



图为中信重工机械股份有限公司自主研发的直径8.2米、长12.7米球磨机。受访者供图

周洁：做“大而有当”的矿物磨机

总师对话

◎本报记者 孙越

今年是共建“一带一路”倡议提出十周年。在共建“一带一路”国家中，加纳以盛产黄金著称，素有“黄金海岸”的美誉。今年8月，一台目前中国制造的最大的球磨机漂洋过海，被应用于中资矿企在加纳的首个金矿项目。

该球磨机由中信重工机械股份有限公司（以下简称中信重工）自主研发，直径8.2米、长12.7米，突破了矿山重型装备制造极限，达到了目前国际大型碎磨装备的先进水平。

9月15日，中信重工大型磨机总设计师、中信重工矿研院院长助理周洁接受了科技日报记者的采访，讲述这个“重工业小巨人”诞生背后的艰辛历程。

“做小”不易“做大”也难

记者：球磨机看起来像一个“巨无霸”，您能否简要介绍一下这一装备的功能和作用？

周洁：球磨机是最常用的一种矿物磨机，矿物磨机是用于矿物粉磨作业的机械设备。球磨机问世已有100多年，因其作业效率高，目前仍是选矿厂的核心设备。

比如，部分有色金属矿石含有价矿物的颗粒直径很小，要想使这类矿石产品的细度达到选矿技术指标，就必须“派出”球磨机。

记者：今年8月刚刚交付的球磨机，其突出特点就是“大”，请问这个“大”是指个头吗？

周洁：“大”主要指的是该球磨机有效研磨容积大、矿石的处理能力大。这台球磨机直径8.2米、长12.7米，有效容积为679立方米，相当于11台直径3.6米、长6米球磨机的有效容积，而后者是近几年在矿山作业中应用率非常高的球磨机。

记者：除了显而易见的“大”，该球磨机还具有哪些优势呢？

周洁：它的优势是非常明显的。例如，该球磨机所需配套基础设施投资仅为直径3.6米、长6米球磨机的40%，同时其运行成本也大幅下降。根据我们的测算，今年8月刚刚交付的球磨机可以将矿山入选能力提高40%、资源消耗量降低20%。

记者：在工业制造领域，我们都知道把一个东西做小很不容易，但把一个东西做大是不是也充满挑战？

周洁：确实，在工业制造中，“做小”不易“做大”也难。“做大”并不是我们想象中简单地把零部件按比例放大就可以了，技术人员要面临很多新的技术难题。

以今年8月刚刚交付的球磨机为例，该装备加上研磨介质的重量超过2500吨，而支撑这台球磨机的静压滑动轴承油膜厚度仅为0.25毫米，大约相当于两张A4纸的厚度。技术人员要让如此薄的一层油膜，承载“巨无霸”设备，还要保证其平稳运转，是非常困难的。

记者：“做大”之难，不仅难在“做大”本身，更难在要“大而有当”。

周洁：没错。在我从事的大型矿物磨机的国产化研究中，很多矿物磨机有几层楼高，高达几千吨，相关设计计算早已超出了传统标准计算的范畴，需要不断应用前沿技术。

比如，在目前国产最大球磨机的研发过程中，我和研发团队应用了筒体的疲劳设计与极限制造技术、超大和超重开式齿轮的设计与制造技术、双电机变频驱动技术、特大型滑动轴承及润滑技术等。与此同时，我们对每个部件的设计方案都进行了反复论证，还多次开展了相关实验研究。

记者：除了“大而有当”，近年来矿物磨机行业还在朝“大而低耗”的方向前进。

周洁：是的，如今我国矿物磨机行业正朝着绿色节能的方向发展，突出表现为磨矿流程日益多样化、规格的大型化和操作的智能化。

例如，从过去单一的“三段破碎+球磨机”方案，转变为现在的“半自磨机+球磨机+顽石破碎机”方案等，出现了更多复杂组合的解决方案。根据不同矿石和磨矿的加工要求，磨矿流程呈现出更加多样化的发展趋势，在流程的选择上企业更加注重能耗、钢耗指标。

