



编辑人语

泉水是济南的根与魂，是济南最靓丽的“名片”。济南的泉水是如何形成的？地下的泉脉看不见摸不着，泉水保护如何精准施策？如何将地铁建设对济南泉水的影响降到最低，让地铁与泉水共生？这些事关保泉的问题，记者在山东省地矿局八〇一队那里都找到了答案。

八〇一队自1958年建队至今，66年来一直奋战在山东水文地质工作最前线，组建了泉水保护团队，始终守护着济南泉水，通过长期勘察工作积累了最完整、最系统的地质资料，系统查明了济南泉域的水文地质条件、泉水成因和资源量，为泉水保护工作奠定了坚实基础。

文/片 记者 范佳 济南报道

济南泉水“年龄”有多大？
首次推算出距今
46000年至23500年

作为省内“水工环王牌军”，从1958年建队伊始，八〇一队就开始研究济南泉水，至今已形成了全省最丰富、最全面、连续时间最长的基础水文地质资料。

提起济南的泉，刘春伟如数家珍，通过2020年左右对济南泉水的全面普查，包括莱芜区、钢城区在内，目前济南共有1209处泉水，其中950处收录《济南市名泉名录》，济南是名副其实的“千泉之城”。与众多有泉的城市相比，济南泉水的体量很大，并且泉水形成的地质、水文地质条件在全国来看可谓独一无二。

济南的泉水是如何形成的？

刘春伟介绍，泉水的成因可概括为“水源、高差、通道、阻隔和天窗”。南部山区降水及周边河流为泉水的形成提供了充足的水源，济南位于泰山北麓，地形南高北低，地下水自南部山区向北部城区源源不断地汇集。南部山区广泛分布的石灰岩具有可溶性，受降雨和水流侵蚀，形成溶孔、溶洞等岩溶通道，岩溶水沿着通道向北径流至市区一带受不透水岩层的阻挡，在较大的水头压力下，通过灰岩天窗涌出地表，形成了市区四大泉群。

济南泉水数量众多，泉水文化源远流长。早在先秦典籍中，已有对趵突泉（时称“泺”）和华泉等名泉的记载，元代地理学家于钦赞誉称：“济南山水甲齐鲁，泉甲天下。”金、明、清三代所诞生的“济南七十二泉”不同版本，亦是济南名泉众多的历史见证。

那么，济南泉水的“年龄”究竟有多大？

齐鲁晚报·齐鲁壹点记者从八〇一队了解到，砾岩在济南趵突泉、黑虎泉等重要泉群有广泛分布，泉水往往从砾岩裂隙流出。砾岩经过水流的冲击，便无法粘连，砾岩形成后才有泉水。八〇一队正是通过研究砾岩与泉水交界面的形成年龄，来判断泉水的形成年龄。结合同位素测年与古气候演化，他们首次利用碳-14法推算出济南泉水的出露年代，让泉水的“年龄”为世人所知，较为准确地推算出济南泉水的出露年代即“泉龄”为距今46000年至23500年。让泉水的“年龄”为世人所知，极大提升了济南泉水的历史价值和文化内涵，为“泉·城文化景观”申遗贡献了地矿力量。

泉水保护如何精准施策？
首次实现未来15天
泉水位厘米级的预报预警

趵突腾空，泉涌如注，如今趵突泉已经持续喷涌21载，这背后是技术的支撑。

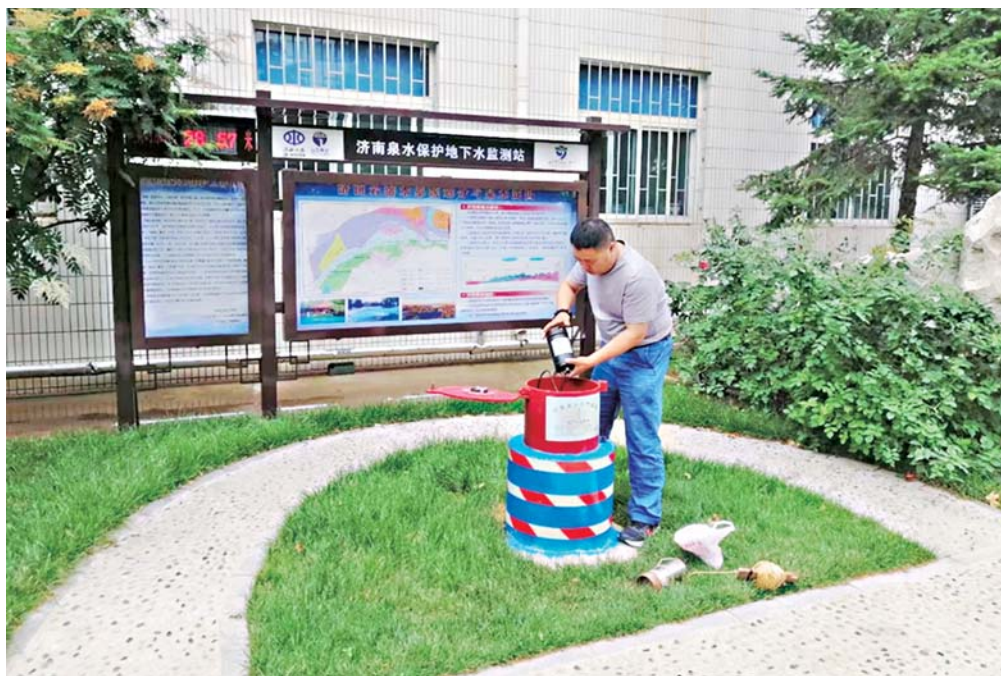
保护泉水需要对泉脉的分布有精准的认识。地下的泉脉看不见摸不着，如何还原它的脉络呢？八〇一队创新性地提出了高精度综合勘察技术，就像是给岩溶地下水主径流通道做了个非常清晰的彩超，首次把这些通道精细地识别和刻画出来，为泉水径流通道的保护奠定了基础。

