

## 电化学传感器工作指南及电路图

### 引言

本公司有毒气体检测传感器的开发始于1981年，以一氧化碳传感器的研制为开端。之后对各式各样新传感器都进行了开发。直至最近开发的臭氧和氧化乙烯传感器，形成了系列的传感器产品，并以其可靠、稳定和耐用等特点斐声海内外。

此类传感器系一微型燃料电池，设计成为免维护型并且能长时间稳定工作的产品。所采用的技术立足于已于人本公司早期氧传感器的工作基础，系直接响应气体的体积浓度变化，而不是响应其压力的变化。

该类传感器设计的最大特点是采用了气体的扩散势垒，该势垒能限制气体流向敏感电极的流量。敏感电极能与到达电极的电化学活性仍有余裕。这一高的电化学活性保证了传感器的长寿命和很好的温度稳定性。

#### 两电极系统

基于电化学原理工作的传感器其最简单的一种型式就是两电极系统。其工作电极和对电极由一薄层电解液隔开并经由一个很小的电阻联通外电路。当气体扩散进入传感器后，在敏感电极表面进行氧化或还原反应，产生电流并通过外电路流经两个电极。该电流的大小比例于气体的浓度，可通过外电路的负荷电阻予以测量。

为了让反应能够发生，敏感电极的电位必须保持在一个特定的范围内。但气体的浓度增加时，反应电流也增加，于是导致对电极电位改变（极化）。由于两电极是通过一个简单的负荷电阻连接起来的，虽然敏感电极的电位也会随着对电极的电位一起变化。如果气体的浓度不断地升高，敏感电极的电位最终有可能移出其允许范围。至此传感器将不成线性，因此两电极气体传感器检测的上限浓度受到一定限制。

#### 三电极系统

对电极的极化所受的限制可以用引进第三电极，参考电极，和利用一外部的恒电位工作电路来予以避免。在这样一种装置中，敏感电极曲线相对于参考电极保持一固定值。在参考电极中无电流流过，因此这两个电极均维持在一恒定的电位。对电极则仍然可以进行极化，但对传感器而言已不产生任何限制作用。因此三电极传感器所能检测浓度范围要比两电极大得多。

大部分有毒气体传感器（3/4/7系列）均属三电极系统。由于控制了敏感电极的电位，恒电位电路还能提高传感器的选择性和改进其响应性能。这一电路同时也用来测量流过敏感电极和对电极之间的电流。电路可以作成体积很小的低功耗装置。本章后部将提供一些与此有关的电路。

### 四电极系统

#### 图 1

三电极系统进一步发展导致了四电极系统传感器的产生（A3/A7系列）。这一类型的传感器增加了另一个工作电极，称之为辅助电极。辅助电极的讯号可以用来抵消温度变化的影响或者用来提高传感器的选择性。用了第四电极可以使传感器的讯号更稳定，对被测量气体有着特性的响应。

#### 温度影响

即使不存在反应气体，传感器的敏感电极也会显示一个很小的讯号电流称之为“基线电流”。虽然在

校准时可以调零调去，但极限电流随温度的变化呈指数变化。因此校准后大的温度改变将导致仪器的零点产生些许漂移。

在大多数情况下，尽管温度在较宽的范围内变化，仪器零点漂移仍是很小可以忽略不计。然而如果需要仪器有很高的分辨率，特别是检测气体浓度非常低的情况下，零点的漂移与可能严重影响测量值。在这种情况下采用四电极系统可以补偿任何基线的漂移。

四电极系统中，敏感电极和辅助电极的基线极为接近。由于环境状况对于两个电极都是一样的，敏感电极由于温度变化产生的基线漂移在辅助电极上也产生同样大小的漂移。

当敏感电极暴露于目标气体中时，将会产生一个增加的讯号，其大小与气体浓度成正比。所有目标气体都在敏感电极上反应，因而辅助电极上信号保持不变（即处于其基线水平）。这样尽管基线与校准时的水平相比有所漂移，只要从讯号中减去这一基线信号值就可以得到补偿了基线的输出值，它完全是由暴露的气体产生的。

## 选择性

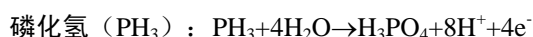
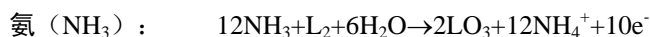
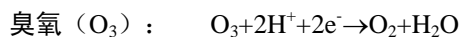
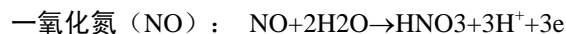
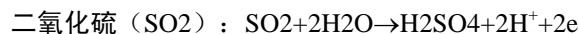
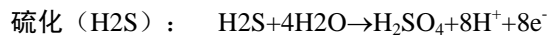
当一 A3E/F 一氧化碳传感器置于一氧化碳和氢的混合气体中时，二者均在敏感电极上发生反应。一氧化碳全部反应，而氢则只有部分反应，未反应的氢扩散到达辅助电极。这样一来敏感电极的讯号为这两种气体浓度的函数，而辅助电极的输出则主要是由氢产生的。和上述补偿基线漂移的道理一样，辅助电极的讯号可以用来补偿氢在敏感电极上的反应。

## 反应机理

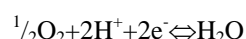
气体扩散进入传感器就在敏感电极上发生反应，或则为氧化反应（大多数气体），或则为还原反应（二氧化氮、氯和臭氧）。每一反应均可用标准化学方程式的形式表示。例如，一氧化碳在敏感电极上的氧化可用方程式表示如下：



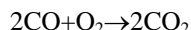
根据目标气体在敏感电极上反应的不同，对于其它气体也可以导出类似的方程式：



在对电极上发生的反应则正好与敏感电极上的反应平衡。例如敏感电极上发生氧化反应，对电极上就会与氧被还原并生成水。反之，如果敏感电极上发生还原反应，对电极上的反应则与之相反（即水被氧化）。这样这一反应的标准方程式可以写成：



