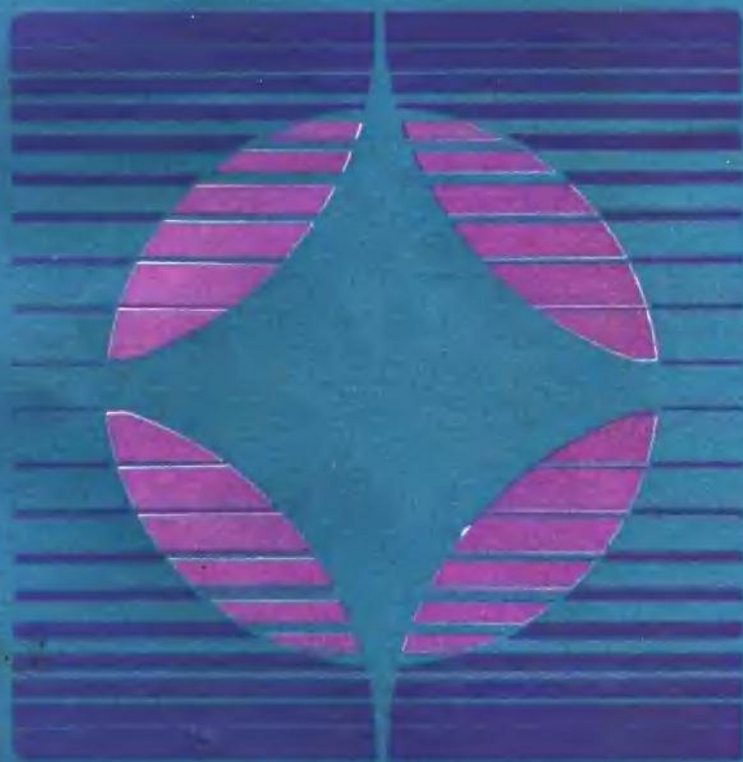


非金属矿产品 应用指南

何西民 编著



非金属矿产品应用指南

傅 师 汉 编 译

中国建筑工业出版社

本书阐明了六十多种非金属矿产品的性能和应用。对每一种矿产品都依次介绍它们的矿石性质、产地、主要用途、质量要求、企业及其产品等五部分内容。读者可从中了解每种矿产品的性能、应用、质量要点、资源情况等方面的丰富知识，以及生产厂家及其产品规格，因此，这是一本知识性和实用性并重的图书。各矿种的前四部分内容是以日本吉田国夫所著的《矿产品知识及贸易》为蓝本，补充了我国情况后译编而成的，每个矿种最后一部分收录的则是我国非金属矿四百余个生产企业和它们的一千多种产品规格。该书除主要供非金属矿的应用、开发、地质部门的生产技术人员和管理、供销人员使用外，也可供有关的外贸、科研、教学等人员参考。

非金属矿产品应用指南

傅 师 汉 编译

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：14³/₈ 插页：1 字数：386 千字

1986年12月第一版 1986年12月第一次印刷

印数：1—2,800册 定价：3.00元

统一书号：15040·5044

出版者的话

非金属矿产种类繁多，用途各异。目前已开发的非金属矿产品，就已广泛地应用于国防、化工、冶金、建材、轻工、农业等部门的许多领域。不同的应用对产品有不同的要求，这样又形成了品目更加众多的产品规格和标准。为便于读者了解非金属矿的各种优良性能及多方面的应用价值，并从中选用适宜的产品，我们出版了这本《非金属矿产品应用指南》，供从事非金属矿应用、开发、地质等部门的生产、技术、管理、供销人员以及其它有关人员使用，外贸、科研、教学人员亦可参考。

本书在选材上注重实用性和知识性。书中介绍了六十多种非金属矿产的矿石性质、产地、用途、质量要求及企业和产品等五部分内容，其中“矿石性质”、“产地”、“主要用途”和“质量要求”四部分，是傅师汉根据日本吉田国夫编著的《矿产品知识和贸易》（1978年版）一书中的有关内容和国内外科技信息编译而成的。《矿产品知识和贸易》一书内容比较丰富，简明扼要，自1955年出版以来修订再版九次，受到读者欢迎。“企业和产品”部分介绍了我国建材、冶金、化工外贸部门及地方所属的400多家企业和它们生产、销售的上千种产品，主要由叶于训、郭蕃婵收集有关资料整理编纂而成。

