

石油化工自动控制设计手册

石油化工自动控制设计手册编写组编

化学工业出版社

石油化工自动控制设计手册

石油化工自动控制设计手册编写组 编

化学工业出版社

内 容 简 介

《石油化工自动控制设计手册》一书包括三篇二十一章。第一篇为自动化仪表及选型；第二篇为自动调节系统的设计；第三篇为自动控制的设计资料，其中有控制室、信号连锁系统、管线的敷设、仪表保温伴热、调节阀设计资料和常用电气设备材料、仪表安装材料等资料。

本书可供从事炼油、化工自动控制专业工程设计的工人、技术人员参考，亦可供大专院校有关专业的师生参考。

参加本书编审工作的单位有兰州化学工业公司设计院石油化工自控建设组、石油化工部化工设计院、石油化学工业部第一石油化工建设公司设计研究所、上海化工设计院、四川省化工第一设计院、北京石油化工总厂设计院、安徽省石油化工设计院、湖北省化工设计院、南京化学工业公司设计院、吉林化学工业公司设计院、浙江省工业设计院。

石 油 化 工 自 动 控 制 设 计 手 册

石油化工自动控制设计手册编写组 编

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₁₆，印张36字数858千字印数1—7,020

1980年8月北京新1版1980年8月北京第1次印刷

书号15063·3240定价2.85元

(根据原石油化学工业出版社原型重印)

目 录

第一篇 自动化仪表及选型

第一章 绪论 1	用场合 22
(一) 仪表系统的选择 1	(二) 有关选用的几点说明 22
(二) 单元组合仪表的选择 2	一、量程的选择 22
一、气动单元组合仪表选用原则 2	二、精度的选择 22
二、电动单元组合仪表选用原则 2	三、使用环境和介质性能的考虑 22
(三) 信号及自动保护(连锁) 3	四、工艺要求 22
(四) 电气设备的防火与防爆 3	五、仪表外型的选择 24
一、爆炸和火灾危险场所的等级 3	六、压力的表示方法及测量单位 25
二、爆炸性混合物分级、分组 3	(三) 压力调节系统的选用 25
三、防爆电气设备的类型及标志 4	第四章 流量仪表 26
四、电气设备选型 5	(一) 概述 26
(五) 调节系统 6	一、节流装置的选用 26
(六) 刻度范围和记录纸的选用 6	二、其它常用的差压感受元件 27
一、刻度范围 6	(二) 各类流量仪表的特点与应用场 合 27
二、刻度单位 6	(三) 有关选用的几点说明 27
三、刻度板和记录纸 7	一、流量仪表选型原则 27
四、记录机构的选用 7	二、刻度选择 27
第二章 温度测量仪表 8	三、差压变送器量程选择 33
(一) 温度测量仪表的分类 8	第五章 物位仪表 34
一、接触式温度仪表 8	(一) 物位仪表的种类 34
二、非接触式温度仪表 8	(二) 各类物位仪表的特点与应用场合 34
(二) 各类温度测量仪表的比较 8	(三) 有关选用的几点说明 34
一、各类温度计的测量范围 8	一、物位仪表选型原则 34
二、各类温度计的特点 8	二、使用辐射式液位计时对辐射强 度的考虑 34
三、各类温度计的精度 8	三、量程的选择 44
(三) 温度测量仪表的选择和应用 8	四、差压式液位计迁移机构的选用 44
一、液体膨胀式温度计 8	第六章 成分分析仪表 47
二、固体膨胀式温度计 8	(一) 成分分析仪表的种类 47
三、压力式温度计 11	(二) 成分分析仪表的选型 47
四、热电阻及热电偶 11	(三) 各类仪表的特点与应用场合 47
五、辐射高温计 16	(四) 有关选用的说明 47
六、几种特殊的测温元件 16	第七章 显示调节仪表 55
七、温度测量仪表选型原则 20	(一) 显示仪表 55
(四) 温度变送器的选用 20	一、显示仪表的分类 55
第三章 压力仪表 22	
(一) 各类压力测量仪表的特点与应	

- 二、各类显示仪表的特点与应用场合.....55
- 三、有关选用的几点说明.....55
- (二) 电动单元组合显示调节仪表65
 - 一、DDZ-II型仪表的系统组合65
 - 二、DDZ-II型仪表的主要技术特性.....66
 - 三、DDZ-II型仪表的特点与应用场合.....66
 - 四、有关选用的几点说明.....68
- (三) 气动单元组合显示调节仪表69
 - 一、QDZ型仪表的系统组合69
 - 二、QDZ型仪表的主要技术特性69
 - 三、QDZ型仪表的特点与应用场合.....70
- (四) 控制器及集中控制装置70
 - 一、控制器.....70
 - 二、集中控制装置.....74

