豫光为铜冶炼书写新传奇

26天打造中国铜冶炼技术新标高

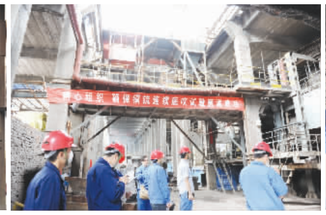
□ 豫宣

河南济源，素有“中国铅都”之美誉。闻名遐迩的豫光金铅集团，像一颗璀璨的明珠，屹立在人杰地灵的中原大地上，熠熠生辉。9月19日，记者踏上前去济源的道路。这一次，豫光在我的脑海里，是既熟悉又陌生——熟悉的是，豫光在铅冶炼发展过程中，一次次通过自主创新，勇立潮头，敢于担当铅冶炼技术的领跑者；陌生的是，“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”为何是在炼铅企业豫光宣告实验成功，豫光为中国铜冶炼书写了怎样的传奇？和以往相比，这一次豫光走的是“产学研”深度结合的路子。由中国恩菲工程技术有限公司牵头、东营方圆有色金属有限公司参与的以豫光金铅为实验主体的“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”，经过26天的不懈努力，终获成功。豫光人为炼铜行业新技术做了成功实验的消息不胫而走。消息传出，行业振奋，企业鼓舞。这项实验，不仅为冷铜锍底吹连续吹炼产业化设计提供了工艺和工程上的必备参数，也为我国自主知识产权的底吹连续炼铜产业化成功应用迈出了宝贵的第一步。最重要的是，豫光掌门人杨安国的高瞻远瞩和敢于尝试，他第一家将铜锍底吹连续吹炼工艺应用于综合回收铜及有价金属的冶炼渣处理技术改造工程，在综合回收的基础上，用先进技术将资源“吃干榨净”，做大炼铜规模，成为豫光再次腾飞的“正能量”。目前，该项目正在热火朝天地建设中。

实验炉 何以被称为“母亲炉”

9月的济源，天高气爽，阳光为豫光的工厂披上了一层浅浅的金色，厂区边绿色的植被还沉浸在夏秋之交的绿意中。来到豫光，记者迫不及待想一睹实验炉的风采，因为豫光人把崇高的荣誉给了这个炉子，称其为伟大的“母亲炉”。记者赶到实验现场时，“母亲炉”已经封炉多日，但即便封炉，仍改变不了记者上前一睹真容的愿望。戴上安全帽，跟随左淮书厂长的脚步，记者登上了铁制台阶。

左淮书，是具体承担项目实验的熔炼一厂厂长。实验期间，他天天蹲在现场，随时解决实验中暴露的问题。为了尽早将实验做成功，他没有睡过一天安稳觉。他告诉记者，他来豫光近20年了，对企业有着深厚的感情，他曾在《资源再生》杂志上发表过一篇《依托大型铅冶炼基地开展再生铅生产的设想》的文章，很快相关理论被豫光采用，对推动循环经济产业，发挥了重要的作用。是豫光让他的想法变成了现实。



◎热火朝天的铜锍实验现场

当记者登上三层楼高的台阶后，炉边有几个戴着安全帽、口罩，穿着工服的操作工人。实验现场很简陋，旁边堆着一些大大小小的冰铜渣、放渣的溜槽、运料的皮带、收尘装置等。这些物料、备件对记者来说已经很熟悉，陌生的是这个不起眼的Φ26m×46m小型实验炉：炉子全身都被灰色包裹着，既不高大，也看不出有什么特别。既然是底吹，那么氧枪为何不在下方，怎么去底吹呢？记者好奇地问道。左厂长告诉记者：“为了方便实验，这个炉子可以旋转90度，实验时，我们会把炉子调试到位，那个时候氧枪必须在下方。”

这样一个普通的炉子，豫光人为何给了她“母亲炉”这样伟大的荣誉？原来，一直以来，这个实验炉根据豫光不同的实验类型，被搬至不同的地方，给豫光人留下了太多的难忘——天然气的工业化运用，是豫光首家用这个炉子做实验，将天然气通到液体里。当时没有经验的豫光人，在摸索中前行，以至于实验过程中，还发生过回火爆炸的场面；是这个炉子，让豫光在自主创新中诞生了液态高铅渣直接炼铅底吹还原项目、底吹炼金银项目；依然还是这个炉子企业改造锑及除铜渣项目时，成功将实验推向底吹工艺……一次次实验、一次次积累经验，豫光人满怀信心将底吹工艺进行到底。

