

坚持企业主导、持续合作创新 构建符合区域发展规律的产学研合作体系

毛光烈

党的十九大提出要“深化科技体制改革,建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系”。在新的形势下,深化体制机制改革,构建符合区域发展

特色发展之路成效显著

在新昌,除了风景名胜,令人称奇的就是其产业层次以及庞大的上市公司群。新昌特色的产学研合作创新发展之路带动了当地的创新发展,其主要成果有以下几个方面。

一是支撑了企业的高水平发展。例如浙江大学化学工业工程学院陈志荣教授以及李浩然教授带领研究生团队,与企业研发团队合作创新28年,攻克了超微化技术等一系列的难题,登上了全球四大维生素厂商的宝座,两次荣获国家技术发明二等奖。

二是促进了产品创新、工艺创新与企业的转型。企业主导产品的创新,促进了企业向科技型企业、向高新技术企业、进而向上市企业转型。目前,成功实现这样转型的新昌企业越来越多,其中中国高新技术企业达157家,占规模以上工业企业的一半以上;上市企业10家,最高市值达1800亿,国家发改委《长三角县域资本活力指数报告》显示,县级市中新昌县综合排名第三。

规律的产学研合作创新体系,一直是增强区域创新活力及驱动发展能力的重要推手。

新昌是浙江省绍兴市的一个山区小县,远离一、二线城市,看不见铁路和水路,更没有机场,外出只有一条高速和国道,吸引一流人才的优势相对比较弱。但几十年来形

三是加快了工业的数字化转型。在县委县政府的支持下,成功创造了轴承行业中小企业的“企业数字化制造、行业平台化服务”的模式,现在这个模式已在浙江省乃至全国推广。智能制造从轴承行业推广到了纺织、胶囊、汽配、机械配件等行业,到2020年将基本完成全县规模以上工业企业的数字化改造。

四是创造了新的投资环境。2017年森春机械在陀曼投资的帮助下,顺利完成了圆锥车间的数字化改造,建立了产品质量的数字化可追溯系统,月人均产值从4.85万提高到了7.05万,客户的信任度与接单能力显著提高。这引起了全球著名轴承企业斯凯孚公司的注意,经过深入考察,斯凯孚认为新昌轴承的产业链完备、数字化创新能力突出、投资发展潜力巨大,果断决定在新昌投资1亿美元建立球轴承生产基地和研发中心。

五是加快了企业研发团队的培养。在高校、科研机构一流科研团队的带动下,

成的“坚持企业主导、持续合作创新”产学研合作创新发展之路,不断驱动着新昌经济结构调整与转型升级。2014年,新昌被浙江省政府确定为全省唯一的科技体制综合改革试点县;2018年新昌被列入首批国家创新型县市建设名单。

通过数百个课题的合作研发,新昌企业自身研发团队的技术研发能力、研发协同能力、课题管理能力不断提升,研发力量不断得到补充,研发水平不断得到提高。新昌诞生了拥有百人计划人才的研究院25家,规模以上工业企业全部建立了研发团队。

六是促进了大学工程类专业研究生的教育改革。浙江理工大学的胡旭东教授带领的研究生团队与全县80多家纺织、轴承企业建立了合作关系,创造了“基础理论学习在理工、实习实践与科研在新昌”的工程研究生的培养模式,带出了一批又一批既懂理论又能解决问题的工程类研究人才。

这种培养模式与新昌经验引起了关注。相关部门到新昌调研,要求全面推广工程类研究生的培养模式,导师晋级的考核方式、研究生毕业成绩评价体制改革的经验;批准了浙江理工大学在新昌创办研究生院,目前在新昌参与一线实践与科研的研究生已达到30多名。

发展经验吻合产业创新逻辑

坚持企业主导、持续合作创新的新昌之路,之所以取得成功,其原因在于以下几点。

一是切合了企业创新的实际。企业发展需要创新的内容是十分丰富的,既需要研发新材料、新装备,又需要研发新工艺、新技术;生产一个新产品,既需要机械设备、模具、工夹具的研发,还需要产品检验检测技术与工艺的研发;既需要产品的设计开发,又需要产品小试、中试、规模化生产的验证;既需要物理成型技术的创新,还需要数字技术、人工智能制造技术的创新;既需要核心技术与关键技术的自主创新,还需要与其他各项技术进行集成创新。上述的创新往往需要各类专业研发团队参与,缺一不可。任何一家企业都不可能把这么多的专业与学科的研发团队都在企业内部建立起来。因此,在坚持依靠自己研发团队创新的同时,加强与外部具有各自专业优势的研发团队合作创新,就成了切合企业实际的必然选择。

