

科技创新 喜迎突破

多学科、多专业联合攻关是成功的重要法宝。团队科技攻关博采众家之长，西南油气田分公司、勘探开发研究院、东方地球物理公司、川庆物探公司等多家单位既分工又合作，借助中国石油集团公司、股份公司重大专项和重点实验室等平台，背靠背研究做方案，面对面交流攻难关，协同作战，密切配合，攻克了一个又一个技术瓶颈难题。

古老碳酸盐岩勘探理论技术创新与安岳特大型气田重大发现纪实。多学科、多专业联合攻关是成功的重要法宝。团队科技攻关博采众家之长，西南油气田分公司、勘探开发研究院、东方地球物理公司、川庆物探公司等多家单位既分工又合作，借助中国石油集团公司、股份公司重大专项和重点实验室等平台，背靠背研究做方案，面对面交流攻难关，协同作战，密切配合，攻克了一个又一个技术瓶颈难题。

来自地层深处的革命 科技创新的典范

——中国石油勘探理论技术创新与安岳特大型气田重大发现纪实

这是一场来自地层深处的革命，是科技创新的典范。攻坚克难的石油人在勘探理论创新、撬动大发现过程中，催生了一场天然气工业生产革命。这就是“古老碳酸盐岩勘探理论技术创新与安岳特大型气田重大发现”的故事。

风险勘探 燃情新路

磨溪区块龙王庙组气藏是迄今为止我国发现的单体规模最大的特大型海相碳酸盐岩整装气藏。乐山—龙女寺古隆起，东起遂宁，西接雅安，南抵资中，北达绵阳，天然气勘探始于威远构造。跨进新千年之后，中国石油西南油气田分公司为挖掘威远气田生产潜力，部署专门钻探威远气田寒武系的威寒1井，并在龙王庙组测试获气。从此，寒武系龙王庙组引起地质学家的重视。

随后，中国石油勘探与生产公司部署了磨溪地区320平方公里的三维地震、80多公里的地震剖面资料采集作业，并组织西

2012年10月5日，由中国石油天然气集团公司组织，中国寰球工程公司牵头，大庆石化等单位联合攻关的国家科技支撑计划“百万吨级乙烯成套工艺技术、关键装备研发及示范应用”和中国石油重大科技专项“大型乙烯装置工业化成套技术开发”成果，在“大庆石化120万吨/年乙烯改扩建工程”中获得应用并一次开车成功，生产出合格的乙烯产品，宣告大型乙烯装置工业化成套技术开发工作圆满完成。

这不仅仅是中国石油的成功，更是中国乙烯产业的成功，标志着一直依赖欧美专利技术的中国化工界已经自主掌握大型乙烯的成套技术，成为世界上第4个拥有大型乙烯成套技术的国家。

这是一个量变积累、质变跨越的“科技逆袭”。

新中国的乙烯工业发展史，就是一部科技突破史。自上世纪50年代中国开始建设乙烯以来，老一辈石化人从最初由外国人整个装置交钥匙，逐步学会自己进行小型乙烯装置设计，攻克大型乙烯装置工业化难题，直到最终攻克大型乙烯装置工业化技术。

多年来，寰球公司致力于乙烯技术的创新，积累了丰富的工艺、工程设计及建设经验，形成了相对完备的老中青技术梯队。为

南油气田分公司、勘探开发研究院、东方地球物理公司、川庆钻探工程有限公司等单位联合攻关。

深层古老碳酸盐岩天然气勘探投资大、风险高，发现气藏难、开发生产难。在四川盆地钻一口5000多米的探井，投资近亿元，需要下巨大的决心，这导致寒武系勘探迟迟打不开局面。

