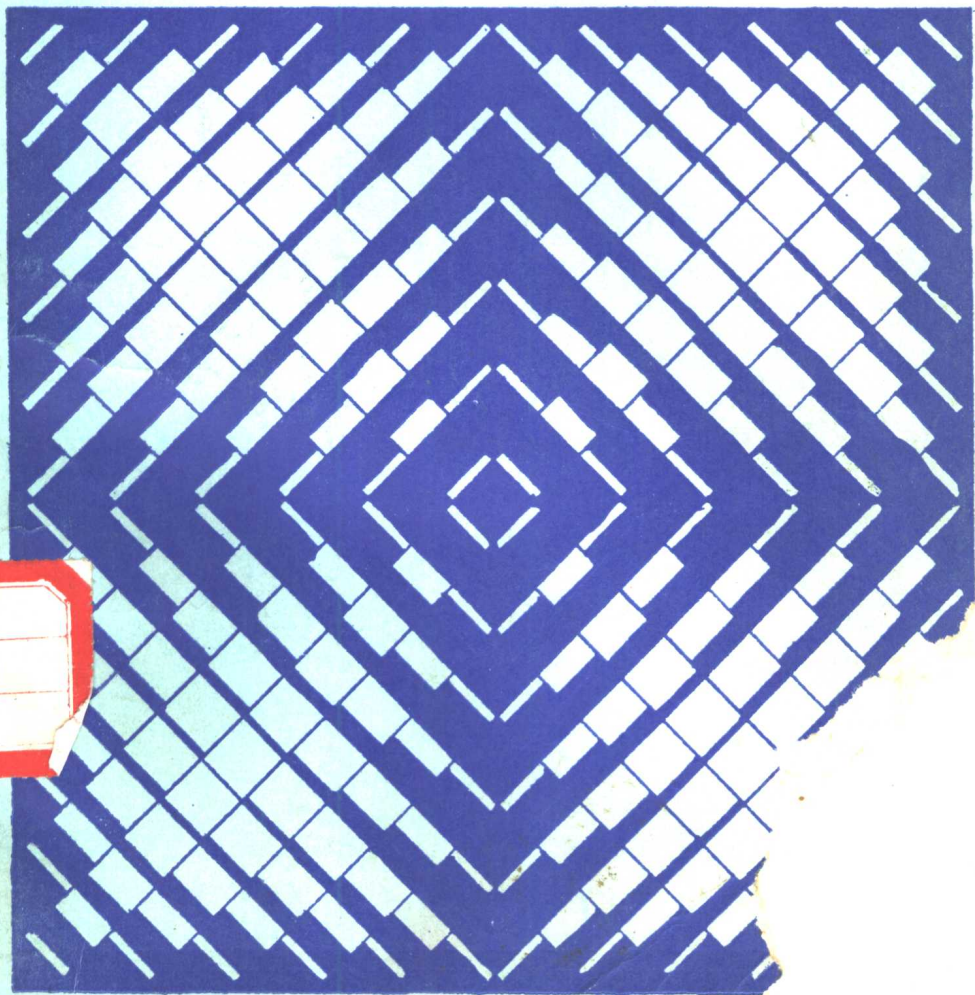


表面处理技术丛书

彩色电镀技术

四川科学技术出版社

何生龙 编著



表面处理技术丛书

彩色电镀技术

何生龙 编著

四川科学技术出版社

一九八五 · 成都

责任编辑：崔泽海

《表面处理技术丛书》
彩 色 电 镀 技 术
何生龙 编著

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 资中县印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张 6 字数 156千
1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷
印数：1—4,000册

书号：15298·210

定价：1.35元

序

科学技术是生产力。科学技术要与经济、社会协调发展，并把促进经济发展作为首要任务，这是我国科学技术发展的方针。在贯彻执行这条方针中，推广和发展新技术、新工艺是一个重要的方面。现在摆在我们面前的这一套《电镀技术丛书》，正是介绍和推广电镀技术的好书，我们非常乐意向读者推荐。因为，我们相信在贯彻科学技术发展方针的过程中，它定将发挥其应有的作用。

