

ICS 25.040  
P 72  
备案号: J2234-2016



# 中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3005—2016  
代替 SH 3005—1999

---

## 石油化工自动化仪表选型设计规范

**Design specification for instrumentation selection  
in petrochemical industry**

2016-01-15 发布

2016-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 温度仪表	4
5.1 温度测量单位和量程	4
5.2 就地温度仪表	4
5.3 远传测量温度仪表	4
6 压力仪表	7
6.1 压力测量单位和量程	7
6.2 就地压力仪表	8
6.3 远传测量压力仪表	8
7 流量仪表	9
7.1 流量测量单位、量程和精确度	9
7.2 差压式流量计	10
7.3 转子流量计	12
7.4 速度式流量计	13
7.5 容积式流量计	14
7.6 质量流量计	14
7.7 固体流量计和流量开关	15
8 物位仪表	15
8.1 就地物位仪表	15
8.2 远传测量物位仪表	16
8.3 物位开关	18
9 过程分析仪	19
9.1 过程分析仪选型一般规定	19
9.2 气体分析仪	19
9.3 液体分析仪	22
10 控制阀	24
10.1 调节阀	24
10.2 自力式调节阀	30
10.3 开关阀	31

11 特殊测量仪表·····	34
11.1 称重仪·····	34
11.2 机组轴系测量仪表·····	34
附录 A（资料性附录）流量仪表选型参考表·····	35
附录 B（资料性附录）物位仪表选型参考表·····	36
参考文献·····	37
本规范用词说明·····	39
附：条文说明·····	41

## Contents

Foreword·····	V
1 Scope ·····	1
2 Normative references·····	1
3 Terms and definitions·····	1
4 General specification·····	2
5 Temperature instruments·····	4
5.1 Temperature measurement unit and span ·····	4
5.2 Local temperature instruments·····	4
5.3 Remote measurement temperature instruments·····	4
6 Pressure instruments·····	7
6.1 Pressure measurement unit and span·····	7
6.2 Local pressure instruments·····	8
6.3 Remote measurement pressure instruments·····	8
7 Flow instruments·····	9
7.1 Flow measurement unit,span and accuracy·····	9
7.2 Differential pressure flow instruments·····	10
7.3 Rotameter·····	12
7.4 Speed type flow instruments·····	13
7.5 Positive displacement type flow instruments·····	14
7.6 Mass flowmeters·····	14
7.7 Solid flowmeters and flow switches·····	15
8 Level instruments·····	15
8.1 Local level instruments·····	15
8.2 Remote measurement level instruments·····	16
8.3 Level switches·····	18
9 Process analyzers·····	19
9.1 General specification for process analyzers·····	19
9.2 Gas analyzers·····	19
9.3 Liquid analyzers·····	22
10 Control valves·····	24
10.1 Control valves·····	24
10.2 Self-regulating control valves·····	30
10.3 On-off valves·····	30

11	Special measurement instruments .....	34
11.1	Weigh instruments.....	34
11.2	Mechanical shaft vibration measurement instruments.....	34
Annex A (Informative)	Selection reference for flow instruments .....	35
Annex B (Informative)	Selection reference for level instruments.....	36
Bibliography.....		37
Explanation of wording in this specification.....		39
Add: Explanation of articles.....		41

## 前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2010 年第一批行业标准制修订计划》(工信厅科[2010]74 号)文的要求,规范编制组广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进规范,并在广泛征求意见的基础上,修订本规范。

本规范共分 11 章和 2 个附录(均为资料性附录)。

本规范的主要技术内容是:石油化工自动化仪表选型的设计原则和基本要求。

本规范是在 SH 3005—1999《石油化工自动化仪表选型设计规范》的基础上修订而成,修订的主要技术内容是:

- 取消了上一版第 8 章“显示调节仪表”、第 10 章“仪表盘”;
- 增加了第 11 章“特殊测量仪表”;
- 对各章内的仪表种类进行了大量补充和完善。

本规范由中国石油化工集团公司负责管理,由中国石油化工集团公司自控技术中心站负责日常管理,由中国石化工程建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送日常管理单位和主编单位。

本规范日常管理单位:中国石油化工集团公司自控技术中心站

通讯地址:上海市徐汇区中山南二路 1089 号徐汇苑大厦 12 楼

邮政编码:200030

电 话:021-64578936

传 真:021-64578936

本规范主编单位:中国石化工程建设有限公司

通讯地址:北京市朝阳区安慧北里安园 21 号

邮政编码:100101

本规范参编单位:中石化宁波工程有限公司

ABB(中国)有限公司

艾默生过程控制有限公司

本规范主要起草人员:林 融 黄步余 任 军 李宇辉 陈争荣 郭建勋 赵 霄 王同尧  
宋 燕

本规范主要审查人员:裴炳安 叶向东 丁兰蓉 王发兵 徐伟清 宋志远 孙 旭 任 泓  
林洪俊 刘 凤 陈学敏 郭章顺 李 江 王 笑 高 欣 张同科  
孙 军

本规范 1988 年首次发布,1999 年第 1 次修订,本次为第 2 次修订。

# 石油化工自动化仪表选型设计规范

## 1 范围

本规范规定了石油化工自动化仪表选型的设计原则和基本要求。

本规范适用于石油化工及以煤为原料制取燃料及化工产品工厂的新建、扩建和改建工程的自动化仪表选型设计。

本规范不适用于实验室分析仪器、维修车间仪器仪表和便携式仪器仪表。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 3100—1993 国际单位制及其应用

GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 4208—2008 外壳防护等级（IP代码）

GB 17167—2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 50160—2008 石油化工企业设计防火规范

GB 50493—2009 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范

GBZ 125—2009 含密封源仪表的放射卫生防护标准

TSG R0004—2009 固定式压力容器安全技术监察规程

GB/T 13283—2008 工业过程测量和控制用检测仪表和显示仪表精确度等级

GB/T 18603—2001 天然气计量系统技术要求

GB/T 2624.1—2006 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第1部分：一般原理和要求

GB/T 2624.2—2006 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第2部分：孔板

GB/T 2624.3—2006 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第3部分：喷嘴和文丘里喷嘴

GB/T 2624.4—2006 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第4部分：文丘里管

GB/T 4213—2008 气动调节阀

GB/T 13927—2008 工业阀门 压力试验

SH/T 3020—2013 石油化工仪表供气设计规范

SH/T 3174—2013 石油化工在线分析仪系统设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1

**测量范围 measuring range**

按规定精确度进行测量的由被测变量的两个值确定的区间。

### 3.2

**量程 span**

给定范围上限值与下限值之间的代数差。

3.3

**范围度 rangeability**

仪表或装置能被校准到规定的精确度等级内的最大量程与最小量程之比。又称为量程比。

3.4

**精确度 accuracy**

测量值与真值（实际值）之间的一致程度，表示测量误差大小，简称精度。

3.5

**精确度等级 accuracy class**

符合一定的计量要求，使引用误差或相对误差保持在规定极限以内的仪表的等别、级别。

3.6

**灵敏度 sensitivity**

仪表稳态时输出变化对输入变化的比值，表示仪表对被测参数变化的灵敏程度。也可以说是对被测参数变化输出的放大程度。

3.7

**分辨率 resolution**

仪表对测量值差异的分辨能力。仪表能检测到的、可确信的被测参数变化的最小值的真实程度。

3.8

**重复性 repeatability**

在相同测量条件下，对同一被测量进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

3.9

**线性度 linearity**

校准曲线接近规定直线时的吻合程度。

3.10

**死区 dead band**

仪表输入量的变化不会引起输出量有任何可察觉的变化的有限区间，又称仪表的不灵敏区。

3.11

**回差 hysteresis plus dead band**

同一输入信号上升和下降的两个行程值间的最大差值。

3.12

**阻塞流 choked flow**

不可压缩和可压缩流体在流过控制阀时所能达到的一种极限或最大流量的状态。无论何种流体，在固定的入口条件下，阻塞流可由增大压差不能进一步增大流量加以证实。

4 一般规定

4.1 仪表选型应根据工艺要求的操作条件、设计条件、精确度等级、工艺介质特性、检测点环境、配管材料等级规定及安全环保要求等因素确定，并满足工程项目对仪表选型的总体技术水平要求。仪表选型应安全可靠、技术先进、经济合理。

4.2 仪表选型在性能要求上应根据测量用途、测量范围、范围度、精确度、灵敏度、分辨率、重复性、线性度、可调比、死区、永久压损、输出信号特性、响应时间、控制系统要求、安全系统要求、防火要求、环保要求、节能要求、可靠性及经济性等因素来综合考虑。

4.3 设计选用的仪表应为经国家授权机构批准并取得制造许可证的合格产品，不得选用未经工业鉴定的研制仪表，除特殊要求外，仪表宜选用供货商的标准系列产品。

- 4.4 在爆炸危险区内应用的电子式仪表应取得国家授权防爆认证机构颁发的《产品防爆合格证》；计量仪表应取得国家授权机构颁发的《制造计量器具许可证》或《计量器具型式批准证书》；属于消防电子产品的火灾、可燃气体检测及报警等仪表应取得公安部消防产品合格评定中心颁发的《中国国家强制性产品认证证书》（即 CCCF 认证）或《产品型式认可证书》。
- 4.5 仪表的计量单位应符合 GB 3100—1993 标准规定的法定计量单位，也可符合 ISO 1000 标准规定的国际单位制（SI）。
- 4.6 测量与控制仪表应优先采用电子式。应首选测量与控制信号为 4mA~20mA DC 带 HART 协议的智能化现场仪表，其次可选用信号为 4mA~20mA DC 的非智能现场仪表，也可选用 FF、Profibus 等现场总线仪表和工业无线仪表。
- 4.7 当选用气动调节阀及特殊场合需采用气动测量与控制仪表时，传输信号应为 20kPa(G)~100kPa(G)。
- 4.8 特殊测量仪表应按相关标准或制造厂要求选型。
- 4.9 在爆炸危险场所安装的电子式仪表应根据防爆危险区划分选用本安型、隔爆型或无火花限能型等防爆型仪表，防爆设计应执行 GB 3836.1—2010 及其系列标准。
- 4.10 在现场安装的电子式仪表，防护等级不应低于 GB 4208—2008 标准规定的 IP65；在现场安装的气动仪表及就地仪表，防护等级不应低于 IP55；在仪表井、阀门井及水池内安装的仪表，防护等级应为 IP68。
- 4.11 不得选用石棉、汞等环保法规禁用的材料作为仪表的零部件及填充材料。
- 4.12 仪表的承受压力部件不得采用低熔点的材质，如铅、锌、铝及其合金；含有乙炔场合的仪表材质不应含铜及铜合金。
- 4.13 仪表的过程连接通径应符合配管材料等级规定。不应使用 1¼"、2½"、3½" 及 4" 以上的奇数通径。
- 4.14 除孔板法兰应最小使用 ASME CL300 等级之外，其余节流装置、流量计、调节阀等安装在管道上的在线仪表的过程连接等级应符合配管材料等级规定。
- 4.15 测量仪表的触液测量元件材质应最低选用 316SS。仪表的本体及过程接口材质应等于或高于配管材料等级规定要求的材质。
- 4.16 当配管材料等级规定标明按 NACE 要求时，则仪表触液材质应符合 NACE MR0103 标准。
- 4.17 SIS 的输入信号源应首选变送器。当要求选择开关型仪表时，其接点宜采用双刀双掷（DPDT）干接点型或 NAMUR 型。如果开关接点不支持 DPDT，应选用具有 2 个 SPDT 接点的仪表。所有开关型仪表的接点应采用密封结构。
- 4.18 用于 SIS 和 GDS 系统的变送器应具有自诊断功能。当变送器的故障被自诊断功能检测出来时，变送器应根据内置的故障选择开关的设定，将输出信号自动变为最高、最低或保持状态。仪表规格书中应规定变送器的故障输出模式。
- 4.19 用于 SIS 的变送器，宜不带就地显示表，其他用途的变送器宜带就地显示表。
- 4.20 智能变送器的选型，应符合下列规定：
- 当智能变送器的响应时间不能满足工艺过程对仪表的快速响应要求时，应放弃采用智能变送器而采用 4mA~20mA DC 常规变送器；
  - 当智能变送器的设置会使其安全性与可用性/可操作性发生矛盾时，应首先确保其安全性；
  - 智能变送器在故障时的最后输出信号值应使得工艺过程处于安全状态；
  - 智能变送器的内存储器应具有写保护功能。
- 4.21 当流量仪表用于精确计量时，除质量流量计之外的其他流量仪表应进行温度、压力或密度补偿。
- 4.22 安装在工艺管道上的温度计套管和插入式流量计应做振动频率及应力计算，并根据计算结果采取防冲折断措施。
- 4.23 在管道振动较强、介质高温或低温和位置难以靠近的工艺管线上安装的在线流量计应选用分体

式流量变送器。

4.24 安装在爆炸危险区域内现场仪表的接线盒应选用隔爆型（Exd）或增安型（Exe）；应首选低铜铝合金外壳，也可选用不锈钢或增强型聚酯外壳；接线盒应配有足够的接线端子和电气接口。

4.25 在执行本规范时，尚应符合国家、石化行业现行有关强制性标准的规定。

## 5 温度仪表

### 5.1 温度测量单位和量程

5.1.1 温度仪表的测量单位，应采用摄氏度（℃）。热力学温标单位开[尔文]（K）仅用于包含绝对温度的计算。

5.1.2 就地温度仪表的刻度/量程应采用线性直读式或数字显示。

5.1.3 温度仪表的操作温度，对于就地温度计应为刻度/量程的30%~70%；对于温度变送器，应为量程的10%~90%；

5.1.4 当操作温度不低于设计温度的30%时，仪表的量程应覆盖设计温度。

### 5.2 就地温度仪表

5.2.1 就地温度仪表宜选用万向型双金属温度计，温度测量范围宜为-80℃~500℃，满量程精确度不应低于±1.5%。

5.2.2 在工艺管道及设备有振动、介质低温、现场环境高温或需要远程指示等场合，宜选用带毛细管远传的壓力式温度计，温度测量范围宜为-200℃~700℃，满量程精确度不应低于±1.5%。毛细管的长度不应超过10m且应带有铠装层，毛细管材质应为不锈钢。

5.2.3 双金属温度计和壓力式温度计应配温度计套管（TW）。温度计套管的设计应符合5.3.11条规定。

5.2.4 双金属温度计和壓力式温度计的表盘直径宜为 $\phi$ 100mm；在照明条件较差、安装位置较高及观察距离较远的场合，宜选用 $\phi$ 150mm表盘。表盘外壳宜为不锈钢，面板宜为白底黑字，应带防爆玻璃。

5.2.5 当仅用于设备标定、临时测温等场合，宜选用温度计套管（TW）。温度计套管应配螺纹盖并带150mm长的不锈钢链。

5.2.6 当需要就地测量管道或设备表面温度时，可采用表面型双金属温度计或表面型壓力式温度计。

### 5.3 远传测量温度仪表

5.3.1 要求以4mA~20mA DC带HART协议、FF-H1、Profibus-PA等标准信号传输时，应选用测温元件配现场温度变送器。测温元件应选用热电偶（TC）或热电阻（RTD）。

5.3.2 除了三取二配置的测温元件外，用于安全联锁用途的测温元件应与其他用途的测温元件分开设置并应安装在不同的温度计套管中；用于安全联锁或关键控制的单检测点测温元件宜采用双支，且温度变送器宜选用双通道型或冗余配置。

5.3.3 要求以mV温度信号传输时，应选用热电偶配补偿导线并接入mV温度转换器、带TC转换安全栅或控制系统的mV信号输入卡；要求以电阻温度信号传输时，应选用热电阻并接入RTD温度转换器、带RTD转换安全栅或控制系统的RTD信号输入卡。

5.3.4 多路温度变送器宜用于温度指示和报警、温度计算和温度控制，但不得用于安全联锁。

5.3.5 多路温度转换器可用于温度指示和报警，但不得用于温度计算、温度控制和安全联锁。

5.3.6 温度测量精确度要求较高、反应速度较快、无振动场合，宜选用热电阻（RTD）。RTD应采用Pt100分度号，且应符合IEC 60751标准，测温范围和允差值应符合表5.3.9规定，RTD宜采用线圈式或绕线式，不得采用薄片式，RTD宜采用3线制。

5.3.7 温度测量范围大、有振动场合，宜选用热电偶。热电偶可选用K、N、E、J、T、S、R、B分度号，且应符合IEC 60584-1及IEC 60584-2标准，测温范围和允差值应符合表5.3.9规定。

5.3.8 热电偶的冷端温度补偿应在温度变送器上实现，当未设置温度变送器时，应在控制系统mV

信号输入卡（TC卡）上完成。热电偶与温度变送器或mV信号输入卡（TC卡）之间应配补偿电缆。

5.3.9 常用测温元件的分度号应按表5.3.9选用：

表 5.3.9 常用测温元件分度号选用表

测温元件名称	分度号	标准	测温范围 (常用) ℃	允差值(参考端温度为0℃)		
				允差级别	温度范围 ℃	允差值 ℃
热电阻	Pt100	IEC 60751	-200~650	A级(W0.15)	-100~450	$\pm(0.15+0.002 t )$
				B级(W0.3)	-196~660	$\pm(0.3+0.005 t )$
镍铬-镍硅热电偶 镍铬硅-镍硅热电偶	K N	IEC 60584-1 IEC 60584-2	0~1200	1级	-40~375 375~750	$\pm 1.5$ $\pm 0.004 t $
				2级	-40~333 333~1200	$\pm 2.5$ $\pm 0.0075 t $
				3级	-167~40 -200~-167	$\pm 2.5$ $\pm 0.015 t $
镍铬-铜镍(康铜) 热电偶	E		0~750	1级	-40~375 375~800	$\pm 1.5$ $\pm 0.004 t $
				2级	-40~333 333~900	$\pm 2.5$ $\pm 0.0075 t $
				3级	-167~40 -200~-167	$\pm 2.5$ $\pm 0.015 t $
铁-铜镍(康铜) 热电偶	J		0~600	1级	-40~375 375~750	$\pm 1.5$ $\pm 0.004 t $
				2级	-40~333 333~750	$\pm 2.5$ $\pm 0.0075 t $
铜-铜镍(康铜) 热电偶	T		-200~350	1级	-40~125 125~375	$\pm 0.5$ $\pm 0.004 t $
				2级	-40~133 133~375	$\pm 1$ $\pm 0.0075 t $
				3级	-67~40 -200~-67	$\pm 1$ $\pm 0.015 t $
铂铑10-铂热电偶 铂铑13-铂热电偶	S R		0~1300	1级	0~1100 1100~1600	$\pm 1$ $\pm [1+0.003(t-1100)]$
		2级		0~600 600~1600	$\pm 1.5$ $\pm 0.0025 t $	
铂铑30-铂铑6 热电偶	B	0~1600	2级	600~1700	$\pm 0.0025 t $	
			3级	600~800 800~1700	$\pm 4$ $\pm 0.005 t $	

