

控制阀手册



EMERSON
Process Management

控制阀手册

第四版



费希尔控制设备国际有限公司

美国爱荷华州 Marshalltown 50158

法国 Cernay 68700

巴西圣保罗 05424

新加坡 128461

EMERSON™
Process Management

第四版前言

控制阀是世界上现代制造业里越来越重要的元件。选型正确且维护良好的控制阀有助于提高效率、安全性、赢利能力和生态保护能力。

这本《控制阀手册》自从1965年首次出版以来就作为主要的参考书。第四版包括有关控制阀性能和最新技术的重要信息。

- 第1章提供关于控制阀的介绍，包括控制阀和仪表的通用术语的定义。
- 第2章提出有关控制阀性能的重要主题。
- 第3章讨论阀门和执行机构的类型。
- 第4章介绍数字式阀门控制器模拟式定位器，流量增强器和其他控制阀附件。
- 第5章是为某一应用场合而选择一个最佳控制阀的完整指南。
- 第6章讨论特殊控制阀的选型和应用。
- 第7章讨论减温器、蒸汽调节阀和透平旁路系统。
- 第8章说明典型的控制阀的安装和维护过程。
- 第9章包含世界上有关控制阀标准和认证机构的信息。
- 第10章提供有用的工程参考数据表。
- 第11章包括管道连接参考数据。
- 第12章是有关常用单位转换的有用资源。

这本《控制阀手册》是关于控制回路里的最重要的环节—控制阀及其附件的一本教材和参考书。这本书包含过程控制领域里一些著名专家的广泛且经过时间考验的知识，包括来自ISA和Crane公司的专家们的贡献。

北美

艾默生过程管理

美国爱荷华州 Marshalltown, 50158

电话: 1 (641) 754-3011

传真: 1 (641) 754-2830

www.EmersonProcess.com/Fisher

拉丁美洲

艾默生过程管理

巴西圣保罗 Sorocaba, 18087

电话: + (55) (15) 238-3788

传真: + (55) (15) 228-3300

www.EmersonProcess.com/Fisher

欧洲

艾默生过程管理

法国 Cernay, 68700

电话: + (33) (0) 3 89 37 64 00

传真: + (33) (0) 3 89 37 65 18

www.EmersonProcess.com/Fisher

中东 & 非洲

艾默生 FZE

阿拉伯联合酋长国, 迪拜

电话: +971 4 883 5235

传真: +971 4 883 5312

www.EmersonProcess.com/Fisher

亚洲太平洋

艾默生过程管理

新加坡新加坡, 128461

电话: + (65) 6777 8211

传真: + (65) 6777 0947

www.EmersonProcess.com/Fisher

Fisher是艾默生过程管理的一个部分——费希尔控制设备国际有限公司拥有的标记。Emerson标记是艾默生电气公司的商标和服务标记, 所有其它标记则是其各自拥有者的财产。

本出版物的内容仅供参考而已, 尽管我们尽一切努力确保内容的准确性, 但这些内容不应被看作是对本书所介绍的产品和服务、或者它们的使用或适用性的或明或暗的证明或担保。我们保留在什么时候修改或改进产品的设计或规格的权利而无需通知各方。

艾默生、艾默生过程管理以及它们的附属实体不承担任何关于产品选择、使用和维修的责任。任何产品的选择、使用和维修的责任由购方和最终用户承担。

在中国印刷。

© 费希尔控制设备国际有限公司, 2005 年; 版权所有

D101881X012

简介

费希尔控制设备国际有限公司是总部设在美国的财富500强公司艾默生电气公司的一个分部。我们是为过程控制工业提供并制造控制阀的领导者。

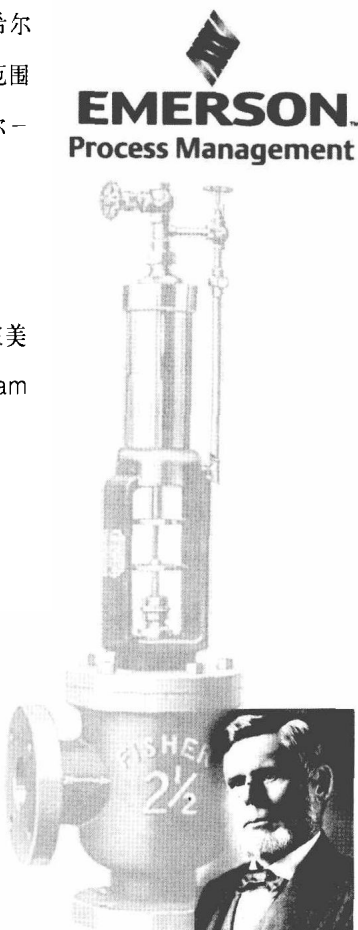
艾默生公司于1992年购买费希尔公司并与过程仪表领域里的另一位世界领导者—罗斯蒙特公司合并,成立费希尔—罗斯蒙特公司,以更好地满足我们用户对完整应用范围的要求和对过程控制的需要。在2001年4月,费希尔—罗斯蒙特公司更名为艾默生过程管理。

