

摘 要

21 世纪的工业控制系统将不仅仅实现控制功能，而必须考虑与设计、管理决策等系统的互联。随着过程控制、信息网络、计算机等技术的高速发展，类似于智能仪表、PLC、DCS 等诸多控制系统设备已经在流程工业中得到了越来越广泛的运用。而这些系统均是针对设备以及装置进行，并且每一个系统都只能够管理以及采集相关的设备以及装置在电厂实际生产运行的过程中所产生的某些实时数据。建立 SIS 将有力地支持厂级生产管理人员对全厂生产管理，提高运行的安全性与经济性，实现信息的双向共享和自动化系统的集成。技术和管理是互相影响与促进的，DCS 进入单元机组控制，引起了机组运行体制的变化，可以预见，建立厂级监控信息系统，也将促使电厂运行监控模式的变化。随着电力体制改革的深入，市场化已经成为电力运营的必然趋势。面对市场化改革，深化信息建设、优化生产运行水平已成为电力企业提升自身竞争力的有效举措之一。目前，多数电力企业自动化水平已经有了长足的提高，但仍存在生产过程数据分散、无法有效利用等问题。厂级监控信息系统（SIS: Supervisory Information System）正是针对这些问题而提出的，旨在实现全厂过程数据集成，优化生产运营。本文以某热电厂监控系统为例，简述了厂级监控系统，同时介绍了基于 OpenPlant 实时数据库，通过自带组态软件绘制的生产画面图，实现了对现场生产过程的实时监控。

关键词：厂级监控系统，DCS，实时数据库，Openplant

ABSTRACT

The 21st century of the industrial control systems will not achieve control functions, but must consider the design, management systems interconnected. the sis will be effectively supported management at factory level production managers to the factory production management, improve the security and economy, for information interchange share and automated systems integration. the technology and management is the influence and promote, the dcs to the control unit, which caused the operation system, Predictable, and establish management at factory level monitoring information system, will also monitor the power to run the changes. with the power of the market-oriented reform, the power of the operation has become the inevitable trend of the market-oriented reform. the information construction, the level of production and operation has become an enterprise to improve their competitive power of the effective measures. At present, most of the power companies automation has made great strides, but still exist are the production process data and not be effective use of such problems. management at factory level monitoring information systems (SIS : supervisory information) is the system for these problems, and data integration process aimed at realizing the factory and streamline production. This coal steam-electric plant to a monitoring system for example, introduced openplant real-time data based on the configuration software diagram of the configuration, the production process to the real-time monitoring.

Key words: coal steam-electric plant, SIS, DCS, live external database

目 录

摘 要 III

ABSTRACT IV

第一章 绪论 1

 1.1 引言1

 1.2 国内外的研究动态2

 1.3 本课题的研究意义4

 1.4 研究内容及框架5

 1.5 小结6

第二章 电厂监控信息系统（SIS）介绍 7

 2.1 概述7

 2.2 DCS、SIS 和 MIS 之间的关系7

 2.3 SIS 的功能特点10

 2.4 SIS 在发电厂行业中的作用12

 2.5 小结13

第三章 基于 OpenPlant 实时数据库的生产过程监控系统..... 14

 3.1 前言14

 3.2 OpenPlant 实时数据库的特点及其功能14

 3.3 OpenPlant 数据管理19

 3.4 选用 OpenPlant 实时数据库的理由21

 3.5 小结21

第四章 SIS 系统的设计和实现 22

 4.1 厂级监控系统的设计原则22

 4.2 厂级监控系统的功能模块24

 4.3 SIS 系统的接口设计28

第五章 某热电厂的厂级监控系统的建立..... 32

5.1 建立某热电厂 SIS 的步骤32

5.2 OpenPlant 图形组态32

5.3 OpenPlant 数据导入导出39

5.4 OpenPlant 生产过程监视44

5.5 完成课题设计过程中遇到的问题50

第六章 总结 51

参考文献 52

致 谢 54

攻读硕士学位期间已发表或录用的论文 54

第一章 绪论

1.1 引言

近些年来,伴随着过程控制、信息网络、计算机等技术的高速发展,类似于智能仪表、PLC、DCS 等诸多控制系统设备已经在流程工业中得到了越来越广泛的运用。而这些系统均是针对于设备以及装置进行,并且每一个系统都只能够管理以及采集相关的设备以及装置在电厂实际生产运行的过程中所产生的某些实时数据。另外,由于在生产过程中所产生的信息数据量比较大,而且会在的有效期次短,因此传统的关系数据库相关技术和集散式的控制系统已经无法完全解决这类问题。这是因为集散式的控制系统对于数据存储的能力是十分有限的,而且在企业中所异构的该系统也不能开展合理有效的信息数据共享过程,使得关系数据库中的数据处理的速度就十分低,那么关系数据模型就不能对生产的实际过程中数据进行科学高效的系统存储。基于这种情况,人们就把数据库技术和实时数据处理技术进行有机结合,在此基础上开发出了目前运用广泛的实时数据库系统,这样就可以为企业的信息化处理提供完整且统一厂级、企业级的实时数据库的服务平台,让工厂或是企业中的管理层、决策层可以对实际生产过程开展实时的动态分析和监控,并且会随时的掌握到工厂以及企业的运行情况,进而及时的发现存在问题并且加以处理,使得生产成本降低,同时产品质量提高。目前的实时数据库系统是运用世界范围内最先进的架构与技术,其能够稳定、高效、安全地实现和工厂、企业现场中各个控制系统相关的接口,同时可以对采集获取的实时数据给予高效的、全面的数据压缩,以及长期的、有效的历史存储^[1]。

火力发电厂厂级监控信息系统(Supervisory InformationSystem, SIS)是集计算机技术、信息技术、热能动力学、电气工程、控制理论、管理科学为一体的交叉学科,它是以电厂各机组经济运行目标的专用网络,介于 DCS 和 MIS 之间,下端采集各自动化系统的生产过程数据,上端通过网络为热电厂信息系统提供生产管理与决策所需要的基础数据,是电厂信息整体化的桥梁。是一套以热电厂生产过程中所涉及的各种控制、监测、计量等系统为基础,集实时数据采集、加工、显示、存储为一体的完整的解决方案。其目的是为了更好地实现发电企业安全、经济运行,提升企业的整体效益和在未来竞价上网中的竞争优势。厂级监控信息系统(以下简称 SIS)可以为发电企业管理决策层提供更真实、可靠的生产实时和历史数据,为市场运作下的发电企业提供科学、准确的生产经济性指标^[2]。SIS 所管理的数据很多都是与发电企业生产成本和报价信息相关的重要基础资料。从管理的角度来看, SIS 首先为企业的安全稳发、控制企业成本、提高企业的生产力提供了真实而重

要的现场实时数据，同时又能高效、准确地保存企业生产的大量珍贵的历史数据。配合先进、科学、有效数据发掘工具，精确、专业的计算分析模型，SIS 所保存和管理的历史数据将会成为企业安全、经济运行的宝贵资源^[3]。

1.2 国内外的研究动态

1.2.1 国外研究动态

电厂 SIS 系统并不是一个全新的、孤立的系统，其产生与发展是电力生产领域和信息科学技术里面多种技术成果进行紧密的结合、并且相互促进而发展形成的结果，这也是电力市场经济深入发展的产物^[4]。不过，在国外还没有关于 SIS 的确切概念，也没有将电厂管理系统划分为 SIS 和 MIS，然而，早在上世纪九十年代的中后期，世界上的知名 MSI 与 DCS 供应商为了使电厂大幅提高管理水平与经济性生产，便开发了一系列有关于 SIS 某些功能的管理模块软件与性能优化控制，同时取得了不错的效果。国外更多的引入了人工智能以及专家系统等功能，使得 SIS 不仅具有实时监控的作用而且可以根据各类实时数据实现竞价上网、经济成本的计算分析、设备状态检修、机组故障的寿命诊断、实时的安全性分析等相关功能^[5]。

从上世纪的八十年代以来，国际知名公司包括 HITACHI 公司、Foxboro 公司、Siemens 公司、通用物理、美国电科院、Pegasus 公司、Honeywell 公司、ABB 公司等等都把推进企业的信息化和管理的现代化作为推进企业升级、增强其核心竞争力的重要手段，分别提出了一系列有一定影响的工厂信息集成及优化控制与管理的解决方案^{[6]-[10]}。ABB 公司推出了其优化控制系统 OPTIMAX。Pegasus 公司利用神经网络方法优化燃烧过程。美国电科院 (EPRI) 研究了对锅炉控制的优化。通用物理在其优化运行和状态检测系统 EtaPRO 中提供了对电厂各个部件的计算和分析。西门子公司的集成信息系统 Sienergy 由许多不同的模块组成，通过 Sienergy 管理器进行统一的管理和协调，以实现电厂信息的全面集成^{[11]-[14]}。

1.2.2 国内研究动态

长期以来，在计划经济模式下，我国热电厂始终把机组的安全稳定运行作为生产管理的重点，而忽视提高机组运行经济性等方面的管理。随着电力工业的发展，九十年代后新建热电厂的机组均采用了先进的分散控制系统，(Distributed Control System, 简称 DCS)，许多老厂也进行了机组的 DCS 改造，目前，我国热电厂机组的自动控制水平已经达到或接近世界发达国家水平。然而，我国热电厂的管理水平和经济运行指标与世界先进国家还存在明显的差距。值得指出的是，我国发展火电厂的厂级自动化系统的起步是比较晚的，在上世纪九十年代的中期之前，火电厂的自动化基本上无法为厂级实际生产过程中的管理现代化以及综合自动化提供合理有效的自动化系统^{[15]-[17]}。而随着近十年计算机与自动化控制

相关技术的不断发展,到了上世纪的九十年代中期,以传统 DCS 为基础的火电厂的自动化系统已经逐步成熟。随后,在上世纪九十年代的后期阶段,火电厂有关于自动化设计新思路的运用及提出。它提出了在厂级监控管理系统中发展辅助系统或车间的网络化,以及厂级 SIS 或 MSI 的系统任务^[18],这样就使得火电厂从传统分散控制系统的时代全面进入了现代数字化的时代,并且逐步往电厂企业信息化的方向迈进。

近年来,许多热电厂相继建设了管理信息系统(Management Information System,简称 MIS)为热电厂的现代化管理与节能增效提供了良好的基础。MIS 主要服务于事务管理,对象是办公自动化领域,以组织、交换和共享管理信息和数据为目的,数据通讯负荷一般具有大小不可预计和突发性的特点(如上班高峰),并且其安全可靠性要求也并不很高,而相对来说,生产过程通讯网络如 DCS 网络则有很高的安全可靠性要求,并且生产过程信息及通讯负荷均具有相对连续稳定的特点,在这种情况下,倘若由于 MIS 大量的突发的数据请求,对生产过程通讯网络带来了大量突发性传输负荷的影响,从而无法有效地保证生产过程信息的传输带宽^{[19]-[23]}。为此,从保障安全生产的角度出发就必须将 DCS 和 MIS 进行隔离。

现在我国热电厂基本实现了各单元发电机组的自动化控制,但一台机组的 DCS 与另一台机组的 DCS 之间彼此隔离,形成机组间的“控制(信息)孤岛”,使得生产管理者不能实时、全面、准确地掌握各机组的运行状况,更无法实现各单元机组间负荷的经济分配。理论上,DCS 之间的互联是完全可以进行的。但是,一般情况下电厂都有多台机组,将多台机组 DCS 的操作管理层网络连接在一起,就会导致多个 DCS 通讯系统的直接耦合,形成一个非常复杂的直接耦合系统。同时,为了优化和管理的目的还要在该耦合系统中运行大量的应用软件,从而降低了单元机组的监控可靠性和传输实时性^{[24]-[27]}。因此,实际热电厂极少采用多台机组 DCS 直接连接而成的全厂操作管理层网络模式。

电力生产企业生产和管理一般分为三个层次,即下层的控制操作层,面向运行操作者;中间的生产管理层,面向生产和技术管理者;上层的经营管理层,面向行政和经营管理者。目前,我国许多热电厂均建立了面向运行操作者的 DCS 和面向经营管理层的 MIS,恰恰缺少了面向生产管理层的自动化网络,这是造成我国电力生产管理水平和运行经济指标不高的重要原因之一^{[28]-[31]}。

因此,基于以上分析,就非常有必要在 DCS 和 MIS 之间建立一套面向热电厂生产管理层的厂级监控信息系统(SIS),形成厂级综合自动化系统(包括 SIS 和 MIS)。在国家电力公司 2001-2015 科技发展规划中也已经明确提出,将在我国的大型机组和老厂改造上建立厂级自动化系统,并将使其完善和推广应用。同时随着我国电力企业市场化的改革,“厂网

分开、竞价上网”的实施，要求各热电厂必须把电力生产的安全性和经济性并重，优化生产过程，降低生产成本和设备损耗，提高热电厂的现代化管理水平，以适应电力市场发展的需要。

1.3 本课题的研究意义

本课题基于实时数据库，研究企业的生产监控系统，从而实现以下目标：

(1)将原来不可控或不清楚的能量损失全部量化，并帮助进行分析、查找故障，提出节能，降耗的优化措施，强化运行和管理人员的经济管理意识，可以促进观念的转变，提高企业的经济效益和现代化管理水平。

(2)为生产管理人员提供分析、管理生产过程的手段和工具。可以最大程度地利用 DCS 和 MIS 的资源，使全厂计算机监控网络总体设计，合理配置，避免重复设置，减少工程量，节约投资。

(3)解决了厂级生产，技术层的自动化问题，形成完整的厂级经营层(MIS)，厂级生产技术层(SIS)和生产过程层(DCS)三层的有机联系的综合自动化系统。实现了生产流程的完全自动化过程。

(4)为各种运行、管理优化软件包的应用提供运行平台。可以把实时性不强的管理功能上移至厂级，提高了 DCS 的直接监控性，还可以降低综合投资费用。同时它还可以支持远程通信方式，使远程设备故障诊断、机组性能分析及信息监控功能成为可能^{[32]-[34]}。

因此，通过将各机组控制系统及相关辅助系统和公用系统等联成一体的通讯网络，组成厂级管控一体化的实时监控信息系统，同时在 SIS 的基础上建立以降低发电综合运营成本的企业经营管理系统，可有效地提高机组运行的安全性、经济性和可靠性，延长设备使用寿命，减少重特大事故的发生，以提高发电企业整体效益为目的，为管理层应用提供可靠的实时运行数据，为电力市场运作下的发电企业提供更科学准确的成本信息和报价信息，从管理角度帮助企业控制成本，使企业领导层的经营决策更具科学性。通过火电厂厂级监控系统的实施，一方面实现了全厂生产过程控制网络的互连，实现各类设备和过程信息的实时集中管理，有利于电厂运行各值值长及各类管理人员及时了解全厂生产过程和机组的运行工况，及时处理有关设备缺陷，努力减少机组不安全因素，提高企业经济效益和管理水平；另一方面，通过基于数据挖掘和信息融合技术，研究开发的高级应用软件，智能化生成电力生产过程的专家知识，进行实时成本分析，指导电厂机组的优化运行，对设备进行检修诊断及相应关键设备寿命进行监测管理，这对于减少机组的非停次数、保证机组的安全经济运行所产生的经济效益无疑是巨大的。

1.4 研究内容及框架

本文的主要内容一共分为四个部分，第一个部分是对电厂监控信息系统，即对 SIS 系统的基础内容与特点进行了介绍，通过分析 DCS、SIS 和 MIS 之间的关系，来突出了电厂监控信息系统的功能及特性；第二个部分是对基于 OpenPlant 实时数据库的生产过程监控系统进行深入研究，着重分析了 OpenPlant 实时数据库的特点及其功能，还有其数据管理过程，并且阐述了选用 OpenPlant 实时数据库的理由；第三个部分是通过对厂级监控系统的设计原则、厂级监控系统的功能模块以及 SIS 系统的接口设计这三个方面进行研究，分析了 SIS 系统的设计过程和实现依据；第四个部分是对某热电厂的厂级监控系统的建立过程进行了实例研究，依据建立某热电厂 SIS 的相关步骤，借助 OpenPlant 图形组态、OpenPlant 数据导入导出以及 OpenPlant 生产过程监视来实现厂级监控系统的建立过程。本文研究的技术框架如图 1.1。

