中国地质调查局地学文献中心 · 中国地质图书馆

国外地学文献速递

Express Delivery of Foreign Geological Literature

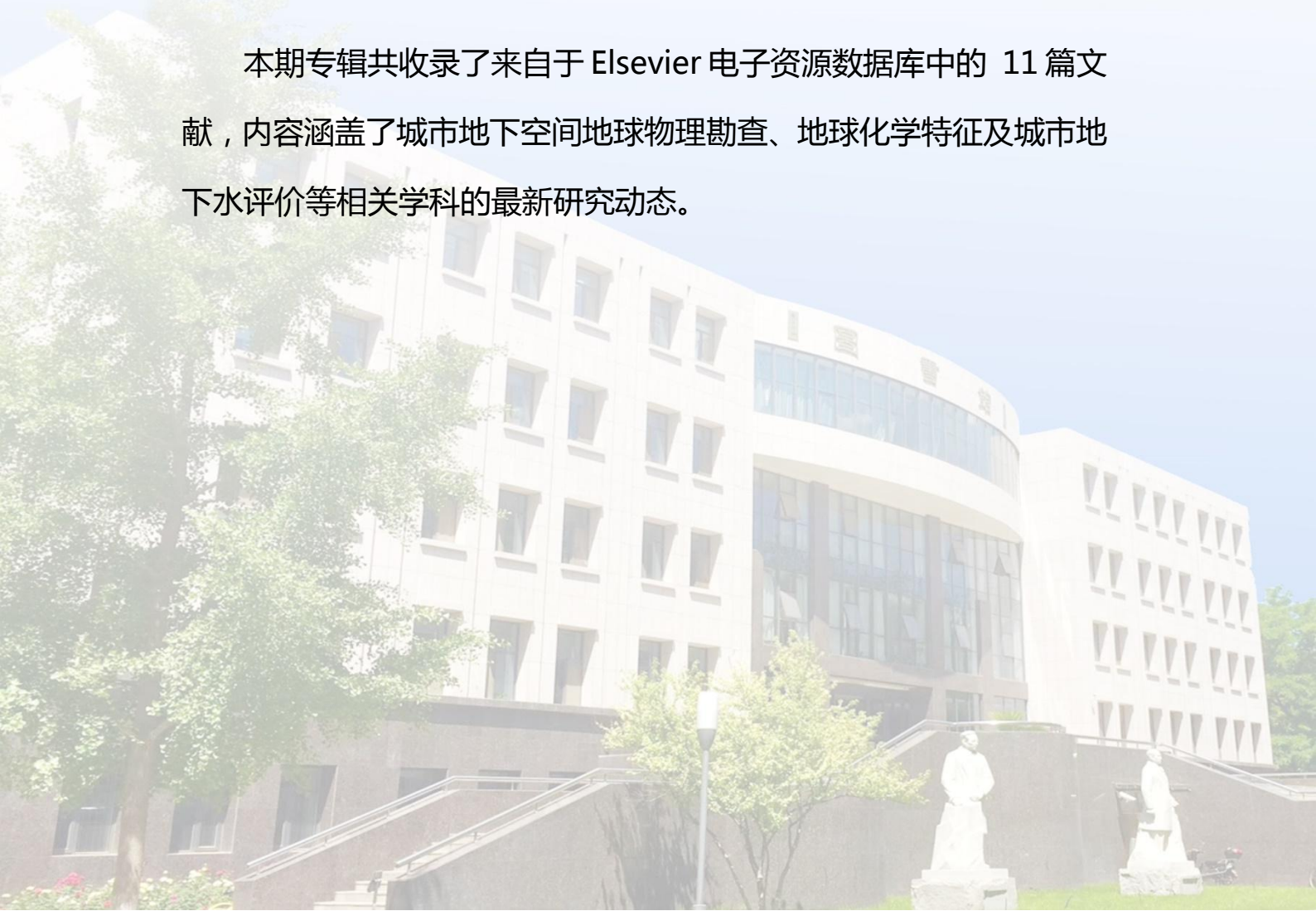
城市地质专辑（2021 年第 4 期）

编者按

根据习近平总书记 2020 年“打造宜居城市、韧性城市、智能城市”的指示精神，“十四五”期间我国城市地质调查工作的重点是开展城市地下空间资源调查（构建宜居城市）、城市地质安全风险调查评价（构建韧性城市）和城市地质大数据平台建设（服务智慧城市）。