每一步走得都如履薄冰

记者：研制如此体量的大型机械，仅靠一支团队是很难完成的。您是怎样统筹协调各部门的呢？

周洁：齐心协力办大事是我们的工作原则。为了高效研发今年8月下线的直径8.2米、长12.7米球磨机，中信重工组织了由粉磨装备研究所、齿轮所、自动化研究所、液压润滑研究所、CAE研究所、加工工艺等单位组成的设计团队，各研究所通力配合仅用1年时间便使该大型球磨机的基本设计脉络清晰，又用1年让各种零部件的结构趋于定型和优化。时至今日，这些研究所的科研人员仍在对这些零部件进行迭代，以提高它的作业效率和市场竞争力。

记者：在研制目前国产最大球磨机的过程中，您觉得最难“啃”的“硬骨头”是什么？

周洁：驱动特大型球磨机，离不开特大型开式大齿轮。然而，我国目前的大型设备铸造能力和机床可承受的加工重量限制了齿轮的制造尺寸。如何突破加工极限、造出功率密度更大的开式齿轮，成了我们研发团队要“啃”下的“硬骨头”。

为此，我们团队必须要优化齿轮的结构和材料，选择合适的设计制造参数，研制出更好的制造材料，来提高开式齿轮的功率密度。团队据此开展了“特大型齿轮结构耦合设计”和“高强—高韧大齿轮材料”的研究项目。相关项目组技术人员对比了几十组齿轮设计参数，经过不断分析计算，确定了最后的设计参数。在试验了近100种材料后，技术人员根据试验数据，优化材料配比及制造工艺，最终使齿轮的功率密度提高了15%、重量达110吨，刷新了中信重工开式齿轮设计和制造的纪录。

记者：这个“巨无霸”诞生后，将为我国相关行业带来哪些改变？

周洁：它可以将日处理量万吨以上的特大型矿山选矿厂建设周期从36个月缩短为12个月，能够为建设方节约设备投资30%至50%左右，同时使我国摆脱了大型球磨机长期被国外垄断的局面。

记者：除了研制这个“巨无霸”，您还曾参与国产首台套双驱大型磨机的设计工作，可否讲讲这段研发经历？

周洁：2008年以前，我国要想开发千万吨级的矿山，必须进口大型磨机，耗费大量资金，严重制约矿产资源的开发利用。为了摆脱关键核心技术受制于人的局面，我们走上了一条艰难的自主研发道路。

要提高矿物磨机的磨矿能力，就必须扩大其规格，相应磨机驱动功率也需随之增加。当功率超过10000千瓦，传统的单电机齿轮驱动就达到极限。于是研发团队大胆决定，采用超大功率的双电机齿轮驱动作为该磨机的驱动方式，而这在当时绝对属于冒险的尝试。

记者：这样设计的风险为什么高？

周洁：此前，我国此类设备均采用单电机驱动，改为双电机驱动意味着由两个小齿轮共同驱动大齿轮带动磨机筒体工作。齿轮的设计、制造精度和驱动系统的不平衡精度，直接影响了传动系统的平稳性。即便我们参照AGMA（美国齿轮制造协会）标准反复核算设计和工艺参数，对比了国际主流的双电机驱动方案，也没有把握能够一次成功。考虑到驱动对磨机的安全性，为了尽可能降低试错成本，我们进行了一系列试验，以确保设计的准确性。

记者：“大胆假设”离不开“小心求证”。

周洁：是的，我们每一步走得都战战兢兢、如履薄冰。最终，在2010年，由中信重工自主研发的双驱半自磨机（直径10.37米、长5.19米）和双驱溢流型球磨机（直径7.32米、长10.68米）顺利投产，成功打破了国际矿业巨头在超大型磨机领域的垄断，中国矿业机械由此迎来了大型化发展的“春天”。

记者：未来，您及团队成员还有哪些规划？

周洁：生命不息，研发不止。未来，我们团队将着力研发驱动功率更大、直径更大、更先进的超大智能型矿物磨机，同时在磨机关键零件疲劳可靠性评价、粉磨选型数据库的建设、磨矿系统的智能化等方面也将开展进一步的研究工作。



受访者供图

希望年轻人传承工匠精神

记者：我看您的团队成员年龄都不大，您本人也是“80后”，您能否介绍一下这支年轻的团队？

周洁：我们研究院现有员工51名，65%拥有硕士以上学历，其中“80后”占比38%、“90后”占比51%，这是一支特别能吃苦、特别能战斗、特别能奉献的年轻创新团队。仅2023年，我们团队就完成了435个技术项目。