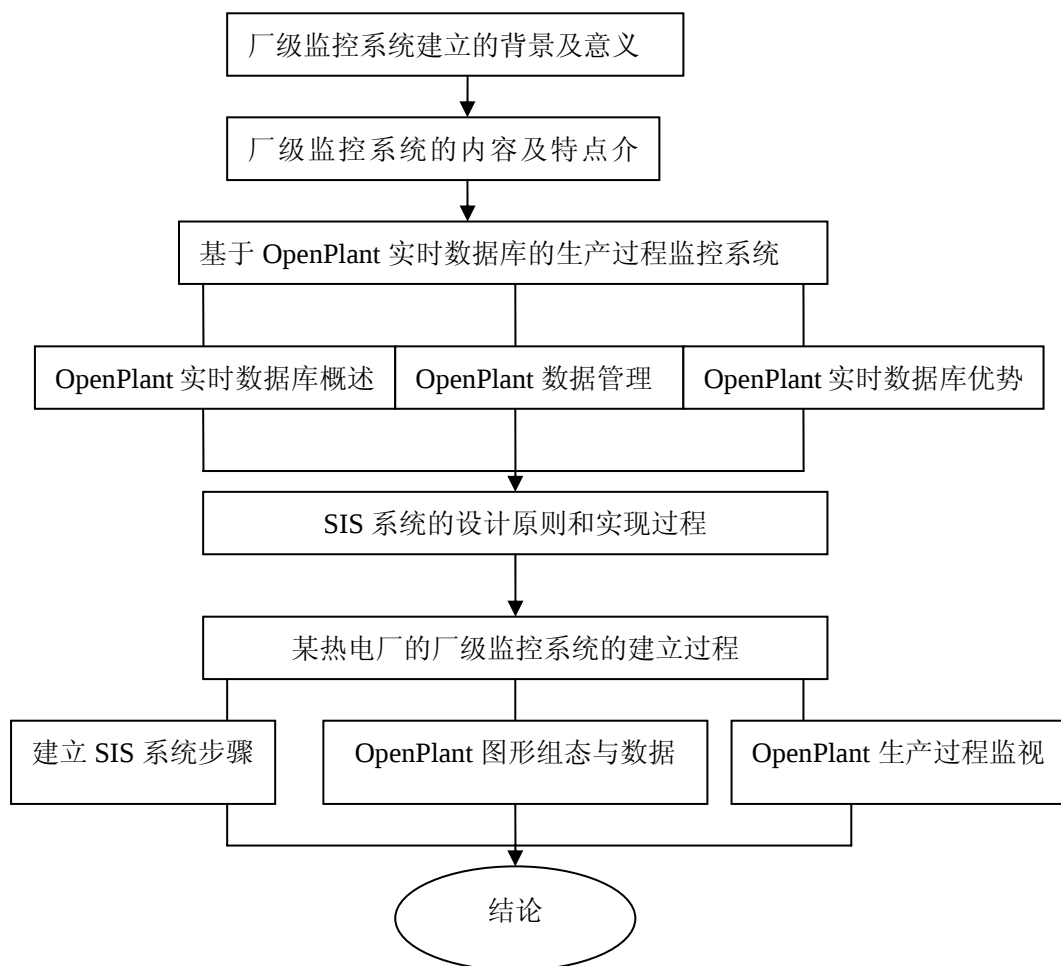


图 1.1 本文研究的技术框架

Figure 1.1 the technical framework of this paper

1.5 小结

21 世纪的工业控制系统将不仅仅实现控制功能，而必须考虑与设计、管理决策等系统的互联。建立 SIS 将有力地支持厂级生产管理人员对全厂生产管理，提高运行的安全性与经济性，实现信息的双向共享和自动化系统的集成。技术和管理是互相影响与促进的，DCS 进入单元机组控制，引起了机组运行体制的变化，可以预见，建立厂级监控信息系统，也将促使电厂运行监控模式的变化。

第二章 电厂监控信息系统（SIS）介绍

2.1 概述

企业生产监控系统是指通过采集和处理全厂的生产实时数据，为厂级监控和高级决策实现现代化提供服务的系统。目前，在电厂普遍应用的监控信息系统(Supervisory InformationSystem, SIS)就是其中的一类。按 SIS 的功能可分为实时/历史数据服务器、数据采集前端和建立在数据服务器基础上的各种高级应用软件^[35]。SIS 主要目的是在热电厂 MIS 系统和各种分散计算机控制系统之间架起一座联系的桥梁，从而在整个热电厂范围内实现信息共享，为企业的信息化建设奠定基础。由于 SIS 建设在国内处于起步阶段，没有太多的成熟经验可供选择，因此各热电厂可以根据自己的生产和管理需要，同时结合原有的控制系统和 MIS 网络进行规划设计。一般热电厂中的各个控制系统总是分散布置的，这时宜采用独立接口机连接各个独立控制系统进行数据采集，即数据接口分布式采集数据，实时和历史数据通过数据库服务器进行集中管理，同时接口机在数据库服务器出现故障时可缓冲存储实时数据，保证实时数据不丢失。工作站上单独运行单个高级应用，每台工作站独立与数据库服务器进行数据通信，从数据库中读取运行数据进行运算，产生的计算结果又返回保存在数据库中^[36]。一旦工作站发生故障只影响本台工作站的高级应用，可确保其他高级应用不受影响，提高了系统的可靠性。作为更高层次的厂级监控信息系统，它和管理信息系统的网络连接常见的有两种方案：一种是两者共用一个网络，中间用防火墙等安全措施进行隔离，这样 SIS 中的高级应用可以方便地从 MIS 中读取管理信息数据，但降低了网络的安全性，一旦这个网络瘫痪，将同时影响 MIS 和 SIS 两套信息系统的运行；另一种方案是 SIS 和 MIS 分别采用独立的网络，实时/历史数据库一方面采集生产实时数据，为高级应用提供运行数据，同时承担与 MIS 交换数据的任务，两个系统只是通过各自的数据服务器之间互连和交换信息，SIS 的应用只需与实时/历史数据库通讯，MIS 的应用只与 MIS 数据服务器发生联系，从而提高两个网络的安全性、可靠性。从热电厂的安全运行角度出发，一般宜采用第二种方案^[37]。

2.2 DCS、SIS 和 MIS 之间的关系

目前国内有一部分电厂采用如图 2-1 所示的生产网络拓扑图

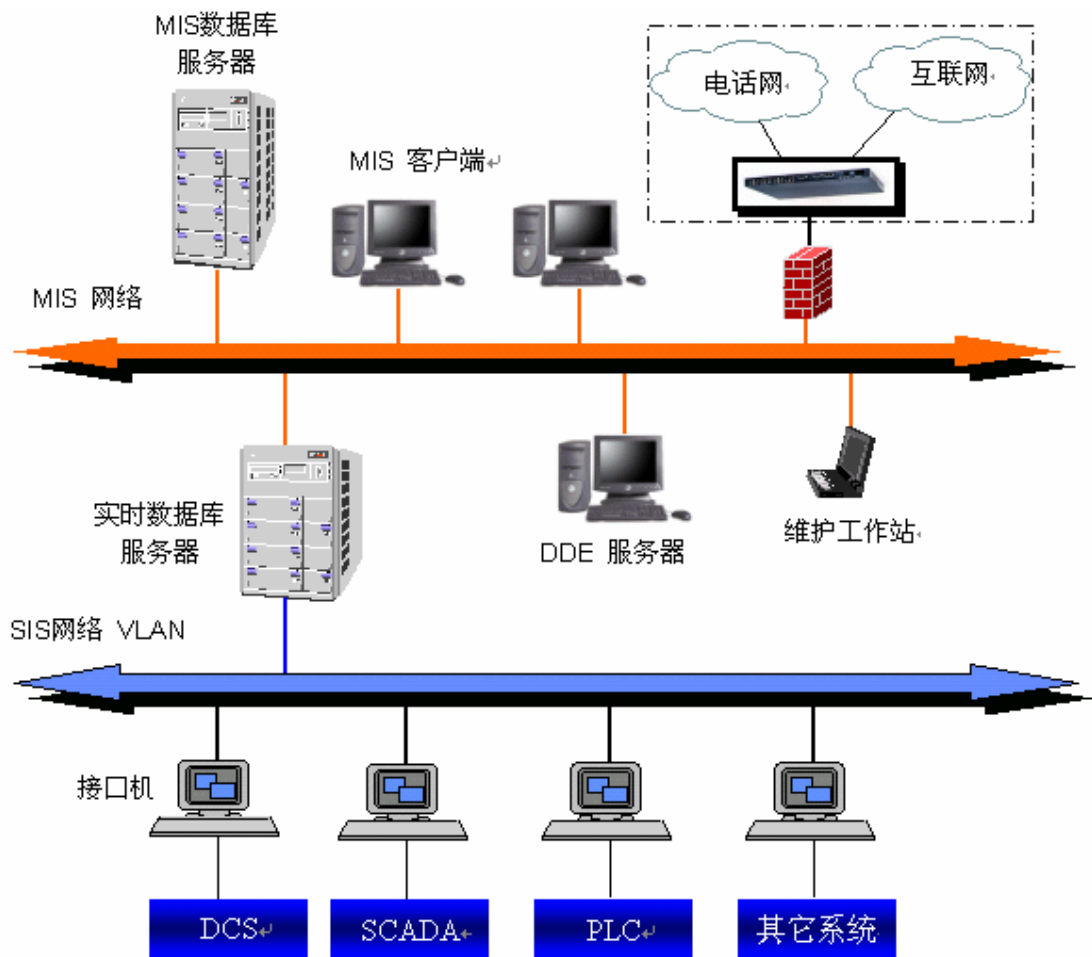


图 2-1 某热电厂生产系统网络拓扑图

Figure 2-1 a thermal power plant production system network topology diagram

2.2.1 SIS 与 DCS 的关系

SIS 与过程自动化系统之间的关系分散过程控制(DCS)注重系统的稳定性，可靠性。其任务是使工艺过程在安全的前提下连续地生产，在这样的目的的要求下，分散控制系统无论在控制器 I/O 模块、人机接口等方面都直接面对工艺过程，完成从实际到实时数据之间的所有信息交换工作。厂级监控信息系统则是在实时过程数据的基础上，通过对数据的进一步分析，从中提炼出过程系统中更本质、更深刻的信息。这些信息是我们在安全和稳定生产的基础上进一步提高工艺过程的效率、发现系统中潜在的问题等方面所必不可少的 [38]-[40]。具体存在的差异有：

(1) 监控范围和层次不同

过程自动化系统(Process automation system 简称 PAS)包括机组 DCS、各种 PLC 程控系统、电气监测网络、RTU 等等。PLC 按照既定的工艺和安全参数，对机组进行控制和调整，同时向 SIS 提供机组运行 SIS 向 PAS 提供参数设定(如机组负荷设定值等)和优化控制等技

术信息。

(2)分析计算能力不同

大多数 PAS 都有对象性能分析功能,如 DCS 一般都提供了机组性能分析模块,但数据分析技术的变化相对缓慢。DCS 等系统的稳定和安全是首要目标,不会频繁修改计算模块,其分析模块的开放性和技术水平是较低的;且因为其硬件配置较低,无法进行较为复杂的分析计算。SIS 的性能分析采用独立的应用软件模块,可方便地投入和退出,更可方便地由用户或第三方开发,其性能分析手段更加灵活、实用和可靠;SIS 可采用目前较为先进的服务器平台,拥有强大的分析计算能力和海量的存储能力,可进行各种复杂程度的分析计算。

(3)数据库容量和存储能力不同

大多数 PAS 中的历史数据保存都存在很大的限制,一般只将主要参数数据保存几个月,对分析金属寿命等这样的课题来说是远远不够的。SIS 建有容量很大的实时和历史数据库,SIS 从 PAS 实时获取机组信息,并能保存达10年以上。实时数据和连续保存若干年的历史数据是企业的财富,是 SIS 进行知识挖掘的源泉。SIS 可以使用这些数据实现运行方式分析、操作记录分析、负荷分析、机组寿命分析等等功能。

(4)网络容量不同

PAS 的网络容量是比较小的,用户终端只有几个操作员站和工程师站。而 SIS 的用户终端和与外界的关联程度随着厂级计算机网络的延伸和互连而大量增加。这样的网络特点对 SIS 的服务器性能、网络性能、应用软件性能以及可扩展性、可靠性、安全性等方面提出了更高的要求。

(5)对实时性的要求不同

PAS 必须高度实时地处理机组的各种开关量数据和模拟量数据,必须实时地对机组工况进行判断分析、自动地发出指令进行调整,负责具体设备的控制。SIS 建立在厂级的高度,侧重对过程的分析,这种分析带有相当大的“专家系统”和“人工智能”色彩。一般而言,相应功能的应用软件模块主要是提出建议的优化控制策略,其实时性要求相对较低。

(6)作用的对象及目的不同

PAS 系统的作用对象是执行机构等现场设备,其目的是通过设备状态的变化保证工业控制系统的安全稳定运行。而 SIS 系统的作用对象是专业管理人员,其目的是分析工业控制系统的运行工况,提供参考信息作为管理人员的辅助决策依据。

2.2.2 SIS 与 MIS 的关系

把 SIS 理解为 MIS 的一个重要生产过程管理功能模块。网络统筹规划,对 SIS 另加安全策略。顺应 IT(Information technology)的基本规律:互连互通、信息共享、数据唯一。

(1) MIS 的概念

MIS(Management Information System 管理信息系统),主要为全厂运营、生产和行政的管理工作服务,完成设备和维修管理、生产经营管理(包括电力市场报价子系统)、财务管理等功能。MIS 包括两个层次的内容,第一是数据传递、汇集的自动化。第二是以成本核算和资源集成为出发点,对管理数据进行加工、整理、发掘和分析。是企业实现利润最大化的最佳决策管理平台。

(2) SIS 和 MIS 的管理范围和层次不同

SIS 面向全厂生产过程管理,是一个准实时的全厂实时生产过程监控系统。MIS 面向全厂运营、生产和行政的管理,是企业管理的一个全局性系统。

(3)信息的来源和数据特点不同

SIS 的数据来源于各 PAS,是实时生产数据,具有很高的时间密度,绝大部分数据具备沿时间轴等序产生的特性。最好用专用的实时数据库来管理和存储。

MIS 的数据除有部分是来自 SIS 的生产数据外,绝大部分来自管理过程,数量也很大,但时间密度远低于 SIS 的实时生产数据。适于用关系型数据库管理。

(4)对安全性的要求不同

SIS 和全厂生产过程实时控制系统直接相连,对安全性的要求是最高的。主要是防止非法操作和病毒破坏。MIS 对安全性的要求也是很高的,根据企业管理者的要求需制订相应的安全策略,但其失效不会引起运行设备的异常行为,故而相对与 SIS 系统来说较低。

(5)可采用相同的技术平台

根据目前网络技术的发展水平,SIS 和 MIS 均可采用技术成熟、造价合理的以太网平台^{[41]-[43]}。

2.3 SIS 的功能特点

电厂厂级监控系统(SIS)通过采集和处理电厂生产实时数据实现厂内各机组和全厂生产过程最优控制及管理,它属于厂级生产过程自动化的范畴。基于实时数据库平台,SIS 对相关信息数据进行计算、分析和优化,并通过得到的各性能参数优化值对机组和设备提供在线运行优化指导,从而实现电厂各单元机组的最优负荷配置。

SIS 大体上可分为生产过程实时监控和通缉、性能计算和经济性分析、设备寿命检测

和状态维修、设备状态故障分析以及厂级负荷优化分配等 5 大功能部分。SIS 功能开发将是一个渐进完善的过程，热电厂根据自身情况和企业外部环境变化可引进发电成本分析和竞价上网等内容。

(1) 生产过程实时监控和统计

基于电厂统一的实时/历史数据库平台，以画图、趋势曲线、直方图和表格等形式实时显示电厂机组、辅控等设备的运行状态参数，为生产管理人员提供亲切直观的实时动态信息。同时，通过收集生产过程中的重要历史数据，打印生成电厂各部门所需的生产、经济指标等统计报表。

(2) 性能计算和经济性分析

根据美国机械工程师协会（ASME）国标和行标等电厂性能计算标准，实时计算单元机组各主辅设备的各项性能参数，其中包含关于锅炉、汽轮机、凝汽器、磨煤机、空预器、省煤器、除氧器、水泵、再热器和过热器等性能计算，并将计算得到的当前各性能参数与设定值进行比较，在经济性分析寻找机组供电煤耗达到最小的运行基础上，将偏差以百分比方式提供给现场工程师和运行人员，以达到优化机组运行、降低发电成本的目的。

(3) 设备寿命监测和状态检修

在生产过程中对各主辅设备的多种性能指标进行实时监测和评估，并根据已知的数学模型计算当前运行状况下的寿命损耗率，经过分析和比较得出设备的预测和预防性维护方案，以达到维持设备运行可靠和安全性，减少设备检修次数、缩短设备维护时间，延长设备使用年限的目的。基于可靠性和预防性为中心的检修技术，根据对潜伏性故障的在线监测和离线测量等技术，综合现场运行经验对设备进行检修评估，减少不必要的检修项目，从而达到节约检修资金、提高电厂效益的目的。

(4) 设备状态故障分析

基于模糊推理机制的专家系统和具有自学习功能的神经网络技术，故障分析子系统根据实时监测信息可快速准确地对设备的故障进行预报、判断和分析，并向运行人员及时提供故障点及故障原因和故障排除处理方案。而且，随着时间和经验的累积，故障分析子系统可大幅度提高故障诊断分析和处理方案的快速准确性。

(5) 厂级负荷优化分配

随着“厂网分开，竞价上网”机制改革的日益深入，电力市场交易中心将会建立，传统的计划经济模式将改为电厂或机组的电量竞价模式分配负荷，调度中心则通过“SIS”对整个电厂下达日负荷预测曲线，然后负荷优化分配子系统采用人工神经网络优化算法并考虑机组运行状态和各种边界约束条件，计算得出电厂内部单元机组的负荷分配曲线，从而

指导电厂运行人员优化调度负荷,以获得全厂最大的经济效益^{[44]-[46]}。

2.4 SIS 在发电厂行业中的作用

SIS 作为发电企业信息化与自动化系统里面的核心环节,在对企业现代化进程提高的过程中起到了重要的作用,主要包括了清除数据的灾难、提供全面知识化平台和管理控制一体化这几个方面。

2.4.1 清除数据的灾难

电力工业企业的自动化和信息化改造,大大提高了各类工作人员的数据获取能力,但是海量数据得不到有效的处理,反而产生了很多负面效应。操作人员面对大量的参数和报警信息,由于紧张、疲劳,往往导致误操作;维护人员面对成 G 的历史数据,无从下手,很难找出有用的信息,决策人员也无法看到企业信息化建设的实际效益。515 要对大量的原始数据进行分类、过滤和组合,将原始数据转化为有用的信息。通过对原始数据的处理,操作人员可以清楚地知道机组在运行中发生了什么异常情况,维护人员可以了解到生产过程的各项运行指标,决策人员可以得到经济指标和决策依据。大量的数据不再因为无法处理而成灾,而是转化为有用的信息,成为人类的宝贵财富。

