

中华人民共和国化工行业标准



HG/T 20700—2014

代替 HG/T 20700—2000

可编程序控制器系统工程设计规范

Engineering design code for programmable logic controller

2014-05-06 发布

2014-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国化工行业标准

可编程序控制器系统工程设计规范

Engineering design code for programmable logic controller

HG/T 20700—2014

主编单位：中国天辰工程有限公司

批准部门：中华人民共和国工业和信息化部

实施日期：2014年10月1日

前 言

本规范根据工业和信息化部《关于印发 2010 年第一批行业标准制修订计划的通知》(工信厅科[2010]74 号文)和中国石油和化学工业联合会《关于转发工业和信息化部办公厅〈关于印发 2010 年第一批行业标准制修订计划的通知〉的通知》(中石化联质发[2010]222 号文)的要求,由中国石油和化工勘察设计协会委托全国化工自动控制设计技术中心站组织修订。

本规范自实施之日起代替《可编程控制器系统设计规定》HG/T 20700—2000。

本规范编制过程中,参考了国内外著名 PLC 制造厂家的技术资料,征集了 PLC 制造厂技术人员的意见。为了使本规范较系统、较完整地反映 PLC 的通用性、先进性、可用性与可靠性,编制组对多种型号 PLC 的性能、结构、配置特点进行了综合比较与归纳,还通过全国化工自动控制设计技术中心站组织对编制大纲、征求意见稿、送审稿审查的形式,广泛采集有 PLC 丰富使用经验的设计人员与专家的意见。在上述基础上,编制组经过修改、补充、完善,编制完成本规范。

本规范与 HG/T 20700—2000 相比,主要变化如下:

1. 增加了可编程序控制系统相关的术语和缩略语。
2. 增加和补充了可编程序控制器工厂验收、现场验收和现场集成测试的相关内容。
3. 增加了安全型可编程序控制器的相关内容。

本规范由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本规范的技术内容由中国天辰工程有限公司负责解释。本规范在执行过程中如有意见和建议,请与中国天辰工程有限公司联系(地址:天津市北辰区京津路 1 号,邮政编码:300400),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国天辰工程有限公司

参 编 单 位:东华工程科技股份有限公司

参 加 单 位:西门子(中国)有限公司

主要起草人:方留安 赵 柱 戴文杰 杨云漪 郭建岭 郑会颖 娄 承 储朝霞

马恒平 黄 源 隋明新 王 威 曲满良 周 峰 姜红颖 陈志平

主要审查人:孟海亮 孙建文 张晋红 陈 鹏 王发兵 林洪俊 张济航 贾艺军

张建一 高文革 孙菊霞

目 次

1	总 则	(533)
2	术语和缩略语	(534)
2.1	术语	(534)
2.2	缩略语	(536)
3	普通型可编程序控制器	(538)
3.1	一般要求	(538)
3.2	应用要求	(538)
3.3	硬件配置要求	(538)
3.4	控制站功能	(539)
3.5	控制站构成	(539)
3.6	控制站技术要求	(539)
3.7	编程器功能	(540)
3.8	编程器构成	(540)
3.9	编程器技术要求	(540)
3.10	操作员站功能	(540)
3.11	操作员站构成	(541)
3.12	操作员站技术要求	(541)
3.13	辅助操作台	(541)
3.14	操作面板	(542)
3.15	便携式操作监视器	(542)
3.16	通信网络	(542)
3.17	通信网络技术要求	(543)
3.18	软件配备	(543)
3.19	组态文件	(543)
3.20	软件组态	(543)
3.21	设计原则	(543)
3.22	职责分工	(544)
3.23	PLC 基础工程设计	(545)
3.24	PLC 详细工程设计	(545)
3.25	PLC 控制室、供电和接地设计	(545)
3.26	PLC 验收测试	(545)
3.27	PLC 安装	(547)
3.28	PLC 联调与投运	(547)
4	安全型可编程序控制器	(548)
	本规范用词说明	(550)

HG/T 20700—2014

引用标准名录	(551)
附：条文说明	(553)

Contents

1	General provisions	(533)
2	Terms and abbreviations	(534)
2.1	Terms	(534)
2.2	Abbreviations	(536)
3	General PLC	(538)
3.1	General requirements	(538)
3.2	Application	(538)
3.3	Hardware configuration	(538)
3.4	Function of control stations	(539)
3.5	Structure of control stations	(539)
3.6	Technical requirements of control stations	(539)
3.7	Function of programmer	(540)
3.8	Structure of programmer	(540)
3.9	Technical requirements of programmer	(540)
3.10	Function of operator stations	(540)
3.11	Structure of operator stations	(541)
3.12	Technical requirements of operator stations	(541)
3.13	Auxiliary console	(541)
3.14	Operation panel	(542)
3.15	Portable operation terminal	(542)
3.16	Communication network	(542)
3.17	Technical requirements of communication network	(543)
3.18	Software requirements	(543)
3.19	Configuration documentations	(543)
3.20	Configuration tools	(543)
3.21	Design principle	(543)
3.22	Responsibility split	(544)
3.23	Basic engineering of PLC	(545)
3.24	Detail engineering of PLC	(545)
3.25	Power supply, grounding and control room of PLC	(545)
3.26	Acceptance test of PLC	(545)
3.27	Installation of PLC	(547)
3.28	Integration test and commissioning of PLC	(547)
4	Safety PLC	(548)
	Explanation of wording in this standard	(550)

HG/T 20700—2014

Normative standards	(551)
Addition: Explanation of provisions	(553)

1 总 则

1.0.1 为了统一可编程序控制器在化工行业的技术要求,推进工程设计的规范化,使工程设计符合国家有关法律法规的要求,达到技术先进、经济合理、安全适用的目的,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于化工行业新建、扩建和改建项目的可编程序控制器方案制定、工程设计,也适用于采购配合工作,以及参加组态、安装、联调和投运等设计服务工作。

1.0.3 可编程序控制器的工程设计除应符合本规范要求外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术 语

2.1.1 应用程序 application programme

用可编程序控制器系统控制机械或者过程,进行预期信号处理所必需的所有编程语言和结构的逻辑集合。

2.1.2 可用性 availability

一个装置或系统正确执行其指定功能的时间与计划执行该项预定功能的总时间之比,用百分数来表示。

2.1.3 基本过程控制系统 basic process control system

对来自过程的、系统相关设备的、其他可编程序系统的和/或某个操作员的输入信号进行响应,并产生使过程和系统相关设备按要求方式运行的系统,但它不执行任何具有被声明安全完整性等级大于和等于 1 的安全仪表功能。

