ICS 31.040.99

CCS L15

团 体 标 准

中国电子元件行业协会

发 布

T/CECA XXX-XXXX

202X—XX—XX实施

202X—XX—XX发布

金属应变片式微型力传感器

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

（征求意见稿）

目 次

[前 言 III](#_Toc20822)

[引 言 IV](#_Toc28906)

[1 范围 1](#_Toc3688)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc26609)

[3 术语和定义 1](#_Toc4415)

[3.1 金属应变片式微型力传感器 1](#_Toc20424)

[3.2 弹性体的结构型式 1](#_Toc4161)

[3.3 按照受力方式来分 5](#_Toc6218)

[3.4 力值单位 6](#_Toc10945)

[3.5 初始零点漂移 6](#_Toc7895)

[4 命名方法及代号 6](#_Toc32399)

[5 基本参数和优先值 7](#_Toc12332)

[5.1 量程范围数值的优先选取： 7](#_Toc23289)

[5.2 工作温度范围 7](#_Toc17875)

[5.3 激励电源 7](#_Toc1265)

[5.4 电气性能参数 7](#_Toc17478)

[5.5 动态参数 7](#_Toc23853)

[5.6 初始读数 8](#_Toc26362)

[5.7 传感器使用寿命 8](#_Toc124)

[6 技术要求 8](#_Toc12779)

[6.1 静态性能 8](#_Toc31662)

[6.2 传感器的稳定性 9](#_Toc15458)

[6.3 传感器的动态性能 9](#_Toc14266)

[7 试验方法 10](#_Toc1802)

[7.1 金属应变片式微型力传感器静态性能的检定和样机定型 10](#_Toc10243)

[7.2 固有频率测试 10](#_Toc24463)

[8 传感器的稳定性 10](#_Toc21490)

[8.1 零点稳定性 10](#_Toc9824)

[8.2 灵敏度的稳定性 10](#_Toc24131)

[8.3 对传感器的稳定性检测和试验 11](#_Toc12101)

[9 检验规则 11](#_Toc32682)

[9.1 出厂检验 11](#_Toc31724)

[9.2 型式检验 11](#_Toc22467)

[10 标志、包装和储存 12](#_Toc18331)

[10.1 外壳及外包装标志 12](#_Toc20075)

[10.2 储存 12](#_Toc21923)

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电子元件行业协会敏感元器件与传感器分会提出并归口。

本文件起草单位：深圳市力准传感技术有限公司、广州斯巴拓电子科技有限公司、深圳市恒通智能自动化科技有限公司、苏州市力准智能科技有限公司、深圳市易赛特自动化设备有限公司、深圳市益晟达科技有限公司。

本文件主要起草人：

引 言

本团体标准供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本团体标准时，应根据各自产品

特点，确认本团体标准的适用性。

金属应变片式微型力传感器

1 范围

本文件规定了金属应变片式微型力传感器的定义、命名方法及代号、基本参数、技术指标、试验方法 、验收规则及标志、包装、贮存的要求。

本文件适用于金属应变片式微型力传感器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ca：恒定湿热试验 (GB/T 2423．3—2006，IEC 60068 2 78：2001．IDT)

GB/T 2423.4 1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验Db：交变湿热试验方法 (eqv IEC 60068 2 30：1980)

GB/T 2424．2 电工电子产品环境试验 湿热试验导则(GB/T 2424．2--2005，IEC 60068—3 4： 200l，IDT)

GB/T 7551-2008称重传感器

GB/T 7665-2005 传感器通用术语

GB/T 7666-2005 传感器命名方法及代码

GB/T 15464仪器仪表包装通用技术条件

GB/T 18459一 2001 传感器主要静态性能指标计算方法

JJF 1059 1999测量不确定度评定与表示

JJG 669-2003称重传感器检定规程

3 术语和定义

3.1 金属电阻应变片式微型力传感器

金属应变片式微型力传感器是利用粘贴在各种型式的应变弹性体上金属箔式电阻应变计所组成的全桥（或半桥）惠斯顿电路，把力值信号转换成可测量的电压信号的一种装置；而金属应变片式微型力传感器，是和测力传感器同源的，但在外形上相比于普通的测力传感器要小，该传感器除考虑传感器的精度外，传感器固有频率也是必要考虑的。