我们的开始

费希尔控制设备国际有限公司始于1880年。当时,在美国的爱荷华州的Marshalltown,我们的奠基者William Fisher发明了第一台泵调节器。



费希尔的第一栋厂房



第一台泵调节器的发明者
William Fisher

FISHER

FISHER
GOVERNOR COMPANY
MARSHALLTOWN, IOWA



FISHER
Controls

FISHER
Fisher Controls

FISHER
FISHER-ROSEMOUNT

费希尔标志的演变过程

我们的业务范围

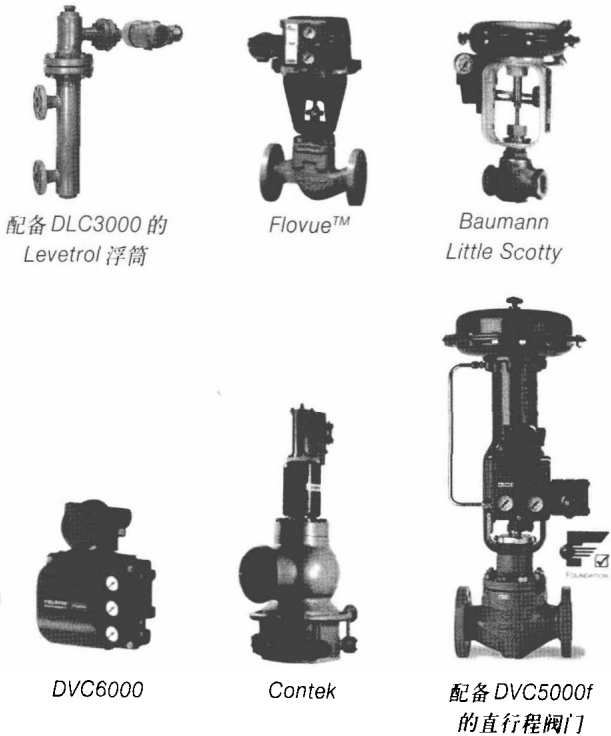
服务的工业

- 石油和气体
- 造纸和纸浆
- 炼油
- 食品和饮料
- 化工和石化
- 制药
- 电力
- 金属与冶炼
- 半导体



我们的产品和服务范围

- 控制阀和执行机构
 - 直行程控制阀
 - 部分球阀和蝶阀
 - 蒸汽调节阀
- 数字式阀门控制器
- 数字式液位控制器
- AMS ValveLink 软件
- 现场安装的仪表
- 快速替换件服务
- 调压器



我们在亚太地区

亚太地区的总部设在新加坡，于 1974 年开始运行。

- 在亚太地区有 29 个销售代理
- 3 个直接办事处
- 6 个制造工厂
- 新加坡工厂建于 1990 年，占地 60,000 平方英尺。于 1994 年扩展到 200,000 平方英尺以满足仪表制造的需要。
- 在 2000 年，增加了研发和设计能力。



费希尔亚太地区的总部
新加坡班丹湾 1 号

第四版前言

控制阀是世界上现代制造业里越来越重要的元件。选型正确且维护良好的控制阀有助于提高效率、安全性、赢利能力和生态保护能力。

这本《控制阀手册》自从 1965 年首次出版以来就作为主要的参考书。第四版包括有关控制阀性能和最新技术的重要信息。

- 第 1 章提供关于控制阀的介绍，包括控制阀和仪表的通用术语的定义。
- 第 2 章提出有关控制阀性能的重要主题。
- 第 3 章讨论阀门和执行机构的类型。
- 第 4 章介绍数字式阀门控制器模拟式定位器，流量增强器和其他控制阀附件。
- 第 5 章是为某一应用场合而选择一个最佳控制阀的完整指南。
- 第 6 章讨论特殊控制阀的选型和应用。
- 第 7 章讨论减温器、蒸汽调节阀和透平旁路系统。
- 第 8 章说明典型的控制阀的安装和维护过程。
- 第 9 章包含世界上有关控制阀标准和认证机构的信息。
- 第 10 章提供有用的工程参考数据表。
- 第 11 章包括管道连接参考数据。
- 第 12 章是有关常用单位转换的有用资源。