注： $t$ 为被测温度， $|t|$ 为 $t$ 的绝对值。

5.3.10 测温元件的选型，应符合下列规定：

- 除非工艺对温度测量有特殊要求，测温元件应选用铠装型，热电偶宜选用非接地型；
- 除非工艺管道、设备已配温度计套管或在5.3.12条场合下，测温元件应配温度计套管；
- 测量管道或设备的外壁温度，应选用表面热电偶或表面热电阻；
- 当需要测量设备内的多点温度时，应选用多点测温元件；
- 用于安全连锁回路或关键控制回路的测温元件宜选用双支热电阻或双支热电偶；
- 用于测量加热炉、裂解炉、焚烧炉等炉膛或蒸汽锅炉内的温度时，应符合下列要求：

- 1) 在满足温度测量范围前提下, 应优先使用 K 型热电偶;
  - 2) 热电偶应配固定卡, 并带有膨胀圈, 保证在热应力作用下测温元件可以在炉内移动, 以保护热电偶焊接点;
  - 3) 测温元件材质的选择、安装方法等应符合工业炉制造厂要求;
  - 4) 测温元件的接线盒距离炉外壁不应小于 200mm;
  - g) 当工艺介质有腐蚀性时不宜选用 J 型热电偶;
  - h) 测温元件铠装护套的材质最低宜选用 316SS; 当介质最高温度介于 800℃~1000℃时宜选用 Inconel 合金, 介于 1000℃~1500℃时宜选用铂, 高于 1500℃时宜选用钽或钼;
  - i) 测温元件的绝缘材料宜选用氧化镁 (MgO), 也可选用氧化铝 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 或其他材料;
  - j) 单支及双支测温元件铠装护套的外径宜为  $\phi 6\text{mm}$ ; 多点 (支) 测温元件铠装护套的外径应符合制造厂要求。测温元件与温度计套管之间宜采用 1/2" NPT 螺纹连接;
  - k) 安装在爆炸危险区内的测温元件的接线盒应选用隔爆型 (Exd) 或增安型 (Exe); 配双支测温元件的接线盒宜配 6 个接线端子和 2 个电气接口。
- 5.3.11 温度计套管的选型, 应符合下列规定:
- a) 温度计套管应首选锥形单端整体钻孔型套管, 当介质温度、压力较低时, 也可选用二次成型厚壁套管;
  - b) 单支及双支测温元件温度计套管的过程连接法兰尺寸宜为 DN40(1.5"), 多点 (支) 测温元件温度计套管的过程连接尺寸宜为 DN80(3") 或 DN100(4");
  - c) 过程连接方式应首选法兰连接, 压力等级和法兰规格应符合配管材料等级规定。当配管材料等级规定不允许采用法兰连接时, 应采用承插焊连接。对用于非危险介质 (如: 水、空气、氮气等) 的低压管道 (CL150 或以下) 也可采用螺纹连接;
  - d) 温度计套管材质的选用应满足温度测量范围及防腐蚀、防磨蚀等要求, 最低应选用 316SS 并且不应低于设备或管道材质, 设计可按表 5.3.11 选择相应的材质:

表 5.3.11 温度计套管常用材质选择表

材 质	最高使用温度 ℃	适用 场 合
316 SS 不锈钢	800	一般腐蚀性介质及低温场合
15 铬钢及 12CrMoV 不锈钢	800	耐高压, 适用高压蒸汽
Cr25Ti 不锈钢、Cr25Si2 不锈钢	1000	高温钢适用于硝酸、磷酸等腐蚀性介质及磨损较强的场合
GH39 不锈钢	1200	耐高温
Inconel 600#合金钢	600~1200	加热炉、裂解炉、焚烧炉等炉膛, 高压氧气
耐高温工业陶瓷及氧化铝	1400~1800	耐高温, 但气密性差, 不耐压
莫来石刚玉及纯刚玉	1600	耐高温, 气密性耐温度聚变性好, 并有一定防腐性
蒙乃尔合金或哈氏合金	200	富氧气 (22%~100% O <sub>2</sub> )
蒙乃尔合金	200	氢氟酸
镍 Ni	200	浓碱 (纯碱、烧碱)
钛 Ti	150	湿氯气、浓硝酸
锆 Zr、铌 Nb、钽 Ta	120	耐腐蚀性能超过钛、蒙乃尔、哈氏合金
铅 Pb	常温	10%硝酸、80%硫酸、亚硫酸、磷酸

- e) 温度计套管的插入深度应保证测温元件的端点位于被测介质温度变化的灵敏区域。在管道内安装时，插入深度宜位于管道直径的 1/3 到 1/2 处，并且应至少插入管道内 50mm；在容器内安装时，插入深度距容器内壁宜至少 150mm，但对于带有搅拌器的容器插入深度可适当缩短；
  - f) 在工艺流体温度、压力、流速较高或管径较大场合，对温度计套管应依据 ASME PTC 19.3 TW 标准做振动频率及应力符合性计算，当振动频率及应力不符合该标准要求时，应对温度计套管的尺寸或材质进行调整以满足其要求；
  - g) 用于强腐蚀性介质的温度计套管应采用加厚管壁。用于 TC、RTD 及双金属温度计时，孔径不应小于  $\phi 6.5\text{mm}$ ；用于压力式温度计时，孔径不应小于  $\phi 10\text{mm}$ ；但当温度计管嘴内壁衬胶或带有防腐涂层时，其有效内径应大于温度计套管根部外径至少 2mm；
  - h) 测量流动的、含固体颗粒介质的温度时，应采用耐磨型温度计套管；
  - i) 法兰连接温度计套管应按照设计压力的 1.5 倍进行水压实验，并应符合 ASME B16.5 标准；
  - j) 测温元件与温度计套管之间宜带压紧弹簧。
- 5.3.12 下列场合测温元件不应使用温度计套管：
- a) 使用表面测温元件测量管道或设备的表面温度；
  - b) 测量压缩机、风机的轴承温度；
  - c) 测量电机的定子温度和轴承温度；
  - d) 特殊设计需要快速响应的测温元件。
- 5.3.13 温度变送器的选型，应符合下列规定：
- a) 温度变送器应首选二线制 4mA~20mA DC 带 HART 协议智能型，也可选用 FF-H1、Profibus-PA 等现场总线仪表和工业无线仪表；
  - b) 温度检测点环境温度不高于 60℃或安装位置不高于地坪 20m 的场合，宜选用一体型温度变送器；温度检测点环境温度高于 60℃或安装位置高于地坪 20m 的场合，宜选用分体型温度变送器；
  - c) 温度变送器可选单通道、双通道或多通道。当选择双通道或多通道时，各通道应能分别接入不同分度号的测温元件；
  - d) 安装在爆炸危险区内的温度变送器应选用隔爆型（Exd）、本安型（Exi）或 n 型（Exn）；
  - e) 温度变送器的读数精确度不应低于  $\pm 0.2\%$ ；
  - f) 温度变送器应具有量程、分度号可组态功能；
  - g) 温度变送器应具有输入/输出隔离、热电偶冷端补偿和输出信号线性化功能；
  - h) 温度变送器应具有热电偶烧脱（TC burnout）自动检测功能，当测温元件断偶、断线（开路）时，输出信号状态应能通过组态选择“超量程”或“欠量程”故障模式。
- 5.3.14 下列场合可使用温度开关代替温度变送器：
- a) 成套设备带的电加热器的温度开关；
  - b) 仪表柜、控制柜中安装的高温报警开关；
  - c) HVAC 中的温度控制系统。
- 5.3.15 温度开关接点应为密封型。在爆炸危险区内安装时，应选用防爆型。宜选用 DPDT 型干接点。

## 6 压力仪表

### 6.1 压力测量单位和量程

- 6.1.1 压力仪表应采用法定计量单位：帕（Pa）、千帕（kPa）和兆帕（MPa）。
- 6.1.2 压力仪表应配有超量程保护装置，用于真空测量的压力仪表应配有低量程保护。
- 6.1.3 测量稳定压力时，正常操作压力应为量程的 1/3~2/3。

6.1.4 测量脉冲压力时，正常操作压力应为量程的  $1/3 \sim 1/2$ 。

6.1.5 使用压力变送器测量压力时，操作压力宜为仪表校准量程的  $60\% \sim 80\%$ 。

## 6.2 就地压力仪表

6.2.1 一般介质的压力测量仪表的选型应符合如下规定：

- a) 操作压力在 40kPa 或以上时，宜选用弹簧管压力表（差压表）；
- b) 操作压力在 40kPa 以下时，宜选用膜盒压力表；
- c) 操作压力在  $-0.1\text{MPa} \sim 0\text{MPa}$ ，应选用弹簧管真空压力表；
- d) 操作压力在  $-500\text{Pa} \sim +500\text{Pa}$  时，应选用矩形膜盒微压计或微差压计。

6.2.2 用于特殊介质及特殊场合的压力表的选型应符合下列规定：

- a) 乙炔、氨及含氨介质的测量，应选用专用压力表；
- b) 氧气的测量，应选用氧气压力表；
- c) 硫化氢和含硫介质的测量，应选用抗硫压力表；
- d) 对于黏稠、易结晶、含有固体颗粒或强腐蚀性等介质，应选用隔膜压力表或膜片压力表，隔膜或膜片的材质，应根据测量介质的特性选择；
- e) 安装于振动场所或振动部位时，应选用耐振压力表。耐振方法可以采用表盘内充填充液和/或加阻尼器；
- f) 用于水蒸气及操作温度超过  $60^\circ\text{C}$  的工艺介质的压力表，应带冷凝圈或冷凝弯。

6.2.3 一般测量用的压力表、膜盒压力表及膜片压力表的精确度宜为 1.6 级。精密测量和校验用压力表的精确度宜为 0.5 级、0.2 级或 0.1 级。

6.2.4 压力表外形尺寸及规格的选择应符合下列规定：

- a) 在管道和设备上安装的压力表，如果视线良好，宜选用径向无边、 $\phi 100\text{mm}$  表盘；照明条件较差、安装位置较高及观察距离较远的场合，宜选用  $\phi 150\text{mm}$  表盘；
- b) 就地盘装压力表宜选用轴向带边、表盘直径宜为  $\phi 100\text{mm}$  或  $\phi 150\text{mm}$ ；
- c) 对于空气过滤减压阀和电气阀门定位器，宜选用表盘直径为  $\phi 50\text{mm}$ ；
- d) 压力表感压元件宜采用弹簧管、膜盒或膜片。元件材质最低应选用 316SS。海水工况下使用蒙耐尔（Monel）合金。在没有辅助设备情况下，能够承受满量程的 1.3 倍压力；
- e) 压力表表壳应为刚性，材质宜为低铜铝合金（铜含量不超过 8%）、不锈钢或增强型聚酯。压力表面板宜为白底黑字，应带防爆玻璃、排放孔或排放膜；
- f) 选用带填充液的压力表要考虑填充液不得与工艺介质发生反应，也不得造成催化剂中毒。在工艺介质中有氯，硝酸，过氧化氢等强氧化剂的场合，可使用氟碳润滑剂或卤烃等惰性液，不应使用甘油、硅树脂做填充液。

6.2.5 量程（刻度）超过  $6.9\text{MPa (G)}$  的压力表，应有泄压安全装置。量程（刻度）为  $6.9\text{MPa (G)}$  及以下的压力表，当工艺设计压力有可能超过压力表爆破压力时，压力表应带过压保护装置。

## 6.3 远传测量压力仪表

6.3.1 压力变送器和差压变送器宜选用二线制  $4\text{mA} \sim 20\text{mA DC}$  带 HART 协议智能型，也可选用 FF、Profibus-PA 等现场总线仪表和工业无线仪表。

6.3.2 在爆炸危险区域内，应选用隔爆型或本安型变送器。

6.3.3 对于测量微小压力、微小负压场合，宜选用差压变送器。

6.3.4 对黏稠、易结晶、含有固体颗粒或腐蚀性等介质，选用膜片密封式压力（差压）变送器，必要时应设置吹气、冲洗装置。

6.3.5 在下列场合可使用压力开关：

- a) 爆破膜报警；

- b) 水喷淋系统;
  - c) HVAC 控制系统;
  - d) 仪表箱/柜, 或建筑物内的正压压力低报警。
- 6.3.6 压力开关的接点应为密封型。在爆炸危险区内安装时, 应选用防爆型。宜选用 DPDT 型干接点。
- 6.3.7 当选用膜片密封带毛细管远传式压力(差压)变送器时, 毛细管应选用 316SS 不锈钢, 铠装层宜选用 300 系列不锈钢且长度不宜超过 15m。密封膜片的最低材质应为 316LSS。
- 6.3.8 所选择的填充液应符合 6.2.4 条 f) 项的规定, 膜片密封差压变送器两端的毛细管应具有同样的长度, 还应考虑下列因素:
- a) 工艺极限温度;
  - b) 填充液的温度范围;
  - c) 环境极限温度;
  - d) 毛细管的长度和内径对响应时间的影响。

## 7 流量仪表

### 7.1 流量测量单位、量程和精确度

#### 7.1.1 流量测量单位的选择应符合下列规定:

- a) 体积流量用:  $\text{m}^3/\text{h}$ 、 $\text{L}/\text{h}$ ;
- b) 质量流量用:  $\text{kg}/\text{h}$ 、 $\text{t}/\text{h}$ ;
- c) 标准状态下, 气体体积流量用:  $\text{Nm}^3/\text{h}$  (在  $0^\circ\text{C}$ ,  $0.101\ 325\text{MPa}$  下)。

#### 7.1.2 量程的选择及应用应符合下列规定:

- a) 方根量程范围:
  - 1) 满量程读数为 0~10 方根;
  - 2) 最大流量的量程读数不应超过 9.5;
  - 3) 正常流量的量程读数应为 6.0~8.5;
  - 4) 最小流量的量程读数不应小于 3;
- b) 线性量程范围:
  - 1) 满量程读数为 0~100%线性;
  - 2) 最大流量的量程读数不应超过 90%;
  - 3) 正常流量的量程读数应为 40%~70%;
  - 4) 最小流量的量程读数不应小于 10%;
- c) 方根或线性量程的选择应符合下列规定:
  - 1) 当选用差压式流量计测量气体、蒸汽流量时, 差压流量变送器宜选择方根量程, 开方运算及温度、压力补偿宜在控制系统或流量计算机内完成;
  - 2) 当选用差压式流量计测量液体流量时, 差压流量变送器宜选择线性量程, 开方运算宜在变送器内完成, 不需要温度和压力补偿;
  - 3) 当选用差压式流量计作为特殊应用时, 差压流量变送器应选择方根量程, 在控制系统内实现开方运算及温度、压力补偿。

#### 7.1.3 流量仪表精确度的选择应符合下列规定:

- a) 用作能源计量的流量计, 应符合 GB 17167—2006 的规定, 其精确度等级应符合表 7.1.3 的规定;
- b) 其他流量仪表精确度的选择应满足工艺专利商对装置过程控制、监测、计量及性能考核的要求。

表 7.1.3 对能源计量器具精确度等级的要求

计量器具名称	分类及用途		精确度等级 <sup>a</sup>	
各种衡器	进出用能单位燃料的静态计量		0.1	
	进出用能单位燃料的动态计量		0.5	
	用于车间（班组）、工艺过程技术经济分析的动态计量		0.5~2.0	
油流量仪表 （装置）	进出用能单位的液体能源计量		原油、成品油：0.5 重油、渣油：1.0	
	用于车间（班组）、重点用能设备及工艺过程控制计量		1.5	
	用于贸易结算计量		成品油：0.2	
			原油：0.2	
气体、蒸汽流量仪表 （装置）	进出用能单位的气体、蒸汽能源计量		煤气：2.0	
			天然气：2.0	
			蒸汽：2.5	
	用于贸易结算计量 <sup>b</sup>	流量 $\geq 50\,000\text{m}^3$	天然气：0.75	
		$5\,000\text{m}^3 \leq \text{流量} < 50\,000\text{m}^3$	天然气：1.0	
$500\text{m}^3 \leq \text{流量} < 5\,000\text{m}^3$		天然气：1.5		
水流量仪表 （装置）	进出用能单位的水量计量	$DN \leq 250$	2.5	
		$DN > 250$	1.5	
温度仪表	用于液态、气态能源计量的温度测量		2.0	
	与气体、蒸汽质量计算相关的温度测量		1.0	
压力仪表	用于液态、气态能源计量的压力测量		2.0	
	与气体、蒸汽质量计算相关的压力测量		1.0	
其他含能工质	（如压缩空气、氧、氮、氢等）		2.0	
<sup>a</sup> 表中所列的精确度等级应为测量回路的系统精确度等级。				
<sup>b</sup> 见 GB/T 18603—2001。				

## 7.2 差压式流量计

7.2.1 标准节流装置包括：孔板、喷嘴和文丘里喷嘴、文丘里管，其选型设计应符合 GB/T 2624.1—2006 ~ GB/T 2624.4—2006 系列标准，并符合下列规定：

