

FC 精细化工品生产工艺与技术

农用化学品

生产工艺与技术

宋小平 韩长日◎主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

FC 精细化工品生产工艺与技术

农用化学品生产工艺与技术

宋小平 韩长日 主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

农用化学品生产工艺与技术 / 宋小平, 韩长日主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2019. 4

ISBN 978-7-5189-4837-6

I. ①农… II. ①宋… ②韩… III. ①农业—化工产品—生产工艺 IV. ①TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 223807 号

农用化学品生产工艺与技术

策划编辑: 孙江莉 责任编辑: 李 鑫 责任校对: 文 浩 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882870 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京虎彩文化传播有限公司
版 次 2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
字 数 622 千
印 张 27
书 号 ISBN 978-7-5189-4837-6
定 价 98.00 元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

精细化工品的种类繁多，生产应用技术比较复杂，全面系统地介绍各类精细化工品的产品性能、生产方法、工艺流程、技术配方（原料）、生产设备、生产工艺、产品标准、产品用途、安全与贮运，将对促进我国精细化工的技术发展、推动精细化工产品技术进步，以及满足国内工业生产的应用需求和适应消费者需要都具有重要意义。在科学技术文献出版社的策划和支持下，我们组织编写了这套《精细化工品生产工艺与技术》丛书。《精细化工品生产工艺与技术》是一部有关精细化工品生产工艺与技术的技术性系列丛书。将按照橡塑助剂、纺织染整助剂、胶粘剂、皮革用化学品、造纸用化学品、电子与信息工业用化学品、农用化学品、表面活性剂、化妆品、涂料、洗涤剂、建筑用化学品、石油工业助剂、饲料添加剂、染料、颜料等分册出版。旨在进一步促进和发展我国的精细化工产业。

本书为农用化学品生产工艺与技术分册，介绍了植物生长调节剂、杀虫剂、杀菌剂、除草剂、化学肥料和其他农用化学品的生产工艺与技术。对各种农用化学品的产品性能、生产方法、工艺流程、技术配方、生产工艺、产品标准、产品用途和安全与贮运都做了全面而系统的阐述。本书对于从事农用化学品研究与开发、精细化学品研制与开发的科技人员、生产人员，以及高等学校应用化学、精细化工等相关专业的师生都具有参考价值。全书在编写过程中参阅和引用了大量国内外专利及技术资料，书末列出了主要参考文献，大部分产品中还列出了相应的原始研究文献，以便读者进一步查阅。

值得指出的是，在进行农用化学品产品的开发生产中，应当遵循先小试、再中试，然后进行工业性试产的原则，以便掌握足够的工业规模的生产经验。同时，要特别注意生产过程中的防火、防爆、防毒、防腐蚀及环境保护等有关问题，并采取有效的措施，以确保安全顺利地生产。

本书由宋小平、韩长日主编，参加本书编写的有宋小平、韩长日、惠阳、龙旭华、郑超等。

本书在选题、策划和组稿过程中，得到了海口科技学院、海南师范大学、科学技术文献出版社、国家自然科学基金（21362009、81360478）、国家国际科技合作专项（2014DFA40850）、海南省高等学校科研项目（Hnky2017-87）、海南省重点研发计划项目（ZDYF2018164）的支持，孙江莉同志对全书的组稿进行了精心策划，许多高等院校、科研院所和同仁提供了大量的国内外专利和技术资料，在此，一并表示衷心的感谢。

由于我们水平所限，错漏和不妥之处在所难免，欢迎广大同仁和读者提出意见和建议。

编者

目 录

第一章 植物生长调节剂.....	1
1.1 三十烷醇	1
1.2 对氯苯氧乙酸钠.....	11
1.3 异戊烯基氨基嘌呤.....	12
1.4 6-苄基腺嘌呤	14
1.5 抗倒胺.....	16
1.6 吲哚乙酸.....	18
1.7 邻苯二甲酰替-3'-三氟甲基苯胺	20
1.8 萘乙酸.....	21
1.9 增甘膦.....	23
1.10 调节膦	24
1.11 增产醇	25
1.12 5-硝基愈创木酚钠	26
1.13 矮壮素	28
1.14 矮健素	30
1.15 增产灵	31
1.16 乙烯利	34
1.17 苯乙酸	37
1.18 番茄灵	39
1.19 植物苗期生长促进剂	40
1.20 葡萄树芽休眠中断剂	40
1.21 抑芽丹	41
1.22 比久	41
1.23 甲哌啶	42
1.24 水稻种子发芽促进剂	43
1.25 壮穗宝	44
1.26 水稻增产促进剂	44
1.27 稻谷生长调节剂	45
1.28 水稻催芽剂	45
1.29 蔬菜增产调节剂	46

