

# 高原铁军筑“天路”

——云南建投集团投资建设香丽高速全线投运

朱金磊 陈伟



小中甸收费站



金沙江特大桥



虎跳峡地下互通



冲江河互通



香丽高速碧古特大桥



2021年国庆佳节来临之际，滇西北高原传来好消息：香格里拉至丽江高速公路全线投运，成为云南交通及经济社会发展史上一个值得铭记的重大事件。

香丽高速起于香格里拉市城区以南益松村，止于丽江白汉场，全长140公里。从香格里拉到丽江，沿金沙江一路南下，沿途天空蔚蓝，江水滔滔。香丽高速就盘亘在蓝天与江水之间，绵延不绝，气势巍峨。

它自带光环：是国家高速公路网规划的京藏高速公路西宁至丽江联络线的组成部分，在云南干线公路网中处于主骨架地位；是云南迄今为止海拔最高的高速公路，被称为“天路”；是迪庆藏族自治州第一条高速公路，承载着沿线各族群众的热切期盼。

它无比艰险：面临“三高、二复杂、一脆弱、一艰巨”的难题，即高地震烈度、高海拔、高差大，地形复杂、地质复杂，生态环境脆弱，工程极为艰巨。每一个难题都是难啃的“硬骨头”，每一个难题都是影响施工的“拦路虎”，修筑这条“天路”注定千难万难。

再难也要修，再苦也要干！5年来，为修筑“天路”，作为该项目的投资建设者——云南省建设投资控股集团有限公司各参建单位精诚团结，发扬高原铁军精神、工匠精神、劳模精神，克服高海拔低温缺氧、地质差施工难、工程技术含量高等一个个难关，啃下“硬骨头”，清除“拦路虎”，攻克世界难题，上演了一幕幕可歌可泣的感人故事。

香格里拉，位于青藏高原东南缘横断山脉腹地，平均海拔3459米。高海拔造就了无数美景，也造就了“一年无四季，一天有四季”的高原气候，以及无处不在的高原反应，让许多人望而却步。

据云南建投集团基投公司丽香高速投资开发公司总经理孙德贵介绍，香丽高速路线多位于2200米以上的高海拔地区，最高点海拔3323米，是云南省第一条海拔超过3000米的高速公路，其中K0到K39公里处海拔高度都在3000米以上。建设者们遇到的第一个难题就是高原反应。

“刚到这里时嘴角、鼻子流血，晚上失眠睡不着。”云南建投集团基投公司香丽高速项目部综合办公室负责人李燕对高原反应有着深切的感受，她说，施工环境造成工人的流动性大，很多工人来到高原后反应强烈，待不了几天。一位外聘的总工刚到这里就胸闷、气短、说不上来话，只待了两个多小时就辞职回去了。

“高原降效明显。在低海拔地区，建设工人能背起80斤重的东西，一天能工

香丽高速延伸到五至九标段，途经神秘美丽而又险峻雄伟的哈巴雪山，哈巴雪山最高峰海拔5396米，高高地隐在云雾中，山麓下是哈巴大峡谷，最低江面海拔仅为1550米。一高一低，犹如鬼斧神工。

孙德贵说，五标段到九标段，河谷形态以“V”型山谷为主，地面横坡陡峻，深切沟谷两侧谷坡地形陡峭，河谷狭窄，自然坡度20-45度，工程量比较集中，桥梁、隧道等构造物多，弃土场地质难。且项目沿线滑坡、崩塌、泥石流、危岩等不良地质现象十分突出，其中，七、八标段全线桥隧相连，桥隧比达100%，是香丽高速最为艰苦的施工路段，施工难度极大。

复杂的地质条件给隧道开挖带来了极大挑战，施工难度超乎想象。原来方案是按照IV级围岩设计的，但施工时才发现此段地质结构为炭质板岩，围岩类别为V级。此类围岩变形快变形量大，开挖后迅速变形，作业面易坍塌，且变形分布不均匀不对称，变形持续时间较长，给隧道施工造成很大困难。

“刚进场施工还行，开挖到20多米

虎跳峡，以“险”闻名天下，是中国最深的峡谷之一。在这里，云南建投集团创造了两项世界纪录——攻克国内外第一个复杂的地下互通式立交难题，建成世界第一跨径的独塔单跨地锚式悬索桥。

