

ARC 系列
电弧炉和钢包精炼炉
电极控制系统

您正面临挑战!!!

一直以来，炼钢是一种高消耗的粗犷型工业。但是，今天全球钢铁市场的激烈竞争迫使炼钢生产必须具有绝对的低成本效益，否则就会被市场无情地淘汰。

电极控制器作为电弧炉和精炼炉自动化控制系统的核心部件，是保证电炉持续高效运行在一个精确工作点的关键因素。对于外界的干扰，比如过流、短路等，都必须及时地检测到并给于实时补偿，无论碰到导电材料还是非导电材料电极都必须具有相应的保护功能，否则会导致电极折断。系统可以方便地集成到其它自动化系统中。所有这些都影响到系统的初始化投资和生产成本及管理成本。一个高可靠性、高灵活性、功能强大的电极调节系统可以有效减少以上成本，为您的企业在市场竞争中立于不败之地提供最强有力的保障！



对于电弧炉和精炼炉电极控制系统，最佳选择就是

ARC 系列电极控制系统

ARC

电弧炉和钢包精炼炉数字电极控制系统

ARC 系列电极控制系统是我公司引进国外公司先进产品，并经过消化吸收与改进后推出的最新一代数字电极控制系统。

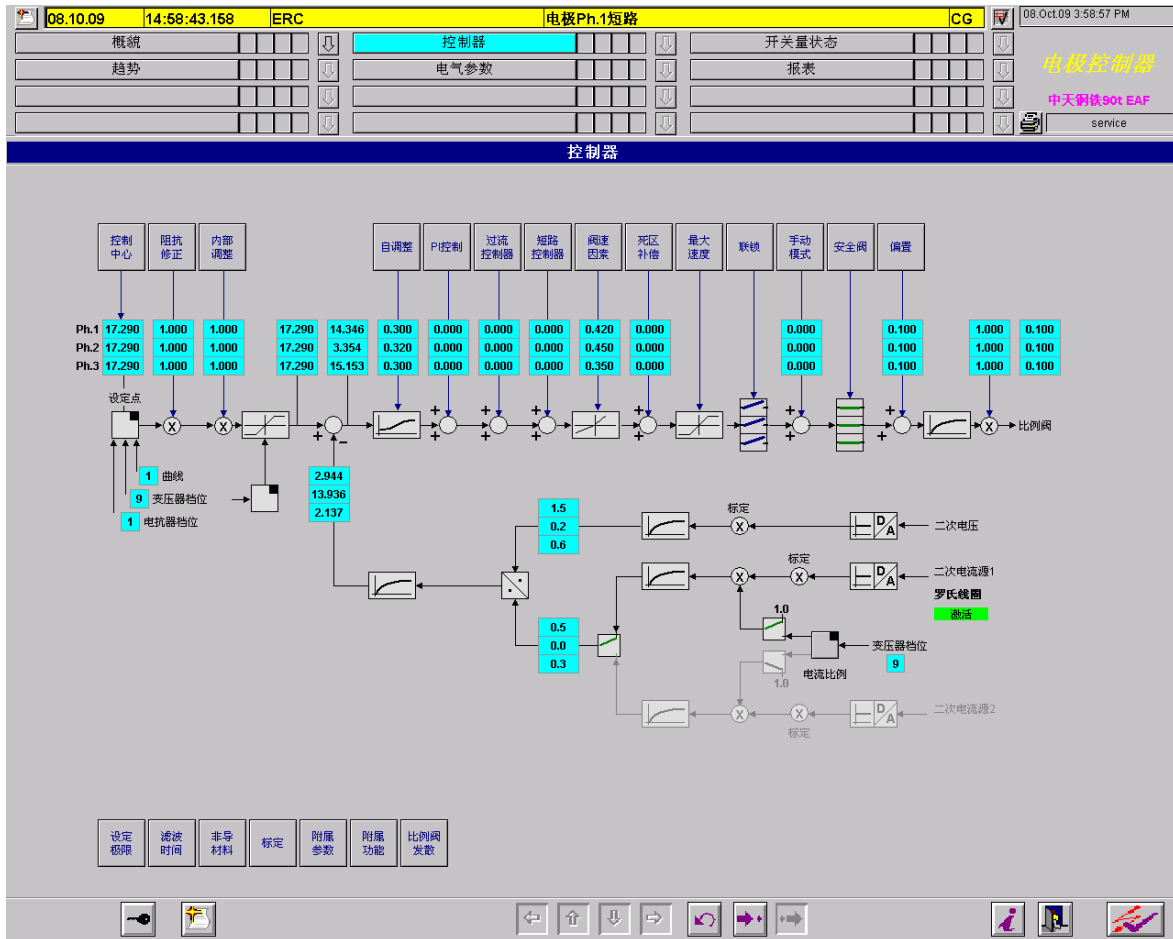
ARC 系列电极控制系统是基于德国西门子公司 SIMATIC S7 400 系列自动化产品，适用于各种控制系统和控制结构。与其他公司的同类产品相比较，具有极高的系统稳定性、通用性、可扩展性，并极大的降低了维护及备件费用。

