

# 余成群：用科技守护高原草业

□ 本报记者 马爱平

## ■ 一片绿叶

### 三项水回用领域国际标准提案获立项

科技日报讯(陈卓 胡利娟)11月2日,从首次在中国召开的“国际标准化组织水回用技术委员会第三次全体会议”上获悉,《集中式水回用系统设计指南》《集中式水回用系统管理指南》和《再生水安全性评价指标与方法指南》等3项国际标准提案,成为我国水回用领域首次获得立项的ISO标准提案。

本次会议由国家标准化管理委员会主办,清华大学、中国标准化研究院等联合承办。“国际水回用”论坛同期举行,国内外相关专家围绕水再生利用与标准化工作的发展需求和趋势,进行了深入探讨。

### 丰台园入选国家应急产业示范基地

科技日报讯(记者宋莉)2015年度国家应急产业示范基地评审工作近日结束,丰台园等7家单位入选首批国家应急产业示范基地。

应急救援产业是丰台园的重要支柱产业,园内有国内首个应急救援产业技术创新战略联盟,为200余家成员单位搭建联合创新开发平台,促进应急领域代表性的企事业单位、高校和科研院所等,开展一系列重大的技术协同创新活动。在应急救援科技创新园和产业园规划建设基础上,以新兴际华集团为主体,以应急产业高端要素集聚发展为核心,丰台园积极推进“安全谷”建设,加快形成应急救援现代服务产业集群、应急科技与服务基地、应急产业领军人才培养基地、应急产业对外交流合作平台。

世界屋脊,是余成群团队的舞台。中科院地理资源所研究员余成群,虽然单位在北京,但是,北京很少能够看到他的身影。“这辈子算是交给西藏了。”余成群这样说。

20多年来,为推动高原草业科学与农牧业可持续发展,余成群风雨兼程,在西藏高原地区兢兢业业的带领团队,先后主持国家科技支撑计划、中科院STS西藏农牧民增收项目、西藏科技厅重大专项、国家星火计划等重大任务。

如今,余成群在高原草业科学研究方面积累了大量成果,成为西藏地区草业科学研究的学术带头人。

### 西藏草业特殊

提起西藏草业,凭借多年的科研经验,余成群说,在西藏农牧民收入格局中,缺乏增收渠道的局面仍未明显改善。就全国的发展趋势来看,转移农区剩余劳动力、提高工资性收入是促进农民增收并最终实现农业可持续发展的关键。

“但西藏农区劳动力转移中非农就业机会少,出行、等待成本高,缺乏竞争力,外出就业有风险,农牧区劳动力轻易不外务工。鉴于农牧民增收的迫切需求,提高农牧

业生产水平,增加农牧业产业链就业能力,增加家庭经营收入,比单纯地向城镇转移剩余劳动力更具现实意义。”余成群说,这一趋势是与内地农民增收截然不同的,内地农民增收模式在西藏无法完全复制。

不可忽视的是,西藏农区畜牧业以作物秸秆为主要饲料来源,低层次的农牧结合广泛存在,科技含量低,规模小,畜牧业生产效率难以发挥。饲草短缺和养殖效率低下成为限制农区畜牧业发展的主要因素之一。

引入科技要素提高饲草产量和草畜转化效率,是西藏农区畜牧业实现可持续发展的关键和核心。从实际情况出发,西藏需要把技术、经济、社会和环境等综合目标整合在一起的农区畜牧业可持续发展技术体系。

“西藏天然草地面积比内蒙古大,但是内蒙古2010年畜牧业总产值822亿元,比西藏天然草地面积少3000公顷的新疆2010年畜牧业总产值为376亿元,而西藏2010年畜牧业总产值仅为49亿元;内蒙古、新疆的打草量分别是西藏的30倍和55倍。”余成群说,由此可见,西藏畜牧业发展滞后的一个重要的原因是草产业发展的滞后。西

藏要大力发展草业畜牧业、提高农牧民收入,就必须以草业的大发展为基础。

为推动西藏畜牧业发展,“十一五”期间,科技部立项实施了科技支撑计划“青藏高原优质牧草产业化关键技术研究与示范”,引进中国科学院、中国农业科学院、中国农业大学、南京农业大学等科研机构,与西藏自治区农牧科学院合作,组建项目实施团队。

