

# 氯化铵

夏昌锐 编

化学工业出版社

81.241  
468

# 氯化铵

夏昌锐 编

210231/12

化学工业出版社

## 内 容 提 要

近几年国内生产氯化铵增多,施用较为广泛,并积累了一定的经验。书中详细介绍了科学施用氯化铵的知识和经验。

本书共分九章。书中较系统、全面地介绍了氯化铵生产和应用的发展概况;氯化铵的特性和农业化学性质;氯化铵对土壤硝化作用的影响和在植物营养体上的作用、肥效,以及对农产品质量的影响;介绍了氯化铵及其复混肥料的施用技术和运输、贮存方法等。

本书可供农业技术人员和农村干部、农民阅读。也可供从事肥料供销工作人员及有关院校师生参考。

### 氯 化 铵

夏昌锐 编

责任编辑:王士君

封面设计:许立

\*

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>印张3<sup>3</sup>/<sub>4</sub>字数82千字

1988年11月第1版1988年11月北京第1次印刷

印 数 1—1,220

ISBN 7-5025-0185-1/TQ·147

定 价1.25元

## 前 言

氯化铵 (Ammonium chloride) 是作为一种无硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 肥料问世的。其含氮量比硫酸铵高3.2—4.2%，比碳酸氢铵高7.5%。是我国近年来应用较多的一种氮肥品种。

过去，对氯化铵这一氮肥品种的应用，多是参考国外的资料。早在60年代初，我国近代化学工业的先驱和奠基者——侯德榜博士就重视氯化铵这一氮肥。曾同何熙曾同志将日本肥料协会所编的“氯化铵 (1958)”和“氯化铵的肥效 (1962)”两本小册子，在补充一些资料的基础上，编译成《氯化铵的肥效》一书。当时他们在“序言”里写道：“我国对氯化铵这一新品种氮肥研究得不多，因此，在目前有必要参考别国的研究成果”。“然而，我们应开展自己的科学研究工作，积累自己的实践经验”。

近年来，随着我国联合制碱工业的发展，氯化铵作为副产品而大量生产，全国年产量在14万吨（以纯N计）以上，它将成为我国主要氮肥品种之一。但是人们对氯化铵用作农田氮肥大致有三种顾虑：一是用氯化铵作农田肥料的肥效如何；二是氯化铵中的氯根 ( $\text{Cl}^-$ ) 是否会使土壤板结，造成土壤“酸化”、“盐碱化”；三是氯素是否会危害作物生长和影响产品品质。因此，许多农民对氯化铵氮肥的性质和肥效不太了解，有些科技人员也害怕施用氯化铵其氯离子会对作物有毒，不敢大力宣传和推广。看来，氯化铵氮肥的应用推广，必将会促进工业、商业、农业的发展。本书正是为了适应这一需要而编写的。编者参加了氯化铵的一些试验，收集了国内近年来的一些试验资料，同

时也参考了国外的一些材料，依据我国的气候、土壤、作物等情况编著了《氯化铵》一书。

在编写本书的过程中，曾得到化工部化肥司王延寿、化工部上海化工研究院《小氮肥》编辑部盛康顺、上海农科院土肥研究所奚振邦、湖北农学院王纓、北京师范大学周德超、北京农业大学曹一平、西南农业大学毛知耘、湖北省荆州农业科学研究所季之本的支持和帮助。商业部生资局、湖北省农资公司、荆州地区农资公司、洪湖县农资公司的领导和许多同志提出了宝贵意见，并提供了参考资料。同时，本书引用了江苏、辽宁、浙江、四川等有关单位的一些试验资料。全书由毛知耘同志作总的审订，在此一并致谢。

