

全所5人, 研究人员2名。所长弘田礼一郎 (Reiichiro Hirota) 从事内湾性浮游生物分类和生态研究。副教授山口隆男 (Takao Yamaguchi) 做蟹类形态和生态学研究。

18. 天草临海实验所 Amakusa Marine Biological Laboratory, Faculty of Science, Kyushu University

所址 〒863-25, 熊本县天草郡苓北町富冈2231。附属九州大学理学院。1928年建所。主要从事海洋动物生态学研究。所址面对巴湾, 因受对马暖流支流影响, 冬季水温在10°C以上, 外海水温14°C以上, 有丰富的暖流系生物, 潮差大, 大潮可达3.7米。所附近有砂质、泥质和岩礁海岸。沙滩有大量蟹、贝类等生长。

全所7人, 研究人员3名。所长为著名生态学家菊池泰二 (Taiji Kikuchi) 教授从事底栖动物群落及个体生态学研究。田中雅生 (Masao Tanaka) 做底栖动物种群生态学研究。野岛哲 (Satoshi Nojima) 进行腔肠动物的生态学研究。

19. 濑底临海实验所 Sesoko Marine Science Laboratory, University of the Ryukyus

所址 〒905-02, 冲绳县本部町字濑底。附属琉球大学理工学院。1971年建所于冲绳岛西北的濑底岛上, 海岸全部由隆起的珊瑚礁构成, 具丰富的珊瑚礁生物。

专任研究人员2名。所长山里清 (Kiyoshi Yamazato) 教授研究无脊椎动物, 香村真德 (Shintoku Kamura) 从事海藻研究。

结 语

以上介绍的仅限于在日本从事海洋生物学基础研究的国立机构, 各海区的水产研究所、县水产试验场, 以及一些私立大学的实验所、研究所均未包括在内。日本各临海实验所的水族饲养室(各型水槽)、恒温室、电镜室、标本室、仪器设备和船只等均较先进。特别值得提出的是各所人员少而精。我们应学习其先进经验, 加快发展海洋生物学研究, 为四化贡献力量。

阴极保护使用的难溶性电极

〔日〕福谷英二
(中川防蚀工业株式会社)

阴极保护所使用的电极, 有消耗性的软钢、铸铁、铝等; 有难溶性的碳系、高硅铸铁系、磁性氧化铁、铁氧体系、铝系、白金系、DSA系等等。

电极材料的选择对阴极保护的经济性有很大影响。寿命的长短, 尺寸和重量的大小, 初次投资的大小, 维护和管理费的多寡等等都是决定经济性的重要因素。

一般说来, 寿命长的电极往往经济性就好, 所以通常使用难溶性电极。

本文参考了部分文献将一些难溶性电极的特性及其适用环境介绍如下:

1. 碳系电极 碳系电极的性质列于表1。

表1 碳系电极的性质

种 类	密 度 (g/cm ³)	电 阻 率 (Ω·cm)	强 度 (psi)	
			弯 曲	压 缩
碳	1.58	0.004	2.500	8.500
石 墨	1.58	0.001	2.600	5.500

石墨是由石油焦炭制造的。烧结除去碳氢化合物和挥发性成分。因为碳和石墨中有气孔, 所以常常是经过含有干燥剂的亚麻仁油浸透后使用。

Tudor在电阻率为16.3, 50, 1000, 5000 Ω·cm的食盐水和海水中进行了消耗率的研究, 结果如图1和图2所示。图1中消耗率用g/dm²/day来表示, 图2中用kg/A·yr.来表示。g/dm²

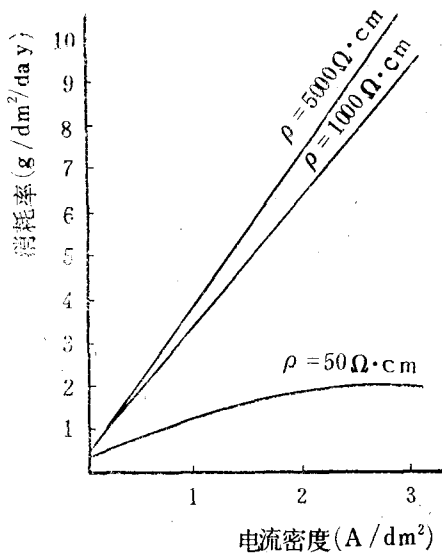


图1 石墨电极的消耗率和电流密度、电阻率 (g/dm²/day)

