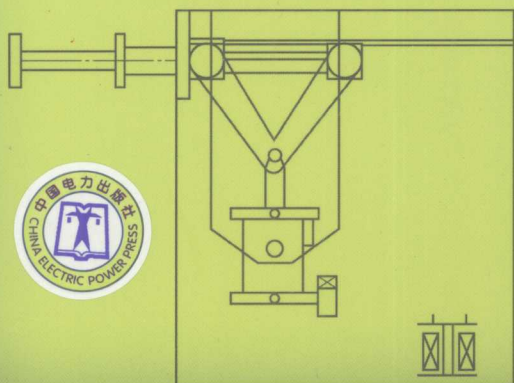
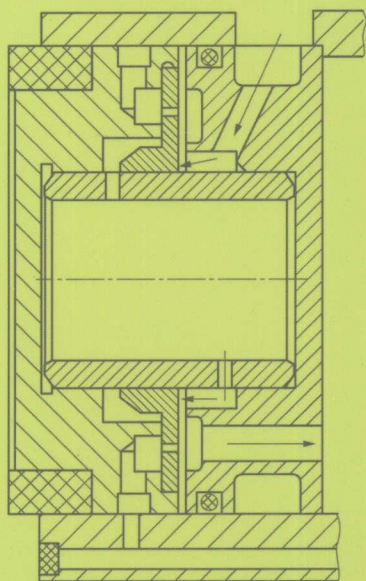
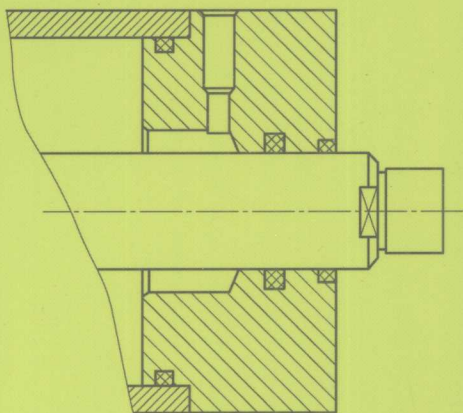
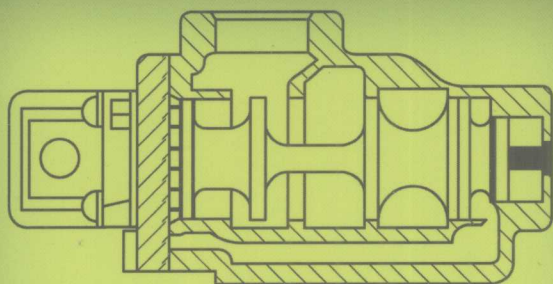


气动设备使用

黄志坚 编著

与 维修技术

Pneumatic Equipment



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

要 献 容 内

气动设备使用 与维修技术

黄志坚 编著

ISBN: 2009

ISBN 978-7-302-8750-0

1. 黄志坚 编著 ① 气动设备使用与维修技术 ② 黄志坚 编著

ISBN 978-7-302-8750-0

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第042270号

中国电力出版社出版

(北京·海淀区·中关村大街22号·100044) <http://www.cepp.com.cn>

北京康润书店发行

各新华书店均有代售

2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

181页 787mm×1092mm 1/16 32.00元

ISBN 978-7-302-8750-0 定价: 38.00元

黄志坚 著

本书封面贴有防伪标签, 刮开涂层, 即可见内部防伪标志。

本书封面贴有防伪标签, 刮开涂层, 即可见内部防伪标志。

黄志坚 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

气动技术在多个工业门类的自动化生产线得到了广泛应用。气动设备涉及自动控制、流体传动、润滑与密封等多个技术领域,对运行条件有较高的要求。

本书结合大量实例,系统地介绍了气动设备安装调试、维护检查、故障诊断与排除、技术改进等的理论与方法。全书共15章,其中第1章是概述;第2~7章介绍各类气动元件的工作原理、技术特点、使用与维修方法;第8章介绍气动系统的维修管理和故障诊断;第9~15章介绍各工业门类气动设备的使用与维修方法。

本书可供气动设备开发、设计、制造、使用与维修人员参考,也可作为各大中专学校相关专业师生的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

气动设备使用与维修技术/黄志坚编著. —北京:中国电力出版社, 2009

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8726 - 0

I. 气… II. 黄… III. ①气动设备 - 使用②气动设备 - 维修 IV. TH138.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 057270 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009年7月第一版 2009年7月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 21.5印张 456千字