这一团队在高原草业科学研究体系建设、高原河谷地区草业技术研发与推广等方面取得重大成果,成为西藏高原草业工程技术研究中心的雏形。

### 注入科技力量

2010年,中国科学院和西藏自治区相关单位联合共建西藏高原草业工程技术研究中心。它是西藏高原地区草业学科体系建设和草业技术研发、推广的重要力量。

目前,草业中心核心团队成员共23人,来自区内外十余家高等院校、科研机构,其中高级职称17人,中级职称6人。团队成员包括西藏地区草业科学的学术带头人和中青年科研力量,其中中国科学院现有关键技术人才1名,中国科学院“百人计划”1名。



眼下,新疆哈密东天山披上银装,绵延数百里的松涛林海在暖阳的映照下绚丽多彩,分外妖娆。图为11月2日,羊群在新疆哈密东天山山下觅食。(新华社发(李华摄))

## 立升超滤膜技术将在俄罗斯推广

科技日报讯(记者马爱平)近日,第七届中国对外投资合作洽谈会在北京展览馆举行。洽谈会上,中国立升公司与俄罗斯Ecolos集团完成签约仪式,双方即将在俄罗斯建设总投资超1亿美元的净水设施,为居民提供优质饮用水。

俄罗斯虽然拥有全球将近1/4的淡水资源,但供水管道老化及磨损非常严重,当地的自来水管大多铺设于上世纪五六十年代,经过半个多世纪的使用,运行情况和水质令人堪忧,很多国民仍饮用不到干净的自来水。

此外,俄罗斯绝大部分地区的自来水处理方式比较落后,在以超滤膜为核心技术的组合工艺为主要特征的膜时代,俄罗斯尚没有一家膜

“我们团队重点攻关西藏野生牧草驯化选育与主栽牧草种子繁育、牧草栽培、草产品加工、牲畜健康养殖等草业关键环节的技术瓶颈。”余成群说。他和项目组承担了西藏重大科技专项“饲草产业专项”,中科院科技服务网络计划项目及多项草业科技支撑计划、星火计划、成果转化项目,建立了典型农业村、半农半牧村、农林牧结合村现代农牧业示范基地,促进了高原地区草业科学研究与农牧业发展转型的结合。

项目自2011年在岗堆镇建立产学研示范基地,余成群带领项目技术小组专家武俊喜、孙维、沈振西、钟志明等,通过与当地农牧民、村委会领导班子,田间地头走访调研,不断摸索建立饲草产业化技术在西藏农区落地生根的有效方式和途径。

他们建立了“培育一个农牧民新型合作经营组织,因地制宜构建一套集成适用的饲草产业化技术体系,培养一批关键技术岗位人员和推广一些有效新方法、新途径和新模式”的促进农牧民增收工作框架。

目前,项目组在2012年帮助吉纳村注册成立了吉欧合作社,注册资金34.84万

元,资金来源于16位发起人的牛、羊折价。合作社的规模化、产业化生产,显著提升了吉纳村及周边村畜群周转速度。合作社利用产业化经营优势,有效提高了社员农畜产品商品化率,2013年,附近村民出售羔羊、架子1000余只,社员利润分红30余万元。

此外,项目组在白朗村和章麦村等地因地制宜成功建立了新模式,显著增加农牧民收入;2013年,三个示范村参与中科院STS计划项目的415户实现新增经济收益88.3万元,不含项目劳务增收21.8万元,户均增收2128元,其中新增现金收入45.8万元,占新增总收入的51.9%。

“农户在项目实施过程中,通过不断的参与项目各环节示范工作,以及项目组多次召开项目沟通会和组织技术培训,农牧民实现了观念上的四大转变:以前天然放牧草地只靠天养,现在实现天然草地退化恢复、治理和重建并举;以前或者重农轻牧或者重牧轻农,现在农牧结合,优势互补;以前养羊以卖羊毛为主,载畜量高出出栏率低,现在肉肉并重,品质至上;以前重生产轻生态,现在是生产生态协同优化提升,实现双赢目标。”余成群说。

