

化工设计简明手册

化工设计的程序

化工设计的原则

化工用泵的选择

阀门分类与选择

化工材料

冷冻与冷却设备

化工仪表与化工自动化

化工设计中常用概念

化工设计的程序

- 1、 选定厂址（此前需进行可行性报告及市场前景，并出具经济效益及财务分析报告）。
- 2、 进行地质及水文堪探，标定零平面，并出具整个厂区的地质勘探报告。
- 3、 绘制整个产品带控制点的工艺流程图。
- 4、 绘制出详细的设备图纸（条件不允许条件下可绘制设备草图，但设备大小、自重及总重必须给出。
- 5、 绘制平面布置图，标明设备大小、高度、重量、及摆放位置，操作室位置、大小，储罐区位置大小，必须注意：在坚持工艺的先决条件条件下
 - a、 降低生产周期
 - b、 降低成本、消耗。
 - c、 制定吊装方案时，充分考虑吊装方便、安全。
 - d、 考虑操作方便。
 - e、 尽量降低占地面积、建筑高度及梁的跨度
 - f、 综合考虑整体布局、美观
 - g、 尽量考虑设计的强制性规定，符合化工规范
- 6、 由土建部门或结构工程师设计主厂房（若条件允许再设计副房、污水池及其他大型设备基础图）。
- 7、 土建开始施工，再绘制详细设备图纸（包括管口方位、大小），并讨论通过自动化控制方案

- 8、 设备开始制作，其他大型设备（或本公司不能够制作的设备），
仪表及自动系统开始招标
- 9、 绘制详细的配管图，并按照配管图编制、整理管阀件清单（包
括管子、阀门、法兰、垫片、螺丝、螺帽、过滤器）

交由设备部门采购

- 10、 安装开始，依照现场情况随时调整
- 11、 安装结束探伤、水压实验、气密性实验
- 12、 调试整个系统（包括设备运行情况，自动化仪表零点及满量
程设定，自动化系统静态与动态调试等）
- 13、 试车，检查各个方面是否运行正常。

化工设计的原则

在整个化工设计过程中，我们必须熟悉他的原则和精神，从而贯彻到其中去。把化设计工中的细节进行灵活运用，既符合规范，又不造成对生产的违背。实现对资源的最大利用。现在我们对化工设计的要求及相关的内容进行进一步的了解。因为在化工生产中，安全是第一性的，所以我们必须对生产中的安全性进行剖析。

熟悉我们的原材料和产品性质，以便我们对号入座。化工规范把物品的危险程度分为五个等级（详细见 GBJ16-87），他的划分主要是综合生产过程中所使用、产生及存储的原料、中间品和成品的物理化学性质、数量及其火灾爆炸危险程度和生产过程的性质等情况来决定

的。根据危险等级的不同，我们才能确定防火间距、防爆等级。他对我们选用设备、仪表、操作方式、消防器材的选用起到决定性的作用。

在甲、乙、丙、丁、戊五个等级中，我公司绝大多数原材料是甲级危险物。他是这样定义的：

- 1、 闪点小于 28 的液体
- 2、 爆炸极限小于 10%的液体
- 3、 常温下能自行分解或在空气中氧化即能导致迅速自燃或爆炸的物质
- 4、 常温下受到水或空气中水蒸气的作用，能产生可燃气体并引起燃烧或爆炸的物质
- 5、 遇酸、受热、撞击、摩擦、催化以及遇到有机物或硫磺等易燃的无机物，极易引起燃烧或爆炸的强氧化剂
- 6、 受撞击、摩擦或与氧化剂、有机物接触时能引起燃烧或爆炸的物质
- 7、 在密闭设备内操作温度等于或大于物质本身自燃点的生产

B、在这几个条件中，只要满足一个条件，即框入甲级防爆，象苯、甲苯、丙酮等都属于甲级危险物品。对于甲级危险物品，有关规定是这样的：

1. 地上甲级固定顶立式储罐防火间距：当单储罐体积大于 1000 立方米，储罐间距 $0.6D$ (D 为储罐直径)，当储罐间距小于等

于 1000 立方米时，储罐间距 $0.75D$ 。但是同时又规定，单罐容量不超过 1000 立方米的甲乙类液体的地上式固定储罐之间的防火间距，如采用固定冷却消防方式时，其防火间距可不小于 $0.6D$ 。还规定装有液下喷射泡沫灭火设备、固定冷却水设备和扑救防火堤内液体火灾的泡沫灭火设备时，储罐之间的间距可适当减少，但地上储罐不宜小于 $0.4D$ 。

2. 地上甲级固定顶立式储罐与工艺装置之间的防火间距必须大于 25 米；与甲类物品仓库的防火间距在 25 米—35 米之间（视储罐的大小定）。
3. 甲级工艺装置与配电室、泵房之间的防火间距不宜小于 20 米，最低不小于 15 米；与明火及散发地点的防火间距不宜小于 30 米；与污水处理厂的防火间距不宜小于 30 米。与厂外道路（路边）防火间距 15 米；与厂内主要道路（路边）防火间距 10 米；与厂内次要道路（路边）防火间距 5 米；与民用建筑之间的防火间距不小于 25 米；与重要公共建筑之间的防火间距不小于 50 米。
4. 有爆炸危险的甲级防爆厂房应独立设置，并采用敞开或半敞开的厂房，并应采用钢筋混凝土柱、钢柱承重的框架或排架结构，钢柱应采用防火保护层；厂房安全出口不应少于两个。
5. 控制室与生产装置之间的距离不少于 15 米，而且应离开电气防爆区（危险区）。如果必须在防爆区，则朝向危险区的墙不开门窗，而且采取防爆正压措施，使室内保持 5—10mm

水柱正压，以免危险气体进入控制室。另外，还需考虑其他因素：

A：布置在有毒气体设备的上风头

B：注意要离开高温、高压及盛有可燃性或有毒性物质的设备

C：控制室至少要有一面不朝向生产设施

6、关于在爆炸性气体环境防爆等级的划分：举例说明 d BT4

d代表隔爆型 此项代表爆炸性气体环境电气设备的选型，即在爆炸性气体区域（0区、1区、2区）不同电气设备使用安全级别的划分。如旋转电机选型分为隔爆型（代号d）、正压型（p）、增安型（e）、无火花型（n）；灯具类选型分为隔爆型（代号d）、增安型（e）；信号、报警装置选型分为本质安全型（ia、ib）、隔爆型（代号d）、增安型（e）。

B代表气体或蒸气爆炸性混合物等级的划分，分为A、B、C三种，其中A最低（如通常的烷烃甲烷乙烷；芳香烃苯、甲苯），B类主要有丙炔、乙烯、环丙烷、1，2-环氧丙烷、焦炉煤气等；C最高（主要有氢、乙炔、二硫化碳、硝酸乙酯、水煤气等。这些等级的划分主要是依照最大试验安全间隙（MESG）或最小点燃电流（MICR）来区分的。

T4代表 $135 < T \leq 200$ ，它的定义是指能引燃某种介质的温度分组的划分。主要分为 T1—— $450 < T$ 、T2—— 300

< T 450 、 T3——200 < T 300 、 T4——135 < T 200
、 T5——100 < T 135 、 T6——85 < T 100 .

