

中老鐵路開通展望

科技之路篇

攻克隧道地質難題 師徒千日相向掘進

相約跨境隧道貫通時來次擁抱 惜因疫成憾

位於中老邊境的友誼隧道，是中老鐵路唯一的跨境隧道，中國境內段7.17公里，老撾境內段2.42公里。今年50歲的中鐵二局玉磨鐵路項目部副經理潘福平與其35歲的徒弟白小可，分別在友誼隧道國內段和國外段組織施工，相向掘進。2020年9月13日，友誼隧道貫通，至此，潘福平、白小可師徒倆與1,200餘名建設者一道，已在此鑿山開路1,543天。中老鐵路地處雲南西南部和老撾北部山區，地處印度板塊與歐亞板塊碰撞縫合帶，沿途山高谷深、地質複雜，全年降雨充沛，隧道多數穿越斷裂帶，圍岩破碎、地下水豐富，溜塌、突湧、大變形等不良地質災害頻發，建設難度超出預期。

● 香港文匯報記者 丁樹勇 玉溪、西雙版納報道



● 潘福平(左)在隧道中作業。受訪者供圖



● 白小可檢查隧道工程質量。受訪者供圖



● 大橋吊裝作業。中鐵昆明局供圖



▶ 智能鋪軌作業。中鐵昆明局供圖

元江特大橋創兩項世界紀錄

中老鐵路國內段橋隧及佔比

	數量(座)	里程合計(公里)	佔比	單座最長里程(公里)
隧道	93	398	78%	17.5
橋樑	136	50	9%	3.5
橋隧合計	229	448	87%	

*國內段全長507公里

「元江特大橋採用了國內首創的工藝工法，為類似地質條件的橋樑建設提供了中國方案。」在王炳巖先後參與建設的8座大橋中，他似乎更偏愛誕生了兩個世界紀錄的中老鐵路玉磨段元江特大橋。王炳巖是中鐵四局元江特大橋項目經理，由其團隊承建的元江雙線特大橋全長832.2米，設4個橋墩2個橋台，其中最高的3號橋墩達154米，相當於54層樓房的高度，位居該類橋樑世界第一。同時，大橋主橋採用變桁高上承式鋼筋混凝土橋樑結構，249米的主跨也創同類型橋樑世界第一。兩項世界紀錄，令王炳巖很是自豪；而令他驕傲的，還有大橋建設的創新工藝。大橋橋面至江面高差237米，兩側

峽谷坡度達70度，「設計施工技術國內外可借鑒先例不多，只能由56個節間進行接續拼裝，精準合龍要求極高。」王炳巖一邊在電腦上展示施工場景圖片，一邊向香港文匯報記者解釋說，「我們運用全站儀、GPS設備觀測線形變化，在杆件上安裝應變片和糾偏裝置，利用墩頂縱橫移糾偏裝置和溫度調整法，分步驟調整合龍口縱向偏差。」154米的「世界第一高墩」墩身自重超過12萬噸，鋼桁樑重2.1萬噸，而橋墩底地質斷層和滑坡體較多，岩體破碎，不足以承受如此大的重量。「經多次專家論證，最終確定由兩個鋼筋混凝土空心墩通過墩頂橫樑和中間X型鋼結構橫向連接的施工方法，在確保承重達標的前提下，有效減輕了橋墩自身重量。」王炳巖說。

有着27年一線工作經歷的潘福平，早已習慣了住山溝、伴大河、鑽洞子的生活。常常在清晨5時，就習慣性地戴好口罩、安全帽，穿上反光背心，拿上手電，套上防水鞋，鑽進隧道檢查安全生產情況。雖然與徒弟白小可的兩個工地相距不到10公里，但由於工期緊、任務重，兩人很難跨國見上一面。不過師徒倆經常會撥通電話，既有彼此間的問候，更多的卻是工作經驗和施工技術的交流，在視頻連線中了解對方的工程進展，探討各自遇到的施工難點。

「沒有經驗借鑒就自己研究」

友誼隧道屬於I級高風險隧道，地質結構複雜，一方面圍岩遇水軟化、自穩性差，中鐵二局玉磨鐵路項目部經理羅恒富形象地說：「泥岩加砂岩在工程上稱為軟弱圍岩，就像種莊稼的泥土一樣，見水就溜，施工過程中易滑塌、變形，安全風險極高。」另一方面，隧道均處於鹽岩侵蝕環境，對隧道結構腐蝕性大，國內外罕見。鹽岩是食鹽結晶之後形成的石頭，強度低，具水溶性，侵入混凝土結構後，對鋼筋腐蝕性極大。遭遇高侵蝕難題的，主要是徒弟白小可，地質鑽機下探到150米深處，仍然沒有鑽透鹽岩層。「沒有經驗可借鑒，我們就自己搞研究。」白小可說。他不僅請教專家，還主動向困難發起挑戰，施工中，根據隧道、地質、材料等方面的專家確定的設計方案，採用高強度、高耐腐蝕性的

C50、C45 混凝土，抵抗鹽岩和石膏對混凝土的侵蝕；而鋼筋則採用環氧樹脂鋼筋，就像給鋼筋穿上一層「防護服」，使其免遭鹽水的侵蝕。

潘福平與白小可在專家的指導下，施工採用「短進尺、快施工、快封閉」的短台階施工工法，減少圍岩暴露時間，避免滑塌和變形，確保圍岩及時封閉。而在高含鹽地段施工，潘福平與白小可根據專家確定的「注漿堵水、全包防水、圓形多層結構、強化材料防腐」的設計方案，採用65米長棧橋、全封閉抗浮模板等多項鹽岩隧道專用設備施工，從工裝和工藝上對工程質量、安全和進度給予了最大保證。