2.4.2 提供全面知识化平台

在目前的阶段,计算机是没有智能的,因此,再完善的系统也只能是停留在数据和信息处理阶段,不可能再上升到知识化水平。而在信息化推动工业化的过程中,数据和信息的知识化环节是最为关键的。由数据和信息得出的知识反过来对于信息的管理,是生产过程的自动化、信息化系统持续改进的最强大动力。因此,我们在 515 中提供了数据和信息分析的人机交互平台,将人类的智慧与计算机的信息处理能力结合起来,为信息向知识的进行提供了可能。由数据处理成信息,再由信息上升到知识,是生产过程对于厂级信息监控系统的核心功能需求。而用知识管理信息,用信息管理数据,通过数据控制生产过程和设备,则是厂级信息监控系统体现其价值的关键^[47]。

2.4.3 管理控制一体化

管控一体化的目标是利用先进的计算机技术、通讯网络技术和数据库技术实现控制系统和经营管理信息系统(如 E 即, EnterpriseResourceplanning, 企业资源规划)的高度集成,达到生产过程中的实时信息流和企业经营的商务信息流的统一和优化的目标。同时通过信息的流动和控制实现资金流、物流的闭环控制。生产与管理的有机融合生产自动化系统的实时数据,通过安全装置传送到管理系统中,使管理人员能及时了解生产状况和设备运行状况;同时解决传统的 MIS 的数据采集问题;管理工作流程化和工作流程的有效控制。

2.5 小结

虽然国内 SIS 的建设刚刚起步，随着对厂级监控系统的不断了解和认识，SIS 建设也将在实践中不断完善。目前，许多电厂已经意识到 SIS 建设对于实现电厂管控一体化的重要性，都在着手进行数据库平台的搭建和 SIS 功能的完善，使得电厂的运行可靠性和经济效益得以提高。从而增强电厂的综合竞争力。

第三章 基于 OpenPlant 实时数据库的生产过程监控系统

3.1 前言

近年来,各种控制系统在电力、化工、钢铁、造纸、水泥、烟草等流程工业中得到了广泛的应用,在这些控制系统中蕴含着大量的生产实时数据,这些数据是企业生产状况的实际体现,同时也是分析、优化运行和管理的基础。因此,如何消除企业内部的信息孤岛,建立全厂统一的生产实时数据平台,就成了流程企业今后生产信息化的关键。

OpenPlant 实时数据库系统采用当今最先进的软件技术和架构,是工厂现场控制网络与上层管理信息系统连接的桥梁,在企业信息化建设中扮演着重要的角色。它可安全、稳定地实现与现场各控制系统的数据接口,并能对采集来的数据进行高效的数据压缩和长期的历史存储,同时提供方便易用的客户端程序和通用的数据接口(API、DDE、ODBC/JDBC等),使企业的生产管理和决策人员能及时、全面的了解当前的生产情况,也可回顾过去的生产情况,及时发现生产中所存在的问题,提高设备利用率,降低生产成本,增强企业的核心竞争力。

3.2 OpenPlant 实时数据库的特点及其功能

OpenPlant 实时数据库系统是上海麦杰科技研发的拥有国内自主知识产权的实时数据库。该数据库采用当今最先进的软件技术和架构,可安全、稳定地实现与现场各控制系统接口,并能对采集来的数据进行高效的数据压缩和长期的历史存储,提供包括过程图形监视、实时/历史趋势、生产数据字典、生产过程回放、操作指导、设备状态统一等一系列客户端应用、通史提供方便应用的客户端程序和通用的数据接口,如 API、DDE、OPC、ODBC 等。OpenPlant 实时数据库采用 J2EE 构架、纯 B/S 结构,开发维护的所有工作都集中在服务器上,客户端不需要安装任何软件,极大地减少了软件维护的工作量;客户端应用程序采用纯 JAVA 语言编写,具有极佳的跨平台性能,客户端不管是 Windows、Unix 或 Linux 系统,均可以通过网络浏览器获得所需要的生产实时信息,实时系统还支持远程访问功能,用户无论身在何处都可以及时地获取生产实时数据^[48]。

3.2.1 OpenPlant 实时数据库的特点

(1)采用标准的C / C++语言编写,具有优异的跨平台性能,支持Unix、Linux、Windows等各种主流操作系统;

(2)OpenPlant实时数据库支持标准的B / S和C / S结构,采用分布式数据库技术,具有良好的开放性和可扩展性;

(3)提供与国内主流DCS系统和Siemens、Modicon、AB、GE等PLC系统的标准数据接口；

(4)采用基于时间和空间维度的高效压缩算法，死区与线性压缩相结合，单点存储空间小于2000字节 / 天；

(5)数据的采样周期与各控制系统同步，记录的历史数据可保持控制系统的时间标签、数值和质量标记，数据精度与控制系统中的原始数据精度一致；

(6)采用基于树和数据块的方法存储历史数据，从而实现快速访问历史数据；

3.2.2 实时数据库的功能

(1)控制系统接口

提供与多种 DCS 系统及 PLC 系统的接口模块；数据为单向传输，确保控制系统的安全；在线更新采样点配置；智能的故障恢复机制。通讯故障时接口机数据自动缓存，待通讯恢复后将缓存数据自动发往实时数据库。实时监控数据通讯状态；

(2)数据管理功能

对进入系统的所有采集点、手工输入点、计算点进行统一规划和属性定义；采用基于域的命名规则，以“[点名].[节点名].[机组名]”的形式，保留控制系统原有点名，使采集数据在全厂范围得到统一并易于查询，为电厂运行数据的集成应用提供基础；实现机组、采集节点、采集点表的在线组态功能；内嵌有一个数据库内核，通过它可实现数据表的创建、修改及删除，支持标准 SQL 语句，如 SELECT、DELETE、INSERT、UPDATE 等；内置的多种函数（如统计分析、水蒸汽图表等），方便数据处理；提供手工输入界面，避免数据丢失；界面如图 3-1 所示：



图 3-1 数据管理工具界面

Figure 3-1 Data management tools interface

(3)实时数据的管理

实时数据库必须能够高速、按时的存取和处理数据，必须尽量保证关键的数据操作能够在规定的时间内完成。因而，为了提高数据操作的可预见性，实时数据库在数据存储方式和索引方式上与传统的数据库有很大的不同。为了避免不必要的磁盘操作和避免不可预测时间的动态资源分配，我们采用了基于共享内存管理的实时数据表管理机制，同时提供多级索引机制进行快速的数据定位，提高数据检索速度，确保用户对数据实时性的要求。

(4) 实时数据库系统监控

OpenPlant 实时数据库可实时监控各采集接口、浏览客户端、计算应用端等运行状态，为系统管理员提供全面的系统状态信息,并提供在线报警。

(5) 应用程序接口

客户端 API 为用户提供详尽的接口函数，用户可以借助这些函数来进行二次开发；

动态数据交换 DDE 可方便地将实时数据库中的数据引入其它商业软件进行分析和处理，如 MS Excel，Word 等，提高用户数据分析及决策能力；

开放式数据库互连 ODBC Driver 采用微软的 ODBC 标准，允许客户应用标准的 ANSI SQL 访问实时数据库，实现与其它 ODBC 数据源之间的数据共享。应用程序接口图如 3-2 所示：

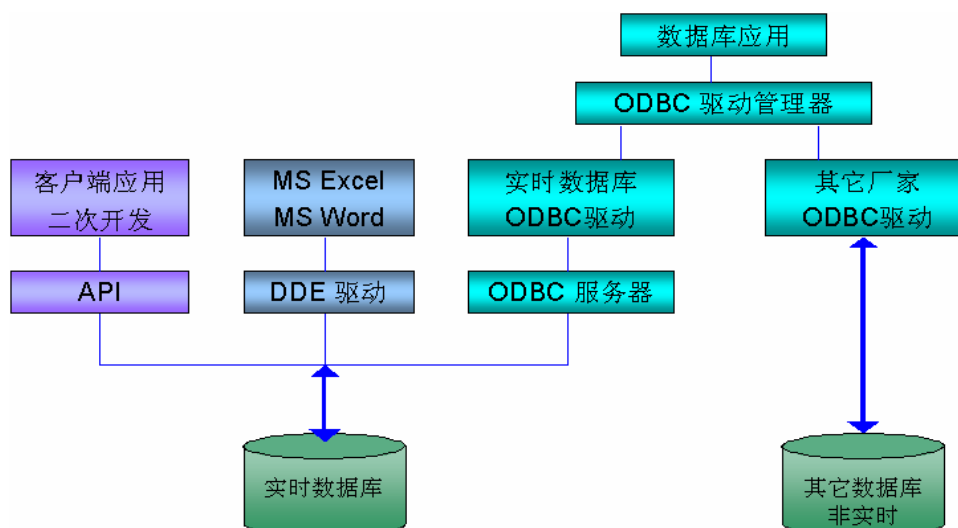


图 3-2 应用程序接口图

Figure 3-2 Application Programming Interface Figure

(6) 客户端应用

1) openPlant @Transfer 过程图形浏览模块

该模块能够将来自控制系统中的图形转换为 OpenPlant 的图形格式。一方面减少了 SIS

系统图形组态的工作量，另一方面用户在客户机浏览器上看到的过程图形与控制系统中的完全一致，真正实现了过程监控从控制室到桌面的延伸。

2) openPlant @Process 模块

该模块提供仿真图形和按用户要求定制的过程图形，用户也可在以后的工作中用本系统提供的可视化图形组态工具，绘制自己所感兴趣的过程图形。图形显示界面如图 3-3 所示：

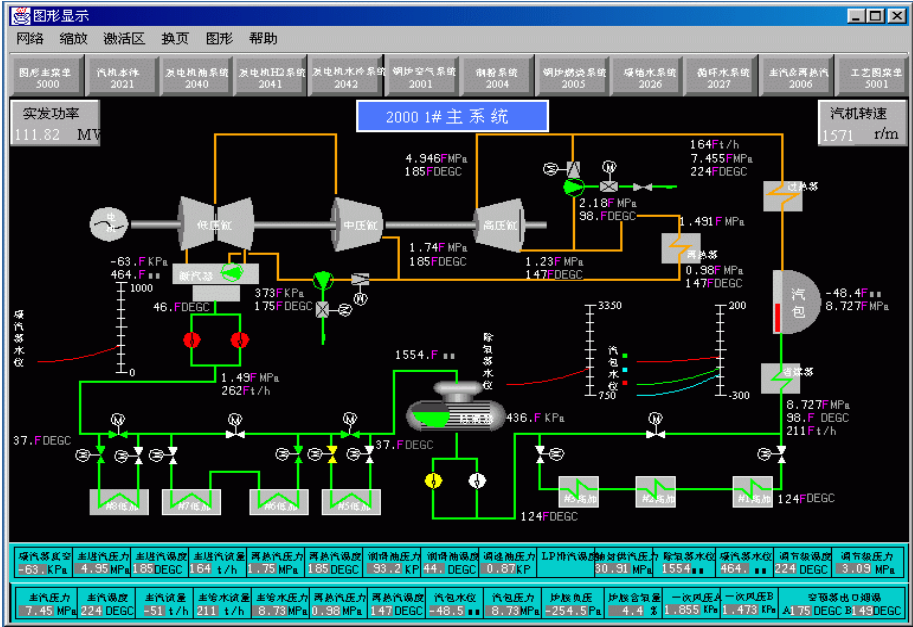


图 3-3 图形显示界面

Figure 3-3 graphics display interface

3) openPlant@Detail 模块

该模块提供采集过程点的所有静态和动态信息，如过程点的值、质量、单位、描述、高低限、报警状态、记录类型、硬件地址及工作站号等，方便用户了解相关采集点的详细信息。点过程信息显示如图 3-4 所示：

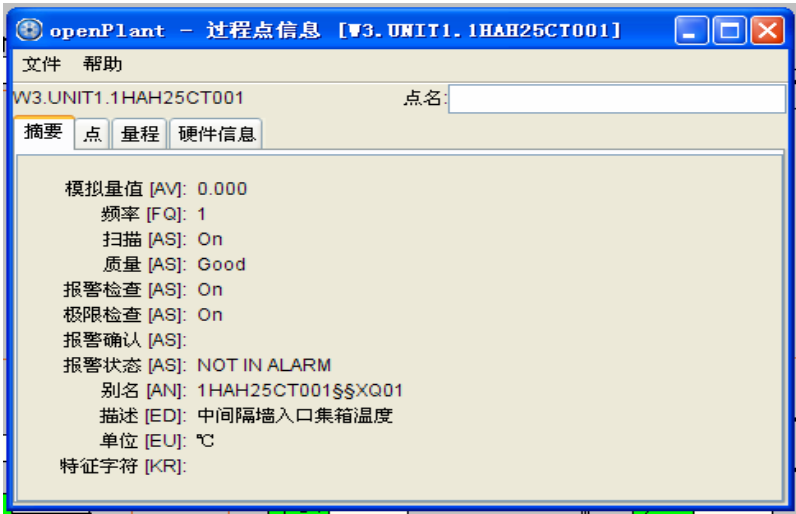


图 3-4 点过程信息显示

Figure 3-4 point process information display

4) openPlant@Trend 模块

该模块提供过程点的实时趋势及历史趋势，方便用户对历史及实时数据进行分析。用户可根据实际需要配置相关趋势组。过程趋势如图 3-5 所示：

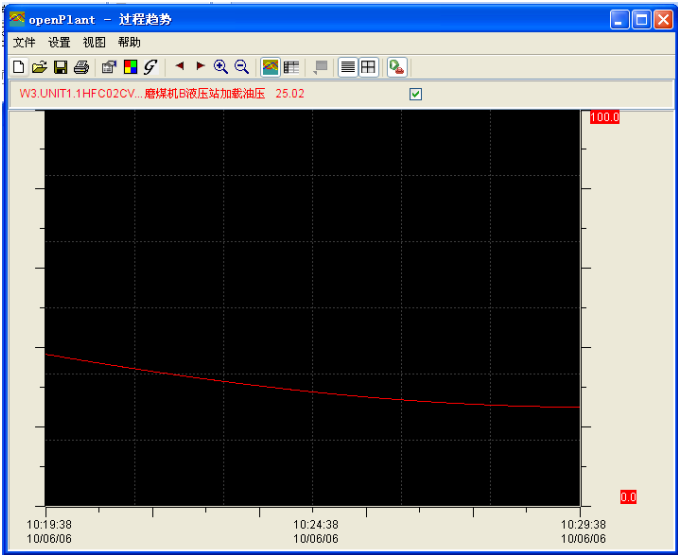


图 3-5 过程趋势图

Figure 3-5 Process trend graph

5) 生产数据字典模块 @Dictionary

该模块提供所有的生产数据，并具有模糊查询等功能。生产数据字典如图 3-6，3-7 所示：

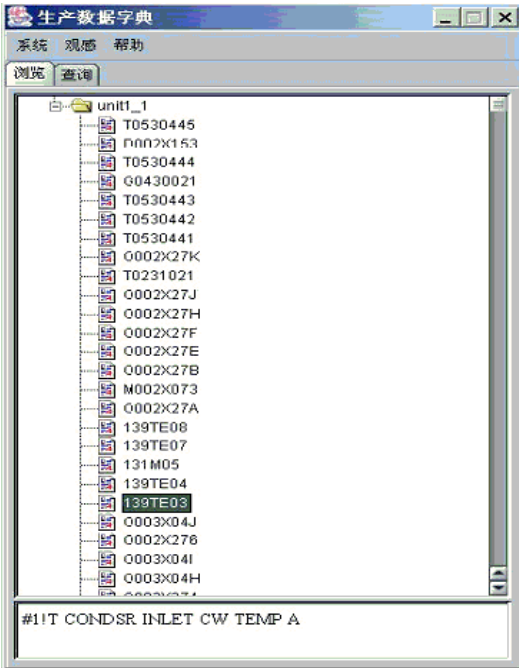


图 3-6 生产字典浏览



图 3-7 生产字典查询

Figure 3-6 production dictionary browser

Figure 3-7 to produce a dictionary lookup

6) myBuilder组态工具模块

该模块是为满足用户在监视生产实时信息时的个性化需求而设计的功能强大的可视化组态工具。用户可按自己习惯的方式观察生产情况，在一个窗口中以多种方式显示所关心的生产信息，从而提高用户的数据分析及决策能力。**myBuilder**在设计时结合了先进的组件技术，具有良好的开放性及扩展性，用户可以在其中加入其它商业的及用户自行开发的组件。除此之外，像热力试验平台、实时耗差分析、实时性能计算、生产过程回放、智能操作指导、运行知识库等功能都能根据用户的需求提供^[49]。

3.3 OpenPlant 数据管理

3.3.1 数据组织结构

实时数据库处理的主要对象为从现场各控制系统采集来的实时数据，为了管理这些数据，保证数据的唯一性，OpenPlant 实时数据库采用了以系统来划分的层次结构，整个系统采用树状结构，共分为 rtdb、node、point 三层，如图 3-8 所示：

