

# 迎接世界水处理药剂的第二次革命

李润生 李凯 柳洁 刘小丹

深圳市中润水工业技术发展有限公司

深圳 518057

- 提 纲：
1. 世界水处理药剂的发展
  2. 成都环境集团在国际上的地位
  3. 世界和中国水处理药剂存在的问题
  4. 世界水处理药剂的第二次革命

## 一. 世界水处理药剂的发展

我国和印度、埃及、两河流域的伊朗、伊拉克同为文明古国，追溯历史都能找到人类远古时期用矿物提取物明矾和天然植物汁液净化水的记载，我国更有许多文字记载。早在春秋战国（公元前770~221年）成书的《山海经》、《计倪子》、《吴氏本草》等古籍中都有明矾的记载。公元1637年宋应星著的《天工开物》更有明矾制造和使用的详细记载。

我国近代水处理药剂的发展始于上世纪四十年代解放区的山东淄博，用矿物原料自力更生生产出了硫酸铝，结束了从欧美进口硫酸铝的历史。

硫酸铝是近代水处理药剂的里程碑，沿于1884年美国的发明专利，是取代明矾的重大技术突破，一直沿用了近百年，直到1967年无机高分子混凝剂PAC在日本的首次产业化生产应用。

六十年代氯化铁混凝剂从苏联引入中国，也曾在国内普遍应用，对中高浊度的地面水（如长江水、黄河水等）有较好的效果，一九八四年李润生修订了三氯化铁国标并正名为氯化铁，但氯化铁对管道系统有较大腐蚀，并且生活饮用水水质发黄有铁臭味。

一九六八年文革武斗期一次偶发事件改变了中国和世界的水处理药剂进程，成都自来水公司氯化铁（重庆天原生产）因武斗仅剩三日库存，时任四川省革委会生产指挥组组长隋部长（五十四军后勤部长）召开省革委会紧急会议，李润生临危受命就地取材研究水处理新药剂，解决燃眉之急。

会后成都科委张廷翰处长（后任中央统战部部长）帮助成立了三结合小组（西南院、成都化采部、成都自来水公司），夜以继日研究，并获得了总工沈大年的参与和支持，每天两人骑自行车来回三十公里去成都二水厂试验，功夫不负有心人，小试一年成功，生产试验两年成功，李润生给其初定名“碱式氯化铝”，1980年经四川地矿所X衍射分析确认碱式氯化铝为无定形体，李润生正式将其名定为“聚氯化铝”，氧化铝A $\geq$ 13%，价格220元/吨，远

优于硫酸铝、氯化铁，1973年由国家建委主任马泉亲自在成都主持召开了水处理新药剂鉴定推广会，新研究产品的生产方法不同于日本专利生产工艺，原料是三废铝灰，易于取材，工艺酸溶一步法，不耗燃料电力，氧化铝 $A \geq 13\%$ ，高于日本的10%，B:70~85%，高于日本的50±5%，很快该产品如火如荼在全国推广开来，继而在全球推广开来，凡各地来的学习者，毫无保留，分文不取，包教包会。

二十世纪六十年代，日中首创的无机高分子聚氯化铝水处理混凝剂的工业化生产和应用开创了世界水处理药剂的第一次革命。

## **中润公司李润生研发历程（不申请专利，全部技术毫无保留，来学者有求必应）：**

1969年：铝灰酸溶一步法制PAC, 不耗燃料电力，液体 $Al_2O_3 \geq 13\%$ ，固体 $Al_2O_3 \geq 36\%$ （日本固体30~33%），获1978全国科学大会成果奖。

1970年：酸溶两步法高岭土制PAC, 获1970年四川重大成果二等奖。

1972年：四川乐山耐火黏土、四川广元一水软铝石轻烧料制PAC，全国推广至今。

1972年：氢氧化铝加压反应制PAC，氧化铝:18%，B:40~50%，沿用至今。

1980年：铝酸钙调整制高盐基度PAC，为中国首创技术。

1984年：用煤矸石生产高含量固体PAC（ $Al_2O_3 \geq 46\%$ ）在黑龙江投产，供应大庆引进设备配套使用，并首次出口新加坡，创造保持了固体PAC氧化铝含量世界纪录。