### a) 标准孔板

- 1) 一般流体的流量测量，宜选用带手柄的同心、方边（直角）加斜边（ $45^\circ \pm 15^\circ$  角）孔板，当测量双向流体时，应选用全方边（直角）孔板；
- 2) 当  $50\text{mm} (2") \leq D \leq 300\text{mm} (12")$  时，宜采用法兰取压方式，且应同时符合下列条件：
  - $d \geq 12.5\text{mm}$ ；
  - $0.1 \leq \beta \leq 0.75$ ；
  - $Re_D \geq 5\,000$  且  $Re_D \geq 170\beta^2 D$ ；
- 3) 当  $350\text{mm} (14") \leq D \leq 1\,000\text{mm} (40")$  时，宜采用  $D$  和  $D/2$  径距取压方式，且应同时符合下列条件：
  - $d \geq 35\text{mm}$ ；
  - 当  $0.1 \leq \beta \leq 0.56$  时， $Re_D > 5\,000$ ；
  - 当  $\beta > 0.56$  时， $Re_D > 16\,000\beta^2$ 。

- 4) 孔板法兰应符合 ASME B16.36 标准, 压力等级最低应为 ASME CL300, 孔板的材质最低应为 316SS;
  - 5) 当孔板法兰的压力等级 $\leq$ CL600 时, 取压口连接尺寸应选 1/2" (或 DN15); 当孔板法兰的压力等级 $\geq$ CL900 时, 取压口连接尺寸应选 3/4" (或 DN20);
  - 6) 取压口连接类型宜为承插焊 (SW) 或英制锥管螺纹 (NPT);
- b) 喷嘴和文丘里喷嘴
- 1) 当被测介质为干净的流体、测量精确度要求不高且要求永久压损很低时, 宜选用喷嘴或文丘里喷嘴;
  - 2) 当选用喷嘴时, 应同时符合下列条件:
    - $50\text{mm} (2") \leq D \leq 500\text{mm} (20")$ ;
    - $0.3 \leq \beta \leq 0.8$ ;
    - 当  $0.3 \leq \beta < 0.44$  时,  $7 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$ ;
    - 当  $0.44 \leq \beta \leq 0.8$  时,  $2 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$ ;
  - 3) 当选用长径喷嘴时, 应同时符合下列条件:
    - $50\text{mm} \leq D \leq 630\text{mm}$ ;
    - $0.2 \leq \beta \leq 0.8$ ;
    - $10^4 \leq Re_D \leq 10^7$ ;
    - $Re_D/D \leq 3.2 \times 10^{-4}$  (在上游管道中);
  - 4) 当选用文丘里喷嘴时, 应同时符合下列条件:
    - $65\text{mm} \leq D \leq 500\text{mm}$ ;
    - $d \geq 50\text{mm}$ ;
    - $0.316 \leq \beta \leq 0.775$ ;
    - $1.5 \times 10^5 \leq Re_D \leq 2 \times 10^6$ ;
- c) 文丘里管
- 1) 当被测介质为干净的流体、测量精确度要求较高且要求永久压损很低时, 宜选用文丘里管;
  - 2) 当选用铸造收缩段经典文丘里管时, 应同时符合下列条件:
    - $100\text{mm} (4") \leq D \leq 800\text{mm} (32")$ ;
    - $0.3 \leq \beta \leq 0.75$ ;
    - $2 \times 10^5 \leq Re_D \leq 2 \times 10^6$ ;
    - 在上述条件下, 流出系数  $C=0.984$ ;
  - 3) 当选用机械加工收缩段经典文丘里管时, 应同时符合下列条件:
    - $50\text{mm} (2") \leq D \leq 250\text{mm} (10")$ ;
    - $0.4 \leq \beta \leq 0.75$ ;
    - $2 \times 10^5 \leq Re_D \leq 1 \times 10^6$ ;
    - 在上述条件下, 流出系数  $C=0.995$ ;
  - 4) 当选用粗焊铁板收缩段经典文丘里管时, 应同时符合下列条件:
    - $200\text{mm} (8") \leq D \leq 1\,200\text{mm} (48")$ ;
    - $0.4 \leq \beta \leq 0.7$ ;
    - $2 \times 10^5 \leq Re_D \leq 1 \times 10^6$ ;
    - 在上述条件下, 流出系数  $C=0.985$ 。

7.2.2 非标准节流装置包括: 限流孔板、偏心孔板、圆缺孔板、平衡流量计、内藏孔板差压变送器、楔形流量计、均速管流量计等, 其选型应符合制造厂标准, 且应符合下列规定:

- a) 限流孔板：仅用于工艺流体的限流、减压，不能用于流量测量；
- b) 偏心孔板：当管径大于  $DN100$  (4")，被测介质黏度低，且含有固体微粒，在孔板前后可能积存沉淀物时，可选用偏心孔板；
- c) 圆缺孔板：当管径大于  $DN100$  (4")、测量低黏度液体、含有气体或气体中含有凝液的介质、或液体中含有固体颗粒的介质时，可选用圆缺孔板；
- d) 平衡流量计：当被测介质为干净的气体、液体或蒸汽，雷诺数在  $200\sim 1\times 10^7$ ，要求测量精确度较高、范围度较大、直管段长度低时，可选用平衡流量计；
- e) 内藏孔板差压变送器：当测量无悬浮物的洁净气体、液体、蒸汽的微小流量，对测量精确度要求不高、范围度要求不大、管道通径  $DN\leq 40\text{mm}$  时，可选用内藏孔板差压变送器。当测量蒸汽时，蒸汽的最高温度不应大于  $120^\circ\text{C}$ 。内藏孔板差压变送器宜成套带直管段，直管段长度应符合制造厂标准；
- f) 楔形流量计：当测量高黏度、低雷诺数（最低至 500）的流体时，可选用楔形流量计；
- g) 均速管流量计：当测量洁净的气体，蒸汽和黏度小于  $0.3\text{Pa}\cdot\text{s}$  的洁净液体的流量，管道通径在  $DN100\sim DN2000$  范围内，要求永久压力损失低且测量精确度要求不高时，可选用均速管流量计；
- h) 用于流量测量的非标准节流装置应进行实流标定。

#### 7.2.3 与节流装置配套的差压变送器的量程选择，应符合下列规定：

- a) 差压变送器的量程宜从  $6\text{kPa}$ 、 $10\text{kPa}$ 、 $16\text{kPa}$ 、 $25\text{kPa}$ 、 $40\text{kPa}$ 、 $50\text{kPa}$  系列值中选取，在满足测量要求的前提下，对于液体介质测量应首选  $25\text{kPa}$ ；
- b) 当采用 1 套节流装置配差压变送器无法满足测量精确度或工艺对较大范围度的要求时，可采用 2 套或 3 套节流装置配差压变送器并联使用。

7.2.4 当 1 套节流装置需要配多套差压变送器时，宜在节流装置上开多对取压孔，但最多不得超过 4 对取压孔；当在节流装置上无法开多对取压孔时，也可采用并联多套导压管的取压方式。

### 7.3 转子流量计

7.3.1 当要求就地流量指示和/或带远传报警、测量，测量范围较小且对精确度要求不高时，宜选用转子流量计。转子流量计包括玻璃管转子流量计、金属管转子流量计、夹套型金属管转子流量计和吹洗转子流量计，其选型应符合下列一般规定：

- a) 转子流量计的通径宜为  $DN15\sim DN150$ （带内衬时宜为  $DN20\sim DN150$ ），压力等级宜为  $PN10$ 、 $PN20$  及  $PN50$ ；
- b) 用于就地指示的转子流量计精确度不宜低于 2.5 级，用于远传的转子流量计精确度不宜低于 1.5 级；
- c) 正常流量宜为满量程的  $60\%\sim 80\%$ ，工艺最小流量和最大流量应该在满量程的  $10\%$  和  $90\%$  之间；
- d) 转子流量计的本体材质应相等或高于管道材质，浮子的材质不应低于 316SS，也可根据工艺介质的腐蚀性采用蒙耐尔、哈氏 C 及钛等材质；
- e) 当被测介质内含有少量铁磁性物质时，应在转子流量计前加装磁过滤器；
- f) 当被测介质为气体、蒸汽或脉动液体时，转子流量计应配有阻尼机构；
- g) 转子流量计应垂直安装，流体自下而上流过。

#### 7.3.2 玻璃管转子流量计的选型应符合下列规定：

- a) 玻璃管转子流量计适用于小流量的洁净空气、惰性气体及水等介质，且最高操作压力应低于  $415\text{kPa}$  (G)、最高操作温度应低于  $90^\circ\text{C}$ ；
- b) 玻璃管转子流量计不得用于易燃、易爆、有毒、脏污及腐蚀性工艺介质；
- c) 玻璃管转子流量计的压力等级应为  $PN10$ 。

#### 7.3.3 金属管转子流量计的选型应符合下列规定：

- a) 金属管转子流量计适用于易燃、易爆、有毒、腐蚀性工艺介质内不含铁磁性、纤维及磨蚀性物质的流体的小流量测量;
  - b) 当测量强腐蚀性工艺介质时,锥形管可带 PTFE、PFA 等内衬,内衬材质宜与配管内衬材料等级相同。
- 7.3.4 夹套型金属管转子流量计的选型应符合下列规定:
- a) 当被测介质易冷凝、结晶或汽化时,可选用夹套型金属管转子流量计,夹套中通以加热或冷却介质;
  - b) 夹套型金属管转子流量计的最大通径宜为  $DN 80$ 。
- 7.3.5 吹洗转子流量计的选型应符合下列规定:
- a) 当测量液位、压力、差压及流量带吹洗要求时,宜选用吹洗转子流量计,且应成套带有流量调节针阀及稳压/恒流装置;
  - b) 吹洗转子流量计的最大通径宜为  $DN 25$ 。
- 7.4 速度式流量计
- 7.4.1 涡轮流量计的选型应符合下列规定:
- a) 对于洁净的气体或黏度不大于  $5\text{mPa}\cdot\text{s}$  的洁净液体的流量测量,当精确度要求高,范围度要求不大于  $10:1$  时,宜选用涡轮流量计;
  - b) 对于大管径流量测量,当要求压力损失小且精确度要求不高时,可选用插入式涡轮流量计;
  - c) 对于液体测量,涡轮流量计应水平安装并使液体充满管道。
- 7.4.2 涡街流量计的选型应符合下列规定:
- a) 对于单相、洁净、无脉动及无振动的流体,且雷诺数在  $1\times 10^4\sim 7\times 10^6$  之间、黏度小于  $20\text{mPa}\cdot\text{s}$ 、液体测量精确度要求不高于 1.0 级及气体和蒸汽测量精确度不高于 1.5 级时,宜选用涡街流量计;
  - b) 对于大管径的流量测量,当精确度要求不高时,可选用插入式涡街流量计;
  - c) 当配管不能满足直管段长度要求时,可选用旋进式涡街流量计;
  - d) 涡街流量计的传感器宜采用压电式或电容式,对于大口径测量,也可采用超声式;
  - e) 测量振动场合的流体流量应选用抗振型涡街流量计,其抗振强度不宜低于  $2g$ 。
- 7.4.3 电磁流量计的选型应符合下列规定:
- a) 电磁流量计适用于测量电导率不低于  $5\mu\text{s}/\text{cm}$  的导电介质,包括碱液、盐液、氨水、纸浆、渣液、矿浆、水煤浆等,以及除脱盐水和凝液之外的水和其他水溶液;
  - b) 电磁流量计可用于测量强腐蚀、脏污、黏稠和含气体的液体,也可测量双向流体;
  - c) 对于无磨蚀性介质的流速范围宜为  $0.5\text{m}/\text{s}\sim 10\text{m}/\text{s}$ ,有磨蚀性介质的最大流速应小于  $3.5\text{m}/\text{s}$ ;
  - d) 电极材质应根据被测介质的腐蚀性选择 316LSS、哈氏 C、铂、钛、钽等合金;
  - e) 衬里材质应根据被测介质的腐蚀性及温度选择 PFA、PTFE、ETFE、聚氨酯、氯丁橡胶、天然橡胶及工业陶瓷等绝缘材料;
  - f) 电磁流量计应良好接地,对于金属管道应采用内置接地电极接地,对于非金属管道或带内衬的金属管道宜采用接地环接地;
  - g) 用电磁流量计测量流量时,应使液体充满管道,以保证电极浸入液体。
- 7.4.4 超声波流量计的选型应符合下列规定:
- a) 超声波流量计适用于可导声的流体,特别适合于大口径管道、非导电性及强腐蚀性、放射性等恶劣工况的流量测量;
  - b) 对于洁净流体宜采用时差法测量,对于液体中含固体颗粒或气泡的流体宜采用多谱勒法测量;
  - c) 对于贸易计量、大范围度及低雷诺数流体的测量应采用多声道(多于 2 声道)超声波流量计;
  - d) 管道夹持式超声波流量计仅用于低精确度、非关键性流体测量。

7.4.5 靶式流量计的选型应符合下列规定：

- a) 对于黏度较高或含少量固体颗粒的液体流量测量，当要求精确度不高于 1.0 级、范围度不大于 10:1 时，可选用靶式流量计；
- b) 靶式流量计应安装在水平管道上。

7.4.6 水表的选型应符合下列规定：

- a) 就地累积水的流量测量，可选用旋翼式水表；
- b) 当需要远传测量时，可选用带输出信号的水表。

7.5 容积式流量计

7.5.1 容积式流量计（又称正位移流量计），包括：椭圆齿轮流量计、双转子流量计、腰轮流量计、刮板流量计等，其选型应符合下列一般规定：

- a) 容积式流量计适用于测量黏度较高、低速、清洁、无气泡液体的贸易计量或高精度计量；
- b) 容积式流量计的精确度可根据需要选用计量级（0.2 级）和控制级（0.5 级）；
- c) 用于贸易计量及高精度计量时，容积式流量计应带有温度补偿；
- d) 容积式流量计不适用于液体流速高、差压大、有强烈波动及禁用润滑剂的场合；
- e) 本体材质宜与管道材质相同，内件材质宜采用表面硬化处理的不锈钢，用于测量有毒液体时，转子应采用磁性轴承；
- f) 当介质含有少量气体时，上游应带有脱气器；当介质含有少量固体颗粒时，上游应带有过滤器以保证固体颗粒直径小于 100 $\mu\text{m}$ ；当流体流速过高或变化过快时，应采用整流器；
- g) 容积式流量计的最大压损应符合工艺允许最大压降；
- h) 容积式流量计应安装在水平管道上并应使流体充满管道。

7.5.2 椭圆齿轮流量计和双转子流量计的选型应符合下列规定：

- a) 对于洁净的、黏度较高的液体，要求贸易计量或高精度计量时，可选用椭圆齿轮流量计和双转子流量计；对于微小流量计量，可选用微型椭圆齿轮流量计和微型双转子流量计；
- b) 椭圆齿轮流量计宜用于介质黏度为 0.5mPa·s~3 000mPa·s 的场合；
- c) 双转子流量计宜用于介质黏度为 0.3mPa·s~50 000mPa·s 的场合。

7.5.3 腰轮流量计的选型应符合下列规定：

- a) 对于洁净的气体或液体，有润滑性、黏度较高的油品，要求贸易计量或高精度计量时，可选用腰轮流量计；
- b) 腰轮流量计宜用于介质黏度为 3mPa·s~150mPa·s 的场合。

7.5.4 刮板流量计的选型应符合下列规定：

- a) 对于各种油品的贸易计量或高精度计量，可选用刮板流量计；
- b) 刮板流量计宜用于介质黏度为 0.6mPa·s~500mPa·s 的场合。

7.6 质量流量计

7.6.1 质量流量计宜选用科里奥利质量流量计和热式质量流量计。

7.6.2 科里奥利质量流量计的选型应符合下列规定：

- a) 科里奥利质量流量计宜用于液体、高密度气体、浆料及多相流体的贸易计量或高精度计量，可同时输出质量流量、密度及温度值；
- b) 科里奥利质量流量计可测双向流体和微小流量；
- c) 科里奥利质量流量计可根据需要选用计量级（0.2 级）和控制级（0.5 级）；
- d) 在测量易结晶、冷凝、凝固的流体时，宜选用带蒸汽夹套伴热的科里奥利流量计；
- e) 科里奥利质量流量计的最大压损应符合工艺允许最大压降；
- f) 科里奥利质量流量计一般不需要温度、压力及密度补偿，也不需要直管段。

7.6.3 热式质量流量计的选型应符合下列规定：

- a) 热式质量流量计适用于低密度（小分子量）、单组分或固定比例混合、洁净的气体测量；
- b) 热式质量流量计不适用于多相流体及双向流体的测量；
- c) 热式质量流量计需要较大的直管段长度，制造厂应提供所需的直管段长度要求。

#### 7.7 固体流量计和流量开关

7.7.1 固体流量计宜选用冲量式流量计和皮带秤。

7.7.2 冲量式流量计的选型应符合下列规定：

- a) 冲量式流量计适用于在封闭管道内的粉料、粒料及块状固体流量的测量；
- b) 冲量式流量计的安装，应确保物料自由落体下落，不得有任何外加力作用于被测物料上。

7.7.3 皮带秤可分为电子皮带秤与核子皮带秤，其选型应符合下列规定：

- a) 电子皮带秤宜选用全密封型电阻应变式称重传感器；
- b) 核子皮带秤应符合 GBZ 125—2009 规定的放射卫生防护要求。

7.7.4 需要测量管道中是否有流量时宜选用流量开关。

7.7.5 流量开关宜用于下列场合：

- a) 淋浴器或洗眼器的流量指示开关；
- b) HVAC 控制系统；
- c) 消防水喷淋系统。

### 8 物位仪表

#### 8.1 就地物位仪表

8.1.1 就地物位仪表包括玻璃板液位计和磁浮子液位计，选型应符合下列一般规定：

- a) 就地液面或界面指示应选用玻璃板液位计或磁浮子液位计；
- b) 就地液位计的量程应覆盖整个液位测量范围并包括高低报警点和联锁点，当单台就地液位计无法覆盖整个液位范围时，可使用多台液位计串联，多台液位计的可视重叠区应至少为 50mm；
- c) 为了减少设备开口，可使用旁通管，旁通管尺寸宜为 DN80；
- d) 对于在环境温度下易冻、易凝固、易结晶的介质，应选用带蒸汽伴热夹套式并带保温罩；
- e) 当介质操作温度  $\geq 150^{\circ}\text{C}$  时，应带高温防护罩；
- f) 当介质操作温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  或易造成结霜时，应选用防霜式并带防冻罩。

