

〔日〕 門 泰一著 柴志浦译

油缸和气缸的 故障分析

煤炭工业出版社

油缸和气缸的故障分析

〔日〕門 泰 一 著

柴 志 浦 译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是原作者长期从事油（气）缸技术工作，实际处理各种故障的经验总结。书中从故障分析入手，对油（气）缸的运行和设计问题进行了细致的论述。

本书共分六章，包括概述、故障及排除方法、动作不灵、泄漏、缸体破损和异物混入等内容。书中从各种故障现象出发，分别研究了故障产生的原因及处理的方法。内容深入浅出、具有实用价值。

本书可作为现场工人，技术人员分析处理油（气）缸故障，设计人员从事油（气）缸设计时的参考书。

門 泰 一

油空压シリンダの故障対策

日刊工业新闻社 东京 1975

*

油缸和气缸的故障分析

柴 志 浦 译

*

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平北路16号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张 7

字数 147 千字 印数1—11,100

1980年2月第1版 1980年2月第1次印刷

书号15035·2284 定价0.57元

目 录

第一章 油(气)缸概述	1
§ 1.1 压力的产生和油(气)缸的牵引力	1
§ 1.2 油缸的性能与功能	3
一、油缸力与载荷压力系数	3
二、载荷与油缸所产生压力的关系	4
三、增压作用	5
四、油(气)缸的速度	7
(一) 油缸	7
(二) 气缸	8
五、缓冲	8
六、流体的泄漏	9
(一) 活塞杆滑动部位产生的外部泄漏	10
(二) 活塞杆密封部位以外的外部泄漏	14
(三) 通过活塞形成的内部泄漏	14
§ 1.3 油(气)缸的选择标准	15
一、JIS标准油(气)缸的使用范围	15
二、活塞杆的纵向弯曲	20
三、O形密封圈的挤出界限值	20
四、密封件的选择标准	21
五、密封材料及与其相适应的工作油牌号的选择	24
§ 1.4 油(气)缸的构造	25
第二章 油(气)缸的故障及其排除方法	26
第三章 油(气)缸动作不灵	30
§ 3.1 油(气)缸不能动作	30
一、因内压不足缸体不能动作	30
(一) 缸体内没有送进工作流体	30

(二) 缸体内虽有工作流体输入, 但缸内没有压力	32
(三) 虽有内压, 但是达不到规定的压力值	32
二、缸体的内压符合规定, 但是不产生动作	34
(一) 油缸的内部原因	34
(二) 油缸控制回路方面的原因	37
§ 3.2 油缸的速度达不到规定数值(欠速)	38
一、油缸或者油缸带动的负载有问题	38
(一) 活塞密封的内部泄漏	38
(二) 负载比预定数值增大	39
(三) 因油缸内部“别劲”, 使动作阻力增大	39
(四) 有异物进入滑动部位, 引起烧接现象	40
(五) 在油缸行程的两端或一端, 缸速急剧下降	40
(六) 油缸速度中途变慢或停止不动	40
(七) 采用活塞环的油缸的速度变化	41
二、油缸的液压回路有问题	41
(一) 油泵与油缸间或者油缸与油箱间的 管路阻力过高	42
(二) 油缸的载荷过高	42
(三) 并联回路所消耗的压力油	43
(四) 油缸或者其他执行机构并联运行时的载荷 分配问题	43
(五) 为提高油缸速度而采用蓄能器, 此蓄能器的 压力或容量不足	43
(六) 油泵的吸入侧吸进空气	43
三、气缸的压气回路有问题	44
(一) 气缸的载荷过大	44
(二) 压气源与气缸之间的管路阻力大	44
(三) 与压气机或者贮气罐的容量相比, 气缸的 耗气量大	44
(四) 气缸与工厂压气管路连接时的注意事项	45

