

加筋格宾挡土墙设计与施工技术指南
（征求意见稿）

主编单位：浙江交工宏途交通建设有限公司
浙江交工路桥建设有限公司

参编单位：浙江交工金筑交通建设有限公司
浙江省交通规划设计研究院有限公司
浙江省大成建设集团有限公司
湖南科技大学
马克菲尔（长沙）新型支档科技有限公司

2020.11

前 言

在总结我国公路加筋格宾挡土墙多年工程建设经验和科技成果的基础上，借鉴国内外相关规范，本着“安全耐久、技术先进、经济合理”的理念，制定本指南。

本指南按照《公路工程标准编写导则》（JTGA04-2013）编写，共分为6章，主要内容包括：总则、材料、设计、施工、质量检验与验收。

本指南实施过程中，请将发现的问题和意见、建议反馈至浙江交工宏途建设有限公司（地址：杭州市滨江区江陵路2031号钱江大厦；联系方式：XXX-XXXX；电子邮箱：392246477@qq.com），供修订时参考。

本标准由浙江交工宏途建设有限公司提出，受中国公路建设行业协会委托，由浙江交工宏途建设有限公司负责具体解释工作。

主编单位：浙江交工宏途建设有限公司、浙江交工路桥建设有限公司

参编单位：浙江交工金筑交通建设有限公司、浙江省交通规划设计研究院有限公司、浙江省大成建设集团有限公司、湖南科技大学、马克菲尔（长沙）新型支档结构科技有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	1
3	材料.....	2
3.1	一般规定.....	2
3.2	加筋格宾单元与筋材.....	2
3.3	加筋体填料和面墙填充石料.....	4
3.4	辅助材料.....	5
4	设计.....	7
4.1	一般规定.....	7
4.2	构造设计.....	7
4.3	荷载.....	9
4.4	结构计算.....	16
4.5	地基与基础设计.....	24
4.6	防排水设计.....	25
5	施工.....	26
5.1	一般规定.....	26
5.2	施工准备.....	26
5.3	施工工艺流程.....	27
5.4	地基与基础工程.....	28
5.5	构件安装.....	28
5.6	填料摊铺压实.....	31
5.7	防排水施工.....	33
5.8	特殊地基加筋格宾挡土墙施工.....	33
6	质量检验与验收.....	34
6.1	一般规定.....	34
6.2	基本要求.....	35
6.3	实测项目.....	35

6.4 外观鉴定.....	37
附录 A: 加筋格宾单元的结构与常用规格.....	38
附录 B: 加筋格宾网面拉伸强度和翻边强度测试.....	39
附录 C: 加筋格宾网面钢丝刮磨测试.....	42
附录 D: 常用筋材主要技术指标.....	44
附录 E: 筋材常见检测项目.....	45

1 总则

1.0.1 为规范加筋格宾挡土墙的设计、施工与质量检验等技术要求，使其满足安全可靠、经济合理、结构耐久的要求，制订本指南。

1.0.2 采用加筋格宾挡土墙，应综合考虑工程地质、水文地质、荷载条件、施工条件、工程造价和环境协调要求等因素，在保证路基稳定的前提下，应注意与周围环境景观相协调，按表 1.0.2 做好方案比选，并符合下列要求：

表 1.0.2 加筋格宾挡土墙的特点与适用条件

结构特征与优势	缺点	适用条件
柔性支挡结构，占地少、造型美观、施工方便，抗震和抗冲刷性能较好，对地基要求不高。	适用于较为平坦且宽敞的填方路段上，需有足够的加筋长度保证墙体稳定。在挖方路段或地形陡峭的山坡路段，由于不利于布置加筋材料，一般不宜使用。可能会存在筋材等材料的劣化、老化、锈蚀问题，且外露的格宾网箱易受人为或外荷载破坏。	主要用于支护不稳定路堤、桥台，特别适合于不稳定斜坡、地基条件不好、需要挡土结构的场所，可用在地基为冻胀土、有水流冲刷的地区，但不应修建在滑坡和崩塌等不良地质地段。

1 高速公路、一级公路墙高不宜大于 12m，二级及二级以下公路不宜大于 20m。当采用多级墙时，每级墙高不宜大于 10m，上、下级墙体之间应设置宽度不小于 2m 的平台。

2 当墙高超过 1 的规定或应用在地震基本烈度 7 度及以上地区或不良地质地段时，应进行特殊设计。

1.0.3 应做好工点处的地质勘察、纵横断面勘测和调查工作，提供的资料应全面可靠，满足设计要求。

1.0.4 设计应从地基处理、材料选择、路基强度与稳定性、防排水系统、环境保护以及路基施工技术等方面进行综合设计。

1.0.5 施工应遵守国家安全生产、环境保护的有关法律法规，建立健全安全生产管理和环境保护体系，制定相关技术措施，严格执行安全操作规程，减少污染，保护环境。

1.0.6 加强对原材料、成品材料在采购、运输、储存、施工中的管理，严格控

制材料质量和施工质量。

1.0.7 应做好加筋格宾挡土墙的监控测量和相关信息的管理，促进加筋格宾挡土墙建管养运一体化。

1.0.8 加筋格宾挡土墙设计与施工除应符合本指南规定外，尚应符合国家现行的有关标准、规范的规定。

2 术语

2.0.1 挡土墙 retaining wall

承受土体侧压力的墙式构造物。

2.0.2 筋材 reinforcement

能在土体中发挥加筋加固作用的材料，包括具有一定强度、刚度和延伸率，起加筋作用的土工合成材料、金属网（带）等。

2.0.3 双绞合钢丝网 double twisted wire mesh

由相邻两根低碳钢丝经双绞合后，再与左右相邻钢丝进行双绞合形成的六边形钢丝网。

2.0.4 加筋格宾单元 unit of reinforced gabion

组成加筋格宾挡土墙的结构单元。由双绞合钢丝网制作，包括格宾网箱和加筋网面两部分，加筋网面与格宾网箱的底板由同一张双绞合钢丝网制成。

2.0.5 加筋格宾挡土墙 reinforced gabion earth retaining wall

将符合粒径要求的石料填入格宾网箱形成面墙，并对面墙后的回填土进行加筋的一种柔性挡土墙。

2.0.6 潜在破裂面 potential surface

加筋体活动区和稳定区的分界面，只有位于稳定区的筋材提供抗拔力。

2.0.7 抗拉强度 tensile strength

在规定的试验方法和试验条件下，加筋材料试样在外力作用下出现初始峰值时的拉力，折算成单位宽度的拉力，以千牛顿每米（kN/m）表示。

2.0.8 设计抗拉强度 design tensile strength

考虑设计使用年限内相关因素影响后取用的筋材抗拉强度，以千牛顿每米（kN/m）表示。

2.0.9 网面翻边强度 connection to selvedge strength for wire mesh

在规定的试验方法和条件下对双绞合钢丝网进行拉伸试验，网面翻边处散开或翻边处第一根网丝断裂时单位宽度的最大拉力，以千牛顿每米（kN/m）表示。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 加筋格宾挡土墙的材料选择主要包括加筋格宾单元、筋材、加筋体填料、面墙填充石料和辅助材料。

3.1.2 应根据工程设计与施工需要，按《公路土工试验规程》(JTG 3430)、《公路工程土工合成材料试验规程》(JTG E50)等相关标准及附录的规定对加筋格宾、筋材、加筋体填料和辅助材料的物理、力学性能等指标进行检验和测试。

3.1.3 加筋格宾挡土墙材料选择时，除应满足功能要求外，还应考虑环境与所选材料的相互影响。

3.2 加筋格宾单元与筋材

3.2.1 加筋格宾单元应根据公路等级、挡土墙位置、使用环境，选择强度高、耐久性好的机编双绞合钢丝网制作。加筋格宾单元的结构与常用规格见附录 A。

3.2.2 加筋格宾单元用双绞合钢丝网的规格和力学指标应符合表 3.2.2 的要求。

表 3.2.2 双绞合钢丝网的技术要求与检测方法

分类	项目	技术要求	检测方法
规格要求	网孔规格尺寸 (mm)	80~90	尺量
	网面钢丝直径 (mm)	≥2.7	游标卡尺
	网面钢丝镀层克重 (g/m ²)	≥233	GB/T 1839
力学要求	网面拉伸强度 (kN/m)	≥40	附录 B
	网面翻边强度 (kN/m)	≥35	
	有机涂层不开裂要求	对网面试件加载拉伸强度的 50%时，双绞合区域有机涂层不开裂	
格宾网箱尺寸要求	长、宽、高	±5%	尺量

3.2.3 双绞合钢丝网应具有良好的耐腐蚀和耐久性能，应选用有镀金属镀层、覆高耐磨有机涂层或聚酰胺等有效防腐处理措施的单元，并满足下列要求：

1 网面钢丝采用锌铝合金镀层时应在织好的网面中取样进行测试，Zn-5%Al 合金镀层中的铝含量应不小于 4.2%，Zn-10%Al 合金镀层中的铝含量应不小于 9%。其他元素不做考核。

2 加筋格宾网面应外覆有机涂层，有机涂层原材料粒子经过氙弧灯(GB T 16422.2)照射 4000 小时或I型荧光紫外灯按暴露方式 1(GB T 16422.3)照射 2500 小时后，其延伸率和抗拉强度变化范围，应不大于初始值的 25%。有机涂层耐磨损性能应满足设计要求，检测应按照附录 C 的方法进行。

3.2.4 筋材设计抗拉强度 T_a 按式 (3.2.4) 确定。

$$T_a \leq \frac{T_{ult}}{f_R} \quad (3.2.4)$$

式中： T_a ——筋材的设计抗拉强度 (kN/m)；

T_{ult} ——筋材的极限抗拉强度 (kN/m)，按《公路工程土工合成材料试验规程》(JTG E50) 试验确定；

f_R ——考虑筋材蠕变、老化和施工条件等因素的强度折减系数，宜通过试验确定。当缺乏试验条件时，对于钢丝(筋)网类筋材，可取1.0~1.3；对于土工合成材料类筋材，可取2.0~5.0，当筋材蠕变大、施工条件差时取大值，当筋材蠕变小、施工条件好时取小值。

3.2.5 筋材选用应符合下列规定：

1 应选择符合国家相关标准的耐腐蚀和耐久性好、延伸率低、不易产生脆性破坏的合格筋材。

2 筋材宜采用平面网状筋材，不宜采用条带式筋材。

3 筋材的抗拉强度应符合设计要求。

4 筋材的极限抗拉延伸率不应大于 11.5%。

5 筋材应能与填料形成良好的摩擦咬合作用，筋土界面摩阻系数应符合设计要求。

(1) 对二级及以上高等级公路的施工图设计应采用《公路工程土工合成材料试验规程》(JTG E50)规定的拉拔试验或直剪摩擦试验方法,按筋土界面实际条件试验确定;

(2) 二级及以上高等级公路的初步设计或其他等级公路,可按式(3.2.4-1)和式(3.2.4-2)或表 3.2.4 确定;当墙高大于 12m 时,表 3.2.4 中的界面阻力系数 f_{GS} 宜取低值。

表 3.2.4 筋材与填土间的界面阻力系数 f_{GS}

筋材种类	细粒土(黏性土)	粗粒土(砂类土)	巨粒土(碎石土)
土工格栅(织物)土工合成材料	0.25~0.40	0.35~0.45	0.40~0.50
钢丝(筋)网金属材料	0.30~0.50	0.45~0.65	0.60~0.90

$$\text{土工织物: } f_{GS} = 0.67 \tan \varphi_s \quad (3.2.4-1)$$

$$\text{双绞合钢丝网、土工格栅: } f_{GS} = 0.9 \tan \varphi_s \quad (3.2.4-2)$$

式中: f_{GS} ——筋材与土接触的界面阻力系数;

φ_s ——与筋材接触的填土的内摩擦角($^\circ$)。对无黏性土取土体直接快剪内摩擦角;对黏性土取考虑黏聚力影响的综合内摩擦角。

6 不得使用聚丙烯(PP)土工格栅作为筋材。

7 常见筋材的主要技术指标见附录 C。

3.3 加筋体填料和面墙填充石料

3.3.1 加筋体填料应因地制宜,合理选择,并符合以下要求:

1 应选择易于填筑和压实、能与筋材产生良好摩擦与咬合作用、水稳定性良好的填料,并满足《公路路基设计规范》(JTG D30)和设计的要求。

2 墙后填料应优先采用具有一定级配、渗水性强的中粗砂、砂砾和碎(砾)石等材料,可采用中低液限的粘性土作为填料,禁止采用淤泥、腐殖土作为填料。

3 与筋材直接接触部分的填料不应含有尖锐棱角的块体,填料的粒径不应超过 10cm。

4 当筋材为金属材质时,填料的化学和电学标准应满足表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 加筋体填料的化学与电学标准

项目	电阻率 (Ω/m)	氯离子 ($m \cdot e/100g土$)	硫酸根离子 ($m \cdot e/100g土$)	pH值
无水工程	>100	≤ 5.6	≤ 21.0	5-10
淡水工程	>100	≤ 2.8	≤ 10.5	5-10

3.3.2 加筋体填料的设计参数应由试验或当地的经验参数确定。无条件时,可按表3.3.2的数值采用。

表 3.3.2 加筋体填料的设计计算参数

填料类型	容重(kN/m^3)	内摩擦角($^\circ$)	似摩擦系数
中低液限粘性土	18~21	25~40	0.25~0.40
砂类土	18~21	25	0.35~0.45
砾碎石类土	19~22	35~40	0.40~0.50

3.3.3 加筋格宾挡土墙的面墙填充石料应选用坚硬、不易崩解和水解的天然卵石或块石,岩块饱和单轴抗压强度应不低于30MPa。

3.3.4 填充石料粒径一般宜为100-300mm,最大直径不应超过加筋格宾单元高度的1/3。小于网眼尺寸或80mm粒径的石料不应超过15%,可用于辅助填塞间隙,不得用于格宾网箱的外露面。

3.3.5 格宾面墙的充填率不应低于70%。

3.3.6 加筋体后的路基填料和加筋体填料宜为同一种材料。

3.4 辅助材料

3.4.1 加筋格宾单元的连接绞合方式可采用绑扎钢丝或C型钉的方式进行连接,如图3.4.1所示。绑扎钢丝和C型钉的材料要求应符合下列规定:

1 绑扎钢丝的材质与力学性能指标应与网面钢丝一致,覆有机涂层的绑扎钢丝直径不宜小于2.0mm。

2 C型钉由镀锌、镀锌铝合金镀层或不锈钢钢丝制成,钢丝直径宜为3.00mm,最小镀层质量为255g/m²,其中,镀锌铝合金钢丝的最小抗拉强度为1720MPa,不锈钢丝的最小抗拉强度为1550MPa。

3 C型钉最小拉开拉力值应不低于2.0kN。

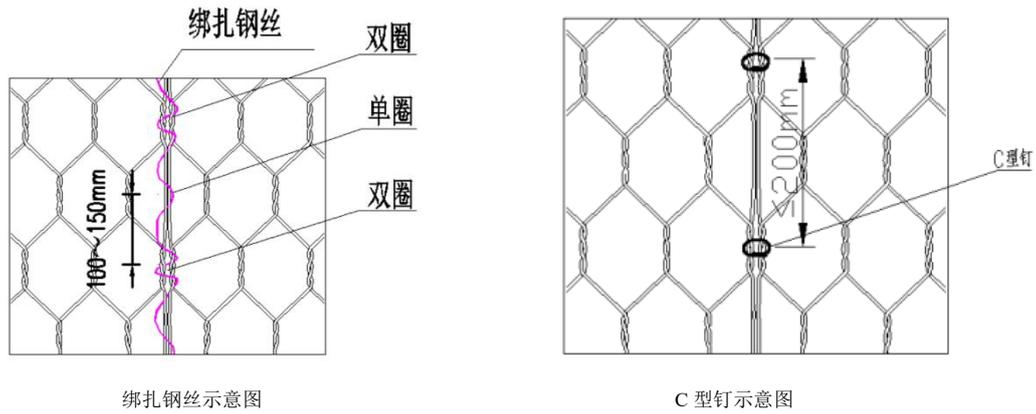


图3.4.1 绑扎钢丝和C型钉

3.4.2 用于排水、反滤作用的砂砾（碎）石应洁净、透水性好，小于0.075mm的颗粒含量不宜大于5%。

3.4.3 用于反滤作用的土工布的断裂抗拉强度应不小于10kN/m，其挡土性、透水性、防堵性的技术要求应符合现行《公路土工合成材料应用技术规范》（JTG/T D32）的规定。

3.4.4 铺设筋材的临时固定件可采用铁质U型钉、竹钉或木桩。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 加筋格宾挡土墙设计前应按《公路工程地质勘察规范》(JTG C20)、《公路勘测规范》(JTG C10)、《公路路基设计规范》(JTG D30)和本指南要求分阶段进行工程地质勘察和勘测,各勘察和勘测阶段的工作内容和深度应满足各设计阶段的要求。

4.1.2 应做好工程地质、水文地质、冲刷深度、荷载和土石方材料等基础资料的收集、调查、分析和试验工作,为设计提供必要的参数。

4.1.3 加筋格宾挡土墙的设计内容主要包括构造设计、结构计算和防排水设计。

4.1.4 加筋格宾挡土墙的设计计算宜采用以分项系数表示的极限状态设计法,特殊设计宜采用数值分析法进行校核。

4.1.5 加筋格宾挡土墙与公路构造设施及相邻构筑物应衔接平顺,并与周围环境相协调。

4.2 构造设计

4.2.1 加筋格宾挡土墙的基本结构如图 4.2.1 所示。当墙高不大于 10m 时,可将加筋格宾单元自带加筋网面作为筋材;当墙高大于 10m 时,加筋格宾单元自带加筋网面宜作为次加筋筋材(长度不大于 3m),另行设置主加筋筋材。筋材长度按设计确定。主加筋筋材可直接压置于加筋格宾单元底部,主次筋材间连接应牢固可靠,满足设计要求。

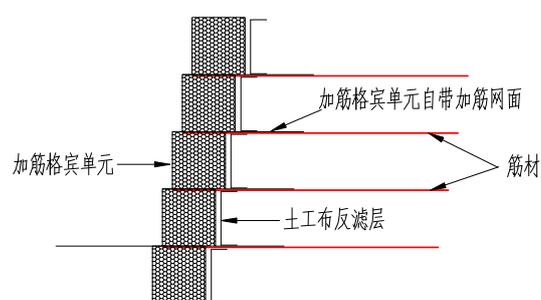


图 4.2.1 筋材与加筋格宾的基本结构图

4.2.2 加筋格宾挡土墙墙面的平面线形可采用直线、折线和曲线。相邻墙面的内夹角不宜小于 70°。

4.2.3 加筋体的横断面型式应根据地形条件灵活设置，墙面可以为直立式（图 4.2.3a）、分级直立式（图 4.3.3b）或退台式（图 4.2.3c），退台宽度一般为 0.05m~0.2m。

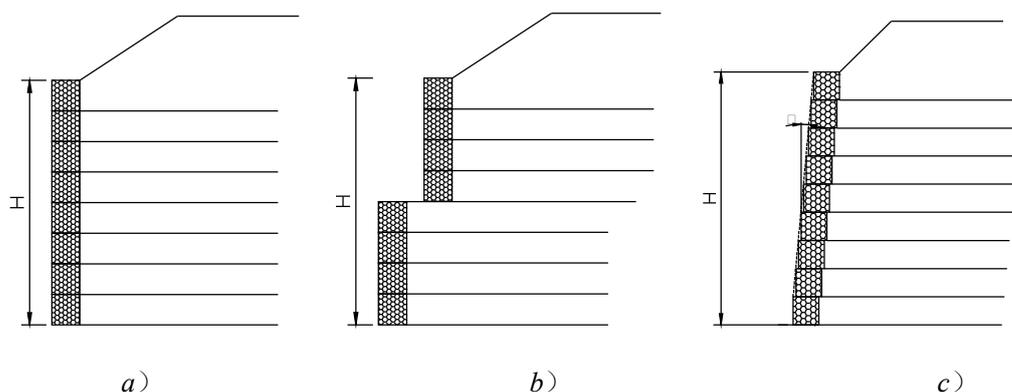


图 4.2.3 加筋格宾挡土墙墙面的横断面形式

4.2.4 加筋体填料的压实度，应按表4.2.4的规定采用。

表 4.2.4 加筋体填料压实度表

路基部位		路面底面以下深度 (m)	压实度(%)		
			高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路堤	轻、中等及重交通	0.80-1.50	≥94	≥94	≥93
	特重、极重交通	1.2-1.9	≥94	≥94	-
下路堤	轻、中等及重交通	1.5以下	≥93	≥92	≥90
	特重、极重交通	1.9以下			

注：1）表列压实度系按《公路土工试验规程》（JTG E40）重型击实试验所得最大密度求得的压实度。

2）当三、四级公路铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时，应采用二级公路的规定值。

3）路堤采用粉煤灰、工业废渣等特殊填料，或处于特殊干旱或特殊潮湿地区时，在保证路基强度和回弹模量要求的前提下，通过试验验证，压实度标准可降低1-2个百分点。

4.2.5 浸水地区的加筋体应采用渗水性良好的土作填料。季节性冰冻地区的加筋体宜采用非冻胀性土作填料。

4.2.6 加筋格宾面墙内侧应设置反滤层或铺设透水土工织物。

4.2.7 加筋格宾挡土墙端部，可采用护坡、锥坡、护墙等构造措施或直接与相邻的构筑物衔接。

4.2.8 加筋格宾挡土墙顶部一般应按路线要求设置纵坡。路堤式挡土墙可以调整墙两端与路线水平距离，变更墙高，将墙顶设计成平坡。

4.2.9 加筋格宾挡土墙高度大于 12m 时，墙高的中部应设置宽度不小于 2m 的错台。墙高大于 20m 时，应进行特殊设计。错台顶部宜设 20% 的排水横坡，用混凝土浇注硬化；当采用细粒填料时，上级墙的格宾墙面基础下宜设置宽度不小于 1.5m、高不小于 0.5m 的砂砾或灰土垫层（图 4.2.9）。

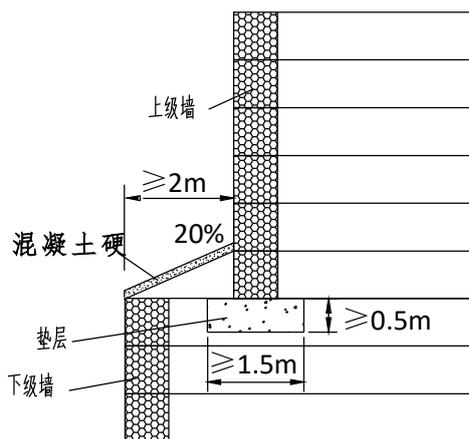


图 4.2.9 错台与垫层横断面图

4.2.10 当双面加筋格宾挡土墙有加筋网面相互插入时，应错开铺设避免重叠。在拱涵顶部的双面加筋格宾挡土墙，其下部宜增加筋材量或采用防止拱两端面变位的其它措施。

4.2.11 加筋格宾挡土墙的基底不宜设置纵坡，基底应做成水平或结合地形做成台阶形。

4.3 荷载

4.3.1 加筋格宾挡土墙结构设计的荷载类型按表 4.3.1 采用。

表 4.3.1 荷载分类

荷载分类		荷载名称
永久荷载		挡土墙结构重力
		填土（包括基础襟边以上土）重力
		填土侧压力
		墙顶上的有效永久荷载
可变荷载	基本可变	车辆荷载引起的土侧压力

	荷载	人群荷载、人群荷载引起的土侧压力
	其他可变荷载	水位退落时的动水压力
		流水压力
		波浪压力
		冻胀压力和冰压力
		温度影响力
施工荷载	与施工有关的临时荷载	
偶然荷载	地震作用力	
	滑坡、泥石流作用力	
	作用于墙顶护栏上的车辆碰撞力	

