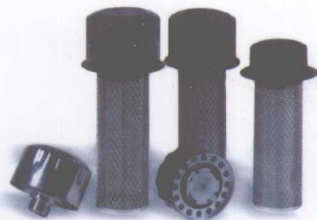




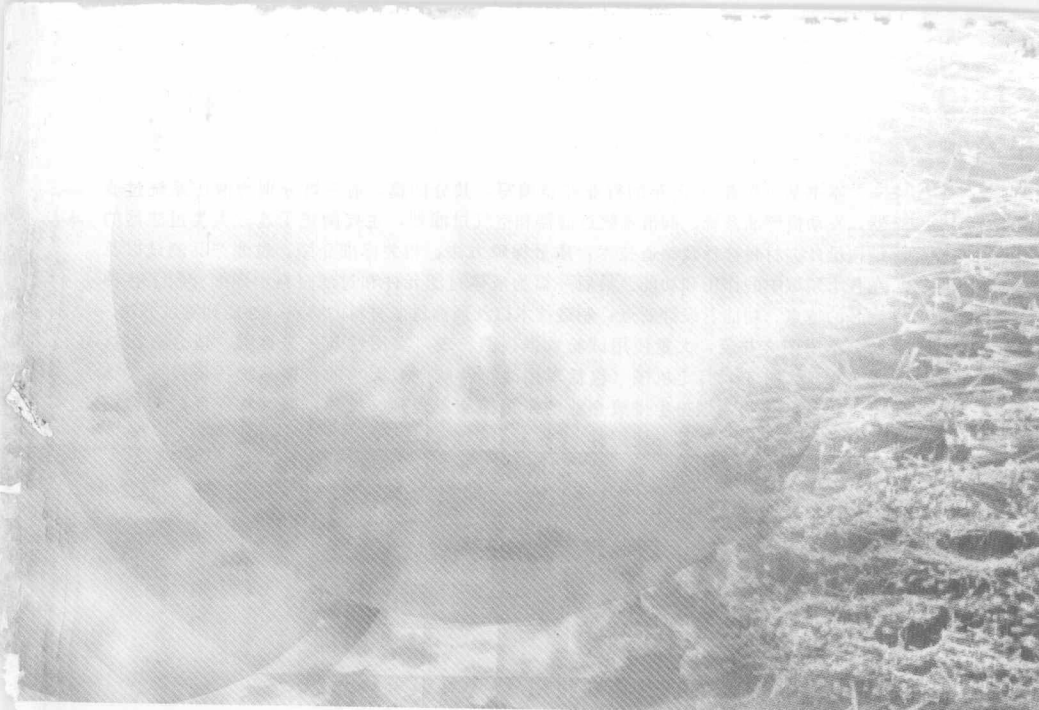
# 过滤器

— 设计、制造和使用

戴天翼 编著



化学工业出版社



# 过滤器

## ——设计、制造和使用

戴天翼 编著



化学工业出版社

·北京·

本书基于作者 50 多年的行业经验编写，共分四篇，前三篇分别为液压系统过滤器、发动机燃油系统、润滑系统过滤器和空气过滤器，主要阐述了这三大类过滤器的结构设计、材料选择及制造技术、质量保障方法，相关标准介绍，过滤产品测试以及各个领域中的作用和功能。最后一篇为液体过滤元件和过滤材料，详细介绍了各种滤芯的特点、功能、设计要点，制造技术以及通油过滤材料的特点、性能和测试方法。

本书图文并茂，大量使用试验数据、图、表，实用性与先进性强。适合液压技术工程师、技工，行走机械（包括军用战车及航空航天）的流体系统污染控制实施的工程师和技师，烟尘排放企业的排污控制工程师、技师，以及环保部门的监控人员等参考或作为工具书使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

过滤器——设计、制造和使用/戴天翼编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 3

ISBN 978-7-122-04792-2

I. 过… II. 戴… III. 过滤机 IV. TQ051.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 019502 号

---

责任编辑: 王清颢  
责任校对: 凌亚男

装帧设计: 关 飞

---

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: 北京云浩印刷有限责任公司  
装 订: 三河市万龙印装有限公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 14 字数 294 千字 2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

