

# 陕西锌业有限公司

## 湿法炼锌系统自动化升级改造项目

### 自动化技术方案

生产运行部 王 辉

#### 前 言

湿法炼锌系统自动化升级改造项目建设锌基合金及锌电解系统，并对配套的水、电等设施进行改造，建成8万吨/年的锌基合金生产线。本项目建设规模设计年产锌基合金80000t，其中：3万吨压铸锌合金，5万吨热镀锌合金，其中二元热镀锌基合金（含锌99.300%）2万吨/年，三元热镀锌基合金（含锌98.700%）3万吨/年。

#### 第一章 项目工艺概况

项目工艺过程如下：

经净化除去各种有害杂质的硫酸锌水溶液流入电解槽中，以铅-银合金做阳极，纯铝压延板作阴极板，在直流电作用下，溶液中带正电的锌离子在阴极板放电析出，而溶液中氢氧根离子在阳极板放电析出氧气，电解过程溶液温度升高，采用循环电解液、空气冷却塔方式降温至正常控制温度，用自动剥锌机，分离出锌片送熔铸锌锭。阳极泥采用喷射真空掏槽系统，阳极泥和二氧化锰与废电解液混合后返回浸出车间。

#### 第二章 自动化设计功能及需求

为满足自动控制需求，降低职工劳动强度，提高生产效率，故设计该项目自动化系统。

自动化系统监控的对象及设计如下：

1、槽面管理系统：考虑锌电解过程中，经常出现电极短路发热甚至烧板现象，会不断消耗电量且没有金属析出新建项目增加红外热成像仪。通过红外热成像技术、图像定位技术以及温度数据分析技术等对此现象进行监测追踪，实现故障极板定位和槽边母线安全监控定位功能；对电解槽所有进出口温度按区域选择性进行监测，采用防腐热电阻测温技术，降低腐蚀、损坏率，提高测量精度。其中，槽面全覆盖测铜棒温度红外线成像系统（216槽），电解槽出口槽温热电阻测量每列测4点，分别为1#、18#、36#、54#槽，4列共计16点。槽面管理系统通过软硬件设备共同协作，实现对电解锌槽面的温度实时监控、分析告警等功能。该系统独立具有上位机，分别布置在南北中控操作室各一台集中显示，同时预留有通用通讯接口，作为项目自动化系统的一个子站，将所有信息接入项目自动化系统集中显示与统计分析用。

2、整流电力综合自动化系统：包含整流器控制柜 PLC 3套、循环水控制装置 PLC 3套、直流计量装置 1套、现场高频开关电源等硬件设备，包含监控与经济运行专家系统、微机保护与测控、后台监控（人机对话接口 HMI）等几部分功能。系统通过电解整流经济运行专家软件，实现现场 35KV 环网柜、整流变压器、整流器、冷却装置、大电流直流开关、现场高频开关电源等整流所内设备的“四遥”监控，以及系列直流电流、电压、计量的远程监测，提高整流效率、直流电流输送平稳、降低运行监控劳动强度。该系统独立具有上位机，分别布置在南北中控操作室各一台进行集中实现显示、控制、调档等功能。

同时，系统预留以太网接口或 RS485 等通用对外接口，作为项目自动化系统的一个子站，并采集直流电压、电流、电能等数据接入项目自动化系统进行集中显示与统计分析用。

3、自动剥锌系统：主要用来剥离阴极锌片，并对剥离下来的锌片进行码垛、自动称重、喷码，并将称重后的锌垛自动放至锌垛传送链上，应留有叉车工位。整套机组应包括：接板输送装置、振打装置、预剥离装置、人工观察位、主剥离装置、剔板装置、洗刷机组、自动码垛称重单元、出板输送装置、电气控制单元等。自动剥锌系统具备对整套剥锌机组各工位进行集中控制、就地控制、实时显示机组运行状态和故障信息、用户参数设置和调整，称重系统具有数据累计，生成报表，打印功能。该 PLC 现场控制工作站作为一个独立操作的系统，仅预留远传的通用数据通讯接口，以备后续将系统信息接入项目自动化系统需求，本次不在设计考虑范围。

4、电视监控系统：根据生产工艺特点，在生产现场布置一批摄像头，对生产情况及设备运行状态进行监视，达到对自动化功能的补充完善。具体为槽上二楼西墙南北各 1 个（广角），碳酸锶骨胶搅拌 2 个，新液罐顶 2 个，废液中转箱 2 个，循环池事故池 2 个，厂房东外侧 1 个，共计 11 台。工业监控机柜安装于南侧中控机房，选用 19 英寸标准机柜，显示器选用大屏电视挂置于南侧中控操作室墙上便于查看。

5、电解工序的运转设备尽管不多，但因比较分散，就地手动操作，劳动强度大且效率不高，因此，考虑将区域内功率在 45KW 以上

的运转设备在人机界面站上实现远程控制。具体有：上塔废液循环泵（1-1、1-2、1-3、1-4、2-1、2-2、2-3、2-4）8台，冷却风机（1-1、1-2、1-3、1-4、2-1、2-2、2-3、2-4）8台，新液中转泵1、2、3计3台，排废液泵（1-1、1-2、2-1、2-2）4台，上槽废液循环泵（1-1、1-2、2-1、2-2）4台，共计27台运转设备。另外对掏槽泵（1、2）、掏槽接力泵（1-1、1-2、2-1、2-2）运行状态及运行电流进行监测。总体实现就地、远程切换控制、运行状态显示等功能，同时监测运转设备电流、频率等数据反馈。

6、该项目仪表检测需求较少，设计主要对项目范围内的温度、液位等进行监测，包含：废液循环槽锌液温度、混合槽温度、废液循环槽液位、新液储罐体积、新液中转槽体积、阳极泥中转罐液位、酸锌比。其中，物位检测采用雷达液位及测量装置，温度检测采用防腐热电阻测量装置，所有仪表数据传输至中控室集中监控。

7、可按班次输入产量、碳酸锶用量、骨胶用量等信息，结合现场仪器采集来的酸锌比、及用电量等数据，计算出电单耗、碳酸锶单耗、骨胶单耗等信息，进行班、日、月、年形成统计报表。

### 第三章 系统需控制的设备及过程检测点

#### 1、系统需控制监测的运转设备

序号	设备名称	编号	功率 (KW)	数量	控制方式	现场控制箱 位置	配电室位置	备注
1	废液循环泵(上塔)1-1	M101	185	1台	变频	AC101	A103	
2	废液循环泵(上塔)1-2	M102	185	1台	变频	AC102	A104	
3	废液循环泵(上塔)1-3	M103	185	1台	变频	AC103	A105	

