

把握绿色清洁工艺革新机遇， 拓展精细化工产业链

——硫酸厂发展硫与硫酸延伸产品探讨

中国化工学会无机酸碱盐专委会（硫酸）；全国硫酸工业信息站 江苏南京 纪罗军

近年来随着经济的发展及人们需求水平的提升，全世界精细和专用化学品处于一个高速发展黄金周期。国内大宗化学品产能过剩严重、技术升级换代缓慢，很多企业处于困境之中，不少石化、煤化工企业开始介入精细化工领域。作为国内产能、产量最大的基础化工原料，硫酸（发烟硫酸）一直是生产高附加值精细和专用化学品的重要原料，主要用作催化、脱水、磺化、硝化等，生产过程中产生大量含硫废物。随着国家环保标准的日益严格，直接采用硫酸（发烟硫酸）的精细和专用化学品生产工艺正在减少，取而代之的是“三废”产生量少的绿色清洁工艺。我国精细化工正面临绿色清洁工艺革新的关键时期，硫酸厂拥有硫磺、硫化氢、硫酸、二氧化硫、三氧化硫等基础原料及蒸汽、水、电等公共资源，在当前硫酸市场竞争激烈、硫酸企业产品结构较为单一、产品附加值较低、企业抗风险能力较差的局面下，拓展以硫与硫酸为原料、蒸汽为热源的精细化工产品链对硫酸企业的生存和发展具有及其重要的意义。只要抓住绿色清洁工艺革新的机遇，围绕企业自有及周边资源发展几种精细和专用化学品，企业将在市场竞争中拥有更大发展空间。

1 硫酸厂发展精细化工概况

近年来，国内以硫化氢、硫磺和硫酸等基础产品为原料，衍生出一系列高附加值的精细化工产品。目前全世界工业化的含硫精细化工产品有百余种，国内工业化生产的含硫精细化工产品也有数十种，以硫磺、硫酸为原料的精细化工产品链已初具规模。

目前国内精细化工产品主要集中在医药、农药、染料、助剂等方面，硫酸企业直接生产的精细化工产品较少。近年来，我国以硫和硫酸为原料的精细化工产品发展有以下特点：

（1）基础原料有保证，精细化工产品附加值高、技术含量高、产品应用领域较广、市场潜力巨大，但国内许多产品的应用市场有待进一步开发，不少产品的终端用户较少。

（2）企业生产规模普遍较小，大众化产品多，高端、特殊化的产品较少，产品质量不高，许多高端产品仍依赖进口。近几年国外精细化学品巨头如巴斯夫、拜耳、陶氏等纷纷在国内建厂生产高端、特殊化学品，目的就是直接抢占国内市场。

（3）不少精细化工产品特别是含硫化工产品多属于有毒有害化学品，生产安全要求高，不少企业产品工艺落后，“三废”污染物多，治理成本高。近两年国内以H₂SO₄为代表的部分精细化

工产品价格暴涨，跟国内小厂搬迁、淘汰落后产能有关。

(4) 国内技术研发投入不足，生产水平普遍不高。国外技术保密封锁厉害，许多产品（特别是高端产品）存在技术瓶颈，国产化的绿色清洁化生产工艺较少。

近年来，我国围绕硫与硫酸（如硫化氢、硫磺、二氧化硫、三氧化硫、硫酸和发烟硫酸）已形成较为完善的精细化工产品链（见图1），不少产品还成功打入国际市场。

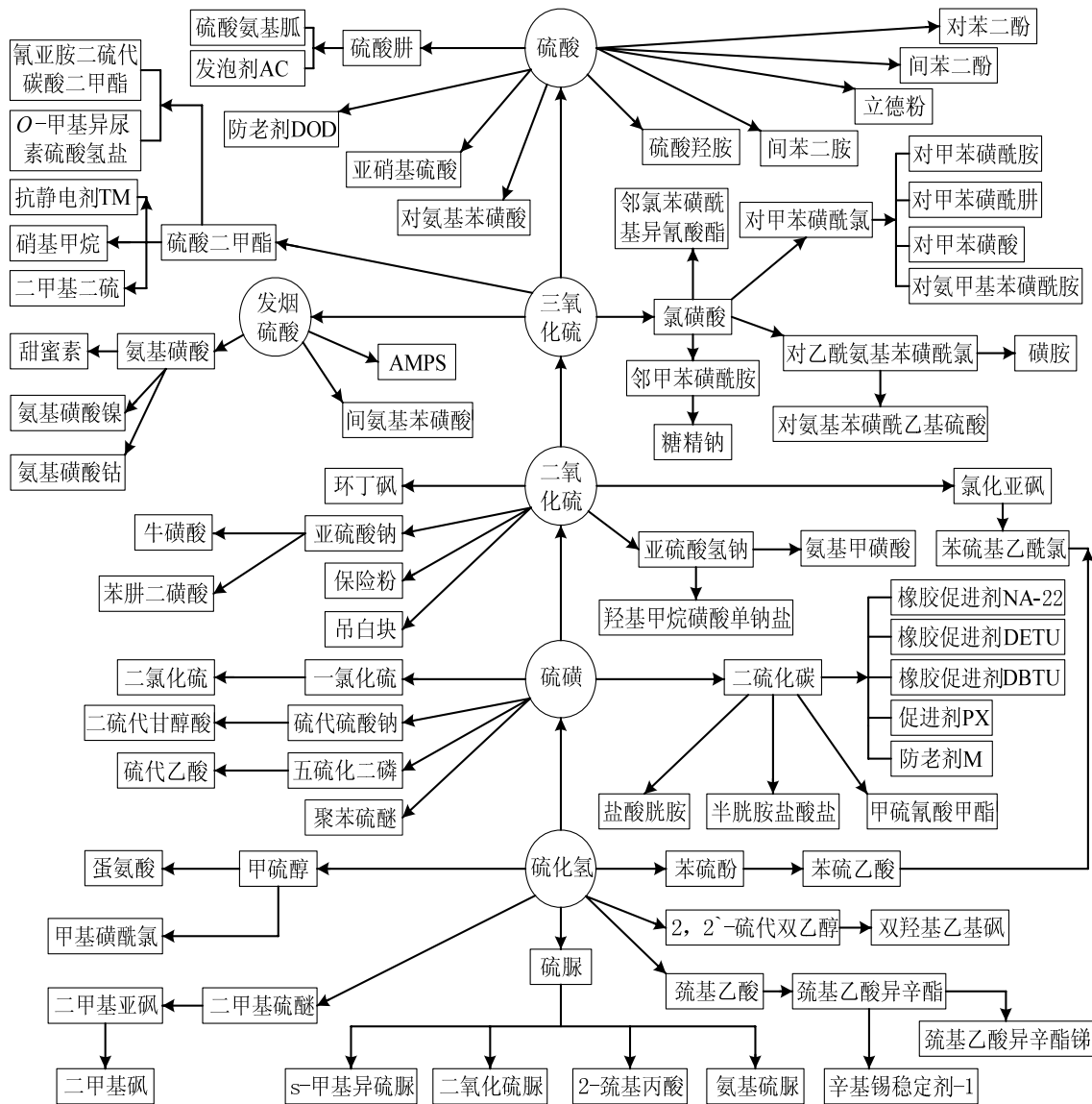


图1 我国围绕硫与硫酸的精细化工产品链示意

据全国硫与硫酸工业信息总站初步调研，目前国内硫酸厂配套生产的精细化学品大约致有90多种（见表1），大致分为以下几类：

一是直接以二氧化硫、三氧化硫、硫酸为原料，硫元素进入产品的品种，如：液体二氧化硫、液体三氧化硫、精制硫酸（包括电子级、试剂级）、氯磺酸、氨基磺酸、过硫酸盐、硫酸二甲酯、苯磺酸类、磺酰氯（胺）类等。二是以硫酸（发烟硫酸）为原料，硫元素不进入产品的品种，如：