两个电极的反应方程式可以结合起来并简化成总的电池反应。例如在一氧化碳的情况下，总个电池反应可写成：



这一总方程式说明供应给传感器的气体是反应的燃料，逸出的气体则是反应的产品。换言之，传感器仅是反应的催化剂，它的任何一部分都没有消耗（氨和氰化氢除外，见后）。

注：氨和氰化氢使用了一种新型电解液。其反应机理不象通常的那些传感器那样直接的氧化或者还原。这对传感器的性能有重要的影响，特别是对其输出漂移和使用寿命。这类传感器适宜于检漏，而不适宜于高浓度和连续检测在第一部分所列该类传感器的特中援引了每月总的目标气接受量不宜超过的特定水平值。

## 选择性

本公司传感器的设计保证了对被测气体有很高的特效性，交叉干扰的影响降低到了最小。这是由下列技术的结合达到的

### 1) 选择特性电极催化剂

电极材料的选择对于传感器中的反应有很强的影响。每一电极反应大多是可以双向进行的，可以利用特殊选定的电极材料催化反应的某一方向。

### 2) 控制敏感电极的工作电位

三电极系统的最大好处在于能给传感器施加一“偏置”电压使得电化学反映活性较低的气体也能被氧化或者被还原。这样一种施加有偏压的器件能促进那些在通常条件下在参考电极电位下不能发生的反应。

### 3) 利用化学过滤器选择性地除去干扰气体

有些传感器装有内置过滤器可以除去那些也能于敏感电极处发生反应的气体。这类内置过滤器组成各不相同，尺寸也各不一样，依传感器的使用条件而异。本章后面将详细论述。

气体	英 国 <sup>(1)</sup>		德 国 <sup>(2)</sup>		美 国 <sup>(3)</sup>	
	STEL(10 min)	TWA(8hr)	STEL <sup>(4)</sup>	TWA(8hr)	STEL(15min)	TWA(8hr)
Carbon monoxide	300	50	60(30)	30	200	35
Hydrogen sulphide	15	10	20(10)	10	15	10
Sulphur dioxide	5	2	4(5)	2	5	2
Nitric oxide	35	25	---	---	---	25
Nitrogen dioxide	5	3	10(5)	5	1	3
Chlorine	1	0.5	1(5)	0.5	1	0.5
Chlorine dioxide	0.3	0.1	0.2(5)	0.1	0.3	0.1

Hydrogen <sup>(5)</sup>	---	---	---	---	---	---
Hydrogen cyanide	10	---	20(30)	10	4.7	---
Hydrogen chlored	5	---	10(5)	5	5	---
Ammonea	35	25	100(5)	50	35	25
Ozone	0.3	0.1	0.2(5)	0.1	0.1	---
Ethylene oxide	---	5	---	---	5	1
Phosphine	0.3	---	0.2(5)	0.1	1	0.3

注：STEL 为短期暴露限值，TWA 为长期暴露（8hr）限值。

(1) 资料来源：Health and Safety Executive(HSE)-EH40/95

(2) 资料来源：Deutsche Forschungsgemeinschaft(DFG)-1993

(3) 资料来源：Occupational Safety and Health Adminisration(OSHA)-

Code If Federal Regulations 29 CFR1910.1200,July 1993

(4) 括号中的分钟数值表示在该浓度水平下最长允许暴露时间。

(5) 氢为可燃性窒息气体，其最低爆炸限的数值为 4% 。

#### 4) 采用四电极系统

在 A7E/F 一氧化碳传感器中采用了四电极系统，用以消除氢对传感器输出的影响，前面已经论及过了。

#### 安全监测

为了个人人身安全，需要与一种仪器，当有毒气体的浓度达到短时间暴露允许限值（STEL）和长时间暴露允许限值（TWA）时能予以报警。下表所列为经常监测的几种主要气体的允许暴露限值。该表仅仅作为一种指导。其具体数值在使用前必须予以核对。

在安全监测方面为了监测仪的小型化需要有较小的元件，传统的 3 型系列传感器由于其体积小结构紧凑最为合用。它结合了 3、4 型系列的小体积和 7 型系列结构紧凑两方面的特点。这些传感器的代码中用数字字头来区分，例如 7E 4CO 就是用 7 和 4 来区分的。

安全检测用传感器至少每六个月应该效一次。对于那些安全极为重要的场合，工作的传感器实施效准应更勤一些（例如两周），关于效准细节见后。

安全检测仪通常可以分为两种类型-----便携式监测仪和定点监测仪。下表所列为安全检测中推存使用的传感器类型。对于适合于便携式监测仪器的传感器以 P，而适宜于已于人定点检测仪器的传感器则标以 F。

气体	型号	便携式或 定点式	最小范围	分辨率	额定输出
Carbon monoxide	4CO	P	0-20ppm	1ppm	0.07uA/ppm
	4CF	P	0-20ppm	1ppm	0.07uA/ppm
	7E	P/F	0-20ppm	0.5ppm	0.1uA/ppm
	7E/F	P/F	0-20ppm	0.5ppm	0.1uA/ppm
Hydrogen sulphide	4H	P	0-20ppm	0.1ppm	0.37uA/ppm
	4HS	P	0-20ppm	0.1ppm	0.37uA/ppm
	7H	P/F	0-20ppm	0.25ppm	0.37uA/ppm
	7HH	P/F	0-5ppm	0.1ppm	1.25uA/ppm
Sulphur dioxide	4S	P	0-10ppm	0.1ppm	0.5uA/ppm
	7ST/F	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.37uA/ppm
	7SH	P/F	0-3ppm	0.1ppm	1.25uA/ppm
Nitric oxide	4NT	P	0-10ppm	0.5ppm	0.4uA/ppm
	7NT	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.55uA/ppm
Nitrogen dioxide	4ND	P	0-3ppm	0.1ppm	1.0uA/ppm
	7NDH	P/F	0-3ppm	0.1ppm	1.4uA/ppm
Chlorinr	4CL	P	0-3ppm	0.1ppm	0.9uA/ppm
	7CLH	P/F	0-3ppm	0.1ppm	1.0uA/ppm
Hydrogen	7HYT	P/F	0-50ppm	2ppm	0.03uA/ppm
Hydrogen cyanide	7HCN	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.1uA/ppm
Hydrogen chloride	7HL	P/F	0-5ppm	0.5ppm	0.75uA/ppm
Ammonia	A7AM	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.12uA/ppm
	7AM	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.12uA/ppm
Ozone	7OZ	P/F	0-2ppm	20ppb	6.0uA/ppm
Ethylefe oxide	7ETO	P/F	0-3ppm	0.1ppm	2.75uA/ppm

