Zr02-II型氧化锆氧气含量分析仪



概　　述

ZrO_2-Ⅱ型直插式氧化锆氧量自动分析仪是在总结国内外多年研究和应用经验后，研制成功的新型氧量分析仪，适用于分析各种工业锅炉、窑炉及加热炉中烟气的含氧量。它的主要特点是氧探头的结构设计及铂电极的化学配方、制作工艺充分考虑了被测炉气组分极端复杂这一特点，可保证氧探头在水平直插条件下应用时具有足够长的寿命。而其信号转换部分以单片微处理器为核心，通过软件实现仪表大部分功能，硬件配置重点强化仪表的抗干扰措施。

从提高氧量测量值可靠性入手，延长氧探头的连续使用寿命，并使仪表具备与氧探头要求相适应的自诊断功能及抗干扰能力。本仪表在改进氧化锆的配方和完善氧化锆头金属化工艺及仪表信号转换器实现智能化等方面有较大改进，具体内容如下：

⑴ 改进氧化锆的配方和烧制工艺，使其具有较高的电导率和致密度。

⑵ 多孔性铂电极的化学配方及制作工艺可保证氧化锆探头在锅炉烟气氛中有足够的使用寿命。

（3）仪表具有多种线性量程选择。

（4）仪表温度控制系统所给出的升温曲线能满足氧化锆材料对升温速度的要求。

（5）仪表信号具有必要的自诊断功能。

1. 工作原理

本仪器依据浓差电池原理构成，和其它电池一样，它具有两个半电池，而在两电极之间，用氧化锆作固体电介质。

在高温下，当氧化锆两侧有氧浓差时，就形成了氧浓差电池，电池电动势的大小可根据 Nernst 公式计算，即：

$$E = \frac{RT}{nF} Ln \frac{P''O_2}{P'O_2}$$

式中：　E—浓差电池输出，mV;　　n—电子转移数，在此为 4；

R—理想气体常数，8.314 W·S／mol；　　F—法拉第常数，96500 C；

T—绝对温度，K；　P″O_2—高浓度侧氧分压；　P′O_2—低浓度侧氧分压。

当电池工作温度固定于 700℃时，上式为：$E = 48.261 \lg \frac{P''O_2}{P'O_2}$

由上式可知，在温度 700℃时，当固体电介质一侧氧分压为空气(20.6%)时，由浓差电

池输出电动势 E，就可以计算出固体电介质另一侧氧分压，这就是氧化锆氧量自动分析仪的测氧原理。

2.主要技术参数

2.1 测量范围

显示：0～25.0 %O_2：(三位数字显示)

模拟量输出(线性)：0～5.00 %O_2，0～10.0 %O_2、0～25.0 %O_2

2.2 测量精度：3% (满量程)

2.3 响应时间：＜5S(90%测量值)

2.4 温度精度：700±1℃

2.5 显示内容：氧浓(O_2%)、氧势(mV)、炉温(℃)、加热电压（V)、

量程上、下限（O_2%)、报警上、下限（O_2%）

2.6 键盘设定：探头零电势校正，报警上、下限设定，

2.7 自诊断内容及故障类别符号：

E—0 氧量上限　　E—1 氧量下限　　E—2 温度异常(高)

E—3 温度异常(低)　E—4 升温异常(快)　E—5 升温异常(停)

E—6 氧势异常　　E—7 断偶

2.8 输出： 0—10mA 或 4—20mA

2.9 负载电阻：0-1.0 kΩ(0-10mA 输出)，0-500Ω(4-20mA 输出)

2.10 氧探头长度为 0.2m、0.4m、0.6m、0.8m、1.0m、1.2m。

3. 使用条件

3.1 信号转换器的使用条件

3.1.1 仪器安装环境应无易燃、易爆和强腐蚀性气体，并要求通风良好。

3.1.2 工作环境温度：0-50℃

3.1.3 工作环境湿度：＜90%

3.1.4 供电电压：220V.AC±10% 50Hz

3.1.5 功率消耗：＜200W

3.2 氧探头的现场安装条件

氧探头的现场安装场所必须满足下列条件：

3.2.1 避开震动场合；

3.2.2 要有足够的工作空间。

3.2.3 烟气温度和压力要在仪器规定范围内。(烟气温度<700℃)

