

國外精密合金品种与性能

(膨 胀 合 金)

上 海 钢 铁 研 究 所 编

上海科学技术情报研究所

前 言

膨胀合金是一种特殊的金属材料,他和其他许多具有特殊物理性能的合金一样,是精密合金的主要组成部分。金属的热膨胀系数都是比较高的;自从人们发现含镍 36% 的铁镍合金具有较低的热膨胀系数以来,这种概念就随着改变,因而称为“因瓦合金”,到现在已经许多年了。随着科学事业的发展,特别是电子技术的进步,在制造电子元件的过程中,要求金属能与玻璃封接、能与陶瓷封接,推动了膨胀合金这一领域不断前进;而随着对合金理论研究的深入,各种不同类型和不同热膨胀系数的合金出现得愈来愈多。

然而,到目前为止,我们尚未发现国内外对膨胀合金作过比较完整的调查。由于这是一项专门的材料,世界各国各工厂生产中,常常给以特有的商品名称,不同商品的性能,有时候基本相同,有的时候有所差异。因此,对使用部门和生产单位在选择和参考时,产生了很大的困难。另一方面,近年来在膨胀合金方面,许多国家和工厂生产建立了一些新的系统和品种牌号,用在日益发展的各种仪器上,这方面也是很有参考价值的。

本书数据取自目前所找到的 1972 年底以前的一部分资料汇编而成;资料来源为:(一)部分国外产品样本;(二)有关手册;(三)国外特种文献;(四)专利;(五)期刊杂志等。

本书内容约略地分为: I. 低膨胀合金; II. Fe-Ni 定膨胀合金; III. Fe-Ni-Cr 定膨胀合金; IV. Fe-Ni 基(附加 Nb、Al、Ti、W、V)定膨胀合金; V. Fe-Ni-Co 定膨胀合金; VI. Fe-Cr 定膨胀合金; VII. 高膨胀合金; VIII. 难熔金属基膨胀合金; IX. 其他膨胀合金; X. 纯金属封接材料; XI. 杜美丝; XII. 铁镍钴复合合金丝; XIII. 复合封接材料; 以及附录并包括一部分有关资料和国外封接玻璃牌号及其性能数据,书末附有参考文献和合金品种牌号索引。

本书采用的单位和符号如下:

1. α ——热膨胀系数,微米/米/ $^{\circ}\text{C}$
2. λ ——导热系数,卡/厘米²/秒/($^{\circ}\text{C}$ /厘米)
3. ρ ——电阻系数,欧/毫米²/米
4. T_c ——居里温度, $^{\circ}\text{C}$

各种资料曾采用许多不同单位,现统一换算成上述单位,以便相互比较,可能与实测数据有出入。

本书所列合金名称下面的括弧 [] 中号数是指参考文献的序号,各合金性能细节尚可参考有关文献的内容。

由于我们对这方面工作经验很少,内容中可能有错误,请读者广泛地提出意见,以便改正。

编 者 1973. 7.

国外精密合金品种与性能

(膨胀合金)

上海钢铁研究所 编

*

上海科学技术情报研究所出版

新华书店上海发行所发行

上海商务印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 7.625 字数: 18,500

1973年9月第1版 1973年9月第1次印刷

印数: 1—7,900

代号: 151634·132 定价: 0.80 元

(只限国内发行)

目次

前 言

国外膨胀合金品种与性能

I. 低膨胀合金	1
II. FeNi 定膨胀合金	9
III. FeNiCr 定膨胀合金(1)	23
FeNiCr 定膨胀合金(2)	27
IV. FeNi 基(附加 Nb、Al、Ti、W、V) 定膨胀合金	31
V. Fe-Ni-Co 定膨胀合金	34
VI. Fe-Cr 定膨胀合金	44
VII. 高膨胀合金	50
VIII. 难熔金属基膨胀合金	52
IX. 其他膨胀合金	56
X. 纯金属封接料材	67
XI. 杜美丝	68
XII. 铁镍钴复合合金丝	75
XIII. 复合封接材料	76
附录 因瓦型合金的其他性能	86
附表 1. 玻璃金属封接用 FeCr 合金的化学分析	88
2. 17% 铁铬合金 ASTM 标准	90

