

附件七：

清洁生产标准 氯碱行业（烧碱） 编制说明

（征求意见稿）

《清洁生产标准 氯碱行业（烧碱）》编制课题组

二 00 八年十月

目 次

1 概况	1
1.1 烧碱的产品特性.....	1
1.2 行业发展概况.....	1
1.3 生产烧碱的原料与工艺.....	2
1.4 烧碱污染物排放特征及治理情况.....	5
2 编制过程.....	8
3 标准适用范围.....	8
4 指导原则.....	8
5 标准制定的技术路线.....	9
6 制定本标准的依据和主要参考资料.....	10
6.1 标准的依据.....	10
6.2 参考文献.....	10
7 编制标准的基本方法.....	10
7.1 方法概述.....	10
7.2 本标准的使用目的.....	10
7.3 资源能源利用指标的确定.....	10
7.4 产品指标的确定.....	15
7.5 生产工艺与装备要求.....	15
7.6 污染物产生指标的确定.....	16
7.7 废物回收利用指标的确定.....	16
7.8 环境管理要求.....	16
7.9 检测与核算.....	16
8 标准实施的可行性.....	16
8.1 标准实施的技术可行性.....	16
8.2 标准实施的经济可行性.....	17
9 标准的实施.....	17

《清洁生产标准 氯碱工业（烧碱）》

编制说明

1 概况

1.1 烧碱的产品特性

烧碱化学名称是氢氧化钠，又称苛性碱，分子式： NaOH ，分子量为 39.997，是一种白色半透明状的结晶体。纯的无水氢氧化钠，潮解性极强，易溶于水，溶液呈强碱性，具有强烈的腐蚀性，常温下 30% 的烧碱为液体。它溶于乙醇、甘油；但不溶于乙醚、丙酮、液氨。与酸接触能发生剧烈反应，放出大量的热，能腐蚀金属，浸蚀某些塑料、橡胶、和涂料。

作为一种重要的基础化工原料，从形态上可分为液体烧碱（简称液碱）和固体烧碱（简称固碱）两种，而从氢氧化钠质量分数上又可分为 30% 液碱、32% 液碱、42% 液碱、45% 液碱、50% 液碱等和 72% 固碱、95% 固碱、96% 固碱、98 % 固碱、99% 固碱、99.5% 固碱等系列产品。

1.2 行业发展概况

氯碱工业是我国基础原材料工业，氯碱产品种类多，关联度大，其下游产品达到上千个品种，具有较高的经济延伸价值，它广泛应用于农业、石油化工、轻工、纺织、化学建材、电力、冶金、国防军工、建材、食品加工等国民经济各命脉部门，在我国经济发展中具有举足轻重的地位。据有关部门预测 1 万吨氯碱产品所带动的一次性经济产值在 10 亿元人民币以上。另外，氯产品也是我们生活饮用水处理、日用化学品的主要原料，与人民生活息息相关。由于氯碱工业所具有的特殊地位，所以自建国以来，我国一直将主要氯碱产品产量及经济指标作为我国国民经济统计和考核的重要指标。

近年来我国氯碱工业发展速度较快，烧碱在“十五”期间年增长速度达 15% 左右。2006 年全国烧碱总能力超过 1850 万吨，烧碱产量 1511 万吨，世界上排在首位。我国的烧碱生产方法有离子膜法和隔膜法。离子交换膜法制碱技术是 70 年代中期出现的清洁、节能的电解制碱技术，是生产高纯碱的主要方法，在世界上应用较为广泛。目前我国离子膜烧碱总能力超过 1000 万吨，占烧碱总产能的 50% 以上。近年来金属阳极、改性隔膜加小极距技术的应用使隔膜法制碱技术提高到了一个新的水平。从整体上看我国烧碱生产技术已达到和接近世界先进水平。

随着世界经济、中国经济不断的发展，以及下游产品消费结构不断改变。近几年中国烧碱产能增长幅度较快。2002~2006 年中国烧碱产量变化情况如下：

表 1 2002~2006 年中国烧碱产量变化表 单位：万吨

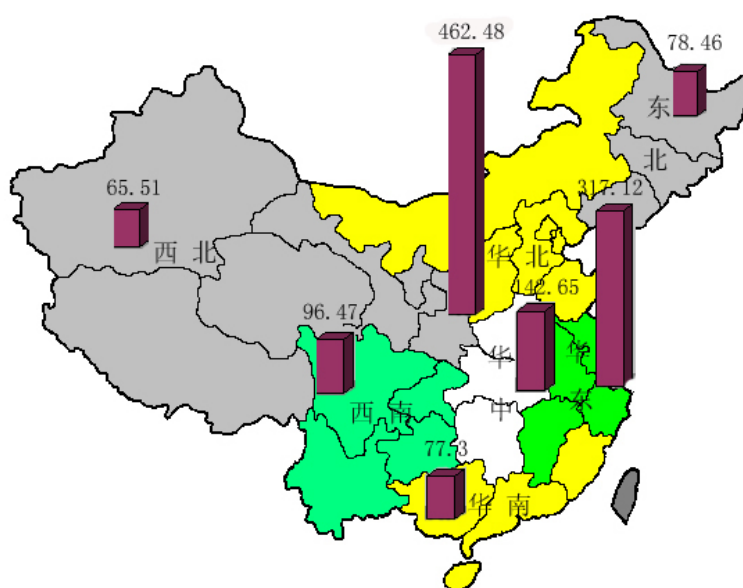
	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
产量（万吨）	823	939.9	1060	1240	1511

表 2 2006 年全国烧碱规模、工艺路线结构表

产品名称	规模（万吨/年）	产量（吨）	企业数	占离子膜法烧碱（或隔膜法烧碱） 总产量比例（%）
离子膜法烧	大型（≥20）	2161888.7	8	29.80

碱	中型（10~20）	1980502.8	18	27.31
	小型（<10）	3111315.8	59	42.89
隔膜法烧碱	大型（≥20）	681068.0	3	9.85
	中型（10~20）	1751719.4	13	25.33
	小型（<10）	4482367.6	108	64.82
合计	离子膜法烧碱、隔膜法烧碱分别占总烧碱产量的 51.19%、48.81%			

我国的烧碱生产企业共有 210 家左右，遍布在除西藏、海南的所有省份，从烧碱产能和产量看，国内烧碱的主产区在华北和华东地区。



2005 年中国各区域烧碱产量情况统计图

1.3 生产烧碱的原料与工艺

氯碱工业是电解食盐水溶液制取烧碱、氯气和氢气的工业生产，是重要的基础化学工业之一。因此，盐和电就是生产烧碱的原料。目前我国烧碱生产工艺主要有隔膜电解法、和离子膜法。

①隔膜法

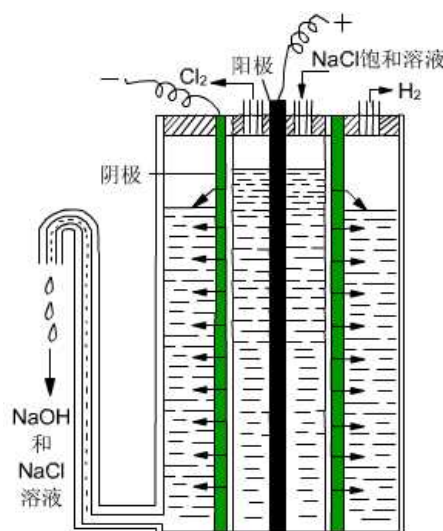
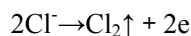


