

ckoo[®]

差压式系列流量计

皮托管流量计使用说明书



ckoo[®]
Flow Control

上海库科自动化科技有限公司

Shanghai Cuckoo Automatic & Science Co., LTD
2016年修订版

凯思理科技（广州）有限公司 www.custlink-tech.com

目 录

安全与警告.....	2
测量系统结构型式及原理.....	2
技术性能.....	3
选型代码.....	4
结构尺寸.....	6
安装与接线.....	8
调试及使用.....	10
选型需用参数.....	11
计算数据表.....	12
差压流量计解决方案.....	13

1. 安全与警告

- 1.1 任何情况下不规范的操作都可能引起人员及仪器的伤害，请遵守所有电器及设备的安全规范。
- 1.2 在维修、拆卸电器元件前请确认电源已经断开！
- 1.3 仪表接通电源之前，请确认所有外接线正确，任何短路均可能造成仪表数据丢失或程序破坏。
- 1.4 在清除或修改仪表原有数据前，请确认该操作的合法性，一旦实施操作原有数据可能无法恢复，建议操作前将原有数据记录以备查取。

2. 测量系统结构型式及原理

皮托管流速计主要由“X”型皮托管检测头、取压管保护套管、差压变送器、反吹控制阀等部件构成。测量时将皮托管流速计探头插入管路中，并使全压和背压探头中心轴线处于过流断面中心且与流线方向一致，全压探头测孔正面应对来流，检测流体总压，并将其传递给差压变送器；同时背压探头测孔拾取节流静压也将其传递给变送器，变送器读取动、静压差值并将其转换成相应的流速比例电流（4~20mA）传送给显示仪表或计算机进行数据处理。皮托管内外表面均做了特殊处理，可有效避免烟气腐蚀并减少粉尘粘附。电磁阀主要用于脏污气体（如锅炉排放的烟气）测量时的系统反吹：当探头检测孔粘附、积淀灰尘污物时，电磁阀定时或按预定程序开启，将压缩空气同时接入两个取压管进行吹除作业；正常测量时电磁阀则处于关断状态！

皮托管流速计为用户提供标准（4~20mA）流速比例电流输出，需要特别说明的是由此电流计算得出的流速（见公式 2）是假定测量介质为空气且空气状态为标准状态（20℃，760mmHg）时的计算值，用户欲获得实际介质在实测工况下的流速 V 值需首先按公式 3 及公式 4 计算实际介质相对空气的密度补偿系数 K_1 和温压补偿系数 K_2 ，然后按公式 1 计算得到最终结果。若用户还需计算流量值，则按公式 5 计算即可。其中密度补偿系数 K_1 可以是实时测算值，也可以是一次性设定值；过流断面速度分布系数 ξ 与过流断面几何形状及雷诺数（或流速）相关，表 1 给出了部分数值，仅供参考。我公司供货时会在随机文件中给出针对本机使用环境的具体数值，望用户注意查询。

以下相关公式：

$$V = K_1 \cdot K_2 \cdot V_0 \quad (\text{公式 1})$$

$$V_0 = C(2 \Delta P / \rho_0)^{0.5} = V_{\max} (I_{\text{输出}} - 4) / 16 \quad (\text{公式 2})$$

$$K_1 = (\rho_1 / \rho_0)^{0.5} \quad (\text{公式 3})$$

$$K_2 = [(t + 273.15) / 293.15]^{0.5} \quad (\text{公式 4})$$

$$Q = 3600 \cdot V \cdot A \cdot \xi \quad (\text{公式 5})$$

式中:	V	工况下烟气计算流速	m/s		
	V_0	空气 标准状态 (20°C, 760mmHg) 实测流速	m/s		
	V_{max}	皮托管流速测量上限值	m/s		
	C	皮托管仪表系数		ΔP	压差 Pa
	I 输出	皮托管流速比例电流输出值	mA		
	ρ	工作状态烟气密度	kg/m ³		
	ρ_1	标准状态 (20°C, 760mmHg) 烟气密度	kg/Nm ³		
	ρ_0	标准状态 (20°C, 760mmHg) 空气密度	kg/Nm ³	$\rho_0 = 1.205$	kg/Nm ³
	K1	烟气相对空气密度修正系数		K2	温压补偿系数
	PA	安装地大气压	kPa	PS	实测管静压 kPa
	Q	工况瞬时流量	m ³ /h	A	过流断面面积 m ²
	ξ	过流断面速度分布系数			

