



# Z0A 系列氧化锆氧分析仪说明书



# 目 录

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| 一、概述 .....                        | (3)  |
| 二、工作原理 .....                      | (3)  |
| 三、仪器组成和特点 .....                   | (4)  |
| 四、主要技术指标 .....                    | (5)  |
| 五、仪器设计说明 .....                    | (5)  |
| 六、安装 .....                        | (7)  |
| 七、调试及投运方法 .....                   | (13) |
| 八、故障检验及排除 .....                   | (15) |
| 九、附表 .....                        | (17) |
| 1. 热电偶分度表 .....                   | (17) |
| 2. 氧电势与氧含量 (E-P) 对照表 (750℃) ..... | (18) |
| 3. 氧电势与氧含量 (E-P) 对照表 (700℃) ..... | (19) |
| 4. 电流输出与氧含量对照表 .....              | (20) |

## 一、概述

氧化锆氧分析仪是六十年代初逐渐发展起来的一种工业自动化控制仪表。它广泛用于电力、冶金、石油、化工、轻纺、造纸等工业领域的各种燃烧控制，收到节约能源、减少污染的目的，引起各界的广泛重视。

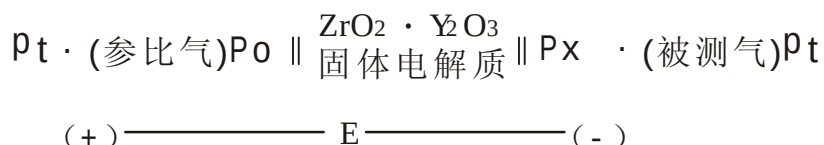
用于工业炉窑燃烧尾气氧量测量的氧化锆氧分析仪是通过控制风燃比，达到系统最佳燃烧，抑制  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_x$  的生成，来实现节能和环保之目的。较比其它测量方法它具有结构简单，使用方便，直接插入烟道测量，反应速度快，测量范围宽，耐高温等一系列优点。该仪器已被列为国际国内标准化设计项目。

当前，国内已经有几种型号的氧化锆氧分析仪在运行中，〈包括引进的产品〉，大多数传感器在寿命和准确度上不尽人意。我们在研究国内使用环境的同时，引进、消化、吸收国外先进技术的基础上，率先研制出 ZOA 系列新型氧化锆氧分析仪，生产许可证：皖制 00000393，为工业现代化服务作出贡献。该系列仪表具有如下特点

1. 结构品种齐全，具有直插式和导流直插式检测器结构，取样准确。
2. 检测器采用全金属过滤器，能够有效过滤烟道粉尘，长期不堵，减少现场维护（该技术已获国家专利 03200106.1）。
3. 检测器内置电极保护网，延长使用寿命（该技术已获国家专利 03267187.3）
4. 首创定温式和浮温式一体的转换器设计，大大扩大使用范围和整机使用寿命。
5. 转换器采用智能化设计，功能强，精度高，并设有各种功能键，随时检验仪器运行状态，具有自检、故障报警、保护功能。
6. 仪器采用全浮空结构，提高稳定性和抗干扰能力。
7. 仪器设有在线校准气路，随机可配标气，校准操作方便简捷。

## 二、工作原理

氧化锆氧分析仪的核心是由氧化锆氧固体电解质构成的一个浓差电池，即传感器：其表达式：



氧化锆氧固体电解质在高温下（600℃以上）对氧离子表现导电性，若将其加热到 600℃以上，并使其两侧接触不同氧分压（浓度）时，在氧分压较高的一侧（比如空气）电极上（阳极），氧分子获得电子成为氧离子，氧离子进入氧化锆固体电解质的氧离子空穴中，从而使该电极带正电，氧离子通过氧化锆的氧离子空穴迅速迁移到氧分压（浓度）低的一侧（阴度）电极上，释放电子还原为氧分子。使该电极带负电。其电极反应如下：

阳极边：  $(\text{Po}) \text{O}_2 + 4\text{e} \rightarrow 2\text{O}^{2-}$

阴极边：  $(\text{Px}) \text{O}^{2-} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2$

总反应：  $(\text{Po}) \text{O}_2 \rightarrow (\text{Px}) \text{O}_2$

电极反应达到平衡后，就形成一个浓差电势  $E$ ，根据能斯特定律，其值为：

$$E = \frac{R \cdot T}{4F} \cdot \ln \frac{P_o}{P_x} \quad (1)$$

式中： $E$ ——电势（mV）

$R$ ——气体常数（=1.987 卡 / 度 · 克分子）

$F$ ——法拉弟常数（=23060 卡 / 伏 · 克当量）

$T$ ——热力学温度（K）

$P_o$ ——参比气体氧浓度百分数，如果是空气为 20.60%  $O_2$

$P_x$ ——被测气体氧浓度百分数（%）

选定  $T=750^\circ\text{C}$  ( $T=1023\text{K}$ )，将有关数值代入，得出公式：

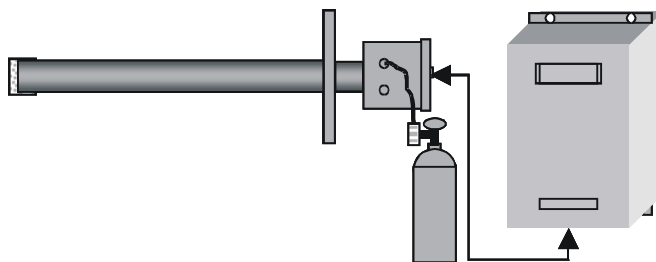
$$E = 50.741g \frac{20.60}{P_x} \quad (2)$$

根据（2）式可知氧电势  $E$  和被测氧浓度  $P_x$  成单值对应关系，即  $P_x=f(E)$  习惯上称这种测氧方法为定温式或自温式测氧；若只检测氧化锆传感器温度而并不对其进行控制，则被测气体氧浓度  $P_x$  由  $T$  和  $E$  两者决定，即  $P_x=f(T,E)$  习惯上称这种测氧方法为浮温式或它温式测氧。

就这两种测氧方法而言，定温式适用于被测气样温度较低场合（低于  $600^\circ\text{C}$ ）而浮温式则对于中高温场合表现出更大的灵活性。ZOA 系列氧化锆氧分析仪将这两种方式融为一体，应认为是氧化锆测氧技术的一个进步。

### 三、仪器组成和特点

氧化锆氧分析仪主机由检测器和转换器及防尘罩组成。ZOA 系列氧表属于直插式，（特殊环境可制成导流直插式）其构成如下：



| 主机        | 附件      |
|-----------|---------|
| 1、检测器     | 1、标准气体  |
| 2、转换器     | 2、防磨保护管 |
| 3 防尘罩或过滤器 | 3、安装法兰  |

