

密封元件

MIFENG YUANJIAN CHUN XING MIFENGQUAN

唇形密封圈

机械工业出版社

密封元件
唇形密封圈

〔日〕近森德重 著
朱仁杰 译



机械工业出版社

本书比较全面地介绍了应用在许多机械设备（如液压和气动机械，真空设备等）中的各种密封元件的设计和使用方法。全书分“O形密封圈”和“唇形密封圈”两册出版。本册介绍唇形密封圈的结构、材料、设计、选用及安装等内容，可供从事密封元件的设计、制造和使用的工人和技术人员参考。

パッキンとシール

（下卷 リップパッキン）

〔日〕近森德重著

日本工業出版株式会社

* * *

密封元件

唇形密封圈

朱仁杰译

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张 5⁵/₈·字数 122千字

1977年9月北京第一版·1977年9月北京第一次印刷

印数 00,001—21,000·定价 0.46元

*

统一书号：15033·4398

毛主席语录

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

出版说明

高压、高速、高温、高真空和深冷等技术的发展，对密封元件的性能和质量提出了更高的要求。为配合有关单位对密封元件的研究、设计、制造和使用的需要，我们将日本近森德重著的《パッキンとシール》一书翻译出版，供有关同志参考。

为便于读者阅读本书，我们在尽量保留原书技术内容的前提下，将原书中某些内容作了适当删改。

一九七六年六月

目 录

第一章 概述	1
第二章 合成橡胶和夹布橡胶密封圈	3
第一节 形状、特点及设计原则	4
一、V形密封圈	4
二、L形密封圈	30
三、Y形密封圈和U形密封圈	39
四、J形密封圈	58
五、气压用密封圈	59
六、缓冲密封	66
第二节 合成橡胶密封圈和夹布橡胶密封圈的材料	71
一、合成橡胶密封圈的材料	71
二、夹布橡胶密封圈的材料	115
第三章 皮革密封圈	117
第一节 特点及设计注意事项	117
第二节 应用举例	124
第三节 尺寸	162
第四章 聚四氟乙烯密封圈	129
第一节 聚四氟乙烯的特性	129
第二节 聚四氟乙烯密封圈的应用	133
第五章 密封材料对液压油及润滑剂的适应性	136
第一节 液压机械用工作油	136
一、石油类液压油	137
二、合成液压油	142
三、不燃性液压油	144
第二节 润滑剂	151
第三节 液压油的选定和保管	155
一、选定	155
二、保管	161
第四节 液压油及润滑剂与密封材料的适应性	161
一、气压用密封圈的材料	162
二、水及水溶液用密封圈的材料	166
三、矿物类液压油用密封圈的材料	167
四、不燃性液压油用密封圈的材料	171

第一章 概 述

唇形密封圈（如V形密封圈、L形密封圈等）是将密封圈的受压面制成唇形的密封元件。这种密封圈是依靠其唇形部分与被密封面紧密接触进行密封的。根据密封圈的形状，可分为V形密封圈、Y形密封圈、L形密封圈、J形密封圈和特殊形状密封圈等。根据密封圈的材料，又可分为橡胶密封圈、夹布橡胶密封圈、皮革密封圈，以及特殊场合的用聚四氟乙烯树脂（特氟隆等）制成的合成树脂密封圈和金属密封圈等。唇形密封圈主要用于往复运动密封（有时也用作旋转运动密封和固定密封）。橡胶密封圈以合成橡胶为主要材料，并可改变橡胶和添加剂的种类和数量制成适应各种不同工作条件（温度、压力、介质、运转情况等）的密封圈。由于橡胶密封圈可以用金属模具制成任意的形状，因此它是目前应用最广、使用很多的一种密封圈。夹布橡胶密封圈是用合成橡胶掺合物和作为增强材料的棉布、麻布、尼龙布等制成，它的耐压性很好，特别适用于高压或其它恶劣的工作条件。皮革密封圈是按照不同的工作条件，在鞣皮中加入相应的填充剂模压而成的。但它不能像橡胶密封圈那样制成特殊的形状。皮革密封圈的耐压性和耐磨性都很好，特别适于水压机械的密封。用聚四氟乙烯作原料制成的合成树脂密封圈，可以用于橡胶和皮革密封圈所不能使用的工件条件。例如，在化学药品、特别高温、特别低温的条件下使用。但这种密封圈材质缺乏橡胶那样的弹性，为克服这一缺陷，在设计它的

