



第四届全国大学生加筋土挡墙设计大赛
(路德杯)

比赛规则

2019年6月30日

指导单位：中国土工合成材料工程协会

国际土工合成材料学会中国委员会

主办单位：中国土工合成材料工程协会教育工作委员会

承办单位：泰安路德工程材料有限公司

西南交通大学

协办单位：同济大学

大赛组织机构

（一）学术与评委会委员

主任：徐超

副主任：杨广庆 陈建峰

秘书长：张振

委员：（按姓氏拼音排列）

白建颖 蔡晓光 陈昌富 陈建峰 陈泽明 邓卫东 董彦莉 方磊
富海鹰 侯娟 介玉新 靳向煜 梁训美 李丽华 刘大超 刘华北
刘家才 刘先峰 钱国玉 时伟 苏谦 汪益敏 王家全 吴迪
肖成志 谢婉丽 徐超 徐林荣 许福丁 严驰 杨广庆 杨明昌
杨有海 叶国良 詹良通 张滨 张伟 张良 张孟喜 张振
周亦涛 朱洪 朱俊高 邹维列

（二）组织委员会：

主任：张振

副主任：陆诗德 黄俊杰 陈德 沈盼盼

委员：（按姓氏拼音排列）

刘伟超 刘凯文 王志杰 王迅 王武斌 杨涛 赵纯锋

第四届全国大学生加筋土挡墙设计大赛（路德杯）

比赛规则

1. 宗旨与目的

全国大学生加筋土挡墙设计大赛已历经三届，备受好评。大赛的举办旨在为全国各高校大学生搭建一个展示才能、增进交流的平台，同时提高学生理论联系工程实际的能力，培养学生的创新意识。第三届全国大学生加筋土挡墙设计大赛共有来自全国 30 所大学的 56 支参赛队参加，下图为决赛现场盛况。



图 1 第三届全国大学生加筋土挡墙设计大赛决赛现场

第四届全国大学生加筋土挡墙设计大赛（路德杯）将继续秉承大赛举办的宗旨和理念，诚邀来全国各高校学生参加。本次大赛要求参赛队依据比赛规则利用牛皮纸作为加筋材料以及面板，进行返包式加筋土挡墙的设计和施工，并进行现场加载试验。挡墙的设计要求安全可靠、经济合理且具备工程可行性。

2. 工程背景

自现代加筋土设计理念提出以来，加筋土支挡技术在国内均得到了广泛地应用。公路、铁路工程中，返包式加筋土挡墙结构得到广泛应用（如图 2）。填方路堤加筋土挡墙在使用过程中，除受到车辆的竖向荷载外，也会受到来自车辆撞击防护栏、风载作用在隔音墙的水平荷载（见图 3）。

本次大赛要求参赛队设计和施工返包式加筋土挡墙模型，并进行竖向静荷载、水平静荷载和水平瞬时荷载的加载试验。



图 2 公路桥头过渡段返包式加筋土挡墙

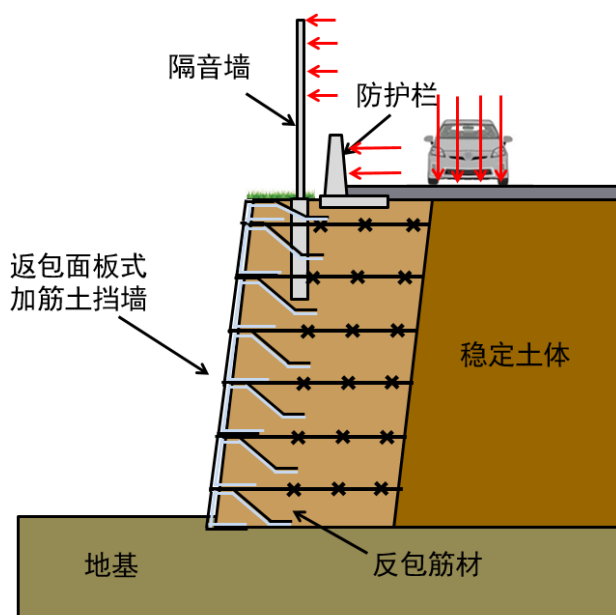


图 3 返包式加筋土挡墙示意图

3. 参赛资格要求

参赛对象为全日制在校土木工程或相关专业的本科生和硕士研究生。每所高校最多选拔两支队伍参赛。每支参赛队的参赛学生最多不能超过 3 名，其中研究生队员不得超过 1 名。每队应选定一名学生担任队长，并作为与组委会的联系人，每支参赛队可邀请一位老师作为指导教师。参赛队员具有良好的精神面貌，公平竞赛，并积极服从组委会的工作安排和相关规定。

