

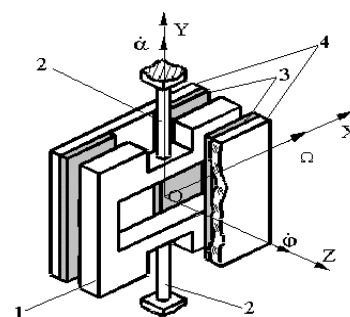
无驱动硅微机械陀螺

一、原理结构

图 1 是用于敏感旋转载体横滚（或俯仰）角速率的硅微机械陀螺结构图，1 为单晶硅质量，2 为单晶硅弹性扭转支撑梁，3 为玻璃电极极板，4 为玻璃电极极板上蒸镀的金属电极。玻璃极板和质量之间的间隙为 $20\ \mu\text{m}$ ，玻璃板的四个电极和质量之间形成四个电容器。坐标系 OXYZ 固定于陀螺的质量上， α 为质量沿 OY 轴的摆动角速度， ϕ 为载体的旋转角速度， Ω 为载体的横滚



（或俯仰）角速度（即被测角速度）。陀螺固定于旋转载体上，当旋转载体以 ϕ 角速度旋转的同时又有横滚（或俯仰）角速度 Ω 输入时，单晶硅质量就受到周期性变化的哥氏力（哥氏力变化频率为载体旋转频率）作用，使质量产生沿 OY 轴摆动，从而引起由单晶硅质量和玻璃电极构成的四个电容器 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 的变化，把电容变化信



号转换成电压变化信号之后经放大，便得到和被测角速率 Ω 成比例的电压信号。

图 1 陀螺结构

二、技术指标

滚动角速度	360~14400° /s (1~40r/s)	零位偏置	$\leq 0.5^\circ /s$
俯仰和偏航角速度	500° /s	零偏稳定性	$\leq 36^\circ /h$
分辨率	$\leq 0.01^\circ /s$	供电电源	$\pm 15\text{VDC}$, $\leq 18\text{mA}$
比例系数	30 mV/° /s (可调)	工作温度	$-55^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$
非线性度	$\leq 1\%FS$	储存温度	$-55^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$
输出方式	正弦波调幅信号	冲击	正谐振动半周期 150g, 6ms
振动	任意方向随意振动: 10g (f=20~2000Hz)	加速度	任意方向的线加速度: 40g; 沿自旋轴的线加速度: 75g;
重量	8 克(敏感元件) 15 克(包括电路)	外形尺寸	20×20×5 mm ³ (敏感元件) 35×35×10 mm ³ (包括电路)

三、用途

该陀螺用于敏感旋转体的横滚（或俯仰）角速率，例如，飞行旋转弹的横滚或俯仰角速率，钻井钻头垂直度和稳定度的控制等，它具有成本低、体积小、重量轻、功耗低、产品一致性好，性能稳定等特点。

气体摆式微机械加速度计和水平姿态传感器

一、原理结构

在密闭腔体中设置一热源，热敏丝构成电桥的两个敏感臂，气体在密闭腔中产生自然对流。当被测载体处于水平状态时，两热敏丝均处于水平面，电桥保持平衡，如图 3(a) 所示。当被测载体倾斜时，自然对流气体力图保持铅垂方向，两热敏丝的几何位置发生改变，处于不同的等温面上，从而导致阻值改变，电桥失去平衡，如图 3(b) 所示。通过检测出热敏丝在自然对流场中由于相对位置变化而引起的阻值变化量，即可得到与倾斜角成正比的电压信号输出。

