

W. Merl 等编 胡明忠 译 陈熙 校

DODUCO

电触头数据集



上海科学技术文献出版社

DODUCO 电触头数据集

W. Merl, C.L. Meyer, E. Ataya 主编

胡明忠 译 陈 熙 校

上海科学技术文献出版社

DODUCO 电触头数据集

W. Merl, C. L. Meyer, E. Ataya 主编

胡明忠 译 陈 熙 校

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行
浙江德清洛舍印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 13.125 字数 314,000

1983年11月第1版 1983年11月第1次印刷

印数: 1—5,000

书号: 15192·274 定价: 1.59 元

《科技新书目》 59-255

出版者的话

众所周知,电触头在电工技术领域占有十分重要的地位,在电能的转换、输配、控制与调节过程中起着举足轻重的作用。

联邦德国DODUCO公司具有六十年的电触头生产历史,拥有相当雄厚的科研力量,生产品种齐全,工艺装备比较先进,质量保证体系也较完善,是目前世界上专门生产电触头的主要厂商。

七十年代初,DODUCO公司为了开展技术咨询工作,曾组织人力,围绕电触头的试验研究、生产工艺、材料选用、质量控制等专题,从长期积累与收藏的情报、标准、图书、文献、档案资料中采集了有关图表、数据与公式,终于聚沙成塔、集腋成裘,整理、编辑和出版了《DODUCO 电触头数据集》。该书初版问世后,引起了世界同行业的瞩目与关注,不久即销售一空。

现在我们翻译出版的是七十年代末期的再版本。再版本与初版本相比,显得更为成熟和完整,它的特点在于立足全局、突出重点、数据可靠、适应面广、实用性强、使用方便。其内容涉及金属的主要物理特性、电工技术用电触头材料、电触头的标准与质量特征、电触头的焊接与钎焊工艺、电触头的支承材料、触头部位的工艺设计、电触头的保养剂、电镀技术、焊剂与钎料、半导体技术用材料、贵金属粉末与贵金属制剂,以及贵金属回收、腐蚀特性等,书末还附有常用换算表。

这本数据集,从纵向看,它是从事电触头材料研究、设计、工艺、质量检验、供应销售、计划管理以及教学等人员所必备的工

具书；从横向着，它也是从事开关电器技术、粉末冶金、半导体技术、电镀技术、金属工艺、焊接与钎焊技术、热处理技术、机械设计以及三防试验等科技人员与商务工作者的常用参考性工具书。

最后谨向联邦德国 DODUCO 公司对中译本出版所给予的支持与协助表示深切的谢意。

一九八三年十月

目 录

1. 主要金属的物理性能	1
2. 电工用触头材料	8
2.1 银基材料.....	8
2.2 金基材料	41
2.3 铂族材料	61
2.4 钨基和钼基触头材料	77
3. 触头铆钉、焊接触头、触头小球	87
3.1 整体和复层触头铆钉标准	87
3.2 触头铆钉的质量特征	96
3.3 焊接触头.....	103
3.4 触头小球.....	105
4. 电触头的半成品、焊接与钎焊工艺	107
4.1 半成品的焊接与钎焊工艺.....	107
4.2 成品部件的焊接方法.....	110
4.3 复层与钎焊的半成品.....	116
4.4 电镀贵金属的半成品.....	120
4.5 预冲带材的电镀贵金属.....	123
4.6 镀锡带材.....	125
5. 支承材料	127
5.1 铜和铜合金.....	127

5.2 镍和镍合金.....	179
5.3 热双金属.....	181
6. 电触头的应用表与基准值.....	190
6.1 公式和定律.....	190
6.2 触头部位的工艺设计.....	205
6.3 应用表.....	209
6.4 材料概况.....	217
6.5 簧片计算.....	224
6.6 触头保养剂.....	226
7. 电镀技术.....	229
7.1 一般原理.....	229
7.2 金属的电镀沉积.....	230
7.3 金属化合物和电化学当量.....	233
7.4 贵金属的电解液.....	235
7.5 表与图.....	236
8. 钎料和焊剂.....	242
8.1 标准银硬钎料.....	242
8.2 无镉钎料.....	252
8.3 特殊银硬钎料.....	256
8.4 真空硬钎料.....	260
8.5 高温硬钎料.....	263
8.6 用于首饰品工业的硬钎料.....	266
8.7 铝材用钎料.....	267
8.8 软钎料.....	268
8.9 含铋合金.....	280
8.10 焊剂.....	282