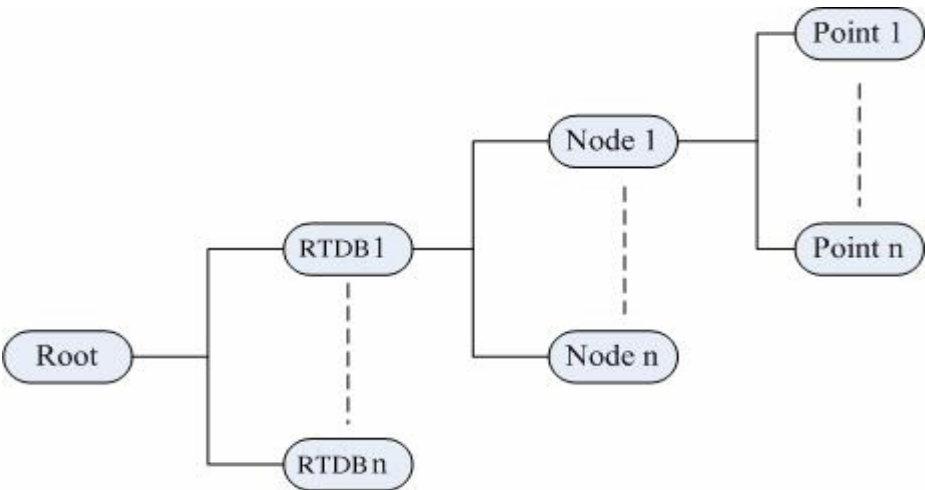


图3-8 系统结构图

Figure 3-8 System structure diagram

其中：

Root 系统的根节点。

Rtdb 可表示一个厂的数据库实例。如一个集团下属多个分厂，在每个分厂安装有一个OpenPlant数据库，那么每个**rtdb** 表示一个分厂。对于只有一个数据库实例的目前缺省名称为W3。

Node 可以表示一个厂中的某个系统，如DCS、输煤、化学、ECS 、NCS 等，或用户自定义的每个节点，如计算点的节点、手工输入点的节点等。

Point 表示某个采集节点中的点。

例：一个只装有单一OpenPlant实时数据库的厂，该厂有1、2 号机组DCS，输煤、NCS、ECS 等控制系统，则该厂的数据结构如图 3-9 所示：

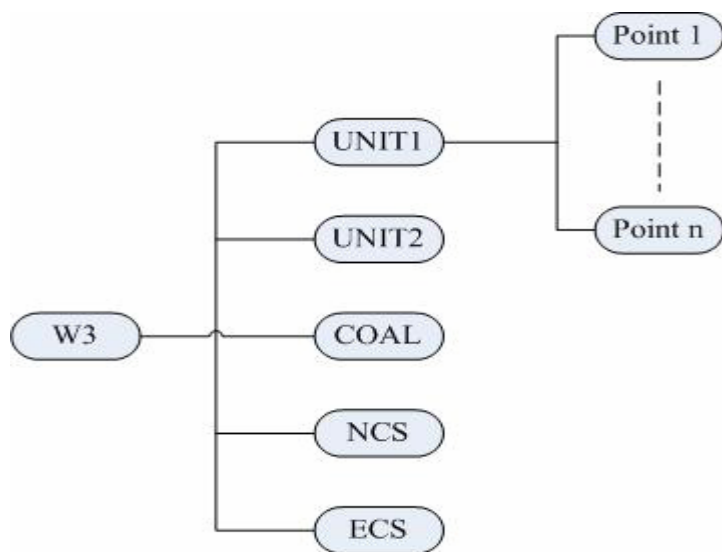


图 3-9 数据结构图

Figure 3-9 A data structure diagram

如1 号机组中有个点名为TE0001，则该点在系统中的全局点名为W3.UNIT1.TE0001；如NCS 系统中有个点名为AI0001，则该点在系统中的全局点名为W3.NCS.AI0001

3.3.2 主要特点

1.采用“[数据库名].[节点名].[点名]”的多维结构，对进入系统的所有采集点、手工输入点、计算点进行统一规划和属性定义，保留控制系统原有的点名，使采集数据在集团范围内得到统一管理并易于查询，为企业数据的集成应用提供便利。

2.内嵌数据库内核，支持标准的SQL 语句，如SELECT、DELETE、INSERT、UPDATE 等。通过它可以实现数据表的新建、删除、更新、查询、（多格式）导入/导出。

3. 内置各种函数（如数学函数、水蒸汽焓/熵等），支持计算点在线定义和实时计算，无需编程即可获得所需的二级数据。

4.支持统计计算功能，可直接获取数据库点的统计值（最大值/最小值/平均值/累计值），设备的启停次数、运行时间和自动投入率。

3.3.3 基本数据类型

实时数据库主要处理对象为现场控制系统中的仪表的数值和设备状态，这些对象一般可分为数字量和模拟量两种，数字量如设备状态、开关信号、手自动信号等，模拟量如温度、流量、压力、液位参数等。

OpenPlant实时数据库中主要包括二大类型的数据对象：现场采集点（一次点）和计算点（二次点）。一次点分为模拟量点（AX），数字量点（DX），短整数点（I2），长整数点（I4），双精度点（R8）。计算点一般均为AX 数据类型，只是多了计算公式定义的相关字段。

3.4 选用 OpenPlant 实时数据库的理由

一提到数据库，大家肯定会想到SQL Server、Oracle等关系型数据库。实际上，数据库的种类非常多，在计算机发展的历史上，存在着多种类型的数据库。

早期，关系型数据库与层次型数据库、网络型数据库并驾齐驱，但关系型数据库依靠其描述简单、实现容易等特点，在竞争中取得了胜利，在上世纪90年代初期，从Foxpro、Access到Oracle、Informix、SyBase、SQL server，关系型数据库一统天下。但在特定的应用领域中，关系型数据库并不能完美表现，于是，产生了新的数据库类型：在协同办公领域中使用的文档型数据库（如NOTES），在嵌入式应用领域中使用的嵌入式数据库（如SQLite），在工业监控领域使用的实时数据库（如PI），等等。关系型数据库，较难处理工业控制领域的数据^[50]。主要原因是：

1、插入速度慢。一般关系型数据库是基于事务处理的，在处理失效后，还要回滚作业。所以至少要存放两处，该机制使速度较慢；既使用今日的Intel P4 双至强类CPU，在对2000 个测点进行插入时也用占用10s 以上的时间。而工业监控系统需要面对的是数万点的实时数据以秒级的间隔存放数据。

2、维护困难。商用数据库为了保证完整性，所有的内容往往放在一个文件内，这对海量数据的存放维护发生困难。如果有一个200G 的数据库，完全备份就可能要一天。备份文件中有一个错误就可能导致200G 的备份文件失效，所以不实用。

3、不能满足实时应用的需求。用数据库存放实时数据据及查询方式不能满足实时应用的需要。一个简单的例子是假定以1 秒为间隔存放好了数据，一周有数据604800 组，但是现要以60 秒为间隔取出其中10080 组或者以等间隔原则取出8888 组，标准SQL 语法就较难实现。

3.5 小结

实时数据库是整个SIS系统开发的基础，它直接关系到整个SIS系统能否高效、大容量、稳定、安全地进行全厂实时数据的采集和处理，以及历史数据的保存和利用。通过在电厂的实际应用表明，OpenPlant实时数据库作为具有国内自主知识产权的实时数据库，与PI、eDNA和iHistorian等国外知名的实时数据库相比，具有性能价格比高的绝对优势，正在国

内SIS系统中发挥着越来越大的作用。

第四章 SIS 系统的设计和实现

在上一章中已经详细探讨了 OpenPlant 实时数据库的功能及特性，现在就在此基础上，针对 OpenPlant 实时数据库在厂级监控中的实际应用及实现过程，与之后的接口设计做进一步论述。

4.1 厂级监控系统的设计原则

厂级监控系统主要是由应用、软件系统与硬件系统这三个大部分组成的，然后每一个大部分里面又涵盖了诸多小的部分，其中硬件系统是最为基础的部分，也是其他软件系统正常运行的平台，因此软件和硬件的设计需要进行统一规划，并且向未来稳定和安全的运用提供了良好条件。

与 SIS 系统相关的所有技术规范都是要求其系统能够具备实用可靠的性能，同时兼有良好的可扩充的功能，那么在对方案进行设计的时候，就需要对系统的维护性、管理性、稳定性、安全性、发展性、伸缩性、经济性、兼容性、先进性和实用性等各种因素进行全面的考虑。其中安全性与可靠性是设计方案和运用的相关技术针对软件模块自身所具备的安全性、可靠性而言的，在这个过程中还会考虑到另外一些软件的集成运用，这样才能使系统的整体具备较高的安全性与可靠性；先进性与成熟性主要是设计方案针对使用过程中技术运用的先进与成熟而言的，在能够满足系统目前整体运用规划需求的前提下，还可以考虑到系统自身的长远规划，这样才能使其获取较大的经济投资效益；可管理性与可延伸性是设计方案针对系统与相应的使用单位运用需求的变化情况而言的，以便让系统可以进行顺利的升级与扩展，这个过程均处在正常管理的状态之下，这样才能让系统的软件资源被长期有效的保护。

SIS 系统对于其中控制系统的各类实时数据，通过建立长期有效存储实时的历史数据库，才可以使厂级在生产过程中的管理与监视良好实现，进而向电厂的管理信息系统中提供详细的计算过程数据以及分析结果，最后会自动生成各种需要的报表，以便电厂可以在生产过程中进行正常的管理工作，并且确保其机组可以高效、安全的运行。

4.1.1 硬件系统的设计原则

按照 SIS 系统的要求以及厂级的现实情况，要想保证整个系统硬件的安全性和高效性，就要对其进行全面考虑，对于网络系统的设计需要依照下列原则：

(1) 稳定性与可靠性原则。SIS 系统中的关键设备需要采取双机以及另外一些可靠性的技术，这样才能防止设备的关键节点会由于单点故障而导致系统停机。

(2)标准性与先进性原则。SIS 系统的在硬件的配置和选择方面需要严格遵照 ITU-T、IEEE、ISO 等国际的现行标准、工业标准与国家标准，坚持向标准化的产品道路发展。】

(3)管理性与扩展性原则。在 SIS 系统中，需要运用良好的相关管理监控系统，这样才能保证整个系统的全面透明管理过程，同时可以对系统进行不断的改进与优化。另外，对于具备较好升级功能与扩展性的核心系统设备而言，其系统结构的扩展性也可以使整个 SIS 系统的升级功能和可扩展性大幅的提升。

(4)保密性与安全性原则。由于 SIS 系统中的网络保密性与安全性是十分重要的，那么就要采取相应措施对其进行保证，包括：对用户的身份鉴别和系统文件存取相关权限的控制；选取具备加密功能的核心网络设备，对运行的数据给予加密处理；借助隔离网闸、防黑客软件或是防火墙等工具对部分通信端口、通信线路、网络设备相关入网权限进行有效管理；对于 SIS 系统中心的服务器要实行双电源与双备份策略，并且在布线的时候还要合理配备地线，防止中心站点被破坏。SIS 硬件系统的网络结构如图 4.1。

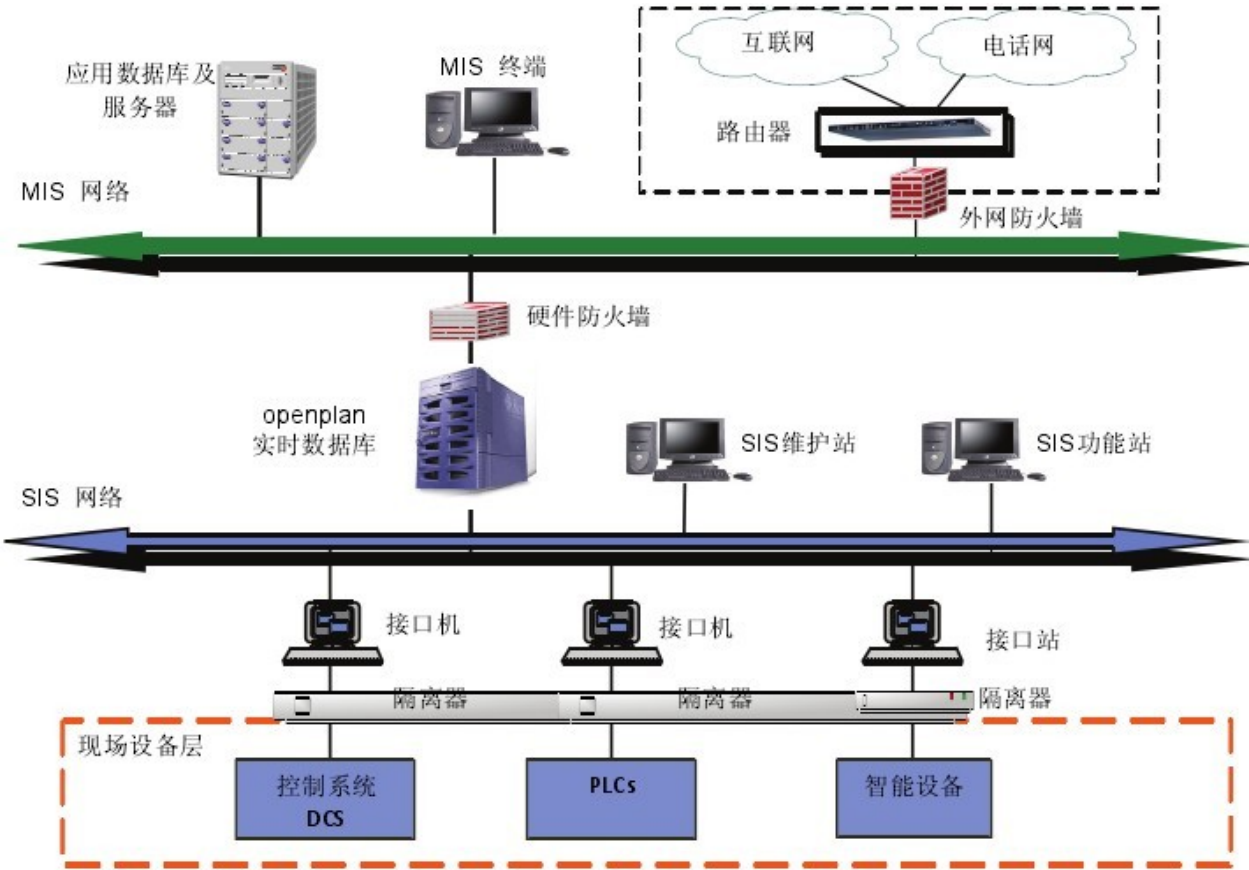


图 4.1 SIS 硬件系统的网络结构图

Figure 4.1 SIS network diagram of the hardware system

4.1.2 软件系统的设计原则

SIS 系统中的软件组态包含了面向对象的以及模块化的软件包，其中的软件均具备了完善的兼容性，同时具备了良好的可开发性与透明度，这可以促进机组在正式投入生产使

用之后，让电厂的工作人员依照生产的实际情况来对相关软件进行开发与修改。软件系统中的安全性需要准确并快速的开展在线计算及分析，以防止额外的干扰与干预对操作人员的实际操作与监视造成影响，同时要禁止在 SIS 系统网络上对于实际生产中的对象加以操作。

SIS 系统模块在完成 SIS 系统标签量正常显示的同时，还可以使现场的设备及其信息进行详细显示，而 SIS 软件系统的全部结果与功能都需要运用通俗易懂的数字、图表等形式呈现于显示器上面，同时让每一个状态可以被很好的监视。系统设计过程使电厂普通的技术操作不员不一定要有电脑编程或是 C 语言相关知识就能够合理完成系统中的流程与组态。

4.1.3 系统的设计思路

SIS 系统对于电厂生产管理过程需要按照信息到决策，再到控制的整个管理模式，通过计算机的网络系统来对电厂生产运行过程中的实时数据进行采集，另外，借助计算机可以对采集到的全面、复杂而大量的数据加以合理分析与计算，进而产生出综合性的经济技术指标，而且，以该指标作为基础，就可以对电厂实际生产运行过程中的经济性加以科学评价，同时还可以分析出电厂经济效益的偏差点阵，进而提供对于整个系统运行调整具有科学意义的指导性方案。

4.2 厂级监控系统的功能模块

由于电厂的势力系统中大部分设备构造都是十分复杂的，而且这些设备都会在高应力、高压以及高温的条件下进行工作，那么出现异常事故或是一些故障现象的频率就比较高了。依照过去的系统操作管理方法，电厂生产操作人员还不能够正确清晰的对热力设备的具体运行状况进行熟练掌握，他们大多只能够依照电厂或者设备制造厂里的运行经验来编制出操作的规程，造成了厂级监控势力系统的安全性与经济性无法达到标准要求，以至于出现运行事故，那么这就需要加入厂级监控系统的功能模块来解决这些问题。

4.2.1 势力参数的实时监测和图形的显示模块

厂级监控系统中计算机组的性能指标通常包含了相关机组汽机效率、锅炉效率、厂用电率、中高压缸效、供电煤耗、发电煤耗等等，通过对大型转机的性能和换热器进行计算，并且把处理得到的结构和热力试验的结果进行比较，其相对误差会低三个百分点，百这个结果还能够运用棒图、饼图等形式来进行表现，同时加入平行比较和历史比较。

运用 DCS 的原始数据与热力学进行结合，可以对厂级监控系统中机组的相关指标与性能进行在线的时时计算，这些指标性能包括：

- ①机组：包括供热比、供热消耗量、供热煤耗、供电修正热耗、供电热耗、发电煤耗、厂用电率、机组修正热耗率、机组的热耗率、管道效率等等。
- ②回热系统：包括各加热器的水温升、上端差和下端差，以及各段的抽汽流量与抽汽效率等等。
- ③凝汽器和给水泵：包括凝汽器的冷却水温升、过冷度、凝汽器的端差、凝汽器的真空度。
- ④汽机：包括汽耗率、汽机的热效率、汽机修正热耗率、汽机的热耗率、汽机的热负荷、低压的缸效率、中压的缸效率和高压的缸效率等等。
- ⑤空气预热器：包括漏风率、空气侧传的热效率和烟气等等。
- ⑥锅炉：包括过热的减温水流量、锅炉热负荷、锅炉的排污率、锅炉的主要损失以及锅炉的反平衡效率等等。

