

机 修 手 册

(第 3 版)

第 8 卷
设备润滑

机械工业出版社

第7章 设备的润滑方法和润滑装置

伦祖舜 汪德涛 刘明森 蓝立新

第1节 设备对润滑系统的要求和润滑方法的分类

润滑系统是向机器或机组的摩擦点供应润滑剂的系统,包括用以输送、分配、调节、冷却和净化润滑剂以及压力、流量和温度等参数和故障的指示、报警和监控的整套装置。在设备润滑工作中,根据各种设备的实际工况,合理选择和设计其润滑方法、润滑系统和装置,对保证机械设备具有良好的润滑状况和工作性能以及保持较长的使用寿命,具有十分重要的意义。

近年来,由于各种机械向着高速度、高精度、大功率和高度自动化发展,对润滑系统的工作和可靠性提出了更高的要求。

(一) 设备对润滑系统的要求

一般而言,机械设备的润滑系统应满足以下要求:

- 1) 保证均匀、连续地对各润滑点供应一定压力的润滑剂,油量充足,并可按需要调节。
- 2) 可靠性高。采用有效的密封和过滤装置,保持润滑剂的清洁,防止外界环境中灰尘、水分进入系统,并防止因泄漏而污染环境。
- 3) 结构简单,尽可能标准化,便于维修及调整,便于检查及更换润滑剂,起始投资及维修费用低。
- 4) 带有工作参数的指示、报警、保护及工况监测装置,能及时发现润滑故障。
- 5) 当润滑系统需要保证合适的润滑剂工作温度时,加装冷却及预热装置以及热交换器。

在设计润滑系统时必须考虑以下三种润滑要素,即:(1)摩擦副的种类(如轴承、齿轮、导

轨等类支承元件)和其运转条件(如转速、载荷、温度以及油膜形成机理等);(2)润滑剂的类型(如润滑油、脂或固体、气体润滑剂)以及它们的性能;(3)润滑方法的种类和供油条件等。

(二) 润滑系统和方法的分类

1. 润滑系统和方法的分类

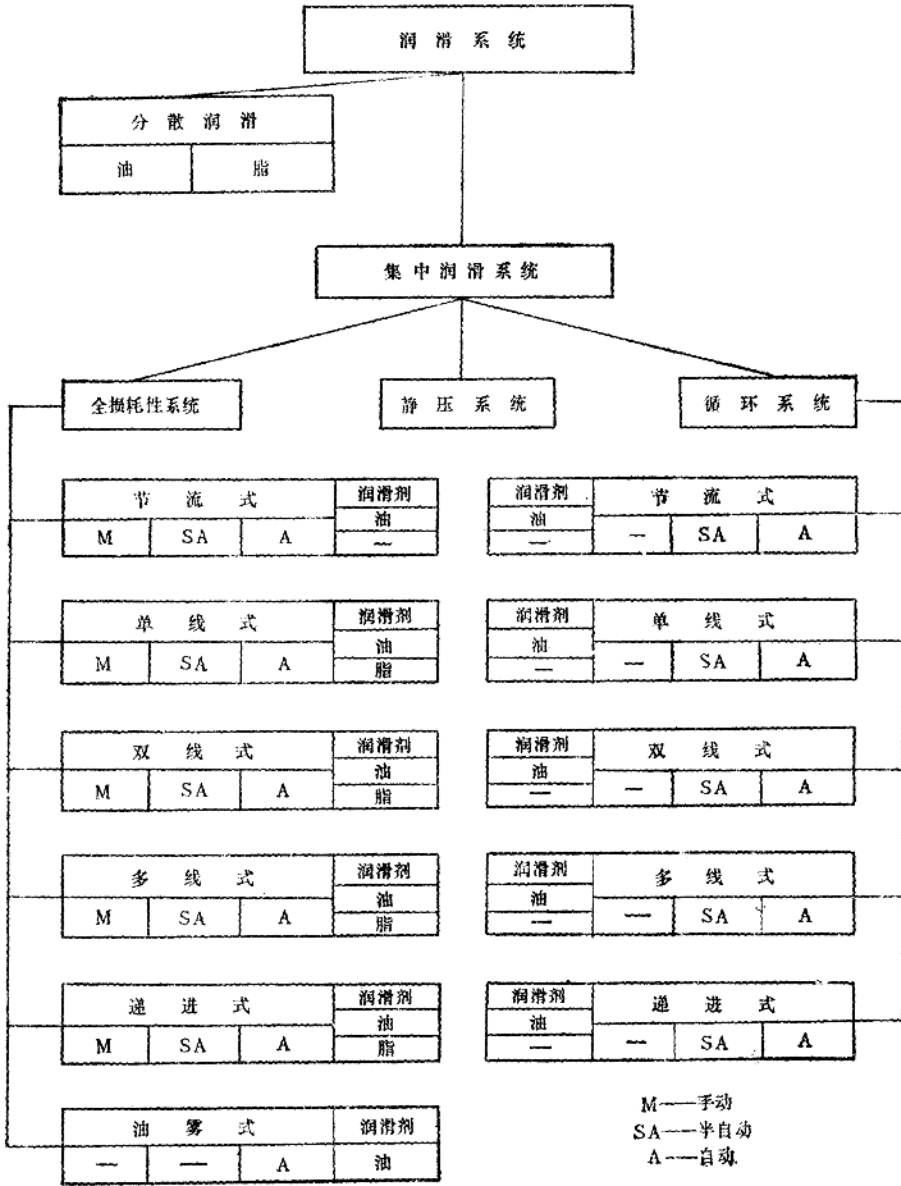
目前机械设备使用的润滑系统和方法的类型很多,通常可按润滑剂的使用方式和利用情况分为分散润滑系统和集中润滑系统两大类;同时这两类润滑系统又可分为全损耗性和循环润滑两类。表7-1-1示出润滑系统的分类。

除以上分类而外,还可根据所供给的润滑剂类型,将润滑方法分为润滑油润滑(或称稀油润滑)、润滑脂润滑(或称干油润滑)以及固体润滑、气体润滑等。其中固体润滑已在前面第4章中介绍过。

(1) 分散润滑 常用于润滑分散的或个别部件的润滑点。在分散润滑中还可分为全损耗(或“一次给油润滑”)性和循环两种基本类型,如使用便携式加油工具(油壶、油枪、手刷、气溶胶喷枪等)对油孔、油嘴、油杯、导轨表面等润滑点手工加油,以及油绳或油垫润滑、飞溅润滑、油浴润滑、油环或油链润滑等。

