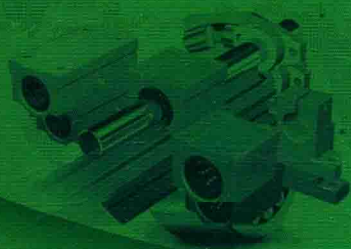


QIDONG XITONG DIANXING YINGYONG 120 LI

气动系统典型应用

120例

张利平 编著



化学工业出版社

QIDONG XITONG DIANXING YINGYONG 120 LI

气动系统典型应用

120例

张利平 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照主机功能结构、气动系统原理和系统技术特点的体系,详细介绍了煤矿机械、电力机械与石油机械,冶金机械与金属材料成型机械,化工机械与橡塑机械,机械制造装备(机床与数控加工中心、工装夹具与功能部件),汽车零部件产业,轻工机械与包装机械,电子信息产业与机械手及机器人,农林机械、建材建筑机械与起重工具,城市公交、铁道车辆与河海航空(天)设备,医疗康复器械与公共设施等120个气动系统典型应用实例。旨在为气动液压技术工作者,正确合理地对气动系统进行设计制造、安装调试、运转维护及故障诊断排除,减少或避免工作中的失误,提高工作效率,提高各类气动机械设备及装置的工作品质、技术经济性能和使用效益等提供参考资料。

全书选材集中于近几年国内外各行业气动机械设备的传动与控制系统资料,突出体现新设备、新元件、新系统、新技术、新结构;气动系统原理图全部采用现行国标 GB/T 786.1—2009 进行绘制;全书叙述和表达,深入详细,图文并茂,新颖翔实,便于读者自学及触类旁通。

本书可供各行业气动液压机械设备(装置或设施)与系统的一线工作人员(科研设计、加工制造、安装调试、现场操作、使用维护与设备管理)参阅,还可供大专院校相关专业及方向的教师和研究生、大学生在科研及教学或实训中参考,也可作为液压系统使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材及自学读本,同时可供液压气动技术爱好者学习参阅。

图书在版编目(CIP)数据

气动系统典型应用 120 例/张利平编著. —北京:化学工业出版社, 2019. 9

ISBN 978-7-122-34701-5

I. ①气… II. ①张… III. ①气动技术 IV. ①TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 120289 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈喆

责任校对:王鹏飞

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:三河市航远印刷有限公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数478千字 2019年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 89.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书通过 120 个气动系统典型应用实例,介绍了现代气动技术在煤矿机械、电力机械与石油机械,冶金机械与金属材料成型机械,化工机械与橡塑机械,机械制造装备(机床与数控加工中心、工装夹具与功能部件),汽车零部件产业,轻工机械与包装机械,电子信息产业与机械手及机器人,农林机械、建材建筑机械与起重工具,城市公交、铁道车辆与河海航空(天)设备,医疗康复器械与公共设施等行业应用中的主机功能结构、气动系统原理和系统技术特点等,旨在为气动液压技术工作者,正确合理地对气动系统进行设计制造、安装调试、运转维护及故障诊断排除,减少或避免工作中的失误,提高工作效率,提高各类气动机械设备及装置的工作品质、技术经济性能和使用效益等提供参考资料,以适应气动技术自动化、智能化、网络化、模块化的发展进步,满足气动技术工作者在“中国制造 2025”“工业 4.0”“人工智能及互联网+ 先进制造”等规划实施中,对气动技术拓宽应用视野、创新创造、学习提高、设计制造、使用维护和教学培训等多方面的不同需求。

本书选材以先进新颖、全面系统和翔实实用为目标,除作者的部分成果外,还有来自近几年国内外液压气动和相关行业专业期刊、网络以及国内外展会报道及展出的气动机械设备、装置、设施的传动与控制系统资料(尚包括一些专利技术成果、科研项目及实验室研发阶段的样机)。突出体现新设备、新元件、新系统、新技术、新结构,例如气控式水下滑翔机、混凝土搅拌机、限载式气动葫芦、机车整体卫生间气动冲洗系统、反应式腹部触诊模拟装置,电子式真空比例阀、真空保护阀、电控截止阀、总线气动阀岛、气动手指、囊式驱动器(执行元件)、气-液隔离式执行元件、气动肌腱(人工肌肉)、智能真空吸盘、无杆气缸、磁性开关、光幕开关及传感器等。对各行业每一种系统均按“主机功能结构→气动系统原理(含构成及气动元件作用)→系统技术特点(含技术参数)”的体系进行介绍。由于现代气动设备及系统多采用可编程控制器或单片机及触摸屏技术进行控制,故对相关内容也进行了简要介绍。全书气动系统原理图全部采用现行国标《流体传动系统及元件图形符号和回路图 第 1 部分:用于常规用途和数据处理的图形符号》(GB/T 786.1—2009)进行绘制。全书叙述和表达,深入详细,图文并茂,新颖翔实,便于读者自学及触类旁通。

本书可供各行业气动液压机械设备(装置或设施)与系统的一线工作人员(科研设计、加工制造、安装调试、现场操作、使用维护与设备管理)参阅,还可供大专院校相关专业及方向的教师和研究生、大学生在科研及教学或实训中参考,也可作为液压系统使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材及自学读本,同时可供液压气动技术爱好者学习

参阅。

本书由张利平编著。张秀敏、张津、山峻参与了本书的前期策划及资料搜集整理、部分文稿的录入校对整理工作。王金业和刘鹏程为本书精心绘制了部分插图。参与本书相关工作的还有周湛学、黄涛、史玉芳、向其兴、窦赵明、史琳、赵丽娜等。