三是仅以蒸汽作为热源，不使用含硫原料的产品，如：

表 1 国内硫酸厂配套生产的精细化工品种

产品	企业数/家	产品	企业数	产品	企业数
液体二氧化硫	12	间氨基苯磺酸	2	对硝基甲苯邻磺酸	1
液体三氧化硫	8	硫酸二甲酯	5	烷基苯磺酸	2
过硫酸铵/钾	1	邻羧基-4-磺酸苯胺	1	牛磺酸	1
精制硫酸	15	邻/对甲苯磺酸甲酯	1	对甲苯磺酸	1
氯磺酸	17	邻/对甲苯磺酰胺	1	苯胺-2, 5-双磺酸单钠盐	1
氨基磺酸	11	间羟基-N,N-二乙基苯胺	1	间氨基苯酚	1
麦芽酚	1	三氯氢硅	1	甲基烯丙醇	1
乙基麦芽酚	1	永固颜料	1	甲醛	5
安赛蜜（AK 糖）	4	间苯二酚	2	四氯邻二甲苯	1
氯代异氰尿酸	1	吡唑酮	2	安乃近	1
季戊四醇	2	二甲基亚砷	5	对位酯	2
2-萘酚	1	H 酸	4	吐氏酸	1
色酚	2	J 酸	1	磺化吐氏酸	1
糖醇	1	K 酸	1	对苯二酚	2
氟乙酸乙酯	1	2, 3-酸	2	1, 4-二氨基蒽醌	1
二甲醚	5	巯基乙酸异辛酯	1	氟乙酸甲酯	1
水合肼	1	氯乙腈	1	退热冰	1
丙酮氰醇	1	乙醇胺	1	氨基 K 酸	1
富马酸	1	AC 发泡剂	3	甘氨酸	1
半胱胺盐酸盐	1	邻苯二甲酸酐	1	对羟基苯甲醛	1
乌洛托品	2	蒽醌	1	对甲氧基苯甲醇	1
双乙烯酮	2	L-天门冬酰胺	1	苯乙腈	1
3, 3'-二氯联苯胺盐酸盐	1	糖精	1	聚邻苯二甲酰胺	1
木糖	1	甘露醇	1	二氯乙烷	1
山梨醇	2	苯甲醇	1	二苯甲酮	1
对甲基苯酚	1	亚氨基二乙腈	1	对甲砷基甲苯	1
大茴香醛	1	N, N-二氨基苯胺	1	二甲基甲酰胺	1
环氧氯丙烷	1	对甲酚	1	甲基异丙基酮	1
环戊酮	1	亚氨基二乙腈	1	苯胺基乙腈	1
硝基甲烷	1	邻甲基对苯二酚	1		

2 硫磺的延伸产品

硫磺是一种基础化工原料，主要来自石油、天然气、煤化工行业克劳斯回收过程。硫磺是硫酸生产主要原料，其高附加值延伸产品主要有二硫化碳、聚苯硫醚、不溶性硫磺、苯乙酰胺（苯乙烯+硫磺+液氨，副产硫化氢）等。这里重点介绍二硫化碳及其衍生产品

2.1 二硫化碳

二硫化碳为无色或微黄色挥发性透明液体，主要用于制造粘胶人造丝和粘胶短纤维，一般占总用量的 65%；用于生产玻璃纸占 10%；生产四氯化碳占 10%；其余 15%用于化工、橡胶、浮选剂、农药、医药、染料、石油化工。主要原料有硫磺和木炭，目前国内二硫化碳产能最大的是上海百金化工集团 220kt/a，其次为瑞兴化工 100kt/a。原料消耗定额：硫磺 0.885 t/t、天然气 0.49 t/t；或者是硫磺 1.0~1.1 t/t、木炭 0.25~0.35 t/t。目前市场售价 4300~6000 元/t。

二硫化碳的延伸产品有亚乙基硫脲(橡胶促进剂 NA-22)、N,N'-二乙基硫脲(促进剂 DETU)、N,N'-二正丁基硫脲(橡胶促进剂 DBTU)、2-羟乙基二硫代氨基甲酸酯、二硫代氨基甲酸铵、半胱胺盐酸盐、盐酸胱胺(胱胺二盐酸盐)、2-巯基苯并咪唑(防老剂 MB)、2-巯基苯并噻唑(防老剂 M)、N-乙基-N-苯基二硫代氨基甲酸锌(促进剂 PX)、1,3-二氨基硫脲、全氯甲硫醇、2-氨基乙硫醇、二乙硫醚、乙基黄原酸钠、异硫氰酸甲酯等。

2.1.1 亚乙基硫脲(橡胶促进剂 NA-22)

橡胶促进剂 NA-22 为白色至淡绿色结晶、白色或微黄色结晶状粉末，用于电线、电缆、橡胶、管带、胶鞋、雨鞋、雨衣等制品，是精细化学品中间体。目前市场价格约为 27000 元/t，原料成本约为 15000~16000 元/t。原料消耗定额：二硫化碳(95%) 0.855 t/t、乙二胺(70%) 0.74 t/t、乙酸(96%) 0.2 t/t。

2.1.2 N,N'-二乙基硫脲(促进剂 DETU)

促进剂 DETU 为白色或淡黄色片状结晶，主要用作氯丁橡胶、丁基橡胶、天然橡胶和丁苯橡胶硫化促进剂，噻唑类和酰胺类促进剂的活化剂，有广泛的市场应用前景。目前市场价格为 27000~28000 元/t，原料成本约为 15000~16000 元/t。

2.1.3 N,N'-二正丁基硫脲(橡胶促进剂 DBTU)

橡胶促进剂 DBTU 为白色至淡黄色结晶粉末，N,N'-二正丁基硫脲是氯丁胶，尤其是 54-1(W)型氯丁胶用快速硫化促进剂，适用于硫化温度较低的胶料，制品物理性能较好。对天然胶、丁苯胶、丁基胶、三元乙丙胶的硫化亦有促进作用，有广泛的市场应用前景。目前市场价格约为 27000~28000 元/t，原料成本约为 16000~17000 元/t。

2.1.4 2-羟乙基二硫代氨基甲酸酯

2-羟乙基二硫代氨基甲酸酯为无色结晶，主要用作合成农药杀虫剂(敌线酯)，也是有机合成原料，医药上医药上主要用于合成头孢氮氟(Cefazaflur)、头孢维曲(Cefivitril)、头孢甲肟(Cefmenoxime)、氨噻脲头孢菌素(SQ-81015)及苯吡唑头孢菌素等二十多个头孢菌素侧链。

2.1.5 二硫代氨基甲酸铵

二硫代氨基甲酸铵为黄色正交型晶体，主要用于有机合成中的环合反应，如合成头孢地嗪(Cefodizime)中间体 2-巯基-4-甲基-5-噻唑乙酸乙酯等。

2.1.6 半胱胺盐酸盐

半胱胺盐酸盐为白色状物或白色粉末状结晶，胱胺盐酸盐是市场前景看好的精细化工中间体

之一，是制造雷尼替丁，西米替丁的主要原料。

2.1.7 盐酸胍胺（胍胺二盐酸盐）

盐酸胍胺为白色粉末，主要用于药物和饲料添加剂中间体的合成，有较好的市场发展前景。

2.1.8 2-巯基苯并咪唑（防老剂 MB）

防老剂 MB 为白色或浅黄色粉末结晶，主要用于防护橡胶氧老化、天候老化及静态老化，以及克服制品过硫化影响。可用作泡沫胶乳胶料的辅助热敏花剂。

2.1.9 2-巯基苯并噻唑（防老剂 M）

防老剂 M 为淡黄色单斜针状或片状结晶，主要用于橡胶制品和染料合成，也是促进剂 MZ、CZ、DLBS、DM、NS、PZ、NOBS、MDB 的中间体。

2.1.10 N-乙基-N-苯基二硫代氨基甲酸锌（促进剂 PX）

促进剂 PX 为白色或黄色粉末，主要用于胶乳硫化，可用于制造与食品接触的浸渍胶乳制品，以及透明和艳色制品、医疗制品、胶乳模型制品、浸渍制品、胶乳海绵、胶布和自硫胶浆等。