与传统的电极控制系统相比，我公司的产品具有以下特性。

- 阻抗调节器比例系数自动动态调整功能，确保生产过程中优异的熔炼性能
- 阻抗设定值自定义功能，不同加热阶段可选择不同加热曲线
- 灵活的参数设定方式，可直接在 HMI 上设定 PLC 程序参数，无需 STEP 7 编程软件和编程器
- 系统参数分类统计功能，以便系统分析实际冶炼状况改进控制性能
- 成熟的防电极折断功能
- 变压器和电抗器抽头保护功能
- 集成的超大容量报警和报表系统，可实现系统运行状态快速诊断
- 强大的实时和历史趋势记录
- 创新的液压旁通阀、安全阀、比例阀联锁控制功能
- 手动优先，无须关闭自动模式就可以手动操作
- 变压器断路器保护功能
- 关键参数口令保护功能
- 进口柔性罗氏线圈实时检测电极二次电流，检测精度高，实时性好，无磁滞效应，无发热，安装简单，稳定可靠

系统结构

对于三相交流电弧炉和精炼炉，ARC 电极控制系统提供了三个独立的阻抗调节器、三个叠加的过流控制器和三个短路控制器。系统需要设定的所有参数都罗列在下图的子画面中，方便参数设定。参数修改受两级口令保护。



比例系数自动调整

三个独立的阻抗控制器均采用 PI 控制算法，完成三个电极阻抗的自动调节功能。利用系统提供的“分类归纳”功能，可根据电极电压和电流自动计算出适宜的比例系数，实现比例系数自动动态调整以获得优异的冶炼性能。

控制中心功能

控制中心功能是我们为电极控制系统专门开发的一个软件包，可以实现阻抗设定值自定义功能和 PLC 参数在线实时修改功能，即使没有专用的 STEP 7 编程软件也可以对 PLC 中 DB 块的相关数据进行读写控制。

ARC 电极调节器是以三相电极阻抗作为控制对象的控制器。三个电极可根据阻抗设定表中的阻抗设定值独立工作。阻抗设定表是一个四维的表格，对应变压器的某个抽头(最多 32 个)、电抗器的某个抽头(最多 8 个)、某个功率曲线(最多 8 条)都可以找到对应三个电极的阻抗设定值。为您的调试

ARC 系列电弧炉及钢包精炼炉电极控制系统

提供足够的灵活性，不同加热阶段可选择不同加热曲线，保证您的设备始终发挥最优性能。阻抗设定最多有 32x8x8 组。

电极调节系统中需要设定的所有参数都存储在 PLC 程序中的数据块中，通过控制中心软件可以直接在线修改数据块中的相关参数，即使您不带编程器都可以完成系统调试

手动优先

操作过程中手动操作具有最高优先权，无须切换到自动模式就可以实现手动操作，方便操作，如冶炼时单独调整电极以及测温和取样时移出电极。

保护功能

系统设计了众多的保护功能，以最大程度上保护您的设备，延长设备寿命，降低故障率，提高生产率，实现节能降耗。

- 三相过流控制器实时监测电极实际三相电流值，在电流超过设定过流极限值并持续一定时间后，以特定速度迅速提升电极，在延迟一定时间后报警。在过流消除后自动下降电极，继续冶炼。
- 三相短路控制器在检测到实际三相阻抗超过短路阻抗极限值后，按特定速度快速提升电极，延时一定时间后报警，避免相间短路。在短路现象消除后自动下降电极继续冶炼。
- 系统设计了专门的液压安全阀控制功能，实现安全阀和比例阀联锁控制，最大程度上延长安全阀和比例阀的寿命。
- 当您切断变压器一次侧断路器时，系统先自动提起电极，降低电流值然后再给出分闸指令，可以有效避免大电流分闸，延长断路器寿命。
- 在带载切换变压器或电抗器抽头前，系统先自动提升电极以增加阻抗降低实际电流值，然后给出抽头切换指令切换抽头，可最大程度延长抽头寿命，降低故障率。
- 系统还可以实时检测液压管道压力，一旦实际压力超出压力极限设定值，系统自动提升电极，避免在触碰到硬性物体时折断电极，降低生产成本。
- 此外，系统还提供了许多创新的解决方法，包括液压阀模型、死区动态补偿、零点偏置、速度线性化，还提供导电材料和非导电材料检测、短电极检测功能等。