Infi-90 和新华 XDPS-400 的生产实时的监视过程图分别见图 4.2 和图 4.3。

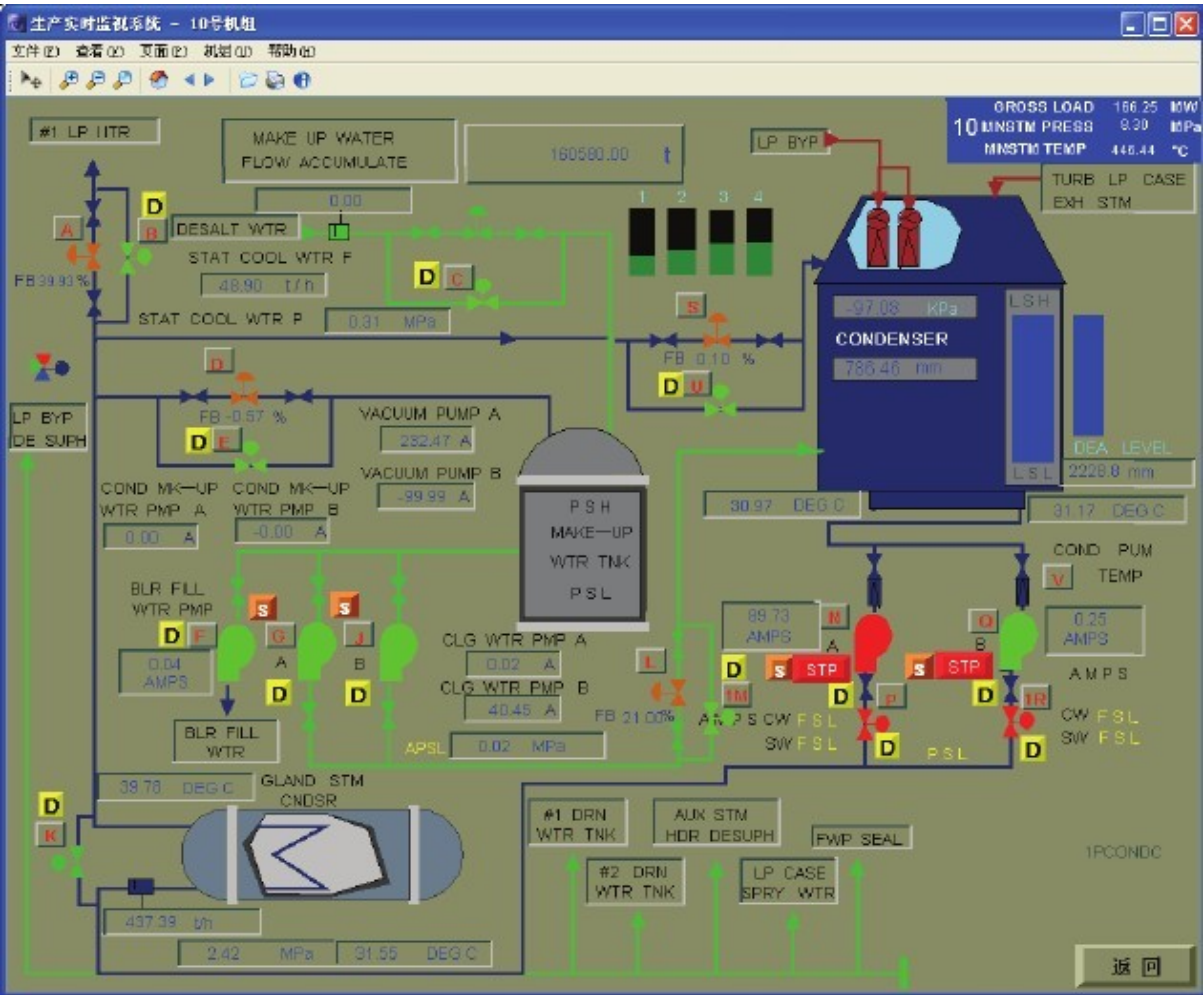


图 4.2 Infi-90 的生产实时的监视图

Figure 4.2 Infi-90 real-time production monitoring Figure

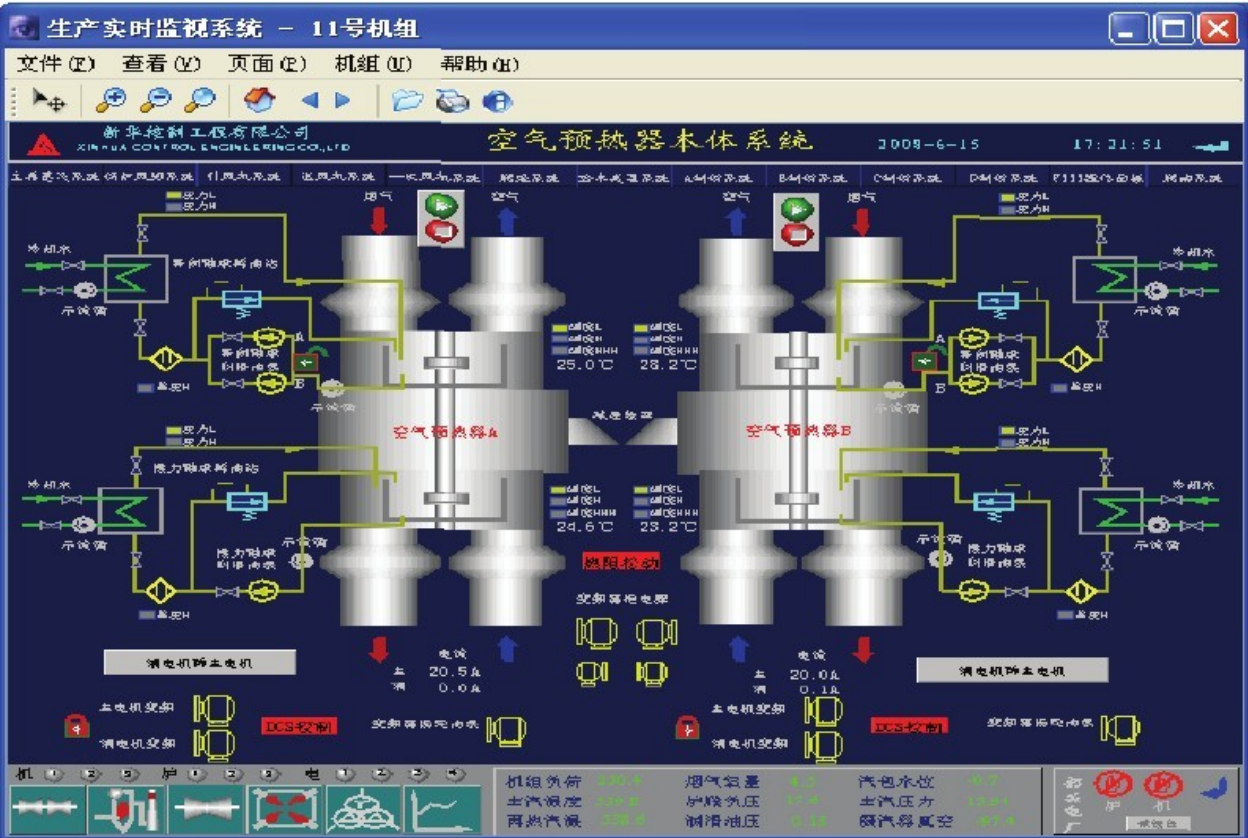


图 4.3 新华 XDPS-400 的生产实时的监视图

Figure 4.3 Xinhua XDPS-400 to produce real-time surveillance maps

4.2.2 经济分析的模块

在厂级监控系统里，通过计算并分析出设备的主要参数，以确定其实际值和设计目标值之间的偏差，进行确定此偏差对机组效率、热耗、煤耗等方面的影响，再对相关偏差进行定性定量的技术，以便电厂相关的生产操作人员可以准确并及时的了解机组在实际运行过程中的状况，使他们能够及时的对机组进行改进与调整，这些包括了对于机组本身主要影响的煤耗相关参数实际与目标的偏差进行计算；电厂主要设备的出力或能耗等运行情况，将计算得到的结果运用棒图和饼图等形式加以表现等。通过耗差分析得出的具体结果，来对机组操作人员提出具有指导性的建议，使其优化操作流程，并且可以在线及时的计算出机组中主要参数的目标值和实时值的偏差，再来对热耗、煤耗的相关影响做定性与定量的描述。

按照评价运行得出的机组设备质量与运行程度，可以适时的安排电厂机组设备的检修工作，并且加强对于机组的科学管理。这些评价主要包括：凝汽器端差、凝结水的过冷度、再热器压损、再热器的减温水流量、过热器的减温水流量、加热器的上端差、最终的给水温度、凝汽器的真空、锅炉的排烟温度、再热汽的温度、主蒸汽的温度、主蒸汽的压力等等。

4.2.3 热力实验的模块

根据厂级监控系统中设备管理与运行规章的具体要求,需要进行空预器的漏风试验、汽机的热力试验、锅炉热力实验等等,以使提供出实际试验过程中所需要用到的数据获取、指标设置以及自动生成相关报告的实际功能,基于此现状就提供在线的人工干预模式与离线的自动试验模式这两种有关于热力试验方式。依据电厂中的惯例,其主要设备中的性能试验需要依照汽轮机及锅炉等相关的电力行业标准、国家标准及有关规程来开展,在每一项的试验开始的时候,都要设置一些条件要求,当这些条件要求能够满足的时候,相应的试验就会开始进行,并且也能够在正常的时间来结束试验。当相关试验完毕之后就会自动生成与之对应的性能试验报告,同时进行合理的存储,这就可供机组操作人员与管理人员进行查看。另外,各个试验都具备各自相关的界面,在界面上面也会列有对应设备的基本性能与运行情况。厂级监控系统中的机组在线与离线的热力试验所用的模块通常包含了试验中数据管理、查看试验报告、试验报告的生成、对结果进行修正、处理输出结果、处理输入结果、正式试验、试验的初始化和试验准确设置等内容。

4.2.4 寿命管理的模块

厂级监控系统中的寿命监测具备的功能主要是针对在汽轮机的起停过程中以及甩负荷这类有激烈负荷变化的过程,在线监测与计算汽轮机的转子因为交变热的应力作用进行造成的低周波的疲劳损耗,寿命管理的模块对于确保汽轮机在生产运行过程里的安全性、机组运行的高效性和使老机组使用寿命的延长均具备极其重要的科学指导作用。

4.2.5 故障诊断和振动监测的模块

故障诊断和振动监测的模块主要是针对对汽轮发的电机组在振动参数和有关参数方面加入计算过程进行的科学分析,进而对汽轮机相关的热力参数的诊断法开展诊断。热应力在厂级监控系统中高压及高温部件与设备是否正常安全运行的重要指标,其压力以及温度等相关参数值都需要设定出严格的控制限值范围,那么当这个范围被超过时,该系统就可以自动发生报警。如果报警发生,该系统还能够及时并自动的进入模糊状态下的故障诊断的模块,这样就可以进行该越限可能原因的分析与诊断计算,以便判别出导致故障发生的可能性原因。在机组的经济性、安全性的等关键性影响指标中,需要对其实际发展变化的趋势开展提前的预测,这样才能在还没有超越报警限值的时候产生预测性的提示及报警,帮助机组操作人员和运行人员能够提前的采取有效调整与控制措施,以最大限度地去防止和避免任何参数越限的情况发生,因此该模块的功能主要就包括了预警情况浏览和预警指标的设置两项。

4.2.6 历史数据与实时的处理模块

对于一个完整的厂级监控系统而言，它必须针对机组的各方面参数开展长期有效的管理与监测，借助运用实时的数据库系统，就可以为机组的实际运行情况建立起运行和故障档案，以便保存机组运行过程中的有关历史数据，在特定的时间里机组就能够对这些历史档案和数据进行检索、研究和分析。历史数据与实时的处理模块中主要的内容包括了机组运行状态中的历史数据档案、机组历史运行时的事故记录档案、机组的历史报警情况档案等。当机组平时正常的运行时，厂级监控系统就可以自动的给机组建立起历史数据与运行档案等，并且依据标准格式和规定的时间来对资料和数据进行保存，另外，可以按照现实情况的需要来查阅一年、一个季度、一个月、一周或是一天的参数变化及其趋势，这样才能够充分了解电厂机组设备运行的完整度，同时对设备的保养与维修进行合理的安排，然后逐渐的转到状态检修阶段，以提高该系统机组的现实可用度。

4.2.7 报表输出的模块

厂级监控系统中的状态参数监测的日报表模块能够把计算机所采集得到的有关数据合理归档并且自动分类，并且能够把十二个小时或是二十四个小时的厂级机组监测数据在一小时为一阶段的过程里，将一组需要打印的报表全部输出。另外，部分机组的经济性运行技术指标同样也能够借助报表的形式进行打印并输出，还包括了对机组在整个系统运行时期里面的寿命累计损耗通过数据和曲线的方式进行打印并输出，而故障则通过报告或是曲线的形式进行打印并输出，这样就可以向电厂生产技术人员与相关管理人员提供决策和分析的依据，并且保存以供后期合理使用。

报表输出的模块中统计报表的工具涵盖了许多有效功能，包括能够提供报表的统计指标相关的维护功能，那么用户就能够很顺利的在相关配置界面针对这些统计指标展开查房、修改、删除和新建等工作；在统计指标中，配置了取值类型、指标类型、统计周期、机组、专业等属性，其中取值类型分析累计、平均、最小、最大等，指标类型分为手动输入点、计算点、实时点等，统计周期分为年、月、日、班、小时等，这些属性均可供用户灵活的运用，并且也可以满足用户对于不同统计数据的多样性要求；统计报表工具可以提供有关统计数据的维护功能，那么用户就能够手动的调整统计进程以便修补相应的统计数据，当然也可以手动修改相关的统计数据，另外，它还能够提供出许多易于操作的配置向导与报表模板，那么用户就能够选择合适的模板同时定义出相关的配置指标，即按自己的要求生用相应的自定义的报表，也可以实现多用户之间的共用报表模式。

4.3 SIS 系统的接口设计

SIS 系统所需要的各方面过程参数与实时信息都是由低层的控制网络中运用通讯的形式来获取的, 其系统可以提出数量足够的接口以及另外的控制系统和网络进行相联, 同时全面的控制 SIS 和另外控制系统与网络中的接口协调同技术配合之间的工作, 这样才能够使整个电厂生产过程的联网状态得以实现, 使之信息得到共享。

4.3.1 接口的设计原则

随着信息化与科技化的进程不断加深, 厂级监控信息系统已逐步完善成了生产过程中的实时信息系统, 它对机组的分散性控制系统、机组辅助车间中的控制网络系统和电气网控等其他系统同厂级监控信息系统进行合理联网, 并且对其中的数据进行采集, 以便实现信息数据的实时共享, 因此, 监控信息系统的接口系统在进行方案设计的时候就需要按照下列原则进行:

(1) 可靠性

通信接口可以各种各样的情况下进行正常的工作, 这个过程的可靠性是和被接口的相关设备一致的, 机组数据信息的通信机制能够提供出具备可靠性的保障, 以确保如果数据服务器的通信功能出现某些故障时而不会造成数据丢失的现实, 那么当网络系统被中断后, SIS 系统就可以运用相关措施来对实时数据进行保存, 而当网络恢复之后就可以把缓存的相关数据直接传送到历史库里。

(2) 安全性

SIS 系统和电厂中各个控制系统的实际通信过程不会对控制系统正常运行造成影响; 当接到数据的通讯系统上面部分设备或是系统发生了故障时, 也不会导致其通讯系统出现故障以至于瘫痪或者是影响到其它的联网系统及相关设备的正常工作; 任何站和以太网自身的接口是无源同时是电气隔离的; 接口的通信方案将提供完善的安全性能, 保障控制系统本身的安全。

(3) 实时性

SIS 系统可以有效对实施过程的信息进行反映, 该反映也会是从基于过程分析的方面科学提出的; 而接口系统把提供调整的信息数据采集通道, 以保障数据的有效性和实时性; SIS 系统的数据通讯系统的合理设计, 保证功能站以及终端在网络处于最繁忙的时候可以对于数据库的服务器有关数据的访问时间小于 5S。

(4) 易维护性

在 SIS 系统中, 通信接口的子系统能够易于维护, 其维护过程也包括了状态提示的故障诊断系统相关设置、SIS 系统的物理网络连接以及人机接口等等诸多方面。

(5) 开放性

厂级监控信息系统的通信接口需要对被接口设备的相关通信协议进行接受,这样才能使得通信过程具备相当的灵活性与通用性,并且要采取标准有效的通信协议。

4.3.2 系统的接口网络

厂级监控信息系统的 SIS 接口网络是依据电力系统中的二次防护中相关规定展开全面设计的,并且其中控制系统与 SIS 之间是借助符合电力系统在安全性方面需求的单方向物理隔离装置从而进行隔离,这样才能够保证厂级监控控制系统不会受到 SIS 中的相关侵害。而厂级监控信息系统和厂 MIS 之间也可以借助硬件防火墙来开展隔离工作,以保证 SIS 系统在正常运行时的安全性与稳定性。另外, SIS 的运行系统平台一般都是基于 Linux 系统中运行完成的,这样就能够保证其实时数据库的服务器不会遭受到厂里面局域网的 Windows 病毒的侵害,同时,全面的 SIS 接口的软件系统均是基于 UDP 平台来传输的,这样能够在确保数据更新速率与系统安全性的基础上科学有效的使传输环节降低,并且使接口可用率得到提高。

