



# CFB 锅炉石灰石自动控制及烟气实时在线监测控制系统

(凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统)



大连凯博科技发展有限公司

## 一、公司简介：

大连凯博科技发展有限公司成立于 2004 年 10 月，是国家高新技术企业和软件开发应用企业。公司主要致力于自主知识产权的软件产品的开发和技术服务，目前主要面向发电行业、炼油行业先进控制平台软件的开发、设计和技术服务，以及面向电厂、炼油厂、钢铁厂的化学药剂的研究、生产及相关技术服务。

公司拥有发明专利 CFB 锅炉燃烧过程优化控制系统，目前在全国 CFB 锅炉上已经成功实施 60 多套系统，取得了极高的经济效益和社会效益。凯博科技将以十年 CFB 锅炉行业燃烧优化技术，为用户提供高尖端技术服务，为客户提供利益最大化的行业解决方案。

凯博科技目前技术人员均来自大型 CFB 锅炉电站一线专业技术人员，不仅了解生产工艺，同时精通先进控制系统理论，结合厦门大学强大的专家技术后盾，将为企业提供最优质高效的产品和技术服务。

公司先后被评为大连创业园 2005 年度最具成长性创业企业；被评为大连创业园 2006 年度优秀企业；2007 年 4 月被大连市科技局授予高新技术企业称号；2007 年 7 月被大连市工商局评为守合同重信用单位；2007 年 8 月公司通过 ISO9001 质量体系认证；2010 年 6 月，公司通过 ISO9001-2008 质量体系认证；2011 年 12 月，被国家科技部认定为高新技术企业；2012 年 1 月，被评为大连创业园小巨人企业。

截止目前为止公司已经有多个项目被列为国家科技部科技创新项目、省科技厅科技创新项目、省科技计划项目。

凯博科技循环流化床锅炉燃烧过程优化控制系统获得国家发明专利，被列为国家重点新产品，获得 2009 年度华电集团科技进步二等奖。获得国家科技部、商务部、质量技术监督局、国家环保总局批准的国家重点新产品。

凯博科技是日本富士曼株式会社油罐自动排水装置在中国区域的总代理商、是德国 PS、奥地利西贝电动执行机构、施福乐麦索尼克控制阀、MVP 阀门定位器、SYSTEC 流量计、MSC 信号处理器等自控产品授权代理商。

公司一直奉行“以诚为本、追求卓越”的经营理念，“以人为本、尊重个性”的人本文化理念，追求“诚信、协作、共赢、创新、发展”的企业精神，为我国经济的发展做出应有的贡献。

## 二、项目简介：

本项目是对循环流化床锅炉机组石灰石粉气力输送系统控制系统进行优化，实现烟气污染物含量监测和控制，同时将采集到的环保相关数据，通过互联网远传到环保部门和厂级领导。由于循环流化床机组燃烧方式的独特性，锅炉对负荷响应的大惯性、纯迟延环节，风量的强耦合性，给机组自动控制系统控制策略的设计及控制参数的整定带来很大难度，石灰石在炉内脱硫过程也是比较复杂的一个过程。因原来系统没有设计自动控制功能，同时设计时也没有石灰石计量装置，在机组运行过程中，烟气中  $\text{SO}_2$  含量完全由操作人员通过手动调节旋转给料阀的开度，来进行控制。由于所有的石灰石系统在设计时都没有称重设备，即加入炉内的石灰石粉的量是未知的，全靠操作人员感觉进行调节，这样在手动控制不仅会造成石灰石粉加入过量造成浪费，有时又会造成烟气中  $\text{SO}_2$  含量超标，达不到环保局排放要求。

我公司根据多年现场工程实施经验，通过研究试验，开发出了本控制系统。石灰石自动控制系统采用大连凯博科技发展有限公司开发的凯博 CFB 锅炉燃烧过程优化控制系统 (KB-APC) 作为控制平台，通过标准的国际通用通讯协议，建立该系统与 DCS 系统的通讯，采集现场实时运行数据，通过复杂逻辑组态计算出控制指令后，通过通讯控制现场设备，最终实现石灰石自动控制（即根据操作人员给定的  $\text{SO}_2$  给定值和实际  $\text{SO}_2$  测量值得偏差来控制石灰石旋转给料阀的转速）。通过改造现场设备，安装微波固体质量流量计，改造原有烟气监测系统（可不改），并将环保局要求采集的数据通过互联网全部实时发送到环保部门。项目实施后，完全实现全自动化控制，仅需要操作人员给出烟气中  $\text{SO}_2$  含量的给定值即可，其余石灰石加入量和旋转给料阀的转速全部由石灰石自动控制系统自动进行，计算后控制现场设备。

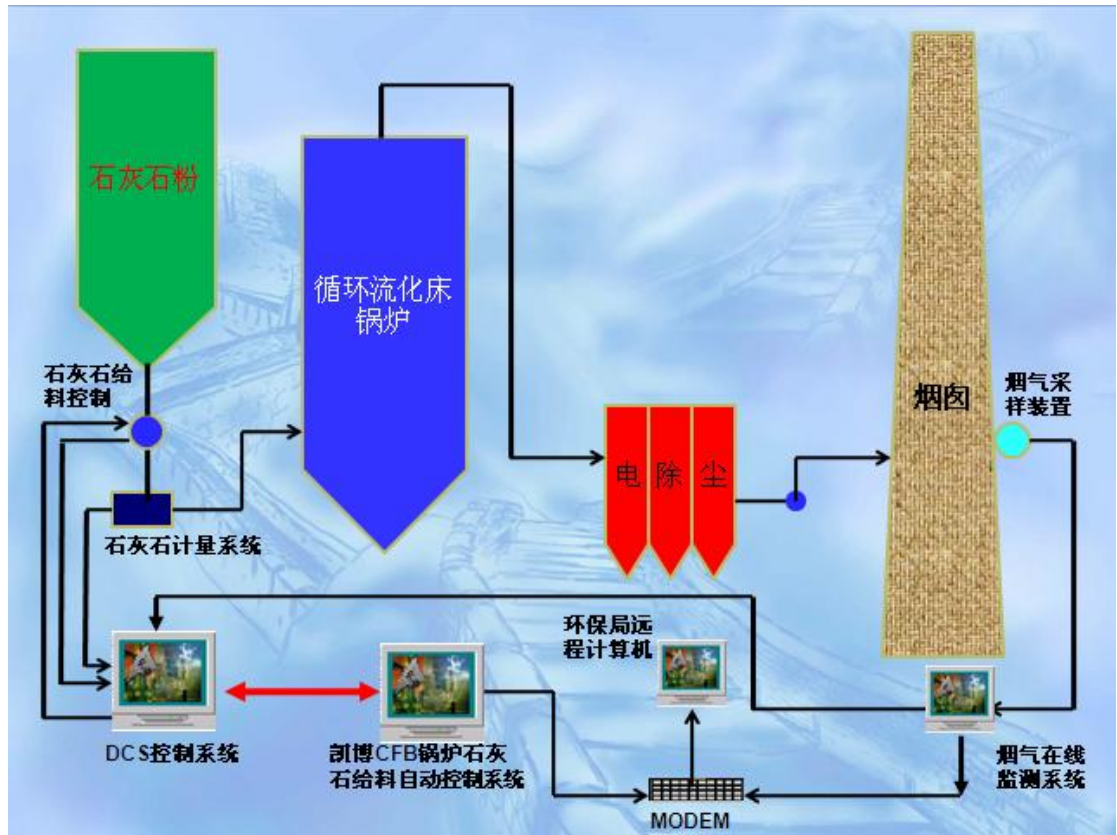
通过测量设备并可实现石灰石使用量实时数据测量、统计、查询等功能，利用互联网实现远程发送。