1986年：混合酸一步法生产PACS在内江白马化工厂投产，在内江自来水公司工业化应用，简化了日本PAC专利工艺技术。

1988年：获上海科技成果奖。

1994年：复合铝铁PAC专利（发明人：李润生）在东莞生产应用（液体500吨/天）。

1997年：复合PAC（高效处理低温低浊水）在江苏昆山、上海、浙江工业化应用。

2000年：聚氯化铁研究成功。

2000年：中润PAC技术首次转让国外（泰国），开创了中润PAC技术大规模进军一带一路的历程。

2006年：聚硫酸铝研究成功，2010年在黄山白岳公司投产。

2007年：转让印度尼西亚大洋公司PAC技术, 取代了日本多木公司技术。

2008年：利用中铝集团下属的中州山铝、长城、贵州、平果和重庆博赛以及国外有关公司的多种铝土矿和赤泥研究成功了多种水处理剂。

2012年：用三水矿生产PAC在海南投产并在国内推广。

2013年：武汉中润用三水矿成功生产高效水处理剂，在武汉龙王潭污水厂成功应用，处理效果远远高于普通PAC。

2015~2025年：研究成功中润1-6系列混凝剂产品。

## 中润公司负责起草的水处理剂及相关部分国家标准和行业标准：

表 1

序号	标准	标准号	标准类别	制定或修订	起草人排序	发布日期	代替标准
1	生活饮用水用聚氯化铝	GB 15892-2003	国标	修订	第一	2003/6/13	GB 15892-1995
2	生活饮用水用聚氯化铝	GB 15892-2009	国标	修订	第一	2009/4/8	GB 15892-2003
3	水处理剂 聚氯化铝	GB/T 22627-2008	国标/推荐性	制定	第一	2008/12/23	
4	水处理剂 聚氯化铝	GB/T 22627-2014	国标/推荐性	修订	第一	2014/12/5	GB/T 22627-2008
5	化妆品用聚合氯化铝	HG/T 4536-2013	行标/推荐性	制定	第一	2013/10/17	
6	水处理剂 聚氯化铁	HG/T 4672-2014	行标/推荐性	制定	第二	2014/10/29	
7	水处理剂 氯化亚铁	HG/T 4538-2013	行标/推荐性	修订	第六	2013/10/17	
8	水处理剂混凝性能的评价方法	HG/T 4331-2012	行标/推荐性	制定	第一	2012/11/7	
9	水处理剂用 铝酸钙	HG 3746-2004	行标	制定	第一	2004/12/14	
10	水处理剂用铝酸钙	GB/T 29341-2012	国标/推荐性	制定	第一	2012/12/31	
11	工业废盐酸的处理处置规范	GB/T 32125-2015	国标/推荐性	制定	第二	2015/10/9	
12	工业废盐酸的处理处置规范	GB/T 32125-2021	国标/推荐性	修订	第二	2021/8/20	李凯GB/T 32125-2015
13	水处理剂 铝酸钠	HG/T 4819-2015	行标/推荐性	制定	第一	2015/7/29	

14	工业铝酸钠	HG/T 4518-2013	行标/推荐性	制定	第三	2013/10/17	原定中润第一名
15	工业结晶氯化铝	HG/T 3251-2010	行标/推荐性	修订	第二	2010/11/22	HG/T 3251-2002
16	工业聚氯化铝	HG/T 2677-2009	行标/推荐性	修订	第一	2009/12/4	HG/T 2677-1995
17	净水剂氯化铁	GB 4482-1984	国标	制定	第一	1984年	
18	水处理剂产品分类和代号命名	HG/T 2762-2006	行标/推荐性	修订	第三	2006/7/26	HG/T 2762-1996
19	混凝沉淀烧杯试验方法	CECS 130: 2001		制定	第三	2001/11/20	
20	水处理剂 聚硫酸铝	HG/T 5006—2016	行标/推荐性	制定	第一	2016/10/22	
21	水处理剂用三水铝石	HG/T 5007—2016	行标/推荐性	制定	第一	2016/10/22	
22	工业聚氯化铝	HG/T 2677-2017	行标/推荐性	修订	第一	2017/11/07	HG/T 2677-2009
23	水处理剂聚氯化铝铁	HG/T 5359-2018	行标/推荐性	制定	第二	2018/10/22	
24	工业结晶氯化铝	HG/T 3251-2018	行标/推荐性	修订	第二	2018/10/22	李凯 HG/T 3251-2010
25	工业硫酸铝	HG/T 2225-2018	行标/推荐性	修订	第四	2018/10/22	李凯 HG/T 2225-2010
26	水化氯铝酸钙	HG/T 5352-2018	行标/推荐性	制定	第六	2018/10/22	李凯
27	生活饮用水用聚氯化铝	GB 15892-2020	国标/强制性	修订	第一	2020/07/23	GB 15892-2009
28	水处理剂用氢氧化铝	HG/T 5567-2019	行标/推荐性	制定	第一	2019/12/24	
29	水处理剂硫酸铝铁	HG/T 5565-2019	行标/推荐性	制定	第一	2019/12/24	
30	水处理剂氯化铝铁	HG/T 5566-2019	行标/推荐性	制定	第一	2019/12/24	

