

CFB锅炉燃烧优化及机炉协调 控制系统

简介

大连凯博科技发展有限公司

亢金锁

主 题

- ★ 项目简介;
- ★ 公司概况;
- ★ 控制系统介绍;
- ★ 燃烧优化控制系统软件介绍;
- ★ 燃烧优化控制系统投运效果曲线图;
- ★ 项目业绩;
- ★ 相关证书;

一、项目简介：

——本项目是对循环流化床机组控制系统进行优化。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，给机炉协调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，原机组**DCS**系统因现场设备、控制逻辑等方面存在不足，未能实现锅炉燃烧自动控制与机炉协调控制。再加上各班组操作人员的操作水平存在差异，难以保证机组处于最佳的运行状态。本项目就是针对目前循环流化床机组存在的上述问题而开发的。本项目采用大连凯博科技发展有限公司**KB-APC**先进控制软件包为平台，开展“循环流化床锅炉机组燃烧自动控制系统优化和机炉协调控制系统”项目。

二、公司概况：

大连凯博科技发展有限公司成立于2004年10月，是经过认证的国家高新技术企业和软件企业。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。同时致力于面向电厂、炼油厂、钢铁厂的化学药剂的研究、生产及相关技术服务。

近年来，公司正确把握世界软件技术的发展方向，重点面向生产过程综合自动化及信息管理系统，在先进控制系统应用软件、数据库技术、网络技术、数字图形技术、工程优化模型技术、通讯技术等领域开展了广泛深入的研究，取得了可喜的成绩。

公司拥有CFB锅炉燃烧过程优化控制系统发明专利，目前在全国CFB锅炉上已经成功实施60多套系统，为发电企业创造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。

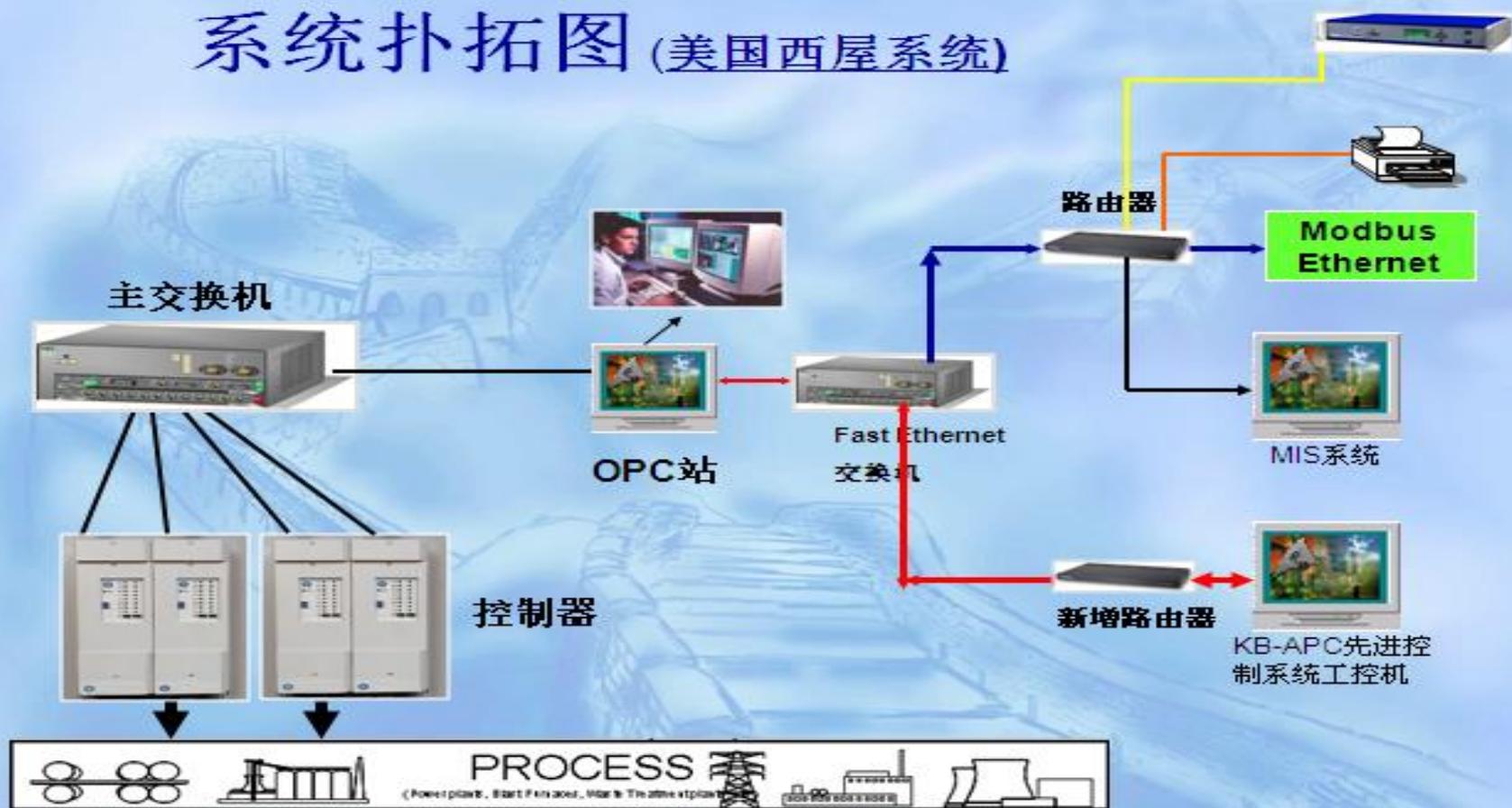
凯博科技目前技术人员均来自大型CFB锅炉电站一线专业技术人员，不仅了解生产工艺，同时精通先进控制系统理论，结合厦门大学强大的专家团队技术后盾，将为企业提供最优质高效的产品和技术服务。

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，为我国经济发展做出应有的贡献。

三、系统介绍

CFB锅炉燃烧过程优化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。通过OPC协议读取实时数据，并将输出数据送给DCS的新加中间变量点，最终由DCS传送到相应的I/O点，来控制现场的设备。

系统扑拓图 (美国西屋系统)



