

汽车零件清洗工艺

[苏] IO.C.柯兹洛夫 著

杨 守 立 译
杨 祖 荣

人 民 交 通 出 版 社

汽车零件清洗工艺

〔苏〕Ю.С.柯兹洛夫 著

杨 守 立 译
杨 祖 荣

人 民 交 通 出 版 社

汽车零部件清洗工艺

〔苏〕O.C.柯兹洛夫 著

杨守立 杨祖荣 译

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 5.75 字数: 129 千

1981年12月 第1版

1981年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—8,400 册 定价: 0.90元

内 容 提 要

本书共分三章，第一章汽车的污垢及其洗涤剂，第二章清洗方法，第三章清洗工艺过程的技术经济评价。

本书较全面地介绍了苏联、英国、西德、奥地利等国，在汽车修理中所采用的汽车与零件清洗方法和工艺设备，同时，也介绍了为提高清洗质量、保证生产安全、降低生产成本而广泛采用的各种合成洗涤剂 and 添加剂。

本书可供汽车运输与修理企业的工人与技术人员学习参考，也可供有关院校师生参考。

目 录

第一章 汽车的污垢及其洗涤剂	1
一、汽车的污垢及其清洗.....	1
二、洗涤剂 and 净化剂.....	12
第二章 清洗方法	48
一、冲洗.....	48
二、浸入式清洗.....	93
三、机械清洗方法.....	120
四、溶液循环清洗.....	129
五、在熔盐中清洗零件.....	138
第三章 清洗工艺过程的组织及其技术经济评价	145
一、清洗工艺过程的组织.....	145
二、生产建议.....	157
三、清洗工艺过程的技术经济评价.....	172

第一章 汽车的污垢及其洗涤剂

一、汽车的污垢及其清洗

1. 汽车的污垢

汽车及其零部件的污垢包括：外部沉积物、润滑材料的残留物、碳化沉积物、锈蚀物、积炭和老漆层的残留物。

由于这些污垢各有自己不同的性质，因此从表面清除它们的难易程度也不同。污垢往往具有高的附着力(粘附性)，它牢固地固着在零件的表面上(表1)。

外部沉积物可分为尘埃沉积物和油腻沉积物。

大气中经常含有一定数量的尘埃。在运动着的车辆附近，当尘埃的颗粒度为5~30微米时，尘埃的浓度就能达到0.05~0.50克/米³。当尘埃颗粒的浓度增加时，它在金属表面的凝聚和沉积也就加快。在潮湿的空气中，由于吸附的水膜会提高尘粒间的附着力，从而使尘粒加速凝聚。尘粒固着在表面上的牢固程度取决于表面的清洁程度、尘粒的大小和空气的湿度。例如，落在表面上的直径为1~2微米的细尘粒，其吸附强度即使以速度为200米/秒的压缩空气流都无法吹掉。这可以用下面的例子作更进一步的说明：用高压水流冲洗过的汽车表面干燥后，微小尘粒的沉积物仍然留在表面上，而只有在用机械方法擦拭其表面(刷子、抹布)后才能消除它们。

油腻沉积物是由于路上的污泥和尘埃落到被机油污染了的零件表面上而形成的，也可能相反是由于机油落到了被路

表 1

汽车污垢的物理机械特性

污 垢 特 性	路上的污泥	老 漆	锈 蚀 物	水 垢	老化的机油 和润滑油	沥青-焦油 沉 积 物	炭 积
表面污垢的面积 ^① , %							
汽 车	60~70	95	5~10	1 以下	10~15	—	—
发 动 机	1 以下	80	2~3	1~1.5	70~80	30~40	2~3
污垢层的厚度, 毫米	5~30	0.5~1.5	0.1~2	1~5	1~10	0.5~5	0.3~10
拉伸强度极限, 公斤力/厘米 ²	0.1~0.2	100~300	—	—	—	—	—
压缩强度极限, 公斤力/厘米 ²	3~20	200~500	10~100	50~1000	—	—	2~100
80°C 时的运动粘度, 米 ² /秒	—	—	—	—	(0.2~3) 10 ⁻⁴	0.2~1.5	—
对金属表面的附着力, 公斤力/厘米 ²	0.05~0.20	50~300	—	—	0.1~1.5	3~10	5~70
密度, 公斤/米 ³	2500~2800	1000~1400	1500~2500	2300~2600	900~950	950~1050	1050~1200
导热性, 千卡/(小时·米·°C)	0.015	0.005	3~10	0.1~2.0	0.11~0.13	0.13~0.14	0.2~0.3

