

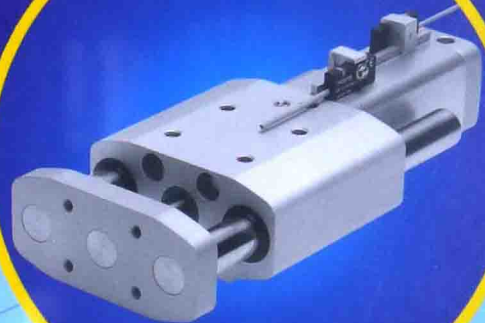
历经数载 / 经典之作 / 全面深入 / 一册够用

QIDONG YUANJIAN YU XITONG

气动元件与系统

原理 使用 维护

李新德 编著



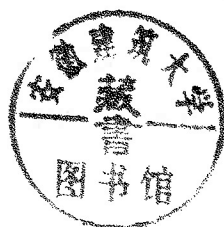
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

QIDONG YUANJIAN YU XITONG

气动元件与系统

原理 使用 维护

李新德 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书全面、详细地介绍了气动元件与气动系统的基础知识,同时又重点介绍了气动元件与气动系统的使用、维护。内容包括:气动技术的基础、气源及气源处理系统、气缸、气动马达、气动控制阀、真空元件、气动比例、伺服控制元件、气动辅助元件、气动回路、气动控制技术、气动技术应用、气动系统实例分析、基于PLC控制的机械手应用实例、气动系统的使用与维护、制造类气动机械使用与维修、冶金气动设备使用与维修、其他常用气动设备使用与维修。

全书具有较强的系统性、先进性和实用性,有利于读者解决气动技术在实际工作中的各类问题。书中气动元件与回路、气动设备故障诊断与维修的内容,可指导从事气动设备制造、操作和维护的人员的日常工作。

图书在版编目(CIP)数据

气动元件与系统:原理·使用·维护/李新德编著. —北京:
中国电力出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5123-6341-0

I. ①气… II. ①李… III. ①气动元件 IV. ①TH138.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 189634 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28.5 印张 634 千字

印数 0001—3000 册 定价 72.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

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

气动技术是生产过程自动化和机械化的最有效手段之一,由于它具有节能、无污染、高效、低成本、安全可靠、结构简单等优点,广泛应用于各种机械和生产线上。目前气动技术已“渗透”到各行各业,并且正在日益扩大。气动技术的发展也日渐趋向于保护环境、提高产品的性能、降低成本,同时性能的提高和成本的降低有助于节省能源,从而利于环境保护。气动技术发展的关键在于提高气动行业的自动化水平,使其产品更加优良。随着气动产品越来越多地应用于生物工程、医药、原子能、微电子、机器人制造等各个行业,相应的这些行业提出了许多新的要求。因此,掌握气动技术的组成及基本原理,掌握气动系统使用维护的基本知识,熟悉气动系统故障的分析方法和排除手段,也就成为保证气动设备正常运行的关键,从而做到符合要求和不断发展。同时,在科研和教学中,作者积累了一些经验和心得,在本书中与读者进行交流和分享。

本书总共 17 章内容。主要包括气动技术的基础、气源及气源处理系统、气缸、气动马达、气动控制阀、真空元件、气动比例/伺服控制元件、气动辅助元件、气动回路、气动控制技术、气动技术应用、气动系统实例分析、基于 PLC 控制的机械手应用实例、气动系统的使用与维护、制造类气动机械使用与维修、冶金气动设备使用与维修、其他常用气动设备使用与维修。全书在选材和编写方面力求系统性、先进性和实用性,以利于读者解决气动技术在实际工作中的各类问题。书中全面而又较为详细地介绍了气动元件与气动系统的基础知识与共性问题,同时又重点介绍了气动元件与气动系统的使用、维护。书中气动元件与回路、气动设备故障诊断与维修的内容,可指导从事气动设备制造、操作和维护保养的人员的日常工作。本书选材在突出基本内容的同时,特别关注国内外气动技术在实际应用中的一些最新发展动态和成果。本书较为详细地介绍了气动系统控制部分的有关内容,为工程技术人员在使用和维护气动自动化设备或生产线时给予技术指导。

本书适合的读者对象包括:从事气动设备设计、制造的工程技术人员;从事气动设备维护与维修工作的气动、机械工程师;本科院校、职业院校、中等职业学校等机电一体化工程和自动化专业的师生。