形状时要特别注意。

金属密封圈用于超高温和超低温的工作条件，特别是用于密封原子能设备、导弹、宇宙航行设备，或液态气体容器等特殊机器。

下表为各种密封材料的比较。

表1-1 各种密封材料的比较

		皮革密封圈	橡胶密封圈	夹布橡胶密封圈
工作介质	水、油、空气	可使用	可使用	可使用
	高压水蒸汽	不可使用	选择适当的橡胶材料可使用	
	酸、碱溶液	PH值为3~8.5 时可使用	选择适当的橡胶材料可使用	
	磷酸脂类工作油	可使用	选择适当的橡胶材料可使用	
使用的温度范围℃	-60~+100	-60~+200	-25~+200	
对应金属表面的材质	铁、有色金属	镀铬钢及高硬度有色金属		
对应接触面的最高光洁度	▽7	▽8~▽9	▽7~▽8	
间隙	中等	很小	小	
耐磨性	好	中	中	
最大使用压力 (公斤力/厘米 ²)	1000	500	550	
耐冲击性	很好	中	好	
寿命	很长	中	长	
泄漏量	较少	几乎没有	少	

第二章 合成橡胶和 夹布橡胶密封圈

合成橡胶密封圈是以各种合成橡胶（丁腈橡胶、氯丁橡胶、氟橡胶等）为原料，并在其中加入增强剂（例如：石墨、碳酸钙等）、硫化剂、硫化促进剂、增塑剂等混合搅拌后倒入所需形状的金属模中，加热、加压制成的。

这种密封圈具有下列优点：

1) 采用不同的橡胶原料可以制出适应各种不同的工作流体和工作温度的密封圈。

2) 对于同一种橡胶原料，可以用调整添加剂的种类和配比的方法，得到各种不同的硬度和强度。

3) 可用金属模具制成任意的形状和尺寸。

4) 具有很好的弹性，密封面处接触紧密，有很好的拭油性，所以密封性能好。

但是也存在下述缺点：

1) 如果相对应的滑动接触面光洁度不好，则磨损严重，易于损坏。

2) 在压力作用下易被挤入的间隙，造成损伤。

3) 在有些场合下使用时，会产生运动密封面处断油的现象。

由于存在上述缺点，因此在设计和选定橡胶密封圈时，必须根据使用条件来选择合适的材质和形状。

夹布橡胶密封圈是用适当的粘结剂、结合剂等将合成橡胶掺合物和木棉、尼龙或石棉织成的布硫化粘结而成的密封

圈。其中，布是一种增强材料。这种密封圈具有很好的耐压性和耐用性。选用不同的橡胶原料和增强布的种类，可以制成适应各种不同工作条件的夹布橡胶密封圈。例如：由耐油的丁腈橡胶或氯丁橡胶与尼龙布制成的密封圈，可在 120°C 的液压油中工作；用氟化橡胶和尼龙布制成的密封圈，可在 200°C 的液压油中工作；用硅橡胶和玻璃纤维布制成的密封圈，可在温度更高的液压油中工作（由于玻璃纤维布弯曲性较差，因此不宜用于激烈运动的场合）。用夹布橡胶可以得到硬而结实的密封结构。

与橡胶密封圈相比较，夹布橡胶密封圈对相应滑动表面的光洁度要求较低。此外，夹布橡胶密封圈在加压时不易挤入间隙，因此缸和活塞、杆和压圈的间隙可以稍大些。但与橡胶密封圈相比，由于唇部接触表面比较粗糙，与相对滑动面的密合性也较差，所以泄漏量也多一些。

合成橡胶密封圈和夹布橡胶密封圈，都是在金属模具中经加热、加压制成的。采用不同的金属模具，并相应调整配料的种类和配比，可以得到各种不同的形状和硬度。其标准形状为V形、L形、Y形、J形。此外，根据使用要求还可制成各种特殊的形状。

第一节 形状、特点及设计原则

一、V形密封圈

断面形状作成V形的密封圈叫V形密封圈。它是唇形密封圈中应用最早和最广的一种，一般用于液压、水压和气动等机器的往复运动部分。图2-1为V形密封圈在油压机中的应用例子。在日本工业标准JIS B 2403中规定了最大工作

