

“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道 (381)

“知识是基础,勤奋是途径,兴趣是动力,创新是生命。”这是余永富常勉励学生的一句话,也是他学术人生的总结。

余永富与选矿研究打交道的 60 余年中,一直紧跟国家需求,专啃选矿“硬骨头”,在成分复杂的矿石中提炼可利用的“真金”,他也因此被称为“点石成金”的“选矿王”。

在余永富的倡导下,全国铁矿山、选矿厂掀起了“提铁降硅”浪潮,经过选矿领域科研人员和矿山企业 10 年的共同努力,国产铁精矿平均品位从约 62% 提高到 67.5% 以上。

立志勤学,初入选矿

1932 年,余永富出生于河南省南召县(现云阳镇)城郊的一个菜农家庭,在家中排行第三。未进过学堂的父亲进城卖菜时,常因算不清账而吃亏,因此对读书的重要性深有感触。

余永富家旁边就是镇中心小学,1939 年,他人读该校。1945 年,他考上了离家近的南召县初级中学。年景好时,交学费还不算难,可是到了饥荒灾年,便十分窘迫。交不上学费会被校长当众点名,这给年少的余永富带来了极大的心理压力。母亲为他制作童子军军棍,用黄泥巴染制校服,让他不必为这些学习用品担忧,能够安心学习。

1940 至 1942 年,家乡先后遭遇旱灾蝗灾,余永富不得不逃荒他乡,中断学业数月,这一切都让余永富更珍惜求学的机会。哪怕高中时三四十个人睡一个稻草通铺,哪怕每个月需要步行 90 多里路,从家里带红薯干交给伙房以补贴口粮,他仍不觉艰辛。

余永富回忆道:“1952 年,高中毕业前,我看了苏联一个地质勘探队员在茫茫沙漠中寻找地下水的影片。当滚滚清泉从地下喷出时,人们欢呼雀跃的情景深深打动了。我觉得他们的工作像是变魔法。这可能是我当年报考选矿学的原因。”

1952 年 9 月,余永富以优异的成绩考入中南矿冶学院(现中南大学)选矿系,即现在的采矿选矿专业就读。当时,正值全国院系调整,中南五省区几



深耕选矿,改进设备

1963 年,由国家科学技术委员会、冶金部、中国科学院共同主持召开的包头矿综合利用和稀土应用工作会议在北京举行。会议一致认为,包头白云鄂博铁、稀土、稀有元素是世界罕见的宝贵资源,必须进行综合利用。同年,在包钢选矿厂,一场规模空前的攻关会战开始了,来自全国各地选矿科研单位的科技工作者会聚一堂,探讨技术路线。

当时主要的技术路线包括浮选、重选、磁选。项目组内的其他人大多选择重选、磁选路线进行研究,可余永富觉得重选的技术指标虽好,但需要很大的场地,“这不现实,哪怕在实验室里成功了,最终的生产也是死路一条”。

“纵观全局,我认为如果还原焙烧后的稀土浮选技术突破了,一切问题也就解决了。于是就大着胆子向项目组长提出研究其可浮性的要求,组长很开明且非常支持。”余永富说,他打算主攻浮选路线。

但选矿是一项需要工艺、设备、药剂等各方面人员相互配合的综合性工作。独自前行的余永富困难重重,所幸后来药剂方面的技术人员王彩辉加入了他的小组。

这个实验从 1961 年持续到 1963 年,最后,他们总算找出一个新药剂氟硅酸盐作为浮选的调整剂,可使浮选出来的稀土回收率提高到百分之八九十。于是,他们马不停蹄地做连续扩大实验,得到了不错的数据结果。这让余永富坚信——浮选这条路可行。

1964 年 3 月,“包头氧化矿石焙烧磁选—浮选稀土”工艺流程被列入国家《1963—1972 年科学技术发展规划》。次年 4 月,余永富及同事又来到包头做工业实验。不久后,时代的动荡让他们不得不中断了包头的选矿研究。

此后的 10 年间,余永富和同事们四处承接项目。1974 年,他们承接冶金部重点科研项目“武钢大冶铁矿混合型

所高校的矿冶系全部集中到长沙岳麓山下,组建中南矿冶学院。20 岁的余永富成为第一届学生,毕业后被分配到中国科学院上海陶瓷研究所长沙分所工作。

进入长沙分所后,余永富被分配到对国民经济有重大影响的白云鄂博多金属矿物开发利用项目小组。

中国的稀土储量世界第一,白云鄂博矿区占到世界已探明储量的 40% 和中国的 80% 以上。1957 年,随着《内蒙古白云鄂博铁矿地质勘探报告》出炉,白云鄂博铁矿正式成立。