《国外地学文献速递》（城市地质专辑）是中国地质调查局地学文献中心为服务国家城市地下空间开发利用，服务地质调查中心工作，所推出的《国外地学文献速递》系列专辑之一。通过对国外主要数据库涉及城市地质的文献进行筛选、摘要翻译、编辑形成专辑。

本期专辑共收录了来自于 Elsevier 电子资源数据库中的 11 篇文献，内容涵盖了城市地下空间地球物理勘查、地球化学特征及城市地下水评价等相关学科的最新研究动态。



目　录

墨西哥中部特奥卢尤坎用于考古和工程目的地球物理试验场的地球物理特征、设计和建造.....1

利用遥感和地球物理技术调查环境和场地特征——以埃及西奈半岛亚喀巴湾纳布为例.....2

圣玛丽亚教堂（意大利坎帕尼亚北部）地下空间地球物理勘探，恢复史前和早期历史.....3

通过 GPR 和 ERT 技术在科马根（土耳其东南部加济安泰普）多里切市的凯贝尔•特佩进行具有挑战性的考古地球物理勘探.....4

沙特阿拉伯西南部哈米斯•穆沙伊特工业区附近露天垃圾场的地球物理评估.....5

地球物理和水文地质在上埃及东埃尔-米尼亚地区地下水评价中的应用.....6

通过对矿物磁性和地球化学的详细研究评估欧洲东南部最大铜冶炼厂附近城市地区道路灰尘污染状况.....7

巴西亚马逊土壤中稀土元素的地球化学特征和自然背景值.....8

加拿大圭尔夫市基岩地下水质受抽水影响的同位素和地球化学证据.....9

比利时瓦隆地区城市郊区地下水质变化.....10

巴西东南部存在用水冲突的半干旱地区地质和水文地质研究.....11

获取更多地学文献信息，请关注“移动图书馆”

本刊由“地学文献信息更新与服务”项目支持

专辑主编：李万伦
审　　校：王学评
审　　核：陈　晶
联系电话：(010)66554859
联 系 人：李万伦
电子信箱：784561271@qq.com

墨西哥中部特奥卢尤坎用于考古和工程目的地球物理试验场的地球物理特征、设计和建造

Geophysical characterization, design and construction of the Teoloyucan Geophysical Test Site for archaeological and engineering applications, Central Mexico

■ 摘要译文

特奥卢尤坎地球物理试验场（TGTS）旨在仿造和模拟在工程和考古工作中遇到的场景。目的是用于校准仪器、测试近地表地球物理技术、培训学生并拓展在浅层测量和数据解释方面的新思路。TGTS 建在墨西哥城北部特奥卢尤坎镇的墨西哥国立自治大学（UNAM）特奥卢尤坎地磁观测站内。该试验场面积 864.00 平方米，由 17 个埋深小于 2.00 米、形状规则或不规则的物件以及用于模拟地层层序的垂直和水平材料层组成。这里我们选择了那些类似于前西班牙时期以来常用的材料（土坯、木材、玄武岩、tezontle（特松特尔，是一种多孔的、高度氧化的火山岩））以及一些现代材料（混凝土、钢筋混凝土、塑料容器和聚氯乙烯）。在施工之前，综合运用非侵入性近地表地球物理技术对该场地特征进行了调查，包括磁场梯度测量、电磁感应、探地雷达、地震折射层析成像和电阻率层析成像等。各种材料的物理性质（密度、弹性模量、电导率和磁化率）及其几何特征是已知的，因此 TGTS 的近地表地球物理响应是受控的。地球物理测量结果表明，三个平缓界面的深度分别约为 0.45 米、0.91 米和 1.82 米。岩性分析表明，这些地层都是分选良好的粗质土壤层，包括两个硬火山岩层（钙质凝灰岩）。地球物理测量结果与特奥卢尤坎场地岩性相吻合，证明所选场区适合作为试验场地。

■ 作者信息

Alejandro Rosado-Fuentes[a], Alejandra Arciniega-Ceballos[b], Esteban Hernández-Quintero[b], Claudia Arango-Galván[b], José Luis Salas-Corrales[b], et al.