对于在本书编写出版工作中，给予大力支持与帮助的黄代忠高级工程师（深圳朱光波机械科技有限公司）、杨立志工程师（东莞嘉刚机电科技发展有限公司）、张黎明工程师（台湾好手科技股份有限公司）、编著者的同事周兰午和田志刚、国内外众多厂家（公司）（他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见）、参考文献的各位作者，在此一并致以诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎流体传动与控制同行专家及广大读者不吝指正。

编著者

目 录

第 1 章 煤矿机械、电力机械与石油机械气动系统 1

1.1 概述	1
1.2 煤矿机械气动系统	1
1.2.1 双锚索自动下料机气动系统	1
1.2.2 WC8E 型防爆胶轮车气动系统	4
1.2.3 MYNE PET6 整体车架式客货车气动控制系统	6
1.2.4 矿用架柱支撑手持式钻机气动系统	9
1.2.5 便携式矿山救援裂石机气动系统	9
1.2.6 煤矿气动单轨吊驱动部系统	10
1.2.7 矿用连接器双工位自动注胶机气动系统	12
1.2.8 煤矿支架搬运车电源开关气动系统	14
1.2.9 矿山安全救援设备强排卫生间气动系统	16
1.3 电力机械气动系统	19
1.3.1 变压器线圈自动打磨设备气动系统	19
1.3.2 电缆剥皮机气动系统	22
1.4 石油机械气动系统	23
1.4.1 J70/4500DB 钻机阀岛集成气动系统	23
1.4.2 石油钻机 JC50 绞车气动系统	25
1.4.3 车载式重锤震源气动液控系统	27

第 2 章 冶金机械与金属材料成型机械气动系统 31

2.1 概述	31
2.2 冶金机械气动系统	31
2.2.1 钢管修磨机气动系统	31
2.2.2 采用负压气动传感器的带材纠偏系统 (气液伺服导向器)	33
2.2.3 铜板配重系统中的真空吸盘技术	34
2.2.4 烧结矿自动打散与卸料装置气动系统	35
2.2.5 热轧带钢表面质量检测系统导向翻板装置气动系统	38
2.2.6 连轧棒材齐头机气动系统	41
2.3 金属材料成型机械气动系统	43
2.3.1 焊条包装线气动系统	43
2.3.2 冲床上下料气动机械手系统	46
2.3.3 送料器气动系统	49
2.3.4 石油钢管通径机气动系统	51
2.3.5 气动控制半自动冲孔模具	53

2.3.6	板料折弯机气动系统	54
2.3.7	水平分型覆膜砂制芯机气动系统	56
2.3.8	低压铸造机液面加压气动系统	60

第 3 章 化工机械与橡塑机械气动系统 63

3.1	概述	63
3.2	化工机械气动系统	63
3.2.1	化工药浆浇注设备气动系统	63
3.2.2	膏体产品连续灌装机气动系统	67
3.2.3	磨料造粒机气动系统	69
3.2.4	铅管封口机气动系统	70
3.2.5	桶装亚砷酸自动打包机气动系统	72
3.2.6	防爆药柱包覆机气动系统	74
3.3	橡塑机械气动系统	77
3.3.1	丁腈橡胶目标靶布料器气动系统	77
3.3.2	卧式注塑机全自动送料机械手气动系统	79
3.3.3	中小型卧式注塑机专用气动机械手系统	81

第 4 章 机械制造装备气动系统 83

4.1	概述	83
4.2	机床与数控加工中心气动系统	83
4.2.1	VMC1000 加工中心气动系统	83
4.2.2	钻床气动系统	85
4.2.3	壳体类零件铆压装配机床气动系统	86
4.2.4	微喷孔电火花机床电极气动进给系统	88
4.2.5	涡旋压缩机动涡盘孔自动塞堵机气动系统	92
4.2.6	矿用全气动锯床系统	95
4.2.7	气动打标机系统	97
4.2.8	切割平板设备气动系统	99
4.2.9	加工中心进给轴可靠性试验加载装置气动系统	101
4.2.10	零件压入装置继电器顺序控制气动系统	103
4.3	工装夹具与功能部件气动系统	104
4.3.1	数控车床真空夹具系统	104
4.3.2	气动肌腱驱动的夹具系统	106
4.3.3	柴油机柱塞偶件磨斜槽自动化翻转夹具气动系统	108
4.3.4	气动肌腱驱动的形封闭偏心轮机构和杠杆式压板夹具	111
4.3.5	棒料可控旋弯致裂精密下料气动系统	113
4.3.6	智能真空吸盘装置气动系统	116
4.3.7	空气轴承(气浮轴承)	119

第 5 章 汽车零部件产业中的气动系统 121

5.1	概述	121
-----	----	-----

5.2 生产加工设备气动系统	121
5.2.1 车内行李架辅助安装举升装置气动系统	121
5.2.2 汽车顶盖助力吊具气动系统	122
5.2.3 汽车滑动轴承注油圆孔自动倒角专机气动系统	124
5.2.4 汽车零部件压印装置气动系统	126
5.2.5 汽车三元催化器 GBD 封装设备气动系统	128
5.2.6 汽车涂装车间颜料桶振动机气动系统	131
5.3 检测试验设备气动系统	132
5.3.1 汽车座椅调角器力矩耐久试验台架气动系统	132
5.3.2 汽车翻转阀气密检测设备气动系统	134

