

锚定“国家水网之结”新定位——

水库大坝如何实现既安全又提效增寿

■本报记者 苏南

“当水库大坝被赋予‘国家水网之结’的新定位时，应从国家水网的整体性、系统性出发，从国家水网在经济社会发展的全局战略地位出发，研究和评估水库大坝安全风险。”中国大坝工程学会理事长矫勇在近日召开的“中国大坝工程学会2024学术年会暨第五届大坝安全国际研讨会”上指出，当下不仅要研究传统意义上的大坝安全风险，更要研究极端复杂环境条件给大坝安全带来的挑战。

在业内看来，除了研究地质与水文条件、结构与材料缺陷、设计与施工失误、管理不善等影响水库大坝安全的传统因素，下一步更要研究大型水利枢纽如何提能增效，水库大坝如何延年增寿。

■“水库大坝安全怎么强调都不过分”

随着时代发展，水库大坝不断被赋予新内涵。

作为“国家水网之结”，水库大坝承接江河上下游、辐射左右岸，其中的江河控制性枢纽工程和大型水电站对经济社会发展全局至关重要。长江三峡、黄河小浪底、西江大藤峡等一大批江河重要控制性枢纽工程，因涉及人口之多和经济之重，大坝安全直接关系到上下游人民群众生命安全、经济安全和社会稳定。

“水库大坝安全怎么强调都不过分。”矫勇告诉《中国能源报》记者，历史上水库大坝溃坝事故的发生，往往是对水库大坝建设规律认知不足所致。根据水利部组织的国际上2000多座水库溃坝原因分析，对洪水预测不足导致的漫顶溃坝事件占42.7%。国际大坝委员会的统计数据显示，对地质条件复杂程度认知不足以及相应的结构荷载考虑不当导致的溃坝事件占27%。“对自然界规律认识不足，以及勘测设计、建设质量监控，以及运行管理中的失误，往往是既往溃坝灾难的重要原因。”

矫勇认为，当前水库大坝面临的极端风险挑战主要来自极端气象事件增多对大坝安全带来的风险、堰塞湖溃坝对江河梯级水电站的安全风险、战争对水库大坝造成的安全风险等三个方面。以堰塞湖溃坝为例，我国西部大部分大江大河干支流梯级开发已成规模，水电站几乎首尾相连。“恰好这一地区是我国地震高发频发区，加之河段多位于高

100米以上高坝大库占我国大坝总数仅为0.2%，但库容却达5000多亿立方米，占我国大坝总库容约一半，凸显出高坝大库在保障流域水安全、支撑国家水网建设和新能源系统战略基础设施中的重要地位。

大型水利枢纽提能增效研究必要且迫切，有助于进一步提升我国水利基础设施的效能，也是实现水资源可持续利用和保障国家水安全的重要途径。

山峡谷之中，不稳定岸坡多，因地质灾害形成堰塞湖的情况时有发生。”

“我国水库大坝数量多、高坝多、分布广，流域梯级开发的水库水电站群，一座水库问题可能产生多米诺骨牌效应。”矫勇提醒，“许多水库大坝位于城市上游，城市头顶‘一盆水’的情况非常普遍，大坝安全对经济社会的安定和谐至关重要。”

■大坝安全研究向综合集成方向发展

在极端环境条件下，如何保障水库大坝的安全与韧性？

矫勇认为，首先在理念上把大坝安全放在前期论证、工程建设和运行调度全过程的核心地位，把安全第一落实到坝址选择、坝型确定、结构设计、材料选用、施工质量控制、运行调度、应急处置等全方位和全过程；其次，通过科技创新提高水库大坝的安全性和韧性，可运用新坝型、新方法、新工艺、新技术，解决点多面广大的中小水库老旧坝加固改造、提升恶劣建设环境下高坝建设的安全质量；再次，要深入研究极端环境条件下的大坝安全风险及其防范措施，尤

