

某填海机场工程项目地基处理方法探究

吴涵瑶

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290)

摘要:为研究填海机场的地基处理方法,对某填海机场场区的地址条件进行了分析,同时对地基处理的基本思路进行总结。通过对场道地基处理方法作了对比,讨论了该工程在复杂地基和施工工期紧迫的条件下,场道地基处理的设计思路 and 总结,以期对同类工程有借鉴作用。

关键词:机场场道工程;地基处理;填海机场;强夯

中图分类号: U61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0158—03

随着我国国民经济的持续高速发展,机场建设进入快速发展阶段。机场建设占地较大,对地基处理^[1]的要求很高,特别是地基控制跑道沉降变形,会影响飞机起降及滑行。同时,建设过程中面临的地基问题越来越多,沿海地区机场的建设尤为明显。本文以我国东部某机场地基工程为背景,研究探讨几种填海机场的地基处理方式,为后续类似工程提供依据及参考。

1 场区工程地质条件和评价

1.1 场区地质概况

拟建场地地形高差起伏很大,跨越多个不同地貌类型。据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),项目区的动峰值加速度为0.10g,地震设防烈度为7度,设计基本加速度为0.10g。所处大地构造单元相对稳定,区域地质构造受华夏式NE向构造体系的控制,场区所经过断裂相对于区域构造体系,具有规模小、影响地壳深度浅、构造线简单的特点,不具备“地应力场”集中的条件。历史地震观测资料表明,本区不具备发生破坏性地震的构造条件,场区区域上属相对稳定地块。拟建场地地貌类型较复杂,地层结构清晰,未发现岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、地面沉降等不良地质作用,也未发现大的活动性断裂及新构造运动迹象,场地不良地质作用不发育。

1.2 场区主要工程地址问题

拟建场地跨越剥蚀丘陵、山间凹地、滨海浅滩和海蚀崖四个工程地质单元,不同地质单元第四系覆盖层厚度差别较大,地基均匀性相对较差,设计施工时应充分重视,建议采取地基处理或设置沉降缝、加强上部结构

措施等方式调节地基基础的不均匀沉降。

2 地基处理基本思路分析

2.1 原地基处理方案

工程范围内滨海(陆上)高填方区原地基预计主要为开山地基、一般粘(砂)性土地基、软土地基。通常来说,开山地基承载力高,工后沉降量极小,一般开山完成后碾压整平即可。一般粘(砂)性土地基可视地基承载力和厚度情况进行地基处理方案选取。当地基承载力较高能满足机场上覆荷载要求,可采用振动碾压进行整平;当地基承载力不能满足机场上覆荷载要求时,可采用强夯、振冲桩或挖除换填措施。

软土地基可采用换填法、排水固结法或复合地基法进行地基处理。当软土层厚度较小时,考虑挖除软土并回填开山石,并采用低能量强夯密实;当软土层厚度较大且沉降要求不严格的区域时,可铺设软体排后水上抛填1.0m的中粗砂,打设塑料排水板,深度穿透软土层,在回填层地基处理完成后,在回填层上部进一步增加回填荷载进行预压,达到设计要求后卸载;当软土层厚度较大不易挖除且沉降要求严格时,可采用水泥土搅拌桩、旋喷桩、管桩或其他刚性桩形成复合地基,确保地基承载力和工后沉降量能够满足要求。

2.1.1 清淤方案

(1) 挖泥+外抛方式。结合工程区域现状条件,上层软泥清淤采用“挖、运、抛”的施工工艺。

(2) 爆炸挤淤法。要点是施工方便,最大限度地达到挤淤效果。爆破挤淤完成后,其底部往往会形成1~2m厚的泥石混合层,清淤效果较耙吸或绞吸+外抛

方式差。

(3) 回填挤淤挖除淤泥包。抛石挤淤筑堤采用陆上来料, 推填的方法形成身利自重排除堤下的淤泥并使其落于较好的持力层上, 从而达到稳定要求。抛石挤淤质量控制难度较大, 大面积抛石回填后淤泥易形成无法清除淤泥包。

(4) 表层清淤+抛石挤淤方式。本方案旨在先降低淤泥厚度后, 再进行抛石挤淤处理, 挤淤过程中对挤出的淤泥进行挖除, 残余的淤泥与回填块石混合在一起形成泥石混合层。主要问题是, 质量控制严格条件下, 淤泥仍需要被不断挖除, 而形成的泥石混合层厚度一般不大, 淤泥外抛减少量有限。

