

复杂地基条件下的机场场道地基处理技术

祁玉成

(甘肃机械化建设工程有限公司, 甘肃 兰州 730060)

【摘要】近年来,我国的机场建设越来越多,在机场中,地基处理技术是非常重要的内容。为了有效解决民用机场场道建设过程中复杂地基处理环节产生的各类问题,持续提升机场建设质量,本文就复杂地基条件下的机场场道地基处理技术进行研究,期望对提升机场建设质量起到一定的参考和借鉴意义。

【关键词】复杂地基条件; 机场场道; 地基处理

引言

目前,高填方场地施工中常用的压实方法包括:静力碾压法、强夯法和振动碾压法。振动碾压法以其施工设备简单、工艺成熟、施工效率高的优点,在公路、机场、水利等工程领域都得到了广泛的应用。但利用该方法处理湿陷性黄土高填方工程尚无成熟的经验可供借鉴,因而需要在工程施工前进行相关的试验,以确定相关施工技术参数,并提出相应的技术控制标准。

一、复杂地质条件下的机场场道地基处理工艺分析

(一) 注浆泵

注浆泵是注浆施工环节最重要的工具之一,对于注浆泵的要求是具有足够的排浆量且连续可调,同时需要产生足够的压力,满足注浆需求。按照结构形式可把注浆泵分为偏心螺杆泵、柱塞泵、活塞泵三种。

1. 偏心螺杆泵。此类注浆泵由于注浆压力低、压力和流量不可调节等特点,一般将其用于低压注浆。并且偏心螺旋泵设备费用低,但同时也存在着定子与转子磨损快,维修成本高的劣势。
2. 柱塞泵。此类注浆泵是最为常用的一种,通过机械转动和曲柄连杆机构驱动作用,柱塞泵设置2档或4档的变速箱,得到不同种排量供注浆选择。但存在着压力、流量、配比不能作无级调节的缺点。
3. 活塞泵。此类注浆泵是全液压注浆泵,本质上是采用液压传动的往复活塞。优点是压力与流量能调节,在工程注浆初期压力低,排量大;后期压力高,排量少。使用活塞泵进行调节可以更好地满足注浆工艺的需要。

(二) 夯锤速度变化

墩体及土体随夯击不断变化且受较多因素的影响,其本质是夯锤动能在强夯置换中的释放过程存在差别。夯锤速度随夯击的变化主要存在以下特点:夯锤速度在与墩体接触后迅速降低,在较小的波动

后趋于稳定;随着夯击次数增加,土体及墩体密实,相应的弹性模量增大,导致夯锤动能释放时间缩短,同时其回弹速度增大;随着墩长增加,能量耗散多,夯锤回弹速度降低。

(三) 原地基排水处理工艺

针对机场场道地基制定任何施工方案时,均要考虑地基排水施工工作,施工单位一定要采取科学的排水处理方案排除地下水。经过前期勘测,该机场所处位置内存在高水位地下水,因此该施工单位在规划施工方案时采用了碎石桩处理工艺,增设塑料插板进行引流以及挖设盲沟的处理技术,借助该施工处理技术,一方面可以缩短工程项目施工周期,还可以起到节约施工成本的效果。在实际的排水处理施工中,要重点做好以下几方面:第一,做好盲沟施工工作。开展盲沟施工时,要根据主次盲沟采取不同的施工技术,开挖盲沟时要确保盲沟开挖高程符合施工工艺要求,还要保障盲沟施工平整度。在填充盲沟的过程中,要合理选择填充物,一般情况下建设使用洁净、硬度适中的碎石,还要控制碎石粒径。第二,碎石桩施工工艺。开展碎石桩施工时,首先要严格控制碎石桩的长度,确保碎石桩可以达到排水目标即可,在施工时,施工人员还要控制碎石的粒径和平整度,为地下水排出奠定基础。