中国非金属矿公司技术处、石材处，冶金部矿山技术处，化工部矿山局技术处，中国五金矿产进出口总公司商情处及其一些省市分公司在收集有关企业和产品资料方面给予了大力支持和协助，具体提供资料的有叶于训、郭蕃婵、李慕新、翟元珍、高瑞光、陆洪、鲍如江、唐启山等同志。

胡兆扬同志审阅了全稿。

由于时间和条件所限，加之非金属矿山一般规模较小而又分散，有些产品尚未规格化，因此本书所列企业和产品是不全面的，书中其它缺点错误也在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第1章 主要用作工业原料的非金属矿产品	1
矾土	1
萤石	13
冰晶石	22
石墨	24
人造石墨	57
石膏	60
硅石（包括炉材硅石）	70
球石（包括内张石）	81
硅砂	83
石灰石	107
硫磺	118
重晶石	124
明矾石	131
鸡冠石	135
锶矿石	137
硼砂	140
天然碱	145
砷矿	147
第2章 主要用作耐火原料的非金属矿产品	149
耐火材料的基本知识	149
耐火粘土	155
高铝粘土（包括复州粘土）	161
蓝晶石（包括硅线石和红柱石）	168
叶蜡石	172

白云石	178
菱镁矿 (包括重烧镁和轻烧镁)	185
橄榄石	191
第3章 主要用作陶瓷原料的非金属矿产品	195
长石	195
瓷石	201
硅灰石	204
锂矿石	210
第4章 主要用作肥料原料的非金属矿产品	214
磷矿石	214
蛇纹石	219
钠硝石	223
钾矿	226
第5章 利用其物理特性的非金属矿产品	233
石棉	233
云母	252
水晶	277
方解石	281
金刚石	283
石榴石	288
刚玉	291
硬沥青	296
第6章 主要用作建筑材料的非金属矿产品	299
蛭石	299
珍珠岩	305
浮石	339
白榴火山灰 (包括粉煤灰)	343
板石	346
膨胀页岩	349
杂粘土	352

大理石	356
花岗石	367
第7章 主要用作粉末原料的非金属矿产品	372
白土	372
高岭土	378
滑石	393
膨润土	408
酸性白土（包括活性白土）	431
凹凸棒石粘土	435
硅藻土	438
绢云母	444
沸石	447

第 1 章

主要用作工业原料的非金属矿产品

矾 土 (Bauxite)

矿石性质

铝 (Al) 在构成地壳的元素中, 数量之多仅次于氧 (O) 和硅 (Si), 占 7.6%, 是金属元素中数量最多的。它或多或少地存在于所有的岩石之中, 但是, 并不是所有含铝的岩石, 都能成为铝的原料, 目前在工业上能利用的矿产品主要是矾土 (包括铝土矿、高铝粘土、高铝红土等铝土矿原料)。

矾土是铝的氢氧化物, 用 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 表示。由于结晶水 (H_2O) 的分子数 (n) 不同, 氧化铝 (Al_2O_3) 的含量有所变化。

目前一般能利用的矾土, 其中氧化铝的含量为 52~57%。除此以外, 还含有二氧化硅 (SiO_2), 二氧化钛 (TiO_2), 氧化铁 (Fe_2O_3) 和其化有机物。矾土一般为茶褐色。呈块状、豆状和粘土状。质地较软。敲开新鲜面, 一般呈白色或灰色。矿石色泽的变化, 取决于氧化铁和氧化铝含量的不同。氧化铁 (Fe_2O_3) 含量高, 在 10% 以上者, 呈赤褐色; 在 5% 者, 则呈灰色。此外, 如果氧化铁和二氧化硅进一步减少, 氧化铝含量达 60% 时, 则接近白色, 因此称为白矾土 (White Bauxite)。含铁高的矾土则称红矾土 (Red Bauxite)。