实现烟气污染物及相关测量数据的收集和远程发送，利用互联网专用网络实现在线实时监控。

### 三、控制系统简介：

本控制系统分为以下三个部分：①. 石灰石自动控制系统；②、石灰石质量计量系统；③、烟气实时在线监测系统。

控制系统整体流程图如下：



下面分别介绍各子系统如下：

#### 3.1. 石灰石自动控制系统：

石灰石自动控制系统采用大连凯博科技发展有限公司开发的凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统（KB-APC）作为控制平台，通过标准的国际通用通讯协议，建立该系统与 DCS 系统的通讯，从而实现系统的外挂控制。

工业过程先进控制及仿真组态软件凯博 CFB 锅炉燃烧过程优化控制系统是一套实时的平台软件，带有工业过程基础模型库和先进控制及实时优化的基础算法库，并具备强大的在线计算能力和非线性工业模型的在线求解能力，可通

过图形组态实现工业过程的先进控制、在线优化、软仪表和故障诊断等项技术。以该平台软件为开发和运行平台，可开发实施各类工业先进控制系统和在线优化、软仪表及故障诊断系统。软件同时具备仿真功能，通过图形组态便可组成各种仿真系统。适合于解决传统控制手段难于解决的控制问题：多变量和复合回路控制；时变过程和原料、负载多变的装置的控制；大滞后过程的控制；约束控制。

凯博 CFB 锅炉燃烧过程优化控制系统软件集成了自主开发的先进控制器——无辨识自适应预估控制器 IFAP 和基于因素空间的故障诊断算法。先进控制器的最大特点是稳定性好，并具有在线自适应、自整定和预估校正的功能，可以实现象循环流化床这样工况多变，影响因素复杂并具有大滞后特性的过程的自动控制。同时，由于主要控制器参数实现了在线实时自整定，无需人工设定，使优化控制系统的后期维护相应简单，也使优化控制系统可以长期运行。

控制特色：首次将无辨识自适应预估控制技术用在 CFB 燃烧过程的闭环控制，并获得成功。特点：无需建立复杂模型、也无需在线和离线的模型辨识，适应各种流程和工艺。投运后无需人工调整参数，控制器能自动适应操作条件和各种工况的变化，自动调整相关控制器参数。系统通过组态可形成不同的先进控制器及各种单回路、串级、前馈和多变量的复杂控制系统，以满足不同的控制要求。

控制与优化技术：无辨识预估控制技术/大滞后时间自动搜寻和预估技术/基于因素的故障诊断技术/自组织智能优化技术

IFA (*identification-free adaptive control* 无辨识自适应控制) 算法和 IFAP (*identification-free adaptive predictive control* 无辨识自适应预估控制) 算法。IFA 控制一般采样下述 PSD 算式：

$$\Delta u(k) = g(k) \left[ e(k) + r_0(k) \Delta e(k) + r_1(k) \Delta^2 e(k) \right]$$

IFAP 控制主要解决了大滞后条件下的工业闭环控制。

KB-APC 控制系统软件为加挂在 DCS 系统上的上位软件，软件本身并不直接与现场硬件设备发生任何联系，而是通过 DCS 系统输入输出数据。常用通讯方式如下：



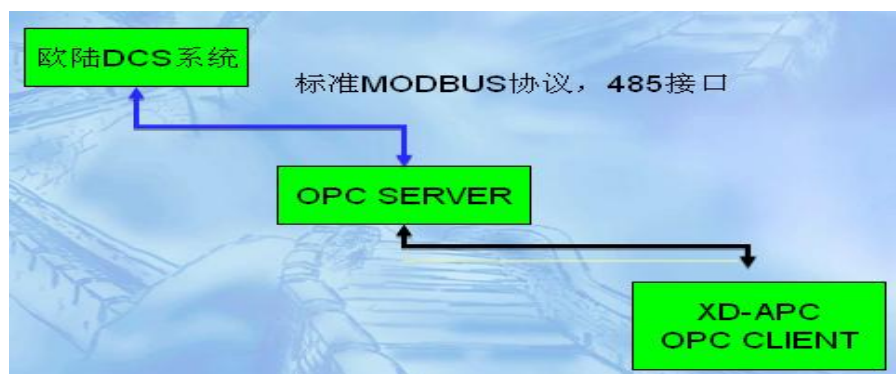
**3.1.1.国际通用的 OPC 标准协议：**采用 OPC 通讯方式，即在 DCS 系统上安装 OPC 服务器软件，燃烧优化软件通过 OPC 客户服务模块与 DCS 通讯。实时运行时启动 OPC 服务进程，燃烧优化软件通过自带的 OPC 客户模块与 DCS 网络上的 OPC 服务器相连，通过 OPC 服务器读取最新的实时测量数据，并将输出数据送给 OPC 服务器，再由 OPC 服务器将数据实时地写入 DCS 上相应的 IO 点。

数据交换逻辑如下：



**3.1.2.国际通用的 MODBUS 标准协议：**凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统与 DCS 系统的 MODBUS 通讯方案：

凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统与 DCS 系统之间的联结也可以在 DCS 系统底层采用 MODBUS 通讯的方式，硬件联结如下：

