

有色冶炼“圈儿里人”的“蒋大师”

——蒋继穆回顾中国恩菲氧气底吹技术发展历程

文·刘梦飞

提到蒋继穆,有色冶炼行业的“圈儿里人”都习惯尊称他为“蒋大师”。“大师”之称,名副其实。作为有色冶炼专家,蒋继穆主持设计了多个国内外有色冶炼重点工程,曾获得包括国家科技进步一、二等奖在内诸多荣誉奖项。而在中国恩菲,大家则亲切地称他为“蒋院长”。身为中国恩菲的高级顾问专家,76岁高龄的他仍头脑清晰,精神矍铄,坚守在工作一线,为项目设计把关,主持技术研发,传道授业,诲人不倦。蒋继穆的有色生涯,始于1962年,到今天,已经50多个年头。他见证了我国冶炼行业的发展历程,带领着中国恩菲的技术团队,数十年如一日地为行业发展、技术创新贡献力量。52年间,他聚焦技术研发,为增强有色行业自主创新能力不懈努力,发明创新的技术不胜枚举,而若说其中最为重要的一项,那一定是氧气底吹技术莫属。

回顾从氧气底吹炼铅到氧气底吹炼铜的漫长历程,蒋继穆感慨良多。



人物简介:

蒋继穆,1939年生,教授级高级工程师。全国工程勘察设计大师,享受国务院特殊津贴,曾任中国有色工程设计研究总院副院长兼总工程师、技术委员会主任、中国有色金属学会常务理事、中国硫酸协会副理事长、中国铝业协会理事等职务。现任中国恩菲工程技术有限公司(以下简称“中国恩菲”)高级顾问专家。

缘起铅冶炼

有人用“世界冶金技术史上的新纪元”来形容中国恩菲的氧气底吹技术,其原因就在于技术特色鲜明的“全能表现”:底吹炼铅,可以搭配处理各种二次铅原料;底吹炼铜,可以处理各种品位的硫化铜精矿,或搭配处理含金的黄铁矿以及多种二次铜原料。总之,氧气底吹技术不仅原料适应性强,在节能环保方面的优势也非常明显,而其对经济效益的保障,更堪称“既叫好又叫座的技术”,被英国著名的《金属导报》评价为“技术指明了金属冶炼行业乃至多个领域未来十年、数十年,乃至上百年的发展方向”。

蒋继穆说,中国恩菲氧气底吹炼铅技术的研发,要追溯到上世纪八十年代。过去,国内几乎全部现代强化冶炼技术都依靠国外引进,八十年代后,伴随发达国家对环保要求的日趋严格,为淘汰传统的烧结—鼓风炉传统炼铅工艺,各国纷纷开展了新的炼铅工艺的研究工作,包括QSL一步炼铅工艺、Kivcet工艺、Kaldo炼铅工艺、顶吹炼铅工艺等等。

蒋继穆介绍,虽然国外开发的冶炼技术百家争鸣,但其中多为一步或一炉炼铅,引进到国内会带来一些工程问题,且成本相对较高。

为扭转技术受制于人的被动局面,解决同样困扰我国铅冶炼过程的污染问题,提高自主创新能力和技术的适用性,实现低碳环保的绿色冶炼,蒋继穆带领着中国恩菲的冶炼专家,聚焦低碳、环保、高效的有色冶金新工艺,持续开展着科技创新。

1983年9月,经国家科委批准,氧气底

吹炼铅课题被列入国家“六五”计划。由北京有色冶金设计研究总院(中国恩菲前身,以下合称为“中国恩菲”)、水口山矿务局(湖南水口山有色金属集团有限公司前身)牵头,北京钢铁研究总院、北京矿冶研究总院、西北矿冶研究院、中南工业大学、东北工学院、中国科学院冶金化学研究所、白银有色金属公司参与,共同组成攻关组,对氧枪结构、炉体模拟、冶炼渣型及热力学等进行了大量小型试验。

