

电铸

电铸是通过在芯模上电沉积金属,然后将电沉积的金属从芯模上分离而制取金属制品的工艺。电铸的基本原理与电镀基本相同。但是,电镀时要求镀层与基体应结合牢固,以达到防护、装饰等目的;而电铸则要求电铸层与芯模分离,其厚度也远大于电镀层。

电铸能制造某些难以用一般机械加工方法制造的特殊形状的金属制品,其主要优点为:

- (1)通过合理的芯模设计,选择恰当的工艺规范,可制取精度高、表面粗糙度低的零件。
- (2)能将较难实现的内型面加工转化为较易实现的外型面加工。
- (3)电铸有极好的“逼真性”。能很准确地复制出芯模的表面形貌。
- (4)可用电铸法连接某些不能焊接的特殊材料。

(5)能获得纯度很高的金属制品、多层结构的零件,并能将各种金属、非金属部件组合成一个整体。

(6)电铸层的厚度可以进行控制。可制取几微米厚的箔材,也可制取十几毫米厚的结构零件。由于有上述优点,电铸工艺已成功地用来制造形状复杂、精密度高的空心零件(如异形空心管、波导管等)、注塑模具、金属箔和金属网以及其他金属复制品。

电铸的主要缺点是生产周期长,成本比较高,电铸层厚度很难均匀,并且芯模表面的划伤等缺陷也会复现在电铸产品的表面。

第一节 芯模的类型、材料及设计

一、芯模的类型

电铸的第一步是制造合格的芯模。芯模按使用次数可分为一次使用的芯模和多次使用的芯模。它们的选用,主要根据电铸零件的形状、尺寸精度及表面粗糙度、生产数量来决定。一般而言,当公差小、表面粗糙度低、批量生产时选用多次用芯模;当尺寸精度及粗糙度要求不高,或形状复杂、脱模困难(电铸成型后,不能用机械方法脱模)时,则选用一次用芯模。

二、芯模的材料

制造芯模的常用材料及其性能,列于表 6—3—1。

多次使用的芯模,通常都采用不锈钢或在碳钢表面镀镍、镀铬。铝合金芯模抗划伤能力较低并易受镀液浸蚀。只有在镀液腐蚀性不强,使用次数不多时,才作多次使用的芯模。在此情况下,其表面不作浸锌处理。

作为芯模材料的易熔合金,其成分及熔点如表 6—3—2 所列。

一般而言,熔点高的易熔合金,其硬度、抗拉强度、允许负荷都比较高。为防止含锡的易熔合金在熔化脱模后产生挂锡现象,电铸前可先在芯模上镀一层薄铜,脱模后再在适当的溶液中将铜除去。

蜡制剂作为芯模时的成分,列于表 6—3—3。

表 6—3—1 常用的芯模材料及其性能

材料种类		碳素钢	黄铜 青铜	不锈钢	低膨胀 合金	铝合金	易熔 合金	塑料	有机 玻璃	蜡制剂	石膏
性能	机械加工性能	好	好	差	差	好	(铸造)	好	好	(铸造)	(铸造)
	可达到的粗糙度	低	低	低	低	低	中	中	低	中	中
	可达到的精度	高	高	高	高	高	较低	中	中	较低	较低
	抗破坏能力	高	中	高	高	较低	较低	较低	较低	低	低
	所需要的中间层	铜/镍/铬钝化层	铜/镍/铬钝化层	钝化层	钝化层	浸锌层	—	导电层	导电层	导电层	防水层 导电层
	使用次数	多次	多次	多次	多次	一次或多次	一次	一次或多次	一次或多次	一次	一次
	脱模方式	机械	机械	机械	加热或冷却	化学溶解或机械	熔化	加热冷却或溶剂溶解	加热冷却或溶剂溶解	熔化	破坏
	成本	低	较高	高	很高	中	低	中	高	低	低
	常用牌号	普通碳素钢		1Cr18 Ni9Ti2 2Cr13	4J32 4J36	2A12(LY12) 6A02(CD2) 7A04(CC4)		聚苯乙烯、聚氯乙烯			

