

速度面积法超声波明渠流量计

时差法和多普勒法选型概述

一、 超声波时差法测量原理

将流体流动时与静止时超声波在流体中传播的情形进行比较，由于流速不同会使超声波的传播速度发生变化。如图 2 所示，取静止流体中的声速为 C ，流体流动的速度为 V ，当声波的传播方向与流体流动的方向一致（顺流方向）时，其传播速度为 $(C+V)$ ，而声波传播方向与流体流动方向相反（逆流方向）时，其传播速度为 $(C-V)$ 。我们在距离为 L 的两处放两组超声波发生器与接收器 (T_1, R_1 和 T_2, R_2)，当 T_1 顺方向、 T_2 逆方向发射超声波时，超声波分别到达接收器 R_1 和 R_2 所需要的时间分别为 t_1 和 t_2 ，则：

$$t_1=L/(C+V) \quad (1)$$

$$t_2=L/(C-V) \quad (2)$$

一般情形下，液体中的声速 C 在 1000 米/秒以上，而多数工业用的流速 V 不超过每秒几米，即由于 $C^2 \gg V^2$ ，因此得到时差：

$$\Delta t=t_2-t_1=2LV/C^2$$

由于液体中流速与时差成正比,由此计算水中流速.

二 超声波多普勒测量原理

应用多普勒效应来测量流速，现在多采用的是连续波法的零交叉方式，下面主要说明一下这种方式。

若传播超声波的介质中存在着一个单个的粒子，则它和周围的介

质流动的规律一样，以和介质相同的速度 V 移动。假如给定超声波收发器 T、R，把发射频率取为 f_t ，则由于粒子的慢反射，进入超声波接收器的接收频率为 f_r ，静止介质中的声速若取为 C ，则 f_r 可表示为：

$$f_r = f_t \frac{C + V \cos \theta_1}{C - V \cos \theta_2} \approx f_t \left[1 + \frac{V(\cos \theta_1 + \cos \theta_2)}{C} \right] \quad (19)$$

这里，后面的式子是 $C \gg V$ 时的近似式， θ_1 、 θ_2 是超声波传播方向和流动方向的夹角，在 $\theta_1 = \theta_2 = \theta$ 的场合，式 (19) 可表示为：

$$f_r = f_t \left(1 + \frac{2V \cos \theta}{C} \right) \quad (20)$$

超声波收发频率之差（命名为多普勒频率）若为 f_d ，则由此可知，多普勒频率 f_d 与流速 V 成正比例。

三 超声波时差法和多普勒法区别

从上述测量原理可以看出时差法和多普勒法测量条件是不同的，我公司多年来致力于两种测量方法研究，通过多年大量实际应用积累了一定经验，提供给客户以解决测量方法选项之困扰。

1、在渠道、河道测量上，时差法测量的是跨河道断面的一条线，依靠上下游传感器的时间差来测量流体的流速。多普勒法是依靠水中杂质的反射和折射进行测量，测量的是一个点；

2、时差法可以测量包括黄河水在内所有河道的流量，而多普勒只能测量含沙量比较高的水质，而且容易受水质变化影响；

3、我公司自 1998 年开始研发多普勒流量计先后与北京大学合作研制国内首台在线多普勒流量计，并且独家编制了建设部“超声多普勒流量计标准”，通过大量应用发现了多普勒流量计的诸多弊端，自 2000 年开始与天津大学合作研制超声波时差法流量计，并且不断采用新技术进行完善，研制了超声波时差法多普勒法二合一流量计。因此进入了采用两种方法对比测试的阶段。

4、我公司的“超声波时差法多普勒法二合一流量计”是国家中小科技企业创新立项产品。由于时差法和多普勒法测量方式的适用性很难采用技术指标来确定，所以我们进行了大量现场对比测试，经过多年实践，我们在管道、渠道、河道对两种方法进行了对比测试，先后在污水处理厂的污水和污泥，（西安、秦皇岛、大连、东莞等城市污水处理厂生化池渠道测量）河道测量在长江流域和黄河流域都进行了对比测试，测试结果证明时差法的测量结果无论是测量精度还是数据稳定性都远好于多普勒法，实践证明绝大多数的场合是最终采用的时差法测量取得比较好效果。


5、科技型中小企业技术创新基金证书



6、超声多普勒明渠流量计专利证书

证书号第852113号

北京市丰台区地方税务局
印花税
代扣专用章
国家知识产权局



实用新型专利证书

实用新型名称：超声多普勒明渠流量计

设计人：栾继军

专利号：ZL 2005 2 0122953.1

专利申请日：2005年11月4日

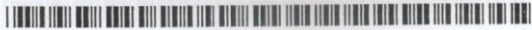
专利权人：栾继军

授权公告日：2006年12月27日


本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。缴纳本专利年费的期限是每年11月4日前一个月内。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