§ 3.3 油缸产生爬行现象	45
一、单体油缸产生的爬行现象	45
(一) 油缸别劲	46
(二) 油缸密封的影响	47
(三) 油缸内部进入空气后对爬行的影响	49
(四) 工作油液的可压缩性	52
(五) 气缸的管路	53
二、因外部条件引起的爬行现象	54
(一) 载荷与油缸的连接位置	54
(二) 滑动部位的导轨别劲	54
(三) 载荷的滑动面压力	55
(四) 润滑油不足	55
§ 3.4 油缸运行中产生的不正常声响或反常运动	55
一、滑动金属面的摩擦音	55
二、密封件的摩擦音和振动	56
三、因内部泄漏产生的异常声响	56
§ 3.5 缓冲作用不好	56
一、缓冲作用过度	56
(一) 缓冲调节阀节流量过大	57
(二) 缓冲柱塞别劲或动作困难时, 将引起烧接现象	57
(三) 在缓冲柱塞或衬套里夹有异物	58
(四) 采用固定式缓冲装置时, 缓冲柱塞进入 衬套的间隙太小	58
二、失去缓冲作用	59
(一) 缓冲调节阀处于全开状态	59
(二) 惯性力过大时	59
(三) 缓冲调节阀不能节流	59
(四) 单向阀处于全开状态	60
(五) 气缸在行程终了时, 有剩余空气所造成的影响	60
(六) 油(气)缸采用活塞环密封时的缓冲问题	61

(七) 载荷的制动与缓冲作用的关系	62
(八) 气缸制动装置的位置	62
(九) 活塞密封的损坏	63
(十) 缓冲柱塞或衬套上有伤痕	63
(十一) 气缸缓冲密封的损坏	63
(十二) 缸壁胀大, 缓冲腔的工作流体倒流	63
(十三) 镶在缸盖上作缓冲用的衬套脱落	64
三、缓冲行程中的爬行现象	64
(一) 装配不当	65
(二) 加工不良	65
(三) 因使用上和结构上的问题而产生的缓冲别劲 现象	69
(四) 其他原因	69
§ 3.6 缸体装配的注意事项	70
一、地脚式油(气)缸	70
(一) 缸体安装底座的刚性问题	70
(二) 缸体安装地脚的刚性	71
(三) 对缸体热膨胀的考虑	72
(四) 缸壁的支撑	72
(五) 缸体定位块的焊接	73
(六) 采用定位销固定缸体位置	74
(七) 载荷运动方向与活塞杆轴线的一致性	75
(八) 缸体与载荷的连接方法不理想	75
(九) 大行程油(气)缸连接零件的注意事项	76
(十) 缸体安装中心高度的确定方法	76
二、活塞杆一侧带连接法兰盘的油(气)缸	77
(一) 缸体安装底座的刚性	77
(二) 缸体的安装方向	78
(三) 缸体的固定	79
(四) 对于行程长的缸体应考虑的问题	80

三、缸头一侧带有法兰盘的油(气)缸	80
(一) 缸体安装底座的刚性	80
(二) 缸体的安装方向	80
(三) 缸体的固定	81
(四) 对行程长的缸体应考虑的问题	81
四、带耳轴的油(气)缸	81
(一) 缸体的安装底座	81
(二) 缸体与载荷的连接	82
(三) 耳轴与轴承的关系	82
(四) 耳轴与相配轴承的配合间隙	82
(五) 与耳轴相配的轴承, 不能采用球面轴承	82
(六) 安装耳轴轴承用的螺栓强度, 设计时应考虑 缸体的中心高	83
五、带U形环的油(气)缸	83
(一) 缸体的安装底座	84
(二) 缸体与载荷的连接	84
(三) U形环与环之间的连接方法	84
(四) 连接销的间隙	84
(五) 对于双U形环结构, 不应装球面轴承	84
(六) U形环的安装螺栓	84
(七) U形环的长度	85
六、关节形油(气)缸	85
(一) 缸体安装底座的刚性	85
(二) 缸体与载荷的连接方法	85
(三) 采用带球面轴承的关节接头作连接件	85
第四章 油(气)缸的流体外部泄漏	87
§ 4.1 固定部位的泄漏	87
一、缸盖与缸壁之间的泄漏(缸壁镶入缸盖时)	87
(一) 安装时, O形密封圈和U形密封圈等密封件	

发生破损	87
(二) O形密封圈因被挤出而损坏(U形密封圈也有挤出现象, 但不易产生损坏)	92
(三) O形密封圈和U形密封圈等密封件的急剧磨损	95
(四) 密封材料选择不当和材料本身的质量不好	95
(五) 密封件看上去无问题, 但有泄漏	96
二、在缸盖与缸壁之间产生的泄漏(法兰盘形缸体)	98
(一) 装配时密封件的损坏	98
(二) 密封件的挤出现象	99
(三) 密封材料选择有错误	100
(四) 密封件看上去没有毛病, 但是有泄漏	101
(五) 其 他	103
三、密封圈的支撑环损坏	105
(一) 缸盖与缸壁装配时, 保护支撑环的损坏	105
(二) 保护支撑环的尺寸不准	106
四、焊接结构的缸体, 由焊接部分产生的泄漏	107
(一) 裂纹处的泄漏	107
(二) 焊渣卷进焊缝造成的泄漏	107
(三) 焊接不良产生的泄漏	108
五、由管件引起的泄漏	108
(一) 锥形管接头的泄漏	108
(二) 圆柱形螺纹管接头的泄漏	110
(三) 管子法兰盘接头的泄漏	112
六、由缓冲调节阀、排气阀和单向阀处产生的泄漏	114
(一) 柱销式缓冲调节阀产生的泄漏	114
(二) 由缓冲调节阀处(在螺纹牙形之间直接填入密封材料进行密封)产生的泄漏	117
(三) 由排气阀产生的漏油问题	120
七、其它方面的泄漏	125