7、 术语解释：

7.1 闪点：又称闪燃点。可燃性液体性质的指标之一。是液体表面上的蒸气和空气的混合物与为火接触而初次发生蓝色火焰的闪光时的温度。在标准仪器中测定，有开杯式和闭杯式两种。一般前者用于测定高闪点液体，后者用于测定低闪点液体。温度比着火点低些。可燃性液体的闪点和着火点表明其发生爆炸或火灾的可能性的的大小，对运输、储存和使用的安全有极大的关系。

C、 厂区(装置)管廊及道路的设计：

管廊在道路上空横穿时，其净高度为：次要道路（装置内道路一般为次要道路）4.5m 以上；主要道路(主干道): 6m 以上；铁路 7m 以上。管廊有支架时要按支架底高计算。管廊下检修通道的净高不小于 3.1m。管线穿越平台、人行道上空时净高度不少于 2.1 米。联合装置并排布置时，设公用的检修（兼消防）道路，道路宽 5.2—6m、次要道路 4.5m。

D、 其中泵的安装与排布都一定的要求，必须符合安全生产及检修的需要，另外还应当考虑到操作面的间距。泵间的操作通道净距不小于 1m，泵前操作通道不小于 1.25m，泵的检修通道不小于 3.5m，以便于吊车与卡车进入，小型泵的检修通道宽度可减到 2.5m。

布置大小不一样的泵时，一般有三种方式：

1. 泵出口中心线取齐，优点是操作面方便统一。
2. 泵基础面取齐，便于设置排污管或排污沟以及基础施工方便。
3. 动力端基础面取齐。优点是电缆接线容易且经济，泵的开关与电流表在一条线上取齐，电动机易操作。当然如果泵的大小差异太大，会造成吸入管太长

其他要注意的是阀门手轮到邻进泵的突出部分或柱子的间距最少为 750mm，电动机之间距离为 1.5—1.8m。泵在安装时，一般基础面比地坪高 200—600mm，安装高度要统一。

当然在考虑安装高度时，应把泵的气蚀余量因素考虑在内(所谓气蚀现象是指当液体进入泵内第一级叶轮时的静压力低于或等于该温度下的饱和蒸气压时，液体发生气化，产生气泡，随液体流入较高压力处，气泡突然凝结，周围液体快速集中，产生水力冲击，这种气化和凝结产生的力量对泵的充蚀、振动和性能下降的现象称之为气蚀现象)。

在泵吸入口前安装过滤器时，其基础高度应考虑过滤器清洗与拆卸的方便。另外还要考虑排水漏斗与埋地管。

若泵从池内抽液，吸管底部要设底阀，泵启动时要有灌入吸入高度的液柱高度。

泵出口切断阀应尽量考虑用阻力比较小的阀门如闸阀尽量不要用截止阀，以降低压力降，防止对泵造成损伤。

泵出口压力表，应安装在泵出口与第一个切断阀之间。

泵的轴承一般需要冷却水冷却，冷却水管应设检流器或漏斗，观察水流情况，防止断流，冬天要注意防冻。

离心泵（如水泵）的泵体上部应设放空口，底部应设放净口。

化工用泵的选择

在泵的选择上，要考虑到不同泵的特点。泵的分类按照泵作用于液体的原理分为叶片式和容积式两大类，叶片式泵是由泵内的叶片在旋转时产生的离心力作用将液体吸入或排出。容积式泵是由泵的活塞或转子在往复或旋转运动产生挤压作用将液体吸入或压出。叶片式泵因泵内叶片结构不同分为离心泵、轴流泵、旋涡泵。容积式泵又分为活塞（柱塞）泵、转子泵。

4.1.1 离心泵

输送温度下液体粘度不大于 $650\text{mm}^2/\text{S}$ ，否则泵的效率下降较大。（当粘度大于 $650\text{mm}^2/\text{S}$ 时，离心泵的性能下降很大，一般不选用离心泵，但由于离心泵输液无脉动，不须要安全阀且流量调节简单，因此在化工生产中也常常看到离心泵用于输送粘度达 $1000\text{mm}^2/\text{S}$ 的液体）。

流量较大，而扬程相对教低

液体中溶解或夹带的气体 不大于 5%（体积）

液体中含有固体颗粒时，宜选用特殊离心泵（如泥浆泵）

要求流量变化大、扬程变化小，宜选用平坦的流量---扬程曲线的离心泵，要求流量变化小、扬程变化大，宜选用陡降的流量---扬程曲线的离心泵。

4.1.2 容积式泵

输送温度下液体粘度大于 $650\text{mm}^2/\text{S}$ ，

流量较小而扬程相对较高，宜选用往复泵。

液体中溶解或夹带的气体允许稍大于 5%（体积）

液体需要准确计量时，可选用柱塞式计量泵，液体要求严格不漏时，可选用隔膜计量泵

润滑性能差的液体不应选用齿轮泵和三螺杆泵，可选用往复泵。

流量较小，温度较低、压力要求稳定的，宜选用转子泵或双螺杆泵。

4.2 根据装置所需流量和扬程,按泵的分类及适用范围初步确定泵

的选型,因离心泵结构简单,输液无脉动、流量调节简单,因此除离心泵难以胜任的场合外,尽可能选用离心泵。泵的选型确定后,就可以根据工艺装置参数和介质特性选择泵的系列和材料。然后再根据泵厂提供的样本和有关技术资料确定泵的具体型号(规格)。

4.3 对于特殊介质的输送

	类型	适用粘度范围 mm ²
叶片式泵	离心泵	< 150
	旋涡泵	< 37.5
容积式泵	往复泵	< 850
	计量泵	< 800
	旋转活塞泵	200~10000
	单螺杆泵	10~560000
	双螺杆泵	0.6~100000
	三螺杆泵	21~600
	齿轮泵	< 2200

泵输送含气液体时,泵的流量、扬程、效率均有所下降。含气量愈大,效率下降愈快。随着含气量的增加,泵出现额外的噪声、振动,严重时加剧腐蚀或出现断流、断轴现象。为保证泵的运转可靠,可采取措施降低液体内的含气量:

4.3.1、吸液池的结构型式和泵吸入管的布置应使各并联泵能等量吸入液体，泵吸入量口在吸液池内应具有一定的淹没深度，离池底有一定的悬空高度。

4.3.2 吸液池的进液管、回流管、废液收集管要远离泵的吸入管口，以免气泡尚未消失时就被泵吸入。同时吸入管不能放在池中央，也不能太靠近池壁，一般要离池壁大于 $1.5D$ ，以免产生旋涡或抽空。

保证管路接头处密封良好，避免空气漏入。

吸入管路布置时应避免形成空气囊的部位。

4.3.3 输送含固体颗粒的液体时，悬浮在液体中的固体颗粒既不能象液体那样吸收、贮存或传递能量，又不能将动能传递给液体。固体颗粒的存在使泵扬程、效率均较输送清水时低。

4.3.4 输送易汽化液体，主要考虑易汽化液体的特点对泵的影响：

4.3.4.1 泵入口压力高

4.3.4.2 汽化压力随温度而剧变。

4.3.4.3 对泵的轴封要求严，及泵的吸入压力对物料汽化的影响。

4.3.5 对于输送不允许泄漏的液体,应采用无密封泵(磁力驱动泵和屏蔽泵)或带泄漏收集、报警等装置的机械密封泵。磁力驱动泵与

屏蔽泵比较：

项目	磁力驱动泵	屏蔽泵
隔离套(或屏蔽套)厚度	3倍于屏蔽泵屏蔽套的厚度	
隔离套(或屏蔽套)破坏的后果	介质漏向大气	有第二防泄漏套(电机外壳)可阻止介质漏向大气,但易损坏电机定子
效率	稍低	稍高
遥控操作	目前没有	可以
制造技术和设备	要求较低	要求较高
驱动机	标准电机或汽轮机	专用电机
噪音	稍大(电机带风扇)	稍小(电机不带风扇)
轴向长度	较长	较短
联轴器	有联轴器,需对中找正	无联轴器
轴承磨损监视器	处于试用阶段	有
价格	基本相近	基本相近
正常维护检修	易	难
适用范围	功率 KW/温度 / 压力 MPA 良好	良好

围	常压常温、清洁不易汽化的介质	一般不适用	有专用型号
	含固体颗粒的介质	一般不适用含固体颗粒稍高的场合,尤其不适用于含铁粒子的场合	有专用于含固体颗粒介质的型号(需外部清洗冲洗液)
	高熔点易结晶的介质	一般不适用	有专用型号
	强腐蚀性介质	良好	不适用(由于屏蔽套的限制)

