

国外软磁合金的 品种和性能

上海钢铁研究所编

上海科学技术情报研究所

毛主席语录

中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。

在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。因此,人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。

外国一切好的经验、好的技术,都要吸收过来,为我所用。学习外国必须同独创精神相结合。

前 言

伟大的无产阶级文化大革命有力地推动着我国尖端科学技术的飞速发展，由于近代电子计算技术，空间技术以及其它有关领域不断取得的进展，要求电子器件兼有可靠、微型化、高稳定的特性，从而对软磁合金在质量和数量上的要求也相应提高。目前国外生产的软磁合金品种繁多，性能也颇不一致，研制中的品种也层出不穷。为了正确了解和选用各类软磁材料，遵照毛主席关于加强调查研究和“洋为中用”的方针，我们按照1972年冶金工业部全国精密合金规划会议的精神，编译了《国外软磁合金的品种和性能》一书，以供国内软磁合金生产和使用单位的有关人员参考。

全书共分三个部分：

第一部分：按合金系类别列出国外已生产供应的软磁合金牌号和性能。将其中某些牌号，较详细的生产工艺和技术数据列于第二部分。

第二部分：按合金系类别较详尽地介绍了各国尚在研制中的软磁合金性能、冶炼、加工、热处理等工艺。

第三部分：为适应发展计算机、录音、录象和空间等尖端技术的需要，收集了有关磁记录头和高温软磁合金方面的资料。

第四部分：介绍美、英、法、西德和日本等国新的标准规定和主要磁学量定义，以便读者正确理解和比较各国产品的磁性能。

附：常用单位换算表。

本书收集的资料，其来源有世界各主要工业国的工厂企业和科研机构的产品样本、说明书、专利、特种文献以及各期刊上公开发表的文献等。

由于我们马列著作、毛主席著作学得不够，加之专业水平有限，缺乏编写经验，书中一定还有不少错误和缺点，欢迎读者批评指正。

编者 1974. 11.

(2K553/35)
2K553/16

序号	合 金 牌 号	国别	序号	合 金 牌 号	国别
44	Conpernik	美	86	PY 50 N	捷
45	Orthonol	美	87	PY 50 H	捷
46	49 Square Mu	美	88	PY 65 M	捷
47	Hy-Ra 49	美	89	P 2300	匈
48	High Perm	美	90	NFB	日
49	Laminic	美	91	TMB	日
50	Orthoud	美	92	TMB-V	日
51	Deltamax	美	93	YFN 45	日
52	Deltamax 5000 Z	美	94	H 51	日
53	Hipernik V	美	95	HM 45	日
54	Allegheny 4750	美	96	RNE	日
55	Blendalloy 25-5000	美	97	PB-1	日
56	Niron 52	美	98	HMA	日
57	65 Permalloy	美	99	HMO	日
58	68 Permalloy	美	100	HMO-M	日
59	45 H	苏	101	Sendelta 50	日
60	50 H	苏	102	PE-1	日
61	50 HII	苏	103	PEI	日
62	50HPIBI	苏	104	NS-1	日
63	65 HII	苏	105	63 Ni-Fe	日
64	Supranhyster 50	法	106	65 Ni-Fe	日
65	Anhyster DS	法	107	Viperm 5B	瑞士
66	Anhyster DT	法	108	Balco	美
67	Rectimphy	法	109	78 Permalloy	美
68	Magnifer 50	西德	110	Elmaperm 75	西德
69	Permenorm Z	西德	111	PY 78	捷
70	Permenorm 5000 Z	西德	112	HM 78	日
71	Permenorm 5000 ZE	西德	113	PA	日
72	Permenorm 5000 H2	西德	114	Technamet 1	英
73	Permenorm 5000 H3	西德	115	Technamet 1a	英
74	Permenorm 5000 G3	西德	116	Permalloy C	英
75	Permenorm 5000 S	西德	117	Permalloy C Super	英
76	Permenorm 5003 S	西德	118	Mumetal	英
77	Permax M	西德	119	Mumetal Plus	英
78	Permax Z	西德	120	Supermumetal	英
79	Hyperperm 50	西德	121	Supermumetal 100	英
80	Hyperperm 50 A	西德	122	Orthomumetal	英
81	Hyperperm 50 T	西德	123	Satmumetal	英
82	Isoperm 50	西德	124	Mumetal 60	英
83	Hyperperm 53	西德	125	Nilomag 77	英
84	Permax S	西德	126	Nilomag 771	英
85	PY 50	西德	127	Monimax	美
			128	Dynamax	美