这本《控制阀手册》是关于控制回路里的最重要的环节—控制阀及其附件的一本教材和参考书。这本书包含过程控制领域里一些著名专家的广泛且经过时间考验的知识，包括来自 ISA 和 Crane 公司的专家们的贡献。

目 录

第 1 章. 控制阀介绍	1
什么是控制阀	1
过程控制术语	2
直行程控制阀术语	6
旋转式控制阀术语	15
控制阀的功能和特性术语	16
其它过程控制术语	20
第 2 章. 控制阀的性能	23
过程偏差度	23
死区	25
执行机构 - 定位器的设计	28
阀门响应时间	29
阀门类型与特性化	31
阀门口径计算	36
经济效果	37
概括	39
第 3 章. 阀门和执行机构类型	41
控制阀	41
直通式阀	41
单阀座阀体	41
平衡阀芯笼式阀体	43
大流通能力阀笼导向阀体	44
阀座导向单阀座阀体	44
双阀座阀体	44

三通阀体	45
旋转阀	45
蝶阀阀体	45
V 形切口控制阀体	46
偏心阀板控制阀体	47
偏心球塞控制阀体	47
控制阀连接端	48
旋入式管螺纹	48
螺栓紧固带垫片法兰	48
焊接连接端	49
阀体阀盖	49
伸长型阀盖	50
波纹管密封型阀盖	51
控制阀填料	52
聚四氟乙烯(PTFE) V 形环	52
石墨片和丝	52
美国关于泄漏排放的法规要求	53
单层 PTFE V 型环填料	54
ENVIRO-SEAL® PTFE 填料	54
ENVIRO-SEAL® 双层填料	55
KALREZ® 填料	55
ENVIRO-SEAL® 石墨 ULF	55
HIGH-SEAL™ 石墨 ULF	55
适用于旋转阀的 ENVIRO-SEAL® 石墨填料	57
适用于旋转阀的石墨带填料	57
阀笼导向阀体的特性化	58
特性化的阀芯	59
阀芯导向	60
限制流通能力的控制阀阀内件	61
执行机构	62
薄膜执行机构	62
活塞执行机构	63
电液执行机构	64
手动执行机构	64
齿条齿轮执行机构	64
电动执行机构	64

第 4 章. 控制阀附件	67
定位器	67
其它控制阀附件	69
限位开关	71
电磁阀组	71
供气压力调节器	71
气动锁定系统	72
活塞执行机构的失效安全系统	72
电 - 气转换器	72

电—气阀门定位器	74
诊断	74
第 5 章. 控制阀选型	75
阀体材质	77
高镍合金代号	77
标准等级的压力 - 温度额定值	78
铸造碳钢 (ASTM A216 等级 WCC 阀门)	78
铸造铬 - 钼钢 (ASTM A217 等级 WC9 阀门)	79
铸造铬 - 钼钢 (ASTM A217 等级 C5 阀门)	80
铸造 304L 型不锈钢 (ASTM A351 等级 CF3 阀门)	81
铸造 316 型不锈钢 (ASTM A351 等级 CF8M 和 CG8M)	82
ASTM A216 铸铁阀门的压力 - 温度额定值	84
ASTM B61 和 B62 铸铜阀门的压力 - 温度额定值	85
法兰连接直通式控制阀的端面至端面间距	86
对焊连接直通式控制阀的端面至端面间距	88
套焊连接直通式控制阀的端面至端面间距	89
螺纹连接直通式控制阀的端面至端面间距	90
凸面法兰连接角形直通式控制阀的端面至中心线间距	90
松套式法兰连接直通式控制阀的端面至端面间距	90
无法兰部分球控制阀的端面至端面间距	91
单法兰 (凸耳式) 和无法兰 (对夹式) 蝶阀的端面至端面间距	91
偏心高压蝶阀端面至端面间距	92
材料组合的磨损和摩擦表	92
控制阀阀座泄漏等级	93
VI 级最大允许泄漏量	94
典型的阀内件材料温度限制	94
弹性材料的工作温度限制	95
环境温度下的腐蚀情况	96
弹性材料的特性信息	101
流体适应性	104
控制阀的流量特性	108
流量特性	108
流量特性的选择	109
阀门口径计算	110
液体工况阀门口径计算	110
缩写和术语	112
公式常数	113
确定管道几何形状系数 F_p	114
确定 $q_{\max}$ (最大流量) 或 $\Delta P_{\max}$ (最大允许计算压力降)	115
确定 $q_{\max}$ (最大流量)	115
确定 $\Delta P_{\max}$ (最大允许计算压力降)	115
液体工况口径计算例题	117
可压缩流体阀门口径计算	119
确定压降比系数 X_{TP}	121
可压缩流体口径计算例题 1	121

