

《盐化工行业发展循环经济环境保护导则》
编制说明

《盐化工行业发展循环经济环境保护导则》编制课题组

二〇〇七年四月

目 录

1 概述.....	2
2 适用范围.....	8
3 指导原则.....	8
4 制订导则的依据和主要参考资料.....	8
5 编制导则的基本方法.....	9
6 导则经济分析和实施的技术可行性分析.....	19
7 导则的实施建议.....	21

《盐化工行业发展循环经济环境保护导则》编制说明

1 概述

我国人口众多，资源相对短缺，经济结构不尽合理，经济增长方式粗放，资源利用率低，环境污染严重，资源和环境问题已成为我国可持续发展的主要障碍。发展循环经济，有利于推动污染防治和生产全过程控制，有利于解决区域性与结构性环境污染问题。

盐是化学工业的基础原料，食盐是人类生活的必需品，工业盐有“化工之母”之称。盐化工行业主要包括制盐业、两碱工业、苦卤化工、溴素生产和以氯、溴为原料的精细化工。制盐业是盐化工的基础，氯碱工业和纯碱工业是盐化工的主体，而精细化工则是盐化工的发展方向。

(1) 行业发展现状

①制盐业

根据盐矿资源的不同，盐可分为海盐、湖盐和井矿盐。海盐占原盐总产量比例为 65%左右，井矿盐占 28%左右，而湖盐仅占 7%左右。

海盐概况：我国海盐经过几千年的发展，到 21 世纪初，中国沿海 11 省、直辖市（除上海市）海盐的生产量已达 2600 多万吨，占我国原盐产量的 65%，海盐的产量已位居世界第一。以长江为界，长江以北的辽宁、天津、河北、山东、江苏等五省为北方盐区，长江以南的浙江、福建、广东、广西、海南等五省为南方盐区。

中国井矿盐概况：我国岩盐矿床分布广泛，在四川、重庆、云南、江苏、山东、浙江、湖南、湖北、江西、河北、广东、山西、甘肃、宁夏、新疆等省区均探获了岩盐矿床。据统计，现已查明 NaCl 储量大于 100 亿吨的岩盐矿床有 10 余个。至 2004 年底，我国井矿盐产能达到 1300 万吨。

中国湖盐概况：我国是世界上多盐湖的国家之一，盐湖具有多、大、富的特点。我国盐湖盐类资源十分丰富，在新疆境内有“无百里之内无盐”之说，在青海省柴达木盆地，有“盐的世界”之称。新疆、内蒙、青海盐湖数量最多，约占全国盐湖总数目的 80%；其成盐面积，约占我国盐湖面积的 90%，构成我国盐

湖分布最密集的地区。

②氯碱工业

氯碱是基本工业材料，氯碱工业是无机化工的第三大工业部门，仅次于化肥、硫酸工业。其产品烧碱、氯气、氢气等，被广泛应用于轻工、纺织、冶金、国防等领域，对国民经济的持续发展具有重大意义。近年来，我国各氯碱企业为了提高自身的竞争力，纷纷扩大装置规模。从 1999 年开始，掀起了一轮烧碱扩建高潮，2004 年底我国烧碱的总产量已突破 1000 万吨，居世界第 2 位。

③纯碱工业

2004 年底我国纯碱产量超过美国达到 1250 万吨，成为世界第一大纯碱生产国。我国的纯碱行业已逐步形成了以大型企业为主，中型企业为辅的格局，产能集中度日趋变高。

④精细化工

精细化工是盐化工的发展方向。我国盐化工中的精细化工产品以无机氯产品为主，液氯、盐酸的耗氯量约占一半左右，与国外相比，差距很大，我国氯产品虽已有 200 多种，但国外氯产品已达 400 多种，其衍生品达千余种。提高有机氯产品的途径主要是与石油化工产品相结合，开发氯化聚合物、新型高档消毒剂等系列产品，使盐化工产品向精细化、系列化、高档化转换。

通过二十多年的发展，溴系列深加工产品已经成为盐化工的重要组成部分。特别是近十年，溴系列阻燃剂、医药中间体、农药中间体、灭火剂、催化剂、石油化学品等产品发展迅速，已经成为精细化工发展最活跃的发展方向之一。

(2) 存在问题

①原盐质量不高，资源浪费严重

我国原盐质量低，钙离子、镁离子和硫酸根离子等杂质含量较高，出口受阻。大部分晒盐后的苦卤未被充分利用，苦卤渗回地下后与原料卤水混合，使卤水中的镁离子浓度和硫酸根离子浓度升高，钠镁比值降低。

苦卤是盐化工行业宝贵的资源，含有镁、钾、溴、硫等化学成分。每生产一吨原盐约副产一吨（约 0.8 立方米）苦卤，全国每年近 2500 立方米的苦卤产出。目前苦卤利用率极低，还不足 10%，造成严重的资源浪费。

②两碱产量增幅过大，企业分布不均，原盐供不应求

近年来，两碱工业发展迅猛，近 5 年的平均增长率为 8.75%，但原盐产量的增长严重滞后，5 年的平均增长率为 3.23%，盐碱发展不协调。预计近年两碱工业用盐至少在 3500 万吨，加上食盐和其他的小工业用盐 1000 万吨，全国原盐总需求量在 4500 万吨左右。而原盐的产量最多在 4000 万吨，缺口将达到 500 万吨左右。由于井矿盐成本高，湖盐运输距离长，北方海盐成为我国两碱工业盐的主要来源。两碱企业主要分布在沿海，湖盐区和井矿盐区的两碱企业分布少。

③ 高新技术含量较低，创新技术和产品少

我国盐化工行业的高新技术含量，创新技术和创新产品，与国际上相比存在着一定的差距。盐化工行业的多种产品中，大部分是重复国外的，水平不高，在质量上与国外同类产品相比还存在一定差距，导致缺乏市场竞争力。

(3) 循环经济发展潜力

① 主要生产工艺

1) 原盐工业

I 湖盐生产工艺及特点

湖盐生产工艺主要分三种：1) 直接开采高品位的石盐矿床；2) 利用晶间卤水晒制再生盐；3) 充分溶解石盐矿床，或直接抽取盐湖卤水，开滩晒盐。

II 井矿盐生产工艺

井矿盐生产工艺一般采用多效真空蒸发。生产原料一般为天然卤水和岩盐溶采的卤水。根据工艺生产特点，可能带来的环境问题是燃料燃烧过程和工业生产过程带来的问题。燃料燃烧过程是为生产过程提供蒸汽，这方面的问题具有一般工业化生产的特点，具有普遍性。

