

# 地下2400米 锦屏大设施投入科学运行

## 首批10个实验项目组进驻地下实验空间

华西都市报报(记者 杜江茜)12月7日,记者从雅砻江流域水电开发有限公司获悉,世界最深、最大的地下实验室——锦屏大设施于当日正式投入科学运行。首批来自生态环境部、清华大学、上海交通大学、北京师范大学等单位的10个实验项目组进驻地下实验空间。

锦屏大设施位于凉山州锦屏山下2400米处,为中国锦屏地下实验室二期。这是“十三五”时期国家优先建设的重大科技基础设施,也是国内第一个极深地下实验室基础设施建设项目。与国际上其他地下实验室相比,中国锦屏地下实验室岩石覆盖最深、宇宙线通量最小、辐射本底最低、可用空间最大,还具备交通便利、电力及水源充足、基础设施完备等优势。

2010年12月,锦屏地下实验室一期建成投运,实验厅总容积约4000立方米。2014年,清华大学与雅砻江公司规划建设实验室二期项目,将地下可用实验空间增加到33万立方米。实验室主任、北京师范大学党委书记程建平介绍,



中国锦屏地下实验室位于凉山州锦屏山下2400米处,图为锦屏山交通隧道东端入口。

锦屏大设施作为粒子物理和核物理领域的“国之重器”,为暗物质、中微子、核天体物理等前沿物理科学研究提供了极低辐射本底实验条件。同时,作为开放共

享的大科学装置,锦屏大设施也为深地岩体力学、深地医学等深地科学提供了绝佳的研究平台。未来,实验室将成为多学科交叉的世界级深地科学研究中

心,对我国探索未知世界、发现自然规律、实现科技变革、推动科技创新具有非常重要的意义。

深地实验设施项目对科学实验是优势,对工程建设却是挑战。在地下2400米,锦屏山厚实的大理岩能隔绝大部分宇宙辐射,但岩体却会产生具有放射性的氦气。据雅砻江公司相关负责人介绍,项目施工中,创新使用10层材料,在洞室表面层层设防,屏蔽岩石产生的水和氦气,氦气抑制率达99%。为实现更低的辐射本底要求,所有设备、材料均为定制,并成功研发生产出低辐射水泥、金刚砂、岩棉及一批低辐射机电设备,最终打造出最“纯净”的实验环境。

中国工程院院士、中国辐射防护学会理事长罗琦认为,通过一系列关键技术攻关和智能建造技术的应用,锦屏大设施已成为具备“极低环境氦析出”“极低环境辐射”“超低宇宙线通量”“超洁净空间”等多种优势的国际一流深地实验室,将对我国深地基础科学研究起到极大推动作用。

雅砻江公司供图

### 新闻纵深

## 三个维度 读懂世界最深、最大地下实验室

锦屏大设施,全称极深地下极低辐射本底前沿物理实验设施。作为世界最深、最大的极深地下实验空间,它是粒子物理和核物理研究领域的“国之重器”,为暗物质、中微子、核天体物理等前沿物理科学研究提供了极低辐射本底实验条件。

### 国之重器 打造世界深地科研中心

在此次投入使用的二期项目之前,2010年12月,中国锦屏地下实验室一期建成投运,成为我国首个、世界最深的地下实验室。

从研究成果上看,实验室一期投入使用以来,聚集了中国极深地下科学研究的国家力量,不断刷新极致科研的世界纪录。例如,已累计发表高水平论文120多篇,其中2篇发表在《Nature》上、23篇发表在《物理评论快报》上,一项成果获教育部2022年自然科学一等奖,培养出6名“国家杰出青年科学基金获得者”、4名“国家优秀青年基金获得者”和1名“新基石研究员”。

以此为基础,二期项目将地下可用实验空间由原来的4000立方米增加到33万立方米。“锦屏大设施是不折不扣的国之重器,将成为多学科交叉的世界级开放共享实验平台和世界深地科学研究中心。”雅砻江公司相关负责人透露,就在锦屏大设施建设过程中,已有清华大学、上海交大、中国原子能院、四川大学等顶尖科研团队陆续进驻,开展粒子物理、核天体物理、生命科学等前沿基础研究。其中,暗物质、核天体物理领域取得的研究成果已达到世界领先水平。

