



中国土工合成材料工程协会标准

T/CTAG XXXX—202X

土工袋应用技术规程

Technical specification for application of soilbags

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2024-09-25）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国土工合成材料工程协会 发布

中国土工合成材料工程协会标准

土工袋应用技术规程

Technical specification for application of soilbags

T/CTAG XXXX-202X



中国铁道出版社

202X 年 • 北京

前 言

为了规范土工袋在边坡防护加固、挡墙支护、软基加固、基础减隔震（振）、防洪抢险等工程领域的设计、施工、质量控制与检验，做到安全适用、经济合理、技术先进和保护环境，制定本规程。

本规程按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本规程的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程实施过程中，如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料反馈至中国土工合成材料工程协会（河北省石家庄市长安区北二环东路 17 号石家庄铁道大学春晖楼，邮政编码：050043；联系方式：0311-87939519；电子邮箱：chinatag@126.com），供今后修订参考。

本规程由中国土工合成材料工程协会标准化工作委员会负责解释。

本规程主编单位：河海大学

本规程参编单位：

本规程主要起草人：

目 录

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.....	4
	3.1 一般规定.....	4
	3.2 设计原则.....	4
	3.3 施工及检验.....	4
4	规格与材料.....	6
	4.1 一般规定.....	6
	4.2 规 格.....	6
	4.3 袋体材料.....	6
	4.4 袋内材料.....	8
5	边坡防护.....	9
	5.1 一般规定.....	9
	5.2 设 计.....	9
	5.3 施 工.....	13
	5.4 质量控制与检验.....	16
6	挡墙支护.....	18
	6.1 一般规定.....	18
	6.2 设 计.....	18
	6.3 施 工.....	22
	6.4 质量控制与检验.....	25
7	软基加固.....	27
	7.1 一般规定.....	27
	7.2 设 计.....	27
	7.3 施 工.....	30
	7.4 质量控制与检验.....	31
8	基础减隔震（振）.....	33
	8.1 一般规定.....	33
	8.2 设 计.....	33
	8.3 施 工.....	35
	8.4 质量控制与检验.....	37
9	防洪抢险.....	39

9.1	一般规定.....	39
9.2	设计.....	39
9.3	施工.....	40
9.4	质量检验与评定.....	47
10	其他.....	48
10.1	沟槽回填.....	48
10.2	防爆防冲击消能.....	48
11	检验与监测.....	50
11.1	检验.....	50
11.2	监测.....	50
附录 A	土工袋护坡抗滑稳定性计算.....	52
附录 B	土工袋挡土墙稳定性计算.....	54
附录 C	土工袋基础减隔震（振）计算.....	57
	本规程用词用语说明.....	60
	引用标准名录.....	61

1 总 则

1.0.1 为了规范土工袋在边坡防护加固、挡墙支护、软基加固、基础减隔震（振）等工程领域的设计、施工、质量检验及监测，做到安全适用、经济合理、技术先进和保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水利、电力、铁路、公路、建筑、市政、爆破等工程建设中应用土工袋的设计、施工、质量检验及监测。

1.0.3 土工袋应用技术的设计、施工、质量控制与检验、监测等除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 土工袋 soilbag

将土、土石混合料、无污染的固体废弃物，或混合有植物种子的植生营养土装入具有一定规格及性能的土工织物制作的袋子并缝口而形成的袋装体。

2.1.2 土工袋充填率 ratio of filling materials to soilbag volume

装入袋内的松土体积与袋子最大装土体积的比值。

2.1.3 土工袋耐久性 durability of soilbag

土工袋在一定时间内能保持其安全与正常使用的能力，包括抗紫外线、抗腐蚀和抗冻融等。

2.1.4 性能土工袋 performance soilbag

按一定的规则铺设于土质边坡上，对土质边坡起防护和压坡稳定作用的土工袋。袋内材料不含植物种子与腐殖性土，袋体宜采用强度较高的有纺土工织物。根据应用场景的不同，性能土工袋可以主要分为护坡、支挡、地基加固、减隔振（震）、防洪、抢险、沟槽回填、防爆土工袋等类型。

2.1.5 生态土工袋 ecological soilbag

设置于边坡、挡墙等结构的表层，对内部结构起生态保护作用的土工袋。袋体通常采用聚丙烯、聚乙烯等材料复合加工而成的有纺土工织物；袋内装填植生营养土，植物种子混入袋内营养土，或植物种子内嵌在袋体内侧，营养土作为基土。

2.1.6 植生土工袋 vegetation soilbag

设置于边坡、挡墙等结构的表层，对内部结构起生态保护作用的土工袋。袋体通常采用无纺土工织物；袋内装填植生营养土，植物种子混入袋内营养土，或植物种子内嵌在袋体内侧，营养土作为基土。相较于生态土工袋，植生土工袋的寿命较短，通常袋体在 3~5 年达到效果后会逐步降解。

2.1.7 单位面积质量 mass per unit area

规定尺寸的试样质量与其面积的比值，以 g/m^2 表示。

2.1.8 拉伸断裂强度 tensile break strength

在拉伸试验中，试样拉伸至断裂时的拉力，按试样初始宽度折算成单位宽度的拉力，以千牛每米 (kN/m) 表示。

2.1.9 伸长率 elongation

材料试样受单轴拉伸时的伸长量与原长度的比值，以百分比 (%) 表示。

2.1.10 渗透系数 coefficient of permeability

土工合成材料对水渗透性的量度。层流状态下等于标准温度流体的流出速度与平均水力梯度的比率，单位： m/s 。

2.1.11 复合地基 composite ground, composite foundation

部分土体被增强或被置换，而形成的由地基土和增强体共同承担荷载的人工地基。

2.1.12 应力扩散 stress diffusion

由于外部荷载作用地基内产生的附加应力沿扩散角向深处逐渐减小的现象。

2.1.13 土工袋基础减隔震（振）结构 base isolation and damping structure using soilbags

将土工袋垫层按一定的布置形式铺设于建筑刚性基础下部，形成具有减隔震（振）效果的整体结构。

2.2 符 号

- B, b ——土工袋的宽度，条形基础或矩形基础底面的宽度；
 b' ——土工袋垫层底面宽度；
 c ——袋内土体的黏聚力；
 f_{az} ——下卧土层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值；
 H ——土工袋的高度；
 K ——地基承载力特征值提高系数；
 K_M ——稳定安全系数；
 K_p ——袋内土体的被动土压力系数， $K_p = (1 + \sin\varphi)/(1 - \sin\varphi)$ ；
 K_t ——土工袋减隔震（振）垫层的总体水平刚度；
 L ——土工袋的长度，矩形基础底面的长度；
 n ——坡率；
 p ——基本荷载组合作用时，传至土工袋顶面的竖向压力设计值；
 p_d ——单个土工袋的抗压强度设计值；
 p_c ——基础底面处的自重压力值；
 p_{cz} ——下卧土层顶面处土的自重压力值；
 p_k ——基础底面处的平均压力值；
 p_z ——软弱下卧层顶面处的附加压力值；
 T ——土工袋单宽极限张力（kN/m）
 T_a ——袋体材料在允许延伸率下的抗拉强度；
 T_p ——单位宽度的袋体材料能够产生的最大拉力；
 V_1 ——滑动面以上土工袋挡土墙垂直向地震惯性力；
 V_2 ——滑动土体的垂直向地震惯性力；
 z ——基础底面下土工袋垫层的厚度；
 φ ——袋内材料的内摩擦角；
 μ ——土工袋层间等效摩擦系数；
 θ ——土工袋垫层的应力扩散角；
 σ ——土工袋挡土墙基底压应力。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 下列工程部位或处理方式可选用土工袋技术：

(1) 边坡防护加固，包括特殊土边坡的表层置换、土质边坡的防冲刷处理、高陡边坡局部修复以及景观河道、生态防护等其他边坡工程；

(2) 挡墙支护，包括永久性支挡结构的临时支护以及软弱地基、施工条件受限的边坡、不宜构筑常规圬工挡墙地段的支护等；

(3) 地基加固处理，包括道路、房屋、桥梁等结构的地基加固，软土地基排水垫层、淤泥处置等；

(4) 基础减隔震（振），包括道路、房屋、桥梁等结构的基础减隔震（振）；

(5) 防洪抢险，包括决口封堵、管涌、围堰、土质堤坝防冲刷等；

(6) 其他工程应用，包括沟槽回填、防爆防冲击消能等。

3.2 设计原则

3.2.1 土工袋应用于工程设计与施工时应遵从工程所属的相关行业标准的原则。

3.2.2 设计单位应根据调查和勘察结果进行设计，必要时选择有代表性的场地进行工艺试验。

3.2.3 设计方案应根据工程主要目的、材料布放位置、长期工作条件对材料耐久性要求、施工环境以及经济等因素确定。

3.2.4 重要工程宜通过生产性试验确定设计施工参数。

3.2.5 设计应根据工程需要确定必要的安全监测项目。

3.3 施工及检验

3.3.1 施工前应调查现场周围环境、施工条件，熟悉设计文件，分析地层和地质资料，如有需要，应编制施工组织设计。

3.3.3 工程施工前应由施工单位项目技术负责人向现场管理人员和施工班组进行安全技术交底，制定施工质量控制与安全文明管理措施，报经批准后实施。

3.3.4 应用土工袋的工程应根据工程实际情况，制定施工检验细则。

3.3.5 施工过程中应有专人定期检查。每完成一道工序后应按照设计要求及时进行质量评定与验收，经验收检查合格后方可进行下一工序施工，凡不合格项均应进行整修或返工处理直至合格。

3.3.6 施工过程中，应做好质量控制、安全生产、文明施工和环境保护等工作。

3.3.7 土工袋施工可以根据土工袋单体尺寸选择人工或是人工结合机械施工的形式。土工袋单体长、宽尺寸不超过 1m 时，宜采用小型平碾、振动碾、平板振动器等进行逐层

碾压；若土工袋单体长、宽尺寸超过 1m 时，宜采用大型碾压设备进行逐层整体碾压。

3.3.8 土工袋的施工方法、各层压实遍数宜通过现场试验确定。为保证逐层压实质量，应控制机械的碾压速度。

3.3.9 施工安全应符合下列要求：

1 施工单位应组织施工人员进行安全教育及技术交底，并按规定配备劳动保护用品和救援设备。

2 施工区域应按有关规定设置安全警示标志。

3 现场临时用电、机械操作等作业，应符合安全规定。

4 进场材料、设备及施工废料不应在潜在塌滑区堆载。

5 施工过程中，在边坡、支护结构处设置一定数量的位移观测点定期监测，并形成观测分析资料。

3.3.10 工程资料编制应及时、真实、准确、齐全。

3.3.11 当工程具备验收条件时，施工单位应及时报请验收。

4 规格与材料

4.1 一般规定

4.1.1 施工前应根据工程使用要求选择下列试验项目以确定土工袋的性能指标，测试方法应符合有关标准：

(1) 物理性能指标，包括袋体材料的单位面积质量、厚度、等效孔径，袋内材料的自重、最大和最小干密度等；

(2) 力学性能指标，包括袋体材料的拉伸、撕裂、握持、CBR 顶破、胀破等强度、材料与土相互作用的直剪摩擦系数以及拉拔摩擦系数、材料间的摩擦系数、蠕变、袋体材料接缝强度，袋内材料的内摩擦角、黏聚力，缝合材料的断裂强力等；

(3) 水力学性能指标，包括袋体材料的垂直渗透系数（透水率）、平面渗透系数（导水率）、梯度比，袋内材料的渗透系数等；

(4) 耐久性能指标，包括袋体材料和缝合材料的抗紫外线能力、化学稳定性和生物稳定性等。

4.1.2 用于工程的性能指标应模拟工程实际条件进行测试，分析实际环境对测定值的影响。

4.1.3 土工袋设计应与工程建筑物的设计阶段相适应，达到安全可靠、经济合理、技术先进的要求。

4.1.4 土工袋进场后应存放在通风遮光处，远离火种，避免雨淋、水浸泡和暴露日晒。

4.2 规格

4.2.1 根据土工袋的设计长、宽、高尺寸，可以将其分为小、中、大型三种规格，不同规格土工袋常见的尺寸及应用场景见表 4.2.1。

表 4.2.1 不同规格土工袋常见尺寸及应用场景

规格	常见尺寸 (cm×cm×cm) (平铺尺寸/装袋整平后尺寸)	应用场景
小型	60×50 / 40×40×10	减隔震（振）、沟槽回填
	80×50 / 60×40×10	防洪、生态土工袋、植生土工袋、 沟槽回填
中型	180×100 / 150×80×20	护坡、支挡、地基加固、防爆
大型	270×150 / 200×100×50	地基加固、抢险

注：不同应用场景下的土工袋规格包括但不限于本表中的常见尺寸，实际尺寸可根据实际工程条件进行相应调整和设计。

4.3 袋体材料

4.3.1 土工袋选用的袋体材料，应根据工程特性条件，按照现行国家标准《土工合成材

料应用技术规范》GB/T 50290 的要求，通过设计计算或试验后确定。

4.3.2 袋体材料应根据工程安全等级、施工方法、使用条件以及袋体尺寸等进行选择，原材料一般为聚合化纤织物。

4.3.3 土工袋袋口宜采用缝合法缝口，缝口部位的断裂（拉伸）强度应不小于袋体强度。

4.3.4 袋体材料性能指标包括其本身的特性指标和与土相互作用指标。后者为与土共同作用时的反应，应模拟实际工作条件，由试验测定。

4.3.5 袋体材料的选择应综合考虑工程使用年限、工作环境、施工条件等因素后确定。

4.3.6 袋体材料应具有国家或省级计量部门认可的测试单位出具的测试报告。材料进场时，应有出厂合格证和标志牌，并应进行抽检。

4.3.7 常见的几种应用场景下袋体材料性能建议取值见表 4.2.5-1 至表 4.2.5-

表 4.3.7-1 用于边坡防护及挡墙支护的土工袋袋体材料性能建议取值

指标	取值		
	护坡、支挡土工袋	生态土工袋	植生土工袋
单位面积质量 (g/m ²)	≥120	≥80	≥80
经、纬向断裂（拉伸）强度 (kN/m)	≥25	≥15	≥15
经、纬向断裂伸长率 (%)	≥15	≥15	≥15
抗紫外线老化 (II 型荧光紫外灯照射 288h) 断裂强度保持率 (%)	≥80	≥80	/
等效孔径 O95 (mm)	(0.1, 0.5)	(0.1, 0.5)	(0.05, 0.2)
垂直渗透系数 (cm/s)	(10 ⁻³ , 10 ⁻²)	(10 ⁻³ , 10 ⁻²)	(10 ⁻³ , 10 ⁻²)
摩擦系数	≥0.4	≥0.3	≥0.3

表 4.3.7-2 用于软基加固、基础减隔震（振）的土工袋袋体材料性能建议取值

指标	取值
单位面积质量 (g/m ²)	≥150
经、纬向断裂（拉伸）强度 (kN/m)	≥25
经、纬向断裂伸长率 (%)	[15, 20]
抗紫外线老化 (II 型荧光紫外灯照射 288h) 断裂强度保持率 (%)	≥80
等效孔径 O95 (mm)	(0.1, 0.5)
垂直渗透系数 (cm/s)	(10 ⁻³ , 10 ⁻²)

表 4.3.7-3 用于防洪、抢险的土工袋袋体材料性能建议取值

指标	取值
单位面积质量 (g/m ²)	≥80
经、纬向断裂（拉伸）强度 (kN/m)	≥18
经、纬向断裂伸长率 (%)	≥15
抗紫外线老化 (II 型荧光紫外灯照射 288h) 断裂强度保持率 (%)	≥80
等效孔径 O95 (mm)	(0.1, 0.5)
垂直渗透系数 (cm/s)	(10 ⁻³ , 10 ⁻²)

4.4 袋内材料

4.4.1 土工袋选用的袋内材料,应根据工程特性和地基土质条件,按照现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290 的要求,通过设计计算或试验后确定。

4.4.2 袋内材料根据铺设位置以及应用场景确定,宜用现场开挖土、碎石、角砾、砾砂、粗砂、中砂、建筑废渣等材料,不宜含有尖锐石块,且不宜含草根、树叶等有机物、氯化钙、碳酸钠、硫化物等化学物质。

4.4.3 土工袋袋内材料的确定应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 土工袋袋内材料类型及粒径要求

应用场景	袋内材料类型及粒径要求
边坡防护、挡墙支护	粒径≤5cm 的碎石或卵石、中（粗）砂、砾石、砂土、开挖土等,具有排水功能的土工袋建议选用渗透系数较大的碎石或卵石、中（粗）砂、砾石、砂土等无黏性土
软基加固	粒径≤5cm 的碎石或卵石、砾石、砖渣、开挖风干软土等
基础减隔震（振）	粒径≤5mm 的中（粗）砂
防洪抢险	粒径≤5cm 的碎石或卵石、砾石、砖渣、钢渣、建筑垃圾和渣土等,根据工程要求及条件,可适用砂土、土夹石等现场涂料

5 边坡防护

5.1 一般规定

5.1.1 土工袋在边坡防护工程中的应用包含但不仅限于以下四个方面：

- 1 特殊土（膨胀土、盐渍土、湿陷性黄土、高液限土等）边坡的表层置换；
- 2 土质边坡（堤坝、路堤、路堑、河道、渠道等）的防冲刷处理；
- 3 景观河道、生态防护、边坡绿化等边坡工程；
- 4 高陡边坡局部修复。

5.1.2 工程设计前，应对护坡区域工程地质与水文地质情况进行调查和勘察，深度应满足各阶段设计要求。

5.1.3 土工袋边坡防护工程应结合周边环境与整体规划，满足景观、生态及环保的要求。

5.1.4 下列土工袋边坡防护工程的设计及施工应进行专门论证：

- 1 高度超过本规程适用范围的边坡工程；
- 2 地质和环境条件复杂、稳定性极差的一级边坡工程；
- 3 边坡塌滑区有重要建(构)筑物、稳定性较差的边坡工程。

5.2 设计

5.2.1 土工袋边坡防护工程设计的基本要求如下：

1 土工袋边坡防护工程的级别应与其所在工程的级别一致，具体按《防洪标准》GB 50201、《堤防工程设计规范》GB 50286、《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 及相关行业标准的规定确定。

2 综合考虑边坡工程水文地质条件、荷载作用情况、施工条件、袋装材料情况、工程造价等因素，满足抗滑稳定、渗流控制等方面的要求，同时兼顾与邻近建筑物的衔接、周边环境及景观要求，坡线布置应力求平顺，相邻护坡坡段应平缓连接，不宜采用折线或急弯。