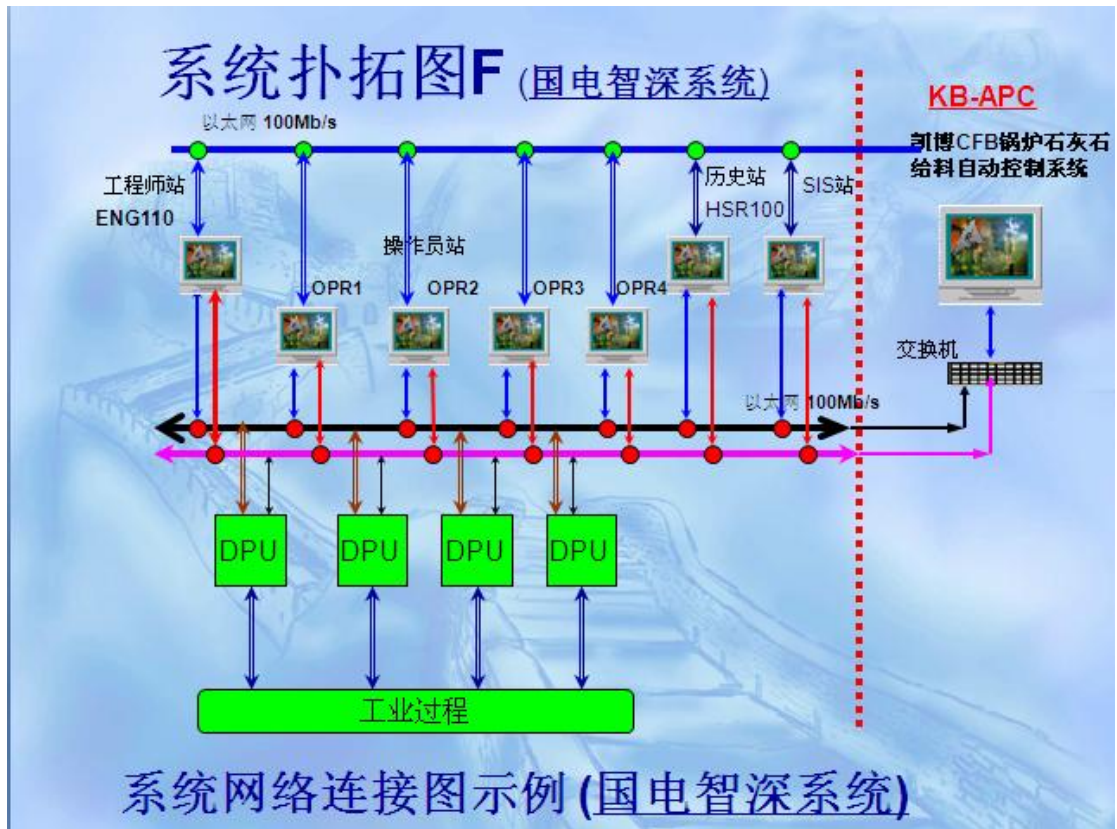


采用 Modbus 通讯方式与 DCS 底层读写数据，通过 OPC 服务器转为 OPC 通讯协议的数据通讯方式提供给凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统。

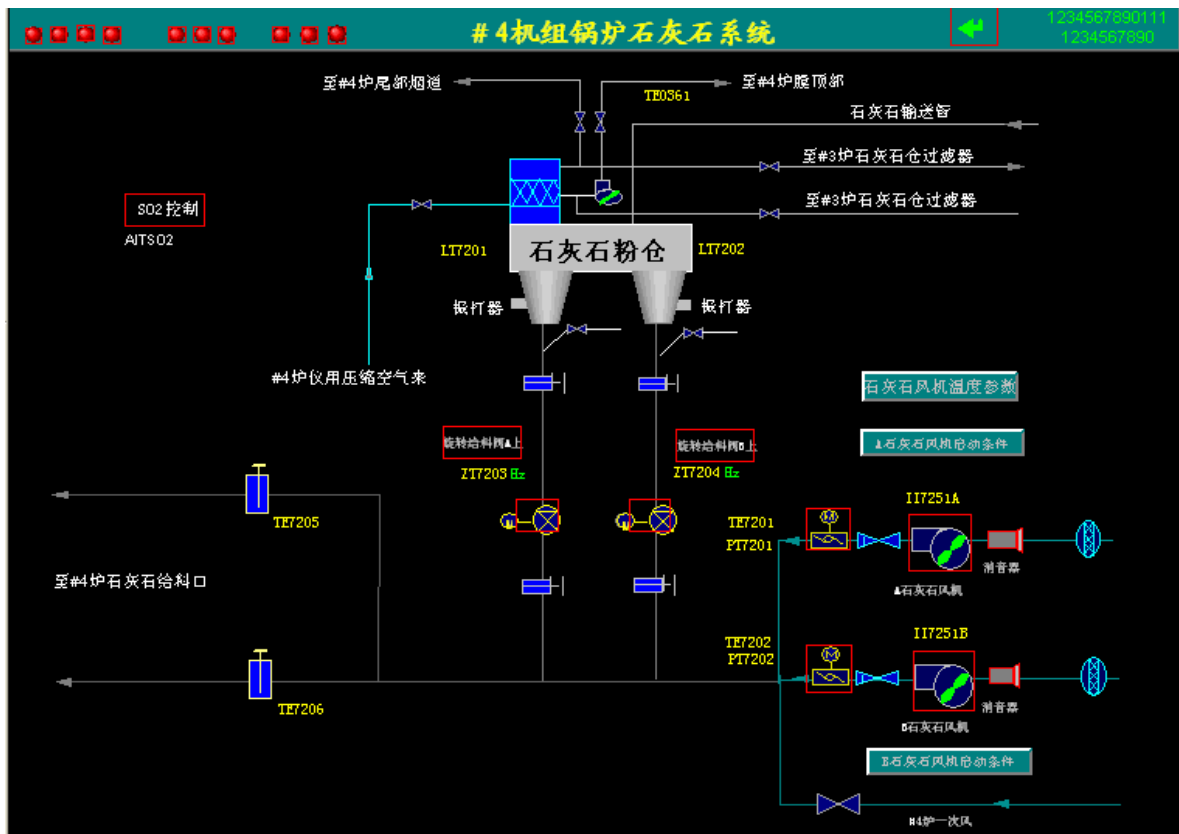
数据交换过程如下图所示：



凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统与现场 DCS 系统网络连接图如下：



控制系统中石灰石控制画面流程：



### 3.2. 石灰石质量计量系统:

基本上所有的工业领域都会用到密闭管道中输送固体颗粒的应用，而且需要计算流过管道的介质的质量总量。该质量流量计计算的结果一般是重量，测量是在一定的时间内完成的。如果在一定时间内总质量是已知的，那么单位时间内的质量测试的会更好，测试的结果是依据密度和介质流速的乘法运算。该流量计测量原理：采用物理学多普勒原理，采用 24GHZ 的微波雷达信号。当微波穿透流动的物料时，会损失能量，通过接收计算损失的能量信号，来计算流过管道的物料质量。然后根据物料密度和物料流速来计算单位时间内物料质量流量。

