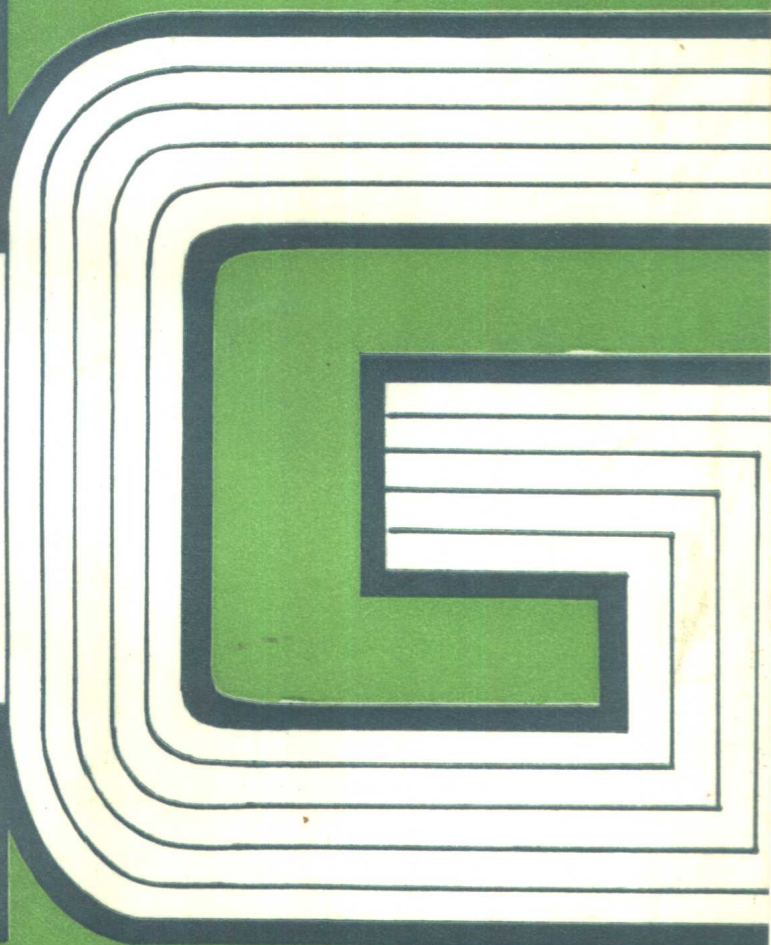


轻工业技工学校试用教材

合成洗涤剂 生产工艺

《合成洗涤剂生产工艺》编写组 编



中国轻工业出版社

轻工业技工学校试用教材

合成洗涤剂生产工艺

《合成洗涤剂生产工艺》编写组 编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 简 介

本书是根据轻工业技工学校和在职工人中级技术培训“合成洗涤剂专业教学大纲”编写的。全书共分九章，第一至六章主要介绍合成洗涤剂常用表面活性剂的生产工艺、性能及应用；第七、八章主要介绍空心颗粒状洗涤剂的生产工艺；第九章介绍液体和浆状洗涤剂的配制。

附录集编了洗衣粉国家标准、洗涤剂试验方法和原、辅材料质量指标。

本书适用于技工学校合成洗涤剂专业和在职工人中级技术培训使用，也可以作为具有初中文化程度和初级技术水平的工人自学教材。

轻工业技工学校试用教材

合成洗涤剂生产工艺

《合成洗涤剂生产工艺》编写组 编

责任编辑 劳国强

*

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

三河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米¹/₃₂印张 10.375 插页：3 字数 258 千字

1994年5月 第1版第1次印刷

印数 1—4000 定价：12.00元

ISBN 7—5019—1550-4/TQ·073

前 言

为加速培养轻工业后备技术工人，建设成一支以在职中级技术工人为主体的，技术结构比较合理，具有较高政治、文化、技术素质的工人队伍，以适应轻工业生产建设发展的需要，我们根据原轻工业部颁发的有关行业《工人技术等级标准》中级工人应知应会要求，组织编写了轻工业技工学校专业教材。

合成洗涤剂专业教材由陕西省轻工业厅牵头组织，西安日用化学工业公司为主编单位，书稿经合成洗涤剂行业技工教材审稿会审议。编写组同志根据审稿会议意见，对原稿内容作了增删。