通过长期勘察工作，他们积累了最完整、最系统的地质资料，系统查明了济南泉域的水文地质条件、泉水成因和资源量，绘制的《济南泉水成因地质剖面图》被收录进全国普通高等教育《水文地质学基础》教材。

科学保护泉水必须知道水位的升降、水质的变化趋势，通过监测数据来分析指导团队去研究和保护泉水。八〇一队还建立了国内第一个泉域岩溶地下水数值模型，研发了拥有自主知识产权的“济南泉水保护地下水监测平台”，不断提升泉水保护信息化智能化水平。监测对象以岩溶地下水为主，能够持续开展泉水监测，掌握区域地下水实时动态，依托监测平台，逐步

首次推算出济南泉水“泉龄”，首次实现未来15天泉水位厘米级的预报预警，创新导流技术让泉水径流从地铁隧道底部绕过去……近日，在山东省政府新闻办举行的“我和我的祖国”记者见面会上，山东省地矿局八〇一队（以下简称“八〇一队”）水文地质中心泉水保护部主任刘春伟透露了近年来济南泉水保护的新进展。齐鲁晚报·齐鲁壹点记者赴八〇一队深入采访，揭秘济南泉水保护的全新图景。

记者探访八〇一队，揭秘济南地铁建设与泉水『把脉』
66年，他们为泉水『把脉』



泉水保护地下水监测点，工作人员在进行水文勘察。

实现了地下水水位空间可视化预警，动态展示及趋势预测，为济南泉水保护提供了坚实的数据支撑。

济南泉水保护地下水监测平台整合了213处地下水监测点，监测范围覆盖整个济南岩溶水系统。“这个系统就像给泉水安装了一个智能监控，能实时监测地下水水位、水质、开采量、补源量等核心要素的变化，同时首次实现了未来15天泉水位厘米级的预报预警，也让岩溶地下水运行机制监测变得可视化、可量化，这为政府实施泉水管理和决策提供了重要的智慧化物联网平台。”刘春伟说。

八〇一队首次向济南市主管部门提出“调蓄补源、采外补内、开源节流”三大保泉模式，持续优化泉水保护全链条、全过程服务，支撑趵突泉持续喷涌21年。“采外补内”即开采城区外部的地下水，减少城区内部地下水的开采。“开源”即引入黄河水、水库水等地表水，“节流”即减少地下水的开采。济南市降雨主要集中在6月至9月，而在没有降雨或降雨很少时，需要通过玉符河、兴济河等河流进行生态补源，进一步减少市区水位下降的幅度。“调蓄补源”是济南泉水保护常态化的重要措施之一。



工作人员在轨道交通监测点核查。

地铁与泉水如何共生？
运用导流技术让泉水径流
从地铁隧道底部绕过去

在泉城，如何让地铁与泉水共生，成为地铁建设过程中的首要难题。

八〇一队牵头开展了地铁建设的前期调查论证，以及线网布局优化工作，承担了济南地铁全部线路的泉水环境影响评价，第一次正面回答了“济南哪些区域可以建地铁”“地铁建设到底会对泉水造成什么影响”这些核心问题，攻克了地铁建设决策阶段的难题。他们认为，从济南泉水出露地质条件来看，最有可能对泉水产生影响的地方是经十路的山大路至顺河高架一带。因为泉水出露位置较高，容易受地铁建设影响，因此需要进行科学精准化研究。针对影响较大处主动避让泉脉“大动脉”，从影响较小的“毛细血管”处建设轨道，将线路、站点对泉脉的影响降到最低。

泉水保护团队在作轨道交通线路规划和选择站点时，对敏感地带的泉水最高水位位置进行监测。规划轨道线路和站点时不能超过最高水位，需要预留出两到三米的距离。

济南地铁4号线横穿泉水径流的核心区域，离趵突泉最近的地方只有1.4公里。在这么短的距离里，如何把工程建设对泉水的影响压到最低呢？“我们提出了地下水导流和原位回灌技术。”刘春伟说。

八〇一队依据实地调研的大量地质资料及论证，依据“U形管”的原理，创新性采用地下水导流技术——在地铁的两侧打垂直入渗的砂石桩，通过石子等把水导流下去，然后通过地铁的底部，再把水引上来，从而让地下水径流从地铁隧道底部绕了过去。

刘春伟介绍，目前地下水导流技术，也在济南地铁4号线山师东路站、千佛山站、泉城公园站等重要的保泉路段进行了应用，同时，运用“原水、原位、同层、同质、同量”回灌技术，把地下水位稳定在±10cm以内。这样一来，就最大程度降低了地铁施工对泉水的影响，为地铁建设和泉水保护协同发展提供了重要的技术支撑，给两者搭了一座坚固的桥梁。

为了将地铁建设对地下水的影响降到最低，八〇一队提出“绕、避、抬、升”原则，将地铁线路绕开泉水敏感区，避开地下含水层，目前已在4号线、6号线、7号线、9号线等线路广泛应用。“我们还构建了地下水监测系统，能实现地铁建设全过程地下水位的监测和预警，就像给地下水安装了智能监控和警报装置，为地铁建设与泉水相融共生提供了有力的支撑和保障。”刘春伟说。