图 1 隔膜电解槽示意图

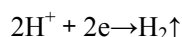
电解在立式隔膜电解槽中进行，如图所示。电解槽的阳极用涂有 $\text{TiO}_2\text{—RuO}_2$ 涂层的钛或石墨制成，阴极由铁丝网制成，网上附着一层石棉绒做隔膜，这层隔膜把电解槽分隔成阳极室和阴极室。将已除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质的精制食盐水从电解槽的上部加入，食盐水中进行如下电解反应：

在隔膜电解槽中，隔膜放在阳极和阴极之间，它能使食盐水通过，还能防止阳极和阴极产生的气体混合而发生副反应。电解时的槽电压一般为 $3.0\sim 3.8\text{V}$ 。

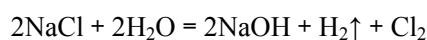
电解时，食盐水从阳极室加入，通过隔膜进入阴极，这时在阳极室发生下面的反应：



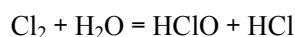
溶液中的 Cl^- 消耗后， Na^+ 随同食盐水进入阴极室。与此同时，阴极室里由水电离生成的氢离子发生如下反应：



溶液中的 H^+ 消耗后，水不断电离，在阴极积累大量的 OH^- 。 OH^- 跟阳极室透过来 H^+ 的形成 NaOH 溶液。因此电解食盐水的反应可写成：



上述是电解时的主反应，还会发生一些对生产不利的副反应。例如，当食盐水的浓度不高时，在阳极 Cl_2 将溶于盐水中，发生如下副反应：



另外，由于 OH^- 和 Cl^- 的放电电压比较接近，当食盐水的浓度不高时， Cl^- 的放电电压有所提高，将在阳极同时发生 OH^- 的放电。

电解后产生的氯气和氢气，冷却后，使带出的蒸气冷凝分离，就能作为产品，或者用作进一步加工的原料。电解后的电解液含氢氧化钠 $130\sim 145\text{kg/m}^3$ 、 $175\sim 210\text{kg/m}^3$ 、次氯酸钠 $0.05\sim 0.25\text{kg/m}^3$ 。通过蒸发浓缩，利用溶解度的差别，氯化钠以晶体析出，过滤后即得到液碱，或进一步蒸发而得到固碱产品。

②离子交换膜法

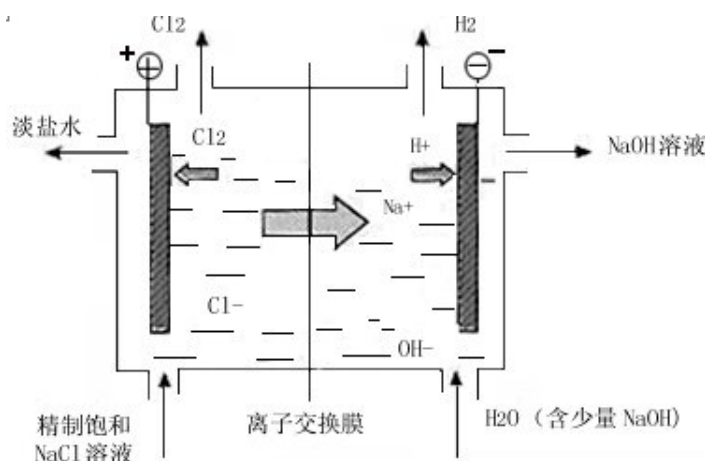


图 2 离子膜电解槽示意图

离子交换膜法是 20 世纪 70 年代新发展的方法。这种方法是用离子交换膜作隔膜，它允许 Na^+ 通过，但 Cl^- 和 OH^- 不能通过。因此，用这种方法生产的烧碱纯度很高，浓度也较大。但离子交换膜的使用寿命目前还不够长，这个问题一旦解决，它将可能成为最有发展前途的制碱方法。德国、日本等国已有一些氯碱工厂用离子交换膜法生产烧碱。

离子交换膜法电解食盐水的原理如图所示。在这种电解槽中，用阳离子交换膜把阳极室和阴极室隔开。阳离子交换膜跟石棉绒膜不同，它具有选择透过性。它只让 Na^+ 带着少量水分子透过，其它离子难以透过。电解时从电解槽的下部往阳极室注入经过严格精制的 NaCl 溶液，往阴极室注入水。在阳极室中 Cl^- 放电，生成 Cl_2 ，从电解槽顶部放出，同时 Na^+ 带着少量水分子透过阳离子交换膜流向阴极室。在阴极室中 H^+ 放电，生成 H_2 ，也从电解槽顶部放出。但是剩余的 OH^- 由于受阳离子交换膜的阻隔，不能移向阳极室，这样就在阴极室里逐渐富集，形成了 NaOH 溶液。

随着电解的进行，不断往阳极室里注入精制食盐水，以补充 NaCl 的消耗；不断往阴极室里注入水，以补充水的消耗和调节产品 NaOH 的浓度。所得的碱液从阴极室上部导出。因为阳离子交换膜能阻止 Cl^- 通过，所以阴极室生成的 NaOH 溶液中含 NaCl 杂质很少。用这种方法制得的产品比用隔膜法电解生产的产品浓度大，纯度高，而且能耗也低，所以它是目前最先进的生产氯碱的工艺。

