

不良地质条件下管道基础处理与施工岩土工程师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/548/2021\\_2022\\_\\_E4\\_B8\\_8D\\_E8\\_89\\_AF\\_E5\\_9C\\_B0\\_E8\\_c63\\_548188.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/548/2021_2022__E4_B8_8D_E8_89_AF_E5_9C_B0_E8_c63_548188.htm)

前言 随着国民经济的发展，科学技术的进步，采用管道输送各种介质的范围及领域越来越广，距离越来越远。输送管道的设计、施工、维护等有它的特殊性，它和地形、地质、输送的介质、管材等有着密切的关系。在长距离管道安装中，由于各方面的因素，采用直埋的方法最为普遍，而直埋管道的基础对不同地基、土质也有着不同的要求。不良地质主要有：软粘土、杂填土、冲填土、膨胀土、红粘土、泥炭质土、岩溶、湿陷性黄土等。湿陷性黄土地区在我国土地面积中占相当大的比例，在这种土质中敷设管道，对地基的处理有着特殊的要求。本文着重介绍湿陷性黄土地区管道基础的处理与施工的几种方法。

1 湿陷性黄土的分布 在我国，黄土和黄土状土广泛分布在华北、西北等地，且地层多、厚度大。在这些地区，一般气候干燥、降雨量少，蒸发量大，属于干旱、半干旱气候类型。黄土分布地区年平均降水量在250~500 mm之间。黄土在自重或一定荷重作用下受水浸湿后其结构迅速破坏而发生显著的附加下沉，以至在其上的建筑物遭到破坏。这是黄土的一种特殊性质。我国湿陷性黄土分布约占黄土分布面积的60%，大部分在黄河中游地区。由于各地黄土堆积环境、地理和气候条件不同，致使其在堆积黄土的物理、力学性质等方面都具有明显的差别，湿陷性有自西向东、自北向南逐渐减弱的规律。

2 管道地基处理 由于湿陷性黄土的特性，在湿陷性黄土地区管道发生事故的主要原因是地基的不均匀沉降。

因此管道对地基强度、稳定性及不均匀沉降有极为严格的要求。

### 2.1 影响地基的几个因素

- (1)强度及稳定性。当地基的抗剪强度不足以支撑上部结构的自重及附加荷载时，地基就全产生局部或整体剪切破坏。
- (2)压缩及不均匀沉降。当地基由于上部结构的自重及附加荷载作用而产生过大的压缩变形时，特别是超过管道所能允许的不均匀沉降时，则会引起管道过量下沉，接口开裂，影响管道的正常使用。
- (3)地震造成的地基土震陷以及车辆的振动和爆破等动力荷载可能引起地基土失稳。
- (4)地基渗漏量或水力比降超过容许值时，会发生水量损失或因潜蚀和管涌而可能导致管道破坏。

当管道的天然地基存在上述四类问题之一或几个时，应采取适当的地基处理措施，以确保管道的安全正常运行。在确定管道基础处理方案时，可根据工程的具体情况对几种处理方法进行技术、经济以及施工进度等方面的比较。合理的地基处理一定是技术可靠，经济合理，又能满足工程进度的要求。

### 2.2 湿陷性黄土地基的处理方法

为了保证湿陷性黄土地基上管道的安全和正常使用，在绝大多数情况下都必须考虑地基处理，湿陷性黄土地基处理的目的是消除黄土的湿陷性，同时提高地基的承载能力。管道的地基处理不同于其它建筑物地基的处理，管道地基处理主要是全部或部分消除其湿陷性。对非自重湿陷性黄土地基，如基础下地基处理厚度达到压缩层下限，或达到饱和的自重压力与附加压力之和等于或小于该土层的湿陷起始压力，就可以认为地基的湿陷性全部消除。对自重湿陷性黄土地基，由于地基的湿陷量和湿陷变形与自重湿陷性土层的厚度、浸水面积有关，而与压缩层厚度无关，所以必须处理基础地面以下的全部自重湿陷性黄土层。在非自

重湿陷性黄土地基上，对Ⅱ级湿陷性黄土一般不需要地基处理。对于Ⅰ级处理厚度为1.0~1.5 m，如处理厚度小于1.0 m时，湿陷性仍要危及构筑物或管道安全。对于Ⅱ级湿陷性黄土，处理厚度为1.0~2.0 m，Ⅲ级应为2.0~3.0 m。此外，应根据土层的湿陷性系数的分布情况，湿陷性黄土层的厚度及管径、管材、介质等具体情况，适当增加或减少处理厚度。湿陷性黄土层的管道基础处理方法很多，常用的方法有土或灰土垫层、砂或砂垫层、强夯法、重锤夯实法、桩基础、预浸法等。各种处理方法都有它的适用范围，局限性和优缺点。由于管线长，工程地质条件千变万化，而且机具、材料等条件也会因地区不同而有较大差别。因此，对每一具体线段都要进行细致分析，从地基条件、处理要求(包括处理达到的各项指标、处理范围)、工程费用、材料、机具等诸多方面进行考虑，以确定合适的地基处理方法。

### 2.2.1 灰土垫层

灰土垫层常被用于非自重湿陷性黄土地区管道基础的处理。一般适用于处理1~4 m厚的软弱土层。管道的基础是条形基础，作用于地基上的力也比其它建筑物小，而且是基槽开挖后埋入地下，表面的软弱土一部分已被去掉，所以在管道施工中常用灰土(或素土)垫层来处理湿陷性地区的管道基础，以提高承载力，减少沉降力。灰土垫层是将基础下面一定范围内的弱土层挖去，用一定体积比配合的灰土在最优含水量情况下分层回填夯实或压实。