3. 28% 铁铬合金 ASTM 标准	90
4. 铁镍封接合金 ASTM 标准	90
5. 铁镍铬封接合金 ASTM 标准	91
6. 电子元件用铁镍钴合金与铜的复合材料	91
7. 铁镍钴封接合金 ASTM 标准	92
8. 玻璃封接用杜美丝 ASTM 标准	92
9. 美国生产玻璃的成份	93
10. 美国生产玻璃的性能	95
11. 苏联电真空用陶瓷牌号及其性能	96
12. (A) 苏联电真空用玻璃牌号及其性能	97
(B) 苏联电真空用玻璃成份	98
13. 捷克生产的玻璃	99
14. 西德生产的玻璃	99
15. 英国生产的玻璃	103
16. 耐火碳化物的物理性能	105
17. 一些陶瓷的典型性能	105
18. 耐火钎化物的物理及机械性能	107
19. 碳化硅与碳化硼的性能	108
20. 氮化耐火物的物理性能及机械性能	109
参考文献	110

国外膨胀合金品种与性能

I. 低膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国别与制造厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
1	Unispan 36 [45] [65] [61]	34.5~ 36.0			0.50	0.50	0.12	余 量	-129~18°C 1.98 -18~93°C 1.26 93~204°C 2.70 204~316°C 11.52 316~427°C 15.48 427~538°C 17.10	(68~ 212°C) 0.031	0.82	279°C		[美] Universal- Cyclops Specialty Steel Div.
用途: 地质测量,长度标准,不受温度影响的精密机械零件,纺织机械零件以及双金属,无线电电子部件等。														
备注: 760~843°C 水或油淬,然后于 316°C 下保温 1 小时,该合金是 204°C 以下的低膨胀用标准合金。														
电 磁 性 能 (退火状态) (冷 加 工 状 态)														
H (奥) B (高斯) μ (导磁率) H (奥) B (高斯) μ (导磁率)														
0.1 200 1,000 2 300 1,700														
0.4 9,500 2,200 4 4,000 2,900														
1.2 4,400 3,500 6 5,600 4,400														
2	Unispan LR35 [45] [43] [66]	<36.5			<0.05	<0.05	0.10	余 量	21~183°C 1.15 21~129°C 0.98 21~93°C 0.66 21~149°C 0.87 21~204°C 1.30					[美] Universal- Cyclops, Specialty Steel Div.
用途: LR35 的 Unispan 36 改进型号,由于现代工业发展,原有 Ni36 的合金已不能满足要求。在精密控制原材料及冶炼技术下, LR35 的膨胀系数已为上述合金的 1/3~1/2 (93~149°C), LR35 的膨胀系数与冷却方法有关。快速冷却可以降低合金的膨胀系数,该合金为目前材料中膨胀系数最低的材料之一,可用于制造长度标准。														
备注: 稳定性处理 (°C) 温度循环 (°C) $\alpha (\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C})$														
315° 1 小时炉冷 -20~98 0.516														
204° 1/4 小时炉冷 -25~100 0.562														
-17~100 0.562														
-18~98 0.637														
-15~99 0.546														
93.3° 4 小时炉冷 -16~100 0.637														
-11~104 0.626														