[a]Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 CDMX, Mexico;
[b]Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 CDMX, Mexico

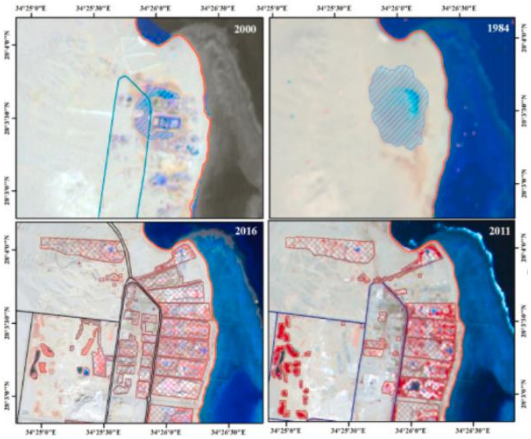
本文发表于：Journal of Applied Geophysics　2021 年第 194 卷 104459
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092698512100207X

利用遥感和地球物理技术调查环境和场地特征——以埃及西奈半岛亚喀巴湾纳布为例

Environmental and site characterization investigations using remote sensing and geophysical techniques- a case from Nabq, Gulf of Aqaba, Sinai, Egypt

■ 摘要译文

本工作包括将遥感和地球物理技术应用于亚喀巴湾南部入海口的纳布地区进行环境和岩土工程勘察。研究区在当地旅游活动中的地位十分突出，它是一个总面积约 640 万平方米的古老泻湖，通过一个小海湾与亚喀巴湾相连。南西奈省把这个泻湖填起来，并利用这块土地修建了新的旅游山庄和度假村。对研究区新旧卫星图像进行处理和分析，发现了泻湖的边界及其底部所在，那里有两个被埋藏的盐层。此外，还确定了研究区内和周边的排水模式。水在陆地（下水道和海水淡化厂）或海洋中的流动，会导致土壤液化和盐类溶解。我们综合应用了电阻率成像和浅层地震折射技术来识别地下地层的岩土特性。对遥感和地球物理资料的数据分析与解释表明，水的流动和盐的溶解都可能导致设施出现裂缝等问题，这是由于现有项目中这些设施所在位置的土壤不断变化引起的，有可能严重影响今后的建设。



泻湖随时间的演变

■ 作者信息

Sameh B.Elkafrawy[a]，Th Abdel Fattah[b]，T.Naiel[c]，M.Rashed[d]，et al.

[a]Marine Science Dept., National Authority for Remote Sensing and Space Sciences (NARSS), Cairo, Egypt；
[b]Geophysics-Faculty of Science, Alexandria University, Egypt；
[c]Furgo SAE Company, Egypt；
[d]Sedimentology-Faculty of Science, Alexandria University, Egypt

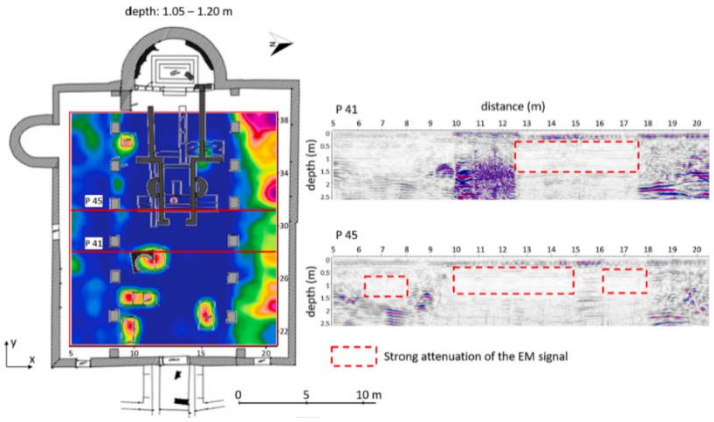
本文发表于：Remote Sensing Applications: Society and Environment 2021 年第 24 卷 100653
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938521001890

圣玛丽亚教堂(意大利坎帕尼亚北部)地下空间地球物理勘探，恢复史前和早期历史

Geophysical prospecting for the pre- and early-historical reconstruction of the subsurface underneath the Paleochristian Basilica of Santa Maria di Compulteria (northern Campania, Italy)

■ 摘要译文

位于康贝利亚的中世纪圣玛丽亚大教堂建在坎帕尼亚地区艾列弗平原上的一个重要的道路交叉口。这个平原是意大利南部亚平宁山脉内部的一个宽阔的盆地。20 世纪 90 年代，在大教堂地下较浅部位进行的考古发掘发现了罗马时代的建筑遗迹，但对它们的范围以及这一重要遗址的早期历史知之甚少。我们在此展示了两种高分辨率三维地球物理手段勘测的结果——探地雷达和电阻率层析成像。这两次勘测的目的是了解大教堂现代地面以下约 10 米深的构筑物的性质和分布范围。地球物理调查使我们能够在更深的地方找到更古老的人类活动痕迹的证据，这些痕迹从未被研究过。综合解释地球物理测量结果、浅部先前的考古资料以及深部可以探查到的人类活动痕迹，可以更详尽地恢复研究区从上部到更深部的地下遗迹的演化史。特别是，我们的调查发现了一些可能系人为造成的异常特征，它们形成于中世纪大教堂建造之前的历史和史前阶段。



GPR 探测结果

■ 作者信息

Rosa Di Maio[a]，Alessia Frisetti[b]，Luigi Ferranti[a]，et al.

