
中国工程建设标准化协会标准（CECS G）

《公路路基土工格室应用技术规程》制订

征求意见稿

**Technical specification for application of
geocell in Highway Subgrade**

Draft for comments

中国科学院武汉岩土力学研究所

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

湖南省交通科学研究院有限公司

安徽徽风新型合成材料有限公司

新疆维吾尔自治区交通规划勘察设计研究院

招商局重庆交通科研设计院有限公司

石家庄铁道大学

长安大学

二〇二一年三月

目 录

前言	1
1 总则	3
2 术语	4
3 基本规定	9
3.1 土工格室类型	9
3.2 土工格室材料要求	9
3.3 工程应用范围	13
4 路基加筋	14
4.1 一般规定	14
4.2 路基加固	14
4.3 高路堤与陡坡路堤	17
4.4 地基处理	19
5 路基差异沉降防治	22
5.1 一般规定	22
5.2 半填半挖路基	22
5.3 拓宽改造路基	24
5.4 桥涵构造物台背路基	25
6 路基防护与支挡	29
6.1 一般规定	29
6.2 边坡防护	29
6.3 风沙防护	31
6.4 加筋土挡墙	33
7 土工格室施工要点	38
7.1 一般规定	38
7.2 水平铺设施工	39
7.3 斜坡铺设施工	41
7.4 层叠式格室施工	42
8 质量管理与验收	45
8.1 一般规定	45
8.2 材料验收与存储	45
8.3 试验路段	46
8.4 检查验收	47
8.5 质量管理	48

前 言

随着中国公路建设规模的不断扩大，以及高等级公路向工程地质条件复杂地区的快速延伸，给路基工程设计施工带来了许多技术挑战。在路基设计施工、补强和病害整治过程中，土工格室因其材质轻、耐磨损、运营干扰少、加固效果好等优点被广泛应用。为统一公路路基土工格室设计施工技术标准，保证公路路基修筑符合安全耐久、技术先进、经济合理、绿色环保的要求，制订本标准。

本标准按照《公路工程标准编写导则》（JTG A04）的要求编写，主要包括：总则，术语，基本规定，路基加筋，路基差异沉降防治，路基防护与支档，土工格室施工要点，质量管理与验收。

本标准实施过程中，请将发现的问题和意见、建议反馈至中国科学院武汉岩土力学研究所（地址：湖北省武汉市武昌小洪山 2 号，联系方式：027-87198350，电子邮箱：zlu@whrsm.ac.cn），供修订时参考。

主编单位：中国科学院武汉岩土力学研究所

参编单位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

湖南省交通科学研究院有限公司

安徽徽风新型合成材料有限公司

新疆维吾尔自治区交通规划勘察设计研究院

招商局重庆交通科研设计院有限公司

石家庄铁道大学

长安大学

主 编：卢正

主要参编人员：姚海林、徐维章、张静波、魏曙安、邓卫东、杨广庆、刘杰（新疆）、赵阳、叶磊、刘杰（武汉）、刘国坤、骆行文、詹永祥、阎宗岭、宋飞、孙良胜、庄宝利、杨明亮、胡海翔

主 审：刘怡林

参与审查人员：

征求意见稿

1 总则

1.1 为规范土工格室在公路路基工程中的应用，满足工程安全可靠、经济合理的要求，制定本规程。

1.2 本规程适用于各等级公路工程。

1.3 公路路基工程应用土工格室，应遵循因地制宜、合理取材、有利施工、方便养护的设计原则，根据公路等级及所处地质、水文、气候等条件进行方案比选，做到安全环保、经济适用。

1.4 应用于公路路基工程的土工格室材料应符合国家和行业有关产品标准及环境保护的要求，根据材料性能、应用目的、工程特性和所处的环境条件进行材料选择。

1.5 公路路基工程应用土工格室除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.1 土工格室 geocell

由土工合成材料片焊接或组装成的具有蜂窝状结构的三维土工合成材料制品。

2.2 格室节点 joint of geocell

两根条带连接形成土工格室单元的点、线或区域。

2.3 格室高度 height of geocell

格室条带的宽度即为土工格室高度。

2.4 格室厚度 thickness of geocell

格室条带的厚度即为土工格室厚度。

2.5 格室焊距 welding length of geocell

相邻格室节点中心点之间的距离。

注：原指相邻焊接点中心点之间的距离，现泛指相邻格室节点中心点之间的距离

2.6 焊接连接 welding connection

采用热熔或超声波焊接工艺形成的节点连接形式。

2.7 铆扣连接 bolt connection

采用铆钉、螺钉或其他塑料扣件固定工艺形成的节点连接形式。

2.8 插接连接 plug connection

采用 U 形或其他形式插件形成的节点连接形式。

2.9 注塑连接 injection connection

采用注塑工艺形成的节点连接形式，分为普通型注塑连接和定角型注塑连接。

2.10 环境应力开裂时间 time of environment stress crack

试样在某种介质中破损几率为百分之五十的时间。

2.11 脆化温度 brittleness temperature

在规定试验条件下，试样破损率为百分之五十时的温度。

2.12 维卡软化温度 vicat softening temperature

当匀速升温时，测定在某一负荷条件下标准压针刺入热塑性塑料试样表面 1mm 深度时的温度。

2.13 氧化诱导时间 oxidation induction time

在常压、氧气或空气气氛及规定温度下，通过量热法测定材料出现氧化放热的时间。

2.14 屈服强度 yield strength

在格室片拉伸试验中，出现应力不增加而应变增加时的最初应力，以 MPa 为单位。

2.15 断裂强度 tensile stress at break

试样断裂时的拉伸应力，以 MPa 为单位。

2.16 拉伸强度 tensile strength

在拉伸试验过程中，试样承受的最大拉伸应力，以 MPa 为单位。

2.17 屈服伸长率 elongation at yield

在格室片拉伸试验中，出现拉伸屈服点时的伸长率，用百分数表示。

2.18 断裂伸长率 elongation at break

试样未发生屈服而断裂时，与断裂应力相对应的伸长率，用百分

数表示。

2.19 纵/横向直角撕裂强力 tear resistance

在格室片的直角撕裂试验中，试样在直角口处撕裂的最大负荷值，用牛顿表示。

2.20 节点剥离强度 peeling strength between geocell slice

在节点相邻处两根格室条带上沿长度单侧切取试样（图 2.20-1）进行拉伸试验，试样节点断裂时单位宽度承受的拉力。

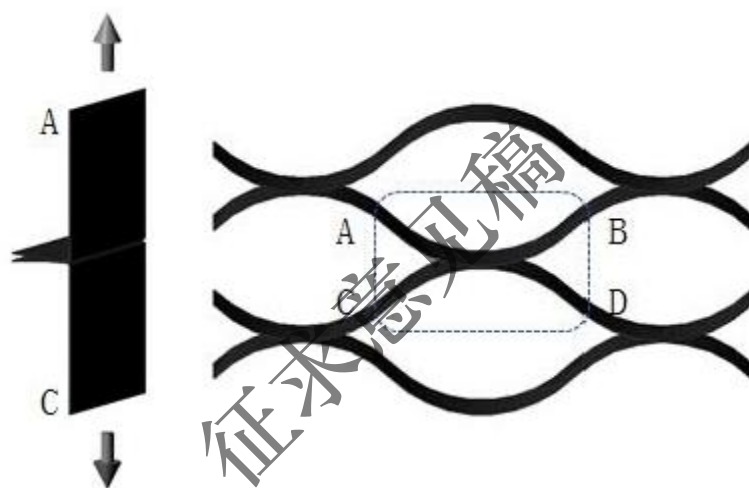


图 2.20-1 节点剥离强度示意图

2.21 节点抗剪强度 shear strength between geocell slice

在节点处相间两根格室条带上沿长度单侧切取试样进行拉伸试验（图 2.21-1），试样节点断裂时单位宽度承受的拉力。

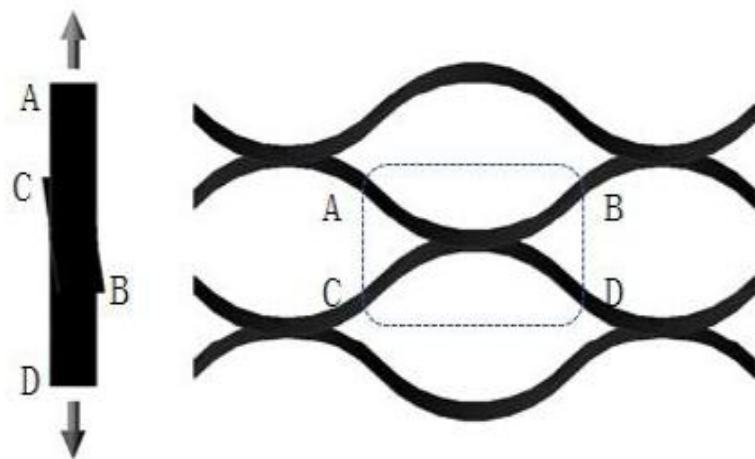


图 2.21-1 节点抗剪强度示意图

2.22 节点对拉强度 tensile strength between geocell slice

在节点两根格室条带上沿长度方向切取试样（图 2.22-1）进行拉伸试验，试样节点单位宽度承受的拉力。

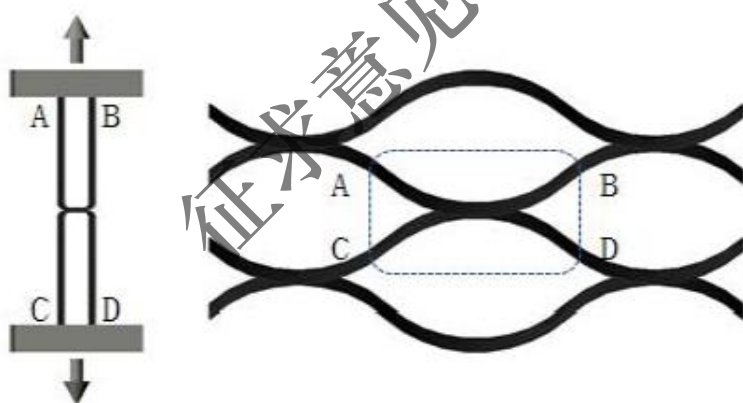


图 2.22-1 节点对拉强度示意图

2.23 组间连接 inter-group connection

格室组间的边缘和中间连接（图 2.23-1）。

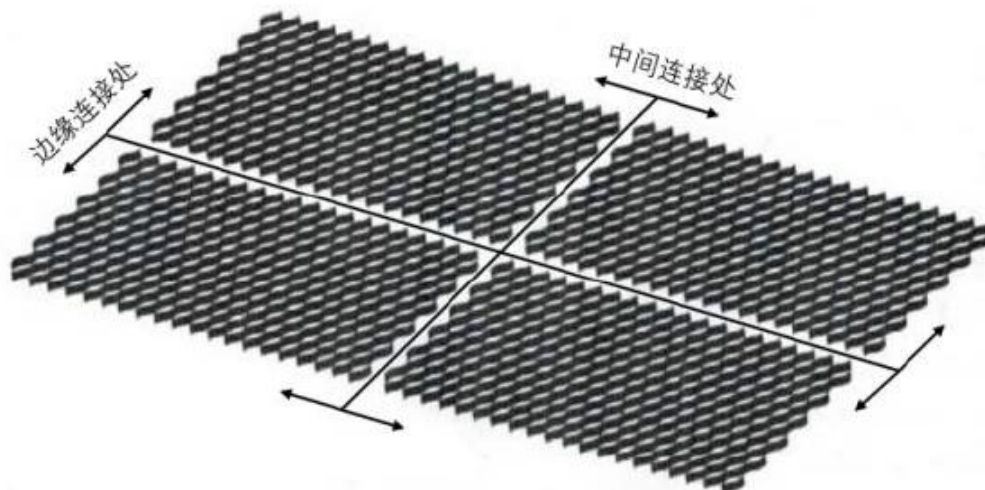


图 2.23-1 组间连接方式示意图

2.24 悬挂负重时间 suspended loading time

对拉试样承受 70%对拉强度的恒定静荷载,直至试样断裂时的时间。

2.25 强度保持率 percentage retained strength

在土工格室抗紫外线性能试验中,经照射后的样品抗拉屈服强度与对照样抗拉屈服强度的比值规范。

2.26 蠕变 creep

土工格室片材在大小不变的力的作用下,变形随时间增长而逐渐增大的现象。

2.27 加筋 reinforcement

把具有一定抗拉强度的土工格室埋于土体内适当位置,依靠其与土界面的相互作用,改善土体或结构的力学性能的行为。

2.28 防护 protection

利用土工格室防止土坡或土工结构物的面层或界面破坏或受到侵蚀的功能。

3 基本规定

3.1 土工格室类型

土工格室片材的主要原材料为聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚酯（PET）等高分子复合材料。按照土工格室片材的生产工艺可分为挤出型土工格室和拉伸型土工格室；按照土工格室结点的连接形式分为焊接型土工格室、铆接型土工格室、插接型土工格室和注塑连接型土工格室等几类，如图 3.1.1-1 所示。