如前所述, 在化学成分上, 矾土是含氢氧化铝矿物的总称。

严格讲来，可以根据结晶水分子数的不同，按表 1 分类。它们在炼铝时，处理方法有所不同。

矾 土 矿 物 种 类 表 1

化 学 式	矿 物 名 称	理 论 值 (%)	
		Al ₂ O ₃	H ₂ O
Al ₂ O ₃ ·H ₂ O	一水软铝石(Boehmite)	85	15
Al ₂ O ₃ ·H ₂ O	一水硬铝石(Diaspore)	85	15
Al ₂ O ₃ ·3H ₂ O	三水铝石(Gibbsite)	65.4	34.6

实际上，和理论值完全一样的矿床是十分罕见的，一般情况下，均呈共生状态分布，并混有杂质。

矾土，是热带或亚热带湿润的气候使含铝的岩石不断风化、分解而成的。矾土一般分布在接近地表处，根据母岩的种类，可将其分为如表 2 所示的两种类型：

矾 土 的 类 型 表 2

类 型	红土型(Laterite)	钙质红土型(terra rossa)
母 岩	火 成 岩	石灰岩、白云岩
色	红 色	红 色
外 表	豆状、粗粉状	致密块状
氧化铝(Al ₂ O ₃)	50~60%	50~60%
结晶水(H ₂ O)	±30%	±10%
氧化铁(Fe ₂ O ₃)	若干%	10~20%

一般情况下，钙质红土型，以一水矾土为主成分，主产于欧洲地中海沿岸地区。红土型则以三水矾土为主成分，主要产地是以赤道为中心，南北美洲、非洲、亚洲等地区，三水矾土矿石中有时亦混有一水矾土。

钙质红土型(Terra rossa type)和红土型(Laterite type)相比较，由于铁(氧化铁)含量高，因而矿石颜色较

深，此外，它的特点是结晶水含量小。

产地 矾土最早于1821年在法国南部Arles的Les Baux首次发现（当时发现的是红色粘土），矾土(Bauxite)因此而得名。

目前，以赤道为中心，加勒比海，中南美，非洲（加纳），

世界各地矾土的主要类型(此表摘自联合国刊物ST/CID/9)

表 3

产 地	矾土类型	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	H ₂ O (%)
非 洲						
加 纳	三 水 型	46~51	1	—	17~25	26~29
几 内 亚	三 水 型	54	7	1~2	11~12	28~29
亚 洲						
印 度	三水、一水型	52~58	2~4	6~11	7~14	25~28
印度尼西亚	三 水 型	54~58	2~4	1	4~10	28~30
马来西亚	三 水 型	55~60	2~7	1	4~6	27~29
澳 洲						
澳大利亚	三 水 型	48~52	8	4	12~18	27~29
欧 洲						
法 国	一 水 型	54~58	1~6	2~3	23~26	10~13
希 腊	一 水 型	57	4	2~3	23	11~13
匈 牙 利	一水、三水型	50~52	5~6	2~3	17~19	11~20
意 大 利	一 水 型	54~58	1~2	3	23~27	11~13
罗马尼亚	一 水 型	57	2~4	3	24	12
苏 联	一 水 型	49~59	3~7	2	21~24	11
南斯拉夫	一 水 型	54~59	2~5	3~4	20~24	12~15
北 美 洲						
多米尼加	三 水 型	46~49	1~5	—	19~21	
牙 买 加	三水、一水型	50~53	1~3	2~3	17~20	26~27
海 地	三 水 型	47	3		22	
美 国	三 水 型	52~58	6~10	2~3	6~14	28~30
南 美 洲						
圭 亚 那	三 水 型	50~61	2~9	1~2	3~10	26~32
巴 西	三 水 型	54~58	3~7	1~2	6~10	
苏 里 南	三 水 型	57~59	2~4	1~3	5~6	31~32

欧洲（匈牙利、南斯拉夫），澳大利亚，亚洲（马来西亚、印度尼西亚）等处均有分布。全世界的埋藏量约有110亿吨，其中几内亚和澳大利亚两国，占全世界埋藏量的80%左右。

我国矾土资源丰富，主要产地有：山西省太原和阳泉、河北省唐山市古冶、山东省淄博。河南省巩县和沁阳、贵州省修文、辽宁省复县和本溪、以及广西、福建等地。我国铝矾土主要为一水矾土，具有高铝、低铁、结构致密、收缩率低等特点，而且品种齐全，含铝45~85%的各种类型几乎都有，用做耐火材料比三水铝石更为优越。

