

# 创新的“筹码”

——中国能建数科集团压缩空气储能技术创新记

## ■ 阙震

2024年中秋节前,在被中国能建数科集团(以下简称“数科集团”)习惯称为酒泉项目现场,800多位建设者没有过节的意思,直至深夜,工地依旧一片忙碌。

伴随不时从地下传来的工程爆破声,这里紧张的气氛已经持续了一段时间。在甘肃酒泉下辖的县级市玉门,全球首座300兆瓦人工硐室型压缩空气储能电站,多个作业面正在同时展开:主厂房框架结构封顶,膨胀发电机基座、B列压缩机一二段基座完成浇筑,水罐区域三个储能热水罐相继拼装、组焊。重要的地下工程爆破开挖作业,已打通了检修交通洞、横向连通洞,而最为关键的地下储气库已经开始爆破开挖……

数科集团党委书记、董事长万明忠形象地说,压缩空气储能“地下决定成败,地上决定好坏”。随着后续各种工程考验,以及人们对未来成功的期盼,紧绷的精神从未舒缓。

开弓没有回头箭。对数科集团而言更是如此。

## ■ 创新的“篮子”

数科集团全力突破压缩空气储能技术,寄托着企业在能源转型发展和科技创新中力求突破的期望。

数科集团——这个由中国能建两家科技企业合并而成的公司,近几年,“真金白银”“押注”压缩空气储能产业化,决心之大、步伐之快,让人印象深刻,也令整个行业感到吃惊。

这是一场加速度的赛跑。前不久,湖北应城压缩空气储能示范工程刚刚建成,在全球首次将压缩空气储能电站规模推到300兆瓦级。目前正在建设的酒泉项目,同样是300兆瓦级,并将挑战另一个首创——地下人工硐室型压缩空气储能。两个首台套,让数科集团处于该领域第一梯队位置。

当前,全球能源领域正处在深度化结构转型之中,中国的表现尤为抢眼。截至2024年6月底,全国全口径发电装机容量30.7亿千瓦,其中并网风电和太阳能发电

合计装机达到11.8亿千瓦,合计占比超过38%,首次超过煤电装机规模。

据多家权威机构测算,2020年至2060年,中国基于可再生能源的发电量将激增7倍,风电和太阳能光伏发电将成为主导力量,占比高达80%,以风、光为代表的新能源电源,未来将成为电力装机主力。储能也将随之展开,以缓解新能源“随机性、间歇性、波动性”问题。

储能技术路线包括抽水蓄能、压缩空气储能、电化学储能,以及机械能储能等方向。其中,压缩空气储能是一种新型长时物理储能技术。储能时,驱动压缩机将空气压缩并储存于储气装置中;释能时,高压空气从储气装置中释放,进入空气透平膨胀做功,带动发电机发电,输出电能。

“如果将风光为代表的新能源发电比作一路奔驰向前的骏马,那么储能就是驾驭这匹烈马的缰绳。”数科集团总工程师李军介绍,自2019年底公司选择进入这条赛道,大体已经历五个阶段。

李军将前四个阶段描述为“探索、定向、聚焦、攻坚”,确定将压缩空气储能工程化作为重点,并以应城项目建设为标志,创造性地加快取得实质性进展。

现在正处在第五个阶段。如何概括这个阶段,李军坦陈:“我想了好多词,还想不到太合适的。可以叫鼓舞的阶段,应城项目的建成确实是个巨大鼓舞。但又觉得不全面,其实还有一个面临挑战和困难的问题,这个阶段还在过程中。”

中国能建压缩空气储能业务“第一人”万明忠悄悄从系统内“挖人”干这个事业,李军算是首批团队成员之一,来自中国能建设计板块。“我要负责项目前期策划与组织,对接政府与内外部单位,孵化项目前期。”

作为既定战略,数科集团立志成为压缩空气储能产业的持有者、主导者和领先者,并得到中国能建全力支持。除压缩空气储能外,中国能建下属还有多个企业,正在化学储能、重力储能等方向发力。

更多介入原创、前沿技术开发,孵化于一个“创新的篮子”,从一个侧面反映出中国能建从集团到成员企业对转型的一致追求。对这类以“工程实现能力”为本质的企业来说,这无疑是一条创新之路,是关于



应城项目鸟瞰图。

企业如何成为创新主体的“新注解”,他们又将拿出怎样的“筹码”?

