

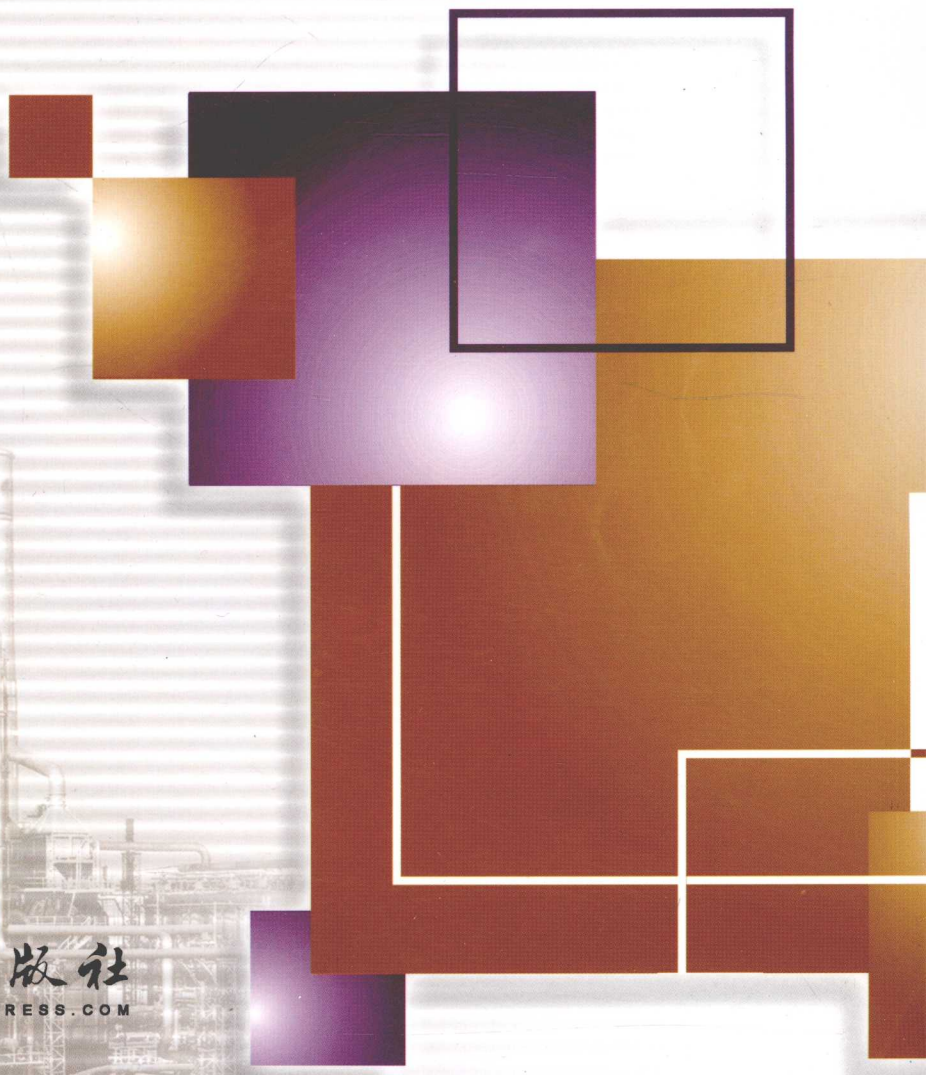


石油化工仪表自动化培训教材



# 安全仪表控制系统(SIS)

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工仪表自动化培训教材

# 安全仪表控制系统 (SIS)

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书是《石油化工仪表自动化培训教材》的分册。书中主要介绍了 FSC、TRICON、ELOP II、Trusted 等紧急停车安全仪表控制系统的构成、系统组态、系统维护。

该书由企业从事自动化操作与管理的技术人员执笔,实用性强,通俗易懂,可作为企业自动化专业的培训教材,亦可供自动化设备与装置技术人员和操作人员参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

安全仪表控制系统: SIS /《石油化工仪表自动化培训教材》编写组编. —北京: 中国石化出版社, 2009  
石油化工仪表自动化培训教材  
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0053 - 6

I. 安… II. 石… III. 石油化工 - 安全 - 检测仪表 - 自动控制系统 - 技术培训 - 教材 IV. TE967

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 145804 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

### 中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com.cn](mailto:press@sinopec.com.cn)

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787 × 1092 毫米 16 开本 15.5 印张 389 千字  
2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷  
定价: 35.00 元

# 前 言

随着石油化工生产装置的日趋大型化、连续化，企业对生产过程参数自动检测和控制的要求越来越高。在计算机技术广泛应用到检测仪表和自动控制系统后，检测仪表日趋智能化，控制系统向着冗余容错技术发展，现场总线技术已经在大型石油化工装置上得到成功应用。石化企业为炼油改造、乙烯二轮改造、资源优化等项目的实施，新增了一大批新型的检测仪表和控制系统，急需提高仪表专业技术人员和检维修人员的技术素质，以适应生产装置自动化程度不断提高的需求，现有的教材已经不能适应现实需求。

为提高仪表工程技术人员先进控制系统的应用能力，提高仪表维护人员的维护水平和故障处理能力，我们组织了《石油化工仪表自动化培训教材》的编写工作。该系列教材共分九册：《自动控制基础理论》、《测量仪表》、《调节阀与阀门定位器》、《可编程序控制器》、《集散控制系统及现场总线》、《安全仪表控制系统(SIS)》、《旋转机械状态监测及控制系统》、《在线分析仪表》和《仪表及控制系统故障案例》。在教材中，除简要介绍了自动检测、自动控制基础知识外，重点讲述了常用检测仪表、在线分析仪表、控制系统(DCS、SIS、PLC、ITCC)的原理、使用方法和日常维护知识，并收集了近年来发生的仪表及控制系统故障案例与技术分析。该教材既可作为各炼化企业仪表专业人员培训教材，亦可供仪表专业工程技术人员和现场维护人员参考使用。