[a]Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università degli Studi di Napoli Federico II, Complesso Universitario di Monte S. Angelo, via Cintia, 21 - I 80126 Napoli, Italy；

[b]Dipartimento di Scienze Umanistiche, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa, via Santa Caterina da Siena, 37 I 80132 Napoli, Italy

本文发表于：Journal of Archaeological Science: Reports 2021 年第 38 卷 103091

全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352409X21003035

通过 GPR 和 ERT 技术在科马根（土耳其东南部加济安泰普）多里切市的凯贝尔•特佩进行具有挑战性的考古地球物理勘探

A challenging archaeo-geophysical exploration through GPR and ERT surveys on the Keber Tepe, City Hill of Doliche, Commagene (Gaziantep, SE Turkey)

■ 摘要译文

多利切是一座古城，位于土耳其东南部加济安泰普的北部边缘。这个城市散布在一个叫凯贝尔•特佩的浅山丘上。然而，由于地表缺少可见遗迹，严重阻碍了人们对场地空间结构的了解。对于了解古城布局，以及寻找最佳的考古调查突破口，地球物理勘探发挥着重要作用。在 2019 年和 2020 年，工作组开展了探地雷达（GPR）和电阻率层析成像（ERT）调查，以期在这座山城中所选定的三个研究区内找出人造建筑的痕迹。在这三个研究区中，SA-1 毗邻山城南坡的一个挖掘区，在那里发现了一座大型三通道的基督教大教堂；SA-2 位于城市东部，紧挨着罗马时期的一座相当大规模的城市洗浴场；而 SA-3 则包括含有位于大教堂中心的中殿和露台上的马赛克地板，2020 年曾在那里进行过考古发掘。考古地球物理调查是一项具有挑战性的任务，因为凯贝尔•特佩主要由粘土质石灰岩构成，而建筑中也使用了与岩石相同的材料。尽管存在不足之处，但探地雷达发现了与现有大教堂结构相符的中殿围墙的部分痕迹。在 SA-3 中进行的考古槽探证实了在探地雷达调查剖面上观察到的部分反射特性。依据 ERT 调查获得了该地区的地下模型，其中包含已发掘的人造建筑物痕迹。由于从这两种方法获得的结果在 SA-2 中可以相互验证，与 SA-1 和 SA-3 相比，我们认为可能该区域的现场条件不同，或者其埋藏物质中的粘土含量较少。因此，考古地球物理调查有助于了解考古场地结构，进而帮助确定有进一步考古发掘价值的区域。

■ 作者信息

Çağlayan Balkaya[ab]，Yunus Levent Ekinci[cd]，Olcay Çakmak[b]，et al.

[a]Department of Geophysical Engineering, Faculty of Engineering, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey；[b]Earthquake and Geotechnical Research Centre, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey；[c]Department of Archaeology, Faculty of Art and Sciences, Bitlis Eren University, Bitlis, Turkey；[d]Career Application and Research Centre, Bitlis Eren University, Bitlis, Turkey

本文发表于：Journal of Applied Geophysics 2021 年第 186 卷 104272

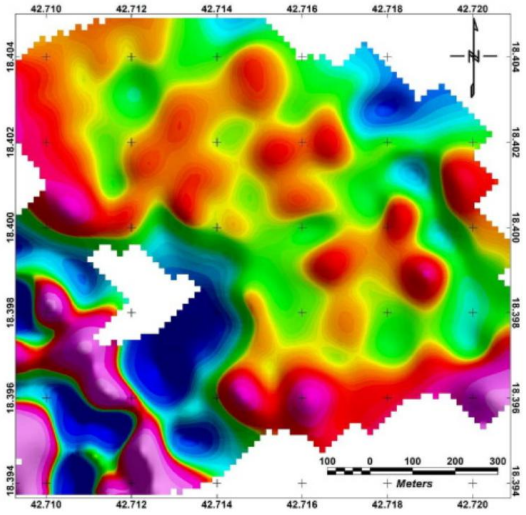
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926985121000197

