

# 電鍍手冊

---

電鍍作業上應用之資料及圖表

尤光先 譯

黎明文化事業公司

# 電 鍍 手 冊

電 鍍 作 業 上 應 用  
— 之 資 料 及 圖 表 —

尤 光 先 譯

江苏工业学院图书馆  
藏 书 章

黎明文化事業公司



470 (75-13) 圖書目錄：470002 (75)

---

## 電 鍍 手 冊

---

翻譯者：尤 光 先

出版者：黎明文化事業股份有限公司

地 址：台北市信義路一段三號十樓·電話/3952508

行政院新聞局出版事業登記台業字第一八五號

總發行所：台北市長安東路一段五十六號·電話/5812741

門市部：台北市信義路一段三號一樓·電話/3514221

台北市重慶南路一段四十九號·電話/3116829

高雄市五福四路九十五號·電話/5210416

郵政劃撥：帳戶0018061-5

印刷者：海 王 印 刷 廠 有 限 公 司

地 址：台北縣中和市中正路八〇〇號

出 版：中華民國七十五年七月

定 價：新台幣 300 元

---

■如有缺頁及倒裝，請寄回換書■

---

版權所有·翻印必究

## 譯者感言——代序

譯者對電鍍工程知識，完全由於近年來先後翻譯過兩本有關電鍍書籍而逐漸瞭解的，由於要翻這些書，曾經下過不少功夫來仔細研究，並多方請教。

我覺得，電鍍並非彫蟲小技，它是金屬工業中最後一個階段的科技程序，但是社會上對它似乎有點陌生，不太重視；實際情形，電鍍這回事，是無法予取予求的，其中難題重重，並不是輕而易學可以倖得的。

像目前我們大約擁有規模大小的不同電鍍工廠三千多家，每家都需辛勤努力來維護營運，對我國金屬工業付出了莫大貢獻，舉凡汽車、飛機、造船、建築等等，處處也離不開電鍍這一關，可是我們電鍍工業的推廣與改良，鮮有在報章及刊物上登載，當然，電鍍是門高深又精細的科技學問，誰擁有了它，立即保密起來，可能這是全世界的共同體認，因此它的專利權也就特別多了。

但是我在研究電鍍之餘，覺得有種工作，我們必須要做，就是電鍍這類科學，複雜而繁密，假使現在能有一個提綱挈領的解說，對於業者、學者不就更易於登堂入室了嗎！

我的私願在香港朋友代購得一批有關電鍍的英文書籍後，就實現了，有幾本，我認為具有介紹給國人的價值。

其中一本是在德國1973年出版的：『電鍍作業上應用的資料及圖表』。我購得的這一本是英譯本，是1975年在英國出版，由一位英國電鍍專家 C. R. Draper 從德文譯成英文的。

現在我先講述這本書原作者是誰：

1. 化學工程師 Erich Luther。
2. 工程師 Hanns Benminghoff。
3. 化學工程師 Oskar P. Krämer。

並且還有三位專家，予以校對：

1. 化學工程師 Walter Nohse。
2. Richard Springer 博士。
3. 化學博士 Robert Weiner 教授。

綜其事的是一位 Heing Leuze。

英文本譯者是英國電鍍專家，他出版過一本「電鍍與金屬潤飾」，當然譯起來更是得心應手。

本書內容，具有所有一切有關電鍍作業上要用的資料，很少用文字表達，大部份是以圖表及數字說明為主，使讀者想找什麼很快就能找到資料，減少許多不必要的麻煩。

茲將其內容，列條作簡介說明：

第一、它對電鍍各方面所牽涉到的諸種因素，諸如化學、電化、物理、機械、電氣等等均有詳盡的數據紀錄。

第二、電鍍作業人員所關心的度量衡、時間，均有詳盡的分別刊出。

第三、各種電鍍所用的化學電解液的質與量及陰陽極要用的材料均有詳細說明。

第四、電鍍中所遭遇到的各種困難，如何去克服、補救，亦列有詳細的方法及說明。

第五、電鍍中最最重要而又為業者最容易忽略的，是在電鍍作業過程中所產生的毒性及其流出物的毒性，它能危害人類及自然環境，也都詳細述及。

第六、還有是電鍍作業時所要求的能量、時間、化學品當量、電流密度以及其彼此間的換算方法，均分門別類的，予以表格化說明。

我想，我們研究電鍍，它所需的知識，可能不外乎上述的幾個範

圍，這本書的內容中大都一一羅列，如能詳予研究，細心查閱，對於電鍍從業人員獲益匪淺，如其說，它是電鍍行業中的經典之作，亦不為過。

這是譯者譯完後的一種感想，也是小小的意見。

電鍍應用於工業上的益處，非三言兩語可能道盡，譯者以一己愚誠，努力來介紹這門科學的基本知識，祈求我們海內外同胞高瞻遠矚，大家共同來努力發揚光大，俾使我國電鍍工業趕得上世界水準。