本教材编写组由齐鲁石化公司设备管理部、人力资源部、培训中心和各生产厂的管理人员、教师和工程技术人员组成，参与策划及审定的人员有王玉岗、潘慧、张会国、张道强、赵业文、王昌德、慕晓红、孙庆玉、卞洪良、苏耀东、赵林、生显林、张慧、徐磊、徐纪恩、张景春等，另有齐鲁石化公司各单位共计30余人也参加了编写工作。同时，还得到了各单位和车间的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

《安全仪表控制系统(SIS)》共分四篇，分别详细介绍了FSC、TRICON、ELOP II、Trusted安全仪表控制系统的系统构成、系统组态、系统维护。

参加本册编写的有慕晓红、王相伟、王维肖、焦守平、陈新民、李新、王昌德等。由于水平有限，不足及错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

# 目 录

绪论 .....	( 1 )
----------	-------

## 第一篇 FSC 系统

第一章 系统配置 .....	( 6 )
第一节 系统配置的结构形式 .....	( 6 )
第二节 系统配置所对应的安全等级 .....	( 9 )
第二章 硬件组成 .....	( 10 )
第一节 系统连接 .....	( 10 )
第二节 硬件的功能与特点 .....	( 12 )
第三节 系统接地 .....	( 22 )
第三章 系统维护 .....	( 23 )
第一节 日常维护 .....	( 23 )
第二节 部件的更换 .....	( 24 )
第四章 软件组态 .....	( 33 )
第一节 组态前的准备工作 .....	( 33 )
第二节 系统组态 .....	( 33 )
第三节 设计功能逻辑图 FLD( Functional Logic Diagram) .....	( 58 )
第四节 应用程序编译和下装 .....	( 74 )
第五节 FSC 系统在线环境 .....	( 77 )
第六节 系统诊断( Diagnostics) .....	( 81 )
第七节 SOE( Sequence Of Events) .....	( 83 )
第八节 联锁强制图解 .....	( 87 )

## 第二篇 TRICON 控制系统

第一章 系统配置 .....	( 97 )
第二章 硬件组成 .....	( 103 )
第一节 主机架与扩展机架 .....	( 103 )
第二节 选择卡件 .....	( 106 )
第三节 卡件的连接 .....	( 110 )
第三章 系统维护 .....	( 112 )
第一节 电源 .....	( 112 )
第二节 故障诊断 .....	( 112 )
第三节 更换卡件 .....	( 117 )

第四章 组态 .....	(120)
第一节 TriStation 1131 .....	(120)
第二节 TriStation 1131 的开发与应用 .....	(124)
第三节 功能块图(FBD) .....	(129)
第四节 应用举例 .....	(141)

## 第三篇 ELOP II 系统

第一章 系统配置 .....	(158)
第二章 硬件组成 .....	(163)
第一节 PES H51q - HRS 的组成 .....	(163)
第二节 输入/输出组件 .....	(166)
第三节 安全停车(Safety Shutdown)方式 .....	(170)
第四节 其他数据 .....	(170)
第五节 中央处理及 I/O 模块 .....	(173)
第三章 系统维护 .....	(181)
第一节 系统安装与模件更换 .....	(181)
第二节 开车与维护 .....	(187)
第四章 组态 .....	(191)

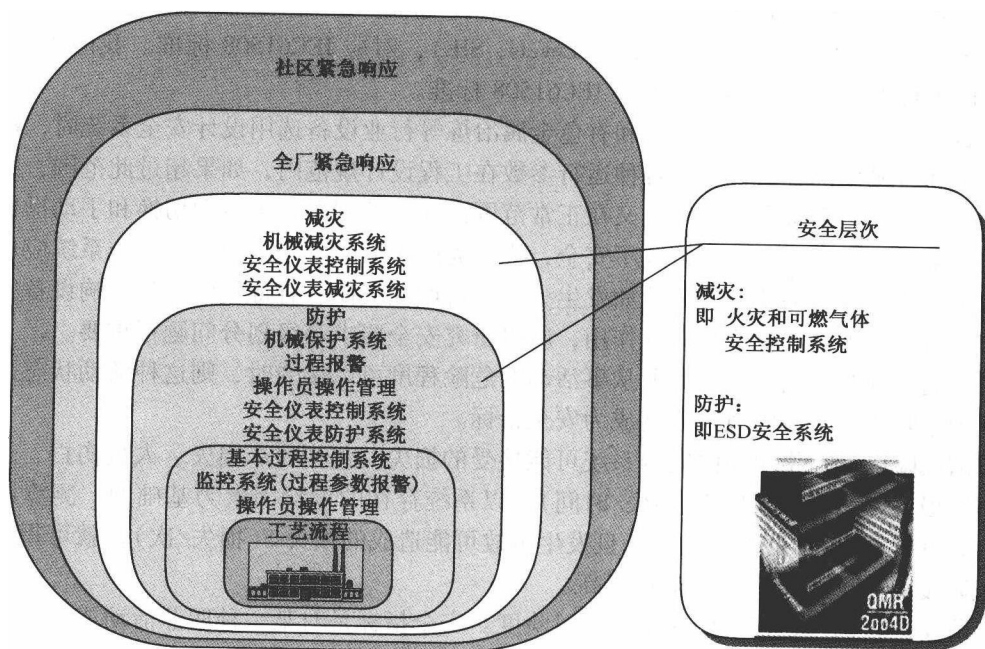
## 第四篇 Trusted 系统

第一章 系统配置 .....	(208)
第一节 系统的技术特点 .....	(208)
第二节 系统的安全标准 .....	(211)
第三节 系统原理及结构 .....	(212)
第二章 硬件组成 .....	(215)
第一节 三重化处理器 .....	(215)
第二节 处理器模块 .....	(217)
第三节 I/O 模块 .....	(220)
第四节 系统电缆 .....	(224)
第三章 组态 .....	(230)
第一节 组态软件及编程语言 .....	(230)
第二节 项目和程序 .....	(232)
第三节 IEC1131 Toolset 的功能 .....	(233)
第四节 硬件要求及 SOE .....	(235)
第五节 Toolset 软件的应用 .....	(235)
第六节 SOE 数据的获取 .....	(240)
第七节 常见问题及操作 .....	(241)