III 海盐生产工艺及特点

海盐的生产主要经过纳潮、蒸发制卤、结晶、收盐、集坨和运输等主要过程。制盐工艺大体流程如图 1 所示。

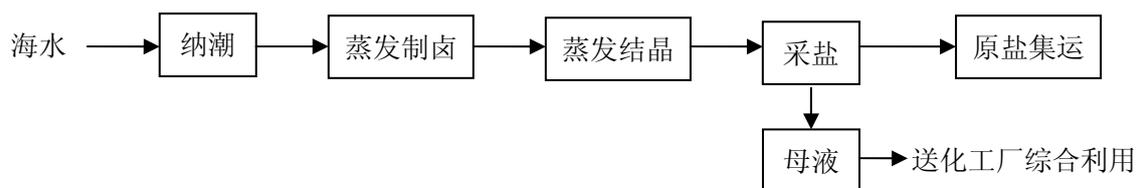


图 1 海盐生产工艺

2) 氯碱工业

氯碱工业是盐化工行业的主体，采用的加工工艺主要有苛化法、隔膜法、水银法和离子交换膜法。现阶段以隔膜法生产最多，离子膜法呈上升趋势将是未来一段时期的主要加工方法，苛化法与水银法属于淘汰工艺。

I 隔膜法

隔膜法的特点是用多孔渗透性的隔膜把阳极室和阴极室隔开，隔膜能阻止气体通过，这就阻止了阳极产物与阴极产物混合，但能让水和离子通过。这样既能防止阴极产生氢气和阳极产生的氯气相混合而引起爆炸，又能避免氯气与氢氧化钠反应生成次氯酸钠，而影响烧碱的质量。隔膜法的缺点在于投资和能耗较高，产品烧碱中氯化钠含量较高。

II 离子交换膜法

离子交换膜法是较为先进的方法，用有选择性的离子交换膜将阳极室和阴极室隔开，能够得到高纯度的液体烧碱。离子膜法在电能消耗、建设费用、产品质量和解决环境污染方面都比隔膜法和水银法优越，是现代氯碱工业的发展方向。

3) 纯碱工业

I 氨碱法

氨碱法生产工艺流程见图 2。将原盐溶解，除钙、镁后的饱和盐水进行吸氨、经碳化得到碳化液，过滤分离出重碱，重碱经煅烧制得纯碱。重碱母液经蒸馏回收氨，返回吸氨系统。

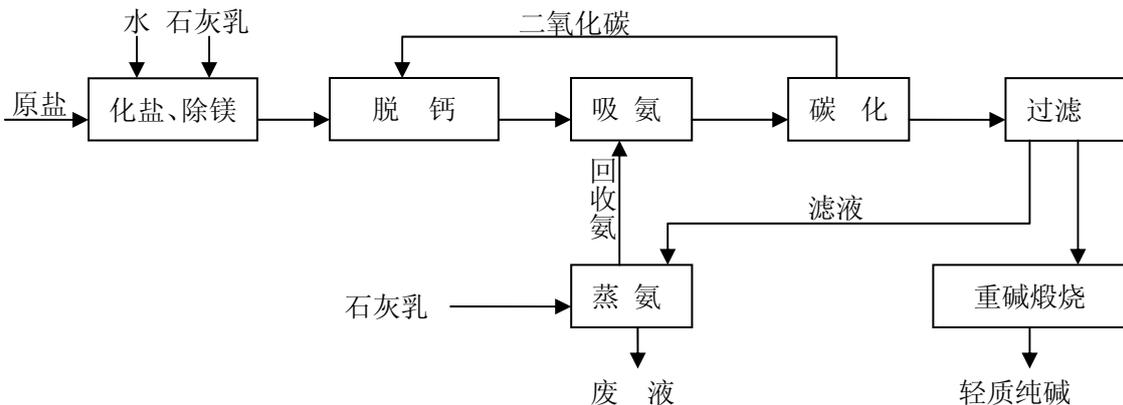


图 2 氨碱法生产工艺流程图示意图

II 联碱法

联碱法的基本工序见图 3。此法分为制碱和制铵两个过程，两个过程构成两

个循环系统。向系统中连续加入原料（氨、氯化钠、二氧化碳和水），就能不断生成纯碱和氯化铵。

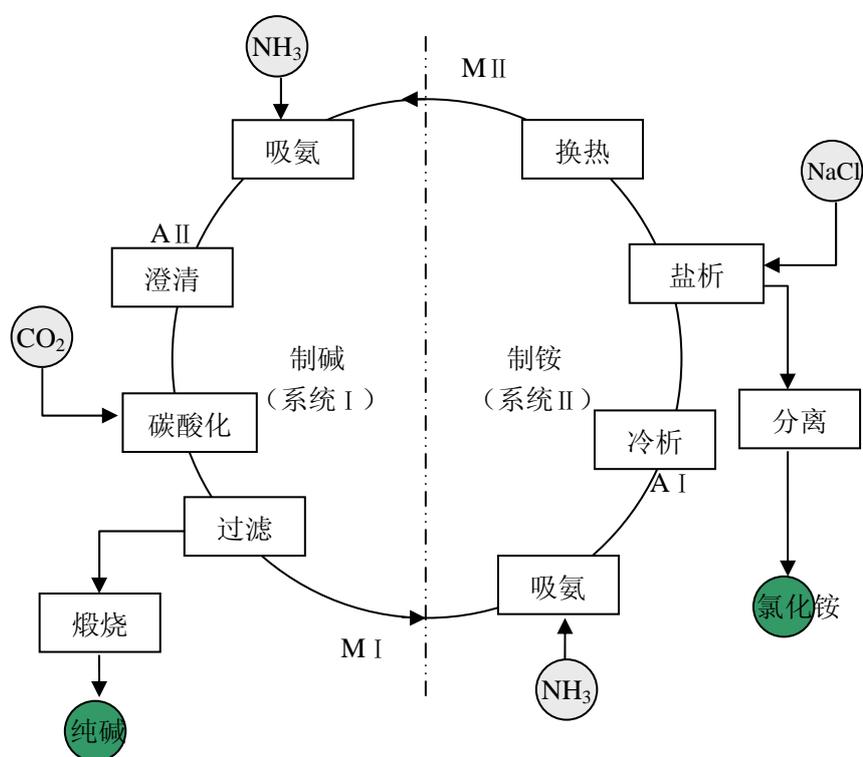


图3 联碱法生产工艺流程图示意图

②资源消耗的重点部位

1) 盐田渗漏

盐田制盐过程中，海水纳入、制卤等工序渗漏现象严重。渗漏量以 50% 计，能耗增加 1 倍，既浪费大量的原料，又增加了制盐成本。同时影响地下水的水质，对环境有较大影响。

