

污水处理厂湿陷性黄土地基处理方法及应用

王文杰

陕西建工集团股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5421

[摘要] 黄土是一种特殊类型的土壤,具有大孔隙、垂直节理发育和遇水易湿陷等特性。污水处理厂建设中如果地基处理不当,黄土地基的湿陷性可能导致建筑物的不均匀沉降、开裂甚至破坏。此外,污水处理过程中产生的大量水分,如果管理不当,也可能引发或加剧地基的湿陷,因此在污水处理厂建设和运营过程中,必须对湿陷性黄土地基进行特殊处理,以确保地基的承载力和稳定性,保障污水处理厂的安全和正常运行。基于此,本文首先简要分析湿陷性黄土的特征,然后总结比较常见的几类湿陷性黄土地基处理方法,最后结合某污水处理厂实际案例分析湿陷性黄土地基处理措施,以期能为相关人员提供一定的借鉴。

[关键词] 湿陷性黄土; 地基处理; 污水处理厂; 应用

中图分类号: TV223 **文献标识码:** A

Study on treatment method of collapsible loess foundation in sewage treatment plant and its application in engineering

Wenjie Wang

Shaanxi Construction Engineering Group Co., Ltd

[Abstract] Loess is a special type of soil, which has the characteristics of macropores, vertical joints and easy collapse when it meets water. If the foundation is not properly treated in the construction of sewage treatment plant, the collapsibility of loess foundation may lead to uneven settlement, cracking and even destruction of buildings. In addition, a large amount of water generated in the process of sewage treatment, if improperly managed, may also cause or aggravate the collapse of the foundation. Therefore, during the construction and operation of the sewage treatment plant, special treatment must be carried out on the collapsible loess foundation to ensure the bearing capacity and stability of the foundation and ensure the safety and normal operation of the sewage treatment plant. Based on this, this paper first briefly analyzes the characteristics of collapsible loess, and then summarizes several common types of collapsible loess foundation treatment methods, and finally analyzes the collapsible loess foundation treatment measures with a practical case of a sewage treatment plant, in order to provide some reference for relevant personnel.

[Key words] collapsible loess; Foundation treatment; Sewage treatment plant; app; application

引言

湿陷性黄土在我国西北地区分布广泛,由于该地区特殊的气候和地理条件,使得黄土层深厚且发育良好,湿陷性特点尤为突出。在此地质环境下开展污水处理厂的建设时,做好湿陷性黄土地基的处理显得尤为重要,通常需要对地基采取相应的加固处理、设置一定的排水系统、并对地基湿陷性的监测和防控等。通过科学规划和有效管理,可以最大限度地减少湿陷性黄土对污水处理厂建设的不利影响,确保工程的安全和顺利进行。

1 湿陷性黄土特征

湿陷性黄土是指在上覆土层自重应力作用下,或者在自重应力和附加应力共同作用下,因浸水后土的结构破坏而发生显著附加变形的土,有些杂填土也具有湿陷性。湿陷性黄土又分为自重湿陷性黄土和非自重湿陷性黄土,也有的老黄土不具湿陷性。

湿陷性黄土通常为黄褐,褐黄,灰黄,棕黄等颜色,含盐量较大,特别是碳酸盐含量突出,粉土颗粒含量居多,具有大孔性,呈松散结构状态,无层理,在天然剖面上,具有垂直节理,遇水易发

生湿陷。湿陷性是湿陷性黄土最为突出的特性,当黄土受到水的浸湿时,其结构会迅速破坏,导致土体发生显著的附加变形,这种变形可以是垂直方向的沉降,也可以是水平方向的扩张,对建筑物和基础设施的稳定性构成严重威胁^[1]。此外,湿陷性黄土通常具有大孔隙和垂直节理发育的特点,这使得黄土在受到外部荷载或水的作用时,容易产生应力集中和破坏。湿陷性黄土的渗透性较好,水分在土体中移动较快,进一步加剧了其湿陷性的发展。在这些地区进行工程建设时必须充分考虑湿陷性黄土的影响,采取相应的地基处理措施,以确保工程的安全和稳定。

