

# 以科技创新缔造行业标杆

## ——桂林电力电容器有限责任公司风雨兼程50年

林峰

人生三十而立,五十知天命。桂林电力电容器有限责任公司(以下简称桂容)走过风雨50年,通过发挥企业创新主体作用,缔造了电力电容器行业的标杆,收获了包括国家科技进步特等奖在内的丰硕成果。

3月桂林春来早,桃花开了梨花开。在电力电容器生产企业的厂房内,沿着光亮如镜的不锈钢通道进入整洁的车间,一排排世界级先进水平的全自动卷制设备整齐有序的转动着,4条自动化流水装配线,将特高压输电关键设备之一的电力电容器单元一个个制造出来。在超净定制的卷制间,穿着白大褂的工人埋头忙碌着,就像是医生正在做着严谨精细的手术……这里是桂容公司2009年投产的电容器核心生产车间,这一枚枚精细化程度极高的电力电容器单元,集多项自主知识产权于一身,不仅是桂容人引以为自豪的产品,更是他们发挥创新主体作用,以科技缔造行业标杆的一个缩影。

### 诞生于山洞中的“三线”工厂

60年代中后期,风景如画的桂林,第一代桂容人在荒郊野地白手起家。当时第一机械工业部按照中央“加强三线建设”和“靠山、分散、隐蔽”的方针,决定从苏联援建的西安电容器厂抽调一批中青年骨干,在桂林市风景名山——屏风山的碧山洞内建设中国第二家电力电容器厂。这也是中国自主设计的专业电力电容器生产企业,年产量为100万千瓦。

屏风山的碧山洞洞体开阔,山体稳定,水源充足,洞底平面高于最高洪水位,山周边是荒地占用耕地较少,附近还有桂林市第四中学、桂林冶金地质学校,且距市中心仅3公里,所以既符合“靠山、分散、隐蔽”的方针,又符合“有利生产、方便生活”的建厂要求。桂容的工人们,白天自己拿起扳手安装机器,晚上又操起铁铲修筑通往中心的马路建干路……

桂容的历程就是中国工业发展的缩影。从中国第一机械工业部直属企业,下放到地方成为地方国有企业,再转制成为以白云电气集团为主导的民营企业;从计划经济时代,走进市场经济时代,接受市场不断变化的洗礼;从建干路的山洞厂房车间,再到高新区现代化信息化自动化的新流水线;从上个世纪90年代举步维艰,到如今成为引领行业发展的龙头企业……经历多次波折的桂容屹立不倒,不断发展,背后正是几代桂容人的自强不息,同甘共苦,无私奉献。

在这风风雨雨50年中,有艰辛,有坎坷,更有桂容人一步一个脚印,顽强拼搏换来的辉煌成就。多年来,桂容的发展得到了党和国家领导人关怀和指导,时任国家领导人先后在自治区领导陪同下视察桂容。当下更是桂容人发挥自主创新主体作用,以科技缔造电力电容器行业的标杆,发展壮大成为中国电力电容器行业龙头企业的最佳时机。



晋东南—南阳—荆门1000kV特高压交流试验示范工程的百万伏互感器



糯扎渡800kV直流输电工程悬吊式直流滤波电容器装置



特高压并联电抗器通过10级抗震试验验证



先进的产品元件卷制机

### 创新驱动 人才为本 桂容强发展的基石

建厂初期,桂容只能生产一种产品。现在,桂容拥有49个系列超万种规格型号产品,并且多项技术打破国外垄断,成为行业的标杆。50年来,桂容人始终坚持“科技领先、质量第一”的理念,创造了中国电容器行业发展的一个个里程碑式的成就。50年来,围绕电力电容器的深层次研发、高科技试验、大规模生产,桂容不断在无功补偿、计量保护、电能质量治理等领域发挥着行业龙头的示范作用。

2003年至今,桂容公司的科技技术、生产规模、利税水平一直位列中国电力电容器行业前茅。桂容人深知,创新驱动不但是要研发产品,更重要的是建设创新平台。多年来,通过建设国内先进、完善的理化实验室,深入研究电容器基础材料的结构及性能,为产品整机研发提供设计参数;通过建设特高压试验大厅,全面解决特高压电容器高电压高绝缘、强电流电磁、重污秽、高海拔高抗震、低噪声等世界难题;通过搭建各种专业技术平台,与西安交通大学、桂林电子科技大学等多个科研院所合作,建立起了产、学、研、用相结合的合作机制,加快成果转化,提高自主创新能力。