第八章 执行器.....75

- (一) 调节阀结构形式的选择75
 - 一、阀体的分类.....75

- 二、一般选择阀体时考虑的几个因素...75
- 三、阀体结构的特点及一般应用场合...75
- 四、阀芯的选择.....85
- 五、有关阀体选择的其他几个问题.....86
- 六、上阀盖及填料的选择.....92
- 七、材质的选择.....94
- (二) 执行机构的选择94
 - 一、执行机构的分类.....94
 - 二、气动执行机构.....94
 - 三、电动执行机构.....100
- (三) 辅助装置101
 - 一、阀门定位器.....101
 - 二、气动保位阀.....102
 - 三、手轮机构.....102
 - 四、阻尼机构.....102

第九章 仪表盘、箱、台.....103

- (一) 各类仪表盘的特点与应用场合 ...103
- (二) 仪表盘的组合及应用103
- (三) 颜色的选择104
- 参考资料.....104

第二篇 自动调节系统的设计

第一章 自动调节系统设计中应注意的事项 106

- (一) 自控与工艺的关系106
- (二) 调节系统的正确设置106
- (三) 安全措施107
- (四) 设计方案的经济比较107

第二章 简单调节系统.....109

- (一) 对象特性的描述及调节系统过渡过程质量指标109
 - 一、对象特性的描述.....109
 - 二、自动调节系统的过渡过程质量指标.....110
- (二) 选择被调参数111
- (三) 分析干扰因素、选择操作参数 ...111
- (四) 测量滞后对调节系统的影响112
- (五) 负荷变化对调节质量的影响113
- (六) 调节规律对调节质量的影响及调节器选型113
 - 一、位式调节器.....113
 - 二、比例式调节器.....114
 - 三、比例积分调节器.....114

- 四、比例积分微分调节器.....114
- 五、调节器选型.....114
- (七) 气动调节阀流量特性及调节阀气开、气闭, 调节器正、反作用的选择116
 - 一、流量特性的定义.....116
 - 二、理想流量特性.....116
 - 三、工作流量特性.....119
 - 四、调节阀流量特性选择.....123
 - 五、调节阀气开、气关和调节器正作用、反作用的选择.....128

第三章 复杂调节系统.....131

- (一) 串级调节系统131
 - 一、确定串级调节系统副回路的原则.....131
 - 二、串级调节系统的应用场合.....132
 - 三、串级调节系统调节器型式的选择.....132
 - 四、串级调节系统的实施方案.....133
- (二) 均匀调节系统135

一、采用宽比例加积分作用的单回路液位调节形式的均匀调节系统.....	135	一、精馏塔自动调节的要求与影响因素.....	209
二、液位与流量串级调节形式的均匀调节系统.....	136	二、精馏塔的压力调节.....	210
三、液位与流量双冲量调节形式的均匀调节系统.....	137	三、精馏塔的温度调节及按成分进行调节.....	216
(三) 比值调节系统.....	137	四、精馏塔流量调节.....	225
一、开环比值调节系统.....	137	五、精馏塔液位调节.....	228
二、具有一个闭环的比值调节系统.....	138	六、吸收解吸塔的自动调节.....	231
三、具有两个闭环的比值调节系统.....	144	七、共沸精馏塔与萃取精馏塔的自动调节.....	231
四、串级比值调节系统.....	144	八、液-液抽提塔的自动调节.....	232
(四) 采用模拟计算装置的调节系统.....	146	(五) 管式加热炉的自动调节.....	233
一、用温度和压力校正的气体流量调节系统.....	146	一、概述.....	233
二、内回流调节系统.....	151	二、加热炉的温度调节.....	233
(五) 自动选择性调节系统.....	155	三、加热炉进料的流量调节.....	236
一、一个自动选择性调节系统的例子.....	155	四、加热炉燃料系统的自动调节.....	236
二、积分饱和及其防止办法.....	157	五、加热炉的安全措施.....	238
(六) 前馈调节系统.....	159	(六) 锅炉给水自动调节.....	238
一、前馈环节的动态模型及其实施方案.....	159	一、锅炉水位变化的主要干扰因素.....	238
二、前馈调节系统的应用场合.....	162	二、给水调节系统的方案选择.....	239
三、一个多变量前馈调节的例子.....	163	三、锅炉给水调节系统设计中需注意的几个问题.....	242
第四章 炼油、化工典型单元调节方案.....	166	(七) 调合作业的自动调节.....	243
(一) 泵和压缩机的自动调节.....	166	一、随动流量比值调节.....	243
一、离心泵的压力、流量调节.....	166	二、由总流量给定的流量比值调节.....	244
二、往复泵的压力、流量调节.....	168	三、由成分分析仪表给定的流量比值调节.....	244
三、往复式压缩机的调节.....	169	四、数字式累计总量调合系统.....	245
四、离心压缩机的调节.....	171	第五章 程序控制系统.....	246
(二) 换热器和重沸器的自动调节.....	180	(一) 移动床水处理的程序控制.....	246
一、无相变换热器的自动调节.....	181	一、工艺概况.....	246
二、一侧有相变换热器的调节.....	183	二、程序控制装置介绍.....	247
三、两侧有相变换热器的调节.....	186	三、程序控制装置的选用.....	248
(三) 反应器的自动调节.....	187	四、执行机构的选用.....	249
一、固定床反应器的自动调节.....	187	五、阀门启、闭信号.....	249
二、沸腾床反应器的自动调节.....	201	(二) 空分装置中可逆式换热器的程序控制.....	249
三、聚合釜的自动调节.....	207	一、工艺概况.....	249
(四) 精馏塔的自动调节.....	209	二、电气-气动切换系统.....	250
		(三) 其他程序控制装置介绍.....	253
		参考资料.....	253

