

## 铁镍软磁合金技术条件

代替 GBn 198—83

本标准适用于在弱磁场下具有高磁导率和低矫顽力的铁镍基软磁合金1J46、1J50、1J54、1J76、1J77、1J79、1J80、1J85和1J86的冷轧带材、冷拉丝材、冷拔(轧)管材、热轧(锻)扁材和棒材及1J34、1J51、1J52、1J65、1J67、1J83和1J403的冷轧带材。

## 1 尺寸、外形

### 1.1 尺寸

合金材的尺寸及允许偏差应符合 GBn 197—88《软磁合金尺寸、外形、表面质量、试验方法和检验规则的一般规定》的有关规定。

### 1.2 外形

合金材的外形应符合 GBn 197—88 的有关规定。

## 2 技术要求

### 2.1 牌号和化学成分

合金的牌号和化学成分应符合表 1 规定。当合金磁性能符合表 2 至表 6 规定时，化学成分允许偏离表 1 规定的范围。

### 2.2 冶炼方法

合金采用真空感应炉冶炼，也可采用其他能满足本标准要求的冶炼方法，但应在质量证明书中注明。

### 2.3 交货状态

合金材不经热处理交货。根据需方要求，也可按半软或软态交货。其磁性能和力学性能按供需双方协议。

### 2.4 磁性能

2.4.1 合金试样经热处理后的磁导率 $\mu_{0.4}$ 、 $\mu_{0.02}$ 、 $\mu_m$ ，矫顽力 $H_c$ 和方形系数 $B_r/B_m$ 值应符合表 2 至表 6 的规定。饱和磁感应强度 $B_s$ 和厚度小于或等于 0.01mm 的薄带磁性能，只提供数据，不作判定依据。弹性磁导率 $\mu_1$ 和铁损值 $P_{1/400}$ 、 $P_{1/1000}$ ，如需方要求时，也可提供数据。

2.4.2 根据需方要求，可进行磁温度稳定性检验，其指标按双方协议。

2.4.3 按Ⅱ级和Ⅲ级合金磁性能订货和要求弹性磁导率 $\mu_1$ 、铁损值 $P_{1/400}$ 、 $P_{1/1000}$ 作为考核值时，应在合同中注明。

### 2.5 表面质量

合金材的表面质量应符合 GBn 197—88 的有关规定。

## 3 试验方法

合金的试验方法按 GBn 197—88的规定进行。

## 4 检验规则

合金的检验规则按 GBn 197—98 的规定进行。

## 5 包装、标志和质量证明书

合金成品的包装、标志和质量证明书应符合 GBn 112—81《精密合金的包装、标志和质量证明书的一般规定》的有关规定。

表 1

类别	合金牌号	化 学 成 分 %										
		C	P	S	Mn	Si	Ni	Cr	Co	Mo	Cu	Fe
		不大于										
高磁导率较高饱和磁感应强度软磁合金	1J46	0.03	0.020	0.020	0.60~1.10	0.15~0.30	45.0~46.5	—	—	—	≤0.20	余量
	1J50	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	49.0~50.5	—	—	—	≤0.20	余量
	1J54	0.03	0.020	0.020	0.60~1.10	0.15~0.40	49.5~51.0	3.80~4.20	—	—	≤0.20	余量
高初磁导率软磁合金	1J76	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.50	75.0~76.5	1.80~2.20	—	—	4.80~5.20	余量
	1J77	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	75.5~78.0	—	—	3.90~4.50	4.80~6.00	余量
	1J79	0.03	0.020	0.020	0.60~1.10	0.30~0.50	78.5~80.0	—	—	3.80~4.10	≤0.20	余量
	1J80	0.03	0.020	0.020	0.60~1.10	1.10~1.50	81.0	2.60~3.00	—	—	≤0.20	余量
	1J85	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	81.0	—	—	4.80~5.20	≤0.20	余量
	1J86	0.03	0.020	0.020	≤1.00	≤0.30	80.5~81.5	—	—	5.80~6.20	—	余量
矩磁合金	1J34	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	33.5~35.0	—	28.5~30.0	2.80~3.20	≤0.20	余量
	1J51	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	49.0~50.5	—	—	—	≤0.20	余量
	1J52	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	49.0~51.0	—	—	1.80~2.20	≤0.20	余量
	1J65	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	64.5~66.0	—	—	—	≤0.20	余量
	1J67	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	64.5~66.0	—	—	1.80~2.20	≤0.20	余量
	1J83	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	78.5~79.5	—	—	2.80~3.20	≤0.20	余量
	1J403	0.03	0.020	0.020	0.30~0.60	0.15~0.30	39.0~41.0	—	24.5~25.5	3.80~4.20	—	余量

表2 高磁导率较高饱和磁感应强度软磁合金的直流磁性能

合金牌号	产品种类	级别	厚度或直径 mm	在0.4A/m磁场 强度中的磁导率 $\mu_{0.4}$	最大磁导率 $\mu_m$	矫顽力(在饱和磁 感应强度下) $H_c$	饱和磁感应 强度 $B_s$	
				mH/m		A/m	T	
				不小于		不大于		
1J46	冷轧带材		0.02~0.04	1.6	22.5	32	1.5	
			0.05~0.09	2.0	27.5	24	1.5	
			0.10~0.19	2.5	31.3	20	1.5	
0.20~0.34			3.1	37.5	16	1.5		
0.35~2.50			3.5	45.0	12	1.5		
	热轧(锻)扁材		3~22	2.5	31.3	16	1.5	
	热轧(锻)棒材		8~100	2.5	31.4	16	1.5	
1J50	冷轧带材	I	0.05~0.09	2.5	35	20	1.5	
			0.10~0.19	2.9	40	14.4	1.5	
			0.20~0.34	3.3	50	11.2	1.5	
			0.35~0.50	3.8	62.5	9.6	1.5	
			0.51~1.00	3.8	62.5	9.6	1.5	
			1.10~2.50	3.5	56.3	9.6	1.5	
		II	0.10~0.19	3.8	43.8	12	1.5	
			0.20~0.34	4.4	56.3	10.4	1.5	
			0.35~0.50	5.0	65	8.8	1.5	
			0.51~1.00	5.0	50	10	1.5	
1.10~2.5			3.8	44	12	1.5		
III		0.05~0.20	12.5	75	4.8	1.52		
		热轧(锻)扁材		3~22	3.1	31.3	14.4	1.5
		热轧(锻)棒材		8~100	3.1	31.3	14.4	1.5
1J54		冷轧带材	I	0.005	1.25	10	55	1.0
	0.01			1.60	12.5	40	1.0	
	0.02~0.04			1.9	20	20	1.0	
	0.05~0.09			2.5	25	16	1.0	
	0.10~0.19			3.1	31.3	12	1.0	
	0.20~0.34			3.8	35	9.6	1.0	
	0.35~0.50			4.0	40	8	1.0	
	0.51~1.00			3.8	40	8	1.1	
	II			0.02~0.04	3.8	31	12	1.0
			0.05~0.09	3.8	31	12	1.0	
			0.10~0.19	3.9	35	10	1.0	
			0.20~0.34	3.9	37.5	10	1.0	
			0.35~0.50	4.4	44	8	1.0	
			热轧(锻)扁材		3~22	2.0	20	20
	热轧(锻)棒材			8~100	2.0	20	20	1.0

