

上海市工程建设规范

人造山工程技术标准

Technical specification for artificial hill project

DG/TJ 08—2358—2021

J 15743—2021

主编单位：上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2021年9月1日

同济大学出版社

2021 上海

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定〔2021〕244号

上海市住房和城乡建设管理委员会 关于批准《人造山工程技术标准》 为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司主编的《人造山工程技术标准》，经我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08-2358—2021，自 2021 年 9 月 1 日起实施。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司负责解释。

特此通知

上海市住房和城乡建设管理委员会

二〇二一年四月十二日

前 言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发〈2018年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划〉的通知》(沪建标定〔2017〕898号)的要求,由上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司会同有关单位经广泛调查研究,认真总结实践经验,参照国内外相关标准,并在反复征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要内容有:总则;术语和符号;基本规定;岩土工程勘察;景观设计;山体地基设计;山体填筑设计;空腔结构设计;山体土建施工;园林景观施工;监测;质量检验与验收。

各单位及相关人员在执行本标准过程中,如有意见和建议,请反馈至上海市绿化和市容管理局(地址:上海市胶州路768号;邮编:200040;E-mail:kjxxie@lhsc.sh.gov.cn)、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司(地址:上海市东方路3447号;邮编:200125;E-mail:rxsh@sbz@suedn.com)、上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市小木桥路683号;邮编:200032;E-mail:shgchz@163.com),以供今后修订时参考。

主 编 单 位:上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司

参 编 单 位:同济大学

河海大学

上海勘察设计院(集团)有限公司

上海申元岩土工程有限公司

上海市园林工程有限公司

上海桃浦智创城开发建设有限公司

上海市绿化管理指导站

上海市绿化和市容(林业)工程管理站

主要起草人员:高炜华 徐一峰 姜 弘 蒋应红 徐宏跃
项培林 刘伟杰 高彦斌 杨石飞 梁永辉
陈永辉 蒋益平 叶素芬 刘 隰 肖建庄
邓玮琳 袁天天 随 晋 陈 龙 朱振清
刘静德 梁振宁 廖 辉 向 珂 赵 剑
王本耀 周艺峰 李德成 黄天荣 王 磊
徐先坤 蒋维刚 张青天
主要审查人员:丁文其 叶观宝 王 瑛 还洪叶 张子新
余 毅 朱火根 周慧安

上海市建筑建材业市场管理总站

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	6
4	岩土工程勘察	8
4.1	一般规定	8
4.2	勘察工作量	9
4.3	勘察成果文件	11
4.4	环境调查	11
5	景观设计	13
5.1	一般规定	13
5.2	地 形	14
5.3	种 植	14
5.4	园路、休息平台、洞穴	15
5.5	支挡结构、护栏	15
5.6	假山、驳石、置石	16
5.7	瀑布、溪流、天池	16
5.8	园林建筑、园林建筑小品	16
5.9	给排水	17
5.10	电 气	17
6	山体地基设计	18
6.1	一般规定	18
6.2	变形计算	19

6.3	稳定性计算	21
6.4	排水固结	26
6.5	浅层处理	26
6.6	复合地基	27
7	山体填筑设计	30
7.1	一般规定	30
7.2	填筑材料	30
7.3	山体填筑	32
7.4	边坡	34
8	空腔结构设计	36
8.1	一般规定	36
8.2	荷载分类与荷载组合	37
8.3	建筑材料	38
8.4	结构分析及计算	39
8.5	结构防水	42
8.6	耐久性	42
9	山体土建施工	44
9.1	一般规定	44
9.2	地基处理	44
9.3	山体填筑	46
9.4	空腔结构	49
10	园林景观施工	51
10.1	一般规定	51
10.2	种植土土方	51
10.3	园林小品	53
10.4	园林绿化	53
11	监测	55
11.1	一般规定	55
11.2	监测项目	56

11.3	监测点布置	57
11.4	监测方法及技术要求	58
11.5	监测频率及报警值	60
11.6	监测成果与信息反馈	61
12	质量检验与验收	62
12.1	一般规定	62
12.2	地基处理与山体填筑	62
12.3	空腔结构	65
12.4	园林景观	67
附录 A	几种荷载的竖向附加应力系数	68
	本标准用词说明	71
	引用标准名录	72
	条文说明	75

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	6
4	Geotechnical investigation	8
4.1	General requirements	8
4.2	Layout of geotechnical investigation	9
4.3	Geotechnical investigation report	11
4.4	Investigation of surroundings	11
5	Landscape design	13
5.1	General requirements	13
5.2	Microtopography	14
5.3	Planting	14
5.4	Garden road, platform and cave	15
5.5	Retaining structure, guardrail	15
5.6	Rockery, revetment and purchase stone	16
5.7	Waterfalls, streams, lakes	16
5.8	Garden architecture	16
5.9	Water supply and drainage	17
5.10	Electrical system	17
6	Foundation treatment design	18
6.1	General requirements	18
6.2	Foundation deformation calculation	19

6.3	Foundation stability analysis	21
6.4	Drainage treatment	26
6.5	Shallow ground treatment	26
6.6	Composite foundation	27
7	Filling design of artificial hill	30
7.1	General requirements	30
7.2	Filling materials	30
7.3	Filling	32
7.4	Filled slope	34
8	Design of cavity structures	36
8.1	General requirements	36
8.2	Classification and combination of loads	37
8.3	Construction Materials	38
8.4	Structural analysis and calculation	39
8.5	Waterproofing design	42
8.6	Durability requirements	42
9	Civil construction of artificial hill	44
9.1	General requirements	44
9.2	Construction of ground treatment	44
9.3	Filling construction	46
9.4	Construction of cavity structure	49
10	Construction of landscape engineering	51
10.1	General requirements	51
10.2	Earthworks construction	51
10.3	Small landscape architecture civil construction	53
10.4	Plant construction	53
11	Monitoring	55
11.1	General requirements	55
11.2	Monitoring items	56

11.3	Layout of monitoring points	57
11.4	Monitoring methods and technical requirements	58
11.5	Monitoring frequency and warning values	60
11.6	Monitoring results and information feedback	61
12	Inspection and acceptance of constructional quality	62
12.1	General requirements	62
12.2	Ground treatment and artificial hill filling	62
12.3	Cavity structures	65
12.4	Landscape	67
Appendix A	Several different types of vertical additional stress coefficients	68
	Explanation of wording in this standard	71
	List of quoted standards	72
	Explanation of provisions	75

1 总 则

1.0.1 为规范人造山工程建设,提高人造山工程建设质量,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于本市新建与改建的人造山工程的勘察、设计、施工、监测、质量检验与验收。

1.0.3 人造山工程建设应做到安全适用、技术先进、经济合理,与周边环境相协调。

1.0.4 人造山工程建设除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 人造山 artificial hill

在原地面上,按照一定的技术要求用填料填筑或结构物构筑,填料或结构物的表层主要用种植土、植被或其他天然材料覆盖,山体高度高于原地面平均高程 4 m 及以上,形成具有生态、景观、休闲活动等功能的仿自然山体。

2.1.2 山体填筑 artificial hill filling

人造山表层以下部分采用土、建筑材料等分层填筑、压实而成的山体建造方法。

2.1.3 山体构筑 artificial hill construction

人造山表层以下部分形成空间结构并在结构外围采用填料填筑覆盖的山体建造方法。

2.1.4 山体最不利滑动面平均坡度 the average slope of the most unfavorable sliding surface of the hill

稳定安全系数最小的滑动剖面所对应的山体垂直高度和水平投影的比值。

2.1.5 人造山起坡线 intersection line of artificial hill with ground surface

人造山设计坡面与原地面的相交线。

2.1.6 山体高度 height of the hill

山顶最高点与原地面之间的高差。

2.1.7 微地形 microtopography

在人造山山体填筑或构筑完成后,在山体表面营造高差变化一般在2 m以内的地表地形起伏,为植物种植、园路布置及休闲活动等功能创造条件。

2.1.8 假山 man-made rockery

用自然山石或玻璃纤维强化水泥、碳纤维增强混凝土等复合材料构筑而成的模拟自然山体。

2.1.9 置石 stone

以自然山石或碳纤维增强混凝土等材料作独立或附属性的造景布置,主要模仿自然露岩景观、体量较小而分散的石块。

2.1.10 驳石 revetment stone

用于挡土或水体驳岸的呈带状布置的砌石组合。

2.1.11 空腔结构 cavity structure

人造山体表层以下山体,为减轻山体荷载或满足其他使用功能要求、具有一定封闭程度的空间结构。

2.1.12 人造山占地面积 cover space of artificial hill

人造山起坡线围合内的水平投影面积。

2.2 符 号

b ——土条的宽度;

φ_0 ——土的黏聚力和内摩擦角;

φ'_0 ——土的有效黏聚力和有效内摩擦角;

D ——结构埋置深度;

E_s ——土的压缩模量;

E_{sc} ——桩土复合模量;

e_0 ——土的有效自重应力 σ'_{v0} 所对应的孔隙比;

e_1 ——土的有效自重应力 σ'_{v0} 与竖向附加应力 $\Delta\sigma_z$ 之和所对应的孔隙比;

- F_s ——地基稳定安全系数；
 H ——山体高度；
 h ——地基中各分层的初始厚度；
 i ——山体坡度；
 j ——竖向集中荷载个数；
 k ——压缩层内土层分层数；
 L ——滑动面的长度；
 L_i ——滑动面穿过土条的长度；
 M_R ——各种抗滑措施提供的绕滑动圆弧圆心的抗滑力矩；
 m ——置换率；
 n ——桩土应力比；
 P_A, P_p ——作用于滑动体两侧的主动土压力和被动土压力；
 p_0 ——山体中心处的荷载；
 Q_i ——附加应力计算中竖向集中荷载的大小；
 q ——总填土荷载；
 q_u ——无侧限抗压强度；
 R ——圆弧滑动面的半径；
 R_i ——竖向附加应力计算中点与竖向集中荷载作用点连线长度；
 S ——地基沉降；
 s ——地基固结沉降；
 s_f ——地基最终沉降；
 $s(t_p)$ ——施工结束时的地基沉降；
 $s(t)$ ——任一时刻的地基沉降；
 s_p ——地基工后沉降；
 s_u ——软黏土的不排水抗剪强度；
 T_i ——土条滑动面上的剪应力；
 $\bar{U}$ ——地基平均固结度；
 u_i ——土中孔隙水压力；

W_i ——土条的重力；

z ——竖向附加应力计算点的深度；

α ——土条的滑动面与水平面的夹角；

α_s ——竖向附加应力系数；

γ_p ——碎(砂)石料的重度；

Δq ——填土荷载量；

Δs_u ——滑动体重力作用下软弱夹层的固结强度增长；

$\Delta \delta$ ——荷载作用下地基水平位移增量；

$\Delta \sigma_s$ ——竖向附加应力；

β_s ——山体地基变形控制值；

δ_h ——山体坡脚附近侧向水平位移；

μ_p ——应力集中系数；

σ_N ——总应力表示的剪切面上的正应力；

σ'_N ——有效应力表示的剪切面上的正应力；

σ_{so} ——土的有效自重应力；

τ_i ——土的抗剪强度；

τ_p ——桩体抗剪强度；

τ_s ——地基土抗剪强度；

τ_{sp} ——桩土复合抗剪强度；

φ_p ——碎(砂)石料的内摩擦角；

ψ_s ——沉降经验系数。

3 基本规定

3.0.1 人造山岩土工程勘察应收集场地地形、地貌、工程和水文地质、管线及地下设施等资料；在分析和利用已有资料的基础上，根据不同勘察阶段、人造山规模、地基土的特点，宜与其他建（构）筑物兼顾，综合确定勘察方案。

3.0.2 人造山设计前应进行环境调查工作。

3.0.3 人造山选址应符合上位规划要求，充分利用场地特征，因地制宜构建山体形态。宜避让场地内各类重要地下设施，宜布置在现状场地高处。

3.0.4 人造山建设应根据总体布置、周边环境、地质条件、填筑材料、建设周期及投资等因素，综合分析确定建设方案。

3.0.5 绿地工程项目建议时应根据上位规划，初步确定人造山的功能、选址、占地面积和山体高度。

3.0.6 绿地工程可行性研究应分析人造山中的活动功能、景观特色和生态效益，需根据绿化景观总体布置，综合建设周期、周边环境、地质条件、填筑材料、空腔结构利用等因素，对人造山做多方案比选，形成功能合理、经济适用的推荐方案。推荐方案应包括人造山的形态方案、山体填筑（或构筑）方案、地基处理方案及山体景观布置方案等内容。