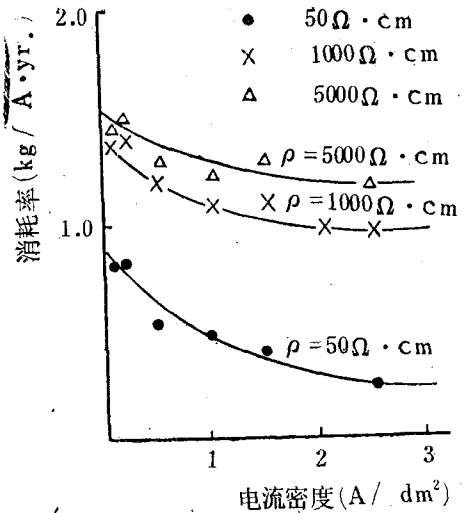


图2 石墨电极的消耗率和电流密度、电阻率 (kg/A·yr.)

/day随着电流密度的增加而增加, kg/A·yr. 随着电流密度的增加而减少。但在某一电流密度以上时基本上成为定值。

这些实验结果可知:

- (1) 电阻率在50Ω·cm以下时消耗率小。
- (2) 在1000Ω·cm以上时消耗率非常大。在土中使用时, 如果使用焦炭粉末作为填充料的话, 消耗率和低电阻率的场合一样。

- (3) 电流密度高时每安培年的消耗率小。

浸透亚麻仁油和不浸透亚麻仁油的时候相比较, 浸透后消耗率颇为减少, 其状况如图3所示。

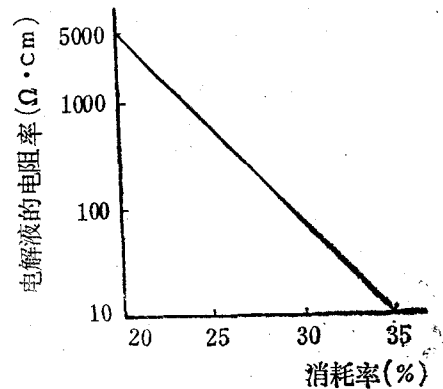


图3 浸透亚麻仁油后石墨电极消耗率 (%)

表2是各研究者介绍的电流密度和消耗率。

表2 石墨电极的电流密度和消耗率

文献 No	研究者或文献	电流密度 (A/dm ²)		消耗率 (kg/A·yr.)	
		海水中	淡水中	海水中	淡水中
1	Brady	0.1	0.025	—	—
2	Tudor	0.2	0.1	0.8	1.5
3	Toncre	0.26	—	0.3—1.0	—
4	Doremus	—	—	0.4—0.5	—
5	防蚀技术便览	0.1	0.025	0.16	0.04
6	Dragman	0.5	—	0.25	—
7	Boeckmann	0.1—0.5	—	0.03—0.45	—

2. 高硅铸铁系电极 高硅铸铁分为一般用的、添加Cr和添加Mo的三种，其组成如表3所示。

表3 高硅铸铁的组成

电极种类	Si	Mn	C	Cr	Mo	Fe
一般	14.4	0.7	0.95	0	0	余量
添加Cr ¹⁾	14.4	0.7	1.0	4.25	0	余量
添加Mo ²⁾	14.4	0.7	1.0	0	3.0—3.5	余量

注：1)，2)：同时添加Cr、Mo的情况也有。

高硅铸铁硬度非常高，机械加工很困难，所以铸造后直接使用。其电阻率非常小，20℃时是72 μΩ·cm。

Tudor在16.3, 50, 1000, 5000Ω·cm的食盐水和海水中进行了消耗率的试验，其结果见图4和图5。g/dm²/day随着电流密度增大而增大，而kg/A·yr.当电流密度在0.5A/dm²以上时几乎成了定值。电解质的电阻率影响不怎么样，但与50Ω·cm以下的低电阻率的场合相比较，在1000Ω·cm以上的高电阻率中，消耗率稍小一些，所以适合使用于象土中、淡水中那样电阻率高的环境中。

