

石油化工装置 过程控制设计手册

孟繁荣 主编

中国石化出版社

石油化工装置 过程控制设计手册

孟繁荣 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

《石油化工装置过程控制设计手册》共分两篇。第一篇简要介绍了石油化工生产过程控制常用的检测、控制仪表与几种分散控制系统。第二篇重点介绍了部分典型石油化工生产装置的工艺特点、主要控制系统和仪表的设计概况等内容。

全书从石油化工生产过程的实际出发，力求简明扼要，以便于读者在实际工作中应用。

本书是供从事石油化工装置仪表自控设计、科研和生产维护人员使用的工具书，也可供仪表制造及有关专业大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

石油化工装置过程控制设计手册/孟繁荣主编.-北京:
中国石化出版社, 1995
ISBN 7-80043-566-0

I.石… II.孟… III.石油炼制-化工机械-过程控制-
设计-手册 IV. TE968

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第07400号

中国石化出版社出版发行
(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码: 100029)

海丰印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所经销

787×1092毫米 16开本 28印张 710千字 印1—3000
1995年11月北京第1版 1995年11月北京第1次印刷
ISBN 7-80043-566-0/TQ·359 定价: 35.00元(精装)

前 言

《石油化工装置过程控制设计手册》共分两篇，第一篇简要介绍了石油化工生产过程中常用的检测、控制仪表和目前常用的几种分散控制系统。第二篇是本书的重点，其中搜集了典型的石油化工装置主要控制系统、仪表的设计概况，包括有机原料、合成塑料、合成橡胶、合成纤维和合成氨等装置。这些装置大多是我国近年来从美国、德国、日本等国家引进的装置，所采用的仪表设备主要是从引进国家购买的。手册的内容叙述了生产过程的主要控制系统和仪表选型情况，对于我们今后消化、吸收引进的先进自动化技术和设计国产化工作有一定借鉴作用。

参加本书编写的人员有：

第一篇第一章许才琦，第二章解怀仁，第三、四章袁正之，第五、六、七章石彦秋；第二篇第一章高欣，第二章黄步余，第三章陆德民，第四章潘芳，第五、六章顾月丽，第七章梅自英，第八章黄衍平，第九章李士良，第十章王大正，第十一章闫帮明，第十二章都基堂，第十三章刘胜忠，第十四章林文化，第十五章蔡树政，第十六章吴海琦。第一篇和第二篇第十一章至第十六章由孟繁荣校审，第二篇的第一章至第十章由陆德民校审。

全书由孟繁荣任主编。在编写过程中，由于时间等原因有些装置还没有收到书中，加之我们水平有限，因此难免有谬误之处，恳请读者给予批评指正。

封面设计：况 晗

责任编辑：丁纵宇

责任校对：王 红

目 录

第一篇 石油化工生产过程	
常用检测控制仪表简介	
第一章 石油化工生产过程检测控制仪表分类及发展	3
一、概述	
(一) 石油化工生产过程检测控制仪表分类	3
(二) 石油化工生产过程检测控制仪表的发展	4
二、温度仪表	5
(一) 温度测量仪表简介	5
(二) 石油化工常用的温度测量仪表	6
(三) 温度变送器	9
三、压力仪表	11
(一) 压力测量仪表简介	11
(二) 压力传感器	12
(三) 压力变送器	12
(四) 智能式压力变送器	15
四、流量仪表	15
(一) 流量测量仪表简介	15
(二) 石油化工生产常用的流量仪表	15
(三) 几种新型流量计	18
五、物位仪表	20
(一) 物位测量仪表简介	20
(二) 石油化工生产常用的物位仪表	21
(三) 光导电子液位仪简介	24
六、显示仪表	25
(一) 显示仪表简介	25
(二) 电子自动平衡显示仪表	26
(三) 数字温度显示仪	27
七、气动单元组合仪表	28
(一) 气动单元组合仪表简介	28
(二) 气动显示单元	29
(三) 调节单元	30
(四) 计算单元和转换单元	31
八、电动单元组合仪表	31
(一) 电动单元组合仪表简介	31
(二) 电动显示单元	32
(三) 调节单元	33
(四) 计算单元	35
(五) 给定单元	35
(六) 转换单元	35
(七) 辅助单元	36
九、调节阀	36
(一) 调节阀简介	36
(二) 石油化工生产常用的调节阀	38
(三) 新型气动薄膜式调节阀	40
第二章 CENTUM—XL分散控制系统	42
一、特点	42
二、系统构成	42
三、操作站	42
四、控制站	43
第三章 TELEPERM M分散控制系统	45
一、概述	45
(一) 系统构成	45
(二) 系统特点	48
二、AS自动子系统	48
(一) AS215自动子系统	48
(二) AS220S、AS220K和AS220H自动子系统	50
(三) AS230、AS230K、AS235和AS235H自动子系统	52
(四) I/O模块	54
三、OS监视子系统	54
(一) 系统配置	54
(二) 系统功能	54
(三) 组态	55
(四) OS265简介	55
四、CS275总线	55
(一) 概述	55
(二) 构成	56
五、FM-100现场多路转换器	56
(一) 概述	56
(二) 系统功能	56
(三) 容量限制	56
六、过程计算机	57

