

机械工人职业技能培训教材



中级

涂装工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

中级涂装工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书是为原劳动部、机械工业部联合颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)——涂装工》配套编写的。内容包括:化学基本知识,涂料基本知识,有色金属和非金属涂装前的表面预处理,涂料的选择与调制,粉末、电泳、静电等涂装设备及操作,典型机械产品的涂装工艺,涂装过程和使用过程中的涂膜缺陷及防治方法,涂装环境污染与防治方法,每章末均附有复习思考题。

图书在版编目(CIP)数据

中级涂装工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编.
-北京:机械工业出版社,1999.11
机械工人职业技能培训教材
ISBN 7-111-07387-8

I. 中… II. 机… III. 涂装-技术培训-教材
IV. TQ639

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 46642 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码:100037)
责任编辑:崔世荣 版式设计:霍永明 责任校对:罗凤书
封面设计:姚毅 责任印制:何全君

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 5 月第 1 版第 2 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·7 印张·180 千字

5 001-7 000 册

定价:12.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与试题库

编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发 (常务)	
委 员	于新民	田力飞	田永康	关连英
	刘亚琴	孙旭	李明全	李玲
	李超群	吴志清	张岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	刘永海			
参 编	牟平	李树阳	徐洪雷	
本书主审	金永明			

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备

和成龙配套等特点，受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来，我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》，逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求，进一步提高机械行业技术工人队伍的素质，实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标，我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》，使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时，又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》，共87种，以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的，包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”（主要是“专业知识”部分）和“技能要求”分三册编写，适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用；对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等，另编写了公共教材，以利于单科培训和工人自学提高。题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点，采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语；各工种教材则更加突出了理论和实践的结合，将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体，形成了本套教材的一个新的特点。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此，谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！教材中难免存在不足和错误，诚恳希望专家和广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 化学基本知识	1
第一节 常见无机物的性质、组成和用途	1
第二节 常见有机物的性质、组成和用途	19
复习思考题	48
第二章 涂料基本知识	49
第一节 涂料中用的树脂	49
第二节 涂料中用的溶剂及助剂	51
第三节 表面活性剂的性质及除污原理	63
复习思考题	66
第三章 有色金属和非金属涂装前的表面预处理	67
第一节 锌及锌合金的表面预处理	67
第二节 铝及铝合金的表面预处理	68
第三节 木制品的表面预处理	72
第四节 塑料制品的表面预处理	73
复习思考题	76
第四章 涂料的选择与调制	77
第一节 涂料的选用原则与方法	77
第二节 涂料的配套使用	87
第三节 涂料的调制及注意事项	89
复习思考题	94
第五章 粉末、电泳、静电等涂装设备及其操作	95
第一节 粉末涂装设备及其操作	95
第二节 电泳涂装设备及其操作	103
第三节 静电喷涂设备及其操作	111
第四节 涂膜烘干设备及其操作	121
第五节 涂装运输设备及其操作	128

复习思考题	141
第六章 典型机械产品的涂装工艺	142
第一节 轿车车身的涂装工艺	142
第二节 客车车厢、旅游车车身的涂装工艺	147
第三节 发动机的涂装工艺	150
第四节 洗衣机的涂装工艺	151
第五节 机床的涂装工艺	153
第六节 仪器仪表产品的涂装工艺	157
复习思考题	159
第七章 涂装过程和使用过程中的涂膜缺陷及防治方法	160
第一节 常规涂装出现的涂膜缺陷及防治方法	160
第二节 电泳涂装出现的涂膜缺陷及防治方法	177
第三节 粉末涂装出现的涂膜缺陷及防治方法	185
第四节 使用过程中出现的涂膜缺陷及防治方法	187
复习思考题	193
第八章 涂装环境污染与防治方法	194
第一节 涂装三废的产生及危害	194
第二节 涂装三废的治理	201
第三节 涂装噪声的产生及治理	210
复习思考题	212