# 绪 论

安全仪表系统(Safety Instrumented System, SIS)也称为安全联锁系统(Safety Interlocks)、紧急停车系统(Emergency Shutdown System, ESD)、安全关联系统(Safety Related System)、安全停车系统(Safety Shutdown System)等,它是由国际电工委员会(IEC)标准 IEC 61508 及 IEC 61511 定义的专门用于安全的控制系统。安全仪表系统对生产装置或设备可能发生的危险或不采取紧急措施将继续恶化的状态进行及时响应,使其进入一个预定义的安全停车工况,从而使危险和损失降到最低程度,保证生产、设备、环境和人员安全。

安全仪表系统在整个安全控制和管理中起着举足轻重的位置。如图 X-1 所示,对过程工业的安全管理是分层次进行的,它的内核是工艺流程或生产装置,首先要建立基本过程控制系统对过程对象进行控制,比如 DCS 或以前的由常规仪表组成的控制系统。它的外层是安全防护层,这其中就包括了安全仪表控制系统(Safety Instrumented Control Systems),即我们常说的安全仪表系统。因此,安全仪表系统被定义为“是由传感器、逻辑运算单元和最终控制元件组成的控制系统,设计用于当生产过程的预定条件受到冲击时,自动地将其置于安全状态”。这些预定条件包括压力高限、温度高限等工艺参数。安全仪表检测出潜在的危险工艺状态,通过组态的联锁逻辑控制现场电磁阀等的切断或导通,保护工业设备和人员的安全;下一层是减灾,它 also 包括了安全仪表控制系统,即火灾和可燃气体安全控制系统;再外层就是消防等紧急响应系统。



IEC 61511对安全管理的分层描述

图 X-1 过程工业控制和安全管理分层



## 一、安全控制的独立性

综上所述,在对过程工业的控制和管理中,安全控制功能和常规控制功能是用不同的控制器完成的,主要基于以下三方面的考虑;

### (1) 故障独立

如果控制系统出现故障,恰恰需要安全系统对生产装置的安全做出保障。但如果把它们的功能用同一套控制系统实现,就可能同时丧失控制功能。

### (2) 安全可靠

常规控制系统相对来说会经常地改变控制因素,比如改变控制参数,改变控制模式,以及改变控制方案等。从安全可靠性的来说,其要求并不十分严格。而对安全系统则不然,改变设定值或改变控制逻辑都要有严格限制,必须遵循特定的审批制度,得到授权后方能进行。

### (3) 对控制器的安全要求

用于安全系统的控制器有特殊的性能指标要求,比如其诊断能力要在 95% 以上,获得认证的故障安全(Fail - safe)响应能力,特定的软件错误检测、数据存储保护和故障容错要求等等。这种特殊的安全性和可靠性的性能指标是一般控制系统不具备的或者说不需要的。

## 二、安全及安全要求等级

安全是指人或物在一定环境中不发生危险与不受到损害的状态,而安全性是表明人或物在一个环境中对危险的损伤所能承受的最大能力。

安全性最终目标是避免事故的发生,为达到此目的,对产品我国有“3C”(China Compulsory Certification)市场准入强制性认证制度(包括产品安全性及电磁兼容、环境保护等方面);对工业装置的自动化系统中设置了安全保护控制系统(以下简称安全系统),并对其设置与整个生产装置的安全要求等级进行了规定。ISA 美国仪表学会称安全系统为安全仪表系统(Safety Instrument System, SIS),对应 ISA - S84.01 标准,IEC 国际电工委员会称安全要求等级为“安全完整性等级”(Safety Integrity Levels, SIL),对应 IEC61508 标准。我国于 2007 年颁布了国家标准:GB/T 20438,对应 IEC61508 标准。

在石油化工、火力发电、钢铁和有色金属冶炼等行业设备选用设计安全系统时,都有危险性分析和可操作性分析,要求各种运行参数在工程设计规范内,如果超过此范围,则表示不安全,需要安全系统发挥作用;又在正常范围内允许控制系统手自动切换和手动操作,但操作人员某些重大失误也可能造成不安全,为了克服人为的不安全因素,安全系统应从一般控制系统分离出来;装置周围环境如发生火灾或可燃性气体、有毒气体导致影响设备安全和人身安全时,也需要安全系统发挥作用,所以研究安全要求等级划分问题很重要。

当人们均衡利害关系,认为所从事活动的危险程度可以接受时,则这种活动状态是安全的,这种危险程度对应的风险度就成为安全指标。

所谓风险度,是指单位时间内系统可能接受的损失,包括财产损失、人员伤亡、工作损失和环境损失。计算风险度  $R$ (损失/时间)是以系统存在的危险因素为基础的,测算系统可能发生的事故概率  $P$ (次/时间)及一旦发生事故可能造成的损失  $S$ (损失/次),就可得出  $R = PS$ 。风险度大,即风险大,危险程度高。