3.2 弹性体的结构型式

3.2.1

悬臂梁式结构 Bx

悬臂梁式结构是指一端固定，另外一端受力的结构，按其结构方式分为以下几种。

3.2.1.1

单悬臂梁结构 B0

单悬臂梁结构，分为等强度梁和简单梁，如图1所示。

3.2.1.2

平行梁式结构B1

如图2所示。

3.2.1.3

剪切式悬臂梁结构 B2

如图3所示。



图 1



图 2



图 3

3.2.2

柱式梁结构 Tx

柱式梁结构是指圆柱或圆筒式结构一般是做大吨位结构设计。

3.2.2.1

圆柱式结构 T1

如图4所示。

3.2.2.2

圆筒式结构 T2

如图5所示。



图 4



图 5

3.2.3

硬中心膜盒式结构 Mx

硬中心膜盒式结构是指周边固定支撑，中心有受力平台或螺纹，用于拉压力测试，命名主要是根据如图6所示中间部分参与产生应变的区域的形状来命名。

3.2.3.1

平板式硬中心膜盒结构 M1

如图6所示。

3.2.3.2

变截面硬中心膜盒结构 M2

如图6所示。

3.2.3.3

其它膜盒结构 M3。



图 6

3.2.4

轮辐式结构 Lx

轮辐式结构是指外圆向内延伸四个或更多的横梁支撑内圈形成的结构，一般是做压或者拉的单轴力测试，如图7所示。

3.2.4.1

弯曲应力方式检测梁 L1

3.2.4.2

剪切应力方式检测梁 L2

3.2.4.3

其它结构 L3



图 7

3.2.5

桥式结构 Qx

桥式结构是指两端固定或者简支撑，中间受力的梁式结构，根据量程的大小有平行梁或者剪切梁结构，如图8所示。

3.2.5.1

弯曲应力方式检测梁Q1

3.2.5.2

剪切应力方式检测梁Q2

3.2.5.3

其它为Q3



图 8

3.2.6

板环式结构 Kx

板环式结构利用应力集中的原理在平板的中心形成应力集中，在两端受力的结构，如图9所示。

3.2.6.1

通孔式结构 K1

3.2.6.2

盲孔式结构 K2

3.2.6.3

其它为K3



图 9

3.2.7 S型结构 Sx

S形状的样式结构，根据不同的量程可以采用弯曲应力和剪切应力或其它组合式受力方式。

3.2.7.1

平行梁 S1

3.2.7.2

剪切梁 S2

3.2.7.3

其它为 S3



图 10

3.3 按照受力方式来分

3.3.1

压式受力 P

3.3.2

拉式受力 T

3.3.3

扭力 N

3.3.4

组合式受力 XM

X代表是大于1的整数。

3.3.4.1

两方向组合 2M

拉压力，x、y或z组合，拉压扭组合

3.3.4.2

三方向组合 3M

拉压力，x、y、z组合

3.3.4.3

六方向组合 6M

x、y、z组合，Mx、My、Mz扭力组合

3.3.5

张力 Z

3.3.6

微应变 U

3.4 力值单位

按照国际通用的单位：N牛顿，延伸单位：KN，MN。1KN=1000N, 1MN=1000000N。扭矩力值代号：NM。微应变采用的是无量纲单位，是单位长度的变形量。