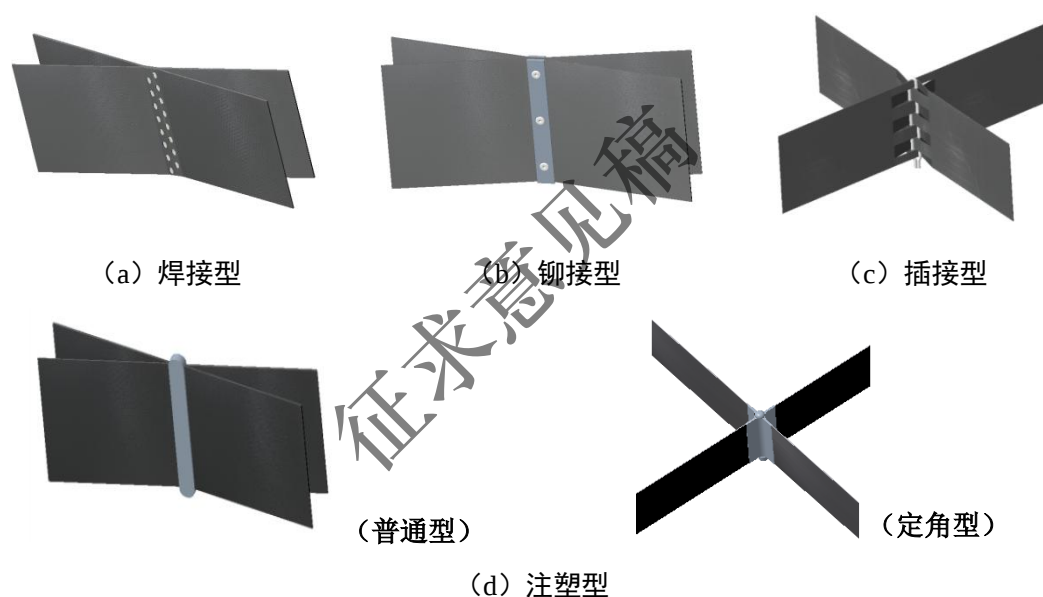


图 3.1.1-1 土工格室产品分类

3.2 土工格室材料要求

3.2.1 土工格室片材应使用配混料生产，配混料中应含有必须的添加剂，添加剂应均匀分散。

3.2.2 土工格室片材材料的基本性能指标包括：环境应力开裂时间、低温冲击脆化温度、维卡软化温度和氧化诱导时间等，应符合表 3.2.2-1 的规定。

表 3.2.2-1 土工格室片材基本性能要求

序号	检验项目	要求		
		聚乙烯	聚丙烯	聚酯
1	环境应力开裂时间 (h)	≥ 800	—	—
2	低温冲击脆化温度 (°C)	≤ -50	≤ -20	≤ -50
3	维卡软化温度 (°C)	≥ 112	≥ 142	≥ 200
4	氧化诱导时间 (min)	≥ 60	—	—

条文说明

本条规定了土工格室的基本性能。环境应力开裂时间应按照《塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法》(GB/T 1842) 进行, 低温冲击脆化温度应按照《塑料 冲击法脆化温度的测定》(GB/T 5470) 进行, 维卡软化温度应按照《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》(GB/T 1633) 进行, 氧化诱导时间应按照《塑料 差示扫描量热法(DSC) 第 6 部分: 氧化诱导时间(等温 OIT) 和氧化诱导温度(动态 OIT) 的测定》(GB/T 19466.6) 进行。

3.2.3 土工格室片材力学性能的指标主要包括: 屈服强度、断裂强度、屈服伸长率、断裂伸长率和纵/横向直角撕裂强力等, 其指标要求要符合表 3.2.3-1 规定。

表 3.2.3-1 土工格室片材的力学性能要求

序号	项目	指标要求	
		挤出型	拉伸型
1	屈服强度, N/cm	≥260	—
2	断裂强度, N/cm	—	≥1800
3	屈服伸长率, %	≤15	—
4	断裂伸长率, %	—	≤15
5	纵/横向直角撕裂强力, N	≥200	≥100

条文说明

相应的测定方法按照《硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定》(GB/T 529)、《塑料 拉伸性能的测定 第 3 部分: 薄膜和薄片的试验条件》(GB/T 1040.3)、《铁路工程土工合成材料 第 1 部分 土工格室》(Q/CR549.1) 进行。

3.2.4 土工格室结点处的力学性能主要包括: 节点强度、格室组

间连接处抗拉强度和悬挂负重时间等,其指标应满足表 3.2.4-1 规范。

表 3.2.4-1 土工格室的力学性能要求

序号	项目	焊接型		铆扣型	插接型	注塑型	
		普通型	热熔型			普通型	定角型
1	节点对拉强度, N/cm	≥280	≥800	≥1600	≥1800	≥1600	≥1800
2	节点抗剪强度, N/cm	≥260	≥800	≥800	—	≥600	≥1000
3	节点剥离强度, N/cm	≥160	≥500	≥800	—	≥600	≥1000
4	组间连接处抗拉强度 ^a , N/cm	≥280	≥800	≥1600	≥1800	≥1600	≥1800
5	悬挂负重时间, d	—		≥30			
6	抗剥离悬挂负重时间, d	≥30		—			

注^a: 组间连接包括格室片材的边缘和中间, 当格室成品需要组间连接时必须进行检验, 强度不得低于节点对拉强度。格室用于公路边坡防护时, 应作悬挂负重试验。

条文说明

相应的测定方法按照《铁路工程土工合成材料 第 1 部分 土工格室》(Q/CR549.1) 进行。

3.2.5 土工格室的耐久性能主要包括: 抗氧化性能、抗酸碱性能、抗紫外线性能和炭黑含量及分布等, 其耐久性指标应符合表 3.2.5-1 规定。

表 3.2.5-1 土工格室的耐久性能要求

序号	检验项目	要求
1	光老化等级	III级
2	抗紫外线强度保持率 ^b , %	≥ 80%
3	炭黑含量及灰分	炭黑含量≥ 2.0%; 灰分≤ 1.0%
4	炭黑分散度	10 个数据中 3 级不多于 1 个, 4 级、5 级不允许

注: (1) 当土工格室处于暴露环境时, 应进行抗紫外线强度保持率试验; (2) 炭黑含量和炭黑分散度仅用在黑色产品检测。

条文说明

相应的测定方法按照《公路土工合成材料试验规程》(JTG E50) 进行。

3.2.6 土工格室的尺寸宜满足本规程和设计的要求, 不同工程使用部位应合理选择不同规格的土工格室, 常用的土工格室尺寸见表 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 土工格室常用尺寸

序号	分类	工程应用	格室网格尺寸 (mm)	格室高度
1	路基加筋	路基加固	250×250 ~ 400×400	50≤H≤100
		高路堤与陡坡路堤		
		地基处理	200×200 ~ 400×400	50≤H≤150
2	路基差异沉降 防治	半填半挖路基	250×250 ~ 400×400	50≤H≤100
		拓宽改建路基		
		桥涵构造物台背路基		
3	路基防护与 支档	边坡防护	200×200 ~ 400×400	100≤H≤150
		风沙防护	300×300 ~ 600×600	100≤H≤300
		加筋土挡墙	200×200 ~ 400×400	100≤H≤200

3.2.7 土工格室用于公路路基工程时, 会受到格室内填土和外部荷载的长期作用以及环境生物、化学等的侵蚀。其允许抗拉强度应考虑材料蠕变性能、老化性能和施工损伤的影响, 对通过实测的极限抗拉强度进行折减, 可按式 (3.2.7-1) 计算确定。

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{RF} = \frac{T_{ult}}{RF_{CR} \cdot RF_D \cdot RF_{ID}} \quad (3.2.7-1)$$

式中: T_{al} —土工格室的设计抗拉强度。

T_{ult} —土工格室的极限抗拉强度, 按现行《公路土工合成材料试验规程》(JTG E50) 试验确定。

RF —综合折减系数。

RF_{CR} —蠕变折减系数。

RF_D —考虑微生物、化学、热氧化等影响的老化折减系数。

RF_{ID} —施工损伤折减系数。

折减系数应根据所处的环境条件、格室内填土类型、格室所处的应力水平等试验确定；无试验条件时，可根据工程情况，按表 3.2.7-1 取值，工程影响大时取高值，反之取低值。

表 3.2.7-1 路基工程土工格室强度折减系数

土工格室片材类型	聚乙烯	聚丙烯	聚酯
折减系数	1.5-3.0	2.0-3.0	1.5-2.5

3.3 工程应用范围

3.3.1 土工格室适用于各等级公路的路基加固、高路堤与陡坡路堤、地基处理、半填半挖路基、拓宽改造路基、桥涵构造物台背路基、路基坡面防护、风沙防护及加筋土挡墙等新建工程和改扩建工程。

3.3.2 工程应用中，应根据不同地区环境条件，土壤酸碱性选择不同材质的土工格室。土工格室片材原材料不应使用粉状原生料和再生料。PET 等聚酯类土工格室一般用于 $4 \leq \text{PH} \leq 9$ 的土体中。

3.3.3 软土地基处理由于需要的作用时间不长，可以采用聚乙烯、聚丙烯等土工格室，但在路基本体加固和加筋土挡墙中，需要较高的强度，较低的蠕变伸长率，较强的抗老化、环境侵蚀、温度效应等长期性能，宜采用聚酯或者纳米基交联复合土工格室。

4 路基加筋

4.1 一般规定

4.1.1 当路基刚度与稳定性不足，需要进行刚度补强，以及需要构筑陡坡以减少占地时，可采用土工格室进行加筋。

4.1.2 应通过现场调查、地质勘察、室内外试验，获得相关基础资料，根据场地的地质与环境条件、填料特性、材料的耐久性能、工程造价等因素，经技术经济比选，确定合理的加筋方案。