4.3.2 荷载效应组合

1 加筋格宾挡土墙设计时，应相应于各种荷载状态，对可能同时出现的荷载，取其最不利情况，选择表 4.3.2 所列的组合；

表 4.3.2 常用荷载组合

组合	荷载名称
I	挡土墙结构重力、墙顶上的有效永久荷载、填土重力、填土侧压力及其他永久荷载组合
II	组合I与基本可变荷载相组合
III	组合II与其他可变荷载、偶然荷载相组合

2 作用在一般地区加筋格宾挡土墙上的力，可只计算永久荷载和基本可变荷载。

4.3.3 加筋格宾挡土墙受地震力作用时的设计，应符合现行《公路工程抗震规范》（JTG B02）的规定。

4.3.4 浸水加筋格宾挡土墙墙背为岩块和粗粒土（粉砂除外）时，可不计墙身两侧静水压力和墙背动水压力，按计算水位的 100%计算墙身所受浮力。

4.3.5 加筋格宾挡土墙按承载能力极限状态设计时，除另有规定外，常用荷载分项系数可按表 4.3.5 的规定采用。

表 4.3.5 承载能力极限状态荷载分项系数

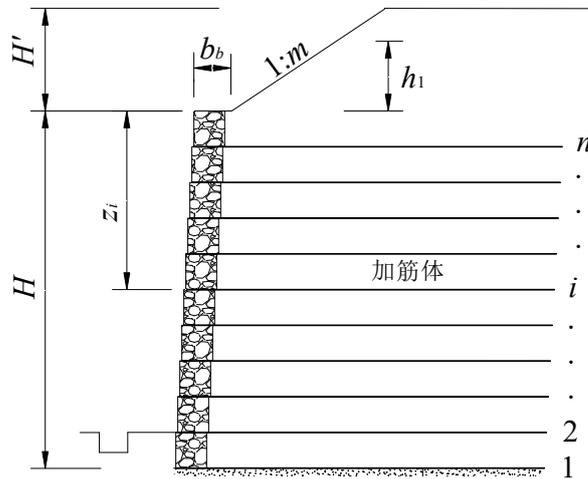
情况	荷载增大对挡土墙起有利作用时		荷载增大对挡土墙起不利作用时	
	I, II	III	I, II	III
组合	I, II	III	I, II	III

竖向恒载 \square_G	0.90		1.20	
恒载或车辆荷载、人群荷载的主动土压力 \square_{Q1}	1.00	0.95	1.40	1.30
被动土压力 \square_{Q2}	0.30		0.50	
水浮力 \square_{Q3}	0.95		1.10	
静水压力 \square_{Q4}	0.95		1.05	
动水压力 \square_{Q5}	0.95		1.20	

4.3.6 加筋格宾挡土墙墙前的被动土压力可不计算，当基础埋置较深且地层稳定、不受水流冲刷和扰动破坏时，可计入被动土压力，但应按表 4.3.5 的规定计入荷载分项系数。

4.3.7 加筋体与加筋体上方填土的计算分界面应为通过加筋体墙面顶部的水平面，该面以上的填土自重作为加筋体上的填土重力。

在内部稳定性计算时，加筋体顶部填土重力按式 (4.3.7) 换算为等代均布土层厚度 (图 4.3.7)：



说明：

图中符号意义与式 (4.3.7) 相同。

图 4.3.7 加筋体顶部填土的等代均布土层厚度计算图

$$\begin{aligned}
 h_1 &= \frac{1}{m} (H/2 + b_b) & h_1 &= H' \square \square \square \\
 h_1 &= H' & h_1 &= H' \square \square
 \end{aligned}
 \tag{4.3.7}$$

式中： h_1 ——加筋体上方填土换算的等代均布土层厚度（m）；

H ——加筋体高度（m）；

b_b ——墙顶上方填土坡脚至墙面的水平距离（m）；

m ——加筋体上方填土的坡率；

H_1 ——加筋体上方填土的高度（m）。

4.3.8 永久荷载重力作用下，第 i 筋材所在位置的竖向土压力按式（4.3.8）计算。

$$\sigma_i = \gamma(z_i + h_1) \quad (4.3.8)$$

式中， σ_i ——第 i 筋材所在位置的竖向土压应力（kPa）；

h_1 ——加筋体上方填土换算的等代均布土厚度（m）；

γ ——墙背填土重度（kN/m³）。当为浸水挡土墙时，应按最不利水位上下的不同分别计入。

z_i ——第 i 层筋材至加筋体顶面的垂直距离（m），见图 4.3.7。

4.3.9 车辆荷载、人群荷载引起的附加土体侧压力和竖向土压力按下列规定计算：

1 作用在挡土墙墙顶或墙后填土顶面的车辆荷载取值：当墙高 $H \leq 2\text{m}$ 时，取 20kN/m^2 ，当墙高 $\geq 10\text{m}$ 时，取 10kN/m^2 ；墙高在 $2\text{m} \sim 10\text{m}$ 之间时，按直线内插法取值；

2 作用于墙顶或墙后填土上的人群荷载标准值规定为 3kN/m^2 ，行人密集区取 3.5kN/m^2 ；

3 车辆荷载和人群荷载作用在挡土墙墙后填土上引起的附加土侧压力，可按式（4.3.9-1）换算成等代均布土层厚度计算：

$$h_0 = \frac{q + q_r}{\gamma} \quad (4.3.9-1)$$

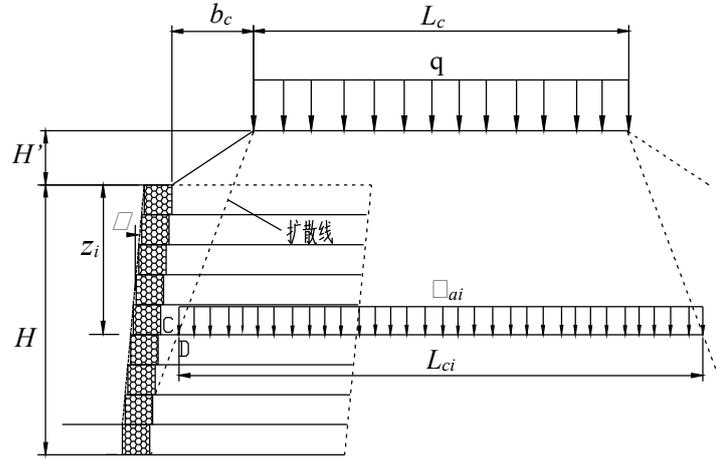
式中： h_0 ——车辆荷载和人群荷载换算的等代均布土层厚度（m）；

q ——作用于墙后填土上的车辆荷载（kN/m²），按1取值；

q_r ——作用于墙后填土上的人群荷载（kN/m²），按2取值；

α ——加筋体填料的重度 (kN/m^3)。

4 车辆荷载、人群荷载可沿深度按 1:0.5 的扩散率计算扩散宽度。车辆荷载、人群荷载在深度 z_i 处的扩散宽度 L_{ci} 按式 (4.3.9-2) 和式 (4.3.9-3) 计算, 竖向压应力按式 (4.3.9-4) 计算, 见图 4.3.9:



说明: 图中符号意义与式 (4.3.9-2)、(4.3.9-3)、(4.3.9-4) 相同。

图 4.3.9 车辆荷载、人群荷载作用下竖向压应力计算图

$$\text{当 } z_i \leq \frac{2b_c \alpha H'}{1 + 2 \tan \alpha} \text{ 时, } L_{ci} = L_c \alpha H' \alpha z_i \quad (4.3.9-2)$$

$$\text{当 } z_i > \frac{2b_c \alpha H'}{1 + 2 \tan \alpha} \text{ 时, } L_{ci} = L_c \alpha b_c \alpha \frac{H' \alpha z_i}{2} \alpha z_i \tan \alpha \quad (4.3.9-3)$$

$$\sigma_{fi} = \alpha h_0 \frac{L_c}{L_{ci}} \quad (4.3.9-4)$$

式中: L_{ci} ——深度 z_i 处的应力扩散宽度 (m);

L_c ——结构计算时采用的荷载布置宽度, 取路基全宽 (m);

z_i ——第 i 层筋材至加筋体顶面的垂直距离 (m);

b_c ——墙面至路基边缘距离 (m);

H ——加筋体上方填土的高度 (m);

α ——墙面与竖直线之间的夹角, $\alpha = 26.5^\circ$;

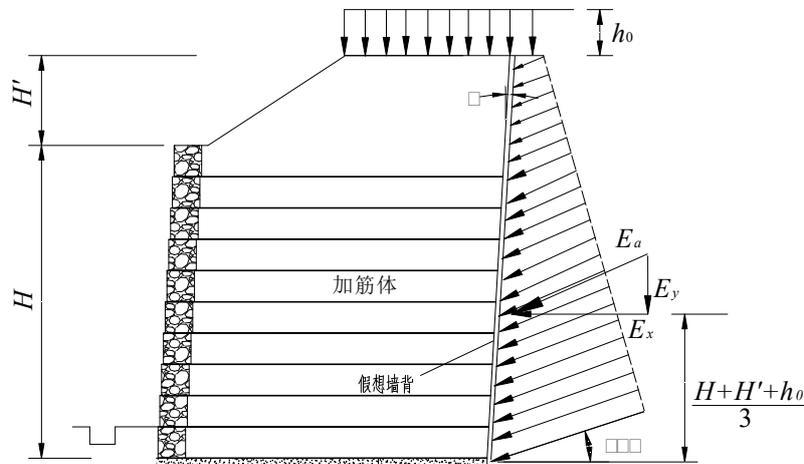
σ_{fi} ——车辆荷载和人群荷载作用下，加筋体内深度 z_i 处的竖向压应力 (kPa)；当图4.3.9中扩散线上的D点未进入活动区时，取 $\sigma_{fi} = 0$ ；

γ ——加筋体填料的重度 (kN/m³)；

h_0 ——车辆荷载和人群荷载换算的等代均布土层厚度 (m)。

4.3.10 外部稳定验算时的土压力计算

作用在加筋格宾挡土墙加筋体墙背的主动土压力依据库仑土压力理论按式 (4.3.10-1) 和式 (4.3.10-2) 计算，见图 4.3.10：



说明： E_x ——墙后主动土压力的水平分量 (kN/m)；

E_y ——墙后主动土压力的竖向分量 (kN/m)；

图中其它符号意义同式 (4.3.10-2) 相同。

图 4.3.10 外部稳定性验算时的土压力计算图

$$E_a = 0.5K_{ao}\gamma(H + H' + h_0)^2 \quad (4.3.10-1)$$

$$K_{ao} = \frac{\cos^2(\alpha - \varphi)}{\cos^2\alpha \cos(\alpha - \varphi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\alpha - \varphi) \sin \varphi}{\cos(\alpha - \varphi) \cos \alpha}} \right]^2} \quad (4.3.10-2)$$

式中： E_a ——主动土压力 (kN/m)；

K_{ao} ——外部稳定性计算时的主动土压力系数；

γ ——加筋体填料的重度 (kN/m³)；

H ——加筋体高度 (m)；

H ——加筋体上方填土的高度（m）；

h_0 ——车辆荷载和人群荷载换算的等代均布土层厚度（m）；

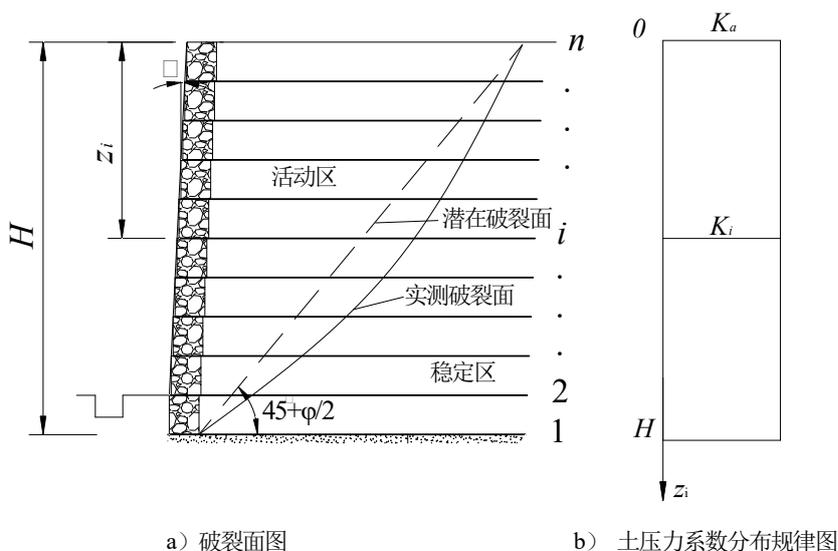
φ ——加筋体填料的内摩擦角（°）。当填料为砂性土时，取填料的内摩擦角；当填料为黏性土时，取黏性土填料的综合内摩擦角 φ_0 ；