虎跳峡施工区域海拔从约1800米急剧上升至3200米，是香丽高速连续35公里桥隧比最集中的路段，桥隧比高达98%，山高、谷深、地震烈度高。虎跳峡互通立交就位于这里，其工程难度极大，水环保要求高。

立交走地上，隧道走地下，这是道路工程常规的方案。但考虑到这些客观复杂的因素，指挥部邀请国内外知名机构对方案进行反复研究、论证优化，经过实地踏勘和讨论，最后决定方案调线，将香丽高速昌格洛隧道轴线向山体内移动，且虎跳峡互通从地上“搬到”地下，与长隧相连。

但地下互通式立交隧道结构复杂，净距小、开挖宽度、净空大，是一个封闭、无自然光的环境，行车环境和交通流特点与一般地面互通相比存在较大差异，为此，在设计时又结合结构布置隧道通风、逃生救援、交通疏导、接线连接等设施，进一步优化了方案。

基投公司副总工程师张海太介绍，

## 弘扬亮剑精神——敢打硬仗 爱岗敬业坚韧不拔

作8个小时。来到这里只能背50斤，一天只能工作6个小时，高海拔导致有效施工时间变短，施工效率降低。”云南建投第六建设有限公司香丽高速项目第一标段生产副经理朱源说。

除了高原反应，云南建投集团各参建单位的建设者们还要与恶劣的气候环境作斗争。这里白天增温剧烈，夜间降温快，冬季日温差达30多度，气温最低可至零下20℃，积雪最厚可达30厘米，很多工人手上、耳朵上长了冻疮。为保障施工进度，云南建投集团的建设者们想尽各种办法，克服寒冷天气，不断改进施工工艺，保障各项建设工作顺利推进。

公路建设期间，在一标段T梁生产基地，只见一片片T梁被厚厚的绿色油布覆盖着，把手伸到油布里面，温度竟达到20多度。朱源介绍，这是为应对香格里拉的寒冷天气而实施的T梁蒸汽养护法，解决了传统喷淋养护无法在寒冷天气下施工的难题，而且使养护天数从15

## 弘扬高原铁军精神——善打恶仗 有效应对艰巨工程

后，变形越来越快，越来越难掘进。其他地方的隧道每天能掘进3米，每月近100米，这里的隧道每天掘进不到1米，每月才20多米。”来自福建平潭的隧道施工方负责人陈规胜说，“我做了20多年的隧道施工，这是遇到的最难得的一类隧道。”

困难面前不退缩，建设人弘扬高原铁军精神，各标段认真研究全面技术攻关，纷纷采用超前排水、超前地质预报等措施，每个工作面都有总工或副总工、生产经理或副经理现场跟班作业，现场解决问题，与复杂的地质较上了劲。同时改进施工工艺，采用超前小导管注浆，在开挖前，先向掌子面斜上方或附近的围岩打入小钢管进行注浆，以改善围岩状况，保证掌子面稳定，再进行开挖。积极组织科研攻关，成功解决高海拔软弱大变形隧道建设的世界级难题。

在应对复杂地质的同时，猝不及防的自然灾害也时刻考验着筑路大军。七、八标段地形为构造侵蚀，属极度切割山峡谷，地质情况极差，围岩变形较大，对路堑边坡的稳定性影响突出，且标段内有多条泥石流沟及自然冲沟。

每到夏季，防汛及抢修工作成为重

## 弘扬工匠精神——能打胜仗 攻克两项世界难题

虎跳峡地下互通为避让不良地质带，创造性地将桥隧立交从地上“搬到”地下，实现“桥、隧、地下互通”相连，是我国首座高速公路地下互通立交。

深山绝壁开天路，横越金沙江架飞虹。在这里，还有一个世界级的工程项目：世界第一跨径的独塔单跨地锚式钢桁梁悬索桥——虎跳峡金沙江特大桥。

作为全线重点控制性工程之一，虎跳峡金沙江特大桥穿越金沙江峡谷，总长1020米，桥面距江面260米，桥位区域地质情况极其复杂，地震烈度高。大桥位于虎跳峡风景区内，道路保通和安全、生态环境保护等要求都较高。

