

造纸译丛

第八輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編譯

輕工業出版社

造 紙 譯 丛

（第八輯）

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

輕 工 業 出 版 社

一 九 五 八 年 • 北 京

內 容 介 紹

本輯包括从苏联、印度、美国、瑞典等的雜誌上翻譯下来的有关破布制漿、耐餐磚牆、蔗渣制紙以及紙漿的漂白、打漿、施膠、紙的性質、人造絲漿的反应能力等方面的文章二十余篇。适于制漿造紙工程技术人员閱讀。

造 紙 譯 丛 (第八輯)

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

*

輕工業出版社出版 (北京广安門內自來廠)

北京市書刊出版業營業許可證出字第099号

北京市印刷一厂印刷 新华書店發行

☆

开本787×1092毫米·印張5張 字數117,000

1958年5月第一版

1958年5月北京第一次印刷

印量(印)1—1,600定價(元)0.85元

統一書号15042·267

目 录

破布半料生产工艺的简化	[苏联] Л. А. 康托尔	5
利用含氧较多的空气燃烧硫铁矿	[苏联] П. А. 圖謝契	10
亚硫酸鹽蒸煮鍋和酸液槽的耐酸磚襯中的張力	[瑞典] V. 維克波恩	18
以預处理全蔗渣制造廉價紙張	[印度] R. V. 布哈特, 拉倫德拉 S. 賈斯帕, P. R. 古普塔	49
用过氧化物漂白廢木漿	[美国]	61
玄武岩的多孔性对打漿机主要性能的影响	[苏联] П. А. 麦德韋捷夫	67
論打漿机中的連續打漿	[苏联] Л. И. 金茲布尔格	75
打漿时纖維素聚合度的变化	[苏联] Д. С. 多布洛沃尔斯基	83
紙料打漿过程的研究	[苏联] Н. 佐托瓦, Р. 格林高茲	90
紙張施膠的一些膠体化学問題	[荷蘭] C. J. J. 林斯克·布洛克	96
松云杉木材的老化对树脂性質的影响	[苏联] С. С. 馬列夫斯卡婭, В. Д. 卡尔璠荷瓦	113
高嶺土的漂白和顏料固定的測定	[苏联] Н. П. 維謝洛夫斯卡婭	119
关于紙的卷曲問題	[苏联] Е. М. 別克曼	122
紙的兩面性	[苏联] П. В. 普洛別爾	131
关于銅版紙的質量問題	[苏联] В. К. 彼特魯什科, Л. Г. 薩德奇柯娃	139
紙張水分快速測定法	[苏联] А. Г. 吉布罗瓦	144
紙中銅的定量測定	[苏联] П. В. 舒米洛夫, А. Я. 基爾捷爾	146
使用鉄鉗溫差電偶測定烘缸表面溫度	[苏联] Н. А. 瓦西列夫斯基	149

現代化的压榨裝置.....[苏联] М. И. 列斯可夫, И. Т. 馬尔可夫...	153
回收爐內后热表面的防腐蚀材料 (文摘)	157
亞硫酸鹽人造絲漿的分子不均与性对反应能力的影响.....	
.....[苏联] Л. Е. 阿基姆, В. Е. 基尔基...	158
关于人造絲漿反应能力的問題	
.....[苏联] Ф. И. 科尔捷姆金, Л. П. 热列波夫...	170
造紙机冷缸的改裝.....[苏联] И. Д. 圖魯帕也夫...	176
新式磨木机	
.....[苏联] П. П. 罗舍夫...	178
用木漿制成的紙的灰份的組成	
.....[苏联] З. В. 烏恰斯金娜...	180
昇华干燥对紙張物理性質的影响 (文摘)	182