## ■ 应城“大考”

作为一个典型的工程技术主导型企业,数科集团活跃着一批典型的“理工男”,应城项目负责人李峻就是其中之一。初次见面,是在从武汉去应城的路上,几乎没有任何寒暄,一上车,李峻就滔滔不绝地介绍起压缩空气储能技术的前世今生。

应城项目属于盐穴型压缩空气储能,分为地面工艺系统和地下储气库两大系统,中间通过8口井相连。按照李峻的描述:“这个地下500米的储气库就好比一个轮胎,大地是它的外胎,密闭的盐穴本体是内胎,地地下的连接井,相当于气门芯,工艺要求很高。”

科研是先导。在应城项目开始建设前,数科集团已经做了大量研究工作,并组建了一支团队。万明忠带队,提炼出两个科学问题,一是空气压缩过程中,如何实现物质流和能量流的高效存储、低阻传输,以及它们之间的交互响应和耦合机制;二是高压循环荷载下,超大容量地下储气库的

设计理论和建造方法。

在此基础上再分解,对重大工程技术“解剖麻雀”,进而结合应城项目实践,衍生出一个庞大、完整的工程系统,凝结为《中国能建压缩空气储能系统解决方案》。

作为能源建设企业,中国能建成员单位对这个系统解决方案的地上部分,如空气压缩、膨胀做功以及储换热系统很熟悉,但也不乏挑战。“比如大型压缩机,过去主要用于冶金和炼化行业,大型的球罐和换热器,以及连接的大型管道,一般在石化行业里面用的更多。”李峻说,“我们对蒸汽透平很熟悉,但用空气作为做功工质,也会面临一些新课题。”

储能项目的运行工况有个特别之处——需要每天启停。应城项目满负荷工作时,每日充放电循环吞吐的空气量达到1.35万吨,相当于320节高铁车厢的重量。加之电站运行寿命要达到30至40年,对系统和设备的可靠性提出了极高要求。李峻强调:“我们在设备选型上下了大功夫,关注实际工程运用,这是与纯科研的一个差别。”

在实际工程中,系统体量增大往往会由量变引起质变,仅仅在实验室做小样,许

多问题发现不了。“应城项目300兆瓦机组的压缩空气流量,几乎接近百万千瓦火电机组的蒸汽流量,给空气透平和空气管道研发及设计带来极大挑战。”组合这么一个庞大的热力系统,需要攻克难题很多。“我们投入巨大的资源,把这些硬骨头啃了下来!”

储换热系统规模庞大,应城项目用了1万吨钢材。置身现场,这些巨大而整齐排布的压力管道,气势和震撼扑面而来。

然而,更大的挑战还在地下。作为压缩空气储气库的天然盐穴深入地下数百米,人又不能进入,如何掌控判断盐穴的状况,又是一个复杂的科学和工程实践问题。

数科集团将“盐腔精细刻画”纳入研究课题。结合盐矿累积开采数据、高精度三维地震、声纳测腔、高灵敏度水密封试验等方法,“抽丝剥茧”摸清这个地下“盲盒”。

“这里凝聚了许多人的聪明才智,只有通过各种数模实验,确定容积、形状等参数,对稳定性、密封性进行评估,最终才能确定这个腔体合不合适。”李峻说,“对整个储气库的建造,我们从理论到工程全部实践过了。”

# 积极稳妥推进碳达峰碳中和 加快打造绿色低碳供应链