沙特阿拉伯西南部哈米斯•穆沙伊特工业区附近露天垃圾场的地球物理评估

Geophysical assessment of open dumpsite nearby Khamis Mushait industrial zone, Southwestern Saudi Arabia

■ 摘要译文

在沙特阿拉伯西南部哈米斯•穆沙伊特附近的一个露天垃圾场附近进行了垂直电测深、地震折射层析成像和地磁测量，该垃圾场的特点是地下水的水位较浅。在地质构造上，一系列从北到北西向的交叉断层影响着该地区。新城扩张区和哈米斯•穆沙伊特工业区都靠近该露天垃圾场。这项研究评估了渗滤液侵入到地下水含水层中的可能性。电测深结果揭示了有四个地电单元存在：表层土、风化层、部分风化/破裂基底和未风化的基底基岩。在垃圾场内，由于从垃圾场流出的渗滤液导电，故表层土、风化层和部分风化/破裂基底的电阻率值相对较低，小于 30 欧•米。地磁数据结果表明，有不同强度的变形影响垃圾倾倒区，并导致南北、北东-南西、北西-南东向破裂发育，东西向破裂也稍有发育。此外，地震层析成像模型显示有一条纵波低速带与低电阻率带相对应，从地震剖面中还识别出了一条北东-南西向断层。这些裂缝和断层可能成为垃圾场周围浅部含水层的污染通道。为了最大限度地减少垃圾场渗滤液对地下水质量和环境的影响，垃圾场必须按照工程规范进行科学的设计、建造和管理。



总磁场强度图

■ 作者信息

Ali Y.Kahal[a]，KamalAbdelrahman[ab]，Hussain J.Alfaifi[a]，et al.

[a]Department of Geology and Geophysics, King Saud University, P.O. Box 2455, Riyadh 11451, Saudi Arabia ; [b]Seismology Department, National Research Institute of Astronomy and Geophysics, EL Marsad Street 1, Helwan, Cairo, Egypt

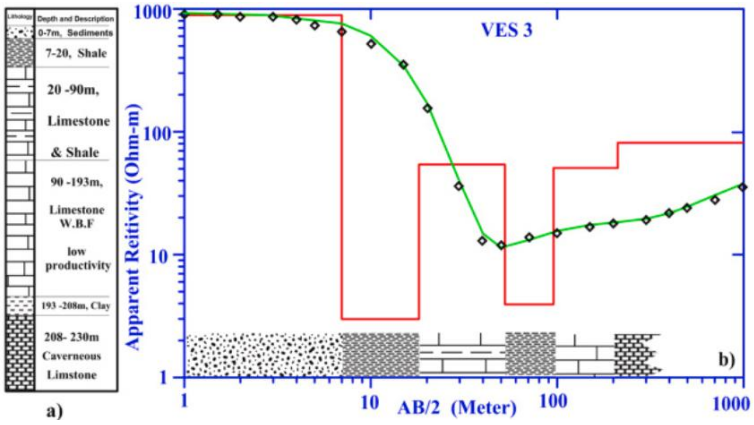
本文发表于：Journal of King Saud University-Science 2021 年第 33 卷第 6 期 101518
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364721001798

地球物理和水文地质在上埃及东埃尔-米尼亚地区地下水评价中的应用

Geophysical and hydrogeological applications for groundwater evaluation, east El-Minia area, upper Egypt

■ 摘要译文

水资源的好坏与水质、潜力和位置密切相关，对包括埃及在内的世界上许多国家的可持续发展都至关重要。在埃及东部的埃尔-米尼亚地区，石灰岩（含洞穴和裂隙）是一个很重要的含水层，在埃及政府的发展计划中都有提及。因此，该地区成为广泛研究的对象。本项研究旨在评估那里的储水层并确定其厚度、水质和补给来源。为实现该研究目标，采用地电调查、地下水化学和稳定同位素测量相结合的方法。研究区的含水层主要分布在萨马鲁特组和埃尔-米尼亚组不规则分布的洞穴状石灰岩中，其特点是厚度大，平均约 100 米，平均电阻率值约为 60 欧•米，说明水质良好，介于淡水至半咸水之间。含水层补给的 16%-80%来自尼罗河水，其余补给来自大气降水。因此，东埃尔-米尼亚地区的洞穴状碳酸盐含水层被视为极具潜力的含水层，适合许多用途和项目开发。



测井岩性地层柱与视电阻率曲线图

■ 作者信息

Adel Kotb[a]，Sayed Mosaad[a]，Alan E.Kehew[b]