破布半料生产工艺的簡化

[苏联]烏克蘭造紙科学研究院 Л. А. 康托尔

再用的纖維原料——破布——在生产紙張和紙板用的半制品总数中佔的比例不大。它在保証許多高級紙，尤其是卷煙紙、复写紙、証卷紙等的特殊性質方面有很重要的作用。

現在生产破布半料所采用的方法会破坏宝贵的纖維，相应地使破布半料的粘度和机械强度降低。为了排除油脂、蜡、油質的和矿物質的磷物、鑲嵌物和着色物質，这种方法采用强烈的处理条件：在3—4大气压下長時間地蒸煮破布，然后用氯来漂白半料。这种强烈的条件不仅使漂白破布漿的机械强度降低，而且使收获率减少到原来破布的50—55%。

其实，大麻、亞麻破布或棉破布在生产紡織品时已受到过热碱处理和漂白，其天然油脂、蜡以及含氮物質、膠質物和鑲嵌物的含量已相当少了。例如新亞麻紡織品中的油脂和蜡的含量为1.5—0.6%。用碱液蒸煮后其含量降为0.4—0.5%，用次氯酸鹽漂白后降为0.25%，用过氧化氢漂白后降为0.1%。

1955年烏克蘭造紙科学研究院拟定了破布半料生产的簡單工艺方法，这个方法能提高漂白破布半料的机械强度和收获率。当时是从下列技术理論前提出發的：a)破布所含的蜡、油脂、膠質物和含氮物質并不多，因此采用强烈的热碱处理在化学上和技术上來說是不合理的；b)苏联合成的新的表面活化湿润剂能使排除油脂、蜡和多种磷物的过程强化，而不会破坏纖維的强度；B)提高破布半料漿的机械强度和

純淨度，能大大地扩大造紙工業利用原料的种类（油漬棉破布）。

在實驗室和生产条件下进行了一系列的研究后，拟定了簡化破布半料生产工艺的主要技术参数。如上面已指出的，这个方法是在蒸煮破布时把非离子的表面活化湿润剂加到碱中。

在国外和我国許多工業部門，广泛采用了表面活化物質。这些物質与下列各种化合物的根相結合：脂肪酸、各种石蜡磺酸、磺化的二元酸酯、脂肪酸的縮合产物、石油磺酸、烷基磺酸鹽和磺化脂肪醇。具有很高的湿润能力的表面活化物質能最有效地降低表面張力（甚至在濃度不高时），例如捷塞罗佐尔 от (десерозол от)、弗罗林納 (флоринат)、桑多麦尔斯 (сантомерс)、油酸皂 (олеиновое мыло)、依格波 (ИГЕПОН) 等。近几年来，在我們很多工業部門中，上述的表面活化物已被不能解离成离子的更有效的非离子的新表面活化物所代替了。

非离子物質是我国發明的，是中央有机半制品和有机染料科学研究院合成的。这些物質的表面活度和膠态性質决定于它們的特殊結構——分子中有疏水和亲水的粒子。它們是含有疏水烷基和亲水的聚乙烯乙二醇基的聚乙烯乙二醇酯的衍生物。非离子物質大致可用下式代表： $RCH_2 \cdot CH_2O \cdot CH_2 - CH_2O \cdots CH_2 \cdot CH_2OH$ 。式中的 R 可能是原子（例如氧原子、硫原子）或复杂的有机基（ CCO 、 $CONH$ 、 C_6H_4O ）等。这种表面活化物具有極可貴的性質。根据聚乙烯乙二醇基的数量，它們可能具有湿润性、去垢性、分散性、安定性和乳化性。

于高温时在催化剂存在下讓环氧乙烷与含活性氫及疏水烷基（胺、酸）的各种化合物互相作用，便能得出非离子物

質。环氧乙烷与各种一烷基酚、多烷基酚、萘酚、尤其是異辛酚[例如 $C_8C_{17}C_6H_4-O(CH_2CH_2O)_{5-6}\cdot CH_2CH_2OH$]互相作用而生成的化合物，在工業上有很大的意义。在一定条件下与环氧乙烷反应可以生成每克分子原来物質含 80—100 个 $CH_2\cdot CH_2O$ 基的化合物。大多数化合物所含的基不少于 6—7 个。

