



太行山支脉——五台山鹞门岩。王兆宏摄

到五台山 探天然地质博物馆 (上)

寻美五台山



编者按:
五台山之美,在于自然与文化的交融,还在于这座千年名山还是一座记录地球亿万年演化历程的“天然地质博物馆”。

近日,记者专访了山西省地质调查院有限公司高级工程师、五台山科考站站长李建荣,原山西地质博物馆高级工程师续世朝以及山西省地质调查院有限公司基础地质调查院院长、高级工程师刘畅三位专家。在他们眼中,五台山藏着一个独特的“地

质世界”。其独特性在于完整保留了25亿至18亿年前地球沉积、岩浆活动、变质作用与构造变形的全过程。无论是研究早前寒武纪地质构造,探寻24亿年前最古老真核生物化石,还是追踪全球性大氧化事件的痕迹,五台山都具有不可替代的科学价值。

如今,五台山不仅是地质科研的重要高地,更成为科普与教育的核心基地。请与我们一道走进这里,一睹这座“天然地质博物馆”的神奇和瑰丽。

1 爬山就能“穿越”地壳

站在五台山西台的悬崖边,眼前层层叠叠如“千层糕”般的岩石,实则来自地下25千米的地壳深处。在地质专家眼中,整座五台山就是一部被“竖起来”的地球深部档案。今天,就让我们一同翻开这本“档案”,探寻地球过往的奥秘。

无需钻机 徒步“穿越”地壳

2亿年前,华北板块与扬子板块发生碰撞。如同巨人抬手,将五台山—恒山地下25千米处的岩层整体抬升至地表,形成了全球罕见的垂直地质剖面。这一独特构造,让我们无需借助深井钻探,只需爬山就能“穿越”地壳。

从五台南山坡向上攀登,脚下是来自地下5千米的浅变质岩,触感相对松软;抵达山顶及北麓,所踩岩石变为地下15千米的中变质花岗岩岩带,硬度显著提升;继续向北前往恒山,映入眼帘的则是地下25千米的深变质麻粒岩,它密度最大,堪称地壳深处的“硬骨头”。

岩石中的矿物还能充当“温度计”与“压力计”,成分相同的矿物在不同深度会呈现不同形态,地质学家依据这一“形态”,便能推算出矿物形成时的温度与压力,如同为地球“测量体温”。

显微镜下 见证岩石“变形”

地壳深处的岩石并非静止不动。在清水河谷的峭壁上,有一道“之”字形岩带,这是位于地下的“韧性剪切带”,其形成过程宛如慢动作下的“拉面条”。在地下500℃的高温高压环境中,岩石会逐渐变软,如同橡皮泥般被板块挤压力“揉来揉



五台山中变质花岗岩岩带。

去”。经过上百万年的拉伸,岩石形成了波浪状褶皱,其中的白云母晶体甚至被拉长10倍,形似银针,清晰记录着岩石变形的强度。不同矿物在不同深度的“变身”过程更为奇妙。石英在浅层时呈颗粒状,而到了地下11千米、温度达到300℃以上的环境中,便会转变为丝绸般的条带;长石需深入地下20千米,处于450℃的条件下才开始“变软”;角闪石在南坡山脚时是墨绿色短柱状,抵达北坡后则变成了银灰色长针状;石榴子石更是能从樱桃大小,生长成拳头般的“晶体炸弹”。

破解“黑匣子” 解读地球演化

五台山—恒山的岩石中,还隐藏着地球演化

的“密码”。从南到北,岩石呈现出完整的“变质相带”。起始是含绿泥石、绢云母的绿片岩相,形成于300℃、地下5—8千米的环境;接着是角闪石与斜长石共生的角闪岩相,形成条件为600℃、地下15—18千米;最后是含有紫苏辉石、石榴子石的麻粒岩相,形成于800℃、地下20—25千米的深处。

岩石中的特殊结构,更是珍贵的地质“黑匣子”。比如黄铁矿晶体两侧的纤维状矿物,如同日晷般指向应力方向;旋转的石榴子石包裹着早期形成的矿物,将岩石的变形历史完好封存。这些证据表明,这片区域曾经历过三次构造运动,每次运动期间温度升高均超过200℃。

2 藏在石头里的古老密码

五台山深山藏着改写地球历史的宝藏基地。这里的岩石不仅有可炼特种钢的磁铁矿,还记录了25亿年前地球“童年”的海底地质运动。如今,这一古老宝藏借科技之力,为现代工业注入活力,成为解码地球演化与推动区域发展的双重密钥。

“钢铁童年”的诞生密码

专家介绍,27亿年前,五台山是滚烫的古海洋,海水温度达60℃。地球深部地幔柱上涌,使海底开裂,350℃富铁热液从缝隙喷出,将铁、硅等物质带入海水。这些物质经沉积和铁细菌作用,形成“条带状铁建造”(BIF),为地球“钢铁童年”埋下伏笔。

25亿年前,地球冷却、地壳变硬,板块运动活跃。板块碰撞挤压时,花岗岩浆钻入海底沉积层,温度变化让岩石“变形”。600℃—450℃时,铁矿物重结晶成磁铁矿条带;400℃—300℃时,热液促使金、铜等矿物富集;200℃—150℃时,岩石变为

绿片岩。最终形成“花岗—绿岩带”,锁定丰富矿产。这一过程与区域深部地质构造相关,是地壳深部物质与地表环境作用的产物。

现代工业的“动力源泉”