气体	型号	便携式或 定点式	最小范围	分辨率	额定输出
Carbon monoxide	4CO	P	0-20ppm	1ppm	0.07uA/ppm
	4CF	P	0-20ppm	1ppm	0.07uA/ppm
	7E	P/F	0-20ppm	0.5ppm	0.1uA/ppm
	7E/F	P/F	0-20ppm	0.5ppm	0.1uA/ppm
Hydrogen sulphide	4H	P	0-20ppm	0.1ppm	0.37uA/ppm
	4HS	P	0-20ppm	0.1ppm	0.37uA/ppm
	7H	P/F	0-20ppm	0.25ppm	0.37uA/ppm
	7HH	P/F	0-5ppm	0.1ppm	1.25uA/ppm
Sulphur dioxide	4S	P	0-10ppm	0.1ppm	0.5uA/ppm
	7ST/F	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.37uA/ppm
	7SH	P/F	0-3ppm	0.1ppm	1.25uA/ppm
Nitric oxide	4NT	P	0-10ppm	0.5ppm	0.4uA/ppm
	7NT	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.55uA/ppm
Nitrogen dioxide	4ND	P	0-3ppm	0.1ppm	1.0uA/ppm
	7NDH	P/F	0-3ppm	0.1ppm	1.4uA/ppm
Chlorinr	4CL	P	0-3ppm	0.1ppm	0.9uA/ppm
	7CLH	P/F	0-3ppm	0.1ppm	1.0uA/ppm
Hydrogen	7HYT	P/F	0-50ppm	2ppm	0.03uA/ppm
Hydrogen cyanide	7HCN	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.1uA/ppm
Hydrogen chloride	7HL	P/F	0-5ppm	0.5ppm	0.75uA/ppm
Ammonia	A7AM	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.12uA/ppm
	7AM	P/F	0-10ppm	0.5ppm	0.12uA/ppm
Ozone	7OZ	P/F	0-2ppm	20ppb	6.0uA/ppm
Ethylefe oxide	7ETO	P/F	0-3ppm	0.1ppm	2.75uA/ppm

## 操 作

### 线 路

---

#### a) 两电极有毒气体传感器

2E/F 传感器是一个两电极低浓度一氧化碳气体传感器。与三电极系统相比其性能受到一定限制，然而其工作电路却是简单得多。

传感器实际上是一只电流发生器。传感器两电极的输出可以简单地用一只低值负荷电阻（例如  $33\Omega$ ）串接于传感器两端然后测量电阻两端的压降，不需要任何外电源，另外传感器也可以采用电流跟随器型式工作，即用一运标放大器将电流输出转换成电压输出。在这一情况下采用低值负荷电阻（例如  $10\Omega$ ）可以缩短响应时间。图 2 是该原理的简图。图中负荷电阻用  $R_{Load}$  表示。运标放大器断路时传感器两端用一结型场效应管（J-FET）短接。

图 2 两电极传感器工作电

路 ICI--该放大器用作电流电

压转换器，对其失调性能要

求不严格。OP-77 或其类似

放大器均可用。

#### b) 三电极系统

##### 1) 标准操作（无偏压）

图 3 为推存用于任一个三电极传感器的电路图，可用于检测下列气体：一氧化碳

（CO）、硫化氢（ $H_2S$ ）、二氧化硫（ $SO_2$ ）、二氧化氮（ $NO_2$ ）、氯（ $CL_2$ ）、

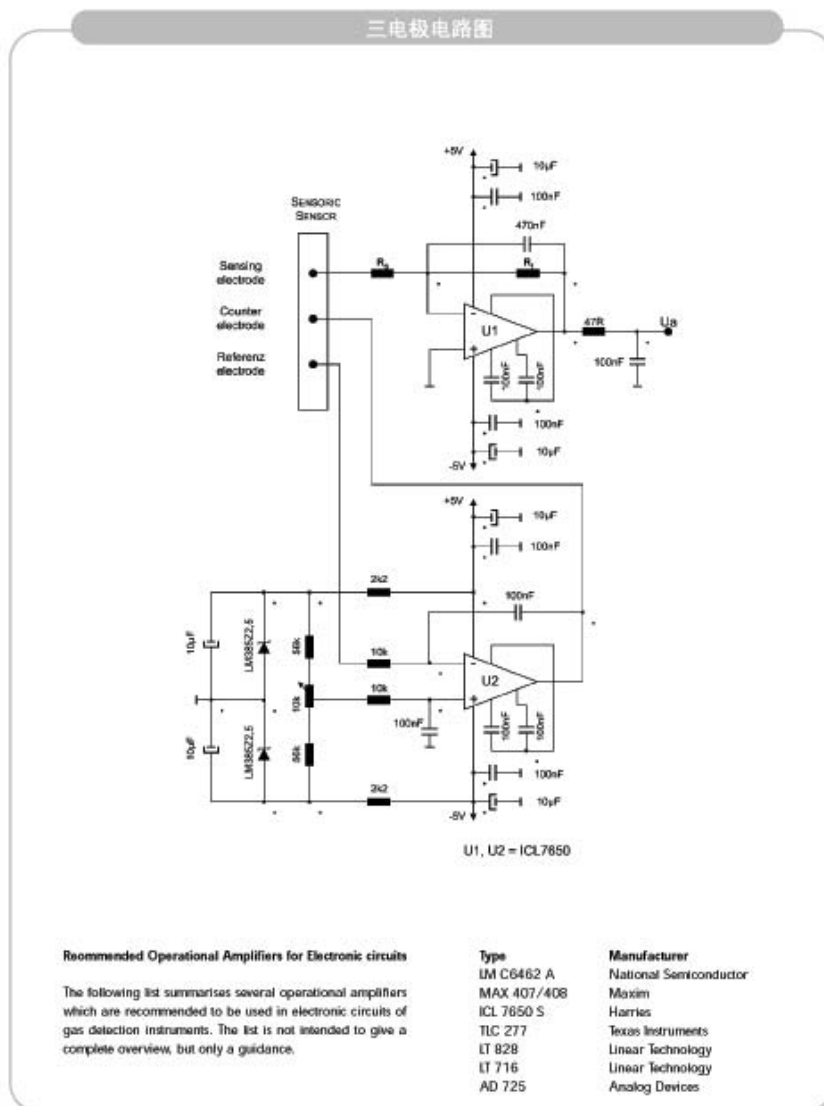
氢（ $H_2$ ）、氰化氢（HCN）和臭氧（ $O_3$ ）。对于那些在敏感电极上氧化的气体线路的输出为正-----CO、 $H_2S$ 、 $SO_2$ 、 $H_2$  和 HCN，而对那些在敏感电极上还原的气体则输出为负----- $NO_2$ 、 $CL_2$  和  $O_3$ 。对于需要偏压操作的其它所有传感器这一标准电路要予适当修改（见后）。