这些物質与离子物質不同，能抵抗碱土金屬和重金屬鹽溶液以及酸和碱的溶液的作用。这些化合物中的某一些除了能溶于水外，还能溶于油、脂肪和多种有机溶剂。这些物質之所以能溶于水，并不是由于有能生成鹽类的基（例如羧基或磺酸基，和陰离子活化型的化合物所含的相同，它們不能生成鹽），而是由于分子中有聚乙烯乙二醇基的存在。由于水分子和聚乙烯乙二醇基的酯化氧原子之間出現氢鍵而形成水合物，乃是非离子表面活化物質在水中溶解的第一阶段。当温度提高时，水分子和聚乙烯乙二醇間的氢鍵就被削弱了。

在技术科学和工業上命名为“ОП-10”、“ОП-7”和“ОП-10Н”的表面活化湿润剂，是很多非离子物質中最有价值的。这些物質具有很大的表面活性、湿润性、去垢性、分散性和安定性。它們有一种特性——在一定的温度下，由于析出有机染料的結晶而使透明的水溶液变得混濁；当溶液冷却时，混濁状态消失，重新变成清徹的溶液。从理論上來說这个現象可以这样解釋：当提高温度时，水和聚乙烯乙二醇分子間的氢鍵被削弱——發生失水作用。水合現象和失水現象的可逆性，在排除油脂磷物方面，具有很重要的工業意义。当提高温度时（40—50°），非离子物質“ОП-7”或“ОП-10”由溶液中析出，遮盖住纖維中和纖維上的树脂和磷物的顆粒，并与其混合而使其溶解。在常温时，非离子物質重新轉入溶液

中，这样就把纖維上的这些髒物排除了。

1951—1952 年 开始在紡織工業中 广泛采用 具有表面活度級数为 140—145 达因/厘米 的湿润剂“ОП-10”和“ОП-7”。它們不同于一般皂类，当水的硬度高、酸度大和 原料很髒时，其去垢作用并不降低。1%的“ОП-7”溶液的表面張力大約只有水的表面張力的一半，而其表面活度則为造紙工業所采用的接触剂彼德洛夫(Петров)的 6—7 倍。“ОП-7”排除油脂髒物的能力比“ОП-10”好，“ОП-10”本身排除亲水性髒物的能力較好。此外“ОП-10”起泡沫的性能很大，这是很不好的。上述湿润剂的最宝贵的性質是：排除髒物以及排除天然的和人为的油脂和蜡質的能力最强；能随同其他化学葯剂尤其是碱强烈地滲透到纖維內部；对处理的纖維原料沒有破坏作用。

生产破布半料漿时采用“ОП-7”湿润剂，能大大簡化破布的蒸煮过程：蒸煮大藏、亞藏破布的时间从12小时縮短到5小时，蒸煮鍋中的蒸汽压力从4大气压降低到0.7大气压，漂白耗氯量降低30—35%，漂白半料收获率提高7—10%。用此法制得的漂白半料具有很高的机械强度（耐折度差不多为一般蒸煮法的兩倍以上）。

和馬林造紙厂的职工一起，在生产破布半料以及卷烟紙和复写紙时，用这个方法进行了兩個月的試驗查明了：

1. 碱法蒸煮結实破布——第三类粗布时，加入0.5%（对纖維計）的“ОП-7”湿润剂，能使蒸煮时间几乎縮短60%，鍋內的蒸汽压力从4降到0.8大气压。半料在半料打漿机中很快就洗淨了，然后进行漂白，漂白粉用量減少了30—40%。漂白半料具有很高的机械强度，其收获率提高了7—8%。伸長率指标从1.5%提高到1.7—1.9%，耐折度大約增加了

