

气动调节阀设计选型

杨春明

(华电环保系统工程有限公司,南京 211153)

摘 要: 工业生产过程最常用的终端控制元件是调节阀,调节阀接收控制器输出信号,调节流体流动,保证压力、温度、液位、流量等过程变量满足工艺要求。选择一台既满足工艺要求又符合本质安全的阀门非常重要,从压差、结构形式、流量特性、口径、泄漏量、安全性能等方面介绍了调节阀的设计选型。

关键词: 调节阀;选型;安全;流量特性

中图分类号: TH 134 **文献标志码:** B **文章编号:** 1674 - 1951 (2018) 01 - 0044 - 02

1 调节阀调节压差的选择

从自动控制的角度来讲,调节阀应该有较大的压差,使阀门工作流量特性接近理想流量特性;但从工艺的角度来讲,调节阀应该具有较小的压差,以降低系统能耗。合理选择调节阀压差,解决好上述两方面的矛盾,使调节阀既能满足过程控制要求,又经济合理,是设计人员的责任。

对调节阀所在的管系进行水力学计算,结合系统前后的总压差,在不使调节阀工作特性发生畸变的范围内,合理确定调节阀压差。一般调节阀的调节压差应为管路阻力的 0.429 ~ 1.000 倍,压差分配比 S 取 0.3 ~ 0.5^[1]。

2 调节阀形式的选择

根据工艺参数(温度、压力、压降、流速),流体特性(黏度、腐蚀性、毒性、含悬浮物或纤维等),控制系统的要求(可调比、泄漏量、噪声)以及调节阀管道连接形式来综合选择调节阀形式。

首先应优选直行程调节阀:洁净、不含固体颗粒、低黏度流体选用单座或普通笼式调节阀;当介质存在闪蒸、汽蚀或噪声超过 85dB(A) 时,应选用多级抗汽蚀或多级降噪阀^[2]。

高黏度、含有固体颗粒和污秽流体且控制要求可调比 R 较大(100: 1) 时宜选用 V 型球阀;介质流通能力很大、 R 较小(30: 1) 的场合,可选用三偏心蝶阀。

强腐蚀性介质宜采用衬塑调节阀,可选择 F46, PFA, PTFE 等耐腐蚀材质。

对于流速大、冲刷严重的工况,调节阀阀体应选用耐磨材料,阀座与阀芯表面应进行硬化处理,如堆

焊司太利合金或碳化钨等。

调节阀填料常温下宜选用 V 型聚四氟乙烯填料,温度高于 180℃ 时应选用柔性石墨填料。对毒性较大或高温的流体,填料函应选用双层填料结构。有防火要求的场所,填料函应选用金属或柔性石墨填料。

以上是一般原则,特殊工况要具体分析:如管道要求直角配管的场合宜选用角形阀;低温工况或深度冷冻的场合应选用低温调节阀;温度低于 -20℃ 应选用长颈型阀盖;温度高于 200℃ 应选用散热型阀盖;有毒类介质以及需要防止阀杆密封处泄漏的场合,要加波纹管密封^[2]。

3 调节阀流量特性的选择

调节阀的流量特性是指阀门的相对流量与相对开度的函数关系 $q_v/q_{vmax} = f(l/L)$, 其中: q_v/q_{vmax} 为相对流量,即控制阀在某一开度下的流量和最大流量之比; l/L 为相对开度,即控制阀在某一开度下的行程与全行程之比。

阀门的流量特性包括快开、线性、等百分比、抛物线等。从控制的作用来讲,系统主要关心的是相对流量的变化率,等百分比流量特性最大优点是全程行程范围内相对流量的百分比变化率相同,控制的灵敏度在全行程内相同,操纵过程平稳。因此,线性流量特性适用于负荷变化小的场合,等百分比流量特性适用于负荷变化大的场合,快开流量特性适用于两位控制的场合。调节阀流量特性选择见表 1, 表中: $S = \Delta p_n / \Delta p_{vc}$, 式中: S 表征工艺生产过程的能耗,也反映了理想流量特性畸变的程度; Δp_n 为正常流量下阀两端的压差; Δp_{vc} 为阀关闭时阀两端的压差。

4 调节阀口径的选择

阀门计算应遵循 GB/T 17213—2005《工业过程

表 1 调节阀流量特性选择

特性	直线特性	等百分比特性
$S>0.75$	液位定值调节系统;主要干扰为给定值的流量温度调节系统	流量、压力、温度、定值调节系统
$S\leq 0.75$	各种系统	

控制阀》,流体分为可压缩流体和不可压缩流体。现在阀门计算的软件很多,本文采用美国阀门计算软件 CIRCOR Selection Sizing & Selection Program,如图 1 所示。阀门计算根据介质种类,可分为液体、气体、蒸汽。

Sizing

Product Brand

Leslie Controls

Item Desc.

FV-410101

CE Required

☐

Application

Select Applicati

Tag No.

FV-410101

PED Category

UOM

Metric

Pipe Line Data

Valve Conditions

Fluid Type

Steam

Insulation

None

Thck.