3.0.7 山体填筑应分层填筑、分层压实、分层检测，且应满足密实、均匀和稳定的要求。

3.0.8 人造山工程设计、施工过程中，宜采用地理信息系统（GIS）和建筑信息模型化（BIM）等技术。

3.0.9 人造山应按其破坏后可能造成的破坏后果严重性、环境要求、山体高度和山体最不利滑动面平均坡度等因素，根据表 3.0.9 确

定安全等级。

表 3.0.9 人造山安全等级

环境要求	山体高度 $H(m)$	山体最不利滑动面平均坡度 i	破坏后果	安全等级
山体下部及 周边无重要管 线、建(构)筑 物,且周边环 境对变形无 要求	$H \geq 12$	$i \geq 1:3$	很严重	一级
		$1:4.5 < i < 1:3$	很严重	一级
			严重	二级
	$8 < H < 12$	$i < 1:4.5$	严重	二级
		$i \geq 1:3$	很严重	一级
		$1:4.5 < i < 1:3$	很严重	一级
			严重	二级
	$H \leq 8$	$i < 1:4.5$	严重	二级
		$i \geq 1:3$	很严重	一级
		$1:4.5 < i < 1:3$	很严重	一级
山体下部及 周边有重要管 线、建(构)筑 物或周边环境 对变形有要求	$H \geq 12$	$i \geq 1:3$	很严重	一级
		$1:4.5 < i < 1:3$	很严重	一级
			严重	二级
	$8 < H < 12$	$i \geq 1:3$	很严重	一级
		$1:4.5 < i < 1:3$	很严重	一级
			严重	二级
		$i < 1:4.5$	严重	二级
	$H \leq 8$	$i \geq 1:3$	很严重	一级
		$1:4.5 < i < 1:3$	很严重	一级
		$i < 1:4.5$	严重	二级

注:当存在下列情况之一时,人造山的安全等级宜提高一级:

1. 填筑速率较快的山体。
2. 邻近湖泊、河道的山体。

3.0.10 人造山工程应开展动态设计和第三方监测。

4 岩土工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 人造山岩土工程勘察可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段。各阶段勘察工作应符合下列要求：

1 可行性研究勘察应对拟选场地的稳定性和适宜性作出评价，并为建设方案的比选提供依据。

2 初步勘察应针对人造山体填筑设计方案，结合地貌单元，初步查明场地的工程地质和水文地质条件。

3 详细勘察应针对人造山体填筑设计方案、施工方案，详细查明建设场地的工程地质、水文地质条件，提供地基土物理力学指标和岩土设计参数；结合人造山体的特征及施工方案对场地作出分析和评价，提出适宜的技术措施及建议。

4.1.2 各阶段勘察可根据已有的工程地质资料或工程经验简化勘察阶段。遇异常情况或为解决设计、施工中特殊岩土工程问题，可进行专项勘察或施工勘察。

4.1.3 人造山体工程建(构)筑物等级宜根据山体高度划分，山体高度大于等于 8 m 宜为一级，其余宜为二级。

4.1.4 地基土定名、分类应符合现行上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37 的有关规定。

4.1.5 勘察方法应符合下列规定：

1 勘探孔以取土孔、取土标贯孔和静力触探为主，不宜采用鉴别孔。

2 原位测试孔数量宜占勘探孔总数的 1/2~2/3。

3 其他原位测试应根据岩土条件、地基基础设计的需要和测试方法的适用性等综合确定。

4.1.6 场地土类型划分、建筑场地类别划分、地基土液化判别应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011) 和现行上海市工程建设规范《建筑抗震设计规程》(DGJ 08—9) 的有关规定。

4.2 勘察工作量

4.2.1 可行性研究勘察以搜集、分析既有资料为主。当不能满足本阶段勘察要求时,可进行必要的勘察工作。勘察工作量布置应符合下列规定:

- 1 勘探孔间距宜为 500 m~800 m。
- 2 当存在比选方案时,比选场地宜布置相应勘察工作量。
- 3 勘探孔深度应满足地基处理沉降计算要求,且应穿越浅部软弱土层;当堆土高度大于 3 m 时,勘探孔宜进入深部中密或密实粉土或砂土等中低压塑性土层不少于 3 m。

4.2.2 初步勘察工作量布置应符合下列规定:

- 1 勘探孔间距宜为 100 m~200 m,宜采用网格状或梅花状布置。
- 2 勘探孔宜为控制性孔,勘探孔深度应满足地基处理沉降计算要求,且应穿越浅部软弱土层。
- 3 查明场地明/暗浜(塘)等不良地质现象分布情况,并根据暗浜(塘)分布范围布置静力触探孔,孔深应进入正常沉积土层不少于 0.5 m。

4 针对场地内分布的明浜(塘),应测量河床断面,查明淤泥厚度。

4.2.3 详细勘察工作量布置应符合下列规定:

- 1 勘察的平面范围宜扩展到人造山体区外围 2 倍~3 倍山体高度,宜选择代表性的山体边坡形态及土层布置横断面,土层

变化较大时宜增加横断面。

2 勘探孔平面布置宜根据土层均匀性、山体高度和地基处理方案综合确定,宜按表 4.2.3 确定勘探孔孔距。

表 4.2.3 详细勘察阶段的勘探孔孔距

山体高度(m)	勘探孔孔距(m)
$4 \leq H < 8$	40~60
$H \geq 8$	30~40

注:1. 当场地地基土分布较复杂、影响设计方案时,宜适当加密勘探孔。

2. 山体内部存在空腔结构时,山体高度应进行折算。

4.2.4 详细勘察勘探孔深度应符合下列规定:

1 宜根据山体高度、填筑材料和地基处理深度综合确定;当人造山体采用刚性桩进行地基处理时,勘探孔深度应根据桩基要求确定。

2 一般性孔深应满足地基处理方案要求,且应穿过淤泥质土或流塑土层进入下部土层不小于 5 m。

3 控制性孔深应满足地基处理沉降计算要求。

4.2.5 场地控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。

4.2.6 除应进行固结快剪试验、压缩试验外,尚宜进行下列室内试验:

1 三轴不固结不排水剪切试验、三轴固结不排水剪切试验、直剪快剪试验及无侧限抗压强度试验。

2 先期固结压力、压缩指数和回弹指数的压缩试验。

3 渗透试验。

4 固结试验。

5 填筑材料的击实试验、CBR 试验、饱和土固结快剪和直接快剪试验。

4.2.7 对饱和软黏性土宜进行现场十字板剪切试验。

4.2.8 根据人造山体特点,可按设计要求开展填筑材料专项勘察。

4.2.9 空腔结构勘察除应符合现行上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37 的有关规定外,还应考虑下列因素:

- 1 周边覆土对空腔结构的影响。
- 2 满足空腔结构与周边覆土区可能采取的地基处理措施对勘察的要求。

4.2.10 人造山体上小型建筑物按荷载考虑,可不进行单独勘察。

4.3 勘察成果文件

4.3.1 勘察报告应包括文字、附表、附图和必要的附件。

4.3.2 勘察报告应对人造山体影响深度范围内的土层埋藏条件、分布和特性进行综合分析评价,并根据软土、浜(塘)、地下障碍物等分布情况分析评价其对人造山体的影响。

4.3.3 勘察报告应针对人造山体特点进行分析评价,提出地基处理方法和施工建议,分析评价人造山体对场地内建(构)筑物及周围环境的影响。

4.3.4 应对施工过程和运行期间可能出现的岩土问题进行分析,提出相应的设计与施工建议;提出岩土工程风险源、预防与监测措施建议。

4.4 环境调查

4.4.1 环境调查范围应根据项目特点、周边环境条件、项目可能影响范围综合确定。可行性研究阶段,调查范围自人造山起坡线外宜大于5倍山体高度;初步设计阶段,应根据人造山体沉降计算及稳定分析结果、周边环境保护要求等因素确定环境调查范围。

4.4.2 环境调查对象应包括周边地面建筑物、地下构筑物及人防工程,以及既有轨道交通线路与铁路、道路、水工构筑物及架空线缆等。

4.4.3 环境调查应查明调查对象的权属单位、使用单位、管理单位、使用性质、建设年代、设计使用年限、设计文件、与工程位置关系,以及调查对象现状和使用状况等。

4.4.4 环境调查应提供调查报告,调查报告应能满足环境影响分析与评价的需要。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

5 景观设计

5.1 一般规定

5.1.1 人造山景观设计应符合上位规划,并与周边地块用地性质、建筑高度等相协调。

5.1.2 在绿地总体规划中,人造山宜布置在绿地北侧。

5.1.3 人造山应避免让受保护的植被。

5.1.4 人造山基本构成由地基、填筑体或构筑体、表层组成。表层应由种植土和道路地坪、建筑地基层组成,如图 5.1.4 所示。



1—天然地基或处理层地基;2—原地面;3—填筑体或构筑体;4—种植土层
5—园路及路基;6—建筑及地基;7—坡度;8—起坡线;9—山体高度

图 5.1.4 人造山基本构成

5.1.5 人造山应采用自然植被覆盖,绿化面积不应小于人造山占地面积的 80%,宜以乔木为主,采用乔、灌、草多层次的种植方式,形成稳定的植物生态群落。

5.1.6 人造山形态宜仿造自然山体的景观要素,可形成麓坡、岩崖、峰峦、洞隧、谷洞、瀑布、花甸、梯田等景观特色。

5.1.7 人造山的南向坡地表面积宜大于北向坡地表面积。

5.1.8 人造山应满足市民游览活动的功能,以登山游览为主,可设置休闲活动设施。人造山体中应布置车行道路,满足应急救援、山林消防等需求。

5.1.9 人造山场地内原为农田和其他绿化用地时,应将 0.5 m~0.8 m 的表层土挖出保存,用于回填山体表层种植绿化。

5.1.10 种植土压实度应小于 80%,土壤含沙量宜小于 15%,并符合现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340 的有关规定。

5.1.11 人造山应设置完整的游览指示和安全警示标识,并应符合有关要求。

5.2 地形

5.2.1 景观设计应明确山体的整体形态,山体填筑体应根据山体形态设计。

5.2.2 山体表层宜采用种植土壤进行微地形设计,地形变化应同绿化、园路、园林建筑等相融合。

5.2.3 山体表层种植区域宜分区设计,乔木种植区种植土厚度不应小于 1.5 m,灌木种植区种植土厚度不应小于 0.6 m,地被种植区种植土厚度不应小于 0.3 m。

5.2.4 山体表面宜采用草坪或地被植物覆盖,或采用粒径 5 mm~50 mm 的碎石、陶粒以及破碎树木片等硬质材料完全覆盖。

5.2.5 地被植物根系未发育至有效抗冲刷期间,宜采取覆盖护土措施。

5.2.6 微地形设计应组织山坡地排水。

5.3 种植

5.3.1 植物布置应利用山体形态,宜种植耐干旱的植物。山体南坡宜种植喜阳开花植物,山体北坡宜种植高大乔木、耐荫灌木和

耐荫地被植物。

5.3.2 植物布置应有利于突显山体高度,展现植物景观面貌。

5.3.3 在设有观景平台的人造山山顶区,植物布置不应遮挡登山远望的观景视线。

5.3.4 在坡度达到 1:3 以上的山坡,下木种植应选用根系发达的小灌木密植。

5.3.5 园路地形起坡一侧宜采用草本植物沿线满铺。

5.3.6 计算山坡地上的草坪、地被植物工程量时,应按坡地实际面积计算。

5.4 园路、休息平台、洞穴

5.4.1 园路路基土、各类平台地基土应采用机械压实,压实度应符合本标准第 7.3.1 条的规定。

5.4.2 园路基层宜采用柔性基层或半刚性基层。

5.4.3 主路纵坡应小于 8%,连续坡道长度应小于 200 m。

5.4.4 采用面层平整材料的支路和小路纵坡应小于 12%,采用面层自然毛面材料的园路纵坡应小于 18%,卵石路面和防腐木路面的园路纵坡应小于 10%。

5.4.5 设有台阶的园路应在园路中间或两侧设扶手。

5.4.6 休息平台面积宜小于 100 m²,平台基层应采用钢筋混凝土材质,每隔 8 m 应设置沉降缝。

5.4.7 园路在地形起坡一侧应设排水设施。

5.4.8 采用山体构筑营造的人造山中可布置洞穴景观。洞穴应按建筑地下空间的相关规范进行布置,并应满足消防疏散要求。

5.5 支挡结构、护栏

5.5.1 山体表层土体边坡超过 1:2 时,应设支挡结构。

5.5.2 支挡结构宜采用自然石材、木桩等材料建设。

5.5.3 支挡结构出土高度超过 0.7 m 时,应在支挡结构上口设护栏或支挡结构上口边沿布置茂密的木本灌木围挡。护栏高度不应低于 1.05 m,灌木围挡高度不应低于 0.5 m,宽度不应小于 0.8 m。

