

● 润滑油品速查速选工具丛书

RUNHUAYOU XUANYONG SHOUCHE

润滑油选用手册

王先会 王广银 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

润滑油品速查速选工具丛书

润滑油选用手册

王先会 王广银 编



机械工业出版社

本书阐述了汽车用润滑油、摩托车用润滑油、铁路用润滑油、船用润滑油、工业用润滑油、特殊行业专用润滑油及相关油品的分类、性能要求、选用方法等基础知识,介绍和推荐了国内外知名润滑油企业的重要产品,包括产品特性、技术参数、适用范围、注意事项、生产厂家等。本书是润滑油选用必备的工具书,可供润滑油的使用和经销人员,以及从事润滑油生产和研究的有关技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

润滑油选用手册/王先会,王广银编. —北京:
机械工业出版社, 2016. 8
(润滑油品速查速选工具丛书)
ISBN 978 - 7 - 111 - 54358 - 9

I. ①润… II. ①王…②王… III. ①润滑油 - 手册
IV. ①TE626. 3 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 168067 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 马晋 责任编辑: 马晋 李超
责任印制: 常天培 责任校对: 刘秀丽 段凤敏
北京京丰印刷厂印刷
2016 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷
140mm × 203mm · 14. 125 印张 · 2 插页 · 361 千字
0 001—3 000 册
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 54358 - 9
定价: 49. 80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务 网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

近年来我国汽车、工程机械、船舶、铁路、冶金、电力、矿山、机床等行业持续增长，装备技术水平快速提升，推动了润滑油产业不断进步。目前我国已发展成为全球润滑油第二大消费市场。数据统计显示，2015年我国润滑油表观消费量达到843万t，全年累计完成润滑油产量570万t。

从我国润滑油产业形成的格局来看，可将生产企业大致分为三种类型：一是具有资源优势的中国石化、中国石油两大集团，即长城润滑油和昆仑润滑油，资源供应总量占58%以上；二是美孚、壳牌、BP、加德士、福斯、嘉实多、道达尔等外资企业，这些企业凭借其技术和品牌优势，在高端油品市场占据主导地位，市场份额占20%；三是以龙蟠、中华、格斯特、丹弗王力、天津日石、壳牌统一、路路达、零公里、康普顿、引航、莱克、雅士、玉柴、奥吉娜、惠源及三特等品牌为代表的民营或合资企业，以其灵活的经营机制和猛醒的品牌意识，市场份额约占22%。由此可见，我国润滑油行业已经形成了三足鼎立之势。长城和昆仑等民族品牌，与外来品牌在高端市场上的博弈，将是我国润滑油行业很长一段时间内的主旋律。

我国的润滑油市场，目前正逐步走向成熟阶段。在产品供应方面，供应主体日益集中在大型厂商之间，从而将原有的分散竞争改变为集中竞争。在市场消费方面，消费群体越来越体现出对汽车生产维护机构的依赖，托付消费的特征日益明显，这与以往的“自主”消费有很大的不同。

面对我国润滑油产业的发展现状以及日趋成熟的润滑油市场，要使用户达到合理选用润滑油的目的，需要从专业技术角度把最新的、品质优良的，而且是相对全面的润滑油基础知识和产

品知识介绍推荐给广大的润滑油使用、经销、生产和科研人员。鉴于此目的，特编写了这本《润滑油选用手册》。

本书阐述了汽车用润滑油、摩托车用润滑油、铁路用润滑油、船用润滑油、工业用润滑油、特殊行业专用润滑油及相关油品的分类、性能要求、选用方法等基础知识，介绍和推荐了国内外知名润滑油企业的重要产品，包括产品特性、技术参数、适用范围、注意事项、生产厂家等。

近年来，我国加快了润滑油标准与国际水平接轨的速度，制定和修订了一大批新的产品标准和分类标准。在本书中，力争反映出润滑油国家标准和行业标准发展的最新成果。对于尚未制定国家标准或行业标准的高端产品，选取了部分有代表性企业的产品予以说明。