4.1.3 地基承载力与路基填土压实度应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)的规定。

4.1.4 应根据填料来源，选择有代表性的土样进行室内试验，并结合现场情况确定填料参数。填料及地基强度参数的试验方法，应符合现行《公路路基设计规范》(JTG D30)相关规定。

4.1.5 设计时应考虑土工格室在施工中的损伤、蠕变和老化问题，折减系数应按 3.2.7 节有关规定取值。

4.2 路基加固

4.2.1 新建公路路床需要加固处理，以及既有公路路床强度不足、翻浆冒泥、积水等病害整治时，可采用土工格室加固补强。

4.2.2 采用土工格室对路床加固补强时，宜将土工格室设置在上路床底面或路床内，应全断面铺设（图 4.2.2-1），土工格室不得暴露于路床之外。

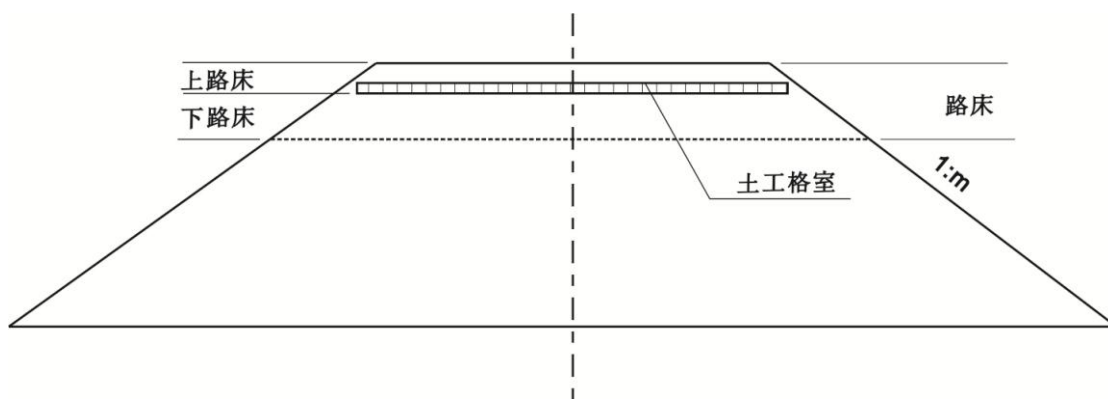


图 4.2.2-1 土工格室补强路床

条文说明

土工格室铺设在路床范围内，可显著增加路床的强度和刚度，减小上部交通荷载在路基中的传递深度，同时可用于防止路床湿度增加引起的路基性能的劣化。

4.2.3 当用于提高路基整体稳定性时，土工格室宜均匀布置（图 4.2.3-1），土工格室埋入稳定土体内的锚固长度不应小于 2.0m。

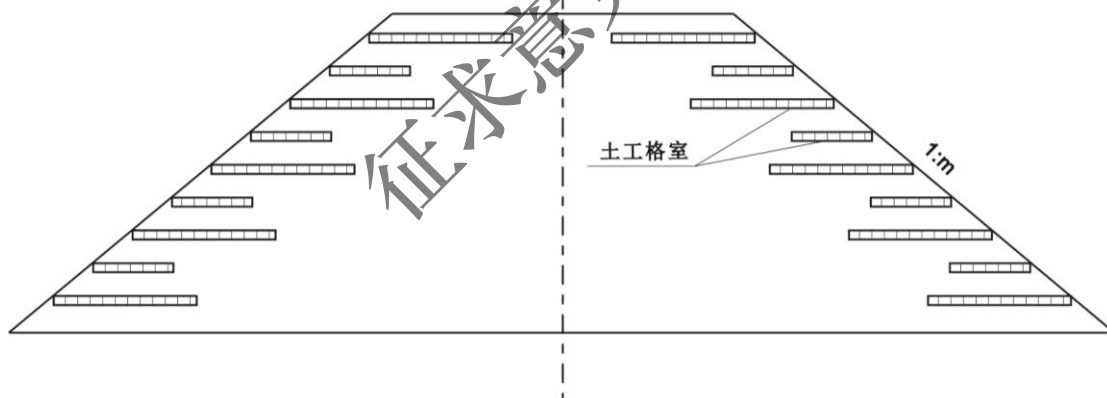


图 4.2.3-1 路基加固结构形式

4.2.4 土工格室加固路基堤身稳定性、地基与堤身整体稳定性可采用式 (4.2.4-1)~(4.2.4-3) 的圆弧条分法计算，计算图示如图 4.2.4-1 所示。最小稳定系数不得小于《公路路基设计规范》(JTG D30) 规定的稳定安全系数要求。

$$\min\{K_{s,1}, K_{s,2}, \dots, K_{s,i}, \dots\} \geq K_s \quad (4.2.4-1)$$

$$K_{s,i} = \frac{\sum [c_j l_j + (W_j + Q_j) \cos \theta_j \tan \varphi_j] + \sum T_k [\cos \theta_k + \sin \theta_k \tan \varphi_k]}{\sum (W_j + Q_j) \sin \theta_j} \quad (4.2.4-2)$$

$$T_k = \min\{T_{al}, T_n, T_w\} \quad (4.2.4-3)$$

式中：\$K_s\$—圆弧滑动稳定安全系数；

\$K_{s,i}\$—第 \$i\$ 个圆弧滑动体的抗滑力矩与滑动力矩的比值；抗滑力矩与滑动力矩之比的最小值宜通过搜索不同圆心及半径的所有潜在滑动面圆弧确定；

\$c_j\$、\$\varphi_j\$—分别为第 \$j\$ 个土条滑弧面处土的黏聚力（kPa）、内摩擦角（°）；

\$W_j\$—第 \$j\$ 个土条的自重（kN），按天然重度计算；

\$Q_j\$—第 \$j\$ 个土条受到的土覆荷载（kN），如车辆荷载等；

\$\theta_j\$—第 \$j\$ 个土条滑弧面中点处的法线与垂直面的夹角（°）；

\$l_j\$—第 \$j\$ 个土条的滑弧长度（m），取 \$l_j = b_j / \cos \theta_j\$，\$b_j\$ 为第 \$j\$ 个土条的宽度；

\$T_k\$—第 \$k\$ 层土工格室在滑动面以（内）外的锚固段的极限抗拔承载力与土工格室的设计抗拉强度的较小值（kN）；

\$\theta_k\$—滑弧面在第 \$k\$ 层土工格室高度中心处的法线与垂直面的夹角（°）；

\$\varphi_k\$—第 \$k\$ 层土工格室高度中心处的土体内摩擦角（°）；

\$T_{al}\$—土工格室的设计抗拉强度（kN），由式（3.2.7-1）确定；

\$T_w\$—第 \$k\$ 层土工格室在滑动面以外的锚固段的极限抗拔承载力（kN），应通过抗拔试验确定；

T_n —第 k 层土工格室在滑动面以内的锚固段的极限抗拔承载力 (kN)，应通过抗拔试验确定；

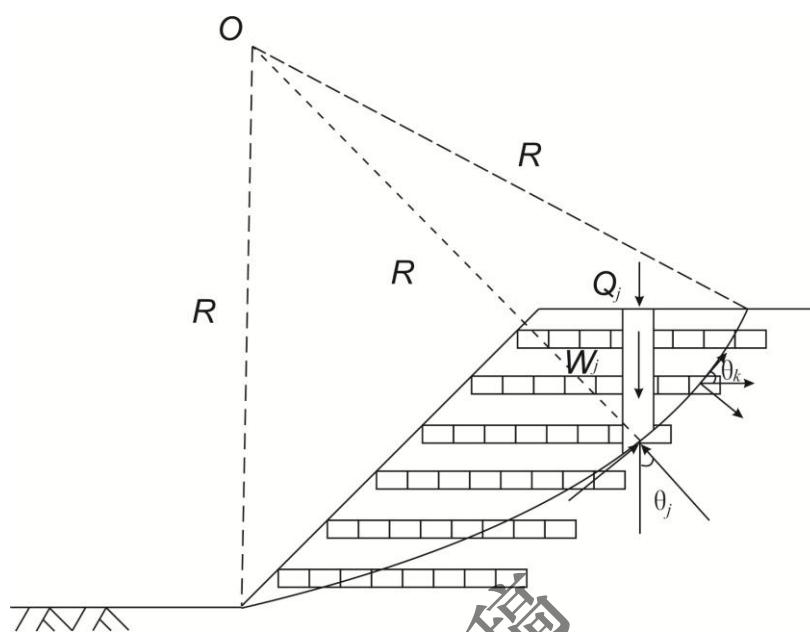


图 4.2.4-1 土工格室加固路基稳定性计算图示

4.2.5 路基填料应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30) 的要求，不对筋材产生腐蚀作用，应选择易与压实、能与土工格室产生良好摩擦和咬合作用的填料。

条文说明

此条文规定了路基加筋工况下填料的要求，一方面要选择能与筋材产生摩擦的填料，增加土工格室片材竖向与土体的摩擦，另一方面填料粒径不宜过大，以免减弱土工格室的三维包裹作用。

4.2.6 既有公路路基病害整治时，土工格室纵向应分别向病害地段两端延长 5m 以上。

4.3 高路堤与陡坡路堤

4.3.1 用于提高高填方路堤与陡坡路堤的稳定性、控制横向差异沉降时，土工格室宜铺设在路床及路堤底部，铺设长度与路基同宽，

设置层数应视地表形态、路堤高度、路基填料和施工工艺等确定。

4.3.2 采用土工格室加筋路堤的坡率不应陡于 1:0.5。陡斜坡上的加筋路堤，当路堤坡率采用正常坡率 1:1.5~1:2.0 时，土工格室宜布置在路堤中下部平台附近以及路堤底部。

4.3.3 对于地基条件良好、路堤自身稳定符合要求的前提下，路堤边坡高度大于 16m 的高填方路堤、或地面横坡陡于 1:2.5 且边坡高度大于 8m 的陡坡路堤，宜于路面底面以下、路堤中部平台附近以及路堤底部，分别铺设 1~2 层土工格室，如图 4.3.3-1 所示。

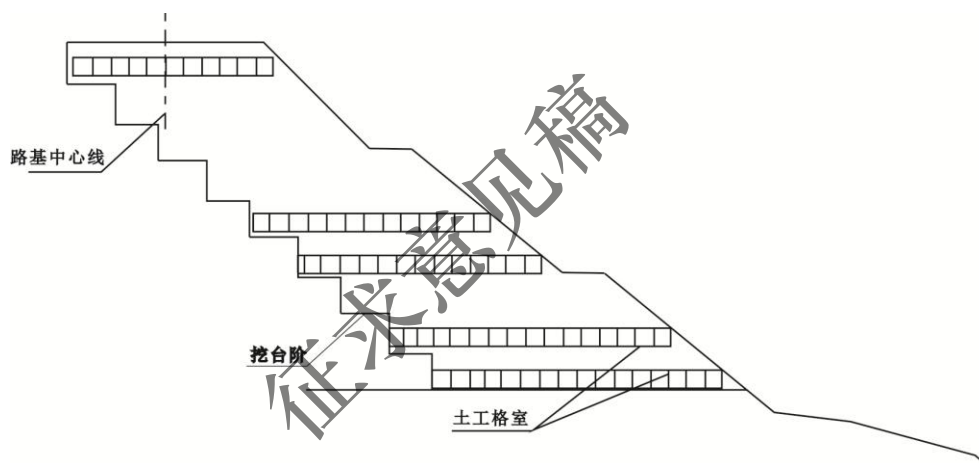


图 4.3.3-1 高路堤与陡坡路堤土工格室应用典型结构示意图

条文说明

在路面底面以下（路床范围）铺设土工格室，可减弱因高填方路堤造成的差异沉降。中部和下部铺设格室，用于增加高填方路基或陡坡路堤的整体稳定性。

4.3.4 部分陡坎段，可根据现场工况适当增加土工格室层数，以达到路堤稳定性和差异沉降的要求。

4.3.5 土工格室用于高路堤与陡坡路堤加筋时，稳定性应满足《公路路基设计规范》（JTG D30）规定的稳定安全系数要求。稳定性分析方法同 4.2.4 节。

4.4 地基处理

4.4.1 应考虑地基处理方式、路基高度、路基工后沉降和稳定性、排水系统、施工工艺，以及工程造价等，进行综合设计，确定合理的处治方案。

4.4.2 土工格室适用于厚度小于 6m 的浅层软土地基的加筋补强；对于厚度大于 6m 的厚层软土地基，宜结合低强度桩（碎石桩、水泥搅拌桩、CFG 桩等）组成桩-格室复合地基进行联合处理。