第一章 化学基本知识

培训要求 掌握常见无机物和有机物的性质、组成及用途，熟悉金属腐蚀及防护知识。

现代涂装是一门高度发展的应用科学。到 90 年代，涂料已经发展成为品种繁多、性能各异、适应性强、用途广泛的工业材料。

涂料在化学上分属不同类型的物质。如何在涂装生产中选择、应用好涂料，需要深入了解其化学性质，本章中将介绍化合物的分类、组成、性质和相互关系，为进一步了解涂料的本性打下基础。

第一节 常见无机物的性质、组成和用途

在日常生活和工农业生产中，人们从动、植物等生物体内取得糖类、蛋白质、油脂和染料等多种化合物作为吃、穿、用等方面的必需品。由于这类化合物过去只能从动、植物等有机体中取得，因此人们就把这类化合物称为有机化合物。然而现在我们所说的有机化合物，简称有机物，指的是含碳元素的化合物。而把研究有机物的化学，称为有机化学。无机化合物，简称无机物[⊖]，一般指的是其组成中不含碳元素的单质。我们过去所学过和了解的很多化合物，例如水、食盐、氨、硫酸等都是无机物。而像一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等少数物质，虽然含有碳元素，但它们的组成和性质跟无机物很相近，一向把它们作为无机物。无机物中有很多化合物，我们不可能一一学习，它们相互反应的情况也不尽相同，本节根据无机化合物的组成和性质进行

⊖ 无机物包括不含碳元素的单质。

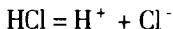
分类，简要介绍它们相互反应的原理及有关知识。

一、什么是酸、碱、盐

1. 电解质和非电解质 某些化合物在水溶液或熔融状态下能够导电，称为电解质。而在上述状态下不能导电的物质，称为非电解质。电解质溶于水或受热熔化时，离解成为自由移动的离子，称为电离。例如氯化钠，也就是食盐，它溶解在水溶液中或受热熔化时，产生能够自由移动的钠离子和氯离子。换句话说，氯化钠电离出了钠离子和氯离子。当插入电极，接通直流电源时，带正电的钠离子向阴极移动，带负电的氯离子向阳极移动，这就是食盐水或熔化状态的食盐能够导电的道理。食盐的电离方程式是



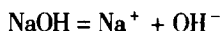
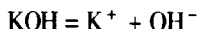
2. 酸 实验表明，盐酸、硝酸和硫酸溶液都能够导电，它们的电离方程式是



由上式可知，盐酸、硝酸和硫酸在水溶液中都能够电离生成氢离子 (H^+)。

因此，电解质电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物，称为酸。盐酸、硝酸和硫酸都属于酸类。在酸的分子里，除去在水溶液中能够电离生成的氢离子，余下的部分是酸根离子。例如 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 都是酸根离子。酸根离子所带负电荷的数目，等于酸分子电离时生成氢离子的数目。

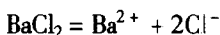
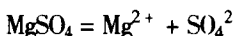
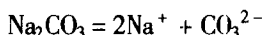
3. 碱 氢氧化钾、氢氧化钠和氢氧化钡都是电解质，它们的电离方程式是



由上式可知，氢氧化钾、氢氧化钠和氢氧化钡在水溶液里都

能电离生成氢氧根离子 (OH^-)。电解质电离时所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物,称为碱。上述三种物质都是碱类。碱在电离的时候,除生成氢氧根离子外,还生成金属离子。氢氧根离子带一个负电荷,因此在碱里跟一个金属离子结合的氢氧根离子的数目等于这种金属离子所带正电荷的数目。

4. 盐 像氯化钠、碳酸钠、硫酸镁、氯化钡等物质的溶液都能够导电,它们都是电解质,它们的电离方程式是

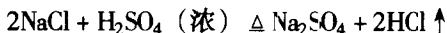


上述物质在水溶液中都能电离出金属离子和酸根离子。像这种由金属离子和酸根离子组成的化合物称为盐。其中,金属离子所带正电荷的总数等于酸根离子所带负电荷总数。

二、常见的酸

酸是电解质,它们在电离时生成的阳离子全部是氢离子。现在我们来对常见的酸进行研究。

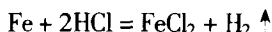
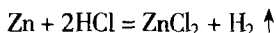
1. 盐酸 (HCl) 盐酸是氯化氢气体的水溶液。在实验室中,可以利用食盐与浓硫酸反应,在不加热或稍微加热的情况下生成硫酸氢钠和氯化氢。



