

湿陷性黄土地基湿陷机理及地基处理（二）岩土工程师考试
PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/535/2021_2022__E6_B9_BF_E9_99_B7_E6_80_A7_E9_c63_535229.htm

3. 湿陷性黄土地基的处理方法 湿陷性黄土地基处理的方法很多，在不同的地区，根据不同的地基土质和不同的结构物，地基处理应选用不同的处理方法。在勘察阶段，经过现场取样，以试验数据进行分析，判定属于自重湿陷性黄土还是非自重湿陷性黄土，以及湿陷性黄土层的厚度、湿陷等级、类别后，通过经济分析比较，综合考虑工艺环境、工期等诸多方面的因素。最后选择一个最合适的地基处理方法，经过优化设计后，确保满足处理后的地基具有足够的承载力和变形条件的要求。所采用的有垫层法、强夯法、灰土桩挤密法、深层搅拌桩法、振冲碎石桩法等。本文根据近几年在公路建设中所见所闻，浅述一些自己的看法和建议与同行共同讨论。

3.1 灰土和素土垫层法

3.1.1 将基底以下湿陷性土层全部挖除或挖至预计的深度，然后以灰土或素土分层回填夯实。垫层厚度一般为1.0~3.0m。它消除了垫层范围内的湿陷性，减轻或避免了地基因附加压力产生的湿陷，可以使地基的自重湿陷表现不出来。这种方法施工简易，效果显著，是一种常用的地基浅层处理或部分湿陷性处理方法，经这种方法处理的灰土垫层的地基承载力可达到300KPa(素土垫层可达200KPa)且有良好的均匀性。

3.1.2 施工中应注意的问题：(1)地基土的含水量，对于含水量较大，或曾局部基坑进水者，要采取相应的措施(如晾晒等)，严格控制灰土(或素土)的最佳含水量，对接近最佳含水量时，宁小勿大，偏大时土体强度则显著下降，变形明显

增大。(2)垫层处理的宽度要达到规范要求，使碾压设备能充分碾压到位，还使形成的垫层压实度产生差异。(3)严把质量关，施工中碾压分层的厚度不宜大于30cm，并逐层检测压实度，达到设计规范要求。

3.2强夯法

3.2.1强夯法亦称动力固结法

通过重锤的自由落下，对土体进行强力夯实，以提高其强度，降低其压缩性，该法设备简单，原理直观，适用广泛，特别是对非饱和土加固效果显著。这种方法加固地基速度快，效果好，投资省，是当前最经济简便的地基加固方法之一。

3.2.2施工中注意的问题

(1)首先在设计阶段，应考虑湿陷性黄土处于哪一类别、等级，以及场地等因素，因为强夯的夯击能量，夯点布置，夯击深度，夯击次数和遍数等因场地而异，土的含水量、孔隙比及夯击的单位面积夯击能对湿陷性黄土的强夯有效加固深度起着重要的作用。在经过试夯后确定出设计参数，确定施工设计方案，因此不经试夯确定施工参数往往会给工程造成后患。

(2)由于强夯影响深度内土的含水量差异，会导致局部处理效果不佳，对于此种情况必须采取土的增湿或减湿措施，以免出现橡皮土情况。如有此种情况，应立即停止夯击，当晾晒一定时间后，在夯击坑内加入碎石类的粗骨料，继续夯击。

(3)施工中在控制关键工序上严把质量关，因为一份设计提供后，锤重、落距、夯点布置等是没有随意性的，而唯一可能被人为改变的是夯击次数，因在试夯时根据最后夯击的沉降量来确定夯击次数的，当别的参数已确定后，它就成为影响处理的唯一因素，所以施工中应以它为质量控制的关键工序管理点。