4	废液循环泵(上塔)1-4	M104	185	1台	变频	AC104	A106	
5	废液循环泵(上塔)2-1	M201	185	1台	变频	AC201	A203	
6	废液循环泵(上塔)2-2	M202	185	1台	变频	AC202	A204	
7	废液循环泵(上塔)2-3	M203	185	1台	变频	AC203	A205	
8	废液循环泵(上塔)2-4	M204	185	1台	变频	AC204	A206	
9	冷却风机 1-1	M105	55	1台	变频	AC105	A107 正面	
10	冷却风机 1-2	M106	55	1台	变频	AC106	A107 背面	
11	冷却风机 1-3	M107	55	1台	变频	AC107	A108 正面	
12	冷却风机 1-4	M108	55	1台	变频	AC108	A108 背面	
13	冷却风机 2-1	M205	55	1台	变频	AC205	A207 正面	
14	冷却风机 2-2	M206	55	1台	变频	AC206	A207 背面	
15	冷却风机 2-3	M207	55	1台	变频	AC207	A208 正面	
16	冷却风机 2-4	M208	55	1台	变频	AC208	A208 背面	
17	新液中转泵 1	M109	45	1台	变频	AC109	A109 正面	
18	新液中转泵 2	M209	45	1台	变频	AC209	A209 正面	
19	新液中转泵 3	M210	45	1台	变频	AC210	A209 背面	
20	排废液泵 1-1	M110	55	1台	变频	AC110	A109 背面	
21	排废液泵 1-2	M111	55	1台	变频	AC111	A110 正面	
22	排废液泵 2-1	M211	55	1台	变频	AC211	A210 正面	
23	排废液泵 2-2	M212	55	1台	变频	AC212	A210 背面	
24	废液循环泵(上槽)1-1	M112	55	1台	变频	AC112	A110 背面	
25	废液循环泵(上槽)1-2	M113	55	1台	变频	AC113	A111 正面	
26	废液循环泵(上槽)2-1	M213	55	1台	变频	AC213	A211 正面	
27	废液循环泵(上槽)2-2	M214	55	1台	变频	AC214	A211 背面	
28	掏槽泵 1、2	TC1、TC2	5.5	2台	直起	TCB1/TCB2	A215 正面、 A215 背面	
29	掏槽接力泵 1-1、1-2、 2-1、2-2	M130、M131 M229、M230	15	4台	直起	AC130、 AC131	A116 背面 /A214 背面	

## 2、系统过程检测点

序号	测点名称	参数范围	一次仪表名称型号规格	数量	安装地点	备注
1	1#废液循环槽液位	0-2.2米	超声波液位计; 0-5米; 4~20mA HART ;24VDC;M20X1.5;DN100,316L,P	1台	北废液槽顶部	

			TFE;PN16			
2	2#废液循环槽液位	0-2.2 米	超声波液位计；0-5 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	南废液槽顶部	
3	新液中转槽体积	直径 4.5 米 高 4 米	超声波液位计；0-5 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	南新液中转槽顶部	
4	1#新液储罐体积	高 12 米 直径 12 米	超声波液位计；0-15 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	北侧 1#新液储罐顶部	
5	2#新液储罐体积	高 12 米 直径 12 米	超声波液位计；0-15 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	南侧 2#新液储罐顶部	
6	3#新液储罐体积	高 12 米 直径 12 米	超声波液位计；0-15 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	北侧 3#新液储罐顶部	
7	4#新液储罐体积	高 12 米 直径 12 米	超声波液位计；0-15 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	北侧 4#新液储罐顶部	
8	阳极泥中转罐液位	0—4.5 米	超声波液位计；0-5 米； 4~20mA HART；24VDC;M20X1.5;DN100, 316L,PTFE;PN16	1 台	阳极泥中转罐顶部	
9	1#废液循环槽温度	25-65℃	防腐热电阻；Pt100；0~110℃； L/1=1800/1650；固定法兰式 DN100； 316L+F4 套管,M20X1.5	1 支	北侧废液循环槽	
10	2#废液循环槽温度	25-65℃	防腐热电阻；Pt100；0~110℃； L/1=1800/1650；固定法兰式 DN100； 316L+F4 套管,M20X1.5	1 支	南侧废液循环槽	
11	1#混合槽温度	25-65℃	防腐热电阻；Pt100；0~110℃； L/1=1200/1000；固定法兰式 DN100； 316L+F4 套管,M20X1.5	1 支	北侧混合槽北	
12	2#混合槽温度	25-65℃	防腐热电阻；Pt100；0~110℃； L/1=1200/1000；固定法兰式 DN100； 316L+F4 套管,M20X1.5	1 支	北侧混合槽南	
13	3#混合槽温度	25-65℃	防腐热电阻；Pt100；0~110℃； L/1=1200/1000；固定法兰式 DN100； 316L+F4 套管,M20X1.5	1 支	南侧混合槽北	
14	4#混合槽温度	25-65℃	防腐热电阻；Pt100；0~110℃； L/1=1200/1000；固定法兰式 DN100； 316L+F4 套管,M20X1.5	1 支	南侧混合槽南	
15	酸锌比分析仪	酸：130— 200g/L 锌：40— 90g/L	检测装置一台，预处理装置一台，采 样装置两台，含制水单元。检测原理： 滴定法，准确度：±2%以内，检测时 间 10 分钟以内，检测周期：1 小时以	1 套	南、北积液池	采样 距离 最远 处达

		内。信号输出：DC4—20mA，自动核算 酸锌比数据并实时上传，。		60m
--	--	--------------------------------------	--	-----

### 3、系统 I/O 控制点描述

序号	设备名称	I/O 点描述	I/O 类型	备注
1	超声波液位计 (2 台)	废液循环槽液位反馈	AI	
2	超声波液位计 (1 台)	新液中转槽体积反馈	AI	
3	超声波液位计 (4 台)	新液储罐体积反馈	AI	
4	超声波液位计 (1 台)	阳极泥中转罐液位反馈	AI	
5	防腐热电阻 (2 支)	废液循环槽温度反馈	RTD	
6	防腐热电阻 (4 支)	混合槽温度反馈	RTD	
7	酸锌比分析仪	南、北酸锌比	AI	
8	废液循环泵 (上塔) 8 台	远程/就地	DI	
		运行	DI	
		故障	DI	
		启/停	DO	
		频率给定	AO	
		频率反馈	AI	
		电流反馈	AI	
9	冷却风机 8 台	远程/就地	DI	
		运行	DI	
		故障	DI	
		启/停	DO	
		频率给定	AO	
		频率反馈	AI	
		电流反馈	AI	
10	新液中转泵 3 台	远程/就地	DI	
		运行	DI	
		故障	DI	
		启/停	DO	
		频率给定	AO	
		频率反馈	AI	
		电流反馈	AI	
11	排废液泵 4 台	远程/就地	DI	
		运行	DI	
		故障	DI	
		启/停	DO	
		频率给定	AO	
		频率反馈	AI	
		电流反馈	AI	
12	废液循环泵 (上槽) 4 台	远程/就地	DI	
		运行	DI	
		故障	DI	