控制系统各子系统原理简介

★ 一次风控制系统

★ 二次风、氧量控制系统

★ 主汽压力控制系统

★ 引风控制系统

★ 床压控制系统

★ 石灰石控制系统

★ 主汽温度控制系统

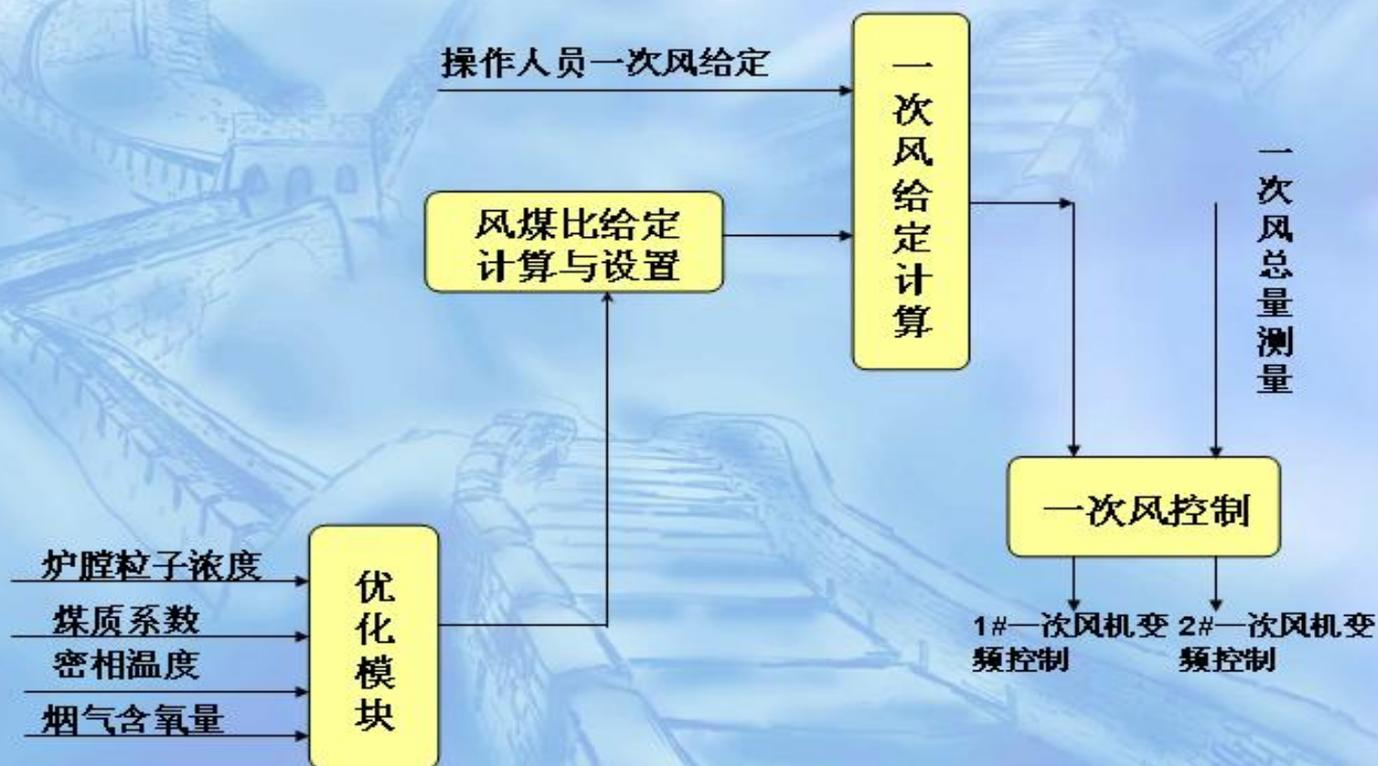
★ 过热汽温度控制系统

★ 再热汽温度控制系统

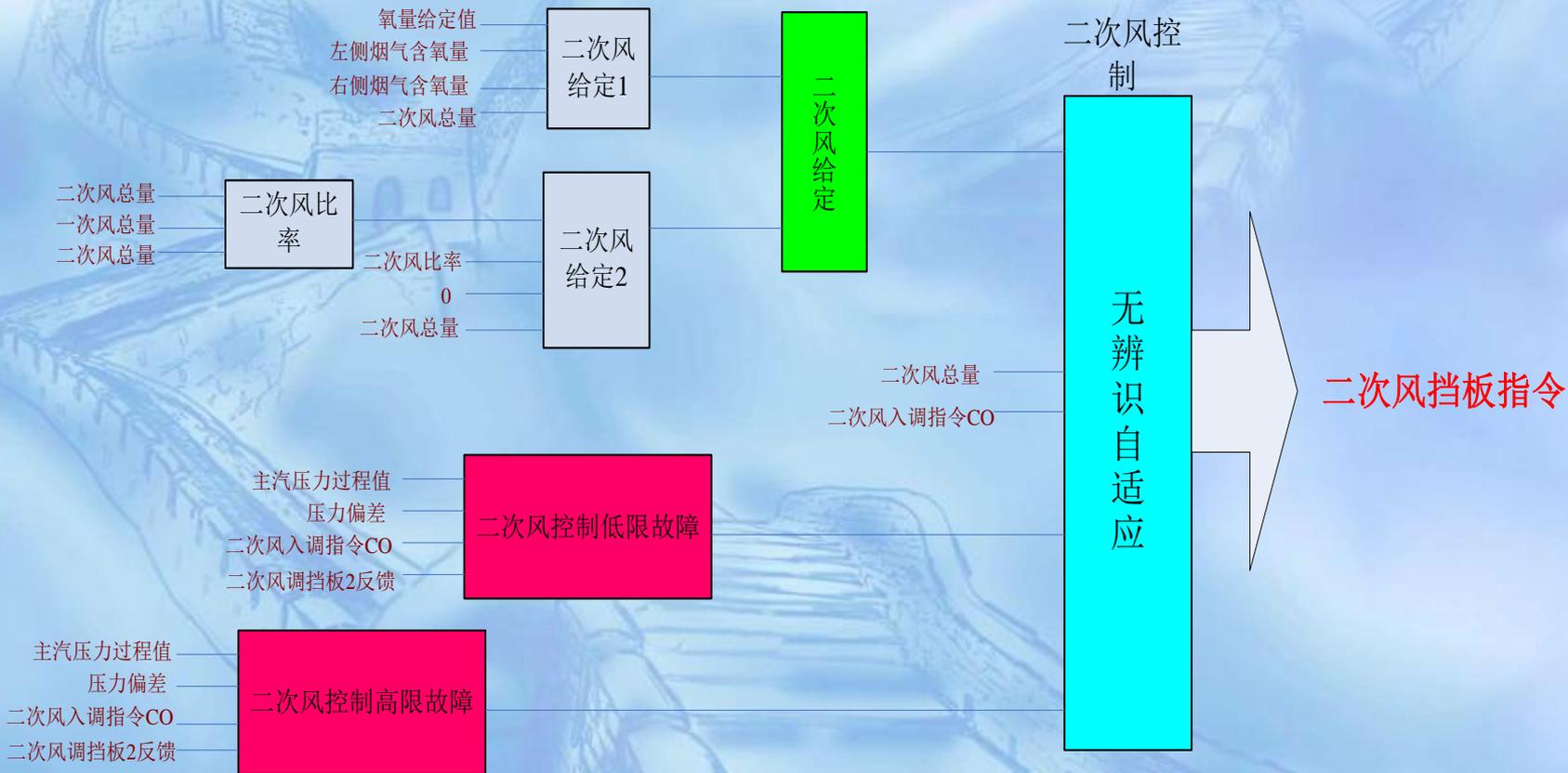
★ 机炉协调控制系统

☆ 一次风控制系统图

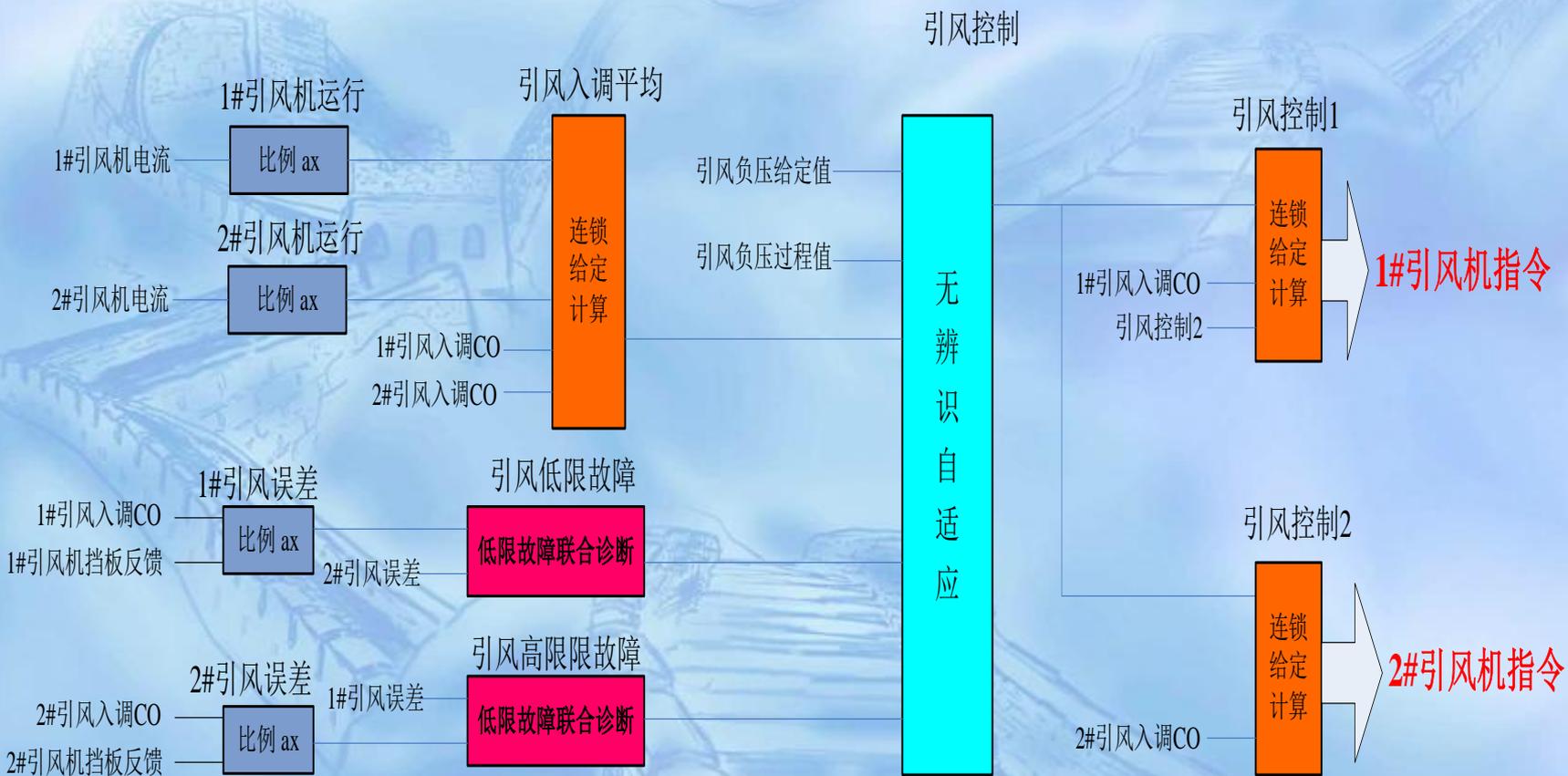
B. 一次风控制系统原理图



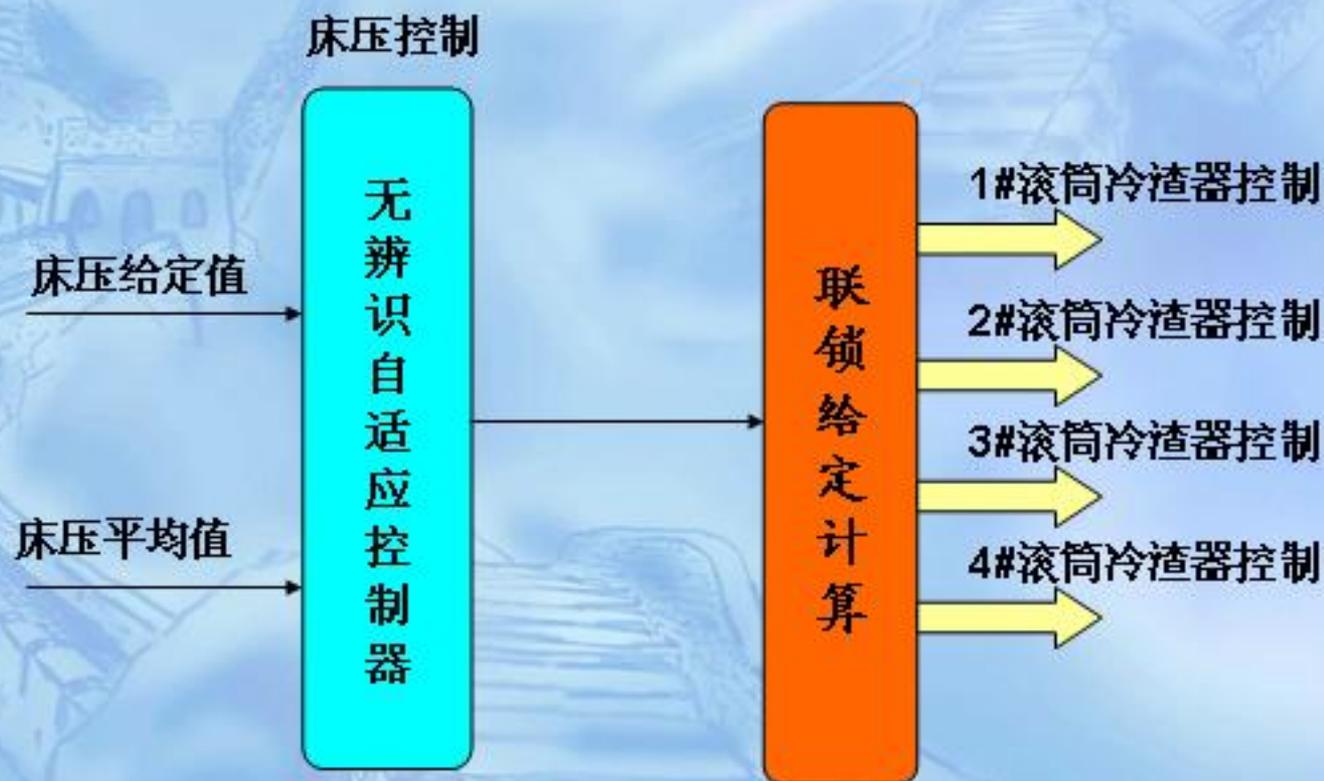
☆ 二次风、氧量控制系统图



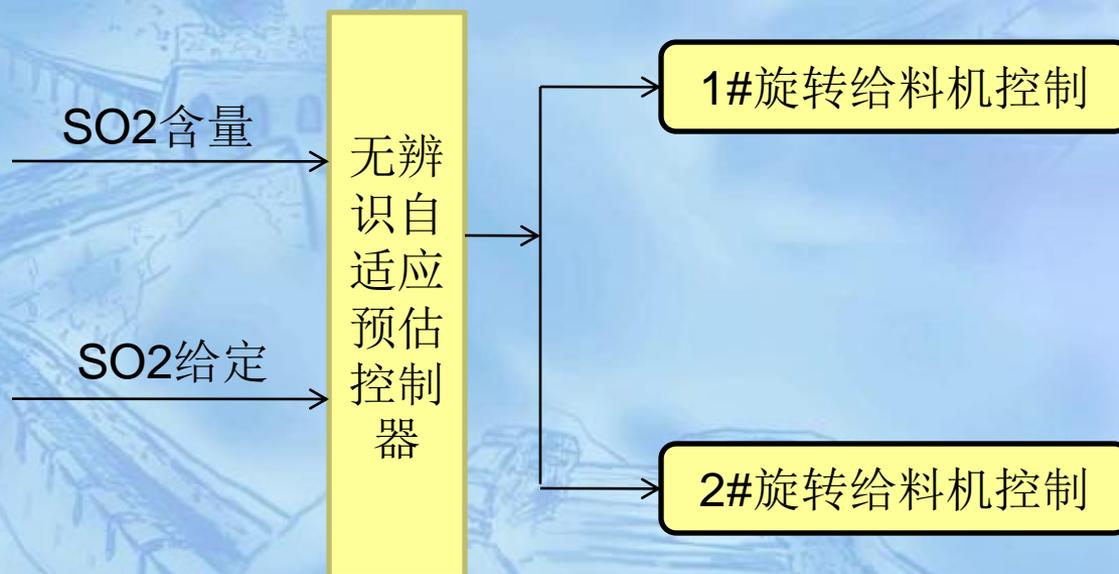
☆引风控制系统图



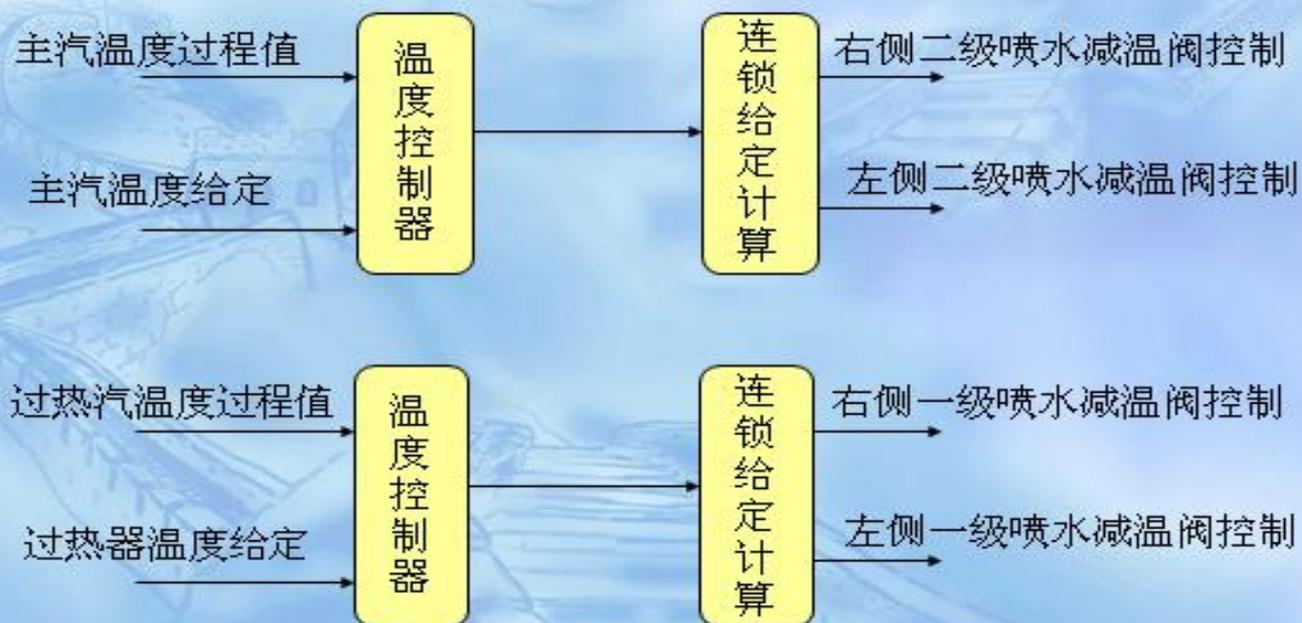
D. 床压控制系统原理图



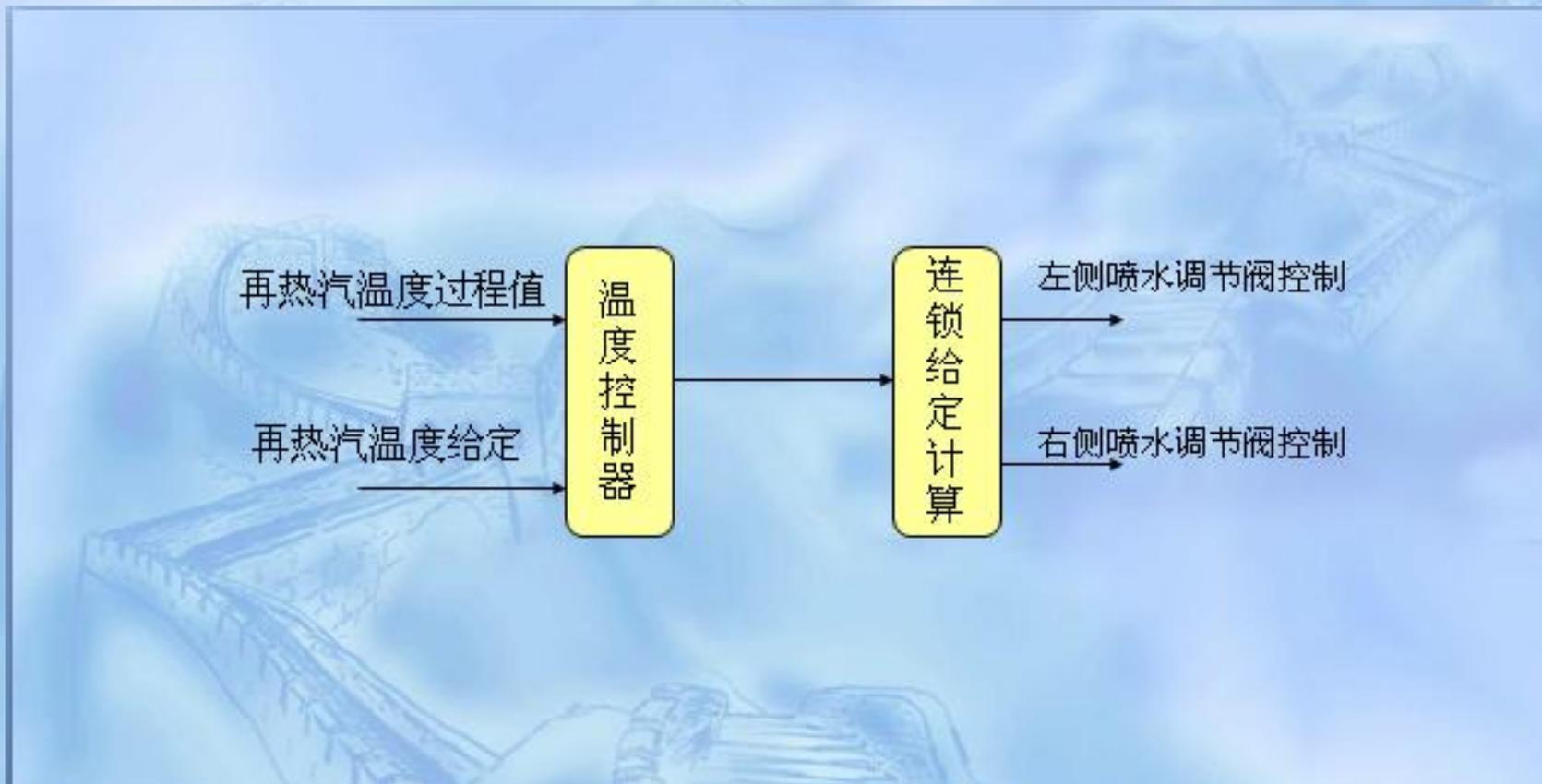
☆ 石灰石控制系统图

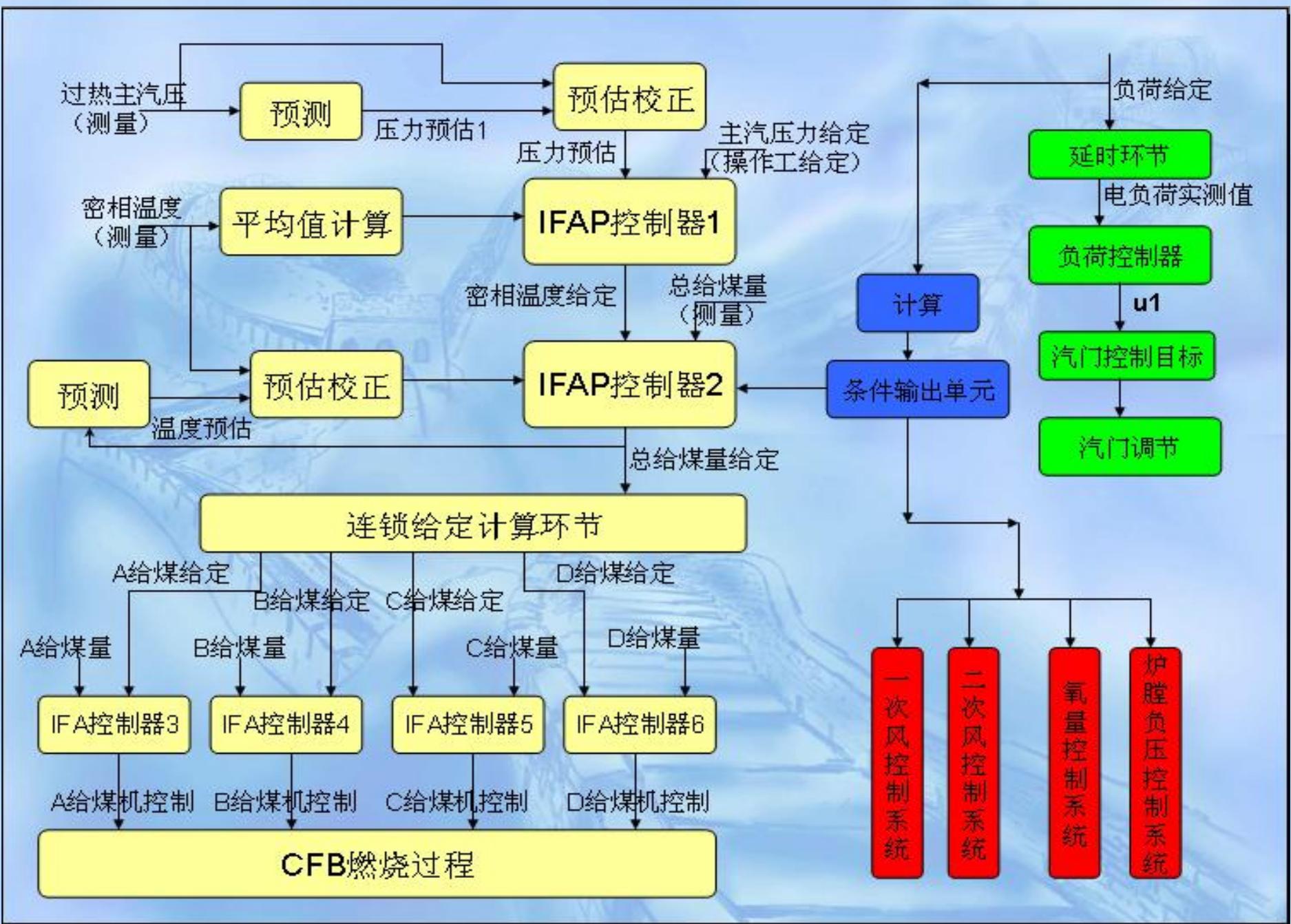


☆ 主汽温度控制系统图



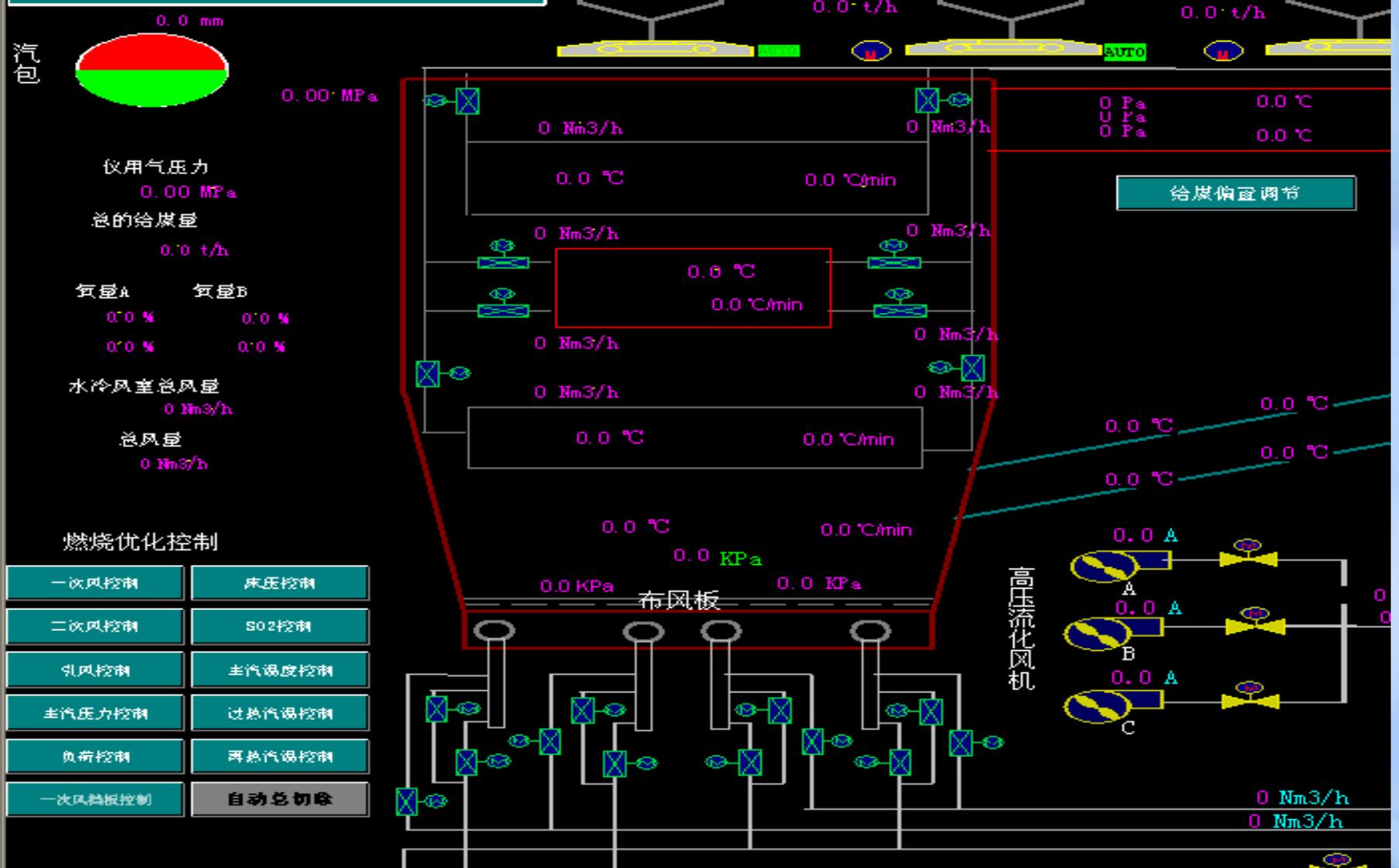
☆ 再热汽温度控制系统图





主要操作界面 (1)

#4机锅炉主控图



主要操作界面（2）

燃烧优化控制

一次风控制

床压控制

二次风控制

SO₂控制

引风控制

主汽温度控制

主汽压力控制

过热汽温控制

负荷控制

再热汽温控制

一次风挡板控制

自动总切除

主要操作界面 (3)

主汽压力控制

设定

▲

▼

方式

A

M

P 0.00 MPa

S 0.00 MPa

A给煤机指令 0.00

B给煤机指令 0.00

C给煤机指令 0.00

D给煤机指令 0.00

引风控制

设定

▲

▼

方式

A

M

P 0.00 Pa

S 0.00 Pa

A风机指令 0

B风机指令 0

一次风变频控制

设定

▲

▼

方式

A

M

P 0 NM3/H

S 0 NM3/H

A风机变频指令 0.0

B风机变频指令 0.0

二次风控制

设定

▲

▼

方式

A

M

P 0.00 %

S 0.00 %

A风机指令 0

B风机指令 0

床压控制

设定

▲

▼

方式

A

M

P 0.00 KPa

S 0.00 KPa

A冷渣机指令 0.00

B冷渣机指令 0.00

C冷渣机指令 0.00

D冷渣机指令 0.00

主要操作界面 (4)

The image displays five control panels for different industrial processes, each with a blue title bar and a close button (X). The panels are arranged horizontally.

- 负荷控制 (Load Control):** Features two vertical sliders. The '设定' (Setpoint) section has up and down arrow buttons. The '方式' (Mode) section has a green 'A' button and a grey 'M' button. Below, 'P' and 'S' are both set to 0.00 MW.
- 石灰石控制 (Lime Control):** Features two vertical sliders. The '设定' (Setpoint) section has up and down arrow buttons. The '方式' (Mode) section has a green 'A' button and a grey 'M' button. Below, 'P' is 0.00 mg/m³ and 'S' is 0.00 mg/m³.
- 再热汽温度控制 (Reheat Steam Temperature Control):** Features two vertical sliders. The '设定' (Setpoint) section has up and down arrow buttons. The '方式' (Mode) section has a green 'A' button and a grey 'M' button. Below, 'P' and 'S' are both 0.00 °C.
- 过热汽温度控制 (Superheated Steam Temperature Control):** Features two vertical sliders. The '设定' (Setpoint) section has up and down arrow buttons. The '方式' (Mode) section has a green 'A' button and a grey 'M' button. Below, 'P' and 'S' are both 0.00 °C.
- 主汽温度控制 (Main Steam Temperature Control):** Features two vertical sliders. The '设定' (Setpoint) section has up and down arrow buttons. The '方式' (Mode) section has a green 'A' button and a grey 'M' button. Below, 'P' and 'S' are both 0.0 °C.

Each panel also includes 'A 阀位指令' and 'B 阀位指令' (Valve Position Commands) at the bottom, both showing a value of 0.00.