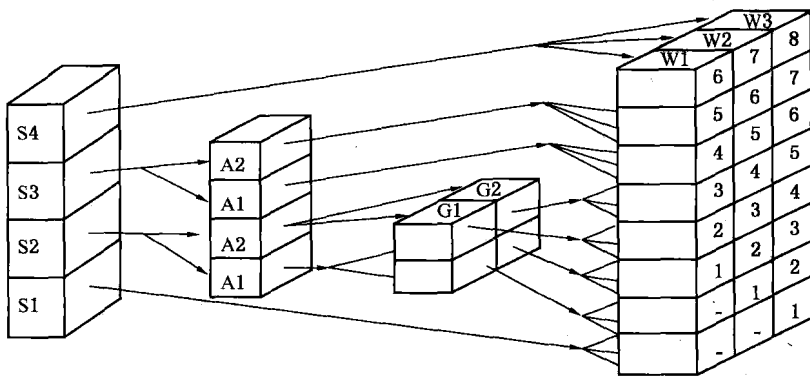
所谓安全指标,是指人们能接受的风险度。安全指标是对某一种职业活动或某一系统运行风险最高容许限度。安全指标有多种表示方法。

IEC 安全要求等级分为 4 级,安全性能由低到高为 SIL1、SIL2、SIL3、SIL4。美国对 SIL4 只承认其存在,标准中不包括在 SIL4 要求下如何实施安全系统的内容。德国 DIN V



19250 及 DIN V VDE0804 对安全要求等级(Safety Requirement Classes)分为 8 级,安全要求从低到高为 AK1 ~ AK8,由于其产生较早,故被很多工程采用。1 个定义故障不会引发危险性事故的要求,对应 AK1; 1 个故障不会引发危险性事故的要求,对应 AK2; 两个及两个以下故障组合不会引发危险性事故的要求,对应 AK3、AK4; 3 个及 3 个以下的故障组合不会引发危险性事故的要求,对应 AK5; 无论何时发生故障,任何故障的组合均不会引发危险性事故的要求,对应 AK6。AK7、AK8 对应特殊考虑的安全要求。

由于工业应用场合工艺和生产设备特点不同,潜在危险不同,在发生危险结果之前的安全时间不同,此外还要考虑到实际事故发生的可能性及防止其发生可能性的结合,可以确定其风险等级。风险等级越高,则安全要求等级越高。大多数使用安全系统的工业应用场合属于 AK4 ~ AK6 级,其中一般锅炉、加热炉为 4 级,石化、化工为 AK5 级,涉及人身安全要求等级的场合很少,要特殊考虑。确定安全等级方法如图 X-2 所示。



按照DIN V19250/IEC-61508标准的安全等级划分

图 X-2 安全等级划分

### 三、安全控制系统的特点及设计选用原则

安全控制器和常规的 PLC 有相似之处,它们都能完成逻辑和数学计算,都有输入输出卡件,对输入信号扫描并按照特定的控制逻辑驱动现场最终控制元件,也都有数字通讯端口。但是常规的 PLC 从设计上并不具备故障容错和故障安全的性能,这是它们的最基本区别。

#### 1. 安全控制系统特点

简要归纳安全控制系统需具备以下几个特点:

(1) 要有极高的安全性(Safety)和有效性(Availability),即使出现故障,也要用冗余等措施使系统工作正常;

(2) 故障只能是以可预见的、安全方式出现。

(3) 着重内部诊断,将硬件和软件相结合,检测出系统本身的异常操作,检测出 99% 以上内部元器件的潜在危险故障;要采用一系列特殊的技术保证软件的可靠性;冗余配置,即使部件出现故障时也要保持正常操作;对通过数字通讯端口的任何读写要有非常高的安全可靠保证。

(4) 系统设计时采用故障模式、影响和诊断分析(FMEDA),研究、测试系统中的每个部件会出现怎样的故障,以及系统怎样检测出这些故障。

(5) 通过第三方的权威认证,比如 TÜV 认证,以便满足国际标准对安全和可靠性的严格要求。

## 2. 设计选用原则

为了保证生产安全运行，必须根据具体要求对安全保护控制系统进行设计选型。安全系统分如下几类：即监视设备、满足安全要求等级 AK1 ~ AK4 的 Z-1；满足安全要求等级 AK1 ~ AK5 的 Z-2；满足安全要求等级 AK1 ~ AK6 的 Z-3；满足安全要求等级 AK7 ~ AK8 及需要特殊考虑的等共五类。如监视设备的功能由一般控制系统(如 DCS)实现，则安全控制系统分为四类。

对安全系统本身的要求总的来说有两方面：一是系统本身要具有高度的可靠性和可用性；另一方面就是要具有实时和快速丰富的逻辑运算功能，可满足安全保护及故障记录(SOE)的各项要求。具体的如能做到使整个工艺装置在安全时间内完成一系列开车、停车、局部停车、联锁动作、自动处理紧急事故的各种任务，同时还要做到停车次数减少，连续运行时间延长，取得“经济损失少”的效果。至于安全系统本身硬件元件的先进性、独立性和系统结构的冗余性、中间环节最少原则、机械结构和配线合理、适应苛刻环境及做到故障安全型的软件设计(如非励磁停车设计)等项均是安全系统分类原则。另外安全系统除控制部分外，还有现场检测仪表和执行器两部分也需满足上述两方面要求。现代安全系统还须有与主控系统(DCS等)或全厂信息系统的数据通信能力，其数据应即时传输给主控系统和全厂调度中心。

安全系统的发展，按硬件构成有继电器型、硬接线固态电路型和可编程微机安全系统三个阶段。目前前两种只在逻辑不复杂、安全要求不高的小系统中使用。绝大多数场合采用可编程微机安全系统，只在安全要求不高的场合采用 PLC 可编程序控制器或在 DCS 系统内部完成安全联锁保护功能。安全系统分 Z-1、Z-2、Z-3 三类。

Z-1 类的安全系统可用性“一般”，一个中央 CPU 模块通过单总线与 I/O 模块相连，它与普通 PLC 不同之处为通过中央 CPU 的自我测试以及采用可测试 I/O 模块、失效时输出保证安全状态等满足系统安全要求。