5.5.4 支挡结构顶与土坡交界处应设排水沟。

5.6 假山、驳石、置石

5.6.1 营造假山、崖壁景观时,宜采用天然景石叠筑或人工塑石的方式,其基础应结合山体填筑或构筑方式统筹考虑。

5.6.2 山坡支挡结构、山谷溪流河岸宜采用驳石等方式,形成自然的山坡景观。

5.6.3 山坡上的景观置石宜半埋于土中,形成露头石自然景观。置石宜设混凝土基础。

5.7 瀑布、溪流、天池

5.7.1 山谷地形落差较大时,可营造瀑布景观。瀑布水源宜取自绿地内的水体,也可利用雨水汇集形成瀑布景观。

5.7.2 溪流或水池宜在底部设防水层,宜采用溪流坑石覆盖。水岸宜采用湿地植物或景石进行景观化处理。

5.7.3 天池宜设于山间围合的谷地中,天池应设控制水位的溢流口。

5.8 园林建筑、园林建筑小品

5.8.1 园林建筑和园林建筑小品宜布置在山体南侧视野开阔的区域。

5.8.2 园林建筑宜为一层建筑,占地面积不宜超过 200 m²。

5.8.3 人造山山顶可设兼具观光游览、森林防火监察等功能的观景塔。

5.8.4 园林建筑和园林建筑小品的建筑结构设计应与山体填筑体或构筑体的结构协同设计。

5.9 给排水

5.9.1 人造山中应设置绿化浇灌洒水栓,洒水栓宜沿园路布置,间距宜为 100 m。

5.9.2 草地和小灌木、花甸宜布置自动喷灌系统。

5.9.3 人造山中雨水不宜采用管网排水形式,宜结合山体地形形成蜿蜒的排水明沟,宜在山体谷底设排水明沟,在山体陡坡处宜在不同高程分层设排水明沟。排水沟宜采用溪坑石、卵石或其他硬质材料进行自然式布置。

5.9.4 公园绿地的雨水排水管网系统应避免布置在人造山山体基底范围内。

5.9.5 山体排水应结合绿化景观、构筑体内部排水协同设计。

5.10 电气

5.10.1 山顶设有平台并且周边植物低于 2 m 时,应设置避雷设施。

5.10.2 园林建筑、园林建筑小品、重要造景植物宜采用具有夜间景观效果的泛光照明。

5.10.3 供游览的洞穴应进行灯光设计。

5.10.4 崖壁和高差较大的支撑结构的边口处应设警示灯光照明。

6 山体地基设计

6.1 一般规定

6.1.1 山体地基设计应符合下列要求：

- 1 地基及山体稳定要求。
- 2 山体及山体影响范围内建(构)筑物的变形控制要求。
- 3 地基处理施工工艺和材料的环保要求。

6.1.2 山体地基设计应综合考虑下列因素：

- 1 绿化景观总体布置和要求。
- 2 山体周围环境及安全等级。
- 3 气候、地形、水文和地质条件。
- 4 山体的高度、坡度和形态。
- 5 填筑材料、填筑速率和建设工期。
- 6 山体工程导致的设计条件的改变。
- 7 地基处理的合理性和经济性等。

6.1.3 以饱和黏性土为主的地基可采用排水固结法、浅层处理法和复合地基法进行地基处理。应结合山体填筑工期、地基变形要求 and 场地地质条件确定合适的地基处理方法，同一山体也可采用多种地基处理方法。

6.1.4 初步设计阶段应确定地基处理方法及初步设计方案；施工图设计阶段应结合现场试验确定地基处理具体设计和施工参数。

6.1.5 地基土指标应根据不同工况的荷载大小、地基排水固结状态以及其他因素合理选取。

6.1.6 存在以下任一情况时,除应采用简化分析方法外,还应结合数值分析法进行山体地基设计:

1 安全等级为一级,不易简化为平面问题或轴对称问题的形态复杂的山体。

2 安全等级为一级,施工工况与地质条件复杂且无相关工程经验的山体。

3 需要进行环境变形影响评估且无相关工程经验的,安全等级为一级和二级的山体。

6.2 变形计算

6.2.1 山体地基变形计算内容与控制标准应符合下列规定:

1 人造山周边环境对变形无要求时,应计算沉降最大位置处的地基最终沉降 s_f 、施工结束时沉降 $s(t_p)$ 和工后沉降 s_p 。安全等级为一级的山体地基工后沉降 s_p 宜小于 75 cm,二级山体地基工后沉降 s_p 宜小于 100 cm,三级山体地基工后沉降 s_p 宜小于 125 cm。

2 人造山有空腔结构或山体上有对变形敏感的建(构)筑物时,应计算相应位置处原地面的最终沉降 s_f 、施工结束时沉降 $s(t_p)$ 和工后沉降 s_p 。结构物周边 10 m ~ 20 m 和 20 m ~ 50 m 范围内的地基工后沉降 s_p 应分别小于 20 cm 和 40 cm。

3 人造山周边环境对变形有要求时,变形控制值应符合相关要求。

6.2.2 地基变形计算可采用分层总和法、数值分析法和监测数据推测法。应根据设计计算要求以及人造山体工程的复杂性确定合适的分析方法。

6.2.3 采用数值分析法时,应根据山体填筑速度、地基土的排水特性和固结状态确定数值分析模型、地基土本构模型及参数,计算施工期及运营期的地基变形。

6.2.4 采用分层总和法时,地基最终沉降 s_f 、固结沉降 s_c 、任一时刻 t 的沉降 $s(t)$ 和工后沉降 s_p 应按式(6.2.4-1)~式(6.2.4-5)计算:

$$s_f = \phi_s s_c \quad (6.2.4-1)$$

$$s(t) = \phi_s s_c \bar{U}(t) \quad (6.2.4-2)$$

$$s_p = s_f - s(t_p) \quad (6.2.4-3)$$

$$e \sim p \text{ 曲线法 } s_c = \sum_{i=1}^n \frac{e_{w_i} - e_{w_i'}}{1 + e_{w_i}} h_i \quad (6.2.4-4)$$

$$\text{压缩模量法 } s_c = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_{si}} h_i \quad (6.2.4-5)$$

式中: ϕ_s ——沉降经验系数,可结合经验确定,无经验情况下取1.1~1.4;

$\bar{U}(t)$ —— t 时刻地基平均固结度;

$s(t_p)$ ——施工结束时的沉降;

n ——压缩层内土层分层数,压缩层深度按本标准第6.2.5条确定;

e_{w_i} ——第 i 层土中点的竖向有效自重应力 σ'_{wi} 所对应的孔隙比;

e_{w_i}' ——第 i 层土中点的竖向有效自重应力 σ'_{wi} 与竖向附加应力 $\Delta \sigma_i$ 之和所对应的孔隙比;

h_i ——第 i 层土的厚度(m);

$\Delta \sigma_i$ ——第 i 层土的竖向附加应力(kPa),计算方法见本标准第6.2.6~6.2.8条;

E_{si} ——第 i 层土的压缩模量(MPa)。

6.2.5 采用分层总和法时,对于浅部淤泥质土和一般黏性土,压缩层深度取竖向附加应力 $\Delta \sigma_i$ 与竖向有效自重应力 σ'_{wi} 的比值为0.1的深度;对于深部的砂土、粉土及超固结黏性土,压缩层深度取竖向附加应力 $\Delta \sigma_i$ 与竖向有效自重应力 σ'_{wi} 的比值为0.2的深度。

6.2.6 可简化为圆形均布、三角形条形、圆锥形、梯形条形、圆台形等简单形态的山体,地基中心及任意位置的竖向附加应力按式(6.2.6)计算:

$$\Delta\sigma_z = \alpha_z p_0 \quad (6.2.6)$$

式中: $\Delta\sigma_z$ —— 竖向附加应力(kPa);

p_0 —— 山体中心荷载(kPa), 见本标准附录 A;

α_z —— 竖向附加应力系数, 与荷载类型以及位置有关, 按本标准附录 A 计算。

6.2.7 相邻山体间的竖向附加应力相互影响, 根据本标准附录 A 给出的任意位置处的竖向附加应力系数, 按照叠加法确定。

6.2.8 形态复杂山体, 可分解为本标准附录 A 所示的几种简单形态, 按照叠加法确定竖向附加应力, 也可将山体荷载分解为若干作用于地基表面的竖向集中荷载, 按式(6.2.8)叠加计算:

$$\Delta\sigma_z = \sum_{i=1}^n \frac{3Q_i z^3}{2\pi R_i^3} \quad (6.2.8)$$

式中: n —— 竖向集中荷载的个数;

z —— 计算点的深度(m);

Q_i —— 第 i 个竖向集中荷载的大小(kN);

R_i —— 计算点与竖向集中荷载 Q_i 作用点连线的长度(m)。

6.3 稳定性计算

6.3.1 山体地基稳定性计算应针对施工期以及运营期各工况, 考虑地质条件、边坡形态和周围环境等条件, 选取数个代表性剖面通过计算分析得出最不利滑动剖面。选取的代表性剖面宜考虑下列因素:

- 1 山体最高点。
- 2 山体滑动剖面的平均坡度。

- 3 山体坡脚有河道、湖泊等地表标高降低之处。
- 4 暗浜、软弱土之处。
- 5 山体边坡局部变陡之处。
- 6 周围环境复杂之处。
- 7 地基稳定性较低的其他部位。

6.3.2 山体地基稳定性计算方法应考虑场地地质条件、山体形态以及地基破坏方式,并应符合下列要求:

1 地基均匀且可简化为平面问题时,可采用圆弧滑动条分法分析。

2 当天然地基存在软弱夹层或浅层处理地基存在软弱下卧层时,应按照软弱下卧层中可能产生的水平向滑动进行侧向滑动稳定性分析。

3 不宜简化为平面问题的复杂山体,宜采用基于强度折减法的三维数值分析方法。

4 有条件时,可采用工程类比法分析。

5 坡度超过 $1:0.35$ 的陡峭山体,还应参照相关规范进行地基承载力验算。

6.3.3 山体地基稳定性分析应包括一般工况、暴雨工况和暴雨+地震工况,各工况安全系数 F , 不应小于表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 山体地基稳定安全系数 F 。

安全系数 分析方法	工况								
	一般工况			暴雨工况			暴雨+地震工况		
	安全等级								
	一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级
圆弧滑动条分法	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10	1.05	1.10	1.05	1.00
非圆弧滑动条分法 (平面滑动法或折线法)	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10	1.15	1.10	1.05
强度折减有限元法	1.40	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.20	1.15	1.10

6.3.4 圆弧滑动条分法如图 6.3.4 所示。不考虑地震荷载作用时的山体地基稳定安全系数 F ，按式(6.3.4-1)~式(6.3.4-3)计算：

$$F_s = \frac{\text{滑动体绕 } O \text{ 点的抗滑力矩}}{\text{滑动体绕 } O \text{ 点的下滑力矩}} = \frac{R \sum_{i=1}^n T_i + M_R}{R \sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i} \quad (6.3.4-1)$$

$$T_i = \tau_0 L_i \quad (6.3.4-2)$$

$$L_i = b_i / \cos \alpha_i \quad (6.3.4-3)$$

式中： R ——圆弧滑动面的半径(m)；

T_i ——第 i 个土条的滑动面上的剪应力(kN)；

τ_0 ——滑动面处第 i 个土条的抗剪强度(kPa)，按照第 6.3.6 条确定；

L_i ——滑动面穿过第 i 个土条的长度(m)；

b_i ——第 i 个土条的宽度(m)；

W_i ——第 i 个土条的重力(kN)，包括山体填筑体和表层种植土的自重 W_p 和地基土自重 W_b 两部分；

α_i ——第 i 个土条的滑动面与水平面的夹角(°)；

M_R ——各种抗滑措施提供的绕 O 点的抗滑力矩(kN·m)。



1—山体，2—地基

图 6.3.4 山体地基稳定分析圆弧滑动条分法

6.3.5 山体沿软弱夹层的侧向滑动分析如图 6.3.5 所示,地基稳定安全系数 F , 按式(6.3.5)计算:

$$F_s = \frac{(s_w + \Delta s_w)L}{P_A - P_P} \quad (6.3.5)$$

式中: s_w ——软弱夹层的原位不排水抗剪强度(kPa);

Δs_w ——滑动体 $gdbf$ 的重力 W 作用下软弱夹层的固结强度增长(kPa);

L ——滑动面的长度(m);

P_A , P_P ——作用于滑动体 $gdbf$ 两侧的主动土压力和被动土压力(kN)。



图 6.3.5 软弱夹层侧向滑动分析

6.3.6 地基稳定性计算不宜考虑表层种植土的抗剪强度,地基土和填筑体的抗剪强度 τ_b 应符合下列规定:

1 饱和砂土、粉土地基采用有效强度参数计算:

$$\tau_b = c'_i + \sigma'_{Ni} \tan \varphi'_i \quad (6.3.6-1)$$

$$\sigma'_{Ni} = W_i \cos \alpha_i / L_i - u_i \quad (6.3.6-2)$$

式中: c'_i , φ'_i ——砂土的有效黏聚力(kPa)和有效内摩擦角($^\circ$);

σ'_{Ni} ——有效应力表示的剪切面上的正应力(kPa);

u_i ——计算位置的孔隙水压力(kPa)。

2 饱和黏性土地基的抗剪强度应采用不排水抗剪强度 s_w 。

即 $\tau_b = s_w$ 。饱和黏性土的原位不排水抗剪强度 s_w 可采用十字板试验或其他原位测试方法确定。固结造成的软黏土强度增长计算应符合现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 中的有关规定。