二是抓住了合作创新的根本。科技创新靠人,最根本的是靠研发团队。新昌企业的合作创新,始终把大学与国家大型研究机构中的博士生、硕士生导师带领的研究生团队作为合作对象,摒弃了简单找高校校长、大型研究院院长签约的做法。与这些研究团队以“课题制”方式的研发合作,既发挥了他们的长处,又满足了研究生与导师团队还要承担教学及其他任务的需要。通过长期

的努力,平时在新昌企业搞研发的研究生团队达20多个,多的时候高达80多个。近两年来,仅浙江大学研究生团队承担新昌企业的课题就达20多个,研发经费超过1亿元。高校与大型研究机构的研究生团队成了助推新昌企业研发创新的生力军。

三是满足了优势互补、成果共享的各方要求。坚持长期合作创新,必须要换位思考,必须以“优势互补、成果共享”为前提。研究生团队缺课题缺研发经费,新昌的企业就立课题给研发经费。除了90%的研发经费由企业提供外,新昌县财政亦加大了创新投入。自2014年以来,新昌研发经费投入占GDP的比重始终保持在4%以上,2018年达4.29%,此外还斥巨资为研究生团队购置实验设备,建设实验室,并提供小试、中试生产作业团队与车间。创新成果共享机制是持久合作的保证。

四是顺应了互联网创新的时代潮流。互联网时代创造了第五种科技创新的范式,形成了“大众创新、群智创新、合作创新、协同创新”等新模式,为“专业团队与非专业团队的合作创新”创造了新平台。新昌企业的“持续合作创新”的模式顺应了利用互联网合作创新、协同创新的潮流,因而显得更有生命力。

五是契合了“创新靠坚持”的法则。科学的发现发明、技术创新是一项从已知到未知的探索性事业,其中遭遇失败与挫折总是难免的;相反试错可能是成功之母,关键的

一条是靠宽容失败与坚持下去的执着。“坚持企业主导、持续合作创新”的新昌之路之所以获得成功,还在于新昌企业对创新失败的包容、对合作创新的坚守。对创新失败的包容与坚守,也是高校、大型研究机构的研究生团队愿意与新昌企业持续十年、二十多年长期合作创新的“秘诀”,并因此形成了长期合作创新的友谊与文化。

六是有良好的领导与体制法治保障。新昌产学研合作创新体系的形成与诞生,除了新昌的企业家、高校等研究生团队的贡献外,新昌县委县政府坚持抓科技体制改革不放手,为其提供充分的制度保障亦是一个重要的原因。为了确保“企业主导、持续合作创新”的顺利进行,新昌县大胆推进了科技创新的领导制度改革、引进人才用好人才的制度创新、财政科技投入体制改革、政府科技管理制度与奖励制度的改革,完善了知识产权的保护体制机制、公共科技服务模式与管理体制的创新,加强了科技创新领域信用制度建设,出台了一系列政策举措。

综上所述,新昌坚持企业主导、持续合作创新,无疑是一场结合实际贯彻党的十九大精神之创新之举与实践之举,对于远离一、二线城市的全国各县(市)来说,具有相当价值的借鉴作用。

(作者系浙江大学工程学院兼职教授,浙江省人大常委会原党组书记、副主任)

■ 广告

多沙河流水利枢纽工程泥沙设计关键技术

为黄河高质量发展保驾护航

黄河是中华民族的母亲河,孕育了中华文明。黄河流域构成了我国重要的生态屏障,是我国重要的经济地带,是打赢脱贫攻坚战的重要区域,在我国经济社会发展和生态安全方面具有十分重要的地位。破解多沙河流工程泥沙设计问题,建设重大水利工程调控水沙,是支撑黄河流域生态保护和高质量发展的关键。

工程泥沙设计是多泥沙河流水利枢纽设计的重要内容,贯穿枢纽设计全过程,是枢纽调度运行的基础,是开发目标实现的关键所在,是工程安全和效益发挥的保障。泥沙淤积上延会导致移民社会问题,库区泥沙淤积导致库容效益受损,浑水压力超标导致坝体受力破坏等等,工程泥沙设计如果处理不当,影响是全方位的。三门峡、小浪底为我国百公斤级以上高含沙量河流水利枢纽工程泥沙设计积累了丰富的经验。但是,在百公斤级以上超高、特高含沙量河流建设水利枢纽工程,工程泥沙设计仍面临淤积形态设计、库容修复再生、枢纽安全防护等问题。