(一) 硬件及软件	57	(十一) 硬接线手操控制	81
(二) IS300管理信息系统	57	三、586型历史数据处理器(HDP)	82
第四章 Systm3 TM分散控制系统	58	(一) 概述	82
一、概述	58	(二) HDP中的过程历史	82
(一) 控制硬件	58	(三) HDP中的报警和事件历史	83
(二) 操作台	60	(四) HDP中对历史的访问	83
(三) 控制软件	60	(五) HDP中的性能计算	83
(四) 公共传输总线	61	(六) HDP中的光档案库	83
二、控制硬件	62	(七) HDP中的主计算机接口	83
(一) 介绍	62	(八) HDP中的用户用途	83
(二) 功能	62	四、585型操作员站	83
(三) 控制文件柜	64	(一) 概述	83
(四) 控制处理器	65	(二) 全貌显示	84
(五) I/O现场接口能力	66	(三) 组显示	84
(六) 控制器和I/O的冗余	67	(四) 详细显示	84
三、控制台	68	(五) 图形建立与修改	84
(一) 介绍	68	(六) 键盘和鼠标器操作	85
(二) 能力	68	(七) 趋势/记录	85
四、控制软件	70	(八) 管理信息系统(MIS)	85
(一) 介绍	70	(九) EXCEL语言	86
(二) 控制器软件映象	71	(十) 报警处理	86
(三) 控制功能块组态软件	72	(十一) 打印机接口	86
(四) 可选择的批量控制软件	72	五、通讯网络	86
五、公共传输总线	73	六、错误检测和系统安全	87
(一) 介绍	73	(一) 执行前检查	87
(二) HART现场总线网络	74	(二) 命令/响应超时或载波丢失	87
(三) 公共传输控制网络	74	(三) 循环冗余检查(CRC)	88
(四) 工厂高速通道	74	(四) 异常状态和出错恢复功能	88
第五章 MAX-1分散控制系统	75	第六章 友力-2000分散控制系统	89
一、概述	75	一、概述	89
(一) 分散处理单元	75	二、系统结构	90
(二) 历史数据处理器	76	三、功能、配置及技术指标	90
(三) 操作员站	76	(一) 操作站	90
二、555型分散处理单元	77	(二) 控制站	92
(一) 概述	77	(三) 监测站	94
(二) 全面报警功能	79	(四) 通讯网络	95
(三) 自动的单独报警切除功能	79	(五) 信号调理器	96
(四) 变换功能	79	(六) 机械结构	97
(五) 质量编码功能	80	(七) 环境条件	97
(六) 事件完整顺序功能	80	四、应用与发展	98
(七) 脉冲量输入	81	第七章 DJK-7500分散控制系统	99
(八) 低电平模拟量输入	81	一、概述	99
(九) 在线校准	81	二、系统结构	99
(十) 冗余	81		