3 山体填料的抗剪强度 τ_b 根据总强度参数计算:

$$\tau_b = c_i + \sigma_{N_i} \tan \varphi_i \quad (6.3.6-3)$$

$$\sigma_{N_i} = W_i \cos \alpha_i / L_i \quad (6.3.6-4)$$

式中: c_i, φ_i ——山体填料的内黏聚力(kPa)和内摩擦角($^\circ$), 根据填料类型、施工方法和设计工况, 按本标准第 6.3.7 条确定;

σ_{N_i} ——总应力表示的剪切面上的正应力(kPa)。

4 复合地基的抗剪强度采用桩土复合抗剪强度 τ_{sp} , 按现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 确定。

6.3.7 山体填料的抗剪强度参数应根据填料类型、施工方法和设计工况按下列原则确定:

1 施工期宜采用直接快剪或三轴不排水剪强度参数, 试验土样的含水率为击实曲线上施工压实度所对应的含水率。

2 粗粒土料宜采用现场大型剪切试验或室内大型三轴试验获得的抗剪强度参数, 试验土样应与现场具有相同的级配、干密度和固体体积率。

3 地下水位以下粗粒土料、毛细水上升高度以下的细粒土料或暴雨工况下可能处于浸润线以下的填料, 应采用饱水试件的直接快剪和三轴不排水剪强度参数。

4 填料内部排水不畅或填料与原场地地基结合部排水不畅时, 应采用饱水试件的直接快剪和三轴不排水剪强度参数。

6.3.8 场地表层的淤泥和淤泥质土, 应挖除或依据本标准第 6.5 节进行浅层处理。

6.4 排水固结

6.4.1 排水固结法适用于施工工期较长、山体地基变形与周边环境变形要求不高的山体。

6.4.2 排水固结设计内容应包括下列内容：

- 1 水平向排水垫层以及竖向排水体的排水系统设计。
- 2 山体分层填筑设计。
- 3 地基固结度分析和沉降计算。
- 4 地基强度增长计算和地基稳定性计算。

6.4.3 应根据场地地质条件、山体荷载大小以及施工工期设计排水系统。

6.4.4 应进行地基固结度计算，有条件时宜根据现场沉降和孔压监测结果确定固结分析计算参数。

6.4.5 分级填筑过程中的地基稳定性计算应按本标准第 6.3.4 条规定进行，并应考虑固结过程中软黏土的强度增长。

6.4.6 地基的最终沉降 s_f 、固结沉降 s_c 、任一时刻 t 的沉降 $s(t)$ 应按本标准第 6.2.4 条计算。可结合施工期的地基沉降监测数据，采用指数曲线法、三点法或双曲线法推测山体地基的最终沉降 s_f 和工后沉降 s_r 。

6.4.7 应根据山体填筑施工监测数据分析地基土的实际固结度和地基稳定性，动态调整山体填筑进度。

6.5 浅层处理

6.5.1 浅层处理方法包括加筋垫层法、换填法和固化法，适用于以下情况：

- 1 地基浅部存在明暗浜、松散填土、软黏土等软弱土层。
- 2 天然地基强度不足，通过浅层处理提高地基稳定性。

3 形成硬壳层以提高刚性桩复合地基的整体性能。

6.5.2 浅层处理应按本标准第 6.2.4 条的要求进行地基沉降计算,按第 6.3.4 条和第 6.3.5 条的要求分别进行圆弧滑动和软弱下卧层的非圆弧滑动稳定计算分析。

6.5.3 采用加筋垫层法时,加筋体可采用单层或多层铺设的土工织物、土工格栅或土工格室。加筋垫层设计应包括加筋垫层构造设计,筋材抗拉强度和抗拔稳定性验算。

6.5.4 采用换填法时,垫层材料宜采用砂(或砂石)、碎石、粉质黏土、灰土、高炉干渣、粉煤灰以及满足环境要求的弃土和建筑垃圾。换填设计应给出换填深度和换填范围,明确换填材料以及分层压实质量控制标准。

6.5.5 采用浅层固化法时,应确定固化处理范围与形式、固化施工工艺、固化剂材料与配比。

6.5.6 强力搅拌就地固化法可对厚度 5 m 范围内的软土进行整体式、格栅式或点式处理。当软土厚度小于等于 3 m 时,宜采用全断面处理,处理深度应穿透软土且不宜小于 1.2 m。当软土厚度大于 3 m、小于等于 5 m 时,宜采用全断面联合格栅式或点式处理,最大处理深度应穿透软土且全断面处理深度不宜小于 2.5 m。

6.6 复合地基

6.6.1 柔性桩复合地基可采用碎(砂)石桩、水泥土搅拌桩和旋喷桩,刚性桩复合地基可采用预制桩和灌注桩。

6.6.2 复合地基可用于整体加固和局部加固。局部加固时,加固范围应扩大 1~3 排桩。桩径、桩长和桩间距应根据地质条件、山体形态和高度以及地基变形和稳定性计算分析结果确定,宜采用变间距、变桩长的设计方案。

6.6.3 柔性桩复合地基的设计应包括下列内容:

1 加固范围和桩体的设计与布置。

- 2 褥垫层设计。
- 3 整体稳定性验算。
- 4 沉降计算。

6.6.4 刚性桩复合地基的设计应包括下列内容：

- 1 加固范围和桩体的设计与布置。
- 2 桩顶构造设计，包括桩帽、连梁、褥垫层。
- 3 单桩承载力验算。
- 4 整体剪切滑动稳定性和绕流滑动稳定性验算。
- 5 沉降计算。

6.6.5 安全等级为一级的山体，设计前宜进行现场试验，以确定设计参数。

6.6.6 柔性桩复合地基褥垫层的设计应符合现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 的有关规定。褥垫层厚度宜采用变厚度设计并不应小于 30 cm。

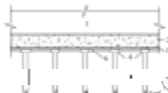
6.6.7 柔性桩复合地基整体稳定性分析可按本标准第 6.3 节的规定执行，加固区应采用桩土复合抗剪强度 τ_{cp} 。

6.6.8 柔性桩复合地基沉降可按本标准第 6.2.4 条压缩模量法计算，其中加固区的压缩模量应采用复合模量 E_{cp} 。复合模量 E_{cp} 应符合现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 的有关规定。

6.6.9 刚性桩复合地基的桩顶构造设计应符合下列规定：

- 1 桩顶应设置桩帽，桩帽之间可设置连梁。
- 2 桩帽采用的混凝土强度等级不宜低于 C30，可采用柱体或台体，直径或边长宜为 1.0 m~1.5 m，厚度经过抗冲切验算确定。桩顶进入桩帽不应小于 5 cm，桩帽和刚性桩之间应采用钢筋连接，锚固长度不应小于 35 倍钢筋直径。
- 3 连梁采用的混凝土强度等级不宜低于 C30，配筋应经过抗弯和抗剪验算确定。
- 4 褥垫层应选用碎石、砂砾以及建筑垃圾等，桩帽上部的褥

垫层厚度不宜小于 1 m。褥垫层内应设置高强度土工格栅等土工合成材料。



1—山体；2—褥垫层；3—土工合成材料；4—桩帽；5—刚性桩；6—连接或桩帽间垫层

图 6.6.9 刚性桩复合地基的桩顶构造

6.6.10 刚性桩复合地基承载力、稳定性和沉降计算应符合现行行业标准《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》(JTG/T D31—02) 的有关规定。

6.6.11 无类似工程经验情况下，宜结合三维数值分析法分析刚性桩复合地基的整体稳定性、变形以及桩体内力。

7 山体填筑设计

7.1 一般规定

7.1.1 山体填筑设计包括填料选择和填筑工艺等内容,不包含山体表层绿化种植土的设计,山体边坡设计应结合种植土综合考虑。

7.1.2 山体填筑设计应综合考虑山体园林景观、建筑及园路布置特点,结合山体内部空间使用要求确定相应的设计目标。

7.1.3 山体填筑材料选择应因地制宜,综合考虑山体不同填筑区域的功能要求、场地内土方调配以及当地可利用建筑垃圾、工业废渣等资源情况。针对不同填筑材料特点和填筑区功能要求,选择合适的填筑和压实工艺;必要时,宜选择具有代表性的场地进行山体填筑的现场试验或试验性施工,确定山体填筑设计和施工参数。

7.1.4 施工阶段的山体填筑动态设计应根据施工和监测数据分析山体变形及稳定性,及时调整设计参数。

7.1.5 山体内部空腔结构或上部建(构)筑物的结构及基础设计应考虑山体荷载分布及变形影响。设置于填筑山体上方的建(构)筑物应根据填筑完成后山体的实测变形趋势确定合理的施工时间。

7.1.6 应提出山体填筑过程中的坡面防护要求。

7.2 填筑材料

7.2.1 山体填筑材料的选择应符合下列要求:

- 1 符合因地制宜、经济节能、绿色环保的要求,优先采用建

筑垃圾、工业废渣等填料。

- 2 满足山体变形和边坡稳定的要求。
- 3 根据山体各功能分区特点及要求选择合适的填料。
- 4 山体景观区域填料应满足景观和绿化要求。
- 5 山体园路及建(构)筑物分布区域、空腔结构与填筑山体

搭接区域以及其他对沉降敏感的区域,应选择透水性良好的填料;采用细粒土填筑时,可采用无机结合料进行稳定处治。

7.2.2 采用土料填筑时,应符合下列规定:

- 1 不得采用含生活垃圾和树根等腐殖质的土。
- 2 淤泥、有机土以及液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土,不应直接用作填料。
- 3 细粒土的含水量与最优含水量的偏差不应超过 $\pm 2\%$ 。
- 4 粗粒土粒径大于 2 mm 的颗粒质量应大于总质量的 50%,不均匀系数不应小于 10,曲率系数宜为 1~3,级配应良好。
- 5 采用人工挖湖、基坑弃土作为填料时,应符合细粒土的要求;含水量不满足压实要求时,应采取摊铺晾晒、掺无机结合料等措施改良处理。

7.2.3 采用建筑垃圾填筑时,建筑垃圾应符合现行行业标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134 有关规定,并应满足下列要求:

- 1 山体堆填前应进行分类和大块物料破碎等预处理,最大粒径宜小于 20 cm。
- 2 宜采用经分选处理的渣土和破碎的再生块体。
- 3 填料使用前宜通过压实试验确定填筑参数。
- 4 污染物治理不达标的污染土,含有金属、木材、塑料或其他未经分类处置的拆除垃圾和装修垃圾,以及含有有毒物质或危险废物的建筑垃圾不应作为填料使用。

7.2.4 采用工业废渣填筑时,应符合下列要求:

- 1 应按照国家现行环境保护的有关规定执行,严禁采用含有有害物质的工业废渣。

2 应开展化学成分和矿物成分分析试验,确定其化学成分、矿物成分、浸出液内有害物质含量、pH 值、烧失量等,评价其对水体、土壤等的影响程度。试验方法应符合现行国家标准《固体废物浸出毒性测定方法》GB/T 15555 的有关规定。

7.2.5 采用聚苯乙烯泡沫(EPS)填筑时,应符合下列规定:

- 1 材料密度不宜小于 20 kg/m^3 。
- 2 10%应变的抗压强度不宜小于 110 kPa ,抗弯强度不宜小于 150 kPa ,压缩模量不宜小于 3.5 MPa ,7 d 体积吸水率不宜大于 1.5%。
- 3 在有防火要求的建筑物附近衔接区域,应采用阻燃型 EPS 材料。
- 4 EPS 材料宜用于山体顶部区域。

7.2.6 采用泡沫轻质土填筑时,应符合下列规定:

- 1 施工最小湿重度不应小于 5.0 kN/m^3 ,施工最大湿重度不宜大于 11.0 kN/m^3 。
- 2 流值范围宜为 170 mm ~ 190 mm 。
- 3 无侧限抗压强度应符合表 7.2.6 的规定。

表 7.2.6 用于山体填筑的泡沫轻质土无侧限抗压强度要求

部位	无侧限抗压强度(MPa)		
	山体高度 $\geq 10 \text{ m}$	$4 \text{ m} \leq$ 山体高度 $< 10 \text{ m}$	山体高度 $< 4 \text{ m}$
黄泥垫基土	≥ 0.6		
山体填筑	≥ 0.6	≥ 0.5	≥ 0.4
附属建筑基础	1.0		

7.3 山体填筑

7.3.1 人造山应根据填筑区域的景观或上部建(构)筑物地基要求划分不同的填筑区,不同填筑区的压实度应符合设计要求。除

表层种植土以外的其他填筑土应满足表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 人造山填筑压实要求

山体填筑区域	压实度(%)
上部建(构)筑物区	≥95
边坡稳定不利区	≥93
道路路基基层区	≥93
其余区域	≥90

注:采用重型压实标准。

7.3.2 当采用建筑垃圾、工业废渣或其他特殊土质作为填料时,宜通过填筑试验确定下列设计参数和施工方法:

- 1 粗粒土料的粒径、级配;细粒土料的最大干密度和最优含水量。
- 2 分层填筑厚度和松铺系数。
- 3 分层压实施工方法和施工参数等。
- 4 质量检验项目、方法、数量和频率,以及质量控制指标与评价标准。