图 1 系统组成示意图

成套仪表上述主机单元必备，附机部分用户可根据需要自备或订购。

1. 仪表属直插式结构，扩散式采样，由于传感器不直接经受样气冲刷，传感器寿命较长。

2. 首先提出采用低温测量，便于选取结构材料，探头整体寿命延长。
  3. 探头设计有校准气路和室温补偿器，可以就地进行在线校准，保证仪器灵敏，准确，操作方便。
  4. 转换器智能化设计，多功能显示。数据处理部分采用 80C196 单片微机，精度高功能强，除显示传感器工作温度和被测气体氧含量之外，还可以显示传感器内阻及有关故障点，便于工作人员及时发现和处理。
  5. 独到的升温 and 控温系统把定温式和浮温式融合为一体，简化了设计，又大大的扩展了使用范围。
  6. 仪表采用全浮空结构设计，既解决了系统的接地问题，又有效地屏蔽系统之间的干扰，加之设计有在线校准程序，就提高了系统的稳定性，又保证了仪表的准确度要求。
- 全套仪表还具有体积小，重量轻，安装维修方便等优点，大大减轻了操作人员的劳动量。

#### 四、主要技术指标：

1. 测量对象：各种燃烧过程尾气的含氧量。
2. 测量范围：0—10%、0—20.6% (VOL%O<sub>2</sub>)
3. 信号输出：0—10mA 或 4—20mA
4. 转换器环境温度：-10℃—+45℃
5. 检测器采样温度：A≤650℃                      B650℃—900℃
6. 转换器型号：ZOA-1 型      盘装  
                    ZOA-2 型      盘装  
                    ZOA-3 型      墙挂  
                    ZOA-4 型      盘装
7. 检测器长度：180mm、400mm、600mm、1000mm 或其它特定长度
8. 校准方式：通标准气，建议使用 1% (VOL%O<sub>2</sub>)
9. 重复性：满量程±2%
10. 线性误差：≤2% (满量程)
11. 工作电源：220VAC

#### 五、仪器的设计说明

本氧化锆氧分析仪属于直插式结构，主机包括检测器和转换器。其次还包括炉体法兰、炉墙埋管、电缆线和标气等部件。下面就主机设计加以说明

##### 1. 检测器的设计

检测器主要由氧化锆传感器、壳体、加热炉和接线盒等部件组成。

核心部件氧化锆传感器是由一支涂制好电极的氧化锆管，采用特殊的高温密封技术，牢固的粘结在一个耐高温合金钢金属法兰上做成的。用 4 支合金钢螺栓将其固定在检测器壳体上，中间加上一个金属垫，保证密封。上述工艺的要求是确保高温下工作不发生泄漏现象。（示意图如图 2）

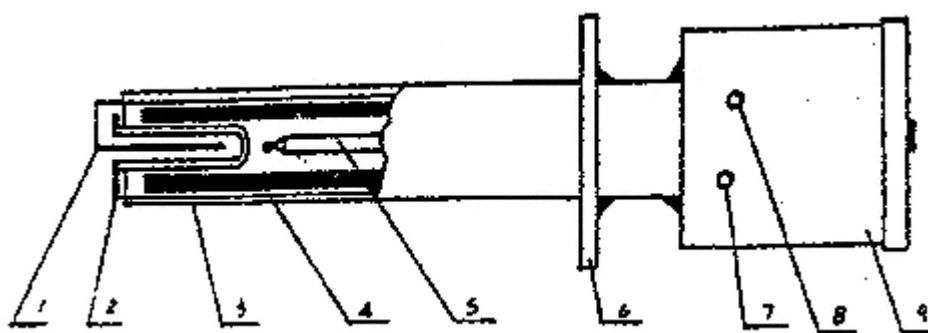


图 2 检测器示意图

- |          |           |           |           |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 标准气导管 | 2. 氧化锆传感器 | 3. 检测器壳体  | 4. 加热电炉   |
| 5. 热电偶   | 6. 检测器法兰  | 7. 参比气输入口 | 8. 标准气输入口 |
| 9. 接线盒   |           |           |           |

检测器中的加热炉是供加热用的。它在热偶配合下，可使传感器稳定工作在合适的温度上。应指出加热炉最大加热功率只有 80W，炉体涂有耐高温保温绝缘材料，设计合理，是保证该检测器使用寿命较长的措施之一。

检测器设计有校准气路，可进行就地在线校准。将标气按一定的流量由检测器尾部接线盒上“标气入口”进入，通过校准导气管流到氧化锆传感器测量极，迅速得出反应。应指出：校准管也是经过认真考虑的。它可以在极短时间内用标气排开和屏蔽本底气，使测量结果灵敏、准确、可靠。

由于检测器参比极直通大气，参比气靠热对流更新，故“参比气入口”只用于校准前对参比电极吹洗，平时直通大气。 注：标气入口密封螺钉用时打开，用后拧紧。

接线盒是检测器和转换器“联络部”内设四对 8 根接线端子，通过电缆可将检测器产生的电信号和转换器发出的指令变成动作信号。

## 2. 转换器的设计

转换器主要由小信号隔离放大，单片机数据处理，显示及键盘，电源组成。

### ①小信号隔离放大

小信号隔离放大部分是由两路飞渡电容隔离小信号放大器构成，其中一路用于放大氧电势信号。另一路放大热电偶信号。其具有输入、输出、电源三隔离，抗干扰能力强的特点。是我们综合国内外先进技术研制而成的，对解决系统连接时的电位匹配，抑制来自检测器以及系统各部分之间的干扰、串扰，屏蔽若干个装置之间的地电位等问题，具有独特之功效。

### ②数据处理和显示

其由 80C196 单片机配以相应的外围电路构成。主要包括模拟量转换，数据处理、显示、键盘、模拟量输出、控温等功能单元。如图 3 所示。模拟量转换部分：采用 8 路模拟开关 4051，分时将所需转换的各路模拟量送入 80C196 单片机片内 A/D 的 ACH<sub>4</sub> 口，完成 A/D 转换。

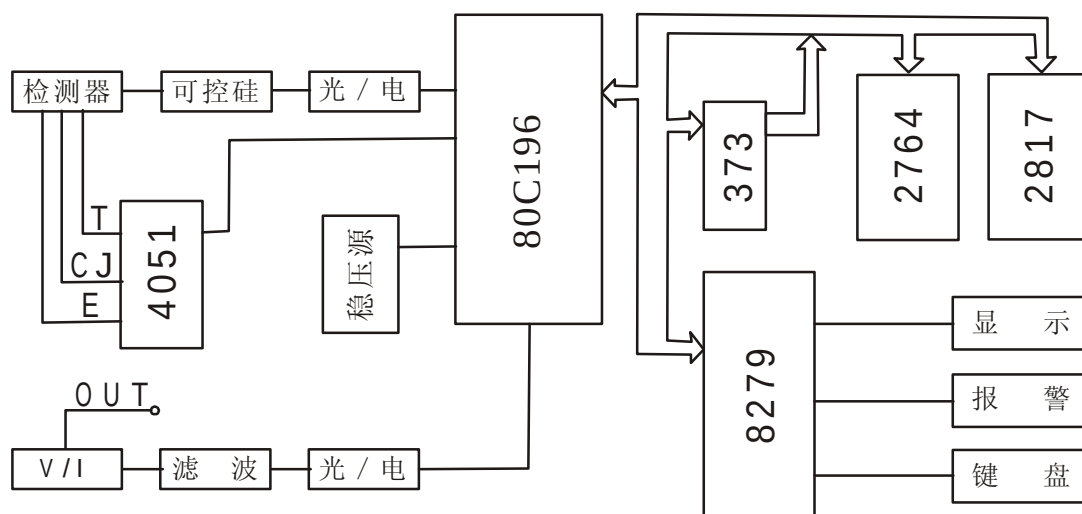


图 3 转换器数据处理部分框图

数据处理部分：是将氧电势信号折算到氧含量值，并送出相对应的模拟量输出值。实现温度值的采集运算，及仪表的修正等。

显示键盘部分：采用 4 位 LED 数码显示氧含量及一些重要参数的数值、单位等。同时具有报警及故障符显示。键盘用以实现人机对话。以上功能由专用芯片 8279 完成，减轻了 CPU 的负担。

