

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH/T 5014-202X

代替 MH 5014-2002

民用机场飞行区土石方与道面 基（垫）层施工技术规范

Technical Specifications for Construction of
Aerodrome Earthwork and Pavement Base

（征求意见稿）

****_**_** 发布

****_**_** 施行

中国民用航空局 发布

中华人民共和国行业标准

民用机场飞行区土石方与道面基（垫）层 施工技术规范

Technical Specifications for Construction of Aerodrome
Earthwork and Pavement Base

MH/T 5014-202X

主编单位：华设设计集团北京民航设计研究院有限公司

批准部门：中国民用航空局

施行日期：202X年**月**日

中国民航出版社

202X 北京

中国民用航空局 公告

202X 年第**号

中国民用航空局关于发布 《民用机场飞行区土石方与道面基（垫）层施工 技术规范》的公告

现发布《民用机场飞行区土石方与道面基（垫）层施工技术规范》（MH/T 5014-202X），自 202X 年**月**日起施行，原《民用机场飞行区土（石）方与道面基础施工技术规范》（MH 5014-2002）同时废止。

本标准由中国民用航空局机场司负责管理和解释，由中国民航出版社出版发行。

中国民用航空局
202X 年**月**日

前 言

《民用机场飞行区土（石）方与道面基础施工技术规范》（MH 5014-2002）自 2002 年 03 月 01 日施行以来，适应了当时和其后一段时期机场工程建设的需求，对指导我国民用机场土石方及道面基（垫）层施工及管理发挥了重要作用。随着民用机场土（石）方与道面基（垫）层技术的不断发展，部分内容已经不能满足实际要求，需进一步修订完善。

根据《民航工程建设行业标准管理办法》（MH/T 5045-2020），在总结国内外机场场道与相关领域经验和成果的基础上，以提高飞行区土石方及道面基（垫）层施工质量为核心，吸收近年来生产实践中逐渐形成的、成熟的新技术、新材料和新工艺，完成本规范的修订工作。本次修编对以下方面进行了细化、完善和补充：

——将原有规范《民用机场飞行区土（石）方与道面基础施工技术规范》的名称修改为《民用机场飞行区土石方与道面基（垫）层施工技术规范》，更准确地描述了本规范的适用对象；

——以机场工程现有的分部分项工程划分为依据，将土石方及道面基（垫）层工程中涉及的施工阶段纳入到相应的分部分项工程中，更准确地描述了本规范的适用范围；

——以体现施工过程控制为主要原则，保持民航标准体系、施工方法、技术指标及标准的连续性，并借鉴其他行业的先进技术，补充和完善了土石方及道面基（垫）层工程的相关施工技术要求；

——细化和完善了总则、术语；

——细化和完善了施工准备的内容，补充了施工测量、场地清理、临时（降）排水、施工试验和试验段施工等内容；

——细分了土石方工程的内容，分为挖方、填方、道床的施工技术要求；补充了加筋土、泡沫轻质土及改扩建土石方的施工技术要求；

——补充了边坡防护工程，包括一般规定、植草防护、浆砌防护、混凝土骨架防护、

锚喷防护、反压护道及边坡排水的施工技术要求；

——细化了道面基（垫）层工程，按照无机结合稳定类、粒料类、水泥混凝土类基层结构进行划分，将原规范中垫层的相关内容纳入其中，并制定了相应的施工技术要求；

——删除了原规范中的水泥混凝土道面基础注浆加固的内容；

——补充了特殊气候施工章节，包括一般规定、低温施工、高温施工、雨季施工，并制定了相应的施工技术要求；

——补充了绿色施工与安全章节，包括一般规定、绿色施工、施工安全，并将不停航施工的相关内容放入施工安全一节中，并制定了相应的施工技术要求。

本标准第1章、第2章由*****编写，第3章由*****编写，第4章、第5章由****编写，第6章、第7章由*****编写，第8章由*****编写，第9章由*****编写，附录A由*****编写，附录B由*****编写，附录C由*****编写，附录D由*****编写。本标准由主编单位负责日常管理工作。执行过程中如有意见和建议，请函告本标准日常管理组（联系人：廖志高、***；地址：北京市顺义区竺园二街2号院5号楼401室；邮政编码：101312；传真：010-57065869；电话：010-57065861；电子邮箱：zsmhy666@163.com），以便修订时参考。

主 编 单 位： 华设设计集团北京民航设计研究院有限公司

参 编 单 位： 山西机械化建设集团有限公司
上海公路桥梁（集团）有限公司
中机空港（北京）建设有限公司
四川省场道工程有限公司

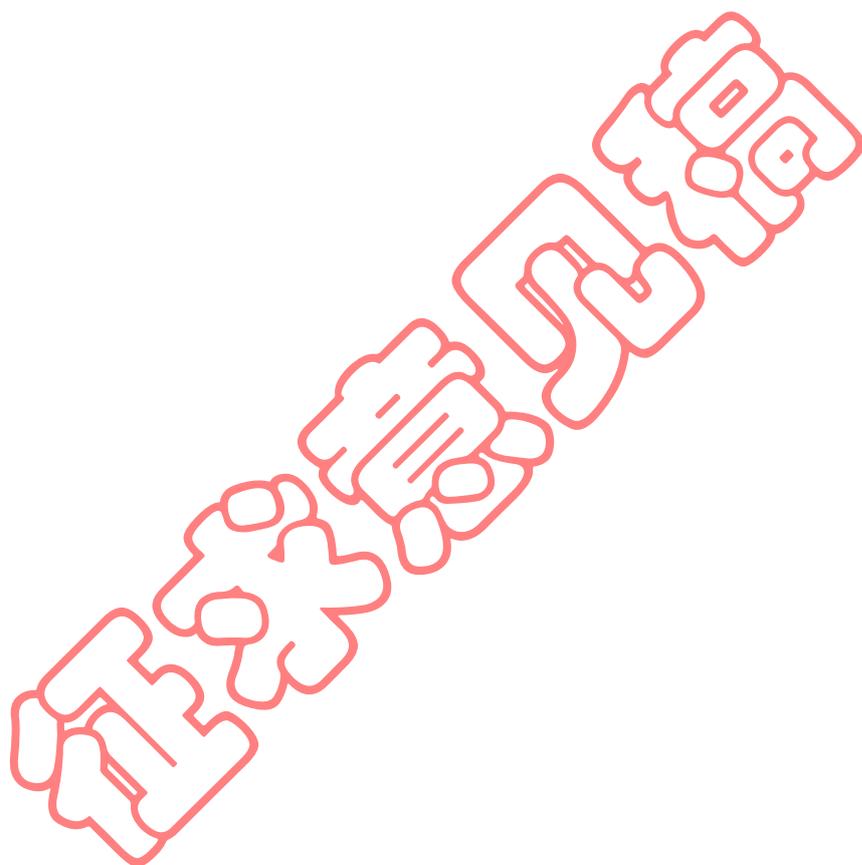
主 编：
编写人员：

主 审： 徐德欣 姜昌山
参 审 人 员：

本规范于2002年首次发布，主编单位为中国民用航空总局机场司，主要起草人为卓乐熙、秦汉昌、徐德勋。本次修订为第一次修订。

目次

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 1 总则 | 1 |
| 2 术语 | 3 |
| 3 施工准备 | 5 |
| 3.1 一般规定 | 5 |
| 3.2 施工测量 | 6 |
| 3.3 场地清理 | 6 |
| 3.4 临时排水 | 7 |
| 3.5 施工试验 | 7 |
| 3.6 试验段施工 | 8 |
| 4 土石方 | 10 |
| 4.1 一般规定 | 10 |
| 4.2 挖方 | 14 |
| 4.3 填方 | 17 |
| 4.4 道床 | 21 |
| 4.5 加筋土 | 23 |
| 4.6 泡沫轻质土 | 25 |
| 4.7 改扩建土石方 | 27 |
| 5 边坡防护 | 29 |
| 5.1 一般规定 | 29 |
| 5.2 植草防护 | 30 |
| 5.3 浆砌防护 | 32 |
| 5.4 混凝土骨架防护 | 33 |
| 5.5 锚喷防护 | 34 |
| 5.6 反压护道 | 36 |
| 5.7 边坡排水 | 36 |
| 6 道面基(垫)层 | 39 |
| 6.1 一般规定 | 39 |
| 6.2 无机结合料稳定类 | 40 |
| 6.3 粒料类 | 49 |
| 6.4 水泥混凝土类 | 51 |
| 7 特殊气候施工 | 53 |
| 7.1 一般规定 | 53 |
| 7.2 低温施工 | 53 |
| 7.3 高温施工 | 54 |
| 7.4 雨季施工 | 55 |
| 8 绿色施工与安全 | 57 |
| 8.1 一般规定 | 57 |
| 8.2 绿色施工 | 57 |
| 8.3 施工安全 | 58 |
| 附录 A 开挖难易程度分级标准 | 61 |
| 附录 B 无机结合料稳定材料级配设计 | 62 |
| 标准用词说明 | 63 |



1 总则

1.0.1 为规范民用机场飞行区土石方、道面基（垫）层的施工，保证工程质量和施工安全，符合绿色与环保要求，制定本规范。

【条文说明】一方面，原规范《民用机场飞行区土（石）方与道面基础施工技术规范》（MH 5014-2002）于 2002 年正式发布，2003 年正式实施，至今已近二十年。在此期间，我国民用机场土石方及道面基（垫）层工程专业划分比此前更为细致，相关施工方法、施工工艺及施工设备更为多样和完备；另一方面，随着我国民用机场工程建设的快速发展，民航局近年来相继颁布、修订和施行了一系列新规范及标准，机场工程标准体系得到进一步完善。特别是与本规范密切相关的《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027-2013）、《民用机场高填方工程技术规范》（MH/T 5035-2017）、《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》（MH 5007-2017）的颁布和施行，飞行区土石方及道面基（垫）层的勘测、设计、施工、检验及监测体系得到进一步的规范和完善。

因此，为满足今后一段时期我国民用机场土石方及道面基（垫）层工程施工、质量检验和管理的需要，适应新形势下土石方及道面基（垫）层施工技术的发展，与当前机场领域新的规范体系保持一致，特对本规范进行修订。

1.0.2 本规范适用于民用机场（含军民合用机场民用部分）飞行区土石方与道面基（垫）层的施工，通用机场可参照执行；此外飞行区高填方土石方工程施工还应符合《民用机场高填方工程技术规范》（MH/T 5035）及《民航专业工程危险性较大的工程安全管理规定》（AP-165-CA-2019-05）等相关要求。

【条文说明】原规范将适用范围定为施工及质量检验的依据，本次修订对此进行了修改。规定本规范是飞行区土石方与道面基（垫）层、垫层施工的适用主体，其质量检验应符合现行民航标准《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》（MH 5007-2017）的要求。

1.0.3 民用机场飞行区土石方、道面基（垫）层施工应符合地质灾害防治及水土保持等要求，施工技术应先进可靠，材料选择应经济合理。

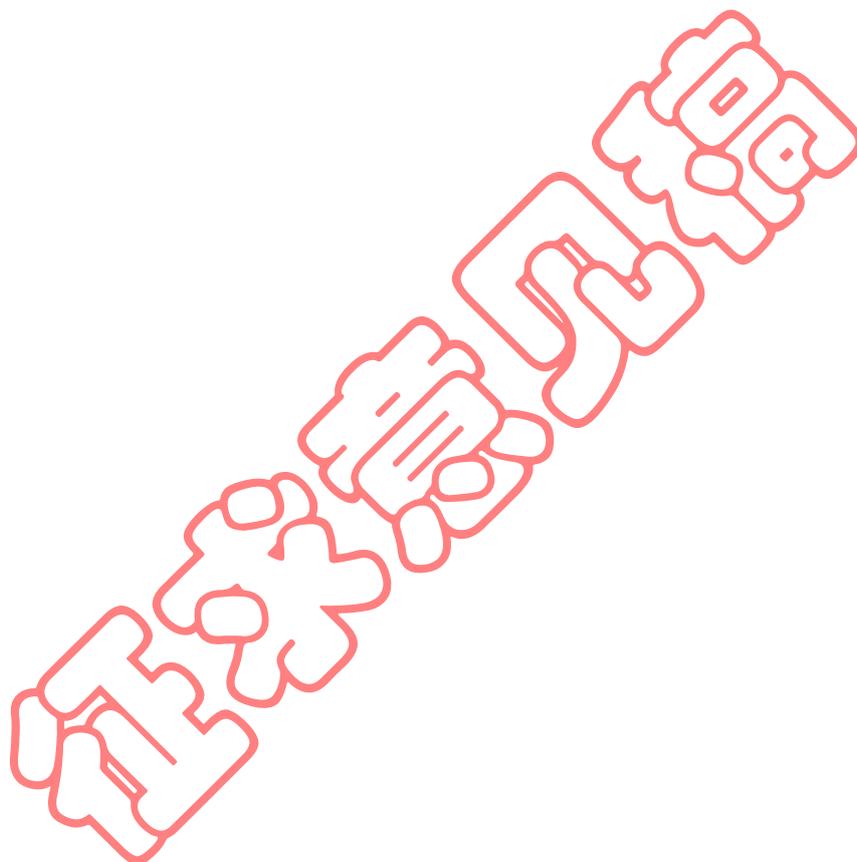
1.0.4 采用未列入本规范的新技术、新工艺、新材料、新设备时，应先行开展工程试验，制订不低于本规范要求的技术标准、施工方法和安全保障措施。

【条文说明】本次修订针对“四新”做出相关规定，以增强本规范在指导实际施工的适应性。

1.0.5 飞行区土石方、道面基（垫）层施工应推广使用信息化、数字化、智能化等新技术。

【条文说明】近年来的机场建设工程中，出现了一系列有关于信息化、数字化及智慧化的施工技术。飞行区土石方与道面基（垫）层工程在机场场道工程中规模体量大、施工时间长、影响范围广，因此施工技术的升级进步对整个场道工程的质量保证意义重大。

1.0.6 飞行区土石方、道面基（垫）层的施工除应符合本规范外，尚应符合国家和行业现行有关标准、规范的规定。



2 术语

2.0.1 原地基 original foundation

承受建(构)筑物或填筑体荷载的原有岩土体。

2.0.2 道基 subgrade

道面结构层下按技术要求碾压密实、均匀稳定或者经过特殊处理达到设计要求的基础。

2.0.3 道床 pavementbed

道基顶面以下 0.8m 或 1.2m 范围内的道基部分,通常分为上道床和下道床。

【条文说明】对于水泥混凝土道面和飞行区指标II为 A、B、C、D 的沥青混凝土道面,道床为道基顶面以下 0.8m 的道基部分,上道床为 0.3m,下道床为 0.5m;对于飞行区指标II为 E、F 的沥青混凝土道面,道床为道基顶面以下 1.2m 的道基部分,上道床为 0.3m,下道床为 0.9m。

2.0.4 垫层 cushion

用于排水、防冻、隔盐、阻断毛细水上升等改善基层和道基工作条件的功能层。

2.0.5 基层 base course

承受由面层传递下来的飞机荷载,并将荷载向下分布的结构层。

2.0.9 级配碎石 graded crushed stone

粗、细碎石集料和石屑各占一定比例、颗粒组成符合规定要求的混合料。

2.0.10 级配砾石 graded gravel

不同粒径的砾石和砂各占一定比例、颗粒组成符合规定要求的混合料。

2.0.11 粒料类基层 gravel

不同粒径的碎石、砾石及砂组成的混合料基层。

2.0.12 无机结合料稳定类基层 Inorganic binder stabilized material

以水泥、石灰、粉煤灰及其他工业废渣中的一种或几种材料为结合料,通过加水与被稳定材料共同拌和形成的混合料基层。

2.0.13 水泥混凝土类基层 concrete base course

采用振动碾压成型的或现浇的水泥混凝土基层。

2.0.14 土的不均匀系数 Coefficient of uniformity of soil

筛分土的颗粒组成时,通过量为 60%的筛孔尺寸与通过量为 10%的筛孔尺寸之比。

2.0.15 压实度 degree of compaction

是指土或其他材料压实后的干密度与最大干密度之比，以百分率表示。

2.0.16 固体体积率 solid volume ratio

土石固相体积与土石总体积的比值，以百分率表示。

2.0.17 堆填法 layered fill

将填料自下而上分层填筑、填料粗细颗粒不分离的填筑方式。

2.0.18 土石混填 earth-rock fill

土和石料按照一定比例混合进行的填筑压实。

2.0.19 松铺系数 coefficient of loose paving material

材料的松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度的比值。

2.0.20 冲击碾压 impact roller compaction

采用冲击压路机对碾压面以下地基或道基的压实，以提高被压对象的压实度与强度。

2.0.21 振动碾压 vibratory compaction

通过振动压路机的振动、挤压使地基土体孔隙比减小，强度提高。

2.0.22 强夯 heavy tamping

反复将夯锤提到高处使其自由落下，给地基以冲击和振动能量，将地基土夯实。

2.0.23 碾压遍数 compaction time

压路机沿相同或相近轮迹，往返各1次，称为碾压1遍，并以此方式计算碾压遍数。

2.0.24 加筋土 reinforced earth

在填土中铺设加筋带、土工格栅或土工织物等加筋材料，或混入加筋材料以增加土体抗拉、抗剪强度和整体稳定性的复合土。

2.0.25 泡沫轻质土 foamed mixture lightweight soil

将制备的气泡群按一定比例加入到由水泥、水及可选添加材料制成的浆料中，经混合搅拌、现浇成型的一种微孔类轻质材料。

3 施工准备

3.1 一般规定

3.1.1 施工单位在开工前应充分调研施工现场及其周围的工程地质、水文地质、气象等基础资料，掌握建设工程相关的能源、交通、通讯等基础设施现状，熟悉设计文件及其相关规范和标准，参与设计图纸会审及设计技术交底等工作。

【条文说明】对于新建土石方与道面基（垫）层工程，施工现场的现状设施设备相对较少，可考虑纳入新建工程或直接拆除；但对于改扩建工程，需要充分调研并掌握现状设施设备的类型、功能、走向、位置、埋深等相关信息，并制定相应的施工组织方案，确保施工过程中对现状设施设备的妥善保护或搬迁。

3.1.2 施工前，应收集和探查施工现场的各种地下管网及有关设施的位置、走向、埋设深度和构筑物等情况。对于拟定保留的原有地上、地下的建（构）筑物和各种管网，如通信、供电、供水、供暖、供气、供油、燃气、排水管沟等设施，应设置显著标志，同时在施工过程中安排专人保护，保护方案应报相关权属单位同意后方可施工，并确保在距管道边 1m 范围内以及距直埋缆线 2m 范围内应采用人工开挖。

施工单位如发现建设单位所提供的资料与实际不符或出现意外情况，应及时报监理单位和建设单位。

3.1.3 施工单位应根据建设、设计及勘察方提供的技术文件及资料，结合施工现场实际，编制施工组织设计。

3.1.4 施工单位应建立健全施工质量和安全生产保障体系，制定相应的体系文件和规章制度。

【条文说明】施工质量和安全生产保障体系的制定和实施，可参考《工程建设施工企业质量管理规范》（GB/T 50430）及《施工企业安全生产管理规范》（GB 50656）等规范；施工质量和安全生产保障体系文件的检查及监督，可参考《民航专业工程施工监理规范》（MH 5031）等规范执行。

3.1.5 施工单位应按施工合同和已批准的施工组织设计，根据工程进度需求组织施工人员和机械入场。

3.2 施工测量

3.2.1 开工前，建设单位应委托具有测绘资质的单位布设施工平面及高程控制点（网），并组织施工单位及监理单位进行施工控制点移交工作。

施工单位应对移交的施工控制点进行复测，并形成书面复核资料；当复测结果超出规定的允许偏差时，应提请建设单位委托测绘单位进行校核。

【条文说明】测量资料是工程施工的基本前提条件，对测量资料进行复核，能够尽早发现设计图纸与现场条件不符等问题，可在施工前进行及时修正，以避免造成不必要的工程浪费。

3.2.2 施工平面控制点（网）的测量精度应符合《工程测量规范》（GB 50026）中一级导线测量或同精度等级的各项规定；施工加密平面控制点（网）的测量精度应符合《工程测量规范》（GB 50026）中二级导线测量或同精度等级的各项规定；施工放样定位的测量精度应符合《工程测量规范》（GB 50026）中三级导线测量或同精度等级的各项规定。