序号	合 金 牌 号	国别	序号	合 金 牌 号	国别
129	Hy-Ra 80	美	172	Ultraperm 10	西德
130	Hymu 80	美	173	Hyperperm 766	西德
131	Hymu 800	美	174	Cryoperm 10	西德
132	Vacumet Hymu 800	美		Cryoperm Z	
133	Hipernom	美		Cryoperm F	
134	Hipernom V Moly-Permalloy	美	175	Hyperperm 900	西德
135	4-79 Permalloy	美	176	PY 78M	捷
136	Supermalloy	美	177	PY 5Mo	捷
137	2-81 Mo-Permalloy (粉末铁芯)	美	178	PY 76Cu	捷
138	Mu Guard 80	美	179	P 20000	匈
139	Blendalloy 25-7904	美	180	Viperm 10	瑞士
140	Blendalloy 25-8005	美	181	TMG	日
141	4-79 Mo-Permalloy	美	182	TMH	日
142	Mumetal	美	183	HMC-S	日
143	68 HMII	苏	184	TMS	日
144	74 HMII	苏	185	HMC	日
145	80 HMA	苏	186	PB-2	日
146	79 HM	苏	187	PB-2S	日
147	79 HM-V	苏	188	PC-3	日
148	77 HMII	苏	189	PC-3 (录音头用)	日
149	76 HXII	苏	190	PC-3S	日
150	Permimphy 77	法	191	PC-1	日
151	Permimphy 1	法	192	PC-2	日
152	Permimphy 2	法	193	PC-2 (录音头用)	日
153	Permimphy 3	法	194	TMC	日
154	Permimphy 4	法	195	TMC-V	日
155	Anhyster M	法	196	PC-2S	日
156	Pulsimphy	法	197	PE-2 (I 型)	日
157	Superimphy 77	西德	198	PE-2 (II 型)	日
158	Hyperperm Max	西德	199	Ultraperm 10D	西德
159	Hyperperm 800	西德	200	HPC	日
160	Permax F	西德	201	MPC	日
161	Permax	西德	202	UPC	日
162	Mumetall	西德	203	YFN 78	日
163	Mumetall S	西德	204	Rhometal	英美
164	M-1040	西德	205	Permalloy D	美
165	Vacoperm 70	西德	206	Sinimax	美
166	Vacoperm 100	西德	207	Cr-Permalloy	美
167	Vacoperm S	西德	208	Cr-Supermalloy	美
168	M 583	西德	209	38 HC	苏
169	Ultraperm	西德	210	42 HC	苏
170	Ultraperm F	西德	211	50 HXC	苏
171	Ultraperm Z	西德	212	80 HXG	苏

序号	合 金 牌 号	国别	序号	合 金 牌 号	国别
213	Isoperm 36	西德	256	PR	日
214	Megaperm 6510	西德	257	16 X	苏
215	V-Permalloy (A) (B) (C)	日	258	Perminox 14	法
216	Permendur	英	259	Perminox 14 SP	法
217	Supermendur	英	260	Perminox 18	法
218	Permendur 24	英	261	Hyperperm 20	西德
219	Technamet IV	英	262	K-M 31	日
220	Hiperco 27	美	263	K-M 34	日
221	Hiperco 35	美	264	Alfenol	美
222	Hiperco 50	美	265	16 IOX	苏
223	Remendur	美	266	16 IOIX	苏
224	Covandur	美	267	12 IOK	苏
225	Hy-Sat 27	美	268	Vacodur 16	西德
226	Hy-Sat 48	美	269	Hypermal	日
227	Hy-Sat 48 FM	美	270	Alperm	日
228	Hy-Sat 50	美	271	Alfer	日
229	2V-Permendur	美	272	YEA-13	日
230	Supermendur	美	273	YEA-12	日
231	Permendur	美	274	YEA-16	日
232	27 KX	苏	275	R -2799	英
233	50 KΦ	苏	276	R-2799 A	英
234	50 KΦA	苏	277	R-2800	英
235	34 HKMΠ	苏	278	R-2800 A	英
236	34 HKДΠ	苏	279	Technamet V	英
237	37 HKДΠ	苏	280	Mutemp	英
238	35 HKXCP	苏	281	Calmalloy 1	美
239	33 HKMCP	苏	282	Calmalloy 2	美
240	40 HKMΠI	苏	283	NMHG	法
241	47 HK	苏	284	Thermoflux	西德
242	47 HKX	苏	285	Thermperm	西德
243	Phymax	法	286	PY 30	捷
244	AFK 1	法	287	PY 30 Mn	捷
245	AFK 502	法	288	Monel	捷
246	AFK 502 Sp	法	289	SJK	日
247	Hypermeo 35	西德	290	热磁合金 I	日
248	Hypermeo 50	西德	291	热磁合金 II	日
249	Vacoflux 48	西德	292	MS-1	日
250	Vacoflux 50	西德	293	MS-2	日
251	Vacoflux Z	西德	294	MS-3	日
252	Vacoflux S	西德	295	SMA	日
253	SME、SME-V	日	296	SMB	日
254	27 Co	日	297	SMC	日
255	PMD	日			