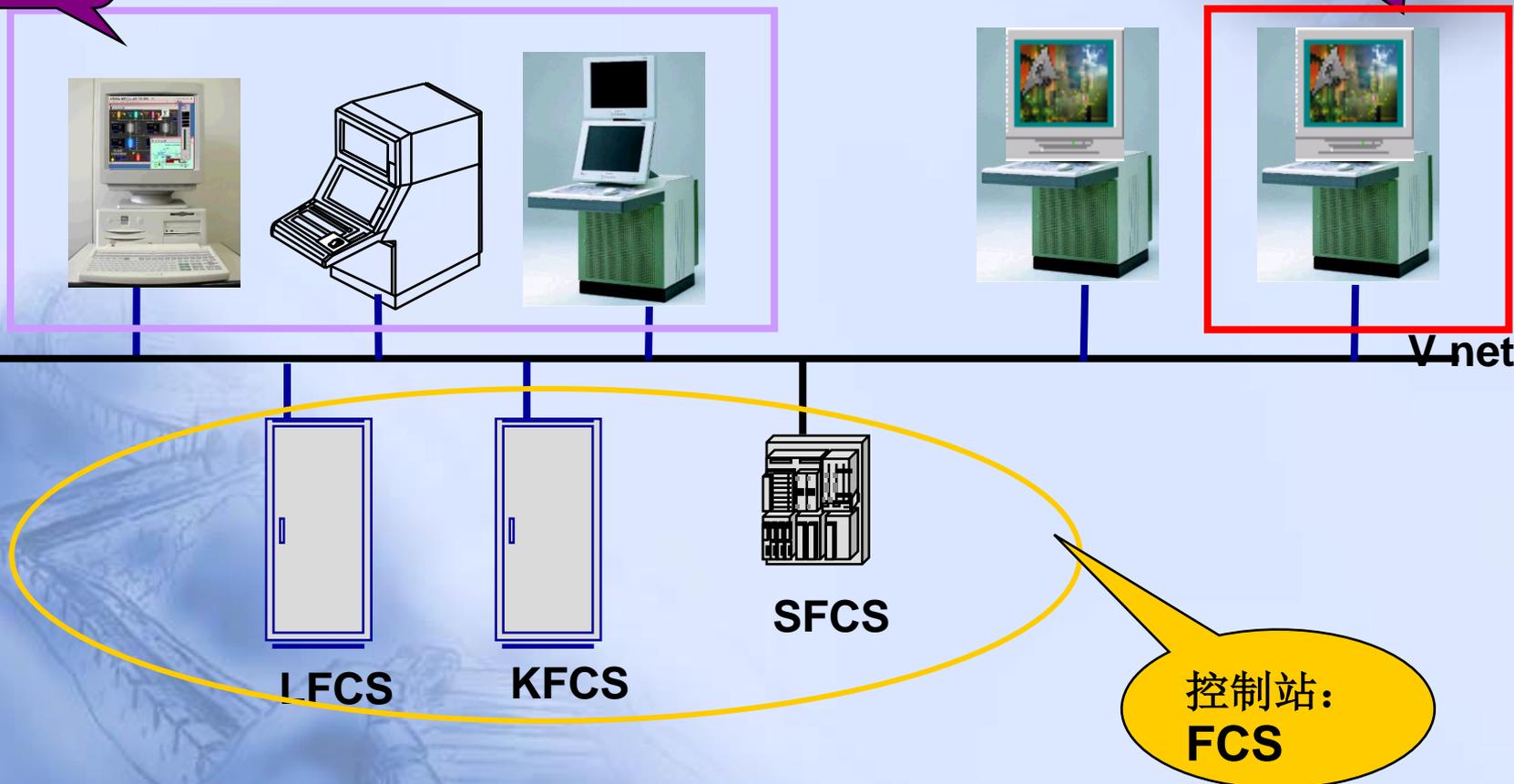
KB-APC系统构成及设备

1.1 KB-APC系统构成及设备

构成KB-APC系统的主要设备如下图

DCS
系统

人机界面站：
APC（操作站）



V-net

LFCS

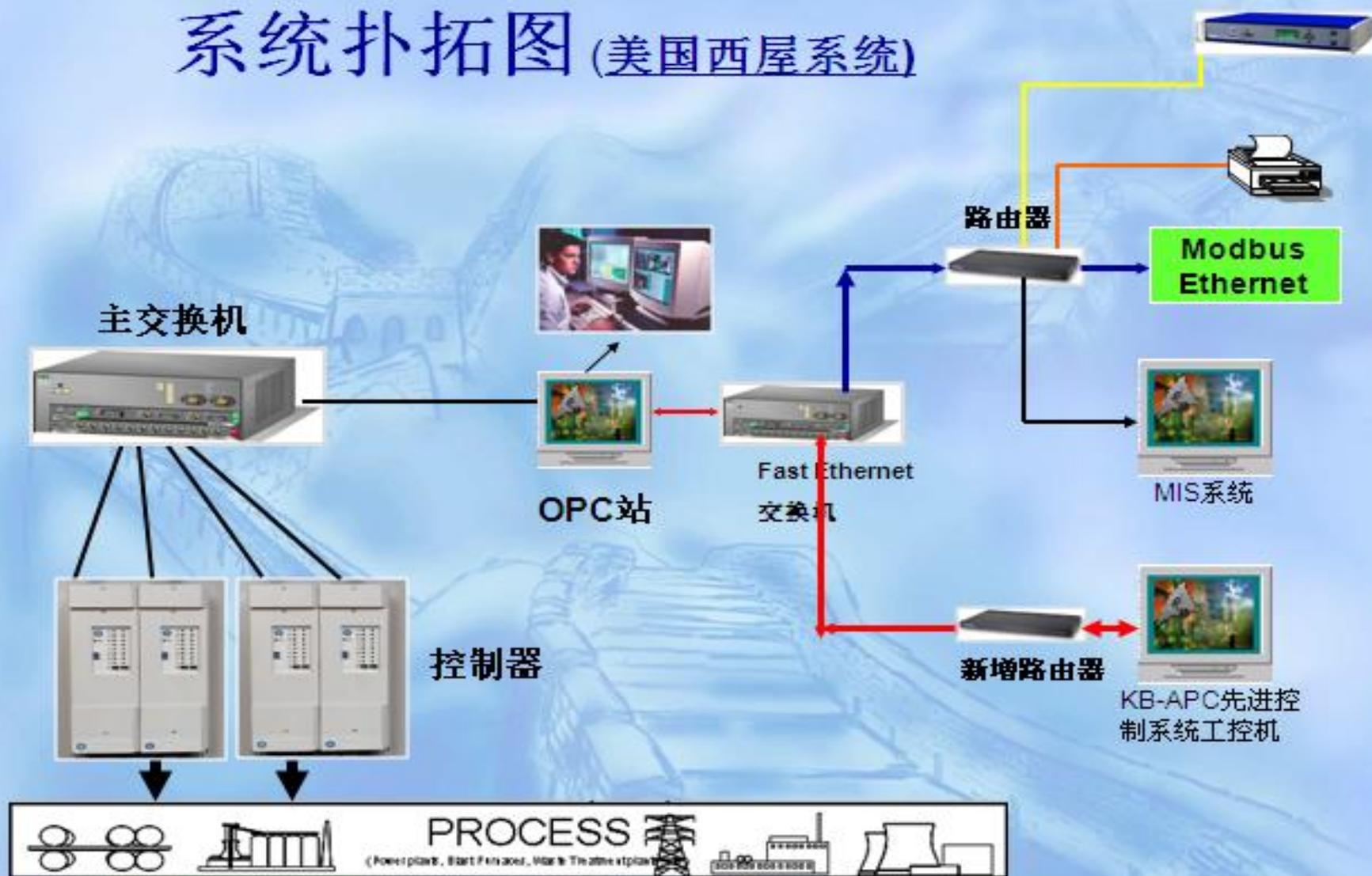
KFCS

SFCS

控制站：
FCS

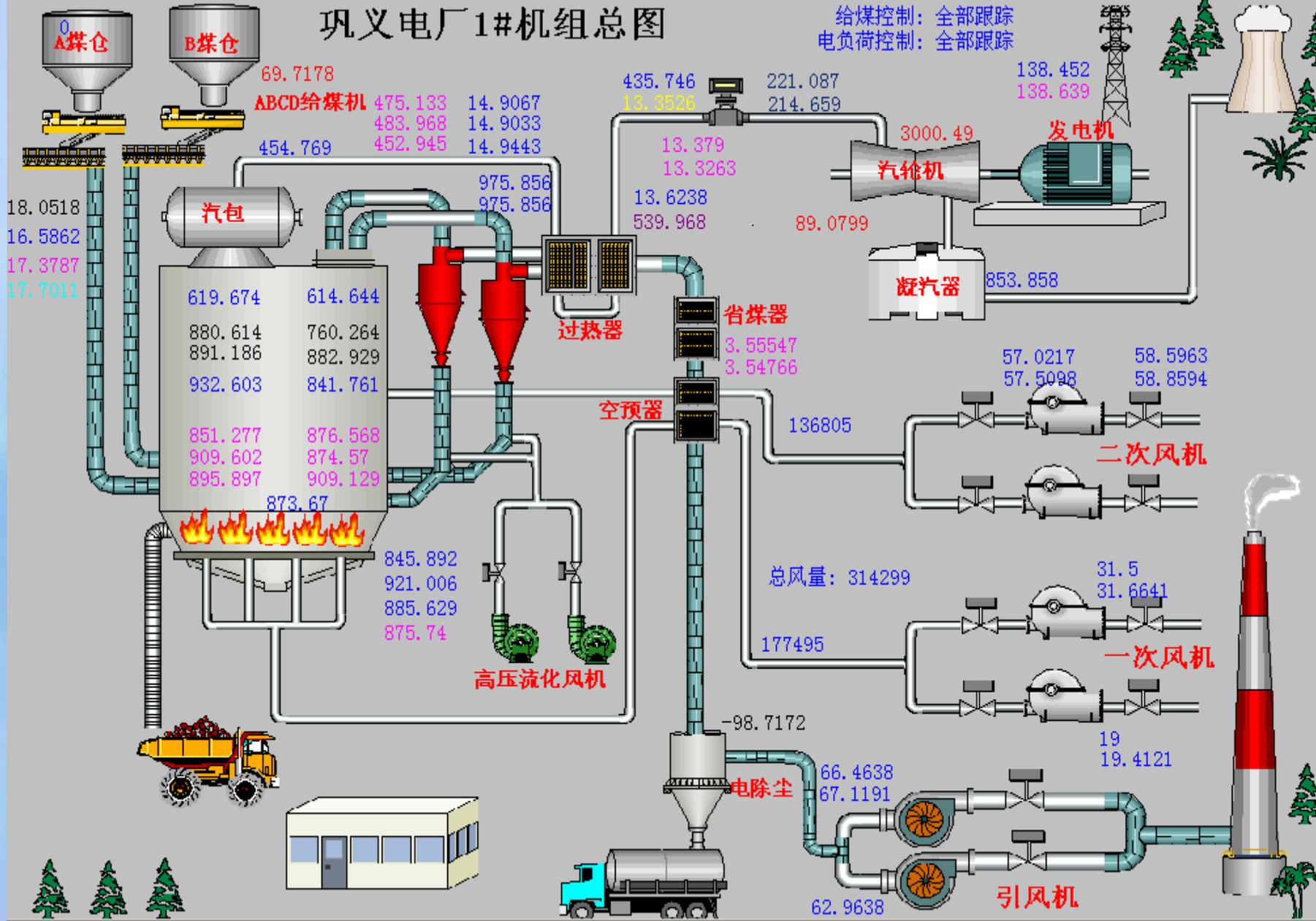
KB-APC与现场DCS系统网络连接图如下：

系统扑拓图 (美国西屋系统)



巩义电厂1#机组总图

给煤控制: 全部跟踪
电负荷控制: 全部跟踪



给煤甲控制: -0.1108
给煤乙控制: 0.08219
给煤丙控制: -0.2207
给煤丁控制: -0.03652
主汽压低值: 12.8522

给煤甲控制: 0
给煤乙控制: 0
给煤丙控制: 0
给煤丁控制: 0
主汽压高值: 12.8545

全部跟踪
协调等待
0
0
主汽温度: 532.412

电负荷控制: 93.2005
汽机功率设定值: 93.2005
进气缸总主汽流量: 431.793
主汽温度: 532.412
密相温度给定2: 881.623
密相温度给定: 883.251
密相平均温度: 883.592

密相温度预估校正: 884.806
电负荷: 135.431

总给煤量给定: 71.8149
给煤控制: 71.8149
总给煤量: 72.2362
给煤甲控制: 14.3103
甲给煤机给定: 18.0264
甲给煤机控制: 14.3607
甲给煤机给煤量: 18.171

乙给煤机给定: 17.8547
乙给煤机给煤量: 17.8064

丙给煤机给定: 17.9061
丙给煤机给煤量: 18.1607

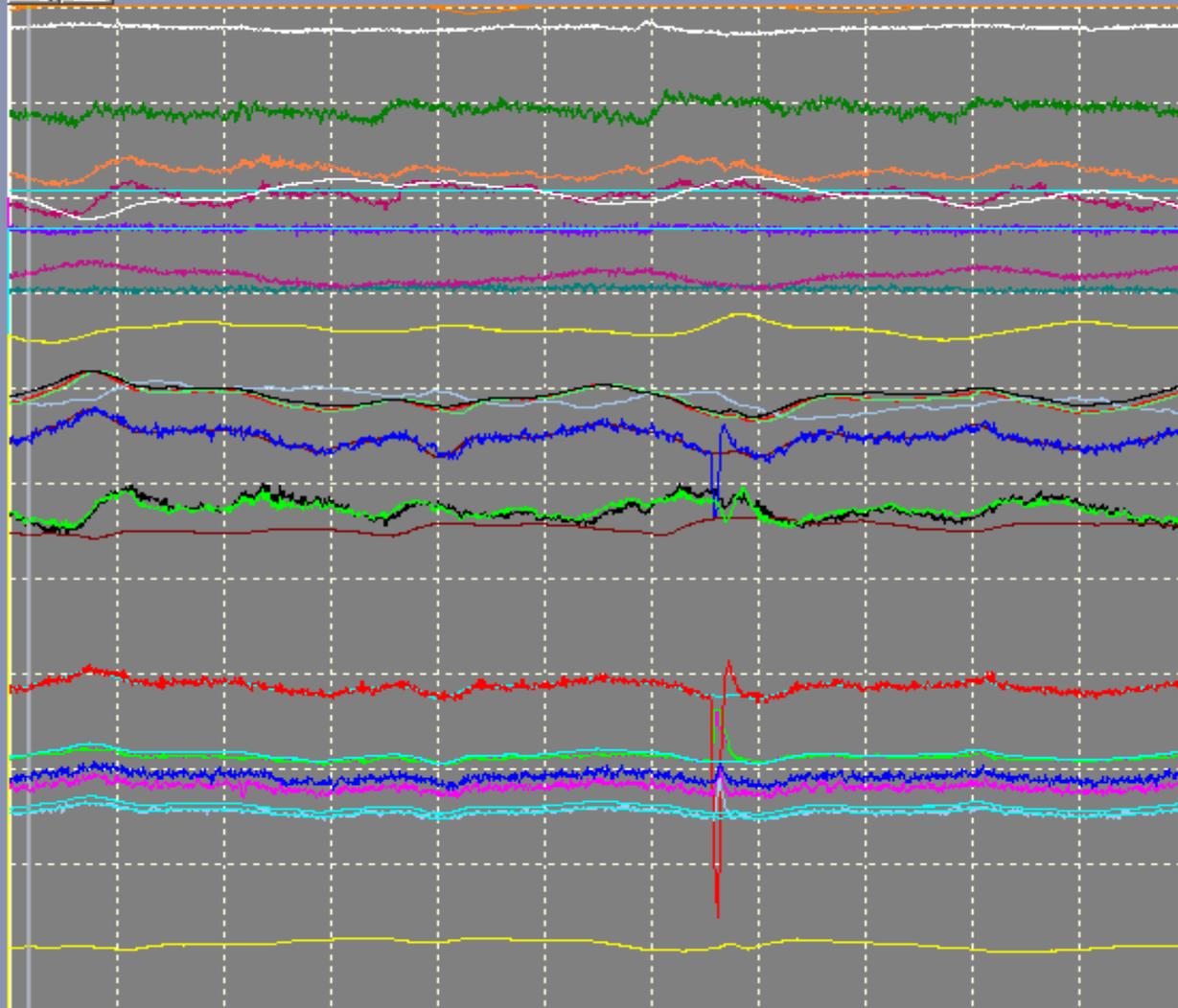
丁给煤机给定: 18.0277
丁给煤机给煤量: 18.0981

主汽压力给定: 13.45
主汽压力过程值: 12.8381
压力预估: 13.3764
主汽压力预估校正: 13.1729
主汽压力预估0: 12.8381
主汽压力控制0: 0

压力变化率: -0.809575
二次风总量: 133679
一次风总量: 178584

电负荷预估0: 135.431
电负荷控制0: 71.8149
电给煤比率: 508.14

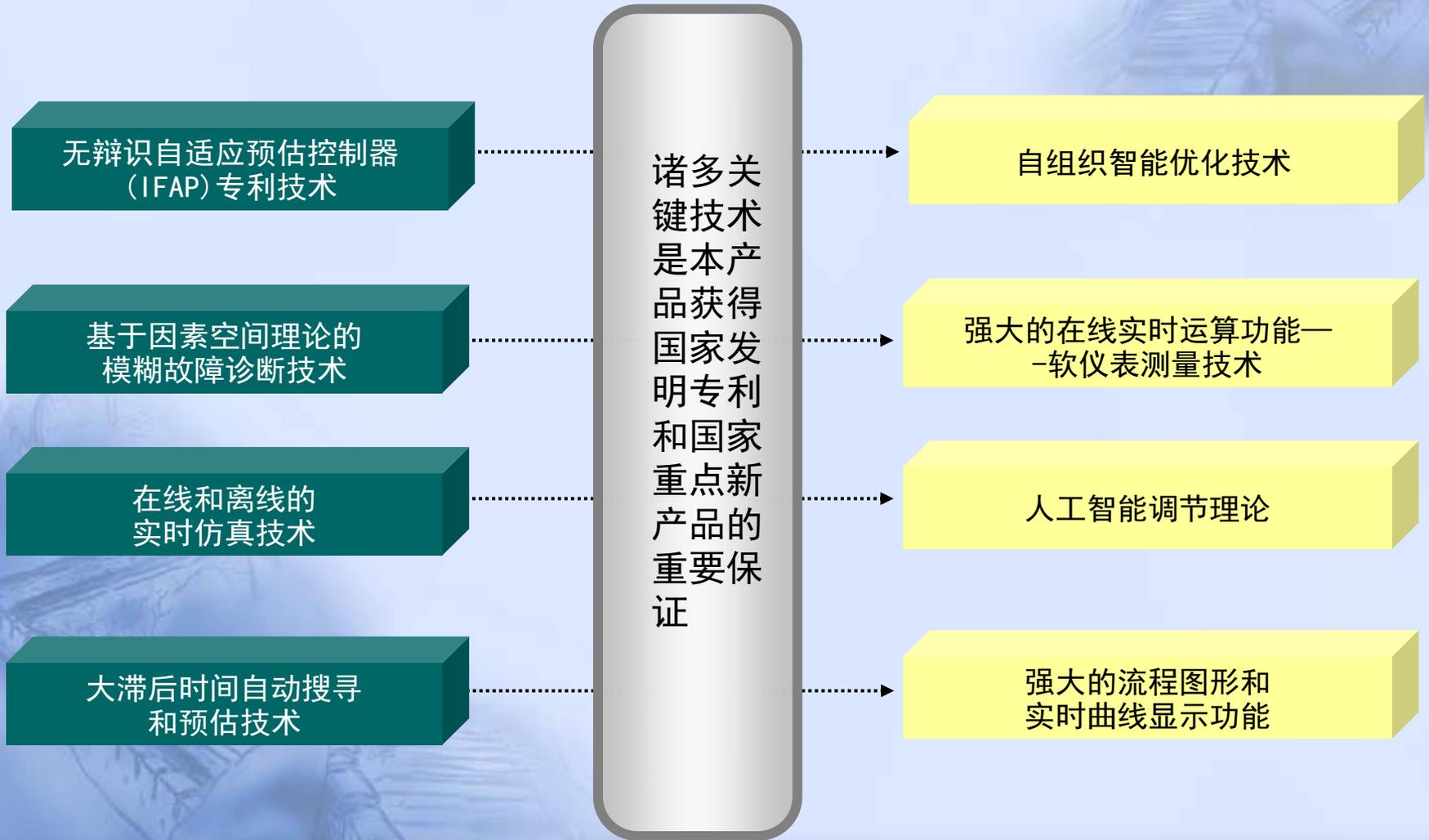
风温校正: -0.0466296
省煤器出口氧量: 2.78965
电负荷控制输出: 93.2005
变化率3: 0.431097
负荷给定: 135.086



2006-6-29 10:41:26

2006-6-29 12:41:26

关键技术应用



创新内容之一：CFB锅炉燃烧过程的先进控制

- 采用先进控制的必要性——由于CFB锅炉燃烧过程是大滞后的复杂过程，干扰因素众多，常规PID控制不能适应，难以投入自控运行
- 先进控制（**Advanced process control**, 简称**APC**）是上个世纪70年代开始发展的有别于常规PID控制的计算机控制技术，目前国外有几十家公司销售100多种先进控制软件；

创新之二：CFB锅炉燃烧过程的无辨识自适应预估控制

- 本项目采用了独创的无辨识自适应预估控制技术。
- 无辨识自适应控制算式

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

- 该技术基于几何控制理论，其控制思想在上世纪八十年代末期由国外学者提出，九十年代中期经**江青茵**改造后首次成功应用于复杂工业控制，并首先提出无辨识自适应预估（IFAP）控制技术。以该技术撰写的研究论文发表后引起业内重视，至今已有30余篇论文引用。

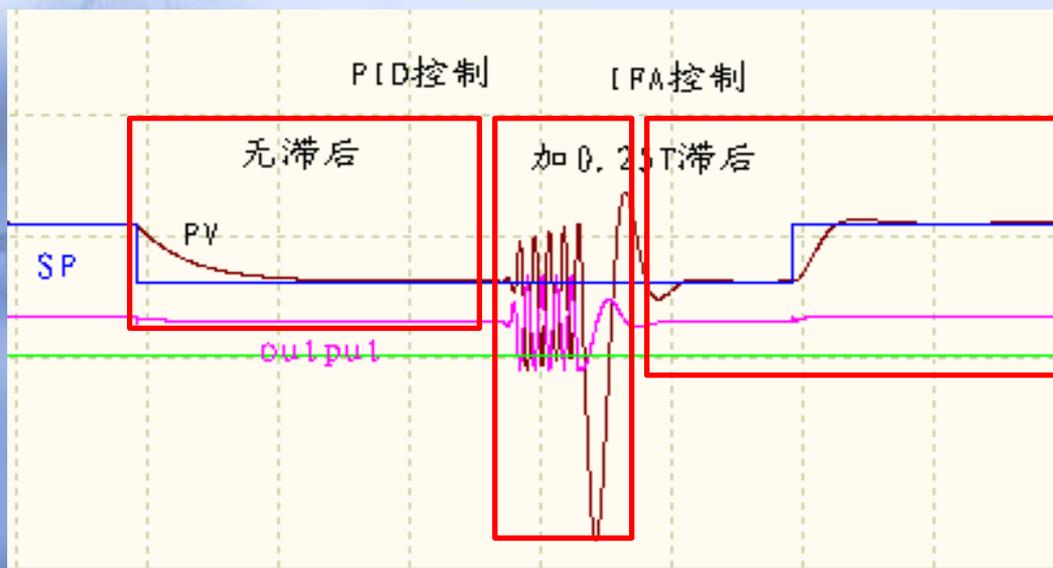
独创技术—无辨识自适应预估控制

- 该控制技术与通行的先进控制技术MPC（基于模型的预估控制）比较，有几大特点：
 - (1) 计算量小，参数少，无需通过阶跃响应和脉冲响应辨识模型，容易实施。
 - (2) 自适应能力强，可以适应煤质多变、工况多变的过程，无需重新辨识模型和整定参数。
 - (3) 采用独创的自搜寻预估校正技术，可自动在线搜寻滞后时间，既解决了大滞后系统的控制问题，又增加了控制器的鲁棒性。

PID控制与无辨识自适应 (IFA) 控制比较



有测量干扰的控制比较



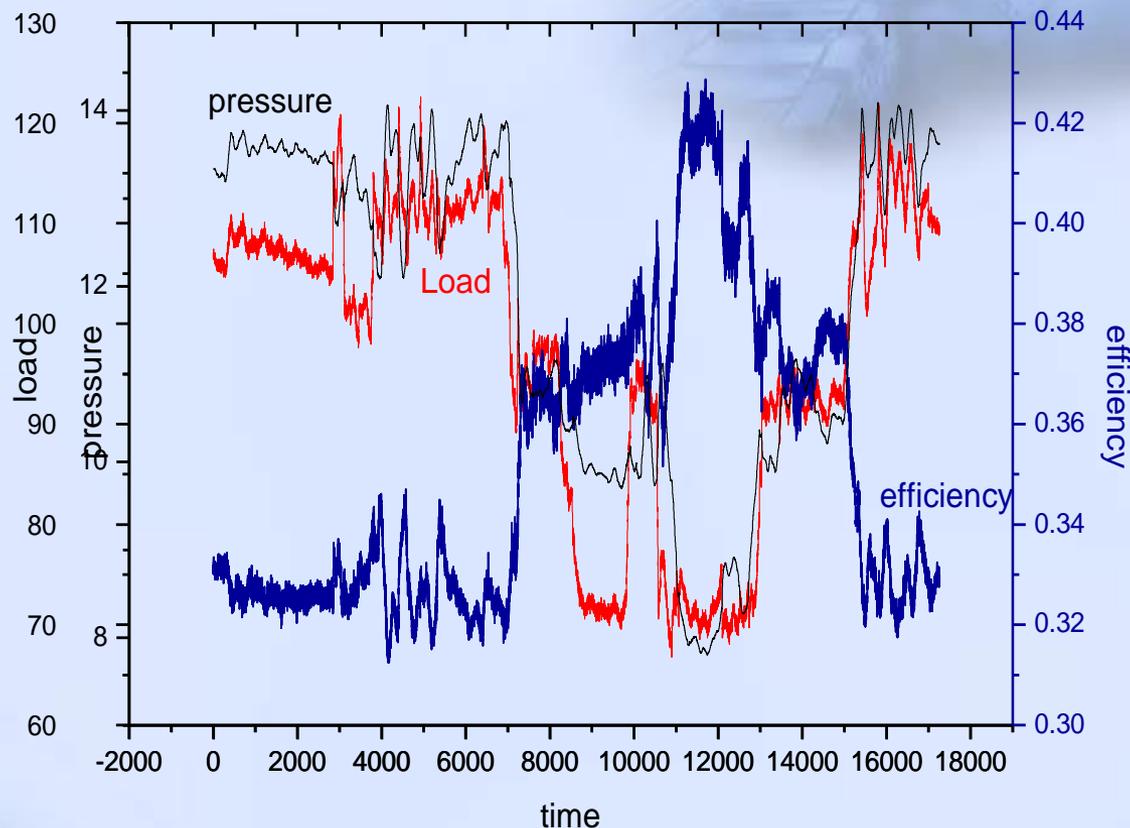
有滞后时的控制比较

创新之二：基于因素空间理论的模糊故障诊断技术

- 通行的故障诊断技术：专家系统技术、观测器技术；
- 基于确定性理论，需要事先确定一稳定的正常值集合。
- CFB锅炉特点：负荷变化范围大，难以事先确定故障范围。
- 本项目利用模糊理论开发了模糊故障诊断系统，在此基础上，运用90年代后由国内专家提出的因素空间理论解决了模糊故障诊断中的权阵自适应问题，使原有的模糊诊断系统能适应工作负荷大范围变化的特点

