



精细有机合成工艺学

● 课程设置

第一章 绪论

第二章 精细化工计量学

第三章 精细化工反应器

第四章 多相催化有机合成

第五章 均相配位催化有机合成

第六章 相转移催化有机合成

第七章 酶催化有机合成

第八章 电化学有机合成

第九章 光化学有机合成

第十章 间歇化工过程的设计与优化

● 考试情况

- ✓ 出勤 (10分) 30%
- ✓ 笔记作业 (10分) 30%
- ✓ 平时测试 (10分)
- ✓ 考试 (闭卷) 70%

- ✓ 基本概念采用填空形式
- ✓ 基础知识采用简答形式
- ✓ 定量计算采用计算题方式

第1章 绪论

目标&要求

- 了解精细化工工艺学研究的内容；
- 掌握精细化工工艺学包括的四个主要内容；
- 掌握合成路线的主要内容及工艺要求；
- 掌握工艺路线的三个过程；
- 掌握合成技术的概念；
- 掌握操作方法的概概念、两种形式及常见反应器的类型；
- 了解精细化工的现状与发展趋势

目 录

- 精细化工专业课概况
- 精细化工工艺学研究的内容
- 精细化工的现状与发展趋势



精细化工专业课概况

精细化学品化学

按精细化学品的分类，介绍每种化学品合成，结构性能及使用范围。主要介绍表面活性剂、染料、涂料、药物和食品添加剂等

精细化工产品合成原理

精细化工产品的化学合成原理，包括反应类型、机理、热力学及动力学等。分单元反应逐一介绍，包括磺化、卤化、齐聚、羰基化、氧化、加氢、酰基化等

精细化工专业课概况

精细有机合成工艺学

精细化学品的合成技术和生产方法，如何获得高收率、高纯度的产品

精细化工实验

综合上述三门课的理论所开设的一门实验课，内容涉及不同反应类型，不同精细化学品，以及不同合成技术

其它选修课

高等有机化学，精细化工前沿、色谱、有机电化学和表面活性剂等



精细化工工艺学研究的内容

精细化工工艺学

是研究精细化学品的合成技术和生产方法的课程。



精细化工工艺学包括的四部分内容

- 1 合成路线
- 2 工艺路线
- 3 合成技术
- 4 操作方法



1 合成路线

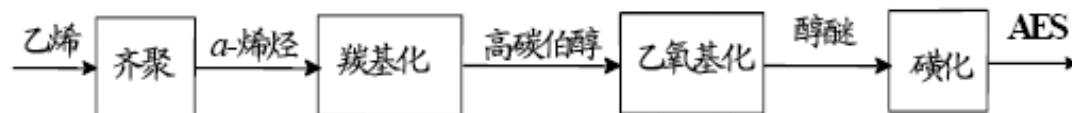
包括起始原料的选择和单元化学反应的设计，主要由生产前的技术开发来完成，是精细化工工艺学中主要研究和设计的内容。