对电极的作用只是完成一个电化学反应，其电位值相对于工作电极和参考电极而言是不固定的。在静态条件下，电解液只有微小电流流过，因此对电极电位接近其静止电位。

而在气体检测时，电流升高，这时对电极相对于参考电极而言便极化了对 CO、 $H_2S$ 、 $SO_2$ 、 $H_2$  和 HCN 为负， $NO_2$ 、 $CL_2$  和  $O_3$  为正。



图 3 三电极系统标准工作电路



ICI---这一放大器失调电压必须该很低，或者将其调零。PMI-OP77 和 OP-90, Intesil 或 Teledyne 7650 和 Linear Technology LT1078 均可用。

ICI---这一放大器用作电流电压转换器，其失调性能要求不严格，OP-77 或类似放大器均可用。

$R_{Load}$ 的选值见前第 1 部分。

\* 线路接通时 ICI 只能有很小的失调电压（例如 $<100\mu V$ ）这点很重要，否则运标放大器将使传感器的工作电位严重偏置，致使其由短路状态达到稳定需要相当长的时间。

电解池的电流稳定很快，而对电极的极化却很慢。因此尽管传感器的讯号已经稳定，对电极的电位可能仍在继续漂移，这是很正常的。在实际测量中最大的对电极极化对参考电极而言有可能达到 300~400mV。这在实际中意味着电路接的电位要比之高出很多（例如 1V），所以 ICI 的输出为负。

在所有情况下在 $R_{Load}$ 两端产生的压降应该限制在 10mV 以下，不然传感器的性能受到损害。保持 $R_{Load}$ 低值还能保证响应更为快速。虽然在这一线路中甚至可以将其降低至零，但选择一个很小的



限值还是比较可取。这样可以在线路噪声和响应时间之间达到较好的平衡。在某些情况下还能减少湿度的瞬时影响。

为了保持仪器在断路期间处于“预备工作”状态，参考电极和敏感电极之间应予短接。既可以将参考电极用一场效应管短接到线路的公共端（见图3），也可以采用联动开关短接。但短路传感器应避免其接触活性气体或者溶剂的蒸汽。

## 2) 拼压操作

在测量一氧化氮（NO）、氯化氢（HCL）、氧化乙烯（C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O）和氨（NH<sub>3</sub>）时，传感器的设计使得敏感电极在较参考电极电位更正的条件下工作。这就是所谓的“偏压”操作。其工作电路如下。

图4 三电极偏压型工作电路

IC1和IC2同前面一样。 $V_{ref}$ 是一精确的带隙电压参考。建议采用Teledyne Tc04系列元件。

$R_{load}$ 的取值原则见前。

请注意：有些传感器在包装运输过程中，附带有偏置电路板，因此传感器处于随时可以使用状态，请参看订货资料说明部分。

偏压工作电路基本上和图 3 是一样的，所不同之处只是所需电位低于线路公共端时 IC1 的输入为正，这样就提供了偏压。所有需要偏压工作的传感器，凡是属于气体在敏感电极上氧化者，电路的输出对公共端而言总是正值。经由 IC1 提供偏压是因为不能令参考电极通过任何电流，因此，也不能直接将化学电池连接在参考电极和敏感电极之间。建议不让任何时候，甚至仪器在断路的时候，这一偏压都始终保持着。如果不这样，当仪器通电时启动时间会需要很长。

对于各个不同传感器所建议的偏压数值在第一部分相应的说明中都已经给出。在每一中情况先所建议的偏压数值都是使得操作中传感器的性能达到最佳的平衡。正的偏压值是指敏感电极地电位较参考电极为正。

注意：需要偏压工作的传感器其参考电极和敏感电极不时处于同一电位，因此在运输过程中不需要通常那样的短路联结。对于短路会永久损害传感器的情况，储存时不得短接。因此在无偏压操作中短接的场效应管此处省去不用。

#### c) 四电极系统

##### 1) 电路的输出计算

和三电极情况一样，四电极的 A7 系列传感器既可以偏压工作也可以无偏压工作完全依所测气体的情况而定。但不管是按那种方式工作，气体的浓度都一样是由两个讯号的差值决定的。

计算样品中气体浓度时，将两个讯号值直接相减即可： $I_{GAS} = I_S - \chi \cdot I_A$  式中：

$I_{GAS}$  === 已经补偿了基线的气体讯号

$I_S$  === 敏感电极讯号

$I_A$  === 辅助电极讯号

$\chi$ ====无检测气体存在时给予零输出的一个增益值。

\* 由于敏感电极和辅助电极的极限电流非常接近， $\chi$ 在大多数情况下接近于 1 。

现就 A7E/F 型一氧化碳传感器的情况进行讨论。当含有一氧化碳和氢的混合气体通入传感器时，敏感电极产生一个与良种气体浓度成比例的讯号，而辅助电极产生的讯号则主要由于氢的存在。这种四电极的设计，加上内置过滤器可以除去 NO、NO、H2S 和 SO2 的干扰，即使有一两种干扰气存在，也可以得到非常准确的测量结果。

A7E/F 传感器的输出可以表示如下：

$I_s$ =敏感电极讯号；                       $I_A$ =辅助电极讯号；

[CO]=CO 在混合气中的浓度；    [H2]=H2 在混合气中的浓度；

如果有： $I_s=a(CO)+b(H2)$ .....(1)

$I_A=c(CO)+d(H2)$ .....(2)

由（1）和（2）式中消去（H2）得出：

$(CO) = (I_s d - I_A b) / (ad - bc)$  .....(3)