注: 饱和磁感应强度  $B_s$  用2 000~2 400A/m外磁场强度测量。

表3 高磁导率较高饱和磁感应强度软磁合金的交流磁性能

合金 牌 号	产品种类	级 别	厚 度 mm	当磁场强度峰值为0.4A/m时, 在不同频率下的 弹性磁导率 $\mu_1$			
				60Hz	400Hz	1kHz	10kHz
				mH/m			
				不小于			
1J50	冷轧带材	Ⅲ	0.02	—	—	2.5	2.0
			0.05	—	—	2.5	1.8
			0.10	—	3.9	3.8	—
			0.20	—	3.8	3.0	—
			0.35	5.0	3.8	—	—

表4 高初磁导率软磁合金直流磁性能

合金 牌 号	产品种类	级 别	厚 度 或 直 径 mm	在0.08A/m磁场强 度中的磁导率	最大磁导率	矫顽力(在饱和磁 感应强度下) $H_c$	饱和磁感应 强度 $B_s$
				$\mu_{0.08}$	$\mu_m$	A/m	T
				mH/m		A/m	
				不小于		不大于	
1J76	冷轧带材		0.02~0.04	18.8	75	4.8	0.75
			0.05~0.09	22.5	125	3.2	0.75
			0.10~0.19	25	175	2.8	0.75
			0.20~0.50	31.3	225	1.4	0.75
1J77	冷轧带材		0.05~0.09	37.5	175	2.0	0.60
			0.10~0.19	50	225	1.2	0.60
			0.20~0.34	62.5	275	1.0	0.60
			0.35~0.50	75	312.5	0.8	0.60
1J79	冷轧带材	I	0.005	12.5	44	6.4	0.75
			0.01	17.5	87.5	4.8	0.75
			0.02~0.04	20	112.5	4.0	0.75
			0.05~0.09	22.5	137.5	2.8	0.75
			0.10~0.19	25	162.5	2.0	0.75
			0.20~0.34	28	225	1.6	0.75
			0.35~1.00	31	250	1.2	0.75
		1.10~2.50	28	225	1.6	0.75	
		2.51~3.00	26.3	187.5	2.0	0.75	
		II	0.005	15	75	4.8	0.75
			0.01	20	110	3.2	0.75
			0.02~0.04	25	125	2.4	0.75
			0.05~0.09	25	150	1.6	0.75
			0.10~0.19	28	190	1.2	0.75
0.20~0.34	31		250	1.2	0.75		
0.35~1.00	38		280	1.0	0.75		
1.10~2.50	31	230	1.2	0.75			

续表 4

合金牌号	产品种类	级别	厚度或直径 mm	在0.08A/m磁场 强度中的磁导率	最大磁导率	矫顽力(在饱和磁 感应强度下) $H_c$	饱和磁感 强度 $B_s$
				$\mu_{0.08}$	$\mu_m$		
				mH/m		A/m	
不小于		不大于					
1J79	冷轧带材	III	0.01	25	150	2.4	0.73
			0.02~0.04	31	190	1.6	0.73
			0.05~0.09	38	250	1.2	0.73
0.10~0.19			38	250	1.2	0.73	
0.20~0.34			38	280	1.0	0.73	
0.35			44	310	1.0	0.73	
	热轧(锻)扁材		3~22	25	125	2.4	0.75
	冷轧(锻)棒材		8~100	25	125	2.4	0.75
1J80	冷轧带材	I	0.005	10	38	8.0	0.65
			0.01	17.5	75	4.8	0.65
			0.02~0.04	23	93.8	4.0	0.65
			0.05~0.09	25	112.5	3.2	0.65
			0.10~0.19	28	150	2.4	0.65
			0.20~0.34	35	175	1.6	0.65
			0.35~0.50	44	200	1.2	0.65
			0.51~1.00	43.8	200	1.0	0.65
			1.10~2.50	31	190	1.2	0.65
		II	0.02~0.04	28	125	3.2	0.63
			0.05~0.09	38	190	1.6	0.63
			0.10~0.19	40	200	1.2	0.63
			0.20~0.34	44	200	1.2	0.63
			0.35~0.50	44	250	1.0	0.63
		III	0.01	31	110	3.2	0.63
			0.02~0.04	38	150	1.6	0.63
			0.05~0.09	50	250	1.0	0.63
			0.10~0.34	56	250	1.0	0.63
0.35~0.50	63		310	0.8	0.63		
	热轧(锻)扁材		3~22	27.5	100	2.4	0.65
	热轧(锻)棒材		8~100	27.5	100	2.4	0.65
1J85	冷轧带材	I	0.005~0.01	20	87.5	4.8	0.70
			0.02~0.04	22.5	100	3.6	0.70
			0.05~0.09	35	137.5	2.4	0.70
			0.10~0.19	37.5	187.5	1.6	0.70
			0.20~0.34	50	225	1.2	0.70
			0.35~1.00	62.5	312.5	0.8	0.70
			1.10~2.50	50	187.5	1.2	0.70
			2.51~3.00	43.8	150	1.4	0.70

续表 4

合金牌号	产品种类	级别	厚度或直径 mm	在0.8A/m磁场强度中的磁导率	最大磁导率	矫顽力(在饱和磁感应强度下) $H_c$	饱和磁感应强度 $B_s$
				$\mu_{0.08}$	$\mu_m$		
				mH/m		A/m	
				不小于		不大于	
1J85	冷轧带材	II	0.02~0.04	37.5	137.5	2.4	0.70
			0.05~0.09	50	175	1.6	0.70
			0.10~0.19	62.5	225	1.2	0.70
0.20~0.34			75	250	1.0	0.70	
0.35			68.8	225	0.7	0.70	
	热轧(锻)扁材		3~22	37.5	125	1.6	0.70
	热轧(锻)棒材		8~100	37.5	125	1.6	0.70
1J86	冷轧带材		0.005~0.01	12.5	100	4.0	0.60
			0.02~0.04	37.5	137.5	2.4	0.60
			0.05~0.09	50	187.5	1.4	0.60
			0.10~0.19	62.5	225	1.2	0.60
			0.20~0.34	75	275	0.7	0.60
			0.35~1.00	62.5	250	1.2	0.60