工艺要求：

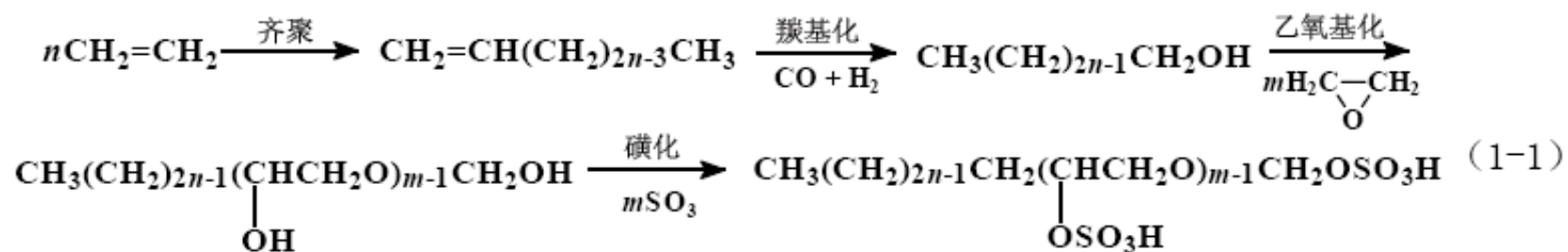
合成路线需具有简单、高效、原料易得、成本低等特点。

举例

【例 1-1】用乙烯生产醇醚硫酸盐 (AES) 的合成路线

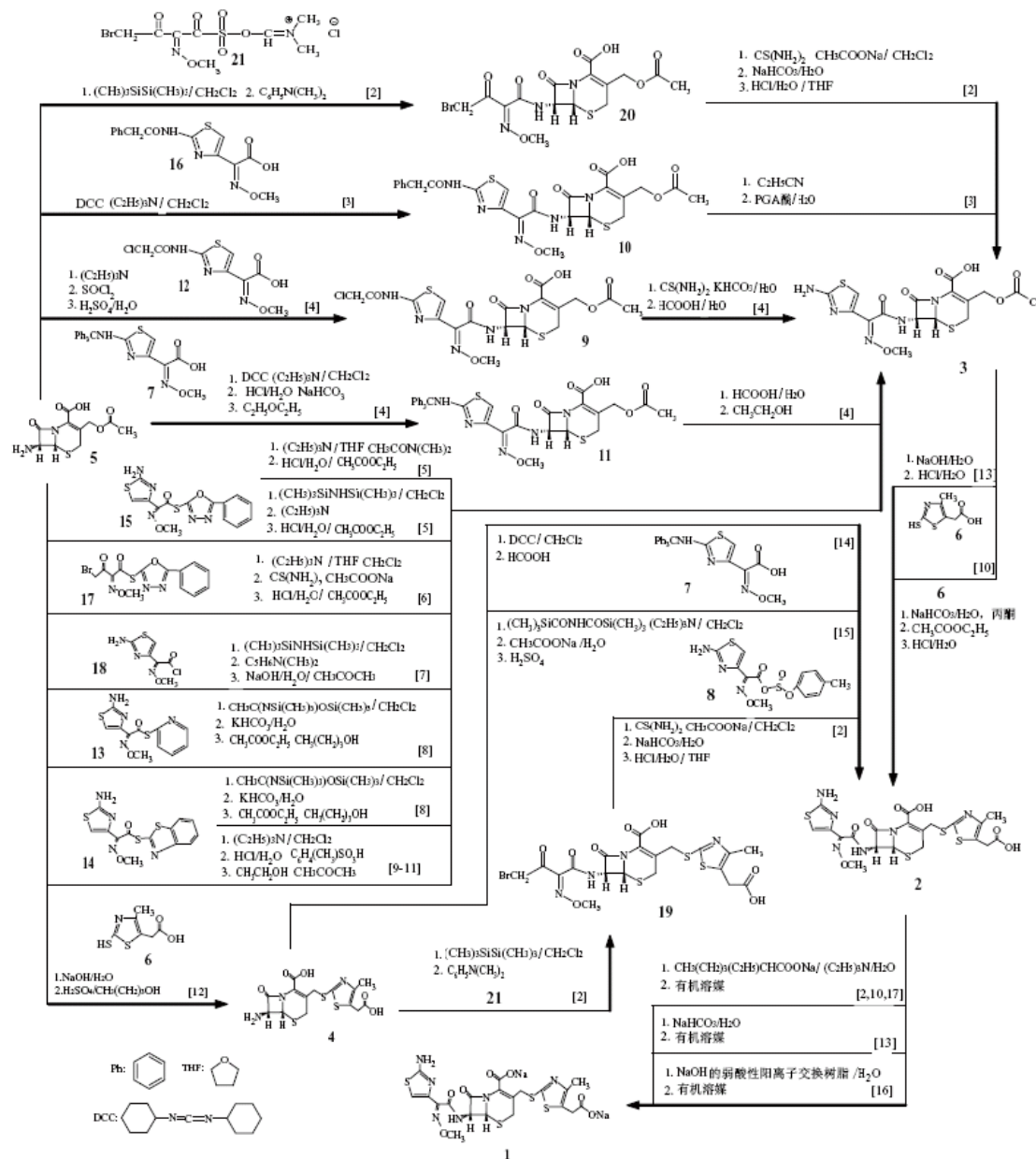


用化学反应式表示, 则为



举例

头孢地秦钠的 合成路线



2 工艺路线

工艺路线

原料的预处理过程:

包括提纯、粉碎、干燥、熔化、溶解、蒸发、气化、加热、冷却等;

化学反应过程:

包括各种基元反应,如磺化反应、卤化反应、羰基化反应、氧化反应等;

产物的后处理过程:

包括蒸馏、精馏、吸收、吸附、萃取、结晶、冷凝、过滤、干燥等;

举例

【例 1-2】对氨基苯酚的合成工艺路线，见图 1-1 所示：

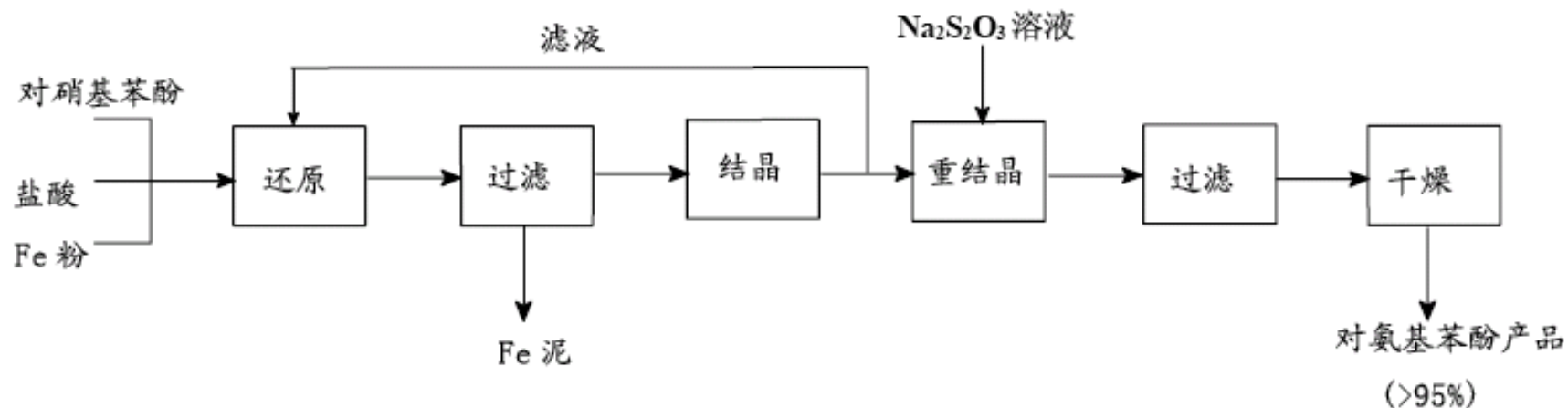
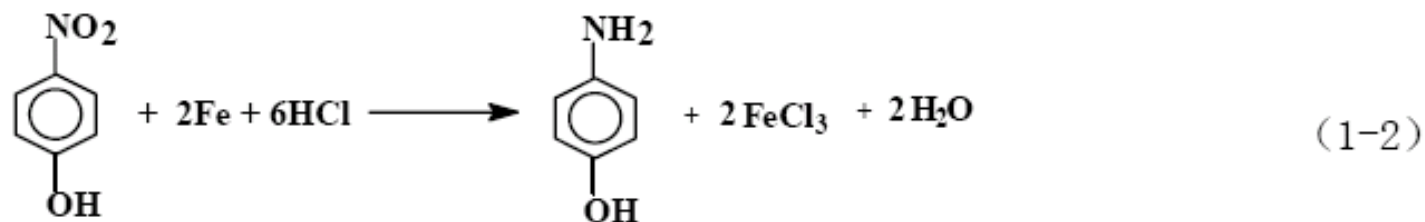