2) 贮运过程

原盐的贮运系统包括原盐运输进厂后的卸车(船)、输送、计量、堆垛、贮运、筛分、粉碎和定量供料等作业。盐对设备和构筑物有腐蚀和磨损，原盐的长时间堆存容易在盐堆表面和堆底产生结块，特别是真空盐和洗盐的堆存结块更为严重。

3) 苦卤

制盐母液，俗称苦卤，是含有大量可溶性无机盐的液体资源，除含有 NaCl 外，还含有大量的 Mg^{2+} (50~70g/l)、 K^+ (7~15g/l)、 SO_4^{2-} (60~80g/l)、

Br^- (4~7g/l) 及硼等各种微量元素, 是制取无机盐的理想原料。每生产一吨原盐约副产一吨 (约 0.8 立方米) 苦卤, 全国每年近 2500 万立方米的苦卤产出。

就全国来说, 苦卤的利用率极低, 还不足 10%。这不仅是对资源的严重浪费, 而且由于苦卤大量排放下渗, 对生态环境也造成危害。特别是, 以地下卤水为原料的盐区, 由于大量富镁苦卤下渗镁重新返回地下, 已波及到原始卤水组成, 使卤水 Na/Mg 比降低。这势必使原盐生产恶化, 严重影响原盐的质量, 难以维系原盐生产的持续发展。生态环境也造成污染, 严重影响了沿海滩涂的水产养殖业的发展。

③ 污染物产生的重点部位

1) 盐矿开采

盐矿开采现在普遍采用盐矿钻井水采法, 在集输过程中的泄漏是造成环境土壤污染和水污染的重要方面, 不合理的大面积开采盐矿, 还会使地面沉陷而冒卤, 使地面建筑和各种设施遭到破坏甚至造成生态灾难。

井矿盐生产过程带来的污染问题有以下途径, 一是原料卤水预处理产生的未回收化学品, 二是蒸发终止过程排放的含有多种化学成分的母液, 三是生产过程及为保证生产过程正常运行对系统进行恢复性作业所排放的各种废水。

2) 原盐加工

制碱工业中, 以原盐为主要原料用电解方法制取氯、氢、烧碱过程中排出的泥浆称为盐泥, 其主要成分为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 、 BaSO_4 和泥砂。

盐泥是制碱行业原盐精制过程中所产生的废物。各制碱厂选用的原盐不同, 所产生的盐泥也有所不同。国外的氯碱企业多选用优质盐或洗涤盐为原料, 其产生的盐泥很少, 一般用于钙塑材料的添加剂, 也有用于水泥, 钙镁肥料的生产等。国内的氯碱企业所用的原盐质量较差, 产生的盐泥量要大得多, 以年产 10 万吨烧碱计, 排放盐泥达 7 千余吨。全国大多数氯碱企业的盐泥均为弃置堆放, 不仅造成环境的污染, 资源的浪费还占用大量场所, 直接威胁人们的健康。

3) 氯碱工业

氯碱行业三废排放量大, 污染物种类多, 其中工业废水年排放量 7200~8000 万吨; 废气排放 600~700 亿立方米; 废渣 160~200 万吨。

氯碱工业废水包括生产液碱、固碱和氯氢处理过程所排放的废水, 主要是含

氯废水和含碱废水。这些废水大部分是酸性水，含有各种污染物，盐分高，悬浮物浓度高，排入水体后集中处理不但量大，难度也很大且腐蚀设备管道。

氯碱行业排放废气主要是工艺废气、燃烧废气、锅炉窑炉尾气、有机氯化物、氯化氢、二氧化硫和氮氧化物等，对大气环境造成污染，二氧化硫和氮氧化物造成酸雨危害农作物、树木、森林，影响人类生存环境。另外，由于安全生产事故造成的氯气泄漏，更是会带来灾难性影响。

氯碱行业产生的废渣主要有：粉煤灰、炉渣、盐泥、钡渣及化工废渣等。

2 适用范围

本导则用于国家环境保护总局促进盐化工行业发展循环经济，实现资源能源利用效率最大化，预防和控制盐化工行业发展循环经济过程中的环境污染。

3 指导原则

（1）3R 原则

3R 原则（减量化、再利用、再循环）是循环经济最重要的实际操作原则，即要求形成“资源—产品—再生资源”的反馈式流程，使产品的开发到产业的延伸构成一个循环链，并按照自然规律和经济规律，利用科技手段构建新的生态经济体系，实现经济、生态、社会三种效益的统一。

（2）科学性原则

导则应能够反映重点行业开展环境保护、发展循环经济的主要环节，从技术、管理等各个方面体现循环经济理念，保证科学的指导行业发展。

（3）可操作性原则

导则应针对不同行业的特点，既能针对性的指出循环经济发展思路，又能全面反映行业发展实际情况，易于操作，有实际应用价值。

4 制订导则的依据和主要参考资料

（1）制订依据

①国务院办公厅《国务院关于加快发展循环经济的若干意见》（国发〔2005〕

22 号)。

②国务院办公厅《国务院关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》(国发〔2005〕21号)。

③国家环境保护总局办公厅《关于印发〈国家环保总局关于推进循环经济发展的指导意见〉的通知》(环发〔2005〕114号)。

(2) 主要参考资料

①解振华主编, 生态工业—理论与实践, 北京: 中国环境出版社, 2002

②邓南圣, 吴峰, 工业生态学—理论与应用, 北京: 化学工业出版社, 2002

③T.E. Graedel, B.R. Allenby 著, 施涵译, 产业生态学(第2版), 北京: 清华大学出版社, 2004

④中国城市发展报告(2002~2003) 商务印书馆, 2004

⑤中国城市环境可持续发展标准研究手册.中国环境科学出版社, 1999

⑥国家环境保护总局科技标准司编, 循环经济和生态工业规划汇编, 北京: 化学工业出版社, 2004

⑦创建“国家环境友好企业”实施方案(试行), 国家环境保护总局, 2003

5 编制导则的基本方法

(1) 导则的构建方法

我国盐化工行业发展循环经济的指导思想是: 坚持科学发展观, 继续加强和改善宏观调控, 控制总量, 优化结构, 合理布局, 降耗减污, 推动盐化工行业走新型工业化道路。按照“减量化、再使用、资源化”原则, 从三个方面开展工作: 一是在盐矿开采、原盐加工过程中不断推动技术进步, 改进工艺, 扩大规模, 进行资源综合利用, 降低物耗、能耗, 提高产品质量, 增加产品种类; 二是以市场为导向, 大力开发精细化工产品, 延伸产业链, 提高产品附加值; 三是通过加强国际合作, 积极利用两个市场, 两种资源, 以尽可能小的资源消耗和环境成本, 获得尽可能大的经济和社会效益, 提升国际竞争力。