本届大赛分为初赛和决赛。初赛阶段，大赛组委会将邀请专业工程师和专业教师对设计报告进行评分。评价过程将考虑计算公式、材料参数、安全系数和假设条件的合理性。设计报告以 PDF 格式提交大赛组委会 (geowall2020@126.com)，设计报告提交截止时间为 2020 年 3 月 1 日 20:00。组委会根据专家评选结果，邀请排名前 30 的参赛队参加 2020 年 5 月 29 日~31 日在西南交通大学举行的第四届全国大学生加筋土挡墙设计大赛决赛。

决赛阶段，受邀参加决赛的参赛队将在比赛当日规定时间内完成的加筋土挡墙的筋材制作、挡墙装配施工以及挡墙加载试验。鼓励参加决赛的参赛队着统一服装，以体现参赛队风采和学校特色。组委会根据各参赛队的完成全过程进行评判，产生得分排名，大赛设一等奖 2 名，二等奖 4 名，三等奖 8 名，优胜奖若干名。颁奖仪式将在 2020 年第十届全国土工合成材料大会闭幕式上举行。

4. 设计报告提交

参赛队伍应根据比赛规则进行挡墙模型设计，并在规定的时间内提交设计报告。每所高校最多提交两份设计报告。大赛组委会将对各参赛队的设计报告进行评分，并根据成绩排名，邀请排名前列的参赛队参加全国大赛决赛。设计报告评分作为一项内容，计入总分。

请按大赛组委会发布的设计报告模板撰写设计报告，设计报告应包括以下内容：

- (1) 封面：学校名称、参赛队员姓名、年级（本科/研究生），注明本队队长及邮箱地址，指导教师姓名、职称、邮箱地址。
- (2) 设计时采用的材料参数，并阐明获得这些参数方法（试验/规范/假设）。
- (3) 设计计算部分，提供设计方法和计算公式。
- (4) 完整设计方案的描述，面板及筋材的几何尺寸、形状、总质量（g）以及面板与筋材的布置方式等。

设计报告格式要求如下：

- (1) 设计报告不少于 8 页（不含封面和参考文献）。
- (2) 报告纸为 A4 纸，纸张方向纵向，页边距采用 Word 普通设置。
- (3) 封面后的页面页脚必须设置页码。
- (4) 设计报告存储为一个 PDF 文件，文件名为“校名+队名+加筋土挡墙设

计报告.pdf”。

大赛组委会将邀请专业工程师和专业教师对设计报告进行评分，报告评分细则见附件 2。评价过程将考虑计算公式、材料参数、安全系数和假设条件的合理性。如设计方案完全基于反复试验，将给予较低评分。

设计报告以 PDF 格式提交大赛组委会（geowall2020@126.com），设计报告提交截止时间为 2020 年 3 月 1 日 20:00，邮件主题“校名+队名+加筋土挡墙设计报告”。设计报告提交完成后不得修改。

5. 材料与工具

5.1 模型箱

模型箱由组委会统一制作。模型箱材料为 15mm 厚度的胶合木质板，尺寸为 75cm×50cm×50cm（长×宽×高），由 1 个底板和 3 个固定立面板构成，第 4 个立面板为可移动面板，用于挡墙施工时提供临时支挡。鼓励参加决赛的参赛队准备便于揭下的贴纸用来装饰模型箱，贴纸大小为 50cm×50cm，贴于模型后外侧面，贴纸主要体现参赛队风采和学校特色。模型箱具体规格如下：

（1）砂箱内部尺寸为模型箱尺寸减去胶合板厚度，误差不得超过±2mm，内表面须平整。

（2）可移动面板可以通过螺丝与模型箱暂时固定。

（3）两侧平行直立面板之间由 1 根 $\phi 6\text{mm}$ 光面钢筋支撑、固定。钢筋轴心在箱顶之下 1.5cm 处，距模型箱可移动面板内表面 3.5cm。