8.1.2 玻璃板液位计的选型应符合下列规定：

- a) 对于洁净、透明、低黏度和无沉积物介质的液位指示应选用反射式；对于界面指示、重质油品及高黏度、操作温度  $150^{\circ}\text{C}$  以上的凝液、含固体颗粒、脏污、酸、碱等场合，应选用透光式；当介质较黏稠、脏污或安装场合光线不足时，透光式应带照明；
- b) 反射式最低压力等级应达到 PN100@ $315^{\circ}\text{C}$ ，透光式最低压力等级应达到 PN50@ $315^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 单台玻璃板液位计的最大长度不应大于 2 000mm，当测量范围大于 2 000mm 时，可采用几台玻璃板液位计上下串联重叠安装。设备开口法兰间距宜采用：500mm、800mm、1 100mm、1 400mm、1 700mm、2 000mm 系列值，也可采用步进尺寸为 100mm 的整数值。单台玻璃板液位计在设备或旁通管上的开口尺寸宜为 DN20~DN50；
- d) 玻璃板液位计在连接仪表侧(上、下两个)应使用 DN20 锥形阀，该阀采用可拆卸阀座，配有钢球自封装置及 OS&Y 型手轮。通常放空、排污尺寸为 DN15，并加堵头。设计中应保证不使用旁通管的情况下可以调试仪表；
- e) 当玻璃板液位计用在腐蚀性介质，玻璃板应配云母层；
- f) 玻璃材料选用硼硅酸盐可用于  $350^{\circ}\text{C}$  及以下，选用水合硅酸铝可用于  $315^{\circ}\text{C}\sim 398^{\circ}\text{C}$ ，选用石英可用于  $398^{\circ}\text{C}$  以上，也可根据制造厂标准选用，玻璃板应带金属保护；

- g) 玻璃板液位计出厂之前要进行 1.5 倍设计压力的水压测试;
- h) 当介质温度超过 200℃时, 单台玻璃板液位计的长度不得超过 1 400mm 且玻璃板不得超过 3 节。

### 8.1.3 磁浮子液位计的选型应符合下列规定:

- a) 对于高压、低温 (温度  $< -45^{\circ}\text{C}$ ) 或有毒性介质的场合, 宜选用磁浮子液位计;
- b) 对于测量液位介质密度小于  $400\text{kg}/\text{m}^3$ 、测量界面介质密度差小于  $150\text{kg}/\text{m}^3$ 、介质黏度高于  $600\text{mPa}\cdot\text{s}$ 、介质温度高于  $350^{\circ}\text{C}$  的场合, 不宜选用磁浮子液位计;
- c) 法兰中心线高度不应大于 4 500mm。法兰中心线的距离宜以 100mm 为步进单位, 应选用侧-侧连接方式, 长度小于等于 3 000mm 的法兰尺寸宜为  $DN\ 50$ , 长度大于 3 000mm 的法兰尺寸宜为  $DN\ 80$ 。法兰压力等级应符合配管和设备规定。放空、排污尺寸宜为  $DN\ 15$ 。

## 8.2 远传测量物位仪表

### 8.2.1 差压液位变送器的选型应符合下列规定:

- a) 液位测量宜选用差压液位变送器, 对于界面测量, 可选用差压液位变送器, 但应确保上部液面始终高于上部取压口;
- b) 对于量程 (差压) 小于 5kPa、密度变化超过设计值  $\pm 5\%$  时, 不宜选用差压液位变送器;
- c) 对于含易燃易爆、有毒性、气相在环境温度下易冷凝等场合, 宜选用毛细管远传双法兰差压液位变送器, 两根毛细管长度宜相同;
- d) 对于腐蚀性、较黏稠、易气化、含悬浮物等液体, 宜选用平法兰式差压液位变送器;
- e) 对于易结晶、易沉淀、高黏度、易结焦、易聚合等液体, 宜选用插入式法兰差压液位变送器;
- f) 对于易结晶、易沉淀、高黏度、易结焦、易聚合等液体, 当精确度要求不高时, 可采用吹气或冲液法配合差压变送器测量液位, 但吹气或冲液介质不得与工艺介质发生有害作用;
- g) 对于在环境温度下, 气相可能冷凝, 液相可能汽化, 容器内为高温、高压, 当采用普通差压变送器测量液位时, 应根据工况分别设置冷凝容器、隔离容器、平衡容器等;
- h) 当用差压液位变送器测量锅炉汽包液位时, 应采用温度补偿型双室平衡容器;
- i) 差压液位变送器应带迁移功能, 迁移量应至少为量程上限的 100%, 其正、负迁移量应在选择仪表量程时确定。

### 8.2.2 浮筒液位计的选型应符合下列规定:

- a) 对于测量范围在 2 000mm 或以内, 比密度为 0.5~1.5 的液位连续测量或位式测量; 比密度差为 0.2 或以上的界面连续测量或位式测量, 宜选用浮筒液位计或开关;
- b) 对于真空、负压或液体易气化的液位或界面测量, 宜选用浮筒液位计或开关;
- c) 对于清洁液体, 宜选用外浮筒式液位计, 采用“侧-侧”法兰连接型, 法兰尺寸宜为  $DN\ 50$ , 表头可旋转, 法兰-法兰中心距宜为 350mm、500mm、800mm、1 100mm、1 400mm、1 700mm、2 000mm 系列值, 也可采用步进尺寸为 100mm 的整数, 浮筒式液位开关可采用 350mm 或 500mm;
- d) 对于易凝结、易结晶、强腐蚀性、有毒性的介质, 应选用内浮筒式液位计;
- e) 当内浮筒式液位计用于被测液体扰动较大的场合时, 应加装防扰动管;
- f) 被测介质最高温度高于  $200^{\circ}\text{C}$  时, 浮筒液位计应带散热片; 最低温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时应带延伸管;
- g) 外浮筒液位计应带有排污阀, 排污阀应为  $DN\ 15$ 。

### 8.2.3 电容物位计的选型应符合下列规定:

- a) 对于腐蚀性液体、沉淀性流体以及其他工艺介质的液位连续测量和位式测量, 可选用电容物位计或开关;
- b) 对于易粘附电极的导电液体, 不宜采用电容物位计;
- c) 电容物位计应具有抗电磁干扰措施;

- d) 电容物位开关宜采用水平安装；连续测量的电容物位计宜采用垂直安装。
- 8.2.4 射频导纳物位计的选型应符合下列规定：
- 对于腐蚀性液体、沉淀性流体、干或湿的固体粉料的物位连续测量和位式测量，宜选用射频导纳液位计或开关；
  - 用于界面测量时，两种液体的电气性能（介电常数等）应符合产品的技术要求；
  - 对于非导电性液体，应采用裸极探头；对于导电性液体，应采用绝缘管式或绝缘护套式探头；
  - 射频导纳物位计易受电磁干扰的影响，应采取抗电磁干扰措施。
- 8.2.5 超声波物位计的选型应符合下列规定：
- 对于腐蚀性、高黏性、易燃性及有毒性的液体的液位、液-液分界面、固-液分界面的连续测量和位式测量，宜选用超声波物位计或开关；
  - 超声波物位计适用于能充分反射声波且传播声波的介质；
  - 超声波物位计不得用于真空场合，不宜用于含蒸汽、气泡、悬浮物的液体和含固体颗粒物的液体，也不宜用于含粉尘的固体粉料和颗粒度大于 5mm 的粒料；
  - 内部存在影响声波传播的障碍物的工艺设备，不宜采用超声波物位计；
  - 检测器和转换器之间的连接电缆，应采取抗电磁干扰措施。
- 8.2.6 雷达物位计的选型应符合下列规定：
- 对于大型固定顶罐、浮顶罐、球形罐中储存原油、成品油、沥青、液化烃、液化石油气、液化天然气、可燃液体及其他介质的液位连续测量或计量，宜选用非接触式雷达物位计，也可选用导波式雷达物位计；
  - 对于储罐或容器内具有泡沫、水蒸气、沸腾、喷溅、湍流、低介电常数（1.4~2.5）、带有搅拌器或有旋流介质的液位或界面的连续测量或计量，宜选用导波式雷达物位计；
  - 应根据测量精确度要求选用控制级或计量级雷达物位计，用于液体介质的控制级满量程精确度不宜低于 $\pm 0.5\%$ ，计量级精确度不宜低于 $\pm 3\text{ mm}$ ；用于固体介质的测量精确度不宜低于 $\pm 25\text{ mm}$ ；
  - 雷达物位计宜选用 24V DC 或 220V AC 外供电型，变送器输出信号宜为 4mA~20mA 带 HART 协议或总线信号；
  - 非接触式雷达物位计的天线（平面式、抛物面式、喇叭式、杆式）和导波式雷达物位计的导波杆（缆）的结构形式及材质的选型应根据储罐类型、介质特性、测量范围、测量精度、储罐内温度及压力等因素综合确定；
  - 对于被测介质的液位或界面波动较大、干扰因素大、低介电常数（1.4~2.5）等场合，应选装导波管（防扰管）；
  - 用于罐区储罐的雷达物位计宜带有罐旁指示表；
  - 用于精确计量的导波式雷达物位计宜带有多点平均温度计；
  - 压力储罐上安装的雷达物位计一次仪表与设备法兰之间宜设维修切断球阀；
  - 对于内部有影响微波传播的障碍物的储罐或介电常数低于 1.4 的介质不得选用雷达物位计；
  - 对于储罐的界面测量，不得选用非接触式雷达物位计。
- 8.2.7 伺服液位计的选型应符合下列规定：
- 对于大型固定顶罐、浮顶罐、球形罐中储存原油、成品油、液化烃、液化石油气、液化天然气、可燃液体及其他介质的液位连续测量或计量，宜选用带有导向管的伺服液位计；
  - 应根据测量精确度要求选用控制级或计量级伺服液位计，控制级精确度不宜低于 $\pm 5\text{ mm}$ ；计量级精确度不宜低于 $\pm 3\text{ mm}$ ；
  - 伺服液位计宜选用 220V AC 外供电型，变送器输出信号宜为 4mA~20mA 带 HART 协议；
  - 用于罐区储罐的伺服液位计宜带有罐旁指示表及标定腔；

- e) 压力储罐上安装的伺服液位计宜在缩径腔和一次仪表之间设维修切断球阀；
  - f) 对于黏度高的介质不应选伺服液位计。
- 8.2.8 磁致伸缩液位计的选型应符合下列规定：
- a) 磁致伸缩液位计适合于常压或有压容器，介质比密度 $\geq 0.7$ ，干净的非结晶介质，且要求测量精确度较高场合的液位或界面测量；
  - b) 磁致伸缩液位计宜选用 220V AC 外供电型，变送器输出信号宜为 4mA~20mA 带 HART 协议；
  - c) 磁致伸缩液位计不宜用于介质黏度高于 600mPa·s、操作温度高于 350℃ 的场合；
  - d) 磁致伸缩液位计可带有多点温度计。
- 8.2.9 静压式液位计的选型应符合下列规定：
- a) 对于水池、水井及常压水罐的液位测量，宜选用静压式液位计；
  - b) 静压探头和延伸电缆应在水池、水井及常压水罐的底部固定；
  - c) 静压探头应具有防腐蚀及防脏物粘附措施。
- 8.2.10 放射性物位计的选型应符合下列规定：
- a) 对于高温、高压、高黏度、易结晶、易结焦、强腐蚀、易爆炸、有毒性或低温等液位和粉料、粒料等固体料位的非接触式连续测量，当其他液位仪表不能使用时，宜选用放射性物位计；
  - b) 放射源的强度应根据测量和安全性要求进行选择。现场的射线剂量当量应符合 GBZ 125—2009 标准规定的 1 级防护要求，放射源类型宜选用铯 137 (Cs137)，也可选用钴 60 (Co60)；
  - c) 放射源的种类，应根据测量要求和被测对象特点、容器材质及壁厚等因素进行选择；
  - d) 为避免由于放射源衰变而引起的测量误差，提高运行的稳定性和减少校验次数，测量仪表应有衰变补偿功能；
  - e) 放射性物位计的放射源和探测器宜选用下列组合：
    - 1) 点型放射源和棒型（或缆型）探测器；
    - 2) 棒型放射源和点型探测器；
    - 3) 棒型放射源和棒型（或缆型）探测器；
  - f) 放射源应考虑防火，并装在专用容器内，专用容器外壳材质最低为 316SS。放射源应有隔离射线装置；
  - g) 放射源宜带有遥控气动或电动源闸，当气源、电源或遥控线路故障时，源闸应能自动关闭。
- 8.3 物位开关
- 8.3.1 物位开关适用于下列场合：
- a) 公用工程的报警信号，如冷却水，泵密封，润滑油等；
  - b) 仅用于报警的工艺场合；
  - c) 当储罐及容器上已设有其他连续物位测量仪表时，可选用物位开关作为报警及联锁。
- 8.3.2 浮球式物位开关的选型应符合下列规定：
- a) 对于储存清洁液体的储罐及容器的液位、界面报警及联锁，宜选用浮球式物位开关；
  - b) 当浮球式物位开关用于测量界面时，两种液体的比密度应恒定，且比密度差应大于 0.2。
- 8.3.3 音叉式物位开关的选型应符合下列规定：
- a) 对于无振动或振动小的料仓、料斗内的粒状、粉状物料的料位报警及联锁，宜选用音叉物位开关；
  - b) 对于储罐内物料对音叉无粘连的液位报警及联锁，宜选用音叉物位开关。
- 8.3.4 旋桨式物位开关的选型应符合下列规定：
- a) 承压小、无脉动压力的料仓、料斗，比密度大于 0.2 的颗粒状、粉粒状以及片状物料料位的报警及联锁，宜选用旋桨式料位开关；

- b) 旋桨的尺寸应根据物料的比密度及容器的管口尺寸选取。
- 8.3.5 超声波物位开关的选型应符合下列规定：
  - a) 对于碳钢储罐及容器的液位测量，宜选用外贴-非接触式超声波物位开关；
  - b) 对于不锈钢、合金钢及碳钢带内衬的储罐及容器的液位测量，可选用接触式超声波物位开关。
- 8.3.6 放射性物位开关的选型应符合下列规定：
  - a) 放射性物位开关的选型应符合 8.2.10 条除 e) 项之外的规定；
  - b) 放射源宜选用点型放射源，探测器宜选用棒型（或缆型）探测器。

## 9 过程分析仪

### 9.1 过程分析仪选型一般规定

- 9.1.1 本规范适用于石油化工在线过程分析仪的选型，不适用于便携式和实验室用分析仪。
- 9.1.2 过程分析仪的分析原理选择，测量范围、精确度、灵敏度、分辨率、重复性、线性度、死区及响应时间等技术指标，应满足工艺过程对介质成分或特性分析的要求，且技术先进，性能稳定、可靠，操作、维护简便。
- 9.1.3 过程分析仪的选型还应包括采样及样品处理系统、现场分析小屋或分析柜及过程分析仪管理系统等配套系统，其设计要求应符合 SH/T 3174—2013 规范。
- 9.1.4 含有易燃、易爆、有毒、腐蚀性介质的分析样品不得任意排放，排放系统设计应满足工厂对健康、安全和环保要求。
- 9.1.5 用于安全连锁的过程分析仪输出信号应为 4mA~20mA DC 或干接点；用于过程控制的过程分析仪输出信号应为 4mA~20mA DC；用于过程监测的过程分析仪输出信号宜为 4mA~20mA DC 或 MODBUS RTU、以太网 TCP/IP 等通信接口。
- 9.1.6 用于安全连锁和控制回路的过程分析仪的分析滞后时间应满足连锁和控制对分析时间的要求。
- 9.1.7 气体过程分析仪的常用浓度单位应符合下列规定：
  - a) 摩尔分数：% (% mol)、 $10^{-6}$  (ppm mol)、 $10^{-9}$  (ppb mol)；
  - b) 体积分数：% (% vol)、 $10^{-6}$  (ppm vol)、 $10^{-9}$  (ppb vol)；
  - c) 质量浓度：kg/m<sup>3</sup>、g/m<sup>3</sup>、mg/m<sup>3</sup>；
  - d) 质量分数：% (% Wt)、 $10^{-6}$  (ppm Wt)、 $10^{-9}$  (ppb Wt)。
- 9.1.8 液体过程分析仪的常用浓度单位应符合下列规定：
  - a) 物质的量浓度（摩尔浓度）：mol/L、mmol/L，不得使用当量浓度；
  - b) 质量浓度：g/L、mg/L、μg/L，不得使用 ppm、ppb；
  - c) 质量分数：%、 $10^{-6}$ 、 $10^{-9}$ ，不得使用% W、ppm W、ppb W。

### 9.2 气体分析仪

- 9.2.1 过程气相色谱仪（PGC）的选型应符合下列规定：
  - a) 过程气相色谱仪宜用于测量有机物、无机物混合气体或在 450℃下可完全气化不产生分解的混合液体，测量范围为百分数级、 $10^{-6}$ 级到  $10^{-9}$ 级的单组分或多组分的含量；
  - b) 过程气相色谱仪的检测器有热导检测器(TCD)、氢焰检测器(FID)和火焰光度检测器(FPD)，其选型宜符合下列规定：
    - 1) 对于有机物和/或无机物组分的百分数级（常量）浓度测量宜采用热导检测器（TCD），分析浓度下限通常不宜低于  $1 \times 10^{-4}$ ；
    - 2) 对于有机物组分的  $10^{-6}$ 级（微量）浓度测量宜采用氢焰检测器（FID），分析浓度下限不宜低于  $2 \times 10^{-8}$ ；微量 CO、CO<sub>2</sub>等组分经甲烷化转化后也可用 FID 测量；
    - 3) 对于硫化物、磷化物组分的  $10^{-6}$ 级（微量）及  $10^{-9}$ 级（痕量）组分测量宜采用火焰光度检测器（FPD），分析浓度下限不宜低于  $1 \times 10^{-8}$ ；

