

# 真空预压固结排水法在水利工程堤防加固中的运用

刘考裔

(广西佰冠工程检测有限公司, 广西 南宁 530031)

**摘要:** 真空预压固结排水法作为新兴的技术手段, 在水利工程堤防加固工作中, 应用频率较高, 同时取得良好的应用效果。这项技术在实际应用中, 真空预压主要对密封膜进行利用, 进行真空抽压, 保证密封膜内形成较大的大气压差, 达到堤防加固的目的。在不改变压力的情况下, 可以选择采取减小孔隙水压的方式, 达到增加应力的实际效果。积极采用真空预压技术, 对提升加固效果具有重要价值, 为此本文重点研究在水利工程堤防加固中, 利用真空预压固结排水法的技术方法, 以期应用该施工方法的相关人员提供一定借鉴。

**关键词:** 水利工程; 堤防加固; 真空预压固结排水法  
**中图分类号:** TV871 **文献标志码:** A



水利工程建设对改善人们的生活水平具有重要帮助, 属于重要的民生工程, 随着现代化建设进程的逐步推进, 水利工程数量在逐渐增加, 为最大限度地使水利工程充分发挥作用, 必须加强对施工技术的合理应用, 也需对施工流程进行规范。真空预压固结排水法在实际应用中, 对水利工程的堤防加固具有重要作用, 这项技术的实施可在很大程度上提升水利工程堤防加固的效果, 对避免工程堤防出现渗漏现象具有重要参考价值。所以加强真空预压固结排水法在水利工程施工中的应用, 对提高工程的整体施工水平具有重要价值。

## 1 真空预压固结排水法的加固机理研究

真空预压固结排水法主要是通过对真空压力的利用以及负压作用, 保证土体中的孔隙水分产生不平衡的水压力。孔隙水由于受到不平衡力的作用, 会借助竖向排水体逐渐排出。竖向排水体主要包括塑料排水板或者砂井, 可保证土体产生固结变形。应用真空预压固结排水法技术进行水利工程的堤防加固工作过程中, 其主要机理为在外荷不变的前提下, 利用抽真空对加固区域施加流体压力, 在砂垫层和砂井内孔隙流体中发生作用, 这样就可以在很短的时间内保证这两者压力可以得到快速降低, 同时能排出水和气体。由于土和砂井的渗透系数存在很大的差异, 土体在开始

抽气阶段会保持抽气前的状态, 将导致土体与作为边界的砂井和砂垫层之间存在压力差, 孔隙水受到压力差作用, 会逐渐从土体中排出。压力差不平衡这一情况, 会按照从近到远的顺序, 向距边界较远的区域进行传递, 导致土体距砂井和垫砂层不同距离的区域内形成压力差, 最终土体会出现固结压的情况, 致使土体与边界实现新压力的平衡。

真空预压固结排水法随着真空度的逐渐增加, 可以在很大程度上控制沿深度的衰减情况, 有效应力的增加程度会更加明显, 同时能更好地提高加固效果。孔压力属于球应力, 所以在真空预压过程中, 各个方向减小的空压处于相等状态, 各个方向增加的有效应力同样相等。所以在地基中, 土体单元的莫尔圆大小并不会出现改变情况, 只是会出现向右移动情况, 完成加固后, 剪应力大小不会出现改变, 同时会增加强度。完成卸荷后, 被加固的土体会由原本的正常固结状态转变为超固结状态。应用真空预压固结排水法时, 砂井在该过程中不仅起到排水的重要作用, 同时在传递真空度方面具有重要价值。由于砂井存在阻力作用, 所以真空度在沿砂井进行传递时, 会有所损失。砂的渗透系数属于影响砂井阻力的主要因素, 其中相关研究指出, 对10 m长的袋装砂井, 假如砂的渗透系数超过 $1 \times 10^{-2}$  cm/s, 这时砂井阻力影响很小。在

加固过程中,砂井以下的土体加固效果与土体的渗透系数具有重要联系,土体渗透系数越大,加固效果越好。但是在一般情况下,在采用真空预压固结排水法进行土体加固时,加固的软土渗透系数整体较小,所以砂井以下的真空衰减情况较为严重。

## 2 真空预压固结排水法的适用条件研究

采用真空预压加固排水法进行土体加固的根本目的在于,能对地基土的性质进行改善,保证地基土的抗剪强度得以提升,减少沉降或者不均匀沉降等问题。可以采用多种方法对地基进行处理,所以在实际工作中,需要对诸多技术的经济性以及可行性进行比较,做到合理化选择。对加固机理的研究可以发现,这项技术在实际应用中对膜下的真空度进行保持,属于真空预压固结排水法在实际应用中的关键。膜下真空度与薄膜的密封效果以及土体的密封效果都具有重要联系,土体的密封性属于影响真空预压加固排水法加固效果的主要因素。真空预压加固排水法在实际应用中,在软黏土地基处理中的应用适应程度较高,但是在实际应用中由于区域的地质条件变化程度较为严重,所以在施工中,相关人员一定要对影响加固效果的因素进行深入研究。