2.2 聚苯硫醚（PPS）

聚苯硫醚是一种特种工程塑料，主要有线型、交联型和直链型三种。聚苯硫醚具有耐高温（使用温度可达 230℃）、极优良的化学稳定性，在汽车、电子电气、机械、化工及航天等领域有着广泛的应用。聚苯硫醚生产方法主要有硫磺溶液法、硫化氢法、硫化钠法、氧化聚合法、对卤代苯硫酚盐熔融或溶液缩聚法、非晶质聚苯硫醚合成法等。四川德阳科技现有 7kt/a 硫化钠加压法合成 PPS 树脂装置。目前国内聚苯硫醚生产存在的问题主要是原料精制、聚合工艺、后处理、产品开发及工程放大等方面有许多关键技术没有突破，并且生产成本过高、产品质量较差、“三废”污染严重。随着汽车、电子及机械工业的发展，我国对聚苯硫醚需求量将迅速增长，短期内大量进口 PPS 的局面不会改变。目前市场价格在 22000 元/t 左右。

2.3 不溶性硫磺（IS）

不溶性硫磺是一种无毒、可燃的黄色粉末。主要作为一种橡胶工业的高级促进剂和硫化剂被广泛应用于轮胎及其它橡胶复合制品的生产制造中，是轮胎生产中必不可少的重要原料；每吨不溶性硫磺售价可 13000 多元。工业生产以硫磺为原料，主要采用低温熔融法、气化一步法和气化两步法。目前国内不溶性硫磺生产企业有 20 多家，总产能约 30kt/a；但市场需求量在 150kt/a 左右，特别是高品质不溶性硫磺依赖进口。

3 二氧化硫的延伸产品

二氧化硫是一种无色有强烈刺激性气味气体，硫酸生产中间产品之一。二氧化硫主要延伸产品有氯化亚砷、牛磺酸、盐酸羟胺、液体二氧化硫、十五烷基磺酰氯、环丁砷等。

3.1 氯化亚砷

氯化亚砷是一种有强烈刺激气味的淡黄色至红色发烟液体，是一种重要的无机精细化工产品，在农药、医药、染料、颜料化工等行业以及有机合成反应中具有广泛的应用，开发利用前景

广阔。长期以来氯化亚砷一直是国内有限的几种供不应求的氯化产品之一，由于国内产品的质量、纯度达不到医药级的要求，每年需进口大量的氯化亚砷，预计今后几年产量年均增长 10%左右。工业上主要采用三氯氧磷联产法，以三氯化磷、二氧化硫和液氯为原料，三氯化磷和氯气反应制得五氯化磷，然后通入二氧化硫制得氯化亚砷和三氯氧磷的混合物，再经分馏和精馏得氯化亚砷和三氯氧磷产品。目前 99.6%产品在 6200 元/t。三氯氧磷联产法原料消耗定额：三氯化磷（98%）1.3t/t、液氯（99%）0.66 t/t、二氧化硫（99%）0.64 t/t；二氧化硫气相法原料消耗定额：硫磺（99.5%）0.22 t/t、液氯（99%）0.88 t/t、二氧化硫（99%）0.44 t/t。

3.2 牛磺酸

牛磺酸是一种白色针状结晶或粉末，作为含硫氨基酸具有多种药理作用及营养保健作用，已成为用量大、用途广的营养保健品，广泛应用于食品、保健品、药品的添加剂。湖北远大富驰医药化工牛磺酸产能 10 kt/a，近年来我国生产的牛磺酸大部分（90%以上）用于出口，国内市场的销售量很小。国外牛磺酸需求量以 3.2%的速度递增，我国有关部门已经将牛磺酸作为氨基酸营养强化剂确定为应鼓励发展的重要精细化学品之一。由于牛磺酸生产工艺简单、原料易得、投资不大、污染较轻，并且产品可以供应出口，适合中小型企业投资生产。原料消耗定额：亚硫酸钠（工业品）2.0 t/t、一乙醇胺（工业品）1.02 t/t、盐酸（36%）1.7 t/t。

3.3 盐酸羟胺

盐酸羟胺为无色单斜柱状结晶，主要用于制备苯唑西林（Oxacillin）、氯苯唑青霉素、新诺明（SMZ）、磺胺西考（Sulfacecole）等药物，也广泛应用于农药及染料合成。原料消耗定额：亚硝酸钠（95%）1.97t/t、焦亚硫酸钠（64%）5.42t/t、丙酮（98%）1.18t/t。

3.4 羟基甲烷磺酸单钠盐（雕白粉）

雕白粉为单水化合物为针状晶体，是异烟肼磺钠、新肿凡拉明、癌敌等的中间体，也用作角蛋白纤维的固定剂、铅锌矿石的浮选剂等。

3.5 液体二氧化硫

液体二氧化硫无色透明有刺激性臭味液体，主要用于制备药品、提溴、玉米浸泡液、造纸、石油加工和金属提炼。工业中有硫酸生产副产、纯氧燃烧法。国内液体二氧化硫主要有石家庄和合化工 30 kt/a、铜陵华兴化工 20kt/a、廊坊光明化工 18 kt/a、恒邦冶炼 15 kt/a 等，总产能和产量没有统计数据，估计在产量在 300~400kt/a，市场供需基本平衡。

3.6 环丁砜

环丁砜为无色无味固体，是一种良好的极性溶剂。工业上有 1,3-丁二烯与二氧化硫反应再加氢制得。原料消耗定额：二氧化硫（>97%）0.909t/t、1,3-丁二烯（>99%）0.654 t/t、液体氢氧化钠 0.11t/t、对二苯酚（>90%）0.609t/t。

4 硫酸延伸产品

实际上，许多精细化工产品都要用到硫酸，或者作为基础原料，或者作为催化剂、脱水剂、

干燥剂等。这里仅选择几种硫酸消耗量较大、市场前景较好的精细化工产品作一简单介绍。硫酸延伸产品主要有亚硝基硫酸、硫酸肼、硫酸羟胺、对氨基苯磺酸、防老剂M、促进剂PX、发泡剂AC、对苯二酚、防老剂DOD、3,5-二硝基苯甲酰氯、半胱胺盐酸盐、对氨基乙酰苯胺、邻硝基对甲苯胺、对硝基对甲苯胺、硫酸二乙酯、乙醇胺硫酸酯、二苯砜(苯+硫酸)、4,4'-二羟基二苯砜(苯酚+硫酸)、苯磺酸(苯+硫酸)、对甲苯磺酸(甲苯+硫酸)、N,N-二甲基苯胺(DMA)(苯胺+甲醇+硫酸)、2,5-二氯苯二胺(2,5-二氯苯胺+硫酸)。

4.1 硫酸肼(硫酸联氨)