表 6—3—2 某些易熔合金的成分

含量/%(质量)		配方					含量/%(质量)		配方				
工艺规范		1	2	3	4	5	工艺规范		1	2	3	4	5
铋		50.0	50.0	55.5	58.0	35.0	锡		13.0	25.0		42.0	30.0
铅		27.0	25.0	44.5		35.0	镉		10.0				
熔点/℃		70	94	124	138	140							

表 6—3—3 蜡制剂的成分

含量(质量份数)		配方						
工艺规范		1	2	3	4	5	6	7
蜂 蜡		17	20	1	2	6		
提纯地蜡						9		2
石 蜡			3		1		1	
松 节 油		2		1				
石 墨		1	1	2		10	1	1
松 香				1	7			

蜡制剂的成分可在较宽的范围内变化，可根据具体情况予以调整。在蜡制剂中，石蜡及蜂蜡可提高柔软性，松香可提高硬度并降低收缩率，松节油起润湿渗透作用，石墨粉可以改善后

工序的石墨化工艺。蜡制剂的收缩率各不相同，配方 4 收缩率较小。采用蜡制剂芯模不宜在热的溶液中电铸。

此外，橡胶、玻璃、陶瓷、木材、树脂也可作为芯模材料。

三、芯模的设计

由于芯模的设计要考虑到产品的结构、要求、机械加工等因素，此处仅对与电铸工艺有

关的一些因素作简要叙述。

(一)与金属电沉积有关的因素

在电铸过程中，考虑到金属在芯模表面的电沉积不可能是完全均匀的，故在设计芯模时要注意：

(1)内外棱角应采取尽可能大的过渡圆弧，以免内棱角处太薄，而外棱角处过厚甚至产生树枝状的电铸层。

(2)芯模应比实际零件长 8mm~20mm，以在电铸后把两端粗糙、树枝状或过厚的沉积物切去。

(二)与脱模有关的因素

(1)多次使用的芯模的锥度不应小于 0.085mm / m，如果不允许有锥度，则应选用与电铸金属热膨胀系数相差较大的材料制造芯模，以使用加热或冷却的方法脱模。

(2)即使对电铸件表面的粗糙度没有要求，为了脱模顺利，芯模的粗糙度 Ra 不大于 0.4 μm~0.8 μm(相当于 V8~V9)。

(3)尺寸精度要求不高时，可在芯模表面上涂或浸一层极薄的蜡或易熔合金，在电铸后将涂层熔化再脱模。

(4)原始芯模上不允许有锁和勾。

(5)外形复杂不能完整脱模的零件，可选用一次性芯模，或采用组合芯模。

第二节 电铸前芯模的预处理

电铸前芯模的预处理其目的是使其表面能够电沉积，并在电铸后能顺利地脱模。

一、金属芯模电铸前的预处理

金属芯模表面不必作导电处理，但为了使电铸后脱模顺利，多次用芯模电铸前必须进行钝化处理。典型的金属芯模的预处理工艺流程，列于表 6—3—4。

二、非金属芯模的表面预处理

(一)防水处理

如采用石膏、木材等易吸水的材料作为芯模，其表面首先要涂防水层，可作防水层的材料主要有：

(1)蜡。石蜡、蜂蜡、地蜡或表 6—3—3 中所列的蜡制剂。

(2)漆。硝基漆、过氯乙烯漆或其他合适的清漆或磁漆。

(3)塑料膜。其配方如下：

ABS 或聚苯乙烯塑料	20g	三氯甲烷	400mL
二氯甲烷	50mL	丙酮	50mL

表 6—3—4 典型的金属芯模预处理工艺流程

多次使用的 铝合金芯模	一次使用的 铝合金芯模	不锈钢或镀铬的芯模 ¹	镍或镍合金芯模	不含铅的易熔合金芯模	含铅的易熔合金芯模 ²