5.2.2 土工袋边坡防护工程设计时应取得下列资料：

1 边坡工程的地质勘察资料，包括边坡的土层分布、地下水位，各土层的重度、渗透系数，土的内摩擦角、凝聚力等物理力学性质指标。

2 边坡及其周围地区的场地环境条件，坡顶邻近建筑物的荷载、结构、基础型式和埋深，地下设施的分布等。

3 边坡工程区域内植被情况，主要包括适宜环境的草种、生长期、根系发育情况等。

4 施工条件、施工技术、设备性能和施工经验等资料

5 有条件时宜取得类似边坡工程的经验。

5.2.3 土工袋边坡防护工程设计应包括以下内容：

- 1 土工袋材料（包括袋体材料、填充材料及缝口材料）及规格设计；
- 2 护坡结构型式设计；
- 3 护坡排水设计；
- 4 护坡稳定性计算。

5.2.4 土工袋边坡防护工程选用的土工袋规格以及材料设计要求根据第 4 章确定。

5.2.5 土工袋边坡防护工程结构设计应符合《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《水利水电工程边坡设计规范》SL 386 及相关行业标准的要求，并应符合下列要求：

1 土工袋护坡结构型式应根据工程具体情况，经综合比较合理确定，一般由固坡土工袋和生态土工袋或植生土工袋组成。对于自身稳定满足要求的土质边坡，可仅布置生态土工袋或植生土工袋。

2 对于有固坡要求的边坡，固坡土工袋结构的水平宽度应根据护坡高度、坡度以及边坡的稳定要求确定。设计时，可参照表 5.2.5 初步拟定固坡土工袋结构水平宽度，然后进行边坡稳定性计算，根据计算结果进行优化调整。

表 5.2.5 固坡土工袋结构最小水平宽度建议值

边坡高度 H (m)	坡度 (1: n)	固坡土工袋最小水平宽度 B (m)
$H \leq 5$	$n \geq 1.5$	1.2
	$1.5 > n \geq 1.0$	1.2~1.5
	$1.0 > n \geq 0.75$	1.5~2.0
$H > 5$	$n \geq 1.5$	1.5
	$1.5 > n \geq 1.0$	1.5~2.5
	$1.0 > n \geq 0.75$	2.5~3.0

3 当土工袋用于特殊土（膨胀土、盐渍土、湿陷性黄土、高液限土等）边坡的表层置换时，土工袋护坡结构型式要根据其高度进行适当调整：

1) 对于高度小于 5m 的边坡工程，土工袋护坡可不设置马道，可采用图 5.2.5-1 所示的结构型式。

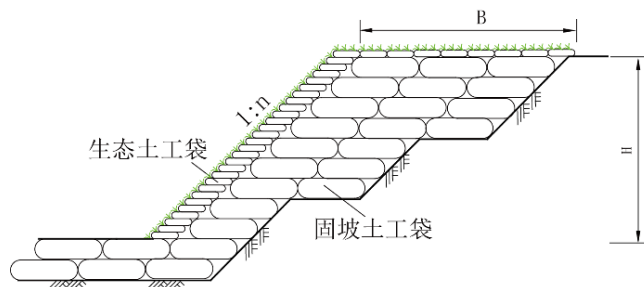


图 5.2.5-1 土工袋护坡结构型式 1

2) 对于高度大于 5m 的边坡工程，土工袋护坡结构宜设置马道，马道宽度不宜小于 1m，可采用图 5.2.5-2 所示的结构型式。

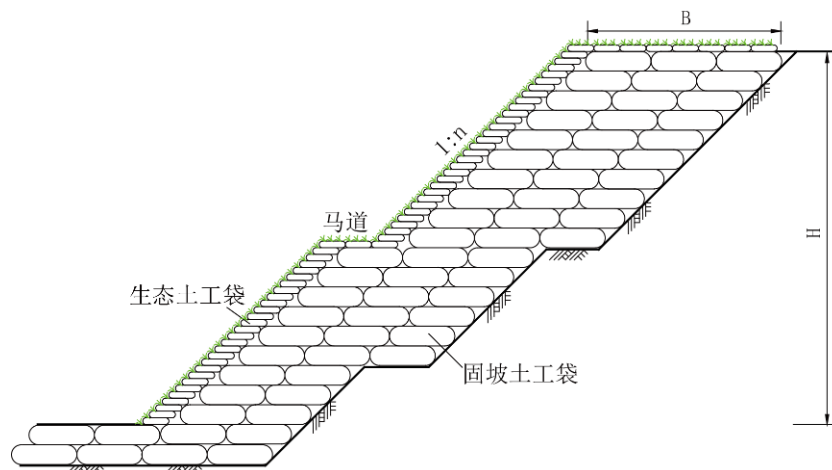


图 5.2.5-2 土工袋护坡结构型式 2

3) 对于高度大于 5m 的边坡工程,在坡度较陡的情况下,为增加护坡结构整体稳定性,宜采用不低于固坡土工袋袋体断裂(拉伸)强度的有纺土工布或土工格栅反包,可采用图 5.2.5-3 所示的结构型式。土工布或土工格栅反包设计一般按每 1.5m~2m 高度设置 1 层,折回包裹的长度不宜小于 2m,沿护坡水平方向需进行搭接,搭接长度不小于 0.5m。

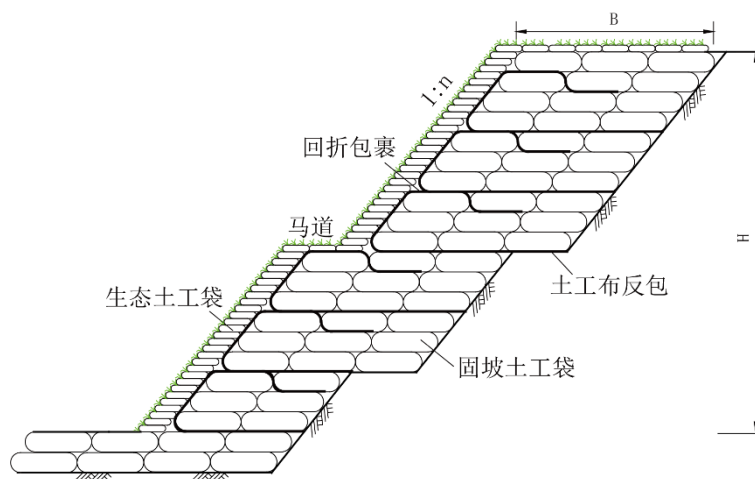


图 5.2.5-3 土工袋护坡结构型式 3

4 当土工袋用于土质边坡(堤坝、路堤、路堑、河道、渠道等)的防冲刷处理时,土工袋边坡防护工程的结构设计落脚点要形成一个整体的防冲刷“盔甲”结构,其结构型式如图 5.2.5-4 所示。

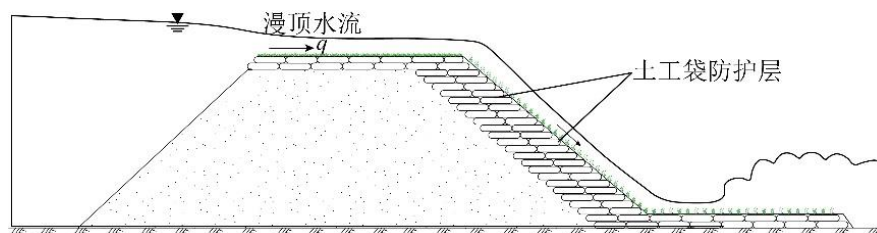


图 5.2.5-4 土工袋防冲刷结构型式

5 当土工袋用于高陡边坡局部修复时,首先需要确定滑坡体的滑裂面形态及其方

量,从而预估修复量大小,进而确定土工袋边坡修复体的结构型式。针对不同的修复量,土工袋修复结构的结构型式如题 5.2.5-5 所示。

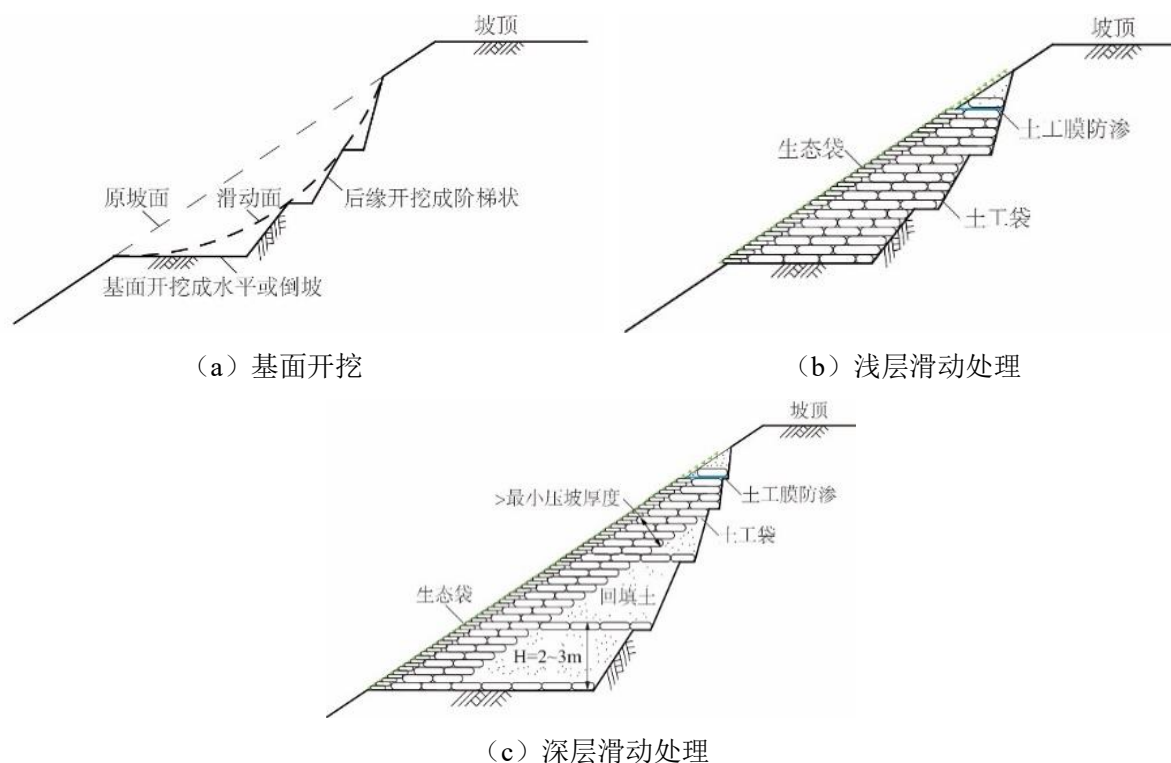


图 5.2.5-5 土工袋修复用于高陡边坡局部修复的基面开挖与结构型式

5.2.6 土工袋护坡坡脚应根据地形、地质、边坡稳定及地基整体稳定等要求进行适当的防护与处理,以使土工袋与水平基面的摩擦系数不小于土工袋层间的摩擦系数。坡脚基面应开挖至地面以下 0.3m~0.5m,向坡前延伸 0.5m~1.0m。

5.2.7 土工袋护坡的防渗、排水应符合下列要求:

- 1 对于有膨胀性的土坡,要防止雨水从坡顶与坡面通过土工袋护坡进入土坡中,宜在土工袋护坡与原土坡坡面之间设置防渗土工膜。
- 2 对于地下水位较高的土质边坡,应在土工袋护坡与原土坡坡面之间设置排水措施。

5.2.8 土工袋边坡防护结构稳定性计算分析应符合下列要求:

- 1 土工袋防护边坡应进行抗滑与抗倾覆稳定计算。计算时,应根据边坡的地形地貌、工程地质条件、工程类别、安全等级及工程布置方案等分区段选择有代表性的断面。
- 2 土工袋防护边坡稳定性状态分为稳定、基本稳定、欠稳定和欠稳定四种状态,可根据边坡稳定性系数按表 5.2.8-1 确定。

表 5.2.8-1 土工袋防护边坡稳定性状态划分

边坡稳定性系数 F_s	$F_s < 1.00$	$1.00 \leq F_s < 1.05$	$1.05 \leq F_s < F_{st}$	$F_s \geq F_{st}$
边坡稳定性状态	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定

注: F_{st} ——边坡稳定安全系数。

3 土工袋护坡抗滑稳定安全系数应综合考虑护坡运行条件、治理和加固费用等因素，根据其工程性质满足相应设计规范的要求。一般情况下，边坡稳定安全系数 F_{st} 应按表 5.2.8-2 确定。

表 5.2.8-2 边坡稳定安全系数 F_{st}

边坡类型		边坡工程安全等级	一级	二级	三级
		稳定安全系数			
永久边坡	一般工况		1.35	1.30	1.25
	地震工况		1.15	1.10	1.05
临时边坡			1.25	1.20	1.15

注：1 地震工况时，安全系数仅适用于塌滑区内无重要建（构）筑物的边坡；

2 对地质条件很复杂或破坏后果极严重的边坡工程，其稳定安全系数应适当提高。

4 土工袋护坡抗滑稳定性计算分析一般采用瑞典条分法计算，具体计算方法见附录 A。

5 对于坡度陡于 1:1 的土工袋护坡工程，除按照附录 A 进行边坡抗滑稳定性计算外，还应将土工袋护坡作为一个倾斜的挡土墙，进行土工袋挡土墙稳定性计算，土工袋挡土墙稳定性计算参照附录 B。

6 土工袋护坡稳定性计算中，土工袋层间等效摩擦系数 μ 需要考虑编织袋体的摩擦、袋内材料粒径大小及排列方式，一般为 0.4~0.6，必要时应通过试验确定。

7 对于三维效应明显的安全等级为一级、二级的边坡，还宜采用三维稳定分析方法验算边坡的稳定性。

5.3 施 工

5.3.1 土工袋边坡防护的施工工艺流程图见图 5.3.1。

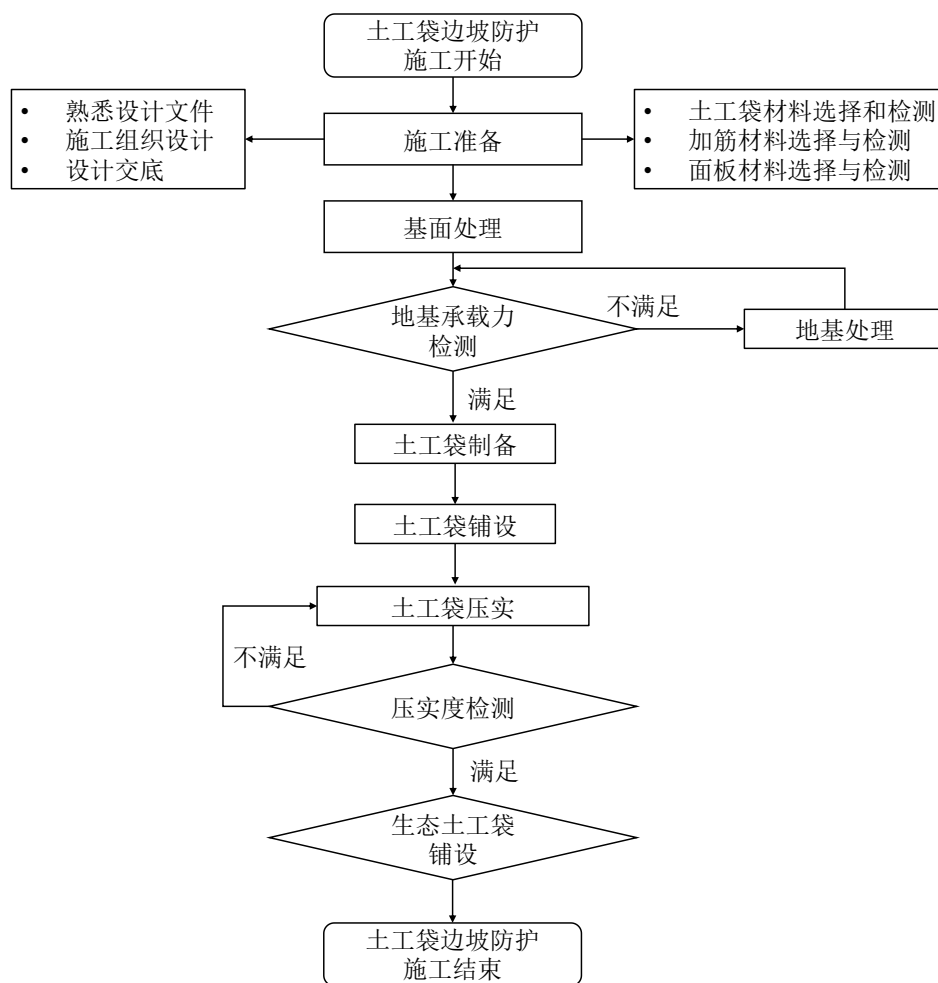


图 5.3.1 土工袋边坡防护施工工艺流程图

5.3.3 施工过程中基面处理应符合下列规定：

- 1 根据设计要求进行基面清理，清理后的基面应不含有腐殖土、杂物、树根、松土、松石、空洞以及尖锐的石块等。
- 2 基面开挖、清除的弃土、杂物、废渣等，均应运到指定场地堆放。
- 3 采用小型机械对清理后的基面进行整平压实，整平后的基面应及时报验，验收后不应扰动或长时间暴露，应尽快进行土工袋护坡体施工。
- 4 基面清理整平后若不能立即施工，应做好基面保护，土工袋护坡体施工前应再检验，必要时需重新清理与整平压实。

5.3.4 土工袋的制备主要包括土工袋的装袋与缝口，袋体材料应满足设计和规程要求，宜采用装袋机或其它自行设计的方式制备。

5.3.5 制备固坡土工袋时，应符合下列规定：

- 1 装袋前，应根据拟装填的袋内材料（现场开挖土、城市渣土或建筑废料等）、土工袋尺寸以及设计厚度等确定合适的土工袋充填率。
- 2 装袋时，应剔除粒径大于土工袋厚度（成型后）的 1/3 或有尖锐棱角等不符合要求的装填材料后缝口。采用机械铺设施工方案时，宜在与土工袋规格配套的模具内装袋、

缝口。

3 土工袋缝口线至袋口边缘的距离不宜小于 3cm，不应漏缝、错缝。

4 装填形成的土工袋应饱满且具有扁平稳定形状。

5.3.6 制备生态土工袋时，应符合下列规定：

1 生态护坡选用的植物种子应符合设计要求，袋内营养土应选取适合植物生长的土壤；

2 对于植物种子混合在营养土中的生态土工袋，植物种子与营养土应按确定的比例混合均匀；

3 对于植物种子粘附在袋子内侧的生态土工袋，应选择合适的粘合剂，将种子按照适当的分布密度粘附在生态土工袋内侧。填充营养土时，应避免蹭落种子；

4 土工袋缝口线至袋口边缘的距离不宜小于 3cm，不应漏缝、错缝。

5.3.7 固坡土工袋根据尺寸大小采用人工铺设或机械铺设，生态土工袋一般采用人工铺设。

5.3.8 土工袋自下而上逐层铺设，每层土工袋袋体短边顺水流（道路轴线）方向，上下层土工袋应错缝铺设，如图 5.3.8 所示。先铺设固坡土工袋，后铺设生态土工袋，二者应交错同步上升。

