

【综 述】

我国气相法二氧化硅的生产状况及其应用

李 颖*, 高凤英
(沈阳化工股份有限公司, 辽宁 沈阳 110026)

[关键词] 气相法二氧化硅; 生产; 生产技术; 市场; 用途

[摘 要] 气相法二氧化硅是高科技纳米材料。介绍其赋予材料的与众不同的性能, 论述发展气相法二氧化硅的重要性, 重点分析国内气相法二氧化硅的生产状况、技术状况、存在的问题和市场情况。

[中图分类号] TQ127.2 [文献标志码] A [文章编号] 1008-133X(2009)07-0001-06

Situation of silicon dioxide production by gas phase method in our country and its application

LI Ying, GAO Feng-ying

(Shenyang Chemical Industry Co., Ltd., Shenyang 110026, China)

Key words: silicon dioxide by gas phase method; production; production technique; market; application

Abstract: Silicon dioxide produced by gas phase method is a kind of nano-materials with high science and technology. The unusual properties of the silicon dioxide materials are introduced. The importance of developing silicon dioxide production by gas phase method is related. The silicon dioxide production situation, the production techniques, the existing problems and the market situation are analyzed in detail.

1 气相法白炭黑的用途

1.1 赋予材料的特性

气相法二氧化硅又称气相法白炭黑,是一种极重要的高科技无机化工产品,也是目前唯一能够实现大规模工业化生产的纳米材料。它是一种无定形、半透明、流动性很强的絮状胶态物质,是由硅或硅的氯化物在氢氧焰的高温条件下水解而成,是表面带有羟基官能团的超微细粒子。其原生粒径为 1~40 nm,平均原生粒径为 7~18 nm(接近于分子直径),聚集体粒径为 1 μm 左右,具有较大的比表面积(通常为 50~400 m²/g)。它的分子间由 Si-O 共价键结合在一起,形成结构稳定的晶格场。当物质颗粒的粒径达到纳米级时,也就是接近分子状态时,粒子的量子效应使物质的物理化学性质发生显著的变化,粒子表面不再是传统意义上的物体表面,更多的表征是表面原子、化学键、内能、焓、熵及分子

间的作用力等。

气相法二氧化硅的高比表面积和孔结构对许多物质的物理化学性能产生显著的影响。它具有高触变性、高分散性、抗温变性、高耐磨性、高折光性,在材料中具有“分子桥”作用,可改善材料的性能,赋予材料与众不同的性能,因此在新型材料中占有特殊的地位,尤其是在国防与航天工业中占有极其重要的地位。

(1)高张力性。在纺织材料表面涂含气相法二氧化硅的涂料,可以极大地提高材料表面的张力,如现代防弹衣。

(2)热屏蔽性。橡胶在实际应用中,局部受热后会产生热聚积效应,使该部位的力学强度下降。气相法二氧化硅在橡胶中可以起到热屏蔽作用和热传导作用。在能量转换元件中,损失的能量会产生大量的热,而气相法二氧化硅可以起到良好的热屏

* [作者简介] 李 颖 (1955—),男,工程师,商务部反倾销调查化工专家组专家,长期从事气相法二氧化硅的研究工作。
[收稿日期] 2009-03-04

蔽作用和表面热传导作用,使损失的能量减少,提高材料的安全性。

(3)憎水性。普通陶瓷绝缘子的表面能较高,容易形成水膜,降低绝缘性能,给电力安全生产带来隐患。由硅橡胶制成的复合绝缘子主要是由混有憎水性气相法二氧化硅的甲基乙烯基硅橡胶制成,每片耐 10 kV 电。当硅橡胶材料表面有微小雾珠和雨滴时,绝大部分雾珠和雨滴都呈球状,不连续地散落在表面。当雾珠和雨滴不断积聚并增大到一定程度时,在重力作用下滚落下来。绝缘材料的良好憎水性可有效提高绝缘子的绝缘性能。