3.2.3 施工高程控制点（网）的测量精度应符合《工程测量规范》（GB 50026）中二等水准测量的各项规定；施工加密高程控制点（网）和施工放样定位的测量精度应符合《工程测量规范》（GB 50026）中三等水准测量的各项规定。

3.2.4 施工控制点及施工加密控制点的埋设及保护应符合《工程测量规范》（GB 50026）的相关规定。

3.3 场地清理

3.3.1 应按设计要求对场区内的垃圾、有机物残渣及表土进行清理。对拟用于土面区的植物土和其他表土应存放在指定地点，弃土填筑应有堆放顺序、压实及复绿等要求。

【条文说明】根据《民用机场绿色施工指南》（AC-158-CA）的要求，弃土场宜使用荒地、废地，少占用耕地及林地，按设计要求进行弃土填筑，及时绿化。另外草皮土、腐殖土在清除后是否在施工完成后用于复绿，也应在施工前明确，以便在施工中合理安排弃土堆放顺序。

3.3.2 对乔木、灌木等均应在施工前进行处理。道面影响区、边坡影响区范围内的树根应予以挖除并填平夯实。

【条文说明】对于新建机场工程，场地的清理工作可按照土方工程施工规范相关规定进行。而对于机场改扩建工程，则需对扩建场地内的树木、灌木等进行砍伐或移植，实施过程应符合国家林业部门的相关规定。

3.3.3 施工单位应按设计要求对原地面的沟、塘等进行处理。

3.3.4 场地清理时应避免破坏附近的建筑物、管线及设施；对于用地范围内的原有构筑物，应根据设计要求进行搬迁或保护。

【条文说明】本条主要针对机场改扩建工程，在施工前应探明机场现状管线情况，以免施工对其造成破坏。施工工艺及机械的选择，应考虑对现状建筑及设施的影响。

3.3.5 场地清理后，应按设计要求对表层进行处理，一般土质的压实度应不小于 90%且符合设计要求。

3.4 临时排水

3.4.1 对于受到地下水影响的土方施工，施工单位应在开工前根据工程规模、工程地质、水文地质、气象资料、施工工期和现场环境，制定施工临时排水方案，方案应包括以下内容：

- 1 降排水量计算；
- 2 降排水方法的选定；
- 3 排水系统的平面和竖向布置，观测系统的平面布置以及抽水机械的选型和数量；
- 4 降水井的构造，井点系统的组合与构造，排放管渠的构造、断面和坡度；
- 5 电渗排水所采用的设施及电极；
- 6 沿线地下和地上管线、周边构(建)筑物的保护和施工安全措施。

【条文说明】土石方工程的临时排水系统应与地基处理工程、排水工程的临时排水系统相结合，条件允许时可制定协同统一的临时降排水施工方案。

3.4.2 施工期间的临时排水应与场道工程其他分部、分项工程的排水系统相协调，并与机场的永久排水系统相结合。

【条文说明】飞行区土石方工程与地基处理工程、排水工程在制定临时排水措施时，应考虑其综合利用。当临时与永久排水系统重叠时，该部分可按照永久排水系统的方案提前实施。

3.4.3 施工排水及原地基处理所产生的废水，应经合理处置满足排放要求后，通过新建或现有临时排水系统引出。

3.5 施工试验

3.5.1 施工单位应按照施工合同的规定，通过建立工地试验室或委托其他具备相应资质的试验室来开展施工试验，工地试验室应具备如下条件：

- 1 已获得母体试验室资质等级及试验范围的授权；

- 2 配备有效期内且满足施工需求的试验仪器、设备，且已通过法定计量部门的检定；
- 3 具有健全的施工试验室管理制度；
- 4 具备执有效证件的试验人员。

【条文说明】当工程量较小，构建工地试验室困难时，施工单位可委托送检。

3.5.2 施工单位应根据设计要求及国家现行标准的规定，对来源不同、性能不同的填料开展相关试验。

3.5.3 施工单位应对原材料、半成品、成品进行调查和试验，在性能、规格及其它各项指标均能符合设计要求并符合国家有关标准后，准备好储存和堆放场地，按照满足连续施工需求进行备料。

【条文说明】工程备料是否能满足连续性施工要求，是施工前的重要工作内容。此外，施工原材料的价格会随时间波动，这通常还与项目的招标方式相关，为使工程按预期进度顺利实施，工程成品及半成品尚需准备充足。

3.6 试验段施工

3.6.1 在土石方及道面基（垫）层正式施工前，宜进行试验段施工。

【条文说明】土石方及基层的试验段可同时进行，亦可按照场道工程中土石方、道面工程的施工先后顺序依次进行。

3.6.2 试验段的内容和规模应根据实际情况确定，试验段不宜在选在关键部位。

【条文说明】试验段的规模，原地基处理及土石方填筑宜不大于正式施工面积的5%，不超过5000m²；道面基（垫）层铺筑试验面积不宜超过5000m²。

3.6.3 试验段施工方案应包括以下内容：

- 1 试验段工程目标及内容；
- 2 需要验证的技术参数、工艺流程、施工方法、操作、检测及监测等施工工艺技术要求；
- 3 需要验证的施工机械的类型、数量、生产能力、组合方式等匹配关系；
- 4 需要验证的施工组织方式、方法及车辆调度、设备协调、人员配合、前后场指挥通信方式的合理程度；
- 5 需要验证的施工组织管理体系、质保体系、安全措施等；
- 6 当未达到相应要求时，应及时进行调整的措施等。

【条文说明】施工工艺技术试验内容需要根据试验对象、施工条件、试验目的、设计文件及国家现行标准的要求确定。一般而言，针对土石方填筑试验内容包括：

(1) 确定强夯、冲击碾压、振动碾压等各项施工主要参数，振动碾压和冲击碾压主要确定其机具型号类型、碾压遍数、行进速度、松铺厚度等；强夯施工则需确定其夯点布置形式、夯击遍数、夯击能等；

(2) 为后续大面积施工质量控制提供适宜的监测、检测方法与控制指标。

针对道面基（垫）层铺筑试验内容一般包括：

(1) 测定原材料的全部技术指标；

(2) 确定混合料的拌和工艺及配合比参数；

(3) 不同松铺系数条件下各种压实工艺的压实度，摊铺厚度应根据施工现场机械试验确定；

(4) 测定各基层材料试件养生 7d 后的无侧限抗压强度。

3.6.4 试验段结束后应编写完整的试验段总结报告，经监理及设计单位核准后，方可进行正式施工。

【条文说明】当试验结果不满足技术要求时，应对存在的问题进行分析，提出改进措施，必要时重新铺设试验段，待各项指标合格后，方可上报。

4 土石方

4.1 一般规定

4.1.1 施工单位应按设计要求进行原地基加固和处理。如遇特殊地基土或灾害性地质条件，应通知监理单位和建设单位，会同勘察、设计单位共同研究处理。

【条文说明】特殊地基土主要包含湿黏土、软土、红黏土、膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土、冻土、风积沙及沙漠土等；灾害性地质条件主要包含涎流冰区、雪害区、滑坡/崩塌/岩堆区、泥石流区、岩溶区、采空区等。地基处理相关规范主要包括《建筑地基处理施工技术规范》(JGJ79)、《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》(JTG/T D31-02)、《高填方地基处理技术规范》(GB 51254)以及《地基处理手册》等。原地基处理方法众多，应根据机场处理区域的实际情况，选取适合的方法进行。

4.1.2 原地基处理或原地面压实经检测合格后方可进行填筑施工；分层填筑时，本层填筑完成并经检测合格后方可进行上层的填筑。

4.1.3 按土石开挖的难易程度，可将土石划分为八类，如附录 A 所示。

4.1.4 土石方工程的填料分类应符合《民用机场高填方工程技术规范》(MH/T5035-2017)中附录 A 的要求。

【条文说明】按照《民用机场高填方工程技术规范》(MH/T5035-2017)附录 A 的内容，填料可分为石料、土石混合料、土料和特殊土料，其中土石混合料按照粒径分布又可分为石质混合料、砾质混合料及土质混合料。

4.1.5 飞行区道面影响区、土面区及填方边坡稳定影响区分界处应设置过渡带，并符合下列规定：

1 过渡带应位于压实度要求较低的区域，宽度应不小于 3m；

2 过渡带内的土层应交错填筑并压实，碾压时重叠压实宽度应不小于 40cm，压实度应控制在两个区所要求的压实度之间。

4.1.6 填方两标段交接处若未同时填筑，则先填地段应按 1:1~1:2 坡度分层预留台阶；若同时填筑，则应分层相互交叠衔接，其搭接长度不得小于 2m；相邻两标段施工面的高差不得大于 2m。

4.1.7 挖填结合部的施工应符合下列要求：

1 交接面上应进行台阶开挖，施工时应先挖台阶，后分层填筑碾压，台阶的高度可根据施工机具及填筑工艺确定，高宽比应不大于 1:2；

2 搭接段设置的土工合成材料应符合设计要求；

3 道床施工时，应通过超挖的方式，将跑道、滑行道区域道床范围内的零线调整至相邻区域。

4.1.8 填方区的边坡，应随每层填土逐步形成，碾压作业边界应覆盖边坡范围，不得贴坡。

【条文说明】碾压作业边界覆盖边坡范围目的主要有两个：一是保证填方边坡稳定区的压实质量，二是便于边坡防护工程整修时进行削坡处理。

4.1.9 填方边坡的防护应在适宜天气实施，挖方边坡的防护应随开挖施工同时进行，开挖一级、防护一级，应尽量避开下雨天气。边坡坡率均应符合设计要求。

【条文说明】一般的填方边坡，应选择天气状况较好的时段迅速完成防护施工，以免边坡受到雨水冲刷；有沉降观测要求的填方，防护工程应在填方的沉降收敛后进行。

4.1.10 土石方施工时应注意与排水沟涵、井、管等预先施工的构筑物等其他相关工程的协同施工，以确保其结构的安全。

4.1.11 为消除或降低飞行区内地表水、地下水对土石方及道面基（垫）层工程施工的影响，应通过修建排水构筑物的方式，解决场内临时排水及新、旧排水系统的衔接问题。

【条文说明】施工前应对场区的水文地质情况进行充分的调研，明确机场土石方工程的实施对原有排水系统的影响，从而制定相应的处置措施（例如由于机场的填筑会使一侧形成堰塞时，应设置排水盲沟或箱涵，或由于地下水埋深较浅，需在机场外围挖成一圈围河等）；施工过程中，应采取适当的临时排水措施，满足地下水、地表水和坡面水等的排放要求；施工完成后，结合边坡防护工程做好坡面排水以及出水口与场外排水系统的衔接。

4.1.12 飞行区土石方施工中的排水构筑物主要分下列三个部分：

1 地表排水工程，边坡坡面或场区的排水沟、截水沟、急流槽、跌水及消力池等；

2 地下排水工程，土石方或支挡结构内部供渗水用的盲沟、排水层、排水带、反滤层、渗沟、渗井等；

3 施工临时排水工程，包括临时箱涵、明沟、盖板沟、管道等，施工时应按设计要求和《民用机场飞行区排水工程施工技术规范》（MH5005）的规定执行。

4.1.13 道面影响区、土面区及填方边坡稳定影响区的压实度和固体体积率应符合设计要求及表 4.1.13 的规定。

表 4.1.13 压实指标技术要求

| 部位 | | 道基顶面或地势设计标高以下深度 (m) | 飞行区指标II | | | | | |
|---------|-------|---------------------|---------------|--------|---------|-------|------|------|
| | | | A、B | | C、D、E、F | | | |
| | | | 压实度 | 固体体积率 | 压实度 | 固体体积率 | | |
| 道面影响区 | 填方 | 0~1.2 (0~0.8) | ≥95% | ≥83% | ≥96% | ≥85% | | |
| | | 1.2~4.0 (0.8~4.0) | ≥93% | | ≥95% | ≥84% | | |
| | | >4.0 | ≥92% | | ≥93% | ≥83% | | |
| | 挖方及零填 | 0~0.3 | ≥94% | | ≥96% | ≥85% | | |
| | | 0.3~1.2 (0.3~0.8) | — | | ≥94% | ≥83% | | |
| 土面区 | 填方 | 跑道端安全区 | 0~1.2 (0~0.8) | ≥85% | ≥74% | ≥90% | ≥77% | |
| | | | >1.2 (>0.8) | ≥83% | ≥73% | ≥88% | ≥75% | |
| | | 升降带平整区 | 0~1.2 (0~0.8) | ≥85% | ≥74% | ≥90% | ≥77% | |
| | | | >1.2 (>0.8) | ≥83% | ≥73% | ≥88% | ≥75% | |
| | 其他土面区 | >0 | ≥80% | ≥72% | ≥85% | ≥74% | | |
| | 挖方及零填 | 跑道端安全区 | 0~0.3 | ≥85% | ≥74% | ≥90% | ≥77% | |
| | | | | 升降带平整区 | ≥85% | ≥74% | ≥90% | ≥77% |
| | | | | 其他土面区 | ≥80% | ≥72% | ≥85% | ≥74% |
| | 航站区 | 填方 | >0 | ≥93% | ≥83% | ≥93% | ≥83% | |
| 工作区 | 填方 | >0 | ≥90% | ≥77% | ≥90% | ≥77% | | |
| 预留发展区 | 填方 | >0 | ≥88% | ≥75% | ≥88% | ≥75% | | |
| 填方边坡影响区 | 填方 | >0 | ≥93% | ≥83% | ≥93% | ≥83% | | |

注：1 括号内的深度适用于水泥混凝土道面下道基及飞行区指标II为 A、B、C、D 的沥青混凝土道面下道基。

2 挖方区及零填部位，如碾压后或者处理后的道床顶面回弹模量达到 30MPa 以上，则道床顶面以下 0.3m~1.2m (0.3m~0.8m) 的压实度可降低 1%~2%。

【条文说明】根据目前《民用机场高填方工程技术规范》(MH/T 5035-2017)、《民用机场岩土工程设计规范》(MH/T 5027-2013) 中对飞行区各个区域的划分，原规范中的土基区、土面区应修订为道面影响区、土面区、航站区、工作区、预留发展区及填方边坡影响区。

在竖向层位划分上，结合本次修订明确的道床定义，表格中“道基顶面或地势设计标高以下深度”应按第 2.0.3 条中规定的范围划分，即飞行区指标II为 A、B、C、D 的道床为道基顶面以下 0.8m，指标II为 E、F 的沥青混凝土道面的道床为道基顶面以下 1.2m，且上道床均为 0.3m。

在压实度的具体取值上，目前相关的表格有：

1) 原规范中的表 4.5.2 土方密实度要求

| 部位 | 道基顶面或地势设计标高以下深度 | 重型击实法的密度 (%) |
|----|-----------------|--------------|
| | | 飞行区指标II |

| | | (m) | A、B | C、D、E、F | |
|-------|-------|--------|-------|---------|----|
| 土基区 | 填方 | 0~1.0 | 96 | 98 | |
| | | 1~4.0 | 93 | 95 | |
| | | >4.0 | 92 | 93 | |
| 挖方及零填 | | 0~0.3 | 96 | 98 | |
| 土面区 | 填方 | 跑道端安全区 | 0~0.8 | 85 | 90 |
| | | | >0.8 | 83 | 88 |
| | | 升降带平整区 | 0~0.8 | 85 | 90 |
| | | | >0.8 | 83 | 88 |
| | | 其他土面区 | 0~0.8 | 80 | 85 |
| | | | >0.8 | 80 | 85 |
| | 挖方及零填 | 跑道端安全区 | 0~0.3 | 85 | 90 |
| | | 升降带平整区 | 0~0.3 | 85 | 90 |
| | | 其他土面区 | 0~0.2 | 80 | 85 |

2) 《民用机场水泥混凝土道面设计规范》(MH/T 5004-2010) 中表 4.2.3-2 道床最小压实度要求。

| 填挖类型 | 土基顶面 以下深度 (m) | 压实度 (%) | |
|-------|------------------|---------|---------|
| | | 飞行区指标II | |
| | | A、B | C、D、E、F |
| 填方 | 0~0.3 | 95 | 96 |
| | 0.3~0.8 | 95 | 96 |
| 挖方及零填 | 0~0.3 | 94 | 96 |
| | 0.3~0.8 | / | 94 |

注: 1 表中压实度系按《公路土工试验规程》(JTG E40) 重型击实试验法求得的最大干密度的百分数;

2 挖方区及零填部位, 如碾压后或处理后(采用掺结合料进行改善、表层换填、强夯、冲击碾压等方法)的道床顶面回弹模量达到 30MPa 以上, 则下道床压实度可不作要求。

3) 《民用机场沥青道面设计规范》(MH/T 5010-2017) 中表 4.3.2-2 道床压实度要求。

| 填挖类型 | 道基顶面以下深度 (m) | 飞行区指标II | |
|-------|----------------------|---------|---------|
| | | A、B | C、D、E、F |
| 填方 | 0~0.3 | ≥95% | ≥96% |
| | 0.3~1.2 (0.3~0.8) | ≥95% | ≥96% |
| 挖方及零填 | 0~0.3 | ≥94% | ≥96% |
| | 0.3~1.2 (0.3~0.8) | — | ≥94% |

注: 1 括号内的深度适用于飞行区指标II为 A、B、C、D 的机场。

2 挖方区及零填部位, 如碾压后或处理后的道床顶面回弹模量达到 30MPa 以上, 则道床顶面以下 0.3m~1.2m (0.3m~0.8m) 的压实度可降低 1%~2%。

4) 《民用机场高填方工程技术规范》(MH/T 5035-2017) 中对压实度的规定参照《民用机场岩土工程设计规范》(MH/T 5027-2013) 的表 4.4.1 高填方机场土方压实指标执行。

| 部位 | 道基顶面或地势设计标高以下深 (m) | 压实度 (%) |
|----|--------------------|---------|
|----|--------------------|---------|

| | | | | | |
|-----------|-------|--------|---------|-------|------|
| 飞行区道面影响区 | 填方 | | 0~4.0 | ≥96 | |
| | | | >4.0 | ≥95 | |
| | 挖方及零填 | | 0~0.3 | ≥96 | |
| | | | 0.3~0.8 | ≥94 | |
| 飞行区土面区 | 填方 | 跑道端安全区 | 0~0.8 | ≥90 | |
| | | | >0.8 | ≥88 | |
| | | 升降带平整区 | 0~0.8 | ≥90 | |
| | | | >0.8 | ≥88 | |
| | 其他土面区 | | >0 | ≥88 | |
| | 挖方及零填 | 跑道端安全区 | 0~0.3 | ≥90 | |
| | | | 升降带平整区 | 0~0.3 | ≥90 |
| | | | 其他土面区 | 0~0.3 | ≥88 |
| | 航站区 | 填方 | | >0 | ≥93% |
| 工作区 | 填方 | | >0 | ≥90% | |
| 预留发展区 | 填方 | | >0 | ≥88% | |
| 填方边坡稳定影响区 | 填方 | | >0 | ≥93% | |

注：1 表中深度，对飞行区道面影响区自道基顶面起算，对其他场地分区自地势设计标高起算。

2 表中压实度系按《土工试验方法标准》GB/T 50123 重型击实试验法求得；在多雨潮湿地区或当土质为高液限的粘土时，根据现场实际情况，可将表中的压实度降低1%~2%。

3 高填方机场石方填筑压实指标宜采用固体体积率，具体指标由试验或石料性质确定。

4 各场地分区内建（构）筑物的地基压实指标尚应符合国家现行有关技术标准的规定。

本次修订将上述表格进行了合并，形成了表 4.1.14 压实指标技术要求。另外为明确石方的压实指标，将固体体积率与压实度进行了相应的换算，以原规范第 4.5.11 条中固体体积率“土基区不小于 83%，土面区应不小于 72%”为基准，通过插值得到土方各个压实度下对应石方固体体积率的数值。该换算指标已在机场的土石方工程设计中应用，并能够保证石方的施工质量。

