

## 地球物理助力新一轮找矿突破大有可为

——访应用地球物理学家、中国工程院院士何继善

通讯员 李惜 本报记者 周铸

20世纪70年代，西方在频率域电法领域占据主导地位。1986年，一位中国学者携他创立的双频激电法在国际上亮相，引起了地球物理界的轰动。被称为“变频法之父”的地球物理学家维特教授称：“我们落后了，中国在这方面已超过了我们。”这位学者就是当时刚当上教授的何继善。

何继善是我国著名的应用地球物理学家、中国工程院院士、中南大学教授和博士生导师。他出身于矿工，凭借自学考上大学，成为世界频率域电法领域的重要人物。美国著名应用地球物理学家霍曼教授评价何继善说：“他的双频激电理论和实践，是近年来应用地球物理学界的一件大事。”

何继善曾先后获得全国科学大会奖1项、国家发明奖2项、国家科技进步奖2项和省部级奖励18项，1986年被授予“有突出贡献的中青年专家”称号，1995年被评为全国有色金属劳动模范，2000年被评为全国教育先进工作者，2005年被评为全国先进工作者。

不仅在理论方面取得成果，他还将自己创立的方法应用于实践。以中南大学为依托，由何继善发起成立的湖南继善高科技有限公司，长期致力于地球物理资源勘探、应急查险抢险救援技术与智能装备研究。据媒体报道，依托何继善发明的仪器装备找到的矿产资源累计价值已达数千亿元。

新一轮找矿突破战略行动的冲锋号已经吹响，在服务国家战略、助力新一轮找矿突破战略行动过程中，地球物理学科能做什么？带着这一问题，中国矿业报社派出采访团队，在中南大学对何继善院士进行了专访。

《中国矿业报》：当前，我国地球物理学科领域有哪些最新科技成果，在地质勘查工作中的转化应用情况怎样？这些研究成果的国际地位如何？

何继善：在地球物理的方法领域，我们取得的最新成果叫广域电磁法。

20世纪70年代，西方国家发明了可控源音频大地电磁法，风行全世界。这个方法的理论基础是把曲面波简化成平面波。但是，我国在使用中发现，它的探测深度一般只探测到600来米，原因在于深度加大以后，平面波跟曲面波的差异越来越大。因此，我认为，要发展电磁法，一定要解曲面波方程。

经过不断研究，我把曲面波方程解出来了，这是广域电磁法的基础。我觉得它有发展前途，可以超过可控源音频大地电磁法。因此，我们研制了仪器，同时到野外推广。经过近10年的推广，慢慢地，大家对它的认可程度提高了。现在，广域电磁法在油气行业、矿产资源行业，以及地质工程行业都得到了比较广泛的应用。

2022年底，自然资源部发布公告，批准《广域电磁法技术规程》从2022年12月1日起开始实施，也就意味着我们有了国家级的规范。实事求是地说，广域电磁法是目前世界上最先进的电磁方法。利用这项方法技术，我们在实际应用中已经将探测深度进行到地下8000米左右了。

并且，在有些地形特殊的地方，广域电磁法甚至比地震法更好用。在四川盆地探测页岩气的过程中，中石化就用两种方法做了对比。结果显示，广域电磁法的成本只有地震法的1/45~1/20。南方的页岩气资源所在地，地表的很多地方是灰岩，不适合地震法。在这样的应用条件下，广域电磁法更适合。

目前，我们的科研团队还在开展地热资源利用的有关研究工作。可利用的地热资源有几个要

求：温度要高、埋藏不要太深、规模要求较大，这样的地热资源才有开发的意义。要利用地热，首先要把资源弄清。我们在云南大理和普洱组建了两个研究团队，专门应用广域电磁法研究地热，得到了当地政府的大力支持。

之所以研究地热，是因为这符合我国提出的“双碳”目标要求。我国的主要能源消耗是化石能源。要减少用煤，就要有规模巨大的清洁能源去取代它，否则解决不了十几亿人口的能源问题。目前的研究成果表明，我国的地热资源十分丰富，资源当量可以达到煤炭人均资源量的170多倍。

所以，我们现在着手去查明那些埋藏较浅、规模巨大、温度较高的地热资源，恰好能够发挥广域电磁法的优势。

除了广域电磁法之外，我们还研发了双频激电法和伪随机信号电磁法。其中，伪随机信号电磁法是目前国际上最先进的方​​法之一。

《中国矿业报》：在您看来，未来一段时间，地球物理在助力新一轮找矿突破战略行动、保障国家能源资源安全方面如何更好地发挥作用？

何继善：几十年来，国家在经济社会发展的各个方面都取得了诸多让人可喜的成就。当前，国家高度重视能源资源的安全和保障，这也给整个地矿行业的发展带来了新的机遇。在这一过程中，我认为地球物理也将大有可为。

