

全石料填筑体在高填方机场中的施工处置关键技术

王小建 隆超 孙志帅

北京金港场道工程建设有限公司 北京 100073

摘要: 在国家的一项重要发展规划中,综合机场体系被视为推动民航事业发展的关键要素。该规划清晰指出了未来机场建设的路径,并着重强调了对机场建设的投资增加、供给优化及加速推进各类机场发展的重要性。在此背景下,国家正全力推动包括枢纽与非枢纽机场在内的快速发展,旨在打造一个更加完善且高效的航空网络。而机场建设的焦点逐渐转向山区、丘陵等复杂地形区域,尤其在某些特定地区,这一趋势更加明显。这些区域的机场建设项目常面临高填方的技术难题,例如一些机场的平均填筑高度超过了30m,这对施工技术提出了更为严格的要求。

关键词: 高填方;强夯;岩溶处理;土工格栅;护坡;填挖交接处理

引言

本文聚焦于新建山东枣庄民用机场项目飞行区场道工程的施工实践,旨在通过深入总结与收集过往类似项目的施工经验和技术方案,为当前及未来的高填方机场建设提供有益的借鉴。特别是针对全石料高填方机场施工这一关键环节,本文进行了详尽的研究与分析,旨在揭示其施工过程中的关键技术要点与难点,为打造高品质、高效率的高填方机场品牌工程奠定坚实基础。通过本文的探讨,我们期望能够为民航机场的高质量发展提供有力的技术支撑,推动我国机场建设事业不断迈上新的台阶,为实现民航强国的宏伟目标贡献智慧与力量。

1 项目概况

新建山东枣庄民用机场项目,位于山东省枣庄行政辖区中心位置,交通条件便利,距离枣庄市行政中心约20公里,场址位于丘陵地带。本期建设内容为新建1条长2600米、宽45米的跑道,新建2两条垂直联络滑行道,新建11个机位的站坪、新建服务车道及消防车道,以及配套边坡防护、排水、消防、飞行区围界等附属工程。

项目为高填方机场,场区存在大小不等的山体近15座,通过削山平谷,在山与山间,架起一条跑道。其中最大填方高度46m,填料类型主要为场内的开山石料,土石比为0.014:0.986,填方近1829万 m^3 ,挖方1582万 m^3 ,地理环境复杂。场区土石方填筑主要采用强夯法进行压实;填挖搭接区域亦采用强夯处理。岩溶采用清爆换填法和强夯法相结合的方式处理。

2 施工处理措施

项目涉及的处理措施涵盖:强夯法填筑压实、填挖搭接区强夯补强、岩溶清爆换填法和强夯处理、道基褥垫层设置、边坡混凝土框架防护和高韧性格栅防护,通过多种技术保证措施组合,大幅度降低了高填方机场

的质量风险,提高了机场运行的整体安全稳定性。

3 施工技术方案

3.1 强夯法夯实

较传统施工工艺,项目创新采用了一种连续性强夯加固处理措施,在保证施工质量的前提下,大大提高了工作效率。

3.1.1 对填料的要求:

石料粒径不大于80cm,含泥量为不大于10%,不均匀系数 $C_u \geq 5$,曲率系数 $C_c = 1 \sim 3$ 。如存在粒径超过80cm的大块石料,应进行人工或机械解小。填筑顺序,应先填筑大块石料,放置平稳,用小石块、石渣或石屑嵌缝找平^[1]。

3.1.2 进料及虚铺厚度控制:

采用后退堆填法分层进行填料摊铺,强夯单层压实厚度为4m,虚铺系数为1.1,每亚层堆填厚度不超1.1m,推土机找平,实际由试验段确定。

3.1.3 夯锤锤底静压力:

25~40kPa。

3.1.4 夯击顺序:

如图3-1所示,点夯时,夯机预留通道为两列夯点,通道两侧两遍点夯均结束后再对预留通道进行夯击,夯击时,单点击数一次完成,推平后进行满夯。

3.1.5 点夯停夯标准:

满足击数要求的同时,最后一击夯沉量不大于5cm。

3.1.6 强夯工艺参数见下表:

表3.1 强夯工艺参数表

夯型	单点击能(kN·m)	夯点布置	夯点间距(m)	夯击遍数	单点击数
点夯	3000	正方形	3.0	第一遍	10~13
				第二遍	8~10
满夯	1000	搭接型	1/4锤径	1	3