在此基础上,中国恩菲设计了年产3000吨粗铅的半工业试验成套装置,并于1985年12月建成。至1987年11月底,共进行了10批次试验,熔炼完成895吨粗铅精矿,产出粗铅342吨。这组至关重要的数据,蒋继穆至今仍记得很清楚。

令他记忆犹新的,还包括第一阶段试验中出现的问题。

他说,当时设计的工艺是将底吹炉产出的高铅渣用电炉喷吹粉煤进行还原,但实践中受经费所限,粉煤制备与喷吹系统过于简陋,电炉还原高铅渣的试验没有取得成果。底吹炉产出的高铅渣经铸块、冷却、破碎后加入炼铅鼓风炉进行还原熔炼试验,由于高铅渣数量太少,鼓风炉产能过大,熔炼试验仅能进行2天。试验初始与烧结矿共同熔炼时,鼓风炉渣含铅尚可控制在3%以内,但全部熔炼高铅渣铸块时,由于化料速度过快,渣含铅竟高达7%。因此,尽管底吹熔池熔炼铅精矿试验取得重大进展,体现出熔炼强度高、能耗低、硫利用率高、环保好等诸多优点,但受制于高铅渣的还原问题,氧气底吹炼铅技术被迫搁置。



“海的距离那么远,又那么近,我愿用心搭一座桥,让回家路上的人们,一路平安。”一部描述一位台胞归乡路的微电影《心桥》,在侨乡泉州引起网民纷纷点赞。笔者近日了解到,这部散发着浓浓亲情的短片,

由泉州边防检查站官兵和台胞张松林本色演出。

“这部短片原本请的是专业导演、专业演员,但是效果始终不好。最后,我们索性自己写、自己拍,结果反而受到好评。”站在海风轻拂的泉州石井港码头上,泉州边防检查站政委朱甘顺告诉笔者,“泉州地处福建东南沿海,与台湾地缘相近,血缘相亲,文缘相连,商缘相通,法缘相循,与金门相距仅14海里。作为2006年‘泉金’航线正式开通,这里也成为全国三条‘小三通’航线之一。”

7年来,随着两岸关系不断改善,“泉金”航线日益繁忙。行色匆匆的人们,纷纷选择从这里踏上回家的路。数据显示,泉州边防检查站已累计查验放航旅客逾55万人

从试验到应用

这并不是一个终点。1989年,为解决康家湾含金黄铁矿回收金的问题,水口山矿务局进行了铅精矿与含金黄铁矿混炼试验,希望以铅捕集金、银。对此,蒋继穆回忆:“熔炼过程虽说顺利,但产出的高铅渣没法处理,致使金、银分散。”为此,1990年7月,中国恩菲牵头组织专家团队,在原有Φ2300×8000的底吹炉内进行了铜精矿与含金黄铁矿1:1的混矿熔炼试验,称为“造流捕金”。两种矿“混合制粒,入炉熔炼,混合料加入量为0.9吨/小时,进行了长达680小时的试验后,氧枪与炉衬仍完好无损。

试验表明,用高硅铜精矿混合处理含金黄铁矿,熔剂配入量少,贵金属可以很好地被铜流捕集,尤其发现氧枪周围可形成四氧化三铁磨渣头,对氧枪与炉衬形成保护。蒋继穆说,这些发现为日后底吹炼铜和造流捕金技术的产业化开发应用打下了坚实的基础。

1997年9月,为满足国家日趋严格的环保要求,实现“烧结炉—鼓风炉炼铅工艺必须于2000年前全部淘汰”这一目标,中国恩菲继续开展研究,组织豫光金铅、温州冶炼厂、池州冶炼厂共同出资,在水口山利用原有底吹熔炼炉和1.5平方米小型鼓风炉开展底吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺试验,重点在于解决鼓风炉还原高铅渣铸块存在鼓风炉渣含铅高的问题。试验过程中,通过适度提高鼓风炉料焦率、降低鼓风炉熔炼强度,实现了渣含铅量小于3%,降低至与熔渣烧结