31	水处理剂产品分类和命名	HG/T 2762-2019	行标/推荐性	修订	第九	2019/12/24	HG/T 2762-2006
32	水处理剂复合混凝剂	HG/T 5698-2020	行标/推荐性	制定	第二	2020/4/16	李凯
33	水处理剂聚氯化铁	HG/T 4672-2022	行标/推荐性	修订	第二	2022/09/30	协商转让第一名
34	水处理剂 聚硫氯化铝	HG/T 6073-2022	行标/推荐性	制定	第二	2022/9/30	李凯
35	水处理剂分析方法 第1部分：磷含量的测定	GB/T 43098.1-2023	国标/推荐性	制定	第五	2023/09/07	李凯

### 中润公司国内转让技术或成套设备（部分客户列表）：

表 2

Item 序号	Name of Customer 客户名称	Annual Output 年产量 吨/年 ton/year	备注
1	ALUMINUM CORPORATION OF CHINA (Chalco) Shandong co., Ltd	150000t , Solid PAC	The world's largest PAC(polyaluminum chloride) plant, four yellow PAC spray drying towers and two white high-purity PAC drying towers
	中国铝业山东有限公司(吸附新材料有限公司)	15.0万吨（固体）	全球最大的聚氯化铝工厂，4个年产2.5万吨黄色聚铝喷雾干燥塔，2个年产2.5万吨白色高纯饮用水聚铝干燥塔。
2	ALUMINUM CORPORATION OF CHINA (Chalco) Zhongzhou Branch	30000ton, Solid PAC	Two spray drying towers with an annual output of 15,000 tons of solid high-purity drinking water-grade PAC
	中国铝业中州分公司（中州铝厂）	3.0万吨（固体）	3个年产1.5万吨固体高纯饮用水级聚铝喷雾干燥塔。
3	Shanghai Environment Group	50000 ton, Liquid AS	50000ton liquid Aluminum Sulfate, EPC project
	上海环境集团（上海兴港环科公司）	5.0万吨（液体国标硫酸铝）	上海浦东新区危险废物高值资源化与集约化示范基地项目集成电路产业园区废酸资源化项目） 总承包项目。

