

# HT999 型氧探头

(中外合作生产)

## 使 用 说 明 书

北京市培特永昌机电技术有限责任公司

# 特别提示

## 一 轻拿轻放

氧探头的核心部件是陶瓷件，磕碰和坠落很容易造成断裂，使氧探头失效。

## 二 防止结碳

氧探头端部积碳是造成失效的重要原因，严重结碳会造成氧探头永久性损坏。

- 1 在日常生产过程中，正确控制富化介质（煤油、丙酮、丙/丁烷等）通入量和不设定过高的碳势，对防止氧探头积碳具有重要的意义。
- 2 在炉罐（马弗炉）或炉砖（无马弗炉）渗碳初期，常常是积碳已经很严重了而氧探头输出电势并不高，此时一定要控制富化介质（煤油、丙酮、丙/丁烷等）通入量，不可过多。否则氧探头会产生严重结碳。
- 3 如无把握，建议无马弗炉在新的或旧炉大修后的第一次炉砖渗碳时先不装氧探头，待炉子先吃饱碳后再装上氧探头。
- 4 对井式炉：长时间不用，每次重新开炉，第一炉前，炉罐必须先补碳，炉气碳势达到 1.0% 时炉罐补碳结束，方可以装入工件。补碳期间，氧电势上升的很慢，该过程需要一定的时间才能完成，这种情况一般在 930-1000 mV 期间比较明显。此时应小心控制富化剂(如煤油)或丙、丁烷的流量，不要因氧电势上升得慢而过分加流量，避免碳黑和甲烷的过分增加引起碳势失控和使氧探头上产生严重结碳。
- 5 在工艺过程中采用定时烧碳黑措施，有助减少氧探头端部碳黑积聚。
- 6 若发现氧探头端部有碳黑积聚，也可以在炉子冷却情况下取出氧探头，用铁丝小心清除。

## 三 本公司对以下几种情况不实行保修、保换：

- 1 明显的人为损坏（如机械碰撞）；
- 2 碳势调节不当，致使氧探头前部严重积碳而使氧探头失效；
- 3 未经许可，自行拆卸过的氧探头

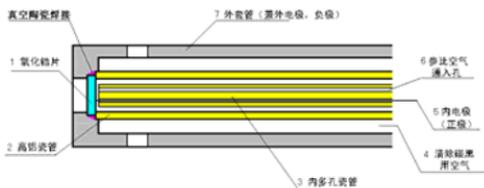
# 目 录

一 概述-----	1
二 工作原理-----	1
1 氧探头电势与炉气中氧分压之间的关系-----	1
2 氧探头电势与炉气碳势之间的关系(炉气碳势数学模型) -----	2
三 主要技术参数-----	4
四 安装-----	4
1 安装注意事项-----	4
2 安装接口-----	5
3 接通参比气及自动除碳空气气路-----	5
4 接线-----	5
五 参比气的供应-----	6
六 氧探头除碳黑的周期和空气的供应-----	6
七 使用注意事项-----	7
八 氧探头型号-----	8
九 质量保证期-----	8

## 一 概述

HT999 系列氧探头由本公司与国外合作生产。

HT999 系列氧探头采用当今世界上最新专利技术，其核心传感元件结构如下图所示：



本氧探头采用了世界领先、坚固的片状氧化锆元件，氧化锆片 1 和高铝瓷管 2 采用真空焊接，形成一个整体。与一般可拆卸的片状及球状探头相比，具有更好的密封性和良好的抗机械冲击和热冲击性能。。

