

# 滩海油田海洋平台的三级网络控制系统设计

Design of the Three-layer Network Control System for Beach Sea Oilfield Platform

李庆涛 张双亮 兰新阳

(中国石油集团海洋工程有限公司,北京 100176)

**摘要:** 滩海油田人工岛 + 卫星平台的开发模式对控制系统本身及自动化水平要求较高。三级网络体系基于“集中管理和分散控制”的思想,将整个系统按功能进行层次分配,各层次间相互协调,有效地克服了传统系统的缺点。以渤海湾某平台为例,将系统自上而下分为信息管理层网络、控制层网络和现场设备层网络,介绍了三级网络控制体系在滩海油田海洋平台中的应用,阐述了各系统的设计过程及实现功能。应用表明,该系统运行安全、可靠,完全满足平台远程控制的要求。

**关键词:** 过程控制系统 冗余通信网络 现场设备层 可靠性 远程监控

**中图分类号:** TP273 **文献标志码:** A

**Abstract:** The development mode of artificial island + satellite platform for beach sea oilfield requests very high level of the control system itself and automation. Based on the concept of "centralized management and distributed control", the three-layer network architecture makes the entire system to be divided hierarchically in accordance with the functions, the coordination among these three layers overcomes the disadvantages of traditional system. With certain platform in Bohai Bay as example, the application of the three-layer network control makes the system into information management layer network, control layer network and field device layer network. The design procedures and implementation functions of each system are described in detail. The application shows that the system runs safely, reliably and satisfies the requirements for platform remote control.

**Keywords:** Process control system(PCS) Redundant communication network Field device layer Reliability Remote monitoring

## 0 引言

现有滩海油田开发大多采用人工岛 + 卫星平台的模式<sup>[1-3]</sup>。卫星平台结构相对简单,且无人值守,这对卫星平台的自动化水平提出了更高的要求<sup>[4-6]</sup>。首先,卫星平台本身的控制系统要运行平稳、安全可靠;其次,人工岛必须能对卫星平台的运行状况进行远程监控。

三级网络控制系统采用“集中管理和分散控制”的设计思想,将一个大的系统按功能分成不同的层级,各级完成分配给它的任务,并接受上一级管理;同时,各级工作相互协调,力求整个控制系统达到最佳效果。该系统有效地解决了集中式和分布式结构的缺点,提高了控制系统的可靠性和控制效率<sup>[6-10]</sup>,非常适合在现有滩海油田人工岛 + 卫星平台的开发模式上应用<sup>[6-7]</sup>。为此,本文以渤海湾某海洋平台为例,采用三级网络模式对人工岛 + 卫星平台控制系统进行了分析和设计。

## 1 海洋平台概述

渤海湾某海洋平台距离人工岛 0.5 km,水深约 6 m。平台包括井口平台 WHPA、WHPB 和生产平台 PRP,WHPA 与 PRP 之间的距离为 21 m,WHPB 与 PRP 之间的距离为 105 m,井口平台与生产平台之间采用栈桥连接。井口平台产出的物流经位于栈桥上的管道输往生产平台 PRP,在 PRP 上经过计量和加热处理后进入海底管线,输至人工岛进行处理。

## 2 控制方案

平台设计为无人驻守平台,接受人工岛的管理和控制。其控制系统设在生产平台 PRP 的中控室内,井口平台 WHPA 和 WHPB 上所有的现场设备均连接至中控室。此外,平台上所有的工艺参数和设备状态均通过海底光缆传至人工岛,同时也接收来自人工岛的高级别启停和关断信号。

平台的控制系统由过程控制系统 PCS(process control system)和安全仪表控制系统 SIS(safety instrument system)两部分组成,其中安全仪表控制系统又包括紧急关断系统 ESD(emergency shutdown system)和火气系统 FGS(fire gas system)。过程控制系统和安全仪

修改稿收到日期:2010-07-27。

第一作者李庆涛,男,1983年生,2008年毕业于中国科学院自动化研究所,获硕士学位,助理工程师;主要从事自动化系统和仪表方面的设计与研究工作。

表控制系统通过适当集成,共同连接到1 000 M/100 M的冗余安全工业控制网络。在控制网络的上层是监控设备,包括2台工程师站(也可作操作站)和1台 OPC 服务器,可以实现屏幕显示和全流程显示。平台控制系统结构如图1所示。