4	江苏太仓新星轻工助剂厂	15万吨（液体）	上海自来水公司和苏州自来水公司、宝山钢铁公司最大的饮用水级聚铝供应商。Main Supplier of Shanghai water works and Baosteel Ltd
5	Hangzhou Electrochemical Group Co., Ltd.	180000 ton, Liquid PAC	Old state-owned large chlor-alkali chemical enterprises.
	杭州电化集团股份有限公司	18万吨（液体）	老牌国有大型氯碱化工企业。液体聚氯化铝。
6	New Hope Group, Chengdu Huarong Chemical Co., Ltd.	100000ton, Liquid PAC	New hope's chemical listed sector
	新希望集团 成都华融化学股份有限公司	20万吨（液体）	新希望旗下化工上市板块
7	Chengdu Environment Group (Chengdu Huijin Water Development Co., Ltd.)	200000ton, Liquid PAC	The largest water purifier manufacturer in Sichuan Province, it is a wholly-owned subsidiary of Chengdu Huijin Industrial Development Co., Ltd., a subsidiary of Chengdu Environmental Investment Group Co., Ltd.
	成都环境投资集团有限公司（成都市汇锦水务有限公司）	20万吨（液体）	四川省最大的净水剂生产厂家，是成都环境投资集团有限公司旗下成都汇锦实业发展有限公司全资子公司
8	Sinopec, Shengli Oilfield	60000ton, Liquid PAC	A wholly-owned subsidiary of Shengli Oilfield
	胜利油田新邦化工有限公司	6.0万吨（液体）	胜利油田全资子公司
9	Cnpc Daqing Oilfield	90000ton, Liquid PAC	A wholly-owned subsidiary of Daqing Oilfield.
	大庆油田供水公司净水剂厂	9.0万吨（液体）	大庆油田全资子公司。
10	Tianjin Capital Environmental Protection Co., Ltd. (Shandong Branch)	80000t Liquid PAC	EPC project, waste raw materials (Al dregs and waste acid) for industry grade PAC
	天津创业环保股份有限公司山东分公司	8.0万吨（液体）	危废处置项目，铝加工行业含铝废渣/废盐酸循环再利用，工程总承包
11	Anhui Guotai Chemical Co., Ltd.	60000ton, Solid PAC	Three spray drying towers with an annual output of 20,000 tons belong to the listed company Anhui Liuguo Chemical.
	安徽国泰化工股份有限公司	6.0万吨（固体）	三个年产2万吨喷雾干燥塔，属于上市公司安徽六国化工
12	Guangdong Xingfa Aluminium Co., Ltd.	180000ton, Liquid PAC	Hazardous waste disposal project, recycling project of hazardous waste containing aluminum in aluminum processing industry.

	广东兴发铝业有限公司	18.0万吨（液体）	危废处置项目，铝加工行业含铝危废循环再利用工程
13	Henan Aierfu Ke Chemical Co., Ltd.	50000ton, Solid PAC	Annual output of all kinds of polyaluminum is 80,000 tons, and it is a water purifier supplier of Beijing Water Supply Company.
	焦作爱尔福克化工有限公司	5.0万吨(固体)	年产各种聚铝8万吨，北京自来水公司净水剂供应商
14	江苏宜净环保材料有限公司	16.0万吨(液体)	凯米沃特（宜兴）净化剂有限公司前身，全球最大水处理化学品供应商 中国唯一聚铝工厂，南京自来水公司供应商。
15	山东中银电化有限责任公司	3.0万吨（固体）	联想控股企业旗下化工厂
16	常州清流水处理剂有限公司	8.0万吨(液体)	南京自来水公司的聚氯化铝供应商。
17	河南昌祥弘工贸有限公司	4.0万吨(固体)	2套2万吨/年喷雾干燥型高纯白色固体聚铝生产线。
18	深圳自来水公司清源净水材料有限公司	6.0万吨(液体)	深圳水务集团全资子公司，珠江三角洲核心聚铝生产工厂
19	鞍钢附企净水剂厂	2.0万吨（液体）	鞍山钢铁公司全资子公司
20	北京燕山石化	/	/
21	南京扬子石化	/	/
22	广东辉煌金属制品有限公司	15.0万吨（液体国标聚氯化铝）	以本公司铝灰为原料，符合GB/T 22627-2022国标
23	内蒙古蒙泰集团有限公司	10.0万吨（液体国标聚氯化铝）	高铝粉煤灰副产液体聚氯化铝，符合GB/T 22627-2022国标

中润公司国外转让技术或成套设备（部分客户列表）：

表 3

Item	Name of Customer 客户名称	Annual Output 产能	City & Country 国家	ZR Provide	Time 时间
------	--------------------------	---------------------	----------------------	------------	------------

