

全球硫磺:1965—2045

J. B. Hyne

(Hyjay 研究与开发有限公司, 加拿大)

摘要: 回顾过去 40 年全球硫磺的供应情况,对今后 40 年硫磺行业的前景进行预测。在今后的 40 年内,硫磺资源将明显地从所谓的“西方世界”向俄罗斯和中东地区转移,这与原油的供给地向俄罗斯和中东地区转移,以及作为头号元素硫资源的石油产品的炼制将继续占主导地位是相一致的。根据对石油供应/消费增长情况的预测,假设烃中硫含量基本保持在现有水平,至少在今后的 40 年内硫磺供应不会出现短缺,问题在于如何以一种可接受的形式将硫磺从库存地运送到需求地。如果到了 2045 年人类拥有真正廉价的丰富的核电力来运行电弧炉焙烧磷矿,硫酸有可能被逐出肥料领域。由于硫酸和化肥生产是迄今为止元素硫的主要终端用途,硫酸市场的即使部分丧失也会对全世界硫磺市场产生灾难性的影响。建议吸取历史教训,打破常规思考,积极推进硫磺用途的多元化,以确保市场的稳定。

关键词: 硫磺; 市场; 用途; 回顾; 预测

中图分类号: TQ111.14

文献标识码: A

文章编号: 1002-1507(2007)04-0001-07

温故可以知新? 吸取历史教训的人真的不易重蹈覆辙? 经历了过去 40 年的风风雨雨,世界硫磺行业能否从容地面对下一个 40 年? 我们看到,在短短的 40 年内,从石油中回收的硫磺几乎完全取代了天然开采的硫磺。在清洁空气和环境敏感性极为盛行之时,今后的硫磺资源会出现另一次同样戏剧性的变化吗? 替代能源将对硫磺行业产生什么样的影响? 元素硫已取代硫铁矿成为硫酸生产的首选硫源,而硫酸又是肥料生产的原料,关乎全世界的粮食供应——在一个全新的核能世界中,这种情况还将继续吗? 硫酸将仍然是化学工业的基石吗? 今后是否会像过去 10 年那样出现另一个中国式需求事件来拯救硫磺市场?

由于中东和其它地区正在从高硫重油中回收新的硫资源,世界硫磺市场面临供大于求的局面。市场是否已做好准备来承担这种供需后果? 地缘政治将在这个市场中扮演什么样的角色? 它将与远洋运输挑战一道主宰硫磺市场的供需平衡吗?

下一个 40 年将 是过去 40 年的翻版,抑或是一种截然不同的局面? 这在很大程度上取决于我们能否吸取过去的教训,并愿意从中悟出应对未来的方略。

1 过去和将来的价格

首先让我们来讨论一下价格问题,这个问题曾一度遭到此类会议的禁止但显然受到众多与会者的关注。我们的目的并非是要确定价格,而是要用头脑中的某些基本历史元素进行规划。过去,元素硫的价格一直反复无常——至少可以这样说。在图 1 中,为了避免其它可变因素(例如运费、货币兑换率等)造成的偏差,统一采用加拿大温哥华价格。图 1 旨在表示过去和将来的硫磺价格的长期走势,并未标出详细的逐年数据。

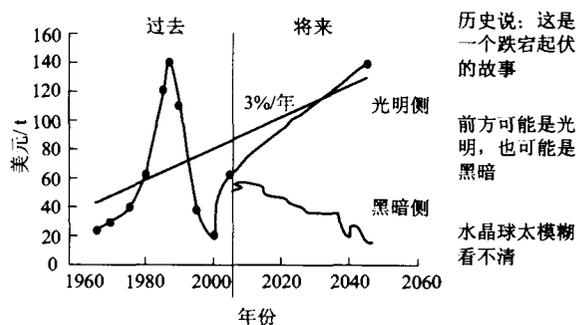


图 1 过去和将来硫磺价格的长期走势

收稿日期: 2007-03-02。

※由 Sulphur 2006 Conference 供稿。

※※通信联系人: J. B. Hyne, Hyjay R & D. Ltd., 312 Superior Avenue S.W., Calgary, Alberta, Canada. T3c 2J2。