条文说明

土工格室加固饱和软土地基时，其加固效果受软土层厚度制约，对于厚度小于 6m 的浅层饱和土地基，加固效果较好，而对于厚度大于 6m 的厚层饱和软土地基，则处治效果相对不明显，软弱地基厚度大于 6m 时，宜采用由低强度桩与土工格室构成的复合地基进行加固。

4.4.3 当土工格室与砂垫层预压法、排水固结法、复合地基等联合处理时，土工格室应铺设在路基底部，铺设层数以 1~2 层为宜，铺设宽度宜与路基底部同宽，如图 4.4.3-1 和图 4.4.3-2 所示。

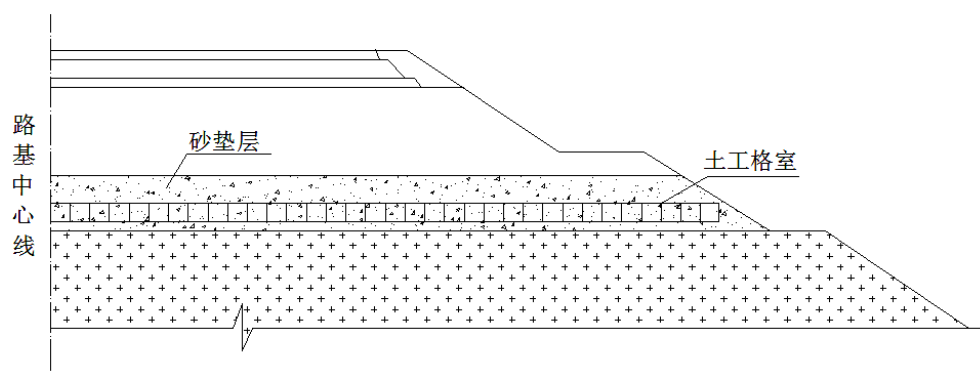


图 4.3.3-1 土工格室加固软土地基典型结构

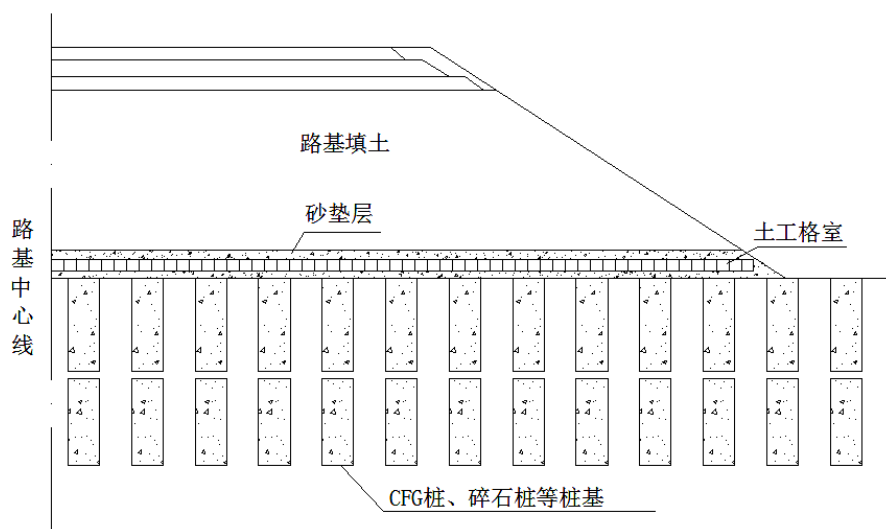


图 4.3.3-2 土工格室-桩复合地基典型结构

条文说明

在路堤底部铺设单层或多层土工格室与砂石等组成加筋垫层,可有效约束地基侧向变形、均化基底应力分布、提高地基承载力和增强路堤抗滑稳定性。

4.4.4 在不同软土地基处理路段交界处,土工格室宜铺设在交界处路基地底部,不同处理路段内铺设长度不得小于 10m。必要时,可在上路床范围内设置一层或多层土工格室。

条文说明

当软土地基路段差异沉降较大时,仅在路基地底部铺设土工格室难以达到预期效果,因此,允许必要时在路基顶部上路床范围内设置一层或多层土工格室。

4.4.5 土工格室不宜直接设置于原地基表面,宜设置 30~50cm 的砂垫层或其他透水性较好的均质填料,再铺设土工格室。

条文说明

为减小地下水对路基的影响,并避免土工格室受不良化学物质的侵蚀,做出了此条文的规定。

4.4.6 应采用 4.2.4 节和《公路路基设计规范》(JTG D30)规定的方法进行稳定性和沉降分析,并满足相应的要求。当稳定性和沉降不能满足要求时,应采取措施对地基进行处理。

条文说明

土工格室加固软土地基可能发生的破坏形式主要有深层圆弧滑动破坏、浅层水平滑动破坏和地基整体承载破坏，应根据可能发生的破坏形式按有关规范、技术手册的规定进行稳定性和沉降验算。

尽管有大量的研究表明，采用土工格室加筋后，路堤的沉降，尤其是不均匀沉降有所改善，但至今仍未建立起加筋作用的沉降计算方法。因此，此处规定采用现行《公路路基设计规范》(JTG D30)规定的方法进行沉降分析。

征求意见稿

5 路基差异沉降防治

5.1 一般规定

5.1.1 在路基填挖交界处、新老路基拼宽结合处、桥涵构造物台背等工程部位，可采用土工格室进行加固，以防治路基差异沉降。

5.1.2 应根据公路等级、荷载条件、处治部位、地基条件、路基断面形式及桥台形式、路基沉降变形情况，以及工程造价等情况综合考虑，确定合理的土工格室处治方案。

5.1.3 采用土工格室防治路基差异沉降时，应先做好地基处理，地基承载力、路基压实度及稳定性应满足现行《公路路基设计规范》（JTG D30）的规定。

5.1.4 采用土工格室处治后的新建公路路基填挖交界处、改建公路新老路基间的差异沉降应符合现行《公路路基设计规范》（JTG D30）的有关规定。

5.1.5 路基差异沉降防治宜采用整体性和耐久性好、强度高、变形小的土工格室材料。

5.2 半填半挖路基

5.2.1 半填半挖路基差异沉降防治，可结合挖方区路床超挖回填、地表斜坡开挖宽台阶等措施进行，土工格室宜铺设在上路床和下路床底部。

5.2.2 半填半挖路基填挖交界处土工格室宜铺设在路床范围内，铺设长度为填挖交界处两侧各不小于 8m。当路幅宽度小于 8m 时，

应满铺土工格室，但不得暴露于路床之外。填挖交界处土工格室应用典型结构如图 5.2.2-1 所示。

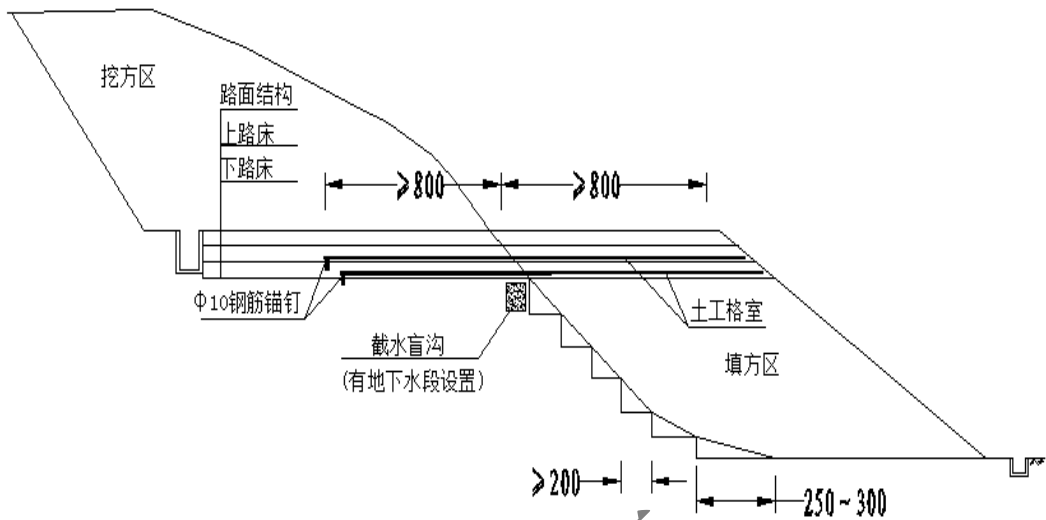


图5.2.2-1 半填半挖交界处土工格室应用典型结构示意图

5.2.3 路基纵向填挖交界处，路床范围挖方段土工格室铺设长度不宜小于 8m，填方段铺设长度应覆盖过渡区延伸至一般填方区不宜小于 5m。岩石路段的路基填挖交界处，宜采用高强土工格室。纵向填挖交界处土工格室应用典型结构如图 5.2.3-1 所示。

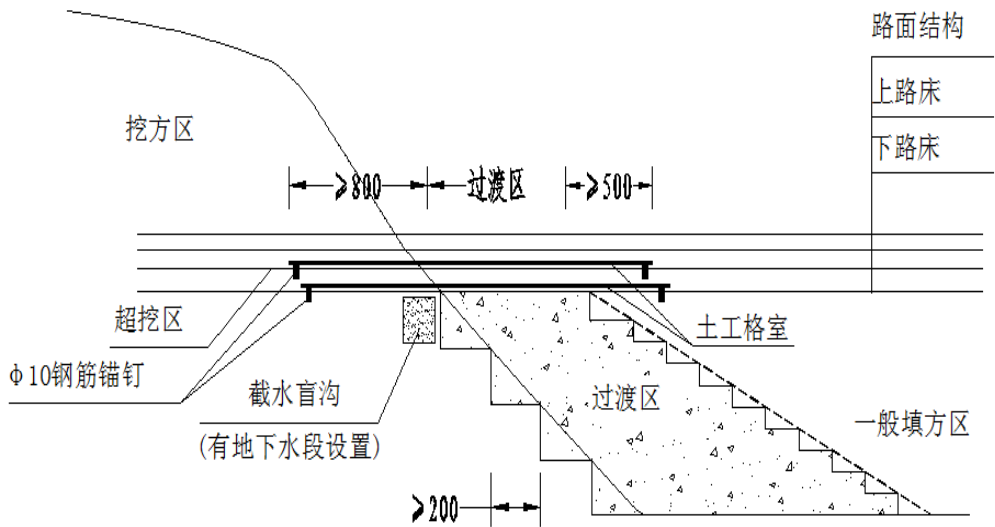


图5.2.3-1 纵向填挖交界处土工格室应用典型结构示意图

5.2.4 当填挖交界处地表横坡陡、路基填挖高差较大时，可在路床范围内增设 1~2 层土工格室，层间距不应小于最小压实厚度。

5.2.5 当填方区路基高度较大时，可在填方区路基中部和底部增设土工格室加筋层，土工格室应深入挖方台阶段不小于 2m，铺设层数及铺设间距应根据路基高度、路基填料和地基条件综合确定。