1.4 烧碱污染物排放特征及治理情况

1.4.1 隔膜法烧碱生产排污分析

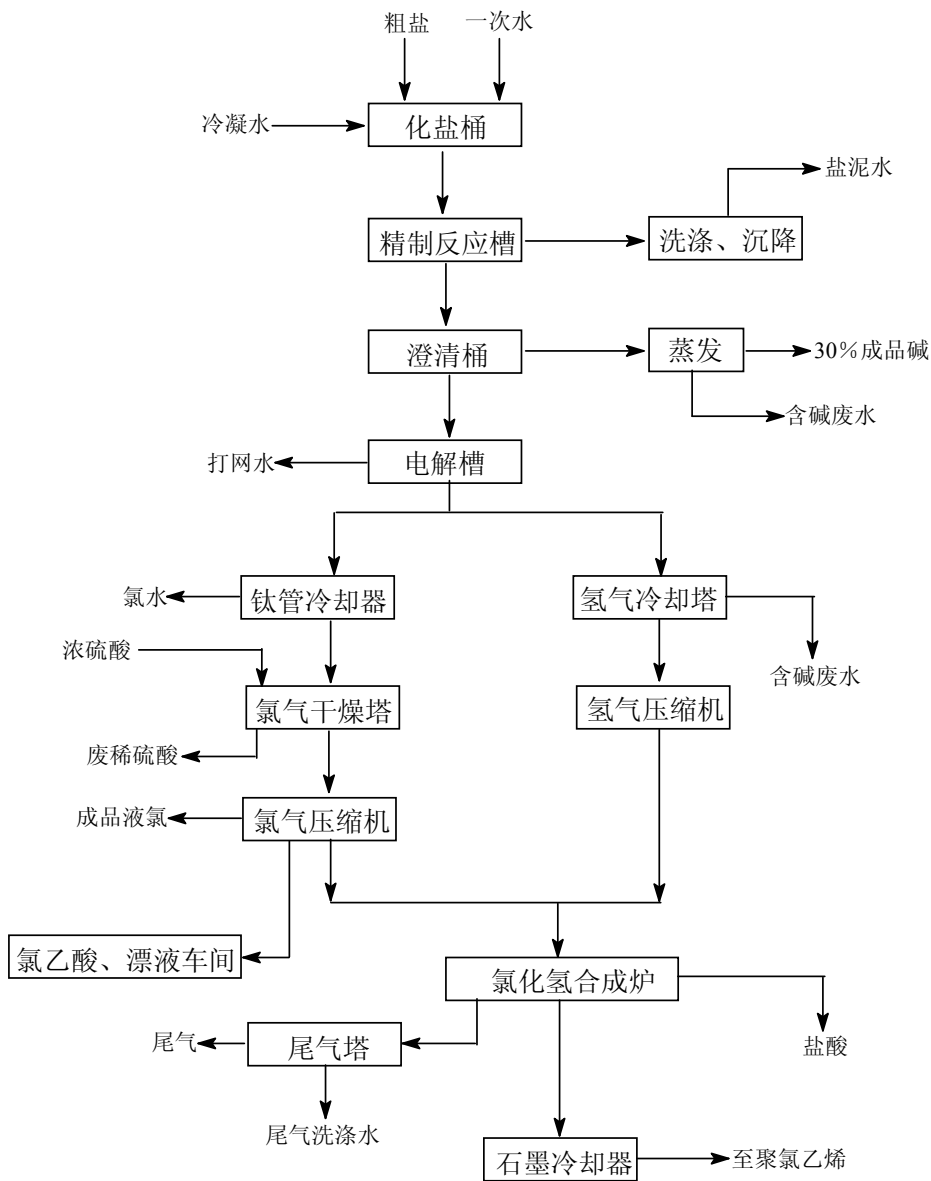


图 3 隔膜法烧碱生产三废产生流程图

(1) 盐水精制

原盐送至化盐桶，用蒸发工段过来的冷凝水及一次水进行化盐，饱和粗盐水在反应槽加精制剂与钙镁等杂质反应再至澄清桶将杂质除去。澄清桶出来的盐泥经过洗涤沉降后外排，精制后的盐水送至电解工序。盐泥未经压滤，部分盐泥水外排。

(2) 电解

电解产生的氯气和氢气送至氯、氢处理工序，电解液送蒸发工序浓缩，最终生成 30% 的成品液碱，由蒸发工序采集的盐经溶化后送回化盐工序。蒸发喷射泵产生的碱性废水外排。开停车及事故氯气入漂液车间生产漂液；同时在清洗隔膜电解槽时产生间歇废水—打网水外排。

(3) 氢、氯处理

电解来的氯气经过二次钛冷却器和经过泡沫干燥塔浓硫酸干燥后大部分送氯化氢、盐酸工段，余氯送液氯和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 漂液阶段，干燥后的废硫酸流入废酸贮槽。I、II 段钛冷却器出来的氯水（ $1\text{m}^3/\text{h}$ ）入循环水系统消毒，电解的湿氢气喷淋冷却后送氯化氢盐酸工段。喷淋冷却水入三次水池重复利用。净化后的氯气和氢气在合成炉内燃烧生成氯，部分吸收后生成 30% 的盐酸，氯化氢合成炉尾气洗涤酸性废水外排，部分送聚氯乙烯工段。合成炉尾气排空。另有部分空压机及泵冷却水、实验室及各工序生活废水外排。

1.4.2 离子膜法烧碱生产排污分析

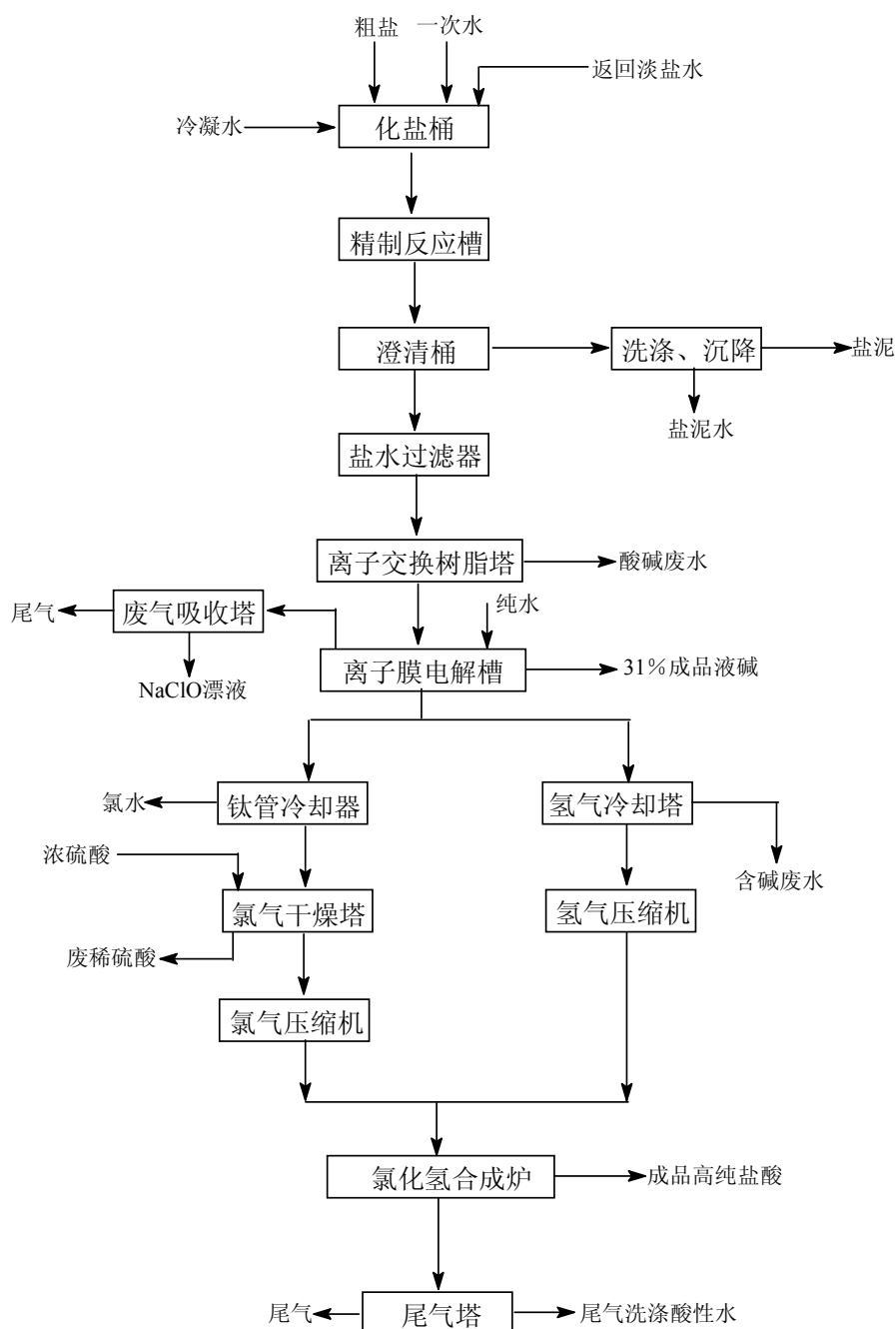


图 4 离子膜法烧碱生产三废产生流程图

(1) 盐水精制

原盐送至化盐桶，用电解槽返回淡盐水加上一级水进行化盐，饱和粗盐水在反应槽加精制剂与钙镁等杂质反应再至澄清桶将杂质沉淀除去后，经过盐水过滤器送离子交换树脂塔进行再精制。澄清桶出来的盐泥经过三层盐泥洗涤桶洗涤后盐泥经自然沉降外排，洗涤水循环化盐。由于盐泥未经压缩，大部分盐泥水外排。

