

郑绵平——高原盛放格桑花

◎文 / 武海炜



郑绵平（1934年11月17日~），盐湖学家、盐类矿床学家。福建省漳州市人。1956年毕业于南京大学地质系。1995年当选为中国工程院院士。现任中国地质科学院矿产资源研究所学术委员会主任、国土资源部盐湖资源与环境重点实验室主任、国际盐湖学会主席、西藏自治区人民政府咨询委员、青海省人民政府顾问。

致力于盐类矿产地质和盐湖综合资源及热水矿产研究60年，对我国各类盐湖区和盐类矿产地，特别是青藏高原盐湖进行了系统的创新性研究，取得了若干具有国内外先进水平的成果，为我国钾、硼、锂盐类资源的发现、勘查与综合利用作出了突出的贡献，推动了盐湖地质与环境、盐湖农业和盐科学体系的发展。

曾获全国科学大会重大科技奖两项、部和省科技一等奖各一项、国家科技进步奖一等奖一项、二等奖两项等，还曾获“李四光地质科学奖地质科技研究者奖”、“何梁何利基金科学与技术进步奖”、“中国工程科学技术奖”等。

察尔汗盐湖博物馆是青海省重要的科普教育基地，这里展示了人们对察尔汗盐湖开发和利用的历史。而在这样一个具有纪念意义的博物馆里，有一尊铜像格外引人注目，那就是如今依然耕耘在盐湖研究一线的郑绵平院士的铜质半身像。作为我国盐湖科学及其矿业的奠基人和开拓者之一，郑绵平为祖国高原的矿产资源开发和生产立下了汗马功劳，使得原本是不毛之地的盐碱地变成了矿产丰富的聚宝盆，给西北地区带来了生机，给高原人民带来了希望。

也正是凭借着一项项沉甸甸的研究成果，郑绵平于1995年当选为中国工程院院士，两次当选国际盐湖学会副主席，曾出任国际盐体系编委，2014年7月，第十二届国际盐湖大会后被推举为国际盐湖学会主席。

情系柴达木

郑绵平小时候，心中就萌生了地质工作梦想。出生于福建漳州家境穷困的他，从小见惯了不同的地貌形态，对

地下的奥秘更是十分好奇。当时火车运行需要烧煤，但福建却没有煤矿，他就暗暗发誓，长大后一定要为家乡找到煤矿。

后来，他如愿以偿地被南京大学金属与非金属地质勘探专业录取，但这时却出现一个大难题——家里凑不出上学的路费，幸亏一位同学从新疆寄来了一百多元钱，才解了他的燃眉之急。

只身一人来到南京求学，郑绵平又经历了另一番痛苦：对于生长在福建的人来说，南京冬天的阴冷简直痛彻骨髓，当时他只带了一床薄被子，每天晚上冻得翻来覆去、辗转难眠。因为这个，他还大病一场，直到现在淋巴结还有个肿块。幸亏学校为家庭困难的学生发放了救助金，他才得以穿上了棉衣，并且用省下的钱买了学习用品。就这样，在艰苦奋斗中，他完成了大学的学业。

柴达木盆地是郑绵平地质工作的起点。

1956年，22岁的郑绵平从南京大学地质系毕业，被分配到化学工业部地质矿山局工作。没过多久，他就被安排



1984年，郑绵平（中）与向军（左）、郑元（右）在西藏扎布耶北湖钙华岛观察盐藻生态习性

到柴达木盆地考察。“我们3个人组成了一个小分队，准备了毡鞋、皮大衣，全副武装后，就兴奋地踏上了西去的行程。”

可是，“西天取经”要经历那“九九八十一难”的，这却是刚出校门的郑绵平始料未及的。当时的铁路网络没有今天这样发达，郑绵平和队友从北京出发乘火车到了西安后，便只能乘坐长途汽车到兰州，再转车到西宁。“所谓的车，就是很老的解放牌，大家挤成一团坐在自己的行李上。受不了颠簸、体质较弱的人呕吐一地。”

到了目的地，更是叫这些北京来的“城里人”大开眼界：放眼望去，一片空旷，荒无人烟。“这样的环境，我们很难找到像样的住所，最后找了几间还没有盖好的房子，把行军床摊在地上就睡。”