铜锍底吹连续吹炼 为何选定豫光

铜锍底吹连续吹炼项目由中国恩菲工程技术有限公司申请的国家863计划，是国家给予资金支持的研发课题。豫光自1998年开始利用铅渣回收铅冰铜试验，用底吹炉形成了年冰铜1万吨的规模。2008年，豫光开始尝试富氧底吹炼铜工艺，开展铜锍底吹连续吹炼技术的开发及工业化试验研究工作，随着技术经验的不断积累和完善，形成了自主知识产权的富氧底吹连续炼铜新技术。中国恩菲工程技术有限公司为了将国家863计划实施落地，努力寻找高科技企业进行“产学研”深度合作，而豫光不仅具有底吹炉，而且操作经验十分丰富成熟，所以中国恩菲工程技术有限公司将目标放在豫光金铅。而豫光集团作为铅行业的引领者能否将铜冶炼技术实验成功突破？杨安国相信豫光人久经战场的操作水平和能力，所以当中国恩菲工程技术有限公司与杨安国商谈“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”放在豫光时，杨安国爽快答应。杨安国明白，豫光通过富氧底吹熔炼技术的工业化实践证明，底吹炼铜技术在投资、运行成本等方面都较闪速熔炼和其他熔池熔炼要少。如果实现底吹连续炼铜，自主知识产权的技术将处于世界炼铜技术的领先地位。于是，豫光肩负起历史的使命，把吃苦受累的精神再一次发扬光大，再一次让技术创新在豫光得到升华。

“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”项目在中国恩菲工程技术有限公司总工程师尉克俭统一组织实施下，由博士李兵负责冶金计算和方案设计，达成了由豫光金铅、中国恩菲工程技术有限公司、东营方圆三家协调共同来完成。从出台方案、准备物资，到人员培训，只用了短短一个多月的时间。2012年5月9日至6月3日，短短的26天时间，历史不会忘记，豫光为铜冶炼工艺书写了浓墨重彩的一笔，实验炉为双底吹炼铜开创了崭新的时代！懂得感恩的豫光人，给了实验炉最高的荣誉。

那么，是一群什么样的人，驾驭着这座神奇的炉子，使“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”在豫光成功突破呢？带着这个疑问，记者采访了豫光负责项目实验的工程技术人员和操作工人。

将忠诚留给企业的王拥军

王拥军，目前担任豫光金铅股份公司副总经理。他是“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”的主要指挥者。见到记者，他很热情，说话幽默风趣，时不时发出爽快的笑声。来豫光20多年，王拥军不仅目睹了豫光最原始的烧结锅时代，也见证了烧结机到氧气底吹及直接炼铅技术的快速发展过程。他是从一线一步一步成长起来的铅冶炼技术专家，豫光给了他成就梦想的舞台。他从不隔做，将忠诚留给了企业，无论什么时候，他都和自己的实验团队并肩作战。作为感动豫光的十大人物之一，在成绩面前，在荣耀面前，他想得最多的还是自己的团队。他告诉记者，上世纪90年代，豫光掌门人杨安国提出了“绿色冶炼”的口号，实际上，上世纪80年代，豫光的“采用出城，工业上山”走的就是环保发展的路子。而杨安国的独到思维和超前的理念，不仅推动了企业的向前发展，还为企业储备了大量的技术人才队伍。

20多年来，豫光从一个既没资源优势又缺乏人才的地方小厂，在找准了立足行业和企业的自身定位后，让技术一次次领跑铅冶炼行业。当时的小厂，想招名牌学校的学生是奢望。现如今，博士、硕士、国家重点大学的学生，各种人才配备齐全。为了把铅冶炼做大、做强，豫光的几期铅冶炼扩建项目都有条不紊，并且一期一个台阶，技术水平不断跨越。

1986年，豫光兼并了济源县硫酸厂，开创济源兼并企业的先例。通过实施金银铅工程一、二、三期扩建，使企业迅速确立了在全国铅冶炼行业的龙头地位。1988年3月29日，金银铅一期扩建工程顺利试产。1991年7月，金银铅二期扩建工程联动试车，二期工程是企业实现“产值上亿元，利税超千万”的支撑项目，也是济源市“八五”经济能否翻番的重点工程，其投产使企业生产能力上升到黄金25万两，白银12吨，电解铅1万吨。三期扩建是豫光铅冶炼的一个里程碑。1992年，与中国黄金总公司联营成功，获得近亿元的巨额投资。随之，豫光进行了总投资15亿元的第三期扩建工程，使电解铅产量大幅增长，工艺技术赶上国内先进水平，并通过自主创新，回收了废气中的SO_2生产硫酸，该技术工艺填补了我国铅冶炼工业的空白。这一时期的积淀，为豫光的跨越发展，奠定了坚实的基础。