硫酸肼纯品是无色鳞状晶体或斜方晶体。硫酸肼用途广泛,医药上用于制造异菸肼、无水肼、百生肼和呋喃西林等,染料上用于制造偶氮二甲酰胺。工业上采用尿素氧化法制备水合肼,然后加入浓硫酸得产品,副产物主要是氯化钠和硫酸钠。产品原料消耗定额:硫酸(100%)3.7t/t、尿素0.87t/t、烧碱1.83t/t、次氯酸钠(有效氯12.5%)7.32t/t。硫酸肼下游产品有硫酸氨基胍(硫酸肼与石灰氮、硫酸反应制得)、双硫脲(硫酸肼和硫氰酸铵缩合重排制得)、氨基脲(硫酸肼+氰酸钠)。目前市场上硫酸肼(99%)参考价格15000元/t。

4.2 硫酸羟胺

硫酸羟胺为无色或白色结晶,主要用作照相显影剂、制造脘、催化剂、溶胀剂、共聚反应阻聚剂、皮革去毛等。工业上以甲乙酮与氨反应生成甲乙酮肟,再与硫酸反应后水解制得硫酸羟胺产品,副产物主要是甲乙酮和硫酸铵。目前,国内有浙江巨化股份有限公司、浙江锦华新材料股份有限公司等企业生产,总产量在50kt/a左右。从目前我国硫酸羟胺的成本和市场状况看,国内固体硫酸羟胺除了满足国内部分需求外,其余出口。目前市场上硫酸羟胺(99%)参考价格13000元/t。

4.3 对氨基苯磺酸

对氨基苯磺酸是一种白色或灰白色晶体,主要用于制备酸性染料、直接染料、反应染料及防染剂H、助溶盐B、增白剂BG等。工业上由苯胺与硫酸反应成苯胺硫酸盐,再转位制得产品。原料消耗定额:硫酸(98%)0.49t/t、苯胺(99%)0.46t/t、纯碱(98%)0.27t/t。目前市场上对氨基苯磺酸(98%)参考价格7000元/t。

4.4 2-巯基苯并噻唑(防老剂M)

防老剂M为淡黄色单斜针状或片状结晶,主要用于橡胶制品和染料合成,也是促进剂MZ、CZ、DLBS、DM、NS、PZ、NOBS、MDB的中间体。工业上常采用苯胺法,苯胺先与二硫化碳生成含硫化合物,再在浓硫酸和溴化钠存在下合环反应得产物,反应均在常温常压下进行,产率达90%。原料消耗定额:硫酸(93%)0.366t/t、硫酸(98%)0.125t/t、二硫化碳(90%)0.645t/t、苯胺(98%)1.06t/t、硫化钠(90%)1.5t/t、烧碱(30%)0.183t/t。目前国内促进剂M总产能约80kt/a,其中泰州圣奥化工有限公司30kt/a,其他有山东尚舜化工有限公司、濮阳蔚林化工股份有限公司等。目前市场上防老剂M(99%)参考价格12500元/t。

4.5 N-乙基-N-苯基二硫代氨基甲酸锌（促进剂 PX）

促进剂 PX 为白色或黄色粉末，主要用于胶乳硫化，可用于制造与食品接触的浸渍胶乳制品，以及透明和艳色制品、医疗制品、胶乳模型制品、胶乳海绵、胶布和自硫胶浆等；也是噻唑类促进剂的活性剂。工业上由 N-乙基苯胺与氨水及二硫化碳在一定条件下进行缩合而得 N-乙基-N-苯基二硫代氨基甲酸铵，再与硫酸锌进行复分解反应而制得产品，主要副产物为硫酸铵。原料消耗定额：硫酸（92%）6.0t/t、二硫化碳（90%）0.8t/t、硫化锌（98%）1.0t/t、N-乙基苯胺（75%）0.9t/t、氨水（工业品）4.0t/t。目前市场上促进剂 PX（96%）参考价格 37500 元/t。

4.6 偶氮二甲酰胺（发泡剂 AC）

发泡剂 AC 是一种黄色粉末，无毒、无嗅，主要用作聚烯烃、聚苯乙烯、聚氯乙烯、环氧树脂、聚氨酯、纤维素酯（醚）、ABS 树脂和橡胶的发泡。工业上发泡剂 AC 由水合肼、尿素与硫酸缩合成中间体联二脲，再经氧化而得成品，副产物主要是硫酸铵。原料消耗定额：硫酸（98%）1.14 t/t、水合肼（40%）1.16t/t、尿素（含氮量≥46%）1.33 t/t、液氯 0.8 t/t、烧碱（30%）2.0 t/t。目前，世界发泡剂 AC 生产主要集中在中国，2012 年我国发泡剂 AC 总产能约 250kt/a，产量超过 200kt。主要生产企业有江苏索普（40 kt/a）、世龙实业、宁夏日盛等。未来随着建材、家电、汽车内饰等需求的不断增长，发泡剂 AC 市场前景较好，预计市场需求年均增长率在 10%以上。目前市场上发泡剂 AC（工业级）参考价格 14000 元/t。

4.7 对苯二酚

对苯二酚是一种白色针状结晶，主要用作感光合成材料（如摄影胶片的黑白显影剂）、蒽醌染料、偶氮染料、合成氨脱硫工艺辅助溶剂、橡胶防老剂、阻聚剂、涂料清漆的稳定剂和抗氧化剂等。工业上以苯胺与硫酸在二氧化锰氧化、再用铁粉还原制得产品，副产物主要是硫酸锰和铁泥。原料消耗定额：硫酸（98%）3.84t/t、苯胺（99%）1.0t/t、二氧化锰（85%）2.5t/t、过氧化氢（100%）0.1t/t、铁粉。目前国内已开发出不使用硫酸的绿色工艺，未来对硫酸的消耗有限。根据业内专家预计，未来两年全球对苯二酚需求还将以年均 3%~4%的速度继续增长，2013 年的需求量将增至 54kt。国内对苯二酚产量不足万吨，年进口量在 3.5kt 左右。目前市场上对苯二酚（照相级）参考价格 24500 元/t。

4.8.4, 4'-联苯酚（防老剂 DOD）

防老剂 DOD 纯品为白色粉末或鳞片状晶体，主要用作橡胶和乳胶的防老剂。工业上以联苯胺与硫酸生成硫酸联苯胺，经氮化、水解制得产品，副产物主要是硫酸钠。原料消耗定额：硫酸（95%）2.3t/t、硫酸联苯胺（联苯胺 25%）4.3t/t、亚硝酸钠（95%）0.98t/t。目前市场上防老剂 DOD（99%）参考价格 19500 元/t。

4.9.3, 5-二硝基苯甲酰氯

3, 5-二硝基苯甲酰氯为黄色结晶，是维生素 D 的中间体，也用于消毒防腐剂和化学试剂。工业中由苯甲酸硝化制得 3, 5-二硝基苯甲酸，再与氯化亚砷反应制得产品；副产物主要有废硫

酸、二氧化硫和氯化氢。原料消耗定额：硫酸（98%）12.56 t/t、苯甲酸（99%）1.40t/t、硝酸（工业品）6.28t/t、氯化亚砷（工业品）1.80 t/t。目前市场上 3, 5-二硝基苯甲酰氯（98%）参考价格 28000 元/t。

4.10 半胱胺盐酸盐

半胱胺盐酸盐是一种白色粉末状结晶，是制造雷尼替丁，西米替丁的主要原料。工业上以 2-氨基乙醇为原料，经氢溴酸溴化，再与硫酸、二硫化碳反应环合，最后盐酸水解而得。半胱胺盐酸盐是市场前景看好的精细化工中间体之一，国内市场供不应求。目前市场上半胱胺盐酸盐（99%）参考价格 50000 元/t。