① 不同汽车及其总成的面积为100~150米², 发动机及其零件的面积为15~35米²。

上污泥所污染了的表面上。此时机油浸透污泥。外部沉积物对表面的平均附着力达 $0.05 \sim 0.20$ 公斤力/厘米²。

1. 润滑油残留物是发动机最常见的污垢。在使用汽车时，润滑油经受急剧变化，发生“老化”过程：氧化和聚合。要从长期工作在机油介质中的零件表面上清除机油残留物是比较困难的。

产生在发动机上的碳化沉积物可分为：积炭、类漆沉积物和沉淀物。积炭是坚硬的碳化物，它积聚在发动机（燃烧室表面、气门、火花塞、活塞顶部等）零件上。类漆沉积物是在活塞环区域内构成的薄膜，同时也出现在活塞裙部和内壁上。沉淀物是沉积在壳体壁、曲轴颈、正时齿轮、机油泵、滤清器和机油道中的油泥凝结物。

用成组分析法分析碳化沉积物的化学成分的方法，是根据在选定的溶剂中显示出来的可溶性来分成物组。经分析得出下列物组：机油和中性焦油、含氧酸、地沥青精、碳质沥青、碳化物及不燃烧的残留物（灰）。

中性焦油包括石油及石油分解产品的焦油混合物。中性焦油是液态或半液态稠性化合物，它能完全溶于石油醚及石油馏份中。

含氧酸是含有羟基和羧基的有机酸，它具有离解，生成盐类（皂化反应）及氧化的能力。

1. 地沥青精是中性焦油的浓缩产物，呈暗棕色或黑色，它硬而脆、不溶化，但在温度超过 300°C 时就变成焦炭及气体。地沥青精不溶于石油醚，然而很容易溶于苯、三氯甲烷和二硫化碳中；它不能皂化，但在形成反乳浊液时，它是乳化剂。

2. 碳质沥青和碳化物是不溶于苯的化合物，它是机油和燃油在热分解时产生的碳氢化合物的浓缩和聚合产物。碳质沥

青可溶于二硫化碳、吡啶中，碳化物不溶于任何的溶剂中。

在发动机内产生碳化沉积物的主要原因是由于碳氢化合物的热氧化作用。随着机油和燃油氧化程度的增长，氧化产物中的含氧酸、地沥青精、碳质沥青和碳化物的数量也随之增加。

积炭的构成主要是由于燃油和机油在高温区燃烧而形成硬的，没有粘性的炭粒。在较低温度的区域内，机油氧化和浓缩的变化不很剧烈，此时形成粘稠的高分子化合物。这些化合物沉积在零件上呈薄薄的一层漆膜，这种漆膜具有使燃烧后的燃油和机油的碳粒子固着在自己表面上的能力。由于这些粒子的逐渐凝结就构成碳化沉积物（积炭）。

根据发动机的结构、它的使用条件、所用燃油和机油的性质，积炭就有不同的化学成分。在汽车拖拉机发动机中，积炭的主要成分是：¹ 碳质沥青和碳化物（30~70%），² 机油和焦油（8~30%），³ 剩下的为含氧酸、地沥青精和灰。因此，积炭大部分由不溶的或难溶的成分组成，所以难以清除。

类漆薄膜主要是机油表层氧化所起的作用而形成的。形成漆膜的其它重要理化过程是含在机油中的高分散性碳粒子的凝聚作用。因为含有碳粒子（1微米）的机油落在热的金属表面上后瞬即析出这些粒子，并在高温下它们迅速凝聚。此时构成的凝结剂沉积在零件的表面上就成为构成漆膜的初生基础材料。对汽车拖拉机发动机而言，类漆薄膜对污垢不起多大作用，因为它们只是积聚在少数零件上（活塞裙部、连杆）。此外，它们的强度低，清除它们好像似从发动机油底壳中清除沉淀物一样。