第一部分 各国软磁合金牌号和性能表

(I) Fe-Ni 36 型合金

序号	合金牌号	合金成份 (重量%)		磁				电				性				居里温度 $T_c (^{\circ}\text{C})$	比 d (克/厘米 ³)	国别与制造厂
		Fe	Ni	最大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B (千高)	饱和 磁感 B_s (千高)	剩磁 B_r (千高)	磁 滞 耗 ($P_{10/60}$) 瓦/公斤	矫顽力 H_c (奥)	电阻率 ρ (微欧·厘米)	电 阻 率 ρ	铁芯损耗 ($P_{10/60}$) 瓦/公斤	矫顽力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	电 阻 率 ρ			
1	Technamet III [40]	64	36	2000	10000	12	3.5									280	8.1	[英] Techna Ltd.
注: 其它物理性能: 饱和磁滞损耗 450 尔格/厘米 ³ /周; 热传导 0.02 (CGS 单位); 比热 0.112 卡/克/°C; 机械性能: 硬度 (VFN) 冷轧 290 退火 110~120 最大抗张强度 (公斤/毫米 ²) 冷轧 55~59 退火 30~31 杨氏模量 (退火) 1.33 × 10 ⁶ 公斤/厘米 ²																		
用途: 该合金具有高的电阻率, 在载频电话和无线电频率范围内有高的导磁率, 在这些应用中合金可制成 0.025 毫米薄带卷绕铁芯, 合金也可制成供冲片用带材以及线材等, 主要用于雷达、电视等高频变 压器上。																		
2	Permalloy [80][94]	64	36	μ_0 ① 1800~ 3000	12000~ 20000	13						V_1 ② 0.44	0.15	85			8.1	[英] Telcon Co.
注: ① $H=5$ 毫奥时的导磁率; ② 50 赫 10 千高磁感下的铁损; 试样厚度: 0.375 毫米。																		
用途: 在高频下具有优良的有效导磁率及低的铁损, 它最适用于 3000~20000 赫范围中应用, 同时也用以 制造高频下宽频带变压器及高频发电机等。																		

序 号	合 金 牌 号	合金成份 (重量%)		磁 电 性 能										国别与制造厂
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B (千高)	饱 和 磁感 B _s (千高)	剩 磁 B _r (千高)	磁 滞 B _r (千高)	铁芯损耗 (P _{10/50}) 瓦/公斤	矫 顽 力 H _c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T _c (°C)	
6	Supranhyster 36 [60][62][64]	64	36		20000	6	13	5.5	0.5①	0.2	75	230	8.1	[法] Acieries d'Imphy
注: ① P _{10/400} =4 瓦/公斤; 试样厚度 0.3 毫米。 其他性能: $\mu_{50}=2500, \mu_p=20000, \mu_{60}=2500, \mu_s=17000$														
用途: 该两种合金 Supranhyster 36 B 及 Anhyster B 的电阻率高, 因而可降低涡流损耗, 但其居里温度低, 应用范围受到一定限制。这类合金主要用于高频滤波器、脉冲变压器等, Supranhyster 合金最后热处理为 1000°C 40 分钟。														
7	Elmaperm 36 W [78]	余	36~38	μ_0 ① 2500	13000②	5	12③		≤0.7	0.3	75	320	8.15	[西德] Vereinigte Deutsche Metallwerke AG
注: ① 5 毫奥, 50 赫下导磁率; ② 50 赫下最大导磁率, 即 $\mu = \frac{1}{\mu_0} \times \frac{B_{max}}{H_{max}}$ (基波), 按西德 Norm DIN 410301 标准测试; ③ $(B - \mu_0 H)_s = 4\pi J_s = \frac{1.2 \text{ 韦伯}}{\text{米}^2}$ 。 其他性能: 卷绕铁芯的有效导磁率 $(\mu_{有效} = \frac{B_{max}}{H_{有效}})$ 高/安匝/厘米) 最小保证值为: 100 高时为 1450; 1400 高时为 12000。														
用途: 该合金主要用于优质电流互感器、变压器和灵敏继电器。 热处理: Elmaperm 36 应在特别纯的氢或分裂氨中 (1000~1100°C), 保温 2~6 小时, 炉冷至 600°C 后空冷。														