(4)增强性。橡胶由长分子链组成,力学强度较差。加入气相法二氧化硅后,其量子尺寸特性显示出特有的“分子桥效应”,大大强化了大分子链间的作用力。通过这种“分子桥”的连接,彼此之间无分子键或分子链连接作用比较微弱的大分子链的强度得到了极大的加强,外部剪切应力、挤压应力、拉伸应力、扭曲应力等可以均衡的分散,有效地解决了外部张力引起的化学键断裂的问题。例如,在橡胶中加入气相法二氧化硅,将提高轮胎的性能并延长其使用寿命。

(5)高触变性。涂料等流体物质在高压气流带动下喷出喷口的过程中,由连续态变为不连续的微小液滴,然后重新集聚成液体薄膜。例如,油漆雾化后在材料表面成膜,使材料表面光滑,减小与其他介质的摩擦力。高触变性是高性能材料的质量特性,普通流体物质达到高触变性是非常困难的,但使用气相法二氧化硅的涂料等流体物质可具有高触变性。

(6)增稠性。普通流体或半流体材料在成膜到一定厚度后,都要发生一定程度的层流现象。气相法二氧化硅可以显著地提高流体的成膜性,改善膜的不流淌性、均匀性和表面性,例如,提高油漆的成膜厚度及不流淌性,减轻材料腐蚀,延长使用寿命。这对重防腐材料是十分重要的技术指标。

(7)分散性。气相法二氧化硅使容易结块的物质减少黏合性,具有良好的流动性和分散性,使物质颗粒之间保持一定的距离,一种物质在另一种物质中保持良好的均匀分布性,例如,可用作易燃、易爆物质的分散剂,易结块化肥的松散剂等。

(8)消光性。现代材料既要求表面明亮,又不能产生光污染,如汽车表面漆。气相法二氧化硅具有高比表面积,可以有效地使入射光散射,从而达到良好的消光效果。气相法二氧化硅可以削弱电磁波

的反射,达到材料表面隐形的目的,因此在现代国防工业中具有极其重要的作用。

(9)抗温变性。气相法二氧化硅提高橡胶或其他有机材料的耐高低温变化性能,使材料适应较为苛刻的环境。

(10)高耐磨性。含有气相法二氧化硅的汽车轮胎防爆性高,适于在高速公路上行驶。

1.2 部分应用领域

(1)在微形器材方面的应用。随着材料科学的快速发展,气相法二氧化硅可以应用于制作微型飞行器、发动机、机器人或潜水艇,应用于军事、工程、医疗,例如血管的疏通与破损的修补。

(2)在现代医疗材料中的应用。

21 世纪将是纳米材料科学技术发展的时代。微电子、微生物、微细胞在 20 世纪属于尖端科学研究领域,进入 21 世纪已经逐渐地向实际应用方向发展。尤其是医学的科学研究已经从病理研究、微细胞学研究向人类及生物基因研究方向发展,利用纳米技术进行诊断与治疗,测试、更改基因排序是未来的发展方向。

用微量的药剂主动地搜索、定点、攻击或修补特定组织,在人体患病部位进行有效的医治,是纳米材料在 21 世纪的重要应用课题,这对保障人体健康、提高人类生活质量和延长寿命都具有特别重要的意义。目前,用包括气相法二氧化硅在内的纳米材料作为医药载体进行人体局部定位医疗,改变药物在人体内传统输送过程的研究已经在世界范围内展开。用纳米颗粒材料作有效载体,利用其特有的缓释作用将药的有效成分定点导向至病灶靶点,然后通过局部的药效释放进行有效的局部医疗,在治疗的同时并不影响人体其他部位的健康。

气相法二氧化硅在医疗器材,如硅橡胶医疗器具、一次性医疗手套、感光材料、高级造影医疗设备、人工智能人体内部脏器、辅助器材等中已经得到极其广泛的应用,在现代医疗器具生产中已经是不可或缺的材料。

(3)在军工中的应用。现代国防装备要求更迅速、更准确、更隐蔽和更低的使用成本。气相法二氧化硅在国防工业中处于极其重要的地位,具有极其重要的作用。有效利用这些高科技材料的国家将在国防安全方面处于有利的位置。