1. 测量放样。碎石桩施工前,首先要做好桩位测量放样工作,施工人员要按照施工设计的桩间距及桩位布局方式,找到各桩间的中心点,再按照桩位平面图采用钢尺布桩工艺进行布桩,注意各桩中点的误差控制在2cm以内。
2. 定位施工。具体的施工过程中,需要根据施工环境对桩机搭架位置进行灵活调整,确保沉管和地面呈垂直状,桩管垂直度不得超过1.5%,然后根据具体的施工设计方案控制碎石桩长度、大小以及具体的投料口位置。
3. 合拢合瓣桩尖。施工技术人员要对桩尖位置进行调整,保证桩

尖与标志点对齐，再用锤及沉管自身的重量进行静压，静压1~2m后让振锤下沉。桩管至设计深度后，要控制下沉速度，建议每下沉半米左右留振30s。

4. 停止振动。施工技术人员需要将碎石由加料口投入桩管内，为了保证灌注质量，施工人员可以通过桩的设计方案、充填率等参数进行灌注量的计算。同时，要做好施工记录，对充填率进行严格的控制，通常要保持在1.2。5. 振动拔管。在实际施工环节，要求管内灌入碎石高度要大于三分之一管长后才能拔管，施工技术人员还要做好碎石灌注量统计工作，以免出现超灌现象。在拔管过程中，还要控制拔管速度，速度宜控制在1m/min，每提管半米，可留振20s，拔管超过1m后要适度反插，需要注意反插深度不得大于50cm。6. 施工技术人员可以通过对单根碎石桩所需碎石量推算出其成桩长度，并对其进行多次反插，实现对管道内碎石的压实。在管桩起吊完毕后，施工人员应打开二次进料口并停止震动，再进行二次进料，以保证管桩充实。然后，反复以上过程，直到将导管从地下拔起。7. 先将桩管提升至地面，再停振，从出料口进行第三次投料，直到地表。8. 先开启反插，并适时进行充填，然后将碎石料全部灌注。9. 将孔口加压至机架抬起，完成一根桩的施工。碎石桩的承载力测试应在21d后进行。第三，排水板施工工艺。施工技术人员使用插板机施工作业的主要原因在于插板机具有稳定性较强、移动速度较高以及土层干扰性较低等特征。需要注意的是，在实际的施工环节，如果发现塑料排水板断裂、过滤膜破损的问题，要及时更换排水板，每块排水板必须和桩尖连接稳定，这样可以避免提管时脱节，最终完整地将排水板带出。在铺设砂垫层的过程中，要控制铺设厚度，建议铺设厚度以0.3m为佳，插入排水板后再铺设0.2m垫层。除此之外，施工作业前还要做好排水板性能试验检测工作，严禁随意堆放排水板或让排水板处于烈日下暴晒。

（四）高填方场地沉降变形控制措施

1. 静力碾压法。通过机械自身与附加重量，借助碾轮对地面进行施加垂直应力，使地面一定深度发生压缩变形。黄土颗粒在压力下产生错动、结构重新排列，从而使其结构紧密，提高压实土体的稳定性和强度。主要影响静力碾压效果的因素有碾压遍数、碾压速度和松铺厚度等。当增加碾压遍数和碾压重量时，无法再进一步提高已经达到一定密实度的土体压实密度。2. 振动碾压法。压路机带有激振器就是振动碾压机械，当激振器的振动达到一定频率时，激振力会使土颗粒产生振动，降低颗粒间的粘结力，