Z-2 类的安全系统可用性“较高”，中央 CPU 模块冗余，其他与 Z-1 相同，这样允许一个 CPU 模块出故障，另一个 CPU 模块维持正常工作，这样可以在 AK5 级安全要求等级以下的场合，维持 72h 之内。

Z-3 类的安全系统可用性“很高”，结构为全冗余，即 CPU 模块、总线、I/O 模块均双重化，在 AK6 级安全要求等级的场合，允许单通道操作时间不超过 1h，即在此期间内将出故障的模块更换掉，即可保证生产不中断。

综上所述，除专业生产厂生产的安全系统外，只有能满足上述要求的经过安全论证的 PLC 系统，才能作为安全系统使用。实际安全系统中冗余和容错的程度多种方案与价格关系很大，所以应按应用场所安全要求等级选取不同类别专业厂家生产的安全系统。

## 四、本书重点介绍的安全仪表系统

本书主要对在企业中常用的 ESD(紧急停车系统)进行详细介绍。

ESD 是英文 Emergency Shutdown System(紧急停车系统)的缩写。这种专用的安全仪表系统，是 20 世纪 90 年代发展起来的，以它的高可靠性和灵活性而受到一致好评。ESD 紧急停车系统按照安全独立原则要求，独立于 DCS 集散控制系统，其安全级别高于 DCS。在正常情况下，ESD 系统是处于静态的，不需要人为干预。作为安全保护系统，凌驾于生产过程控制之上，实时在线监测装置的安全性。当生产装置出现紧急情况时，不需要经过 DCS 系统，而直接由 ESD 发出保护联锁信号，对现场设备进行安全保护，避免危险扩散造成巨大

损失。据有关资料显示，当人在危险时刻的判断和操作往往是滞后的、不可靠的，当操作人员面临生命危险时，要在60s内做出反应，错误决策的概率高达99.9%。因此，设置独立于控制系统的安全联锁是十分有必要的，这是做好安全生产的重要准则。该动则动，不该动则不动，这是ESD系统的一个显著特点。

随着现代计算机技术的发展，紧急停车系统ESD的设备配置也在不断地更新换代，由低级到高级，由气动逻辑到继电器逻辑，由简单的继电器系统到微控制器为主的系统，由单回路系统到冗余系统和容错系统。

目前常用的ESD系统主要有FSC、TRICON、ELOP II、TRUSTED等几种。本书中将结合实际对这几种产品的发展及特点进行较详尽的介绍。

# 第一篇 FSC 系统

FSC 是 Fail Safe Control 的英文简称, 是故障安全控制的意思。它是众多 ESD 系统 (Emergency Shutdown System 的简称) 之一, 图 1-1-1 展示出 FSC 系统技术发展历程。

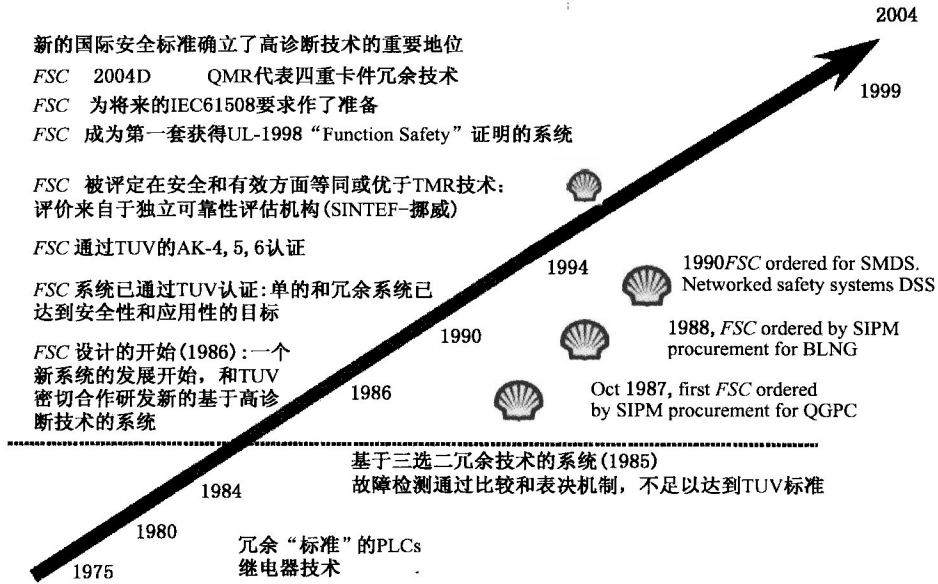


图 1-1-1 FSC 系统技术发展历程

FSC 系统采用以下故障诊断技术确保其整个系统安全可靠:

- (1) 基于 FMEA 的原理硬件设计保证了在元器件如电阻、电容、集成电路出现故障时系统的安全性;
- (2) 通过步进位测试的原理诊断 FSC 卡件, 如系统的垂直总线和水平总线驱动卡、数字量输入卡、模拟量输入卡、数字量输出卡、模拟量输出卡;
- (3) 微处理器 CPU 和内存的镜像测试, 确保软件正常运行;
- (4) 通过看门狗 WD 卡监测。

## 第一章 系统配置

### 第一节 系统配置的结构形式

FSC 系统配置一般有四种结构形式, 分别为:

- (1) CP + 单 I/O 卡结构的 FSC 系统(FSC S + s, 1001D), 结构见图 1-1-2;