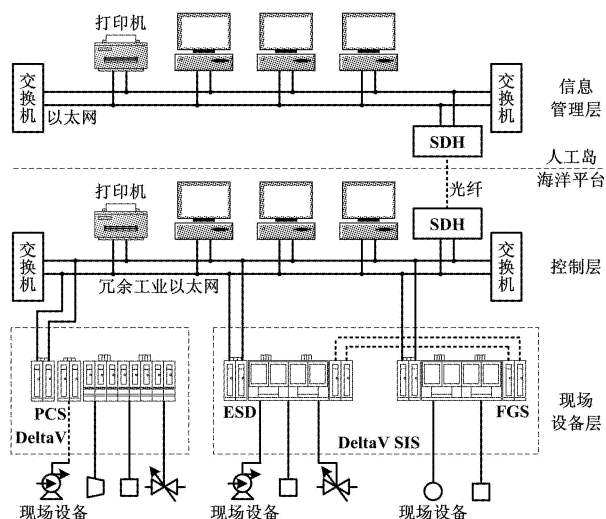


图1 平台控制系统结构

Fig. 1 Structure of platform control system

### 2.1 过程控制系统

过程控制系统 PCS 采用 Emerson 公司的 DCS 产品——DeltaV。DeltaV 系统具有稳定可靠、组建灵活、开放性好和扩展能力强等优点,在海洋石油工业中应用十分广泛。

本文中 DeltaV 系统由数据服务器、工程师站、操作员站、冗余控制器、冗余通信网络和冗余电源构成。它具有如下功能:回路 PID 调节控制、监测过程工艺和公用设施流程、启动/停止设备、开/关控制、调整设定点、画面流程显示、报警显示记录、趋势监测、数据统计、分析和打印等;数据存储功能,历史数据可以保存

在专用的服务器上或者操作站上;不同的密码保护功能。

### 2.2 安全仪表控制系统

安全仪表控制系统 SIS 采用 Emerson 公司的 DeltaV SIS 系统。如图1所示,DeltaV SIS 系统配置了两个 SIS 单元,分别应用于 ESD 系统和 FGS 系统。这两个 SIS 单元由光纤无缝连接在一起,每个 SIS 单元都由冗余通信模块、冗余电源模块、冗余网络、CPU(仅具有通信作用)和逻辑控制器 SLS1508 组成。

逻辑控制器 SLS1508 将处理器、输入和输出封装在一个单一的模块中,这个单一模块包括冗余的 CPU 和 16 个不分类型的 I/O 通道,可任意作为 HART AI、AO、DI 和 DO 使用。每个逻辑控制器连续地处理和执行本控制器的安全逻辑秩序,真正做到了分散的安全连锁控制,排除了传统安全系统中因控制器故障引起整个 SIS 系统停车的可能性。每个逻辑控制器都经过 TUV 认证,具有 SIL3 安全等级。

#### 2.2.1 紧急关断系统

ESD 系统为平台上的人员和设备提供保护功能。ESD 系统能够连续监测工艺过程和公用系统以及现场手动按钮,及时启动相应的逻辑保护功能和报警。

#### 2.2.2 火气探测系统

火气探测系统是平台安全控制的重要部分,对平台可能存在的危险气体泄漏进行自动检测,并能对意外的危险火源进行报警。在危险情况下,主要通过自动方式启动平台的消防灭火系统,为生产设施提供安全保障。

### 2.3 控制系统软件

控制系统的软件包括组态软件、系统监视软件、操作员信息接口软件、系统管理显示处理软件、历史数据库管理软件、资产管理软件和报告软件等。

## 3 三级网络体系

现场设备网络结构示意图如图2所示。

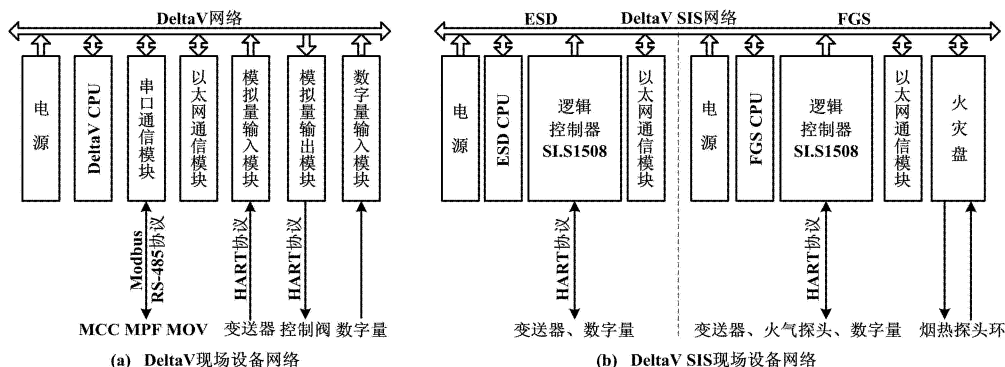


图2 现场设备网络

Fig. 2 Field device network

平台控制系统自上而下分为信息管理层网络、控制层网络和现场设备层网络。三级通信网络将系统设备有机地结合成一个整体,使过程控制数据与管理信息可靠地在现场设备、DCS、PLC 和人机接口之间交换传递。

