

走进产业地标·跨越时空 产业向上

全国每4度电就有1度来自东方电气生产的装备

# 挺起装备制造业“脊梁”

本报记者 李心萍

在共和国工业长河里，这家企业星光熠熠：新中国第一台自主研制的30万千瓦汽轮机、中国水电史上首个国家科学技术进步奖特等奖、世界首批百万千瓦水轮发电机组、新中国第一台国产化F级50兆瓦重型燃气轮机……

中国东方电气集团有限公司，这家成长于三线建设的企业，用一个又一个从“0到1”的突破，铸就大国能源装备。如今，全国每4度电就有1度来自东方电气生产的装备。

## 从跟随到超越，再到引领，成功研制出白鹤滩百万千瓦水轮发电机组

1958年，一列满载梦想的火车停靠在祖国西南的偏远小城——四川德阳。同年，东方电气首家子企业东方电机开工建厂。此后，能代表新中国各阶段一流水准的水电项目，大多留下了东方电机的烙印。

在葛洲坝，东方电机第一次打响了名声。“当时，我们提出要葛洲坝研制单机容量17万千瓦的水轮发电机组。由于没有先例，有专家曾断言‘这将是扔在长江里的一堆废铁’。”东方电机副总工程师赵智回回忆道。

东方电机不怕难，不气馁。历经1500多个日夜连续攻关，17万千瓦水轮发电机组成功下线。时至今日，这两台17万千瓦机组经过改造更新后，依旧在葛洲坝水电站高效运转。

在三峡水利枢纽工程，东方电机实现了蜕变。

1996年，三峡左岸70万千瓦水轮发电机组启动研制，中国企业与国外厂家首次开展巨型水轮机大规模联合研制。

然而，在联合研制过程中，时任东方电机总工程师贺建华发现，“洋师傅”的水电机组定子电磁振动很大，存在较大安全隐患。

能否消除有害振动？“洋师傅”们迟迟拿不出解决方案。贺建华不服输，进行自主探索。最终，团队不仅找到“症结”，还从1020根线棒的数万种接线组合中，找到最佳排列组合，解决了振动难题。

这为东方电机赢得了与国外厂商同台竞技的机会。2004年，东方电机独立获得三峡右岸4台机组的设计制造合同。“在三峡右岸，我们终于甩开了‘洋拐棍’，水平不比国外的差。”贺建华说。

时光来到2006年底，白鹤滩百万千瓦水轮发电机组的研发正式启动。

“从70万到100万千瓦，研发进入了世界水电行业的‘无人区’。”贺建华说。仅轴承部分就申请32项专利，将电机效率史无前例地提高到99%……东方电气稳扎稳打，攻克一个又一个难关。

其间，东方电机研制的转轮还成功实现了“零配重”。何为“零配重”？“转轮总重350吨，高近4米，直径超8米，‘零配重’意味着我们用一根手指就能拨动这个350吨重的大家伙。”赵智智说。

2021年6月28日，百万千瓦机组在白鹤滩顺利投产发电。水轮机效率达到96.7%，世界最高。中国水电装备实现了从跟随到超越，再到引领的华丽蜕变。

如今，东方电机正在攻克水电领域新的高峰——大型冲击式水轮发电机组。去年5月，全国首台150兆瓦级大型冲击式转轮成功下线，实现了我国高水头、大容量冲击式水轮发电机组关键技术零的突破。

## 精神力量支撑一代代“争气机”问世，摘下装备制造“皇冠上的明珠”

从葛洲坝到白鹤滩，从追随者到领跑者，东方电气的成长，离不开迎难而上、敢于胜利，自主创新、勇攀高峰的精神。在东方电气另外一家子企业——东方汽轮机身上，同样能感受到这样的精神力量。

时光回到2008年5月12日，汶川地震突袭而至，东方汽轮机旺旺生产基地遭到严重损毁，上百万平方米厂房倒塌。然而，东方电气人“泰山压顶不弯腰”：震后1个月，总体产能恢复到震前50%以上；震后半年，圆满完成全年生产任务。

2009年，东方电气一边在四川德阳重建厂房，一边作出重大决策：立项研制F级50兆瓦重型燃气轮机（以下简称G50）。

作为当今世界效率最高的热功转换设备，重型燃气轮机被誉为装备制造业“皇冠上的明珠”，是一个国家工业水平、综合国力的



重要体现。

点火试验，犹如在10级狂风中点燃一根蜡烛；高温透平叶片，需在超过普通金属熔点的高温下，以6000转/分钟高速旋转，叶顶线速度超过大型客机飞行速度的两倍……G50的研制注定是一条布满荆棘的科研攀登之路。

就拿叶片的生产制造来说，前期试验的陶瓷型芯碎得“稀里哗啦”，大伙儿一筹莫展。

怎么办？成员们夜以继日搜索查阅文献。直至偶然间在一篇综述里发现了“型芯定位”的概念，才找到突破口。他们提出6点定位设计方法，并与模具供应商合作，成功解决了之前的断芯和严重偏心问题。