1.30	蔬菜用三唑类植物生长调节剂	47
1.31	甘蔗和甜菜生长促进剂	47
1.32	植物生长调节剂通用型配方	48
1.33	水果催熟剂	49
1.34	刺枣坐果促进剂	49
1.35	落果防治灵	50
1.36	葡萄无核促大剂	50
1.37	葡萄落果防止剂	52
1.38	葡萄坐果促进剂	52
1.39	葡萄品质改良剂	53
1.40	果蔬催熟剂	53
1.41	柑橘着色促进剂	54
1.42	脐橙果实质量提高剂	55
1.43	果实增甜剂	55
1.44	落果防止剂	56
1.45	柑橘促果剂	57
1.46	防落素	57
1.47	果质改良剂	58
1.48	苹果果实生长促进剂	58
1.49	菊花插枝生根促进剂	59
1.50	作物生长抑制剂	59
1.51	花生种子发芽促进剂	60
1.52	蘑菇增产剂	60
1.53	促根快	61
1.54	胡椒插枝生根促进剂	61
1.55	花生增产灵	62
1.56	大麦防倒伏调节剂	62
1.57	小麦增产调节剂	63
1.58	棉花脱铃防止剂	63
1.59	蘑菇生长促进剂	64
1.60	木耳增产剂	64
1.61	草坪健壮促进剂	65
1.62	茶叶增产灵	65
1.63	刺激植物开花制剂	66
1.64	灌木落叶防止剂	67
1.65	石竹插枝生根促进剂	67
1.66	毛白杨插枝生根促进剂	67

1. 67 氯酸镁	68
第二章 杀虫剂	70
2. 1 二嗪磷.....	70
2. 2 丁硫克百威.....	72
2. 3 三唑磷.....	72
2. 4 三硫磷.....	74
2. 5 马拉硫磷.....	77
2. 6 蔬果磷.....	79
2. 7 蝇毒磷.....	81
2. 8 稻棉磷.....	84
2. 9 醚菊酯.....	86
2. 10 磷亚威	89
2. 11 一氯杀螨砒	91
2. 12 三氯杀螨砒	91
2. 13 除螨灵	94
2. 14 哒螨酮	96
2. 15 乙基谷硫磷	98
2. 16 乙硫磷.....	100
2. 17 乙酰甲胺磷.....	101
2. 18 丙烯氯菊酯.....	104
2. 19 氯辛硫磷.....	106
2. 20 酚线磷.....	108
2. 21 甲基毒死蜱.....	110
2. 22 异丙威.....	112
2. 23 戊氰威.....	115
2. 24 乐果.....	117
2. 25 半滴乙酯.....	118
2. 26 对二氯苯.....	120
2. 27 西维因.....	121
2. 28 伏虫脲.....	125
2. 29 仲丁威.....	127
2. 30 杀虫双.....	129
2. 31 杀虫畏.....	130
2. 32 杀螟丹.....	132
2. 33 杀螟松.....	135
2. 34 米丁 FF	138

2.35	克线磷	141
2.36	吡虫清	142
2.37	吡虫啉	144
2.38	辛硫磷	147
2.39	庚烯磷	149
2.40	毒死蜱	150
2.41	钙敌畏	153
2.42	氟蚜螨	154
2.43	氟氰戊菊酯	156
2.44	速灭杀丁	159
2.45	氧乐果	162
2.46	敌百虫	165
2.47	敌敌畏	167
2.48	倍硫磷	168
2.49	硫双灭多威	171
2.50	硫环磷	172
2.51	溴甲烷	175
2.52	颗粒剂型杀虫剂	177
2.53	杀螟松乳液	177
2.54	可湿性粉状杀螟松	178
2.55	乐果乳油	179
2.56	植物复合农药	180
第三章 杀菌剂		187
3.1	溴	187
3.2	碘	190
3.3	硫黄	193
3.4	二氧化氯	196
3.5	多硫化钙	200
3.6	多硫化钡	201
3.7	波尔多液	202
3.8	硫酸铜	203
3.9	氢氧化铜	205
3.10	碱式碳酸铜	206
3.11	氟三唑	208
3.12	敌磺钠	210
3.13	菌核净	212