编者

1986年9月

40498

# 目 录

前言	1
第一章 绪论	1
一、氯化铵在农业生产中的地位	1
二、国内外氯化铵生产使用概况	2
三、氯化铵肥料的发展前景	4
第二章 氯化铵的制造与特性	6
一、氯化铵的制造	6
(一) 氯化氢和氨制取氯化铵	6
(二) 氨碱法生产纯碱的滤液制取氯化铵	7
(三) 联合制碱法生产氯化铵	7
二、氯化铵的特性	8
(一) 氯化铵的品质指标	8
(二) 氯化铵的溶解度	9
(三) 氯化铵的吸湿性	11
(四) 氯化铵的挥发性	11
第三章 氯化铵在土壤中转化及对土性影响	15
一、土壤中氯素的来源和变化	15
二、氯化铵对土壤pH值的影响	17
三、土壤中氯残留的分析	20
四、土壤对氯化铵的吸附	24
五、氯化铵在土壤中的淋失	28
六、氯化铵对土壤硝化作用的影响	29
(一) 不同氮肥在土壤中的硝化作用	29
(二) 不同氮肥配施对土壤硝化作用的影响	31
七、氯化铵抑制硝化作用机理	33
第四章 氯化铵中氯素在作物营养上的作用	36
一、氯素在作物体中移动和存在形态	36

二、氯在作物体中的含量和分布	37
三、氯在作物体内的功能	41
<b>第五章 氯化铵的肥效及对产品质量的影响</b>	<b>44</b>
一、氯化铵在水稻上的效果	44
二、氯化铵在棉花上的效果	50
三、氯化铵在大麦上的效果	53
四、氯化铵在小麦上的效果	54
五、氯化铵在油菜上的效果	56
六、氯化铵在红麻和桑树上的效果	58
七、氯化铵在甘蔗上的效果	59
八、氯化铵在玉米上的效果	61
九、氯化铵在甘薯上的效果	63
十、氯对几种作物产生的副作用	63
<b>第六章 氯化铵的施用技术</b>	<b>65</b>
一、作物对氯化铵的选择性	65
二、氯化铵施用后的拮抗作用	66
三、氯化铵适宜的土壤	68
四、氯化铵的施用方法	70
(一) 注意土壤状况	70
(二) 注意施肥时间	70
(三) 注意施肥浓度	73
(四) 注意施肥方式	75
五、氯化铵在各种作物上的合理施用	78
(一) 水稻	78
(二) 棉花	80
(三) 小麦	82
(四) 大麦	83
(五) 玉米	84
(六) 油菜	84
(七) 麻类作物	86
六、氯化铵施用量的计算方法	87
(一) 施用量计算	87
(二) 养分量计算	88

(三) 肥料互换时的计算.....	88
第七章 氯化铵的运输与保管.....	92
一、氯化铵的安全运输.....	92
二、氯化铵的商业储存保管方法.....	92
三、农村用户储存氯化铵的保管方法.....	99
第八章 土壤中氯的测定.....	101
一、土壤中氯的测定.....	101
二、灌溉水中氯的测定.....	103
第九章 氯化铵为原料的复合肥料.....	105
一、国外氯化铵复合肥料状况.....	105
二、我国氯化铵复合肥料生产状况.....	106
三、氯化铵复(混)肥肥效.....	107
参考文献.....	110



# 第一章 绪 论

## 一、氯化铵在农业生产中的地位

随着农业生产的发展和农作物单位面积产量的不断提高，肥料在农业生产中的重要性日益显著。众所周知，肥料是增产的物质基础。它既能提供养分，又能培养地力。当今世界各国的实践证明，增施化肥是提高耕地单位面积经济产量<sup>①</sup>的最有效的措施。

1939年，世界的化肥施用量为900万吨(以  $N+P_2O_5+K_2O$  计)，1950—1980年为1490—13350万吨，增长了13.8倍。化肥消费量的增长与单位面积施肥量的提高，带来了粮食大幅度的增产。联合国世界粮农组织在分析粮食增产原因时，认为40—50%是增施化肥的结果。

氯化铵这一化肥品种是随着制碱工业的兴起而逐渐发展起来的。由于“联合制碱法”新工艺的成功，氯化铵是纯碱工业的副产物。起初人们主要将它作为工业原料，是干电池、焊接工艺的宝贵物料。后来，氯化铵数量增多，逐步转向农田用作氮肥。尽管在上一世纪人们已将氯化铵作为一种氮肥使用，但氯化铵中的氯 ( $Cl^-$ ) 在植物营养中的作用确定较晚，因而影响了这种氮肥在农业生产上的使用。自从1954年布罗伊尔(T. C. Broyer) 等人以蕃茄进行营养溶液培养试验中，首次确定了氯