本书由李白文高级工程师主编，曾守中高级工程师主审；参加编写及定稿的人员有：杨兆光(高级工程师)、吕胜初(南京烷基苯厂高级工程师)、王庆耘(工程师)、王素琴(高级工程师)、李骏堂(工程师)、刘淑智(助工)。

本书适用于技工学校合成洗涤剂专业教学和在职工人中级技术培训使用，也可作为具有初中毕业文化程度和初级技术水平的工人自学教材。

本教材编审过程中得到了南京烷基苯厂等单位的大力协助，并提供了宝贵的资料。派出了富有实践经验的教师、工程技术人员参加了审稿工作，谨此表示感谢。

由于我们组织编审工作缺乏经验，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正，以便今后修订。

目 录

绪论	1
第一节 洗涤剂的概述	1
第二节 合成洗涤剂活性物的分类和基本性质	4
第三节 合成洗涤剂的分类和去污机理	9
第一章 烷基苯磺酸钠的生产	15
第一节 概述	15
第二节 烷基苯的生产	17
第三节 烷基苯的磺化	47
第四节 烷基苯磺酸的中和	91
第二章 烷基磺酸钠的生产	107
第一节 烷基磺酸钠的性质和用途	107
第二节 烷基磺酸钠的生产技术	108
第三章 脂肪醇硫酸钠的生产	125
第一节 脂肪醇硫酸钠的性质、用途	125
第二节 高级醇的来源——高压加氢法和石蜡氧化法	126
第三节 脂肪醇硫酸钠的生产	131
第四章 其他阴离子表面活性剂	136
第一节 烯基磺酸钠	136
第二节 脂肪酸钾、钠盐	139
第三节 油酰氨基酸钠	144
第四节 <i>N,N</i> -油酰牛磺酸钠	146
第五节 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠	148
第六节 α -磺基脂肪酸甲酯钠盐	149

第五章 非离子表面活性剂	154
第一节 非离子表面活性剂的发展概况.....	154
第二节 非离子表面活性剂的分子结构、分类和特 征.....	155
第三节 非离子表面活性剂的主要生产原料——环 氧乙烷生产简介.....	160
第四节 环氧丙烷生产简介.....	164
第五节 非离子表面活性剂生产方法简介——醚类、 酯类、酰胺类及高分子聚醚类.....	166
第六章 阳离子表面活性剂和两性表面活性剂简介	172
第一节 阳离子表面活性剂简介.....	172
第二节 脂肪胺盐、季铵盐及其它.....	173
第三节 两性表面活性剂.....	176
第四节 甜菜碱型两性表面活性剂.....	179
第五节 咪唑啉系列两性表面活性剂.....	181
第六节 氨基酸系列两性表面活性剂.....	182
第七章 料浆的配制及后处理	184
第一节 概述.....	184
第二节 表面活性剂.....	185
第三节 助剂的性质和作用.....	189
第四节 配方原则.....	199
第五节 配料过程中的物理化学与胶体化学过程....	201
第六节 颗粒状合成洗涤剂的配料工艺和设备.....	202
第七节 料浆的后处理工艺和设备.....	209
第八章 合成洗涤剂的成型	212
第一节 合成洗涤剂的成型方法.....	212
第二节 喷雾干燥的理论基础.....	217
第三节 热空气的产生和设备.....	220
第四节 高塔喷雾干燥的工艺流程和设备.....	223

第五节	喷雾干燥工艺条件的选择·····	229
第六节	洗衣粉的输送与老化·····	232
第七节	洗衣粉的后配料·····	233
第八节	洗衣粉的包装与贮运·····	235
第九章	液体洗涤剂 and 浆状洗涤剂 ·····	237
第一节	液体洗涤剂的组成与分类·····	237
第二节	液体洗涤剂的配制·····	239
第三节	液体洗涤剂的评价方法·····	240
第四节	常见液体洗涤剂·····	241
第五节	浆状洗涤剂的特点及组成·····	244
第六节	浆状洗涤剂的评价方法·····	246
第七节	常见浆状洗涤剂·····	248
附录		
1.	GB 13171—91 洗衣粉·····	250
2.	GB/T 13173.1—91 洗涤剂样品分样法·····	257
3.	GB/T 13173.2—91 洗涤剂中总活性物含量的测定·····	264
4.	GB/T 13173.3—91 洗涤剂中非离子表面活性剂含量的测定(离子交换法)·····	270
5.	GB/T 13173.4—91 洗涤剂中各种磷酸盐的分离测定(离子交换柱色谱法)·····	275
6.	GB/T 13173.5—91 洗涤剂中甲苯磺酸盐含量的测定·····	282
7.	GB/T 13173.6—91 洗涤剂发泡力的测定(Ross-Miles法)·····	286
9.	GB/T 13174—91 衣料用洗涤剂去污力的测定·····	291
10.	GB/T 13175—91 粉状洗涤剂表观密度的测定(给定体积称量法)·····	298
11.	GB/T 13176.1—91 洗衣粉白度的测定·····	303