最终，历时13年研制，东方电气人终于啃下“硬骨头”，制出“争气机”G50。今年9月，G50顺利通过2000小时满负荷商业运行产品鉴定。

创新，从未止步。今年7月4日，东方电气又研制出国内首台自主研制15兆瓦重型燃气轮机（以下简称G15）。

东方汽轮机副总工程师孙奇介绍，相比G50，G15缩尺约0.6倍，整体结构更加集成化，结构更复杂，导致其制造难度更大。

就拿燃烧器的喷嘴来说，传统焊接工艺已无法满足制造要求。怎么办？引入3D打印技术。但3D打印所需材料——金属粉末的开发又是难题。“前期，我们联合产业链合作伙伴对粉末的选材、配比等做了十几个方案，又制定了几十组工艺参数，经过逐一比较，反复试验才寻找到最优方案。”孙奇说。

据介绍，G15功率为16.5兆瓦，热效率35%，相较于同功率的火力发电机组，1年可减少碳排放超过15万吨，联合循环1小时发电量超过2.2万千瓦时，可满足2500个家庭1天的用电需求。

“G15应用场景十分广泛，不仅可用于热电联产、分布式能源、海上平台发电，还可以和光伏、储能等绿色低碳技术耦合，构建多种‘源网荷储’综合能源运用场景。”孙奇说。

## 从锻长板到育新板，着力构建“六电并举”产业新格局

创新不停歇，发展不止步。作为我国发



电设备产量最大的企业，东方电气并未停下勇攀高峰的步伐。如今，他们正着力锻长板、育新板，构建风电、太阳能、水电、核电、气电、煤电“六电并举”的产业新格局。

生产制造方向，加速数字化、智能化转型。

大型发电装备多为定制化产品，生产往往为离散型、柔性、混线生产，产线智能化转型难度较大。

“再难也得转。只有实现了数字化、智能化转型，才能进一步提升生产质量、效率，降低成本，同时加快产品迭代升级。”东方电气集团科技信息部部长唐勇说。

走进东方汽轮机叶片“黑灯产线”，无人运输车来回穿梭，机器人自主上料、机床自主加工、设备自主检测……整条生产线设备利用率达到90%，实现了24小时无人干预连续加工。

“你瞧，这些机床很多都是10年多的老机床，通过我们的改造，成功融入智能产线。”东方汽轮机数字化与智能制造部副部长易泰勋说，目前产线产品一次合格率达99%，人均效率提升650%，能源利用率提高47%。

业务布局方向，从传统能源延伸至新能源。

2018年，已成为水电行业技术专家的贺建华接到新的任命——东方风电总经理。彼时，东方电气决定，进一步加大投入，大力发

展新兴产业。

“要干就干最难！”贺建华提出，东方电气要摆脱“跟跑”，成为“领跑”，通过跨代开发实现“弯道超车”。

今年10月12日，26兆瓦级海上风力发电机组后，东方电气又一次刷新世界纪录。

26兆瓦级海上风力发电机组，轮毂中心设计高度185米，相当于63层居民楼高；叶轮直径超过310米，扫风面积超过7.7万平方米，相当于10.5个标准足球场；整机机组由3万余个零部件组成。

“这是我们为风速8米/秒以上中高风速海域量身定制的机组，单台机组每年可输出1亿度清洁电能。”贺建华介绍，以500兆瓦的风电项目为例，采用26兆瓦等级的机组比18兆瓦机组单位千瓦造价降低5%，发电量提升4%至5%。

“回首来路，事实证明没有等出来的辉煌，只有拼出来的精彩。东方电气将乘势而进，加速向‘新’、向‘高’、向‘智’、向‘绿’发展，加快建设世界一流装备制造集团。”东方电气集团党组书记、董事长卢增根表示。

图①：G50原型机转子加工现场。图②：1959年，东方电气成功试制第一台产品——7千瓦异步电动机。以上图片均为东方电气集团提供

## 新视点

# 运营商加快布局人工智能

本报记者 王政

一句话唤起应用，支持日程规划、生活服务、AI速记、聊天陪伴等功能，还可提供专业化一站式智能服务……日前，中国移动推出AI智能助理“灵犀”，支持APP、电视大屏、云手机等入口，用户只需发出语音指令，即可启动跨场景智慧服务。

在近日举行的2024中国移动全球合作伙伴大会主论坛上，工业和信息化部总工程师赵志国介绍，我国人工智能核心产业企业数量超过4500家，完成备案并上线为公众提供服务的生成式人工智能服务大模型近200个，注册用户超过6亿。

作为AI基础设施建设、场景应用、科技创新的国家队，基础电信运营商纷纷加大AI领域投入，取得了阶段性成果。

完善基础设施。三大运营商加快400G全光运力网、算力枢纽节点、万卡智算集群等基础设施建设。其中，中国电信和中国联通分别在上海、青岛等地建设了万卡智算集群和新一代智算中心，中国移动则在呼和浩特、哈尔滨建成了全球运营商最大单体智算中心和最大国产化智算中心集群。