如果用一氧化碳和氢气标气进行校准，则系数 a、b、c 可以由（1）和（2）式计算得出，于是由（3）式就可以得到一氧化碳在该两种气体的混合气中的实际浓度值。

在传感器的设计参数中很重要的一点是使 ad-bc 之值尽可能大。当前的传感器设计中 c 值大概为 a 值的 1% 至 10%。 $b/d$  比值大概在  $1/2$  至  $5/2$  之间。

通常系数 a、b、c 和 d 也是温度的函数，因此（1）和（2）式更为准确的表示应该是：

$I_s=a(T)[CO]+b(T)[H2]$ .....(4)

$I_A=c(T)[CO]+d(T)[H2]$ .....(5)

为解这一对方程式，必须在不同温度下对一氧化碳和氢进行校准，并采用曲线拟合技术或者利用某种检查表来进行。通常用微处理器来解决最为理想。

A7E/F 传感器可以偏压下工作也可以无偏压工作。一般的环境监测或者间歇取样检测无需偏压操作。在这种情况下如果敏感电极和辅助电极在仪器断路时将其与参考电极短接，则当仪器通电时传感器便可立即工作。短接可用两个结式场效应管，参见图 5。

## Important Note

The recommended operating circuits for biased and unbiased four electrode are show below. In both cases the circuit acts in the same way as those recommended for three electrode except there is an additional Auxiliary electrode output. However the same considerations apply as when operating three electrode sensors, so it is important when considering these circuits to read the preceding section that deals with these.

### 2) 标准非偏压操作

图 5 四电极标准工作电路

IC1-----该放大器失调电压必须很小，或调零调去。PMI OP-77 和 OP-90, Intersil 或 Teledyne 7650 和 Linear Technology LT 1078 使用。

IC2, IC3-----该放大器作为电流电压转换器，失调性能不甚要求严格 OP-77 或类似放大器均可用。

$R_{Load}$  建议值见第 1 部分。

### 3) 偏压型操作

图 6 四电极偏压型操作电路

IC1、IC2、IC3-----其内容同图 5

$V_{ref}$  为一带隙电压参考。Teledyne TC04 适用。

$R_{Load}$  选值见第 1 部分。

四电极系统既可非偏压操作也可偏压型操作。偏压型操作电路见图 6。偏压操作可降低氢响应的系数（赏识计算中的 b 和 d），传感器的性能通常也有核很大改进。只是传感器的电源电路和提供偏压不许长期维持，以避免启动时间过长。

### 操作-----

为了正确操作传感器，参考电极和对电极必须有一个很小的氧源供应。通常样品气流中有足够的氧供应，空气由传感器的正面或者侧面扩散进入传感器的氧已经够用（几千 ppm）。长时间暴露在绝氧的样气中尽管存在有氧通路也活死传感器工作不正常。因此传感器不宜用树脂类材料完全封装或者整个沉没在绝氧气氛中。

### 启动-----

#### 1) 标准操作

为了维持传感器总处于“预备工作”状态，大部分传感器（两电极传感器除外）在不工作时敏感电极和参考电极两端总是短路连接。这在储存时一定要安装好，只有在即将使用时方可取去。当仪器断电后两电极应重新短路，否则下次再用，传感器会需要很长启动时间。可用结型场效应管连接两电极，可保证电路断路时两电极保持短路。

## 2) 偏压操作

一氧化碳，氯化氢、氨和氧化乙烯传感器没有这种短路连接。由于这些传感器工作电位与参考电极电位不同而需要偏压型操作。由于短路会永久损害这些传感器，因此其储存时不得短接。

当将一偏置电位施加于一新传感器时，立即产生一个大的假象电流，但迅速减小，几小时便达稳定（氨、氧化乙烯和一氧化碳传感器均需 2~2 小时，氯化氢传感器需要 24 小时或者更长），基线在以后的三周内将缓慢地继续进一步稳定，之后才达到完全稳定不变。

需要再三强调的是偏压必要在所有时间内都保持着。否则仪器通电需要很长的启动时间。

## 取样系统

在设计取样系统时最需注意的是气流中的活性气体成分不要吸附于系统所用材料的表面上。这样就会使得气体成分损失，浓度降低，直至系统材料吸附饱和为止。象 CO、H<sub>2</sub> 和 NO 这样一些气体不会存在任何吸附的问题，而其它一些气体其吸附问题按下列顺序增加：



降低这一影响的办法可以是凡与气样接触的表面都用低吸附性的材料，同时加大气体流速和缩短气路的长度。氟化高聚物如聚四氟乙烯（PTFE）、聚三氟氯乙烯（TFE）、和聚氟乙烯丙烯气体吸附性很低可用作气路材料。316 不锈钢和硅橡胶也可用来代替上述塑料高聚物，但它们仍能吸附 CL<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>S。聚酯材料除 NO<sub>2</sub> 外其它气体都不吸附。

一旦发生了气体的吸附，当用于净气体清洗管路时，它们将会脱附并进入气流中，这时传感器就会检测到该气体，直至所有表面脱附完毕为止。

所有传感器都应有合适的过滤器保护，以除去高腐蚀成分和微粒物质。本公司大部分传感器都在传感器进气孔上装有保护膜，这就需要特别小心以防固体粒子或者液体进入传感器。同时要注意进气孔不要被遮蔽，以保证传感器的正确对准。最简单的保护办法是将一多孔 PTFE 膜用“O”形圈结构将其封装在传感器前端。还可将一聚丙烯细网加在 PTFE 膜上予以增强。

传感器上结露的情况应尽量避免。如果传感器西安市出露影响的讯号，用一软纸擦之使干就可以恢复正常工作，但决不可将传感器在 40°C 以上进行干燥。

注 1：采用聚丙烯的传感器设计虽然对气体的吸附并不严重，也确能延长传感器的使用寿命。但对 NO<sub>2</sub>、CL<sub>2</sub>、HCL、O<sub>3</sub> 等传感器让不建议使用，因其影响传感器的性能。

注 2: 过去提供的过滤器用过不锈钢增强网。这对 H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CL<sub>2</sub>、HCL、NH<sub>3</sub>、O<sub>3</sub> 和 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O 传感器是不合适的。因为这些气体会吸附在网上因而影响传感器性能。