9. 电子技术用制品	289
9.1 半导体技术用材料	289
9.2 大头线	301
10. 贵金属粉末与贵金属制剂	303
10.1 贵金属粉末	303
10.2 贵金属制剂	305
11. 催化剂	320
11.1 催化剂	320
11.2 氢化催化剂	321
11.3 气体净化	322
11.4 废气净化	329
12. 腐蚀特性与环境负载	333
12.1 腐蚀	333
12.2 环境负载	340
12.3 主要有机化合物的性能	348
13. 附录	361
13.1 统计学质量控制	361
13.2 一些塑料的性能	363
13.3 贵金属的回收、提纯	364
13.4 换算表	370

1. 主要金属的物理性能

下表是工业上常用纯金属的物理性能。由于纯度不同,标志各种性能的数值也有较大的波动,其中有部分数值也较难测定,所以缺乏可靠性。在汇总成表时,力求从文献资料中选用认为最接近纯金属的数值。一系列物理性能是各向异性的,就是说,它们的数值是随着晶体方向的变化而变化的。对于这种特性,只要可能,都列举了不规则分布的多晶体数值,它们不存在各向异性。如果出现明显的结构,就可能偏离这些数值。

	化学 符号	原 子 序	原子量	晶格 ^{a)}	晶 格 参 数			密度 ^{a)} (克/厘米 ³)
					a (米) 10 ⁻¹⁰	c (米) 10 ⁻¹⁰	a 或 b ^{b)}	
铝	Al	13	26.98	面心立方晶系	4.049	—	—	2.70
锑	Sb	51	121.75	三角晶系	4.507	—	57°6.5'	6.62
铍	Be	4	9.01	六角晶系	2.286	3.584	—	1.85
铅	Pb	82	207.19	面心立方晶系	4.949	—	—	11.36
镉	Cd	48	112.40	六角晶系	2.979	5.617	—	8.65
铬	Cr	24	52.00	体心立方晶系	2.884	—	—	7.19
铁	Fe	26	55.85	体心立方晶系	2.866	—	—	7.87
镓	Ga	31	69.72	正交晶系	4.524	7.661	4.523	5.91
金	Au	79	196.97	面心立方晶系	4.078	—	—	19.32
铜	In	49	114.82	面心四角晶系	4.594	4.951	—	7.31

(续表)

	化学 符号	原子 序	原子量	晶格 ^{a)}	晶 格 参 数			密度 ^{a)} (克/厘米 ³)
					a (米) 10 ⁻¹⁰	c (米) 10 ⁻¹⁰	a 或 b ^{b)}	
铱	Ir	77	192.20	面心立方晶系	3.839	—	—	22.50
钴	Co	27	58.93	六角晶系	2.507	4.069	—	8.85
铜	Cu	29	63.54	面心立方晶系	3.615	—	—	8.96
镁	Mg	12	24.31	六角晶系	3.209	5.210	—	1.74
锰	Mn	25	54.94	复式立方晶系	8.912	—	—	7.43
钼	Mo	42	95.94	体心立方晶系	3.147	—	—	10.21
镍	Ni	28	58.71	面心立方晶系	3.524	—	—	8.90
铌	Nb	41	92.91	体心立方晶系	3.301	—	—	8.56
锇	Os	76	190.20	六角晶系	2.734	4.320	—	22.57
钯	Pd	46	106.40	面心立方晶系	3.890	—	—	12.02
铂	Pt	78	195.09	面心立方晶系	3.931	—	—	21.45
汞	Hg	80	200.59	三角晶系 ^{c)}	3.061 ^{c)}	—	70°32' ^{c)}	13.50
铼	Re	75	186.20	六角晶系	2.760	4.458	—	21.04
铋	Bh	45	102.91	面心立方晶系	3.804	—	—	12.44
钌	Ru	44	101.07	六角晶系	2.704	4.281	—	12.20
银	Ag	47	107.87	面心立方晶系	4.086	—	—	10.49
钽	Ta	73	180.95	体心立方晶系	3.303	—	—	16.60
钛	Ti	22	47.90	六角晶系	2.950	4.683	—	4.51
钒	V	23	50.94	体心立方晶系	3.039	—	—	6.07
铋	Bi	83	208.98	三角晶系	4.746	—	57°14.2'	9.80
钨	W	74	183.85	体心立方晶系	3.158	—	—	19.32
锌	Zn	30	65.37	六角晶系	2.665	4.947	—	7.13
锡	Sn	50	118.69	四角晶系	5.831	3.181	—	7.30
锆	Zr	40	91.22	六角晶系	3.231	5.148	—	6.52