I. 低膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国别与制造厂														
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能															
3	Nilvar [3] [48] [65]	36			0.72		≤ 0.2	余 量	-40~20°C 0.3 ⁽¹⁾ 1.9 ⁽²⁾	20~ 100°C 0.026	20°C 0.83	$\approx 200^\circ\text{C}$		[美] Driver Harris Co.														
									-20~0°C 0.3 1.7		200°C 0.91																	
									0~20°C 0.2 1.6		400°C 1.01																	
									20~40°C 0.1 1.3		600°C 1.07																	
								40~60°C 0.2 1.2																				
								60~80°C 0.3 1.3																				
								80~100°C 0.4 1.4																				
								100~150°C 1.6 2.0																				
								150~200°C 4.2 3.0																				
用途: 在真空技术中,该合金的主要应用是因为其热传导低,可作为在管壳中除气剂杯和支座的热挡板,在除气过程中,所有其他零件在除气剂点燃时将被加热,但这种合金的热传导低。该合金还可作为高耗电阳极的引线,以减小把热传导到玻璃支柱,也可作为小型旁热式电子管阴极的引出线和支承导线。																												
备注: 该合金具有类似石英的极小膨胀系数,所以用来真空密封石英,金属接头以及用于真空双金属开关等等。																												
(1) 该行数值为冷加工后测得;																												
(2) 该行数值为退火后测得。																												
4	36 Ni FM [1] 易切削型	36.0			0.90	0.35	0.05	余 量 Se 0.20	25~100°C 1.62	0.031	0.82	280°C		[美]														
									25~200°C 2.91																			
									25~300°C 5.94																			
									25~350°C 7.56																			
									25~400°C 8.82																			
									25~450°C 9.72																			
									25~500°C 10.62																			
									25~700°C 13.00																			
									25~800°C 13.68																			
									25~900°C 14.80																			
									用途: 易切削型不变因瓦。加入 Se 后可以改善机械加工时的切削性能。																			

I. 低膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特					国别与制造厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
9	Nilo 36 [107]	36			0.5	<0.5	<0.15	余 量 (Cu<0.5)	20~95°C 1.5	(20°C) 0.030	0.78			[英] Henry Wiggin Co.
		用途: 低膨胀合金在 20~100°C 间 $\alpha < 1.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 用作长度标准, 测量仪器, 精密零件及热双金属元件, 该合金也可用于低温工程。												
10	Invar [108]	36						余 量	-50~100°C 1.0		0.66	230°C		[英] Telcon Co.
		用途: 适用温度 -50~100°C, 老化状态交货; 用于精密长度计量。												
11	标准 Invar [111]	35.5~ 36.5						余 量	0~50°C 0.69 ~100°C 1.21 ~200°C 2.28 ~300°C 4.82 ~400°C 7.46		0.75	230°C		[法] Société Métallurgique D' IMPHY
		用途: 与因瓦合金相同												
		备注: 经稳定化热处理的 Invar 合金在使用温度达 220°C 以后就重行恢复其不稳定性, 因此使用温度不能高于 220°C。												
12	优质 Invar [111]	35.5~ 36.5						余 量	0~50°C 0.20 0~100°C 0.42 0~200°C 1.91 0~300°C 4.75 0~400°C 7.38		0.75	230		[法] Société Métallurgique D' IMPHY
		用途: 用于在温度下长度变化更小的零件												
		备注: 交货时已经热处理经机械加工后先经消除应力退火然后在 100°C 下按下法进行快速时效处理。 (1) 快速加热至 150°C, (2) 在该温度保温 24 小时; (3) 按每 24 小时冷却 25°C 的速度冷却至室温。												
13	计量 Invar [111]	35.5~ 36.5						余 量						[法] Société Métallurgique D' IMPHY
		用途: 计量 Invar 即优质 Invar, 由国际度量衡局的特殊分类, 选择用作国际计量标准, 交货状态为 $\phi 1.65$ 毫米丝, 供国际计量及测量局作为标准之用。												
		备注: 该合金经细致的处理, 按照国际度量衡局所制定制度进行处理, 其时间可达 6 个月, 除一般处理外, 并经过所谓“锤击”的机械处理。												