注：① 饱和磁感应强度  $B_s$  在800A/m外磁场强度下测量。

② 按供需双方协议，II和III级1J79、1J80、1J85合金  $\mu_{0.08}$  或  $\mu_m$  之一符合标准时，允许交货，但其他参数不能比1级差。

表 5 高初磁导率软磁合金交流磁性能

合金牌号	产品种类	级别	厚度 mm	当磁场强度峰值为0.1A/m时， 在不同频率下的弹性磁导率， $\mu_1$			
				60Hz	400Hz	1kHz	10kHz
				mH/m			
				不小于			
1J79	冷轧带材	II	0.02	—	—	17.5	12.5
			0.05	—	—	18.8	9.4
			0.10	—	22.5	15	—
			0.20	—	12.5	7.5	—
			0.35	25	8.8	—	—
1J85	冷轧带材	II	0.02	—	—	20	15
			0.05	—	—	31.3	11.3
			0.10	—	31.3	25	—
			0.20	—	23.8	10	—
			0.35	38	12.5	—	—

表6 矩磁合金的磁性能

合金牌号	级别	厚度 mm	在0.8A/m 磁场强度中 的磁导率 $\mu_{0.8}$	最大磁导率 $\mu_m$	方形系数 $B_r/B_m$	矫顽力 (在饱和 磁感应强 度下) $H_c$	铁损		饱和磁感应 强度 $B_s$  T	
			—	mH/m		A/m	$P_1/400$	$P_1/3000$		
							W/kg			
							不大于			
1J34		0.005~0.01 0.02~0.04 0.05~0.09 0.10~0.20	—	62.5 75 112.5 137.5	0.90 0.90 0.90 0.87	20 16 9.6 8	— —	1.50 1.50 1.50 1.50		
1J51	I	0.005 0.01 0.02~9.09 0.10	—	19 25 50 50	0.80 0.83 0.85 0.85	40 32 20 18	— —	1.50 1.50 1.50 1.50		
		II	0.01 0.02~0.04 0.05~0.09 0.10	—	44 75 75 75	0.87 0.92 0.92 0.90	20 15 15 15	— 4.0 4.5 5.0	1.50 1.50 1.50 1.50	
	III		0.01 0.02~0.04 0.05	—	75 95 100	0.91 0.94 0.94	15 13 11	— —	1.52 1.52 1.52	
1J52		0.02~0.04 0.05~0.10	—	62.5 87.5	0.90 0.90	20 16	— —	1.40 1.40		
1J65		0.005~0.01 0.02~0.04 0.05~0.09 0.10~0.50	—	100 125 187.5 275	0.90 0.90 0.90 0.90	8.0 6.4 4.8 3.2	— —	1.30 1.30 1.30 1.30		
	1J67	0.02~0.04 0.05~0.09 0.10~0.19 0.20~0.50	—	200 250 312.5 437.5	0.90 0.90 0.90 0.90	6.4 4.8 4.0 3.2	— —	1.20 1.20 1.20 1.20		
		1J83	0.005~0.01 0.02~0.04 0.05~0.09 0.1	5 8.8 8.8 20	62.5 125 187.5 225	0.80 0.80 0.80 0.80	5.6 4.0 2.4 1.6	— —	0.82 0.82 0.82 0.82	
			I	0.02 0.05	—	500 625	0.97 0.97	3.2 2.4	3.0~4.5 3.5~4.5	35~65 35~65
II				0.02 0.05 0.10	—	375 500 625	0.95 0.95 0.95	4.0 3.2 2.4	3.0 3.5 2.5	35 40 30

注：① 饱和磁感应强度 $B_s$ ，对1J34、1J51、1J52和1J403合金是在2000~2400A/m外磁场下测量；对1J65、1J67和1J83合金是在800A/m外磁场下测量。

② 铁损 $P_1/400$ 、 $P_1/3000$ 分别表示频率为400Hz、3000Hz，磁感应强度峰值为1T时的铁损。

③ 方形系数 $B_r/B_m$ 中的 $B_m$ 系外磁场强度为80A/m时的磁感应强度。

④ 1J403合金1级产品的铁损应在-40℃、+20℃和+100℃温度下测定。

## 附录 A

## 合金的基本物理参数和典型力学性能

(参考件)

A1 合金的基本物理参数和典型力学性能见表 A1。

A2 合金在不同温度范围内的平均线膨胀系数见表 A2。

表 A1 合金的基本物理参数和典型力学性能

合金牌号	电阻率 $\mu\Omega \cdot m$	密度 $g/cm^3$	居里点 $^{\circ}C$	饱和磁致 伸缩系数 ( $\times 10^{-2}$ )	布氏硬度 HB		抗拉强度 $N/mm^2$		屈服强度 $N/mm^2$		伸长率 %	
					冷硬态	软态	冷硬态	软态	冷硬态	软态	冷硬态	软态
1J46	0.45	8.2	400	25	170	130	735	—	735	—	3	—
1J50	0.45	8.2	500	25	170	130	785	450	685	150	3	37
1J54	0.90	8.2	360	—	190	125	885	500	835	150	2	40
1J403	0.55	8.55	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1J76	0.55	8.6	400	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
1J77	0.55	8.6	350	—	—	—	980	540	—	—	2	40
1J79	0.55	8.6	450	2	210	120	1030	560	980	150	3	50
1J80	0.62	8.5	330	—	240	130	930	560	885	150	4	40
1J85	0.56	8.75	400	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1J86	0.60	8.85	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1J34	0.50	8.70	—	—	—	—	—	540	—	—	—	42
1J51	0.45	8.20	500	—	—	—	—	450	—	—	—	37
1J52	—	8.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1J65	0.25	8.35	600	—	—	—	—	540	—	—	—	43
1J67	0.45	8.48	530	—	—	—	930	540	—	—	3	50
1J83	0.50	8.60	460	—	—	—	1030	490	—	—	3	50

表 A2 合金的平均线膨胀系数

合金牌号	在下列温度范围内的线膨胀系数, $\times 10^{-6}/^{\circ}C$									
	20~ 100 $^{\circ}C$	20~ 200 $^{\circ}C$	20~ 300 $^{\circ}C$	20~ 400 $^{\circ}C$	20~ 500 $^{\circ}C$	20~ 600 $^{\circ}C$	20~ 700 $^{\circ}C$	20~ 800 $^{\circ}C$	20~ 900 $^{\circ}C$	20~ 900 $^{\circ}C$
1J50	8.9	9.2	9.2	9.2	9.4	—	—	—	—	—
1J79	10.3~ 10.8	10.9~ 11.2	11.4~ 12.9	11.9~ 12.5	12.3~ 13.2	12.7~ 13.4	13.1~ 13.6	13.4~ 13.6	13.2~ 13.7	13.2~ 13.7
1J80	12.8~ 13.0	12.5~ 12.7	13.1~ 13.4	13.4~ 13.8	13.9~ 14.4	14.2~ 14.8	14.5~ 15.2	15.0~ 15.6	15.5~ 15.6	15.5~ 15.6