α ——墙面与竖直线的夹角（°）；

δ ——加筋体墙背与假想墙后土体之间的摩擦角（°），取加筋体填料内摩擦角与加筋体后填料内摩擦角中的小值。

4.3.11 内部稳定验算时的土压力计算

1 加筋格宾挡土墙可视为柔性墙，其潜在破裂面简化为图 4.3.11 中 a) 所示破裂面，破裂面与水平面之间的夹角为 $45^\circ - \varphi/2$ ；



说明：图中符号意义与式（4.3.11）相同。

图 4.3.11 内部稳定性验算时的土压力计算图

2 格宾面墙后的土压力系数分布规律见图 4.3.11 中 b)，土压力系数按式（4.3.11-1）计算：

$$K_i = K_a = \tan^2 [45^\circ - \varphi/2] \quad (4.3.11-1)$$

式中： K_i ——加筋体内深度 z_i 处土压力系数；

K_a ——主动土压力系数。

3 作用在第 i 层格宾面墙上的水平土压应力 σ_{Ei} 按式 (4.3.11-2) 计算:

$$\sigma_{Ei} = K_i(\sigma_i + \sigma_{fi}) \quad (4.3.11-2)$$

式中: σ_{Ei} ——作用在第 i 层格宾面墙上的水平土压应力 (kPa);

K_i ——第 i 层筋材处的土压力系数;

σ_i ——永久荷载作用下, 加筋体内深度 z_i 处的竖向压应力 (kPa);

σ_{fi} ——车辆荷载、人群荷载作用下, 加筋体内深度 z_i 处的竖向压应力 (kPa)。

4.4 结构计算

4.4.1 加筋格宾挡土墙宜采用以分项系数表示的极限状态设计法, 并取单位长度 (1 延米) 进行计算。挡土墙结构抗力函数按式 4.4.1-1、4.4.1-2 计算。

$$\gamma_0 S = R \quad (4.4.1-1)$$

$$R = R\left(\frac{R_k}{\gamma_f}, \gamma_d\right) \quad (4.4.1-2)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数, 按表4.4.1的规定采用;

S ——荷载效应的组合设计值;

R ——挡土墙结构抗力函数;

R_k ——抗力材料的强度标准值;

γ_f ——筋材抗拉性能分项系数, 各类筋材均取1.25;

γ_d ——结构或结构构件几何参数的设计值, 当无可靠数据时可采用几何参数标准值。

表 4.4.1 结构重要性系数 γ_0

墙高	公路等级	
	高速公路、一级公路	二级及以下公路
≤5.0m	1.0	0.95

>5.0m	1.05	1.0
-------	------	-----

4.4.2 加筋格宾挡土墙所需筋材种类、形式应根据工程要求进行选择，其抗拉强度、几何长度等指标应根据挡土墙稳定性计算确定。

1 加筋格宾挡土墙内部稳定性可按局部平衡法计算，应包括筋材抗拉、抗拔和全墙抗拔稳定性验算。

2 加筋格宾挡土墙外部稳定性分析应包括抗滑移、抗倾覆稳定性验算、地基承载力校核、地基沉降计算和整体稳定性验算。计算时假定加筋范围内的土体为刚体，并将其视为重力式挡土墙，按《公路路基设计规范》（JTG D30）的相关要求进行。

3 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。

4.4.3 筋材抗拉强度验算

1 第*i*层筋材受到的水平拉力按式（4.4.3-1）式计算：

$$T_i = \lambda_{Q1} \lambda_{Ei} h_i \quad (4.4.3-1)$$

式中： T_i ——第*i*层筋材承受的水平拉力设计值（kN/m）；

λ_{Q1} ——主动土压力荷载分项系数，按表4.3.5采用；

λ_{Ei} ——作用在第*i*层格宾面墙上的水平土压应力（kPa）；

h_i ——第*i*层加筋格宾单元的高度。

2 第*i*层筋材的抗拉强度应符合式（4.4.3-2）的规定：

$$\lambda_0 \lambda_f T_i \leq T_a \quad (4.4.3-2)$$

式中： λ_0 ——结构重要性系数，按表4.4.1采用；

T_i ——第*i*层筋材承受的水平拉力设计值（kN/m）；

T_a ——筋材设计抗拉强度（kN/m）；

λ_f ——筋材抗拉性能分项系数，各类筋材均取1.25。

4.4.4 筋材抗拔稳定性验算

1 筋材抗拔承载力计算时应考虑车辆荷载、人群荷载引起的拉力作用；计算筋材抗拔力和筋材锚固长度时，不计基本可变荷载引起的抗拔力；

2 第 i 层筋材的抗拔力按式（4.4.4-1）计算：

$$T_{pi} \leq 2f_{GS}\zeta_i L_{ai} \quad (4.4.4-1)$$

式中： T_{pi} ——永久荷载重力作用下，第 i 层筋材有效锚固长度所提供的抗拔力（kN/m）；

f_{GS} ——筋土界面阻力系数，由试验确定，无可靠试验资料时，可参照表3.2.4采用；

ζ_i ——永久荷载引起的竖向土压力（kPa）；

L_{ai} ——筋材在稳定区的有效锚固长度（m）。

3 第 i 层筋材的抗拔稳定性应符合式（4.4.4-2）的规定：

$$\zeta_0 T_i \leq \frac{T_{pi}}{\zeta_R} \quad (4.4.4-2)$$

式中： ζ_0 ——结构重要性系数，按表4.4.1采用；

T_i ——第 i 层筋材承受的水平拉力设计值（kN/m）；

T_{pi} ——永久荷载重力作用下，第 i 层筋材有效锚固长度所提供的抗拔力（kN/m）；

ζ_R ——筋材抗拔力计算调节系数，按表4.4.4采用。

表 4.4.4 筋材抗拔力计算调节系数 ζ_R

荷载组合	I、II	III
筋材抗拔力计算调节系数 ζ_R	1.4	1.3

4 筋材长度

（1）当采用加筋格宾单元自带加筋网面为筋材时，筋材长度按式（4.4.4-3）确定；当另行设置筋材为主加筋筋材时，筋材总长度按式（4.4.4-4）确定。

$$L \leq L_e \leq L_a \quad (4.4.4-3)$$

$$L \geq L_e \geq L_a \geq a \quad (4.4.4-4)$$

式中， L_e ——筋材锚固长度（m）；

L_a ——筋材在主动区的长度（m）；

a ——加筋格宾单元的厚度（m）。

筋材的有效长度 L_e 应不小于1m。为施工方便，不同层的筋材应按要求的最大长度等长度铺设。如从内部稳定性的要求出发，亦可以分段采用不等长度，底部较短，顶部较长。

(2) 筋材长度还应满足以下要求：

1) 墙高大于3.0m时，筋材最小长度宜大于0.8倍墙高，且不小于5m。当采用不等长的筋材时，同等长度筋材的墙段高度，应大于3.0m。相邻不等长筋材的长度差不宜小于1.0m；

2) 墙高小于3.0m时，筋材长度不应小于3.0m，且应采用等长筋材。

4.4.5 全墙抗拔稳定性验算

全墙抗拔稳定性验算应按式（4.4.5）进行验算：

$$K_b \geq \frac{\sum T_{pi}}{\sum T_i} \geq 2 \quad (4.4.5)$$

式中： K_b ——全墙抗拔稳定系数；

$\sum T_{pi}$ ——各层筋材所产生的抗拔力总和（kN/m）；

$\sum T_i$ ——各层筋材承受的水平拉力总和（kN/m）。

本计算公式中的荷载分项系数均取1.0。

4.4.6 抗滑动稳定验算

1 抗滑动稳定性按式（4.4.6-1）验算：

$$1.1G - \sum_{Q1} E_y - \sum_{Q1} E_x - \sum_{Q2} E_p \geq 0 \quad (4.4.6-1)$$

式中： G ——作用于基底以上的重力（kN/m），浸水挡土墙的浸水部分应计入浮力；

\sum_{Q1} ——墙后主动土压力荷载分项系数，可按表4.3.5的规定采用；

E_y ——墙后主动土压力的竖向分量 (kN/m)；

μ ——基底与基底土间的摩擦系数，当缺乏可靠试验资料时，可按表4.4.6的规定采用；

E_x ——墙后主动土压力的水平分量 (kN/m)；

λ_{Q2} ——墙前被动土压力荷载分项系数，可按表4.3.5的规定采用；

E_p ——墙前被动土压力的水平分量 (kN/m)，当为浸水挡土墙时， $E_p = 0$ 。

2 抗滑动稳定系数 K_c 按式 (4.4.6-2) 计算：

$$K_c = \frac{\mu(N + E_p)}{E_x} \quad (4.4.6-2)$$

式中： K_c ——抗滑动稳定系数；

μ ——基础与地基间的摩擦系数，见表4.4.6；

N ——作用于基底上的竖向力总和 (kN/m)，浸水挡土墙应计浸水部分的浮力；

E_p ——墙前被动土压力水平分量的0.3倍 (kN/m)；

E_x ——墙后主动土压力的水平分量 (kN/m)。

表 4.4.6 基底与基底土间的摩擦系数 μ

地基土的分类	摩擦系数 μ
软塑粘土	0.25
硬塑粘土	0.30
砂类土、粘砂土、半干硬的粘土	0.30~0.40
砂类土	0.40
碎石类土	0.50
软质岩石	0.40~0.60
硬质岩石	0.60~0.70

3 在本指南规定的墙高范围内，验算加筋格近挡土墙的抗滑动稳定时，稳定系数不宜小于表 4.4.6-2 的规定；如果不能满足要求，可加长筋材长度后重新验算。

表 4.4.6-2 抗滑动的稳定系数 K_c

荷载情况	荷载组合 I、II	荷载组合 III	施工阶段验算
抗滑动稳定系数 K_c	1.3	1.2	1.2

4.4.7 抗倾覆稳定性验算

1 倾覆稳定性按式 (4.4.7-1) 验算:

$$0.8GZ_G \geq \gamma_{Q1} [E_y Z_x + E_x Z_y] - \gamma_{Q2} E_p Z_p \geq 0 \quad (4.4.7-1)$$

式中: G ——作用于基底以上的重力 (kN/m), 浸水挡土墙的浸水部分应计入浮力;

Z_G ——墙身重力、基础重力、面墙重力、基础上填土的重力及作用于墙顶的其它荷载的竖向力合力重心到墙趾的距离 (m);

γ_{Q1} ——墙后主动土压力荷载分项系数, 可按表4.3.5的规定采用;

E_y ——墙后主动土压力的竖向分量 (kN/m);

Z_x ——墙后主动土压力的竖向分量到墙趾的距离 (m);

E_x ——墙后主动土压力的水平分量 (kN/m);

Z_y ——墙后主动土压力的水平分量到墙趾的距离 (m);

γ_{Q2} ——墙前被动土压力荷载分项系数, 可按表4.3.5的规定采用;

E_p ——墙前被动土压力的水平分量 (kN/m), 当为浸水挡土墙时, $E_p = 0$;