本书由李新德编著。任军、金赛赛、董学勤、张艳玲、韩祥凤、陈爱荣、代战胜、牛晓敏、夏亚涛、吴卫刚、卢慧、苏丹、马红梅、祖彦勇、王丽、郭君霞、郭翠玲等参与了本书的编写、文献资料的搜

集、文稿录入和部分插图的绘制等工作。

本书在编写过程中，参考了大量的资料和文献，未能一一注明出处，在此对这些资料和文献的作者深表谢意。

尽管我们在编写过程中作出了很多的努力，但由于编者的水平有限，书中难免有疏忽和不当之处，恳请各位读者批评指正，多提一些宝贵的意见和建议。

编者

2014年7月于商丘



目 录

前言

第 1 章 气动技术的基础	1
1.1 气压传动的工作原理及组成	1
1.1.1 气压传动的工作原理	1
1.1.2 气压传动系统的组成	1
1.2 气压传动的特点	3
1.2.1 气压传动的优点	3
1.2.2 气压传动的缺点	4
1.3 气动技术的应用现状与发展趋势	4
1.3.1 气动技术的应用现状	4
1.3.2 气动产品的发展趋势	5
1.4 气动系统的故障诊断	7
1.4.1 气动系统的故障种类	7
1.4.2 故障诊断方法	8
第 2 章 气源及气源处理系统	10
2.1 气源系统组成	10
2.2 空气压缩机	11
2.2.1 空气压缩机的作用与分类	11
2.2.2 空压机的工作原理	11
2.2.3 空压机的选用	13
2.2.4 空压机使用注意事项	13
2.2.5 往复式空压机的保养和检查	14
2.3 后冷却器和储气罐	16
2.3.1 后冷却器	16
2.3.2 储气罐	18
2.4 气源处理系统	19
2.4.1 概述	19
2.4.2 过滤器	20
2.4.3 自动排水器	23
2.4.4 干燥器	25
2.5 气源及气源处理系统的使用与维护实例	32
2.5.1 往复式空压机爆炸产生原因及预防措施	32
2.5.2 活塞式空压机常见的故障及原因	34
2.5.3 空气压缩机排量不足的原因与对策	35

2.5.4	25 000m ³ /h 空压机效率下降的原因及对策	37
2.5.5	防止活塞式空压机排气温度过高的措施	39
2.5.6	NPT5 型空压机的故障与检修	41
2.5.7	NPT5 型空压机渗漏油的原因及措施	43
2.5.8	JKG—1A 型空气干燥器故障分析及对策	44
2.5.9	DF10D 型机车空气干燥器排风不止的 原因与检修方法	47
2.5.10	SS4 改型机车空气干燥器干燥剂粉尘化的 原因分析及防治措施	48
2.5.11	DJKG—A 型机车空气干燥器典型故障的 原因分析	50
第 3 章	气缸	52
3.1	分类和特点	52
3.2	常用气缸的结构特点和工作原理	55
3.2.1	普通气缸	55
3.2.2	特殊气缸	56
3.3	气缸主要零件的结构及选用	65
3.3.1	气缸筒	65
3.3.2	气缸盖	66
3.3.3	缸筒与气缸盖的连接	67
3.3.4	活塞	68
3.3.5	活塞杆	69
3.3.6	气缸的密封	70
3.3.7	气缸的选用	72
3.3.8	气缸在使用时应注意的事项	73
3.4	气缸常见故障与排除方法	74
3.4.1	气缸漏气	74
3.4.2	气缸动作不灵	75
3.4.3	气缸损坏	76
第 4 章	气动马达	78
4.1	气动马达的结构和工作原理	78
4.1.1	叶片式气动马达	78
4.1.2	活塞式气动马达	79
4.1.3	齿轮式气动马达	79
4.1.4	气动马达的特点	80
4.2	气动马达的选择和应用及维护	80
4.2.1	气动马达的选择	80
4.2.2	气动马达的应用与润滑	81