譯者年事漸高，真可謂在夕陽餘暉中從事這種吃力不討好的工作，倍覺力不從心。不過國家是永恆的，我們民族是萬世不朽的，我們下一代中有不少傑出的優秀科學家，蔚為國用，將來唯有科學才能救國、建國。

這種頗費心機的翻譯工作，也許有許多不能盡如人意之處，請求讀者諸公曲予優容見諒，並祈多多指教，以便再版時更正。是為序。

譯者識於臺南市

75年2月

Page No.  
2- 32

1 代學的、電化的、物理的、  
機械的常數等

33- 66

2 各種酸、塩基、水、蒸氣

67-110

3 表面面積、密度、質量、流量  
及類似的計算

111-158

4 換算因素及表格、單位、方、根等

159-220

5 電鍍及陽極氧化

221-262

6 電鍍特性、標準、試驗及基礎金屬

263-344

7 化學、分析化學、流出物處理

345-356

8 運轉成本、電力消耗及成熟時間

357-386

9 解決困難

387-399

10 研磨

400-403

11 對數及逆對數

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11



第一章 化學的、電化的、物理的及機械的常數等等

表 No.		頁 No.
1	元素.....	2
2	元素週期表.....	4
3	金屬元素.....	5
4	非金屬元素.....	5
5	金屬羣.....	5
6	金屬的物理特性.....	5
7	元素的氧化電位.....	7
8	金屬的起電系列.....	8
9a	正常電位 (在水溶液中理論值) .....	8
9b	正常電位 (在飽和空氣的水中實際值) .....	9
10	無機化合物溶液中傳導力.....	10
11	傳導力標準.....	17
12	可用作電解積層金屬的電化常數.....	18
13	電工、電化及物理概念等的定義.....	20
14	重要的電化公式.....	24
15	分解電位.....	28
16	若干金屬的氫超電壓.....	28
17	特殊阻力及特殊電導率的單位.....	29
18	在不同系統中電力單位的比較對照.....	29
19	機械單位.....	30
20	測量單位的系統.....	31
21	溫度單位.....	31
22	希臘字母表.....	32



表1 元素

元素	符號	原子序	原子重量 *	價	發現時期
銨	Ac	89	(227)	—	1899
鋁	Al	13	26.9815	3	1827
銨	Am	95	(243)	3 4 5 6	1946
銻	Sb	51	121.75	3 5	在古代
氫	A	18	39.948	0	1894
砒	As	33	74.9216	3 5	1250
砒	At	85	(210)	1 3 5 7	1940
鋇	Ba	56	137.34	2	1808
鉍	Bk	97	(249)	3 4	1950
鈹	Be	4	9.0122	2	1828
鉍	Bi	83	208.9806	3 5	18世紀
硼	B	5	10.81	3	1808
溴	Br	35	79.904	1 3 5 7	1826
鎘	Cd	48	112.40	2	1817
銻	Cs	55	132.9055	1	1860
鈣	Ca	20	40.08	2	1808
鈣	Cf	98	(251)		1950
碳	C	6	12.011	2 4	在古代
鈰	Ce	58	140.12	3 4	1803
氯	Cl	17	35.453	1 3 5 7	1774
鉻	Cr	24	51.996	2 3 6	1797
鈷	Co	27	58.9332	2 3	1735
鈷	參閱 niobium				
銅	Cu	29	63.546	1 2	3500 B.C.
錒	Cm	96	(245)	3	1946
鐳	Dy	66	162.50	3	1886
鐳	Es	99	(254)		1952
銦	Er	68	167.26	3	1843
銦	Eu	63	151.96	3 2	1901
鐳	Fm	100	(252)		1952
氟	F	9	18.9984	1	1886
銣	Fr	87	(223)	1	1939
釷	Gd	64	157.25	3	1880
錒	Ga	31	69.72	2 3	1875
錒	Ge	32	72.59	2 4	1886
錒	Au	79	196.9665	1 3	紀元前
鈷	Hf	72	178.49	4	1922
氦	He	2	4.00260	0	1868
錒	Ho	67	164.9303	3	1879
氫	H	1	1.0080	1	1766
銦	In	49	114.82	3	1863
碘	I	53	126.9045	1 3 5 7	1811
銦	Ir	77	192.22	3 4	1804
鐵	Fe	26	55.847	1 2 3 6 8	在古代
氬	Kr	36	83.80	0	1898
釷	La	57	138.9055	3	1839
鐳	Lr	103	(257)		1961
鉛	Pb	82	207.1	2 4	3400 B.C.
鋰	Li	3	6.9	1	1817
鐳	Lu	71	174.97	3	1905
鎂	Mg	12	24.305	2	1808
錳	Mn	25	54.9380	2 3 4 6 7	1774
錳	Md	101	(256)		1955