《全球油气勘探开发形势及油公司动态(2024年)》显示——

油气投资小幅上涨 深水勘探备受重视

■本报记者 渠沛然



“2023年全球油气资源勘探投资稳中有升，海域区块更受关注。七巨头境外勘探投资同比增加，聚焦深水超深水领域，并坚持自主勘探。全年原油产量47.47亿吨，天然气40899.45亿立方米，完全成本和操作成本呈现双降。此外，人工智能当前已成为全球油公司新的竞技场，国内外大型油公司积极推动AI与油气深度融合。”日前发布的《全球油气勘探开发形势及油公司动态(2024年)》(以下简称《报告》)系统分析了全球油气勘探活动与发现，并预测全球油气项目产量在2029年达峰92亿吨，在2035年降至81亿吨，2050年降至37亿吨。业内认为，该形势将对全球能源供应和市场带来影响，也表明全球油气行业正在经历一场深刻转型，未来趋势备受关注。

《报告》显示，2023年全球常规油气勘探投资510.8亿美元，相比2022年增加6.7%，连续三年回升，延续此前缓慢

增长的态势。从海陆分布看，全球海上常规油气勘探投资多于陆上投资，勘探工作量保持平稳，风险探井略有下降；油气发现同比下降，大中型油气田占比超七成。

《报告》指出，国际石油公司对油气勘探保持坚定信心 and 战略定力，受油价、勘探新发现周期性等外部因素影响较小，其重视勘探投资和资本运作，持续深耕成熟盆地，提前布局前沿领域，聚焦核心业务，抢占先机，孕育大的发现。

就全球油气勘探形势看，区块授予大幅增加，陆上成熟盆地的精细勘探虽成效显著，但海域区块更受关注。深水超深水领域仍是全球大发现的主战场，七大国际石油公司也在重点布局深水超深水领域。

中国石油勘探开发研究院工程师季天愚在分析《报告》时表示，七巨头境外勘探投资以海域为主，深水超深水领域占比为72%、浅水占比为22%。其中，去年超深

其是极端气象事件、梯级开发江河上的堰塞湖溃坝以及水库大坝受到攻击，这三类比较典型的极端环境条件，给水库大坝带来溃坝风险，应重点研究防范。

中国工程院院士周创兵也认为，复杂和极端条件下服役的水库大坝性能和安全问题至关重要。“水利水电工程与其他工程领域一样，研究方法经历了从实验、理论、模拟到数据研究的演变。显然，单一的研究范式无法解决所有问题。面对不确定性、时空变异性、隐蔽性等复杂问题，需要探索新的研究范式。目前，库坝安全研究正朝着宏观与微观相结合、交叉学科综合集成的方向发展。”

值得注意的是，在研究时间尺度问题上，水库大坝实验室内的短期实验与实际百年甚至千年服役的需求之间存在巨大差距。“因此，我们需要采用多尺度研究方法。”周创兵表示，例如可利用超重力技术来研究长时间尺度的问题，运用可视化研究渗流侵蚀问题。

■大型水利枢纽提能增效尤为迫切

在“国家水网之结”新定位下，我国既要关注水库大坝安全，也需要关注水利枢纽提能增效的研究。从规模上看，100米以上高坝大库占我国大坝总数仅为0.2%，但库容却达5000多亿立方米，占我国大坝总库容约一半，凸显出高坝大库在保障流域水安全、支撑国家水网建设和新能源系统战略基础设施中的重要地位。

“对大型水利枢纽提能增效的研究不仅必要，而且迫切。这不仅有助于进一步提升我国水利基础设施的效能，也是实现水资源可持续利用和保障国家水安全的重要途径。”中国工程院院士钮新强表示，当前大坝使用年限普遍较短，混凝土结构的耐久性问题尤为显著，此外工程建造质量等因素也给大坝长期运行