本系列氧探头内阻极小，通常在 500 欧姆以下。反应灵敏，实际反应时间少于 100 毫秒。

由于内阻较通常的氧探头小许多，相应其预期使用寿命也长许多。

本系列氧探头可以装在井式炉、网带炉、多用箱式炉和连续炉等各种炉型中使用，适用于各种热处理控制气氛。

探头具有碳黑清除机构，需要时可随时方便地进行碳黑自行清洗工作。

探头可与任何型号碳控仪联结。

## 二 工作原理

### 1 氧探头电势与炉气中氧分压之间的关系

当温度超过 600℃ 时氧化锆成为固体电介质电池。由于探头内外侧氧分压不同在内外电极上产生浓差电势 E。E 的大小符合 Nernst 方程：

$$E = 0.0496T \lg (PO_2' / PO_2) \quad \text{mV}$$

式中：

T 为氧化锆探头的温度            ° K

$PO_2'$  为参比空气中的氧分压,    0.2095

$PO_2$ 为炉内气氛中的氧分压

## 2 氧探头电势与炉气碳势之间的关系(炉气碳势数学模型)

气氛碳势的定义是：在一定的温度下，纯铁与该气氛相平衡时在其奥氏体组织中溶解的碳含量。

渗碳气氛的碳势决定着所处理零件表面的最大含碳量。

在渗碳过程中，碳原子连续不断从气氛传输到钢表面同时向钢的内部扩散。碳的传输主要依靠一氧化碳在钢表面的分解而进行，它也可能通过与甲烷的直接反应而进行。但是，当气氛中甲烷的含量很低时，这后一个途径往往被忽略不计。



产物Ca和Oa是吸附在工件表面的碳和氧,吸附的氧在工件表面形成覆盖层而阻碍渗碳。通过与气氛中的CO和H<sub>2</sub>反应而去除。



综合反应式(1)~(3)，就可以得到可用于控制渗碳气氛碳势的平衡常数：

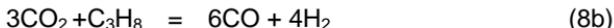
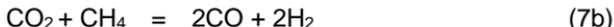
$$(C) + 1/2 O_2 = CO \quad K1 = \frac{PCO}{\alpha_C \times PO_2^{1/2}} \quad (4)$$

$$(C) + H_2O = CO + H_2 \quad K2 = \frac{PCO \times PH_2}{\alpha_C \times PH_2O} \quad (5)$$

$$(C) + CO_2 = 2 CO \quad K3 = \frac{P^2CO}{\alpha_C \times PCO_2} \quad (6)$$

式中  $\alpha_C$  是溶解在钢中碳的“活度”，也就是实际蒸气压与纯碳(石墨) 蒸汽压之间的比值。 $\alpha_C$  乘以该温度下钢的饱和碳浓度，即为碳势C<sub>g</sub>。

为了使炉气氛保持要求的碳势，就需要添加含碳气体或液体，例如天然气(CH<sub>4</sub>)或丙烷(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)或煤油(以分子式:C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>为例)作为富化气补充炉气中的碳份:



测量控制气氛碳势的最可靠的方法基于一氧化碳在钢的表面分解为碳和氧的反应的化学平衡。用氧探头作碳传感器测定炉气碳势就是根据这个原理。但炉气碳势 C<sub>g</sub>决不仅仅是氧电势和炉温的函数，它还与炉内温度分布、氧探头的安装位置(或取气位置)与方法、气氛气源的供给方法和速度、炉气中CO、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>等成分的含量以及炉气循环状态等种种因素有关，即：

$$\text{C}_g = f(\text{T}, \text{E}, \text{CO}, \text{CH}_4, \text{H}_2, \dots) \quad (10)$$

从反应式(7a)~(9b)显而易见，不仅氧分压、水蒸汽和二氧化碳的含量在变化，一氧化碳和氢的含量也在变化。此外，还存在着残留的甲烷，不论它直接来自甲烷添加剂还是来自丙烷或煤油等介质的分解。这些都会对碳势与氧电势的对应关系发生影响。

基于以上分析,产生了许多不同的控制方法和数学模型。有的采用氧电势、CO双因素控制，有的还另加上CH<sub>4</sub>因素。

本公司开发的碳势控制系统仅采用氧探头控制碳势。

我公司开发的碳势控制数学模型不采用增加成分分析仪器和热电偶的方法，而是设计两个综合修正系数……工艺系数PF和反应平衡系数EF，以综合除氧电势和炉温以外的各种影响因素：

$$C_g = f(T, E, PF, EF) \quad (11)$$

当工作炉一定、氧探头安装位置一定和炉内气氛制备原料一定时，PF 值也是一定的；EF 仅与气氛气源的供给方法和速度有关，由计算机在控制过程中自动设定。对每一台炉子只要简单地测定其 PF 值，即可建立其碳势数学模型，仅用一个氧探头，在 830~940 °C 的范围内按此数学模型计算的  $C_g$  值与实际测定  $C_g$  值的误差都在  $\pm 0.05\% C$  范围之内。

