

# 基于实时数据库PI的企业实时监控

2007年10月



中国石油化工股份有限公司长岭分公司

# 基于实时数据库PI的企业实时监控

周博才

中国石化长岭分公司计算机应用研究所

湖南岳阳市，414012

**摘要：** 本文结合中国石化长岭分公司应用实时数据库PI十年的成功经验，重点介绍了实时数据库在装置实时监控、计量网络系统、装置操作“合格率”和“平稳率”考核系统、环保信息管理系统等方面的典型应用。

**关键字：** 实时数据库、PI、实时监控



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 目 录

1. 前言
2. 实时数据库为炼化企业管控一体化提供数据支撑
3. 关键技术
4. 典型应用
  - ① 装置工况实时监控
  - ② 实时计量网络系统
  - ③ **DCS**装置重要工艺参数合格率、平稳率考核系统
  - ④ 装置**DCS**“自控率”实时统计考核系统
  - ⑤ **APC**投用率实时监控
  - ⑥ 机房温湿度实时监控
  - ⑦ 实时环保信息管理系统
5. 结束语



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 1、前言

中国石油化工股份有限公司长岭分公司坐落在洞庭湖畔、长江之滨的湖南省岳阳市，北临长江、南靠京广铁路，与**107**国道和京珠高速公路相邻，水陆交通便利。她是中国石油化工股份有限公司在中国华中地区的一座大型炼油化工生产企业，公司目前拥有两套常减压、两套催化裂化、延迟焦化、催化重整、加氢、制氢、聚丙烯等**21**套炼油化工生产装置。原油加工能力达到**500**万吨/年，生产聚丙烯能力**12**万吨/年，重油催化裂化能力**220**万吨/年，焦化处理能力**80**万吨/年，催化重整能力**50**万吨/年。公司重视利用信息技术改造传统产业，实时数据库应用、**ERP**（企业资源计划）、**MES**（生产执行系统）和**APC**（先进控制）技术的研究与应用取得了显著成效。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

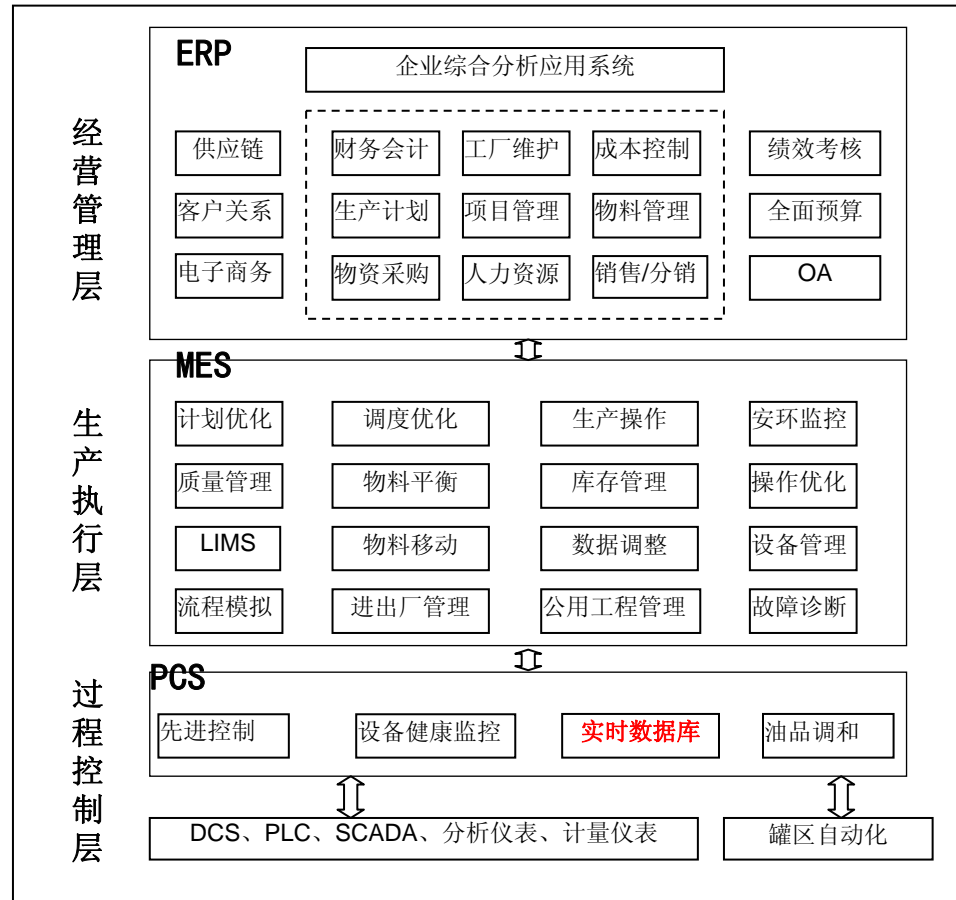
## 1、前言

长岭分公司于1997年引进美国OSI软件公司的实时数据库PI(Plant Information)系统，当时容量为5000点，只能满足主要生产装置DCS系统的数据上网工作，2003年分公司实施ERP时，对PI系统进行升级改造，容量扩为20000点。长岭分公司建立了以实时数据库PI为核心的面向生产实时监控、关键参数监控的综合生产调度管理系统，利用实时数据库和开发相关应用系统，指挥生产、监控生产过程，利用历史数据分析故障原因等方面在企业生产实践中发挥越来越重要的作用。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 2、实时数据库为炼化企业管控一体化提供数据支撑