## 效准

为了保证最高的准确度，传感器效准时所用效准气的浓度应该与传感器经常检测的浓度范围相适应。如果作到这点有不便，那就选传感器检测范围的上端浓度。超过传感器检测浓度范围的效准气也不宜用来效准传感器，因为其不能正确效准。下表列出了传感器效准时最合适的气体浓度和流速，在该条件下传感器的性能做好，而气体可能产生的毒害最小。

效准时通常只是将传感器面对着效准气很短的时间，因此效准气中不一定非有氧不可。从周围空气中，或者在有限时间内通过侧面通路能提供足够的氧量。在大多数情况下，5 分钟通气时间足以使效准讯号达到稳定，但依所用设备而定，H<sub>2</sub>S、HCL、CL<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、O<sub>3</sub> 和 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O 由于表面吸附需要较长的通气时间。

气体	气体浓度	最小流速
Carbon monoxide---All sensor types <sup>(1)</sup>	200ppm	150mls/min
Hydrogen sulphide---4H,4HS,3H,7H	20ppm	250mls/min
3HH,7HH	20ppm	400mls/min
Sulphur dioxide-----4S,3ST/F,7ST/F	20ppm	400mls/min
3SH,7SH	2ppm	1000mls/min
Nitric oxide-----4NT	20ppm	250mls/min
3NT,7NT	20ppm	400mls/min
Nitrogen dioxide-----4ND	10ppm	400mls/min
3NDH,7NDH	10ppm	1000mls/min
Chlorine-----All sensor types	10ppm	1000mls/min
Hydrogen-----3HYT,7HYT	100ppm	150mls/min
3HYE	5000ppm	150mls/min
Hydrogen cyanide---All sensor types	10ppm	400mls/min
Hydrogen chloride---All sensor types	20ppm	1000mls/min

Ammonia-----All sensor types	25ppm	250mls/min
Ethylene oxide-----All sensor types	20ppm	1000mls/min
Ozone <sup>(2)</sup> -----All sinsor types	2ppm	1000mls/min

注 1: A7E/F 需要一个氢零气。在环境检测中最好用 200ppm H<sub>2</sub>/200ppm CO 标气作效准气。

注 2: 臭氧效准时用超过所要求的流速还能提高准确度。但当流速超过 L/min 时应特别小心, 勿使传感器受到气体压力影响导致标定不准。

### 交叉干扰 数据

在第一部分列出了一个表, 其中列有除标气以外的其它气体的交叉干扰情况。表中数据是被试气体在所给浓度下传感器的典型响应数据。被试气体的浓度通常选择在其临界值附近 (TLV 水平)。所有数值都是本公司实验测定的。

依每种气体在传感器中反映的特性而定这种影响既可能是降低讯号 (负交叉干扰), 也可能增加讯号 (正的交叉干扰)。从安全角度考虑, 负的交叉干扰较之正干扰问题要大一些, 因为它将降低目标气的响应讯号, 导致延误报警。在这种情况下需要同时监测两种气体。

当使用装有内置过滤器的传感器时, 切记过滤材料的寿命是有限的。为环境检测设计的传感器这点非常重要, 不能期望过滤器能除尽浓度超过 100ppm 的干扰气, 过滤器也不应连续暴露在这样的浓度水平下。然而在大部分环境检测中这样一高浓度的干扰气通常很少遇到。

当传感器对某一特定的气体西安市有交叉干扰, 但这是否一定影响到测定的准确度, 要看对准确度的要求有多高, 以干扰气与目标气相比其相对浓度有多大。比如说准确度的要求为 $\pm 10\%$ , 任何共存的气体如果其浓度高过于产生 10% 的影响讯号, 那么它就应该分开来监测。举例如下:

一个 7SH 传感器用来测定二氧化硫, 准确度要求为 $\pm 10\%$ 。这同一个传感器也会对很小浓度的 1) H<sub>2</sub>S; 2) NO<sub>2</sub> 产生影响。

1) H<sub>2</sub>S 的浓度 $< 1\text{ppm}$  H<sub>2</sub>S 的交叉干扰由第一部分所列表中可以看到, 7SH 传感器对 15ppm H<sub>2</sub>S 的响应相当于 20ppm SO<sub>2</sub>。

a) 1ppm H<sub>2</sub>S $\approx 1.33\text{ppm}$  SO<sub>2</sub>

这样当 SO<sub>2</sub> 浓度小于 13ppm 时, H<sub>2</sub>S 的存在将会威胁到 SO<sub>2</sub> 检测的准确度。

2) NO<sub>2</sub> 浓度 $< 2\text{ppm}$  NO<sub>2</sub> 的交叉干扰从第一部分的表中查到 7SH 对 5ppm NO<sub>2</sub> 的响应相当于 -6ppm SO<sub>2</sub>

b) 2ppm NO<sub>2</sub> $\approx -2.4\text{ppm}$  SO<sub>2</sub>



因此当 SO<sub>2</sub> 浓度高于 25ppm 时 NO<sub>2</sub> 不会严重影响 SO<sub>2</sub> 检测的准确度。

虽然该表提供了大致的干扰情况，但对任何一个特定的传感器而言情况可能是有差别的，传感器性能随环境条件的变化也可能是不一样的。任何批次之间的差别也常常观察到。

注：有关交叉干扰的数据有一完整的列表见附录 6。该数据表示为 100ppm 目标气在传感器中的反应以及与之相当的干扰气的 ppm 数，这样就提供了一个干扰气的百分灵敏度。

除 3AM 和 7AM 以外，所有其它传感器均对 NH<sub>3</sub>、CH<sub>4</sub> 或 CO<sub>2</sub> 无响应。

在所有干扰数据中一般人为干扰气浓度其临界值水平以内均呈线性响应。

## 内置过滤器

某些传感器的设计中，加了一个内置的化学过滤器，用以消除气样中存在的一些其它气体的交叉干扰。每一个过滤器都设计使样气中的某些气体在其到达敏感电极之前将其除去，这样一来就消除了某些特定气体的交叉干扰。