[a]Geology Department, Faculty of Science, Helwan University, 11790 Ain Helwan, Cairo, Egypt;
[b]Department of Geological and Environmental Sciences, Western Michigan University, Kalamazoo, MI, 49008, USA

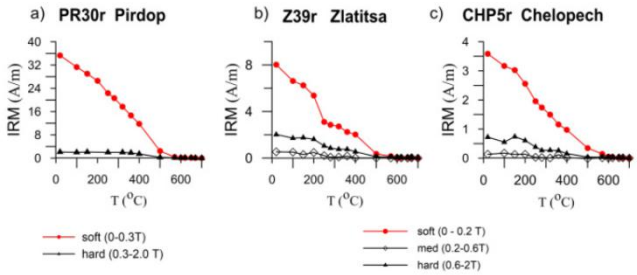
本文发表于：Journal of African Earth Sciences 2021 年第 184 卷 104384
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1464343X21002855

通过对矿物磁性和地球化学的详细研究评估欧洲东南部最大铜冶炼厂附近城市地区道路灰尘污染状况

Advanced mineral magnetic and geochemical investigations of road dusts for assessment of pollution in urban areas near the largest copper smelter in SE EuropeI

■ 摘要译文

本研究旨在通过对铜冶炼厂和矿石开采地附近三个城镇的道路灰尘进行磁性测量和地球化学综合分析来评价城市污染状况。对收集的 117 个道路灰尘样品的磁性特征（磁化率（χ）、频率相关磁化率、无磁滞和等温剩磁（IRM）），通过热退磁和逐步测量方法进行了研究。确定了粗颗粒的磁铁矿和赤铁矿主要来自矿石泄漏和冶炼厂排放物中的铁氧化物，而较细的磁铁矿颗粒与交通污染有关。污染程度依据一系列潜在有毒元素（PTE）的地质累积指数、富集系数和污染负荷指数（PLI）来评估。利用地球化学数据，我们评估了污染给人们造成的致癌和非致癌的健康风险。结果表明，工业设施排放的粉尘可能对成人和儿童的健康造成重大危害，这主要是由“热点”产生的砷污染造成的。基于 χ 和大多数 PTE 之间的强相关性，推演出了城市地区遭受污染的详细情况。χ 和 PLI 之间具有强烈的线性回归关系，由此可得出不同 PLI 类别的极限敏感度值。这种方法可以有效地用于具有时-空高分辨率的污染监测及制图。



代表性样品磁性测量结果

■ 作者信息

Neli Jordanova，Diana Jordanova，Emilia Tcherkezova，Bozhurka Georgieva，Daniel Ishlyamski

National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bochev str., block 3, 1113 Sofia, Bulgaria

本文发表于：Science of The Total Environment　2021 年第 792 卷 148402
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721034732

巴西亚马逊土壤中稀土元素的地球化学特征和自然背景值

Geochemical signatures and natural background values of rare earth elements in soils of Brazilian Amazon

■ 摘要译文

稀土元素通常是指一些具有相似物理化学性质的同族元素，包括钇（Y）、钪（Sc）和镧系（La～Lu）元素。土壤中稀土元素的含量取决于天然母质和土壤形成过程，之后也可通过人为活动逐渐添加到土壤中。稀土元素在一些国家被认为是新型污染物，因此有必要建立监管规则以避免环境污染。在巴西，土壤稀土元素数据仅限于某些地区才有，尽管亚马逊生物群落覆盖了巴西 40%以上的领土，但关于亚马逊土壤中稀土元素的资料很少。因此，本研究的目的是测定亚马逊生物群落的两个水文流域（索林姆斯和里奥内格罗）中土壤的稀土元素含量，确定其质量参考值（QRV），并调查城市土壤中是否存在稀土元素富集情况。地表土壤样品中的稀土元素（Y+Sc）含量为 109.28 毫克/千克，地下样品中的稀土元素含量为 94.11 毫克/千克。在里奥内格罗盆地内的土壤中，地表土壤样品中的稀土元素（Y+Sc）含量为（43.95±15）毫克/千克，而地下样品中的稀土元素含量为 38.40 毫克/千克。城市地表土壤样品中的稀土元素（Y+Sc）含量为 38.62 毫克/千克。土壤的天然性质对三个研究区稀土元素的含量分布有不同程度的影响。城市地表土壤中稀土元素含量略高于里奥内格罗原始土壤，但生态风险较低。建议其质量参考值（QRV）范围，索林姆斯为 0.01（Lu）至 145.6 毫克/千克（Ce），里奥内格罗为 0.05（Lu）至 15.8 毫克/千克（Ce）。