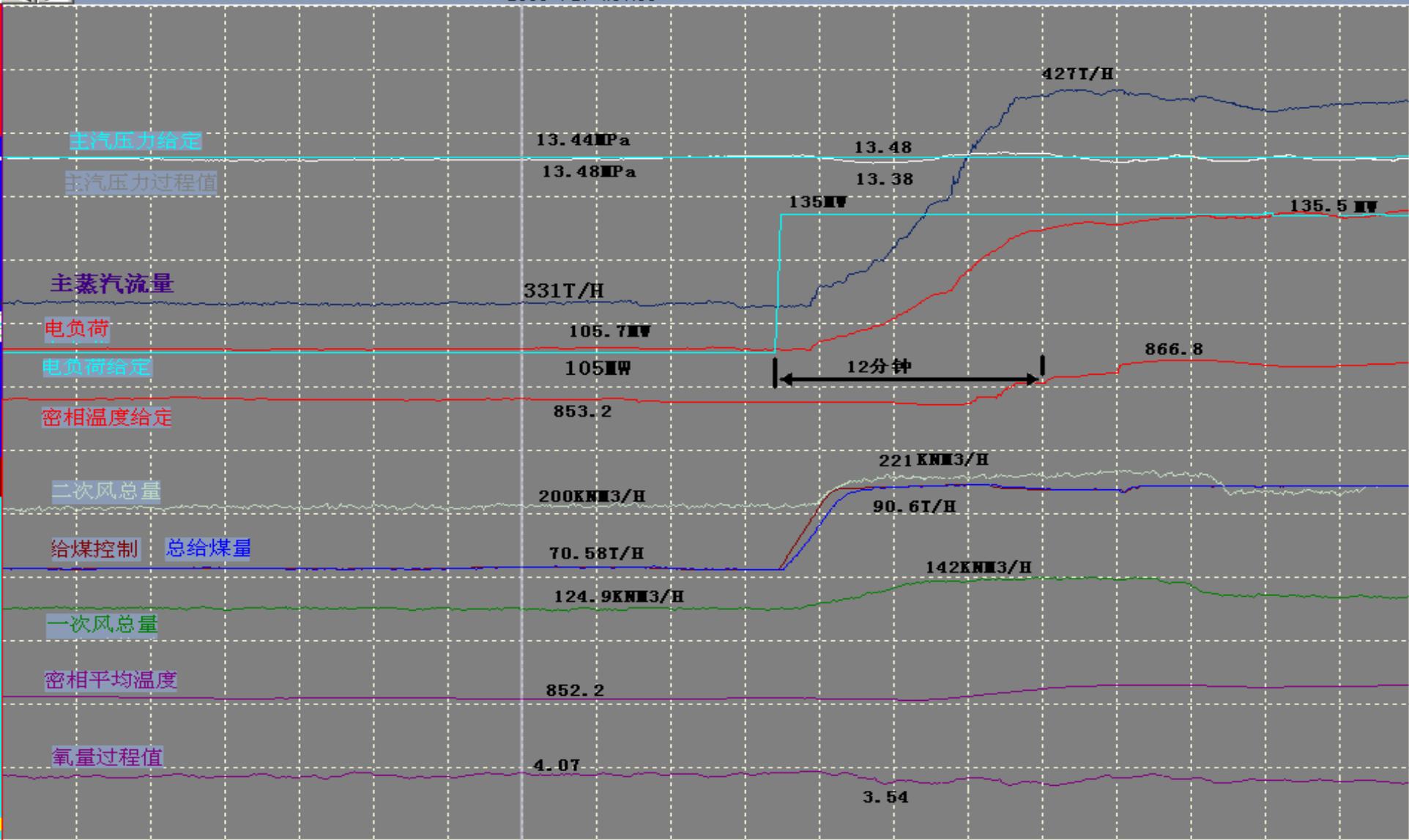
创新内容之三：独创的优化和软测量方案

- 实现锅炉优化燃烧的关键技术之一是实现锅炉燃烧效率等优化指标的实时在线测量计算。
- 根据CFB锅炉燃烧模型和实时采样数据，实现了锅炉燃煤含碳量和锅炉燃烧效率、发电效率的实时计算。