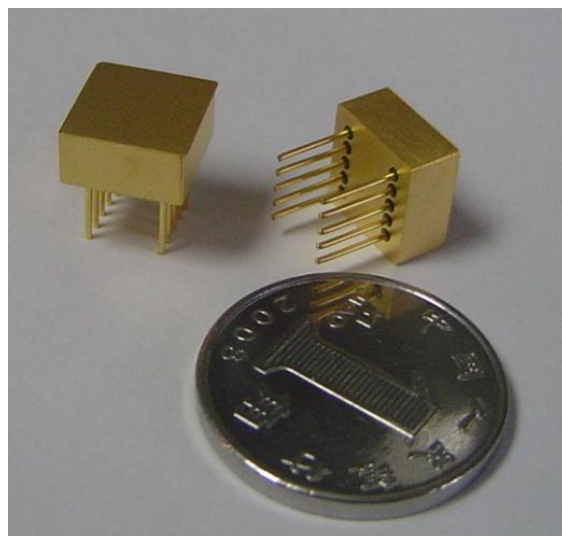


图 4 气体摆式微机械加速度计和水平姿态传感器产品照片

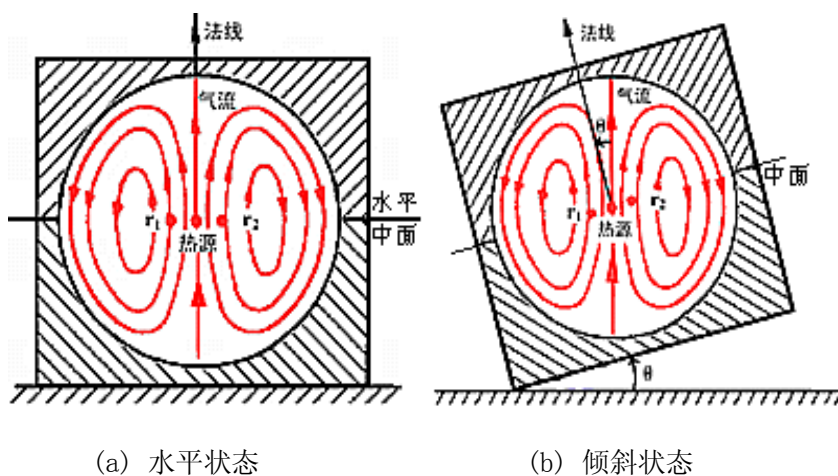


图 3 自然对流的气体摆特性现象

二、用途

该传感器有抗冲击性能好、结构简单、性能价格比高的特点，可广泛用于军工和工业自动化领域，适用于车辆、舰船及工业自动化中的姿态检测与控制。

三、主要技术指标

表 2 气体摆式微机械水平姿态传感器的主要技术性能指标

测量范围	$\pm 45^\circ$ (X, Y 轴)
分辨率	$\leq 0.01^\circ$
阈值	$\leq 0.01^\circ$
准确度	$\leq 0.05^\circ$
非线性度	$\leq 1\%FS$
零位偏置	$\leq 0.05^\circ$
工作温度	$-40^\circ C \sim +60^\circ C$
贮存温度	$-50^\circ C \sim +70^\circ C$
外形尺寸	$8 \times 8 \times 4 \text{ mm}^3$ (敏感元件) $20 \times 20 \times 5 \text{ mm}^3$ (包括电路)

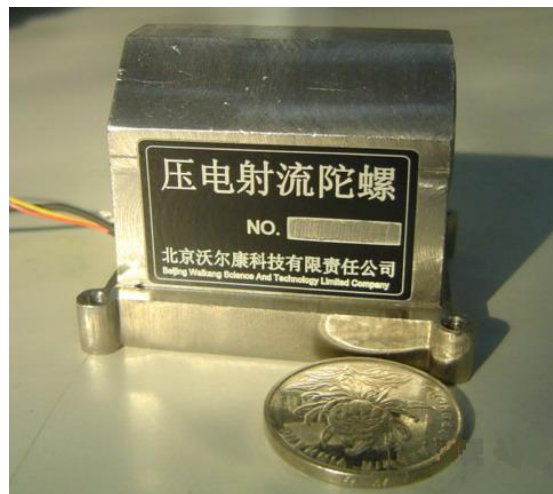
表 3 气体摆式微机械加速度计的主要技术性能指标

测量范围	$\pm 10g \sim \pm 100g$ (双轴)
分辨率	$\leq 0.5mg$
零位偏置	$\leq 10mg$
非线性度	$\leq 1\%FS$
输出范围	$0 \sim 5V$
抗过载	$50000g$
工作温度	$-40^\circ C \sim +60^\circ C$
贮存温度	$-50^\circ C \sim +70^\circ C$
外形尺寸	$8 \times 8 \times 4 \text{ mm}^3$ (敏感元件) $20 \times 20 \times 5 \text{ mm}^3$ (包括电路)

CJSYS 型压电射流角速度传感器

一、工作原理

该陀螺由压电泵激励产生一种气态层流束（称为射流），射流束以恒速度运动，当沿传感器壳体的输入轴加上角速度时，由于哥氏力的作用，射流束即偏离中心位置。偏离的量值和方向决定于外加角速度的矢量特性。角速度使射流偏离中心位置并作用到敏感元件上，敏感元件因而发生电阻变化，使电桥失去平衡，输出正比于角速度的电信号。



该陀螺具有陀螺的功能而没有传统陀螺的高速转子，因此这种固态陀螺的耐高冲击和高可靠性等特点是传统陀螺不可相媲美的。固态角速度陀螺的寿命至少比传统陀螺的寿命高 100 倍，其 MTBF > 250000h。这种固态角速度陀螺能承受 20000g 以上的冲击，比传统陀螺能承受的冲击加速度高 100 倍以上。