（4）模型箱的尺寸及细节如图 4 所示。

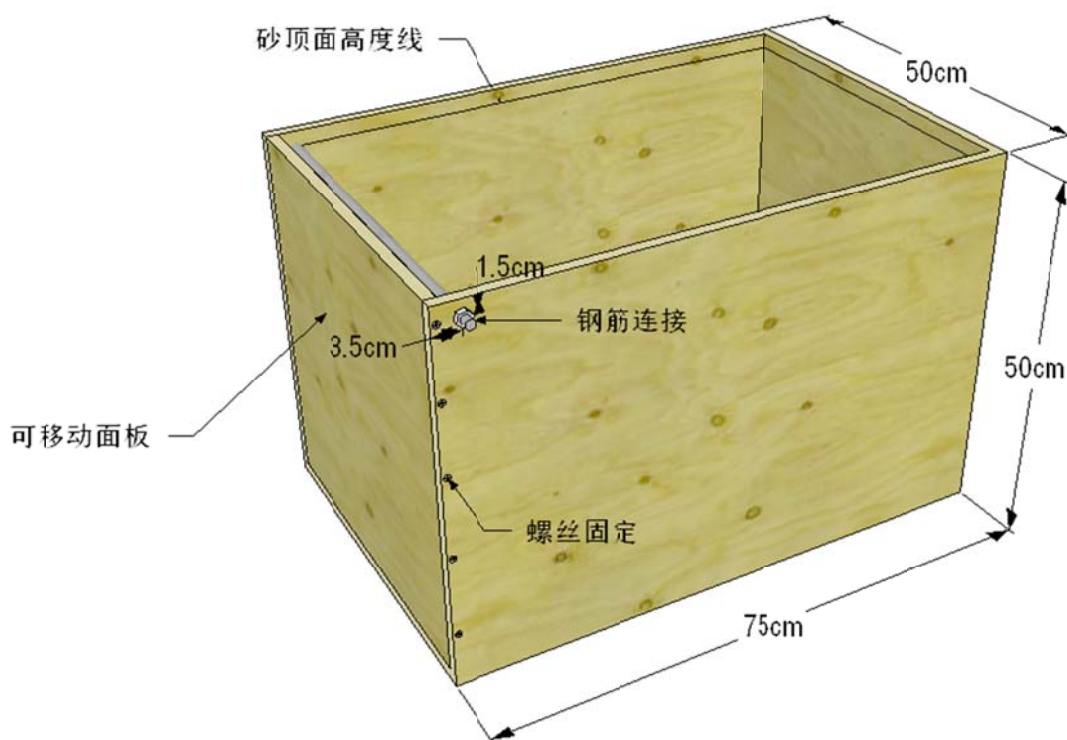


图4 模型箱构造与尺寸

5.2 回填材料

回填材料由组委会提供，采用干燥、洁净的中粗砂。表1和图5给出了砂的粒径范围，使用时不得添加水或其它任何添加剂。

组委会将保证能提供符合规格的砂。参赛队在赛前会议中，允许检查比赛所用砂样，但不允许携带砂样离开会议现场。允许参赛队在赛前会议后调整设计方案，并在比赛前将最终方案提交组委会。

表1 填料的粒径范围与级配

典型分布		最低界限		最高界限	
d (mm)	W (%)	d (mm)	W (%)	d (mm)	W (%)
2.00	100.0	1.30	100.0	2.50	100.0
1.70	96.8	1.20	96.9	2.30	96.9
1.18	41.8	1.15	93.7	2.10	93.7
1.00	15.8	0.80	38.7	1.60	38.7
0.85	3.3	0.60	12.7	1.30	12.7
		0.50	2.0	1.10	2.0