盐化工行业发展循环经济主产业和延长产业链示意图如图4所示。

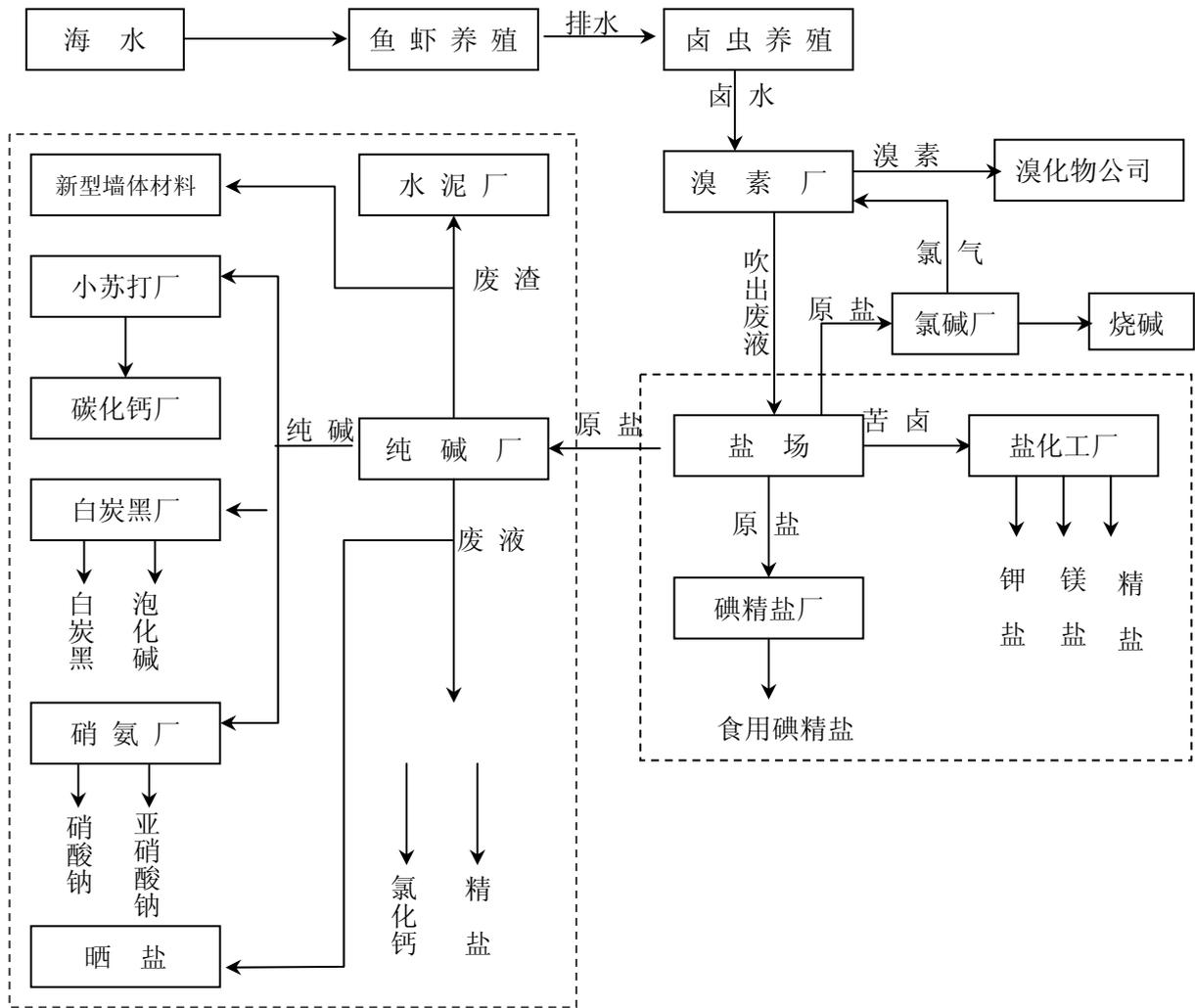


图4 盐化工行业循环经济的主产业链

(2) 导则项的确定方法

①物质集成

按照清洁生产的思路，从产品整个生命周期分析生产过程，采用新工艺、新技术，使生产流程朝着简单化、紧凑化、大型化和连续化的方向发展，尽量减少进入生产过程中的物质流量，从而减少废弃物的产生与排放，用较少的资源、原材料投入，最大限度可持续地利用各种可再生资源，采用资源利用效率最大化、工业废物利用升值化、“三废”产生最小化的措施，实现原（材）料集成。

②能量集成

运用以系统工程理论为指导、热力学分析为基础的能量集成技术，对行业/园区内现有生产过程系统的用能状况进行诊断，发现“瓶颈”问题；采用“能量集成策略”，并考虑过程的操作、控制、安全等因素，选择与确定过程系统节能降

耗改造方案；进行系统模拟、技术经济评价。推广先进的节能和环保技术，淘汰或改造资源浪费、污染严重的落后生产工艺和装备，实现“少投入、多产出、低污染、高效益、可持续发展”的战略目标，强化能源与环境管理。

③水集成

水的原位再生和梯级利用已成为现代水环境科学研究的重点领域，是实现水集成的有效方法。水梯级利用的核心指导思想是“全过程控制、分散和集中相结合”，水梯级利用技术主要包括厂域梯级利用技术和区域梯级利用技术，建立工序内部、厂内、厂际多级用水循环思想，提高水的循环利用率，采用先进工艺对循环水系统的排污水及其它排水进行有效处理，使工业废水资源化，实现工业废水“零”排放。

④信息集成

行业/园区循环经济的发展，需要大量的信息支持，必须建立完善的数据库和信息管理系统。有关信息包括：有害及无害废物的组成、废物的流向和废物的去向信息，相关生态链上产业（包括其辐射产业）的生产信息、市场发展信息、技术信息、法律法规信息、人才信息、相关工业生态其他领域的信息等。

⑤技术集成

从产品设计开始，按照产品生命周期的原则，依据生态设计的理念，引进和改进现有企业的生产工艺，应用高新技术、抗风险技术、废物使用和交换技术、信息技术、管理技术等，以满足生态工业的要求，建立最小化消耗资源、极少产生废物和污染物的高新技术系统。