经过离子交换树脂塔精制后的盐水，Ca-Mg 的含量将至 20ppb 以下，合格的精制盐水送至电解工序。离子交换树脂再生过程中排放一定量的含酸、含碱废水，约为 $0.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

(2) 电解

电解工序中加入 1.25t/h 的纯水，电解产生的氯气、氢气送至氯、氢处理工序，淡盐水循环用于电解槽，碱液冷却后送成品碱贮槽做成品（31%成品烧碱）。

淡盐水加盐酸后再经脱氯塔用空气吹除脱氯，后又经 Na_2SO_3 还原处理，使淡盐水中含氯量降低到规定浓度返回盐水系统，脱氯气体入 NaClO 漂液工段。

事故及开停车氯气入废气吸收塔被 NaOH 碱液吸收，尾气外排。

(3) 氢、氯处理

电解来的氯气经过二次钛冷却器与循环水 7°C 冷水间接换热后，再经扑沫器进入泡沫干燥塔与塔顶下来的硫酸逆流接触，干燥氯气经压缩机大部分送氯化氢盐酸工段、液氯工段，液氯尾气及脱氯气送次氯酸钠工序。干燥后的废硫酸自流入废酸贮槽供用户利用。I、II 段钛冷却器出来的氯水 ($0.6\text{m}^3/\text{h}$) 入循环水系统消毒。电解来的湿氢气经喷淋冷却后，经氢气压缩机送至氯化氢、盐酸工段，喷淋冷却水外排。

净化后的氯气和氢气在合成炉内燃烧生产氯化氢，经冷却、吸收后生成 30% 的试剂盐酸，尾气洗涤酸性废水外排。

烧碱加水配成 16% 稀碱液，分别贮存在成品循环槽和循环槽内。成品循环槽内的碱液用成品循环泵送入吸收塔顶部与电解来的氯气在塔内反应、冷却，待成品循环槽内溶液 NaClO 转化率达到 8~10% 时，由成品循环泵送至成品贮槽，按漂液出售。

吸收塔顶部的尾气进入尾气吸收塔底部与循环泵送来的碱液再一次吸收，使排空废气含氯达标排放。

另有部分水封用水及泵冷却水、实验室及各工序生活废水外排。

我国烧碱生产工艺主要有离子膜法，金属阳极隔膜法，石墨阳极隔膜法、水银法等工艺，其中水银法石墨阳极隔膜法由于对环境污染比较大，在我国发布的《产业结构调整》（2005 年本）中被称为淘汰类，此两项工艺在氯碱行业中基本淘汰掉，目前我国烧碱生产主要有离子膜法和金属阳极隔膜法工艺路线。

烧碱生产中产生的污染物主要有：

- 水银电解：汞污染（现已淘汰）
- 石墨阳极电解槽：铅、沥青、炭板粉尘、石棉绒（现已淘汰）
- 金属阳极隔膜电解槽：石棉绒（现存在）
- 烧碱生产盐水制备（金属阳极工艺、离子膜工艺）：盐泥（现存在）。

盐泥是氯碱行业原盐精制过程中产生的废弃物。不同地区原盐产生盐泥量不同，一般用海盐每生产 1t 烧碱要产生盐泥 30kg，岩盐和湖盐每生产 1t 烧碱产生盐泥 50~60kg。2006 年全国烧碱总产量 1511 万 t，产生盐泥 60 万 t。

盐泥主要成分硫酸钡占 35%~45%，钙镁碳酸盐占 25%，氯化钠占 2%~2.5%，其它是

水分和泥土。

现有不少氯碱企业回收盐泥中的硫酸钡，并获得了很好的经济效益和环境效益，有条件的厂家都可借鉴。

其次是从盐泥中回收轻质氧化镁和氯化钙。盐泥中的钙镁盐都以碳酸钙和碳酸镁的形式存在，约占盐泥的占 25%。采用烧碱酸解的方法可以将盐泥中的钙镁盐溶解性沉淀从盐泥中分离出来。此项技术已经在部分氯碱企业中采纳，得到了合格产品，为氯碱企业开创了一条治理盐泥的新路。

尽可能少产盐泥乃是减轻污染发展方向，如今后应鼓励发展精制盐，尽量减轻末端治理。

在金属阳极生产工艺中，石棉绒配制过程排放废水中含有石棉绒等污染悬浮物，现氯碱行业在废石棉绒治理上，一方面采用水洗、酸洗、真空吸滤、烘干等回收石棉绒，一方面通过改进生产工艺降低石棉绒的污染，如大力推进改性隔膜，开发无石棉绒隔膜，推广离子膜电解工艺等。

烧碱生产中其它工业废水主要通过污水处理厂集中处理。采用活性污泥法和接触氧化处理工艺，二级沉淀、二级生化处理，处理出水能够达到国家二级排放标准。

2 编制过程

根据环境保护部（原国家环境保护总局）环办[1999]127 号“关于下达 2000 年度国家环境保护标准制（修）订项目计划的通知”及其项目计划表的相关要求，受中国环境科学研究院清洁生产与循环经济研究中心的委托，中国石油和化学工业协会于 2006 年承担了该标准的编制工作。与中国氯碱工业协会成立了编制起草小组，2006 年下半年，在进行了收资调研工作的基础，首先起草形成了本标准草案的《初稿》。

3 标准适用范围

本标准作为清洁生产标准，主要体现的是污染防治思想及资源节约与环境保护的基本要求，基本覆盖烧碱行业从原材料的选取到生产过程和产品的处理处置各个环节。此标准为推荐性标准，短期内并不强制要求有关企业必须达到，适用于采用隔膜法和离子膜法生产固碱、液碱的烧碱企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度。

4 指导原则

制订清洁生产标准的基本原则是：

“清洁生产标准”要符合产品生命周期分析理论的要求，能够体现全过程污染防治思想，并覆盖从原材料的选取到生产过程和产品的处理处置的各个环节。

具体原则如下：

- 符合清洁生产思路，即体现全过程的污染防治；
- 针对典型工艺设定清洁生产标准，该典型工艺应能基本反映企业的总体生产状况，从而避免针对某一单项技术建立标准；
- 依据适用范围确定各个指标的基准值分级；
- 基准值设定时应考虑国内外的现有技术水准和管理水平，考虑其相对性，并要有一定的激励作用；
- 对难以量化的指标，不宜设定基准值，但应给出明确的限定或说明。
- 力求实用和可操作，尽量选氯碱行业 and 环境保护部门常用的指标，以易于企业和审核人

