

〔苏〕Л·С·格宁著

食盐溶液电解

張桂华 虞廷华等译

王化远校

1.2

中国工业出版社

食盐溶液电解

[苏] И. С. 格宁 著

张桂华 虞廷华等 译

王化远 校

中国工业出版社

本书敘述了食盐溶液电解的理論基础，說明了近代氯气、燒碱和氢气生产的工艺过程，同时介绍了一些較新的流程和設備。

本书可作为氯碱厂的工人和技术人員、設計部門的工作人員以及化工院校无机物专业师生的参考用书。

本书由化学工业部化学工业設計院一室氯碱組的部分同志集体翻譯。沈保森譯序、緒論、第一章，刘万勤譯第三章，叶国光譯第四章，張桂华、何紀、吳瑩瑩、宋宗平譯第五、六章，虞廷华譯第二、七章，唐振华譯第八章，王育驥、刘昌祿譯第九章，苗延秀譯第十章。全书由王化远同志校訂。最后北京化工学院无机系金汉钟同志对序、緒論、第一、二、七、八等章作了校訂。

Л.С.Генин
**ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСТВОРОВ
ПОВАРЕННОЙ СОЛИ**
ГОСХИМИЗДАТ МОСКВА 1960

* * *
食 盐 溶 液 电 解
張桂华 虞廷华 等 譯
王 化 远 校

*
化学工业部图书編輯室編輯（北京定安门外和平北路四号楼）

中国工业出版社出版（北京修德園路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*
开本850×1168 $\frac{1}{8}$ •印張6 $\frac{5}{8}$ •字数172,000

1963年6月北京第一版•1963年6月北京第一次印刷

印数0001—1,960•定价(10-5)0.98元

*
統一书号：15165•2194(化工-187)

作 者 序

电解法制氯气和烧碱的生产将根据1959~1965年国民经济发展计划规定迅速地增长和发展。将依靠修建新厂或是扩建及改建现有企业使氯碱产品的产量获得显著的增长。

要发展这个工业部门需要培养大量熟练的工作人员。但是有关氯气生产方面的技术书籍却感到十分缺乏，因为近20年来有关这一重要化学工艺部门的、系统性的指导书籍几乎没有出版过。同时，在此期间电解食盐溶液制氯气及烧碱的生产方法却发生了根本性的变化，因此作者所著，于1938年出版的《氯气的生产》一书也已是十分陈旧了。

在本书中作者力求以通俗易懂的形式叙述有关电解法生产氯气、烧碱和氢气的现代工艺过程，使受过中等普及教育的工人和化学工作者都能阅读。

作者希望通过本书能帮助氯气厂有关专业的工人及初级工程技术人员迅速掌握这一生产过程的操作，而且能促使他们积极地投入到革新这一生产的工作中去。

Л.С.格宁

目 录

作者序

緒論	1
第一章 概述	3
1. 电解食盐溶液所得各种产品的用途	3
2. 氯、苛性鈉及氫的物理化学性质	8
3. 制取氯的方法	14
4. 电化法生产氯气和燒碱的基本流程	16
5. 氯气厂的主要車間和輔助車間	19
第二章 整流	20
1. 馬达-发电机	21
2. 水銀整流器	22
3. 接触整流器	25
4. 半导体整流器	26
第三章 电解法制氯气和燒碱中所用的原料	27
1. 食盐的来源及其种类	27
2. 食盐及其溶液的性质	31
3. 固体盐的貯存和溶解	34
第四章 电解食盐的理論	36
1. 导电体与电解效应	36
2. 电极电位、过电压	38
3. 法拉第定律与电流效率	42
4. 食盐的理論分解电压	45
5. 第一类导电体中的电压损失	46
6. 电解质中的电压损失	48
7. 电解时电能的消耗	51
第五章 隔膜法电解过程的理論基础	53
1. 固体阴极电解的副反应及电解产物的分离方法	53
2. 电解液不流动的隔膜电解槽	54
3. 滤过隔膜电解槽	56