(一) 进出油(气)孔座焊接不良产生的泄漏	125
(二) 设计不合要求的一个例子	125
§ 4.2 滑动部位的泄漏	126
一、活塞杆密封的泄漏及密封件的损坏	127
(一) O形密封圈的泄漏	127
(二) V形密封圈的泄漏	135
(三) U形密封圈的泄漏	144
(四) 其他原因造成的泄漏	151
(五) 活塞杆滑动面上有伤痕	151
(六) 保护支撑环的损坏	157
二、活塞密封的泄漏(即内部泄漏)以及密封的损坏	158
(一) O形密封圈的泄漏和损坏	158
(二) V形密封圈的泄漏及损坏	166
(三) U形密封圈的泄漏及损坏	173
(四) 活塞环的泄漏和损坏	181
(五) 保护支撑环的损坏	186
(六) 其他原因造成的泄漏	187
(七) 缸体内表面的伤痕	187
第五章 油缸和气缸的损坏	194
§ 5.1 发生特殊高压或者特别大的油缸力	194
(一) 活塞的惯性力大, 突然停止	194
(二) 缓冲作用过度灵敏	195
(三) 缓冲装置完全不起作用	195
(四) 缓冲阶段的增压作用	195
(五) 以其他油缸或机械力, 在相反方向给油缸以 作用力	195
§ 5.2 缸体本身的损坏	196
一、缸壁的损坏	196
(一) 缸壁厚度不均	197
(二) 焊接钢管的焊接部分	197

(三) 切制螺纹部位产生应力集中时, 应该注意的 事项	197
(四) 直接焊在缸体上的安装零件的损坏	197
二、法兰盘及其连接部分的破损	197
(一) 法兰盘的螺纹损坏	198
(二) 焊接法兰盘的损坏	198
(三) 法兰盘的变形	198
三、油口及其焊接部分的损坏	199
(一) 油口座焊接不良	199
(二) 油口的螺纹损坏	199
(三) 管路零件的振动	199
§ 5.3 活塞杆的损坏	199
一、活塞杆头部的螺纹损坏	200
(一) 螺纹的旋合率不足	200
(二) 螺纹的牙形瘦	200
(三) 螺纹长度不够	200
二、活塞杆端螺纹颈部的损坏	200
(一) 活塞杆端部连接件与油缸的摆动方向不一致	200
(二) 作用在螺纹颈部的弯曲力矩	200
(三) 载荷一侧螺纹部分的弯曲	201
(四) 行程长的油缸, 其载荷与活塞杆的固定方法	201
(五) 螺纹颈部的形状不合要求	202
(六) 螺纹表面有硬化层, 未加处理即镀上硬铬 材料	202
(七) 活塞速度大, 冲击载荷大	202
三、活塞杆头部焊接部位的损坏	202
四、活塞与活塞杆的连接部分脱开	203
(一) 活塞的螺母松动	203
(二) 活塞上螺纹的损坏	203
(三) 固定活塞用的螺纹损坏	203

(四) O形密封圈沟槽底部发生断裂	204
五、活塞杆发生弯曲	204
(一) 误动作	204
(二) 活塞杆上承受的纵向弯曲载荷超出设计值	204
(三) 运转中, 由于振动使活塞杆承受的纵向弯曲 载荷超出了规定值	204
§ 5.4 油(气)缸缸盖的损坏	205
(一) 缸盖采用螺纹结构, 其螺纹发生损坏	205
(二) 缸盖紧固螺栓损坏	205
(三) 焊接结构的缸盖, 其焊接部分发生损坏	206
(四) 压紧密封圈用的螺栓损坏	206
§ 5.5 安装零件的损坏	207
第六章 油(气)缸内混入异物	208
§ 6.1 进入缸体内的异物	208
(一) 因保管上不注意而进入的异物	208
(二) 油缸安装时进入尘土	208
(三) 零件的毛刺未去净或者未洗净	208
§ 6.2 运行中产生的异物	209
(一) 活塞滑动表面两端的铸件颗粒发生剥落	209
(二) 因缓冲柱塞别劲而产生的摩擦铁粉和铁屑	209
(三) 缸壁的伤痕	209
(四) 缓冲装置单向阀的弹簧折断	209
(五) 电镀层脱落	209
§ 6.3 从管路进入的异物	209
(一) 冲洗时不注意	209
(二) 管路加工中的切屑	210
(三) 密封线进入油缸	210