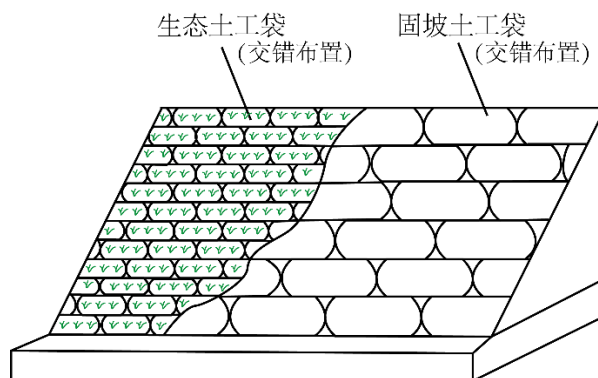


图 5.3.8 土工袋顺水流或沿道路轴线方向交错排列

5.3.9 固坡土工袋每铺设 1 层一般采用手持式平板振动夯整平压实，或采用轻型的碾压设备静碾 1~2 遍。铺设时，相邻袋体之间应预留一定的间隙，间隙大小通过试验确定。

5.3.10 生态土工袋应无间隙铺设，铺设后整平压实。坡度大于 1:1 的边坡，应采取嵌入等措施使生态土工袋与固坡土工袋形成整体。

5.3.11 设计要求反包土工布或土工格栅的工程，土工布/土工格栅的铺设于反包应符合下列规定：

1 土工布/土工格栅的裁剪长度应不小于土工袋固坡水平宽度、反包坡面长度与折回包裹长度之和。折回包裹的长度应符合设计要求，且不小于 2m。

2 沿护坡水平方向的搭接长度应符合设计要求，且不小于 0.5m。

3 在铺设好的土工布/土工格栅上，按设计要求铺设固坡土工袋，达到反包高度时，应人工拉紧、反包土工布/土工格栅，并采用顶层第 2 列土工袋压紧。

4 土工布/土工格栅应符合《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290 的要求。

5.3.12 有排水、反滤设施要求的，应按设计要求施工。

5.3.13 施工期间如遇特殊情况不能连续施工，应根据天气情况对施工层面与制备好的土工袋采取遮盖措施，避免其受到雨水冲刷与阳光曝晒。

5.3.14 铺设完成后，应及时对生态土工袋进行养护，养护内容包括遮阳网覆盖、洒水养护与病虫害防治等。

5.4 质量控制与检验

5.4.1 施工单位应以顺水流（道路轴线）方向每 50m~100m 的长度护坡范围为 1 个单元工程。

5.4.2 固坡土工袋应错缝堆叠，整平压实，固坡水平宽度应不小于设计要求；生态土工袋应无间隙铺设，与固坡土工袋交错同步上升。成型后的护坡体表面平整，边线顺直，坡度应不陡于设计值。

5.4.3 工程质量检验与评定应符合《建筑边坡工程施工质量验收标准》GB/T 51351 和《水利水电工程施工质量检验与评定规程》SL 176 的要求。

5.4.4 土工袋边坡防护加固中基面处理的工序质量检验项目与标准应符合表 5.4.4 的规定。

表 5.4.4 基面处理工序质量检验项目与标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量	
一般项目	1	土基基面	基面无腐殖土、杂物、树根、松土、松石、空洞以及尖锐的石块等	观察，检查施工记录	全面检查
	2	基面顶、底高程	±50mm	水准仪	沿长度方向 10m~20m 测 1 点
	3	坡脚基面	开挖至地面以下 0.3m~0.5m，向坡前延伸 0.5m~1.0m	检查、测量	沿长度方向 10m~20m 测 1 处
	4	坡度	1: (1±2%) n	测量	沿长度方向 10m~20m 测 1 处
	5	表面平整度	坡面无明显凹凸	观察	全数
	6	马道设置	宽度、高程符合设计要求	观察、水准仪、钢卷尺	沿长度方向 10m~20m 测 1 处

5.4.5 土工袋边坡防护加固中土工袋制备的工序质量检验项目与标准应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 土工袋制备工序质量检验项目与标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量	
主控	1	土工袋袋体材料质量	符合设计和规程要求	观察、试验	每种规格 3000 只土工袋取样 1 组

项目	2	土工袋规格	符合设计和规程要求	钢卷尺	每种规格 3000 只土工袋 取样 1 组
一般项目	1	装填料	符合设计和规程要求	观察、量测	每一料源取样 3 个
	2	充填率	符合设计和规程要求	观察、量测	每层土工袋取样 5 个
	3	缝口	缝口线至袋口边缘的距离 不小于 3cm, 不漏缝、错缝	观察、量测	每层土工袋取样 5 个
	4	种子质量	符合设计和规程要求	查阅资料	全数
	5	种子混合(粘附)	符合设计和规程要求	检查	全数

5.4.6 土工袋边坡防护加固中土工袋铺设的工序质量检验项目与标准应符合表 5.4.6 的规定。

表 5.4.6 土工袋铺设工序质量检验项目与标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量	
主控项目	1	护坡体顶高程	$\pm 50\text{mm}$	水准仪	沿长度方向 10m~20m 测 1 点
	2	护坡体坡度	1: (1+2%) n	量测	检查 5 个点
一般项目	1	固坡土工袋铺设	袋体间隙符合设计要求, 整平压实符合规程要求, 层间错缝	检查	每层检查 1 次
	2	固坡水平宽度	不小于设计要求	量测	底层、中层、顶层各检查 1 次
	3	生态土工袋铺设	平整压实, 无间隙, 层间 错缝, 与固坡土工袋同步 上升	检查	每层检查 1 次
	4	土工布铺设与反包	符合设计要求	检查	每处检查 1 次
	5	排水、反滤设施铺设	符合设计要求	检查	每处检查 1 次
	6	防渗土工膜材质及铺 设	符合设计要求	检查、试 验	材质每 5000m ² 检测 1 次, 铺设每单元检查 1 次
7	生态土工袋养护	符合设计要求	检查	全数	
8	植物种子发芽率及生 长情况	符合设计要求	检查	全数	

6 挡墙支护

6.1 一般规定

6.1.1 下列工程部位或处理方式可将土工袋应用于挡墙支护：

- 1) 永久性支挡结构的临时支护；
- 2) 软弱地基，基础处理技术经济性差的地段；
- 3) 施工条件受限、地形条件复杂的边坡，如存在陡峻山坡、斜坡等；
- 4) 不宜构筑常规圬工类挡墙、便于“以土代石”构筑挡墙的地段；
- 5) 常规挡墙抗震措施成本高，宜采用柔性挡墙的地段。

6.1.2 应做好挡土墙设置地段的勘测与勘察、工程环境和墙后回填材料调查以及必要的土工试验和材料试验等工作，为设计和施工提供准确可靠的基础资料。

6.1.3 土工袋挡土墙应结合周边环境与整体规划，满足景观、生态及环保的要求。

6.2 设计

6.2.1 土工袋挡土墙工程设计应包含以下内容：

- 1 挡土墙结构设计，包括高度、断面形式、布置范围等；
- 2 土工袋材料（包括袋体材料、填充材料及缝口材料）及规格设计；
- 3 挡土墙选用面板类型、材料强度、伸缩缝、沉降缝设计；
- 4 挡土墙地基基础设计；
- 5 挡土墙工程排水设计；
- 6 挡土墙稳定性验算。

6.2.2 用单级挡土墙时，墙高不宜大于 12m；当墙高超过 12m 时，宜采用多级挡土墙，每级墙高不宜大于 10m，总高度不宜大于 20m，上下级墙体之间应设置宽度不小于 2.0m 的平台；当总高度超过 20m 时，应进行专题论证。

6.2.3 土工袋挡土墙典型横断面形式宜采用图 6.2.3 (a) 所示的平形四边形；当受地形、地质条件限制时，也可采用图 6.2.3 (b) 所示的台阶式；当地基承载力较低时，可采用图 6.2.3 (c) 所示的错台式。断面尺寸应根据挡土墙稳定性的计算结果确定。

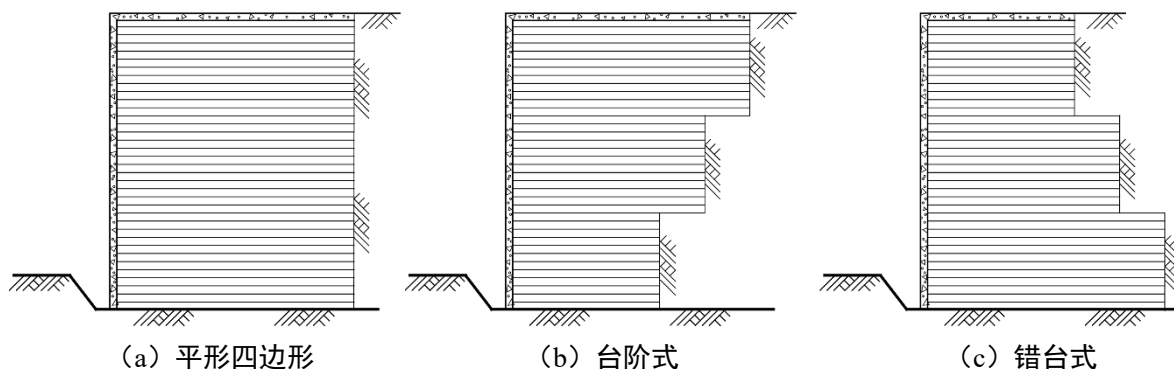


图 6.2.3 土工袋挡土墙典型横断面形式示意图

6.2.4 土工袋挡土墙工程选用的土工袋规格以及材料设计要求根据第 4 章确定。

6.2.5 土工袋挡土墙的面板形式主要包括挂网喷砼面板、生态土工袋/生态混凝土面板、预制混凝土/钢筋混凝土面板、干砌石等。常见的土工袋挡土墙面板形式示意图见图 6.2.5。

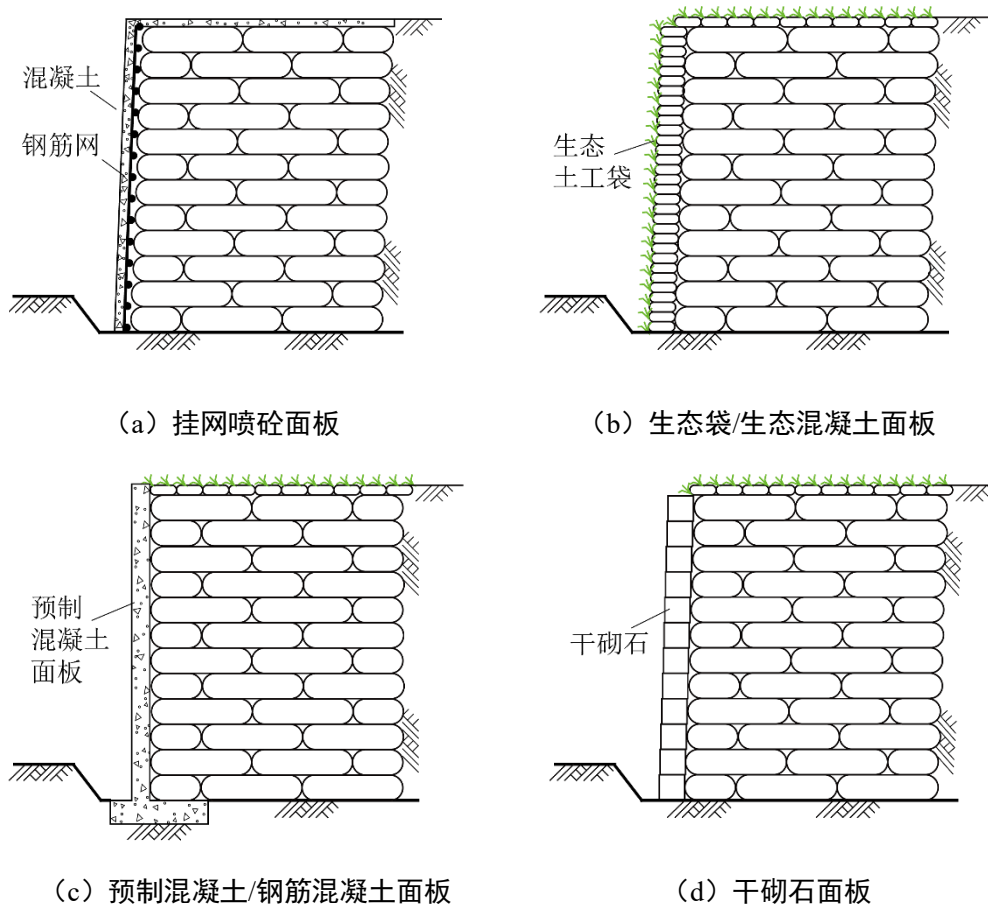


图 6.2.5 常见的土工袋挡土墙面板形式示意图

6.2.6 土工袋挡土墙面板应符合下列要求：

1 挂网喷砼面板

挂网喷砼面板采用经防腐处理的钢筋网，材料应符合《钢筋混凝土用钢 第三部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3 的要求；布置钢筋网后喷射混凝土，混凝土厚度宜为 50mm~200mm。

2 生态袋/生态混凝土面板

生态袋/生态混凝土面板采用的生态土工袋材料应符合本规程第 4 章的相关要求，生态混凝土材料应符合《生态混凝土应用技术规程》CECS 361 的要求。

3 预制混凝土/钢筋混凝土面板

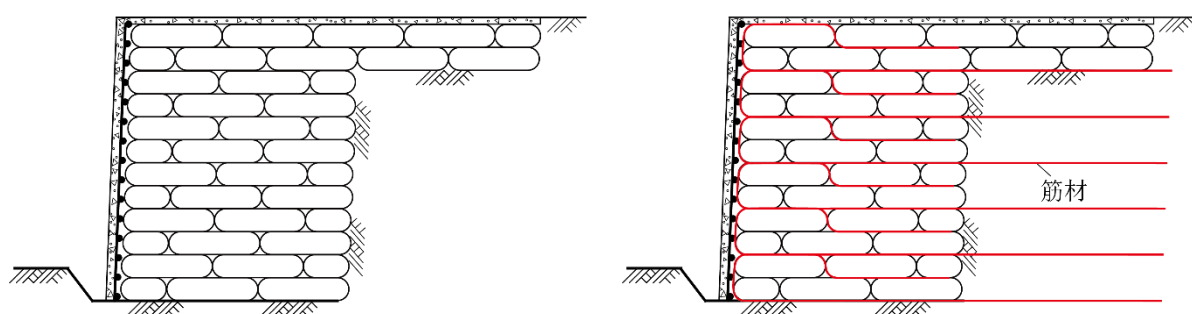
预制混凝土面板应采用标准化模具制作，采用的混凝土强度等级不宜低于 C20，厚度应不小于 20cm；预制钢筋混凝土面板采用的混凝土强度等级不宜低于 C25，厚度应不小于 8cm。

4 干砌石面板

干砌石面板所用石材表面应清洗干净，上下面应尽可能平整，块石厚度不应小于0.20m。

6.2.7 墙后土体最大厚度大于3m时，为提高挡土墙稳定性，宜在土工袋挡土墙距墙顶1~2m范围内向墙内方向延长铺设土工袋，见图6.2.7(a)，延长铺设范围不应小于3m；墙后土体最大厚度大于5m时，为提高土工袋挡土墙的整体性，宜在间隔多层土工袋间采用土工布、土工格栅等加筋材料进行反包，见图6.2.7(b)，加筋材料在墙后土体内的长度应符合下列规定：

- 1 墙高大于3.0m时，加筋材料在墙后土体内的长度不应小于墙后土体最大厚度的0.8倍，且不小于5.0m；
- 2 墙高小于3.0m时，加筋材料长度不应小于3.0m。



(a) 墙顶延长铺设土工袋

(b) 加筋材料反包

图 6.2.7 土工袋挡土墙提高稳定性、整体性措施

6.2.8 最大加筋间距应不大于1m，最小加筋间距应不小于两层土工袋的最小压实厚度。

6.2.9 若土工袋挡土墙面板选用预制混凝土/钢筋混凝土面板，面板应设置伸缩缝，伸缩缝间距宜为20m左右，预制混凝土面板在结构型式、地质条件、水文条件或基础型式变化处应设置沉降缝，伸缩缝与沉降缝可合并设置，缝宽宜为20mm~30mm。

6.2.10 土工袋挡土墙宜优先采用天然地基，当挡土墙的稳定性和地基承载力不满足设计要求时，可采用就地浅层固化、换填、强夯、复合地基或桩基础等方法对挡土墙的基础进行处理。

6.2.11 土工袋挡土墙的基础埋深应满足下列要求：

- 1 设置在土质地基上时，土工袋挡土墙基础底面的埋置深度应不小于1.5m；设置在岩石地基上时，应清除表面风化层，当风化层较厚难以全部清除时，基础底面的埋置深度应不小于0.6m；

- 2 在临河或是浸水地段，基础受水流冲刷时，应按设计洪水频率计算冲刷深度，基础底面距局部冲刷线应不小于1m。

6.2.12 土工袋挡土墙应设置墙内、外的排水设施，并应符合下列规定：

- 1 外部排水可在墙顶地面做防渗层（如不透水夯实黏土层或混凝土面板等），向墙外方向设散水坡和纵向排水沟，将集水导出；

2 墙内排水可根据面板形式等具体条件选用合理的结构形式，若采用挂网喷砼面板或是混凝土预制面板，墙内排水措施均应通过墙面的冒水孔管将水导出墙外；若采用生态土工袋/生态混凝土面板，可通过一定间隔距离纵横布置使用排水性较好的材料作为袋内材料的土工袋，并联合袋间缝隙作为排水通道，实现墙内排水；