条文说明

半填半挖路基填挖交界处采用土工格室加固时，土工格室应深入挖方台阶段 2m 以上，确保路基整体稳定和路基差异沉降的处治效果。

5.3 拓宽改造路基

5.3.1 土工格室宜铺设在新填路床范围内和路基底部的新老路基结合部位，如图 5.3.1-1 所示。

5.3.2 当路基填土高度大于 10m 时，应视路基高度及新老路基差异沉降量的大小，在路基中部增设一层或多层土工格室，如图 5.3.2-1 所示。

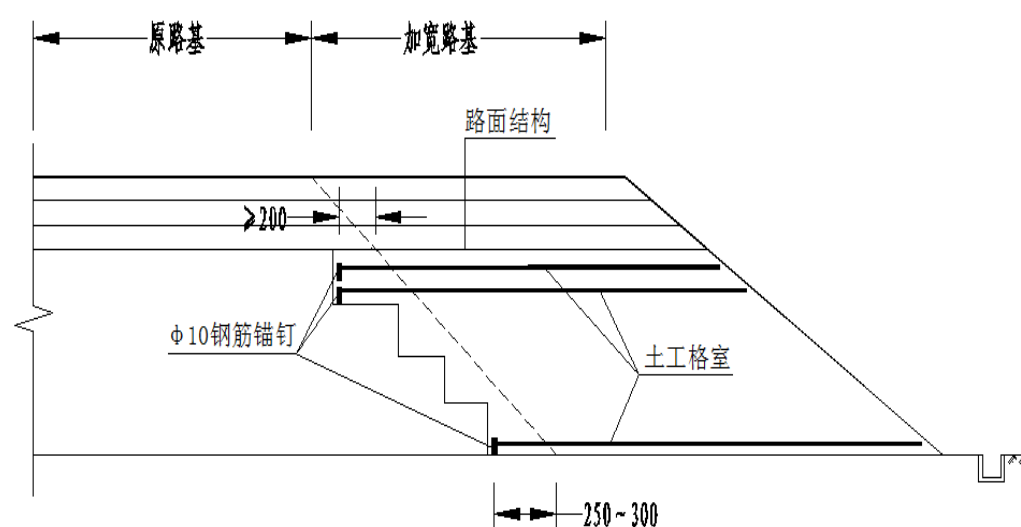


图5.3.1-1 新旧路基拓宽土工格室应用典型结构示意图（填土高度小于10m）

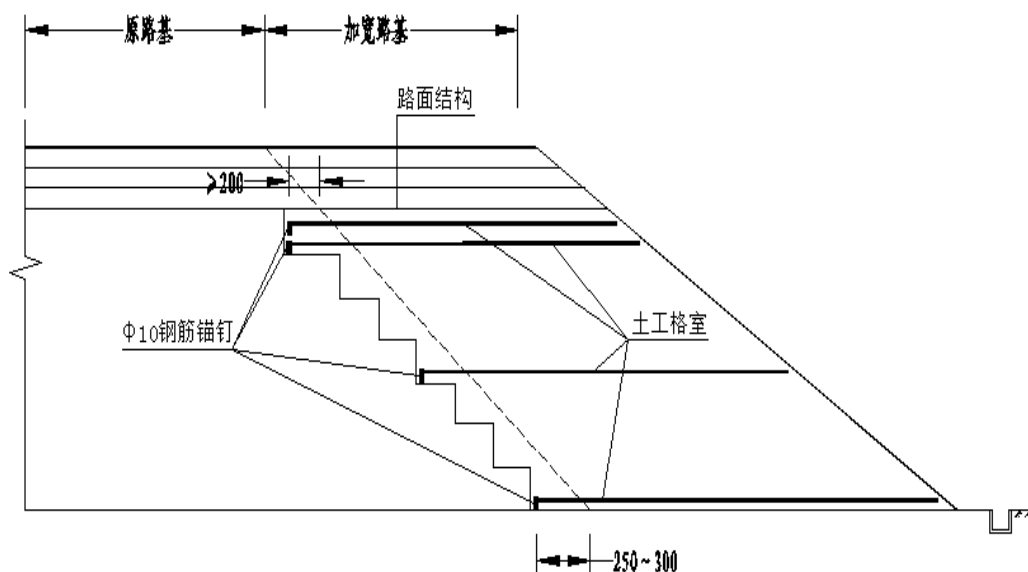


图5.3.2-1 新旧路基拓宽土工格室应用典型结构示意图（填土高度大于10m）

5.3.3 土工格室的铺设长度，在拓宽拼接路基范围内不宜小于 8m，原有路床范围内不应小于 2m；路面损害严重或为新建路面时，原有路基路床范围内的土工格室铺设长度不宜小于 8m。

5.3.4 拓宽改造路基采用土工格室加固处治后，在坡面应植草或采取其他有效的防护，并设置排水措施，坡内应设置有效的截水设施。

5.4 桥涵构造物台背路基

5.4.1 采用土工格室防治桥台构造物与路基间差异沉降时，台背高度宜为 5.0m~10.0m。当原地基承载力不能满足路基填土高度要求时，应对地基采取有效措施进行处理。

条文说明

目前在工程试验中获得成功的试验桥台高度一般在 4m~12m 之间，故将土工格室加筋适宜的桥台高度定为 5m~10m。

5.4.2 石砌和混凝土桥台台背处治的结构形式如图 5.4.2-1 所示，土工格室应根据台阶开挖情况分层铺设，最下一层宜铺设在构造物基

础的顶面，最上一层宜铺设在上路床范围内。土工格室的纵向铺设宜上长下短，可采用缓于或等于 1:1 的坡度自下而上逐层增大纵向铺设长度，最下一层的铺设长度应不小于最小纵向铺设长度。

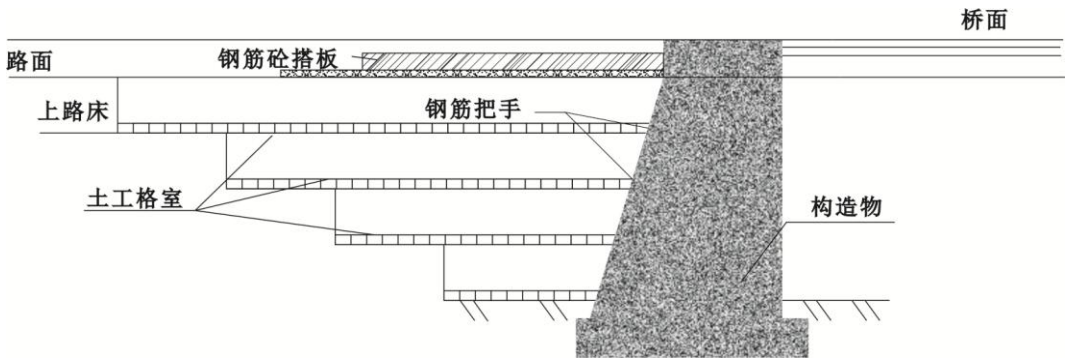


图 5.4.2-1 石砌桥台与混凝土桥台结构形式（台阶，间距，嵌入）

5.4.3 对桩柱式桥台，可采用图 5.4.3-1 所示的形式分层平铺。

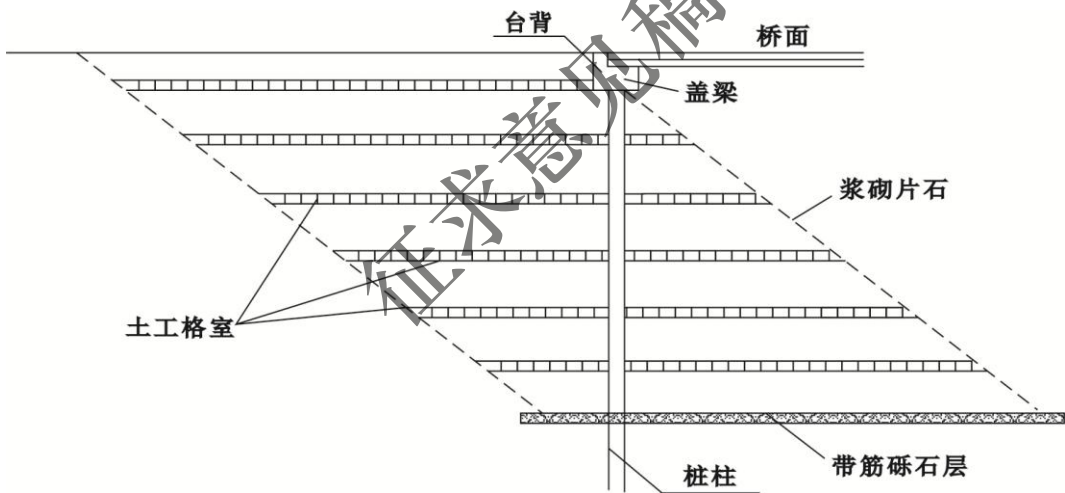


图 5.4.3-1 桩柱式桥台结构形式

5.4.4 台背填料宜采用渗水性良好的材料或无机结合料等，台背过渡段基底压实度和路基压实度满足现行《公路路基设计规范》（JTG D30）的规定要求。

5.4.5 台背与填料之间应设置 20cm 厚的反滤层，在原地面应设置厚度不小于 30cm 的级配碎石排水垫层。在摊铺碎石排水垫层前，应将地面平整成 4% 的双向横坡，对 U 型桥台，还应设置 4% 的纵坡

将水引至桥台区以外。

条文说明

在台背与填料间要求设置 20cm 厚的反滤层是为了避免路表水通过构造物与填料交界部位渗入并滞留于填料内；在原地面设置厚度不小于 30cm 的级配碎石排水垫层，是为了防止地下水进入台背填料，降低填料强度，增大荷载。

5.4.6 对石砌桥台，可将土工格室嵌固在砌体内，嵌固深度不宜少于 20cm。嵌固土工格室的砌体边界部位应设置 5cm 宽的柔性垫块，柔性垫块可用橡胶或木条制做，亦可采用土工格室的边角余料替代，如图 5.4.6-1a 所示。石砌构造物墙背明显凹凸不平时，也可将土工格室直接挂铺在墙背上利用土压力使其锚固，如图 5.4.6-1b 所示。



图 5.4.6-1 土工格室与重力式石砌台背联接示意图

5.4.7 对混凝土桥台，可采用特制构件将土工格室锚固在桥台背面的壁面上，如图 5.4.7-1 所示。

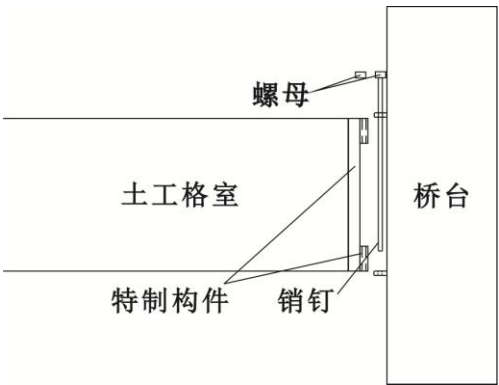


图 5.4.7-1 土工格室与混凝土轻型桥台联接示意图

5.4.8 采用土工格室防治桥台构造物与路基间差异沉降时，土工格室的竖向层间距应符合现行《公路土工合成材料应用技术规范》（JTG/T D32）的规定要求。

征求意见稿

6 路基防护与支档

6.1 一般规定

6.1.1 土工格室可用于路基边坡坡面防护、风沙防护和加筋土挡墙等支档结构。

6.1.2 路基防护与支档设计应结合地质、水文、气候环境、边坡形态、周边地形及功能需求等条件综合考虑，可采用土工格室或其它工程材料（土工布等）、工程措施相结合的综合措施。