过去40年价格走势最显著的特点是,价格在十几美元/t的低谷到接近150美元/t的高峰之间急剧振荡。在下一个40年我们还会看到类似的走势吗?或者,硫磺价格会恢复到天然硫磺(弗拉什)占主导地位时期所具有的稳定性吗?当时商品硫磺交易价格多年内一直在20~25美元/t之间窄幅徘徊。一个有趣而错综复杂的问题。然而,这类预测只是为了通过了解过去的教训而有利于改进,逐年数据并不重要,重要的是我们在今后的几十年内要沿着哪个方向走下去。

毫无疑问,对于任何商品而言,供需平衡或不平衡是决定其价格的主要因素,硫磺也不例外。在本文中,将来的硫磺供应,至少在今后的40年内,可能不会出现短缺。但是正如在过去半个世纪内我们所看到的,供需平衡不是决定价格的唯一因素。长途运输及其可利用性、地缘政治、环保压力、储运物流(仅列这几个因素),一直是位居其次但依然重要的因素。

20世纪80年代出现的硫磺价格高峰是由于发展中国家需要“让人民吃饱”,以致向磷肥生产商供应硫酸这种重要化学品的硫酸生产商的需求急剧增长而造成的。在20世纪90年代末和21世纪初又出现了类似的硫磺价格的回升,这是因为在这些年内中国从市场供应侧“摄取”的硫磺量几乎增加10倍,以致价格从十几美元/t回升到接近60美元/t或更高。

在过去的1/4世纪中,大多数时候世界硫磺储备的真正短缺实际上都不是根本控制因素。某些地区一直有库存。问题在于如何以一种可接受的形式将这种商品从库存地运到需求地。即便有一些远洋散装货轮愿意运输像硫磺这种容易腐蚀船钢和污染环境的“脏货物”,吨位利用率也使得硫磺成为许多新船主在能够用其资产装运其它货物的情况下不愿运输的商品。环保压力提高了在装卸码头“友好”储存和转运的费用,因而进一步削减了运输大宗硫磺商品的吸引力。老码头必须投资改造才能继续使用,虽然说回收硫作为新油田业主的“副产品”已成为一个日益显著的特点,但如果储运费用太高这个特点也无济于事。

所有这些因素在未来的40年内无一可能“消失”,除非环境敏感性减弱,耐腐蚀的散装货轮相当普及。的确,当新的散装货轮越做越大、操作效率越来越高时,包括硫磺在内的货物可能会更少地选择陈旧而较小的轻便型散货船。用这些“老船”运输硫磺既费事又不便宜,时间将降低它们的利用率。

在图1所示的截至2045年的预测中,可能出现的最糟糕的价格情形也许过于悲观,并且肯定不应去过度解释。然而,相对于沿着过去40年的平均值或甚至类似的年增长率3%的直线外推,下降趋势似乎更有可能。至少当世界像目前这样强烈地依附于精炼烃燃料作为能源并且能够在世界市场上买得到时,这种情况似乎是合理的。正如我们下面所提到的,硫酸能否作为化学能源继续使用对于其前体商品的价格也将有一定的作用。价格方程是一个多变量公式。

2 供应资源

表1中的数据大致反映了元素硫供应资源在前后40年内的巨大变化。

表1 1960年—2005年—2045年的元素硫供应资源(按近似数量级排序)

1960年	2005年	2045年
美国	加拿大	中东
加拿大	美国(大部分来自进口原油)	加拿大
法国,波兰	俄罗斯	俄罗斯/里海
意大利	日本(来自中东原油)	美国
中东	委内瑞拉	委内瑞拉
欧洲其它地区	法国	欧洲

请注意供应资源从所谓的“西方世界”向俄罗斯和中东地区的明显的转移。这与原油的供给地向俄罗斯和中东地区转移,以及作为头号元素硫资源的石油产品的炼制继续占主导地位是一致的。因为供应北美市场的重质富硫油砂的开采量和精炼量不断增长,加拿大将仅次于第一位而仍居重要位置;委内瑞拉将同样成为重要的供应国,至少对于南美共同市场如此。当俄罗斯和里海