图：炼化企业管控一体化系统框架



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 2、实时数据库为炼化企业管控一体化提供数据支撑

(1)、经营管理层：以ERP为核心的集成应用，建成炼化企业统一的、标准化的综合分析应用系统，实现贯穿PCS、MES、ERP各个层次的信息资源的聚集、整合和分析，为企业高管层提供决策性应用和信息的全方位展示，并实现企业与总部一体化信息系统的有效集成，扩大数据共享水平，提升企业经营管理水平，提高炼化企业经济效益，增强市场竞争力及可持续发展能力。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 2、实时数据库为炼化企业管控一体化提供数据支撑

(2)、生产执行层：主要是MES系统建设，建立以生产物流动态管理为核心，以数据集成和核心数据库为支撑，集油品移动、罐区、仓储和装置操作、物料平衡、进出厂管理、公用工程等信息为一体的炼化企业生产监控平台。通过生产过程的可视化，以物料管理为核心，辅助生产经营决策，提高生产管理的精细化水平。通过流程模拟和各类优化技术的应用，优化资源，优化生产加工方案，优化原油调合、成品油调合，优化装置操作，降低生产成本，提高资源利用率，大力推进节能降耗信息技术的应用。





# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 2、实时数据库为炼化企业管控一体化提供数据支撑

(3)、过程控制层：全面实施实时数据库系统建设，突出先进控制技术的推广应用，强化能耗物耗的计量与监控，开发软测量系统和在线油品调和系统，加强设备健康监测，全面提升装置“安稳长满优”操作水平。对重点设备、装置采用优化技术。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 2、实时数据库为炼化企业管控一体化提供数据支撑

实时数据库系统通过将各种过程数据的整合，为生产过程监控、先进控制、在线优化等提供平台，也为MES提供基础数据。实时数据库的信息主要来自DCS、PLC、以及其它自动计量仪表，也可以集成LIMS数据，或通过手工录入、掌上设备等输入离线关键数据。实时数据库提供了方便查询工厂数据和先进控制数据的平台，企业计划人员、运行管理人员、生产执行人员可以通过图形化界面对实时数据库访问，及时掌握生产装置动态。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 3、关键技术

### 3.1、一体化信息集成技术

信息集成是指**ERP/MES/PCS**层次中不同应用系统之间实现数据共享，这些应用系统分布在网络环境下异构计算机系统中，它们所管理和操作的数据格式和存储方式各异，实现信息集成就是要实现数据的转换（不同数据格式和存储方式之间的转换）、数据源的统一(同一个数据仅有一个数据入口)、数据一致性的维护、异构环境下不同应用系统之间的数据传送。在实时数据库应用中，使实时数据库系统成为生产信息管理与决策支持系统的基础。它存储、管理生产实时数据，提供生产过程的实时监控的基础。是进行数据分析与优化控制的前提。同时将企业的实时数据库与关系数据库集成起来，建立统一的企业数据平台。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 3、关键技术

### 3.2、实时数据采集系统接口技术

如何建立一个稳定的、高效的数据采集系统是应用**PI**系统的关键之一。实施**PI**数据采集项目中最关键而且最有难度的地方就是数据接口，我们构造了基于**PI**数据库的数据采集系统、多个数据采集节点，实现了全厂各主要生产装置及罐区各油罐主要参数到**PI**实时数据系统的实时数据交换，使得**PI**系统真正成为了生产实时数据的中心。各个生产场所，各套生产装置、各储油设备现场和历史数据一目了然。分布式的数据采集结构和集中式的数据采集管理使得在**PI**系统的控制台即能有效地控制各个采集节点的数据采集。就结构而言，该套数据采集系统在地理上是分布的，但在控制上又是集中的。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 3、关键技术

### 3.3、异构数据库通信

企业一般同时存在关系数据库和实时数据库。两者的集成与融合具有相当的技术难度，因为两者在系统结构、IO存储机制有很大的区别，因此解决好两者间数据交换接口技术是两者集成与融合的关键所在。利用**PI**和**ORACLE**、**SQL Server**都支持开放数据库互连(**ODBC**)标准、标准的应用程序接口（**API**）、结构化查询语言(**SQL**)等技术实现异种（异构）数据库互连技术特色。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.1. 装置工况实时监控

长岭分公司炼厂以下**DCS**控制的生产装置的数据采集到了实时数据库**PI**，包括：**1#常减压**、**1#重油催化**、**2#常减压**、**2#重油催化**、烷基化、**MTBE**、气分装置、加氢制氢、连续重整、焦化、硫酸、甲醇、大聚丙烯等生产装置。

部分没有**DCS**装置的水、蒸汽、瓦斯等计量点数据通过**RTU**（远程终端单元）采集后进入了**PI**，包括一空一循、小加氢、动力厂、老重整、芳烃和催化剂厂空压站。

