

972033

• 高等学校教学用书 •

TG106.3
4726E2

氧化铝生产工艺学

(修一订 版)

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

氧化铝生产工艺学

(修订版)

中南工业大学 杨重愚 主编



冶金工业出版社

(京)新登字036号

高等学校教学用书
氧化铝生产工艺学
(修订版)

中南工业大学 杨重愚 主编

冶金工业出版社出版
(北京北河沿大街嵩祝院北巷89号)

新华书店总店科技发行所发行
河北香河县第二印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 11.625 字数 306 千字
1993年10月第一版 1993年10月第一次印刷
印数 1~1100 册

ISBN 7-5024-1234-4

TF·289 (课) 定价 5.50元

再版前言

本书是根据1991~1995冶金、有色高等院校教材出版规划，按照高等院校有色金属冶金专业教学计划和氧化铝生产课程教学大纲，在1981年版的基础上进行了修订。这次修订选用了近年来发表的资料和科技进步成果对原版内容作了较多的增删和调整，新增了高压水化学法生产氧化铝和超深度脱硅等章节，删去了原版中成本分析的部分。

本书由东北大学王延明（第2、16、19、20章），中南工业大学龙远志（第1、6~9、15、17、18章）、杨重愿（其余各章）编写和修订。全书由杨重愿校阅定稿。在编写和修订过程中，承蒙国内氧化铝生产、科研和设计部门同志们热情指点和提供资料，谨此致谢。

由于编者水平所限，虽经修订，书中错误、缺点仍在所难免，请读者继续惠予指正。

编者 1992.8.

EA062109

前 言

本书是根据1977年冶金工业部教材会议制定的高等院校有色冶金专业教学计划和氧化铝生产课程教学大纲编写的。全书共二十章，主要包括：拜耳法及碱石灰烧结法制取冶金级氧化铝的基本原理和工艺，拜耳法及烧结法的联合流程，生产中的环境保护和原料综合利用以及酸法生产氧化铝和明矾石矿的综合处理等。

本书反映了氧化铝生产的新理论、新工艺和新流程。书中对氧化铝生产过程中的原料、中间产品和成品的物理化学性质，节约能耗和强化生产及其技术发展趋势等方面作了较广泛的介绍和分析。

本书由东北工学院王延明（第2、19、20章）、中南矿冶学院龙远志（第1、6、7、8、9、15、16、17章）、杨重愚（其余各章）编写。全书由杨重愚校阅定稿。

本书为高等学校有色冶金专业教学用书，亦可供其它专业师生和冶金工程技术人员参考。

由于编者水平所限，书中错误和缺点在所难免，敬请读者给予批评指正。

编 者

1981. 3.

目 录

第一章 绪论	1
第一节 氧化铝工业发展概况.....	1
第二节 氧化铝及其水合物的性质.....	4
第三节 铝矿.....	8
第四节 氧化铝生产方法概述.....	14
第二章 铝酸钠溶液	21
第一节 $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ 系.....	21
第二节 铝酸钠溶液的稳定性.....	35
第三节 铝酸钠溶液的物理化学性质.....	37
第四节 铝酸钠溶液的结构问题.....	41
第三章 拜耳法的原理和基本流程	47
第一节 拜耳法的原理.....	47
第二节 拜耳法的基本流程.....	50
第四章 铝土矿溶出过程的化学反应	52
第一节 概述.....	52
第二节 含硅矿物在溶出过程中的行为.....	53
第三节 含铁矿物在溶出过程中的行为.....	59
第四节 含钛矿物在溶出过程中的行为.....	61
第五节 含硫矿物及碳酸盐在溶出过程中的行为.....	63
第六节 氧化钙和氧化镁在溶出过程中的行为.....	65
第七节 其它杂质组分在溶出过程中的行为.....	74
第五章 铝土矿溶出过程的工艺	76
第一节 概述.....	76
第二节 原矿浆的配料计算.....	76
第三节 高压溶出器组.....	79
第四节 高压溶出过程热量消耗的分析.....	86