注： d =粒径； W =小于该粒径的累计百分含量。

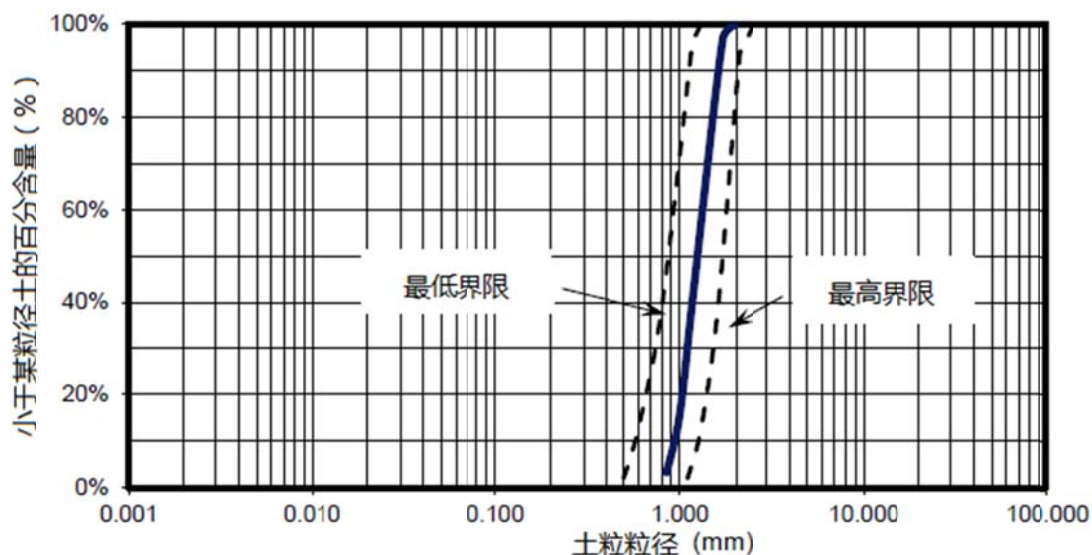


图 5 填料的颗粒级配曲线

5.3 挡墙材料

加筋挡墙材料由组委会提供，具体规格如下：

(1) 采用 120g 规格的无纹信封用牛皮纸作为挡墙的面板与筋材，组委会向每个参赛队提供 5 张尺寸为 60cm×100cm 的 120g 牛皮纸。

(2) 每层返包面板必须覆盖模型箱全宽度；各层返包面板两翼与模型箱两侧内表面接触宽度不得大于 5cm；各层返包面板之间采用摩擦连接，不得使用胶水、胶带等材料。

(3) 筋材的几何形状及尺寸没有限制，不得使用胶水、胶带等材料连接返包面板与筋材。

5.4 施工工具

组委会将向每组参赛队提供一块木板、两个橡皮锤、水勺子以及装砂桶作为施工工具。各参赛队可利用组委提供的木板和橡皮锤进行压实施工，也可采用身体部位进行压实施工，如拳头、脚。除此以外，其他任何工具不得作为压实工具。

下列施工工具由各参赛队自行准备：

- (1) 铅笔、钢笔、记号笔；
- (2) 直尺、水准尺；
- (3) 剪裁工具；
- (4) 用于提示的设计方案、计算书及图纸等；

（5）手动螺丝刀或电动螺丝刀，仅可用于旋拧固定移动面板的螺丝。

如参赛队如无法确定所用工具是否能参加比赛，可提请大赛组委会审核。

6. 施工与加载

6.1 筋材制作阶段

组委会为各参赛队提供 5 张尺寸为 60cm×100cm 的牛皮纸。参赛队按照设计方案从该牛皮纸上裁剪返包面板以及筋材，并要求在 20min 内完成裁剪制作。如超过时间将被扣分。

各层返包面板以及筋材单元制作完成后，裁判将对所用牛皮纸进行称重，以确定各组的面板以及筋材总质量，电子秤精度为 0.01g。在制作过程中牛皮纸边角料不计入总质量。

6.2 挡墙装配及施工阶段

返包面板以及筋材制作完成并称重后，即进入挡墙装配及施工阶段，裁判会示意参赛队开始施工。

参赛队需在规定的用时（30min）内完成挡墙的装配及施工，包括在模型箱中回填砂土、埋置筋材、装配面板等。在挡墙装配及施工阶段，不得使用胶带、胶水等材料加固筋材以及面板，不得在回填砂土中掺入胶水、纤维丝或其他材料提高回填土强度，不得采用除组委会提供的工具之外的工具进行压实。

砂土需回填至离模型箱上边缘不大于 2cm 处，并将空的载荷桶（直径 30cm×高 38cm）放置于砂土顶面距离可移动面板内侧 10cm 处。当完成以上工作将被视为完成挡墙装配及施工阶段。参赛队示意完成后，裁判将对挡墙装配及施工阶段是否完成进行检查，如超时将被扣分。