油品罐区**PLC**系统采集到**PI**的罐区有：一坨罐区、二坨罐区、芳烃罐区和王坨坡罐区。

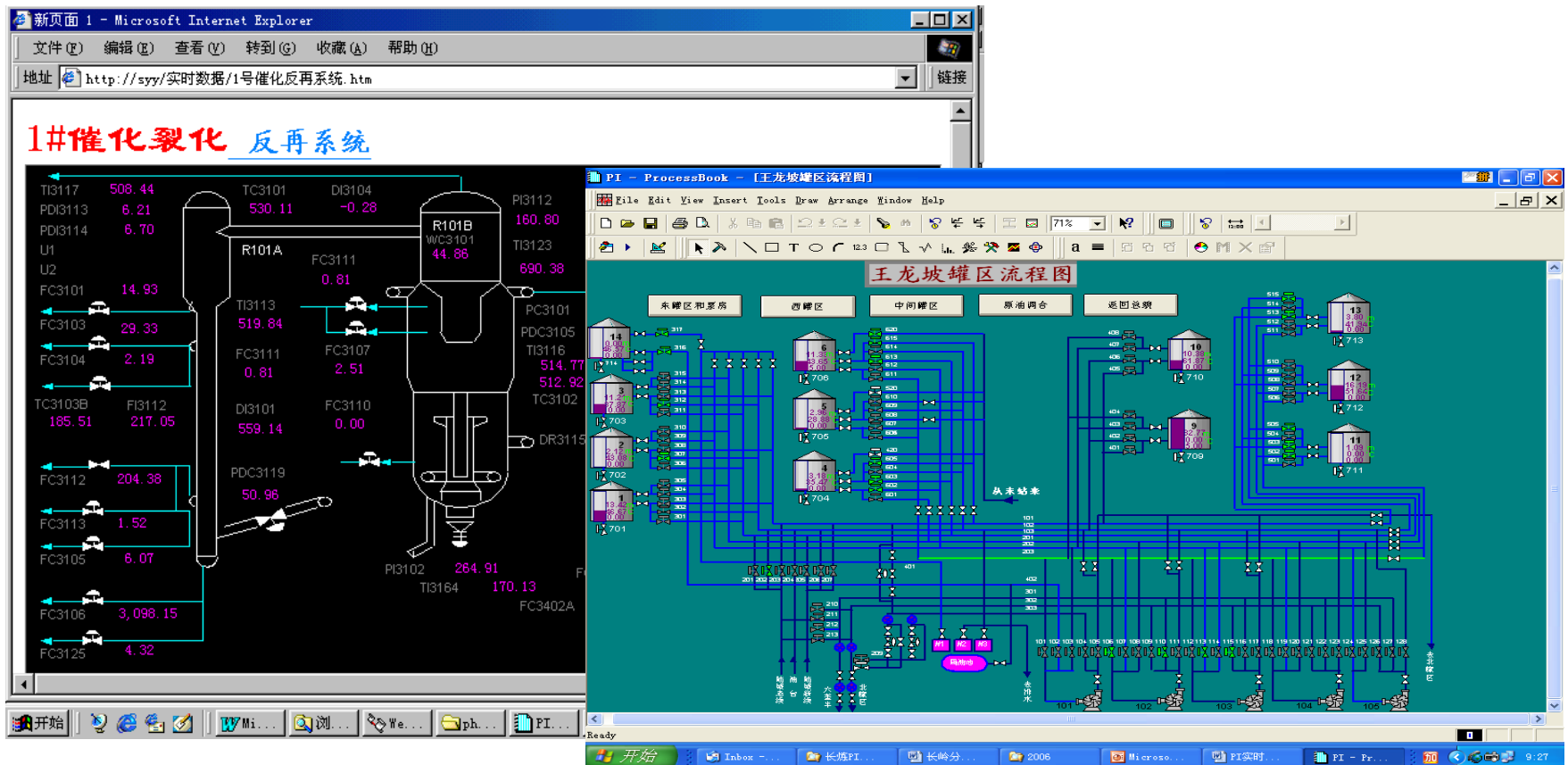




# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.1. 装置工况实时监控



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用 4.2. 实时计量网络系统

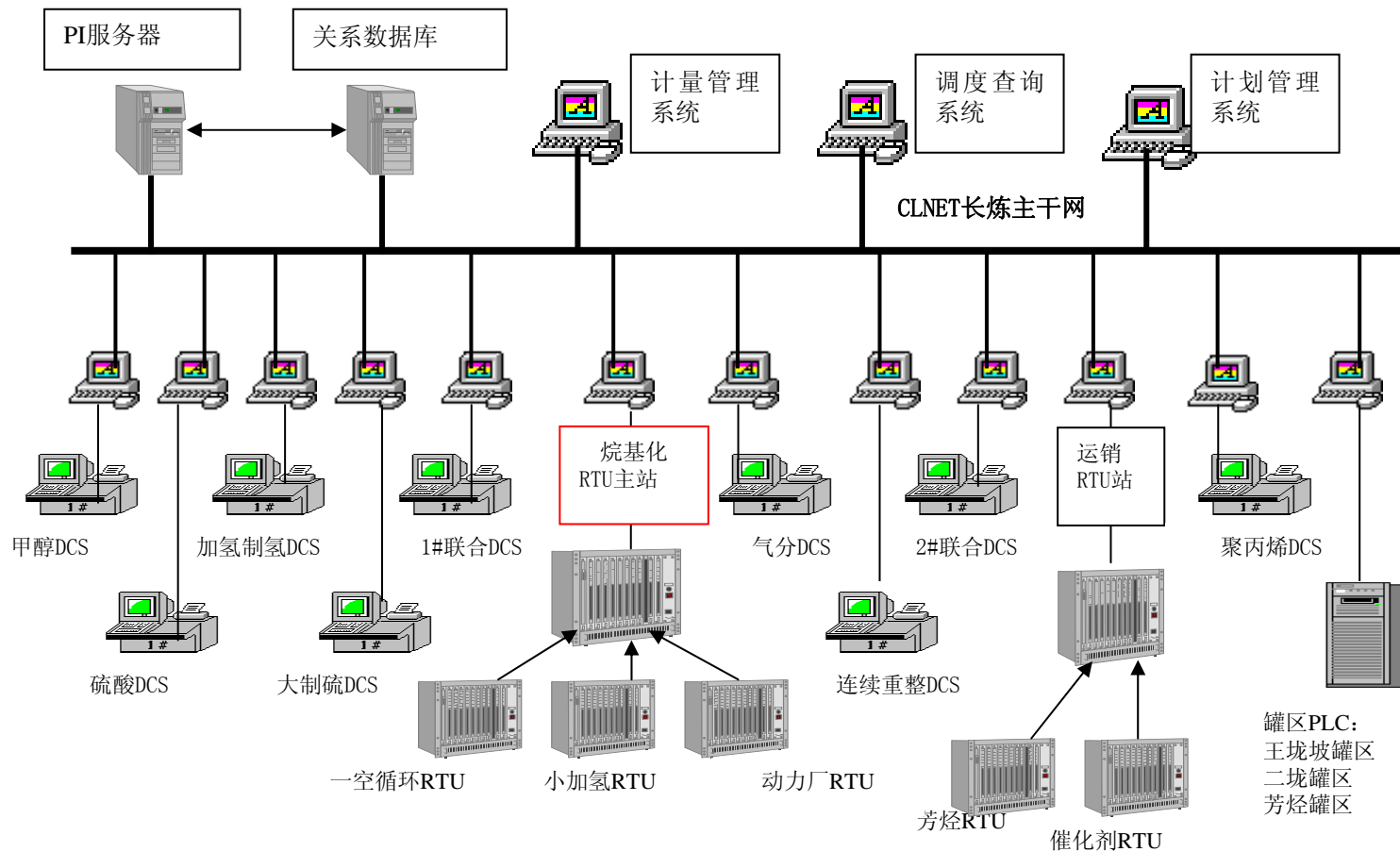
实时计量网实施原则：

- 凡有**DCS**系统的装置计量数据直接由**PI**与**DCS**节点采集系统进入**PI**服务器。
- 没有**DCS**系统的装置计量数据通过**RTU**（**Remote Terminal Unit**远程终端单元）设备，在生产装置上进行采集运算，就近连网，构成分站。
- 利用**PI**提供的接口函数（**API**函数库），用**VC++**语言写**DCS**、**PLC**、**RTU**与**PI**的接口程序，直接读取或写入数据库数据，满足用户特殊要求。