1959 年 4 月,项目组给余永富安排了为苏联提供稀土的工作。“做这个项目需要焙烧磁选设备,还需要回转窑,但当时我国没有这个设备,只能由苏联提供图纸,包钢制作,然后运到长沙由我负责安装。这是我负责的第一个独立完成项目,但我不知道怎么安装这个重达几吨并能运转工作的设备,只有向师傅学习、向老工人学习。”余永富回忆道,“这个任务交到你身上了就要做好。搞科学研究,吃饭的时候想、睡觉的时候想,就是这样的状态。”

设备安装完成后要进行试验,但没人知道它怎么运转,余永富只能照着图纸一步步摸索。为此,他每天早出晚归,放弃了假期休息时间。经过半年多的时间,余永富等人终于掌握了这个还原焙烧炉的使用方法,可以把包头的氧化铁矿石还原成合格的磁铁矿石,并经过选矿生产出稀土氧化物含量在 48% 左右的稀土高品位精矿。

1961 年,余永富和同事周光惠、姚文富一起奔赴包钢。这是余永富因工作安排第一次到包头出差,在河南农村生活过 20 年的他,从未见识过这样的场景:放眼望去,前面是荒原一片;遍地都是黄沙,一阵风刮过,吹起一脸沙子;寒冷刺骨,连眉毛都挂了霜。

从包头回来后,余永富所在的大组开始对铁及稀土回收工作作进一步分工。

铁矿“选矿研究”,为此,余永富与 5 名同事组建起大冶课题组,着力攻关。其间,余永富深入矿山、工厂车间,整整一个月与技术人员“同吃、同劳动、同倒班”,在基层一线掌握了大量一手资料,摸索出选矿效果差的原因。面对实验设备缺乏的局面,余永富团队还开展了技术攻关,进行强磁选机选型及新型强磁选机的研制工作。

1975 年,余永富和团队开始进行大冶铁矿混合铁矿石弱磁—强磁选工业实验,并针对铁矿石性质的变化、混合铁矿中铁品位低等问题,改进选矿工艺流程。

1979 年,新型强磁选工业用机制成功。然而,把新思路、新设备、新工艺用于生产实际,还有一段路要走。仅是制造一台直径 2 米的新型强磁选生产用机,就要花费 40 万元,斥巨资制造出来的强磁选工业用机分选效果不好怎么办? 因此,为了证明机器的有效性及流程的正确性,需要对混合矿进行鉴定。鉴于先前采集的矿样不足,余永富决定,在大冶铁矿选矿车间处理混合矿时,直接取用当作样品。后来的试验表明,新型强磁选工业用机效果良好。

1979 至 1982 年,大冶铁矿建成了年处理 200 万吨矿石的弱磁—强磁选系统的选矿厂。后者依照新工艺流程共处理混合型矿石 4000 多万吨,为大冶铁矿带来了巨大的经济效益。

大冶铁矿弱磁—强磁选工艺流程,改写了我国赤铁矿、菱铁矿等弱磁性氧化铁矿石不焙烧就无法大规模回收利用的历史,使此类矿石的综合利用水平实现了质的飞跃,为促进我国铁矿资源高效回收利用作出了重大贡献。1985 年,余永富和团队的这项成果获得国家科学技术进步奖一等奖。



专啃「硬骨头」的「选矿王」余永富

■ 邓坤烘 杨扬 姚坤森

余永富(1932—)

选矿工程专家。1932 年生于河南省南召县。1952 年 9 月考入中南矿冶学院(现中南大学)选矿系,1956 年大学毕业后进入中国科学院上海陶瓷研究所长沙分所(后改名为长沙矿冶研究院)工作,曾担任冶金部长沙矿冶研究所选矿室副主任,教授级高级工程师。1995 年当选为中国工程院院士。2000 年调至武汉理工大学资源与环境工程学院,任名誉院长、教授。

长期从事我国难选红(磁)铁矿石、铁、稀土、钨、萤石大型多金属共生矿石、铜、铅、锌硫化矿选矿研究,研制出国内外独特的选矿新工艺,首次提出在中国铁矿山开展“提铁降硅”研究的建议,对中国高炉实现“精料方针”有指导作用。



余永富(右)与陈雯在实验室。



2011 年,余永富(中)与学生、同事交流。

本版组稿负责人:张佳静

1979 年 8 月 15 日,“第二次包头资源综合利用科研工作会议及全国稀土推广应用会议”(以下简称攻关会)在包头召开。同年底,余永富收到了来自包头的好消息——白云鄂博的选矿新工艺试验实现了突破性进展和优异的技术指标,他迫不及待地奔赴包头参加攻关会。