7.3.3 山体填筑应采用分层填筑、分层压实。压实方法宜根据填料类型合理选取。分层压实的松铺厚度、压实遍数、间歇时间等参数宜通过现场试验确定。

7.3.4 表层种植土坡度较大时,应在山体填筑体设置平台或采取土工格栅等防滑措施。

7.3.5 山体采用 EPS 填筑时, EPS 上部应设置 15 cm~18 cm 厚的钢筋混凝土保护层。当 EPS 上部钢筋混凝土保护层的坡度大于 1:2.5 时,应设置混凝土阻滑块和土工格栅等防滑措施。

7.3.6 当景观绿化或山体稳定对填筑山体内部排水有要求时,应进行填筑山体内部排水系统设计并应符合下列规定:

- 1 宜根据填料情况设置盲沟、水平排水层和管涌等排水设施,并与坡面排水相衔接。粗粒土料填筑山体可不设内部排水系统。

2 黏性土填筑山体内部排水宜采用水平碎石滤层,采用单一或综合水平排水的盲沟、塑料排水笼或排水管等排水方法,盲沟、塑料排水笼或排水管的长度、间距应根据排水量和填料的性质确定。

3 应根据填筑山体内水的来源确定排水设施的位置。来源于地表大气降水的下渗水,应在填筑山体上部设置排水设施;对填筑山体内部可能升高的地下水,应在填筑山体内设置排水设施。

4 水平排水层、盲沟或排水笼的坡度不宜小于2%,排水体尺寸应满足排水要求。

5 填筑山体地基内部排水出口应与坡面排水沟结合,并采取反滤措施,不应破坏边坡坡脚。

7.4 边坡

7.4.1 填筑边坡设计应符合下列要求:

1 应根据景观总体确定的地形要求采用动态设计,应在充分掌握场地工程地质条件、水文地质条件、填料来源及其工程性质的基础上,综合进行填筑断面、排水设施、边坡防护等设计。

2 边坡无法满足局部稳定时,应设置支撑结构或采用局部加筋措施。

3 边坡采用支撑结构时,作用在支撑结构上的土压力可按库仑主动土压力计算;有地下水渗流作用时,应考虑渗流力的影响。

4 边坡设计应控制边坡土体及地基变形对邻近已建或拟建建(构)筑物的不利影响。

7.4.2 边坡设计应根据岩土工程勘察资料及填料特性确定填筑边坡稳定性分析的计算参数,并应符合本标准第6.3.7条的规定。

7.4.3 边坡稳定性分析应包括整体抗滑稳定分析、局部抗滑稳定分析。当采用支挡结构时,应进行抗滑移、抗倾覆和局部稳定验算。

7.4.4 边坡形式应根据景观总体确定的地形设计进行分析和比选,支挡结构的设计应与景观设计协同考虑。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

8 空腔结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 人造山体内空腔结构的安全等级不应低于二级,设计使用年限不应小于 50 年。

8.1.2 混凝土空腔结构的设计宜采用以概率论为基础的极限设计方法,采用分项系数的设计表达式按承载能力极限状态、正常使用极限状态的要求进行计算。结构计算应符合下列要求:

1 按承载能力极限状态进行结构构件的承载力计算和整体稳定性(倾覆、滑移、上浮)验算,并应进行结构构件抗震承载力验算。

2 按正常使用极限状态进行结构构件的变形验算、裂缝宽度的验算。

8.1.3 空腔结构应在地质条件、荷载、结构形式等显著变化部位设置变形缝,并采取工程技术措施,控制变形缝两侧的不均匀沉降。

8.1.4 空腔结构应根据因地制宜、技术经济合理的原则,合理采用地下室结构、隧道结构、桥涵结构等形式,并提供与之相适应的施工说明。

8.1.5 空腔结构应根据实际需求、功能布置及周边环境条件等,选择合理的功能形式与优化的布局设计。

8.1.6 空腔结构应根据使用性能合理选用基础形式,并根据沉降控制以及及周边变形协调的要求进行结构设计。

8.2 荷载分类与荷载组合

8.2.1 空腔结构上作用荷载可按表 8.2.1 进行分类,并应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

表 8.2.1 空腔结构上作用的荷载分类

荷载类型		荷载名称
永久荷载		结构自重
		人造山体填筑材料引起的压力
		结构上部和破坏棱体范围内的设施、建筑物、种植土荷载
		静水压力和土力
		混凝土收缩及徐变作用
		预加应力
		地基下陷影响
		固定设备重量
可变荷载	基本可变荷载	山体表面车辆荷载及其动力作用、人群荷载等
		山体表面车辆及人群荷载引起的侧向压力
		结构内庭荷载(车辆荷载、内水压力、楼面荷载等)
		植被荷载
	其他可变荷载	水压力变化
		温度作用(力)
		施工荷载
		风荷载
		雪荷载
		地震荷载
偶然荷载		人防荷载
		爆炸、汽车撞击力等荷载

注:设计中要求考虑的其他荷载,可根据其性质分别列入上述三类荷载中。

8.2.2 永久荷载标准值应符合下列要求：

1 空腔结构自重可按结构设计断面尺寸及材料重度标准值计算。

2 山体填筑材料引起的竖向荷载应按计算截面以上全部堆填材料压力考虑。

3 山体引起的侧向压力：

1) 滑裂面在有限堆填材料宽度范围内，宜按水土分算的原则考虑，采用朗肯土压力公式计算。

2) 滑裂面超过有限堆填材料宽度范围，宜按有限土体土压力理论计算。

4 根据设防水位以及可能发生的地下水最高水位和最低水位两种情况，计算水压力和浮力对结构的作用。

8.2.3 可变荷载标准值可按下列规定进行计算：

1 地面超载一般可按不小于 20 kPa 考虑。计算中还应考虑其产生的附加水平侧压力。

2 车辆荷载及其动力作用应符合现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的有关规定。

3 变形受约束的结构应考虑温度变化和混凝土收缩、徐变对结构的影响。

8.2.4 偶然荷载标准值可按下列规定计算：

1 地震荷载应符合现行上海市工程建设规范《建筑抗震设计规范》DGJ 08—9 的有关规定。

2 人防荷载应符合现行国家标准《人民防空工程设计规范》GB 50225 的有关规定。

8.3 建筑材料

8.3.1 选用建筑材料应考虑以下因素：

1 应根据空腔结构类型、受力条件、使用要求和所处环境等

因素进行选用。

2 应注重建筑材料的经济性,节约建设成本,就地取材。

3 在满足安全性、适用性、耐久性的条件下,宜选用节能、环保的材料。

4 宜采用新型材料和绿色再生建材,如再生混凝土、纤维增强复合材料(FRP)等。

8.3.2 主要受力结构应采用钢筋混凝土结构或钢-混凝土组合结构,并根据受力要求确定混凝土设计强度等级,强度等级不应低于 C35;有特殊需要时,也可采用钢结构和其他材料。

8.3.3 空腔结构中钢筋混凝土材料和钢材的性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

8.3.4 空腔结构采用再生粗骨料、再生细骨料时,其性能应符合现行上海市工程建设规范《再生骨料混凝土应用技术规程》DG/TJ 08—2018 的有关规定。

8.3.5 空腔结构应根据使用要求合理选用防水材料,防水混凝土、水泥砂浆、防水涂料、防水卷材等材料特性应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

8.4 结构分析及计算

8.4.1 空腔结构设计应结合人造山体荷载分布不均、有限范围填土以及易受降水影响等不利因素,按最不利原则进行荷载组合与结构设计计算。

8.4.2 地基基础设计应与空腔结构统筹考虑,基础的安全等级宜与空腔结构安全等级相同,并宜按地基、基础与空腔共同作用,考虑局部土体稳定与变形协调进行结构设计。空腔结构四周堆填产生不平衡侧向压力时,应增加基础水平受力的验算;若采用桩基础,当桩周土产生的沉降超过基桩的沉降时,应计入桩侧负摩

阻力的影响。当荷载可能引起地基产生较大不均匀沉降及水平位移时,地基应作变形验算。

8.4.3 人造山体空腔结构可根据使用功能合理采用地下室结构、隧道结构、桥涵结构等形式,其设计应符合下列规定:

1 结构方案应符合下列要求:

- 1) 空腔结构应根据使用功能、工程地质、荷载特性、施工工艺等条件,本着安全、经济、对环境影响小的原则选择合理的结构形式和建筑材料。应减少附加应力和局部应力,必要时,应增加防护措施。
- 2) 结构的平、立面布置宜规则,各部分的质量和刚度宜均匀、连续。
- 3) 建筑面积较大时,应根据结构及建筑相关要求合理确定结构缝的位置和构造形式。
- 4) 应明确山体的堆填要求及空腔结构上的设计荷载。
- 5) 山体外侧建筑应满足相关标准要求,宜独立设计,结构平、立面布置宜规则,各部分刚度和质量宜均匀。条件受限时,可与空腔结构一同设计。

2 结构设计与计算应符合下列要求:

- 1) 计算宜按照理论计算与工程实践类比相结合的原则进行。内部结构设计应考虑周围环境改变对结构产生的影响,还应考虑施工误差、测量误差、结构变形和沉降。
- 2) 空腔结构应进行整体作用效应分析,必要时尚应对结构中受力状况特殊部位进行详细局部分析。空腔结构外墙应作为主要抗侧力构件参与结构的整体计算。
- 3) 空腔结构设计宜考虑上部有限范围填筑材料、结构、地基与基础的共同作用,结合变形协调条件进行结构的计算与验算。
- 4) 抗浮验算时,应按最不利情况验算。抗浮安全系数当不计侧墙与土体摩阻力时,不应小于 1.05;考虑地下室外

墙摩阻力或抗拔桩时,不应小于 1.10。当验算地基承载力时,可仅考虑低水位的浮力或不考虑水的浮力。

- 5) 应控制人造山体与空腔结构之间沉降变形差。如人造山体沉降明显超过空腔结构的沉降时,应计入空腔结构侧负摩阻力。
- 6) 当空腔结构四周堆填材料对其产生不平衡侧向压力时,应验算结构的抗滑移稳定性。

3 构造应符合下列要求:

- 1) 空腔结构混凝土强度等级不宜低于 C35。如有防水要求时,应采用防水混凝土,且抗渗等级不应小于 P6。
- 2) 钢筋混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求确定,且不应小于钢筋的公称直径。
- 3) 混凝土结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。
- 4) 空腔结构变形缝宜不设或少设,可根据建筑物结构特点和工程地质情况采用后浇带、诱导缝、施工缝等设计和施工措施。
- 5) 钢筋混凝土墙的拐角与顶、底板的交接处,宜设置边宽不小于 150 mm 的腋角,并应配置构造钢筋,一般可按墙或顶、底板截面内受力钢筋的 50% 采用。
- 6) 空腔结构净空应满足总体设计及相关标准要求。

8.4.4 人造山体内空腔结构的抗震设计在符合平面应变的条件下可只计算结构横向的水平地震作用,但对于地质条件、荷载、结构形式明显变化的区段尚应计入竖向地震作用的影响。对于不规则结构、地基明显差异或纵向覆土厚度有较大变化的结构,应分别计算结构横向与纵向的水平地震差异。计算参数、抗震验算及抗震措施应符合现行国家标准《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336 和现行上海市工程建设规范《建筑抗震设计规程》DGJ 08—09 的有关规定。

8.5 结构防水

8.5.1 防水设计应根据环境条件、环境作用等级、结构特点、设计使用年限以及施工方法等因素综合确定,同时应满足结构的安全、耐久性和使用要求。

8.5.2 防水设计应遵循“以结构自防水为根本,以接缝防水为重点,多道防线,综合治理”的原则,采取与其相适应的防水措施。

8.5.3 防水等级应根据工程的重要性、设计使用年限等并符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》(GB 50108)的有关规定,选用二级或高于二级的防水标准。

8.5.4 不同埋深的结构防水混凝土的抗渗等级应符合表 8.5.4 的规定。

表 8.5.4 防水混凝土设计抗渗等级

结构埋置深度 D (m)	设计抗渗等级
$D < 10$	P6
$10 \leq D < 20$	P8
$20 \leq D < 30$	P10
$D \geq 30$	P12

注: D 指以人造山体顶部为基准所确定的结构埋置深度。

8.5.5 空腔结构应根据工程情况选用合理的排水措施。有自流排水条件的,应采用自流排水法;无自流排水条件且防水要求较高的地下工程,可采用渗排水、盲沟排水、盲管排水、塑料排水板(带)排水或机械抽水等排水方法。

8.6 耐久性

8.6.1 空腔结构混凝土耐久性设计应根据设计使用年限、环境类

别、环境作用等级,采用符合耐久性要求的原材料与配合比,选用合理的结构形式与构造,并相应提出施工过程中的质量控制要求。

8.6.2 空腔结构耐久性设计的技术要求应符合现行相关标准的规定。根据结构的具体特点及重要程度,可调整耐久性设计要求。

8.6.3 空腔结构所处的环境类别和环境作用等级应根据工程勘察、环境调查结果及现行相关标准的规定,确定环境类别、环境作用等级及相关设计内容。

8.6.4 空腔结构防水材料耐久性设计应包括下列内容:

- 1 弹性橡胶密封垫材质物理性能中的老化性能。
- 2 遇水膨胀橡胶密封材料的质量变化率或反复浸水试验后的性能变化率。

9 山体土建施工

9.1 一般规定

9.1.1 施工前,应掌握必要的工程地质、水文地质、气象条件、环境因素等勘测资料,根据现场实际情况,制定总体施工方案。人造山环境影响范围内存在变形敏感的建(构)筑物时,应按照危险性较大分部分项工程编制专项施工方案并进行论证。

9.1.2 施工前,应根据设计文件复查场地周围环境,包括建(构)筑物、道路、管线及架空线缆等,并采取防护措施。

9.1.3 施工宜采取数字化施工和信息化管理技术,宜采用实时监控技术。

9.1.4 山体填筑过程应控制工程对环境的不利影响,应采取防止边坡冲刷、水土流失、引发次生灾害的措施。

9.2 地基处理

9.2.1 排水固结施工应符合下列要求:

1 排水沟、排水垫层以及竖向排水体应成为一个连通、有效的排水系统。

2 排水垫层、砂井和塑料排水板(带)的施工应符合现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 的有关规定。

3 山体分层填筑施工应严格按照设计方案进行,严禁随意加快填筑进程。现场出现地表隆起、山体开裂等异常情况,应及

时记录通报。

9.2.2 加筋垫层施工应符合现行行业标准《公路土工合成材料应用技术规范》(JTG/T D32)的有关规定,换填垫层、注浆法和水泥搅拌法等施工应符合现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》(DG/TJ 08—40)中的有关规定。

9.2.3 强力搅拌就地固化法施工应符合下列要求:

1 强力搅拌就地固化设备应包括搅拌装置、供料系统和过程控制系统,宜配备定位系统。搅拌装置应移动方便、操作灵活;供料系统应由固化剂计量配料系统和固化剂定量输料系统组成;过程控制系统应能控制固化剂出料量与出料时间,实时显示并记录已搅拌区域的用料量、水灰比,能存储和打印供料数据。

2 施工中应严格控制喷粉(浆)时间刷酸入量,不应中断喷粉(浆);因故中断或喷粉(浆)不足时,应进行复搅。固化剂的喷料速率控制在 $100\text{ kg/min} \sim 200\text{ kg/min}$ (粉剂)和 $80\text{ kg/min} \sim 150\text{ kg/min}$ (浆剂)。浆剂设备压力不小于 0.5 MPa ,粉剂设备压力不小于 0.8 MPa ,后台供料系统应能进行多种固化剂的同时供料。

3 固化搅拌后宜进行平整、压密和养护,养护时间不宜少于 7 d 。养护时如遇雨天,应在固化场地表面铺设塑料薄膜,做好场地排水。

4 在环保要求较高的地段施工时,应采取合适的施工工艺和必要的环保措施。

9.2.4 复合地基处理施工应符合现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》(DG/TJ 08—40)的有关规定,并应符合下列规定:

1 施工前应进行成桩工艺和成桩质量试验,工艺性试桩数量不应少于 5 根。

2 当复合地基加固区附近分布保护对象时,复合地基增强体施工顺序应背离保护对象进行。

3 水泥土搅拌桩施工应严格控制成桩速度和水泥用量,桩顶标高不应低于设计标高。

4 施工过程中应保护相邻管线、建筑物等设施,严格做好变形观测,必要时应采取有效措施,减小施工引起的变形。

9.2.5 刚性桩施工应符合下列要求:

1 大面积施工前,应进行成桩施工工艺试验,每个单独山体不应少于3根,基桩施工28d后,采用静载荷试验确定单桩承载力极限值。

2 施工场地清理整平后,应先铺设一层厚度为桩帽高度的褥垫层,然后打桩;桩帽浇筑前,应挖除相应体积的褥垫层,第一层水平加筋体应铺设在桩帽顶面。

3 宜按如下顺序打桩:横向宜从地基中心线向两侧的方向推进;纵向宜从构造物部位向山体的方向推进。

4 采用合适的施工工艺,保证桩体质量,防止因振动、挤土等作用导致桩体倾斜、折断、桩体上浮、侧向位移和地面隆起等。

9.3 山体填筑

9.3.1 山体填筑应按照分层填筑、分层压(夯)实、分层检测的顺序施工,下层压实度、承载力等各项指标应经检验合格后方可进行上层施工。

9.3.2 分层填筑应采用堆填摊铺,不应抛填施工。施工过程中应控制场地排水,填土区应中间稍高、四周稍低,坡度不宜小于3%。

9.3.3 山体填筑至设计标高后应进行沉降补偿填筑,沉降补偿高度可根据预测的工后沉降或设计计算确定。

9.3.4 山体填筑压实方法可采用振动碾压和冲击碾压。填筑压实施工设备应根据填料类型、场地环境、工期和造价等综合确定。填筑压实施工应符合下列要求:

1 分层碾压的每层压实后厚度不应大于设计要求,应满足碾压均匀性和表面平整度。

2 冲击碾压施工运行速度应遵循“先慢后快、先轻后重”的原则。

3 施工过程中应对碾压前后的地表及时进行刮平处理。

4 碾压时应注意填料的含水量变化,采取浇水或晾晒等方式,确保其处于最优含水量 $\pm 2\%$ 的范围内。

5 填筑压实的分层厚度、行驶速度及压实遍数等施工参数应根据现场试验或类似工程经验确定,也可按表 9.3.4 取用并根据实际施工情况进行修正。

表 9.3.4 山体填筑碾压施工参数表

序号	分层厚度(m)		遍数(遍)		行驶速度(km/h)	
	冲击碾压	振动碾压	冲击碾压	振动碾压	冲击碾压	振动碾压
1	0.4~0.6	0.3~0.4	8~10	6~8	6~8	1.5~2.0
2	0.6~0.8	0.4~0.6	10~15	8~10	8~12	1.5~2.0
3	0.8~1.0	—	15~20	—	8~12	—
4	1.0~1.2	—	20~25	—	8~12	—

9.3.5 土工合成材料加筋填筑施工应符合下列规定:

1 施工前应根据设计要求完成地基的加固处理和地下排水设施的施工,并对场地按设计要求碾压。

2 土工合成材料应在铺设前妥善保护,应避免暴晒、损坏、撕裂。施工时应铺设平顺、松紧适度,避免织物张拉受力及不规则折皱,并采取措防止损伤和污染。

3 填料应分层摊铺、分层碾压,采用大型压路机压实时,压实面与筋材之间的填料厚度不应少于 15 cm;应避免运料车及其他施工机械直接在张紧定位的加筋材料上行进,不应从高处抛洒填料。

4 邻近边坡坡面处、大型压路机难以压到的部位,应采用轻型压实机械分层压实,压实厚度不应大于 15 cm。

5 施工中应修筑临时排水设施。

9.3.6 山体填筑边坡施工应符合下列规定:

1 边坡填筑应按设计要求施工,每完成一级边坡后应及时

修整,并做好坡面临时防护。

2 碾压施工机械外边轮距坡面距离宜为 0.4 m~0.6 m,修坡厚度宜小于 0.5 m。

3 山体边坡区域填筑应结合山体边坡变形监测情况以及变形速率要求控制填筑速率。当沉降速率和水平位移速率超过监测预警值时,应减缓填土速度、停止加载或卸载,并及时分析原因,提出对策。

9.3.7 排水工程施工应符合下列要求:

1 施工前应对原材料、成品和半成品进行检测,符合技术质量要求后方可备料,并做好储存和堆放场地工作。

2 排水工程施工的位置、高程和坡度均应符合设计要求。

3 排水盲沟宜在地基处理施工后完成并应分段施工,下游盲沟未建成前不宜与上游盲沟接通,应设临时排水系统并防止淤阻。

9.3.8 相邻施工工作面的搭接部位处理应符合下列规定:

1 当填筑区域较大、各工作面施工进度不同时,搭接部位坡度不宜大于 1:2,并应根据分层填筑层厚度设置搭接台阶。每个搭接部位,总厚度不宜超过 3 m。

2 不同搭接部位应在平面或竖向位置错开,错开净距应大于 3 m。

9.3.9 雨天施工应符合下列要求:

1 当山体填料为土质混合物和土料时,雨天不宜进行填筑山体碾压施工。

2 应保持施工区排水通畅,做好运输道路维护和防汛准备。

3 雨后施工前,应检测已完成的填筑山体表面土料的含水量;当含水量超过要求时,应采取换填、翻晒等措施,合格后方可进行后续填筑。

9.3.10 施工过程在生态环境保护方面应符合下列要求:

1 应根据设计要求和工程环境条件,系统分析施工中潜在

的环境问题,并制定有效的生态环境保护方案。

2 应按照“永临结合”原则,合理规划和建设施工排水系统和道路系统。

3 原地面地表土清表后应统一规划场地堆放,经处理并检测达标后,可作为绿化种植土或山体填料,尽量减少外运。

4 应采取措施防止水土污染及水土流失,防止噪声污染及空气污染;应采取措施保护生物和文物。

5 宜采用新能源、低排放的施工机械设备。

9.4 空腔结构

9.4.1 施工前应根据工程影响范围内的地质条件、地下管线环境保护要求及结构型式等编制施工组织设计文件或专项施工方案。

9.4.2 施工中应根据设计及相关规定提出的环境保护要求,制定落实各项保护措施,并按照设计及有关规定进行监测。

9.4.3 应确定施工顺序,宜先施工空腔结构、后进行山体堆填。当先进行山体堆填后施工空腔结构或二者同时进行,应进行施工过程的验算,并制定相应的施工方案。

9.4.4 空腔结构施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构施工规范》GB 50755、《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

9.4.5 当采用新型材料施工时,应参照相应规范进行施工;如无相关规范,则应制定专项施工方案并进行试验验证。

9.4.6 空腔结构施工时,结构外侧宜设置阶梯构造,形成刚性角。

9.4.7 空腔结构与山体连接处的施工应符合下列要求:

1 应根据现有的地质条件、山体材料以及工程背景资料,确保连接处施工方式的可行性与合理性。

2 应通过方案比选提出最佳施工方法。

- 3 对关键连接节点进行构造详图的设计。
- 4 施工方法应包括应对天气变化以及山体结构快速变化的应急措施。
- 5 施工说明应覆盖施工全过程的不同阶段。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

10 园林景观施工

10.1 一般规定

10.1.1 园林景观施工单位应具有相应的资信和符合相关规定的人员配备,并应建立安全和质量保证体系。

10.1.2 园林景观应在山体填(构)筑体、地下管线等工序验收合格后施工。

10.2 种植土土方

10.2.1 应根据施工图的等高线间距设置山体表层竖向测量放样水平控制点。坡体长度大于 20 m 时,应加设中间控制点,并按图 10.2.1 设置。

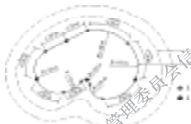


1—转折点或起弧点;2—中间控制点;3—坡顶点;4—坡脚点;5—人造山体

图 10.2.1 竖向测量放样水平控制点

10.2.2 人造山体施工测量放样时,应在转折点、圆弧段起弧点等位置设置水平控制点;当直线段小于等于 20 m 时,中间可不设置控制点;当直线段大于 20 m 时,中间每隔不大于 20 m 应加设一

个控制点;当自然曲线曲率半径小于等于 10 m 时,宜在圆弧中点设一个控制点;当自然曲线曲率半径大于 10 m 时,中间每隔不大于 20 m 应加设一个控制点;坡脚控制点宜设置在坡脚外 2 m 位置处。具体如图 10.2.2 所示。



1—已完成等高线;2—本次放样等高线;3—转折点/圆弧点;4—中间控制点

图 10.2.2 水平测量放样水平控制点布设

10.2.3 挖土机、装载机作业操作的坡度不应超过 $1:1.75$ 。宜使用履带式挖土机作业。

10.2.4 挖土机、装载机同时作业时,间距不应小于两台机械的各自最大作业半径之和加 3 m 的安全距离;山体陡坡施工时,两台机械不应在边坡上下同时作业,并排行驶净距不应小于 3 m。