在电厂中,接口系统所包含的控制系统有辅网、输煤、电量、NCS、DEH、DCS 等相关系统,其数据采集的过程也是完整而全面的。通常来讲,其接口数据的采集周期在 1 秒钟左右,这样才能保证数据信息的完整性而不会丢失。SIS 的接口网络图如图 4.4。

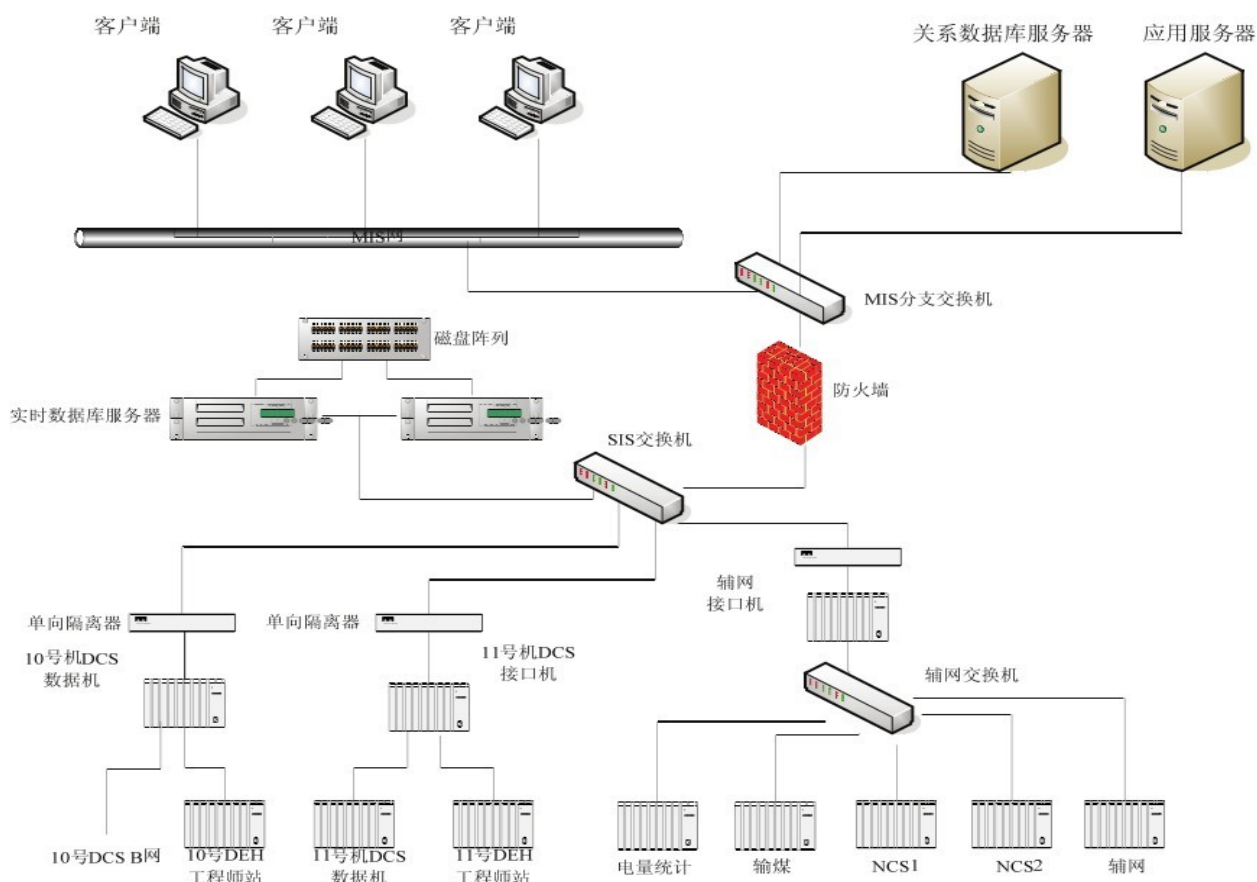


图 4.4 SIS 的接口网络图

Figure 4.4 SIS interface network diagram

4.3.3 接口相关说明

根据控制系统的区分规定,电厂信息管理控制系统包含了输煤 IFIX 系统、兰吉尔的电量采集系统、国电的南瑞 NCS 系统、新华 DCS 系统以及国电的智深 DCS 系统等五类系统,它们的均具备了各自的数据信息采集方法。

在输煤 IFIX 系统中,在 IFIX 上位机的监控软件所提供标准化的 OPC 接口,即能够运用 OpenPlant 实时数据库来提供的标准化 OPC 采集程序,来进行输煤数据的采集过程。在兰吉尔的电量采集系统中,兰吉尔电量采集的系统把电量数据在每 20 分钟所采集得到小主站中的 Access 的表格里,那么通过解析这个 Access 表格数据就可以把电量数据全面采集到 OpenPlant 实时数据库中。在国电的南瑞 NCS 系统中,国电南瑞中的 NCS 系统能够提供基于国标 104 电力相关的规则通讯,那么就可以运用 OpenPlant 实时数据库所提供的标准化 104 系统规则接口程序来对 NCS 相关信息数据进行采集。在新华 DCS 系统中,其专门提供出了基于 Asdpu 信息数据的发送程序,把 DEH 的实时数据信息往系统 SIS 端口进行发送,那么就可以按照 Asdpu 的相关数据定义对 Asdpu 的标准化接收程序进行合理编写,以便解析有关于 Asdpu 的数据格式,同时把它发送到实时的数据库中。在国电的智深 DCS 系统中其特地提供了有关于 DIP 信息数据的发送程序,可以把 DCS 的实时数据往系统 SIS 端口进行发送,那么就可以根据 DIP 的数据发送程序中相关数据定义对 DIP 的接收程序进行科学合理编写,以此来解析 DIP 的数据格式,并且把这些数据发送到实时的数据库中。

第五章 某热电厂的厂级监控系统的建立

5.1 建立某热电厂 SIS 的步骤

第一步，Openplant 实时数据库的安装

在 WINDOWS 系统上安装 JDK，同时设置 JAVA 环境变量：新建变量及修改变量后，按照步骤安装好 OPENPLANT，接着编辑安装目录下的 server.xml 文件。确保 openplant 和 tomcat 能正常运行。

第二步，生产实时画面组态

利用OPENPLANT实时数据库自带的组态软件GBuilder绘制热电厂生产过程图形。

第三步，数据采集点的导入

利用 OPENPLANT 实时数据库自带的导点程序向数据库中导入数据采集点，使得生产过程监控具有实时性。

第四步，生产过程监视

通过网络浏览器以图形监视、趋势、点信息等直观的方式对生产过程进行实时监视，图形与DCS 系统完全一致，能够清晰准确地描述现场生产细节。

5.2 OpenPlant 图形组态

麦杰图形组态软件 GBuilder 是一款满足用户个性化需求的图形组态工具，使用它可以很方便地绘制和仿真各种主流控制系统的过程图形，可在一幅画面上以多种方式显示生产信息，提高用户的数据分析和决策能力，同时结合先进的组件技术，具有良好的开放性 & 扩展性。可对图形、图元进行建立、修改和删除等各种操作，并关联到实时数据进行发布和显示。GBuilder 是一款用纯Java 语言开发的图形组态工具，具有良好的跨平台性能。无论是在Windows、Unix 还是Linux 系统下开发，都可以很好地使用。

5.2.1 GBuilder 具有以下主要功能：

1. 画图功能

用GBuilder 可以绘制各种基本的图形元素，如线/多线、矩形、多边形、椭圆、圆弧、文本等，同时也可绘制各种动态对象如采集点、按钮、时间、图像、棒状图、趋势图等，使用户可以很方便地再现现场的控制系统。GBuilder 组态界面如图5-1所示：

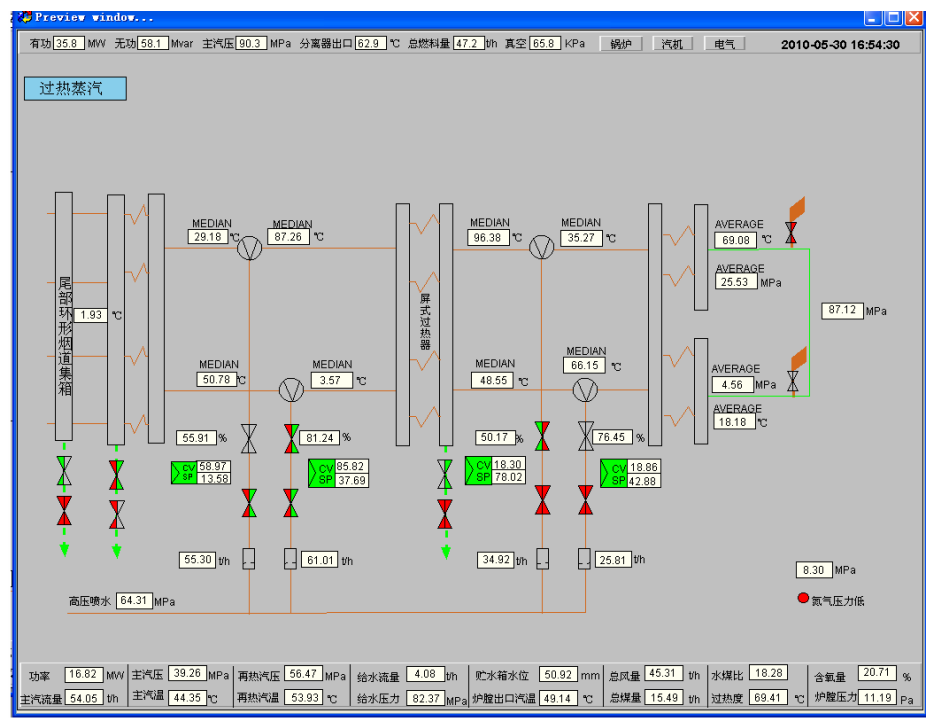


图 5-1 GBuilder 组态界面图

Figure 5-1 GBuilder configuration interface Figure

2. 图形库

GBuilder 提供工业系统中各种对象的图形库，如泵、风机、阀门、开关等基本元素。同时用户在绘图过程中还可生成自己的图形库。

3. 定义动态条件GBuilder 的对象支持以下几种动态定义：

颜色动态：对象的颜色可以随条件而变化；

文字动态：文本对象可以随条件而文字内容；

事件动态：对象可以响应各种定义的用户事件；

移动动态：对象可随条件而变化位置；

旋转动态：对象可随条件而旋转；

图像动态：图象对象可随条件而切换图象。

4. 文件类型

支持 ASCII (*.dsp) 及二进制 (*.ser) 两种文件存储方式。

5.2.2 绘制及编辑图形元素

(1) 文本的绘制

- 1. 选择 [画图] 菜单中的 [文本] 菜单项，或者单击按钮栏上的 按钮；
- 2. 在作图区域，点击鼠标左键选择文本的起点，将弹出文本属性对话框；



图 5-2 文本属性设置图

Figure 5-2 text attribute set Figure

- 3.输入框内添入文本，设置文本的属性如方向、背景。如图 5-2 所示；
- 4.在 [设置] 菜单中选择 [颜色和填充] 菜单项，可改变文本的前景和背景色；
- 5.在 [设置] 菜单中选择 [字体] 菜单项，可改变文本的字体；
- 6. 点击鼠标右键，在弹出菜单中选择 [文本属性]，可调出文本属性窗口。

(2) 采集点的绘制

- 1. 选择 [画图] 菜单中的 [采集点] 菜单项，或者单击按钮栏上的 按钮；
- 2. 在作图区域，点击鼠标左键选择采集点的起点，将弹出采集点属性对话框；
- 3. 输入采集点名，设定采集点属性，如：字段长度、小数点数、对齐方式、字体类型等。如 5-3 所示：

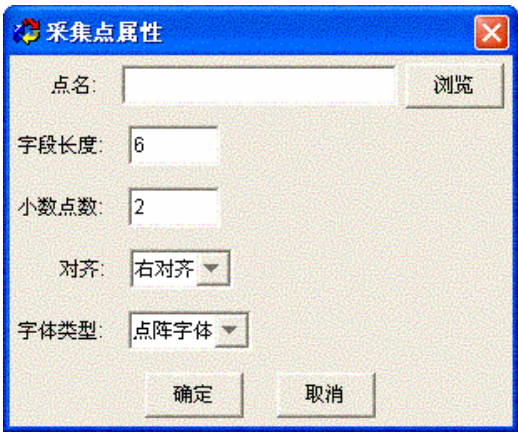


图 5-3 采集点属性设置图

Figure 5-3 collection point property is set Figure

- 4.在 [设置] 菜单中选择 [颜色和填充] 菜单项，可改变采集点的前景和背景色；
- 5. 点击鼠标右键，在弹出菜单中选择 [采集点属性]，可调出采集点属性窗口。

(3) 按钮的绘制

- 1. 选择 [画图] 菜单中的 [按钮] 菜单项，或者单击按钮栏上的 按钮；

- 2. 在作图区域，按下鼠标左键选择按钮的起点，再拖动鼠标绘制按钮；
- 3. 点击鼠标右键，在弹出菜单中选择 [按钮属性]，可调出按钮属性窗口，输入按钮文本，设定边框宽度；如图5-4所示：
- 4. 在 [设置] 菜单中选择 [颜色和填充] 菜单项，可改变按钮的前景和背景色。



图 5-4 按钮属性设置图

Figure 5-4 button property is set Figure

- 5.点击鼠标右键，在弹出菜单中选择 [按钮属性]，可调出按钮属性窗口。

(4) 时间的绘制

- 1. 选择 [画图] 菜单中的[时间]菜单项，或者单击按钮栏上的 按钮；
- 2. 在作图区域，点击鼠标左键选择时间控件的起点，将弹出时间属性对话框；
- 3. 设置字体类型、时间显示格式、背景等属性。如图 5-5 所示：