---

① 经济产量：是指具有一定经济价值的收获数量。如粮食作物的籽实，棉花的纤维，果树的果实数量等等，都称为经济产量。

是作物必需的第16种营养元素后，氯化铵在农业生产上的作用和地位也才逐渐明确和建立起来。实践证明，凡是作物所必需的各种营养元素，它们对作物所起的作用都是同等重要的，而且它们之间是彼此不可代替的。同时，也并不因为作物对它们需要量有所不同，而在重要性上有什么差别。氯作为一种微量营养元素是植物必需的，但由于在水、土壤、空气中氯是广泛存在的，人们普遍担心氯过多会对作物生长和土壤性质造成危害。

氯化铵属于铵态氮肥，其肥效约与硫酸铵等氮肥相当。据国内外试验研究表明，氯化铵在水稻、棉花大小麦、油菜、玉米以及麻类作物和部分蔬菜作物都有增产效果，获得了较好的经济产量。

## 二、国内外氯化铵生产使用概况

本世纪40年代末和50年代初，日本学者通过长期观察和研究，发现因长期施用硫酸铵后，会使一部分农田老朽化<sup>①</sup>，产量锐减。于是一些国家把氯化铵作为水稻氮肥进行了广泛的试验施用，并收到显著效果。以水稻施用硫酸铵的肥效为100%，则氯化铵肥效为102—112%，而且，氯化铵在稻田的肥效也略优于尿素（见表1-1）。

表 1 1 一些国家氯化铵在水稻上试验情况

国 家	试验次数	相对肥效（以硫酸铵为100%）			
		氯化铵	尿 素	硝酸铵	硝硫酸铵
印 度	863	107	88	87	95
印度尼西亚	31	102	99	—	97
菲 律 宾	2	112	99	—	97
泰 国	23	104	93	—	93

① 老朽化：是一种长期施用硫酸铵导致硫酸根(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)积累过多的水田。

从1950年起,日本以氯化铵作了不少肥效试验,将氯化铵同硫酸铵、尿素、硝酸铵、石灰氮等等其它氮素肥料作了比较,主要是解决以下问题:肥料流失;土壤酸碱性反应;硝化;氯根 $\text{Cl}^-$ 与硫酸根 $\text{SO}_4^{2-}$ 比较;对水田与旱地比较;对各种农作物的肥效比较;对农作物的基秆和果实产量比较等等,试验工作取得比较好的效果,从而对氯化铵的生产和使用起了很好的作用。1950年日本氯化铵产量为3056吨,其中国内销售使用占78.1%。到了1957年日本的氯化铵产量为17万吨,比1950年增长了54.6倍,其中国内销售使用量占79.4%。其后,印度、苏联、英国、法国、斯里兰卡、泰国等陆续进行了氯化铵的生产、使用和试验研究,使氯化铵生产、使用量逐年增加。据资料介绍,1978年世界的年生产能力为36.5万吨,其中2/3在日本,其余的1/3大部分在印度。日本的大部分氯化铵供出口。在1974—1978年期间的出口量为40万—60万吨,大约3/4出口到我国,其余出口到11个国家,主要是东亚。1977年日本氯化铵的国内消费量已达17万吨,大概这还不包括用于复合肥料的生产量。

50年代,我国工业和农业所用氯化铵基本上是进口。60年

表 1-2 全国氯化铵产量一览表<sup>①</sup>

年 份	产量,万吨	年 份	产量,万吨	年 份	产量,万吨
1960	0.01	1968	2.2	1976	7.3
1961	0.02	1969	3.5	1977	6.6
1962	0.01	1970	4.4	1978	10.0
1963	0.1	1971	4.8	1979	11.3
1964	1.8	1972	5.5	1980	13.7
1965	3.4	1973	6.0	1981	14.1
1966	4.9	1974	5.5	1982	16.4
1967	2.9	1975	6.8	1983	/

① 按有效成份以纯氮(N)计算。

代初期，我国制碱工业的发展，使氯化铵的产量逐渐增加。我国科技工作者在浙江、湖北、四川、台湾、江苏、江西和北京等省市，从不同角度对氯化铵的肥效、对土壤的影响以及硝化强度等进行了试验研究，收到了显著的效果，从而推动了氯化铵生产和使用。1963年生产氯化铵(以纯 N 计)为4500吨，1973年生产量为6万吨，十年增长了12.3倍，1981年生产量为14.1万吨，19年共增长了30倍(见表1-2)。