本公司生产的所有碳势控制仪/系统，无论 HT9841 碳控仪表或渗碳之星自适应工艺过程智能系统，都采用了我公司开发的碳势控制数学模型。

本技术已成功地应用于滴注式、吸热式、空气加丙酮、空气加煤油和氮基气氛。

### 三 主要技术参数

- ◆ 使用温度:700~1000 °C
- ◆ 碳势控制范围:0~1.5%C（不得高于所在温度下的碳黑限）
- ◆ 响应时间: 小于 100 毫秒
- ◆ 新探头在 800°C 时的内阻:  $\leq 1 K$  欧姆
- ◆ 新探头之间毫伏数偏差小于 3mv
- ◆ 探头具有碳黑清除机构。
- ◆ 使用领域: 渗碳、碳氮共渗和光亮淬火等气氛控制
- ◆ 探头可与任何型号碳控仪联接，与国内外各种氧探头互换。

### 四 安装

#### 1 安装注意事项:

- (1) 氧探头必须安装在炉气循环的通道上，不要安装在紧靠渗剂入口的下风位置和在工作进出炉时可能发生碰撞的位置。

- (2) 氧探头安装在井式炉炉盖上时，头部应在挡风圈上方 10mm 的位置。
- (3) 用于多用炉、推杆炉和网带炉等炉型时，应插入炉膛内 50mm 以上。  
氧探头最好垂直装在炉顶，也可以装在炉侧或炉后。
- (4) 安装时应注意探头安装处的密封，防止空气窜入干扰氧探头，影响测量精度或造成信号波动。
- (5) 接线盒环境温度要求小于 60℃。
- (6) 尽量在炉子冷却时装卸，如必须在高温下装卸，应缓慢插入或拨出

## 2 安装接口

本氧探头带有 1" 锥管螺纹的安装接头，该接头可自行调节松紧，调节该安装接头在外套管上的位置，即可调节氧探头插入炉膛的深度。

用户在制作氧探头安装支架时需包括 1" 锥管内螺纹的接头，以便氧探头直接旋入安装。

## 3 接通参比气及自动除碳空气气路

参比气嘴在接线盒侧面，除碳气嘴在参比气嘴下方靠近探头外套管的位置。参比气嘴和除碳气嘴不能接错。

## 4 接线

探头电气联接采用航空插头，引线已接好，用户只要根据下列引出线颜色内容接线即可。

- (1) 氧势正极 (红色)
- (2) 氧势负极 (黄色)
- (6) 热电偶正极 (兰色)
- (7) 热电偶负极 (绿色)

接线时应该用烙铁焊接或用接线端子压紧联接。用绞接方法连接常常会引起接触不良，致使信号不稳定。

## 五 参比气的供应

在正常情况下参比气流量一般为 200-300ml/min，最多不应超过 500ml/min，在此基础上增加参比气流量并不能使氧探头电势增加。若发现必须加大参比气流量才能使氧探头电势上升，有可能是参比气路堵塞，也可能是氧探头瓷管已出现裂纹

应保持参比气路的通畅。当参比气路破损或者堵塞时都会造成信号下降，碳势失控。检查时要从气泵、流量计、外部输气管、内部输气管和插针接头逐级检查排除故障。

## 六 氧探头除碳黑的周期和空气的供应

结碳是造成探头信号失真的主要原因，如果发生严重积碳，一般应该使用吹入空气除去积碳。

吹入空气进行氧探头除碳黑的周期视采用的炉气碳势和每炉工艺时间长短而定。没有碳黑产生或在每炉间出入炉时氧探头能接触空气而自行烧去时，就不必专门安排吹入空气进行氧探头清理。

吹入空气进行氧探头清理最好由计算机系统（如本公司的 HT9841 碳控仪）自动触发进行。通常从触发探头清洗开始，直至设定的氧探头恢复时间结束，在整个探头清洗过程中，智能碳控仪会保持探头清洗前计算的碳势值，不会由于此时氧探头端部接触空气氧电势下降（实际炉气碳势不低）而使控制系统错误动作，大量通入富化介质，致使炉气碳势大幅波动。