由于这些内置过滤器装进了传感器内部，因此装有内置过滤器的传感器并不改变其外形尺寸。A3E/F 有些不一样，该传感器增加了过滤容量，一次环境毛细管有一隆起的区域。

下列窗户装有内置过滤器：

1、CO----4CF 型，7E/F，2E/F 和 3E/F，A7E/F 型。

过滤材料能除去 CO 以外的其它微量环境气体。

2、CO----A3E/F 型

过滤材料能除去高浓度的酸性气体，如 SO<sub>2</sub>、NO 和 NO<sub>2</sub>。

3、SO<sub>2</sub>----4S 型、7ST/F 和 3ST/F 性

过滤材料能除去临界值（8 小时时间加权平均值）水平的 H<sub>2</sub>S 的交叉干扰。

4、H<sub>2</sub>----7HYT 型和 3HYT 型

过滤材料能除去微量 CO 的交叉干扰。

过滤材料的寿命是有限的，但采用足够的过滤材料在正常采样操作中可以支持传感器至其寿命终了。例如：

在 3ST/F 和 7ST/F 传感器中，所用过滤材料是设计供差去浓度在临界值附近的干扰气的。在该传感器中，过滤器寿命将超过传感器的工作寿命。但如果将过滤器连续暴露在高浓度（>100ppm）

的交叉干扰气氛里，过滤材料还是横容易耗尽的。

### 压力影响

传感器在进行气体检测时如果遇到一个突然的压力变化，将产生一个瞬间的响应。所产生的峰值讯号只要几秒钟就恢复原值。在有取样泵的情况下这可能会成为一个特殊的问题，因为取样泵常常会使气流产生压力波动。

这种压力波动可以避免，只要传感器在气路中装置在接近大气的一端。在3性系列传感器中特别设计了一个吸气固定装置，目的也在于此。或者在传感器的上游安上一气流限置装置也能消除这一压力波动影响。

另一方面传感器下游的反压勿使其接近于零，以死气流不受限制地排放至周围大气中。但是必须注意防止周围大气中相反扩散，以免稀释了样气流导致所测气体的浓度降低。相反扩散可接上一根4mm内径8mm长的排气管来防止。

### 温度影响

跨度讯号和基线（零气电流）都受温度的影响。

#### a) 跨度

传感器的输出会因温度的改变而有轻微的变化。所列温度系数图表示传感器的输出是如何随温度的逐渐变化而改变的。该图取一合适的检测气体以20<sup>0</sup>C时的效准作作为100%，并西安市跨度输出随温度的典型变化关系。

在大多数情况下，该曲线取自16和传感器样品。根据统计规律，大部分该类型传感器的行为都落在+3倍和-3倍标准偏差的范围内。

图8 典型的温度数据曲线

注：温度的快速改变会出现一瞬间的响应，20~30秒内即行消失，然后就在曲线数据标本的新的水平上达到稳定。

#### b) 基线

基线讯号随温度的变化呈现指数关系。大体上温度每增加10<sup>0</sup>C假象增大一倍。

### 湿度影响

有害气体传感器使用了液体电解质。该电解质接触多孔扩散势垒。当环境水蒸气压很低时使得电解液干。只要不达到届露的情况，传感器的性能不会受湿度的影响，知识简单地西安市出由于湿度变化引起的被测气体的浓度变化而已。然而如果湿度发生快速变化，有些传感器也可能

出现一个瞬间响应，但 20-30 秒后便会消失。

在全部工作湿度范围内，相对湿度在 15% 至 90% 之间传感器可以长期连续工作。在这一条件下传感器中电解液将在其容积和浓度二者间与外界水蒸气压达到平衡，不会影响传感器的性能和寿命。超出这一湿度范围传感器仍能工作，知识这时产生的水分的迁移就必须考虑了。

### 高温高湿-----

在高温和 90~100% 相对湿度下连续工作，水分将会缓慢地扩散进传感器。不过这只有在液体体积的增加超过传感器内的自由空间时水分的进入才会产生有害影响。如果发生这种情况，传感器便会产生渗漏，吸收水分越多渗漏会越严重。在渗漏发生之前将传感器由高湿度移至低的相对湿度下传感器就会逐渐恢复原状，不会产生永久性的损害。

### 高温低湿

与上述类似，在 0-15%RH 范围内连续工作水会从传感器内扩散出来。但只有电解液体积减少 40% 以上时才会成为问题。这时传感器的灵敏度会受到影响，外壳和密封件会受到非常浓的电解液的侵蚀。只要传感器不在这种环境下停留过久致使电解液损失达如此程度，将传感器移至 15%RH 以上环境，水会缓慢进入并恢复水的平衡。

水的迁移速度依赖于环境温度和传感器中的相对湿度，同时也与电解液和毛细管的孔大小有关。而后面二者每种类型的传感器都是不一样的。例如中等灵敏度的传感器如 7E 型，在 40°C 和 100% 相对湿度下可以连续工作 6~7 周，在 0%RH 可以连续工作 2~3 周。一般来说，灵敏度低的传感器水的迁移速度也慢，可以工作较长时间，高灵敏度传感器（例如 7CLH、4ND）水的迁移也较快，在这种条件下不要工作时间太长。

### 附件

#### 安装法兰

为将 2/3 系列传感器安装在仪器外壳的靠里一面设计了一种用于扩散的装配部件，一般称之为法兰盘的小部件，有开孔供气体进入。其上有一个可以推进去的塞用于调零和校准。法兰盘还可在窗户前装上一片具有懊悔作用的过滤膜。将连接管密封安装就位后就可以测量零气基底。将密封取去，钢并标气就可以通入传感器。图 15 为该部件的简图。

图 15: 安装法兰简图

保护膜的 PTFE 一面必须与其相接的“O”形圈贴紧，所有螺拴和螺田均为 M2

注：过去安装附件中的 PTFE 膜曾用不锈钢网增强，由于 H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CL<sub>2</sub>、HCL、NH<sub>3</sub>、O<sub>3</sub> 和 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O 能在其上吸附，影响传感器性能，因此不宜用作这些气体的过滤膜新设计的聚丙烯增强网就不存在这一问题了。

### 订货码

项目	一包中数目	订货码
安装法兰	1	B010
25mm 聚丙烯/PTFE 片	10	B006

### 安装锥

第二种用于扩散的安装部件称之为锥形连接器，也是为使 2/3 系列传感器易于安装设计的。该安装锥设计有一个全天候的外壳，注塑在弹性聚酯中。其外壁开有一个 25mm 内径的孔用于装配。安装锥也有一个膏准塞用于 调零和膏准。有一聚酯网增强的多孔四氟膜防止尘粒进入传感器。16 为锥形连接器简图。