第一天的攻关会上,看到各项技术指标,余永富感到十分佩服。到了第二天,他仔细研究项目报告,近 10 年一线工作经验让他敏锐觉察到,这项工艺技术“有问题”。到了会议的第三天,他意识到问题所在“把铁矿石磨到 95%,小于 37 个微米,得多难磨呀”,余永富说。这不仅在技术上难以实现,在工业生产应用上也难以实现,由于生产成本非常高昂,无法有效解决包头白云鄂博多金属矿的选矿问题。

余永富萌生了一个想法,如果磨矿细度低一些,把重点放在研究符合相应矿物性质和矿物间镶嵌关系特点及规律的工艺流程上,也有可能得到满足包钢要求的技术指标。

经过反复思考论证,余永富大着胆子向领导申请进行研究,不意外遭到了拒绝。随后,他作了一个出人意料的决定:不要研究经费,自己掏钱参与白云鄂



1986 年,余永富(右二)在实验室工作。



1987 年,余永富(右三)参与研讨综合回收利用包头铁矿石中铁和稀土的技术方案。



1992 年,余永富(右)接受冶金部表彰。

培养人才,再攻难关

业职工面临着下岗的严峻局面。

针对这一状况,余永富和团队投身“铁精矿质量对高炉炼铁效益的影响”“冶金矿产资源开发利用评价技术系统”等课题研究,查明了国产铁精矿高炉炼铁效益不高的原因:铁品位低、二氧化硅含量高。于是,余永富提出,我国铁矿山选矿厂应开展“提铁降硅”研究,将从前只以铁品位高低评价铁精矿质量改为以铁、硅、铝三元素评价铁精矿质量。

为了挽救铁矿企业,余永富主动联系各大钢铁公司和大型铁矿山,四处讲学。2002 年开始,他主持开展“2002—2003 鞍钢贫赤(磁)铁矿选矿新工艺、新药剂、新设备研究及工艺应用”项目研究,并与鞍山钢铁公司合作,将弓长岭矿区作为“提铁降硅”学术思想落地的第一个实践基地。当时,讲学、科研两手抓,余永富的学术秘书陈雯(现中国五矿集团有限公司首席科学家)都快支撑不住了,余永富就给她两片西洋参含片,说含在嘴里还可以再坚持半天。

有人做过统计:过去弓长岭矿区的公司铁精矿品位用了 40 年时间才提高了 1.5%,而“提铁降硅”技术的应用,使其铁精矿品位仅两年时间就提高了 3%~4%。

而后,在他的带领下,全国选矿领域科研人员和矿山企业共同努力,用了 10 年时间,使国产铁精矿平均品位从 62% 左右提高至 67.5% 以上,二氧化硅含量降至 4% 左右,使鞍山市铁矿的选矿技术水平、装备水平和铁精矿质量均达到世界领先水平。其产品也因此从滞销变为畅销,矿山不仅没有关停,还成了企业竞相追逐的“香饽饽”。2003 年 10 月,这一项目获冶金部科学技术奖特等奖,2005 年 4 月获国家科学技术进步奖二等奖。

与此同时,针对我国储量达百亿吨

作者手记

“搞科学研究,吃饭的时候想、睡觉的时候想”

在余永富家中,随处可见各色原矿石。他笑称,选矿是自己唯一的爱好。余永富躬耕科研 60 多年来,带领团队成员深入生产实践,破解生产中的技术难题,推动产业升级和转型,为国家经济建设提供了强有力的科技支撑。他足迹遍布内蒙古包头白云鄂博、湖北大冶、辽宁鞍山等矿山车间,真正做到了将论文写在祖国大地上。

他有一句话令人印象深刻:“知识是基础,勤奋是途径,兴趣是动力,创新是生命。”

他在科研工作中始终保持着严谨执

着的态度,对每一个实验数据、研究结果都反复验证,深入分析。对于白云鄂博选矿难题,他前后坚持攻关近 40 年之久,哪怕曾有 10 年远离,但仍心系包头。

他始终坚持对新技术、新工艺的探索 and 追求,面对包头、大冶等一个个棘手的选矿问题,勇于尝试新的思路和方法。最终,他成功破解了长期制约包钢钢铁及稀土生产的白云鄂博多金属选矿难题;更在 70 岁后从其他学科得到启发,进行闪速磁化焙烧项目研发,这一技术不仅提高了我国铁矿资源的利用效率,也为我国矿业技术的发展树立了新标杆。

余永富所做的一切,都是基于对选矿的执着,更源于对国家与人民的热爱。因为担心包头采用错误的研究路径“会蹉跎了时间,浪费了国家资源”,他自费也要做研究。为了挽救国内钢铁企业和工人,他四处奔走,推广“提铁降硅”的学术思想和应用。

“这个任务交到你身上了就要做好。搞科学研究,吃饭的时候想、睡觉的时候想,就是这样的状态。”余永富的话语总是这么朴实,好像这样治学是天经地义的,却带给我们最深的触动。

(杨扬 姚坤森)