人才也是创新之本,桂容人深知这一点。一直以来,桂容公司引进人才、培养人才、留住人才,通过加强对核心技术人员的激励,规划科研人才的发展通道,完善技术创新管理制度和技术创新奖励办法,落实高层次人才引进和培养制度,加大吸引骨干技术人才力度等一系列操作,形成了一支国务院津贴获得者、国家特高压重要贡献专家、八桂学者等优秀专家领衔的特高压研发、试验、生产团队。

人才建设和科技创新平台的协同发展,让桂容人展现出强劲的生命力。近年来,桂容公司在特高压直流输电工程、特高压交流输电工程、柔性直流输电工程、青藏线高原输电工程等电容器关键技术方面取得一批科技成果,拥有44件有效国家专利,其中发明专利8件;获得了2个国家、8个省部级、7个地市级科技进步奖;2009年、2012年分别获得国家科技进步一等奖、特等奖;2个核心专利分获第15、16届中国优秀专利奖。2015年获得了国家技术创新示范企业认定。2013年,桂容公司的特高压电容式电压互感器、特高压直流滤波装置、高海拔装置等37个产品,通过了由院士参与、国家能源局组织的国家产品鉴定,其中13个产品技术水平达到国际领先水平;并参与制修订国家标准、行业标准25个。

### 特高压电网发展中的“中国故事”

桂容50年,科技研发的故事太多太多,特别值得一提的,是桂容人在国家科技进步特等奖获得者、桂容公司总工程师梁琼,国家科技进步一等奖获得者、

公司总经理卢有盟,以及国家特高压重要贡献专家、公司副总工程师王增文等带领下,完成世界上最高电压等级的装备之一——1000kV电容式电压互感器研制的故事。

2004年起,为解决国民经济飞速发展所带来的电力供应长期紧张的局面,我国全面启动特高压电网发展战略,这标志着电力建设将扭转长期跟随国外发展的被动局面,将在国内外市场竞争中形成核心竞争力。

2005年,国家自主创新战略需要开展1000kV交流和±800kV直流输电设备研制,世界第一个特高压交流输电工程计划筹建。桂容人抓住机遇,在三位电容器专家的帮助下,进行电容器单元的深入研发,大胆创新成套装置。2007年,桂容公司成功中标晋东南—南阳—荆门1000kV特高压交流试验示范工程中电容式电压互感器及并联电容器、串联电容器。

特高压电网提出的电压等级是1000kV,是当时世界上运行经验较成熟的最高电压等级500kV的一倍。此电压等级及国产化要求一经提出,好似平静的水面投入巨石,激起了千层浪花,在全世界范围内引起强烈反响。毫无疑问,这是一项举世瞩目的工程,众多目光的注视中,中国的电力建设者们开始了攀登高峰的壮举。

桂容人闻声而动,率先攻克750kVVCVT,继而承担此项目的关键电力设备之一的1000kV电容式电压互感器(以下简称特高压CVT)和110kV并联电容器成套装置(以下简称特高压并联)的研制工作。

万事开头难,一切从零开始。研制工作最初,没有标准,没有样本,没有试验方法和试验条件,连一张参考图片都找不到……一切只能靠自己!靠自己积累的知识和经验,靠自己的摸索!

时间紧、任务重,要解决的关键技术问题很多。繁重的工作量,耗时、耗力、耗财……面对如此多的困难,

桂容人只有一个心愿:一定要成功登上电力设备的珠穆朗玛峰,为特高压电网建设研制出技术先进、质量可靠的特高压互感器和特高压并联。

在初定方案阶段,在进行电气性能的几个专题研究时,研制团队在梁总的带领下,首先,上北京、跑西安、去上海、到武汉,找一流设计院,找权威专家,虚心请教、共同探讨。其次,在计算过程中,不厌其烦地建模——计算——修改,反反复复,直到获得满意的结果。再者,根据桂容公司750kV超高压互感器成功经验,以及高电压试验方面的丰富经验,利用现有的试验设备,现有产品,一次次地进行模拟试验研究。