图 16 安装锥简图

保护膜的 PTFE 一面必须与“O”形圈贴紧，所有螺栓螺母均为 M2

### 气流稳定器

虽然传感器的压力系数很小，可是气体压力变化时会产生一瞬间响应，一般 20~30 秒后会稳定。当抽气系统采用泵吸，特别是采用隔膜泵时，气流中会产生压力振荡，这样就回产生一个虚的增强讯号。这一讯号还与气体流速有关，因为泵速和流速变化会引起气体压力脉冲的变化。

为了消除气泵的影响，设计了一种吸气模式的配件。该部件有一带小放气孔的扩展空间可以缓冲流入传感器的气流。流速达 1l/min 的气流泵入传感器不致使讯号增大。顶部有一出气孔可将气体放出仪器外。细节可参看图 10。

SUNSTAR商斯达实业集团是集研发、生产、工程、销售、代理经销、技术咨询、信息服务等为一体的高科技企业，是专业高科技电子产品生产厂家，是具有10多年历史的专业电子元器件供应商，是中国最早和最大的仓储式连锁规模经营大型综合电子零部件代理分销商之一，是一家专业代理和分销世界各大品牌IC芯片和电子元器件的连锁经营综合性国际公司。在香港、北京、深圳、上海、西安、成都等全国主要电子市场设有直属分公司和产品展示展销窗口门市部专卖店及代理分销商，已在全国范围内建成强大统一的供货和代理分销网络。我们专业代理经销、开发生产电子元器件、集成电路、传感器、微波光电元器件、工控机/DOC/DOM电子盘、专用电路、单片机开发、MCU/DSP/ARM/FPGA软件硬件、二极管、三极管、模块等，是您可靠的一站式现货配套供应商、方案提供商、部件功能模块开发配套商。专业以现代信息产业（计算机、通讯及传感器）三大支柱之一的传感器为主营业务，专业经营各类传感器的代理、销售生产、网络信息、科技图书资料及配套产品设计、工程开发。我们的专业网站——中国传感器科技信息网（全球传感器数据库）[www.SENSOR-IC.COM](http://www.SENSOR-IC.COM) 服务于全球高科技生产商及贸易商，为企业科技产品开发提供技术交流平台。欢迎各厂商互通有无、交换信息、交换链接、发布寻求代理信息。欢迎国外高科技传感器、变送器、执行器、自动控制产品厂商介绍产品到中国，共同开拓市场。本网站是关于各种传感器-变送器-仪器仪表及工业自动化大型专业网站，深入到工业控制、系统工程计 测量、自动化、安防报警、消费电子等众多领域，把最新的传感器-变送器-仪器仪表买卖信息，最新技术供求，最新采购商，行业动态，发展方向，最新的技术应用和市场资讯及时的传递给广大科技开发、科学研究、产品设计人员。本网站已成功为石油、化工、电力、医药、生物、航空、航天、国防、能源、冶金、电子、工业、农业、交通、汽车、矿山、煤炭、纺织、信息、通信、IT、安防、环保、印刷、科研、气象、仪器仪表等领域从事科学研究、产品设计、开发、生产制造的科技人员、管理人员、和采购人员提供满意服务。我们公司专业生产、代理、经销、销售各种传感器、变送器、敏感元器件、开关、执行器、仪器仪表、自动化控制系统：专业从事设计、生产、销售各种传感器、变送器、各种测控仪表、热工仪表、现场控制器、计算机控制系统、数据采集系统、各类环境监控系统、专用控制系统应用软件以及嵌入式系统开发及应用等工作。如热敏电阻、压敏电阻、温度传感器、温度变送器、湿度传感器、湿度变送器、气体传感器、气体变送器、压力传感器、压力变送、称重传感器、物（液）位传感器、物（液）位变送器、流量传感器、流量变送器、电流（压）传感器、溶氧传感器、霍尔传感器、图像传感器、超声波传感器、位移传感器、速度传感器、加速度传感器、扭距传感器、红外传感器、紫外传感器、火焰传感器、激光传感器、振动传感器、轴角传感器、光电传感器、接近传感器、干簧管传感器、继电器传感器、微型电泵、磁敏（阻）传感器、压力开关、接近开关、光电开关、色标传感器、光纤传感器、齿轮测速传感器、时间继电器、计数器、计米器、温控仪、固态继电器、调压模块、电磁铁、电压表、电流表等特殊传感器。同时承接传感器应用电路、产品设计和自动化工程项目。

更多产品请看本公司产品专用销售网站：

商斯达中国传感器科技信息网：<http://www.sensor-ic.com/>

商斯达工控安防网：<http://www.pc-ps.net/>

商斯达电子元器件网：<http://www.sunstare.com/>

商斯达微波光电产品网：[HTTP://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/)

商斯达消费电子产品网：<http://www.icasic.com/>

商斯达军工产品网：<http://www.junpinic.com/>

商斯达实业科技产品网：<http://www.sunstars.cn/> 传感器销售热线：

地址：深圳市福田区福华路福庆街鸿图大厦1602室

电话：0755-83607652 83376489 83376549 83370250 83370251 82500323

传真：0755-83376182 (0) 13902971329 MSN: [SUNS888@hotmail.com](mailto:SUNS888@hotmail.com)

邮编：518033 E-mail: [szss20@163.com](mailto:szss20@163.com) QQ: 195847376

深圳赛格展销部：深圳华强北路赛格电子市场2583号 电话：0755-83665529 25059422

技术支持：0755-83394033 13501568376

欢迎索取免费详细资料、设计指南和光盘；产品凡多，未能尽录，欢迎来电查询。

北京分公司：北京海淀区知春路132号中发电子大厦3097号

TEL: 010-81159046 82615020 13501189838 FAX: 010-62543996

上海分公司：上海市北京东路668号上海赛格电子市场D125号

TEL: 021-28311762 56703037 13701955389 FAX: 021-56703037

西安分公司：西安高新开发区20所(中国电子科技集团导航技术研究所)

西安劳动南路88号电子商城二楼D23号

TEL: 029-81022619 13072977981 FAX:029-88789382