1. 除油 2. 出光 (1.、2. 按常规工艺进行) 3. 弱浸蚀 H_2SO_4 10mL/L ~ 100mL/L, 室温, 1min ~ 3min	方法一: 同多次使用的铝合金芯模的处理方法 方法二: 对结合力要求较高的场合,可按铝上电镀的浸锌工艺进行	1. 除油 按常规工艺进行 2. 弱浸蚀 H_2SO_4 100mL/L ~ 150mL/L, 室温, 2min ~ 5min 3. 钝化 方法一: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 15g/L ~ 20g/L, 室温, 0.5min ~ 1min 方法二: HNO_3 180mL/L ~ 220mL/L, 室温, 30min	3. 钝化 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 4g/L, 室温, 0.5min ~ 1min	1. 用溶剂或乳化剂除油 2. 阴极电化学除油 NaOH 15g/L, Na_2CO_3 15g/L, 25°C ~ 60°C , $1.5\text{A}/\text{dm}^{-2}$ ~ $3\text{A}/\text{dm}^{-2}$, 30s ~ 40s (若通电浸蚀芯模,可改用化学除油) 3. 弱浸蚀 H_2SO_4 或 H_2SO_3 10g/L ~ 100g/L, 室温, 2s ~ 5s	3. 弱浸蚀 HBF_4 10g/L ~ 100g/L, 室温, 2s ~ 5s 4. 阳极处理 H_2SO_4 30g/L, 室温, $1\text{A}/\text{dm}^2$ 20s
注: 1. 表内不锈钢或镀铬处理中,镀铬的芯模也可采用下列方法处理,代替钝化 (1) 氰化镀锌,阴极电流密度 $10\text{A}/\text{dm}^2$ ~ $20\text{A}/\text{dm}^2$ 镀 0.5min ~ 1min; (2) 用铜丝轮刷光; (3) 在下列溶液中浸 10s ~ 60s: 硫酸 50% (体积)、硫酸铜 2g/L ~ 3g/L、锡酸钠 1g/L ~ 2g/L,将所形成的蓝黑色的膜,作为脱模的分离层; 2. 表内易熔合金预处理中,含锡的易熔合金在熔化脱模后会“挂锡”,可于电铸前先镀一层薄铜,脱模后用稀硝酸或 10% 的过硫酸铵溶液将此铜层除去; 3. 表中各工序间的水洗均未列出					

(二)导电处理

非导电芯模在电铸前必须用适当方法处理使其导电,常用的处理方法如表 6—3—5 所列。

表 6—3—5 常用的导电处理方法

方 法	优 缺 点
1. 用石墨或金属(铜、黄铜、青铜)粉末涂覆	此法只适用于能粘附这些粉末的蜡制剂和橡胶。它简便易行,对尺寸影响不大。但操作要很仔细,否则,未涂上处就难以沉积金属
2. 涂导电胶 618#环氧树脂 100 份(质量) 邻苯二甲酸二丁酯 15 份 四乙烯五胺 13 份 银粉 300 份 涂后在室温下,经过 10h ~ 20h 即可固化	此法简便易行,但胶层较厚,对尺寸精度影响较大
3. 化学还原法(见第五篇第四章)	此法基本上不影响精度、容易脱模是较好的方法,但工艺较复杂

除上述方法外,阴极溅射法、真空蒸发法也可用作导电处理。

此外内应力大的电铸层,为防止电铸层开裂,应先镀一层内应力小的镀层——裹紧层。铜裹紧层可采用焦磷酸盐、氰化物、HEDP 或不含添加剂的硫酸盐镀铜层。镍裹紧层可采用氨基磺酸盐或氯离子少的硫酸盐镀镍层。