6.1.3 土工格室用于工程护坡时，可采用侧壁带孔的土工格室，防护工程边坡坡率不应陡于岩土稳定边坡坡率。

6.1.4 当需要考虑土工格室材料受力时，应进行强度折减，强度折减系数可按表 3.2.7-1 取值。

6.2 边坡防护

6.2.1 土工格室用于路基边坡防护一般用于坡面生态防护，应在边坡稳定的前提下进行。应根据边坡坡率、岩土体性质和防护目的，选择合适的土工格室尺寸。

6.2.2 土工格室可单独用于坡面生态防护，也可与钢筋混凝土框架或浆砌片石骨架共同进行坡面防护。用于坡面生态防护的土工格室，其性能应满足表 3.2.2-1 和表 3.2.3-1 的要求。

6.2.3 土工格室用于坡面防护时，每级坡高不应超过 10m。当坡率缓于或等于 1:0.75 时，可采用平铺式；当坡率陡于 1:0.75 时，宜采用叠置式，土工格室叠置的宽度不得小于 100cm，如图 6.2.3。

6.2.4 土工格室防护边坡应采用锚杆进行固定，锚杆宜采用 $\phi 12$ 钢筋，锚孔直径宜为 $\phi 38\sim 42\text{mm}$ ，孔内灌注 M30 砂浆，在土层或全风化~强风化岩层中，锚杆入土深度宜为 50~100cm，在中等~弱风化岩层中入岩层深度不应小于 30cm。采用平铺式时，每隔三个焊点宜设一个固定锚杆，在坡面上呈上密下疏布置，布置的水平、垂直间距可参考表 6.2.4 确定；采用叠置式时，在断面上每级台阶应设置一个固定锚杆，锚杆的水平间距可参考表 6.2.4 确定。

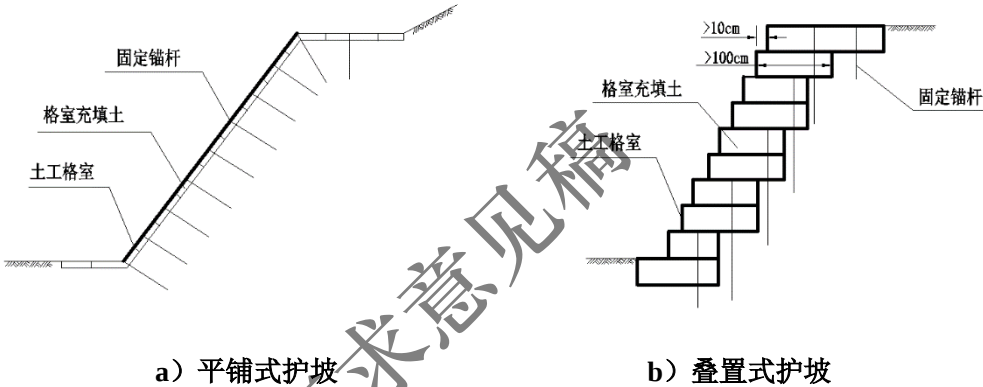


图 6.2.3 土工格室坡面生态防护结构形式

表 6.2.4 土工格室锚杆锚固长度和布置间距

边坡坡率与岩性		锚固长度 (m)	竖直间距 (m)	水平间距 (m)
1:0.5	土质	0.75~1.0	0.75~1.0	1.0~1.5
	岩质	0.5~0.75	1.0~1.5	1.0~1.5
1:1.0	土质	0.5~0.75	1.0~1.5	1.5~2.0
	岩质	0.3~0.5	1.5~2.0	1.5~2.0
1:1.5	土质	0.5~0.75	1.5~2.0	1.5~2.0
	岩质	0.3~0.5	1.5~2.0	1.5~2.0

注：锚杆长度=锚固长度+格室高度

6.2.5 土工格室坡面生态防护施工应符合以下要求：

1 铺设土工格室前应整平坡面，清除杂草、石块、树根等。

2 土工格室应紧贴坡面铺设,采用插件式联接,对于平铺式护坡,土工格室应沿坡面自上而下铺设,坡顶加强锚固;对叠砌式护坡,土工格室应沿坡脚自下而上铺设;坡顶、坡脚平铺包边宽度宜为 0.5~1.0m,并夯填加固。锚杆外露坡面部分应进行防锈处理。

3 喷射客土应为土、肥料及含腐殖质土的混合物。回填土或喷射客土的厚度应满足设计要求,无网包外露、空包或压包现象。土工格室内回填土应使用振动板使之密实,靠近表面时应用潮湿的黏土回填,并应高出格室面 1~2cm。

4 应将植物种籽和附着剂、纸纤维、复合肥、保湿剂及水等按一定比例混合搅拌形成均匀混合液后,再采用专门的液压喷播技术喷播植物。

5 雨季施工,应加盖无纺布或稻草、秸秆编织席,促进植物的发芽生长。覆盖物应在植物长出了 3~5cm 后除去。

6 应加强边坡防护的养护管理,保持植物全苗、齐苗,并应注意及时浇水、施肥和防治病虫害。

6.2.6 在多雨地区路基边坡防护工程中,对于坡面排水,可设置截水排水沟;对于地下排水,可根据现场工况选择排水洞或排水盲沟等措施。

6.3 风沙防护

6.3.1 土工格室可用于沙漠地区公路路基加固、边坡防护、线外固沙。

6.3.2 当使用风积沙填筑的路堤高度大于 1m 时,可将土工格室

铺设于路堤内或路堤顶部，提高路堤的稳定性。

6.3.3 风积沙路堤存在风蚀、水蚀时，可采用土工格室防护边坡。

6.3.4 当公路周边缺少常规线外固沙材料时，可将土工格室用于线外固沙工程。

6.3.5 用于边坡防护和线外固沙的土工格室应考虑紫外线的影响。土工格室室内紫外线辐射强度为 $550\text{W}/\text{m}^2$ 照射 150h 的抗拉强度保持率应大于 80%。

6.3.6 风积沙路基土工格室加固可采用表面全铺法、多层土工格室路基全铺法等结构形式，如图 6.3.6 所示。

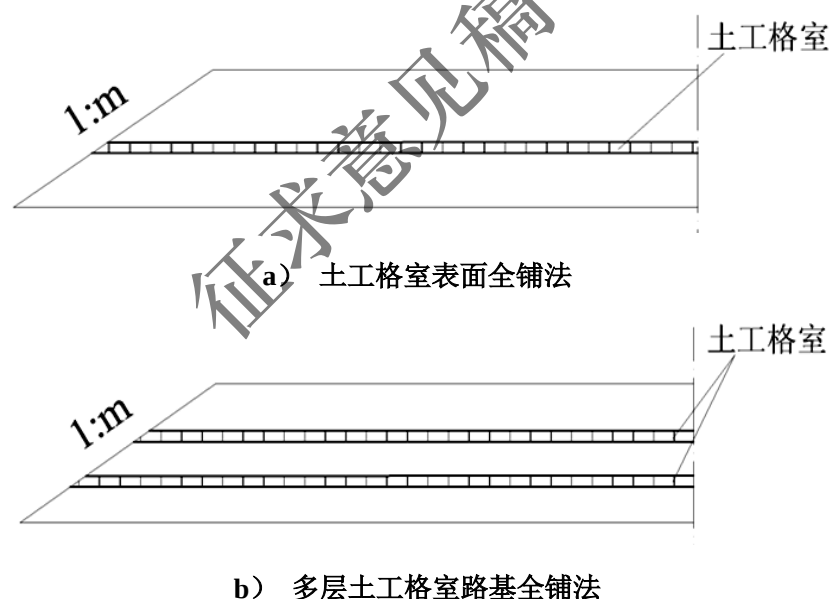


图 6.3.6 土工格室用于风积沙路基加固的结构形式

6.3.7 可采用土工格室加固沙漠路基顶层用作底基层，其上应设置厚度不小于 12cm 的级配砂砾层。二级以上公路宜为 $(4-5)\text{m} \times 7.6\text{m}$ ，其他等级公路可参照此设计。土工格室高度根据使用要求推荐尺寸为 80-150mm，焊点间距为 300-360mm 为宜。

6.3.8 用于风沙防护的土工格室可采用 5cm、10cm、15cm、20cm

等高度，焊距宜为高度的 4~8 倍。

6.3.9 可采用土工格室侧限法提高风积沙路堤边坡稳定，其结构形式如图 6.3.9。土工格室的规格、敷设宽度及高度应根据路基宽度和高度等确定。宜采用片材厚度大于 1mm，高 20cm、焊距 30 ~40cm、展开宽度 1.0~1.5m 的土工格室。

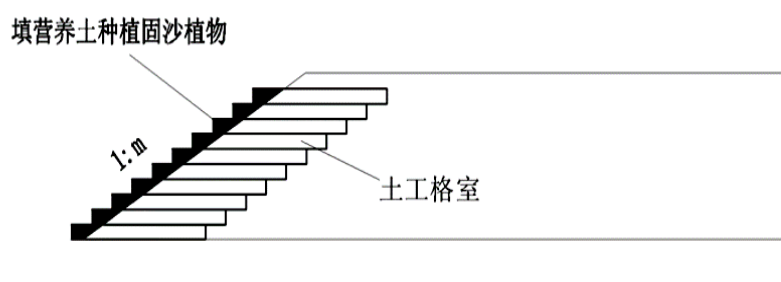


图 6.3.9 土工格室侧限法结构图

6.3.10 土工格室应用于沙漠地区公路边坡防护时，应将土工格室平铺于坡面上，并用锚钉固定，再覆草籽和有机土于格室室内。锚钉长度不宜小于 0.5m，横向间距不宜大于 1.5m、纵向间距不宜大于 0.5m。高出土工格室的营养土厚度宜为 1cm。

6.3.11 土工格室可用作线外固沙，土工格室固沙应将沙障设置于公路主风向侧。

6.4 加筋土挡墙

6.4.1 土工格室加筋土挡墙结构型式可采用有面板和无面板两种。有面板的土工格室加筋土挡墙，面板常采用预制构件或石笼结构墙面，墙面采用直立式或台阶式；无面板的土工格室加筋土挡墙，墙身采用土工格室加填料修建而成，墙面采用格室内植草乔灌木绿化，常用墙面坡率为 1:0.5、1:0.466 和 1:0.3。