2.1.4 总线 bus

从多个源的任何一个向多个目的地的任何一个传递信息的通路。

2.1.5 总线网 bus network

在任意两个数据站之间只存在一条通道,并且由一站所发送的数据对同一传输媒体上的所有其他站都是可用的一种局域网。

2.1.6 中央处理器 central processing unit

可编程序控制器的中央处理器由控制器、运算器、存储器操作系统和编程器接口组成。

2.1.7 共因失效 common cause failure

由于同一原因引起的一个以上的相同部件、模件、单元或系统发生的失效。

2.1.8 组态 configuration

将控制过程有关数据和所需要的控制规律按照控制系统的软件控制模块和数据规则输入到系统中,使控制系统具有完成特定控制对象的控制任务的功能。

2.1.9 诊断覆盖率 diagnostic coverage

诊断测试检测到的部件或子系统的失效率与总失效率之比。诊断覆盖率不包括由检验测试检测到的任何故障。

2.1.10 电磁兼容性 electromagnetic compatibility

电子系统在其电磁环境中符合设计要求运行并不对其环境中的任何设备产生无法忍受的电磁干扰的能力。

2.1.11 以太网 ethernet

一种计算机局域网组网技术,它规定了包括物理层的链接、电信号和介质访问层协议的内容,符

合相关标准的技术要求。

2.1.12 失效 failure

功能单元执行某种功能能力的终止。

2.1.13 现场总线 fieldbus

安装在生产过程区域的现场设备/仪表与控制室内的自动控制装置/系统之间的一种串行、数字式、多点通信的数据总线。

2.1.14 生命周期 life cycle

从工艺概念设计开始到可编程序控制器功能停止使用的全部时间。

2.1.15 局域网 local area network

一种配置在用户场所、在有限地域内用于数据站之间进行数据通信的数据网络。

2.1.16 网络协议 network protocol

在通信系统的两个或多个站内,规定相同协议层单元之间的相互作用,并管理在这些单元之间变换的帧的格式和相对定时的一组规则。

2.1.17 开发系统互连 open system interconnection

计算机、终端设备、人员、进程或网络之间数据交换的一种标准规程。对这种规程的共同使用和支持可以达到彼此“开发”的目的。

2.1.18 可编程序控制器 programmable logic controller

一种用于工业环境的数字式操作的电子系统。这种系统用可编程的存储器作面向用户指令的内部寄存器,完成规定的功能,如逻辑、顺序、定时、计数、运算等,通过数字或模拟的输入/输出,控制各种类型的机械或过程。可编程序控制器及其相关外围设备的设计,使它能够非常方便地集成到工业控制系统中,并能很容易地达到所期望的所有功能。

2.1.19 编程器 programming device

安装有专用的硬件和软件,支持可编程序控制器系统应用的编程、试验、调试、故障查询、程序记录和储存的外围设备。

2.1.20 冗余 redundancy

为了提高可靠性,采用多个部件或系统实现一个功能。

2.1.21 安全仪表功能 safety instrumented function

根据安全完整性等级,用一个或多个传感器、逻辑运算器、最终元件等实现仪表安全保护功能和仪表安全控制功能,防止或减少危险事件发生或保持过程安全状态。

2.1.22 安全仪表系统 safety instrumented system

用于实现一个或几个安全仪表功能的仪表系统。安全仪表系统由传感器、逻辑运算器、最终元件以及相关软件组成。

2.1.23 安全型可编程序控制器 safety programmable logic controller

经过国家或国际权威机构安全认证,符合安全完整性等级,用于安全仪表系统的可编程序控制器。

2.1.24 软件可靠性 software reliability

1 在规定的条件下,在规定的时间内软件不致引起系统失效的概率。

2 在规定的時間周期內和所述条件下执行所要求的功能的程序的能力。

2.1.25 容错 tolerance

系統在各种异常条件下提供继续操作的能力。

2.2 缩略语

本规范采用下列缩略语：

AMS	——	Asset Management System(设备管理系统)
BPCS	——	Basic Process Control System(基本过程控制系统)
C/S	——	Client/Server(客户端/服务器)
CPU	——	Central Processing Unit(中央处理单元)
DC	——	Diagnostic Coverage(诊断覆盖率)
FAT	——	Factory Acceptance Test(工厂验收测试)
FBD	——	Functional Block Diagram(功能方块图)
FF	——	Foundation Fieldbus(基金会现场总线)
FRR	——	Field Rack Room(现场机柜室)
HMI	——	Human Machine Interface(人机接口)
HSE	——	High Speed Ethernet(高速以太网)
IEEE	——	Institute for Electrical and Electronic Engineers(电器和电子工程师学会)
I/O	——	Input/Output(输入/输出)
IT	——	Information Technology(信息技术)
LCN	——	Local Control Network(局部控制网络)
MTBF	——	Mean Time Between Failures(平均故障间隔时间)
MTTR	——	Mean Time To Repair(平均修复时间)
OPC	——	Object Linked Embedding (OLE) for Process Control (对象链接和嵌入技术在过程控制方面的应用)
OSI	——	Open System Interconnect (开放式系统互联)
P&ID	——	Piping & Instrument Diagram(管道与仪表流程图)
PLC	——	Programmable Logic Controller(可编程序控制器)
P/P	——	Peer to Peer(对等网络)
Profibus	——	Process Field Bus(过程现场总线)
RTU	——	Remote Terminal Unit(远程终端)
SAT	——	Site Acceptance Test(现场验收测试)
SER	——	Sequence of Event Recorder(事件顺序记录)
SIF	——	Safety Instrumented Function(安全仪表功能)
SIL	——	Safety Integrity Level(安全完整性等级)
SIS	——	Safety Instrumented System(安全仪表系统)
SIT	——	Site Integrated Test(现场集成测试)

- SOE —— Sequence of Event(事件顺序)
- TCP/IP —— Transfer Control Protocol/Internet Protocol(传输控制协议/互联网协议)
- TMR —— Triple Module Redundancy(3取2 模件冗余)
- UPS —— Uninterrupted Power Supply(不间断电源)