**附录 B**  
**在不同状态磁化时合金的磁性能**  
 (参考件)

**B1 高磁导率较高饱和磁感应强度合金**

在直流磁场下满足 B 级磁性能要求的合金，其交流磁特性典型曲线见图 B1~B7。

图中： $\mu_{p0.4}$ ——是在峰值磁场强度为 0.4A/m 时的峰值磁导率。

$P_{0.5}$ 、 $P_{1.0}$ ——是磁感应强度分别为 0.5T 和 1.0T 反复磁化时的比铁损。

$B$ 、 $H$ ——分别是在交流磁场磁化时的磁感应强度和磁场强度的峰值。

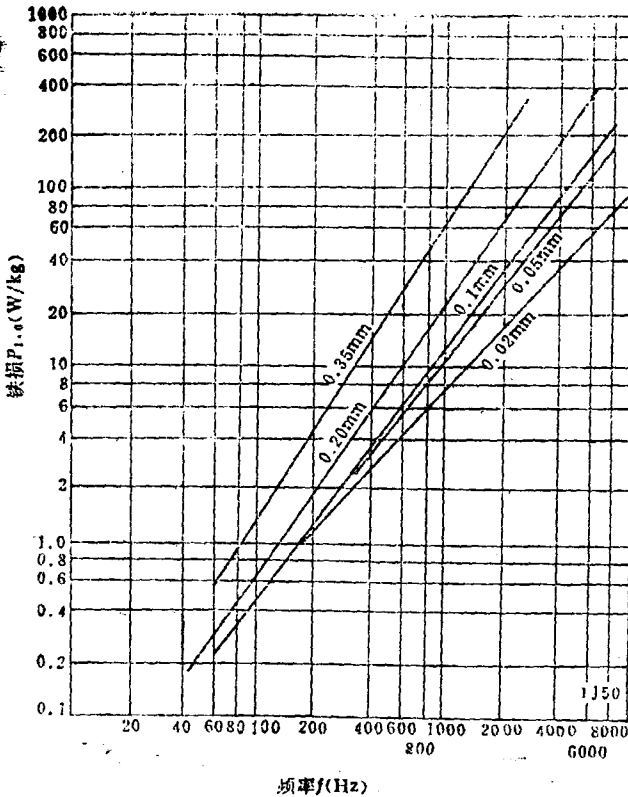


图 B1 1J50 合金的铁损与频率的典型曲线

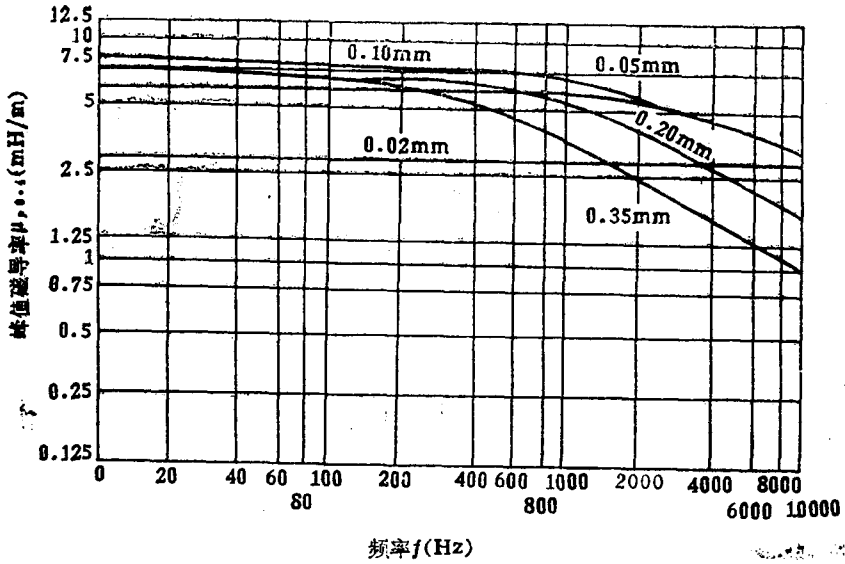


图 B2 1J50合金的峰值磁导率与频率的关系曲线

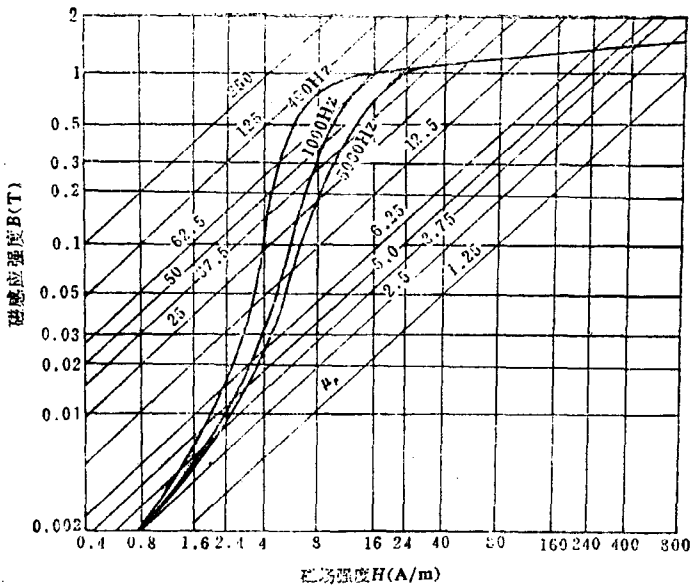


图 B3 0.02mm厚1J50合金的磁化曲线