Z_p ——墙前被动土压力的水平分量到墙趾的距离 (m)。

2 抗倾覆稳定系数 K_0 按式 (4.4.7-2) 计算:

$$K_0 \geq \frac{GZ_G + E_y Z_x + E_p Z_p}{E_x Z_y} \quad (4.4.7-2)$$

式中: K_0 ——抗倾覆稳定系数;

G ——作用于基底以上的重力 (kN/m), 浸水挡土墙的浸水部分应计入浮力;

Z_G ——墙身重力、基础重力、面墙重力、基础上填土的重力及作用于墙顶的其它荷载的竖向力合力重心到墙趾的距离（m）；

E_y ——墙后主动土压力的竖向分量（kN/m）；

Z_x ——墙后主动土压力的竖向分量到墙趾的距离（m）；

E_p ——墙前被动土压力水平分量的0.3倍（kN/m）；

Z_p ——墙前被动土压力的水平分量到墙趾的距离（m）；

E_x ——墙后主动土压力的水平分量（kN/m）；

Z_y ——墙后主动土压力的水平分量到墙趾的距离（m）。

3 在本指南规定的墙高范围内，验算挡土墙的抗倾覆稳定时，抗倾覆的稳定系数不应小于表 4.4.7 的规定。

表 4.4.7 抗倾覆的稳定系数 K_0

荷载情况	荷载组合 I、II	荷载组合 III	施工阶段验算
抗倾覆稳定系数 K_0	1.5	1.3	1.2

4.4.8 地基承载力

1 挡土墙地基承载力计算时，传至基础底面上的荷载效应，应按正常使用极限状态下荷载效应标准组合，相应的抗力采用地基承载力特征值；

2 计算挡土墙基底压应力 σ 时，各类荷载组合下，作用效应组合设计值计算式中的荷载分项系数，除被动土压力分项系数 $\gamma_{Q2} = 0.3$ 外，其余荷载分项系数规定均等于 1；

3 基底合力的偏心距 e 可按式（4.4.8-1）计算：

$$e = \frac{\sum M}{\sum N} \quad (4.4.8-1)$$

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/m）；

σ N ——作用于基底上的竖向力总和 (kN/m)。

基底合力的偏心距 e 不应大于基底宽度 $B/6$ ； $e \leq 0$ 时。取 $e = 0$ 。

4 加筋格宾挡土墙基底压应力应满足地基承载力要求，验算方法按式 (4.4.8-2) 进行：

$$\sigma \leq \frac{\sigma N}{B \leq 2e} \leq kf'_a \quad (4.4.8-2)$$

式中： σ ——挡土墙基底压应力 (kPa)；

σN ——作用于基底上的竖向力总和 (kN/m)；

B ——基底宽度 (m)，倾斜基底时为其斜宽；

e ——基底合力的偏心距 (m)， $e \leq 0$ 时，取 $e = 0$ ；

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，且 $f'_a > 150kPa$ 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)，可按《公路挡土墙设计与施工技术细则》的规定采用。

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

4.4.9 地基沉降计算

1 土质地基上的挡土墙，凡属下列情况之一者，应进行地基沉降计算：

- (1) 软土地基或下卧层有软弱夹层的地基；
- (2) 挡土墙地基应力接近地基允许承载力；
- (3) 挡土墙基底的地基沉降不符合设计规定的要求。

2 地基沉降计算应按 JTG D30《公路路基设计规范》进行；

3 对于软土地基上的挡土墙，当地基最大沉降量计算值大于设计规定的允许值时，应采用调整挡墙结构形式、断面尺寸、埋置深度和地基处理等措施，使沉降量满足规范要求。

4.4.10 整体稳定性验算

1 地基下可能存在深层滑动时，应进行加筋体与地基整体滑动稳定验算，加筋格宾挡土墙整体滑动稳定系数不应小于 1.25；

2 整体滑动稳定系数 K_s 按式 (4.4.10) 计算:

$$K_s = \frac{\sum (c'_i x_i + W_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i)}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (4.4.10)$$

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 土条弧长 (m);

W_i ——第 i 土条的重力 (kN/m);

α_i ——第 i 土条滑动弧法线与竖直线的夹角 ($^\circ$);

φ_i ——第 i 土条的滑动面处内摩擦角 ($^\circ$)。

4.5 地基与基础设计

4.5.1 当地基承载力满足设计要求时,加筋格宾挡土墙可不设置基础,否则应进行地基处理。当墙底位于大于 5% 的纵向斜坡上时,地基顶面应设计为台阶式。

4.5.2 加筋格宾挡土墙的墙底埋置深度,对于一般土质地基不应小于 1m;当设置在岩石上时应清除表面风化层,当风化层较厚难以全部清除时,可采用土质地基的埋置深度。

浸水地区与冰冻地区的加筋格宾挡土墙底面埋置深度应按现行的《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363) 有关规定确定。

4.5.3 斜坡上的加筋格宾挡土墙应设宽度不小于 1m 的护脚。加筋格宾挡土墙的墙底埋置深度从护脚顶面算起(图 4.5.3)。斜坡地面墙底埋置深度应符合表 4.5.3 的要求。

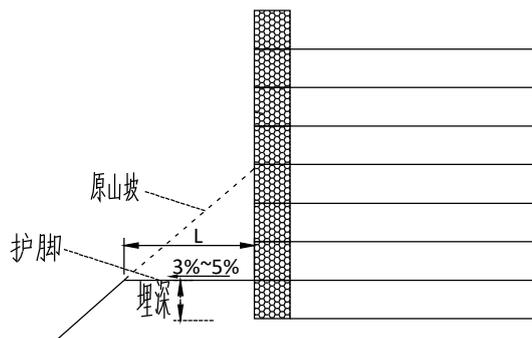


图 4.5.4 护脚横断面图

表 4.5.4 斜坡地面墙底埋置条件

土层类别	最小埋入深度 h (m)	距地表水平距离L (m)
较完整的硬质岩石	0.25	0.25~0.50
一般硬质岩石	0.60	0.60~1.50
软质岩石	1.00	1.00~2.00
土质	≥1.00	1.50~2.50

4.5.5 当地基承载力不满足设计要求时，应进行基础处理。可选用换填砂砾（碎石）垫层、挤密桩（砂桩、石灰桩、水泥土桩、碎石桩）、土工织物或土工格栅等方法加固地基。

4.6 防排水设计

4.6.1 加筋格宾单元与其背后填土之间应设置一层透水性土布。

4.6.2 对可能危害加筋格宾挡土墙的地面水和地下水，应采取适当的排水或防水措施。当加筋格宾挡土墙背后有地下水渗入时，应设置通向加筋体外的排水层。排水层采用砂砾，其厚度不小于 0.5m。当加筋体顶面有渗水可能时，应采用防渗封闭措施。

4.6.3 非浸水加筋土工程，当墙底埋深小于 1.0m 时，宜在墙前地表处设置宽为 1.0m 的混凝土或浆砌片石散水，其表面做成向外倾斜 3%~5% 的横坡。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 加筋格宾挡土墙施工前应熟悉设计文件、领会设计意图。

5.1.2 应进行施工调查和现场核对，根据设计要求、合同条件及现场情况等编制施工组织设计。

5.1.3 加筋格宾挡土墙开工前应建立健全质量、环境、职业健康安全管理体系、对各类施工人员进行岗位培训和技术、安全交底。

5.1.5 施工过程中应随时观测加筋格宾挡土墙的变化，发现异常应及时排查原因，并采取必要措施。

5.1.2 在多雨地区或地下水发育地段，加筋格宾挡土墙施工中应采取有效措施截排地表水、导排地下水，施工中临时排水设施应与永久排水设施相结合

5.2 施工准备

5.2.1 施工前的准备工作主要包括：

- 1 熟悉设计文件。
- 2 进行施工调查及现场核对，编制施工组织设计。
- 3 对施工人员进行岗位培训和技术、安全交底。
- 4 现场材料应符合设计要求，材料检验合格后方可使用。
- 5 根据现场清表、摊铺、压实等要求配置合适的施工机具。

5.2.2 施工测量应满足《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610)的规定。

5.2.3 应按设计要求对地基表面的植被、腐殖土等进行清理，对开挖后的基础底面进行整平、夯实。实测地基承载力不满足设计要求时，应进行地基处理。

5.2.4 加筋格宾挡土墙施工，除按路基施工配备压实机械外，还应选备杵子，振动板，蛙式夯，手扶式振动压路机等小型压实机具，以在面板内侧 1.0m 范围内压实填料。

5.2.5 为方便施工，可根据需要修建临时房屋、便道，设置电力、电讯、供水系统和必要的安全设施。

5.2.6 需要修筑试验路段时，应根据地质条件、断面型式等选择具有代表性的路段。通过试验路段确定施工工艺与参数，其主要内容包括：

- 1 材料试验；
- 2 筋材铺设、面板安装施工方法；
- 3 填料压实工艺主要参数：机械（具）选型与组合、松铺厚度、碾压遍数等；
- 4 过程质量控制与质量评价标准；
- 5 施工组织方案及工艺；
- 6 施工设计图的修改建议等；
- 7 试验总结报告。

5.3 施工工艺流程

加筋格宾挡墙施工一般可按下列工艺流程图安排作业，如图 5.3 所示。

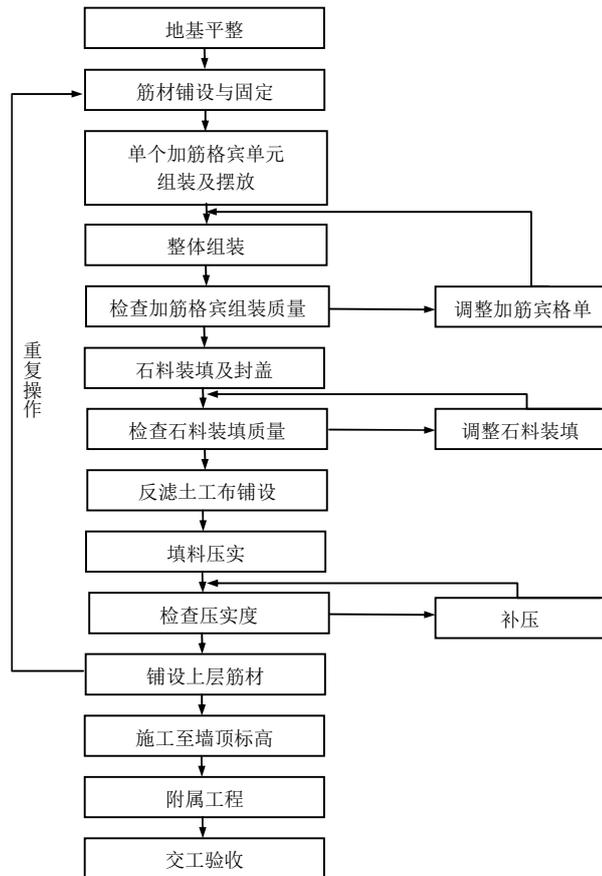


图 5.3 加筋格宾挡墙施工工艺流程图

5.4 地基与基础工程

5.4.1 基槽（坑）开挖前，应进行详细测量定位并标示出开挖线。

5.4.2 基槽（坑）开挖和处理

1 基槽（坑）应按设计图纸要求开挖到设计标高、槽（坑）底平面尺寸一般大于基础外缘 30cm。

2 基槽（坑）开挖应做好防、排水工作。

3 对未风化的岩石应将岩面凿成水平台阶。台阶宽度不宜小于 0.5m。台阶长度除满足面板安装需要外，高宽比不宜大于 1:2。

4 风化岩石应按设计要求处理。

5 基槽（坑）底土质为碎石土、砂性土、粘性土等时，应整平夯实。

6 特殊土地基，按本指南第四章有关规定处理。

5.4.3 在砌筑（浇筑）条形基础之前，基底土质及地层情况须经过检验人员检验，确认符合设计要求后，方可进行下一步工序。

5.4.4 基础的砌（浇）筑应按交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50) 有关规定进行施工。并严格控制基础顶面标高，砌筑基础可用水泥砂浆找平。基础砌（浇）筑时，应按设计要求预留沉降缝。