第三篇 自控设计资料

第一章 控制室的设计 254	(三) 信号系统实用线路 296
(一) 概述 254	一、电容充电式信号报警系统..... 296
(二) 控制室 254	二、不闪光信号报警系统(1) 296
一、位置选择..... 254	三、不闪光信号报警系统(2) 297
二、控制室与其他辅助房间..... 255	四、不闪光信号报警系统(3) 299
三、控制室内平面布置..... 256	五、区别瞬间事故的不闪光信号报警系统..... 300
(三) 仪表盘 259	六、区别第一事故不闪光信号报警系统..... 301
一、结构形式..... 259	七、闪光信号报警系统(1) 302
二、盘面仪表布置..... 259	八、闪光信号报警系统(2) 303
三、盘后配线、配管..... 261	九、闪光信号报警系统(3) 303
四、盘后配置..... 263	十、区别瞬间事故闪光信号报警系统..... 304
五、盘的安装..... 265	十一、区别第一事故闪光信号报警系统..... 304
(四) 模拟盘、幻灯、阴极射线管显示器装置 267	十二、闪光信号报警系统(区别电机正常开停车与事故) 306
一、模拟盘..... 267	十三、闪光信号报警系统(区别工段事故地点) 307
二、幻灯..... 267	(四) 联锁保护系统实用图 309
三、阴极射线管..... 268	一、合成氨厂氢氮气压缩机联锁保护..... 309
(五) 盘上仪表高密度安装 268	二、石油炼厂催化裂化装置的主风机和压缩机联锁保护..... 309
(六) 建筑要求 269	三、天然气蒸汽转化炉的联锁保护... 309
(七) 采光与照明 270	四、炼厂催化裂化装置的气动联锁保护系统..... 311
一、天然采光..... 270	五、火炬点火装置的联锁系统..... 311
二、人工照明..... 270	第四章 管线的敷设 314
(八) 采暖通风 271	(一) 架空敷设 314
(九) 安全防护 272	(二) 管、电缆沟敷设 316
一、控制室地沟、线槽处理..... 272	(三) 直埋敷设 316
二、防振..... 273	(四) 排管敷设 317
三、接地..... 273	第五章 仪表的保温伴热 319
第二章 仪表供电、供气 274	(一) 概述 319
(一) 仪表供电 274	(二) 仪表导压管线和仪表箱的散热计算 319
一、负荷分类..... 274	(三) 蒸汽伴热 322
二、仪表供电要求..... 274	(四) 电伴热 326
三、供电方式..... 274	第六章 调节阀和流量的计算 330
四、设备选择..... 282	
(二) 仪表供气 283	
一、供气系统..... 283	
二、供气质量..... 283	
三、供气方式..... 284	
四、管材选用..... 285	
第三章 信号、联锁系统设计 294	
(一) 信号、联锁系统的基本组成环节... 294	
(二) 信号、联锁系统设计注意事项 ... 295	