针对各种清淤方案适用性, 对原状淤泥清除时重点考虑挖除换填, 暂不考虑爆炸挤淤和抛石挤淤措施。

2.1.2 回填层处理方案

工程区回填料主要为开山石, 开山石回填后处理主要有以下几种方案。

方案一: 填至标高 +3.5m 后, 采用高能量强夯夯击密实, 单点强夯能级可选用 3000kN.m、5000kN.m、8000kN.m、18000kN.m。然后按常规道路填筑方法, 分层回填, 分层回填厚度 0.3~0.5m, 并分层振动碾压密实, 要求分层检测压实度和固体体积率。

方案二: 填至标高 +3.5m 后, 采用高能量强夯夯击密实, 单点强夯能级同方案一。然后分层回填, 第一层回填厚度 4.5m 至标高 +8.0m, 并强夯夯击密实, 单点强夯能级可选用 3000kN.m, 然后采用 1000kN.m 能量满夯; 第二层回填至土石方回填设计标高, 最大回填厚度不超过 4m, 并进行强夯满夯, 能级同第一层; 最后找平后, 表层冲击碾压密实。要求分层检测, 同时应设置必要的试验区进行检验。

方案三: 清淤后直接回填至设计标高, 清淤后海抛填石层总厚度最大约 18m, 采用超高能量强夯夯击密实, 视回填厚度单点强夯能级选用第一、二遍点夯采用 18000~30000kN.m, 第三遍点夯采用 6000~8000kN.m, 然后采用 1500kN.m 能量满夯, 再将表层碾压密实。要求每延米检测压实度和固体体积率, 同时应设置试验区进行检验。

2.1.3 其他建(构)筑物基础处理方案

当原地基和回填层处理完成后, 如地基仍不能满足部分建(构)筑物基础要求, 可视具体情况选用必要的

地基处理方案、大型基础结构形式或桩基础形式。

3 地基处理方案探讨

3.1 地基处理方案一: 清淤+直接回填+强夯

(1) 填海区: 对范围内原状淤泥质粉质黏土层清淤, 在清淤后进行开山石回填处理方案二。

(2) 陆填区: 目前资料显示, 陆上部分未揭露软土层。对基底进行清表+强夯或振动碾压后, 分层堆填开山石至设计回填标高, 每次分层回填后均进行强夯处理。

(3) 开山区: 超挖不小于 0.5m (施工图阶段视地质条件调整), 并回填级配良好的开山石料, 振动碾压密实; 超挖不小于 0.2m, 并视需要回填耕植土或开山料, 振动碾压密实。

其余三个方案的陆填区和开山区处理都同方案一。

3.2 地基处理方案二: 水上插板+分层抛填+回填+强夯

填海区: 不清淤, 在原泥面上施工一层双向土工格栅 (50kN/m) 和一层土工布 (300g/m²) 作为泥砂分隔层, 然后水抛 1.0m 厚砂垫层, 然后水上施工 B 型排水板、排水板平均长度约 10m, 正方形布置间距 1.2m (局部 1.0m), 之后水上抛开山石 3m、陆上填筑开山石至标高 +3.5m 后进行高能级 (8000kN.m) 强夯。

部分填海区域没有淤泥层或淤泥层薄, 考虑直接回填, 采取开山石回填处理方案二。

3.3 地基处理方案三: 道面区全清淤+回填挤淤+强夯

填海区: 对道面区原状淤泥质粉质黏土层清淤, 在清淤后进行填石至标高 +3.5m 后高能级强夯, 然后陆上分层堆填开山石至设计回填标高, 每次分层回填后均进行强夯处理确保填筑体压实度和固体体积率满足设计要求。

对土面区采用直接水上分层抛开山石 3m 防止形成大规模淤泥包, 然后陆上填筑开山石至标高 +3.5m 后进行高能级强夯, 最后陆上分层堆填开山石至设计回填标高, 每次分层回填后均进行强夯处理。

3.4 地基处理方案四: 道面区全清淤+土面区表层清淤+回填挤淤+强夯

对道面区, 采取全清淤措施; 对土面区, 对南侧淤泥质土深度大于 3m 的区域表层淤泥予以清除, 清除后剩余 3m 淤泥质土通过抛石挤淤进行处理。为确保挤淤

效果,当挤出淤泥层厚度超过 1.5m 时,挖除挤出的淤泥包后淤泥厚度不得大于 3m,方可向外侧进行下一步挤淤施工。

表层清淤完成后,回填顺序应严格按设计要求,优先对道面区进行回填,防止淤泥挤入道面区,之后进行土面区回填施工,最后回填预留用地部分。为防止无序回填形成难以清除的淤泥包,回填施工时每 40m 作为一道抛石挤淤施工路线,挤淤施工时优先对靠护岸侧进行回填施工,按顺序向土面区及预留用地进行抛挤施工。