初春时节，高原之上依然是寒风呼啸，除了住宿的简陋，工作条件也异常艰辛。他

们从驻地到周边盐湖考察，没有交通工具，只能找当地人租用骆驼，驮着行李和考察装备进入。所谓的装备，也不过就是“地质三大件”——地质锤、罗盘和放大镜。

郑绵平回忆说：从北京起一路向西，会明显地感觉到，越走越落后，越走越荒凉。到了西部腹地，更是人烟稀少，满眼荒芜，山上寸草不生。可是那个年代的他们，对新中国的未来充满信心，建设祖国的热情高涨，人人肩负着开发大西北的使命，人人怀着争当地质尖兵的决心，都希望通过自己的工作改变西北贫穷的面貌，所以一路上虽然经受了不小折磨，但他们不以为苦，反以为乐，更不会有临阵脱逃的想法。

“很多东西都是两面性的，荒凉的地方充满艰险，但同时也说明这里没有前人涉足，有着很多未知的东西等待我们去发现，这种探索的机会，对于地质研究者来说是弥足珍

贵的。”郑绵平回忆往事，倒是感谢那段艰辛的历程，既磨砺了他的意志，同时也给了他珍贵的机会，他甚至觉得自己是时代的幸运儿，能够有幸那么早地进入地质资源富饶的西北地区。

20世纪50年代中期，国内外还未发现现代陆相盐湖固体钾盐矿床（光卤石、钾石盐），已知的固体钾盐矿床均是海相。某些矿床学教科书和论著中认为，由于内陆盐湖盆地较小，黏土对钾的选择性吸附，使汇入盐盆地的钾量很少，加上周期性气候，难以使盐湖中钾分达到富集沉积固相钾盐阶段。郑绵平不拘泥于前人的论述，根据自己和队友在考察中所获得的资料，经过专业分析判断，第一次明确指出察尔汗盐湖卤水含钾较高。后来，他在大柴旦北温泉和大柴旦湖水中发现含硼较高，为进一步找寻钾盐和硼矿提供了重要的依据。根据这次考察，郑绵平完成处女作——《青海省柴达木盆地硼砂、钾矿调查报告》。

第二年，郑绵平又参加了中国科学院组织的柴达木科考队，担任队伍里的地质研究负责人。“山中无老虎，猴子称大王。”郑绵平开玩笑地说，当时国家地质人员短缺，科学考察队队长是一名化学家，所谓术业有专攻，队员各有所长，也各有所不足，地质方面的工作自然而然就落到他这个年轻的“行家”身上。在这次考察过程中，郑绵平首次报告了他们在察尔汗盐湖发现大面积的新生光卤石和含钾卤水，并在大柴旦湖底钻探发现柱硼镁石矿产成矿证据，提出该区值得继续找硼的意见。1958年的《柴达木盐湖科学调查报告》中，郑绵平对察尔汗盐湖高钾卤水做了资源量估算（1.55亿吨）和初步评价，文中论述了其为世界尚无前例的、规模较大的内陆盐湖型钾盐矿床。报告提交给青海地质局海西地质队勘探，其钾盐工业价值很快得到证实。

正是他的这份“答卷”，改写了察尔汗盐湖的命运。当地开路建厂，生产钾盐，满足了经济建设需求，富裕了当地百姓。直到今天，这里的钾盐产量在全国依然是首屈一指的。

“经常会有小一辈的地质学者发感慨，说1956年他们还没有出世，我已经几次造访大西北了。”每每听到别人夸赞，郑绵平都谦虚地将功劳归结到他的“幸运”上，他觉得自己生长在最好的时代，赶上了第一个五年计划，很早地加入开发大西北的队伍中，是时代给了他找矿立功的机会。其实，“最好的时代”也应该感谢郑绵平那一代人。正是他们披荆斩棘地付出，舍生取义地前行，才让“最好的时代”有了鲜活的注脚。

郑绵平对柴达木盆地的探索一发不可收拾，在众多研究成果中，2008年和2013年分别开钻的柴1井和气钾1井的施工实践更是创下了柴达木盆地钻井的多个之最。

柴1井井深1200米，位于达布逊湖北滨，是郑绵平团队同中国石油勘探开发研究院廊坊分院合作开展的柴达木盆地三湖地区预探盐湖科学钻，首次取得系统原状岩心，揭示了天然气生物成因和盐湖沉积120万年以来高分辨率环境演变系列。

气钾1井位于柴达木盆地三湖地区北斜坡盐湖构造，是郑绵平带领的中国地质科学院矿产资源研究所与中国石油天然气集团公司青海油田公司合作钻探的一口井深3500米的科学预探井，其钻探目的是揭示柴达木盆地三湖地区地下卤水钾盐利用的可行性及狮子沟组烃源岩的生油能力；摸清第四系中可溶有机质的来源、分布及其地球化学特征，完善生物气资源量的评价依据和方法；建立柴达木盆地中新世晚期以来“百年一千年尺度”的高分辨率气候演变系列，揭示其东亚内陆干旱化历程。