我们知道，电镀已有一百多年的历史。它是一个电化学的过程，是用电解的方法在金属、非金属基体上沉积所需金属或合金层的过程，是进行装饰保护及获得某些新的性能的一种电化学加工技术。近代已从金属的表面处理，发展到能在非金属如塑料表面镀上金属涂层。同时，还可提高金属表面的光洁度，光亮度，获得有保护作用的金属氧化层，用电沉积方法制造工件等等。现在，电解沉积已由沉积金属发展到沉积金属和非金属复合层。电镀的含义也在不断的发展和延伸。它广泛应用于机械，仪器仪表、电子、轻工、交通运输和国防工业等各生产部门。对于提高产品质量，装饰美化产品外观，增强产品抗腐蚀能力，延长产品的使用寿命等，都有着很重要的作用。

电镀这门技术，涉及到物理、化学、机械、电工等多种学科，本身又包含一系列的工艺过程。同时，电镀又是产生有害废水、废气和废渣的工业生产，对环境产生严重的污染。因此，一方面需要不断提高电镀质量，另一方面又要保护环境，给子孙后代造福。这就对从事电镀工作的人员提出了愈来愈高的要求，要求他们不断提高科学技术水平，不断革新技术、推广采用先进技

术，消除污染，减轻劳动强度，提高劳动生产率。因此，普及和提高电镀技术知识，是有重大的现实意义的。

为了推广电镀技术，1973年在成都市科学技术委员会的领导下，由成都地区电镀技术协作组（现名成都表面处理研究会），组织15个单位的几十名科技人员、大专院校教师和工人，编写并由四川人民出版社出版了《电镀技术》一书。这本书总结了从事电镀技术职工几十年的经验，介绍了先进的无氰、低铬电镀新工艺，内容较全面，文字通俗易懂，颇受读者欢迎。1982年又进行了部分修订再版。这是《电镀技术丛书》的第一本。1979年编写出版了《高速电镀》，1983年编写出版了《塑料电镀技术》，因此，这套《电镀技术丛书》已经出版的，受到读者普遍欢迎，并已作为短期培训班教材。

四川科学技术出版社决定编辑的这套《电镀技术丛书》，暂定十本，它们是：《电镀技术》、《高速电镀》、《塑料电镀技术》、《铭牌设计制作与粘接》、《化学镀》、《电铸》、《铝及铝合金表面处理》、《电镀设备》、《电镀三废处理》和《电镀液及镀层性能测试》、《电镀基础》、《金属防腐蚀技术》、《干法镀技术》、《彩色电镀技术》等，作为职工技术培训读物。这套丛书的作者们，都是我省从事电镀技术生产和教学工作多年的教师和工程技术人员，他们在生产、教学任务繁忙的情况下，挤出时间，把自己的经验和知识写成书，无保留地贡献出来，适应当前培训电镀技术人员的需要，为四化建设服务；四川科技出版社的编辑同志为这套丛书的出版花了不少心血，做了大量工作，我在这里深致谢意。

我相信，这套丛书的出版，一定会对电镀技术的推广应用、对电镀职工的技术培训，为四化建设作出应有的贡献。

四川省科普创作协会理事长

周孟瓊

1983·8月于成都

彩色电镀技术目录

第一章 总 论

第一节 色彩的作用..... (1)

第二节 彩色电镀的分类..... (2)

第三节 彩色电镀的特点..... (2)

第二章 着色的基础知识

第一节 着色的沿革..... (5)

第二节 着色的设备..... (7)

第三节 着色的前处理..... (9)

第三章 金属的着色

第一节 金..... (14)

第二节 银..... (16)

第三节 铝..... (19)

第四节 铍..... (31)

第五节 镉..... (32)

第六节 钴..... (35)

第七节 铬..... (36)

第八节 铜..... (40)

第九节 铁..... (53)

第十节 不锈钢..... (59)

第十一节 镁..... (67)

第十二节 镍..... (72)

第十三节 锡..... (75)

第十四节 锌..... (78)

第十五节 着色的后处理..... (86)

第四章 染色的基础知识

第一节 染色的沿革..... (88)

第二节	染色的设备	(89)
第三节	染色的选择	(90)
第四节	色彩的组合	(94)
第五章	金属的染色	
第一节	铝的氧化染色	(96)
第二节	镀锌染色	(128)
第三节	镀铬染色	(135)
第四节	荧光镀铬	(137)
第六章	仿金色	
第一节	概 述	(140)
第二节	电镀仿金合金	(141)
第三节	铝氧化仿金	(150)
第四节	仿金涂料	(151)
第五节	不锈钢着仿金色	(154)
第六节	干法电镀工艺	(156)
第七章	罩光涂料	
第一节	罩光涂料的选择	(160)
第二节	涂罩光膜的操作	(169)
第三节	罩光膜的干燥	(175)
第四节	罩光膜的常见故障	(179)
	参考文献	(183)

