



实验一：矿山景观化生态修复设计 (设计性实验 8 学时)

一、实验目的

建设生态文明，建设美丽中国，实现人与自然和谐发展是贯彻习近平总书记“绿水青山就是金山银山”保护环境的价值理念和重要战略决策。据资料显示，我国现有 5000 多万亩废弃矿山和未修复矿山，且每年还在以 100 万亩左右的速度增长，随着城市的扩张，部分废弃矿山已经进入城市边缘，严重影响生态环境和可持续发展，被破坏的人与自然和谐共存的环境，亟待修复。

目前从事矿山生态修复设计工作的一般都是地质工程类设计人员，他们对景观设计的相关专业知识比较缺乏，环境设计专业的学生对废弃矿山环境情况不熟悉，这就导致矿山修复和景观设计之间形成了一个比较明显的知识壁垒。因此，急需培养既能对矿山生态修复基础知识较为了解，又精通景观设计的复合型专业人才。在此问题和需求为导向的基础上，研发应用跨专业交叉融合的虚拟仿真实验项目（如图 1 所示），来实现实验教学目标，就显得尤为必要。

环境设计专业是注重实践的学科，项目设计经验的积累对于学生的专业能力提升有着至关重要的作用。而在相关教学过程中，组织学生现场踏勘存在一定的难度和安全隐患，加上建设与实践的高成本因素，实验教学难以达到教学目标。本实验项目采用现代信息技术与教学内容有机融合，让学生从真实案例入手，开展快速、高效和规范的案例设计。在身临其境的感受中，体验和评价自己的设计作品。使实验条件不具备、不允许，实施过程做不到、做不了的实验教学项目成为可能，有效的提高人才培养质量。

通过本项目学习训练致力于达到以下实验目的：

- 1、了解生态修复、场地规划与景观设计之间的关系，以及多学科背景下的综合规划设计原理和步骤。
- 2、初步掌握矿山场地踏勘流程、工程修复设计、水防治设计、生态复绿设计等理论和方法，解决工程修复和景观规划设计之间的设计衔接问题。
- 3、学会多学科背景和综合复杂环境下的矿区景观化生态修复设计方法，通过自主性训练、交互式操作和开放性设计，提高创新实践能力和综合设计能力。

二、 实验相关资料

（一）现场踏勘板块

1、基础信息

武穴市地处湖北省东部边缘，大别山余脉南麓，长江中游下段北岸。西北与蕲春县接壤，东与黄梅县山水相依，西南与阳新县及江西省瑞昌市隔长江相望。全国三大一级交通干线交汇之地，区位优势得天独厚。黄金水道长江自西向东流经本市，沿途有田家镇、盘塘、武穴等深水良港，其中武穴港是长江十大深水良港之一；沪渝高速公路（黄石—黄梅段）由西向东横穿武穴市中部；（北）京—九（龙）铁路由西北向东南纵贯武穴。此外还有已经建成通车的麻武高速公路与正在建设的麻阳高速武穴至四望段和武穴长江公路大桥，武穴—黄梅及黄梅—标云岗等省道、县道和乡村公路纵横交错，交通条件极为便利。境内有一座火车站，4个高速公路互通口，69个货运码头。全国最长的干线光缆京九干线光缆也从武穴经过。

本项目在行政区划上隶属梅川镇独山寨村，矿山名为武穴市独山寨矿区建筑用闪长岩矿，位于省道 S308 的北侧，距省道最近距离约 100m，距村庄最近距离约 80m，在村庄和省道景观可视范围内。矿界圈定面积为 7800m²，开采深度 155~100m。实际开挖裸露面积大于矿界圈定的面积。该矿于 2013 年关闭。为废弃矿坑。



（ 图 1： 矿区航拍图 ）

2、气候信息

(1) 气候带

项目区域属亚热带大陆性季风湿润气候，江淮小气候区。四季分明，光照充足，雨量丰富。

(2) 湿度温度

多年平均气温 16.8℃，最高年平均气温 17.6℃（1961 年），最低年平均气温 16.2℃（1969 年）；年极端最低温度平均值 3℃，年极端最高温度平均值 32℃，极端最低气温-13.8℃（1969 年 2 月 6 日），极端最高气温 39.8℃（1978 年 7 月 7 日）。年平均蒸发量 1443.2mm，最大年蒸发量 1640.6mm，最小年蒸发量 1090.4mm。年平均相对湿度 79%，最高年平均相对湿度 81%。