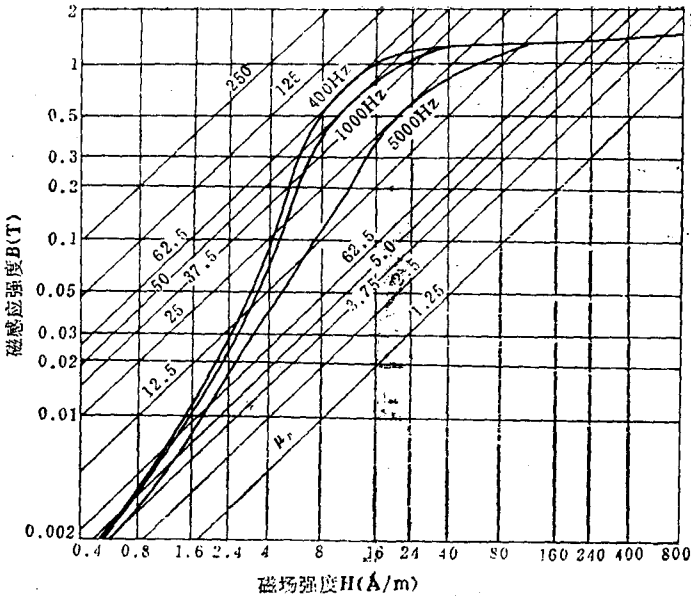


图 B4 0.05mm厚1J50合金的磁化曲线

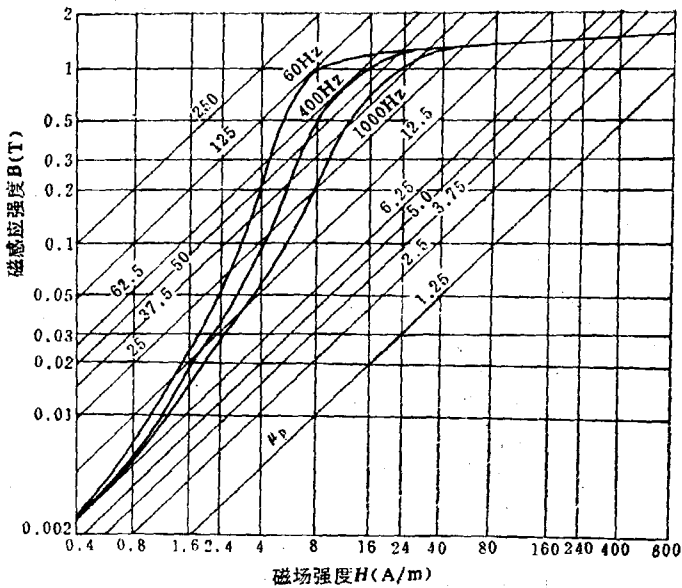


图 B5 0.1mm厚1J50合金的磁化曲线

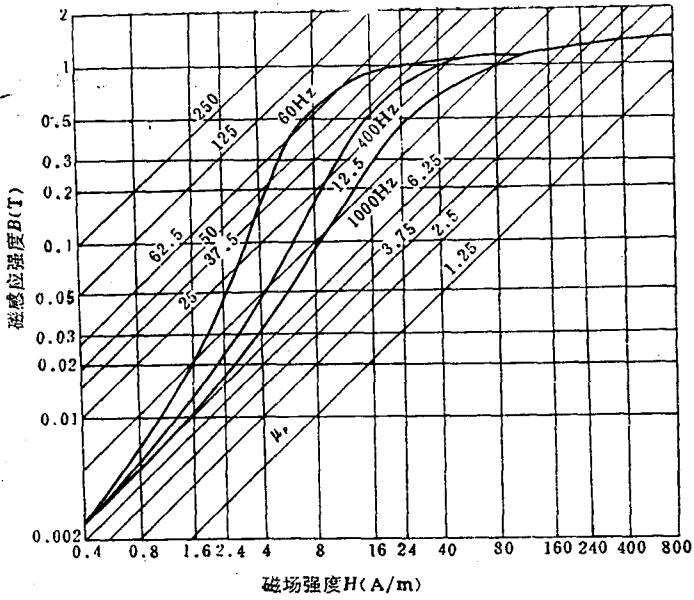


图 B6 0.2mm厚1J50合金的磁化曲线

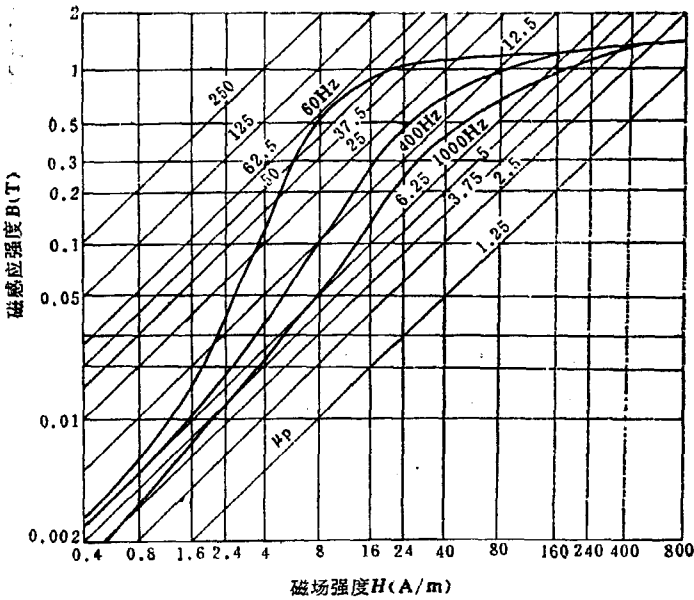


图 B7 0.35mm厚1J50合金的磁化曲线

## B2 高初磁导率软磁合金

在直流磁场下满足B线磁性性能要求的合金，具交流磁特性典型曲线，见图B8~B20。

图中： $\mu_{p0.1}$ ——是在峰值磁场强度为0.4A/m时的峰值磁导率。

$P_{0.5}$ 、 $P_{1.0}$ ——是在磁感应强度分别为0.5T和1.0T反复磁化时的比铁损