第一章 总论

第一节 色彩的作用

人们生活在一个充满色彩的世界里。色彩是艺术,也是科学。在人们的周围,食物、服装、设备、家具和建筑物等都呈现出艳丽优雅的色彩。色彩能表现出物体的悦目性、科学性、经济性和民族性;还能表现环境、识别、情感、轻重、冷暖和远近。按照我国的民族习惯,红色表示吉庆、隆重、注意;黄色表示快活、美好、融合;金色表示华丽、高贵;绿色表示恬静、喜悦、轻快;紫色表示高雅、隽逸;蓝色表示沉静、平稳;白色表示纯洁、文静、寒冷;黑色表示神秘、沉重、庄严。人们又把红、黄、橙称为暖色,蓝、绿、白称为冷色。物体表面若是深色,则有沉重感、远感;而浅色,则有轻快感、近感。

色彩随着人们传统、性别、年龄、爱好、情绪和信仰不同而各有所爱。对色彩的爱好不是一成不变的,它会随时间的变化而变化。国际上把人们在一段时间里特别喜爱的一些色彩称为“流行色”。而流行色的出现,取决于心理、社会和时间等三个因素。在一般情况下,流行色从始兴、盛行到衰落,时间周期大约是四至五年。

外观由银白色到彩色,是电镀工艺发展史上划时代的里程碑。它标志着电镀由单纯实用的低级阶段走向装饰美化的高级阶段。彩色电镀的出现,反映出—个民族文化素养的提高,表现出—个国家的时代精神。

任何—件产品,最先映入人们眼帘的是色彩。色彩的魅力和诱惑力比产品的形状、花色更强烈、更直接地影响人们的购买欲

望。在当今世界上，表面色彩已成为产品能否畅销的重要因素。给各种产品穿上姹紫嫣红而又防止锈蚀的外衣，这是美化人们物质生活、满足人们多方面爱好和提高产品在市场上的竞争力的重要方法。它应当引起人们的高度重视。

彩色电镀是使产品外观色调瑰丽多姿的常用方法。它早已深入到我们的周围，使生活充满了奇光异彩。如金碧辉煌、雍容华贵的仿金色，应用在钟表、灯具和工艺品上；古朴典雅、粗犷凝重的古铜色，应用在钮扣、仿古工艺品和建筑构件上；彩色艳丽、千姿百态的铝氧化染色，应用在玩具、五金、文具和家用电器上；即使深沉古穆、浑厚素雅的黑色，也在照相机、收录机、文教用品和光学仪器上得到广泛的应用。

第二节 彩色电镀的分类

彩色电镀是泛指除了银白色以外的一切有色镀层。它包括金属或镀层的后处理，如染色、氧化和钝化等各种物理、化学或电解处理得到的膜层。

根据色彩来源的不同，彩色电镀一般分为两类：着色和染色。凡通过处理使表面呈现染料色泽的工艺称为染色；其它方法得到的彩色均属着色的范围。着色和染色从定义、方法和物理、化学性能等方面都有差异。

金属着色和染色的区别见表1—1。

除此以外，还有“仿金色”。因其应用较广、制取方法又多，既能用着色与染色，又能用涂料、干法电镀等其它方法来获得，所以另列一章。

第三节 彩色电镀的特点

1. 产品用彩色电镀装饰后有以下几个优点

表 1—1 金属着色和染色的区别

项 目	着 色	染 色
定 义	在特定溶液中，以化学或电解的方法处理，在金属表面形成带色的膜层	在特定溶液中，以化学或电解的方法进行处理，生成能吸附染料的方法进行染色；或使金属与染料微粒共析形成复合镀层。金属表面呈现染料的颜色
方 法	1. 电镀有色金属层着色，如镀金、黄铜等 2. 电镀彩色镀层着色，如彩色镀膜、彩虹镀膜等 3. 镀层的化学或电解处理着色，如铜的化学着色、铝的电解着色等 4. 其它：如热处理、干法电镀等	1. 表面生成微孔染色，如铝的阳极氧化染色等 2. 表面生成吸附膜染色，如锌、镉镀层染色等 3. 表面镀上金属与染料复合镀层染色，如荧光镀膜等
色 调	色泽少、偏暗	色泽多、色调明快
物理性能	一般耐磨性不好，要用罩光涂料保护	除铝氧化染色膜耐磨性较好外，其它最好都采用罩光涂料
化学性能	耐蚀性能有提高	耐蚀性能有提高
应用范围	金、银、铜、不锈钢等几十种	铝、锌、镉等几种