为获取第一手试验资料,卢总经理、梁副总、王副总亲自临特高压试验大厅,与研发团队人员一起,不顾强电磁场对身体带来的不适,在保证安全的情况下尽量接近试品,观测现象、记录数据,研究机理、找出规律。通过上百次的试验,终于找出最佳的试验布置、最安全的试验方法,得出最理想的试验方案,圆满地提交了一份操作可行、数据可靠的试验研究报告,为产品设计提供了基础的试验依据。

在设计阶段,王副总承担了最核心的电容器芯子的设计、计算,甚至天天挑灯画图,吃住在一现场。在他的感召之下,研制团队的60、70、80后们,凭着满腔热情和执着精神,秉承“没有最好,只有更好”的信念,大到总体方案设计,小到一颗螺丝钉的选择,无一不认真对待、精心设计。在那计算机还没普及的年代,凭着小小的计算器,计算出一组又一组数据,用丁字尺和铅笔,绘制出一张又一张的图纸。

一次次地满怀希望,一次次地被否定,没有气馁,没有失望,没有怨言,更不言放弃,一次次地重来,一步步接近胜利,每天都在紧张、忙碌中度过,直到设计出满意的技术方案。经过艰辛努力,完成了上千个零部

件的设计后,技术方案总算大功告成。技术方案经与专家们的多次设计联络会的讨论、修改,最终在国家电网公司组织的技术评审会上,得到了与会领导和专家的高度赞扬。

样机生产阶段,是实施产品技术方案的重要阶段。为此,卢总经理调动全公司的精英骨干,成立特高压互感器技术、工艺、质量、生产、试验的联合攻关团队,对特高压互感器全程跟踪;梁副总、王副总及其研发团队也不敢有丝毫放松,每天跟在生产线上指导、示范、观测、记录,以确保每一个零部件的生产都符合图纸要求,做到精益求精。尤其是在重要部件——特高压互感器瓷套的研制过程中,王副总和研发团队付出了大量的心血,他们蹲点在瓷套生产厂家,与瓷套厂技术员一起,从材料的配方——泥坯的制作——成品的烧结——试验过程都一把关、全程跟踪记录。经常在几度高温的烧结炉旁,观测瓷套的烧结情况,经常半夜起来巡视烧结炉的工作状况,最终制作出了满意的瓷套……

在大家的共同见证下,特高压互感器样机终于巍然屹立在人们面前了。当仰望十多米高的样机时,桂容人不禁热泪盈眶、激动万分。

然而,样机的成功,配方的配方——泥坯的制作——成品的烧结——试验过程都一把关、全程跟踪记录。经常在几度高温的烧结炉旁,观测瓷套的烧结情况,经常半夜起来巡视烧结炉的工作状况,最终制作出了满意的瓷套……

虽然在公司内部经过了多次的分体专题试验,又有750kV研究试验的经验,但由于验证试验电压更

高,因此出现更多更复杂的电磁场方面的技术问题,新一轮的考验又开始了。在制定试验方案时,从试验设备选择到试验布局等,桂容研制团队都反复研究、反复探讨,选择最佳方案;试验过程更是对试验人员身体素质、技术能力、反应能力、灵活程度等全方面的考验;研制团队对试验中出现的每一个异常现象,都进行认真分析,查不到原因,绝不放过。

在进行操作冲击电压耐压试验时,出现了异常放电现象,由于很长时间没找出原因,而惊动了国网公司的领导及专家。桂容研发团队与电网专家们一起,从理论到实际,作了各种分析,并对试验现场进行了仔细排查,想了各种办法,仍然找不到原因,大家非常焦虑,几乎处于绝望状态。研发团队承受着身体上的极度疲劳和精神上的巨大压力。40岁不到的王副总更是具体研发负责人,本来头发稀少的他,这时掉得更多了……当终于找出了问题所在,他用重庆家乡话说了句最朴实的话“可以睡觉了”。

第一台样机的试验圆满完成,国网公司领导及专家们对其提出了更高更苛刻的要求,桂容人对样机又进行了大幅度的改进,2007年9月,改进后的样机于又全部通过了全部试验。

2007年12月,3台样机在武汉特高压试验基地进行为期2年的挂网运行,情况良好。

### 引领特高压时代 做电力电容器行业“百年工匠”

经过几年努力,桂容人圆满完成了四大专题共十几个技术难题的研究工作,并提交了上千页的计算报告及研究分析报告;此外,还完成了特高压互感器技术标准中主要章节的编制工作,获得了一个发明专利三个实用新型专利,发表了多篇论文。巨大的成就赢得了国家电网公司相关领导及专家的好评。

