

氧化铝生产
工人教材

配料

冶金工业出版社

配 料

国营氧化铝厂 編

冶金工业出版社

氧化铝生产工人教材—配料

国营氧化铝厂 编

— * —

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第096号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

— * —

1959年8月北京第一版

1959年8月第一次印刷

印数 2,500 册

开本 787×1092·1/32·23,000 字·印张 1 $\frac{2}{32}$

— * —

统一书号 15062·1805 定价 0.14 元

出版者的話

自从党中央提出技术革命与文化革命的伟大号召后，在广大工人、农民、机关干部和学生中間很快就掀起了学习技术的高潮。全国各地大量兴办中小型鋁厂，为此須要培訓大量的技术工人，而且这些企业的领导干部和业务人員，也迫切要求学习和掌握技术知識，以便在工作中做出更大的贡献。为了适应这方面的迫切需要，我們特請国营氧化鋁厂在百忙中組織編写了这套氧化鋁生产工人教材。

本書可作氧化鋁厂工人技术学校或訓練班的教材，並可供氧化鋁厂一般干部及工作人員自学之用。

这本“配料”是由国营氧化鋁厂张金香同志整理，由陈林俊、汪永昌二同志審訂。書中簡要地介紹了碱石灰湿法氧化鋁生产中配料及料漿調整的操作方法以及各項配料的計算和各項操作的安全規則。

本書由于編写与出版時間仓促，一定有不少的缺点和錯誤，希望讀者指正。

目 录

第一章 燒結法氧化鋁生产的配料工作概述

第一节	配料工作的任务及其重要性	1
第二节	配料的技术作业程序	4
第三节	混矿配料的操作	6
第四节	轉盘配料的操作	8
第五节	料浆調整的操作	10
第六节	料浆槽簡述	14

第二章 各項配料的計算

第七节	混矿配料計算	17
第八节	制备料浆的系統配料計算	19
第九节	料浆調整計算	23
第十节	以下料量調整料浆成份的計算	27
第十一节	以碱液調整料浆成份的計算	28

第一章 燒結法氧化鋁生產的 配料工作概述

第一节 配料工作的任务及其重要性

在氧化鋁生產中，按照燒結法生產的工廠通常採用飽和配方，將蘇打、石灰與鋁礬土組成生料，再進行燒成作業及熟料溶出等項作業以製成氧化鋁。由此可知配料工作是整個生產過程的第一步。而這項工作質量的好壞，不僅影響到與它直接有關的燒成作業，而且會影響到其它作業。甚至會影響到全部生產的技術效果和經濟效果。

這裡首先來講一下“飽和配方”的問題。多年的實踐和研究工作證明：如果要使礦石中的氧化鋁最大限度地被提取出來，同時要求鹼的損失最少。那末，就必須設法使礦石中的氧化鋁全部變成易于溶出的鋁酸鈉 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)；氧化鐵全部變成易于溶出的鐵酸鈉 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)；氧化硅全部變成难于溶出的原硅酸鈣 ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)。凡按照這樣的分子比來進行配料時，配成的生料內所含氧化鋁、氧化鐵與氧化鈉之間及氧化鈣與氧化硅之間就要保持下列的比例：

$$\text{鹼比 (或稱鈉鋁鐵比)} = \frac{\text{Na}_2\text{O (分子數)}}{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (分子數)} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (分子數)}} =$$

$$1; \text{鈣硅比} \frac{\text{CaO (分子數)}}{\text{SiO}_2 \text{ (分子數)}} = 2。 \text{所以說，凡是按照上述原則}$$

进行配料者即是“饱和配方”。

具体说来，按饱和配方所配成的生料具有下列优点：

(1) 烧成温度范围广 ($1050\sim1300^{\circ}\text{C}$)，因而有利于烧成作业的操作，并可减少窑内结圈现象。

(2) 饱和配料在烧成以后所取得的反应产物其成份最简单。

(3) 溶出时能得到较高的氧化铝及氧化钠的净溶出率。

但在工厂的配料工艺过程中需要考虑到生料在运输途中的机械损失，旋窑内的化学损失，以及分析误差等因素的影响，使得配成生料的成份有一定的波动范围，因此对于上述配料比必须有一定的校正值，因得：

$$\frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} = 1.0 \pm 0.05 + K_1; \quad \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 2.0 \pm 0.1 + K_2。$$