4. 滤过隔膜电解槽的电流效率·····	57
5. 电解过程中电解液组成的变化·····	59
6. 食盐的分解率·····	61
7. 阳极上的反应过程·····	62
8. 阴极上的反应过程·····	66
9. 隔膜·····	67
10. 阳极·····	69
第六章 隔膜电解槽的构造和操作·····	71
隔膜电解槽的构造·····	71
1. 水平滤过隔膜式电解槽·····	72
2. 立式纸隔膜电解槽·····	74
3. 沉淀隔膜式电解槽·····	83
盐水的精制·····	94
4. 盐水精制所用的药剂·····	95
5. 盐水精制的流程·····	97
6. 盐水精制用的设备·····	103
7. 盐水精制过程的控制·····	104
隔膜电解槽的操作·····	105
8. 槽组的联接·····	105
9. 电解车间正常操作的基本条件·····	108
10. 电解槽的盐水供应·····	110
11. 电解槽的维护和检修组织·····	112
12. 电解车间生产过程的控制与调节·····	114
13. 安全技术·····	115
第七章 电解碱液的蒸发·····	117
1. 电解碱液的蒸发过程及其若干性质·····	117
2. 蒸发时的热消耗·····	120
3. 蒸发设备·····	123
4. 真空蒸发·····	127
5. 蒸发器的生产能力·····	130
6. 多效蒸发装置·····	132
7. 多效蒸发装置中的温度分布·····	135
8. 电解碱液蒸发的特点·····	139

9. 蒸发装置的生产流程.....	140
10. 电解生产中硫酸盐的除去.....	143
11. 蒸发车间的操作指标.....	144
第八章 水银阴极法电解过程的理论基础.....	146
1. 水银阴极电解的过程.....	146
2. 阳极上的反应过程.....	148
3. 阴极上的反应过程.....	150
4. 水银阴极电解槽的槽电压.....	152
5. 汞齐的分解过程.....	155
第九章 水银阴极电解槽的构造与操作.....	159
1. 水银阴极电解槽的主要类型.....	159
2. P-1型电解槽.....	160
3. P-30型电解槽.....	168
4. 其他类型的水平式水银阴极电解槽.....	170
5. 立式水银阴极电解槽与立式解汞器.....	173
6. 水银阴极电解槽用的盐水的重饱和与精制.....	176
7. 水银阴极电解槽的操作.....	180
8. 安全技术.....	183
9. 隔膜法与水银法电解的比较.....	185
第十章 氯气的干燥和输送、氢气的输送.....	188
1. 氯的含水量.....	188
2. 硫酸——气体的干燥剂.....	190
3. 氯气干燥和输送工段的流程.....	195
4. 干燥氯气的设备.....	198
5. 输送氯气的压缩机.....	200
6. 氯气干燥工段的操作控制.....	202
7. 氢气的净化及输送.....	204

緒 論

近几十年来，电解法制氯气及烧碱的生产已成为化学工业中的一个主要部門。由于在七年計劃中拟定要扩大的化学工业中的一些重要生产部門都是以氯气和烧碱作为基本原料，因此在我国，电解法制氯气和烧碱生产的作用就更加显著地增加了。这些化工部門有制取合成树脂所需的溶剂和中間产品的生产、人造纖維与某些合成纖維的生产以及农药和洗滌剂的生产等等。

目前只用电解法——即电解食盐水溶液的方法或电解熔融食盐同时制得金属鈉的方法来制取氯气。由于金属鈉的需要量不大，因而限制了电解熔融氯化鈉制氯的产量。以此法所得的氯气量仅占世界氯气产量的3~5%。由此可見电解食盐水溶液制氯气的方法实际上已是保証国民經济对氯气和氯产品的大量需要的唯一方法了。

在电解食盐水溶液时，除氯气外还可制得烧碱（每吨氯可得1.12吨烧碱）。所以电解法制氯生产发展的結果将能充分滿足国民經济对烧碱的需要。

由于电解法制氯气和烧碱生产的发展使世界上烧碱生产得以增长，而用純碱为原料的化学法制烧碱的生产几乎没有增加。例如，近20年(1935~1955)中，在美国用化学法制烧碱的生产几乎一直停留在同一水平上(每年約40万吨)，而此間用电解法制烧碱的生产却增长九倍以上。