3.14	萎锈灵·····	213
3.15	氯化苦·····	214
3.16	氯苯丁苯脲·····	216
3.17	氯唑菌灵·····	217
3.18	稻瘟净·····	219
3.19	霜脍氰·····	222
3.20	乙蒜素·····	224
3.21	乙酸铜·····	225
3.22	乙磷铝·····	227
3.23	6, 7-二甲氧基香豆素·····	228
3.24	二氯三唑醇·····	230
3.25	十二烷基二甲基苄基氯化铵·····	232
3.26	三唑醇·····	235
3.27	灭萎胺·····	237
3.28	叶枯唑·····	239
3.29	甲霜安·····	241
3.30	四氯苯醌·····	244
3.31	代森环·····	245
3.32	代森锌·····	246
3.33	百菌清·····	249
3.34	杀菌灭藻剂 JC-963·····	252
3.35	多菌灵·····	253
3.36	异稻瘟净·····	255
3.37	麦穗宁·····	257
3.38	克菌丹·····	258
3.39	谷种定·····	261
3.40	担菌宁·····	262
3.41	三氯异氰尿酸·····	264
3.42	拌种灵·····	265
3.43	春雷霉素·····	266
3.44	蚁酸乙酯·····	268
3.45	蚁酸甲酯·····	270
3.46	对氨基苯磺酸钠·····	271
3.47	2-羟基联苯·····	273
3.48	咪菌腈·····	275
3.49	水稻综合杀菌剂·····	276
3.50	可湿性杀菌粉剂·····	277

3.51	多效灭腐灵	278
3.52	杀菌防霉剂	278
3.53	土壤消毒剂	279
第四章 除草剂		280
4.1	氯酸钠	280
4.2	氯酸钙	284
4.3	乳氟禾草灵	285
4.4	草灭平	286
4.5	草甘膦	288
4.6	草枯醚	290
4.7	氟甲消草醚	291
4.8	绿黄隆	292
4.9	喹禾灵	294
4.10	2,4-滴丁酯	297
4.11	燕麦枯	300
4.12	甲黄隆	303
4.13	二甲四氯钠盐	306
4.14	甲酯除草醚	307
4.15	杀草丹	309
4.16	杀草胺	312
4.17	异丙隆	314
4.18	异噁草酮	315
4.19	苄嘧黄隆	318
4.20	莠去津乳液	321
4.21	可湿性除莠粉	322
4.22	利谷隆	322
4.23	伴地农	324
4.24	苯达松	325
4.25	苯黄隆	328
第五章 化学肥料		330
5.1	磷酸三铵	330
5.2	磷酸二氢铵	331
5.3	磷酸二氢钾	332
5.4	硝酸铵	334
5.5	硝酸钠	337

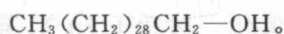
5.6	硝酸铜	340
5.7	硝酸锌	341
5.8	硝酸镁	343
5.9	硝酸钙	345
5.10	硝酸锰	347
5.11	硝酸钾	349
5.12	硫酸锌	351
5.13	硫酸锰	355
5.14	硫酸镁	357
5.15	硫酸铜	359
5.16	氯化锌	361
5.17	氯化钾	364
5.18	碳酸钾	368
5.19	硼酸	370
5.20	硼酸锌	372
5.21	氰氨化钙	374
第六章 其他农用化学品		376
6.1	白蚁防除剂	376
6.2	二氧化碳增补剂	377
6.3	水稻雄花杀灭剂	377
6.4	吡嗪酮酸钾	378
6.5	吸水保水剂	380
6.6	土壤消毒剂	381
6.7	昆虫胶粘网	382
6.8	海涛林	382
6.9	蚕室消毒剂	384
6.10	利果剂	385
6.11	花木无土栽培液	386
6.12	氯化胆碱	387
6.13	鱼用饲料添加剂	389
6.14	非洲鲫鱼饲料	391
6.15	奶牛饲料添加剂	391
6.16	鸭饲料添加剂	392
6.17	鸡饲料矿物质添加剂	393
6.18	产蛋鸡饲料用矿物质添加剂	396
6.19	蛋鸡饲料添加剂	397