- 基于工厂网络和数据库平台进行信息集成。利用**PI-ProcessBook**客户端图形操作软件，设计和绘制用户界面，利用**PI-Datalink**软件与电子表软件**EXCEL**的链接，实现实时查询、生产报告和分析报告。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用 4.2. 实时计量网络系统



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用 4.2. 实时计量网络系统

### 系统主要功能：

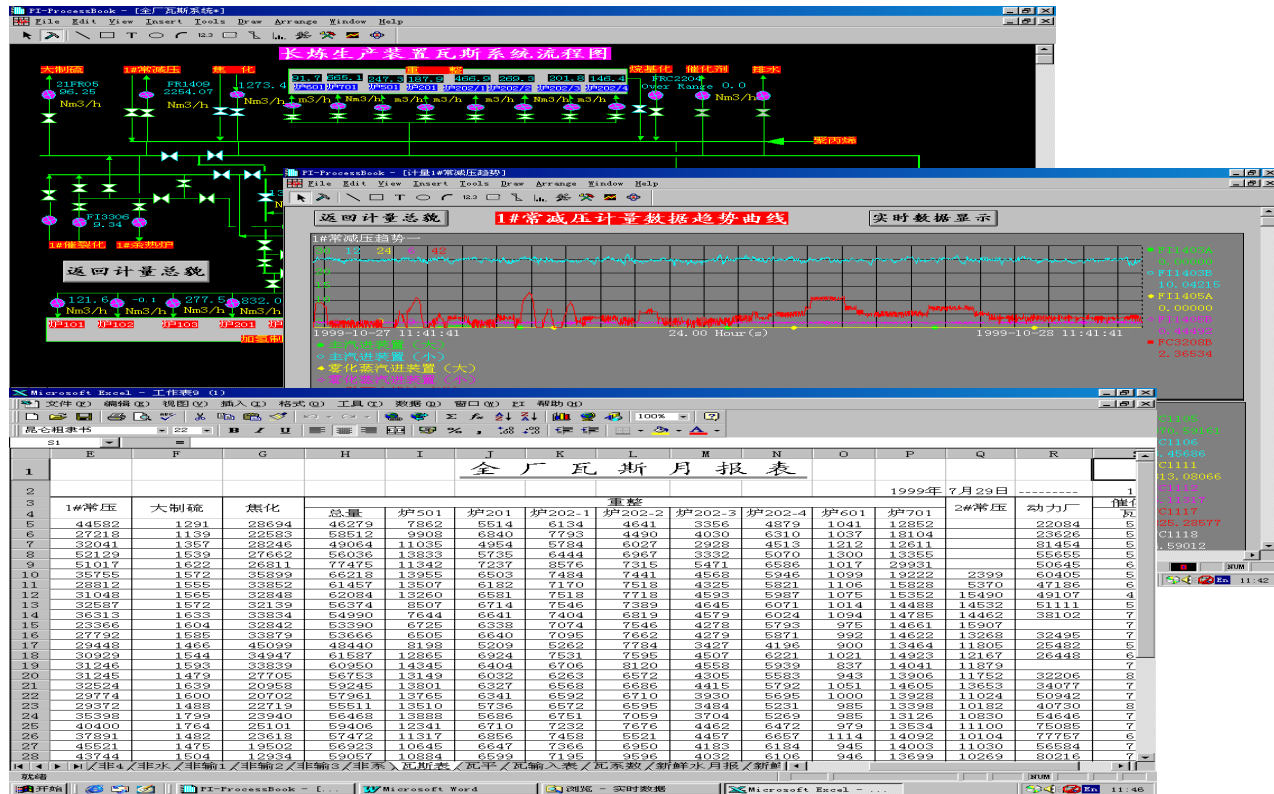
- ① 实时数据采集：集成炼厂**DCS**系统、**PLC**系统、**RTU**数据采集系统的数据并进行整理。
- ② 装置流程图显示：显示**DCS**装置、罐区及水、电、汽系统流程图，并有数据显示和动态刷新。
- ③ 动态趋势图和历史趋势：系统提供动态趋势图和长周期历史趋势图形分析功能。
- ④ 接口程序：提供多种**DCS**系统、**PLC**系统、**RTU**系统与实时数据库的接口程序。
- ⑤ 自由报表：利用**EXCEL**可以生成各种形式的报表。
- ⑥ 辅助决策分析：系统提供统计分析方法和函数，对查询数据进行统计分析。
- ⑦ 异种数据源访问：提供异种数据源访问功能，可以访问主流的数据库系统。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.2. 实时计量网络系统