三、功能及主要技术指标	101	(六) 非线性控制系统	142
(一) 监控级	101	(七) 前馈—反馈控制系统	143
(二) 过程级	102	(八) 报警联锁系统	144
(三) 数据公路	103	七、控制室与接地系统	146
(四) 可靠性	103	(一) 乙烯装置控制室的特点	146
(五) 环境条件	104	(二) 控制室内平面布置	147
四、应用与发展	104	(三) 接地系统	148
第八章 INFI—90分散控制系统	105	八、配管、配线工程	149
一、概述	105	(一) 配管工程	149
二、结构	105	(二) 配线工程	149
(一) 通讯网	105	(三) 伴热及绝热工程	150
(二) 过程控制单元	105	第二章 聚丙烯装置	152
(三) 人机接口	106	一、概述	152
(四) 电源系统	106	二、工艺流程简述	152
三、特性	108	(一) 原料处理	152
(一) 通讯网	108	(二) 催化剂配制和进料	152
(二) 过程控制单元	109	(三) 聚合	155
(三) 人机接口	113	(四) 闪蒸及洗涤	155
(四) 模件电源系统	116	(五) 共聚	155
(六) 汽蒸和干燥	160	三、控制系统	160
(七) 丙烯进料控制系统	160	(一) 丙烯进料控制系统	160
(八) No.1反应器的控制系统	160	(二) No.1反应器的控制系统	160
第二章 石油化工生产装置		四、主要仪表类型	164
及主要控制系统与仪表		五、控制室设计	169
第一章 乙烯装置	119	第三章 聚对苯二甲酸乙二酯装置	
一、概述	119	(PTA路线)	127
二、工艺过程简述	119	一、工艺生产简述	172
(一) 裂解工艺流程	119	(一) 酯化部分	172
(二) 分离工艺流程	119	(二) 回收部分	172
(三) 制冷系统	121	二、控制系统	175
三、控制系统及自动化仪表	121	(一) PTA贮存及输送	175
(一) 工艺过程对自动控制的要求	121	(二) 酯化和预缩聚反应	176
(二) 能源要求	122	(三) 缩聚反应	178
(三) 自动化概述及仪表选型	123	(四) 道生加热系统	180
四、计算机控制系统	126	三、主要仪表类型及数量	181
(一) 小型机在裂解炉上的应用	126	第四章 聚氯乙烯装置	185
(二) 中型机在乙烯装置中的应用	128	一、概述	185
五、分散型控制系统 (DCS)	132	二、工艺流程及控制简述	185
(一) DCS的系统构成	132	(一) 工艺流程框图	185
(二) DCS在乙烯装置上的应用	134	(二) 控制水平	185
(三) DCS选用原则	136	(三) 控制及测量简述	186
六、主要的复杂控制系统	137	三、主要控制系统	188
(一) 串级控制系统	137	(一) 无离子水的加入系统	188
(二) 比值控制系统	139		
(三) 分程控制系统	139		
(四) 超驰控制系统	140		
(五) 压差控制系统	142		