二、主要技术指标。

表 4 CJSYS 型压电射流陀螺的主要技术性能指标

指标 型号	范围 ° /s	分辨率 ° /s	非线性 性度	满量程 输出	供电 电源	响应 时间	质量	工作 温度	外形尺寸 (mm ³)
CJSYS-A1	±500	0.1	<2%	±5V	±15VDC <75mA	<100ms	500g	-40~ +50℃	45×32×35
CJSYS-A2	±300	0.05	<2%						
CJSYS-A3	±150	0.02	<1%						
CJSYS-A4	±50	0.01	<1%						

三、用途

该陀螺可用于导弹、飞机、舰船、雷达的稳定系统，也可用于钻井平台、工业自动化和机器人姿态的稳定和控制系统。

CJRS 型气体摆式倾角传感器

一、工作原理：

CJRS 型气体摆式倾角传感器是一种新型传感器，它的工作介质是气体，敏感元件是热敏丝。在重力场内，密度大的气体下降，密度小的气体上升。利用热敏丝加热空气，其周围空气密度减小，由于浮力的存在，热空气上升，热气流力图保持在竖直向上方向。这就形成一个具有单摆特性的“气体摆”。利用“气体摆”可检测载体的倾斜角度。



该传感器用气体作为敏感质量，由于气体质量极小，在高过载和强冲击情况下引入的惯性力小，因此可以承受高过载和强冲击。试验表明，气体摆式倾角传感器承受 20000g 冲击后还能正常工作。并且，此种类型的传感器不受电磁干扰的影响。

二、主要技术指标

表 5 CJRS 型气体摆式倾角传感器的主要技术性能指标

指标 型号	测量 范围	分辨率	非线性 性度	满量程 输出	供电 电源	响应 时间	质量	工作温 度	外形尺寸 (mm ³)
CJRS-A1	±45°	0.01°	<1%	±5V	±15VDC <75mA	<100ms	350g	-40~ +50℃	φ60×80
CJRS-A2	±30°		<0.5%						
CJRS-A3	±15°		<0.5%						

三、用途

该传感器广泛用于坦克、舰船、汽车和机器人的姿态测量和控制系统，也可应用于建筑、桥梁、交通（铁路和公路）等的测斜。

CZT-YD 型压电石英水平姿态传感器

• 工作原理：

压电石英谐振器受电场作用产生振动，并输出频率信号，这是逆压电效应。产生振动的谐振器受力作用时，频率会发生变化。利用这种现象可构成倾斜仪，检测相对于重力方向的倾斜度。

• 特 点：

利用压电石英晶体作为敏感元件，具有精度高、响应快、抗干扰能力强、寿命长、可直接输出数字信号等特点，



• 应用范围：

可用于坦克、舰船、雷达、机器人和石油钻井平台的姿态控制系统，也广泛用于测井斜、房屋建筑和工业自动化控制等。

• 压电石英水平姿态传感器主要性能指标：

表 6 CZT-YD 型压电石英水平姿态传感器的主要技术性能指标

指标 型号	测量 范围	分辨率	非线性 性度	满量程 输出	供电 电源	响应 时间	质量 (g)	工作 温度	外形尺寸 (mm ³)
CZT-YD-A1	±20°	0.01°	<1%	0~+5V	+15VDC <100mA	<100ms	1000	-40~ +50℃	84×82× 105
CZT-YD-A2	±10°	0.005°	<0.5%						
CZT-YD-A3	±5°	0.002°	<0.5%						
CZT-YD-A4	±2°	0.001°	<0.5%						

CJSD-YD 型数字式压电石英加速度传感器

CJSD-YD 型数字式压电石英加速度传感器采用压电石英谐振器作为敏感元件，利用压电石英谐振器的力敏特性来敏感力的变化，以此实现对载体加速度的测量。该数字式压电石英加速度传感器具有分辨率高、线性度好、数字输出、能与计算机直接接口等特点，可广泛用于航空、航天、舰船、兵器、雷达等姿态控制系统，也可用于汽车、石油钻井、机器人、工业自动化等控制系统。