- c) 过程气相色谱仪应包括恒温炉、自动进样阀、色谱柱系统、显示及控制器等部件，并且宜与采样及样品处理系统、现场分析小屋或分析柜、标准气/载气钢瓶及过程分析仪管理系统等配套系统成套供货；
  - d) 当过程气相色谱仪用于多流路、多组分分析时，每台过程气相色谱仪分析的流路数不宜超过3个，每个流路分析的组分不宜超过6个；
  - e) 过程气相色谱仪为非连续测量分析仪，分析周期宜为1min~15min，其中响应时间不宜超过12min；
  - f) 过程气相色谱仪的防爆等级不应低于Ex pdeib IIB+H<sub>2</sub> T4，防护等级不应低于IP52；
  - g) 过程气相色谱仪的控制器宜带4mA~20mA DC和干接点输出，以及MODBUS RTU、以太网TCP/IP等通信接口。
- 9.2.2 红外线分析仪及红外光度分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 红外线分析仪宜用于测量混合气体中的CO、CO<sub>2</sub>、NO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>等其他烃类及有机物的含量，背景气体应干燥、清洁、无粉尘、无腐蚀性；在样品组成复杂及存在较大背景交叉干扰情况时应避免选用；
  - b) 红外线分析仪及红外光度分析仪不得用于测量单原子惰性气体（He、Ne、Ar等）和具有对称结构无极性的双原子分子气体（N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>等）；
  - c) 红外线分析仪的测量范围宜为5×10<sup>-6</sup>~100%，响应时间宜为T<sub>90</sub>≤10s；
  - d) 滤光式红外光度分析仪除可用于a)款中的混合气体测量外，还可用于高温、高压、毒性、腐蚀性气体的测量；
  - e) 红外线分析仪及红外光度分析仪宜用于多组分样品中某一重要单组分的测量，也可用于多组分测量，单台分析仪最多可测量4个组分。
- 9.2.3 紫外线分析仪及紫外-可见光光度分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 当红外线分析仪及红外光度分析仪不适用于样品的某一重要单组分测量时，宜选用滤光式紫外-可见光光度分析仪；
  - b) 紫外线分析仪宜用于测量混合气体或排放气中NO、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、Cl<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>等含量，背景气体中的水分含量对测量影响不大，可用于热湿工况；
  - c) 紫外线分析仪的测量范围宜为5×10<sup>-6</sup>~100%，响应时间宜为T<sub>90</sub>≤10s；
  - d) 滤光式紫外-可见光光度分析仪除可用于以上混合气体测量外，还可用于测量混合液体中的组分含量，例如油品的色度、乙二醇的纯度等测量。
- 9.2.4 氧分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 常用的氧分析仪有电化学式氧分析仪、顺磁式氧分析仪和氧化锆式氧分析仪；
  - b) 顺磁式氧分析仪宜用于测量百分数级氧含量；
  - c) 电化学式氧分析仪宜用于测量高纯度气体（如氢气、氮气、氩气等）中10<sup>-6</sup>级的氧含量，不宜用于酸性气体工况；
  - d) 氧化锆式氧分析仪宜用于测量工业炉烟道气或炉膛气0%~25%的氧含量。当背景气中含烃类、CO、H<sub>2</sub>等可燃性气体（或还原气体）和硫及其他酸雾、且伴有火苗及强气流冲击时，不宜选用氧化锆式氧分析仪。
- 9.2.5 热导式气体分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 热导式气体分析仪宜用于测量热导率相差较大的二元混合气中某一组分的体积分数，也可用于背景气各组分的导热系数相近且与被测组分导热系数有差异的准二元混合气中某一组分的体积分数，主要有H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、Ar等气体；
  - b) 当背景气组分的含量波动较小、含少量的粉尘和水分时，可选用热导式气体分析仪；
  - c) 当被测组分（如H<sub>2</sub>）体积分数低，而背景气组分的体积分数较大时不宜选用热导式气体分析

仪；

d) 热导式气体分析仪不宜用于测量高纯度气体及测量精确度要求较高的场合。

#### 9.2.6 微量水分仪的选型应符合下列规定：

- a) 常用的微量水分仪有电容式、电解式、晶体振荡式及红外式微量水分仪；电容式既可用于测量气体，也可用于测量液体，电解式和晶体振荡式仅能用于测量气体；
- b) 电容式微量水分仪宜用于测量无腐蚀性气体或液体中的微量水分，体积分数测量范围可达  $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-2}$ ；电容式微量水分仪不宜用于测量吸湿性、胺和铵、乙醇、 $F_2$ 、HF、 $Cl_2$ 、HCl 及含酸性组分的气体；
- c) 电解式微量水分仪宜用于测量空气、氮、氢、氧、惰性气体、烃类等混合气体中的微量水分及不破坏  $P_2O_5$ 、在电解条件下不与  $P_2O_5$  起反应和不在电极上起聚合反应的气体中的微量水分，体积分数测量范围为  $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$ ，测量精确度不高，响应迟滞大；
- d) 晶体振荡式微量水分仪宜用于体积分数测量范围为  $1 \times 10^{-7} \sim 2.5 \times 10^{-3}$  的气体中的微量水分；
- e) 红外式微量水分仪宜用于测量腐蚀性、吸湿性气体或液体中的微量水分，也可用于测量常量水分，体积分数测量范围可达  $2 \times 10^{-6} \sim 30\%$ ；
- f) 气体露点仪宜用于检测压缩空气、仪表空气及其他无腐蚀性干燥气体的露点，测量精确度不宜低于  $\pm 1.5^\circ C$ 。

#### 9.2.7 硫分析仪的选型应符合下列规定：

- a) 常用的硫分析仪有硫化氢分析仪、硫化氢/二氧化硫比值分析仪和总硫分析仪；
- b) 硫化氢分析仪宜用于测量混合气体中硫化氢的含量，宜选用紫外吸收硫化氢分析仪，也可选用过程气相色谱仪；对于  $1 \times 10^{-5}$  以下微量  $H_2S$  的测量，可选用 FPD 检测器的过程气相色谱仪；
- c) 硫化氢/二氧化硫比值分析仪宜用于测量混合气体中硫化氢和二氧化硫的含量并计算输出  $H_2S/SO_2$  比值，宜选用紫外吸收硫化氢/二氧化硫比值分析仪，也可选用过程气相色谱仪；
- d) 总硫分析仪宜用于测量气体或液体中无机硫和有机硫的总含量，常用的总硫分析仪有 X 射线荧光分析仪、紫外荧光分析仪和过程气相色谱仪，紫外荧光式和过程气相色谱仪既可用于测量气体，也可用于测量液体，宜用于测量低微量总硫；X 射线荧光分析仪只能用于测量液体，但可用于重碳烃液体，如原油中总硫的测量。

#### 9.2.8 激光气体分析仪的选型应符合下列规定：

- a) 常用的激光气体分析仪有光纤式和非光纤式，响应速度均小于 1s，宜用于测量混合气体中的  $O_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$ 、 $NH_3$ 、HCl、HF、 $H_2S$ 、 $CH_4$  等；
- b) 激光气体分析仪可实现原位测量，宜用于一些采样和预处理困难、样品引出危险性大和采样及样品预处理后背景气体组分变化引起气体浓度不准确的工况；
- c) 多流路相同组分测量宜选用光纤式激光气体分析仪；多组分测量宜选用非光纤式激光气体分析仪。

#### 9.2.9 过程质谱仪的选型应符合下列规定：

- a) 过程质谱仪宜用于测量多流路混合气体中浓度范围为  $10^{-6}$  级到百分数级的多组分的含量，响应时间达秒级，1 台过程质谱仪不宜测量超过 32 个流路；
- b) 过程质谱仪宜用于需要快速分析，且需要同时分析较多流路的工况；
- c) 过程质谱仪宜选用磁扇式或四极杆式。

#### 9.2.10 连续排放监测系统（CEMS）的选型应符合下列规定：

- a) 连续排放监测系统（CEMS）宜用于测量烟气中烟尘颗粒物、 $SO_2$ 、氮氧化物（ $NO_x$ ）等的浓度，以及烟气温度、压力、流量、湿度、氧含量等；
- b) 连续排放监测系统（CEMS）宜采用抽取采样式仪器和/或原位测量式仪器；

- c) 抽取采样式仪器宜采用吸收光谱法、发光法和电化学分析法等检测技术;
  - d) 原位测量式仪器宜采用吸收光谱法、光散射法和电分析法等检测技术;
  - e) 双光程透射式测尘仪宜用于测量烟尘中较高浓度烟尘 ( $0\text{g}/\text{m}^3\sim 100\text{g}/\text{m}^3$ ); 散射式测尘仪宜用于测量烟尘中较低浓度烟尘 ( $0\text{g}/\text{m}^3\sim 200\text{mg}/\text{m}^3$ )。
- 9.2.11 气体热值仪的选型应符合下列规定:
- a) 气体热值仪宜用于连续检测煤气、天然气、沼气和燃料气等可燃气体的热值;
  - b) 热值分析仪的量程应根据气体的热值范围和密度范围来选择, 当被测气体压力小于  $0.01\text{MPa}(\text{G})$  时应配抽气泵;
  - c) 天然气及煤气贸易交接用气体热值仪宜选用气相色谱式热值仪。
- 9.2.12 可燃气体检测器和有毒气体检测器的选型应符合下列规定:
- a) 可燃气体检测器主要有催化燃烧式、红外线吸收式和半导体式, 其选型应符合下列规定:
    - 1) 催化燃烧式可燃气体检测器宜用于检测大多数可燃性气体, 不宜用于检测含有卤化物、硫、磷和砷的可燃性气体, 并且在检测器周围应有足够的助燃氧气;
    - 2) 红外线吸收式可燃气体检测器宜用于检测由碳氢化合物组成的可燃性气体和强腐蚀性可燃性气体, 不宜用于检测  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$  等非碳氢化合物气体, 在检测器周围不需要助燃氧气;
    - 3) 半导体式可燃气体检测器宜用于检测  $\text{H}_2$ , 也可选用电化学式可燃气体检测器检测  $\text{H}_2$ ;
  - b) 有毒气体检测器主要有电化学式、半导体气敏式、气敏电极式和光离子化式 (PID), 其选型应符合下列规定:
    - 1) 电化学式有毒气体检测器宜用于检测硫化氢、一氧化碳、氯气、氰化氢;
    - 2) 半导体气敏式有毒气体检测器宜用于检测硫化氢、一氧化碳、氨气、环氧乙烷、氰化氢、丙烯腈、氯乙烯;
    - 3) 气敏电极式有毒气体检测器宜用于检测氯气、氨气、氰化氢;
    - 4) 光离子化式有毒气体检测器宜用于检测氨气、氯乙烯、苯、甲苯、卤代烷;
  - c) 可燃气体检测器和有毒气体检测器的选型尚应符合 GB 50493—2009 的规定。
- 9.3 液体分析仪
- 9.3.1 工业 pH 计和氧化还原电位计 (ORP 计) 的选型应符合下列规定:
- a) 工业 pH 计宜用于水槽、明渠、密封管道或设备内液体的 pH 值测量, 且液体应无对电极有污染 (油污或结垢等) 的介质;
  - b) 水槽、明渠等敞开容器可选用沉入式 pH 变送器。若溶液对电极有沾污时, 应选用自动清洗式 pH 计;
  - c) 当密封管道内溶液压力低于  $1.0\text{MPa}$  时, 宜选用流通式 pH 计。若管道内溶液压力为常压, 且对电极有沾污时, 宜选用自动清洗式 pH 计;
  - d) 对于清洁液体, 工业 pH 计宜选用玻璃电极 (最高工作温度达  $135^\circ\text{C}$ ) 或银-氯化银电极 (最高工作温度达  $225^\circ\text{C}$ ); 若液体中含有较多的且不含氧化性的脏污介质, 宜选用铈电极;
  - e) 氧化还原电位计宜用于测量液体的氧化还原电位;
  - f) 氧化还原电位计的测量范围宜为  $-1500\text{mV}\sim +1500\text{mV}$ ;
  - g) 氧化还原电位计常用的电极材质有铂电极和金电极。
- 9.3.2 工业电导率仪的选型应符合下列规定:
- a) 常用的工业电导率仪有电极式工业电导率仪和电磁感应式工业电导率仪;
  - b) 电极式工业电导率仪宜用于测量  $\mu\text{S}/\text{cm}$  级的低电导率, 上限为  $10\text{mS}/\text{cm}$  的洁净介质;
  - c) 电磁感应式工业电导率仪宜用于测量高电导率 ( $\geq 10\text{mS}/\text{cm}$ ) 的强腐蚀性脏污介质。
- 9.3.3 密度计的选型应符合下列规定:
- a) 密度测量宜采用振动式密度计、放射性密度计和科里奥利质量流量计;

- b) 振动式密度计宜用于测量液体的密度，也可测量气体的密度；
  - c) 放射性密度计宜用于测量液体的密度，也可测量固体的密度， $\gamma$  射线放射源宜选用 Cs137，也可选用 Co60；
  - d) 科里奥利质量流量计宜用于测量液体的密度，也可测量气体的密度。
- 9.3.4 黏度计的选型应符合下列规定：
- a) 常用的黏度计有振动式黏度计、旋转式黏度计和毛细管式黏度计；
  - b) 振动式黏度计宜用于测量大于 10 000mPa·s 的高黏度介质；
  - c) 旋转式黏度计宜用于测量黏度在 500mPa·s 到 10 000mPa·s 的中黏度介质；
  - d) 毛细管式黏度计宜用于测量黏度小于 500mPa·s 的低黏度介质。
- 9.3.5 水质分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 余氯分析仪有电化学式余氯分析仪和分光光度式余氯分析仪。余氯分析仪宜用于测量净水，污水，循环冷却水及化学水等中的余氯含量；
  - b) 联氨分析仪有电化学式联氨分析仪和分光光度式联氨分析仪。联氨分析仪宜用于测量锅炉给水水中的残余微量联氨含量；
  - c) 硅酸根分析仪宜用于测量化学水中微量可溶性二氧化硅和硅酸盐的含量；
  - d) 磷酸根分析仪宜用于测量化学水，循环冷却水，净水和污水中磷酸盐的含量；
  - e) 钠离子分析仪宜用于测量经阳离子交换树脂处理后的锅炉用水中的钠离子浓度；
  - f) 化学耗氧量（COD）分析仪宜用于测量水中有机污染排放的总量；
  - g) 总有机碳（TOC）分析仪宜用于测量水中有机物的总含碳量；
  - h) 溶解氧分析仪有电化学式溶解氧分析仪和光学式溶解氧分析仪。溶解氧分析仪宜用于测量锅炉给水，污水，净水和污水中的氧含量；
  - i) 氨氮分析仪有电极法和分光光度法。氨氮分析仪宜用于测量循环冷却水和污水中氨氮含量；
  - j) 浊度计有散射式浊度计和散透比式浊度计。浊度计宜用于测量净水和污水浑浊度。
- 9.3.6 水中油分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 水中油分析仪宜用于测量化学水、蒸汽凝液和处理后污水中的  $10^{-6}$  级含油量；
  - b) 水中油分析仪宜采用紫外荧光式分析仪。
- 9.3.7 油品分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 油品分析仪可分为下列 5 大类：
    - 1) 分析油品加热蒸发性能的分析仪：包括馏程、初馏点、干点、蒸汽压分析仪等；
    - 2) 分析油品低温流动性能的分析仪：包括倾点、凝点、冰点、浊点、冷凝点分析仪等；
    - 3) 分析油品燃烧性能的分析仪：包括汽油辛烷值、柴油十六烷值分析仪等；
    - 4) 分析油品安全性能的分析仪：主要指闪点分析仪；
    - 5) 分析油品其他物理性能的分析仪：包括密度、黏度、色度、酸度分析仪等；
  - b) 馏程分析仪有模拟式和半模拟式。模拟式宜用于全馏程分析，包括初馏点、干点、终馏等分析；半模拟式宜用于单点分析；
  - c) 凝点分析仪有机械振子振动式、移动球式、光学式、差压式（U 型管式）和杠杆式；
  - d) 红外分光仪宜用于测量石油的酸度值；
  - e) 紫外分光仪宜用于测量石油中芳烃含量；
  - f) 比色仪宜用于测量石油色度；
  - g) 闪点分析仪宜采用催化氧化式。
- 9.3.8 近红外分析仪的选型应符合下列规定：
- a) 近红外分析仪可同时测量样品的多个化学组成和物理特性，其分析周期不宜小于 1min，可应用于液体、固体分析；

- b) 近红外分析仪宜用于测量油品的多物理特性和组分含量；
- c) 近红外分析仪宜根据被测样品的性质选用滤光片式、光栅扫描式、傅立叶变换式、声光可调谐滤光器式和固定光路多通道检测式。

9.3.9 工业核磁共振分析仪（NMR）的选型应符合下列规定：

- a) 工业核磁共振分析仪主要有连续波式（CN）和脉冲傅立叶变换式（PFT）两种类型；
- b) 工业核磁共振分析仪宜用于聚丙烯、聚乙烯等成品粉料的理化指标的无损检测；
- c) 工业核磁共振分析仪宜用于分析馏分油的化学成分和物理性质，也可用于成品油调和的在线分析。

9.3.10 拉曼光谱分析仪的选型应符合下列规定：

- a) 拉曼光谱分析仪宜用于炼油、芳烃产品指标的在线分析和油品调和；
- b) 拉曼光谱分析仪宜用于无损检测、受介质中水分干扰小、对温度变化不敏感和测量精确度要求高的场合。

## 10 控制阀

### 10.1 调节阀

#### 10.1.1 通用要求

10.1.1.1 调节阀的选型应根据用途、工艺条件、流体特性、管道材料等级、调节性能、控制系统要求、防火要求、环保要求、节能要求、可靠性及经济性等因素来综合考虑。

10.1.1.2 调节阀类型的选择，宜按照下列顺序进行，具体选型应符合 10.1.2 条的规定：

- a) 对于  $DN200$ （8"）及以下口径的调节阀，在一般工况下宜选用球形调节阀；
- b) 对于  $DN250$ （10"）及以上口径的调节阀，在一般工况下宜选用偏心旋转阀或蝶形调节阀；
- c) 对于介质中含有固体颗粒或黏度较大的场合，宜选用偏心旋转阀或 V 形球调节阀；
- d) 对由于高差压、高流速、闪蒸或气蚀造成的高噪声场合，宜选用低噪声调节阀；
- e) 在工艺特殊要求、严酷工况、特殊介质等场合，可选用角型调节阀、三通调节阀、隔膜调节阀、阀体分离式调节阀、旋塞调节阀、波纹管密封调节阀、微小流量调节阀和深冷调节阀等特殊调节阀；
- f) 在压缩机防喘振控制场合，应选用防喘振调节阀；
- g) 在蒸汽管网的减温减压控制和蒸汽透平的旁路控制等场合，应选用蒸汽减温减压器。