4.2 挖方

4.2.1 土石方开挖时应符合下列规定：

- 1 挖出的土石方应根据其类别及用途分类堆放。
- 2 土石方开挖应从上到下分层进行，并及时做好防护，不得乱挖、超挖，严禁掏洞取土；
- 3 应采取措施确保挖方作业面不积水；
- 4 原地面坡度大于 1:5 的挖方段，不宜在挖方上侧弃土；在其下侧弃土时，应将弃土表面整平并向外倾斜，防止地面水流入挖方区；
- 5 土方挖至接近设计高程时，应加强对高程的测量，并根据土质情况预留压实沉降值，

避免超挖；

6 开挖至道床顶面时，应尽快进行道床施工；如不能及时进行道床施工时，宜在设计道床标高以上预留厚度不小于 300mm 的保护层；

7 严禁挖掘机等机械在电力架空线路下作业，需在其一侧作业时，垂直及水平安全距离应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 挖掘机、起重机（含吊物、载物）等机械与电力架空线路的最小距离

| 电力架空线路电压 (kV) | | <1 | 10 | 35 | 110 | 220 | 330 | 500 |
|---------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 最小距离 (m) | 沿垂直方向 | 1.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.5 |
| | 沿水平方向 | 1.5 | 2.0 | 3.5 | 4.0 | 6.0 | 7.0 | 8.5 |

4.2.2 开挖地层的地下水较为丰富时，应按设计要求进行处理，必要时开展相关专项研究。

4.2.3 石方开挖应根据岩石的类别、风化程度、岩层产状、断裂构造、施工环境等因素确定开挖方式。对于软质岩石和强风化岩石，可采用机械开挖或人工开挖；对于坚硬岩石宜采取爆破法开挖。并应符合下列规定：

- 1 深挖石方施工，应逐级开挖，并按设计要求边开挖边防护；
- 2 施工过程中，每挖深 3~5m 应进行边坡边线和坡率的复测；
- 3 开挖至设计高程后，应按设计要求进行超挖换填。

【条文说明】“深挖”指的是挖方边坡高度大于 20m 的情况。另外对于上述第 3 款，若无设计规定时，超挖换填应符合如下要求：飞行区道面影响区的石方开挖，应按道基设计高程超挖不小于 50cm；土面区宜超挖 15~20cm，换填普通土或草皮土。

4.2.4 石方爆破施工应符合《爆破安全规程》(GB6722) 的相关规定，并应符合国家及地方公安部门的规定。

4.2.5 挖方工程中采用渗沟时，应符合下列规定：

- 1 各类渗沟均应设置排水层、反滤层和封闭层。
- 2 填石渗沟施工应符合下列规定：
 - 1) 石料应洁净、坚硬、不易风化。砂宜采用中粗砂，含泥量应小于 2%，严禁采用粉砂、细砂；
 - 2) 渗水材料的顶面（指封闭层以下）不得低于原地下水位。当用于排除层间水时，渗沟底部应埋置在最下面的不透水层。冰冻地区渗沟的埋置深度不得小于当地最小冻结深度；
 - 3) 填石渗沟纵坡不宜小于 1%。出水口底面标高应高出渗沟外最高水位 200mm。
- 3 管式渗沟施工应符合下列规定：
 - 1) 管式渗沟长度大于 100m 时，应在其末端设置疏通井，并设横向泄水管，分段排除

地下水；

2) 泄水孔应在管壁上交错布置，间距不宜大于 200mm。渗沟顶标高应高于地下水位。

管节宜用承插式柔性接头连接。

4 洞式渗沟施工应符合下列规定：

1) 洞式渗沟填料顶面宜高于地下水位；

2) 洞式渗沟顶部必须设置封闭层，厚度应大于 500mm。

5 边坡渗沟施工应符合下列规定：

1) 边坡渗沟的基底应设置在潮湿土层以下的干燥地层内，阶梯式泄水坡坡度宜为 2%~4%，基底应铺砌防渗层；

2) 沟壁应设反滤层，其余部分应采用透水性材料填充。

6 支撑渗沟施工应符合下列规定：

1) 支撑渗沟的基底宜埋入滑动面以下至少 500mm，排水坡度宜为 2%~4%。当滑动面较缓时，可做成台阶式支撑渗沟，台阶宽度宜大于 2m；

2) 渗沟侧壁及顶面宜设反滤层。寒冷地区的渗沟出口应进行防冻处理；

3) 渗沟的出水口宜设置端墙，端墙内的出水口底标高，应高于地表排水沟常水位 200mm 以上，寒冷地区宜大于 500mm。承接渗沟排水的排水沟应进行加固。

7 渗沟中反滤层的施工应符合下列规定：

1) 渗沟的迎水面设置粒料反滤层时，粒料反滤层应采用颗粒大小均匀的碎、砾石，分层填筑；

2) 土工布反滤层采用缝合法施工时，土工布的搭接宽度应大于 100mm；铺设时应紧贴保护层，但不宜拉得过紧；土工布破损后应及时修补，修补面积应大于破坏面积的 4~5 倍；

3) 坑壁土质为粘性土或粉细砂土，采用无砂混凝土板作反滤层时，在无砂混凝土板的外侧，应加设 100~150mm 厚的中粗砂或渗水土工织物反滤层。

8 渗沟基底应埋入不透水层，沟壁的一侧应设反滤层汇集水流，另一侧用粘土夯实或浆砌片石拦截水流。如渗沟沟底不能埋入不透水层时，两侧沟壁均应设置反滤层。

9 渗沟顶部应设置封闭层，封闭层宜采用浆砌片石或干砌片石水泥砂浆沟缝，寒冷地区应设保温层，并加大出水口附近纵坡。保温层可采用炉渣、砂砾、碎石或草皮等。

10 渗沟宜从下游向上游开挖，开挖作业面应根据土质选用合理的支撑形式，并应随挖随支撑、及时回填，不宜暴露太久。支撑渗沟应分段间隔开挖。

11 排水渗沟施工质量应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 排水渗沟施工质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|-----------|----------|------------------|
| 1 | 沟底高程 (mm) | ±15 | 水准仪: 每 50m 测 2 处 |
| 2 | 断面尺寸 | 不小于设计 | 尺量: 每 50m 测 2 处 |

4.2.6 挖方工程中采用渗井时, 应符合下列规定:

1 填充料含泥量应小于 5%, 按单一粒径分层填筑, 不得将粗、细材料混杂填筑。下层透水层范围内宜填碎石或卵石, 上层不透水范围内宜填砂或砾石。井壁与填充料之间应设反滤层;

2 渗井顶部四周用粘土填筑围护, 井顶应加盖封闭;

3 渗井开挖应根据土质选用合理的支撑形式, 并应随挖随支撑、及时回填。

4.2.7 土石方开挖的质量应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 土石方开挖的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|--------------------|---------------|----------|---|
| 1 | 压实度 | | 设计要求 | 按 MH5007 规定执行 |
| 2 | 完成面 高程 (mm) | 道面影响区 | +10, -20 | 水准仪: 按 10m×10m 方格网频率检查 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | ±30 | |
| | | 其他土面区 | ±50 | 水准仪: 按 20m×20m 方格网频率检查 |
| 3 | 完成面 平整度 (mm) | 道面影响区 | ≤20 | 3m 直尺, 连续 5 尺取最大值: 每 1000m ² 测 1 处 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | ≤50 | 3m 直尺, 连续 5 尺取最大值: 每 2000m ² 测 1 处 |
| | | 其他土面区 | | 3m 直尺, 连续 5 尺取最大值: 每 5000m ² 测 1 处 |

4.3 填方

4.3.1 填料选择应符合设计要求, 当设计无要求时, 各场地分区的填料选用应符合下列规定:

1 飞行区道面影响区道基以下应优先选用 A、B 类填料;

2 飞行区土面区可选用 A、B、C 类填料, 且设计高程以下 200mm 内不宜采用石料和土石混合料;

3 填方边坡稳定影响区宜选用 A、B 类填料, 采用 C 类填料时应进行专项研究;

4 D 类填料用于填筑时应进行专项研究;

5 道面影响区和填方边坡稳定影响区不得选用以下填料:

(1) 淤泥、沼泽土、白垩土、冻土、有机土、含草皮土、生活垃圾、树根和腐殖土;

(2) 液限大于 50、塑性指数大于 26 的土, 以及含水量超过规定的土;

(3) 未经处治的泥炭土、淤泥、冻土、湿陷性黄土、膨胀土、有机质土及易溶盐超过

允许含量的土；

（4）有害物质超过环境承受范围的钢渣、粉煤灰以及其他工业废渣。

【条文说明】填料类型按 A、B、C、D 进行分类，应符合《民用机场高填方工程技术规范》（MH/T 5035-2017）的附录 A 的规定。当本场挖方不满足 A 类填料的技术要求时，施工单位应及时与建设单位及设计单位沟通，制定填料的处理方案。

4.3.2 当填料的种类较多、性质相差较大时，填筑时还应符合下列规定：

1 填土为不同类型时，至少要求各层填土用同类土，不得将不同性质的土混填，填土中粒径大于 10cm 的土块应打碎或剔除，每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于 50cm。同时应将水稳性好或冻胀敏感性小的土填在上层。有地下水时，应填筑透水性和水稳性好的填料；

2 岩性相差大的石料或土石混合料应分层或分段填筑，应使大粒径石料均匀分散在填料中，石料间孔隙应用小粒径石料和土填充，软质石料与硬质石料不得混合使用，应将含硬质石块的混合料铺于填筑层的下面，道基石料最大粒径应不大于 50cm，并不宜超过层厚的 2/3；

3 采用爆破后的石渣填筑时，颗粒应有一定级配。当石块级配较差、粒径较大、填层较厚、石块间的空隙较大时，应在每层表面的空隙里填入石屑、石渣或中、粗砂等细料，再用振动压路机反复碾压密实。

4.3.3 平整及碾压施工应符合下列规定：

1 填土必须分层填筑、分层压实，各层压实度或固体体积率应符合设计要求；

2 填筑时应控制好填料的含水量，通常应在最佳压实含水量的 $\pm 2\%$ 以内；

【条文说明】对于填料的含水率控制，具体建议如下：土料过干时须洒水，过湿时应适当晾晒。在土壤自然含水量合适的条件下，应尽可能做到随挖、随运、随填、随平和随压，以免风吹日晒过干成块或遇雨过湿，给压实工作带来困难。雨季施工中每日收工前应将已填土方平整压实，防止表面积水或雨水渗入。

3 压实机械的选择应根据场地大小、土的类别及含水量、压实机械效率、压实度要求等因素综合考虑确定；

4 根据选用的压实方法、填料种类和要求的压实质量，通过试验段确定分层填筑厚度等参数，最后一层的填筑厚度应不小于 10cm（若为土石混合材料厚度应小于 30cm，且该层填料最大粒径宜小于 20cm），另外，人工压实的虚铺厚度应不大于 20cm；

5 碾压应按从低到高、从边到中、先轻后重的作业顺序进行。每次碾压主轮应重叠 1/3~1/2 轮宽；应达到无漏压、无死角，确保碾压均匀；

6 采用易风化岩石或软质岩石石料填筑时应按设计要求采取边缘封闭、底部设置排水垫层、顶部设置防渗层等措施；

7 当在透水性差的压实层上填筑透水性好的填料前，应设置 2~4%的横坡，横坡坡向宜与跑道、滑行道的道面横坡保持一致，并采取相应的排水措施。不得在透水性好的填料所填筑的填方边坡上覆盖透水性差的填料；

8 碾压时应防止出现翻浆或弹簧土现象，特别是在雨季施工时，应集中力量分段填土碾压。填土应加强临时排水措施。如发现翻浆或弹簧土现象时，应采取下列措施处理：

(1) 成片翻浆或弹簧土地段，在地下水位较高地区或在雨季施工时，应在适当位置设置盲沟；

(2) 当填筑体在冰冻线内，处理局部翻浆或弹簧土时，应与设计单位研究处理措施；

9 道面影响区填筑接近设计道床底面高程时，应加强对高程的测量；土面区石方填筑接近设计顶面时，应设置一定厚度的填土层；

【条文说明】在道面影响区的石方填筑，“设计顶面”为道床底面，填土层厚度宜不小于 20cm，且填石与填土层之间应设过渡层或铺设无纺土工布隔离层；土面区的石方填筑，“设计顶面”为完成面，填土层厚度宜不小于 15cm，填石与填土层之间无需特殊处理。

10 填土施工中断时，应对已填土方的表面土层压实并进行维护。

4.3.4 振动碾压的施工除应符合本规范第 4.3.3 条的要求外，还应符合下列规定：

1 施工前应进行试验段，确定振动碾压各项技术参数，包括压路机的行进速度、碾压遍数、松铺厚度等；

2 应按照静压、弱振、强振、弱振、静压的工序进行。

4.3.5 冲击碾压的施工除应符合本规范第 4.3.3 条的要求外，还应符合下列规定：

1 施工前应进行试验，确定冲击碾压各项技术参数，包括压路机的行进速度、冲压遍数、松铺厚度等；

2 施工场地的长度满足要求，而宽度小于冲击压路机转弯直径时，应在施工场地的单侧设置必要的转弯场地，保证压路机的转向调头；

3 冲压时应从场地的一侧向另一侧转圈冲碾，冲碾顺应“先四周、后中间”，铺盖整个场地表面为冲压一遍，一般不宜少于 20 遍；

4 冲击压路机压完后，应采用平地机进行刮平或其他整平机械设备进行整平，并用振动压路机对冲压边角区和冲压不良路段进行补强压实。

4.3.6 强夯施工应符合下列规定：

- 1 施工前应进行试夯，确定夯击能量、夯点布置、单点夯击次数（收锤标准）、夯击遍数与间歇时间等强夯参数及施工工艺；
- 2 按设计要求清理、整平强夯区原地面，需要设置垫层的，按要求摊铺垫层；
- 3 夯前应测量场地高程，进行夯点放线定位，其偏差不得大于 50mm；
- 4 按强夯设计参数施工。施工中应有专人监测和记录每一夯实点的夯击能量、夯击次数和每次夯沉量；
- 5 当第一遍夯完后，应推平夯坑，测量夯后场地高程，再按规定时间间隔进行下一遍夯击，直至计划的夯击遍数为止；
- 6 强夯施工过程中或结束后，应按设计要求对处理后的土基质量进行检验。检验不合格处应进行补夯，或采取其它补救措施，达到试夯或设计规定的指标为止。

4.3.7 填土施工的质量应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 填土的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|------------|---------------|----------|---|
| 1 | 压实度 | 道面影响区 | 设计要求 | 按 MH5007 的要求检查：每层每 1000m ² 测 1 处 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | | |
| | | 其他土面区 | | |
| 2 | 顶面高程 (mm) | 道面影响区 | +10, -20 | 水准仪：按 10m×10m 方格网频率检查 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | ±30 | |
| | | 其他土面区 | ±50 | |
| 3 | 顶面平整度 (mm) | 道面影响区 | ≤20 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 1000m ² 测 1 处 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | ≤50 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 2000m ² 测 1 处 |
| | | 其他土面区 | | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 5000m ² 测 1 处 |

4.3.8 填石施工的质量应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 填石的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|------------|---------------|----------|---|
| 1 | 固体体积率 (%) | 道面影响区 | 设计要求 | 灌砂法或水袋法：每层每 4000m ² 测 1 处 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | | |
| | | 其他土面区 | | |
| 2 | 顶面高程 (mm) | 道面影响区 | +20, -30 | 水准仪：按 10m×10m 方格网频率检查 |
| 3 | 顶面平整度 (mm) | 道面影响区 | ≤20 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 1000m ² 测 1 处 |

注：1 填石工程上覆土层完工后，其压实度、平整度及高程的质量要求应符合表 4.4.7 的规定。

2 固体体积率灌水法试验应符合《民用机场高填方工程技术规范》(MH/T 5035) 的要求。

【条文说明】对于采用强夯法压实的石方，当填筑压实时单层厚度较大时，可通过标定试验段确定单层中各深度处固体体积率的相互关系，在大规模施工时通过检查单层上部的固体体

积率来反算下部的具体数值，以此进行工程验收工作。

4.3.9 土质混合料填筑施工的质量应符合表 4.3.7 的规定，石质混合料填筑施工的质量应符合表 4.3.8 的规定，砾质混合料填筑施工的质量应符合表 4.3.7 及表 4.3.8 的规定。

4.3.10 盲沟的设置及施工应符合《民用机场飞行区排水工程施工技术规范》（MH5005）的规定。

4.3.11 填方工程中，排水层的施工应符合下列规定：

1 排水层的厚度应满足排水要求，且不宜小于一层填筑碾压层厚，排水层最小厚度应满足反滤层最小厚度的要求；

2 排水层材料宜采用天然碎砾石、砂砾或中粗砂，含泥量不应大于 5%。材料缺乏或排水量很大时，可采用塑丝排水笼或塑料排水管并设置反滤层；

3 排水层宜分层摊铺压实，采用砂砾料时应避免离析；

4 排水层应通过暗沟、暗管与飞行区永久排水沟或边坡坡面连通；

5 排水层的施工质量应符合表 4.3.11 的规定。

表 4.3.11 排水层质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|---------|----------|------------------------------|
| 1 | 压实度 (%) | 设计要求 | 按 MH5007 规定执行 |
| 2 | 层厚 (mm) | ±10 | 尺量：每 400m ² 测 1 处 |

4.3.12 排水带的施工应符合下列规定：

1 排水带中的纵向排水带厚度与宽度应根据渗流计算确定；

2 横向排水带应具有将纵向排水带汇集的渗水全部排出地基外的能力，其厚度与宽度应根据渗流量计算确定；

3 排水带的施工质量应符合表 4.3.12 的规定。

表 4.3.12 排水带质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|------------|----------|-----------------|
| 1 | 横纵向间距 (mm) | ±50 | 尺量：每 100m 测 3 处 |

4.3.13 当盲沟或排水带无法满足原地基渗流或径流的流量要求时，应采用暗沟、暗管或箱涵进行排水，其施工及质量检验应符合《民用机场飞行区排水工程施工技术规范》（MH5005）的相关规定。

4.4 道床

4.4.1 道床填料选择应符合设计要求及下列规定：

1 道床应优先选用 A 类填料，缺少 A 类填料时，应对填料进行适当处理，并经试验段填筑测试合格后方可使用；

2 D 类填料不得用于道床填筑。

4.4.2 用作道床的填料应有一定的强度和粒径要求，应符合设计要求及表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 道床填料强度要求

| 道基类型 | 道基顶面以下深度 (m) | 填料强度(CBR)% | | 最大粒径 (mm) |
|-------|----------------------|--------------|------------------|-----------|
| | | 飞行区指标II为 A、B | 飞行区指标II为 C、D、E、F | |
| 填方 | 0~0.3 | ≥6.0 | ≥8.0 | 200 |
| | 0.3~1.2 (0.3~0.8) | ≥4.0 | ≥5.0 | 200 |
| 挖方及零填 | 0~0.3 | ≥6.0 | ≥8.0 | 200 |
| | 0.3~1.2 (0.3~0.8) | — | ≥4.0 | 200 |

注：1 飞行区指标划分采用《民用机场飞行区技术标准》(MH5001)的规定。

2 括号内的深度适用于飞行区指标II为 A、B、C、D 的机场。

【条文说明】《民用机场水泥混凝土道面设计规范》(MH/T 5004)、《民用机场沥青混凝土道面设计规范》(MH 5010)及《民用机场岩土工程设计规范》(MH 5027)等对道床填料强度均有要求，工程中应根据实际情况及现行规范确定。