该产品采用进口德国产品，质量可靠，具有防爆型和普通型供用户选择。

设备及现场安装:

该设备一般安装在现场石灰石输送管道上，因微波不能穿透金属，所以需要在石灰石输送管道上钻一个洞，这个探头被焊接在管道上，也可以通过法兰安装固定，内部的探头和外界是封闭的。探头末端材质为耐磨陶瓷制作，耐磨损，使用寿命较长。

信号转换原件（信号处理单元）：该设备安装在现场控制箱内，探头的测量信号通过一个 4 线的电缆传输给信号处理单元，对采集的信号进行计算，完成石灰石质量流量的监测。该信号转换单元具有一个非常重要的标定功能，具有自动计算出一个标定曲线的功能。同时可以 4 行液晶显示实时的质量流量，包含不同国际标准的质量流量单位。

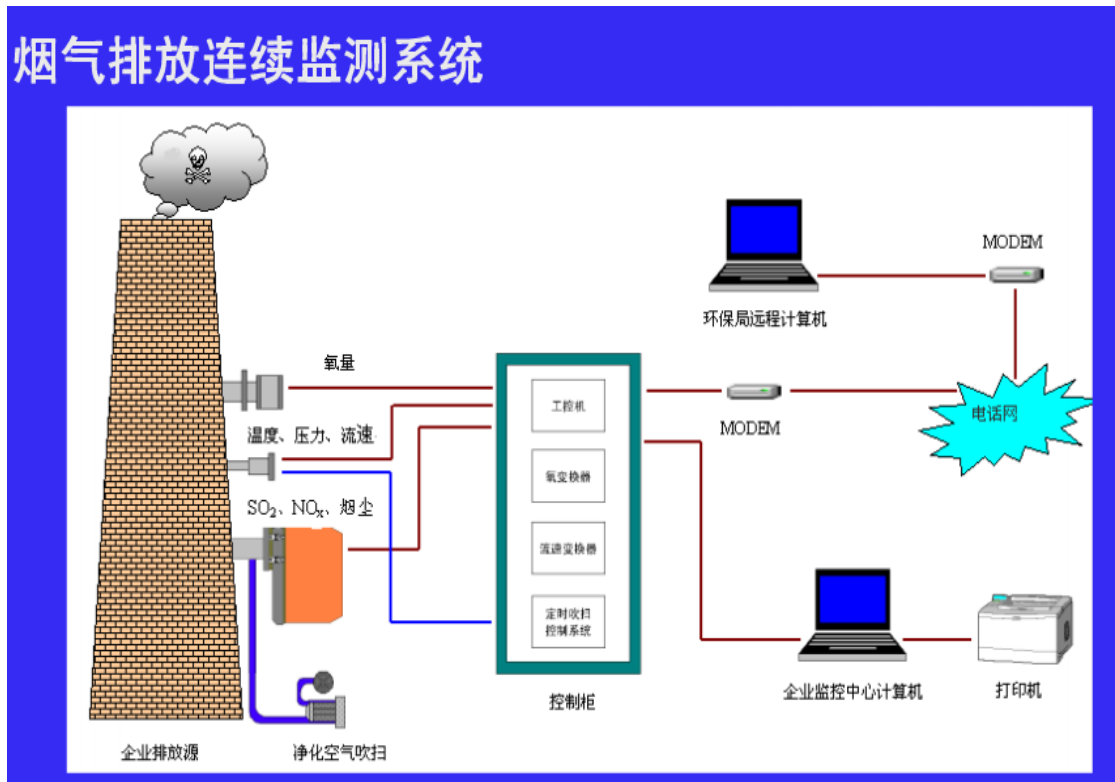
本系统即可以输出一个 4—20mA 的模拟信号，也可以通过 485 或 232 协议输出一个数字信号，用以连接笔记本电脑或工业 PC 机，以方便处理数据或对其进行标定。所有的功能均可以在笔记本上进行操作。报警功能齐全。设备如下图所示:





### 3.3. 烟气实时在线监测系统:

该系统采用先进可靠的定电位电解法测量技术、光电测量技术及计算机网络通讯技术，实现了大气污染源污染物排放浓度和排放总量的连续监测和数据远程传送。主要由烟气监测仪、烟尘监测仪、数据采集处理器等部分组成。用于对电厂锅炉污染源烟道排气中的烟尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>X</sub> 等主要污染物浓度进行实时连续的监测，同时提供烟气温度、压力、流速、含氧量等排放参数。系统自动处理采集后的数据，并通过污染源监控网络将数据传送至监控中心和环境管理部门，远端工作人员随时可得到实时数据及各种数据表格、报告。



### 3.3.1、系统的特点

#### 1) 优质的的系统配置

- 选用多组份红外分析仪。
- 尘度仪选用光散色或浊度法原理的产品。
- 其它的部件（包括采样探头、采样管线、压力变送器、温度变送器等）均是世界知名公司先进的产品。
- 整个系统采用防腐设计，保证系统长期可靠运行。

#### 2) 卓越的稳定性

	最小测量范围	测量精度	飘移
CO	0~150mg/ m <sup>3</sup>	CO $\leq$ 0.7%满量程	零点漂移（每年）2%满量程
CO <sub>2</sub>	0~200mg/ m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> $\leq$ 0.8%满量程	跨度漂移（每年）2%满量程
NO	0~250mg/ m <sup>3</sup>	NO $\leq$ 0.6%满量程	
SO <sub>2</sub>	0~400mg/ m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> $\leq$ 0.8%满量程	
O <sub>2</sub>	0~10/25vol-%	O <sub>2</sub> $\leq$ 0.04 vol-% O <sub>2</sub>	

#### 3) 无以伦比的可靠性

- 监测系统在烟气的非常工况下（在开工或电收尘不工作）仍能正常工作。
- 本系统具有自动诊断功能，加热管温度、系统流量等都有保护和报警，能让用户及时知道系统的工作状况，马上处理）。