4.3.6 对于输送腐蚀性介质应选用耐腐蚀泵，其特点是其过流部分采用耐腐蚀性材料，其余不耐腐蚀的零件，如托架应防止受到腐蚀。密封环（口环）间隙比水泵大些，避免在小流量下工作，以免液体温度升高加剧腐蚀。停车时应及时关闭吸入阀，或采用停车密封以免介质漏出泵体。常用的金属泵，其过流部件的材质有：普通铸铁、高硅铸铁、不锈钢、高合金钢、钛及其合金等，可根据介质特性和温度范围选用不同的材质。高合金钢、钛及其合金的价格高，除万不得已一般应避免选用。金属泵的耐温、耐压及工作稳定性一般优于非金属泵。非金属泵过流部件 材质有：聚氯乙烯、玻璃钢、聚丙烯、F46、氟合金、PVDF、超高分子量聚乙烯、石墨、陶瓷、搪玻璃等。也应根据介质的特性和温度范围选用材质。一般非金属的耐温、耐压一般比金

属差。因此常用于流量不大且温度、使用压力较低和场合。

4.3.7 真空泵的选用：

真空泵是为了获取低于常压的真空度而使用的一种泵，通常它的分类是通过真空度的大小或抽气速率的多少来确定泵的类型。通常可分为旋片式、容积式（活塞式、螺杆式）、水环式。

有几种指标可以说明真空泵的性能：

A、真空度：以绝对压力 P 表示，单位 Kpa、Tor、 mmHg

（1 个大气压=101.325Kpa=1Torr=760mmHg=1.01325bar

B、抽气速率：指在单位时间内，真空泵吸入口吸入的气体体积（指常温常压下的体积流量）。单位立方：立方米/小时、升/秒。真空泵的抽气速率与吸入压力有关，吸入压力愈高，抽气速率愈大。

C、极限真空：是指真空泵抽气时间能达到的稳定最低压力值，也称最大真空度。

D、各种泵的选用：

机械泵	活塞泵	仅适用于真空度低，含水蒸气少的场合	如 W 型往复式真空泵
	叶片泵	排气量大的场合，必需加辅助泵	旋片式真空泵，抽气速率较低

	分子泵	适用于工作精度高场合	
	水环泵	适用真空度低，如排除水蒸气的场合	
喷射泵	水喷射泵	以 0.2~0.3MPa 水为动力，适用于排除水蒸气和冷凝性气体	是利用流体流动时静压能与动压能相互转换的原理来吸送流体的。
	蒸汽喷射泵	对各种气体均能适应，按不同要求可选择不同级数	
	油扩散泵	适合于高真空度	
分子离心泵		适合于高真空度	

阀门分类与选择

阀门是介质流通或压力系统中的一种设施，它用来调节介质的流量或压力。其功能包括切断或接通介质，控制流量，改变流量，改变介质流向，防止介质回流，控制压力或泄放压力。

4.1 依照阀门的用途和作用来分，可分为：切断阀类（其作用是接通和截断管路内的介质，如球阀、闸阀、截止阀、蝶阀和隔膜阀）；调节阀类（其作用是用来调节介质的流量、压力的

参数，如调节阀、节流阀和减压阀等)；止回阀类(其作用是防止管路中介质倒流，如止回阀和底阀)；分流阀类(其作用是用来分配、分离或混合管路中的介质，如分配阀、疏水阀等)；安全阀类

依驱动形式来分，可分为：手动阀；动力驱动阀(如电动阀、气动阀)；自动类(此类不手须外力驱动，而利用介质本身的能量来使阀门动作，如止回阀、安全阀、自力式减压阀和疏水阀等)

依公称压力分类可分为：真空阀门(工作压力低于标准大气压)；低压阀门(公称压力小于或等于 1.6Mp)；中压阀门(公称压力为 2.5MPA、4.0MPA、6.4MPA)；高压阀门(公称压力 10MPA—80MPA)；超高压阀门(大于 100MPA)

按温度等级分类可分为：超低温阀门(工作温度低于—80)；低温阀门(工作温度介于—40 ~—80)；常温阀门(工作温度高于—40，而低于或等于 120)；中温阀门(工作温度高于 120，而低于 450)；高温阀门(工作温度高于 450)

通常分类法是按照既考虑工作原理和作用，又考虑阀门结构，此为国内通常分类法，可分为：闸阀；蝶阀；截止阀；止回阀；旋塞阀；球阀；夹管阀；隔膜阀；柱塞阀等。

4.2 下面介绍一下各种阀门的优缺点：

闸阀：闸阀是指关闭件（闸板）沿通道轴线的垂直方向移动的阀门，在管路上主要作为切断介质用，即全开或全关使用。一般，闸阀不可作为调节流量使用。它可以适用低温压也可以适用于高温高压，并可根据阀门的不同材质。但闸阀一般不用于输送泥浆等介质的管路中。

优点： 流体阻力小； 启、闭所需力矩较小； 可以使用在介质向两方向流动的环网管路上，也就是说介质的流向不受限制； 全开时，密封面受工作介质的冲蚀比截止阀小； 形体结构比较简单，制造工艺性较好； 结构长度比较短。

缺点： 外形尺寸和开启高度较大，所需安装的空间亦较大； 在启闭过程中，密封面间相对摩擦，磨损较大，甚至要在高温时容易引起擦伤现象； 一般闸阀都有两个密封面，给加工、研磨和维修增加了一些困难； 启闭时间长。

蝶阀：蝶阀是用圆盘式启闭件往复回转 90°左右来开启、关闭和调节流体通道的一种阀门。

优点： 结构简单，体积小，重量轻，耗材省，别用于大口径阀门中； 启闭迅速，流阻小； 可用于带悬浮固体颗粒的介质，依据密封面的强度也可用于粉状和颗粒状介质。可适用于通风除尘管路的双向启闭及调节，广泛用于冶金、轻工、电力、石油化工系统的煤气管道及水道等。

缺点： 流量调节范围不大，当开启达 30%时，流量就将进 95%以上。 由于蝶阀的结构和密封材料的限制，不宜用于高温、高压的管路系统中。一般工作温度在 300 以下，PN40 以下。 密封性能相对于球阀、截止阀较差，故用于密封要求不是很高的地方。

球阀：是由旋塞阀演变而来，它的启闭件是一个球体，利用球体绕阀杆的轴线旋转 90° 实现开启和关闭的目的。球阀在管道上主要用于切断、分配和改变介质流动方向，设计成 V 形开口的球阀还具有良好的流量调节功能。

优点： 具有最低的流阻（实际为 0）； 因在工作时不会卡住（在无润滑剂时），故能可靠地应用于腐蚀性介质和低沸点液体中； 在较大的压力和温度范围内，能实现完全密封； 可实现快速启闭，某些结构的启闭时间仅为 0.05~0.1s，以保证能用于试验台的自动化系统中。快速启闭阀门时，操作无冲击。球形关闭件能在边界位置上自动定位； 工作介质在双面上密封可靠； 在全开和全闭时，球体和阀座的密封面与介质隔离，因此高速通过阀门的介质不会引起密封面的侵蚀； 结构紧凑、重量轻，可以认为它是用于低温介质系统的最合理的阀门结构； 阀体对称，尤其是焊接阀体结构，能很好地承受来自管道的应力； 关闭件能承受关闭时的高压差。 全焊接阀体的球阀，可以直埋于地下，使阀门内件不受浸蚀，最高使用寿命可达 30 年，是

石油、天然气管线最理想的阀门。

缺点： 因为球阀最主要的阀座密封圈材料是聚四氟乙烯，它对几乎所有的化学物质都是惰性的，且具有摩擦系数小、性能稳定、不易老化、温度适用范围广和密封性能优良的综合性特点。但聚四氟乙烯的物理特性，包括较高的膨胀系数，对冷流的敏感性和不良的热传导性，要求阀座密封的设计必须围绕这些特性进行。所以，当密封材料变硬时，密封的可靠性就受到破坏。而且，聚四氟乙烯的耐温等级较低，只能在小于 180℃ 情况下使用。超过此温度，密封材料就会老化。而考虑长期使用的环境下，一般只会在 120℃ 不使用。 它的调节性能相对于截止阀要差一些，尤其是气动阀（或电动阀）。