### 三、氯化铵肥料的发展前景

制碱工业的兴起，为化肥工业提供了丰富的原料。应用技术研究的进展，为氯化铵这一氮肥品种的发展提供了广阔的前景。

氯化铵中的氮素是稳定的，且易被作物吸收利用，为作物提供直接的氮素营养。

氯化铵的硝化过程比硫酸铵和尿素都慢。经过试验证实，以氯化铵与尿素配合同与尿素加硝化抑制剂<sup>①</sup>ATC<sup>②</sup>比较，所形成的硝态氮相近，说明氯化铵有抑制硝化作用。若以氯化铵与尿素配合使用，既可利用氯抑制硝化作用，以提高氮肥肥效；又可以节约一笔专门生产硝化抑制剂的经费。实际上，国内外生产的CP<sup>③</sup>、AM<sup>④</sup>、ATC等硝化抑制剂中是含有氯的化合物。例如：2-氯-6-(三氯甲基)吡啶，其氯与2-甲基吡啶的物料质

- 
- ① 硝化抑制剂：它是一种选择性抑制硝化细菌和亚硝化细菌的生命活动，延缓氮肥的转化，减少氮肥的淋失和反硝化损失，提高氮肥利用率的一种化学制剂，称氮肥增效剂。
  - ② ATC：是4-氨基-1,2,4-三唑酸盐的简称。本品为白色针状结晶体，水溶性物质。1974年由上海化工研究院研制。
  - ③ CP：是硝化抑制剂2-氯-6-(三氯甲基)吡啶的简称。本品是白色结晶固体(粗制产品为浅黄色固体)，为非水溶性物质。这个品种是辽宁省旅大市轻工研究所最早研究成功的。
  - ④ AM：是硝化抑制剂2-氨基-4氯-6甲基嘧啶的简称。本品为白色针状结晶固体，于1973年由湖南省化工研究所研制。

量比为6:1,称为最有效的硝化抑制剂之一,其作用也正在于这一点能抑制铵的硝化,减少氮的损失。因此利用氯化铵与其它氮肥配合施用以提高肥效,既有科学性,又是简便易行,而且还能收到经济上的效果。

在世界各国氨碱法制碱工业中,用食盐作为原料的工厂里,差不多都把所余约30%未起化学反应的原盐与废液都一道放掉了,这是一个严重问题,引起了科学家们关注。1942年侯德榜博士改进了传统的索尔维氏制碱法,提出了“侯氏制碱法”,即为联碱法生产纯碱。它每产1吨纯碱副产1吨氯化铵。这一改进使食盐的利用率由32%提高到96%,生产成本低廉。据有关资料介绍,生产硫酸铵和氯化铵的单位氮(N)素养分的出厂价格分别为8.89元/%N和7.29元/%N。

利用制碱废物中的Cl<sup>-</sup>固定氨生产氯化铵比生产硫酸铵可以节约硫酸。在我国硫素资源不多的情况下,可以节约一部分硫以供其它化工生产之用,这实在是一个最有价值的合理化措施。

氯化铵的肥效是好的。由于氯易于随水流失,一般不会在土壤中大量积累而造成对作物的危害。相反,人们可以利用氯抑制硝化过程的作用来提高肥效。如能因地制宜科学施用氯化铵,在某些作物上可能会获得与其它氮肥同样的增产效果。毫无疑问,由于它价廉而且容易制造,所以它会成为一种重要的肥料。随着对它的进一步的研究,安全而有效地施用氯化铵肥料的方法正在被发现。

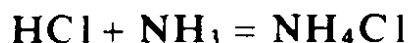
## 第二章 氯化铵的制造与特性

### 一、氯化铵的制造

生产氯化铵的主要方法有：氯化氢和氨制取氯化铵、氨碱法生产纯碱的滤液制取氯化铵和联合制碱法生产氯化铵等三种。

#### (一) 氯化氢和氨制取氯化铵

氯化氢和氨作用的化学反应式为



这个反应为放热反应<sup>①</sup>。无论按气相法或按液相法都能进行这一反应。但以气态氯化氢和气态氨反应时，生成的氯化铵是烟雾状的、极小的颗粒，沉淀下来很困难，所以气相法很少采用。一般都采用液相法制取氯化铵。