“过滤器”、“污染控制”和“清洁度”这些词汇，在现代人们日常交谈以及媒体传播中的频率愈来愈多了。而且这些词在不同行业的人群中，其脑海中显现的景象却大不相同。老百姓和政府官员一听到这些词汇立刻反映出工业区上空的烟雾和“可吸入颗粒物”；高科技产品的机械装配以及电子产品的组装线的主管们，他们听到这几个词汇时会立刻想到装配线房间的洁净度；而工程机械的操作手、飞机的后勤保障人员以及汽车摩托驾驶员们对这几个词的反映是：机器的液压润滑系统、燃油系统的净化度和过滤器状态……但是，这些概念中有一点是相同的，那就是：过滤（控制）的对象都是微小的固体颗粒。

实际上，各个行业的过滤器是不同于别的行业过滤器的。各行业、各种需净化流体的过滤器有着各自的体积形状、结构材料、制造工艺和检测方法。有些行业使用的过滤器是用来保护人们使用的机器车辆安全长寿；有些行业的过滤器是用来保护人类自己的生命健康；还有些生产厂家是用过滤器建立洁净空间以保护自己电子产品质量不受损害。本书的目的就是向过滤器设计与制造人员分类介绍他们各自的设计、工艺和检测方法，在介绍中始终以各类别若干版本标准贯穿其中。

不论哪类过滤器都算得上是一门新学科新技术，而且是一门边缘性学科，我国目前状况是原材料、制造工艺和检测技术都不及科技发达的国家。本书尽力向相关人员系统地介绍、推广过滤器的各种知识，其中包含了很多过滤器专家的经验 and 杰出成果。

液压过滤器的设计方面，把 HB6779—93 介绍给读者，笔者同事金涛高级工程师是此标准的起草主笔，每个计算公式都浸透着他反复验证的辛苦。1992 年美国厂商供应全世界的评定过滤器用“试验粉末”的停产以及 1999 年评定液压过滤器标准 ISO4572 的“寿终”，无疑是国际上本行业的一次震撼。郝新友等在 2000 年及时发表“粉末改变对……过滤器测试的影响与对策”一文，我国同们受益不小，本书关键处有其论述；邵启祥先生英年早逝，他翻译了大量过滤器技术的外国专家讲座、标准和外文书刊论文，这些辛劳成果使航空工业内部人员分享，当年他却是无私奉献的，本书参考美国专家 F. E. Bishop 演讲资料译文就是邵先生之作。水过滤器部分特邀王泽莹高级工程师撰写“蜂房式线绕滤芯的制作”；洁净室用空气滤有引用著名的蔡杰博士的论述。关于液压污染控制和过滤器的检测，有美国 E. C. Fitch（费奇）博士的“工业流体污染控制”理论贯穿其中，同时介绍了相关的国内外先进标准以及国际标准甚至是中外航空标准。

由于笔者水平有限，不妥之处在所难免。真诚希望读者给予批评指正。

戴天翼于新乡

# 目录

## 第 1 篇 液压系统过滤器 / 1

<b>第 1 章 液压系统污染控制</b> .....	3
<b>1.1 污染的危害</b> .....	3
1.1.1 固体颗粒的分类及危害 .....	4
1.1.2 过滤精度在液压系统中的作用 .....	9
1.1.3 液压系统污染控制平衡 .....	10
<b>1.2 油液污染度的分级方法</b> .....	13
1.2.1 国际上常用的分级方法 .....	13
1.2.2 ISO 4406 污染等级 .....	15
1.2.3 NAS 1638 污染等级 .....	19
<b>1.3 污染控制工程</b> .....	20
1.3.1 液压元件的自身清洁度 .....	21
1.3.2 新油的清洁度 .....	23
1.3.3 杜绝污染物的侵入 .....	24
1.3.4 污染源 .....	26
1.3.5 液压元件污染敏感度 .....	28
1.3.6 自动颗粒计数器工作原理 .....	29
1.3.7 液样检测 .....	30
<b>第 2 章 液压系统过滤器</b> .....	40
<b>2.1 液压过滤器的分类</b> .....	40
2.1.1 吸油过滤器 .....	41