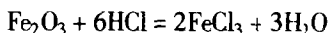
纯净的浓氯化氢水溶液,即浓盐酸是没有颜色的液体,而工业品浓盐酸因含有杂质而带黄色,它们在空气中形成白雾,用手轻轻地扇动,可闻到很强的刺激味。因为氯化氢气体是没有颜色而有刺激味的气体,它易溶于水,在 0°C 时,1 体积水能溶解 500 体积的氯化氢。常用的浓盐酸约含质量分数为 37% 的氯化氢,密度为 $1.19\text{g}/\text{cm}^3$ 。浓盐酸的白雾,是因为从浓盐酸挥发出来的氯化氢气体跟空气里的水蒸气接触,形成盐酸小液滴的缘故。盐酸有酸味,有腐蚀性。

盐酸能跟多种金属、金属氧化物、金属氢氧化物等物质起反应，下面简单介绍盐酸的化学性质。

(1) 盐酸与金属的反应 若把金属锌单质或铁单质，例如锌颗粒和铁丝等分别放入盛有稀盐酸的两个试管里，可以看到盐酸和上述物质发生反应，并生成氢气、氯化锌和氯化亚铁。

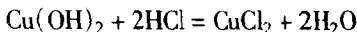


(2) 盐酸与金属氧化物的反应 盐酸和金属氧化物的反应，可通过把生锈的铁钉放入稀盐酸中的反应看出，即经过一段时间，把铁钉从盐酸中取出，洗净，可看到铁钉表面的锈已被除去，稀盐酸溶液也变成浅棕红色。这是因为盐酸与铁锈（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）起反应，生成了可溶的氯化铁

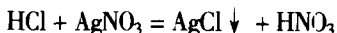


由于盐酸和金属氧化物反应后可生成可溶性氯化物。金属制品在电镀、焊接和涂装前可以利用稀盐酸来除锈。

(3) 盐酸与碱的反应 取少量不溶于水的氢氧化铜放在试管里，加入适量的盐酸，可以看到氢氧化铜溶解了。这是因为盐酸与氢氧化铜反应生成了溶于水的氯化铜



(4) 盐酸与硝酸银的反应 在盛有盐酸的试管里，滴入几滴硝酸银溶液和几滴稀硝酸[⊖]，可以看到有白色沉淀生成。这是因为盐酸跟硝酸银反应，生成了不溶于水的氯化银凝乳状白色沉淀。



上述反应可以用于检验盐酸和可溶性氯化物。

⊖ 加入几滴硝酸是为了防止某些杂质干扰。

盐酸是一种重要的化工产品。它不仅能用于金属表面的除锈，还可用于制造各种氯化物以及某些药剂、试剂及环保治理上。

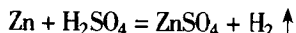
2. 硫酸 (H_2SO_4) 硫酸在工业上通常是用接触法进行生产。其生产原理是：燃烧硫或金属硫化物制取二氧化硫 (SO_2)，使二氧化硫在适当的温度和催化剂的作用下氧化生成三氧化硫 (SO_3)，再使三氧化硫与水化合即可生成硫酸。

纯净的浓硫酸是无色、粘稠、油状的液体，不易挥发。常用的浓硫酸的质量分数为 98%，密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 。

浓硫酸有很强的吸水性、脱水性和氧化性，若用玻璃棒蘸浓硫酸在纸上写字，过一会儿纸上粘有硫酸的地方就会变黑。这是因为它夺走了纸张中的水分，使它们炭化。实际上木材、衣服、皮肤（它们都是由含碳、氢、氧等有机物构成的）。硫酸可将它们的水分夺走而炭化。若是浓硫酸与空气接触，它能够吸收空气中的水分，所以它常用作某些气体的干燥剂。在常温下，浓硫酸跟某些金属，例如铁、铝等接触，能够使金属表面生成一薄层氧化物保护膜，可阻止内部金属继续跟硫酸反应。