在钻井施工过程中，他们遇到了很多困

难：第四系未成岩地层异常松散、PVC衬管保型取心单趟进尺少及长井段封固井质量难以保证，等等。面对这些钻井难题，郑绵平与青海油田公司通力合作，研究发明了新式取心工具，平均单筒取心进尺达到10米以上，既保证了取心收获率，又减少了起下钻次数和起下钻时间，创造了柴达木盆地取心井段最长、取心次数最多、松散地层取心收获率最高的新记录；研发了具有混拌震动功效、能使水泥浆在井底得到二次充分搅拌和充分水化的CTG固井新工具，有效地解决了下套管连续灌泥浆和长井段封固的技术“瓶颈”，完井套管固井封固井段长达3500米，固井质量全井段优质，创造了柴达木盆地一次性固井封固井段最长的新记录。

问鼎罗布泊

罗布泊是出了名的“魔鬼地带”。这个“魔鬼地带”环境恶劣，周边地区

均为高度盐漠化盐壳，寸草不生，气候变化无常。这里的风沙曾吞噬了很多探险的勇士。但郑绵平研究后给出论断，罗布泊有丰富的钾盐资源前景，应该组队前去考察。他的建议得到当时地矿部矿管局的批准。

“明知山有虎，偏向虎山行。”他再三申请，最终得到批准，成功组建了罗布泊考察队，前往“魔鬼地带”考察。1989年，他带队出发，演绎了“三进三出”罗布泊的传奇。

第一次，他们刚到罗布泊边缘，汽车出了故障只好返回。第二次改从原子弹爆炸中心插入，走风蚀而成的“魔鬼城”，转来转去陷入“迷魂阵”，无奈再次退出。第三次他们用了个“笨”法子，沿着干涸的孔雀河河床走，没有路的地方就用树枝垫，历尽千辛万苦，终于到达罗布泊中心。经过取样分析，郑绵平的预见得到初步的证实，他首次发现钾盐矿物，提出罗布泊“是第二个柴达木钾盐区”。因为他找到了一条进入罗布



2001年，郑绵平（左1）在羌北无人区喀湖观察湖成I级阶地剖面



2002年5月，郑绵平（左）在西藏无人区多格错仁调查现代盐湖



2002年5月，郑绵平（前）在西藏无人区错尼湖冰面上掘冰，观察天然盐梯度太阳池

泊“耳心”腹地的道路，并且取得了不俗的勘查成果，后来当地地质队便把这条道路命名为“郑绵平小道”。

面对“魔鬼地带”，很多人都是望而却步的，郑绵平却天生喜欢探险。“那些探险家令我钦佩。早在1900年3月，瑞典探险家斯文·赫定沿塔里木河向东，到达孔雀河下游，想寻找行踪不定的罗布泊，却意外发现了楼兰古城。”郑绵平认为，好奇心是驱使人类进步的动力，作为一个地质学者，必须有着强烈的好奇心和探索精神。

除了勇往直前的探险精神，郑绵平还有着科学家的沉着和稳重，他时刻提醒自己，前期的环境分析工作至关重要，只有了解清楚“敌人”，才能更好地消灭“敌人”。他说：“做地质科考，一定要具体问题具体分析，做好前期的科学分析工作，把危险考虑清楚，规划好应对措施。盲目硬闯，虽然精神可嘉，但不值得提倡。”

进罗布泊之前，他做了大量的功课，认

真总结前人的经验教训，基本摸清了罗布泊地带的“性子”。他知道，进入罗布泊，水是最为重要的资源保障，只要水带够了，便不会慌，生存就不会有大的威胁。所以，他们足足带了一大车水，一路上也十分节约用水，除了喝水做饭、刷牙洗脸外，这些水几乎不会有其他用途。“我们进去后发现湖已经干了，干涸的孔雀河床也堆积了沙丘。我们还在河岸上见到了十几对钙化的鹿角，估计因为这里没有水，鹿也无法生存了。”郑绵平说。