序 号	合 金 牌 号	合金成份 (重量%)		磁 电 性 能						比 重 δ (克/厘米 ³)	国别与制造厂		
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 $\mu_{\max}$ 时磁感 B (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 耗 $P_{(50/50)}$ 瓦/公斤	矫 顽 力 H_c (奥)			电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)
8	Elmaperm 36 K [78]	余	36~38		6000②		12③			75	320	8.15	[西德] Vereinigte Deutsche Metallwerke AG
注: ① 5 毫奥, 50 赫下导磁率; ② 50 赫下最大导磁率, 按照 DIN 410302 标准; ③ $\delta_g = 66.7 \frac{\mu_{50} - \mu_0}{\mu_{50}} \cdot 10^4$ 米 ² /韦伯; $\delta_{100} = 12.5 \frac{\mu_{100} - \mu_{50}}{\mu_{50}} 10^4$ 米 ² /韦伯。 该合金保证值如下: 迭片及环形铁芯 相对导磁率 μ_{50} 在 10^4 (米 ² /韦伯)下导磁率上升率 M20, M22② 1900 ± 200 $\delta_g \leq 3$ $\delta_{100} \leq 2$ M30 及 M30 以上② 2000 ± 200 ≤ 3 ≤ 2 环形铁芯 2000 ± 200 ≤ 3 ≤ 2													
用途: Elmaperm 36 K 相应于 DIN 410301 D, 这种合金, 在弱场强中有高的导磁率, 并且在小于 0.1 奥的场强下, 具有恒导磁特性, 其最大导磁率较 Elmaperm 36 W 低。主要用于通信技术中的变压器铁芯, 也适用于需要恒定磁感的场合。Elmaperm 36 K 与 Elmaperm 36 W 化学成份相同, 但热处理制度不同, 其最终热处理为 600~780°C, 保温, 1/2~3 小时, 空冷。													
9	Hyperperm 36 [18][67][72]	余	36		2250		13				70		[西德] Fried. Krupp.
注: 不同磁感 (B_m) 下的导磁率 ($\mu = \frac{B_m}{H_m}$) B_m (高) 0 20 100 1000 $\mu \left(= \frac{B_m}{H_m} \right)$ 2250 2350 (2000) 2450 (2200) 2700 (2400) () 中为保证值													
用途: 该合金的特点是在弱磁场 (100 毫奥以下) 时, 导磁率与场强无关, 它属于 DIN 410301 D 类合金。主要用于非线性失真小的通信技术及扩音器上。													

