

李遵基 主编

SPEC 200 MICRO

SPEC 200 原理及应用

北京科学技术出版社

SPEC200MICRO SPEC200原理及应用

李遵基 主 编

牛玉广 副主编

北京科学技术出版社

(京) 新登字207号

内 容 提 要

本书分析了 SPEC200和SPEC200MICRO 仪表的主要部件、控制卡和显示操作器的原理,同时还介绍了控制模块的功能和系统的组态,并举例说明了过程控制系统新的设计和调试方法,理论联系实际,图文并茂。可作为电力、化工、石油、冶金等部门的大中专院校的教材和供有关技术人员参考。

SPEC200MICRO
SPEC200原理及应用
李遵基 主 编
生玉广 副主编

北京科学技术出版社出版
(北京西直门南大街16号)
邮政编码: 100035
各地新华书店经销

北京顺义燕华印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 19.125 印张 480千字
1993年9月第一版 1993年9月第一次印刷
印数1—5000册

ISBN7-5304-1116-0/T·240 定价: 10.10元

前 言

SPEC200和SPEC200MICRO仪表是美国福克斯波罗 (FOXBORO) 公司开发的组态和微机化数字控制仪表, 具有功能齐全、组态灵活、可靠性高等特点, 在我国的电力、化工、冶金、石油等系统得到了广泛的应用。本书着重阐述了SPEC200和SPEC200MICRO的原理和应用, 可供从事过程自动控制工作的设计院、试验研究所、工厂等有关人员在系统设计、安装、调试和维护时参考, 也可供有关高等院校作为自动控制和仪表方面的选修课教材。

本书中不仅分析了SPEC200和SPEC200MICRO仪表的主要部件, 控制卡和显示操作器的原理, 同时还介绍了控制模块的功能和系统的组态, 并结合实际举例说明了过程控制系统新的设计和调试方法, 对我国引进的考核单元机组的各个控制系统进行了详细的分析。编写过程中力求做到理论联系实际和结合编者近年来的科研实践, 充分反映过程控制中的新系统、新技术、新方法和新内容。

保定市渥瑞尔电气有限公司董事长孙惠生先生和张淑芝女士为本书的出版给予了大力支持和帮助, 我们表示深切的谢意。

在本书的编写出版过程中, 上海福克斯波罗有限公司提供了有关的资料, 公司的王震峰总经理、汤仁良经理、李志伟经理给予了关注和支持, 华北电力学院的苑兰芝同志、刘咏同志, 华北电业联合职工大学刘丰、张明军同志做了大量的工作, 在此表示衷心感谢。

华北电力学院吴勃同志仔细阅读了全部书稿, 提出了许多宝贵意见, 在此表示感谢。

由于编者水平有限, 书中难免存在不妥和谬误之处, 恳请读者批评指正。

编 者

1991年11月

目 录

第一章 概述	(1)
§ 1-1 SPEC200系统介绍	(1)
一、系统构成	(1)
二、机架与电源	(2)
三、SPEC200组件分类	(4)
§ 1-2 SPEC200盘装仪表	(10)
第二章 SPEC200电路分析	(13)
§ 2-1 SPEC200功能组件中的基本电路	(13)
一、线性集成运算放大器	(13)
二、比例运算电路	(15)
三、积分运算电路	(16)
四、比较电路	(17)
五、单向电路	(18)
六、折线电路	(18)
七、自激多谐振荡器	(19)
八、三角波发生器	(19)
九、频率可变脉冲发生器	(19)
十、脉宽可变脉冲发生器	(21)
§ 2-2 常用组件电路分析	(21)
一、电流—电压转换组件	(21)
二、电压—电流转换组件	(23)
三、报警组件	(25)
四、加减组件	(26)
五、乘除组件	(28)
六、调节组件	(32)
第三章 2CCA控制卡	(39)
§ 3-1 控制卡的技术特性	(39)
§ 3-2 控制卡的控制周期	(40)
一、输入输出处理	(41)
二、功能块处理	(44)
§ 3-3 控制卡的运行方式	(45)
一、备用方式 (STANDBY)	(45)
二、控制方式 (CONTROL)	(46)
三、故障备用方式 (ERROR STANDBY)	(46)
四、失效方式 (FAIL)	(47)
§ 3-4 控制卡的启动方式	(47)