以上所述的分步计算模式适于具有上位机的 DCS 系统用户；对于用于独立测量的用户，本公司可配套专用的显示仪表，直接显示流速 V 或流量 Q 值。

表 1. 圆形管道过流断面速度分布系数 ξ

雷诺数范围 Re_D	速度分布 系数 ξ	不同皮托管插入长度对应流速 V_0 范围 (m/s)					
		200	400	600	1000	1500	2000
$\geq 3.2 \times 10^6$	0.866	≥ 119.5	≥ 59.8	≥ 39.8	≥ 23.9	≥ 15.9	≥ 12.0
$\geq 1.1 \times 10^6$	0.850	≥ 41.1	≥ 20.5	≥ 13.7	≥ 8.3	≥ 5.5	≥ 4.11
$\geq 1.1 \times 10^5$	0.820	≥ 4.1	≥ 2.1	≥ 1.4	≥ 0.8	≥ 0.55	≥ 0.41
$\geq 2.3 \times 10^4$	0.810	≥ 0.9	≥ 0.43	≥ 0.3	≥ 0.2	≥ 0.12	≥ 0.09
$\leq 2.3 \times 10^3$	0.500	≤ 0.1	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.02	≤ 0.01	≤ 0.01

3. 技术性能

3.1 适用范围

VCP 系列皮托管流速计适用于测量蒸汽、液体、空气、煤气等介质管速，尤其适合大口径风管风速测量，具有原理可靠、结构简单、成本低廉等特点，是工业锅炉燃气排放在线监测系统理想的流量检测配套仪表。

3.2 性能参数

- 规格：插入长度：200；400；600；1000；1500；2000 可选，或定制长度
- 可测风速范围：0~30m/s 到 0~80m/s 可选；范围度 1：10
- 精度： $\leq \pm 1\%FS$
- 校验频率：12 个月
- 电源：变送器 24VDC；电磁阀 220VAC

4. 选型代码

皮托管流量计选型代码表

基本代码	VCP			
VCPS	防堵式普托管流量计			
VCPL	测管式皮托管流量计			
过程连接	-J	方法兰连接型		
	-F	法兰连接型		
	-N	经济型法兰球阀在线插拔式		
	-W	标准型法兰球阀无泄漏在线插拔式		
	-E	其它连接方式		
结构形式	T	一体式		
	X	分体式		
传感器代号	1	1号传感器（适用口径 DN200~DN500）		
	2	2号传感器（适用口径 DN400~DN1000）		
	3	3号传感器（适用口径 ≥DN900）		
传感器材质	Q	SS304	Z	SS316+陶瓷喷涂
	L	SS321	H	HC-276
	A	SS316	F	16Mn
	M	蒙乃尔	B	15CrMoG
	T	耐磨合金钢	E	1Cr5Mo
	W	SS316+碳化钨喷涂	S	其它材质
公称通径 DN200-DN10000	08	DN200		
	10	DN250		
	12	DN300		
	14	DN350		
	-	---		
	400	DN10000		
法兰标准	0	无意义（用螺纹连接选型）		
	1	HG20592-2009		
	2	HG20615-2009		
	3	矩形法兰		
	4	ANSI B 16.5		
	5	其它类型		
压力等级	A	0.25 MPa		
	B	0.6MPa		
	C	1.0MPa		
	D	1.6MPa		
	E	2.5MPa		

续下页

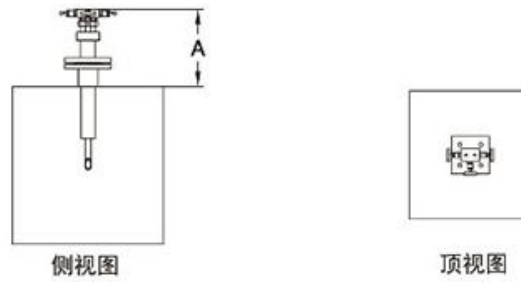
接上页

	F	4.0MPa
	L	150lb
	M	300lb
管道材质	C	碳钢
	Q	SS304
	L	SS321
	A	SS316
	E	15CrMo
	S	其它材质
取压口形式	1	螺纹连接, 开口在两侧
	2	承插焊接, 开口在两侧
	3	螺纹连接, 开口向上
	4	承插连接, 开口向上
	5	直接标准式 (接工型三阀组)
附件 (可重复选择)	N	不锈钢截止阀
	C	碳钢闸阀
	G	不锈钢闸阀
	L	清灰棒
	F	三阀组
	B	差压变送器
	R	反吹装置
	T	其他