在不同环境中，各研究者所介绍的有关高硅铸铁电流密度和消耗率列于表4。

表4中的Toncre的数据是在马拉开波湖

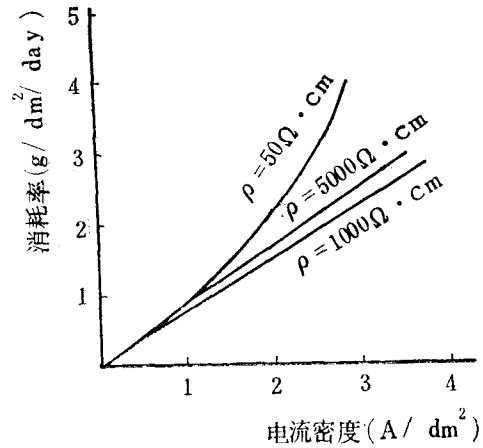


图4 高硅铸铁的消耗率和电流密度、电阻率 (g/dm²/day)

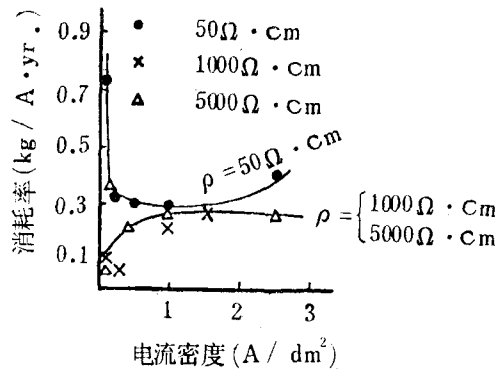


图5 高硅铸铁的消耗率和电流密度(kg/A·yr.)

表4 高硅铸铁的电流密度和消耗率

文献 No	研究者或文献	电极种类	电流密度 (A/dm ²)			消耗率 (kg/A·yr.)		
			海水	淡水	土中	海水	淡水	土中
2	Tudor	一般	1.0	0.2	—	0.3	0.15	—
3	Toncre	一般	0.25	—	—	0.15—0.26	—	—
3	Toncre	一般	0.5	—	—	1.0	—	—
3	Toncre	加Mo	0.27	—	—	0.2	—	—
4	Doremus	加Cr	—	—	—	0.25	—	—
5	防蚀技术便览	一般	0.5	0.1	0.1	0.3—1	0.05—0.2	0.05—0.2
6	Drayman	一般	0.25—0.35	—	—	0.1	—	—
7	Baeckman	加Cr、Mo	0.1—0.5	—	—	0.09—0.25	—	—
8	Luce	一般	0.5—1.0	0.1	0.05	0.15—0.43	0.3—0.5	0.15—0.5
9	Bryan	加Cr	0.1	—	—	0.35	—	—

(Lake Maracaibo) 的试验资料, 但实际使用时电极消耗率和表 4 的值相比稍大一些, 为 0.4—1.6kg/A.yr.。这是由于浇口处等局部消耗的增加使消耗率变大的缘故。

美国腐蚀工程师学会 (NACE), T-2B-4, Pub-60-3 收集了在 230 个地方使用高硅铸铁用户的反映, 并报告了它的概要, 所使用的比例, 土中 53%; 淡水中 37%, 即在高电阻率环境中使用共计 90%, 其余仅 10% 在低电阻率的海水中使用。

在淡水中 52°C 以上、海水中 45°C 以上时, 一般使用的高硅铸铁消耗率高, 所以希望加入 Mn 。

3. 磁性氧化铁电极 磁性氧化铁电极, 是使用磁性氧化铁粉末铸造的, 铸造成中空有底圆筒形。壁厚约 5—10mm, 主要成分: Fe_3O_4 , 92—93% (FeO 约 30%, Fe_2O_3 约 62—63%); SiO_2 , 4—6%; CaO 、 MgO 和 Al_2O_3 分别含有 0.1—1%。