2 湿陷性黄土地基常见的处理方法

2.1 强夯法

强夯法利用重锤自由落体的冲击能对土体进行动力压实,使土产生强制压缩而减少其压缩性、提高强度。强夯过程中土体中产生很大的冲击应力,土颗粒重新排列,较大颗粒间彼此靠近形成骨架,土粒重新组合,排列更加紧密,孔隙减小或闭合,形成比较稳定的结构,从而提高地基承载力,消除或减少黄土的湿陷性,达到改善地基条件的目的。

强夯法主要适用于处理地下水位以上,湿陷性黄土层厚度为3m~12m,且土的天然含水量宜低于塑限含水量1%~3%。对于处理深度较大或单击夯击能力较大的工程,宜采用分遍间隔夯击或连续夯击的方法,同时还应根据现场试验确定夯击遍数、沉降量控制标准等参数。当土的天然含水量低于10%时宜对其增湿至接近最优含水量,当土的含水量大于塑限含水量3%以上时宜采用晾干或其他措施适当降低含水量后再进行夯击。

2.2 挤密桩法

挤密桩法即利用沉管、冲击、爆破或夯扩等技术手段在湿陷性黄土地基中挤密成孔,然后填入素土、灰土或水泥土等材料,并进行夯实形成桩体。桩孔形成过程中的横向挤压作用使桩间土得以挤密,从而提高地基的承载力和减小湿陷性。挤密桩法多适用于处理地下水位以上的湿陷性黄土,深度可达10~15m。挤密桩法施工过程中需注意控制填料的含水量,保证桩身的密实度和强度。同时还需根据地质条件、工程要求等因素合理确定桩径、桩距、布桩形式等参数,以达到最佳的处理效果^[2]。

与其他地基处理方法相比,挤密桩法具有施工简便、造价较低、效果显著等优点。然而该方法也存在一些缺点,如施工噪音大、挤土效应可能对周边建筑产生影响等。因此,在选择地基处理方法时,需要综合考虑各种因素,选择最适合的方法来处理湿陷性黄土地基。

2.3 灰土垫层法

灰土垫层法是在基底以下挖除一定深度的湿陷性土层,然后用一定比例的石灰和土进行混合回填,分层夯实至设计要求的密实度,形成一层灰土垫层。灰土垫层可以有效地提高地基的

承载力和减小湿陷性,同时还具有较好的水稳性和抗渗性。灰土垫层法施工过程中需严格控制回填材料的比例和含水量,保证垫层的密实度和均匀性。同时还应结合工程建设标准及现场实际环境合理确定垫层的厚度和宽度等参数,以达到最佳的处理效果^[3]。

灰土垫层可以通过增加地基的密实度和强度,提高地基的承载力。而且施工中所需的石灰和土材料来源广泛,成本较低,易于获取。但通常需要进行分层回填和夯实,施工周期相对较长,可能影响工程进度。

2.4 冲击碾压法

冲击碾压法是一种利用冲击压路机对湿陷性黄土进行冲击和碾压,以改善土质、提高地基承载力和减少沉降的专业技术。这种方法通过反复冲击和跳跃的方式,将压实轮的冲击力和重力作用相结合,对土体进行强烈的压实和破碎,从而有效地消除湿陷性黄土的湿陷性,提高地基的承载力和稳定性。施工中通常会先对原地面进行处理,如清除种植土、拆除旧建筑物基础等,并进行必要的测量和标记工作,同时还需合理控制压路机的行驶速度,并在每碾压一定遍数后进行必要的检测和调整。此外,冲击碾压应遵循一定的原则,如先轻后重、先稳后振、先低后高、先慢后快以及轮迹重叠等。

冲击碾压法在处理湿陷性黄土地基处理中的应用,可以大幅提高地基的承载力和稳定性,减少地基沉降和开裂的可能性。可以在短时间内对大面积的土体进行冲击碾压,提高了施工效率,而且操作简单、安全、可靠,能够降低人工操作的风险。但需根据土体的具体情况选择合适的冲击压路机和施工工艺。