准备充足，郑绵平胸有成竹，带领科考队出发了。虽然在进入罗布泊途中，仍然不可避免会遇到些周折，但最终游刃有余地完成了考察任务，并取得相当可观的研究成果。“当时晚上躺在地上睡觉，就听到噼里啪啦的‘放炮’声，这‘炮声’是罗布泊在欢迎我们呢，在庆祝我们的成功。”他幽默地说道。其实那炮声是高原上盐碱地里的一种自然现象，干涸的盐湖里遍地

盐壳，因为昼夜温差大，导致盐粒热胀冷缩破裂而发出响声。

解密扎布耶

扎布耶的矿产发现，是郑绵平探险探出的又一丰硕成果。

20世纪80年代初开始，郑绵平多次带队深入藏北扎布耶、扎仓茶卡和当雄错等硼锂钾综合性盐湖考察。考察过程中，他除了发现钾、硼等矿产，还发现了一种新的矿物——天然碳酸锂，将其命名为“扎布耶石”。

经过反复研究，他逐渐摸清了这种矿石的“怪脾气”——具有正温度沉积效应和负温度易溶解性。这时候的郑绵平有点“不务正业”，他觉得研究发现要真正能用在实际生产中才有意义，于是埋头研究锂的提取。

从1982年以来持续20余年，郑绵平带领盐湖团队开展盐湖长期观察—地质勘查—盐田制卤—太阳池积热析锂—碳化法加工提

纯“一条龙”研究，成功研发了扎布耶盐湖锂资源开发利用成套新技术，并实现了工程化产业示范。现如今，他的研究成果依然被广泛地应用于生产实践中，使曾经荒凉贫瘠的扎布耶盐湖成了一个名副其实的“用斗量金的金湖”。

“锂是一种特殊的稀有元素，是未来的能源金属，在国防和民用工业中将会越来越重要。”在邂逅扎布耶石的时候，郑绵平就这样思索，因此他长期探索青藏高原锂盐湖的评价和利用。随着技术的发展，他的预见得以证实。在全球矿产齐刷刷进入寒冬的时刻，锂矿依然保持高位增长，为当地经济发展作出巨大贡献。

为了时刻监测盐湖这个“活矿”，1990年，由郑绵平主持，在高原腹地海拔4422米的扎布耶湖心岛上建立了一个长期的科学观测站，用以观测气象、水文、生物和盐湖的种种变化，后来又兴建了另外两座。



2004年，郑绵平调查当雄错北温泉

如今的扎布耶，风景如画，富裕繁荣，成为西部高原的一颗明珠。

探索铯硅华

铯硅华矿产资源勘查成果，是郑绵平献给西藏的一份厚礼。

温泉，是深藏在西藏地表下的滚烫的珍贵资源。全区有资料可查的地热显示区（点）达672处，主要分布在雅鲁藏布—印度河、班公湖—怒江和龙木错—澜沧江地带。

西藏温泉，一直让国内外学者瞩目，是因为它的最特别之处——泉水中含有硼和稀碱金属锂、铷、铯，其含量之高是世界其他温泉区难以比拟的。

从1980年开始，郑绵平进一步探索大陆热水成矿作用的课题，并根据雅鲁藏布地热带热水富含稀碱金属和产出大量蛋白石（胶体）硅华的地质现象，从胶体化学原理

做了推想，并主持进行了4年大量室内外研究和样品加工试验研究，证实了他的推想，从而查明含铯硅华为含铯水的二氧化硅矿物系列，相继找到了4个新的铯硅华矿床。根据他的预测和验证，沿着雅鲁藏布—克什米尔地热带，存在着一个罕见的世界级铯金属成矿带，规模大、品位高（指标）、成带分布，其资源量具有很高的潜在经济价值。这项研究成果，不但发现了新类型铯矿床，而且还提出了低盐度热流体成矿理论研究的新课题。

在这项调查中，郑绵平既立足于学术研究，又重视西藏经济发展的需求。1989年，他主编出版了《青藏高原盐湖》，除了全面总结多年盐湖考察研究成果以外，还探讨了含铯硅华以及热水成矿等问题。20世纪90年代初期，郑绵平和他的研究组成员除了坚持某些盐湖（如扎布耶茶卡）的定位观测以外，还和西藏地矿局合作，深入勘查研究某些地热区的含铯硅华。1995年终于出版《水热成矿新类型——西藏铯硅华矿床》。值得称道的是，他在西藏铯硅华矿床项目的研究成果以英文出版，得到外国地质学界的广泛认可。

一向低调的郑绵平，很看重这个成果。他说，这项成果获得了国家科技进步奖二等奖，这是大家对他的认可。其实，比这个二等奖高的荣誉他捧回了很多，但他觉得，在这项成果中，有着很多人的努力，包括西藏的一些科学家都作出了很大贡献，他铭记着每一个人的付出。