在土体加固过程中,假如加固区域内的含水层与外界连接,渗透系数较大,那么在开始抽真空这一阶段,由于竖向排水体的存在,导致加固区域与外界进行连接,最终导致膜下的真空度与设计要求存在较大差别,这会对加固效果造成较大影响,所以在这种地质条件下,必须加固区域四周,利用密封墙加固技术,保证内外含水层的联系被有效阻隔。在土体加固工作中,假如下卧层硬土层面存在坡度较大的情况,同时软土层厚度较大,将非常容易出现主体不均匀沉降情况,导致水平排水管出现破碎问题,最终导致膜下真空度降低。可以在加固过程中选择滤管连接位置,应用柔性的钢丝胶管,这对适应不均匀沉降情况具有重要价值,其中如果加固区域存在压缩模量较大的桩体,可以选择将桩头进行挖掘。

## 3 真空预压固结排水法的工艺流程研究

### 3.1 平整场地

在水利工程堤防加固工作中应用真空预压固结排水法时,施工人员需要做好场地的平整工作,从工程的实际情况出发,做好工程的实际准备工作,对场地的平整性提供保障,有效提升堤坝加固工作质量。如果施工场地环境低洼,则需要采用素土对其进行填实处理。如果施工区域土质较为特殊,其中包括淤

泥质土壤,为有效保证地基质量,必须应用相应的措施对其进行加固处理,要求施工人员在施工过程中针对淤泥层填铺素土,有效减小施工区域土壤的含水量。完成土地平整工作后,还需要在地基上进行砂垫层的敷设。其中砂垫层的敷设厚度需要控制在20~30 cm这一范围,需将场地高度差控制在5 cm左右<sup>[1]</sup>。

### 3.2 放线定位

真空预压固结排水法在实际施工前,相关人员需要加强对设计图纸的审核工作。在该过程中,相关人员需要对全站仪设备进行运用,做到以设计图纸为根据,对需要加固的区域进行放线测量以及定位。放线定位这项工作中的项目较多,包括塑料排水板真空管网轴线、施工位置等。放线定位工作的有效开展,可以在很大程度上提高施工作业精准度,同时在实际定位过程中,相关人员一定要认真核对设计图纸。如果在核对过程中发现不符情况,需要做好标记,由设计人员对其进行修改。在通常情况下,设置塑料排水板的宽度方向时,需将其和真空管网支架保持平行状态<sup>[2]</sup>。

### 3.3 插设排水板

开展排水板插设工作时,需要以工程的实际情况作为基础,对塑料排水板的型号、尺寸大小、塑料排水板的间距、板插深度等进行合理设置。在通常情况下,在水利工程施工中,为保证插板效率得以提升,会选择机械插板的方式。为有效保证插板工作的准确性,施工人员在施工前一定要对插板的位置与方向进行准确测量,在具体工作中,需要遵循以下工序,首先需要进行塑料排水板板位放线工作;然后需要进行定位、插板、割板、拔杆以及移位等操作。塑料排水板插设工作属于真空预压固结排水法在实际应用中的关键工序,所以相关人员一定要对塑料排水板的插设质量进行严格控制,在实际工作中需严格按照相关的规范进行施工作业,还需对其回带长度以及垂直度进行严格控制,做好施工过程的记录工作。

### 3.4 进行隔离围堰施工

应用真空预压固结排水法时,为对真空预压施工过程中的密闭性以及整体性提供保障,要求在各加固边界开挖隔离围堰,同时需要在内部填入黏土,对其进行压实处理<sup>[3]</sup>。

### 3.5 进行水平真空管网敷设

真空预压固结排水法在应用过程中,负压传递以及排水工作这两项工作主要借助真空管网系统完成。

在水平管网系统主要由水平干管和支管两部分组成。水平干管主要为PVC (Polyvinyl chloride, 聚氯乙烯)管, 长度不等, 通常在34~65 cm范围内。每个加固分区需要增设一条排水干管。排水干管可利用胶管与集水井实现密封连接, 以干管长度为根据, 每个加固分区需要设立多组水平支管。水平支管为直径略小的PVC双波纹盲管。支管位置选择在干管两侧, 采用对称垂直分布, 支管与干管要做到相互嵌接。选择支管敷设的位置, 以人工方式挖掘一条20 cm×10 cm的沟, 保证管与排水板完成搭接工作后, 将其放入沟内, 保证其能和地面水平。要求每一条支管与一排塑料排水板之间实现复式搭接, 同时要求干管支管尾端必须实现密封。水平管网在施工中要以加固单元为根据, 进行分区施工, 同时需按照先进行水平支管施工后进行干管施工的施工顺序。