技术集成既包括软技术，也包括硬技术，是软硬技术的集合。

（3）导则值的确定依据

①物质集成

产品集成

1) 氯产品

氯产品主要有无机氯产品和有机氯产品。我国的无机氯产品的耗氯量占据我国氯产品耗氯总量的 54%（包括盐酸和其他无机氯化物），其余 46%用于生产有机氯化物（包括聚氯乙烯、氯乙酸和氯丁橡胶等）。生产聚氯乙烯耗氯量约占氯总消耗量的 22%。大力推广使用塑料建材，建筑行业以塑代木、以塑代钢迅速发展，从而推动聚氯乙烯行业的发展。

2) 两碱

烧碱和纯碱都易溶于水，呈强碱性。这些性质使它们被广泛地用于制肥皂、纺织、印染、漂白、造纸、精制石油、冶金及其他化学工业等各部门中。

在印染、纺织工业中，也要用大量碱液去除棉纱、羊毛等上面的油脂。生产人造纤维也需要烧碱或纯碱。

精制石油也要用烧碱。为了除去石油馏分中的胶质，一般在石油馏分中加浓硫酸以使胶质成为酸渣而析出。经过酸洗后，石油里还含有酚、环烷酸等酸性杂质以及多余的硫酸，必须用烧碱溶液洗涤，再经水洗，才能得到精制的石油产品。

在造纸工业中，首先要用化学方法处理，将含有纤维素的原料（如木材）与化学药剂蒸煮制成纸浆。所谓碱法制浆就是用烧碱或纯碱溶液作为蒸煮液来除去原料中的木质素、碳水化合物和树脂等，并中和其中的有机酸，这样就把纤维素分离出来。

在冶金工业中，往往要把矿石中的有效成分转变成可溶性的钠盐，以便除去其中不溶性的杂质，因此，常需要加入纯碱（它又是助熔剂），有时也用烧碱。

在化学工业中，许多无机盐的生产，特别是制备一些钠盐（如硼砂、硅酸钠、磷酸钠、重铬酸钠、亚硫酸钠等等）都要用到烧碱或纯碱。合成染料、药物以及有机中间体等也要用到烧碱或纯碱。

3) 溴素

溴素是重要的化工原料，在石油化工、阻燃剂、灭火剂、制冷剂、感光材料、医药、农药和油田等行业有广泛用途。

我国溴系列阻燃剂目前有 30 多个品种，总生产能力为 1 万吨/年。产量最大的有十溴联苯醚、四溴双酚 A，八溴醚、六溴环十二烷、溴代环氧树脂等。年总耗溴量目前为 6000 吨左右。溴系阻燃剂由于其优异的阻燃性能，是部分高分子材料的专用助剂，是一个前景很好的阻燃品种，预计年增长率为 8% 以上。

加大溴的二次产品开发力度，无机溴产品及其他无机溴产品主要有氢溴酸、感光材料、制冷剂以及溴酸钠、溴酸钾等品种，全国有 40 多个生产企业，年总耗溴量在 25000 吨左右。其中发展前景最好的为溴化锂，国内目前生产溴化锂在 1.5 万吨/年左右，预计年增长率超过 10%、其他无机溴产品的年增长率预计为 3

%。

4) 氯化钙

氯化钙的用途很广，可用作建筑防冻快干剂，低温制冷剂、干燥剂、灭火剂及胶粘剂。钢铁工业用于烧结铁钙粉成球，冶金工业用于提取三氯化钨的浮选剂，生产钛白粉、分子筛、牙膏、海带胶、海藻胶等产品的原辅材料。在水泥行业在煅烧水泥中加入氯化钙添加剂，可使水泥熟料的燃烧温度降低至 1000~1100℃，比传统方法降低燃烧温度 400~500℃，可节约燃料 30%，烧成的熟料易于粉碎，还可提高水泥标号。

废物集成

1) 苦卤的集成

采用以高纯镁盐为主产品的苦卤综合利用工艺，该工艺是在室温、常压下，不需蒸发，通过两个过程即可将 98%以上的镁以高纯镁化合物和 98%以上的硫和钾以硫酸钾形态分别直接从苦卤中分离出来。突破点是直接从脱镁母液中以硫酸钾形式同时回收钾和硫。

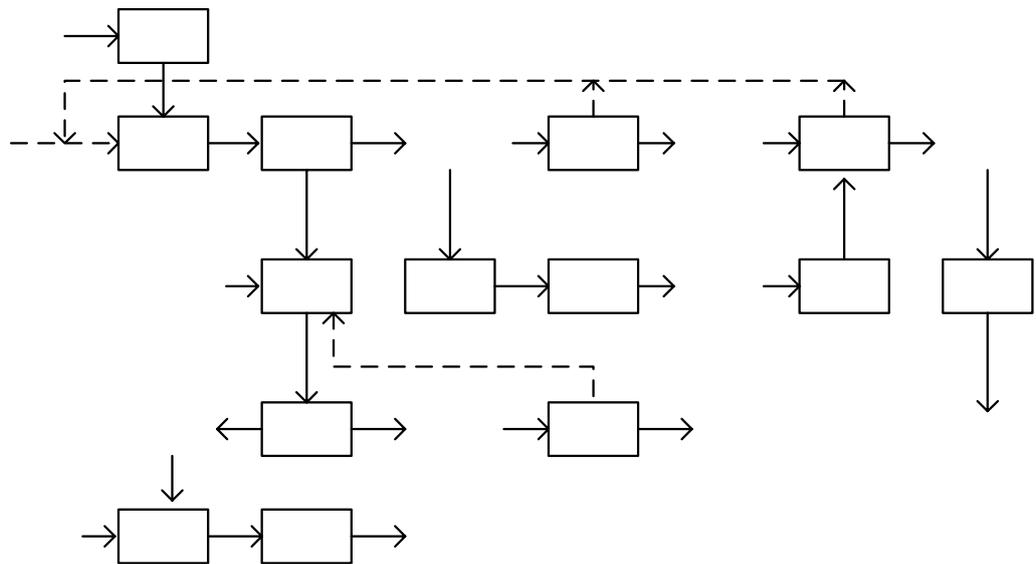


图 5 以高纯镁盐为主产品的苦卤综合利用工艺流程图

采用以化学肥料为主产品的苦卤综合利用工艺，该工艺简单，技术成熟，原料利用率高，镁、钾、硫的回收率都在 96%以上，工艺构成闭路循环，不构成二次污染，为盐田母液的根治提供了可行的新工艺。在苦卤综合利用领域居国际领先水平。从而从根本上解决了苦卤资源充分利用、保护原料资源和生态环境的难题。