I. 低膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国别与制造厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
14	Vacodil 36 [115] [3]	36			0.5	0.5	0.1	余 量	100°C 1.2 200°C 2.2 300°C 4.5 400°C 7.5 500°C 9.2 600°C 10.7					[西德]
用途: 与一般因瓦合金相同														
15	H 36 [151] [152]	35~37			0.30~ 0.40	0.15~ 0.30	0.03	余 量	-80~100°C 1.5			277°C		[苏]
16	H 36 X [153] [152] [161]	36						Cr V 或 Nb0.5						[苏]
用途: 用于制作在低温下工作的器件, 低温因瓦合金														
备注: 该合金附加 0.6%Nb 或 V, 可以在低温 (-253°C) 下工作。														
17	H 36 Л [173]	35.99			0.24	0.16	0.03	余 量 (Cu 0.42) (S 0.006) (P 0.005)	-253~-243°C: (1) -1.0 (2) -2.2 (3) -1.8 -163~-143°C: (4) 1.7 +270°C: (5) 0.6 (6) -253~+27°C 平均 α 1.2					[苏]
用途: 用于 -253~+27°C 温度范围内需要低膨胀的低温装置, 适当热处理制度可以改善 H 36 Л 在低温下的膨胀系数。														
备注: 按下列热处理制度进行处理: (1) 830°C 空冷; (2) 830°C 水冷; (3) 830°C 水冷 +315° 回火 1 小时; (4) 同上处理制; (5) 同上处理制度。														

I. 低膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国 别 与 制 造 厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
18	低温结构用因瓦合金 [133] [140]	36.1			0.26	0.1	0.04	余 量 氮化物 0.02~0.1 N ₂ 12 ppm Zr 0.04 P 0.006 S 0.002	与 因 瓦 合 金 相 同 -190~+20°C 1.38					[法] Societe Métal- lurgique D' Imphy
用途: 制作在低温 (-160°C) 下贮藏和运输液态气体如甲烷等大容器, 材料特点: (1) 具低温时的高强度; (2) 低温时不发生脆性; (3) 在室温及液态气体温度范围内膨胀系数小; (4) 成形性能优良; (5) 焊接性能好, 解决了因瓦合金在低温时的焊缝问题。用因瓦合金制造大型容器时在焊缝处其强度因热影响而使晶粒变大和发脆, 过去对热脆问题没有获得彻底解决, 现利用加入氮化物夹杂 (0.02~0.1%) 可以使该合金热脆问题得到解决, 并使其因含微量硫产生的脆性降低。														
备注: 最适合的氮化物为钒, 其他为 Ti、Zr、Ni 中之一的弥散氮化物。 新合金含有一定量的镍, 所以在热影响区的晶粒不致增大, 而其膨胀系数保持与因瓦合金相同。														
19	低膨胀高弹性弯曲合金 [146]	33~46						余 量 (Ti 0.1~5) (Mo 0.5~5)	2.2~7.1					[日] 日立金属
用途: 电子装置中需求低膨胀高弹性的组件, 并具有恒弹性性能, 特别适用于精密仪器元件之用。														
备注: 其他性能: 弹性弯曲 64~125 公斤/毫米 ² 。														
20	Super-Nilvar [16] [67]	32	5					余 量	20°C ±0.1					[美]
用途: 膨胀系数较因瓦更低, 使用于需要膨胀系数极低的量具及精密仪表零件。														
21	超不变钢 [92]	32	5					余 量	20°C ±0.1					[日] 电磁材料研究 所
备注: 膨胀系数低于一般因瓦合金, 作为计量标准及精密仪器零件。														