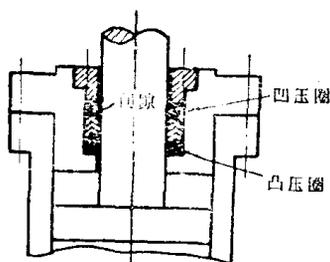


图 2-1 V形密封圈在油压机中的应用举例

压力为 300 公斤力/厘米²，最高工作温度为 120°C 的 V 形密封圈的材料和尺寸。

1. 特点

1) 根据不同的工作压力，可以将几个 V 形密封圈重叠使用，密封性能很好。如何确定重叠个数

可见表 2-1。但重叠使用的数量越多，摩擦阻力越大。

表 2-1 根据工作压力确定 V 形密封圈的重叠个数

工作压力(公斤力/厘米 ²)	橡胶密封圈	夹布橡胶密封圈
	H	F
≤40	3	3
>40~≤80	4	4
>80~≤160	5	4
>160~≤300	5	5

注：H 为橡胶密封圈的代号，F 为夹布橡胶密封圈的代号。

图 2-2 所示为 V 形密封圈重叠使用的个数和泄漏量、摩擦阻力的关系。从图中可以看到，重叠使用的个数越多，泄漏量越小，但摩擦阻力越大。

2) 当柱塞受到偏心负荷或柱塞在偏心状态下运动时，仍可很好的密封。

3) 使用一段时间后由于密封圈的磨损或变形而产生泄漏时，可增加密封圈的压紧力来消除。其方法为拧紧压紧圈的螺栓或利用弹簧力，后者可自动进行补偿。图 2-3 所示为几种调节 V 形密封圈压紧力的例子。

4) 既可装在活塞上密封缸筒内表面 (称为活塞密封)

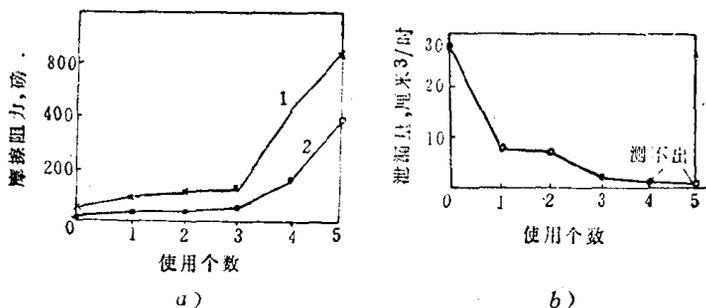


图 2-2 V形密封圈的重叠个数和摩擦阻力及泄漏量的关系

a) V形密封圈的重叠使用个数和摩擦阻力的关系

b) V形密封圈重叠使用个数和泄漏量的关系 (轴转速为30呎/分时)

1—压力为3000磅/时²时, 每个密封圈的摩擦阻力(磅)

2—压力为0时, 每个密封圈的摩擦阻力(磅)

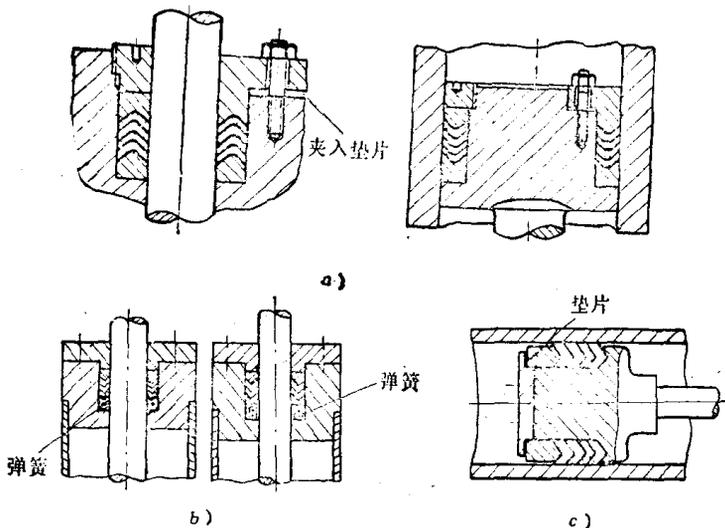


图 2-3 V形密封圈的几个安装例子

a) 用螺纹或螺栓调节压紧力的例子 b) 采用弹簧调节压

紧力的例子 c) 用垫片调节压紧力的例子

圈)，也可装在密封函内作为活塞杆的密封（称为活塞杆密封圈）。

2. 设计原则

1) 密封压圈及材料

如图 2-3 所示，V形密封圈安装在凹压圈和凸压圈之间，并用压盖压紧。工作时由于凹压圈紧密地支持密封圈，所以要求较高的制造精度，它的V形槽角度应和密封圈完全吻合。密封圈的V形槽角度一般是 90° ，当工作压力较低，