图 1 合成对氨基苯酚的工艺路线

其中还原反应的化学反应式为

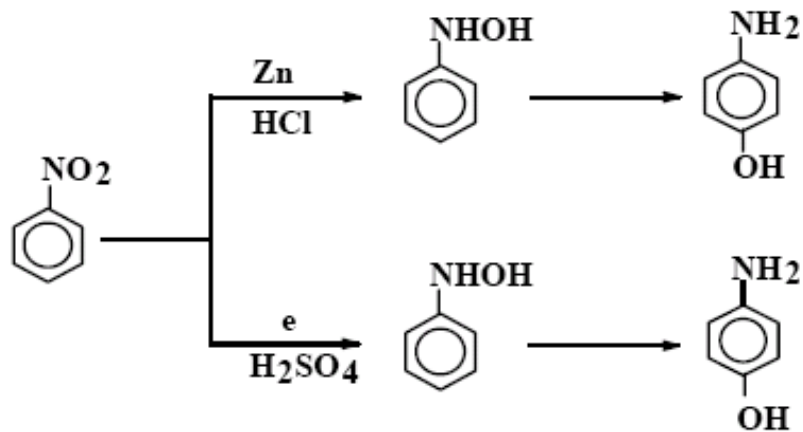


3 合成技术

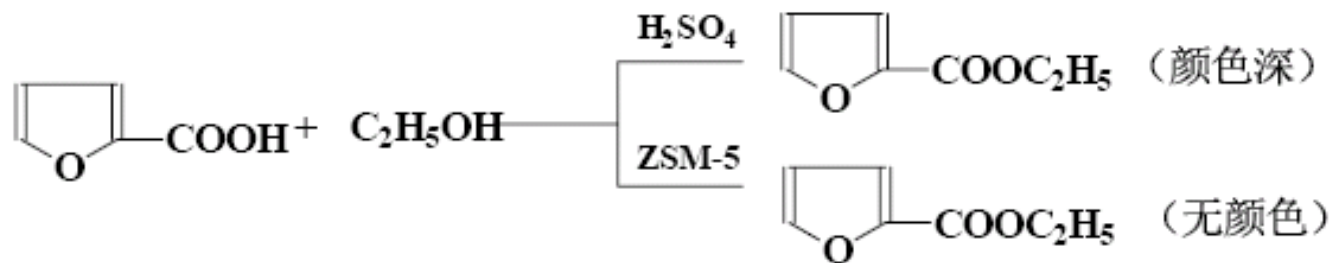
合成技术是指完成反应时采用的催化方法，主要包括多相催化、均相催化、相转移催化、酶催化、电化学催化、光化学催化等。有时用同一种原料合成同一种产品时，可由多种不同的反应类型完成，所以就有不同的催化方法，即不同的合成技术。

举例

【例 1-3】用硝基苯合成对氨基苯酚



【例 1-4】用糠酸合成糠酸乙酯（水果型香料）



4 操作方法

操作方法是指采用何种反应器、何种操作形式来完成精细化学品的合成。

操作方法的两种形式：间歇操作和连续操作。

常用的反应器类型：间隙式反应器、连续式反应器、固定床式反应器和流化床式反应器。

精细化工的现状和发展

什么是精细化学品？

精细化学品：

欧洲将其分为精细化学品和专用化学品

精细化学品和专用化学品区别：

精细化学品：化学型产品，强调规格和纯度

专用化学品：功能型产品，强调功能

精细化学品：

单一化合物，用化学式表示

制造方法类似

化学成分销售

生命周期较长

专用化学品：

配方物，不能用化学式表示

制造方法差别很大

按功能性销售

生命周期短

附加值高，利润高



第二节 精细化工的现状和发展

精细化学品

基本化学工业生产的初级或次级化学品进行深加工而制取的具有特定功能，特定用途，小批量生产的系列产品

精细化学品如何分类？

1. 农药；
2. 染料；
3. 涂料（包括油漆和油墨）；
4. 颜料；
5. 试剂和高纯物质；
6. 信息用化学品（包括感光材料、磁性材料等能接受电磁波的化学品）；
7. 食品和饲料添加剂；
8. 粘合剂；
9. 催化剂和各种助剂；
10. （化工系统生产的）化学药品（原料药）和日用化学品；
11. 高分子聚合物中的功能高分子材料（包括功能膜，偏光材料等）