0.5—1 倍。

2. 蒸煮棉破布(穿用过的有色的布)时, 把 0.3% 的非离子湿润剂加到碱中, 能使蒸煮时间缩短一半, 蒸煮锅中的蒸汽压力从 4 降低到 0.6 大气压, 同时半料的断裂强度提高了 0.5 倍, 耐折度提高了 1.5 倍。半料的伸长率提高了 50%。按照这个方法制成的半料, 漂白时漂白粉用量降低相当多。由于改进了强度, 复写纸配比中可用棉纤维半料来代替缺乏的大麻、亚麻半料。

3. 蒸煮油渍破布时, 把 1% 的湿润剂“ОП-7”加到碱中, 所得效果很好。这种破布含油达 10%, 经处理后油脂被除去了, 可以代替一般大麻、亚麻破布, 用于水印卷烟纸的配比中。由于采用了非离子湿润剂, 便可以用较便宜的含油 10% 的油渍破布来代替缺乏的大麻、亚麻破布。

4. 制卷烟纸和复写纸时, 由于仔细地除去了破布半料中的磷物和麻皮, 打浆条件和抄造条件便得到了改善, 并提高了纸的机械强度*。

由于采用了简化的工艺方法, 马林造纸厂每年能节约六十万卢布, 采用这个方法使薄纸的成本约降低了 4.5%。

(柯士莹译自苏联“造纸工业”1956 年第 12 期“经验交流”栏, 经本译丛编辑略加删节)。

* 因为“ОП-10”有形成泡沫的性能, 使造纸机上发生泡沫, 纸上出现小孔, 所以生产薄纸时不采用它。

利用含氧較多的空气燃燒硫鉄矿

[苏联]卡馬制漿造紙綜合工厂工程师 И. А. 圖姆安

为提高亞硫酸紙漿的生产强度，增加木材的亞硫酸紙漿的收获率以及改进亞硫酸紙漿的物理机械性能，需要进一步提高蒸煮酸的濃度。

除了正确地組織 SO_2 的回收和严格地执行蒸煮的时间进度表以外，調制含有大量溶解 SO_2 的塔酸乃是制取濃蒸煮酸的条件之一。在不改变 CaO 含量的条件下，增加溶解 SO_2 的濃度現有下列几种方法：采用裝有惰性填充物的吸收塔和較硬的石灰石，降低塔酸的溫度，在压力高于大气压力的条件下用爐气来飽和原酸，采用液体 SO_2 ，以及提高爐气中 SO_2 的濃度等。所有这些方法在實踐中都得到了証实，如果能够遵守用液体吸收气体的必要条件，就能够得到良好的結果。至于选择那一种方法，要以当地条件对该种方法的适应性为依据。

目前在裝有氧气设备的紙漿工厂中，已采用提高酸中溶解 SO_2 含量的方法，这种方法就是在裝有惰性填充物的吸收塔中吸收含有高濃度 SO_2 的爐气。因此研究在硫鉄矿回轉焙燒爐中利用含氧較多的空气燃燒硫鉄矿以制取这种爐气的条件是具有实际意义的。提高爐气中 SO_2 的濃度，对于增加經過吸收器后原酸中游离 SO_2 的含量是有很大作用的[註1]。但是利用氧气来制取濃爐气要碰到許多困难，無論在理論方

[註1]造紙工作者手冊，第一卷，苏联国家木材造紙出版社，1955年版，233頁，表91(中文本294頁)。

面，或者在实践方面，都必须对这些困难加以研究。

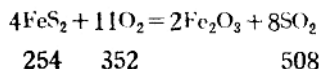
用普通成分的空气燃烧硫铁矿时，爐气中 SO_2 的理論最大含量可达 16.2% [註 2]。但是只有在具有大量过剩空气的条件下，硫铁矿焙燒爐才能良好地工作，这是因为硫铁矿焙燒爐在構造上还不够完善之故。因此实际上爐气中 SO_2 的濃度只有 6.3~12.5%。过剩空气对增加爐气中氧和氮的含量也是有影响的[註 3]：