* 皮托管流量计为分体式时, 不含所有安装附件, 订货时按用户需求配套, 配套螺纹安装底座和法兰安装底座的材质与现场管道材质相同。

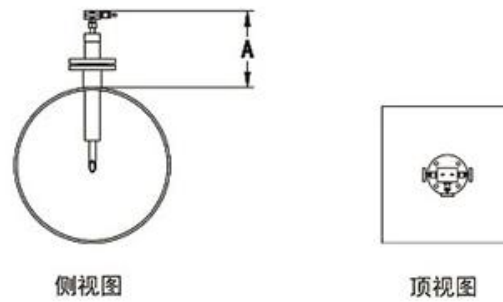
* 管道为矩形管道时, 公称通径规格按最宽面尺寸选型。

5. 结构尺寸

VCPSJ系列产品
外形结构图

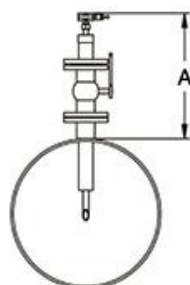
结构尺寸表

传感器规格	A (最大 mm)
1	280
2	280
3	280

VCPSF系列产品
外形结构图

结构尺寸表

传感器规格	A (最大 mm)
1	280
2	280
3	280

VCPSN系列产品
外形结构图

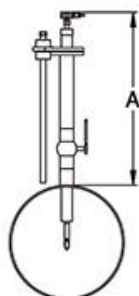
侧视图



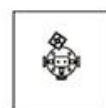
顶视图

结构尺寸表

传感器规格	A (最大 mm)
1	500
2	500
3	500

VCPSW系列产品
外形结构图

侧视图



顶视图

结构尺寸表

传感器规格	A (最大 mm)
1	$810+D/2$
2	$810+D/2$
3	$810+D/2$

6. 安装与接线

6.1 仪表安装

皮托管安装质量对其测量有较大影响,由于皮托管流量计是依据充满圆管的稳定流动流体理论进行工作的,因此选择测量点时应远离风机、阀门、弯头等易造成流态波动的元件,且测量点上游应有3D~5D的直管段,以保证测量点处过流断面速度分布规律符合要求。

皮托管采用插入式安装,因此全压及背压取压管轴线必须和管道几何对称中心轴线共面,使得全压测孔正面应对来流。皮托管流量计在管线上的安装姿态为:插入保护管轴线垂直相交管道几何对称中心轴线,安装姿态不正确将引起皮托管仪表系数C不确定度大大增加,望用户安装前测量好安装点的相关尺寸以便调整,使得皮托管安装符合要求。

6.2 输出方式及阻抗匹配

a. 差压变送器输出4~20mA差压比例电流信号;输出方式:两线制。

b. 供电直流电源纹波应小于2%,总的电源负载等于采样电阻,信号线电阻及回路上相关控制仪负载阻的总和。应注意,若使用本质安全栅,则安全栅电阻必须计入其中。电源负载极限按公式计算:

$$R_L = 43.5 \times (V_1 - 10.5) \quad (\text{式中: } R_L \text{----- 最大回路电阻 ; } V_1 \text{----- 电源电压})$$

以上各点请在接线前仔细核查,凡不符合要求的配件及接口设备一律不得接入仪表,以免造成仪器损坏。

6.3 仪表接线

仪表接线实际就是差压变送器接线,如图所示,请对照使用说明书将电源、负载接入相应的信号输出端子上,请勿接入标有:“test”的两个端子或使接线短路,任何短路均可能造成仪表烧毁、数据丢失或程序破坏!确认接线正确无误后即可接通电源使用。

