

喷气发动机附件

国防工业出版社

喷 气 发 动 机 附 件

〔苏〕 M. B. 拉兹特林、Д. Н. 苏尔诺夫 编

程铭贵、陈兴福、卢俊华、段连富 译

杨曾复、陈兴福 校



国防工业出版社

内 容 简 介

本书共四篇分十八章，第一篇介绍了三种泵(齿轮泵、柱塞泵和离心泵)的用途、特点以及结构设计和计算等；第二篇介绍了液压系统的主要元件及其用途和特点；第三篇介绍了调节器的主要类型及其元件；第四篇介绍了燃气涡轮发动机的起动附件。

本书可供航空发动机附件的工程技术人员、工人及有关院校师生等参考。

АГРЕГАТЫ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

М. В. Раздолин, Д. Н. Сурнов

Москва «Машиностроение» 1973

*

喷 气 发 动 机 附 件

[苏] М. В. 拉兹特林、Д. Н. 苏尔诺夫 编

程铭贵、陈兴福、卢俊华、段连富 译

杨曾复、陈兴福 校

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 12 1/2 265 千字

1978 年 1 月第一版 1978 年 1 月第一次印刷 印数: 0,001—3,200 册

统一书号: 15034·1601 定价: 1.30 元

目 录

符 号	8
前 言	9
第一篇 泵	21
第一章 泵的用途、类型及其特点	21
第二章 齿轮泵	33
1. 泵组的流量	34
2. 齿轮齿间充不满液体对泵工作的影响	52
3. 泵的实际流量	54
4. 泵的特性线	55
5. 泵所需要的功率和泵轴上的扭转力矩	57
6. 液压泵供液的均匀性	58
7. 泵的高空性的保证	59
8. 齿轮泵元件的结构和计算	61
9. 强度和磨损的某些计算	72
10. 泵的参数的选择	80
11. 齿轮泵零件的主要技术要求 生产特点 所用的材料	82
12. 齿轮泵的某些典型结构	85
第三章 柱塞泵	90
1. 泵的原理图和汲液组件类型	90
2. 泵的流量和特性线	94
3. 柱塞平行配置和斜盘为平面的泵的运动学	95
4. 具有倾斜配置的柱塞和平面斜盘的泵的运动学	97
5. 具有倾斜配置的柱塞和锥形斜盘的泵的运动学	100
6. 泵供液量的均匀性	102
7. 柱塞孔充液的特点	103
8. 作用于柱塞上的力和力矩	105

9. 作用于斜盘上的力和力矩	113
10. 柱塞与斜盘接触的实际条件	114
11. 柱塞泵元件的结构和计算	116
12. 柱塞泵主要参数的选择	126
13. 柱塞泵零件的主要技术要求 生产特点 采用的材料	128
14. 柱塞泵结构实例	129

第四章 离心泵132

1. 离心泵的压头	132
2. 泵的流量	134
3. 泵的功率和效率	134
4. 离心泵的特性线	135
5. 工作叶轮按比转数的分类	137
6. 离心泵的部件	138
7. 轴向和横向载荷及其平衡	144
8. 离心泵零件的主要技术要求 生产特点 采用的材料	147
9. 结构实例	150

第二篇 液压系统元件153

第五章 液压系统主要元件及其用途和特点153

第六章 活门158

A. 放液活门158

1. 示意图和作用原理	158
2. 放液活门的计算	159
3. 系统恒压的保持和放液活门的特性线	167
4. 装有放液活门的液压系统特性线	173
5. 循环式液压系统内放液活门对抽液泵和增压泵流量比的影响	176
6. 常用的活门类型及其特点	178