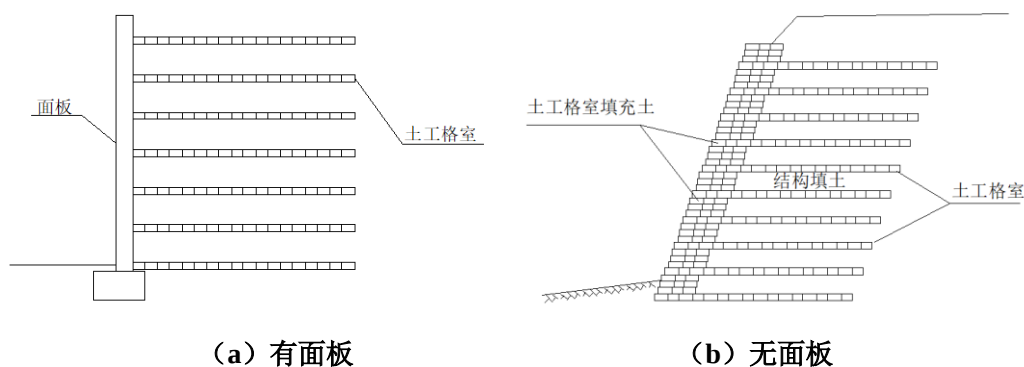


图 6.4.1 土工格室加筋土挡墙结构型式图

6.4.2 用于修建土工格室挡墙的土工格室网格大小宜为 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，高度为 100mm - 200mm ，其节点及条带的极限抗拉强度 $\geq 1.8\text{kN/cm}$ ，延伸率 $\leq 10\%$ 。

6.4.3 采用的土工格室筋材长度除应满足结构稳定性要求外，还应符合下列规定：土工格室最小长度宜大于 0.8 倍墙高，且不小于 5m ；当墙高大于 6.0m 时，为控制挡土墙变形，宜在挡土墙中下部加设长度不小于 2.0m 的格室拉筋带，拉筋带间距不宜大于 0.3m 。

6.4.4 单级墙高不宜大于 12m ；当采用多级墙时，每级墙高不宜大于 10m ，上下级墙体之间宜设置宽度不小于 2m 的平台。单级墙高大于 12m 时填料应慎重选择。

条文说明

国内在已修建的加筋土挡墙中除用砂砾和黄土填料外，单级墙高大于 12m 者很少。单级墙高大于 12m ，宜选择粗粒土、黄土等作填料，也可根据具体情况做特殊设计。

6.4.5 土工格室加筋土挡墙应有防水、排水设施，顶面应设置柔性封闭层。

条文说明

当加筋体中填料处于饱和状态时，将在挡墙后产生水压作用，同时降低土与

土工格室间的摩擦力；若水中含对土工格室有腐蚀性的盐类时，将缩短土工格室的使用年限，因此，对加筋体内的水及其周围有害的水必须采取措施，迅速排出。

6.4.6 加筋体横断面上土工格室一般采用等长布置，当受地形、地质条件限制时，也可采用不等长布置。土工格室的铺设方式、铺设层数和铺设范围应满足稳定性的要求通过计算确定，可采用 4.2.4 节提供的稳定性分析方法计算。

条文说明

当加筋土挡墙较高，且地基承载力不受控制时，墙的下部范围可铺设较短的土工格室，特别是受地形、地质条件限制时，缩短下部土工格室长度，可减少开挖土方量。但当挡墙较低或地基承载力较低时，为达到应力扩散减小地基受力，则应采用等长布置。

6.4.7 挡土墙基底可做成水平或结合地形做成台阶形，每个台阶长度不应小于 2.0m，相邻台阶高差不宜大于 2.0m。

6.4.8 加筋土挡墙墙趾的埋置深度应根据地形、地质、水流冲刷、冻融条件，以及结构稳定和地基整体稳定等要求确定。土质地基和风化层较厚难以全部清除的岩石地基，加筋土挡墙墙趾的埋置深度不应小于 0.6m，并满足防冲刷和防冻胀要求。

6.4.9 斜坡上的加筋体应设宽度不小于 1m 的护脚，加筋土挡墙基础埋置深度从护脚顶面算起。

条文说明

对于设置在斜坡上的加筋土挡墙，应在墙脚设置宽度不小于 1m 的护脚，以防止前沿土体在加筋土体水平推力作用下剪切破坏，导致加筋土挡墙丧失稳定性。

6.4.10 路堤两侧均采用加筋土挡墙时，土工格室应错开铺设，避免重叠。

6.4.11 软弱地基上的加筋土挡墙，当地基承载力不能满足要求时，

应进行地基处理。

条文说明

地基处理可选用换填砂砾（碎）石垫层、挤密桩、抛石挤淤、土工合成材料等方法处理。

6.4.12 加筋土挡墙应根据地形、地质、墙高等条件设置沉降缝。其间距：土质地基为 10-30m，岩石地基可适当增大。沉降缝宽度一般为 1-2cm，可采用沥青板、软木板或沥青麻絮等填塞。

条文说明

为避免因地基支承条件的差异而引起的不均匀下沉，加筋土挡墙墙面应设置纵向沉降缝。

6.4.13 加筋体土工格室铺设位置、层数及长度，应考虑地形地貌、工程地质、气候水文条件、荷载作用情况、施工条件、填料类型、工程造价等因素并通过稳定分析验算综合确定。

6.4.14 加筋土挡墙所用的填料应因地制宜，合理选用，一般应符合以下要求：

（1）应选择易于填筑和压实的填料，不应与土工格室产生腐蚀作用。优先选用具有一定级配、渗水性强的中粗砂、砂砾和碎（砾）石等材料；碎石土、黄土、中等液限的黏性土、稳定土及满足质量要求的工业废渣也可采用；不应采用淤泥、腐殖土等。

（2）与土工格室接触部分的填料避免含有尖锐棱角的块体，填料的粒径不应超过 10cm。

（3）浸水地区应采用渗水性良好的土做填料。在挡墙内侧应设置反滤层或铺设透水土工织物。

条文说明

我国幅员辽阔，填料特性区域差异明显，目前仍无法制定出适合各地条件的土工格室加筋土挡墙填料技术指标。条文仅对填料提出了原则要求，未过多给出具体规定。

6.4.15 加筋土挡墙稳定性计算可 4.2.4 节的方法进行，特殊设计时宜通过数值分析进行稳定性校核、沉降和变形计算。

6.4.16 加筋土挡墙的抗震强度和稳定性验算应符合《公路工程抗震规范》（JTG B02）的规定。

6.4.17 加筋土挡墙每层土工格室结构层以压实度和平整度指标进行检查验收。

（1）压实度指标必须满足设计要求。

（2）平整度要求同一结构层高度相差不超过 2cm。

征求意见稿

7 土工格室施工要点

7.1 一般规定

7.1.1 土工格室应采用黑色封皮包装，运输、储存和堆放应避免阳光曝晒或冬天受冻，并保持通风、干燥和远离高温源。在储存土工格室前和施工中均应保证材料的完好性，严禁使用有断裂或破损的土工格室施工。

7.1.2 施工中，应合理选择施工机具，减少施工对土工格室的损伤。用于隐蔽工程的土工格室材料，铺设后应及时回填、覆盖。

7.1.3 土工格室施工时，应使主受力方向与格室强度高的方向一致。在主受力方向宜避免联接，应根据设计长度确定土工格室的剪裁长度，必须联接时可采用联接棒或钢筋条等有效方式联接。横向相邻两幅土工格室应相互搭接，搭接宽度不宜小于 20cm，不同层面的搭接位置应相互错开。

条文说明

土工格室可采用多种连接方式，如现场焊接、现场铆接、扎孔穿绳连接、专用插件连接等，要求不同层面的搭接位置相互错开是为了增加加筋的整体效应。各种连接方式的效果见表 7.1.5。

表7.1.5 土工格室各种连接方式效果

连接方式	连接强度	施工环境要求	连续时效	连续质量稳定性
焊接	较好	严格	好	差
铆焊	一般	一般	差	一般
打孔穿绳	一般	一般	一般	一般
专用插件	好	不要求	好	好

注：专用插件是使用与土工格室相同材料注射成型的合页状塑件，是较好的连接方式。

7.1.4 土工格室铺设时，不得褶皱和损坏，铺设后及时填充路基

填料，以便覆盖。土工格室铺设完成后应在 2d 内填筑填料，以避免强光紫外线照射导致格室材料老化和脆裂。

7.1.5 与土工格室直接接触的填料的粒径不宜超过 15cm，粒径大于 6cm 的含量不宜超过 30%。

7.1.6 填土的摊铺和压实应按公路路基设计、施工技术规范要求进行。在大型压路机压不到的部位，应采用小型压实机具分层压实，压实厚度宜小于 15cm。

7.1.7 土工格室铺设施工前，应根据设计要求和现行规范的规定，完成地基的加固处理和地下排水设施的施工。

7.1.8 施工中应根据需要修筑临时排水设施，较少水对施工的影响。

7.1.9 路基压实度指标必须满足设计要求，施工中每道工序完成经验收合格后，方可进行下一道工序。工序检测应列入施工规定。

7.1.10 应加强施工期间的稳定性监测，根据监测资料，掌握路基稳定状态。当出现稳定性不足的迹象时，应采取控制施工填筑速率、变更设计方案等有效措施，确保路基稳定。

7.2 水平铺设

7.2.1 土工格室铺设前，应完成地基处理、场地压实、场地平整等工序的施工，表面严禁有碎石、块石等坚硬凸出物，以免损坏土工格室。

7.2.2 土工格室对张拉要求较高，施工时应予注意，不宜多组格室使用连接件预搭接同时张拉铺设，应单张土工格室充分张拉充分固

定后再次铺设。

7.2.3 应按照一定的张拉锚固距离严格施工，并依次采用铁楔、U形钉（或其他替代品）固定等措施将土工格室固定于填土表面，楔子顶面应高于土工格室顶部 2~5cm。

7.2.4 土工格室铺设完成后，张拉应满足格室条带间处于紧张状态，且无施工损伤。

7.2.5 土工格室应与下层填料紧密贴合，无扭曲褶皱。进行土工格室的张拉工作时，应保证材料充分张开，保持张力，但不得变形与损坏。

7.2.6 土工格室上下应设置保护层。距离土工格室上下 10cm 范围内的填料，最大粒径不得大于 5cm。格室填料虚填厚度控制在 20~30cm。

7.2.7 填筑时不得直接将填料卸在土工格室上，纵向填挖交界处填筑时，应从低处往高处分层摊铺碾压。

7.2.8 填料应分层摊铺、分层碾压，采用大型压路机碾压时，压实面与筋材之间应保证有不少于 15cm 厚的填料。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，不得从高处抛掷石块。

7.2.9 临近路基边坡坡面，以及临近墙后等大型压路机难以压到的部位，应采用轻型压实机具分层压实，压实厚度宜小于 15cm。

7.2.10 对于软弱地基，应采用后卸式卡车沿路堤轴线方向两侧边缘卸料，填料不应集中堆卸。第一层填料宜采用推土机及其他轻型压实机具进行压实，填筑厚度大于 60cm 后方可采用重型压实机具压实。

7.2.11 对于非软弱地基，宜从路堤中心位置开始，对称向两侧摊铺填土并碾压。

7.2.12 土工格室铺设完毕未填料前，严禁机械设备在其上行驶。填土的摊铺和压实应按公路路基设计、施工技术规范要求进行。

7.3 斜坡铺设

7.3.1 坡面防护施工时，应注意土工格室铺设方向，强化格室条带受力而弱化节点受力，格室铺设应在主受力方向加固，避免主受力方向的格室搭接，如图 7.3.1-1 所示。