(2) 集中润滑 使用成套供油装置同时对许多润滑点供油,常用于变速箱、进给箱、整台或成套机械设备以及自动化生产线的润滑。集中润滑系统分为手动操纵、半自动操纵以及自动操纵三类系统,同时又可分为全损耗性系统、循环系统及静压系统等三种基本类型。其中全损耗性润滑系统是指润滑剂送至润滑点以后,不再回收循环使用,常用于润滑剂回收困难或无须回收、需油量很小、难以安置油箱或油池的场合。而循环润滑系统的润滑剂送至润滑点进行润滑以后又流回油箱再循环使用。

表7-1-1 润滑系统分类 (GB6576-86)



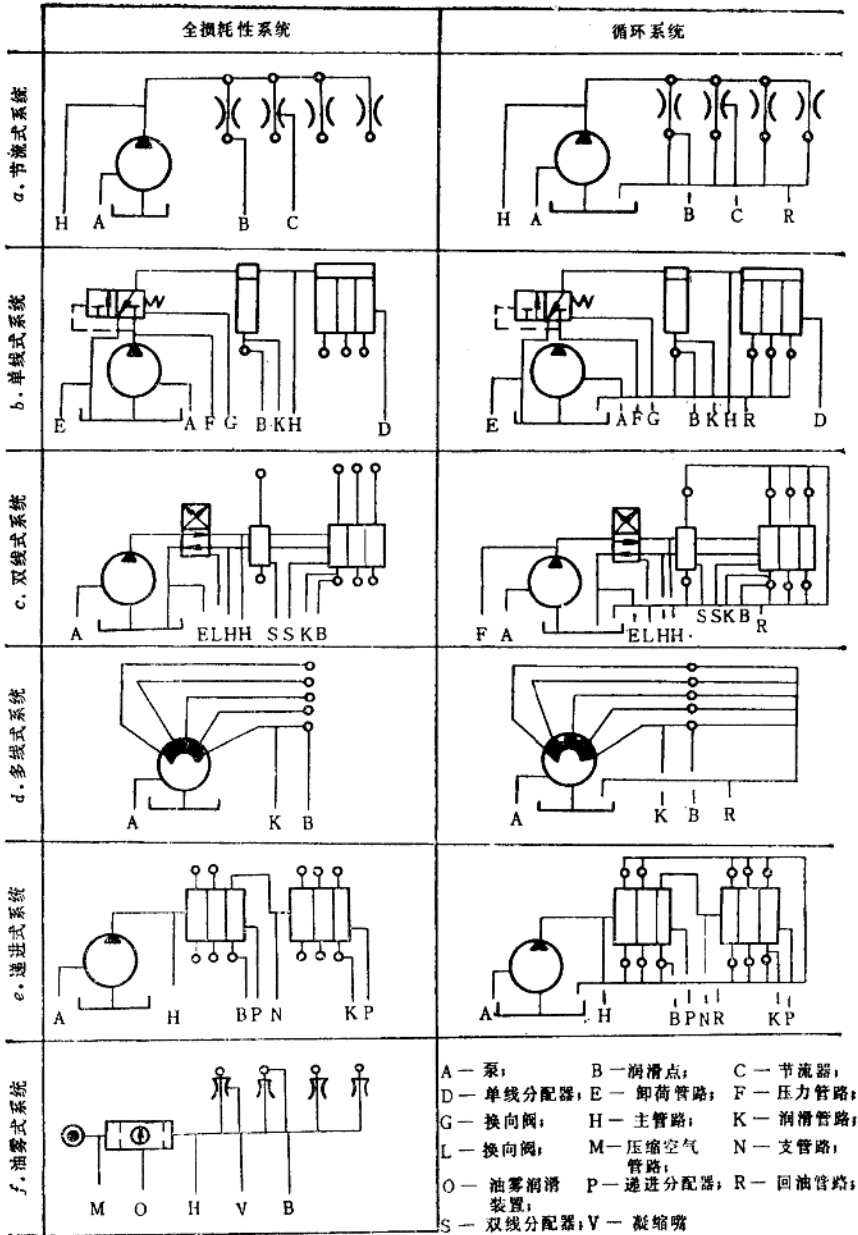


图7-1-1 集中润滑系统的类型

静压润滑系统则是利用外部的供油装置，将具有一定压力的润滑剂输送到静压支承中进行润滑的系统。

2. 集中润滑系统的类型

集中润滑系统是在机械设备中应用最广泛的系统，类型很多，大致可分为以下7种类型：

(1) 节流式 参看图7-1-1a，利用流体阻力分配润滑剂，所分配的润滑剂量与压力及节流孔尺寸成正比，供油压力范围为0.2~1.5MPa，润滑点可多至300以上。

(2) 单线式 参看图7-1-1b，润滑剂在间歇压力（直接的或延迟的）下通过单线的主管路被送至喷嘴，然后送至各润滑点。供油压力范围为0.3~21MPa，润滑点多可至200以上。

(3) 双线式 参看图7-1-1c，润滑剂在压力作用下通过由一个方向控制阀交替变换流向的两条主管路送至定量分配器，依靠主管路中润滑剂压力的交替升降操纵定量分配器，使定量润滑剂送至润滑点。供油压力范围0.3~21MPa，润滑点多可多达2000个。

表7-1-2 润滑方式的类型及特点

润滑方法	适用范围	供油质量	结构复杂性	冷却作用	可靠性	耗油量	初始成本	维修工作量	劳务费
手工加油润滑	轻载、低速、间歇运转的一般轴承、开式导轨及齿轮	差	低	差	差	大	很低	小	高
滴油润滑	轻、中载荷与低、中速的一般轴承、导轨及齿轮	中	中	差	中	大	低	中	中
油绳或油垫润滑	轻、中载荷与低、中速的一般轴承及导轨	中	中	差	中	中	低	中	低
压力强制润滑	中、重载荷与中、高速的各种机械、轴承、导轨及齿轮	好	高	好	好	中	中至高	中	中
集中润滑	各种场合广泛应用	好	高	优	好	中	高	中	中
油雾润滑	高速、高温滚动轴承，电机、泵、成套设备	优	高	优	好	小	中至高	大	中至高
油气润滑	高速、高温滚动轴承、导轨、齿轮，电机、泵、成套设备	优	高	优	好	小	中至高	大	中至高
飞溅或油浴润滑	从低速到高速普通轴承、齿轮箱、密闭机构	好	中	好	好	小	低	小	低
油环、油轮或油链润滑	轻、中载荷普通轴承	好	中	中	好	小	低	小	低
喷射润滑	封闭齿轮、机构	好	中	好	好	中	中至高	中	中
压力循环润滑	滑动轴承、滚动轴承、导轨、齿轮箱	优	高	优	好	中	高	中	中
集中润滑	机床、自动化设备、自动生产线	优	高	中	优	中	高	小	中
填充脂封闭式(终生)润滑	滚动轴承、小型轴套，亦可用于精密轴承	中	低	差	中	中	低	无	低
手工补充脂润滑	滚动轴承、导轨、含油轴承	中	低	差	中	低	低	中	高
手工集中补充脂润滑	滚动轴承、导轨、含油轴承	好	高	差	好	中	中	小	中
自动集中补充脂润滑 单线式 双线式 多线式 递进式	连续运转的重要轴承、高精度滚动轴承、导轨	好	高	中	好	中	中至高	小	中