4. 仪器的组成

整套仪器由氧探头、信号转换器及有关附件组成。

4.1 氧探头

氧探头由防尘装置、氧化锆管、加热电炉、测温热电偶、接线盒以及壳体等主要部件组成。整个装置采用全封闭型结构，以增加整个装置的密封性能，提高使用寿命。

氧化锆管是该检测器的核心，由它产生氧浓差电势信号，使用时应注意避免剧烈震动，以免损坏。

氧探头内加热电炉的作用是提供氧化锆元件正常工作所需的温度，为延长加热电炉的寿命，在工艺上做了特殊的处理。由于氧探头本身带有加热装置，因而在低于 700℃的环境中仍能正常工作。

4.2 信号转换器

ZrO_2-Ⅱ型氧化锆氧量自动分析仪的信号转换器实际上是一个小型的测控系统，由单片机作为中央控制系统。

将来自氧探头的模拟信号(氧势、热电势)分别转换成 0-10KHz 调频信号，经光电隔离后送至计算机，采用调频方式能将仪表输入、输出相互隔离，这样就消除了诸如大电流跳变所引起的干扰，能够克服高共模电压，因而大大提高了仪表的抗干扰能力。应用程序主要由主程序和子程序组成，所有的程序都采用模块结构编制，便于修改、增加软件功能，以满足不同用户的特殊需要。程序运算采用了三位浮点数，保证了运算的精度，对氧浓、炉温的计算，采用查表线性插值法，对炉温的控制采用增量式 PID 算式控制。信号转换器的电气原理框图见图 1

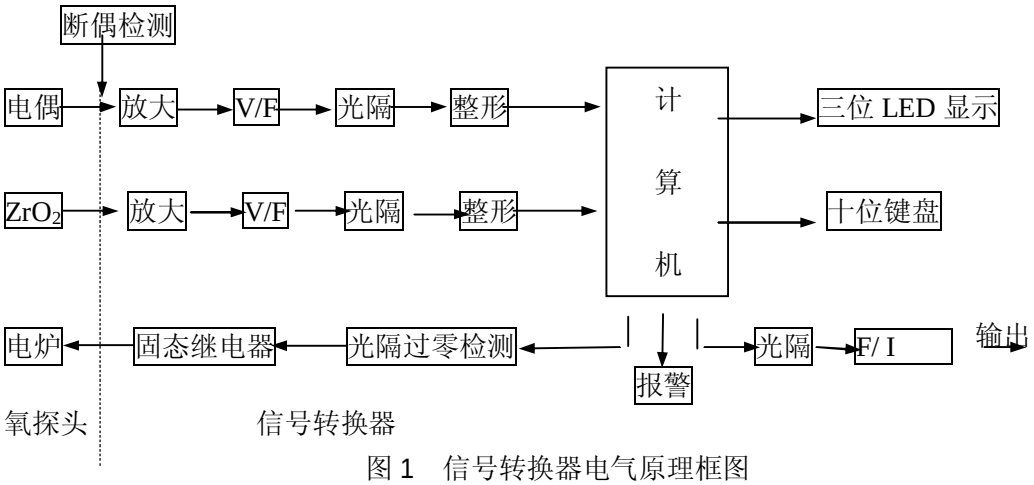


图 1　信号转换器电气原理框图

5. 仪器的安装

5.1 取样点位置的选择

选择取样点的原则有:

5.1.1 所取的气样能快速反映工艺状态的变化情况，即气体要具有代表性；

5.1.2 取样点的温度、压力、流量等参数不应变化太大；

5.1.3 氧探头插入深度应达到烟道气流部位，避免死区；

5.1.4 切忌在管道、烟道底部开口取样；

5.1.5 取样点附近炉堂、烟道应无泄漏，否则将造成测量误差；

5.1.6 要选择在易于维护、检修的地方。

5.2 氧探头的安装

氧探头的安装参照图 3、 图 4、进行

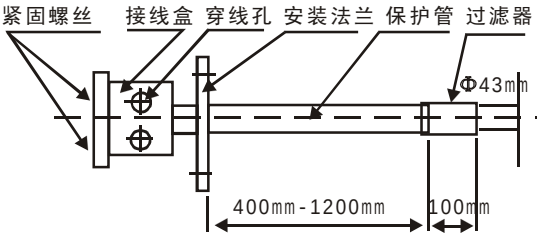


图2 氧探头外型示意图

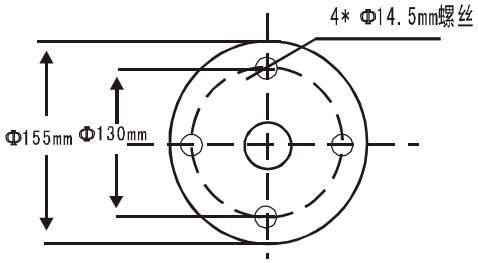


图3 氧探头安装法兰尺寸

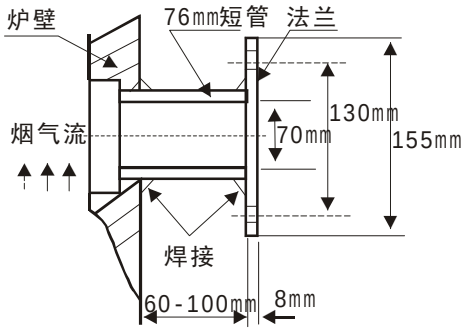


图4 焊接炉壁上的氧探头安装法兰

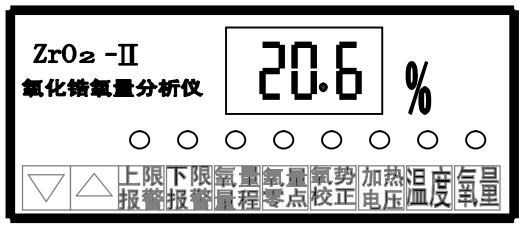


图5 转换器外形图

预先加工好带法兰的Φ76mm 设备短节，按要求选好取样位置(炉壁或管道)，开一个

Φ76 的孔，将短节以水平方式焊接到设备上，焊接时要保证焊接处不漏气。对带余热锅炉流程，在选定取样点位置后，Φ76mm 设备短节应根据保温厚度适当加长穿过炉体保温砖，与炉体钢壳焊牢，露出部分长度约 60mm。必须注意：应保证设备短节与炉体保温砖之间的密封，绝对不能泄漏。把氧探头插入短节，在短节法兰与氧探头法兰间垫上 2-4mm 厚的石棉垫，旋紧 4 个螺栓，使其不漏气即可。

注意:由于探头的参比气是靠空气自然对流提供的,探头必须水平安装，参比气和标准气接口相应朝下.探头端部防护套管的缺口位置(可调整方向)也应垂直向下,以防积灰.

5.3 信号转换器的安装

信号转换器的外形尺寸：水平×垂直×深　160×80×250mm

仪表盘面的开孔尺寸：水平×垂直　$152^{+1}\times76^{+1}$mm

信号转换器用随机配备的安装夹板及螺丝安装在仪表盘上，亦可安装在现场仪表保护箱内。

5.3.1 信号转换器与氧探头之间的连接

信号转换器盘装于控制室,氧探头安装于现场,它们之间连接线有:氧势信号线两根采用 RVVP2×1.5 带屏蔽二芯电缆线敷设、电偶冷端补偿导线两根，采用 K 分度号 KX-G 型 2×1.5 带屏蔽二芯补偿导线敷设、电炉加热线两根，采用 RVV2×2.5 二芯电缆线敷设。信号转换器与氧探头之间的接线见图 3。

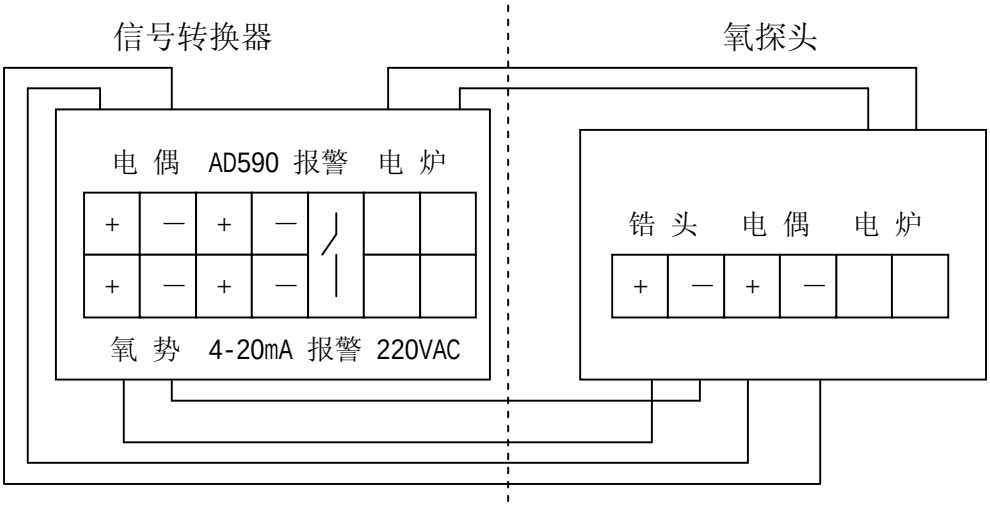


图 6　信号转换器与氧探头接线图

5.3.2 接线时应注意下列要求:

5.3.2.1 加热线与信号线应分开穿管；

5.3.2.2 锆管的氧势、热电偶温度补偿信号线都是具有极性的信号线，安装时应注意极性的

正确连接。

6．使用方法

6.1 信号转换器的使用

6.1.1 开机及状态说明

置信号转换器于“测量”状态（出厂时，信号转换器已置于测量状态），开机后，显示屏显示“－－－”符号，表示开机正常，2S 后进入程序升温状态，显示屏交叉显示“UUU”及温度，温度键对应指示灯亮，经 1h炉温到达 700℃，并自动退出程序升温状态转入氧量测量程序，氧量键对应指示灯亮，LED 窗口显示当时氧量，输出通道给出与所选择的测量范围及当时氧量有关的模拟量(0-10mA 或 4-20mA)．

开机后各状态说明如表 1

表 1　开机后状态说明

状　态	显　示	输　出	说　明
开　机	－－－		开机后稳定约 2S
程序升温	升温符“∪∪∪”、温度值各 1S	0-1000℃对应为 0-10mA 或 4-20mA	按键不影响输出
氧量测量	氧　量	由数字开关“2”“3”的位置决定	按键不影响输出

6.1.2 在线查询参数

在线查询参数的具体按键操作说明如表 2

表 2　测量状态下按键操作详细说明

按　键	显　示　内　容
氧量	氧量（O_2%）
温度	炉温（℃）
加热电压	电炉加热电压（V）
氧势	经零电势校正后的氧探头电势（mV）
氧势、氧量零点(同时按)	显示氧探头输出电势（mV）
氧量零点	显示测量范围下限设定值（O_2%）
氧量量程	显示测量范围上限设定值（O_2%）
上限报警	显示氧量上限报警设定值（O_2%）
下限报警	显示氧量下限报警设定值（O_2%）

在“程序升温”状态下，仪表显示升温符号及当时温度值，在正常“测量”状态下，仪表

显示当时“氧量”值，当要查询“温度”或“氧量”以外的其它参数时，只要按下面板对应键，在显示窗口立即显示对应参数值，但按键动作不影响程序升温时温度或测量状态时氧量所对应的模拟输出量，且在10S后显示内容自动返回，恢复显示程序升温状态时的温度或测量状态时的氧量值。总之，在测量时，任何按键动作不影响与氧量相对应的模拟量输出，仅仅是显示内容的改变，且在10S后返回。

6.1.3 仪器的校正

由于氧化锆元件参数的离散性，由于氧化锆元件在使用过程中的老化，由于安装点参比气的流通情况不尽相同，可能使氧化锆元件的测量产生较大误差。因此，不仅对新安装的氧化锆探头需要进行在线校准，而且必须定期（3-6个月）对运行中的探头进行校准。

在实验室或现场,把氧探头和转换器按图 6 正确连接好并接通电源,一小时后温度达到700℃. 旋开探头上的标准气螺栓,将瓶装 5%含量的氮中氧标准气体通过减压器将其流量控制在 100ml/分钟,用无味乳胶管送入探头的标气口内.观察转换器的氧量显示值,若氧量偏差较大则需按一下“氧势校正键”,再通过按“加”或“减”键使显示值增加或减少一些,再按“氧量”键,查看氧量是否在 5%左右,若未达到标准请重复此步骤调整.若无法调到标准,说明锆管已老化,需换新锆管.

无标气现场校准:旋开探头上的标准气螺栓,使空气进入标准气导管,按一下转换器面板上的“氧势校正键”,通过按“加”或“减”键使显示值为±0.1mv以内.再按下“氧量” 键应显示20.6即可, 校准结束应将标准气螺栓重新旋紧即可正常使用.

6.1.4 上下限报警设定值的改变

按上限报警(或下限报警)键，此时显示上限报警(或下限报警)设定值，如需进行改变，按“加”或“减”键，直至符合要求为止。

6.1.5 异常报警说明

在发生异常时，LED窗口显示故障类别，并将报警接点接通，此时，输出不自锁。详细说明如表3。

表 3　　异常报警功能说明

显 示	报　警　内　容	可　能　故　障
E—0	氧量上限	
E—1	氧量下限	
E—2	温度异常（高） 炉温高于 750℃	
E—3	温度异常（低） 炉温低于 650℃	
E—4	温升异常（快） 程序升温时，温度上升太快，不受控制。	固态继电器击穿
E—5	温度异常（停） 程序升温时，停止升温。	电炉丝断 固态继电器截止
E—6	氧势异常 检测到氧电势高于 120mV	
E—7	断偶	断偶或电偶极性接反

仔细检查氧探头是否符合第 5 节所述安装要求后，在氧探头电炉温度达到 700℃后，仪表应显示系统当时氧含量，并输出与氧量对应的模拟量。

7. 故障判别及排除方法

注：表 4 不包括由于仪器信号故障所造成的氧量测量值偏高、偏低或不稳定，其故障排除方法可参考 6.1.3 仪器校正的步骤进行.