2005年1月1日，中国石油勘探与生产分公司制定的“油气风险勘探管理办法”开始执行。这一“红利”缓解了巨大的投资压力，激励了勘探实践。

经过多轮勘探目标评价，中国石油在古隆起勘定宝龙1井等3口风险探井并位。宝龙1、汉深1井证实震旦系灯影组是良好的储层，寒武系含气。

中国石油勘探与生产分公司根据勘探新思路，组织西南油气田分公司、勘探开发研究院等单位开始新一轮地质科研攻关。2009年12月，勘定3口风险探井，并决定先钻探震旦系、高石1井，择机钻探磨溪8井。

石破惊天 火龙腾飞

螺观1井，勘探古隆起东南部寒武系的风险探井，2011年5月完井，寒武系龙王庙组储层不尽如人意。

高石1井，主探古隆起高石梯构造震旦系、寒武系。2011年3月31日，钻头抵达震旦系，钻井液中有气泡，呈现好兆头，为磨溪8井赢得了“准生证”。

2011年7月12日，高石1井开始第一段——震旦系灯影组二段试油作业。绵绵细雨中，射孔、替钻井液、压裂、挤酸、放喷……循序渐进。放喷点火后，呼啸而出的天然气燃起八层楼高的橘色火龙，测试日产量超过100立方方米。

乐山—龙女寺古隆起勘探出现重大突破，中国石油股份有限公司组织专题研讨，勘探与生产分公司杜金虎副总经理进行了详细的部署安排，决定“立足寻找大气田，立足构造气藏，立足尽快总体控制”，在古隆起磨溪区块、高石梯区块分别再部署3口井探井。

高石1井获气49天后，磨溪8井开钻。随后，6个钻井队、由3个物探队组成的物探联队，4个钻前工程队陆续开进高石梯—磨溪地区。

2011年9月30日，中国石油西南油气田分公司、川庆钻探工程有限公司联合组建古隆起勘探前线指挥部，组织实施勘探作业。我国第一次石油会战之地——川中地区又开始一场会战。

甩开勘探 阔步向前

震旦系灯影组气藏、寒武系龙王庙组气藏能否成为具有里程碑意义的重大战略发现？

深度求证，甩开勘探是不二选择。高石1井获气后，中国石油勘探与生产分公司启动“四川盆地海相碳酸盐岩大型古隆起高效气田成藏理论与勘探技术”重大专项研究，突出勘探与开发一体化、科研与生产一体化、重点解决资源潜力、地层展布、成藏条件等关键地质问题，全力攻关储

层预测、安全快速钻完井、测井解释、储层改造等关键瓶颈技术难题。2012年9月9日，磨溪8井测试日产量107.18万立方米天然气，由此揭开了安岳气田寒武系龙王庙组气藏的勘探开发序幕。从此，勘探部署策略调整为首先探明磨溪区块龙王庙组气藏储量。

用最少的物探、钻井等工作量，圈定气藏边界，计算气藏探明地质储量，正是高效勘探的精髓所在。

中国石油三分三轮部署2540平方公里三维地震、900公里二维地震资料采集作业，50多口新井。其中，龙王庙组气藏专层井5口，勘探范围逐步扩大至7500平方公里。

2013年11月7日，磨溪101井测试日产量超过85万方米。至此，探明龙王庙组气藏储量的勘探工作全部完成。

截至2016年底，安岳气田磨溪区块龙王庙组气藏累计生产天然气达176.87亿立方米，累计建成投产开发井30口，开发井成功率100%，测试百万方以上开发井28口。

层预测、安全快速钻完井、测井解释、储层改造等关键瓶颈技术难题。2012年9月9日，磨溪8井测试日产量107.18万立方米天然气，由此揭开了安岳气田寒武系龙王庙组气藏的勘探开发序幕。从此，勘探部署策略调整为首先探明磨溪区块龙王庙组气藏储量。