氧探头清除碳黑时应采用大流量短时间的空气进行。空气流量应控制在 300~1000ml/min（视管路长短和气阻而定），每次除碳黑的时间应在 15~30 秒。实际操作时，调整空气流量和除碳黑时间，使碳势控制仪上显示的氧电势在烧碳期间下降 200~500mV 左右为宜。过大流量及过长的时间的清除碳黑会使氧

探头端部温度达到 1500℃~1600℃，使探头烧毁。

应采用流量计限制除碳黑的空气流量，用时间继电器或计算机来控制每次自动除碳的时间。

本公司有专用的氧探头维护仪（HT999-1）出售。其上有参比气和氧探头除碳黑的空气的流量计，每次吹入空气进行氧探头清理的时间可由外部计算机（如本公司的各类碳势控制系统或仪表）控制，也可由维护仪内部的时间继电器控制。

## 七 使用注意事项

- (1) 探头的核心部件是陶瓷管，使用时应尽量避免骤冷、骤热，防止激烈的振动及机械碰撞。
- (2) 探头长期使用后输出信号略有下降是正常现象，可用硬件调节信号或者微机软件补偿的办法来解决，补偿多少则须用定碳片反复测定后决定
- (3) 探头带自锁装置，内部弹簧已调整好压力，任何拆卸都会导致无可挽救的损坏。
- (4) 积碳是造成氧探头失效的重要原因。在炉罐（马弗炉）或炉砖（无马弗炉）渗碳初期，常常是积碳已经很严重了而氧探头输出电势并不高，此时一定要控制富化介质（煤油、丙酮、丙/丁烷等）通入量，不可过多。否则会使氧探头上产生严重结碳而造成氧探头永久性损坏。  
如无把握，建议无马弗炉在新的或旧炉大修后的第一次炉砖渗碳时先不装氧探头，待炉子先吃饱碳后再装上氧探头。

在日常生产过程中，正确控制富化介质（煤油、丙酮、丙/丁烷等）通入量和不设定过高的碳势，对防止氧探头积碳具有重要的意义。

- (5) 炉子本身有故障如漏气、少量漏水、辐射管损坏、管道堵塞、渗漏、风扇异常等等都会造成探头信号失常，只要排除相应故障即能恢复正常。

- (6) 用 HT-999 氧探头代替其它型号的氧探头时，其参比气、自动除碳空气流量等等都应该严格按照本说明书上的技术要求。

## 八 氧探头型号

### HT999-A-B

A - 氧探头杆部长度，有 500（500mm），750（750mm）和 1000（1000mm）三种，特殊尺寸可按用户需要定制

B - 内带热电偶的分度号。S（带 S 型热电偶），K（带 K 型热电偶），0（不带热电偶）。

## 九 质量保证期

本公司生产的 HT-999 氧探头质量保证期为一年，时间从出厂之日算起，在质量保证期内对非人为因素造成的损坏一律实行免费保修、包换。

对以下几种情况不实行保修、保换。

- (1) 明显的人为损坏（如机械碰撞）；
- (2) 碳势调节不当，致使氧探头前部严重积碳而使氧探头失效；
- (3) 未经许可，自行拆卸过的氧探头。

## 氧探头合格证

(盖章有效)

编号:

型号: HT999- -

内阻:  $\Omega$

本底数: mV

用户:

发货日期: 年 月 日

北京市培特永昌机电技术有限责任公司

## 氧探头装箱单

氧探头	一支	<input type="checkbox"/>
锁紧螺母	一套	<input type="checkbox"/>
航空插头	一个	<input type="checkbox"/>
气管	二根	<input type="checkbox"/>
说明书	一份	<input type="checkbox"/>

北京市培特永昌机电技术有限责任公司

---

地 址：北京市 海淀区 花园路 3 号

电 话：(010) 62046274,62048082, 13701126064

邮政编码：100083

传 真：(010) 62046274

E-MAIL: [petyc@public.bta.net.cn](mailto:petyc@public.bta.net.cn)

网址: <http://www.petyc.com>