7.1 故障处理步骤

7.1.1 将氧探头从取样口抽出，在现场与信号转换器按说明书要求正确接线，并使氧化锆探头升温至 700℃。测量锆管的零电势及高温内阻，应分别小于±5mV 及 500Ω（出厂时，锆管零电势及高温内阻分别小于±3mV 及 100Ω），如能符合要求，说明氧化锆管性能良好。若零电势及高温内阻分别大于±5mV 及 500Ω以上，需换新锆管.然后按照 6.1.3 节说明的方法进行校准.

7.1.2 在氧探头“氧势”端子处卸下内部探头连线，将手动电位差计输出信号由“氧势”端子输入 ，不同的毫伏输入，信号转换器应显示不同的氧量，其关系参见附录 A“氧浓度—浓差电势对照表”。

7.1.3 确认氧化锆探头性能，氧量测量及温度控制系统均正常后，重新将氧探头装回取样口。

8．仪表成套性

全套仪表装箱清单：

信号转换器	1 台		转换器安装螺丝	2 套
氧探头	1 台		检验合格证	1 件
			使用说明书	1 本

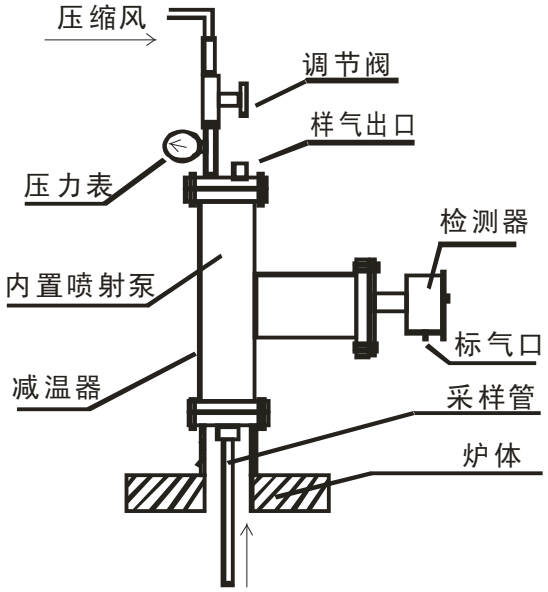
附录 A　氧浓度—浓差电势对照表（0.1—15%O_2）

(计算条件：参比气氧浓度为 20.6%，工作温度 700℃)。

氧浓度 %(V/V)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
电势 mV	111.7	97.14	88.64	82.67	77.93	74.11	70.88	68.03	65.62	63.41
氧浓度 %(V/V)	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	6.00	7.00
电势 mV	54.91	48.88	44.20	40.38	37.15	34.35	31.88	29.67	25.85	22.62
氧浓度 %(v/v)	8.00	9.00	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0
电势 mV	19.82	17.36	15.15	13.15	11.33	9.65	8.10	6.65	5.30	4.03
氧浓度 %(v/v)	18.0	19.0	20							
电势 mV	2.83	1.70	0.62							

附录 B：高温型检测器的原理及系统组成

高温型检测点的气体温度可达 0-1400℃，高温型是采取抽气或正压自喷的方式，将炉气引入减温器装置内，经扩容、减压、降温后使其实际温度降至 600℃以下，从而实现对高温气体的检测。



高温型检测器的原理图

由于高温型检测器的特殊结构，在安装时请注意以下几方面：

1 当待测气体温度在 800℃以上时，高温型检测器的取样管应呈垂直形式安装，以防高温取样管因自重产生弯曲变形。

2 如果炉气压力为负压或为忽正忽负时，应选用负压型高温型检测器。以 50-100Kpa 压力的压缩风接入抽气系统，调节控制阀，将被测气体抽入采样装置中。

3 如果炉气压力为正压时，应选用正压型高温型检测器。利用正压自喷使待测气体进入采样装置，并通过调节阀控制喷出气体的压力保持在微正压状态（50Kpa 以下）。

4 如果减温器内温度过低（＜150℃时），由于硫化物结露会造成喷射泵堵塞，应采用保温材料将减温器进行保温。必要时，可将压缩风金属管道铺在炉体高温处，加盖保温材料，使压缩风加热到＞150℃再接入喷射泵，只要样气出口的气体温度＞150℃喷射泵就不会堵塞。