Press.

0.5

0.5

MPa[g]

Fluid Name

Steam

Size (DN)

200

Sch.

SS

O.D.

219.075

Wall Thck.

2.769

Temp.

159.1

159.1

°C

In

200

SS

219.075

2.769

Allow. SPL

85

dBA

Out

200

SS

219.075

2.769

Service

Continuous Mod

☐ No Service Conditions

Calc

Cv

Max

Norm

Min

Cond4

Cond5

Flow Rate, W

6162

4105

kg/hr

Inlet Pressure, P₁

0.5

0.5

MPa[g]

Outlet Pressure, P₂

0.45

0.45

MPa[g]

Diff. Pressure, ΔP

0.05

0.05

MPa

Inlet Temperature, T₁

159.1

159.1

°C

Choke drop ΔP_p

0.421

0.421

MPa

Uncorrected Cv

187

124

Calculate

Rated Cv

0

0

Clear Service Conds.

Travel (%)

0

0

Pred. SPL, IEC (dBA)

76

76

X_T

0.75

0.75

Velocity

Normal

Normal

Flow

Normal

Normal

图 1 CIRCOR 阀门计算软件界面

除了输入最大流量、正常流量、阀前压力、阀后压力、温度、黏度、密度等常规参数外,液体介质还需要输入饱和蒸汽压力、临界压力,气体介质需要输入比热比,混合介质可取介质中主要成分的参数。软件会自动提示输入闪蒸、汽蚀、噪声等级、阀内流速范围。如果出现闪蒸、汽蚀工况,首先应分析产生的原因,看从工艺角度能否消除不合理工况,如改变阀门的工作位置;如果无法消除,再考虑选择抗闪蒸、汽蚀阀笼,进行多级降压。阀门噪声过大一般与工艺管道管径过小、流量过大或阀门口径过小有关,同样应从工艺角度出发,考虑是否增加 1 级管道,保证管道内介质流速在合理范围内;一般要求阀门口径同管道管径一致或低 1 级,个别情况下低 2 级,特殊工况另外分析;如果从工艺角度无法解决,可选择降噪阀笼。

通过软件计算出最大流量下的流量系数 C_v ,根据阀门厂家给出的各口径额定 C_v 值选取合适的阀门口径,一般等百分比阀门额定 C_v 值与计算 C_v 值的比值为 1.8 左右,该比值可根据实际经验来定。选取额定 C_v 值后,验证阀门开度,应满足表 2 要求。

表 2 调节阀开度验算

流量	阀门相对开度	
	线性阀	等百分比阀
最大	80	85
正常	50 ~ 70	40 ~ 80
最小	10	20

注:蝶阀计算的最大流量下的开度不宜超过 60°。

5 调节阀压差校核

调节阀的克服压差功能通常用阀关闭时的允许压差来表示,允许压差越大,此功能也就越好。允许压差偏小,阀芯就会被压差顶开,造成阀关不到位。因此,允许压差应大于阀门关闭时的工作压差。

6 调节阀泄漏等级选择

泄漏量反映了调节阀内在的质量。根据工艺对泄漏量的要求选择不同等级泄漏量的阀型,一般选择 ANSI IV 级。ANSI IV 级指泄漏量是阀额定容量的 0.01%,是比较常用的泄漏等级。特殊工艺要求时,选择 ANSI V 级或更高。

7 调节阀安全性能的选择

调节阀故障位置 FC,FO,FL 的选择,应从工艺安全的角度出发,一旦电源或气源中断,调节阀应处于故障安全位置。

联锁用调节阀应为故障安全型设计:正常励磁,失电联锁;阀门应使用弹簧复位型执行结构,电磁阀失电联锁,执行器内的空气通过电磁阀排出,弹簧推动阀门至故障安全位置。如果由于工艺原因,弹簧实现的故障位置刚好与安全停车位置相反,可以使用空气储罐使阀门在联锁时到达安全位置。

为了提高安全仪表系统(SIS)的安全完整性(SIL)等级,必须对系统的各个单元实现冗余。SIS 控制阀的冗余设置原则:SIL1 调节阀可采用单电磁阀、单 SIS 调节阀;SIL2 调节阀宜采用冗余电磁阀、单 SIS 调节阀;SIL3 调节阀应采用冗余电磁阀、双 SIS 调节阀。SIS 冗余调节阀可以为分别带电磁阀的 2 个 SIS 开关阀,也可以为带电磁阀的 1 个调节阀 + 1 个 SIS 开关阀。

8 结束语

要想使调节阀选型的结果符合实际工艺要求,必须做许多细致深入的工作。调节阀的设计选型不仅是仪表专业的工作,还与工艺专业关系极大,因此设计选型时两个专业要互相配合。由于篇幅有限,对设计中需要计算的地方进行了简(下转第 49 页)