五台山铁矿的开发利用历史悠久,从我国古代十分发达的冶铁业中的记述足以说明五台山古代冶铁业已初具规模。《山海经·五藏山经》记载,春秋战国时期(公元前770年—公元前221年)我国产铁之山有34处,其中就有五台山产地;秦、汉时期(公元前221年—公元220年),汉武帝宣布盐铁官营政策,全国49个设置铁官的产地地区,山西就有5处,包括五台山;隋、唐时代(公元581年—公元907年)《新唐书·地理志》记载,全国有铁矿产地104处,其中山西有15处,主要分布在五台、临汾等地;截至2024年底,五台山已探明铁矿储量42亿吨,其磁铁矿平均含铁量35%,精加工后达

68%,杂质少,是冶炼特种钢的理想原料。

此外,五台山还蕴藏金、铜、稀土、钴镍等金属。2025年,峨口矿区新发现可用于电子器件的稀有矿产。其“垂直找深度”特性,让不同深度岩层暴露,为矿产勘探和研究地壳深部矿产形成规律提供便利,不同变质相带岩石也为精准找矿提供依据。

古老宝藏焕发新生

过去,地质工作者靠实地敲石头、人工测数据找矿,效率低且难精准定位深部矿体。2024年发射的“太行号”地质卫星,能识别地面0.1%的磁铁矿异常,穿透地表植被与松散土层找矿。

现代科技还提升了五台山矿产的综合利用水平,每吨铁矿砂除炼铁,还能提取1.2克黄金、38克铜和0.03克稀土。25亿年前的“石头”,在现代工业中焕发新生,续写地质资源与人类发展的新篇章。



五台山条带状铁矿(阿尔戈马型BIF)。

3 每年“长个”0.39毫米

知道吗?如今海拔3061.1米、被誉为“华北屋脊”的五台山,在数千万年前竟是一片低海拔平原。这场跨越数千万年的“平地起高楼”,背后藏着地球板块运动的精彩故事,你脚下的每一块岩石,都藏着它从平原变身高山的亿万年密码。

从平原到高山的“成长动力”

如今海拔3061.1米的“华北屋脊”五台山,数千万年前曾是低海拔平原,这一巨变源于地球板块运动的“连锁反应”。

5600万年前,印度板块以每年超10厘米的速度北冲,撞上欧亚大陆。它像“推土机”下插欧亚板块,先撑起青藏高原,再带动鄂尔多斯地块旋转、推动太行山脉抬升,最终将平坦的五台地区“挤”起,开启高山形成之路。4000万年到3600万年前,五台山经历“塑形期”:先经持续暴雨冲刷、河流千万年“打磨”,山头被“削平”形成广阔平原;随后板块再次挤压,这片平原被整体抬升,最终成

为华北最高峰。

大地留下的“成长密码”

无需穿越时空,大地的“证据”和科学测算,能清晰还原五台山的“成长史”。

夷平面上的砖红色黏土,证明这里曾是高温多雨的“南方景象”,气候类似现在的海南,而非山西如今常见的黄褐色土壤环境。土层中铝土矿残留、稀土元素异常,表明这片土地曾暴露在地表超过3000万年。

岩石上的“伤痕”藏秘密:放射状裂纹记录特定方向的拉伸力;硅质薄膜厚度能反映地表暴露时间;岩石内部封存的热事件遗迹,可证明4100万年前这里曾经历地热烘烤。

最初的2500万年,五台山“生长”缓慢,仅抬升200米,平均每万年高8厘米,相当于人类指甲几百年的生长长度。之后600万年,它突然“加速”,抬升720米,每万年长高1.2米,速度是之前

的15倍。

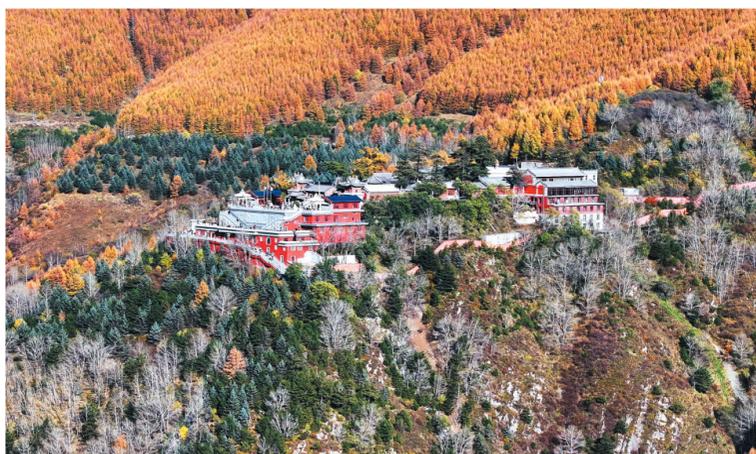
如今,五台山仍在“长高”:北斗卫星监测显示,它每年垂直抬升0.39毫米、水平移动2.1毫米,因速度过慢,人类凭感官难以察觉。

不可替代的“地质宝库”

五台山的地质历史不仅具观赏性,更有三大世界级价值,为地质研究提供关键支撑。

一是“时间胶囊”,完好保存了5600万到3400万年前的古平原景观,其时间跨度是人类历史的百倍以上;二是“构造标尺”,即便距离板块碰撞带2400公里,仍清晰记录着印度板块与欧亚板块碰撞的远程影响,为地质研究提供关键依据;三是“气候档案”,红土风化壳如同“日记本”,见证了华北地区从“热带雨林”到“温带草原”的气候变迁。

这场持续亿万年的“地质成长记”仍在缓慢上演,五台山的每一寸土地,都藏着千万年的地质波澜。(据《山西日报》李全宏)



五台山秋色(黛螺顶)。史文勇摄