员的理解和掌握。

根据前述适用范围的要求，拟将各项指标分为三级：

- 一级指标：

达到国际上同行业清洁生产先进水平。此项指标主要作为清洁生产审核时的参考，以通过比较发现差距，从而寻找清洁生产机会。国际先进指标采用公开报道的国际先进水平。

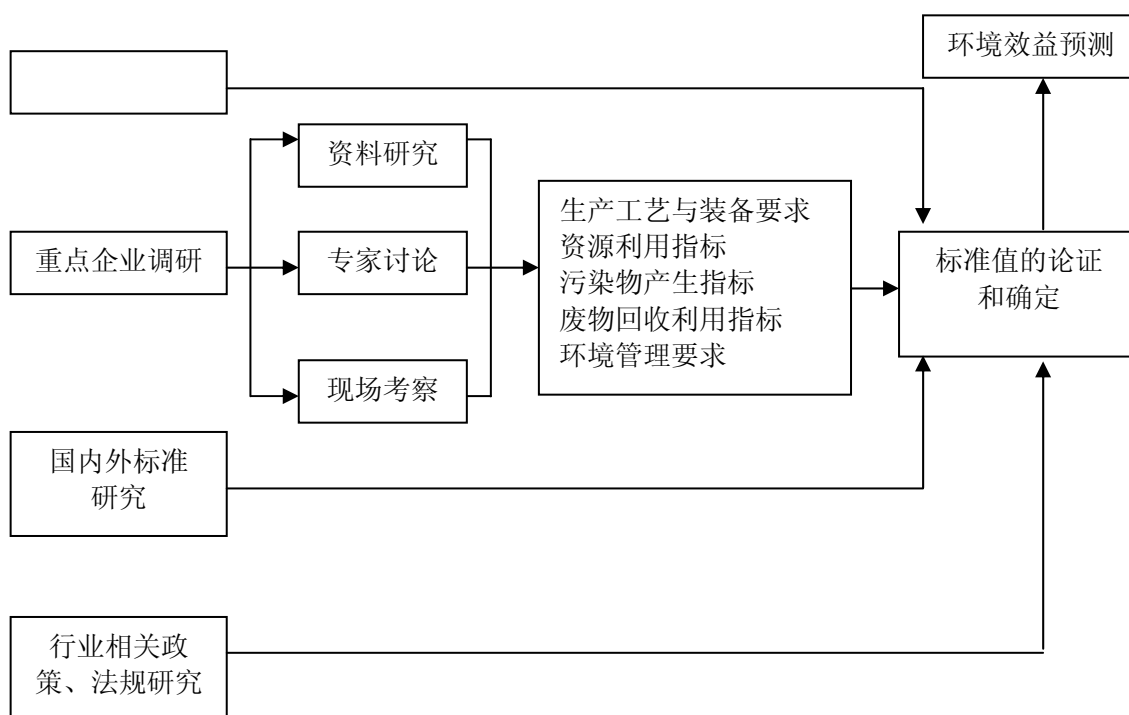
- 二级要求：

达到国内同行业先进水平。国内先进指标采用公开报道的国内先进水平，并参考有关的统计数据。

- 三级要求：

达到国内一般清洁生产水平，即基本要求。清洁生产指标根据我国氯碱行业实际情况及其有关的统计数据、按清洁生产对生产全过程采取污染预防措施要求所应达到的水平指标、结合前期清洁生产审核活动的成果综合形成。

5 标准制定的技术路线



6 制定本标准的依据和主要参考资料

6.1 标准的依据

国家环境保护总局环办[1999]127号“关于下达2000年度国家环境保护标准制(修)订项目计划的通知”及其项目计划表。

6.2 参考文献

- (1) 部分烧碱企业的可行性研究报告、环境影响评价报告和清洁生产审核报告
- (2) 第一次全国污染源普查产排污系数核算工作——烧碱产排污系数使用手册
- (3) 崔英德. 实用化工工艺[M]. 北京: 化学工业出版社.
- (4) 刘自珍.降低烧碱盐耗,优化盐资源配置[J].氯碱工业, 2005, (6): 1-4.
- (5) 程殿彬.国内烧碱成本比国外烧碱成本高的原因及缩小差距应采取的措施[J].氯碱工业,2003,(1):1-10.

7 编制标准的基本方法

7.1 方法概述

烧碱行业清洁生产标准的制订在国内乃至国际尚属首次,因此没有现成的标准或要求可借鉴。此次标准的制订严格按照清洁生产的定义,立足企业,用生命周期分析的方法进行分析,最终确定从五个方面提出本标准的指标,即:资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标(末端处理前)、资源综合利用指标和环境管理要求。

7.2 本标准的使用目的

本标准主要是为指导和推进我国烧碱行业实施清洁生产,本标准的制订可作为烧碱行业在生产过程中,或进行清洁生产审核时分析污染状况以及对所使用的工艺和技术评估的主要依据。指导企业分析污染物产生的原因,找出物料流失的环节,从而制定切实可行的清洁生产措施,选择清洁生产技术与装备,使烧碱行业的发展与环境保护相协调,从而使其达到可持续发展的要求。

7.3 资源能源利用指标的确定

资源能源利用指标主要考虑原料在企业生产过程中是否得到充分利用,因此选择了原盐消耗、新鲜水消耗和单位产品综合能耗3项指标,这些指标最能体现一个企业的资源、能源利用水平,而且监测常规化,每一家企业都容易接受并可以自行监测。

为使本标准起到促进企业技术进步的目的,在确定三个级别的指标值时,即考虑了离子膜法、隔膜法烧碱两种生产工艺技术,依据国家标准《GB 209—2006 工业用氢氧化钠》规定的液碱、固碱的不同产品规格(浓度),以及装置的运转周期等差异,又便于实施、考核具有可操作性,在充分调研、科学分析归纳的基础上确定了各项指标。

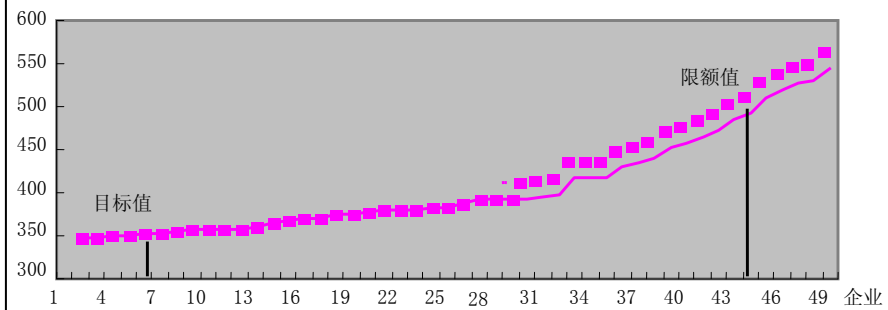
首先,经起草小组讨论研究,以烧碱年产量10万吨以上企业的吨碱各项消耗和排放指标值作为标准的指标,完成能耗标准的草稿。第二步,再发函给150多家烧碱企业,要求按统一方法核算本企业各项消耗和排放指标值,征求企业对能耗标准(草稿)的意见。在对反馈报表的数据逐一审核中,发现漏报自用碱率、碱损失率是主要问题。为统一核算口径,我们对漏报两率的,按行业的平均数据(详见表1)重新核算了企业的综合能耗数据。最后,通过分析归纳和专家讨论,以50%的烧碱装置达到三级标准,30%的装置达到二级标准,

10 %的装置通过改造达到一级标准，而到2011年以80 %的烧碱装置达到三级标准，50 %的装置达到二级标准，30 %的装置通过改造达到一级标准，确定烧碱清洁生产标准的各项指标。