B. 液压减压活门193

B. 主要技术要求和采用的材料196

第七章 节流装置200

1. 通道截面恒定(不可调)的节流装置	202
2. 一次调节横截面和流体阻力的节流装置	203
3. 通道截面和流体阻力可连续调节的节流装置	208

第八章 过滤器和净化器214

A. 过滤器和净化器的特点214

B. 过滤器215

1. 过滤器类型215

2. 过滤器的主要参数及其特性线220

3. 过滤器安装位置225

4. 过滤器的某些结构特点225

5. 过滤器的计算227

6. 一些过滤器的结构229

B. 净化器233

1. 沉淀器233

2. 离心机236

3. 油气分离器241

4. 磁性净化器246

第三篇 调节器元件247

第九章 调节器的主要类型及其元件247

第十章 调节器敏感元件250

A. 调节角速度用的敏感元件250

1. 机械式敏感元件(离心摆)250

2. 液压式敏感元件262

3. 电气式敏感元件264

B. 调节压力和压差的敏感元件265

B. 调节温度的敏感元件269

Г. 调节器的弹性元件, 它的特点和计算274

1. 弹簧274

2. 薄膜的计算279

3. 波纹管尺寸的选择282

第十一章 放大装置287

1. 分油活门式放大装置287

2. 喷嘴-挡板式放大装置297

3. 喷射式液压放大器302

4. 磁放大器 and 电子管放大器305

第十二章	执行机构	311
第十三章	稳定装置	321
第十四章	调节器的调整和控制机构	330
第四篇	燃气涡轮发动机的起动附件	338
第十五章	燃气涡轮发动机起动过程的特点	338
第十六章	起动装置在起动发动机时所需的扭矩、功和 功率 对起动系统的要求	343
第十七章	起动装置各参数的选择	348
第十八章	起动装置的起动机	361
A.	电动起动机	362
B.	涡轮起动机	369
1.	空气涡轮起动机	370
2.	燃油-空气涡轮起动机	373
3.	液体燃料(无压气机的)涡轮起动机	382
4.	固体燃料涡轮起动机	385
B.	活塞式起动机	394
Γ.	气动和液压起动机	396
Д.	无起动机的起动	398
参考文献		398

喷 气 发 动 机 附 件

[苏] M. B. 拉兹特林、Л. Н. 苏尔诺夫 编

程铭贵、陈兴福、卢俊华、段连富 译

杨曾复、陈兴福 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书共四篇分十八章，第一篇介绍了三种泵(齿轮泵、柱塞泵和离心泵)的用途、特点以及结构设计和计算等；第二篇介绍了液压系统的主要元件及其用途和特点；第三篇介绍了调节器的主要类型及其元件；第四篇介绍了燃气涡轮发动机的起动附件。