图：实时计量系统显示画面和报表



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.3. DCS装置重要工艺参数合格率、平稳率考核系统

在“平稳率、合格率考核表”考核系统中，对1#催化、1#常减压、焦化、2#催化、2#常减压、新老重整、加氢制氢、硫酸等装置560多个重要工艺参数建立了考核表。每个工艺参数给出合格率考核指标。在PI实时数据库中修改了400个重要工艺参数的存储偏差，根据车间提供的每个工艺参数的仪表精度进行核对，确保这些工艺参数历史数据的真实性和有效性。各车间给出每个工艺点的控制参数，计算出考核周期内满足控制参数的时间数（小时）。根据每个工艺点控制参数，如果考核周期内满足控制条件的的时间数为0，则合格率为0，否则将上述两项时间数相加除以总的时间数计算出合格率。计算出考核周期内每个工艺点的最大值，最小值，平均值，偏差，根据偏差由生产处确定工艺点的平稳率。





# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.3. DCS装置重要工艺参数合格率、平稳率考核系统

Microsoft Excel - 4-2#催化重点工艺参数考核.xls

名称	位号	单位	控制范围	参数表达
一再压力	PR-155	kPa	210~270	'PR-155'>=210 AND 'P
二再压力	PC-131	kPa	120~170	'PC-131'>=120 AND 'P
沉降器压力	PC-153	kPa	190~260	'PC-153'>=190 AND 'P
沉降器料位	LR-132	%	<=35	'LR-132'>=35
一再/二再差压	PDC-130	kPa	50~100	'PDC-130'>=50 AND 'P
一再稀相温度	TI-139A	℃	≥710	TI-139A<=710
一再床层温度	TI-174E	℃	650~700	TI-174E'>=650 AND TI
二再床层温度	TI-140E	℃	≥760	TI-140E'<=760
二再床层稀相温度	TI-141A	℃	≥770	TI-141A'<=770
一再料位	LC-129	%	40~70	'LC-129'>=40 AND 'LC-
二再料位	LR-143	%	20~50	'LR-143'>=20 AND 'LR-
二再烟气的氧含量	AI-112A	%	2.0~8.0	'AI-112A'>=2.0 AND 'AI
提升管出口温度	TC-133	℃	500~532	'TC-133'>=500 AND TC
烟机入口温度	TC-110	℃	550~670	'TC-110'>=550 AND '