再約通車後在車廂裏擁抱

一直以來，潘福平有一個願望並與小可約定，隧道貫通時，在隧道裏來一次擁抱，拍上一組合影。但真正到了隧道貫通的那一天，由於疫情防控需要，師徒倆仍未能見面，他們的約定只能暫時取消，「雖然有點遺憾，但沒關係。等中老鐵路通車了，我們一起乘上火車，在車裏擁抱！」潘福平在視頻裏對白小可說。

不過，潘福平的期待恐怕要成為又一個幸福的「遺憾」了。因為在完成友誼隧道的工程後，白小可旋即北上：「師父，我已經到西藏參加川藏鐵路建設。」



● 潘福平師徒參與建設的友誼隧道。中鐵昆明局集團供圖

中老簽國境鐵路協定 奠定跨境運輸規則

香港文匯報訊 據新華社報道，11月30日，《中華人民共和國政府和老撾人民民主共和國政府國境鐵路協定》簽署儀式以視頻形式在中國北京、老撾萬象舉行。該協定是中老兩國第一個鐵路領域的政府間合作文件。

簽署儀式上，中國國家鐵路局局長劉振芳與老撾公共工程與運輸部長萬沙瓦·西潘敦代表兩國政府簽署協定。

作為兩國共建「一帶一路」和中老友誼的標誌性項目，中老鐵路對雙方共建「一帶一路」、構建中老命運共同體具有重大意義。中老鐵路為電氣化客貨運輸鐵路，設計時速160公里（部分區段預留時速200公里條件），於2016年12月正式開工。

線路全長1,035公里，北起中國雲南省昆明市，向南經中國普洱、磨憨邊境口岸，再經老撾磨丁邊境口岸、孟賽、琅勃拉邦、萬榮，最終到達老撾首都萬象。

中老鐵路是一條秉承綠色生態環保理念，採用中國標準和先進技術、高質量高標準建設完成的現代化鐵路。

中老國境鐵路協定是中老兩國第一個鐵路領域的政府間合作文件，由中方國家鐵路局和老方公共工程與運輸部本着相互尊重、互利共贏、安全優質、便捷高效、深化友誼、形成示範等原則共同商定，旨在約定兩國鐵路國境站及其站間區間範圍內有關重要事項，是雙方開展鐵路跨境運輸的基本規則，為跨境運輸奠定了堅實基礎。

另據中新社報道，中老鐵路中國段11月29日完成滿圖運行，這是鐵路具備開通條件的最後一個測試環節。

在滿圖運行測試環節，中國鐵路昆明局集團有限公司一天內開行了15趟動車組在不同區間運行，完全按照列車運行圖到發時間、車站和運行線路開行。

維和部隊中走出的鐵建工匠



特稿

「減0.3毫米、減0.4毫米、加0.1毫米」，在中老鐵路有昨軌道精調施工現場，工作中的王鵬十分專注，猶如在維和任務中執行排雷任務一樣。

14年前，作為中國軍人的王鵬，曾兩次赴黎巴嫩維和，他所在的掃雷排連是維和連隊中最危險的工種，圓滿完成兩次排雷任務的他，是赫赫有名的「排雷」英雄。2017年，退役後的他成了一名鐵路養路工。今年3月，王鵬主動申請馳援中老鐵路建設，擔任工務維修技術中心線路專修班班長，負責檢查有昨軌道精調施工。

「精調施工就是對線路的幾何形態、軌面設計標高等參數進行精細調整，提升線路的平順度。」王鵬說，新建線路會存在一些肉眼觀測不出來的高低起伏或不平順的情況，列車高速運行時，哪怕只有1毫米的誤差，都會影響乘坐的舒適度。在鐵路行業，用TQI值來衡量線路的幾何形態，主要以水平、高低、軌向等7個項目的均方差作為評價依據，數值越大綜合評價越差，數值越小就越好。施工中必須確保各項參數滿足

設計要求，通車後，旅客乘坐才會更加平穩舒適。

據了解，中老鐵路設計時速為160公里，一般此類速度的鐵路線路TQI值只需保持在9至11區間，就能滿足安全行車條件。但要把中老鐵路建成「一帶一路」、中老友誼的標誌性工程，線路TQI值必須小於2.5，這無疑是一項巨大的挑戰。王鵬的主要工作，就是發現軌道問題，確保線路幾何尺寸符合標準。

鋼鎗雙道尺，軍裝雙工裝。不論是在黎巴嫩維和排雷，還是在中老鐵路精調除隱患，王鵬一直秉持「篤學精忠，實戰精技，大愛精誠」的掃雷精神。在有昨軌道精調施工中，他帶領班組職工細心謹慎地開展工作，發現多個外圍環境隱患，攻克7個線路道岔精調難題，「線路精調和排雷一樣，毫厘之差都不能忽略。」王鵬說。王鵬還利用業餘時間指導青年職工學習技術，在作業現場實戰教學，打道尺、做標記、算參數，百分之八十的青年職工把學到的技能用在了精調施工中，提高了作業效率和質量，王鵬說：「僅靠一個人是不夠的，只有整個團隊的技術都提高了，才能守住標準，保證質量。」



● 專注工作中的王鵬。中鐵昆明局供圖