2.5 预浸水法

湿陷性黄土地基处理的预浸水法是一种特殊的地基处理方法,其是利用黄土浸水后产生自重湿陷的特性,在施工前进行大面积浸水使土体预先产生自重湿陷,以消除黄土土层的自重湿陷性。这种方法特别适用于处理自重湿陷性土层厚、自重湿陷性强的黄土场地。

然而预浸水法的应用往往需要使用大量的水资源,一般处理1m²的面积至少需要5m³以上的水,因此需要有充足的水源保证。而且预浸水法的工期较长,一般需要提前半年到一年进行。此外,在采用预浸水法处理湿陷性黄土地基时还需注意防止浸水影响附近建筑物和场地边坡的稳定性,同时做好防水措施也是必要的,如处理宽度应延伸至路基边沟外沿,有条件的可延伸至公路用地范围内全宽,易积水的路段还应设置隔水墙。

3 污水处理厂湿陷性黄土地基处理措施

3.1 工程概况

某县污水处理厂建设项目,占地面积40多亩,建构筑物占地面积5343平方米,总建筑面积为2500平方米,工程规模为7000m³/d。单体构筑物(7个)包括:AAO生物池、二沉池及污泥泵池等;

单体建筑物(7个)包括:综合办公楼、污泥脱水机房等。本污水处理厂对各项污染物去除率要求均较高,采用脱氮除磷效率高、耐冲击负荷、出水水质稳定、曝气充氧效率高、有效水深大、占地面积和投资节约、运行费用低等的改良A²/O二级处理工艺。

3.2地质岩性及湿陷性评价

场地地处黄土二级台塬上的黄土沟谷区域,根据工程地质调查及现场钻探揭露,拟建某县污水处理厂工程场地地层结构划分为12大层,地基土主要由①素填土、②黄土、③古土壤、④黄土、⑤古土壤、⑥黄土、⑦古土壤、⑧黄土、⑨古土壤、⑩黄土、⑪古土壤、⑫黄土构成。依照《湿陷性黄土地区建筑标准》(GB50025-2018)综合判定,本工程场地填土层厚度大于10m的区域一般属Ⅲ级(严重)自重湿陷性场地;填土层分布厚度介于3~10m的区域一般属Ⅱ级(中等)自重湿陷性场地;分布有②层黄土的区域一般属Ⅰ级(轻微)非自重湿陷性黄土地;沟谷底部无①素填土和②层黄土分布的区域为非湿陷性黄土地。因此,必须对湿陷性黄土地基进行必要的加固处理,以确保工程建设过程的安全有序推进,提高工程建设质量,延长污水处理厂使用寿命。

3.3地基处理方案的确定

该项目中各拟建(建)构筑物从结构形式上大致可分为两类:一类为体形规则、体量较大、荷载较小的半埋式池类构筑物,一般为整体式钢筋混凝土结构;另一类为一些体量小、荷载轻的附属生产建筑物和辅助生活建筑物,多为框架结构。各大型贮水构筑物具有地基附加应力小、结构刚度大的特性,加之区域土层特征,经过多方面综合考量,勘察设计了以下三种处理方案进行比较,进一步通过科学分析、实地论证,选择最佳的处理方案,实现更加经济、技术的处理效果,更符合大型污水处理厂湿陷性黄土的处理要求。以本工程最具代表性构筑物单体生物池为例:

构筑物名称	结构形式	占地面积/m ²	地基条件	基础持力层特性	地基基础方案
生物池	钢筋混凝土	1850	基础底部置于①素填土层及⑩黄土层之上。	①素填土层工程性质较差,具有湿陷性;⑩黄土层工程性质较好。	(1)换填底层法 (2)灰土挤密桩 (3)强夯法

3.3.1大开挖整片换填垫层方案

大开挖整片垫层施工法需要挖除大量的湿陷性黄土,并进行回填,土方工程量巨大,不仅增加了施工难度,还可能导致施工周期长,影响工程进度。由于土方工程量大,所需的人力、物