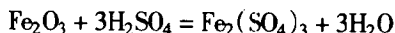
稀硫酸的性质与浓硫酸不完全相同，现简要介绍如下：

(1) 稀硫酸跟金属的反应 若在盛有稀硫酸的试管里，轻轻放入锌粒，可看到有气体放出，并伴有锌粒快速溶解的现象。

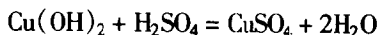


稀硫酸与锌起反应放出氢气，同时生成能溶于水的硫酸锌。

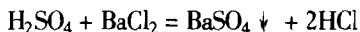
(2) 稀硫酸与金属氧化物的反应 稀硫酸能与铁锈进行反应，但需要在加热的条件下生成硫酸铁



(3) 稀硫酸和碱的反应 用不溶于水的氢氧化铜与稀硫酸反应，可生成溶于水的硫酸铜。



(4) 稀硫酸与氯化钡的反应 在稀硫酸的试管里，注入几滴氯化钡和几滴稀硝酸[⊖]溶液，可以看到稀硫酸与氯化钡反应，生成不溶于水的白色硫酸钡沉淀



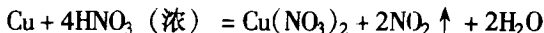
上述反应可用于检验硫酸。

硫酸是化学工业中最重要的产品之一。根据硫酸的不同性质，它在工业上和实验室里具有广泛的用途。在化肥工业上，利用硫酸与磷矿粉反应可制得过磷酸钙等磷肥。也可与氨或氨水反应，可制得氮肥硫酸铵。在电镀工业、农药、火药、染料以及冶炼有色金属、精炼石油等方面，都有广泛的用途。

3. 硝酸 (HNO_3) 硝酸是无色、易挥发、有刺激性气味的液体，密度为 1.5027g/cm^3 ，沸点为 83°C ，凝固点为 -42°C ，其挥发物 HNO_3 气体，与空气中水蒸汽结合生成小液滴，形成白雾。

硝酸是一种强酸。它具有很强的氧化性，跟金属反应时一般不生成氢气，而是生成水。不论是稀硝酸还是浓硝酸，都有氧化性，几乎能与所用的金属（除金、铂等少数金属外）或非金属发生反应。

浓硝酸和稀硝酸都能与铜起反应。前者反应剧烈，有红棕色气体产生；后者反应比较缓慢，有无色气体产生，在试管口生成红棕色



硝酸也能与金属氧化物，例如氧化锌、氧化镁等以及碱类，例如氢氧化锌、氢氧化镁等起反应，生成水和硝酸锌、硝酸镁等化合物。

有些金属，例如铝、铁等在浓硝酸中发生钝化现象。这是因

⊖ 加入几滴稀硝酸是为了防止某些杂质的干扰。

为浓硝酸将它们的表面氧化生成一层薄而致密的氧化物膜，因而能阻止内部金属进一步氧化。所以，铝槽车可以盛装浓硝酸。

浓硝酸和浓盐水的混合物（体积比为 1:3），称为王水。它的氧化能力很强，能使一些不溶于硝酸的金属，例如金、铂等溶解。

硝酸也是一种重要的化工原料，广泛用于生产化肥、染料、火药等方面。

除了上述三种酸以外，磷酸（ H_3PO_4 ）也是一种常见的重要的酸。磷酸是无色透明的晶体，熔点为 42.35°C ，具有吸湿性，易溶于水，能与水以任何比例混溶。通常用的磷酸是一种无色粘稠的溶液，其质量分数为 $83\% \sim 98\%$ 。

