏季	
齐齐哈尔	145.9	3.2	-39.5	40.1	225	1004.6	987.7	-25
哈尔滨	171.7	3.6	-38.1	36.4	205	1001.5	985.1	-26
牡丹江	241.4	3.5	-38.3	36.5	191	992.1	978.7	-24
长春	236.8	4.9	-36.5	38.0	169	994.0	977.9	-23
四平	164.2	5.9	-34.6	36.6	148	1004.1	986.3	-22
抚顺	118.1	6.6	-35.2	36.9	143	1010.5	992.4	-21
沈阳	41.6	7.8	-30.6	38.3	148	1020.8	1000.7	-19
本溪	185.2	7.8	-32.3	37.3	149	1003.2	985.5	-19
锦州	65.9	9.0	-24.7	41.8	113	1017.6	997.4	-15
营口	3.3	8.9	-27.3	35.3	111	1026.2	1005.4	-16
大连	92.8	10.2	-21.1	35.3	93	1013.8	994.7	-11
承德	375.2	8.9	-23.3	41.5	126	980.0	962.8	-14
北京	31.2	11.4	-27.4	40.6	85	1020.4	998.6	-9
天津	3.3	12.2	-22.9	39.7	69	1026.6	1004.8	-9
张家口	723.9	7.8	-25.7	40.9	136	938.9	924.4	-15
石家庄	80.5	12.9	-26.5	42.7	54	1016.9	995.6	-8
大同	1066.7	6.5	-29.1	37.7	186	899.2	888.6	-17
太原	777.9	9.5	-25.5	39.4	77	932.9	919.2	-12
运城	376.0	13.4	-18.9	42.7	43	982.1	962.8	-7
呼和浩特	1063.0	5.8	-32.8	37.3	143	900.9	889.4	-19
西安	396.9	13.3	-20.6	41.7	45	978.7	959.2	-5
汉中	508.4	14.3	-10.1	38.0	-	964.1	947.4	-1
银川	1111.5	8.5	-30.6	39.3	103	895.7	888.5	-15
西宁	2261.2	5.7	-26.6	33.5	134	775.1	773.5	-13
兰州	1517.2	9.1	-21.7	39.1	103	851.4	843.1	-11
天水	1131.7	10.7	-19.2	37.2	61	892.0	880.7	-7
乌鲁木齐	917.9	5.7	-41.5	40.5	133	919.9	906.7	-23
济南	51.6	14.2	-19.7	42.5	44	1020.2	998.5	-7
潍坊	44.1	12.3	-23.0	42.1	50	1020.7	999.7	-8
青岛	76.0	12.2	-15.5	35.4	49	1016.9	997.2	-6
徐州	41.0	14.2	-22.6	40.6	24	1021.8	1000.7	-5
南京	8.9	15.3	-10.8	38.2	9	1025.2	1004.2	-3
上海	4.5	15.7	-10.5	37.3	8	1025.1	1005.3	-2
蚌埠	21.0	15.1	-19.4	40.7	15	1024.1	1002.3	-4
合肥	29.8	15.7	-20.6	41.0	11	1022.3	1000.9	-3
杭州	41.7	16.2	-9.6	39.9	-	1020.9	1000.5	-1
宁波	4.2	16.2	-8.8	38.7	-	1025.4	1005.8	0
南昌	46.7	17.5	-9.3	40.6	-	1018.8	999.1	0
赣州	123.8	19.4	-6.0	41.2	-	1008.3	990.9	3
福州	84.0	19.6	-1.2	39.8	-	1012.6	996.4	6

续上表

地名	台站海拔高度（m）	年平均温度（℃）	极端最低温度（℃）	极端最高温度（℃）	最大冻土深度（cm）	大气压力（mbar）		采暖室外计算温度（℃）
						冬季	夏季	
厦门	63.2	20.9	2.0	38.5	-	1013.8	999.1	8
郑州	110.4	14.2	-17.9	43.0	27	1012.8	991.7	-5
平顶山	84.7	14.9	-18.8	42.6	14	1016.3	994.8	-4
宜昌	130.4	16.8	-9.8	41.4	-	1010.0	989.1	0
武汉	23.3	16.3	-18.1	39.4	10	1023.3	1001.7	-2
长沙	44.9	17.2	-11.3	40.6	5	1019.9	999.4	0
衡阳	103.2	17.9	-10.5	39.5	-	1012.4	992.8	0
桂林	161.8	18.8	-4.9	39.4	-	1002.9	986.1	3
南宁	72.2	21.6	-2.1	40.4	-	1011.4	996.0	7
汕头	1.2	21.2	0.4	37.9	-	1019.8	1005.5	9
广州	6.6	21.8	0.0	38.7	-	1019.5	1005.5	7
海口	14.1	23.8	0.8	38.1	-	1016.0	1005.0	12
南充	297.7	17.6	-2.8	41.3	-	987.2	969.4	3
成都	505.9	16.2	-5.9	37.3	-	963.2	947.7	2
重庆	259.1	18.3	-1.8	42.2	-	991.2	973.2	4
西昌	1590.7	16.9	-3.8	36.5	-	838.2	834.8	4
遵义	843.9	15.2	-7.1	38.7	-	923.5	911.5	-1
贵阳	1071.2	15.3	-7.8	37.5	-	897.5	887.9	-1
昆明	1891.4	14.7	-5.4	31.5	-	811.5	808.0	3
拉萨	3658.0	7.5	-16.5	29.4	26	650.0	652.3	-6