大力开展相关服务能力建设。三大运营商分别基于“星辰”“元景”“九天”大模型，推出数十个行业AI大模型。其中，中国移动发布了“九天”善智多模态基座大模型，并推出30款自研行业大模型。据悉，该基座大模型在长文本智能化解析、全双工语音交互、视频与图像处理、结构化数据深度洞察等方面实现能力提升，并且适配了11个厂家17款国产AI芯片，覆盖金融、交通、能源、制造等10多个行业。

推出各类产品和服务。其中，中国移动在全球率先实现5G新通话规模商用，推出智能翻译等智能应用，用户规模破千万；咪咕视频推出AI观赛互动体验，云电脑、云手机、移动云盘等产品实现了AI化升级。

“我们正从‘互联网+’‘5G+’迈向‘AI+’新时代。”中国移动董事长杨杰表示，中国移动将加快实施“AI+”行动计划，聚力推动设施升级、场景应用、科技创新、生态共建，加快培育发展新质生产力。

围绕推动“AI+”场景应用，聚焦行业、民生和社会治理，打造“AI+”标杆项目。其中，针对行业，中国移动将构建涵盖智能算力、MaaS（模型即服务）平台、行业大模型、产品应用的服务体系；围绕民生，强化AI智能体、比特数智人、家庭服务机器人等应用突破，加快办公娱乐、智能家居、健康养老、文化旅游等场景创新；围绕治理现代化，全面升级“AI+”城市超脑平台，推进数字政府、智慧城市、数字乡村项目融云、融网、融算、融智、融安全。

围绕推动“AI+”科技创新，积极探索“AI+”科研范式落地，推动原创技术创出来、关键技术攻出来、创新成果用起来、产业链链长带起来。日前，中国移动发布聚智智能体开发平台，促进科研效能升档提速。

## 资讯速递

### 铁路部门推广客运电子发票服务

本报电 日前，国家税务总局、财政部、国铁集团发布公告，11月1日起在全国铁路推广全面数字化客运电子发票服务，旅客办理境内铁路电子客票购票、退票、改签业务后，可通过铁路12306开具电子发票，便利获取报销凭证。

据介绍，电子发票与纸质增值税发票具有同等法律效力。与铁路纸质报销凭证相比，电子发票的票面保留了旅客信息、行程信息，增加了购买方名称、统一社会信用代码等内容。铁路运输企业为旅客开具电子发票后，不再提供纸质报销凭证，旅客不能同时开具电子发票和纸质报销凭证；跨境客运业务继续沿用现行铁路报销凭证。

具体而言，旅客在行程结束或者支付退票（改签）费用后180天内可登录国家铁路12306账户申请开具电子发票，在输入购买方名称、统一社会信用代码等信息后，系统将据实开具电子发票，并向税务部门上传电子发票的数据文件。

（李心萍）

### 组建评标专家库将更规范

本报电 日前，国家发展改革委修订印发了《评标专家和评标专家库管理办法》。本次修订对2003年出台的《评标专家和评标专家库管理暂行办法》做了全面修改，并新增17条内容，修订后共7章36条。主要调整内容包括严格评标专家库组建条件、规范评标专家选聘、细化评标专家抽取规定、深化评标专家库共享，强化评标专家履职管理等。其中，在规范评标专家选聘方面，增加对评标专家专业知识、实践经验、电子化评标技能、年龄条件等方面基本要求，明确专家库采取个人申请和单位推荐相结合的方式。

（刘志强）

## 编后

# 奋力攀登勇向前

韩鑫

自主可控，才能把发展主动权牢牢掌握在自己手上，不断迎头赶上、弯道超车。

迈向转型的步子，才能持续焕发活力。传统产业产品市场广、产业规模大、企业数量多，是现代化产业体系的重要基本盘。走进这些产业地标，我们欣喜地看到，传统产业已告别“傻大黑粗”，正“老树发新芽”：有的向“智”而行，借助全流程数字化改造，显著降本增效；有的向“绿”进阶，通过清洁替代、节能降碳，提升市场竞争力……用新技术改造提升传统产业，促进产业高端化、智能化、绿色化转型，传统产业“脱胎换骨”，必将促进实体经济“强筋壮骨”。

回望这一个个产业地标，无不充盈着自立自强的意志毅力、锐意进取的激情活力：扎根戈壁、不出一滴死心的采油人，发明“万能工具箱”、将生产效率提升六七倍的炼钢人，和难题“死磕”，直至汽车下线的造车人

……一代代产业人筚路蓝缕、勇毅前行，成就了中国制造的跨越式发展，也鼓起千行百业开拓进取的精气神。

新中国成立75年来，我国工业经济实现跨越式增长，制造业大国地位更加稳固，成长为全世界唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家，在500种主要工业产品中，有四成以上产品产量位居全球第一，制造业增加值连续14年稳居世界首位。今天的中国制造，创新动能更强、质量效益更优、转型势头更足，新质生产力正加快培育壮大，为实体经济迈向高质量发展打下坚实基础。前进道路上，有独立完备的工业体系，有规模庞大的市场优势，有持续优化的发展环境，我们完全有条件、有能力、有底气推动中国制造由大到强。

鼓足干劲、坚定信心、迎难而上，中国制造前景可期、大有可为。