3.5 初始零点漂移

在一定的条件下，传感器不施加任何载荷，在给传感器施加激励电压的一定时间内，传感器的零点随时间的变化。

4 命名方法及代号

传感器的名称由主称加后级修饰语构成，命名为主称微型电阻应变式测力传感器C+四个修饰语XXXX。

传感器的修饰语由五部分构成，用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字表示:

a--主称（传感器），用汉语拼音C标记；

b--被测量，按照3.3的被测量来定义；

c--转换原理，电阻应变式Y；

d--传感器结构型式， 按照3.2的定义，字母+数字 ，如变截面膜盒式结构为M2；

e--量程代码，这个是3位数，NXX，N代表是10的N次方，如果N为负数用A，B，C，D......分别代表-1、-2、-3、-4......；第一个X代表个位数，第二个X代表小数位。

示例1：1代表是010。

示例2：2代表是020。

示例3：10代表是110。

示例4：1500代表是315。

示例5：0.2代表是A20。

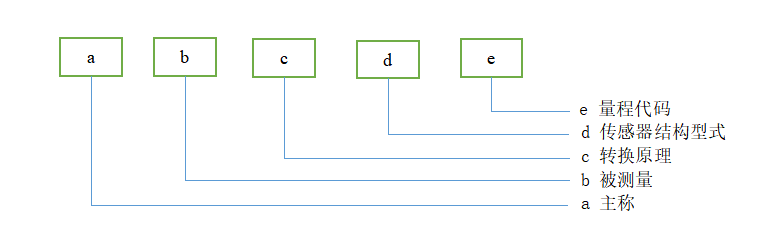


图 11 五部分表述格式

5 基本参数和优先值

5.1 量程范围数值

量程范围数值优先选取：0~1，1.5，2，2.5，3，3.5，5，6，7.5，9，10。对大于这个范围的数值用10的指数N代替。

5.2 工作温度范围

1. 常规温度范围:-20℃~80℃
2. 中温温度范围:-20℃~180℃
3. 高温温度范围:0℃~250℃
4. 低温温度范围:-40℃~60℃

5.3 激励电源

一般采用直流电压，采用电压激励时从以下优先值选取：3,5,10,12,15 DC V。

一般采用直流电流，采用电流激励时从以下优先值选取：1，1.5，2，3，5，8，10，15，18，20，30mA。

5.4 电气性能参数

5.4.1 输入阻抗

传感器的输人阻抗应优先从下列数值中选取：350，385，406，500，650，750 ，1100，2200Ω

5.4.2 输出阻抗

传感器的输出阻抗应优先从下列数值中选取：350，500，600，700，1000，2000Ω

5.4.3 绝缘电阻

传感器的引出线与传感器外壳之间的电阻，对不同的使用环境要求分为两种状况。

引出线屏蔽线和传感器的外壳相连，这时测量传感器的绝缘是四根引出线和外壳及屏蔽线之间的电阻。

引出线的屏蔽线和外壳不相连，这时测量传感器的绝缘是四根引出线和屏蔽线与外壳之间的电阻。测量绝缘电阻对应的直流电压值一般选取为 DC50V ，DC100V。绝缘电阻优先值从以下选取：500，1000，2000，5000 MΩ

5.5 动态参数

传感器的固有频率 传感器的固有频率和传感器的结构、材料有关，传感器的固有频率越高，其在动态测试中的性能越好。

5.5.1 固有频率的测试方法

5.5.1.1 共振法

利用共振器来测量固有频率的方法（一般测量大量程的传感器）。

5.5.1.2 敲击法

又称自由振动法，一般用于中小量程传感器。

5.6 初始读数

试验时，应在开始加载或卸载之后，按表1规定的时间间隔读取初始读数。

表 1 读数前加/卸载和稳定时间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 载荷变化N | | 时间/s |
| 大于 | 小于或等于 |  |
| 0 | 10 | 5 |
| 10 | 100 | 10 |
| 100 | 1000 | 20 |
| 1000 | 10000 | 30 |
| 10000 | 100000 | 40 |
| 100000 |  | 50 |