压侧 U_{bc} 控制电压降低至 50% 额定电压,小于接触器释放电压 $75\% U_s$ 后,接触器释放跳闸,B 空预器主电机跳闸。

计算 Dyn11 接线角侧各类故障情况下星侧电压,对单相控制电源及两相控制电源能否可靠保持运行 ($>75\% U_s$) 进行统计分析,结果见表 2。

表 2 各类故障情况下控制电压能否维持运行

故障	μ_a	μ_b	μ_c	μ_{ab}	μ_{bc}	μ_{ca}
$d_A^{(1)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$d_B^{(1)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$d_C^{(1)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$d_{AB}^{(2)}$	×	✓	✓	×	✓	×
$d_{BC}^{(2)}$	✓	×	✓	×	×	✓
$d_{CA}^{(2)}$	✓	✓	×	✓	×	×
$d_{AB}^{(1,1)}$	×	✓	✓	×	✓	×
$d_{BC}^{(1,1)}$	✓	×	✓	×	×	✓
$d_{CA}^{(1,1)}$	✓	✓	×	✓	×	×

注: $\mu_\varphi (\mu_{\varphi\gamma})$ 表示控制电源取自 φ 相电压 ($\varphi\gamma$ 线电压); $d_\alpha^{(1)}$ 表示对应 α 相单相接地故障; $d_{\alpha\beta}^{(2)}$ 表示对应 $\alpha\beta$ 两相相短路故障; $d_{\alpha\beta}^{(1,1)}$ 表示对应 $\alpha\beta$ 两相相接地短路故障。

根据以上统计分析,设 400 V 设备控制电源取单相电源(220 V)作为控制电源,在以上 3 种故障情况下,接触器能维持吸合运行的概率为 77.8%,而取两相电源(380 V)作为控制电源,在以上 3 种故障发生情况下,接触器能维持吸合运行的概率为 55.6%。相比较而言,取单相电源(220 V)作为控制电源,在高压侧发生各类故障情况下能维持接触器吸合运行的概率是取单相电源的 1.4 倍。故建议在 400 V 设计时宜选取单相电源作为接触器控制电源。

3 解决措施

根据分析结果,在取交流动力电源作为控制电源时,建议设计时宜选取单相电源(220 V)作为接触器控制电源。

由于取单相电源作为控制电源,高压侧发生故障情况下,仍然可能导致接触器失压设备跳闸,故重要设备还是宜选取直流控制电源或 UPS,避免高压系统故障过程中可能导致的重要辅机跳闸,影响机组的运行^[10]。

(上接第 45 页)化,内容仅供参考。

参考文献:

[1]周洪义. 调节阀压差的确定[J]. 石油化工自动化,2004 (1):86-94,96.
[2]陆德明. 石油化工自动控制设计手册[M]. 北京:化学工

4 结论

对此次 400 V 电机的一次异常跳闸情况进行分析,发现对于 Dyn11 接线,角侧故障可能导致星侧电压变化,对其他类型故障进行了同样的分析,并统计各类故障情况下高压侧故障可能影响低压侧 400 V 设备的运行情况,结果表明,低压侧 400 V 设备宜选用单相电源(220 V)作为设备的控制电源。

将从系统接入的交流动力电源作控制电源,无论哪种接线方式均无法彻底避免运行设备受系统动力电源的影响,故重要设备应采用直流电源或 UPS 作控制电源,确保重要设备不受系统故障的影响。

参考文献:

[1]张风平,哈新智,帅安文,等. “晃电”不停机的解决方案[J]. 化工自动化及仪表,2007,34(1):86-88.
[2]张学军,尹丽辉,陈鹏. 磨煤机控制电源隐患分析与解决对策[J]. 内蒙古电力技术,2009,27(S1):90-92.
[3]杨建翔,王英莉. 抗晃电的快速保护方案研究[J]. 电力系统保护与控制,2015,43(17):87-92.
[4]芦新茹. 三相异步电动机断相运行分析[J]. 辽宁工学院学报,2002,22(3):21-23.
[5]崔家佩. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:中国电力出版社,1993.
[6]李建河,叶朋珍,汪广玲,等. 电泵联锁启动过程中快切动作分析及处理[J]. 安徽电气工程职业技术学院学报,2014,19(3):30-35.
[7]钟涛,陈礼频,汪颖,等. 某实际配电线路晃电事故原因分析与电磁暂态仿真[J]. 电气应用,2014,33(23):138-144.
[8]低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分:GB 14048.4—2010[S].
[9]林抒毅,许志宏. 晃电故障下交流接触器的工作特性分析[J]. 中国电机工程学报,2011,31(24):131-137.
[10]何丙茂. 无人值班变电站保护控制电源的可靠性[J]. 华东电力,1994,22(9):39-40.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

叶朋珍(1983—),男,安徽太湖人,工程师,工学硕士,从事发电厂电气生产管理工作(E-mail:ypzabc2008@163.com)。

业出版社,2001.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

杨春明(1981—),男,江苏盐城人,工程师,从事化工、电力行业热控、仪表方面的设计工作(E-mail:15951944867@139.com)。