

(上接第一版)

填补空白、替代进口！回首60多年前，金川正是为此而生。

镍钴被称为“工业维生素”，是国家重要的战略资源。20世纪50年代，新中国面临镍钴少钴的困境，当时从国外进口1吨镍，要用15吨上好的对虾或73吨优质小麦才能换来。1958年，随着金川硫化铜镍矿的发现，来自五湖四海的建设者们云集到茫茫戈壁上，成为金川第一代创业者，开启了我国镍钴工业从无到有、从小到大、由弱到强的华章。

2021年，金川集团的镍、钴产量分别位居世界第三位、第四位，铜产量居国内第四位，矿产铂族金属产量居亚洲第一。几代人接续奋斗，凝结成一份厚实的成绩单，但金川人并没有躺在功劳簿上，激烈的市场竞争环境也不允许金川集团裹足不前。

作为多金属伴生矿，金川的矿产资源以镍矿为主，伴生有铜、铂、钴等18种有色和稀有金属。“家里有矿”，是否还有必要创新？

答案是肯定的。党的二十大报告提出，以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战。

“金川拥有世界级的伴生矿山，这也意味着我们有责任、有义务解决世界级的开采冶炼难题，在全球产业发展中承担国家使命，通过引领全球行业技术掌握镍钴产业话语权。”王永前说，管理成本有天花板，但技术创新无止境，金川必须把原创性的技术摆在核心地位。

随着我国制造业不断向高端领域迈进，对镍、钴、贵金属等材料的要求越来越高。而羰基产品具有纯度高、形貌特殊、粒度细等独特优势，能满足这部分市场需求。受工艺特殊、设备保障困难与生产控制难度大等问题制约，世界上只有少数企业涉足该生产领域。

金川集团也曾试图与国外掌握羰化冶炼技术的企业进行合作，但结果都是被拒绝。面对国外技术封锁，金川集团立志攻克羰化冶炼技术，走上了一条艰难的自主创新之路。

这条路上，不能漏过任何一个细节。金川集团镍冶炼厂羰化冶金分厂副厂长罗世铭讲了一个小故事：在羰化冶金工艺开发过程中，一度生产出的产品总是不能达标。究竟是技术问题还是设备问题？难题困扰着开发人员。

转折点出现在一天夜里。一位连续在现场上夜班的工人发现了生产装置中的异动。凭借长期积累的经验，这位工人推测可能是冶炼工艺中的某道程序有问题。顺着这条线索，工程开发人员改进了生产工艺，项目得以继续推进。

经过10余年的持续攻关，金川集团自主攻克羰化冶金工艺一系列核心技术与工程化难题，建成年产1万吨羰基镍和5000吨羰基铁两条生产线，是国内自动化程度最高、产品质量控制最稳定、规模最大、设备最先进的羰化冶金生产线，也是世界上唯一同时拥有羰基镍和羰基铁生产线的产业化公司，产能规模均位列全球第二。

“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。”金川集团科技开发部副总经理陈大林表示，公司将坚定不移实施核心技术攻关，持续加快“卡脖子”技术的国产化进程。

创新基因，“金娃娃”的“传家宝”

2022年9月6日，中央全面深化改革委员会第二十七次会议指出，健全关键核心技术攻关新型举国体制，要把政府、市场、社会有机结合起来，科学统筹、集中力量、优化机制、协同攻关。

对此，金川人有着深刻的体会。他们记忆犹新的，是当年“方毅八下金川”的大会上。

1978年3月，在全国科学大会上，有着“金娃娃”美誉的金川被列为全国矿产资源综合利用三大基地之一。当年8月，时任国务院副总理方毅视察金川，对加速金川镍矿开发和综合利用作出重要指示，拉开了金川第一轮科技联合攻关的序幕。此后9年间，方毅同志先后8次来到金川，组织推动科技联合攻关工作。