本书主要是针对润滑油使用、经销、生产和科研人员这一特定人群编写的。根据这一人群长期工作在基层一线的特点，本书力争做到通俗易懂、简明扼要、有的放矢。

我国润滑油生产厂家众多，而各类润滑油的品种牌号又十分复杂，鉴于这种情况，这部《润滑油选用手册》所能涉及的企业和产品是有局限性的。考虑到我国生产企业的国有、外资、民营这三种主要类型，只能选取部分有代表性的企业以及所生产的重要产品。

本书在编写过程中，得到中国石化润滑油有限公司有关领导以及国内润滑油行业相关专家、学者的指导和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 汽车用润滑油	1
1.1 汽油机油	1
1.1.1 汽油机油的性能要求	1
1.1.2 汽油机油的分类	2
1.1.3 汽油机油的选择	4
1.1.4 汽油机油的更换	6
1.1.5 SE 汽油机油	7
1.1.6 SF 汽油机油	11
1.1.7 SG 汽油机油	15
1.1.8 SH 汽油机油	18
1.1.9 GF-1 汽油机油	22
1.1.10 SJ 汽油机油	25
1.1.11 GF-2 汽油机油	30
1.1.12 SL 汽油机油	34
1.1.13 GF-3 汽油机油	37
1.1.14 纳克金极能全合成汽油机油 0W-40	41
1.1.15 长城金吉星 JUSTAR J500 SL 5W-40	42
1.1.16 长城金吉星 JUSTAR J500 SM/GF-4 5W-30	43
1.1.17 长城金吉星 JUSTAR J600F SN/GF-5 5W-30	44
1.1.18 长城金吉星 JUSTAR J700F SN/GF-5 5W-30	44
1.1.19 长城金吉星 JUSTAR J700U SN/CF 0W-40	45
1.1.20 美孚速霸™1000 10W-30	46
1.1.21 美孚速霸™2000 5W-40	47
1.1.22 美孚速霸™3000 XE1 5W-40	47
1.1.23 美孚 1 号 0W-40	48
1.2 柴油机油	49

1.2.1	柴油机油的性能要求	50
1.2.2	柴油机油的分类	51
1.2.3	柴油机油的选择	53
1.2.4	柴油机油的更换	53
1.2.5	CC 柴油机油	54
1.2.6	CD 柴油机油	57
1.2.7	CF-4 柴油机油	60
1.2.8	CH-4 柴油机油	64
1.2.9	CI-4 柴油机油	69
1.2.10	纳克极能 S6 合成型重负荷柴油机油 CI-4 15W-40	75
1.2.11	纳克极能 S6 合成型重负荷柴油机油 CI-4 20W-50	75
1.2.12	纳克极能 S6 全合成重负荷柴油机油 CJ-4 5W-30	76
1.2.13	长城尊龙 TULUX T500/CI-4 柴油机油 15W-40	77
1.2.14	长城尊龙 TULUX T600/CJ-4 柴油机油 15W-40	78
1.3	燃气发动机油	79
1.3.1	燃气发动机油的性能要求	79
1.3.2	燃气发动机油的分类	80
1.3.3	纳克极能 NG 天然气发动机专用油 15W-40	80
1.3.4	长城 CNG 压缩天然气发动机油 15W-40	81
1.3.5	长城 LPG/CNG 轿车燃气发动机油 I 型 15W-40	82
1.3.6	长城 LPG/CNG 轿车燃气发动机油 II 型 15W-40	83
1.3.7	长城 LPG 客车发动机油	83
1.3.8	美孚飞马 1 号	84
1.4	乙醇汽油发动机油	85
1.4.1	乙醇汽油机油的性能要求	85
1.4.2	长城醇星乙醇汽油发动机专用油 10W-40	87
1.5	车辆齿轮油	88
1.5.1	车辆齿轮油的性能要求	88
1.5.2	车辆齿轮油的分类	89
1.5.3	车辆齿轮油的选择	90
1.5.4	车辆齿轮油的更换	91
1.5.5	普通车辆齿轮油	92
1.5.6	中负荷车辆齿轮油	94