对于易受浸蚀的材料需预镀一层化学稳定性好的底层,以防电铸溶液对芯模的浸蚀。如铝合金芯模在用硫酸盐溶液电铸铜之前,应先在焦磷酸盐、氰化物或 HEDP 溶液中预镀铜。

第三节 电铸溶液

选择电铸金属时，应该考虑零件要求的物理、机械性能和耐蚀性，在什么样的溶液中能铸出具有这些性质的电铸层，还要考虑所选金属的成本和沉积速度。原则上，凡能电镀的金属均可进行电铸，但常用的电铸金属仅为铜、镍、铁。

有时为了满足产品性能要求，还选用其他金属作辅助层。例如，为了提高波导管的电性能，电铸铜之前先镀一层银；为了提高模具的硬度和耐磨性，电铸铜(或镍)之前先镀一层镍(或铬)。

一、对电铸溶液的要求

由于电铸层较厚，并要求有一定的物理及力学性能，因而对电铸溶液有一些特殊要求：

(一)沉积速度要高

为了缩短电铸件的生产周期，要尽可能采用高电流密度来提高沉积速度。为达此目的除要选择合适的镀液外，还常采用加热、搅拌、换向电流、超声波等强化工艺措施。

(二)镀液成分简单而且要容易控制

电铸溶液为了便于控制维护，使电铸层的性能保持稳定，其成分应尽量简单。在镀液中添加某些添加剂主要是改变电铸层的某一方面的性能而不是着眼于外观的装饰。

(三)镀液的净化处理要求较高

由于电铸层厚，电沉积时间长，因此无机、有机及机械杂质的影响更为严重。镀液污染使镀层粗糙并影响电铸层的性能，故镀液必须定期或连续过滤。

(四)能获得均匀的电铸层

电铸件脱模后是一个独立零件，必须有一定的厚度，以保持其强度，如厚度相差悬殊就会影响到产品的性能。因此，在电铸时要选用分散能力较好的镀液。对于较复杂的电铸件，常采用象形阳极、保护阴极、非导体屏蔽、阴极转动等方法来改善电铸层的均匀性。

二、电铸铜

电铸铜层导电性和导热性好，但其强度和耐磨性都较低，不适宜作为单独受力的结构件，主要用于导电、导热性良好的场合，如波导管、超声速气切割嘴、注塑用模具的主体外层，复制艺术品等方面。

电铸铜广泛采用对环境污染小、成分简单、维护方便及成本较低的酸性硫酸铜镀液。也有应用氟硼酸铜、烷基磺酸铜和氨基磺酸铜等快速电铸液，但其成本高，镀液腐蚀性强。氰化铜和焦磷酸铜镀液由于阴极电流效率低，操作管理复杂，一般不采用。