在这一期間，美国用化学法制得的烧碱占总量的比例自56.5%降低到11.9%，而用电解法生产的烧碱却自43.5%增加到88.1%。

电解法制氯气及烧碱的生产在許多国家中都发展得非常快。在第二次世界大战以后的十年中，全世界的氯气生产几乎增长了

一倍半，即自1945年的290万吨增加到1955年的680万吨（不包括苏联）。

在电解法生产氯气和烧碱很发达的美国，氯气工业有特别显著的增长。其氯气及烧碱的产量约占全世界总产量的40%。

近20年（1935~1955年）来，美国的氯气生产增长九倍以上——即自年产30万吨增加到年产310万吨。在第二次世界大战后的十年中，则增长几乎近两倍。

第二次世界大战后，在其他国家，氯气和烧碱的生产也同样有很大的发展。

某些资本主义国家的氯气产量可用下列1957年的数据来说明（单位：万吨）。

美国	355.0
英国	56.0 ^①
西德	51.8
法国	20.9
意大利	13.2
瑞典	9.3

有机氯产品生产所需的氯气量增长最快。在美国，为此目的所用的氯气在1936年达12万吨，占氯气总产量的35%，而在1955年约200万吨，占65.9%。

讨论一下电解食盐水溶液的两种基本方法——水银法及隔膜法——的发展趋势是很有趣的。在西欧国家中水银法电解是占优势的。第二次世界大战前，美国仅有8%左右的氯气是用水银法电解生产的；可是在战后时期却骤变到大量发展水银法的生产，到1957年水银法生产的氯气产量已占美国氯气工业总生产量的15.5%了。

显然，今后水银法电解将获得优先发展。当然，这与此法已达到的改进的成就也是分不开的。如在工业中研究并采用了特大容量的、较经济的水银电解槽，以致使水银法生产的单位产品的

① 系1957年7月1日的生产能力。

投資費用降低到接近于建設隔膜法生产氯气厂的投資費用了。用水銀法生产則不需經專門加工就可以制得高純度的燒碱；可是用隔膜法制取的燒碱却含有很多杂质，而为了精制它还須增加大量的費用。

現以某些国家中用此两种电解方法制氯气的生产能力在1957年的配比情况为例，列举如下(以百分数表示)：

	隔膜法	水銀法
美国	84.5	15.5
英国	44.5	55.5
西德	4.0	96.0
法国	30.0	70.0
意大利	4.0	96.0
瑞典	4.0	96.0

第一章 概 述

1. 电解食盐溶液所得各种产品的用途

氯 氯是电解食盐的主要产品。由于氯气的需要量不断增长，食盐电解工业正以只有很少数的化工生产才具有的高速度向前发展着。由于棉織品及麻織品需要用氯气作快速漂白，所以氯气生产在十九世紀后半期就建立起来了。此后氯气同样广泛地用来漂白紙張和紙浆。氯可直接使用，或制成漂白粉或次氯酸盐溶液后使用。可以用氯来处理飲用水，以及垃圾和廢水消毒等等。二十世紀初有大量的氯气开始应用于許多无机氯产品的生产（如氯酸钾、氯化鋅、氯化鋁等）。

供紙浆、造紙及紡織工业用的漂白剂以及供卫生消毒和无机氯产品生产所需的氯气量均在不断地增长着。然而最近十年来，在各种工业部門中具有广泛和多种用途的有机氯产品生产的建立与迅速发展却是氯气工业得以发展的主要刺激因素。因此，虽然供漂白和卫生消毒所需氯气的絕對量在增长，但是作为此种用途

的氯气的相对量却在不断地下降。与此同时，用于化学加工特别是用于有机氯产品生产的氯气的相对量却在不断地增长。

例如，美国在1955年生产氯气约310万吨，其中80.6%供化学加工用，14.9%供纸浆造纸工业漂白用，3.4%供卫生消毒用，仅有0.2%左右用于纺织品漂白。在此情况下，制取无机氯产品所消耗的氯气量约占总产量的12%，而用于有机氯产品生产上的氯气量则约占68%左右。

甲烷经氯化后可制得许多种重要的有机氯产品。当甲烷氯化时会生成各种不同程度的氯代烃的化合物，如**氯代甲烷** CH_3Cl 、**二氯甲烷** CH_2Cl_2 、**氯仿** CHCl_3 及**四氯化碳**。这些有机氯产品都是很有价值的有机溶剂。然而它们的主要使用方向却是制造各种包括高分子聚合物(合成纤维等)在内的合成产品，例如氯代甲烷就是有机硅高分子聚合物生产中的主要中间产品。而有机硅高分子聚合物可用作润滑材料、塑料、合成橡胶及具有较高的热稳定性和一些特殊可贵性能的其它物质。氯代甲烷、二氯甲烷及四氯化碳可用来生产称作氟利昂(Фреон)的一种具有特殊可贵性能的冷冻剂。氯仿则可用于制取具有高度化学稳定性、耐强腐蚀性物质侵蚀(甚至在很高的温度下)的塑料——特氟伦(聚四氟乙烯)。四氯化碳也是以氨基庚酸为基础的高级合成纤维及多种合成生产中的一种中间产品。

