

北京市中学课本

化学

第二册

下册



北京市中学课本

化 学

第 二 册

下 册

北京市教育局中小学教材编写组编

北京人民教育出版社

北京市新华书店发行

北京印刷厂印刷

1972年6月第1版 1972年6月第1次印刷

书号：K7·86 定价：0.19元

毛 主 席 语 录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生也是这样，以学为主，兼学别样，即不但学文，也要学工、学农、学军，也要批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

目 录

第 十 章	硫酸的工业制法	1
第一节	硫酸的工业制法	2
第二节	当量浓度	12
第十一章	元素周期律	20
第一节	元素周期律	20
第二节	元素周期表	26
第十二章	几种重要金属	35
第一节	金属的物理性质	35
第二节	金属的化学性质	41
第三节	铝	46
第四节	铜	54
第五节	金属的腐蚀和防护	57
第六节	电镀的原理和方法	62
阅读教材	硅及硅酸盐产品	68
学生实验		78

第十章 硫酸的工业制法

硫酸是一种很重要的化工原料，在工农业生产、国防建设和国民经济的各部门中都具有十分重要的作用。

但是，在旧中国，由于帝国主义、封建主义和国民党反动派的掠夺和压迫，硫酸工业十分落后。解放前，全国硫酸最高年产量只有4万吨左右。

解放后，在伟大领袖毛主席的领导下，我国硫酸工业得到很大发展，硫酸工业战线的广大职工，自行设计和施工的许多大、中、小型硫酸厂很快建造了起来，硫酸产量大幅度增长。仅上海一地，1964年的年产量就比1949年增加了41倍。北京和全国各地一样，硫酸工业也在不断发展。但就目前看来，我国的硫酸产量，还不能满足工农业生产的需要，有待进一步发展。

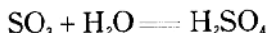
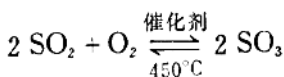
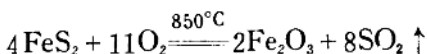
无产阶级文化大革命以来，工业战线的广大职工，高举毛泽东思想伟大红旗，狠批了反革命修正主义办企业路线，大破了资产阶级的种种清规戒律，克

服了重重困难，于1966年建成了具有先进水平的、利用冶炼有色金属的含硫废气制造硫酸的新工艺。有色金属冶炼废气制硫酸的成功，体现了伟大领袖毛主席关于大搞综合利用的教导的英明正确。

第一节 硫酸的工业制法

工业上制取硫酸的方法很多，我国主要采用硫铁矿接触法制硫酸。它的基本反应原理是：首先焙烧硫铁矿生成二氧化硫；二氧化硫在加热和催化剂的作用下和氧反应生成三氧化硫；三氧化硫跟水化合得到硫酸。

化学反应如下：



〔实验〕 按图10—1装置，在硬质玻璃管中放入催化剂五氧化二钒或三氧化二铬^①，用喷灯加热。二氧化硫和氧气

① V_2O_5 或 Cr_2O_3 等都可作催化剂， Cr_2O_3 可用重铬酸铵加热分解制得：



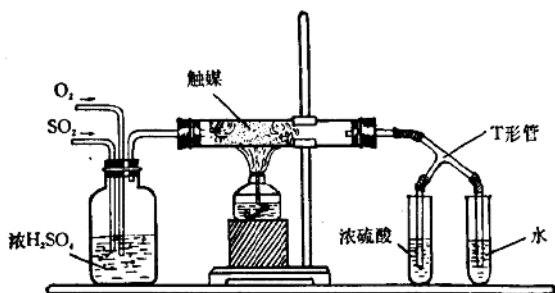


图 10-1 三氧化硫的制取和硫酸的生成

的混和气体，慢慢通过盛有浓硫酸的广口瓶除去水分后，进入加热的装有催化剂的管中生成三氧化硫。然后三氧化硫气体，经过 T 形管分别通入盛浓硫酸和盛水的试管中。可以观察到浓硫酸吸收 SO_3 气体不发生酸雾，水吸收 SO_3 气体发生酸雾。（这酸雾是散布在空气里的极小的硫酸液滴。）