一、备用方式下的启动	(47)
二、掉电恢复	(48)
§ 3-5 控制卡的输出强制选择	(49)
一、掉电恢复后输出选择	(49)
二、非控制方式下输出选择	(49)
三、掉电定时选择	(50)
§ 3-6 控制卡面板	(51)
一、备用电池	(51)
二、接线端子	(51)
三、状态指示灯	(51)
第四章 显示操作器	(54)
§ 4-1 概述	(54)
一、显示分辨率	(55)
二、参数增减速率	(55)
三、显示更新周期	(55)
四、按键速率	(56)
五、功能	(56)
§ 4-2 连续量显示操作器	(56)
一、操作键、指示器和数字显示	(57)
二、模拟显示	(58)
三、整定钥匙开关和组态器插座	(59)
四、功能块的显示	(59)
五、非控制方式的显示	(60)
六、过程报警处理	(62)
七、系统报警处理	(63)
八、过程和系统同时报警的处理	(64)
§ 4-3 断续量显示操作器	(64)
一、操作键、指示器和数字显示	(64)
二、显示	(66)
三、功能块的显示	(66)
四、非控制方式的显示	(66)
第五章 系统组态	(69)
§ 5-1 组态终端	(69)
一、组态终端功能	(69)
二、组态终端的连接	(70)
三、组态终端的技术性能	(70)
§ 5-2 初始组态及磁盘实用程序	(72)
一、组态器的启动	(72)
二、设置组态器	(73)
三、建立数据盘	(73)
四、定义数据文件	(74)
§ 5-3 功能块组态	(75)

一、控制器组态·····	(75)
二、磁盘组态·····	(79)
三、控制器操作·····	(80)
四、组态总菜单·····	(85)
第六章 SPEC200MICRO功能块分析 ·····	(87)
§ 6-1 一般说明·····	(87)
一、功能块参数·····	(87)
二、报警检测·····	(89)
三、控制方式选择·····	(90)
四、功能块初始化及控制运算·····	(91)
五、采样控制·····	(94)
六、功能块连接·····	(95)
§ 6-2 调节控制功能块·····	(98)
一、PID—比例积分微分功能块·····	(98)
二、TUNE—自整定功能块·····	(104)
三、NONL—非线性功能块·····	(111)
四、INT—纯积分功能块·····	(112)
五、AMB—自动/手动及偏置功能块·····	(115)
六、RTIO—比值功能块·····	(119)
§ 6-3 输入和转换功能块·····	(122)
一、MIB—多输入功能块·····	(122)
二、CHAR—函数功能块·····	(124)
§ 6-4 数字逻辑功能块·····	(126)
一、DIN—数字输入功能块·····	(126)
二、DOUT—数字输出功能块·····	(128)
三、GATE—逻辑门功能块·····	(131)
四、SEQ—顺序功能块·····	(133)
§ 6-5 动态补偿功能块·····	(136)
一、LLAG—超前滞后功能块·····	(136)
二、DTIM—纯迟延功能块·····	(138)
§ 6-6 其它功能块·····	(140)
一、SWCH—开关功能块·····	(140)
二、SSEL—信号选择功能块·····	(142)
三、ALRM—报警功能块·····	(143)
四、RAMP—斜坡功能块·····	(146)
五、TIMR—计时功能块·····	(149)
六、ACUM—积算功能块·····	(151)
七、CALC—计算功能块·····	(155)
第七章 SPEC200MICRO典型回路 ·····	(158)
一、指示记录报警回路·····	(158)
二、简单调节回路·····	(158)
三、多输出调节回路·····	(159)