盆地从丰富的烃资源中获取更多的能源财富时,它们的大部分硫资源将仅取决于这些丰富的烃资源的酸度如何,正如西方世界目前的情况一样。

但是在未来的40年内,中东地区和阿拉伯海湾有可能成为世界硫磺供应的麦加。那儿蕴藏着丰富的烃资源,我们只消看其中的一个气田——卡达北方油田——能从其液化天然气的运营中产出多少硫磺即可。其量是4~5 Mt/a,即接近当前世界需求量的10%。拥有世界上最大储量并且开采量已达到3 Mt/a的沙特阿拉伯,开采量只会更大,而拥有目前的鲁韦斯和将来投运的达克瑞尔的阿布扎比亦如此。另一个10 Mt/a?

中东地区的许多运营商凭借其“最佳可利用”技术,对产量不断增高的硫磺进行环境友好的脱气、成型、储存和处置,在技术上已处于领先地位。有迹象表明,在今后的竞争市场中,买方手中的硫产品质量标准是决定市场得与失的关键,这一点已得到公认。

3 将来的硫磺形式

当下一个40年转瞬即逝,世界的基础设施日臻完善时,液硫的处置和运输会得以复兴吗?欧洲和美国可能广泛采用卡车、铁路和管道系统储运商品硫磺。当世界其它地区的工业基础设施也趋于完善时,这些地区会出现同样的情况吗?如果在未来的40年内供给与需求问题尚疑云重重,那么从这个水晶球传出的信息则将更加模糊。

能否最准确地猜中这个答案在于供给与需求的相对位置发生了怎样的变化,以及硫磺如何在两地之间运输。如果用加热的船只长途运输液硫是可行且经济的,能使这种商品从生产到消费一直保持液态,那么采取液态运输可能是很好的选择。多年来自由港数百万吨的硫磺就是以这种方式从路易斯安那州运到佛罗里达州,也运往欧洲,只是规模较小。但是从阿拉伯海湾到中国,或从委内瑞拉到巴西和阿根廷,这也是一个经济的提议吗?这种运输将需要专门的船只,而且“回程”效益的问题将起着重要的作用。回程时能否找到一种“热货物”?

如果合适的话,能否将热泵逆过来运送一种低温货物(液化天然气)?在20世纪60年代从加拿大到澳大利亚之间对这种可能性进行了检验。只有40年的时间是不是太短?

在这个阶段回答这个问题可能仍旧“为时过早”,但是唯有这种“打破常规的思考”才可能表征今后的硫磺行业。如果硫磺行业仍以固体成型元素硫作为最佳长途运输方式,它就必须不断地努力改进生产、储存、处置和运输方式。就在我们准备这篇发言稿的时候,一些举措正在酝酿之中,以挑战可能对成型固体硫磺的销售构成重大不利影响的各种固体成型硫磺海上运输安全规范。

4 关于硫磺市场竞争的教训

值得注意的是,在用磷矿生产高品位磷肥的过程中,硫酸其实只是一种化学能源。在重过磷酸盐(TSS)、磷酸一铵(MAP)或二铵(DAP)中,实际上几乎没有硫留下。这意味着,如果在下一个40年内有另外一种廉价的能源可资利用,那么硫磺可能会面临几乎与过去硫磺价格超过100美元/t时一样的强劲竞争。佛罗里达磷酸盐研究所重新激活了用电弧炉从“磷矿”中提取磷酸盐价值的兴趣,这种方法可直接用矿物生产相当纯的磷酸,而不必使矿物与硫酸发生化学反应。此处的挑战是电价问题,但是核能发电有望降低能源费用,以致使硫磺和硫酸工艺沦为一种“昂贵”的生产路线。“廉价”核电这个梦想的种种遭遇虽已成为历史,但是在原油价格100美元/桶、天然气价格15美元/百万立方英尺和环境限用“污秽的”燃煤发电的情况下,是不可能生存的。如果到了2045年我们拥有真正廉价的丰富的核电力来运行电弧炉焙烧磷矿,那么情况将会怎样?对元素硫的需求减少,对长途运输的挑战减小,不存在地缘政治问题,化学污染减少,环境废物和污染问题将全部转移到球形结构的热核装置上。届时谁还会需要硫磺?硫酸工业又会怎样?主要的挑战将是如何处理在炼制仍然开采的数量较少但酸度较高的150美元/桶的石油的过程中产生的所有硫磺。