氯化不饱和的碳氢化合物可制得不同的有机氯产品；它们已被广泛地用作溶剂及中间产品，其中有**三氯乙烯** $\text{CCl}_2=\text{CHCl}$ 、**四氯乙烯** $\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$ 、**二氯乙烷** $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 等等。

大量的氯气还用于聚氯乙烯和过氯乙烯树脂等重要聚合物的生产上。这些聚合物均系由**氯乙烯** $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ 制得。氯乙烯则主要是用**氯化氢处理乙炔**后合成而得，即在有催化剂的条件下让乙炔与氯化氢相互作用。制取氯乙烯的另一种方法是从二氯乙烷合成。氯乙烯经过聚合后就可制得一种极可贵的、用途很广泛的塑料——**聚氯乙烯**。聚氯乙烯被用作电气绝缘和防腐蚀材料，也可用来制造薄膜、设备零件、管子、管件等等。聚氯乙烯的进一

步氯化就可以制得**过氯乙烯树脂**。它在抗腐涂料及生产具有高度化学稳定性和其他一些特别可贵性能的合成纤维生产中得到了广泛的应用。

农药生产中（如滴滴涕、666及其他种农业杀虫剂、除莠剂等）也需要大量氯气。无论是从生产规模的增长方面还是从研究和推广含氯农药的新品种方面看，这一部门需要的氯气量确是在不断地发展着。

许多种有机氯化物的生产都需要大量的氯气。这些有机氯化物都可用来制造各种各样贵重产品的中间产品。**氯化苯** C_6H_5Cl 生产就是其中最老的品种之一。氯化苯已广泛地用于苯胺染料工业（合成染料）和苯酚生产中。乙烯经氯化氢处理（即乙烯与氯化氢相互作用）可制得**氯乙烷** C_2H_5Cl 。氯乙烷可以合成许多产品，其中最主要的是制造四乙基铅（它是一种改善液体燃料性能的附加剂）。丙烯氯化可制得**氯丙烯** $CH_2Cl-CH=CH_2$ ，氯丙烯是制造合成甘油的中間产品。合成甘油生产正在发展着，且成为氯气的主要用户了。

环氧乙烷 C_2H_4O 是在化学工业中被广泛应用的产品之一。以前，环氧乙烷的制取方法是：在水溶液中氯化乙烯得氯乙醇之后再自氯乙醇制得环氧乙烷及乙（邻）二醇。其实，这两种产品都不是氯产品，因为在它们的组成中没有氯。最近几年来，一种新的方法即用空气中的氧直接氧化乙烯制环氧乙烷的催化法已被研究成功。因此环氧乙烷生产的更进一步发展将是以直接氧化的方法为基础。这种新方法在不断的改进过程中将代替氯化法，这样，用于此生产中的氯气就有可能被转用到其他重要的氯产品生产上了。

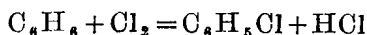
在**合成洗涤剂**生产中氯气的利用有很大的意义。煤油的氯化是许多种合成洗涤剂制造过程中的基本步骤之一。这一工业部门的发展可以显著地减少生产肥皂所耗用的食用油脂量，这对国民经济具有重大的意义。

在无机氯产品中，首先应当谈到的是**氯化氢及其水溶液——**

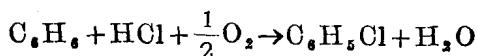
盐酸。盐酸是化学工业及其他工业部門中广泛使用的产品。在十九世紀末二十世紀初，盐酸仅以硫酸盐法制得（即用硫酸与食盐相互作用加热的方法）。自二十世紀三十年代至四十年代起，已是采用氯气和氢气合成的方法作为制取氯化氢和盐酸的主要方法了，这就是在專門的炉中使氯和氢一起燃燒的方法。

氯化氢广泛地应用在以不饱和碳氢化合物为基础的合成产品生产，即让不饱和碳氢化合物和氯化氢化合，此过程被称为氯化氢处理。如前所述，用此法可制得大量的产品，如从乙炔制取氯乙烯；从乙烯制取氯代乙烷等等。

大多数氯化过程中，氯化氢与氯产品同时生成，例如：



在此情况下，仅有一半氯气用来制取氯产品，而另一半則用于生成氯化氢了。因此，随有机氯化物生产的发展，出現了一个如何充分利用副产氯化氢的既重要又困难的問題。为了解决此問題已經找到了一些尚須繼續研究探討的方法。首先必須研究廢氯化氢的精制方法，因为这样就有可能在氯化氢处理过程中利用它了。同时还必須对直接在氯化过程里从氯化氢中再生氯的方法（氧化氯化）进行研究。例如：