a) 在 20°C 时

b) 对于三角晶系晶体,应规定三角晶角度的度数与分数; 对于正交晶系晶体,晶格参数 b 为 (米) · 10⁻¹⁰

c) 在 -50°C 时

	比热 ($\frac{\text{焦耳}}{\text{克}\cdot\text{K}}$) ^{a)}	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	熔解热 ($\frac{\text{焦耳}}{\text{克}}$) ^{a)}	熔点时蒸 气压力 ($\frac{\text{牛顿}}{\text{米}^2}$) ^{b)}	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	气化热 ($\frac{\text{焦耳}}{\text{克}}$) ^{a)}	导热率 ^{c)} ($\frac{\text{瓦}}{\text{米}\cdot\text{K}}$) ^{d)}
铝	0.896	660	395	$2.5\cdot 10^{-6}$	2450	10470	222
镉	0.205	630	160	2.4	1380	1970	21
铍	1.892	1277	1090	4.3	2770	24700	147
铅	0.130	327	26.4	$4.4\cdot 10^{-7}$	1750	858	33
镉	0.230	321	55.3	16	765	879	92
铬	0.461	1875	282	1030	2220	5860	67
铁	0.461	1537	274	7.3	2735	6365	75
镓	0.331	29.8	80.4	$9.6\cdot 10^{-36}$	2237	3895	33
金	0.130	1063	67.4	$2.4\cdot 10^{-3}$	2966	1550	297
铟	0.239	156	28.5	$1.5\cdot 10^{-17}$	2000	1970	25
铊	0.130	2454	144	1.5	4600	3310	59
钴	0.415	1495	245	190	2900	6660	71
铜	0.385	1083	212	$5.2\cdot 10^{-2}$	2595	4770	394
镁	1.026	650	369	370	1120	5440	155
锰	0.482	1245	267	125	2095	4100	50
钼	0.276	2610	292	3.6	5560	5610	142
镍	0.439	1453	309	240	2840	6450	92
铌	0.272	2468	289	$7.9\cdot 10^{-2}$	3300	7790	54
钨	0.130	3050	141	2.7	5500	3810	88
钽	0.243	1552	143	1.3	3170	3475	72
铂	0.130	1769	113	$3.2\cdot 10^{-2}$	3800	2615	72
汞	0.138	-38.9	11.7	$3.1\cdot 10^{-4}$	357	292	9
铯	0.138	3180	178	3.5	5900	3420	72
铷	0.247	1966	211	$6.5\cdot 10^{-1}$	3880	5190	88
铊	0.239	2310	252	1.5	4900	6615	105
银	0.234	961	105	$3.6\cdot 10^{-1}$	2212	2387	419
钽	0.142	2996	157	$8\cdot 10^{-1}$	5425	4315	54
钛	0.519	1668	403	$5.1\cdot 10^{-1}$	3280	3790	17
钒	0.498	1900	330	3.3	3530	10260	29
铋	0.121	271	52.3	$6.5\cdot 10^{-4}$	1560	1425	9
铊	0.138	3410	193	4.4	5930	3980	167
锌	0.385	420	102	20	907	1760	113
锡	0.226	232	60.7	$6\cdot 10^{-21}$	2270	1945	63
锆	0.281	1852	224	$1.7\cdot 10^{-3}$	3580	4600	21

a) 乘上系数 0.239, 则得过去常用($\frac{\text{卡}}{\text{克}\cdot\text{度}}$)或($\frac{\text{卡}}{\text{克}}$)所表示的数值

b) 乘上系数 $7.5\cdot 10^{-3}$, 则得过去常用(托)所表示的数值 c) 在 20°C 时

d) 乘上系数 0.00239, 则得过去常用的($\frac{\text{卡}}{\text{厘米}\cdot\text{秒}\cdot\text{度}}$)所表示的数值