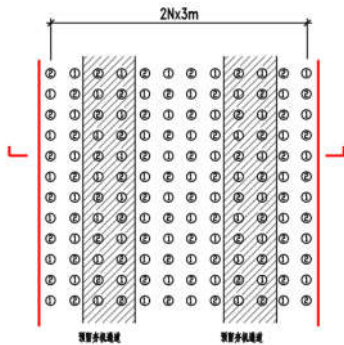


图3-1 连续性强夯加固地基处理示

3.2 填挖交接处补强处理措施

3.2.1 强夯补强

新填筑层与斜坡地面相接边界处理不好极易成为软弱结合面，即潜在的滑动面，从而诱发导致填土滑坡。为有效降低不同搭接面产生的工后不均匀沉降，在填挖交接处，结合台阶开挖，沿竖向每填筑不大于4m厚，在台阶交接面附近采用强夯的方法进行处理，搭接范围不小于8m。

3.2.2 铺设土工格栅

为协调道面区填挖交接面的变形，在道面影响区台阶交接面褥垫层顶部和底部分别铺设一层土工格栅，位于挖方段的锚固长度不小于10m，位于填方段的铺设长度不小于15m，从而有效降低填挖交接处因不均匀沉降对上部结构造成破坏。

表3.2 多向土工格栅指标表

序号	项目	单位	指标要求	备注
1	聚合物原料		聚丙烯 (pp)	原生料
2	生产工艺		整体冲孔拉伸	
3	负载强度	kN/m	≥ 80	多向土工格栅
4	纵横向伸长率	%	≤ 15	
5	最小炭黑含量	%	≥ 2%	
6	幅宽	m	≥ 5	



图3-2 多向土工格栅铺设施工图

3.3 岩溶处理措施

3.3.1 岩溶发育情况

因机场选址多为山区、丘陵，经常年的雨水、地下

水等侵蚀，在山体裂隙间形成了不规则的空洞，隙内一般充填黏性土，其分布不规律，溶蚀程度不等。拟建筑物荷载较大，对洞顶及洞内充填物会产生较高的附加应力，破碎基岩内的不规律溶隙发育，极易造成建筑地基的不均匀沉降^[2]。

3.3.2 岩溶处理

(1) 对于开挖出露的岩溶区域根据充填物厚度的不同，进行不同能级的强夯处理。

(2) 对岩溶顶板埋藏深度不大于2m的洞体，采用清爆换填法进行处理。首先清除洞体覆盖层，采用爆破方法对洞体顶板进行破碎，清除顶板破碎物和洞体内充填物，分层强夯回填块碎石。

(3) 对岩溶顶板埋藏深度2m~5m的洞体，在查明其顶板厚度、洞体高度、洞径以及充填物等情况的基础上，采取以下处理方法。

①对于未充填或半充填类型的洞体，采用地面搅拌后高压灌注低标号混凝土处理方法。

②对于充填类型的洞体，采用较低能级的垫层强夯法进行处理。

(4) 对埋藏大于5m的洞体，在查明其顶板厚度、洞体高度、洞径以及充填物等情况的基础上，采取以下处理方法。

①对于未充填或半充填类型的洞体，采用地面搅拌后高压灌注低标号混凝土的处理方法。

②对于充填类型的洞体，采用较高能级的垫层强夯法进行处理。

3.4 道基褥垫层施工措施

3.4.1 褥垫层定义

褥垫层一种在建筑基础工程中用于铺设在基础底部一定厚度的材料层，在机场场道工程施工中，多采用级配碎石、山皮石等粒料类材料。

3.4.2 褥垫层的作用

在飞行区道槽区平整范围内，因存在不同的填方、挖方区，对于挖方区，基地面为裸露的坚硬岩石，如果在其上直接铺设水稳基层，两不同的结构层间刚性接触，而因应力作用，极易造成水稳基层的裂缝发育，反射至水泥混凝土道面结构层，造成混凝土断板现象。褥垫层作为隔离缓冲层，通过改善接触面的应力效应，有效降低了上部结构裂缝、断板的机率，普遍应用于高填方机场项目中。

3.4.3 褥垫层施工工艺

(1) 材料要求。对于山皮石填料和级配碎石，一般要求石料强度不低于30MPa，石料最大粒径不大于

20cm, 粒径2~20cm的质量应大于总质量的50%, 含泥量不超过5%, 级配良好, 不均匀系数 $C_u \geq 5$, 曲率系数 $C_c = 1 \sim 3$ 控制)。(2)施工要求。为保证高填方机场地基强度与均匀性, 在道槽区统一设置0.5m厚山皮石垫层, 褥垫层褥垫层边线为道肩(或道面)边线向外2m。一方面保证了土面区的水不会通过渗透流入道基下部, 造成长时间冲刷底板脱空; 另一方面在道槽区统一设置褥垫层, 有效避免了填挖方的不均匀性, 提高了道面结构的整体稳定性。(3)质量要求。在道槽区垫层层顶, 按《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》(MH5007-2017)的要求进行道基反应模量试验, 检测频率为每10000m²三点。对于山皮石垫层, 道基反应模量不小于80MN/m³。