### 3.1 现场设备层网络

现场设备包括各种智能变送器、执行机构、数字量信号和机械设备等。这些现场设备通过某种协议连接至 DeltaV 或 DeltaV SIS,构成现场设备网。现场设备网络的马达控制中心(MCC)、多相流量计(MPF)和电动球阀(MOV)以及变送器和控制阀分别通过 Modbus RS-485 协议或 HART 协议连接至相应模块,并接入 DeltaV 现场设备网络;现场设备网络中的烟热探头经过烟热探头环连接至火灾盘,并接入 DeltaV SIS 现场设备网络;其他信号则通过 HART 协议连接至逻辑控制器,并接入 DeltaV SIS 现场设备网络。

### 3.2 控制层网络

控制层网络位于中间层,起到承上启下的作用,向上与信息管理层网络相连,向下与现场设备层网络相连,是平台控制系统重要的组成部分。过程控制系统的控制器和安全仪表系统的控制器以及工程师站/操作员站、OPC 服务器等都连接在冗余的 1 000 M/100 M 工业安全控制网络上。控制网络是基于 IEEE802.3 的高速以太网,为整个控制系统提供监测和控制以及为工厂信息管理提供高速、冗余的安全工业以太网,保证系统的高性能和安全性。控制网络的交换机为 CISCO 小型机,最多可接入 24 个网络节点。控制层网络结构如图 3 所示。

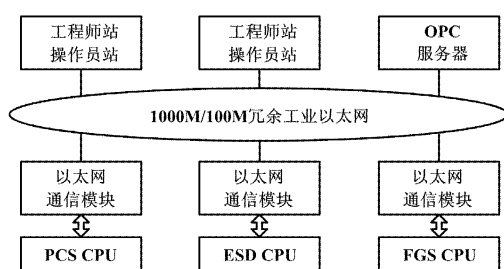


图3 控制层网络结构

Fig.3 Network structure of control layer

控制层网络具有快速享用网络和系统信息的能力,单点的任何故障都不至于使网络瘫痪或丢失数据,其系统管理软件可以监视控制网络的状态,并管理系统内的所有设备。

### 3.3 信息管理层网络

信息管理层承担着最优决策的任务和执行组织管理决策的任务,智能程度最高。信息管理层网络设在人工岛的监控室,它管理着人工岛周围所有的卫星平台。各卫星平台控制层网络利用同步数字体系 SDH

(synchronous digital hierarchy) 设备,通过海底光缆接入信息管理层网络,并接受其指导和监控。各平台的实时数据传送至信息管理层网络,并加载到大型通用数据库中,同时,通过 Web 服务器,建立基于 Intranet/ Web 技术的动态查询系统,实现油田生产管理信息系统和测控自动化系统的有机结合。生产数据通过局域网发布到 Web 上,便于生产管理人员及时、准确地了解各卫星平台的生产情况。网络结构如图 4 所示。

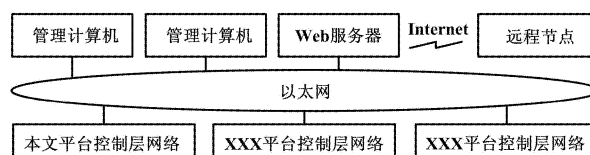


图4 信息管理层网络结构

Fig.4 Network structure of information management layer

## 4 结束语

三级网络体系是滩海油田人工岛 + 卫星平台开发模式控制系统架构的常用形式,其设计符合“集中管理、分散控制”的要求,可实现冗余控制、实时监控、火气报警和故障报警诊断等功能,并可实现人工岛对平台的远程管理与控制。该海洋平台控制系统于 2009 年 7 月投入运行,使用至今工作状况良好,实时趋势和历史趋势显示准确,各类报表的制作、打印方便;显示系统功能齐全,充分证明了本系统的安全、稳定、可靠;同时,人工岛的远程管理控制极大地提高了油田企业的生产效率和自动化控制水平。

### 参考文献

- [1] 顾永强,王学忠,刘静.海油陆采:浅海高效之路[J]. 中国石油企业,2007(5):46-46.
- [2] 梅郁,张宏强.滩海石油工程人工岛建设的经验概述[J]. 油气田地面工程,2008,27(10):49-50.
- [3] 赵帅.胜利埕岛油田油气集输工程技术[J]. 石油规划设计,1998,9(3):7-9.
- [4] 巩亚明,田京山.SLC 5/04 可编程控制器在海上平台自动化系统中的应用[J]. 测控技术,2001,20(7):58-60.
- [5] 陈志平.PCS7 在油田海上中心平台的应用[J]. 自动化仪表,2006,27(z1):107-111.
- [6] 赵立娟,丁鹏.基于集散递阶管控的滩海油田测控系统[J]. 计算机工程,2004,30(5):170-172.
- [7] 孙钦.涠洲 12-1 平台控制网络浅析[J]. 中国海上油气(工程),2003,15(4):55-57.
- [8] 黄福彦,陆绮荣,程大方.集散控制系统网络结构的研究[J]. 自动化仪表,2010,31(1):10-12.
- [9] 俞金寿.工业过程先进控制技术[M]. 上海:华东理工大学出版社,2008:214-215.
- [10] 梁清华.工业控制网络技术[M]. 大连:大连理工大学出版社,2006:28-31.