(4)在化妆品中的应用。随着生活水平的提高,人们越来越重视皮肤的保护与营养。普通化妆品由于护肤载体颗粒太大,只能对皮肤表面进行保

护,无法到达皮肤内层。而用气相法二氧化硅作为载体的化妆品,可以有效地深入皮肤内层,提高护肤质量,减缓皮肤的衰老速度。

2 全球生产情况

目前,具有气相法二氧化硅生产技术知识产权的国家仅有美国、德国、日本、乌克兰和中国 5 个国家。2008 年全球气相法二氧化硅生产能力为 25 万 t/a,产量为 20.84 万 t(见表 1),与 2000 年相比,生产能力、产量均增长 250%。

表 1 2008 年世界气相法二氧化硅生产情况

国家	企业名称	生产能力/(t/a)	产量/t
美国	卡博特公司	60 000	50 000
德国	迪高沙公司	70 000	60 000
	瓦克化学公司	85 000	70 000
	合计	155 000	130 000
日本	德山化工公司	15 000	10 000
乌克兰	卡路什化学公司	5 500	3 000
中国	卡博特蓝星化工有限公司	5 000	4 500
	瓦克化学气相二氧化硅(张家港)有限公司	5 000	3 000
	德山化工(浙江)有限公司	5 000	4 500
	沈阳化工股份有限公司	1 500	1 300
	吉林双吉化工新材料有限责任公司	1 000	700
	浙江新安化工集团有限公司	1 000	600
	浙江衢州富士特白炭黑有限公司	1 000	500
	上海氯碱化工股份有限公司	500	300
	合计	20 000	15 400
总计		250 500	208 400

国外气相法二氧化硅生产厂家遇到环保压力,而亚洲的市场需求空间巨大,而且生产成本较低,因此这些厂家纷纷在中国建厂。

中国是气相法二氧化硅工业发展速度与市场需求增长速度最快的国家。预计到 2015 年,中国气相法二氧化硅的生产能力将达到 3 万 t/a,产量将达到 2.5 万 t。

3 国内生产情况

3.1 产量

我国对气相法二氧化硅的研究与开发始于 20 世纪 60 年代,工业化生产始于 70 年代初,90 年代借鉴并消化乌克兰技术实现了大规模工业化生产。20 世纪中期,我国气相法二氧化硅的生产能力为 100 t/a,产量 50 t;20 世纪末期,生产能力为 500 t/a,产量 450 t;进入 21 世纪后,我国气相法二氧化硅的生产以年均 30% 以上的速度增长,至 2008 年,生产能力达到 20 000 t/a,产量 15 400 t。具体情况见表 2。

表 2 国内气相法二氧化硅生产情况

年份	生产能力 / t/a	产量 / t	年份	生产能力 / t/a	产量 / t
1970	100	50	2004	2 000	1 200
1980	200	150	2005	3 000	1 800
1990	400	300	2006	8 000	6 300
2000	500	450	2007	15 000	11 000
2001	600	500	2008	20 000	15 400
2002	600	600	2015	30 000	25 000
2003	800	700			

3.2 装置情况

2008 年,国内气相法二氧化硅的生产结构发生较大变化,国外气相法二氧化硅生产巨头美国、德国和日本的公司纷纷进入中国建设生产装置,使国内气相法二氧化硅的生产能力与产量得到较大幅度的提升,并使 20 世纪内资企业占主导地位的局面改变为外资企业占主导地位:内资企业生产能力占国内总生产能力的 25%,外资企业占 75%;内资企业的产量占国内产量的 20%,而外资企业占 80%。我国气相法二氧化硅生产装置的能力与国外先进装置相比,仍明显落后:国外单套装置的生产能力已达 2 000 t/a,而我国最大的仅为 1 000 t/a,即使在 20 世纪也是较落后的 500 t/a 装置仍占有一定的比例,而且即使是生产技术较为成熟的沈阳化工股份有限公司,其生产能力与产量与国外先进装置相比仍有较大差距。