6.20	鸡用复合维生素添加剂·····	398
6.21	猪用维生素预混剂·····	402
6.22	瘦肉型猪配合饲料·····	403
6.23	梨保鲜剂·····	404
6.24	果蔬液体保鲜剂·····	404
6.25	香蕉保鲜剂·····	405
6.26	葡萄防腐保鲜片·····	405
6.27	果蔬涂覆保鲜剂·····	406
6.28	切花保鲜剂·····	407
6.29	气调型果蔬保鲜剂·····	408
6.30	氧化型速效保鲜剂·····	408
6.31	果蔬保鲜涂层·····	409
6.32	喹乙醇·····	410
6.33	硝呋烯腙·····	411
6.34	甲硝咪唑·····	412
6.35	DL-蛋氨酸·····	414
6.36	L-胱氨酸·····	415
参考文献·····		419

第一章 植物生长调节剂

1.1 三十烷醇

三十烷醇 (1-Triacontanol) 又称蜂花醇 (Myricylalcohol)、1-三十碳烷醇。其分子式 $C_{30}H_{62}O$ ，相对分子质量 438.83，结构式：



1. 产品性能

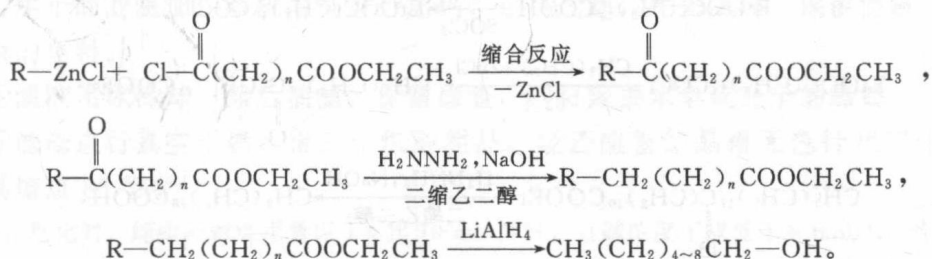
三十烷醇的纯品外观为白色有光泽的鳞片状或针状结晶，密度 0.7770 g/cm^3 ，熔点 $85.5\sim 86.5\text{ }^\circ\text{C}$ ，沸点 $244\text{ }^\circ\text{C}$ ($0.5\times 133.322\text{ Pa}$)，溶于氯仿、己烷、乙醚、二氯甲烷、热苯、热乙醇和热丙酮中，不溶于水。三十烷醇先与磺酰氯反应，再与碱作用，可生成三十烷醇硫酸酯钠盐（一种乳化剂）。三十烷醇若与三氯氧磷作用，然后水解，可得酸性磷酸酯。三十烷醇在吡啶存在下与醋酐作用，可得三十烷醇酯（熔点 $68\sim 69\text{ }^\circ\text{C}$ ）。三十烷醇具有高级脂肪醇的通性，与羧酸发生酯化反应生成酯。酯化反应是可逆的，酯化产物遇水可以发生水解反应。三十烷醇遇到氧化剂可以被氧化成醛或酸。

2. 生产方法

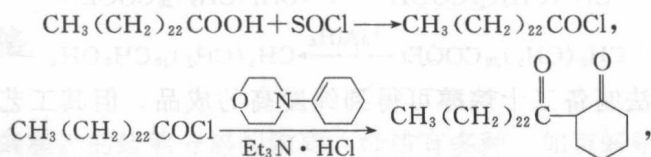
三十烷醇的生产方法有化学合成法、天然物中萃取法和实验室制法 3 种，主要采用化学合成法和从动植物蜡中萃取法制得。