1) 彩色电镀美化了产品外表。可根据产品特点，把表面打扮得花团锦簇、五彩缤纷，使产品各具形象、充满神韵，增强了产品的魅力和竞争力。

2) 彩色电镀能显著地提高产品质量，延长使用寿命。如铝件经氧化染色后，抗蚀性和耐磨性都提高许多倍，硬度也由未氧化的30~40千克/毫米²提高到1200~1500千克/毫米²。铜件着古铜色后，只要周围环境良好，可历几千年而不变色，永葆青春。

3) 彩色电镀能提高正品率。如铝氧化染色的消色法，能在产品表面制成无固定格式的变化无穷的图案，即使表面有小缺陷也能被花俏的图案所掩盖，所以正品率能达到99%以上。

4) 彩色电镀能提高产品的售价。如电扇、台钟等镀仿金色后，销售价格能提高一至三个档次，提高了企业的经济效益。

5) 彩色电镀能用低档材料代替高档材料。如奖杯，过去用黄铜制造，现在用塑料制造并镀仿金。仿金塑料奖杯不仅降低成

本，而且色泽稳定、轻巧娇艳。

2. 彩色电镀还存在以下弱点

1) 色泽不多：限于目前技术水平，还不能随心所欲地在任何金属表面装饰任何色泽，仍受基体金属、染料品种和技术等限制，实际上可供使用的色泽不多。

2) 耐磨性差：除铝氧化染色等少数几个工艺较耐磨外，一般耐磨性不高，要依靠涂罩光膜来提高耐磨性与抗蚀性。

3) 色泽不易一致：相对讲，染色工艺色泽较易做到一致；而大多数着色工艺在批量生产时，难以做到色泽一致。

4) 受基体材料限制：着色和染色方法的选用，大多受到基体材料特性的限制，每种基体材料仅有几种固定方法。

尽管如此，彩色电镀仍是很受欢迎的表面涂饰工艺。随着工业的发展，必将对它提出新的要求：

1) 色泽由单色向多色发展，并把明度不同、冷暖不同的色调相搭配，才能显露出节奏与韵律的美。

2) 加工方法也由一种工艺加工向几种工艺综合加工发展，使色彩有主有次有层次，富有立体感和装饰美。

3) 进一步提高彩色电镀的水平。

第二章 着色的基础知识

第一节 着色的沿革

着色技术的起源，是在人类使用金属之后，为了在金属工具和器皿上改变表面色调、美化制品和防锈而得到发展的。

我国是世界上应用着色技术最早的国家。在三千多年前的商朝，由于经济、文化的发展，我国进入青铜器的时代。我们的祖先就懂得把青铜器铸造以后，先经磨光修饰，再用树枝木柴焚烧表面，使表面氧化，着上一层庄重幽雅的绿褐色氧化膜。它既美化了表面，又保护青铜不至腐蚀生成有毒的铜锈。幸亏有这个工艺，珍贵的青铜器才能保存到今天。我国出土的最大青铜器——司母戊大方鼎（重875千克，现存中国历史博物馆），以及汉代的编钟和铜镜等都经过着色。战国时代（公元前475年~221年）就有镀金的工艺，当时的镀金称为“鍍金”，大多应用在非导体的佛象上，并已发展为一门十分精巧的着色技术。铁件上化学镀铜在东晋（公元317~420年）已有明确的记载。著名的炼丹术士葛洪在《抱朴子》上叙述：“以曾青涂铁，铁赤色如铜……外变了内不化也”，曾青又名石膏，即碱式碳酸铜。