10.2.5 施工便道宜设置在设计规划道路的位置,宜采用建筑垃圾回填压实,厚度不应小于 0.8 m,施工便道的最大坡度不宜大于 $1:10$ 。

10.2.6 土方应随用随运,土方临时驳运便道应适当夯实。如现场需要在边坡及坡顶范围内设置临时驳运便道,应经设计验算,严禁擅自设置。

10.2.7 临时土方堆场应选择在地质条件较好的场地,应远离暗

浜、河道、建(构)筑物,其土方堆砌边坡应小于 1:4,最大堆高应小于 3 m。

10.2.8 人造山范围内的地下管(线)宜采用小型机械或人工开挖、下管、回填。

10.2.9 种植土的质量应符合设计和现行行业标准《绿化种植土壤》(CJ/T 340)的要求。

10.2.10 有效种植土厚度应根据植物类型和设计要求分区确定,各区域分界处的种植土表面应平缓过渡。

10.2.11 种植土不应采用机械压实,应通过填土自然沉降密实,自然沉降密实后的厚度不小于设计值。

10.2.12 种植土填筑施工过程中应边施工边防护,防止水土流失。

10.2.13 大雨、大风和冰雪天等恶劣天气,应停止土方施工作业,并加强土方临时防护。下雨前应及时修整边坡,边坡及坡脚应设置良好的排水设施。

10.3 园林小品

10.3.1 园路、广场铺装以下土体应分层压实,压实范围应每侧超出路缘石或面层边缘不少于 0.5 m,地下部分按 1:1 的坡度放坡至山体填筑体。

10.3.2 园林小品施工宜选用小型机械;若采用大型机械,应经过设计验算。

10.3.3 开挖路槽时,应按设计路边线每侧放出不小于 30 cm 的施工作业面。

10.4 园林绿化

10.4.1 人造山边坡应种植须根发达、固土能力好、抗逆性强的植

物,并符合设计要求。

10.4.2 人造山边坡上的植物应垂直种植于土中,种植乔木及大灌木植物时,应保证泥球的上表面中心位于树干和坡面线的交点以上,并应考虑新填土壤的沉降量,树穴四周应有适当的固土护坡措施且符合美观性要求。

10.4.3 人造山体上种植乔木、灌木时,应采取有效的固定措施;固定措施应于植物定植时同时设置,宜采用杉木桩、钢管桩、钢筋混凝土桩及防风索等作为固定支撑材料。杉木桩支撑细端直径不应小于 80 mm;钢管支撑应镀锌防锈。

10.4.4 乔木、灌木栽植时,栽植穴下方应设排水层,栽植穴四周应埋设透气管。

11 监测

11.1 一般规定

11.1.1 人造山施工及运营维护的全过程中,应对山体、地基及周边环境安全进行监测,并为信息化施工提供参数。人造山监测分为施工监测及运营维护监测。施工监测应从地基处理开始,至山体填筑竣工为止;运营维护监测应从山体填筑完成或交付使用开始,至山体稳定为止。当工程需要时,应延长监测周期。

11.1.2 人造山监测应由设计提出监测项目和要求,由监测单位编制监测方案并实施监测。

11.1.3 人造山监测工作开展前应具备下列资料:

- 1 基地红线图、地形图、山体等多面图等工程设计资料。
- 2 岩土工程勘察报告。
- 3 人造山设计资料。
- 4 人造山工程影响范围内的建(构)筑物、地下管线与设施等有关资料。
- 5 人造山施工方案。
- 6 其他相关资料。

11.1.4 人造山监测应根据不同安全等级和设计施工技术要求等编制监测方案。监测方案应包括以下内容:

- 1 工程概况。
- 2 监测目的、监测项目、测点布置和监测方法。
- 3 监测元件和仪器。
- 4 监测频率和报警值。

5 资料整理方法及监测成果形式等。

11.1.5 人造山监测宜优先采用无线、实时监测技术。

11.2 监测项目

11.2.1 人造山监测宜包括山体地基监测、山体填筑监测、周边环境监测、空腔结构及附属设施监测等内容。

11.2.2 山体地基及山体填筑监测项目应按表 11.2.2 选择,并根据人造山工程特点与安全等级、地质条件、基础形式、边坡形式、边坡支护结构变形控制要求确定,并应符合设计要求。

表 11.2.2 山体地基及山体填筑监测项目

序号	监测项目	监测阶段					
		施工监测			运营维护监测		
		安全等级					
		一级	二级	三级	一级	二级	三级
1	山体表面水平和竖向位移	○	○	○	✓	✓	✓
2	原地基表面水平和竖向位移	✓	✓	✓	✓	○	○
3	山体及地基土分层竖向位移	✓	○	○	○	○	○
4	山体及地基土深层水平位移	✓	✓	○	○	○	○
5	山体表面裂缝	✓	✓	○	✓	✓	○
6	山体地下水位	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	土压力	○	○	○	○	○	○
8	孔隙水压力	✓	✓	○	✓	○	○
9	边坡支护结构变形和内力	○	○	○	○	○	○
10	桩顶反力及桩身应力	○	○	○	○	○	○
11	桩顶位移	○	○	○	○	○	○
12	加筋材料变形和内力	○	○	○	○	○	○

注:“✓”为应测项目;“○”为选测项目(根据工程情况及相关单位要求确定)。

11.2.3 人造山周边环境监测项目应符合下列要求：

1 人造山周边环境应按表 11.2.3 对周边建(构)筑物、管线进行监测。

2 当人造山工程周边存在轨道交通、原水管等有安全保护区要求的基础设施或其他有特殊保护要求的建(构)筑物时，监测项目应与有关部门或单位共同确定。

表 11.2.3 人造山周边环境监测项目

序号	监测项目	施工监测	运营期监测
1	原地表水平和竖向位移	√	○
2	山体地表水平和竖向位移	○	√
3	土体分层竖向位移		○
4	土层深层水平位移		○
5	地表裂缝	√	○
6	地下水位		○
7	邻近建(构)筑物水平及竖向位移		√
8	邻近建(构)筑物倾斜	○	○
9	邻近建(构)筑物裂缝	√	√
10	邻近地下管线水平及竖向位移	√	√

注：“√”为监测项目，“○”为选测项目(根据工程情况及相关单位要求确定)。

11.2.4 人造山空腔结构及附属设施宜进行施工期及运营期监测，监测内容宜包括基础沉降、倾斜及裂缝监测。对于有特殊要求的结构，尚应根据相关规范 and 设计要求进行应变监测。

11.3 监测点布置

11.3.1 山体地基及填筑体监测点布置应根据人造山安全等级、周边环境特点及人造山高度、形状及填筑方式等因素综合确定，且宜在坡度变化之处、每级坡顶或坡脚处布设监测点。

11.3.2 人造山山体地基及填筑体监测断面应根据山体形态确定,采用断面式或辐射式布置,且坡度最陡位置应布置监测断面。

11.3.3 周边环境监测点应布置在人造山山脊和坡度变陡对应保护对象处,不同监测项目的监测点宜布置在同一断面上。地下管线监测点宜布设直接监测点。

11.3.4 山体空腔结构监测点的布置应结合山体安全等级、结构特点等因素综合确定,宜布置在空腔结构底层跨中、结构和基础转角、边桩等位置。

11.3.5 监测点设置应稳定牢固,标识清楚。施工过程中应做好监测点的保护。基准点应在施工前布设在人造山变形影响范围以外,便于长期保存和联测的稳定位置,基准点数量不宜少于3个,并经观测确定其稳定后,方可投入使用。

11.3.6 巡视检查应注意边坡、周边地面及建(构)筑物墙面裂缝、倾斜及渗水等变化,同时了解施工工况、填筑情况的变化、施工质量等问题,对大范围山体填筑,可结合无人机航测、卫星影像等手段开展。

11.4 监测方法及技术要求

11.4.1 监测方法、监测精度应综合考虑人造山工程特点与安全等级、现场条件、设计要求、地区经验和测试方法的适用性等因素后确定。

11.4.2 地基监测项目、周边环境监测项目的监测点应在山体形成前布置,周边环境监测范围不宜小于2倍人造山体高度,地基监测项目及山体填筑监测项目的监测点随山体形成逐级接高。

11.4.3 山体地基、山体填筑及周边环境监测精度应根据山体安全等级、监测项目类型应按表 11.4.3 确定。空腔结构及附属设施监测精度应根据使用要求确定。

表 11.4.3 人造山监测项目精度要求

监测项目	山体安全等级		
	一级	二级	三级
水平位移	$\pm 1.0 \text{ mm}$	$\pm 3.0 \text{ mm}$	$\pm 10.0 \text{ mm}$
竖向位移	$\pm 0.15 \text{ mm}$	$\pm 0.5 \text{ mm}$	$\pm 1.5 \text{ mm}$
隆起(回弹)	$\pm 2.0 \text{ mm}$	—	—
分层竖向位移	$\pm 1.0 \text{ mm}$	—	—
裂缝	$\pm 0.1 \text{ mm}$	—	—
地下水水位	$\pm 10 \text{ mm}$	—	—
深层水平位移	系统精度不宜低于 $\pm 0.25 \text{ mm/m}$,分辨率不宜低于 $\pm 0.02 \text{ mm}/500 \text{ mm}$		
土压力	分辨率不宜低于 $0.2\% F \cdot S$,精度不宜低于 $0.5\% F \cdot S$		
孔隙水压力	分辨率不宜低于 $0.2\% F \cdot S$,精度不宜低于 $0.5\% F \cdot S$		
结构内力	分辨率不宜低于 $0.2\% F \cdot S$,精度不宜低于 $0.5\% F \cdot S$		
加筋材料内力	分辨率不宜低于 $0.2\% F \cdot S$,精度不宜低于 $0.5\% F \cdot S$		

注:1. 水平位移监测精度指观测点坐标中误差,竖向位移监测精度指高程中误差。
水平、隆起(回弹)、土体、分层竖向位移监测精度指高程中误差。

2. $F \cdot S$ 为最大量程。

11.4.4 同一人造山的监测,宜固定观测人员和仪器,并应采用相同的观测方法和观测路线施测。

11.4.5 监测仪器和元件应符合下列要求:

1 监测仪器的灵敏度和精度应满足设计要求,且须有良好的稳定性和可靠度。

2 孔隙水压力计、土压力计等监测元件在埋设安装之前应进行标定,标定资料和稳定性资料经现场监理审核后,方可埋设安装。

3 现场使用的监测仪器应定期校验或校准。

11.4.6 符合下列情况的人造山工程监测宜采用自动化监测:

1 需要进行高频次监测,而人工观测难以胜任的监测项目。

2 监测点所在部位的环境条件不允许或不可能用人工方式进行观测的监测项目。

3 当山体安全等级为一级,在施工关键工序作业期间,存在施工难度特别大的边坡支护体系关键部位或重点保护的环境设施。

11.5 监测频率及报警值

11.5.1 监测频率应能反映人造山、周边环境动态变化,宜采用定时监测;周边环境或人造山对某一施工工况超报警值时,宜进行跟踪监测。

11.5.2 监测项目的频率应根据施工工况按表 11.5.2 确定,并应满足设计要求;当监测值的日变化量较大,监测值达到报警值或遇到不良天气状况时,应加密监测频率。

表 11.5.2 人造山监测项频率

监测项目	施工工况					
	施工前	地基处理期间	山体填筑期间	填筑分级休止期	填筑完成后 2 年内	剩余运堆期
应测项目	初始值各 2 次	1 次/周	1 次/天	1 次/周	1 次/月	1 次/半年
选测项目	初始值各 1 次	1 次/周	1 次/2 天	1 次/半月	1 次/2 月	1 次/半年

11.5.3 监测报警值应由变化速率及累计变化值控制。各监测项目的报警值应由设计单位征询管线或建(构)筑物主管部门确定;当无明确要求时,可按表 11.5.3 取用。

表 11.5.3 人造山监测报警值

监测项目	山体安全等级		
	一级	二级	三级
地表沉降变化速率	$\geq 10 \text{ mm/d}$	$\geq 15 \text{ mm/d}$	$\geq 20 \text{ mm/d}$
边坡水平位移变化速率	$\geq 5 \text{ mm/d}$	$\geq 6 \text{ mm/d}$	$\geq 7 \text{ mm/d}$
保层土体水平位移变化速率	$\geq 5 \text{ mm/d}$	$\geq 7 \text{ mm/d}$	$\geq 10 \text{ mm/d}$

续表 11.5.3

监测项目	山体安全等级		
	一级	二级	三级
超静孔隙水压力系数	≥ 0.5	≥ 0.7	≥ 0.9
坡肩或坡脚水平位移与山体中心沉降之比	$\geq 30\%$		
构件结构内力	$\geq$ 构件结构设计强度的 80%		

注：临近地下管线变形控制应满足管线主管部门的要求；山体空腔结构及隧道建（构）筑物的变形报警值可参照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB 50007）和现行行业标准《建筑变形测量规范》（GB 50308）的有关规定确定允许值。

11.5.4 运营阶段监测不宜少于 2 年，并宜达到地基稳定标准。各类监测项目稳定标准应满足设计要求；当无明确要求时，可按表 11.5.4 取用。

表 11.5.4 人造山监测项目地基稳定标准

监测项目	山体安全等级		
	一级	二级	三级
山体表面垂直位移 (mm/d)	0.01~0.02	0.02~0.1	0.1~0.2
边坡水平位移 (mm/d)	0.01~0.02	0.02~0.03	0.03~0.05
山体及土体深层水平位移 (mm/d)	0.003~0.01	0.01~0.03	0.03~0.05
孔隙水压力系数	0.05	0.1	0.15

注：稳定标准应按上述较为严格的要求执行。

11.6 监测成果与信息反馈

11.6.1 监测成果文件宜包括监测方案、监测日报表（速报）、监测中间报告（阶段报告）和总结报告，并应按时报送相关单位。

11.6.2 总结报告宜收集勘察、设计、施工、检测等资料，建立分析模型，对监测资料进行反分析，综合评价边坡的动态稳定性，并预测工后沉降和工后差异沉降。

12 质量检验与验收

12.1 一般规定

12.1.1 工程应有真实、准确、齐全、完整的施工原始记录、试验检测数据、质量检验结果等质量保证资料。

12.1.2 质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和现行上海市工程建设规范《园林绿化工程施工质量验收标准》DG/TJ 08—701 的有关规定。