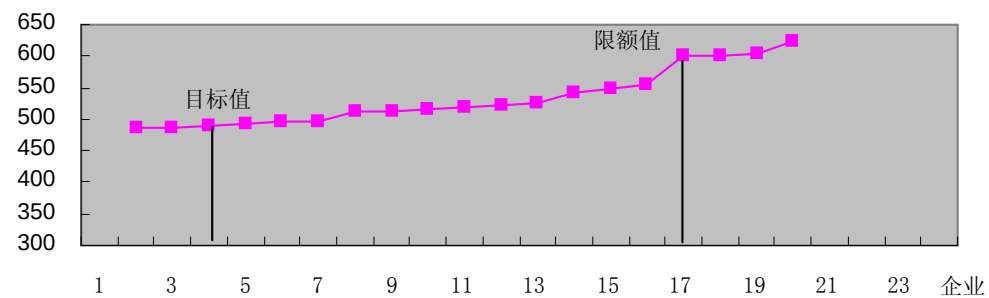
表1 自用碱率、碱损失率

产 品 规 格		≥30 %	≥45 %	≥98.5 %
离子膜法	自用碱率	2 %	2 %	2 %
	碱损失率	0	0.8 %	3 %
产 品 规 格		≥30 %	≥42 %	≥96 %
隔膜法	自用碱率	2 %	2 %	2 %
	碱损失率	2 %	3 %	4 %

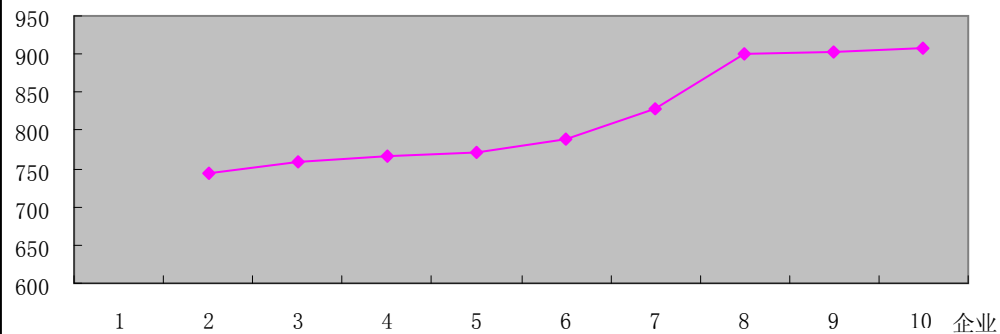
≥30.0%离子膜法液碱综合能耗限额和目标值 单位: kgce/t



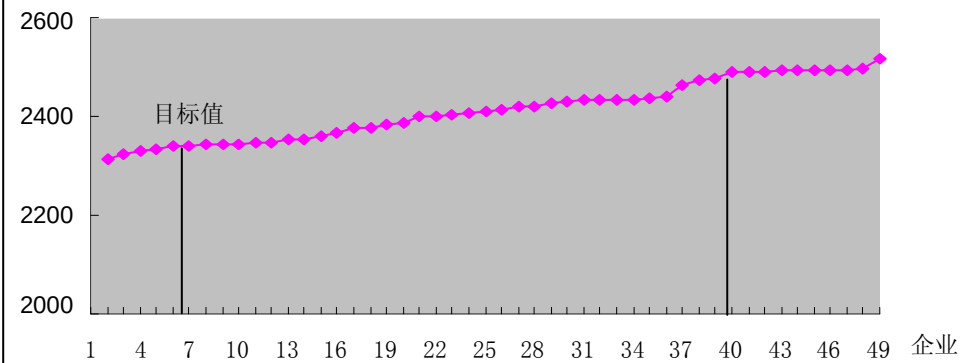
≥45.0%离子膜法液碱综合能耗限额和目标值 单位: kgce/t

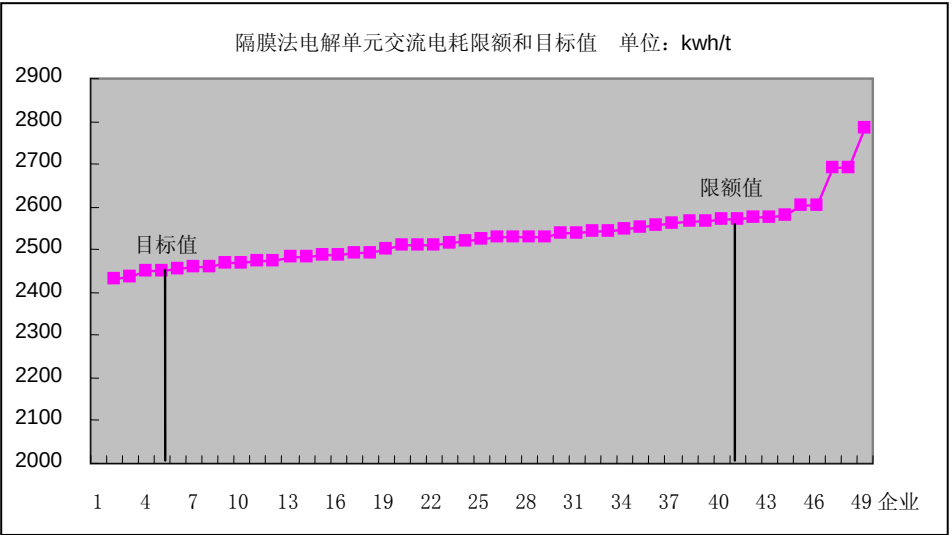
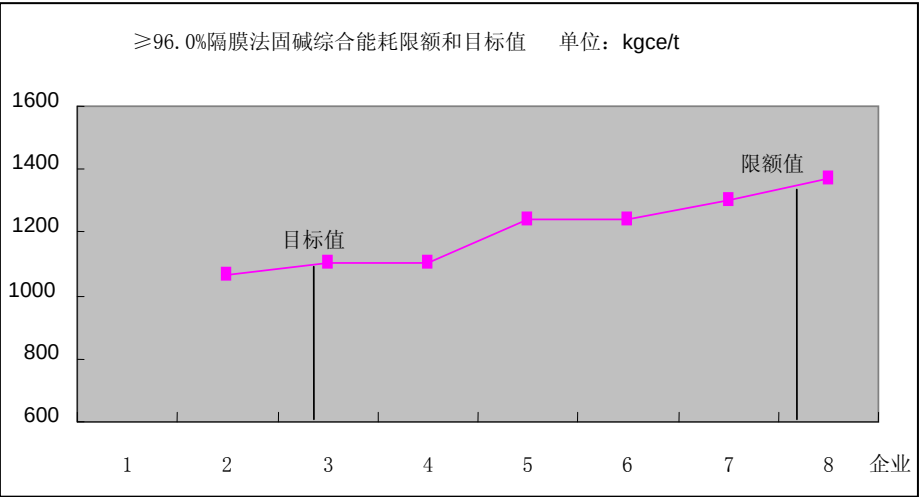
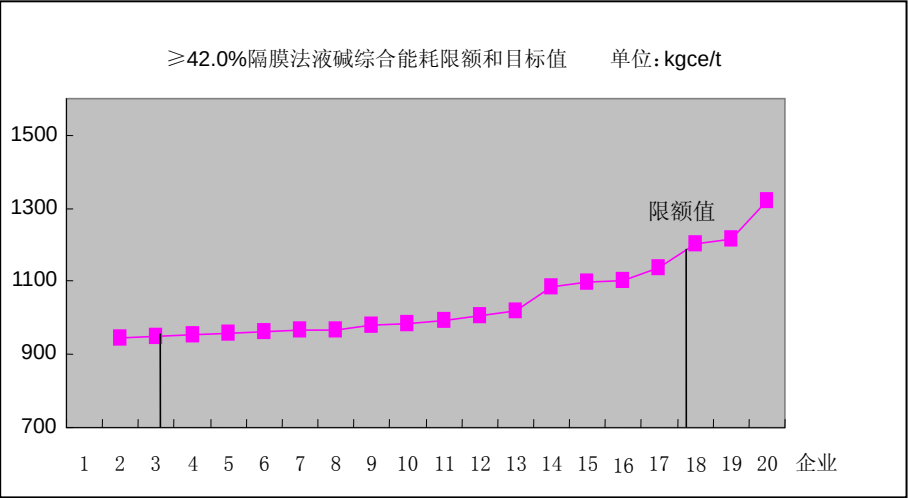
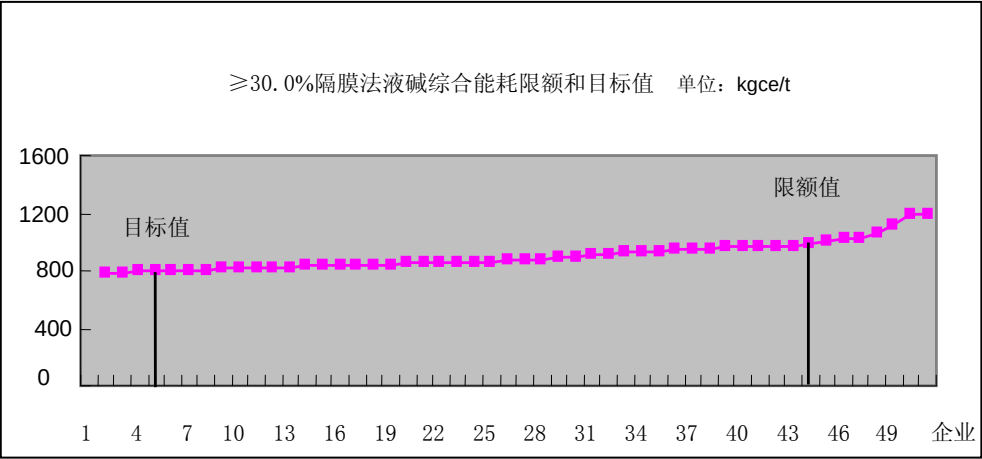