4.11 对氨基乙酰苯胺

对氨基乙酰苯胺为白色或微红色晶体，是分散黄G、直接耐酸朱红 4BS、耐酸品红 6B、活性蓝AG、黑色盐ANB和中性亮蓝GV等染料中间体。工业上由N-乙酰苯胺经混酸硝化，再经铁粉还原制得，副产物主要是废硫酸和铁泥。原料消耗定额：硫酸（98%）4.0 t/t、N-乙酰苯胺（98%）1.21 t/t、硝酸（95%）0.58 t/t。目前市场上对氨基乙酰苯胺（99%）参考价格 35000 元/t。

4.12 邻硝基对甲苯胺

邻硝基对甲苯胺又称红色基 GL、GL 培司或油红培司，为桔红色可燃晶体。它是冰染染料的一种重要色基，用于棉和粘胶纤维染色印花的显色剂，也可作为制造有机颜料的中间体。工业上以对甲苯胺和对甲苯磺酰氯为原料，经缩合、硝化、水解制得产品，副产物主要是硫酸钠。原料消耗定额：硫酸（100%）2.1 t/t、对甲苯磺酰氯（97%）1.3 t/t、对甲苯胺（100%）1.79t/t、硝酸（98%）0.49 t/t、烧碱（100%）0.63 t/t、纯碱（98%）0.58t/t、氯苯 0.29 t/t、盐酸（31%）93kg/t、亚硝酸钠（98%）10kg/t、亚硫酸氢钠（工业品）5kg/t。

4.13 对硝基对甲苯胺

对硝基对甲苯胺为黄色结晶，是一种染料中间体。工业上以邻甲苯胺和对甲苯磺酰氯为原料，经缩合、硝化、水解制得产品，副产物主要是硫酸钠。原料消耗定额：硫酸（100%）3.1 t/t、对甲苯磺酰氯（工业品）1.65 t/t、邻甲苯胺（工业品）0.945 t/t、硝酸（98%）0.68t/t、烧碱（100%）1.35 t/t、氯苯（工业品）0.46t/t、氨水（20%）6.23 t/t、纯碱（工业品）10kg/t、亚硝酸钠（98%）10kg/t、亚硫酸钠（工业品）26kg/t。

5 三氧化硫和发烟硫酸的延伸产品

5.1 氯磺酸

氯磺酸无色或淡黄色油状液体，氯磺酸是一种重要的无机酸、强氧化剂，广泛用于医药、农药、染料、橡胶、塑料、化妆品、纺织、军事等行业。主要原料有三氧化硫、氯化氢，目前市场价格为 元/t。2006 年国内氯磺酸产量约 300kt，出口量 3528t。氯磺酸的需求量持续增长，国内目前的需求量比较大，染料工业是我国氯磺酸的主要用户，其氯磺酸耗用量占氯磺酸总量的 80% 左右。预计近期氯磺酸的需求量将以年均 3% 的速度增长。氯磺酸延伸产品有对甲苯磺酰胺、对

甲苯磺酰肼（发泡剂 TSH）、对氨基苯磺酰胺、邻甲苯磺酰胺、糖精钠（邻磺酰苯甲酰亚胺钠）、对乙酰氨基苯磺酰氯、对氨基苯磺酰胺（磺胺）、对氨基苯磺酰乙基硫酸、邻氯苯磺酰基异氰酸酯等。

5.1.1 甲苯磺酰胺

对甲苯磺酰胺为白色片状晶体、主要用于有机合成，也用于制造染料（如荧光染料）、增塑剂、合成树脂、涂料、消毒剂氯胺-T、杀真菌剂和药物氨磺氯霉素（Tevenel）等。

5.1.2 对甲苯磺酰肼（发泡剂 TSH）

发泡剂 TSH 为白色结晶粉末，用作天然橡胶、合成橡胶及多种塑料的发泡剂，使塑料及橡胶制品产生细微闭孔结构，制品的收缩率小，抗撕裂强度大。

5.1.3 对氨基苯磺酰胺

对氨基苯磺酰胺为白色粉末，其盐酸盐——甲磺灭脓为白色粉末，主要用于合成药物甲磺灭脓（Homosulfamin）、磺胺米隆醋酸盐（Napaltan）及氨苄磺胺脒（Sulphatolamide）等。

5.1.4 邻甲苯磺酰胺

邻甲苯磺酰胺为白色易燃晶体，在乙醇中结晶为八面体晶体，在水中结晶为棱柱状晶体。熔点 156~158℃，溶于乙醇，微溶于水和乙醚。主要用于制取增塑剂、胶粘剂、农药中间体及糖精等，还用于制药、电镀、抛光等工业。

糖精钠为白色棱状晶体，主要作为调味药及诊断用药，用于糖尿病患者的甜化食品，大量用作食品工业甜味剂。2006 年国内产能 47kt/a，产量约 30kt，占世界总产量的 40%左右。按照国家有关规定，全国只保留 5 家企业，国内市场只准销售 8kt/a，其余必须出口。因此今后几年糖精钠产量不会有太大发展。

5.1.5 对乙酰氨基苯磺酰氯

对乙酰氨基苯磺酰氯为浅褐色至褐色粉末或细结晶，主要用于生产磺胺类药物（如结晶磺胺、磺酰脲、磺胺托拉米、磺胺硫脲、磺胺脒、氨苯磺胺、磺胺噻唑、磺胺苯吡唑等）的中间体，也用于合成染料中间体。

5.1.6 对氨基苯磺酰胺（磺胺）

磺胺为白色颗粒或粉末状结晶，主要用于合成各种磺胺类药物如磺胺醚、磺胺甲基嘧啶等。

5.1.7 对氨基苯磺酰乙基硫酸

对氨基苯磺酰乙基硫酸为白色晶体，主要用于染料中间体，制取活性蓝 KN-B、活性翠蓝 KN-G 等。

5.2 氨基磺酸

氨基磺酸为无色或白色结晶，工业中应用广泛，主要用作化学清洗剂、磺化剂、杀菌剂、除草剂、起泡剂，还可用于合成甜味剂等。主要原料有发烟硫酸和尿素，目前市场价格为 元/t。目前国内生产能力约 50 kt/a，产量约 30 kt/a，产需基本平衡。氨基磺酸延伸产品有甜蜜素（环己氨

基磺酸钠)。

5.2.1 甜蜜素(环己氨基磺酸钠)

甜蜜素是一种,属非营养型甜味剂,作为国际通用的食品添加剂,广泛用于清凉饮料、果汁、冰激凌、糕点和蜜饯中。目前国内总生产能力约 60kt/a,产量约 55 kt/a,占世界总产量的 65%左右,大部分企业为台商投资企业。与和糖精钠一样,甜蜜素在七部委文件中属于限制生产和规范使用的产品,由于国内产量已经基本饱和,如果出口量没有较大增长,产量增长将非常有限。

5.3 硫酸二甲酯(DMS)

硫酸二甲酯是一种无色或淡黄色油状液体,是农药、医药、染料、香料工业等有机合成中广泛应用的甲基化剂,目前国内需求量约 100kt/a,预计未来 5 年将维持在这一水平。硫酸二甲酯延伸产品有二甲基二硫、甲基磺酸、氰亚胺二硫代碳酸二甲酯、三羟乙基甲基季铵甲基硫酸盐(抗静电剂 TM)、O-甲基异尿素硫酸氢盐、硝基甲烷等。

5.3.1 二甲基二硫

二甲基二硫为淡黄色透明液体,可用作溶剂、催化剂的钝化剂、农药中间体等。

5.3.2 甲基磺酸

甲基磺酸为无色或微棕色油状液体,低温下为固体。甲烷磺酸是医药和农药的原料,还用作脱水剂、涂料固化促进剂、纤维处理剂,近几年作为电镀添加剂得到广泛应用。

5.3.3 氰亚胺二硫代碳酸二甲酯

氰亚胺二硫代碳酸二甲酯为黄色或黄绿色结晶,是一种重要的医药中间体。

5.3.4 三羟乙基甲基季铵甲基硫酸盐(抗静电剂 TM)