或采用催化氧化法抑电解法来从氯化氢中获得氯。最后，也可以用水吸收廢氯化氢制得盐酸，这种盐酸将会工业中获得較广泛地使用，因为它可以替代其他較稀缺的酸。

应当指出，在有色冶金中氯的用途亦在增长着。例如菱鎂矿經氯化后可制得氯化鎂，而后制成金属鎂。近十年来正在迅速发展着的鈦的生产中氯还用来自氯化鈦矿制得四氯化鈦，之后再將四氯化鈦还原即可生成金属鈦。此外还应当指出，氯化含硅原料制得四氯化硅的生产也正在发展着。从四氯化硅还可制得金属硅——这是最貴重的半导体材料之一——以及各种有机硅化合物，这一生产也在迅速地发展着。

上列情况远远未能将氯气在有机氯产品和无机氯产品中多种多样的用途全部包括。氯产品的品种实际上还在不断地扩大且其产量也在迅速地增长着。

烧碱 和氯气一样，烧碱也是电解食盐溶液的主要产品。为了生产烧碱还有采用从纯碱制取烧碱的化学方法。然而随着氯气工业的发展，化学法的作用已降低了。烧碱的用途如此广泛，以致未必能举出那个大的或小的工业部门不需要烧碱。烧碱的需求量是相当大的，直到现在还远远不能充分满足需要。

现在，肥皂工业是烧碱的大用户。由于烧碱供应不足，只得用部分纯碱代替它，这是有损于原料的利用及成品的质量的。合成洗涤剂生产的发展可以减少生产肥皂所用的烧碱量。

纺织工业是需要大量烧碱的（用于织物漂白前的处理及丝光处理）。在人造纤维——粘液丝的生产中同样需要大量烧碱，并且这一工业部门需要的是高纯度的烧碱，因为当采用含有杂质的烧碱时制得的纤维及由它织成的织物的质量会变得更坏。

在造纸工业中烧碱供处理纸浆用。

化学工业——其中包括染料、塑料、药剂、各种有机物中间产品以及气体精制等生产也都是需要烧碱的大用户。

石油工业也同样需要大量的烧碱供加工液体燃料及精制石油产品用。

氢 在电解食盐溶液的三种产品中，氢是价值最小的。然而它的正确及充分利用对于生产的经济价值却是具有重大意义的。在电解过程中，每制一吨氯气可得310米³氢气。

氢之主要和最大的用户是制造氮肥所需的合成氨生产。这一工业部门每年需要数亿立方米的氢气。年产十万吨氯气的氯碱厂生产的氢气体量可保证年产一万四千吨合成氨厂的需要。然而建设与经营这样小能力的氨车间和氮肥厂是不合算的，所以氯气厂制得的氢若用于合成氨生产则仅有在氯气厂附近有从其他来源获得氢的氮肥厂时才为合适。在许多氯碱厂中，所得的氢多用于氯化氢的合成。

除了合成氨和合成氯化氢外，氢气还被广泛地用于有机产品的各种加氢过程中。在石油工业中加氢过程被用来提纯石油产品及增加其中低沸点液体燃料的产率。人造奶油工业是一个独成一系的、很重要的需要氢气的工业部门，此处氢被用于氢化植物油及动物油。在化学工业中，使用氢气的例子有如制取环己烷和环己醇的加氢过程等。（环己烷，环己醇是卡普隆合成纤维生产的重要中间产品）。

在冶金工业中氢被用于还原金属氧化物及金属的其他化合物，并且可以将它们在氢介质中熔化，同时也用于生产固体合金及其他多种用途。除了上述需用氢的部门外，还有许多其他部门需用少量的氢。

2. 氯、苛性钠及氨的物理化学性质

氯 氯是门捷列夫元素周期表中第Ⅶ类的元素，并位于氟及溴之间。与碘一起，这四个元素组成卤素族。氯的原子量为35.46。氯分子是由二个原子组成的。氯的分子量为70.91。

在常温及常压下，氯是黄绿色气体^①。它具有特殊气味，对鼻腔和咽喉的粘膜有强烈的刺激作用，能引起呼吸困难。

在标准状况下（温度0°C，压力760毫米汞柱）一升气态氯重3.214克，因此，氯几乎比空气重1.5倍（在相同条件下，一升空气重1.293克）。在温度为0°C至100°C间，氯的平均等压热容为0.115仟卡/公斤。