记者：在您看来，当前国内磨机行业是否还存在人才短板？

周洁：还是有的。当前国内磨机行业的人才缺口依旧比较大，尤其缺乏对各种破磨设备和工艺系统都精通的复合型人才，同时数据处理、工艺系统和设备智能化等方面的人才也比较缺乏。作为磨机行业工作者，我希望能有更多新生力量进入我们行业，为提升我国制造业水平贡献力量。

记者：作为一名女工程师，您认为如何让“她力量”更好地为行业创新添动力？

周洁：女性科技人才队伍是国家科技人才队伍的重要组成部分，也是科技创新的重要力量。在工业制造与设计领域，虽然从总数来看女性科技工作者占比并不少，但随着专业技术职务的提高，女性占比逐逐减少，女性科技领军人才匮乏。要促进女性科技高层次人才发展，我们需要根据女性科技人才特点和成长规律，关注女性科技人才成长的不同环节和阶段，有针对性地解决她们发展面临的问题。随着相关政策的落实，我国将营造出更适合女性科技人才成长的环境，充分激发她们的创新活力，让“她力量”为推动制造业创新发展增添更加强劲的动力。

记者：作为一个“老字号”科研单位，您所在的研究院是怎样培养年轻科技工作者的？

周洁：拿我自己的经历来说吧。2007年，我加入中信重工大型磨机设计团队，至今已整整16年，其间参与了多个大型矿物磨机大型项目，见证了大型矿物磨机高速发展的黄金年代。包括我在内的青年科技工作者，在老一辈科技工作者“传、帮、带”下掌握设计技术，在一个个科研项目的历练中得到了锻炼，逐步成长为主任工程师、总设计师，甚至行业专家。

记者：作为一名成绩卓越的科研工作者，您对青年人有哪些寄语和期望？

周洁：我曾跟随老一辈科技工作者在生产一线锻炼了十几年，我被他们身上精益求精的工匠精神所深深打动。这是我们行业科研人员最宝贵的财富。我希望年轻一代科技工作者，能够在实践中去践行这种工匠精神。

记者：在您眼中，什么是工匠精神？

周洁：在我看来，其实很简单，就是“干一行，爱一行，把这一行做到极致”。

记者手记

与周洁对话，仿佛行走参差错落的丛林中，一步一步的美丽，一步一步的惊喜。

在周洁身上，既能看到属于女性的柔美与优雅，又能时刻感受到重工业总设计师的专业与“硬核”。

周洁和她的团队成员身上洋溢着年轻人的活力，但是当埋头研究时，他们又表现出超越年龄的沉稳。

正是这样一群人，从一个数据、一个零件做起，最终铸成“大国重器”。“于细微处着眼，在大处落墨”是这支团队给记者留下的最深印象。

周洁说，每一次“更大”“更强”“更优质”的装备制造与创新，对她而言不仅仅是满足客户需求，更是对自我的挑战与超越。她喜欢挑战，也愿意为之冒险，“哪怕像走在钢丝上”。

如今，周洁新的冒险之旅又开始了，祝她好运。

人物档案

周洁，高级工程师，中信重工矿研院院长助理、中信重工大型磨机总设计师，长期从事大型矿物磨机设计和研究工作；在矿物磨机领域获授权发明专利10项、获授权实用新型专利10余项；主持项目获河南省科学技术进步奖一等奖、中国好设计银奖、河南省专利奖一等奖等奖项。

用好第一资源

宁夏10月1日起施行 新修订的事业单位招聘办法

科技日报讯（记者王迎霞 实习生李雨函）记者9月15日从宁夏回族自治区人力资源和社会保障厅获悉，宁夏修订了沿用17年的《宁夏回族自治区事业单位公开招聘工作人员实施办法》（以下简称《实施办法》），允许各级各类事业单位自主招聘急需的高层次、高技能人才，并允许其到区外高校、科研院所“上门招聘”。

为更好适应事业单位人事制度改革要求，进一步规范事业单位公开招聘工作，建立更加公平公正、规范有序、精准高效、权责清晰、监管到位的公开招聘制度，宁夏回族自治区进行了此次修订工作。

新修订的《实施办法》规定了宁夏回族自治区事业单位统一公开招聘和自主公开招聘两种招聘方式，在严格执行公开招聘政策规定及相关程序的基础上，有效精简招聘环节、缩短周期、降低成本、提升质效，突出选人用人灵活性，充分激发事业单位活力。