带来影响。

随着时代变迁，传统的水库调度方法已难以满足新时代的需求，尤其是在水库群实时调度和水工程联合调度方面，发展要求日益提高。“当前，探索如何通过调度理论的创新和调度技术的提升，增强水库的综合效益，已成为水资源管理领域的一个关键研究方向。”钮新强表示，我国部分高坝大库具备一定扩容潜力，一些水库在设计规划阶段已预留扩展空间，为未来发展提供可能。“为实现水库增效目标，可以通过实施必要的工程措施，例如大坝加高，进一步增加大型水库的库容，这样不仅能提高水库的蓄水能力，还能在保障水安全、促进水资源合理利用等方面发挥更大作用。”

钮新强还指出，通过结构材料优化、建造技术提升和长久运维保护，能够实现大坝混凝土正常服役年限大幅度提升，将水库大坝使用年限从目前的150年提升至200年。

■关注

南方电网“西电东送”迎峰度夏 日均送电量首超10亿千瓦时

本报讯 今年第三季度，南方电网“西电东送”日均送电量首次超10亿大关，达到10.1亿千瓦时，同比增长21%，创历史同期新高，7—9月累计送电932亿千瓦时，其中清洁能源占比约83%，相当于减少标煤消耗2500万吨、减排二氧化碳6600万吨，为南方五省区高质量发展提供绿色电力支撑。

迎峰度夏以来，南方电网公司统筹推进保安全、保供应与促消纳工作，牢牢守住大电网安全稳定运行底线，充分发挥大平台电力供应调节作用，全力保障西部新能源消纳及东部电力供应。今年1—9月，南方电网“西电东送”累计送电量1859亿千瓦时，超计划199亿千瓦时，同比增长16%，创历史同期新高，有效促进云南和广西清洁能源外送消纳，为粤港澳大湾区提供坚实电力供应保障。

据介绍，南方电网公司将持续关注今冬明春电力供需形势变化，统筹优化系统运行方式，协调推进电源建设及一次燃料供应保障，做好西电东送缺调剂和需求侧管理，坚决杜绝拉闸限电情况发生，为南方区域高质量发展提供电力保障。 (武珏 李品)

“北煤南运”开辟湖南新通道

本报讯 日前，浩吉铁路在湖南省的重要配套集疏运项目——华中煤炭铁水联运项目建成投入运营，国家“北煤南运”重要运输通道的集疏运能力进一步提升，通道辐射力、影响力进一步扩大。

公开信息显示，作为湖南省“十四五”重点建设项目，华中煤炭铁水联运项目由铁路专用线、煤炭物流园、长江码头三部分组成，总规划用地2423亩，总投资36.35亿元，利用浩吉铁路及长江黄金水道形成北煤南运的铁水联运体系，主要为湖南省供给煤炭，辐射整个华南地区。

其中，铁路专用线自浩吉铁路入湘首站松木桥站接轨至洪山头站，总长度共计29.89公里。物流园集卸煤、储煤、配煤和装运于一体，已建成2个全封闭钢网架结构储煤棚，设计静态储煤量60万吨。码头一期工程建有4个3000吨

级、兼顾5000吨级的煤炭下水泊位，岸线长482米，布置两条装船线，年煤炭吞吐量1400万吨。

与传统的“海进江”煤炭运输方式相比，华中煤炭铁水联运项目可24小时内将“三西煤”(山西、陕西、内蒙古西部煤矿)输送至长江中下游及洞庭湖附近大型能源消耗性企业，节省时间15天左右，有助于降低社会物流成本，减少能源消耗和污染排放，保障华东地区能源供应，更好地服务长江经济带建设。

据浩吉铁路公司运输管理部主任杨占军介绍，随着这条铁路专用线投入使用，浩吉铁路“由线变网”再升级，对于服务全路货运增量大局，深化货运改革将起到积极促进作用。截至目前，浩吉铁路全线配套集疏运项目已建成投产50个，形成集运能力1.07亿吨、疏运能力5400万吨。 (郭铁)