元素	符號	原子序	原子重量*	價	發現時期
汞	Hg	80	200.59	1 2	在古代
鉬	Mo	42	95.94	3 4 6	1782
釷	Nd	60	144.24	3	1885
氦	Ne	10	20.179	0	1898
錳	Np	93	237.0482	4 5 6	1940
鎳	Ni	28	58.71	2 3	1751
鈮	Nb	41	92.9064	3 5	1801
氮	N	7	14.0067	3 5	1777
鐳	No	102	(254)		1957
銻	Os	76	190.2	2 3 4 8	1804
氧	O	8	15.9994	2	1774
鈣	Pd	46	106.4	2 4 6	1803
磷	P	15	30.9738	3 5	1669
鉑	Pt	78	195.09	2 4	1741
鐳	Pu	94			
釷	Po	84	(210)		1898
鉀	K	19	39.102	1	1807
鉀	Pr	59	140.9077	3	1885
鐳	Pm	61	(145)	3	1938
鈾	Pa	91	231.0359		1917
鐳	Ra	88	226.0254	2	1898
錒	Rn	86	(222)	0	1900
氫	Re	75	186.2		1925
銻	Rh	45	102.9055	3	1803
銻	Rb	37	85.467	1	1860
鈳	Ru	44	101.07	3 4 6 8	1844
釷	Sm	62	150.4	2 3	1879
銻	Sc	21	44.9559	3	1879
碲	Se	34	78.96	2 4 6	1817
矽	Si	14	28.086	4	1823
銀	Ag	47	107.868	1	在古代
鈉	Na	11	22.9898	1	1807
銻	Sr	38	87.62	2	1808
硫	S	16	32.06	2 4 6	在古代
鉭	Ta	73	180.9479	5	1802
錳	Tc	43	98.9062	6 7	1937
碲	Te	52	127.60	2 4 6	1782
鐳	Tb	65	158.9254	3	1843
鈾	Tl	81	204.37	1 3	1861
鈾	Th	90	232.0381	4	1828
錒	Tm	69	168.9342	3	1879
錫	Sn	50	118.69	2 4	在古代
鈦	Ti	22	47.90	3 4	1825
鎢	W	74	183.95	6	1783
鈾	U	92	238.029	4 6	1789
釷	V	23	50.9414	3 5	1801
氙	Xe	54	131.30	0	1898
鐳	Yb	70	173.04	2 3	1878
釷	Y	39	88.9059	3	1794
鋅	Zn	30	65.37	2	17-18世紀
鋅	Zr	40	91.22	4	1824

\* 括弧內數字是一般所採用的值，其餘均是根據碳同位素 $^{12}\text{C}=12$ 在1969年I. U. P. A. C. 所製訂。

表2 元素週期表

Period	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Group VI	Group VII	Group VIII	Group 0	
1	1 H Hydrogen 1.0080								2 He Helium 4.0026	
2	3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012	5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998		10 Ne Neon 20.179	
3	11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	13 Al Aluminium 26.982	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulphur 32.06	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948		
4	19 K Potassium 39.102	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.71
5	37 Rb Rubidium 84.467	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 99.906	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.4
6	55 Cs Caesium 132.91	56 Ba Barium 137.34	57-71 Lanthanides see*	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.22	76 Os Osmium 190.2	77 Ir Iridium 192.2	78 Pt Platinum 195.09
7	87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium 226.03	89-102 Actinides see**	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [210]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]		