印数0001—3000册 定价 38.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

PREFACE

气压传动系统具有结构简单、造价低、易于控制的特点,特别是在有毒、放射、易燃易爆等恶劣环境内,气动装置有独特的优点。近年来,气动技术在多个工业门类的自动化生产线上得到了广泛地应用。

气动设备涉及自动控制、流体传动、润滑与密封等多个技术领域,是典型的机电一体化装置,对运行条件有较高的要求。一些地方气动设备的使用维修状况并不尽如人意,设备的故障率高、停机时间长、维修成本高,不能满足生产要求。所以,提高维修人员的专业素质就迫在眉睫了。

本书结合大量实例,系统地介绍了气动设备安装调试、维护检查、故障诊断与排除、技术改进等的理论与方法。

全书共 15 章,其中第 1 章是概述;第 2~7 章介绍各类气动元件的工作原理、技术特点和使用与维修方法;第 8 章介绍气动系统的维修管理与故障诊断;第 9~15 章介绍各工业门类气动设备的使用与维修方法。

本书取材新颖、数据翔实。本人在编写过程中,比较注意技术的先进性、方法的实用性,力求内容丰富、表达通俗易懂。本书适合于从事气动设备开发、设计、制造、使用与维修的人员使用,也可供各大中专学校相关专业的师生作为学习参考书。

作者

2009 年 6 月

用电技术出版中心读者服务卡

尊敬的读者朋友,感谢您对中国电力出版社图书的一贯支持与厚爱。为了更好地贴近读者,为您服务,请对我们的图书提出宝贵的意见和建议,以帮助我们不断提升图书质量,继续推出更符合读者需求、更实用、品质更高的图书。

通过电话、邮件的方式返回服务卡信息,您将成为我社的正式读者会员,并能更快捷地了解最新的图书出版信息和优惠购书信息。

姓名_____ (必填) 性别_____ 年龄 ☐ 18-20 ☐ 20-30 ☐ 30-40 ☐ 40以上 学历_____

职业_____ 职称_____

工作单位_____ 部门_____

电子邮件_____ (必填) 联系电话_____ (必填)

通信地址_____ 邮政编码_____

1. 您所在单位的类型:

☐ 设计研究院 ☐ 大专院校 ☐ 政府部门 ☐ 学会、协会组织 ☐ 产品用户、制造商、经销商 ☐ 其他_____

2. 贵单位所属行业:

☐ 电力 ☐ 化工 ☐ 机械制造 ☐ 石油 ☐ 水利 ☐ 矿山 ☐ 纺织 ☐ 交通 ☐ 冶金 ☐ 核电 ☐ 电子制造 ☐ 其他_____

3. 您关注、使用的产品类型:

☐ 低压电器 ☐ 低压电控设备 ☐ PLC 可编程控制器 ☐ 人机界面 ☐ 变频器与传动 ☐ 伺服步进运动控制 ☐ 工控机 ☐ 嵌入式系统 ☐ 仪器仪表 ☐ 大中型控制系统 ☐ 工业通讯 ☐ 自动化软件 ☐ 电子产品 ☐ 其他_____

4. 您所购买的图书名称是_____

5. 您所关注的技术热点是_____

6. 您通常是通过何种方式了解、阅读、购买图书的:

☐ 新华书店 ☐ 科技书店 ☐ 网上书店 ☐ 展会 ☐ 邮购 ☐ 其他_____

7. 用途: ☐ 培训教材 ☐ 工作参考 ☐ 自学辅导 ☐ 其他_____

8. 您对本书的满意度:

从内容角度: ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意 从排版、封面设计角度: ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意

从价格角度: ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意, 价格定位在多少合适_____

9. 您对本书的建议和评价: ☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般

您的宝贵意见_____

10. 您感兴趣或希望购书的图书有哪些:_____

11. 您是否愿意收到我社相关的图书目录: ☐ 是 ☐ 否

12. 您经常关注的杂志和网站是哪些:_____

13. 贵单位是否重视技术人员的职业再培训: ☐ 是 ☐ 否

通常以何种方式进行培训 ☐ 单位自己的培训机构 ☐ 请相关专家来培训 ☐ 外派到专门的培训机构

如果可以, 您希望参加哪种技术培训:

☐ PLC ☐ 变频器 ☐ DCS ☐ 现场总线 ☐ 组态软件 ☐ 数控机床 ☐ 中低压电器技术 ☐ 电气维修 ☐ 其他_____

14. 您希望成为我们的作/译者吗? ☐ 是 ☐ 否

您准备编写的图书名称是:_____

地址: 北京市西城区三里河路6号 中国电力出版社用电技术出版中心 (100044)

