

# 浅析河谷地带风机基础液化土换填处理办法

陈超恒

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川成都 610072)

**摘要:**以位于河谷地带的大型风电场工程中风机基础开挖后需要进行地基换填处理的情况为背景,主要介绍了靠近河岸两侧的风机基础液化土较深的基坑采用的换填处理方法及技术与质量要求。

**关键词:**河谷风电;风机基础;换填处理

**中图分类号:**TK89;TV223

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)增1-0113-03

## 1 工艺背景

成都院利用自身的技术优势对位于河谷地带的西昌黄联关风电场82台风机选用了板筏基础的设计。该基础结构型式较为简单、施工工艺流程少且工程造价较低,但其对地基要求较高,尤其是对于靠近河道地质条件不稳定、地下水位较浅的地区则增加了很大的设计、施工难度。由于该工程的风机机位大多位于安宁河两侧,有较多地基液化现象出现,共有六种基础开挖型式需要进行地基液化处理。地质勘察发现,部分靠近河道两边机位的风机基础下覆的液化土较深,其承载力特征值及土的抗液化能力不能满足200 kPa的设计要求,故需对开挖后的地基进行液化处理,使其能够满足进行后续施工的条件。

对湿陷性地基的处理目的主要是改善土的性质和结构,减少土的渗水性、压缩性,控制其湿陷性的发生,部分或全部消除其湿陷性。在明确地基湿陷性黄土的厚度、湿陷性类型、等级后,应结合建筑物的工程性质、施工条件和材料来源等采取必要的措施对地基进行处理,以满足风机基础在安全、使用方面的要求。为了增加风机基础的地基承载力和持力层,该工程根据换填的适用范围,对风机基础液化处理采用了最常见的砂砾石换填法,处理厚度小于5 m,要求下卧土质良好,水位以下施工时降水,可局部或整片处理。对于部分持力层过薄的地基使用振冲碎石桩法,处理厚度为5~15 m的饱和黄土。对于集电线路工程的塔基液化采用毛石混凝土换填法,处理厚度小于5 m,要求下卧土质良好,必要时下设灰土垫

层。对于一般河谷地带的液化地基,换填深度根据地勘资料及现场开挖揭示的地质情况由设计人员据实确定。该工程进行地基处理使用最多的是换填法,选用的基底持力层换填料为砂砾石层,采用该换填法的主要优势是其施工工期、试验检测时间较短且成本较低。

## 2 砂砾石换填

所谓砂砾石换填法是指将基坑范围内的软土清除,用稳定性好的土、石回填并压实。在基坑施工中,一般采用的是开挖换填天然砂砾,即在一定范围内,把影响基坑稳定性的淤泥软土用挖掘机挖除,用天然砂砾进行置换,开挖换填深度在2 m以内,采用分层填筑、分层压实、分层检测压实度的方法施工,从而改变地基承载力特性,提高其抗变形和稳定能力。在换填过程中,对于换填的天然砂砾中石头的微粒、含量和级配也应充分考虑,最好做试验检测,避免无法压实而引起沉降。换填料采用砂夹石,其最大粒径不得超过50 mm;当使用粉细砂或石粉时,应掺加不少于总重量30%的碎石或卵石。

### 2.1 施工技术要求

施工前,根据工程特点、填方材料种类、密实度要求、施工条件等合理确定填方材料含水率控制范围、虚铺厚度和压实遍数等参数。换填砂石料前,应对填方基底和已完工程进行检查和中间验收,合格后要作好记录及验收手续。施工前,应做好水平高程标志的布置。在换填地基上按每m做出水平标记,控制每次的铺设厚度。另外,还应注意以下几点技术要求:

(1) 换填材料选用的砂石材料,其材质、粒

收稿日期:2017-04-06

径、级配等应满足《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012中的第4.2.1条要求。

(2)每层碾压厚度应尽量均匀,每层压实后应先测量压实后土的干容重,检测其压实系数,待其符合设计要求后,才能填筑上一层。施工及质量检验可参见规范《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012。

(3)设计要求换填土的压实系数不小于0.94,地基承载力特征值不小于200 kPa。换填处理后应进行质量检测,检测内容包括压实度和承载力。

(4)施工组织时,应注意避免地下水对施工工艺及施工质量造成的不利影响,建议施工时应避开雨季及地下水高水位区。

(5)开挖基坑铺设砂砾石垫层时,必须避免扰动软弱土层的表面,减少对坑底土体结构的破坏、降低土的强度,避免在基础荷载作用下产生较大的附加沉降。基坑开挖后,应及时进行回填,避免暴露过久或浸水并防止践踏坑底。

(6)换填处理后的地基竣工验收时,应按照《建筑地基处理技术规范》JGJ 79-2012中的第4.4条进行质量检验。施工过程中,应加强施工质量检测工作和监理工作。

## 2.2 换填作业工艺

该工程对换填作业采用的工艺流程依次为基底清理、检验填料、填料铺设、碾压(打夯)密实、压实度检测、找平验收。但需要注意以下几点技术要点:

(1)砂夹石换填前,应将基底表面的垃圾或树根等杂物清理干净。

(2)检验填料:检验砂夹石的砂石比例是否在控制范围内。

(3)砂夹石应分层铺摊。每层铺土的厚度应根据地质情况、密实度要求和机具性能确定,轮(夯)迹应互相搭接,防止漏压、漏夯。

(4)碾压机械压实填方时,应控制其行驶速度,压实应先轻后重、先慢后快、均匀一致。压路机最大速度不宜超过4 km/h。

(5)该工程换填面积较小,满铺后进行碾压。

(6)填方高于基底表面时,应保证其边缘部位的压实质量。

(7)每层换填压实后,检查砂夹石的质量密度,待其达到要求后,再进行上一层铺土。

(8)填方全部完成后,对其表面应进行拉线找平,凡高于标准高程的地方应及时依线铲平;凡低于标准高程的地方应补土夯实。

(9)雨季施工时,由于基础面积不大,每层换填宜一次性完成。施工时应防止地面水流入基坑内,以免边坡塌方或基土遭到破坏。现场应有防雨及排水措施。

## 2.3 质量及材料标准

(1)基底处理必须符合设计要求和施工规范的规定。

(2)换填的砂夹石必须符合设计要求或施工规范的规定。

(3)换填的砂夹石必须按规定分层夯压密实,随时检查砂夹石的质量密度,检查方法及数量应符合规定。

(4)砂夹石换填的承载能力或强度必须达到设计要求的标准。

(5)砂夹石的质量应符合设计要求。

(6)施工前场平底部如发现软弱土层、空穴时,应挖除并按要求换填、分层夯实。尽量控制含水率并通过击实试验确定。分层铺筑的厚度严格按照上述要求进行。

(7)将砂夹石的石料粒径控制在50 mm左右。

(8)进行砂夹石有机质含量检测并获取试验报告。

(9)控制含水量,在每层铺筑时取样、采用烘干法测定。

(10)分层厚度偏差 $\pm 50$  mm为合格。

## 2.4 试验点数量

换填地基承载力试验采用10 kg轻型动力触探试验,依据《地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202-2002)中的4.1.5,灰土地基、砂和砂石地基、土工合成材料地基、粉煤灰地基、强夯地基、注浆地基、预压地基其竣工后的结果(地基强度或承载力)必须达到设计要求的标准。在该工程中,每个机位选取了12个点进行检验。

换填后的压实度检测根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012)进行,宜采用灌砂法作压实度试验,单独基坑,每20~50 m<sup>2</sup>取1组且不得少于1组,施工现场宜采用每层碾压换填土层选取5个试验点进行压实度试验,或按监理单位要