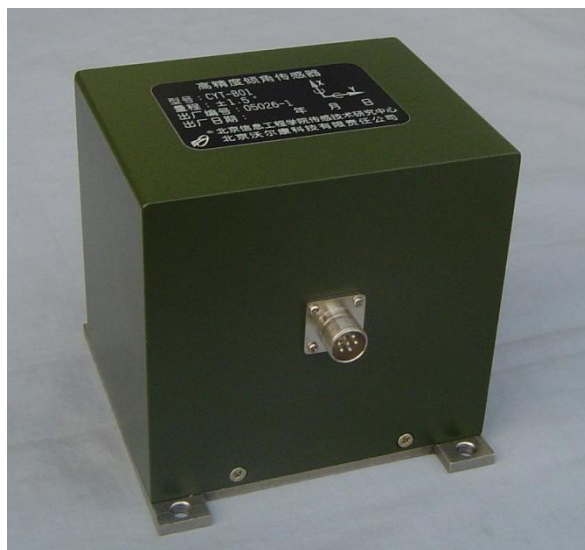
CJSD-YD 型数字式压电石英加速度传感器的主要技术性能指标如表 7 所示。

表 7 CJSD-YD 型数字式压电石英加速度传感器的主要技术性能指标

测量范围	$\pm 8g$
分辨率	$\leq 1 \times 10^{-4}g$
非线性度	$< 0.5\%FS$
输出方式	数字输出: $3500 \pm 200 \text{ Hz/g}$
耐冲击	$30g$
工作温度	$-40^{\circ}\text{C} \sim + 55^{\circ}\text{C}$

CYT-B01 高精度倾角传感器

CYT-B01 高精度倾角传感器的检测器件由一定化学成分的电解质溶液和电极构成，通过向电极提供交流激励电源后，激发溶液中离子之间的运动，便会形成相应的电场，电场的强度与电极浸入电解质溶液中的深度有密切关系。当载体倾斜时，两个电极浸入电解质溶液的深度会不同，他们相对于中间电极的电场也有差异，通过测量这个差异（电容差），便可得知倾斜方向和倾斜角度的大小值。具有精度高、漂移小、寿命长等特点，可用于稳定平台、车辆和机器人的精确姿态控制系统。



CYT-B01 高精度倾角传感器的主要技术性能指标如表 8 所示。

表 8 CYT-B01 高精度倾角传感器的主要技术性能指标

测量范围	$\pm 3^\circ$
分辨率	$\leq 2''$
非线性度	$< 0.05\%FS$
零点漂移	$\leq 5''$
零位重复性	$\leq 5''$
响应频率	25Hz
供电电压	$\pm 12VDC$
工作温度	$-40^\circ C \sim + 55^\circ C$

CJRS-Z 型动态水平姿态传感器

一般倾角传感器只有当待测物体处于静态时才能精确测量，在运动条件下这些传感器由于运动体受到加速度干扰会引起极大的测量误差。

CJRS-Z 型动态水平姿态传感器是一种新型传感器，它是将倾角传感器与角速度陀螺按特定方式组合在一起，构成组合式惯性器件，利用陀螺的输出信号消除加速度对倾角传感器输出信号的干扰，从而能准确地敏感运动载体的姿态，具有测量范围宽、响应快、精度和可靠性高等优点。该产品可用于车辆、船舶、机器人的姿态参考系统，也广泛用于稳定平台、房屋建筑和工业自动化控制等领域。

CJRS-Z 型动态水平姿态传感器的主要技术性能指标如表 9 所示。

表 9 CJRS-Z 型动态水平姿态传感器的主要技术性能指标

测量范围	$\pm 45^\circ$
零点输出	$\leq 0.02^\circ$
输出范围	0~5V
阈 值	$\leq 0.01^\circ$
分 辨 率	$\leq 0.01^\circ$
非线性度	1%FS
零位漂移	$\leq 0.02^\circ$
零位重复性	$\leq 0.02^\circ$
动态精度	$\leq 0.05^\circ$ 动态要求：幅值 $\pm 45^\circ$ ，周期 2s，正弦运动
工作温度	$-40^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$
贮存温度	$-50^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$
工作电源	+12~15VDC

CJRS-D 型低成本静态数字式水平姿态传感器

该传感器是一种新型传感器，具有体积小、重量轻、精度高、响应时间短、成本低、性能稳定、寿命长、且能够输出数字信号，便于与PLC 等工控设备连接的特点。可用于车辆、船舶和机器人的姿态参考系统，以及稳定平台、建筑、桥梁、交通和工业自动化控制等。

CJRS-D 型低成本静态数字式水平姿态传感器的主要技术性能指标如表 10 所示。

表 10 CJRS-D 型低成本静态数字式水平姿态传感器的主要技术性能指标

技术指标	I 型	II 型
测量范围	$\pm 15^\circ$	$\pm 30^\circ$
综合精度	$\leq 0.01^\circ$	$\leq 0.02^\circ$
分辨率	0.001°	
非线性度	$\leq 1\%FS$	
响应时间	$\leq 100ms$	
工作温度	$-40^\circ C \sim 100^\circ C$	
工作电源	+12~15VDC	
接口形式	电压输出，电流输出或数字输出（RS232 或 RS485 接口）	
外形尺寸	30×30×20 mm ³	