\*) Lanthanide series

57 La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium [145]	62 Sm Samarium 150.4	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.97
-------------------------------	---------------------------	---------------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------

\*\*) Actinide series

89 Ac Actinium 12271	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium [242]	95 Am Americium [243]	96 Cm Curium [245]	97 Bk Berkelium [249]	98 Cf Californium [251]	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium [254]	101 Md Mendelevium [256]	102 No Nobelium [254]	103 Lr Lawrencium [254]
----------------------------	-----------------------------	----------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

表3 金屬元素

Ac	Ag	Al	Am	As	Au	Ba	Be	Bi
Bk	Ca	Cd	Ce	Cf	Cn	Co	Cr	Cs
Cu	Dy	Er	Es	Eu	Fe	Fm	Fr	Ga
Gd	Ge	Hf	Hg	Ho	In	Ir	K	La
Li	Lu	Md	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd
Ni	No	Np	Os	Pa	Pb	Pd	Pm	Po
Pr	Pt	Pu	Ra	Rb	Re	Rh	Ru	Sb
Sc	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Tc	Th	Ti
Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr

表4 非金屬元素

At	B	Br	C	Cl	F	J	N	O	P	S	Se	Si	Te
----	---	----	---	----	---	---	---	---	---	---	----	----	----

表5 金屬羣

鹼金屬  
鹼性土金屬  
重金屬  
輕金屬  
貴金屬  
白金屬  
稀土金屬

Li Na K Rb Cs Fr  
Be Mg Ca Sr Ba Ra  
Ag Au Cd Fe Hg Mn Ni Pb Pt Sn W Zn  
Al Ba Be Ca Cs K Li Mg Na Ru Sc Sr Ti Y  
Ag Au Pt and platinum metals  
Ru Rh Pd Os Ir Pt  
La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb  
Dy Ho Er Tm Yb Lu

表6 金屬的物理特性

金屬	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3 = \text{kg}/\text{dm}^3$ $= \text{t}/\text{m}^3$ )	熔點 ( $^{\circ}\text{C}$ )	溫度揮發力 ( $^{\circ}\text{C}$ )	沸點 ( $^{\circ}\text{C}$ )	特殊阻力 ( $\text{ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
Aluminium	2.70	658	996	2060	0.028
Antimony	6.67	630	678	1440	0.386
Arsenic	5.73	814	—	610	0.350
Beryllium	1.82	1285	1246	2770	0.059
Bismuth	9.87	271	698	1560	1.010
Cadmium	8.64	321	264	767	0.076
Chromium	7.19	1890	1205	2500	0.039
Cobalt	8.83	1492	1649	2900	0.062
Copper	8.93	1083	1273	2600	0.017
Gallium	5.90	30	1093	2064	0.395
Germanium	5.35	958	1251	—	0.890
Gold	19.30	1063	1465	2960	0.023
Iridium	7.31	156	952	1450	0.084
Iridium	22.65	2454	2556	5300	0.05
Iron	7.86	1530	1447	2740	0.097
Lead	11.34	327	718	1750	0.207

Magnesium	1.74	650	443	1102	0.045
Manganese	7.30	1247	980	2150	1.850
Molybdenum	10.2	2622	2533	4800	0.052
Nickel	8.90	1452	1510	2730	0.068
Palladium	12.00	1555	1566	4000	0.109
Platinum	21.45	1774	2090	4400	0.098
Rhenium	20.9	3170	—	—	0.198
Rhodium	12.44	1966	2140	4500	0.043
Ruthenium	12.30	2500	2430	4900	0.076
Selenium	4.81	220	234	680	0.114
Silver	10.50	960	1047	2210	0.016
Tantalum	16.6	3000	—	4100	0.144
Tellurium	6.24	452	670	1300	6.000
Thallium	11.83	303	606	1457	0.150
Tin	7.28	232	1189	2270	0.115
Titanium	4.50	1820	1546	3300	0.800
Tungsten	19.3	3380	3309	6000	0.050
Vanadium	5.9	1720	1888	3150	0.190
Zinc	7.13	419	243	906	0.055
Zirconium	6.53	1860	2000	3200	0.410

金屬

特殊導率  
(m/ohm.mmm<sup>2</sup>)