(二) 缓冲剂的计量及加入系统	189	(二) 控制室仪表选型原则	224
(三) 聚合釜温度控制	191	(三) 仪表防护措施	224
(四) 聚合反应监视	192	(四) 材料选用原则	225
(五) 批次历程记录	193	四、主要检测控制系统	225
(六) 事故盘的设置	194	(一) 环氧乙烷反应系统	225
(七) 聚合釜的压力测量与控制	195	(二) 乙二醇反应系统	229
四、主要仪表选型	195	(三) 在线分析器和特殊检测仪	231
(一) DCS系统	195	五、安全对策及动力供应	232
(二) 仪表选型及数量	197	(一) 安全对策	232
第五章 顺丁橡胶装置	198	(二) 动力供应	234
一、概述	198	第八章 合成氨及尿素装置	235
二、工艺流程简述	198	一、工艺生产流程及环境特征	235
(一) 催化剂配制	198	(一) 合成氨装置的生产规模和原	
(二) 聚合反应	198	料路线	235
(三) 混胶及凝聚	199	(二) 三种合成氨工艺流程和环	
(四) 后处理	201	境特征	235
(五) 回收	201	(三) 尿素装置的工艺技术发展	
三、主要检测及控制系统	203	概况	237
(一) 催化剂流量控制	203	(四) 两种尿素工艺流程和环	
(二) 铝剂液位测量	204	境特征	238
(三) 胶液门尼粘度的测量	204	二、控制检测系统	240
(四) 聚合釜内温度控制	205	(一) 合成氨装置的主要控制检	
(五) 胶粒的流量测量	206	测系统	240
(六) 挤压膨胀机的转速控制	207	(二) 合成氨装置的主要仪表选型	
(七) 在线分析仪表	207	及特征	245
(八) 接点式超驰控制系统	207	(三) 合成氨装置控制室设置	246
四、主要仪表选型及数量	209	(四) 尿素装置的主要控制检测系统	247
第六章 苯酚丙酮装置	209	(五) 尿素装置的主要仪表选型	
一、工艺生产概况	209	及特征	249
(一) 异丙苯部分	209	(六) 尿素装置控制室的设置	250
(二) 苯酚丙酮部分	209	第九章 丁苯橡胶装置	251
二、主要控制检测系统	213	一、概述	251
(一) 烃化反应	213	二、装置的环境特点和危险场所	
(二) 氧化反应	214	的划分	251
(三) 提浓过程	216	(一) 装置的环境特点	251
(四) 分解过程	217	(二) 装置的主要生产工序和	
(五) 精馏过程	218	流程框图	251
三、仪表的防冻措施	218	(三) 装置危险区域的划分	252
四、主要仪表的选型及数量	218	三、测量和控制系统	253
第七章 乙二醇装置	220	(一) 过程主要参数的测量	253
一、概述	220	(二) 主要控制系统	254
二、乙二醇工艺流程及其控制要求	221	四、仪表选型及仪表的防爆构造	260
三、仪表选型	222	(一) 仪表的主要供应厂商	260
(一) 就地仪表选型原则	222	(二) 仪表防爆构造的类别及仪表的	

具体防爆构造	260	(七) 成品塔DA-605的热值控制系统...	311
(三) 仪表防爆构造的几点说明	261	(八) 旋转阀拱顶压力控制	312
五、仪表的供电和接地系统	261	(九) 脱庚烷塔DA-702的内回流控制...	314
(一) 电缆和电线	262	(十) 二甲苯精馏塔DA-506组	
(二) 仪表供电	262	分控制系统	314
(三) 装置的仪表接地系统	263	(十一) H_2S/SO_2 的比值控制	316
第十章 聚乙烯装置	267	(十二) 吸附塔的控制	316
一、概述	267	(十三) 阀位核实系统	319
二、管式法高压聚乙聚综述	267	(十四) 三取二联锁系统	320
三、流程简介	269	三、芳烃联合装置仪表概况	321
四、合理布局	269	第十二章 对苯二甲酸二甲酯装置	322
五、主要过程控制介绍	274	一、工艺说明	322
(一) 引发剂配制的控制	274	(一) 氧化工段	322
(二) 升压/一次压缩机与二次压缩		(二) 酯化工段	322
机的控制	275	(三) 结晶工段	323
(三) 反应器的综合控制	277	(四) 甲醇蒸馏工段	323
(四) 反应器的节水控制	283	(五) 滤液残渣和底酯蒸馏工段	324
(五) 颗粒聚乙烯的输送控制	285	二、装置仪表及自动控制系统综述	324
六、报警及安全控制	286	三、装置仪表主要问题及特殊控制	
(一) 较完备的装置故障诊断和		系统	326
预报系统	286	(一) 复杂回路说明	326
(二) 装置的安全控制	287	(二) 装置的自控率问题	326
(三) 紧急排放的安全措施	290	(三) 液面测量问题	327
七、专用自动化仪表	291	(四) 流量测量问题	328
(一) 超高压小惰性热电偶	291	(五) 结晶工段控制系统改造	328
(二) 超高压压力传感器	291	(六) 离心式空气压缩机的控制系统...	330
(三) 放射性液位计	292	(七) 尾气处理系统	335
(四) 熔融指数测定仪	292	四、故障报警及安全联锁系统	340
(五) 液压控制阀	293	(一) 装置报警	340
第十一章 芳烃联合装置	296	(二) 装置安全联锁	341
一、概述	296	(三) 透平压缩机组安全联锁系统	341
(一) 芳烃联合装置综述	296	(四) 离心式压缩机安全联锁系统	342
(二) 芳烃联合装置各单元的作用	296	第十三章 聚酯装置(DMT路线)	344
(三) 工艺流程方块图	297	一、工艺过程	344
二、芳烃联合装置控制系统	298	(一) 概述	344
(一) 蒸馏塔的控制	298	(二) 各工段的组成方块图	345
(二) 再沸器加热炉的控制	299	(三) 连续聚合工艺	345
(三) 氢气缓冲罐FA-110的压力分程		二、仪表与自控系统	348
选择控制系统	305	(一) 概述	348
(四) 高压分离器FA-103压力控制		(二) 仪表电源	349
系统	307	(三) 仪表设备清单	350
(五) 溶剂回收塔DA-408绝对压力		(四) 自动控制系统的输入/输出	
补偿系统	308	点数	351
(六) 精密精馏塔DA-413单温差控制...	310	(五) 连续聚合主控制回路	352