		启/停	DO	
		频率给定	AO	
		频率反馈	AI	
		电流反馈	AI	
13	掏槽泵 2台	运行	DI	
		电流反馈	AI	
14	掏槽接力泵 4台	运行	DI	
		电流反馈	AI	
15	槽面管理系统通讯	Modbus/DP 通讯	Modbus/DP	
16	整流电力综合自动化系统通讯	Modbus/DP 通讯	Modbus/DP	
17	自动剥锌系统通讯	Modbus/DP 通讯	Modbus/DP	

#### 4、系统 I/O 控制点数量统计

信号类型	项目自动化系统			合计
	仪表设备	运转设备	通讯子站	
AI	10	60		70
AO		27		27
RTD	6			6
DI		87		87
DO		27		27
Modbus/DP			3	
合计（不含通讯子站数量）				217

#### 5、 I/O 控制点数量及冗余要求

##### 5.1 冗余计算原则：

考虑后续其他设备接入，DI 卡件通道冗余量不小于 40%，其他类型卡件通道冗余量不小于 30%。

AI 模块的通道数按照每卡 8 通道，AO 模块的通道数按照每卡 8 通道，DI 模块的通道数按照每卡 16 通道，DO 模块的通道数按照每卡 16 通道，RTD 模块的通道数按照每卡 8 通道。

两线制 AI 信号类型应与四线制 AI 信号类型分开计算配置。

##### 5.2 全系统含冗余的 I/O 清单汇总如下表：

测点类型 数量计算	AI (两线)	AI (四线)	AO	RTD	DI	DO	Modbus/DP	合计	备注
实际 I/O 测点数量	8	62	27	6	87	27		217	
实际 I/O 模件数量	1	8	4	1	6	2	3	25	
冗余测点数量	11	78	36	8	122	36		291	
冗余 I/O 模件数量	2	10	6	2	8	3	4	35	
测点冗余率	37.5%	25%	33%	33%	40%	33%		34%	
I/O 模件冗余率	50%	25%	50%	50%	33%	50%	33%	40%	

注：以最终统计的点数为准。

## 第四章 自动化系统配置

本系统为开放性系统，日后如因生产或其他原因，需要增添部分工作站或控制点，本系统应能满足要求。

本项目自动化含槽面管理系统、整流所管理系统、电视监控系统、自动剥锌系统等系统。各系统的相对独立，又与主自动化系统通讯，主控通讯工作任务较重，考虑今后项目扩增改项准备。考虑选用 DCS 系统搭建本次项目自动化系统平台，DCS 系统品牌建议首选和利时或新华品牌。

### 1、自动化系统总体要求

#### 1.1 系统构成划分：

本项目系统包含 2 个子系统通讯，且控制设备众多、分布凌散，根据前述第二章系统功能需求，划分系统构成具体如下：

- (1)、槽面管理系统子系统（通讯）
- (2)、整流电力综合自动化系统子系统（通讯）
- (3)、自动剥锌系统（独立）
- (4)、电视监控系统（独立）

### (5)、自动化系统 (DCS 系统)

自动化系统	
主系统	子系统 (通讯)
DCS 系统	槽面管理系统
	整流电力综合自动化系统
自动剥锌系统 (独立)	
电视监控系统 (独立)	

#### 1.2 配置原则

在项目区域分别设南北两处集中控制室 (共 3 间, 其中南中控室有 2 间, 分别为机房、操作室, 北中控室有 1 间为操作室, 具体位置根据现场情况确定), 南中控室机房内布置 DCS 控制系统机柜、槽面管理系统机柜及电视监控机柜, 南、北中控操作室布置操作站及工程师站、操作台、大屏等设备, 由配电室取电并配备 UPS 电源系统。在公司总调度室配置 1 台调度管理站上位机, 调度管理站可以观察系统所有流程画面、报警画面, 但不能进行操作。

南中控操作室墙面布置三块 80 寸大屏显示器, 一块为电视监控系统配套显示, 一块用于槽面管理系统红外成像画面显示, 一块用于 DCS 系统关键参数画面显示 (也可切换 DCS 系统其他画面显示)。

南北中控操作室各放置一套五联国标工业操作台, 尺寸为 3000\*750\*900mm。

每台人机界面站应包含以下基本设备: 工控机 1 台、显示器 1 台、键盘 1 个、鼠标 1 个、音箱一套, 另外 DCS 系统还应配备 A3 激光打印机 1 台。

中控室机柜等自动化设备众多, 宜中控室机房地面铺装防静电地

板，并配备空调一台达到设备运行环境温湿度要求；中控室操作室布置大屏、上位机、通讯等自动化设备，宜铺装瓷砖地板，并各配备空调1台。共计空调3台，南中控室机房配备1.5P挂机一台，南、北中控操作室配备3P立式柜机各1台。中控室各房间需达到达到防尘防雨要求。

根据系统工艺属性配备合适数量工程师站及操作站，至少配备2台操作员站，同时预留至少1台上位机作为热备用站放置在与控制机柜最近的中控室。工程师站可以显示所有的流程画面、报警画面。工程师站在以一定权限登录后，可以操作所有设备，且可以对系统的主控程序、人机界面程序、测点目录、报表功能、报表参数目录等进行组态；操作员站与机柜之间，若距离在100米以内，直接用网线连接，距离超过100米，用光缆、光端机等进行连接。操作员站可以显示、操作系统内所有工序的工艺流程画面、报警画面。

槽面管理系统子站、整流电力综合自动化系统子站2个子站自成体系，可以独立运行，同时通讯接入自动化系统内，其中槽面管理系统子站、整流电力综合自动化系统两个子站上位机与电视监控系统远控柜集中布置在控制室内，自动剥锌系统子站根据后续需求预留一个操作台位置。

系统控制站配置分布表：

系 统	控制机柜位置	上位机数量	上位机位置	大屏数量	大屏位置	操作台数量	操作台位置
槽面管理系统	南中控机房	2	南、北中控操作室各1台	1	南中控操作室北墙		
整流电	整流所机房	2	南、北中控操作				南、北

力综合自动化系统			室各 1 台			2 套 3000*750*900	中控操作室
DCS 系统	南中控机房	4	南中控操作室 2 台 北中控操作室 1 台 调度室 1 台	1	南中控操作室 北墙		
电视监控系统	南中控机房			1	南中控操作室 北墙		
自动剥锌系统	根据生产现场实际需求情况布置						