4.4.3 道床填筑和碾压应符合下列规定：

1 道床填筑应分层填筑、平整、压实；道床各层填料应为同一类型，不得混填，同一填料压实后的连续厚度不宜小于 500mm；透水性强的填料应填于上层；

2 每层最大压实厚度不宜大于 300mm，完成面的最后一层铺筑厚度不应小于 100mm；

3 道床填筑在平面上应与临近的土面填方同时施工，或至少外扩进入土面区内 3~5m 宽后放坡，并做好临时边坡的排水；

4 填筑完成后，应对道床区域实行交通管制，防止车辆的通行对填筑体造成破坏。

【条文说明】第 3 款中填筑体“外扩进入土面区 3~5m”，是考虑在道床先施工的情况下，为防止雨水渗入道床范围所采取的一种保护性措施，可视具体情况调整。

4.4.4 挖方及零填区道床施工除满足设计要求外，还应符合下列规定：

1 道床范围的原状土应符合设计要求；

2 道床范围的原状土含水率过大时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时按以下要求换填：水泥混凝土道面以及飞行区指标II为 A、B、C、D 时的沥青混凝土道面换填厚度宜为不小于 0.8m，飞行区指标II为 E、F 时的沥青混凝土道面换填厚度宜不小于 1.2m。另外若过湿土的总厚度小于 1.5m 时则应全部换填；

3 飞行区指标II为 C、D、E、F 时，道床范围为崩解性岩石或强风化软岩时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时换填厚度宜为 0.3~0.5m；

4 道床底面有地下水时，应设置盲沟进行排导；

5 石质道床清理时，欠挖部分应予凿除，超挖部分宜采用高强度的砂砾石、贫混凝土或片石混凝土填筑密实并找平，不得采用细粒土找平。

【条文说明】对“过湿土”目前尚无确切的定义。按现行公路等其他行业对于土的分类，过湿土大多属于高液限粘土。有的文献认为，根据稠度与压实标准的关系，稠度小于 1.1 时，相对于重型压实标准是过湿土；天然稠度小于 1.0 时，不可分散和有效压实。

按粘土的稠度指标 $w_c = (w_L - w) / I_p$ ，式中 w_L 为液限， w 为土料的天然含水率， I_p 为塑性指数， $I_p = w_L - w_p$ ， w_p 为塑性来划分，采用不同的处理方法，具体如下：

① 当 $w_c < 0.5$ 时，土料呈极软塑状，不能直接用作筑路材料；

② 当 $w_c = 0.5 \sim 0.75$ 时，土料呈软塑~可塑状，属于需要处治的湿粘土，如用作填土材料，可参入无机结合料，视情况翻拌晾晒后压实，能获得满意效果；

③ 当 $w_c = 0.75 \sim 1.0$ 时，土料呈硬塑状，属于可利用的湿粘土。其中 $w_c = 0.90 \sim 1.0$ 时只需稍加晾晒便可压实； $w_c = 0.75 \sim 0.90$ 时需要晾晒时间较长，并需要掺入小剂量的结合料拌和后压实；

④ 当 $w_c > 1.0$ 时土呈半固体状，属于正常填料，直接可用重型机具碾压密实。

4.5 加筋土

4.5.1 工程施工前，施工单位应按照设计要求及国家现行标准规定，编制加筋土专项施工方案，并按要求组织施工。

【条文说明】加筋土工程在本规范中主要指道基填土加筋，是指在土体内一定部位铺设抗拉强度高、表面摩擦力大的加筋带，如土工带、织造型土工织物、土工格栅、复合土工带等，可大大增强道基的强度与稳定性，形成新的建筑体。

4.5.2 加筋土的填料可采用天然土、稳定土或工业废渣，应符合本规范第 4.3 节、第 4.4 节的要求，宜优先选用砾类土及砂类土，严禁有尖锐凸出物、严禁使用白垩土、硅藻土，采用膨胀土及红黏土应在处理后方可使用。

4.5.3 筋材应有产品合格证和出厂检验报告等质量证明文件。应有标志牌，并注明商标，产品名称、代号、等级、规格、执行标准、生产厂名、生产日期、毛重、净重等。

4.5.4 筋材进场时除应检查其外观和标志外，尚应按不同工程、筋材型号、原材料及厂家分

批抽取试样进行性能检验，性能指标应符合设计要求及国家现行标准的规定。

4.5.5 筋材在运输和贮存时应符合下列规定：

- 1 运输过程中不得抛摔，并应避免与尖锐物品混装，同时避免剧烈冲击；
- 2 运输时应采取遮篷等防雨、防日晒措施；
- 3 运至现场后不得露天存放，并应避免日光长时间照射，同时应与热源保持 15m 以上的距离；
- 4 存放的料仓（库）应无腐蚀气体、无粉尘、通风良好且干燥。

4.5.6 土工合成材料铺设应符合下列规定：

- 1 铺设土工合成材料的填土层表面应平整、密实，严禁有尖锐凸出物；
- 2 铺设土工合成材料时，应将强度高的方向置于填筑体主要受力方向；
- 3 土工合成材料的连接应牢固，受力方向连接强度不应低于设计允许抗拉强度，叠合长度应不小于 150mm；
- 4 土工合成材料铺设时不应有褶皱，应拉紧展平插钉固定，使其与填土表面紧密贴合；
- 5 多层铺设时，上下层接缝应交替错开，间距应不小于 150mm。

4.5.7 道基填土加筋施工除应符合本规范 4.3 节、4.4 节的规定外，还应符合下列规定：

- 1 土工合成材料铺设后应及时填筑填料，避免长时间暴晒；
- 2 填料摊铺宜从内侧向边坡临空面侧进行；
- 3 填土的碾压应以静压为主，不宜高频振动，第一层填土压实面与筋材之间应保证有不少于 15cm 厚的填料。其他施工参数应通过试验段确定；
- 4 严禁施工机械直接在土工合成材料上行走作业；
- 5 加筋土填筑应与边坡防护同步进行，防护施工滞后时应及时对坡面采取临时保护措施，避免土工合成材料长时间暴露和雨水对边坡的冲蚀；
- 6 施工中应修筑临时排水设施，减少水的影响；
- 7 应加强施工期间的稳定性监测，当出现稳定性不足的迹象时，应采取控制填筑速率、变更设计方案等有效措施，确保填筑体的稳定。

4.5.8 道基填土加筋的施工质量应符合表 4.5.8 的规定。

表 4.5.8 筋材施工质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|----------|----------|---|
| 1 | 锚固长度 | 设计要求 | 尺量：抽查 2% |
| 2 | 下承层平整度 | 设计要求 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值，每 1000m ² 测 1 处 |
| 3 | 搭接宽度（mm） | +50, -0 | 尺量：抽查 2% |

| | | | |
|---|--------------|------|-----------|
| 4 | 搭接缝错开距离 (mm) | 设计要求 | 尺量: 抽查 2% |
|---|--------------|------|-----------|

4.6 泡沫轻质土

4.6.1 用于土石方填筑的泡沫轻质土的无侧向抗压强度应符合设计要求, 同时应符合表 4.6.1 的要求。

表 4.6.1 泡沫轻质土抗压强度的质量要求

| 部位 | 无侧限抗压强度 (MPa) | |
|-----|------------------|--------------|
| | 飞行区指标II为 C、D、E、F | 飞行区指标II为 A、B |
| 道床 | ≥1.0 | ≥0.8 |
| 填筑体 | ≥0.6 | ≥0.5 |

注: 无侧限抗压强度为龄期 28d、边长 100mm 立方体的抗压强度。

4.6.2 泡沫轻质土施工湿重度应符合设计要求, 同时泡沫轻质土施工最小湿重度不应小于 5.0kN/m³, 施工最大湿重度不宜大于 11.0kN/m³。

4.6.3 泡沫轻质土施工流动度宜为 170~190mm。飞行区指标II为 C、D、E、F 机场道床部位的泡沫轻质土配合比宜采用掺砂配合比, 流动度宜为 150~170mm, 且砂与水泥的质量比宜控制在 0.5~2.0。

4.6.4 泡沫轻质土的原材料, 包括水泥、水、泡沫剂、外加剂及掺合料等, 应符合下列规定:

- 1 水泥宜采用通用硅酸盐水泥或硫铝酸盐水泥, 应符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175) 和《硫铝酸盐水泥》(GB20472) 的规定, 其强度等级宜为 42.5 级及以上;
- 2 水应符合现行《混凝土用水标准》(JGJ 63) 的规定, 且温度应不低于 5℃;
- 3 发泡剂性能试验应符合《泡沫混凝土用泡沫剂》(JC/T 2199) 的规定;
- 4 外加剂应符合《混凝土外加剂》(GB 8076) 的规定;
- 5 掺合料应满足国家相关规范要求, 使用前应进行效果试验, 确认对泡沫轻质土无不良影响。

4.6.5 泡沫轻质土的生产设备应符合下列规定:

- 1 设备的生产能力和设备性能应满足连续作业要求;
- 2 水泥浆拌和设备应具有配合比自动配置及记录功能且单台套产能宜不低于 35m³/h;
- 3 泡沫轻质土拌和设备应具有配合比自动配置及记录功能, 且单台套产能宜不低于 90m³/h。

4.6.6 泡沫轻质土配合比试验应符合下列规定:

- 1 进行配合比强度试验, 至少采用 3 个不同的配合比。当采用 3 个不同的配合比时, 其

中 1 个配合比应为本标准确定的试拌配合比，另外 2 个配合比的水泥用量宜在试拌配合比基础上分别增加和减少 10kg；

2 湿重度和流动度应作为相应配合比的新拌泡沫轻质混凝土性能指标；

3 根据强度试验结果，在试拌配合比的基础上作相应调整，确定设计配合比。

4.6.7 泡沫轻质土填筑前的施工准备应符合下列规定：

1 施工前应确定施工方案，编制施工组织设计；

2 应按施工组织方案组织原材料检验、设备进场及安装调试工作；

3 应设置排水沟或其他排水设施，当在地下水位以下浇注时，应有降水措施，不得在基底有水的状态下浇注。

4.6.8 泡沫轻质土的施工应符合下列规定：

1 泡沫轻质土填筑施工前，应将填筑体划分为面积不大于 400m²、长轴不超过 30m 的浇注区，每个浇注区单层浇注厚度宜为 0.3~0.8m。浇筑过程中应避免泡沫轻质土过度振动。变形缝应按照 15m×15m 的网格进行设置；

2 泡沫宜采用压缩空气与发泡剂水溶液混合的方式生产，不得采用搅拌发泡法生产泡沫；

3 原材料配合比计量应采用电子计量，发泡剂、水泥、水、外加剂和外掺料的计量精度应不大于 2%；

4 用于制备泡沫轻质土的料浆在储料装置中的停滞时间不宜超过 1.5h；

5 泡沫轻质土宜采用泵送浇筑。一级泵送的最大距离应为 500m。当输送距离超过 500m 时，应设置中继泵送装置及二次搅拌设备，或将气泡的混合土移到泵送管的出口附近。泡沫轻质土在泵送设备、泵送管道中的留置时间不宜大于 30min；

6 泡沫轻质土应在出料软管的前端直接浇注，出料口宜埋入泡沫轻质土中或靠近现浇泡沫轻质土的表面，确保气泡独立而均匀分布；

7 单个浇注区浇注层的浇注时间不得超过水泥浆的初凝时间。上下相邻两层浇注间隔时间宜不少于 7d；

8 泡沫轻质土不得在雨天施工。已施工尚未硬化的轻质土，在雨天应采取遮雨及防浸泡措施；

9 泡沫轻质土浇注至设计高程后，应覆盖塑料膜或无纺土工布进行保湿养护，养护时间宜不少于 7d；

10 泡沫轻质土顶层铺筑过渡层之前，不得直接在填筑表面进行机械或车辆作业。

4.6.9 泡沫轻质土的施工质量应符合表 4.6.9 的规定。

表 4.6.9 泡沫轻质土的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|----------------------------------|---------------|----------|--|
| 1 | 强度 (MPa) | 道面影响区 | 设计要求 | 按 JTG E30 的要求检查：每层每 400m ² 测 2 组 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | | 按 JTG E30 的要求检查：每层每 1000m ² 测 2 组 |
| | | 其他土面区 | | 按 JTG E30 的要求检查：每层每 2000m ² 测 2 组 |
| 2 | 表干 容重 (kN/m ³) | 道面影响区 | ≤设计值 | 按 JTG E30 的要求检查：每层每 400m ² 测 2 组 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | | 按 JTG E30 的要求检查：每层每 1000m ² 测 2 组 |
| | | 其他土面区 | | 按 JTG E30 的要求检查：每层每 2000m ² 测 2 组 |
| 3 | 顶面 高程 (mm) | 道面影响区 | ±10 | 水准仪：按 10m×10m 方格网频率检查 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | ±15 | |
| | | 其他土面区 | ±20 | |
| 4 | 顶面 平整度 (mm) | 道面影响区 | ≤20 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 1000m ² 测 1 处 |
| | | 跑道端安全区、升降带平整区 | | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 2000m ² 测 1 处 |
| | | 其他土面区 | | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 5000m ² 测 1 处 |

4.7 改扩建土石方

4.7.1 道床扩建施工前，应对扩建区域地面进行检测，并根据实际情况进行补压；受既有道基渗水等影响导致强度不足时，可采用换填、掺灰改良或排水等措施进行处理。

【条文说明】道床扩建指的是前期已经完成土方填筑或开挖的工程，在本期扩建时直接进行道床的施工。

4.7.2 条件允许时，改扩建土石方填料宜选用与原填筑体相同或类似的填料。

4.7.3 填方区的扩建工程，新旧填筑体的交接面施工应符合下列规定：

1 填筑前，应拆除原有边坡防护及排水沟等设施，扩建区域应按照本规范第 3.3 节的规定进行场地清理，并平整压实；

2 交接面以外不小于 20m 的范围，应增强补压，确保密实度，并对该区域加强检测；

3 边坡防护拆除时应采取措施保证其稳定；

4 既有边坡的护脚挡土墙及抗滑桩可不拆除。对于采用加筋土挡墙、锚定板挡墙、桩板式挡墙等特殊挡墙的边坡，上部支挡结构物应予以拆除，拆除高度宜低于道床底面，剩余未拆除的部分不对新的道面结构层受力变形产生不利影响，并应对下部填筑体填料和交接带区域的填筑工艺提出相应要求，同时确保边坡的稳定；

5 既有边坡填方有包边土时，宜去除包边土后再进行填筑施工；

6 从边坡脚向上开挖台阶时，应随挖随填，台阶高宽比应小于等于 1:2，高度应不小于 1m；

7 宜在新、老道基结合部铺设土工合成材料，如土工格栅、土工布等。

4.7.4 高填方填筑扩建应符合下列规定：

- 1 交接面的台阶开挖、边坡分级、平台宽度、边坡坡率等应符合设计要求；
- 2 原边坡坡脚支挡结构不宜拆除，结构物邻近处可用小型机具薄层夯实；
- 3 填筑体底部设置有箱涵或盲沟等排水通道时，应将其引入扩建后场外的排水系统中；
- 4 高填方扩建施工时尚应符合《民用机场高填方工程技术规范》（MH/T 5035）的规定。

4.7.5 挖方区的扩建工程，除应符合本规范 4.2 节的规定外，还应符合下列规定：

- 1 应在既有挖方边坡坡底区域设置防止飞石或落石的安全防护措施，并应设置警示标志；
- 2 采用爆破方式时，应按爆破施工方案组织施工。



5 边坡防护

5.1 一般规定

5.1.1 边坡防护施工前, 应进行整修, 清除边坡上的杂物、危石及松土, 使坡面平顺。

【条文说明】填方边坡整修时应先超填再削坡, 挖方边坡则应注意填补超挖形成或原生的坑洞和空腔, 以保证边坡稳定性及防护施工质量。

5.1.2 永久性挖方区的边坡应严格控制, 不得超挖。深挖方地段应做到及时放样, 经常监测检查, 随时修坡。

5.1.3 临时性挖方的边坡, 可根据工程地质和边坡的高度, 结合当地同类土体的稳定坡度值确定。当挖方经过不同类别的土层或深度超过 10m 时, 其边坡可挖成折线型或台阶型。

5.1.4 施工中应采取有效的临时措施截排地表水和导排地下水, 且不能对场内排水系统造成破坏、污染、超流量排放, 施工结束后边坡坡面、坡顶、坡底的排水设施应与机场排水系统合为一体。

【条文说明】边坡工程中常规的排水系统包括坡顶截水沟、坡面排水沟、坡底排水沟以及跌水、急流槽等。

5.1.5 边坡防护工程中所用的石料、水泥、钢筋、混凝土预制块、土工合成材料、锚杆锚索等原材料的规格和质量应符合设计要求及国家现行规范的规定。

5.1.6 边坡工程中采用挡土墙、土钉墙、锚杆锚索等支挡结构时, 其施工技术要求可参照《民用机场高填方工程技术规范》(MH/T 5035)、《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610)、《高速铁路路基工程施工技术指南》(铁建设[2010]241 号)以及《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330)中的相关规定, 并应符合设计要求。

【条文说明】《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019)中第 6.6~6.13 节分别为重力式挡土墙、石笼式挡土墙、悬臂式和扶壁式挡土墙、锚杆挡土墙、锚定板挡土墙、加筋土挡土墙、抗滑桩、土钉支护。《高速铁路路基工程施工技术指南》(铁建设[2010]241 号)中除了上述结构外, 还有短卸荷板式挡土墙、桩板式挡土墙、预应力锚索, 此外, 《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330)中也有各类挡墙及支护的内容。

飞行区土石方工程中, 常见的支挡结构有现浇混凝土挡土墙、装配式钢筋混凝土挡土墙、砌筑挡土墙、加筋土挡土墙、石笼式挡土墙等。当机场边坡工程施工中采用支挡结构时, 可

参照上述结构施工技术要求及质量检验标准执行。

5.1.7 在可能发生滑坡的地段开挖时，除应符合本规范第 4.2 节的规定外，还应符合下列要求：

- 1 避免雨季施工；
- 2 按先整治后开挖的程序施工；
- 3 不破坏挖方上侧的自然植被和排（截）水系统，防止地面水渗入土体；
- 4 不在滑坡体上部弃土或堆置材料等重物；
- 5 爆破作业时，应采取措施，避免因震动造成的不良影响；
- 6 机械挖土时，边坡坡度应适当减缓，然后再用人工修整；
- 7 抗滑挡土墙宜在旱季施工。其基槽宜分段跳格开挖，并要加强支撑，开挖一段，筑好一段；选用透水性较好的土分层回填夯实，并按设计做好滤水或排水设施。

5.1.8 采用砂石料反滤层时，厚度应符合设计要求，铺设由底部向上逐层进行，层次应分明，互不混杂。采用土工织物反滤层时，其连接方式及搭接宽度应符合设计要求，铺设应平整，松紧度均匀，端部锚固牢靠，土工织物反滤层施工质量应符合表 5.1.8 的规定。

表 5.1.8 土工织物反滤层质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|-----------|----------|---------------|
| 1 | 下承层平整度、拱度 | 符合设计要求 | 每 100m 检查 2 处 |
| 2 | 搭接宽度 (mm) | +50, -0 | 抽查 5% |
| 3 | 搭接缝错开距离 | 符合设计要求 | 抽查 5% |
| 4 | 搭接处透水点 | 不多于 1 个 | 每缝 |

5.2 植草防护

5.2.1 坡面植草防护施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 边坡坡面整修完成后，应及时进行坡面植物防护；
- 2 种植土宜采用土、肥料及腐殖质土的混合物，其厚度应符合设计要求；
- 3 种草施工时，草籽应撒布均匀，同时做好保护措施；
- 4 采用铺草皮时，宜选用带状或块状的草皮，厚度宜不小于 100mm。铺设时，应由坡脚自下向上铺设；
- 5 采用喷播植草时，应先将生长液与草籽按设计要求混合并搅拌均匀，再将其喷洒在已经清理好的坡面上。喷洒应自下而上进行，草籽喷洒均匀，不应流淌；
- 6 铺、种草种后应及时进行养护，直至其成活。