特殊熱力  
(0-100°C) (kJ/kg.°C)\*

熱量導率  
at 20°C (W/m.°C)\*\*

勃林茲爾硬度  
(N/mm<sup>2</sup>)†

一次熱膨脹係數  
× 10<sup>6</sup>

Aluminium	2.6	0.21	18.8	343 - 392	10.8
Antimony	36.0	0.90	221.9	147 - 245	23.1
Arsenic	2.8	0.34	—	—	5.0
Beryllium	16.9	2.18	159.1	588 - 1373	12.0
Bismuth	0.99	0.13	8.4	88	12.0
Cadmium	14.6	0.23	92.9	157	31.0
Chromium	6.7	0.46	272.1	686§	6.6
Cobalt	16.1	0.39	71.2	1226	12.3
Copper	60.0	0.39	391.5	343	16.5
Gallium	—	0.33	—	—	18.0
Germanium	1.1	0.31	—	—	6.0
Gold	45.7	0.12	314.0	181	14.2
Indium	12.0	0.23	23.9	9.8	41.7
Iridium	18.9	0.13	58.9	—	6.6
Iron	10.3	0.45	73.9	588	12.5
Lead	4.8	0.13	35.6	39 - 69	28.0
Magnesium	22.2	1.01	171.7	343	26.0
Manganese	0.54	0.51	50.2	—	22.0
Molybdenum	19.2	0.25	146.5	c.1569	5.3
Nickel	14.7	0.45	90.0	785 - 1177	12.5
Palladium	9.26	0.23	67.0	—	10.6
Platinum	10.2	0.13	71.2	392 - 539	8.9
Rhenium	5.0	0.14	—	—	4.0
Rhodium	23.2	0.25	87.9	1432	9.0
Ruthenium	13.2	0.23	—	—	10.0

金屬	特殊傳導率 (m/ohm.mm <sup>2</sup> )	比熱 (0-100°C) (kJ/kg.°C)*	熱傳導率 at 20°C (W/m.°C)**	勃林氏硬度 (N/mm <sup>2</sup> )†	一次熱膨脹係數 × 10 <sup>6</sup>
Selenium	8.8	3.22	—	—	37.0
Silver	62.5	0.23	418.7	245	19.2
Tantalum	8.1	0.14	54.4	—	6.5
Tellurium	—	0.20	4.2	—	17.2
Thallium	5.5	0.13	50.2	—	29.0
Tin	8.7	0.25	67.0	392	23.0
Titanium	1.2	0.47	37.7	1569 - 2550	8.5
Tungsten	20.0	0.13	159.1	c.3432	4.5
Vanadium	3.8	0.50	—	2550	7.8
Zinc	16.9	0.39	125.6	343	36.0
Zirconium	—	0.28	—	—	14.3

\* 1 kJ/kg. °C = 0.23885 cal/g. °C      † 1 kgf = 9.80665 N  
\*\* 1 W/m. °C = 0.0023885 cal/cm. sec. °C      § electrolytic 5884 . . . 10800 N/mm<sup>2</sup>

表7 元素的氧化電位

(E<sub>0</sub>是正常電位)

正常電位及起電系列均有值得注意的實際重要性，例如，在金屬材料的腐蝕防禦、單獨金屬防禦腐蝕上的其他金屬，要適應溶液壓力的變數而變化效果。鐵，明顯的是建築上最重要的五金材料，此間就要關心到腐蝕的危險。防禦腐蝕是相當重要的，防禦鐵的腐蝕，可用起電系列方法來說明金屬效果。在此系列中，所有低於鐵的金屬，均比它不貴重，同時，那些適合於它的是貴重金屬。

如果一塊鐵用其他金屬予以塗層，而鐵再有所腐蝕，則僅能發生於它的塗層不夠濃密，或者含有小孔、裂縫及經過媒介物（空氣中潮濕、雨水、化學濃縮物、二氧化碳等等）接近其本體所受侵害所致，於是要建設一個流電池或區域電池：



在這種電池中，它溶解不貴重金屬（亦即是腐蝕，易言之，或者變成分解的電極或陽極）攻擊較貴重金屬（鍍層的電極或陰極）不能夠如電氣繼續般的長久維持，亦即是有某些不貴重金屬仍舊留在四周（侵害媒介物的導力，保留得很高）。

如果在鐵上鍍層是比較貴重的金屬所組成，例如鎳或銅，於是鐵在上述的感覺上是變成陽極。因為鎳、銅、錫及其他較貴重金屬，他們不能保護鐵，所以用這些金屬做鍍層必須要厚，尤其要密，使得侵害媒介物不能接近到它的本體。