≥98.5%离子膜法固碱综合能耗限额和目标值 单位: kgce/t



离子膜电解单元交流电耗限额和目标值 单位: Kwh/t





目前已经发布的烧碱单位产品能耗限额标准对现有企业及新建企业烧碱单位产品综合能耗进行了限定（见表 2 和表 3）。现有烧碱装置单位产品能耗反应了目前国内烧碱企业能源利用一般水平，而新建装置单位产品能耗限额反应了目前国内烧碱企业能源利用先进水平或国际先进水平。因此根据《烧碱单位产品能耗限额标准》对《烧碱清洁生产标准》中综合能耗指标进行限定和量化，以新建烧碱装置单位产品能耗限额作为国际先进水平，现有企业烧碱装置单位产品能耗限额作为国内一般水平，以烧碱装置单位产品能耗中间值作为国内清洁生产先进水平。见表 4。

表2 现有烧碱装置单位产品能耗限额

产 品 规 格 质量分数（ % ）	综 合 能 耗 限 额 kgce/t	电 解 单 元 交 流 电 耗 限 额 kWh/t
离 子 膜 法 液 碱 ≥ 30.0	≤ 500	≤ 2490
离 子 膜 法 液 碱 ≥ 45.0	≤ 600	
离 子 膜 法 固 碱 ≥ 98.0	≤ 900	
隔 膜 法 液 碱 ≥ 30.0	≤ 980	≤ 2570
隔 膜 法 液 碱 ≥ 42.0	≤ 1200	
隔 膜 法 固 碱 ≥ 95.0	≤ 1350	
注：表中隔膜法烧碱电解单元交流电耗限额值，是指金属阳极隔膜电解槽电流密度在为 1700 A/m ² 的执行标准。并规定电流密度每增减 100 A/m ² ，烧碱电解单元单位产品交流电耗增减 44kWh/t。		

表3 新建烧碱装置单位产品能耗限额准入值

产品规格 质量分数（%）	综合能耗准入值 kgce/t			电解单元交流电耗准入值 kWh/t		
	≤12个月	≤24个月	≤36个月	≤12个月	≤24个月	≤36个月
离子膜法液碱≥30.0	≤350	≤360	≤370	≤2340	≤2390	≤2450
离子膜法液碱≥45.0	≤490	≤510	≤530			
离子膜法固碱≥98.0	≤750	≤780	≤810			
隔膜法液碱≥30.0	≤800			≤2450		
隔膜法液碱≥42.0	≤950					
隔膜法固碱≥95.0	≤1100					
注 1：表中离子膜法烧碱综合能耗和电解单元交流电耗准入值按表中数值分阶段考核，新装置投产超过 36 个月，继续执行 36 个月的准入值。						
注 2：表中隔膜法烧碱电解单元交流电耗准入值，是指金属阳极隔膜电解槽电流密度在为 1700 A/m ² 的执行标准。并规定电流密度每增减 100 A/m ² ，烧碱电解单元单位产品交流电耗减增 44kWh/t。						

表4 单位产品综合能耗限定值

清洁生产指标等级	一级	二级	三级
单位产品综合能耗（kg 标煤/t 烧碱）			
离子膜法液碱 ≥ 30.0	≤ 370	≤ 450	≤ 500
离子膜法液碱 ≥ 45.0	≤ 530	≤ 570	≤ 600
离子膜法固碱 ≥ 98.0	≤ 810	≤ 860	≤ 900
隔膜法液碱 ≥ 30.0	≤ 800	≤ 900	≤ 980
隔膜法液碱 ≥ 42.0	≤ 950	≤ 1050	≤ 1200
隔膜法固碱 ≥ 95.0	≤ 1100	≤ 1200	≤ 1350

氯碱生产中原盐消费用占生产成本的 20%~30%，是仅次于能源的主要费用。为了降低生产成本、节省运输费用，氯碱厂的厂址多选在原盐资源的附近。

国外生产 1 吨离子膜烧碱耗盐量一般为 1.5 吨以下，而国内一般为 1.55~1.60 吨，有些厂甚至高达 1.76 吨，与国外相差约 50 千克，至少影响烧碱生产成本 11 元/吨。

2000 年我国烧碱的原盐消耗，隔膜法平均为 1648.8 千克/吨，离子膜法平均为 1548.9 千克/吨，两者相差 99.9 千克/吨，原盐成本相差 22 元/吨。

7.4 产品指标的确定

按离子膜烧碱浓度进行分类，产品中有 $\geq 30.0\%$ 、 $\geq 45.0\%$ 、 $\geq 98.0\%$ 、 $\geq 98.5\%$ 、 $\geq 99.0\%$ 等多个品种，按隔膜烧碱浓度进行分类，产品中有 $\geq 30.0\%$ 、 $\geq 42\%$ 、 $\geq 95.0\%$ 、 $\geq 96.0\%$ 等多个品种。目前企业不同浓度烧碱产品的一等品率已经达到较高水平，产品如果一等品率较低，其原材料利用率、资源能源消耗量、废弃物产生量等指标将会不符合清洁生产的要求，因此根据烧碱质量标准以“烧碱的一等品率”作为产品指标的考核指标。