使得土体排水排气。土颗粒之间就会产生挤压，从而使土颗粒排列更加均匀和密实。振动碾压机械在使用过程中产生的振动对周围环境有一定的危害，但是施工工艺比较成熟，在施工质量和施工效率上都表现优秀。因此，振动碾压法在工程应用中是很常见的一种压实方法。3. 冲击碾压法。冲击碾压技术是一种结合揉搓与冲击的压实方法，在压实过程中将高振幅、低频率的能量施加到压实土体中。冲击碾压法能够迅速增强土体的强度，减少地基的沉降。冲击碾压机采用非圆多边形的冲击轮，在运动中冲击轮可以将高位时的势能转化为动能，进而使土颗粒发生错动、压密和挤实，冲击影响深度较大。压实速度快，工作效率高。冲击压实质量的影响因素主要为含水率、压实速度、虚铺厚度以及冲压的遍数。4. 强夯法。强夯法是利用重锤自由下落产生的冲击波，使填筑密实。这种冲击引起的振动波向地下传播，能使土颗粒移动，减小土体孔隙体积，形成较密实的加固体。强夯法能显著提高地基的压实程度和承载能力，减小土中的孔隙度以及工后沉降。其适用于各类土层，加固效果明显，并且有效加固深度较大。5. 压密注浆。压密注浆指的是用液压、气压和电化学原理把能固化的浆液注入事先在地基土内钻进的孔中，在压力的作用下浆液可以沿着力学分布区延伸，渗入到土层空隙中，将原来松散的土粒和裂痕凝结成一个整体，改变介质的力学特性，起到加固土体提高承载力的作用。压密注浆相对于其他技术来说成本较低、工期较短，主要用于道面病害和防渗加固等工程当中。6. 渗透注浆。渗透注浆是指浆液以渗透的方式，在压力的作用下注入土基孔隙的方法，浆液的选择一般与孔隙的大小适应。注浆浆液渗透后，会排出空隙当中的水或气体，土基的结构和体积不会发生变化，不过注浆加固的效果也和注浆材料相关。渗透注浆是在工程上最常用的注浆工艺，一般用于抗渗止水、地基加固、防止变形工程等方面，有球形和柱形两种代表性的扩散理论。目前在针对渗透注浆技术的理论研究中，路乔等都是从宾汉姆流体柱形渗透注浆理论出发来探究其机制，在考虑黏度空间衰减、扩散路径等方面取得较大进展。机场场道注浆施工中，注浆泵和搅拌机的选择需要根据适当的注浆压力和注浆材料确定，止浆塞需保证浆液不会回流且施工便捷，此外在施工过程中，设备高度不能超过障碍物限制面也是需要考虑的问题。在机场工程中大部分研究人员选择压密注浆和劈裂注浆的方式来进行浆液回填，并都取得了较为理想的结果，既解决了道面存在的病害、保护了原有地基的结构和体积，又满足了工程的经济性。

而对于渗透注浆,理论研究相对不完善,施工过程中具有较大盲目性,因此在机场工程中一般不选择此类工艺。

(五) 堆载土源对堆载施工的影响

软土地基分层堆载施工过程中,堆载速率的控制是施工控制的关键点,直接关系到堆载施工的安全、质量与成本。吹填的粉细砂含泥量小,渗透系数高,长时间堆载后,含水量较小,分层碾压处理后承载力高,表面铺设 2cm 厚的钢板后即可通行重载车辆。采用粉细砂堆载时,控制加载速率不超过 0.3m/d,符合施工现场实际情况。为降低工程造价,浦东国际机场新建机坪等区域场地平整、堆载预压等工程堆载预压的土源,采用工程周边范围内的浦东国际机场三期工程弃土和堆载粉细砂。