(一) 流通能力和调节阀口径的计算	330	饱和气体的水分含量及水蒸汽分压表	378
一、定义及其物理意义	330	饱和水蒸汽及过热水蒸汽的重度表	380
二、决定调节阀口径的顺序	331	节流装置的界限雷诺数表	388
三、最大流量和最小流量	332	标准孔板的流量系数表(角接取压法)	388
四、压降的确定	332	双重孔板的流量系数表	389
五、一般液体的 C 值计算	333	1/4 圆喷嘴的流量系数表	389
六、气体的 C 值计算	335	圆缺孔板的流量系数表	390
七、饱和蒸汽和过热蒸汽的 C 值计算	337	标准孔板流量系数表(1"法兰取压法)	390
八、液体闪蒸时的 C 值计算	338	角接取压锥形入口孔板流量系数 α	401
九、两相流的 C 值计算	344	湿蒸汽校正系数 F_w	401
十、三通调节阀的口径计算	345	液体、气体在常压下的粘度图	402
十一、调节阀开度	347	节流装置和管道材料的热膨胀系数图	407
十二、可调范围的验算	348	• $K=1.3$ 法兰取压法,同心锐孔板	
(二) 蝶阀口径及操作力矩计算	349	膨胀系数 Y	408
一、蝶阀口径计算	350	• $K=1.4$ 法兰取压法,同心锐孔板	
二、蝶阀的不平衡力矩及所需的操作力矩计算	350	膨胀系数 Y	409
(三) 用节流装置测量流体流量的计算	352	• 确定被测介质的膨胀校正系数 ϵ 的	
一、基本原理和取压方式	352	曲线图(一)	410
二、计算用有关参数及其确定方法	354	• 确定被测介质膨胀校正系数 ϵ 的	
三、液体、蒸汽、气体节流装置计算——角接取压法	360	曲线图(二)	411
四、液体、蒸汽、气体节流装置计算——1"法兰取压法	362	• 气体的压缩系数 Z (换算压力自 0~6)	411
五、锥形入口孔板计算	363	• 气体的压缩系数 Z (换算压力自 0~40)	412
六、特殊节流装置计算	365	• 孔板的 m 与 D 和 ma 的关系图	413
(四) 小管径孔板计算	366	• 孔板的流量系数 α 与 m 和 D 的关系图	422
(五) 用转子流量计测量流量的计算	367	• $D_g 50$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
一、转子流量计的作用原理及流量计算	367	校正系数 F_R	425
二、液体流量换算	368	• $D_g 80$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
三、气体流量换算	370	校正系数 F_R	426
四、蒸汽流量换算	371	• $D_g 100$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
(六) 电磁流量计流量计算	372	校正系数 F_R	427
(七) 涡轮流量计流量计算	372	• $D_g 150$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
(八) 靶式流量计流量计算	373	校正系数 F_R	428
(九) 节流装置计算用图表	376	• $D_g 200$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
液体在 15~20°C 时的比重	376	校正系数 F_R	429
气体重度、校正系数、临界温度、临界压力表	376	• $D_g 250$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
常用标准管尺寸和内径平方表	377	校正系数 F_R	430
		• $D_g 350$ 法兰取压法,同心锐孔板雷诺数	
		校正系数 F_R	431
		• 锥形入口孔板	432
		• 角接取压锥形入口孔板膨胀系数 ϵ	433
		• 1/4 圆喷嘴的 m 与 ma_0 的关系图	434
		• 1/4 圆喷嘴的原始流量系数 α_0 图	439
		• 1/4 圆喷嘴的 m 与 r/d 的关系图	442

• 管道直径 $\phi 10\sim 50$ 毫米时孔板 $m-a$	
之间的关系图	445
• 各种节流装置的界限雷诺数	446
• 安装孔板(喷嘴、文丘里管)所需直管	
长度	447
第七章 常用电气设备材料	448
(一) 控制变压器	448
一、BK型控制变压器	448
二、BK _C 型控制变压器	450
(二) 整流器	451
一、ZXY系列仪表电源整流器	451
二、ZXC系列充电及其它电源整流器	451
(三) 熔断器	452
一、BHC型插入封闭式保险丝座	452
二、BLP型螺旋式保险丝座	453
三、R1-10型管式熔断器	453
四、RL1单列螺旋式熔断器	454
(四) 开关	454
一、KNX型小型钮子开关	454
二、KN 3-A型钮子开关	455
三、HZ 10系列组合开关	455
四、LW5系列万能转换开关	458
五、DZ 5-10、DZ 5-25型单极自动开关	463
六、HK1胶盖瓷底开关	464
七、行程开关	465
八、微动开关	467
九、切换开关	468
(五) LA系列控制按钮	471
一、用途	471
二、分类及技术性能	471
三、外形尺寸	471
(六) 信号灯及数字指示管	475
一、XD系列信号灯	475
二、SZ型数字指示管	477
(七) 音响器	480
一、SWS型无火花冲击式电铃	480
二、DDJ ₁ 、DDZ ₁ 系列电磁振动式电笛	480
三、DL 38系列电喇叭	481
四、701型讯响器	482

(八) 继电器	482
一、中间继电器	482
二、时间继电器	491
三、电子、晶体管继电器	499
四、干式舌簧继电器	501
(九) 多回路时间控制器	503
一、DSK-B型电动时间继电器	503
二、JS-11型多回路时间继电器	505
三、JSS-8型数字计数器	506
(十) 接线端子及接线盒	507
一、D 1系列接线端子	507
二、B 1系列接线端子板	510
三、D系列接线端子	511
四、FJX系列接线盒	513
(十一) 防爆电器	514
一、LA 522-2型化工控制按钮	514
二、LA 52系列防爆充油型控制按钮	514
三、LA 53系列防爆控制按钮	515
四、CCB-2型化工防爆信号灯	517
(十二) 电线、电缆、补偿导线	517
一、聚氯乙烯绝缘电线	517
二、橡皮绝缘线	519
三、氯丁橡皮绝缘电线	519
四、电力电缆	519
五、控制电缆	522
六、屏蔽电线	525
七、补偿导线	525
(十三) 电磁阀	526
一、二通电磁阀	526
二、三通电磁阀	529
(十四) 自整角机	533
一、无接触式自整角机(老产品)	534
二、自整角机(新产品)	534
第八章 仪表安装材料	539
(一) 金属管材	539
一、水煤气管(YB 234-63)	539
二、高压无缝钢管(H4-67)(220、320公斤/厘米 ²)	539
三、中低压无缝钢管(YB 231-64)	540
四、无缝不锈钢耐酸钢管	540
五、铅及铅合金管(YB 450-64)	540
六、铝及铝合金管	540