1.5.7 重负荷车辆齿轮油	95
1.6 汽车自动传动液	98
1.6.1 汽车自动传动液的性能要求	98
1.6.2 汽车自动传动液的分类	100
1.6.3 自动变速器油的选择	100
1.6.4 长城大型客车自动变速器油	101
1.6.5 长城重负荷车辆自动传动液 T O-4	102
1.6.6 长城 ATF 自动传动液	102
1.6.7 美孚自动排档液 ATF 220	103
1.6.8 壳牌 ATF II D 自动变速器专用油	104
1.7 汽车空调冷冻机油	105
1.7.1 汽车空调冷冻机油的性能要求	105
1.7.2 汽车空调制冷压缩机油的选择	107
1.7.3 汽车空调合成冷冻机油	107
1.8 减振器油	109
1.8.1 减振器油的性能要求	109
1.8.2 长城汽车减振器油	109
1.9 汽车制动液	110
1.9.1 汽车制动液的性能要求	110
1.9.2 汽车制动液的分类	111
1.9.3 HZY 机动车辆制动液	112
1.9.4 V-3、V-4 汽车合成制动液	117
1.10 发动机冷却液	123
1.10.1 发动机冷却液的性能要求	123
1.10.2 发动机冷却液的分类	123
1.10.3 乙二醇型发动机冷却液	124
1.10.4 丙二醇型发动机冷却液	124
1.10.5 长城全有机环保型发动机冷却液	131
1.10.6 壳牌全效防冻液 (-45℃)	132
第2章 摩托车用润滑油	134
2.1 二冲程摩托车汽油机油	134
2.1.1 二冲程汽油机油的性能要求	134

2.1.2	二冲程汽油机油的分类	135
2.1.3	二冲程汽油机油的选择	136
2.1.4	EGB 二冲程汽油机油	137
2.1.5	EGC 二冲程汽油机油	138
2.1.6	EGD 二冲程汽油机油	139
2.1.7	长城全合成二冲程赛车机油	140
2.1.8	美孚雷霆 1 号 2T	140
2.2	四冲程摩托车汽油机油	141
2.2.1	四冲程摩托车汽油机油的性能要求	142
2.2.2	四冲程摩托车汽油机油的分类	142
2.2.3	四冲程摩托车汽油机油的选择	144
2.2.4	长城捷豹 100 (SE) 系列摩托车机油	144
2.2.5	长城捷豹 200 (SF) 系列摩托车机油	145
2.2.6	长城捷豹 300 (SG) 系列摩托车机油	145
2.2.7	长城捷豹王 SJ 系列四冲程摩托车机油	146
2.2.8	长城全合成捷豹王四冲程摩托车机油 10W-50	147
2.2.9	美孚旋风 4T 10W-40	148
2.2.10	美孚超级 4T	148
2.2.11	美孚 1 号™ 雷霆 4T 10W-40	149
2.2.12	壳牌爱德王子 SX 4T 黄牌四冲程摩托车机油	150
2.2.13	壳牌爱德王子 VSX 4T 白金四冲程摩托车机油 15W-50	151
2.3	摩托车用其他油品	152
2.3.1	长城摩托车齿轮油 80W-90	152
2.3.2	长城摩托车减振器油	152
第 3 章	铁路用润滑油	154
3.1	铁路内燃机柴油机油	154
3.1.1	铁路内燃机柴油机油的性能要求	154
3.1.2	铁路内燃机车柴油机油的分类	155
3.1.3	铁路内燃机车柴油机油的选择	157
3.1.4	铁路内燃机车柴油机油的更换	157
3.1.5	铁路内燃机车三代油	158