3 普通型可编程序控制器

3.1 一般要求

- 3.1.1 可编程序控制器应技术上先进、成熟、模块化、易于扩展，I/O 卡件应便于远程布置并适用于现场工作环境。
- 3.1.2 PLC 关键单元和部件可采取冗余配置。
- 3.1.3 PLC 应具有开放性网络结构，支持 OPC 开放标准，遵循 OSI(开放系统互连)、IEEE 通信标准，实现与 BPCS 及其他控制与管理计算机互联。
- 3.1.4 PLC 应具有先进的硬件及软件环境，满足安全性和先进性要求。
- 3.1.5 PLC 应硬件坚固耐用，软件成熟安全。

3.2 应用要求

- 3.2.1 PLC 独立应用应符合下列要求：
 - 1 过程控制参数以数字量为主，且控制系统以顺序控制、逻辑控制为主的工业生产装置适合采用独立的 PLC 控制系统；
 - 2 执行生产过程监控职能，对生产过程的操作参数实施集中显示、自动控制、远程操作、信息管理；
 - 3 应具有可靠的 I/O 模块、离散控制能力、逻辑处理能力、连续控制算法和编程简单灵活、先进可靠的标准组态软件；
 - 4 具备挂接工厂信息管理系统和计算机的功能，可实施企业信息化管理。
- 3.2.2 PLC 与 BPCS 联用可采用下列方式：
 - 1 PLC 可采用约定的通信方式与 BPCS 通信，明确 PLC 与 BPCS 通信的主/从关系；
 - 2 PLC 与 BPCS 之间的重要数据传递宜采用硬线连接。
- 3.2.3 成套设备配置的 PLC 应符合下列要求：
 - 1 PLC 宜配置专用操作员模块、操作员界面；
 - 2 现场安装的 PLC 应满足现场环境要求，采用多层次的抗干扰、防腐和防爆等措施；
 - 3 根据需要可与上位机实现通信。

3.3 硬件配置要求

- 3.3.1 PLC 的网络体系结构可由控制和监控两级构成：
 - 1 控制级。控制级包括直接与检测仪表和执行器相连的各种控制站，如 I/O 单元、数据采集单元(按需要)、控制单元(包括远程控制单元)及网络设备等。
 - 2 监控级。监控级包括人机接口设备、编程器、网络设备以及外围设备等。

3.3.2 PLC 可通过 Profibus DP / Modbus 和工业以太网等与第三方过程控制设备进行通信。

3.3.3 根据工程项目需要可配置安全栅/隔离器/继电器柜或中间端子柜。

3.4 控制站功能

3.4.1 控制站可实现批量控制、顺序控制、联锁逻辑控制、连续控制等功能。

3.4.2 控制站应满足被控对象对运算速度的要求。

3.5 控制站构成

3.5.1 控制站可由过程接口单元、控制单元、数据采集单元构成。

3.5.2 控制站卡件可包括控制卡件、I/O 卡件、辅助卡件、通信接口、安装功能卡件的卡件箱以及总线底板等。

3.5.3 控制站可包括远程 I/O 站。

3.5.4 小型和专用 PLC 可以是一个包括各种输入/输出、计算、显示、操作、电源、通信等功能的一体化多功能控制器。

3.6 控制站技术要求

3.6.1 过程 I/O 接口单元应符合下列规定：

- 1 I/O 接口应具有 AI、AO、DI、DO、PI 等类型，可配备现场总线接口等；
- 2 I/O 卡件输入电路应具备电磁隔离或光电隔离等抗干扰措施；
- 3 开关量接口容量不能满足负载的要求或需将开关量隔离时，应配置隔离设备；
- 4 I/O 卡件应有工作状态的 LED 指示；
- 5 当信号源与 I/O 卡的信号不匹配时，可配置转换器或隔离器；
- 6 环境温度范围下，I/O 卡件精度应满足下列规定：
 - 1) 模拟量输入信号精度为 $\pm 0.01\% \sim \pm 0.5\%FS$ ；
 - 2) 模拟量输出信号精度为 $\pm 0.01\% \sim \pm 0.5\%FS$ 。

3.6.2 控制单元应符合下列规定：

- 1 控制单元应是基于带工业级微处理器的多功能控制器，内存和扫描时间应满足程序和过程响应时间的要求，其响应时间包括输入输出扫描处理时间，不宜大于 500ms；
- 2 控制单元可提供多种通信接口，与第三方设备进行通信。

3.6.3 数据采集单元应符合下列规定：

- 1 数据采集单元应能完成输入信号的数据处理、报警、记录等功能；
- 2 检测点扫描周期应根据检测对象整定，扫描周期最长时间不应大于 1s。

3.6.4 控制站的冗余配置应符合下列规定：

- 1 控制回路 I/O 卡及重要检测点 I/O 卡宜冗余配置；
- 2 控制单元的 CPU 应 1:1 冗余配置；通信接口、电源应 1:1 冗余配置；
- 3 数据采集单元的 CPU、通信接口宜 1:1 冗余配置；
- 4 冗余 CPU 应保证无扰动切换，且切换过程中数据、报警信息不丢失。