七、紫铜管(YB 447-64)、黄铜管 (YB 448-64)	541	(六) 尼龙单管、管缆及管件	546
八、电线套管	541	一、尼龙单管	546
九、金属软管(别称蛇皮管)	541	二、尼龙管缆	547
(二) 金属板材	542	三、管件	548
一、普通、优质碳素钢薄钢板 (GB 708-65)	542	(七) 紧固零件	549
二、镀锌薄钢板(YB 181-65)	542	一、半圆头螺钉(GB 67-66)	549
三、不锈钢酸钢板(GB 708-65, GB 709-65)	542	二、六角头螺栓(半精制)(GB 18- 66)(精制)(GB 30-66)	549
四、铜及黄铜板(YB 459-64、YB 460- 64、YB 555-65)	543	三、光双头螺栓(JB 9-59)	550
五、铝及铝合金板(YB 605-66)	543	四、六角螺母(半精制)(GB 45-66) (精制)(GB 52-66)	550
六、铅及硬铅板(YB 489-64)	543	五、弹簧垫圈(GB 93-66)	551
(三) 锰铜线	543	六、垫圈(精制)(GB 97-66)	551
(四) 型钢	544	七、槽钢用方斜垫圈(GB 853-66) ...	552
一、圆钢(GB 702-65)(热轧)	544	八、法兰连接(H 9-67)(220 及 320 公斤/厘米 ²)	552
二、扁钢(GB 704-65)(热轧)	544	九、拧入用双头螺栓(H 15-67) (220 及 320 公斤/厘米 ²)	553
三、槽钢(GB 707-65)	544	十、管道用双头螺栓(H 16-67) (220 及 320 公斤/厘米 ²)	553
四、角钢(YB 166-65)	545	十一、螺母(H 17-67)	554
五、万能角钢	545	十二、透镜垫(H 18-67)(220 及 320 公斤/厘米 ²)	554
(五) 非金属管、板	545	(八) 阀门	555
一、软聚氯乙烯塑料管(HG 2- 64-65)	545	参考资料	556
二、硬聚氯乙烯塑料管(HG 2- 63-65)	546	附录	557
三、常用石棉板的规格及性能 (JG 69-64, JC 125-66, GB 539- 65)	546	I、自控设计图例	557
四、聚四氟乙烯生料带(密封胶带) ...	546	II、常用单位换算表	560
		III、隔离液	562
		IV、炼油化工自控安装图册简介	564

第一篇 自动化仪表及选型

第一章 绪 论

生产过程自动化的实现，不仅要有正确的测量和控制方案，而且还需正确选择和使用自动化仪表，在自控设计中习惯上称之为仪表选型。

本篇介绍仪表的简单原理、特点、主要技术条件和适用场合，并用图表列举一些推荐性的选用方法，供设计人员在仪表选型时参考。有关仪表的型号、规格、外形（开孔）尺寸、背面接线位置、接头规格、价格及生产厂等设计常用资料，可详见“工业自动化仪表产品汇编”；有关仪表的防腐问题见“工业仪表防腐蚀参考资料”^①。下面就仪表选型中的一些共同性的问题简述如下。