清淤+回填施工完成后,在清淤后进行填石至标高 +3.5m 后高能级强夯,然后陆上分层堆填开山石至设计回填标高,每次分层回填后均进行强夯处理。

3.5 地基沉降变形计算和分析

地基沉降变形计算和分析重点考虑填海区地基沉降变形、填海区与开山区之间衔接处地基沉降变形。地基变形计算结果比较分析如下:

从沉降计算情况来看,方案一为清淤方案,清淤完成后,部分钻孔下卧土层粉质粘土厚度较大,部分道面区钻孔的理论计算沉降不能满足工后沉降小于 15cm 要求,如该部分区域考虑清除 0.6m 粉质粘土层后,工后沉降计算值均能满足设计要求。方案二为排水固结方案,若直接回填到设计标高,道面区部分钻孔理论计算沉降不满足机场对沉降的要求;当回填至设计标高后,继续堆高 3m 作为堆载预压料,恒载 90 天后卸载时,道面区钻孔理论计算沉降均满足机场对沉降的要求。方案三道面区计算同方案一,另外土面区沉降也不能满足机场要求。方案四道面区计算同方案一,土面区若挤淤较为彻底,沉降量基本与方案一相当,当挤淤形成 3~6m 淤泥包时,淤泥包区域沉降量和不均匀沉降均较大。

3.6 地基处理比选结果

土石方工程与地基处理综合方案描述如下。

方案一:优点是能够确保新建机场的沉降和不均匀沉降尽可能小,能够满足机场对沉降要求的规定,缺点是施工较长、费用较高、需要合适的抛泥点。

方案二:优点是又充分利用原状土作为地基,造价最低。缺点是水深浅、排水板施工较困难,排水固结工期长,同时填海区新建机场的沉降控制不如方案一。

方案三:优点在于陆域形成的工期短,造价低,对可能的变化适应性好;对道面区沉降控制好。缺点是土面区回填施工质量不易控制,使用期沉降和不均匀沉降

不好控制。

方案四:优点是工期短,沉降基本能满足要求,缺点是大范围回填施工质量控制较难,抛填和回填施工容易挤出形成淤泥包,淤泥质土强度低,回填荷载大,稳定性不容易保证,可对失稳破坏外挤的淤泥予以挖除。

从上述对比可以看出,地基处理存在差异的方案主要集中在填海区,通过对比,方案一施工工艺便捷可靠,工期短,施工完成后地基均匀性好,但工程费用较高,淤泥外抛量较大;方案二施工工艺较为成熟,工程费用低,堆载后工后沉降能满足设计要求,但工期较方案一多 2 个月,如局部道面区需进一步堆载,工期会增加约 3 个月,同时堆载料如需考虑充分利用则会进一步制约土面区的回填时间安排,施工组织较为复杂,若排水固结加固效果检测不满足设计要求时,需采取地基处理补强措施;方案三是在方案一基础上取消了土面区的挖泥措施,其主要问题是土面区面临沉降大,地基均匀性差;方案四的主要问题是质量控制严格条件下,淤泥仍需要被不断挖除,而形成的泥石混合层厚度一般不大,淤泥外抛减少量有限。

4 结论

(1) 综合考虑工期、地基沉降要求和经济性,本项目场地推荐土石方工程和地基处理采用方案四道面区全清淤+土面区表层清淤+回填挤淤+强夯的处理方法。

(2) 机场场地由于各种因素的影响,地基处理是系统性工作,涉及面广,考虑的因素较多,且每个项目均有自身的特点,处理过程中应抓住主要矛盾,选择性地分析相关的影响因素,最终选择最优方案。

参考文献:

- [1] 郑刚,龚晓南,谢永利,等.地基处理技术发展综述[J].土木工程学报,2012,45(2):127-146.
- [2] 中华人民共和国行业标准.民用机场岩土工程设计规范(MH/T 5027-2013)[S].北京:中国民航出版社,2013.
- [3] 中华人民共和国行业标准.公路路基设计规范(JTG D 30-2004)[S].北京:人民交通出版社,2004.
- [4] 叶书麟.地基处理[M].北京:中国建筑工业出版社,1988.