3.5 边坡混凝土框架防护措施

3.5.1 传统边坡防护的病害

过往机场高填方项目, 对于边坡防护施工方式各不相同, 基本包括了浆砌体防护、植草防护。不论在耐久性方面还是在使用功能方面, 均存在一定缺陷, 在雨量大的区域, 因长时间受雨水冲刷, 表层水土流失严重, 砌体开裂、破损, 底部脱空, 在质量保修期内, 进行返工维修的比比皆是, 更为严重的是某机场运行期内因边坡失稳发生滑坡, 导致机场停用。

3.5.2 混凝土框架防护

采用预制或者现浇混凝土的方式, 在坡面进行防护, 可以有效改善边坡整体稳定性, 对于框架混凝土结构形式, 多采用菱形、矩形或者拱形, 间距3m*3m或4m*4m, 骨架嵌入坡面10cm-20cm, 截面设导水槽, 边坡10m一级, 在每级设3m宽马道平台, 平台设置马道沟, 坡面每间隔100m-120m设置竖向集水沟, 可以有组织的将坡面雨水汇入马道沟中, 通过坡面集水沟最终汇入坡脚排出场外。

混凝土框架防护, 骨架能镶嵌种植土绿化, 整体稳定性好、抗冲刷能力强, 兼顾了坡面美观, 已经成为高填方机场边坡防护中的主流施工工艺。

3.6 高韧性线束格栅防护措施

3.6.1 材料要求

高韧性聚酯纱线集束格栅是采用高韧性、高分子模量聚酯纱线集束成股后外覆PE鞘套保护层所形成的条带式超声波焊接土工格栅, 具有较强的抗拉强度和长期抗

蠕变性能。

3.6.2 应用部位

对于高陡的边坡, 坡率一般陡于1:2的边坡, 为降低边坡侧向滑移风险, 在填筑体中增加一种高韧性的土工合成材料, 通过改变填筑体内部结构, 增加了土体本身的抗剪切应变能力, 有效降低了边坡竖向位移和水平位移, 使填筑体整体稳定性更强^[1]。

3.6.3 施工工艺

在石方或土石混合料填筑前, 在原地面铺设一层加筋格栅材料, 铺设幅宽20m, 将回填料分两层摊铺在格栅上, 摊铺厚度为100cm, 再将加筋格栅进行反包, 反包宽度为10m。加筋材料垂直于坡面铺设在压实整平的填料上不得重叠, 不得卷曲或折曲, 不得与硬质棱角填料直接接触。横向相邻格栅间采用扎带进行连接, 格栅搭接宽度不小于20cm, 在完成的加筋格栅面层按标准再次回填1m厚石方或土石混合料进行压实处理; 按照上述工序进行第二层加筋格栅铺设, 从而形成隔层铺设的施工工艺流程。

4 取得效果

通过以上多种施工工艺, 在土石方与地基处理阶段, 各项检测指标均达到了优良水平, 填筑体整体稳定性好, 经第三方监测单位对填筑过程中和填筑完成后各项监测指标进行监测, 在填筑完成3个月后, 各项监测数据已经达到了稳定状态, 其中填筑体顶层沉降月平均累计沉降最大值为2.71mm, 边坡水平位移累计8.33mm, 竖向位移累计10.36mm, 各项监测指标远低于控制值。

结束语

随着民航机场建设领域日新月异的变化趋势, 高填方机场施工已经逐步形成了成熟的施工工艺, 在未来的民航基建市场中, 也占据着重要的份额。笔者通过以上对项目整个施工过程中各项施工工艺的提及, 将高填方机场中独有的特征进行了展示, 供类似项目参考。

参考文献

- [1]梁俊鹏.机场工程施工质量管理探讨[J].住宅与房地产, 2020(6):15-16.
- [2]刘振国.浅析机场工程施工管理的优化措施[J].建材与装饰, 2021(4):3.
- [3]冯晓凯.全石料高填方机场地基施工处置关键技术研究[J].建材与装饰, 2020, 0(13):26-2629