5.2.2 客土喷播应符合设计要求及下列规定：

- 1 施工前应检查作业面的粗糙度，平均粗糙度宜为： $\pm 100\text{mm}$ ，最大不超过 $\pm 150\text{mm}$ 。岩石边坡超、欠挖处应修凿顺接或用混凝土、浆砌片石等嵌补；
- 2 植草混合料(客土)及喷播液的配比应根据边坡坡度、地质情况和当地气候条件确定，且符合设计要求；
- 3 客土喷播前应先挂网，并通过锚杆、锚钉固定，挂网施工技术参数应符合设计要求；
- 4 客土喷洒的厚度宜为 20~80mm，应从正面进行，凹凸部位及死角处要补喷，喷射应均匀，施工中应随时检查喷洒厚度。草种喷播液应均匀喷洒在作业面上，混合草籽用量每 1000m^2 不宜少于 25kg；
- 5 喷播完成后应及时进行养护，保证其成活率。

【条文说明】植草混合料由植生土、土壤稳定剂、水泥、肥料、混合草籽、水等材料经专用机械搅拌混合后得到，草种喷播液由种子、纤维、粘合剂、保水剂、缓释肥、微生物菌肥等经过喷播机搅拌混合形成。

5.2.3 植生袋施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 植生袋的规格应符合设计要求；
- 2 铺设植生袋时，应保证种子附着完好，袋内土不得含水；
- 3 植生袋应平铺在坪床上，边缘交接处重叠 10~20mm。袋上应均匀覆土，厚度不露出植生袋，宜在 10mm 左右；
- 4 植生袋铺种完毕后应及时进行养护，保证其成活率。

5.2.4 三维网植草防护施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 铺设三维网应自上而下平铺到坡脚并向坡顶、坡脚各延伸 500mm；
- 2 三维网应用木桩、锚钉锚固于坡面，四周以 U 形钉固定，间距不宜大于 1.5m。网间搭接长度应满足设计要求且应不小于 100mm。三维网应紧贴坡面无邹褶和悬空现象；
- 3 施工完成后应及时进行养护，保证其成活率。

5.2.5 骨架防护植草应符合设计要求及下列规定：

- 1 应选取适应性好、根系发达、耐干旱贫瘠、耐破坏、再生能力强的草种；
- 2 骨架内植草草皮下宜铺设 50~100mm 厚的种植土，草皮应与坡面和骨架密贴；
- 3 植草完成后应及时进行养护，保证其成活率。

5.2.6 各种植草防护的施工质量应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 植草防护的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|----------|--------|----------|-------------------------------|
| 1 | 覆盖率（成活率） | 土质边坡 | ≥90% | 钢卷尺：每 500m ² 测 1 处 |
| | | 土石混填边坡 | ≥85% | |
| | | 石质边坡 | ≥80% | |
| 2 | 坡度 | | 不陡于设计坡度 | 坡度尺量：每 100m 测 2 处 |

5.3 浆砌防护

5.3.1 浆砌片（块）石护坡施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 片（块）石尺寸及强度、水泥砂浆强度应符合设计要求；
- 2 垫层厚度应符合设计要求，当边坡填料为受冻胀影响的土质时，应保证垫层厚度不小于 100mm；
- 3 片（块）石砌体应由坡底向坡顶分层砌筑，2~3 层组成的工作面宜找平；
- 4 所有石块均应坐于新拌砂浆之上；
- 5 每 10~15m 应设置一道伸缩缝，缝宽宜为 20~30mm。基底地质有变化处，应设沉降缝。伸缩缝与沉降缝可合并设置；
- 6 砂浆初凝后，应立即进行养护。砂浆终凝前，砌体应覆盖；
- 7 泄水孔的位置和反滤层的设置应满足设计要求及国家现行标准的规定。

5.3.2 水泥混凝土预制块护坡施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 铺设宜在填筑体沉降稳定后进行；
- 2 垫层厚度应符合设计要求，设计无要求时应不小于 100mm；
- 3 预制块应由坡底向坡顶错缝砌筑，砌筑坡面应平顺并与相邻坡面顺接。受冰冻影响的地区，预制块混凝土强度应不低于 C25；
- 4 护坡每 10~15m 应设置一道伸缩缝，缝宽宜为 20~30mm。在基底地质有变化处，应设沉降缝。伸缩缝与沉降缝可合并设置；
- 5 泄水孔的位置和反滤层的设置应满足设计要求及国家现行标准的规定。

5.3.3 浆砌砌体防护的施工质量应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 浆砌砌体防护的质量要求

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|------|----------|------------------|
| 1 | 砂浆强度 | 设计要求 | 按 MH 5007 规定 |
| 2 | 砌体厚度 | 设计要求 | 尺量：每 20m 测 2 处 |
| 3 | 坡度 | 不陡于设计 | 坡度尺量：每 20m 测 3 处 |

| | | | | |
|---|------------|--------|-----|------------------------------------|
| 4 | 顶面高程 (mm) | 混凝土预制块 | ±15 | 水准仪：每 20m 测 3 点 |
| | | 块石 | ±15 | |
| | | 片石 | ±15 | |
| 5 | 表面平整度 (mm) | 混凝土预制块 | ≤10 | 2m 直尺，垂直和墙长方向各 1 尺取最大值：每 20m 测 5 处 |
| | | 块石 | ≤20 | |
| | | 片石 | ≤30 | |

5.4 混凝土骨架防护

5.4.1 水泥混凝土骨架防护施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 混凝土浇筑应从护脚开始，由下而上进行浇筑。浇筑过程中采用插入式振捣器振捣；
- 2 骨架宜嵌入坡面内，骨架表面应与坡面顺接，以防止产生变形或破坏；
- 3 当降雨量较大且集中的地区，骨架宜做成截水槽型，截水槽断面尺寸由降雨强度计算确定；
- 4 混凝土浇筑完成后应及时养护，养护时间宜不少于 14d。

【条文说明】骨架嵌入边坡坡面内的施工工艺仅适用于土方边坡。

5.4.2 水泥混凝土格构施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 坡面挖槽时，应保证外露部分高度不大于 150mm；
- 2 钢筋尺寸、规格、布筋间距、焊接强度、保护层厚度等应符合设计和规范要求。绑扎完毕经检查合格后应及时浇筑混凝土；
- 3 混凝土浇捣过程中应保持混凝土表面平整、湿润有光泽，无干斑及滑移流淌现象，表面人工抹平压光。浇捣完应覆盖浇水养护，养护时间不少于 14d；
- 4 格构格及锁边格每间隔一定距离应设置变形缝。变形缝应竖向布置，间距宜为 20~25m，变形缝宽度宜为 20~30mm。

5.4.3 混凝土骨架防护的施工质量应符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 混凝土骨架防护的质量要求

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|--------------|----------|---------------------------------------|
| 1 | 混凝土强度 (MPa) | 设计要求 | 按 MH5007 规定 |
| 2 | 骨架断面尺寸 (mm) | 设计要求 | 尺量：每 20m 测 2 处 |
| 3 | 坡度 | 不陡于设计 | 坡度尺量：每 20m 测 3 处 |
| 4 | 顶面高程 (mm) | ±15 | 水准仪：每 20m 测 3 点 |
| 5 | 骨架表面平整度 (mm) | ≤10 | 2m 直尺，方格网横向和纵向方向各 1 尺取最大值：每 20m 测 5 处 |

5.5 锚喷防护

5.5.1 锚喷防护通常应按照锚杆成孔、钢筋网铺设、锚杆安装、喷射混凝土的施工顺序进行。

5.5.2 锚杆成孔应符合设计要求及下列规定：

- 1 应根据设计孔径及不同的岩土条件合理选择钻孔机具和方法；
- 2 孔位放样应准确，孔径、孔深、钻孔偏斜度等参数应符合设计要求，孔轴应保持与坡面垂直，钻孔应完整；
- 3 钻进过程中对每个孔的地层变化、钻进状态(钻压、钻速)、地下水及一些特殊情况应做好现场施工记录，并核对地质。位于破碎带或渗水量较大的岩层时，应对锚孔进行固结灌浆处理，然后进行扫孔，不宜采用干成孔工艺；
- 4 在岩层破碎或松软饱水等地层中，宜采用套管护壁成孔工艺；
- 5 在高塑性指数的饱和黏质土层成孔时，不宜采用泥浆护壁成孔工艺；
- 6 成孔过程中遇不明障碍物时，应停止钻进，查明障碍物性质并确定其影响程度和范围后方可继续施工；
- 7 成孔后应及时应用高压风、水清除孔内粉尘、石渣。当用水清孔影响锚杆（索）的抗拔力时，应用高压风清孔，并做好扬尘控制措施；
- 8 成孔后不能立即插入锚杆或锚索时，宜在孔口采取临时封堵措施，避免水或其他杂物进入孔内。

5.5.3 铺设钢筋网应符合设计要求及下列规定：

- 1 钢筋的型号及布置应符合设计要求；
- 2 铺设时应控制钢筋网与岩面的间隙为 30~50mm；
- 3 钢筋网与锚杆(索)连接点位处应与钢筋的十字交叉重合，便于锚杆与钢筋网的焊接。

5.5.4 锚杆的安装及注浆施工应符合设计要求及下列规定：

- 1 锚杆安装前应按照设计要求进行抗拉拔力验证试验；
- 2 锚杆应安装在钻孔中心，安装后应及时注浆；
- 3 锚杆未插入岩层部分应按设计要求进行防锈处理。腐蚀环境下的钢筋表面宜采用环氧涂层等进行处理；
- 4 有水地段安装锚杆，应排净孔内积水或采用早强速凝药包式锚杆；
- 5 注浆宜采用孔底注浆法，注浆管应插至距孔底 50~100mm，随水泥砂浆的注入逐渐拔出，注浆压强应通过试注确定，且不宜小于 0.2MPa；

6 注浆及拔管过程中,注浆管口应始终埋入注浆液面内并在水泥浆液从孔口溢出后停止注浆。注浆后当浆液液面下降时,应在浆液初凝前进行二次补浆;

7 锚杆长度小于 3m 时,可采用先注浆后插锚杆的工艺施工;

8 锚杆安装后,不得敲击、摇动和在杆体上悬挂重物。普通砂浆锚杆在灌浆后 3d 内不得扰动。

5.5.5 坡面喷浆或喷射混凝土施工应符合下列规定:

1 水泥砂浆及混凝土的强度应满足设计要求;

2 喷护前应采取措施对泉水、渗水进行处治,并按设计要求设置泄水孔,做好临时排水措施;

3 施工作业前应进行试喷,选择合适的水灰比和喷射压力;

4 喷射厚度应符合设计规定,且临时支护厚度不宜小于 60mm,永久支护厚度不宜小于 80mm。永久支护面钢筋的喷射混凝土保护层厚度不应小于 50mm;

5 混凝土喷射每一层应自下而上进行。当混凝土厚度大于 100mm 时,宜分两次喷射,在钢筋网铺设前进行初喷,待钢筋网铺设及锚杆安装后进行二次喷射,在第二次喷射混凝土作业前,应清除结合面上的浮浆和松散碎屑;

6 面层表面应修整、抹平、压实;

7 喷射混凝土面层应在长度方向上每 30m 设置伸缩缝,缝宽 10~20mm;

8 砂浆或混凝土初凝后,应立即开始养护,喷浆养护期不应少于 5d,喷射混凝土养护期不应少于 7d;

9 应及时对喷浆或混凝土层顶部进行封闭处理。

5.5.6 锚喷防护的施工质量应符合表 5.5.6 的规定。

表 5.5.6 锚喷防护的质量要求

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|-------------|---|---------------------------------------|
| 1 | 混凝土强度 | 设计要求 | 按 MH5007 的要求检查 |
| 2 | 砂浆强度 | 设计要求 | 按 MH5007 的要求检查 |
| 3 | 锚杆、锚索拔力 | 设计要求 | 拔力试验:抽查 1%,且不少于 3 根 |
| 4 | 锚孔深度 | 设计要求 | 尺量:抽查 10% |
| 5 | 锚杆(索)间距(mm) | ±100 | 尺量:抽查 10% |
| 6 | 喷层厚度(mm) | 平均厚≥设计厚;60%检查点的厚度≥设计厚; 最小厚度≥0.5 设计厚,且不小于设计规定 | 尺量(凿孔)或雷达断面仪:每 10m 测 1 个断面,每 3m 测 1 处 |
| 7 | 张拉伸长率(%) | 符合设计规定:设计未规定时采用±6 | 尺量:每索 |

| | | | |
|---|--------|------------------------|-------|
| 8 | 断丝、滑丝数 | 每束 1 根，且每断面不超过钢丝总数的 1% | 目测：逐根 |
|---|--------|------------------------|-------|

5.6 反压护道

5.6.1 反压护道的填料可采用土料、石料及土石混合料，其质量和规格应与填方边坡稳定影响区填料的各项技术要求一致。

5.6.2 反压护道施工前应对场地进行清表，并保持排水通畅，必要时可设置临时排水设施，清表的各项技术要求应符合设计要求及本规范第 3.3 节的规定。

5.6.3 反压护道的填筑与压实应符合设计要求及本规范第 4 章的相关规定。

5.6.4 反压护道施工宜与所反压的道基同时填筑；分开填筑时，必须在道基土石方达临界高度前将反压护道完成。

5.6.5 反压护道的砌体防护施工应符合本规范第 5.3 节的相关规定。

5.6.6 反压护道的施工质量应符合表 5.6.6 的规定。

表 5.6.6 反压护道的质量要求

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|-----------|----------|---|
| 1 | 压实度 | 设计要求 | 按 MH5007 的要求检查：每层每 1000m ² 测 1 处 |
| 2 | 顶面高程（mm） | ±50 | 水准仪：按 20m×20m 方格网频率检查 |
| 3 | 顶面平整度（mm） | ≤50 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值：每 1000m ² 测 1 处 |

5.7 边坡排水

5.7.1 边坡排水沟（包括边沟）的施工应符合下列规定：

- 1 排水沟的平面位置、横断面尺寸、沟底标高及纵坡应符合设计要求；
- 2 排水沟应采用合适的结构形式，可采用土沟、浆砌砌体沟以及钢筋混凝土沟等；
- 3 排水沟的沟槽开挖、沟体修筑以及回填施工应参照《民用机场飞行区排水工程技术规范》（MH/T 5005）的相关规定执行；

4 排水沟的质量应符合《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》（MH5007）的规定。

5.7.2 截水沟的施工应符合下列规定：

- 1 截水沟应先行施工，沟底纵坡不宜小于 0.3%；
- 2 沟壁应根据沟体的结构形式在沟底及侧壁设置防冲刷护面；
- 3 不良地质路段、土质松软路段、透水性大或岩石裂隙多地段的截水沟沟底、沟壁、出水口应进行防渗及加固处理；

4 截水沟的质量应符合《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》(MH5007)的规定。

5.7.3 急流槽的施工应符合下列规定:

- 1 急流槽一般设在边坡坡面,其平面位置、槽底纵坡以及断面尺寸应符合设计要求;
- 2 急流槽可采用浆砌砌体或混凝土结构,其槽底与槽壁宜修成粗糙面,并应符合《民用机场飞行区排水工程技术规范》(MH/T 5005)中沟体相关要求;
- 3 急流槽的基础应嵌入稳固的基面内,底面应按设计要求砌筑抗滑平台或凸棒,并设置端护墙;
- 4 急流槽应分段砌筑,分段长度宜为 5~10m,接头处应采用防水材料填缝。混凝土预制块急流槽,分段长度宜为 2.5~5.0m,接头应采用榫接;
- 5 急流槽进水口的喇叭形水簸箕应与排水设施衔接平顺,汇集水流的水簸箕底口不得高于接口的边坡坡顶表面;
- 6 必要时应在槽底设置消力块或消能设施;
- 7 急流槽的施工质量应符合表 5.7.3-1~5.7.3-2 的规定。

表 5.7.3-1 浆砌急流槽质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|------------|----------|--------------------------------|
| 1 | 砂浆强度 (MPa) | 设计要求 | 按 MH5007 的要求检查 |
| 2 | 轴线偏位 (mm) | 50 | 全站仪或尺量:每 100m 测 3 处 |
| 3 | 沟底高程 (mm) | ±15 | 水准仪:每 100m 测 3 处 |
| 4 | 墙面直顺度 (mm) | 30 | 20m 拉线:每 100m 测 2 处 |
| 5 | 沟底坡度 | 设计要求 | 坡度尺:每 100m 测 2 处 |
| 6 | 断面尺寸 | ±30 | 尺量:每 100m 测 2 个断面,且总数不少于 5 个断面 |
| 7 | 铺砌厚度 | ≥设计值 | 尺量:每 100m 测 2 处 |

表 5.7.3-2 水泥混凝土急流槽质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|-------------|----------|--------------------------------|
| 1 | 混凝土强度 (MPa) | 设计要求 | 按 MH5007 的要求检查 |
| 2 | 轴线偏位 (mm) | 50 | 全站仪或尺量:每 100m 测 3 处 |
| 3 | 沟底高程 (mm) | ±15 | 水准仪:每 100m 测 3 处 |
| 4 | 墙面直顺度 (mm) | 20 | 20m 拉线:每 100m 测 2 处 |
| 5 | 沟底坡度 | 设计要求 | 坡度尺:每 100m 测 2 处 |
| 6 | 断面尺寸 (mm) | ≥设计值 | 尺量:每 100m 测 2 个断面,且总数不少于 5 个断面 |
| 7 | 沟壁顶面高程 (mm) | -15, 0 | 尺量:每 100m 测 2 处 |

5.7.4 跌水的施工应符合下列规定:

- 1 有消力池时，其基底应采取防渗措施；
- 2 无消力池的跌水其台阶高度应小于 600mm，每个台阶高度与宽度之比应与边坡坡度相协调；
- 3 跌水的施工质量应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 跌水质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|----------|----------|------------------|
| 1 | 台阶宽度（mm） | ±30 | 尺量：每 100m 测 2 点 |
| 2 | 台阶高程（mm） | ±15 | 水准仪：每 100m 测 2 点 |

5.7.5 消力池的施工应符合下列规定：

- 1 消力池应设置于急流槽或跌水底部的出水口处，避免集中水流对沟底的冲蚀；
- 2 消力池的基底应采取防渗措施；
- 3 消力池的施工质量应符合表 5.7.5 的规定。

表 5.7.5 消力池的质量标准

| 序号 | 检查项目 | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|----------|----------|----------------------------|
| 1 | 池底高程（mm） | ±20 | 水准仪：每 100m 测 2 点 |
| 2 | 尺寸（mm） | ≥设计值 | 尺量：每 100m 测 2 点，且总数不少于 5 点 |

6 道面基（垫）层

6.1 一般规定

6.1.1 道面基（垫）层应在其下部道床和相关隐蔽工程质量检查验收合格后方可进行施工，对于有沉降要求的还应在沉降及差异沉降符合设计要求后方可施工。

【条文说明】沉降要求指《民用机场岩土工程设计规范》（MH 5027-2013）第 4.2.1 条中对道面影响区工后沉降和工后差异沉降的要求。

6.1.2 施工前应对采料场和已进场的材料进行检验，其规格和质量应符合设计要求及国家现行标准的相关规定。

6.1.3 采用沥青稳定集料（如 ATB）作基层时，其施工技术要求应符合设计要求及国家现行标准的相关规定。

6.1.4 道面基（垫）层混合料应采用厂拌法集中拌和，并使用摊铺机进行摊铺，异形或边角部位可采用平地机摊铺。

【条文说明】本条中的基层混合料，是指水泥类、石灰类、工业废渣类的无机混合料，以及级配碎石。为了提高施工质量，规定该类基层施工的拌和及摊铺方式，不允许使用人工拌和及摊铺。

6.1.5 基层为多层且独立铺摊时，其上层应在下层质量检查验收合格后方可施工，分层厚度应根据设计要求和施工机械实际情况确定。基层为水泥稳定类、水泥混凝土类且多层连续铺摊时，应在下层水稳基层水泥初凝时间之前完成上层水稳基层的全部摊铺及碾压工作。

6.1.6 垫层材料应就地取材，可采用粒料类，或水泥、石灰或石灰粉煤灰稳定各种集料或土类。其原材料的规格和质量应符合设计要求以及本规范第 6.2~6.3 节的相关规定。