(4)强夯结束后，检测的重点是判定它的有效加固深度是否达到设计要求，因为有效加固深度的第一标准应是消除湿陷性，也就是以 s

< 0.015 作为判别指标。所以检验手段应采用探井取不扰动土试样进行检测。当这一指标达到要求后，一般情况下对承载力的要求等也均可满足。

3.3 深层搅拌桩法

3.3.1 深层搅拌桩

深层搅拌桩是复合地基的一种，近几年在黄土地区应用比较广泛，可用于处理含水量较高的湿陷性弱的黄土。它具有施工简便、快捷、无振动，基本不挤土，低噪音等特点。深层搅拌桩的固化材料有石灰、水泥等，一般都采用后者作固化材料。其加固机理是将水泥掺入粘土后，与粘土中的水分发生水解和水化反应，进而与具有一定活性的粘土颗粒反应生成不溶于水的稳定的结晶化合物，这些新生成的化合物在水中或空气中发生凝硬反应，使水泥有一定的强度，从而使地基土达到承载的要求。深层搅拌桩的施工方法有干法施工和湿法施工两种，干法施工就是“粉喷桩”，其工艺是用压缩空气将固化材料通过深层搅拌机械喷入土中并搅拌而成。因为输入的是水泥干粉，因此必然对土的天然含水量有一定的要求，如果土的含水量较低时，很容易出现桩体中心固化不充分、强度低的现象，严重的甚至根本没有强度。在某些含水量较高的土层中也会出现类似的情况。因此，应用粉喷桩的土层中含水量应超过30%，在饱和土层或地下水位以下的土层中应用更好。

湿法施工是将水泥搅拌成浆后注入土中的方法。水泥浆通过柱塞式泥浆泵强制注入，除非特殊情况很少断浆，施工中一般采用预搅下沉时就喷浆的工艺，因此桩体的均匀性比干法施工好。但喷浆增加了水泥土的含水量，强度会受到一定影响，实际应用时需根据土的工程性质，尤其是含水量情况作出适当的选择。

3.3.2 施工中应注意的问题

(1) 必须在设计或施工中采取有效措施来保证搅拌桩复合地基各参数能达到各

自的设计值，否则设计的可靠度会降低，如桩端为硬土，或桩长超过临界桩长时，(桩间土承载力拆减系数)取值高于规定，就必须采取设置褥垫层或其他方法使桩间土发挥较高的强度，选用较高的桩体强度时，就必须采取增加水泥用量、掺加外加剂、复搅等措施，才能保证设计与预期的实际结果比较一致。(2)施工中为达到强度要求，有必要进行复搅。复搅是在桩的一部分或桩的全长重复搅拌一次，其作用是：改善桩体的均匀性，如第一次注浆不均匀时，可通过复搅调节，提高桩长方向上的均匀程度，同时，也使桩截面内的均匀性得到改善。现场不同桩段有不同的水泥掺入比，使不同桩段有不同的桩身强度。(3)加强施工管理，因为桩体的固化材料需由压缩空气作载体，而气体流速、流量受土层情况的影响，人工难以调节，所以施工机械应采用带有自动控制喷浆、喷粉的装置，以消除施工中一些人为因素，便于监督检查，避免由于喷浆和喷粉不均匀或者喷浆量、喷粉量未达到设计要求而发生断桩问题。(4)现场施工中应勤于检查，严格监督。深层搅拌桩属于一种柔性桩，桩身检测较困难，施工时质量有疏忽，就可能发生断桩现象。目前用低应变动测法检测搅拌桩的质量得到了肯定，可用此法或结合抽芯取样检测法控制质量。

4. 结语

上述几种湿陷性黄土地基的处理方法，近年来在公路建设中被广泛使用，都取得了良好的效果。随着科学技术的迅速发展，对新型材料的研究使用，对湿陷性黄土地基的处理方法越来越多，也有了一定的施工经验。在近十几年开始采用的有孔内深层强夯法CFG(水泥粉煤灰碎石桩)法、夯坑置换法、压力灌浆法等，都不失为好方法。但不管是采用那种方法，只要有严密的质量控制手段，都

可能经济而有效地获得期望的效果。笔者在本文中的一些看法是基于几年公路建设中的见闻积累，文中有不妥之处，望行业同仁指正。（百考试题岩土工程师__）100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com