工作点分析

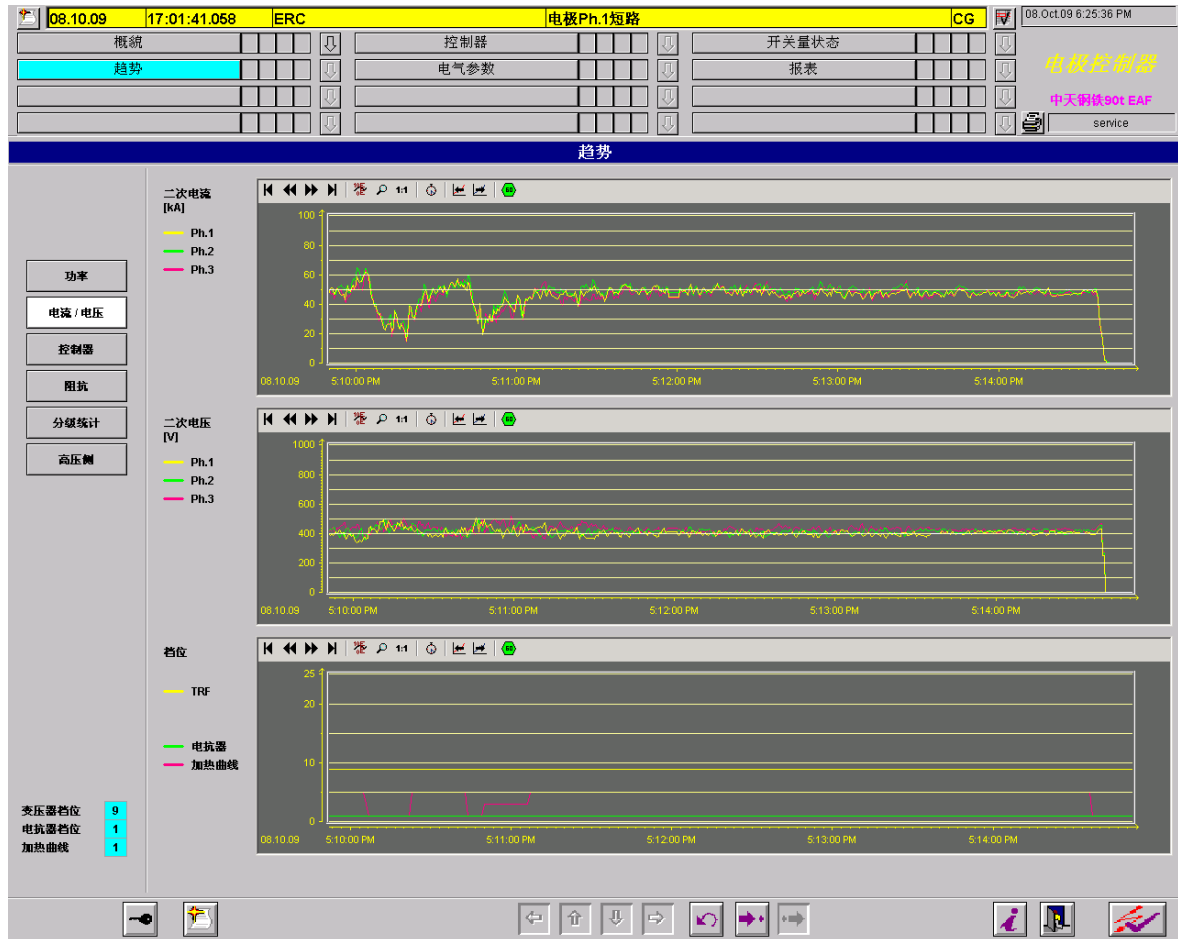
系统具有电炉实际工作点分析统计功能。变压器二次侧电压及电流、电炉的有功、无功、视在功率和功率因数等电气参数都可以被实时记录下来，根据电气模型进行计算，以便得到需要的参数指标，如变压器一次侧电压电流、耐火材料侵蚀系数等。