深挖盐碱地

郑绵平提出的“盐湖农业”，真是远见卓识，令人耳目一新。

1982年，他首次在扎布耶盐湖发现大面积嗜盐藻，并进行了地质生态考察。经室内



2003年，郑绵平（中）在西藏扎布耶盐湖科学实验基地与基地人员合影

外研究查明扎布耶产出的耐寒性杜氏藻富含 β -胡萝卜素，还发现多处盐湖卤虫资源，研究生物成硼机制和拉果错卤虫生物。20世纪90年代，他提出盐境地质生态学研究方向以及“盐湖农业”新概念，指出它是从事盐湖生物系统生产食物的科技与生产活动行业，引起国内外学术界重视，开拓了盐湖研究的新领域。

“盐湖农业”是郑绵平一生追求“顺应自然，因势利导”理念的印证。他始终认为，与其大费周章地改变自然环境，不如发现自然环境的魅力所在，顺应自然谋求发展。他总结说：自古以来，人类繁衍和生存主要依赖淡水农业，随着社会的发展和城市的建设，很多良好的耕地被占用为建筑用地，人越来越多，耕地越来越少，这个时候必须要懂得开源节流。目前，政府划定了耕地红线，用来保护耕地，这属于“节流”，但“开源”怎么办呢？这时候就要发掘盐碱地的价值所在。20世纪80年代初，他在澳大利亚考察

的时候，看到国外已经有了将盐碱地淡化的技术，但是与这种耗时耗力的改造工作相比，充分利用好西北地区盐碱地的耐盐生物的特点，发展节水农业，是他更加认同的做法。

为了形象地说明自己的见解，郑绵平拿起一个密封罐子和一只纸杯，神秘兮兮地变起了魔术。只见他从罐子里面取出数粒黑色的颗粒物，放进纸杯，冲入热水，清澈的白开水瞬间变成了蓝色。

“这是长在盐碱地里的宝贝——黑枸杞，水之所以变蓝是因为黑枸杞里面含有花青素。黑枸杞看着难看，但对人体有很多益处，据说有着美容养颜等功效。别看盐湖已经干了，但还是有盐水，可以长出供人类食用的东西。我们还可以在盐湖卤水里生产卤虫，卤虫可以养对虾，这样一来，产量可以提高很多倍。另外，盐湖里的盐藻也有很多用处。我们还可以利用转基因技术，用海水种西红柿等，目前国内已经展开了这方面的试验。”郑绵平兴致勃勃地讲着他“盐湖

农业”未来发展的预期，既像小说家一样天马行空，又没有脱离科学家的脚踏实地。

其实，郑绵平的这些观点雏形早在1985年的《地球学报》上就粗略地提到过。20世纪90年代，钱学森看到他发表在《中国科学报》上的文章，还特地写信给他，希望详细了解“盐湖农业”的研究内容。在深入了解郑绵平的观点后，这位大科学家觉得：“盐湖农业”不同于一般意义的农业，是利用盐湖生态环境及日光，通过生物生产商品，是农、工、贸与现代科技相结合的知识密集型产业，它是21世纪的产业，是对人类生存发展具有很重要意义的见解。

“钱学森是令人敬仰的老先生，他晚年一直都在考虑中国未来的发展，他考虑沙漠将来怎么利用，并且提倡沙产业。我寄了很多资料给他，老先生不仅看了，而且给我提出了建议，他认为我的试点应该从柴达木开始。”郑绵平回忆起钱学森对自己学术研究的支持，感激之情溢于言表。不同年代、不同领域的两位科学家，因为对国家共同的挚爱、对科学共同的执着而发生交集，演绎了一段科学佳话。

直至今日，郑绵平带领的中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心依然在不停歇地进行“盐湖农业”的研究。年过8旬的老人，经常骑着自行车到单位上班，还时常亲赴西北基地考察。“我是搞地质研究的，专业知识也是有限的，但我们会力所能及，为盐湖的发展作一点贡献。”满头银发的老人，壮心不已，对未来满怀憧憬。

郑绵平80寿诞之际，有人用诗句总结了他的科研生涯：“献身青藜展英华，山为枕头湖为家。晴雪朝云迎出日，寒风夕浪送归霞。勘研盐矿临危径，寻找卤岩踏漠沙。哈达庆功飘佛海，高原盛放格桑花。”