矿同一水准,该工艺最终取得成功。

2002年,第一代技术——氧气底吹熔炼—鼓风炉还原炼铅技术实现产业化,随后,秉承“创新是发展灵魂”的理念,蒋继穆带领中国恩菲的技术团队不断寻求新的突破,向着更低能耗、更高环保的方向迈进,形成氧气底吹熔炼—熔池侧吹还原法以及氧气底吹熔炼—熔池侧吹电热还原法炼铅技术。

蒋继穆介绍,底吹炼铜项目系列的规模,从过去的3万吨/年粗铜,扩大至5万吨、8万吨,如今已至25万吨;所处理物料也由单一铅精矿发展到添加蓄电池泥、铅银渣、锌浸出渣、高炉铅锌尘、氧化渣、金精矿;吨铅能耗由630千克标煤降至220千克。

如今,氧气底吹炼铜技术,能够降低能耗和焦炭使用量,有效解决了长期困扰低能生产的二氧化硫烟气和粉尘所带来的环保问题,目前已经在国内外得到广泛推广和应用,使我国铅冶炼技术一举迈入国际先进水平。最值得骄傲的是,这项技术已成功应用于国内43个铅冶炼项目,产能达365万吨/年,占2013年我国矿产产量的80%,被国家九部委指定为首选炼铜工艺。

蒋继穆说,中国恩菲的愿景是“致力于成为最值得信赖的国际工程服务及资源能源发展商”,如今,氧气底吹技术已成功应用于印度德里巴10万吨/年铅项目,还将推广至墨西哥、澳大利亚等国,未来伴随中国恩菲走向国际的脚步持续迈进,恩菲品牌的氧气底吹技术也必将继续扬帆海外。

迈进铜冶炼

提升,以其优越的经济效益和社会效益受到多国青睐,在铜冶炼行业产生很大影响,目前已投产项目6个,在建4个,单系列规模已达年处理精矿量150万吨。

蒋继穆说,氧气底吹炼铜拥有以下几方面显著优势:

第一,能耗低,污染少。熔渣氧浓度高达75%,所产烟量极少,烟尘率仅<2%,烟气带走的余热少;炉体全部用耐火材料衬砌,除铜流出口和烟气出口外,没有其他水冷元件,炉体热损失率低;炉子密封好,能有效解决PS转炉吹炼的粉尘污染问题,环保效果突出。

第二,原料适应性强,投资省。精矿含铜高低、伴生金属含量高均均可处理。原料准备简单,粉料、块料,不经干燥或制粒、混料后直接入炉熔炼,流程短;烟气稳定,烟量小,有利于降低制酸成本;运行设备少,投资省,能耗、人员和折旧费用低,所以每吨生产成本可相对降低15%左右。

蒋继穆骄傲地说,几乎可以这样讲,基于以上特点,目前世界上所有铜冶炼工艺中,能够实现原料含硫和铁大于45%,不经干燥直接熔炼且不用任何添加剂的技术,只有底吹工艺。

连续炼铜新高度

凭借开氧气底吹熔炼之先河的强大实力,中国恩菲也打破了长期依靠引进国外铜冶炼技术的局面,而这,仅仅是一个开始。当前世界炼铜工艺中,吹炼工段80%以上采用已有百年历史的PS转炉,存在液态铜铸倒二氧化硫低空污染难以治理、间断

融铜流通过溜槽直接送入底吹吹炼炉进行连续吹炼,彻底取消周期性工作的PS转炉,从而避免PS转炉带来的种种问题。在国家科技部的大力支持下,2009年,由中国恩菲总工程师、有色金属行业设计大师尉克俭、行业大师蒋继穆领衔组织实施了国家863计划课题“氧气底吹连续炼铜清洁生产工艺关键技术及装备研究”,正式着手将该专利技术应用到生产实践中。

蒋继穆说,有创新必有质疑,从设想的提出,到几十次的反复论证,一个个问题接踵而至:

比如,氧枪吹进的氧气首先和粗铜反应,生成的氧化亚铜会侵蚀耐火材料,对氧枪的烧损程度无法预测,氧枪寿命无法保证;比如,在热态铜流计量方面,底吹连续吹炼所需的热态铜流通过流槽从熔池炉进入吹炼炉,相较于将热态铜流水磨后再干燥磨细的闪速吹炼,计量的准确度和氧料比的控制都引发了担忧;再如,粗铜终点判断的问题。采用传统转炉方法吹炼粗铜,需要靠熟练工人看火焰、靠取样形态来判断终点,连

续吹炼工艺的终点如何判断?比如,连续吹炼粗铜质量问题。目前已经工业化应用的连续吹炼工艺,粗铜含硫量难以满足传统阳极炉作业要求;再如,吹炼炉寿命问题。传统转炉寿命一般是3个月,荷兰达连吹炉9个月左右,底吹连续吹炼炉寿命能达多少?

质疑声中,方案摇摆间,中国恩菲的设计团队从不曾却步。从认识的加深,到技术构想的形成,从启动立项申请,到持续完善工艺,在质疑和阻力中,恩菲人攻坚克难,艰难前行。2012年年初,恩菲人与豫光金铅、东营方圆和中南大学携手组成的“产学研”联合开发团队,再度来到王屋山下。2012年5月9日至6月3日,短短26天时间里,冷铜流底吹连续吹炼半工业试验在豫光取得成功;之后,他们又来到黄河入海口,在东营方圆开展热铜流工业试验,并取得满意结果。在此基础上,世界上首条氧气底吹连续炼铜工业化示范生产线的建设正式启动,并于2014年3月投产,连续运转至今。中国恩菲的863课题圆满完成并成功将其成果应用到工业化生产中,世界铜冶炼历史就此改写。

引领冶炼新方向

蒋继穆说,氧气底吹连续炼铜工业化示范生产线采用氧气底吹熔炼—氧气底吹连续吹炼工艺,与以往差别较大之处在于,氧气底吹熔炼产出的高品位铜流通过热态流入氧气底吹连续吹炼炉,富氧空气从炉底的氧枪鼓入,使铜流中的铁氧化造渣,炉内熔体形成粗铜层、白铜层和渣层,打眼放粗铜,溢流放渣,吹炼的送风过程实现连续化,吹炼烟气连续化。而这正是中国恩菲在2006年申报的专利中提出的技术设想。

和传统PS转炉相比,氧气底吹连续吹炼技术拥有诸多优势:富氧空气直接吹入粗铜层,容易得到含硫低的粗铜;可采用较高氧浓,热强度高,富余热能可用于处理废酸和废杂铜,降低生产成本;操作和控制得当,可以获得远高于PS转炉的炉寿命,降低耐火材料单耗;用1台连续吹炼炉代替3台转炉,系统简单,投资省。

蒋继穆说,技术应“先立后破”,但只有“破”字当头,才能为有色金属行业的技术升级提供动力。所谓“破”字当头,就是不断用创新思维改进既有技术,所谓“先立后破”,就是不断通过实践验证新的思维,而后推广。在国家环保要求日益严格,节能减排持续深入的大背景下,中国恩菲的氧气底吹熔炼、吹炼及还原熔炼等技术的不断深入研发和广泛推广应用,都被赋予了更加深刻的意义,也必将为中国有色金属行业复兴走出一条持续创新、不断发展的新路子。

在“要金山银山,更要绿水青山”的目标指引下,氧气底吹连续吹炼技术展现了其技术的优越性和显著的节能效益。蒋继穆介绍,氧气底吹工艺炼铜全过程能够百分之百实现自热平衡,无需添加任何燃料(但在开炉初期,操作不熟练,作为安全措施,加入1%的煤粒,防止产生泡沫渣喷炉),单位能耗降低明显;在吹炼工段,熔渣炉和吹炼炉之间采用流槽连接,热流直接流入,消除了二氧化硫烟气低空污染,硫的捕集率将达99.8%以上,极大地改善了生产环境。以投产示范线为例,相比每年采用氧气底吹熔炼—PS转炉吹炼工艺,项目每年可减少二氧化硫1600吨,硫酸增收达2450吨;冶炼、化工过程中产生的余热全部用于余热锅炉蒸发,不仅降低了烟气温度,还能产生大量饱和蒸汽和低压蒸汽,用于发电和直接加热电解液、干燥硫酸钠产品;对污水进行合理处理,进行循环利用,实现了“废水零”排放。

