

磷含量高的新疆钛铁矿使用技术措施

边灵海（甘肃和诚钛业有限公司，甘肃 兰州 732850）

摘要：在硫酸法钛白粉生产工艺中，原料钛铁矿的品位对产品的质量影响占比较大。钛铁矿中各组分的含量变化直接反应在生产过程中的各个阶段，影响生产工艺指标的控制，扰乱了生产过程的稳定运行，也会造成一些异常波动现象，最终导致了产品质量的下滑，尤其当钛铁矿中磷含量较高时，稳定控制更为困难。本文主要讨论新疆钛铁矿磷含量较高时，对生产过程和产品质量的影响以及改善措施。

关键词：新疆钛铁矿；磷含量；过程控制；技术措施

在硫酸法钛白粉生产中，磷酸化合物是必不可少的，如在盐处理单元添加磷酸，以此来隐蔽产品中铁的显色而导致白度下降的现象，同时还可以提高钛白粉产品的柔软性，又可以使偏钛酸向金红石晶型转化和提高钛白粉产品的其他颜色性能。一般磷酸的添加量为TiO₂的0.08%~0.3%（以P₂O₅计），然而过高的磷酸含量也不好，过高时会使钛白粉产品的消色力下降，使产品带有灰相，影响白度，尤其是蓝光白度，同时又会造成在煅烧时脱硫的困难，以及使产品颗粒变硬和研磨困难等。我公司现使用的新疆钛铁矿较其他产地钛铁矿磷含量高2~3倍，对生产过程稳定控制造成了一定的困难，但经过不断的实验和摸索也总结出一些消除的措施。

1 配比磨矿

2020年根据总部战略部署我公司逐步提高新疆矿用量，主要目的控制成本，提高产品市场竞争力。目前配矿是新疆矿与其他钛矿（品位相对较高、磷含量较低）按一定比例混合后，进球磨机研磨，再供酸解工序使用。现对新疆矿使用情况汇总如下：

新疆矿总钛低于其他矿源，但Fe₂O₃含量、磷含量又高于其他矿源，品位较低，从4月份开始逐步提高新疆矿用量。

配矿中磷含量变化趋势。从图1中可以看出，随着新疆矿配比逐步上调，配矿中磷含量也呈上升趋势，再经过工艺过程后富集的煅烧粗品磷含量也较高。

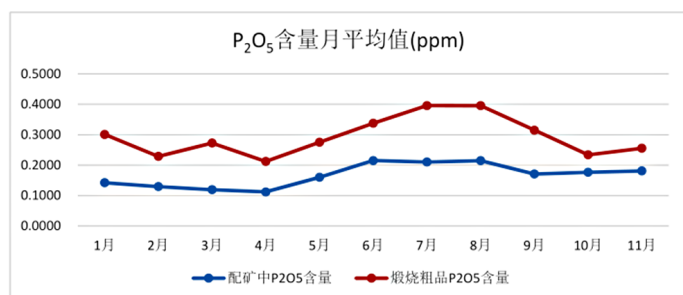


图1 磷含量月平均值

2 酸解工序

配矿中磷含量高，导致酸解后的钛液磷含量也高，形成的磷酸化合物、络合物等就跟其他金属元素和非金属元素结合在一起，有相当一部分以胶体的形式悬浮在钛液中，很难沉降，仍然将磷的各种化合物及其所吸附