氯在水中的溶解度随温度的升高而大大地降低。它在食盐水溶液中的溶解度较在水中小得很多，且随盐水中氯化钠浓度的增大而急剧降低（表1）。

当温度低于10°C时，自氯的饱和水溶液中开始析出氯的水化物结晶，即氯与水的化合物 $\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。

纯的气态氯在常压下（760毫米汞柱）和-33.6°C时液化并转

① 俄文字ХЛОР(氯)系从希腊字ΧΛΟΡΟС——淡绿色演变而来的。

氯在水中和NaCl溶液中的溶解度

表 1

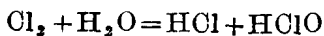
NaCl 濃度, 克/升	氯 的 溶 解 度 , 克/升			
	20°C	40°C	60°C	80°C
0(水)	7.30	4.59	2.50	1.15
230	2.90	1.84	0.95	0.42
298	1.86	1.05	0.54	0.25

变成液氯。在此状况下，它的重度为1.5575克/厘米³，而当温度在0°C，压力高于3.66绝对大气压时为1.469克/厘米³。

液氯上的氯气分压取决于温度。液氯在每一温度下均有一定的氯气分压与之相适应。在不同温度下液氯上的氯气分压值列于表2并示于图1中。

在-33.6°C时，液氯的汽化热(冷凝热)为61.9千卡/公斤，且随温度的变化而略有波动。当液氯被冷却到-102°C时，则转变成固态。

氯是化学上最活泼的元素之一。当溶于水时，则按下列反应与水作用：



生成最强的强酸之一——盐酸和最活泼的氧化剂之一——次氯酸。由于在中性及微酸性介质中可生成次氯酸，在碱性介质中可生成次氯酸盐，所以当氯中存有水或在氯的水溶液中，氯的作用就象活泼的氧化剂一样。氯的这种作用即被用于织物的漂白或作消毒剂用。

在高温下氯易与金属化合，生成相应的氯化物。

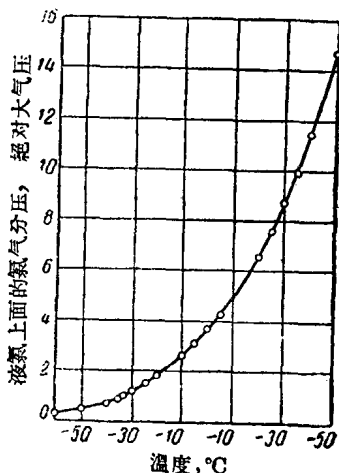


图 1 在不同温度下液氯上面的氯气分压

液氯上的氯气分压

表 2

温 度 , °C	氯气压力, 毫米汞柱	温 度 , °C	氯气压力, 绝对大气压	温 度 , °C	氯气压力, 绝对大气压
-60	210	-30	1.20	25	7.63
-50	350	-25	1.50	30	8.75
-40	560	-20	1.84	35	9.95
-35	705	-10	2.63	40	11.50
-33.6	760	- 5	3.14	50	14.70
		0	3.66	60	18.60
		5	4.25	70	23.0
		10	4.95	80	28.4
		15	5.75	90	34.5
		20	6.62	100	41.7

当氯和氢的混合物中含有 4 ~ 96% 的氢时，就形成了有爆炸性的混合物。等容积的氯氢混合物爆炸得最剧烈。氯氢混合物的爆炸可由电火花的作用产生，当局部加热至 450 ~ 500°C 时，以及在阳光的直接作用下，或有某种具有催化作用的物质的直接作用下也可以引起爆炸。

就对人类器官的影响而言，氯应属于剧毒物质，它能引起致命的毒害。在含氯 0.1 ~ 0.2 毫克/升的空气中呆半小时就可以引起死亡。吸入含氯 0.003 ~ 0.005 毫克/升的空气便能对上呼吸道引起强烈地刺激。

按现行卫生标准规定，生产厂房内的空气中含氯量不得超过 0.001 毫克/升^①。

苛性钠 按照化学结构，苛性钠就是氢氧化钠 NaOH。它是白色的或因被杂质沾污而略带颜色的固体物质，其重度为 2.13 克/厘米³。无水的纯苛性钠于 318°C 时熔融，并在 1385°C 时沸腾。在熔融状态下，当温度为 340 ~ 500°C 时，其重度为 1.8 ~ 1.9 克/厘米³。

① 工业企业设计卫生标准 H-101-54。