用最少的物探、钻井等工作量，圈定气藏边界，计算气藏探明地质储量，正是高效勘探的精髓所在。

中国石油三分三轮部署2540平方公里三维地震、900公里二维地震资料采集作业，50多口新井。其中，龙王庙组气藏专层井5口，勘探范围逐步扩大至7500平方公里。

2013年11月7日，磨溪101井测试日产量超过85万方米。至此，探明龙王庙组气藏储量的勘探工作全部完成。

谱写大乙烯国产化新篇章

——中国寰球工程公司“百万吨级乙烯成套工艺技术、关键装备研发及示范应用”纪实

提升公司的核心竞争力，公司率先进行了大型乙烯成套技术开发，并积极创造有利条件确保研发工作顺利推进，把科技创新工作推向一个更高的水平。

多年攻关，由外引到自创，寰球公司大跨越，为中国石油重大科技专项“大型乙烯装置工业化成套技术开发”推出了一连串可喜的成绩，同时，寰球公司横向联合、内外结合，与大庆石化公司、石油化工研究院、清华大学和华东理工大学等单位充分发挥产学研合作机制的优势，为技术工作保驾护航。

这是一个大胆开拓，勇于实践的精神超越。乙烯装置处于石化“金字塔尖”，几乎涵盖了石油化工的所有操作单元，生产流程长，集高温、高压、深冷等多种苛刻条件于一体，并具有裂解原料构成多样、裂解反应机理复杂、反应和分离工艺条件变化大、介质易燃易爆且有毒、设备数量多且种类庞杂、

控制变量多且关联性等技术难点，难度堪称世界级。

困难压不倒中国石化人。从百万吨级乙烯分离工艺包开发，到大型裂解炉装备和相关设计技术，从石油烃裂解产物预测系统(HCPC)，到大型乙烯工程关键技术开发，以及乙炔装置配套催化剂的研制……科技工作者们孜孜以求，奋力前行。

工艺包设计是技术开发中最核心的部分。开发过程中，仅一项模拟计算就需要建立多达800个模块的计算模型及上万次的反复迭代，全部模型一次计算生成的完整报告超过8000页，每步核算的工作量则是平常工程设计的3至5倍。寰球公司杨厂长、吉京华、李锦辉、孙长庚、辛江等科技工作者发扬“白加黑”“五加二”精神，废寝忘食、迎难而上，技术研发团队以强烈的责任感和使命感，成功完成了具有自身特点的裂解技术和前脱

丙烷前加氢分离工艺技术的研发工作，形成了具有自主知识产权的大型乙烯装置工业化成套工艺包，突破了多项技术难题，掌握了多项关键技术。

在工艺技术研发方面，有机整合关键技术，开发出自主裂解炉工艺，完成前脱丙烷前加氢流程的大型乙烯装置分离工艺，打破了长期以来国外专利商在乙烯领域的垄断，填补了国内空白；在关键设备国产化方面，设计出具有自主知识产权的15万吨/年乙烯石油烃蒸汽裂解炉，投入工业化运行后操作平稳，其双烯收率高、热效率高、操作周期长；实现了关键装备国产化；在关键工程技术突破方面，成功实现电介质技术、冷箱工艺技术、大口径管束应力分析、大型塔器、HAZOP分析等技术在乙烯装置中的工程化应用，进一步丰富和深化了成套乙烯装置工艺包技术；在石油烃裂解产物预测系统方面，以裂解原料

等效分子组成计算模型、裂解反应网络模型、结焦动力学模型及裂解过程模型，开发出了国内首套可供商业应用，并且具备设计功能的石油烃裂解产物预测系统。

这是一个团结奋进、榜样辈出的高效团队。“上下同欲者胜”，中国寰球工程公司大庆乙烯项目部地处中国东北部，气候寒冷，且改扩建工程在老厂中进行，施工场地狭窄，在这样的气候环境和场地限制条件下，在三年时间内建设工程量庞大的乙烯装置实属不易。

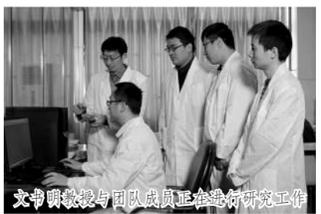
大庆乙烯项目建设期间始终得到寰球公司领导的高度重视，作为研发项目的项目长、公司副总经理张来勇经常驻扎现场，带领项目人员解决技术开发和工程中出现的问题，在这些日子里，项目团队的工程师们大力弘扬石油精神，始终保持着高度的责任感和强烈的使命感，他们践行寰球公司“业主项目的