$B$ 、 $H$ ——分别是在交流磁场磁化时的磁感应强度和磁场强度的峰值

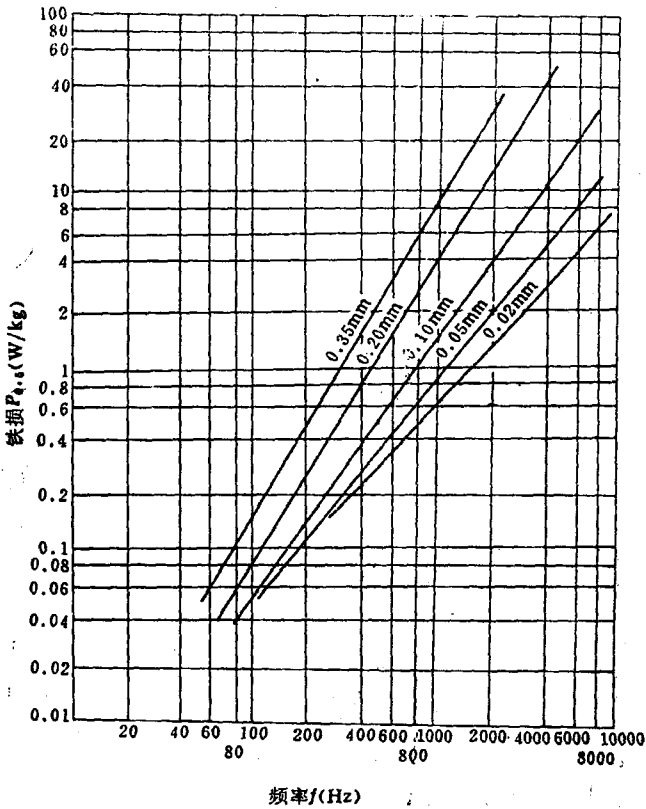


图 B8 1J79合金的铁损与频率的典型曲线

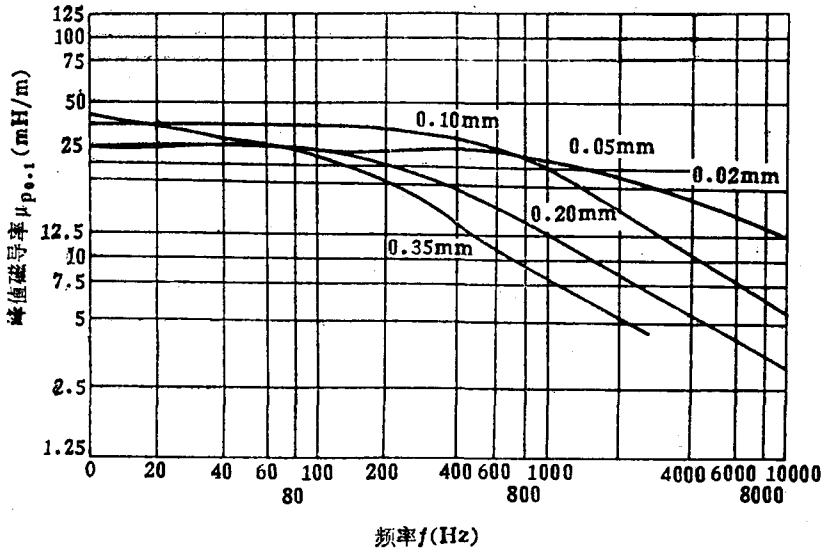


图 B9 1J79合金的峰值磁导率与频率的关系曲线

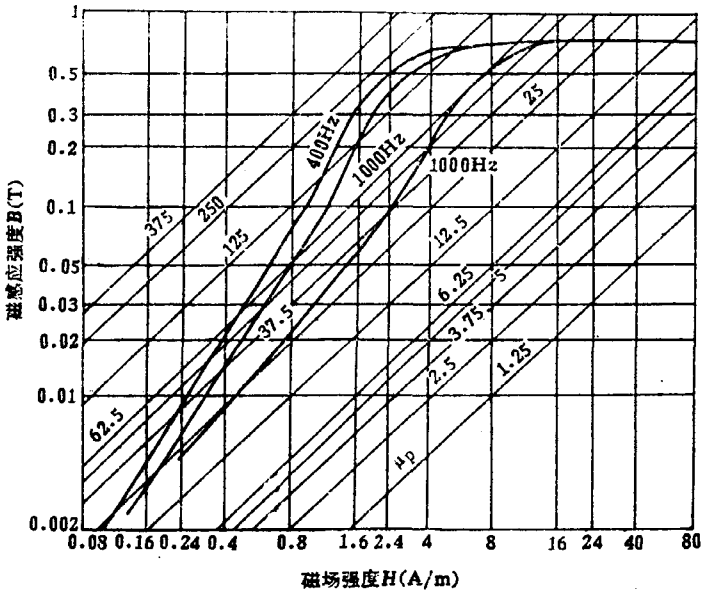


图 B10 0.02mm厚1J79合金的磁化曲线

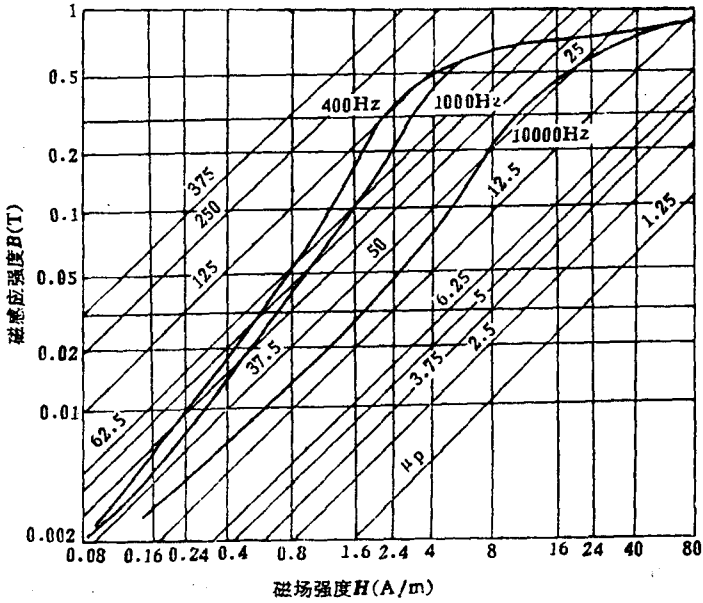


图 B11 0.05mm厚1J79合金的磁化曲线

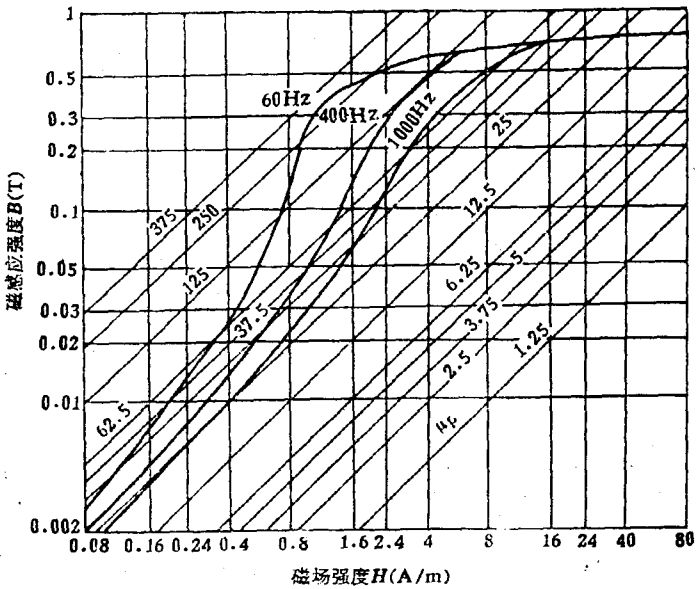


图 B12 0.1mm厚1J79合金的磁化曲线

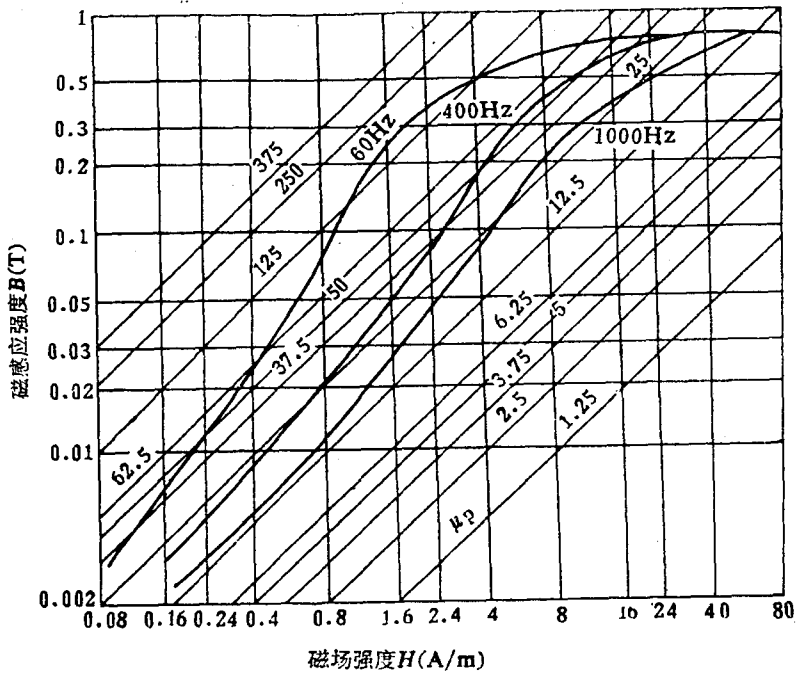
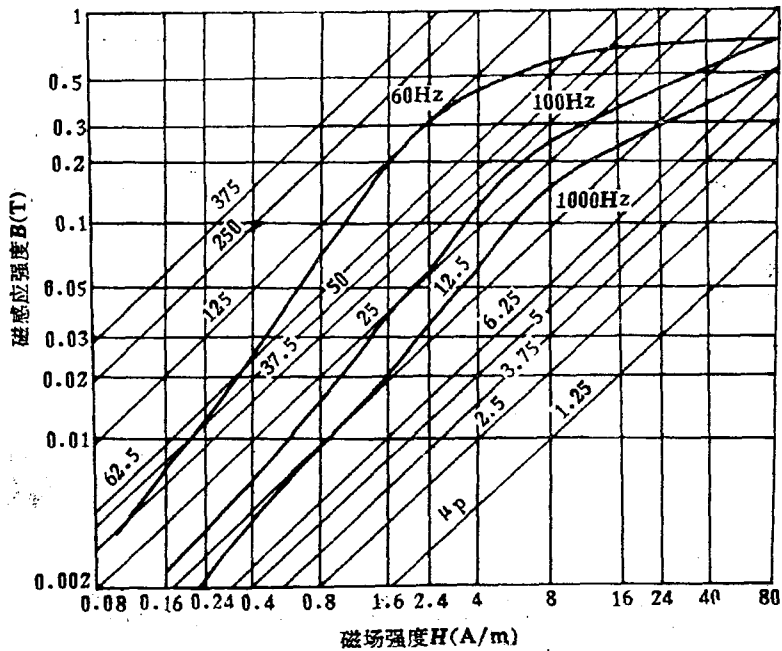