5 硫磺行业是一匹“单腿马”

这是一种既不稳定又不可靠的驮兽。硫酸和化肥生产是迄今为止元素硫的主要终端用途,如果这些用途受到不利的影响,硫磺市场也会受到牵连。在最近的40年内这种情况已显现无疑。工业界非常清楚地了解这一点。硫酸业内人士与硫磺业内人士在这个会议上定期碰面,硫磺业内人士定期出席国际肥料协会(IFA)的会议。中国的元素硫需求量之所以大幅增长,多半是因为已经证明采用元素硫作为硫酸生产原料较之采用硫铁矿在经济上和技术上更加有利。毫无疑问,“硫酸市场”的即使部分丧失也会对全世界硫磺市场产生影响。说它是一场“灾难”并非夸大其词。

尽管在过去40年的大部分(如果不是全部)时间内,硫磺行业已清楚地了解这一点,但是他们在促进市场多元化方面却几乎无所作为。在20世纪70年代,当硫磺供应量激增而需求量不能保持同步时,业内曾齐心协力研究“新用途”,以试图给这匹行业之马安上几条新腿,让它站稳。制造硫混凝土的新用途每年多消耗5 Mt 硫磺,另外有几 Mt 用于生产硫磺改性沥青(SEA)。同时,业内还共同努力提高金属矿浸取用酸量,以减少金属矿焙烧过程环境污染物的排放。在这些努力中只有最后一项取得了较大的进展,有趣的是它与铀矿的开采有关,而铀矿本身可能代替硫酸这一化学能源而成为硫磺的最大挑战者。壳牌加拿大公司一直在积极开发硫磺改性沥青,但是波特兰水泥混凝土(PCC)的既得利益(1.6×10^9 t/a)过于强大,以至阻碍了硫混凝土产量的大幅提高,尽管它的许多性质较PCC更为优异。

不管在今后的40年内影响硫磺市场的所有其它因素会造成什么样的最终后果,不能给这匹马安上更多条市场之腿让它站稳可能是最严重的后果。煤除了燃烧以外还有许多良好的其它用途——液化、气化、有机化学业务,而这些用途是在1948年大油田公司接手为居民供电之后,作为其它用途而得到迅速发展的。我们仍然烧煤,但石油和天然气是今天优先选择的化学原料,煤是穷小子。将来的硫磺是否会面临同样的命运?

6 打破常规审视2045年的硫磺局势

创新性概念如果要花很多的金钱和时间才能趋于完善而盈利,往往就很难得到支持。这是商学院的一门基本课程,也是一项艰巨的挑战。穷小子要在20年内变为百万富翁是一道很难逾越的门槛,更何况我们正在谈论的是一个关于40年的预测。

但是,创新性概念确实存在,等待着富于远见卓识、充满活力和热情的人去开发。最初的几步已经蹒跚迈出,甚至已公示于众。正如我们所知,光合作用——捕捉阳光,将其转化为化学能,使树木生长、成熟,尔后树木倒下被掩埋,在许多亿年之后变成我们的天然气、石油和煤——在很大的程度上取决于硫磺。在这个过程中起基本作用的是光合中心,它有一个由4个铁原子和4个硫原子构成的核。如果没有这个关键的转化步骤,太阳能将永远不会进入我们的能源和食物链。可以设想,到2045年全世界在制造太阳能板发电屋顶时可能使用多少吨硫磺。“大自然母亲”充分确立并证实了硫磺的这一用途,人类是否将沿着这条道路继续前进,开发一种新的硫磺用途并使之商业化?如果我们打算这样做,这将是一个极其缓慢的进程,到2045年不会走得很远。

超导体方面的技术进展同样令人振奋。可能会有那么一天,由超导体承载着遥远核电站发出的廉价核电能,传输到万里之外急需用电的无雾都市,而这些都市之所以无雾是因为减少了石油的消耗量。最近许多中心的研究已经表明,通过制备很长的仔细定向的有机物质(例如烷基聚硫代酚)纳纤维,使其所有硫原子在空间排列时几乎相接触,有可能构建一种超导体。在这个体系内硫磺的分率可能超过30%。这可能是单腿马的另一条腿。但是我们需要用今天的利润来支持今天的开发,这样我们才可能在明天获得利润,提高生活质量。难道我们尚未从历史的教科书中记取这个教训吗?