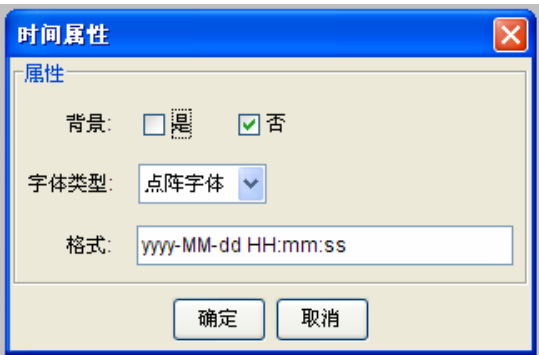


图 5-5 时间属性设置图

Figure 5-5 Time attribute set Figure

- 4.在 [设置] 菜单中选择 [颜色和填充] 菜单项，可改变时间的前景和背景色。

(5) 插入棒状图

- 1. 选择 [插入] 菜单中的 [棒状图] 菜单项，或者单击按钮栏上的 按钮；
- 2. 然后在用户的工作区内选择作图区域后，将弹出棒状图属性窗口；



图 5-6 棒状图属性设置

Figure 5-6 bar graph property is set

3.在其中添入采集点的名称，调整高、低限和棒状图的类型。如图 5-6 所示：

5.2.3 设置图形属性

1) 设置对象的颜色和填充方式

1.选中要设置“颜色及填充”的对象；如图 5-7 所示：

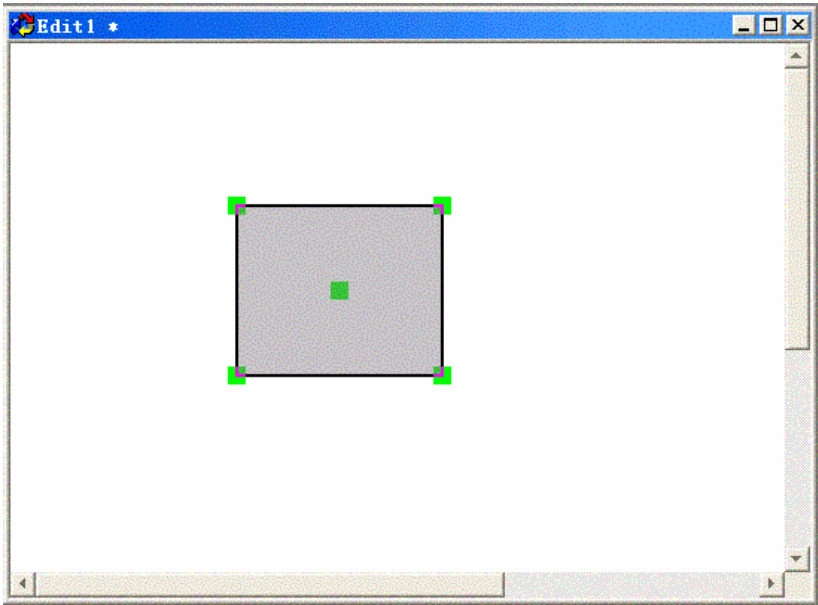


图 5-7 选择设置对象

Figure 5-7 select Settings object

2. 在 [设置] 菜单中选择 [颜色及填充] 菜单项，或点击按钮 ，将弹出如下颜色和填充方式设置窗口；如图 5-8 所示：



图 5-8 颜色及填充设置

Figure 5-8 color and the filling is set

3. 选择线条颜色、填充颜色和填充样式，有“无填充”、“单色填充”、“样式填充”和“灰度填充”四种方式；如图 5-9 所示：

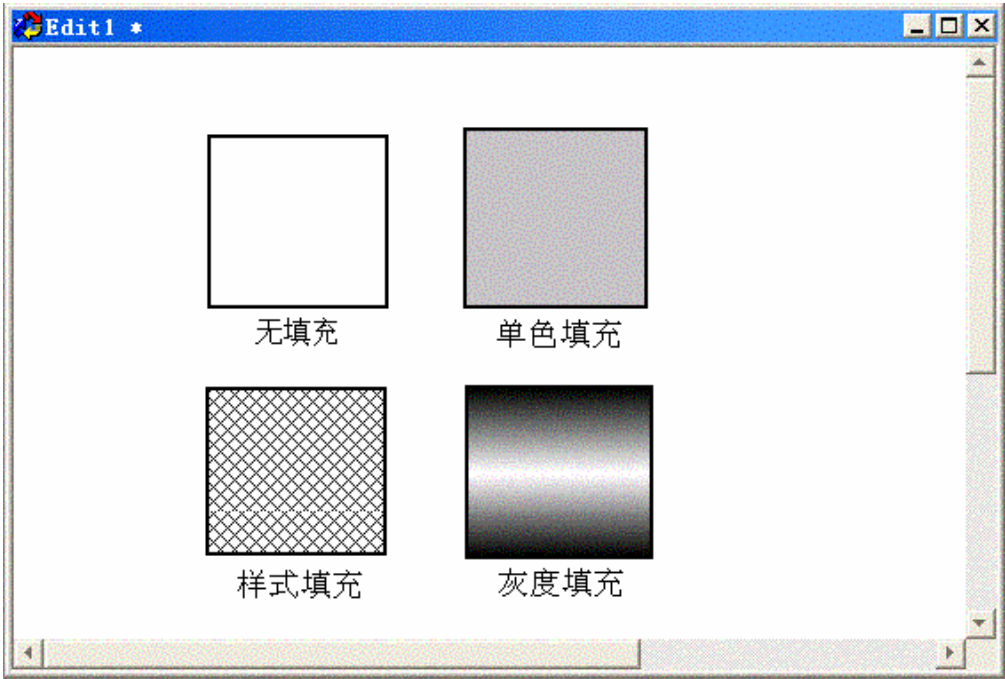


图 5-9 填充颜色和填充样式

Figure 5-9 fill color and fill styles

4.选择样式填充和灰度填充将出现如下图 5-10，图 5-11 窗口：

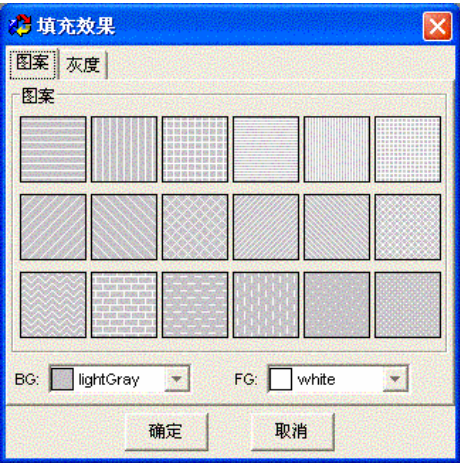


图 5-10 样式填充窗口

Figure 5-10 style filled window

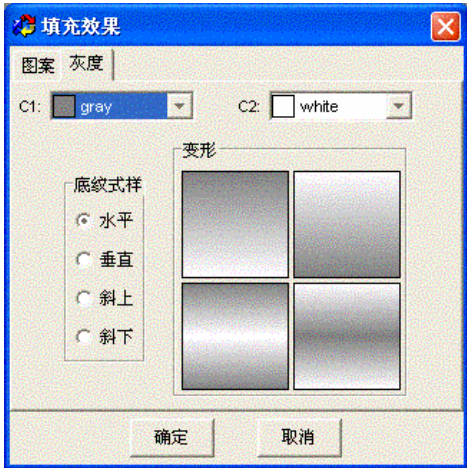


图 5-11 灰度填充窗口

Figure 5-11 grayscale filled window

4. 点击“条件”按钮，将弹出条件输入窗口，可以设定前景、背景的动态条件，如图 5-12 所示：

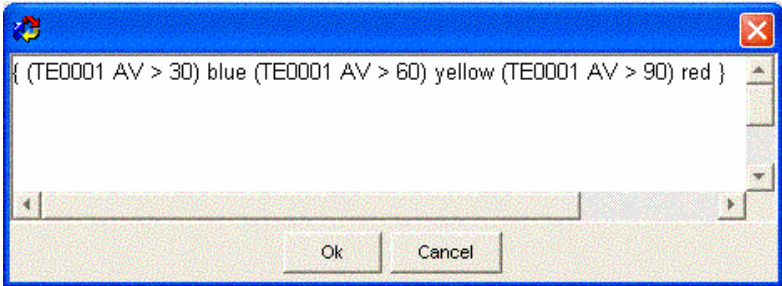


图 5-12 按钮动态条件设置

Figure 5-12 button dynamic conditions set

设置事件

- 1. 选中要设置“事件”的对象；
- 2. 在 [设置] 菜单中选择 [事件] 菜单项，将弹出事件设置窗口，如图 5-13 所示：

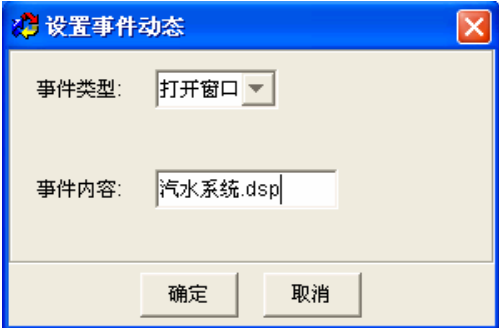


图 5-13 按钮事件设置

Figure 5-13 button event set

3. 事件类型有以下类型：

0 - 没有事件；

- 1 - 打开窗口； //打开一个新窗口显示事件中定义的图形
- 2 - 关闭窗口； //关闭当前窗口
- 3 - 切换图形； //切换到事件中定义的图形
- 4 - 上一幅图形；
- 5 - 下一幅图形；
- 6 - 打印； //打印当前图形
- 7 - 目标字符串。 //为特殊事件预留的事件类型

5.3 OpenPlant 数据导入导出

本节主要介绍 OpenPlant 数据库导入、导出工具。

OpenPlant 实时数据库提供客户端维护工具，方便我们对数据库中的点进行管理，客户端工具主要包括如图 5-14 所示：

文件	功能描述
opclient.cfg	客户端工具配置文件 在其中配置服务器地址、通信端口等
opclient.exe	点维护工具 用它配合用户自定义的*.op 文件，来添加、删除、修改节点和点的配置。
oplist.exe	数据点导出工具 可将数据库中某个节点的数据库导出到文本文件
sample.op	采集点配置 (*.op) 文件范例
calc.op	计算点配置文件范例

图 5-14 数据功能表

Figure 5-14 Data menu

1、opclient.cfg 配置说明：

opclient.cfg 为数据库导入、导出工具的配置文件，在其中配置实时数据库服务器的IP 地址、通信端口等。

- ServerName: 服务器IP 地址
- ServerPort: 服务器通信端口，缺省为8200
- TryInterval: 重试间隔时间，缺省为1 秒
- Frequence: 刷新频率，缺省为1 秒
- Timeout: 网络延时，缺省为30 秒

2、*.op文件格式说明

*.op 文件为数据库导入、导出配置文件格式，在其中配置需要添加、删除或修改的节点或点。

*.op 文件格式如下：

<%COMMAND% OBJECT=%OBJ%>{对象列表}</%COMMAND%>

其中：

a. 命令 %COMMAND% 为：

INSERT – 插入

UPDATE – 更新

DELETE – 删除

b. 对象 %OBJ%为：

NODE – 节点(机组)

POINT – 点

c. 对象列表：

节点：NODE_NAME, desc="描述"

模拟点：

POINT_NAME, AX, desc="描述", low=0, high=100, eu="单位", fm=1, archived=1,
db=0.5, db_type=PCT

开关点：

DIGITAL_NAME, DX, desc="描述", set="设定描述", reset="复位描述", archived=1

3、字段说明：

NODE_NAME – 节点名

POINT_NAME – 点名

desc – 描述

AX – 模拟点类型

DX – 开关点类型

low – 低限

high – 高限

eu – 单位

fm – 显示格式：小数点位数

archived – 存档：是否保存历史

comp – 压缩类型

db – 压缩死区

db_type – 压缩类型：PCT – 按百分比，ENG – 按工程量

set – 设定描述

reset – 复位描述

*op 文件字段与点表结构字段的对应表如图 5-15 所示：

opfile	点表结构字段	Opfile 的取值范围	缺省值
	RT	AX, DX, I2, I4, R4	
desc	ED		
archived	AR	0, 1 或 No, Yes	1 或 Yes
low	BV		0
high	TV		100
pt	PT	DAS, CALC	DAS
db_type	DT	PCT, ENG	PCT
comp	KZ	0, 1, 2 或 Deadband, Linear, None	1 或 Linear
set	ST		
reset	RS		

图 5-15 文件字段与点表结构字段的对应表

Figure 5-15 File field points table structure fields corresponding table

5.3.1 添加、删除、更新节点

(1)添加节点

例：向数据库中添加一个名为 test 的节点

1. 编辑test.op 文件，在其中输入如下内容，存盘退出

<INSERT OBJECT="NODE">

TEST, desc="TEST NODE"

</INSERT>

2. 打开一个DOS 窗口，进入optools 目录

3. 执行导入命令opclient test.op

(2)删除节点

例：从数据库中删除一个名为 test 的节点

1. 编辑test_del.op 文件，在其中输入如下内容，存盘退出

<DELETE OBJECT="NODE">

TEST, desc="TEST NODE"

</DELETE >

2. 打开一个DOS 窗口, 进入optools 目录

3. 执行导入命令opclient test_del.op

[注: 此命令一定要慎用, 一旦执行将会删除该节点下所有的点]

(3)更新节点

例: 将数据库中的一个名为 test 的节点描述更新为" TEST NODE UPDATED"

1. 编辑test_up.op 文件, 在其中输入如下内容, 存盘退出

```
<UPDATE OBJECT="NODE">
```

```
TEST, desc="TEST NODE UPDATED"
```

```
</ UPDATE >
```

2. 打开一个DOS 窗口, 进入optools 目录

3. 执行导入命令opclient test_up.Op

5.3.2 添加、删除、更新采集点

(1)添加采集点

例: 向数据库的 test 节点, 添加一个模拟量点和一个数字量点

1. 编辑test_point.op 文件, 在其中输入如下内容, 存盘退出

```
<INSERT OBJECT="POINT" PARENT="TEST">
```

```
DX0001, DX, desc="TEST DIGITAL POINT", archived=1
```

```
AX0001, AX, desc="Analog Point", archived=1, fm=1, eu="C", low=0, high=100,
```

```
db=0.2, db_type=PCT
```

```
</INSERT>
```

2. 打开一个DOS 窗口, 进入optools 目录;

3. 执行命令opclient test_point.op

(2)删除采集点

例: 从数据库的 test 节点, 删除一个模拟量点和一个数字量点

1. 编辑test_point_del.op 文件, 在其中输入如下内容, 存盘退出

```
<DELETE OBJECT="POINT" PARENT="TEST">
```

```
DX0001, DX, desc="TEST DIGITAL POINT", archived=1
```

```
AX0001, AX, desc="Analog Point", archived=1, fm=1, eu="", low=0, high=100, db=0.2,
```

```
db_type=PCT
```

```
</DELETE>
```

2. 打开一个DOS 窗口，进入optools 目录

3. 执行命令opclient test_point_del.op

(3)更新采集点

例：在数据库的 test 节点，更新一个模拟量点和一个数字量点的配置参数

1. 编辑test_point_up.op 文件，在其中输入如下内容，存盘退出

```
<UPDATE OBJECT="POINT" PARENT="TEST">
```

```
DX0001, DX, desc="TEST DIGITAL POINT", archived=1
```

```
AX0001, AX, desc="Analog Point", archived=1, fm=1, eu="", low=0, high=100, db=0.2,
```

```
db_type=PCT
```

```
</UPDATE >
```

2. 打开一个DOS 窗口，进入optools 目录

3. 执行命令opclient test_point_up.Op

(4)导出节点配置

本节介绍如何将数据库中某节点中点的配置导出到文本文件。

数据库导出工具oplist.exe 使用方法：

命令格式：oplist nodename [-o | -O | -t | -T]

输出文件为nodename.txt、nodename.opf、nodename.csv

选项：

不带命令：输出为ID、点名、类型、高限、低限

-d: 输出为ID、别名、类型、高限、低限

-o: 输出为openPlant 导入格式（op 文件格式）

-O: 输出为openPlant 导入格式（op 文件格式带ID）

-t: 输出为csv 文本格式

-T: 输出为csv 文本格式（带ID）

例：将机组unit1 下的点配置导出到文本

1. 打开一个DOS 窗口，进入optools 目录；

2. 执行导出命令oplist unit1

3.在 optools 目录下将生成一个 unit1.txt 文件

(5)定义计算点

本节介绍如何在数据库中定义计算点。

openPlant 数据库支持计算点定义，计算公式支持基本的+-x/运算，参与计算的点必需

为模拟量点 (AX)

计算公式格式如下:

$$\text{NODE1.POINT1.AV} + \text{NODE2.POINT2.AV} * 100$$

其中:

NODE 为节点名

POINT 为点名

AV 为点的数值字段

例: 某厂有二台机组, 添加一个“全厂总负荷”计算点

1. 编辑calc.op 文件, 在其中输入如下内容, 存盘退出

#添加一个专门用于管理计算点的节点CALC

```
<INSERT OBJECT="NODE">
```

```
CALC,desc="CALC NODE"
```

```
</INSERT>
```

#添加计算点

```
<INSERT OBJECT="POINT" PARENT="CALC">
```

```
TOT_MW, AX, pt=CALC, ex="UNIT1.EP01.AV+UNIT2.EP01.AV", desc="PLANTTOTAL  
MW", archived=1, fm=1, low=0, high=700, eu="MW", comp=0, db=1,db_type=ENG
```

```
</INSERT>
```

2. 打开一个DOS 窗口, 进入optools 目录

3. 执行导入命令opclient calc.op

5.4 OpenPlant 生产过程监视

5.4.1 功能描述

生产过程监视模块能够对全厂的生产过程进行监视, 用户可以通过网络浏览器以图形监视、趋势、点信息等直观的方式对生产过程进行实时监视, 图形与DCS 系统完全一致, 能够清晰准确地描述现场生产细节。提供方便易用的图形组态工具, 用户可以自定义图形。生产过程监视包括“生产实时画面”、“实时历史趋势”、“点信息”、“数据一览”、“数据快照”等模块。

5.4.2 生产实时画面

拥有专业的图形仿真工具, 可以为用户提供和控制系统一致、同步的实时画面和参数变化, 真正实现了过程监控从控制室到桌面的延伸; 可以让生产管理人员不到生产现场,

不依赖运行人员，即可以了解机组运行情况，完成技术参数的收集分析；可根据运行人员的对DCS 画面作一些人性化的修改。并且可以利用实时数据库对机组的经济、效率等指标作实时计算，如全厂主要参数，机组效率计算画面等。

1.在主页面选择“图形浏览”，将出现图形浏览窗口，如图 5-16 所示：



图 5-16 图形浏览窗口

Figure 5-16 graphical browser window

2. 点击图形按钮可在画面之间进行切换；

5.4.3 数据一览

在数据一览中，有多种组合方式查询测点，数据一览窗口如图5-17所示：

1.可通过选择机组号、类型、控制器和点名、描述关键字来查询。

openPlant - 数据一览工具

文件 帮助

点表: UNIT1 类型: 模拟量 控制器: 全部 点名过滤: 特征字过滤: 描述过滤: 温度

序号	点名	类型	数值	单位	特征字	描述	控制器
1	1HAD40CT078	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度78	0
2	1HAD40CT077	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度77	0
3	1HAD40CT076	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度76	0
4	1HAD40CT075	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度75	0
5	1HAD40CT074	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度74	0
6	1HAD40CT073	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度73	0
7	1PGA95CT560	AX	0.00	℃		#5角等离子点火器冷却水回水温度	0
8	1HAD40CT072	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度72	0
9	1HAD40CT071	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度71	0
10	1HAD40CT070	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度70	0
11	1HAD40CT069	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度69	0
12	1HAD40CT068	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度68	0
13	1HAD40CT067	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度67	0
14	1HAD40CT066	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度66	0
15	1HAD40CT065	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度65	0
16	1HAD40CT064	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度64	0
17	1HAD40CT063	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度63	0
18	1HAD40CT062	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度62	0
19	1HAD40CT061	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度61	0
20	1HAD40CT060	AX	0.00	℃		螺旋管出口金属温度60	0
21	1LCN20CT010	AX	0.00	℃		五段抽汽管道疏水温度	0

符合条件的点共计: 232 个

图 5-17 数据一览窗口

Figure 5-17 data list window

1.可以按点名和描述进行查找和过滤。如描述输入：排油温度，如图 5-18 所示：

openPlant - 数据一览工具

文件 帮助

点表: UNIT1 类型: 模拟量 控制器: 全部 点名过滤: 特征字过滤: 描述过滤: 排油温度 查询

序号	点名	类型	数值	单位	特征字	描述	控制器
1	1XAV10CT359	AX	0.00	℃		小汽机A后轴承排油温度	0
2	1XAV10CT357	AX	0.00	℃		小汽机A径向轴承排油温度	0
3	1XAV10CT356	AX	0.00	℃		小汽机A推力轴承排油温度	0
4	1XAV20CT359	AX	0.00	℃		小汽机B后轴承排油温度	0
5	1XAV20CT357	AX	0.00	℃		小汽机B径向轴承排油温度	0
6	1XAV20CT356	AX	0.00	℃		小汽机B推力轴承排油温度	0