3.6.5 过程接口的备用宜符合下列规定：

- 1 各类控制点、检测点的备用点数为实际设计点数的 10%~15%；
- 2 输入输出卡件槽座(位)的备用空间为 10%~15%。

3.6.6 控制单元最大负荷不应超过其能力负荷的 60%。

3.7 编程器功能

3.7.1 编程器应能完成 PLC 的配置、监控回路组态及下装到人—机接口和控制器的功能。

3.7.2 编程器应能完成程序开发、系统诊断、系统维护和系统扩展工作。

3.7.3 通用计算机编程器安装操作员站软件后可作为操作员站使用。

3.8 编程器构成

3.8.1 编程器有简易编程器、图形编程器和通用计算机编程器。

3.8.2 通用计算机编程器可由主机、显示器、键盘等构成。

3.9 编程器技术要求

3.9.1 编程器应具备控制系统在线/离线组态、生成应用程序、修改、维护等功能。

3.9.2 编程器可对系统网络上运行的所有组件及线路进行诊断、测试。

3.9.3 在线操作时可从网络上获得实时数据进行系统修改。

3.9.4 编程器可设置软件保护密码,以防其他人员擅自改变控制策略、应用程序和系统数据库。

3.9.5 编程器可配备通用的高级语言、数据库管理系统、电子表格、网络管理等应用软件及工具软件。

3.9.6 编程器宜设置防病毒等保护措施。

3.10 操作员站功能

3.10.1 用于集中操作和管理的 PLC 系统,宜设操作员站。

3.10.2 操作员站应具有画面显示、操作、报表管理和参数调整功能。

3.10.3 操作员站的趋势显示功能应包括实时趋势显示和历史趋势显示。

3.10.4 操作员站的报警管理和显示功能应在任何画面实时显示报警状态,且区分出第一事故报警。

3.10.5 操作员站的报表管理和打印可根据要求编排,要组态方便,并具有统计计算功能。

3.10.6 操作员站还应具有如下功能：

- 1 自诊断功能；
- 2 口令保护功能；
- 3 操作记录功能；
- 4 在线调试功能；
- 5 文件转存功能。

3.11 操作员站构成

3.11.1 操作员站可由主机、显示器、操作员键盘等构成。

3.11.2 操作员站可按下列原则配置：

- 1 工艺的操作区域；
- 2 重要的工段、关键设备、专用功能等。

3.11.3 操作员站的数量配置，宜符合下列规定：

- 1 1500 以内数字量 I/O 点：1~2 台；
- 2 1500~3000 数字量 I/O 点：2~3 台；
- 3 3000~5000 数字量 I/O 点：3~4 台；
- 4 5000~8000 数字量 I/O 点：4~6 台；
- 5 8000 数字量 I/O 点以上可根据实际需要配置。

3.12 操作员站技术要求

3.12.1 操作员站的硬件规格应为 32 位总线、32 位或 64 位 CPU。

3.12.2 操作员站主机宜为近年内投放市场的工作站或高性能工业用计算机，操作系统应是通用性的。

3.12.3 操作员站的外设及接口应是通用的，硬盘驱动器、光盘驱动器、显示器、键盘、鼠标、打印机等应是商业化、可互换的。

3.12.4 操作员站的软件环境应符合下列要求：

- 1 能对网络上的数据资源进行监视、控制等操作，操作员站应能对网络上的控制器的数据进行存取；
- 2 应具备不同级别的操作权限，操作权限由密码等方式限定并在组态中划分，供不同级别的人员使用。

3.12.5 操作员站数据处理能力应符合下列要求：

- 1 系统应满足所有数据记录的需要，可选定记录的参数、采样时间和记录长度，并可对记录的数据进行编排处理和随时调用；
- 2 硬盘上的永久记录应能转存到存储设备上。

3.12.6 操作员站的技术指标，应符合下列规定：

- 1 彩色液晶显示器对角线尺寸不小于 47cm(19in)，分辨率不小于 1640×1280，像素颜色不少于 256 种；
- 2 数据更新周期不大于 1s，动态参数刷新周期不大于 1s。

3.13 辅助操作台

3.13.1 PLC 的辅助操作台可安装停车按钮、开关、信号报警器及信号灯等。

3.13.2 普通信号报警在操作员站显示，重要信号报警除在操作员站显示外，宜在辅助操作台上设灯光显示。

3.13.3 辅助操作台灯光颜色应符合下列要求：

- 1 红色灯光表示超限报警或紧急状态；
- 2 黄色灯光表示预报警；
- 3 绿色灯光表示运转设备或过程变量正常。

3.13.4 辅助操作按钮颜色应符合下列要求：

- 1 停车按钮用红色；
- 2 旁路开关用黄色；
- 3 确认按钮用黑色；
- 4 试验按钮用白色。

3.14 操作面板

3.14.1 应用于现场就地操作的人—机接口，宜符合下列要求：

- 1 按钮面板：可安装在机组上，具有系统操作面板的所有功能，附加功能不需要 PLC 编程；
- 2 按键面板/触摸屏：可直接安装在机组上，并可装载监控软件和编程数据，具有显示过程监控数据和操作过程变量、配方管理等功能。

3.15 便携式操作监视器

3.15.1 便携式操作监视器用于 PLC 系统故障查找及系统调试，具有监视控制器状态、启/停控制器、强制输出和修改寄存器值等功能。

3.16 通信网络

3.16.1 PLC 系统应能支持多种现场总线和标准的通信协议（如 TCP/IP）。能与工厂管理网（TCP/IP）相连接，其通信网络应符合工业以太网的通信标准，应是开放的通信网络。

3.16.2 网络连接应符合下列要求：

- 1 多台 PLC 基于工业以太网实现开放式通信；
- 2 以个人计算机为主站，多台同型号的 PLC 控制站为从站，可组成 PLC 网络；
- 3 以 1 台 PLC 控制站为主站，其他多台同型号 PLC 控制站为从站，可构成主从式 PLC 网络；
- 4 将 PLC 系统通过网络接口接入 BPCS 中，可成为其子系统；
- 5 PLC 与 BPCS 采用约定的通信方式通信，应明确 PLC 与 BPCS 的主从关系；
- 6 开放的 PLC 网络可遵循下列协议：
PROFINET；TCP/IP；Modbus；Profibus-DP；FF HSE；OPC 等。

3.16.3 PLC 通信网络应满足下列基本条件：

- 1 响应时间短，可靠性高；
- 2 网络拓扑结构宜采用环型、总线型或星型等方式；
- 3 网络传输介质可采用双绞线、同轴线或光纤。

3.17 通信网络技术要求

- 3.17.1 PLC 的网络结构可冗余配置。
- 3.17.2 PLC 通信系统最大负荷不应超过 40%。

3.18 软件配备

- 3.18.1 PLC 应配备下列系统软件：
 - 1 全套的操作系统软件、工具软件、与第三方设备进行通信的通信软件及相关组态软件；
 - 2 工程组态软件，应包含系统离线的数据库组态仿真软件。

3.19 组态文件

- 3.19.1 组态文件应由 PLC 卖方编制完成。
- 3.19.2 组态文件宜包括下列文件：
 - 1 联锁逻辑图、批量图、顺序图；
 - 2 控制流程图；
 - 3 控制回路文件、检测点文件；
 - 4 操作员站工作文件、报警分组；
 - 5 生产数据报表；
 - 6 设备管理文件；
 - 7 数据通信文件。