电话: 010-58383411 Email: zhi_hui@cepp.com.cn 网址: www.cepp.com.cn www.infopower.com.cn

目 录

CONTENTS

前言

第1章 气压传动技术的使用与维修概述	1
1.1 气压传动系统的工作原理与组成	1
1.1.1 气压传动系统的工作原理	1
1.1.2 气压传动系统的组成	1
1.2 气压传动的特点	2
1.2.1 气压传动的优点	2
1.2.2 气压传动的缺点	3
1.2.3 气动控制与其他控制的性能比较	3
1.3 气压传动的应用与发展	4
1.3.1 气压传动的应用	4
1.3.2 气压传动的历史与发展趋势	4
1.4 气动系统使用与维修概述	5
1.4.1 气动系统的安装调试	5
1.4.2 气动系统的检查与维护	6
1.4.3 气动系统故障诊断与排除	6
1.4.4 气动系统的技术改进	6
第2章 气源装置的使用与维修	7
2.1 压缩空气站的使用与维修	7
2.1.1 压缩空气站的组成	7
2.1.2 空气压缩机的使用与维修	8
2.1.3 空气压缩机的安装与维修操作要领	10
2.2 空气压缩机的使用与维修实例	12
2.2.1 喷油螺杆式空气压缩机的日常维护	12
2.2.2 LU7~LU10 双螺杆空气机超温故障原因分析	17
2.3 气源净化装置的使用与维修	18
2.3.1 后冷却器的使用与维修	19
2.3.2 除油器的使用与维修	19
2.3.3 储气罐的使用与维修	20
2.3.4 空气干燥器的使用与维修	20
2.4 气源处理系统的使用与维修实例	23
2.4.1 XF-100 空气压缩机气源净化处理装置的改进	23

2.4.2 压缩空气净化的解决方案	24
2.4.3 采用气源加热技术降低连轧生产线气动设备故障率	25
第3章 气动控制阀与气动回路的使用与维修	28
3.1 方向控制阀与方向控制回路的使用与维修	28
3.1.1 方向控制阀与方向控制回路	28
3.1.2 方向控制阀常见故障及其排除方法	31
3.1.3 方向阀用于系统故障排除实例	34
3.2 压力控制阀与压力控制回路的使用与维修	35
3.2.1 减压阀	35
3.2.2 667 型气动减压阀阀杆弯曲分析	39
3.2.3 溢流阀	41
3.2.4 顺序阀	43
3.3 流量控制阀与速度控制回路的使用与维修	44
3.3.1 流量控制阀	44
3.3.2 速度控制回路	45
3.4 其他常用气动回路	46
3.4.1 安全保护回路	46
3.4.2 往复动作回路	47
3.4.3 延时回路	48
3.5 气动逻辑控制阀	48
3.5.1 逻辑控制概述	48
3.5.2 气动逻辑元件的分类	49
3.5.3 主要逻辑元件	49
3.6 阀岛及其应用	54
3.6.1 阀岛	55
3.6.2 阀岛在卷烟机械中的应用实例	57
3.7 气动控制阀的选用	58
第4章 气动比例/伺服控制技术及其应用	60
4.1 气动比例/伺服控制阀	60
4.1.1 比例控制阀	60
4.1.2 伺服控制阀	64
4.1.3 气动数字控制阀	66
4.1.4 新型驱动方法及电—气比例/伺服控制阀的发展	67
4.2 气动比例/伺服控制系统	68
4.2.1 比例/伺服控制系统的基本构成	68
4.2.2 比例/伺服控制阀的选择	69
4.2.3 控制理论	70