## 2、系统画面分布

本系统人机界面工作站数量较多，因本系统所含子系统较多，且每个子系统独立有自己的人机界面上位机，又与主自动化系统通讯，故主系统内子系统画面不必显示所有工序的工艺流程画面，只显示子系统的参数统计画面即可。主系统显示画面见下表：

显示画面	主要功能	备注
槽面管理系统画面	以表格形式显示所有温度，进行显示、报警、历史查询等	
整流系统画面	显示直流电压、电流、电能以及设备运行状态等数据	
关键参数画面	1、显示直流电压、电流、电能、酸锌比、进出口槽温等关键信息； 2、可按班次输入产量、碳酸锶用量、骨胶用量等信息，显示采集的用电量、酸锌比等信息， 3、统计计算出电单耗、碳酸锶单耗、骨胶单耗等信息进行显示，并按班次形成报表 4、	
电解工艺流程图	电解系列运转设操作、电解系列工艺参数显示、及数据信息报警，可分为锌液输送系统、废液循环系统、冷却系统等	
电视监控系统画面	不接入主系统画面，独立用大屏显示器挂墙显示生产监控情况	

人机界面工作站功能及分布表

## 3、网络构成

3.1 三个子系统之间以光纤、光端机等通讯设施连接主系统控制站，

通讯方式为以 DP 或、SR485 总线或以太网连接，形成星型拓扑结构网络，各子系统不相互影响网络的连通性。

3.2 若采用 DCS 系统，则 DCS 主控制器与 I/O 卡件之间以以太网线进行连接。

#### 4、主控制器的热冗余

DCS 主控制站包含 2 台主控制器，其中一台处于工作态，另一台处于跟踪态。当工作态的控制器因故障或其他原因无法正常工作时，跟踪态的控制器应自动切换到工作态。另外，当一台处于工作态，另一台处于跟踪态时，应能通过软件将他们的工作状态进行人工切换。无论是自动切换，还是人工切换，都应是无扰动的。

#### 5、人机界面站与 DCS 主控制站的连接

每台人机界面站均有 2 个网络接口，其一为 A 网接口，另一为 B 网接口。A 网接口通过以太网线（距离子系统 DCS 控制柜超过 100 米的人机界面站，通过以太网线、光缆、光端机等）连接到所属子系统的 DCS 控制站 A 网接口。B 网接口通过以太网线（距离子系统 DCS 控制柜超过 100 米的人机界面站，通过以太网线、光缆、光端机等）连接到所属子系统的 DCS 控制站 B 网接口。工程师站就近连接。

### 第五章 桥架、电缆、补偿导线

#### 1、选型原则

电缆桥架材质选用玻璃钢材质；

电力电缆： YJV—0.6/1KV

控制电缆：KVVP-450/750V

信号电缆：KVVP-450/750V

## 2、敷设安装

### 2.1 电缆桥架的敷设：

桥架在厂房内沿厂房内墙敷设；在厂房外侧沿外墙敷设；在空旷地带或穿越马路时，沿管网桥架敷设。

敷设要求及施工方案按标准图集《电缆桥架敷设执行》。

### 2.2 穿线管的敷设：

穿线管在厂房内沿厂房内墙敷设；在厂房外侧沿外墙敷设；在空旷地带或穿越马路时，沿管网桥架敷设。

穿线管敷设应按水平方向或垂直方向敷设。

穿线管之间的连接：直通连接采用直通接线盒；三通连接采用三通接线盒；弯通连接采用弯通接线盒；镀锌钢管的接线盒采用铝合金材质，PVC管的接线盒采用PVC材质。

### 2.3 穿线管与桥架之间的连接：

穿线管接入桥架时，应以相应的管件锁紧，穿线管不得从桥架底部、顶部接入桥架，而应从桥架的无障碍物的侧面接入桥架。

### 2.4 桥架及穿线管的接地：

玻璃钢桥架、PVC管不存在接地问题；热镀锌桥架、镀锌钢管应可靠接地。热镀锌桥架每隔10米应有一根可靠地接地线与主接地网连接；镀锌钢管每隔10—15米，应有一根可靠地接地线与主接地网连接。如果某一部分的热镀锌桥架或镀锌钢管长度不足10米，则至

少应有 1 根接地线与主接地网连接。

2.5 电缆在穿线管中及桥架上敷设：

2.5.1 每根穿线管中只允许敷设 1 根电缆，不能敷设多根电缆；电缆在穿线管的接线何处不能过紧，而应稍有缓冲。在穿线管转弯处应有弧度。

2.5.2 电缆在桥架上敷设时，不应盘旋，不得多根电缆交叉或扭成麻花。在桥架弯通处，电缆应有弧度，不得折硬弯。电缆从桥架进入穿线管时，应靠近桥架边沿，且应留有余量。

2.5.3 电气专业至 DCS 系统的电缆与仪表专业进 DCS 系统的电缆应分开敷设，不能敷设在同一个电缆桥架内。

## 第六章 自动化系统设计技术要求

### 1、概述

#### 1.1 总体设计目标

在管控一体化的原则上，实施对本工程进行综合设计、全局考虑，使工程日后可靠运行的有效保证，为此在 DCS 系统架构时提出设计总体目标。

#### 1.2 设计总体目标

1.2.1 提高自动化水平，高质量响应工厂的运行要求，适应优化管理的运作模式

1.2.2 提高设备运行的经济性、安全性、可靠性，增效益，降能耗

1.2.3 系统开放、先进、适应管控一体化的综合设计。

#### 1.3 应达到的水平

1.3.1 实现工厂一体化控制

1.3.2 实现高自动化投入率，提高设备运行的经济性

1.3.3 实现工段、车间间数据资源有效联系，为管控一体化打下基础

1.3.4 强大的在线性能检测和诊断及事故分析手段。

1.3.5 高效、便捷的系统在线维护

为达到以上目标，本系统应采用性能优越、控制可靠、并在多个项目中已成熟应用的国产 DCS 过程控制系统来完成。系统功能主要包括：模拟量控制(MCS)、顺序控制(SCS)、数据采集(DAS)、逻辑控制及保护功能等，以满足各种运行工况的要求，确保装置的安全、高效运行。

本系统应保证利用先进实用的计算机网络技术、自动监控监测技术，达到以下特点：

(1) 实用性与先进性：本项目方案应着重强调实用性与先进性的结合。应采用成熟的自动控制技术、计算机技术网络技术以及安全防范技术，确保整个 DCS 系统先进实用。

(2) 开放性与标准化：整个系统的设计宜采用开放的网络体系、标准的信息采集与处理体系，以便于 DCS 系统的升级、扩展和互联。同时在选择系统设备、信息处理/传输设备时，应强调产品支持的国际化标准体系。