这种“分散式膜法水处理技术”的应用经验完全可以复制到俄罗斯中小城市的饮用水项目中,这对于超滤膜的推广和应用来说,无疑又向前迈进了一大步。另外,据权威数据显示,立升在膜应用运营市场的占有率高于陶氏、西门子等世界知名500强企业,稳居第一。在国内采用膜材料为深度处理工艺的自来水厂项目中,使用立升超滤膜的占了三分之一以上。

立升超滤膜技术,以超滤为核心技术的组合工艺成为第三代城市饮用水净化工艺的主要特征,这种第三代自来水处理工艺改变了传统自来水处理工艺,已经成为自来水处理的成熟技术。此次立升公司与俄罗斯Ecolos集团公司的战略合作是中国膜分离企业第一次从以往的产品输出转向技术输出,利用自身的核心技术优势走出国门,解决国外中小型城市老水厂改造及居民饮水安全的范例。

## 特高压6250A直流输电换流阀 填补多项国际空白

### 项目创新点

许继集团作为国内重要的换流阀研发生产企业,参与了我国已建成和正在建设的全部特高压直流输电工程换流阀技术研发与产品供货任务,为6250A换流阀关键技术突破奠定了坚实基础。

按照国家电网公司的统一部署,许继集团积极组织科研团队开展技术攻关,突破了众多技术难题,历时8个月成功研制出世界首个额定电流6250A的特高压直流输电换流阀组件,并于2013年9月率先完成运行试验验证。本成果主要技术指标居世界第一:额定电流6250A,过负荷电流6238A,耐受故障电流63kA。

项目在元器件散热、宽频建模、水路设计、冗余设计、多源合成试验等方面取得了一系列自主创新成果。

### 主要创新点

1. 提出了大电流条件下换流阀散热的冷却优化设计方法。采用多物理场耦合仿真工具对换流阀冷却系统尤其是晶闸管以及阀侧和电抗器的水路系统进行电场、磁场以及热场仿真分析,提出冷却优化方案,以保证换流阀在额定功率及过负荷等特殊工况下的可靠运行能力。

2. 提出了大电流条件下换流阀的优化设计方法。研究了大电流条件下换流阀的电气性能、机械性能、热性能以及绝缘材料的老化性能。

3. 提出了换流阀关键元器件优化设计方法。关键元器件设计中,晶闸管、阀电抗器和散热器采用新的设计方法,确保元器件满足特高压大电流的运行条件。

4. 提出了特高压6250A换流阀绝缘配合优化设计方法。采用仿真计算和试验相结合的方法,研究了不同设计策略对最大电场强度、起晕电压、电压应力、电流应力、制造成本、阀及阀

厅尺寸、可靠性等的影响。通过优化设计,大大降低了双阀组串联换流阀的绝缘水平,节约了成本,减小了阀厅尺寸。

5. 提出了换流阀高效冷却方法,发明了基于多列直通流式散热结构的换流阀串并联水路结构,克服了并联水路结垢和串水路散热效果差的缺点,实现了高效散热和无结垢的统一。

6. 提出了阀控设备同步触发优化设计,解决了特高压条件下大规模晶闸管串联同步触发技术难题,做到了单阀内90个晶闸管触发时差小于1μs。

7. 首次在6250A阀控设备上实现接口信号录波功能,能够实时记录换流阀状态参数,以及阀控接口信号,便于现场故障的快速定位。

8. 基于换流阀运行试验等效机理,采用多源合成试验方法研制出国际上综合试验能力最强(运行电流6.5kA,短路电流65kA)的换流阀合成试验回路。

产品通过了运行型式试验和绝缘型式试验,获得授权专利9项,受理专利20项。

### 社会效益

±800kV/6250A特高压直流输电工程额定输送容量可达10000MW,能够大大提高现有特高压直流输电工程的电力输送能力,能够以高效环保的输电方式,减少输电走廊占地面积,提高输电效率,降低输电成本,满足国家大气污染防治方案的贯彻执行,并能作为全球能源互联网的有利实践工具,积极响应国家“一带一路”发展战略。