沉淀物由燃油和机油经燃烧并发生理化变化的产物，随空气进入的机械混合物、零件磨损物和水构成（见表2）。

残留物和积炭的成组化学成份

表 2

发动机	取 样 部 位	成组化学成份, %					
		机油和中 性焦油	含氧酸	地沥青精	碳质沥青 和碳化物	灰	水
格斯21	油 底 壳	68.1	13.0	0.2	10.1	5.7	2.9
	机油粗滤器	73.3	10.6	0.8	9.6	4.7	1.0
吉尔130	机油滤清器元件	38.0	8.0	6.4	25.0	21.0	1.6
	机油滤清器(侧壁)	46.7	6.0	4.2	21.5	19.1	2.5
亚姆斯 236	挺 杆	43.0	7.8	3.7	26.5	18.0	1.0
	缸 盖	29.4	2.0	0.5	4.0	4.1	—
	气 门	26.3	1.1	3.8	57.6	11.2	—
	活塞顶	19.1	2.5	0.5	69.7	8.2	—

不溶于机油中的物质及具有比它更高密度的物质也能成为沉淀物。40~80%的沉淀物由机油及焦油组成；碳质沥青、碳化物和灰占沉淀物的10~30%。

发动机零件表面有50~70%被沉淀物所脏污，它是发动机最普遍的污垢。沉淀物产生在两个区域：高温区（气缸活塞组的零件）和低温区（油底壳）。在柴油机的润滑系中，缸筒中机油的工作条件对机油的老化影响最大。此处的机油薄膜厚度为3~25微米，它经受温度达1200~1500°C的燃烧产物的作用。此时，缸筒上的机油薄膜随活塞的每次行程而更新，从而使薄膜表面和工作气体接触。对某些发动机而言，这种接触表面每小时达数千平方米。机油薄膜的瞬时理化过程对发动机整个系统中的机油老化过程的总进程有决定性的影响。

在发动机中，机油工作的最初阶段对机油成分发生的变化最为剧烈。柴油机机油中的氧化产物，在最初的150~200小时内逐渐增长；进一步形成的氧化产物大部分不溶于机

油，它在滤清器、油底壳壁和其它零件上构成稳定的沥青（焦油沉积物）。

锈蚀物是由于金属和合金的化学或电化学反应而形成的。在钢铁零件表面上很易形成微红褐色的薄膜——氧化铁的水化物（铁锈）。氧化铁的水化物能溶于酸中而只微溶于碱和水中。铝件同样会锈蚀，它的产物呈灰白色薄膜，即氧化铝或氧化铝的水化物。

发动机使用时在冷却系统中会产生水垢。在发动机冷却水套及散热器壁上形成的水垢使热交换过程发生困难，并破坏发动机的正常工作。水中处于溶解状态的钙盐和镁盐（即水的硬度）是形成水垢的条件。硬度可分为暂时的（碳酸盐的）和永久的（非碳酸盐的）两类。溶解在水中的碳酸氢钙 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 和碳酸氢镁 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 、硫酸钙 CaSO_4 硅酸镁 MgSiO_3 等称暂时硬度。

当水加热到 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 或沸腾时，从水中析出盐——碳酸氢钙的热分解产物—— CaCO_3 和 MgCO_3 ，镁和钙的硅酸盐和硫酸盐，这些盐类积聚在壁上就构成水垢。在更高温度下在水中还能保持溶解度的盐是永久性硬度。水垢一般分为：碳酸盐的（ CaCO_3 和 MgCO_3 ）、硫酸盐的（ CaSO_4 ）、硅酸盐的（ MgSiO_3 和 CaSiO_3 ）和含有以上各种盐类的混合盐。