黄河勘测规划设计研究院有限公司、天津大学、中国水利水电科学研究院、清华大学、华北水利水电大学等5家单位联合承担的“多沙河流水利枢纽工程泥沙设计关键技术及应用”项目,依托多沙河流重大工程设计、国家自然科学基金、专题研究等20多个项目,针对多沙河流水利枢纽工程泥沙设计面临的问题,进行理论创新、技术攻关及实践应用,形成了系统的多沙河流水利枢纽工程泥沙设计理论方法及关键技术体系,系统解决了高、超高、特高含沙量河流水利枢纽工程泥沙问题。

理论创新:发展了工程泥沙设计理论方法

为明晰其机理,更加科学地指导工程

泥沙设计,项目探明了“水库—河道”联动机制、输沙能量转换机理,创建了水库拦沙能力计算新方法,为拦沙库容设计提供了理论基础;构建了库区泥沙冲刷临界形态计算公式,通过了三门峡等水库的实践检验,为库区泥沙淤积形态设计提供了理论基础。针对不同含沙量级河流工程泥沙设计面临的难题,创新了淤积形态、淤积库容修复、大坝安全防护等设计指标与设计方法,形成了工程泥沙设计标准(GB/T 51280—2018)。

技术突破:攻克百公斤级以上含沙量河流工程泥沙设计难题

研发了多沙河流水库淤积形态与库容分布耦合设计技术

研发团队调查了40余座水库,深入研究了库区泥沙淤积规律,识别出库区干支流泥沙交互存在沿程入汇、分层倒灌、蓄泄吐纳、侧向驱动四种基本模式,建立了库区干支流泥沙交互四种基本模式及其与泥沙淤积形态响应关系。研发了库区泥沙全交互耦合模拟模型,经过三门峡、小浪底、刘家峡、巴家嘴等水库实际检验,提高了计算精度。

多沙河流水库拦沙运用过程中,滩槽同步抬高,拦沙结束后形成“高滩深槽”的形态。正常运用期水库淤积具有“死滩活槽”的特点,槽库容有冲有淤,高滩深槽为淤积形态底线。传统水库淤积形态设计按“高滩深槽”配置库容,存在库容设置不足的风险。项目构建了“高滩深槽、高滩中槽、高滩高槽”完整的淤积形态设计技术,提出了“深槽调沙、中槽兴利、高槽调

洪”的库容分布设计规则,实现了拦沙库容、调水调沙库容、兴利库容、防洪库容的分布与淤积形态耦合设计,突破了传统的设计方法,避免了库容设置不足的风险。

水库回水改变了库区自然环境和社会环境,需要迁移居民,淹没了农田、房屋、道路等设施,水库回水估计不足将会诱发社会问题。对水库回水计算采用的水库泥沙淤积基地边界不明确,可能导致移民回水超出设计范围。项目提出了基于高滩高槽推算移民水位的新方法,消除了以往设计方法推算移民水位可能偏低的设计风险,确立了水库淹没水位设计新规则。

创建了多沙河流水库拦沙库容再生利用技术

多沙河流建设水库主要通过拦沙实现对下游河道减淤,拦沙库容淤满后即失去拦沙减淤功能。为持续发挥水库拦沙减淤效益,项目提出在死水位以下创造坝前临时泥沙侵蚀基准面,实现部分拦沙库容再生利用的设计理念,实现“死”库容“不死”。

针对超高含沙量河流水库拦沙库容淤满后无法重复利用的问题,提出在正常泄流排沙孔以下增设非常排沙底孔,发明了孔洞空间布置、泄流规模等设计技术,为在死水位以下快速形成临时泥沙侵蚀基准面,实现拦沙库容再生利用创造了工程条件。

结合泾河东庄水库(年均含沙量140kg/m³)水沙特性,提出低位非常排沙孔洞采用“相机泄空,适时回蓄”的调度方式,并确定了启用的水沙条件、泄水流量、回蓄时机,新技术实现了水库拦沙库容恢复20%以上,并永续利用。三门峡水库曾陆续打开8个施工导流底孔,泥沙侵蚀基准面由300m降低至280m,拦沙库容恢复

5.55亿m³,证实了降低侵蚀基准面可有效恢复拦沙库容,为拦沙库容再生利用提供了实践依据。小浪底水库调度采用新理念,2018年7月洪水调度恢复拦沙库容1.86亿m³,2019年7月洪水调度恢复拦沙库容2.56亿m³,为拦沙库容再生利用提供了运用实践基础。