由此可见，着色自古就有，着色方法也较多，历几千年而流传至今。

近代着色技术的开发，更取得迅猛的发展。

黄铜的着色产生在1938年，赫伯特、赛蒙、约恩⁽¹⁾等研究了镀铜的二元合金的各种配方和色泽。黄铜着黑色则由斯大莱克、塔夫特⁽²⁾在1936年完成。

银着黑色，由格莱泽莫伊、德洛舒⁽³⁾首先试验成功。

至于金⁽⁴⁾，研究了在铜和其它金属上镀紫金。高温扩散法首先在日本试成并应用。

镁的着色在1941年由科纳特、海伦⁽⁵⁾完成，主要生成重铬酸系列耐腐蚀性好的膜。也有硫酸锰着色的专利⁽⁶⁾以及亚硒酸法⁽⁷⁾和氟化物法⁽⁸⁾的专利。

锌的铬酸钝化着色处理，是从1941年开始应用的。因简单易行，对质量和外观都有很大提高，所以至今在镀锌上仍乐于采用。

镉的着色由克劳斯⁽⁹⁾和厄斯坎⁽¹⁰⁾分别进行了硫酸铜系列的研究和试验。

锡的着色由凯尔试验成功，在含磷酸和亚铁氰根离子溶液中，采用阳极氧化生成黑色。

关于铬的着色，1936年分别由泼拉克⁽¹¹⁾、奥斯德⁽¹²⁾、阿赖特⁽¹³⁾、韦斯⁽¹⁴⁾完成，主要是电解着黑色，它也是今天镀铬的基础。

铁的着色从1929年开始研究，史洛戴新⁽¹⁵⁾、泼洛赛斯有过专述。远藤彦造⁽¹⁶⁾完成磷化法，对毛坯抗蚀性能有很大提高。此外，布劳宁、谭浚和卡勒等研究成功光学仪器中铁零件着黑色，主要使用氢氧化钠、氰化钠、亚硝酸钠混合液。

镍的着色之一镀黑镍，在光学仪器上一直使用。

不锈钢的着色，1957年由东海林喜雄⁽¹⁷⁾完成，并有专著论述。

铝的着色在1934年由J·修雷恩⁽¹⁸⁾首先试成电解钝化着色。1947年J·E·斯特莱赖克与W·S·西哈斯克斯⁽¹⁹⁾发表了电解着色的方法：用铬酸75~300克/升，硫酸10克/升，电流密度5~6安/分米²。1959年⁽²⁰⁾发表的电解方法，是用重铬酸钠150~200克/升，硫酸5.5~10毫升/升，温度21℃，时间5~10秒，能电解出黑、蓝、绿等色。

当前，随着工业的发展，着色在铜、铁、不锈钢和铝等各种

金属上都有广泛的应用。即使一颗钮扣着上古铜色，其古朴的风貌仍备受人们的青睐。至于各种彩色镀层及仿金色等早已成为产品装潢设计师首先要考虑设计的大事情了。

第二节 着色的设备

着色所需设备与一般电镀车间所用的设备基本相同。

一、着色槽

着色槽是着色的主要设备。除在强碱溶液中着色可用铁槽外，一般用衬塑料铁槽、不锈钢槽、陶瓷槽、玻璃槽或铝槽。槽子的尺寸，根据产品、挂具及用具长短、大小而定。在着色时着色液往往要加热，可用水浴或电炉直接加热。盛放在塑料、陶瓷槽的着色液可用电热蛇形管直接加热，加热管可安装在槽的两侧或槽底。安装在两侧加热快，但对操作稍有妨碍；安装在槽底加热时，对流剧烈，沉渣会浮起，清理槽底也不方便。为使温度恒定，可用夹层加热即水浴法，在着色槽外再套一只槽子，以蒸汽加热夹层中的水，此法温度变化少而实用。

由于部分着色液使用一段时间后往往要倒掉重配，因而着色槽体积不宜太大，以合用为宜。

若是大批量生产，可以用一些机械化或半自动化装置，这对提高产量、保证质量都有好处。

二、工夹具

正确选用着色工夹具，能够在很大程度上决定着色的质量和产量。工夹具随不同工件而采用不同式样，但以下这些原则是必须注意的：

1) 若是电解着色，工件与夹具的接触一定要好。保证电流的畅通。

2) 若是电解着色, 工夹具的设计必须保证电流在夹具上的各工件分布均匀。不着色处要绝缘。

3) 根据槽子大小, 工夹具应能装挂最大数量的工件。

4) 工夹具必须考虑装卸方便。

着色若用筐篮操作最为方便。根据着色液的不同, 可选用铁丝篮、竹篮、塑料篮等。要注意翻动, 又要防止擦毛。也可用小滚桶。这些都适用于小零件。零件稍大或要求高的, 都要用挂具。用挂具着色, 能保证每只工件的质量。