式中 K_1 为烧成生料时煤粉燃烧后灰份中所含有氧化铝，氧化铁及其他因素（如取样与分析）对生料成份的校正值。 K_2 为烧成生料时煤粉燃烧后的灰份中含有氧化硅及其他因素对生料成份的校正值。在工厂实践中说明，碱比在 0.98 ± 0.02 较好，最低不少于 0.95。而钙硅比在 1.95 ± 0.03 较好，最高不超过 2.0。

配料工作在氧化铝生产中的任务就是按照规定的配料比（配方）配制生料，并进一步制成料浆。而生料浆的成份是否准确以及水份、固体粒度是否符合指标的规定，便是配料工作质量好坏的最明显的标志。

对于配料工作如果没有十分严格的控制，就会引起许多

不良影响。具体說来：如果苏打量过少則碱比偏低，因而不能保証矿石中的氧化鋁全部变成易于溶出的鋁酸钠，使氧化鋁的提取率减低。反之，如果苏打量过多則碱比偏高，就有可能使氧化鈉形成难于溶出的化合物 ($n \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot m \cdot \text{CaO} \cdot \text{PSiO}_2$)，苏打的損失增加，同时生料的烧成溫度范围也变窄，因而不利于烧成作业的操作。

如果氧化鈣 过少 則鈣硅 比偏低，因而氧化硅不能完全变成原硅酸鈣，将有一小部份氧化硅与苏打反应，形成硅酸钠 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$)。在熟料溶出时硅酸钠很快移入鋁酸钠溶液而使溶液純度降低。唯一的办法是使氧化硅再以鋁硅酸盐 ($(\text{Ca}, \text{Na}_2) \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，即难于溶解的硅渣的形式，从溶液中脫除掉。虽然硅渣还可以返回利用，但生产上的各种消耗却将随而增大。另外，由于硅酸钠的熔化溫度較低，在烧成作业中便比較难于控制溫度。反之，氧化鈣过多，則鈣硅比偏高，因而在熟料中可能存在大量游离氧化鈣或形成一些硅酸三鈣。这都能引起氧化鋁提取率的降低，而且游离氧化鈣对于溶出作业及其泥渣的分离，洗滌作业等皆会造成严重的不良影响—赤泥膨胀，以致助长副反应而造成氧化鋁和氧化鈉的損失，最終仍将使氧化鋁的提取率降低和苏打消耗增高。

如果矿石的磨細程度不够，对于烧成过程也有重大影响。我們知道，参加反应的物料若是表面积越大，則相互的反应越快。因此，生料有足够的細度而且不随時間波动，就是使生料在烧成时充分进行反应的重要条件，也是保持烧成溫度稳定的重要条件。反之，生料細度不够，或是經常波动，也就不能使各成份混合均匀，生料在烧成时便易造成局部熔

化现象。在这种情况下，不仅使烧成作业的操作发生困难，而且各成份之间的反应也不会完全。具体說来就是物料在窑內形成“前粘后生”现象以致出窑后熟料內夹杂“生料”。另外在廻轉窑內經常出現的“結圈”“結壁”等不良现象往往也是生料細度不够所造成的。实践經驗証明，生料細度以在 120 # 篩残留少于 9.0% 为合适。

料浆水份对旋窑操作的影响也很大。水份偏高則旋窑产能降低，同时燃烧消耗增多，窑尾易生泥浆圈。水份偏低，則料浆难于輸送。一般認為料浆水份在 37~39% 之間較為适合。

第二节 配料的技术作业程序

在进行配料之前，应当先做好下列三項准备工作：

第一，把矿石破碎到一定的快度：关于矿石的破碎已有专冊介紹，这里只簡略地叙述一下。按照规定，矿山送来矿石不得大于 400 公厘。这样大的矿块，必須經過破碎才能加入磨內。一般用顎式破碎机进行粗碎，再以錐式破碎机进行中碎，将矿块縮減至 15 公厘以下，然后再用吊車将碎矿石与硅渣按一定比例配合組成混矿。硅渣是生产过程中，进行鋁酸鈉溶液脫硅作业时从溶液中分离出来的泥渣，或称之为白泥。它除了含氧化硅之外还含有相当数量的氧化鋁与氧化鈉，所以要返回来配料将其中有用成份收回。

第二，将石灰石制成石灰：由矿山运来的石灰石也不应大于 400 公厘，先用偏动碎石机粗碎一下，然后装入石灰爐燃烧变成石灰。其粒度应在 50 公厘以下，含氧化鈣应在 88% 以上。