国家电网2020年前规划建设27回特高压直流输电工程,其中包括锦屏—泰州和上海庙—山东两条特高压6250A直流工程。此外,国外新兴经济体俄罗斯、巴西、印度、巴基斯坦等国家也规划了容量可观的特高压直流工程,由此可见,6250A特高压直流输电换流阀发展前景十分可观。

通过6250A特高压直流输电换流阀项目的技术攻关与产品创新,许继集团获得了其核心技术,研发出具有完全自主知识产权的6250A换流阀产品。在完善国内自主化特高压直流输电换流阀设备产业链的同时,进一步巩固了我国特高压直流输电换流阀技术和产品国际领先的优势地位。(范彩云 刘望)

## 推动行业技术进步 支撑构建能源互联网

——记国网智能电网研究院“先进输电技术实验室”

9月30日,科技部发布“关于批准建设第三批企业国家重点实验室的通知”,国网智能电网研究院“先进输电技术实验室”被批准建设第三批企业国家重点实验室。这项国家级资质的取得,得益于国家特高压和智能电网的加快建设,得到了国家电网公司的极大支持,也离不开实验室全体工作人员的辛勤努力,对于未来提升国家和行业的关注,获取更大支持力度,促进柔性直流输电、灵活交流输电、直流电网等先进输电技术和大功率电力电子器件、电工新材料等基础技术的发展具有重大意义。

### 潜心积累

“先进输电技术实验室”是国家电网公司最早开展直流输电和电力系统电力电子技术研究的科研试验机构,重点围绕特高压直流输电、灵活交流输电、柔性直流输电及直流电网等领域,开展装备、器件、材料、试验、系统集成等基础共性技术研究。经过十余年发展,实验室积累了丰富的技术装备和科研人才资源。建成了大功率电力电子、柔性直流输电仿真、灵活交流输电仿真、电力电子器件、输电用工程材料等5大科研试验平台;形成了“高压直流输电技术与装备”“国家科技创新团队和基于可关断器件的灵活交流输电装置及应用”“电力系统压接型电力电子器件及串联应用、新型工程材料研究及应用”等3个国家电网公司科技攻关团队;培养和引进了大批国内外高水平专家,其中,IEEE FELLOW(电气电子工程师协会会员)1人,享受国务院特殊津贴专家6人,“千人计划”专家6人,新世纪百千万人才工程国家级人选1人。

作为实验室主任,汤广福怀有一个炽热的梦想,那就是通过自主创新,不断探索先进输电技术,在直流输电、灵活交流输电、直流电网等领域提高电网智能化水平,让中国引领世界输电技术的发展。但在十余年前,静止无功补偿器、可控串联补偿器、直流换流阀等设备基本依靠国外引进,即使获得设计图纸都要花费巨资,核心技术更是严

格保密,国外电气巨头们的实验室不允许外人参观。国内外技术水平的巨大差距,使他深深地意识到,只有掌握核心技术,才有可能抢占未来发展的主动权和技术制高点,而自主创新是唯一的道路。就是这样的信念,使他和第一批实验室人员走上了那条坎坷曲折、饱含艰辛但沿途充满无限风景的探索之路,并在后来不断吸引着怀有同样梦想的年轻人加入,使队伍不断发展壮大。

### 突破创新

近年来,实验室把握特高压和智能电网建设契机,取得了一系列重大技术成果,实现了示范应用和转化推广,有效支撑了电网发展。

2004年,国内第一个电网静止无功补偿工程——鞍山红一变工程正式投运。2009年,建成了涵盖灵活交流输电装置和高压直流换流阀试验能力的“电力系统电力电子实验室”,一举打破了ABB、西门子等跨国公司电力电子试验方面的垄断,成为国内国际上试验参数最高、试验能力最强、试验功能最齐全的大功率特高压专业实验室。

2010年,成功研制世界首套±800kV/5000A特高压直流换流阀,并在多条特高压直流输电中实现示范应用和转化推广。打破了跨国外近半个世纪的核心技术垄断,创造的年产值超过10亿元。在此基础上,成功研制±1100kV/12GW特高压直流换流阀工程样机,为后续更高电压、更高容量直流输电工程建设提供了关键技术和核心装备基础。