（一）仪表系统的选择

仪表系统的选择见图 1-1。

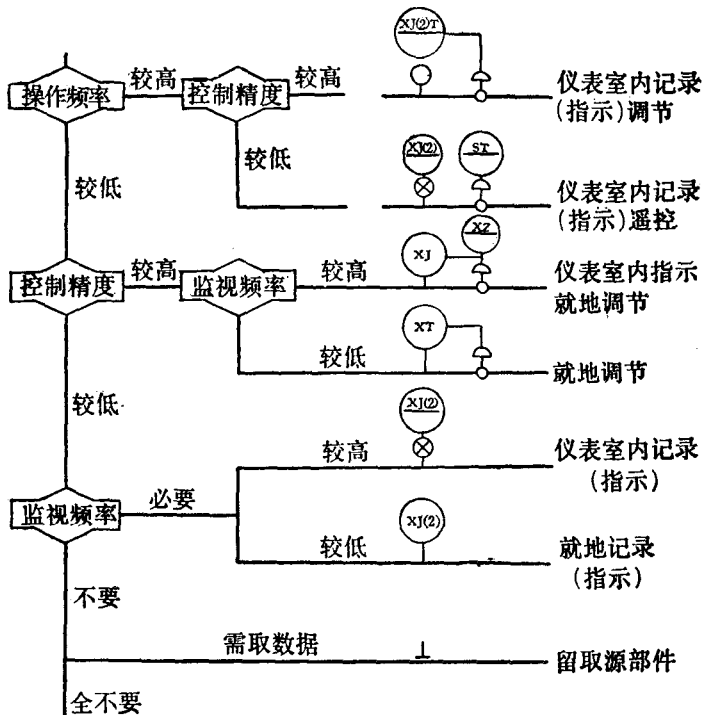


图 1-1

- 以下情况需选择记录仪；
- 1) 工艺操作过程的关键参数。

① 由兰州化学工业公司设计院石油化工自动控制设计建设组编印发行。

- 2) 确保安全生产的重要参数。
- 3) 为改进工艺过程所需研究的参数。
- 4) 需考虑经济管理的参数 (记录或积算)。

2. 指示、记录参数可选用指示仪、记录仪或用双笔双针记录仪, 也可采用多点及逸点趋势记录。

3. 一般装置记录备用点可考虑 10~20% 左右。

(二) 单元组合仪表的选择

近年来, 电动仪表由于其信号便于远距离传送, 便于同计算机配合以及它本身可靠性的提高, 发展的比气动仪表快。然而, 气动仪表在石油化工厂中仍具有许多特有的优点, 如防爆性能好, 结构简单, 可靠性高以及便于维修等。而且在执行器方面, 从性能和价格上讲仍然是气动调节阀优越, 还很难用电动执行器来代替。因此, 气动仪表仍继续获得相当的发展, 尤其中小型企业和现场就地调节, 采用气动仪表就更为普遍。

在一项工程设计中, 究竟采用气动仪表还是电动仪表, 必须根据建厂的具体情况, 从以下几个方面进行分析比较。

- 1) 集中操作的程度。
- 2) 是否与计算机联结。
- 3) 响应速度的要求。
- 4) 经济性 (设备费、安装费)。
- 5) 可靠性和使用维修方面。
- 6) 安全方面 (防爆性、停电时间, 气源故障等)。
- 7) 互换性方面。

下面我们推荐一般性选用原则供参考。

一、气动单元组合仪表选用原则

1. 传送距离在 150 米以内 (对某些允许滞后的场合或装有继动器、定位器的场合, 传送距离可为 200~300 米)。

2. 要求设置在易燃易爆及较潮湿的场合。

3. 要求仪表投资少的场合。

4. 从气动仪表安全、经济、可靠、易维修等优点出发, 一般中小型企业宜采用气动仪表。

5. 就是在一个大型工厂里, 虽然为了便于集中操作, 实行计算机控制等, 往往希望采用电动仪表, 但在现场就地调节回路里 (特别是液位、压力等不与计算机联结的调节回路), 最好还是采用气动仪表。

二、电动单元组合仪表选用原则

1. 传送距离超过 150 米的控制对象。

2. 大型企业, 要求高度集中管理控制。

3. 考虑配备数据处理、控制计算机的场合。

4. 在信号处理和运算复杂, 要求较高的场合。

总之, 作为自动化的工具——电动仪表和气动仪表的选用, 我们应该从使其特点能得

以发挥的方面来考虑，而不应当把气、电二者对立起来。在现代化的炼油、化工厂中都是发挥它们各自的特长，进行混合组装。

(三) 信号及自动保护（连锁）

1. 发生事故时应采取紧急措施，以防事故扩大，如需要开闭较多的阀门，而操作人员有可能来不及处理或在发生事故时生产过程有严重危险的场合，可考虑采用自动保护。原则上，在发生异常情况以后，即使发生异常情况的因素恢复了常态，也需要操作人员在现场检查 and 确认原因，按下再起动按钮才能使生产过程恢复到可以再起动的状态。

自动保护（连锁）用接点，在重要场合可与信号接点分开而独立设置。

2. 为确保安全生产的重要参数及工艺操作的关键参数选用信号报警。报警接点可利用仪表的内藏接点。

信号及自动保护系统详见本书第三篇的第三章“信号、连锁保护系统”。

(四) 电气设备的防火与防爆

一、爆炸和火灾危险场所的等级

根据发生事故的可能性和后果，按危险程度及物质状态的不同，将爆炸和火灾危险场所划为三类八级，以便采取相应措施，防止由于电气设备和线路的火花、电弧成危险温度引起爆炸或火灾事故。

第一类：气体或蒸汽爆炸性混合物的爆炸危险场所，划分为三级：

1. Q-1 级场所：正常情况下，能形成爆炸性混合物的场所；
2. Q-2 级场所：正常情况下不能形成，而仅在不正常情况下能形成爆炸性混合物的场所；
3. Q-3 级场所：正常情况下不能形成，在不正常情况下，形成爆炸性混合物可能性较小的场所。例如，该场所内爆炸性危险物质的量较少；爆炸性危险物质的比重很小，难以积聚；爆炸下限较高，并有强烈气味等。

第二类：粉尘或纤维爆炸性混合物的爆炸危险场所，划分为二级：

1. G-1 级场所：正常情况下能形成爆炸性混合物的场所；
2. G-2 级场所：正常情况下不能形成，而仅在不正常情况下能形成爆炸性混合物的场所。

第三类：火灾危险场所，按可燃物质的状态，划分为三级：

1. H-1 级场所：在生产过程中生产、使用、加工、贮存或转运闪点高于场所环境温度的可燃液体，在数量和配置上，能引起火灾危险的场所；
2. H-2 级场所：在生产过程中，悬浮状、堆积状可燃粉尘或可燃纤维不可能形成爆炸性混合物，而在数量和配置上，能引起火灾危险的场所；
3. H-3 级场所：有固体状可燃物质，在数量和配置上，能引起火灾危险的场所。