6.3 加载阶段

加载阶段分为四个步骤：（1）移除可移动面板；（2）进行竖向加载；（3）进行水平向静荷载加载；（4）进行水平向瞬时荷载加载。完成四个步骤后，挡墙情况如图 6 所示。在挡墙未发生破坏时，无论挡墙变形大小，每组参赛队必须进行下一加载步骤；一旦挡墙发生破坏，则加载停止，无需进行下一加载步骤。

在每一加载步骤中，裁判将依据以下规则进行评判：（1）变形超标：挡墙返

包面板任何位置超过模型箱外边缘；（2）砂土泄漏超标：大于 30cm^3 砂土泄漏出挡墙墙面；（3）挡墙破坏。

具体加载过程如下：

（1）在裁判示意下，参赛组移除模型箱可移动面板。当可移动面板移除后，持续 1min，裁判依据规则进行评判。

（2）如果上一步骤挡墙未破坏，则参赛队在 1min 内将 40kg 的砂装入加载桶中，并稳定 1min，裁判依据规则进行评判。

（3）如果上一步骤挡墙未破坏，固定水平加载装置，参见图 7 和图 8。施加水平静荷载，将 10kg 砝码施加在滑轮下方连接钢丝绳的平台上，并稳定 1min，裁判依据规则进行评判。

（4）如果上一步挡墙未破坏，维持 10kg 静荷载，由裁判施加瞬时动荷载，在导线上刻有 10cm 的刻度，裁判将 5kg 砝码从 10kg 砝码顶部提高 10cm 后自由下落后，维持稳定 1min，裁判依据规则进行评判。