抗静电剂 TM 为淡黄色油状粘稠液体,易溶于水,有吸湿性。主要为丙烯腈、聚酯、聚酰胺等合成纤维的静电消除剂,也可作为塑料用抗静电剂。

5.3.5 O-甲基异尿素硫酸氢盐

O-甲基异尿素硫酸氢盐又名甲基异脲硫酸盐,为结晶固体,是 5-氟脲嘧啶的中间体。

5.3.6 硝基甲烷

硝基甲烷为无色透明油状液体,是缓血酸胺的中间体,也用作硝酸纤维素、醋酸纤维素、乙烯基树脂、丙烯酸酯涂料,蜂蜡等溶剂,染料及农药原料。

5.4 间氨基苯酚

间氨基苯酚是一种白色结晶,在医药上用于制抗结核药物对氨基水杨酸;在纺织工业上用于印染和毛皮、头发染色。2006 年产能 2.3kt/a,产量约 1.8kt,市场需求量在 4.1kt 左右。目前价格稳定在 6 万元/t。

5.5 间氨基苯磺酸(间胺酸)

间氨基苯磺酸纯品为白色片状晶体,主要用于制备偶氮染料、活性染料、酸性染料、硫化染料及其他染料。也用于合成香兰素及农药,在医药工业用于制备抗结核药的中间体间氨基酚。

6 几种蒸汽消耗量大的精细化学品

6.1 季戊四醇

季戊四醇为白色结晶或粉末，大量用于涂料工业生产醇酸树脂、合成高级润滑剂、增塑剂、表面活性剂以及医药、炸药等原料，市场需求量大。生产过程中每吨季戊四醇耗蒸汽 15~17t（包括副产物回收），耗电 500kWh/t（包括冷冻及副产品回收等），主要原料甲醇、液碱等。目前开磷集团 60kt/a 季戊四醇蒸汽可控制在 6.5t/t 以下。

6.2 乙醇胺

乙醇胺为重要的农药、医药、溶剂、染料中间体、橡胶促进剂及表面活性剂等，市场需求量大。乙醇胺主要由氨与环氧乙烷反应制得。市场需求量大，蒸汽消耗量较大。

6.3 甲基烯丙醇

甲基烯丙醇是一种重要的有机中间体，用于合成香料、树脂等。以甲基烯丙醇和环氧乙烷为原料合成甲基烯丙醇聚氧乙烯醚（HPEG），用于新一代高性能混凝土减水剂；市场需求量大，蒸汽消耗量较大。

6.4 二甲胺

二甲胺主要用作橡胶硫化促进剂及医药、农药、染料、二甲胂、N,N-二甲基甲酰胺等有机中间体的原料。市场需求量大，蒸汽消耗量较大。

6.5 碳酸二甲酯

碳酸二甲酯是一种无毒、环保性能优异、用途广泛的化工原料，它是一种重要的有机合成中间体，是一种具有发展前景的绿色化工产品。普遍采用的合成路线有三种：以氯化铜或一氧化氮为催化剂的氧化羰基化反应、碳酸丙烯酯与甲醇的酯交换反应、尿素甲醇解反应。市场需求量大，蒸汽消耗量大。

7 硫酸企业合理配置资源、积极拓展硫产品链的探讨

硫酸企业即有资源（硫磺、硫酸、水等）又有能源（蒸汽、电）优势，发展精细硫化工产品的条件较为成熟，表 2 列出了一些重要的精细硫化工产品的原料构成和副产物情况。

表 2 一些重要的精细硫化工产品的原料构成和副产物情况

产品	原料	副产物	产品	原料	副产物
硫脲	H ₂ S、石灰氮、氢氧化钙	无	二氧化硫脲	硫脲、双氧水	无
氨基硫脲	硫脲、水合肼	氨水	2-巯基丙酸	硫脲、丙烯腈、苯、盐 酸、氢氧化钠	氨
S-甲基异硫脲	硫脲、硫酸二甲酯、乙醇	无	甲硫醇	H ₂ S、甲醇	二甲基硫醚
蛋氨酸	甲硫醇、丙烯醛、氰化钠、 碳酸氢铵、氢氧化钠、硫酸	氨、硫酸钠	甲基磺酰氯	甲硫醇、Cl ₂ 、O ₂	HCl
二甲基硫醚	H ₂ S (CS ₂)、甲醇	无	二甲基亚砷	二甲基硫醚、硫酸、亚 硝酸钠	无

二甲基砷	二甲基亚砷	无	巯基乙酸	硫化氢、氯乙酸	氯化钠
巯基乙酸异辛酯	巯基乙酸、2-乙基己醇	无	辛基锡稳定剂-1	巯基乙酸异辛酯、二正辛基氧化锡	无
双二正丁基锡	巯基乙酸异辛酯、二正丁基氧化锡	无	巯基乙酸异辛酯锑	巯基乙酸异辛酯、Sb ₂ O ₃ 、甲苯	无
2-巯基乙醇	H ₂ S、环氧乙烷	无	苯硫酚	H ₂ S、氯苯	HCl
苯硫乙酸	苯硫酚、氯乙酸、氢氧化钠、盐酸	氯化钠	二硫化碳	硫磺、木炭(甲烷)	无
橡胶促进剂 NA-22	二硫化碳、乙二胺、盐酸	H ₂ S	促进剂 DETU	二硫化碳、乙胺	H ₂ S
橡胶促进剂 DBTU	二硫化碳、正丁胺	H ₂ S	2-羟乙基二硫代氨基甲酸酯	二硫化碳、氨、环氧乙烷	无
二硫代氨基甲酸铵	二硫化碳、氨	无	半胱胺盐酸盐	二硫化碳、一乙醇胺、溴化氢、硫酸、盐酸	无
盐酸胱胺	二硫化碳、硫化钠、盐酸、氯乙胺、盐酸、无水乙醇、丙酮	无	防老剂 MB	二硫化碳、邻硝基氯苯、硫酸、硫化钠、液氨、氢氧化钠	硫酸钠
防老剂 M	二硫化碳、邻硝基氯苯、硫酸、硫化钠、烧碱	硫代硫酸钠、H ₂ S、氯化钠、硫酸钠	促进剂 PX	二硫化碳、N-乙基苯胺、硫酸、硫化锌、氨水	无
异硫氰酸甲酯	二硫化碳、甲胺、氢氧化钠、氯甲酸乙酯、无水硫酸钠	氯化钠	聚苯硫醚	硫化钠、对二氯苯	氯化锂污泥
氯化亚砷	SO ₂ 、液氯、硫磺	无	亚硫酸钠	SO ₂ 、氢氧化钠(碳酸钠)	无
牛磺酸	亚硫酸钠、一乙醇胺、盐酸、硫酸	氯化钠、硫酸钠	亚硫酸氢钠	SO ₂ 、碳酸钠	无
盐酸羟胺	亚硫酸氢钠、亚硝酸钠、丙酮、盐酸、碎冰	丙酮、硫酸氢钠	氨基甲磺酸	亚硫酸氢钠、甲醛、氨、硫酸	硫酸钠
羟基甲烷磺酸单钠盐	亚硫酸氢钠、甲醛	无	氯磺酸	SO ₃ 、HCl	盐酸、SO ₂ 、SO ₃
对甲苯磺酰胺	氯磺酸、氨水、甲苯、烧碱	硫酸、HCl、氯化铵	发泡剂 TSH	对甲苯磺酰氯、水合肼、苯	HCl
对氯苯磺酰氯	氯磺酸、硫酸和氯苯	硫酸	对乙酰氨基苯磺酰氯	氯磺酸和 N-乙酰苯胺	硫酸、HCl
邻甲苯磺酰胺	邻甲苯磺酰氯、氨水、氢氧化钠	无	磺胺	对乙酰氨基苯磺酰氯、液氨和烧碱	氯化钠、氯化铵
对氨基苯磺酰乙基硫酸	对乙酰氨基苯磺酰氯、硫酸、烧碱、氯乙醇	氯化钠、硫酸钠	邻氯苯磺酰基异氰酸酯	二甲苯、邻氯苯磺酰胺、正丁基异氰酸酯、光气	正丁基异氰酸酯、二甲苯
氨基磺酸	发烟硫酸、尿素	硫酸	甜蜜素	氨基磺酸、烧碱、环己胺	无
硫酸二甲酯	发烟硫酸、甲醇、氨	硫酸铵	二甲基二硫	硫酸二甲酯、硫磺、硫化钠、	硫酸钠
甲基磺酸	硫酸二甲酯、亚硫酸钠	硫酸钠	氰亚胺二硫代碳酸二甲酯	硫酸二甲酯、石灰氮、二硫化碳	硫酸钙
抗静电剂 TM	硫酸二甲酯、三乙醇	无	O-甲基异尿素硫酸氢盐	硫酸二甲酯、尿素	无
硝基甲烷	硫酸二甲酯、亚硝酸钠	硫酸钠	间氨基苯酚	发烟硫酸、硝基苯、烧碱、盐酸和铁粉	亚硫酸钠、氯化钠
间氨基苯磺酸	发烟硫酸、硝基苯、白石粉、盐酸、铁粉、元明粉、	硫酸、氯化钠、四氧化	亚硝基硫酸	硫酸、氨	无