12. GB/T 13176.2—91 洗衣粉中水分及挥发物含量的测定(烘箱法).....	307
13. GB/T 13176.3—91 洗衣粉中活性氧含量的测定(滴定法).....	309
14. 常用表面活性剂一览表.....	313
15. 主要原料质量指标.....	314

绪 论

合成洗涤剂是近几十年发展起来的新的洗涤用品，其主要原料是通过化学合成而得到的，因此，人们为了区别于天然洗涤剂，把由人工合成的洗涤用品统称为合成洗涤剂。

合成洗涤剂一般是由多种成分组成的混合物。总的来讲是由两部分组成的，一部分称之为表面活性剂的物质（习惯称为活性物），是洗涤剂在洗涤过程中主要的去除污垢的成分；另一部分是各种助洗剂，这些助洗剂在洗涤过程中辅助和提高活性物的去污作用，改良洗涤剂的某种性质，使产品能得到满意的使用效果。合成洗涤剂实际上是由各种表面活性剂和各种助洗剂通过适合的比例配制而成的物质。

洗涤用品是人民生活中不可缺少的一种产品，因此学好这方面的专业知识，对我们生产高质量的产品，加速新产品的开发、应用，更好的把先进科学知识用于洗涤剂的生产是很必要的。

通过理论联系实际的教学方法，使学生掌握合成洗涤剂常用的表面活性剂的理化性质，生产原理和生产工艺过程；掌握合成洗涤剂的生产操作方法、主要设备的结构、工作原理及维修保养方法；了解原料、半成品、成品的质量指标。同时要学习安全生产制度及环境保护知识。

第一节 洗涤剂的概述

一、洗涤剂的发展及现状

洗涤剂是由有去污作用的表面活性剂配制而成的，因此，研究洗涤剂的历史就是研究各种表面活性剂的发展史，换句话说，

就是由于新的表面活性剂的出现，才促使洗涤剂的更新换代。

提起洗涤剂人们便会想到肥皂，肥皂是应用最广泛的一种洗涤剂。它除了具有良好的去污力之外，还有较好的发泡、润湿、增溶和乳化等性能。但生产肥皂需消耗大量的动、植物油脂，且肥皂碱性较强，抗硬水能力差，使用受限制，因而促使人们寻找效能更高的洗涤用品。

合成洗涤剂的发现是人们在使用洗涤用品方面的一次飞跃。从 20 世纪 20 年代起，先后研制了几种表面活性剂。1931 年首先在纺织工业中应用硫酸化椰子油作为乳化剂，后来又研究出丁基萘磺酸盐，又相继合成了煤油苯和煤油苯磺酸盐。但是从 1920 年到 1946 年 20 多年间，合成洗涤剂的发展速度十分缓慢，品种很少，生产规模也很小。第二次世界大战后，随着石油化学工业的飞跃发展，为合成洗涤剂工业提供了丰富而宝贵的中间体和优良的原材料。同时随着烷基磺酸钠、烷基苯磺酸钠、脂肪醇硫酸钠和各种非离子型表面活性剂的研制成功和工业化生产，加之研制了三聚磷酸钠和羧甲基纤维素等优良的助洗剂，为合成洗涤剂的发展开辟了广阔的前景，使合成洗涤剂很快形成了一个新的工业体系，成为一门新的科学。

合成洗涤剂的产量，近几十年来增长很快，到目前为止，世界上洗涤用品的总产量已超过 3000 万吨，每人每年消耗近 7.5 公斤。而其中合成洗涤剂就有 2100 多万吨，肥皂的产量每年只有近 900 万吨。