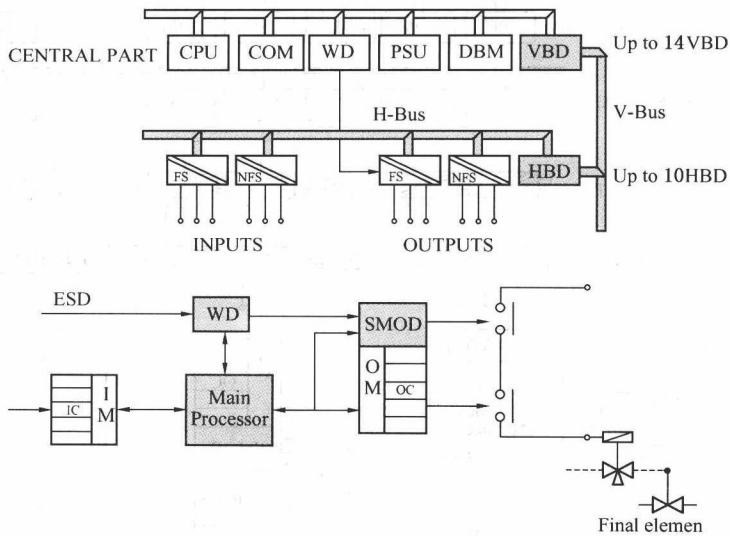


图 1-1-2 FSC S+S, 1001D 结构图

(2) 冗余 CP + 单 I/O 卡结构的 FSC 系统 (FSC R + s, 2004D/1002D), 结构见图 1-1-3;

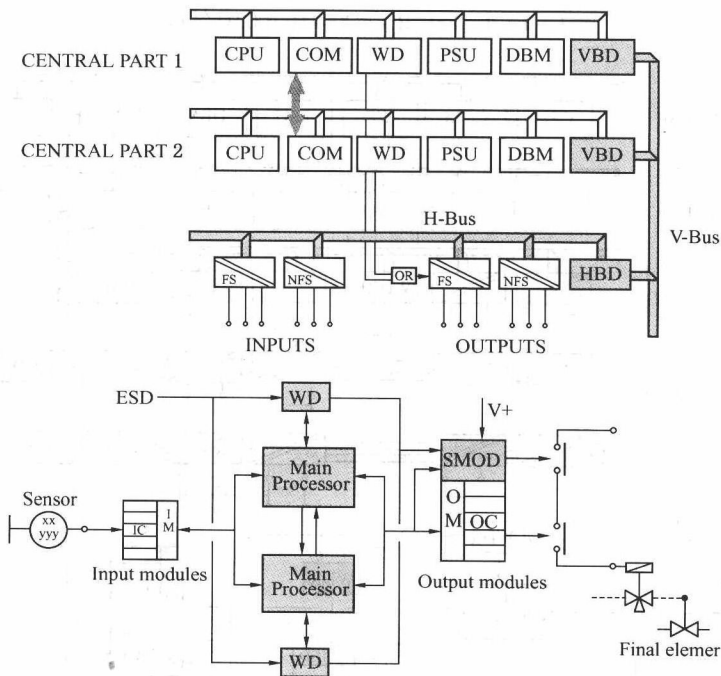


图 1-1-3 FSC R+s 2004D/1002D 结构图

(3) 冗余 CP + 冗余 I/O 卡结构的 FSC 系统 (FSC R + r, 2004D/1002D), 结构见图 1-1-4;