第三,做好碱液和碱粉的贮备,做到及时供应:在生产过程中碳酸化分解后的母液含碳酸钠在 $110 \sim 130$ 克/升 Na_2O_e , 经蒸发后浓缩到 $150 \sim 180$ 克/升 Na_2O_e , 即可唧入碱液槽备用。另外为补偿生产中碱的损失还需加入一部份新碱粉。

上述各项工作做好以后,即可进行制备料浆的系统配料。其作业程序如图 1, 所示:

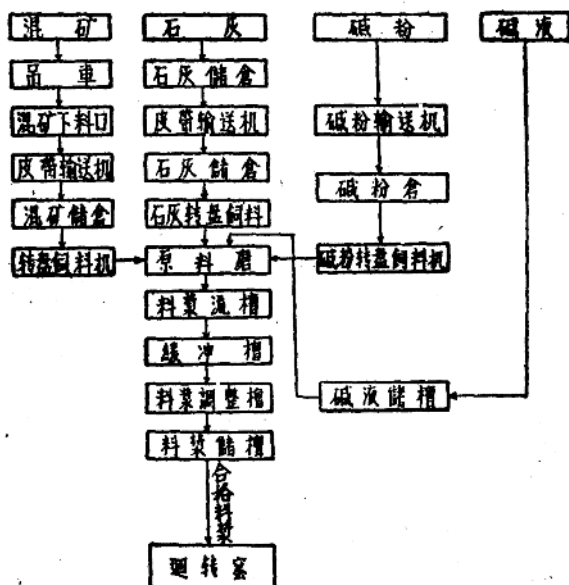


图 1 配料作业流程图

各种固体物料经过输送设备, 储仓和转盘饲料机送入原料磨。而碱液则由管道导入磨内。各种原料皆严格地按配料

单规定的比例下料。其細磨作业是在湿式多仓球磨机内进行。关于原料磨已另有专輯介紹，这里不再重复。

由于轉盘飼料机的下料比例不甚准确，所以原料磨出来的料浆必須再进行调整，一方面是通过料浆的控制分析来調整入磨的各物料比例。另一方面是通过全分析对不合格的料浆加以調整。合格的料浆用泵打入料浆貯槽，供給燒成作业。

第三节 混矿配料的操作

混矿配料是用門式吊車在矿槽上将鋁矿与硅渣按规定的比例均匀地配合起来，保証供給下一工序足够的原料，而且要求混矿指标的合格率在85%以上。

这项工作的操作者应当准确而又熟練地操縱吊車。不仅要掌握好縱橫平撒法做到撒料均匀，而且在控制吊車抓斗时，每一抓的吨数以及鋁矿与硅渣之間的抓数比值都要符合混矿指标的要求。

进行混矿的配料时，还需要特別注意按原矿品位控制配料以及原矿取样問題和矿槽划分工作区域問題。现分三方面叙述于下：

I，按原矿品位控制配料，即是根据原矿品位 Δ/s 的高低及对混矿要求的指标 Δ/s 而配入硅渣。并須保持每天配成混矿的 Δ/s 稳定，特别是当全区配至最后一天时，应当考虑全区是否能达到混矿品位的 Δ/s 要求。同时充份估計最后一天的原矿成份波动情况。例如按計算結果应使原矿与硅渣的吊車抓数为6比1，那末应先抓3抓原矿，掺入一抓砂渣。然后再盖3抓原矿，組成一堆并混合均匀橫行撒开，但每天

的料子必須按层均匀地撒滿全区。这样配成的混矿成份才不致波动太大。

也可以将破碎后的原矿直接撒在全区。每日約 1500~2500 吨經过 3~4 天填滿全区后，即按每天碎矿的分析成份計算出平均成份后渗入硅渣量，然后将全区混合均匀。

Ⅰ，原矿的取样問題在配料工作上具有特別重要的意义。往往由于取样不准，歪曲了原矿的真实成份。这种样品当然沒有代表性了。

如果在碎矿下料口处接一条小支管連續地将一小部份矿石导入取样器，組成天样，再由专人进行縮分，这种取样方法具有充分的准确性和均匀性。可以認為每分鐘都有样品取出来。所以代表性十分充分。

曾經对取样器的代表性进行过测定，由专人准确地皮帶输送机上每15分鐘取样一次。再由三班的样品組成天样。从分析結果来看，两处样品基本上相互符合，同时說明只有专人定时准确取样，其样品于有充分的代表性，当然用取样器取样更会准确些。现将測定結果列于表 1：