5.6.1 加载或卸载时间应约为规定时间的一半，余下的时间用于稳定，试验应在恒定的条件下进行，试验报告中应记录绝对时间。

5.6.2 无法达到加载／卸载时间的规定

无法达到规定的加载、卸载时间时，应采用下列方法：

1. 在做最小负荷输出恢复试验时，如果测量结果的允许变化，从卸载后最小载荷输出的初次读数与加载前的读数之间允许差值的100％，按比例减少到50％，则表1中规定的时间可以从 100％增加到150％。
2. 在其他情况下，应将实际时间记录在试验报告中。

5.7 传感器使用寿命

该传感器至少承受N万次的满程负荷参数。若期间负荷低于满量程，则承受压力次数将多于N万次，反之，若负荷高于满量程，但在安全超载范围之内，则承受压力次数会少于N万次。（N万次，该数值与材料本身的特性和使用的频率，使用力的大小有关，该数值一般由具体实验得出结论）。

6 技术要求

对于不同条件下应用的传感器，本章包含的内容未必是充分的或完全必要的。详细规范应根据产品的实际使用条件和要求，在本章规定的范围内进行选择或补充。

6.1 静态性能

6.1.1 输出灵敏度

传感器在受到额定力值后单位供电电压下传感器的输出值，单位mv/V，标称优选值为1.0，1.5，2.0，3.0。

6.1.2 准确度级别

表 2 传感器的准确度和允许误差范围

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 准确度等级 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.1 | 0.25 | 0.3 | 0.5 | | 1 | | 2 | 3 |
| 基本误差 | ±0.02 | ±0.03 | ±0.05 | ±0.1 | ±0.25 | ±0.3 | | ±0.5 | | ±1 | ±2 | ±3 |
| 注明：基本误差以满量程输出的百分数表示 | | | | | | | | | | | |  |

6.1.3 传感器的静态下测量其非线性、滞后、重复性技术指标的要求符合以下文件的要求：

1. JJG 669-2003称重传感器检定规程
2. JJF 1059 1999测量不确定度评定与表示
3. GB/T 18459一 2001 传感器主要静态性能指标计算方法

且其误差值均小于基本误差的绝对值。

6.1.4蠕变

加载最大载荷的70%~100%的负载，在恒定的载荷下，并且所有的环境条件和其它可变量不变的情况下，在30分钟的时间内，随著时间的变化记录的传感器的任意时间内输出的变化值，在20分钟内的变化值不大于允许误差的70%，在20~30分钟内不大于允许误差的15%。

6.1.4.1 蠕变最大允许误差

无论哪个量程段，其蠕变误差都遵循上述要求。

6.1.4.2 最小静态负荷

可以施加于测力传感器而不会超出最大允许范围的力的最小值。

6.1.4.3 最小静负荷输出回复

最小静态负荷输出的初次读数，与施加70％～100％满量程的最大载荷30 分钟之后恢复到最小载荷时的读数，两者之差应不超过最大允许误差的一半。

6.1.5 零点输出

传感器在空载时的输出，其优先值选取如下：士2、士3、士5、士10、士15、士20（满度输出的%）。

6.1.6 传感器额定量程

可以施加于测力传感器而不会超过最大允许误差的质量的最大值。

6.1.6.1安全过载范围

可以施加于测力传感器的最大负荷，此时测力传感器在性能特征上，不会产生超出规定制的永久性漂移。（一般为120%-150%）。

6.1.6.2极限过载范围

测力传感器能承受的不使其丧失工作能力的最大轴向负荷。当超过此负荷后，传感器发生永久性形变。（一般为300%-500%）。

6.1.7 温度灵敏度漂移

灵敏度输出值随温度的变化值，单位%/F.S/10℃。

6.1.8 零点温度漂移

零点输出值随温度的变化值，单位%/F.S/10℃。

6.2 传感器的稳定性

6.2.1 传感器的零点稳定性（最小输出稳定性）

在相同的测试条件下，传感器的零点变化不超过其精度允许误差的0.5倍。

6.2.2 传感器输出灵敏度的长期稳定性

在相同的测试条件下，传感器的灵敏度变化不超过其精度允许误差的0.5倍。

6.3 传感器的动态性能

6.3.1 传感器的固有频率的估算

传感器的固有频率，也就是传感器的自振频率，实际是很高的，其主要是和弹性体的结构、材料有关，可以用以下公式来估算：

F= (1/2π)(√K/m)) (1)