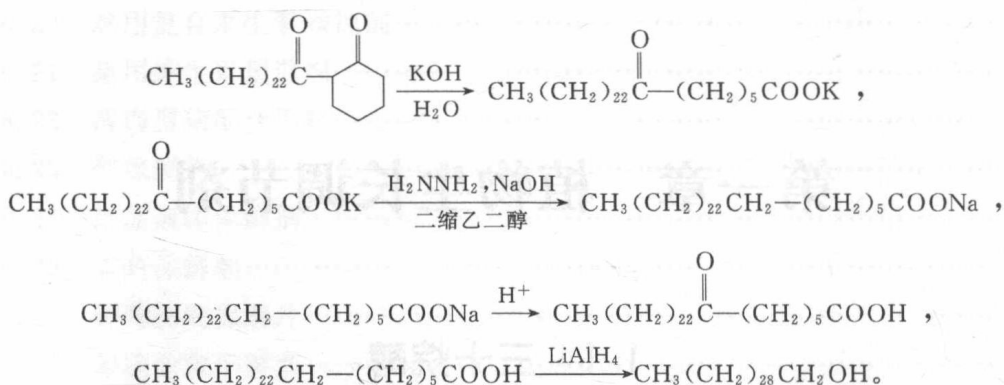
(1) 化学合成法

①由烷基锌氯化物与酰氯酸酯 ($ClCO(CH_2)_nCOOEt$) 通过缩合反应制得相应的酮酸酯，酮酸酯再与碱性条件下用肼还原得高级脂肪酸酯，最后用 $LiAlH_4$ 还原，制得三十烷醇。