12.2 地基处理与山体构筑

12.2.1 地基处理中的排水固结法、加筋垫层法、换填法、注浆法、水泥土搅拌桩、碎(砂)石桩、旋喷桩的质量检验和验收应满足设计文件要求,符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 和现行上海市工程建设规范《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40 的有关规定。

12.2.2 强力搅拌就地固化法质量验收应符合下列规定:

1 原材料检验项目应符合表 12.2.2-1 的规定。

表 12.2.2-1 原材料检验项目

项目	检测频度	质量要求或允许误差	试验方法
固化剂	细度(粉体状)	每批次 2 个样品 不大于 15%	《水泥细度检验方法》(GB/T 1345)
	固体含量(液体状)	每批次 2 个样品 符合设计要求	《混凝土外加剂匀质性试验方法》(GB/T 8077)
	化学成分	必要时 符合设计要求	化学成分分析

2 强力搅拌就地固化法施工,应对施工质量进行验收,验收的内容、频率、质量要求或允许误差和方法应符合表 12.2.2-2 的规定。

表 12.2.2-2 强力搅拌就地固化法施工质量验收标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方法	频率
1	就地固化层厚度(mm)	厚度大于 3 m ±200	钻芯取样或 静力触探	单个区域检测点 不少于 1 处, 每 50 000 m ² 检 测点不少于 3 处
		厚度不大于 3 m ±100		
2	就地固化层宽度(mm)	±100	米尺测量	
3	强度 (选用 一种)	不排水抗剪 强度(kPa)	十字板剪切 试验	单个区域检测 点不少于 1 处; 每 10 000 m ² 检 测点不少于 3 处
		静力触探锥 尖阻力(MPa)	静力触探试验	
		标准贯入击数	标准贯入试验	
		轻型或重型动 力触探击数	轻型或重型 动力触探试验	
4	固体体积量(%)	设计值±5	检查施工记录	
5	承载力(kPa)	不小于设计要求	荷载板试验	每 20 000 m ² 检 测点不少于 1 处

注:1. 项次 3、5 为主控项目,其余为一般项目。

2. 对于面积较少的低洼地区,可酌情减少检测点布置数量。

12.2.3 刚性桩复合地基的施工质量验收应符合表 12.2.3 的规定。

表 12.2.3 刚性桩复合地基的施工质量验收标准

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距(mm)	±50	钢尺测量;桩数 5%
2	竖直度(%)	≤1	经纬仪;桩数 5%
3	桩长(m)	不小于设计值	吊绳测量;桩数 5%

表 12.2.3

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
4	桩帽或连接尺寸(mm)	不小于设计值	钢尺测量;桩数 5%
5	预制桩尖尺寸(mm)	不小于设计值	钢尺测量;桩数 5%
6	单桩承载力	不小于设计值	静载测试;桩数 0.3%, 并不少于 3 根
7	桩身完整性	无明显缺陷	低应变测试;桩数 5%

注:项次 6 为主控项目,其余为一般项目。

12.2.4 山体填筑体(不包括表土层植土)质量验收应符合表 12.2.4 的规定。

表 12.2.4 山体填筑体质量验收标准

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	填筑材料	符合设计要求	抽样检查:每填筑 1 万 m^3 不少于 1 组,且每种材料不少于 3 组检查
2	表面标高	不低于设计标高	水准测量:每 100 m^2 至少有 1 点
3	分层厚度	符合设计要求	水准测量或挖验法:景观绿化区每 1 000 m^2 至少有 1 点;建(构)筑物基础区每 500 m^2 至少有 1 点
4	填料含水率	最优含水率 $\pm 2\%$	烘干法:景观绿化区每 1 000 m^2 至少有 1 点;建(构)筑物基础区每 500 m^2 至少有 1 点
	压实度	不小于设计值	环刀法、灌水法、灌砂法:景观绿化区每 1 000 m^2 至少有 1 点;建(构)筑物基础区每 500 m^2 至少有 1 点

注:1. 项次 3~5 为主控项目,其余为一般项目。

2. 验收时间超过绿化完工时间 6 个月,山体表面标高规定值可适当调整。

1 填筑材料应分批次进行填料质量检验,检验内容包括颗粒组成、级配、含水量、有机质含量、击实试验等。

2 粗粒土和土夹石混合填料分层压(夯)实质量检测应采用

现场干密度试验,试验坑的直径宜大于3倍最大填料粒径,且不应小于1.0 m。对于密度检验的试验坑,检验后应及时回填压(夯)实。

12.2.5 EPS和泡沫轻质土填筑质量检验和验收应符合现行行业标准《公路路基施工技术规范》(JTGF10)的有关规定。

12.3 空腔结构

12.3.1 空腔结构施工质量检验与验收所用方法应符合现行相关标准的规定,质量检验与验收所用仪器设备应经计量检验合格,并在计量检定有效期间。

12.3.2 空腔结构工程施工质量控制应符合现行相关标准的规定。

12.3.3 空腔结构工程施工质量验收应符合下列规定及现行相关标准的规定:

1 验收项目包括结构外观、强度、构件尺寸、防水等关键因素。

2 当空腔结构采用特殊材料时,应按照特殊材料相关的规范要求要求进行施工验收。

3 每道工序应经施工验收合格后,方可进入下一道工序施工。

4 空腔结构施工时,应对隐蔽工程进行验收,经确认合格后,方可进入下一道工序施工。

12.3.4 空腔结构防水施工应重点进行质量验收,验收标准应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》(GB50208)的有关规定。

12.3.5 空腔结构与山体连接处和涉及结构安全和使用功能的施工,应按规定进行见证取样检测、平行检验。

12.3.6 主控检查检验项目应符合下列要求：

1 空腔结构的外观质量不应有严重缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：采用观察方法，并检查技术处理方案。

2 空腔结构的原材料以及强度应符合设计文件规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：查验产品合格证、材料性能检测报告、材料配方和现场检测记录。

3 空腔结构不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差，不应有影响堆山山体安全性和稳定性的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：测量检验。

4 空腔结构防水施工应满足设计要求，不应影响结构使用功能。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检验，并查验隐蔽工程验收记录；防水材料出厂合格证、质量检验报告与现场抽样试验报告。

5 空腔结构与山体连接处和涉及结构安全和使用功能的施工，不应有影响堆山山体安全性和稳定性的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：测量检验。

12.3.7 一般检查检验项目应符合下列要求：

1 空腔结构的外观质量不宜有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察方法。

2 空腔结构的位置和尺寸允许偏差应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

3 空腔结构与山体连接处构造允许偏差应符合表 12.3.7 的规定。

表 12.3.7 空腔结构与山体连接处构造允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验方法
截面尺寸	连接构件	+5,-2	尺量
	柱、梁、板、墙	±2	
预埋件中心位置	预埋板	±2	尺量
	预埋螺栓	±2	
	预埋管	±2	
	其他	±2	
预留洞、孔中心线位置		±2	尺量

12.4 园林景观

12.4.1 施工质量验收应符合现行行业标准《园林绿化工程施工及验收规范》CJ/T 82 和现行上海市工程建设规范《园林绿化工程施工质量验收标准》DG/TJ 08—701 的有关规定。

12.4.2 排水设施验收应符合现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

附录 A 几种荷载的竖向附加应力系数

A.0.1 几种简单荷载的定义见图 A.0.1 所示。

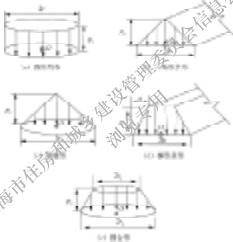


图 A.0.1 几种简单荷载示意图

A.0.2 图 A.0.1 所示几种简单荷载的中心 O 点下、深度 z 处的竖向附加应力系数 α_z 应按下式(A.0.2-1)~式(A.0.2-5)计算:

$$\text{圆形均布} \quad \alpha_z = 1 - \left[\frac{z/r}{\sqrt{1 + (z/r)^2}} \right]^3 \quad (\text{A.0.2-1})$$

$$\text{三角形条形} \quad \alpha_z = \frac{2}{\pi} \arctan \frac{z}{b} \quad (\text{A.0.2-2})$$

$$\text{圆锥形} \quad \alpha_z = 1 - \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} \quad (\text{A.0.2-3})$$

$$\text{梯形条形} \quad \alpha_z = \frac{2}{\pi} \left[\frac{b}{a} \cdot \arctan \frac{z}{b} - \left(\frac{b}{a} - 1 \right) \arctan \frac{z}{b-a} \right] \quad (\text{A.0.2-4})$$

$$\text{圆台形} \quad \alpha_z = 1 + \frac{1}{r_2 - r_1} \left(\frac{zr_1}{\sqrt{r_1^2 + z^2}} - \frac{zr_2}{\sqrt{r_2^2 + z^2}} \right) \quad (\text{A.0.2-5})$$

A.0.3 图 A.0.1(b)所示三角形条形荷载下,与荷载中心的水平距离为 x 、深度 z 处的竖向附加应力系数 α_z 应按下式计算:

$$\alpha_z = \frac{1}{\pi} \left[(n+1) \left(\arctan \frac{n+1}{m} - \arctan \frac{n}{m} \right) + (1-n) \left(\arctan \frac{1-n}{m} - \arctan \frac{-n}{m} \right) \right] \quad (\text{A.0.3})$$

$$n = \frac{x}{b}$$

$$m = \frac{z}{b}$$

A.0.4 图 A.0.1(c)所示圆锥形荷载下,与荷载中心的水平距离为 x 、深度 z 处的竖向附加应力系数 α_z 应参照图 A.0.4 确定。

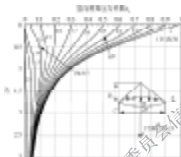


图 A.0.4 圆形荷载下任意位置处的竖向附加应力系数

A.0.5 图 A.0.1(d)所示梯形条形荷载下,与荷载中心的水平距离为 x 、深度 z 处竖向附加应力系数 σ_z 应按下式计算:

$$\sigma_z = \frac{1}{\pi(1-l)} \left[(n+l) \left(\arctan \frac{n+l}{m} - \arctan \frac{n}{m} \right) + (1-n) \left(\arctan \frac{1-n}{m} - \arctan \frac{-n}{m} \right) \right] - \frac{1}{\pi(1-l)} \left[(y+l) \left(\arctan \frac{n+l}{m} - \arctan \frac{n}{m} \right) + (l-n) \left(\arctan \frac{l-n}{m} - \arctan \frac{-n}{m} \right) \right] \quad (\text{A.0.5})$$

$$n = \frac{x}{b}$$

$$m = \frac{z}{b}$$

$$l = 1 - \frac{a}{b}$$

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对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”;

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用词,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行。”

引用标准名录

- 1 《固体废物浸出毒性测定方法》GB/T 15555
- 2 《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445
- 3 《聚氨酯防水涂料》GB/T 19250
- 4 《无机防水堵漏材料》GB 23440
- 5 《自粘聚合物改性沥青防水卷材》GB 23440
- 6 《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445
- 7 《预铺防水卷材》GB/T 23457
- 8 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 9 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 10 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 11 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 12 《钢结构设计标准》GB 50017
- 13 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 14 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 15 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 16 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 17 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 18 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 19 《人民防空工程设计规范》GB 50225
- 20 《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 21 《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290
- 22 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 23 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 24 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476

- 25 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 26 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 27 《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901
- 28 《公园设计规范》GB 51192
- 29 《高填方地基技术规范》GB 51254
- 30 《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336
- 31 《不锈钢结构技术规程》CECS 410
- 33 《绿化种植土壤》CJ/T 340
- 34 《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61
- 35 《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82
- 36 《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134
- 37 《气泡混合轻质土填筑工程技术规程》GJJ/T 177
- 38 《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》JC/T 1075
- 39 《非固化橡胶沥青防水涂料》JC/T 2428
- 40 《建筑变形测量规范》GB 50498
- 41 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 42 《公路工程技术标准》JTG B01
- 43 《公路工程地质勘察规范》JTG C20
- 44 《公路路基设计规范》JTG D30
- 45 《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》JTG/T D31—02
- 46 《公路路基施工技术规范》JTG F10
- 47 《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32
- 48 《铁路特殊路基设计规范》TB 10035
- 49 《地质灾害危险性评估技术规程》DGJ 08—2007
- 50 《建筑抗震设计规程》DGJ 08—9
- 51 《地基基础设计标准》DGJ 08—11
- 52 《岩土工程勘察规范》DGJ 08—37
- 53 《地基处理技术规范》DG/TJ 08—40

- 54 《岩土工程勘察文件编制深度规定》DG/TJ 08—72
- 55 《园林绿化工程施工质量验收标准》DG/TJ 08—701
- 56 《基坑工程施工监测规程》DG/TJ 08—2001
- 57 《再生骨料混凝土应用技术规程》DG/TJ 08—2018
- 58 《道路隧道设计标准》DG/TJ 08—203

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用