目前我国的矾土，除供国内应用外，还出口到北美、西欧、日本等22个国家和地区。出口品种由单一的耐火级已发展到研磨级、化工级、电焊级、铺路级等多种品种。

世界各地矾土的主要类型见表3。我国矾土化学成分见表4。

我国两地矾土的化学成分(%) 表 4

产 地	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	S	烧失量
山西克俄	66.30	13.29	2.18	2.79	—	—	0.17	0.27	—	14.21
河南小关	64.00	13.46	2.85	2.99	0.71	0.107	0.79	0.25	0.04	13.9

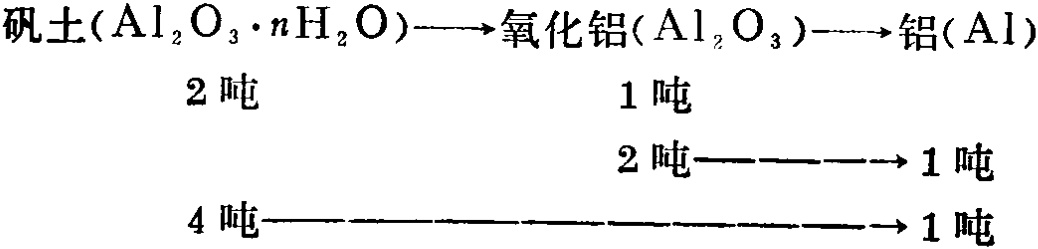
主要用途	矾土是炼铝的主要原料。全世界铝的需要量逐年增加，目前，90%的矾土用于炼铝方面。
-------------	--

铝比其他金属轻，耐蚀性、导热性好，导电性能强，容易加工，而且外表美观，是一种优良的金属，制成合金十分坚固，可以广泛用于建筑、车辆、船舶、电气通讯等领域，是现代生活中必不可少的金属。

铝的制造过程，是将矾土粗碎后，在干燥窑内焙烧，然后粉碎至60目以下，混入氢氧化钠溶液，在高压釜内加热。处理结果，氧化铝完全溶解在氢氧化钠中，成为“铝酸钠”溶液，其他的氧

化铁、氧化硅、氧化钛等难溶杂质，成为残泥，残留在溶液内。这些红色残泥，称为“红泥”。然后将“铝酸钠”溶液，用过滤机过滤，除去红泥，将纯粹铝酸溶液在析出槽里加水分解，成为氢氧化铝的结晶（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ）。这种结晶呈白色泥状，称为“白泥”。将白泥放进窑内，在 1200°C 的高温下煅烧，除去全部水分后，就成为纯白的氧化铝粉（ Al_2O_3 ）。

最后将氧化铝粉放入电解炉，在冰晶石和氟化铝的溶液中，通入直流电，氧化铝电解后，在阳极氧和作为电极的碳棒化合，成为二氧化碳气被分解出来，金属铝蓄存于炉底。目前，在日本炼铝各工序消耗矾土原料的量如下：



上述消耗，是指使用含氧化铝在54%左右的矾土。一般情况下，每一吨氧化铝的矾土需要量，三水铝石要比一水铝石少。此外，在生产铝时，电解所耗费的电量，每吨铝锭大约为16000 KwH，电费在生产成本中所占的比例，高达36%（日本，1977年），因此，炼铝工业素有“电老虎”之称。

氟化铝（ AlF_3 ）和冰晶石（在冰晶石篇内叙述）均是电解氧化铝的必要原料。使用冰晶石是为了降低氧化铝溶解的温度；而氟化铝是为了防止冰晶石中的钠在电解中过剩，维持电解效率。近年来，为了达到上述目的，出现了采用碳酸锂的新技术。每吨铝锭大约需要氟化铝30kg。

此外，从母液中过滤分离出来的氢氧化铝，经洗涤、干燥后，可以和高岭土一样，作铜版纸的涂料用（参阅高岭土和白土篇）。

矾土除制铝外，其次一个用途是作研磨材料和耐火材料用。作研磨材料用时，是将白矾土和焦炭一起放在电解炉中溶解，除去铁和二氧化硅等杂质，剩下的主要成份是氧化铝，结晶后，制成