创建了特高含沙河流水库水沙分置开发技术

目前河流上修建水利枢纽工程多为单库开发模式。在年均含沙量200kg/m³以上的特高含沙河流上开发具有供水功能的水库,水库汛期若蓄水满足供水要求,极易造成库区严重淤积,水库有效库容难以保持;水库要保持有效库容,汛期必须有一定敞泄运用的机会,供水任务就难以保证。单库开发模式无法满足供水保证率要求。如何开发利用特高含沙河流水资源,对水利工程师们提出了巨大的挑战。

面对挑战,研发团队开拓思路,积极创新,创建了特高含沙河流干流大库调控泥沙、调蓄水库调节供水的并联水库水沙分置开发模式,实现了特高含沙量河流重大工程的安全运行,开辟了特高含沙量河流重大水利工程开发新途径。针对并联水库兴利库容联合配置问题,创建了供水保证率、引沙量、工程投资、经济效益等评价体系,研发了并联水库“径流调节库容—泥沙调控库容”联合配置模型,建立了并联水库兴利库容联合配置设计技术,科学确定了两库兴利库容规模,保证了供水安全。

研发了多沙河流水利枢纽工程安全防护技术

多沙河流水库大坝坝面受高含沙水流侧向压力,浑水容重远大于清水,浑水侧向压力甚至可能超过水下淤沙的侧向

压力。研发团队深入分析了已建水库坝前上万组次的含沙量垂向分布资料,研发了基于水沙两相流理论建立的坝区三维泥沙数学模型;突破了高、超高、特高含沙量水流的试验技术,构建了坝区物理模型。开展了不同来水来沙和运用组合条件下数学模型计算和物理模型试验,探明了坝前含沙量剖面分布规律;提出了基于不同工况的枢纽上游坝面浑水压力计算方法,使大坝浑水压力计算更趋科学合理。

目前泄水道设计时抗水力劈裂和抗磨蚀很难兼顾。针对这一问题,项目发明了内衬为抗磨蚀混凝土的泄水排沙孔洞新结构,并通过在常规混凝土中加入自主研发的YREC超疏水外加剂、硅粉、玄武岩纤维等,研发了超疏水高强纤维抗磨蚀混凝土新材料,解决了抗磨蚀与抗水力劈裂相统一的问题,减少开裂面32%。

推广应用:促进工程泥沙设计技术进步

项目攻克了多沙河流工程泥沙设计问题,形成了系统的工程泥沙设计理论方法及关键技术体系。如今,项目成果经三门峡、小浪底等工程实践检验,已成功应用于黄河古贤、泾河东庄、甘肃省马莲河、巴家嘴—五台山联合供水等重大工程设计。

古贤水利枢纽工程是黄河水沙调控体系的七大控制性骨干工程之一,控制了黄河60%的泥沙和80%的粗泥沙,年均入库含沙量28kg/m³,坝高215m,总库容129.4亿m³。项目提出的淤积形态和库容分布耦合设计技术、移民设计新规则等,成功应用于古贤水利枢纽,实现23.4亿m³

拦沙库容重复利用,增加下游减淤量12.9亿m³。

泾河东庄水利枢纽是黄河水沙调控体系重要支流水库,渭河流域的防洪减淤控制性骨干工程,是在超高含沙量河流上建设的高均质土坝。采用水沙分置和并联水库兴利库容联合配置技术,工业供水保证率由56.6%提高到95%,农业保证率由0%提高到86%,新增供水量为41.55亿m³。

甘肃省庆阳市马莲河水利枢纽工程年均入库含沙量280kg/m³,是在高含沙量河流上建设的高均质土坝。采用水沙分置和并联水库兴利库容联合配置技术,工业供水保证率由56.6%提高到95%,农业保证率由0%提高到86%,新增供水量为41.55亿m³。

巴家嘴水库是甘肃省庆阳市的大型水源工程,水库年均入库含沙量为220kg/m³。采用水沙分置开发技术,新建了五台山调蓄水库并联合巴家嘴水库供水的改造方案,破解了汛期供水和泄洪排沙的矛盾,保障了庆阳市居民供水安全。巴家嘴—五台山联合供水工程于2015年7月开工建设,当前已建成运用。城镇生活用水保证率由55%提高到95%,农业由无法供水提高到50%,新增供水量为24.75亿m³。

项目研究成果还应用于高校教学和国际泥沙交流培训等,推动了水力学及河流动力学、水利水电工程学科发展,促进了工程泥沙设计技术进步,开启了在百公斤级以上含沙量河流上建设重大水工程的先河,为黄河流域生态保护和高质量发展这一重大战略实施提供了技术支撑。

(本文作者:李杰 陈翠霞;文中数据来源:黄河勘测规划设计研究院有限公司、天津大学、中国水利水电科学研究院、清华大学、华北水利水电大学等)