第一章 油（气）缸 概述

油缸，是由液体供给能量作机械功的一种机械。这里所要讨论的，主要是作直线运动的油（气）缸。所供给的流体为压力油时叫做油缸，供给的流体为压气时叫做气缸。

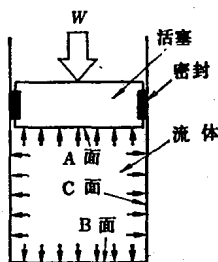
§ 1.1 压力的产生和油（气）缸的牵引力

如图 1.1 所示，在流体完全处于密闭状态的圆筒上部，有一可滑动的活塞，为防止流体外漏，活塞上装有密封。当以某力推压活塞时，则被密封的流体内将产生压力。此压力具有下列三种性质：

（1）压力的方向与其作用表面成直角；

（2）各点的压力在各方向上都相等；

（3）作用在密闭容器中静止流体的局部压力，将以同等压强传递给流体的各部分。



即认为容器内 A，B 和 C 面上的压力方向都与其表面垂直。如果属于纯流体，那么，作用在各表面上的压力值也都相等。

根据液体的上述三个性质，则其压力大小可按下述方法求得。

假定在活塞 A 上放以 100 公斤的重量。那么，在已密封的流体中将产生与此重量相平衡的反作用压力。与 100 公斤

图 1.1

力相对抗的作用表面只有A面，在A面积上均等地分担着作用力。此均等分担的作用力即为压力。设A面积等于10厘米²，则其压力值即为：

$$100 \text{ 公斤} \div 10 \text{ 厘米}^2 = 10 \text{ 公斤/厘米}^2$$

如计算结果所表明，当活塞面积相等时，其压力大小是与作用力成正比的。

其次，看一下图1.2的情形。

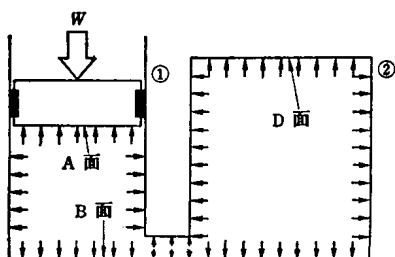


图 1.2

圆筒①与圆筒②相连通，假定在此二圆筒内装有完全密闭的液体。与图1.1相同，在可滑动的活塞上加100公斤重量。现假定，圆筒①的断面面积为10厘米²，如前所述，它将产生10公斤/厘米²的

压力。由流体的性质可知，在圆筒②中也将产生同样的压力。

又假定在此圆筒中装有与①同样可动的活塞，拉出活塞杆，并在外部加以固定，即成为图1.3的形状。

设圆筒②的活塞断面面积为20厘米²，则活塞杆向外部固定处传递的作用力与图1.2相等，由于各表面上的作用压力相等，因此作用力值等于：

$$10 \text{ 公斤/厘米}^2 \times 20 \text{ 厘米}^2 = 200 \text{ 公斤}$$

此圆筒②即相当于油（气）缸，②中的隔板相当于活塞，那么，圆筒①即相当于液压泵或者空气压缩机。

油（气）缸的出力，即油（气）缸的牵引力（或推力）可用下式表示：

$$F = P \times A$$

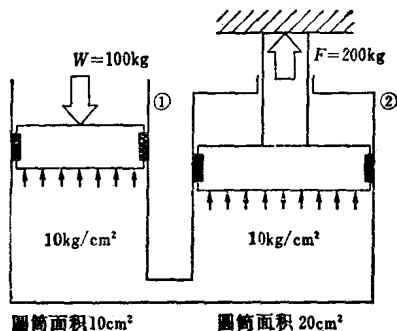


图 1.3

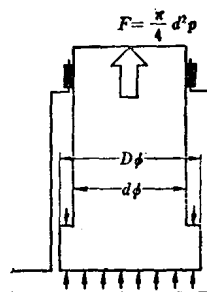


图 1.4

其中, F : 油(气)缸的牵引力(公斤);

P : 油(气)缸内的压力(公斤/厘米²);

A : 活塞的有效断面积(厘米²).

