

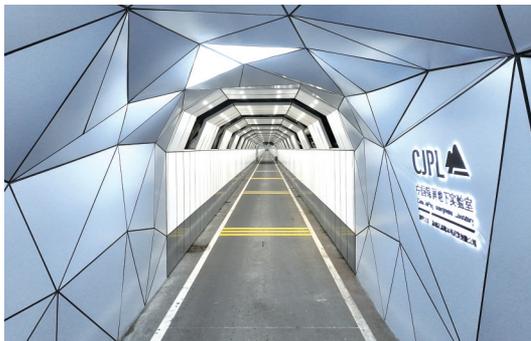
15年,对于一个人来说,是少年到青年的蜕变;对于一群水电人和科学家而言,却是用近七分之一世纪的光阴,在地球深处雕琢出的奇迹。

他们在2400米的地下,搭建起一个30万平方米的巨大空间。这里阳光照不进来,却照亮了人类探索宇宙起源、揭秘生命本质的道路。

3月5日,从西昌西站出发,行经100多公里,进入锦屏山隧道——这个世界最大规模的水工隧洞群,华西都市报、封面新闻记者一行终于抵达了目的地:中国锦屏山地下实验室。这里是两位诺贝尔奖得主叹为观止的奇迹,更是14个国内顶尖深地实验团队开展深地前沿研究的“地下宫殿”。



锦屏山隧道。张峥摄



中国锦屏山地下实验室内景。



清华大学中微子实验项目组现场。

## 深/世界最深处的科学殿堂

故事始于本世纪初。国投集团雅砻江公司将锦屏大河湾“截弯取直”,建设两座世界级水电站。2008年8月8日,北京奥运会开幕当天,连接两座电站的锦屏山隧道贯通。正在苦苦寻找暗物质研究场地的清华大学团队敏锐地意识到,这里厚达2400米的岩层,是隔绝宇宙射线的绝佳屏障。

迅速对接,科学论证,仅用一年半,2010年12月,中国锦屏山地下实验室建成投运,成为我国首个、也是世界最深的地下实验室。

随着科学需求的爆发,2014年,二期规划启动。目标是将可用实验空间从4000立方米提升至30万立方米。2023年12月,依托锦屏山地下实验室二期空间建设的国家重大科技基础设施锦屏山设施正式投入科学运行。如今,这里具备极低氡气浓度、极低环境辐射本底、超低宇宙线通量、超洁净空间等优势,已蜕变为国际一流的深地实验室。

## 行/穿越地心般的旅程

要到达这个世界上最深的实验室,需要穿过数条深邃的隧道。

每天清晨,交通车在位于山谷间的营地接上科研人员。这些营地是当年为建设锦屏水电站而修筑的,如今成了科学家的家。车队穿过辅助隧道,在长达17.5公里的地下长廊中穿行。抵达中国锦屏山地下实验室后,接驳的是穿行在实验室区域的电瓶车。

“因为修在地下,我们专门设计了独立的应急逃生通道并在整个实验区域设置了18个不同的防火分区。如有火警,不同的防火分区可以实现单独封闭,减少对其他区域的影响。”锦屏山地下实验室管理局副局长申满斌告诉记者。在服务通道里,摆放着白色的形同火车车厢的应急逃生舱。

这里的作息独特而规律。工作人员每天乘坐通勤车定时往返生活营地与实验室,在2400米的地下,工程人员建设了一套四通八达的新风系统,新鲜空气来源于洞外,经过高压风机加压,穿越9公里隧道,最终送入各大厅。每小时,近5万立方米的新鲜空气从洞外涌入,让工作在2400米地下的科研人员也能呼吸到山间的清新空气。

# 在2400米深处,聆听宇宙的心跳



上海交通大学 PandaX-4t 液氩暗物质探测器在900方纯水罐内完成安装。

## 净/极致的纯净与安宁

锦屏的“静”,有两重含义:环境的安静,和本底的纯净。

在清华大学 CDEX (中国暗物质实验) 实验厅,记者恰逢液氮灌装。身穿反光背心的工作人员拉起警戒线,阀门转动,液氮注入。实验腔体内部,是极致的纯净。进入核心区域,必须从上到下全副武装。这里隔绝的是来自外层空间的宇宙线,以及山体岩石

释放的放射性气体——氡。乳黄色的墙壁上,涂抹的不是普通涂料,而是专门研制的防水抑氡涂层。

除了防水抑氡涂层,这里用到的水泥、钢筋、骨料乃至仪器设备,全部经过特殊制备,所有用于建筑和实验设备的相关材料必须满足“低辐射本底”的严苛要求。工程建设与科研人员用极致严苛的要求守护着科学实验对“纯净”环境的极致追求。

## 研/在地底探索宇宙奥秘

截至目前,已有14个顶尖实验团队进驻锦屏:清华大学的 CDEX、上海交通大学的 PandaX (粒子和天体物理氙探测器)、中国原子能科学研究院的核天体物理实验、四川大学华西医院的深地医学实验……

在清华大学 CDEX 实验厅,清华大学工程物理系博士后徐锐正在忙碌,3月6日,要装配并测试探测器,他们的目标是捕捉暗物质,使用高纯锗探测器,并在低温液氮环境中运行。那个18米高的液氮罐,

藏在地下更深处,需沿旋转楼梯绕行2分钟方能抵达。

川大华西医院牵头的“中国深地原位生命观测站”拥有四个不同深度的实验,分别位于地下2400米、1500米、1000米以及地面。移动舱泊区、养殖区、超洁净细胞间……科学家们在此探究极端环境下生命的奥秘,探究极低辐射本底环境对生物的影响。

这里还有锦屏山深地核天体物理实验(简称JUNA)、四川大学 GeoDEX 深地科学与地质时变原位探测实验……

## 知/深地之光,照亮未知

自二期投运以来,锦屏山地下实验室迎来了成果的爆发期。

在暗物质探测领域,PandaX 实验组发布了自相互作用暗物质限制结果,将探测灵敏度推向了新高度;清华大学 CDEX 团队则利用点电极高纯锗探测器,在轻质量暗物质搜寻中取得了突破性进展,其成果多次登上《物理评论快报》等国际顶级期刊。

而在深地生命科学领

域,科研人员揭示了深地极低辐射环境对细胞基因表达的独特影响,发现了斑马鱼在深地环境中胚胎发育的异常规律,为未来深空探测中的生命保障系统提供了宝贵理论依据……

当世界在喧嚣中奔跑,这些从寂静的锦屏山深处传回的数据,正一点点拼凑出宇宙和生命最隐秘的图景。

华西都市报—封面新闻记者张峥 除署名外图片由锦屏山地下实验室提供