过剩空气系数 α	1.0	1.50	2.00	2.50
爐气中 SO_2 含量, %	13.2	10.60	7.90	2.26
爐气中 O_2 含量, %	0.0	7.15	10.65	12.80
爐气中 N_2 含量, %	83.8	82.25	81.45	80.95

在格架式回轉焙燒爐中燃烧硫铁矿时，如果燃烧技术不够完善，即使利用含氧較多的空气，濃爐气的制取也将受到妨碍。从下面所列的我們所作的計算中可以看出，当过剩空气系数 $\alpha=1$ 时，制取 SO_2 濃度为 33% 的爐气，每吨硫铁矿需要补充 270 立方米的氧，亦即为所需氧的 64%，而在过剩空气系数 $\alpha=2$ 时，每吨硫铁矿就需要补充 350 立方米的氧。

根据过剩空气和 100% 氧(取自氧气設備)的消耗量，爐气的成份可以用計算方法求出。設由硫铁矿中燒尽的硫为 $45.34 - 0.726 \times 2.03 = 43.8\%$ ，其中 45.34% 为硫铁矿的含硫量；2.03% 为灰渣的含硫量；0.726 吨为燃烧 1 吨硫铁矿所得的灰渣。

硫铁矿的燃烧反应式如下：



[註 2] 同註 1, 159 頁(中文本 207 頁)。

[註 3] 同上，根據表 25 和表 26(160 和 163 頁)的資料(中文本 208 和 211 頁)。

这样，燃燒 1 公斤硫需要 $\frac{362}{254} = 1.385$ 公斤氧。燃燒 1 公斤硫可得 $\frac{508}{254} = 2$ 公斤 SO_2 ；燃燒 438 公斤硫需要 $438 \times 1.385 = 606.63$ 公斤 O_2 。由这些燃燒的硫中可得 $438 \times 2 = 876$ 公斤 SO_2 。

如果氧的重度(V_{O_2})等于 1.429 公斤/米³，而二氧化硫的重度(V_{SO_2})为 2.927 公斤/米³的话，則燃燒 1 吨硫鉄矿需要 $\frac{606.63}{1.429} \approx 425$ 立方米 O_2 ；每燃燒 1 吨硫鉄矿可得 $\frac{876}{2.927} = 300$ 立方米 SO_2 。

送入爐中的过剩空气量，用实际空气消耗量与理論空气消耗量之比 α 来表示，而送入爐中的 100% 氧的数量（以米³/吨硫鉄矿計）用 x 表示，因而爐气中將具有：

SO_2 的体积(V_{SO_2}) = 300 米³/吨硫鉄矿；

O_2 的体积(V_{O_2}) = $(\alpha - 1)(425 - x)$ 米³/吨硫鉄矿；

N_2 的体积(V_{N_2}) = $3.76 \alpha (425 - x)$ 米³/吨硫鉄矿。

系数 3.76 是空气中 N_2 与 O_2 的体积比，等于 $\frac{79}{21} = 3.76$ 。

把上述各体积相加便得出爐气的总体积。因此，在知道每一气体的体积和全部爐气的总体积之后，就不难求出每一气体在任何 α 和 x 数值之下的体积濃度。这样，便可得出取决于氧和空气消耗量的气体成份的数据，根据这些数据編制了一些圖表。为了不使計算复杂起見，我們不考虑硫化物和硫酸鹽的燃燒反应以及 SO_3 和水蒸汽的生成，因为这些杂物的数量是相当小的。