#### 4) 系统的易维护性和易操作性

- 整套系统都是模块化设计，包括仪器的内部，不需要做任何调整，只需更换模块就能工作，用户可自己操作。这都得益于系统所用的仪器的卓越性能及模块的互换性能。
- 仪器都是菜单操作，大屏幕，不需要说明书就可以进行仪器操作。

#### 5) 系统的经济性

- 由于系统卓越的稳定性和可靠性，使得设备的维护降低，维护费用降低。
- 仪器使用空气进行标定，标准气的用量大大减少。
- 系统不需要稀释气体，仅需要增加探头吹扫气，使得仪表气的用量很少，每小时均不到 1L 的用气量。

### 3.3.2、系统技术指标

测量成分	测量范围	原理
SO <sub>2</sub>	150~5000PPM 可选	NDIR
NO <sub>x</sub>	200~5000PPM 可选	NDIR

CO (CO <sub>2</sub> 可选)	50~5000PPM 可选	NDIR
DUST	0~100%不透过率 0~4000mg/ m <sup>3</sup>	不透过率
O <sub>2</sub>	0~10~25%	电化学或氧顺磁性
温度	0~300℃	电阻法
流量	0~40m/S	皮托管法或热敏法
湿度	0~20%	干湿氧计算法
压力	0~130KPa	压力传感器
零点漂移: 2%FS/年 (带自动标定) 量程漂移: 2%FS/年 (带自动标定)		
线性误差: <1%FS 系统响应时间<60S 多路输出: 4~20mA		

## 四、本项目的算法原理:

### 1、采用无辨识自适应预估控制算法

无辨识自适应控制(IFAP)技术基于几何控制理论,其控制思想由国外学者在二十世纪八十年代提出。特点是:与传统的PID控制类似,计算量小,实施容易,可适应各种流程和工艺。但不同于传统PID控制的是可以自动确定控制参数,投运后无需人工整定参数,控制器能自动适应操作参数和各种工艺参数的变化。

在计算机控制中的PID控制常采用下述离散算法:

$$\Delta u(k) = u(k) - u(k-1) = \frac{1}{\delta} \left[ e(k) - e(k-1) + \frac{T_s}{T_i} e(k) + \frac{T_D}{T_s} [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)] \right]$$

这里 $\Delta u(k)$ 为控制器输出的增量, $e(k)$ 为控制器偏差,需要整定的控制器参数为 $\delta$ (比例带)或 $K_p = 1/\delta$ (比例系数)、 $T_i$ (积分时间)和 $T_D$ (微分时间),工艺变化后若原控制参数不变,则会影响控制品质甚至造成不稳定。IFAP控制采用下述PSD算式

$\Delta u(k) = g(k) [e(k) + r_0(k)\Delta e(k) + r_1(k)\Delta^2 e(k)]$  其中 $g(k), r_0(k), r_1(k)$ 依据几何原理在线自动整定,无需人工干涉。同时控制器参数的确定过程不需要过程模型的辨识,这样可避免在线辨识带来的不稳定因素,增加了系统的可靠性。

该技术原只为仿真结果，经我们改造后可适用复杂的工业流程，并加入预估算法可用于大纯滞后过程的控制（在石油化工过程应用时，最大纯滞后时间可达 30 分钟）。

## 2、采用基于因素空间的故障诊断算法：

因素空间是一种建立在模糊数学基础上的新型知识信息表示方法，其新颖之处是将可测的数值信息作为知识概念的表现外延，如此可对概念进行量化描述，从而可用一系列数学手段进行处理，这就为智能系统的在线自适应提供了基础。因此，因素空间在故障诊断、优化决策和专家系统自适应方面均有良好的应用前景。利用因素空间的信息表示方法及变权理论开发的模糊故障诊断和决策方法，可以更有效的诊断复杂工业过程的工艺故障；

基于因素空间的故障诊断原理：

基于因素空间理论的诊断问题可以定义为一个五元组

$$T_5 = \langle P, F, \{X(f)\}_{(f \in F)}, R, G \rangle$$

其中  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$  是故障集， $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  是与之相关的因素集，

$\{X(f)\}_{(f \in F)}$  是  $F$  的状态空间，即因素空间， $R: X(1) \rightarrow (P \times F)$  是全因素空间  $X(1)$  到  $(P \times F)$  的模糊映射， $R$  实质上是一个模糊关系，反映了故障集  $P$  与因素集  $F$  之间的关系。 $G \in X(1)$  是症状表现。

上述问题中，模糊映射  $R$  的确定是一个核心问题。根据因素空间理论，因素空间可视为故障  $P$  的表现论域，则  $R$  为故障在全因素空间  $X(1)$  的表现外延， $R$  是建立在  $X(1)$  上的动态关系，随因素的表现变化，且可以验证： $\forall x \in X(1)$  有

$$R(x) = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \cdots & \mu_{1n}(x_n) \\ \mu_{21}(x_1) & \mu_{22}(x_2) & \cdots & \mu_{2n}(x_n) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \mu_{m1}(x_1) & \mu_{m2}(x_2) & \cdots & \mu_{mn}(x_n) \end{bmatrix}$$

这里  $x_{ij} \in X(f_{ij})$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) 为  $p_i$  在因素  $f_{ij}$  上的投影，或者说是故障  $p_i$  关于因素  $f_{ij}$  的症状表现。 $\mu_{ij}(x_{ij})$  则是该症状表现的隶属函数， $\mu_{ij}(x_{ij})$

( $j = 1, 2, \dots, n$ ) 就是故障  $p_i$  在全因素空间上的表现外延。

故障诊断问题的求解:基于因素空间的故障诊断求解一般步骤可概括为:

- <1> 对诊断问题  $T$ , 提出诊断假设, 给定故障集  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$
- <2> 选择与  $p_i$  有关的因素集  $F_i = \{f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{in}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ; 并确定其因素空间  $X(F_i)$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$
- <3> 确定  $R$
- <4> 确定综合函数  $M_n$  以及阈值  $\theta$ , 得出故障  $p_i$  的总体诊断结论:

$$b_i = \begin{cases} M_n & M_n \geq \theta \\ 0 & M_n < \theta \end{cases}$$

- <5> 确定假设集  $H(\theta)$ , 记  $H(\theta) = \{p_i | b_i \neq 0\}$
- <6> 验证诊断假设

## 五、控制系统控制回路原理:

**SO2 控制回路:** 石灰石 (二氧化硫) 自动控制;

本控制系统主要在 KB-APC 软件平台上进行开发, 回路控制原理如下:

主要根据烟道出口二氧化硫的含量调节 2 台旋转给料机的指令, 控制石灰石的给料量, 维持出口烟气二氧化硫的含量在合适的范围内波动。该回路计算需要钙硫比来进行计算。

脱硫控制系统主要根据 SO2 含量来调整石灰石的给料量, 由于石灰石的反应有滞后, 要加入预估控制, 但是没有石灰石的称重, 计算准确性会有一定影响。



## ☆ 石灰石控制系统图



系统投运简单，操作方便，灵活。可以实现自动方式下自由启停两台旋转给料阀。可以长时间实现自动控制，实现无人值守。

## 六、本项目实施后主要作用如下：

(1) 节约能源、创造节能空间：应用该系统后，可使锅炉石灰石系统长期在闭环稳定的状态下自动运行，机组运行明显平稳，并可根据实时工况，调优石灰石煤比，从而达到节约能源的效果。

(2) 安全可靠：为保证闭环控制系统的安全运行，本软件特别设计了具有实时在线功能的故障诊断系统。应用基于因素空间的模糊故障诊断技术，本系统的故障诊断包括工艺故障诊断和仪表故障诊断，同时配置了相应的专家系统对上述故障进行在线自动处理，一旦发生故障，将即时发出报警信号，并自动切换到手动控制状态，以确保系统运行的高度安全。操作人员可在操作台屏幕上随意无扰动切换成自动控制或手动控制（原DCS系统）。在手动状态下的操作与改造前完全相同，无任何变化；在自动状态下则由软件系统按现场给定的条件进行自动控制。降低了操作

人员的劳动强度，避免了人为失误造成的影响机组安全运行的事故。

(3) 不影响正常生产：本系统在安装调试及试运行期间，不需要停机，在不影响正常运行的情况下，利用在线实时仿真技术，对原系统进行自动跟踪测试，确定最佳运行方案，完成系统的安装调试，即使在正式运行该系统后，也丝毫不改变原 DCS 的手动操作系统，对用户而言无任何技术风险。

(4) 维护成本低：系统实施后，软件无需维护，只要保证运行软件的工控机正常运行即可，基本达到了维护零成本。

## 七、控制系统实施步骤：

1. 首先解决凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统控制软件与 DCS 系统的通讯。即解决控制软件读、写现场数据问题。（合同签订后两周内完成）

通讯部分需在现场进行调试，分两步进行：

——首先解决“读”操作，需要 (1)在运行凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统组态软件的工控机上设置网关。(2) 在特定的 DCS 配置文件(如 OPC 配置文件)中加入需要读的仪表位号。上述改造可先在运行凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统组态软件的工控机 APC-T 上和 DCS 系统的通讯站上进行。同时“读”的操作是单向的，不会影响现场的操作。

——在“读”的基础上实现“写”的操作。为确保安全，在调试阶段要在 DCS 系统的组态中加入若干虚拟点，然后对虚拟点进行“写”的实验。由于这些虚拟点与现场的生产操作无关，这样进行的“写”实验也不会影响生产。

上述通讯部分的调试需要 DCS 系统维护人员的支持和配合。

2. 优化控制方案的在线仿真阶段(约需两周时间)：在实现“读”的基础上即可对将实施的控制方案作在线仿真，仿真的同时对方案进行调整。在线仿真时只用采集到的现场的操作数据，因此只涉及“读”操作，不会送任何数据到操作台，也不会影响生产。同时该过程可测试凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统的通讯方式是否对 DCS 网络系统造成影响。

3. 凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统的投运准备（约需一周时间）：为准备投运凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统，需要对 DCS 的界面做一些调

整改造，该项工作需要运行部门和 DCS 维护人员的支持和配合。

4. 凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统试运行阶段(约需两周时间): 在上述“读、写”通讯和仿真基础上，进行最后的凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统试运行和现场调试。为保证安全，开始时会对控制参数作较严格的限制，根据实际情况再逐步放松。

这一部分同样需要运行部门的配合。投运时需经过运行部门及 DCS 部门同意。优化控制系统的验收及正式投运。

## 八、设备清单：

供货清单

编号	配置	数量
1	DELL工控机（最新配置）	1 台
2	凯博 CFB 锅炉石灰石给料自动控制系统（含 BDE 实时数据库和 OPC Client 通讯件各一套）	1 套
3	通讯电缆	1 套
4	标准电源插排	1 个
5	微波固体质量流量计	2 套
6	烟气连续监测系统（可选）	1 套

## 九、石灰石控制效果图：

石灰石控制回路主要根据烟道出口二氧化硫的含量调节 2 台旋转给料机的指令，控制石灰石的给料量，维持出口烟气二氧化硫的含量在合适的范围内波动。该回路计算需要钙硫比来进行计算。脱硫控制系统主要根据 SO<sub>2</sub> 含量来调整石灰石的给料量，由于石灰石的反应有滞后，要加入预估控制，但是没有石灰石的称重，计算准确性会有一定影响。就本系统在已经实施的山东某电厂将近一年投运情况来看，该回路目前投运情况良好，效果比较显著。