四、断续调节系统.....	(160)
五、逻辑门.....	(160)
六、运算回路.....	(161)
七、控制回路组态实例.....	(163)
第八章 SPEC200MICRO微机监控系统.....	(171)
§ 8-1 概述.....	(171)
一、系统功能.....	(171)
二、AIMAX的结构.....	(172)
三、系统性能指标.....	(172)
四、硬件配制.....	(175)
五、通讯口与SPEC200MICRO控制卡之间的连接.....	(175)
§ 8-2 AIMAX软件的装配	(176)
§ 8-3 操作程序的显示页面	(176)
第九章 用SAMA图设计热工自动控制系统	(181)
§ 9-1 SAMA图的功能图例	(181)
§ 9-2 SPEC200和SPEC200MICRO系统设计步骤	(183)
一、单指示回路.....	(184)
二、单记录回路的设计.....	(184)
三、报警回路的设计.....	(186)
四、可在仪表盘上设定报警点的报警回路的设计.....	(187)
五、带报警、记录功能的简单调节回路的设计.....	(188)
六、带跟踪功能的简单调节回路的设计.....	(189)
七、带联锁功能的简单调节回路的设计.....	(193)
八、简单积算回路的设计.....	(197)
九、前馈调节回路.....	(198)
十、串级控制系统.....	(199)
十一、多输出调节回路(MOCS系统)	(202)
十二、三冲量调节回路(串级—前馈)	(203)
第十章 20万千瓦单元机组数字协调控制系统	(206)
§ 10-1 概述	(206)
一、锅炉.....	(206)
二、汽轮机组.....	(207)
三、发电机组	(207)
§ 10-2 数字协调控制系统	(208)
一、负荷指令处理	(208)
二、机组最大允许负荷计算线路	(208)
三、实际出力计算及处理线路	(210)
四、锅炉主控制器	(211)
五、汽机主控制器	(212)
六、汽机同步器控制线路.....	(213)
§ 10-3 协调控制系统组态	(221)
一、CCC04的输入/输出及功能块连接.....	(221)

二、CCC04的组态	(223)
§ 10-4 3号机组协调系统数字监控的功能	(227)
第十一章 引进考核单元机组控制系统分析	(228)
§ 11-1 概述	(228)
§ 11-2 主蒸汽温度系统原理及逻辑控制分析	(229)
§ 11-3 再热汽温系统原理及逻辑控制分析	(231)
§ 11-4 锅炉汽包水位系统原理及逻辑控制分析	(233)
§ 11-5 燃烧系统原理及逻辑控制分析	(236)
一、燃料控制系统.....	(238)
二、风量控制系统.....	(245)
三、炉膛压力系统	(254)
§ 11-6 机组负荷协调控制系统分析	(259)
一、概述.....	(259)
二、协调控制系统.....	(261)
三、机组局部故障处理逻辑.....	(269)
四、机组负荷给定值的逻辑控制.....	(273)
五、控制方式切换逻辑系统.....	(279)

第一章 概述

§ 1-1 SPEC200系统介绍

SPEC200MICRO (简称S200M) 是FOXBORO公司1985年开发出的微机化组装仪表, 它保持了与原模拟组装仪表SPEC200的统一性, 但在信号处理、控制运算及显示操作等方面较后者有较大的改进。微处理器的使用, 将原有功能组件模块化, 因此, 系统构成灵活, 修改方便。数字通讯功能使其可与上位机相联构成计算机监控系统, 或者与FOXBORO的FOXNET主机一起实现集散控制。SPEC200MICRO的显示操作器可以完成光柱式与数字式显示, 提高了显示清晰度和精度。小键盘的切换及操作功能强, 有利于缩小表盘面积, 实现集中控制。

一、系统构成

SPEC200MICRO与SPEC200在系统结构上是相同的, 均分为架装仪表与盘装仪表两大部分, 如图1-1所示。

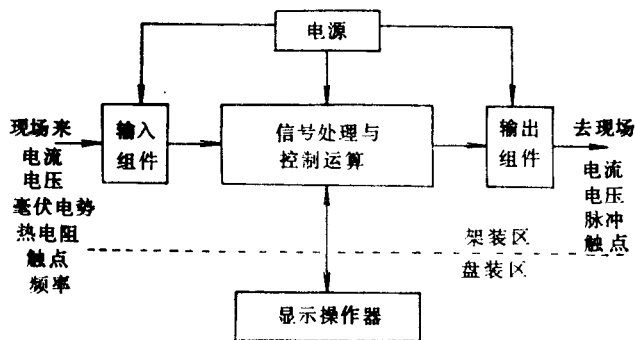


图 1-1 SPEC200MICRO系统构成

架装仪表主要完成信号转换与处理功能, 它包括:

1. 输入组件

输入组件将各种现场信号(4~20mA或0~10mA电流信号、热电阻信号、热电偶毫伏信号及直流毫伏电压信号、脉冲频率信号及触点开关信号等)转换成系统内部统一的0~10VDC模拟信号或逻辑信号。同时, 输入组件还起到将现场与机架隔离的作用。