在工业生产上，用硫铁矿作原料生产硫酸，主要有四个阶段：

一、硫铁矿的焙烧

工业上制二氧化硫一般是在沸腾炉中进行的。如图 10-2。

沸腾炉一般呈圆筒形，外壳由钢板制成，内部衬耐火砖，炉内有多孔的空气分布板^①，空气分布板的上

① 空气分布板即风帽花板，板上装有许多风帽，空气由鼓风机送入空气分布室，经风帽将气流分散向炉膛喷出。

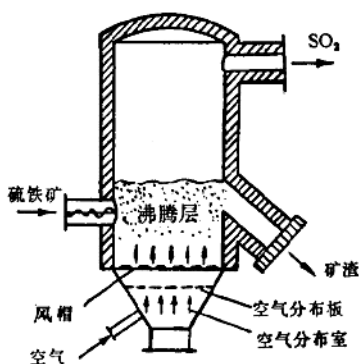


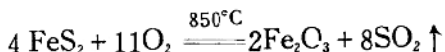
图 10—2 沸腾焙烧炉示意图

层是炉膛（沸腾层和燃烧间），下层是空气分布室。为了加速硫铁矿的燃烧，需将硫铁矿粉碎成大小适当的矿粒，矿粒进入沸腾炉内，被从空气分布板下部进入的空气所鼓动。矿粒就象“沸腾”那样上下跳动，

使矿粒悬浮在空气流中，由于跟空气充分接触，使硫铁矿燃烧得比较完全。

在沸腾层上部的燃烧空间体积较大，使从沸腾层吹出的细小矿粒能得到充分的燃烧，以提高原料利用率。

沸腾炉内主要化学反应如下：



二、炉气的净化

从沸腾炉出来的气体叫做炉气。炉气中除含二氧化硫和氧气外，还含有其它杂质，如砷的化合物（ As_2O_3 ）、灰尘和水分等。这些杂质的存在，容易使

催化剂中毒而失去催化效力，灰尘还会堵塞设备和管道。因此，从沸腾炉出来的炉气，必须先加以净化。

炉气的净化有酸洗、水洗两种方法，这里主要介绍酸洗法。

在工业上是通过除尘室、洗涤塔和干燥塔把从沸腾炉出来的炉气中所含的砷的化合物、灰尘、水分等杂质除去。

炉气经除尘室，除去炉气中带的灰尘。

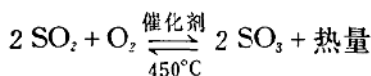
洗涤塔是用钢板制成的，内衬瓷砖，里面装有瓷环，从塔顶喷下稀硫酸，由塔底引入从除尘室出来的气体。由于稀硫酸和气流处于逆流状态，又由于瓷环减低了硫酸和气体的流动速度并扩大了硫酸跟气体的接触面积，这样就能使稀硫酸吸收了炉气中所含的砷的化合物等有害杂质。

干燥塔的构造和洗涤塔基本相同，但是由塔顶喷下的是浓硫酸，用以吸收水分。

净化后的二氧化硫，经过热交换器，再进入接触塔即转化器，生成三氧化硫。

三、二氧化硫的转化

二氧化硫转化生成三氧化硫的反应如下：



怎样才有利于 SO_2 转化为 SO_3 呢？二氧化硫转化生成三氧化硫是个可逆的放热反应。因此，控制反应温度是极重要的。温度高了，平衡向左移动，将使二氧化硫的转化率降低；温度低了，反应速度太慢。实践证明， SO_2 和 O_2 在催化剂的作用下，温度控制在 450°C 时，最为适宜。

净化了的二氧化硫，已被冷却，需要进入热交换器预热到一定的温度，再进入接触塔进行转化。

接触塔(图10—3)是一个钢制的园筒，塔内放几层

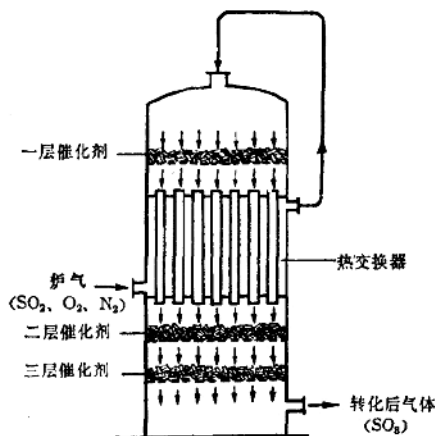


图 10—3 接触塔示意图

催化剂(V_2O_5)，中间设有热交换器。

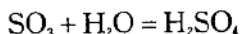
预热了的混和气体 (SO_2 、 O_2 等) 由上而下均匀的通过上层催化剂，在这里大部分二氧化硫转化生成三氧化硫，并放出大量热，使气体温度升高。

热气体通入热交换器用来加热从干燥塔出来的冷的二

氧化硫和氧气。(热气体由热交换器的钢管内从上向下流,冷的二氧化硫和氧气沿着钢管外边由下往上升。这样,热管管壁就把二氧化硫和氧气预热到一定的温度,同时使生成的三氧化硫的温度降低,避免已生成的三氧化硫分解。)接着再通过二、三层催化剂,使其中未转化的二氧化硫继续转化。转化后的三氧化硫从底部导出。