这种电极的电阻率为 0.1—0.42 Ω .cm, 是石墨的 100 倍左右。因为壁也薄, 所以使用中把圆筒的内面镀铜使导电性能良好。铸件内有气孔时, 水浸入内部, 腐蚀了和电线的连接部位使导线断开, 为此采用水压试验来排除废品。此外, 磁性氧化铁有硬脆的缺点。

在室内采用试片所得到的消耗率试验结果如表 5 所示。

根据 Lider 的研究, 电流密度和消耗率的关系如图 6 所示。

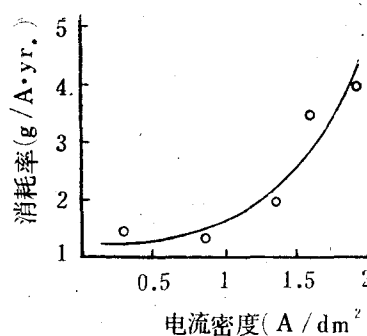


图 6 磁性氧化铁电极的消耗率和电流密度

因为电流密度小时消耗率非常小, 所以适合于在高电阻率环境中使用, 在土壤中使用电流密度为 0.2A/dm², 海水中为 2A/dm²。

瑞典除作为土中电极之外, 在海水和淡水中也有应用, 在日本只作为土壤中的电极应用。该电极既硬又脆, 适于用在土中这样的环境, 因为它被埋在土中后, 与其他东西碰撞机会少。

4. 铁氧体电极 铁氧体是用 MFe_2O_4 来制造的, M 表示 Mn、Ni 等二价的金属, 因为 $NiFe_2O_4$ 的耐腐蚀性和强度好, 所以正被作为专门的材料来应用。

图 7 表示 $NiFe_2O_3$ 的 Ni 含量与消耗率、电阻率的关系。

NiO_{35} (MOL%), Fe_2O_{465} (MOL%) 时, 电阻率高达 0.3 Ω .cm, 但消耗率小, 强度高, 所以做为电极来讲, 这个组成是合适的。

因为铁氧体电极是把 Ni 铁氧体粉末用粉

表 5 磁性氧化铁试片的消耗率

文献 No.	研究者	电流密度 (A/dm ²)	消耗率 (g/A.yr.)	环境
11	Zorin	0.5—5.0	3—10	12% NaCl 溶液
12	Lider	0.3	1.45	海水中 (含盐 2.5%)
		0.85	1.32	
		1.35	2.0	
		1.60	3.5	
		1.90	4.0	
—	中川防蚀工业	0.5	1.0	东京商船大学院内

末冶金方法烧结制造的，所以目前制造大型电极是困难的。它适于作热水器等阴极保护的电极。

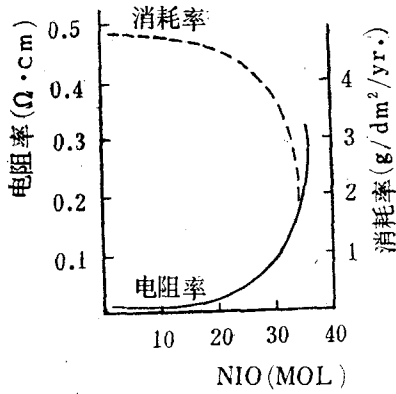


图7 Ni铁素体电极的消耗率、电阻率

中川防蚀工业在东京商船大学院内污染海水和污泥中所进行的试验结果如表6所示。

表6 Ni铁素体电极在污染海水和污泥中的消耗率 (g/dm²·yr.)

电流密度 (A/dm ²)	0.1	0.2	0.5	1	2
海水 (31—65Ω·cm)	0.137	—	0.344	0.71	1.37
	3.06	1.03	7.19	35.9	—

从表6可以看出：

- (1) 电解质的电阻率高时消耗率增加。
- (2) 在污泥中，相同电流密度消耗率显著变大 (120倍以上)。
- (3) 电流密度大时消耗率 (g/A·yr.)