2) 碱渣的集成

碱渣是纯碱生产过程中产生的副产物。根据国内外目前的现状，碱渣主要利用在以下几个方面：①建筑工程方面的应用，包括围海造地、回填、筑路、建筑材料等；②化工轻工行业，包括橡胶、塑料、造纸填料等；③农、牧业，可作为化肥、土壤改良剂、畜禽饲料添加剂；④环保工程，作为燃煤脱硫剂；⑤副产品开发，提取氯化钙等。

3) 盐泥的集成

在盐泥中通入 CO_2 气体，使其与盐泥中的氢氧化镁发生反应，生成可溶性碳酸氢镁进入液相，经固液分离，用蒸汽直接加热溶液，析出 MgCO_3 ，再进行固液分离，将精制的固体 MgCO_3 经 850°C 灼烧即可制得轻质氧化镁。轻质氧化镁可用于油漆工业、橡胶工业、造纸工业的填充剂，还可制镁砖、坩埚等优质耐火材料。

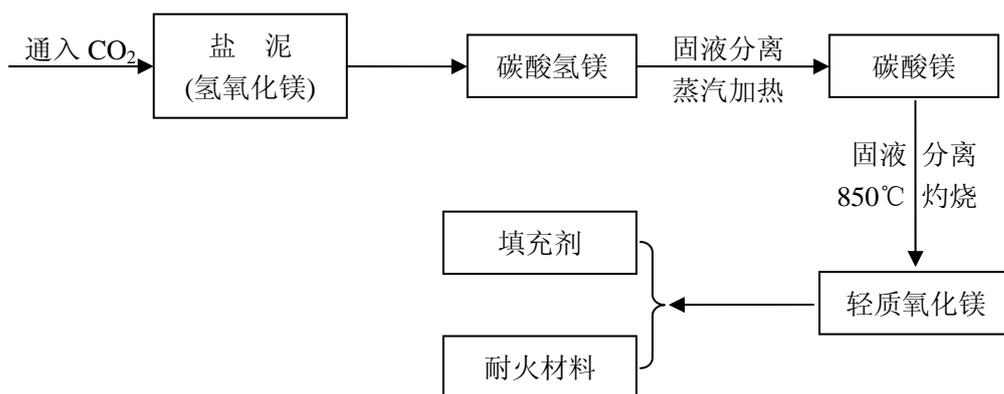


图6 盐泥的集成示意图

4) 氯气的集成

为保证电解法烧碱的安全运行，在电解槽与氯压机之间的湿氯气总管上增设一套事故氯气吸收（处理）装置，不论在各种异常和复杂的断电状况下，当系统压力超过规定指标外逸时，装置自动联锁瞬间启动，进入工作状态，装置内以液碱为吸收剂循环吸收，按规定及时更换新吸收剂，达到彻底处理事故氯气，消除氯气污染，清洁生产的目的。

②能量集成

进行盐化工行业的能量集成将从以下三个方面开展：一是减少能量消耗：节能技术、节能工艺，再生资源的使用；二是合理使用能源：避免能量数量上的损

耗，按质梯级用能，集中供热和供冷，过程优化用能结构；三是开发再生能源和清洁能源：太阳能，生物质能等。

1) 减少能量消耗

在企业内，要大力推行合理用能技术，其中包括燃烧的合理化；传热的合理化，设定合理的传热温差、从管理操作设备等进行措施改进、采用新型换热器；散热、泄漏热损失的防止，从保温材料的种类与厚度进行评价；热、动力转换的合理化；通用设备的节能；供电照明和空调节能。

余热回收利用是节约能源的一个重要方面。余热是指在各种热能转化和利用过程中，未被利用而排弃的能量。由于科学技术的发展和能量价格的上涨，过去认为在技术上无法回收或经济上不值得回收的这部分能量，现在重新予以回收利用，称为余热。余热的类型主要有高温排气余热、高温产品和炉渣余热、冷却介质余热、化学反应余热、可燃废物余热和废气、废水余热等。对于排出高温烟气的各种热设备，其余热应该由本设备或本系统加以利用；在余热余能无法回收用于加热本身，或用后仍有部分可回收时，应用来生产蒸汽或热水，以及产生动力等；根据余热的种类、排出情况、介质温度、数量和利用的可能性，进行企业内部综合热效率及经济可行性分析，决定设置余热回收设备的类型及规模；对必须回收余热的冷凝水，高低温液体，固态高温物体，可燃性和具有余压的气体、液体等的温度、数量和范围制定利用的具体管理标准。

2) 能源的梯级利用

能源的梯级利用包括按质用能和逐级多次利用两个方面。所谓按质用能就是尽可能不使用高质能源去做低质能源可完成的工作；在一定要用高温热源来加热时，也尽可能减少传热温差；在只有高温热源，又需要低温加热的场合下，则应用先用高温热源发电，再利用发电装置的低温余热取暖，如热电联产。逐级多次利用就是高质能源的能量不一定要在一个设备或过程中全部用完，因为在使用高质能源的过程中，能源的温度是逐级下降的（即能质下降），而每种设备在消耗能源时，总有一个最经济合理的使用温度范围。这样，当高质能源在一个装置中已降至经济适用范围以外时，即可转至另一个能够经济适用这种较低能质的装置中去使用，使总的能源利用率达到最高水平。

虽然能源梯级利用是针对发电和供热企业提出的，但可以广泛地扩展到制冷、深冷、化工、冶金等各种工业过程，必要时可用热泵来提高热源的品位

后再利用等措施。每个企业在生产过程中都需要外界提供能量，包括电能和不同级别的热能。采用企业用能各自分别供应的方式必将造成能量利用率低下，以及相应的污染排放增加。不同的企业对能量的等级要求是不一样的，可以根据各用能企业的能级需求的高低构成能量的梯级利用关系，高能级热源经上一级企业使用后降为低能级热源，供给需求低的企业使用。能量的梯级利用能够有效地满足各单位的用能需要，而不增加能源消耗，极大地提高能源利用率。对企业的余热进行集中回收用于低能级利用，如洗浴热水的供应等。

3) 集中供热

集中供热系统将采用先进的燃烧设备，引进先进的技术，提供多能源、多途径的能源综合利用方式。加强管理，采用新型保温材料，强化管网流量调节，最大程度避免热损失；在条件成熟时，可考虑发展热电冷联产，扩大供热用途及范围，在用热少的时间，发展溴化锂制冷，一方面利用热源制冷，另一方面则节省空调用电，达到节能节电双重效果，提高供热系统的总和经济效益。