在金川科技馆的黑白照片上，依然能看到当年盛况：全国50多家单位的数百名专家同金川科技人员一道，进行了跨系统、跨行业、多层次、多学科的联合科技攻关，攻克了制约金川发展的矿山建设和生产进度缓慢、镍铜金属选冶回收率低、伴生金属综合回收和环境保护等诸多技术难题。

自此之后，科技创新融入金川人的血液中。金川人说起科技创新，会自豪地说：这是我们的“传家宝”！自此之后，金川科技攻关大会成为金川集团乃至全国有色冶金行业围绕制约产业发展关键核心技术难题，开展科技联合攻关的“英雄会”，至2022年6月已举办24次。

金川人深知，“传家宝”不是捧在手里沾沾自喜的，而是要在传承中发扬光大。

“近10年来，我们牢记习近平总书记嘱托，紧紧抓住科技创新这个‘传家宝’，以实现高水平的科技自立自强为目标，持续深化科技体制机制改革，构建高质量自主创新体系，全面激发科技创新活力。”陈大林说，目前，金川集团已构建起“专业化研究机构—生产经营单位—广大一线员工”的三级科技组织体系。

其中，专业化研究机构以前瞻性、战略性研究和新产品开发为主；各生产经营单位以现有系统优化、指标提升、产品升级迭代为主；一线员工以生产实践中的技术革新、先进操作法总结为主。3个层级在金川集团形成了专业领域齐全、创新主体多样、上下游联动、内外部协同的创新生态。

金川矿产虽然资源丰富，但经过几十年的开采，矿产品位低、开采难度大等难题日益凸显。提高资源利用率、打造有竞争力的产业链，是金川始终面对的必答题。

金川集团镍钴研究设计院院长马玉天告诉记者，近年来，公司先后突破了“特大型矿体大面积连续充填开采关键技术”“高氧化镍难处理镍矿石高效选矿技术”“不溶阳极法生产电极

金川攻坚



金川集团二厂区航拍全景。

钴技术”“复杂镍原料生产高品质镍盐技术”等关键技术难题，使金川镍的最低可采工业品位由0.5%降至0.3%，贫矿资源占比超过50%，实现了过去属于废弃资源的低品质高氧化镍钴矿重新资源化。

“以前，生产一线部门对我们研究院颇有意见，觉得我们只会写论文、做试验，一遇到生产中的具体问题就不行了。”金川集团镍钴研究设计院冶金与环境工程研究所首席研究员宗红星告诉记者，为解决科研、应用两张皮的问题，金川的研究机构通过总结经验，摸索出了一套有效的从实验室小试到扩试再到工程化应用的项目流程。

铜熔炼系统卡尔多渣有价金属综合利用回收项目就经历了这样一个完整流程。该项目从2019年开始在实验室进行小规模试验，此后不断扩大试验规模，试验装置从杯子大小的坩埚，扩展到接近实际的吨级反应炉，单炉处理能力不断提升。在扩试过程中，团队的研发人员亲自上阵，从最基础的备料到生产中的电炉操作，真实经历生产全流程，在生产中发现问题、解决问题。

允许失败，是金川集团对科研人员的最大关爱。“即便项目花了钱没做成，它也是个结论。说明这次朝西走不行，下次开始往东走，公司还会持续再投入。”宗红星说，随着公司科技水平的提升，剩下的科研项目都是难啃的“硬骨头”，甚至这个骨头上还留了好多年失败的牙印和血印。但是就要有“继续啃”的这种勇气，否则技术难题永远得不到解决。

科技创新不能单打独斗，联合攻关模式是金川集团无数次验证过的成功路径。

中科院兰州化学物理研究所研究员郭勇与金川集团的合作开始于一次中科院的西部调研行。“调研中得知企业长期困扰于湿法冶金工艺中的一项关键杂质分离技术，我们马上与企业展开合作，进行技术攻关。”郭勇认为，这种联合攻关模式在解决企业实际问题的同时，也为科研成果提供了落地的机会，无论是对学界还是对业界，都是难得的成长机会。