模拟量输出部分：由 80C196 高速输出口 HSO<sub>0</sub> 构成的 10 位 PWM 信号经平滑滤波、压流转换输出对应于氧含量的线性标准信号（0—10，4—20mA）

控温部分：传感器工作温度是一重要参数，必须对其检测，并加以控制。对于定温式测氧，我们将其控制在  $750 \pm 2^\circ\text{C}$  或  $700 \pm 2^\circ\text{C}$ ，而对于浮温式我们只将其控制在传感器工作温度点以上即可，由程序代入温度值参与运算。

## 六、安装

### 1. 安装前的准备

#### (1) 选型和选点

选型和选点必须遵循以下三原则：

- ① 根据欲测试点的气样温度进行选型，低温应小于  $600^\circ\text{C}$ ，中温  $600^\circ\text{C} \sim 900^\circ\text{C}$ ；
- ② 测点气样应具代表性：即应流动好，探头长度恰当；
- ③ 便于安装和维护。

选好点后可进行开孔和植入炉墙埋管。炉体法兰和炉墙埋管尺寸由图 4 给出。



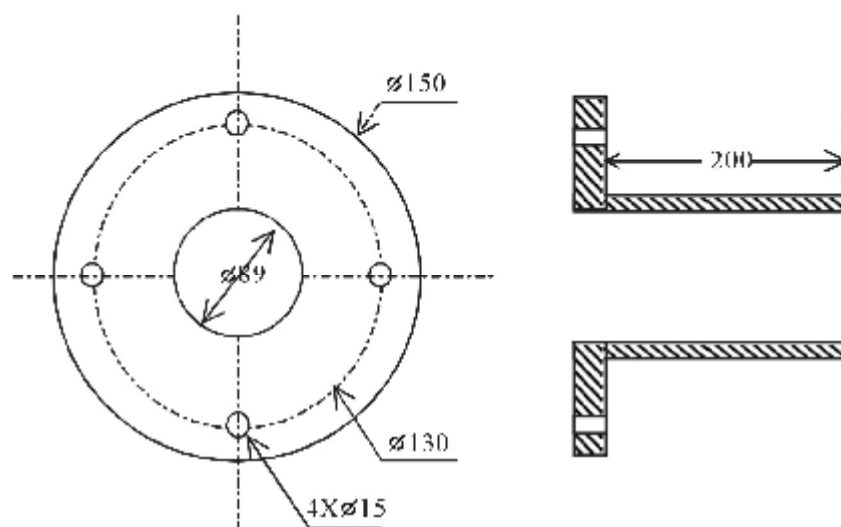


图 4 安装法兰

- (2) 转换器外型尺寸及开孔见图 5a 和图 5b
- (3) 备好 M12X50 或 M14X50 螺钉及相应螺母垫圈等。
- (4) 按下表条件准备两根电缆，长度视现场实际路径而定，一般不得超过 100m，信号线与电炉加热电源线应分别铺设。若现场已具备补偿导线，则可省去两根温补信号线，以其连接检测器和转换器间温度信号。而此时应将检测器 CJ 处温度传感器 AD590 拆下，装到转换器 CJ 处即可。请注意正负极性。

|          | 60℃以下                                     | 60—80℃                                    | 80—150℃                                                 |
|----------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 信号电缆     | 六芯电缆每芯截面积为 1.25mm <sup>2</sup> ，带聚氯乙烯绝缘保护 | 六芯电缆每芯截面积为 1.25mm <sup>2</sup> ，带聚氯乙烯绝缘保护 | 六芯电缆每芯截面积为 1.25mm <sup>2</sup> ，带 600v 级硅橡胶，绝缘及玻璃纤维辩保护层 |
| 1) 氧电势信号 |                                           |                                           |                                                         |
| 2) 温度信号  |                                           |                                           |                                                         |
| 3) 温补信号  |                                           |                                           |                                                         |
| 加热炉电缆    | 每根截面积为 2mm <sup>2</sup>                   |                                           |                                                         |

#### (5) 安装前检查

- a. 冷状态初检：转换器进行外观及绝缘检查，检测器检查：(1) 端子 1、2 间电阻应大于 2MΩ。(2) 端子 3、4 间电阻应小于 10Ω。(3) 端子 7、8 间电阻应在 80Ω 左右。(4) 除氧电势 CELL 负极外，其余各端子对地绝缘电阻应大于 40MΩ。
- b. 热状态检查：按接线图正确连接，如图 6、7、8 示。打开电源开关，等仪表转入正常测量后，测量热电偶信号以确定工作温度是否控制在 750℃±2℃或 700±2℃，测量检测器端子 1、2 间电阻（注：正反极方向各测一次取均值）应小于 100Ω。