2008年10月,特高压互感器通过了由国家能源局组织、变压器行业顶级专家朱英浩院士主持、使用单位国家电网公司以及相关国家专家参加的产品鉴定。特高压互感器的国产化率100%,产品的传递电压低、绝缘水平高、暂态性能优异、抗弯强度高、抗震性能强等主要性能指标达国际领先水平。专家最终鉴定结论:特高压互感器国产化率100%,各项技术指标达到国际领先水平。

至此,标志着特高压互感器研制圆满成功。我们成功地登上了电力设备的珠穆朗玛峰!

2009年1月6日,有桂容公司特高压互感器和特高压并联电容器挂网的,世界上首条特高压电力输电线路的成功投运,预示着由中国引领的特高压时代的到来。

由桂容公司主要参与研制的特高压电容式电压互感器作为特高压交流输电的核心装备,是特高压输电线路的保护与计量设备,打破了国外跨国公司的技术垄断,其核心参数达到世界领先水平。为此,作为主要参与单位之一,桂容公司获得“2012年度国家科技进步特等奖”。这也是目前唯一的一个电容器企业的殊荣。这一重要项目研究成果,后面成功应用于皖电东送、浙北—福州、锡盟—山东、淮南—南京—上海、蒙西—天津南、榆横—潍坊等特高压交流工程,涵盖了当前全部7个特高压交流工程。

持续不断的研发和人力物力投入,桂容公司的特高压产品从特高压互感器、特高压并联,发展到特高压串补、特高压直流滤波电容器、特高压RI电容器等几乎所有的特高压电容器及其相关产品,并参与了特高压工程——世界第一条1000kV特高压交流输电工程——晋东南—南阳—荆门工程,随后是世界第一条±800kV特高压直流输电工程——云南—广东工程,近期又参与了世界唯一的一个±1100kV特高压直流输电工程。

多年来,桂容公司超特高压产品满足国家电网公司、中国南方电网公司“特高压输电工程一次主设备”技术要求。交付、运行于中国乃至世界上全部14条特高压±800kV直流输电工程:云南—广东工程、向家坝—上海工程、锦屏—苏南工程、糯扎渡电站送广东工程、哈密—郑州工程、溪洛渡左岸—金华工程、灵州—绍兴工程、酒泉—湖南工程、晋北—南京工程、锡盟—泰州工程、上海庙—临沂工程、昌吉—古泉±1100kV工程、滇西北至广东工程、扎鲁特—青州工程。以及9条特高压1000kV交流输电工程:晋东南示范工程、皖电东送淮南至上海工程、浙北—福州工程、淮南—南京—上海工程、锡盟—山东工程、蒙西—天津南工程、晋北—南京工程、榆横—潍坊工程、锡盟—胜利工程。还有23个超高压、直流输电工程。

以上输电工程电容器各项数据正常,产品运行状况很好。为此荣获了国家电网公司“特高压直流输电工程特殊贡献单位”及“超高压直流输电工程特殊贡献先进单位”称号。

桂容公司是一个在中国全部特高压输电工程中具有商业运行业绩的电力电容器制造商;也是一个获得国家科技进步特等奖的电容器供应商。

按照“生产一代,储备一代,研发一代,规划一代”的“四代”思路,在特高压/超高压领域电力电容器、智能电网元器件(数字互感器)、柔性输电及电能质量治理装置、微电网及绿色能源并网技术、轨道交通及电力电子产品,开展技术开发、转型和升级,推动企业的未来发展。桂容公司始终注重技术和管理创新,努力使产品向集成化、智能化、信息化、互联网方向发展,从电力电容器的制造商到电能质量治理成套供应商转化,成为在电力电容器行业具有实力的、国内外领先的品牌。

回望50年来的发展历程,桂容人成绩斐然;展望未来50年,桂容人信心满怀,打造百年桂容,做世界的百年老店。桂容人始终坚信科技无止境,将在科技创新的道路上走出自己的特色发展之路。