第二节 精细化工的现状和发展

精细化工率是衡量一个国家或地区化学工业发展程度和化工科技水平高低的重要标志。

精细化工发展的显著特征：产业集群化、工艺清节化、节能化、产品多样化、专用化、高性能化。



世界精细化工总体发展态势

◆ 精细化工销售收入快速增长，精细化工率不断提高

全世界化工产品年总销售额约为1.5万亿美元，其中精细化学品和专用化学品约为3800亿美元，年均增长率在5~6%，高于化学工业2~3个百分点。预计至2010年，全球精细化学品市场仍将以6%的年均速度增长

美国、西欧和日本等化学工业发达国家的精细化率已达到60~70%。近几年，美国精细化学品年销售额约为1250亿美元，居世界首位，欧洲约为1000亿美元，日本约为600亿美元，名列第三。三者合计约占世界总销售额的75%以上



世界精细化工总体发展态势

◆ 加强技术创新，调整和优化产业结构，重点开发高性能化、专用化、绿色化产品

加强技术创新，调整和优化精细化工产品结构，重点开发高性能化、专用化、绿色化产品，已成为当前世界精细化工发展的重要特征，也是今后世界精细化工发展的重点方向

例如，重点开发用于半导体和平板显示器等电子领域的功能性精细化学品，使日本在信息记录和显示材料等高端产品领域建立了主导地位。在催化剂方面，随着环保法规日趋严格，为适应无硫汽油等环境友好燃料的需要，日本积极开发新型环保型催化剂



世界精细化工总体发展态势

◆ 兼并重组，增强核心竞争力

2005年7月，世界著名橡胶助剂生产商——美国康普顿公司(Crompton)花20亿美元收购了大湖化学公司后成立名为“科聚亚”公司(Chemturags)，成为继鲁姆哈斯和安格公司后的美国第三大精细化工公司和全球最大的塑料添加剂生产商。新公司的产品包括了塑料添加剂、石化添加剂、阻燃剂、有机金属、聚氨酯、泳池及温泉维护产品及农业化学品，在高价值产品的市场上具有领导地位，其精细化工的年销售额可达到37亿美元。

德固赛和美国塞拉尼斯各出资50%合并羰基合成产品，在欧洲建立丙烯—羰基合成产品生产基地。合并后，羰基合成醇年产量将达到80万吨——占欧洲市场份额的三分之一



我国精细化工发展现状

2009年5月部分精细化工产品对外贸易数据

产品代码	品名	5月进口		1~5月累计进口		去年同期累计进口		5月出口		1~5月累计出口		去年同期累计出口	
		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
无机化学原料													
28111100	氢氟酸(氟化氢)	135	35	447	126	1334	290	8516	803	28092	2876	58948	7433
28121010	氯化亚砷(亚硫酸氯、氧氯化硫)	80	8	359	29	723	50	0	0	0	0	0	0
28191000	三氧化铬	127	49	828	220	3324	786	522	141	2454	660	1511	456
28211000	铁的氧化物及氢氧化物	12088	549	42721	2384	102420	4966	21680	1853	90777	8130	162196	12710
28230000	钛的氧化物	865	214	4018	1052	6238	1589	5286	732	16730	2325	12304	1920
有机化学原料													
27079100	杂酚油	0	0	1	0	2	0	2959	98	10668	328	86465	3593
29027000	异丙基苯	11435	664	55456	2886	18198	2390	0	0	3007	155	95	16
29029010	四氢萘	8	2	9	3	62	17	0	0	12	2	48	6
29029020	精萘	1832	147	8808	678	4854	550	191	26	458	66	366	45
29029030	十二烷基苯	3305	344	8907	1082	3801	608	1	0	535	15	46	16
涂料、油墨、颜料及类似产品													
32030011	天然靛蓝及其为基本成分的制品	0	0	12	12	9	12	0	0	0	0	1	0
32041100	分散染料及其为基本成分的制品	112	154	751	922	1449	1545	8600	3164	34799	12318	45497	18261
32041200	酸性染料及制品、媒染染料及制品(制品分别是指以酸性染料或媒染染料为基本成分的)	1028	780	3687	2800	5652	4356	1559	721	5444	2577	9929	5971
32041300	碱性染料及其为基本成分的制品	61	52	281	264	609	493	1299	625	5138	2685	7731	4202
32041400	直接染料及其为基本成分的制品	246	180	1041	890	2086	1939	1064	317	3768	1233	4727	1787
日用化学品													
33011300	柠檬油(包括浸膏及净油)	30	92	604	1596	1669	1509	14	17	87	30	37	26
33012400	胡椒薄荷油(包括浸膏及净油)	7	28	64	267	71	247	0	1	9	39	0	0
33012910	樟脑油(包括浸膏及净油)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4
33012920	香茅油(包括浸膏及净油)	3	4	13	13	25	29	103	91	447	423	363	365
33012930	茴香油(包括浸膏及净油)	0	0	1	2	1	4	53	43	394	320	248	185