如果鐵用鋅或鎳來作鍍層，則情況就有差異，後兩種金屬比鐵是非貴重金屬，如此他們就變成陽極（會腐蝕）。因此，他們留在四周盡量能夠保護鐵的若干鍍層，甚至當鐵無侵害媒介物接觸時，在繼續電流中，非貴重金屬差不多能予以保護。

表列的資料並不一定像他們所說明的可以應用於實際上，他們祇是正確試驗上的結果，在實際上的許多重要因素均未計算在內或未予排除，這些因素包括金屬的組合、四周媒介物的資料、它的溫度等等，這些因素在實際起電系列中是要斟酌的，因此兩項理論的及實際的值均列入附表 9。

一個元素的正常電位是依電元素（新電池）的起電力（推定的）。它的電極是由有關的元素所形成，它是浸泡在一個含有每公升（例如對 Ni, 58.69g/1Ni<sup>2+</sup>）含有 1.0 相等離子的元素的水溶液中，這種電位可用計算電極的方法予以測定。如果計算電極是正常的氫電極，即產生正常電位，這種電極是存在於純氫中，有 760mmHg 的壓力，並浸在一個水的溶液中，其氫離子濃度是單一的（大約相當於 2N 硫酸）這種電極可以說明正常電位是 0。

表 9 是指出金屬及非金屬在水溶液中的正常電位（ $E^\circ$ ），他們的離子濃度  $c$  (g-ion/l) 是單一的，而離子活動力是單一的，這些資料是在溫度 25°C 及正常氫電極在 0 時的電位中求得的。

表 8 金屬的起電系列

一種金屬能由後者的水溶性的鹽溶液中沉澱所有金屬，如果後者金屬確能比前者正確，即是較貴金屬比氫少貴的金屬可以代替這種金屬，他們就是分解水。

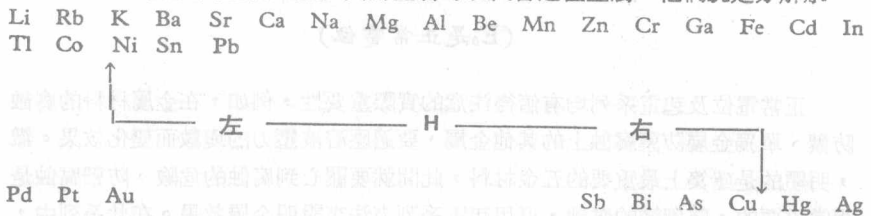


表 9a 正常電位

(在水溶液中理論值)

元 素	電熱反應	$E_0$ (伏特)
Aluminium	$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$	-1.67
Antimony	$Sb \rightarrow Sb^{3+} + 3e$	+0.20
Arsenic	$As \rightarrow As^{3+} + 3e$	+0.30
Barium	$Ba \rightarrow Ba^{2+} + 2e$	-2.92
Bismuth	$Bi \rightarrow Bi^{3+} + 3e$	+0.23
Bromine	$Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$	+1.066
Cadmium	$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e$	-0.40
Calcium	$Ca \rightarrow Ca^{2+} + 2e$	-2.84
Chlorine	$Cl_2 (gas.) + 2e \rightarrow 2Cl^-$	+1.358
Chromium	$Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e$	-0.71
Cobalt	$Co \rightarrow Co^{2+} + 2e$	-0.27
Copper	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$	+0.345
Copper	$Cu \rightarrow Cu^+ + e$	+0.52
Fluorine	$F_2 (gas.) + 2e \rightarrow 2F^-$	+2.85
Gold	$Au \rightarrow Au^{3+} + 3e$	+1.42
Gold	$Au \rightarrow Au^+ + e$	+1.7
Hydrogen	$1/2H_2 \rightarrow H^+ + e$	$\pm 0.000$
Iodine	$I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$	+0.536