■ 作者信息

Matheus da Silva Ferreira[a]，Maurício Paulo Ferreira Fontes[a]，Carlos Roberto Bellato[b]，José de Oliveira Marques Neto[b]，Hedinaldo NarcisoLima[c]，Scott Fendorf[d]

[a]Department of Soil Science, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 36570-900, Brazil；
[b]Department of Chemistry, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 36570-900, Brazil；
[c]Hedinaldo Narciso Lima, Department of Agricultural Engineering and Soils, Federal University of Amazonas, Manaus, Amazonas, 69080-900, Brazil；
[d]Scott Fendorf, Department of Earth System Science, Stanford University, Stanford, CA, 94305, USA

本文发表于：Environmental Pollution　　2021 年第 277 卷 116743
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749121003237

加拿大圭尔夫市基岩地下水质受抽水影响的同位素和地球化学证据

Geochemical and isotopic evidence for pumping-induced impacts to bedrock groundwater quality in the City of Guelph, Canada

■ 摘要译文

地下水是城市环境中的一种重要水资源，可以为社区提供淡水来源。圭尔夫市人口有 13 万多，都依赖地下水。因此，地下水质量监测是长期水管理的一个关键任务。本项研究采用一套多学科方法，包括地质、水文、地球化学和同位素工具，评估城市、工业和农业活动对地下水质量的影响。多级系统（不同深度有对应端口）、常规井组和市政生产井用于监测水头和收集地下水样本。同位素和地球化学测量包括氧化还原参数、主要阴离子和阳离子、挥发性有机化合物、氚和硫酸盐中的 $\delta^{34}S$ 和 $\delta^{18}O$ 等。水头数据显示了浅部和深部志留系基岩含水层的垂直梯度剖面特征，在浅层和深层水流系统中间还有一个产状不同的半隔水层。生产井附近的水头损失消失，表明浅部和深部含水层之间的垂直水力连通性增强，应当是由抽采和长期开放所引起。水化学数据显示，浅部和深部含水层都没有受到硝酸盐和高氯化物的影响，这分别与季节性道路撒盐和下伏半隔水层有关。硫酸盐同位素数据显示，半隔水层单元还控制了深部含水层中的高硫酸盐含量。氚数据表明，浅部地下水易于向深部含水层转移，数据显示，在一些地区，这两个含水层在整个深度范围内都存在较新的地下水，这可能是因为半隔水层分布不均，并且邻近城市抽水井和正在生产的采石场，从而使垂向流动增强。这项研究的结果表明，对沉积基岩含水层的地下水资源管理具有长期意义，由于人口增长和水质可能发生持续恶化，那些地区对地下水的需求在不断增加。

■ 作者信息

M.A.Nunes[a]，R.Aravena[b]，B.L.Parker[a]

[a]Morwick G360 Institute for Groundwater Research, College of Engineering & Physical Science, University of Guelph, 50 Stone Road East, Guelph, Ontario N1G 2W1, Canada；

[b]Department of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada

本文发表于：Science of The Total Environment　2021 年第 800 卷 149359

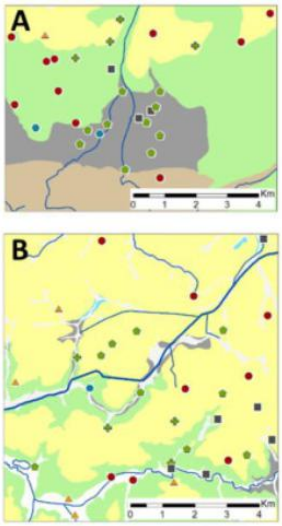
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721044326