表 1

成份 取样方法	SiO ₂			Fe ₂ O ₃			Al ₂ O ₃			A/S		
	第一日	第二日	第三日	第一日	第二日	第三日	第一日	第二日	第三日	第一日	第二日	第三日
用人工	17.89	14.05	14.00	11.15	8.5	8.85	54.8	58.95	58.2	30.7	4.20	4.16
用取样器	17.97	14.12	14.25	10.70	8.0	9.95	55.4	59.65	58.5	3.05	4.22	4.1

Ⅱ，将矿槽按区域划分工作，則配料工作可以更有条理地进行。大致分为三区：（1）配料区，即正在进行配料的工作区域；（2）存料区，即配好料的儲料区，也就是配

料与送料之間的缓冲区；（3）送料区，配好混矿由此用吊車抓入混矿下料口送去配制料浆的工序。

附：吊車操作安全規則

- ① 随天气变化进行設備維護工作，如遇暴风应适当处理电动机。
- ② 大車未停稳，禁止上下車；上車时禁止帶五公斤以上的东西。
- ③ 在吊車上检修时，要扣好安全带。
- ④ 检修检查时，須将移动之安全設備按装好，否則禁止開車。
- ⑤ 检查电气設備时，必須切断电源；欲送电时，必須事先做好联系工作。
- ⑥ 修理线路及检查电气設備时，必須用驗电器检查是否有电，如超过十分鐘必須挂上禁止送电警告牌。
- ⑦ 停下高压油开关，禁止非操作人員送电。
- ⑧ 断电器电流不应过大，卷扬断电器应为5安，大車的断电器应为150安，小車断电器应为50安。
- ⑨ 电气設備如有损坏，不得和自处理。
- ⑩ 縱行和橫行車輪磨损30%以上或車輪不圆时禁止使用。
- ⑪ 鋼絲繩按它的圓捻距計算，如每股磨损达30%以上，則应停止使用。

第四节 轉盘配料的操作

制备料浆的系統配料基本上是在轉盘飼料机上进行。因此操作者必須經常了解鋁矿石、石灰的粒度、成份及水份变化情况。同时根据配料单的要求，經常校对下料量，每小时至少抽称两次。另外操作者还需同料浆槽和原料磨加强联

系，至少每小时联系一次。以便了解他們对氧化鈣和碱粉下料的要求。同时了解碱液浓度及固体（鋁酸鈣）含量，各槽的料浆貯量及成份等情况，以备自己参考。此外，操作者对于轉盘下料管和其他部件也要經常检查，免得下料管堵塞，影响下料的均匀性。

在轉盘操作中应尽力做到料浆直接合格入槽，减少二次調整。要做到这一点，也必须对各种原料成份充分掌握，再根据料浆槽对氧化鈣和碱量的要求来控制下料量，并且勤加抽查。只要操作者做到心中有数。就能使料浆直接合格入槽。

如遇某小时的控制分析不合格或成份突然变化，也不要急于調整。首先在轉盘上找寻原因，然后再了解磨子的水份波动情况和料浆槽的搅拌情况以及取样，分析上的問題。待原因明确后，再及时进行调整。如果料浆槽在进行二次調整时提出增减氧化鈣或氧化鈉的要求时，可以根据計算結果对石灰或碱粉的下料量猛增猛减。

最后需要說明一下：由于影响湿法配料的因素較多在轉盘操作上有时难以控制，使得配料成份不准，而在湿法配料中有一定数量的料浆貯槽，便于进行二次調整。因此湿法配料对轉盘操作沒有干法配料那样严格，所以湿法配料的轉盘操作也沒有干法那样紧张。

附：轉盘操作安全規則

- 1) 凡是運轉部份严禁用手摸，安全裝置应完好无损。
- 2) 上班前应佩戴好保护品。
- 3) 在工作時間严禁打鬧，取笑及看書報。

- 4) 在工作時間禁止坐窗台和栏杆。
- 5) 在检修時必須戴胶皮手套，拉下三相閘，挂上检修班安全牌，否則禁止修理。
- 6) 特別注意碱粉轉盘跑碱情况，及時停車处理。

第五节 料浆調整的操作

料浆調整是配料工作中最后的一个重要环节，它的任务就是保証及时供应质量合格的料浆。

操作者在上班后，应当詳細了解前一班的操作情况，如：各槽的料浆存量变化情况；控制分析和全分析的成份变化情况；轉盘上三种原料的下料情况；碱液浓度与輸送情况；烧成作业的用量与原料磨的产量情况；槽下輸送设备的運轉与检修情况(如：有几台泵在检修)；以及哪些槽內的料浆还未有分析結果，在何时取了样等等。