Microsoft Excel - 1-#催化重点工艺参数考核.xls

序号	位号	名称	单位	控制范围	合格率	最大值	最小值	平均值	偏差
1	TC3101A	重油提升管出口温度	℃	500~530	100.00	525.28	512.91	517.44	2.73
2	TC3101D	汽油提升管出口温度	℃	500~550	100.00	535.93	526.43	530.33	0.91
3	PI3112	重油沉降器压力	kpa	155~170	44.21	178.13	160.86	170.41	2.45
4	PI3130	汽油沉降器压力	kpa	165~185	97.72	189.48	171.73	180.14	
5	PC3101	再生器压力	kpa	185~195	18.04	196.66	194.01	195.57	0.58
6	PDC3105	两器差压	kpa	20~60	98.79	33.85	15.63	24.95	
7	TC3102	再生温度	℃	680~720	100.00	702.70	686.95	693.50	2.73
8	TI3123	集管温度	℃	<760	100.00	724.57	694.48	704.31	
9	AI3103	氧含量	%	0.5~5	99.68	5.51	2.21	3.95	
10	TC3103B	原料油预热温度	℃	130~220	100.00	188.08	183.29	185.27	
11	TI3454	烟机入口温度	℃	<680	100.00	675.59	660.27	666.26	
12	PC3201	分馏塔压力	kpa	<140	99.25	142.01	124.93	134.28	
13	TC3209	主分馏塔塔顶温度	℃	95~120	100.00	103.56	98.04	100.10	
14	TC3213	主分馏塔中部温度	℃	200~240	100.00	222.04	209.24	217.14	
15	TI3220	主分馏塔塔底温度	℃	<360	100.00	337.00	329.10	332.69	1.79
16	TC320D	副分馏塔塔底温度	℃	<360	100.00	342.88	331.11	335.88	
17	TC3209D	副分馏塔塔顶温度	℃	100~130	99.61	141.00	118.88	127.82	
18	LC3204D	V2201液位	%	30~70	100.00	50.71	30.28	43.69	
19	TI3237	油浆出装置温度	℃	50~100	100.00	98.38	84.28	92.99	
20	TI3342	除盐水出装置温度	℃	>100	100.00	125.26	115.09	120.45	2.24
21	PC3304	T304稳定塔压力	kpa	800~1000	99.97	1000.21	923.37	952.62	9.49



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.4. 装置DCS“自控率”实时统计考核系统

由机动处、各车间一起确认各装置考核的控制状态点。根据不同的DCS类型采用不同的采集方式，控制状态点的状态也不相同。例如Bailey控制点有8种状态，Honeywell控制点有3种状态，Freelance2000控制点有2种状态。根据不同的类型在PI服务器中创建相应的数字状态集，根据不同的接口和不同的种类在PI中创建控制状态点。实现了 1#常减压、1#重油催化、2#常减压、2#重油催化、烷基化、MTBE、气分装置、加氢制氢、连续重整、焦化、硫酸、甲醇、大聚丙烯等DCS装置的“自控率”实时统计，并为每个装置创建一个画面显示控制状态点的状态。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.4. 装置DCS“自控率”实时统计考核系统

The screenshot displays two windows from the PI ProcessBook software. The left window, titled '装置控制系统自动控制', provides a summary of control statistics for various units. The right window, titled '一联合催化单元', shows a detailed list of control loops categorized by type (Manual, Complex, Single, and Standalone).

装置	总回路数	停用回路数	自动状态数	自控率	分装置
1# 联合	365	0	206	56.44%	1# 催化
					1# 常减压
					焦化
2# 联合	246	32	90	42.06%	2# 催化
					2# 常减压
脱碳	55	0	37	67.27%	说明: 1. 点击按钮“ 2. 点击各装置 3. 联合装置总
硫酸	24	0	4	16.67%	
新重整	171	0	107	62.57%	
老重整	135	0	103	76.30%	
大聚丙烯	85	0	66	77.65%	
加氢制氢	189	1	114	60.64%	

手动遥控回路			复杂回路			单回路			单回路		
序号	回路代号	备注	序号	回路代号	备注	序号	回路代号	序号	回路代号	序号	回路代号
1	HC3101	MAN	13	FC3702	副 CAS	1	TC3102	37	FC3430	73	FC3222
2	HC3201	MAN	14	LC3703	主 Auto	2	TC3103A	38	FC3431	74	FC3240
3	HC3208A	MAN	15	FC3213D	副 CAS	3	TC3103B	39	FC3125A	75	FC3301
4	HC3102	MAN	16	TC3209D	主 Auto	4	TC341H	40	FC3105D	76	FC3307
5	HC3103	MAN	17	FC3216D	副 MAN	5	PdC3101D	41	FC3106D	77	FC3313
6	HC3431	MAN	18	TC3219D	主 MAN	6	PC3103	42	WC3108	78	FC3338
7	HC3521	MAN	19	FC3220D	副 CAS	7	PC3201A	43	FC3128	79	FC3701
8	HC3522	MAN	20	LC3201D	主 Auto	8	PC3201B1	44	LC3523	80	FC3681
9	HC3523	MAN	21	FC3223D	副 CAS	9	PC3411	45	TC3209	81	FC3706
			22	LC3202D2	主 Auto	10	PC3412	46	TC3213	82	FC3208B
			23	FC3217D	副 Auto	11	PdC3416	47	TC3219	83	TC3213D
			24	LC3204D	主 Auto	12	PC3421	48	TC3317	84	PC3203
			25	FC3204	副 Auto	13	PC3422	49	TC3328	85	FC3211D
			26	TC3316	主 Auto	14	PC3431	50	TC3336	86	FC3215D
			27	FC3223	副 Auto	15	PC3432	51	TC3337	87	LC3205D
			28	LC3203	主 Auto	16	WC3101	52	TC3338	88	LC3206
			29	LC3204	主 MAN	17	FC3101	53	TC3339	89	FC3250
			30	FC3218	副 CAS	18	FC3102	54	TC3340	90	LC3205B
			31	LC3205A	主 Auto	19	FC3103	55	TC3341	91	LC3207
			32	FC3220	副 Auto	20	FC3104	56	TC3683	92	LC3208
			33	LC3206	主 Auto	21	FC3105	57	FC3680	93	LC3210
			34	FC3304_1	副 CAS	22	PC3106	58	LC3680	94	LC3280
			35	LC3301_1	主 Auto	23	FC3107	59	LC3681	95	LC3281
			36	FC3304_2	副 MAN	24	FC3108	60	PC3280	96	LC3302



