

国际热核实验堆真空容器之一正在意大利制造。图片来源:国际热核实验堆国际聚变能组织。

"从物理学和计算科学到工程和材料科学,各个学科的进步 正在稳步将聚变能从设想变为现实。"

国际原子能机构总干事 拉斐尔•马里亚诺•格罗西



介绍 国际原子能机构 2023年 世界聚变展望

聚变能: 过去和未来

国际原子能机构总干事 拉斐尔•马里亚诺•格罗西

聚变能有望成为潜 力无限的低碳清洁 能源。



▲ 2022年12月向前迈出了重要一步,那就是美国劳伦斯•利弗莫尔国家实验室的国家点火装置首次实现了科学能量增益(受控聚变反应产生的能量输出大于投入的能量输入)。图片来源:劳伦斯•利弗莫尔国家实验室。

我在此介绍首期《国际原子能机构世界聚变展望》并为此感到自豪。聚变能是一种前景广阔、潜力无限、真正令人神往的低碳清洁能源。我深信这份出版物将成为该领域的全球权威参考资料和动态更新。

为了推动经济发展、减缓气候变化并保护地球,对清洁能源的需求日益增长,科技进步也日新月异,再加上最近对聚变工业部门的资本投资数额巨大,这些无一不在激励着建成首座经济上可行的能源生产聚变电厂的国际努力。各私营公司纷纷从风险投资公司、私募股权基金、主权基金和其他企业投资者那里吸引了数十亿美元的资金。但聚变科学技术面临的挑战十分艰巨,因此,要推动聚变能向前发展,大量私人资金还需要与国家承诺相结合。

今年,为了应对气候变化带来的紧迫性,多项新的政府倡议列入了聚变,如英国工业核聚变解决方案公司、日本聚变工业委员会、欧盟委员会的《净零工业法案》(包括促进聚变技术投资)以及德国的《核聚变研究立场文件》等,而美国能源部的"基于里程碑的聚变发展计划"则向八家商业聚变公司划拨了4600万美元。■

助力聚变未来

聚变所面临的最大挑战之一,涉及如何实现高温、高密度离子气体或等离子体中聚变反应自持的条件,就像恒星中的反应那样。其余挑战还包括:超过一亿摄氏度的极高温;对容器内高温等离子体的长时间约束;能够承受极端条件的聚变装置第一壁;关闭燃料循环;以及所产生巨大能量的收集和利用。2023年迎来了三项重要进展,有助于克服这些挑战。首先是中国的全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)验证了一种托卡马克运行模式,在避免杂质积累的同时改进了能量约束或对等离子体的长时间维持。其次是德国最近升级了最先进的仿星器W7-X,性

43 家世界各地的 私营部门公司

62

亿美元资金 投入 聚变公司。

能创造了世界纪录,实现了高能量转化率下的长时间等离子体放电,从而证明了将大量能量持续耦合给等离子体并以可控方式散发热量的可能性。最后是美国的国家点火装置(NIF)2023年7月实现了比去年宣布数字更高的科学能量增益。应对不同聚变挑战的进步提振了不断发展的聚变工业的监管确定性。美国核管理委员会宣布,其国家聚变监管框架将有别干现有的核裂变电厂监管框架。■

原子能机构:聚变研究与发展枢纽

60多年来,原子能机构一直在促进聚变能的研究与 发展,并将通过召集聚变界,为科学技术挑战开发 解决方案,继续大力支持研究与发展以及未来的部 署。近年来,原子能机构的多学科工作中增加了聚 变活动。这包括从整体上讨论聚变能设施,在适用 情况下将从成功的裂变能源生产厂获得的最佳实 践和汲取的经验教训纳入实现聚变能生产的工作 中。聚变科学研究和技术横跨原子能机构的所有技 术部门和组织单位,涵盖等离子体和材料科学、基 本聚变过程数据、监管框架、许可证审批、核安全、 核废物管理、核责任问题以及核聚变设施的经济方 面。原子能机构的聚变相关计划活动由2019年设立 的内部跨领域核聚变协调委员会负责协调。国际聚 变研究委员会以及原子能机构的核能常设咨询组 和核应用常设咨询组就原子能机构开展的一系列 关键活动提供咨询意见,以加强聚变研究与发展方 面的国际合作,提升目前的技术水平。

让聚变能人人可及

原子能机构利用广泛的工具和程序组合为成员国加快聚变能发展提供支持。这包括提供各种与聚变有关的论坛,如两年一次的聚变能会议、示范电站

和经验。原子能机构还托管着一个聚变门户网站以及聚变装置信息系统等众多数据库和代码;通过伙伴组织和设施为获取辐射和分析服务提供便利;管理协调研究项目;开展教育和培训活动;以及培养战略伙伴关系,通常是通过正式(往往是双边)合作协定,例如自国际热核实验堆国际聚变能组织成立以来与该组织的长期合作,以及最近与美利坚合众国和中国各组织的合作。去年,原子能机构协助成立了一个非营利组织——聚变领域的女性,旨在促进聚变界的性别均等,为所有人创造一个受欢迎的工作环境。通过这些活动取得的进展则通过原子能机构《技术文件》、出版物、同行评审期刊、聚变门户网站、社交媒体以及外宣渠道进行发布。■

满足未来能源需求

60

年来原子能机构 促进聚变能 研究与发展。



原子能机构正在加紧支持成员国,通过加快聚变能生产的研究与发展满足未来的能源需求并减少碳排放。国际协作对于应对21世纪这一宏大工程挑战至关重要。作为一个国际组织,原子能机构将继续与各个国家、其他组织和全球快速增长的聚变工业合作,共同应对科技挑战,帮助构建人才通道,培育供应链,确定最佳知识管理实践,并与公众接触,使聚变能成为现实。■

即将出版: 国际原子能机构 2023年世界聚变展望 扫描以了解更多信息。