如今,中国恩菲的核心专长技术——氧气底吹炼铜技术,已经凭借其卓越的环保效益和经济效益改写了世界铅冶炼、铜冶炼、贵金属冶炼的历史,并在不断创新提升的过程中,开启了冶炼领域的新纪元。蒋继穆的脚步从未停止,以氧气底吹技术为代表的科研创新工作仍在继续。正如蒋继穆所言,技术的发展,靠的是后继有人。注重人才培养,是中国恩菲诸多核心专长技术得以积累并不断提升的重要原因。蒋继穆说,恩菲人深知自己肩负的责任,这个责任,是行业和国家赋予的,是使命,也是动力,我们只有承担起来,才能不负重托。而这,也是蒋继穆毕生为之奋斗的事。



“心桥”盈盈一水间

——记福建泉州边防检查站“全国边检文明使者”郑晓莹

文·洪燕森

次,其中80%以上是台胞,已经接近古稀之年的张松林老人就是其中一员。

“我是自己报名参加《心桥》拍摄的。”在泉州边防检查站石井区域勤务中心休息室里,张松林老人动情地说,“边检站的男孩子、女孩子对我很亲切,相处起来就像家人一样。”

笑容恬静的边检站检查员郑晓莹,就是张松林老人眼中的“家人”,她同时也是《心桥》的女一号。许多网友评价说,郑晓莹演得比那些明星大腕好多了。

然而,被来往的台胞高度评价、认可的并不是演,而是真情真意的付出。

受。年过七旬的台胞陈阿婆,是郑晓莹的一名“粉丝”,最喜欢从“泉金”航线出入境。她说,郑晓莹的乡音服务很亲切,让她有回家的感觉。私下里,陈阿婆常把郑晓莹称为“咱厝的小女儿”。

“晓莹不但在《心桥》中是女一号,在工作中也是个‘主角’,在她的带动下,边检站官兵人人都掌握了一口流利的闽南语。”边检站官兵告诉笔者,由于工作出色,郑晓莹连续3年被总队评为先进个人,今年又当选为全国公安边防部队“文明使者”。

被高度认可的背后,是多年默默的付出。当许多“姐妹淘”选择在网店流连时,身为80后的郑晓莹,业余时间几乎都用于读书和写作。从海警学院毕业后,她在工作之

余,潜心主编了《台湾地区主要证件研究》还对台客运航线边防检查的主要教材,同时还自学了心理学知识,掌握了3000种“微表情”,并顺利通过国家三级心理咨询师考试。

在泉州边防检查站,笔者发现了一条名为“合家欢”的通道,许多台胞家庭从这里融融融融地快速通关。郑晓莹笑着告诉笔者,闽台两地交流自古频繁密切,通婚渊源已久,台湾的汉族居民中有40%以上祖籍泉州。如今,随着两岸开放力度的不断加大,每逢节假日,一家人一起出行的台胞明显增多。为此,她向站领导建议,为有携行儿童或搀扶老人的旅客开设“合家欢”通道,以家庭为单位通关,大大地节省了通关时间。

余美琳带着一双儿女回乡探亲,由“合家欢”通道温馨入境后,她动情地说:“边检亲人优质服务,让回家的旅途倍感温暖。”泉州边防检查站政治处主任赵红告诉笔者,“一湾浅浅的海峡,阻隔不了两岸浓浓的亲情,近年来,我们已先后推出11项便民举措,减少查验环节、优化办证手续,与海关、检验检疫部门建立更加高效的联动模式,为出入境旅客提供贴心细致的服务。”

一天的通关结束,繁忙的码头重归寂静,夕阳悄悄洒满郑晓莹两朵浅浅的酒窝。“我不想做太阳,也不想做月亮,我的梦想就是做一颗海天之际的启明星。微笑着,闪烁着,不用想起,也不用回忆,一抬头,那颗星星,我,就在那里。”