以上所指正常情况包括正常的开车、运转、停车等（例如敞开装料、卸料等）；不正常情况包括装置、设备事故损坏、误操作、维护不当及装置、设备的拆卸、检修等。

二、爆炸性混合物分级、分组

1. 爆炸性混合物在标准试验条件下，按最小引爆电流的分级（适用于防爆安全火花

型), 见表 1-1。

表 1-1

级 别	爆 炸 性 混 合 物
I ($i > 120$)	甲烷、乙烷、丙烷、汽油、环己烷、异己烷、甲醇、乙醇、乙醚、丙酮、醋酸、醋酸甲酯、丙烯酸甲酯、苯、一氧化碳、氢
II ($70 < i \leq 120$)	乙烯、丁二烯、丙烯腈、二甲醚、乙醚、二丁基醚、环丙烷、环氧丙烷
III $i \leq 70$	氢、乙炔、二硫化碳、市用煤气、水煤气、焦炉煤气、氧化乙烯

注: i 为试验最小引爆电流(毫安), 系接直流电压 24 伏, 电感 100 毫亨的感性回路上的试验值。

2. 按传爆间隙和自燃温度的分级和分组, 见表 1-2。

表 1-2

级 别	组 别				
	a ($T > 450$)	b ($300 < T \leq 450$)	c ($200 < T \leq 300$)	d ($135 < T < 200$)	e ($100 < T \leq 135$)
1 $\delta > 1.0$	甲烷、氢、醋酸	丁醇、醋酸酐	环己烷		
2 ($0.6 < \delta \leq 1.0$)	乙烷、丙烷、丙酮、苯乙烯、氯乙烯、苯、氯苯、甲醇、甲苯、一氧化碳、醋酸乙酯	丁烷、乙醇、丙烯、醋酸丁酯、醋酸戊酯	戊烷、己烷、庚烷、辛烷、癸烷、硫化氢、汽油	乙醚、乙醚	
3 ($0.4 < \delta \leq 0.6$)	市用煤气	环氧乙烷、环氧丙烷、丁二烯、1,4-二氧基己烷、乙烯	异戊二烯		
4 ($\delta \leq 0.4$)	水煤气、氢	乙 炔			二硫化碳

注: 1. 在标准试验条件下, 按传爆能力分为四级, 以数字 1、2、3、4 表示; δ 为试验最大不传爆间隙(毫米)。

2. 按自燃温度分为五组, 以字母 a、b、c、d、e 表示; T 为自然温度($^{\circ}\text{C}$)。

三、防爆电气设备的类型及标志

1. 防爆安全型(标志 A): 是指在正常运行时不产生火花、电弧或危险温度, 以提高安全程度的电气设备。

2. 隔爆型(标志 B): 是指在设备内部发生爆炸时, 不引起外部爆炸性混合物爆炸的电气设备。

3. 防爆充油型(标志 C): 是指将可能产生火花、电弧或危险温度的带电部件浸在油中, 使其不引起油面上爆炸性混合物爆炸的电气设备。

4. 防爆通风、充气型(标志 F): 是指向外壳内充入正压新鲜空气或惰性气体, 并保持正压, 以阻止外部爆炸性混合物进入外壳内部的电气设备。

5. 防爆安全火花型(标志 H): 是指电路系统中, 在正常或故障情况下产生的电火花, 都不引起爆炸性混合物爆炸的电气设备。

6. 防爆特殊型(标志 T): 是指结构上不属于上述各型规定, 采取其他防爆措施的电

气设备。

标志方法：类型、级别、组别均按主体和部件顺序标出。

标志举例：主体为隔爆型 3 级 b 组，部件为安全火花型 II 级，其标志为“BH 3 II b”。
主体为通风、充气型 a 组，部件为隔爆型 4 级 a 组，其标志为“FB 4 a”。