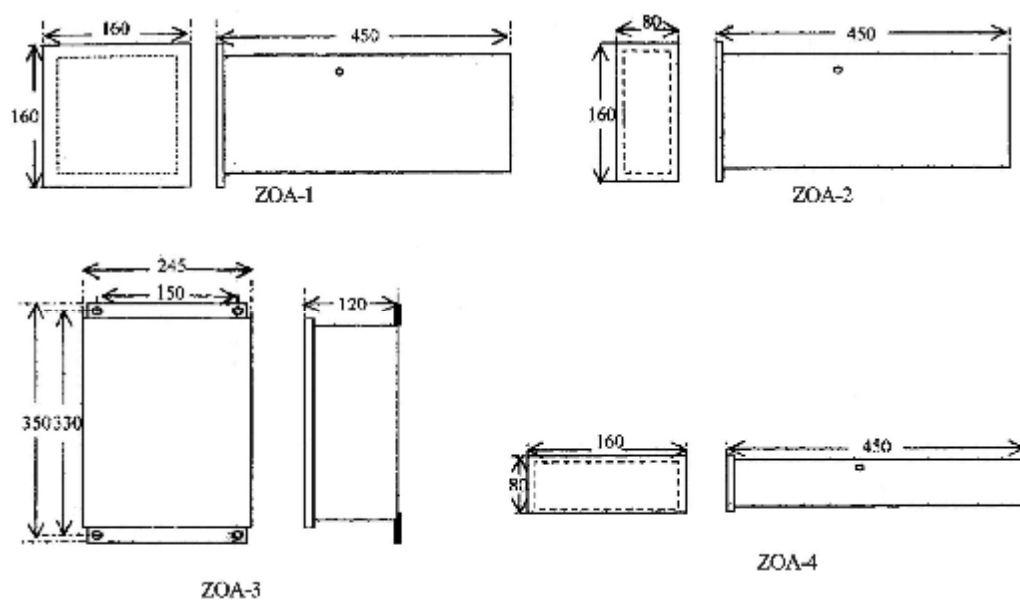


图 5a 转换器外型图

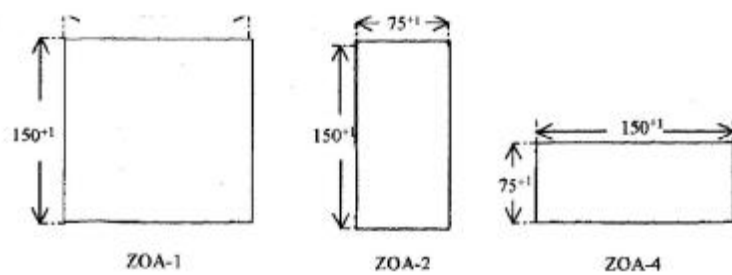


图 5b 转换器开孔尺寸图

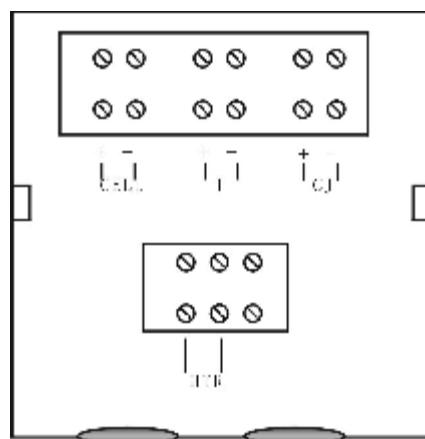


图 6 检测器接线盒布置图

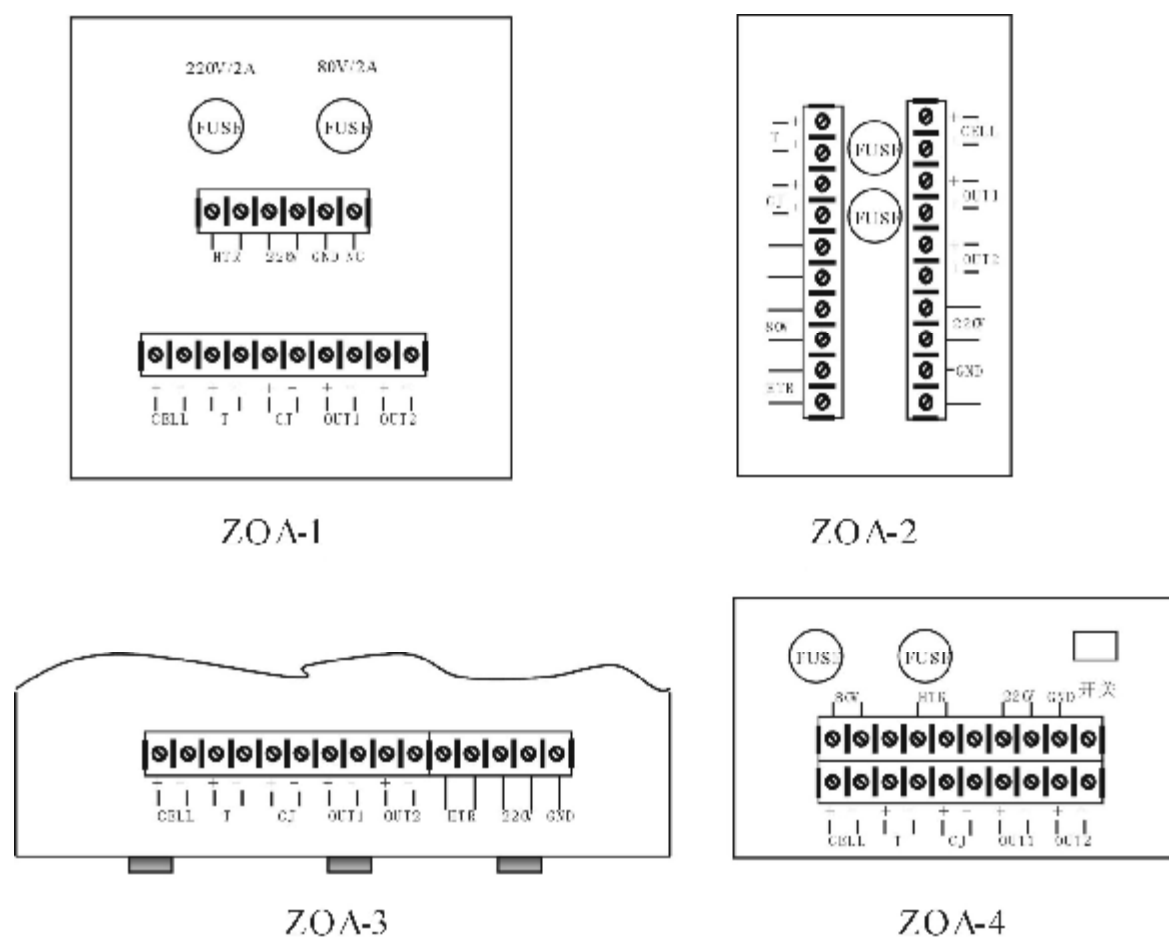
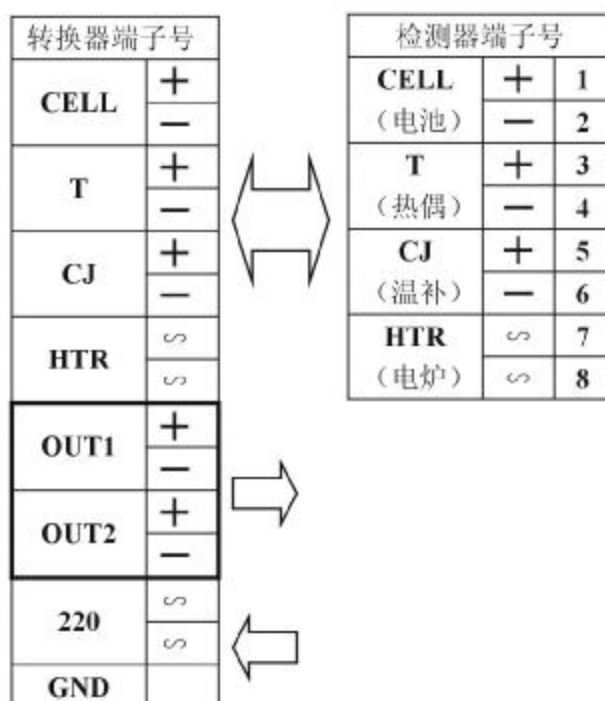


图 7 转换器端子板布置图



## 2. 安装

### (1) 检测器安装

#### a. 检测器安装应满足下列条件

- ① 尽量避免机械震动；
- ② 试样气体温度和压力均在标准规格之内.炉体密封好，检测器尽量向烟气下游装，以降低检测器处烟气温度。为了造成微正压，取气点处附近下游烟流通路稍小些；
- ③ 周围环境温度在标准范围之内；
- ④ 测头处应避免高温辐射和高辐射蒸汽的影响；
- ⑤ 避免灰尘及腐蚀性气体；
- ⑥ 提供充足的维护空间。