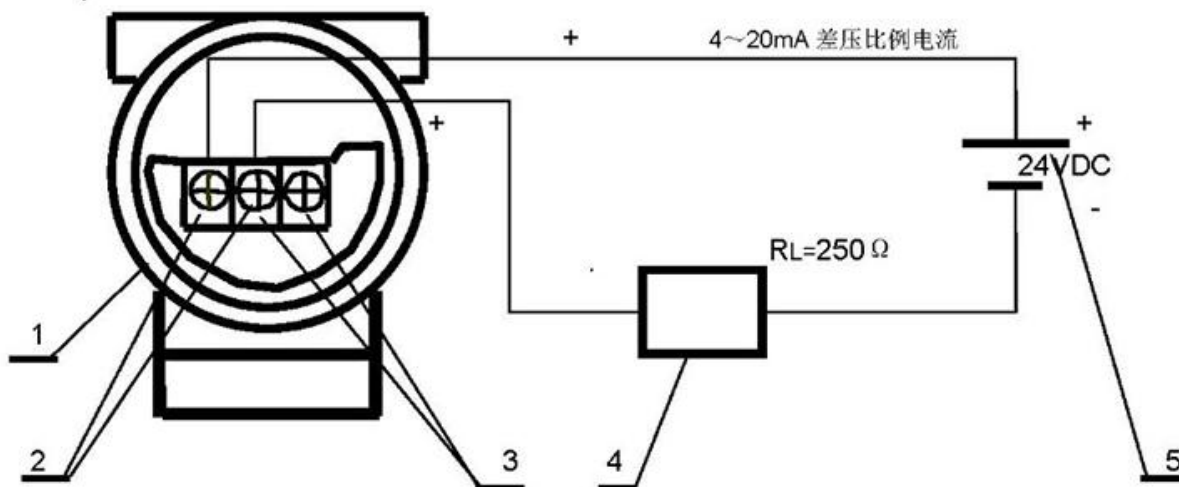


图 4. 差压变送器接线图

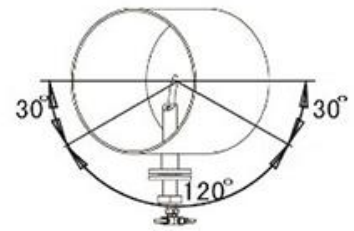
1 3051 差压变送器 2 信号输出端子 3 测试端子 (test) 4 用户采样电阻 5 电源

6.4 仪表直管段要求、引压管线安装及开孔尺寸

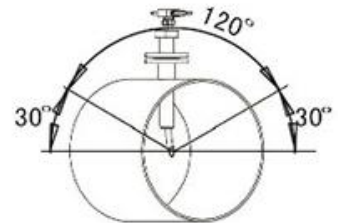
1、直管段要求

	上游				下游
	带整流器	不带整流器			
	A	A'	C'	C	
	8D	—	—	—	4D
	—	8D	4D	4D	4D
	11D	—	—	—	4D
	—	8D	4D	4D	4D
	23D	—	—	—	4D
	—	8D	4D	4D	4D
	12D	—	—	—	4D
	—	8D	4D	4D	4D
	18D	—	—	—	4D
	—	8D	4D	4D	4D
	30D	—	—	—	4D
	—	8D	4D	4D	4D

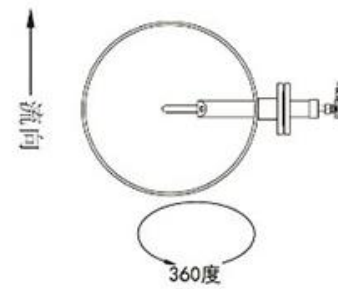
2、引压管线的安装



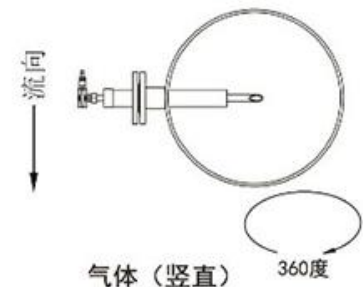
气体（水平）



液体或蒸汽（水平）



液体竖直



气体（竖直）

3、典型开孔尺寸

传感器形式	直径 (mm)
1	25
2	35
3	65

7. 调试及使用

7.1 仪表调整

完成皮托管安装及接线工作后，尚需进行适当调整才能正常使用。一般而言，由于制造及安装焊接等原因，皮托管安装后难以保证差压变送器两个取压口中心点处于同一水平面，如此可能使得差压变送器在没有流量时产生输出即零点错误，为消除此影响，需要对差压变送器进行零点微调。调整时请注意：如果工艺管路处于运行状态，则需首先将保护套装于检测头部，保证高低压侧无差压产生。然后将整个皮托管正确安装就位，再做零点微调，调整完了将皮托管抽出，拆下保护套，重新将皮托管装好即可。如果工艺管路处于停运状态，在确认无自然风或管路中介质无流动时，则可以直接做零点调整。