王拥军记得最清楚的是，2001年公司刚有粗铜的时候，他还在熔炼一厂工作。有一次做试验，铜锍流出来，把他的左脚全部烧伤，类似的触目惊心的险情还有许多，正是这些多年实验，付出的灼痛代价，让豫光科技工作者汲取了宝贵的经验，为以后的每一次实验做好了充分的准备。

王拥军自豪地告诉记者：“全国最先进的底吹技术在豫光，最广泛的底吹技术仍在豫光，我们有实验炉做平台，又有各种专业人才做基础，所有的底吹技术在豫光都将成功突破。”

我想，豫光人的忠诚和这种敢于竞争、敢于拼搏、敢于创新的精神，是突破“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”的最好诠释，也是豫光发展到今天这种规模的最好诠释吧。

双底吹实验的26天

聂发展、卫向平两位工段长坐在记者的对面，他们有着憨厚的笑容。刚开始，他们面对记者的采访还有一些拘谨，聊到实验，他们渐渐把话匣子打开，语速也放得平缓起来。他们告诉记者，26天的实验，他们没有请过一天假，在炉子外部温度高达200-300摄氏度的高温环境下作业，首先要克服高温，还要时刻观察炉子，防止发生冒渣情况。一天晚上8点多，因为粗铜的品位问题，炉况出现过氣化现象，王拥军率先赶到实验现场组织会议，及时处理炉况。在炉子转动过程中，氧枪的金属软管烧损，当时现场除了豫光的工作人员，还有中国恩菲工程技术有限公司和东营方圆公司的科技人员。紧急关头，聂发展、卫向平沉着镇定地要求把炉子转出来，关掉气体。当炉子转出时，氧枪及金属软管内都灌进了渣液，为了保证氧气顺利通到炉渣里，那一天光氧枪就换了3只。

26天的实验中，操作人员吃住在现场，面对高温，衣服被汗水浸湿又被炉子烘干，他们和现场指挥工作的科技人员，每天要到1点多至2点多才能吃上午餐，因为实验中放渣时间不确定，所以他们常常以放渣时间为目标，而正点吃饭却成了偶尔的“奢侈”。

26天的实验中，大伙儿清楚地记得，有一个晚上实验炉冒渣多达4至5次，1000多摄氏度火红的渣液顺着炉体四溢，员工李海波不顾个人安危，首先想到的是炉底的设备安全，想到的是实验炉后面的那些氧气管道，如果不及时处理，发生爆炸，后果不堪设想。他冲锋在前，大伙儿掀着心、攥着拳，生怕滚烫的渣液烫着他……当李海波有惊无险地处理好突发事故时，东营方圆的同行们由衷地说：“豫光的员工是好样的，这是豫光操作人员丰富经验的体现啊！”

这些年来，因为豫光的多次实验，给大伙儿创造了很多学习和动手锻炼的机会。目前，像聂发展、卫向平、李海波他们完全可以不用仪器，直接通过炉渣的熔融情况，分辨出渣是过氧化还是欠氧化，并且在实验过程中他们还能提出一些好的思路和建议。

当记者问及两位工段长看到冒炉是否害怕时，他们的回答很简单：“刚冒炉的时候，心里肯定是害怕的，但是越是这个时候，越不能慌张，我们会按应急预案去处理。”

原来豫光将实验的目的、原理、方法、方向，实验过程中遇到的问题及应急预案等，早已灌输给了操作工人们。豫光的应急预案和员工们身经百战的精益操作技术，为“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”的成功，打下了坚不可摧的基础。

刘素红的柔性创新

刘素红，“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”的另一位指挥者。将柔性创新和理性思维，用在她身上，再恰当不过。这位外表文静、说起话来温文尔雅却别有一番理念的女中豪杰，在清一色男性的实验作战现场，为紧张、火热的实验现场增添了一抹亮色。同时，她理性强势的一面，又像战场上的指挥官，从容不迫、有条不紊，带领大伙儿勇往直前。

刘素红告诉记者，是豫光给了她体现自身价值的舞台。作为技术专业人才，她认为，一个企业日常管理创新带来的效益是有限的，而设备、技术、工艺的创新，则能为企业带来巨大的效益。她说，在分厂那会儿，她就从事实验工作，感触最深的就是，小实验在实验室发挥的作用并不大，投入到工艺中却能光芒四射。她举例告诉记者，豫光的第一个底吹炼金、银项目投入生产后，每吨阳极泥能耗降低为企业节约成本1000多元。