3.20 软件组态

- 3.20.1 软件组态应由 PLC 卖方根据组态文件完成。
- 3.20.2 软件组态宜在装有组态软件的编程器上完成。
- 3.20.3 软件组态应完成下列工作：
 - 1 硬件组态、通道分配；
 - 2 过程点组态；
 - 3 顺序、时序、批量、逻辑及复杂控制组态；
 - 4 流程图画面；
 - 5 操作和记录分组；
 - 6 报警分组和分级；
 - 7 数据库；
 - 8 通信程序；
 - 9 外围设备接口。

3.21 设计原则

- 3.21.1 PLC 工程设计应综合考虑实用性、可靠性、可用性、可维护性、可追溯性、经济性、拓展性，合

理采用冗余技术。

3.21.2 PLC 工程设计应满足生产操作、采购、设备安装、系统投运等要求。

3.21.3 在 PLC 的工程设计中,应将 PLC 与 BPCS 的职能分工、硬件配置、控制/联锁信号交接作出明确的规定。

3.21.4 PLC 应具有硬件和软件的自诊断功能。

3.21.5 PLC 硬件、操作系统、编程软件应采用正式发布版本,并按规定程序进行有效控制。

3.22 职责分工

3.22.1 PLC 工程设计方负责制定 PLC 监控方案,编制 PLC 技术规格书,完成 PLC 工程设计文件。根据工程设计合同规定配合 PLC 采购工作。

3.22.2 当工程项目设计方承担总承包工作时,设计方除负责 PLC 工程设计外,还负责 PLC 采购、参加应用软件组态、PLC 检验、安装、调试等相关工作。

3.22.3 PLC 买方应负责 PLC 采购、检验、安装、联调、投运、SAT 工作,可参与制定 PLC 监控方案,根据需要参加 PLC 应用软件组态工作。

3.22.4 PLC 卖方应按采购合同提供完整的 PLC、PLC 技术文件,负责 PLC 应用软件组态。在买方参与下完成 PLC 的 FAT 工作,参加 PLC 安装、SAT 联调和投运工作。PLC 卖方对提供的 PLC 系统的完整性和可靠性负责。

3.22.5 PLC 卖方应提供下列技术文件:

- 1 系统设计说明;
- 2 系统设备清单、系统硬件手册;
- 3 系统软件清单、系统软件手册、系统组态手册;
- 4 操作员/工程师手册;
- 5 系统操作手册;
- 6 设备安装手册、系统维护手册;
- 7 故障排除、校验及调校指导手册;
- 8 系统供电系统图、系统接地系统图;
- 9 机柜布置图、操作台布置图;
- 10 系统配置图;
- 11 端子接线图;
- 12 系统设备散热和功耗;
- 13 标注接线端子的仪表回路图;
- 14 控制器负荷计算书;
- 15 通信负荷计算书;
- 16 外围设备资料;
- 17 最终软件组态文件。

3.23 PLC 基础工程设计

- 3.23.1 根据基础工程设计阶段发布的管道及仪表流程图 P&ID,统计初步的 I/O 点数、控制回路数量等,确定 PLC 初步的硬件和软件配置。
- 3.23.2 完成初版 PLC 技术规格书,进行 PLC 初步询价。
- 3.23.3 向建筑、结构、电气、电信、暖通、消防及概算等专业提出初步设计条件。

3.24 PLC 详细工程设计

- 3.24.1 根据详细工程设计阶段发表的 P&ID,完成 PLC 技术规格书。
- 3.24.2 PLC 工程设计阶段应完成下列文件:
- 1 PLC 监控数据表;
 - 2 PLC I/O 表;
 - 3 顺序控制图;
 - 4 时序控制图;
 - 5 联锁逻辑图(或联锁说明);
 - 6 复杂控制回路图;
 - 7 仪表回路图;
 - 8 控制室平面布置图;
 - 9 控制室仪表桥架布置图;
 - 10 辅助操作台布置图;
 - 11 供电系统图;
 - 12 接地系统图;
 - 13 系统配置图(与制造厂配合完成);
 - 14 管道与仪表流程图(P&ID)。
- 3.24.3 向建筑、结构、电气、电信、暖通及消防等专业提出相应的设计条件。

3.25 PLC 控制室、供电和接地设计

- 3.25.1 PLC 控制室(包括 FRR)设计,应符合现行行业标准《控制室设计规范》HG/T 20508 的规定。
- 3.25.2 PLC 供电系统设计应符合现行行业标准《仪表供电设计规范》HG/T 20509 的规定。
- 3.25.3 PLC 应采用等电位接地并符合现行行业标准《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513 的规定。

3.26 PLC 验收测试

- 3.26.1 验收测试应包括 FAT、SAT 和 SIT。
- 3.26.2 FAT 由卖方实施,买方参加。应包括下列工作内容:
- 1 FAT 应包含以下两个方面:

- 1) 供货范围;
- 2) PLC 系统功能。

2 FAT 检查清单应包括下列内容:

- 1) 文件汇编的检查;
- 2) 硬件及软件的详细清点检查;
- 3) 机械性能检查;
- 4) 接线及其端子的检查;
- 5) 启动过程和总体系统功能;
- 6) 系统报警测试;
- 7) 硬件冗余及自诊断功能检查;
- 8) 外观检查及运行;
- 9) 复杂功能及运行模式测试;
- 10) 子系统集成测试。

3 任何未尽工作、缺陷或异常均应记入工厂验收测试遗留尾项清单;

4 当卖方按 FAT 的程序和规范已成功地验证全部所需的各项功能时, FAT 应被视为完成(双方一致同意的遗留尾项除外);

5 在成功完成 FAT 后, 买方和卖方的授权代表应在现场签署 FAT 证书。

3.26.3 SAT 应在系统运达/安装在买方现场后进行, 目的是验证系统在运达和安装在现场后的功能。现场验收由卖方实施, 买方参加。应包括下列工作内容:

1 SAT 前, 相关的软件/硬件应运抵现场并正确安装;

2 SAT 内容包括:

- 1) 检查控制系统文件汇编;
- 2) 清点检查软件(更正软件或固件的版本等);
- 3) 机械性能检查, 包括接地系统是否正确, 电源连接是否正确, 网络连接是否正确;
- 4) 启动/自诊断功能检查, 接通有关硬件的供电电源, 调试/初始化相关硬件及实施自诊断检查;
- 5) 下载软件, SAT 完成。