(4) 多线式 参看图7-1-1d, 多头油泵的多个出口各有一条管路直接将定量的润滑剂送至相应的润滑点。管路的布置可以是并联或串联安装。供油压力范围0.3~21MPa, 润滑点亦可多达2000个。

(5) 递进式 参看图7-1-1e, 由压力升降操纵定量分配器按预定的递进程序将润滑剂送至各润滑点。供油压力范围 0.3~21MPa, 润滑点在800个以上。

(6) 油雾式 参看图7-1-1f, 将油雾式润滑装置产生的悬浮于气流中的润滑油微粒(油雾)通过管路送至凝缩嘴, 由凝缩嘴将油雾转变成所需粒度而送至各润滑点。

(7) 混合式 由上述润滑系统组合而成的润滑系统。

3. 润滑系统的选择原则

在设计润滑系统时, 应对机械设备各部分的润滑要求作全面分析, 首先要确定所使用润滑剂的品种, 在保证主要部件的良好润滑条件下, 综合考虑其他润滑点的润滑, 使润滑系统满足设备运转中对润滑的需要, 不产生不适当的摩擦、温度与噪声、过早的失效以及外界灰尘的侵入引起的损伤等。其

次还要考虑到所设计的系统与设备工况条件、使用环境相适应。尽量采用标准化润滑元件与装置, 降低设备运转与保养、维修费用, 防止人身、设备发生安全事故。表7-1-2所示是各种润滑方法类型的比较。

第2节 润滑装置与润滑系统

(一) 润滑油(稀油)润滑与润滑系统

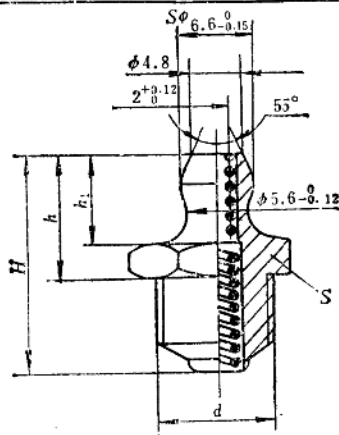
1. 常用的润滑装置和方法

(1) 手工给油装置 手工给油润滑是由操作人员用油壶或油枪向设备的油孔、油嘴及油杯加油, 加油量依靠工人感觉与经验加以控制, 只适用于低速、轻载、和间歇工作的润滑点。

1) 油孔、油嘴及油杯 一般在位置受到限制时只能采用带喇叭口的油孔, 油孔内可填充毛毡或毛绳, 使之起储油和过滤的作用。油嘴及油杯均有防尘侵入的保护装置, 可分为带阀和不带阀两类, 见表7-2-1至表7-2-3, 包括直通式、接头式及压配式三种压注油杯。表7-2-4至表7-2-6为旋盖式

表7-2-1 直通式压注油杯基本型式与尺寸 (GB1152—89)

(mm)



d	H	h	h ₁	S		钢 球 (按GB 308)
				基本尺寸	极限偏差	
M6	13	8	6	8		3
M8×1	16	9	6.5	10	0	
M10×1	18	10	7	11	-0.22	

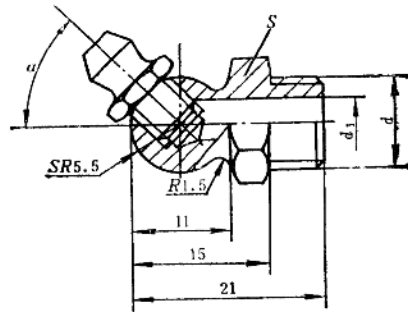
注: 标记示例:

联接螺纹 M10×1, 直通式压注油杯的标记:

油杯 M10×1 GB 1152

表7-2-2 接头式压注油杯基本型式与尺寸 (GB1153—89)

(mm)



d	d ₁	α	S		直通式压注油杯 (按GB 1152)
			基本尺寸	极限偏差	
M6	3	45°, 90°	11	0	M6
M8×1	4			-0.22	
M10×1	5				

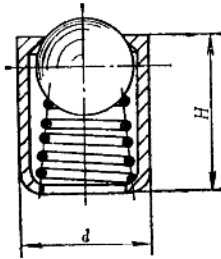
注: 标记示例

联接螺纹M10×1, 45°接头式压注油杯的标记:

油杯45° M10×1 GB 1153

表7-2-3 压配式压注油杯基本型式与尺寸 (GB1155—89)

(mm)



d		H	钢 球 (按GB 308)
基本尺寸	极限偏差		
6	+0.040 +0.028	6	4
8	+0.049 +0.034	10	5
10	+0.058 +0.040	12	6
16	+0.063 +0.045	20	11
25	+0.085 +0.064	30	13

注: 1. 与 d 相配孔的极限偏差按 H8。

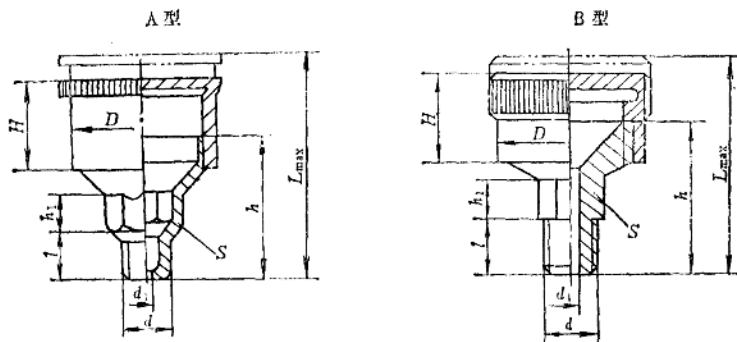
2. 标记示例

d = 6mm, 压配式压注油杯的标记:

油杯6 GB 1155

表7-2-4 旋盖式油杯基本型式与尺寸 (GB1154-89)

(mm)