第 6 章 轻工机械与包装机械气动系统 138

6.1 概述	138
6.2 轻工机械气动系统	138
6.2.1 方形纸盒贴标机气动系统	138
6.2.2 胶印机全自动换版装置气动控制系统	140
6.2.3 卷烟卷接机组阀岛式气动系统	144
6.2.4 烟草切丝机气动离合器系统	145
6.2.5 盘类陶瓷产品成型干燥生产线气动系统	147
6.2.6 盘类瓷器磨底机气动系统	148
6.2.7 布鞋鞋帮收口机气动系统	150
6.2.8 晴雨伞试验机气动系统	152
6.2.9 点火器自动传送气动系统	155
6.2.10 纸张专用冲孔机气动系统	158
6.3 包装与物流机械气动系统	160
6.3.1 杯装奶茶装箱专用气动机械手系统	160
6.3.2 纸箱包装机气动系统	162
6.3.3 包装机械 PCM 气动控制系统	166
6.3.4 料仓自动取料装置气动系统	167
6.3.5 微型瓶标志自动印刷气动系统	169
6.3.6 码垛机器人多功能抓取装置气动系统	172
6.3.7 彩珠筒烟花全自动包装机气动系统	175
6.3.8 方块地毯包装机自动包箱气动系统	177
6.3.9 高速小袋包装机气动系统	180
6.3.10 自动物料(药品)装瓶系统气动系统	182

第 7 章 电子信息产业与机械手及机器人气动系统 187

7.1 概述	187
7.2 电子家电工业中的气动系统	188
7.2.1 光纤插芯压接机气动系统	188
7.2.2 微型电子元器件贴片机气动系统	189
7.2.3 电机线圈绕线机恒力压线板气动系统	191

7.2.4	超大超薄柔性液晶玻璃面板测量机气动系统	193
7.2.5	铅酸蓄电池回收处理刀切分离器液压与气动系统	196
7.2.6	笔记本电脑键盘内塑料框架埋钉热熔机气动系统	199
7.3	机械手气动系统	201
7.3.1	自动化生产线机械零件抓运机械手气动系统	201
7.3.2	教学用气动机械手系统	204
7.3.3	车辆防撞梁抓取翻转机械手气动系统	206
7.3.4	医药安瓿瓶开启机械手气动系统	207
7.3.5	采用 PLC 和触摸屏的生产线工件搬运机械手气动系统	210
7.4	机器人气动系统	213
7.4.1	蠕动式气动微型管道机器人气动系统	213
7.4.2	电子气动搬运机器人气动系统	214
7.4.3	连续行进式缆索维护机器人气动系统	216

第 8 章 农林机械、建材建筑机械与起重工具气动系统 222

8.1	概述	222
8.2	农林机械气动系统	222
8.2.1	禽蛋自动卸托机气动系统	222
8.2.2	自动分拣鸡蛋平台气动系统	226
8.2.3	苹果分类包装搬运机械手气动系统	227
8.2.4	家具木块自动钻孔机气动系统	229
8.3	建材建筑机械气动系统	232
8.3.1	砖坯码垛机械手爪气动系统	232
8.3.2	陶瓷卫生洁具(坐便器)漏水检验气动系统	235
8.3.3	混凝土搅拌机气动系统	238
8.4	起重工具气动系统	240
8.4.1	限载式气动葫芦系统	240
8.4.2	智能气动平衡吊系统	243
8.4.3	升降电梯轿厢双开移门气动系统	244

第 9 章 城市公交、铁道车辆与河海航空(天)设备气动系统 246

9.1	概述	246
9.2	城市公交气动系统	247
9.2.1	城市客车内摆门气动系统	247
9.2.2	气动式管道公共交通系统	247
9.3	铁道车辆气动系统	250
9.3.1	机车整体卫生间气动冲洗系统	250
9.3.2	电控塞拉门气动系统	252
9.3.3	东日本铁路公司新干线(高速铁道)列车气动系统	254
9.4	河海航空(天)设备气动系统	255
9.4.1	水上救助气动抛绳器系统	255
9.4.2	气控式水下滑翔机气动系统	257

9.4.3 垂直起降火箭运载器着陆支架收放气动系统 259

第 10 章 医疗康复器械与公共设施气动系统 262

10.1 概述 262

10.2 医疗康复器械气动系统 262

10.2.1 人工肌肉驱动踝关节矫正器气动系统 262

10.2.2 反应式腹部触诊模拟装置气动系统 264

10.2.3 动物视网膜压力仪气动系统 265

10.3 文体设施气动系统 268

10.3.1 弦乐器自动演奏机器人气动系统 268

10.3.2 场地自行车起跑器气动系统 269

10.4 食品机械气动系统 271

10.4.1 爆米花机气动系统 271

10.4.2 纸浆模塑餐具全自动生产线气动系统 272

参考文献 276

第1章

煤矿机械、电力机械与石油机械气动系统

1.1 概述

煤炭、电力、石油是能源工业的重要组成部分，也是国民经济赖以持续发展的基础工业。

由于气动技术具有防爆性好、可靠性高、安全环保、可过载保护等特点，故特别适合瓦斯、煤尘等易燃易爆环境工作的各类煤矿机械采用，其典型应用有煤矿防爆胶轮车（客货车）、架柱支撑手持式气动钻机及手持式锚杆钻机、便携式矿山救援裂石机、单轨吊、过道岔推车机、煤矿支架搬运车、矿山救援系统强排卫生间、防爆型矿用双锚索自动下料机、矿用连接器双工位自动注胶专机、矿用全气动迈步式行走机构、高负压抽采系统。

气动技术在提高电力机械装备自动化水平、提高安全可靠性和生产效率方面发挥着巨大作用，其典型应用有变压器线圈打磨设备、电缆剥皮机、动力锂电池生产工艺真空连续生产线等。

石油天然气工业也是能源工业的重要组成部分。石油天然气探采加工机械具有功率大，工况复杂，载荷变化剧烈，在野外和沙漠地区、海上、水下作业，工作环境条件恶劣等特点，故特别适合采用气动技术，满足其自动控制、易于变速、防火、防爆和防腐蚀等要求。其典型应用是石油钻机中钻压控制、中间变速、盘刹紧急刹车、气喇叭开关、转盘惯性刹车、自动送钻、防撞释放等。