6.1.7 垫层材料应具有一定的强度和稳定性，在地下水位较高的地区应具有一定的透水或隔水性能，在冰冻地区应具有一定的抗冻性能。

6.1.8 垫层施工应根据所选取的材料，参照本规范第 6.2~6.3 节中相应基层材料的技术要求进行施工，压实度应符合设计要求。

【条文说明】山皮石、混渣、宕渣、粗砂、砂砾、碎石、工业废渣的施工可参照粒料类基层的技术要求进行，水泥、石灰或石灰粉煤灰稳定集料或稳定土可参照无机结合料稳定类基层的技术要求。

6.2 无机结合料稳定类

6.2.1 水泥及外加剂选用应符合设计要求及下列规定：

- 1 水泥的强度等级为 32.5 或 42.5，满足本规范要求的通用硅酸盐水泥；
- 2 初凝时间宜大于 3h，终凝时间宜大于 6h，如不能符合要求可掺缓凝剂；
- 3 外加剂的技术要求应符合《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH5006）的规定。

6.2.2 石灰选用应符合设计要求及以下规定：

- 1 磨细生石灰及消石灰技术指标应符合表 6.2.2-1 及表 6.2.2-2 的规定。同一厂家、同一品种、同一强度等级且连续进场的石灰，每 100t 检测频率不得少于 1 次；

表 6.2.2-1 磨细生石灰的技术指标

| 标准 指标 | 种类 | | 钙质生石灰 | | | 镁质生石灰 | | |
|--------------------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|--|--|
| | 等级 | | | | | | | |
| | I | II | III | I | II | III | | |
| 有效氧化钙加氧化镁含量（%） | ≥85 | ≥80 | ≥70 | ≥80 | ≥75 | ≥65 | | |
| 未消化残渣含量（%） | ≤7 | ≤11 | ≤17 | ≤10 | ≤14 | ≤20 | | |
| 钙镁石灰的分类界限，氧化镁含量（%） | ≤5 | >5 | | | | | | |

注：硅、铝、镁氧化物含量之和大于 5% 的生石灰，其有效钙加氧化镁含量指标为：I 等≥75%，II 等≥70%，III 等≥60%；未消化残渣含量指标与镁质生石灰指标相同。

表 6.2.2-2 消石灰的技术指标

| 标准 指标 | 种类 | | 钙质消石灰 | | | 镁质消石灰 | | |
|--------------------|------------------|-----|-------|-----|-----|-------|--|--|
| | 等级 | | | | | | | |
| | I | II | III | I | II | III | | |
| 有效氧化钙加氧化镁含量（%） | ≥65 | ≥60 | ≥55 | ≥60 | ≥55 | ≥50 | | |
| 含水率（%） | ≤4 | ≤4 | ≤4 | ≤4 | ≤4 | ≤4 | | |
| 细度 | 0.60mm 方孔筛的筛余（%） | 0 | ≤1 | ≤1 | 0 | ≤1 | | |
| | 0.15mm 方孔筛的筛余（%） | ≤13 | ≤20 | - | ≤13 | ≤20 | | |
| 钙镁石灰的分类界限，氧化镁含量（%） | | ≤4 | | | >4 | | | |

- 2 应尽量缩短石灰的存放时间。石灰在野外堆放时间较长时，应妥善覆盖保管，不应遭日晒雨淋；

- 3 飞行区技术指标 II 为 A、B 时，道面基（垫）层用石灰应不低于 III 级技术要求；飞行区技术指标 II 为 C、D、E、F 时，道面基（垫）层用石灰应不低于 II 级技术要求。

6.2.3 粉煤灰选用应符合设计要求及下列规定：

- 1 粉煤灰中 SiO₂、Al₂O₃ 和 Fe₂O₃ 的总含量应大于 70%；
- 2 粉煤灰的烧失量不应超过 20%；
- 3 粉煤灰的比表面积宜大于 2500cm²/g；
- 4 粉煤灰 0.3mm 筛孔通过率应不小于 90%，0.075mm 筛孔通过率应不小于 70%；
- 5 可采用干粉煤灰或湿粉煤灰，湿粉煤灰含水量不宜超过 35%；

6 使用时应将凝块的粉煤灰打碎过筛,并清除有害杂质。

6.2.4 其他工业废渣选用应符合设计要求及下列规定:

1 煤矸石、煤渣、高炉矿渣、钢渣及其他冶金矿渣等工业废渣可用于修筑基层或垫层,使用前应崩解稳定,且宜通过不同龄期条件下的强度和模量试验以及温度收缩和干湿收缩试验等评价混合料性能;

2 水泥稳定煤矸石不宜用于飞行区技术指标II为C、D、E、F的道面基(垫)层;

3 工业废渣类作为集料使用时,公称最大粒径应不大于31.5mm,颗粒组成宜有一定级配,且不宜含杂质。

6.2.5 水选用应符合设计要求及下列规定:

1 符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)的饮用水可直接作为道面基(垫)层、垫层材料拌和与养生用水;

2 拌和使用的非饮用水应进行水质检验,技术要求应符合表6.2.5的规定;

表 6.2.5 非饮用水技术要求

| 项次 | 项目 | 技术要求 |
|----|---|----------------------|
| 1 | pH 值 | ≥4.5 |
| 2 | Cl ⁻ 含量 (mg/L) | ≤3500 |
| 3 | SO ₄ ²⁻ 含量 (mg/L) | ≤2700 |
| 4 | 碱含量 (mg/L) | ≤1500 |
| 5 | 可溶物含量 (mg/L) | ≤10000 |
| 6 | 不溶物含量 (mg/L) | ≤5000 |
| 7 | 其他杂质 | 不应有漂浮的油脂和泡沫及明显的颜色和异味 |

3 养生用水可不检验不溶物含量,其他指标应符合表6.2.5的规定。

6.2.6 粗集料选用应符合设计要求及下列规定:

1 用作被稳定材料的粗集料宜采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石,也可直接采用天然砾石。粗集料应符合表6.2.6-1中I类技术要求的规定,用作级配碎(砾)石的粗集料应符合表6.2.6-1中II类技术要求的规定;

表 6.2.6-1 粗集料技术要求

| 指标 | 层位 | 飞行区技术指标II | | | |
|----------------|----|-----------|-----|---------|------|
| | | A、B | | C、D、E、F | |
| | | I类 | II类 | I类 | II类 |
| 压碎值 (%) | 基层 | ≤35 | ≤30 | ≤26 | ≤26 |
| | 垫层 | ≤40 | ≤35 | ≤30 | ≤26 |
| 针片状颗粒含量 (%) | 基层 | ≤22 | ≤18 | ≤18 | ≤18 |
| | 垫层 | — | ≤20 | — | ≤20 |
| 0.075mm 以下颗粒含量 | 基层 | ≤2 | ≤2 | ≤1.2 | ≤1.2 |

| | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|
| (%) | 垫层 | — | — | — | — |
| 软石含量 (%) | 基层 | ≤5 | ≤5 | ≤3 | ≤3 |
| | 垫层 | — | — | — | — |

2 粗集料的粒径规格应符合表 6.2.6-2 的规定；

表 6.2.6-2 粗集料规格要求

| 规格名称 | 工程粒径 (mm) | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | | | 公称粒径 (mm) |
|------|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|-----------|
| | | 53 | 37.5 | 31.5 | 26.5 | 19.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | |
| G 1 | 20~40 | 100 | 90~100 | — | — | 0~10 | 0~5 | — | — | — | 19~37.5 |
| G 2 | 20~30 | — | 100 | 90~100 | — | 0~10 | 0~5 | — | — | — | 19~31.5 |
| G 3 | 20~35 | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | — | — | — | 19~26.5 |
| G 4 | 15~25 | — | — | 100 | 90~100 | — | 0~10 | 0~5 | — | — | 13.2~26.5 |
| G 5 | 15~20 | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | — | — | 13.2~19 |
| G 6 | 10~30 | — | 100 | 90~100 | — | — | 0~10 | 0~5 | — | — | 9.5~31.5 |
| G 7 | 10~25 | — | — | 100 | 90~100 | — | — | 0~10 | 0~5 | — | 9.5~26.5 |
| G 8 | 10~20 | — | — | — | 100 | 90~100 | — | 0~10 | 0~5 | — | 9.5~19 |
| G 9 | 10~15 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | — | 9.5~13.2 |
| G 10 | 5~15 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 40~70 | 0~10 | 0~5 | 4.75~13.2 |
| G 11 | 5~10 | — | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | 4.75~9.5 |

3 级配碎（砾）石用做基层时，其最大粒径宜控制在 31.5mm 以下；用做垫层时，其最大粒径宜控制在 37.5mm 以下。

6.2.7 细集料应符合下列规定：

1 细集料应洁净、干燥、质地坚硬、耐久、无风化、无杂质，宜采用天然砂，亦可采用机制砂；

2 细集料的技术要求应符合表 6.2.7-2 的规定；

表 6.2.7-2 细集料技术要求

| 项目 | 水泥稳定类 ^a | 石灰稳定类 |
|-------------------|--------------------|------------|
| 塑性指数 ^b | ≤17 | 适宜范围 15~20 |
| 有机质含量(%) | <2 | ≤10 |
| 硫酸盐含量(%) | ≤0.25 | ≤0.8 |

注：a 水泥稳定类包含水泥石灰稳定类；

b 应测定 0.075mm 以下材料的塑性指数。

3 细集料的粒径规格应符合表 6.2.7-3 的规定：

表 6.2.7-3 细集料规格要求

| 规格名称 | 工程粒径 (mm) | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | | 公称粒径 (mm) |
|------|-----------|------------------------|--------|--------|------|-----|-----|------|-------|-----------|
| | | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 | |
| XG 1 | 3~5 | 100 | 90~100 | 0~15 | 0~5 | — | — | — | — | 2.36~4.75 |
| XG 2 | 0~3 | — | 100 | 90~100 | — | — | — | — | 0~15 | 0~2.36 |
| XG 3 | 0~5 | 100 | 90~100 | — | — | — | — | — | 0~20 | 0~4.75 |

4 当飞行区技术指标II为 A、B 时，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量不应大于 20%；
当技术指标II为 C、D、E、F 时，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量不应大于 15%。

6.2.8 水泥稳定材料的集料级配应符合表 6.2.8 的规定。

表 6.2.8 水泥稳定材料推荐级配范围 (%)

| 飞行区技术等级 | | 飞行区技术指标II为 C、D、E、F | | 飞行区技术指标II为 A、B | |
|--|------|--------------------|-------|----------------|--------|
| 层位 | | 基层 | 垫层 | 基层 | 垫层 |
| 通过 下列 筛孔 (mm) 的质量 百分率 (%) | 37.5 | — | — | — | 100 |
| | 31.5 | — | — | — | 90~100 |
| | 26.5 | — | 100 | 100 | 81~94 |
| | 19 | 100 | 82~86 | 90~100 | 67~83 |
| | 16 | 88~93 | 73~79 | 79~92 | 61~78 |
| | 13.2 | 76~86 | 65~72 | 67~83 | 54~73 |
| | 9.5 | 59~72 | 53~62 | 52~71 | 45~65 |
| | 4.75 | 35~45 | 35~45 | 30~50 | 30~50 |
| | 2.36 | 22~31 | 22~31 | 19~36 | 19~36 |
| | 1.18 | 13~22 | 13~22 | 12~26 | 12~26 |
| | 0.6 | 8~15 | 8~15 | 8~19 | 8~19 |
| | 0.3 | 5~10 | 5~10 | 5~14 | 5~14 |
| 0.15 | 3~7 | 3~7 | 3~10 | 3~10 | |
| 0.075 | 2~5 | 2~5 | 2~7 | 2~7 | |

注：集料中 0.5mm 以下细粒土有塑性指数时，小于 0.075mm 颗粒含量不应超过 5%；细粒土无塑性指数时，小于 0.075mm 颗粒含量不应超过 7%。

6.2.9 石灰稳定类材料、石灰粉煤灰稳定类材料中的集料级配应符合表 6.3.9 的规定。

表 6.2.9 石灰稳定类、石灰粉煤灰稳定类材料推荐级配范围 (%)

| 飞行区技术等级 | | 飞行区技术指标II为 C、D、E、F | | | | 飞行区技术指标II为 A、B | | | |
|---|------|--------------------|-------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|
| 层位 | | 基层 | | 垫层 | | 基层 | | 垫层 | |
| 材料类型 | | 级配 | 级配 | 级配 | 级配 | 级配 | 级配 | 级配 | 级配 |
| | | 碎石 | 砂砾 | 碎石 | 砂砾 | 碎石 | 砂砾 | 碎石 | 砂砾 |
| 通过 下列筛 孔 (mm) 的质量 百分率 (%) | 37.5 | — | — | — | — | — | — | 100 | 100 |
| | 31.5 | — | — | 100 | 100 | 100 | 100 | 90~100 | 90~100 |
| | 26.5 | 100 | 100 | 91~95 | 93~96 | 90~100 | 90~100 | 81~94 | 84~95 |
| | 19 | 82~89 | 86~91 | 76~85 | 81~88 | 73~87 | 77~91 | 67~83 | 72~87 |
| | 16 | 73~84 | 79~87 | 69~80 | 75~84 | 65~82 | 71~86 | 61~78 | 67~83 |
| | 13.2 | 65~78 | 72~82 | 62~75 | 69~79 | 58~75 | 65~81 | 54~73 | 62~79 |
| | 9.5 | 53~67 | 62~73 | 51~65 | 60~71 | 47~66 | 55~74 | 45~64 | 54~72 |
| | 4.75 | 35~45 | 45~55 | 35~45 | 45~55 | 30~50 | 40~60 | 30~50 | 40~60 |
| | 2.36 | 22~31 | 27~39 | 22~31 | 27~39 | 19~36 | 24~44 | 19~36 | 24~44 |
| | 1.18 | 13~22 | 16~28 | 13~22 | 16~28 | 12~28 | 15~33 | 12~28 | 15~33 |
| | 0.6 | 8~15~ | 10~20 | 8~15 | 10~20 | 8~19 | 9~25 | 8~19 | 9~25 |
| | 0.3 | 5~10 | 6~14 | 5~10 | 6~14 | — | — | — | — |

| | | | | | | | | | |
|--|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| | 0.15 | 3~7 | 3~10 | 3~7 | 3~10 | — | — | — | — |
| | 0.075 | 2~5 | 2~7 | 2~5 | 2~7 | 2~7 | 2~10 | 2~7 | 2~10 |

注：集料中 0.5mm 以下细粒土有塑性指数时，小于 0.075mm 颗粒含量不应超过 5%；细粒土无塑性指数时，小于 0.075mm 颗粒含量不应超过 7%。

6.2.10 水泥粉煤灰稳定材料中的集料级配应符合表 6.2.10 的规定。

表 6.2.10 水泥粉煤灰稳定材料推荐级配范围（%）

| 飞行区技术等级 | | 飞行区技术指标II为 C、D、E、F | | | | 飞行区技术指标II为 A、B | | | |
|---|------|--------------------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------|
| 层位 | | 基层 | | 垫层 | | 基层 | | 垫层 | |
| 材料类型 | | 级配 碎石 | 级配 砂砾 | 级配 碎石 | 级配 砂砾 | 级配 碎石 | 级配 砂砾 | 级配 碎石 | 级配 砂砾 |
| 通过 下列筛 孔 (mm) 的 质量 百分率 (%) | 37.5 | — | — | — | — | — | — | 100 | 100 |
| | 31.5 | — | — | 100 | 100 | 100 | 100 | 90~100 | 90~100 |
| | 26.5 | 100 | 100 | 90~95 | 91~95 | 90~100 | 90~100 | 80~93 | 81~94 |
| | 19 | 79~88 | 82~89 | 72~84 | 76~85 | 70~86 | 73~87 | 64~81 | 67~83 |
| | 16 | 70~82 | 73~84 | 65~79 | 69~80 | 62~79 | 65~82 | 57~75 | 61~78 |
| | 13.2 | 61~76 | 65~78 | 57~72 | 62~75 | 54~72 | 58~75 | 50~69 | 54~73 |
| | 9.5 | 49~64 | 53~67 | 47~62 | 51~65 | 42~62 | 47~66 | 40~60 | 45~64 |
| | 4.75 | 30~40 | 35~45 | 30~40 | 35~45 | 25~45 | 30~50 | 25~45 | 30~50 |
| | 2.36 | 19~28 | 22~33 | 19~28 | 22~33 | 16~31 | 19~36 | 16~31 | 19~36 |
| | 1.18 | 12~20 | 13~24 | 12~20 | 13~24 | 11~22 | 12~26 | 11~22 | 12~26 |
| | 0.6 | 8~14 | 8~18 | 8~14 | 8~18 | 7~15 | 8~19 | 7~15 | 8~19 |
| | 0.3 | 5~10 | 5~13 | 5~10 | 5~13 | — | — | — | — |
| | 0.15 | 3~7 | 3~10 | 3~7 | 3~10 | — | — | — | — |
| 0.075 | 2~5 | 2~7 | 2~5 | 2~7 | 2~5 | 2~7 | 2~5 | 2~7 | |

注：集料中 0.5mm 以下细粒土有塑性指数时，小于 0.075mm 颗粒含量不应超过 5%；细粒土无塑性指数时，小于 0.075mm 颗粒含量不应超过 7%。

6.2.11 无机结合料稳定类材料级配设计应符合附录 B 的要求。

6.2.12 无机结合料类基层混合料的设计主要指标为 7d 无侧限抗压强度。

6.2.13 水泥、石灰、石灰粉煤灰、水泥粉煤灰稳定上基层、下基层材料的 7d 无侧限抗压强度标准 R_d 应符合设计要求及《民用机场沥青道面设计规范》（MH/T 5010）、《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T 5004）的规定。

6.2.14 水泥稳定类材料强度要求较高时，宜采取控制原材料指标和优化级配设计等措施，不宜单纯地通过增加水泥剂量来提高材料强度。

6.2.15 无机结合料稳定类材料的试验室配合比设计应符合下列规定：

1 在试验室配合比设计中，应选择不少于 5 个结合料剂量，分别确定各种混合料的最佳含水率和最大干密度；按规定达到的密实度分别计算不同水泥剂量的试件应有的干密度，即试件的干密度=击实试验所得最大干密度×现场要求密实度；

2 应根据最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件,试件在规定养生温度下保湿养生 6d、浸水 24h 后,进行无侧限抗压强度试验。计算试验结果的平均值和偏差系数,偏差系数范围为 10%~15%,若大于此值,应重做试验,并找出原因加以解决。根据达到要求的强度标准选择水泥用量。在此剂量下,试件室内试验结果的平均抗压强度 \bar{R} 应符合下式的要求:

$$\bar{R} = R_d / (1 - Z_a C_v)$$

式中: R_d ——设计抗压强度;

C_v ——试验结果的偏差系数(以小数计);

Z_a ——标准正态分布表中随保证率(或置信度 α)而变的系数,取保证率 95%,

即 $Z_a = 1.645$ 。

3 工地实际采用的水泥剂量应比室内试验确定的剂量多 0.5%。

【条文说明】混合料的击实试验宜采用重型击实法或采用振动成型法,振动压实法试验应符合《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTGE51-2009)中 T0842-2009 的相关规定。

振动压实适用于水泥、石灰、石灰粉煤灰等无机稳定粒料土基层材料,通过振动压实试验确定材料在振动压实条件下的含水量-干密度曲线,确定其最佳含水量和最大干密度。

与重型击实法相比,振动压实法更适用于粗集料含量较大的稳定材料,而由于振动压实中水分的影响作用显著,高含水量下压头回弹跳起现象很难出现,故高含水量下以试料挤出为停止振动压实的控制条件,故高含水量下的试件更合适采用击实成型法。

另外,在振动成型法下,集料间的水分产生离析形成水膜包裹在集料表面,具有润滑作用,有效地减小集料颗粒间的摩擦阻力,较少地水量则可压实混合料。因此采用振动成型法时,最大干密度约为重型击实法的 1.04 倍。