序 号	合 金 牌 号	合金成份 (重量%)		磁 电 性 能										国别与制造厂
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B_s (千高)	饱 和 磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 滞 损耗 ($P_{10/60}$) 瓦/公斤	矫 顽 力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 d (克/厘米 ³)	
10	Hypernorm 36 M [18][48][67] [72]	余	36	2200 (2000)	14000 (11200)	5	13		0.6	0.1(0.3)	70		8.15	[西德] Fried. Krupp.
注: 不同磁感(B_m)下的导磁率($\mu = \frac{B_m}{H_m}$) B_m (高) 0 20 100 1000 μ ($= \frac{B_m}{H_m}$) 2200(2000) 2400 3300(2800) 5600 () 中为保証值 铁损(瓦/公斤) $V_{10}=0.6$, $V_5=0.18$; (试样厚度 0.35 毫米, 在 50 赫 10000 及 5000 高磁态下测得) 不同磁场时的磁感 H (奥) 6.3 12.5 18.8 62.5 125 B (千高) 12.4 12.5 12.8 13.0 13.0														
用途: 该合金成分同 Hypernorm 36, 但经过不同热处理, 最大导磁率更高, 主要用于电流互感器铁芯、继电器铁芯和极靴等。														
11	Permenorm 3601-K1 [18][48][67] [73][80][90]	64	36	μ_s 2000	8000		13	7	1.1②	0.50	75	250	8.15	[西德] Vacuum- Schmelze
注: ① 在 5 毫奥 50 赫下测得; ② 铁损(瓦/公斤) $V_{10}=1.1$, $V_5=0.9$ (在 50 赫 10000 及 5000 高磁态下测得); 试样厚度为 0.3 毫米。 其它磁性能: $\lambda_s = +22 \times 10^{-6}$; 相对磁滞系数 $h/\mu^2 = 1.2 \times 10^3$ 厘米/千安。														
用途: 该合金在 100 奥左右以下的磁场中, 具有恒导磁特性。用作输出、输入变压器、扼流圈、宽频带变压器、脉冲变压器、低频变压器等。														
12	Permenorm 3601-K2 [18][48][67] [73][80][90]	64	36	μ_s 2500	18000	5	13		0.55	0.20	75	250	8.15	同上
以上为试样厚度 0.3 毫米, 在 50 赫下测得的数据。 注: 其它磁性能: $\lambda_s = +22 \times 10^{-6}$; $h/\mu^2 = 3 \times 10^3$ 厘米/千安														
用途: 该合金有较高的最大导磁率, 但导磁率随磁场上升的增长率较 Permenorm 3601-K1 为大。用于磁屏蔽、输出变压器、小型电机、低频变压器等。														

序 号	合 金 牌 号	合 金 成 份 (重 量 %)		磁 电 性 能										国别与制造厂
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B_s (千高)	饱 和 磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 滞 ($P_{10/60}$) 瓦/公斤	矫 顽 力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 d (克/厘米 ³)	
13	Permenorm 3601-K3	64	36	3000	15000		13			0.25	75	250	8.15	[西德] Vacuum- Schmelze
用途: 该品种为补充 3601-K2 供应较大厚度的实芯 (Massivteil) 坯料。用作磁屏蔽、电机、极靴、继电器、压力计等。														
14	Permenorm S [73]	64	36	$\mu_0 1500 \sim 2500$	4500~7000		13			0.2~0.3	70	250	8.1	同上
注: $\lambda_s = +22 \times 10^{-6}$, 该合金与 Permenorm 3601 型相同, 但采用粉末冶金法生产。														
15	Magnifer 36	余	38	在 0.02 奥时 3500	25000		13			0.2				[西德] Vereinigte Deutsche Metallwerke A. G.
16	PY36 [20][52]	64	36	$\mu_0 2000$	9000		11	5		0.376	75	280	8.15	[捷] Kovohute Bokycany
注: $\lambda_s = +33 \times 10^{-6}$; 不同厚度的极限频率如下: 厚度(毫米) 0.32 0.12 0.05 频率(赫) 3,900 27,000 160,000														
17	TMD [56]	64	36	$\mu_0 01$ >3,500	20,000		13.0			0.15	75	230	8.15	[日] 东北金属
用途: TMD 合金作为变压器铁芯材料, 由于其电阻率高, 因此适宜于制造高频变压器。该合金有两种: 一种为高导磁型, 另一种为低失真型。两种特性如下:														
				有 效 导 磁 率										
				频 率		低 失 真 型 (带厚: 0.35, 0.20, 0.10, 0.05 毫米)		高 导 磁 型						
				0.3 千赫 1.0 千赫 3.0 千赫		2,100 2,000 —		0.35 毫米 3,500 3,100 —		0.20 毫米 3,600 3,500 2,900				
18	36K [56]	64	36	$\mu_0 01$ >2,500	77,000		12.5			<0.25	70	250	7.7	[日] 东北烧结金 属
注: 硬度 HV 200, 该合金与 TMD 合金相同, 但采用粉末冶金法生产。														