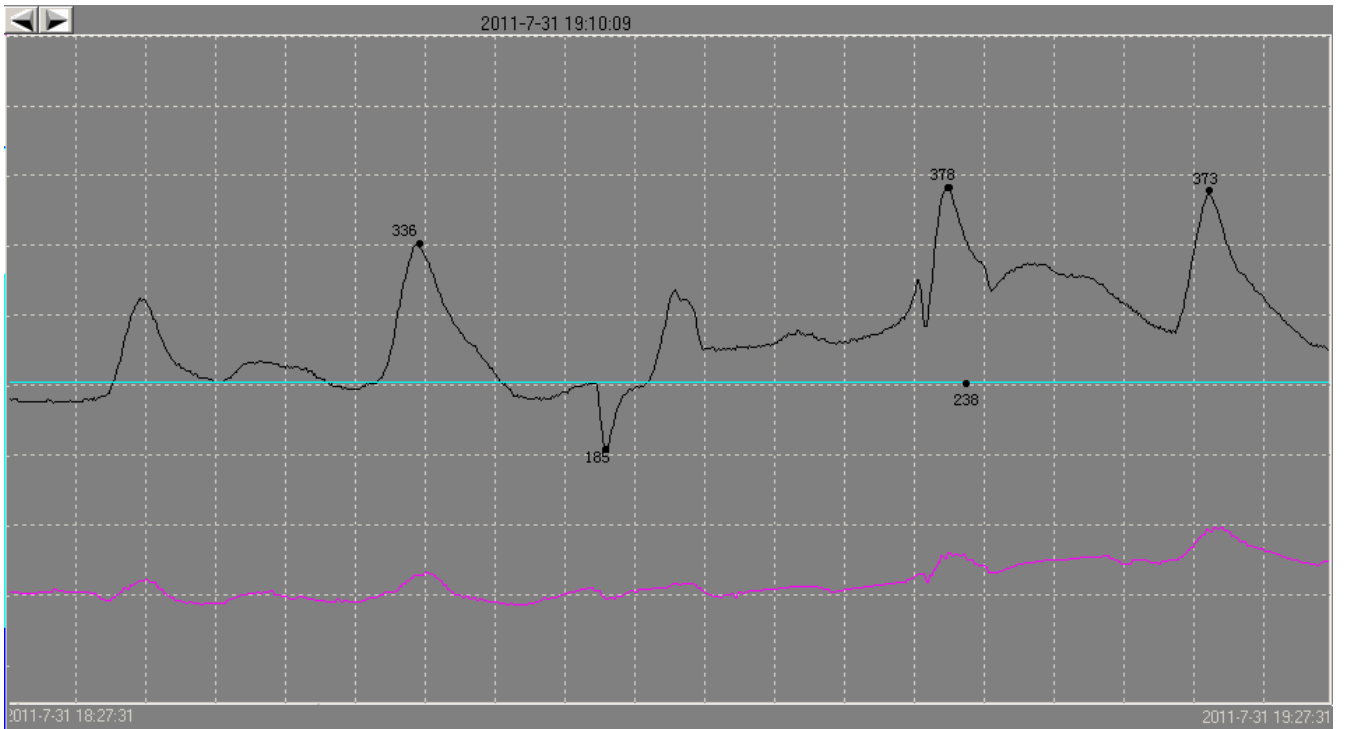


图 1 上图为石灰石控制曲线图，图中 SO<sub>2</sub> 含量最大值在 400 以内。由于石灰石粉有时下料不畅、反应滞后等原因，会造成 SO<sub>2</sub> 含量的突升突降现象。系统通过前馈和预估等手段，解决了这些问题。

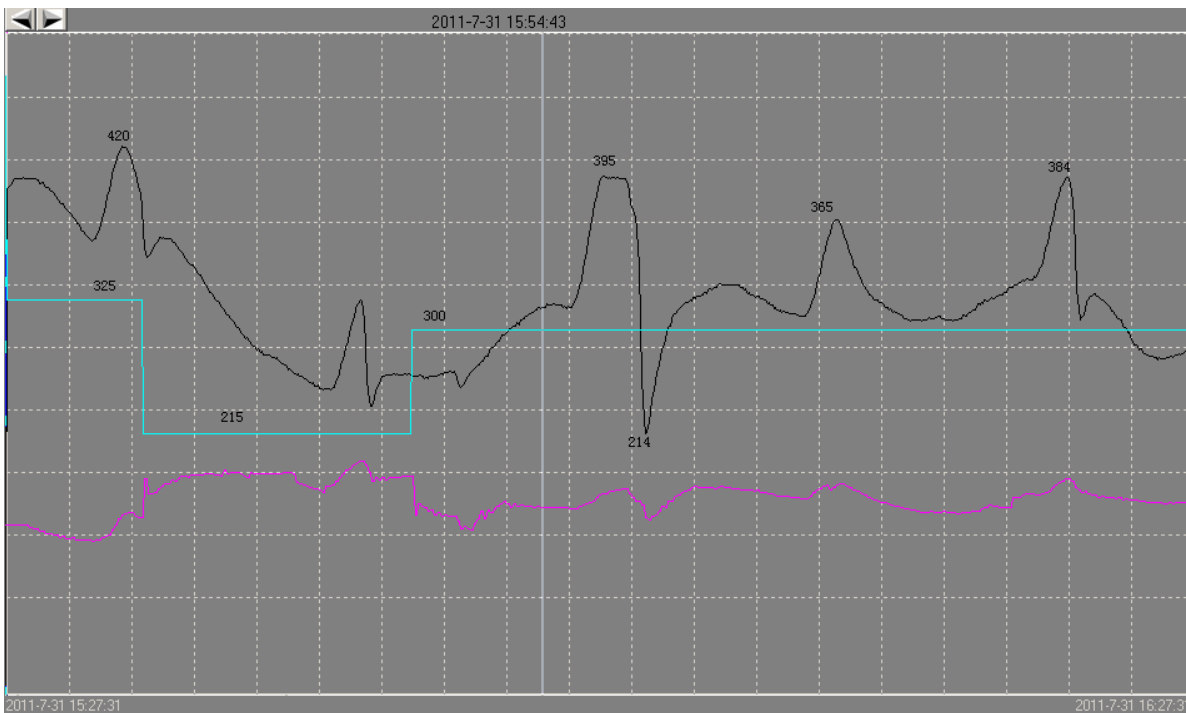


图 2 上图为石灰石控制曲线图，图中 SO<sub>2</sub> 含量最大值在 420 以内。

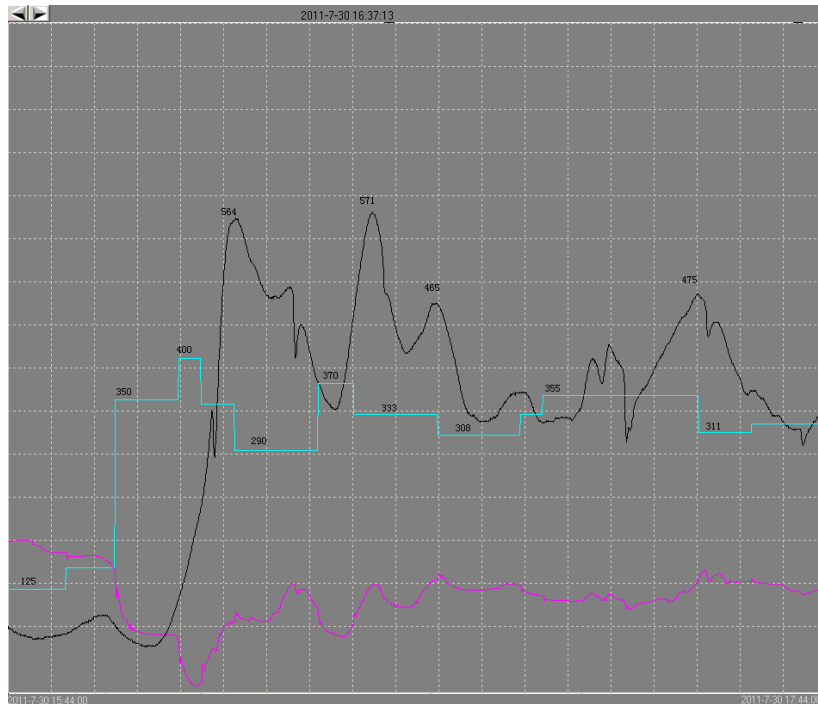


图3 上图为石灰石控制曲线图，图中SO<sub>2</sub>含量变化较快，系统通过前馈控制，使SO<sub>2</sub>含量快速降到给定值附近，逐渐稳定在给定值误差范围内。