### 3.6 安装真空抽水设备

真空抽水设备包含多种类型, 同时不同类型的设备在应用中的作用以及适用范围存在较大差别。在水利工程堤防加固施工过程中, 所应用的真空抽水设备主要可以分为三种类型, 分别为真空集水井、井上真空系统以及真空机械系统。在应用中, 真空集水井的设备主要采用预制钢结构, 所以该类型的设备在应用中, 整体强度较高。在水利堤坝加固工程中, 每个加固单元之间都需要进行真空集水井的设置工作, 同时完成敷设工作后, 就需要进行支管的安装。在支管之间, 通常情况下会选择橡胶软管进行连接<sup>[4]</sup>。

在实际应用中, 井上真空系统的真空设备主要由多个配套设备共同组成。这些设备性能的发挥, 会在很大程度上对井上真空系统的功能稳定发挥造成一定影响。在应用中, 根据工程的实际情况, 可以采用5.5 kW往复式真空泵。在真空集水井中, 不仅配备两台真空泵, 而且配备一台管道泵, 真空泵在安装过程中, 需要将其安装在固定的平台上, 同时潜水泵在安装过程中, 应将其与集水井进行连接。在完成水平管网的施工后, 施工人员需要着手进行井上真空系统的安装。安装真空泵时, 可利用耐压软管与缓冲管进行连接。缓冲管在连接过程中, 与真空井之间需要借助耐压软管进行连接, 在进行其他设备的安装时, 需要按照常规的安装方法进行安装施工。

在应用中, 真空机械系统主要包含往复式真空泵, 以及各种附属设备。每台真空泵在连接时与水气分离系统必须借助胶管进行连接<sup>[5]</sup>。

### 3.7 真空膜敷设工作

应用真空预压固结排水法时, 真空膜敷设作业需在水平管网系统完成后进行。在密封膜敷设之前, 施工人员需将出膜弯管和真空滤管进行连接。要求出口压盘与地层表面高度保持一致, 在敷设中要做到顺风向伸展, 要求加固区域四周的余量尽量一致。施工人员在施工过程中需要穿软底鞋上膜, 禁止穿钉鞋。需对密封膜的敷设层数进行控制, 保证其与设计要求一致。每完成一层敷设, 需要由专门人员对其进行检查, 如果在检查中发现出现孔洞情况, 需要及时对其进行修补。在密封膜敷设过程中, 需要采用平铺膜工艺进行, 在敷设前, 需将地面处的砂料以及其他杂物彻底清理干净<sup>[6]</sup>。

## 4 结束语

综上所述, 在水利工程施工中, 为有效保证水利工程施工质量, 通常选择堤防加固措施, 真空预压固结排水法属于较为先进的加固处理技术, 在水利工程中的应用较为广泛, 同时具有很好的加固效果。为充分发挥该技术的重要作用, 设计人员以及施工人员一定要做好技术交底工作。施工人员要严格按照该方法的工艺流程进行施工操作, 还需逐渐提升自身安全意识, 避免出现违规操作行为, 确保有效提升水利工程堤防加固效果。

### 参考文献

- [1] 王锦华, 刘冬明, 刘喆, 等.真空预压法处理滩面淤泥层试验研究[J].路基工程, 2022(6): 96-100.
- [2] 刘洪波, 周卫东, 张志鹏.分级真空预压法处理疏浚淤泥的三维数值分析[J].广东土木与建筑, 2022, 29(12): 35-39.
- [3] 赵伟, 陈晓鹏, 郑海彬, 等.真空预压法处理拓宽路基边界效应影响分析[J].路基工程, 2022(5): 103-106.
- [4] 赵羚子.软基真空预压动力固结排水三维仿真及沉降控制分析[J].科技和产业, 2022, 22(9): 352-360.
- [5] 王思刘, 张冬琪, 陈纪胜, 等.真空预压下软土地基的固结特性和沉降计算方法[J].铁道科学与工程学报, 2022, 19(3): 674-682.
- [6] 严红霞, 韩文君, 吕伟华.真空预压加固夹薄弱透水层软土固结特性分析[J].林业工程学报, 2020, 5(6): 155-161.