2013年以来，金川集团广发“英雄帖”，已举办5次科技攻关大会。在2022年6月份的第24次金川科技攻关大会上，生物医用钴铬钨合金棒材产品开发、高温合金专用镍品质提升技术研究、金川IV矿区贫矿安全高效低成本采矿方法研究、金川选矿铜镍分离技术攻关等12个“揭榜挂帅”难题发布。

同时，金川集团与中南大学、兰州大学等16所高校建立新型校企合作关系，牵头并邀请中国科学院相关研究所、中国航发北京航空材料研究院等9家单位组建了“甘肃省镍钴新材料产业技术创新战略联盟”。

2021年，金川集团联合中国科学院兰州化物所等8家科研院所、14家高等院校、15家大中小企业，组建了“甘肃省镍钴资源高效利用及新产品开发创新联合体”，重点瞄准行业技术前沿和发展方向，以重大科技项目为载体，形成体系化、任务型的协同创新模式。目前，产学研联合合作单位达到68个，近10年合作科研课题达186项。

适应联合攻关需要，金川集团建立起平台科技资源共享机制，实现公司科技创新平台、科研设备设施、仪器仪表等科技资源信息化。推动校企、企企科技资源共建共享，并相互开放各自实验室、工程中心，避免设备重复购置和资源浪费。

“金川集团与兰州理工大学的合作从2004年就已开始，近年来双方还实现了检测分析等公共平台及设备共享。”兰州理工大学教授、白银新材料研究院院长徐仰涛表示，科技资源共建共享极大推动了双方的合作，目前通过双方共建的甘肃省镍钴新材料协同创新中心，已联合培养研究生近20人，发表高水平文章12篇，共同解决了一些企业的技术难题。

创新生态背后是一系列体制机制的保障。在投入机制方面，金川集团建立了“双层级、多属性”的科技经费投入模式，将集团投入与厂矿投入相结合、长期战略研究与现有系统提升相统一。以KPI考核和投入视同利润激励为手段，鼓

励集团各经营主体持续加大科技投入，确保投入强度不低于主营业务收入3.5%。2013年以来，公司纯研发投入年均增长率达到32.6%。

“为调动企业全员的创新积极性，我们改变以往集团集中管控模式，按照市场化经营原则，实施项目分级分类管理模式。”金川集团战略规划部副总经理周通说，通过定期组织梳理核心技术难题，确定重大科技攻关项目，集全公司之力开展系统性攻关。同时，下沉科研组织权，给予经营主体科研立项、团队组建、合作方选择、经费使用、成员激励自主权。

人才兴企，“企”字头上立个“人”

“企字头上一个人，无人则止。”王永前颇为感慨地对记者说，在人才机制方面的不断创新，让金川拥有了一支最引以为豪的产业工人队伍，大家也形成了共识：“活儿不是管出来的，是靠大家干出来的。”

正是得益于对人才和创新的重视，在金川集团，几乎每个领域、每个车间都有喜欢钻研技术创新的工人。镍、铜、钴等每一道金属提纯都是世界级难题，但金川人信奉“原创性技术没有天花板”，在技术攻关上不断跟自己“较劲”。

贵金属产品的出厂标准是99.99%，提纯1克贵金属，需要用60多种化学试剂，在至少5吨的镍矿废渣反复萃取，直至达到99.99%的纯度，才称得上真正的点“石”成金。其中，铂族贵金属被用于“上天下海”，在大国重器中发挥着极为重要的作用。

在金川集团铜业有限公司贵金属冶炼分厂车间内，一排排反应釜整齐排列，头顶的管道纵横交错，洁净的厂房内没有一丝化工原料的刺鼻气味。在机械的轰鸣声中，由金川自主设计的贵金属—二次资源综合回收利用项目正24小时不停歇地进行贵金属提炼。

这个2020年建成的项目，具有从镍、铜冶炼的废料里提取金、铂、钯、铑、钼、钨、钽等7种贵金属的综合回收能力。它所采用的是贵金属冶炼分厂提纯工序工序长潘从明独创的“镍阳极泥中铂钯铑绿色高效提取技术”。该项目拥有专利52项，其核心技术在2020年获得国家科学技术进步二等奖，潘从明也成为西北地区首位获得这项国家大奖的一线产业工人。