4.2.4	典型应用	70
4.3	气动比例/伺服控制元件及其系统应用实例	73
4.3.1	直动式电反馈高压电气比例减压阀	73
4.3.2	智能控制在气动比例位置系统中的应用	75
4.3.3	基于 C8051F 脉宽调制 (PWM) 的气动比例调压阀	79
4.3.4	高精度气动机械手及其应用	83
4.3.5	机间输送机气动伺服定位系统	87
4.3.6	气动机器人关节位置伺服系统	89
4.3.7	气-电智能立体仓库	91
4.3.8	2D 气动数字伺服阀	96
第5章	气缸的使用与维修技术	99
5.1	气缸概述	99
5.1.1	气缸的分类	99
5.1.2	气缸的工作原理	99
5.1.3	气缸的选用	103
5.2	气缸的常见故障与排除方法	104
5.2.1	气缸故障分析	104
5.2.2	气缸的故障原因与对策	106
5.3	气缸维修要点	108
5.3.1	气缸的拆卸与检修	108
5.3.2	气缸的日常检查维护	109
5.4	气缸使用维修实例	109
5.4.1	气动系统漏气故障	109
5.4.2	气缸密封件的改进	109
第6章	气动马达的使用与维修	112
6.1	气动马达的使用与维修概述	112
6.1.1	气动马达的分类及特点	112
6.1.2	常用气动马达的特点与应用范围	112
6.1.3	气动马达的日常维护要点	113
6.2	叶片式气动马达的使用与维修	114
6.2.1	叶片式气动马达	114
6.2.2	叶片式气动马达的故障及排除方法	114
6.2.3	叶片式气动马达维护保养	114
6.2.4	叶片式气动马达缸体失效分析与热处理工艺改进	114
6.3	活塞式气动马达的使用与维修	115
6.3.1	活塞式气动马达	115

6.3.2	活塞式气动马达的故障及排除方法	116
6.3.3	活塞式气动马达维护保养	116
6.4	齿轮式气动马达的使用与维修实例	117
6.4.1	锚杆钻机气动马达效率分析与提高	117
6.4.2	齿轮式气动马达的噪声分析	120
第7章	气动辅件的使用与维修	123
7.1	主要气动辅助元件的使用与维修	123
7.1.1	过滤器的使用与维修	123
7.1.2	自动排污器的使用与维护	125
7.1.3	油雾器的使用与维修	126
7.1.4	消声器的使用与维护	129
7.1.5	转换器的使用与维护	130
7.2	气动辅件使用维修实例	131
7.2.1	CKD-3000 油雾器的使用与维修	131
7.2.2	气动摩擦离合器密封失效的预防	132
7.2.3	硫化机气动密封系统的改造	134
7.2.4	气动系统管路的故障分析与排除	135
第8章	气动系统的维修管理与故障诊断	141
8.1	气动系统维修管理概述	141
8.1.1	维修管理考虑的内容	141
8.1.2	维修检查	142
8.1.3	维护保养	143
8.2	气动系统常见问题及处理方法	146
8.2.1	产生冷凝液	146
8.2.2	流量不足	147
8.2.3	冻结的处理	149
8.2.4	润滑管理和无给油系统	150
8.2.5	防止产生油泥	151
8.2.6	预防维修	152
8.3	气动系统故障诊断与状态监测	153
8.3.1	气动故障诊断概述	153
8.3.2	用故障树诊断气动系统故障实例	155
8.3.3	基于机器视觉技术的气动系统状态监控与故障诊断	157
第9章	机械制造气动系统的使用与维修	160
9.1	机械制造气动系统概述	160
9.1.1	主要应用	160

9.1.2	发展趋势	160
9.2	机床气动系统的使用与维修	161
9.2.1	数控机床气动系统的故障诊断	161
9.2.2	TH5840 立式加工中心气动故障的排除实例	162
9.2.3	气动装置用于数控车床夹紧与送料机构的改进	163
9.3	机械制造系统及辅助装置气动故障诊断与维修	167
9.3.1	接料小车气动系统故障分析与改进	167
9.3.2	气动机械手应用问题分析	169
9.3.3	台车炉气动双位蝶阀故障分析及其改进	172
9.3.4	气动生产线故障诊断专家系统	175
9.3.5	阀岛远程故障诊断技术的应用	180
第 10 章	轻工与化工气动设备的使用与维修	182
10.1	轻工气动设备的使用与维修	182
10.1.1	纺丝生产线 LHV 802 型打包机组气动系统故障分析	182
10.1.2	包装机械气动系统的安全要求与故障检测	183
10.1.3	气动比例控制技术在滴灌带生产线改进中的应用	185
10.1.4	啤酒生产线定位器的使用和故障分析	186
10.1.5	气压磨粉机气路故障排除	188
10.1.6	DTM129 气动加压 V 型牵伸细纱机的安装	190
10.1.7	GMGT1 型通过式磨革机气动系统及故障分析	193
10.1.8	木工机械气动组件故障分析及处理方法	194
10.1.9	全自动安装机的故障排除	195
10.1.10	自动双头锯钻铣机故障分析	196
10.1.11	双盘磨打浆机气动控制改进	198
10.1.12	ZW7 型卷纸机气动系统的改造	199
10.2	化工气动设备的使用与维修	201
10.2.1	气动控制阀的故障分析及排除	201
10.2.2	气动调节阀的安装使用与故障分析	202
10.2.3	气动薄膜调节阀的故障分析及预检修	205
10.2.4	气动薄膜调节阀特殊故障分析及选型	207
10.2.5	VPR 气动阀门定位器故障维修	210
10.2.6	气动执行器故障处理两例	212
10.2.7	气动热合机用于设备改进的方法	214
10.2.8	分装气控系统可靠性问题及其解决方案	216
第 11 章	能源工业气动设备的使用与维修	221
11.1	电厂气动设备的使用与维修	221