最小容量 (cm ³)	d	l	H	h	h ₁	d ₁	D		L max	S	
							A型	B型		基本尺寸	极限偏差
1.5	M8×1	8	14	22	7	3	16	18	33	10	0 -0.22
3	M10×1		15	23	8	4	20	22	35	13	0 -0.27
6		17	26	26			28	40			
12	M14×1.5	12	20	30	10	5	32	34	47	18	0 -0.27
18			22	32			36	40	50		
25			24	34			41	44	55		
50	M16×1.5	16	30	44	16	6	51	54	70	21	0 -0.33
100			38	52			68	68	85		
200	M24×1.5	16	48	64	16	6	—	86	105	30	—

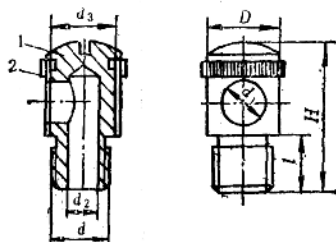
注: 标记示例

最小容量25cm³, A型旋盖式油杯的标记:

油杯 A25 CB 1154

表7-2-5 旋套式注油油杯基本型式与尺寸 (GB1156-79)

(mm)



d	H	D	l	d ₁	d ₂	d ₃ ($\frac{H9}{b9}$)
M8×1	20	12	6	5	3	10
M10×1	25	14	8	6	4	12
M12×1.25	30	16	10	8	6	14
M16×1.5	40	20	15	12	10	18

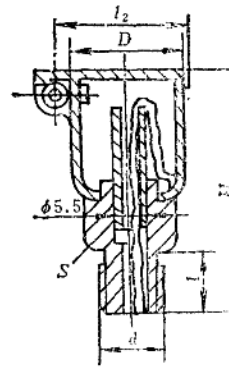
注: 标记示例

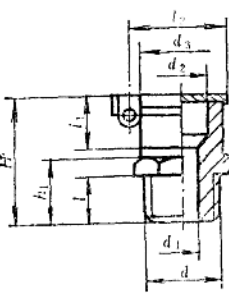
细牙普通螺纹M8×1旋套式注油油杯

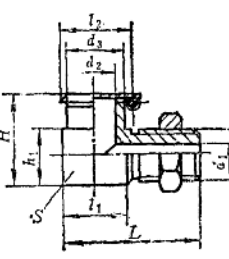
油杯M8×1 GB 1156-79

表7-2-6 弹簧盖油杯基本型式与尺寸 (GB1157-89)

(mm)

A型	最小容量 (cm ³)	d	H	D	l ₂	t	S		
			≈	≈	基本尺寸		极限偏差		
	1	M8×1	33	16	21	10	10	0 -0.22	
	2		46	18	23				
	3	M10×1	42	20	25		11	11	0 -0.27
	6		45	25	30				
	12	M14×1.5	55	30	36		12	18	0 -0.27
	18		60	32	38				
25	65		35	41					
50	68		45	51					

B型	d	d ₁	d ₂	d ₃	H	h ₁	t	l ₁	l ₂	S	
										基本尺寸	极限偏差
	M6	3	6	10	18	9	6	8	15	10	0 -0.22
	M8×1	4	8	12	24	12	8	10	17	13	0 -0.27
	M10×1										
	M12×1.5	6	10	14	26	14	10	12	19	16	0 -0.33
	M16×1.5	8	12	16	28				23	21	

C型	d	d ₁	d ₂	d ₃	H	h ₁	L	l ₁	l ₂	螺母 (按GB 6172)	S		
											基本尺寸	极限偏差	
	M6	3	6	10	18	9	25	12	15	M6	13	0 -0.27	
	M8×1	4	8	12	24	12	28	14	17	M8×1			
	M10×1						5	30		16			M10×1
	M12×1.5	6	10	14	26	14	34	19	19	M12×1.5			16
	M16×1.5	8	12	18	30	18	37	23	23	M16×1.5			21

注：标记示例

- a. 最小容量 3 cm³, A型弹簧盖油杯的标记:
油杯 A3 GB 1157
- b. 连接螺纹 M10×1, B型弹簧盖油杯的标记:
油杯 BM10×1 GB 1157

油杯、旋套式注油油杯及弹簧盖油杯等。

手工加油除要求油孔、油嘴、油杯畅通、保证进油外，供油装置还必须适应需要，使油准确加入不致溢流到其他处。同时操作者必须熟练并且认真，不使油量过多或过少，从而影响润滑效果、污染环境并浪费油料。

2) 油壶和油枪。最常用的油壶及油枪分别见图7-2-1和图7-2-2所示。

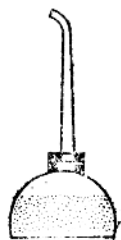


图7-2-1 油壶



图7-2-2 泵式油枪

这些手工供油装置种类繁多，选择时主要看它的出油处能与所用油孔、油嘴、油杯相适应、使用方便可靠即可。

(2) 滴油润滑装置 主要采用油杯供油润滑。油杯多用铝或铝合金等轻金属制成骨架，杯壁和检查孔多采用透明的塑料或玻璃制造，以便观察其内部油位。油杯滴油一次，其给油量与杯中油位和油温有关。储油高度应不低于全高的1/3。油杯中针阀的加工质量也是影响供油稳定性的重要因素，必须定期清洗针阀和滤网，以免堵塞。

油杯的优点是结构简单，可以做到较均匀、连

续供油，而且便于检查。缺点是不完全可靠，仍需要人工照顾，在设备停车时要关闭油杯，否则容易浪费润滑油。

常用油杯的结构如下：

1) 针阀式注油杯 见表7-2-7结构，这种润滑油杯的滴油量受针阀的控制，油杯中油位的高低可直接影响通过针阀环形间隙的滴油量。

2) 压力作用滴油油杯 见图7-2-3结构，这种油杯的底面有一个针阀1，其阀杆通过油杯上的操作缸伸出外部，连接调节螺母2。这是装在透平式压缩机上的滴油杯，阀的启闭由压缩机的排气通过弹簧压着的活塞3加以控制，并可用阀杆上的螺母2来调节油杯的滴油量。