“我国是贵金属贫乏国，每一克贵金属都弥足珍贵。我们通过2000余次实验探索，颠覆了沿用38年的传统工艺，解决了传统工艺对复杂贵金属原料适应性差等一系列难题，填补了多项国内外空白。”潘从明说，随着这个项目的投产达标，并产出合格的铂、钯、钨、钼产品，标志着金川集团全面建成目前亚洲最大的矿产铂族金属生产线，推动我国贵金属冶金技术迈向高精尖。

记者在潘从明办公室看到，一沓沓手写的“作业”整齐摆放在桌子上，这是一批批来实习的学生在其指导下不断修改记录的实习报告。

“即便是获得国家奖项的技术，也还要再颠覆、再创新。”尽管在技术上已获得很多奖项和突破，但潘从明多次向记者提到“颠覆”两个字。在他看来，集团“十四五”目标是产量翻番、规模倍增，这都需要在技术上下功夫，不断做优做精，通过技术提升缩短工艺时间，同时在这个过程中让人才尽快成长。

在金川集团，像潘从明一样，一直用工匠精神严守自己的典型还有很多，比如劳模杨秉松。以“人人参与创新，时时都在创新，处处体现创新”为宗旨的杨秉松劳模工作室成立于2012年，创建的目的是把具有一定专业知识、专业技能和创新能力的人才汇集到一起。

“在黑屋子里摸不到光，只有不停探索，有一天或许就会出现一束光。”杨秉松坦言，在技术突破的过程中，自己也多次绝望和迷茫过，但有矛就有盾，凭借着热爱和坚持终能看到希望。

2008年12月的一天，因为遇到技术瓶颈，杨秉松凌晨3点多还在加班，被冻感冒。第二天，他去医院打吊针，获得了自动消泡器的灵感。

从一名普通的仪表工，通过30年持续学习钻研，成为金川集团仪器仪表专业的技术领军人

才，一路走来，杨秉松深知技术变现的重要性。2020年，金川集团破除制度障碍，将杨秉松劳模工作室进行混合所有制改革，引入社会资本，创新成果变成了股权，劳模开始做股东。

杨秉松表示，技术入股是一种模式，也是员工价值最直接的体现，把创新成果实现产业化才是最终目的。从一线工人的创新小团队转化为一个公司，也进一步激发了大家的创新热情。

金川集团镍冶炼厂镍电解车间电解班班长柴国梁，参加工作28年来精益求精地钻研探索镍冶炼技术，从一名普通的操作工逐步成长为高级技师。“我们创新团队施行‘撰写一篇论文、承担一次培训、完成一项技术攻关、形成一项创新成果、做好一次导师带徒’管理法，通过大力开展工艺创新和装备创新活动，破解生产瓶颈。”作为领军人才，柴国梁已经培养了17名技师和6名高级技师。

“小创新撬动大发展，小舞台演绎大精彩，小激励鼓舞大干劲，小关怀传递大能量。”金川集团职工培训中心主任李向荣精准阐述了金川人“四小四大”的工作方法。

据了解，金川集团设立了包括科技进步奖、技术改进奖、专利奖、技术标准奖、职工技术创新奖、合理化建议奖等奖项，进行分层级的激励，每年投入奖励金额超过1500万元，极大地鼓舞了广大职工科技创新的热情，创新活力迸发。“十三五”以来，金川集团孵化职工创新成果1.17万项，参与技术创新活动人数达2.7万名，职工参与率达到91%以上，创新成果创造经济效益超5亿元。

在创新人才培养方面，金川集团以镍钴资源综合利用国家重点实验室、镍钴新材料工程技术研究中心等科研机构为平台，通过持续实施重大科技攻关专项，优选了300余名工程技术人员加入重大科技攻关项目团队，培育创新人才。金川集团人力资源部副总经理闫国介绍，通过加强平台建设，不但打造了高效创新体系，完善科技决策机制，还建立起高水平技术专家支持团队，选优配强技术攻关人才。