图 B13 0.2mm厚1J79合金的磁化曲线



图B14 0.35mm厚1J79合金的磁化曲线



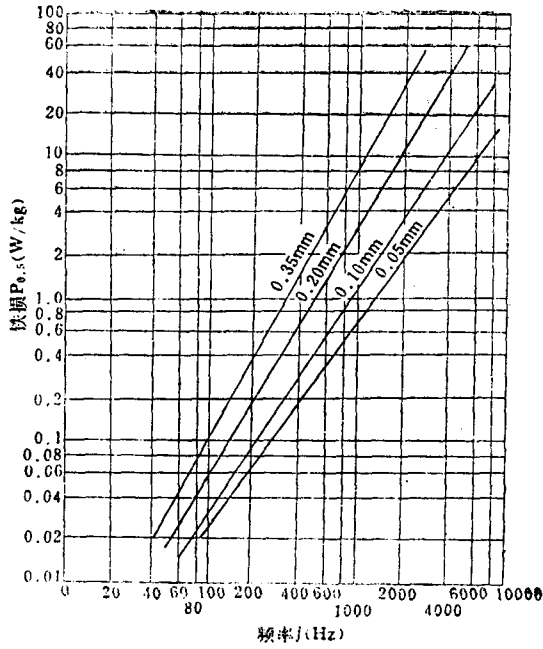


图 B15 1J85合金的铁损与频率的典型曲线

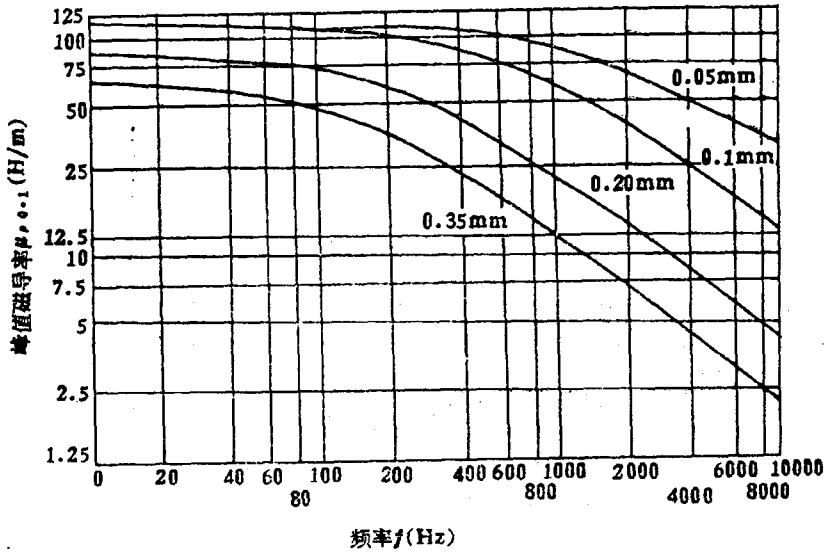


图 B16 1J85合金的峰值磁导率与频率的关系曲线

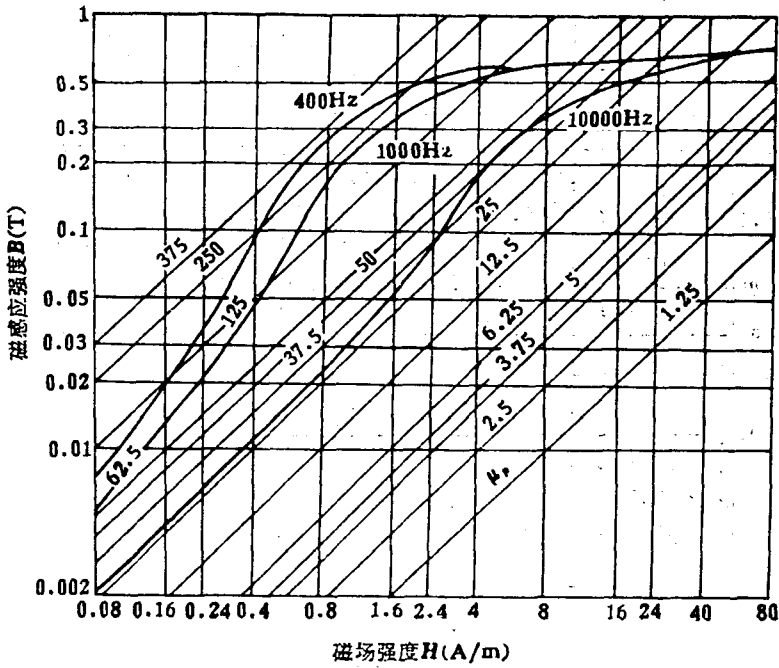


图 B17 0.05mm厚1J85合金的磁化曲线