11.1.1	发电厂汽轮机给水系统气动调节阀故障的修复	221
11.1.2	调节挡板气动执行器存在的问题及处理方法	223
11.1.3	电厂锅炉补给水处理系统气动阀的安装调试	226
11.1.4	LW11 系列断路器常见故障分析及对策	229
11.1.5	提高 LW17-220 型 SF ₆ 断路器运行稳定性的措施	230
11.1.6	MHMe-2Y-550 型断路器频繁打压故障的分析及解决	233
11.2	煤矿气动设备的使用与维修	236
11.2.1	HBF-S 120/10 型加压过滤机故障的分析与处理	236
11.2.2	煤矿主井气动卸载系统维护及故障诊断	238
11.2.3	气动锚杆钻机故障分析	238
11.2.4	气动锚杆钻机的使用和保养	241
11.2.5	气动挡车杠的应用与安装	242
第 12 章	冶金气动设备的使用与维修	243
12.1	钢铁冶炼气动设备的使用与维修	243
12.1.1	DDS 开铁口机气动系统的改进	243
12.1.2	SKF 精炼炉合金加料气动系统故障分析	246
12.1.3	气动挡渣技术的应用及存在的问题	248
12.1.4	连铸机气动系统故障分析及排除	251
12.1.5	板坯二次火焰切割机气动系统的改进	253
12.1.6	板坯去毛刺机的故障分析与处理	257
12.2	轧钢及冶金动力气动系统使用与维修	260
12.2.1	活套气动故障分析及其改进方法	260
12.2.2	打捆机穿带气动系统故障分析	263
12.2.3	气动蝶阀故障原因分析及防范措施	266
第 13 章	建筑工程气动设备的使用与维修	271
13.1	工程机械气动系统的使用与维修	271
13.1.1	混凝土搅拌站气动系统常见故障分析	271
13.1.2	TBG38 型气动破碎机缸体的改进	273
13.1.3	气动履带式钻车行走机构的改进	278
13.2	建材机械气动系统使用与维修	280
13.2.1	Φ2.6×10m 水泥磨的安装调试及其使用	281
13.2.2	辊压机称重仓下料闸板气动系统的改进	284
13.2.3	煤磨系统气动高性能密封蝶阀机构的改进	286
13.2.4	真空挤出机气动离合器的故障与改造	288
第 14 章	交通运输气动设备的使用与维修	293
14.1	公路交通运输气动设备的使用与维修	293

14.1.1	车用气动装置故障分析	293
14.1.2	奔驰车系 PSE 系统故障实例	294
14.2	铁路运输气动系统的使用与维修	295
14.2.1	T-3 型气动刮雨器故障分析及改进措施	295
14.2.2	电控气动塞拉门常见故障的分析及处理	297
14.2.3	客车电控气动塞拉门存在的问题及其分析	298
14.2.4	气动式铁轨故障检测系统	299
14.3	船舶气动系统的使用与维修	301
14.3.1	船舶气动控制系统的故障分析与维护	301
14.3.2	主机气动遥控系统故障的诊断	303
14.3.3	船用柴油机气动操纵系统的故障判断和处理	305
14.3.4	气动式离合器故障的分析	310
14.3.5	ROPAX 船上建气动移门安装与调试	312
第 15 章	医疗设施气动系统的使用与维修	317
15.1	呼吸机气动系统的使用与维修	317
15.1.1	SIEMENS 900C 系列呼吸机故障分析	317
15.1.2	西门子 300A 呼吸机故障分析与处理	319
15.1.3	德尔格 EVITA 4/EVITA 2 Dura 型呼吸机的使用与维护	321
15.1.4	气动逻辑元件用于呼吸机的改进	323
15.2	氧舱与物流气动系统的使用维修	324
15.2.1	氧舱气动薄膜阀突发性故障的分析与预防	324
15.2.2	气动物流传输系统故障的检修	326
15.2.3	气动物流传输系统的改进	327
参考文献		330