必須指出，圖表是根据下述假定来繪制的，即 100% 的氧毫無剩余地耗用于燃燒的化学反应上。当然，在格架式爐中，如果气体和硫鉄矿搅动得不好，或硫鉄矿的質量不好，

那么，即使在 100% 氧的大气中燃烧硫铁矿时，也需要过剩的氧。必须肯定，如果采取下列办法：改善气体和硫铁矿的搅动，把硫铁矿研磨得更碎一些，用减少用水量的办法来提高燃烧温度，采用返回炉气（冷却了的炉气），调整抽力等等，那末就可以把过剩氧的数量缩减到最低限度。

如图 1 所示，例如，在制取浓度为 20% SO_2 的炉气时，过剩空气增加 1 倍，100% 氧的消耗量便增加 1.5 倍：

$\alpha = 1.0$	1.25	1.50	1.75	2.0
$x = 112$	185	230	260	280

随着 100% 氧的消耗量的增加，过剩空气对耗氧量的影响便减少。例如，在制取含 50% SO_2 的炉气时，如果过剩空气增加一倍，则 100% 氧的消耗量只增加 6%：

$\alpha = 1.0$	1.25	1.50	1.75	2.0
$x = 350$	357.5	372.5	377.5	382.5

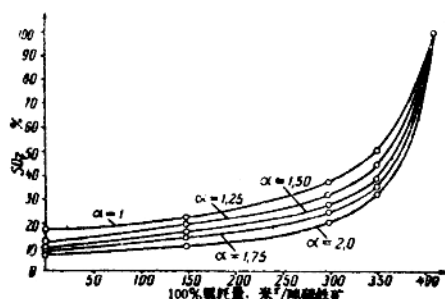


图 1 炉气中 SO_2 浓度、氧耗量和过剩空气系数 α 的关系

如图 1 所示，在 100% 氧的消耗量相同的条件下，炉气中 SO_2 的浓度将随过剩空气量的不同而改变。如图 2 所示，炉气中氧的含量也决定于过剩空气量：

$\alpha = 1.0$	1.25	1.50	1.75	2.0
$x = 100$	100	100	100	100
$O_2\% = 0$	4.2	7.0	9.0	10.4

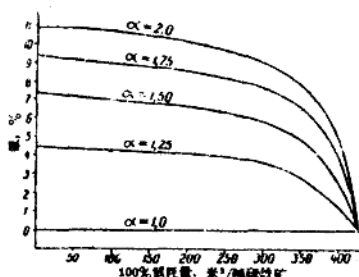


圖 2 爐氣中 O_2 濃度、氧耗量和过剩空气系数 α 的关系

当 100% 氧的消耗量增加时，过剩空气对爐氣中氧的濃度以及氮的含量的影响將减少（圖 3）。

当 α 和 x 为已知数时，利用各圖可預測爐氣的成份；根据爐氣的分析，利用各圖也可計算出 α 和 x 的数值。必

須指出，爐氣中 SO_2 的含量对燃燒强度也是有影响的。如果爐氣中 SO_2 含量高，那末燃燒就將發生困难，因为 SO_2 和氮一样，將使爐內各層中 O_2 的濃度降低。