序 号	合 金 牌 号	合 金 成 份 (重量%)		磁 电 性 能										国别与制造厂	
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B_s (千高)	饱 和 磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 耗 瓦/公斤	铁芯损耗 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 δ (克/厘米 ³)		
19	YFN 36 [56]	64	36	$\mu_{40.01}$ 5,000~ 8,000	30,000~ 5,0000		11~13			0.05~ 0.15	76		8.15	[日] 日本乐器制 造	
用途: 该合金相应于 JIS 标准 PD。YFN 36 的导磁率受机械应力影响小,它作为通信技术中的变压器铁芯材料。															
20	HM 36 [56]	64	36	$\mu_{40.01}$ >4,000	>10000		>11.0			<0.25	>70	≈250	8.15	[日] 三菱电机	
注: 热处理状态硬度 HV 120~140,该合金相应于 JIS 标准 PD。															
21	PD-1 [22][23]	余	36	板厚(毫米)										[日] 住友金属	
				1. 低失真型											
				0.05	—	—	μ_e (1千赫)	μ_e (3千赫)	μ_e (10千赫)	δ_5	δ_{100}				
				0.10	—	—	>1,900	>1,900	>1,800	—	<0.04	<0.13			
				0.20	>2,000	>1,900	>1,900	>1,900	—	—	—				
				0.35	>1,900	>1,800	>1,800	>1,800	—	—	—				
				0.05	—	—	>3,000	>3,000	>2,500	—					
				0.10	—	—	>3,000	>3,000	>2,700	—					
				0.20	>2,800	>2,500	>2,500	>2,500	—	—					
				0.35	>2,700	>2,300	>2,300	>2,300	—	—					
μ_e 为有效导磁率; δ_5, δ_{100} 为有效导磁率的上升率。 热处理: 1000~1150°C, 3 小时后炉冷至室温(在氢气中)															
$\delta_5 = \frac{\mu_{100} - \mu_5}{\mu_{100}}$ $\delta_{100} = \frac{\mu_{100} - \mu_{100}}{\mu_{100}}$															
式中 μ_5, μ_{100} 表示在 1 千赫, 各分别通过 0.5, 2.0 和 10.0 毫安测定电流时的有效导磁率。 用途: 该合金的电阻率高, 涡流损耗低, 用于高频变压器铁芯等。 其线膨胀系数 $\alpha = 2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$															

序 号	合 金 牌 号	合 金 成 份 (重 量 %)		磁				电				性				能	厂 别与制造厂
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B_s (千高)	饱 和 磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 导率 μ (千高)	铁芯损耗 瓦/公斤	矫 顽 力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 δ (克/厘米 ³)			
22	PD-2 (高导磁率处 理) [22][23]	余	36	Mo 不详	5,000~ 18,000	B_{10} 11.0~ 11.80	B_{10} 2.7~3.0	有效导磁率 (μ_e) 0.3 千赫 0.05 毫米 0.10 毫米 0.20 毫米 0.35 毫米 热处理: 1100°C 在氢中保温 2 小时后炉冷至室温。 机械性能: 抗张强度 50~80 公斤/毫米 ² ; 硬度 (HRB) 60~90 延伸率 10~40%; 杨氏弹性模量 16,000	1 千赫 — — 72,800 72,700	3 千赫 — — — —	10 千赫 — — — —	85	150	8.15	[日] 住友金属		
23	PD-2 (低失真系数 处理)	余	36	Mo 不详	直流磁性性能同 PD-2 (高导磁率处理) 注: 交流磁性性能: 板厚(毫米) 0.3 千赫 1 千赫 3 千赫 10 千赫 0.05 — >1,900 — 0.10 — >1,900 >1,800 — 0.20 >2,000 >1,900 — 0.35 >1,900 >1,800 — $\delta_g = \frac{\mu_{100} - \mu_5}{\mu_{20}}$ (μ_5, μ_{20} 和 μ_{100} 各表示在 1 千赫时分别通 0.5, 2.0 和 10 毫安测量电流时的有效导磁率) $\delta_{100} = \frac{\mu_{100} - \mu_{20}}{\mu_{20}}$ 磁率) 用途: 该合金具有矩磁回线, 特别用于磁放大器、大电流机械整流器用电抗器元件, 也可用于雷达变压器及某种通信装置如倍频器。该合金为各向异性结构, 用该合金所制的带绕铁芯, 其磁通方向与轧制方向平行。				有效导磁率 μ_e 上升率 δ_g δ_{100} — >1,800 — — <0.04 <0.13 — — — — — —				同上				