截止阀：是指关闭件（阀瓣）沿阀座中心线移动的阀门。根据阀瓣的这种移动形式，阀座通口的变化是与阀瓣行程成正比例关系。由于该类阀门的阀杆开启或关闭行程相对较短，而且具有非常可靠的切断功能，又由于阀座通口的变化与阀瓣的行程成正比例关系，非常适合于对流量的调节。因此，这种类型的阀门非常适合作为切断或调节以及节流用。

优点： 在开启和关闭过程中，由于阀瓣与阀体密封面间的磨擦力比闸阀小，因而耐磨。 开启高度一般仅为阀座通道的 1/4，因此比闸阀小得多； 通常在阀体和阀瓣上只有一个密封面，因而制造工艺性比较好，便于维修。 由于其填料一般为石

棉与石墨的混合物,故耐温等级较高。一般蒸汽阀门都用截止阀。

缺点： 由于介质通过阀门的流动方向发生了变化,因此截止阀的最小流阻也较高于大多数其他类型的阀门; 由于行程较长,开启速度较球阀慢。

旋塞阀：是指关闭件成柱塞形的旋转阀,通过 90° 的旋转使阀塞上的通道口与阀体上的通道口相通或分开,实现开启或关闭的一种阀门。阀塞的形状可成圆柱形或圆锥形。其原理与球阀基本相似,球阀是在旋塞阀的基础上发展起来的,其主要用于油田开采,同时也用于石油化工。

隔膜阀：是指在阀体和阀盖内装有一挠性膜或组合隔膜,其关闭件是与隔膜相连接的一种压缩装置。阀座可以堰形,也可以是直通流道的管壁。

优点： 操纵机构与介质通路隔开,不但保证了工作介质的纯净,同时也防止管路中介质冲击操纵机构工作部件的可能性,阀杆处不需要采用任何形式的单独密封,除非在控制有害介质中作这安全设施使用; 由于工作介质接触的仅仅是隔膜和阀体,二者均可以采用多种不同的材料,因此该阀能理想控制多种工作介质,尤其适合带有化学腐蚀或悬浮颗粒的介质。 结构简单,只由阀体、隔膜和阀盖组合件三个部件构成。该阀易于快速拆卸和维修,更换隔膜可以在现场及短时间内完成。

缺点： 由于受阀体衬里工艺和隔膜制造工艺和限制，较大的阀体衬里和较大的隔膜制造工艺都很难，故隔膜不宜用于较大的管径，一般应用在 DN 200mm 以下的管路上。 由于受隔膜材料的限制，隔膜阀适用于低压及温度不高的场合。一般不超过 180 ； 调节性能相对较差，只在小范围内调节（一般在关闭至 2/3 开度时，可用于流量调节）。

安全阀：是指在受压容器、设备或管路上，作为超压保护装置。当设备、容器或管路内的压力升高超过允许值时，阀门自动开启，继而全量排放，以防止设备、容器或管路和压力继续升高；当压力降低到规定值时，阀门应自动及时关闭，从而保护设备、容器或管路的安全运行。

蒸汽疏水阀：在输送蒸汽、压缩空气等介质中，会有一些冷凝水形成，为了保证装置的工作效率和安全运转，就应及时排放这些无用且有害的介质，以保证装置的消耗和使用。它有以下作用： 能迅速排除产生的凝结水； 防止蒸汽泄露； 排除空气及其他不凝性气体。

减压阀：是通过调节，将进口压力减至某一需要的出口压力，并依靠介质本身的能量，使出口压力自动保持稳定的阀门。

止回阀：又称逆流阀、逆止阀、背压阀和单向阀。这些阀门是靠管路中介质本身的流动产生的力自动开启和关闭的，属于

一种自动阀门。止回阀用于管路系统，其主要作用是防止介质倒流、防止泵及驱动电动机反转，以及容器介质的泄放。止回阀还可用于给其中的压力可能升至超过系统压的辅助系统提供补给的管路上。主要可分为旋启式（依重心旋转）与升降式（沿轴线移动）。

流量系数的定义：

- 1、 C：在阀门全开情况下，温度为 5~40 的水，阀两端压差为 1kgf/cm^2 时，每小时流经阀的体积（以 m^3 表示）。
C 是流量系数的通用符号，我国过去长期使用。
- 2、 K_v ：在阀门全开情况下，温度为 5~40 的水，阀两端压差为 100KPA 时，每小时流经阀的体积（以 m^3 表示）。
 $K_v=1.01C$ ，目前我国推荐使用。
- 3、 C_v ：在阀门全开情况下，温度为 15 （华氏 60 度）的水，阀两端压差为 1lb/in^2 时每小时流经阀的体积（以 m^3 表示）。
 $C_v=1.167C$

化工材料

材料：分为金属材料与非金属材料

5.1 金属材料：一般可分为黑色金属（铸铁、钢等）和有色金属（铜、铝）。金属材料具有强度、硬度、冲击韧性等机械性能。金属

材料是由各种元素组成的。我们主要用的是黑色金属铁、钢、合金钢。含碳量在 0.1%~2% 范围的铁碳合金称为钢(俗称熟铁),含碳量 > 2% 称为铸铁(俗称生铁)。钢中除含有铁和碳外,还有硅(Si)、锰(Mn)、磷(P)、硫(S)等元素。钢按化学成分不同可分为碳素钢和合金钢;按用途不同可分为结构钢、工具钢和特殊性钢;按质量优劣(含磷、硫杂质的多少)可分为普通钢、优质钢和高级优质钢;不锈钢是指铬的百分数大于 12% 的铁碳合金。按组织形态可分为马氏体不锈钢、铁素体不锈钢和奥氏体不锈钢。从钢的牌号可看出钢的特性(化学成分、质量和型号),例如常用的 A3 表示普通碳素钢中甲类第一流种钢;又如 1Cr18Ni9 不锈钢,其化学成分含量为碳 0.10%、铬 18%、镍 9%,它在冷磷酸、稀硝酸中很有耐腐蚀性。在这类钢中加入少量钛(不足 1%),就可变为 1Cr18Ni9Ti,可进一步提高耐腐蚀能力,若再加入少量的钼(2%~3%),即可变为 1Cr18Ni12Mo2Ti、1Cr18Ni12Mo3Ti,能显著地提高不锈钢在尿素、稀硫酸等介质中的化学稳定性。

5.2 非金属材料:分为无机非金属材料 and 有机非金属材料。一般我们用的是有机非金属材料中的塑料和橡胶。

常用的塑料是聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯。聚氯乙烯的耐腐蚀性能尚可,但不耐有机溶剂。一般使用温度不超过 50,但其较高的强度、和良好的焊接成型性能,是化工防腐中应用最广,用量最大的一种材料。聚乙烯的耐腐蚀性能与聚氯乙烯相比要好一些,主要体现在除耐其它腐蚀外,还几乎不溶于任何有机溶剂,

在甲酸、氢氟酸介质中的耐腐蚀性也优于聚氯乙烯。但聚乙烯的环境应力开裂现象较严重，在较低应力或应变下，浸在某些介质中会发生突然开裂，另外室温脂肪烃、卤代烃和芳香烃等到能使其发生溶胀。

聚丙烯是目前商品塑料中最轻的一种，一般为 0.9，与聚氯乙烯相比，它的优点是具有较高的使用温度，缺点是线膨胀系数大、弹性模数小、成型收缩率大、低温下的脆性大。它的耐腐蚀性能优良，但对于强氧化剂如浓硝酸、发烟硫酸、氯磺酸等在常温下也不能使用。常温下，几乎所有的有机溶剂均不能溶解聚丙烯，但某些氯代烃、芳香烃和高沸点脂肪烃能使聚丙烯发生溶胀，而且随着温度的上升，其溶胀度和溶解度也增加。聚四氟乙烯是氟塑料的一种，其耐腐蚀性能超过现有的一切工程塑料，有塑料王之称，几乎任何浓度的强酸、强碱、强氧化剂和溶剂，即使在高温下也对它不起作用。只有熔融碱金属或它的氨溶液、三氟化氯及元素氟会对它发生作用，但也只有在高温下才明显地表现出来。聚四氟乙烯的长期使用温度在 180 左右。它的主要缺点是成型加工困难。