4.2.3 气动马达的维护	81
4.3 气动马达的常见故障与排除方法	83
4.3.1 叶片式气动马达常见故障及排除方法	83
4.3.2 活塞式气动马达常见故障及排除方法	84
4.4 气动马达使用与维护实例	85
4.4.1 气动马达冬季使用应注意的几点事项	85
4.4.2 气动马达间隙泄漏及控制	86
4.4.3 气动马达缸体失效分析与热处理工艺改进	88
4.4.4 活塞式气动马达曲轴断裂分析及处理办法	89
第5章 气动控制阀	92
5.1 气动控制阀简介	92
5.2 方向控制阀	93
5.2.1 单向型控制阀	93
5.2.2 换向型方向控制阀	96
5.3 压力控制阀	102
5.3.1 减压阀	103
5.3.2 溢流阀(安全阀)	105
5.3.3 顺序阀	106
5.4 流量控制阀	108
5.4.1 节流阀	109
5.4.2 单向节流阀	109
5.4.3 排气节流阀	110
5.4.4 柔性节流阀	111
5.4.5 使用流量控制阀的注意事项	111
5.5 气动逻辑控制阀	111
5.5.1 气动逻辑元件的特点	112
5.5.2 高压截止式逻辑元件	112
5.5.3 逻辑元件的应用举例	115
5.5.4 气动逻辑元件的使用	115
5.6 阀岛	116
5.6.1 阀岛简介	116
5.6.2 阀岛的类型	117
5.6.3 阀岛结构特点	120
5.6.4 阀岛的应用特点	120
5.6.5 阀岛技术在轴承自动化清洗线的应用	121
5.6.6 总线型阀岛在自动化生产线实训台中的应用	122
第6章 真空元件	128
6.1 真空发生装置	128

6.1.1	真空泵	128
6.1.2	真空发生器	132
6.2	真空吸盘	135
6.2.1	真空吸盘简介	135
6.2.2	真空吸盘的结构	136
6.2.3	真空吸盘的工作原理	136
6.2.4	真空吸盘的特点及使用	136
6.3	真空用气阀	137
6.4	真空压力开关	139
6.5	其他真空元件	140
6.6	使用注意事项	141
第7章	气动比例/伺服控制元件	144
7.1	气动比例/伺服控制阀	144
7.1.1	气动比例控制阀	145
7.1.2	气动伺服控制阀	146
7.1.3	新型驱动方法及电气比例/伺服控制阀的发展	148
7.2	气动比例/伺服控制系统	149
7.2.1	气动比例/伺服控制系统的构成	149
7.2.2	气动比例/伺服阀的选择	150
7.2.3	气动伺服系统的分类	151
7.2.4	应用典型实例	152
7.3	气动伺服定位系统	154
7.3.1	气动伺服定位系统的成套化	154
7.3.2	气动伺服定位系统的实际组成	155
7.3.3	气动伺服定位系统的应用	156
7.3.4	机间输送机上的气动伺服定位系统	158
第8章	气动辅助元件	161
8.1	润滑元件	161
8.1.1	不供油润滑	161
8.1.2	油雾器	161
8.2	空气处理组件	164
8.3	消声器	165
8.4	气动传感器	167
8.5	气动放大器	171
8.6	转换器	172
8.7	管道系统	175
8.7.1	管道系统布置原则	175
8.7.2	管道布置注意事项	176

第 9 章 气动回路	178
9.1 方向控制回路	178
9.2 压力控制回路	182
9.3 速度控制回路	185
9.4 位置控制回路	190
9.5 同步控制回路	192
9.6 安全保护回路	194
第 10 章 气动控制技术	199
10.1 电子气动控制的基本知识	199
10.1.1 常用控制继电器	200
10.1.2 位置检测及行程控制	202
10.2 继电器气动控制技术	205
10.2.1 基本电气回路	206
10.2.2 经验法设计继电器气动控制回路	207
10.2.3 步进法设计继电器气动控制回路	212
10.3 PLC 气动控制技术	221
10.3.1 PLC 系统组成与工作原理	221
10.3.2 PLC 控制系统设计步骤	227
10.3.3 PLC 在气动控制中的应用	229
10.4 电子气动控制系统实例分析	232
10.4.1 气动物料分拣装置结构组成	232
10.4.2 物料分拣装置气动系统	233
10.4.3 基于继电器的气动物料分拣控制系统	233
10.4.4 基于 PLC 的气动物料分拣控制系统	233
10.5 现场总线技术在气动自动化系统中的应用	236
10.5.1 现场总线技术简介	236
10.5.2 CC-Link 总线	238
10.5.3 CC-Link 总线在气动自动化系统中的应用	241
10.6 触摸屏及组态软件在气动自动化系统中的应用	244
10.6.1 触摸屏技术在气动自动化系统中的应用	244
10.6.2 组态软件在气动自动化系统中的应用	249
第 11 章 气动技术应用	255
11.1 气动技术应用概述	255
11.2 气动技术在电子设备上的应用	256
11.2.1 大规模集成电路制造中的气动系统	256
11.2.2 电子设备中的气动旋转取料装置	256
11.2.3 DJ-401 石英晶体点胶机气动系统	258
11.2.4 BD-401 编带机上的气动系统	258