表7 各种铅-银合金电极的消耗率 (kg/A·yr.)

电流密度 (A/dm ²)	0.1				1.0				
	电阻率 (Ω·cm)	16.3	50	1000	5000	16.3	50	1000	5000
Pb-2Ag		-0.13	-0.07	32	12	-0.04	-0.005	0.45	0.35
Pb-4Ag		-0.10	0.2	31	31	-0.005	-0.013	0.43	0.20
Pb-10Ag		-0.007	0.018	30	8	0	-0.005	0.34	0.19
Pb-1Ag-7Sb		-0.44	-0.07	31	30	-0.05	0.03	2.3	2.1
Pb-1Ag-0.5Hg		-0.22	0.4	2	33	-0.014	0.086	2.0	2.3
Pb-4Ag-4Hg		-0.07	2.7	25.2	32	-0.05	-0.09	0.7	1.0

减小。

5. 铅系电极 铅和铅合金在含有氯离子的环境中通电时，表面的Pb氧化后生成PbO₂膜。因为PbO₂处于钝态，所以由这种致密PbO₂覆盖的铅系电极成为难溶性电极。

如果在Pb中添加Ag或Ag和Sb等来制成合金的话，容易生成致密的PbO₂。另外如果在Pb或其合金中插入小的白金丝的话，增加了PbO₂的稳定性。白金丝的作用是：

- (1) 使铅离子氧化成PbO₂。
- (2) 具有抑制氯化铅生成的“安全阀”作用。

Tudor对Pb-1Ag-6Sb电极及各种铅银电极，在电阻率16.3, 50, 1000, 5000Ω·cm的盐水中进行了试验。Pb-1Ag-6Sb的消耗率如图8所示。各种铅-银合金系的消耗率，列于表7。

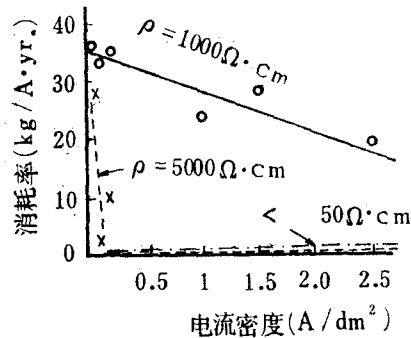


图8 Pb-1Ag-6Sb电极的消耗率和电流密度、电阻率

从图 8 和表 7 可以看出:

(1) 在电阻率 $50\Omega\cdot\text{cm}$ 以下的电解质中, 不管电流密度多大, 其消耗率非常低, 大约在 $0.1\text{kg}/\text{A}\cdot\text{yr.}$ 以下, 所以作为海水中的电极是适当的。

(2) 电流密度在 $0.2\text{A}/\text{dm}^2$ 以下, 电阻率在 $1000\Omega\cdot\text{cm}$ 以上的高电阻率环境中, 消耗率非常高, 不宜使用。

(3) Pb-1Ag-6Sb 电极

A. 在 $1000\Omega\cdot\text{cm}$ 时消耗率高, 无论什么样的电流密度都不宜使用。

B. $5000\Omega\cdot\text{cm}$ 时, 当电流密度在 $0.3\text{A}/\text{dm}^2$ 以上时消耗率极小, 可以使用。

(4) 其他各种, 如 Pb-Ag, Pb-Ag-Sb, Pb-Ag-Hg 电极在 $1000\Omega\cdot\text{cm}$ 以上的高电阻率环境中, $1\text{A}/\text{dm}^2$ 的电流密度可勉强使用。