Iron	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$	-0.44
Iron	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3e$	-0.036
Lead	$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e$	-0.125
Lithium	$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + e$	-3.02
Magnesium	$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e$	-2.34
Manganese	$\text{Mn} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2e$	-1.05
Mercury	$2\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+} + 2e$	+0.798
Mercury	$\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}^{2+} + 2e$	+0.80
Nickel	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e$	-0.25
Palladium	$\text{Pd} \rightarrow \text{Pd}^{2+} + 2e$	+0.83
Platinum	$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2e$	+1.2
Potassium	$\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + e$	-2.92
Rubidium	$\text{Rb} \rightarrow \text{Rb}^+ + e$	-2.98
Silver	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e$	+0.80
Sodium	$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e$	-2.75
Strontium	$\text{Sr} \rightarrow \text{Sr}^{2+} + 2e$	-2.89
Sulphur	$\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S} + 2e$	-0.51
Thallium	$\text{Tl} \rightarrow \text{Tl}^+ + e$	-0.335
Tin	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e$	-0.410
Tin	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 4e$	+0.050
Zinc	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$	-0.76

表9b 正常電位

(在飽和空氣的水中實際值)

醋酸鹽緩衝劑, pH 6.0 去氯化物, 25°C 及飽和空氣合成水 (pH 7.5, 25°C)

金屬	$U_{h^0}$ (mV)	
	水	海水
Gold	(+306)	(+243)
G AlSiMg as cast	(+274)	—
Silver	+194	+149
Titanium	(+181)	(-111)
Silverin	(+164)	+44
Nickel silver Ns 6218	+161	-1
Silver solder 4500	+156	—
Bronze SnBz8	+156	—
G AlSi as cast	(+155)	—
Silver solder 4404	+154	-15
Brass SoMs 70	+153	+28
Silver solder 2500	+152	—
Monel	(+148)	—
Silver solder 4003	+145	—
Brass Ms 63	+145	+13
Elmedur	+144	-8
Nickel silver Ns 6512	(+141)	—
Copper	+140	+10
Beryllium copper, hard	+140	0
AlMBz 10	(+139)	-1
Beryllium copper, soft	+135	—
Monel K	(+131)	+12
Brass G Ms 64	+126	—

金屬	$U_{h_2o}$ (mV)	
	水	海水
Nickel Ni 99-6	+118	+46
Brass Ms 63 Pb	+117	—
Cr steel (Remanit 1620, 80 kg/mm <sup>2</sup> )	(+ 76)	—
Beryllium nickel, hard	(+ 64)	-16
AlCuMg	(+ 21)	-339
Cr steel (Remmanit 1620, 120 kg/mm <sup>2</sup> )	(+ 7)	-134
Beryllium nickel, soft	(- 40)	—
Cr-Ni stainless steel 18/8 (V2A)	(- 84)	-45
AlMgSi	(-124)	-785
Aluminium Al 99-5	(-169)	-667
Tin (anodes)	(-175)	—
Hard chrome (50 μm) on steel	(-249)	-291
Tin solder L, 90% Sn	(-258)	—
Tin, 98% Sn	(-275)	-809
Tin solder L, 60% Sn	(-279)	—
Lead, 99.9% Pb	(-283)	(-259)
Cylinder iron (cupola) GG-22 as cast	-346	-347
Steel Mu St 4	-350	-335
Tool steel, GG-18 electric, as cast	-376	-455
Steel 1.26% C	-377	—
Carbonyl iron	-389	—
Tool steel, GG-18 cupola, as cast	-389	-307
Cylinder iron GG-22 electric, as cast	-404	-351
Cadmium (anodes)	-574	-519
Gk Zn Al6 Cu 1 as cast	-762	—
Gk Zn Al6 Cu 1 machined	-773	-987
Zn coating, 100 μm, cyanide, on steel	-794	-806
Zn coating, 100 μm, acid, on steel	—	-794
Zinc 99.975% Zn	-807	—
Zinc 99.5% Zn	-815	—
Zinc 98.5% Zn	-284	-284
Zinc 99.995% Zn	-827	—
GD Zn Al 4	-853	-935
Magnesium alloy AM 503	-1460	-1355

—其中合金電位均估計於括弧內，電位完全是依據預先處理的結果及其表面結構，其值係由標本上求得，亦是經過陰極分解處理，直至氫全部展開為止。根據表面結構，電位才正式歸納於較低範圍，亦即是比所估值低於貴重。

表10 無機化合物溶液中傳導力

在18°C的水溶液中，其特性(K)及相同的傳導力(Λ)，溫度係數：

$$\frac{1}{K_{18}} \left( \frac{\delta K}{\delta t} \right)_{22}$$

此係由溫度18與26°C之間，計算由傳導力變量所得(對於K<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>S, KHS及H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>是在溫度10與26°C之間)。