3.26.4 当 PLC 与其他类型的系统(包括: 成套提供的 PLC 或控制器; 与 PLC 间通信的在线分析仪系统; SIS; BPCS。)集成在一起时, 应进行 SIT。

1 在各个系统的 SAT 成功完成后, SIT 由 BPCS 卖方负责, PLC 系统由卖方协助、买方组织协调。

2 SIT 应保证各个系统集成后的标准功能满足要求。

3 SIT 应包括下列内容:

- 1) 检查控制系统文件汇编;
- 2) 机械性能检查, 包括已安装的系统间的连接是否正确(串接、以太网、光纤等), 通信波特率的设定是否正确(开关硬件的 DIP 拨码, 软件设置等);
- 3) 核实系统间的 I/O 信号通信功能正常与否。

3.27 PLC 安 装

- 3.27.1 买方负责 PLC 现场安装工作,卖方应对安装工作提供指导、咨询和协助服务。
- 3.27.2 卖方应负责检查和系统上电。

3.28 PLC 联调与投运

- 3.28.1 卖方应协助买方对系统与过程进行联调与试运,使系统各部分处于正常工作状态,完整地投入运行。
- 3.28.2 卖方应在生产装置试车期间负责完成 PLC 与其他系统的通信调试。
- 3.28.3 生产装置试车期间 PLC 卖方应派有经验的应用工程师到现场,保证系统工作正常。

4 安全型可编程序控制器

4.1.1 安全型 PLC 是 SIS 系统的逻辑控制单元,其 SIL 应满足 SIS 系统的 SIL 等级要求。

1 在要求模式下,SIF 的 SIL 等级用要求时的平均失效概率衡量,宜根据表 4.1.1-1 确定。

表 4.1.1-1 SIL 等级(要求模式下)

SIL	要求时的目标平均失效概率	SIL	要求时的目标平均失效概率
4	大于或等于 10^{-5} 且小于 10^{-4}	2	大于或等于 10^{-3} 且小于 10^{-2}
3	大于或等于 10^{-4} 且小于 10^{-3}	1	大于或等于 10^{-2} 且小于 10^{-1}

2 在连续模式下,SIF 的 SIL 用 SIF 的危险失效概率衡量,宜根据表 4.1.1-2 确定。

表 4.1.1-2 SIL 等级(连续模式下)

SIL	执行 SIF 的目标危险失效概率(每小时)	SIL	执行 SIF 的目标危险失效概率(每小时)
4	大于或等于 10^{-9} 且小于 10^{-8}	2	大于或等于 10^{-7} 且小于 10^{-6}
3	大于或等于 10^{-8} 且小于 10^{-7}	1	大于或等于 10^{-6} 且小于 10^{-5}

4.1.2 安全型 PLC 应通过对中央处理单元、输入输出单元、通信单元及电源单元等的冗余配置,提高系统运行的可靠性。

4.1.3 安全型 PLC 的安全应用应符合下列要求:

1 安全型 PLC 应满足生产过程自动连锁保护、安全控制及安全相关参数监控。

2 如果因为工艺操作关联的原因,基本过程控制功能需要在安全型 PLC 中完成,应保证基本过程控制应用不会影响到安全应用。

3 安全型 PLC 的设置原则:

1) SIL 1 级 SIF,安全型 PLC 宜与 BPCS 分开;

2) SIL 2 级 SIF,安全型 PLC 应与 BPCS 分开;

3) SIL 3 级 SIF,安全型 PLC 应与 BPCS 分开。

4.1.4 安全型 PLC 与 BPCS 的连接可采用下列方式:

1 安全型 PLC 与 BPCS 可以采用通信的方式传递数据,但不应对 SIF(包括 SIL)产生影响;

2 安全型 PLC 可以采用硬接线方式与 BPCS 传递数据,但不应对 SIF(包括 SIL)产生影响;

3 源自于同一厂家的安全型 PLC 和 BPCS 可以采用集成的方式,但控制器要相互独立,网络应符合 SIL 要求;

4 安全型 PLC 与 BPCS 之间的重要关键数据传递应采用硬连接方式。

4.1.5 安全型 PLC 是 SIS 系统的关键组成部分,应采用国家或国际权威机构功能安全认证的产品,并符合 SIL 等级要求。

4.1.6 安全型 PLC 的响应时间包括输入输出扫描处理时间和中央处理单元运算时间。一般为

100ms~300ms。

4.1.7 逻辑控制器冗余应符合下列规定：

- 1 SIL 1 级 SIF,宜采用冗余的逻辑控制器；
- 2 SIL 2 级 SIF,应采用冗余的逻辑控制器；
- 3 SIL 3 级 SIF,应采用冗余的逻辑控制器。

4.1.8 逻辑控制器的接口应符合下列要求：

- 1 检测同一过程变量的多台变送器信号宜接到不同输入卡件，冗余的最终元件宜接到不同的输出卡件；
- 2 输入、输出卡件不应采用现场总线数字信号；
- 3 每一输出信号通道应只接 1 个最终元件；
- 4 输入、输出通道配置的电涌防护器，应采用单信号通道的电涌防护器。

4.1.9 逻辑控制器的冗余配置应符合下列规定：

- 1 对于单一元件检测回路的 I/O 卡应冗余或冗余容错配置；
- 2 控制单元的 CPU 应冗余或冗余容错配置，通信接口、电源应为 1:1 冗余配置；
- 3 数据通信卡应冗余配置。

4.1.10 安全型 PLC 内的设备应设置同一时钟。

4.1.11 安全型 PLC 的 CPU 负荷不应超过 50%。

4.1.12 安全型 PLC 的内部通信负荷不应超过 50%，采用以太网的通信负荷不应超过 20%。

4.1.13 SER 站应具有收集历史数据、统计数据 and 打印功能。

4.1.14 SOE 的记录应具有毫秒级的时间标签，并满足工艺和设备具体的分辨率要求，如 20ms、50ms 等。

4.1.15 工程师站应能完成安全型 PLC 的配置、回路组态及下装程序到操作员站和逻辑控制器的功能。

4.1.16 工程师站应能完成程序开发、系统诊断、系统维护和系统扩展工作。

4.1.17 工程师站可进行控制系统在线/离线组态、生成应用程序。

4.1.18 工程师站可对系统网络上运行的所有组件及线路进行诊断、测试。

4.1.19 工程师站在线操作时可从网络上获得实时数据，可进行系统修改。

4.1.20 工程师站应配备通用的高级语言、数据库管理系统、电子表格、网络管理等应用软件及工具软件。

4.1.21 工程师站应设置软件保护密码，以防其他人员擅自改变应用程序和系统数据库。

4.1.22 工程师站和 SOE 站可以共用，也可单独设置。

4.1.23 安全型 PLC 的系统软件、编程、升级或修改等文档应备份保存。

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《控制室设计规范》HG/T 20508
- 《仪表供电设计规范》HG/T 20509
- 《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513