3 土工袋挡土墙建在丰水山坡坡趾或塌方处时，应向坡内设置仰斜排水通道。

6.2.13 对于土工袋挡墙，相关设计采用极限平衡法，将其视为刚性挡土墙考虑并符合附录 B 有关规定。主要应包括下列内容：

- 1 抗滑稳定性验算；
- 2 抗倾覆稳定性验算；
- 3 挡土墙地基承载力验算；
- 4 整体稳定性验算。

6.2.14 土工袋挡土墙设计计算流程按图进行。

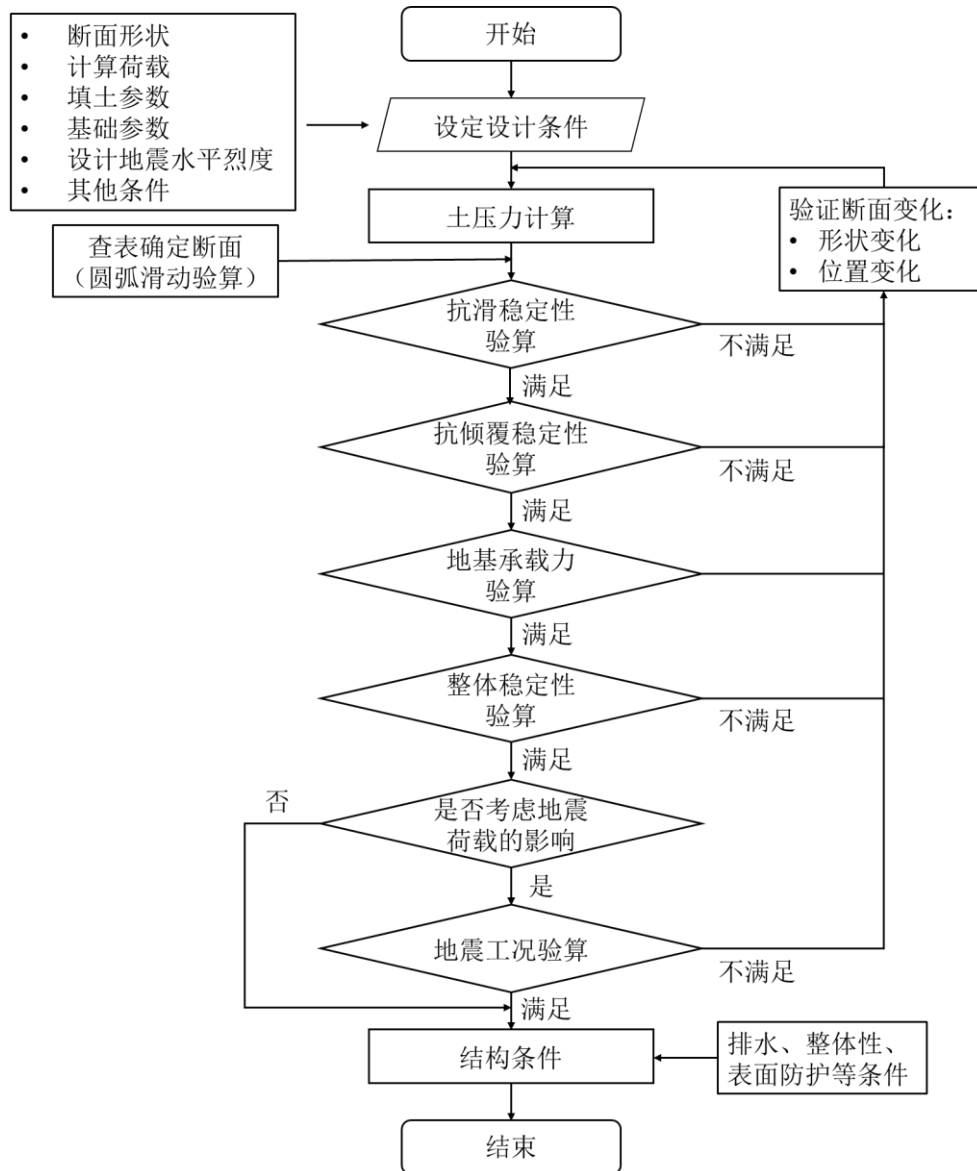


图 6.2.14 土工袋挡土墙设计计算流程图

6.2.15 土工袋挡土墙结构设计的荷载类型按表 6.2.15 采用。

表 6.2.15 荷载分类

作用（或荷载）分类		荷载名称
永久作用（或荷载）		挡土墙结构自重
		墙后填土自重
		填土侧压力
		墙顶有效永久荷载
		计算水位的浮力及静水压力
可变作用（或荷载）	基本可变作用（或荷载）	车辆荷载或人群荷载引起的土侧压力
	其他可变作用（或荷载）	水位退落时的动水压力
		流水及波浪压力
		冻胀压力和冰压力
施工荷载	施工时产生的临时荷载	
偶然作用（或荷载）		地震作用力
		滑坡、泥石流作用力

6.2.16 荷载效应组合应符合下列规定：

- 1 作用在一般地区挡土墙上的力，可只计算永久作用（或荷载）和基本可变作用（或荷载）；
- 2 浸水地区、地震动峰值加速度为 0.1g 及以上的地区、产生冻胀力的地区等，应计算其他可变作用（或荷载）和偶然作用（或荷载）；
- 3 作用（或荷载）组合可按表 6.2.16 确定。

表 6.2.16 常用作用（或荷载）组合

组合	作用（或荷载）名称
I	挡土墙结构自重、墙后填土自重、填土侧压力、墙顶有效永久荷载及其他永久荷载组合
II	组合 I 与基本可变荷载组合
III	组合 II 与其他可变荷载、偶然荷载相组合

6.3 施 工

6.3.1 土工袋挡土墙的施工工艺流程图见图 6.3.1。

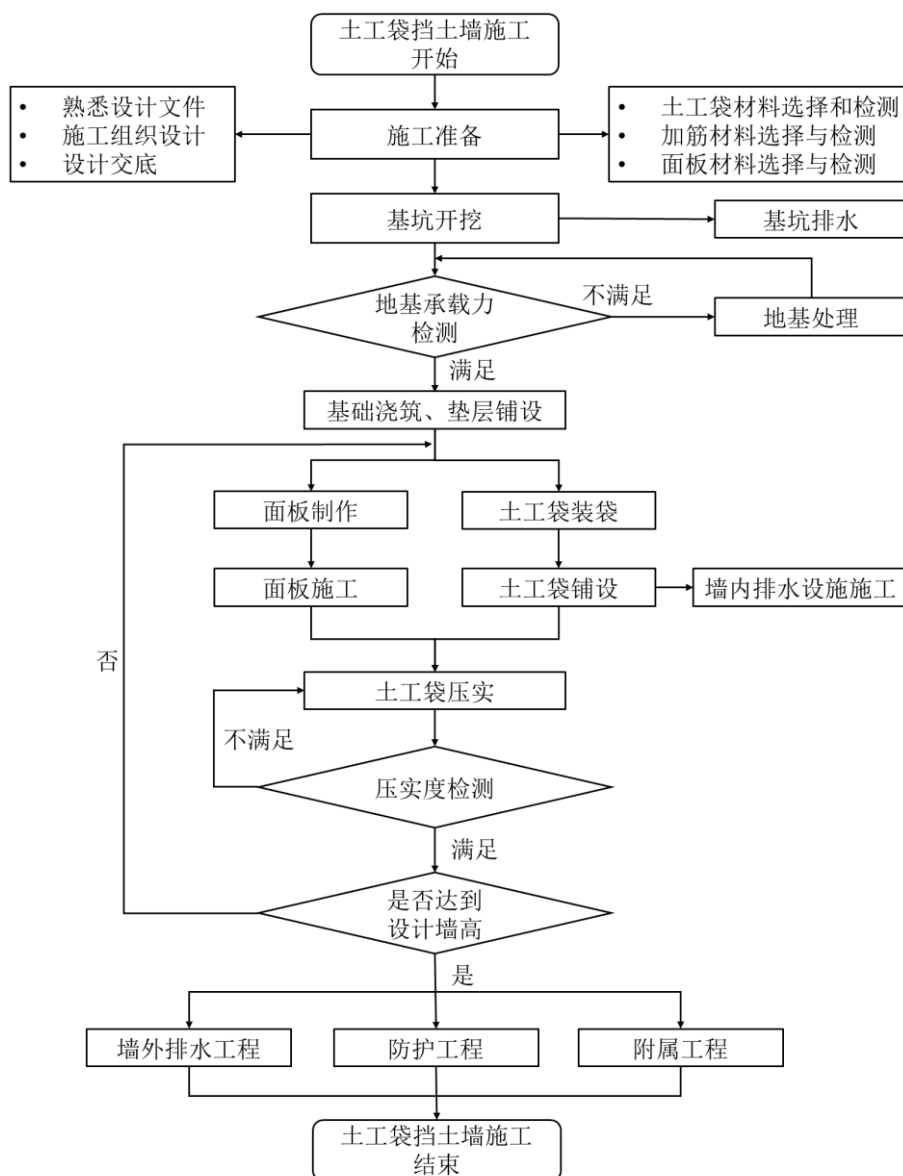


图 6.3.1 土工袋挡土墙施工工艺流程图

6.3.2 土工袋挡土墙基坑开挖应符合下列规定：

- 1 土工袋挡土墙基础施工前应清除地表腐殖土、杂物、表面风华和松软的土石；
- 2 根据土工袋挡土墙设计尺寸、形状以及埋置深度要求，测量划线后将地基开挖至设计标高。开挖范围应保证能够足够容纳土工袋的设计铺设长度，并便于袋体的摊铺、碾压，且应大于基础外缘 0.5m~1.0m；
- 3 基坑开挖宜分段跳槽进行，分段位置宜结合伸缩缝、沉降缝的位置确定；
- 4 开挖时应控制基底高程，不应超挖填补；超挖后不应回填虚土；当开挖接近基底设计标高时，应保留 0.1m~0.2m 厚度；在基础施工前进行人工挖除；
- 5 开挖时如有用水或雨水流入，应设置专门的排水设施；土质或易风化软质岩石地基在雨季开挖时，应在基坑挖好后及时封闭坑底；
- 6 基础开挖时，应根据土质、水文和开挖深度等条件选择安全的边坡坡度或支撑

防护措施，并对基坑边坡稳定性进行观测，必要时应采取相应的处理措施；

7 基坑开挖后应对坑底整平、压实，及时施作基础或挡土墙，不应使基坑长时间暴露或被扰动、浸泡；

8 对地基承载力进行监测，当地基承载力不满足要求时，应按设计和工程类型相关规范的要求进行地基处理施工，施工质量应符合相关类型工程规范的规定；

9 基础检验合格并经监理单位确认后，方可进行基础施工。

6.3.3 土工袋挡土墙施工应符合下列规定：

1 装填土工袋：将粒径不大于土工袋厚度（成型后）的 1/3 并无尖锐棱角的土石材料装入土工袋内并进行封口；挡土墙表面生态土工袋宜采用适合植物生长的客土，并保证袋体充盈，客土内宜添加一定的砂性土、有机肥或复合肥和植物种子；

2 土工袋铺设：将完成装袋并封口的土工袋按设计墙面坡度以及设计铺设长度按先内后外进行逐层铺设，相邻各层土工袋为错缝布置，不宜出现贯通多层的通缝；

3 土工袋压实整型：各层土工袋铺设完成后采用小型碾压机械进行人工压实，并对其上表面和外侧整型，做到“顺直、平整、密实”，袋体外露部分不起皱，相邻袋体无明显高差。施工过程采用的碾压机械、碾压速度、碾压遍数等施工设备和工艺参数应根据室内碾压试验结果确定；

4 加筋材料裁剪与铺设：剪切裁剪时应按设计要求截取足够的长度，并预留反包加筋材料的长度；加筋材料应与土工袋墙体同步施工；加筋材料铺设时应拉直、铺平，不应出现褶皱、突起现象。筋材的主受力方向（抗拉强度高的方向）应与挡墙横断面方向一致；

5 土工袋挡土墙顶部应按设计要求施工封闭层；

6.3.4 排水设施施工应符合下列规定：

1 土工袋挡土墙内部排水设施如反滤层、透水层、隔水层等应按设计要求与墙体施工同步进行，同时完成；

2 反滤层应采用砂、卵砾石、角砾或碎石等材料；

3 排水工程齐全、沟底平整、不渗漏、排水通常，不应有杂物；施工质量应符合相关类型工程规范的规定。

6.3.5 土工袋挡土墙坡面验收合格后，应及时进行植物绿化或挂网喷射混凝土防护。

6.3.6 土工袋挡土墙附属设施（护栏基础、护栏和建管养设施等）的施工应满足设计要求以及相关类型工程规范的规定。

6.3.7 土工袋挡土墙的施工应进行动态监测，动态监测项目、内容和频率应满足监测设计的要求。

6.3.8 土工袋挡土墙路段观测点宜布置在同一横断面上，且观测点横断面不宜少于 2 个；同一横断面变形观测点不宜少于 3 个；地基条件差、地形变化大和差异变形大的部位应增设观测点断面。

6.3.9 当土工袋挡土墙墙身的变形和沉降发生异常变化时，应立即分析原因并采取处理

措施，待挡土墙恢复稳定后，方可继续施工挡土墙。

6.4 质量控制与检验

6.4.1 土工袋挡土墙基础的地基承载力、变形、稳定性和埋置深度应满足设计要求，基底应无明显凹凸不平或积水现象。基底处理工序质量检验项目与标准应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1 基底处理工序质量检验项目与标准

检验项目	规定值或允许偏差值	检验方法	检验数量
轴线偏位	±25mm	全站仪或经纬仪量测	每 20m 纵、横各检查 2 点
平面尺寸	±50mm	钢卷尺量测	每 20m 长、宽各检查 3 处
基础底面标高	土质	±50mm	水准仪量测
	石质	+50mm, -200mm	

6.4.2 土工袋挡土墙使用土工袋质量和规格应满足设计要求，且铺设压实平整、无褶皱，外观无破损，无污染。土工袋制备、铺设及碾压工序质量检验项目与标准应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 土工袋制备、铺设及碾压工序质量检验项目与标准

检验项目	规定值或允许偏差值	检验方法	检验数量
土工袋袋体材料质量和规格	符合设计和规程要求	观察、量测和试验	每种规格 3000 只土工袋取样 1 组
装填料	符合设计和规程要求	观察、量测	每一料源取样 3 个
充填率	符合设计和规程	观察、量测	每层土工袋取样 5 个
缝口	缝口线至袋口边缘的距离不小于 3cm，不漏缝、错缝	观察、量测	每层土工袋取样 5 个
土工袋铺设及碾压	袋体间隙符合设计要求，整平压实符合规程要求，层间错缝	检查	每层检查 1 次

6.4.3 土工袋挡土墙墙面后排水反滤层材料、厚度应符合设计要求。检查数量：长度不大于 50m 时测 5 处，每增加 10m 增加 1 处。检测方法：钢卷尺测量。

6.4.4 土工袋挡土墙排水边沟应沟底平整、不渗漏、线条顺直、曲线圆滑、排水畅通。排水边沟质量检验项目与标准应符合表 6.4.4 的规定。

表 6.4.4 排水边沟质量检验项目与标准

检验项目	规定值或允许偏差值	检验方法	检验数量
沟底高程	±50mm	水准仪量测	每 200m 测 5 点
断面尺寸	30mm	钢卷尺量测	每 200m 测 2 处

6.4.5 土工袋挡土墙整体应墙面顺直、线形顺适、排水及附属工程齐全。土工袋挡土墙整体质量检验项目与标准应符合表 6.4.5 的规定。

表 6.4.5 土工袋挡土墙整体质量检验项目与标准

检验项目	规定值或允许偏差值	检验方法	检验数量
墙顶平面位置	-100mm ^① +50mm ^①	全站仪量测	长度不大于 30m 时测 5 点, 每增加 10m 增加 1 点
墙顶高程	±50mm	水准仪测量	长度不大于 30m 时测 5 点, 每增加 10m 增加 1 点
挡土墙坡度	1: (1+2%)n	量测	长度不大于 30m 时测 5 点, 每增加 10m 增加 1 点

注：①为墙顶线位偏差值，“+”指向墙外，“-”指向墙内。

7 软基加固

7.1 一般规定

7.1.1 下列工程部位或处理方式可将土工袋应用于软基加固：

- 1) 在软弱地基土上修建临时性“硬壳层”施工平台；
- 2) 浅层软弱土层或不均匀土层的地基处理。

7.1.2 土工袋加固软土地基适用于填料充足的场地，一般换填深度宜小于 3m；土工袋垫层换填与排水固结措施可联合使用。

7.1.3 应结合建筑体型、结构特点、荷载性质、场地土质条件、施工方式等方面综合分析后，进行土工袋垫层的设计，并选择施工方法。

7.1.4 对于工程量较大的土工袋垫层，应按所选的施工机械、袋体材料、袋内材料以及场地的土质条件进行现场试验，确定土工袋垫层处理后的软土地基压实效果和施工质量控制标准。

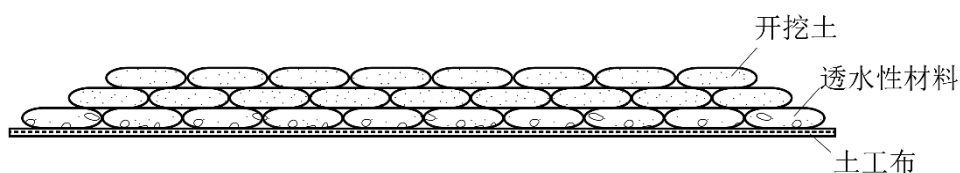
7.2 设计

7.2.1 土工袋垫层加固软土地基工程设计应包含以下内容：

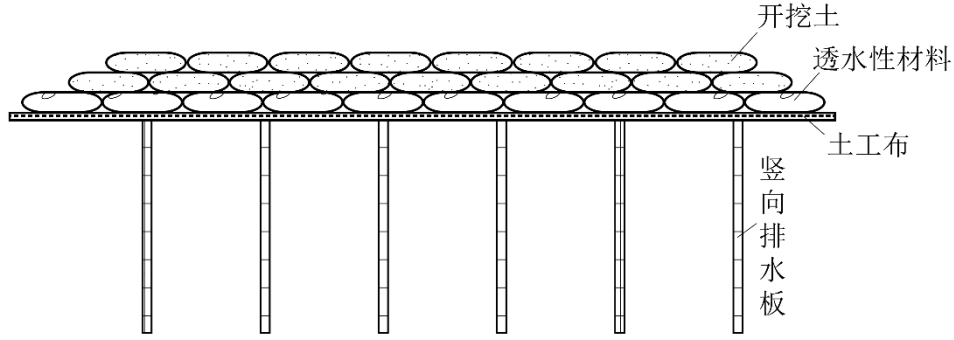
- 1 软基加固措施选择；
- 2 土工袋材料（包括袋体材料、填充材料及缝口材料）及规格设计；
- 3 换填面积及深度设计；
- 4 土工袋垫层加固软土地基的稳定性验算。

7.2.2 采用土工袋垫层进行软基加固，选用的土工袋规格以及材料设计要求根据第 4 章确定。

7.2.3 土工袋垫层根据是否需要考虑竖向排水措施可以分为筏式土工袋垫层、竖向排水板联合土工袋垫层等形式。其中，土工袋垫层底部宜铺设土工布以提高垫层整体性；底层若干层土工袋袋内材料宜采用碎石、角砾、砾砂、粗砂、中砂等透水性较好的材料，以实现水平向排水，排水土工袋垫层厚度宜为 0.5m。常见的土工袋垫层结构形式示意图见图 7.2.3。