四、三氧化硫的吸收

三氧化硫遇水即化合生成硫酸



从接触塔出来的三氧化硫气体温度较高(460°C),在进入吸收塔前,要先经过冷却。

在实际生产中,为了防止生成酸雾并不用水直接吸收,一般用浓硫酸和发烟硫酸吸收三氧化硫,吸收后可得到浓硫酸和发烟硫酸(含游离三氧化硫的硫酸,在空气中能发烟叫做发烟硫酸)①。

① 三氧化硫气体经过冷却后,进入发烟硫酸吸收塔,被循环淋洒的发烟硫酸所吸收,制成发烟硫酸。没有吸收完的三氧化硫,在浓硫酸吸收塔(用98%的浓硫酸淋洒)吸收下来生成浓硫酸。为了保持各个塔的循环酸浓度不变,要经常向干燥塔循环酸内补充98%硫酸,向浓硫酸吸收塔循环酸内添加水和93%的硫酸,向发烟硫酸吸收塔循环酸内添加98%的硫酸。

三氧化硫的吸收是在吸收塔中进行的，吸收塔和干燥塔相同，里面衬耐酸砖并填充瓷环。98%的浓硫酸从塔顶淋下，经冷却的三氧化硫由塔底通入，二者形成逆流。同时塔内瓷环扩大了硫酸跟三氧化硫的接触面积，这样提高了对三氧化硫的吸收率。

制得的浓硫酸和发烟硫酸储存在大型的耐酸铁罐里。

以硫铁矿为原料，工业生产硫酸的流程示意图如下：

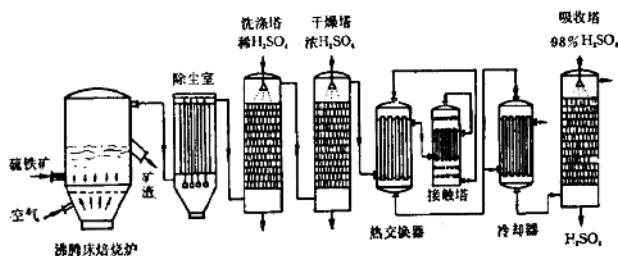


图 10—4 接触法制硫酸流程示意图

习 题

1. 接触法制硫酸的基本原理是什么？生产硫酸要经过哪几个主要阶段，写出各生产阶段的化学反应方程式。

2. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{热量}$ ，如何利用化学平衡的原理，使反应向着生成三氧化硫的方向进行。

3. 在硫酸的生产过程中，如何利用逆流和热交换的方法？说明逆流方法和热交换方法的优点。

4. 为什么不用水直接吸收三氧化硫制成硫酸，而用 98% 的浓硫酸吸收？

5. 生产 98% 的硫酸 28 吨，要用硫铁矿（含 48% 的 FeS_2 ）多少吨？

化工生产中提高产率和 降低成本的一些方法

遵照毛主席关于“矛盾的普遍性即寓于矛盾的特殊性之中”的教导，我们可以从学习过的氯碱、合成氨、硫酸等这些个别的生产中总结出化工生产的一般规律。

为了满足工农业生产及国防建设的需要，应当多快好省地生产化工产品。在化工生产中，尽管原料、反应条件、工艺流程、产品等有所不同，但就它们所采用的提高生产率和降低产品成本的原理来说，有许多是共同的。

下面是在生产中用来提高生产率和降低产品成本的一些方法。

1. 增大反应物的浓度

在生产上，常使参加反应的某一种反应物的用量超过完成反应所需要的量（一般是成本较低的反应物的用量超过根据化学方程式计算所需要的量）。这样，就可以加快正反应的进行，使化学平衡向增加生成物的方向移动，因而使成本较

高的原料能得到更充分的利用。例如，在生产硫酸时，硫铁矿的燃烧用稍过量的空气，可以使硫铁矿得到充分利用。又如，炼铁或炼钢的时候，用氧气代替空气来鼓风，等于增大了空气里氧气的浓度，可缩短冶炼的时间。

采用逆流的方法，也可以使某种反应物的浓度过量，并使反应物能充分利用。我们学习过的三氧化硫的吸收，铁矿石炼铁等过程都应用了逆流法。

2. 在适当的压力下进行反应

从化学平衡的原理可知，当反应物或生成物里有气体存在，而且反应前后气体体积不等的时候，增大压力，反应向着缩小体积的方向进行。例如，在合成氨的生产过程里，增大压力，可使氨的产量大大提高。因此，在化工生产里，应根据反应的情况和设备条件来选择最适当的压力。