电流分级统计

系统专门设计了二次电流分级统计功能，能将检测到的实际二次电流存储到电流分类表中。当通电时，屏幕上就显示一段时间内电极电流变化状况，根据电流变化来确定系统的运行状态是否最佳，并修改阻抗 PID 控制器参数，以便在冶炼过程中采用闭环控制，达到最佳效果。

趋势功能

大量的运行和控制器信号被做成趋势图，以便于分析和优化冶炼过程。趋势控制具有标准的 WinCC 功能，比如聚焦、缩放、时间选择等，且采样速度是 500ms，这样就可以根据趋势图对系统运行状态进行详细的分析，以排除故障，降低维护工作量。



报表统计

报表系统运行工作点分析功能生成的冶炼报告，并将数据存储在有 10000 个条目的数据库中。报告可以被选择、打印或以 Excel 表格的形式输出，以备进一步的分析。

报警信息

系统提供了功能强大的报警信息系统，实际的信息显示在主菜单的标题中，并且可以在 HMI 的每一个屏幕上进行显示。所有的信息都可以被实时打印。

罗氏线圈

目前，绝大多数国产电炉电极控制系统仍采用电流互感器来测量电极弧流。电流互感器可能位于变压器一次侧，串级变压器一侧或变压器二次侧。选用二次侧电流互感器得到的测量值最准确（但国产变压器二次侧一般没有电流互感器，即使有一般也是外置互感器，体积较大，因为涡流干扰，常常发

ARC 系列电弧炉及钢包精炼炉电极控制系统

热)，其次是串变侧或一次侧电流互感器。因为电炉是一个复杂的大电流系统，三相功率是严重不平衡的，通过变压器串变侧或一次侧电流互感器来折算出变压器二次侧的弧流会存在较大偏差，电极控制系统的控制效果受到很大影响，所以国外先进的电极控制系统基本上都采用固定在变压器二次侧短网上的罗氏线圈（Rogowski Coil）来测量弧流。

英国 Rocoil 公司是世界上著名的罗氏线圈生产商之一，迄今为止已有二十多年的历史。Rocoil 公司的罗氏线圈广泛应用于冶金、军事、中高压输配电、发电等领域。

罗氏线圈用于测量交流电流，频率从低于 0.1Hz 到 1MHz，测量范围从 1mA 到 1MA，精度从 0.1%到 1%。线圈具有极佳的瞬态反应能力，可以用于测量尺寸很大或尺寸形状不规则的导体。罗氏线圈可广泛应用在传统电流测量装置如电流互感器无法正常使用的场合用于电流测量，尤其是大电流测量。

罗氏线圈与传统电流测量装置相比有以下突出优点：

- 无饱和
- 线性度好，标定容易
- 瞬态反应能力突出，可用于中高压保护
- 待测电流频率范围宽，从 0.1Hz 到 1MHz，可用于测量谐波
- 待测电流量程大，可从 1mA 到 1MA
- 相位差在中频时小于 0.1 度
- 标准线圈绝缘电压 10kV
- 无二次开路危险
- 无过载危险
- 尺寸极小，安装简单方便，无须破坏导体
- 维修简单方便

一个完整的罗氏线圈电流测量系统包括罗氏线圈及积分器。我们可以为用户量身定制各种产品。

我们提供的柔性线圈种类繁多，长度可从几百厘米到几米，有无屏蔽层，何种末端连接方式等等。

1000 系列罗氏线圈

1000 系列柔性线圈末端连接方式为对接型，即上文提到的可拔插末端与螺纹末端。线圈自带 2 到 100 米信号引出线（双绞线，有屏蔽层）。

1012 类型：柔性线圈，线圈无屏蔽层，两层绝缘，内层带色，外层灰黑色，截面直径约为 10.5 毫米。适用于大电流测量。

1112 类型：柔性线圈，线圈有静电屏蔽层，两层绝缘，颜色与 1012 一样，截面直径约为 12 毫米。适用于低电流、外界干扰大的场合使用。

1022 类型：细截面线圈，截面直径约为 6 毫米，无线圈屏蔽层，两层绝缘。适用于大电流测量。

1122 类型：细截面线圈，截面直径约为 7 毫米，有线圈屏蔽层，两层绝缘。适用于大电流测量。

1232 类型：低输出信号线圈，线圈带屏蔽层，特殊设计的绕组确保在待测电流变化剧烈时线圈的输出不会超过击穿电压，截面直径约为 7.5 毫米。适用于瞬态电流测量。



罗氏线圈积分器

从线圈输出的电压信号是与电流变比成正比的，通过一个积分器将该信号进行积分后才可以得到反应被测电流信号波形的真实信号。积分器主要有两种型号，DIN 型积分器和 ONEAMP 型积分器。