③水集成

1) 海水集成——一水多用

盐化工的主要原料是海水资源或者是岩盐、芒硝等地矿资源。其中海水资源的“一水多用”在很大程度上解决了盐化工的用水问题。利用逐级蒸发、净化原理，使海水资源的使用上通过合理分布调节，实现“初级卤水养殖、中级卤水提溴、饱和卤水制盐”的良性循环。在各个缓解中产生的水可以应用到深层次的盐化工产品工序中。

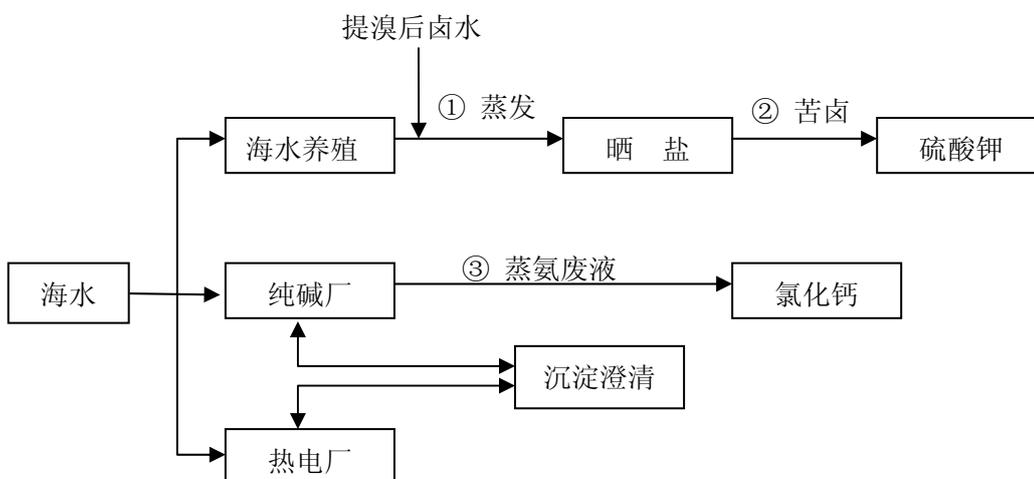


图 7 海水的“一水多用”示意图

由水产养殖后的海水送至盐场蒸发晒盐；制备原盐后形成的苦卤经复晒送至硫酸钾厂提取硫酸钾和氯化镁；纯碱厂生产中排出的蒸氨废液经复晒用于生产氯化钙。海水资源得到充分的利用。

单就纯碱厂来看，纯碱厂重碱车间的碳化冷却用水使用海水，这部分海水使用后直接排放，对水体会造成了一定程度的热污染，可以将这部分海水送往盐场滩田，提高地下卤水水位，增加卤水量。

2) 废水集成

收集的废水通过废水集水管进入配水槽进行初次沉降除砂，经油水分离器除油后流入调节池内，废水在调节池内进行充分混合发生酸碱中和反应，反应完全后进入隔板反应池进行絮凝反应，再进入两级斜管沉淀池，沉淀后的水经滤池过滤。如果废水含盐浓度低（未超标）时，则滤池出水不经脱盐处理直接进入清水池；如废水含盐浓度高，则滤池出水在经过电渗析除盐处理。处理后的淡水进入清水池由水泵送回车间循环，浓盐水进入盐水池，再经耐腐蚀泵送化盐工序回收利用，清水回收率可达 80% 以上。

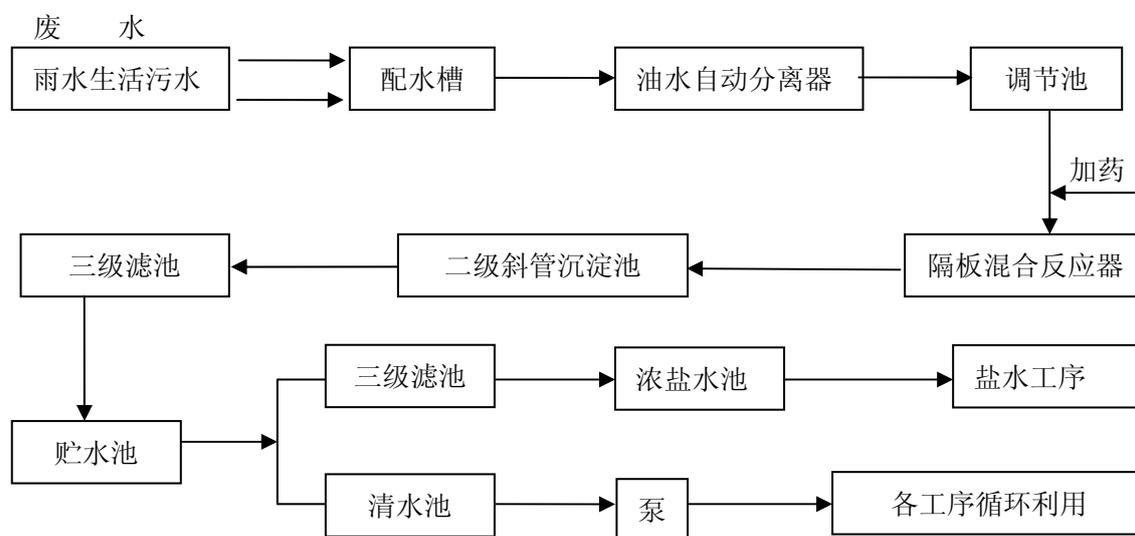


图 8 废水集成示意图

④信息集成

信息集成指的是利用先进的信息技术对区域内各种各样的信息进行系统整理，建立完善的信息数据库、计算机网络和电子商务系统，并进行有效的集成，充分发挥信息在区域内运行、管理和发展中的多种重要作用，以促进区域内建设

物质循环、能量有效利用，向成熟的循环经济系统迈进。

1) 信息的多样性

在盐化工行业循环经济的信息集成中，应包含以下信息：

供需信息，给出企业的输入输出情况，包括各企业的原料需求、副产品和废弃物清单、再生资源的品质和数量；

市场信息，市场对产品的需求，有关运输途径和规格等；

生产信息，企业生产装置的描述、重要的物质和工艺参数及物料的传递情况，物质的流动和能量的代谢过程；

管理信息，盐化工企业两个层次上的物料、财务、销售、生产和环境管理信息，以及根据企业中情况的调整和调度；

技术信息，盐化工企业在生产、改造和发展，和企业间物质和能量利用中所需要的技术服务，传统产业进行升级改造所需要的技术指导；

法律法规，企业所必须遵守的有关法律法规；

专家信息，专家或专家系统对行业发展和工业生态系统的完善提供的指导。

2) 信息交流过程

建立盐化工行业循环经济信息管理体制，协调各企业、各产业之间的资源交换和共享，完善信息网络系统，实现信息化，帮助企业适应整个循环经济体系中的某个或某些环节的突发事件，对物质、信息的流入、消耗和流出等提供支持性服务。