(3) 可靠性与安全性：在系统的设计中，应主要考虑两个层次：一是整个网络的可靠性与安全性，应采用高可靠性的网络体系结构，包括合理选择通信设备；二是系统设备的安全性和可靠性，应采用高

可靠的软硬件产品，设置系统的用户表及口令限制的手段，谨防非法登录。

(4) 经济性与可扩展性：在满足需求的前提下，应选用性能价格比高的计算机设备、监控监视设备及高可靠性的监控组态软件。采用的设备充分考虑易升级换代，并且在升级时可以最大限度地保护原有硬件设备和软件投资。

## 2、引用的规范及标准

本 DCS 系统的设计、制造、安装及测试均应遵循各种工业行业标准和国际标准化组织及主要工业国家的有关规范和标准，如下：

美国国家标准学会 (ANSI)	
Y-14	制图手册 (Drawing Manual)
美国电气和电子工程师协会 (IEEE)	
IEEE 1101/78	国际机柜结构尺寸标准
IEEE-472	1974 冲击电压承受能力导则 (SWC)
IEEE-488.2	1990 可编程仪表的标准数字接口
IEEE-730	1989 软件质量保证体系的 IEEE 标准
IEEE-802.2	1989 信息处理系统—局域网 (LAN) Part 2: 逻辑链路控制
IEEE-802.3	1985 LAN 标准: 载波侦听多路访问 / 冲撞检测 (CSMA / CD)
IEEE-802.3u	1988 LAN 标准的补充 A. B (CSMA / CD)
IEEE-802.4	1985 LAN 标准: 令牌传递总线访问方式
IEEE-802.7	1989 常用宽带 LAN 的推荐标准
IEEE-828	1983 软件组态管理方案的 IEEE 标准
IEEE-829	1983 软件测试文件的 IEEE 标准
IEEE-830	1984 软件要求规范的 IEEE 导则
电力科学研究院 (EPRI)	
NSAC 39	1981 安全参数显示系统的验证
美国仪器学会 (ISA)	
ISO DIS 1189	国际现场总线标准
ISA IPTS 90	1983 热电偶换算表
RP 55.1	1983 数字处理计算机的硬件测试
绝缘电缆工程师学会 (ICEA)	
S-66-524 / WC7-1982	电力传输及电力分配用热设定十字联接聚乙烯绝缘导线及电缆标准
美国电气制造商协会 (NEMA)	

ICSI	1988	工业控制及系统通用标准
IS 1.1	1977	工业控制及系统外壳标准
美国防火协会 (NFPA)		
NFPA 70		国家电气规范
科学仪器制造学会 (SAMA)		
PMS 22.1		过程测量和控制术语的 SAMA 标准
PMC 33.1	1978	过程控制仪表的电磁感应
美国保险商实验室 (UL)		
UL 44		橡胶导线、电缆的安全标准
UL 1413		电视用阴极射线管的防内爆
其他标准		
EIA 232-D	1978	数据终端设备与使用串行二进制进行数据交换的数据电路间的接口
IEC 801-3	1984	工业过程测量和控制设备的电磁耦合 第三部分: 现场电磁辐射规定
IEC 1131-3	1993	可编程控制语言

### 3、网络配置

#### 3.1 通讯网络

以增强的高速以太网为核心，由高速-高效、冗余-容错、高速实时网 (RTFNET) 和高速信息网 (INFNET) 组成。是基于交换型、全双工、100Mbps 的冗余实时高速通讯网络。网络的信息刷新速率：64,000 个过程点信息/0.1s。

所有人机接口站 HMI、DCS 主控制站和现场智能 I/O 均直接连接在 100Mbps 冗余实时通讯网络上，通过分布式全局数据库实现数据的交换和共享，数据采集和过程控制在功能和物理上完全分散和自治，以消除通过通讯转换模件或集中服务器的过渡所造成的瓶颈效应。

实时通讯网络 (RTFNET/A、B 网) 的主干为冗余的全双工、100Mbps/10M 光纤 (双绞线) 以太网，所有 DCS 主控制站和 HMI 站可通过多套冗余的智能型交换机连接到光纤通讯网络上。具有自适应功

能的智能交换机应具备 10Gbps 以上的高速带宽，允许连接其上的所有设备同步进行数据的高速交换和传输。

所有网络设备包括智能交换机、通讯接口模件、传输介质以及电源均采用冗余配置。除冗余实时通信网络外，DCS 系统还应有一条信息管理网络（定义为 C 网），所有人机接口站应均可与之连接，完成所有非实时组态或报文信息的传递，实现了实时数据和管理信息的隔离，以便提高控制网络的可靠性。

### 3.2 系统通讯协议的详细说明

数据总线通讯标准采用国际快速以太网标准。网络/传输层采用 TCP/IP 协议，物理层及链路层 MAC 子层采用 802.3u 标准。数据包结构如下：

TCP/IP 封套	双机标记 DW	目的节点号 W	源节点号 W	类型 W	长度 W	数据<496Byte	TCP/IP 封套
-----------	---------	---------	--------	------	------	------------	-----------

双机标记：表征双 DCS 控制器中的主机和备用机

目的节点号：数据接收地址

源节点号：数据发送地址

长度：数据包长度

系统供应商应提供统一的网关，以方便全厂生产调度系统的连接。

本 DCS 系统的网络的实时网（A 网和 B 网）和信息网（C 网）的主要技术指标如下：

实时网（A 网和 B 网）	
介质访问标准	IEEE 802.3u
通讯方式	广播方式或点一点方式（全双工）

实时网 (A 网和 B 网)	
通讯协议	TCP/IP
数据传输速率:	100Mbps
网络结构	快速以太网双环结构
通讯介质	100BASE-TX: 2 对 5 类非屏蔽双绞线 (最长 100 米) 100BASE-FX: 62.5/125 $\mu$ m 多模光纤 (最长 2 公里)
带站能力	最大 1024 交换节点
数据传送方式	广播及点一点方式
容量	64000 点/0.1 秒
信息网 (C 网)	
介质访问标准	IEEE 802.3u
网络协议	TCP/IP
数据传输速率:	100Mbps
拓扑结构	快速以太网类型结构
网线类型	100BASE-TX: 5 类非屏蔽双绞线 (最长 100 米) 可以采用光缆以延长传输距离
带站能力	最大 40 个
数据传送方式	点一点方式

### 3.3 通讯负荷率的计算说明

本系统采用的交换式以太网结构,是快速以太网的一种结构,其最大优势在于实行全双工通讯,保证每个节点收发的最小通讯速率(100Mbps)。整个系统的通讯负荷率很低。通讯负荷率的理论计算实例如下(以模拟量 I/O 5000 点,开关量 I/O 5000 点为例):