符合条件的点共计: 6 个

图 5-18 数据一览点名过滤

Figure 5-18 the data of Glance named filter

5.4.4 点信息

提供采集过程点的所有静态和动态信息，如过程点的值、质量、单位、描述、高低限、报警状态、记录类型、硬件地址及工作站号等，方便用户了解相关采集点的详细信息。如图 5-19 所示：



图 5-19 过程点信息

Figure 5-19 process point

5.4.5 实时/历史趋势

可自定义趋势组，并可以保存配置；可设置趋势点的颜色、高低限，及背景色；具有回溯、前进、放大、缩小和指定区域ZOOM等功能；可以表格的方式显示历史数据，并可将结果保存为CSV文件；趋势图形可直接打印，也可保存为 bmp/jpeg 文件；可在图形上点击鼠标右键查看参数的历史趋势。

1. 打开过程图形窗口，点击鼠标右键调用趋势，如图 5-20 所示；

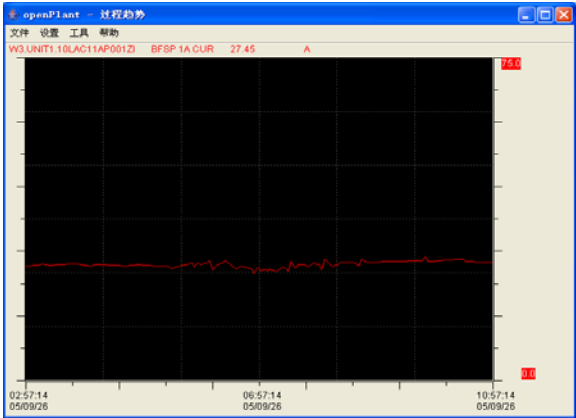


图 5-20 过程趋势图

Figure 5-20 process trend graph

2.选择菜单“设置”中的“趋势属性”菜单，弹出趋势属性窗口，如图 5-21 所示；

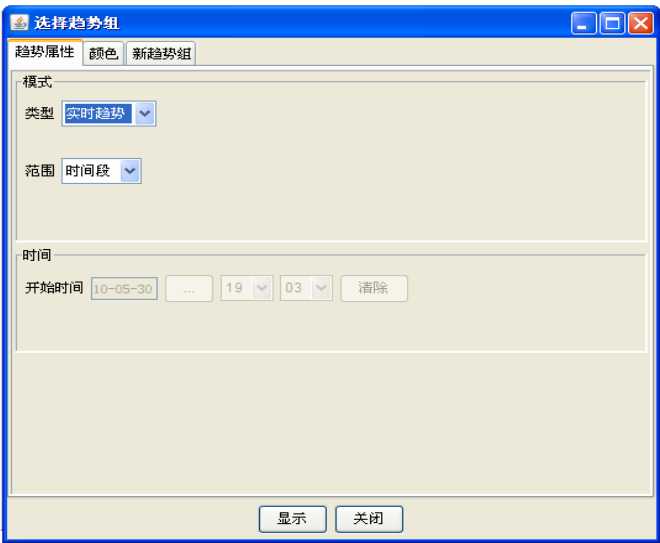


图 5-21 趋势属性图

Figure 5-21 Trend property diagram

- 3. 选择“时间间隔”下拉框可选择趋势的时间间隔；
- 4. 选择“类型”下拉框可选择趋势的类型（实时/历史）；
- 5. 在“历史查询结束时间”文本框中，设置历史趋势查询的结束时间；
- 6. 选择“颜色”Tab 项可改变当前趋势点的颜色如图 5-22 所示；

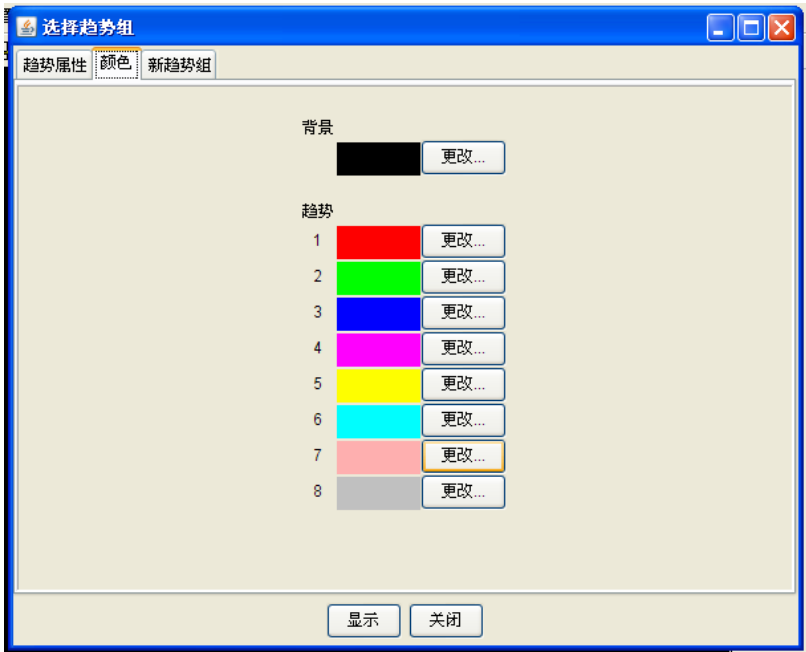


图 5-22 趋势组颜色设置图

Figure 5-22 Trend group color settings Figure

7.选择“新趋势组”Tab 项，如图 5-23 所示；



图 5-23 新趋势组

Figure 5-23 new trend group

- 8. 选择“按趋势组”可显示预先定义的趋势组；
- 9. 选择“按点名”可显示选定趋势组中点的显示上下限，可修改；
- 10.将自己常用的几个测点保存为趋势组，可以方便的调用。

5.4.6 过程回放

生产过程回放系统是在基于实时数据库和图形仿真技术，结合我们的实际需求，开发的一套逼真的机组工况回溯系统。生产过程回放系统彻底改变了以往分析事故和处理缺陷仅通过查看和打印历史曲线和参数的方式，以更加直观的图形方式全面展现机组工况，提高了分析能力和反应速度。同时，可对运行人员进行事故培训指导，提高运行人员的事故处理能力，减少非计划停运，增加机组运行的安全性。彻底改变了以往只能通过查看历史趋势和参数进行事故分析的方式，提高了事故分析能力和反应速度。如图5-24所示：



图 5-24 生产实时画面图

Figure 5-24 to produce real-time screen map

1.选择“生产过程回放”模块，如图 5-25 图：

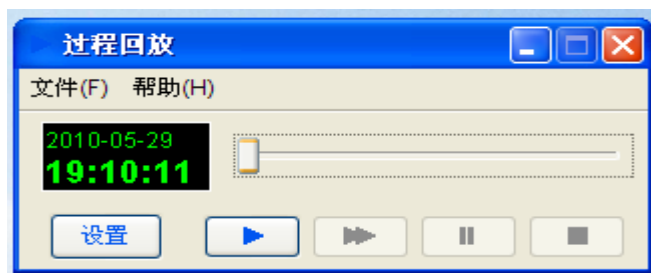


图 5-25 过程回放图

Figure 5-25 process playback Fig

2.点击“设置”按钮设置，设置回放时间，如图 5-26 所示；



图 5-26 设置回放时间图

Figure 5-26 set playback time

3. 在生产实时监视画面上，选择想要回放的画面；
4. 点击“播放”按钮开始回放；
5. 点击“快进”按钮可加快回放速度，最多8 倍速；
6. 选择暂停，可用鼠标拖动游标设置回放时间，也可用左右箭头键精确定位。

5.5 完成课题设计过程中遇到的问题

问题一：TOMCAT 无法正常启动

解决方法：

- 1、从服务器下载 JDK，按照说明安装。
- 2、按照安装要求设置环境变量。

问题二：无法正常显示动态数据

解决方法：

- 1、运行数据库自带的 OVUDP.EXE。

问题三：快捷方式中 OPENPLANT 和 TOMCAT 消失

解决方法：

- 1、重新运行注册表文件。

第六章 总结

由于国内SIS建设刚刚起步，目前只是对SIS的架构、实时数据库平台的选择以及功能开发进行了初步的探讨，随着对厂级监控信息系统的不断了解和认识，SIS建设也将在实践中不断地完善。目前，许多电厂已经意识到SIS建设对于实现电厂管控一体化的重要性，都在着手进行数据库平台的搭建和SIS功能的完善，使得电厂的运行可靠性和经济效益得以提高，从而增强电厂的综合竞争力。

因此，本文以某热电厂监控系统为例，简述了厂级监控系统，同时介绍了基于 OpenPlant 实时数据库，通过自带组态软件绘制的生产画面图，实现了对现场生产过程的实时监控。本文的创新点在于利用 JAVA 的动画显示功能以及 OpenPlant 实时数据库所提供的实时数据平台，动态的实时的显示了现场设备运行情况，使得生产管理人员在办公室就可以及时的掌握现场设备的状态，达到了实时监控的目的。一方面提高了管理人员的工作效率，使得他们能够及时准确地了解生产现场情况，在对实时数据进行充分分析的基础上，实现对现场热力系统、热力设备更及时有效的管理，并全面展开针对性缺陷处理；另一方面，通过数据报表功能，为实行公开公正的考核规则提供有效、准确的数据依据，提高了运行人员的积极性，促进了安全高效生产。同时，从电厂建设角度出发，需要要将部分实时数据或结论数据及时发送至上级管理单位，为电厂生产数据的合理利用和及时管理提供原始的实时数据和信息。当然，这仅仅是国内电厂 SIS 建设的起步阶段。如若在下一阶段中，生产实时系统能够按照 SIS 的功能模式，陆续增加性能计算、操作指导、历史画面回放、耗差分析、设备状态维护等多种功能模块，以提高生产数据的综合利用水平，从而为电厂的生产管理和信息化建设提供及时、可靠的数据依据，最终实现电厂管理效率、经济效益的全面提高。

参考文献

- [1] 梁锦虎. 竞价上网背景下的火电厂 SIS 系统构建及应用[J]. 河北电力技术, 2009 (2): 2-4.
- [2] 漆婧. 组态软件实时数据库系统研究及设计[J]. 教育技术导刊, 2009 (9): 156-158
- [3] 张堃. openPlant 实时数据库在电厂 SIS 中的应用[J]. 南通大学学报: 自然科学版, 2008 (4)
- [4] 李瑞峰. 实时数据库设计的关键技术[J]. 中国科技信息, 2008 (7): 98-99
- [5] Connie U.Smith, Lloyd G.Williams.Performance Solutions A Practical Guide to Creating Responsive, Scalable Software.First Edition.American: Addison Werley, 2001
- [6] D C Schmidt, D L Levine, S Mungee.The Design and Performance of Real-Time Object Request Brokers.Computer Communications, 1998, (21), 294-324
- [7] Albert W L Yao, Ku C H.Developing a PC-based automated monitoring and control platform for electric power system. Electric Power Systems Research, 2003, 64(2), 192 -136
- [8] Jo Simensena, Charlotta Johnssonb, Karl Erik Arzén, et al.A multiple-view batch plant information model.Computers&Chemical Engineering, 1997, 21(S1), 209-214
- [9] Robin G Qiu, David W Russell.A formal model for incorporating shop floor controls into plant information systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2004, 23, 47-57
- [10] Greenberg J, Daniel E, Massey J, et al.The Plant Information Center(PIC): A Web-Based Learning Center for Botanical Study.WebNet 2000 World Conference on the WWW and Internet Proceedings, 2000, 217-226
- [11] Banker Rajiv D, Bardhan Indranil R, Hsihui Chang, et al.Plant information systems, manufacturing capabilities, and plant performance.MIS Quarterly: Management Information Systems, 2006, 30(2), 315-337
- [12] J Stankovic, S Son, J Hansson, et al.Misconceptions About Real-Time Databases.IEEE Computer, 1999, 32(6), 29-36
- [13] Jia Yu, Rajkumar buyya. A taxonomy of workflow management systems for grid computing. Special Issue on Scientific Workflows.SIGMOD Record.ACM Press. New York(1):85-90
- [14] Henan Zhao, Rizos Sakellariou. An experimental investigation into the rank functions of the heterogeneous earliest finish time scheduling algorithm.Parallel Processing, 9th International Euro-Par Conference. Klagenfurt, Austria, August 26-29, 2003.Proceedings.Springer, 2003:189-194
- [15] 王薇. 火力发电厂厂级监控信息系统 (SIS) 实施中的主要风险及其规避[J]. 电力设备, 2008 (1): 79-82
- [16] 胡立微. 火电厂厂级监控信息系统的功能设计与实现[J]. 华北电力技术, 2006 (10): 25-28
- [17] 张昕. 实时数据平台在火电厂中的应用实例[J]. 中国科技信息, 2007 (5): 151-152
- [18] 国志宏, 王堃. 火电厂 SIS 系统中实时数据库的研究和应用[J]. 电力信息化, 2004 (5): 65-68
- [19] 李蔚, 盛德仁. 火电厂 SIS 系统中实时数据库平台的选择[J]. 中国电机工程学报, 2003 (12): 218
- [20] 李蔚, 陈坚红. 火电厂的 SIS 建设及实时数据库平台的选择[J]. 浙江大学学报: 工学版, 2003 (5): 547-550
- [21] 王琳, 喻成. 实时数据库的现状与发展[J]. 河北理工学院学报, 2003 (4): 93-99
- [22] 王根南. 建立火电厂厂级实时数据库的探讨[J]. 安徽电力, 2002 (3): 51-53
- [23] 马国华. 实时数据库及其管理系统[J]. 自动化博览, 2002 (5): 4-5
- [24] 赵光煜, 赵平. 实时数据库的现状与发展趋势[J]. 天津农学院学报, 2002 (3): 50-52

- [25]朱春雷. 火电厂实时数据库系统的设计与实现[J]. 河北电力技术, 2007 (1) :32-34
- [26]陆桂明, 郑忠洋. 组态软件实时数据库研究[J]. 微计算机信息, 2007(33):157-159
- [27]Saa Tomic, Susan V. Vrbsky, Tracy Camp. Information Sciences[J]. Volume 124, Issues 1-4, May 2000 : 139-152
- [28]白玉峰, 余廷芳. 火电厂 SIS 及其体系结构的分析[J]. 黑龙江电力, 2006, 28 (5) :372-376
- [29]陈兵. 电厂实时监控信息系统的设计与应用[J]. 电力系统自动化, 2003, (8)
- [30]许继刚, 郑慧莉. 电厂管理控制一体化信息系统的发展[J]. 电力系统自动化, 2001, (4)
- [31]杜永春. 实时数据库及其在电厂监控信息系统 (SIS) 中的应用[J]. 电站自动化信息化学术
- [32]王锋. 电厂实时系统应用及 SIS 改造探讨[J]. 工业控制计算机, 2005, 18 (7) :64-66
- [33]张旭. 火电厂厂级监控信息系统中的实时数据库接口[D]. 华北电力大学, 2004(5)
- [34]周超. 发电企业实时数据库管理系统的研究与实现[D]. 华北电力大学, 2004(4)
- [35]黄孝彬, 牛玉广, 曾德良. SIS 规划、建设、应用中的关键点[J]. 中国电力, 2007, 40 (6) :74-77
- [36]李刚. 面向对象的变电站监控分布式实时数据库的研究[D]. 华北电力大学, 2008(4)
- [37]甘仞初, 颜志军, 杜晖. 信息系统分析与设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005(7)
- [38]郭强, 申莉, 周勇. PI 实时数据库在株州电厂 SIS 系统中的应用[J]. 中国动力工程学报, 2005, 25 (1)
- [39]彭春华, 林中达. PI 实时数据库及其在电厂 SIS 系统中的应用[J]. 工业控制计算机, 2009, 16 (6)
- [40]洪流涛. PI 实时数据库在发电企业信息化中的应用[D]. 天津: 河北工业大学, 2007(5)
- [41]胡洪华, 刘伟, 何新. 厂级监控信息系统在超临界机组中的设计和应用[J]. 电力设备, 2006, 7 (8) :25-27
- [42]苟建兵, 侯子良. 电厂厂级实时监控信息系统建设探讨[J]. 电力设备, 2001, 2 (2) :20-23
- [43]陆杏全. 能量管理系统的实时数据库技术[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (6), 1-4
- [44]司风琪, 王志国, 洪军. 数据服务器在发电厂实时信息系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(24), 57-59
- [45]姜伟薇. SIS 系统在电厂中的应用研究. 通信管理与技术, 2009, (6), 44-47
- [46]Baskiyar S, Dickinson C. Scheduling directed a-cyclic task graphs on abounded set of heterogeneous processors using task duplication-Journal of Parallel and Distributed Computing, 2005, 65: 911-921
- [47]Illavarasan E, Thambidurai P, Punithavathi N. Task Scheduling Algorithm for Interconnection Constrained Network of Heterogeneous Processors. In: Proceedings of 7th International Conference on Information Technology, Berlin: Springer-Verlag, 2004, 3356: 31-39
- [48]Topcuoglu H, Hariri S, Wu M Y. Performance-effective and low-complexity task scheduling for heterogeneous computing. IEEE Transaction on Parallel and Distributed Systems, 2002, 13(3): 260-274
- [49]魏小庆. 电力企业信息化建设系统选型探讨[J]. 电力信息化. 2010, 3 期: 22-24
- [50]蔡斌, 吴素农, 王诗明等. 电网在线安全稳定分析与预警系统[J]. 电网技术. 2007, 1: 36-41