[4] 1. 主要金属的物理性能

	线膨胀系数 ^{a)} $(\frac{1}{K}) \cdot 10^{-6}$	凝固时体 积变化 (%)	弹性模数 (千牛顿/毫 米 ²) ^{b)}	剪切模数 (千牛顿/毫 米 ²) ^{b)}	横向收缩 系数
铝	23.6	-6.5	65	27	0.34
镉	9.5	+0.95	56	20.4	0.28
铍	11.6		298	150	0.12
铅	29.3	-3.5	14.5	6	0.44
镉	29.8	-4.0	57.5	29	0.30
铬	6.2		160		0.25
铁	11.8	-3.0	208	83	0.28
镍	18.0	+3.0	9.6		0.46
金	14.2	-5.1	80	29	0.42
钢	33.0	-2.5	11		0.45
铀	6.8		548	225	0.26
钴	13.8		216		0.31
铜	16.5	-4.2	115	48	0.34
镍	27.1	-4.1	46	18	0.28
锰	22.0	-1.7	165	77	0.24
钼	4.9		347	122	0.30
镍	13.3	-2.5	216	83	0.31
铌	7.3		113	39	0.38
钨	4.6		580		
钨	11.8	-5.5	117	50	0.39
铂	8.9	-6.0	154	57	0.39
汞	60.8	-3.7			
铀	6.7		480	215	0.26
铀	8.3	-10.8	386	153	0.26
铀	9.1		430	193	0.25
银	19.7	-3.8	79	29	0.38
钽	6.5		188	70	0.35
钛	8.4		120	43	0.34
钒	8.3		136	52	0.36
铋	13.3	-0.33	33	13	0.33
铋	4.6		360	158	0.30
铋	39.7	-4.7	96	36	0.29
锡	23.0	-2.8	47	18	0.33
钴	5.9		98	36	0.33

a) 在 20°C 与 100°C 之间

b) 在 20°C 时

	导电率 ^{a)} ($\frac{\text{米}}{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}$)	比电阻 ^{a)} (微欧·厘米)	电阻温度系数 ($\frac{1}{K}$) $\cdot 10^{-3}$	超导性的 跃变温度 (K)	热电动势绝 对值 ^{a)} (微伏/K)	电子逸 出功 (电子伏)	空气中的 阴极压降 (伏)
铝	37.7	2.65	4.6	1.19	-1.6	3.74	229
铋	2.6	38.6	5.4	—	+20.6 至 46.8	4.1	269
铍	25.0	4.0	10.0	0.026	-3.3	3.37	
铅	4.9	20.7	4.2	7.18	-1.2	4.02	207
镉	14.7	6.83	4.3	0.56	-0.1 至 +3.6	3.92	266
铬	6.7	14.95	3.0	—	+14	4.47	
铁	10.3	9.72	6.6	—	+16	4.50	269
镓	2.3	43.2	4.0	1.09	—	3.96	
金	45.7	2.19	4.0	—	+1.7	4.54	285
铟	12.0	8.33	4.9	3.41	—	4.0	
铊	18.9	5.3	4.1	0.14	+1.5	5.03	
钴	16.1	6.22	6.6	—	-18.5	4.37	380
铜	59.9	1.67	4.3	—	+1.7	4.89	370
镍	22.4	4.46	4.2	—	+3.4	3.46	224
锰	0.54	185.0	0.5	—	—	3.91	
铂	19.4	5.15	4.7	0.92	+5.9	4.26	
铈	14.6	6.84	6.8	—	-18.9	4.85	226
铌	7.6	13.1	3.4	9.2	-0.5	3.99	
锆	10.5	9.5	4.2	0.65	—	4.55	
钨	9.3	10.8	3.8	—	-9.1	4.85	
钼	9.5	10.6	3.9	—	-4.4	5.30	277
汞	1.04	96.0	1.0	4.16	+8.5	4.50	
铊	5.2	19.3	4.6	1.70	—	5.0	
铋	22.2	4.51	4.4	—	+1.7	4.68	
铟	14.9	6.71	4.6	0.49	-18	4.52	
银	63.0	1.59	4.3	—	+1.4	4.51	280
钽	8.1	12.4	3.5	4.39	-2.3	4.15	
钛	2.4	41.6	5.5	0.39	+7.3	4.16	
钒	3.8	26.0	3.9	5.3	+1.0	4.09	
铌	0.94	106.8	4.5	—	-53 至 -110	4.28	272
钨	18.0	5.55	4.8	0.012	+0.8	4.51	
铋	16.9	5.92	4.2	0.92	+0.4 至 +2.3	3.74	277
锡	8.7	11.5	4.6	3.72	-0.6 至 -1.5	4.11	266
锑	2.3	43.5	4.4	0.55	+9.5	4.05	