本章介绍煤矿机械、电力机械及石油机械中 14 例典型气动系统。

1.2 煤矿机械气动系统

1.2.1 双锚索自动下料机气动系统

(1) 主机功能结构

防爆型矿用双锚索自动下料机用于矿山行业锚索的下料作业。该机由放线盘（2 个）、牵引系统、切割系统、卸料系统以及放线盘制动器（2 个）等 5 部分组成。放线盘上装有锚索；放线盘制动器用于制动放线盘或限制放线盘的转速；牵引系统由液压减速马达驱动，用于牵引和输送待下料的锚索；切割系统通过连接高压水泵和磨料罐的水射流喷枪来完成对锚索的切割；卸料系统用于限定待下料锚索的长度（由防爆行程开关限定）、临时放置待下料锚索和将切断后的定长锚索卸料，卸料系统的挡板开启装置由气缸驱动。

双锚索自动下料机通过液压系统、气动系统及 PLC 电控系统的有效配合（图 1-1），可

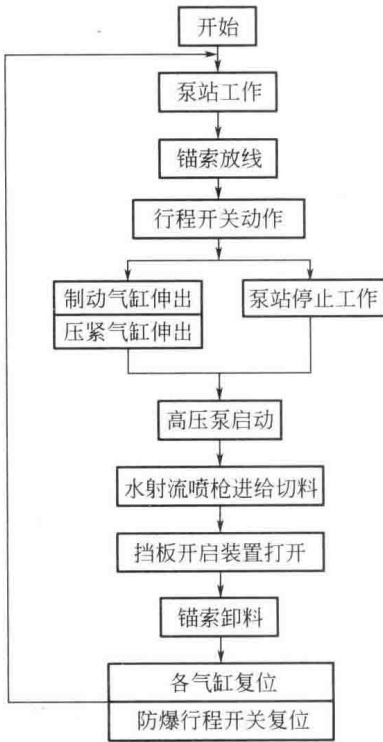


图 1-1 双锚索自动下料机液压、气动、PLC 电控系统流程框图

实现锚索放线、牵引、切割和卸料的高度自动化。系统具有前单机、后单机及双机等 3 种工作模式可选；在工人的操作控制面板上设置有开始、总停、复位等按钮。

(2) 液压系统原理

液压系统主要用于锚索的牵引和切割，其原理如图 1-2 所示。牵引部分的执行元件为变量马达 5，它通过传动轴带动链传动装置及与之相连接的牵引箱运转，从而实现锚索的牵引。马达 5 的油源为定量液压泵，泵的最高压力由先导式溢流阀限定，实现安全保护；单向阀 14 用于防止液体倒灌损坏液压泵；先导式减压阀 12 用于调整马达工作压力，二位二通电磁换向阀 10 与变量马达 5 相连接，用于马达油路的通断、运转和停止控制。

锚索切割部分采用水射流切割，其执行元件是喷枪 1 和 2，其水流的通断分别由二位三通电磁换向阀 3 和 4 控制。液压泵 20 为系统提供液压能，回路压力由卸荷阀 17 调节并通过压力表 16 进行监测。用于水流开关的二位二通电磁换向阀 13 通过管道与单向阀 15 相连接起到背压的作用。压力容器 7 中装有沙子，通过螺旋阀 8 的控制与节流阀 11 流出的水在混合腔 9 中进行混合之后，通过管道流至两个喷枪 1 和 2，对锚索进行水切割。

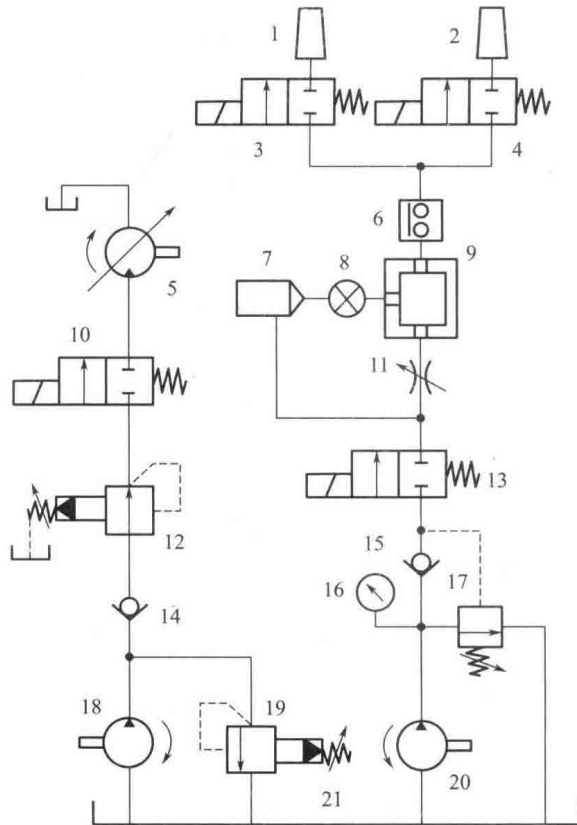


图 1-2 双锚索自动下料机液压系统原理图

1,2—喷枪；3,4,10,13—电磁换向阀；5—变量马达；6—开关；7—压力容器；8—螺旋阀；9—混合腔；11—节流阀；12—先导式减压阀；14,15—单向阀；16—压力表；17—卸荷阀；18,20—液压泵；19—先导式溢流阀；21—水箱