系统采用 100Mb/s 以太网。其数据传输速率为:

$$100 \times 10^6 \text{ Bit/s} = 100 \times 10^6 / 8 \text{ Byte/s} = 1.25 \times 10^7 \text{ Byte/s}.$$

由于实时网采用广播和定时传送方式,网络传输效率远 $\geq 50\%$ ;即实际数据的传递速率可保证为  $1.25 \times 10^7 \times 50\% = 6.25 \times 10^6$  Byte/s。系统的每个模拟量为 6 Byte,开关量为 2 Byte,报警量为

24 Byte。

定时及在线修改信息为低频度广播，每秒数据量<100 Byte。

#### 4、人机接口站

人机接口站主要用于过程监视，操作记录等功能，在本 DCS 中，挂接在高速公路上的设备主要有以下几种设备：

##### 4.1 操作员站 (OPU)

OPU (Operator Unit) 操作员站，完成操作人员的各种监视操作等。系统共配置 3 台 (冗余) 操作员站，OPU 采用成熟、可靠的工控机，其可靠性远远优于一般 PC 商用机，每台 OPU 站配带独立的液晶显示器。OPU 为操作员提供图形、列表、操作、历史数据再现等。运行多任务网络操作系统和 DCS 系统应用软件。所有 OPU 均为全能值班配置，图像、操作、数据一致，实现工艺设备的运行操作。

##### 4.2 工程师站 (ENG)

ENG (Engineer Unit) 工程师站，完成对系统组态维护、历史数据的记录存储、事件数据的记录存储、报表等。ENG 采用成熟、可靠的工控机，ENG 主要完成实时数据库、控制块、图形、趋势、报表等系统数据的生成和下装，完成对系统的详细自诊断和系统数据的列表和后备。运行多任务网络系统和本 DCS 系统全部软件包。

由 DCS 系统工程师通过工程师站对系统进行组态、维护。系统工程师在授权的情况下，可以在现场对系统进行在线或离线修改。同时，所有运行情况和控制逻辑均可在工程师站上查看，增加了系统软件、硬件的透明度。当不需组态时，工程师站可运行与操作员站完全相同

的软件。

ENG 同时还完成历史数据的收集和服务，完成定时报表收集和再现打印。其运行的软件包中，应包括历史数据、数据追忆、SOE、报警日志（含操作记录）、报表等。所有的记录数据存储时间都能配置，历史数据最短时间为系统所有点/半年（视硬盘大小），最快收集时间为 0.5 秒。

#### 4.3 历史数据站（HSU）

与工程师站共用，HSU 主要完成历史数据的收集和服务、定时报表收集和再现打印、系统中间数据计算等任务。其上运行 Windows 多任务网络系统和 DCS 系统的历史数据站软件包，包括历史数据收集、数据追忆、SOE、报警日志（含操作记录）、报表及经济指标、性能计算等软件组件。所有的记录数据存储时间都能配置，历史数据最短时间为系统所有点/半年（视硬盘大小），最快收集时间为 0.5 秒。

#### 4.4 打印机

系统配置 1 台 A3 黑白激光彩色打印机，作为报表打印机。

### 5、DCS 系统主控制站（过程控制单元）说明

#### 5.1 分布式处理单元

DCS 控制器（分散处理单元）采用冗余配置方式，每一台控制器以及人机界面站等用网络连接。每台控制器其实是一台功能强大、安全可靠的工业计算机，其中有独立的内电源、CPU、存储单元、网络接口单元等器件。主控制器具有处理速度快，能够快速响应各种事件并能准确地完成诸如 PID 运算、网络通讯、逻辑运算、事件量处理等

功能。

主控制器配多个以太网接口，分别与二条实时网及以太网通讯接口模块连接，负责整个主控制器和 DCS 系统通讯链路。

双机切换板是两套主控制器间的硬逻辑接口，具有双机切换的功能，因此整个冗余主控制器在硬件上无主、副之设置，完全按运行中双机切换的机理决定。

主控制器的 CPU 主处理器运行实时多任务操作系统内核，实现 32 位、64 位处理。主控制器与 I/O 卡件间的数据连接采用以太网，速率 10Mbps，数据交换模拟量 I/O 每秒 16 次，开关量 I/O 每秒 20 次。各子系统的主控制器均具有数据采集、控制算法、逻辑运算、扫描、报警和检测等功能，可以完成数据采集和监视功能，回路控制功能和顺序控制功能。

## 5.2 I/O 说明

本 DCS 系统的所有 I/O 卡件均应可带电插拔，在人机界面上应均可诊断至通道级。

5.2.1 I/O 模块应具备输入信号滤波和非线性输入信号的线性化等功能。

5.2.2 根据不同的 I/O 模块类型，所有输入、输出点应带有信号过载保护功能。

5.2.3 I/O 模块应具有信号隔离方式及通道间隔离方式。

5.2.4 I/O 模块的自诊断能力

系统所有 I/O 模块应具备故障和信号出错的鉴别和显示能力，

I/O 模块应能识别现场接线断路或短路并向系统发出报警信号，任何型号的 I/O 模块在故障状态下可在线更换。

5.2.5 I/O 模块应有防错插和防松脱装置

5.2.6 数字量输入、输出的状态可由软件任意设定，并可将其强制在常开或常闭状态。

5.2.7 输出信号卡在设备故障时，应能保持输出不变或达到预先设置的安全输出值。

5.2.8 所有 DO 模块（或扩展端子板）应是继电器输出型，且负载能力需达到 24VDC 3A。

5.2.9 AI 模块应考虑现场两线制、三线制和四线制变送器的不同供电方式（24V DC），并请在报价技术文件中说明其负载能力。系统应能够用不同种 AI 模块对 2 线制、3 线制或 4 线制变送器进行 4-20mA 信号的接收。

5.2.10 控制系统厂家应提供所有外设（如：网络接口、网络交换机等）及安装机柜等。

机柜应为现场 24VDC 和 220VAC 用电仪表供电，I/O 卡不能供电的，应配置供电电源和配电端子；智能信号 I/O 模块为标准 4~20mA 信号叠加 HART 通信协议，非智能 I/O 信号应单独配置 I/O 模块，不应与智能 I/O 信号混排，但全部配置智能 I/O 卡的方案除外。

5.3 模拟量输入模件（AI、RTD、TC 等）

8 路差动输入，接受 4-20mA，0-20 mA，0-10mA，RTD，TC 等多种模入信号。

系统精度高电平 $\pm 0.05\%$ 、低电平 $\pm 0.1\%$

二级隔离：光继电器与 1:1 光隔离（隔离电压）1500V，路间隔离电压 $>500V$ ）

信号增益自动程控（1-800 倍分级可调）

具有温漂及零偏自动校正功能（六个月内无须人工调校）

共模抑制比：大于 120DB，差模抑制比大于 60DB

变送供电灵活设置，每一路均有过流、过压保护，开/短路查讯。

#### 5.4 DI-数字量输入模件

16 路浮空或负端接地输入

DI 可灵活设置，最快采样时间 0.5ms(可设置)