2. 输出组件

输出组件将系统输出的0~10VDC标准信号转换成现场所需的各种信号, 并起隔离作

用。

3. 信号控制运算及处理组件

该部分为控制系统的核心。它完成信号的加、减、乘、除、开方、选择、限幅、速率限制、补偿校正、报警检测及PID调节等功能。

4. 信号分配组件

信号分配组件为辅助性组件，它本身并不具备独立完成某种功能的能力，仅为信号的指示、记录和转换提供连接手段，即提供接线端子和插座。

对SPEC200与SPEC200MICRO来说，它们的架装区的输入输出组件都是一样的，且必不可少。它们的主要区别体现在信号控制运算与处理组件上。这类组件SPEC200有几十种，而SPEC200MICRO仅2CCA-SC与2CCA-DC两种。

盘装仪表是人机联系的窗口。SPEC200系统有三类盘装仪表：

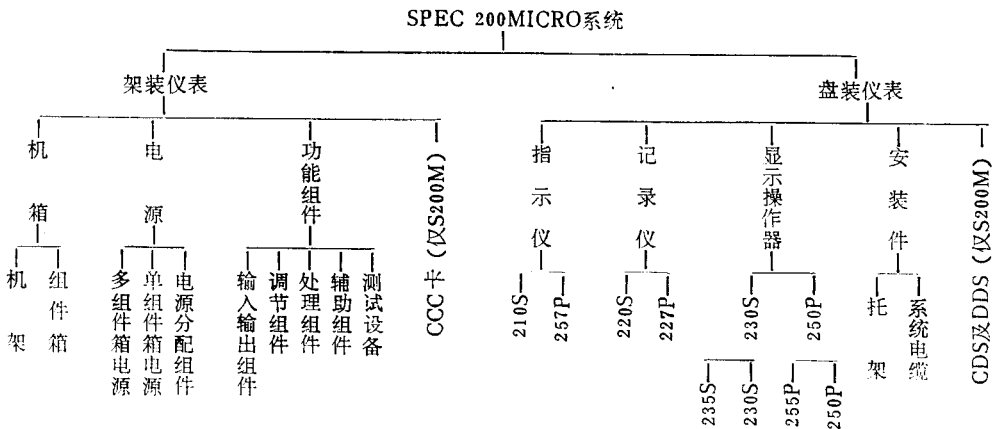
(1) 显示类：显示类仪表有单针和双针显示仪，它们通过标准的30芯电缆连接架装区仪表输出的0~10V DC信号，作显示和监视报警。

(2) 记录仪表：记录类仪表有单笔至四笔记录仪，它们通过标准的30芯电缆连接架装区仪表输出的0~10V DC信号，作记录和监视报警。

(3) 操作类：SPEC200系统有多种型号的显示操作器，它们通过标准30芯电缆与架装区的调节组件相连，显示调节组件测量值、给定值与输出值，可修改设定值，可选择调节组件的工作状态，可对系统进行手动操作。

SPEC200MICRO本身只有连续量显示操作器CDS与断续量显示操作器DDS两种。但通过适当的接口组件，SPEC200的盘装仪表也可在SPEC200MICRO系统中使用。

SPEC200MICRO系统的组件、部件分类见下表：



二、机架与电源

机架用于安装架装仪表，它由一系列标准件组装而成，其结构灵活，能满足各种特定的需要。一个机架最多拥有7个组件箱，其中包括一个多组件箱电源，每个组件箱可安装10个单框功能组件和一个电源分配组件。多组件箱电源分配组件对组件箱内各功能组件集中供电。图1-2是典型的机架结构。