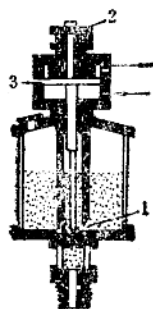


图7-2-3 压力作用滴油油杯

1—针阀 2—调节螺母 3—活塞

3) 跳针式润滑油杯 见图7-2-4结构，这种润滑油杯一般直接装在摩擦副上，通过摩擦副轻微的垂直振动产生泵送的作用，使油沿着跳针下降而润滑摩擦副。

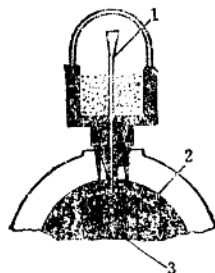


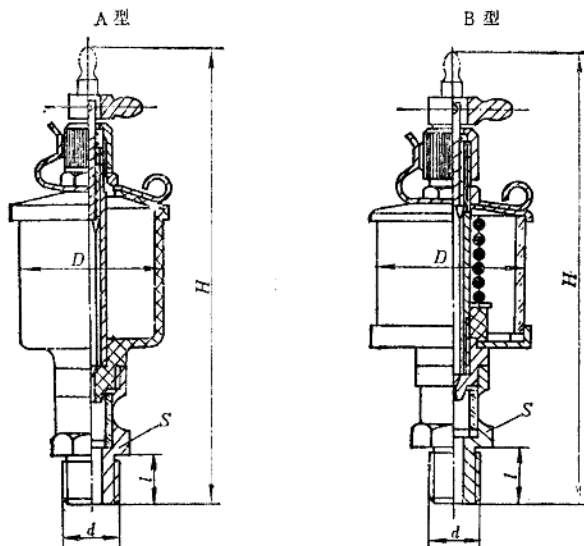
图7-2-4 跳针式油杯

1—跳针 2—轴承 3—轴

4) 热膨胀油杯 见图7-2-5结构，这种油杯

表7-2-7 针阀式注油杯基本型式与尺寸 (GB1158—89)

(mm)



最小容量 (cm ³)	d	l	H	D	S		螺 母 按GB 6172
					基本尺寸	极限偏差	
16	M10×1	12	105	32	13	0 -0.27	M8×1
25	M14×1.5		115	36	18		M10×1
50			130	45			
100	M16×1.5	14	140	55	21	0 -0.33	M10×1
200			170	70			
400			190	85			

注：标记示例

最小容量 25cm³，A型针阀式油杯的标记：
油杯 A25 GB 1158

能由摩擦副的温度变化来控制。摩擦副中的温度变

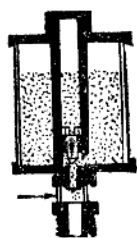


图7-2-5 热膨胀油杯

化通过油杯的金属管传到油杯的上腔使其中的空气膨胀或收缩。当空气膨胀时，油杯上面空挡儿的气压增大，强迫少量润滑油流出油杯送入摩擦副，而在空气收缩时，油流即停止，如是连续不断地动作。这种油杯在某些要求先加油然后起动的摩擦副上不能应用。

5) 连续压注油杯 见图7-2-6结构，这种连续压注油杯由于其下面储油器能保持着不变的油压，所以能保证自动均匀的给油。

6) 均匀滴油油杯 见图7-2-7，润滑油从上面储油器经过连在浮阀上的阀，补充到下面的储油

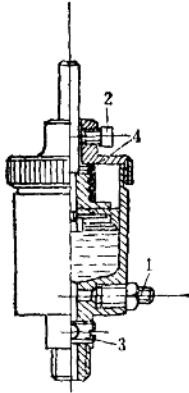


图7-2-6 连续压注油杯

1—利用油枪补给的压注孔 2—活塞杆的固定螺钉
3—开缝式油门 4—弹簧

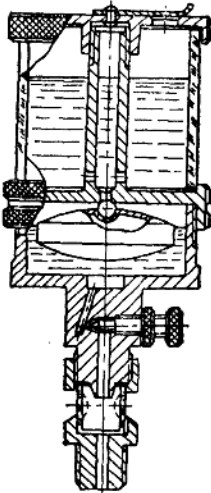


图7-2-7 均匀滴油的油杯

器，其送往摩擦副的油量靠针阀来调节。

7) 活塞式滴油油杯 见图7-2-8，它的滴油量可通过杯上的杠杆机构来调节。

(3) 油绳和油垫润滑 应用油绳和油垫的虹吸管和毛细管作用吸油，所用油的粘度应较低，如果使用 $100\text{mm}^2/\text{s}$ (40°C) 粘度的油，则油绳须露出油杯底 $10\sim 15\text{mm}$ 以上。

1) 油绳式油杯 见图7-2-9，毛绳的吸油端浸在油中，而供油的另一端则通过送油管露出而滴油。毛绳从油杯向下悬垂，它离油杯底愈远则油的

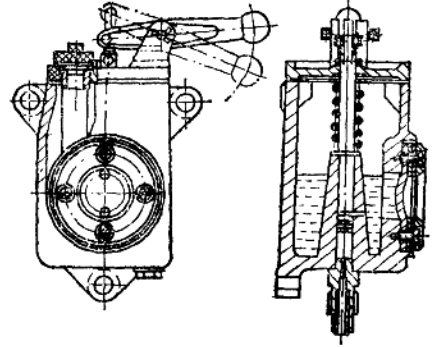


图7-2-8 活塞式滴油油杯

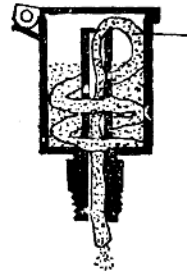


图7-2-9 油绳式油杯

流动速度就越快。但当油液面降低时，滴油量就会减少。

采用油绳润滑须注意下列问题：

① 油绳不宜染色和渗入防霉防水的化学剂（白色的单毛绳，一般均具有虹吸润滑油并使之沿绳上升的作用）。

② 油绳的送油率与毛绳的根数成正比例，与油杯油面及发送管顶点的距离成反比例。随着油的粘度降低和发送管的长度向下延伸，送油率也增加。

③ 面积大而浅的油杯较面积小而深的油杯，更能做到均匀滴油。

④ 当油杯充满油时，其供油量最大，而当油位逐渐降低时，供油量也逐渐减少。

⑤ 毛绳兼有过滤润滑油的作用，一般每三个月清洗一次。清洗时，从流油的反方向剥离股绳上积垢，再以煤油洗涤。油绳应每年更新。

⑥ 不能以镀锌铁皮制造油杯装载含有脂肪酸等油性添加剂的润滑油。

⑦ 在设备长期停车时，应将油绳吸油的一端提起，使之与润滑油脱离接触，将送油的一端卷入送油管内，以免继续滴油而浪费。

⑧ 可应用大型的油杯及发送管和油绳分别把润滑油送到一些摩擦副上。发送管的一端最好装设旋阀，以便于控制。

⑨ 一个容积为0.12L的油杯，如采用羊毛绳供油，可维持4~10h。

油绳润滑可用于轻载荷的滑动轴承，如普通车床的丝杠、床头箱主轴、进给箱的轴承等，见图7-2-10。由铸件铸造出边缘高处作为小油池以代替油杯，把发送管及油绳接到需润滑的工件油孔上。