中华人民共和国化工行业标准

可编程序控制器系统工程设计规范

HG/T 20700—2014

条文说明

目 次

修订说明.....	(555)
3 普通型可编程序控制器	(556)
3.2 应用要求	(556)
3.3 硬件配置要求	(556)
3.8 编程器构成	(556)
3.10 操作员站功能	(557)
3.11 操作员站构成	(557)
3.16 通信网络	(557)
3.21 设计原则	(557)
3.22 职责分工	(558)
4 安全型可编程序控制器	(559)

修 订 说 明

《可编程序控制器系统工程设计规范》HG/T 20700—2014 经工业和信息化部 2014 年 5 月 6 日以第 32 号公告批准发布。

本规范是在《可编程控制器系统设计规定》HG/T 20700—2000 的基础上修订而成,上一版的主编单位是中国天辰化学工程公司,主要起草人员李洞非。

本次修订的主要技术内容是:

1. 增加了可编程序控制系统相关的术语和缩略语;
2. 增加和补充了可编程序控制器工厂验收、现场验收和现场集成测试的相关内容;
3. 增加了安全型可编程序控制器的相关内容。

本规范修订过程中,针对需要修订及增加的内容,主编单位进行了广泛的调查研究,参考了大量国外相关标准规范,总结了近几年来在化工工程设计中的实践经验,由全国化工自动控制设计技术中心站组织多次会议对编制大纲、征求意见稿、送审稿进行审查讨论,广泛采集有丰富经验的设计人员与行业专家的意见。在上述基础上,编制组经过不断修改、补充、完善,修编完成本规范。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《可编程序控制器系统工程设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

3 普通型可编程序控制器

3.2 应用要求

3.2.1 随着 PLC 制造技术和电子信息技术的发展,DCS 加强了顺序控制、逻辑控制,PLC 加强了模拟回路控制,换言之 DCS 与 PLC 差别越来越小,但本规范仍然按习惯,规定以数字量、顺序控制、逻辑控制为主均宜采用 PLC。

3.3 硬件配置要求

3.3.1 PLC 的网络体系结构可由控制和监控两级构成,如图 1 所示。

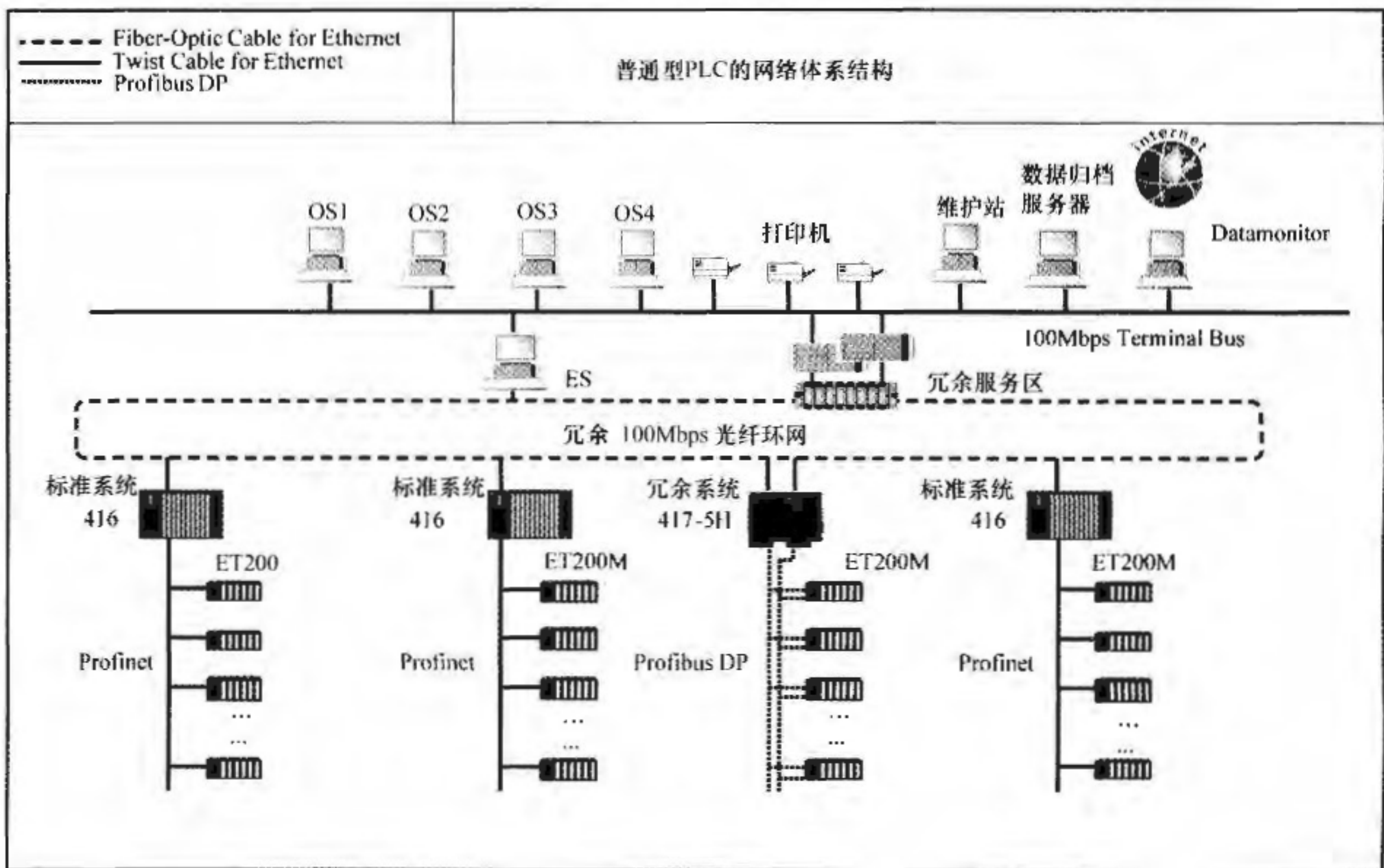


图 1 普通型 PLC 的网络体系结构

3.8 编程器构成

3.8.1 编程器有简易编程器、图形编程器和通用计算机编程器。

编程器的定义如下：

(1) 简易编程器。通常把它直接插入 PLC 的专用插座,与 PLC 相连接,并由 PLC 提供电源。通过按键将指令程序输入,并用数码管或单行显示器加以显示,但它只能与 PLC 直接联机编程,不