6.2.16 水泥稳定类材料试验室配合比设计时,水泥的试验剂量可采用表 6.2.16 中的推荐值。

表 6.2.16 水泥稳定类材料配合比试验推荐水泥试验剂量表

| 被稳定材料 | 条件 | | 推荐试验剂量 (%) |
|-----------|----|--------------------------|-------------------|
| 有级配的碎石或砾石 | 基层 | $R_d \geq 4.0\text{MPa}$ | 4, 5, 6, 7, 8 |
| | | $R_d < 4.0\text{MPa}$ | 3, 4, 5, 6, 7 |
| 土、砂、石屑等 | | 塑性指数 < 12 | 5, 7, 9, 11, 13 |
| | | 塑性指数 ≥ 12 | 8, 10, 12, 14, 16 |
| 有级配的碎石或砾石 | 垫层 | — | 3, 4, 5, 6, 7 |

| | | | |
|---------|----|---------|------------------|
| 土、砂、石屑等 | | 塑性指数<12 | 4, 5, 6, 7, 8 |
| | | 塑性指数≥12 | 6, 8, 10, 12, 14 |
| 碾压贫混凝土 | 基层 | — | 7, 9, 11, 13, 15 |

6.2.17 石灰粉煤灰、水泥粉煤灰稳定材料比例可采用表 6.2.17 中的推荐值。

表 6.2.17 石灰粉煤灰及水泥粉煤灰稳定材料推荐比例

| 材料类型 | 材料名称 | 结合料间比例 | 结合料与被稳定材料比例 |
|-------|----------------|----------------|-------------------------|
| 石灰粉煤灰 | 石灰粉煤灰土 | 石灰:粉煤灰=1:2~1:4 | 石灰粉煤灰:细粒材料=30:70~10:90 |
| | 石灰粉煤灰稳定级配碎石或砾石 | 石灰:粉煤灰=1:2~1:4 | 石灰粉煤灰:被稳定材料=20:80~15:85 |
| 水泥粉煤灰 | 水泥粉煤灰土 | 石灰:粉煤灰=1:3~1:5 | 石灰粉煤灰:细粒材料=30:70~10:90 |
| | 水泥粉煤灰稳定级配碎石或砾石 | 石灰:粉煤灰=1:3~1:5 | 石灰粉煤灰:被稳定材料=20:80~15:85 |

6.2.18 无机结合料稳定类材料的施工配合比设计应符合下列规定：

1 按照实验室配合比调试和标定拌和设备相关参数，对拌和设备进行调试和标定，确定合理的设备参数；

2 对水泥稳定、水泥粉煤灰稳定材料，应分别进行不同成型时间条件下的混合料强度试验，绘制相应的延迟时间曲线，并根据设计要求确定容许延迟时间；

3 分别按不同结合料剂量和含水率调整设备参数，进行混合料试拌，并取样试验，确定施工中相关设备的设定范围、结合料掺加技术参数、掺量敏感性分析、实际强度水平；

4 最终确定结合料剂量、含水率、最大干密度等参数。

6.2.19 应按照施工配合比进行试拌，铺筑试验段，并经试验段钻芯取样检验，以确定施工标准配合比。

【条文说明】施工配合比应针对不同施工实际情况进行修正，主要考虑在容许延迟时间内对水泥剂量和水量的控制，以使实际施工中混合料的性能达到较优水平。

6.2.20 水泥稳定集料的拌和应符合下列规定：

1 拌和厂应设置在地势相对较高的位置，并做好排水措施；

2 在正式拌制混合料之前，应先调试好所有设备，使混合料的级配组成和含水率都达到配合比设计的要求；

3 水泥稳定类混合料宜采用专用厂拌机械拌制，土块最大粒径不得大于 15mm，且集料的最大粒径和级配应符合要求；

4 严格控制混合料的拌和时间，宜采用两次拌和的生产工艺，也可采用间歇式拌和生产工艺，拌和时间不应少于 15s，以保证混合料拌和均匀；

5 拌和时宜适当增加含水率，对于稳定中、粗粒材料，混合料的含水率可高于最佳含水

率 0.5~1%；对于细粒材料，含水率可高于最佳含水率 1~2%，以保证混合料运到现场摊铺碾压时的含水量不小于最佳值。

6.2.21 水泥稳定集料的运输应符合下列规定：

1 水泥稳定类混合料运输宜采用自卸车，其数量应根据工程量和运距进行合理配备，装料前混合料运输车应清理干净，车厢内不得有杂物；

2 混合料从搅拌站运输至摊铺现场时应用篷布将厢体覆盖严密，直到摊铺前准备卸料时方可打开；

3 混合料的输运时间不宜超过 1h，超过 2h 时应作为废料处置；

4 运输道路路况应良好，避免运输车剧烈颠簸，以免混合料产生离析。

6.2.22 水泥稳定集料的摊铺与碾压应符合下列规定：

1 当其下层为稳定细粒材料时，摊铺前宜先将下层顶面拉毛或采用凸块式压路机碾压后再摊铺上层混合料；下层是中、粗粒材料时，应先将下层清理干净并洒铺水泥净浆后再摊铺上层混合料；

2 应采用摊铺功率不低于 120kw 的摊铺机或稳定材料摊铺机摊铺混合料；

3 宜采用多台摊铺机前后相距不大于 10m 并排同步向前推进摊铺混合料，对无法使用机械摊铺的超宽段，应采用人工同步摊铺、修整，并同时碾压成型，以减少纵向接缝数量；

4 在摊铺机后面应设专人消除粗细集料离析现象，及时铲除局部粗集料堆积或离析的部位，并用新拌混合料填补；

5 混合料的摊铺厚度、碾压遍数、机械行进速度及碾压机械的组合等，应根据选取的碾压机械及设计的碾压方法通过试验段确定；

6 碾压时应重叠 1/3~1/2 轮宽，后轮应碾压重叠段的接缝处；

7 碾压过程中，混合料的表面应始终保持湿润，如水分蒸发过快，应及时补洒适量的水分；若出现“弹簧”、松散、起皮等现象，应及时将该段混合料挖出，重新换填新料碾压；

8 为保证稳定土层表面不受损坏，严禁压路机在已完成的或正在碾压的地段上调头或急刹车；

9 混合料应尽可能缩短从加水拌和至碾压终了的延迟时间，延迟时间不应超过 2h。宜在水泥初凝前并应在试验确定的延迟时间内完成碾压；

10 各层混合料碾压完成后，其压实度应符合设计要求；

11 混合料摊铺时应保持连续，如中断时间超过 2h，应设置横向接缝。设置横向接缝时，摊铺机应驶离混合料末端，通过人工将末端混合料整平，紧靠混合料处放置与压实厚度相同

的方木，整平紧靠方木处的混合料，方木另一侧应支撑牢固以防碾压时方木移动，用压路机将混合料碾压密实。在重新摊铺混合料之前，将固定物及方木移去，并将四周清理干净。摊铺机返回到已压实层的末端，重新开始摊铺下一段的混合料；

12 摊铺形成纵向接缝时必须保证其垂直相接，严禁斜面搭接。在前一幅摊铺时靠中央的一侧用方木或钢模板做支撑，支撑高度与稳定土的压实厚度相同。养护结束后在摊铺另一幅之前，拆除支撑。

6.2.23 无机结合料稳定类基层之间的处理应符合下列规定：

- 1 在上层结构施工前，应将下层养生用材料彻底清理干净；
- 2 下层表面的浮浆应采用人工、小型清扫车以及洒水冲刷等方式清理干净，局部存在松散时应彻底清理干净；
- 3 下层清理后应尽量避免车辆行驶，并于其上层施工前 1~2h 撒布水泥或水泥净浆；
- 4 可采用上下基层连续摊铺施工的方式，每层施工应配备独立的摊铺和碾压设备，不得采用一套设备在上下结构层来回施工。

6.2.24 水泥稳定类基层的养生及交通管制应符合下列规定：

- 1 水泥稳定集料层碾压完成并经检查压实度合格后，应及时养生；
- 2 养生期不宜少于 7d，养生期宜延长至上层结构开始施工的前 2d（或养护至 14 天或 28 天）；
- 3 养生宜采取湿法养生，如用土工布、草帘、麻布袋覆盖并洒水，或铺设湿砂等。在整个养护期间应使覆盖层保持湿润状态，在干旱缺水地区也可采用不透水薄膜或乳化沥青养护；
- 4 养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外，严禁其他车辆通行；
- 5 养生结束后如需开放交通作为临时通道，应采取保护措施。

6.2.25 石灰粉煤灰稳定类、水泥粉煤灰稳定类的拌和与运输、摊铺与碾压、基层养生及交通管制除应符合本规范第 6.2.20~6.2.23 条的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1 拌和时土块最大粒径不应大于 15mm；粉煤灰块不应大于 12mm，且 9.5mm 和 2.36mm 筛孔的通过量应分别大于 95%和 75%；
- 2 石灰粉煤灰稳定类混合料堆放时间不宜超过 24h，水泥粉煤灰稳定类混合料堆放时间不宜超过初凝时间，宜在当天将其运到现场摊铺；
- 3 摊铺过程中发生粗、细集料离析时，应及时翻拌均匀或铲除离析料，并增补好料。

6.2.26 无机结合料稳定类基（垫）层施工质量应符合表 6.2.26 的规定。

表 6.2.26 无机结合料稳定类基层的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | | 检查方法和频率 |
|----|----------|-----|----------|---------|---|
| | | | 基层 | 垫层 | |
| 1 | 强度 | | 设计要求 | | 按 MH5007 规定 |
| 2 | 压实度 | | 设计要求 | | 按 MH5007 规定：每 2000 m ² 测 3 处 |
| 3 | 平整度 (mm) | | ≤8 | ≤12 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值： 每 2000m ² 测 1 处 |
| 4 | 高程 (mm) | | +5, -10 | +5, -15 | 水准仪：10m×10m 方格网控制 |
| 5 | 宽度 (%) | | ±1/1000 | | 尺量：每 100m 测 1 处 |
| 6 | 厚度 (mm) | 规定值 | -8 | -10 | 挖坑尺量或钻取芯样： 每 4000m ² 测 6 处 |

6.3 粒料类

6.3.1 粒料类材料包括块粒料（碎石土、砾石土）、砂砾石、级配碎（砾）石、级配砂砾等，施工时应根据设计要求确定各材料的适用部位。

【条文说明】块粒料（碎石土、砾石土）、砂砾石粒料类材料包括中粗砂、砂砾、碎石、山皮石等，均可用于垫层材料；级配碎（砾）石、级配砂砾可用于基层材料。

6.3.2 块粒料（碎石土、砾石土）、砂砾石垫层材料的选择应就地取材，其颗粒粒径、细长及扁平颗粒含量、液限及塑性指数等性能应符合设计要求。

6.3.3 块粒料（碎石土、砾石土）、砂砾石垫层铺筑垫层时，虚铺厚度、控制高程及宽度、压实后的高程、厚度、宽度和压实度均应符合设计要求。

6.3.4 级配碎（砾）石基层所用集料的质量和规格应符合第 6.2.6~6.2.7 条的相关规定

6.3.5 级配碎（砾）石基层材料的集料级配应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 级配碎（砾）石集料级配推荐范围 (%)

| 飞行区技术等级 | 飞行区技术指标II为 C、D、E、F | | 飞行区技术指标II为 A、B | |
|--|--------------------|--------|----------------|--------|
| 层位 | 垫层 | | 基层 | 垫层 |
| 通过 下列筛孔 (mm) 的 质量 百分率 (%) | 37.5 | — | | 100 |
| | 31.5 | 100 | | 90~100 |
| | 26.5 | 90~100 | 100 | 80~93 |
| | 19 | 70~86 | 79~88 | 64~81 |
| | 16 | 62~79 | 70~82 | 57~75 |
| | 13.2 | 54~72 | 61~76 | 50~69 |
| | 9.5 | 42~62 | 49~64 | 40~60 |
| | 4.75 | 25~45 | 30~40 | 25~45 |
| | 2.36 | 16~31 | 19~28 | 16~31 |
| | 1.18 | 11~22 | 12~20 | 11~22 |
| | 0.6 | 7~15 | 8~14 | 7~15 |
| 0.3 | — | 5~10 | — | |

| | | | | |
|--|-------|-----|-----|-----|
| | 0.15 | — | 3~7 | — |
| | 0.075 | 2~5 | 2~5 | 2~5 |

6.3.6 级配碎（砾）石基层材料的配合比设计应符合下列规定：

- 1 以工程实际使用材料为对象，根据相关规范及工程经验或按附录 B 的方法，构造 3~4 条试验级配曲线，通过标准击实试验确定最佳含水率和最大干密度；
- 2 结合现场施工压实标准成型标准试件，开展 CBR 强度试验和模量试验，确定工程使用的目标级配，及其相应的最佳含水率；
- 3 选定目标级配曲线后，对各档材料进行筛分，确定各档材料的平均筛分曲线以及相应的变异系数，并按 2 倍标准差计算各档材料的波动范围；
- 4 根据各档材料的平均筛分曲线，确定其实际比例，得到混合料合成级配，并开展 CBR 或模量试验，验证混合料性能；
- 5 计算实际生产中波动范围，并针对波动范围上、下限验证性能；调试和标定拌和设备，确保生产出的混合料满足目标级配的要求；按照确定好的施工参数进行第一阶段试拌，验证施工配合比下的级配，不满足要求时，应进一步调整施工参数；
- 6 在第一阶段试验的基础上进行二次测试，采用不同含水率试拌混合料并取样、试验；
- 7 混合料的含水率应根据施工配合比设计结果确定，并根据施工因素和气候条件增加 0.5~1.5 个百分点。

6.3.7 级配碎（砾）石基层材料的拌和应符合下列规定：

- 1 级配碎（砾）石混合料可采用强制式拌和机、卧式双转轴浆叶式拌和机或普通水泥混凝土拌和机等机械集中拌和；
- 2 不同粒径的碎石和石屑应分别堆放，石屑等细集料应有覆盖，防止雨淋；
- 3 在搅拌之前应调试搅拌设备，拌和应要求混合料配料准确、搅拌均匀、含水量达到规定要求。

6.3.8 级配碎（砾）石基层材料的运输、摊铺与碾压除应符合本规范第 6.2 节的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1 级配碎石碾压完成达到设计要求的压实度后，应适量洒水；
- 2 应对压实后的表面进行检查，视其缝隙情况撒布嵌缝料。

6.3.9 级配砂砾基层材料的运输、摊铺和碾压应符合下列规定：

- 1 集料用自卸汽车运到摊铺现场后，用平地机或其他合适的机具将混合料均匀地摊铺；
- 2 用平地机进行摊铺时，应先用洒水车洒水，使混合料的含水量均匀，无粗细颗粒离析

现象,以便后续进行碾压;

- 3 摊铺完成的混合料应按设计高程或坡度进行整平;
- 4 碾压前应洒水,使全部砂砾湿润,且不导致其层下翻浆。碾压过程中应保持砂砾湿润;
- 5 碾压施工应符合本规范第 6.2 节中的相关规定。

6.3.10 粒料类基(垫)层的施工质量应符合表 6.3.10 的规定。

表 6.3.10 粒料类基(垫)层的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | | 检查方法和频率 |
|----|----------|-----|----------|---------|---|
| | | | 基层 | 垫层 | |
| 1 | 压实度 | | 设计要求 | | 按 MH5007 规定:每 2000 m ² 测 3 处 |
| 2 | 平整度 (mm) | | ≤8 | ≤12 | 3m 直尺,连续 5 尺取最大值: 每 2000m ² 测 1 处 |
| 3 | 高程 (mm) | | +5, -10 | +5, -15 | 水准仪:10m×10m 方格网控制 |
| 4 | 宽度 (%) | | ±1/1000 | | 丈量:每 100m 测 1 处 |
| 5 | 厚度 (mm) | 规定值 | -8 | -10 | 挖坑丈量或钻取芯样: 每 4000m ² 测 6 处 |
| | | 极值 | -10 | -15 | |

6.4 水泥混凝土类

6.4.1 水泥混凝土类基层应符合设计要求及下列规定:

- 1 贫混凝土 7d 无侧限抗压强度不应低于 10MPa,碾压混凝土 7d 无侧限抗压强度不应低于 15MPa;
- 2 贫混凝土的水泥剂量宜不少于 170kg/m³,碾压混凝土的水泥剂量宜不少于 280kg/m³;
- 3 贫混凝土的集料公称最大粒径宜不大于 37.5mm,碾压混凝土的集料公称最大粒径宜不大于 26.5mm;
- 4 需要提高材料强度时,应优化混合料级配,并验证收缩性能、弯拉强度和模量等指标。

6.4.2 水泥混凝土类基层的原材料、配合比设计应符合第 6.2 节中相关内容的要求。

【条文说明】本规范中的水泥混凝土实际上为贫混凝土和碾压混凝土,其原料质量及规格要求应与水泥稳定类基层保持一致。

6.4.3 碾压混凝土的拌和、运输、摊铺、碾压及养生应符合第 6.2 节的相关技术要求。

6.4.4 贫混凝土的模板制作、安装、拌和及运输、铺筑、养生、拆模应符合《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》(MH 5006)的相关规定。

【条文说明】贫混凝土宜在不停航工程中航后施工段基层中使用。

6.4.5 碾压混凝土、贫混凝土的接缝施工应符合下列规定:

- 1 碾压成型后可采用预切缝措施；
- 2 预切缝宜与水泥混凝土面层接缝对齐，间距宜为 8~15m；
- 3 宜在养生的 3~5d 内切缝；
- 4 切缝深度宜为基层厚度的 1/2~1/3，切缝宽度约 5mm；
- 5 切缝后应及时洁理缝隙，并用热沥青填满。

6.4.6 水泥混凝土类基层的施工质量应符合表 6.4.6 的规定。

表 6.4.6 水泥混凝土类基层的质量要求

| 序号 | 检查项目 | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
|----|------------|-----|----------|---|
| 1 | 强度 | | 设计要求 | 按 MH5007 规定 |
| 2 | 压实度 | | 设计要求 | 灌砂法或水袋法：每 2000 m ³ 测 3 处 |
| 3 | 平整度（mm） | | ≤8 | 3m 直尺，连续 5 尺取最大值： 每 2000m ² 测 1 处 |
| 4 | 高程（mm） | | +5， -10 | 水准仪：10m×10m 方格网控制 |
| 5 | 宽度（%） | | ±1/1000 | 尺量：每 100m 测 1 处 |
| 6 | 厚度 （mm） | 规定值 | -8 | 挖坑尺量或钻取芯样： 每 4000m ² 测 6 处 |
| | | 极值 | -10 | |

7 特殊气候施工

7.1 一般规定

7.1.1 特殊气候条件下（高温、低温及多雨季节）施工时，应根据季节特点和施工现场的实际情况，制订合理的施工方案。

7.1.2 施工前应全面了解当地天气特点，施工过程中应关注极端天气，以便结合施工特点制定应急措施，避免灾害和事故发生。

7.2 低温施工

7.2.1 当连续 15d 昼夜平均气温在 0°C 以下进行施工时，属于低温施工；填料为石料、石质混合料和砾质混合料的土石方工程可进行低温施工，填料为土质混合料和土料的土石方工程、块粒料（碎石土、砾石土）垫层不宜进行低温施工，必须施工时，应采取低温施工措施。

7.2.2 当日平均气温低于 0°C 时，不得进行无机结合料稳定类基层的施工。当日平均气温连续 5d 低于 5°C 及以下时，属于低温施工；粒料类基（垫）层可进行低温施工，无机结合料稳定类、水泥混凝土类基层不宜进行低温施工，必须施工时，应采取低温施工措施。