除水垢外，发动机冷却系中由于落入机械杂质（砂、土）、有机物质（微小的有机物、植物）和锈蚀物而构成淤泥沉积物。

修理汽车时还必须清除老漆层。为了清除老漆，一般采用浓的碱溶液或洗涤剂。

2. 汽车及其总成的清洗

表面清洗就是从表面清除液体和固体污垢使其达到一定的清洁程度。清洁表面的含意是指该生产或生产过程时其表

面的污垢量在允许的范围内。对汽车修理而言，可分为三种清洗——粗洗、精洗和活化清洗。

粗洗就是从表面清除妨害进行解体、分类、机加工的最脏的污垢。精洗就是清除在粗洗后留下的污垢痕迹及生产过程中产生的轻污垢（灰尘、残留乳浊液）。甚至在细致的精洗后，表面仍然会遗留有表面活性物质的污垢残留物、保护膜，如硅酸盐及外来杂质。为清洗表面上的此类污垢使其达到能进行电镀，就应进行活化清洗。

在粗洗时，必须将表面的污垢清洗到表面粗糙（纯洁）的程度。在粗糙度为 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ 的范围内，污垢量不应超过 $1.25 \sim 0.25$ 毫克/厘米²。达到精洗的水平主要是为了表面作涂漆准备及对部件和总成的组装进行最后作业，因为此时成品的可靠性和好坏取决于表面及配合的清洁。为了保证漆层取得正常的附着力，允许表面被机油局部脏污的程度不超过 0.005 毫克/厘米²。在组装作业时，表面上机油的污垢量基本不应超过 $0.1 \sim 0.15$ 毫克/厘米²，因为机油污垢严重时就容易粘附生产车间的尘粒。

在修理作业中，活化清洗实际上没有独立的意义。在电镀时，这种清洗方式是酸洗金属层（厚度 $2 \sim 15$ 微米）的中间作业。

有各种方式能确定清洗后遗留在表面上的污垢。重量（测重）法就是依靠称重来确定污垢的残余量。从表面清除污垢的残余物可以采用机械的方法或随之进行萃取残留物的溶解法。ГОСНИТИ^①研究成功的分级评定表面清洁程度的方法是重量法的不同方式。这种方法的特点是，一定的残留污垢量相应于十级中的一级。

级别.....0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

① ГОСНИТИ——国立拖拉机及农业机械修理运用工艺科学研究所。

表面清洁度,

克/米²...50 25 16 12.5 10 7.5 5.5 4.0 2.5 1.0 0.1

将清洗后的样件同标准样件(图1)相比,就可迅速并足够准确地评定不同清洗方式的效果。

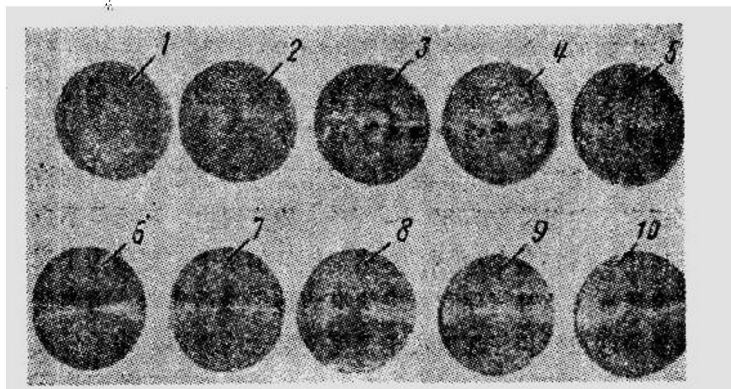


图1 分级评定表面清洁度的特征

1-实际未经清洗; 2-用水轻轻冲洗污垢层(样件的整个表面覆盖有油脂膜); 3-清洗样件中心(洗净的面积等于水流的断面积,剩下的污垢尚未冲洗并有明显的沥青-焦油特征); 4-均匀冲洗整个样件表面的污垢后(留下的污垢部分仍有沥青-焦油特征); 5-洗净的直径为16~18毫米(样件的边缘覆盖有沥青-焦油膜及烟粒;在洗过的表面上,仍可能有机油膜); 6-洗净的直径为23~25毫米(样件边缘仍残留有沥青-焦油污垢); 7-几乎全部洗净,但样件边缘仍有2~3毫米宽的烟炭粒残余物,在其余的表面有机油膜痕迹; 8-几乎完全洗净,但在样件边缘仍有1~2毫米宽的烟炭粒残余物,在其余的表面有机油膜痕迹; 9-完全洗净,但可能有机油膜痕迹(样件表面有浅黄色阴影); 10-完全洗净(没有机油膜痕迹,表面呈光亮色)