2.1.2	压力管路高压过滤器	42
2.1.3	回油过滤器	45
2.1.4	液压系统油箱空气过滤器	48
2.1.5	双联过滤器	49
<b>2.2</b>	<b>液压过滤器的附件</b>	<b>50</b>
2.2.1	旁通阀	50
2.2.2	发讯器	54
2.2.3	滤芯	62
<b>2.3</b>	<b>液压过滤器的流通形式</b>	<b>67</b>
2.3.1	直通式过滤器	67
2.3.2	T形过滤器	68
2.3.3	Y形过滤器	69
<b>2.4</b>	<b>液压过滤器的过滤精度</b>	<b>70</b>
2.4.1	液压过滤器过滤精度的新概念	71
2.4.2	液压过滤器过滤精度的确定原则	81
<b>2.5</b>	<b>高压过滤器壳体设计</b>	<b>83</b>
2.5.1	下壳体强度计算	83
2.5.2	上下壳体螺纹强度计算	88
<b>第3章</b>	<b>液压过滤器的选择和使用</b>	<b>92</b>
<b>3.1</b>	<b>过滤器使用寿命的影响因素</b>	<b>92</b>
<b>3.2</b>	<b>过滤器的旁路现象</b>	<b>94</b>
<b>3.3</b>	<b>过滤器的选择要点</b>	<b>95</b>
3.3.1	主要过滤器和最后机会过滤器	96
3.3.2	表面型过滤与深度型过滤	97
3.3.3	液压系统过滤器的合理布置	100
<b>3.4</b>	<b>液压系统的清洗与净化</b>	<b>102</b>
3.4.1	飞机液压油箱的清洗	103
3.4.2	工程机械液压系统的清洗	104

3.4.3	滤油机 .....	108
3.4.4	液压过滤器应用范围与场合 .....	110

## 第2篇 发动机燃油系统、润滑系统过滤器 /113

第4章	燃油系统污染危害 .....	115
第5章	燃油过滤器 .....	119
5.1	内燃机三滤中的燃油过滤器 .....	119
5.1.1	柴油罐装过滤器结构特点与性能要求 .....	120
5.1.2	柴油罐装过滤器流量阻力试验 .....	121
5.1.3	过滤特性和容尘能力测定 .....	122
5.1.4	清洁度要求 .....	123
5.1.5	滤芯破损试验 .....	125
5.1.6	适应环境能力试验 .....	126
5.1.7	安装密封可靠性试验 .....	126
5.1.8	耐压试验 .....	128
5.1.9	压力脉冲试验 .....	129
5.1.10	振动疲劳试验 .....	130
5.1.11	真空度试验 .....	131
5.1.12	燃油中含水 .....	131
5.2	飞机发动机燃油过滤器 .....	134
5.2.1	燃油过滤器结构特点 .....	134
5.2.2	冲刷流燃油过滤器 .....	136
5.2.3	主系统燃油过滤器 .....	137
5.2.4	双级过滤器和双级发讯器 .....	138
5.3	燃油过滤器质量保障 .....	140
5.3.1	飞机燃油过滤器的性能要求 .....	140
5.3.2	飞机发动机对滤芯的特殊要求 .....	141



5.3.3	过滤精度和纳污容量的新含义 .....	142
5.3.4	纳污量试验 .....	142
5.3.5	燃油过滤器过滤效率试验 .....	146
5.3.6	滤芯吸水试验 .....	152
5.3.7	燃油过滤器低温状态的性能试验 .....	158
5.3.8	燃油过滤器滤芯的使用寿命和耐高低温考核 ..	162
5.3.9	流量压差考核 .....	163
5.3.10	其他特殊要求 .....	164
<b>5.4</b>	<b>典型的燃油系统过滤方案 .....</b>	<b>165</b>
<b>第6章</b>	<b>润滑系统过滤器 .....</b>	<b>169</b>
<b>6.1</b>	<b>内燃机油过滤器 .....</b>	<b>169</b>
<b>6.2</b>	<b>机油过滤器容灰能力试验 .....</b>	<b>170</b>
6.2.1	加灰器 .....	170
6.2.2	试验台 .....	173
<b>6.3</b>	<b>机油过滤器的一次通过粒子试验 .....</b>	<b>175</b>
<b>6.4</b>	<b>环境适应性试验 .....</b>	<b>177</b>
<b>6.5</b>	<b>美国康明斯发动机机油过滤器滤芯试验规范 .....</b>	<b>178</b>
6.5.1	残留微粒试验(过滤效率试验) .....	179
6.5.2	使用寿命及油箱污染度试验 .....	181

### 第3篇 空气过滤器 /183

<b>第7章</b>	<b>大气污染危害 .....</b>	<b>185</b>
7.1	大气污染对人类健康的危害 .....	185
7.2	大都市空气污染造成的灾难 .....	189
7.3	人类各种生产、生活区域空气污染的危害 .....	191
<b>第8章</b>	<b>空气过滤器 .....</b>	<b>193</b>
8.1	空气过滤器的类型和保护区域 .....	193