的杂质带到了后续工序。

钛铁矿品位低、Fe₂O₃、磷含量高影响酸解工序质量稳定控制，通过技术措施，调整工艺参数稳定酸解质量，酸解率>95%。

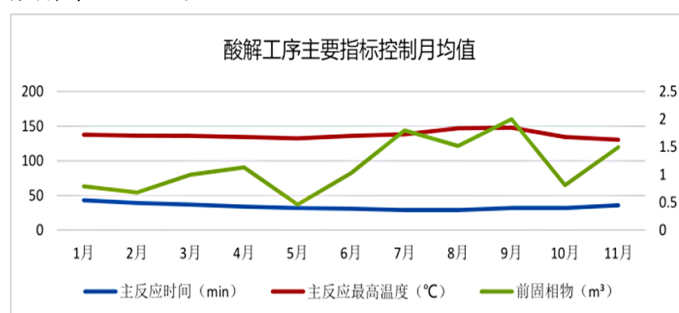


图2 酸解主要控制指标月均值

从图2可以看出，主反应时间、反应最高温变化不大，7~8月因体系温度上升，主反应时间缩短、反应最高温上升，固相物增长，调整工艺参数控制。

为避免磷大量富集，尽量减少废酸的回用量；调整酸矿比增加浓硫酸加量，经过适当的工艺参数调整，Fac稳定控制在1.6左右，稳定度≥450mL。

3 净化、浓缩各工序

酸解后的钛液由于磷含量较高，形成的磷酸化合物、络合物等就跟其他金属元素和非金属元素结合在一起有相当一部分以胶体的形式悬浮在钛液中，很难沉降，通过酸解工序调整，3~4h沉降合格。

在硫酸亚铁的结晶过程中，由于磷酸化合物以胶体的形式存在于钛液中，它没有结晶特性，所以当硫酸亚铁从钛液中结晶析出时，磷酸化合物仍在钛液中，跟随钛液向后续单元流去。

精滤工序经沉降和除去绿矾的钛液仍含有胶体和细小的机械杂质，它们的表面积可吸附重金属离子，如不除去，则在水解时会成为不良的结晶中心，使水解产物粒子长大，影响水合二氧化钛粒子的大小和形状，使最终成品的品质，特别是外观白度显著变坏。钛液过滤的目的，就是除去这些杂质，使钛液进一步净化。

浓缩单元没有钛液净化的功能，在钛液浓缩时，磷酸化合物得到了浓缩，与浓缩后的钛液一并进入下一单元。因物料性质变化等原因，管线、浓缩器结垢频繁，需拆管线疏通清理，浓缩器清洗周期缩短。

4 水解工序

水解是采用外加晶种微压水解技术，磷酸化合物形成不规则的晶种的可能性很小，但它也是偏钛酸微晶体凝聚的中心，还有一部分磷酸化合物胶体会夹杂在偏钛酸微晶体之间后形成较大的二次粒子，液相中分离出来而进入固相，具有了固相的特性，不溶于水和稀硫酸。

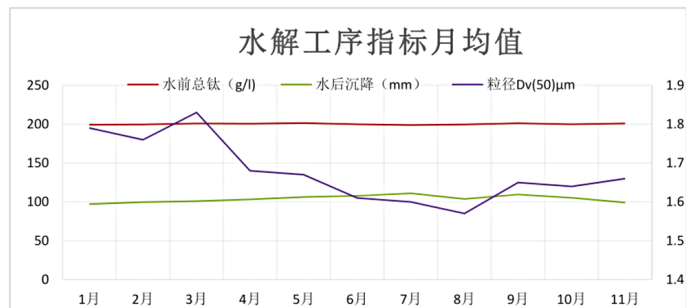


图3 水解工序指标月均值

从图3可以看出，水解后沉降高度、粒径Dv(50)来看，使用高磷矿对水解工序影响不大，数据虽有波动属于正常波动。

5 水洗工序

由于磷酸化合物不溶于水和稀硫酸，在这一点上它和偏钛酸的性质相同。在一次水洗时，它与偏钛酸一并形成滤饼而截流在滤布表面，于磷酸化合物的粘度较大，使一次水洗不但不易洗合格，而且很难卸料，有时连续洗几个小时，也很难洗合格。通过采取相关的技术措施，使一次洗、二次洗的铁含量基本可以达标，提高了洗涤效果。

6 漂白工序

由于一次水洗的效果较差，给漂白带来了很大的压力。为了防止亚铁的再次氧化成高价铁(Fe₂O₃)，就不得不多加还原剂(还原铝粉)和多加硫酸。

7 盐处理工序

在盐处理单元，由于偏钛酸浆料中的磷含量较高，所以在盐处理时就不添加磷酸或其他磷酸盐之类的化学试剂了，只添加KOH和ZnO，根据煅烧后的半成品指标酌情及时地调整KOH和ZnO的添加量。