(a) 筏式土工袋垫层



(b) 竖向排水板联合土工袋垫层

图 7.2.3 常见的土工袋垫层结构形式示意图

7.2.4 单个土工袋的抗压强度 p_d 设计值可按下式计算：

$$p_d = \left\{ c + \frac{T}{\sqrt{K_p}} \left[\left(\frac{1}{H} + \frac{1}{L} \right) K_p - \left(\frac{1}{B} + \frac{1}{L} \right) \right] \right\} / K \quad (7.2.4)$$

式中： p_d ——单个土工袋的抗压强度设计值（kPa）；

c ——袋内土体的黏聚力（kPa）；

T ——土工袋单宽极限张力（kN/m）；

K_p ——袋内土体的被动土压力系数， $K_p = (1 + \sin\varphi) / (1 - \sin\varphi)$ ；

L ——土工袋的长度（m）；

B ——土工袋的宽度（m）；

H ——土工袋的高度（m）；

φ ——袋内材料的内摩擦角（°）；

K ——安全系数，可取 2。

7.2.5 土工袋在上部荷载作用下应满足下式规定：

$$p \leq p_d \quad (7.2.5)$$

式中： p ——基本荷载组合作用时，传至土工袋顶面的竖向压力设计值（kPa）。

7.2.6 土工袋垫层的整体厚度应符合下列规定：

1 应根据需置换软弱土层的深度或下卧土层的承载力确定，厚度宜为 0.5m~3.0m，并应符合下式要求：

$$p_z + p_{cz} \leq f_{az} \quad (7.2.6-1)$$

式中： p_z ——相应于作用的标准组合时，软弱下卧层顶面处的附加压力值（kPa）；

p_{cz} ——下卧土层顶面处土的自重压力值（kPa）；

f_{az} ——下卧土层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值（kPa）。

2 对条形基础和矩形基础，式（7.2.6-1）中的 p_z 值可按下列公式简化计算：

a) 条形基础

$$p_z = \frac{b(p_k - p_c)}{b + 2z \tan \theta} \quad (7.2.6-2)$$

b) 矩形基础

$$p_z = \frac{bl(p_k - p_c)}{(b + 2z \tan \theta)(l + 2z \tan \theta)} \quad (7.2.6-3)$$

式中： b ——条形基础或矩形基础底面的宽度（m）；

l ——矩形基础底面的长度（m）；

p_k ——相应于作用的标准组合时，基础底面处的平均压力值（kPa）；

p_c ——基础底面处的自重压力值（kPa）；

z ——基础底面下土工袋垫层的厚度（m）；

θ ——土工袋垫层的应力扩散角（°），宜通过现场静载荷试验确定。

7.2.7 土工袋垫层底面的宽度应符合下列规定：

- 1 土工袋垫层底面宽度应满足基础底面应力扩散的要求，可按下式确定：

$$b' \geq b + 2z \tan \theta \quad (7.2.7)$$

式中： b' ——土工袋垫层底面宽度（m）；

θ ——土工袋垫层的应力扩散角（°），宜通过现场静载荷试验确定。

- 2 土工袋垫层顶面各边超出基底边缘不应小于 300mm，且从土工袋垫层底面两侧向上，按当地基坑开挖的经验及要求放坡。

7.2.8 土工袋垫层的承载力宜通过现场静载荷试验确定，并进行下卧层承载力验算。

7.2.9 采用土工袋垫层处理后形成的复合地基设计应满足建筑物承载力和变形要求。当地基土为欠固结土、膨胀土、湿陷性黄土、可液化土等特殊土时，设计采用的土工袋垫层及其施工工艺应满足处理后形成的复合地基承担荷载的技术要求。

7.2.10 对于土工袋垫层下存在软弱下卧土层的建筑，在进行地基变形计算时应考虑邻近建筑物基础荷载对软弱下卧土层顶面应力叠加的影响。

7.2.11 土工袋加固软土地基的变形由土工袋垫层自身变形和下卧土层变形组成。土工袋垫层的自身变形量可通过室内试验确定；垫层下卧层的变形量应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定进行计算。

7.2.12 采用土工袋处理软土地基，其稳定性应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定，采用圆弧滑动面法进行验算。最危险的滑动面上诸力对滑动中心所产生的抗滑力矩与滑动力矩之比应满足下式的要求：

$$M_R/M_S \geq K_M \quad (7.2.12)$$

式中： M_R ——抗滑力矩（kN·m）；

M_S ——滑动力矩（kN·m）；

K_M ——稳定安全系数，可取 1.2。

7.2.13 土工袋垫层顶部应设置褥垫层。褥垫层可采用中砂、粗砂、砾砂、碎石、卵石等散体材料。碎石、卵石宜掺入 20%~30% 的砂。

- 1 竖向排水板施工宜采用履带式施工设备，塑料排水板宜采用菱形套管；
- 2 塑料排水板施工机械套管口应光滑，塑料排水板破损时或回带长度大于 0.5m 时应补打；

3 竖向排水板带出的淤泥应清除。

7.3.6 基底土工布施工，应符合下列要求：

- 1 下铺地基土层顶面应平整；
- 2 铺设过程中应将土工布张拉平整、绷紧，严禁有折痕；
- 3 土工布的连接宜采用缝接法或胶接法，接缝强度不应低于原材料抗拉强度，端部应采用有效方法固定；
- 4 应避免土工布暴晒或裸露，阳光暴晒时间不应大于 8h。

7.3.7 土工袋垫层底面宜处于同一标高上，如深度不同，基坑底部土层应开挖成阶梯或斜坡搭接，并按先深后浅的顺序进行土工袋垫层的施工，搭接处应夯压密实。

7.3.8 若袋内采用风干软土等弱透水性材料时，土工袋垫层施工前应采取基坑排水措施以避免坑内积水；若地下水位以下土工袋垫层袋内土换用透水材料，可进行水下回填。

7.3.9 土工袋垫层各层铺设完成后袋间缝宜采用中砂、粗砂、砾砂、碎石等透水材料进行填充并找平，整平后进行整体碾压。

7.3.10 土工袋垫层施工竣工验收合格后，应及时进行基础施工与基坑回填。

7.4 质量控制与检验

7.4.1 基坑开挖到底后，应进行基坑检验。当发现地质条件与勘察报告和设计文件不一致、或遇到异常情况时，应结合地质条件提出处理意见。

7.4.2 土工袋垫层的施工质量检验应分层进行，并应在每层的压实系数符合设计要求后铺设上层。

7.4.3 竣工验收应采用静载荷试验检验垫层承载力。静载荷试验的数量，应根据场地复杂程度和建筑物重要性确定。对于简单场地上的一般建筑物，每个单体工程载荷试验点数不宜少于 3 处；对于复杂场地或重要建筑物应增加试验点数。

7.4.4 验收检验静载荷试验最大加载量不应小于承载力特征值的 2 倍。

7.4.5 土工袋加固软土地基中土工袋制备质量检验项目与标准应符合表 7.4.5 的规定。

表 7.4.5 土工袋制备质量检验项目与标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量
主控项目	1 土工袋袋体材料质量	符合设计和规程要求	观察、试验	每种规格 3000 只土工袋取样 1 组
	2 土工袋规格	符合设计和规程要求	钢卷尺	每种规格 3000 只土工袋取样 1 组
	3 装填料	符合设计和规程要求	观察、量测	每一料源取样 3 个
一	1 充填率	符合设计和规程要求	观察、量测	每层土工袋取样 5 个

般项目	2	充填料成分	不宜含有尖锐石块，且不宜含草根、树叶等有机物、氯化钙、碳酸钠、硫化物等化学物质	观察	充填料来料随机抽验，每批来料至少抽检 3 次
	3	缝口	缝口线至袋口边缘的距离不小于 3cm，不漏缝、错缝	观察、量测	每层土工袋取样 5 个

7.4.6 土工袋加固软土地基中土工袋铺设的工序质量检验项目与标准应符合表 7.4.6 的规定。

表 7.4.6 土工袋铺设工序质量检验项目与标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量	
主控项目	1	标高要求	±50mm	水准仪	每 100m ² 施工后检查 1 次，且每一独立基础下至少有 1 点，基槽每 20m 应有 1 点
	2	地基承载力	符合设计要求	静载荷试验	见 6.4.3
一般项目	1	袋间缝回填	符合设计要求	观测	每 100m ² 范围内各层不少于 1 处，各层总数不少于 5 处
	2	平整度	符合设计要求	钢尺量测、2m 靠尺	每 100m ² 范围内各层不少于 1 处，各层总数不少于 5 处
	3	压实度	满足设计要求	落锤弯沉仪	每 100m ² 范围内各层不少于 1 处，各层总数不少于 5 处

8 基础减隔震（振）

8.1 一般规定

8.1.1 下列工程部位或处理方式可将土工袋垫层应用于基础减隔震（振）：

- 1) 中低层建筑物基础减隔震；
- 2) 交通道路、机械设备等基础减振。

8.1.2 建筑场地宜选择对建筑抗震有利的地段，宜避开不利地段；当无法避开时，应采取有效措施；不应在危险地段建造房屋。

8.1.3 同一结构单元的基础不宜设置在性质明显不同的地基土上，也不宜采用不同类型的基礎。

8.1.4 土工袋的设计使用年限（耐久性）应不低于建筑结构设计使用年限，一般不应低于 50 年。

8.1.5 土工袋垫层用于基础减隔震（振）时应提供必要的竖向承载力和侧向阻尼；穿过垫层的设备配管、配线，应采用柔性连接或其他有效措施以适应垫层的罕遇地震水平位移。

8.1.6 当地基有淤泥、可液化土或严重不均匀土层时，应采用土工袋进行换填，即土工袋基础减隔层与地基处理统一考虑；土工袋换填厚度、处理宽度按地基承载力、变形控制要求确定；作为换填处理用的土工袋，袋内可以装填现场开挖土或质地坚硬的工业废渣等材料，但在季节性冻土地区，宜装填粗粒土，颗粒粒径一般为 5mm~50mm。

8.1.7 工程施工前，必要时选择有代表性的场地进行工艺试验。

8.2 设计

8.2.1 土工袋垫层用于基础减隔震（振）的设计应包含以下内容：

- 1 土工袋垫层结构设计，包括厚度、断面形式、布置范围等；
- 2 土工袋材料（包括袋体材料、填充材料及缝口材料）及规格设计；
- 3 土工袋垫层承载力验算；
- 4 土工袋基础减隔震（振）计算。

8.2.2 确定土工袋基础减隔震（振）设计方案时，应综合考虑建筑的房屋高度、抗震设防烈度、场地条件、地基基础情况、结构材料和建设方要求等诸多因素，进行技术、经济和使用条件等综合分析。

8.2.3 在设防地震作用下，应进行结构及土工袋垫层的承载力和变形验算；在罕遇地震作用下，应进行结构及土工袋垫层的变形验算，并对土工袋垫层的承载力进行验算；在极罕遇地震作用下，对特殊设防类建筑尚应进行结构及土工袋垫层的变形验算。

8.2.4 民用住宅中，土工袋基础减隔震（振）技术适用于不超过 6 层的村镇中低层民居建筑。

8.2.5 使用土工袋垫层的村镇民居建筑结构的高宽比应满足以下要求：

表 8.2.5 使用土工袋垫层的村镇民居建筑结构的高宽比

抗震设防烈度	6、7	8	9
建筑结构高宽比	≤2.0	≤1.5	≤1.0

8.2.6 土工袋垫层设置在刚性基础结构以下的地基中，不得裸露在外面以防紫外线照射，从而影响垫层的耐久性。

8.2.7 用于基础减隔震（振）的土工袋宜设计为扁平状的四方块体，长宽比例建议设计为 1: 1，土工袋规格以及材料设计要求根据第 4 章确定。

8.2.8 用于 8.1.6 所述地基处理的土工袋，袋内填充材料宜优先采用现场开挖的无腐殖性土或土石混合料，也可采用城市渣土、建筑废料等无污染的一般固体废弃物，最大粒径应小于土工袋成型厚度的 1/3。

8.2.9 土工袋垫层用于基础减隔震（振）的结构设计应符合下列规定：

1 土工袋垫层的结构型式根据场地条件、房屋结构及基础结构型式等因素，经综合比较合理确定；

2 对于采用条形基础的建筑结构，根据场地地震烈度大小及房屋层数，在基础底部布置 3~6 层土工袋，各层土工袋采用纵横交错布置形式，各层布置数量以基本覆盖圈梁底面积为准（图 8.2.9-1）。土工袋垫层与开挖基础间布置缓冲层，用于隔断条形基础上部回填土；

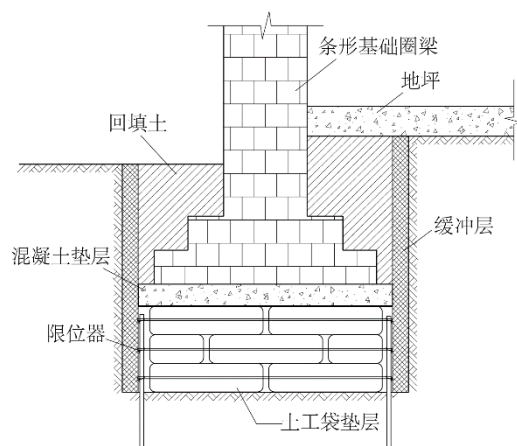


图 8.2.9-1 条形基础下土工袋垫层布置示意图

3 对于采用独立基础的建筑结构，布置要求参照采用条形基础的建筑结构中土工袋垫层布置形式（图 8.2.9-2），仅在柱下独立基础底部进行垫层铺设，各独立基础底部单层土工袋数量根据独立基础底面积为准；

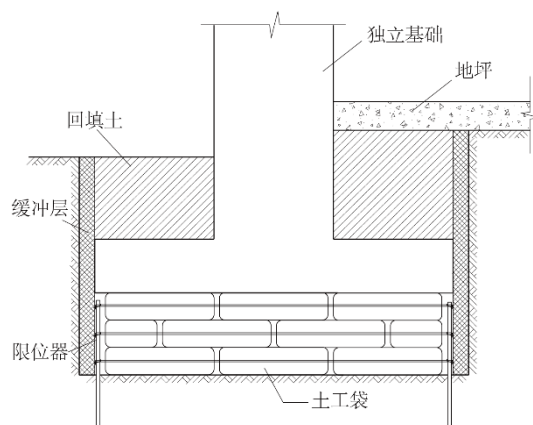


图 8.2.9-2 独立基础下土工袋垫层布置示意图

4 对于地基基础较差或层数较多、采用筏板基础的村镇建筑，在承重的纵横墙基础底部布置 5~8 层土工袋，形成土工袋墩形垫层；在建筑整体的基础面上交错布置 2~3 层土工袋，形成土工袋筏形垫层（图 8.2.9-3）。

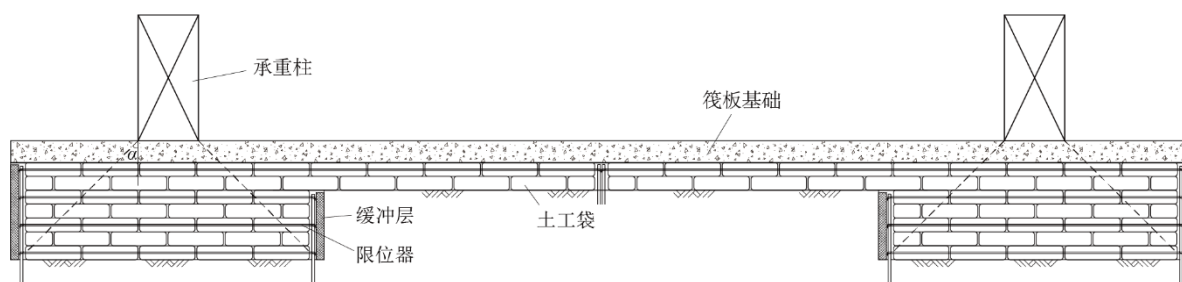


图 8.2.9-3 筏板基础下土工袋垫层布置示意图

8.2.10 土工袋垫层底面宜布设在地基持力层，或经土工袋换填处理的基础面上。

8.2.11 土工袋基础减隔震（振）计算应符合下列基本要求：

1 对于一、二层的村镇建筑，将土工袋垫层用于基础减隔震（振）时，可不进行结构隔震计算；对于二层以上或地基基础较差的村镇建筑，将土工袋垫层用于基础减隔震（振）时，宜进行结构隔震计算；

2 砌体结构及基本周期与其相当的结构可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 相关要求简化计算；

3 在建筑结构的两个主轴方向分别计算水平地震作用，各方向的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担。

8.2.12 土工袋垫层用于建筑基础减隔震（振）设计时，应按附录 C 土工袋基础减隔震（振）计算的有关规定进行设计计算。

8.2.13 对于不低于丁类的建筑结构，应根据土工袋基础减隔震（振）计算得到的垫层最大变形量考虑增设限位器。

8.3 施 工

8.3.1 土工袋垫层用于建筑基础减隔震（振）的施工工艺流程图见图 8.3.1。

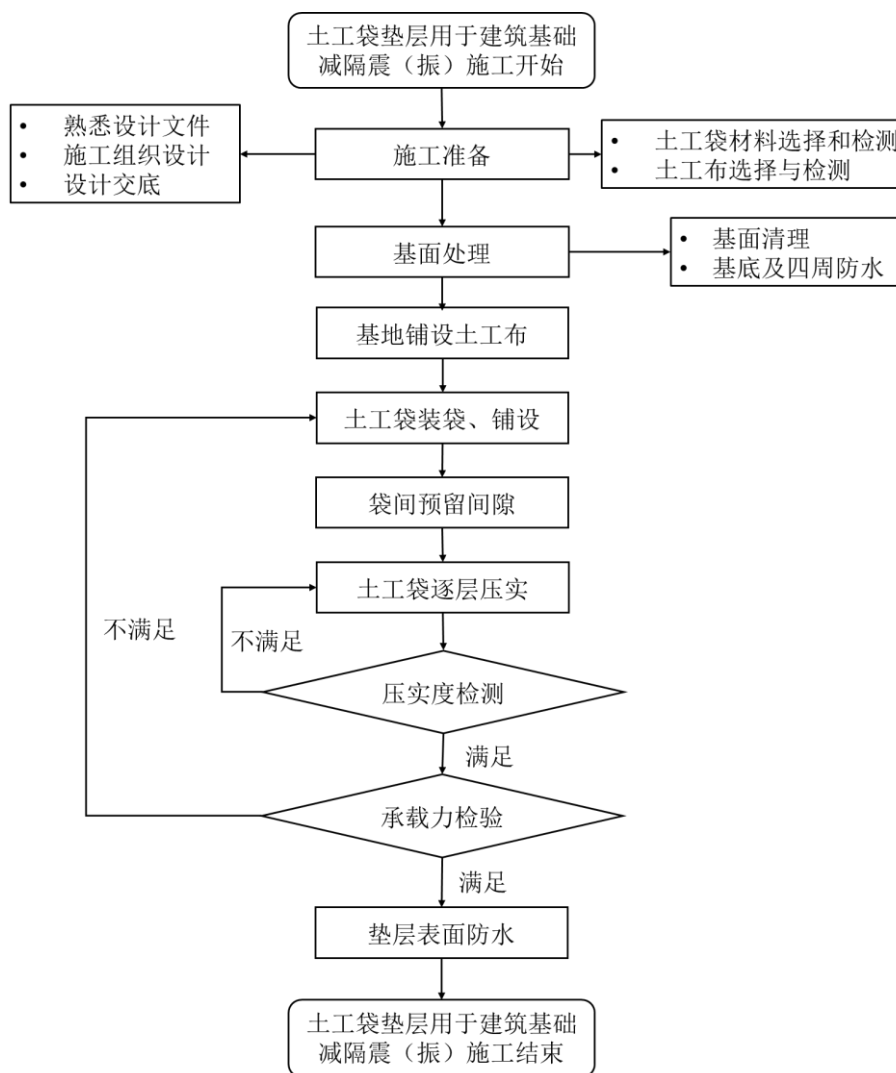


图 8.3.1 土工袋垫层用于建筑基础减隔震（振）施工工艺流程图

8.3.2 土工袋基础减隔震（振）结构施工过程中的基面处理应符合下列规定：

- 1 根据设计要求进行基面清理，清理后的基面应不含有腐殖土、杂物、树根、松土、松石、空洞以及尖锐的石块等。
- 2 基面开挖、清除的弃土、杂物、废渣等，均应运到指定场地堆放。
- 3 采用小型机械对清理后的基面进行整平压实，整平后的基面应及时报验，验收后不应扰动或长时间暴露，应尽快进行土工袋施工；
- 4 基坑底部及四周应做好防水措施，以防基坑内积水影响土工袋垫层的阻尼消能效果。