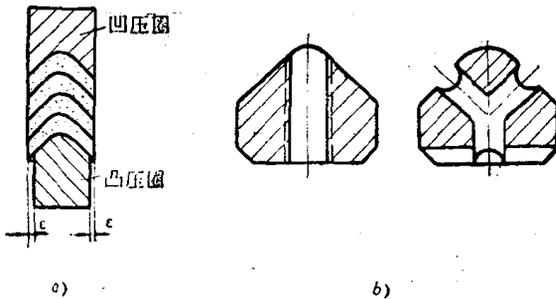


图 2-4 压圈的设计

摩擦阻力要求很小时，作为支承的凹压圈的角度可以做得比 90° 大一些。此外，因为它是密封圈的重要支持部分，所以一般应比凸压圈厚些、坚固些、尺寸精度高些。为了使压力能充分的作用到密封圈的受压面上，以使唇部能很好地张开，应像图 2-4 a) 那样将凸压圈作成与轴和缸之间具有一定的间隙 ($e = 0.25 \sim 0.4$ 毫米)，或如图 2-4 b) 那样在凸压圈上开设油孔，使工作油可均匀地加到密封圈的受压面上。

压圈的材料可以用金属、夹布橡胶、合成树脂等。一般常用的金属材料是普通碳素钢、碳素结构钢、青铜、铝等。表 2-2 是日本工业标准 JIS W 1516 (航空用 V 形密封圈)。

中规定的金属压圈材料和加工要求。

表 2-2 金属压圈的材料和加工要求

	材 料	加 工 要 求
凸压圈	A2B4 (耐腐蚀铝合金棒料第 4 种) 和性能相同或比它好的材料 A3B4S-T ₄ (高强度铝合金第 4 种) 和性能相同或比它好的材料 A2T4-T ₆ (耐腐蚀铝合金管材第 4 种) 和性能相同或比它好的材料	机械加工表面应光滑 铝合金应进行阳极氧化处理 尖棱圆角半径全部 $R = 0.1$ 毫米
凹压圈	抗拉强度 28 公斤力/毫米 ² 以上的轴承用铝青铜合金, 或与凸压圈相同的材料	同上

2) 压圈的间隙

压圈的间隙应尽可能小些。间隙过大时, 在压力的作用下会将密封圈挤到间隙中去, 造成密封圈唇部损伤。特别是软质材料密封圈, 这种现象更严重。采用硬质橡胶密封圈、夹布橡胶密封圈, 或橡胶密封圈与夹布橡胶密封圈、皮革密封圈的组合体时, 间隙可稍大些。其中夹布橡胶密封圈和皮革密封圈在加压时挤入间隙的可能性较小, 耐压性好, 但因表面粗糙, 泄漏量较大。若将橡胶密封圈与它们组合起来应用, 就能克服其缺点而发挥各自的优点, 既具有橡胶密封圈优良的密封性, 又具有夹布橡胶密封圈或皮革密封圈优良的耐压性。图 2-5 为采用橡胶密封圈和夹布橡胶压圈的组