眼下,随着锦屏大设施的正式投入使用,实验室将进一步为开展暗物质直接探测实验、无中微子双贝塔衰变实验、核天体物理领域关键核素合成过程,以及恒星演化等重大基础前沿物理问题研究,提供世界辐射本底最低、最纯净的实验环境。



科研人员在中国锦屏地下实验室开展相关实验。

### 大国工程 在极深地下创造工程奇迹

锦屏大设施在攻克“地下2400米”的极限建设挑战中,接连拿下十余项世界第一,在极深地下创造出一个个名副其实的工程奇迹。

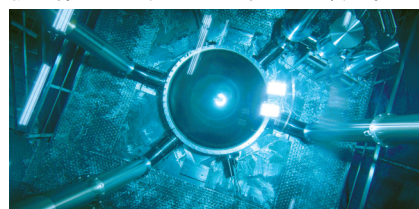
“深地实验室的辐射本底,不仅有来自太空的宇宙射线,也有深地环境条件自身产生的本底。”雅砻江公司相关负责人介绍,在地下2400米,锦屏山厚实的大理岩能隔绝大部分宇宙辐射,但岩体却会产生具有放射性的氦气,影响到实验的精度。与此同时,建设使用的建筑材料及机电设备同样会引入新的放射性源头,必须严格控制。为此,雅砻江公司与清华大学、中建三局等施工单位开展联合技术攻关,创新防水抑氦工艺、研发低本底设备材料、打造“世界最深智能工地”,氦气抑制率达99%。同时,所有设备、材料均为定制,并成功研发生产出低辐射水泥、金刚砂、岩棉及一批低辐射机电设备,均为国际首创,最大限度控制实验室辐射本底,打造出最“纯净”实验环境。

此外,建设各方深入推进工程建设智能化,实现“智慧工地”“BIM协同设计”“智能交通与环境监测”一体化协同,极大提高了施工效率和质量管控水平。

目前,项目建成了全球最大的物理实



中国锦屏地下实验室二期的锦屏深地核天体物理实验 JUNA 离子注入装置。



中国锦屏地下实验室二期的粒子和核天体物理氦探测实验 PandaX-4T 实验装置。



锦屏大设施辅助隧道。

验液氮恒温罐和聚乙烯屏蔽舱,建成了全球最长距离的新风供风系统,有效解决了地下实验空间环境辐射精准控制难题,极大推动了深地工程建设技术的进步。

### 校企合作 开创科研体制新模式

锦屏大设施的诞生过程中,还有着开创校企合作科研体制新模式的探索。

锦屏大设施由清华大学和雅砻江公司共同建设,是国内首个校企共建的国家重大科技基础设施项目。在建设过程中,校企双方各司其职又协同创新。其中,雅砻江公司充分发挥企业管理优势统筹协调,成立锦屏地下实验室管理局,全面负责锦屏大设施工程建设、运行管理、科研管理、安全保障等工作,并依托锦屏水电站为各实验项目组提供良好的综合后勤保障,让科学家能够心无旁骛地开展科学实验。还通过雅砻江联合基金、企业技术中心、博士后工作站等平台,积极支持和参与科研实验。

清华大学则利用强大的学术号召力、科研创新力,汇聚全国深地科学研究顶尖团队,共同围绕前沿基础科研开展攻关,形成助力国家基础科研发展的强大合力。2010年12月12日,中国锦屏地下实验室一期揭牌投运,一举结束了我国没有深地前沿物理实验室的历史。彼时,清华大学 CDEX 实验团队和上海交大 PandaX 实验团队入驻后,在较短时间内,就使我国暗物质直接测量实验从无到有,并迅速达到国际先进研究水平。

“锦屏大设施是国内唯一一个校企共建的国家重大科技基础设施项目。”实验室管委会主任委员,雅砻江公司党委书记、董事长祁宁春表示,这是校企以产、学、研合作方式助推国家基础科学研究的重大举措,开辟了国有大型企业支持国家基础科学研究的先河。

“我们将充分发挥锦屏大设施‘大国重器’的重要作用。”对于未来,祁宁春期待雅砻江公司和清华大学共同努力,将锦屏大设施打造成为发挥新型举国体制优势、校企合作促进国家基础研究的样板和典范。

华西都市报-封面新闻记者 杜江茜 雅砻江公司供图