冷冻与冷却设备

冷冻机：制冷的目的是获得低于环境的温度，而为生产提供工艺所需的冷量。利用冷冻机的结构及工作原理不同可分为活塞式与螺杆式、离心式、吸收式。由于离心式压缩机大都用在大型制冷系统，并用于压缩大摩尔质量的制冷剂蒸汽，与我行业相去较远。我们主要介绍容积式（活塞式与螺杆式）。其工作原理为：压缩机压缩制冷剂，

使之体积迅速减小，压力增加，势能降低，而放出大量的热，通过冷却水使之温度下降。然后通过节流阀，使之由高压区通过低压区，体积迅速增加，从而使之势能增加，温度却急剧下降。从而吸收大量的热，通过载冷剂达到热交换的目的。再由载冷剂进入工艺区，与工艺介质进行热交换。

制冷剂：是指制冷系统中的制冷工质。在低温下，由于蒸发而吸收热量；在高温下，经过冷凝而放出热量。由于这个作用，它能使热量从低温处转移至高温处而产生低温。常用的制冷剂有氨、氟利昂。氨（R717）的优点是标准沸腾温度低，在冷凝器和蒸发器中压力适中，单位容积制冷量大，异热系数大，汽化潜热大，节流损失小，有漏气现象时，易被发现，价格低廉。缺点是有毒，有刺激性味道，当有水时对铜及其合金有腐蚀性，与空气混合成一定比例后有爆炸危险。氟利昂（常用是 R12—二氯二氟甲烷 CF_2Cl_2 、R22—一氯二氟甲烷）的优点是无毒，对金属不腐蚀，不易燃烧，不易爆炸，相对分子量在，比热容大，凝固点低。缺点是昂贵，表面传热系数低，单位体积制冷量小，对臭氧层有破坏，易引起温室效应。其中 R11、R12、R113 等在 2030 禁用。

化学名称	符号	分子式	摩尔质量	常压下的沸点	临界温度	临界压力（绝压）MPA	临界比容（L/KG）	凝固温度	常压下的气化热(KJ/KG)
三氯三	R113	$C_2F_3Cl_3$	187	48	214	3.4	1.7	-36.6	144.6

氟乙烷									
二氯四氟乙烷	R114	C2F4CL2	171	3.5	146	3.3	1.7	-94	137.3
一氯二氟甲烷	R22	CHF2CL	87	-41	96	5.9	1.9	-160	235
二氯二氟甲烷	R12	CF2CL2	121	-30	112	4.1	1.8	-155	167.2
一氯三氟甲烷	R13	CF3CL	104	-81	29	3.9	1.7	-180	150
二氯一氟甲烷	R21	CHFCL2	103	8.9	178.5	5.2	1.9	-135	
三氯一氟甲烷	R11	CFCL3	137	23.7	197.8	4.4	1.8	-111	182.3
氨	R717	NH3	17	-33.4	132.4	11.3	4.1	-77.7	1368.2

载冷剂：是间接传热制冷系统中用以传递冷量的中间介质。理想的载冷剂应具有 在使用温度范围内不凝固、不气化 比热容大 密度小，粘度小 热导率大 不腐蚀设备，无毒，化学稳定性好 价格便宜。常见的载冷剂有水、无机盐水溶液、有机载冷剂。它们的特点是：

- A、 水：只能用作 0℃ 以上的载冷剂
- B、 无机盐水溶液：在中低温场合，一般用盐水溶液作为载冷剂，常用的有氯化钙和氯化钠的水溶液。
- C、 在一些不允许使用有腐蚀性载冷剂的场合可采用乙二醇、二氯甲烷等水溶液。

6.2 螺杆压缩机与往复式活塞压缩、吸收式、离心式比较：

活塞式压缩机使用历史悠久，是目前国内用得最多的制压缩机。由于其压力范围广，能够适应较宽的能量范围，有高速、多缸、能量可调、热效率高、适用于多种制冷等优点；其缺点是结构复杂，易损件多，检修周期短，对湿行程敏感，有脉冲振动，运行平稳性差。中国对此机种的加工制造已有几十年的经验，加工较容易，价格也较便宜应用较广。随着能源紧张，公害严重，因而对制冷机的要求更高，在这种形势下，活塞式制冷机的使用范围有逐渐缩小的趋势。

螺杆压缩机是一种新的压缩装置，它与往复式相比，优点是机器结构紧凑，体积小，占地面积少，重量轻。 热效率高，加工件

少，压缩机的零件总数只有活塞式的 1/10。机器易损件少，运行安全可靠，操作维护简单。 气体没有脉动，运转平稳，机组对基础不高不需要专门基础 运行中向转子腔喷油，因此排气温度低，氨制冷剂一般不超过 90 。 对湿行程不敏感，湿蒸汽或少量液体进入机内，没有液击危险。 可在较高压比下运行，单级压缩时，氨蒸汽温度可达-40 。 可借助滑阀改变压缩有效行程，可进行 10~100%的无级冷量调节。缺点是：需要复杂的油处理设备，要求分离效果很好的油分离器及油冷却器等设备，噪声较大，一般都在 85 分贝以上，需要隔声措施。

6.3 另外还有一种吸收制冷，它可利用热源直接驱动，尤其是可以利用在石油化工生产过程中产生的大量废热来驱动。它与压缩制冷相比，都是利用制冷剂在低压时蒸发吸热和在高压时冷凝放热，所不同的是压缩制冷采用机械压缩的方法来提高蒸汽压力，而吸引制冷则采用低压吸收和高压解吸（热压缩）的方法来提高蒸气压力，因此在吸收制冷循环中除蒸发器和冷凝器外，还有再生器、吸收器等。如溴化锂制冷机。优点是：结构简单，运行平稳，振动小，噪音低，安全等。缺点是：溴化锂对钢材的腐蚀较强；冷却水消耗太大，约为压缩式的 2 倍，如得不到廉价的热源选用这种制冷机就不如压缩式经济。

6.4 离心式与活塞式相比，有转速高，制冷量大，机械磨损小，易损件少，维护简单，连续工作时间长，振动小，运行平稳，对基础要求低，在大制冷量时，单位功率机组的质量轻、体积小，占地面积

少,制冷量可在 30%~100%的范围内无级调节,易于多级压缩和节流,可在各发器内得到各种温度以满足某些化工流程的要求,易于实现自动化,对于大型制冷机,可以采用经济性较高的工业汽轮机直接拖动,这对有废热泪盈眶蒸汽的企业有经济的优势。缺点是:效率较低于活塞式制冷机,噪声频率较高,冷却水消耗大,操作不当时会产生喘振。

7、冷却塔

冷却塔是在塔内将热水喷射成水滴或水膜状从上向下流动,空气由下而上或水平方向在塔内流动,利用水的蒸发及空气和水的传热带走水中热量的设备或构筑物。化工厂循环水系统采用和冷却塔一般为机械通风逆流式冷却塔和机械通风横流式冷却塔。

冷却塔的大、中、小型界限按下列划分:单格冷却水量负荷大于 $1500\text{m}^3/\text{h}$ 为大型;单格冷却水量负荷大于 $500\text{m}^3/\text{h}$,但小于和等于 $1500\text{m}^3/\text{h}$ 为中型;单格冷却水量小于和等于 $500\text{m}^3/\text{h}$ 为小型;

冷却塔由淋水装置、配水系统、空气分配装置、风筒、除水器、风机和塔体组成。

冷却塔选型应注意:A、塔体结构材料—结构稳定、经久耐用、耐大气和水腐蚀,组装配合精确。B、配水均匀、壁流较少、喷溅装置选用合理,不易堵塞。C、淋水填料的型式符合水质、水温要求,淋水填料已经过科学鉴定。D、除水器效果达到国家规定的标准。E、风机匹配,能长期正常运行,无振动和异常噪声。叶片耐水侵蚀性好