三、干燥设备

着色后进行干燥, 小件可用甩干机。在甩干前可浸一下热水, 把水稍作沥干, 就放入甩干机甩干。

若用烘箱干燥, 蒸汽烘箱与电热烘箱都可以用。有恒温与鼓风的电热烘箱最适用。

用挂具着色的工件可连挂具一起烘干, 再取下。

四、涂料槽

着色后的零件, 有的就是成品可以直接使用, 也有的浸油或浸石蜡; 最多的还是涂罩光漆。根据情况不同而使用不同材质的容器。一般不用铁槽, 因铁离子易污染。盛罩光漆的槽要装边侧抽风, 槽上有盖, 不用时盖好以防止涂料的挥发和保证生产的安全。

五、着色液

根据配方, 正确计算各种材料用量, 经称量、溶解和调整, 就配成着色液。配制的原料没有必要都选用试剂级的原料, 否则会提高成本; 但原料纯度太低也不行, 有的着色液受少量金属杂质污染就会前功尽弃。不同着色液对原材料的要求也不一样, 要具体情况具体分析。电解着色对阳极或阴极材料要求较高, 一般

要用电解板。

着色液使用一段时间后，有的可补充调整，有的只能更换。

第三节 着色前的处理

金属工件着色前的表面处理很重要。着色前的表面光亮、平滑及洁净程度，是获得优质着色层的重要一环。着色出现起泡、花斑和色块脱落等缺陷，大多是由于前处理不良引起的。

金属工件（包括金属化的塑料电镀件）必须达到表面平滑、光亮，无油污及无锈蚀才能着色。因此，必须根据不同产品的不同情况进行磨光、抛光、滚光、除油和去锈等处理。

现在着色大多采用电镀层着色，可在工件离开镀槽后立即进行，这样可省略不少工序。

一、磨光与抛光

磨光与抛光都在抛光机上进行。磨光是把工件放在粘有磨料的圆轮上，在1700~2200转/分的转速下，用磨料把工件的粗糙面磨平。一般采用几种粗细不同的金刚砂磨轮，从粗到细直至磨光。也可用涂抛光膏的磨轮来研磨。

抛光是得到光亮表面的工艺。一般用软质布轮在转速2200~2400转/分下，涂上抛光膏来抛平表面的细微不平处，使表面达到镜面的光亮。

二、滚桶滚光与刷光

滚桶是一个圆形或多边形桶，里面放入工件、酸或碱、乳化剂及磨料（磨料也可不用），通过滚桶转动，使工件相互磨擦，整平零件表面不平度，得到光亮的表面。滚光能代替磨光、抛光，大大提高了劳动生产率，对小零件尤为适用。滚桶转速以45~55转/分为宜。磨料常用铁屑、砂子、浮石和贝壳等。

工件在滚动中会受损变形的不能采用滚光。

(1) 黑色金属的滚光

硫酸	10~20克/升;	皂荚粉	3~10克/升
时间	1~1.5小时		

酸滚光后立即用水冲洗干净再用碱滚光。

(2) 铜及铜合金的滚光

硫酸	5~10克/升;	皂荚粉	2~3克/升
时间	2~3小时		

(3) 锌及锌合金的滚光

磷酸三钠	2~4克/升;	氰化钠	0.1~0.2克/升
时间	2~3小时		

刷光有手工和机械刷光两种方法。一般使用尼龙刷子或金属丝刷子，能刷去氧化皮及油污，对底层金属没有损伤。

三、除油

金属工件在成型过程中或仓库贮存时，表面会沾上油污，只有把油去除才能着色。常用的有以下几种方法：

1. 明火烧油法 油污多而又能在200℃以下温度不变形的工件，可用明火灼烧，一下就能烧去所有油污，但往往生成较厚的氧化皮。操作工应有熟练技术，防止烧坏工件。

2. 有机溶剂除油 用有机溶剂溶解油脂特性来除油，常用的有机溶剂有汽油、煤油、苯、三氯乙烯及四氯化碳等。此法除油成本高、毒性大，有机溶剂在工件表面蒸发后，会留有薄的油膜，还必须进行一次补充除油。因而本法应用面不广。

3. 化学除油 用碱液使皂化油皂化、非皂化油乳化的过程叫化学除油。这是前处理最常用的方法。

(1) 黑色金属除油

氢氧化钠	30~40克/升;	碳酸钠	30~40克/升
磷酸三钠	30~40克/升;	硅酸钠	5克/升
OP乳化剂	1~2克/升;	温度	90~100℃

(2) 铜及铜合金除油