1	TAYSEER AL SHEIKH PHOSPHATES PRODUCTION FACTORY	90000ton, Liquid	Yanbu, Saudi Arab 沙特阿拉伯	Technology & equipment	201612
2	PT PACINESIA CHEMICAL INDUSTRY	20000ton, Solid	Jakarta, Indonesia 印度尼西亚	Technology	200806
3	LIANG CHEMI INTERNATIONAL CO., LTD.,	8000ton, Solid	Bangkok, Thailand 泰国	Technology & equipment	200610
4	ASM Chemical Co., Ltd	15000ton. Solid	Dhaka, Bangladesh 孟加拉	Technology & equipment	201801
5	HOA CHAT VIET TRI Co., Ltd.	10000ton, Solid	Hanoi, Vietnam 越南	Technology & equipment	2012,2024
6	PEI CHIA ENTERPRISE CO., LTD	20000ton, Liquid	Ho Chi Minh, Vietnam 越南	Technology & equipment	201011
7	SE&C Co., Ltd	50000ton, Liquid	Siheung, Korea 韩国	Technology	201702
8	GOLGOH Co., Ltd.	90000ton, Liquid	Iran 伊朗	Technology & equipment	2018
9	Mehrarad Energy CO.	8000ton, Solid	Iran 伊朗	Technology & equipment	2019
10	Urmia Petrochemical Co.,Ltd. Iran	23000ton solid	Iran,Urmia 伊朗	PAC project	2024

## 世界水处理药剂主要生产应用状况：

1. 中国：世界最大生产应用国，给水处理和污（废）水处理均以PAC为主，其次为聚硫酸铁、硫酸铝、氯化铁和硫酸亚铁。

深圳中润公司可能是世界上转让水处理药剂成套技术最多的企业，制订水处理药剂标准最多的企业，也是研发成套水处理药剂技术最多的企业，欢迎全球企业共同学习与探讨！

PAC的市场约占所有无机水处理剂的80%以上，产品以 $Al_2O_3$ 10%液体计超1000万吨/年，液体产销量超500万吨/年，中国也是固体PAC生产大国，总产量超500万吨（ $Al_2O_3 \geq 28\%$ 计）/年。PAC主要用于生活污水处理，功能以除磷为主，也可去除COD。PAC的产业化生产应用普及在七十年代之后，产品出口始于八十年代，成套技术出口始于本世纪初。PAC开始应用始于生活饮用水，但近年市场主要是污水处理，未来有望拓展污水再生回用和海水淡化预处理市场。主要原料和工艺流程：氢氧化铝或黏土轻烧料与盐酸反应，再加铝酸钙调盐基度，固体产品为主。

2. 日本：是PAC产业化的生产和应用国，产业化试验始于上世纪六十年代，代表工艺流程为多木公司的盐硫混酸反应，碳酸钙调盐基度。缺点是：渣多，工艺复杂，原材料消耗多，混凝效果一般，除磷效果差。

3. 美国：PAC生产应用始于1984年，代表工艺流程是铝锭加盐酸反应。优点：投资小，操作简单，含量高，稳定性好；缺点：原料成本高，混凝效果差，污水除磷效果极差。

4. 欧共体：1974年开始生产应用，代表工艺为氢氧化铝与盐酸加压反应。优点：产品纯度高；缺点：工艺条件要求高，原料消耗多，产品稳定性差，除磷效果差。凯米拉化学公司是全球最大的水处理剂经销商，李润生曾帮助凯米拉公司进入中国。

在PAC成为主导混凝剂之前，水处理剂除硫酸铝外，还曾大量使用氯化铁、硫酸铁、硫酸亚铁等作水处理剂，但进入七十年代后，PAC成了主导产品，广泛应用于全球各种水处理，但PAC进入污水处理应该是一个错误的选择，李润生将在有生之年促进高效生活污水处理剂全面取代PAC在生活污水处理的应用，并使成本大幅降低，水质提高。生活饮用水处理将用复合高效PAC取代普通PAC。

## 中国的优势和机遇：

1. 中国技术和产品优势：①技术先进优于欧美日；②投资少，能耗低；③产品低耗高效；④研发力量强，产业化程度高，生产能力大；⑤原料充足；⑥设备配套能力强。

2. 缺点：①行业混乱，内耗大，恶性竞争厉害；②滚筒干燥、轻烧料原料污染环境；③劣质产品充斥市场；④不注重技术创新。

3. 出路：①走出去，进入国际市场：技术、设备、原料和人力、产品均可出口；②标准化和行业组织国际化；③行业重组。

## 二. 成都环境集团在国际上的地位

都江堰是蜀文化的代表，成都的摇篮。岷江是长江第一大支流，岷江从都江堰宝瓶口喷薄而出，一泻千里，气势恢宏，都江堰是中国水利史上璀璨明珠，也是世界水利史皇冠上的宝石，虽历经2300年依然光彩夺目，造福八方。