液相法的生产过程是：用已制备好的氯化铵饱和溶液<sup>②</sup>，在吸收塔中喷淋，逆流方向吸收氯化氢气体，然后，将饱和了氯化氢的氯化铵溶液<sup>③</sup>，由吸收塔送入反应器，在此用气氨中和至游离氨含量约为3克/升。反应生成的氯化铵悬浊液<sup>④</sup>经澄清，离心机分离出的结晶体即为成品氯化铵，而母液返回吸收

---

① 放热反应：许多物质在进行化学反应的同时，总是伴随着能量的变化。在化学反应发生时，能放出热量来叫做放热反应。

② 饱和溶液：是溶剂溶解溶质的量已达到最大限度。它的特征是能和过量的溶质成功的平衡（如果在外界条件不变的情况下）。

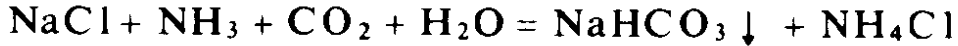
③ 溶液：一种或几种以上物质分散到另一种物质里，形成均一的、稳定的混合物，这种混合物叫做溶液。

④ 悬浊液：固体小颗粒悬浮于液体里，形成的混合物，叫做悬浊液，如泥浆水。

塔循环使用。这种制取氯化铵的方法比较老，产品作为肥料使用不太经济，一般也很少采用。

### (二) 氨碱法生产纯碱的滤液制取氯化铵

氨碱法生产纯碱时，用水溶解原盐，除钙镁后，进行吸氨和碳化，生成碳化液，其反应式为



所得碳化液经过滤分离出碳酸氢钠后，剩下的就是含氯化铵的滤液，一升滤液中含有170—180克 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 及其他杂质。

含有氯化铵的滤液送入蒸馏系统，从滤液再生出氨，返回到制碱生产过程。取出部分含有氯化铵的滤液用于制取氯化铵。氯化铵是在真空蒸发设备中蒸发滤液而析出的。这是一种比较经济、有效的方法，在国内外已得到了广泛的应用。

### (三) 联合制碱法生产氯化铵

将合成氨工业和纯碱工业联合起来，以氯化钠、合成氨及生产合成氨的副产物二氧化碳为原料，在生产纯碱的过程中，

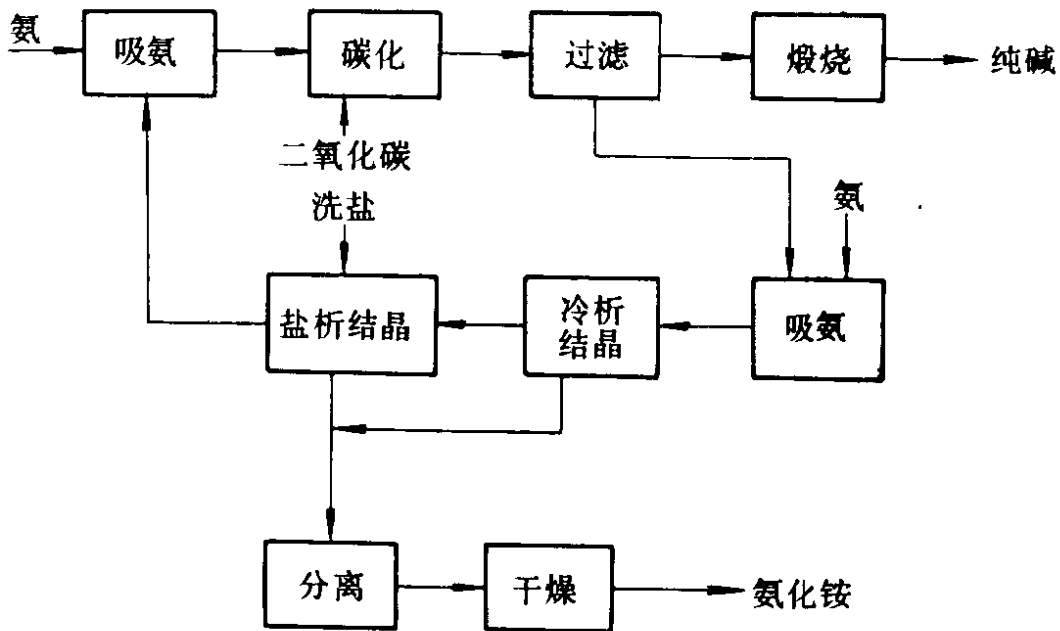
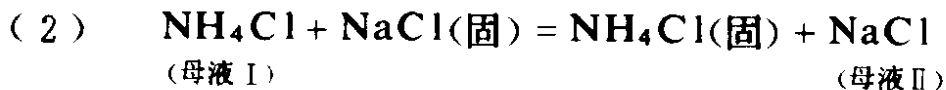
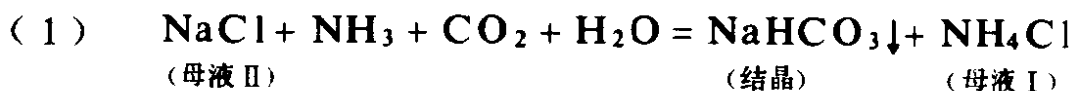