3.1.6	铁路内燃机车四代油	160
3.1.7	铁路内燃机车多级四代柴油机油	162
3.1.8	铁路内燃机车五代柴油机油	163
3.2	铁路机车车辆用其他油品	165
3.2.1	内燃机车液力传动油	165
3.2.2	铁路机车往复式空气压缩机油	167
3.2.3	铁路机车螺杆式空气压缩机油	168
第4章	船用润滑油	171
4.1	船用气缸油	171
4.1.1	船用气缸油的性能要求	171
4.1.2	船用气缸油的选择	172
4.1.3	长城船用气缸油	173
4.1.4	壳牌爱力士 50 润滑油	174
4.1.5	美孚佳特 570 十字头式柴油机气缸油	175
4.2	船用系统油	176
4.2.1	船用系统油的性能要求	176
4.2.2	船用系统油的选择	177
4.2.3	长城船用系统油	177
4.2.4	壳牌迈力耐润滑油	178
4.2.5	美孚佳特 300 大功率十字头式柴油机系统油	179
4.2.6	美孚佳特 312 柴油机油	179
4.3	船用中速机油	180
4.3.1	船用中速机油的性能要求	180
4.3.2	船用中速机油的选择	182
4.3.3	长城船用中速机油	182
4.3.4	壳牌佳力雅润滑油	183
4.3.5	美孚佳特 30 柴油机油	184
4.3.6	美孚佳特 40 柴油机油	184
4.3.7	美孚佳特 450 柴油机油	185
4.3.8	美孚佳特 SP55 柴油机油	186
4.3.9	美孚佳特 1 号 SHC 合成柴油机油	187
4.4	二冲程舷外发动机油	188

4.4.1 TC-W2 水冷二冲程汽油机油	188
4.4.2 TC-W3 水冷二冲程汽油机油	189
第5章 工业用润滑油	191
5.1 液压油	191
5.1.1 液压油的性能要求	191
5.1.2 液压油的分类	195
5.1.3 液压油的选择	195
5.1.4 液压油的更换	200
5.1.5 L-HL 液压油	200
5.1.6 L-HM 抗磨液压油	200
5.1.7 L-HV 液压油	207
5.1.8 L-HS 液压油	212
5.1.9 L-HFB 油包水液压油	217
5.1.10 L-HFDR 磷酸酯抗燃液压油	218
5.1.11 电厂用抗燃油	219
5.1.12 水-乙二醇液压油	221
5.1.13 长城 AE 液压油	224
5.1.14 长城 AE-K 液压油	225
5.1.15 长城 4632 酯型难燃液压油	225
5.1.16 美孚 DTE™20 系列液压油	226
5.1.17 美孚 DTE 超凡系列液压油	227
5.1.18 美孚 SHC 500 合成抗磨液压油	228
5.1.19 美孚 EAL 224H 环保液压油	230
5.1.20 壳牌得力士 S 液压油	231
5.1.21 壳牌得力士 T 液压油	232
5.1.22 壳牌爱乐施 C46 防火液压油	233
5.1.23 壳牌爱乐施 DR46 防火液压油	234
5.2 工业齿轮油	235
5.2.1 工业齿轮油的性能要求	235
5.2.2 工业齿轮油的分类	237
5.2.3 工业齿轮油的选择	239
5.2.4 工业齿轮油的更换	240
5.2.5 L-CKB 工业闭式齿轮油	241

5.2.6	L-CKC 工业闭式齿轮油	243
5.2.7	L-CKD 工业闭式齿轮油	246
5.2.8	合成烃型合成工业齿轮油	249
5.2.9	聚醚型合成工业齿轮油	249
5.2.10	L-CKE 蜗轮蜗杆油	249
5.2.11	L-CKE/P 蜗轮蜗杆油	255
5.2.12	长城高极压工业齿轮油	257
5.2.13	长城得威 AP-S 工业齿轮油	257
5.2.14	长城得威 CKT 全合成重负荷工业齿轮油	259
5.2.15	长城得威 L-CKM 重负荷开式工业齿轮油	260
5.2.16	长城风力发电设备传动系统专用油	261
5.2.17	美孚齿轮油™ XMP 系列	262
5.2.18	美孚齿轮油™ SHC XMP 系列	263
5.2.19	美孚特嘉开式齿轮油	265
5.2.20	壳牌可耐压润滑油	266
5.2.21	壳牌可耐压 F 润滑油	267
5.2.22	壳牌可耐压 HD 润滑油	267
5.2.23	壳牌大威纳润滑油	268
5.3	涡轮机油	269
5.3.1	涡轮机油的性能要求	269
5.3.2	涡轮机油的分类	272
5.3.3	涡轮机油的选择	272
5.3.4	涡轮机油的更换	276
5.3.5	L-TSA 汽轮机油	278
5.3.6	L-TSE 汽轮机油	281
5.3.7	L-TGA 燃气轮机油	284
5.3.8	L-TGE 燃气轮机油	286
5.3.9	L-TGSB 燃/汽轮机油	289
5.3.10	L-TGSE 燃/汽轮机油	292
5.3.11	抗氨汽轮机油	295
5.3.12	长城威越燃气轮机油	296
5.3.13	长城威越 L-TGF(M)32 极压燃气轮机油	297
5.3.14	长城威越 L-TGSB(M)32 燃气轮机油	298