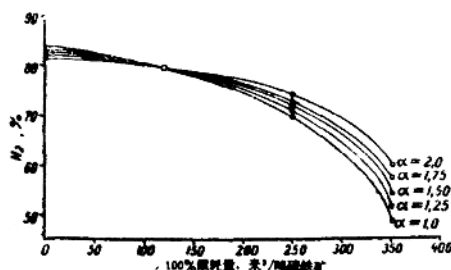


圖 3 爐氣中 N_2 濃度、氧耗量和过剩空气系数 α 的关系

卡馬綜合工厂曾經在 2 号爐用含氧較多的空气燃燒硫鉄矿。由爐中出来的气体先在洗滌槽內冷却，然后在冷却器內冷却，此后使其通过單独的除晒室。其次，用抽气机把爐氣

送入有拉西环的吸收塔中，在吸收塔内喷洒塔酸。1955年曾多次进行了爐的試驗工作，其結果如表1所示。

表 1

指 标 名 称	試 驗 时 間		
	10—22/Ⅲ	23/Ⅲ—15/Ⅳ	12—21/Ⅶ
硫鉄矿耗量, 公斤/时	940	946	1080
硫鉄矿中含硫量, %	42.8	45.6	43.7
灰渣中含硫量(平均), %	1.71	1.16	1.9
灰渣中含硫量(最小), %	1.11	0.77	0.55
灰渣中含硫量(最大), %	2.35	2.51	3.38
燃燒的硫量, 公斤/时	390	420	451
100%O ₂ 的消耗量, 米 ³ /吨	—	92	181
爐气中的SO ₂ 含量(平均), %	8.45	11.8	14.75
爐气中的SO ₂ 含量(最小), %	7.01	10.5	10.36
爐气中的SO ₂ 含量(最大), %	8.83	14.0	19.88
爐的第七層的平均温度, 度	—	800	845
爐后抽力	正常	正常	降低
水的利用	—	有系統的	減少
过剩空气系数, α	1.75	1.6	1.6
軸的每分鐘轉数,	2	1.47	1.47
單位耗氧量, 米 ³ /吨·1%SO ₂	—	29	26

第一次試驗証明,要提高平均含8.45% SO₂的爐气的濃度,必須提高氧的供給量和采取若干技術措施(增加軸的轉数,降低抽力,減少耗水量或提高燃燒温度)。当氧耗量由92增加到181米³/吨,轉数增加到1.32倍,以及把1層到7層的燃燒温度大約增加50°时,爐气濃度平均可提高到14.75%,最大可提高到20%SO₂。

如果把同一时期內爐的兩種操作条件加以比較的話,那么單位耗氧量的相差將是很大的,这由表2中可以看出。

表 2

試 驗 日 期	爐的操作 條件	SO ₂ 含 量, %	耗氧量, 米 ³ /噸	爐的生產 能力, 噸/晝夜	第四層的 燃燒溫度	單位耗氧量, 米 ³ /噸·1%SO ₂
14/Ⅶ	一般的	12.8	170	27	813	} 46.7
16/Ⅶ	一般的	13.6	174	23	986	
20/Ⅶ	一般的	10.3	208	22.5	899	
21/Ⅶ	一般的	14.5	227	22.5	901	
	平 均	12.8	194.7	23.7	900	} 19.25
13/Ⅶ	修改過的	14.7	135	27	857	
15/Ⅶ	修改過的	19.98	174	25	900	
18/Ⅶ	修改過的	14.4	154	27	969	
19/Ⅶ	修改過的	17.8	170	16.5	932	
	平 均	16.72	155.7	23.9	915	

在格架式硫鉄矿回轉焙燒爐中燃燒硫鉄矿時，燃燒技術上的缺點是氧和硫鉄矿的接觸不夠充分。如圖 4 所示，在燃燒過程中形成了四個相互隔開的接觸成份的分佈層。燃燒過程的主要阻力使各相的分界面形成氣體硬膜，分子 SO₂、O₂ 和 N₂ 在對流、擴散的作用下以及一部份在齒耙的作用下，在氣相內攪動。灰渣和硫鉄矿的顆粒則僅在機械攪拌的作用下移動。為了在空氣和硫鉄矿通過各層爐拱的時間內，使氧全部耗盡，必須從氧和硫鉄矿的接觸區或氧和升華硫蒸汽接觸區不斷地並迅速地除去反應產物(Fe₂O₃ 和 SO₂)，並送入氧和硫鉄矿來代替這些反應產物。沿着螺旋棧盡可能在更多的地點把空氣和氧送入爐的各層，就可達到上述目的。

必須根據焙燒爐各層的氧和空氣的消耗量，嚴格控制在壓力下送入的氧量和空氣量。如果大大地增加爐軸的轉數和齒耙的數量，同時並改變齒耙的形狀和其傾斜角，以使現有