能脱机编程。这种编程器体积小,携带方便,价格便宜,适用于小型 PLC 的监视与编程。

(2) 图形编程器。它的显示屏用液晶显示或用阴极射线管作屏幕。图形显示屏可以用来显示编程内容、继电器占用情况、程序容量、程序调试与执行时各种信号的状态和错误提示等。操作键盘设有各种编程方式所需的功能键、字符键、数字键和显示屏控制键,可在显示屏上提供各种操作提示,编程操作很方便。这种编程器既可联机编程又可脱机编程,可用多种编程语言编程,尤其是可以直接编制梯形图,很直观,而且这种编程器可以和打印机、盒式磁带录音机、绘图仪等设备相连,监视功能强,但价格贵,适用于中、大型的 PLC 的编程。

(3) 通用计算机编程器。以上介绍的两种编程器属于专用编程器,它只能对特定的 PLC 生产厂家的 PLC 产品进行编程,使用范围有限。当前 PLC 的更新换代速度很快,因此专用编程器的使用寿命有限,价格一般也比较高。现在的发展趋势是使用以个人计算机为基础的编程系统,而 PLC 厂家把个人计算机作为程序开发系统的硬件提供给用户,大多数厂家只向用户提供编程软件,个人计算机由用户选择。个人计算机是指 IBM PC/AT 及其兼容机。为适应工业现场相当恶劣的环境,个人计算机的键盘一般都加以密封,以防止外部脏物进入计算机,使敏感的电子元件失效。磁盘驱动器通常采用密封型的,这样个人计算机被改造后可以在较高的温度和湿度条件下运行,能够在类似于 PLC 运行条件的环境中长期可靠地使用。

3.10 操作员站功能

3.10.3 实时趋势曲线采样时间宜为 1s,历史趋势曲线采样时间可设定为 1min 到 1 个月。

3.11 操作员站构成

3.11.3 操作员站数量:

操作员站配置数量按数字量 I/O 点数来估算[1 个 AI(AO)=8 个 DI(DO)],是一个经验性的粗略估算。在设计中应根据控制过程的特点、PLC 机型的特点和业主操作管理要求来合理确定操作员站的数量。

3.16 通信网络

3.16.2 网络连接:装有 CPU 的基本框架与 I/O(I/O 机架或 I/O 单元)的连接有多种形式,一般为通过并行通信实现与本地 I/O 机架或远程 I/O 机架的连接;其中与本地 I/O 机架之间距离为 15m~30m,与远程 I/O 机架不超过 200m。CPU 基本机架与远程 I/O 也可通过现场通信总线联接,距离可达 2000m。通过中继器联接可实现更远距离的联接。通过光电转换模块光纤连接可将网络范围拓展到 90km。

3.21 设计原则

3.21.1~3.21.5 PLC 控制方案与系统配置宜与业主共同制订,且随着设计工作深入,不断完善、细化控制方案与系统配置,为 PLC 采购工作创造条件。

在 PLC 工程设计期间,往往 PLC 采购进度不能满足设计进度要求,不能及时得到 PLC 最终技术文件,从而影响工程设计文件的完整性、准确性。设计方要力促业主方尽快完成 PLC 采购工作,

使设计方能及时得到所需的 PLC 技术资料。

3.22 职责分工

3.22.1~3.22.5 本规范将承担 PLC 工程设计单位称为设计方；将工程项目业主、PLC 最终用户、EPC 承担方统称为买方；将 PLC 制造厂商、PLC 提供方统称为卖方。

4 安全型可编程序控制器

4.1.1 安全型 PLC,需要完成多个 SIF,其 SIL 应满足其中最高的 SIF 的 SIL 要求。

安全型 PLC 的 SIL 应该满足 SIS 的 SIL 要求的进一步解释为:安全型 PLC 的 SIL \geq SIF 最高的 SIL。

要求模式下的 SIF:响应过程条件或其他要求而采取一个规定动作(如关闭一个阀门)的场合。在 SIF 的危险失效事件中,仅当发生过程或 BPCS 的失效事件时,才发生潜在危险。

连续模式下的 SIF:在 SIF 的危险失效事件中,如果不采取预防动作,即使没有进一步的失效,潜在危险也会发生(如 ITCC 有过程控制与 SIS 在一起的情况)。涵盖了实现过程控制以保持功能安全的那些 SIF。

4.1.3 专用的控制系统(如透平控制系统)中包含静态保护功能和动态保护功能,应符合连续模式下的 SIL 等级的要求,逻辑控制器应冗余配置。

4.1.4 源自于同一厂家的安全型 PLC 和 BPCS 集成方式应包括下列方式:

1 安全型 PLC 与 BPCS 共用同一控制网络,采用无缝链接和集成一体的结构,功能上彻底分离,同一网络上的各控制器之间交换数据和通信都是经过 TÜV 安全认证的安全通信的连接方式;

2 安全型 PLC 和 BPCS 集成于同一控制器,安全程序和控制程序相互独立,经过 TÜV 安全认证的安全通信的连接方式。

4.1.6 SIS 响应时间(传感器响应时间 + PLC 响应时间 + 最终元件响应时间)应该小于过程安全时间,并有一定裕量,过程安全时间通常为 1s~10s,因而通常情况下 PLC 响应时间如果小于 200ms 即可满足要求。

4.1.7 成熟的安全型 PLC 冗余容错技术包括 1:1 和“2oo3”等方式。

S/N:1580242·534



9 158024 253405

统一书号:1580242·534
定价:380.00元