5.3.15	长城威越长寿命汽轮机油	299
5.3.16	长城威越长寿命极压汽轮机油	300
5.3.17	美孚 DTE™700 系列	301
5.3.18	美孚 DTE 800 系列	303
5.3.19	美孚 SHC™800 系列	304
5.4	压缩机油	305
5.4.1	压缩机油的性能要求	306
5.4.2	压缩机油的分类	308
5.4.3	压缩机油的选择	308
5.4.4	压缩机油的更换	314
5.4.5	DAA 空气压缩机油	314
5.4.6	DAB 空气压缩机油	315
5.4.7	DAG 轻负荷喷油回转式压缩机油	317
5.4.8	长城 DGA-G 抗氨往复式压缩机气缸油	319
5.4.9	长城 DGA-Q 抗氨往复式压缩机曲轴箱油	320
5.4.10	长城 DAH 喷油回转式压缩机油	320
5.4.11	长城 4502 合成压缩机油	321
5.4.12	长城 4503 合成压缩机油	322
5.4.13	长城 4506 合成压缩机油	324
5.4.14	长城 4508 合成压缩机油	325
5.4.15	长城 4511 合成压缩机油	326
5.4.16	长城 4511-1 乙烯压缩机油	327
5.4.17	长城 4512 合成压缩机油	328
5.4.18	长城 4513 合成压缩机油	329
5.4.19	长城 4513-1 合成压缩机油	330
5.4.20	长城氧气压缩机油	331
5.4.21	H5000 合成螺杆空气压缩机油	332
5.4.22	美孚拉士力 400 系列	332
5.4.23	美孚拉士力 800 系列	334
5.4.24	美孚拉力士 SHC 1020 系列	335
5.5	冷冻机油	336
5.5.1	冷冻机油的性能要求	336
5.5.2	冷冻机油的分类	338

5.5.3	冷冻机油的选择	338
5.5.4	冷冻机油的更换	341
5.5.5	L-DRA 冷冻机油	341
5.5.6	L-DRB 冷冻机油	344
5.5.7	L-DRD 冷冻机油	344
5.5.8	L-DRE 冷冻机油	349
5.5.9	L-DRG 冷冻机油	349
5.5.10	长城 4521 合成烃冷冻机油	354
5.5.11	长城 4522 合成制冷压缩机油	355
5.5.12	长城 4523 合成冷冻机油	356
5.5.13	长城 4524 合成冷冻机油	357
5.5.14	长城 4529 合成冷冻机油	358
5.5.15	美孚佳高 SHC 200 系列	359
5.5.16	美孚斯力士 S 系列冷冻机油	360
5.6	真空泵油	361
5.6.1	真空泵油的性能要求	361
5.6.2	真空泵油的分类	362
5.6.3	真空泵油的选择	363
5.6.4	矿物油型真空泵油	363
5.6.5	HFV-ZS 酯类真空泵油	366
5.6.6	HFV-KS 合成型扩散泵硅油	367
5.6.7	HFV-ZK 增扩泵油	368
5.6.8	HFV-FS 分子泵油	369
5.6.9	HFV-MF 矿物油型真空密封油	369
5.6.10	长城 YP 4501 合成涡轮分子泵油	371
5.7	油膜轴承油	372
5.7.1	油膜轴承油的性能要求	372
5.7.2	油膜轴承油的分类	374
5.7.3	昆仑 100 号油膜轴承油	374
5.7.4	昆仑 220 号油膜轴承油	375
5.7.5	昆仑 460 号抗氧防锈型油膜轴承油	376
5.7.6	美孚轧钢机支承辊轴承威格力™100 系列	376
5.7.7	美孚威格力 500 系列	378