第五节	管道溶出技术	88
第六节	溶出过程结疤的生成和防治	92
第六章	赤泥的分离与洗涤	98
第一节	概述	98
第二节	赤泥浆液稀释	99
第三节	拜耳法赤泥浆液的物理化学性质	101
第四节	絮凝剂的应用	105
第五节	沉降槽	111
第七章	铝酸钠溶液的晶种分解	115
第一节	概述	115
第二节	铝酸钠溶液分解过程的机理	118
第三节	影响晶种分解过程的主要因素	126
第四节	强化晶种分解过程的途径	133
第五节	晶种分解过程的工艺和设备	134
第八章	氢氧化铝的煅烧	141
第一节	氢氧化铝在煅烧过程中的物理化学性质变化	141
第二节	回转窑煅烧系统	147
第三节	流态化煅烧系统	151
第九章	分解母液蒸发与碳酸钠的苛化	160
第一节	概述	160
第二节	母液中各种杂质在蒸发过程中的行为	161
第三节	蒸发设备与蒸发流程的选择	163
第四节	铝酸钠溶液中杂质的清除	165
第五节	蒸发器结垢的预防与清除	169
第六节	降低蒸发水量的途径	171
第七节	一水碳酸钠的苛化回收	172
第十章	烧结法的原理和基本流程	176
第一节	烧结法的原理	176
第二节	烧结法的基本流程	178
第十一章	铝酸盐炉料烧结过程的物理化学反应	180

第一节	概述	180
第二节	铝酸盐炉料烧结过程中的主要物理化学反应	181
第三节	铝酸盐炉料烧结过程的机理	194
第四节	烧结过程中硫的行为和脱硫措施	201
第五节	碱石灰铝土矿炉料的配方	203
第十二章	铝酸盐炉料烧结过程的工艺	207
第一节	生料浆的制备	207
第二节	烧结窑设备系统	208
第三节	烧结窑的作业特点	215
第四节	提高烧结窑产能和降低热耗的途径	219
第十三章	铝酸盐熟料的溶出过程	226
第一节	熟料溶出过程的基本反应	226
第二节	铝酸盐熟料溶出过程的二次反应	230
第三节	二次反应的影响因素和抑制措施	238
第四节	铝酸盐熟料的溶出工艺	245
第十四章	铝酸钠溶液的脱硅过程	249
第一节	概述	249
第二节	铝酸钠溶液中水合铝硅酸钠的析出	250
第三节	铝酸钠溶液的深度脱硅	258
第四节	铝酸钠溶液脱硅过程的工艺	265
第十五章	铝酸钠溶液的碳酸化分解	267
第一节	概述	267
第二节	碳酸化分解的基本原理	268
第三节	碳分过程中氧化硅的行为	270
第四节	影响碳分过程的主要因素	272
第五节	碳分过程的工艺和设备	279
第十六章	高压水化学法	281
第一节	概述	281
第二节	高压水化学法的物理化学原理	282
第三节	高压水化学法的工艺过程	287

第四节	高压水化学法的改进和前景	296
第十七章	碱法生产氧化铝的联合流程	299
第一节	概述	299
第二节	拜耳-烧结并联法	299
第三节	拜耳-烧结串联法	302
第四节	拜耳-烧结混联法	305
第五节	拜耳-高压水化学法联合流程	306
第六节	联合法合理方案的选择	308
第十八章	氧化铝生产的环境保护与原料的综合利用	311
第一节	氧化铝厂的环境保护	311
第二节	赤泥的综合利用	312
第三节	镓的回收	315
第四节	钒和钨的回收	325
第十九章	酸法生产氧化铝	328
第一节	概述	328
第二节	高岭石的脱水焙烧	328
第三节	酸法生产氧化铝中有关的某些重要铝盐	330
第四节	铝盐溶液净化除铁和除硅	337
第五节	碱式硫酸铝法 (C.S.I.R.O.法)	340
第六节	H ⁺ 法处理粘土、煤页岩	341
第二十章	明矾石矿的综合处理	344
第一节	概述	344
第二节	明矾石矿	344
第三节	明矾石的热分解	346
第四节	氨法处理明矾石矿	348
第五节	还原热解法处理明矾石矿	353
第六节	硫酸法综合处理明矾石矿	359