式中：

K传感器结构件弹性体的刚度；

m 传感器的震动质量W/g；

W是包含两个部分：弹性体的质量m0，弹性体上压头或连接件的质量m1 ；

g 重力加速度。

可以根据以上公式及弹性体的结构对传感器的固有频率进行估算。

6.3.2 传感器在动态使用中的选择

1. 在动态使用中尽量选择固有频率高的传感器。
2. 同等结构的传感器，灵敏度越低动态性能越好。

7 试验方法

7.1 微型电阻应变式测力传感器静态性能的检定和样机定型

所有的试验均符合JJG 669-2003称重传感器检定规程。

7.2 固有频率测试

7.2.1 对中小力值传感器的固有频率测试

1. 在治具上安装传感器。
2. 连接电源，数据记录仪并按照要求通电稳定。
3. 待稳定后，并在传感器的加力点用丝线吊挂满度量程的砝码（不少于90%）。
4. 待数据稳定后，用火（或者其它方式）把丝线熔断，使得力值瞬间失去，同时记录传感器的输出值的波形，仪器所记录的信号振动频率既是传感器的固有频率。

7.2.2 共振法测量传感器的固有频率

1. 把待测传感器安装到电磁振动台的振动台上。
2. 开启电磁振动台并预热30分钟，连接测试传感器到测量仪器上。
3. 调整震动的频率、振幅、加速度等参数（根据不同结构的传感器来设定，正常情况下为1g）。
4. 开启振动台，同时测量传感器的输出曲线，仪器所记录的信号振动频率既是传感器的固有频率。

8 传感器的稳定性

稳定性试验，必须注意除了时间以外，周围环境条件和供源条件引起的变化不要掩盖由于时间引起的变化。应记录每次试验时试验条件的差异，并尽可能确定其他影响量的影响，对试验数据加以修正。

在规定的稳定性试验时间周期内，传感器每月至少应连续通电 24 h一次。

在 6和7规定的条件下，将传感器放置在恒温箱内进行试验。除非另有规定，每次检测时应设定恒温箱的温度为20℃并恒温 2h，恒温箱的控温精度应优于士1℃,温度波动优于士1. 5℃。

8.1 零点稳定性

在上述条件下 ，读取传感器最小静负荷的输出值，每隔 10 min读取一次，连续读取 lh。取 5 次读数的平均值，记为 Y0。

试验周期内，按以上方法每月至少检测一次零点输出值矶 (i=1,2,3...... n)，共检测 n次。

找出 n次读数 Y0中的最大值和最小值，分别与 Y0进行比较，取其差值的绝对值较大者记为 ðY0。

传感器的零点稳定性按照下式计算



8.2 灵敏度的稳定性

在上述条件下 ，读取传感器最大负荷的输出值Ymax和最小静负荷的输出值Ymin，连续读取5次读数，并取平均值，灵敏度为

S0=Ymax-Ymin. (2)

试验周期内，按以上方法每月至少检测一次灵敏度输出值Si (i=1,2,3...... n)，共检测 n次。

找出 n次读数 S0中的最大值和最小值，分别与 S0进行比较，取其差值的绝对值较大者记为 ðS0。

传感器的零点稳定性按照下式计算

 (3)