我国合成洗涤剂工业是我国科技人员和广大工人在 1958 年创建起来的，首先在上海和天津建厂生产。目前全国各省市自治区除西藏外都能生产合成洗涤剂。自 1963 年起，我国已出口民用洗涤剂，畅销亚非各国。从表 1 可以看出我国合成洗涤剂的发展情况。

我国生产的表面活性剂以烷基苯磺酸钠为主，其产量约占表面活性剂总产量的 90% 左右。除此以外，还生产烷基磺酸钠、脂

表 1

我国肥皂、合成洗涤剂的产量

(万吨)

年 份	1960	1965	1970	1975	1980	1983	1985
合成洗涤剂	0.9	3.0	9.3	22.4	39.2	67.7	98.8
肥 皂	36.1	31.5	47.7	61.1	85.2	86.4	99.56
年 份	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
合成洗涤剂	115.0	116.0	113.81	143.10	152.0	139.3	
肥 皂	108.59	111.81	119.70	108.0	106.0	88.05	

肪醇硫酸钠及数种非离子型表面活性剂。合成洗涤剂以粉状的合成洗衣粉为主，其产量占总产量的90%左右。此外也生产液体和浆状洗涤剂。目前随着非离子表面活性剂的发展，液体和浆状洗涤剂的产量不断上升。

我国合成洗涤剂工业发展的时间虽然不长，但是生产技术和产品质量均有较大的提高。科学研究也取得喜人的成果，生产装置逐步大型化，生产过程逐步向连续化、自动化发展，并部分应用了微型计算机。

二、洗涤剂的用途

合成洗涤剂的应用范围比较广泛，除大量作为清洗剂用于洗涤棉、麻、丝、毛、化学纤维等织物外，可以用于洗涤日用器皿、金属材料、瓜果蔬菜等。另外，还可以根据使用要求的不同，用于石油、农药、金属加工等方面。我们可以从各国每年人均消耗合成洗涤剂量的多少，看出它们的工业水平和人民的生活水平。所以也可以说洗涤剂的生产使用是人们精神文明、物质文明建设的一种标志。

第二节 合成洗涤剂活性物的

分类和基本性质

合成洗涤剂是由表面活性剂和助洗剂组成的混合物。在了解合成洗涤剂之前一定要先了解表面活性剂。

什么是表面活性剂呢?表面活性剂是指具有表面活性的物质,即能改变物体表面张力的物质。表面活性剂的分子都是由亲水基和疏水基构成。大部分能溶于水,产生润湿、乳化、渗透、发泡、去污等作用。

根据有关资料介绍,目前世界上已生产上千种表面活性剂,而用于生产合成洗涤剂的只有 100 来种。洗涤剂所用的表面活性剂主要要有去污能力,同时还考虑乳化,发泡等各项性能的综合效应。没有去污作用的表面活性剂是不能用于生产洗涤剂的。

一、洗涤剂活性物的分类

洗涤剂所用的表面活性剂种类虽然很多,但它们有一个共同的特点,就是都由疏水基和亲水基构成,但从活性物的分子结构进行分析,可以根据它在水溶液中离解出来的表面活性离子的电荷不同,分为四类:

1. 阴离子型

这类活性剂是水溶液中能电离产生一个带负电荷并呈现表面活性的有机离子,还有一个体积不大,没有表面活性的金属阳离子。因为呈表面活性的是阴离子,所以称为阴离子型活性物。可以形象地用图 1 表示。

阴离子型是洗涤剂活性物中最主要的一大类,占总量的 65~75%,主要的品种有烷基苯磺酸钠(LAS),烷基磺酸钠(AS),脂肪醇硫酸钠(FAS),仲烷基硫酸钠(SAS),油酰多缩氨基酸钠(雷米邦A),油酰甲基牛磺酸钠(依捷邦T),脂肪醇聚氧乙