3.3 技术水平

我国气相法二氧化硅生产技术和产品质量与国外先进技术相比落后 20 年。

气相法二氧化硅的生产方法为四氯化硅或三氯化硅与氧气或空气在高温火焰条件下进行水解。早期的气相法二氧化硅生产工艺是在装有高纯硅块的高温炉中通入氯气,发生反应生成四氯化硅,四氯化硅在水解炉中高温水解生成气相法二氧化硅。该工艺的特点是四氯化硅纯度高,产品纯度高,缺点是高成本与高能耗。该工艺是 20 世纪我国在多晶硅工业尚不发达时期采用的主要工艺,目前已被采用有机硅副产物四氯化硅或三氯化硅为原料的生产工艺所淘汰。以四氯化硅为原料的工艺,可使用多晶硅生产中副产的四氯化硅,虽然四氯化硅的纯度低一些,但可使副产的四氯化硅得到充分利用,而且原料成本低,仅为前者的 1/10,能耗也较低。

国内气相法二氧化硅生产技术较为成熟的企业是沈阳化工股份有限公司,其产品质量和产品牌号均与国外知名产品相一致,产品以比表面积 200

m^2/g 以上的高端产品为主。其他生产企业的生产技术成熟性相对差一些,主要生产 $100\sim 200\text{m}^2/\text{g}$ 相对较低牌号的产品,这些产品不论是比表面积还是颗粒直径均相对较小。外资企业在中国仅生产 $200\text{m}^2/\text{g}$ 及 $200\text{m}^2/\text{g}$ 以下的产品,而 $200\text{m}^2/\text{g}$ 以上的高端产品均在本国生产,以控制技术外流。外资企业生产的气相法二氧化硅一部分在国内销售,一部分出口,出口产品的一部分再返回国内市场。由于国外气相法二氧化硅生产企业大规模地进入国内,国内气相法二氧化硅企业面临极大的发展压力与生存考验。

总体来看,大部分气相法二氧化硅内资企业在生产能力、产量、产品质量、市场占有率、产品售后服务等方面均与外资企业存在差距。面对外企大规模地挤占国内市场,国内生产企业如果不给予高度重视,市场将有可能被逐渐蚕食。

气相法二氧化硅产品的分类通常按比表面积划分,主要有 A-100、A-150、A-175、A-200、A-250、A-300、A-380 等不同规格的产品。国外 1 个规格的或 1 个型号的产品,其粒子直径有几十种,但都为 nm 级,可满足不同领域的要求。国内气相法二氧化硅生产厂家中,目前仅有沈阳化工股份有限公司能够生产上述各种规格的产品,能够达到与国外产品相一致的技术标准要求。其他厂家在产品质量、产品种类方面均尚存在一定差距,特别是在粒径分布均匀性、表面羟值均匀稳定性、比表面积分布均匀性、生产装置自动化水平以及采用设备材料的科学性等方面尚有待于提高。

气相法二氧化硅分为亲水型和疏水型。亲水型产品与水具有较强的亲合性,主要应用于对结晶水没有特殊要求的场合。疏水型产品是对亲水型产品的表面用硅烷处理,主要应用于对材料有特殊高品质要求的场合。疏水型产品比亲水型产品的科技含量更高,应用更广泛。近 20 年来,疏水型气相法二氧化硅发展得很快,其生产技术与市场均被国外企业高度垄断,我国目前在该领域尚处于空白。2008 年沈阳化工股份有限公司成功地进行了疏水型产品的技术攻关,并开始进入小试阶段。这标志我国即将进入疏水型气相法二氧化硅这一高科技领域,并打破发达国家对该技术的垄断。

3.4 存在的问题

(1) 装置能力低。这是我国装置与国外装置在设计与制造技术上最大的差距。如前所述,国外较为先进的单套装置生产能力为 2000t/a ,国内企业

除沈阳化工股份有限公司单套装置生产能力达到 1000t/a 外,其他生产企业的大都为 1000t/a 以下。

(2) 不论是工艺条件、装置容量、应用的材料与设备、配套装置,还是对原料的预处理,设计水平与国外先进水平仍有一定差距,这是制约我国气相法二氧化硅产量不能有效提高的主要原因。