7 会有另一个中国影响出现?

在市场上没有人会否认中国的食品和农业五

年规划对世界肥料需求增长,继而对硫磺和硫酸需求增长的影响。我们从这一亚洲事件中是否得到启示“今后可能还会有其它事件使硫磺市场成熟并对其产生影响”?地区人口增长率呈现下降趋势的可能性很小。撇开作为人口下降的原因或硫化学能的替代品的核因素不谈,毫无疑问,在今后的45年内,地球这艘太空船上所有的土地将需要更多更好的过去不曾有的养分(肥料)。

这种情形将我们的目光引向硫磺市场中新的需求增长区和将商品从生产地运到需求地所面临的挑战。简而言之,当新市场的人口沿着社会效率的阶梯攀升并从“穷人”变为“富人”时,正是这些市场所在地将成为未来45年内主要的新消费区。适合于新地区,甚至新文化的新的、更好的硫磺供应和供应链的技术进步,以及更有效、经济和环境友好的硫酸生产装置的技术进步,能够加快这个转变过程。原料和“专有技术”的进口将增多,成品的进口将减少。任何匮乏的东西都可能招致地缘政治的干预。让我们为之努力。我们的行业是否已经做好准备迎接这种盈利方式的改变?

8 从农业方面吸取的其它教训

硫磺行业应密切关注磷肥生产用酸以外的其它农用硫磺的信息,其它农业用途可能是一个巨大的新市场。

继20世纪60和70年代采取遏制酸雨的举措之后,许多地区都有明显的迹象显示,主要工业二氧化硫排放量的减少已经导致下游农业,甚至林区土壤缺乏硫酸盐。如果生物燃料产量的进一步提高要求扩大作为生物柴油资源的需硫卡诺拉(Canola)油菜籽的种植面积和产量,为了补充土壤的硫酸盐,可能需要更广泛地施用高硫肥料。

元素硫更重要的用途可能在控释肥领域。种种迹象显示,莱茵河和密西西比河正在迅速成为肥料下水道的排水系统,水中充满了从过度施肥的农田中浸溶出来、排入河中的水溶性NPK植物养分。实验表明,将NPK沉积到一种基本不溶但可降解的硫磺基体中是一种有效的控释技术。数百万吨的新的元素硫市场可能触手可及!硫磺可

能成为控释载体基体中的一种关键元素,用于消费量(数百万吨)还将继续增长的传统的主要肥料(NPK),为世界上数十亿人口提供粮食。

过去的教训告诫我们不要过分依赖硫磺的单一农业终端用途,要想记取这个教训,就必须打破常规去思考将来的新用途(即使在相同的领域)。

9 工艺技术的过去和未来

在过去的25年内,国际硫会议(第一次会议于1981年在卡尔加里召开)大多有一个特点:众多与会者来自为硫生产商(回收商)、储运商和终端产品酸生产商服务并以此盈利的公司。当这些公司的业务迈入下一个40年时,他们应当铭记过去40年内的哪些教训?

第一个教训无疑只能是环境友好性的持续影响。这台驱动引擎马力十足,促使克劳斯工艺不断提高效率(在40年内已从70%提高到96%以上),提高工艺尾气净化率(从零到99.9%),并且已使易燃易爆的硫磺粉尘归属为“稀有事故”一类。一切皆好,但仍不够好。所有这些技术进步都可能用来引出一个结论:可做的事情所剩无几。

不妨再考虑一下技术问题。如果你能够在任何一个地方进入90%的效率范围,那么你就能够在每一个地方进入99.9%的效率范围。对社会而言,为实现目标它将不惜代价而不顾及效益的大小。但对行业而言,它将尽可能廉价而经济地实现目标。的确,这是一个挑战。你将如何设计更加有效而且成本更低的新技术和工艺?通过计算机化和自动化来剔除“人为误差”因子?使用更优异、寿命更长的结构材料?物质循环使用而不是随意排放?改进产品的包装、纯度、处置和运输方式而不管它是元素硫本身还是硫酸之类的衍生物?您的技术能够应对这种挑战吗?您能够满足社会的需求,即使这些需求可能并不合理?您将来的利润以及确实可能的生机,就存在于这些问题之中。