通过长时间的投运对比，系统投运后，在不超上限的情况下，SO<sub>2</sub>含量要比手动控制时更接近合理的控制范围之内，大约提高60个点，这样大大节约了石灰石的用量。

具体数据见下表“

时间	SO <sub>2</sub> 含量平均值（手动）	SO <sub>2</sub> 含量平均值（自动）	给煤量平均	平均负荷
7月17-日24日 (手动运行)	312mg/m <sup>3</sup>	-----	64T/H	105MW
7月26日---8月2日 (自动运行)	-----	378 mg/m <sup>3</sup>	67T/H	110MW





# 第五部分：公司资质





中华人民共和国国家知识产权局

116011

辽宁省大连市西岗区黄河路219号 大连非凡专利事务所  
闪红霞

发文日:

2011年10月13日



申请号或专利号: 03143920.9

发文序号: 2011101000460870

申请人或专利权人: 大连凯博科技发展有限公司

发明创造名称: 循环流化床锅炉燃烧过程优化控制系统

手续合格通知书

上述专利申请或专利, 申请人或专利权人于2011年09月26日提出著录项目变更请求, 经审查, 符合专利法及其实施细则的相关规定, 准予变更, 现将变更的内容通知如下:

变更项目: 专利权人

变更前:

第1专利权人  
专利权人姓名或名称: 厦门海通自控有限公司  
专利权人国别: 中国  
专利权人邮政编码: 361000  
专利权人地址: 福建省厦门市思明区香莲里35号32B  
专利权人是否代表人: 是  
专利权人类型: 工矿企业

变更后:

第1专利权人  
专利权人姓名或名称: 大连凯博科技发展有限公司  
专利权人国别: 中国  
专利权人邮政编码: 116000  
专利权人地址: 辽宁省大连市高新区火炬路1号创业园A座412-1  
专利权人是否代表人: 是  
专利权人类型: 工矿企业  
专利权人证件号码: 76444444-5

变更项目: 联系人变更

变更前:

无



200028 纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处收  
2010.2 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。



## 中华人民共和国国家知识产权局

### 变更后:

联系人姓名:戴波  
联系人邮政编码:116000  
联系人地址:辽宁省大连市高新区火炬路1号创业园A座412-1  
联系人电话:13998689393

### 变更项目:代理机构变更

### 变更前:

代理机构名称:厦门南强之路专利事务所  
第一代理人姓名:马应森  
第一代理人执业证号:35200001  
第一代理人电话:  
第一代理人传真:  
第二代理人姓名:

### 变更后:

代理机构名称:大连非凡专利事务所  
第一代理人姓名:闪红霞  
第一代理人执业证号:2122003490.9  
第一代理人电话:0411-83780232  
第一代理人传真:  
第二代理人姓名:

该申请已经授权公告,此变更在27卷47号专利公报上予以公告。

### 提示:

专利申请或专利在中华人民共和国国家知识产权局政府网站(<http://www.sipo.gov.cn>)上的查询权随专利申请权或专利权的转移而转移。在权利人变更手续审批合格后,变更前的权利人应当及时将查询权移交给变更后的权利人,变更后的权利人也可以向国家知识产权局提交重新获取查询密码请求书,请求重新获取查询密码。

审查员:张雪梅

审查部门:专利局初审及流程管理部

联系电话:62088739



200028 纸件申请,回函请寄:100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处收  
2010.2 电子申请,应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外,以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。



# 高新技术企业 证书

企业名称：大连凯博科技发展有限公司

证书编号：GR201121200061

发证时间：2011年12月5日

有效期：三年

批准机关：





副本

# 认证证书

注册号: 03810Q21234R0S

兹证明

## 大连凯博科技发展有限公司

地址: 辽宁省大连市高新园区火炬路1号海外学子创业园A座412-1室, 116023

质量管理体系符合

GB/T19001-2008 idt ISO9001:2008

该体系覆盖范围

阀门、电动机械与设备的销售代理服务;  
应用软件的设计开发与服务; 水处理剂的研发和销售

发证日期: 2010年6月29日; 有效期至2013年6月28日

获证组织在证书有效期内每年至少接受一次监督审核, 并将监督审核合格标识粘贴于证书指定位置, 本证书方为有效。本证书有效状态请登录www.wsc.cn查询。

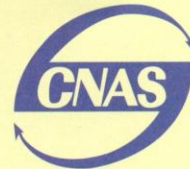


北京世标认证中心有限公司

地址: 中国·北京·海淀区德胜门西大街15号  
远洋风景8-2-6, 100082

签发:

高岚



体系认证  
CNAS C038-Q





获奖证书





2006年 度 大 连 创 业 园

优 秀 企 业

大连市高新技术创业服务中心

二〇〇七年六月

2007 11 26

大连市

守合同重信用单位

大连市工商行政管理局





# 软件企业认证证书

经审核，大连凯博科技发展有限公司 符合《鼓励软件产业  
和集成电路产业发展的若干政策》和《软件企业认证标准及管理办法》  
(试行)的有关规定，认定为软件企业，特发此证。

证书编号：连 R-2007-0028

发证机关：大连市信息产业局  
2007 年 12 月 3 日

2007 12 20





12 2:26PM

大连创业园  
小巨人企业

大连市高新技术创业服务中心

二〇一二年一月



大连凯博科技发展有限公司

地址：大连市高新技术园区火炬路 1 号海外学子创业园 A 座 412-1  
室

邮编：116023

电话：0411-84753888/84753800

传真：0411-84753719

网址：[www.cfb.cn](http://www.cfb.cn)

国家/地区：大连