本书可供航空发动机附件的工程技术人员、工人及有关院校师生等参考。

АГРЕГАТЫ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

М. В. Раздолин, Д. Н. Сурнов

Москва «Машиностроение» 1973

*

喷 气 发 动 机 附 件

[苏] М. В. 拉兹特林、Д. Н. 苏尔诺夫 编

程铭赉、陈兴福、卢俊华、段连富 译

杨曾复、陈兴福 校

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 12 1/2 265 千字

1978 年 1 月第一版。1978 年 1 月第一次印刷 印数: 0,001—3,200 册

统一书号: 15034·1601 定价: 1.30 元

出版者的话

遵照伟大领袖毛主席“洋为中用”的教导，我们翻译出版了《喷气发动机附件》一书，供从事这方面工作的同志们参考。

书中较全面地介绍了喷气发动机附件各个系统、元件的用途、特点、结构设计、计算等，对我们有一定的参考价值。

由于我们水平有限，书中难免有错误和不妥之处，欢迎读者批评指正。

1	喷气发动机的附件	1
2	喷气发动机的附件	2
3	喷气发动机的附件	3
4	喷气发动机的附件	4
5	喷气发动机的附件	5
6	喷气发动机的附件	6
7	喷气发动机的附件	7
8	喷气发动机的附件	8
9	喷气发动机的附件	9
10	喷气发动机的附件	10
11	喷气发动机的附件	11
12	喷气发动机的附件	12
13	喷气发动机的附件	13
14	喷气发动机的附件	14
15	喷气发动机的附件	15
16	喷气发动机的附件	16
17	喷气发动机的附件	17
18	喷气发动机的附件	18
19	喷气发动机的附件	19
20	喷气发动机的附件	20
21	喷气发动机的附件	21
22	喷气发动机的附件	22
23	喷气发动机的附件	23
24	喷气发动机的附件	24
25	喷气发动机的附件	25
26	喷气发动机的附件	26
27	喷气发动机的附件	27
28	喷气发动机的附件	28
29	喷气发动机的附件	29
30	喷气发动机的附件	30
31	喷气发动机的附件	31
32	喷气发动机的附件	32
33	喷气发动机的附件	33
34	喷气发动机的附件	34
35	喷气发动机的附件	35
36	喷气发动机的附件	36
37	喷气发动机的附件	37
38	喷气发动机的附件	38
39	喷气发动机的附件	39
40	喷气发动机的附件	40
41	喷气发动机的附件	41
42	喷气发动机的附件	42
43	喷气发动机的附件	43
44	喷气发动机的附件	44
45	喷气发动机的附件	45
46	喷气发动机的附件	46
47	喷气发动机的附件	47
48	喷气发动机的附件	48
49	喷气发动机的附件	49
50	喷气发动机的附件	50
51	喷气发动机的附件	51
52	喷气发动机的附件	52
53	喷气发动机的附件	53
54	喷气发动机的附件	54
55	喷气发动机的附件	55
56	喷气发动机的附件	56
57	喷气发动机的附件	57
58	喷气发动机的附件	58
59	喷气发动机的附件	59
60	喷气发动机的附件	60
61	喷气发动机的附件	61
62	喷气发动机的附件	62
63	喷气发动机的附件	63
64	喷气发动机的附件	64
65	喷气发动机的附件	65
66	喷气发动机的附件	66
67	喷气发动机的附件	67
68	喷气发动机的附件	68
69	喷气发动机的附件	69
70	喷气发动机的附件	70
71	喷气发动机的附件	71
72	喷气发动机的附件	72
73	喷气发动机的附件	73
74	喷气发动机的附件	74
75	喷气发动机的附件	75
76	喷气发动机的附件	76
77	喷气发动机的附件	77
78	喷气发动机的附件	78
79	喷气发动机的附件	79
80	喷气发动机的附件	80
81	喷气发动机的附件	81
82	喷气发动机的附件	82
83	喷气发动机的附件	83
84	喷气发动机的附件	84
85	喷气发动机的附件	85
86	喷气发动机的附件	86
87	喷气发动机的附件	87
88	喷气发动机的附件	88
89	喷气发动机的附件	89
90	喷气发动机的附件	90
91	喷气发动机的附件	91
92	喷气发动机的附件	92
93	喷气发动机的附件	93
94	喷气发动机的附件	94
95	喷气发动机的附件	95
96	喷气发动机的附件	96
97	喷气发动机的附件	97
98	喷气发动机的附件	98
99	喷气发动机的附件	99
100	喷气发动机的附件	100

目 录

符 号	8
前 言	9
第一篇 泵	21
第一章 泵的用途、类型及其特点	21
第二章 齿轮泵	33
1. 泵组的流量	34
2. 齿轮齿间充不满液体对泵工作的影响	52
3. 泵的实际流量	54
4. 泵的特性线	55
5. 泵所需要的功率和泵轴上的扭转力矩	57
6. 液压泵供液的均匀性	58
7. 泵的高空性的保证	59
8. 齿轮泵元件的结构和计算	61
9. 强度和磨损的某些计算	72
10. 泵的参数的选择	80
11. 齿轮泵零件的主要技术要求 生产特点 所用的材料	82
12. 齿轮泵的某些典型结构	85
第三章 柱塞泵	90
1. 泵的原理图和汲液组件类型	90
2. 泵的流量和特性线	94
3. 柱塞平行配置和斜盘为平面的泵的运动学	95
4. 具有倾斜配置的柱塞和平面斜盘的泵的运动学	97
5. 具有倾斜配置的柱塞和锥形斜盘的泵的运动学	100
6. 泵供液量的均匀性	102
7. 柱塞孔充液的特点	103
8. 作用于柱塞上的力和力矩	105