“电融氧化铝研磨材料”。这种研磨材料中，有A颗粒（电融氧化铝）和wA颗粒（白色电融氧化铝）两种。A颗粒是氧化铝结晶块的粉碎品，稍含钛和其他杂质，由有色的刚玉结晶粒组成。

wA颗粒和A颗粒相比，无杂质，它由粒度均一、纯度高的刚玉结晶粒组成（表5）。近年来，矾土在代替刚玉方面（参看刚玉篇）有显著的进展。

人造研磨材料的成分(%) 表 5

种 类	成 分			
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
A 颗 粒	94.90	1.82	0.40	2.08
wA颗粒	99.47	0.02	0.08	0.01

矾土作耐火材料的原料使用时，是将白矾土在1600℃下煅烧，将结晶水分离后，制成熟矾土，其化学成分如表6所示。

熟矾土的化学成分例(%) 表 6

产 地	用 途	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	烧失量
南美苏里南矾土	耐火材料用	87~90	4~6	1~2	2.5~3.3	0.1~0.5
苏里南矾土	研磨材料用	85~88	2.5~5.0	4~7	3~4	1~2
圭亚那矾土	耐火材料用	88	7.0	1.5	3.25	2.25
我国山东矾土	耐火材料用	88.35	6.20	1.50	3.75	0.2~0.3

用矾土制造耐火材料的方法是：将原料用电炉熔化后，注入按要求设定好的砂质模型内成型。这种耐火砖叫电熔耐火材料（表7），耐化学侵蚀性强，机械强度大，耐火度高，因此常用于炼钢加热炉、熔铅炉、熔铝炉、玻璃槽窑、水泥回转窑等方面。

烧结铝氧粉是将纯度高的煅烧氧化铝加压成团矿，然后在回转窑内用2000℃高温烧成。它由刚玉（d·Al₂O₃）组成，结晶

构造为板状者称为板状铝（Tabular Alumina），烧结铝氧粉（原料经电融而成者称电融铝氧粉）除作高铝耐火材料外，还可以作研磨材料、电绝缘材料，合成树脂充填材料等，用途很广。

作耐火材料用的氧化铝、氢氧化铝的化学成分(%) 表 7

种 类	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	烧失量	真比重
氢氧化铝	59.7	0.01	0.01	0.24	31.5	2.42
氧化铝(电熔)	99.5	0.05	0.04	0.3	0.1	3.97
氧化铝(烧成)	99.4	0.02	0.02	0.45	0.35	3.9

此外，将矾土和石灰石在反射炉内烧成或熔化，经冷却造粒，然后再粉碎，可成为“高铝水泥”的原料。高铝水泥和以硅酸钙为主要成分的波特兰水泥不同，是一种以铝酸钙(CaO·Al₂O₃)为主要成分的水泥（见表8），具有快凝、高强、耐寒、耐火和抗腐蚀性能良好等优点，因此被广泛应用于公路、铁路、桥梁等需要有快凝性的紧急工程以及化学工厂的地板、耐火灰浆、耐火混凝土的结合材料等方面。

高铝水泥的成分例(%) 表 8

成 分	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
高铝水泥	49~54	4~6	1~3	36~40	0~1	—
波特兰水泥	3.96	23.84	2.12	64.96	1.20	1.31

矾土还可用来铺路。据资本主义国家统计，干燥路面时车祸发生率为17%，而路面湿润和冰冻时，分别占32%和76%。经研究证明，保持路面干燥最好的石质为矾土。

矾土铺成的路具有硬度大，耐磨强度高，吸水率大，刹车性能优良等特点。具体用法是：为了使公路易于吸收水分，底部

用石子、砂子和土铺成马鞍形后，再用石子和沥青的混合物铺平，然后表面铺上两公分矾土块粒，涂上人造胶两小时后即可使用。

除此之外，矾土用作制硫酸铝的原料亦有一定的重要性。硫酸铝有多种用途，如用做水道或工厂的净水剂，造纸（调整纸浆抄纸条件）、明胶、防水、防火剂，制药原料、涂料、颜料的配合剂，以及鞣革等（请参阅明矾篇）。