(1)承载力的确定。经过人工压实(或夯实)的3:7灰土垫层，当压实系数控制在0.97及干土重度不小于14.5~15.0 kN/m<sup>3</sup>时，其容许承载力可达300 kPa以上。对于2:8灰土，当压实系数控制在0.97及干土重度不小于14.8~15.5 kN/m<sup>3</sup>时，其容许承载力可达300

k Pa。(2)灰土垫层材料配比。灰土中石灰用量在一定范围内，其强度随灰土用量的增大而提高，但当超过一定限值后，强度则增加很小，并且有逐渐减小的趋势。1:9灰土只能改善土和压实性能，2:8和3:7灰土一般作为最优含灰率，但与石灰的等级有关，通常应以CaO/MgO所含总量达到8%左右为最佳。灰土中土不仅作填料用，而且参与化学作用，尤其是土中的粘粒或胶粒具有一定活性和胶结性。含量越多，灰土强度越高，土粒粒径不得大于15 mm。灰土垫层的施工，应严格按有关规程进行。(3)灰土的质量检验。一般采用环刀取样，测定其干土重度。质量标准可按压实系数确定，一般为0.93~0.95。管道基础压实系数一般采用0.95，不得小于0.90。(4)灰土垫层的厚度与湿陷变形的关系。垫层具有一定的厚度才能使湿陷量最大的上部土层的湿陷性消除，并由垫层扩散到天然黄土层的附加力减少到某种程度，使浸入后的湿陷量减少。垫层的宽度则以沟槽宽度为依据，对于孔洞、沟涧、墓穴及其它回填土、淤土地区，垫层处理范围要扩大。

### 2.2.2 素土垫层

素土垫层是先挖去基坑下的部分或全部软弱土，然后回填素土分层夯实，处理Ⅱ级非自重湿陷性黄土，管径不大的管道基础常采用素土垫层。素土垫层的土料一般以粘性土为宜，填土必须在无水的管沟(基坑)中进行。夯(压)实施工时，应使土的含水量接近于最佳含水量，填土的夯(压)实应分层进行，多层虚铺的厚度可参照灰土垫层的虚铺厚度。

### 2.2.3 砂和砂石垫层

当管道的不透水性基础与软土层相接触时，在荷载的作用下，软弱土地基中的水被迫从基础两侧排出，基底下的软弱土不易固结，形成较大的孔隙水压力，还可能由于地基强度降低而产生塑性

破坏的危险。砂垫层和砂石垫层材料透水性大，软弱土层受压后，垫层可作为良好的排水面，可以使基础下面的孔隙水压力迅速消散，加速垫层下软弱土层的固结和提高其强度，避免地基土塑性破坏。因此湿陷性黄土地基处理也可采用砂和砂石垫层。砂垫层的厚度一般根据垫层底面处的自重应力与附加应力之和不大于同一标高处软弱土层的容许承载力来计算。

$$c + z \leq R$$

式中  $c$ --垫层底面处土的自重应力，kPa； $z$ --垫层底面处土的附加应力，kPa； $R$ --垫层底面处软弱土层修正后容许承载力，kPa。具体计算时，一般可根据砂垫层的容许承载力确定垫层基础宽度，再根据下卧土层的承载力确定出砂垫层的厚度。砂垫层的宽度除应满足应力扩散的要求外，还要根据垫层侧面的容许承载力来确定，防止垫层向两边挤动。如果垫层宽度不足，侧面土层又比较软弱时，垫层就有可能部分挤入侧面软弱土中，使基础沉降增大。砂、砂土垫层的材料宜采用级配良好，质地坚硬的粒料，其颗粒的不均匀系数不小于10。管道基础砂垫层以中粗砂为好，也可掺加一定数量的碎卵石。关于质量检查，用容积不小于200 cm<sup>3</sup>的环刀压入垫层土取样，测定其干土重度，以不小于砂料在中密状态时的干土重度数为合格，如中砂一般为15.5 ~ 16 kN/m<sup>3</sup>。

### 2.2.4 强夯法

强夯法处理地基具有效果显著、设备简单、施工方便、适用范围广、经济易行和节省材料等优点。对湿陷性黄土地基的加固有较好的效果，在管道施工中，若遇到湿陷性黄土层厚、湿陷性变形大，且管道自重大，对管道的安全性要求高的情况下，也可用强夯法来处理基础。在湿陷性黄土地基土上进行强夯，当夯击能为1000 ~ 2000 kN时，一般可消除夯面下5 ~ 8 m深内黄土底湿陷性

，5 m深度内的土的压缩模量可提高到150 MPa，容许承载力可提高到200 kPa以上。

### 2.2.5 注意事项

管道地基处理不同于其它建筑工程，大部分地基处理方法的加固效果并不是施工结束后就能全部发挥，还需要在施工完成后经过一段时间才能逐步体现出来，另一方面，每一线段的地基处理存在它的特殊性，而且地基处理效果大都是隐蔽工程，很难直接检验其处理效果。这就要求在地基处理施工过程中和施工完成之后注意下面几点：

- (1)在地基处理施工中，只了解如何施工是不够的，还必须了解所采用处理方法的原理、技术标准和质量要求。
- (2)进行施工质量和处理效果的检验，确保工程质量
- (3)作好监测工作，以保证施工的正常进行，通过观察收集数据为下一阶段的工作提供可靠的依据
- (4)采用可行的检测手段来检验处理效果。
- (5)通过分析可获得必要的参考值，可以验证设计，必要时进行设计修改，也可通过分析获得宝贵的经验。

百考试题岩土工程师站点 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](http://www.100test.com)