8.3 对传感器的稳定性检测和试验

对于生产厂家来说一般是通过动态疲劳过载、热电老化等工作来加速的。

8.3.1 疲劳过载

1. 静态测试传感器的零点、加卸载输出、蠕变，记录数据。
2. 根据传感器的量程选择疲劳力值和疲劳频率，频率一般可以选择1，5，10，20，30，60，100次/秒，对应的疲劳力值要根据疲劳频率的大小来调整，一般频率越高，力值越小，一般选择在70~120%这个范围，一般疲劳次数在50~10000次不等。
3. 固定传感器在测试台上，开启电源，并记录动态输出数据。
4. 疲劳完成后放置24小时，然后按8.3.1.1测试数据，并对比。

8.3.2 电老化

1. 静态测试传感器的零点、加卸载输出、蠕变，记录数据。
2. 根据传感器的阻抗选取老化电压，一般老化电流不低于30mA。
3. 固定传感器在测试台上，开启电源，老化时间设定一般是24、48、72小时连续老化。
4. 老化完成后放置24小时，然后按8.3.2.1测试数据，并对比。

8.3.3 热老化

1. 静态测试传感器的零点、加卸载输出、蠕变，记录数据。
2. 传感器一般是做高于常温的老化，一般采用60℃。
3. 固定传感器在高温箱内，连接测试传感器的仪表并开启电源，老化时间设定一般是24、48、72小时连续老化。
4. 老化完成后放置24小时，然后按8.3.2.1测试数据，并对比。

9 检验规则

9.1 出厂检验

测力传感器须经制造厂技术检验部门检验合格，并附有产品合格证方能出厂。出厂检验项目按表附表3的规定。

9.2 型式检验

除非另有规定，测力传感器的型式检验应按本标准规定的全部试验项目进行(见表3)。

有下列情况之一时，一般应进行型式检验：

1. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
2. 正式生产后，元器件、工艺、结构有较大改变而影响到产品的性能时；
3. 长期(一般大于半年)不生产的产品恢复生产时；
4. 出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异时；
5. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时；
6. 正常生产时，至少每年进行一次；

表 3 传感器型式检验项目

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 出厂检验项目 | 型式检验项目 | 技术要求条款号 | 试验方法  条款号 |
| 传感器输出灵敏度 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 零点输出 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 非线性 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 重复性 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 滞后 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 输入/输出阻抗 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 绝缘电阻 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 零点温度漂移 |  | ﹟ |  |  |
| 灵敏度温度漂移 |  | ﹟ |  |  |
| 蠕变 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 零点恢复 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 过载强度 |  | ﹟ |  |  |
| 外观 | ﹟ | ﹟ |  |  |
| 固有频率 |  | ﹟ |  |  |
| 湿度对零点影响 |  | ﹟ |  |  |
| 湿度对灵敏度影响 |  | ﹟ |  |  |
| 大气压力影响 |  | ﹟ |  |  |
| 预热时间 |  | ﹟ |  |  |
| 量程稳定性 |  | ﹟ | 6.2 | 8. |

10 标志、包装和储存

10.1 外壳及外包装标志

10.1.1 外壳标志

1. 产品名称和型号
2. 量程范围
3. 产品编号
4. 生产日期
5. 准确度级别
6. 制造厂商名称

对于产品特小的产品，鉴于尺寸原因可以只标注a；b项。

10.1.2 导线尾端标识

一般传感器的连接线按照以下标识，带有接插件的产品尽量按照以下标识进行连接。

表 4 传感器连接线标识

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 电气连接 | 输入+ | 输入— | 输出+ | 输出- |
| 接插件标识 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| 电缆颜色标识 | 红色 | 黑色 | 绿色 | 白色 |

对于配有变送器或仪表的成套传感器，在传感器的尾线处要注明所配后端仪表编号及连接方式。

10.1.3 外包装标识

外包装标识应按照外壳标识的A~F项标识。

传感器的包装应符合GB/T 15464的规定。

10.2 储存

传感器应贮存在温度 -10℃~55℃，相对湿度不大于 80%的通风室内，周围空气中不含传感器起腐蚀作用的气体。