7.5 生产工艺与装备要求

电解槽是烧碱生产的关键设备，同时也是消耗电能的主要设备。自 1986 年第一套 1 万吨/年离子膜法烧碱引进装置投产，历经二十年发展，2006 年装置规模突破 1000 万吨。国产化的 4 万吨/年离子膜电解槽于 1993 年成功投入运行，2006 年产能已达到 434 万吨，超过离子膜碱生产能力的 40%；其余 60%的引进装置，基本包括了当今世界上主要公司的技术与装备，因此国内离子膜法烧碱生产能耗水平已经与国外水平相当。与此同时，离子膜电解槽的技术性能逐步提高，72 小时运行考核直流电耗保证值从 2270KWH 降至 2135KWH，节电效果显著。隔膜法金属阳极电解槽的节能改造技术（采用扩张阳极、改性隔膜及活性阴极）的成熟与推广，不仅能提高生产负荷 20%，也能使吨碱电耗降低 100KWH—140KWH。

蒸汽消耗在烧碱生产能耗中仅次于电耗。近几年烧碱增产以离子膜碱为主，一般将 30%碱液蒸发到 45%的成品碱，除采用传统的二效顺流或逆流蒸发工艺外，还引进了板式蒸发器、降膜蒸发器等新型蒸发设备，不断降低汽耗，目前 45%液碱吨碱汽耗约为 0.70-0.75 吨，30%液碱吨碱汽耗行业平均约为 0.40 吨。隔膜碱的蒸发，大多数企业采用三效顺流部分强制循环工艺，通过优化操作参数，采用高效的推杆式离心机取代刮刀式离心机，提高结晶盐的分离效率，不断降低汽耗，目前 30%液碱吨碱汽耗行业平均为 3.38 吨。国外烧碱蒸

发普遍采用三效或四效逆流强制循环蒸发技术，50%液碱的吨碱汽耗仅为 2.60 吨。与国外相比，我国隔膜碱生产在汽耗方面仍存在较大的差距。

7.6 污染物产生指标的确定

烧碱生产过程产生的污染物主要为废水和固体废物，根据第一次全国污染源普查产排污系数核算工作对烧碱的产排污统计，隔膜法烧碱大、中、小规模企业的工业废水量的产污系数分别为：5.6 吨/吨-产品、6.9 吨/吨-产品、7.0 吨/吨-产品；盐泥量（干基）的产污系数均为 50 千克/吨-产品；废石棉绒的产污系数分别为：0.13 千克/吨-产品、0.13 千克/吨-产品、0.14 千克/吨-产品。离子膜法烧碱大、中、小规模企业的工业废水量的产污系数分别为：6.0 吨/吨-产品、6.4 吨/吨-产品、6.5 吨/吨-产品，排污系数分别为：1.3 吨/吨-产品、1.48 吨/吨-产品、1.5 吨/吨-产品；盐泥量（干基）的产污系数均为 56 千克/吨-产品。不同规模企业污染物的产排污系数反映了企业的管理水平、污染综合治理水平及清洁生产水平，因此确定隔膜法烧碱国内清洁生产先进水平和一般水平的工业废水产生量分别为 ≤ 4.5 吨/吨-烧碱、 ≤ 5.0 吨/吨-烧碱，盐泥产生量分别为 ≤ 45.0 千克/吨-烧碱、 ≤ 50.0 千克/吨-烧碱；确定离子膜法烧碱国内清洁生产先进水平和一般水平的工业废水产生量分别为 ≤ 2.5 吨/吨-烧碱、 ≤ 3.0 吨/吨-烧碱，盐泥产生量分别为 ≤ 45.0 千克/吨-烧碱、 ≤ 50.0 千克/吨-烧碱。

7.7 废物回收利用指标的确定

烧碱生产过程中产生的主要废物为工业废水和盐泥。废水主要来源于氯气冷却工序产生的含氯废水以及离子膜法烧碱生产过程中离子交换树脂的再生废水；盐泥为盐水精制过程产生。工业废水通过物理化学处理后一般循环利用，利用率可达 90%以上；大多数企业将盐泥进行安全填埋处理，少数企业用作建筑材料用，也有一些企业回收盐泥中的硫酸钡或者轻质氧化镁和氯化钙等。由于目前大多数企业将盐泥进行填埋处理，回收利用的企业很少，而且从技术、经济等因素考虑实现盐泥的回收利用存在很大的困难。而含氯废水大多数企业进行了处理回用，因此选取了生产过程中的含氯废水的回收利用作为考核的指标。

7.8 环境管理要求

针对烧碱企业实际情况，主要从企业是否符合国家和地方有关环境法律法规、是否进行了清洁生产审核、环境管理制度是否健全以及生产过程环境管理和相关方环境管理几个方面考虑。此外，考虑到烧碱生产过程中产生的固体废物及危险废物，增加了废物管理要求。

7.9 检测与核算

本标准对定量指标的检测和核算做出了具体要求，包括采样规范、统计口径、测定方法、核算方法等。

在实际检测和核算时，要充分利用现有的环境监测数据与统计资料，充分利用法定生产报表，加强管理，防止误报、瞒报、谎报。

8 标准实施的可行性

8.1 标准实施的技术可行性

本标准的提出是考虑到我国烧碱生产企业的现实状况，从环境保护角度出发，立足企业，以烧碱生产为主线，各项指标数值的确定参考了全国烧碱生产企业的技术经济指标，实现这些指标在技术上难度上不大，只要企业的经营和管理达到全国平均水平，均可达到三级标准，

故本标准的实施在技术上是可行的。

初步调研表明，二级要求对于国内生产水平较高的企业经过努力是可以达到的。一级要求的指标要求较高，国内顶尖企业可以达到。

为使本标准的实施具有较强的可操作性，既不让企业觉得高不可攀、望而生畏，又不让所有的企业轻松达标，我们选择了有一定代表性的 16 家隔膜法烧碱生产企业进行达标测定，测定结果为：全部达到一级指标的 2 家，但有一家通过努力可以达到；全部达到二级指标的企业有 2 家；全部达到三级的有 4 家。

表 1 企业达标情况统计

等级	达标企业数	累计百分比 (%)
一级	2	12.5
二级	4	25
三级	8	50
大于三级	8	50

注：达到二级标准的企业包括达到一级标准的企业，达到三级标准的企业包括达到二级标准的企业。

8.2 标准实施的经济可行性

本标准包括定性指标和定量指标，定性指标表现为文字限制，主要对烧碱生产过程、设备及管理提出的要求，这些指标与企业的生产活动是紧密相关的，例如装置要求采用金属扩张阳极—改性隔膜、活性阴极电解槽，有利于企业减少消耗，减少排污，但装置水平的提高需要企业较高的投资。此外，许多企业都在实施相应的管理体系，其中包含一些环境管理的内容，这些内容与清洁生产标准是兼容的，企业愿意接受这些要求。另一类指标为定量指标，其指标用数值表述，例如：烧碱的一等品率、盐耗、新鲜水消耗、综合能耗等，这些指标是烧碱行业内部考核的经济指标，直接关系到企业产品的成本，正是企业所追求的，因此，这些指标的实现不会给企业增加任何经济负担。至于污染物指标——废水、盐泥等，这是环境保护部门要求的最常用指标，每个企业都要涉及，对环保工作较重视的企业，一般都具有测试分析的条件和能力，不需要另行投资。因此，本标准除装置水平目标较难实现外，其它指标可通过企业加强管理来实现，而且与企业经济利益不产生矛盾，是可行的。

9 标准的实施

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。