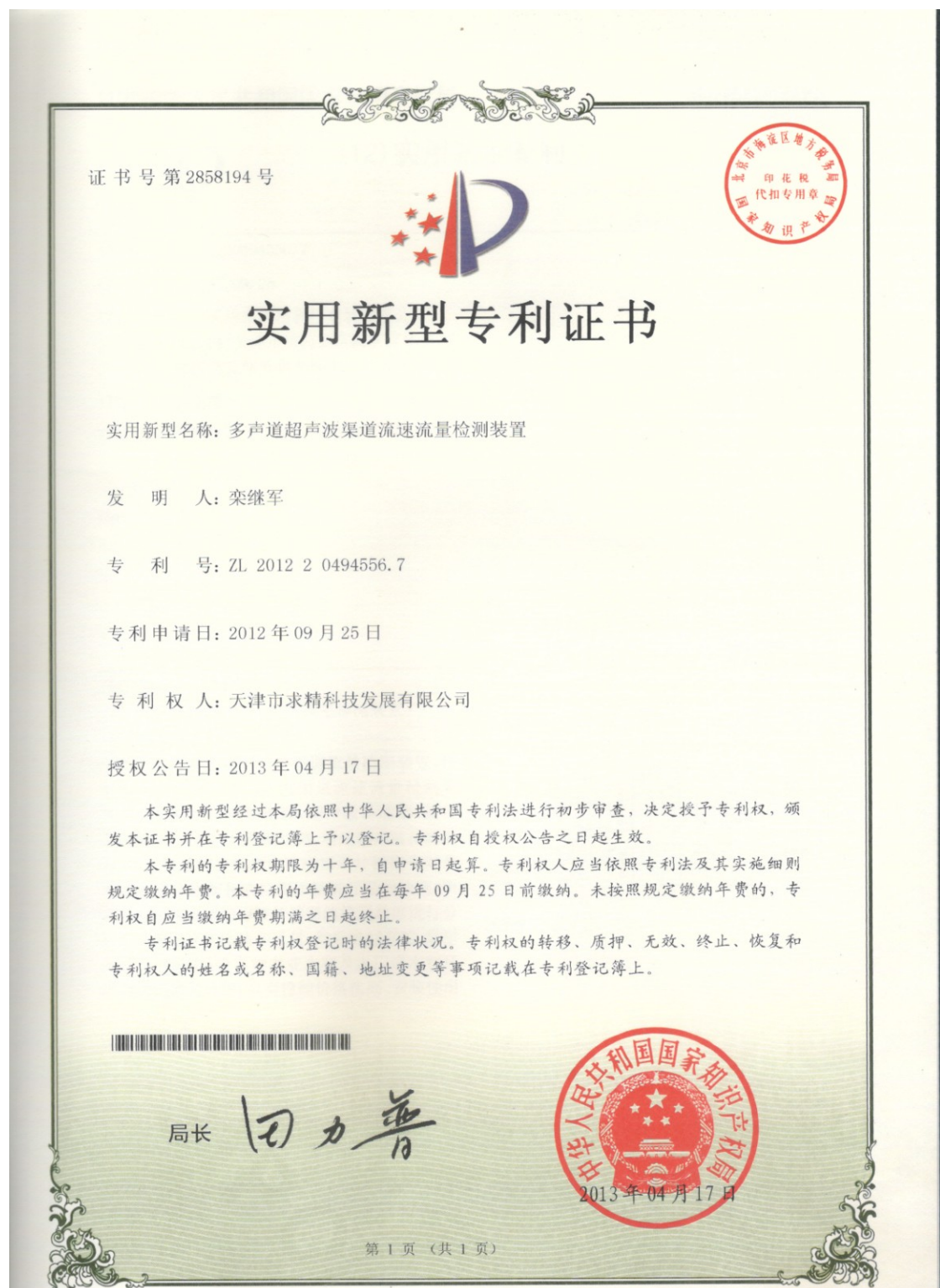
局长 田力普



2006年12月27日

第1页(共1页)

7、“多声道超声波渠道流速流量检测装置”专利证书



8、关于 ADCP 的测量方式只有巡航的情况下测量效果比较好，其一是采用多点测量，其二是采用多普勒脉冲法测量才能实现快速多点测量，而目前国内采用多普勒连续测量方式无法实现多点测量。另外大

家注意 ADCP 流量计的资料中也提示了时差法测量好于多普勒测量，是因为在线时差法无法实现宽河道测量情况下才使用 ADCP 的方法进行测量。

9、在选用多普勒流量计测量时最好采用带有波形显示的触摸屏图形显示仪表，因为多普勒流量计的信号质量完全取决于接收的信号波形，只有这样才能通过判断多普勒信号来确定传感器安装正确与否，才能区分所采样数据是多普勒信号还是干扰信号。

10、目前我公司最新研制的河道测量产品河道宽度从 0.5 米--150 多米，声程距离可以达到 200 米，基本满足国内各种渠道及河道测量要求。对于水中含有大量泥沙和杂质的情况下无法采用时差法测量的场合则采用带有波形显示的多普勒法流量计进行测量。

天津市求精科技发展有限公司

技术顾问：栾继军

13602055640