(3) 气动系统原理

双锚索自动下料机气动系统原理如图 1-3 所示,系统主要包括 4 部分:一是用于控制转盘制动器上的气缸;二是用于控制牵引系统中气缸的伸缩;三是用于控制喷枪工作台往复运动的气缸;四是用于卸料系统 6 个气缸的控制。由于煤矿区空气中含有较多粉尘,故用空气过滤器 25 对来自气源中压缩空气进行过滤;先导式溢流阀 31 用于过载安全保护;蓄能器(储气罐) 28 用作应急动力源,在气动系统正常运行中不工作,一旦气源发生紧急故障,蓄能器就开始工作,为气动系统提供气压能,使气动系统正常工作。4 个支路上分别设有减压阀 20~23,用于独立调节每个支路上的压力,以使每个气缸都能够无干扰地正常工作;三位四通电磁换向阀用于控制 4 组气缸的运动方向。安装在卸料架两侧的 6 个气缸 1~6 分为两个支路(每个支路 3 个气缸),当前单机或后单机工作时,可以控制需要卸料的这侧的气缸工作,另一侧停止工作,两侧的切换由二位二通电磁换向阀 7 和 8 进行控制,可避免资源的浪费。

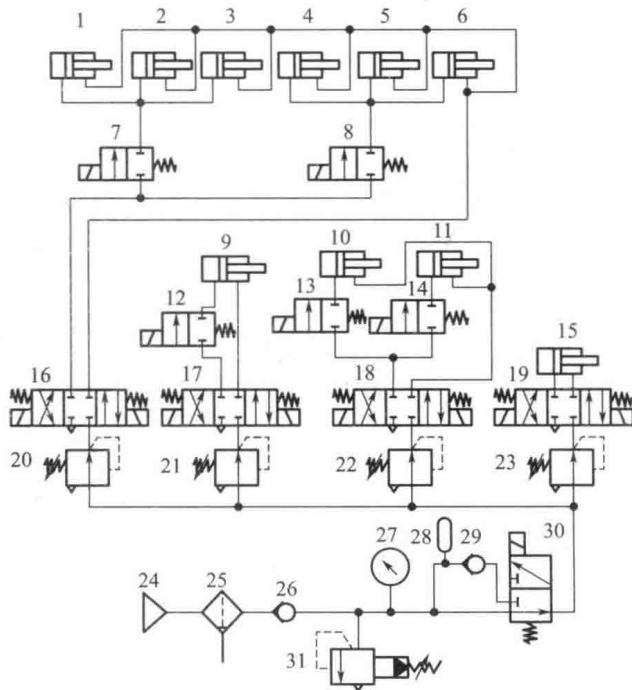


图 1-3 双锚索自动下料机气动系统原理图

1~6,9~11,15—双作用活塞式单杆气缸;7,8,12~14—二位二通电磁换向阀;16~19—三位四通电磁换向阀;
20~23—减压阀;24—气源;25—空气过滤器;26—单向阀;27—压力表;28—蓄能器(储气罐);
29—单向阀;30—二位三通电磁换向阀;31—溢流阀

(4) 系统技术特点

① 锚索自动下料机通过机、电、液、气一体化控制,可以完成锚索的放线、牵引、切割及卸料所需的各种动作,提高了自动化程度和生产效率。

② 锚索的压紧、喷枪工作台的进给运动和锚索的下料等采用气压传动,动作迅速可靠;切割采用水射流,节能环保,适用于井下作业,提高了锚索下料的安全性,克服了以往锚索下料机只能井上作业的缺陷。

③ 在系统中设有溢流阀、减压阀、卸荷阀及防爆行程开关等装置,提高了系统可靠性和安全性。

1.2.2 WC8E 型防爆胶轮车气动系统

(1) 主机功能结构

WC8E 型防爆胶轮车是某单位研制的产品，因其工作环境具有瓦斯、煤尘，易燃、易爆，故要求其具有防爆性。根据 WC8E 型防爆胶轮车的使用要求，在启动、保护、换挡、换向及油门控制等方面均采用了环境适应性好及自动化程度高的气动技术。

(2) 气动系统原理

WC8E 型防爆胶轮车气动系统原理如图 1-4 所示，其气压源为柴油机驱动的空压机 23，压缩空气储存于储气罐 24 中。系统包括气启动及安全保护回路、气动换挡换向回路、气动油门控制回路及其他辅助回路等。气动系统执行元件及其功用如表 1-1 所示。