8.3.3 土工袋基础减隔震（振）结构施工过程中的土工袋制备应符合下列规定：

- 1 土工袋的制备主要包括土工袋的装袋与缝口，袋体材料应满足设计和规程要求，宜采用装袋机或其它自行设计的方式制备。
- 2 土工袋制备时，应符合下列要求：
 - a) 装袋前，应根据拟装填的袋内材料（现场开挖土、城市渣土或建筑废料等）、土工袋尺寸以及设计厚度等确定合适的土工袋充填率。

b) 装袋时, 应剔除粒径大于土工袋厚度(成型后)的 1/3 或有尖锐棱角等不符合要求的装填材料后缝口。采用机械铺设施工方案时, 宜在与土工袋规格配套的模具内装袋、缝口。

c) 土工袋缝口线至袋口边缘的距离不宜小于 3cm, 不应漏缝、错缝。

d) 装填形成的土工袋应饱满且具有扁平稳定形状。

8.3.4 土工袋垫层用于基础减隔震(振)时, 施工过程中土工袋的铺设应符合下列规定:

1 土工袋的铺设方式根据尺寸大小一般采用人工铺设;

2 土工袋自下而上逐层铺设, 上下层土工袋应错缝铺设;

3 土工袋每铺设完一层后应采用手持式平板振动夯整平压实, 或采用轻型的碾压设备静碾 1~2 遍。铺设时, 相邻袋体之间应预留 10mm~20mm 的间隙;

4 基础有管线要求的, 应按设计要求施工;

5 施工期间如遇特殊情况不能连续施工, 应根据天气情况对施工层面与制备好的土工袋采取遮盖措施, 避免其受到雨水冲刷与阳光曝晒。

8.3.5 土工袋垫层上部宜铺防水彩条布, 基坑四周应用柔性泡沫材料填充。

8.4 质量控制与检验

8.4.1 施工过程中应检查清基、土工袋铺设厚度、平整度以及铺设方向。

8.4.2 施工结束后, 应进行承载力及压实度检验。

8.4.3 土工袋垫层处理后的地基必须按设计规定的数量和方法检测地基承载力, 结果应满足设计要求。地基承载力检验数量应符合下列规定:

1 每个工程的监测点不应少于 3 点;

2 处理面积小于 3000m², 应每 100m² 检测 1 个点; 面积大于 3000m², 应每 300 m² 检测 1 个点;

3 每一独立基础下至少有 1 点, 基槽每 20m 应有 1 点;

4 复杂场地或重要建筑地基应增加检测数量。

8.4.4 土工袋垫层处理后的建筑结构所在场地地基质量检验标准应符合表 8.4.4 的规定。

表 8.4.4 质量检验项目与标准

项次	检验项目	质量要求(允许偏差)	检验方法	检验数量	
主控项目	1	土工袋袋体材料质量(含缝口)	符合设计和规程要求	观察、试验	每种规格 3000 只土工袋取样 1 组
	2	土工袋规格	符合设计和规程要求	量测	每种规格 3000 只土工袋取样 1 组
	3	袋体间距	10mm~20mm	观察、量测	独立基础下各层取 5 处, 基槽每 10m 各层取 5 处
	4	地基承载力	符合设计和规程要求	试验	见 8.4.3
一般	1	层面平整度	≤20mm	2m 靠尺	独立基础下各层取 5 处, 基槽每 10m 各层取 5 处

项目	2	每层碾压后的铺设厚度	±25mm	水准仪	独立基础下各层取 5 处, 基槽每 10m 各层取 5 处
	3	压实度	满足设计要求	落锤弯沉仪	独立基础下各层取 5 处, 基槽每 10m 各层取 5 处

9 防洪抢险

9.1 一般规定

9.1.1 土工袋在防洪抢险工程中的应用包含但不仅限于以下四个方面：

- 1 汛期抢险道路损坏不便于进场时，进行道路快速填筑或局部破损塌陷修复；
- 2 堤防发生管涌险情时，反滤围井的快速构建、蓄水反压抢护施工；
- 3 超标准洪水潜在漫顶险情时，构筑临时防护体抵御漫溢侵蚀破坏；
- 4 土质堤坝迎水面的防冲刷，以及构筑背水面的泄流成槽溢洪道；
- 5 堤防已发生溃决险情时，组装临时抛填结构体，进行决口封堵抢险处置。

9.1.2 土工袋防洪抢险应遵循“预字当先，以变应变，就地取材，快速施工”的原则。

9.1.3 土工袋用于应急抢险工程的实施应满足当下抢险、减少损失、降低隐患的即时要求，宜兼顾后期在此基础上修建永久性防洪工程，其设计与施工应符合 GB 50286 和 SL 260 的规定。

9.1.4 土工袋用于防洪抢险的袋体尺寸应根据当地的防洪标准要求或实际险情状况确定，一般需便于作业人员搬运，当为提高效率采用大型袋体装填时，优先采用机械设备装填、封口、抛填。

9.1.5 在应急抢险全过程中，在满足抢险效率的前提下，宜尽量避免尖硬物扎破、顶破、撕裂袋子，造成装填料漏失。

9.1.6 土工袋装填点取土位置不应形成深坑，影响原有护岸（堤坝）安全稳定；对装填位置土料不足的，可采用机械设备将土料推运至装填位置。

9.1.7 装填点的位置确定时，宜使装填点和防护点均在挖掘机支臂的工作半径内，支臂行程角度宜控制在 90° ~ 135° 。

9.2 设计

9.2.1 土工袋在防洪抢险工程时，宜遵循“因地制宜、灵活机动、快速应急”的原则，可根据实际防洪抢险需求简化设计。

9.2.2 在具备防汛物资储备条件时，土工袋袋体原材料宜采用聚酯、聚丙烯等高分子聚合物，相关设计应符合 GB/T 13759-2009、GB/T 50290-2014 的规定。

9.2.3 根据应急抢险不同工况的功能需求宜选取长丝或短纤针刺非织造土工布，长丝纺粘针刺非织造土工布应符合 GB/T 17639-2023 的规定，短纤针刺非织造土工布应符合 GB/T 17638-2017 的规定。

9.2.4 当不具备防汛物资储备条件时，应尽量“就地取材、就近取材”的原则，不必专门设计袋体和填料性能。

9.2.5 土工袋抢险施工设备包括土料供料设备、装料设备、封口设备、抛填和铺设设备。

9.2.6 土料供料设备采用装载机或推土机，设备型号、容量、数量应根据装填土要求、

施工工效确定，抢险装料设备采用反铲挖掘机，设备铲斗容量、尺寸应与土工袋规格相匹配，宜为平斗状态，土工袋袋片规格为常备尺寸时，铲斗容量宜与土工袋充填率相匹配（一斗一袋）。

9.2.7 封口设备可采用手提式电动封口机。

9.2.8 抛填和铺设设备可采用反铲挖掘机。

9.3 施 工

9.3.1 防汛道路抢险修复

9.3.1.1 应遵循“高效处置，抢先抢早”的原则；

9.3.1.2 土工袋用于道路破损抢险的示意图如图 9.3.1 所示，主要抢护方法应符合以下规定：

- 1 抢护抢险道路宜就地取材进行土工袋装填封装；
- 2 大土工袋的投放可采用成熟的装袋机配合机械实现机械化施工，小土工袋可人工铺设；
- 3 土工袋袋间应预留一定的间隙，给土工袋预压后留出一定的变形空间，从而充分发挥土工袋的张力；
- 4 每层土工袋铺设完成后可采用挖机及小型振动碾进行预压，并采用当地土填充缝隙。

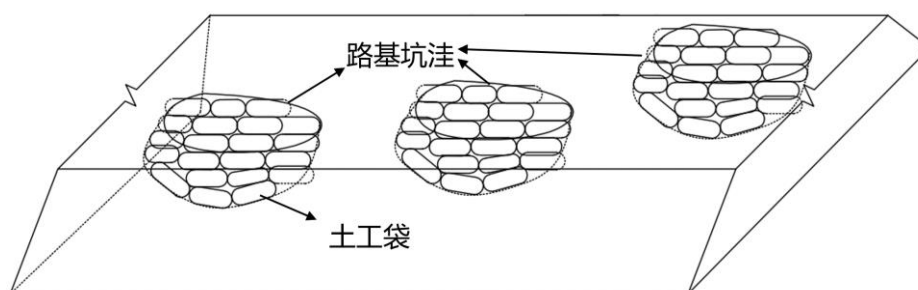


图 9.3.1 土工袋抢护路基示意图

9.3.2 管涌防护

9.3.2.1 应遵循“反滤导渗，控制涌水带沙，留有渗水出路，防止渗透破坏”为原则。

9.3.2.2 土工袋用于管涌抢护的反滤围井的示意图如图 9.3.2-1 所示，主要抢护方法应符合以下规定：

- 1 土工袋铺设时应自上而下，错缝铺设。
- 2 土工织物反滤围井的抢护方法与砂石反滤围井相同，但在清理地面时，应把带有尖、棱的石块和杂物清理干净，并加以平整，先铺符合反滤要求的土工织物，再将两边嵌入土工袋堆中，并应设置排水管排水；
- 3 铺设时块与块之间应互相搭接好，四周用人工踩住土工织物，使其嵌入土内，然

后在其上面填筑 40cm~50cm 厚的砖、石透水料。

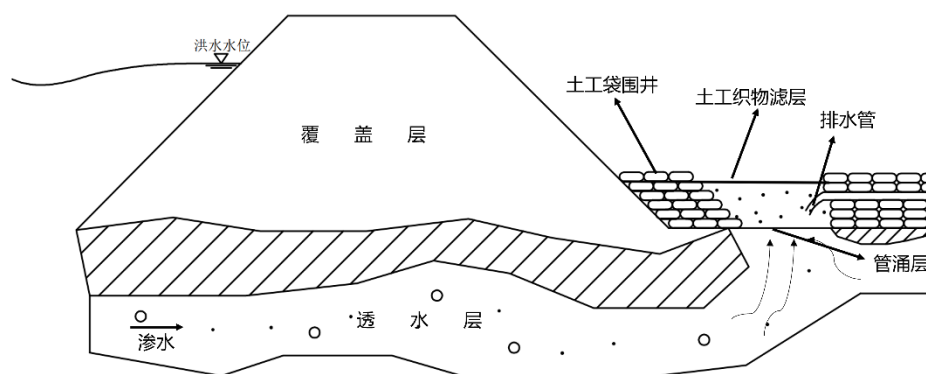


图 9.3.2-1 土工袋反滤围井示意图

9.3.2.3 无滤减压围井的主要抢护方法为在管涌周围用土工袋排垒无滤层围井，排垒方式与 9.3.2.2 相同，并随着井内水位升高，逐渐加高加固，直至制止涌水带沙，使险情趋于稳定为止，并应设置排水管排水，见图 9.3.2-2；

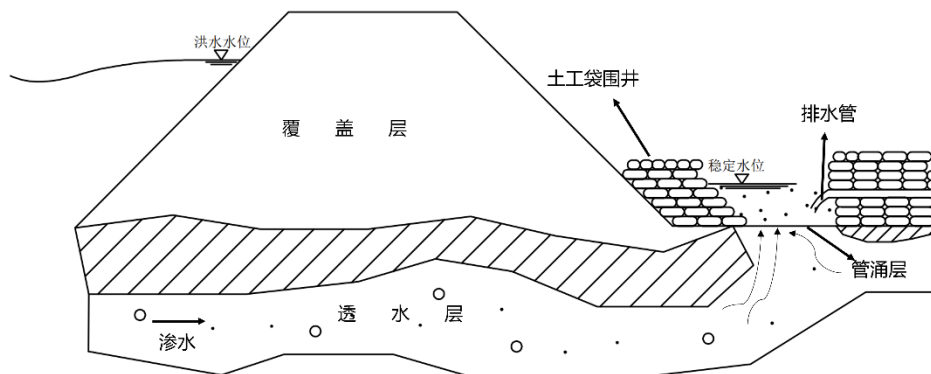


图 9.3.2-2 土工袋无滤层围井示意图

9.3.2.4 蓄水反压抢护方法的示意图如图 9.3.2-3 所示，主要适用形式应符合以下规定：

1 一些穿堤建筑物后的渠道内，当覆盖层薄化引起管涌险情，且险情是沿渠道内一定长度时，主要抢护方法为在发生管涌的渠道下游修建隔堤，隔堤的高度与两侧地面平，土袋的排垒、铺设方式应宜交错排列；

2 当管涌发生在一般的坑塘中，且周边缺少砂石料或交通不便，主要抢护方法为沿塘四周做围堤，从而抬高塘中水位以控制管涌。抢护时应注意塘中水位不宜太高以避免发生新的管涌；

3 对于覆盖层过薄的大面积管涌区和老险工段，背水堤脚附近出现范围较大的管涌险情时，主要抢护方法是在堤背出险范围之外抢筑大的围井并蓄水反压，围井的水位随着水位增加而加高，直至险情稳定。切忌在围井附近取土填充土工袋与填土。围井的修建抢护与 9.3.2.2 中规定一致。

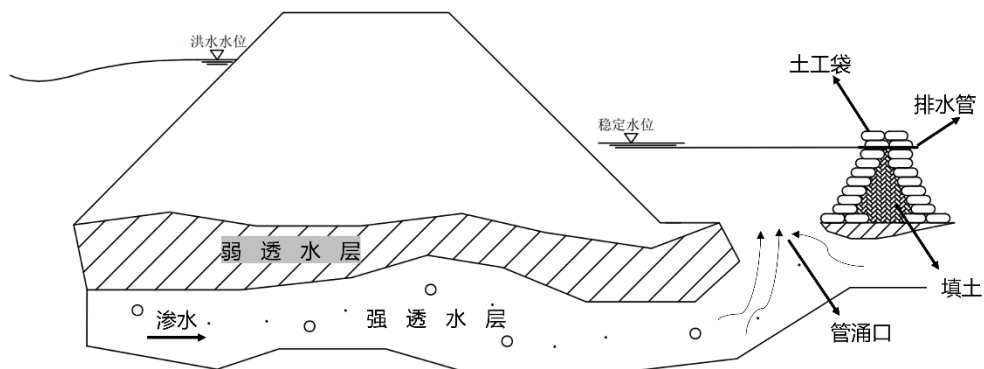


图 9.3.2-3 土工袋蓄水反压示意图

9.3.3 漫顶防护

9.3.3.1 应遵循“提前筑堤，水涨堤高”的原则。

9.3.3.2 土工袋主动防洪的示意图如图 9.3.3-1 所示，其防洪方法应符合以下规定：

- 1 在堤坝的下游坡及坝顶依次铺设土工袋作为内部防护层，表面覆土植草。
- 2 土工袋之间填筑服贴，排列紧密，袋口朝向背水面且错开袋缝相互搭接；上一层铺筑前，对已铺筑好的土工袋层袋体进行拍压，袋体间相互接触关系应符合 8.1.5 的规定。

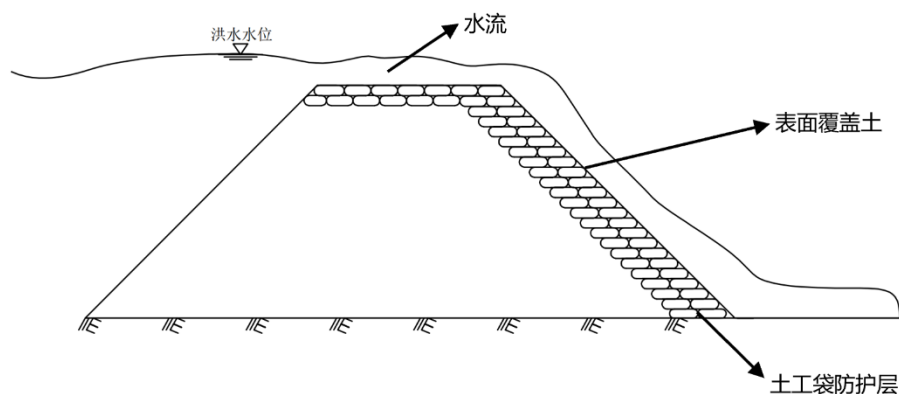


图 9.3.3-1 土工袋主动防洪示意图

9.3.3.3 土工袋抢护层示意图如图 9.3.3-2 所示，主要抢护方法应符合以下规定：

- 1 先清理地面，应把带有尖、棱的石块和杂物清除干净，并加以平整，再沿坡面与坝顶铺设土工袋，袋缝上下层错开，上层和下层应交错掩压；
- 2 铺设时块与块之间应互相搭接好，四周用人工踩住土工织物，使其嵌入土内，使堤坡防冲刷土工袋与堤顶防漫溢的土工袋排构成一个整体。