#### b. 炉墙开孔和法兰焊接

在安装位置确定后，便可进行炉墙开孔，将炉墙埋管置入，用高温水泥固定密封。开孔如图 4 示。检测器外形及尺寸如图 9。

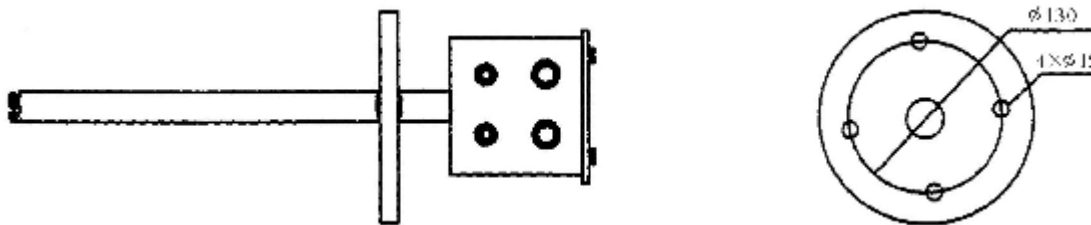


图 9 检测器外形尺寸图

### (2) 转换器安装

转换器用固定支架固定于盘柜之上，同时应满足下列条件：

- a. 尽量避免机械震动；
- b. 避免腐蚀性气体；
- c. 周围环境在标准范围之内；
- d. 避免太阳直射、热辐射、水蒸汽及干热的空气；
- e. 避免强磁场干扰；
- f. 避免动力线、马达、励磁继电器、泵等的干扰；
- g. 提供充足的维护空间；
- h. 转换器尽量靠近检测器，距离不宜超过 100M。

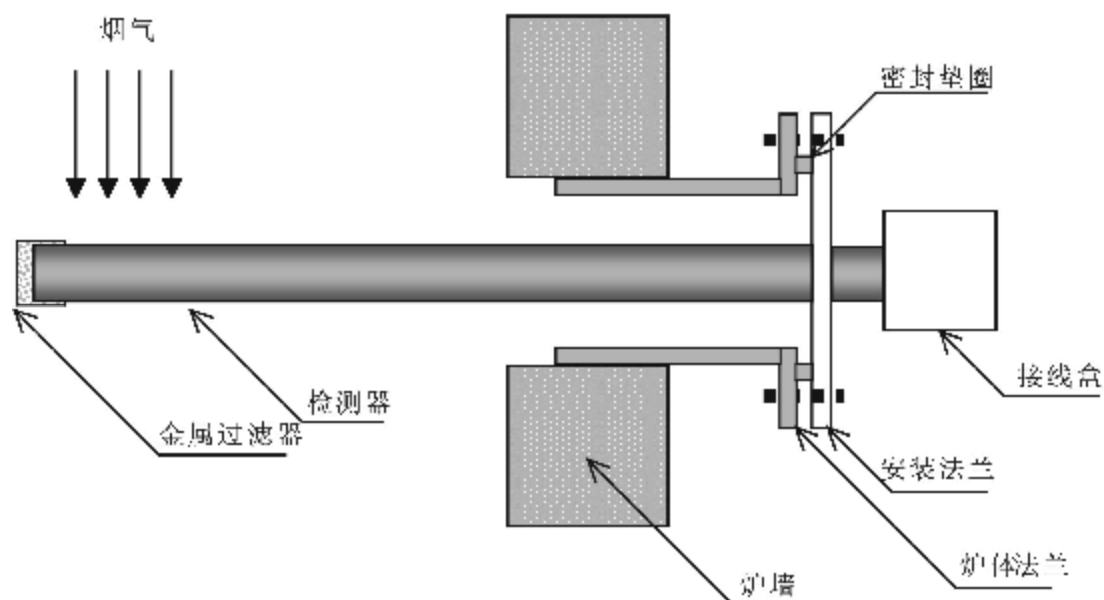


图 10 中低温型检测器安装示意图

#### 安装注意事项

- (1) 正确接线，接点扭紧，检查绝缘；
- (2) 炉墙埋管，炉体法兰焊接，各法兰之间一定要密封，不得漏气；
- (3) 探头标准气入口测量前一定是拧紧密封的，只有在通标准气校准时才打开，校准完后重新拧紧密封，参比气口应敞开；
- (4) 低中温型采样方式类同，如图 10、11 所示；

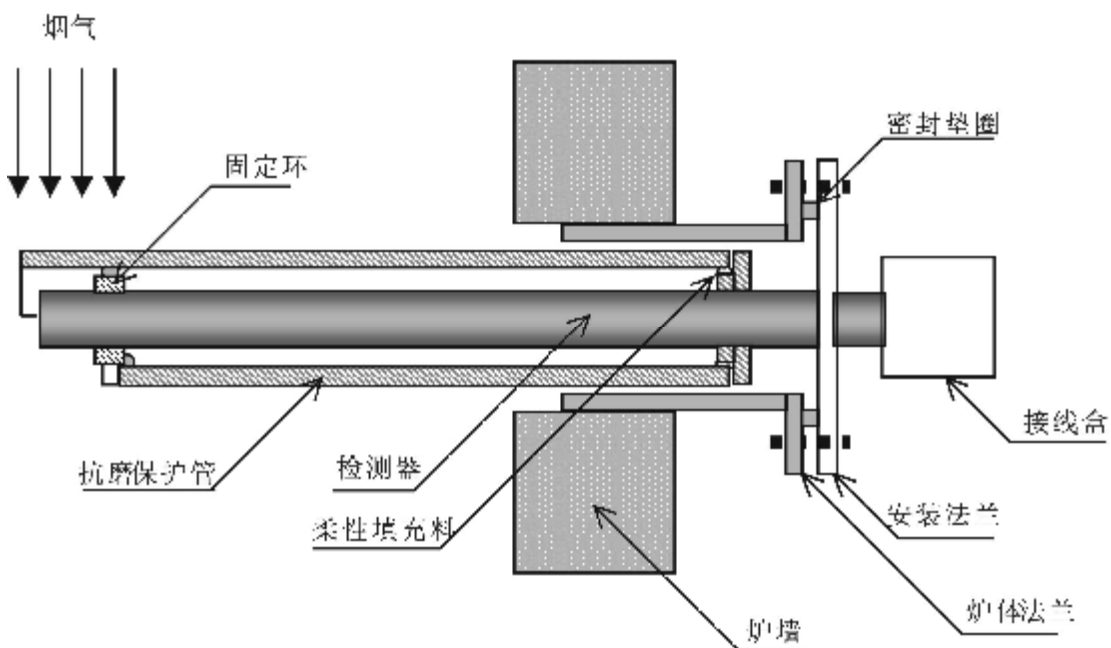


图 11 高尘烟气加防磨保护管安装示意图

## 七、调试及投运方法

### 1. 投运前检查

(1) 通电前应按接线图检查连线是否正确

(2) 值得注意的几个问题

a) 地线是否正确无误地接到大地上;

b) 检查是否有不应该接地处接地。线路之间是否有任何绝缘不良现象;

c) 加热炉炉丝连线与检测器外壳之间的电阻应大于 2 兆欧姆;

d) 将转换器端子上的电池“CELL”和加热器“HTR”四根导线拆下, 测量氧电池和电炉炉丝之间的电阻, 以判断两者是否在检测器内部有短路之处;

e) 检查电池“CELL”正极与热偶信号任一端是否有短路之处。

(3) 检查电源是否为 220VAC+10%

### 2. 投运

(1) 以上检查确认无误后, 即可上电投入运行。

(2) 程序控制升温阶段

a) 上电后仪表首先显示 E— — C。此阶段属仪表故障自检阶段, 持续约 10 秒钟, 若仪表无故障则显示 9008, 接着交替显示升温符  和当前传感器 (铂管) 工作温度  $\times\times\times^{\circ}\text{C}$ 。

b) 若仪表有故障, 则闪烁显示相应错误符号并关断加热器电源以保护检测器, 符号含意如下:

Err5—温补回路故障

Err6—热偶回路故障

若出现上述故障, 则应重新检查、排除故障后方可再次上电投运。

c) 温度均匀上升至  $750^{\circ}\text{C}$  或  $700^{\circ}\text{C}$  时, 若方式选择置于测量位置, 则自动转入测量阶段, 显示当前氧体积百分含量  $x.xx\%$ , 并对故障巡检。若方式选择置于维护位置, 则转入维护阶段, 并显示符号 [ ] ] ] ]

### 3. 维护操作

在测量状态, 面板上触摸键处于锁定状态, 不起任何作用, 只有在维护状态方可进行操作, 面板如图 12 示。

(1) 温度键: 按下此键, 则显示当前传感器 (铂管) 工作温度  $\times\times\times^{\circ}\text{C}$

(2) “氧电势”键: 按下此键, 则显示当前氧电势  $\times\times\times\text{mV}$

(3) “R<sub>1</sub>”“R<sub>2</sub>”键: R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 键和内阻开关组合使用, 用于测量传感器 (铂管) 内阻。

具体操作如下: a) 按下 R<sub>1</sub> 键则显示 r.  $\Omega$

b) 将内阻开关打到“通”的位置, 稍候 2-3 秒。

c) 按下 R<sub>2</sub> 键, 则显示传感器 (铂管) 的内阻值。  $\times\times\times\Omega$

到此内阻测量操作结束, 应将内阻开关打到“断”的位置。

\* 注意在正常测量时, 内阻开关一定要打到“断”的位置。

（4）“故障检查”键，按下此键则对仪表故障进行巡检，若无故障则闪烁显示正确符号□□□□若有故障则闪烁显示错误符号，含意如下：

Err1 校准数据超差故障

Err2 传感器工作温度低故障（低于 730℃）（或低于 680℃）

Err3 传感器工作温度高故障（高于 780℃）（或高于 730℃）

Err4 氧电势回路故障

Err5 温补回路故障

Err6 热偶回路故障

Err7 修正数据使能开关未打开

(5)“空气校准”“给定”“写入”键。此组键为在线校准操作用，具体操作如下：

注意：Z0A 系列氧分析仪为防止非维护人员误操作而带来的不必要麻烦，特在仪器面板上设置两个暗键（即未标明，但有明显凸起手感）位于八个标明按键左中部的是“修正数据使能开关”，右中部的是“数据清除开关”

- a) 将方式选择置于“测量”位置。打开检测器的“标准气入口”通入空气，待显示稳定后，用万用表测量检测器输出的氧电势并将其值输入到转换器中。具体操作如下：将方式选择置于“维护”位置，按下“空气校准”键此时显示值为上次所输入的零点电势值（出厂时设为 0.0mV 即对零点电势不做修正），以后每按下“空气标准”键一次氧电势增加 0.1mV.直至于 5.0mV 后循环到-5.0mV，按上述方法输入零点电势。（注意正负）再将方式选择打到“测量”即可完成零点修正。
- b) 将方式选择置于“测量”位置。在“标准气入口”通入标准气（0.5%—2.5%）其流量控制在 500ml/min 左右，待显示稳定后：将方式选择置于“维护”位置。
- c) 按下“给定”键，每按一次数值增加 0.01%，（0.50—2.50%之间循环），待数值增至与所通标气氧含量一致时，用左手按住“修正数据使能开关”，右手连续两次按下“写入”键，若显示----则表明写入成功，否则显示 Err7。关闭标准气。并将“标准气入口”密封拧紧。
- d) “数据清除开关”在“测量”状态或“维护”状态的氧电势方式下都起作用。按下“数据清除开关”将清除上次所做的修正数据，包括“零点电势”和“给定”数值。即对仪器不做任何修正。至此所有在线校准操作完成，其校准数据存入机内 EEROM 中。掉电不会丢失。将方式选择置于“测量”位置即可。注意：在正常测量时“标准气入口”必须用螺钉加密封带拧紧、密封

#### (6)输出设置

输出设置短接块（唯一）位于线路板左上角，短接时对应输出关系为 0—10% O<sub>2</sub>，断开时为 0—20.6%O<sub>2</sub>，分别对应 4-20mA 和 0-10mA。出厂时设置为短接。

## 八、故障检查及排除

### 1. 氧电势故障可从以下方面考虑

- a) 检查转换器与检测器之间电缆接线是否完好。
- b) 检查端子螺钉是否松动或被腐蚀。
- c) 在其工作温度为 750℃时或 700℃时，从端子上拆下检测器“CELL”信号，用万用表直接测量氧电池内阻，阻值小于 800Ω 为正常。
- d) 从烟道中取出探头，检查电池是否已损坏，如仍未发现问题，可与厂家联系修理。

### 2. 温度低故障，可从以下方面考虑



- a) 检查接线是否有误，端子是否拧紧，是否被腐蚀。
- b) 检查 80V / 2A 保险丝是否烧断。
- c) 检查加热炉（冷态时）阻值是否在  $80\ \Omega$  左右。
- d) 检查热电偶阻值，以判断热电偶是否烧断，在检测器端子上测量热电偶内阻应小于  $3.5\ \Omega$ ，在转换器端子上测量其值应小于  $12\ \Omega$ 。
- e) 升温过程正常，升温慢，升不到  $750^{\circ}\text{C}$  或  $700^{\circ}\text{C}$ ，可能是功率不够，此时应检查可控硅是否正常导通。具体方法是先将仪表复位、紧接着测量仪表端子 HTR 间电压应为交流  $0\text{V}$  左右。在  $650^{\circ}\text{C}$  以上时，HTR 间电压应为交流  $80\text{V}$  左右。若出现加热炉和热电偶烧断，可与厂家联系修理。

### 3. 温度高故障可从以下方面考虑

若出现温度高报警（红色指示灯亮）则应测量热电偶信号，加以确认实际温度。若实际温度低而显示温度高，则一般为温补回路故障，若实际温度与显示温度都高，则应检查控温回路，具体做法为在转换器 9、10 端子处测量其交流电压正常控温时应为通、断状态交替出现，在温度高于  $750^{\circ}\text{C}$  或  $700^{\circ}\text{C}$  时，应为  $0\text{V}$ 。上述现象适用于定温式测量。而浮温式测量则是在  $650^{\circ}\text{C}$  以上自动停止加热，若出现温度高报警，则应重新考虑采样点的选取。

### 4. 值得注意的问题

若氧含量显示值比工艺值高很多，则应检查法兰及炉墙埋管之间是否密封，标准气入口是否密封、拧紧，若显示值随炉压波动较大忽高忽低说明氧电池完好，主要是由漏气造成的。

## 特别说明

为提高检测器使用寿命，降低传感器工作温度，ZOA 系列氧化锆氧分析仪特别设计了  $700^{\circ}\text{C}$  的工作温度点，故此对应刻度方程应为  $E=48.271\lg 20.6/P_x$ ，相对与  $750^{\circ}\text{C}$  的工作温度点就测量来讲无差异，区别仅为氧电势与氧含量的对照表不同，用户可根据所使用的转换器工作温度分别查对附表 2-1、或附表 2-2。