具有硬件滤波和软件滤波方式，灵活设置

光隔离及反向电压隔离，最大隔离电压 1500V

每一通道均有过流、过压保护

#### 5.5 AO-模拟量输出模件

8 路浮空输出，输出类型为 4-20Ma，0-10V 等

系统精度 $\pm 0.25\%$ ，最大负载能力 1000  $\Omega$

光隔离

每一路均有独立的 DC-DC 电源及独立 D/A 转换器

无须外接 24V 供电

#### 5.6 DO—数字量输出模件

16 路继电器输出；二级隔离：光隔离和继电器隔离；触点容量：220VAC/DC 7A；24VDC 3A

## 6、系统软件及相关应用软件

DCS 系统软件包，应包括 HMI 人机界面组态软件和主控制站组态编程软件。人机界面组态软件应具有强大的图像显示功能和方便、直观的组态方式；主控制站组态编程软件应具有丰富的控制算法，符合 IEC61131-3 标准的应用指令和控制算法的多种编程方式。

### 6.1 人机界面组态软件

人机界面组态软件应能以灵活多样的图形化“组态方式”进行系统集成，提供良好的用户开发界面和简捷的工程实现方法，只要将其预设的各种软件模块进行简单的“组态”，便可以非常容易地实现和完成监控层的各项功能，以缩短自动化工程师的系统集成的时间，从而提高集成效率。

人机界面组态软件应可在 WindowsXP 及以上操作系统上运行。应根据它方便、快速地构造不同需求的 DCS 系统、数据采集 DAS 系统以及其他监控系统。

人机界面组态软件应是具有多年应用经验的成熟软件，不得使用非成熟软件。

人机界面组态软件包括：工程管理器、人机界面图像显示、实时数据库、I/O 驱动程序、控制策略生成以及各种网络服务组件等。

### 6.2 主控制器图形组态软件

DCS 系统所有的数据的收集、过程控制、各种数据的运算、对被控对象的所有输入输出都由主控制器来完成。主控制器的各种过程控制的算法的生成，我们称为组态。主控制器控制策略图形组态软件是

在 HMI 的工程师站上完成。所以整个主控制器图形组态软件包括两部分：控制器控制软件（V 主控制器）和工程师站上的组态软件（主控制器）。当然主控制器的软件也可以在上位机上运行，此时称为虚拟的主控制器，功能和实在的主控制器和类似，只是没有 I/O。还有一个差别是运行的操作系统，一般在下位机控制器上运行的是嵌入式系统（如 Windows CE）等，而虚拟的主控制器可以运行在 Windows 2000/XP 上。

### 6.3 报警功能

操作站应具有完善的报警功能，对过程变量和系统故障报警应有明显区别。应能对过程变量报警任意分级、分区、分组，应能自动记录和打印报警信息，区别第一事故报警，记录报警顺序，时间精确到秒。DCS 应具有 SOE 功能，SOE 事件记录时间精确到 100 毫秒。

报警分为系统部件故障报警（包括诊断报警和后备硬件故障报警）和工艺过程报警（绝对值报警、偏差报警、变化速度报警）两类。无论当时屏幕上是何种画面，系统对任一报警都应以音响（卖方说明音调数量及选择方法）和突出显示（闪烁、颜色改变等）方式通知操作员，并且只要一次击键即可调出相关报警画面。要求具有至少 4 个等级的报警触点输出，并带有相应的不同音调的蜂鸣器。操作站或打印机上的所有报警都带有日期和时间标记。卖方应在技术标书中说明对每一模拟量设置及检查高高限、高限、低限、低低限、变化率高限、设定偏差（死区可调）等报警的方法。报警可以由操作员分别抑制，或者由工程师按工艺分区抑制。

## 6.4、系统报表

用报表生成软件应可以建立和修改报表，并可以对报表的各个字段进行组态。报表功能可由程序控制、报警控制和操作员控制启动。工程师站、调度管理站均有打印报表功能，报表可指定任一台打印机完成打印。系统应能生成以下报表。

### 即时报表（SNAPSHOT）

由指定事件触发或操作员启动，打印用户所需的工艺数据。

### 定期报表

在每小时、每班、每天、每月结束时打印出某些选定点（包括计算变量）的数值，打印时间可以按用户要求设置和更改。变量数值类型分为采样值、平均值和累计值。报表设有报表标题、列标题、变量代号、变量说明、工程单位等信息。小时报表在每小时结束时自动打印。班报表（8小时）在每班操作结束时自动打印。系统应保存当前操作班和上一班的所有小时报表，而班报表和日报表则保存两天，周期（12天）报表保存到下一周期的结束。前一期报表可随时请求打印出来，而当前未期满的报表则打印从报表周期开始到要求打印时采集的数据。

## 7、系统供电

每个按规范要求接受二路电源，两路电源互为备用，一路为厂方提供的一般工业电源（380V/220V AC），另一路为随DCS系统配套的UPS电源，UPS电源可维持工业电源断电时系统保持60分钟以上，系统内电源又由这两路电源分配至各站组（点）。

## 7.1 配置要求:

220V 交流电源配电组件:

序号	名称	规 范
1	双路交流电源切换板	220V/50Hz 交流输入
2	双路电源切换开关箱	220V/50Hz 交流输入

24V 直流电源型号:

模件名称	性能指标
电源模件	85 VAC~265VAC/47~63Hz 自适应输入, 24V DC, 6.5A 输出, 可并联工作

系统控制柜配 2~4 个 24V (视容量定) 的开关电源, 其中两个用于冗余主控制器模件、I/O 模件的供电, 另外两个用于外部供电(二线制变送器)。开关电源具有 85 to 264Vac 宽输入电压范围、体积小、重量轻特点, 内置有源功率因数校正、EMI 滤波器、浪涌电流抑制电路、具有过电压、过电流保护电路, 高可靠, 长寿命。适合于各种工业控制装置、工厂自动化设备、测量仪器、医疗设备。

## 7.2 ups 电源

按规范要求接受两路电源(其中一路为 UPS 电源), 两路电源互为备用, 一路为厂方提供的一般工业电源(380V/220V AC), 另一路为随自动化系统配套的 UPS 电源, UPS 电源可维持工业电源断电时系统保持 60 分钟以上, 系统内电源又由这两路电源分配至各站组(点)。