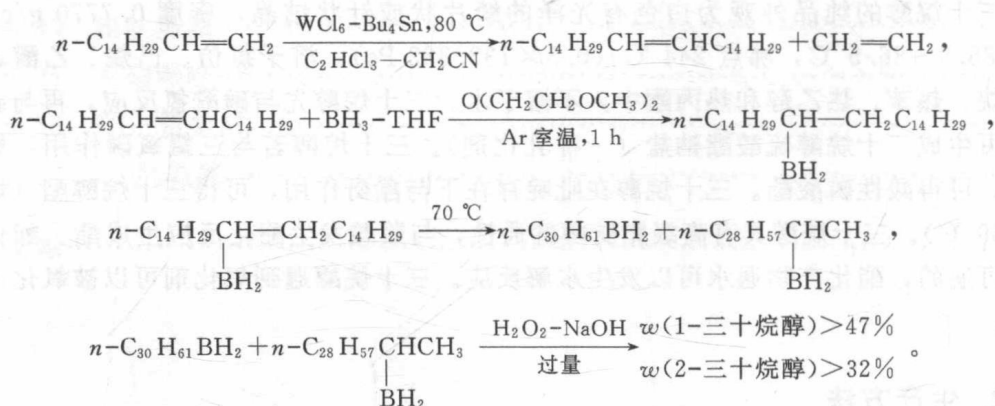


②由烯胺法合成三十烷醇，具体合成路线如下。

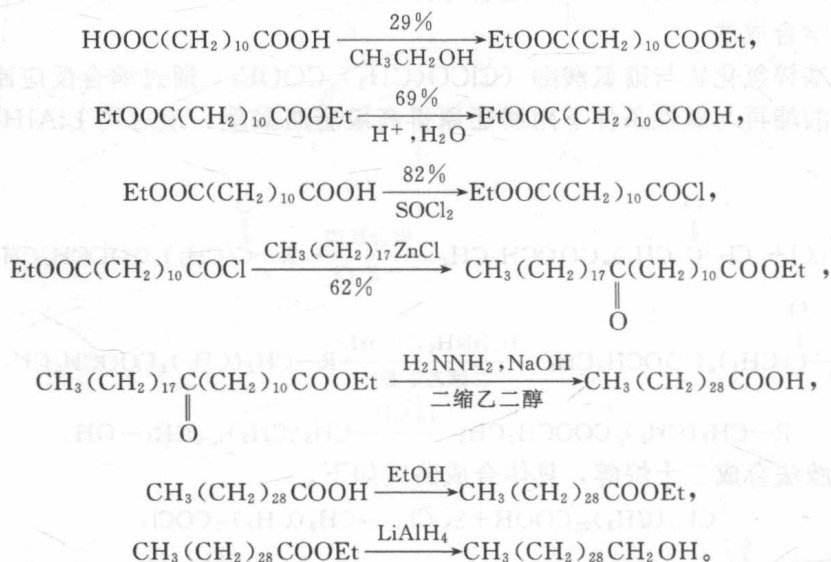




③将十六碳烯-1 在三氯乙烯-乙腈混合溶剂中，用 $\text{WCl}_6\text{-Bu}_4\text{Sn}$ 作催化剂，于 80°C 下反应 5 h，制得 40%~60% 的三十碳烯-15。再将三十碳烯-15 在二甘醇二甲醚和四氢呋喃中于氩气下进行硼氢化，然后于 70°C 异构化 3 h，则得到 1-三十烷基硼烷或 2-三十烷基硼烷，再用过量的 $\text{H}_2\text{O}_2\text{-NaOH}$ 溶液进行氧化，即制得 1-三十烷醇（47% 以上）和 2-三十烷醇（32%）。



④以十二碳二元酸为原料，通过酯化，部分酸化，酰氯化，与有机锌试剂缩合；碱性条件还原；再经酯化、还原制得三十烷醇。



通过化学合成法制备三十烷醇可得到纯度高的成品，但其工艺较复杂，原料难得，成本高。

(2) 天然物中萃取法

三十烷醇在天然植物中不以游离的形式存在。它常与各种高级脂肪酸结合形成酯类化合物，普遍存在于动植物蜡中，如蜂蜡、糖蜡、蔗蜡、棉油蜡、虫白蜡、苜蓿蜡、苹果皮蜡、茉莉花蜡、葵花籽蜡、亚麻蜡、竹叶蜡、茶叶蜡和褐煤蜡等。这些蜡经皂化分离、提纯均可获得三十烷醇。米糠蜡是提取三十烷醇原料之一。因为米糠蜡来源广，其中高碳脂肪醇含量在 50% 以上，高碳脂肪醇中三十烷醇的含量在 20%~30%，若以米糠蜡油计三十烷醇含量约占 10%，因而人们常用米糠蜡提取三十烷醇。另外，蜂蜡也是提取三十烷醇的重要原料。

(3) 实验室制法

实验室合成法制得的三十烷醇纯度高，但成本昂贵；从动植物蜡中分离得到的虽纯度略低，但原料来源丰富、成本低。这里介绍由蜂蜡提取三十烷醇的实验室制法。

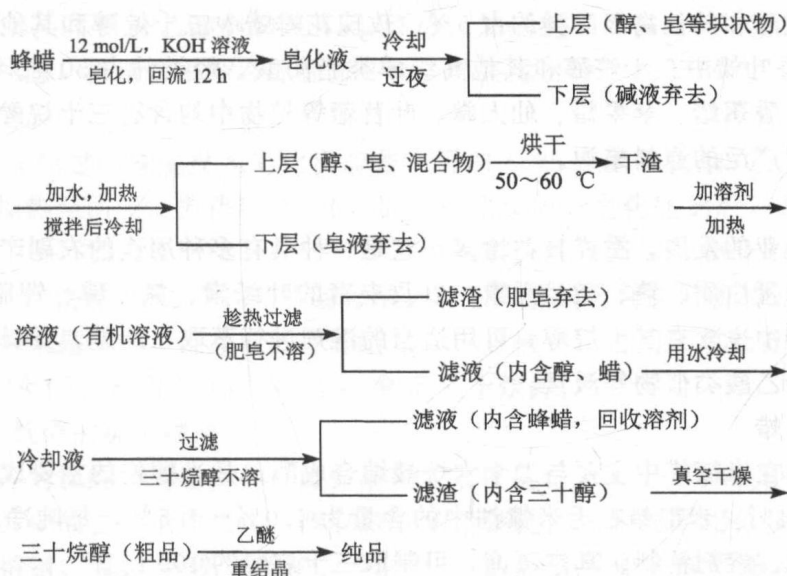


图1-1

①取蜂蜡 100 g 和 12 mol/L 1000 mL 的氢氧化钾溶液加入反应锅中，然后加热皂化回流 12 h。静置过夜，弃去下层碱液，保留上层蜡、醇、皂等块状混合物。