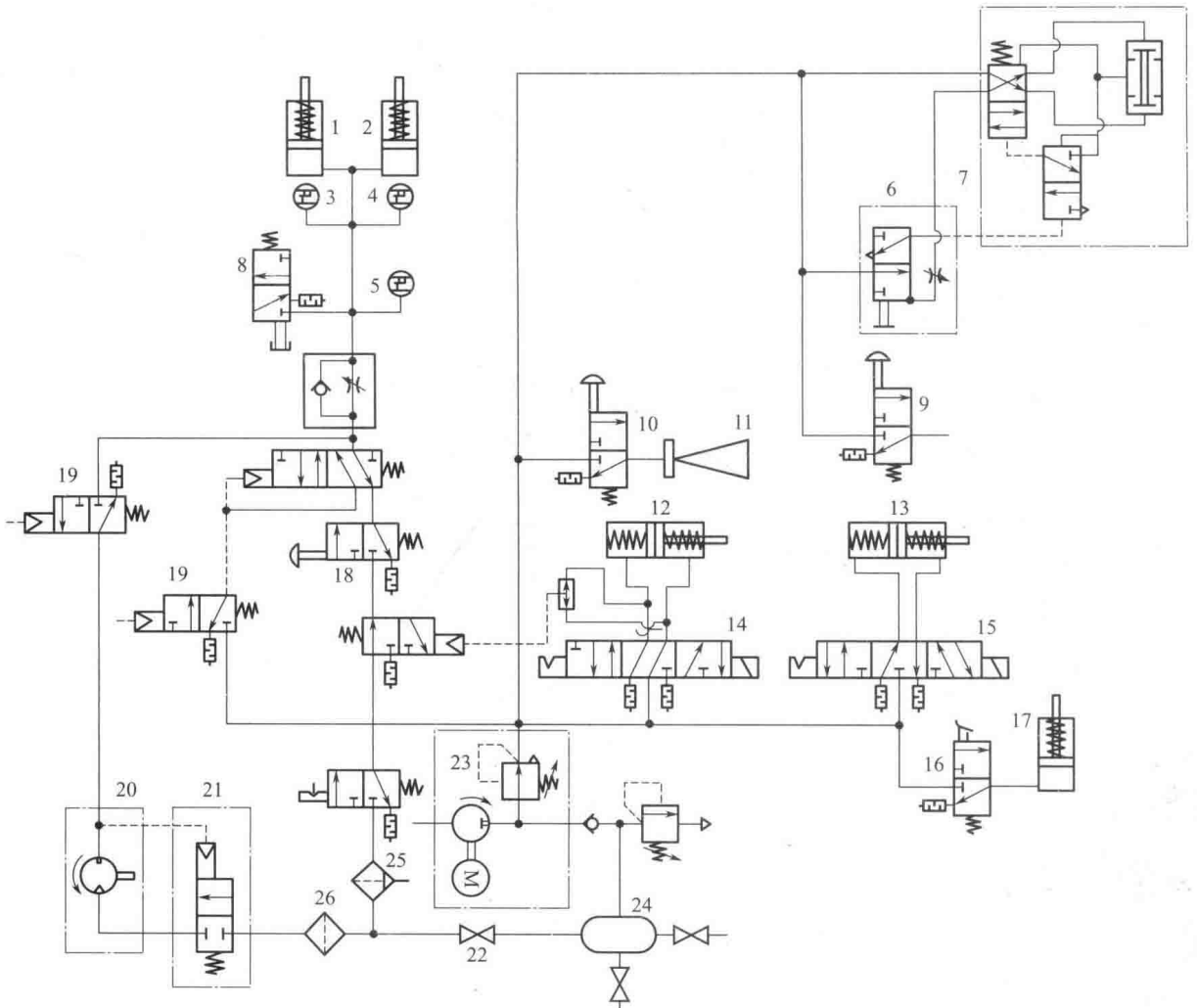


图 1-4 WC8E 型防爆胶轮车气动系统原理图

- 1—燃油控制气缸；2—柴油机风门气缸；3~5—温度传感器；6—雨刮开关阀；7—刮水器；8—水位控制阀；
 9—紧急制动按钮阀；10—喇叭按钮阀；11—气喇叭；12—换向气缸；13—换挡气缸；14—换向阀；
 15—换挡阀；16—脚踏调压阀；17—油门控制气缸；18—过载阀；19—启动阀；20—气马达；
 21—延迟阀；22—总开关阀；23—空压机；24—储气罐；25、26—过滤器

① 气启动及安全保护回路。分为主回路和控制回路两部分。前者经主管路与气马达 20 连接，用于驱动气马达旋转；后者由各控制元件通过管道连接构成一气动顺序控制回路，以

实现各气动控制元件的顺序动作。

在车辆启动前,先打开总开关阀 22,储气罐 24 中的压缩空气分为两路:一路经主管路进入延迟阀 21;另一路进入控制回路,此时所有控制阀均处于关闭状态。在启动时,首先打开过载阀(二位三通电磁换向阀)18,控制气路进入柴油机风门气缸 2 和燃油控制气缸 1,再按下启动阀 19,控制气流通过该阀进入气马达 20 的控制口,打开通往气马达的气路,主气路的压缩空气进入气马达,驱动其运转,带动柴油机飞轮运转完成启动过程。在启动后,先松开启动阀 19,待发动机机油压力达到 0.2MPa 后,松开过载阀 18,控制气路一直通往柴油机风门气缸 2 和燃油控制气缸 1。车辆正常运转。

表 1-1 气动系统执行元件及其功用

元件	功用	元件	功用
气缸 1	燃油控制	气缸 13	换挡控制
气缸 2	柴油机风门控制	气缸 17	油门控制
气喇叭 11	喇叭	气马达 20	带动柴油机飞轮运转,产生发动机启动时所需的扭矩,完成启动过程
气缸 12	车辆的换向		

安全保护回路由温度传感器、水位保护阀等组成。各项指标正常的情况下,车辆正常行驶。当某项指标超标时,柴油机自动熄火停车。

② 气动换挡换向回路。在该回路中,换挡阀 15 与换挡气缸 13 控制车辆的进、退和挡位。换向阀中位为空挡,另两位分别为前进挡及后退挡;换挡阀中位为 I 挡,另两位分别为 II 挡及 III 挡,即车辆共有进退各 3 个挡。

为了车辆运行的安全,回路中增设了空挡启动保护,即只有在车辆处于空挡时,车辆才能启动,避免了在挂挡时启动,车辆突然进、退造成的事故。

③ 气动油门控制回路。气动油门控制回路由脚踏调压阀 16、油门控制气缸 17 以及管路附件等组成。油门控制气缸 17 与柴油机油门相连,油门开启的大小由油门控制气缸 17 的行程大小决定,而油门控制气缸 17 的行程取决于控制气压的大小。进入油门控制气缸的气压大小由脚踏调压阀控制。当逐渐踩下脚踏板时,脚踏调压阀 16 输出的气压逐渐增大,并进入油门控制气缸 17,油门控制气缸 17 的行程,从而控制油门的大小,实现气动油门控制的目的。气动油门控制具有布置方便,操作灵敏,安全可靠高等特点。