金川集团总部远离一线城市，在高端人才引进上不具备区位优势。为此，企业突破地域、户籍、身份、档案、人事关系等限制，在不改变人才与原单位关系情况下，采用柔性引才的办法壮大人才队伍。同时，金川集团通过社会化人才返聘、项目合作引才、购买技术服务、聘任技术顾问等形式实现对外“借智”，在解决“卡脖子”技术难题的同时，有效带动自有人才专业知识和技能的积累提升。

未来已来，站在前沿对标世界一流

2022年11月10日，金川集团与华为技术有限公司在深圳签订全面合作协议，金川—华为有色行业数字化转型联合创新中心和金川—华为有色行业数字化转型联合运营中心也在当天揭牌。

据了解，双方将共同探索企业数字化转型、有色行业工业互联网平台与体系建设、智能矿山与智能工厂、有色行业鸿蒙操作系统等方向，并通过联创联营中心共同打造有色行业数字化解决方案，为客户赋能。

“我们目前面临着产业转型升级、提质增效的挑战，需要借助5G、云计算、人工智能、大数据等数字化技术，加快跨行业跨领域协作创新，推动生产管理变革，实现跨越式发展。”王永前表示，金川集团将筑牢数字化发展思维观念，与华为强强联合，共同建设“智慧金川”，推动有色产业链互联互通，引领有色行业数字化变革。

对于一家传统企业来说，数字化转型格外重要，也颇为不易。近10年来，金川集团抢抓数字经济大变革时代的历史机遇和国家推进“新基建”的政策机遇，大力开展数字化体系和项目建设，持续提升数字化技术应用水平。

在选矿厂—选矿车间5G+智能样板间，记者看到操作员在屏幕前娴熟地操控着键盘，对车间生产作业过程实时动态安全管控，通过主控室语音交互机器人“小金”接收语音指令和智慧学习

技能，实现了由操作人员对磨矿、浮选指标生产区域进行检查、监测的功能，能够利用大数据智能化研判现场生产情况，决策指令。

选矿厂工作人员高泽东告诉记者，5G+智能样板间建成后，彻底变革了以人工为主的岗位值守、岗位操作和岗位开车等传统作业方式，避免了人员与粉尘噪声接触，实现了行业首套智能操控破碎系统，车间作业效率得到极大提升，每班作业人数由原来的17人减为现在的5人，劳动生产率提高3.2倍，设备故障率下降了13%，生产成本降低了2.2%。

金川集团选矿厂厂长谢杰在2004年参加工作的时候，跟着师傅到了选矿车间的手选工序。“工人要一直盯着杂物，因为皮带迅速通过的时候风很大，夏天也要穿着棉裤。”看到这一幕，谢杰就想，什么时候能改变这种情况？

2016年，谢杰又回到这个车间，再次想到多年前的问题。2017年，金川集团“三化”改造加速，选矿厂借着这股东风，加速信息化智能化改造，过程比较艰辛，但结果喜人。谢杰告诉记者，“改造完成后，以前需要十七八人在现场，现在工人只需要在控制室，所有设备一键启动”。

近10年来，金川集团以数字化转型驱动业务增长为抓手，以数字产业化赋能产业数字化，开展5G等数字化技术融合创新应用，产业转型升级步伐不断加快。自2018年以来，面向有色冶金采、选、冶、化工工业应用场景，利用5G、机器人、移动应用等技术实施了一批智能化装备及产线改造，打造智慧矿山、智能工厂等样板工程。

对于数字化，金川集团龙首矿矿长武栓军感受颇深。他介绍，龙首矿从2018年就开始进行矿井智能化和无人驾驶的研发，经过一年多的努力，2019年，在井下实现了有轨运输无人驾驶。截至目前，龙首矿有轨无人驾驶智能化，不仅改善了工人的作业环境，也降低了安全风险，最关键的是提高了工作效率。