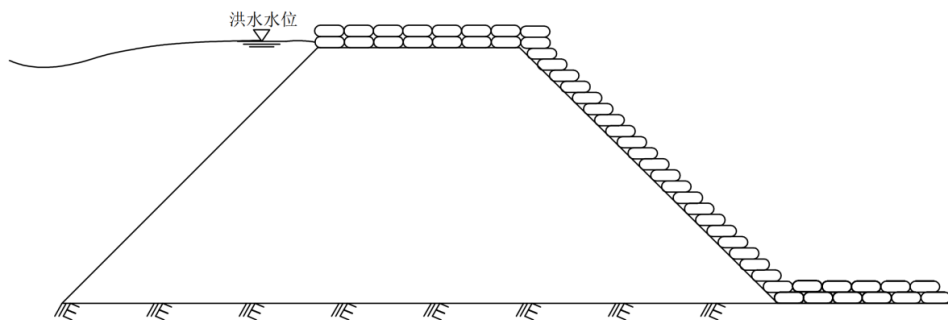


图 9.3.3-2 土工袋漫顶抢险示意图

9.3.3.4 在风浪大或土质不好的地段进行漫顶抢护时，采用土工袋抢护应符合以下规定：

1 用土工袋铺设的防护堤高度不宜超过 1.0m，超过该高度水位的险情应专门论证且配合其他防护型式；

2 土工袋之间填筑服贴，排列紧密，袋口朝向背水面且错开袋缝相互搭接；层间加散土。

3 上下层土工袋应前后交错，上层土工袋退后，成 1:0.3~1:0.5 的坡度；

4 在袋后填土帮戩防渗时，土工袋的背水面土戩应与袋顶持平，并随袋体逐层加高而分层铺土夯实。具体抢护示意图见图 9.3.3-3。

5 在袋上铺设土工防渗布时，土工袋与土工防渗布之间应压紧压实。具体抢护示意图见图 9.3.3-4。

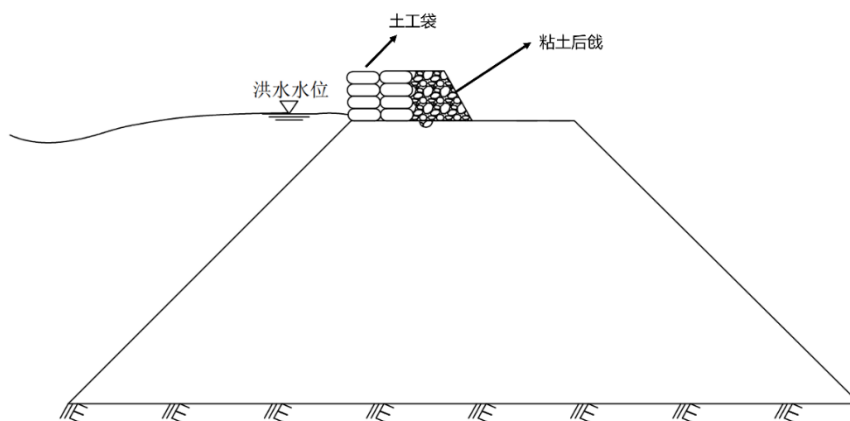


图 9.3.3-3 土工袋漫溢帮戩防渗抢险示意图

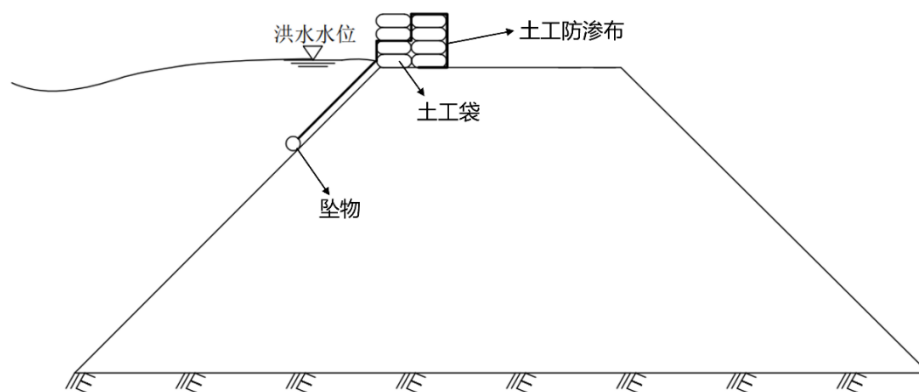


图 9.3.3-4 土工袋漫溢铺设防渗布抢险示意图

9.3.4 防冲刷及开槽泄流

9.3.4.1 应遵循“先护脚固基防冲，后护岸（坡）”的原则。

9.3.4.2 抛投土工袋沿河岸应从险情最严重的部位开始，依次向两侧展开。

9.3.4.3 实施过程中，先抛一部分土工袋将水面以下冲刷坑底部填平，层层交错排列，顺坡上抛，坡度宜 $<1:1$ ，至水上部分时则应按照要求进行土工袋铺设。示意图如图 9.3.4-1 所示。

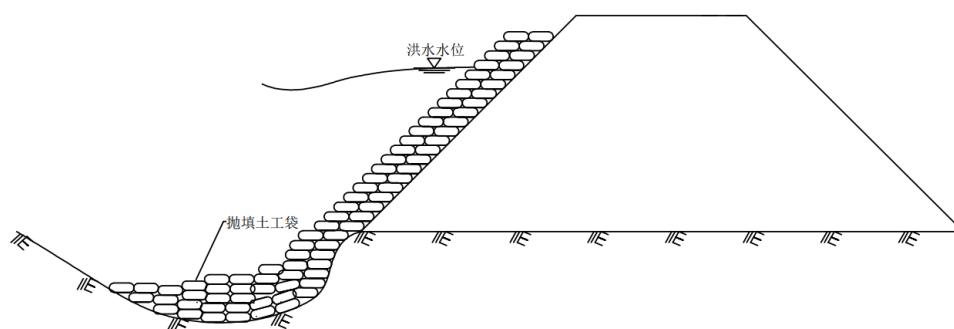


图 9.3.4-1 常规土质堤坝防冲刷示意图

9.3.4.4 有控导水流转向要求时，可结合现场的实际情况布设短丁坝（三角垛、矶头）。

9.3.4.5 抛投土工袋遭遇水深流急情况时，应采用突击抢投的施工方法，可根据实际条件选择如下方式进行：

- 1 由河岸向河心方向推进，一次性集中一定数量土工袋持续推进并延伸至冲刷最深处；
- 2 采用挖掘机支臂吊运至近岸冲刷最深处进行抛填。

9.3.4.6 当风浪已经破坏堤防时，宜用土工袋就地取材，装土（或砂、碎石、砖等），叠放在迎水堤坡。土工袋应排挤紧密，上下错缝。

9.3.4.7 当险情难以控制时，应在出险堤（岸）段后安全距离利用土工袋抢修第二道堤防，结构宜有护底、护脚及护坡。

9.3.4.8 当发生跌窝时，应遵循“还土填实”的原则。具体做法如下：先用土工编织袋、草袋或麻袋装黏性土料，直接向水下填塞陷坑，填满后再抛投黏性散土加以封堵和帮宽。

要求封堵严密，避免从陷坑处形成漏洞。具体示意图见图 9.3.4-2 所示。

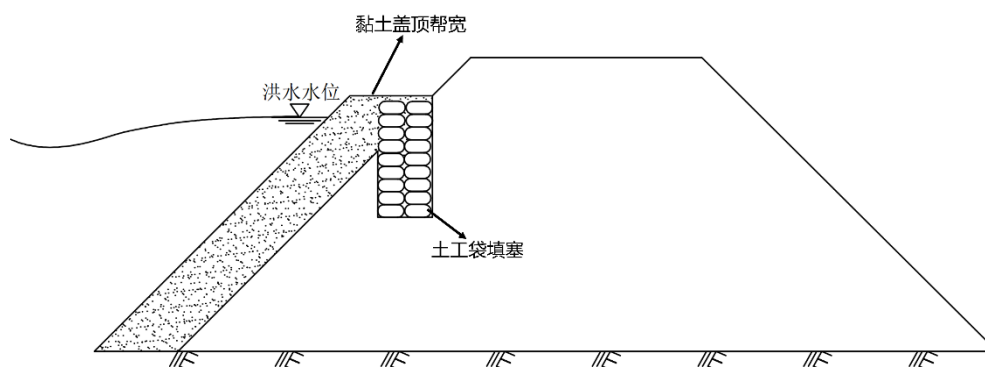


图 9.3.4-2 常规土质堤坝跌窝抢护示意图

9.3.4.8 对于淤堤坝防洪，可直接采用土工袋搭建柔性溢洪道，边坡用土工袋衬砌。柔性溢洪道可采用土工材料和当地黄土装填入袋，从而修建而成的台阶式溢洪道。柔性溢洪道示意图如图 9.3.4-3 所示。其防洪应满足以下规定：

- 1 土工袋袋体应符合 9.2.1 的规定；
- 2 土工袋袋体、填充土工材料和土工防渗布的物理力学性能应结合淤堤坝的土壤级配、渗透性要求确定；
- 3 进行土工袋装填时，填充材料应分层夯实，袋口位于顶部便于封口；
- 4 土工防渗布与土工袋搭接处应进行防渗处理。

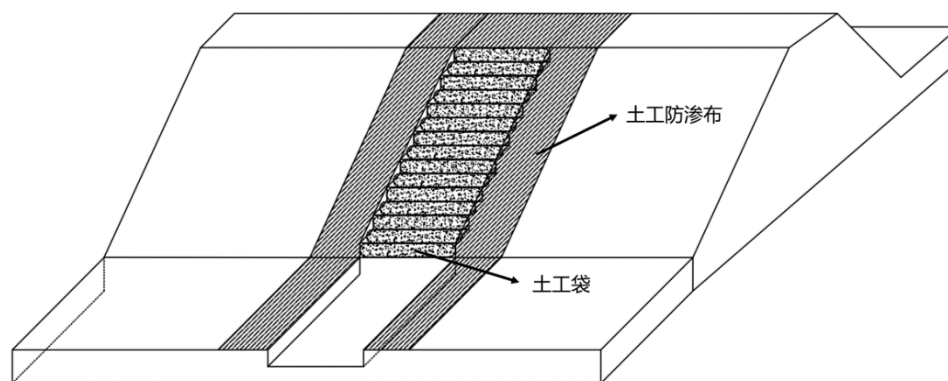


图 9.3.4-3 淤堤坝柔性溢洪道防洪示意图

9.3.5 决口封堵

9.3.5.1 应遵循“因地制宜，以土代石、化整为零、协同作战、及时抢堵”的原则。

9.3.5.2 封堵溃口应连续、不间断直至合龙。

9.3.5.3 根据溃口实际条件，可单独使用土工袋，封堵后进行闭气；当龙口水流流速超过 3.5m/s 时，可作为辅助措施与打桩、抛填铅丝笼、块石等措施联合使用。

9.3.5.4 当临河水深较浅、流速较小、洞口在堤脚附近时，可在洞口外侧用土工袋迅速抢筑月形围埝，圈围洞口，同时在围埝内快速抛填黏性土，封堵洞口。

9.3.5.5 根据溃口水流条件，可选择单体或群体土工袋抛填和透水棱体抛填方式，单体抛填应符合 9.3.5.1 的规定，群体抛填符合以下规定：

- 1 宜由溃口段两端向中心相向进占；
- 2 应以抢筑裹头的方式进行土工袋进占；
- 3 宜在溃口侧后方布置装填点，挖掘机与装填点和抛投点宜按直线布置，装填点和抛投点宜在挖掘机工作范围内；
- 4 装填点宜布置于厚度大于 1m 的堆积土上面，挖掘机可利用土工袋下方堆积土对土工袋进行一体铲运，避免土工袋遭受破坏；
- 5 进占堤宽度应小于机械宽度和两侧安全距离；
- 6 土工袋进占堤应及时采用土料覆盖并进行机械压实。

透水棱体抛填应符合以下规定：

1 透水棱体主要由组装式盘扣钢架和填充的土工袋组成，其中盘扣钢架应符合 JG/T 503-2016 的规定。土工袋袋体材料应符合 GB/T 13759-2009、GB/T 50290-2014 的规定；

2 透水棱体结构形状宜组装成箱型；

3 透水棱体内土工袋可采用两种形式装填：①棱体内装填已封装好的土工袋，具体示意图见图 9.3.5-1。②棱体内装填土工袋袋体，通过机械设备进行土工袋袋内材料装填与封装，具体示意图见图 9.3.5-2。

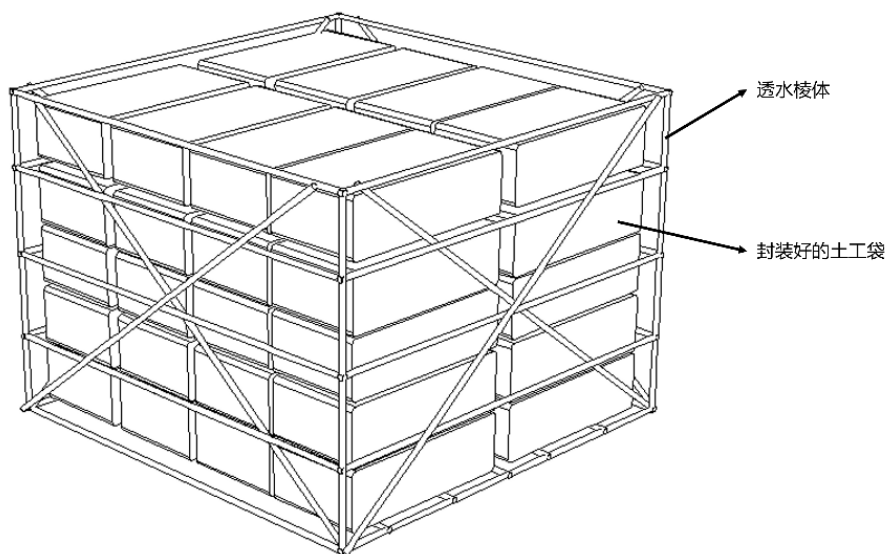


图 9.3.5-1 透水棱体装填封装土工袋示意图

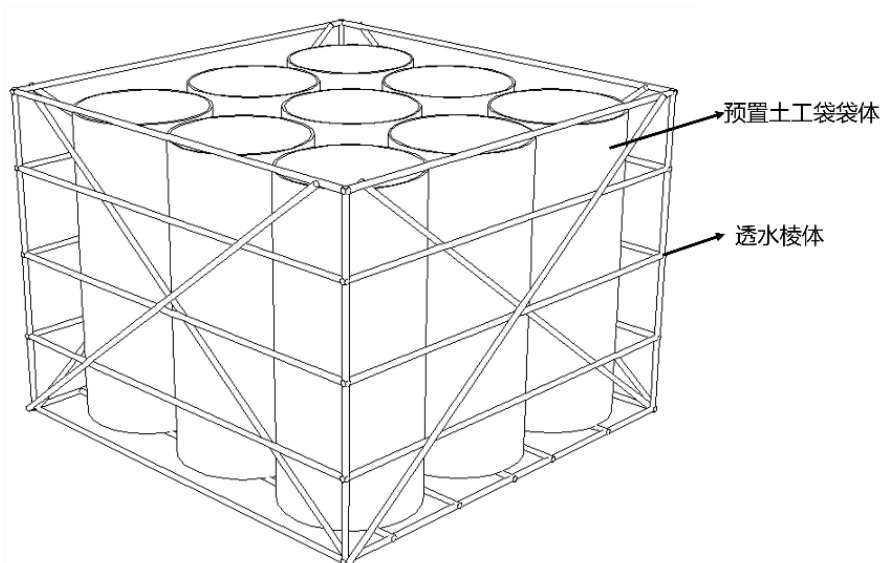


图 9.3.5-2 透水棱体预置土工袋示意图

- 4 土工袋袋内材料可采用就地取材方式，采用当地土石料；
- 5 为发挥协同作战效果，增强结构的整体稳定性和抗水动力的能力，多个土工袋之间宜通过柔性线缆或链条以串联方式连接。溃口封堵示意图见图 9.3.5-3。

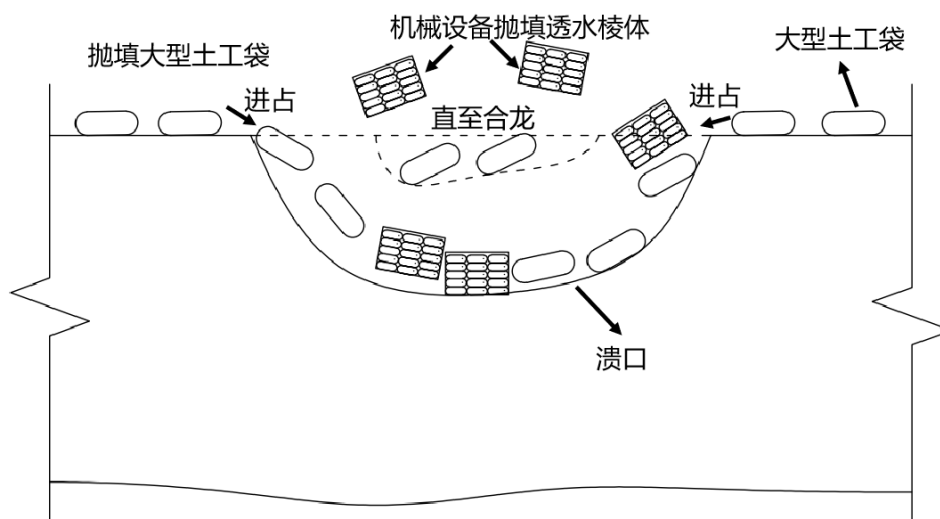


图 9.3.5-3 决口封堵示意图

9.3.5.7 堵口时，因时间紧迫或条件限制无封口设备时，土工袋袋口可采取捆扎形式封口，应保证土工袋在被铲运、抛填时不发生绷断、脱落、松弛、滑动等现象。

9.3.5.8 堵口复堤使用土工袋时，应按照 GB 50286-2013 的规定进行。

9.4 质量检验与评定

9.4.1 防洪抢险工程中土工袋的设计施工等流程属于临时应急工序，以达到应急效果为前提，不宜对质量检验与评定作过度要求

10.2.5 当场地受限时，可在土工袋防护屏障的层间增设土工格栅，以提高土工袋防护屏障的层间摩擦系数，同时可适当增大土工袋防护屏障的坡度。

11 检验与监测

11.1 检 验

11.1.1 施工前应对拟采用的袋体及袋内材料，根据设计文件提供的设计指标要求，委托具有相应资质的单位进行相关试验。施工过程中，当料源发生变化时，应重新进行试验。

11.1.2 土工袋用于不同类型工程的验收检验应在分析工程的岩土工程勘察报告、设计资料，了解施工工艺和施工中出现的异常情况等等后，根据不同工程类型中的应用目的，制定对应的检验方案，选择检验方法。当采用一种检验方法的检测结果具有不确定性时，应采用其他检验方法进行验证。

11.1.3 验收合格的土工编织袋应按要求存储，并做好防火工作。土工编织袋的运输、储存和堆放均应避免阳光照射，并应保持通风、干燥和远离高温源。

11.1.4 检验数量应根据工程所在场地的复杂程度、建筑物的重要性以及施工技术的可靠性确定，并满足相应工程加固的评价要求。在满足本规程不同类型工程要求的检验数量基础上，检验结果不满足设计要求时，应分析原因，提出处理措施。对重要部位，应增加检验数量。