8.1.1	空气过滤器保护区的标准 .....	194
8.1.2	空气过滤器安装及应用位置 .....	196
<b>8.2</b>	<b>空气过滤器的滤材和使用要点 .....</b>	<b>196</b>
8.2.1	空气过滤器滤材的选用 .....	196
8.2.2	空气过滤器主要性能的检测方法 .....	197
8.2.3	空气过滤器滤芯形体、安装及特殊点 .....	198
<b>8.3</b>	<b>空气过滤器保护区的污染源及滤除要求 .....</b>	<b>199</b>
8.3.1	空气过滤器使用场合的空气状况 .....	199
8.3.2	空气过滤器的过滤能力 .....	200
8.3.3	车辆（及其他行走机器）的吸气和排气 .....	201
<b>第9章</b>	<b>保护机器类的空气过滤器 .....</b>	<b>203</b>
<b>9.1</b>	<b>车用三滤中的空气过滤器 .....</b>	<b>203</b>
9.1.1	车用空气过滤器结构 .....	204
9.1.2	车用（工业用）空气过滤器考核试验 .....	207
9.1.3	工业空气过滤器试验 .....	212
9.1.4	带引射器空气过滤器的性能试验 .....	214
<b>9.2</b>	<b>考核试验中的重要装备 .....</b>	<b>216</b>
9.2.1	考核试验中的加灰与用灰 .....	216
9.2.2	绝对过滤器 .....	218
9.2.3	透气度测定 .....	219
9.2.4	滤芯设计 .....	220
<b>第10章</b>	<b>洁净空间（厂房）类空气过滤器 .....</b>	<b>228</b>
<b>10.1</b>	<b>洁净空间（厂房） .....</b>	<b>228</b>
10.1.1	洁净空间（厂房）等级及应用场合 .....	228
10.1.2	过滤特性 .....	231
<b>10.2</b>	<b>过滤器结构和效率 .....</b>	<b>232</b>
10.2.1	形状和尺寸规格 .....	232
10.2.2	过滤效率的分级和分类 .....	239


10.2.3	典型应用场合	240
10.2.4	可吸入颗粒物的控制	242
10.2.5	某些场合的污染来源	242
<b>10.3</b>	<b>过滤效率试验</b>	<b>243</b>
10.3.1	一般效率和高效过滤器的测试方法	243
10.3.2	国外测试方法标准的实施	246
10.3.3	试验用气溶胶 (DOP) 产生方法	249
10.3.4	测量方法及测量仪器	252
10.3.5	理想的高效空气过滤元件的检测方法	253
<b>第 11 章</b>	<b>向大气排放烟粉尘控制用空气过滤器</b>	<b>259</b>
<b>11.1</b>	<b>大气污染控制标准</b>	<b>259</b>
<b>11.2</b>	<b>大气污染源</b>	<b>261</b>
11.2.1	主要工业企业排放污染物的成分	262
11.2.2	不同行业污染物排放标准	264
11.2.3	典型污染源排放点	268
<b>11.3</b>	<b>大气污染控制类空气过滤器</b>	<b>269</b>
11.3.1	过滤式除尘与其他方式除尘的比较	269
11.3.2	袋式除尘器	270
11.3.3	筒式除尘器	271
11.3.4	不同污染源的治理	271
11.3.5	除尘器设计与选型	271
<b>11.4</b>	<b>除尘器的清灰</b>	<b>276</b>
11.4.1	脉冲反吹清灰	278
11.4.2	逆流清灰	279
<b>11.5</b>	<b>除尘器选材</b>	<b>279</b>
11.5.1	针刺毡	281
11.5.2	滤料驻极	282
11.5.3	DURAPEX™ 过滤材料	284

11.5.4	不锈钢纤维过滤毡	287
11.5.5	活性炭毡应用	289
11.5.6	活性炭毡滤袋	293
<b>11.6</b>	<b>空气过滤器的检测</b>	<b>295</b>
11.6.1	国际的检测方法	297
11.6.2	我国空气过滤器滤材检测方法	298

## 第 4 篇 液压过滤元件和过滤材料 /301

<b>第 12 章</b>	<b>过滤元件</b>	<b>303</b>
12.1	液压油滤芯	303
12.1.1	滤芯考核标准	305
12.1.2	液压滤芯的安装位置及选择	344
12.1.3	打褶滤芯的结构设计	350
12.1.4	滤芯压降设计	358
12.2	水及其他液体用滤芯	361
12.2.1	毛线滤芯	362
12.2.2	熔喷滤芯	365
12.2.3	聚乙烯醇 (PVA) 发泡滤芯	366
12.2.4	熔体滤芯	369
12.2.5	蜂房式线绕滤芯的制作	371
<b>第 13 章</b>	<b>滤芯制造</b>	<b>378</b>
13.1	打褶与修整	378
13.2	粘合与合缝	380
13.2.1	端盖的粘合	380
13.2.2	合缝	381
13.2.3	V 形片压合	381
13.2.4	胶粘合缝	382