成都环境集团每年10多亿立方米自来水水源均来自都江堰，它不仅保证了水质优良，而且水量稳定，确保输配水低能耗，岷江是四川人民的母亲河，仅凭此成都环境集团可称世界独一无二。

成都环境集团是世界水处理剂第一次革命的策源地。日本虽是聚氯化铝产业化的首创国，但其普及速度和技术水平与中国远远不可比拟，日本1967年首次在东京朝阳水厂试用聚氯化铝。在李润生团队的奋斗下，成都环境集团下属成都市自来水有限责任公司二水厂1969年首次试用铝灰一步法聚氯化铝，其各项技术指标远超日本产品。

1971年李润生团队在武汉首创PAC滚筒干燥法生产固体PAC，3~4年时间将PAC在中国普及开来，并将产品带向全世界。

在李润生团队帮助下，成都环境集团下属成都汇锦水务发展有限公司（原成都市助浏净水剂工业有限责任公司）建起了二十万吨规模PAC厂，并将与中润公司一道点亮世界水处理剂第二次革命的火炬，将新工艺和新产品带向全世界，让全球人人拥有洁净水。

## 三. 世界和中国水处理药剂存在的问题

### 1. 世界水处理药剂存在的问题

- 1.1. 缺乏统一的技术标准和资源的因地制宜合理利用。
- 1.2. 水处理药剂与水处理设计脱节，合理状态是水处理设计人员应充分了解药剂性能并将其合理应用到设计之中，世界给排水水质和应用方式已发生改变而药剂及使用方法依然如故。
- 1.3. 中国产能过剩而世界大部分地区缺乏供应。
- 1.4. 缺乏药剂工艺及应用的创新研究。

### 2. 中国水处理药剂存在的问题

- 2.1. 存在的根本问题是：缺乏由国家统一领导的水处理科研设计体制，设计没有创新技术的支撑，沿用过时的和外来的设计规范和手册，设计思想不符合中国国情和中国水质条件，如给水设计一律采用水力混合絮凝、平流沉淀、快滤、消毒工艺，脱离了原水低浊度的

现实，加药间设计造成投资大、能耗和药耗大的缺陷，污水COD偏低，却一律采用国外生化处理工艺。

2.2. 受疫情、铝原料暴涨、制造业萎缩、市场低迷诸多因素影响混凝剂行业面临空前的困难局面，如何破解，个人见解如下：

2.2.1. 生活饮用水用混凝剂：

2.2.1.1. 面临的问题：

2.2.1.1.1. 随着环保加强，水污染减轻，水质向好，造成混凝剂单耗降低。大型工业企业搬离城市，造成供水量减少，生活饮用水用混凝剂用量减少。这是生活饮用水用混凝剂市场萎缩的根本原因，PAC 现有产品配方不能完全适应目前给水水质的变化。

2.2.1.1.2. 从江河直接取水减少，水库取水成趋势，造成原水常年低浊度，pH值升高，造成混凝沉淀效果降低和处理水残铝增加的趋势。

2.2.1.1.3. 生活饮用水水质逐年提高，混凝剂标准同步修订，对重金属指标的要求越来越严。

2.2.1.1.4. 混凝剂生产原料：氢氧化铝、铝酸钙不时上涨，人工费用逐年上涨，生产厂家环保和安全开支不断加大，而混凝剂价格未能同步上涨。

2.2.1.1.5. 对铝酸钙要求提高，而铝酸钙原料铝土矿品质逐年下降，价格上涨。混凝剂生产企业靠减少铝酸钙用量来达到降低重金属的目的，造成铝酸钙市场萎缩，生活饮用水处理混凝沉淀效果降低、残留铝升高。