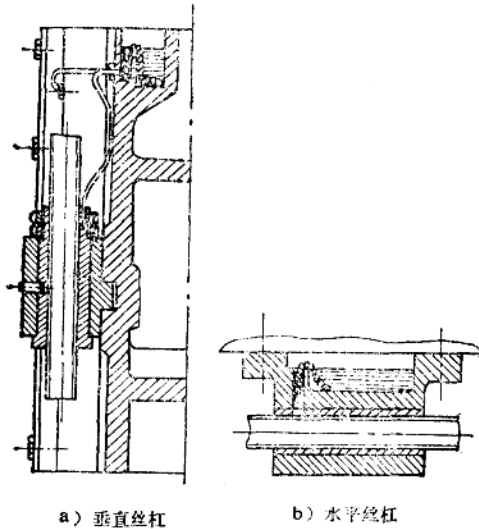


图7-2-10 进给丝杠的毛绳润滑法

2) 油垫润滑装置 油垫润滑一般应用于加油有困难或不易接近的轴承，轴颈的表面速度不超过4 m/s，如铁路车辆的轮轴及机床的主轴颈和传动装置。见图7-2-11，油垫从专用的储油槽中吸进润滑油以供给与它相接触的轴颈。它要求摩擦的表面保持特别清洁，不然润滑油如受油污，油垫的毛细管会被堵塞，不能渗透润滑油。久而久之，油垫的表面会形成一层结实的外皮使轴颈发热甚至磨损。

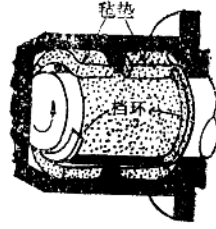


图7-2-11 饱和毡垫加油器

油垫主要应用粗毛毡和其它毛织品制造，棉织品虽也有毛细管作用，但缺乏弹性容易粘结变硬，很快就丧失毛细管的作用。

油垫的结构简单，能自动给油，在适当的维护下工作尚可靠。但使用情况不易了解、不易察看，有时会被轴承撕破并被带走而出事故。故必须对它定期清洗并加以烘干，然后重新装配使用。

(4) 压力强制润滑装置 机械强制润滑装置，能均匀地供给润滑油，每秒钟几滴至几分钟一滴。油压可从零点几MPa到30MPa。

图7-2-12为机床内部一种强制润滑泵，它利用传动轴上的凸轮或偏心轮3在轴上旋转时推动活塞1，挤压弹簧2使送油阀4将油压出，送油到摩擦副上。在弹簧把活塞推回原位的行程中，通过单向阀5吸入油，如是循环不断地供给润滑油。这种装置可装在同一机体内，也可通过棘轮机构、摆杆、齿轮或带轮传动。如需调节油量，可在偏心轮和活塞之间装入一根可调位置的摆杆，以改变活塞的有效行程而增减其供油量。

压力强制送油润滑是由设备本身带动一套润滑泵机构工作，可靠程度高，维护工作量小，油量可按预定计划供给，必要时还可以调整，耗油量中等。但由于需增加一套润滑泵机构，常由于位置所限制，而且装配调整也较复杂，所以只适用于少数机械设备。

近年，由于小型电机、油泵和油箱已实现标准化，在机外附装一套小型电动机润滑泵和油箱或机械设备内部的油池进行单独润滑的系统已很广泛。这种单独的润滑系统要比上述的结构简单而且经济。

(5) 自供油润滑

1) 油浴和飞溅润滑 这种润滑方法很简单，主要用于闭式齿轮、链条和内燃机。一般利用高速

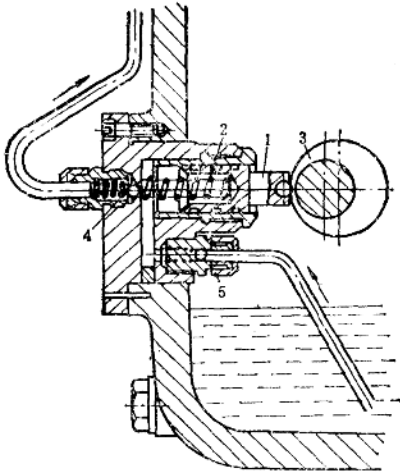


图7-2-12 装在机床内部的强制润滑泵

1—活塞 2—弹簧 3—偏心轮 4—送油阀 5—单向阀

旋转的机件从专门设计的油池将油带到附近的摩擦副上。润滑方便，但只能用于容易封闭的机构。油池的油也须有适当的粘度以适应摩擦副的需要，粘度过高或过低都会影响带油的效果。

图7-2-13为内燃机曲轴箱的溅油结构示意图，在曲轴转动时，曲臂将油带起，飞溅到活塞缸壁、活塞销轴，不断润滑摩擦表面。

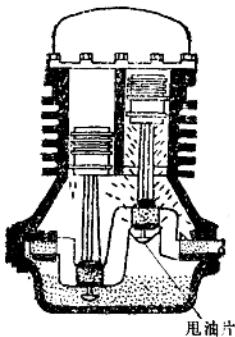


图7-2-13 溅油与油池

在油浴润滑直齿轮时，润滑油被带到齿面上并顺着整个齿长而挤出。但斜齿轮则是沿着齿宽逐渐被挤到一侧，有可能渗入轴端的轴承而形成轴端漏油。如斜齿轮和人字齿轮的旋转方向和齿的倾斜角适当，则油可被从油池提升得很高，能起搅拌的作

用，这样有助于散热，但油质也因而加速氧化。

蜗杆如在油池中润滑也有定向赶油的作用，如将赶油的方向对着箱体轴承有封闭的一端也可以避免轴端漏油。

在装有多级齿轮的油池中，如油位不能提高时，需在低处附装一个辅助齿轮使与高处的工作齿轮啮合，便于供油，辅助齿轮的宽度约为工作齿轮宽度的 $1/3 \sim 1/2$ 。

油池的温度一般不超过 70°C ，如过高，可在油池的底部装设由黄铜管或紫铜管制成的蛇形管水冷却器，也可在高速轴的一端装上风扇抽风散热。如壳体的散热面积小，可按热源位置在壳体的上下部另加散热肋片。

在齿轮、蜗轮、链条的传动箱的壳体上部，可增加通风口以引出热空气，使箱体内部的热气膨胀不致会形成正压，由于油池的润滑油被搅拌后会大量产生泡沫，这些泡沫将带着润滑油受箱内正压力的影响而从轴承的间隙中被挤出，使箱体产生漏油。如箱体的温度低于周围的温度（一般在早晨开机之前），箱体内部会形成局部负压，吸入大气中的尘埃和潮气，以致摩擦副表面磨损或锈蚀。