等效分子组成计算模型、裂解反应网络模型、结焦动力学模型及裂解过程模型，开发出了国内首套可供商业应用，并且具备设计功能的石油烃裂解产物预测系统。

这是一个团结奋进、榜样辈出的高效团队。“上下同欲者胜”，中国寰球工程公司大庆乙烯项目部地处中国东北部，气候寒冷，且改扩建工程在老厂中进行，施工场地狭窄，在这样的气候环境和场地限制条件下，在三年时间内建设工程量庞大的乙烯装置实属不易。

扎根七彩云南 情系有色矿产

——记昆明理工大学复杂有色金属矿产资源高效利用创新团队



文冲副教授与团队成员正在进行研究工作

在云南，有这样一支特殊的团队，他们数十年如一日，扎根在复杂有色金属矿产资源高效利用研究领域，在理论研究与技术开发方面积极进取，攻坚克难，终于取得了重大突破，结出了丰硕成果，部分理论研究触及国际前沿，多项技术国际领先。他们就是昆明理工大学复杂有色金属矿产资源高效利用创新团队。

昆明理工大学在复杂有色金属矿产资源高效利用研究方面拥有良好的文化传承与技

术积淀。从上世纪八十年代起，张文彬教授率先针对我国已探明的储量最大的氧化铜矿资源——东川汤丹难处理氧化铜矿进行了深入研究，显著提高了氧化铜矿的资源利用率。自本世纪初以来，文冲教授作为团队带头人，持续开展了复杂难处理混合铜矿高效选冶、有色金属伴生硫铁矿资源综合利用、锡石多金属硫化矿高效利用等项目的技术攻关，形成了特色鲜明、优势明显的复杂有色金属矿产资源高效利用创新团队。

该创新团队立足西南边疆和少数民族聚居区，长期从事有色金属矿产资源高效利用科学研究、技术开发、产业化应用和人才培养工作。形成了一支拥有享受国务院政府特殊津贴专家、云岭学者、云南省中青年学术和技术带头人等在内的专业技术人才队伍。拥有有色金属金属资源清洁利用国家重点实验室、西部优势矿产资源高效利用教育部

工程研究中心、云南省铜矿加工工程技术研究中心等国家或省部级科研平台。团队先后承担多项国家科技支撑计划、国家自然科学基金重大项目、大型企业集团科技攻关项目，开发成功了多项拥有自主知识产权的重大科技成果，获得2项国家科学技术大奖，6项省部级科技特等奖和一等奖；出版专著6部；发表论文400余篇，其中被SCI、EI收录学术论文150余篇；获授权专利70余件，其中授权发明专利50余件。这些重大科技成果的应用，推动了我国有色金属矿产资源高效利用行业的科技进步，产生了显著的社会经济效益。

有色金属矿物浮选基础理论研究取得重要进展，为有色金属矿物浮选新技术的开发提供了理论支撑。该创新团队在国家自然科学基金重大和重点项目资助下，着眼于矿产资源利用技术涉及到的科学本质问题，持

续系统地开展了理论和基础研究，首次发现了矿物流体包裹体浮选效应，矿物表面弛豫现象，发展了矿物浮选表面化学；创新性地提出了浮选计算化学和计算矿物学研究新方向，丰富和完善了矿物加工工程学科的理论体系。

针对东川汤丹难处理氧化铜矿，团队历经二十年，以“产学研”相结合的方式，发明了国内外首创的“难处理氧化铜矿资源高效选冶新技术”。在难处理高钙镁氧化铜矿选冶技术方面取得了重大突破，整体技术达到国际领先水平。工业生产全流程铜的总回收率达75.20%，对同类矿石，回收率比原有技术提高了15个百分点。新技术对促进我国氧化铜矿加工技术进步的作用巨大，成果应用经济效益显著，获省部级科学技术一等奖2项、国家技术发明二等奖1项。