## 7.3 电源常规布置的内容有如下几个部分:

电源进线转接盒: 二路电源的进线和接线端子。

电源开关板: 二路电源的进线接线端子开关、指示板。

24V 电源模件: 供给主控制器站电源以及 IO 模件外部供电 (IO 回路

电源)。

5V 电源模件：供给 IO 模件工作电源。

220V 电源：供给现场仪表。

## 8、机柜

根据系统的控制范围和实际 I/O 点数量，投标方核算冗余模块数量、系统机柜及辅助机柜的数量；机柜应为优质品牌的工业级设备；机柜带有侧板，安装时可以拆除，机柜内顶部装有风扇、照明，机柜内的风扇通过柜内温度控制器启动；电缆从底部进入，内部有固定电缆的支架；机柜顶部有安装时用的四个吊耳。机柜与底座绝缘；机柜内部有系统接地、安全接地汇流端子；机柜正面铭牌标有名称、编号；

DO 卡件应配置相应的配套继电器。通过继电器向外供电的电源不应利用 DCS 的系统电源。继电器的线圈侧或触点侧采用非安全电压时，继电器均应独立安装，不应与其他安全电压用电设备安装在机柜的同一侧，并应在机柜外设置明显的标识；

各类机柜应预留 30%的备用安装空间。

本系统为开放性系统，日后如因生产或其他原因，需要增添部分工作站或控制点，本系统能满足要求。

## 9、系统接地

### 9.1 对接地网的要求

与电气接地网并用，不提倡专用接地网，但如果确有必要，则应设置独立的接地网。

### 9.2 对地点的要求

9.2.1 以每个接地点为圆心，半径 10 米范围内，不得有 6KV 及以上电气设备的接地点。

9.2.2 每个机柜集中放置处，至少有一个保护接地点，各机柜的保护接地线联通后，通过该接地点接入电气接地网。同时至少有一个工作接地点（屏蔽地），各机柜的工作接地线联通后，通过该接地点接入电气接地网。

9.2.3 因个子系统、各站点之间采用光缆连接，故其各自的接地系统可以不必构成一个统一的接地网络。

### 9.3 对公共接地极（网）的要求

9.3.1 应对厂区电气接地网对地分布电阻进行测量，当厂区电气接地网对地分布电阻 $\leq 4\Omega$ 时，可将厂区电气接地网作为自动化系统的公共接地极（网）。

9.3.2 当厂区电气接地网接地电阻较大或杂乱时，要独立设置接地系统，作为自动化系统的公共接地极（网）。

9.3.3 每个接地极周围 15 米内无避雷地的接入点，8 米内无 30KW 以上的高低电压用电设备外壳的接入点。当现场无法满足该条件时，防雷保护地通过避雷器/冲击波抑制器与公共接地极的主干线相连。电焊地切勿与公共接地极及其接地网搭接在一起，二者应距离 10 米以上。

### 9.4 各台柜的接地原则

9.4.1 操作台、打印台、服务器柜：如果是金属柜体，应设置保护地螺钉。

9.4.2 控制柜、继电器柜、UPS 柜、电源柜：应设置保护地螺钉。

9.4.3 控制柜：应设置屏蔽接地汇流排（工作接地），保护地螺钉。系统地(+24V 地)悬浮。

9.4.4 仪表柜、手操盘台：应设置屏蔽地接地汇流排（工作接地），保护地螺钉。

## 9.5 信号屏蔽及其接地

9.5.1 计算机或自控系统信号电缆的屏蔽层不得浮空，必须接地，其接地方式应符合下列规定：

(1)、当信号源浮空时，屏蔽层应在计算机侧接地；

(2)、当信号源接地时，屏蔽层应在信号源侧接地；

(3)、当放大器浮空时，屏蔽层的一端与屏蔽罩相连，另一端宜接共模地(当信号源接地时，接信号地。当信号源浮空时接现场地)。

(4)、当屏蔽电缆途经接线盒分断或合并时，应在接线盒内将其两端电缆的屏蔽层连接。

9.5.2 自动化系统信号电缆的选择与敷设，应严格按照有关规定执行。屏蔽电缆的屏蔽层应按以上要求进行接地。为了提高自动化系统的抗干扰能力，自动化系统开关量输入/输出信号，应选用阻燃型绞铜网屏蔽计算机电缆。

## 9.6 自动化系统的接地设备的安装

接地体为钉入地下的良导体，由接地总干线传来的电流通过接地体导入大地。接地体与接地总干线之间采用铜焊，焊接后应做防腐处理。可用接地网干线把多个接地体连接成网，接地网应满足 DCS 系统接地电阻的要求。

## 9.7 自动化系统接地时应采取以下方法降低土壤电阻率

9.7.1 改变接地体周围的土壤结构。在接地体周围的土壤 2~3m 范围内，掺入不溶于水的、有良好吸水性的物质，如木炭、焦炭煤渣或矿渣等，该法可使土壤电阻率降低到原来的 1/5~1/10。

9.7.2 用食盐、木炭降低土壤电阻率用食盐、木炭分层夯实。木炭和细掺匀为一层，约 10~15cm 厚，再铺 2~3cm 的食盐，共 5~8 层。铺好后打入接地体。此法可使电阻率降至原来的 1/3~1/5。但食盐日久会随流水流失，一般超过两年就要补充一次。

9.7.3 用长效化学降阻剂。用长效化学降阻剂方法可使土壤电阻率降至原来的 40%。

## 9.8 现场接地时应注意以下事项

9.8.1 现场控制站：接地螺丝因机柜本体与底座间有胶皮形成绝缘，屏蔽地汇流排与底座间绝缘，现场控制站必须按规定做好接地处理。即分别接至现场控制站接地汇流排上。I/O 柜的电源地与 UPS 的电源地必须接至同一个地，保证等电位。

9.8.2 现场控制站、操作员站、工程师站、网络交换机、服务器主机、系统显示器等采用外壳接地或直接将电源地线连接至电气接地网。

9.8.3 I/O 卡件：模拟量卡件的直流 24 伏的负端接至逻辑地汇流排上，逻辑地汇流排接至屏蔽地，再接入总接地汇流排。

9.8.4 现场控制站的保护地应从机柜下方的接地螺钉接至接地分干线，现场控制站的屏蔽地应从接地汇流排接至公共连接板。

9.8.5 接地系统的电阻必须进行测试，以保证接地能满足控制系统制

造商的要求。

## 10、系统负载能力：

- 10.1 子系统负载：所有子系统的负载均不超过系统能力的 60%；
- 10.2 网络负载：系统网络负载不超过工业级以太网有效负载的 60%；
- 10.3 主控卡 CPU 负载：正常工作时，CPU 负载不超过系统能力的 60%；
- 10.4 主控卡负载：主控卡内存负载不超过 60%；
- 10.5 电源箱负载：电源箱负载不超过其供电能力的 60%；
- 10.6 电源负载：正常工作时，每个电源的负荷不超过供电能力的 60%。