11.3 气动技术在工业生产过程中的应用	258
11.3.1 直接利用气体射流	258
11.3.2 利用真空系统	260
11.3.3 利用气动执行元件	260
11.3.4 气动技术在纺织工业中的应用	263
11.3.5 气动技术在其他领域内的应用	265
11.4 气动技术在叠层薄膜电容生产设备中的应用	266
11.4.1 电容生产设备的介绍	266
11.4.2 气动元件在电容生产设备中的应用	266
11.4.3 气动元件在电容设备中的应用前景	268
11.5 气动技术在端子压接模具中的应用	268
11.5.1 端子压接模具现状	268
11.5.2 气动技术在压接模具中的应用	269
11.5.3 气动模具现状	270
11.6 气动技术在印刷机械中的应用	270
11.6.1 气动技术在印刷机中的应用	270
11.6.2 印刷离合压装置气动控制	271
11.7 气动系统在清洗设备中的应用	273
11.7.1 总体结构	274
11.7.2 工作原理	274
11.7.3 需要解决的难题及措施	275
11.8 气动系统在数控螺旋锥齿轮研齿机中的应用	276
11.8.1 新型研齿机结构与工作原理	276
11.8.2 新型研齿机气动系统	277
11.8.3 气动元件的选择及安装布局	277
11.9 气动系统在全自动灌装机中的应用	278
11.9.1 压力灌装机应用原理及特点	278
11.9.2 气动技术在全自动灌装机中的应用	279
11.10 气动技术在大规格成条链条装配机中的应用	280
11.10.1 气动技术在大规格成条链条装配机应用中存在的特殊问题	280
11.10.2 气动技术在大规格成条链条装配机应用实例	281
11.11 气动系统在防爆胶轮车上的应用	282
11.11.1 概述	282
11.11.2 气动系统的组成及工作原理	282
11.12 气动技术在落板机上的应用	285
11.12.1 气动系统的组成	285
11.12.2 传统落板机的基本结构	286

11.12.3 应用气动技术的落板机	286
11.13 气动技术在汽车车身焊装生产线上的应用	287
11.13.1 汽车车身焊装生产线气动系统的组成	287
11.13.2 气动系统的控制	290
11.14 气动加压系统在轴承超精技术上的应用	290
11.14.1 前言	290
11.14.2 气动加压系统	290
11.15 气动控制技术在雷管装药机上的应用	291
11.16 气动自动化综合系统及应用	294
11.16.1 概述	294
11.16.2 上料检测站	298
11.16.3 搬运站	299
11.16.4 加工站	300
11.16.5 安装站	303
11.16.6 安装搬运站	304
11.16.7 分类站	307
第12章 气动系统实例分析	310
12.1 气液动力滑台气压传动系统	310
12.2 气动机械手	311
12.3 工件夹紧气压传动系统	313
12.4 数控加工中心气动换刀系统	313
12.5 汽车车门的安全操作系统	314
12.6 东风 EQ1092 型汽车主车气压制动回路	315
12.7 气动搬运机械手	316
12.7.1 系统概况	317
12.7.2 气动搬运系统的结构分析	317
12.7.3 气动系统原理	317
12.7.4 控制系统分析	317
12.8 包装机械气动系统	319
12.8.1 计量装置气动系统的主机功能机构及工作原理	319
12.8.2 计量装置气动系统的工作原理	320
12.8.3 计量装置气动系统的技术特点	321
12.9 气动拉门自动、手动开闭系统	321
12.10 机床气动系统	322
12.10.1 八轴仿形铣加工机床简介	322
12.10.2 气动控制回路的工作原理	322
12.10.3 气控回路的主要特点	324
12.11 清棉机气动系统	324