2.2.1.1.6. 质量监控缺失，恶性竞争加剧。滥用危废生产生活饮用水用混凝剂的现象时有发生。

2.2.2. 非生活饮用水用混凝剂

面临的问题：市场恶性竞争加剧，中标价格低迷。导致部分工厂铤而走险，采用一些危废材料（比如含重金属或者有机物的废酸）作为生产混凝剂的原材料，这既是违反国家环保法的行为，也是对用户不负责的行为，导致危险化学品毒理成分的转移，增加用户生产管理的难度和出厂水超标的风险。

## 四. 世界水处理药剂的第二次革命

1. 世界水处理药剂第二次革命的特征

1.1. 聚合氯化铝退出生活污水处理市场，代之以高效除磷的水处理剂。

1.2. 应用技术与销售服务紧密接合。

1.3. 复合专用产品风行。

1.4. 原料、工艺大改变。

- 1.5. 聚合硫酸铁工艺原料大变；不用亚铁、不用氧气、不用催化剂，成本投资低廉，效果提高。
- 1.6. 粘土轻烧料、滚筒干燥退出市场。
- 1.7. 雅鲁藏布江水源新型水处理剂和净水工艺的开发。
- 1.8. 技术向中国老边少和第三世界倾斜。口号：让全世界人人拥有洁净水。
- 1.9. 智能自动加药系统取代加药间设计方案，减少投资，节省药剂、人工和能耗，减少占地。
- 1.10. 促进混凝试验的普及，推动药剂研发、生产管理和应用管理。

## 2. 世界水处理药剂第二次革命的具体工作

混凝剂技术的发展方向：研发出引领世界混凝剂产业的创新技术和产品，这些技术和产品将有力解决目前的困局。

- 2.1. 逐步让氯化铝产品退出污水处理，取而代之以中国污水处理新药剂，其用量将比氯化铝减半，生产和使用成本均减少30~50%。同时污水处理厂的污泥量也能大幅减少，有良好的社会效益和经济效益。
- 2.2. 氯化铝产品标准GB22627、GB15892将全面升级，其技术指标和性能将全面超越日、美、欧。
- 2.3. 给水处理开创中国式设计方法和典型工艺流程，工程费用大幅降低，运行费用大减。
- 2.4. 多功能智能化数字化的混凝试验机投入市场，并打开全球市场，为水处理的科学高效运行、为新型混凝剂的开发助力。
- 2.5. 专用混凝剂的开发：

接触絮凝过滤专用混凝剂

高含量高混凝性能PAC： $Al_2O_3$ ：35~50%，等氧化铝混凝性能提高30~50%，有利于远距离运输或产品出口

低温低浊专用混凝剂，适应中国原水水质现状

高效降COD、磷、重金属污水处理剂

污水回用处理专用混凝剂

海水淡化专用混凝剂

膜法水处理专用混凝剂

除油专用混凝剂

给水吸附剂

## 污水处理吸附剂

2.6. 聚氯化铝用铝酸钙新产品和新原料的开发

2.7. 中国特有聚氯化铝生产工艺：铝酸钙调整产品工艺和产品性能的全面升级。产品氧化铝含量高达 35%~45%，混凝效果提高30%~50%，成本降低30%，并共生一项新材料。

