压实黄土和天然黄土的性质差异

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/10202.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

压实黄土和天然黄土的性质差异。

黄土作为一种特殊土，占我国国土面积的6%以上，在未受水浸湿时，一般强度较高，压缩性较小；在一定压力下受水浸湿时，其结构会迅速破坏，强度迅速降低，发生附加下沉。这种黄土特有的工程地质性质被称为湿陷性，由此导致的地面塌陷和不均匀沉降常常造成黄土高原地区巨大的生命和财产损失。

孔隙结构是土壤最重要的性质之一，它直接影响土壤的含水量、渗透性和强度等其他性质。当前，学术界普遍认为黄土松散多孔的开放亚稳态结构是其湿陷性的基本条件，破坏其松散、大孔结构理论上可以消除或减轻地基的湿陷性，因此在实际工程建设中多采用强夯、碾压等压实方法来对黄土孔隙进行压密以增强地基强度，但事实表明此类人工重塑后的压实黄土仍具有湿陷性，且压实黄土的变形规律严重影响大型黄土工程的安全及稳定。

为此，大量学者开展了针对压实黄土的研究工作，发现不同干密度的压实黄土性质不同，他们主要通过扫描电镜或压汞法研究其微观结构，但扫描电镜只能进行二维观测，而压汞测试中高压进汞过程会破坏孔隙结构，因此不能全面反映实际状态下黄土的三维结构特征。

此外，学者虽然发现压实黄土的性质与天然黄土存在一定差异，并在宏观力学性质的对比以及二维微观图像的定性描述取得进展，但是在高分辨率三维几何孔隙微观结构方面的定量对比研究，特别是基于无损CT扫描技术的对比研究，仍然十分有限。

针对上述问题，中国科学院地质与地球物理研究所页岩气与地质工程院重点实验室博士研究生张琳鑫、导师祁生文研究员、杨继进正高级工程师等人合作，利用研究所先进的3D微米X-射线显微镜设备，首次获取了高分辨率（1μm）无损状态下天然黄土与 4 种不同干密度压实黄土的三维微观结构体，并从中提取了样品的孔隙率、比表面积、孔径分布、连通孔隙含量和孤立孔隙含量等三维微观参数，开展了天然黄土及压实黄土三维孔隙特征的定量对比研究，以揭示压实黄土

同天然黄土的性质差异。

同时，他们利用传统压汞法获取了大小两种尺寸不同样品的孔隙率、比表面积及孔径分布，对比微米CT测试结果，进一步探讨了压实黄土同天然黄土的差异性。

研究发现，压实黄土具有独特的不同于天然黄土的孔隙结构，这决定了其不同于天然黄土的特殊性质。前人已发现干密度相同的条件下，压实黄土强度小于天然黄土。本研究进一步表明，尽管压实黄土具有较大的压实密度，其孔隙稳定性依旧较差，这主要取决于压实黄土不具备天然黄土在长期地质演化过程中形成的大量固有连通孔隙及颗粒间稳定胶结。孔隙的孔径分布状态随干密度的变化可在一定程度上反映压实对黄土微观结构的影响。

研究结果显示，压实过程中黄土结构破坏可分为两个阶段：首先，大孔结构破坏为中孔和小孔，直至孔隙结构接近天然黄土的自然结构；随后，中孔破坏，变成小孔。低压实度下压实黄土的结构变化趋向于接近天然黄土风积状态下的颗粒排列。此外，定量对比发现，与天然黄土三维孔隙结构最相似的压实黄土，其干密度远大于天然黄土的干密度。该结果进一步证实了前人的观点，即尽管干密度相同，室内固结黄土与天然固结黄土的孔隙分布不同。

这意味着，因样品不足、变量控制等需制备室内压实黄土以代替天然黄土的相关实验室研究中，不应使用干密度相同的压实黄土代替天然黄土开展试验，而应适当增大压实黄土干密度；同时在实际压实工程中，为实现稳定性，现场压实黄土干密度应大于与天然黄土三维孔隙结构最相似的压实黄土的干密度。

本研究系首次获取压实黄土高分辨率无损状态下的三维微观结构，该研究有助于进一步了解压实黄土同天然黄土的结构差异性，为进一步研究压实黄土的特殊性质及其力学机制提供了新的思路，同时也为室内黄土试验研究及实际工程建设中压实黄土干密度取值提供了依据。

研究成果发表于Scientific Reports。（来源：中国科学报 张晴丹）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41598-020-65302-8

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转

载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：祁生文等 来源：《科学报告》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发