11.1.5 验收检验的抽检位置应按下列要求综合确定：

- 1 抽检点宜随机、均匀和有代表性分布；
- 2 设计人员认为的重要部位；
- 3 局部岩土特性复杂可能影响施工质量的部分；
- 4 施工出现异常情况的部位。

11.2 监 测

11.2.1 设计应根据土工袋对相应工程安全的重要程度、不同施工阶段等建议是否进行现场监测。

11.2.2 设计文件有现场监测要求时，应对结构主体及周边环境进行同步监测。检测前应根据设计要求、监测周期等文件编制详细的监测计划，监测计划应包括下列主要内容：

- 1 工程概况；
- 2 监测目的；
- 3 监测依据；
- 4 监测项目及数量；
- 5 监测方法；
- 6 采用的监测仪器设备；
- 7 监测进度计划；
- 8 技术、质量、安全等保障措施；
- 9 监测成果等。

11.2.3 监测点宜布置在重要断面、重要点位或代表性的点位。土工袋起到加筋加固作用时，应对典型位置的袋体受力或变形情况进行监测，还应对结构内的应力、沉降变形和水平位移等指标进行监测；土工袋用于软基加固时，除了上述监测指标外，还应对地基内的孔隙水压力进行监测。

11.2.4 长期暴露于大气环境下的土工袋，必要时应通过外观检查对老化程度进行监测，或现场取样进行室内试验，因取样导致土工袋加固区域整体受损的应对损坏部分进行及时修补。

11.2.5 土工袋用于地基加固时，土工袋处理后的上部建筑物应在施工期间以及使用期间进行沉降观测，直至沉降达到稳定为止。

11.2.6 现场监测时应同时记录气象、水文、边界条件等周边环境的变化情况。发生有感地震、强降雨、爆破、台风等特殊情况后，应对重点部位加强监测和巡视检查。

11.2.7 现场监测资料应按设计要求及时报送，设计无要求时可按周报、月报、异常报等形式报送。出现数据异常时，监测单位应综合分析各监测项目数据和现场工况后确定是否发出安全预警。

11.2.8 监测报告应包括测点布置、监测数据、数值变化趋势、周边环境等情况和相应的图表，并给出结论及建议。

- c_i ——圆弧段第 i 个土条的有效黏聚力 (kN/m^2) ;
- φ_i ——圆弧段第 i 个土条的有效内摩擦角 ($^\circ$) ;
- u_i ——圆弧段第 i 个土条所受到的孔隙水压力 (kN/m^2) , 采用总应力法时, u_i 为 0;
- μ ——土工袋层间等效摩擦系数, 一般为 0.4~0.6;
- α_i ——圆弧段第 i 个土条底面与水平面夹角 ($^\circ$) ;
- β ——直线 OB 与土工袋层间水平滑动面法线的夹角 ($^\circ$) ;
- M_{C_i} ——圆弧段水平地震惯性力 Q_i 对圆心的力矩 (kN m) ;
- M_{C_j} ——水平段水平地震惯性力 Q_j 对圆心的力矩 (kN m) ;
- R ——圆弧半径 (m) 。

附录 B 土工袋挡土墙稳定性计算

B.0.1 进行土工袋挡土墙稳定性计算时，墙后土体采用库伦主动土压力公式计算。计算简图如图 B.0.1 所示。

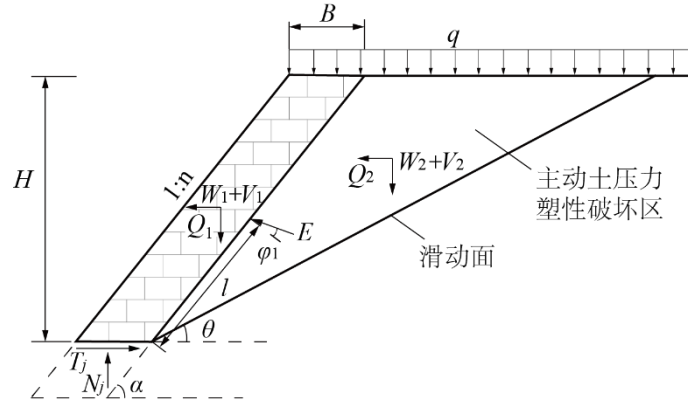


图 B.0.1 土工袋挡土墙计算简图

B.0.2 土工袋挡土墙抗滑稳定计算。土工袋挡土墙的抗滑稳定系数应按式 (B.0.2-1) 计算：

$$K_c = \frac{\mu [W_1 + V_1 + qB - E \cos(\alpha + \varphi_1)]}{E \sin(\alpha + \varphi_1) + Q_1} \quad (\text{B.0.2-1})$$

其中，主动土压力按式 (B.0.2-2) 计算：

$$E = \frac{cH \cos \varphi / \sin \theta - [W_2 + qH (\cot \theta - \cot \alpha) + V_2] \sin(\theta - \varphi) - Q_2 \cos(\theta - \varphi)}{\sin(\theta - \varphi - \varphi_1 - \alpha)} \quad (\text{B.0.2-2})$$

式中： K_c ——滑稳定安全系数；

..... E ——主动土压力合力 (kN)；

..... W_1 ——滑动面以上土工袋挡土墙的重力 (kN)；

..... W_2 ——滑动土体的重力 (kN)；

..... V_1 ——滑动面以上土工袋挡土墙垂直向地震惯性力 (向上取“—”，向下取“+”) (kN)；

..... V_2 ——滑动土体的垂直向地震惯性力 (向上取“—”，向下取“+”) (kN)；

..... Q_1 ——滑动面以上土工袋挡土墙水平向地震惯性力 (kN)；

..... Q_2 ——滑动土体的水平向地震惯性力 (kN)；

..... B ——土工袋挡土墙的宽度 (m)；

..... H ——滑动面以上土工袋挡土墙高度 (m)；

..... c ——墙后土体的粘聚力 (kN/m²)；

..... φ ——墙后土体的内摩擦角 (°)；

..... φ_1 ——土工袋挡土墙与墙后土体间的摩擦角 (°)；

- μ ——土工袋层间等效摩擦系数，一般为 0.4~0.6；
- θ ——滑动面与水平面夹角，主动土压力公式 (B.0.2-2) 求导确定极值点对应的角度 (°)；
- α ——土工袋挡土墙与水平面的夹角， $\alpha \in (\alpha_1, \alpha_2)$ ，其中 α_1 为 $E=0$ 时对应的角度， $\alpha_2=90^\circ-\varphi-\varphi_1$ (°)；
- q ——挡土墙顶部均布荷载 (kN/m)。

B.0.3 土工袋挡土墙抗倾覆稳定性验算。土工袋挡土墙的抗倾覆稳定系数按式 (B.0.3-1) 计算：

$$K_0 = \frac{\sum M_V}{\sum M_H} = \frac{1/2 \cdot (W_1 + V_1)(H \cot \alpha + B) + qB(H \cot \alpha + B/2)}{E(l - B \sin \alpha \tan \varphi_1 + B \cos \alpha) \cos \varphi_1 + 1/2 \cdot HQ_1} \quad (\text{B.0.3-1})$$

式中： K_0 ——抗倾覆安全系数；

- M_V ——对土工袋挡土墙前趾的抗倾覆力矩 (kN m)；
- M_H ——对土工袋挡土墙前趾的倾覆力矩 (kN m)；
- l ——土压力合力作用点到土工袋挡土墙后趾距离 (m)。

B.0.4 在规定的墙高范围内，验算土工袋挡土墙的抗滑稳定以及抗倾覆稳定时，稳定系数不应小于表 B.0.4 的规定。

表 B.0.4 抗滑稳定系数及抗倾覆稳定系数

荷载情况	计算项目	数值
荷载组合 I、II	抗滑稳定系数 K_c	1.3
	抗倾覆稳定系数 K_0	1.5
荷载组合 III	抗滑稳定系数 K_c	1.3
	抗倾覆稳定系数 K_0	1.3
施工阶段验算	抗滑稳定系数 K_c	1.2
	抗倾覆稳定系数 K_0	1.2

B.0.5 土工袋挡土墙地基承载力验算。土工袋挡土墙地基承载力计算应符合下列规定：

- 1 基底合力的偏心距 e 可按式 (B.0.5-1) 计算：

$$e = \frac{\sum M}{\sum N} \quad (\text{B.0.5-1})$$

式中： e ——基底合力的偏心距 (m)；

- $\sum M$ ——作用于基底形心的弯矩总和 (kN m)；
- $\sum N$ ——作用于基底的竖向力总和 (kN)。

- 2 土工袋挡土墙基底压应力应满足地基承载力要求，按式 (B.0.5-2) 计算：

$$\sigma = \frac{\sum N}{B - 2e} \leq kf'_a \quad (\text{B.0.5-2})$$

式中： σ ——土工袋挡土墙基底压应力 (kPa)；

..... K ——地基承载力特征值提高系数；当为荷载组合I、II时，取 $k = 1.0$ ；当为荷载组合III及施工荷载时，可取 $k = 1.25$ ；

..... f_a' ——经基础埋深修正后的地基承载力特征值（kPa）。

3 当土工袋挡土墙天然地基不能满足要求时，应根据工程具体情况，因地制宜进行地基处理。经处理后的人工地基应能满足承载力、稳定和变形的要求。

B.0.6 对于重要工程中的挡土墙稳定性计算，应考虑土工袋挡土墙自身柔性变形，宜采用有限元法对挡土墙自身的变形稳定性进行验算。

B.0.7 土工袋挡土墙整体稳定性验算。土工袋挡土墙整体稳定性验算应符合下列规定：

1 设置于不良土质地基、覆盖土层下为倾斜基岩地基及斜坡上的挡土墙，应对挡土墙地基及填土的整体稳定性进行验算，计算模型见图 B.0.6，其稳定系数不应小于 1.25。

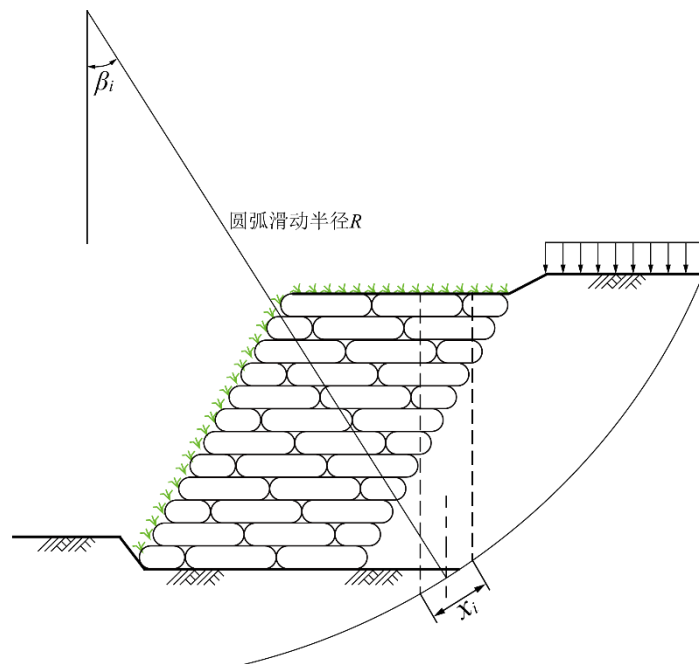


图 B.0.6 土工袋挡土墙整体稳定性验算简图

2 整体滑动稳定系数 K_s 按式 (B.0.6) 计算：

$$K_s = \frac{\sum (c_i x_i + W_i \cos \beta_i \tan \phi_i)}{\sum W_i \sin \beta_i} \quad (\text{B.0.6})$$

式中： K_s ——整体滑动稳定系数；

..... c_i ——第 i 土条的黏聚力（kPa）；

..... x_i ——第 i 土条的弧长（m）；

..... W_i ——第 i 土条的重力（kN）；

..... β_i ——第 i 土条滑动弧法线与竖直线的夹角（°）；

..... ϕ_i ——第 i 土条滑动面处的内摩擦角（°）。

附录 C 土工袋基础减隔震（振）计算

C.0.1 计算地震作用时，建筑结构的重力荷载代表值应取结构和构配件自重标准值和各可变荷载组合值之和。各可变荷载的组合值系数见表 C.0.1。未列入表内的荷载组合值系数参考《建筑抗震设计规范》GB 50011。

表 C.0.1 荷载组合值系数

荷载种类	组合值系数
按实际情况计算的楼面活荷载	1.0
屋面积灰荷载	0.5
雪荷载	0.5
按等效均布荷载计算的楼面活荷载	0.5

C.0.2 土工袋垫层用于基础减隔震（振）竖向承载力计算，应符合下列规定：

1 土工袋垫层的总承载轴力设计值应该大于墙底或者柱底轴力代表值的 1.1 倍，对于建筑物边角处的土工袋垫层，受摇摆-扭转等地震效应的影响，土工袋垫层的总承载轴力设计值应该大于墙底或者柱底轴力代表值的 1.2 倍。

2 按照土工袋垫层的设计情况，将上部结构的重力代表值分配到相应每层土工袋上，并将该竖向压力除以土工袋的有效受力面积，即得到土工袋单体的竖向平均压力设计值 σ_i ，要求满足：

$$\sigma_i \leq [\sigma] \quad (\text{C.0.2})$$

式中： $[\sigma]$ ——土工袋单体的平均压力限值（kPa）。

土工袋单体的平均压力限值根据建筑物的类别和土工袋的材料特性和几何尺寸有关，对于标准土工袋尺寸和袋体材料，不应超过表 C.0.2 中的限值。

表 C.0.2 土工袋单体平均压力限值

建筑类别	甲类建筑	乙类建筑	丙类建筑	丁类建筑
平均压力限制（kPa）	300	500	600	800

C.0.3 土工袋垫层用于基础减隔震（振）的参数计算，应符合下列规定：

1 土工袋垫层用于基础减隔震（振）的参数主要包括水平刚度和阻尼比，由土工袋单体的特性和土工袋垫层的排列形式决定。

2 土工袋垫层的水平刚度按照式（C.0.3-1）至式（C.0.3-2）计算：

$$K_h = \sum K_j \quad (\text{C.0.3-1})$$

$$K_t = \frac{1}{\sum 1/K_h} \quad (\text{C.0.3-2})$$

式中： K_j ——土工袋单体的水平刚度（N/m）；
 K_h ——各层土工袋的水平刚度（N/m）；
 K_t ——土工袋垫层的总体水平刚度（N/m）。

3 土工袋垫层的阻尼比按照式 (C.0.3-3) 至式 (C.0.3-4) 计算:

$$\xi_h = \frac{\sum K_j \xi_j}{K_h} \quad (\text{C.0.3-3})$$

$$\xi_t = \frac{K_t}{1 / \sum (\xi_h / K_h)} \quad (\text{C.0.3-4})$$

式中: ξ_j ——土工袋单体的阻尼比;

..... ξ_h ——各层土工袋的水平刚度;

..... ξ_t ——土工袋垫层的总体阻尼比。

4 土工袋单体的水平刚度和阻尼比应通过试验确定, 若试验过程中发现水平刚度与加载频率相关时, 应选择使用土工袋垫层的基础减隔震(振)结构体系在基本自振周期下的水平刚度值。

C.0.4 土工袋基础减隔震(振)计算分析方法, 应符合下列规定:

1 建筑结构(包括上部结构及刚性基础)宜采用多质点模型, 各个楼层简化为单个质点, 每个质点取一个自由度, 土工袋垫层简化为拥有水平刚度和阻尼器的模型, 其计算原理见图 C.0.4。

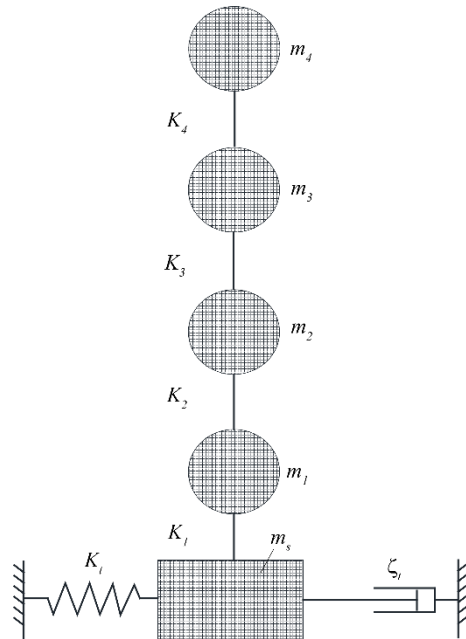


图 C.0.4 土工袋基础减隔震(振)计算简图

2 土工袋基础减隔震(振)体系运动方程, 应采用下列表达式:

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = -[M]\{\ddot{x}_g\} \quad (\text{C.0.4-1})$$

式中: $[M]$ ——结构体系的质量矩阵;

$[C]$ ——结构体系的阻尼矩阵;

$[K]$ ——结构体系的刚度矩阵;

$\{\ddot{x}\}$ ——结构体系的加速度矩阵；

$\{\dot{x}\}$ ——结构体系的位移矩阵；

$\{\ddot{x}_g\}$ ——场地地震加速度，根据《建筑抗震设计规范》中地震设防要求选取。

3 抗震验算时，结构任意楼层的水平地震剪力水平剪力应符合下式要求：

$$V_{EKi} > \lambda \sum_{j=i}^n G_j \quad (\text{C.0.4-2})$$

式中： V_{EKi} ——第 i 层对应水平地震作用标准值的楼层剪力（kN）；

λ ——剪力系数，不应小于表 C.0.4 规定的楼层最小地震剪力系数值，对竖向不规则结构的薄弱层，应乘以 1.15 的增大系数；

G_j ——第 j 层的重力荷载代表值（kN）。

表 C.0.4 楼层最小地震剪力系数值

类别	6 度	7 度	8 度	9 度
扭转效应明显或基本周期 小于 3.5s 的结构	0.008	0.016 (0.024)	0.032 (0.048)	0.064
基本周期大于 5.0s 的结构	0.006	0.012 (0.018)	0.024 (0.036)	0.048

4 楼层间的最大弹性位移应满足以下条件：

$$\Delta u_e \leq [\theta_e] h \quad (\text{C.0.4-3})$$

式中： Δu_e ——多遇地震作用标准值产生的楼层间最大弹性层间位移（m）；

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值，取值参照《建筑抗震设计规范》GB 50011（m）；

h ——计算楼层层高（m）。

本规程用词用语说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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：
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：
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该这样做的：
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，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 下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本规程必不可少的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《岩土工程勘察规范》GB 50021

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《土的工程分类标准》GB/T 50145

《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290

《建筑边坡工程施工质量验收标准》GB/T 51351

《水利水电工程土工合成材料施工规范》DL/T 5743

《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》SL/T 225