各种电铸铜层的结构与性能列于表 6—3—6。

电铸铜镀液典型工艺规范列于表 6—3—7。

表 6—3—6 由不同镀液所得铜层结构与性能

序号	铜层类型	溶液成分 /g · L ⁻¹	操作条件		组织 结构	性 能						
			电流密度 /A · dm ⁻²	温度 /℃		抗拉强度 /MPa	伸长率 /%	内应力 /MPa	维氏硬度 HV	弹性模量 /MPa	电阻率 /μΩ · cm	线膨胀系数 /×10 ⁻⁶ · ℃ ⁻¹
1	高强度	硫酸铜 187、硫酸 74、三异丙醇胺 3.5	5	30	细晶粒	500	7	50	131 ~ 159	110000	1.89	18.9 ~ 25.8
2		硫酸铜 100、硫酸铵 20、乙二醇 80mL/L、氨水 4mL/L	4	55	细晶粒	420	4	-42	169 ~ 202	—	2.08	—
3	高硬度	硫酸铜 125、硫酸 49、明胶 0.2	2	25	纤维状	—	—	—	305	—	—	—
4		硫酸铜 250、硫酸 50、硫脲 0.2	3	20	条纹层状	—	—	—	350	—	—	—
5	低应力	硫酸铜 187、硫酸 40、氨基苯甲酸 1	4	20	—	210	24	-1	56 ~ 57	—	1.72	—
6	高整平	硫酸铜 225、硫酸 50 专用光亮剂	4	27 ~ 28	细晶粒	365	19	20	128	—	1.82	—
7	高纯、低电阻	硫酸铜 187、硫酸 40	2	30	粗柱状	210	24	<6 (19)	53	96000	1.72	17.1 ~ 17.8
8		氟硼酸铜 177、硼酸 12、氟硼酸 12	5 ~ 8.5	30	纤维状	260	31	0 ~ 6 (10)	56	85000	1.73	16.7 ~ 17.6
9		焦磷酸铜 90、磷酸钾 80、焦磷酸钾 350、硝酸钾 15、氨水 2mL/L、pH8.5	5	50	细晶粒	280	33	12 (-70)	92	120000	1.74	16.7 ~ 17.5

注:括号内的数字为不同文献的数据

表 6—3—7 电铸铜镀液典型工艺规范

镀液类型		硫酸铜	氟硼酸铜
工艺规范	镀液成分/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)210 ~ 240 硫酸(H_2SO_4)50 ~ 70	氟硼酸铜[$\text{Cu}(\text{BF}_4)_2$]225 ~ 450 用 HBF_4 调pH至0.15 ~ 1.5
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	20 ~ 50	20 ~ 50
	电流密度/ $\text{A} \cdot \text{dm}^{-2}$	1 ~ 10	8 ~ 40
	阳极	电解、轧制或铸造铜	
	搅拌方式	空气或机械搅拌	
注:硫酸铜镀铜溶液可加入某些添加剂,可参阅本篇第三章第三节			

硫酸铜镀液及氟硼铜镀液工艺参数变化对铜层性能的影响列于表 6—3—8 及表 6—3—9。

表 6—3—8 工艺规范对硫酸铜电铸铜层性能的影响

序号	溶液类型	溶液成分/g · L ⁻¹		操作条件			力学性能			
				pH	温度/℃	电流密度/A · dm ⁻²	维氏硬度 HV	抗拉强度/MPa	伸长率/%	内应力/MPa
5	氯化物	氯化镍 硼酸	300 38	3.0	50 ~ 70	2.5 ~ 10	380 ~ 450	700	20	283
6	硫酸盐-氯化物	硫酸镍 氯化镍 硼酸	200 175 40	3.0	35 ~ 50	1.2 ~ 5.4	525	380 ~ 450	23 ~ 33	

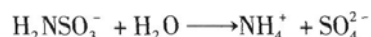
1 号硫酸盐溶液所得镍层强度较低、塑性好、内应力中等，镍层容易产生结瘤和针孔。2 号溶液因使用了氯化物而可得到强度和硬度都很高的镍层。但其塑性低，内应力大，镍层也易产生结瘤和针孔。氨基磺酸盐溶液可得到强度相当高、塑性好、内应力低的镍层。但也易产生结瘤和针孔。4 号为高速电铸溶液，当其温度和电流密度匹配适当的情况下，可以得到无内应力的镍层(见表 6—3—11)。应该注意，该溶液必须定期进行去有机杂质和金属杂质的净化处理。此外，因电流密度很高，必须采用高活性的含硫去极化阳极，以防阳极钝化。

表 6—3—11 高速电铸镍溶液得到无应力镍层的操作条件及其沉积速度

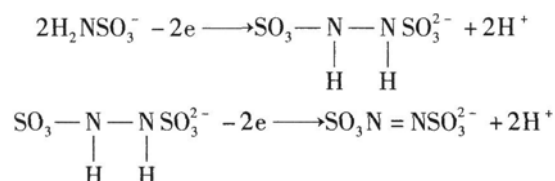
温度/℃	35	40	45	50	55	60	65	70
电流密度/A · dm ⁻²	1.1	2.7	4.3	8.1	13.5	17.8	21.6	32
沉积速度/μm · h ⁻¹	12	31	50	94	156	206	250	375