调整方法可用 475HART 手操器进行操作即可；如果您没有 475HART 手操器，需使用差压变送器本机零点按钮进行调整。

7.2 使用条件

仪表工作环境为：温度-40~80℃；相对湿度≤100%

介质温度：-40~121℃

7.3 仪表的正常使用

在确认仪表调整正确无误后即可投入正常使用。仪表在出厂之前已按用户要求做了全面系统的调校及标定，如果您是新装用户，无需再次调校。

8、选型需用参数

请尽量详细填写下表以利正确选型

仪表位号 _____

介质状态 _____

介质名称 _____ (气体 液体 蒸汽)

操作压力 _____ (KPa MPa Kg/cm² mmWC)

表压 (G) 绝压 (A)

操作温度 _____ (°C °F K)

流量范围 最大 _____ 正常 _____ 最小 _____ 量程 _____

单位 (Nm³ m³ Kg/ H Min D)

密度 _____ (操作状态 标准状态 单位: Kg/ Nm³ Kg/ m³)

粘度 _____ (cp mm²/S)

等熵指数 _____ 压缩系数 _____

允许压力损失 _____ Pa

工艺管道

工艺管道 内径 _____mm 外径 _____mm

材质 _____ (直焊式此项必须填写)

安装方向 水平 垂直

直管段长度 前 _____D 后 _____D

标准状态 0℃ 1 个大气压 20℃ 1 个大气压

其他需要说明情况 _____

9、计算数据表

可提供此计算数据表。可通过下表的“组态数据表(CDS)”进行详细的尺寸计算。

计算数据表		
主要数据		
客户:	客户名称	
工程:		
SO 号:	销售订单号	
PO 号:	客户名称	
计算日期:		
型号:		
标签号:	标签号	
产品描述		
开孔类型:	中心开孔、均匀开孔	取压类型:
节流件材料:	316 不锈钢	取压位置:
过程连接:		管线尺寸:
		管道壁厚:
		管道材料:
输入数据流体		
类 型:		标定因数:
流体名称:		
管道内径:		
压 力:		基本压力
流体温度:		基本温度
粘 度:		
等熵指数:		
流体压缩系数:		基准压缩系数
流体密度:	基准密度	
流量:		
最小流量:		
正常流量:		
最大流量:		
满刻度流量:		
计算数据 (在正常条件下进行计算)		
开孔尺寸:		节流件雷诺数 (正常):
板孔尺寸:		管道雷诺数 (正常):
最小流量时的压差 (DP):		气体膨胀系数:
正常流量时的压差 (DP):		恒定压力损失:
最大流量时的压差 (DP):		正常流量时:
量程上限值 (URV) (压差:		最大流量时:
为满刻度)		
β :		最大流量时的速度:
流量系数:		最小精确流量:
给定温度下的最大允许压力:		
警告		
给出的气体膨胀系数为正常流量下的值。		
计算依据	上限值 (HL)	
注释		
打印日期:	年 月 日	

10、差压流量计解决方案



矩形流量计

- 1、精度高
矩形流量计常规精度为 $\pm 0.5\%$ ，校准精度可达 $\pm 0.25\%$ 。
- 2、流量范围宽
测量口径可低至 DN15，流量可低至 100L/H，几乎可以覆盖所有流量范围。
- 3、主要测量介质
可用于气体、蒸汽和液体（包括油浆、高粘度液体）的测量，也可用于测量高研磨性（含固体颗粒的）流体和腐蚀性流体的测量。
- 4、应用行业
主要应用于石油，化工，多晶硅工业，电力等行业。



调整型流量计

- 1、精度高、重复性好
调整型流量计精度可达测量值的 $\pm 0.5\%$ ，校准精度可达 $\pm 0.25\%$ ，重复性优于 0.1%。
- 2 耐磨损，长期稳定性好
调整型流量计的四孔采用数控加工中心方式组合加工，节流件无锐角尖口，节流件不宜磨损，因而耐磨性好，长期稳定性高。
- 3、主要测量介质
各种气体、液体、蒸汽、湿气。
- 4、应用行业
主要应用于石油，化工，冶金，电力，市政等行业。



平衡流量计

- 1、量程比宽
平衡流量计的量程较其它类型的差压流量计大得多，正常情况下为 10: 1。
- 2、直管段要求低
通常情况下前后各保留 2D 直管段即可。
- 3、主要测量介质
各种气体、液体、蒸汽、湿气。
- 4、应用行业
主要应用于石油，化工，冶金，电力，造纸，食品等行业。