并有足够的强度。E、电耗低，经常维护方便。F、造价低、中小型钢骨架玻璃冷却塔还要求质量轻。

在热交换过程中，80%的热交换是依靠饱和蒸气压的不同，通过蒸发。只有20%的热交换是通过温压的不同，以接触传热的方式来获得的。

化工仪表与化工自动化

在化工生产中，仅靠肉眼、感觉、经验来进行正确的操作和判断生产中的异常是不够的，还必需依靠大量的自动化仪表来实现对生产的控制。依照功能与测量的内容不同，大致可分为：温度计、流量计、压力计、物位计等。

8.1 温度计是我们测量温度的元件，在化工生产中起到非常重要的作用。依照其测量原理不同可分直接式和间接式，我们常用的大都是直接式，可分为玻璃管温度计、压力式温度计、双金属温度计、热电阻温度计、热电偶温度计等。间接式有光学温度计、辐射温度计等。直接式与间接式相比，优点是：简单、可靠、价廉，精确度较高，一般能测得真实温度。缺点是：滞后时间长，易受腐蚀。不能测极高温。

玻璃管温度计是利用热胀冷缩的原理来实现温度的测量的。由于测温介质的膨胀系数与沸点及凝固点的不同，所以我们常见的玻璃管温度计主要有：煤油温度计、水银温度计、红钢笔水温度计。他的优点是

结构简单，使用方便，测量精度相对较高，价格低廉。缺点是测量上下限和精度受玻璃质量与测温介质的性质限制。且不能远传，易碎。

压力式温度计是利用封闭容器内的液体，气体或饱和蒸气受热后产生体积膨胀或压力变化作为测信号。它的基本结构是由温包、毛细管和指示表三部分组成。它是最早应用于生产过程温度控制的方法之一。压力式测温系统现在仍然是就地指示和控制温度中应用十分广泛的测量方法。压力式温度计的优点是：结构简单，机械强度高，不怕震动。价格低廉，不需要外部能源。缺点是：测温范围有限制，一般在-80~400℃；热损失大响应时间较慢；仪表密封系统（温包，毛细管，弹簧管）损坏难于修理，必须更换；测量精度受环境温度、温包安装位置影响较大，精度相对较低；毛细管传送距离有限制；

双金属温度是利用两种膨胀系数不同，彼此又牢固结合的金属受热产生几何位移作为测温信号的一种固体膨胀式温度计。优点：结构简单，价格低；维护方便；比玻璃温度计坚固、耐震、耐冲击；视野较大。缺点是：测量精度低，量程和使用范围均有限，不能远传。

热电阻温度计是利用金属导体的电阻值随温度变化而变化的特性来进行温度测量的。作为测温敏感元件的电阻材料，要求电阻与温度呈一定的函数关系，温度系数大，电阻率大，热容量小。在整个测温范围内应具有稳定的化学物理性质，而且电阻与温度之间关系复现性要好。常有的热电阻材料有铂、铜、镍。成型仪表是铠装热电阻。铠装热电阻是将温度检测原件、绝缘材料、导线三者封焊在一根金属管内，

因此它的外径可以做得较小，具有良好的机械性能，不怕振动。同时具有响应时间快、时间常数小的优点。铠装热电阻除感温元件外其他部分都可制缆状结构，可任意弯曲，适应各种复杂结构场合中的温度测量。热电阻在化工生产中应有最广泛。它的优点：测量精度高；再现性好，且保持多年稳定性、精确度；响应时间快；与热电偶相比不需要冷端补偿。缺点是：价格比热电偶贵；需外接电源；热惯性大；避免使用在有机械振动的场合。

热电偶温度计是由两种不同材料的导体 A、B（热电极）焊接而成的。热端插入被测介质中，另一端与导线连接，形成回路。若两端温度不同，回路中就会产生热电势，热电势两端的函数差即反映温度。热电偶在工业测温中占了较大比重，生产过程远距离测温很大部分使用热电偶。它的优点是：体积小，安装方便；信号可远传作指示、控制用；与压力式温度计相比响应时间少；测温范围宽，尤其体现在测高温；价格低，再现性好，精度高。缺点是：热电势与温度之间呈非线性关系；精度比热电阻低；在同样条件下，热电偶接点容易老化；冷端需要补偿。

8.2 流量仪表

在化工生产中，往往要对介质的量进行计量，或者想确定介质的流速，这就需要流量仪表。通过流量计结构不同，大致可分为：转子流量计；容积流量计；电磁流量计；压差式流量计；涡轮流量计；涡接式流量计；质量流量计。我们简要叙述一下他们的结构与适合的

环境及选型的要求。

转子流量计又称浮子流量计，是较简单的一种流量计，它主要用于中小口径流量测量且要求相对不高的地方。一般使用在口径小于 50 的范围，量程比较宽，一般为 10：1，最低 5：1。压损低。它的检测元件是一根由下向上扩大的垂直锥管和一只随着流体流量变化沿着锥管上下移动的浮子，流体自下而上流过浮子时，在浮子上作用有差压、流体动压及磨擦力等，它与浮子向下的重量相平衡。浮子在锥管中的不同位置代表着不同的流量。常用转子流量计共有玻璃管转子流量计与金属管浮子流量计。玻璃管转子流量计结构简单，价格低廉，安装使用方便，是生产与科研实验用量较大的一种流量计。但由于玻璃管材料的限制，不能在易碎及高温高压场所使用。且不能远传。金属管子流量计与玻璃管子流量计相比，还有耐高压高温、结构牢固、不会破碎的特点。它可以适应恶劣的工作条件。并且可以远传，有标准信号输出。缺点就是价格较贵。

容积式流量计是在全部流量计中属于最准确的一类流量计。主要有椭圆齿轮式、腰轮式、螺杆式（双转子式）、刮板式、活塞式和旋叶式、转筒式、膜式（测气体用）。容积式流量计的工作原理是由两个具有相互滚动的进行接触（或不接触）旋转的特殊形状测量元件，以椭圆齿轮为例，就是两个相互啮合的齿轮，一个为主动轮，一个为从动轮。当物料进入时，主动轮由于受到压力的作用，带动从动轮工作，转子每旋转一周，就排出四个由转子与壳壁围成的初月形空腔的

流体体积。通过其与时间的关系，就可算出瞬时流量与累积流量。容积式流量计的主要优点是：计量精度高；安装直管段对计量精度影响不大；可用于高粘度场合；量程比较宽，一般在 5：1 至 10：1，特殊可达 30：1 或更大；可借助介质动力，无需外部能源，可直读，简单方便。缺点是：一般只适用于中小口径；价格较昂贵；由于受零件变形的影响，一般不适用于在高低温下使用，在-30~160℃；在容积式流量计的测量当中，要杜绝颗粒性杂质，所以一般情况下，流量计前要装过滤器，但可管路阻力会增大；而且要杜绝气液混合；由于间隙较小，检测元件易卡死，安全性较差。

电磁流量计是利用流体导电的特性来测量流体流量的。其特点是该仪表测量流体流量时，不受温度、压力、密度、粘度及流体组分的影响。由于管内无突出部分和可动部件，适合于对含有悬浮固体粒子的污水、煤浆的测量。特别适合于对腐蚀性介质的测量。量程范围宽，并能测量正反方向流体的流量。按照目前的技术，要求被测介质的电导率必需达到或超过 0.01u S/cm。

差压式流量计用途较为广泛，其中以节流式差压流量计最为普及。它的工作原理是：充满管道的流体，当它流经管道内的节流件时，流束将在节流件处形成局部收缩。此时流速增大静压降低，在节流件前后产生差压，流量愈大，差压愈大，因而可依据差压来衡量流量的大小。按结构形式来分，可分为标准孔板式、标准喷嘴式、经典文丘里管式、文丘里喷嘴式、1/4 圆孔板式、锥形入口孔板、圆缺孔

