

表 1-1 金属注射成形零件材料的性能^①

材料牌号 (状态)	最小值			典型值					
	拉伸性能			拉伸性能			密度 /g · cm ⁻³	硬度	
	极限拉伸 强度 /MPa	屈服强度 (0.2%) /Mpa	拉伸率 (于 25mm 中) /%	极限拉伸 强度 /MPa	屈服强度 (0.2%) /Mpa	拉伸率 (于 25mm 中) /%		表观值 (直接)	显微硬度 (换算值)
低合金									
MIM-4600 烧结态	255	110	20.0	290	124	40	7.6	HRB45	
MIM-4650 烧结态	379	172	11.0	441	207	15	7.5	HRB62	
MIM-4650 淬火与回火态	1482	1310	<1.0	1655	1482	2	7.5	HRC49	HRC55
MIM-2700 烧结态	379	207	20.0	414	255	26	7.6	HRB69	
不锈钢									
MIM-316L 烧结态	448	138	40.0	517	172	50	7.6	HRB67	

续表 1-1

材料牌号 (状态)	最小值			典型值					
	拉伸性能			拉伸性能			密度 /g · cm ⁻³	硬度	
	极限拉伸 强度 /MPa	屈服强度 (0.2%) /Mpa	拉伸率 (于 25mm 中) /%	极限拉伸 强度 /MPa	屈服强度 (0.2%) /Mpa	拉伸率 (于 25mm 中) /%		表观值 (直接)	显微硬度 (换算值)
不锈钢									
MIM-Duplex 烧结态	469	179	33.0	538	228	43	7.6	HRB84	
MIM-17-4PH 烧结态	793	648	4.0	896	800	6	7.5	HRC27	
MIM—17-4PH 固溶处理 与时效的	1069	965	4.0	1186	1089	6	7.5	HRC33	HRC42

①来源于 MPIF35 金属注射成形零件材料标准, 1993~1994 年半。

表 1-2 粉末锻造铁基结构零件材料的典型力学性能 (ASTM B 848) ①

合金	热处理 ^③	硬度	拉伸强度 /MPa	屈服强度 /MPa	伸长率 /%	冲击功 ^② /J
P/F-1040	N	HRB80	515	310	27	5.4
P/F-1040	Q	HRC30	965	825	12	20.3
P/F-1060	N	HRB80	585	345	22	2.7
P/F-1060	Q	HRC40	1345	1025	8	13.6
P/F-10C40	N	HRB97	690	480	15	4.1
P/F-10C60	N	HRC23	790	670	11	2.7
P/F-10C60		HRC28	895	620	11	4.1
P/F-4220		HRB84	515	380	25	33.9
P/F-4240	N	HRB93	620	415	18	16.3
P/F-4260	N	HRC22	760	515	15	6.8
P/F-4620	N	HRB96	550	415	20	33.9
P/F-4620	Q	HRB28	965	895	24	81.3
P/F-4620	Q	HRC38	1	1070	20	47.5

① 表中数据都是由具有规定的化学组成、密度和热处理试样经切削加工制成的试件测定的；

② 夏比 V 型凹口冲击功；

③ N: 正火的；Q: 淬硬和回火到表中所列硬度值。

表 2-1 含油轴承、滑动轴承和滚动轴承性能比较^[10]

各种条件	性能特性	含油轴承	滑动轴承	滚动轴承
------	------	------	------	------

使用条件	价格	一般地比滚动轴承便宜	一般地比滚动轴承便宜	
	大量生产性	有利	一般地不利	标准产品有利
	互换性	稍微不利	不利	有力
给油条件	给油	即使在不给油条件下也可使用	必须给油	根据条件不给油也可以
载荷	耐载荷性	对于高载荷有力	有利	有利
	速度特征	一般地低速	一般地中速、高速	中速、高速
	振动载荷	有利	多少产生摩擦腐蚀	不利（易产生摩擦腐蚀）
	冲击载荷	有利	有利	不利
	摩擦系数	较大	仅启动时大	比滑动轴承小
环境条件	耐热性	依据需要选择，高	至+150℃左右	在高温下不能使用
	耐蚀性	依据种类，一般地不利	依据种类，一般地有利	不利
	耐水性	一般地有利	除特殊制品外，不可	没有密封时不能使用
	异物理没性	有利	较有利	不利
	噪声	有利	有利	不利
	摇动	非常有利	有利	不利
	往复运动	有利	不利	除球形轴套外不可用
间歇运动	有利	不利	有利	
对偶件条件	对偶件材质	普通钢材	一般地淬火钢材	普通钢材
	表面粗糙度	3~12s	3s 以下	6~12s
尺寸形状条件	尺寸限制	特制的	特制的	除特殊情况外，通常不象滑动轴承那样紧凑
	形状限制	特制的	特制的	形状一定
	间隙	较大	较小	极小或无
	精度	依据种类，较差	较好	良好

表 2-2 烧结金属含油轴承的 ISO5755/I-1980 标准

材料	牌号 ^①	化学组成					物理-力学性能				
		C _总 /%	Cu /%	Fe /%	Sn /%	其他 /%	开口孔 隙度 <i>P</i> /%	径向压溃 强度 <i>K</i> /MPa	密度 /g · cm ⁻³	相对密度 密度 /%	线膨胀系数α /K ⁻¹
铁	P1011Z	<0.25		余		<2.0	≧27	≧120	5.4	70	12 × 10 ⁻⁶
	P1012Z						≧22	≧170	5.8	75	
	P1013Z						≧17	≧220	6.2	80	
铁-铜	P1011Z	<0.25	1.4~	余		<2.0	≧27	≧150	5.4	70	12 × 10 ⁻⁶
	P1012Z		4.0				≧22	≧200	5.8	75	
	P1013Z						≧17	≧250	6.2	80	