9. 作用于斜盘上的力和力矩	113
10. 柱塞与斜盘接触的实际条件	114
11. 柱塞泵元件的结构和计算	116
12. 柱塞泵主要参数的选择	126
13. 柱塞泵零件的主要技术要求 生产特点 采用的材料	128
14. 柱塞泵结构实例	129

第四章 离心泵132

1. 离心泵的压头	132
2. 泵的流量	134
3. 泵的功率和效率	134
4. 离心泵的特性线	135
5. 工作叶轮按比转数的分类	137
6. 离心泵的部件	138
7. 轴向和横向载荷及其平衡	144
8. 离心泵零件的主要技术要求 生产特点 采用的材料	147
9. 结构实例	150

第二篇 液压系统元件153

第五章 液压系统主要元件及其用途和特点153

第六章 活门158

A. 放液活门158

1. 示意图和作用原理	158
2. 放液活门的计算	159
3. 系统恒压的保持和放液活门的特性线	167
4. 装有放液活门的液压系统特性线	173
5. 循环式液压系统内放液活门对抽液泵和增压泵流量比的影响	176
6. 常用的活门类型及其特点	178

B. 液压减压活门193

B. 主要技术要求和采用的材料196

第七章 节流装置200

1. 通道截面恒定(不可调)的节流装置	202
2. 一次调节横截面和流体阻力的节流装置	203
3. 通道截面和流体阻力可连续调节的节流装置	208

第八章 过滤器和净化器214

A. 过滤器和净化器的特点214

B. 过滤器215

1. 过滤器类型215

2. 过滤器的主要参数及其特性线220

3. 过滤器安装位置225

4. 过滤器的某些结构特点225

5. 过滤器的计算227

6. 一些过滤器的结构229

B. 净化器233

1. 沉淀器233

2. 离心机236

3. 油气分离器241

4. 磁性净化器246

第三篇 调节器元件247

第九章 调节器的主要类型及其元件247

第十章 调节器敏感元件250

A. 调节角速度用的敏感元件250

1. 机械式敏感元件(离心摆)250

2. 液压式敏感元件262

3. 电气式敏感元件264

B. 调节压力和压差的敏感元件265

B. 调节温度的敏感元件269

Γ. 调节器的弹性元件, 它的特点和计算274

1. 弹簧274

2. 薄膜的计算279

3. 波纹管尺寸的选择282

第十一章 放大装置287

1. 分油活门式放大装置287

2. 喷嘴-挡板式放大装置297

3. 喷射式液压放大器302

4. 磁放大器 and 电子管放大器305

第十二章	执行机构	311
第十三章	稳定装置	321
第十四章	调节器的调整和控制机构	330
第四篇	燃气涡轮发动机的起动附件	338
第十五章	燃气涡轮发动机起动过程的特点	338
第十六章	起动装置在起动发动机时所需的扭矩、功和 功率 对起动系统的要求	343
第十七章	起动装置各参数的选择	348
第十八章	起动装置的起动机	361
A.	电动起动机	362
B.	涡轮起动机	369
1.	空气涡轮起动机	370
2.	燃油-空气涡轮起动机	373
3.	液体燃料(无压气机的)涡轮起动机	382
4.	固体燃料涡轮起动机	385
B.	活塞式起动机	394
Γ.	气动和液压起动机	396
Д.	无起动机的起动	398
参考文献		398