10.1.1.3 当石油化工厂有可靠的仪表空气系统时，宜首选气动调节阀；当无仪表空气系统但有负荷分级为一级负荷的电力电源系统时，宜选用电动调节阀；当工艺过程、机组有特殊要求时，也可选用电液调节阀。

10.1.1.4 除工艺有特殊要求外，调节阀的允许泄漏等级应选择 GB/T 4213 或 ANSI/FCI 70-2 标准规定的 IV 级；当工艺对调节阀有紧密切断（TSO）要求或参与紧急切断联锁时，调节阀的允许泄漏等级应选择 GB/T 4213 或 ANSI/FCI 70-2 标准规定的 V 级或以上。

10.1.1.5 当工艺对调节阀有防火要求时，应选用符合 API 607 或 API 6FA 标准的火灾安全型（fire-safe）调节阀。

10.1.1.6 调节阀的压力等级、阀体材质、配管连接形式及等级应符合其所安装管道的管道材料等级规定，当规定标明按 NACE 要求时，则调节阀的阀体及内件材质应符合 NACE MR0103 标准。

10.1.1.7 调节阀的安装支架、轴承、键销、紧固件等配件应选用钢制材料；不得用石棉或石棉制品作阀门填料和垫片材料。

#### 10.1.2 调节阀的分类与结构形式选择

10.1.2.1 调节阀宜按结构形式和应用分为直行程调节阀、角行程调节阀、特殊调节阀、防喘振调节阀和蒸汽减温减压器。

10.1.2.2 直行程调节阀-球形调节阀 (Globe) 主要包括直通单座调节阀、直通双座调节阀、套筒调节阀、角形调节阀和三通调节阀等, 其选型应符合下列规定:

- a) 直通单座阀宜用于要求泄漏量小和阀前后差压较小的场合, 不宜用于高黏度、悬浮液和含固体颗粒流体场合, 小口径直通单座阀也可用于差压较大的场合;
- b) 直通双座调节阀宜用于对泄漏量要求不严和阀前后差压较大的场合, 不宜用于高黏度、悬浮液和含固体颗粒流体的场合;
- c) 套筒调节阀宜用于阀前后差压较大、介质有闪蒸或气蚀、介质不含固体颗粒的场合;
- d) 角形调节阀宜用于高差压、高黏度、含有悬浮颗粒流体 (必要时可接冲洗液管)、汽-液两相流和易闪蒸的场合, 高压角形调节阀宜用于高静压和高差压的场合;
- e) 三通调节阀宜用于热交换器的旁通温度调节, 安装在旁通入口时应选用分流型; 安装在旁通出口时应选用合流型, 操作温度不宜超过 300℃, 合流阀温差不宜大于 150℃。

10.1.2.3 角行程调节阀-旋转型调节阀 (Rotary) 主要包括偏心旋转调节阀、V 球调节阀和蝶形调节阀等, 其选型应符合下列规定:

- a) 偏心旋转调节阀宜用于高黏度介质、含固体颗粒介质、高差压、流通能力大、可调比要求大和紧密关闭的场合, 尤其适用于高黏度且含固体颗粒的浆料;
- b) V 球调节阀宜用于高黏度介质、含固体颗粒或纤维介质、紧密关闭的场合, 尤其适用于高黏度且含固体颗粒的浆料;
- c) 蝶形调节阀宜用于口径  $DN \geq 150$ 、压力等级  $\leq CL900$ 、大流量, 低差压、含有悬浮颗粒物和对流量特性要求不严格的场合。

10.1.2.4 特殊调节阀主要包括隔膜调节阀、阀体分离式调节阀、低噪声调节阀、旋塞调节阀、波纹管密封调节阀、微小流量调节阀和深冷调节阀等, 其选型应符合下列规定:

- a) 隔膜调节阀宜用于强腐蚀性、高黏度、含悬浮颗粒和纤维的介质和在流量特性要求不严等场合, 但不宜用于工作温度高于 150℃、工作压力高于 1MPa (G) 的场合;
- b) 阀体分离式调节阀宜用于高黏度、易结晶、含固体颗粒和含纤维流体的场合;
- c) 低噪声调节阀宜用于流体产生闪蒸、气蚀, 气体在阀缩流面处流速超过音速, 选用普通调节阀噪声超过 85dB (A) 的场合;
- d) 旋塞调节阀宜用于高黏度、浆料及强腐蚀性介质的场合;
- e) 波纹管密封调节阀宜用于剧毒性介质、环保要求零泄漏的场合和真空系统, 波纹管应选用 316SS; 当操作温度  $\geq 150^\circ\text{C}$ , 操作压力  $\geq 5\text{MPa}$  (G) 时, 宜选用一般调节阀配置环保型密封填料函代替波纹管密封;
- f) 微小流量调节阀宜用于流量系数  $C_v$  额定值在 0.000 001~0.03 范围内的场合;
- g) 深冷调节阀宜用于操作温度低于  $-101^\circ\text{C}$  的场合, 其阀体应选用 316SS 或更高不锈钢材质, 阀盖应选用深冷伸长型, 阀内件及填料材质应满足深冷温度要求。

10.1.2.5 防喘振调节阀应用于压缩机的防喘振控制, 其选型应符合下列规定:

- a) 防喘振调节阀应选用线性流量特性的调节阀;
- b) 输出信号到 4mA 或电磁阀失电时, 阀门从全关到全开的时间不应超过 2s; 输出信号到 20mA 或电磁阀励磁时, 阀门从全开到全关的时间不应超过 5s;
- c) 调节阀宜能跟踪微小信号变化 (0.1mA) 和大信号变化 (4mA), 且宜在全行程内保持无回差并保持稳定性。

10.1.2.6 蒸汽减温减压器应用于蒸汽管网的减温减压控制和蒸汽透平的旁路控制, 其选型应符合下列规定:

- a) 对于 ASME CL600~CL2 500 等级的蒸汽减温减压器宜选用一体式结构, 减温段宜选用多喷嘴型; 低于 ASME CL600 的场合宜选用分体式结构;

- b) 一体式蒸汽减温减压器的减温水调节阀应随蒸汽减温减压器一起计算及选型；
- c) 分体式减温减压器应包括减压调节阀、减温器和减温水调节阀，减温器和减温水调节阀应一起计算及选型；
- d) 蒸汽减温减压器阀体的材料等级应符合上游蒸汽管道的材料等级；
- e) 在高压及高差压场合下，蒸汽减温减压器宜选用笼式导向并选用多级降噪阀芯；
- f) 当工艺要求的可调比 $\geq 50:1$ 时，宜选用文丘里型减温器或蒸汽辅助雾化型减温器。

### 10.1.3 调节阀固有流量特性的选择

10.1.3.1 调节阀的固有流量特性宜选用等百分比、线性或快开特性。

10.1.3.2 调节阀的固有流量特性应按被调参数、干扰源和阀阻比综合进行选择。

10.1.3.3 调节阀宜首选等百分比流量特性，但下列情况宜选用线性流量特性：

- a) 压缩机防喘振调节阀、泵最小回流量调节阀；
- b) 由手操器控制的调节阀；
- c) 由阀门定位器实现的分程控制；
- d) 按表 10.1.3.3 选择的线性流量特性。

表 10.1.3.3 调节阀固有流量特性选择表

差压范围	线性流量特性	等百分比流量特性
$\Delta P_{\text{NOR}} / \Delta P_{\text{OFF}} > 0.75$	(1) 液位定值调节系统 (2) 主要干扰源为给定值的流量、温度调节系统	(1) 流量、压力、温度定值调节系统 (2) 主要干扰源为给定值的压力调节系统
$\Delta P_{\text{NOR}} / \Delta P_{\text{OFF}} \leq 0.75$		各类调节系统
注： $\Delta P_{\text{NOR}}$ 表示正常流量下调节阀两端的差压。 $\Delta P_{\text{OFF}}$ 表示调节阀关闭时两端的差压。		

10.1.3.4 当按照表 10.1.3.3 选择的线性流量特性不能满足表 10.1.4.3 要求的最小和最大相对行程  $l/L$  (%) 要求时，则应选择等百分比流量特性。

10.1.3.5 对于两位式调节或需要迅速获得调节阀最大流通能力的场合，宜选用快开流量特性。

### 10.1.4 调节阀口径的计算及选定

10.1.4.1 调节阀口径的计算宜执行 IEC-60534-2-1 或 ANSI/ISA-75.01.01 标准。

10.1.4.2 调节阀的计算及选型需要输入下列工艺及配管条件：

- a) 位号、用途、P&ID 号、管段号，管道等级、通径、壁厚及材质；
- b) 介质名称、介质上游状态、固体含量%、闪蒸率%；
- c) 设计温度、设计压力、最大关闭差压、临界压力；
- d) 入口最大、正常、最小流量；
- e) 入口最大、正常、最小流量下的压力；
- f) 入口最大、正常、最小流量下的压降；
- g) 入口最大、正常、最小流量下的温度；
- h) 介质的密度、分子量、动力黏度；
- i) 介质的绝热指数 ( $C_p/C_v$ )、液体饱和蒸汽压、气体压缩系数；
- j) 允许泄漏等级及关断要求、气源故障时阀位 (FC/FO/FL)、电源故障时阀位；
- k) 对调节阀的附件要求：电磁阀、限位开关、阀位变送器、手轮、机械限位等；
- l) 对调节阀的特殊材质要求：抗硫化氢 (NACE)、氯离子应力腐蚀等；

- m) 对调节阀的防火、环保要求；  
n) 工艺专利商的其他特殊要求。

10.1.4.3 调节阀口径的计算及选定宜首先计算出正常流量和最大流量下的流量系数  $C_{V_{nor}}$  和  $C_{V_{max}}$ ，再依据下列公式计算出流量系数计算值  $C_{V_{calc}}$ ，最后再根据调节阀制造厂提供的流量系数系列值选定出流量系数额定值  $C_{V_{rated}}$ ，最终选定调节阀口径，具体应符合下列规定：

- a) 宜根据下列原则确定流量系数计算值：  
等百分比阀：

$$C_{V_{calc}} = 2 \times C_{V_{nor}} \quad \dots\dots\dots (10.1.4.3-1)$$

或

$$C_{V_{calc}} = 1.3 \times C_{V_{max}} \quad \dots\dots\dots (10.1.4.3-2)$$

二者取较大值；

线性阀：

$$C_{V_{calc}} = 1.5 \times C_{V_{nor}} \quad \dots\dots\dots (10.1.4.3-3)$$

或

$$C_{V_{calc}} = 1.1 \times C_{V_{max}} \quad \dots\dots\dots (10.1.4.3-4)$$

二者取较大值。

式中：

- $C_{V_{max}}$  —— 根据工艺最大流量计算出的流量系数；  
 $C_{V_{nor}}$  —— 根据工艺正常流量计算出的流量系数；  
 $C_{V_{calc}}$  —— 根据  $C_{V_{nor}}$  或  $C_{V_{max}}$  计算出的流量系数计算值；

- b) 选择后的  $C_{V_{rated}}$  宜使直行程调节阀的相对行程  $l/L$  (%) 和角行程调节阀的开度 ( $^{\circ}$ ) 处于表 10.1.4.3 所规定的范围内；

表 10.1.4.3 调节阀相对行程和开度范围表

流量	直行程调节阀相对行程 $l/L$		角行程调节阀开度 (全开 $90^{\circ}$ )	
	线性阀 (Linear)	等百分比阀 (Equal%)	蝶形调节阀	其他旋转类调节阀
最大 $Q_{max}$	$\leq 80\%$	$\leq 90\%$	$\leq 60^{\circ}$	$\leq 70^{\circ}$
正常 $Q_{nor}$	50%~70%	60%~80%	$30^{\circ} \sim 50^{\circ}$	$30^{\circ} \sim 60^{\circ}$
最小 $Q_{min}$	$\geq 15\%$	$\geq 30\%$	$\geq 20^{\circ}$	$\geq 15^{\circ}$

- c) 在任何情况下， $C_{V_{rated}}$  下直行程调节阀的相对行程不得超过 95%，角行程调节阀的开度不得超过  $75^{\circ}$ ；  
d) 在任何情况下，根据工艺最小流量计算出的流量系数  $C_{V_{min}}$  所对应的直行程调节阀的相对行程不得低于 10%，角行程调节阀的开度不得低于  $10^{\circ}$ ；  
e) 三通调节阀的  $C_{V_{calc}}$  计算是以流经阀门两路的流量之和作为最大流量，选取热交换器的压力损失作为计算压降，按两通调节阀的计算公式得出。三通调节阀的  $C_{V_{rated}}$  选取宜选择大于且最接近  $C_{V_{calc}}$  的系列值，作为选定三通调节阀口径的依据，当选定的口径大于管道通径时，取阀门口径等于管道通径；  
f) 对于不同介质的调节阀出口最大流速应符合下列规定，否则应加大调节阀口径或改变调节阀结构形式：  
1) 气体、蒸气和水蒸气不得超过 0.33Ma (马赫)；  
2) 除水之外的液体不得超过 10m/s；

- 3) 水不得超过 5.5 m/s;
- 4) 磨蚀性流体不得超过 6 m/s;
- g) 调节阀口径不得大于管道通径,为减少管线应力,调节阀最大缩径不得超过两级且不得小于管道通径的 1/2;
- h) 对于放空、压缩机防喘振、泵最小回流量控制、两相流和工艺专利商有特殊要求等一些特殊场合,可不遵守上述的计算及选型规定,但应在调节阀规格书中注明其特殊要求;
- i) 调节阀制造厂也可使用自己的计算方法计算闪蒸、气蚀、阻塞流等工况,但应提供计算书。

#### 10.1.5 调节阀噪声的计算与控制

10.1.5.1 调节阀和自力式调节阀应作噪声计算,用于气体、水蒸气及蒸气调节阀的空气动力噪声计算应执行 IEC 60534-8-3 或 ANSI/ISA-75.17 标准;用于流体动力噪声的计算应执行 IEC 60534-8-4 标准。

10.1.5.2 计算出的调节阀最大噪声应使其下游 1m 处和管道表面 1m 处的最大稳态噪声限值不得超过 85 dB (A);用于泄放、放空等脉动或间歇操作的调节阀在上述位置的最大脉冲噪声限值不得超过 105 dB (A),否则应选用低噪音调节阀或采取外部降噪措施。

10.1.5.3 调节阀的降噪措施应首先选用多通道-多级结构的低噪音阀内件、改变阀门结构形式(如选用角形调节阀)等在调节阀内部节流处降噪的方法,若还不能满足噪声控制要求时,可选择通过外部声路处理降噪。

#### 10.1.6 调节阀允许泄漏等级的选择应符合下列规定:

- a) 调节阀允许泄漏等级的选择应执行 GB/T 4213—2008 或 ANSI/FCI 70-2 标准。
- b) 除工艺有特殊要求外,调节阀的允许泄漏等级宜选择 GB/T 4213—2008 或 ANSI/FCI 70-2 标准规定的 IV 级;
- c) 当工艺对调节阀有紧密切断(TSO)要求或参与紧急切断联锁时,调节阀的允许泄漏等级应选择 GB/T 4213—2008 或 ANSI/FCI 70-2 标准规定的 V 级或以上;
- d) 工艺要求 TSO 的调节阀,当满足温度、压力及材质要求时,阀座可以选用非金属或复合材料,当工艺同时有防火要求时,阀座材质及结构应符合防火要求。

#### 10.1.7 调节阀阀体的选型设计应符合下列规定:

- a) 在满足本规范的其他技术要求下,对于公称通径  $DN \leq 200$  的阀门宜选用直通单座阀、直通双座调节阀、套筒调节阀、角形调节阀、三通调节阀和调节球阀,对公称通径  $DN > 200$  的阀门宜选用偏心旋转调节阀和蝶形调节阀;
- b) 阀体的设计和制造应符合 ASME B16.34 标准或等同中国标准,阀体的压力等级不应低于 PN20 (ASME CL150),阀体及配件的设计压力、设计温度、材质和耐腐蚀性能不得低于配管材料等级规定,所有承压部件应满足管道设计条件;
- c) 阀体材质应符合配管材料等级规定,一般为碳钢或低温碳钢,工艺介质有特殊要求时可选用不锈钢、双相不锈钢或其他特种合金,阀盖、盲端、延长阀盖等与介质接触部件的材质及等级不应低于阀体;
- d) 阀体的配管连接形式、等级和螺栓/螺母/垫片规格及材质应符合配管材料等级规定;
- e) 用于烃类或其他可燃介质的角行程阀门(球阀、偏心旋转阀和蝶阀等)宜选用法兰连接型,当  $DN > 300$  时,蝶阀及偏心旋转阀也可选用支耳(Lug)连接型,不得选用无法兰对夹(Wafer)连接型;
- f) 当工艺要求调节阀为火灾安全型时,其阀体应符合 API 607 或 API 6FA 耐火试验标准;
- g) 调节阀宜选用铸钢或锻钢阀体,阀体的测试与检验宜符合 GB/T 13927 或 API 598 标准。

#### 10.1.8 阀内件材质的选择应符合下列规定:

- a) 一般情况宜选用 316SS 不锈钢;