图 2-1 联合制碱生产氯化铵工艺流程示意图

又可制得氯化铵作为肥料(见图2-1)。这个过程可用下面的反应方程式表示:



盐析结晶母液(Ⅱ)吸氨、碳化经过滤分离重碱( $\text{NaHCO}_3$ ),重碱再经过煅烧即得纯碱( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )。过滤母液(Ⅰ)先吸氨,经热交换器冷却后进入冷析结晶中,析出一部分 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 结晶,母液从冷析结晶器溢流至盐析结晶器中。

冷析结晶器和盐析结晶器中析出的氯化铵,再经离心分离、干燥得氯化铵成品。

分离出氯化铵后的母液就是母液Ⅱ,再送回到制碱系统。这两个过程构成一个循环,向循环系统中连续加入原料,就可不断生产出纯碱和氯化铵。

## 二、氯化铵的特性

### (一) 氯化铵的品质指标

氯化铵的分子式为 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 。工业产品称卤砂。为白色粉末或略带黄色的方形或八面体形的结晶颗粒。纯氯化铵含氮量为26.1%,工业氯化铵含氮量为24—25%。一般不易吸湿结块,但由于生产氯化铵时要加一些辅助剂,使产品中含有氯化钠、硫酸钠等,有时未充分干燥就包装出厂,这些杂质和水分含量的增加,会导致吸湿性增大,受热时不溶化而升华<sup>①</sup>。农业用氯化铵产品指标见表2-1。

① 升华:物质从固态直接变成气态的过程叫升华。



表 2-1 氯化铵有效成分指标分类

HG1—551—67 <sup>①</sup>		HG1—867—76 <sup>②</sup>		
指标名称	指标	指标名称	一级品	二级品
氯化铵含量（以干基计）%>	96.5	总氮量（以湿基计）%>	23.5	22.2
折算成含氮量（以干基计）%>	25.3	氯化钠（以湿基计）%<	3	5
氯化钠含量（以干基计）%<	3.0	水分含量%<	6	8
水分含量%<	1			

① 年产万吨以上的联合制碱厂。

② 年产万吨以下的厂。

## （二）氯化铵的溶解度

肥料在水中的溶解度决定了它们对农作物的可供程度。肥料的溶解度取决于它们的溶解速度和溶解时间，同时还受肥料中所含杂质的影响。当然，各种肥料在水里的溶解是不同的，大部分固体肥料的溶解度随温度的升高而增大。氯化铵肥料也不例外，它随着温度的升高溶解速度加快，溶解时间缩短。从氯化铵（ $\text{NH}_4\text{Cl}$ ）溶解度曲线图上我们可以查出（见图2-2），氯化铵在 $10^\circ\text{C}$ 时，溶解度是33.3克，在 $80^\circ\text{C}$ 时的溶解度是65.6克。显然，氯化铵在水里的溶解度随温度的升高而增大。同时也可以利用溶解度曲线，计算出多少克氯化铵饱和溶液里含氯化铵多少克。

例如：根据溶解度曲线计算在 $20^\circ\text{C}$ 时，1000克氯化铵饱和溶液里含氯化铵多少克？

可以分为二步：

第一步，先查溶解度曲线，在 $20^\circ\text{C}$ 时氯化铵的溶解是多少？查得是37.2克。意思是137.2克（即 $100 + 37.2$ ）氯化铵饱和溶液中含氯化铵37.2克。