磷酸与某些金属、金属氧化物、碱所起的反应同盐酸、硫酸等相似。它是中等强度的酸。磷酸无毒。而偏磷酸有剧毒。磷酸比硝酸稳定，不易分解。

磷酸是三元酸。它能形成两种酸式盐和一种正盐。例如

磷酸二氢盐： NaH_2PO_4 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 。

磷酸氢盐： Na_2HPO_4 、 CaHPO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 。

磷酸盐： Na_3PO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 。

磷酸的主要用途是制造磷肥，也是钢铁表面处理中应用的处理剂。

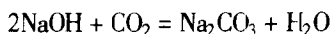
三、常见的碱

本节重点介绍两种常见的碱。

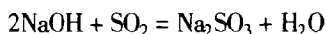
1. 氢氧化钠（ NaOH ） 纯净的氢氧化钠是一种白色固体，极易溶于水，溶解时放出大量的热。它的水溶液有涩味和滑腻感。暴露在空气中的氢氧化钠容易吸收水分而潮解。因此，氢氧化钠可以作为某些气体的干燥剂。由于氢氧化钠有强烈的腐蚀性，因此又称为苛性钠、火碱或烧碱。使用氢氧化钠时必须十分小心，防止皮肤、衣服被其腐蚀。现简要介绍氢氧化钠的化学性质。

(1) 氢氧化钠和非金属氧化物的反应 氢氧化钠能与二氧化

碳、二氧化硫等非金属氧化物起反应。



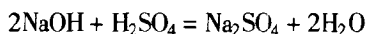
(碳酸钠)



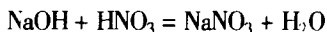
(亚硫酸钠)

由于氢氧化钠在空气里不仅吸收水分，还与二氧化碳反应，所以氢氧化钠必须密封保存。

(2) 氢氧化钠与酸反应 氢氧化钠不仅与盐酸起反应，也与硫酸、硝酸等其它的酸起反应



(硫酸钠)

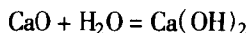


(3) 氢氧化钠与某些盐的反应 取两个试管，分别注入少量的硫酸铜溶液和氯化铁溶液，然后各加几滴氢氧化钠溶液，可以看到第一个试管里生成蓝色氢氧化铜沉淀，第二个试管里生成红褐色氢氧化铁沉淀



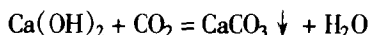
氢氧化钠是一种重要的化工原料，广泛用于肥皂、石油、造纸、纺织、印染等工业上。

2. 氢氧化钙 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 氢氧化钙可用生石灰 (CaO) 与水起反应制成白色粉末状氢氧化钙。此反应是放热反应



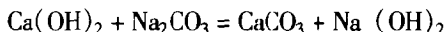
氢氧化钙微溶于水，其溶液俗称为石灰水。氢氧化钙对皮肤、衣服有腐蚀作用。

氢氧化钙呈碱性，能与二氧化碳反应，生成不溶的碳酸钙



氢氧化钙可以与酸起中和反应，农业上可用熟石灰来改良土壤。

氢氧化钙也能与某些盐起反应。例如它能与碳酸钠起反应，生成白色沉淀碳酸钙

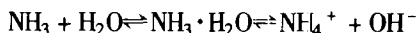


氢氧化钙又称为熟石灰或消石灰。它在工农业生产上有广泛的应用。例如，建筑业用它来做三合土原料之一，或用石灰砂浆来砌砖、抹墙，就是利用熟石灰能吸收空气中的二氧化碳变成坚固的碳酸钙这一性质。氢氧化钙还可用来制作漂白粉、氢氧化钠。农业上用它来降低土壤的酸性，改善土壤结构，还可用它来配制农药。

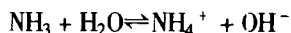
3. 其它碱 除了上述两种碱外，常见的还有氨（ NH_3 ）和氢氧化钾（ KOH ）。

氨在自然界中，是动物体，特别是腐败蛋白质的产物。它是无色的具有刺激性气味的气体，在标准状况下，氨的密度为 0.771g/L ，比同体积空气轻。在常温常压下，1 体积水能溶解 700 体积氨，氨的水溶液称为氨水。

氨溶于水，大部分与水结合成一水合氨 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，它的电离方程式是



上式可简写为



实际上， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 只有小部分电离成 NH_4^+ 和 OH^- ，所以氨水显弱碱性，而且一水合氨很不稳定，受热就会分解而生成氨和水



氨的化学性质与其它碱相似，它能与酸反应生成铵盐



（氯化铵）

氨是一种重要的化工产品，它是氮肥工业的基础原料，同时也是制造硝酸、铵盐、纯碱等的重要原料。氨在有机合成工业