(3) 生产自动化控制水平相对较低。国外对其生产技术进行严格控制与垄断,尽管国内生产自动化控制水平不断提高,但由于技术上的差距,部分企业仍不得不依赖操作经验,生产水平尚处于 20 世纪 70 年代的水平。这是我国产品质量如比表面积、颗粒直径在一定范围内的均匀分布等始终与国外产品存在差距的根本原因。

4 市场情况

代表世界文明进程的 19 世纪的蒸汽机、20 世纪的电子工业彻底改变了世界,而 21 世纪的新兴科技材料——纳米材料将把世界文明发展推向一个新的历史阶段。纳米材料的应用有助于大幅降低日益紧张的能源的消耗,显著延长各种材料的使用寿命,降低运行成本,提高时间效率与空间效率,改善目前人类社会尚无法有效解决的环境污染问题,甚至使人类探索外星球的梦想得以实现。

自 20 世纪末以来,国内气相法二氧化硅在民用领域的应用得到长足发展,这为气相法二氧化硅工业的快速发展提供了有利的基础条件。国外知名企业纷纷进入国内市场,国内生产企业也积极进入这一领域。尽管国内大部分产品的质量与国外产品仍存在一定差距,但生产成本较低,依靠较低的价格,产品供不应求。

尽管进入 21 世纪以来,我国气相法二氧化硅工业进入高速发展期,但产量仍无法满足市场需求,每年须进口以满足不断增长的市场需求。2008 年,国内气相法二氧化硅的表现消费量约为 30000t ,其中外资企业产量为 12000t (50% 以上的产品出口东南亚国家),进口 14600t 。在消费总量中,亲水型产品约为 18000t ,占 60%;疏水型为 12000t ,占 40%。疏水型产品全部依赖进口。在进口产品中,从德国进口的约占 40%,从美国进口的约占 30%,从日本进口的约占 20%,少量是从乌克兰进口的产品。从美国、德国进口的主要为比表面积 $200\sim 380\text{m}^2/\text{g}$ 的高中端产品。日本产品主要占据比表面积 $200\text{m}^2/\text{g}$ 的中端产品消费市场。乌克兰产品主要占据比表面积 $100\sim 150\text{m}^2/\text{g}$ 的低端产品消费市

场。

国外气相法二氧化硅的消费领域主要是涂料工业,占消费总量的 60%,其次是橡胶工业占 30%,其他占 10%,这与发达国家的国民经济发展结构有较大关系。尽管我国气相法二氧化硅工业发展较快,但不论是生产还是消费仍处于起步阶段,消费领域大部分集中在橡胶与橡胶密封材料、电子电力、油漆油墨、化妆品等相对较窄的领域内(见表 3),与国外民用消费领域占较大的比例相比,尚有相当大的差距。这也说明我国气相法二氧化硅具有较大的市场发展空间。

表 3 2008年国内气相法二氧化硅消费结构

消费领域	数量 /t	比例 /%
橡胶与密封材料	19 000	63.3
电子电力	5 000	16.7
油漆油墨、感光材料	3 000	10.0
其他	3 000	10.0
消费总量	30 000	100

国外亲水型气相法二氧化硅的市场价格比国内一般高 1.5 倍,但我国进口气相法二氧化硅的价格却与国内价格相差不大。国外气相法二氧化硅企业采取压低价格挤占国内市场的策略,而国内气相法二氧化硅不论是数量还是质量稳定性尚无法与进口产品相抗衡。国内 100 m²/g 型号的平均价格为 2.7 万元 /t, 150 m²/g 型号的平均价格为 3 万元 /t, 200 m²/g 型号的平均价格为 4 万元 /t, 380 m²/g 型号的平均价格为 6 万元 /t。近年来进口气相法二氧化硅(200 m²/g 型号)在国内市场的销售价格见表 4。

表 4 进口气相法二氧化硅(200 m²/g 型号)在国内市场的销售价格 元 /t

年份	价格	年份	价格
1999	80 000~90 000	2004	50 000~60 000
2000	75 000~80 000	2005	48 000~57 000
2001	65 000~75 000	2006	46 000~58 000
2002	60 000~70 000	2007	45 000~56 000
2003	55 000~65 000	2008	45 000