(六) 数字掺合控制	357	二、工艺流程	399
(七) 间断聚合的顺序控制	360	三、主要控制系统	400
(八) 报警及联锁系统	363	(一) 原料预处理的控制	400
第十四章 ABS装置	369	(二) 羰基合成反应器的控制	403
一、工艺过程简介	369	(三) 丁醛精制控制	403
(一) 装置组成	369	(四) EPA反应控制	406
(二) 各单元的生产工艺	369	(五) 气相加氢反应的控制	406
二、主要控制系统	378	(六) 醇精制的控制	411
(一) 批量控制系统	378	四、仪表和分散控制系统	416
(二) EBR反应器控制系统	378	(一) 分散控制系统	416
(三) ABS反应器控制系统	382	(一) 主要仪表的选型	417
(四) SAN反应器控制系统	385	第十六章 尼龙66盐装置	419
(五) ABS和SAN空输系统	390	一、尼龙66盐生产工艺	419
(六) 掺混工序计算机控制系统	390	(一) 尼龙66盐生产的工艺路线简介	419
三、主要仪表选型、数量及设计要求	396	(二) 尼龙66生产装置运行特点	419
(一) 仪表选型	396	二、尼龙66盐装置的自控系统及其设计	
(二) 防爆装置	396	特点	420
(三) 可编程控制器	396	(一) 自控系统的总体设计概况	420
(四) YODIC-1000型计算机	397	(二) 自控系统的设计特点	422
(五) 仪表数量和种类	397	三、硝酸装置	427
四、工程概算	397	(一) 工艺简述	427
第十五章 丁辛醇装置	398	(二) 硝酸装置的典型控制系统	428
一、概述	398		

第一篇

石油化工生产过程
常用检测控制仪表简介

第一章 石油化工生产过程检测

控制仪表分类及发展

一、概 述

石油化工生产过程检测控制仪表是指在石油化工生产过程中进行检测、显示、控制、执行等作用的仪表的总称。它包括了工业用的大部分过程检测控制仪表（亦称“工业自动化仪表”）。由于石油化工生产具有高温、高压、强腐蚀、易燃、易爆等特点，部分仪表也有较强的特殊性和专用性。过程检测控制仪表是人们从事石油化工生产时必不可少的技术工具，它代替人的“眼、耳、手、足”，帮助人们对石油化工生产中的各种信息进行测量、分析和判断，自动地操纵生产设备，提高劳动生产率。生产过程自动化程度的提高对石油化工生产技术的发展也起到了促进作用。