荧光法主要是从有些物质(机油、油脂)在紫外线的作用下能发光这一基础出发的。用光电管或照相的办法观察表面的发光量,就可推测表面的污垢程度。利用光电管可以评定表面上的污垢。图2是B.И. 泼鲁托夫研制成的装置。

在200×300×400毫米的暗盒5内装有紫外灯6,它附有水银-石英灯及滤光器7、光电管11、毫安表15。工作台

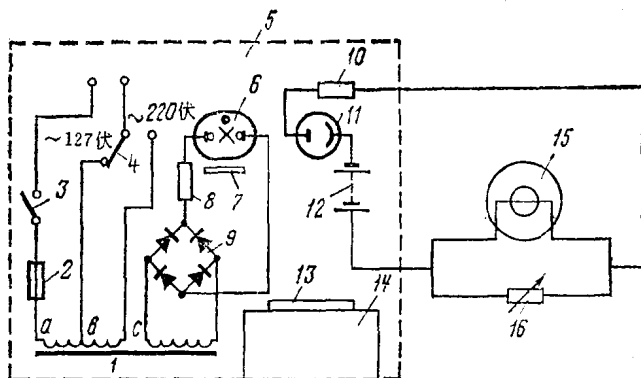


图2 荧光法确定残余污垢仪的原理图

1-变压器；2-保险丝；3-开关；4-转换开关；5-盒；6-紫外灯；7-滤光器；8、10和16-变阻器；9-整流器；11-光电管；12-电池；13-样品；14-工作台；15-微安表

14放在灯和光电管的照明窗孔下，台上放置被测样品13（50×100毫米的钢片）。用YM-2型微型灯作为紫外光源。灯的主要部分是YΦO-4-A水银—石英灯和YΦC-4黑色玻璃的滤光器，滤光器能挡住一切可见光而能通过一定波长的紫外光。

原理图中的光电管和微安表可以客观地测出表面上的污垢量，并用与微安表上的读数和根据每种污垢作的校正曲线相比的方法就可确定表面的清洁程度。

除上述方法外，也采用浸水法。这种方法以金属表面如果不能停住油脂污垢而能保持整片水膜的能力为基础。此法方便简单，但要求细心。在清洁和冲洗后将样品浸入清洁的冷水中。有时水中加入0.1~1.0%的酸（注意避免使用盐酸）。取出样品并将被试表面上的水流掉（10~20秒）。根据水膜的连续性确定润湿性。如果水膜断开就说明表面脱脂不彻底。

表面的清洁与主要用于克服污垢对表面的附着力所消耗的能量有关。此时清洁消耗的功 A_0 等于功 A_a 与 A_M 的和， A_a 为洗涤介质依靠自己的理化活性所作的功， A_M 功与介质破坏污垢和表面相结合的机械作用有关： $A_0 = A_a + A_M$ 。

从等式中可以看出，介质的活性越强，即 A_a 越大，机械能的消耗就越小。相反， A_a 越弱，那末取得有效的清洁就必须消耗较大的机械能。有这样的清洁方法，它实际不消耗任何能量。例如，在用浸入法浸入溶剂进行表面脱脂时 $A_M = 0$ ，而在用喷骨头碎屑的方法清洁表面时 $A_a = 0$ 。这里所举的例子是极端状况，而在大部分情况下，实际两种能量都消耗。究竟依靠增大 A_a 或 A_M 来强化清洁过程，就应在工艺和经济设想的基础上作决定。

在选择采用这种或那种增加能量消耗的方法时，必须考虑以下情况。功 A_a 主要取决于介质的洗涤作用（洗涤介质的成分，是否使用溶剂、表面活性物质、碱度等）及温度。洗涤介质的效能方面互不相同，相差达10~50倍，而温度提高10~15°C清洁速度就提高1倍。功 A_M 取决于机械强化过程的方式（高压或低压水流、叶片螺旋桨、震动、超声震动、用空气鼓泡等）。不同的机械激发方式按自己的强化能力相差达10~20倍。