⑤技术集成

先进的科学技术是循环经济的核心竞争力。盐化工行业循环经济的支撑技术体系以下四类构成：替代技术、减量技术、再利用技术、资源化技术。

1) 替代技术

使用联碱法工艺来替代氨碱法工艺，提高资源利用效率，减轻生产和消费过程对环境的压力的技术。

联碱法与氨碱法的主要区别在于重碱过滤后母液的处理上。氨碱法将母液送往蒸馏塔回收其中的氨，而废液直接排弃。因此造成氯化钠的利用率低，同时产生大量废液污染环境。联碱法则是将一次母液中的氯化铵分离出来，剩余的二次母液再送入制碱系统循环利用。联碱法的过程中不产生大量废弃物，产品是纯碱和氯化铵。

2) 减量技术

氯乙烯单体是生产聚氯乙烯的主要原料,氯乙烯单体质量的好坏直接影响聚氯乙烯树脂的质量、生产成本和经济效益。

Partec 工艺采用直接氯化乙烯生产二氯乙烷,在二氯乙烷裂解生产氯乙烯过程中副产的氯化氢经氧化生成氯,再返回到直接氯化段使用,砍掉了氧氯化单元,节约了大量的工艺操作和维护费用,单体的生产成本从过去的 534.5 美元 / 吨降低到 421.9 美元/吨,降幅达 27%,是目前乙烯平衡氧氯化法工艺改造最成功的范例。

3) 再利用技术

延长原料或产品的使用周期,通过多次反复使用,来减少资源消耗的技术。重点开发液相水合法制低盐重质纯碱工艺研究,液相水合结晶研制自动控制技术,提高产品白度的技术,高盐母液综合利用成品粒度分级等技术的开发。在大型碱厂开发、实施液相水合法生产技术。

4) 资源化技术

以高纯镁盐为主产品的苦卤综合利用工艺,和以化学肥料为主产品的苦卤综合利用工艺,详见“苦卤集成”内容。

6 导则经济分析和实施的技术可行性分析

(1) 导则的技术经济可行性分析

本导则主要包括定性要求。定性要求是通过资料检索、专家咨询等方法确定的。

为使本导则具有较强的技术经济合理性,既不让盐化工企业高不可攀和望而生畏,又不让所有的企业能够达标,选择了盐化工为核心企业的山东海化集团为案例进行分析,对部分指标进行技术可行性分析。通过分析可见,实现这些指标在技术上难度不大。只要盐化工企业运行和管理到位,大部分可达到要求,故本导则的实施在经济技术上是可行的。

(2) 导则实施的可操作性分析

为使本导则实施具有较强的操作性,在制订过程中,通过召开行业专家研讨会、走访行业主管部门和专家、实地调研盐化工生产企业等形式,结合各行业的最新发展趋势和循环经济理论,认真分析和研究了行业发展特点,参照相关行业

发展要求，制定了盐化工行业发展循环经济水、固体废物综合利用指标要求如表 1 所示。

表 1 盐化工行业发展循环经济水、固体废物综合利用指标要求

序号	指 标	单 位	基本要求
1	万元 GDP 综合能耗	吨标煤/万元	<1.2
2	万元 GDP 新鲜水消耗	m ³ /万元	<100
3	工业水资源重复利用率	%	90
4	中水回用率	%	30
5	废物处理设施		完备
6	工业固体废弃物处置利用率	%	100
7	危险废物安全处置率	%	100

本导则旨在从国家长远整体利益和我国盐化工行业发展循环经济的需求出发，以加快发展行业循环经济，努力提高核心竞争力，追求生态环境和经济效益最佳化为目标，通过加大行业结构调整和技术改造力度，发展市场潜力大、比较优势强和对促进循环经济发展作用重大的补链和深加工产品和产业，积极推进清洁生产工艺和技术，提高节能、降耗、减污、废弃物综合利用效果等途径，构建结构合理、资源节约、生产高效、环境清洁的我国盐化工行业发展循环经济环境保护模式。

(3) 保障措施

①盐矿资源开发与管理

1) 积极支持盐矿资源开发，给予适当的政策倾斜

支持盐矿资源开发，一方面国家可采用投资、集资、财政专项补助，发行中长期债券、银行优惠贷款等形式筹措建设资金，另一方面要积极引导和支持东部较发达地区的资金、人才、技术等向西部地区转移，投入盐矿资源开发。国家应制定相应的政策，发挥各自的优势，在互利互惠的基础上，从经济利益着手，实现以企业为主体的经济合作。

2) 做好盐矿资源开发的地方立法工作

盐矿资源和其他自然资源是国家的宝贵财富。对资源的勘查、开发、利用、保护必须有完善和健全的法律、法规，做到严格按国家法律、法规办事，严防资源的损失、破坏和浪费，最大限度地发挥资源效益，同时保护好自然生态环境。在执行“矿产资源法”等法律法规的同时，尽快颁发《盐矿资源管理条例》地方

法规，使矿产资源开发健康有序地发展，彻底杜绝资源破坏和环境恶化等不良现象。

②建立完善的环境管理体系

从主要环境因素识别、能源管理、资源回收利用、相关方管理、环境监测、信息管理、紧急事故的预防与处理等方面入手，建立完善的环境管理体系，提高管理水平，最大限度的节约资源，减少环境污染。

③ 企业推行清洁生产

在生产、产品或提供服务全过程，企业对其中重点或优先环境、工序产生的污染进行定量监测，实行污染预防分析和评估，有的放矢的提出改进对策和方案，减少和防止污染物的产生，实现企业每部的物耗、能耗消减，提高资源回收利用率，为企业赢得经济效益。

④加强科技发展能力的建设

加强与建立国内外科研机构联系，建立起跨越地区的松散型科研联合体，依托国内科研机构，大力推进产学研结合，组织实施盐化工的科研项目。

⑤加强宣传教育，建立国际交流平台

提高企业和公众对发展盐化工循环经济意义的认识，增强各种生态意识，形成全社会支持盐化工行业发展循环经济的良好氛围。

积极通过产品推介，合作研究、联合开发等方式，大力开展国际环境科技和生态工业领域的交流合作，提高我国盐化工行业的技术水平。

7 导则的实施建议

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责组织实施。