（一）石油化工生产过程检测控制仪表的分类

石油化工生产过程检测控制仪表可划分为检测仪表、显示仪表、控制仪表和执行器四大类(如图1-1-1所示)。

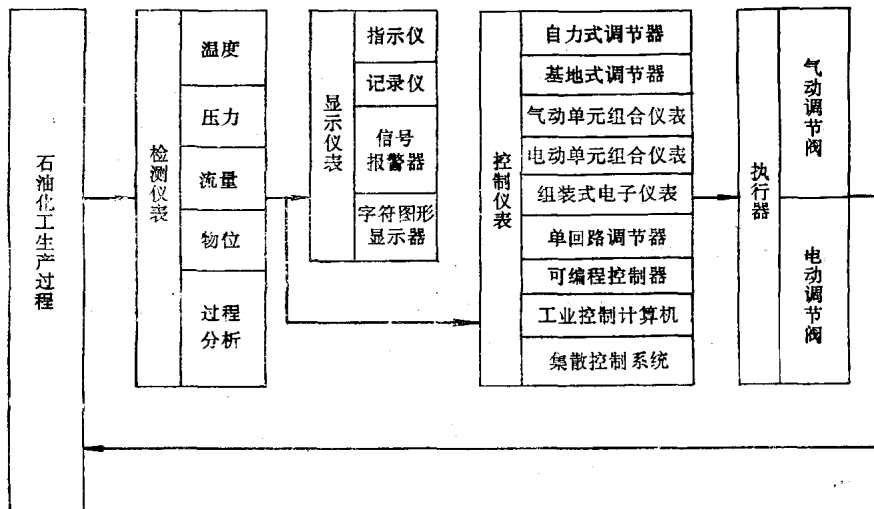


图 1-1-1 石油化工生产过程检测控制仪表组成略图

1. 检测仪表

检测仪表是自动化系统中的感觉器官，是信息获得的工具，它能确定所感受的被测(变)量的大小，正确地获取各种生产信息。它包括各种检测元件、传感器、变送器。

石油化工生产过程检测仪表是利用物理学（声、光、电磁、热、辐射等）和化学（催化燃烧、电化学氧化、氧化还原等）的各种效应来实现各种信息参数的测量。检测变量主要有温度、压力、流量、物位等热工量；位移、转速、振动等机械量；成分、浓度、粘度、纯度、相对密度、密度、酸碱度、湿度、转化率等物性与成分量。

检测仪表的种类较多，石油化工生产用得最多的检测仪表主要有温度、压力、流量、物位四大类以及各种过程分析仪表。检测仪表大多安装在生产现场，要根据介质特点及爆炸和火灾安全场所的级别合理选用检测仪表。

2. 显示仪表

显示仪表在自动化系统中起人-机联系的作用，是显示信息的工具，它能显示(指示或记录)由检测仪表来的被测量值。在对石油化工生产过程中各种变量的检测、控制及操作，都要通过显示仪表将各种数据、图形、工作状况等显示出来，以便进行必要的操作或处理。

显示仪表可以分为模拟式显示仪表、数字式显示仪表和字符图形显示仪表三大类。按显示方式又可分为指示仪、记录仪、信号报警器、字符图形显示器等。

3. 控制仪表

控制仪表是信息处理的工具，它把检测仪表送来的信号值(测量值)与所要求的值(给定值)进行比较或综合，按照预定的调节规律，发出控制信号去操纵执行器的动作，使生产过程中某个被控变量，如温度、流量、压力、物位等符合生产工艺要求的预期值。

控制仪表按作用原理分为模拟控制仪表和数字控制仪表两大类。按所用能源主要分为气动式和电动式两类。石油化工生产常用的控制仪表有自力式调节器、基地式调节器、气动单元组合仪表、电动单元组合仪表、组装式电子仪表、单回路调节器、可编程控制器、工业控制计算机、分散控制系统等。大多数控制仪表含有显示仪表的功能。

4. 执行器

执行器是信息执行的工具，它是自动控制系统的终端控制元件，它接受控制仪表来的信号，直接改变操作变量。

执行器一般由执行机构和调节机构两部分组成。执行机构接受控制信号并驱动调节机构去改变操作变量。石油化工生产用的执行器主要是调节阀，它的执行机构是调节阀的推动装置，主要有气动执行机构和电动执行机构两大类。调节阀的调节机构即是阀体组件，其类型较多。调节阀安装在生产现场，要根据介质特点及爆炸和火灾危险场所的级别合理选用调节阀。