第 1 章

气压传动技术的使用与维修概述

气压传动与控制技术简称气动技术,是以压缩空气为工作介质来进行能量与信号的传递,实现各种生产过程自动控制的一门技术。它是流体传动与控制学科的一个重要组成部分。传递动力的系统是将压缩气体经过管道和控制阀输送给气动执行元件,把压缩气体的压力能转换为机械能而做功;传递信息的系统是利用气动逻辑元件或射流元件以实现逻辑运算等功能,也称气动控制系统。

1.1 气压传动系统的工作原理与组成

1.1.1 气压传动系统的工作原理

在此以气动剪切机为例,介绍气压传动系统的工作原理。剪切机气动系统如图 1-1 所示。

图示位置为剪切前的预备状态,空气压缩机 1 产生的压缩空气→后冷却器 2→油水分离器 3→储气罐 4→空气过滤器 5→调压阀 6→油雾器 7→气控换向阀 9→气缸 10。此时,换向阀 A 腔的压缩空气将阀芯推到上位,使气缸上腔充压,活塞处于下位,剪切机的剪口张开,处于预备工作状态。

当送料机构将工料 11 送入剪切机并到达规定位置时,工料将行程阀 8 的阀芯向右推,换向阀 A 腔经行程阀 8 与大气相通,换向阀阀芯在弹簧的作用下移到下位,将气缸上腔与大气连通,下腔与压缩空气连通。此时,活塞带动剪刀快速向上运动将工料切下。

工料被切下后,即与行程阀脱开,行程阀复位,将排气口封死,换向阀 A 腔压力上升,阀芯上移,使气路换向。气缸上腔进压缩空气,下腔排气,活塞带动剪刀向下运动,系统又恢复到图示状态,待第二次进料剪切。

1.1.2 气压传动系统的组成

从上面的实例可知,气压传动系统由以下五个部分组成。

(1) 气源装置。气源装置是压缩空气的发生装置,其主体部分是空气压缩机。它

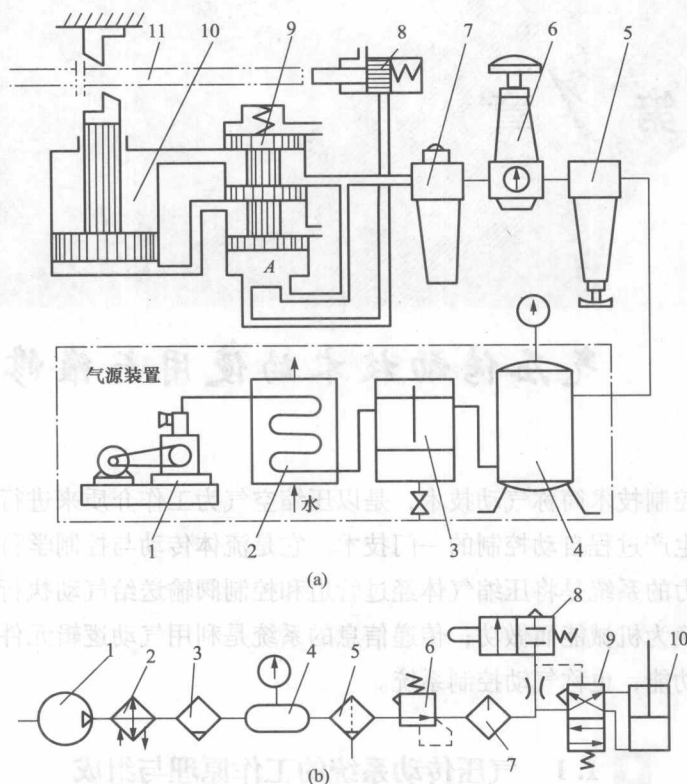


图 1-1 气动剪切机的工作原理

(a) 结构图; (b) 原理图

- 1—空气压缩机; 2—后冷却器; 3—分水排水器; 4—储气罐; 5—分水滤气器;
6—减压阀; 7—油雾器; 8—行程阀; 9—气控换向阀; 10—气缸; 11—工件

将原动机的机械能转换为空气的压力能。

(2) 执行元件。执行元件是气压传动系统的能量输出装置, 主要为气缸和气马达, 它们将压缩空气的压力能转换为机械能。

(3) 控制元件。用以控制压缩空气的压力、流量、流动方向以保证系统各执行机构具有一定的输出动力和速度的元件, 即各类压力阀、流量阀、方向阀和逻辑阀等。

(4) 辅助元件。过滤器、油雾器、消声器、干燥器和转换器等。它们对保持系统正常、可靠、稳定和持久地工作起着十分重要的作用。在气压传动中还有用来感受和传递各种信息的气动传感器。