疏水型气相法二氧化硅被发达国家垄断,国内外市场价格均处于较高水平,平均价格是同型号亲水型产品价格的 1.5 倍。

5 发展气相法二氧化硅平衡多晶硅产业副产的四氯化硅

进入 21 世纪,随着全球光电子工业、电子工业、机电工业的迅速发展,多晶硅工业以异乎寻常的速

度快速发展,我国多晶硅工业同样得到了长足进步。在多晶硅生产过程中仅有 25% 的三氯氢硅转化为多晶硅,其余生成四氯化硅。四氯化硅腐蚀性强,是剧毒物质,稍有不慎就会对人造成严重伤害,对环境造成严重污染。近年来,四氯化硅处理不当所造成的环境污染及安全问题日益突出,国内外媒体均有报道,影响较大。四氯化硅可再还原成三氯氢硅循环利用,但发达国家对此核心技术高度控制。我国目前尚未完全掌握这个技术,四氯化硅利用率较低,甚至造成环境污染,对四氯化硅一般采取存储方式,这正是制约我国多晶硅工业健康发展的主要因素。多晶硅工业是典型的高投入、高耗能、高污染工业,建设 1 500 t/a 规模的生产装置需投入 15 亿元以上,耗电 15 万 kW h/a,其原料硅砂、焦炭以及金属硅的生产都对环境造成较大的破坏与污染。发达国家将目光逐渐转移至我国这样的多晶硅工业新兴国家,无偿使用我国四氯化硅资源生产气相法二氧化硅,而且从我国购买多晶硅后进一步进行技术加工,产品再回流至我国,以此防止生产多晶硅对本国环境的污染并降低生产成本。发达国家多晶硅生产成本为 25 美元 /kg 左右,我国是其 3 倍左右。多晶硅生产装置的经济规模为 2 500 t/a,目前我国的生产装置大多小于此规模。我国对多晶硅的研究与生产始于 20 世纪 60 年代,但大规模工业化生产始终没有得到有效突破。21 世纪初,我国多晶硅生产技术主要借鉴与消化俄罗斯的工艺技术,尽管多晶硅工业发展得很快,但生产技术与发达国家相比仍有一定差距,尤其是尚未解决四氯化硅处理的问题。2008 年,国内 8 家上市公司投资建多晶硅生产项目,生产能力共计 4.5 万 t/a。如果一味强调多晶硅工业发展的速度,则四氯化硅不断积累的后果是相当严重的。无法有效综合利用四氯化硅,是一个极严重的环境安全问题。国家应高度重视四氯化硅转化三氯氢硅技术的攻关,加大科研力度,并大力发展市场短缺的气相法二氧化硅,有效平衡四氯化硅。多晶硅副产的大量四氯化硅也使我国气相法二氧化硅生产成本的大幅降低成为可能。

6 建议

2015 年,我国气相法二氧化硅生产能力将有可能达到 30 000 t/a,产量可能达到 25 000 t。21 世纪是纳米材料的世纪,纳米材料的研究与发展受到全世界的瞩目。纳米材料的发展与应用必将对材料科学产生深远的影响,而且有可能使材料科学发生革命。例如,纳米材料的开发与应用,(下转第 8 页)

单耗变化的成本包括:直流电耗等。

根据各项内容,假定以下主要数据用于计算,以此为依据考虑如何调整生产负荷,从而达到利益最大化。某月烧碱厂内部的收支数据(假设数据)为:单槽平均电流密度,5.80 kA/m²;烧碱(折质量分数100%)产量,1 045 t/d;本月天数,30天;月碱产量,31 350 t(折100% NaOH);月总支出,101 597 445元;月总收入,102 067 900元。成本构成见表2,收入构成见表3。