(二) 石油化工生产过程检测控制仪表的发展

石油化工生产过程检测控制仪表的发展与仪表用原材料、机械制造、元器件、电子技术等相关基础工业的发展密切关联，它是石油化工工业发展的一个重要组成部分。仪表技术的发展与自动化技术的发展也是密切相关的，它们都是近几十年迅速发展起来的新兴技术。

30年代到40年代，采用大尺寸的基地式仪表，实现单体设备就地分散的局部自动化，以维持温度、压力、液位、流量等参数一定，保证产品的产量和质量稳定。

40年代到50年代，相继出现了气动单元组合仪表、电动单元组合仪表，并发展为Ⅰ型、Ⅱ型和Ⅲ型仪表，现在Ⅰ型仪表已逐渐被淘汰。目前石油化工生产主要采用Ⅲ型电动单元组合仪表和Ⅲ型气动单元组合仪表。这些都是属于常规模拟仪表。同时还出现了巡回检测装置、电子式组装仪表和少量过程分析仪表。应用这些仪表，实现了主要工艺参数的集中监视、操作和控制，强化了生产，提高了设备效率，适应了石油化工设备向大型化和连续化发展的需要。

60年代至今，从车间集中控制向综合自动化发展。电子计算机一出现，就以其快速运算、记忆和逻辑判断等“智能”功能，吸引人们用于生产过程控制。工业控制计算机与常规模拟仪表一起应用，实现了计算机监督控制(SCC)和给定点控制(SPC)，人们综合应用

电子技术和仪表技术，相继发展了单回路调节器、可编程控制器和分散控制系统（DCS）等数字式控制系统。

1975年以来，随着大规模集成电路，网络通信和计算机技术的飞跃发展，分散控制系统出现，其性能不断提高。以微处理机为核心的分散控制系统比常规模拟式仪表通讯、显示、控制功能强，再与上位计算机连用，组成计算机分级控制系统，使优化控制和优化管理相结合，使工业自动化技术发展到了一个崭新阶段。

总的说来，过程检测控制仪表经历了由气动发展到电动，由常规模拟仪表发展到数字式仪表，由大尺寸、制造粗糙、笨重发展到小尺寸、制造精细、轻巧的仪表，并向微型化、标准化、智能化方向过渡。仪表的性能越来越好，可靠性越来越高，使用寿命越来越长。随着原材料、电子技术等相关工业的发展，会不断出现新型的过程检测控制仪表。

二、温度仪表

（一）温度测量仪表简介

温度测量仪表按测量方式可分为接触式和非接触式两大类。温度测量仪表的分类及主要技术性能如表1-1-1所示。

表 1-1-1 温度测量仪表分类及主要技术性能

仪表名称	测量方式	工作原理	测量范围 ℃	精确度	特点	应用场合
工业玻璃温度计	接触式	水银或有机液体热膨胀	-80~500	±0.5~5℃	指示式或电接点，可带金属保护套管	中、低温就地测量或位式控制、报警
双金属温度计	接触式	用不同膨胀系数的双金属片作感温元件	-80~600	1.0, 1.5, 2.5级	指示式或电接点式，体积小，结构简单	中、低温现场检测或控制、报警
压力式温度计	接触式	密封于温包、毛细管或弹簧管内的液体（气体）压力随温度变化	-200~500	1.0, 1.5, 2.5级	指示式或电接点式，易就地集中，毛细管易坏	测量20m内非腐蚀性介质的温度，可报警或二位式调节
热电阻	接触式	金属导体电阻值随温度变化作感温元件	-200~850	±(0.3+0.008t)℃	测量准确，可耐高压	与显示仪表配套，可测气、液或固体表面温度
热电偶	接触式	两种导体连接在一起，热电势随温度变化作感温元件	-200~1800	±0.3℃, ±1.5t℃	测温范围广，测量准确，可耐高压，耐用，要补偿导线连接	与显示仪表配套，适用范围广，可测高温、高压、腐蚀性介质的温度
光电温度计	非接触式	采用光反馈原理测量物体辐射能量以确定温度	150~2500 分档	1级	反应时间快，输出0~10mA统一信号	可与显示仪、调节器等联用，测量物体表面温度，可控制、报警
红外辐射温度计	非接触式	被测物体表面发射的红外辐射能量随温度变化	-20~1600 分档	1, 1.5, 2级	稳定、可靠、重复性好，变送器结构简单，维修方便，有便携式，数字式	可与显示仪、调节器等联用，测量物体表面温度可控制、报警，便携式广泛用于要测温的地方