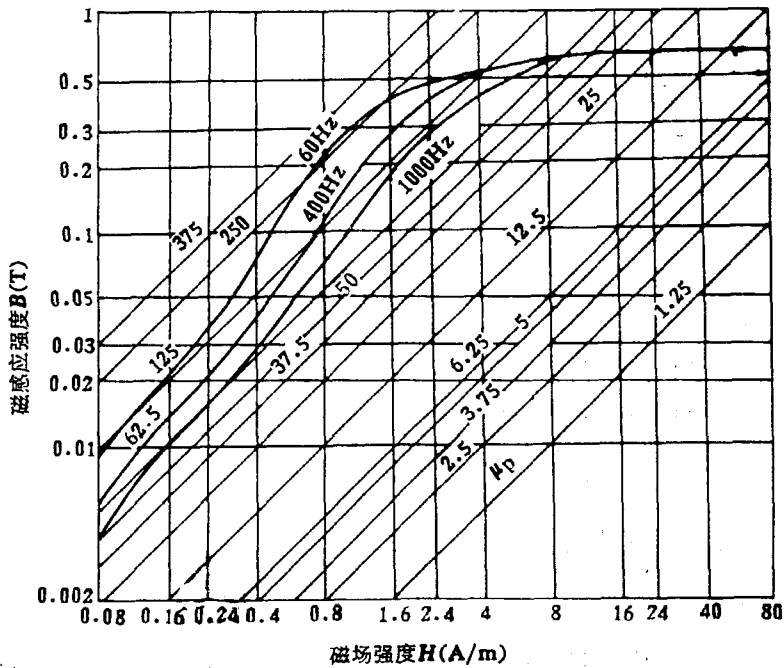


图 B18 0.1mm厚1J85合金的磁化曲线

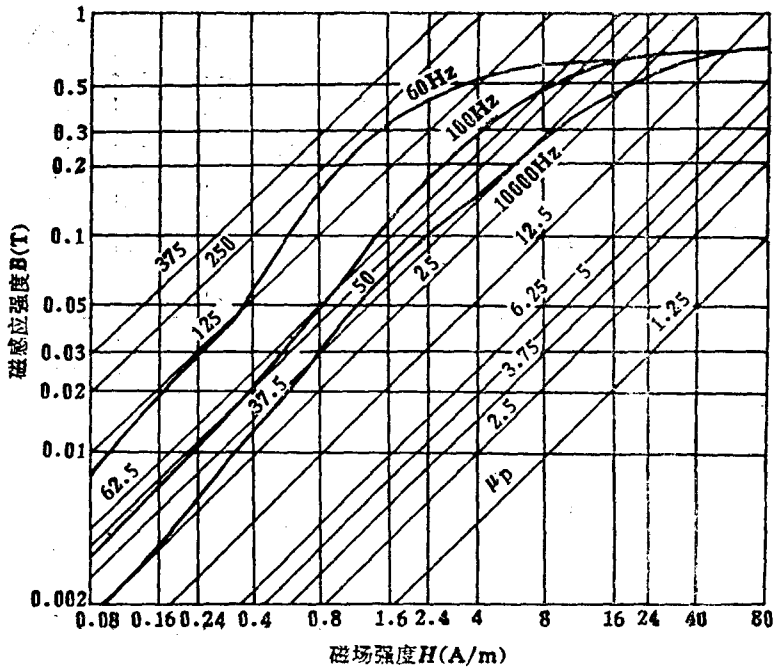


图 B19 0.02mm厚1J79合金的磁化曲线

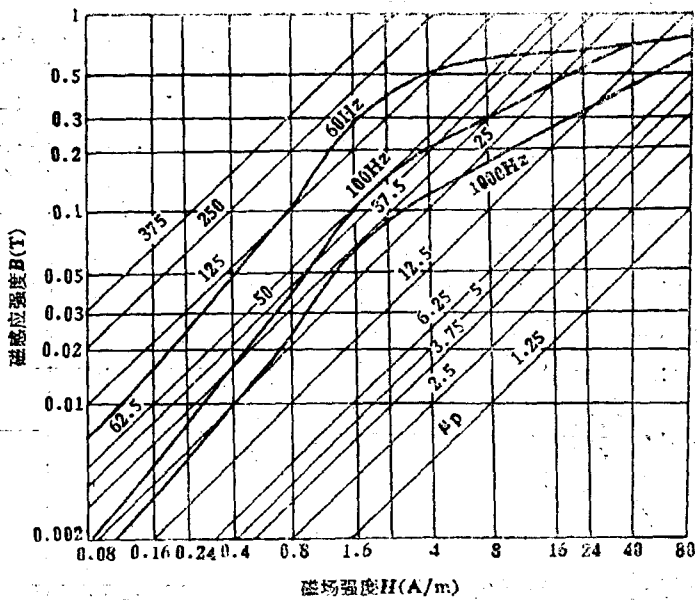


图 B20 0.35mm厚1J85合金的磁化曲线

**附加说明。**

本标准由冶金工业部情报标准研究总所提出。

本标准由大连钢厂负责起草。

---

本标准水平等级标记 GBn 198—88 I