5.5 构件安装

5.5.1 加筋格宾单元组装

1 加筋格宾单元的面板、边板、隔板及背板均应垂直摆放（如图 5.5.1-1 所示），采用绑扎钢丝或 C 型钉进行现场连接与组装。

2 绑扎钢丝应按间隔 100~150mm 单圈缠绕-双圈锁紧相间隔的方式绞合（如图 5.5.1-2 所示）。

3 C 型钉间距不宜大于 200mm，C 型钉最小拉开拉力值应不低于 2.0kN 如图 5.5.1-3 所示）。

4 组装好的加筋格宾单元的上部边缘应在同一水平面上，竖直隔板及面板均应垂直于底板。

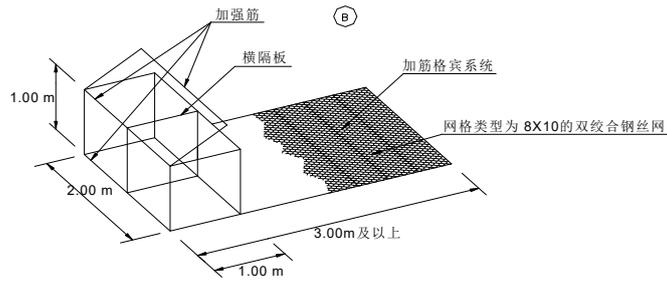


图 5.4.1-1 组装加强格宾单元

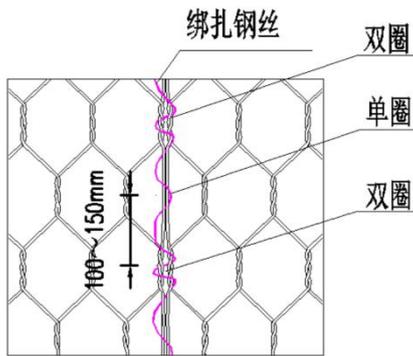


图 5.4.1-2 绑扎钢丝示意图

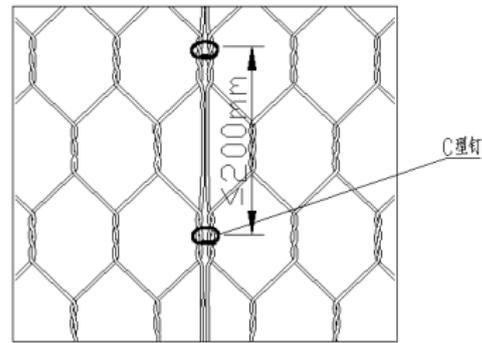


图 5.4.1-3 C 型钉示意图

5.5.2 安装

1 将预先组装好的加筋格宾构件放置在规定位置，相邻加筋格宾构件面墙的所有相邻边均进行绞合连接，并按 5.5.1 条中绑扎钢丝或 C 型钉的连接要求实施，使面墙构成一个连续的整体面墙。

2 加筋格宾后部的拉筋网面必须完全拉撑，并在尾部按每间隔 1m 以小木桩（或钢筋）固定，相邻幅面间按每米间隔采用绞合钢丝点绞合将两幅拉筋网面连接。

5.5.3 加筋挡土墙弧形面墙及转折情况处理（如图 5.5.3 所示）：

1 凹型弧面：面墙紧靠，后端加筋网面就势错开，相临单元面墙必须用钢丝紧密连接；

2 凸型弧面：面墙紧靠，后端加筋网面重叠。

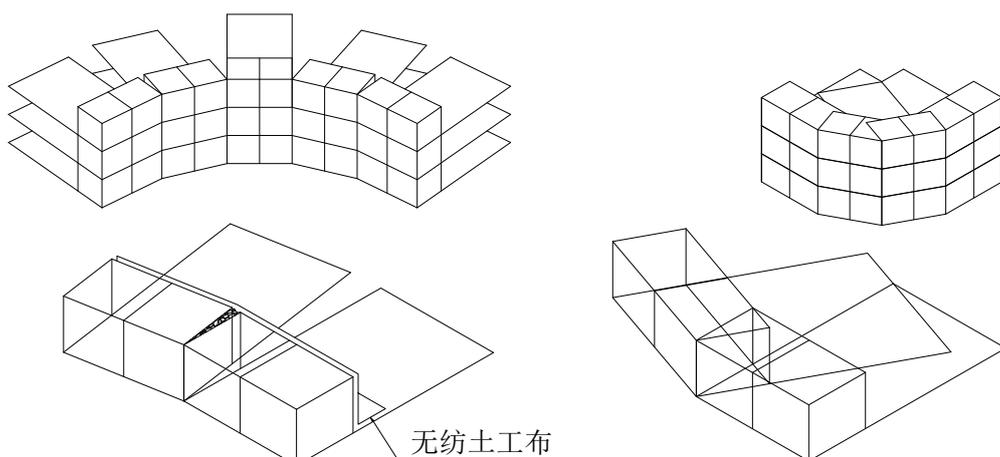


图 5.5.3 曲线处理示意图

5.5.4 面墙填石

1 填充石料前，宜在石笼网箱面板外侧设置木板或钢管等临时约束石笼网箱的变形，确保施工完成后墙体外观的平顺、整齐。

2 石笼网箱填石应按 250~350mm 的高度分层填充。面墙石料装填时，应注意统筹装填进度，应保证在一定长度段内相临加筋格宾面墙中填充的石料高度在装填过程中高差不超过 0.33m（如图 5.5.4-1 所示）。

3 面墙外侧 300mm 宽应采用人工码砌，其余部分可采用机械配合填充石料。

4 每填充完一层石料，应在石笼网箱前后面板之间设置水平加强钢丝，限制面墙的变形（如图 5.5.4-2 所示）。

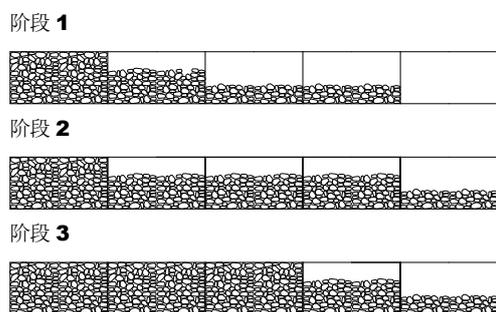


图 5.5.4-1 分层装填

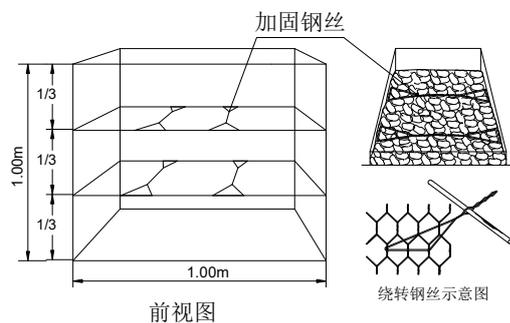


图 5.5.4-2 加强钢丝的绑扎

5 每层构件中填充的石料应超高 3 至 5cm，以预留填充石料的一定沉陷。盖板与面墙箱笼顶边应吻合绞结，盖板上突出的边端钢丝应绕侧面板突出边端钢丝缠绕两周，且格宾应与侧面板、后面板及隔板牢固绞合（要求同上，如图 3.3.3-2

所示)。相邻格宾盖板应同时绞合，剩余的边端钢丝应折入已完成的格宾内部。

6 上下两层加筋格宾构件之间，面墙相邻所有边均应按 5.5.1 条中绑扎钢丝或 C 型钉的连接要求实施。

5.5.5 土工布安装

土工布铺设于格宾面墙背部与回填层间，为保证土工布安放牢固，其在上部及下部各折入压实土中的宽度不少于 300mm。

5.6 填料摊铺压实

5.6.1 填料采集前应按交通部现行《公路土工试验规程》(JTG 3430) 的要求进行标准击实试验。

5.6.2 加筋格宾挡土墙填料可人工采集或机械采集，采集时应清除表面种植土、草皮和杂物等。

5.6.3 浸水加筋格宾挡土墙的填料，应选用水稳性好的透水性材料填筑。

5.6.4 加筋格宾挡土墙填料分层摊铺。每层的松铺厚度以 30~40cm 为宜，摊铺厚度应均匀，压实后的表面应平整。摊铺宜由面墙向加筋网面尾部顺序为宜。

5.6.5 填料与筋材直接接触部分不应含有尖锐棱角的块体，填料中最大粒径不应大于 10 cm，且不宜大于单层填料压实厚度的 1/3。填土表面严禁有碎块石坚硬凸起物。

5.6.6 填料压实的基本要求：

1 雨天严禁进行填料的摊铺和压实作业，以免含水量失控造成无法达到规定的压实标准。

2 填料摊铺表面整平后，宜采用轻型压路机满堂碾压一遍；当现场作业的压路机为震动式压路机时，一遍应在不震动情况下进行压实作业。加筋区压实不得采用羊足碾式压路机。

3 距离面墙 1m 范围内，宜用人工夯实或轻型机械压实，重型压实机械不得在距离面墙 1m 范围作业，以免对格宾面墙挤压造成破坏。

4 填料碾压时应先从筋带长度的二分之一处开始，向筋带尾部碾压，然后再从二分之一处向墙边碾压。碾压时压路机运行方向宜垂直于筋网长度方向，且下一次碾压的轮迹与上一次碾压轮迹重叠的宽度应不小于轮宽的 1/3。一遍宜慢

慢轻压，以免拥土将筋带推起或错位，二遍以后可稍快并重压。每次应碾压整个横向碾压范围内，再进行下一遍碾压，碾压的遍数以试验确定的遍数为指导，以现场检验达到规定的压实度为控制。（参见图 3.4.5）

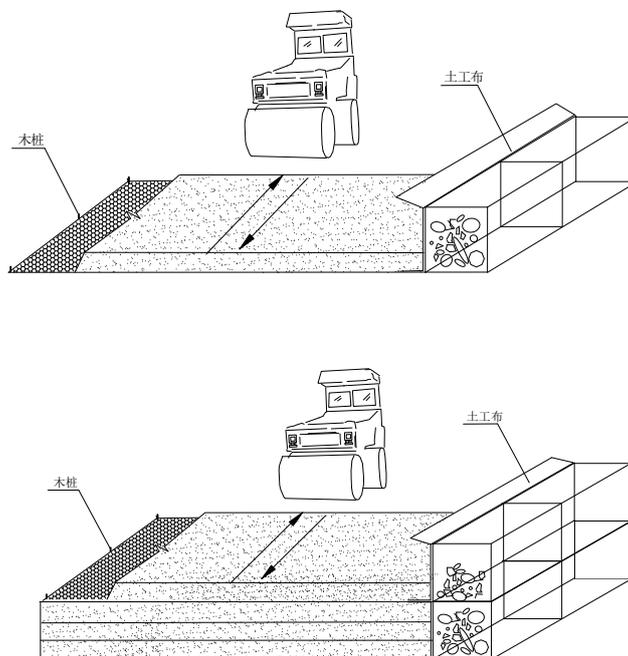


图 5.6.5 分层碾压示意图

5 结构填土的压实质量标准：应满足该深度相应的工程主体对压实度的要求。加筋体每层碾压完成后应进行压实度检查。检测点数按每 500m^2 或每 50m 长工程段不少于 3 个点为宜。检测点应相互错开，随机选定，面板后 1m 范围内至少有 1 个检测点（每 500m^2 或每 50m 长）。

6 施工过程中应随时注意观测加筋格宾挡土墙的正常变化。

7 加筋格宾挡土墙填料压实度距面板 1.0m 范围内应不小于 90% ，距面板 1.0m 范围以外应符合表 3.3.3 的规定要求。

5.6.6 检测频度。

距面板 1.0m 范围外，每一压实层每 500m^2 或 50 延米不少于 3 个测点，距面板 1.0m 范围内，每一压实层每 100 延米不少于 3 个点，若压实段落小于上述规定时仍取 3 个测点。试验方法按交通部现行的《公路土工试验规程》（JTG 3430）有关规定执行。