为了避免大面积开挖和破坏植被，云南建投集团多次邀请知名设计院反复研究论证可行性方案，经过综合考虑技术、经济和可接受的施工风险，以及现有的地勘资料和不良地质情况，在初步设计阶段通过对比选定了采用766米主跨的独塔单跨地锚式非对称结构的钢桁梁悬索桥，既环保，又增加了安全系数。

金沙江特大桥用钢量8000多吨，相当于埃菲尔铁塔的用钢量，该桥采用的滚轴式复合索鞍结构在国内外大跨径悬索桥上也是首次采用。一桥飞架南北，天

天缩短到8天，在充分保障质量的前提下大大提高了生产效率。

气温逐渐降低时，建设者们更是绞尽脑汁保障现场施工质量，施工人员在白天浇筑好墩柱后，要像对待孩子一样，给墩柱裹上厚厚的棉被，外面再裹一层油布，进行夜间保温。被层层包裹的一排排桥墩，在大山深处显得尤为壮观。

香格里拉的冬季寒冷而漫长，要等到来年4月才结束，而这时漫长的雨季又要到来了。香丽高速的建设者们这样调侃香格里拉的天气：“这里一年就两季，冬季和雨季。冬季结束雨季来临，雨季结束冬季来临。”

2018年，李燕曾特地做了一张表格来记录他们标段的天气情况，其中7月份下雨29天，8月份下雨30天。无休止的雨，让建设者们吃尽了苦头。

高原缺氧不缺精神，高原艰难不缺坚守。海拔3000多米的工地上，正是由于一个个建设人坚韧不拔，弘扬高原铁军精神，才保障了项目的顺利推进。

要任务，开工以来多次爆发泥石流灾害，给施工造成极大困扰。其中，七标段驻地搬家三次，八标段施工现场、进场道路多次被冲毁，施工作业的机械设备及原材料被大量冲毁掩埋……

越是艰难困苦的地方，越能体现高原铁军的担当。针对沿线地质灾害多发的特点，香丽高速通过应用多維多基公路地质灾害监测预警等技术，提高气象地质灾害主动防控技术和安全保障能力，成为交通运输部科技示范工程，最大程度地减轻灾害的损失，保障施工进度。

同时，针对沿线山高谷深、弃土场选址困难的情况，香丽高速充分利用可用洞渣，减少弃渣量，不断优化弃土场选址和建设，环水保工作获得水利部点赞。香丽高速还通过采用新材料、新工艺、新方法、新能源，将绿色低碳理念贯穿于项目建设，运营全生命周期，达到节能减排、绿色低碳、循环再生的目标，被交通运输部列为绿色示范公路主题性试点项目。

这一个个艰难险阻，像一个个“拦路虎”，横亘在高原铁军建设人面前，但他们积极作为，想办法定策略，攻坚克难，克服了一个个难关，清除了一个个“拦路虎”。

铤而逢途。这座世界级的桥梁工程成为连接香格里拉与丽江最便捷的通道，也成为香丽高速上一道最亮丽的风景。

艰难困苦，玉汝于成。截至目前，为保障香丽高速项目顺利推进，建设高峰期投入管理人员1895人、一线作业人员12400人、调动中型以上机械设备3100多台，达到了“交工合格、竣工优良，工程一次验收合格率100%”的工程质量目标。云南建投集团在香丽高速创下了两个世界第一、两个省部级示范工程、三个云南第一的辉煌成绩。高原铁军建设人为推进香丽高速建设谱写了一曲曲荡气回肠的奋进之歌。

香丽高速的全线投运，标志着丽江市与迪庆州高速连通的大通道正式实现双线贯通，对迪庆州具有划时代、篇章的里程碑意义。同时，对完善国家和云南省高速公路网，加快大滇西旅游环线交通枢纽建设，加强滇西北旅游资源联动开发，构筑滇川藏“大香格里拉”旅游经济圈，推动滇西一体化发展，加强民族团结、巩固脱贫攻坚成果，全面推进乡村振兴，推动云南实现高质量跨越式发展具有重要意义。