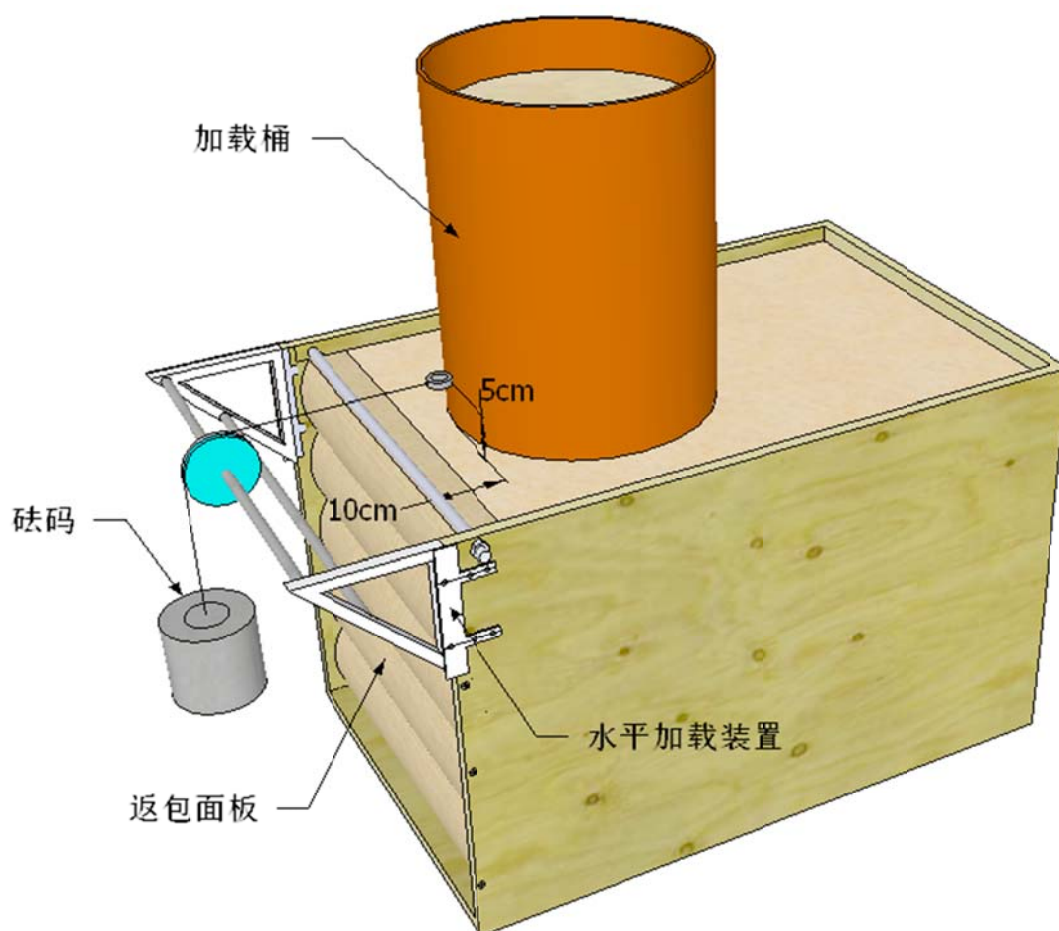


图 6 加载阶段示意图

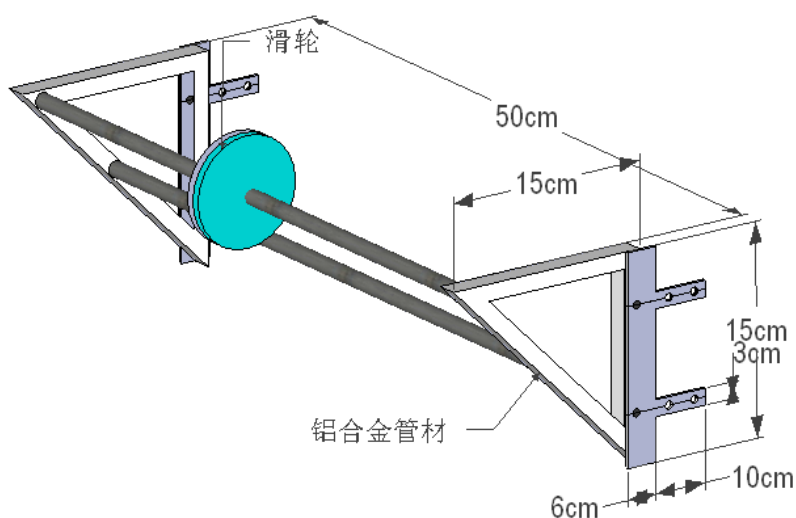


图7 水平加载装置

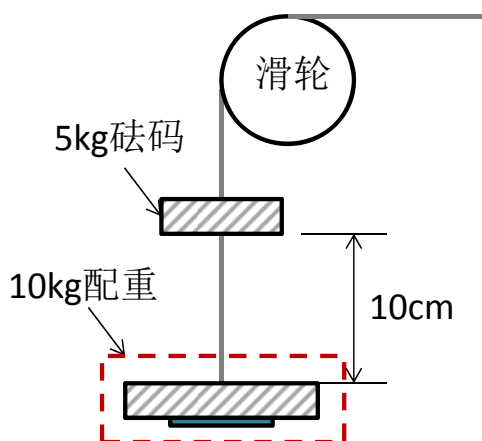


图8 水平加载示意图

7. 设计方案的改变

参赛队可在赛前会议后至挡墙现场比赛开始前修改设计方案，并将设计方案（筋材及面板的布置方式）提交组委会。

对于更改的设计方案，裁判将取以下两者的较大值计入总分：（1）设计报告中的面板及筋材总质量与实际面板及筋材总质量的平均值；（2）实际面板与筋材总质量。

8. 评分规则

在完成加载阶段后，各参赛队的总分将按下式进行计算：

$$TS = R + 2(100 - M) - 5(N_{\min}) - 25(N_{\text{maj}}) - 2T - 20(D + F)$$

其中，

R = 设计报告得分，设计报告满分为50分；

M = 面板与筋材的总质量（单位：g），精度为0.01g；

N_{\min} = 违反次要规则的数量。

N_{maj} = 违反主要规则的数量；

T = 超过各阶段时间限制的总时间，以min计；

D = 变形等级：（1）等级4，移除可移动面板后、进行竖向荷载加载前，挡墙变形过大；（2）等级3，挡墙在竖向荷载加载过程中变形过大；（3）等级2，挡墙在水平静荷载加载过程中变形过大；（4）等级1，挡墙在水平瞬时动荷载加载过程中变形过大；（5）等级0，挡墙在整个加载阶段未超过变形要求。