下面, 看一下柱塞式油(气)缸的情形。柱塞式油(气)缸, 也就是活塞杆直径与活塞直径相等的油缸。

如果杆径与活塞直径完全相等, 则柱塞很容易从缸体中脱出, 因此, 多数场合都制成带有台阶的形式。其结构简图如图1.4所示。

现假定在缸体中有压力。由压力的性质可知, 在缸体内部和柱塞的整个面积上都作用有压力, 在直径 D 的全面积减去直径 d 所得的面积上, 其上下方向的作用压力相等, 对外不产生作用力。因此, 形成油缸牵引力, 对外作功的有效面积, 即为柱塞 d 的断面积。

§ 1.2 油缸的性能与功能

一、油缸力与载荷压力系数

如前所述, 油缸的牵引力可用活塞的有效面积与压力

的乘积来表示。实际应用的油缸，由于滑动表面和填料等存在阻力都有出力损失。其损失数值将随着压力大小有些变化。

此机械损失称为载荷压力系数。于是，实际油缸的牵引力值可写成下式：

$$F_{\text{eff}} = P \times A \times \eta$$

此处： F_{eff} ：实际的油缸牵引力（公斤）；

P ：油缸内的压力（公斤/厘米²）；

A ：活塞的有效面积（厘米²）；

η ：载荷压力系数。

二、载荷与油缸所产生压力的关系

在图 1.5 装置中，假定有 100 公斤的重量加在油缸②上，

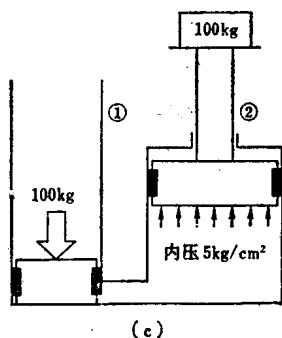
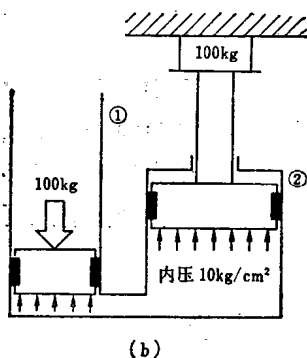
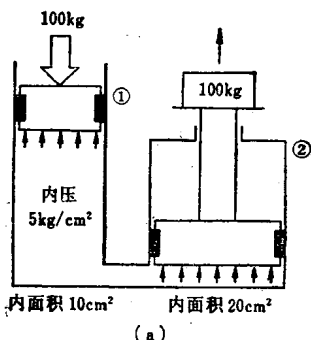


图 1.5

在圆筒①上置以100公斤的重量，当②的内部压力超过5公斤/厘米²时，活塞即开始运动。在图（b）中当活塞达到停止位置时，压力即不再上升。在此运动期间，活塞杆上虽加有100公斤的载荷，但如（b）图所示，当活塞杆达到停止位置时，①和②圆筒的内部压力将变成10公斤/厘米²。于是，在活塞杆上即作用有200公斤的载荷。

其次，当圆筒①的活塞到达底面，而缸体②中的活塞尚未走到上部位置时，正如（c）图所示，其内部压力只有5公斤/厘米²。

综合上述，研究一下缸体内部的压力变化状态，可知：由油泵或空气压缩机供给的流体，推动载荷运动时，在缸体内将产生与此载荷相平衡的压力，而在活塞杆上作用有与载荷重量相等的作用力。如果活塞杆在运动中途停止，则缸内压力将上升到溢流阀或减压阀的调定压力值，此时，活塞杆上将受到与缸内压力相平衡的作用力。当活塞碰到缸体端面时，缸内压力虽达到调定的压力值，但此时活塞杆上只作用有与载荷重量相等的作用力。

上述结论，在油缸的使用者来说，是必须了解清楚的。

三、增压作用

在图1.6装置中，假定由油泵或空气压缩机向圆筒①供给压力为10公斤/厘米²的流体。圆筒①的断面积为20厘米²，那么，活塞杆产生的推力就是200公斤。此力作用在圆筒②的活塞上，活塞面积为10厘米²时，则圆筒内的压力将增大到20公斤/厘米²。

以计算式表示则为：

$$P_2 = \frac{A_1}{A_2} \times P_1$$