油箱壳体应装设油标，油池的油位也须保持一定的高度，加入的油应经过滤清。油池的油位深度应为最低齿轮被淹没 $2 \sim 3$ 个齿高，如配置在下面的是蜗杆，则油位深度应为其全齿高。

油池润滑是循环润滑，能节约用油，润滑作用均匀、连续而且十分可靠。它不需维护，只要保持规定的油位就可，此外，因壳体密封，故能防止漏油污染。但油的流量一般不能调整，只有改变油面的高低或另加甩油轮才能使之改变。其缺点是热损失较大，在油池中还可能积聚冷凝水而使油的应用寿命缩短。

当齿轮分度圆的速度在 10m/s 以下，蜗杆的分度圆速度在 8m/s 以下时，可以采用油池润滑，如速度过高，油将受离心力作用甩离，使啮合处的润滑不足，况且润滑油受到剧烈的搅拌易起泡沫加速油的氧化，故高速齿轮应采用喷油润滑。

2) 自动吸油润滑 这种润滑方法主要应用于整圆筒形的滑动轴承，其原理是利用快速转动的轴颈，在轴承无负荷低压区带走润滑油时形成了局部真空，从而把油池的润滑油吸入，连续供给轴颈润滑，见图7-2-14。吸油管一端浸在油池内，另一端接到轴承的低压区。如作用在轴承上的力方向向

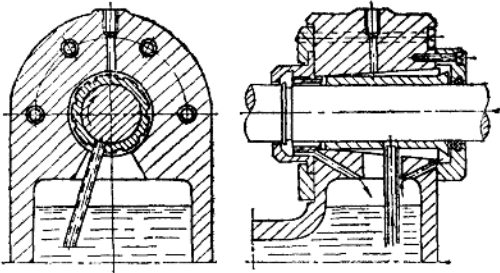


图7-2-14 利用旋转的主轴吸润滑油的轴承

下，则吸油区的位置是在图中所示方向与垂直线偏 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 左右处。

自动吸油润滑的轴颈圆周速度一般不能低于 5 m/s ，轴承与轴颈的间隙不能大于 0.01 mm ，所用润滑油是低粘度的主轴油。采用这种润滑方法的轴承，在起动时必须先进行点动，待油被吸起后才能全速运行。

这种润滑方法简单，供油连续均匀而且可靠。但只限于负荷方向不变的高速精密轴承的润滑，如负荷方向有变化，进油孔被轴颈压住，油楔成为高压区时就不可能吸油。如主轴运转方向改变，低压区的位置也必然改变，油孔同样吸不上油。如不能连续供油，轴承与轴颈的表面必然会产生烧伤，甚至产生咬死事故。

3) 离心甩油润滑 这种润滑方法是应用主轴圆锥体表面的离心力变化，使润滑油沿锥体小端移送到末端。主要用于垂直的高速主轴和圆锥滚子轴承的润滑。它有两种形式：

①增加专用的零件来引导油流，见图7-2-15结构；②直接利用锥轴或锥滚子的锥面送油，见图7-2-16结构。

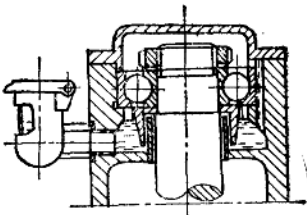


图7-2-15 带有圆锥形吊环的离心法润滑

这种离心润滑法能让润滑油循环使用，有良好的冷却效果，而且结构简单、可靠。但它不能调整

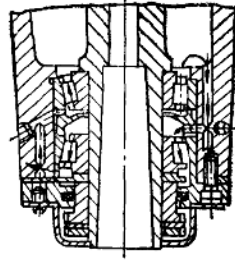
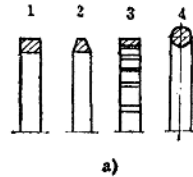


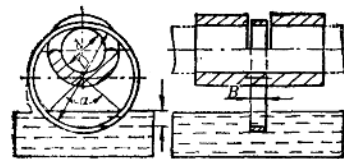
图7-2-16 利用圆锥滚子轴承本身的离心润滑法

油量，只能在一定的条件下应用。主轴的转速最好在 $3500\sim 1500\text{ r/min}$ 的范围内，如转速太低，供油量不足，如转速太高，油量增加发热量也增大，不易散热。

4) 油环润滑 见图7-2-17，在轴上挂一油环，环的下部浸在油池内，利用轴的转动摩擦力把油环也带着旋转，从而把油自油池带到轴颈上，再在轴颈的表面流散到各润滑部位。这种润滑方法仅适用于水平装置，且无冲击振动，如轴颈受到冲击或振动，则油环会从轴颈上跳离而停止转动，不能起带油的作用。



a)



b)

图7-2-17 油环润滑

a) 油环截面形状 b) 油环

图7-2-17 a) 为几种常用油环的断面形状。实验证明，矩形和梯形断面的油环带油的效果较好，圆形的效果较差，使用时可按需求油量而选择。如用粘度超过 $68\text{ mm}^2/\text{s}$ (40°C) 的润滑油，可在油环内圆一侧开有槽子，以增加环与轴颈的摩擦力，这样可以克服由于粘度给油环带来的较大的阻力。

油环润滑的供油量与油的工作温度、轴颈转速、油环的宽度和浸入油池的深度有关，一般每分钟可带油2~10 ml。轴颈的转速不应超过100~3000r/min。环的内径D，一般为轴颈直径d的1.5倍（d一般在10~200mm这个范围），环的厚度B一般为轴颈的0.3~0.1（但不应小于5 mm）。浸入油池的深度T一般为环的内径D的1/4~1/6。如浸入过深，带油量反而会减少，应在油池中稍有漂浮并使其中心角 α 在60°~90°的范围内。应定期检查油池的油位，并每3~4个月更换一次油，如周围环境的灰尘较多，还应根据污染情况定期换油。

油环润滑常用于电机、机床及传动装置的轴承上，它的优点是结构简单，主轴一开始运转就能对轴承自动给油，润滑油是循环使用，耗油较少；注意保持油池的油位就不需经常维护。但是主轴的转速、润滑油的粘度和运动特性对它有限制，如不善安排，润滑效果仍不好。

5) 油轮润滑 带油的轮子固定装在主轴上，见图7-2-18，主轴转动时油轮也就把油池的油带到轴颈上。应用这种润滑结构的主轴转速较低，转速以100r/min以下为好。因油轮与主轴紧固，刚性较好，故可采用粘度较高的油，在滑动轴承和传动装置上应用较多。