I. 低膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国 别 与 制 造 厂	
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	C	其它性能		
22	H32KD ЭП474 [152] [170]	32	4.7		0.38	0.375	0.025	余 量 (S 0.007) (P 0.003)	20~60°C <1.0					[苏]	
		用途: 用作地质测量线材: ЭП475 合金的杂质低于 ЭП474													
		合 金	杂 质 含 量 (%)												
			氧 化 物	硫 化 物	氮 化 物										
		ЭП474	0.007~0.008	0.040~0.042	0.009~0.011										
ЭП475	0.001~0.005	0.007~0.017	0.009~0.014												
23	ЭП475 [152] [170]	32	4.7		0.38	0.375	0.025	余 量 (S 0.007) (P 0.003)	20~60°C 0.6					[苏]	
		用途: 用于要求在气候变化时尺寸恒定的仪器组件													
		备注: $\alpha_{平均}$ 10 ⁻⁶ /°C, 温度范围 20~100°C 热 处 理 制 度													
		1,000 公斤 熔 化 量		58 公斤 熔 化 量		(1) 830°C 水淬+315°C 回火 1 小时+95° 老化 48 小时									
		(1) 0.6		0.9		(2) 830°C 正火+315° 回火 1 小时+95° 48 小时									
(2) 0.9		1.2		(3) 830°C 退火 1 小时+冷却 50°C/1 小时											
(3) 1.6		1.8													
24	H 35 KT [171]	32.5 ~35	5~6		0.4 ~0.7	≤0.5	≤0.05	(Cu 0.3 ~0.6)	-8~100°C 2.5~3.5					[苏]	
		用途: 用于要求在气候变化时尺寸恒定的仪器组件													
25	Stainless-Invar [16] [68]		54	9.5				36.5	20°C ±0.1					[美]	
		用途: 用于需抗腐蚀的器具与精密仪表零件													
26	不锈不变钢 [92]		54	9.5				36.5	20°C ±0.1					[日] 电磁材料研究所	
		用途: 用作既抗腐蚀又具低膨胀系数的材料													

I. 低膨胀合金

序号	合金牌号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国别与制造厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
27	ADR [111]								20~100°C 3.1 20~500°C 8.2		0.75	230°C		[法] Société Métallurgique D' Imphy
		用途: 150°C 以上因瓦合金已不适用, 本合金在 150~200°C 范围内作为因瓦用。												
28	H 39 [150]	39						余 量						[苏]
		用途: 可用于 60°K 低温, 具有一定的膨胀系数。												
29	H 99 X [151]	48~40		1.65~ 1.85	1.2~ 1.4	0.15~ 0.30		余 量						[苏]
		用途: 用于低温, 可作航海经纬仪的钟摆。												
30	Pt-Fe 合金 (1) [92] [182] (2)							47 (1) (Pt 54) 44 (2) (Pt 56)	20°C -12.5 -23.6					[日] 电磁材料研究所
31	低膨胀系数 Fe-基精密合金 [120]	28~32						余 量 (Pd 5.5~10)	20~200°C 0.5 20~300°C 2.3			300°C		[苏]
		用途: 适用与氧化铝陶瓷膨胀系数相似的陶瓷封接												
		备注: 其他性能: $E=9,800$ 公斤/毫米 ² ; 饱和磁感应: 16,600。该合金具有耐腐蚀性能。真空熔炼, 1,100°C 退火 4 小时。												
32	锰钨合金 [93]				38.5 37.0 35.5			(Pd 余量)	-100~50°C 1.8 -100~50°C 3.8 -100~50°C 5.5 -50~0°C 1.4 -50~0°C 2.8 -50~0°C 1.5					[日] 东北工业金属研究所
		用途: 无磁性因瓦型合金, 具有恒弹性特性												
		备注: 热处理: 1,050°C 7 天+470°C 6 天; 1,050°C 7 天; 1,050°C 7 天。												
33	钴铁铬合金 [167]		60.61	9.54				29.85	<280°C 0.5 >300°C 1.2					[苏]