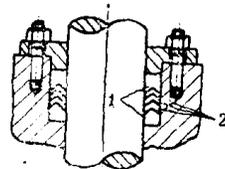


图 2-5 橡胶密封圈和夹布橡胶压圈相组合的密封装置

1—夹布橡胶密封圈

2—橡胶密封圈

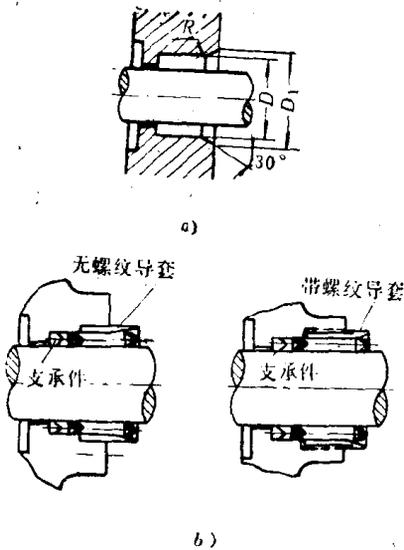
合密封装置。表 2-3 所列为各种橡胶密封圈的最大允许径向间隙。

表 2-3 各种橡胶密封圈的最大允许径向间隙

密封圈直径		压力 (磅/吋 ²)			
		500 以下	500~1500	1500~3000	3000 以上
皮 革 密 封 圈	3" (76毫米) 以下	0.006" (0.152毫米)	0.004" (0.102毫米)		0.003" (0.076毫米)
	4"~8" (76~203)	0.008" (0.203)	0.006" (0.152)		0.004" (0.102)
	8"~10" (203~254)	0.010" (0.254)	0.008" (0.203)		0.005" (0.127)
	10"~12" (254~305)	0.012" (0.305)	0.010" (0.254)		0.006" (0.152)
	12"~16" (305~406)	0.014" (0.356)	0.012" (0.305)		0.007" (0.178)
	16"~24" (406~610)	0.015" (0.406)	0.014" (0.356)		0.008" (0.203)
夹 布 橡 胶 密 封 圈	4" 以下	0.006"	0.004"		
	4"~8"	0.008"	0.006"		
	8"~10"	0.010"	0.008"		
	10"~12"	0.012"	0.010"		
橡 胶 密 封 圈	1" (25.4毫米)	0.006"	0.005"		
	1"~1 ³ / ₄ " (25.4~44.5)	0.007"	0.006"		
	1 ³ / ₄ "~4 ³ / ₈ " (47.6~124)	0.009"	0.007"		
	5"~16" (127~406)	0.009"	0.008"		

3) 密封函的倒角

安装密封圈的入口处一般应作成图 2-6 a) 那样的倒角, 或倒成圆角使密封圈容易装入。也可以作成如图 2-6 b) 所示的阶梯形台阶, 在台阶内配入导向套筒, 并将套筒的一端作成圆锥形, 使密封圈易于装入。



倒角尺寸 单位: 毫米

D	D_1	R
到22	$D + 4$	2
50	$D + 4$	2
130	$D + 6$	3
250	$D + 8$	4
300	$D + 8$	4
600	$D + 10$	5
600以上	$D + 12$	6

图 2-6 密封函的结构

a) 密封圈装入口的倒角 (适用于V形、U形、L形密封圈)

b) 用导套安装密封圈

4) 滑动面的光洁度

滑动面应具有足够的光洁度。一般要求采用橡胶密封圈时滑动面应具有与采用O形圈时相同的光洁度 ($\nabla 9$)。采用夹布橡胶密封圈时为 $\nabla 8$ 。

当滑动面加工得过于光滑时, 由于润滑油容易被拭去, 使密封圈接触面因无润滑油而造成磨损。

3. 特殊形状的V形密封圈

橡胶密封圈和夹布橡胶密封圈可以用金属模具制成任意形状, 所以可根据使用要求制造出形状特殊的密封圈 (见图 2-7)。

图 2-7 a) 是唇部厚度薄而长的密封圈。它的特点是摩擦阻力小, 但在低压时比V形密封圈的泄漏量稍大些。这是

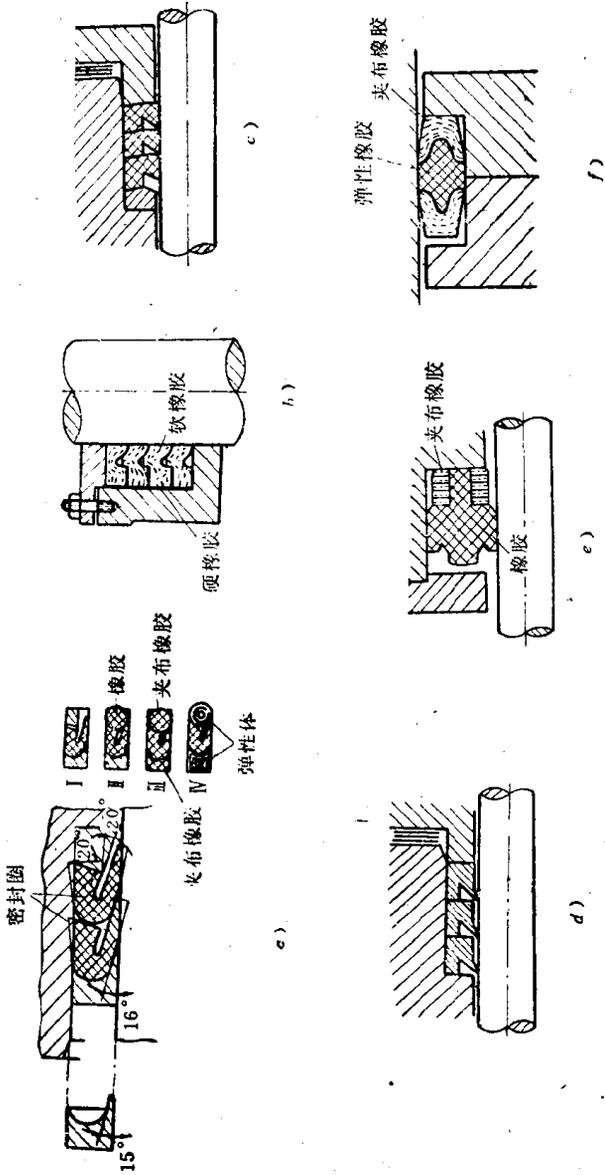


图 2-7 特殊形状的 V 形密封圈