	纯碱	三铁			
发泡剂 AC	硫酸、烧碱、尿素、水合肼和液氯	硫酸铵、HCl	对氨基苯磺酸	硫酸、苯胺、纯碱	硫酸钠
间苯二酚	硫酸、苯磺酸、二苯砷、硫酸钠、SO ₃ 、烧碱、乙醚	硫酸钠	对苯二酚	硫酸、苯胺、二氧化锰、铁粉	硫酸亚铁、硫酸锰
防老剂 DOD	硫酸、亚硝酸钠、联苯胺硫酸盐	硫酸、硫酸钠	间苯二胺	硝基苯、硫酸、硝酸、铁粉	硫酸亚铁
氯化亚砷	SO ₂ 、三氯化磷、氯气	三氯氧磷	硫酸羟胺	硫酸、甲乙酮、氨	甲乙酮、硫酸铵
3,5-二硝基苯甲酰氯	苯甲酸、硫酸、硝酸、氯化亚砷	HCl	硫酸肼	硫酸、烧碱、次氯酸钠、尿素	氯化钠、硫酸钠

由表 2 简单分析可见，精细硫化工产品基本都与氯碱（及其下游产品盐酸、硫化钠、亚硫酸钠、氯磺酸）、氨与尿素（及其下游产品硝酸、水合肼）、苯（及其下游产品氯苯、甲苯、苯胺）、甲醇（乙醇）有关。因此，硫酸企业与氯碱、合成氨、苯系衍生物相结合，通过合理配置资源和能源，可实现资源、能源、产品的一体化。笔者认为以下 3 条路线值得研究探索。

7.1 以硫化工与氯碱化工相结合的工艺路线

以氯气、氯化氢、烧碱与硫化氢、硫磺、二氧化硫、三氧化硫、硫酸、发烟硫酸等产品为基本原料，生产二硫化碳、硫化钠、氯磺酸、亚硫酸钠、亚硫酸氢钠等中间产品，进而生产半胱胺盐酸盐、盐酸胱胺、盐酸羟胺、牛磺酸、发泡剂 TSH、异氰酸酯等系列高附加值下游产品。该工艺路线见图 2。

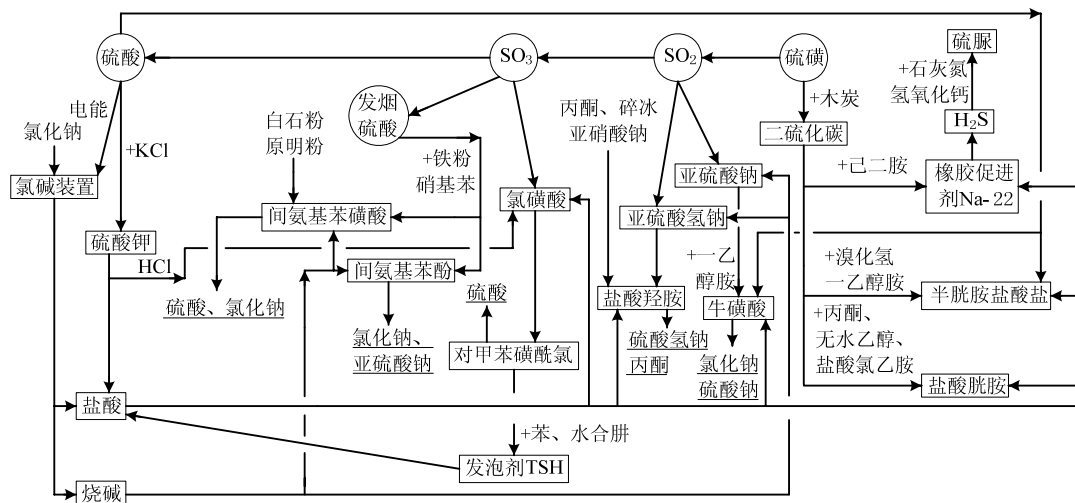


图 2 硫化工与氯碱化工相结合的工艺路线

7.2 硫化工与合成氨化工相结合的工艺路线

以合成氨、尿素、水合肼、硝酸与硫化氢、硫磺、二氧化硫、三氧化硫、硫酸、发烟硫酸等产品为基本原料，生产二硫化碳、硫脲、硫酸二甲酯、氨基磺酸等中间产品，并根据企业周边其它原料供应、产品市场需求情况发展发泡剂 AC、防老剂 MB、硝基甲烷等高附加值的下游产品。该工艺路线见图 3。

7.3 以硫化工与苯化工相结合的路线

以苯、硝基苯、苯胺、氯苯、甲苯与硫磺、二氧化硫、三氧化硫、硫酸、发烟硫酸等产品为基本原料，生产对甲苯磺酰胺、对氯苯磺酰氯、邻甲苯磺酰胺、间氨基苯磺酸等中间产品及后续延伸产品。该工艺路线见图 4。