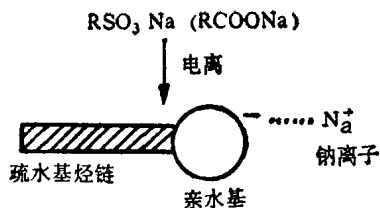


图 1 阴离子表面活性剂示意图

烯硫酸钠 (AES) 等。

2. 阳离子型

这类活性剂是在水溶液中能电离产生一个带正电荷并呈现表面活性的有机离子，同时还有一个小的没有表面活性的阴离子（氯、溴等），可以用图 2 表示。

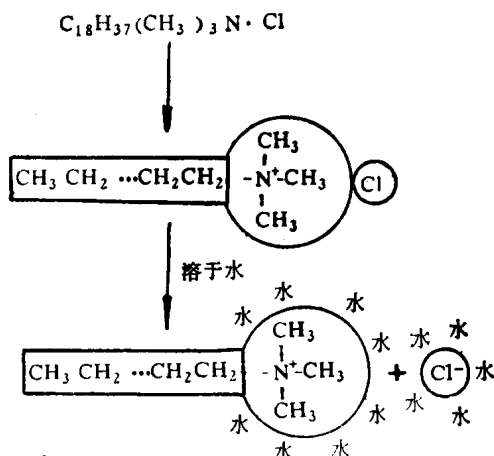


图 2 阳离子表面活性剂示意图

阳离子型活性物在洗涤剂活性物中占的比例不大，只有在织物纤维带有正电荷或对洗涤剂有特殊要求时方可使用，它主要有胺盐、季铵盐、氮苯、咪唑啉和磷、硫化合物等。阳离子型活性剂广泛用于杀菌、消毒；在纺织印染工业中可以作纤维的柔软剂、匀染剂、防水剂、防霉剂、固色剂、抗静电剂；在农业中可作防

莠剂；在矿山用作矿物浮选剂等。

3. 非离子型

这类活性剂是在水溶液中不能产生离子，因此也就不会带有电荷，而是以分子或胶束状存在于溶液中，它们的疏水基一般是烃链，亲水基大都是乙氧基（ $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$ ）羧基酯基等，可以用图 3 表示。

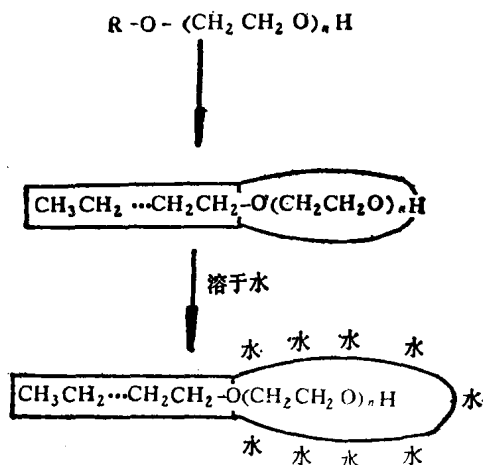


图 3 非离子型表面活性剂

主要产品有脂肪醇聚氧乙烯醚（AEO），烷基酚聚氧乙烯醚（Tx），山梨醇脂肪酸酯聚氧乙烯醚，环氧乙烷环氧丙烷聚合物（聚醚），脂肪酸聚氧乙烯酯，糖酯，椰子油酸二乙醇酰胺等。

目前，非离子表面活性剂用于洗涤剂中很多，它有广阔的前途，可作为泡沫稳定剂、去油剂、匀染剂、乳化剂等。主要用于各种液体洗涤剂、洗发剂、食品清洗剂和化妆品。

4. 两性离子型

这一类活性剂是具有两个或几个官能团的表面活性剂，它在水溶液中能被电离，由于介质的条件不同，而使该化合物具有阴离子或阳离子表面活性剂的特征。在酸性介质中呈阳离子表面活

性，在碱性介质中呈阴离子表面活性，在中性介质中呈非离子型性质。它的分子结构如图 4 所示。

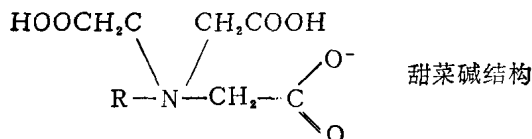


图 4 两性离子型表面活性剂

甜菜碱就属于这一类。

这类活性物根据两性官能团的不同，可以分为：

- (1) 含有羧基 ($-\text{COO}$) 与胺基 ($-\text{NH}_2$)；
- (2) 含有磺酸基 ($-\text{SO}_3$) 与胺基；
- (3) 含有硫酸基 ($-\text{OSO}_3$) 与胺基。