II. FeNi 定膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国别与制造厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
34	39 Ni [1]	39.0			0.40	0.25	0.05	余 量	25~100°C 2.2	0.030	0.73	340°C		[美]
									25~200°C 2.7					
									25~300°C 3.4					
								25~350°C 4.7						
								25~400°C 5.9						
								25~450°C 7.2						
								25~500°C 8.1						
								25~600°C 9.5						
								25~700°C 11.0						
								25~800°C 12.0						
								25~900°C 12.6						
								25~1000°C 13.5						
		用途: 用于(60°K)低温的定膨胀系数合金。												
		备注: 其他性能: 抗张强度 60 公斤/毫米 ² , 屈服强度 35 公斤/毫米 ² , 延伸率 30%, 硬度 RB 76。												
35	Nilo 40 [107]	40.25~ 41.75				≤1.0	0.15~ 0.30	余 量	20~100°C 4.8	0.026	0.57			[英] Henry Wiggin
									20~400°C 5.3					
		备注: 与 CGW、0010、0120、0080、8100 玻璃封接。												
36	D [71]	41~43			0.5~ 1.25	≤0.5	≤0.15	余 量 (Cu≤0.05) (S ≤0.03) (P ≤0.02)	25~325°C 4.5~5.3	0.032	0.58	300°C		[日] 住友金属
									25~500°C 7.5~8.5					
		备注: 软质玻璃封接; 代用白金芯线; 密封端子; 集成电路引线框。												

II. FeNi 定膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国 别 与 制 造 厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_0	其它性能	
37	Uniseal 42 [36] [40] [63]	41.5			0.80	0.15	0.03		25~100°C 4.5	(20~100°) 0.0257	0.72	379°C		[美] Universal Cyclops, Specialty Steel Division
									25~200°C 4.55					
									25~300°C 4.65					
								25~350°C 5.05						
								25~400°C 5.75						
								25~450°C 7.25						
								25~500°C 8.20						
								25~600°C 9.85						
	</													

II. FeNi 定膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国别与制造厂
		Ni	Cu	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
40	Allegheny 42 [3] [4]	42			≤0.8	≤0.25	≤0.1		20~100°C 4.7 20~200°C 4.7 20~300°C 4.7 20~400°C 5.5 20~500°C 7.8 20~600°C 9.3		0.57~ 0.05	340°C		[美] Carpenter Steel Corp.
用途: 同序号 39														
41	Glass Sealing 42 Gas Free [1]	42			≤0.50	0.25	≤0.05	Ti 0.4	25~100°C 4.6 25~300°C 4.9 25~500°C 7.8 25~800°C 12.0	0.03	0.71	380°C		[日] 古河特殊金属
用途: 用作气密封接材料。														
42	Fe-Ni (42) [30]	42						余 量						[日] 东京芝浦电气
用途: 作复铜复合材料(杜美丝)用														
43	新 Fe-Ni 合金(专利) [81]	49.85			<0.6			余 量 (Cu 0.1, Al 0.1, Ti 0.1)	10.2			528°C	硬度: HV 110	[日] 东京芝浦电气
		48.5			<0.6			(Cu 0.1, Al 0.5, Ti 0.5)	9.8			500°C	HV 140	
		43.0			<0.6			(Cu 0.1, Al 2.0, Ti 2.0)	9.0			430°C	HV 165	
		41.0			<0.6			(Cu 0.1, Al 0.5, Ti 0.5)	5.0			375°C	HV 170	
		40.0			<0.6			(Cu 0.1, Al 1.0, Ti 1.0)	4.5			340°C	HV 180	
		49.5			<0.6			(Cu 0.1, Al 0.5, Ti 0.5)	10.5			500°C	HV 148	
		49.0			<0.6			(Cu 0.1, Al 1.0, Ti 1.0)	9.6			475°C	HV 151	
用途: 晶体管的引出线过去采用 46~50% Ni-Fe 合金丝, 但强度低, 在连续作业线上受力后, 容易变形, 改用 28CrFe 或 42Ni6Cr 合金, 虽然机械性能与封接性能良好, 但加工性能差, 而且软钎焊困难, 不易附着焊锡。本材料可以改善机械性能使硬度增高, 而且具有良好的软钎焊性能, 易于附着焊锡。														