(六) 载荷试验

为测试单墩的承载能力,开展了单墩承载力性能试验,检测方法采用分级加载、分级卸载的技术方案,采用 2.0m² 方形承压板。单墩承载力特征值 700kN 可满足设计要求。《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012) 第 B.0.6 条规定“最大加载压力不应小于设计要求压力值的 2 倍”,由于本区域不良土层分布的不均匀导致各墩的承载力存在差别,本次试验中偏高的将试验荷载设置为 2000kN,分 10 级加载。卸载级数可为加载级数的一半,即 5 次,逐级等量卸载。试验步骤应符合下列规定:1. 每加一级荷载前后均应读记承压板沉降量一次,以后每 0.5h 读记一次。当 1h 内沉降量小于 0.1mm 时,即可加下一级荷载;2. 卸载时,每级荷载维持 0.5h,读记回弹量,卸载完成全部荷载后间隔 3h 读记总回弹量。当出现下列情况之一时,可终止加载:1. 沉降急剧增大,土被挤出或承压板周围出现明显的隆起;2. 承压板的累计沉降量大于其宽度或直径的 6%;3. 当达不到极限荷载,而最大加载压力已大于设计要求压力值的 2 倍。累计沉降量超过规范要求时(84.6mm),取上一级荷载为极限荷载,故测点 E2 和 E3 处的单墩承载力特征值分别为 900kN 和 800kN,而 E1 处的单墩承载力特征值为 1000kN,均满足设计要求。不同测点处的单墩承载力有差别,结合钻芯取样结果,相对 E2 和 E3 处墩体,E1 处不良土层厚度较大,故墩长较长,且内部空隙较少。因此,可以认为单墩承载力的差异主要受不均匀地质状况引起的实际墩长差异以及墩身质量的影响。

二、施工建议

综合上述强夯置换模拟中墩和土的相互作用机理,可以对施工提供指导。基于复合地基对减小地

基沉降的机理,提高墩体置换长度是最直接有效的方式。因此,施工过程中不要过早的填入碎石,防止夯击能在上层土体的提早耗散,在不影响提锤及夯坑安全的前提下,尽可能将已填碎石夯实紧密,由此保证深层土体的加固效果和墩体置换长度。要尽量避免施工中夯击偏心的问题,因为夯坑面积增大,夯击能同样向水平土体传递,夯击能的竖向穿透性差,不利于加固深层土体。根据模拟结果,在不填入新料且对已填墩体反复夯击,会使墩体顶部产生明显的扩径,加固效果好,但考虑到夯击能对处理深度的限制,过度夯击变为了墩径扩大而非贯入深度增大,因此夯击数、填料时机等施工参数的确定,需要结合现场试验,均衡地基处理的可靠性和经济性要求。

结语

综上所述,在复杂的地质条件下,重视飞机场道地基施工工作,不仅可以持续提升飞机场工程建设质量,还可以为后续的飞机安全起降创造有利条件。复杂条件下的机场场道地基施工必须贴合施工区域的地质条件,还要根据现场地质勘察参数设定合理的施工方案,最大限度确保施工场地地基的结构承载力和稳定性。施工现场技术人员要根据现场施工条件灵活调整施工方案,并同步做好地基开挖处理排水工作,借此来持续提升飞机场道地基工程施工质量。

参考文献:

- [1] 陈刚. 深圳机场不停航施工新增联络道地基处理设计方案及应用[J]. 路基工程,2022,(1):130-133.
- [2] 许连强. 新型撒布机及路拌机在机场道地基处理石灰土施工中的应用[J]. 中国建筑装饰装修,2021(8):36-37.
- [3] 方满胜. 某机场场道堆载预压与真空预压地基处理对比分析[J]. 安徽建筑,2020,27(8):106-108.
- [4] 郝圣桥,胡松涛. 基于机载模型的轴向柱塞泵动态特性参数辨识及影响分析[J]. 推进技术,2023(4):211-219.
- [5] 李利阳,李文庆. 道路路基回填拖式冲击碾压施工技术研究[J]. 施工技术,2020(S1):1381-1383.
- [6] 郑凌透,周风华. 强夯置换软土中碎石墩形成过程的试验研究[J]. 岩土力学,2014,35(1):90-97.
- [7] 赵民,贺可强,刘强,等. 强夯置换滨海软土成墩效果模型试验研究[J]. 建筑结构学报,2021,42(10):149-156.
- [8] 申浚祺. 路基施工阶段的冲击碾压技术探讨[J]. 交通科技与管理,2023(8):62-64.