板、偏心孔板等。它的优缺点是：结构较为简单，性能稳定，使用期长，价格低廉；品种齐全，类型较多；重复性、精度尚属于一般，范围窄，一般为 3：1~4：1；压头损较大；安装要求较高，如需较长的直管段等。

涡轮式流量计是叶轮式流量计中的主要品种，还包括风速计与水表。它的原理是：当被测流体流过传感器时，在流体的作用下，叶轮受力旋转，转速与管道平均流速成正比，叶轮转动改变磁电转换器的磁阻值，检测线圈中的磁通发生周期性变化，产生周期性的感应电势，即脉冲信号，经放大器放大后，送至二次仪表进行显示。它的优点是：准确度高，可达 $\pm 0.25\% \sim \pm 0.5\%R$ ，精密度可达 $\pm 0.15\%R$ （液体）；重复性好；无零点飘移，抗干扰能力强；结构紧凑轻巧，安装维护方便，流通能力大；安全性好（叶轮发生故障被卡信，也不会断流）；缺点是：流体的特性（密度、粘度）的变化对注量计的影响较大，需采取补偿措施；仪表受流速分布和旋转流影响较大，故传感器的上下游必须保持必要的直管段；对介质的清洁度要求较高；DN50mm 以下流量计受物性影响较严重，难以保持优良的特性。

涡街流量计的工作原理是在流体中设置旋涡发生体，从而发生体两侧交替地产生有规则的旋涡，旋涡列在旋涡发生体下游非对称地排列，产生一定的频率，通过公式 $f = St \cdot v / (1 - 1.27d/D) \cdot d$ ，（ St 为斯特劳哈尔数，为无量纲数，与旋涡发生体及雷诺数有关； v 为流速； d 为发生体迎面宽度； D 为公称通径）即可得出流速。一般的来说，

涡街流量计输出信号（频率）不受流体物性和组分变化的影响，是指仪表系数仅与旋涡发生体形状和尺寸以及雷诺数有关。它的优点是：结构简单牢固，安装维护方便；适用多种类流体，液、气、蒸汽及部分混合相皆适用；精确度较高，一般达 $\pm 1\%R$ 左右；流量范围宽，可达10：1或20：1或更大；压头损失小；无零点飘移；价格相对便宜；缺点是：不适于低雷诺数 $Re < 20000$ 的情况，对高粘度、低流速、小口径的使用有限制；对环境的要求较高，应尽量杜绝有振动的场所，且上游侧需要有较长的直管段；仪表系数较低，口径愈大愈低。信号分辨率降低，故口径不宜过大，一般应用于DN25~DN300mm。

质量流量计是一种新型的流量测量仪表，它可以直接用于测量介质的质量流量、密度，具有测量精度高、量程比宽、稳定性好、维护量低等特点，在石化行业得到了广泛应用。分为科里奥利质量流量计与热式质量流量计。比较常用的是科里奥利质量流量计。它是基于希腊人科里奥利力原理制成的流量计。在传感器的外壳内有一对平行的测量管，该管在安装于管子端部的电磁驱动线圈作用下，做近似于音叉的振动。当流体通过两个平行的测量管时，会产生一个与流速方向横向的加速度及相应的科里奥利力，该力使测量管振荡而发生扭曲，这一扭曲现象称为科里奥利现象。测量管扭曲的大小是完全与流经测量管的质量流量的大小成正比的。质量流量计的特点是：具有很高的精度；所测的质量流量与流体的温度、压力、粘度、电导率和流动状态无关，但流体必须充满；应保证测量管无腐蚀与磨损及结垢，这都会影响测量准确度；零点飘移较大，且压头损失较大；忌液气混

合 ;传感器法兰前后必需加装具有足够强度的支架以避免管道振动干扰 ,引起测量误差。

其他还有超声波流量计等。

8.3 压力测量仪表

在化工生产中 ,压力往往是重要的操作参数之一。经常会遇到压和真空度的测量。测量压力的仪表通常可分为四大类 :液柱式压力计、弹性压力计、压力 (压差)变送器、活塞式压力计。

液柱式压力计是根据静力学原理 ,将被测压力转换为液柱高度进行测量的。按其结构形式的不同 ,有 U 形管压力计、单管压力计和斜管压力计等。它的特点是结构简单 ,使用方便 ,价格低廉。缺点是 :体积大 ,读数不便、玻璃管易碎、精度较低。它只限于测量低压或微压、压差和负压不大 ,要求不高 ,且环境不复杂的条件。液柱式压力计的工作液体通常选用汞、水、酒精。

弹性式压力表 :是将被测压力转换成弹性元件变形的位移进行测量的。按弹性元件的不同可分为弹簧管式、膜盒式、膜片式、波纹管式、板簧式。它的特点是结构简单 ,使用方便 ,价格低廉 ,若增设附加机构 (如记录机构、控制元件、电气转换装置)可制成压力记录本仪、电接点式压力表、压力控制报警器等。它主要用来测量真空度、压力、可以就地指示、远传集中控制、记录、报警或发信。若采用膜片式或隔膜式结构也尚可测量结晶及腐蚀性介质。

压力传感器是将被测压力转换成各种形式的电量进行测量的。按

其工作原理可分为电阻式、电容式、压阻式、电感式、压电式、霍而式等。输出信号根据不同形式可以是电阻、电流、电压和频率。由于其响应快、抗环境干扰能力强、耐腐蚀、精度高、压力和真空度范围宽、等到特点而成为压力检测仪表中的重要品种。它多用于压力信号的远传达室、发信或集中控制，如和显示、调节、记录仪表联合使用则可组成自调系统。广泛用于工业生产自动化和航空工业中。最常用的是电容式传感器：是利用检测电容的方法测量压力的，当被测压力或压差推动极板，使极板之间距离发生变化，从而使电容量发生变化，经变换电路将其转换成电流、电压或频率信号输出

活塞式压力计是将被测压力转换成活塞上所加平衡砝码的质量进行测量。按其形式可分为单活塞式、双活塞式两种。特点是测量精度高，但其测量精度受温度、重力加速度的影响，使用时需校正，并且结构较复杂。它一般作为标准的压力测量仪表来校验其他类型的压力计。

8.4 物位仪表

在化工生产中，常需要测量各种界面的高度，称其为物位测量。一般按其工作原理可分为直读式、差压式、浮力式、电学式、声学式、核辐射式等。

直读式玻璃液位计是一种基于连通器原理实现液位测量的最简单和最经济的液位计。玻璃液位计无需外界能源，安全

防爆。玻璃液位计有多种形式，最典型的为玻璃管液位计和玻璃板液位计。

浮球液位计：是一个金属或其他材料的浮球（一般材质为铜或不锈钢），在液位上下浮动时，球上下移动，通过支点，依靠杠杆原理，另一端的指针也发生旋转，就得出相应的数值。也可以利用一些装置将其转换成气动或电动信号进行远传。用于直接批示各种敞开或有压的液位高度，与玻璃管液位计相比，具有不怕破裂，读数清晰的优点，尤其是适用于对玻璃管壁有粘滞作用的油污液体介质。缺点是：精度等级不高，一般为 2.5 级；并且量程范围不大，对测高液位有限制。主要有浮球式（包括浮标式、浮球式液位计）、浮筒式液位计、磁性翻板式液位计等。

差压式液位计是利用差压的方法测量液位的，它是根据液柱的静压与液柱高度成正比的原理而工作的。主要有压力式液位计、差压式液位（或）界面计、吹气法压力液位计。差压式液位变送器是石化行业使用较广的方法。对有腐蚀、粘稠介质可采用法兰式（可带毛细管）差压变送器来测量。

电容式液位计是用于测量非导电介质液位的。它是由两根同轴金属套筒组成的，相互绝缘固定，构成一个同轴圆柱形电容器。当液体为零时，传感器二电极构成一电容器，以此时的电容量为 0，当液体上升时，一部分电极之间充以被测介质的电容量，因此电容量的变化与液体高度成正比，通过检测电容量即可检测出液位。