在班上操作者应当根据本批矿石全分析中氧化硅，氧化鉄，氧化铝的实际波动情况，再参照配料单的要求和前班操作情况，向轉盘提出可靠的氧化鈉，氧化鈣的控制范围。并配出浓度准确可靠的碱液以及其中固体鋁酸鈣含量一并告訴轉盘。操作者在班上还应做好設備管理工作如：預备空槽至少能容納4小时料浆量，避免无空槽造成原料磨停車；对于备用管道在启用时，須用蒸气試用一下；料浆在一个槽內貯存時間不要超过三天，以免水份蒸发或溫度下降，造成倒槽困难。槽內浆料不可装满，应留出1公尺高度，以防攪拌冒槽等等。又由于料浆的存量及成份时时都在变化，以及槽子的容量和数量的限制，操作者在班上也必须經常和各有关方面联系，如：与轉盘联系各种物料的下料量是否与原有情况

相符；与槽下联系哪些槽子将倒料，哪那槽子将送料，及其槽内存量若干一并告知，并要求他们做好准备，以免槽底不下料，影响正常送料工作；与蒸发工序联系碱液转送量和浓度变化情况，碱液中固体含量情况；与原料磨联系将料浆水份与细磨及时通知他们；在开磨前与缓冲槽联系管道使用情况等等。总之及时了解各种情况，做到心中有数并且三班统一操作，就可能做好料浆调整工作，并能进一步使料浆直接合格入槽。

如上所述是配料工作的基本方法或可用“系统控制，全面掌握”这八个大字来概括它。对于操作者来说仅仅做到这一方面还是不够的，在工作中操作者还应当具备细致深入和机动灵活的工作作风。例如：根据烧成作业的料浆用量及原料磨产量，碱液输入量与空槽情况来估计是否应停磨或提产，考虑周到后即向原料磨联系，不再迟疑分秒，若发现料浆中氧化钙偏高，应即通知转盘检查原因；若前班交下了许多不合格的料浆，应即根据不同成份进行调整，在调整时还应当考虑槽子是否能周转得过来，何时进行取样，如何调整较快，怎样快就怎样干。在调整碱液时，为了很快地控制浓度，克服分析缓慢的缺点，可以先取样然后再倒槽调整。当没有合格料浆时，应迅速采取措施，将已有全分析的料浆临时调整一批，如果料浆不足可以按控制分析调整，只要达到计算上合格，马上就送去应用。

在料浆调整工作上还有一些基本问题现在分述于下：

(1) 掌握按控制分析来调整料浆：根据全分析的结果进行计算调整，往往会造成槽子周转紧张，因为全分析的样品多，分析时间长，从取样到报出分析结果要经过一段很长

的时间，槽子不能动用。有时不合格的料浆成份同时偏高或偏低，更加增多计算调整的困难和槽子的周轉紧张。为了提高槽子的周轉率，有时可按控制分析結果来調整料浆。这时，只要控制分析的氧化鈣和氧化鈉的結果报来，即可先将氧化鈉和氧化鈣調整合格。这样对于氧化鈣和氧化鈉不合格的料浆就可不做全分析。因此这样做不仅可以加速調整过程，提高槽子周轉率，而且还可以減輕分析工作量。最后必須強調一下：不論是按全分析或是控制分析来調整料浆，都必須对料浆进行严格的計量。

(2) 正常操作时控制分析的氧化鈣、氧化鈉突然波动，应詳細了解物料波动的原因和水份波动情况，如果暂时找不出原因，可待下一小时的控制分析結果，再决定是否應該調正下料量。当进料槽的小时控制分析中，氧化鈣与氧化鈉有两个或两个以上逐步提高或降低，在槽子容量周轉宽裕情况下，尽量要求轉盘少增或少減下料量，以免引起各成份急剧波动。如果槽子的容量不多，可以允許將轉盘下料量猛增或猛減，以进行調整。

(3) 探槽与取样：探槽的目的是求得正确的料浆貯量，对进料槽或送料槽，应每小时探一次，其余的槽子应在有变动时进行探槽，在探槽之前必須仔細检查探槽工具。

取样时一定要用取样器将内部洗净后再用本槽料浆洗刷。放下取样器时速度要均匀，深度在7~8公尺为宜。在縮分样品时一定要均匀有代表性。另外取样是否准确可靠还与料浆的搅拌时间和取样器放下速度有关，搅拌時間一般在1小时左右，对于水份小石灰含量多的料浆应当縮短搅拌時間，以免取样器不下沉。