一路走来，从又苦又累到全面自动化，武栓军颇为感慨地表示，智能化是矿山建设的必由之路，也是提高效益的必由之路。金川集团的数字化不是浮于表面，而是体现在解决了一个又一个具体的问题。

为了提高效率、降低成本，改善职工作业环境、降低劳动强度，金川铜业开展了(5G+五万吨铜精矿仓智能配料系统改造)项目，成为金川集团“三化”建设样板示范项目之一。金川铜业联合国内知名的电信与天车制造厂家研发，突破了精矿仓卸料、倒料及上料的无人化智能作业，在行业内实现了“有色金属冶炼过程中智能行车自动抓取料”的首创。

王永前向记者表示，在金川人都是价值创造者，传统产业转型靠信息化和数字化不断深入，以实现跨越式发展和弯道超车，也只有数字化才能改变传统思维，才能不断推进新的探索。金川集团数字化转型持续给旗下各个子公司赋能，让集团上下焕发一新。传统企业迸发出了蓬勃的生命力，这也为金川集团对标世界一流企业打下了基础。

作为世界500强企业，金川集团提出“十四五”高质量发展的倍增计划，即坚持“规模倍增、结构优化、路径创新、党建保障”的工作思路，坚定不移走高质量发展之路，再造一个“新金川”，到2025年，营业收入突破5200亿元，工业总产值达到3500亿元，产业结构进一步优化，实现由“原”字号向“材”字号转变，有色金属新材料、新能源产业及生产性服务业产值占比超过55%。

近年来，甘肃省提出“强科技、强工业、强省会、强县域”的发展思路，大力实施产业链“链长制”“链主制”，以全产业链思维强龙头、补链条、聚集群，推动产业基础高级化、产业链现代化，金川集团也因此成为镍钴、铜、动力电池、氯碱化工四大链主企业。

同时，金川集团加速延伸有色金属及化工新材料产业链，向新能源动力电池材料、高温合金及精深加工、电子电工材料、精细化工材料等领域迈进。

为了做大做强上下游产业链，金川集团在各个细分领域不断精进的案例不断涌现。镍合金有限公司将厚度为0.08毫米的超薄纯镍带降到0.05毫米，手撕镍带的故事广为流传；从笨重的电解镍板到纤细的纯镍带产品，一步步走来的的是金川人在技术上不断突破的精神，也是金川集团延链、补链、强链，推动产业转型升级的探索。

2022年8月份，《金川集团股份有限公司建设世界一流企业行动方案》出炉，“提升技术牵引和产业变革能力”被列为重点工作首位，并从全面提升自主创新能力、加强超前研发布局、履行高水平科技自立自强的使命担当、培育高水平科技领军人才队伍等方面提出了具体措施。

根据规划，到2025年，金川集团将建成全球资源综合利用能力最强、产品种类最全，产业链最完整的镍钴产业集群，镍产品含镍量达到33万吨，钴产品含钴量达到3万吨，镍钴产业链主带动上下游产业发展的动能将更强。此外，铜产业链、动力电池产业链、氯碱化工产业链也已列出明确的强链、补链、延链路线图和“十四五”奋斗目标。

未来已来，时不我待。对于金川集团来说，未来机会和挑战并存，既有压力更有动力。

“金川具有科技创新型、资源利用型、战略新兴型的企业特性和资源、市场‘两头在外’的经营特点，我们要处理好资源的有限性和企业发展的可持续性之间的关系，协调好振兴国家镍钴工业和壮大甘肃工业经济的关系，建设世界一流企业。”王永前表示，金川集团将坚决贯彻落实党的二十大精神中关于加快建设制造强国、网络强国、数字中国的部署要求，发挥科技攻关新型举国体制的优势，集中力量干大事，不断解决“卡脖子”问题，在全面建设社会主义现代化国家新征程中彰显国企责任和担当。

(调研组成员：赵学毅 李琛奇 陈发明 辛自强 李春莲)

本版编辑 刘佳