表2 成本构成

分类	分项	单价	消耗	金额/(元/月)
固定成本	人工成本		300万元/月	3 000 000
	固定支出		500万元/月	5 000 000
	设备维护		200万元/月	2 000 000
稳定成本	原盐	300元/t	1.58 t ^①	14 859 900
	蒸汽	110元/t	0.55 t ^①	1 896 675
	交流电耗	0.7元/(kW·h)	200 kW·h ^①	4 389 000
	其他化学品消耗	其中包括假定月耗碱1 000 t		12 540 000
不稳定成本	直流电耗	0.7元/(kW·h)	2 366 kW·h ^①	51 921 870
其他消费				5 990 000
总耗费				101 597 445

注:①—生产1 t NaOH的消耗。

表3 收入构成

分类	分项	单价/(元/t)	产量/(t/月)	销售金额/(元/月)
氯气产品	Cl ₂	1 300	27 543	35 805 900
碱产品	质量分数32% NaOH	1 600	2 000	3 200 000
	质量分数50% NaOH	2 000	28 350	56 700 000
H ₂ 产品	H ₂	8 000	784	6 272 000
副产品	NaClO	100	600	60 000
	质量分数60% H ₂ SO ₄	100	300	30 000
	盐泥	0	500	0
总收入				102 067 900

(上接第5页)对未来太空探索、生物基因的研究与改变、能源有效利用、新型材料使用、人类自身的发展和理解,都将产生积极的影响。现代高科技材料、光电子材料、电子材料等离开纳米材料几乎是不可想象的。气相法二氧化硅是目前世界上唯一实现大规模工业化生产的纳米材料。由于产品具有高科技性,各具有知识产权的国家对其生产技术都高度重视,并保持技术垄断。经过半个多世纪不懈的研究,气相法二氧化硅对我国国防工业、航天工业、现代材料科学技术、现代机电工业、社会发展等起到极其重要的作用。

气相法二氧化硅不仅仅是一种产品,更代表一

根据不同负荷下的产量,对收入和成本进行计算,得到负荷与盈利的关系图,见图5。

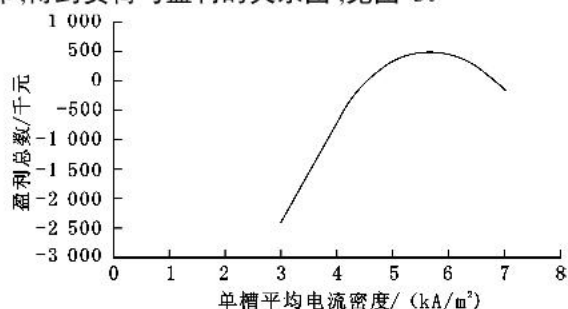


图5 负荷与盈利的关系图

从图5可见:按照以上假设数据,在单槽平均电流密度为5.8 kA/m²时,仅对烧碱厂而言,利润是最大的,即烧碱厂的最佳运行电流密度为5.8 kA/m²。

如果需要准确的统计,必须对每项成本、产品价格做出详细的分类和计算。运用该方法,可以为工厂寻求利益最大化得出一个较为理想的负荷,增强竞争力;即使在市场环境恶劣的形势下,使用计算平衡点的方法,微调价格,调整负荷,也可保证烧碱厂的损失最小化。

4 结语

平衡是完美的定式,无论什么行业,平衡永远存在并主导着事物的发展。对化工行业而言,平衡不仅适用于工厂初期设计的完善,而且主导着工厂生产过程中的运行状态。平衡的发展方向是人为控制的,也控制着工厂的发展方向。通过计算,找出不利的因素,就能够为工厂创造出更多的利润,同时也能够及早、及时地发现工厂中存在的合理现象,减少危害因素,最终达到相对理想的生产状态。

[编辑:高旭东]

个国家的材料科学技术的发展水平。我国气相法二氧化硅工业刚刚起步,尤其是疏水型气相法二氧化硅目前尚处于空白,建议国家相关部门对该产业的发展给予高度重视,在国内气相法二氧化硅生产厂家中挑选在技术研究、产品应用开发、生产技术水平、产品质量稳定性、市场占有率等方面比较优异的企业,在产业政策、科研资金等方面给予大力扶持,尤其在疏水型产品规模工业化生产方面应有所突破,使我国气相法二氧化硅工业得到全面发展,而不至于在现代纳米材料发展最快的时代落伍。

[编辑:高旭东]