楔形流量计

1、精度高

楔形流量计未校准精度为 $\pm 3\%$ ，校准精度可达 $\pm 0.5\%$ 。

2、能够测量双向流量

楔形流量计的检测件采用特殊对称的V形结构，利用两台变送器，可以实现用一台流量计测量正向和反向的流量。

3、主要测量介质

可用于气体、蒸汽和液体（包括油浆、高粘度液体）、高研磨性（含固体颗粒的）流体和腐蚀性流体的测量。

4、应用行业

主要应用于石油，化工，冶金，市政等行业。



环锥流量计

1、精度高、重复性好

环锥流量计精度可达测量值的 $\pm 0.5\%$ ，重复性为 0.1% 。

2、无滞留死区

由于锥体的“吹扫式”设计不存在死区，因此在锥体上不会堆积流体的碎片、粘渣或杂质。

3、主要测量介质

煤气、天然气等低压气体。

4、应用行业

主要应用于冶金，市政，医药，航空，电力等行业。



库尔巴流量计

1、测量精度高、重复性好

库尔巴流量计精度可达 $\pm 0.75\%$ ，重复性可达 0.1% 。

2、多点、分段取压

取压方式灵活多样，根据流体的雷诺数及介质状况基于实验数据获得，因而更能精确进行流体测量。

3、主要测量介质

各种气体、液体、蒸汽和风量测量。

4、应用行业

主要应用于石油，化工，冶金，电力，制冷等行业。



皮托管流量计

1、中心取压，本质防堵

传感器位于管线中心取压，本质防堵，清灰棒可在线自动清灰，防堵效果更佳。

2、可在线安装插拔、清洗、反吹

对于部分无法停产安装的测点可以不停产选用在线插拔装置进行在线安装；对含杂质过多或脏污介质，为防止取压孔堵塞，也可以选用在线插拔装置进行定期清理或在线反吹装置进行反吹，以保证测量长期准确可靠。

3、主要测量介质

适用于蒸汽、液体、空气、煤气等介质的测量，尤其适合大口径风管风速测量。

4、应用行业

主要应用于石油，化工，冶金，电力等行业。



微小流量计

1、重复性好

微小流量计重复性优于 $\pm 0.2\%$ 。

2、节流规格尺寸全

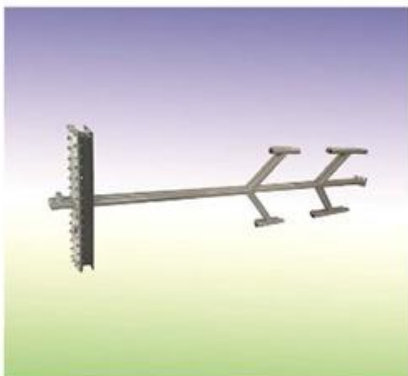
由于微小流量计节流件独一无二的设计，使得其测量范围广，标准节流元件孔通径有0.508、0.864、1.511、2.527、4.039、6.350六种规格。

3、主要测量介质

主要用于气体和液体的测量。

4、应用行业

主要应用于石油，化工，冶金，电力，医药，食品，市政，造纸等行业。



翼管风量测量装置

1、精度高

等截面分布测点，减小流场分布不均影响，从而大大缩短直管段的要求，有效提高测量精度。

2、本质防堵

特别设计的防堵元件借助测量介质的动能进行取压管道的全壁实时清灰，无需反吹扫装置。

3、主要测量介质

主要用于大管道风量的测量。

4、应用行业

主要应用于火电厂一次风、二次风测量。

公司流量系列产品:

矩形流量计
调整型流量计
平衡流量计
楔形流量计
环锥流量计
库尔巴流量计
皮托管流量计
弯管流量计
翼管风量测量装置
机翼测风装置
横截面流量计
标准节流装置
多喉径流量测量装置
电磁流量计
金属管浮子流量计
涡街流量计
涡轮流量计
超声波流量计

ckoo® 库科® 商标

由上海库科自动化科技有限公司持有
上海库科自动化科技有限公司研发/授权
安徽库科自动化科技有限公司生产/制造

研发总部/上海营业部:

上海库科自动化科技有限公司
地址: 上海市沪太路5355弄6号
电话: 021-55152032 36511366
传真: 021-55152036
邮箱: shcuckoo@126.com
网址: www.shcuckoo.com

生产基地/安徽营业部:

安徽库科自动化科技有限公司
地址: 安徽滁州天长市铜城工业区南环路
电话: 0550-7832777
传真: 0550-7832077
邮箱: shcuckoo@126.com
网址: www.shcuckoo.com