10 与石油和天然气行业的联系

从45年前天然元素硫矿(弗拉什等)占主导地位到今天石油和天然气精炼过程的回收硫一统

天下,这个转变已作为历史上的一个重要进展而引起关注。因此,硫磺行业与烃生产行业目前是紧密相联,将来肯定也是难解难分。

最近有很多报道,对世界石油和天然气的下一个生产高峰以及易采收烃的最终储备量进行论述。尽管许多预测结果可能大相径庭,但是据可靠机构提供的有关新储备资源的开采和探明曲线来看,高峰最可能出现在大约 2045 年——有趣的是与本研究的预测极限日期相同。我们的解释如图 2 所示。

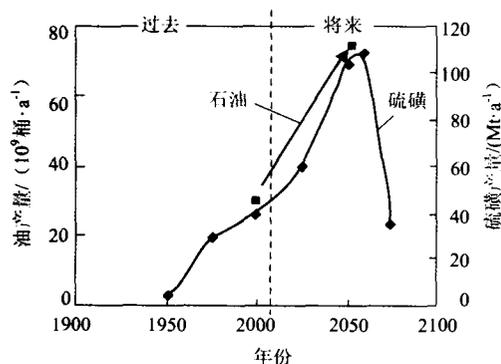


图2 包括委内瑞拉/加拿大重油在内的最终石油采收量和回收硫产量

图2显示的从1950年到2000年的数据为最终实际数据,2000年以后的数据为预测值,高峰出现在2050年到2060年间。其中的石油数据来源于美国地质调查局(USGS)及美国能源信息署(EIA),这是两个代表当前最大矿物燃料用户的机构。如果我们接受了从目前到2045年供应/消费增长的预测,假设烃的硫含量基本保持在目前水平,我们将看到硫磺将大约增加70 Mt/a。情况也未必如此。美孚公司的Wilson Orr先生告诉我们(1980年),随着钻探深度的加大及温度和压力的提高,烃燃料中富硫重油燃料比重将加大,原油酸度很可能增加,含有更多的硫。那么硫资源会出现什么样的情况?简而言之,我们将如何处置

比现在多出70 Mt/a的硫磺?

弗拉什矿和其它“天然硫”矿的关闭并不是因为无硫可采,这些矿藏仍然分布在墨西哥海湾、波兰、伊拉克和其它地区,可能会重新被开采。但是我们能以此为由,将目前并且可能继续存在的超过消费量的那部分过剩产量储存(重埋)起来,作为将来利用的储备资源吗?这种做法还在探讨之中。我们能够将硫磺一直保存在地下直到需要的时候吗?当我们再次将其挖出来的时候还能够使用吗?在它静卧地下等待期间所形成的酸会造成什么样的危害?我们正在寻求答案。这些答案足以说服行业沿着这条路走下去吗?

当然,所有这些有关因素都与我们今后是否需要硫磺这种商品有关。如果在供需平衡压力下石油和天然气价格步入不经济的范围,替代能源(核能)是否足够便宜而将硫磺和硫酸逐出经济范围之外,或者,新的硫磺用途(建筑材料、光合过程、超导体)能否将硫磺的需求保持在高位?水晶球已变得模糊不清!但这不能成为我们不设计一个更好的水晶球的理由。

11 结语

只有硫磺业务的行家才能够通过回顾过去而大胆预测未来。这不但要体验已经存在的过去,更要能够预测尚未发生的未来。目前的情况正是如此。

但是,桑塔亚那(1954)的哲学观点“不能接受历史教训的人注定要重蹈覆辙”仍然具有价值,值得关注。在硫磺行业,有许多今天正在发生、明天有望发生、而在过去并不具有那么令人愉悦的相似之处的情况,花一点时间来听听桑塔亚那的忠告,也许可以很好地避免许多麻烦和行业困扰。◆

(瑾译)

Global sulphur – 1965 to 2045

J. B. HYNE

(Hyjay R&D. Ltd., Calgary, Alberta, Canada)