5.7 防排水施工

5.7.1 加筋格宾挡土墙施工现场应先完成场地排水。当加筋格宾挡土墙区域内出现层间水、裂隙水、涌泉等时，应先修筑排水构造物，再施作加筋挡土墙工程。

5.7.2 加筋格宾挡土墙工程中的反滤层、透水层、隔水层等防排水设施应按设计要求与加筋体施工同步进行。路肩式加筋格宾挡土墙，路肩部分应进行封闭。

5.7.3 其它工程施工质量检验应按交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1）有关规定执行。

5.7.4 冬季或雨季施工的加筋格宾挡土墙工程，应按交通部现行的《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）和《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）有关规定执行。

5.8 特殊地基加筋格宾挡土墙施工

5.8.1 特殊地基加筋格宾挡土墙施工前应进行必要的基础试验，核对地质资料、设计参数，编制专项方案。

5.8.2 特殊地基加筋格宾挡土墙宜进行动态监控。

5.8.3 特殊地基加筋格宾挡土墙的施工按《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）的有关规范执行。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 加筋格宾挡土墙的验收办法按现行《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)中分项工程进行质量检验评定。

6.1.2 加筋格宾挡土墙施工质量检验应按基本要求、实测项目、外观鉴定和质量保证资料等检验项目分别检查。实测项目中标注“△”的关键项目的合格率应不低于95%，一般项目的合格率应不低于80%，否则该检查项目为不合格。

6.1.3 应在加筋格宾挡土墙所使用的原材料、半成品、成品及施工工艺符合基本要求的规定，且无严重的外观缺陷和质量保证资料真实并基本齐全时，才能对工程质量进行检验评定。

6.1.4 加筋格宾挡土墙竣(交)工验收时，施工单位必须提交经工地负责人签署的下列文件和资料，并在竣(交)工验收合格后，应将所有资料整理成册，移交管理单位，并抄报相关部门备查。

- 1 竣工图纸；
- 2 施工中有关变更的说明记录；
- 3 分部工程质量评定表；
- 4 隐蔽工程检查记录，照片或摄像资料；
- 5 质量事故记录分析资料及处理结果；
- 6 施工单位的试验、测量原始资料及主要材料的质保书和抽样检验资料；
- 7 施工单位的工程质量自检报告；
- 8 施工总结报告和清单；
- 9 施工大事记。

6.1.5 加筋格宾挡土墙的工程质量等级分为合格和不合格。

6.1.6 加筋格宾挡土墙的工程质量评定为合格应符合下列规定：

- 1 检测记录应完整；
- 2 实测项目应合格；
- 3 外观质量应满足要求。

6.1.7 评定为不合格的增加格宾挡土墙工程，经返工、加固或补强，满足设计要求后，可重新进行检验评定。

6.1.8 增加格宾挡土墙工程竣（交）工验收按交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1）的规定执行。

6.2 基本要求

6.2.1 增加格宾单元和筋材的质量、规格和数量，满足本指南和设计的要求。

6.2.2 增加格宾单元组装、相邻单元之间的连接间距和强度应符合设计要求。

6.2.3 筋材须理顺，放平拉直，筋材与增加格宾单元之间连接牢固。

6.2.4 格宾网箱充填石料强度、规格和质量符合本指南和设计的要求。

6.2.5 增加格宾挡土墙的填土类别、级配和压实度符合本指南和设计的规定。

6.2.6 增加格宾挡土墙的墙面外观上无外凸、破损等严重缺陷。

6.2.7 地基承载力、墙底埋深符合设计要求。

6.2.8 排水系统设置和施工满足设计要求。

6.3 实测项目

6.3.1 基底实测项目

- 1 基础工程施工前应对天然或人工加固地基进行检查，并符合设计要求。
- 2 基底实测项目见表 6.3.1。

表 6.3.1 基底实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法及频度
1	轴线偏位 (mm)		25	全站仪或经纬仪：每 20m 纵、横各检查 2 点
2	平面尺寸 (mm)		±50	尺量：每 20m 长、宽各检查 3 处
3	基础底面	土质	±50	水准仪：每 20m 测量 5~8 点
	标高 (mm)	石质	+50, -200	

6.3.2 基础工程实测项目

基础工程实测项目见表 6.3.2。

表 6.3.2 基础工程实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检测方法及时度
----	------	-----------	---------

1△	混凝土强度 (MPa)		符合设计要求	按《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)执行
2	轴线偏位 (mm)		≤25	全站仪: 沿纵、横轴线各测 2 点
3	平面尺寸 (mm)		±50	尺量: 长、宽各检查 3 处
4	顶面高程 (mm)		±30	水准仪: 测 5 处
5	基底高程 (mm)	土质	±50	水准仪: 测 5 处
		石质	+50, -200	

6.3.3 加筋格宾单元实测项目见表 6.3.3。

表 6.3.3 加筋格宾单元实测项目

项次	检测项目	规定或允许偏差值	检测方法及时度
1	网孔型号	符合设计要求	尺量: 抽查 10%, 每套测 1 次
2	长度、宽度、高度	±5%	尺量: 抽查 10%, 每套各方向测 1 次
3△	网面抗拉强度	符合设计要求	全应力、应变拉伸试验机: 检测 1 次
4△	网面翻边强度	符合设计要求	全应力、应变拉伸试验机: 检测 1 次
5△	钢丝镀层成分/质量	符合设计要求	按照 GB/T 15393&GB/T 20492-2006 附录 A 方法检测
6△	有机涂层不开裂要求	符合设计要求	全应力、应变拉伸试验机: 检测 1 次
7△	网面钢丝刮磨性能	符合设计要求	附录 C 方法检测

6.3.4 筋材实测项目见表 6.3.4。

表 7.3.4 筋材实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	筋材长度	不小于设计长度	尺量: 每 20m 检查 5 处
2△	筋材与加筋格宾连接	符合设计要求	目测: 全部
3	筋材搭接宽度和连接	符合设计要求	尺量: 每 200m 测 2 处; 目测: 全部
4	筋材铺设	符合设计要求	尺量: 每 200m 测 2 处, 目测: 全部
5	筋材间距	符合设计要求	尺量: 每 200m 测 2 处, 目测: 全部。

6.3.5 格宾网箱填充石料实测项目见表 6.3.5。

表 6.3.5 格宾网箱填充石料实测项目

项次	检测项目	规定或允许偏差值	检测方法及时度
1△	石料强度 (MPa)	符合设计要求	抽查 2%
2	石料粒径 (mm)	100~300	尺量: 每 20m ³ 检查 2 处
3△	填充密实度	≥70%	目测&密度测试

6.3.6 加筋格宾面墙实测项目见表 6.3.6。

表 6.3.6 加筋格宾面墙实测项目

项次	检测项目	规定或允许偏差值	检测方法及时度
----	------	----------	---------

1	表面平整度 (mm)	±100	4m 直尺: 每 20m 检查 3 处, 每处检查竖直和墙长两个方向
2	顶面高程 (mm)	±50	水准仪: 每 20m 测 3 点
3△	绞合连接 (mm)	绑扎钢丝, 单双圈间距 10-15cm; C 型钉, 间距不大于 20cm。	尺量&目测: 每 20m 检查 2 处, 用手用力拽, 不会滑动。

6.3.7 墙背填土实测项目要求。

表 6.3.7 加筋格宾挡墙墙背填料实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	填土压实度	符合设计要求	按路基土压实度评定方法检测, 每 50m 每压实层测 1 处, 并不得少于 1 处。
2△	填料材料	符合设计要求	

6.3.8 防排水工程实测项目要求。

1 防水排水工程齐全、沟底平整、不渗漏、线条直顺、曲线圆滑、排水畅通。

2 实测项目见表 6.3.8。

表 6.3.8 防排水工程实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法及频度
1	沟底标高 (mm)	±50	水准仪: 每 200m 测 5 点
2	断面尺寸 (mm)	30	尺量: 每 200m 测 2 处
3	圪工外观质量	符合设计	目测

6.3.9 其它工程:

砌石及混凝土工程, 安全设施, 路缘石 (板) 及散水圪工, 加筋体的特殊加固或桥台垫梁及搭板构造物等, 均应符合设计要求, 质量标准应按交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1) 有关项目执行。

6.4 外观鉴定

6.4.1 加筋格宾网箱不应有断丝, 且不应有破损、锈蚀 (钢丝切断面除外)。

6.4.2 加筋格宾挡土墙外露面石块应砌筑平整。

6.4.3 检测排水工程是否齐全, 沟底平整、排水畅通, 坡面无冲刷。

6.4.5 加筋格宾挡土墙应与其他砌石、混凝土工程、安全设施、路缘石板、桥台衔接部及搭板构造物等工程衔接平顺, 与周围环境协调性好。

附录 A： 加筋格宾单元的结构与常用规格

A.0.1 加筋格宾单元的一般结构组成见图 C.0.1，包括格宾网箱和加筋网面两部分，其中格宾网箱由一个底板、一个盖板、四个侧板和可能用到的中间隔板，采用绑扎钢丝或 C 型钉等方法连接而成；底板与加筋网面为同一块双绞合钢丝网面。

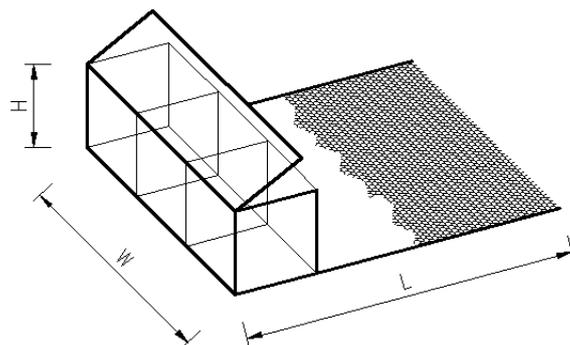
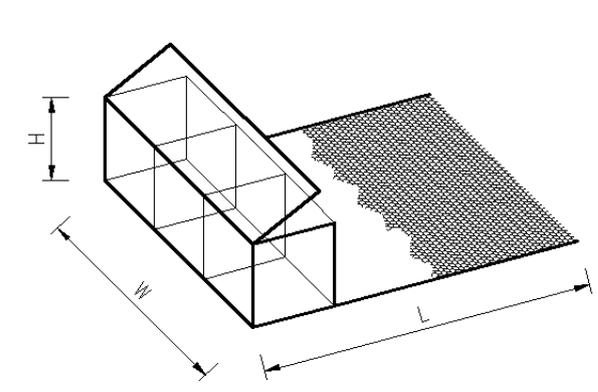


图 A.0.1 加筋格宾单元的结构示意图

A.0.2 加筋格宾单元的常用规格见表 A.0.2。

表 A.0.2 加筋格宾单元的常用规格

	L (m)	W (m)	H (m)
		3	3
	4	3	0.8/1.0
	5	3	0.8/1.0
	6	3	0.8/1.0

附录 B： 加筋格宾网面拉伸强度和翻边强度测试

B.0.1 本方法为机编钢丝网常温拉伸试验方法，用以测定产品的网面拉伸强度和网面翻边强度。

B.0.2 仪器设备及材料应符合下列规定：

1 试验系用拉伸测试机将试样拉伸，拉至网面中网丝断裂或者网面翻边处散开，以便测定网面的力学性能。

2 有效试样宽度：固定于夹具左、右两侧固定卡扣之间的试样宽度。

3 破坏荷载：对于网面拉伸强度试验，以网面中第一根网丝断裂时的荷载作为破坏荷载。对于网面翻边强度试验，如网面翻边处散开，以峰值拉力作为破坏荷载，如翻边处钢丝断裂，则以钢丝断裂时的荷载作为破坏荷载。