(4) 冗余 CP + 冗余 I/O 卡和单 I/O 卡结构 (FSC R + r + s, 2004D/1002D), 结构见图 1-1-5。

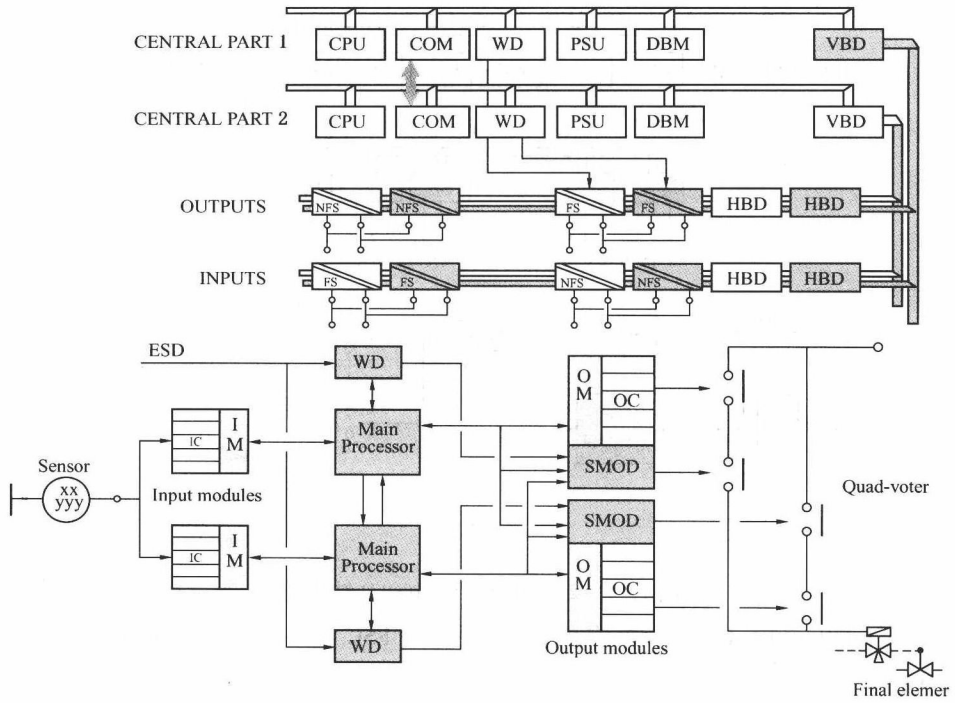


图 1-1-4 FSC R+r 2004D/1002D 结构图

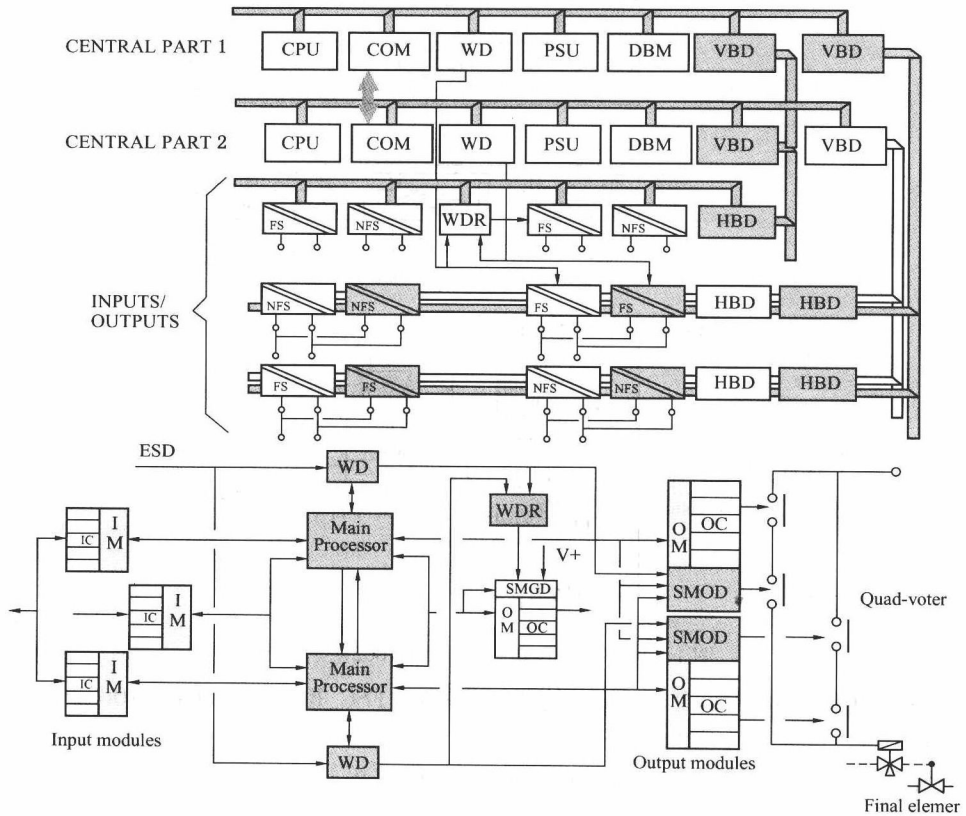


图 1-1-5 FSC R+r+s, 2004D/1002D 结构图

## 第二节 系统配置所对应的安全等级

安全等级的选择是由工艺流程或生产装置的安全要求决定的。一个装置的危险性越高，所要求的安全等级越高。装置的潜在危险由下式确定：

危险(Risk) = 危险发生的概率(Probability) × 危险的后果(Consequences)

减少危险的措施(risk reduction measures, RRM)包括降低危险的概率(即采用 ESD 系统)，或者减轻危险发生的后果(即采用 F&G 系统)。

不同的安全等级对安全系统的软硬件配置的要求是不同的。在 FSC 系统组态时安全等级依据的是德国 DIN V 19250 标准，它划分为 AK1 ~ AK8。确定安全等级(AK1 ~ 8)的步骤如下：

- (1) 确定危险的后果严重程度；
- (2) 确定在危险区域内危险出现的频繁程度；
- (3) 确定故障导致的危险是否能够通过其他方法，即外部的危险减少措施，予以防止；
- (4) 确定对安全系统出现故障率的要求。

从工程实践来说，化工、石化和电力行业所需的安全等级一般为 AK5/AK6。

FSC 的系统配置所对应的安全等级如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 FSC 的系统配置所对应的安全等级对照表

安全性		依据 DIN V 19250/IEC - 61508		
		SIL - 3		SIL - 2
有效性		AK1 ~ 6	AK1 ~ 5	AK1 ~ 4
通常		2004D 1002D FSC R + s	1002D FSC R + s	1001D FSC S + s
增强		2004D 1002D FSC R + r	1002D FSC R + r / R + s	1002D FSC R + s
最佳		2004D 1002D FSC R + r	1002D FSC R + r / R + s	1002D FSC R + r



# 第二章 硬件组成

## 第一节 系统连接

FSC 系统硬件由 Central Part 卡件和 I/O 卡件两部分组成。

Central Part 简称为 CP, 包括 CPU、COM(通讯卡)、WD(看门狗卡)、DBM(诊断电池卡), 以及 VBD(垂直总线驱动器卡)。

I/O 卡件包括 DI 卡、DO 卡、AI 卡, 以及 AO 卡。

Central Part 卡件是通过 VBD 连接 V-BUS(垂直总线), V-BUS 连接 HBD(水平总线驱动器卡), HBD 连接 H-BUS(水平总线), H-BUS 连接 I/O 卡件的, I/O 卡件连接 I/O FTA, FTA 连接现场信号, 具体连接参见图 1-2-1~图 1-2-4。

FSC 系统的 CP(central part, 中央处理单元)卡件和 I/O 卡件安装在旋转机架(Swing Frame)上。旋转机架上共有 10 个卡笼(Rack)位置。最上部安装系统配电断路器(Circuit Breaker, 简称 CB), 一般将其编号为 Rack1。接下来是 Rack2 和 Rack3, 分别安装 CP1 和 CP2 卡件, 我们称其为 CP Rack。从 Rack4 开始安装 I/O 卡件, 称为 I/O Rack。每个 Rack 有 21 个安装槽位, 称为 Position; I/O Rack 从左到右 18 个槽位可用于安装 I/O 卡件, 第 19 个槽位为空位, 最右侧第 20 和 21 个槽位用于安装 HBD。I/O Rack 上方盖板下是 HBUS。

FSC 系统 I/O 卡件的通道称为 Channel。这样, Rack 和 Position 就确定了卡件在系统中的位置。进一步地, Rack、Position 和 Channel 就确定了每个输入输出信号的物理位置。