3. 在适当的温度下进行反应

提高温度一般能加快反应速度。但是还需要考虑其它因素，温度也不能过高。所以生产上必须选择最适宜的温度来进行反应。例如，合成氨生产中根据化学平衡，反应速度和催化剂等因素，温度最好控制在 450°C 。

又如，硫铁矿的燃烧最好在 850°C 左右进行，温度太高会使炉内机件损坏。二氧化硫转化成三氧化硫最好控制在 450°C 进行，温度再高，三氧化硫会分解，平衡将向逆反应方向进行。

4. 使用催化剂

催化剂在化工生产中的应用极广。有些化工产品，只有

在应用了催化剂以后，才能大量生产。

例如，二氧化硫转化为三氧化硫的反应、氮气和氢气合成氨的反应，如果没有催化剂存在，反应进行极慢，当有催化剂存在的时候，反应就进行得很快。采用新的、更有效的催化剂常能大大地提高生产率和降低产品的成本。

5. 增大反应物的接触面

增大反应物的接触表面，可以加速反应的进行。因为物质的接触表面增大，它们的分子在单位时间里的碰撞次数就会增加。为了使固体物质和气体的接触表面增大，需要把固体物质破碎。例如，炼铁用的矿石，预先要破碎到直径5厘米左右，增大它和一氧化碳的接触表面。又如，焙烧硫铁矿时，需预先把矿石粉碎，增加它跟空气的接触面积。为了使液体跟气体的接触表面增大，可以使反应在装着填料的塔里进行。例如，硫酸工业生产中三氧化硫的吸收，就是在填充瓷环的吸收塔里进行的。

6. 反应物的循环操作

在实际生产中，可逆反应在达到平衡时，反应混合物中还有一定数量的未起反应的物质。在这种情况下，常常采用循环操作的方法。例如，在合成氨厂，把未起反应的氮气和氢气重新打入合成塔，保证了原料的充分利用。又如，电解法制烧碱，从淡碱液中分离出来的食盐可循环使用。

7. 反应热的合理利用

化工生产中要消耗很多能量，节省能量的消耗，对于落

实“厉行节约、反对浪费”的方针，对于降低化工产品的成本都具有很大意义。例如在使二氧化硫转化为三氧化硫时，在氨的合成塔里，都是通过热交换器利用反应放出的热来预热反应物的。

8. 综合利用原料

工业技术发展的过程，是人类不断地认识自然，改造自然的过程。自然界的物质资源，并不是只生产一种产品就能充分利用的，在生产某一种产品的过程中，资源总是一部分转化为产品，另一部分转化为“废料”。从唯物辩证法的观点来看，自然界只有尚未利用的东西，没有不能利用的东西。例如，在合成氨厂，半水煤气变换后的二氧化碳是“废”物和有害的杂质，必须设法除去。但是，二氧化碳又是制取碳酸氢铵、尿素、纯碱等产品的重要原料。又如，有色金属冶炼厂的含有 SO_2 的废气可供硫酸厂作原料。此外，钢铁厂既炼钢铁，又生产水泥、化肥。实行一业为主，多种经营。随着工业发展，对“三废”的利用，更具有重要意义。

第二节 当量浓度

当量浓度是表示溶液浓度的一种方法。在工农业生产和科学实验中，用化学方法测定物质的含量时，常采用这种浓度。在讲当量浓度之前，我们先学习一下关于克当量的知识。

一、克当量

科学实验证明，任何两种物质在发生化学反应时，它们的克分子数是有一定关系的，它们的重量也是有一定关系的。

例如：



从上面的中和反应可以看出：1克分子的氢氧化钠(40克)，恰好中和1克分子的盐酸(36.5克)；2克分子的氢氧化钠恰好中和1克分子的硫酸，即1克分子的氢氧化钠中和 $\frac{1}{2}$ 克分子的硫酸 $\left(-\frac{98\text{克}}{2}\right)$ ；3克分子的氢氧化钠恰好中和1克分子的磷酸，即1克分子的氢氧化钠中和 $\frac{1}{3}$ 克分子的磷酸 $\left(-\frac{98\text{克}}{3}\right)$ 。很明显，碱和酸的反应，在达到完全中和时，彼此之间要有一个相当的量。其他化合物之间进行反应时，彼此之间也有一个相当的量。我们把这个相当的量①用克来表示，就叫做克当量。

① 这里说的“相当的量”，是指化学上的当量。元素或化合物的当量，是该元素或化合物与8分重的氧或1.008分重的氢完全作用时的重量单位。