续表 2-2

材料	牌号 ^①	化学组成					物理-力学性能				
		C _总 /%	Cu /%	Fe /%	Sn /%	其他 /%	开口孔 隙度 <i>P</i> /%	径向压溃 强度 <i>K</i> /MPa	密度 /g · cm ⁻³	相对密度 密度 /%	线膨胀系数α /K ⁻¹
青铜	P4011Z	<0.25	余		9.0	<2.0	≧27	≧110	6.1	70	18 × 10 ⁻⁶
	P4012Z						≧22	≧140	6.6	75	
	P4013Z						≧17	≧180	7.0	80	
	P4014Z						≧12	≧210	7.4	85	
青铜-石墨	P4021Z	0.5	余		9.0	<2.0	≧27	≧90	5.9	70	18 × 10 ⁻⁶
	P4022Z	~					≧22	≧120	6.4	75	
	P4023Z	2.0					≧17	≧160	6.8	80	

① Z 表示烧结材料烧结后经过处理、在本国际标准中表示含浸液体润滑油的材料。

表 2-3 烧结金属含油轴承的化学成分和物理-力学性能^[11]

合金系 (主要成分)	化学成分/%						相应的 JIS 标准	性能		
	Cu	Fe	Sn	Pb	C	其他		密度 /g·cm ⁻³	含油率 /%	压溃强度 /MPa
Cu-Sn	余	—	8~11	—	—	1>	SBK1218	6.4~7.2	18<	150<
Cu-Sn-Pb-C	余	—	8~11	3>	3>	1>	SBK2118	6.4~7.2	18<	150<
Cu-Sn-C	余	—	8~11	—	3>	1>	SBK1218	6.4~7.2	18<	150<
Cu-Sn-Pb	余	—	3~5	4~7	—	1>	SBK2118	6.4~7.2	18<	150<
Cu-Sn-Pb-C	余	MoS ₂ 1.5~5.5 Ni<3	7~11	1.5>	1.5>	1>	—	6.4~7.2	12<	150<
Cu-Sn-Pb	余	MoS ₂ 1.5~5.5	7~11	1.5>	—	1>	—	6.4~7.2	12<	150<
Fe-Cu-C	5>	余	—	—	0.2~ 0.8	1>	SBF4118	5.6~6.4	18<	150<
Fe-Cu-Pb	3>	余	—	2>	—	1>	SBF2118	5.6~6.4	18<	200<
Fe-Cu-Pb-C	5>	余	—	3~10	0.2~ 0.8	3>	SBF5110	(5.7~7.2)	15<	200<
Fe-Cu-Sn	48~52	余	1~3	—	—	3>	—	6.2~7.0	18<	200<
Fe-Cu-C	14~20	余	—	—	1~4	1>	—	5.6~6.4	18<	160<
Fe-Cu-Zn	18~22	余	1~3	Zn 2~7	—	1>	—	5.6~6.4	18<	150<

注：化学成分与密度各生产厂略有不同

表 2-6 常用铁基烧结材料的化学组成（质量分数）（%），余量 Fe^[12]

材料	C	Ni	Cu	Cr	Mo	P	N	S	O	其他
碳钢	<0.25									2 _{max}
	0.25~0.5									2 _{max}
	0.6~1									2 _{max}
磷钢	<0.25				0.30					2 _{max}
	0.25~0.6				0.30					2 _{max}
	<0.25				0.45					2 _{max}
	0.25~0.6				0.45					2 _{max}
	<0.25				0.60					2 _{max}
	0.25~0.6				0.60					2 _{max}
镍钢	<0.25	2~4								2 _{max}
	0.25~0.6	2~4								2 _{max}
	0.6~1	2~4								2 _{max}
	<0.25	4~6								2 _{max}
	0.25~0.6	4~6								2 _{max}
	0.6~1	4~6								2 _{max}
铜钢	<0.25		1~3							2 _{max}
	0.25~0.6		1~3							2 _{max}
	0.6~1		1~3							2 _{max}
	<0.25		3~6							2 _{max}
	0.25~0.6		3~6							2 _{max}
	0.6~1		3~6							2 _{max}
铜镍钢	<0.25	0.5~2	2~4							2 _{max}
	0.25~0.6	0.5~2	2~4							2 _{max}

	0.6~1 <0.25 0.25~0.6 0.6~1	0.5~2 2~5 2~5 2~5	2~4 1~3 1~3 1~3							2 _{max} 2 _{max} 2 _{max} 2 _{max}
铜镍钼钢	<0.25 0.25~0.6 0.6~1 <0.25 0.25~0.6 0.6~1	1.75 1.75 1.75 4.0 4.0 4.0	1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5		0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5					2 _{max} 2 _{max} 2 _{max} 2 _{max} 2 _{max} 2 _{max}
不锈钢	<0.15 <0.03 <0.03 <0.03	8~10 8~12 10~14 1 _{max}		17~19 18~20 16~18 11.5~1.35		<0.20 2~3 <0.045 0.045		0.15~0.30 <0.030 <0.030 <0.030		2Mn; 1Si 2Mn; 1Si 2Mn; 1Si 1Mn; 1Si