12.12	细纱机气动系统	326
12.12.1	理管机构气路	327
12.12.2	落纱机构气路	328
12.13	织机气动系统	328
12.14	气动自动冲饮线系统	331
12.14.1	气动自动冲饮线的工作原理及结构	331
12.14.2	气动系统的工作原理	332
12.14.3	控制系统的结构	333
12.14.4	软件设计方法	334
第13章	基于 PLC 控制的机械手应用实例	335
13.1	关节型搬运机械手	335
13.1.1	搬运机械手机构分析	335
13.1.2	控制系统分析	336
13.2	采用 FX2—48 型 PLC 控制的机械手	338
13.2.1	机械手的控制要求	338
13.2.2	机械手的工作原理	338
13.2.3	机械手 PLC 的 I/O 接口	340
13.2.4	PLC 控制程序	341
13.3	PLC 控制的机械手演示模型三维运动系统	341
13.3.1	机械系统的组成及工作过程	341
13.3.2	控制系统分析	342
13.3.3	软件的使用	342
13.4	基于 PLC 的工业取料机械手	343
13.4.1	机械手的结构及工作原理	343
13.4.2	机械手的气动控制系统	344
13.4.3	机械手控制系统的组成	345
13.4.4	软件的实施	347
13.5	基于 PLC 的气动搬运机械手	347
13.5.1	机械手的结构和工作原理	347
13.5.2	气压传动系统的分析	347
13.5.3	电气控制系统及程序	348
13.6	基于 PLC 的四自由度机械手控制系统	350
13.6.1	机械手基本结构与控制任务	350
13.6.2	机械手气动系统	350
13.6.3	机械手电气系统	351
13.6.4	机械手 PLC 程序	351
13.7	基于 PLC 的五自由度模块化气动搬运机械手	353
13.7.1	模块式机械手及其组成	353

13.7.2	气动机械手的结构	354
13.7.3	参数化图库的选取	354
13.7.4	气动机械手的气动系统原理图	355
13.7.5	气动机械手 PLC 控制	356
13.8	基于 PLC 控制的臂式气动机械手	356
13.8.1	臂式气动机械手的总体结构	356
13.8.2	臂式气动机械手的功能要求	356
13.8.3	臂式气动机械手的气动系统	357
13.8.4	臂式气动机械手 PLC 控制系统	357
13.9	生产线组装单元气动搬运机械手	359
13.9.1	气动搬运机械手简介	359
13.9.2	电气气动控制 (PLC 控制)	359
13.10	PLC 控制的实验用气动机械手	361
13.10.1	工作过程与控制要求	361
13.10.2	气动驱动系统	362
13.10.3	PLC 控制系统	363
13.11	四自由度气动机械手的程序分析	365
13.11.1	气动机械手动作循环	365
13.11.2	可编程序控制器 PLC 的 I/O 分配	366
13.11.3	系统梯形图	366
第 14 章	气动系统的使用与维护	367
14.1	气动的安装与调试	367
14.1.1	气动系统的安装	367
14.1.2	气动系统的调试	367
14.2	气动系统的使用与维护	368
14.2.1	气动系统使用时的注意事项	368
14.2.2	压缩空气的污染及防治方法	368
14.2.3	气动系统的日常维护	369
14.2.4	气动系统的定期检修	369
14.3	气动系统主要元件常见的故障及排除方法	370
14.4	气动技术故障诊断与处理	373
14.4.1	气动技术故障的基本特征	373
14.4.2	故障诊断的基本原理	374
14.4.3	故障诊断后的处理	375
第 15 章	制造类气动机械使用与维修	376
15.1	数控机床气动回路的调试与故障排除	376
15.1.1	数控机床气动回路的调试	376
15.1.2	故障检测和排除方法	376

15.2 数控机床气动系统常见故障分析及排除	379
15.2.1 数控机床气动系统故障分析	379
15.2.2 数控机床气动系统维护的要点	380
15.2.3 数控机床气动系统的点检与定检	380
15.3 HT6350 卧式加工中心的气动系统故障维修两例	381
15.3.1 HT6350 卧式加工中心的气动原理	381
15.3.2 案例 1: 刀柄和主轴的故障诊断与维修	381
15.3.3 案例 2: 松刀动作缓慢的故障诊断与维修	382
15.4 气动夹紧与气动送料在数控车床的改进	382
15.4.1 改进设计	382
15.4.2 装配及调试	385
15.4.3 结论	386
15.5 接料小车气动系统故障分析与改进	386
15.5.1 故障现象	386
15.5.2 故障原因分析	387
15.5.3 故障解决方法	387
15.6 基于更换法的气动操作手的故障诊断	388
15.6.1 系统原理分析	388
15.6.2 故障诊断的方法	389
15.6.3 故障诊断的步骤	389
15.6.4 现场诊断实际过程	390
15.6.5 结论	391
15.7 气动摩擦式飞剪常见故障处理	391
15.7.1 飞剪不剪	391
15.7.2 飞剪连剪	391
15.7.3 剪切位置不稳 (或剪切堆钢)	392
15.7.4 剪不断或剪切弯头	392
第 16 章 冶金气动设备使用与维修	393
16.1 DDS 开铁口机气动系统的改进	393
16.1.1 第一种故障的处理	393
16.1.2 第二种故障的处理	394
16.2 DDS 开铁口机小车进回路改进	396
16.2.1 存在的问题	396
16.2.2 问题分析	396
16.2.3 改进措施	397
16.2.4 结论	398
16.3 板坯二次火焰切割机气动系统的改进	398
16.3.1 板坯二次火焰切割机简介	398