第一章 绪论

第一节 氧化铝工业发展概况

铝工业自上世纪末问世以来,发展十分迅速。在现代工业技术的许多部门以及日常生活中,铝都获得了广泛的应用。这是由于铝及其合金具有许多优良性能,而铝的资源又很丰富之故。从1890年至1900年,全世界金属铝的总产量约为2.8万吨,到本世纪50年代中叶,铝的产量已超过铜而居有色金属之首位。1990年世界原铝产量为1600多万吨(此外还有占铝总消费量20%左右的再生铝),约占世界有色金属总产量的40%。

铝的化学性质很活泼,极易氧化,而其氧化物很难还原,故其冶炼方法与铁、铜等黑色金属、有色重金属不同,即不能用碳还原氧化铝或者电解铝盐水溶液的方法以获得纯的金属铝。用碳还原氧化铝需要约2100℃以上的高温,而得到的仍只是铝与碳化铝、氧化铝的混合熔体。电解铝盐水溶液时,则只发生水的分解,在阴极上不能得到金属铝。1886年电解在冰晶石熔体中的氧化铝的方法试验成功,1888~1892年奥地利化学家K.J.拜耳发明了生产氧化铝的拜耳法,用它处理高品位铝土矿,比1858年就已提出的烧结法,更为简单经济。这些发明奠定了现代铝工业的基础,并且为它的大规模生产和迅速发展开辟了道路。尽管多年来一直在寻求更为简单而经济的炼铝方法,但新法炼铝仍处于试验阶段。冰晶石-氧化铝熔体电解仍然是目前工业生产金属铝的唯一方法,所以铝生产包括从铝矿石生产氧化铝以及电解炼铝两个主要过程。每生产一吨金属铝消耗近两吨氧化铝(1.91~1.92t)。因此,随着电解炼铝的迅速增长,氧化铝生产已发展成较大的工业部门之一。1990年世界氧化铝产量达4000万吨。目前主要的氧化铝生产国是澳大利亚、美国、牙买加等。

氧化铝主要是供电解炼铝用(90%以上),但是电子、石油、化工、耐火材料、陶瓷、塑料、纺织、磨料、造纸以及制药等许多部门也需要各种特殊性能的氧化铝和氢氧化铝。国内外不少氧化铝厂都重视发展多品种氧化铝生产,例如活性氧化铝、低钠氧化铝、喷涂氧化铝、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、超细 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、高纯氧化铝和氢氧化铝、拟薄水铝石以及铝胶等,这些非冶金级的多品种氧化铝约占整个氧化铝产量的8~10%左右,品种在200种以上。有的厂全部产品都是多品种氧化铝。

从世界范围看,当前氧化铝生产绝大部分采用铝土矿为原料,生产方法主要是拜耳法,少数厂采用烧结法、联合法及其它方法。60年代以来这些方法虽无实质上的改变,但生产技术有了长足的进步,技术经济指标不断提高。工厂向大型化、系列化发展,并且靠近原料基地建厂是氧化铝工业发展中的重要特点。目前世界上的大型氧化铝厂不断增加,据报道,年产能100万吨以上的氧化铝厂已占氧化铝总产能的50%左右。澳大利亚的昆士兰氧化铝厂(位于昆士兰省的格拉斯通)氧化铝年生产能力为335万吨,是规模最大的氧化铝厂。工厂的大型化提高了它们的规模效益,设备的布置也大都露天化。70年代以来,氧化铝工业的技术进步主要表现在:

1. 生产能耗和原材料消耗显著降低 能耗在氧化铝生产成本中占有很大的比重。降低能耗是改进氧化铝生产的主要目标之一。为此国内外采取了许多措施,包括采用新型高效节能设备和改造旧设备,改革工艺,强化生产,提高单位容积溶液的产出率,改善热力系统,防治设备结疤以充分利用二次能源等有效方法。目前国外从三水铝石矿用拜耳法生产1t氧化铝的综合能耗已由30~40GJ降低到10GJ左右。采用管道溶出器代替高压釜溶出一水铝石型铝土矿,用流态化煅烧炉代替回转窑煅烧氢氧化铝,用高效降膜蒸发器蒸发母液,都使生产过程得到强化。不仅能耗大幅度降低,原材料的利用率等也大为改善。对于降低烧结法能耗尚无重大突破。国外正研究应用窑外烘干和预热技术烧结