a) 在 20°C 时 b) 接近室温

c) 接近室温 (此值对非立方晶格金属来说, 可能随不同的晶粒取向或结构而有较大波动)

元素周期表

[illegible]

参 考 文 献

- Metals Handbook, 8 th Edition, Vol. 1, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1961.
- Smithells, Metals Reference Book, Butterworths, London, 1967.
- Landolt-Börnstein, Zahlenwerte und Funktionen, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1959.
- Handbook of Chemistry and Physics, 50 th Edition, The Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, 1969.
- G. Francis, The Glow Discharge at Low Pressure in: S. Flügge, Handbuch der Physik, Bd. XXII, Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1956.
- A. N. Gerritsen, Metallic Conductivity in: S. Flügge, Handbuch der Physik, Bd. XIX, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1956.
- R. Kieffer, G. Jangg, P. Ettmayer, Sondermetalle, Springer-Verlag, Wien-New York, 1971.
- W. Köster, H. Franz, Poisson's Ratio for Metals and Alloys, Metallurg. Reviews 6 (1961) 1.
- A. N. Nesmeyanow, Vapor Pressure of the Chemical Elements, Elsevier, Amsterdam-London-New York, 1963.

2. 电工用触头材料

2.1 银基材料

纯银

在纯金属中, 纯银是电触头领域中最常用的材料。电触头用纯银主要是 Ag 99.95。下表是各种常用银的用途一览表。

硬银合金

银的强度经添加非贵金属后可大为改善, 一般是添加 3~28 重量 % 的铜。这种合金的缺点在于非贵金属所占比率相当高, 这样, 一方面降低了化学稳定性, 另一方面在通断过程中会使接触面上发生氧的富集。AgCu 3 和 Argodur 27[®] 合金已取得较大的实用意义。

添加 0.15 重量 % 镍 (AgNi0.15, 细晶银) 可抑制晶粒长大, 且提高热强度。

含 0.5~1% 镁、锰和镍的弥散硬化银合金, 能将它们的高强度值保持至 800°C, 并由于导电率好、抗烧损能力高与熔焊倾向小, 所以适用于热应力和机械应力较高的触头簧片 (Argodur[®]32)。

银-钯合金

将 30 重量 % 钯与银合金化后, 不仅能提高机械性能, 而且抗硫化作用也有决定性的改善。除了银钯合金外, AgPd30Cu5 三元合金在同样抗硫作用下, 还具有更高的机械性能。

含钯 30 重量 % 以下的 AgPd 合金不仅能长期保持光泽, 而且是最便宜的抗硫化材料, 它性硬、耐烧损, 材料迁移比银小。

在电讯技术中，特别在电话继电器和现代化旋转式选择器中，这种合金获得广泛应用。AgPd50 特别适用于精密电位器。

供货方式有线材、带材、实心铆钉、复层铆钉、铜及其合金上的复层带材、FDR 型材和焊接层薄片。

银的常用品种一览表

名 称	成 份 Ag-至少-	杂 质 ppm	用 途 指 南
光谱纯银	99.999	Cu<3 Zn<1 Si<1 Ca<2 Fe<1 Mg<1 Cd<1	电子和半导体工业用半成品——片、带、棒和线材 制造合金用锭块与颗粒
高纯银 无氧、高纯银	99.995	Cu<30 Zn<2 Si<5 Ca<10 Fe<3 Mg<5 Cd<3	制造合金用锭块与颗粒
电解银 无氧、电解银	99.95	Cu<250 Zn<5 Si<20 Ca<50 Fe<10 Mg<20 Cd<30	电工用半成品——片、带、管、棒及型材-电触头，阳极和催化剂用一般品种以及制造合金用锭块、颗粒与粉末
精炼银	99.6		钱币与银盐用半成品——片材、带材