16.3.2	存在的问题	399
16.3.3	改造方案	400
16.4	板坯自动火焰切割机气动系统的改进	401
16.4.1	板坯自动火焰切割机气动原理	401
16.4.2	铸坯测长的工作原理	402
16.4.3	存在的问题及解决方案	402
16.5	板坯去毛刺机的故障分析与处理	404
16.5.1	去毛刺机的工作原理	404
16.5.2	去毛刺机在运行中存在的故障	404
16.5.3	故障排除与运行效果检验	406
第17章	其他常用气动设备使用与维修	408
17.1	混凝土搅拌站气动系统五故障的排除	408
17.1.1	气源故障	408
17.1.2	气缸故障	408
17.1.3	换向阀故障	409
17.1.4	气动辅助元件故障	409
17.1.5	机械故障	409
17.2	搅拌站气路系统日常维护保养要点	409
17.2.1	气路附件的维护与保养	410
17.2.2	带阀气缸的维护和保养	410
17.2.3	电磁阀的维护和保养	410
17.2.4	空气压缩机的维护和保养	410
17.2.5	结论	412
17.3	对引进自动旋木机气控系统研究与改进	412
17.3.1	概述	412
17.3.2	气动控制系统	412
17.3.3	气-液转换器的设计	414
17.3.4	经济效益	415
17.3.5	后述	415
17.4	袋笼生产线压缩空气系统的改进	415
17.4.1	问题分析	416
17.4.2	改进措施	416
17.4.3	效果	416
17.5	船舶气动控制系统的故障分析与维护	417
17.5.1	引言	417
17.5.2	气动控制系统中的常见故障分析	417
17.5.3	气动控制系统在使用中的维护	418
17.6	木工机械气动元件故障分析及处理	419
17.6.1	木工气动元件简介	419

17.6.2 常见的气动元件故障及处理方法	419
17.6.3 结论	420
17.7 硝氨膨化中气动系统故障分析与改进	420
17.7.1 空压机进气不合标准	420
17.7.2 改进途径和措施	420
17.8 压力表密封性检测设备气动系统的改进	421
17.8.1 引言	421
17.8.2 原检测系统的工作原理	421
17.8.3 原气动系统存在的问题	421
17.8.4 改进气动系统的设计	421
17.8.5 改进设计后系统所具有的优点	422
17.9 医用气动物流传输系统的改进	422
17.9.1 问题的提出	422
17.9.2 原有结构与性能概述	423
17.9.3 工作原理	423
17.9.4 故障的原因	423
17.9.5 改进方案	423
17.9.6 小结	424
17.10 医院气动物流传输系统的日常保养和故障排除	424
17.10.1 气送子到达目的地,电脑显示有发送没接受	425
17.10.2 气送子没有到达目的地,电脑显示有 发送没接受	426
17.10.3 整个系统停止工作,且空气压缩机与 终端回收站自锁	426
17.10.4 电脑显示多个连续站点报警自锁	426
17.10.5 某个站点每当有气送子经过时都会产生啸叫	426
17.11 COM FLEX—1 卷烟储存输送系统的技术升级	427
17.11.1 提升额定工作能力	427
17.11.2 改善烟支质量	427
17.11.3 改进气动系统	428
17.11.4 改进升级电气系统	428
17.12 烟草设备气动装置的维护与保养	429
17.12.1 造成气动元件故障的原因	429
17.12.2 气动装置的维护和保养	429
17.13 WZ1134D 型真空回潮机主传动系统的改进	431
17.13.1 真空回潮机主传动系统的原理及故障分析	432
17.13.2 改进方案与措施	432
17.13.3 改进后的效果	434
参考文献	435