II. FeNi 定膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国 别 与 制 造 厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
44	H 42 [155] [163]	42			<0.05	<0.08	≤0.03	余 量 (Cu<0.05)	100°C 5.2					[苏]
									200°C 5.2					
									300°C 5.3					
									400°C 6.3					
									500°C 8.1					
									600°C 9.5					
用途: 表面镀银与陶瓷封接														
45	Nilo 42 [107]	42			0.5	<0.5	<0.15	余 量 (Cu<0.5)	20~90°C 5.3	0.032	0.57	340°C		[英] Henry Wiggin
									20~100°C 5.2					
									20~100°C 5.2					
									20~300°C 6.0					
用途: 双金属元件及杜美芯线														
46	N 42 [111]	42						余 量	20~100°C 4.7					[法] Société Metal-lurgique D' Imhby
									20~500°C 7.6					
用途: 杜美丝原料														
47	Sylvania 42 [4]	41~43			0.75~ 1.25	0.30	0.15	余 量 (S 0.02) (P 0.02)	25~100°C 5.20	25°C 0.036	0.7			[美] Sylvania Div. General Telephone & Electric Corp.
									20~500°C 9.53					
用途: 与 CG 704、705、708玻璃封接。														
48	Feni 42 [3]							余 量	20~100°C 5.2	0.039	200°C 0.80	355°C		[西德] Vakuum-Schmelze, Hanau.
									20~200°C 5.2					
									20~300°C 5.3					
									20~400°C 6.3					
									20~500°C 8.1					
									20~600°C 9.5					
用途: 用于与钼玻璃封接, Feni 42 薄壁环可代可伐用, 虽后者在质量上较前为优, 但其较便宜, 两者之间 α 之差异可由于 NiFe 薄壁环之塑性所补偿。														

II. FeNi 定膨胀合金

序号	合 金 牌 号	化 学 成 份 (%)							主 要 技 术 特 性					国 别 与 制 造 厂
		Ni	Co	Cr	Mn	Si	C	Fe	α	λ	ρ	T_c	其它性能	
49	Vacodil 42 [1] [3]	42			1.0	0.5	0.1	余 量	20~100°C 5.2 20~200°C 5.2 20~300°C 5.3 20~400°C 6.3 20~500°C 8.1 20~600°C 9.5					[西德] 同上 48
用途: 与 Fe-Ni 合金相同, 按膨胀系数与不同型号玻璃和陶瓷封接之用。														
50	Driver Harris 142 [5]	Ni+Co +Cu 40.25~ 41.75					<0.10	余 量	25~100°C 4.63 25~300°C 4.88	0.038	0.648			[美] Driver-Harris Co.
51	Superior 42 [5]	Ni+Co +Cu 40.25~ 41.75					<0.10	余 量	25~400°C 5.65 25~500°C 7.79 25~600°C 9.70	0.038	0.648			[美] Wilbur B. Driver Co.
52	Niromet 42 [5]	Ni+Co +Cu 40.25~ 41.75					<0.10	余 量	25~800°C 11.98	0.038	0.648			[美] Wilbur B. Driver Co.
用途: 以上 50、51、52 用于与下列型号玻璃封接的合金: CG: 0123, 1826, 7530, 7550; CB: PWD, PWL; GT: GS65; KG: KG-1, KG12, R6.														
53	Vacodil 43 [1] [3]	43						余 量	20~100°C 6.4 20~200°C 6.1 20~300°C 6.0 20~400°C 6.5 20~500°C 8.1 20~600°C 9.5	0.033	0.64	370°C		[西德] Vakuum-Schmelze Hanau.
用途: 与 Fe-Ni 合金相同, 按膨胀系数与不同型号玻璃和陶瓷封接之用。														