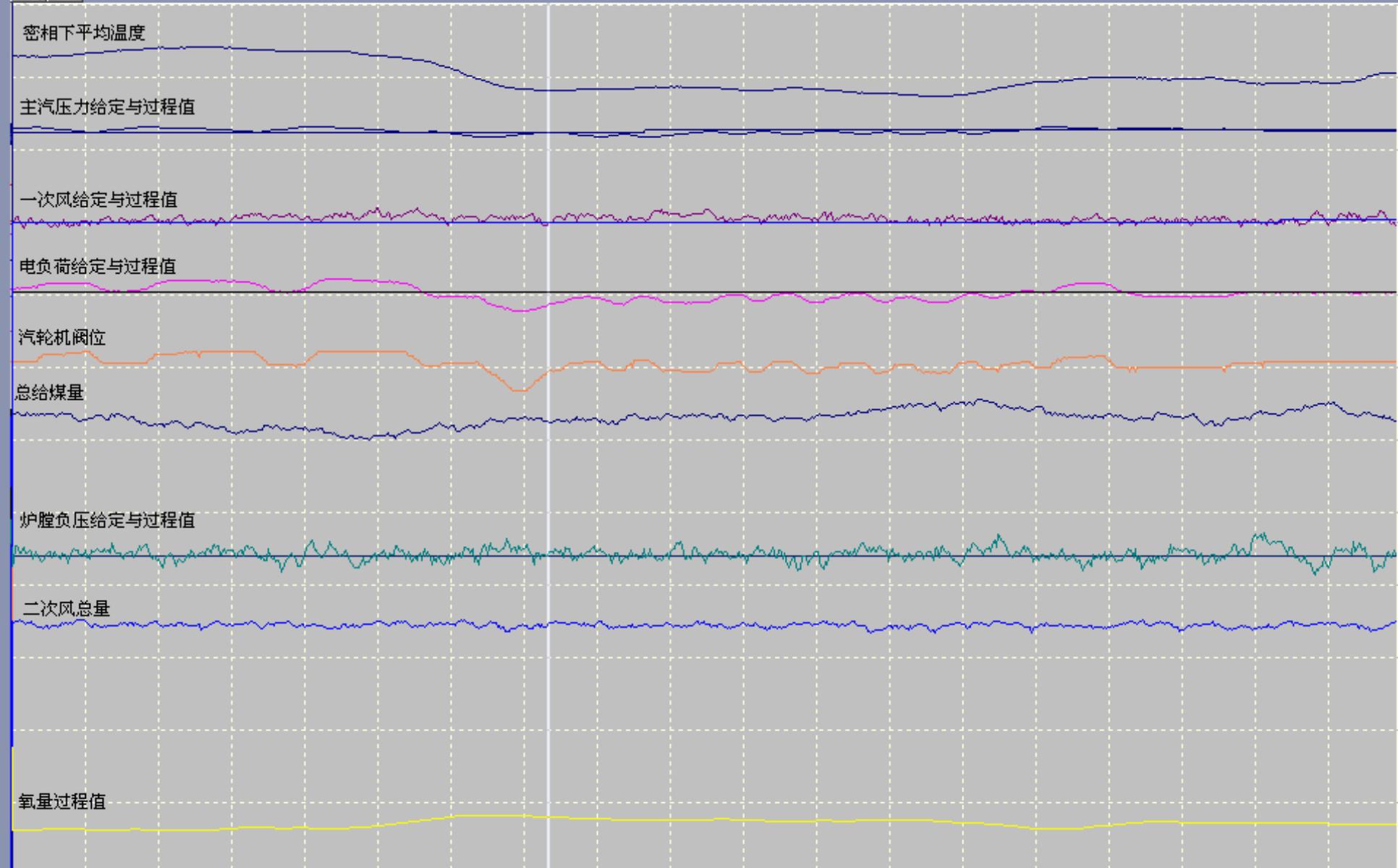
CCS机炉协调控制

2009-4-27 4:51:38



五、控制效果图

2011-7-26 14:25:45



2011-7-26 14:02:29

2011-7-26 15:02:29

密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

一次风给定与过程值

汽轮机阀位

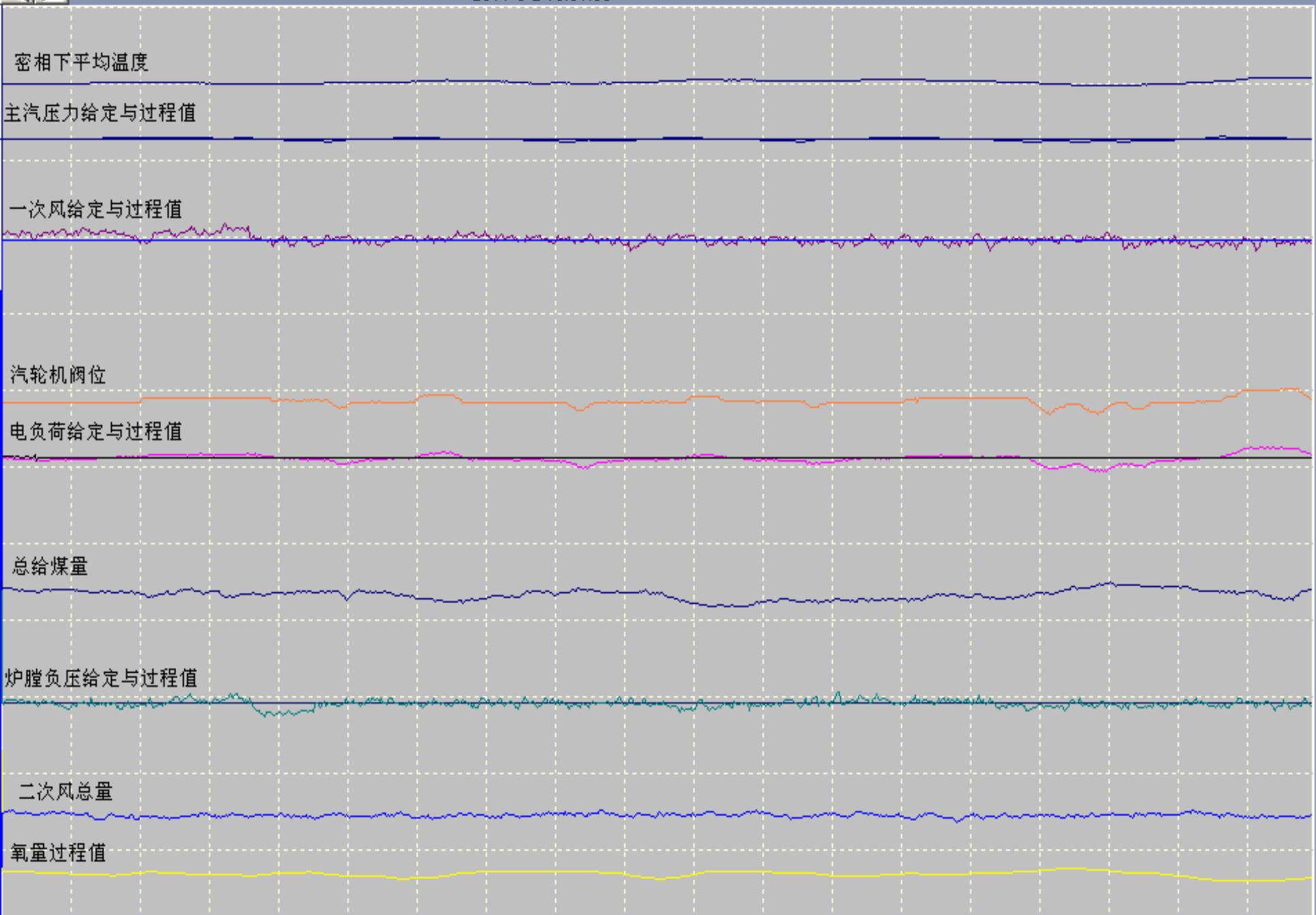
电负荷给定与过程值

总给煤量

炉膛负压给定与过程值

二次风总量

氧量过程值



密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

一次风给定与过程值

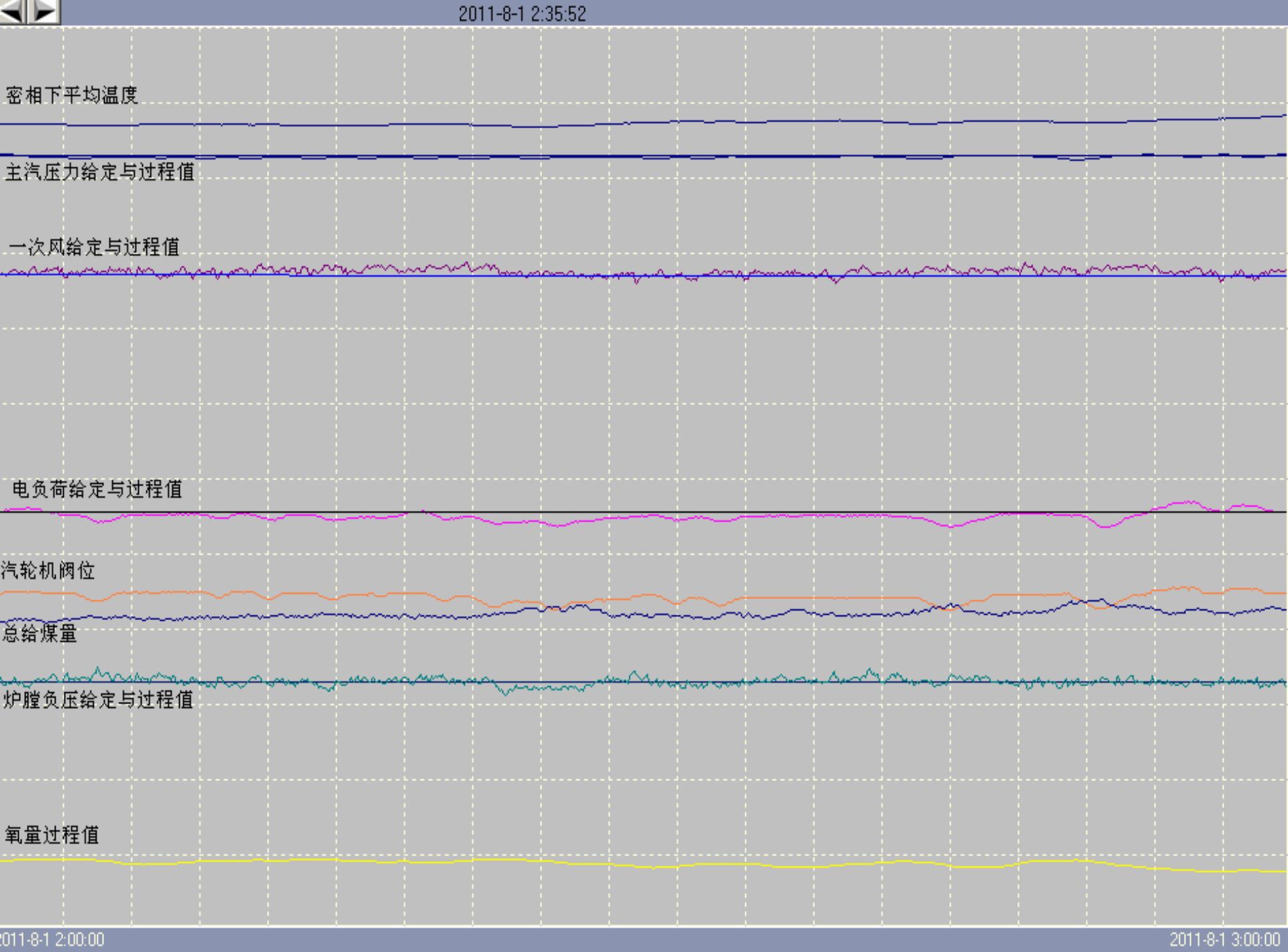
电负荷给定与过程值

汽轮机阀位

总给煤量

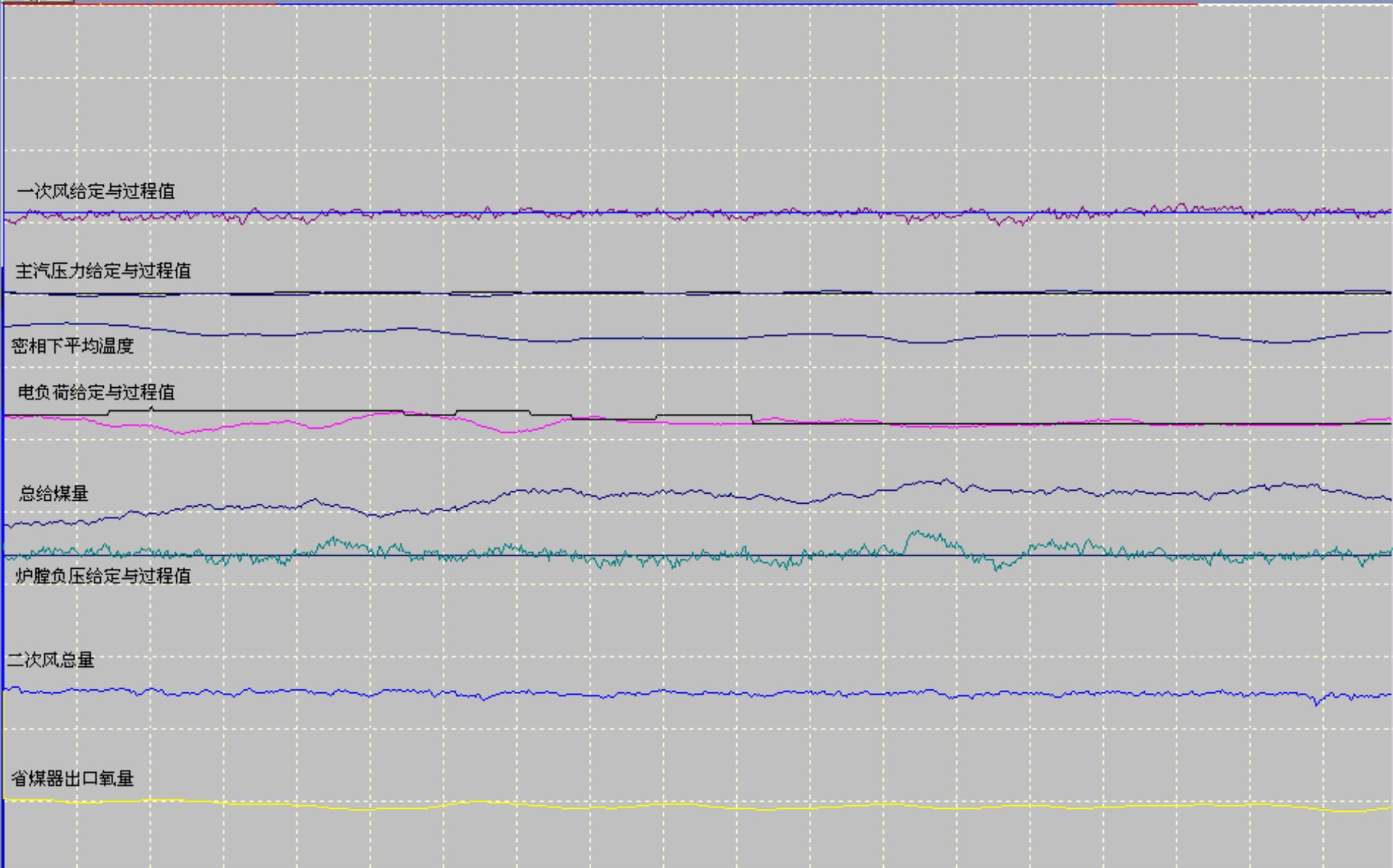
炉膛负压给定与过程值

氧量过程值



煤质变化时控制效果图

2011-7-27 1:24:02



2011-7-27 0:26:00

2011-7-27 1:24:00

电负荷给定与过程值

122MW

一次风总量

120MW

二次风总量

主汽压力给定与过程值

13.71

密相平均温度

13.68

总给煤量

75

67

74

65.6

73.5

65

68

63.45

63

进汽缸总主汽流量

汽门开度

密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

13.65MPa

13.54MPa

一次风给定与过程值

汽轮机阀位

电负荷给定与过程值

110MW

100MW

总给煤量

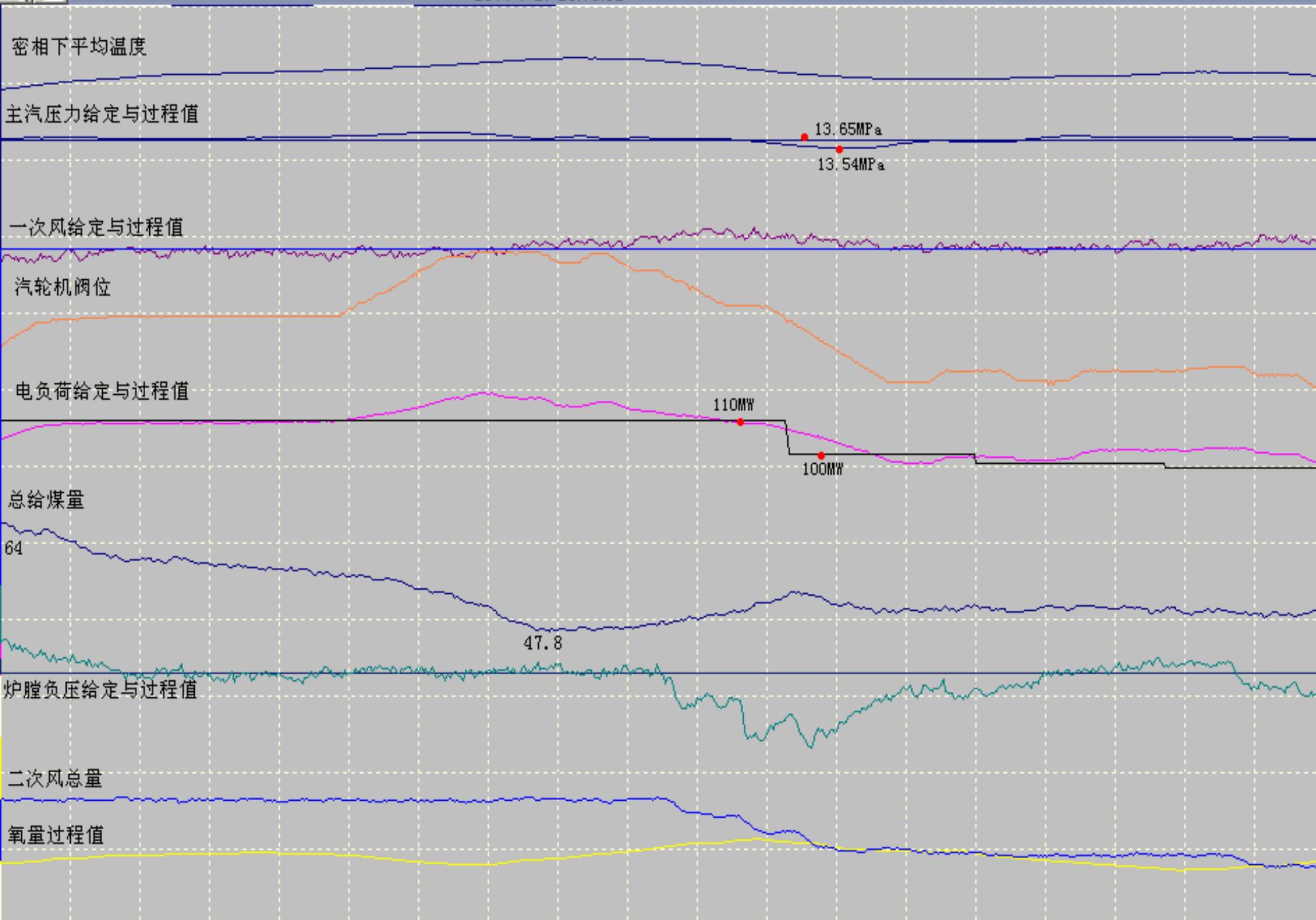
64

47.8

炉膛负压给定与过程值

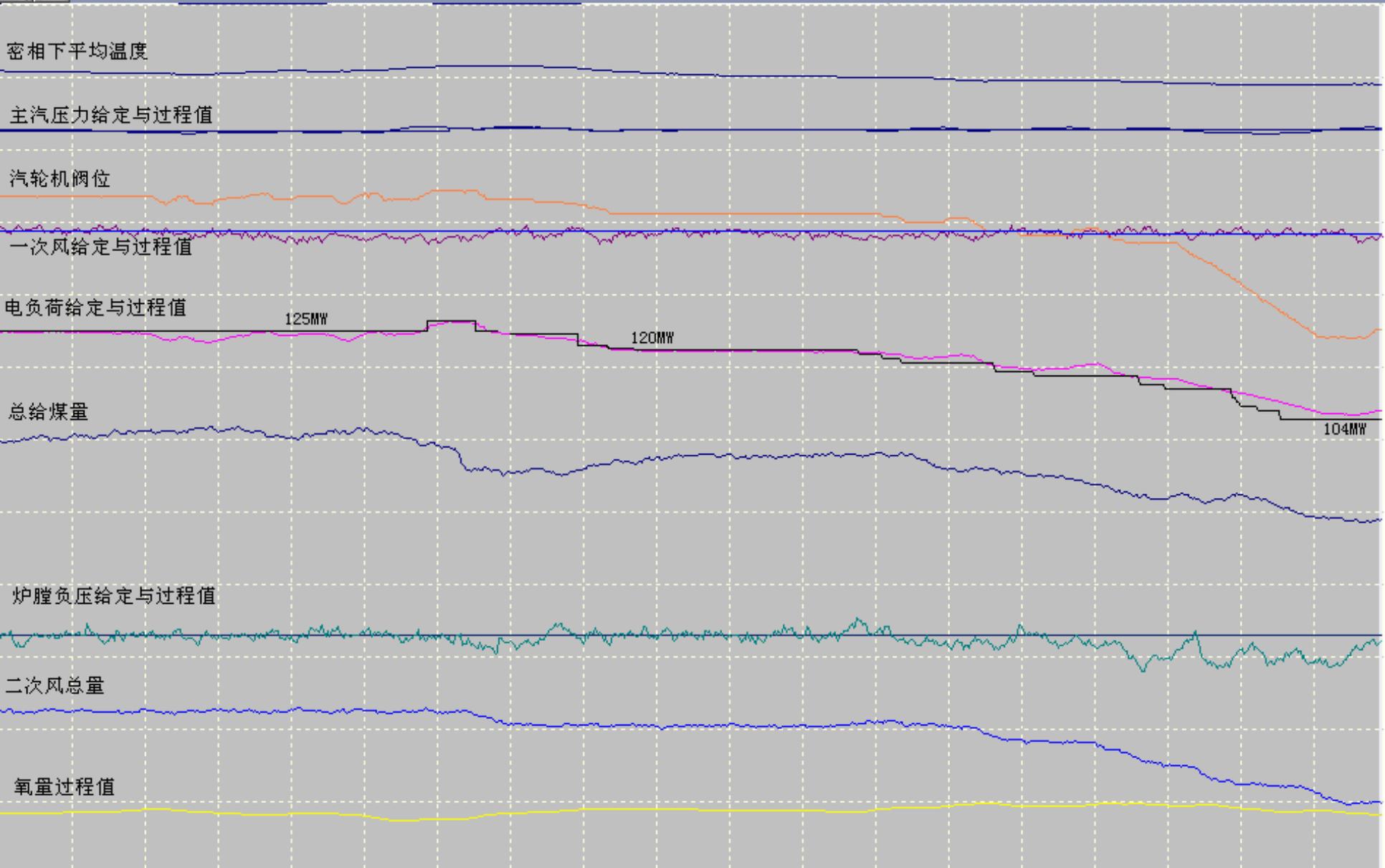
二次风总量

氧量过程值



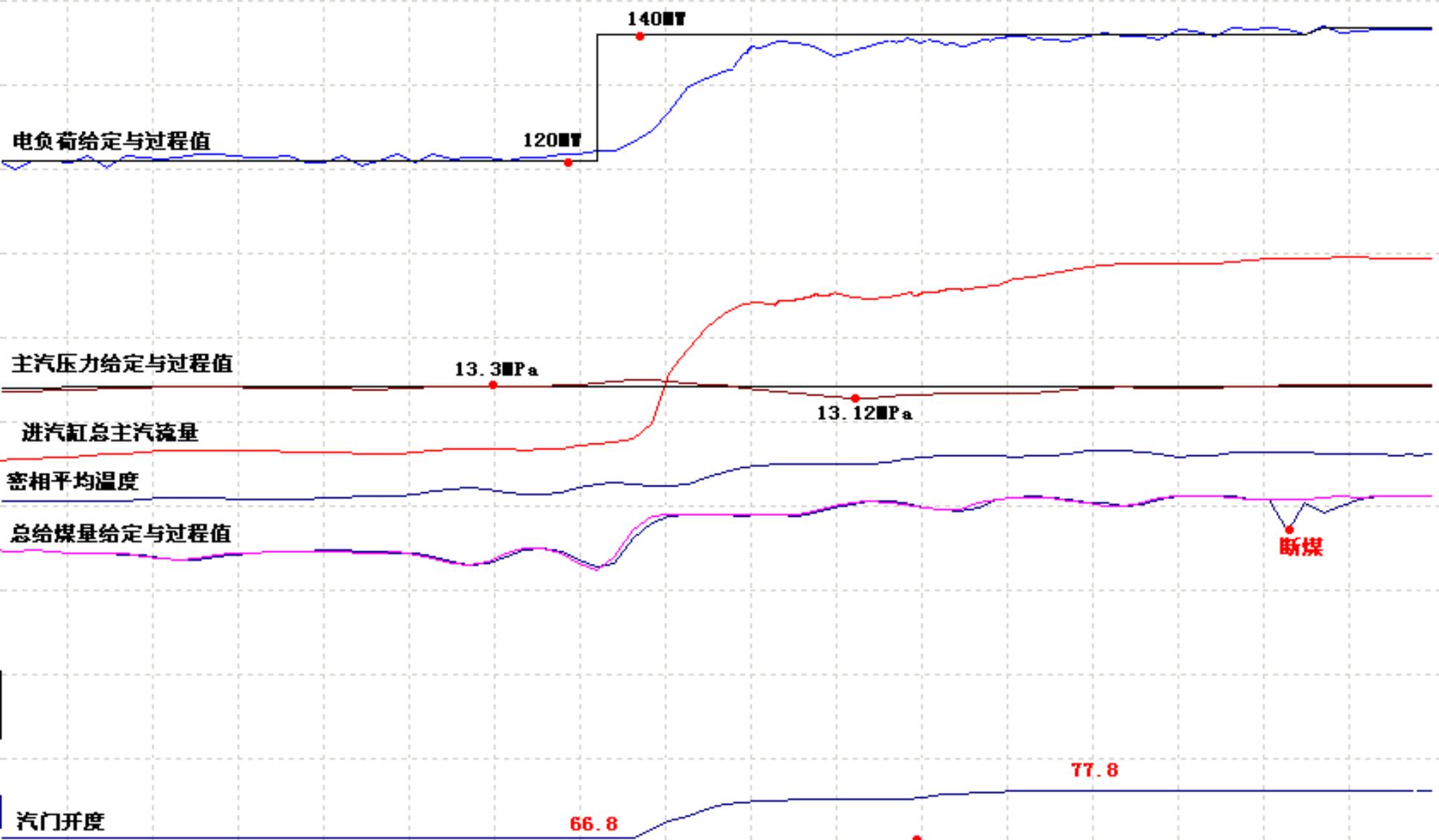
负荷变化时控制效果图

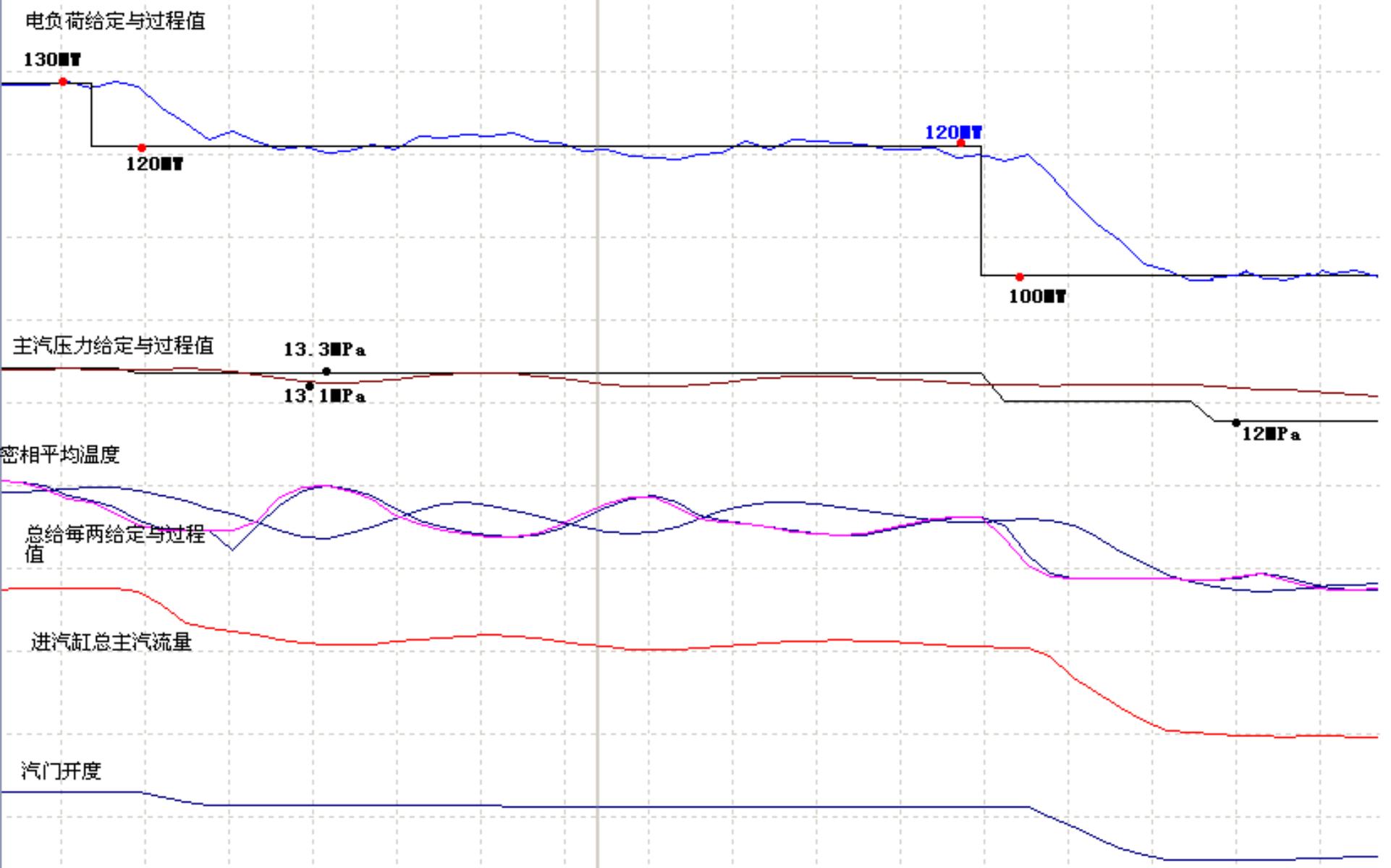
2011-7-27 16:59:54

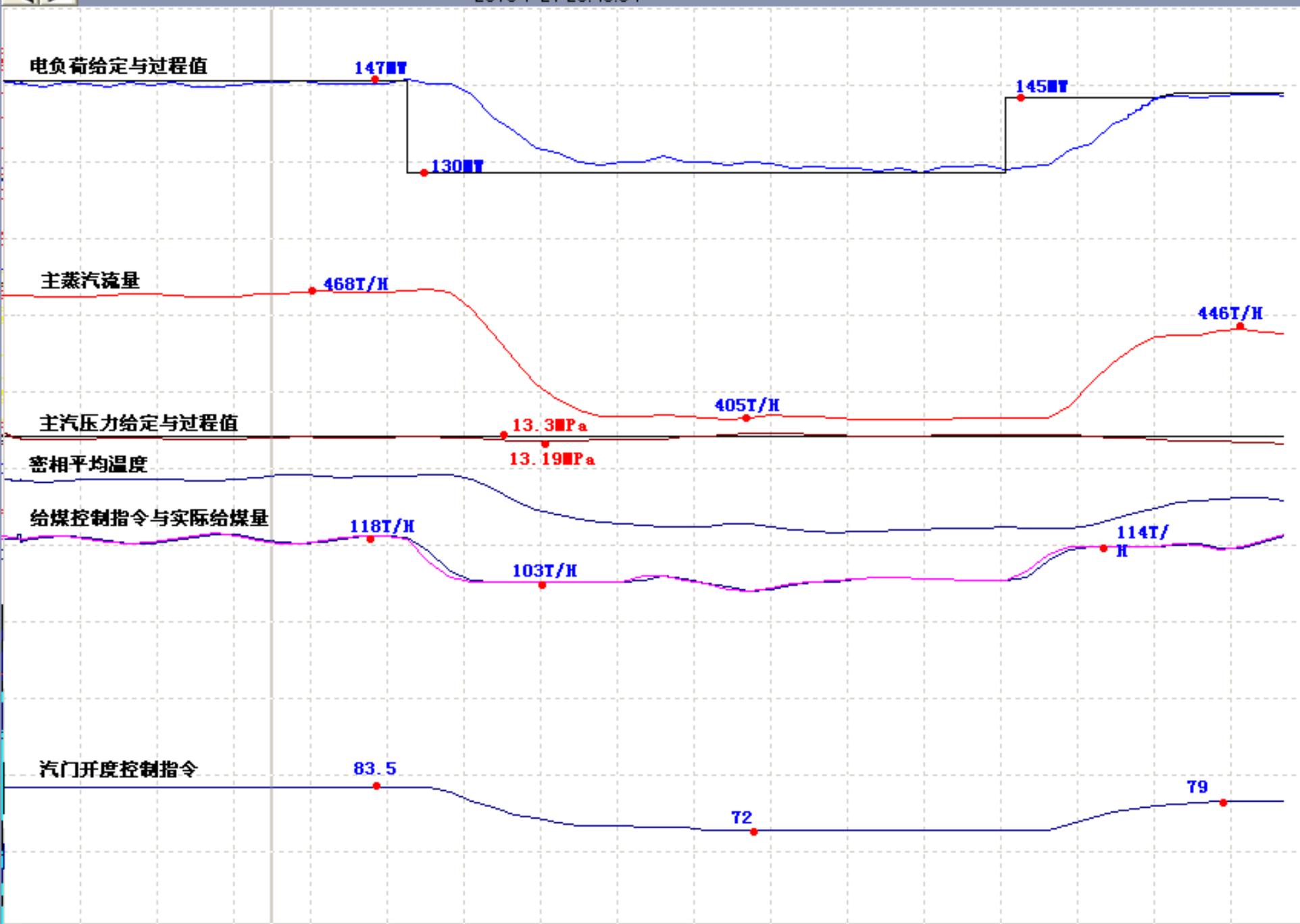


2011-7-27 16:00:00

2011-7-27 17:00:00







密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

一次风给定与过程值

电负荷给定与过程值

96MW

86MW

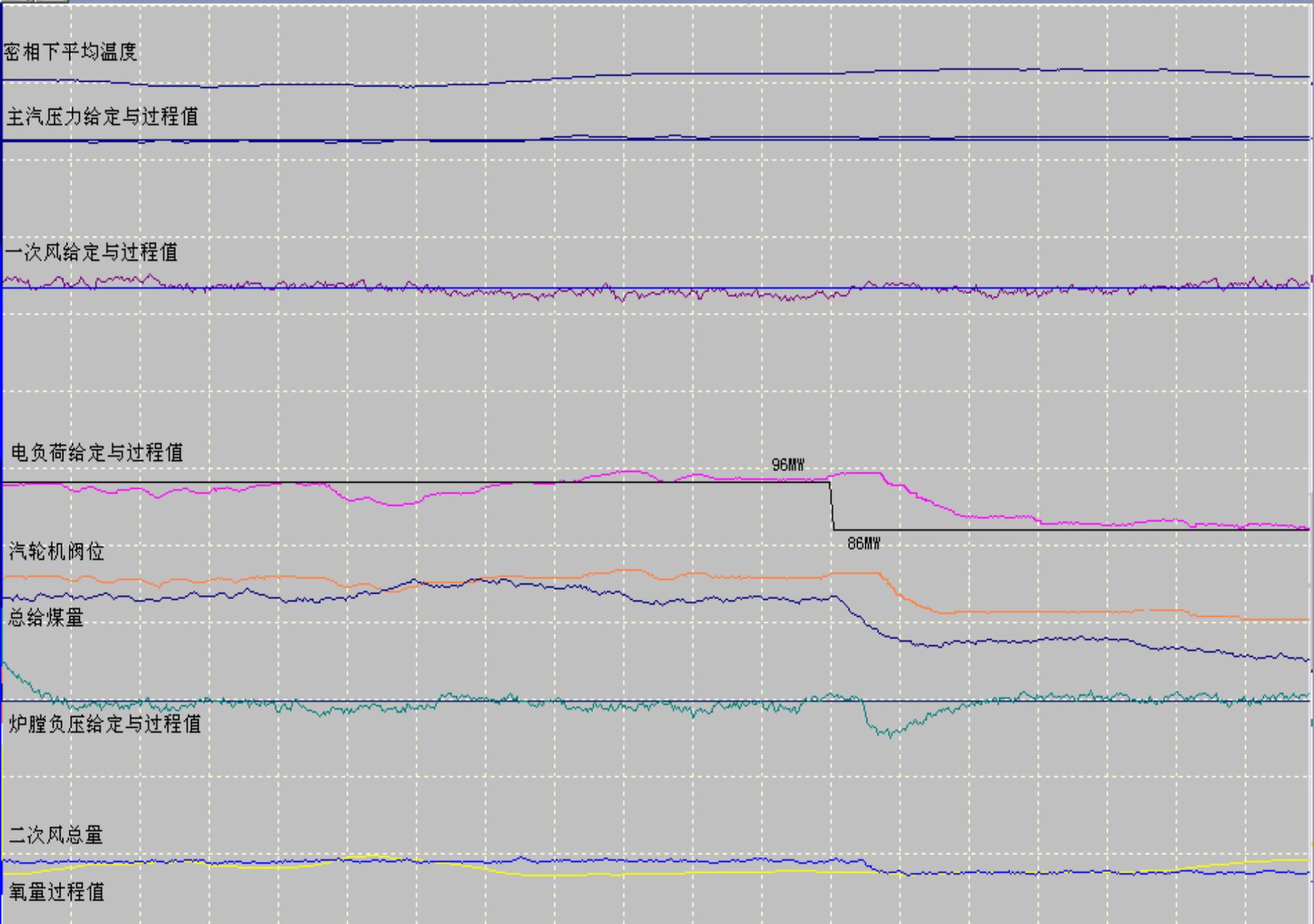