④ 其他辅助回路。该胶轮车的许多辅助功能均采用气动元件组成的回路。例如,用喇叭按钮阀 10 控制气喇叭 11。紧急制动由紧急制动按钮阀 9 控制,当拉出按钮时,制动解除;当按下按钮时,车辆制动。车辆挡风玻璃的雨刮器由雨刮开关阀 6 及刮水器 7 组成,并能通过调节雨刮开关控制雨水刮得快慢。

(3) 系统技术特点

① 系统采用涡轮式气马达,无须添加润滑油,简化了系统回路及维护点,而且与叶片式马达相比,具有重量轻、体积小、耗气量小等优点。

② 系统中的换向、换挡阀结构简单,体积小,操纵方便;脚踏调压阀及油门控制缸性能匹配,操纵性好,保证了车辆的加速可控性;换挡、换向缸根据变速箱的要求合理匹配,车辆换挡换向的灵活性和可靠性好。

③ 在主回路和控制回路中均设置了过滤器(图 1-4 中件 25 和 26),保证了工作介质的清洁度,提高了气动元件乃至整车工作的可靠性。

④ 尽量做大储气罐容积,保证了在条件恶劣的矿井中工作的车辆启动系统的要求。

1.2.3 MYNE PET6 整体车架式客货车气动控制系统

(1) 主机功能结构

MYNE PET6 整体车架式客货车是从澳大利亚 DOMINO 公司引进的无轨胶轮车，其动力源是德国 DEUTZ-MWM 公司的 MWMD916-6 低污染防爆型柴油机，变速箱为美国 CLARKHURTH 公司生产的 18000 系列，还有 176 刚性驱动桥和先进的进排气防爆系统以及气动控制系统，该车技术先进、性能可靠。

(2) 气动系统原理

MYNE PET6 整体车架式客货车气动系统原理如图 1-5 所示，它主要由充气、发动机启动、安全、制动、油门加速、喇叭、其他 7 个回路组成。

① 充气回路。柴油机启动前，通过启动压力表 63 观察启动气罐 10 内的气压是否在 0.69MPa 以上。若气压小于 0.69MPa，则需通过快速管接头 59 与外接气源连接，随后关闭过滤器 60 下方的放水阀（截止阀）11，打开开关阀（截止阀）61，经过滤器 60 给系统充气加压。当启动压力表 63 显示的压力 $\geq 0.69\text{MPa}$ 时，充气完毕，关闭开关阀 61，打开放水阀 11，将外接气源与快速管接头 59 分离。

② 发动机启动回路。发动机启动操作步骤如下。

a. 观察补水箱水位。若水位低于水位指示计的最低水位，则需要给补水箱补水。这样低水位水箱内的浮漂将会使低水位阀（二位三通阀）40 移至左位。

b. 将气压启动器开关阀（截止阀）12 打开，以保证气压启动器 14 进气通畅。

c. 将位于副驾驶室和车后工作人员座舱的二位三通急停按钮阀 35 的按钮拔出，关闭驾驶室门，使起吊装置控制手柄置于非起吊位置，即将杠杆滚轮式机控二位三通驾驶室门控制阀 29 和起吊装置互锁阀 31 切换至左位。

d. 将开/关阀 62 切换至开的位置，随后将前后换向手柄置于中位，其换向机构就会将杠杆滚轮式机控中位启动阀（二位三通阀）52 切换至左位，按住过载按钮阀 51，这样一来，经开/关阀 62、过滤器 7 过滤后的清洁控制气流就会通过阀 52、51、50、42、40 后将阻风门气缸 32 和手刹气缸 30 的活塞杆推出，即将发动机进气道打开，从而可以拉出手刹。同时，控制气流将会经启动闭锁阀 25 到达启动按钮阀 15，按住启动按钮阀 15 的按钮，控制气流经启动按钮阀 15 的左阀位进入气压启动器 14 的入口，使气压启动器小齿轮和柴油机的内齿圈进入啮合状态。随后，从气压启动器的出口出来的控制气流，进入气压启动器控制阀 13 的控制口，使该阀移至下阀位状态。这样，从主回路送来的高压大流量压缩空气经气压启动器开关阀 12 和阀 13 流向气压启动器 14 的气动马达，并使之高速旋转，经相啮合的齿轮副，从而启动发动机。当表 22 的机油压力升至 0.19MPa 时，从发动机机油过滤器 16 来的机油将使发动机机油先导阀 24 由常闭变为常通。这样，经过滤器 7 和发动机机油先导阀 24 的左阀位出口的控制气流将分两路，一路将会进入启动闭锁阀 25 的控制口，使阀 25 移至右阀位，以免因人为误操作，造成气压启动器的损坏；另一路将进入梭阀 27 左边的入口，从阀 27 的出口将两位三通气控阀 26 推至右阀位，然后从阀 26 的右阀位进入阀 50 的控制口，控制气流从阀 50 的左阀位流向单向节流阀 42。松开过载按钮阀 51，发动机启动完毕。

③ 安全回路。安全回路是该车气动控制系统中极其重要的回路。当车辆在行进过程中发生以下任何一种情况时，它都能起到维护低污染防爆柴油机良好工况和保护车辆、人员安全的作用。

a. 当发动机冷却水系统的冷却水不足时，冷却水控制阀 21 的控制口将失压而移至右位。从过滤器 16 来的发动机机油将会经阀 21 流回发动机油底，使发动机机油油压降低，导致发动机机油先导阀 24 的控制口失压，阀 24 复位，手刹气缸 30 和阻风门气缸 32 内的气流经阀 24 排出，发动机进气道关闭，发动机停机。