(II) Fe-Ni 40~50 型合金

序 号	合 金 牌 号	合金成份 (重量%)		磁 电 性 能										国别与制造厂
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B_s (千高)	饱 和 磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 滞 损耗 瓦/公斤	矫 顽 力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 d (克/厘米 ³)	
24	Radiometal [16][18]	余	45	2,000①	25,000	6	16.0			0.16	45		8.3	[英] Telcon Co.
注: ①在5毫奥50赫下测量。在 $B=10,000$ 高时磁滞损耗为220尔格/厘米 ³ /周; 在 $B_m=10,000$ 高50赫时总损耗为0.7瓦/公斤。														
25	Radiometal Special [18]	余	45	4,500①	45,000		16			0.055	40			同上
注: ①在5毫奥50赫下测量。在 $B=50,000$ 时饱和磁滞损耗为70尔格/厘米 ³ /周。														
26	Permalloy B [16][18][74] [80]	余	45	2,000~ 4,000	15,000~ 40,000		16			0.15	45~55	230	8.3	同上
27	Permalloy F [18][80]			~1,000	200,000 400,000		14	13.3	$P_{14/50}$ 0.66	$f=0$ 赫 $H_c=0.05$; $f=50$ 赫 $H_c=0.3$	26	470		同上
注: 该合金与 Permalloy B 相同, 但具有矩磁回线, 该合金为各向异性。 试样厚度 $d=0.37$ 毫米。														
28	Nilo Alloy 45	余	45	3500 (50 赫)			15.5					400		[英] Henry Wiggin
用途: 该合金主要用作磁屏蔽, 电话中铁芯及变压器用迭片等。														
29	Nilo Alloy 48 [75]	余	48				15.7					440	8.2	同上
用途: 该合金的起始和最大导磁率均较高, 铁损低, 适用于电讯工程部件。														

序 号	合 金 牌 号	合 金 成 份 (重量%)		磁 电 性 能										国别与制造厂
		Fe	Ni	起 始 导磁率	最 大 导磁率	在 $\mu_{\max}$ 时磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	铁芯损耗 瓦/公斤	矫 顽 力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 α (克/厘米 ³)		
30	Technamet II [40]	余	50	3,500	30,000	16	10		0.15	45	500~550	8.3	[英] Techna Ltd	
注: 该合金的其它性能: 饱和磁感时磁滞损耗 (尔格/厘米 ³ /周) 1000; 线膨胀系数 $\alpha = 10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; 热传导 (CGS 制) 0.03; 比热 (卡/克/°C) 0.115; 硬度 HV 冷轧态 250, 退火 95~110; 最大抗张强度 冷轧态 63~79 公斤/毫米 ² , 退火态 39~47 公斤/毫米 ² ; 杨氏模量 (退火态) 1.68×10^6 公斤/厘米 ² 。														
用途: 是一种高导磁, 高饱和磁通密度的合金, 其工作磁通密度较 Technamet I 高, 其导磁率较硅钢高。该材料如在增加极化磁场的情况下应用, 可以使部件尺寸减小并改进性能。该合金广泛用于继电器线路及在交直流相迭加情况下的扼流圈。														
31	Technamet II a [40]	余	50	10,000	100,000	16			0.04	40	500~550	8.3	同上	
注: 该合金的其它性能: 在饱和磁感时磁滞损耗为 400 尔格/厘米 ³ /周; 线膨胀系数 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; 热传导 (CGS) 0.03; 比热 (卡/克/°C) 0.115; 硬度 HV 冷轧态 250, 退火态 95~110; 最大抗张强度 冷轧态 63~79 公斤/毫米 ² , 退火态 39~47 公斤/毫米 ² ; 杨氏模量 (退火态) 1.68×10^6 公斤/厘米 ² 。														
用途: 该合金的化学成分与 Technamet II 相同, 但是它用特别纯的原料以真空熔炼技术生产。其起始导磁率三倍于 Technamet II, 最大导磁率更高而铁损更小, 其它在饱和磁感及电阻率方面则与 Technamet II 相同, 它用于较 Technamet II 要求更高的场合。														
32	Technamet 50/50 [40]	余	50		100,000	15.6~ 16.0			0.13		440~500	8.3	同上	
注: 该合金的其它性能: 在饱和磁感时磁滞损耗为 650 尔格/厘米 ³ /周; 线膨胀系数为 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; 热传导 (CGS 制) 0.03; 比热 (卡/克/°C) 0.115; 硬度 HV 退火态 95~110; 最大抗张强度 冷轧态 110~142 公斤/毫米 ² , 退火态 39~47 公斤/毫米 ² ; 杨氏模量 退火态 1.68×10^6 公斤/厘米 ² 。														
33	Radionetal 50 [51][74][84]	余	50	46,000	40,000	16	10		0.10	45	525	8.1	[英] Telcon Co.	
注: 机械性能: 硬度 (HV) 冷轧态 250, 退火态 105; 抗张强度 (公斤/毫米 ²) 冷轧态 71, 退火态 49; 弹性模量 (公斤/厘米 ²) 1.7×10^6 。其它性能: 线膨胀系数 $\alpha = 10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; 导热系数 (瓦特·米/米·°C) 13; 比热 (焦耳/克/°C) 0.48。 该合金在 $B_{\text{饱和}}$ 时磁滞损耗 (J/m^2 /周) 40。														
用途: 该合金具有较高起始导磁率和饱和磁感及低铁损, 其特点是在迭加直流磁感应为 8,000~10,000 奥的范围内有高的磁导率, 以致可以使元件的性能改善和尺寸缩小。 该合金的热处理条件与 Mumetal 合金相仿, 用于工作磁通密度需高于 Mumetal, 以及导磁率高于硅钢的变压器、扼流圈及脉冲变压器; 并且也可与 Mumetal 组成双重磁屏蔽。 该合金特别适用于制造脉冲变压器及微型继电器。														