其他还有超声波液位计、音叉液位计、浮磁液位计、磁致伸缩式

液位计、射频导纳液位计、雷达液位计、放射性液位计等。

8.5 控制阀

调节阀接受调节器送来的信号，改变被调介质的流量，从而把被调参数维持在所需要的范围内。调节阀由执行机构和调节机构二部分组成。

在生产过程中，最常用的执行机构为气动执行机构和电动执行机构。在通常情况下，为了考虑防爆的要求，以选用气动执行机构为宜。气动执行机构是以压缩空气为动力的推动装置，其输出杆位移为直线式，如果通过曲柄等杠杆机构，则可转换成角位移式。气动执行机构按照其结构不同有气动薄膜式、活塞式和长行程式。

调节机构是直接改变调节介质流量的机构，是由阀体、阀芯、阀座、阀杆、和填料等组成。依照阀体结构形式的不同可分为单座阀、双座阀、角阀、三通阀、偏心旋转阀、蝶阀、球阀、快速切断阀、隔膜阀、阀体分离阀、低噪声阀、波纹管密封阀、低温控制阀和旋塞阀。

阀门定位器：它的功能是接受调节器的输出信号，然后以它的输出去控制气动执行机构，当气动执行器动作后，阀杆的位移又通过机械装置负反馈到阀门定位器，因此定位器与执行器组成了一个闭合回路。

8.6 自动化方案的制定

开环控制系统 :凡是系统输出信号对控制作用没有影响的系统开叫环控制系统。

闭环控制系统 :凡是系统输出信号对控制作用有直接影响的系统开叫环控制系统。

在化工生产中,确定什么样的比较正确的方案,才是最关键的。首先必须了解工艺的内容,熟悉工艺的参数,并且林确定各参数之间的关系,还需要配合其它专业及目前的现实情况,比如说:该地区的气候情况,水文情况,应达到的自动化的程度等。自动化替代的仅仅是人所无法承受的,或不能达到的高强度、高精度、复杂的工作,却不能完成不可能完成的任务。比如说升温,如果说加热的饱和蒸汽只有 2kgf/cm^2 ,那么即使加热阀门开到 100%,也不可能升到 150 。因为 2 公斤压力的蒸汽只有 120 ,而达到 150 至少需要 4.85kgf/cm^2 ,因此这对于阀门来说就是无法完成的任务。所以说,自动化对于化工生产来说,只是一个工具,却不能改变化学反应本身。他起到的作用,不过是为了降低劳动强度、提高产品精度、简化操场作步骤,以提高劳动生产率、降低生产成本。而生产工艺中的参数,必需考虑多种因素,多种情况,及生产中的各各细节,这就需要对生产工艺十分的了解,以及对化学参数认识较深,有扎实的基本功。不能仅凭对化学的了解或仅仅是自动化的了解,如不能二者有机结合,往往是事倍功半,弄巧成拙。

在确定方案时，必需知道介质的特性，如密度、状态、沸点、比热容、粘度、饱和蒸汽压等；还必需知道化学反应全过程的性质，如反应温度、反应时间、吸热或放热的多少等；另外还应该知道管道管径、材质、压力等级、温度等级，及公用工程中所能提供的水（或冷冻水）的温度与压力、蒸汽的温度与压力、介质在管道中运动的方向与温度、压力情况；还应该知道选用某些仪表它的性能，如压头损失、环境对它的影响等。

化工设计中常用概念

8.1 Re（雷诺准数）：是用以比较流体流动状态的一个无因次准数。1883年英国人雷诺提出：当粘性流体相对于几何形状相像的物体流动时，只要 v_l / ν 相同，流体的流动状态就相似。 v 表示流体的流速、 l 表示物体的线速度（如圆管的直径）、 ρ 表示流体的密度、 μ 表示流体的粘度。雷诺准数的大小表示流体流动状态的一个依据。它一般可分为层流、中间流、湍流。

层流又称滞流。它是指质点的运动迹线有条不紊的流动，在圆管中流体的雷诺准数小于 2300 时，为层流。

湍流又称紊流，是指质点的运动迹线极其紊乱而流线极易改变的流动。在圆管中流体的雷诺准数大于 10000 时，呈湍流现象。在湍流与层流中间时，为中间流。

8.2 粘度是动力粘度、运动粘度、和相对粘度的通称。

我们常把动力粘度称为粘度。定义为 $\eta = \tau / D$ 。其中 τ 为剪切应力； D 为垂直于流层的方向上的速度梯度。即流体流动的剪切应力除以流层方向的速度梯度。其中 SI 单位为帕斯卡·秒，化工技术中常用毫帕斯卡·秒。过去用的厘米克秒制单位为泊、厘泊。

运动粘度定义为 $\nu = \eta / \rho$ ，其中 η 为动力粘度； ρ 为其密度。即动力粘度除以流体的密度。SI 单位为米²/秒。化工单位常用毫米²/秒。

相对粘度它的定义是：流体的动力粘度与同温度下的水的动力粘度之比。为无量纲量。有时它也指高分子溶液的动力粘度与同温度下的纯溶剂的动力粘度之比。

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} (\text{帕斯卡} \cdot \text{秒}) = 10 \text{ P} (\text{达因} \cdot \text{秒}/\text{厘米}^2 = \text{泊}) = 1000 \text{ cP}$$

$$(\text{厘泊}) \quad 1 \text{ 牛顿} = 10^5 \text{ 达因}$$

$$\text{厘泊} = \text{厘沲} \cdot \text{密度} (\text{比重})$$

$$1 \text{ 沲} (\text{st}) = 100 \text{ 厘沲} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$1 \text{ 沲} (\text{st}) = 1 \text{ 厘米}^2/\text{秒} = 100 \text{ 毫米}^2/\text{秒}$$

8.3 流体输送的流动阻力计算

根据不可压缩流体的机械能量守恒定律。流体在泵的输送压头与管路损耗压头应该是一样的。

我们主要计算流体的阻力。通常，将阻力分解为两部分，一是直圆管内阻力，一是管件、阀门等和局部阻力。

$$R = R_r + R_l = \left\{ \left(1 + \frac{l_e}{d} \right) + \sum \xi \right\} \frac{\rho u^2}{2}$$

R -----局部阻力
 R_l -----局部阻力的当量长度
 l -----管线长度
 $\sum \xi$ -----部分局部阻力的阻力系数之和
 λ -----磨擦系数
 d -----管径

$R_r = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho u^2}{2}$ ，计算圆管的阻力，首先要求取磨擦系数，就必须计算雷诺数，再根据金属管的管壁粗糙度值，通过查磨擦系数-----粗糙度值-----雷诺数表，查取磨擦系数。

计算局部阻力，可按照当量长度法，即局部阻力相当于通过与其具有相同管径的某一长度的直管阻力这某一长度的直管则为当量长度。这样一来，就可用计算直管阻力的公式来计算局部阻力，即在计算管路阻力时，将管路中的直管长度及管件、阀门等的当量长度合并在一起作为管路总长度。

局部阻力还可以用阻力系数和动能的乘积来表示。

8.4 饱和蒸气压：是指在一定的温度下与液体或固体相互平衡的蒸气所具有的压力。如果液体是水，称水蒸气压。例如在 20 时，水的蒸气压是 2.4KPA (17.7 毫米汞柱)；乙醇的蒸气压是 5.9KPA (43.9 毫米汞柱)。某温度下的饱和蒸气压也代表该温度下的沸腾点。对于两种或两种以上的液体或固体混合，混合物的配比不同，则它的饱和蒸气压就不同。当液体溶有不挥发溶质时，在相同温度下，其蒸

气压较纯溶剂低，因此在相同压力下溶液的沸点比纯溶剂的沸点高。
当加热蒸气温度一定时，蒸发溶液时的传热温差就比蒸发纯溶剂的沸点高。