在硫酸盐和氨基磺酸盐溶液中，可加入 0.1g / L~0.2g / L 的十二烷基硫酸钠作为润湿剂来降低溶液的表面能力，促使电铸层表面气泡的逸出。它的加入对镍层性能没有影响。

氨基磺酸盐溶液在温度高于 70℃、pH<3 时会水解生成硫酸铵，其反应式为：



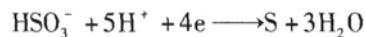
所以该溶液不要用蒸气或电加热管直接加热，应采取水套加热。另外，在使用中要防止阳极钝化。阳极钝化会使氨基磺酸根按下式分解为偶氮二磺酸根：



偶氮二磺酸根很不稳定，会迅速水解生成亚硫酸根：



亚硫酸根会在阴极上按下式还原形成元素硫，硫会掺杂在镍层中而产生硫脆性。



氯化物溶液所得镍层强度较高、塑性较好，不易产生结瘤和针孔，但内应力大。该溶液韵电导率高，电流效率可达 100%，但对杂质十分敏感。

硫酸盐-氯化物溶液的特性与氯化物溶液相似。

常用硫酸盐和氨基磺酸盐溶液工艺规范对镍层性能的影响列示于图 6—3—1。

为提高镍层硬度，常向溶液中加入某些添加剂。表 6—3—12 和表 6—3—13 分别列出了某些添加剂对硫酸盐、氨基磺酸盐电铸镍层性能影响的数据。应注意这时镍层的其他性能也会发生变化。其中含硫的添加剂会使镍层的内应力由拉应力变为压应力，同时使镍层含有硫。

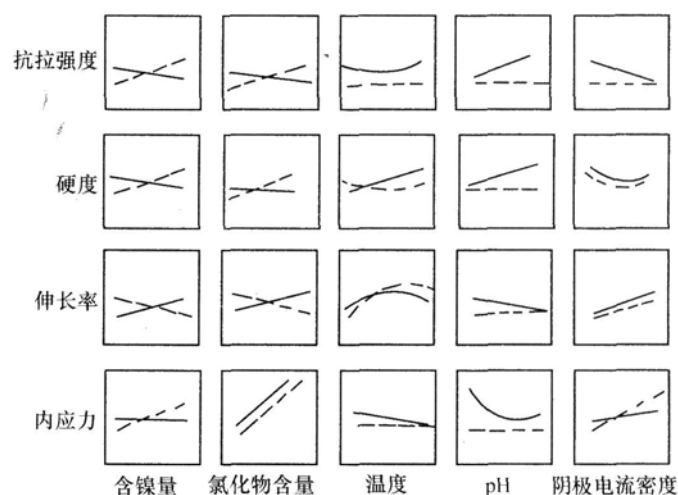


图 6—3—1 硫酸盐、氨基磺酸盐电铸规范对镍层性能的影响
———硫酸盐；——氨基磺酸盐。

表 6—3—12 添加剂对硫酸盐电铸镍层性能的影响

添 加 剂	含量/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	不含添加剂	含添加剂	内应力/MPa
苯二磺酸	0.6	280	380	-35
丁炔二醇	0.2	220	460	35
	0.5	220	620	45
香豆素	1.0	220	574	84
	3.0	220	578	85
胱氨酸	0.5~0.8	250	450	—
萘二磺酸	1.0	280	380	-80
	8.0	250	650	10
糖精	0.03	220	520	-80
	3.0	220	580	-80
对甲苯磺酰胺	2.0	210	570	—