2.8. 污泥高效脱水剂的开发

2.9. 聚合硫酸铁新原料新工艺新结构产品的开发，以适应新能源电池原料硫酸亚铁涨价的局面。

2.10. 一带一路混凝剂协会的成立；一带一路混凝剂标准体系的建立。

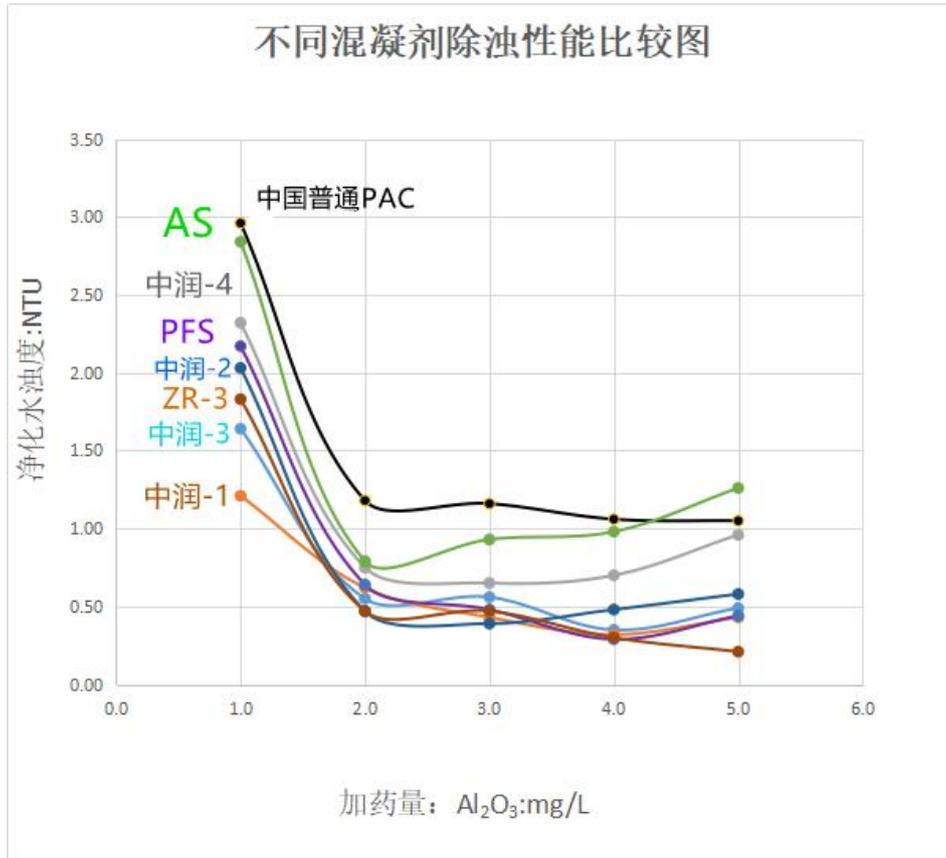
2.11. 南水北调工程西线将是改变中国未来的伟大世纪工程，雅鲁藏布江将是最重要的水源之一，研发专用混凝剂和专用给排水工艺流程将是我辈的重大机遇和压力。

**附图1：国内外混凝剂性能比较**

不同混凝剂混凝性能比较试验：											
配源水浊度：17.64NTU 水温：24℃ pH:7.0 碱度：27.86mg/L 2025.3.26~27											
序号	余浊 :NUT	加药量	加药量Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/L)						1NTU等效加药量 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg/L)	用药量	除浊性能排序
			1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0			
1	中润-3		1.64	0.55	0.56	0.35	0.49	/	1.59	30.46%	2
2	中润-1		1.21	0.62	0.43	0.32	0.43	/	1.36	26.05%	1
3	中润-4		2.32	0.75	0.65	0.70	0.96	/	1.84	35.25%	6
4	中国普通PAC		2.96	1.18	1.16	1.06	1.05	0.82	5.22	100.00%	9
5	PFS		2.17	0.64	0.48	0.29	0.44	/	1.76	33.72%	5
6	AS		2.84	0.79	0.93	0.98	1.26	/	1.90	36.40%	7
7	中润-2		2.03	0.47	0.39	0.48	0.58	/	1.66	31.80%	4
8	ZR-3		1.83	0.47	0.47	0.30	0.21	/	1.61	30.84%	3
9	美国PAC		/	/	/	/	1.00	/	5.00	95.79%	8
10	日本多木PAC250A		/	/	/	/	1.23	/	5.93	113.60%	10

备注：“用药量”为以中国普通PAC作为100%进行比较。

附图2：不同混凝剂除浊性能比较图



附图3：不同混凝剂除磷除浊试验

不同混凝剂除磷除浊试验：							
原水		浊度：17.01NTU 水温：24℃ P:1.92mg/L 2025.4.8					
指标 \ 样品	中润-3	中润-1	中润-4	AS	美国PAC	日本多木PAC250A	中国普通PAC
加药量Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/L)	5.0						
净化水余浊 (NTU)	0.34	0.26	1.31	1.27	0.94	0.9	0.86
余磷P (mg/L)	0.37	0.39	0.52	0.47	1.36	1.02	1.17
磷去除率 (%)	80.73	79.69	72.92	75.52	29.17	46.88	39.06
除磷效果排序	1	2	4	3	7	5	6
生产及使用成本最低排序	1	2	3	5	7	6	4