4 网面拉伸强度/网面翻边强度：破坏荷载与有效试样宽度的比值。

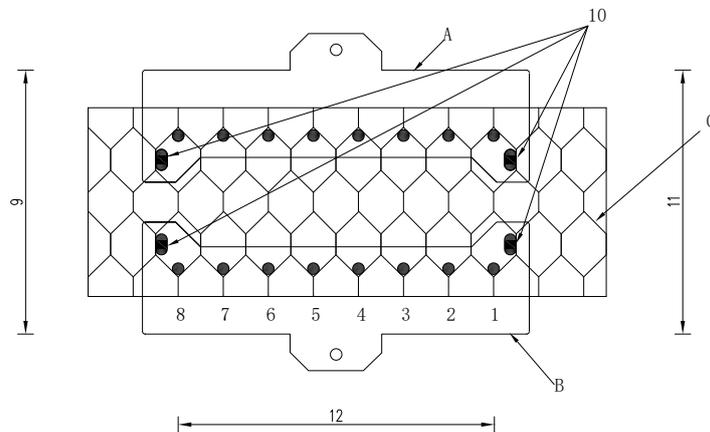
5 夹具上下两端的距离读数：在试验开始和结束时测量夹具左右两端夹具间的距离，用来计算试验过程中试样的平均延伸率。

6 以荷载加载到4000N时作为试验的开始（初始荷载为0）。

B.0.3 网面拉伸强度和翻边强度试验，应在现场随机选取网面试样。试样上下两端均须翻边。试样制备应符合下列规定：

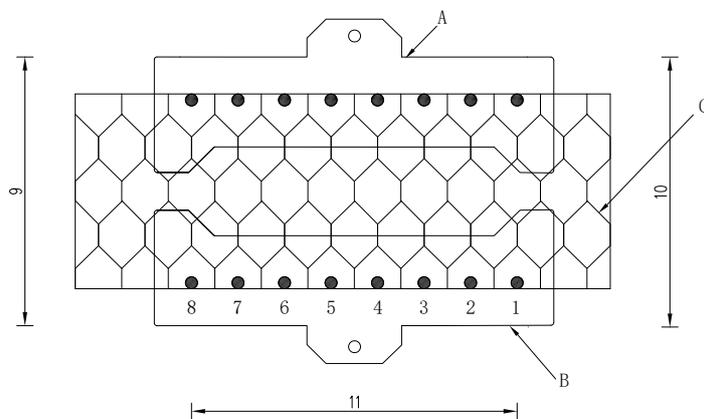
1 网面拉伸强度试验试样尺寸及固定方法如图B.0.4-1图所示，网面翻边强度试验试样尺寸及固定方法如图B.0.4-2。

2 试样尺寸的测量：用卷尺和游标卡尺分别测量网面的网孔大小和网丝、边丝、端丝的丝径。用卷尺测量网面的有效宽度及试样的初始尺寸。



说明：1-8 固定装置 9 夹具左端距离测量 10 侧向固定装置 11 夹具右端距离测量
12 试样有效宽度 A 上夹具 B 下夹具 C 网面试样

图B.0.3-1 M8型网面拉伸强度试样尺寸及固定



说明：1-8 固定装置 9 夹具左端距离测量 10 夹具右端距离测量
11 试样有效宽度 A 上夹具 B 下夹具 C 网面试样

图B.0.3-2 M8型网面翻边强度试样尺寸及固定

B.0.4 试验步骤及注意事项按照下列要求进行：

- 1 根据图B.0.4-1~B.0.4-2固定试样。
- 2 以6mm/分钟的试验加载速度加载。
- 3 施加4000N的预加荷载，使试样中的每根钢丝均受到轻微的拉力。
- 4 对于网面拉伸强度试验，当第一根网面钢丝断裂时，试验终止。对于网面翻边强度试验，如网面翻边处散开时，则继续进行拉伸试验直到测得峰值拉力；如网面翻边处钢丝断裂，试验终止。

5 通过测量试验开始时与结束时网面的垂直变形可以计算出网面的延伸率，由初始和结束时网面变形差值的平均值可以得出网面破坏时的延伸率。

6 试验样品个数由供需双方商议确定，试验后需提供相应试验报告。

7 试样上下两端均须翻边。

8 进行网面拉伸强度试验时，网面钢丝断裂的位置需离上下两端固定装置和两侧的侧向固定装置至少不小于一个双绞合点才视为有效试验，如网面钢丝断裂点在上下两端固定装置处或两侧的侧向固定装置处，则视为无效试验。

9 进行网面翻边强度试验时，网面翻边处钢丝散开或翻边处钢丝断裂视为有效试验，如钢丝断裂位置在非翻边位置处，视为无效试验。

B.0.5 试验结果应符合下列规定：

1 机编钢丝网面的拉伸强度及翻边强度是指试样在拉力机上拉伸至断裂的过程中，单位宽度能承受的最大拉力，单位为千牛/米（kN/m）。

2 网面拉伸强度或网面翻边强度按公式（B.0.5）计算后确定。

$$T = \frac{P_m}{B} \times 1000 \dots\dots\dots (B.0.5)$$

式中：T——网面拉伸强度/网面翻边强度；

P_m ——破坏荷载，单位为千牛（kN）；

B ——有效试样宽度，单位为毫米（mm）。

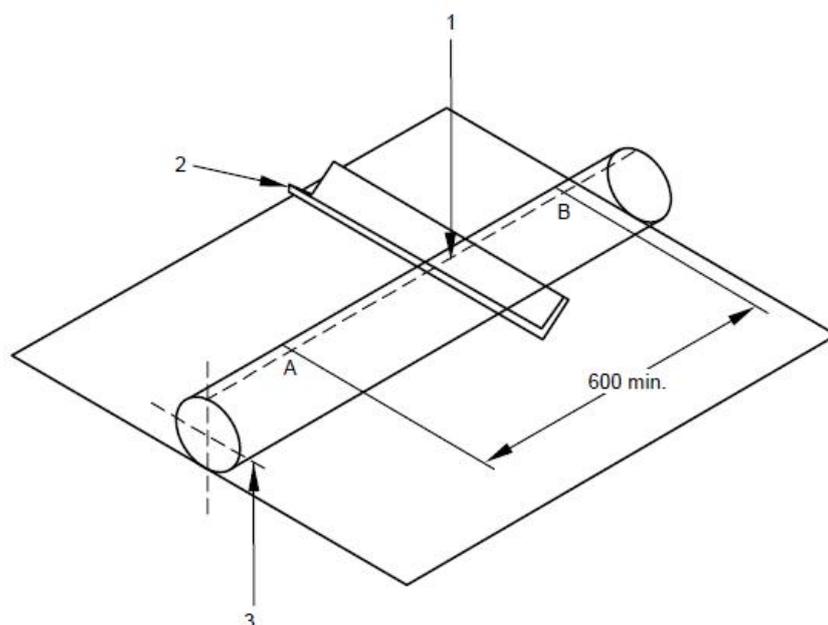
附录 C： 加筋格宾网面钢丝刮磨测试

C.1 试验目的与适用范围

本试验用于测试钢丝不同防腐形式的抗刮磨性能。-

C.2 试验设备

刮磨试验装置如图 1 所示。角铁刮头的外曲率半径为 (2.0 ± 0.1) mm，刮头行程应不小于 600mm。刮磨速度为 $(150-300)$ mm/s。



1- 作用力；2-角铁；3-弯曲面

A- 起/终点；B-终/起点；A-B 测试路径长度（最小）

图 C.2-1 刮磨试验装置

C.3 试样制备

从被试网面上截取适当长度的试样。

C.4 试验程序

C.4.1 将试样校直后成水平状态固定在刮磨机的台板上，刮磨机的角铁刮头应与试样表面保持垂直相接触，并在接触点上施加垂直作用力 20N。

C.4.2 刮磨试验应在 (20 ± 5) °C 温度下进行。

C.4.3 在刮磨测试过程中，角铁刮头在一个方向上运行 600mm 后，刮头的运行方向应反向，以往返一个行程为一次。

C.4.4 当在覆有机涂层的钢丝上进行刮磨测试时可采用自动测试模式，在移动的角铁刮头中安装电路和传感器，有机涂层起着绝缘体的作用，当刮头在不同移动过程中，有机涂层在任一点被刮穿，电路就会关闭，移动的角铁刮头就会停止。

C.4.5 数字计数器将记录由光学传感器检测到的循环数，当测试完成后，数字计数器将显示导致有机涂层磨损的最后循环数。

C.5 结果评定

测试后的钢丝样品在刮磨区域有机涂层应不破损。

附录 D：常用筋材主要技术指标

表 D.0.1-1 单向焊接纤塑土工格栅的性能指标

项目	规格					
	100	150	200	300	400	500
网孔尺寸（内孔）（mm）	200≤A≤950，40≤B≤140					
纵向标称拉伸强度（kN/m）	≥100	≥150	≥200	≥300	≥400	≥500
纵向 2%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥20	≥30	≥40	≥60	≥80	≥100
纵向 5%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥53	≥79	≥106	≥159	≥212	≥265
纵向标称延伸率（%）	≤9.5					
连接点极限分离力（N）	≥300					

表 D.0.1-2 单向经编聚酯土工格栅的性能指标

项目	规格					
	80-30	100-50	150-50	200-50	300-50	500-50
网孔尺寸（内孔）（mm）	15≤A≤60，15≤B≤60					
纵向标称拉伸强度（kN/m）	≥80	≥100	≥150	≥200	≥300	≥500
横向标称拉伸强度（kN/m）	≥30	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50
纵向 2%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥14.4	≥18	≥27	≥36	≥54	≥90
横向 2%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥5.4	≥9	≥9	≥9	≥9	≥9
纵向 5%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥28.8	≥36	≥54	≥72	≥108	≥180
横向 5%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥10.8	≥18	≥18	≥18	≥18	≥18
纵向标称延伸率（%）	≤13					
抗紫外线强度保持率（%）	≥80					

表 D.0.1-3 单向拉伸塑料土工格栅（HDPE）的性能指标

项目	规格					
	50	80	120	160	180	200
网孔尺寸（内孔）（mm）	A≤320，12≤B≤30					
纵向标称拉伸强度（kN/m）	≥50	≥80	≥120	≥160	≥180	≥200
纵向 2%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥12	≥21	≥33	≥47	≥52	≥57
纵向 5%延伸率时的拉伸强度（kN/m）	≥23	≥40	≥65	≥93	≥103	≥113
纵向标称延伸率（%）	≤11.5					
炭黑含量与分布	炭黑含量≥2%，灰分≤1.0%， 炭黑分布应均匀，分散表观等级不低于 B 级					
抗紫外线强度保持率（%）	≥90					

附录 E: 筋材常见检测项目

E.0.1 对筋材和辅助材料的检验，应满足设计文件所要求的设计指标，其检验项目和频率可按表 E.0.1 的规定执行。

附表 E.0.1 筋材与主要辅助材料检验项目

检验项目	单位 面积 质量	厚度	几何 尺寸	垂直渗 透系数	水平渗 透系数	抗拉 (拉伸) 强度	CB R 顶 破	刺 破	节点 焊接 强度	直接剪 切磨擦	拉拔 磨擦
土工格栅 土工格室	△	△	☆			☆			☆	☆	☆
钢丝网片 钢筋网片	△	△	☆			☆			☆	☆	☆
检验频率	1次/10000m ²									1次/批	
注：“☆”为必检项目，“△”为选检项目。											

E.0.2 检验频率亦可根据工程规模、所用数量，由设计单位或监理单位确定；表 B.1 中数量不足 10000m² 以 10000m² 计；表 B.1 中“批”，如每批大于 5000m²，则以 5000m² 为一批；不足 5000m² 以 5000m² 计。

E.0.3 筋材采用土工格栅、土工格室等土工合成材料时，宜进行土工合成材料抗老化性能检验（或由厂家提供相关检验报告）。室内紫外线辐射强度为 550W/m²，照射 150h，强度保持率应大于 80%，炭黑含量≥(2.5±0.5)%。当需要考虑土工合成材料受力时，应进行强度折减。

E.0.4 筋材采用金属材料时，宜对筋材的镀锌层的粘附力、镀锌附着量、镀锌膜厚度等防腐性能进行检验（或由厂家提供相关检验报告），检验频率为 1 次/批。