霞石熟料，以求大幅度降低热耗并提高窑的产能。

工厂规模扩大促进了单体设备的大型化和高效化，也使单位能耗降低。目前 $\phi 5 \times 185\text{m}$ 的霞石熟料窑，处理量为 100t/h 熟料的立式溶出器，容积达 250m^3 以上的高压釜（双流法溶出）和 450m^3 的种分槽，日产氧化铝 1500t 的流态化煅烧炉，蒸水量达 250t/h 的五效降膜蒸发器都已在生产中应用。

2. 产品质量（包括物理性质和化学纯度）有了明显的提高，产品品种增加 为了适应电解炼铝干法净化烟气和大量利用再生铝的需要，近年来氧化铝产品质量已大为提高。当前的发展趋势是既要保持欧洲拜耳法的高产出率，又要获得美洲拜耳法制取的粒度粗而强度大的砂状氧化铝。在烧结法生产中，采用新的脱硅添加剂（水合碳铝酸钙）也使氧化铝产品质量大大提高。非冶金用氧化铝的质量也在迅速提高。

3. 原料综合利用程度和效果提高，环境保护改善 氧化铝厂产出的大量赤泥对环境的影响很大。目前烧结法赤泥的综合利用已取得新的进展，并提出了实现无废料、无污染的工艺目标，部分烧结法厂已基本实现这一要求。拜耳法赤泥尚未大量利用，但其堆放方法有了改进。从氧化铝生产中回收镓、钒等伴生金属及其它有价成分的工艺得到了改进。综合处理霞石和明矾石的生产工艺在进一步完善。

4. 生产过程自动化程度不断提高 连续化和自动化水平不断提高是氧化铝生产中的一个重要特点。自动化是生产现代化的重要标志。采用电子计算机自控技术是改进氧化铝生产的最重要措施之一。目前多数工序已实现计算机控制，效果很好，正向更高层次发展。

5. 提高原料质量，扩大原料来源 通过选矿来提高矿石质量是改进氧化铝生产的途径之一，先后已进行近半个世纪的研究。针对不同的矿石和脉石情况，发展了多种选矿方法和工艺流程。虽然其中大多数仍处于试验阶段，但有些已通过半工业或工业性试验，展现出良好的应用前景。近年来的研究表明，在氧化

铝生产过程中结合进行选矿作业是合理可行的，能更有效地将铝土矿中的硅、硫和碳酸盐矿物分选出来。

6. 研究和改进新的生产方法和工艺流程 其中最引人注目的是高压水化学法。半工业试验得出的技术经济指标表明，用这一方法代替烧结法处理霞石、拜耳法赤泥或其它低品位铝矿将使单位产品的能耗、成本和投资显著降低。

除上述者外，近年来在氧化铝生产的许多工序中还广泛应用各种添加剂。它们在絮凝沉降、助滤、脱水、防垢、消泡、脱硅及脱除溶液中其它杂质，改善铝土矿溶出、提高料浆流动性、控制结晶粒度等方面都具有良好效果。对于强化种分以及抑制熟料溶出时二次反应的添加剂也在积极研究之中。

广泛的基础理论研究对推动氧化铝生产的技术进步也起了重要作用。

我国铝工业是在解放后建立和发展起来的。自1954年第一座氧化铝厂投产以来，我国氧化铝产量和品种不断增加，质量提高，在生产技术上取得了一系列重大成就；根据我国高硅铝土矿资源特点，成功地掌握了碱石灰烧结法和混联法生产工艺；在烧结法的熟料溶出、从循环母液中回收镓，应用烧结法生产水泥以及增加产品品种等方面都有突出贡献。我国氧化铝工业与世界先进水平相比，还存在技术装备水平落后，生产过程能耗高，自动化水平和劳动生产率低，资源综合利用程度和环境保护水平有待提高等问题。这些都是重大的技术开发任务。由于氧化铝产量不足，在很大程度上制约了我国铝工业的发展。

第二节 氧化铝及其水合物的性质

氧化铝水合物[●]是构成各种类型铝土矿的主要成分。氧化铝

●氧化铝水合物是习惯上沿用的名称，实际上不是水合物，而是氢氧化物。因为氢氧化铝与 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 等结晶体不同，在其结构中没有水分子，而只有 OH^- 、 O^{2-} 离子和阳离子，但氢氧化铝在加热时， OH^- 容易转化为水而脱除，这一点与水合物性质相似。