5.8 链条油	379
5.8.1 链条油的性能要求	379
5.8.2 链条油的选择	381
5.8.3 长城 SHT-500 合成高温链条油	382
5.8.4 长城 SHT-600 超级合成高温链条油	382
5.9 导轨油	383
5.9.1 导轨油的性能要求	383
5.9.2 导轨油的分类	384
5.9.3 导轨油的选择	384
5.9.4 L-G 导轨油	384
5.9.5 L-HG 液压导轨油	386
5.9.6 壳牌通拿 T 导轨油	391
第 6 章 特殊行业专用润滑油	392
6.1 食品机械专用润滑油	392
6.1.1 食品机械润滑油的性能要求	392
6.1.2 食品机械润滑油的分类	393
6.1.3 食品机械专用白油	393
6.1.4 食品添加剂白色油	394
6.2 纺织机械专用润滑油	395
6.2.1 纺织机械专用润滑油的性能要求	395
6.2.2 L-FC 轴承油	395
6.2.3 L-FD 轴承油	398
6.2.4 热定型机油	398
6.2.5 长城 4905 针织机油	401
6.2.6 HZ 高级针织机油	402
6.3 造纸机械润滑油	403
6.3.1 造纸机械润滑油的性能要求	403
6.3.2 矿物油型造纸机循环润滑系统润滑油	403
6.3.3 合成型造纸机循环润滑系统润滑油	403
6.3.4 造纸机循环润滑系统冲洗油	408
6.3.5 壳牌 Delima S 造纸机循环系统油	409
第 7 章 相关油品	411

7.1 电器绝缘油	411
7.1.1 电器绝缘油的性能要求	411
7.1.2 电器绝缘油的分类	413
7.1.3 变压器油(通用)	413
7.1.4 变压器油(特殊)	417
7.1.5 超高压变压器油	417
7.1.6 低温开关油	421
7.1.7 长城硅油变压器油	425
7.1.8 长城酯型变压器油	425
7.1.9 长城高燃点绝缘油	426
7.2 导热油	427
7.2.1 导热油的性能要求	427
7.2.2 导热油的分类	428
7.2.3 导热油的更换	430
7.2.4 L-QB 导热油	430
7.2.5 L-QC 导热油	432
7.2.6 L-QD 导热油	434

第 1 章 汽车用润滑油

汽车用润滑油的种类，主要包括发动机油（含汽油机油、柴油机油、燃气发动机油等）、车辆齿轮油、自动变速器油、制动液及冷却液等。其中发动机油主要用于润滑发动机曲轴、连杆、活塞环与缸套、凸轮轴与挺杆，车辆齿轮油主要用于汽车后轿及手动变速器，自动变速器油用于汽车自动变速器，制动液用于汽车的制动系统，冷却液用于发动机冷却系统。对于汽车发动机油来说，国际上基本是每隔 3~5 年产品标准就更新换代一次，其最能代表一个国家润滑油的技术发展水平。

1.1 汽油机油

汽油机是以汽油为燃料，在气缸外的化油器中与空气混合形成可燃性混合气体，进入气缸压缩后通过火花塞点火燃烧膨胀做功，推动曲轴旋转的发动机。这种发动机转速高、质量小、噪声小、起动容易、制造成本低，常用在轻型汽车、小型飞机和小型农业机械上。汽油机油是用来润滑汽油发动机的缸壁与活塞、曲轴、连杆、凸轮轴与轴瓦、挺杆与摇臂等部位的润滑油。

1.1.1 汽油机油的性能要求

(1) 黏度和黏温特性 润滑油的黏度关系到发动机的起动性、机件的磨损程度、燃油和润滑油的消耗量及功率损失的大小。机油黏度过大，则流动性差、进入摩擦面所需的时间长，机件磨损增加，燃料消耗增大，清洗及冷却性差，但密封性好；机油黏度过小，则不能形成可靠的油膜，不能保持润滑，密封性差，磨损大，功率下降。所以黏度过大或过小都不理想，应当黏度适宜。

(2) 清净分散性能 汽油机油应该具有良好的分散性能和清净性能，能把附着在气缸壁及活塞上的氧化产物清洗下来并使