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.5. APC投用率实时监控

长岭分公司和石化盈科合作开发了聚丙烯、一联合催化、常减压和焦化等装置**10个APC**控制器并成功应用，为了实时准确了解**APC**系统的投用情况，计算机应用研究所在**DCS**上开发实时计算各系统**APC**投用率，并利用**PI**的数据采集和监控技术实现**APC**投用率的实时监控。**2006**年至今，控制器平均投用率达**90%**以上，部分控制器投用率达**99%**，提高了装置生产的平稳性，降低了装置物耗、能耗，提高了经济效益。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.5. APC投用率实时监控



1#常减压炉1 APC投用率:	F1AC_RAT.PV	93.5614 %
1#常减压炉2 APC投用率:	F2AC_RAT.PV	99.5145 %
1#常减压炉3 APC投用率:	F3AC_RAT.PV	99.8324 %
1#常减压三塔非线性液位控制器投用率:	TLVL_RAT.PV	99.9942 %
1#催化吸收稳定APC投用率:	ABST_RAT.PV	99.9884 %
焦化APC投用率:	JH_RAT.PV	99.9306 %
10万吨/年聚丙烯装置APC投用率:	APC_RAT.PV	99.7673 %
1#催化反应-再生和主分馏塔APC投用率:	RRMF_RAT.PV	98.85 %
1#催化副分馏塔APC投用率:	AUXF_RAT.PV	100 %
1#常减压常压塔APC投用率:	ATMT_RAT.PV	100 %



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.6. 机房温湿度实时监控

计算机应用研究所承担了长岭分公司自控系统和IT应用和网络系统的运维工作，包括有 **DCS 18套**、故障安全系统（**FSC**）**2套**、可编程控制器(**PLC**)系统**14套**、先进控制(**APC**)系统**4套**、**24**台套油品在线仪表、**37**台套特种分析仪表，**37套**信息化系统、**43**台服务器、**370**台网络设备、**3**万多米光缆、**2100**多个网络信息节点。运维系统种类很多，而且分布很散，为了有效地管理**DCS**控制室、重要服务器和网络机房，我们开发了机房温湿度监控系统，采用温湿度探头传感器采集温湿度数据，通过接口机送入到**PI**实时数据库中，通过实时监控画面由**DCS**维护班组和单位调度值班人员实时监控，画面中加入了声光报警，及时提醒维护人员。







# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.7. 实时环保信息管理系统

“环保信息实时监控管理系统（HBRTMS）”通过企业的实时数据库系统实时采集相关数据，没有引入实时数据库系统的监测点可以人工输入或从专门的应用系统中导入（如LIMS系统、质量管理体系等），对各污染源、监测点分别建立自己的基础信息库，并对各数据源统一管理，具有统一的信息分类与编码标准。系统对各类数据提供完善的查询、分析及属性条件检索等基本功能；利用污染源和监测点的数据，实现对企业区域的环境动态监测。系统具有标准的数据变换格式及系统安全机制，可满足对环保数据进行统一管理的需要。

基于企业主干网，以实时数据库PI为核心建立炼厂和催化剂厂污染源实时监测网络管理系统。

(1)、对污染源监控并将排放异常情况及时报送环保部门，通过实时数据库系统对企业排污、污染治理设备及监测、监控设备进行实时监控。当发生排污超标、治理设施停运等非正常事件时，实时向环境管理部门发出报警信息。

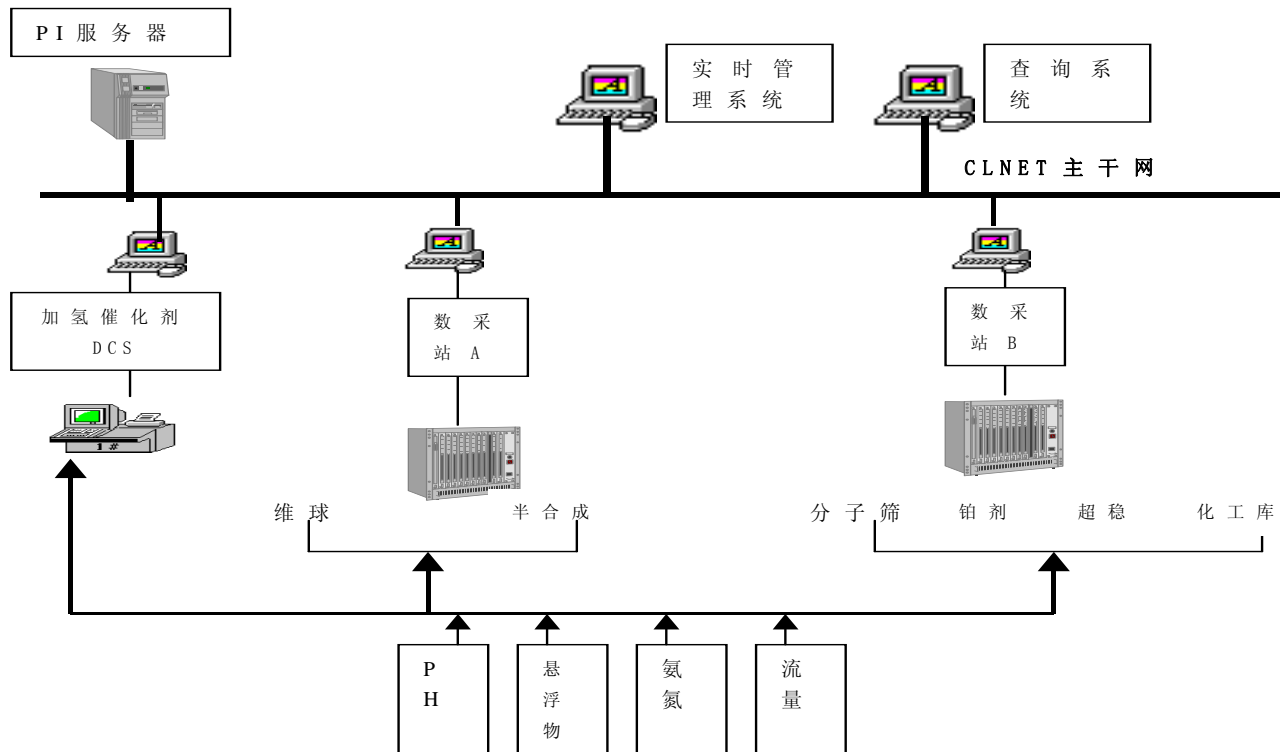
(2)、采集或录入的环保数据通过计算或直接与规定的指标进行比较，超标则进行超差报警。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