其中，DIN 型积分器又可以分成两种类型：DINAC 交流电压输出积分器和 DIN 直流有效值输出积分器。所有积分器都可以适用于上文提到的各种罗氏线圈。积分器配备有防浪涌保护元件。

1. DINAC 交流电压输出积分器

交流输出积分器典型输出信号为交流电压信号 $\pm 1V$ 或 $\pm 5V$ ，它真实再现了被测量电流的波形。灵敏度以输出为 $1V$ 时实际电流的大小 (A/V) 来表示。灵敏度还可以根据用户需求定制。

2. DIN 直流有效值输出积分器

二线制变送器，输出信号为 $4-20mA$ 的电流值，它代表了被测电流的有效值。

有单通道 (DIN1)、双通道 (DIN2) 或三通道 (DIN3) 三种类型。 $4-20mA$ 有效值输出；外部直流 $24V$ 供电；导轨安装；输入、输出浪涌保护；量程由客户给定，量程从小于 $20A$ 到几百 kA ；可以通过多个线圈和一个多通道积分器给出电流和；抗过载能力强，适用于自动化控制系统或数据采集系统，如 PLC。积分器出厂前必须要根据客户需求事先进行标定，如 $4-20mA$ 的积分器输出对应 $0-80kA$ 的被测电流值。



3. ONEAMP 交流电流输出积分器

该型号积分器预先装配在一个大约 $300 \times 400 \times 210mm$ (WxHxD) 尺寸的控制箱中， $0-1A$ 交流电流输出，外部交流 $220V$ 供电，壁挂式安装，为三通道积分器，可以同时测量三相电极的电流。主要部件包括电源回路，三相电流测量回路，三相电流转换回路等。保护等级 IP66。



系统主要构成

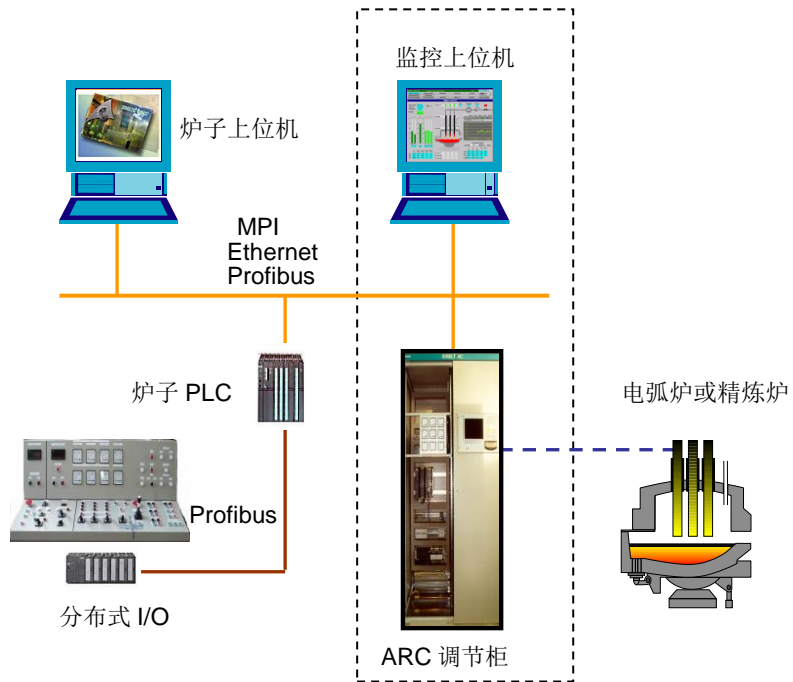
硬件

- ✓ 西门子 S7 400 PLC 控制柜 1 台
- ✓ 罗氏线圈二次弧流测量系统 3 套
- ✓ 二次弧压测量装置 1 套
- ✓ 工业以太网或者 Profibus DP 通讯网络接口 1 套
- ✓ 研华工控机 1 台
- ✓ 19" 液晶显示器 1 台

软件

- ✓ 基于西门子 WinCC 的上位机监控画面 1 套
- ✓ ARC 电极控制系统 PLC 应用软件 1 套

系统框图



*虚线框内为 ARC 电极控制系统