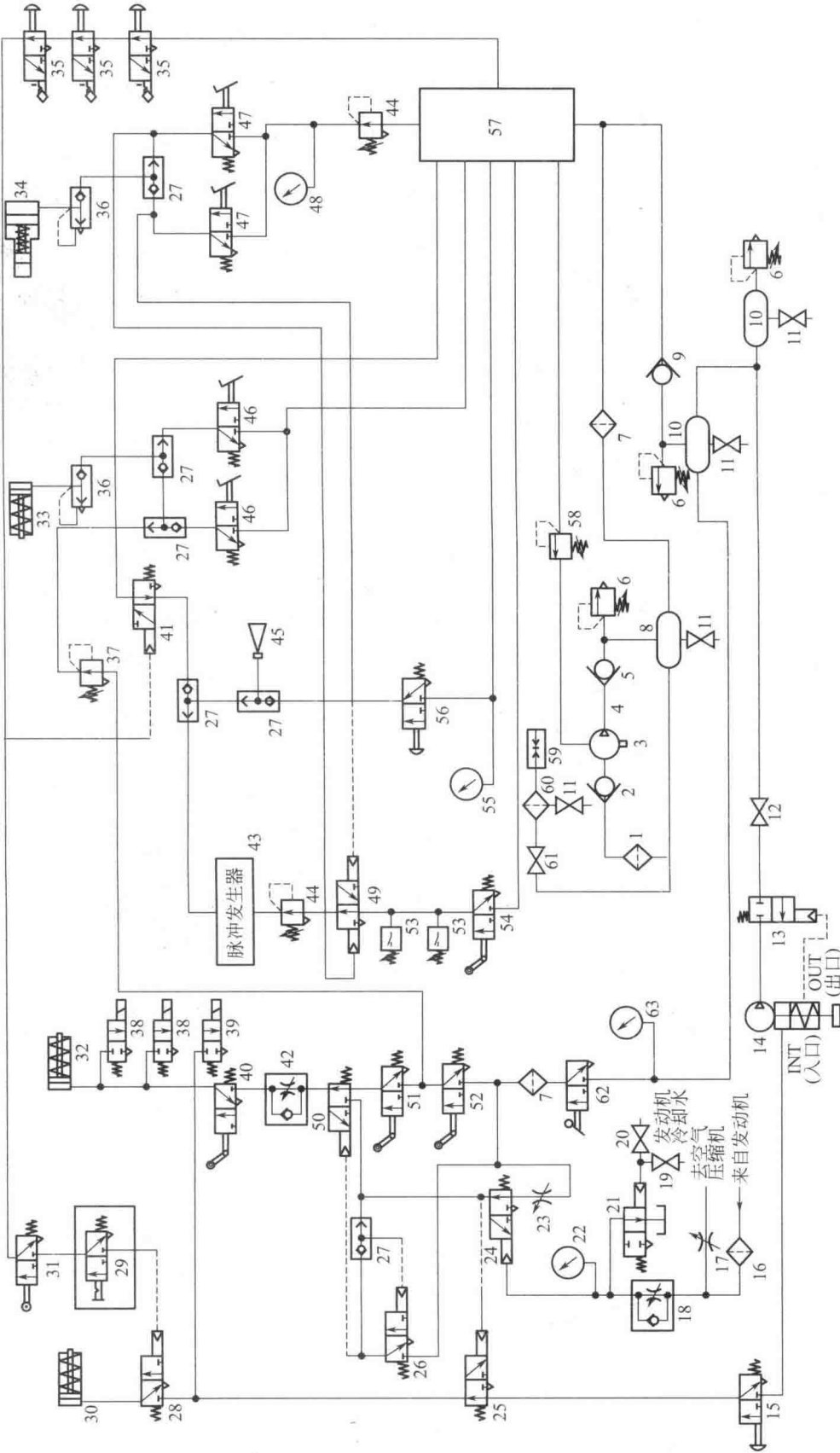


图 1-5 MYNE PET6 整体车架式客货车气动系统原理图

1—空气滤清器;2,5,9—单向阀;3—空压机;4—高强度软管;6—安全阀;7,60—过滤器;11,19—放水阀(截止阀);12—气压启动器开关阀(截止阀);13—二位三通气压启动器控制阀;14—气压启动器;15—二位三通启动按钮阀;16—发动机机油过滤器;17—节流阀;18,42—单向节流阀;20—进水阀(截止阀);21—二位三通冷却水控制阀(阀);22—发动机机油压力表;23—消声器;24—发动机油先导阀;25—二位三通启动闭锁阀;26,50—二位三通气控阀;27—梭阀;28—二位三通手刹气缸控制阀;29—二位三通驾驶室门控制阀;30—手刹气缸;31—二位三通起吊装置互锁阀;32—阻风门气缸;33—发动机油门加速气缸;34—加气器;35—二位三通急停按钮阀;36—快速排气阀;37,44—减压阀;38—发动机冷却水温度传感器;39—发动机尾气温度传感器;40—二位三通低水位阀;41—二位三通喇叭控制阀;43—脉冲喇叭控制阀;45—气喇叭;46—二位三通油门踏板阀;47—二位三通制动踏板阀;48—制动气压表;49—二位三通喇叭切换阀;51—二位三通中位启动阀;52—二位三通中位启动阀;53—红/白灯压力开关;54—二位三通杠杆滚轮式机控阀;55—工作压力表;56—二位三通喇叭按钮阀;57—空压机卸荷阀;59—快速管接头;61—开关阀(截止阀);62—二位三通开/关阀;63—启动压力表