- b) 对于腐蚀性流体应根据流体的种类、浓度、温度和压力合理选择耐腐蚀材料;
  - c) 在闪蒸、空化或严重冲刷的场合和高温、高差压场合, 应选用表面堆焊硬质合金等耐磨材料;
  - d) 特殊工况的阀内件材质选择应符合下列规定:
    - 1) H<sub>2</sub>S 用途, 应选用 321SS 不锈钢, 或合金 6;
    - 2) S44004 (440C) 或 S17400 (17-4PH SS) 等硬质不锈钢用于下列情况:
      - 压降超过 700 kPa (100 psi) 的蒸汽;
      - 压降超过 700 kPa (100 psi) 的锅炉凝液;
      - 压降超过 1 000 kPa (150 psi), 入口气化率质量分数超过 3%;
      - 任何压降超过 1 700 kPa (250 psi);
      - 温度超过 310℃ (600°F), 含固体颗粒的介质。除非工艺要求更高等级材质;
    - 3) 用于控制油/水液位, 如一段原油产品分离罐, 可选用硬质合金 (或碳化钨喷涂);
  - e) 阀芯 (不包括阀杆), 无论单座还是双座, 都应由整体棒材加工或铸造而成, 不应使用分段制造或中空的阀芯。
- 10.1.9 上阀盖型式的选择应符合下列规定:
- a) 介质最高温度为-18℃~204℃范围内时, 应选用普通型阀盖带 V 型 PTFE 填料;
  - b) 介质最高温度为 204℃~399℃范围内时, 宜选用普通型阀盖带柔性石墨填料, 也可选用延伸带散热片型阀盖带 V 型 PTFE 填料;
  - c) 介质最低温度低于-18℃时, 应选用长颈型阀盖;
  - d) 介质最高温度高于 399℃时, 应选用延伸带散热片型阀盖;
  - e) 对于高毒性、强致癌物等高危害性介质, 应选用波纹管密封型阀盖。带波纹管密封的阀应配有压力表, 当波纹管泄漏时应有指示。
- 10.1.10 填料函结构和填料的选择应符合下列规定:
- a) 一般情况宜选用单层填料函结构; 对于低温、高温或高毒性介质, 应选用双层填料函结构;
  - b) 介质温度在-18℃~204℃范围内时, 宜选用 V 型 PTFE 填料; 介质温度低于-18℃或高于 204℃场合应选用柔性石墨填料或其他合适材料的填料;
  - c) 填料选择应符合阀门类型、工艺条件、环境要求。根据工艺要求及配管规定确定是否选用防火型;
  - d) 对于泄漏量要求很低的场合 (低逸散性控制阀: 泄漏量≤500ppm), 应使用波纹管密封型。
- 10.1.11 执行机构的选择应符合下列规定:
- a) 应根据通过调节阀的压降、调节阀口径以及对响应速度的要求, 合理选择执行机构的输出力 (或力矩), 必要时应进行核算。应按工艺专业提供的阀门最大关闭差压来决定执行机构的输出力。执行器的安全系数、尺寸应由制造厂确认, 保证不会对阀杆和阀座造成损害;
  - b) 一般情况选用弹簧返回气动薄膜执行机构。要求速度较快的开关阀, 选择气缸式执行机构, 优先选弹簧返回的单作用气缸, 然后选双作用气缸;
  - c) 要求执行机构有较大的输出力、较快的响应速度时, 宜选用气动活塞式执行机构或长行程执行机构;
  - d) 应确定阀门在仪表空气 (或其他驱动介质) 故障情况下的位置。如果选择气缸式执行机构, 阀门应为正作用;
  - e) 执行机构选型时应基于阀门承受的最大差压。一般使用上游最大设计压力;
  - f) 电动执行机构可以用于调节和紧急切断用途;
  - g) 如果气动薄膜、气缸式、电动都不满足要求, 例如高推力、快速行程、长行程等场合, 可以选择电液执行机构;
  - h) 一般情况下, 阀门的连锁位置和气源故障位置一致。如果这两种情况下的位置不一样, 需要

使用储气罐以确保联锁时位于正常位置。无论怎样，电磁阀失电(非励磁)联锁；

- i) 如果使用气锁阀 (air lock)，则安装在尽可能靠近执行机构的地方。与安全相关的附件，如停止阀 (trip valve) 或泄放阀 (dump valve)，安装时不得影响阀门的故障位置。气锁的气源应与阀门一样。气锁的设定值应高于执行机构所需最小压力。调节阀如果带气锁时，应配有压力表，用于指示薄膜或气缸内的压力；
- j) 选择执行机构尺寸时，应根据仪表空气的最小压力来计算推力或扭矩。

#### 10.1.12 调节阀附件的选用应符合下列规定：

- a) 调节阀宜配置智能阀门定位器 (4mA~20mA DC 带 HART 协议)；阀门定位器应为正作用；
- b) 下列场合宜采用手轮机构：
  - 1) 未设置切断阀和旁路阀的调节阀；
  - 2) 手轮不能用于阀门机械限位，除非有特殊场合，其他方法都不适用于机械限位；
  - 3) 特殊调节阀；
- c) 下列场合宜采用气动继动器/增压器：
  - 1) 快速控制系统需要提高执行机构动作响应速度的场合；
  - 2) 大口径调节阀场合；
  - 3) 需要提高执行机构信号压力的场合；
- d) 如果阀门为故障保持型，应选择相应的附件实现该功能；
- e) 指示调节阀的开、关状态时，应选用限位开关。限位开关类型宜为接近式干接点型或 NUMAR 型。带电磁阀的调节阀至少要带一个联锁位置指示的限位开关；
- f) 当需要监控调节阀的精确阀位时，应选用阀位变送器；
- g) 遥控、过程控制、联锁系统、实现气路自动关闭、要求调节阀开关等场合，应选用低功率（低于 4 瓦）三通或四通电磁阀。特殊调节阀可不使用低功耗电磁阀；
- h) 调节阀附带的电气组件如：电/气阀门定位器、电/气转换器、电磁阀及限位开关等用于防爆场合时，其防爆等级应符合有关防爆规范和规定；
- i) 仪表空气储罐的制造应符合 TSG R0004 标准，应根据调节阀的安全完整性等级确定是否配置压力开关，用于指示仪表空气气压低或气源故障。

### 10.2 自力式调节阀

10.2.1 自力式调节阀宜用于调节公用工程介质，如：空气、氮气、燃料气、蒸汽、水、润滑油和燃料油等，也可用于调节清洁、无毒、无腐蚀性的工艺介质。

10.2.2 自力式调节阀宜用于下列场合：

- a) 不需要远程控制；
- b) 不需要频繁改变调节回路设定值；
- c) 工艺过程允许被操作变量小范围偏离设定值；
- d) 不需要紧密关断；
- e) 需要降低控制回路投资；
- f) 现场无控制气源和电源（如：仪表空气、氮气、电等）。

10.2.3 自力式调节阀宜用于调节下游压力、上游压力和差压，也可用于调节温度、液位和流量，其选型应符合下列规定：

- a) 用于调节下游压力的自力式调节阀应选用自力式减压调节阀；
- b) 用于调节上游压力的自力式调节阀应选用自力式背压调节阀；
- c) 用于调节设备上、下游差压的自力式调节阀应选用自力式差压调节阀；
- d) 用于调节温度的自力式调节阀应选用自力式温度调节阀；
- e) 用于调节液位的自力式调节阀应选用自力式液位调节阀；

f) 用于调节流量的自力式调节阀应选用自力式流量调节阀。

10.2.4 自力式调节阀分为直接作用式和先导式，其选型应符合下列规定：

a) 直接作用式自力式调节阀宜用于对调节精度要求不高（10%~20%）的场合；

b) 先导式自力式调节阀宜用于对调节精度要求较高（<10%）或流通能力较大的场合。

10.2.5 自力式调节阀口径的计算和噪音计算应符合 10.1.5 条的有关规定。

### 10.3 开关阀

#### 10.3.1 通用要求

10.3.1.1 当石油化工厂有可靠的仪表空气系统时，宜首选气动开关阀。

10.3.1.2 当石油化工厂无仪表空气系统、但有负荷分级为一级负荷的电力电源系统时，宜选用电动开关阀，当工艺、转动设备有特殊要求时，也可选用电液开关阀。

10.3.1.3 开关阀的防火要求应符合 GB 50160—2008 的相关规定和工艺要求，火灾安全型（fire-safe）的开关阀应符合 API 607 或 API 6FA 标准。

10.3.1.4 开关阀的允许泄漏量应符合 GB/T 13927—2008、GB/T 26480—2011 或 API 598 的规定。

10.3.1.5 开关阀的公称通径、压力等级、配管连接形式及等级和阀体材质应符合其所安装管道的管道材料等级规定。

10.3.1.6 开关阀的安装支架、轴承、键销、紧固件等配件应选用钢制材料。

10.3.1.7 不得用石棉或层压石棉作阀门填料和垫片材料。

#### 10.3.2 阀体

10.3.2.1 球阀、闸阀和蝶阀均可用于开关阀，但不宜选用截止阀。对用于公称通径  $DN \leq 200$  的阀门宜选用球阀或闸阀，对公称通径  $DN > 200$  的阀门宜选用闸阀、三偏心蝶阀或双偏心高性能蝶阀。

10.3.2.2 开关阀不需要进行口径计算和噪音计算，阀体的公称通径应与工艺管道相同。

10.3.2.3 阀体的设计和制造应符合 ASME B16.34 标准或等同中国标准，阀体的压力等级不应低于 PN20（ASME CL150），阀体及配件的设计压力、设计温度、材质和耐腐蚀性能不得低于配管材料等级规定，所有承压部件应满足管道设计条件。

10.3.2.4 阀体材质应符合配管材料等级规定，一般为碳钢或低温碳钢，工艺介质有特殊要求时可选用不锈钢、双相不锈钢或其他特种合金，阀盖、盲端、延长阀盖等与介质接触部件的材质及等级不应低于阀体。

10.3.2.5 阀体的配管连接形式、等级和螺栓 / 螺母 / 垫片规格及材质应符合配管材料等级规定，当配管材料等级规定未作要求时，应符合下列规定：

a) 法兰型终端连接应符合 ASME B16.5 标准，垫片应符合 ASME B46.1 标准，螺栓、螺母的材质应符合 ASTM A193 和 ASTM A320 标准；

b) 对焊型终端连接应符合 ASME B16.25 标准。

10.3.2.6 法兰型终端连接阀门的面到面尺寸应符合下列规定：

a) 法兰型球阀的面到面尺寸应符合 ASME B16.10 标准；

b) 法兰型蝶阀的面到面尺寸应符合 API 609 中的 B 类短型阀门或 ISO 5752 标准；

c) 法兰型闸阀的面到面尺寸应符合 API 6D 标准。

10.3.2.7 用于烃类或其他易燃介质的角行程阀门（球阀、蝶阀等）应首选法兰连接型，当  $DN > 300$  时，蝶阀及偏心旋转阀也可选用支耳（Lug）连接型，不得选用无法兰对夹（Wafer）连接型。

10.3.2.8 开关阀的阀体应符合 API 607 或 API 6FA 耐火试验标准。

10.3.2.9 开关阀宜选用铸钢或锻钢阀体，阀体的测试与检验应符合 GB/T 13927—2008 或 API 598 标准。

#### 10.3.3 阀内件

10.3.3.1 开关阀应选用金属密封阀座及阀内件，带防火垫片及增强型柔性石墨填料，金属密封的要

求也可以通过使用特殊设计的软阀座实现，保证软阀座在火灾时（烧化）阀门为金属对金属密封。阀座及阀内件应能承受 API 607 或 API 6FA 标准的耐火试验。

10.3.3.2 在同时作为进出口总管开关阀时，应选用双向密封型阀内件。

10.3.3.3 阀座及阀内件材质最低为 316SS，当工艺介质有特殊要求时应选用其他材质，并根据需要对阀内件做表面硬化处理。

10.3.3.4 阀芯（如：球、蝶板）应由整块金属经机加工或锻造而成，不得采用分段制造及中空阀芯，阀杆应装有防吹出装置。

#### 10.3.4 阀盖与填料

10.3.4.1 阀盖应选用符合制造厂标准的整体式或螺栓式结构。

10.3.4.2 阀盖的压力、温度额定值及材质应与阀体一致。

10.3.4.3 阀盖的选型应符合 10.1.9 条规定。

10.3.4.4 开关阀的密封填料及填料函结构应符合 10.1.10 条规定。

10.3.4.5 开关阀宜选用增强型柔性石墨填料（密度 $\geq 1360\text{kg/m}^3$ ）并配有上下密封环，选用其他密封填料应满足 API 607 或 API 6FA 标准。

#### 10.3.5 执行机构选型一般规定

10.3.5.1 在有可靠仪表气源的场合应选用气动执行机构，在没有仪表气源的场合应按 10.3.1.2 条执行。

10.3.5.2 应根据工艺对阀门最大关闭差压、阀体口径及关断时间的要求，合理选择执行机构的额定输出力矩并进行核算。执行机构的安全系数、尺寸（活塞面积）应由制造厂选择，确保不会对阀杆和阀座造成损害。

10.3.5.3 执行机构应能保证阀门在各种工况下（包括最大差压）平稳开启及关闭，执行机构的输出力矩应至少留有 50% 的安全系数，即执行机构的输出力矩应为阀门最大扭矩的 1.5 倍，并且不对阀门造成损坏，执行机构应有限位保护功能。

10.3.5.4 阀门制造厂应提供阀门最大破坏扭矩，阀轴的强度应至少按执行机构最大扭矩的 1.15 倍选定。

10.3.5.5 从调控信号开始的阀的全行程时间不应超过阀体尺寸（英寸）的 3 倍（以秒计），并且不应小于阀体尺寸（英寸）（以秒计）；紧急切断阀的最大行程时间（阀门从正常操作位置到联锁要求的安全位置的时间）不应超过 10s。

10.3.5.6 开关阀的全行程关闭及打开时间应符合安全和工艺操作要求。

10.3.5.7 气动执行机构应配有与阀轴直接相连的阀位指示器。阀的开、关位置应采用文字明确标识。

10.3.5.8 执行机构与阀体的连接应符合 ISO 5211 标准或制造厂标准。

10.3.5.9 开关阀的执行机构不应设置行程机械限位装置。

10.3.5.10 执行机构的电子/电气部分的防爆等级不应低于安装场所的防爆等级，外壳防护等级不应低于 GB 4208—2008 规定的 IP65。

10.3.5.11 当工艺安全对紧急切断阀有防火要求时，在距离紧急切断阀 15m 之外应设置紧急切断阀的现场操作开关，其接点信号直接送至气动执行机构的电磁阀或电液、电动执行机构的 ESD 动作端子或相应的 SIS 系统，用于在紧急情况下现场手动关闭紧急切断阀。

#### 10.3.6 气动执行机构

10.3.6.1 开关阀应根据工艺给定的阀门故障安全位置首选仪表空气故障关型（FC）或仪表空气故障开型（FO），选用弹簧返回型单作用气缸执行机构，弹簧表面应做防腐处理。

10.3.6.2 当工艺特别要求阀门为仪表空气故障保持型（FL）时，应选用双作用气缸执行机构并配有仪表空气储罐，阀门保位时间不应低于 48h。

10.3.6.3 气动执行机构的规格应确保阀门在下述条件下能够全行程动作：上游操作压力（ $P_1$ ）的 125%

或最大切断差压 ( $\Delta P_{\max}$ ) 的 110%，二者取较大值。

10.3.6.4 气动执行机构的尺寸应根据仪表空气的最低压力来计算并选型，当仪表空气的最低压力值无法确定时，应按照 415 kPa (G) 计算。

10.3.6.5 气动执行机构及其组件的强度应至少能承受执行机构产生的 1MPa 的推力。

10.3.6.6 电磁阀、限位开关、手轮/手柄、气动继电器、气动保位阀、快速排气装置、气动先导阀、空气过滤减压器及储气罐等附件的选用应符合阀门规格书的要求，所有附件的安装不得影响阀门的火灾安全和故障安全。

10.3.6.7 在用于紧急切断阀的气动执行机构的气缸上应能加装易熔塞，易熔塞的熔点宜为 250℃，当气缸温度达到或超过易熔塞的熔点时，易熔塞熔化将气缸内的压力泄放掉，使另一侧气缸内的弹簧或储气罐内的压缩空气推动活塞将阀门关闭。

10.3.6.8 在气动执行机构的气路上应能加装手动阀，现场操作手动阀能将阀门关闭，该手动阀应设铅封保护。

10.3.6.9 用于开关阀的电磁阀应符合下列规定：

- a) 电磁阀宜选用直接作用式、至少 5.5mm 流通孔径、316SS 阀体；
- b) 电磁阀宜选用 24V DC 供电、最大功耗 $\leq$ 4W、高温（等级 H）绝缘耐用型及长期带电型线圈；
- c) 用于弹簧复位型单作用执行机构的电磁阀宜为 2 位 3 通型、通用型及断电排气式，用于双作用执行机构的电磁阀宜为 2 位 4 通型或 2 位 5 通型；
- d) 电磁阀的防爆等级应符合危险区划分等级，防护等级不应低于 IP65。

10.3.6.10 用于开关阀的储气罐应符合下列规定：

- a) 储气罐应为碳钢材质，符合 TSG R0004 规范，并具有压力容器证书；
- b) 储气罐最小容积应满足在 415kPa (G) 仪表空气压力下阀门全行程从开到关和从关到开各 2 次的储气量。

10.3.6.11 气动执行机构的气源质量及供气配管应符合下列规定：

- a) 气动执行机构的气源质量应符合 SH/T 3020—2013 规范；
- b) 所有气动附件宜直接安装或用管线连接在执行机构上，所有气动附件的放空口及进气口均应安装防虫网。气动管路宜采用 316SS 管 (tubing)，宜采用双卡套压接型 316SS 管件；
- c) 常用的配管尺寸宜为：12 mm OD $\times$ 1.5mm，16 mm OD $\times$ 1.5 mm，供气配管的管径应确保阀门的关断时间要求；
- d) 气动执行机构和所有气动附件的气动接口均宜采用符合 ASME B1.20.1 标准的英制 NPT 螺纹接头；
- e) 每台气动执行机构均应配备单独的气源球阀及空气过滤减压器，空气过滤减压器应具备自动排放功能，并配有输入、输出压力表。

10.3.6.12 气动执行机构的手轮选型应符合下列规定：

- a) 手轮宜为侧面安装型；
- b) 手轮的手动和自动位置应有明确标识，自动位置应带有锁定机构；
- c) 手轮应能实现在无动力和阀门最大负载设计条件下操纵执行机构；
- d) 阀门开/关操作方向应明确标注在手轮上，手轮不得用作行程机械限位器。

10.3.6.13 限位开关宜为隔爆接近式干触点型或 NUMAR 型，防爆等级应符合危险区划分等级，防护等级不应低于 IP65。

10.3.6.14 当工艺安全对紧急切断阀有防火保护要求时，用于紧急切断阀的气动执行机构及其附件应有防火保护措施，首选安装防火保护罩，防火保护罩应符合 UL 1709 标准，能够在 1093℃ 下，抵抗烃类火灾 30min。