(5) 工作介质。气压传动系统中所用的工作介质是空气。

1.2 气压传动的特点

1.2.1 气压传动的优点

(1) 以空气为工作介质, 工作介质的获得比较容易, 用后的空气排到大气中, 处

理方便,与液压传动相比不必设置回收的油箱和管道。

(2) 因空气的黏度很小(约为液压油动力黏度的万分之一),其损失也很小,所以便于集中供气、远距离输送,并且不易发生过热现象。

(3) 与液压传动相比,气压传动动作迅速、反应快、可在较短的时间内达到所需的压力和速度。工作介质清洁,不存在介质变质等问题。

(4) 安全可靠,在易燃、易爆场所使用不需要昂贵的防爆设施。压缩空气不会爆炸或着火,特别是在易燃、易爆、多尘埃、强磁、辐射、振动、冲击等恶劣工作环境中,比液压、电子、电气控制优越。

(5) 成本低,过载能自动保护,在一定的超载运行下也能保证系统安全工作。

(6) 系统组装方便,使用快速接头可以非常简单地进行配管,因此系统的组装、维修以及元件的更换比较简单。

(7) 储存方便,气压具有较高的自保持能力,压缩空气可储存在储气罐内,随时取用。即使压缩机停止运行,气阀关闭,气动系统仍可维持一个稳定的压力。故不需压缩机连续运转。

(8) 清洁。基本无污染,外泄漏不会像液压传动那样严重污染环境。对于要求高净化、无污染的场合,如食品、印刷、木材和纺织工业等极为重要,气动具有独特的适应能力,优于液压、电子、电气控制。

1.2.2 气压传动的缺点

(1) 由于空气具有可压缩性,因此工作速度稳定性稍差。但采用气液联动装置会得到较满意的效果。

(2) 因工作压力低(一般为 $0.3 \sim 1.0 \text{ MPa}$),又因结构尺寸不宜过大,总输出力不宜大于 $10 \sim 40 \text{ kN}$ 。

(3) 噪声较大,在高速排气时要加消声器。

(4) 气动装置中的气信号传递速度在声速以内比电子及光速慢,因此,气动控制系统不宜用于元件级数过多的复杂回路。

1.2.3 气动控制与其他控制的性能比较

气动控制与其他控制的性能比较见表1-1。

表1-1 几种控制方式性能比较

比较项目		操作力	动作快慢	环境要求	构造	载荷变化影响	远距离操纵	无级调速	工作寿命	维护	价格
气压控制		中等	较快	适应性好	简单	较大	中距离	较好	长	一般	低
液压控制		最大	较慢	不怕振动	复杂	有一些	短距离	良好	一般	要求高	稍高
电控制	电气	中等	快	要求高	稍复杂	几乎没有	远距离	良好	较短	要求较高	稍高
	电子	最小	最快	要求特高	最复杂	没有	远距离	良好	短	要求更高	最高
机械控制		较大	一般	一般	一般	没有	短距离	较困难	一般	简单	一般

1.3 气压传动的应用与发展

1.3.1 气压传动的应用

目前, 气动控制装置在下列几个方面有普遍地应用。

(1) 在机械工业中, 如组合机床的程序控制、轴承的加工、零件的检测、汽车制造、各类机械制造的生产线上和工业机器人中已得到广泛地应用。

(2) 在冶金工业中, 金属冶炼、烧结、冷轧、热轧、线材、板材的打捆、包装, 连铸连轧的生产线上已有大量应用。

(3) 在轻工、纺织、食品工业中, 缝纫机、自行车、手表、彩色电视机、洗衣机、电冰箱、纺织机械、皮鞋、制革、卷烟、食品加工、木材加工等生产线上已得到了广泛地应用。