我们要根据我国的实际国情去发明和使用适合我们的先进技术方法。先进的仪器设备，首先它本身是凝聚了设计者的思想。特别是一些外国的仪器设备，方法技术都很先进，但它更多的是设计者根据自己国家的地质情况去设计的，不一定适合我国的地质情况。和澳大利亚、非洲和中东等国家和地区相比，我国的能源资源禀赋优势其实并不是特别明显，而且部分矿种还存在“又难找、又难选”的问题，这就更加需要我们根据实际的资源国情开展更深入的研究，创新更适合的方法技术。

而且，当前国内的矿产资源勘探，经过多年工作，浅表部的资源很多都已被探明，很难再有新的、大的发现，这就需要我们适当增加探测深度。在开展深部探测的过程中，地球物理的方法技术手段将有效发挥优势，能够在适当的探测深度做到精准、细致的结果反馈，这势必也将为找矿突破做出很大贡献。

《中国矿业报》：近年来，国家高度重视基础科学研究。您觉得当前地球物理学学科的基础性研究工作随着时代发展、科技发展有哪些新的变化？

何继善：这个变化可以说是非常大的。记得我刚参加工作的时候，我们国家还没大规模普及地球物理方面的技术，那时主要是向苏联学习，引进方法理论和仪器设备；改革开放之后，我国又向西方国家引进了一批相关的技术。直到最近二十年，我们国家自己的科学研究有了很大进展，一批自主研发的技术、设备得到了广泛应用。这个过程中，无论是看问题的方法，还是使用的仪器设备，都发生了巨大的变化。

举个例子来说，早期我们从苏联学的电磁法，利用的是垂直磁场。一开始，我们直接把国外的方法拿来用，但后来我们发现这个方法并不适合我国。因为对方的纬度高，因此磁场基本上都是垂直的，而在我国海南岛附近，磁场几乎是平的，从南向北，磁场慢慢变成30度、40度、50度，到最北方甚至接近垂直，它是存在变化的。因此，我们国家后来重新建立了电磁场理论。这个例子说明，我们不能太盲目地相信国外的技术，而且现在我们也逐步形成了具有自主特色的科学研究体系。

《中国矿业报》：您认为，我国的地球科学工作者如何才能更好地实现原始创新，服务地质找矿工作？

何继善：原始创新是很难的，因为原始创新意味着要做得更加深入。

以地球物理为例来说，这一学科的研究对象都深埋于地下，真正要把它做得又深又精准是非常困难的，因为地下的地质环境十分复杂。有人打比方说，地球物理工作就是在给地球“做CT”，这个比喻非常形象。但是，在医院给病人做CT，病人会配合医生，而且人体的各个器官的位置

是明确的、固定的、已知的，而地球却不一样，地下的矿产资源分布的位置、形态是未知的，这就是难点所在。

地球物理探测的结果也需要解译。例如，当一个人感冒，他可能会打喷嚏、流鼻涕，但当一个人出现打喷嚏、流鼻涕的症状时，却不能判断他一定就是感冒。地球物理探测的数据解译跟这个道理类似，它是多解性的。我们用电磁法的数据只能去推测地下可能存在的矿藏，为了减少多解性，这就需要地球物理工作者要复合地质学理论等多学科知识，并且与地质学家的工作密切配合，才能尽可能把多种可能性减到最少。

此外，我们的科技工作者一定要根据我们国家的地质条件、地球物理特点和实际情况去开展研究工作，真正去创新适合于我们复杂地质国情的方法技术和仪器设备。

《中国矿业报》：当前，我国矿业领域、地勘行业都正面临着深度调整和转型发展，特别是很多传统的地矿单位和工作人员似乎也正处于一种“迷茫”的状态。对此，您认为这些单位应该如何更好地找准自身定位和发展方向？

何继善：资源、能源是大自然给人类的礼物。无论哪个国家，其发展都在很大程度上受益于这些资源。我们需要优化自身，更好地提高自身的认识水平和相应的能力水平，要根据国家和社会的需要，把方向做对、把技术能力提高，在当前大发展的社会环境下，一定是会找到适合自己的方向越做越好的。

《中国矿业报》：新一轮找矿突破战略行动的“冲锋号”已经吹响，对于地矿行业的科技工作者、生产一线人员，特别是青年科技人才，您有什么叮嘱和寄语？

何继善：地矿行业因其工作地、实验室在大地、在野外，所以工作环境、工作条件相对会更加艰苦。我希望年轻的同志们，无论是高校的学生、老师，还是生产单位的工作人员，一定要深刻认识到地矿行业和我们所从事的工作对于国家、对于社会的重要意义，也要坚定对行业发展前景的信心，继而去克服困难，潜心钻研适合我们国家国情的技术方法。