(5) 含 Ag 量在 2% 以上的 Pb-Ag 系是最适当的电极。

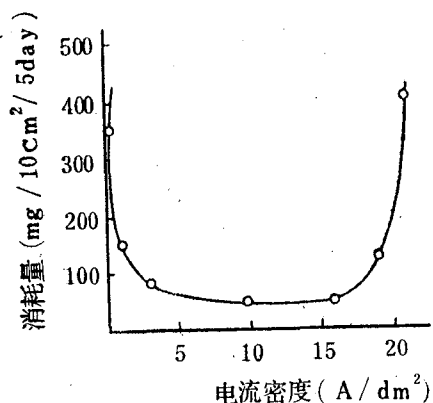


图 9 Pb-4.3Ag 电极的消耗量和电流密度

表 8 在深海中 Pb-1Ag-6Sb 电极的消耗率

强度 (psi)	电流密度 (A/dm ²)	消耗率 (kg/A.yr.)
300	1.5	0.18
300	1.5	0.18
0	1.5	0.077

表 9 各种铅系电极在温水中的电流密度和消耗率

文献 No	研究者或文献	电极种类	电流密度 (A/dm ²)	消耗率 (kg/A.yr.)
17	Shreier	Pb-Pt	20	—
6	Drayman	Pb-Pt	1.5—4.5	0.004
18	Benedict	Pb-Pt	—	0.002—0.006
17	Shreier	Pb-1Ag	1—1.5	—
6	Drayman	Pb-Ag-Sb	0.5—1.6	0.07
18	Benedict	Pb-Ag	—	0.2
4	Doremus	Pb-1Ag-6Sb	—	0.4—0.8
14	Tudor	Pb-1Ag-6Sb	1.0	0.1
14	Tudor	Pb-Ag	1.0	0.1—0.2
14	Tudor	Pb-Ag-Hg	1.0	0.1
3	Toncre	Pb-Ag	1.0	—
5	防蚀技术便览	Pb-Ag	0.3—3.0	0.03
16	Reding(大气压)	Pb-1Ag-6Sb	1.5	0.08
16	Reding(深海)	Pb-1Ag-6Sb	1.5	0.2

佐藤对在铅系电极中添加各种金属所产生的影响进行了广泛的试验。对 Pb-Ag 合金来说, 含 Ag 2% 以上是必要的, 效果最好的是含 Ag 3.0—4.3%。Pb-4.3Ag 电极消耗量和电流密度的关系如图 9 所示。在 Pb-4.3Ag 电极中, 假使添加 4.1% Sb 或者 4.1% 的 Sn 不仅改善不了性能, 反而使其使用电流密度的范围变窄了, 如 Pb-4.3Ag 是 $4—16\text{A}/\text{dm}^2$ 。其中添加 Sb 4.1% 时变成 $2—4\text{A}/\text{dm}^2$; 添加 4.1% Sn 时是 $2—8\text{A}/\text{dm}^2$ 。

电流密度在 $0.3\text{A}/\text{dm}^2$ 以下时, 不能产生致密的耐蚀性 PbO_2 , 所以消耗率增大。

Reding 在深为 650ft. 的海水中使用 Pb-Ag-6Sb 电极时如表 8 所示, 消耗率为大气压下两倍多, 这可能是由于深水中 PbO_2 膜过厚而产生龟裂所致。在这种环境中以使用铅系电极为佳。

根据各研究者介绍铅系电极的电流密度和消耗率, 作表 9。

由表 9 可知, 与一般的相比插入白金丝的电极消耗率显著变小。但必须注意, 只有在肯定白金丝不会脱落的情况下, 此表所列的数据才是有效的。一般说来铅系电极是在海水中使用的主要电极。

6. 白金系电极 白金是非常好的电极

材料, 然而由于昂贵很少直接使用纯白金。通常是在铜、银上面包上白金, 或者在Ti、Nb、Ta等上面包覆或镀上白金来使用。

因为在Ti、Nb、Ta等的表面能形成绝缘性的致密膜, 这些金属本身不产生电流。但是, 超过某一限界电压时, 氧化膜被破坏, 便产生基体金属的腐蚀。这个限界电压Ti是7.5V, 但根据使用的环境和Pt覆盖的质量, 多少有些变化, 实际的限界电压在8.5—14V之间; Nb限界电压是40—50V; Ta是130—200V。在需要高电压的环境中, 例如在高电阻率的土壤中, 使用Pt-Ta电极比较合适。