这里的胺基也可以是季铵盐或氮苯。

两性离子型是近几年发展起来的品种，它不论在酸性溶液或碱性溶液都可以使用，目前在洗涤织物中应用不多，主要是用在洗污、杀菌、柔软、抗静电等方面。

洗涤用活性剂归纳如下：

洗涤用活性剂	阴离子型	羧酸盐类——脂肪酸钠、雷米邦 A 等
		磺酸盐类——烷基磺酸钠、烷基苯磺酸钠等
		硫酸盐类——脂肪醇硫酸钠、仲烷基硫酸钠
	阳离子型	胺盐类——聚氧乙烯脂肪胺、脂肪叔胺醋酸盐等
		季铵盐类——氯化烷基三甲基季铵盐、新洁而灭等
		咪唑啉类——柔软剂 LE、溴化烷基氮苯等
	非离子型	醚类——脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚、聚醚等
		酯类——脂肪酸乙二醇酯、山梨醇脂肪酸酯、糖酯等
		酰胺类——烷基醇酰胺、聚酰胺等
	两性离子型	羧酸类——十六胺基乙酸、甜菜碱等
		磺酸类——烷基胺乙基磺酸
		硫酸类——烷基咪唑啉乙基硫酸酯

二、洗涤剂活性物的基本性质

由于洗涤剂用的表面活性剂，虽品种很多，但它们都是由一个亲水基团和一个疏水基团组成的，因此它们都有共同的润湿分散、乳化、泡沫增溶等作用，在溶液中既具有表面活性，又有胶束性能。

1. 润湿作用

液滴铺展于固体的表面，使表面湿润，我们称为液体的润湿作用。洗涤剂的润湿作用主要是由于降低了液体的表面张力。

2. 乳化作用

多种不相溶液体如油和水，加入少许洗涤剂后通过用力振荡，使某种液体以极细的液滴，分散在另一种液体中并且在相当长的时间内不分层，这就称为乳化作用，即是乳状液生成的作用。活性剂的乳化作用主要是活性剂分子能溶于液滴中使液滴成为一个被活性剂定向排列的保护体。此保护体则互相溶解。

3. 分散作用

能促使固体粒子粉碎，且均匀地分散于液体中的作用叫做分散作用。它和乳化性一样，主要是洗涤剂中表面活性物使固体粒子形成一个亲水的吸附膜，使固体粒子能很好地溶于溶液中。

4. 泡沫作用

泡沫的形成主要是洗涤剂活性物的定向吸附作用使气液两相界面间的张力降低所致。

5. 增溶作用

活性物在溶液中形成胶束并把污垢溶解在自己的疏水基中，这种因胶束的存在而使物质在溶剂中的溶解度增加的现象称为增溶作用。

第三节 合成洗涤剂的分类和去污机理

一、合成洗涤剂的分类

关于合成洗涤剂的分类问题，随着洗涤剂工业的发展时期不同，有不同的分类方法。目前一般是按合成洗涤剂的物理状态和使用效果来分类的。由于合成洗涤剂用途很广，品种繁多，要求分得很细是较困难的。

1. 按合成洗涤剂的物理状态分

根据洗涤剂成品的外观形态，可以分为粉状洗涤剂、空心粒状洗涤剂、液体洗涤剂、浆状洗涤剂、块状洗涤剂、片状洗涤剂等。目前我国生产的主要品种是空心粒状洗涤剂（通称合成洗衣粉），但由于非离子表面活性剂的广泛应用，液体洗涤剂发展的速度很快。在发达国家，液体洗涤剂和固体洗涤剂几乎各占一半，并且液体洗涤剂产量还在继续上升。我国近两年来液体洗涤剂的产量不断的扩大，特别是沿海发达的城市使用量较大。

2. 按合成洗涤剂的用途分

按合成洗涤剂的用途来分可分为两大类，即工业用洗涤剂、民用洗涤剂。

工业用洗涤剂主要用于纺织业，金属净洗、金属切削、车辆清洗、石油乳化等。

民用洗涤剂主要是为了清洁卫生，用于洗涤衣物和日常生活用品。除众所周知的普通洗衣粉外，还有各种特殊用途的洗涤剂，如加酶洗涤剂、漂白洗涤剂、餐具洗涤剂、皮毛用洗涤剂等。

3. 按洗涤剂附着污垢轻重来分

这种分类方法我国没有实行，但在国际上很多国家是这样分类的。它主要分轻役型洗涤剂和重役型洗净剂两大类型。