8 煅烧工序

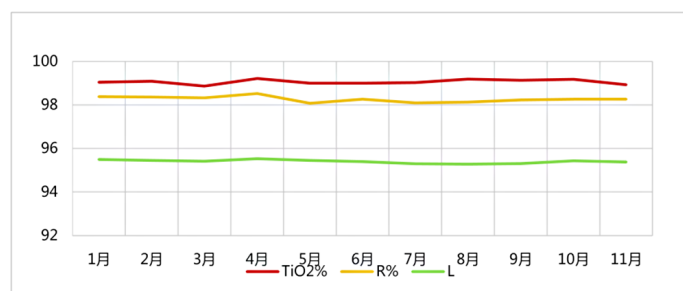


图4 煅烧粗品指标平均值

磷含量较高的偏钛酸进入了煅烧窑后，从脱结晶水开始到脱硫区拉得很长，使一部分脱硫不完全的偏钛酸在晶型转化还需进一步脱硫，从而增加了晶型转化区的负担，并给煅烧区带来了压力。为了解决这些矛盾，必

须有强有力的技术措施，煅烧后的落窑品的颜料性能指标合格。

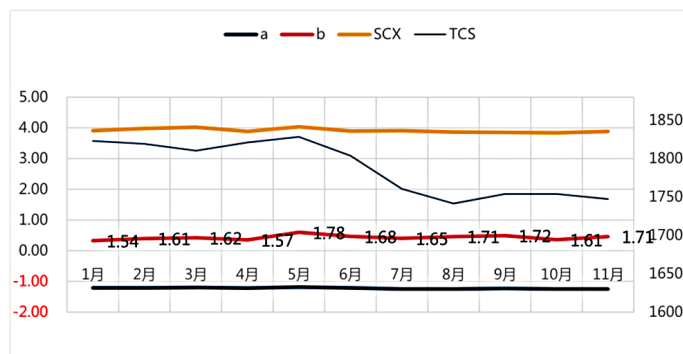


图5 煅烧粗品指标平均值

从图4、图5可以看出，磷含量对最终产品质量的影响不仅表现在白度，对产品应用指标如遮盖率，电阻率，吸水量，消色力等也会产生影响，对遮盖率，电阻率呈现正相关，对吸水量，消色力呈现负相关。

9 总结

成本节约。以2020年12月份我公司钛铁矿到货单价，攀西矿每吨(2400.00元)，新疆矿每吨(1840.00元)计算，新疆矿用量由40%提至75%每生产1t钛白粉节省成本490.00元；按月产6000t计算，每月原材料钛铁矿节约成本294.00万元。大量使用新疆矿有利于进一步降低生产成本，增加公司的盈利额，提高公司的市场竞争力。磷含量较高的新疆钛铁矿进入生产工序，后工序很难除去，影响最终产品质量，只能从源头控制，采购原材料钛铁矿时要特别注意控制含磷量，在使用中要注意含磷量的搭配，以便保证工艺过程的平稳。通过技术措施，前工序稳定控制黑钛液各项指标，后工序注意细节管控，减少外污染，以目前新疆矿磷含量做好配比，粗品(P₂O₅ < 3500ppm)可以稳定控制产品质量。

参考文献：

- [1] 裴润等. 硫酸法钛白粉生产 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1982.
- [2] 张益都. 硫酸法钛白粉生产技术创新 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [3] 陈德彬. 硫酸法钛白粉实用生产问答 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [4] 王世华等. 无机化学教程 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [5] 李大成, 周大利, 刘恒, 等. 我国硫酸法钛白粉生产工艺存在的问题和技改措施 [J]. 现代化工, 2000(08):30-33.
- [6] 曹波, 崔艳等. 浅析硫酸法钛白粉清洁生产工艺 [J]. 当代化工研究, 2017,06(18):132-133.
- [7] 张红霞, 张瑞敏. 浅谈硫酸法钛白粉废水处理技术措施 [J]. 中国新技术新产品, 2011(09):3.
- [8] 宋志刚, 陈燕, 倪俊. 硫酸法钛白粉生产能耗分析与降耗对策 [J]. 能源研究与利用, 2014(02):52-54.
- [9] 胡永强, 史卫华, 李实稔. 硫酸法钛白粉工艺及设备优化实践 [J]. 低碳世界, 2013(12):234-235.