可压缩流体口径计算例题 2	123
单阀座直通阀阀体的口径计算系数示例	126
旋转式阀门的口径计算系数示例	127
执行机构尺寸计算	129
直通阀	129
A. 不平衡力	129
控制阀的典型的不平衡面积	129
B. 提供阀座负载的力	131
C. 填料摩擦力	131
典型的填料摩擦力数值	132
D. 附加力	132
执行机构力计算	133
旋转式执行机构尺寸计算	133
力矩公式	133
开启力矩	133
动态力矩	133
典型的旋转阀的力矩系数	134
带复合密封的 V 形切口球阀	134
带复合密封的高性能蝶阀	134
最大转角	134
非破坏性试验步骤	134
磁性颗粒 (表面) 检验	135
液体渗透 (表面) 检验	135
射线照相 (立体) 检验	135
超声波 (立体) 检验	135
气蚀和闪蒸	136
阻塞流引起的闪蒸和气蚀	136
闪蒸工况阀门选型	137
气蚀工况阀门选型	138
噪声预测	138
空气动力噪声	138
液体动力噪声	139
噪声控制	140
噪声概述	142
填料的选择	143
直行程阀门的填料选择指南	145
旋转阀的填料选择指南	146

第 6 章. 特殊控制阀	147
大流通能力控制阀	147
小流量控制阀	148
高温控制阀	148
低温工况用阀门	149
自定义流量特性与减噪音内件	150
在美国用于核工况的控制阀	150
受硫化应力裂纹影响的阀门	151

MR0175 2003 年前的修正本	151
NACE MR0175/ISO 15156	152
NACE MR0103	153
第 7 章. 蒸汽调节阀门	155
理解过热减温	155
过热减温的技术特点	156
典型的减温器型式	158
固定几何形状喷嘴型	158
可变几何形状喷嘴型	159
自我包容型	159
蒸汽辅助雾化型	160
几何形状辅助对夹型	161
理解蒸汽调节阀门	161
蒸汽调节阀	162
蒸汽冷却器	164
蒸汽喷淋器	164
理解透平旁路系统	165
透平旁路系统的部件	165
透平旁路阀	166
透平旁路水控制阀	166
电液系统	166
第 8 章. 安装与维护	167
正确的存储和保护	167
正确的安装技术	168
阅读操作手册	168
确认管道清洁	168
检查控制阀	168
采用良好的管接实践	168
控制阀维护	169
被动性维护	169
预防性维护	170
预见性维护	170
使用控制阀诊断	170
仪表空气泄漏	170
供气压力	171
行程偏差和继电器调整	171
仪表空气质量	171
服务中的摩擦力和摩擦力趋势	172
其它实例	172
持续的诊断技术的发展	172
执行机构膜片	172
阀杆填料	172
阀座环	173
研磨金属阀座	173

更换阀座环	173
弹簧设定范围	174
第 9 章. 标准与认证	175
控制阀标准	175
美国石油组织 (API)	175
美国机构工程师学会 (ASME)	175
欧洲标准化委员会 (CEN)	176
欧洲工业阀门标准	176
欧洲材料标准	176
欧洲法兰标准	177
流体控制组织 (FCI)	177
美国仪表学会 (ISA)	177
国际电工委员会 (IEC)	178
国际标准组织 (ISO)	178
制造商标准化学会 (MSS)	178
国际腐蚀工程师协会 (NACE)	179
危险 (分类) 场所产品认证	179
参考标准	179
加拿大标准协会 (CSA) 标准	179
欧洲电工标准化委员会 (CENELEC) 标准	179
美国仪表学会 (ISA) 标准	179
国际电工委员会 (IEC) 标准	179
美国电气制造商协会 (NEMA) 标准	179
美国防火协会 (NFPA) 标准	179
北美认证	179
认证机构	179
保护类型	179
命名方法	180
危险场所分类	180
温度代号	181
NEMA 外壳等级	181
一般场所	181
危险 (分类) 场所	182
CSA 壳体等级	182
本安装置	182
整体概念	182
CSA 系统参数概念	183
回路示意图 (控制图)	183
保护技术比较	184
隔爆技术	184
该技术的优点	184
该技术的缺点	184
安装要求	184
本安技术	184
该技术的优点	184