新修订的《实施办法》坚持统一组织与自主招聘相配套，下放自主公开招聘权限，高等院校、科研院所、公立医院、新闻媒体单位可实行自主公开招聘；允许各级各类事业单位自主公开招聘博士研究生、急需紧缺高层次人才和具有高级专业技术职称的人员，以及世界技能大赛、全国职业技能大赛获奖者等高层次人才。

在对公开招聘主体充分放权的同时，新修订的《实施办法》突出建立健全制度规范，明确人社部门、主管部门和事业单位具体职责，完善条件设置、公告发布、体检考察、公示等关键环节备案审核制度。

新修订的《实施办法》强化对公开招聘全过程评估和监督。公开招聘主管部门需不定期对事业单位招聘工作进行评估检查，确保下放的权限接得住、用得好，全力提升事业单位公开招聘的透明度，擦亮“阳光招聘”金字招牌。

除此之外，新修订的《实施办法》明确事业单位在公开招聘时应成立相应的工作领导小组，研究涉及招聘工作的重大事项和具体事宜；规定公开招聘考试应当划定最低分数线，确保招聘质量；坚持“干什么、考什么”原则，要求笔试、面试题内容与岗位职责相一致，与专业特点相关联，避免简单化、“一刀切”，突出测评针对性和科学性。同时，新修订的《实施办法》对面试评委人数、试题命制等也做出了详细规定，在公平公正的基础上更加便于招聘单位组织实施。

新修订的《实施办法》将于2023年10月1日起施行。宁夏回族自治区事业单位招聘工作主管部门将不定期对各招聘单位招聘工作进行评估检查，对组织不力、问题突出的给予通报批评、责令整改或取消自主招聘资格。

福建泉州新引进 15支高层次人才团队

科技日报讯（记者谢开飞 通讯员王燕双）9月15日，记者从福建省泉州市科技局获悉，泉州市公布了第6批引进高层次人才团队评选结果，此次共有32支人才团队参评，经过严格的评选，15支人才团队入选，申报数和入选数创历年新高。

这是泉州市不断完善“领军人才+创新团队+创新项目”引才模式的重要成果。目前，该市共引进64支高层次人才团队，为全市产业发展提供了重要的人才支撑。

据介绍，第6批引进高层次人才团队评选工作首次由泉州市委人才办、科技局、市教育局、市卫生健康委等五部门联合组织，入选的高层次人才团队研究领域涉及人工智能、大数据、数控技术、电子通信、金属复合材料、高分子材料、纺织鞋服新材料、纳米生物医药、临床医学、环保工程、果品深加工等。这些团队的成员不少入选国家级、省级人才项目，团队带头人均拥有博士学位或高级职称。

2021年，泉州市实施引进高层次人才团队“倍增计划”，泉州市委人才工作领导小组制定印发《泉州市引进高层次人才团队评审和管理实施细则》，开发了“高层次人才团队申报平台”，赋予各职能部门引进高层次人才（团队）职能，优化高层次人才团队后期管理服务措施，为加快引进高层次人才团队营造了良好的政策环境。

浙江计划培育 超万名数字技术工程师

新华社讯（记者李平）为加快数字技术人才培养，到2030年底，浙江将围绕人工智能、物联网、大数据、云计算、数字化管理、智能制造、集成电路等数字技术工程应用领域，培育数字技术工程师1万人以上。

记者近日从浙江省人力资源和社会保障厅获悉，浙江将采取“线上+线下”“理论+实操”方式，分职业、分方向、分等级开展数字技术人才培训活动，在岗或拟从事数字技术工作的专业人员（含新就业形态劳动者、自由职业者）、全日制高校（含职业院校）毕业年度毕业生均可参加培训。

“对参加数字技术工程师培育项目且符合浙江省职称申报评审条件的人员，取得初级专业技术等级证书的，可直接认定为助理工程师；取得中级专业技术等级证书的，可直接认定为工程师；取得高级专业技术等级证书的，可直接申报评审高级工程师。”浙江省人力资源和社会保障厅相关负责人说，完成规定学时和内容，且取得培训合格证书和相应专业技术等级证书的人员，还可申领相关职业培训补贴。

据了解，浙江还将通过举办数字技术技能竞赛、数字经济技术人才论坛、数字人才专题研修活动等方式，多元化培养数字技术人才。