②将上述块状混合物用大量热水洗涤并充分搅拌。倾出洗液，用热水如此反复洗 5~6 次，即可除去块状物中夹杂的大部分皂料。抽滤残渣，并烘干。

③烘干的滤渣加入有机溶剂进行加热，趁热过滤，弃去滤渣，保留滤液，即可除去剩余的皂料。

④滤液用冰冷却，然后抽滤，保留滤渣，即可除去未皂化完全的蜂蜡。

⑤滤渣进行真空干燥，得三十烷醇粗品，经乙醚重结晶得无色针状三十烷醇精品，其熔点 86 °C。

注：皂化时，蜂蜡与碱液用量以 1 g 比 10 mL 为好，且碱浓度不应低于 8 mol/L。若碱液量过少，则皂化后体系不分层，后处理困难。

3. 原料规格

(1) 蜂蜡

蜂蜡是由工蜂腹部的蜡腺分泌的物质，蜂蜡有多种，如黄蜂蜡、印度蜂蜡、日本

蜂蜡、中国蜂蜡等。蜂蜡的成分很复杂，常因蜂种、地区气候所致。蜂蜡中的三十烷醇是与棕榈酸形成酯的形式存在。由高级脂肪酸与高级脂肪醇所形成的酯占蜂蜡的70%左右，其中主要是棕榈酸三十烷醇酯。例如，黄蜂蜡中蜡酸酯类的含量为71%，其中棕榈酸三十烷醇酯含量为23%，蜡酸三十烷醇酯含量为12%，花生油酸三十烷醇酯含量为12%。另外还含有高级脂肪烃、游离酸、游离醇、色素、糖分、水分和矿物质。

蜂蜡在提取三十烷醇的过程中，除得到产物三十烷醇外，还可得到高级脂肪酸、高级脂肪醇、高级脂肪烃等重要的化工原料。

(2) 植物蜡

植物蜡存在于植物的茎、叶、花瓣和果实中，其部位不同，所含蜡的成分不同；植物品种不同，其蜡质也不同。植物蜡中三十烷醇的含量比蜂蜡少得多。例如，小烛树蜡中三十烷醇和其他高级醇类约占5%；玫瑰花瓣蜡中三十烷醇和其他高级醇类约占12%；檀香叶蜡中三十烷醇和其他高级醇类脂肪酸、烃类约占50%。另外，虫漆蜡、棕榈蜡、香蕉蜡、苹果蜡、仙人掌、叶苜蓿等植物中均含有三十烷醇，为制取三十烷醇提供了广泛的原料来源。

(3) 蚕粪

随着蚕桑业的发展，蚕粪日益增多，它是一种具有多种用途的农副产品。蚕粪的成分复杂，含蛋白质、糖、微量元素，以及丰富的叶绿素、氮、磷、钾肥和植物蜡。蚕粪的植物蜡中也含有三十烷醇，可用适当的溶剂进行萃取，此外，蚕粪中还含有蜕皮激素、吡啶乙酸类似物等激素。

(4) 米糠蜡

三十烷醇在米糠蜡中主要与二十六烷酸结合成酯，是米糠蜡的主要成分之一，含量为43%~44%。米糠蜡在毛米糠油中的含量为1.0%~1.5%，每吨净米糠油蜡经过水解、萃取、溶剂精制、真空蒸馏，可制取三十烷醇约100 kg。

4. 工艺流程

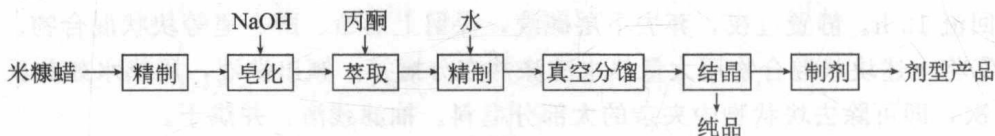


图1-2

5. 生产配方

米糠蜡	石油醚沸点 (70~90 ℃)
氢氧化钠 (1.161 g/cm ³)	氯化钙
丙酮	浓盐酸 (工业品)
乳化剂 (吐温-80 或平平加)	

6. 生产设备

精制锅	皂化釜
蒸发罐	真空蒸馏釜