汽轮机阀位

总给煤量

炉膛负压给定与过程值

二次风总量

氧量过程值



密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

一次风给定与过程值

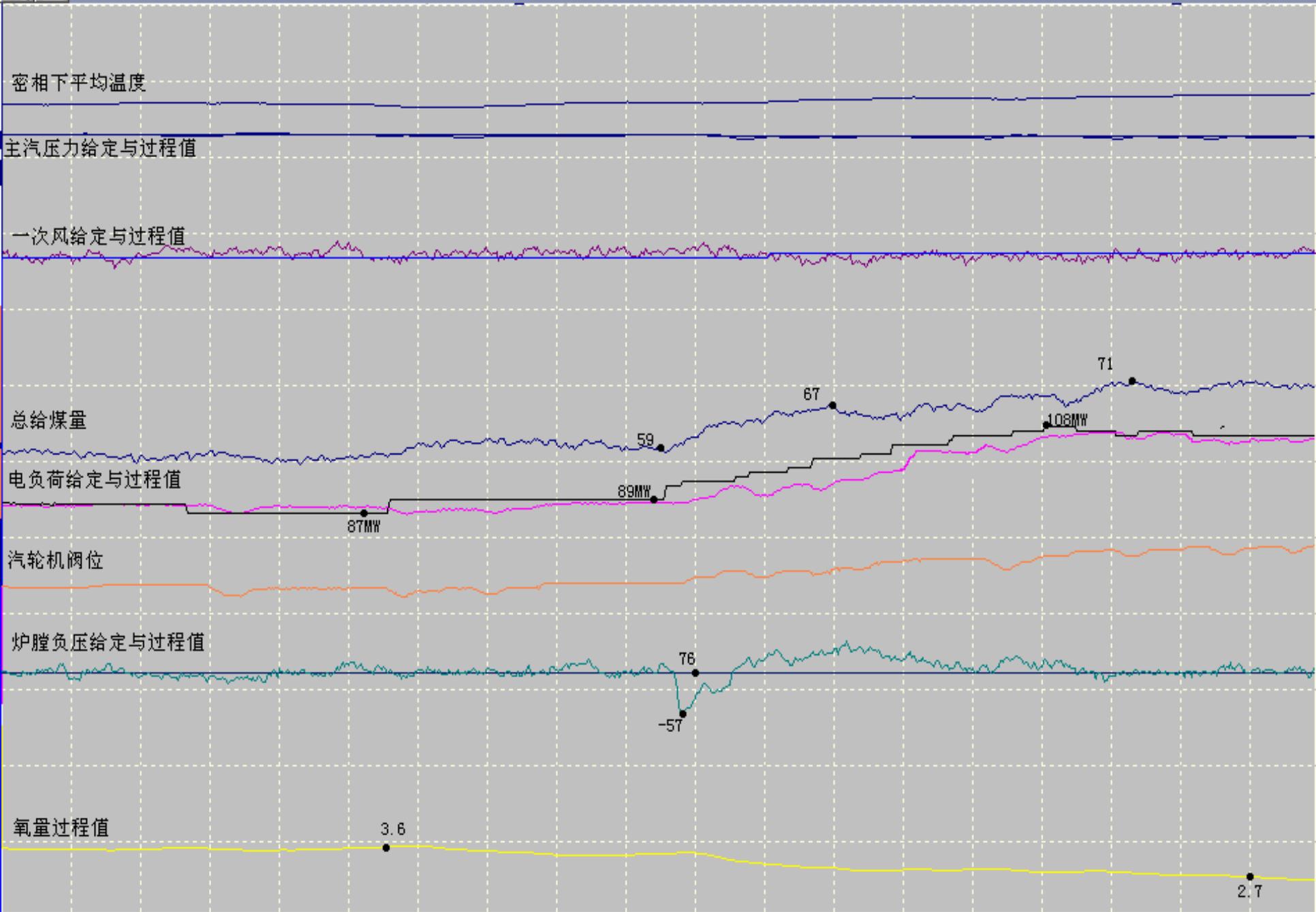
总给煤量

电负荷给定与过程值

汽轮机阀位

炉膛负压给定与过程值

氧量过程值



密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

13.68
13.55MPa

一次风给定与过程值

总给煤量

电负荷给定与过程值

121MW

113MW

108MW

104MW

111MW

100MW

汽轮机阀位

炉膛负压给定与过程值

48Pa

-82Pa

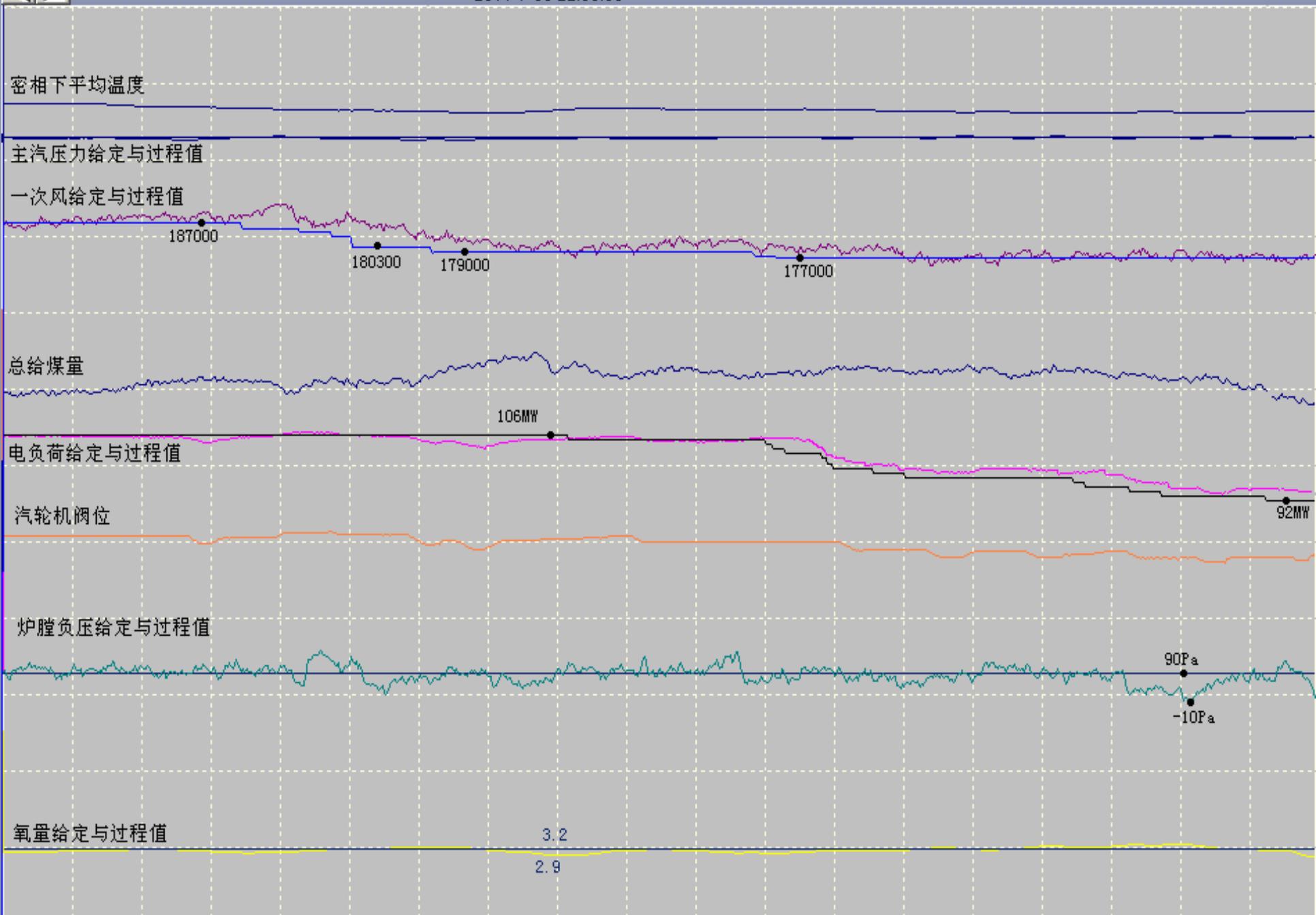
48Pa

-42Pa

48Pa

-80Pa

氧量过程值



密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

一次风给定与过程值

汽轮机阀位

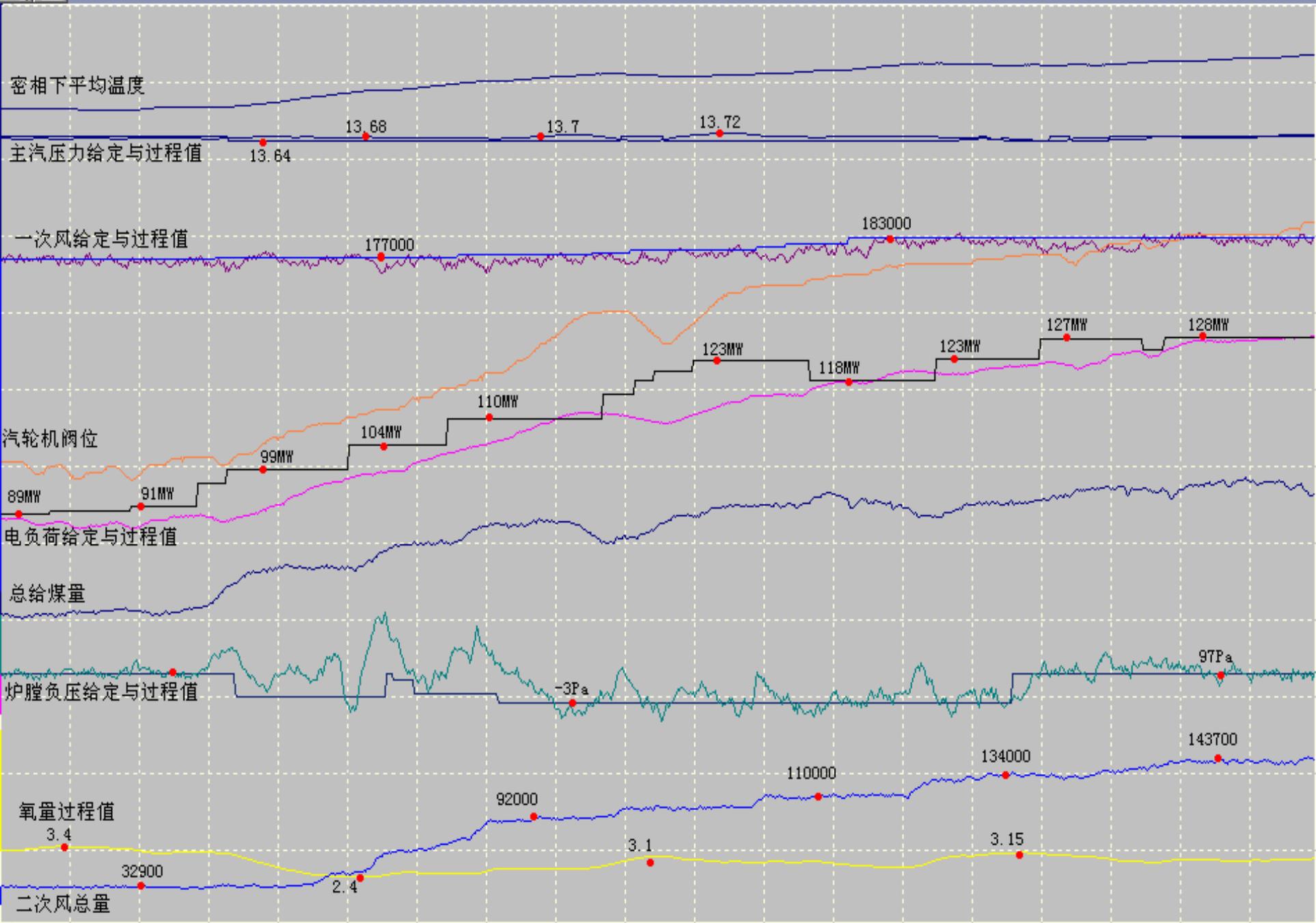
电负荷给定与过程值

总给煤量

炉膛负压给定与过程值

氧量过程值

二次风总量



密相下平均温度

主汽压力给定与过程值

13.65
13.62

一次风给定与过程值

174200
178000

182000

汽轮机阀位

电负荷给定与过程值

131MW

133MW

130.5MW

131.5MW

133.5MW

130.5MW

122MW

126MW

电负荷给定与过程值

115MW

110MW

总给煤量

炉膛负压给定与过程值

97Pa

二次风总量

氧量过程值

2.6

3.0

给煤甲控制: 0.2406
给煤乙控制: -0.03949
主汽压高值: 13.48

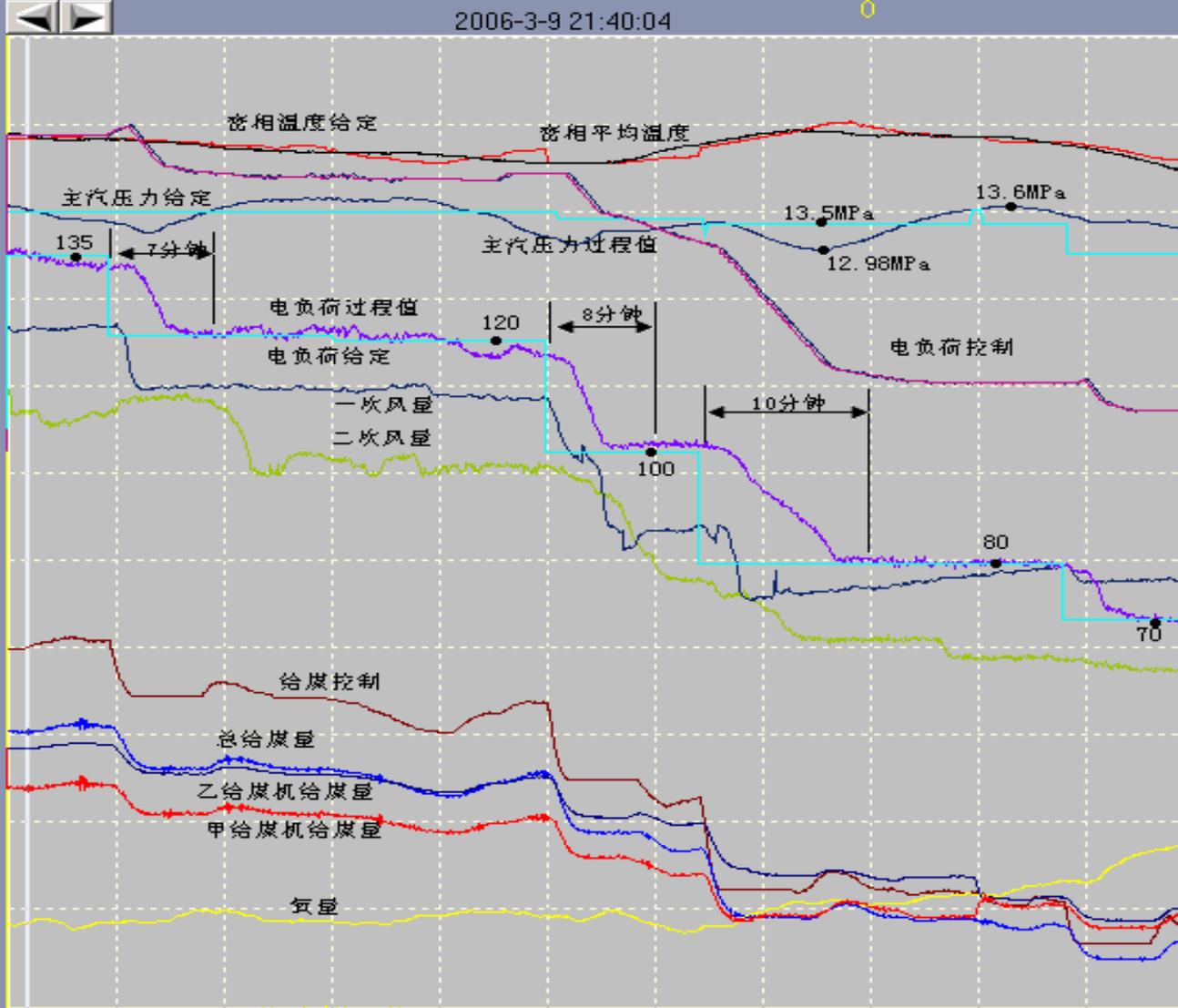
给煤甲控制: 0
给煤乙控制: 0
主汽压低值: 13.35

协调等待
协调等待
0
0

电负荷控制: 104.6
汽机功率设定值: 104.6

2006-3-9 21:40:04

密相温度给定: 880.7
密相平均温度: 882.9



电负荷: 135
电负荷给定: 135.4

给煤控制: 57.22
总给煤量: 56.82

甲给煤机给煤量: 26.33
乙给煤机给煤量: 30.5

主汽压力给定: 13.5
主汽压力过程值: 13.54

二次风总量: 143.1
一次风总量: 156.6

省煤器出口氧量: 4.482

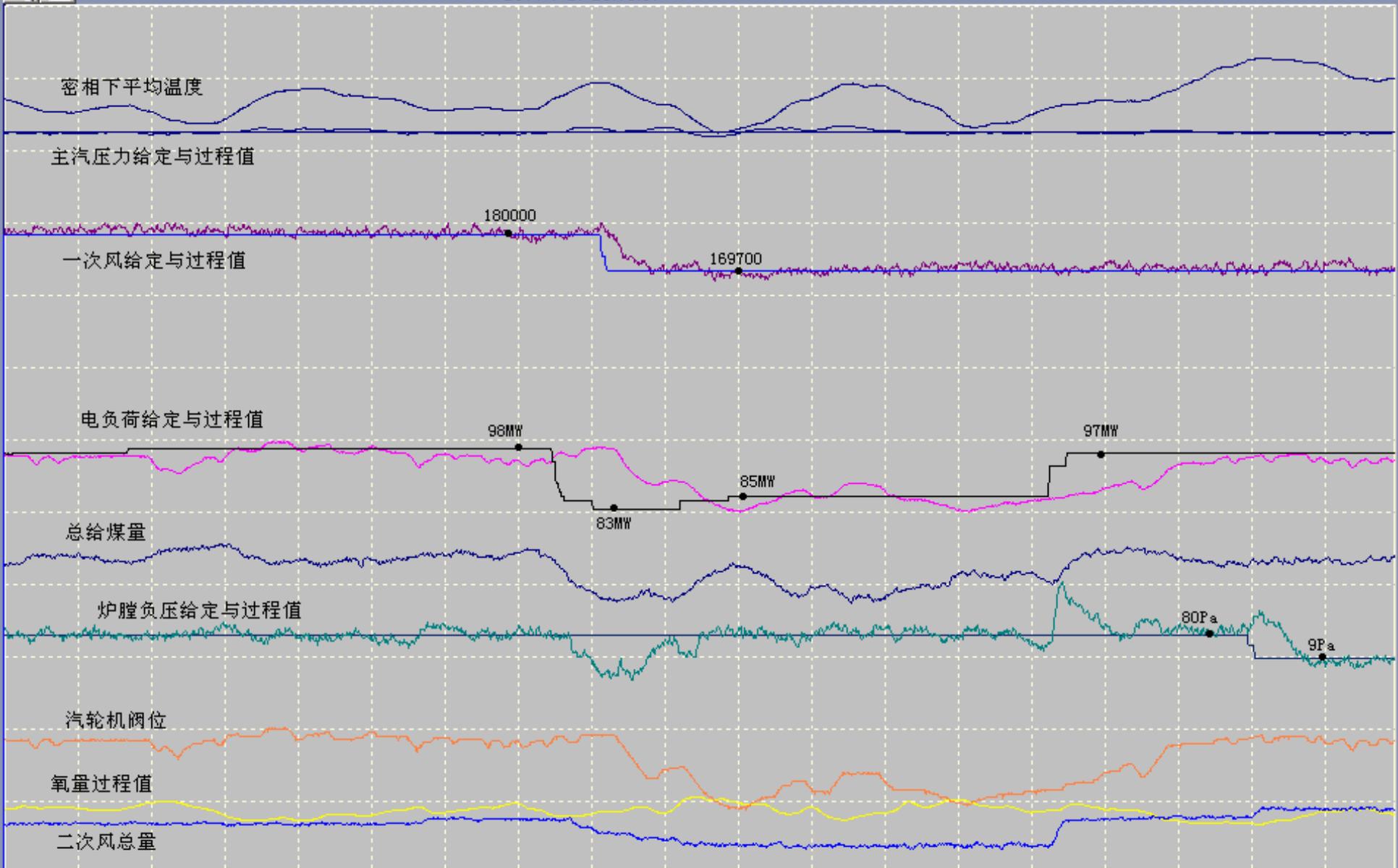
2006-3-9 21:38:26

2006年3月9日 21:00--23:00变负荷曲线图 (135MW--70MW)