FSC 系统机柜和 I/O 卡笼的连接见图 1-2-1。

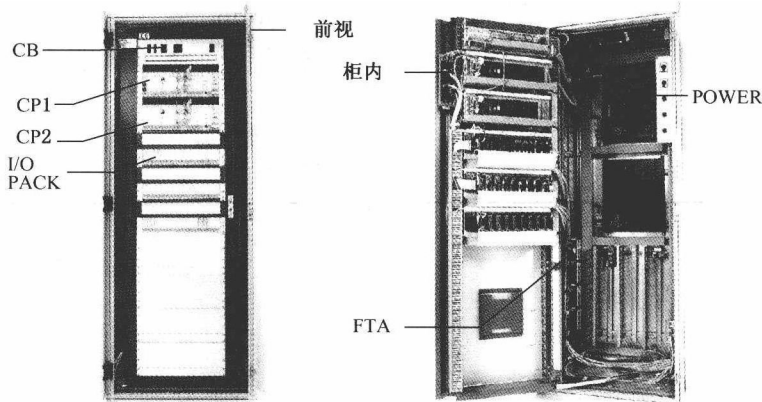


图 1-2-1 机柜及卡笼

冗余 CP + 冗余 I/O 卡和单 I/O 卡结构(FSC R+r+s, 2004D/1002D)系统卡件布置见图 1-2-2。

Central Part 卡笼卡件布置见下图 1-2-3、图 1-2-4。

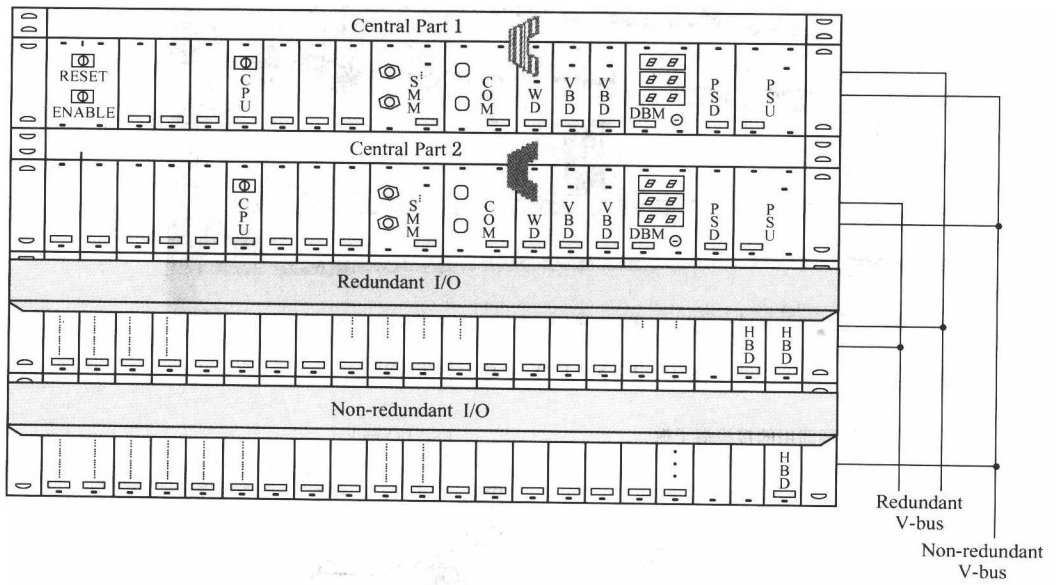


图 1-2-2 卡件布置图

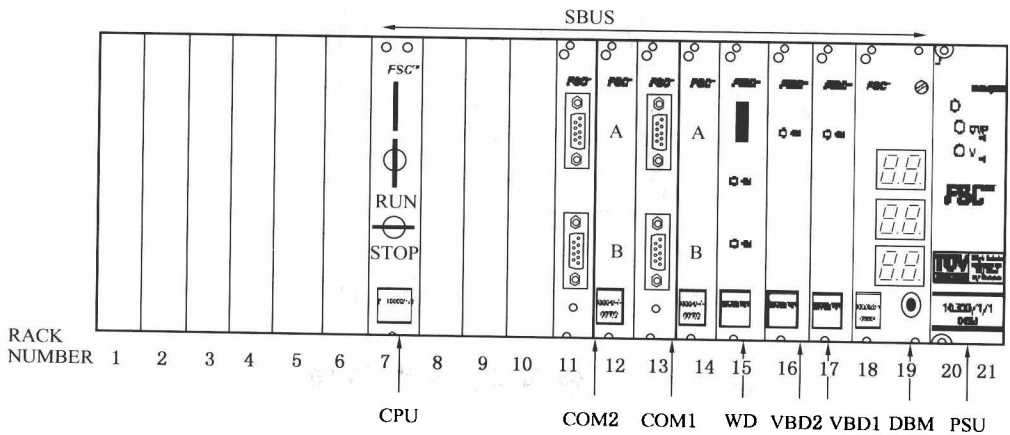


图 1-2-3 CP 卡笼卡件布置图

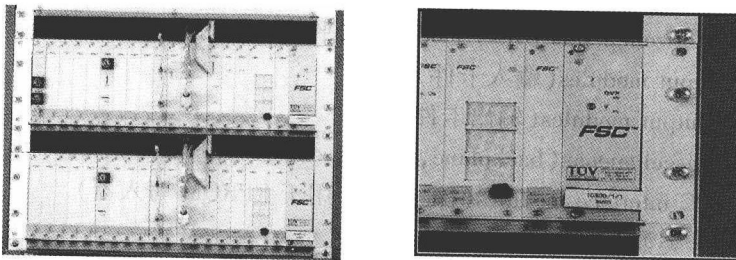


图 1-2-4 CP 卡笼卡件布置图实图及局部图

I/O 卡笼卡件布置见下图 1-2-5。

I/O 卡件与现场设备连接见图 1-2-6。