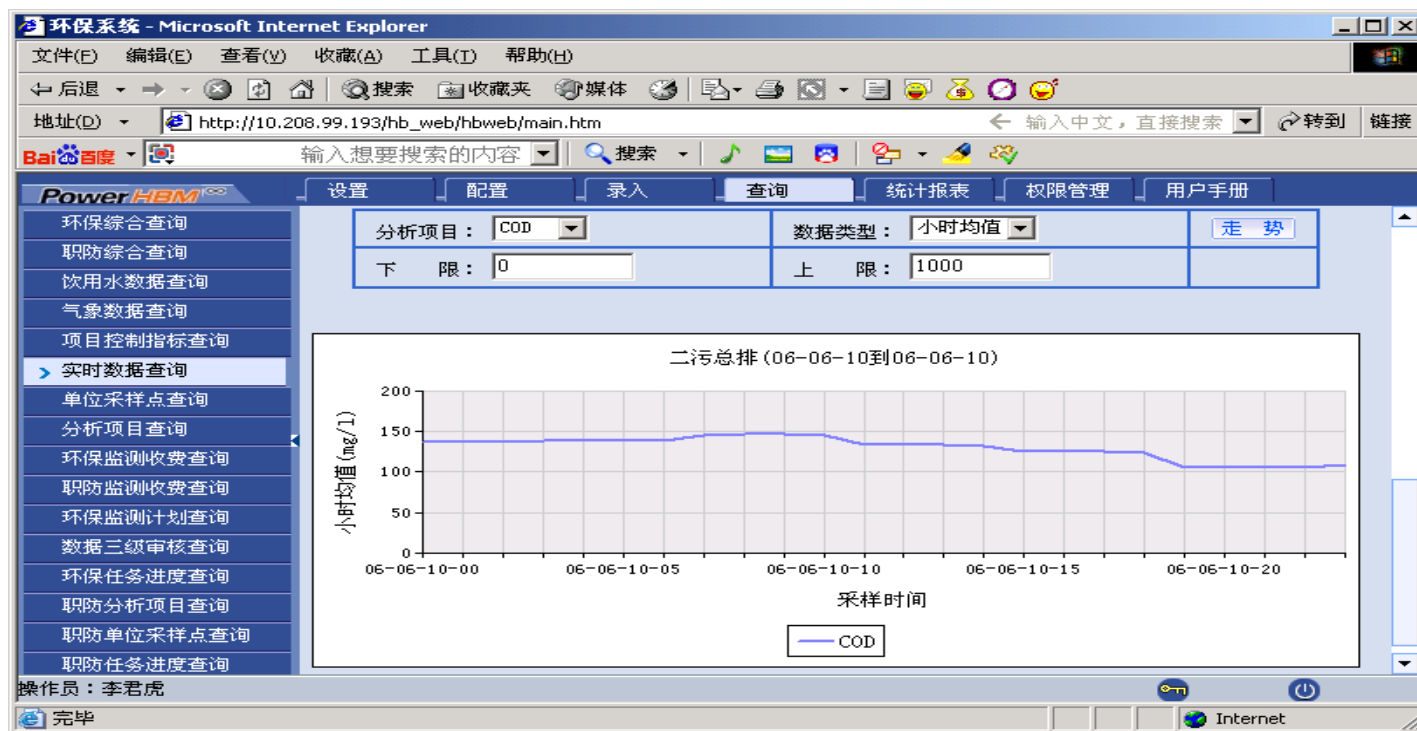
### 4.7. 实时环保信息管理系统



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 4、典型应用

### 4.7. 实时环保信息管理系统



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

## 5、结束语

长岭分公司利用实时数据库及其相关技术反映企业真实的运行数据，支持决策分析，基于**PI**实现了以生产计划、执行、统计为业务主线，生产成本、质量、工艺为辅助的生产业务的集成，提供生产管理相关的业务数据，为企业**MES**、**ERP**提供数据支撑，消除应用间的数据的混乱，实现企业的数据和应用集成，为企业的生产管理提供信息化管理工具，促进企业的精细化管理。



# 基于实时数据库PI的企业实时监控

谢谢大家