符 号

- $Q_{н.ид}$ ——泵的理想供液量,升/分;
 $Q_{н}$ ——泵的实际供液量,升/分;
 Q_c ——系统要求的供液量,升/分;
 $\eta_{об}$ ——泵的容积效率;
 $p_{н}$ ——泵后工作液压力,10 牛顿/厘米²⊙;
 $p_{вх}$ ——泵前工作液压力,10 牛顿/厘米²;
 p_c ——系统内的工作液压力,10 牛顿/厘米²;
 Δp ——压力差,10 牛顿/厘米²;
 H_T ——离心泵产生的理论压头,焦耳/公斤;
 H ——离心泵产生的实际压头,焦耳/公斤;
 N ——功率,千瓦;
 M ——扭矩,牛顿·米;
 A ——功,牛顿·米;
 J ——质量的极惯性矩,公斤·米²(10 牛顿·米·秒²);
 ω ——角速度,1/秒;
 u ——圆周速度,米/秒;
 v ——工作液流速,米/秒;
 η_r ——液压效率;
 $\eta_{мех}$ ——机械效率;
 ρ ——工作液密度,公斤/米³;
 μ ——流量系数;
 ζ ——局部液压损失系数;
 λ ——摩擦压力损失系数。

⊙ 10 牛顿/厘米²=1.02 公斤/厘米²。——译者

对航空发动机而言，人们通常把为发动机服务和调节发动机、其本身又是一个整体的发动机部件称之为附件^①。在现代飞机和发动机上均装有许多各种各样的附件。

附件的发展，基本上是随航空发动机和航空技术的发展而一起发展的。

最早的活塞式发动机仅有汽化器、滑油泵、点火磁电机、水泵(水冷式发动机用)等这样一些附件，把发动机的功率转换成拉力是用定矩空气螺旋桨，并且是用手来起动和操纵发动机。那时的发动机功率小，不减速，转速低而且高空性能不好。

发动机的功率：由于增压压力和转数的增大，而获得了提高。为了使增压随飞行高度合理的变化，需要使这个过程自动化，于是出现了增压附件、定压调节器和自动换速器。随着飞机飞行高度和速度的增大，采用了变矩螺旋桨，为了保持 $n = \text{常数}$ ，使用了恒速调节器。

随后，出现了不仅用螺旋桨，而且用燃气来改变功率的更为复杂的系统——螺旋桨-燃气系统。

发动机功率的增大要求起动机械化，于是从采用机场地面用发动机起动装置，发展到后来的自动操纵起动装置。

在多汽缸发动机上采用了直接喷油系统，它包括高压燃

^① “附件”这个词还有另一个概念，即指某些为共同工作而汇集在一个系统中的机器或机构。

油泵和其它结构紧凑而又工作可靠的装置。

高空性能的提高和直接喷油系统的应用,要求在燃油和滑油系统内装有专用的油气分离器。

飞机附件的不断发展和日益复杂,直接与发动机或应用电气系统有关。

喷气式发动机附件获得了特殊的发展,品种大大增多,作用原理和结构多种多样,附件在保证发动机可靠工作方面的作用提高了。如果说,活塞式发动机附件(包括自动装置)的数量是逐渐增多的话,那末,对在高速飞行、发动机转子高转速运转和人们难以观察发动机参数的条件下工作的涡轮喷气发动机附件,则要求在开始时就设计复杂的自动系统。此外,涡轮螺旋桨发动机的全部调节过程自动化(螺旋桨变矩,顺桨、反桨,多螺旋桨在发动机上同步,多发动机在飞机上同步,远距离操纵,螺旋桨和发动机协同调节等)也获得了进一步的发展。

发生根本变化的是起动系统,它包括一系列能保证发动机平稳可靠地进入慢车稳定状态工作的附件。

目前,用在发动机上的附件品种是繁多的,下面仅举出一些发动机各种系统中的主要附件。

1. 空气-燃气系统

(1) 防爆音装置(放气带和放气活门),压气机导向器调节器;

(2) 可调喷口、扩散器、反推力和冷却涡轮的控制机构;

(3) 带滑油分离器的通气管;

(4) 发动机和进气道的防冰装置。

2. 燃油系统

(1) 高压泵;