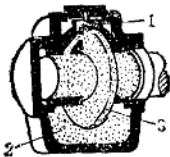


图7-2-18 油轮润滑
1—副板 2—油池 3—油轮

6) 油链润滑 图7-2-19所示为油链润滑，它只能应用于主轴转速极低的滑动轴承，其作用与油环润滑相同。因链条与轴颈的接触较大，并可能有撞击，因此有磨损主轴等缺点。

7) 油滚润滑 图7-2-20为机床平导轨和V形导轨所用的油滚。装置在导轨油池中的油滚是应用弹簧的弹力或液体的浮力而紧贴着导轨的摩擦表面，依靠导轨面的摩擦力使滚子转动，而滚子转动又把油池的油带至导轨的润滑面上。油滚的数量和导轨油池储油容积是根据摩擦表面的长度及其移动量来决定。为了防止上导轨往复运动时把油大量带

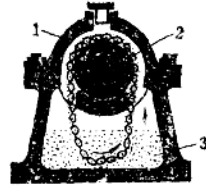


图7-2-19 油链润滑

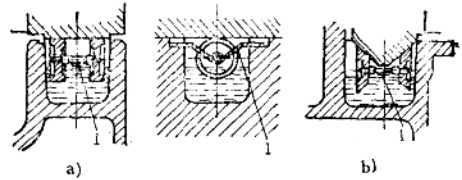


图7-2-20 利用滚子润滑金属切削机床导轨
a) 平导轨 b) V形导轨
1—弹簧片借其弹力把滚子压在上导轨上

出或向外泄漏，必须在下导轨的两端装设导油沟和集油槽，以收集过剩的润滑油，并将它引回油池。这种润滑方法简单、可靠，但它不能调节油量。

(6) 喷油润滑

1) 直接喷油润滑 在高速齿轮箱内，传动齿轮的分度圆圆周速度超过了10m/min时，如采用飞溅润滑，因有离心力作用使油自齿面抛离，而达不到润滑的效果，故在高速齿轮传动机构中，要求在直接压力下把油送到啮合的齿隙中以进行润滑。

如标准直齿轮的分度圆圆周速达20 m/s，斜齿轮的分度圆圆周速达40~50m/s时，润滑油应从分度圆啮合齿的转动方向送入齿隙，见图7-2-21。

如给油方向相反，则轮齿转动产生的气流将会

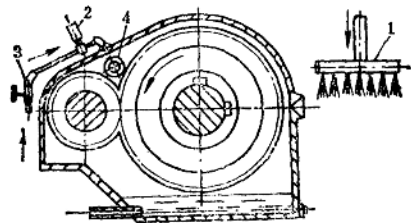


图7-2-21 大转速齿轮的喷流润滑（分度圆圆周速度在20 m/s以内）
1—喷流器 2—压力计 3—封闭开关 4—检查孔

使油挤压回去而到不了啮合的接触齿面。

有时，齿轮需要反转，则需在齿轮的两面均安装喷油孔管。

在高速齿轮传动中，常采用一根并有两排孔眼的输油管对啮合的两个齿轮分别供油，见图7-2-22。齿轮的圆周速度愈大，则供油点应配置得距啮合处远一些。

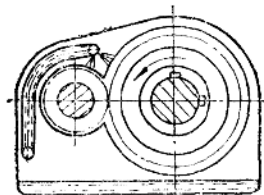


图7-2-22 高速齿轮的喷油润滑
(分度圆圆周速度在20m/s以上)

在蜗轮传动中，喷油应从蜗杆的螺旋开始与蜗轮齿啮合的一面喷射。

喷油器用管子制成，长度根据齿轮的宽度而定。管子上孔眼的直径为2~4mm，孔与孔之间相距20~30mm，应均匀地给油。各股油流在接近轮齿时要避免重叠，在1cm宽度的齿轮上给油量最好为0.4~0.6L/min。

2) 间接喷油润滑 通过专用的喷嘴在摩擦表面上均匀喷油是较好的润滑方法，因喷嘴同时引入压力油和压缩空气，在高速搅动下喷射出液态的原子化润滑油。这种方法较之气态的油雾润滑具有更高的润滑和冷却效果，有更大的热容量和传热效能。喷射出的油粒子大小和效果与压力的高低、喷嘴的型式和规格、油的粘度、送油口和润滑点之间的距离等因素均有密切的关系。

喷射方法，可以是间断的或连续的，间断的自动喷油可采用分度装置进行控制。

狭窄的摩擦表面可采用单一的喷嘴喷油。而宽阔的摩擦面上则需要若干个喷嘴组合喷油。

润滑油的粘度不同，所用喷嘴的结构形式也应不同。有些工厂采用统一的油源而应用多个供油喷嘴，这就要求润滑油有较好的泵送性。

喷射系统一般由0.3~0.7MPa的压气源、蓄油池、喷射控制阀和有关管件组成。在自动间断系统中还需有时间继电器以控制加油的频率和非油的间隔期。

喷嘴可做成圆形或扁平形，图7-2-23为一种扁平喷嘴结构。喷嘴应按喷油的要求加以设计，如需将润滑油原子化，可在喷嘴内部或外部做成原子化型结构。喷射齿轮的喷嘴的喷油方向应与齿轮中心线成30°角，和齿轮分度圆的距离保持150~200mm，

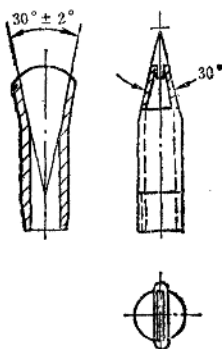


图7-2-23 喷嘴

喷射润滑因不用手工劳动而节约了工时并大大降低了润滑油的消耗量，能使机件的润滑设计获得改进，从而降低了冲击振动。这种方法已发展应用于齿轮、链条、钢丝绳、模具、冲头和有足够间隙的滑动轴承。采用喷油润滑的齿轮的分度圆速度常限于300m/min以内。外啮合齿轮的喷油周期应为大齿轮每转动一周的时间，油量按工作所需的精度及附着力而定。图7-2-24为一种喷油阀的剖面示意图。

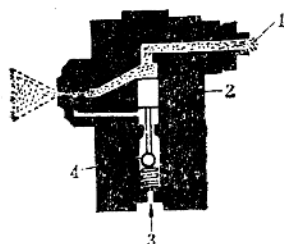


图7-2-24 喷油阀示意图

1—润滑油 2—活塞 3—压缩空气进口 4—压力阀

3) 注入润滑 在极高转速和应力下工作的轴承，可采用注入润滑方法。它是应用0.4MPa左右的压力通过3~4个喷嘴把油均匀喷射到轴承中，以润滑内外环的滚道和保持架。这种方法能克服轴承在高速运转时产生的气流障碍，使润滑油能顺利到达接触表面，能发挥更大的润滑效果。润滑油采