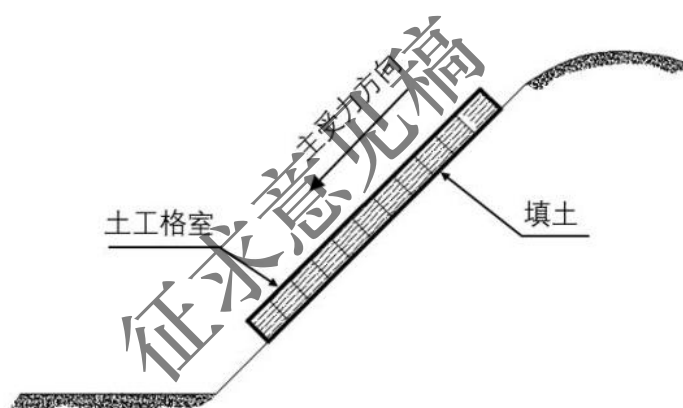


图 7.3.1-1 土工格室坡面铺设方向示意

7.3.2 若受限于坡面尺寸影响，坡面施工应对土工格室规格进行定制，以满足工程对铺设尺寸的要求。

7.3.3 土工格室加筋路基的边坡防护应与路基的填筑同步进行。防护施工滞后时应及时对坡面采取临时保护措施，避免土工格室材料长时间暴露和雨水对边坡的冲蚀。

7.3.4 坡顶部位土工格室加固件应符合设计要求且应采用预埋。

7.3.5 沿在铺设坡面上的挂线，从起点位置开始，按照所铺设的

土工格室网格尺寸规格展开网格对角线距离，依次打下木楔或铁楔（或可替代品），木楔高出土工格室厚度不小于 2 厘米。

7.3.6 土工格室在坡面上铺设时应平顺，严禁出现扭结和断裂等现象，铺设时可适当拉紧，与刚性结构连接时，应留有一定的伸缩量。

7.3.7 完成坡面铺设后，土工格室铺设张拉应满足条带平直并张紧，格室节点的条带夹角不得小于 80 度。

7.3.8 填土时应自顶向下的原则，依次用挖机（或喷播机）将事先准备好的填料推入格室中，覆土厚度应完全覆盖格室，并整平坡面。

7.3.9 边坡侧限法施工中土工格室的填筑与沙质路基的填筑宜同高度进行。

7.3.10 当施工过程中发现土工格室被破坏时，应及时修补后替换，修补后的材料和连接应满足要求。

7.4 层叠式格室铺设

7.4.1 采用层叠式土工格室加筋挡墙施工前，应清除各种杂物，选取合适的位置放置工程用料。

7.4.2 应在墙体周边布设排水设施（包括地面排水、挡墙排水和其他临时性措施）来疏通积水，防止积水对墙体稳定性的影响。

7.4.3 布置底层格室时，放出挡墙墙趾线及其它三条边线。如若地面不平或是误差，需要进行局部调整，使格室边线成一条直线。

7.3.4 土工格室应按照主受力方向为格室条带方向进行铺设，不宜多组格室使用格室连接件预搭接同时张拉铺设，应将单组格室充分张拉到位固定后再依次铺设。

7.3.5 依照施工顺序，将单组格室充分张拉到位，依次将格室固定在已经打好的木楔或铁楔上，并使土工格室紧贴铺设的工作面。

7.4.6 完成张拉的格室，经检验达到要求后才能进行填料，且上料时须保持张拉后的菱形状或蜂窝状。

7.4.7 所用填料最大粒径不宜超过 50mm，含水率应保持在最优含水率附近。

7.4.8 填料应分层铺筑，均匀压实，压实度应满足《公路路基设计规范》（JTG E30）要求。每层填料虚填厚度不宜大于 30cm，但不宜小于 20cm，填料整平后方可进行碾压。

7.4.9 填料摊铺之后先人工整平，再机械碾压。碾压时大型压路机应离墙趾边缘至少 0.8m，不能压实的格室边缘应用小型振动夯或人工夯实。

7.4.10 挡墙施工与路基施工同步进行，当填筑高度达到设计铺设土工格室的高程时，在检测合格的填层面上进行测量放线，按设计要求定出铺设土工格室的位置。

7.4.11 格室层间连接处，水平方向利用铆钉或 U 型钉将格室层加以连接，竖向则是沿纵横向分别相距 2m 和 1m、长 0.6m 的 $\Phi 10$ 钢筋加以巩固，以增强其整体性。

7.4.12 顶层铺设施工完成后，应自顶向下的原则，依次用挖机或喷播机将事先准备好的填料推入格室中，覆土厚度应完全覆盖格室，并整平坡面。

7.4.13 挡墙施工完成后，在墙面格室内种植适宜于当地生长要求

的草籽，实现绿化墙面和美化景观，同时应加强草籽的早期养护。如果出现草籽大面积生长不良，应尽早补种。

征求意见稿

8 质量管理与验收

8.1 一般规定

8.1.1 土工格室材料应有出厂合格证和检测报告，每 5000m² 应随机抽样品进行强度指标试验，结果须满足设计要求。

8.1.2 应加强对原材料的质量控制，杜绝不合格的原材料进场。生产厂家和经销单位所提供的土工格室应具有产品质量合格证和国家认可检测部门的技术性能检测报告。施工中，施工单位应根据要求的频率对其进行检测试验，监理工程师应进行抽检，合格后方可用于工程。

8.1.3 应加强土工格室材料在运输、工地储存、施工中的管理。

8.1.4 施工单位应建立健全工地试验、质量检查及工序间的交接验收等制度；试验、检查应做到原始记录齐全、数据真实可靠。

8.1.5 监理单位应根据工程内容要求、试验测试手段与方法，确定工程监理计划，安排监理人员，制订监理方案，加强现场旁站工作，做好监理记录和拍摄照片或录像等实态记录。

8.2 材料验收与存储

8.2.1 施工单位所购材料应附有生产厂家质保书。进场的材料应随带对应的合格证、出厂检测报告等产品质量合格证明材料，施工单位应核对材料的产地、品种、规格、批次、外观、生产日期、数量，确保与合格证相符，核对无误后应按表 8.2.1-1 的规定进行抽样检验。

表 8.2.1-1 土工格室试验项目

目的 试验项目	路基加筋	路基差异沉降防治	路基防护	加筋土挡墙		频度
				有面板	无面板	
单位面积质量	✓	✓	✓	✓	✓	1次/ 10000m ²
厚度	✓	✓	✓	✓	✓	1次/ 10000m ²
几何尺寸	✓	✓	✓	✓	✓	1次/ 10000m ²
拉伸强度	✓	✓	✓	✓	✓	1次/ 10000m ²
节点/焊接强度	✓	✓	✓	✓	✓	1次/ 批
直接剪切摩擦	✓	✓	×	✓	×	1次/ 批
拉拔摩擦	✓	✓	×	✓	×	1次/ 批

注：1. ✓为必做试验项目；✓为选做试验项目；×为不做试验项目。

2. 试验频度可根据工程规模、所用材料数量由设计单位或监理单位确定。当材料数量不足 10000 m² 时，抽样频度亦取 1 次。

8.2.2 施工前应对拟采用的土工格室，委托具有相应资质的单位进行相关试验。施工过程中，当其来源发生变化时，应重新进行试验。

8.2.3 施工单位工地试验室应配备相应的检测仪器，能进行土工格室的基本试验，能满足现场施工质量控制和检验的需要。

8.2.4 验收合格的土工格室应按要求存储，并做好防火工作；产品应用黑色封皮包装，运输、储存和堆放均应避免阳光照射，并保持通风、干燥和远离高温源。

8.2.5 表 8.2.1 所列试样项目应按现行《公路工程土工合成材料试验规程》（JTG E50）的规定及相关试验规程的规定进行。

8.3 试验路段

8.3.1 对高速公路和一级公路，以及在特殊地区或采用新技术、

新工艺、新材料的工程，在应用土工格室的工程正式开工前，应结合工程提前修筑试验段。修筑试验段应对材料选择和施工工艺进行检验和完善，重点完成以下几方面的工作：

（1）检验格室的选材与设计方案、试验方案是否合适，能否达到工程预期目的；

（2）根据试验路段施工情况提出施工设计图的修改建议；

（3）确定工程项目全线指导性的施工组织方案和工艺，包括施工机械设备组合、施工过程、施工质量控制方法与指标等；

（4）完善项目施工质量保障体系，细化质量管理制度，确定工程质量评价指标、标准等。

8.3.2 试验路段施工前应编制试验研究大纲，制订详尽的试验研究计划，并进行专门的现场观测设计。

8.3.3 试验路段应选在地质条件、断面形式及工程要求均具有代表性的路段，宜选取在主线上施工方便的路段，长度不宜小于 100m。对选定的场地，应加强勘察及土工试验，保证勘察成果的可靠性和代表性。

8.3.4 为掌握土工格室处治路基的稳定性状态，可在试验路段布设传感器，监测路基的变形和沉降规律，以获取必要的参数。

8.4 检查验收

8.4.1 土工格室分项工程以及所在分部和单位工程，其交工及竣工验收的质量检查评定，应在满足基本要求规定，无外观和质量缺陷，保证资料真实并基本齐全的前提下，按照现行《公路工程质量检验评

定标准第一册土建工程》(JTGP80/1)的有关规定进行。

8.4.2 施工质量验收应遵循“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”的原则。隐蔽工程在工程施工过程中及隐蔽之前应做好施工过程记录以及相关验收手续,未经验收,不得隐蔽。

8.4.3 检查验收时应随机抽样。现场随机取样位置的确定,应按照部颁有关规范进行;对属于隐蔽工程的部位,应以检查图片、样品和原始资料为主,必要时可挖检查。

8.4.4 土工格室工程质量应符合以下基本要求:

1. 土工格室质量应符合设计要求,外观无破损、无老化、无污染。

2. 土工格室的铺设层数、范围、方向和连接应符合设计要求。

8.4.5 对满足基本要求的土工格室应用工程,可按照《公路土工合成材料试验规程》(JTGE50)条文 12.4.5 的规定进行质量检验。下承层的要求和检查频度应满足现行《公路工程质量检验评定标准第一册土建工程》(JTGF80/1)的相应条款。

8.5 质量管理

8.5.1 应根据建设任务、施工管理和质量检验评定的需要,在施工准备阶段按《公路工程质量检验评定标准第一册土建工程》(JTGF80/1-2004)附录 A,将建设项目划分为单位工程、分部工程和分项工程。施工单位、监理单位和建设单位应按相同的工程项目划分进行工程质量的监控和管理。

8.5.2 工程质量管理应遵循“分项保分部、分部保单位工程”的

原则。应用土工格室的分项工程，都应从基本要求、实测项目、外观鉴定和质量保证资料四个方面进行质量检验。

8.5.3 对新技术、新材料、新工艺等施工经验不足的分项工程，应对人员进行培训，通过试验或示范确定施工工艺。对质量控制难点，应按照试验确定的质量标准进行跟踪检查验收。

8.5.4 对特殊地区、特殊情况，在本规范中缺乏具体的技术规定时，应在确保工程质量的前提下，按照实际情况制定技术标准，并报主管部门批准后执行。对特大工程或特殊工程，可单独制定比本标准更严格的质量管理标准。

8.5.5 施工单位应有完整的施工原始记录、试验数据、分项工程自查数据等质量保证资料，并进行整理分析，应提交齐全、真实和系统的施工资料和图表。工程监理单位应提交齐全、真实和系统的监理资料。

8.5.6 质量保证资料应包括以下内容：

1. 所用原材料、半成品和成品质量检验结果；
2. 施工质量控制检验和试验数据；
3. 地基处理、隐蔽工程施工记录；
4. 各项质量控制指标的试验记录和质量检验汇总图表；
5. 施工过程中非正常情况的记录及其对工程质量的影响分析；
6. 施工过程中如发生质量事故，经处理补救后，达到设计要求的认可证明文件等。