该创新团队成功研发了复杂混合铜矿高

效回收新技术。我国铜矿资源中，一半以上为混合铜矿，由于矿石性质复杂，回收难度大，混合铜矿的高效利用一直是选矿冶金界公认的世界性难题。该创新团队通过理论研究和试验攻关，取得了重大突破，开发了复杂混合铜矿高效回收利用全新的成套技术，于2009年成功应用于我国云南、四川等省区。对于不同性质的混合铜矿，提高铜回收率的范围为8—30个百分点，节能25%—28%，成果应用获得了显著的经济和社会效益，该技术总体达到国际领先水平，已获云南省科技进步特等奖，中国有色金属工业技术发明一等奖。

该创新团队在硫铁矿中铁的高效利用方面取得了重大突破，成功开发了有色金属伴生硫铁矿资源综合利用关键技术。该团队以伴生硫铁矿中硫资源为目标，产学研紧密结合，转变学术思想，创新关键技术，经过十

多年的理论研究和持续攻关，解决了一系列重大技术难题，形成了以“多晶型硫铁矿同步回收—表面疏水性控制深度精选—高温过氧焙烧脱砷制酸—直接联产铁精矿”为核心的全套新技术。该技术于2009年逐步在云南、江西、安徽、江苏、广东等省份得到广泛应用，使硫铁矿烧渣全部成为合格铁精矿。成果应用几年来，累计新增经济效益近百亿元。该技术将硫铁矿从化工矿产拓展为铁矿资源，据地质专家测算，潜在资源价值超过1.2万亿元。鉴定专家认为，“有色金属伴生硫铁矿资源综合利用关键技术及应用”项目总体达到国际领先水平，已获省部级科技奖励7项，国家科技进步二等奖1项。

锡石多金属硫化矿高效利用新技术方面，该创新团队已取得重要进展。在国家科技支撑计划等项目的资助下，通过理论研究与技术攻关，创新性地研究了多晶型界面作用、浮选介观化学等；开发了低品位铜锡矿综合利用等关键技术，实现了复杂难处理锡石硫化矿的高效利用，为有色金属伴生多金属矿产资源的高效利用提供了重要示范。

未来，该创新团队将牢记使命，努力成为西南边疆地区国际有影响力的矿物加工研究高地和矿产资源高效利用技术集成区的优秀名片。（王新华）

心成果产业化。金梅林的11项研究成果和产品，已向5家生物制品企业成功转化。她研发的新型疫苗和检测试剂盒，在30个省市应用推广，有效预防了疫病的发生与流行，同时降低了病原向人传播的风险。为解决生产实际问题，她还时常深入养殖户，进行宣讲推广、答疑解惑。

“5加2，白加黑”，从专注做科研、教学的学者，到成果产业化开发及推广应用的“创业导师”，金梅林都乐在其中。她的研究生感叹：“实验室F108总有金老师忙碌的身影，她的灯光总是亮到深夜，最后一个熄灭，即使节假日也是如此。”

剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来。2016年，她本人获得湖北省“荆楚楷模”奖章。“面对有限的时间和想做的研究，我只有加倍付出，高强度投入。”这就是金梅林的勤奋和踏实做事风格。作为在艰苦行业奋斗的卓越女性，背后承载着很多不为人知的放弃和割舍，对家庭、对生活、对个人……然而金梅林明白，人世间的的美好梦想，只有通过付出才能实现。“了解疫病带来的困苦，才能与企业、农民零接轨，实现科研成果落地、生根、发芽并结出果实”。心怀科研报国、产业报国、科技兴国的梦想，金梅林扎根沃土、勇于创新，唱响着新时代的农林科研工作之歌。（雷正林）

金梅林：坚守在疫病防控一线的“巾帼精英”