生产方法和过程作业条件的选择和确定，就是以氧化铝及其水合物和杂质氧化物的性质为基本依据的。因此研究氧化铝及其水合物的性质具有重要意义。

氧化铝有多种水合物，不同国家对它们采用了不同的命名方法，以致造成了某种程度的混乱。

1952年哈伯 (F.Haber) 将氧化铝及其水合物分成 γ 和 α 两个系列，

γ 系列	分子式	α 系列
三水铝石	$\text{Al}(\text{OH})_3$	—
拜耳石	$\text{Al}(\text{OH})_3$	—
一水软铝石	AlOOH	一水硬铝石
$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	Al_2O_3	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

这种分类的依据是：氧化铝水合物在加热时总是转变为同一系列的化合物，而不易转变为另一系列的化合物。

值得注意的是，美国文献中对氧化铝水合物采用了正好与此相反的命名法。1930年美国铝业公司 (Alcoa) 提出按照惯例用 α 代表自然界最多的那些水合物。欧洲通常直接用矿物名称来称呼各种氧化铝水合物。1957年柏林国际会议确认了按结晶学原则即哈伯的命名法。在这两种命名法中，三水铝石和一水软铝石前的希腊字母正好相反，尤需注意。

拜耳石发现于1928年，1940年沃里弗 (Вольф) 将其列入哈伯分类法的 γ -系列，但在国外的另一些文献中将其列入 α -系列中。

目前文献中广泛应用的也就是这两种命名法。我国及本书中采用的命名法与欧洲相同。表1-1为各种命名法的对照关系。

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系结晶化合物在自然界中以下列矿物形态存在：三水铝石、一水软铝石、一水硬铝石和刚玉。它们都可以用人工方法制得。拜耳石在自然界极为稀少，仅发现于个别的三水铝石型铝土矿中。诺耳石也只发现于个别的铝土矿和粘土矿中。两者也都能由人工合成。

三水铝石、拜耳石和诺耳石是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。(习惯上亦常写成

表1-1 氧化铝及其水合物在不同命名法中的名称

组 成	矿 物 名 称	美 国 常 用 符 号	哈伯所用符号
$\text{Al}(\text{OH})_3$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	三 水 铝 石 (gibbsite或hydrargillite)	$\alpha\text{-Al}(\text{OH})_3$ 或 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (α -aluminatrihydrate)	$\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ 或 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
	拜 耳 石 (bayerite)	$\beta\text{-Al}(\text{OH})_3$ 或 $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (β -aluminatrihydrate)	—
	诺 耳 石① (nordstrandite)	新 $\beta\text{-Al}(\text{OH})_3$ 或新 $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (new β -trihydrate)	—
AlOOH 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	一水软铝石 (Beohmite)	$\alpha\text{-AlOOH}$ 或 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (α -alumina monohydrate)	$\gamma\text{-AlOOH}$ 或 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	一水硬铝石 (diaspore)	$\beta\text{-AlOOH}$ 或 $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (β -alumina monohydrate)	$\alpha\text{-AlOOH}$ 或 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Al_2O_3	刚 玉 (corundum)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

① 有的文献中将诺耳石称为拜耳石 I，或 $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ 。

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 的同素异构体，一水软铝石和一水硬铝石则是 AlOOH (亦常写成 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 的同素异构体，它们的结晶构造与物理化学性质都不相同。

三水铝石是氧化铝生产中稳定的中间产物。

不少文献指出，拜耳石易在低温条件下生成，即铝酸钠溶液在低温下自发分解或缓慢碳酸化的产物，其结晶通常很细。在较高温度下，拜耳石会转变为稳定的三水铝石。研究表明， $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ 系 20°C 溶解度等温线左支溶液 (Na_2O 1~340g/L) 的平衡固相为拜耳石。

工业生产条件下，在铝酸钠溶液种分和碳分时都能生成拜耳石。由于它在分解条件下是不稳定的，因而在最终分解产物中，

拜耳石的含量很少以至完全没有。碳分氢氧化铝中拜耳石含量一般多于种分氢氧化铝，但也取决于碳分条件。

铝盐溶液在室温下用氨中和时析出的沉淀，经长时间老化后，可以见到诺耳石。

图1-1为 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系平衡状态图。由图可见，在低温下的平衡固相为三水铝石，在提高温度后首先转变为一水软铝石，然后再转变为一水硬铝石。上述状态图的作者肯尼迪（Kennedy）还研究了在更高压力下（至 $4 \times 10^9 \text{Pa}$ ）的相转变，结果表明，在高压下三水铝石加热直接转变为一水硬铝石，中间不经过一水软铝石。因