我国精细化工发展现状

2009年5月部分精细化工产品对外贸易数据

产品代码	品名	5月进口		1~5月累计进口		去年同期累计进口		5月出口		1~5月累计出口		去年同期累计出口	
		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
	专用化学品												
35030010	明胶(不论是否表面加工或着色)及其衍生物	2	1	353	224	699	363	1090	493	5418	2278	6567	1909
35040010	蛋白豚	6	41	185	213	335	406	0	0	22	11	2	1
38030000	妥尔油,不论是否精炼	47	8	606	44	1127	78	0	0	0	0	5	1
38061010	松香	99	47	929	169	483	208	12333	1039	43465	3687	111351	9929
38063000	酯胶	30	29	173	98	305	121	1071	150	4674	678	5156	734
38123010	橡胶防老剂	1248	432	3963	1329	6650	2395	835	138	3601	586	8139	1662
38231100	硬脂酸	7755	575	58371	3705	63386	7064	654	51	3991	269	1669	193
38237000	工业用脂肪醇	20072	1889	104019	9064	65137	9451	246	29	1040	120	448	86
	农药												
29036200	六氯苯(ISO)及滴滴涕(ISO,INN)	0	0	0	0	0	0	54	17	723	193	1076	316
38089119	零售包装的其他杀虫剂成药	226	120	961	452	781	219	1888	619	8838	3484	14800	5459
38089190	非零售包装杀虫剂成药	708	1042	3494	4573	2316	2202	7368	2933	31366	13240	40371	16888
	合成材料												
39046100	初级形状的聚四氟乙烯	353	441	1406	1808	2559	3331	903	594	3354	2090	6340	4163
39072010	初级形状的聚四亚甲基醚二醇	8981	2197	31840	8022	39555	13068	92	27	133	40	119	28
39093010	聚(亚甲基苯基异氰酸酯)(聚合MDI或粗MDI)(初级形状的)	15725	2280	73744	10752	153518	37609	10473	1571	48361	7649	22509	4857
39100000	初级形状的聚硅氧烷	12891	5300	53766	21597	98361	32090	2458	829	10082	3479	13709	4648
	医药												
29163920	布洛芬	0	0	34	27	8	7	477	502	1758	1861	1737	1756
29182210	邻乙酰水杨酸(阿司匹林)	0	0	0	0	0	0	537	166	2589	772	2700	827
29224991	普鲁卡因	0	0	0	0	0	0	7	7	105	96	174	117
29231000	胆碱及其盐	477	58	1811	468	3418	726	954	87	4430	392	2917	373
29232000	卵磷脂及其他磷氨基类脂	349	291	2698	1388	4386	1842	1039	74	2900	210	339	73
29242920	对乙酰氨基酚(扑热息痛)	0	0	35	18	0	0	4969	1895	22371	8184	20071	6936
29334910	环丙氟哌酸	0	0	0	4	3	9	94	219	445	989	313	764
29335200	丙二酰脲(巴比妥酸)及其盐	2	2	4	4	2	2	44	25	228	146	717	414
29350010	磺胺嘧啶	0	0	0	0	1	3	96	133	637	830	872	1135
29350020	磺胺双甲基嘧啶	0	0	1	2	0	0	99	115	563	683	700	826

我国精细化工发展现状及趋势

- ①精细化工取得了长足进步，部分产品世界领先
- ②建设精细化工园区，推进产业集聚。
- ③跨国公司加速来华投资，有力推进了精细化工发展。



复习与思考题

1. 精细化工工艺学研究的四个主要内容是什么？
2. 举例说明合成路线和工艺路线的概念。