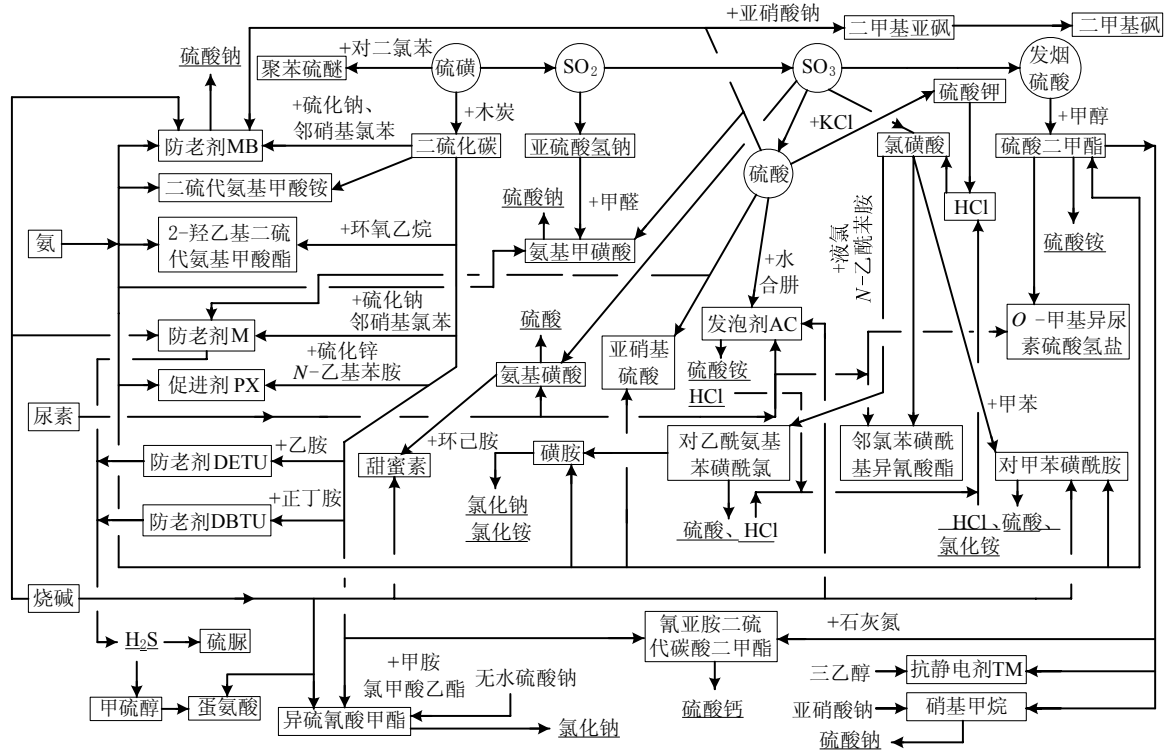


图 3 硫化工与合成氨化工相结合的工艺路线

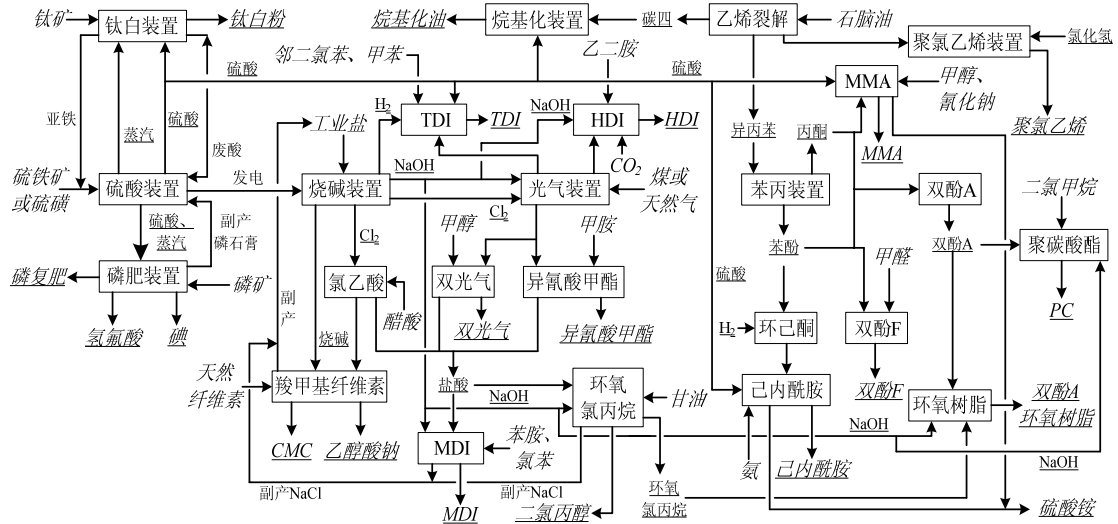


图 4 硫化工与苯化工相结合的工艺路线

从上述 3 个工艺路线来看，一个好的产品链要符合循环经济模式：一是在企业现有原料和产品的基础上做文章，充分利用好已有原料、产品（中间产品）和副产物资源，尽量减少新进原料

品种，以减少运输、储存及采购费用。二是根据周边市场需求及储运条件选择合适的新产品，最好是一套装置可以同时联产几种产品，最大限度提高原料利用率，减少市场风险。三是硫酸企业需根据副产物情况配套磷复肥、硫酸铝等装置，以回收利用稀硫酸、硫酸铵等副产物。

8 对硫酸厂拓展精细化工产品链的几点建议

随着国内硫酸产能的进一步扩张而硫酸需求量增长缓慢，今后我国硫酸行业的竞争将更为激烈。对产品单一的硫酸企业而言，拓展硫化工产品链，走特色化工、精细化工之路将是企业赖以生存的必由之路。然而，硫酸企业想要做特做精并不是一件容易的事，综观市场上紧俏、供不应求的硫酸延伸产品有以下特点：一是技术含量高，存在很大的技术门槛，如己内酰胺、牛磺酸、MMA、MDI、TDI 等项目。二是投资大、需要有资源配套如高浓度磷复肥、氢氟酸、钛白粉、金属锰等项目。像硫酸铝、硫酸铵、亚硫酸钠、液体二氧化硫、液体三氧化硫这些大路产品市场已经饱和，投资回报已经不高。因此，硫酸企业发展延伸产品需要因地制宜、因企制宜，切不可盲目投资。

8.1 加强产学研结合与技术开发，积极稳妥地发展目标产品

大型硫酸企业的经济实力较强、原料较多，可以通过引进技术或合资办厂来发展高附加值产品。对于中小型硫酸企业来说，技术和资金都处于劣势，应该重点发展有一定技术含量、投资不大的项目。技术来源很关键。建议：一方面可以通过与高校和科研院所合作开发技术；另一方面通过引进国外技术人才获得关键技术（要防止侵犯知识产权）。项目开发应遵循积极稳妥的方针，在中试或小规模装置运行可靠、关键技术攻克的基础上再扩大规模，以减少投资风险。

8.2 加快技术进步，走绿色化工之路，减少“三废”污染

目前国内许多硫酸延伸产品存在生产技术相对落后、生产成本较高、环境污染严重等问题，并且含硫有机物大多有毒有害。面对激烈的市场竞争，企业需加快技术进步，加强企业管理，降低生产成本、减少环境污染，尽可能选择清洁生产工艺和技术。随着化工企业向化工园区集中，一大批采用高污染落后技术的产品面临关停的局面。硫酸厂在选择发展精细化工产品时一定要寻找绿色清洁工艺，否则项目很难过环保这一关。目前常用的绿色清洁工艺有两类，一是生产中采用环保、无毒原料，如用三氧化硫代替发烟硫酸磺化、脱水，用碳酸二甲酯代替硫酸二甲酯、光气等；减少废酸、废碱、废水产生；二是采取一体化废物处置工艺，尽量减少废物排放。

8.3 以拓展循环经济产业链为契机，寻求产业政策扶持

硫酸企业在开发延伸产品时，应加强中间产品开发。企业可以由氯磺酸、二硫化碳、硫酸二甲酯、硫酸胍等中间产品生产开始，逐步向下游高附加值产品推进；充分利用好企业周边的资源、能源和市场优势，形成适合企业发展的网络式产品链。发展延伸产品也是企业循环经济的一部分。通过产业链延伸，将原料、能源、中间产品、副产物充分利用起来转变为最终产品，做到对资源和能源的“吃干榨尽”，将有助于提升企业核心竞争力。建议利用好国家大力支持循环经济发展、

推进节能减排及发展绿色低碳的有利时机，积极寻求政府的财政支持、税收减免、产品补贴等政策扶持。

相信经过努力，我国硫酸企业在开发高附加值延伸产品、推进循环经济发展方面将取得良好成效。