Abstract: World sulphur scene in 1965 – 2005 is reviewed and the prospect in 2006 – 2045 is predicted. In the

next 40 years, distinct shift in source of supply away from the so called “Western World” toward Russia and the Middle East will be seen, which matches the shift in crude hydrocarbon supply location to Russia and the Middle East and the continuing dominance of petroleum product refining as the number one source of elemental sulphur. Based on the predicted increase in supply/consumptions of oil and assuming that the sulphur content of the hydrocarbon remains at roughly the present level, future supply, at least in the next 40 years, is not seen likely to be short. The problem has been getting the commodity, in an acceptable form, from where it was stockpiled to where it was needed. If by 2045 we have a plentiful supply of truly relatively inexpensive nuclear generated electricity to fire up electric arc furnaces for phosrock roasting, sulphuric acid could be knock out of fertilizer field. Since sulphuric acid and fertilizer production is by far the principal end use of elemental sulphur, loss of even part of the “acid market” would place disastrous effect on the world sulphur market. It is suggested to actively diversify sulphur uses by learning the lessons of history and “thinking outside the box”, to maintain a stable sulphur market.

Key words: sulphur; market; use; review; prediction

控制硫酸装置尾气达标排放的点滴体会

硫酸装置尾气能否达标排放是体现企业操作、管理水平的重要标志之一,也直接关系到企业的经济效益和社会效益。本人根据在硫酸车间的长期实践经验,谈谈这方面的点滴体会。

对于采用一转一吸工艺的装置,尾气排放前必须设置处理系统方能达标;对于采用两转两吸工艺的装置,只要设计合理、操作得当,尾气应能达标直接排放。

在实际生产过程中,硫酸装置尾气二氧化硫的达标主要涉及净化工序和转化工序,总的操作原则是保护催化剂,保证转化率,以从源头保证尾气二氧化硫的达标排放。对净化工序而言,其目的是保证进转化器的酸雾、水分和尘含量等工艺指标合格,以保护催化剂。在操作中主要是通过严格控制各设备的操作温度、保证各设备的效率、保持适宜的冷却水循环量等措施来实现的。对转化工序而言,则应尽可能保持进口二氧化硫浓度稳定,二转二吸工艺的 $\varphi(\text{SO}_2)$ 应控制在8.0%~8.5%,并控制适当的氧硫比。如氧硫比过低,一般可在净化工序补充氧气,以保证转化率。转化器温度控制的总原则是找到每段最大温差的控制范围。经过一段时间的生产,各段的温度控制指标不能一成不变,要重新寻找最佳温度,使转化温度保持在适宜的范围,争取最高的转化率。在要求增加产量时,首先应考虑加大气量而不是提高二氧化硫浓度,以尽可能保持气体的氧硫比不变,保证转化率。只有在迫不得已的情况下才考虑提高二氧化硫浓度,但提高二氧化硫浓度后,如果氧硫比下降,有可能使尾气二氧化硫超标排放。装置中的浓度、温度、压力测量仪表要准确,定时校核,另外要加强各班次的气体成分分析,以获得正确操作的基本条件。不管是长时间还是短时间停车后,刚开车时都应把二氧化硫浓度临时控制得低一点,以避免一段出口温度过高损害催化剂。长期停车要将残留在催化剂中的二氧化硫、三氧化硫吹扫干净,注意降温速度,防止催化剂碎裂粉化。

除了必须加强前端工序原始酸雾的控制和提高净化工序的除雾效率外,控制尾气三氧化硫达标排放的重点在于吸收操作。主要是控制好进吸收塔的气温、酸温、酸浓及酸量,在无设备故障时吸收率通常能达标。如果进吸收塔的气温长时间较高,可在吸收塔进口三氧化硫管道上加翅片散热或加省煤器移热,不要盲目增加酸喷淋量,以免带沫。如果尾气冒蓝烟则一般可视为喷淋酸量不够,应适当增加上酸量。

在实际生产过程中,由于各装置情况不一样,引起尾气排放的因素要复杂得多。只有抓住主要问题,系统考虑,层层把关,才能保证尾气的达标排放。

(九江中伟科技化工有限公司 仲数)