附表1 镍铬-镍硅(镍铬-镍铝)热电偶分度表  
K分度号R  
(自由端温度为0℃)

| 工作端<br>温度<br>℃ | 0       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 毫伏(绝对伏) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 600            | 24.90   | 24.94 | 24.99 | 25.03 | 25.07 | 25.12 | 25.15 | 25.19 | 25.23 | 25.27 |
| 610            | 25.32   | 25.37 | 25.41 | 25.46 | 25.50 | 25.54 | 25.58 | 25.62 | 25.67 | 25.71 |
| 620            | 25.75   | 25.79 | 25.84 | 25.88 | 25.92 | 25.97 | 26.01 | 26.05 | 26.09 | 26.14 |
| 630            | 26.18   | 26.22 | 26.26 | 26.31 | 26.35 | 26.39 | 26.43 | 26.47 | 26.52 | 26.56 |
| 640            | 26.60   | 26.64 | 26.69 | 26.73 | 26.77 | 26.82 | 26.86 | 26.90 | 26.94 | 26.99 |
| 650            | 27.03   | 27.07 | 27.11 | 27.16 | 27.20 | 27.24 | 27.28 | 27.32 | 27.37 | 27.41 |
| 660            | 27.45   | 27.49 | 27.53 | 27.57 | 27.62 | 27.66 | 27.70 | 27.74 | 27.79 | 27.83 |
| 670            | 27.87   | 27.91 | 27.95 | 28.00 | 28.04 | 28.08 | 28.12 | 28.16 | 28.21 | 28.25 |
| 680            | 28.29   | 28.33 | 28.38 | 28.42 | 28.46 | 28.50 | 28.54 | 28.58 | 28.63 | 28.67 |
| 690            | 28.71   | 28.75 | 28.79 | 28.84 | 28.88 | 28.92 | 28.96 | 29.00 | 29.05 | 29.09 |
| 700            | 29.13   | 29.17 | 29.21 | 29.26 | 29.30 | 29.34 | 29.38 | 29.42 | 29.47 | 29.51 |
| 710            | 29.55   | 29.59 | 29.63 | 29.68 | 29.72 | 29.76 | 29.80 | 29.84 | 29.89 | 29.93 |
| 720            | 29.97   | 30.01 | 30.05 | 30.10 | 30.14 | 30.18 | 30.22 | 30.26 | 30.31 | 30.35 |
| 730            | 30.39   | 30.43 | 30.47 | 30.52 | 30.56 | 30.60 | 30.64 | 30.68 | 30.73 | 30.77 |
| 740            | 30.81   | 30.85 | 30.89 | 30.93 | 30.97 | 31.02 | 31.06 | 31.10 | 31.14 | 31.18 |
| 750            | 31.22   | 31.26 | 31.30 | 31.35 | 31.39 | 31.43 | 31.47 | 31.51 | 31.56 | 31.60 |
| 760            | 31.64   | 31.68 | 31.72 | 31.77 | 31.81 | 31.85 | 31.89 | 31.93 | 31.98 | 32.02 |
| 770            | 32.06   | 32.10 | 32.14 | 32.18 | 32.22 | 32.26 | 32.30 | 32.34 | 32.38 | 32.42 |
| 780            | 32.46   | 32.50 | 32.54 | 32.59 | 32.63 | 32.67 | 32.71 | 32.75 | 32.80 | 32.84 |
| 790            | 32.87   | 32.91 | 32.95 | 33.00 | 33.04 | 33.09 | 33.13 | 33.18 | 33.21 | 33.25 |
| 800            | 33.29   | 33.33 | 33.37 | 33.41 | 33.45 | 33.49 | 33.53 | 33.57 | 33.61 | 33.65 |
| 810            | 33.69   | 33.73 | 33.77 | 33.81 | 33.85 | 33.90 | 33.94 | 33.98 | 34.02 | 34.06 |
| 820            | 34.10   | 34.14 | 34.18 | 34.22 | 34.26 | 34.30 | 34.34 | 34.38 | 34.42 | 34.46 |
| 830            | 34.51   | 34.54 | 34.58 | 34.62 | 34.66 | 34.71 | 34.75 | 34.79 | 34.83 | 34.87 |
| 840            | 34.91   | 34.95 | 34.99 | 35.03 | 35.07 | 35.11 | 35.16 | 35.20 | 35.24 | 35.28 |
| 850            | 35.32   | 35.36 | 35.40 | 35.44 | 35.48 | 35.52 | 35.56 | 35.60 | 35.64 | 35.68 |
| 860            | 35.72   | 35.76 | 35.80 | 35.84 | 35.88 | 35.93 | 35.97 | 36.01 | 36.05 | 36.09 |
| 870            | 36.13   | 36.17 | 36.21 | 36.25 | 36.29 | 36.33 | 36.37 | 36.41 | 36.45 | 36.49 |
| 880            | 36.53   | 36.57 | 36.61 | 36.65 | 36.69 | 36.73 | 36.77 | 36.81 | 36.85 | 36.89 |
| 890            | 36.93   | 36.97 | 37.01 | 37.05 | 37.09 | 37.13 | 37.17 | 37.21 | 37.25 | 37.29 |
| 900            | 37.33   | 37.37 | 37.41 | 37.45 | 37.49 | 37.53 | 37.57 | 37.61 | 37.65 | 37.69 |
| 910            | 37.73   | 37.77 | 37.81 | 37.85 | 37.89 | 37.93 | 37.97 | 38.01 | 38.05 | 38.09 |
| 920            | 38.13   | 38.17 | 38.21 | 38.25 | 38.29 | 38.33 | 38.37 | 38.41 | 38.45 | 38.49 |
| 930            | 38.53   | 38.57 | 38.61 | 38.65 | 38.69 | 38.73 | 38.77 | 38.81 | 38.85 | 38.89 |
| 940            | 38.93   | 38.97 | 39.01 | 39.05 | 39.09 | 39.13 | 39.18 | 39.20 | 39.24 | 39.28 |
| 950            | 39.32   | 39.36 | 39.40 | 39.44 | 39.48 | 39.52 | 39.56 | 39.60 | 39.64 | 39.68 |
| 960            | 39.72   | 39.76 | 39.80 | 39.83 | 39.87 | 39.91 | 39.94 | 39.98 | 40.02 | 40.06 |
| 970            | 40.10   | 40.14 | 40.18 | 40.22 | 40.26 | 40.30 | 40.33 | 40.37 | 40.41 | 40.45 |
| 980            | 40.49   | 40.53 | 40.57 | 40.61 | 40.65 | 40.69 | 40.72 | 40.76 | 40.80 | 40.84 |
| 990            | 40.88   | 40.92 | 40.96 | 41.00 | 41.04 | 41.08 | 41.11 | 41.15 | 41.19 | 41.23 |