### 10.3.7 电动执行机构

10.3.7.1 电动执行机构应采用负荷分级为一级负荷的电力电源供电，电源应为 380V AC、50Hz 三相或 220V AC、50Hz 单相。

10.3.7.2 电动执行机构的整体防爆等级应符合危险区划分等级，防护等级不应低于 IP65。

10.3.7.3 电动执行机构应为智能型，应包括电动机、接触器、蜗轮蜗杆、手轮、离合机构、控制/联锁单元、显示单元、自保装置、电池、扭矩开关及阀位开关等。

10.3.7.4 电动执行机构应为非侵入红外设置型，能在现场用红外线遥控器进行各种参数的设置及调整、进行执行器和阀门的故障自诊断、并通过 LCD 显示阀位（数字百分数）、压力、诊断及故障等信息，当动力电源断电时，LCD 显示器仍可显示各种信息。

10.3.7.5 从 DCS 或 SIS 到电动执行机构的控制及联锁信号应采用硬接线干触点信号，触点容量不应小于 24VDC、1A。

10.3.7.6 电动机产生的最大扭矩不应低于150%堵转扭矩，扭矩开关的最大设定值不得超过堵转扭矩。

10.3.7.7 电动执行机构应具有电动机过热、超扭矩、防冲击、瞬间反相、阀门防卡死等自保措施，并具有自动相位校正、掉相校正及故障报警功能。

10.3.7.8 电动执行机构控制及联锁回路的设计应确保来自控制系统或 SIS 系统的紧急停车信号（ESD）能够对电动执行机构的自保功能及其他控制信号进行超驰。

10.3.7.9 电动执行机构应具有阀位开关和扭矩开关来停止阀门在关闭及打开方向上运动。扭矩开关应具备快速切断功能，适合于重负荷操作，同时应采用滑动接触，满足控制电压的要求。

10.3.7.10 电动执行机构的手轮为标准配置，离合机构的设计，应确保电动机操作优先于手轮操作，无论何时，当电动机一启动，手轮操作应自动脱离。

10.3.7.11 当工艺安全对紧急切断阀有防火保护要求时，用于紧急切断阀的电动执行机构及其附件应有防火保护措施，首选安装防火保护罩，防火保护罩应符合 UL 1709 标准，能够在 1093℃下，抵抗烃类火灾 30min。

10.3.7.12 当工艺安全对紧急切断阀有防火保护要求时，用于紧急切断阀的电动执行机构的动力电缆及信号电缆宜采取防火保护措施。

## 11 特殊测量仪表

### 11.1 称重仪

11.1.1 称重仪宜选用电阻应变式和压电式。

11.1.2 根据测量要求，称重仪可选择承压型或拉伸型传感器。

11.1.3 被称重的设备应处于自由状态，不得有任何刚性连接或外部应力（风载荷除外）。

11.1.4 被称重的设备与称重仪传感器的连接处应设有防倾覆装置。

### 11.2 机组轴系测量仪表

11.2.1 电涡流传感器宜用于测量机械的径向振动、轴向位移、键相位和转速。

11.2.2 压电式速度传感器宜用于测量轴承箱、机壳或结构的绝对振动。

11.2.3 地震式速度传感器宜用于测量轴承箱、机壳或结构的绝对振动。

11.2.4 加速度传感器宜用于测量壳体加速度（如齿轮啮合监测）。

11.2.5 其他机械变量传感器宜用于测量差胀、机壳膨胀、扭矩等机械变量。

11.2.6 温度传感器（热电偶、热电阻）宜用于测量轴承温度和其他机械温度。

11.2.7 机组轴系测量仪表宜由机组厂商成套提供传感器、前置放大器、延伸电缆和轴系监测器。

附录 A  
(资料性附录)  
流量仪表选型参考表

表 A 流量仪表选型参考表

流量仪表类型		性能参数								
		应用标准	可测量 介质	精确度 等级	通径范围 DN	直管段 前/后 D	范围度	压损 %	双向	耐脏
差压式 — 节流装置	标准孔板	GB/T2624.2	G、L、V	1.0~2.5	50~1000	按标准	3:1	60~100	O	X
	喷嘴/文丘里喷嘴	GB/T2624.3	G、L、V	1.0~2.5	50~500	按标准	3:1	30~60	X	X
	文丘里管	GB/T2624.4	G、L、V	1.0~2.5	50~1200	按标准	5:1	10~30	X	N
	限流孔板	制造厂标准	G、L、V	—	—	—	—	—	—	—
	偏心孔板	制造厂标准	G、L、V	1.5~2.5	100~1000	按孔板	3:1	60~100	O	N
	圆缺孔板	制造厂标准	G、L、V	1.5~2.5	100~1000	按孔板	3:1	60~100	O	N
	平衡流量计	制造厂标准	G、L、V	0.5~1.5	15~3000	5/2	10:1	10~30	O	O
	内藏孔板 DP 流量计	制造厂标准	G、L、V	1.5~2.5	15~40	20/10	3:1	60~100	X	X
	楔形流量计	制造厂标准	L	1.5~2.5	50~1000	10/5	3:1	30~60	O	O
	均速管流量计	制造厂标准	G、L、V	1.5~2.5	100~2000	20/10	10:1	10~20	X	X
VA 式	转子流量计	制造厂标准	G、L、V	1.5~2.5	15~150	5/2	5~10:1	30~60	X	X
	吹洗流量计	制造厂标准	G、L	1.5~4.0	15~25	5/2	5~10:1	30~60	X	X
速度式	涡轮流量计	GB/T 17289	G、L	0.2~1.5	15~500	15/7	5~10:1	30~60	O	X
	涡街流量计	GB/T 25922	G、L、V	1.0~1.5	15~300	20/5	5~40:1	10~30	X	N
	电磁流量计	GB/T 29815	L	0.2~1.5	15~400	10/3	10~100:1	0	O	O
	超声波流量计	制造厂标准	G、L、V	0.5~2.5	≥25	10/3	10~300:1	0	O	O
	靶式流量计	HG/T 4598	L	1.0~2.5	15~200	5/3	3:1	30~60	X	O
容积式	水表	GB/T 778.1	L	1.5~4.0	15~200	5/3	10:1	30~60	X	X
	椭圆齿轮流量计	制造厂标准	L	0.2~0.5	15~250	15/5	10:1	60~100	X	X
	双转子流量计	制造厂标准	L	0.2~0.5	15~250	15/5	10:1	60~100	X	X
	腰轮流量计	制造厂标准	L	0.2~0.5	15~500	15/5	10:1	60~100	X	X
质量式	刮板流量计	制造厂标准	L	0.2~0.5	15~200	15/5	10~20:1	60~100	X	X
	科里奥利质量流量计	GB/T 31130	G、L、V	0.2~0.5	15~300	5/2	10~100:1	60~100	O	O
	热式质量流量计	GB/T 20727	G	1.5~2.5	6~100	10/5	10:1	10~20	X	X
固体式	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	冲量式流量计	制造厂标准	S	1.0~2.5	—	—	—	—	—	—
	电子皮带秤	GB/T 7721	S	0.5~2.5	—	—	—	—	—	—
	核子皮带秤	GBZ 125	S	1.0~2.5	—	—	—	—	—	—

注 1: 可测量介质状态: G—气体; L—液体; V—蒸气、水蒸气; S—固体。  
注 2: 前/后直管段数据为 DN 的整数倍值, 表中数据是最低要求。  
注 3: 其他表示符号: O—好、可用; X—差、不可用; N—一般、不确定; “—” 表示无内容。

附 录 B  
(资料性附录)  
物位仪表选型参考表

表 B 物位仪表选型参考表

物位仪表类型		性能参数						
		应用标准	可测量 介质	液-液 界面	耐脏	精确度等级 或±mm	测量范围 (单台) mm	避免事项 或工况
就地	玻璃板液位计	JB/T 9244	L	O	X	直读	500~2 000	脏污、黏稠
	磁浮子液位计	GB/T 25153	L	N	N	±10	500~4 500	黏稠、高温
远 传 连 续 测 量 物 位 仪 表	差压液位变送器	GB/T 29817	L	N	N	0.2~0.5	1 000~30 000	黏稠、真空
	浮筒液位计	GB/T 13969	L	O	X	0.5~1.5	350~2 000	脏污、黏稠
	电容物位计	GB/T 24960	L、S	O	O	1.0~1.5	500~10 000	粘附、电磁干扰
	射频导纳物位计	制造厂标准	L、S	O	O	1.0~1.5	500~10 000	电磁干扰
	超声波物位计	制造厂标准	L、S	O	O	1.0~1.5	600~20 000	蒸汽、粉尘、真空
	雷达物位计	制造厂标准	L、S	O	O	±1~±10	600~45 000	低介电常数
	伺服液位计	制造厂标准	L	X	X	±1~±5	600~50 000	黏稠、高压
	磁致伸缩液位计	GB/T 21117	L	N	X	±1~±5	500~20 000	黏稠、高温
	静压式液位计	制造厂标准	L	X	X	0.5~1.0	500~50 000	粘附、腐蚀
	放射性物位计	GBZ 125	L、S	X	O	1.5~4.0	600~10 000	放射源相互干扰
物 位 开 关	浮球液位开关	制造厂标准	L	O	X	—	—	脏污、黏稠
	音叉物位开关	制造厂标准	L、S	X	N	—	—	粘附、振动
	旋浆物位开关	制造厂标准	L、S	X	N	—	—	粘附
	电容物位开关	制造厂标准	L、S	X	O	—	—	粘附、电磁干扰
	超声波液位开关	制造厂标准	L、S	X	O	—	—	蒸汽、粉尘
	放射性物位开关	GBZ 125	L、S	X	O	—	—	放射源相互干扰
注 1: 可测量介质: L—液体; S— 固体。								
注 2: 其他表示符号: O —好、可用; X— 差、不可用; N— 一般、不确定; “—” 表示无内容。								

## 参 考 文 献

1. 《石油化工自动控制设计手册（第三版）》. 陆德民主编. 2000年1月第3版, 化学工业出版社, ISBN 7-5025-2696-X
2. 《自动化与仪表工程师手册》. 王树青、乐嘉谦主编. 2011年11月第1版, 化学工业出版社, ISBN 978-7-122-03950-7
3. 《仪表常用数据手册（第二版）》. 王森、纪纲主编. 2006年8月第2版, 化学工业出版社/工业装备与信息工程出版中心, ISBN 7-5025-8939-2
4. 《在线分析仪器手册》, 王森主编. 2008年10月第1版. 化学工业出版社, ISBN 978-7-122-02439-8
5. 《控制阀手册》第四版. 费希尔控制设备国际有限公司, 2005年
6. Process Industry Practices, Process Control, May 2010, Provided by HIS under license with PIP
7. ISO 1000 International System of Units (SI) and Its Application
8. ISO 5211 Industrial Valves – Part-Turn Actuator Attachments
9. ISO 5752 Metal Valves for Use in Flanged Pipe Systems-Face-to-Face and Centre-to-Face Dimensions
10. IEC 60079-0 Explosive atmospheres-Part 0: Equipment – General requirements
11. IEC 60085 Electrical insulation – Thermal evaluation and designation
12. IEC 60529 Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
13. IEC-60534-2-1 Industrial-Process Control Valves-Part 2-1:Flow-Capacity – Sizing Equations for Fluid Flow under Installed Conditions
14. IEC 60584-1 Thermocouples Part 1:Reference tables
15. IEC 60584-2 Thermocouples Part 2:Tolerances
16. IEC 60584-3 Thermocouples Part 3:Extension and compensating cables – Tolerances and identification system
17. IEC 60751 Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors
18. ANSI/ISA-75.01 Flow Equations for Sizing Control Valves
19. ANSI/ISA -75.17 Control Valve Aerodynamic Noise Prediction
20. ANSI/FCI 70-2 Control Valve Seat Leakage
21. ASME B1.20.1 Pipe Threads, General Purpose (Inch)
22. ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard
23. ASME B16.10 Face-to-Face and End-to-End Dimensions of Valves
24. ASME B16.25 Butt welding Ends
25. ASME B16.34 Valves-Flanged, Threaded and Welding End
26. ASME B16.36 Orifice Flanges
27. ASME B46.1 Surface Texture (Surface Roughness,Waviness, and Lay)
28. ASTM A193 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications
29. ASTM A320 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low-Temperature Service
30. ASME PTC 19.3 TW Thermowells-Performance Test Codes
31. API 598 Valve Inspection and Testing

**SH/T 3005—2016**

- 32. API 607 Fire Test for Soft-seated Quarter-turn Valves
  - 33. API 609 Butterfly Valves: Double-flanged, Lug-and Wafer-type
  - 34. API 6FA Specification for Fire Test for Valves
  - 35. API 6D Specification for Pipeline Valves
  - 36. NACE MR0103 Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments
  - 37. UL 1709 UL Standard for Safety Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel
-

## 本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

# 石油化工自动化仪表选型设计规范

SH/T 3005—2016

条文说明

2016 北京

## 修 订 说 明

SH/T 3005—2015《石油化工自动化仪表选型设计规范》，经工业和信息化部 2016 年 1 月 15 日以第 3 号公告批准发布。

本规范是在 SH 3005—1999《石油化工自动化仪表选型设计规范》的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国石化集团北京石油化工工程公司，主要起草人员是黄步余、李丽华。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，总结了近 10 年我国在炼油、石化工程建设领域的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，如：ISO、IEC、ISA、ANSI、ASME、API、PIP 及国外工程公司与业主标准规范等，取得了大量技术资料。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《石油化工自动化仪表选型设计规范》编制组按章、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

3	术语和定义	47
4	一般规定	47
5	温度仪表	47
6	压力仪表	47
7	流量仪表	47
8	物位仪表	48
9	过程分析仪	48
10	控制阀	48

## 石油化工自动化仪表选型设计规范

### 3 术语和定义

#### 3.4

##### 精确度 accuracy

根据 GB/T 13283—2008 对精确度定义的注释，从测量误差的角度来讲，精确度是测得值的随机误差和系统误差的综合反映。

#### 3.5

##### 精确度等级 accuracy class

根据 GB/T 13283—2008 对精确度等级定义的注释，精确度等级通常以约定的数字或符号表示，称为等级指标，应从下列数系中选取：0.01, 0.02, (0.03), 0.05, 0.1, 0.2, (0.25), (0.3), (0.4), 0.5, 1.0, 1.5, (2.0), 2.5, 4.0, 5.0。其中括号内的精确度等级不推荐采用。

### 4 一般规定

4.4 “国家授权防爆认证机构”包括：上海国家级仪表防爆和安全监督检验站（NEPSI）、国家防爆电气产品质量监督检验中心（CQST）和石油化学工业电气产品防爆质量监督检验中心（PCEC），而且这三个单位是 IEC 组织认可的。“国家授权防爆认证机构”也包括由国家认证监督管理委员会授权的国际权威认证机构，如：IECEX、ATEX 等。

### 5 温度仪表

5.3.11 f) 在工艺流体温度、压力、流速较高或管径较大场合，应依据 ASME PTC19.3 TW-2010 标准对温度计套管做振动频率及应力符合性计算，当套管的漩涡脱落频率 ( $f_s$ ) 大于 0.75 倍的套管共振频率 ( $f_r$ )、套管的总应力大于许用应力或套管的总应力大于 0.5 倍的弯曲应力时，应对温度计套管的结构尺寸或材质进行调整并重新计算以满足该标准要求。

### 6 压力仪表

6.2.4 f)、7.3.7 考虑到膜片有破裂的可能，在工艺介质中有强氧化剂，如氯，硝酸，过氧化氢等场合，可使用氟碳润滑剂（Fluorolube）或卤烃（Halocarbon）等惰性液，不应使用甘油、硅树脂（Silicone）做填充液，以防填充液与工艺介质接触发生化学反应导致爆炸、火灾，或填充液泄漏进工艺介质中造成催化剂中毒。

### 7 流量仪表

7.1.2 c) 3) 差压式流量计的特殊应用包括：压缩机防喘振控制的流量测量、工艺要求的特殊流量计算等，在这些场合，差压流量变送器应选择方根量程，在控制系统内实现开方运算及温度、压力补偿。

7.2.2 均速管流量计包括：皮托管、阿牛巴、威力巴、托巴、德尔塔巴等多种类型，其选型应符合制造厂标准。

7.4.2 c) 当配管不能满足直管段长度要求时，可选用旋进式涡街流量计，其上/下游直管段要求仅为  $5D/2D$ 。

## 8 物位仪表

8.1.2 d) OS&Y 是“Outside Screw and Yoke”的缩写。

8.2.10 b) GBZ 125 标准规定的 1 级防护要求：对人员的活动范围不限制。

## 9 过程分析仪

9.1.6 用于安全连锁和控制回路的过程分析仪的分析滞后时间等于样品传输滞后时间与分析仪响应时间之和。

9.2.1 e) 过程气相色谱仪的最大特点是其优异的选择性，过程气相色谱仪分析结果为体积分数。

9.2.3 b) 紫外线吸收光谱通常为谱带状光谱，相同条件下紫外线分析仪灵敏度比红外线分析仪高。

9.2.9 a) 过程质谱仪相比其他多组分分析仪的优点是它的分析速度快，宜用于测量多流路混合气体中浓度范围为 ppm 级到百分数级的多组分的含量，响应时间高达秒级。

9.3.8 a) 近红外分析仪的分析样品基本不需预处理，易于实现在线或远程分析。

## 10 控制阀

### 10.1.2.3

b) V 球调节阀的压力恢复系数 (FL) 低，在设计时应注意避免闪蒸和气蚀现象的发生。

c) 蝶形调节阀的压力恢复系数 (FL) 低，在设计时应注意避免闪蒸和气蚀现象的发生。

10.1.2.5 b) 防喘振调节阀输出信号到 4mA 或电磁阀失电时，阀门从全关到全开的时间不应超过 2s；输出信号到 20mA 或电磁阀励磁时，阀门从全开到全关的时间不应超过 5s，为达到上述要求，调节阀制造厂应配置增压器、快速排放阀等相关附件。

10.1.5.3 调节阀的外部声路降噪措施包括：安装在线消音器、扩散器、隔音板及隔离箱等方法。