该技术的缺点	184
防止粉尘点燃技术	185
无火花技术	185
该技术的优点	185
该技术的缺点	185
欧洲和亚太地区认证	185
认证机构	185
CENELEC 认证	185
保护类型	185
隔爆	185
增安	186
本安	186
无火花	186
命名方法	186
危险场所分类	186
组别	186
区域	187
温度代号	187
IEC 壳体等级	187
NEMA 和 IEC 壳体等级比较	188
保护技术比较	188
防爆技术	188
该技术的优点	188
该技术的缺点	188
增安技术	188
该技术的优点	188
该技术的缺点	189
本安技术	189
该技术的优点	189
该技术的缺点	189
n 型技术	189
该技术的优点	189
该技术的缺点	189
第 10 章. 工程数据	191
阀门标准材料的规格	191
阀门受压部件的材料性能	197
碳氢化合物的物理常数	200
比热比	202
各种流体的物理常数	203
致冷剂 717 (氨)	206
水的特性	211
饱和蒸汽的特性	212
过热蒸汽的特性	219
管道内液体的速度	226
水流过壁厚号 40 的钢管	228

空气流过壁厚号 40 的钢管	232
壁厚号 40 以外的管道的计算	236
第 11 章. 管道数据	237
管道螺纹接合	237
碳钢和合金钢—不锈钢	238
美国管道法兰尺寸—螺孔中心圆直径 (英寸)	251
美国管道法兰尺寸—双头螺栓数量和直径 (英寸)	252
美国管道法兰尺寸—法兰直径 (英寸)	253
美国管道法兰尺寸—带法兰管件的法兰厚度 (英寸)	254
PN16 公称压力的铸钢法兰标准	255
PN25 公称压力的铸钢法兰标准	256
PN40 公称压力的铸钢法兰标准	257
PN63 公称压力的铸钢法兰标准	258
PN100 公称压力的铸钢法兰标准	259
PN160 公称压力的铸钢法兰标准	259
PN250 公称压力的铸钢法兰标准	260
PN320 公称压力的铸钢法兰标准	260
PN400 公称压力的铸钢法兰标准	261
第 12 章. 单位转换与换算	263
长度换算	263
整数英寸—毫米换算	263
分数英寸至毫米	264
其它分数 / 小数英寸—毫米换算	264
面积换算	266
体积换算	266
体积流量换算	266
质量转换—磅至公斤	267
压力换算	268
压力转换—每平方英寸巴	268
温度转换公式	269
温度转换	269
A.P.I 和 Baume 比重表和重量因子	271
可压缩流体的等效体积和重量流量	273
粘度转换图解法	274
其它有用的转换	275
公制前缀与符号	275
标题索引	277

第 1 章

控制阀介绍

什么是控制阀？

过程工厂是由成百甚至上千个控制回路组成的。所有这些控制回路被连接成网络以生产可供销售的产品。每一个控制回路都经过设计以保证重要的过程变量如压力、流量、液位、温度等不超出要求的工作范围，这样可以确保最终产品的质量。每一个回路都会接受并从内部产生扰动。这些干扰对过程变量产生决定性的影响。网络里其它回路之间的相互作用也会产生影响过程变量的扰动。

为了减少这些负载扰动的影响，传感器和变送器会收集关于过程变量及其与要求的设定点之间的关系的信息。控制器然后处

理这些信息并决定必须怎样做才能使得过程变量在负载扰动发生后恢复到它的正常范围。所有的测量、比较和计算工作完成后，某种类型的终端控制元件必须执行由控制器选择的控制策略。

过程控制工业里最常用的终端控制元件就是控制阀。控制阀调节流动的流体，如气体、蒸汽、水或化学混合物，以补偿负载扰动并使得被控制的过程变量尽可能地靠近需要的设定点。

许多人讨论控制阀或阀门，其实他们指的是控制阀组件。控制阀组件典型地由阀体、