表 6—3—13 添加剂对氨基磺酸盐电铸镍层性能的影响

添 加 剂	含量 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	维氏硬度 HV	内应力 /MPa	抗拉强度 /MPa	伸长率/%	反复弯曲 次数	含硫量/%
无		190	24	600	20	200	0.006
糖精	0.2	440	-28				
	0.5	500	-34	1100	12	41	0.017
糖精 + 磺基水杨酸	0.1 + 0.1	460	-35	990	17	48	0.025
糖精 + 丙炔醇	0.1 + 0.5	310	-27	790	10	36	
糖精 + 磺基水杨酸 + 丙炔醇	0.5 + 0.5 + 0.2	400	-22	1230	17	100	0.027
对甲苯磺酰胺	0.1	350	-10				

四、它铸铁

电铸铁层具有较高的强度与硬度,成本较低,广泛用于磨损零件的修复和电铸件的加固。

电铸铁层脆性较大,在 250℃ 热处理可部分消除脆性,如在 500℃ 左右热处理,能彻底消除脆性。电铸铁层表面易生锈,必须镀镍、铬或其他防护层。

电铸铁的工艺规范可参阅本书电镀一节。

此外,还可选用氨基磺酸盐溶液,它具有工作温度低、溶液腐蚀性小、可获得塑性好的铁层的优点。其工艺规范如下:

氨基磺酸亚铁 $\text{Fe}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$ 425g/L 糖精 0.2g/L

尿素	CH ₄ N ₂ O	30g/L	温度	50℃～70℃
氟化氢铵	NH ₄ HF ₂	109 / L	pH	2. 5～3
电流密度	5A / dm ² —15A / dm ²			

溶液中的氟化氢铵不仅有延缓 Fe²⁺氧化的作用，还可使铁层内应力有所降低。加入糖精可使铁层内应力由 170MPa 降至 20MPa。该溶液在不同温度和电流密度下所得铁层的硬度列于表 6—3—14。

表 6—3—14 不同规范下所得铁层硬度值

温度/℃	50	60	70	50	60	70
电流密度/A·dm ⁻²	5	5	5	15	15	15
维氏硬度 HV	360	240	240	420	390	320

第四节 电铸后的处理

一、脱模

电铸后若要进行机械加工，最好在脱模前进行，以免零件变形或损坏。通常脱模可采用如下几种方法：

(1) 机械外力脱模。用锤子敲击、水压机或千斤顶施以逐渐加大的静压力等方式脱模。

(2) 加热或冷却脱模。当芯模与电铸金属的热膨胀系数相差较大时，可以用喷灯、热油、烘箱等加热或在干冰、酒精溶液中冷却的方法，使零件与芯模因膨胀或收缩的程度不同，从而形成间隙有利脱模。

(3) 熔化脱模。由易熔合金、蜡制剂等低熔点材料制成的芯模，用加热使芯模熔化的方法脱模。对于涂有蜡制剂或镀有铅、锡等低熔点金属的多次用芯模，也是用加热的方法使涂层(镀层)熔化，即可顺利脱模。用热塑性塑料制成的一次用芯模，经加热软化后，可将大部分塑料除去。残留在零件上的少许塑料，再用合适的溶剂清洗干净。

(4) 溶解脱模。对于一次使用韵芯模，应根据芯模材料的不同而采取不同的脱模溶解液。对于铝芯模可在 80%的氢氧化钠 200g / L～250g / L 溶液中进行。若为含铜的铝合金，可在氢氧化钠 50g / L、酒石酸钾钠 1g/L、EDTA0. 4g / L、葡萄糖 1. 5g / L 的溶液中溶解。

二、对电铸零件的加固与最后修饰

在某些场合下(如模具)，电铸后可用其他材料加固。加固用的材料取决于电铸零件的工作条件。例如，结构零件可以在外表面包覆塑料或树脂加固。

为装饰、防腐蚀等目的，可以对电铸件进行修饰加工，如抛光、镀覆金属镀层、喷漆等。