与国外同步启动模块化多电平(MMC)柔性直流输电技术研究,开辟了全新技术路线,掌握了全系列关键技术,于2011年建成亚洲首条柔性直流示范工程——上海南汇工程;2013年,成功研制世界首套±320kV/1000MW柔性直流换流阀,世界著名电力试验认证机构——荷兰KEMA实验室高度评价这一成果:“是超高压电网发展历程中的重要里程碑”,目前,该成果已应用于世界电压等级最高、输电容量最大的双极柔性直流工程——厦门柔性直流输电工程。2015年,

实验室又成功研制出世界首套200kV高压直流断路器,解决了无自然过零点时直流故障电流可靠切断的“百年电力技术难题”,为未来直流电网建设提供了关键技术储备。

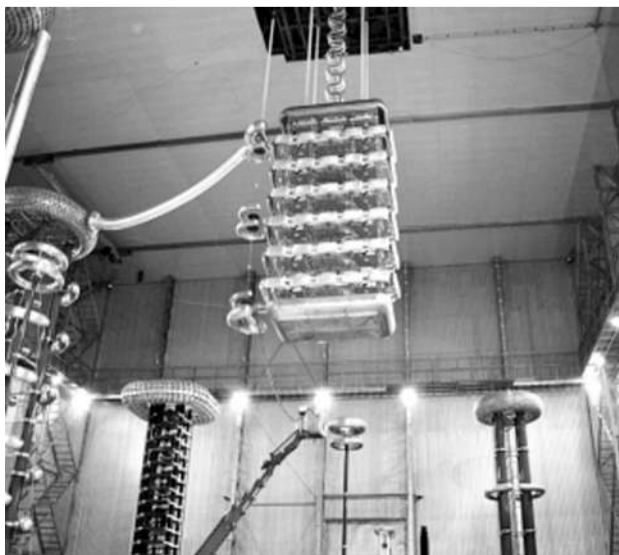
突破了750kV及以下灵活交流输电装备的共性技术,自主研制了静止无功补偿器、可控串联补偿器、可控并联电抗器、短路电流限制器、静止无功补偿器等多种灵活交流输电装备,并实现示范应用和转化推广。目前,静止无功补偿装置(SVC)已在我国和韩国、菲律宾等多个国家成功应用100余套。可控串联补偿器研制成功使国内工程招标价格下降30%以上,产品出口越南、巴西等国。2015年,实验室成功研制了目前世界上电压最高的统一潮流控制器(UPFC)样机,各项指标达到了国际领先水平,进一步强化了国家电网公司在灵活交流输电领域的技术领先地位。

在不断取得重大装备研发成果的同时,实验室坚持开展器件、材料等基础性研究并取得一系列创新成果,为未来新型电力装备研制和电网建设提供了技术储备。自主研制的高导电率扩管节能导线,率先开发出750kV及以下复合材料杆塔,成功研制了1200V—3300V系列硅基IGBT器件和国内单芯片功率等级最高的3300V/50A碳化硅二极管,实现示范应用。

### 着眼未来

成绩的取得非一时之功,发展的道路依然艰辛而漫长。过去的经验和结果很好印证了当初的选择。“先进输电技术实验室”要继续坚持自主创新的道路;围绕输电走廊利用效率提升、可再生能源远距离大容量传输等关键技术需求,加强特高压直流输电、柔性直流输电、灵活交流输电等领域的共性技术研究,发展直流电网基础理论,加快推进科技创新;探索建立实验室资源开放共享机制,采取吸引访问学者、对外联合开展科技项目和设立开放基金等一系列措施,吸引国内外知名高校、研究机构共同参与智能电网、全球能源互联网核心技术攻关,加强国内外学术交流,吸纳优秀青年专家和学术骨干加入实验室相关课题研究工作,培养和发掘优秀技术人才,着力实现机制创新。通过技术和机制两个维度的创新,实现关键技术突破,创造重大科技成果,持续加强成果转化与应用推广,努力发展成为国际一流的能源电力研究机构,推动行业技术进步,服务和支撑全球能源互联网构建!

(张新刚 邓鸿伟)



直流输电技术与仿真实验室