7.2.3 低温下进行场地清理时应符合下列规定：

1 冻结前应完成场地清理，并立即采取保温措施防止表面冻结；若施工前已发生冻结，则应先融冰融雪后再作清理；

2 填筑前应将表层范围内的积雪和冰块清除干净；

3 对需要换填的区域，应选用适宜的填料回填并及时整平压实。

7.2.4 低温下进行土石方施工的过程中，应及时排除填筑体表面雨雪水及挖方工程中可能出现的地下水，防止其冻结影响填筑和压实质量。

7.2.5 低温下进行土石方填筑碾压时应符合下列规定：

1 飞行区道面影响区及边坡稳定影响区填料在符合本规范第 4 章规定的前提下，应选用透水性好的材料，同时不得采用含水率大的黏质土；

2 分层填筑时，每层松铺厚度应比试验段确定的正常值减少 20%~30%，且不得超过 300mm。同时应在当天完成碾压并达到设计压实度或固体体积率规定值；

3 中止填筑时，应对道面影响区及填方边坡影响区范围进行整平并覆盖防冻层，恢复施工时应将表层冰雪清除，并重新检测压实度，合格后方可继续填筑；

4 填筑至道床底面时，应在碾压密实后停止填筑，并覆盖防冻层，待冬季过后先进行复压，再分层填至设计高程。

7.2.6 低温下进行土石方开挖时，应符合下列规定：

1 开挖或爆破接近道床顶面时，应预留 1m 左右的覆盖层进行保温，并做好临时排水措施，待冬季过后再开挖至设计高程；

2 挖方边坡在开挖时应预留一定厚度的覆盖层，必要时应进行简易的临时防护，待到冬期过后再进行整平修坡。

7.2.7 低温下进行无机结合料稳定类基层施工时，应符合下列规定：

1 应对原材料进行覆盖，防止水分进入结冰，应对供水设备进行保温，以满足低温情况下的供水需求；

2 应加强对摊铺、碾压设备的维修及防冻工作，保证设备的正常运行；

3 应在温度不小于 5℃的白天进行施工、碾压，碾压时间段宜控制在每日上午 10 时至下午 3 时之间；

4 现场技术人员注意根据天气情况合理安排摊铺机的作业时间，压路机紧跟慢压，尽量在最短的时间内完成碾压任务；

5 覆盖塑料布及覆盖棉被应及时，并应在气温 0℃以上完成。

7.3 高温施工

7.3.1 当日平均气温高于 35℃时，不宜施工。当日平均气温高于 30℃施工时，应按本节规定采取高温施工措施。

7.3.2 在高温条件下，土石方填筑应注意补充水分，以保证压实时填料的含水量处于最佳含水率附近；挖方工程在开挖至道床顶面时，应进行适当洒水养护，并及时铺筑垫层或基层。

7.3.3 道面基（垫）层高温施工应符合下列要求：

1 应对水泥、石灰、粉煤灰以及粗、细集料等原材料采取必要的遮阳防晒措施；必要时，可对集料进行喷雾降温；

2 各类基层混合料的配合比设计除应符合本规范第 6 章的规定外，还应考虑环境温度、原材料温度、运输时间等因素对混合料性能的影响，调整施工配合比；

3 无机结合料稳定类、水泥混凝土拌合物出机温度不宜大于 30℃，入模（摊铺）温度

不应高于 35℃；

- 4 混合料摊铺或浇筑宜避开高温时段，且宜连续施工；
- 5 宜对模板、施工机具及施工作业面采用降温措施；
- 6 浇筑（摊铺）完成后应及时进行养护。

7.3.4 高温施工的质量检验应符合下列规定：

- 1 粗细集料的含水率检测不少于 1 次/班；
- 2 基层摊铺与养生时，应对施工环境温度检查不少于 4 次/日；
- 3 碾压混凝土、贫混凝土的浇筑入模温度，坍落度检查不少于 3 次/班。

7.4 雨季施工

7.4.1 雨季施工应及时掌握了解防汛信息，优化施工组织方案，提高施工效率。

7.4.2 施工前的准备工作应符合下列规定：

- 1 应提前获取气象预报资料，做好防范自然灾害的准备工作；
- 2 应提前准备必要的防洪抢险器材、机具及遮盖材料，对水泥、石灰等原材料应有防雨防潮，对施工机械应有防止洪水淹没等措施；
- 3 施工场地和生活区应设置临时排水设施；
- 4 应制定安全用电规程；
- 5 拌和楼等应有防雷措施。

7.4.3 雨季施工的工作面不宜过大，宜分片、逐段施工。

7.4.4 雨季土石方施工的临时排水应符合下列规定：

- 1 雨季施工应综合规划，合理设置现场防排水系统，及时引排施工作业面的降水；
- 2 挖方边坡坡底以及一定汇水面积内应设置截水沟，将雨水引入临时排水系统。

7.4.5 雨季场地清理时，应在雨季前将场地内的孔洞、坑洼处填平压实，并整修形成排水坡度，以消除场地内的积水。

7.4.6 雨季土石方填筑时应符合下列规定：

- 1 各类填料在填筑前应采取防雨覆盖；
- 2 飞行区道面影响区及边坡稳定影响区填料应选用透水性好的材料，含水率过大且难以晾晒的土不得用作雨季施工填料；
- 3 填筑时各个区域每层的碾压完成面应设一定的排水坡度：道面影响区坡度宜不小于 1%，填方边坡影响区坡度宜不小于 1.5%，土面区坡度宜不小于 2%；

4 碾压时应防止出现翻浆或弹簧土现象，特别是在雨季施工时，应集中力量分段填土碾压。填土应加强临时排水设施。如发现翻浆或弹簧土现象时，应采取下列措施处理：

- (1) 成片翻浆或弹簧土地段，在地下水位较高地区时，应在适当位置设盲沟；
- (2) 当填筑体在冰冻线内，处理局部翻浆或弹簧土时，应与设计单位研究处理措施。

【条文说明】对于填料的含水率控制，具体建议如下：土料过干时须洒水，过湿时应适当晾晒。在土壤自然含水量合适的条件下，应尽可能做到随挖、随运、随填、随平和随压，以免风吹日晒过干成块或遇雨过湿，给压实工作带来困难。雨季施工中每日收工前应将已填土方平整压实，防止表面积水或雨水渗入。

7.4.7 雨季土石方开挖时应符合下列规定：

- 1 开挖或爆破至道床顶面 1m 左右时，应停止开挖，并在边坡底部及场地内设置临时截水沟及排水沟，待雨季过后再开挖至设计高程；
- 2 挖方边坡在开挖时应预留一定厚度的覆盖层，并在两侧挖好临时排水沟，待雨季过后再施工；
- 3 雨季挖方区爆破岩石时，炮眼宜水平设置。

7.4.8 雨季道面基（垫）层施工时应符合下列规定：

- 1 基层摊铺不得暴露在雨天施工，不得不施工时，应采取挡雨措施，尽量缩短各工序作业的时间间隔，作业完成后及早覆盖养生；
- 2 混合料在运输过程中应有防雨、遮盖措施；
- 3 应及时测定集料的含水量，并调整混合料施工配合比。

8 绿色施工与安全

8.1 一般规定

8.1.1 土石方及道面基（垫）层施工应倡导和遵循资源节约、环境友好的绿色施工理念，严格执行国家和民航行业有关绿色施工的标准、规范。

8.1.2 施工期间应严格执行国家和民航行业有关施工安全的标准、规范，保障人员、设备等安全。

8.1.3 宜倡导借助数字化、信息化、智能化的施工技术手段开展相关工程的监测及动态控制，在确保施工质量的同时保障施工安全、提升施工效率。

8.2 绿色施工

8.2.1 土石方及道面基（垫）层施工前应对施工现场条件进行调查，根据国家相关法规和技术标准，结合设计要求编制绿色施工专项方案，实现节能减排和环境保护。

8.2.2 土石方工程中的土方调配应符合下列原则：

- 1 在满足土石方挖填平衡的基础上，优化调配方案，减少临时施工措施与运输距离；
- 2 将原地表的耕植土和腐殖土等用于复绿以减少弃土；
- 3 当场地存在污染土时，应按相关规定进行专门堆存并进行处理；
- 4 分标段施工时，取土场及弃土场的位置应统一指定，并协同施工。

8.2.3 排水施工应遵循永临结合的原则，处理好临时排水系统与永久排水系统之间的衔接，并符合下列规定：

- 1 沟槽开挖时应确保下游临时排水通畅，不可直接开挖形成积水槽或坑；
- 2 临时排水系统形成后，可开始永久排水工程以及道面附属等工程的施工，永久排水沟应从上游或重要构筑物附近开始施工；
- 3 永久排水按照工程进度计划，逐步、分段接入临时排水系统中，每段永久排水沟接入时，应在确保系统排水通畅后方可废弃对应段的临时排水沟，直到永久排水沟完全替代临时排水沟。

8.2.4 道面基（垫）层工程施工应加强模板周转材料、土工布、养护材料等周转材料的管理，提高其周转率。同时应充分考虑旧料废料的再生利用。

【条文说明】废料的再生利用方面，在改扩建工程中，拆除的旧道面可就地再生，旧道面的面层破碎后可用作新道面基层的集料，旧道面的水稳层破碎后可用作新道面的下基层集料或垫层等。

8.2.5 可利用场内临时排水设施以及边坡坡面排水系统收集的雨水用于绿化浇灌、施工洒水降尘，经检测合格后亦可用于基层施工。

8.2.6 土石方施工中的扬尘处理应符合下列规定：

- 1 应在填筑完成后平整夯实，并尽快覆盖或进行上部结构的施工；
- 2 边施工边适当洒水，必要时增加洒水次数，并增设专人清扫和管理；

8.2.7 条件允许时宜采用新能源、低排放的机械和设备进行施工。

8.2.8 在施工过程中应减少对生态环境的破坏，降低对环境的污染。施工完成后应及时清理各种施工垃圾，做到工完场清。

【条文说明】施工过程中还应从噪声污染、空气污染、生物保护、文物保护等各个方面做好环境保护的相关工作。

8.3 施工安全

8.3.1 施工前施工单位应按照安全生产规章制度的要求，编制安全生产专项施工方案及安全生产事故应急预案，并针对重要及大型施工设备及器械制定相应的安全操作规程。

8.3.2 施工前应对各种安全隐患进行识别和评估，并应在施工过程中有针对性地采取各种有效措施，预防事故发生。对于危险性较大的分部、分项工程，施工单位应编制安全施工专项方案；对于超过一定规模的危险性较大的分部、分项工程，施工单位应编制安全施工专项方案，并组织专家论证会进行论证。

8.3.3 在改扩建土石方工程施工前应掌握施工影响范围内的既有结构物、设施、地下和空中的各种管线情况，制定相应的安全保障措施（包括净空安全管理）。

8.3.4 施工前应逐级进行安全技术交底，并对施工现场、机具设备及安全防护设施全面检查，符合安全条件时方可正式施工。

8.3.5 施工中的各种作业（如爆破等）应符合国家现行相关安全标准的规定，并设置相应的警戒区。

8.3.6 施工中作业区域内的防护、警示和引导等安全标志应醒目。夜间施工应设置警示灯或反光标志，施工场地规划及临时设施设置应符合安全施工的要求，并设专人管理维护，随时检查，以保证其完整性和有效性。

8.3.7 施工人员应按规定正确使用安全防护用品和用具，并定期更换。

8.3.8 施工过程中应加强运输车辆、起重设备等施工机械的安全管理，避免发生机械伤害事故。

8.3.9 施工现场临时用电、消防应符合相关规范的安全要求。

【条文说明】施工临时用房、临时设施、生产区、办公区的防火间距应符合现行《建设工程施工现场消防安全技术规范》(GB 50720)的相关要求；施工场地和生活区域应按国家有关规定配置消防设施和器材，设置消防安全标志；施工现场的临时用电应符合现行《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90)的相关规定。

8.3.10 同一工点有多个单位同时施工或者不同专业交叉作业时，应共同拟定现场安全技术措施，签订安全生产管理协议。

8.3.11 强夯施工安全应符合下列要求：

1 每班作业前必须检查自动脱钩装置、平衡支架、钢丝绳及连接杆件等有无变形和损伤，如有异常情况应及时予以处理；

2 吊车移动和停置的地面应大致平整、坚实，严禁荷锤行走。吊车停置就位时，应检查基坑边坡的稳定性，距离边缘太近要加固；

3 重锤起吊后，严禁人员从吊杆及锤下方通过或紧靠吊车周围站立。当重锤上升接近脱钩高度时，吊车司机注意力要高度集中。重锤脱钩的同时，吊车要停止卷扬。重锤升到规定高度不能脱钩时，指挥人员必须立即发出停车信号，并将重锤缓慢放下，待判明原因后进行处理。重锤上升中途不得急刹车和紧急落锤，以免吊车倾覆；

4 当吊钩仍处于较大摆动时，挂钩人员不得上锤顶作业。挂钩必须挂牢固、卡紧，并注意检查脱钩钢丝绳等是否有死结或缠绕在其它物件上；

5 若夯坑底部倾斜、需要填土整平时，重锤吊离地面高度不得大于 1m，并待重锤停稳后方可填土。填土时不得将脚、手及铁锹等伸进重锤底下，防止重锤下落伤人；

6 吊车操作室风挡玻璃前应增设一面钢丝防护网或防护罩；

7 必须保证临近强夯区的房屋建筑及其它设施的安全。当安全距离不能满足要求时，应采取设置隔振沟或其它行之有效的防振或隔振措施。

8.3.12 高填方及软土地区土石方工程应分别制定施工期和工后的监测方案，以保证施工安全。

8.3.13 边坡防护工程施工安全应符合下列规定：

1 严禁挖方边坡大爆破、大开挖；

2 每处坡面防护应设置检修通道及必要的扶栏；

3 严禁在挖方边坡坡顶附近及边坡平台上堆积集中荷载。

8.3.14 为确保施工过程的安全，在土石方工程中需对下列对象进行监测：

- 1 原地基沉降；
- 2 填筑体分层沉降、表面沉降；
- 3 边坡的表面位移和内部位移，支护结构位移和应力；
- 4 基层表面沉降；
- 5 孔隙水压力和地下水位。

8.3.15 原地基沉降监测应符合《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027）的规定，高填方地基变形监测和高填方边坡监测应符合《民用机场勘测规范》（MH/T 5025）的规定，挖方边坡和支护结构监测应符合《建筑边坡工程技术规范》（GB 5030）的规定。

8.3.16 应根据工程的复杂程度及规格，在重要部分适当加密监测点，监测过程中应做好相关记录，如遇变形速率增大、暴雨、地震及其他意外情况，应及时加密监测频率。

8.3.17 不停航施工前，施工单位应对施工区域的现状管线进行充分调研，并编制不停航施工方案。

附录 A 开挖难易程度分级标准

A.0.1 按土石开挖难易程度，将土石划分为八类，如表 A.0.1 所示。

表 A.0.1 土石类别分级标准

| 土的分类 | 土的级别 | 土的名称 | 坚实系数 f | 干密度 (kg/m^3) | 开挖方法及工具 |
|---------------|---------|--|-------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 一类土 (松软土) | I | 砂土、粉土、冲积砂土层；疏松的种植土、淤泥（泥炭） | 0.5~0.6 | 600~1500 | 用锹、锄头挖掘，少许用脚蹬 |
| 二类土 (普通土) | II | 粉质黏土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；粉土混卵（碎）石；种植土、填土 | 0.6~0.8 | 1100~1600 | 用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松 |
| 三类土 (坚土) | III | 软及中等密实度粘土；重粉质粘土、砾石土；干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质粘土；压实的填土 | 0.8~1.0 | 1750~1900 | 主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍 |
| 四类土 (砂砾坚土) | IV | 坚硬密实的粘性土或黄土；含碎石、卵石的中等密实的粘性土或黄土；粗卵石；天然级配砂石；软泥灰岩 | 1.0~1.5 | 1900 | 整个先用镐、撬棍，后用锹挖掘，部分用楔子及大锤 |
| 五类土 (软石) | V~VI | 硬质粘土；中密的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软石灰岩及贝壳石灰岩 | 1.5~4.0 | 1100~2700 | 用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法 |
| 六类土 (次坚石) | VII~IX | 泥岩、砂岩、砾岩；坚实的页岩、泥灰岩、密实的石灰岩；风化花岗岩、片麻岩及正长岩 | 4.0~10.0 | 2200~2900 | 用爆破方法开挖，部分用风镐 |
| 七类土 (坚石) | X~XIII | 大理岩；辉绿岩；玢岩；粗、中粒花岗岩；坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩；微风化安山岩、玄武岩 | 10.0~18.0 | 2500~3100 | 用爆破方法开挖 |
| 八类土 (特坚土) | XIV~XVI | 安山岩；玄武岩；花岗片麻岩；坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩、角闪岩 | 18.0~25.0以上 | 2700~3300 | 用爆破方法开挖 |

注：土的密实度试验宜采用重型击实法或振动成型法，表中干密度对应的击实方法为重型击实法，若采用振动成型法，其干密度约为重型击实法下干密度的 1.04 倍。

附录 B 无机结合料稳定材料级配设计

B.0.1 无机结合料稳定中、粗粒材料，级配碎石或砾石材料的级配宜采用粗集料断级配的方式构成。

B.0.2 粗集料间断级配宜以级配的公称最大粒径及其通过率、4.75mm 及其通过率和 0.075mm 及其通过率为 3 个控制点。

B.0.3 粗集料间断级配应由从公称最大粒径到 4.75mm 的粗集料级配曲线和 4.75~0.075mm 的细集料级配曲线构成。

B.0.4 宜采用下列数学模型分别构造粗、细集料级配曲线。

1 幂函数模型为：

$$y = ax^b \quad (\text{B.0.4-1})$$

2 指数函数模型为：

$$y = a + be^{bx} \quad (\text{B.0.4-2})$$

3 对数函数模型为：

$$y = a \ln x + b \quad (\text{B.0.4-1})$$

式中：y——通过率(%)；

x——集料粒径(mm)；

a、b——回归系数。

B.0.5 应按设定的混合料级配的公称最大粒径及其通过率和 4.75mm 及其通过率，计算粗集料级配曲线的 a、b 系数，构造粗集料级配曲线。

B.0.6 应按设定的混合料级配的 4.75mm 及其通过率和 0.075mm 及其通过率，计算细集料级配曲线的 a、b 系数，构造细集料级配曲线。

B.0.7 应按两条级配曲线分别计算各筛孔通过率，完成级配的设计。

标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 本规范中指定按其他有关标准、规范或其他相关规定执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……的规定执行”。非必须按所指定的标准、规范和其他规定执行时，写法为“可参照……”。

引用标准名录

本次修订参考和借鉴了目前民航、公路、铁路以及建筑工程行业与土石方及道面基（垫）层工程相关的最新规范，具体如下：

- [1] 《民用机场高填方技术规范》（MH/T5036-2017）
- [2] 《民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准》（MH5007-2017）
- [3] 《民用机场岩土工程设计规范》（MH/T 5027-2013）
- [4] 《民用机场水泥混凝土面层施工技术规范》（MH5006-2015）
- [5] 《民用机场沥青道面施工技术规范》（MH/T 5011-2019）
- [6] 《军用机场场道工程施工及验收规范》（GJB 1112A-2004）
- [7] 《民用机场沥青道面设计规范》（MH/T 5010-2017）
- [8] 《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T 5004-2010）
- [9] 《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）
- [10] 《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）
- [11] 《高速铁路路基施工技术指南》（铁建设[2010]241号）
- [12] 《强夯地基处理技术规程》（CECS 279：2010）
- [13] 《高填方地基技术规范》（GB 51254-2017）
- [14] 《砌体结构工程施工质量验收规范》（GB50203-2011）
- [15] 《砌体结构工程施工规范》（GB50924-2014）
- [16] 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）
- [17] 《工程测量标准》（GB/T 50026-2019）
- [18] 《公路工程质量检验评定标准（第一册 土建工程）》（JTG F80-1-2017）
- [19] 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB 50202-2018）
- [20] 《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）
- [21] 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）
- [22] 《建筑施工土石方工程安全技术规范》（JGJ180-2009）
- [23] 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）
- [24] 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG E51-2009）

- [25] 《公路土工试验规程》(JTG E40-2007)
- [26] 《现浇泡沫混凝土应用技术规程》(DB/T29-215-2013)
- [27] 《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1-2008)
- [28] 《工程建设施工企业质量管理规范》(GB/T 50430)
- [29] 《施工企业安全生产管理规范》(GB 50656)