白金在100Hz以下的交流波动情况下是差的, 使用单相全波整流器时(47%波动)镀白金电极的寿命为5年, 因此一般使用三相全波整流器(脉动5%以下)。但在长期使用自动调节的场合, 最好要装有特别的整波装置。

对冷凝器、加热器、管道内壁等的阴极保护, 有的使用线状的Pt-Ti, Pt-Pa等电极。为了使小径的线状电极导电性能良好, 有的还特别加入铜芯。

各研究者所提供的白金系电极的电流密度和消耗率见表10。

表10 白金系电极的电流密度和消耗率

文献 No	研究者或文献	电极种类	电流密度 (A/dm ²)	消耗率 (mg/A.yr.)
6	Drayman	Pt-Ti	2.5—7.5	6
6	Drayman	Pt-Ta	5—10	6
19	Lowe	Pt-Ti	10	6
5	金属防蚀技术便览	Pt-Ti	10	6

7. DSA电极 Drayman介绍了DSA (Dimensionally Stable Anode) 电极, 它是在Ti表面涂上Ru的氧化物然后烧结而成的。

该电极是由荷兰的Beer研制的, 工艺比较简单, 消耗率极小, 是有希望的电极。

Drayman在海水中把DSA电极和各种电极进行了比较, 其结果列于表11、12。

表11 DSA电极和铅系电极的消耗率(海水中)

电极种类	DSA	DSA和涂装	Pb	Pb-Sb
电流密度 (A/dm ²)	28.8	28.8	2	2
通电量 (A.hr)	3.259	2900	1.060	7.2
消耗率 (mg/A.yr.)	4.76	破损	23.000	128000

表12 各种电极在海水中的消耗率

阳 极	电 流 密 度 (A/dm ²)		消 耗 率 (mg/A.yr.)	寿 命 (yr.)	价 格 (\$/A)	电 极 费 (\$/A.yr.)
	最 大	一 般				
Pt-Ti	10	2.5—7.5	6	7—12	6—20	0.5—3
Pt-Ta	20	5—10	6	10—20	4—6	0.2—0.6
Pb-Pt	6	1.5—4.5	4500	20—30	5—10	0.17—0.5
Pb-Ag-Sb	25	0.5—1.6	70000	10—20	3—8	0.15—0.8
Si-Cr-Fe	1	0.25—0.35	90000	10—20	2—3	0.1—0.3
石 墨	0.05	0.01—0.03	226000	20—30	15—20	0.5—1.0
Al	0.1	0.04—0.08	1800000	1	3—4	3—4
DSA-Ti	10	7—10	4.75	3(10g/m ²) 4.5(15g/m ²) 覆盖率	3—10	0.25
磁性氧化铁 ¹⁾	4	<2	10000	—	—	—
铁素体 ²⁾	1	0.5	2000	—	—	—

1), 2)是为了参考, 作者加的附注。



海藻化学 名词解释

藻胶 (Phycocolloid) 海藻中的绿藻、红藻和褐藻，都含有多种高分子多糖。其中褐藻和红藻所含多糖分散于水中呈高粘度或高凝胶强度，具有一定的工业价值。藻胶通常就是指这些有经济价值的海藻多糖。

褐藻胶 (Algin) 是从褐藻加碱提取出来的一种水溶性高粘度胶体。为各种褐藻所共同含有的一种细胞间多糖。褐藻胶包括水溶性褐藻酸钠、钾、铵盐以及水不溶性褐藻酸及其钙、铁盐等，但在市场上褐藻胶主要是指褐藻酸钠而言。褐藻胶是由 β -D-甘露糖醛酸和 α -L-古罗糖醛酸以C1, 4键混合联接起来的线形高分子多糖。它在食品、纺织、医药卫生等方面有广泛的用途。《英汉化学化工词汇》上将褐藻酸译为藻酞酸，是错误的，因为褐藻酸既不含N，又不是蛋白质。