(4) 在化工企业中, 对于化工原料的输送、有害液体的灌装石油钻采等设备上已有大量应用。

(5) 交通运输中, 列车的制动闸、车辆门窗的开关, 汽车与船舶的自动控制装置(制动器、控制器等)。

(6) 能源与建筑的自动控制系统, 如控制阀、操动机构、工程机械、离合器等。

(7) 医疗卫生系统中的呼吸机、物流设备等。

1.3.2 气压传动的历史与发展趋势

气压传动早在公元前, 埃及人就开始采用风箱产生压缩空气助燃。从 18 世纪的产业革命开始逐渐应用于各类行业中。

1829 年出现了多级空气压缩机, 为气压传动的发展创造了条件。1871 年风镐开始用于采矿。1868 年美国人 G·威斯汀豪斯发明气动制动装置, 并在 1872 年用于铁路车辆的制动。后来, 随着兵器、机械、化工等工业的发展, 气动机具和控制系统得到广泛地应用。20 世纪 30 年代出现了低压气动调节器, 20 世纪 50 年代研制成功用于导弹尾翼控制的高压气动伺服机构。20 世纪 60 年代发明射流和气动逻辑元件, 遂使气压传动得到全面发展。

当今气动技术已发展成包括传动、控制与检测在内的自动化技术。它作为柔性制造系统(FMS)在包装设备、自动生产线和机器人等方面成为不可缺少的重要手段。由于工业自动化技术的发展, 气动控制技术以提高系统的可靠性、降低总成本为目标, 研究和开发系统控制技术和机、电、液、气综合技术。以下是气动元件与系统的主要发展方向。

(1) 小型化、集成化。气动元件有些使用场合, 有限的空间要求气动元件外形尺寸尽量小, 小型化是主要发展趋势。

(2) 组合化、智能化。最常见的组合是带阀、带开关气缸。在物料搬运中, 还使用了气缸、摆动气缸、气动夹头和真空吸盘的组合体, 同时配有电磁阀、程控器, 结构

紧凑, 占用空间小, 行程可调。

(3) 精密化。目前开发了非圆活塞气缸、带导杆气缸等可减小普通气缸活塞杆工作时的摆动; 为了使气缸精确定位开发了制动气缸等。为了使气缸的定位更精确, 使用了传感器、比例阀等实现反馈控制, 定位精度达 0.01mm 。在精密气缸方面已开发了 0.3mm/s 低速气缸和 0.01N 微小载荷气缸。在气源处理中, 过滤精度 0.01mm , 过滤效率为 99.999% 的过滤器和灵敏度 0.001MPa 的减压阀已经开发出来。

(4) 高速化。目前气缸的活塞速度范围为 $50 \sim 750\text{mm/s}$ 。为了提高生产率, 自动化的节拍正在加快。今后要求气缸的活塞速度提高到 $5 \sim 10\text{m/s}$ 。与此相应, 阀的响应速度也将加快, 要求由现在的 $1/100$ 秒级提高到 $1/1000$ 秒级。

(5) 无油、无味、无菌化。由于人类对环境的要求越来越高, 不希望气动元件排放的废气带油雾污染环境, 因此无油润滑的气动元件将会得到普及。还有些特殊行业, 如食品、饮料、制药、电子等, 对空气的要求更为严格, 除无油外, 还要求无味、无菌等, 这类特殊要求的过滤器将被不断开发出来。

(6) 高寿命、高可靠性和智能诊断功能。气动元件大多数用于自动化生产中, 元件的故障往往会影响设备的运行, 使生产线停止工作, 造成严重的经济损失, 因此, 对气动元件的工程可靠性提出了更高的要求。

(7) 节能、低功耗。气动元件的低功耗能够节约能源, 并能更好地与微电子技术相结合。功耗 $\leq 0.5\text{W}$ 的电磁阀已被开发和已经成为商品化, 可由计算机直接控制。

(8) 机电一体化。为了精确达到预定的控制目标, 应采用闭环反馈控制方式。为了实现这种控制方式要解决计算机的数字信号, 传感器反馈模拟信号和气动控制气压或气流量三者之间的相互转换问题。

(9) 应用新技术、新工艺、新材料。在气动元件的制造中, 型材挤压、铸件浸渗和模块拼装等技术已在国内得到广泛应用; 压铸新技术(液压抽芯、真空压铸等)目前已在国内逐步推广; 压电技术、总线技术, 新型软磁材料、透析滤膜等正在被应用。

1.4 气动系统使用与维修概述

气动系统的使用与维修主要包括气动系统安装调试、维护检查、故障诊断与排除、技术改进等。

1.4.1 气动系统的安装调试

气动系统的安装调试, 主要包括以下内容。

(1) 安装前的检查与调整, 包括液压控制元件的检查与调整、系统其他元件及辅件的检查与调整、电气系统的检查与调整。

(2) 元件与系统的安装。进行压力试验; 电气调试; 动作手动调整, 确认机械之间有无卡阻、相碰情况; 传感器检测和信号调整。

(3) 运转调试。包括空载运转调试与负载运转调试。设备空载运转是全面检查各