当系统所需的功能组件不超过3个组件箱的容量时,可采用单组件箱结构。每个组件箱除安装1个单组件箱电源作为箱内供电外,还可容纳9个单框功能组件,见图1-3。

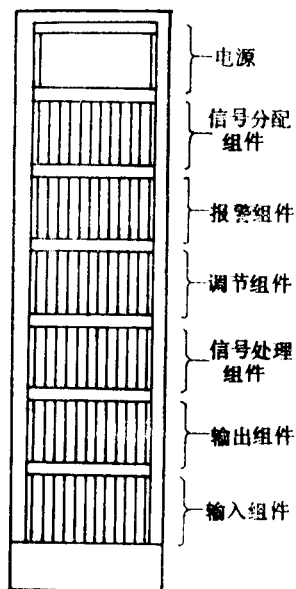
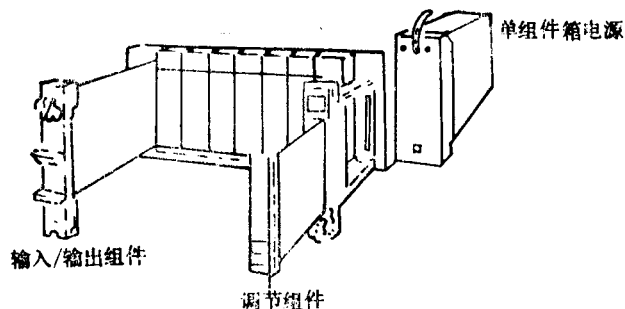


图 1-2 典型的SPEC200机架



SPEC200系统有两种基本电源形式——多组件箱电源与单组件箱电源,下面分别描述。当SPEC200系统采用机架结构时,所用电源为多组件箱电源,如图1-4所示。

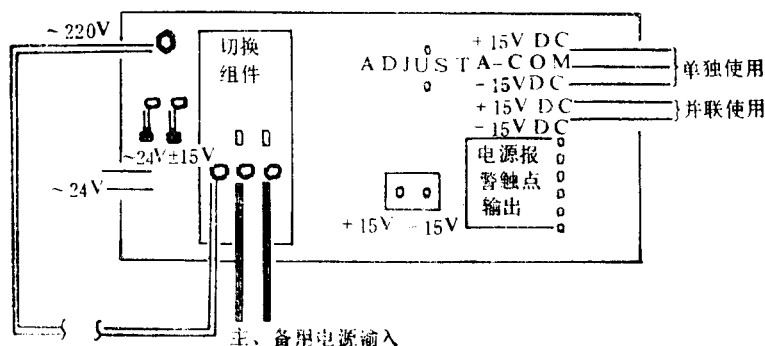


图 1-4 多组件箱电源

2ARPS05-B5多组件箱电源的主要技术指标为:

输入: 220VAC ($-15\% \sim +10\%$), 50Hz $\pm 3\%$

输出: +15VDC, 5A; -15VDC, 5A; 24VAC, 3A

最大功耗: 500VA

外型尺寸: 483×345×222mm (宽×深×高)

重量: 37kg

2ARPS15-B型多组件箱电源提供 $\pm 15\text{V}_{\text{dc}}$ 各15A输出, 最大功耗1350VA, 但无 24V_{ac} 输出。

多组件箱电源具有过压、过流, 反极性保护电路。当SPEC200系统有多个机架构成时, 所有的多组件箱电源输出可以并联起来, 构成冗余以提高电源的安全性。

同时为了实现无停电运行, 在多组件箱电源上可附加后备的切换组件, 它们的功能是当交流输入电压跌落到一定值时, 切换组件将使电源的输出切换到由后备电池供电或备用交流电网供电方式, 以维持系统不中断, 同时给出报警触点信号, 假如跌落的交流电压恢复到正常值时, 切换组件又可使之切回。

切换组件种类有:

2AX+BB3 24V直流后备切换组件(直流电源另配, 输入为 $20\sim 30\text{VDC}$, 最大20A)。

2AX+BB4 125V直流后备切换组件(直流电源另配, 输入为 $108\sim 145\text{VDC}$, 3.5A)。

2AX+ST2-B 220V, 50Hz交流后备切换组件。

单组件箱电源2AX+PS9B的主要技术指标为:

输入: $220\text{VDC}(-15\%\sim +10\%)$, 50Hz。

输出: $+15\text{VDC}, 1.5\text{A}$; $-15\text{VDC}, 1.5\text{A}$ 。

最大功耗: 60VA。

当SPEC200系统采用机架结构时, 多组件箱电源的输出是通过各组件箱上安装电源分配组件使组件箱下部的组件母线及现场母线得电的。这样各功能组件插入组件箱后就从6孔电源母线插座上获得电源, 如图1-5所示。