力和财力投入也相应增加,导致施工成本高昂,对于大型污水处理厂而言是项目经济性的一个重要考虑因素。在开挖和回填过程中需要严格控制施工质量,确保每层回填都达到设计要求的密实度和承载力,然而由于湿陷性黄土的特殊性质,施工难度较大,可能需要采用特殊的施工技术和设备。此外,大开挖整片垫层施工法可能会对周围环境造成影响,如边坡稳定性、影响周围建筑物的稳定性等^[4],需要采取额外的环境保护措施,增加了施工复杂性和成本。所以在方案的选择上,该方案并未得到采用。

3.3.2挤密桩加固方案

一般情况下,该方案的实施适合地下水以上、深度在15m以下的湿陷性黄土,对施工条件有一定的要求,如施工场地必须平整、坚实,不能有积水或软土等,可能会增加前期准备工作的复杂性和成本。而且挤密桩加固法施工过程中产生的噪音和振动可能会对周围环境造成一定的影响,如干扰居民生活、影响周围建筑物的稳定性等。

该工程地处沟域,远离居民区,地下35m深度范围无地下水。在试桩采用螺旋钻成孔重锤夯实二次挤密桩进行地基处理,正三角形布桩,填料采用重锤分层夯实,压实系数不小于0.97。成孔完成后,先在孔底空夯8~10击,落锤高度不小于3m。桩孔填料采用体积比2:8灰土。石灰用消解的熟石灰粉,过筛后粒径不大于5mm。三个孔间土的平均挤密系数不小于0.93,三个孔间土的最小挤密系数不小于0.88。处理后地基承载力特征值Fak>180Kpa,处理深度范围内完全消除土的湿陷性^[5]。鉴于上述情况经济且处理效果良好,在方案选择时,采用此方案。

3.3.3强夯法方案

该大型污水处理厂所需处理的湿陷性黄土,其厚度2.1~14.2m,含水率在12.3~19.4%。根据土壤击实试验得知,该区域夯实的最优含水率为16.7%。强夯的深度范围通常在3到12米之间,有时甚至可以深达20米以上,这些条件的具备,可以选择强夯法进行处理。由于湿陷性黄土对水分敏感,需要在强夯前采取排水措施,降低地基的含水量,可以设置排水沟、盲沟等排水设施,将地基中的水分排出。对于较厚的湿陷性黄土层可以考虑采用分层夯实的方法,即先对上层黄土进行夯实,再对下层黄土进行处理,以确保每层都能达到预期的密实度。与此同时根据地基的实际情况合理确定夯击遍数和间隔时间,夯击遍数过少可能无法达到密实效果;夯击遍数过多则可能造成资源的浪费。间隔时间过短地基可能无法充分固结;间隔时间过长,则可能影响施工进度。

该工程最终确定“灰土挤密桩(5~10m)+灰土垫层(1.0~1.4m)”的综合处理方式,取得了较好的经济效益和施工质量。

4 结束语

总而言之,污水处理厂湿陷性黄土地基处理可以采用多种

地基处理方法,如挤密桩加固法和强夯法等,科学运用地基加固处理技术能够有效提高地基的承载力和稳定性,保证污水处理厂的安全运行。这些方法的实施不仅提高了工程质量,还降低了长期维护成本,为污水处理厂的可持续发展提供了坚实基础。随着技术的不断进步和应用经验的积累,未来地基处理方法将更加科学、环保和高效,为大型污水处理厂的建设和运行提供更加可靠的保障,同时地基处理技术的发展也将推动整个土木工程领域的创新与进步。

[参考文献]

[1]张锁强.湿陷性黄土改良试验研究[J].江西建

材,2022,(04):125-126+135.

[2]张建辉.湿陷性黄土对工程施工的影响与应对措施[J].河南科技,2022,41(07):87-90.

[3]徐硕昌.深厚湿陷性黄土地基浸水入渗规律研究[D].兰州交通大学,2022.

[4]秦鹏飞,刘阳,孙丽娟,等.湿陷性黄土加固技术及其研究进展[J].南阳理工学院学报,2022,14(02):70-75.

[5]万克诚,赵靖伟,李渤,等.湿陷性黄土地区调蓄池基础及防渗处理[J].陕西水利,2022,(02):103-105.