四、电气设备选型

在爆炸危险场所内，仪表的选用如图 1-2 所示。根据场所等级、电气设备的种类和使用条件，可按表 1-3 所列类型选择相应的电气设备。

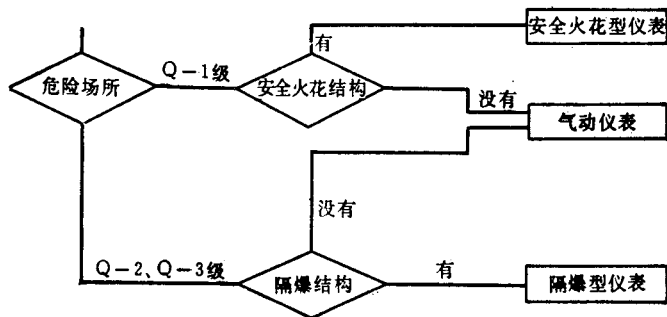


图 1-2

表 1-3

种 类	场 所 等 级					
	Q-1级 ^①	Q-2级	Q-3级	G-1级	G-2级	
电 器 和 仪 表	固定安装	隔爆型，防爆充油型，防爆通风、充气型，防爆安全火花型	任何一种防爆类型 ^②	防尘型，防水型 ^③	任意一级隔爆型，防爆通风、充气型，防爆充油型	防尘型
	移动式	隔爆型、防爆充气型、防爆安全火花型	除防爆充油型以外任何一种防爆类型	除防爆充油型以外任何一种防爆类型，密封型，防水型	任意一级隔爆型，防爆充气型	防尘型
	携带式	隔爆型、防爆安全火花型	同上	同上	任意一级隔爆型	防尘型
照 明 灯 具	固定安装及移动式	隔爆型、防爆充气型	任何一种防爆类型	防尘型	任意一级隔爆型	防尘型
	携带式 ^④	隔爆型	隔爆型	隔爆型、防爆安全火花型	同上	防尘型
变 压 器	隔爆型、防爆通风型	任何一种防爆类型	防尘型	任意一级隔爆型，防爆充油型，防爆通风、充气型	防尘型	
通 讯 电 器	隔爆型，防爆充油型，防爆通风、充气型，防爆安全火花型		密封型			
配 电 装 置	隔爆型，防爆通风、充气型		任意一级隔爆型，防爆通风、充气型			

① 正常情况下，连续或经常存在爆炸性混合物的地点，例如贮存易燃液体的储罐或工艺设备内的上部空间，一般不宜设置电气设备，为了测量、保护或控制的要求，允许装设防爆安全火花型电气设备。

② 正常运行时不发生火花的部件和按工作条件发热不超过 80℃ 的电器和仪表，可选用防尘型。

③ 事故排风用电动机的控制设备(例如按钮)应选用任何一种防爆类型。

④ 照明灯具的玻璃罩应有金属网保护。

在火灾危险场所内,根据场所等级、电气设备的种类和使用条件,按表 1-4 所列类型选择相应的电气设备。

表 1-4

种 类		场 所 等 级		
		H-1 级	H-2 级	H-3 级
电器和仪表	固定安装	防水型、防尘型、充油型、保护型①	防尘型	开启型
	移动式 and 携带式	防水型、防尘型		保护型
照明灯具	固定安装	保护型	防尘型③	开启型
	移动式 and 携带式②	防尘型		保护型
配电装置		防尘型		保护型
接线盒				

- ① 正常运行时有火花的设备,不宜采用保护型。
 ② 照明灯具的玻璃罩,应用金属网保护。
 ③ 可燃纤维火灾危险的场所,固定安装时,可采用普通荧光灯。

(五) 调节系统

1. 液面调节除以下情况外,一般选用就地调节,远距离指示。

- 1) 串级调节系统。
- 2) 难于控制的液位。

其他调节系统(如温度、压力、流量等)其调节及显示方式按具体情况酌定。

2. 除特殊情况外,一般调节器的调节规律可按表 1-5 选用。

表 1-5

调节参数	调 节 规 律
温 度	$P+I+D$
	$P+I$ (直接混合进行加热或冷却的场合)
压 力	$P+I$
	$P+I$ (快速) (控制液体压力的场合)
流 量	$P+I$ (快速)
物 位	P
	$P+I$ (串级调节系统)

注: P ——比例作用, I ——积分作用,
 D ——微分作用。

二、刻度单位

测量对象
 温度:
 压力: 微压
 一般

(六) 刻度范围和记录纸的选用

一、刻度范围

1. 等分刻度: 一般使用刻度范围的 50~70%, 但对温度允许用到 90%, 原则上等分刻度的 10% 以下最好不用。

2. 方根刻度: 一般使用刻度范围的 60~85%, 原则上方根刻度的 30% 以下最好不用。

3. 压力刻度: 一般选择为测定压力的 1.5~2 倍。

4. 双笔记录可选用 0~10 方根记录纸, 0~100 线性记录纸或 0~10 方根及 0~100 线性两种混合刻度的记录纸。

单位

°C

毫米水柱

公斤/厘米²

绝对压力	毫米汞柱
差压	毫米水柱或公斤/厘米 ²
流量: 蒸汽	公斤/时或吨/时
液体	公斤/时或吨/时
气体	标米 ³ /时
液位:	毫米液柱

三、刻度板和记录纸

测量对象	刻度板	记录纸
差压式流量计	0~10 方根	0~10 方根
面积式流量计 } 液面计 }	0~100 线性	0~100 线性
温度计 } 压力计 }	实际刻度 或 0~100 线性	实际刻度 或 0~100 线性

四、记录机构的选用

记录机构有钟表机构及同步电动机构两种，就地安装仪表或易燃易爆场所一般选用钟表记录机构，盘上安装仪表一般选用同步电动机构。走纸速度有 20、40、80 毫米/时，一般选用 20 毫米/时，但在装置开工或对新流程的某些参数需要进行分析整定时，也可选用快的走纸速度。