由此可知, 电源分配组件主要是起电源分配作用, 由于它本身有过压、过流及反极性保护电路, 因此, 当本组件箱内某组件故障引起过流、短路等情况时, 电源分配组件

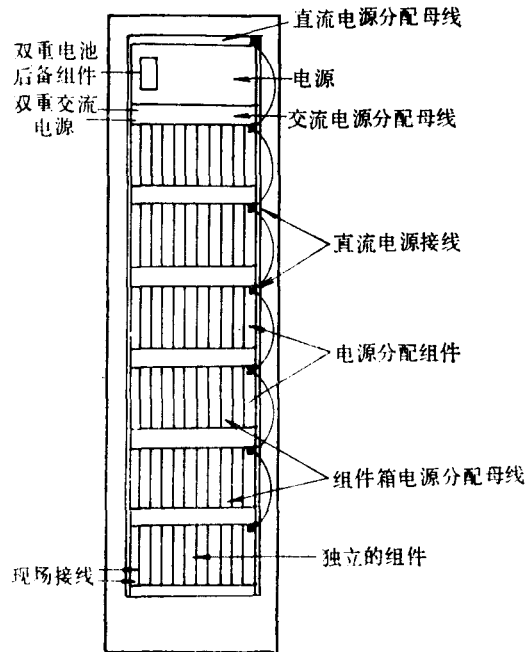


图 1-5 典型的机架电源分配

就能阻断它对别的组件箱的供电影响, 并给出报警触点信号, 大大提高了系统的安全性。

电源分配组件主要有两种:

(1) 2AX+DP10: 它可提供组件母线 $\pm 15\text{VDC}$, 现场母线 30VDC 。

(2) 2AX+DP10-E: 它提供组件母线 $\pm 15\text{VDC}$, 如果要使现场母线得电, 必须通过它面板的接线端子, 接入系统所需的其它电源才行。例如, 24VAC , $30\sim 100\text{VDC}$ 等电源。

三、SPEC200组件分类

SPEC200系统的组件可分为输入输出组件, 信号处理组件、调节组件、辅助组件等几

大类，现简要说明如下。

1. 输入输出组件

输入输出组件起信号转换与隔离作用，每个输入输出组件在组件箱中占有一格位置，一般组件提供二路相同的，相互独立的输入输出通道。组件上有独立的保护电路，当组件发生短路或接到高电压上时，故障将局限于本组件，而不影响到系统其它部分。

输入输出组件的型号和名称如下：

- 2AI—A2V 气—电转换组件；
- 2AI—B 3V 二十进制编码—电压转换组件；
- 2AI—C 2L 触点—逻辑转换组件（隔离型）；
- 2AI—F 2F 脉冲—脉冲转换组件（隔离型）；
- 2AI—F 2V 脉冲—电压转换组件（隔离型）；
- 2AI—H2V 10~50mA 电流—电压转换组件（隔离型）；
- 2AI—I 2V 4~20mA 电流—电压转换组件（隔离型）；
- 2AI—Y2V 0~10mA 电流—电压转换组件（隔离型）；
- 2AI—I3V 4~20mA 电流—电压转换组件；
- 2AI—Y3V 0~10mA 电流—电压转换组件；
- 2AI—N2V 镍电阻—电压转换组件（隔离型）；
- 2AI—Z2V BA1、BA2型铂电阻—电压转换组件（隔离型）；