她认为，作为技术人员，即使你再有想法，如果没有平台，理想和现实的距离就会遥不可及。豫光的创新平台，给了科技工作者源源不断的动力，当自己的成果变成专利的时候，那种沉甸甸的感觉其实就是收获，更是价值的体现。

作为指挥官，刘素红告诉记者，豫光金铅集团、中国恩菲工程技术有限公司、东营方圆三家企业在实验期间，所有参与实验的人员每天必须会议碰面，随时调整思路和指标，这为实验奠定了基础。在最短的时间、花最少的精力来保证实验的成功，是三家企业共同的目标。她说，虽然是三方实验，但实验责任主体还在豫光，因为实验成功的前提是保证安全。这些年来，经她所做的实验就有4个，铅冰铜实验就是在她的指导下成功完成的。她认为，经验和思路相辅相成、缺一不可。在三方合作实验的过程中，有一次探讨实验炉可能冒渣的问题，东营方圆不同意将氣量往下降。刘素红拿出她指挥官的威严：“必须降下来！”就在降低氣量6小时后，炉子开始冒渣，当晚冒渣2次，在继续降低氣量的同时，白天又冒渣4次，在场的所有人员都为她的果敢叫好。

刘素红告诉记者，炉况是需要长时间观察的，这个实验如果放在别的企业，别说26天，就是两个26天也不可能做成功。豫光成功了，并且第三天放出的粗铜经过化验，就达到了97.7%的出人意料的好结果，经过工艺操作条件的不断完善，粗铜品位稳定在98.5%以上，硫稳定在0.7%以下。

◎豫光集团董事长杨安国（左四）在铜锍实验现场

实际上，刘素红的付出和她的所得是对等的。只要跟这个项目有关的会议，她不论多忙，即使出差在外地，都会赶回来参加。她记住了权威炼铜专家陈知若感慨的话语：“如果不来现场看一看，将是我一生的遗憾。”她记住了三门峡某黄金冶炼企业最初的可研方案是底吹加闪速工艺，因为豫光实验的成功，他们立刻将方案变为了底吹加底吹……刘素红，无惧“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”的指挥者。

我们看到，正是刘素红理性的果敢，使中国恩菲的“底吹连续吹炼技术”从理论想法变为现实。在她果断说出“不”字的刹那，便让人不敢小视这位有内涵的女技术专家。她的敬业精神和兢兢业业的工作态度，为“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”起到了积极的推动作用。

豫光有这样一群对技术精益求精、对企业无限忠诚、对工作满腔热忱的科技工作者，有为员工提供广阔的实现梦想的舞台，注定了它的每一次腾飞都是必然的。当家人杨安国倡导的“要上就上最好的技术”，让我们看到，底吹连续吹炼工艺如何落地，豫光给出了精彩的回答。

技术落地迎接起飞

在这些年的发展中，随着豫光铅系统和锌系统的不断升级壮大，含铜渣也相继增大，把这些含铜渣综合利用起来，将铜的规模做大，是豫光一直想要实现的目标。因为在综合回收方面，豫光有自己的技术优势，如果再将铅、锌、铜三种资源全部互补，优势更加明显，利润则会更高。所以，豫光孜孜以求，寻找着最先进的工艺技术，将这些资源做到最大程度的“吃干榨尽”。豫光清楚，目前，除了几家大的铜企业有矿山外，其他的铜企业都在同一起跑线上去竞争。而豫光明白，只有技术好，工艺指标优异，企业才会领先一步，豫光拼的就是技术实力。

新技术冷铜锍底吹连续吹炼的方向，正好与豫光追逐的前沿技术相吻合。豫光明白，只有让技术落地，才能让技术起飞。

目前，冶炼渣处理技术改造工程，在济源开发区建设得如火如荼。豫光耗资5000多万爆破出500多亩气势磅礴的工业用地。这一技术的落地，为解决我国铜资源的紧张，提高节能减排和环境污染压力，起到了巨大推动作用。

当记者踏上满是碎石、沙土的工地时，面对这片广袤的土地，心潮澎湃……从6月3日做完实验到目前，短短的100多天，豫光新技术生产线的一些工程已经拔地而起：主工艺设计已基本完成，核心设备底吹炉、锅炉正在制作，配料车间、电解车间已经封顶，熔炼主厂房基础已完成，制酸车间及辅助设施工程土建正在开挖基础，厂区道路正在施工……

站在这片土地上，记者思绪飞扬……尽收眼底的是钢筋水泥构成的地基、是建设大军挥汗如雨的身影。驻足观望，只有远处的青山显得如此静谧。

我们看到，经过50多年的发展，豫光已经发展成为世界最大的铅冶炼企业、中国最大的白银生产企业，成为中国有色金属行业铅锌领域大型骨干企业、国家第一批循环经济试点单位、全国废旧金属再生利用领域试点企业。在2012年中国企业500强排名中，豫光再次登榜，排行484名。目前，豫光主要产品生产能力为铅40万吨，锌25万吨，硫酸75万吨，黄金3500千克，白银750吨。