矾土中，一般含0.003—0.1%的镓（化学元素符号为Ga），在炼铝时，将氢氧化铝结晶分离后，吹入碳酸气，制成氧化镓（ Ga_2O_3 ），进而用苛性碱溶解，经电解，取得金属镓。镓是一种熔点低（ $30^{\circ}C$ ），沸点极高（ $2400^{\circ}C$ ）的元素。除可作电子管的合金剂和粉末金属的粘结剂外，其氧化物还可作彩色电视的绿色发光体，其用途正在不断扩大。

矾土除上述用途外，近年来，随着科学技术的发展，一种新型的矾土——普罗潘特矾土已经问世。

普罗潘特（Proppant）矾土适于作钻井时的支撑剂。当地下油层出现枯竭时，喷出的油量将会减少。在这种情况下，通过油井放下炸药，将油层的岩石炸裂，然后用高压机将普罗潘特矾土（象芝麻样大小的圆粒）打入被炸裂的岩层内，把裂层支撑起来，让油通过其继续向外喷。

普罗潘特矾土承受高压的能力，超过二氧化硅，达到6000磅/英寸²，具有如此大的坚硬度，是由于氧化铝的不规则结晶所决定的。目前世界上生产普罗潘特矾土的，只有美国的Norton和Carborundum和澳大利亚的Comalco等少数几家工厂。

质量要求

1. 作炼铝原料用

品位高的矾土和形态如泥土状的矾土不需选矿，但是为了除去附在矿石上的粘土和杂质，一般都需要洗净。此外，为了除去水分，可在回转窑内干燥后再外运。一般情况下，随着粗矿细化，氧化铝含量下降。另外含在矾土中的二氧化硅（ SiO_2 ）在制铝过程中，不仅消费氢氧化钠，还会损失氧化铝（ Al_2O_3 ），因此，必须检查氧化铝和二氧化硅的含量（一般称

铝硅比，即矿石中氧化铝与二氧化硅的重量比值）。

由于产地不同，矾土的类型和性质各异，炼铝的方法亦各不相同。一般来讲，三水型（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ）矾土易溶于酸和碱，适合炼铝用。世界上主要的矾土矿床大都是三水型。相反以单水型（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）为主要成分的矾土，难溶于酸和碱。在贸易方面有重要性的矾土化学成分举例如表 9。

表 9

化 学 成 分	标 准 品 位 (%)	保 证 品 位 (%)
氧化铝(Al_2O_3)	53	52~53以上
二氧化硅(SiO_2)	5	5.5以下
氧化钛(TiO_2)	1.2	1.5以下
容许水分	3	3

氧化铁虽然关系不大，但是有机物会妨碍“红泥”的沉淀，还会推迟氧化铝的析出，因此也不受欢迎。

2. 作耐火材料用：

使用氧化铁和二氧化硅含量少的白矾土。

其保证品位如下：

Al_2O_3	86.5%以上
Fe_2O_3	2.5%以下
SiO_2	7.5%以下
TiO_2	3.5%以下

3. 作研磨材料和矾土水泥用：

大体上用与耐火材料相同的质量。

作研磨材料用的熟矾土大体品位如下：

Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	烧 失 量
87.75%	1.5%	7.0%	3.25%	0.5%

4. 作铺路用:

Al_2O_3	65%以上
Fe_2O_3	15%以下
SiO_2	10%以下
粒度 一般用途	5 ~ 20mm
特殊要求	2 ~ 3 mm

5. 作建筑材料用:

目前正在研究, 将从矾土中抽出 氧化铝时 所产生的红泥在 1200°C中加热, 造粒后作人工骨料用。

6. 作普罗潘特矾土用:

做普罗潘特矾土的原料是熟 矾土, 要求高铝、低硅 和低粘 土、烧结度高, 筛选圆粒度为0.9, 煅烧温度为2000°C。

企业和产品

中国五金矿产进出口总公司
产品: 熟矾土

化 学 分 析 (%)	熟 矾 土	
	80	85
三氧化二铝	84.50	88.35
二氧化硅	9.90	6.20
二氧化钛	3.75	3.75
三氧化二铁	1.60	1.50
烧 失 量	0.20	0.20
钾 钠	0.12	0.10
煅烧温度(°C)	1650	1700
物理性能		
耐火度(P.C.E)		
体积密度g/cm ₃	37	38
粒度cm ³	2.80	3.10

用途: 作高铝耐火材料用