序号	合金牌号	合金成份 (重量%)		磁 电 性 能										国别与制造厂
		Fe	Ni	起始 导磁率	最大 导磁率	在 μ_{max} 时磁感 B_r (千高)	饱和 磁感 B_s (千高)	剩 磁 B_r (千高)	磁 滞 耗 瓦/公斤	矫顽力 H_c (奥)	电 阻 率 ρ (微欧·厘米)	居里温度 T_c (°C)	比 重 d (克/厘米 ³)	
34	Super Radio- metal [51][84]	余	50	μ_0 11,000	100,000		16	11		0.04	40	525	8.3	[英] Telcon Co.
注: 在饱和磁感应时磁滞损耗(焦耳/米 ³ /周)20, 该合金较 Radiometal 50 有更高导磁率及较低损耗, 用作要求性能更高的铁芯及迭片材料。 机械性能: 硬度 (HV) 冷轧态 250, 退火态 105; 最大抗张强度 (公斤/毫米 ²) 冷轧 71, 退火 43; 其它性能: 同 Radiometal 50。														
用途: 同 Radiometal 50。														
35	Hyrem Radiometal [51]	余	50		70,000		15	13.5		0.1	40	525	8.25	同上
注: 在饱和磁感应时磁滞损耗(焦耳/米 ³ /周)为 50; 硬度 (HV) 冷轧态 250, 退火 105; 导热系数为 16 瓦/米·°C。														
用途: 该合金具有矩形磁滞回线, 有较高的剩磁值。这种合金材料有两种厚度范围: 较厚规格的材料用于电话接收器中手摇发电机的电枢或类似装置; 较薄规格 0.20 毫米, 用于卷绕铁芯形状作为大型饱和电抗器及变流器环形铁芯。														
36	Hyrho Radiometal [51][84]	余	50	μ_0 3,500	60,000		14	10		0.1	75	525	8.3	同上
注: 在饱和磁感应时磁滞损耗(焦耳/米 ³ /周)45。硬度 (HV) 冷轧态 250, 退火 105; 抗张强度 (公斤/毫米 ²) 冷轧 71, 退火 43; 膨胀系数 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; 导热系数 13 瓦特·米/米·°C; 比热 (焦耳/克/°C) 0.48。														
用途: 0.01~0.025 毫米的该合金薄带绕制的环形铁芯, 其电阻率可达 78 微欧·厘米; 直流矫顽力为 0.012 奥。该合金磁性稳定, 最大磁通密度变化为 25 千高斯, 该合金的直流磁性能与 Radiometal 相同, 但具有高的电阻率和低的涡流损耗用于高频场合中。														
37	HQR	余	50											同上
另 详														
38	Ni10 Alloy 51 [75]	余	51				15.7					505	8.24	[英] Henry Wiggin
用途: 该合金由于其优良磁性及封接性能, 主要用于干簧继电器, 也可用于磁放大器和换能器等。														