2006-3-9 23:07:26

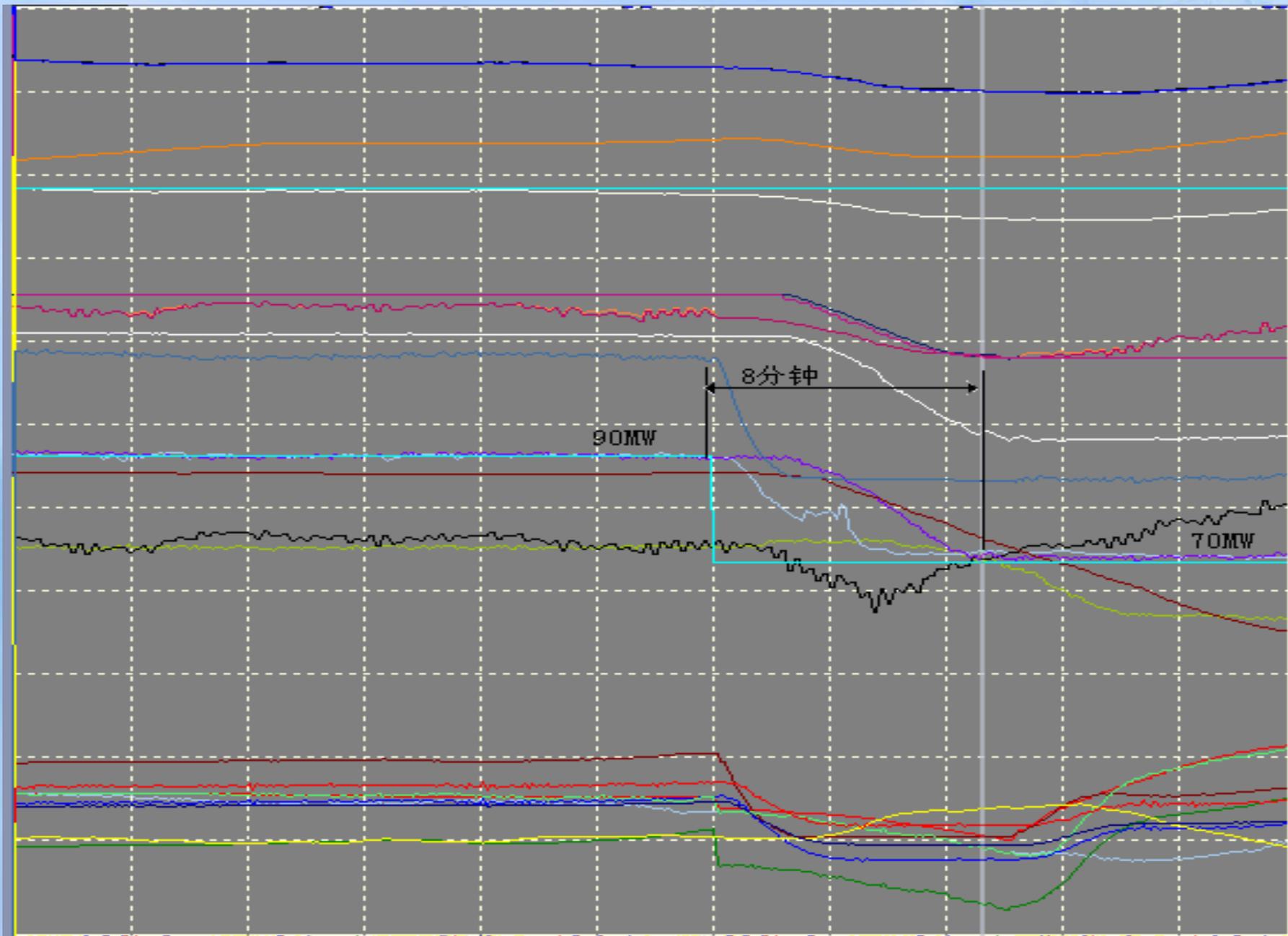
负荷变化时风量控制效果图

2011-7-27 23:19:57



2011-7-27 21:10:00

2011-7-27 23:20:00



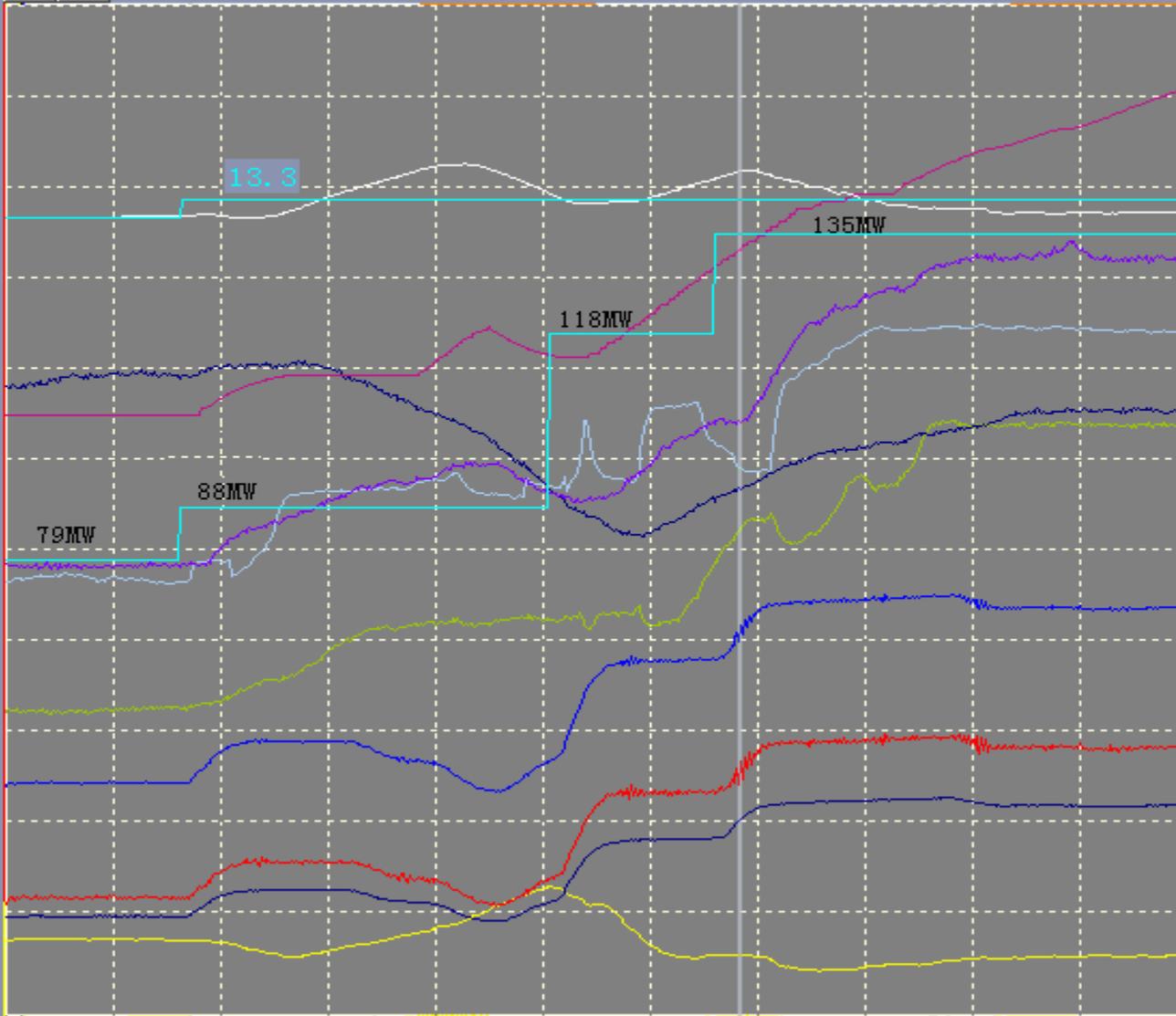
电负荷控制：93.33

自动
协调等待
0
0

主汽压高值：13.88

主汽压低值：13.88

2006-3-20 18:53:18



密相平均温度：873.2

电负荷：102.7
电负荷给定：135

总给煤量：46.3

甲给煤机给煤量：22.66

乙给煤机给煤量：23.64

主汽压力给定：13.3

主汽压力过程值：13.77

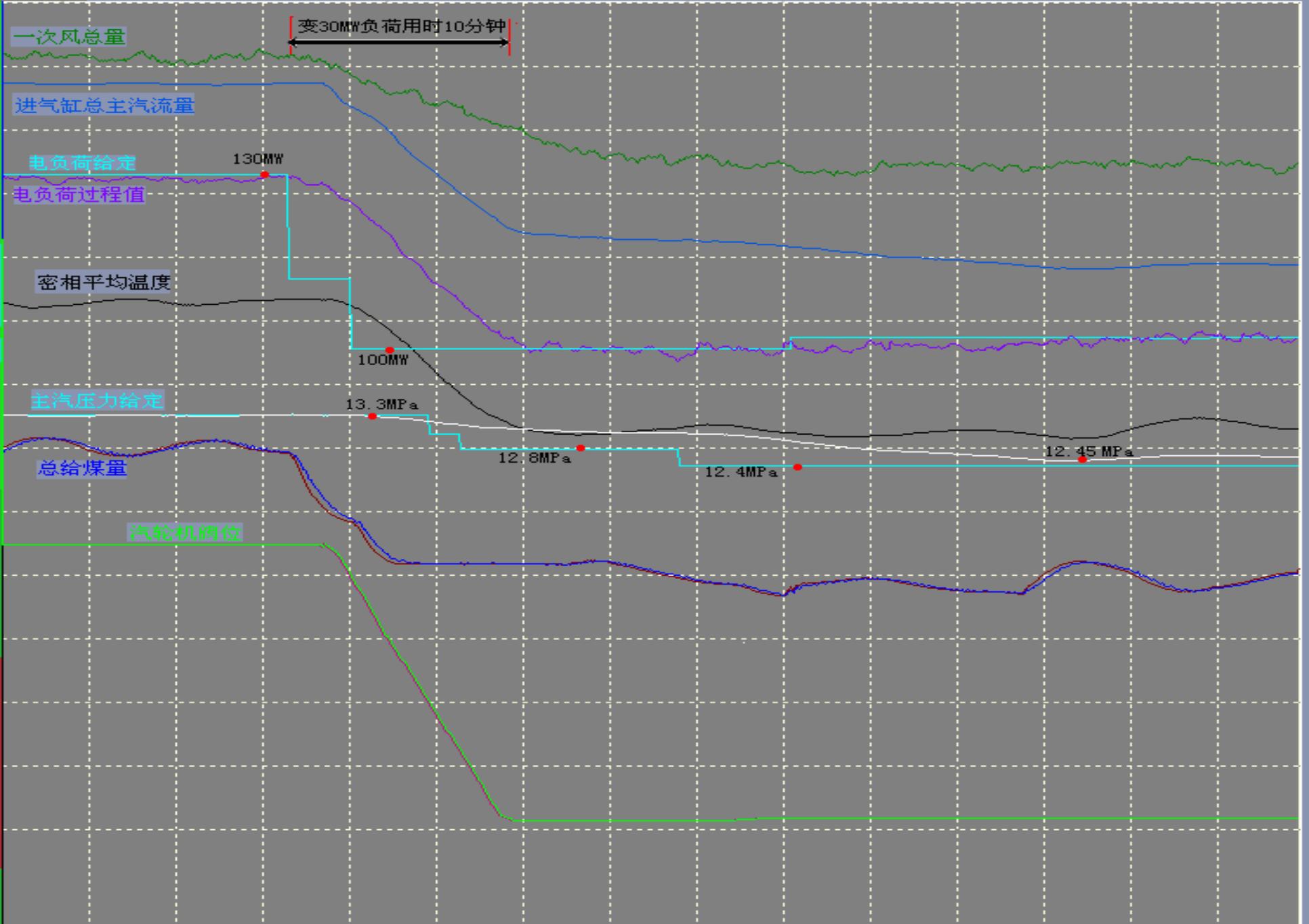
二次风总量：116.4

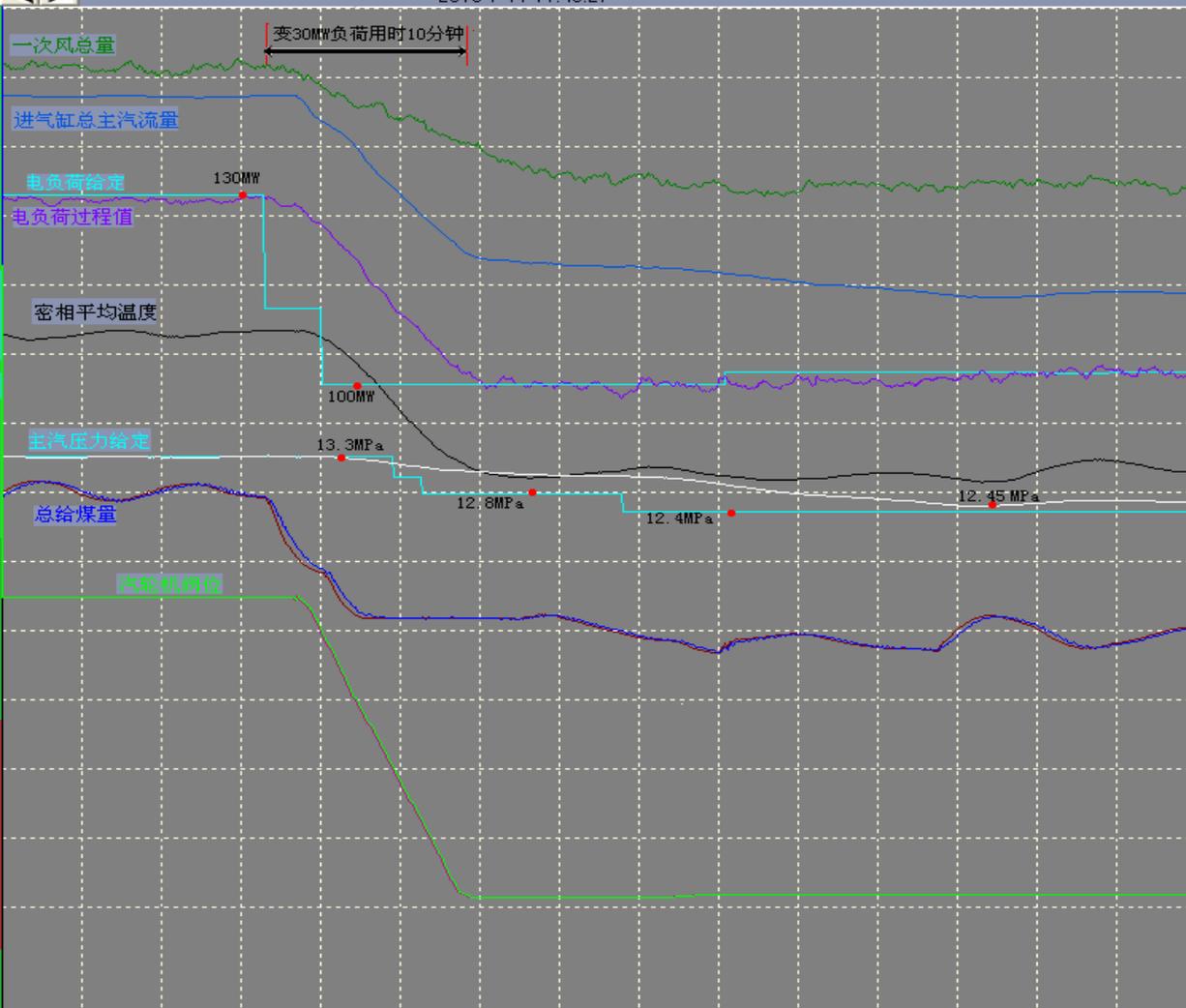
一次风总量：123.8

省煤器出口氧量：3.424

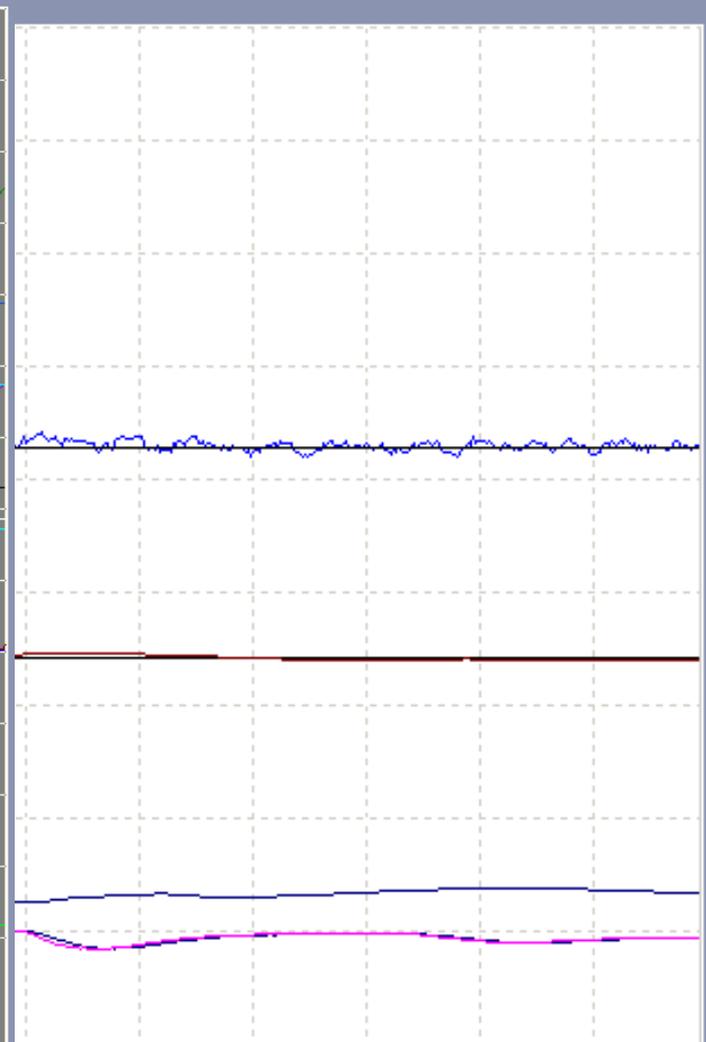
2006-3-20 18:21:26

2006-3-20 19:12:26



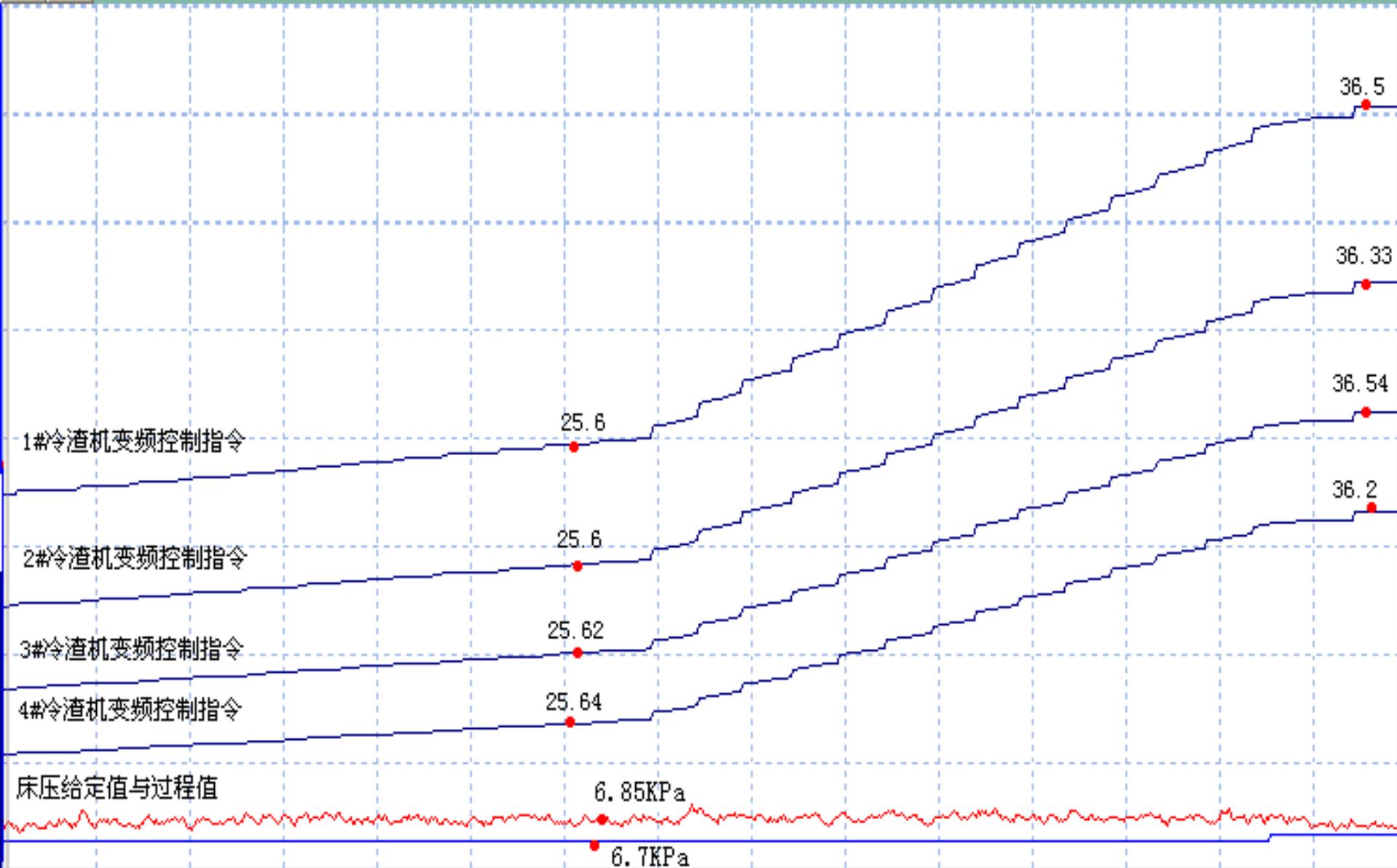


2010-7-11 11:48:27 2010-7-11 12:48:27



床压控制效果图

2011-7-27 6:30:45



2011-7-27 6:30:26

2011-7-27 7:30:00

1#冷渣机变频控制指令

36.88

2#冷渣机变频控制指令

36.88

3#冷渣机变频控制指令

36.88

4#冷渣机变频控制指令

36.88

22.65

22.65

22.65

22.65

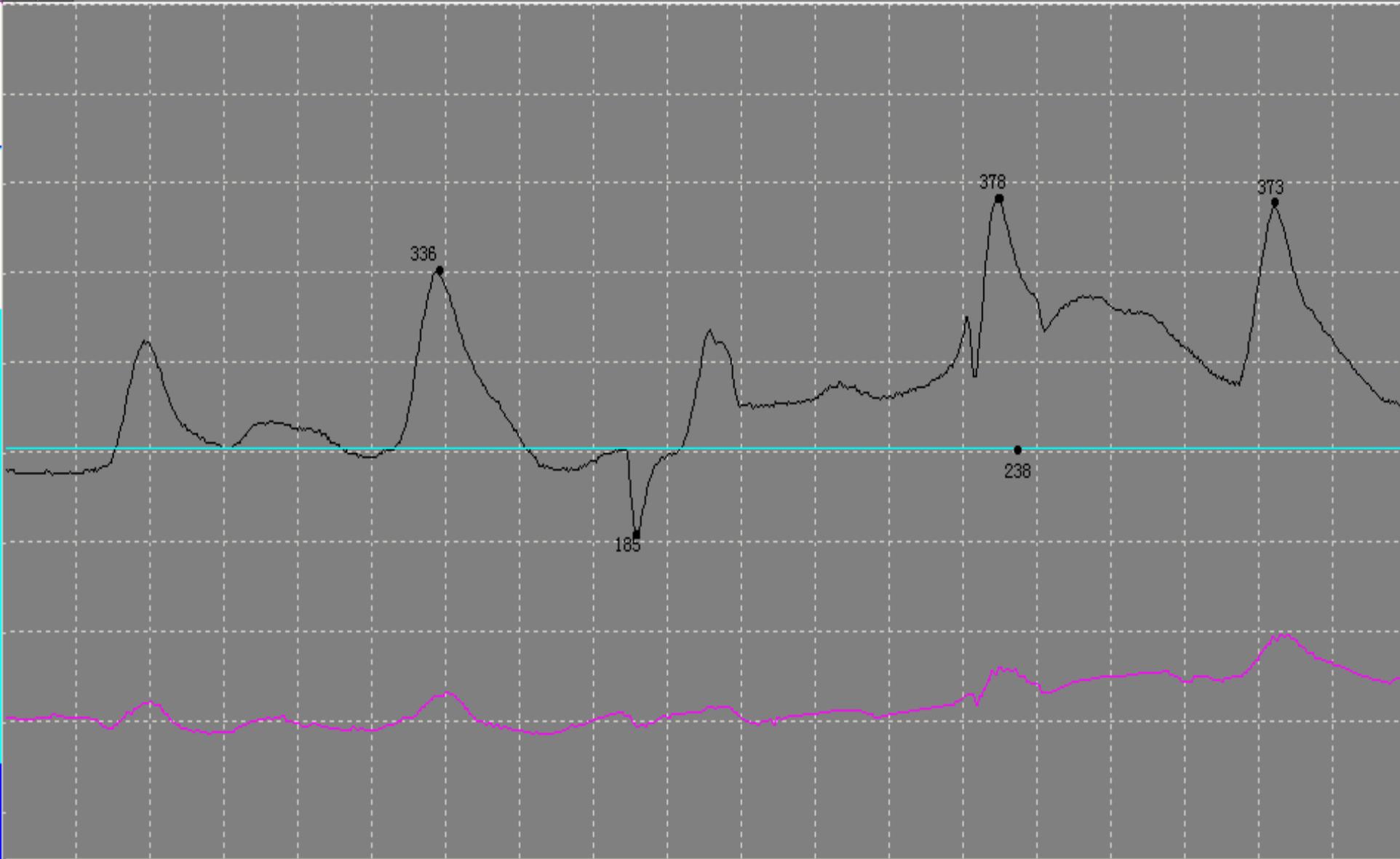
床压给定值与过程值

6.4KPa

6.16KPa

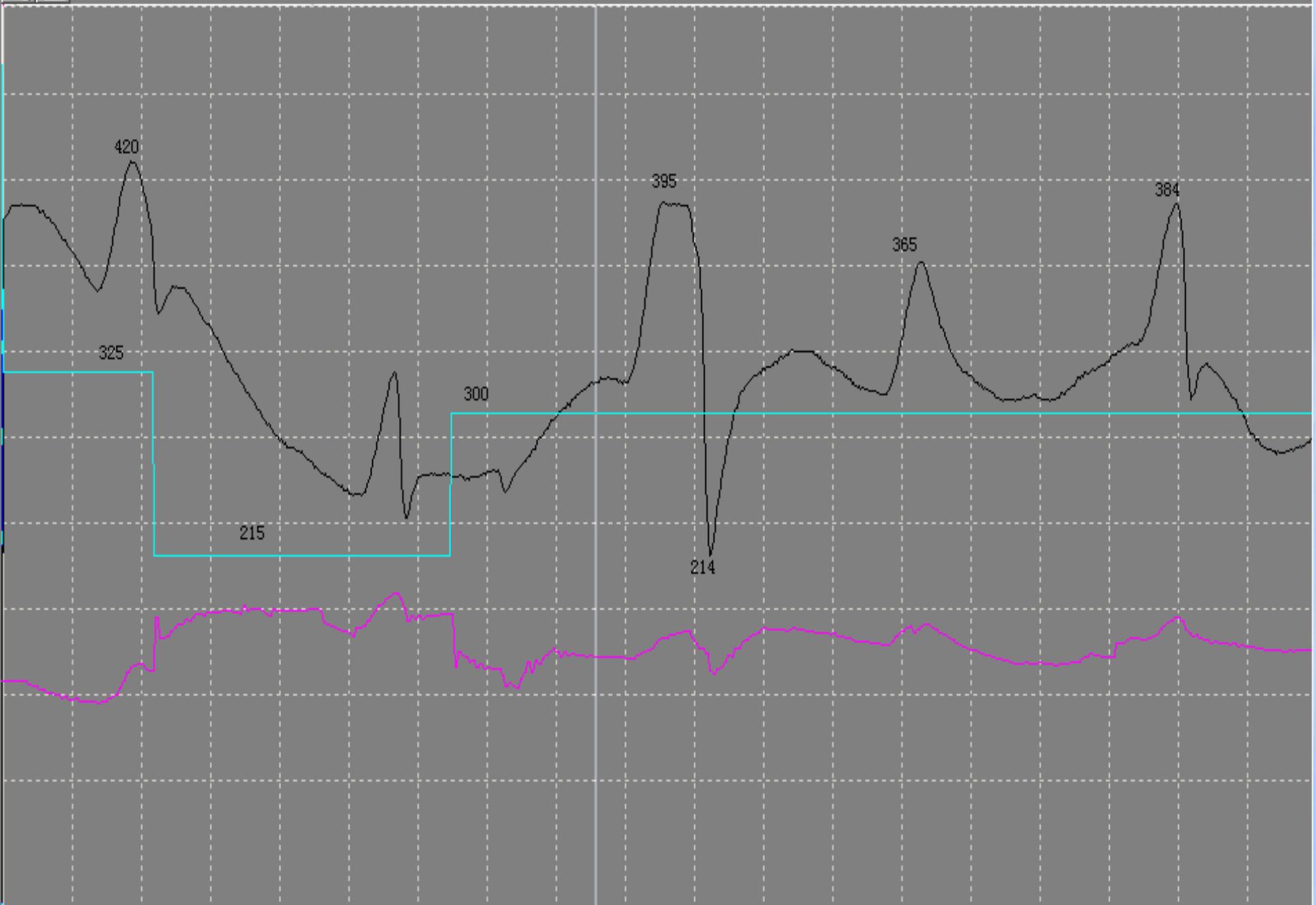
石灰石控制效果图

2011-7-31 19:10:09

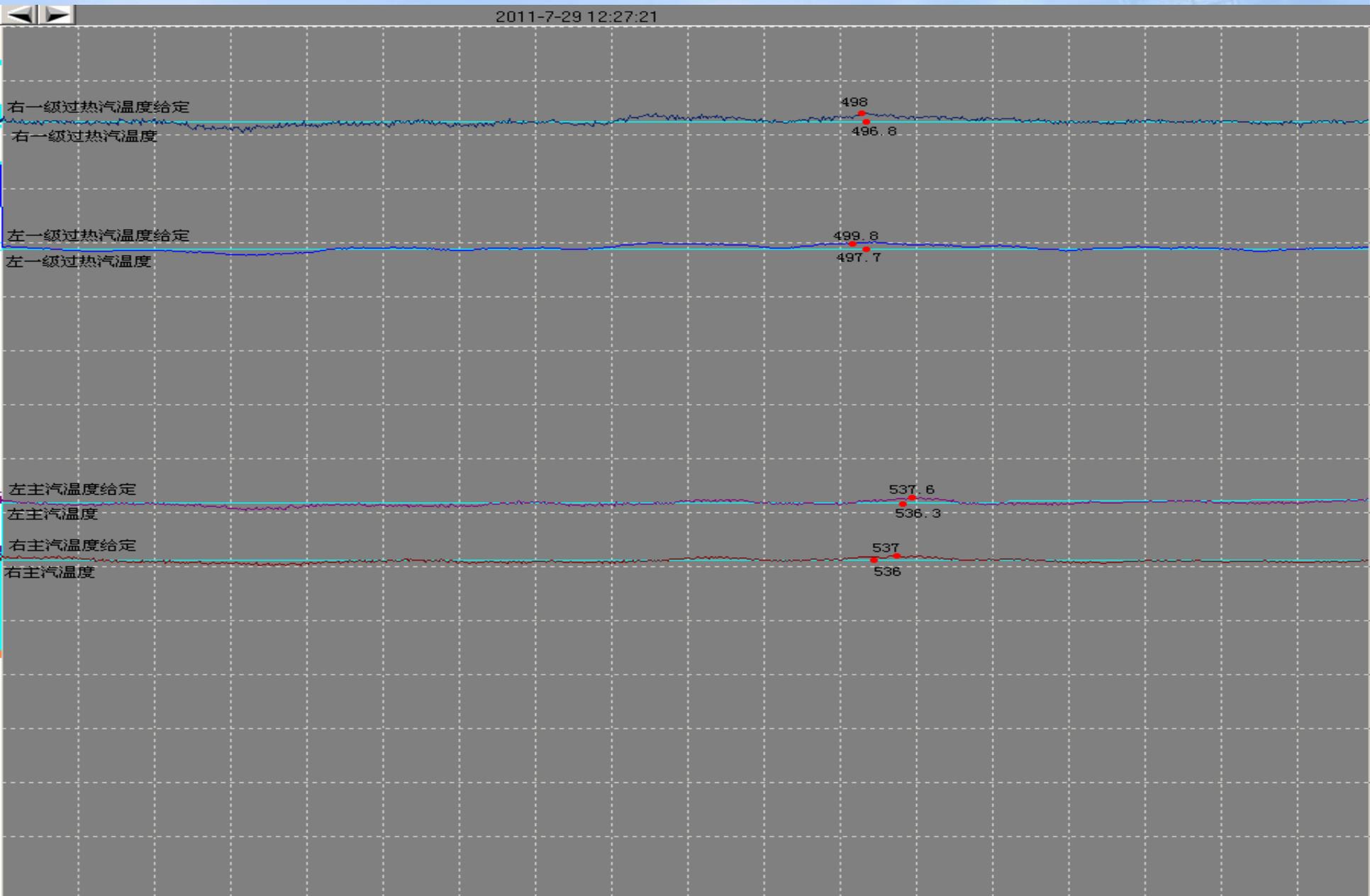


2011-7-31 18:27:31

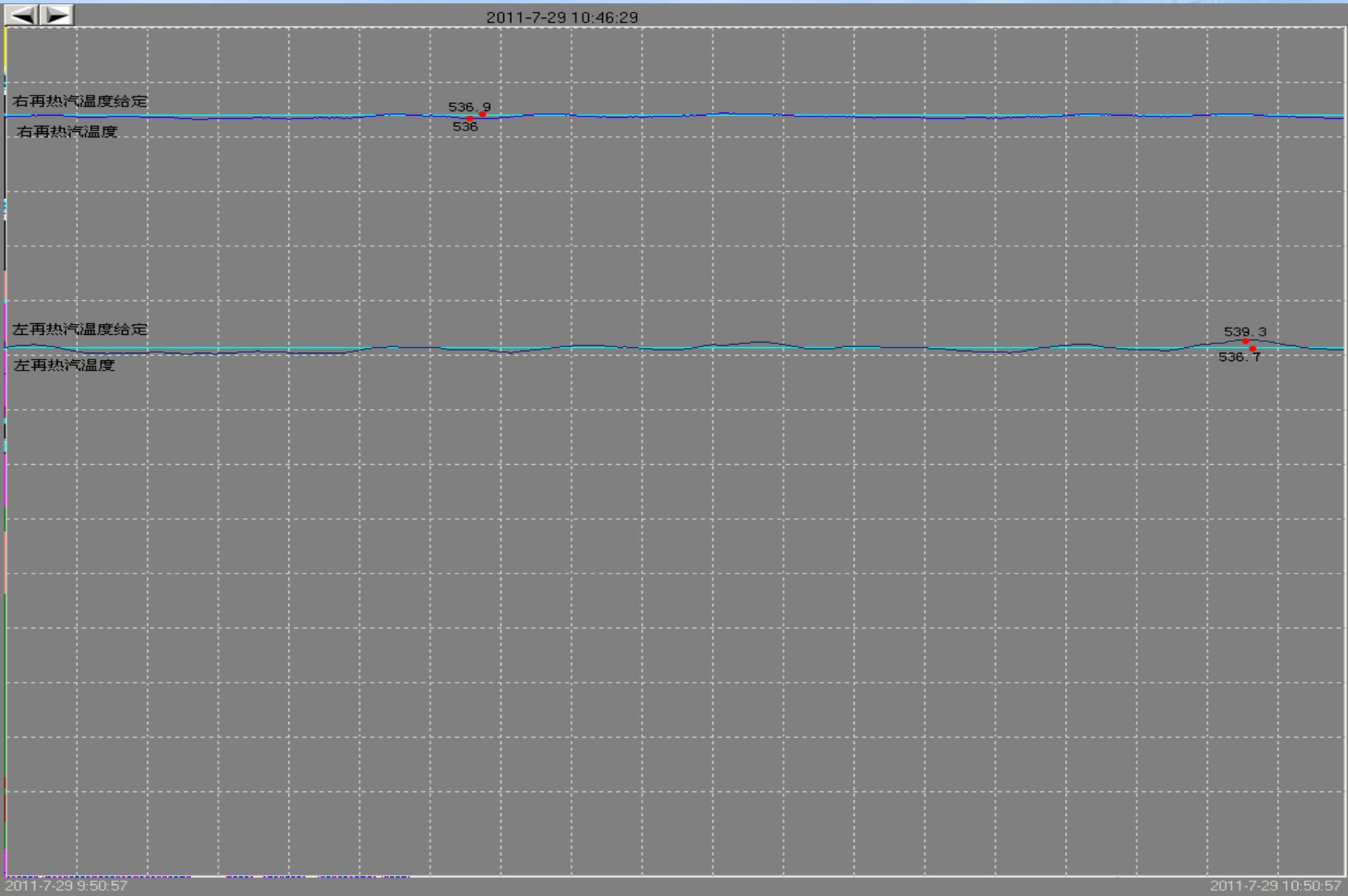
2011-7-31 19:27:31



主汽温度控制效果图



再热汽温度控制效果图



六、项目业绩清单

- 中国电力投资集团内440T/H-480 T/H CFB锅炉优化控制系统案例：8套；
- 华能集团内440T/H CFB锅炉优化控制系统案例： 1套；
- 华电集团内480 T/H CFB锅炉优化控制系统案例： 4套；
- 神华集团内480 T/H CFB锅炉优化控制系统案例： 2套；
- 中国石油集团220 T/H CFB锅炉优化控制系统案例： 3套；
- 中国石化集团CFB锅炉优化控制系统案例： 7套；
- 中国海油集团240 T/H CFB锅炉优化控制系统案例： 7套；
- 其他行业CFB锅炉优化控制系统案例： 近30套；

- ◆**通辽盛发热电有限责任公司440吨CFB锅炉优化+机炉协调控制项目**
- ◆**赤峰热电厂440吨CFB锅炉优化控制+机炉协调控制项目**
- ◆**中石化天津分公司465T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目**
- ◆**神华阳光发电有限公司480T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目**
- ◆**华电淄博热电有限公司465T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目**
- ◆**神华准能公司矸电厂480T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制系统**
- ◆**中石化齐鲁炼油事业部 240吨CFB锅炉优化+2炉协调控制项目**
- ◆**山东石横特钢集团东阿金华钢铁有限公司130吨CFB锅炉优化项目**
- ◆**中石化北京燕山石化310吨CFB锅炉优化项目**
- ◆**中石化齐鲁第二化肥厂240吨CFB锅炉优化+3炉协调控制项目**
- ◆**辽宁葫芦岛锦西炼化总厂热电240吨CFB锅炉优化+3炉协调控制项目**

- ◆中海油山东海化集团热电厂240吨CFB锅炉优化+7炉协调控制项目
- ◆华电辽宁阜新金山煤矸石热电480吨CFB锅炉优化+机炉协调控制项目
- ◆山西阳泉兆丰铝业热电480T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目
- ◆华电内蒙古乌达热电480T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目
- ◆韩国希捷山东聊城蓝天热电有限公司130T/H CFB锅炉燃烧优化项目
- ◆浙江嘉兴新嘉爱斯热电240T/H CFB锅炉燃烧优化控制+3炉协调控制
- ◆福建永定金业发电厂130T/H CFB锅炉燃烧优化+2炉协调控制项目
- ◆中电投河南新乡热电厂440T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目
- ◆中电投河南开封热电厂440T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目
- ◆中铝河南巩义热电厂440T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目
- ◆中电投重庆永川热电厂440T/H CFB锅炉燃烧优化+机炉协调控制项目

七、证书

发明专利证书

发明名称：循环流化床锅炉燃烧过程优化控制系统

发明人：江青茵；曹志凯；文严峻

专利号：ZL 03 1 43920.9 国际专利主分类号：F23C 10/28

专利申请日：2003年7月29日

专利权人：厦门厦大海通自控有限公司

授权公告日：2005年5月25日

证书号 第 209937 号



本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。缴纳本专利年费的期限是每年07月29日前一个月内，未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转让、继承、撤销、无效、终止和专利权人的姓名、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