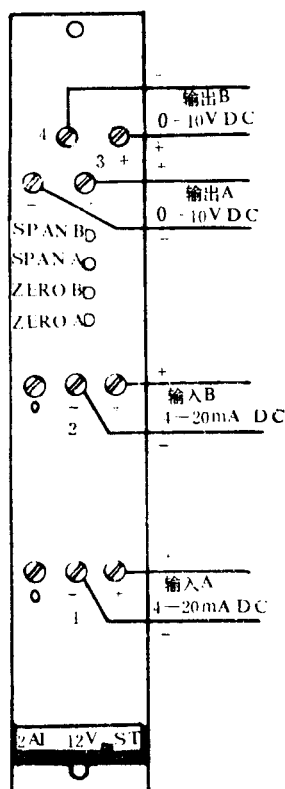


图 1-6 2AI—I2V 面板接线

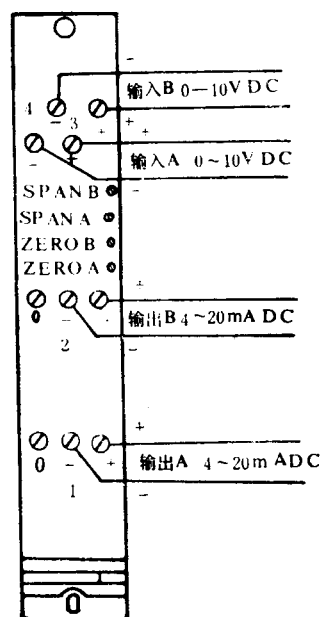


图 1-7 2AO—V2I 面板接线

2AI—T2V 热电偶 (mV) —电压转换组件 (隔离型) ;
 2AI—W3V 频率—电压转换组件 (仅与820系列频率输出型变送器相配) ;
 2AO—V3I 电压—电流 (4~20mA) 转换组件;
 2AO—V3Y 电压—电流 (0~10mA) 转换组件;
 2AO—V5I 电压—电流 (4~20mA) 转换组件;
 2AO—V2I 电压—电流 (4~20mA) 转换组件 (隔离型) ;
 2AO—VAI 电压—电流 (4~20mA) 转换组件 (隔离型) ;
 2AO—V2Y 电压—电流 (0~10mA) 转换组件;
 2AO—V2C 电压—触点转换组件 (隔离型) ;
 2AO—V2P 电压—脉冲转换组件 (隔离型) ;
 2AO—L2C 逻辑—触点转换组件 (隔离型) ;
 2AO—IPD 积算功率驱动器组件。

图1-6和图1-7分别给出了输入组件和输出组件的面板接线示例。

2. 信号处理组件

SPEC200信号处理组件在系统中接收输入转换组件给出的0~10V标准信号, 实现过程要求的报警、模拟计算、信号发生、信号缓冲、逻辑运算等功能以满足各种控制的需要。

信号处理组件的结构形式是由一个处理组件框架与插在框架内的一块处理卡件构成, 如图1-8所示。

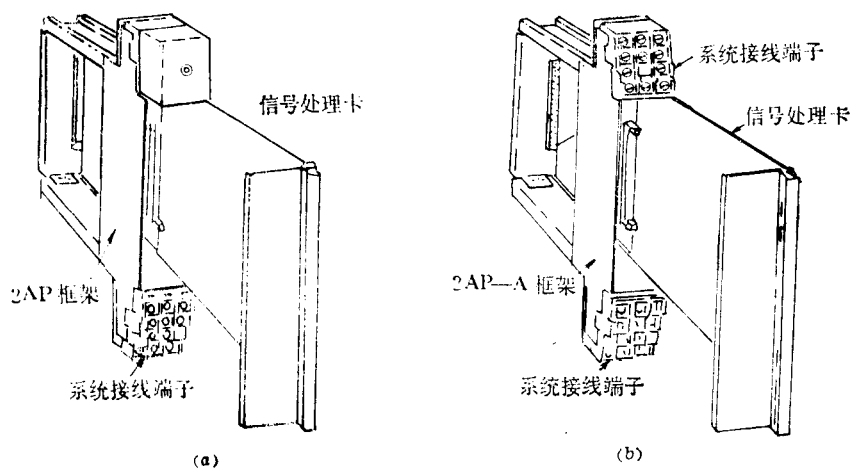


图1-8 信号处理组件

组件在组件箱中占一格空间。

处理组件框架有二种型号。一种为2AP框架, 它的面板下部有10个接线端子供信号输入输出接线用。框架可插一块信号处理卡件。当卡件的输入输出信号较多时, 还有一种2AP—A框架可供选择, 该框架的上部增加了10个接线端子供接线用。

信号处理卡件的型号用2AX+×××表示, 当它插入处理组件框架后, 就构成了一个完整的信号处理组件, 这时它的型号就由框架型号加卡件型号组成, 即为2AP (或 2AP—A) +×××。

信号处理组件的种类很多,按它们各自完成的功能可分类如下:

(1) 报警组件:

2AP+ALM-A 绝对值报警组件

2AP+ALM-B 偏差值报警组件

2AP+ALM-C 差值报警组件

2AP+RCL 速率报警组件

(2) 模拟计算组件:

2AP+SUM 加法组件

2AP+MUL 乘除组件

2AP+SQE 开方组件

2AP+SGC 函数组件

2AP+DLS 标度变换组件

2AP+SLM 信号限幅组件

2AP+VLM 速率限幅组件

2AP+SSL 高/低信号选择组件

2AP+MSL 中值信号选择组件

(3) 积算组件:

2AP+INT 积算组件

(4) 信号发生组件:

2AP+AVS 双电压源组件

2AP-A+RPG

(或2AC+RPG) 通用斜坡发生组件

2AP+TIM 定时组件

(5) 缓冲组件:

2AP-A+SBF 信号缓冲组件

2AP-A+RBF 继电器缓冲组

(6) 逻辑组件:

2AX+DSR 继电器逻辑组件

2AX+DSS 固态电路逻辑组件

3. 调节组件

SPEC200调节组件由调节卡插到相应的框架组成,如图1-9所示。主要调节卡件有15种,辅助卡件有9种,主要的框架有十多种,不同的调节卡件配以相应框架和操作器,就可构成各种调节功能的控制回路。操作器与调节组件的连接是用标准的两头带30芯插头的系统电缆分别插到框架的30芯插座和操作器的插座来实现的。

调节组件型号由□+□两部分组成,后半部分是调节卡件型号。例如:2AC+A4即表示2AC框架与A4(比例积分)调节卡件构成的调节组件。

当卡件单独列出时,型号应写成2AX+□,方框内代表卡件特征号。例如:2AX+A4。

调节组件主要技术指标:

测量信号:0~10VDC 内阻:100kΩ;

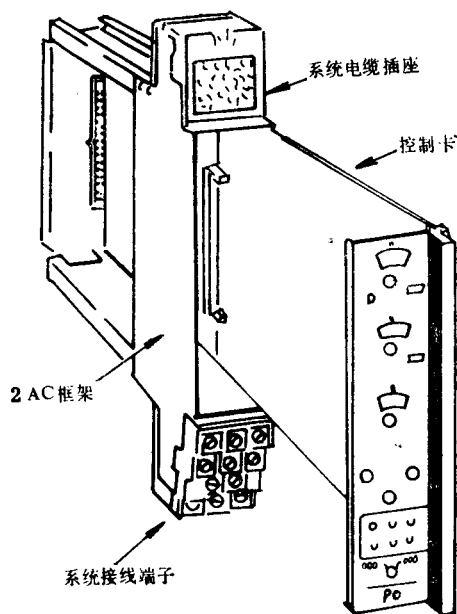


图 1-9 典型的调节组件

给定信号: 0~10VDC - 内阻: 100k Ω ;

输出信号: 0~10VDC 负载阻抗最小2 Ω ;

比 例 带: 2%~500%;

积分时间: 0.01~0.6min ($\times 1$), 0.1~0.6min ($\times 10$), 1~60min ($\times 100$);

微分时间: 0.01~0.6min ($\times 1$), 0.1~6min ($\times 10$), 1~60min ($\times 100$);

输出上限: 量程的5%~105%;

输出下限: 量程的-5%~95%;

输出手操速度: 快速: 满刻度变化6s, 慢速: 满刻度变化100s;

输出手动保持特性: 25 $^{\circ}$ C时每小时漂移不超过0.1%

调节卡件主要品种有:

类别	型号	功能
卡件整定型调节卡件	2AX+A2	单比例调节卡
	A3	比例微分调节卡
	A4	比例积分调节卡
	A5	比例积分微分调节卡
	A7	两位式调节卡
	A9	纯积分调节卡
操作器整定型调节卡件	T2	单比例调节卡
	T3	比例微分调节卡
	T4	比例积分调节卡
	T5	比例积分微分调节卡
	T9	纯积分调节卡
非线性调节卡	N4	比例积分非线性调节卡
	N5	比例积分微分非线性调节卡
批量调节卡	B4	比例积分批量调节卡
	B5	比例积分微分批量调节卡
辅助卡件	AM	自动/手动平衡卡
	MO	手动输出卡
	RM	可卸手动卡
	MI	多输出接口卡
	TR	跟踪卡
	DYC	动态补偿卡

4. 辅助组件

SPEC200组件组装仪表的辅助组件和部件是指本身不具有独立完成某种功能的能力, 只能与其他组件相配用的组件和部件。主要包括为架装仪表与盘装仪表连接提供信号接线端子和插座的信号分配组件, 架装仪表与盘装仪表间的连接电缆以及用于调节组件的给定盲插头等。

信号分配组件是组件箱安装的组件, 共有 6 个品种。最常用的是2AX+DSP 和 2A X+DIO型, 它们为信号的显示, 记录和转接提供了连接手段, 与这一类型相似的还有一种2AX