F = 破坏等级：（1）等级1，挡墙在任一加载步骤时发生破坏；（2）等级0，挡墙在整个加载阶段未发生破坏。

挡墙破坏的判定：挡墙发生明显的整体或局部垮塌，则视为挡墙破坏。

挡墙超过变形要求的判定：挡墙在没有发生明显破坏情况下，面板上任何一点碰到试验箱的模型箱外边缘，即视为超过变形要求。

以下行为视为违法次要规则：

- （1）填砂高度不符合规则要求；
- （2）经裁判判定，参赛队采取的行为违背公平竞赛原则，但该行为获益较小；

以下行为视为违法主要规则：

- （1）回填砂泄露超过 30cm^3 ，采用标准量筒进行测量；
- （2）违反压实工具使用规则；
- （3）经裁判判定，参赛队采取的行为违背公平竞赛原则，且该行为将明显获益，但不必取消比赛资格；

以下行为将被取消比赛资格：

- （1）队长未参加赛前会议；
- （2）设计和施工严重违反公平竞赛精神、违背社会道德。

参赛队的最终计分精确至0.1分，如出现平分情况，通过以下规则顺序来评价

优劣：（1）最小的面板与筋材总质量；（2）最高的设计报告评分；（3）最小的变形等级。完成全部加载任务的参赛队才有资格评比一、二、三等奖。

组委会将对裁判进行培训，裁判将依据规则要求进行严格合理的评判，裁判长为任何争议的仲裁者，且裁判长的决定被视为最终评判。

9. 参赛队赛前会议

在比赛开始前一天将举行参赛队赛前会议，会议议程：

- （1） 确定参赛队比赛顺序；
- （2） 提供和核实参赛队队员个人信息；
- （3） 向各参赛队展示比赛所用材料及物品；
- （4） 发布组委会各项赛事通知及要求。

赛前会议为强制性会议，每个参赛队队长必须出席，可邀请队员列席。会议时间及地点会通过邮件通知各参赛队。

参赛队使用的相关工具，如有疑问，可携带至会议现场，由裁判长评判是否可以利用。各参赛队允许在正式比赛前修正在赛前会议上认定的任何违规内容。

附件1:

材料规格

- 回填砂
回填砂采用干燥、洁净的中粗砂，砂的级配见表1和图5。
- 模型箱
模型箱侧面及底面采用 15mm 厚胶合木质板；
连接杆采用 6mm 螺纹钢杆，配垫片、螺帽；
活动面板采用合适的扣件固定。
- 水平加载装置
水平加载装置示意图及尺寸见图 7，采用材料有 GB1530 铝合金管材、直径 10cm 定滑轮、螺母和连接扣件。
- 返包面板以及筋材
120g 无纹信封用牛皮纸，尺寸 60cm×100cm，数量 5 张。

附件 2:

设计报告评分细则

第四届全国大学生加筋土挡墙设计大赛（路德杯）			
评分指南：			
1. 注重考察参赛队伍联系工程实际的能力，而非单纯的专业技术理论；			
2. 注重考察参赛队伍在发现、观察和解决问题过程中的团队沟通能力；			
3. 评分时以 0.5 分为增量分数；			
4. 设计参数是通过实验验证获得而非通过假设和参考文献获得，将获得更高的分数。			
参赛学校与队伍：			
评分标准	最高分	实际分	备注
(1) 报告格式、语言逻辑：			
行文版式符合模板要求	2		
行文结构符合逻辑	2		
行文语法和标点用法准确	2		
图表清晰、编号准确、注引清楚	2		
参考文献格式准确完整	2		
(2) 实验方法、设计分析：			
获取土体物理力学性质的实验方法	3		实验方法合理且表述清晰
确定筋材特性的实验方法	3		实验方法合理且表述清晰
确定筋土相互作用的性质的实验方法	3		实验方法合理且表述清晰
设计参数应用的合理性	3		土体容重、内摩擦角、界面摩擦角、加筋强度等与典型值比较
土压力计算（仅考虑填土作用）	3		计算准确、表述合理、格式正确
计算竖向荷载的方法	3		考虑竖向荷载在墙面的分布
计算水平静荷载的方法	3		考虑水平荷载在墙面的分布
计算水平瞬时动荷载的方法	3		考虑水平动荷载在墙面的分布
加筋长度确定	3		计算方法和假定条件合理
加筋间距确定	3		计算方法和假定条件合理
(3) 设计方案创新性			
筋材或面板几何形式	4		形态合理并提供理论或实验依据
筋材与返包面板连接构造	4		构造合理并提供理论或实验依据
其他	2		其他突出的创新点
总分	50		