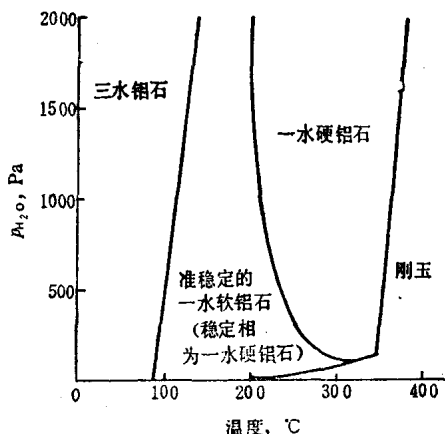


图1-1 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系平衡状态图

此认为一水软铝石是三水铝石在低压下转变为一水硬铝石时出现的介稳中间相，而不是稳定相，在状态图上不应有其稳定区。但因为在低压下，一水软铝石转变为稳定的一水硬铝石的速度非常慢，在 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系状态图上仍然标出了一水软铝石介稳存在的区域，而实际上这一区域的平衡固相应为一水硬铝石。当温度更高时，一水硬铝石转变为刚玉。

氢氧化铝在空气中加热时的相变对氧化铝生产具有实际意义，将在“氢氧化铝煅烧”一章中介绍。

各种氧化铝及其水合物的物理性质是不同的。以常见的几种铝矿物而言，其折光率、密度和硬度按下列次序增加：三水铝石→一水软铝石→一水硬铝石→刚玉。

氧化铝和氢氧化铝实际上不溶于水，但可溶于酸和碱溶液，是典型的两性化合物。它们的碱性和酸性都很弱，所以弱酸的铝盐在水溶液中都全部或大部分水解，但强酸的铝盐溶液则很稳

定。酸法生产氧化铝就是用硫酸、盐酸或硝酸等无机酸分解铝矿石，得到相应的铝盐溶液。氢氧化铝同时又是一个很弱的酸，它不溶于氨溶液，但与碱金属氢氧化物反应则生成铝酸盐。如溶于氢氧化钠溶液或与碳酸钠在高温下烧结生成铝酸钠，就是用碱法生产氧化铝所依据的基本反应。

不同形态的氧化铝及其水合物在碱和酸溶液中的溶解速度及溶解度是不同的。拜耳石与三水铝石最易溶，一水软铝石次之，一水硬铝石特别是刚玉则很难溶。刚玉晶格最致密最坚固，晶格能最大，化学活性也最稳定，即使在 300°C 的温度下与碱和酸溶液的反应也极缓慢。 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的化学活性较强，特别是在低温焙烧所获得的 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的化学活性与三水铝石相近。因此氧化铝生产中矿石的溶出条件主要取决于矿石中氧化铝存在的矿物形态，并且与其生成条件有密切关系，这些将在以下章节中进一步说明。

第三节 铝 矿

一、铝土矿

铝在地壳中的平均含量为8.7%（折成 Al_2O_3 为16.4%），仅次于氧和硅而居于第三位，在金属元素中则位居第一。铝的化学性质活泼。在自然界仅以化合物状态存在。地壳中的含铝矿物约有250种，其中约40%是各种铝硅酸盐。

铝矿物绝少以纯的状态构成工业矿床，都是与各种脉石矿物共生在一起的。最重要的铝矿资源是铝土矿，其次是明矾石、霞石、粘土等。

世界上95%以上的氧化铝是用铝土矿为原料生产的。铝土矿是一种主要由三水铝石、一水软铝石和一水硬铝石组成的矿石。依据上述矿物的含量将铝土矿划分为三水铝石型、一水软铝石型、一水硬铝石型和各种混合型，如三水铝石—一水软铝石型、一水软铝石—一水硬铝石型等。有的一水硬铝石型铝土矿中还含有少量刚玉。鉴别铝土矿类型的方法是测定矿石的灼减以及进行