附表 2-1 氧电势与氧含量对照表(750℃)

| 氧电势mV | 氧含量%   | 氧电势mV | 氧含量%  | 氧电势mV | 氧含量%  |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| -10   | 32.428 | 31    | 5.047 | 72    | 0.785 |
| -9    | 30.989 | 32    | 4.823 | 73    | 0.750 |
| -8    | 29.615 | 33    | 4.609 | 74    | 0.717 |
| -7    | 28.301 | 34    | 4.405 | 75    | 0.685 |
| -6    | 27.046 | 35    | 4.209 | 76    | 0.655 |
| -5    | 25.846 | 36    | 4.022 | 77    | 0.626 |
| -4    | 24.699 | 37    | 3.844 | 78    | 0.598 |
| -3    | 23.603 | 38    | 3.673 | 79    | 0.571 |
| -2    | 22.557 | 39    | 3.511 | 80    | 0.546 |
| -1    | 21.556 | 40    | 3.354 | 81    | 0.522 |
| 0     | 20.600 | 41    | 3.206 | 82    | 0.499 |
| 1     | 19.686 | 42    | 3.064 | 83    | 0.477 |
| 2     | 18.831 | 43    | 2.928 | 84    | 0.456 |
| 3     | 17.979 | 44    | 2.798 | 85    | 0.435 |
| 4     | 17.181 | 45    | 2.64  | 86    | 0.416 |
| 5     | 16.419 | 46    | 2.555 | 87    | 0.397 |
| 6     | 15.691 | 47    | 2.442 | 88    | 0.380 |
| 7     | 14.995 | 48    | 2.334 | 89    | 0.363 |
| 8     | 14.329 | 49    | 2.230 | 90    | 0.347 |
| 9     | 13.694 | 50    | 2.131 | 91    | 0.331 |
| 10    | 13.086 | 51    | 2.036 | 92    | 0.317 |
| 11    | 12.506 | 52    | 1.946 | 93    | 0.303 |
| 12    | 11.951 | 53    | 1.859 | 94    | 0.289 |
| 13    | 11.421 | 54    | 1.777 | 95    | 0.276 |
| 14    | 10.914 | 55    | 1.699 | 96    | 0.264 |
| 15    | 10.430 | 56    | 1.623 | 97    | 0.253 |
| 16    | 9.967  | 57    | 1.551 | 98    | 0.241 |
| 17    | 9.525  | 58    | 1.482 | 99    | 0.231 |
| 18    | 9.103  | 59    | 1.417 | 100   | 0.220 |
| 19    | 8.699  | 60    | 1.356 | 101   | 0.211 |
| 20    | 8.313  | 61    | 1.294 | 102   | 0.201 |
| 21    | 7.944  | 62    | 1.236 | 103   | 0.192 |
| 22    | 7.592  | 63    | 1.181 | 104   | 0.184 |
| 23    | 7.255  | 64    | 1.129 | 105   | 0.176 |
| 24    | 6.933  | 65    | 1.079 | 106   | 0.168 |
| 25    | 6.626  | 66    | 1.031 | 107   | 0.160 |
| 26    | 6.322  | 67    | 0.985 | 108   | 0.153 |
| 27    | 6.051  | 68    | 0.942 | 109   | 0.147 |
| 28    | 5.783  | 69    | 0.899 | 110   | 0.140 |
| 29    | 5.526  | 70    | 0.860 | 111   | 0.134 |
| 30    | 5.281  | 71    | 0.822 | 112   | 0.128 |

附表 2-2 氧电势与氧含量对照表(700℃)

| 氧电势mV | 氧含量P%  | 氧电势mV | 氧含量P% | 氧电势mV | 氧含量P% |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 20.600 | 40    | 3.056 | 80    | 0.453 |
| 1     | 19.640 | 41    | 2.914 | 81    | 0.432 |
| 2     | 18.726 | 42    | 2.778 | 82    | 0.412 |
| 3     | 17.853 | 43    | 2.649 | 83    | 0.393 |
| 4     | 17.022 | 44    | 2.525 | 84    | 0.375 |
| 5     | 16.229 | 45    | 2.408 | 85    | 0.357 |
| 6     | 15.473 | 46    | 2.296 | 86    | 0.341 |
| 7     | 14.752 | 47    | 2.189 | 87    | 0.325 |
| 8     | 14.065 | 48    | 2.087 | 88    | 0.310 |
| 9     | 13.410 | 49    | 1.990 | 89    | 0.295 |
| 10    | 12.785 | 50    | 1.897 | 90    | 0.281 |
| 11    | 12.189 | 51    | 1.808 | 91    | 0.268 |
| 12    | 11.622 | 52    | 1.724 | 92    | 0.256 |
| 13    | 11.080 | 53    | 1.644 | 93    | 0.244 |
| 14    | 10.564 | 54    | 1.567 | 94    | 0.233 |
| 15    | 10.072 | 55    | 1.494 | 95    | 0.222 |
| 16    | 9.603  | 56    | 1.425 | 96    | 0.211 |
| 17    | 9.155  | 57    | 1.358 | 97    | 0.202 |
| 18    | 8.729  | 58    | 1.295 | 98    | 0.192 |
| 19    | 8.322  | 59    | 1.235 | 99    | 0.183 |
| 20    | 7.935  | 60    | 1.177 | 100   | 0.175 |
| 21    | 7.565  | 61    | 1.122 | 101   | 0.167 |
| 22    | 7.213  | 62    | 1.070 | 102   | 0.159 |
| 23    | 6.877  | 63    | 1.020 | 103   | 0.151 |
| 24    | 6.556  | 64    | 0.973 | 104   | 0.144 |
| 25    | 6.251  | 65    | 0.927 | 105   | 0.138 |
| 26    | 5.960  | 66    | 0.884 | 106   | 0.131 |
| 27    | 5.682  | 67    | 0.843 | 107   | 0.125 |
| 28    | 5.417  | 68    | 0.804 | 108   | 0.119 |
| 29    | 5.165  | 69    | 0.766 | 109   | 0.114 |
| 30    | 4.925  | 70    | 0.731 | 110   | 0.108 |
| 31    | 4.695  | 71    | 0.697 | 111   | 0.103 |
| 32    | 4.476  | 72    | 0.664 | 112   | 0.099 |
| 33    | 4.268  | 73    | 0.633 | 113   | 0.094 |
| 34    | 4.069  | 74    | 0.604 | 114   | 0.090 |
| 35    | 3.880  | 75    | 0.576 | 115   | 0.085 |
| 36    | 3.699  | 76    | 0.549 | 116   | 0.081 |
| 37    | 3.527  | 77    | 0.523 | 117   | 0.078 |
| 38    | 3.362  | 78    | 0.499 | 118   | 0.074 |
| 39    | 3.206  | 79    | 0.476 | 119   | 0.071 |

附表 3 输出信号对照表

| 氧含量   | 输出信号    |         |
|-------|---------|---------|
|       | 0-10m A | 4-20m A |
| 0.00  | 0.00    | 4.00    |
| 2.58  | 1.25    | 6.00    |
| 5.15  | 2.50    | 8.00    |
| 7.73  | 3.75    | 10.0    |
| 10.30 | 5.00    | 12.0    |
| 12.88 | 6.25    | 14.0    |
| 15.45 | 7.50    | 16.0    |
| 18.03 | 8.75    | 18.0    |
| 20.60 | 10.0    | 20.0    |



产品应用情况分部图

产品应用情况分部图