注：t为被测温度绝对值。

(二) 石油化工常用的温度测量仪表

石油化工生产常用的温度测量仪表有双金属温度计、热电阻和热电偶。

1. 双金属温度计

石油化工生产现场温度仪表一般选用双金属温度计，它是由两种不同膨胀系数的螺旋形双金属片作感温元件的温度计。温度变化使感温元件自由端旋转，带动圆形表盘上指针转动并指示温度值。

双金属温度计的测温范围较大，可在 $-80\sim 600^{\circ}\text{C}$ 之间分档。精确度为1, 1.5, 2.5级。该表体积小，结构简单，常用轴向、径向两种结构形式，坚固耐用。表盘直径有 $\phi 60$ 、 $\phi 100$ 、 $\phi 150\text{mm}$ 三种，一般选用 $\phi 100\text{mm}$ 。保护管材质为不锈钢，有 $\phi 4$ 、 $\phi 6$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 几种直径，可耐压6.4MPa。插入长度在75~2000mm之间，可分档。

双金属温度计主要有WSS系列、WS系列，用于中、低温气体、蒸汽和液体的现场温度检测。WSX系列为防爆型，用于有爆炸物的危险场所。WSSX系列电接点双金属温度计除检测温度外，还可对设定点发出信号，通过控制电路实现自动控制和报警。WSS-W系列为防护型双金属温度计，其盘架外壳材料采用铝合金，密封严谨，抗震防潮，可用于腐蚀环境的温度测量。

2. 热电偶

热电阻是利用金属丝的电阻值与温度变化有一定函数关系作为感温元件。它一般由感温元件、绝缘导管、保护管和接线盒等主要部分组成。

1) 常用的热电阻

常用的有铜热电阻、铂热电阻，其主要技术性能如表1-1-2所示。

表 1-1-2 热电阻主要技术性能

名称	型号	分度号	测温范围 $^{\circ}\text{C}$	误差限 $^{\circ}\text{C}$	保护管			插入长度 mm
					直径 mm	耐压 MPa	固定形式	
铜热电阻	WZC	Cu50	-50	$\pm(0.3+0.006T)$	$\phi 6$	常压	直形 无固定装置 法兰 螺纹	40~500 分档
		Cu100	~ 150		$\phi 8$	6.4		
铂热电阻	WZP	Pt50	$-200\sim 0$	$\pm(0.3+0.006T)$	$\phi 10$	10	锥形 螺纹 焊接	75~2000 分档
		Pt100	$0\sim 850$		$\phi 12$	30		

热电阻测温准确，能耐较高压力。热电阻要与显示仪表配套使用，近距离测温可采用二线制连接。如要补偿环境温度的影响，常采用三线制连接（如图1-1-2所示）。把连接导线的电阻随温度的变化加在显示仪表电桥的相邻两臂上，而减少环境温度变化对仪表示值的影响。

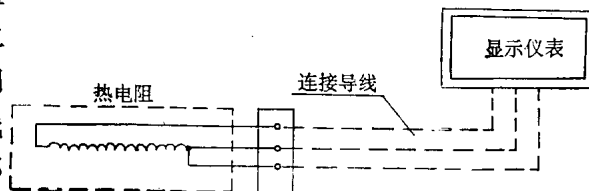


图 1-1-2 热电阻接线方法

隔爆型热电阻可用于有爆炸物的危险场所。

铠装热电阻将感温元件封焊在金属导管内，具有外径小、反应迅速快、耐振动、寿命长等优点（见图1-1-3）。