专利号 

局长 





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



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: 20200001
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>)上的查询权限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, 变更后的权利人也应当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



国家重点新产品 证书

项目名称：循环流化床（CFB）锅炉先进控制系统

项目编号：2005ED105014

承担单位：厦门厦大海通自控有限公司

发证时间：2005年6月

有效期：三年

批准机关：





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

兹证明

注册号: 03810Q21234R0S

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

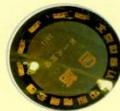
地址: 中国·北京·海淀区德胜门西大街15号
远洋风景8-2-6, 100082

签发:

高凤



体系认证
CNAS C038-Q



中国华电集团公司科学技术进步奖

获奖证书

获奖项目:150MW级CFB锅炉协调优化
控制系统的研究

获奖等级:二等

获奖者:亢金锁

奖励年度:2009年

发证机构:中国华电集团公司



证书号:2009-2-11-G08

为表彰在促进中国
华电集团公司科学技术
进步工作中做出重大贡
献者，特颁发此证，以
资鼓励。

目前达到的控制效果：

- 1、主汽压力：①、负荷稳定状态时，压力过程值平均误差保持在压力给定值的 $\pm 0.2\text{Mpa}$ 以内；②、外部负荷增减10%负荷时，负荷平均变化率1.5MW/分钟，压力平均误差控制在给定值的0.3Mpa以内。
- 2、负荷：自动投入情况下机组负荷控制在给定值的 $\pm 2\%$ 以内，负荷调整速率：1MW/分钟 \sim 3.5MW/分钟,平均变负荷率为1.5MW/分钟。
- 3、床温变化：床温控制在正常工艺允许的范围内，床温波动在 $\pm 15^\circ\text{C}$ 以内；工况变化较大时，控制在工艺允许波动范围内。
- 4、氧量：控制在给定值的 ± 0.35 以内；
- 5、炉膛负压：负荷稳定时控制在给定值的 ± 30 以内，负荷变化时控制在给定值的 $\pm 90\text{Pa}$ 以内；
- 6、SO₂含量：负荷稳定时控制在给定值的 ± 20 以内，负荷及煤质波动大时控制在给定值的 ± 60 以内；
- 7、床压：控制在给定值的 $\pm 0.2\text{KPa}$ 以内；
- 8、一级减温汽温：工况稳定时，控制在给定值的 ± 1.5 度以内；工况变化较大时，控制在给定值的 ± 5 度以内；
- 9、二级减温汽温：工况稳定时，控制在给定值的 ± 1.5 度以内；工况变化较大时，控制在给定值的 ± 4 度以内；
- 10、再热汽温度：工况稳定时，控制在给定值的 ± 2 度以内；工况变化较大时，控制在给定值的 ± 6 度以内；
- 11、在主设备无故障的情况下，优化系统所有自动回路自动投入率达到100%；主汽压力和机炉协调控制系统在经常变负荷的情况下最大连续投入时间达到25小时以上。

结论：本控制系统经过168H连续投运，期间经过多次变负荷过程考验，整体控制效果良好，达到了设计要求，完全满足《DL/T 657—2006 火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程》文件中“火电工程调整试运质量检验及评定标准”要求。各项技术指标完全满足技术协议要求。

厦门大学研发、技术支持专家团队人员表

序号	姓名	职务	所在单位	项目中担任角色	备注
1	江青茵	教授	厦门大学	项目组总技术负责人，全面负责项目研发和软件研发及工业实施。	
2	曹志凯	副教授	厦门大学	项目组主要成员，负责CFB锅炉燃烧过程建模和部分软件研发。	
3	师佳	副教授	厦门大学	项目组主要成员，参与控制系统开发。	
4	周华	助理教授	厦门大学	项目组主要成员，负责控制系统开发。	

序号	阶段	安装时间	项目实施过程
1	修改DCS组态及前期通讯配置工作	5工作日	项目前期工作（现场软、硬件安装，通讯接口、先控配点、通讯测试）；甲方成立项目小组，由专人负责提供项目现场实施的安装条件。乙方准备充分的项目实施所必需的详细书面材料，供甲方参考。主要工作内容包括：现场硬件平台的安装、软件的安装，通讯接口的安装及测试；现场采集点的配置等工作。乙方提供详细书面组态修改方案给甲方。
2	运行及维护培训	7工作日	仿真、现场培训（数据采集、仿真，现场操作人员培训）：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，对控制器参数进行精细化的调整，在线仿真时只用采集到的现场的操作数据，不会影响生产。甲方负责组织相关人员配合，由乙方技术人员提供相关资料进行技术培训。
3	试投运、调试	10工作日	试投运（项目试投运）。主要工作是对组态的各个控制回路进行单独投运，最终达到所有回路的联合投运。此项工作在乙方技术人员仿真结束后，提出试投运申请，甲方签字确认后，安排相关人员负责协调各专业关系，协助乙方共同完成试投运各项工作。各控制回路单独投运及全部联投。调试（项目调试）。主要是对各个控制回路参数及控制器进行参数精细化调整，以确保在各种工况下均能达到较高的控制精度，满足各种工况的控制要求。在项目调试阶段，甲方负责协调各专业间的关系，协助乙方技术人员，满足乙方项目调试所需要的条件。
4	正式投运	10工作日	正式投运（项目正式投运）。在调试结束后，甲方项目组安排正式投运，主要是考察各回路自动投入的稳定性及周期性，确保安全可靠，长期达到自动方式运行。项目组负责监督自动投入相关事宜，确保该项目的正常使用。
5	能耗对比	7工作日	进行能耗对比试验
6	验收	10工作日	项目验收。在正常投运周期结束后，项目组负责安排组织乙方进行项目正式验收，提前提出验收方案，乙方进行具体实施。验收时，乙方应提供项目组要求的相关书面及电子版文件，相关文件项目组成员签字确认。
7	资料整理	3工作日	整理并确认相关资料，进行资料的交接



戊子年 |
Happy New Year

谢谢大家!
Thanks