豫光一路走来，通过自主创新，在铅行业取得了重要成绩；通过“产学研”深度结合，为铜冶炼的科技创新立下了汗马功劳。如果没有领导者的决断和执行力，很难想象企业可以这样快速成长。

豫光人告诉记者，明年10月，冶炼渣处理技术改造工程将竣工投产。新工艺的投用，对有色金属行业科技进步将会产生怎样的影响？带着一份期待，记者采访了中国恩菲工程技术有限公司原总工程师、副院长、全国设计大师蒋继穆。

蒋继穆，是冷铜锍底吹连续吹炼的专利发明人。他告诉记者，“冷铜锍底吹连续吹炼半工业试验”的成功和产业化应用，对有色金属行业的技术升级，将会起到支撑和推动作用。

谈到豫光金铅集团和董事长杨安国，蒋继穆说，豫光是有色行业的优秀企业，这次铜锍底吹实验能在26天圆满完成，是非常不容易的。炉子小，热平衡非常困难，在整个实验期间，基本上没有停炉，做到了一气呵成；另外，作为该企业的董事长杨安国，他高瞻远瞩，办事雷厉风行。多年来，豫光金铅在杨安国的带领下，培养出了一批高水平的科技管理人才，而铜锍底吹实验，豫光的实验团队的操作水平之高，给他留下了非常深刻的印象。

下大力气“破”字当头

蒋继穆告诉记者，从目前世界炼铜技术来看，精矿熔炼工艺成熟可靠，环保效果好的工艺虽然众多，但铜锍吹炼90%以上的产能仍沿用已有百年历史的P-S转炉吹炼技术。转炉吹炼存在液态铜锍倒运SO_2低空污染、间断作业、炉衬寿命短、耐火材料单耗高、不利于制酸等严重缺点。

铜锍连续吹炼实验成功以后，底吹连续炼铜工艺的优势凸显，与三菱炼铜工艺相比，取消了贫化电炉。采用造锍矿工艺，弃渣含铜量由0.6%-0.8%降至0.3%-0.4%，铜的回收率较三菱法高出约1个百分点；而与双闪炼铜工艺相比，如吹炼冷的水碎铜锍，底吹连续吹炼可取消闪速吹炼工序中冷铜锍干燥、磨矿工序，流程较短，投资较少，如直接吹炼热冰铜，则工艺流程更为简短。

另外，通过第一阶段冷铜锍吹炼实验证明，技术产业化最担心的工程问题，取得了令人放心的结果。其一，底吹炉上的关键装置——氧枪能够适应在液态粗铜条件下的稳定作业，并可形成铁氧体磨蘑头保护氧枪，氧枪使用周期在工业生产条件下可大于一个月，这为底吹连续炼铜的产业化创造了基本条件；其二，试验连续运行一个月后检测底吹炉衬损耗情况令人乐观，专家预计炉衬寿命可达一年以上，较现有P-S转炉吹炼的炉衬寿命可延长3-4倍，可大幅度降低粗铜单位耐火材料消耗，为产业化经济运行取得了保证。

蒋继穆说，虽然铜锍吹炼90%以上的产能仍沿用P-S转炉吹炼技术，尽管转炉生产存在很多问题，但是因为没有新的技术来替代，国家还没有将这个工艺列入淘汰的技术范围，只有连续吹炼工艺成功落地形成产业化后，国家才会把一些不符合环保要求、技术落后、能耗高的技术，作为落后产能来淘汰处理。他认为，技术上一般遵循的是“先立后破”的规律，只有下大力气“破”字当头，才能为有色金属行业的技术升级推波助澜。连续吹炼工艺的落地和产业化应用，不仅为豫光金铅集团、中国恩菲工程技术有限公司、东营方圆三家企业在“产学研”深度合作模式上形成了新模板，更重要的是三方合作，更有利于技术的完善和形成推广效应。可以肯定地说，铜锍连续底吹技术在未来几年的时间内，将会在有色行业遍地开花。作为第一家将底吹连续吹炼工艺应用于冶炼渣处理技术改造工程的豫光金铅集团，不仅为铜行业的技术升级先行一步，而且将机会牢牢地攥在了手中。

对于豫光来说，只有迎接挑战和创新，路才会走得更远。其实，豫光正坚定地走在创新的路上。

◎公司场景