褐藻糖胶 (Fucoidan) 是海带属及其它褐藻中的贮藏物，是能溶于水或稀酸的一种多糖。它是由 α -L-褐藻糖 (Fucose) 以C1, 2或C1, 3联接起来的有分枝结构的含硫酸根的高分子聚合物。它有同重金属离子相结合的活性，有抗凝血、清血脂等作用，目前正在研究其实用价值。

海带淀粉 (Laminaran) 也称为“褐藻淀粉”。是海带及其它褐藻细胞质中的贮藏物，是由 β -D-葡萄糖以C1, 3联接起来，并少带分枝和以甘露醇为还原

末端的高分子多糖。由其分枝程度不同，溶解度也有差异，故分为“冷水可溶”和“热水可溶”的海带淀粉。海带淀粉经磷酸化后的衍生物根据含硫量高低，分别可用作抗凝血剂和血脂降低剂。

琼胶 (Agar) 是由石花菜、江篱等红藻加热水提取出来的一种细胞间胶体。琼胶的特点是对温度的可逆性：加热至80—90℃呈溶胶；冷至28—30℃呈凝胶。琼胶是由中性的琼胶糖 (Agarose) 和酸性的硫酸琼胶 (Agaropectin) 两部分组成。前者是由 β -D-半乳糖和3,6-内醚- α -L-半乳糖通过C1,3和C1,4键交替地联接起来的长链。后者除含上述结构外，在D-半乳糖上尚结合有丙酮酸，L-半乳糖上有硫酸根，此外尚有少量葡萄糖醛酸。琼胶糖比硫酸琼胶的凝胶强度要强。经化学方法分离出的琼胶糖在医药方面是很有用的生化试剂。

卡拉胶 (Carrageenan) 是从角叉菜、麒麟菜、杉藻、沙菜等红藻以热水提取出来的胶体。根据其性质和硫酸根的结合形式又可分为 κ -、 λ -、 θ -、 ι -等七种卡拉胶。 κ -、 ι -和 θ -卡拉胶都是由 β -D-半乳糖与3,6-内醚- α -D-半乳糖以C1, 3键和C1,4键交替的联接起来的高分子多糖，只是在D-半乳糖和3,6-内醚-D-半乳糖中硫酸根的结合量不同。 λ -卡拉胶基本上由交替的C1,3D-半乳糖和C1,4D-半乳糖-2,6-硫酸酯单位组成。其它卡拉胶与 λ -卡拉胶大致相似，只是硫酸根的结合量与位置不同。 κ -、 θ -、 ι -卡拉胶都有一定凝固能力； λ -卡拉胶等则无凝固力，但粘度高。卡拉胶在食品、医药、生化等方面有广泛的用途。

红藻淀粉 (Floridean starch) 是用稀酸从紫菜、红菜、叉红藻等红藻提取出来的细胞质贮藏物质，是由10—20个D-葡萄糖主要以 α -C1, 4糖苷键联接起来的多糖。其性质类似淀粉，对碘呈红褐色颜色反应。(纪明侯)

8. Ni电极 Ni仅仅在高浓度的碱溶液中做为难溶性电极使用。

以上叙述了各种电极的特性，根据这些特性，各种电极所使用的主要环境如下：

(1) 石墨电极适用于电阻率低的环境，最适合使用在海水中。当该电极在土中使用时，周围须填充焦炭粉末。

(2) 高硅铁系电极因为在高电阻率的环境中消耗率低，所以是适合于土中、淡水中的电极。

(3) 磁性氧化铁电极主要作为土中的电极来使用。

(4) 铁氧体电极因为只能制造小型电

极，所以主要使用在温水器等小型设施的阴极保护中。

(5) 铅系电极在有氯离子的环境中使用是其绝对条件。因为在电阻率低的环境中消耗率小，所以绝大多数是做为海水中的电极来使用的。

(6) 白金系电极几乎在所有环境中都能使用。但是因为高电阻率的环境中需要高电压，所以在海水、淡水、温水、土壤中的阴极保护或阳极保护中多用Pt-Ta电极。

(7) DSA电极是Pt-Ti电极的代用材料。

(侯保荣译自日本“防食技术”1978年第27卷第11号；郭公玉校对)