13.3	胶黏剂	382
13.3.1	胶黏剂的使用要求	384
13.3.2	常用胶黏剂供应现状	385
13.4	滤芯组装与包装	385
13.4.1	滤芯组装	386
13.4.2	完整度检测	387
13.5	包装	391
<b>第14章</b>	<b>通油过滤材料</b>	<b>393</b>
14.1	通油过滤材料的种类	393
14.1.1	金属丝编织网	395
14.1.2	棉木纸浆滤纸	398
14.1.3	玻璃纤维滤纸	401
14.1.4	不锈钢纤维滤毡	404
14.1.5	无纺滤布(化纤滤材)	408
14.2	通油过滤材料的性能及测试方法	410
14.2.1	通油过滤材料的性能	410
14.2.2	通油过滤材料的测试方法	417
<b>附录</b>	<b>制定通油过滤材料检测项目及其标准的建议</b>	<b>423</b>
一、	确立统一检测项目的意义	423
二、	对下游产品性能具有实际意义的检测项目	423
三、	检测项目的解释和定义	424
四、	不予推荐的检测项目	427
五、	确定的检测方法应具有的实际意义	428
六、	制定检测项目对应的检测方法标准	429
七、	需要制定的检测方法标准	430
<b>参考文献</b>		<b>431</b>



# 第1篇

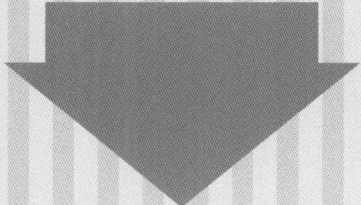
# 液压系统过滤器



第1章 液压系统污染控制

第2章 液压系统过滤器

第3章 液压过滤器的选择和使用





## 第 1 章

# 液压系统污染控制

液压污染控制是指液压系统产生的颗粒污染物的形成、消除和控制过程的技术。非指其他的诸如放射性等污染。也可以说污染控制是对液压系统内流体及液压附件内部所进行的清洁度管理。其技术内容有：定量了解污染的影响；定量了解消除污染的手段、效果；最经济、最合理地确定污染浓度，达到这个浓度、维持这个浓度。过滤是污染控制技术中的主要内容。用过滤器排除污染是重要手段。

液压污染控制是对液压设备油液系统有害颗粒的有效控制；它和大气污染控制是并列的不同门类，控制物质对象都是流体，一个是油液，一个是空气。受控污染物都是颗粒，当然也含有其他有害的非固体颗粒。有害颗粒的有效控制靠过滤，然而，讲过滤之前需要先了解液压污染控制。

## 1.1 污染的危害

危害是指对液压设备造成的故障。故障分两类：一类是可预测到的，主要是由于颗粒磨损使液压件性能下降，如泵的流量下降，液压马达速度减小，阀卸压，油缸不能维持位置等等。



另一类是突然事故，如油路堵塞、阀芯卡死等等。污染危害可通过污染敏感度、寿命、磨损量等试验加以了解。

根据实际维护工作中统计，液压系统中污染颗粒的种类有：

- ① 磨料颗粒；
- ② 聚四氟乙烯碎片；
- ③ 铸造型砂；
- ④ 机械加工和涂料屑；
- ⑤ 氩弧焊和铜焊渣；
- ⑥ 加工表面的毛刺碎屑；
- ⑦ 腐蚀生成物；
- ⑧ 淤泥状的磨损微粒；
- ⑨ 油液氧化生成物；
- ⑩ 抹布纤维。

然而污染物除固体颗粒之外，还有水、空气和氯化物等。它们的危害不同于固体颗粒，但危害性不能忽视。水和空气的存在为液压元件内部高压区提供了氧气源，可导致元件的金属表面和油本身的氧化。水的混入，会使系统过滤器性能失效。氯的混入会对元件造成腐蚀。空气混入后，以游离、混入和溶解形式存在于油中，游离的空气会使油液容积弹性模量降低，混入的空气呈气泡状悬浮于油中会产生气穴性破坏并增大噪声。

### 1.1.1 固体颗粒的分类及危害

液压系统由若干元件组成，许多精密配合表面就怕硬质颗粒的磨损。这种磨损是由工作流体夹杂的硬颗粒与配合表