因此，正确选择洗涤介质的活性及相应的机械激发过程可以使清洗成10~1000倍地加快。自然，这仅是理论而已。为了使可能成为现实，必须考虑经济准则及工艺可能性。

现在研究几种最可行的和有发展前途的清洁方法(表3)。

路上的污泥或油腻在外面的沉积物能在汽车的不易到达的部位足够牢固地积聚起来。消除它们可以相应使用50~100公斤力/厘米²的高压水流。在秋冬季清洗时希望将水加热到30~45°C。为了取得高质量的大面积喷漆面（驾驶室、

不同污垢的清除方法

表 3

清 洁 表 面 的 方 法	路 上 的 污 泥	老 漆	锈 蚀 物	水 垢	石 油 产 品 的 氧 化 产 物		
					老化的 润滑油	沥青沉 积物	焦炭
机械方法:							
手 工	-	-	-	-	-	-	+
机械化 (碎骨)	--	--	-	-	--	-	+
蒸汽冲洗法:							
不加洗涤剂	++	-	--	--	-	--	--
加洗涤剂	--	++	--	--	++	++	--
高压冲洗法:							
不加洗涤剂	++	-	--	-	++	-	--
加洗涤剂	++	++	-	-	++	++	-
热化学法 (熔盐)	--	--	--	++	--	--	++
液力震动磨擦法	--	--	+	--	-	++	++
循环法:							
在碱性溶液中	--	--	--	+	-	+	--
在酸性溶液中	--	--	+	+	--	--	-
在溶剂中	--	--	--	--	++	++	--
低、中压冲洗法:							
不加洗涤剂	+	--	--	--	--	--	--
加洗涤剂	+	-	--	--	++	++	--
浸入清洗法:							
零件静置式洗槽 (碱性溶液)	--	+	-	+	+	+	--
零件静置式洗槽 (酸性溶液)	--	--	+	+	--	--	--
带螺旋桨洗槽 (碱性溶液)	--	++	-	+	++	++	--
带震动装置的洗槽 (碱性溶液)	--	+	-	+	++	+	--
带震动装置的洗槽 (溶剂)	--	+	--	--	++	++	--
综合清洗法:							
槽洗—冲洗 (碱性溶液)	--	+	--	--	++	++	++
槽洗—槽洗 (碱性溶液)	--	+	--	--	++	++	-

符号: «++»—有前途; «+»—一般; «-»—低效; «--»—不宜采用。

公共汽车车身等），在水流中应加入 $0.5 \sim 1.0$ 克/公升的洗涤剂。除漆应采用能存放浓强碱液的加热槽（ $95 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ）。

零件除锈必须在酸洗槽中进行。

在大型修理企业中，水垢沉积物的清除建议采用溶化盐和碱（ $400 \sim 450^{\circ}\text{C}$ ）的热化学法。

老化的润滑油很容易用各种方法来清除。如用蒸汽冲洗及用高压冲洗的方法，在高温高压下与添加洗涤剂配合使用就可轻易去除任何的机油污垢。

从表面清除沥青-焦油沉积物相当困难。对此，应采用加高效洗涤剂（溶解-乳化剂）的浸入式清洁法，或配备能使溶液大大激发的螺旋桨。用槽洗后再用冲洗的办法清洗，这种综合清洗法同样有良好的效果。

积炭是最牢固的碳沉积物，对清除润滑油或沥青-焦油沉积物行之有效的一切方法实际上都无法清除它。现在已研制成一些足够有效的方法清除积炭，这些方法立足于热化学法或机械法破坏积炭。在选用这种或那种方法时，必须以经济设想为指导基础。在工作量不大的环境下应采用机械清洁法（刮刀、刷子、骨头碎屑）。对于大型企业，采用熔盐和熔碱装置是合适的。

二、洗涤剂和净化剂

1. 洗涤作用的理化原理

洗涤作用就是从表面清除液体和固体污垢，并使其呈溶液或分散到洗涤溶液中。洗涤作用是污垢、洗涤剂和表面相互作用的复杂过程。润湿、乳化、分散、起泡和稳定等作用都是洗涤作用的基本现象。上述现象与洗涤剂的表面张力和表面活性有密切关系。

表面张力和表面活性。液体内部的每个分子 A（图 3）