比利时瓦隆地区城市郊区地下水质变化

Groundwater quality changes in peri-urban areas of the Walloon region of Belgium

■ 摘要译文

在比利时瓦隆地区的城市郊区和工业区进行了一次广泛的区域地下水质量调查。为此，在与污染场地相关的污染热点之外，对该区域不同地质背景并处于城郊不同位置的 8 个地区的 243 个采样点进行了采样。对每个地下水样品进行了 19 种无机微量元素、59 种有机微观污染物和 8 种主要与次要元素分析。在取样过程中，实地测量了五种物理化学参数，以确定地下水当时所处的主要环境条件。另外还从现有的地下水质量数据库中整理出了城郊和工业区之外已有的地下水化学数据，供对比分析。大多数有机和无机污染物都能被检测到，对其污染水平也进行了统计描述。累积分布函数图可以用来比较城市化和工业化地区内外以及不同主要地质环境中无机微量元素的分布情况。这里提出了两个指标，一个用于量化城市和工业区扩散污染对无机微量元素的影响，另一个反映岩性对地下水浓度的影响。结果表明，城郊和工业区地下水的成分发生了变化，几种有机污染物和大多数无机微量元素的浓度上升。然而，结果也清楚地表明，对于无机微量元素，人为影响不仅限于使城市和工业区污染物排放量增加，还包括使环境条件发生显著变化，例如使地下水具有更强的还原性和酸性。岩性的影响在数据集中也有所反映。从更实际的角度来看，该数据集还可用来推导出污染物背景浓度值的上限，以供对瓦隆地区城市和工业环境受污染的地下水进行管理决策时参考。



不同地区采样点分布

■ 作者信息

Julie Gesels[a]，Fabien Dollé[a]，Julie Leclercq[b]，Anna Jurado[c]，Serge Brouyère[a]

[a]University of Liège, Urban & Environmental Engineering Research Unit, Group of Hydrogeology and Environmental Geology, Liège, Belgium；

[b]SPAQuE, Liège, Belgium；

[c]GHG, Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA), Severo Ochoa Excellence Center of the Spanish Council for Scientific Research (CSIC), Barcelona, Spaina

本文发表于：Journal of Contaminant Hydrology　2021 年第 240 卷 103780

全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016977222100019X

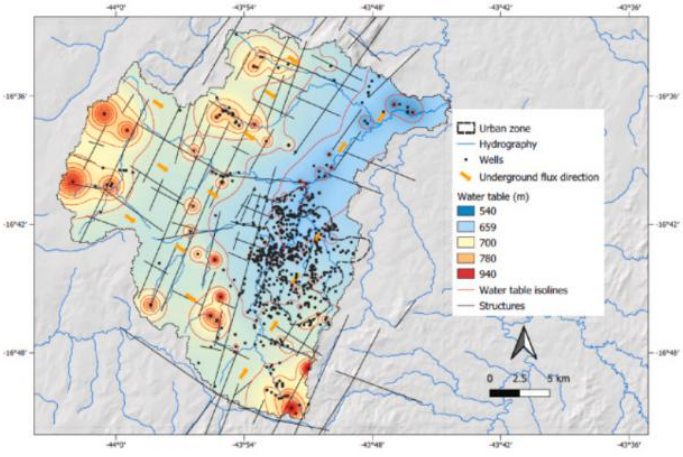
巴西东南部存在用水冲突的半干旱地区地质和水文地质研究

Geological and hydrogeological review of a semi-arid region with conflicts to water availability (southeastern Brazil)

■ 摘要译文

地下水抽采与城市发展之间的关系越来越密切。巴西米纳斯•吉拉斯的蒙特斯•克拉罗斯市位于边境上的一个半干旱的多边形地区，几十年前就有关于用水冲突的记载。研究区发育一个复杂的岩溶系统，并造成了水补给和地下水流动的非均质渗透特征。蒙特斯•克拉罗斯市区位于维埃拉河流域，有不同的地下水井，分别用于农业、工业和人们的日常生活。几乎所有水井地下水的水量都有限，从而导致地下水枯竭。在该地区，有相当多的区域在水源补给和地下水开采之间出现了负的水平衡。区域地下水流向主要呈南西-北东方向，但在局部地区，地下水流向也会变化，可以看到一些具有较高水文潜力的水流。出露岩石类型的水文地质特征叠加到地质结构上，由此形成的差异也会导致含水层生产率和电势水平的变化。

这项研究的主要目的是调查蒙特斯•克拉罗斯市的区域水文地质状况，以评估城市地区的地下水供应潜力，希望尽量减少对地下水的过度开采。对蒙特斯•克拉罗斯地区水文地质条件的详细描述，对于制定更有效的水资源管理和供水政策至关重要，特别是在半干旱地区气候变化和缺水的情况下更是必要。



城市地下水流动方向图

■ 作者信息

Apolo P.Bhering[a], I.M.H.R.Antunes[a], Eduardo A.G. Marques[b], Rodrigo S.de Paula[c]

[a]Institute of Earth Sciences (ICT), Pole of University of Minho, Campus de Gualtar, 4710-057, Braga, Portugal;
[b]Civil Engineering Department, Federal University of Viçosa, Viçosa, Brazil;
[c]Geosciences Institute, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

本文发表于：Environmental Research 2021 年第 202 卷 111756
全文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121010501