(2) 降水量

多年平均降水量 1278.7-1442.6mm，平原地区 1363.5-1468.6mm，最大年降水量 2407.3mm（1954 年），最小降水量 895.8mm（1968 年）；最大日降雨量 252.3mm（1983 年 6 月 29 日），最大日积雪量 0.29m（1969 年 2 月 4 日）。

(4) 风向

常年主导风向东风和东南风；一般年份，1-8 月东风最多，9 月西北风渐盛，10-11 月以西北风和西风为主，12 月西北风和西风减少，东风东南风增多；年平均风速 2.6 米/秒，定时最大风速 20 米/秒（1967 年 8 月 1 日东风）。

(5) 日照

年平均日照小时 1277，日平均日照 3.36 小时，最佳倾角 1331。

3、水资源

(1) 水质

水质评价标准可参照《农田灌溉水质标准》GB5084-2005。根据邻近矿区水样检测结果，场地水（矿坑聚水）满足农田灌溉用水水质基本控制项目标准值要求。

(2) 水系

勘查区水系不发达，仅勘查区东侧、南侧分布有 3 处水塘。水面面积分别为 155 m²、146 m²、3635 m²。水系来源以地表雨水径流为主。

4、地质地貌

（1）地质构造

1) 地质构造

根据《梅川镇幅 1:5 万地质图说明书》，勘查区区域上位于桐柏—大别山带东段南坡，扬子板块与华北板块之汇聚处，根据梅川镇幅构造纲要图，勘查区属于梅川侵入岩区。根据《梅川镇幅 1:5 万地质图》，勘查区未见断层。勘查区东侧有一条断层，距勘查区约 550m，对勘查区构造影响较小。

2) 地震

湖北地震带主要集中在西部地区及麻城和黄冈一带，且出现的频率和强度均较小，勘查区虽然弱震、小震较频繁，但历史上无中、强地震发生，总体来说，地震对勘查区影响较小。

3) 地层岩性

主要由人工堆积层（ Q^{ml} ）、崩积层（ Q^{co} ）和坡残积层（ Q^{dl+el} ）构成。

① 人工填土：主要由矿渣构成，成分主要为含粗砂碎石，灰黑色，碎石成分为角闪岩，一般粒径 4~10cm，棱角状，粗砂为闪长岩风化残积物。湿，松散状态。主要分布于矿山底盘、道路和临建区。

② 崩积层：碎石，灰黑色，成分为闪长岩，含块石和少量的粗砂，一般粒径 4~12cm，棱角状，块石直径 25~70cm。稍显，松散状态。仅分布于北矿坑坡脚。

③ 残坡积层：成分主要为砂质粘性土，棕黄色、褐黄色，砂粒含量 30%左右，系闪长岩残积而成。湿，可塑状态。主要分布于勘查区东南地势低洼的位置。

（2）地形地貌

勘查区属于丘陵地貌，开采前丘坡植被发育，主要为松树、灌木和杂草，山体浑圆，勘查区位于东南侧丘坡，地形坡度 $18^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

北矿坑帮面开采整体分三级，马道较宽，宽度约 8~14m，局部位置未见明显分级，采区影响范围内最高高程 203.0m；底盘较平整，高程约 94.5m，低洼位置有少量的积水。



（ 图 2：北矿坑现状 ）

南矿坑面积较小，帮面开采未分级，采区影响范围内最高高程 115.0m，底盘堆积了矿渣，轻微起伏不平，高程约 86.5~90.0m。



（ 图 3：南矿坑现状 ）

临建区较平整，部分位置堆放着碎石，高程 76.7~79.3m，办公室和储藏室位于最南端。



（ 图 4：临建区现状 ）

5、矿山主要地质环境问题及危害（替换了边坡稳定性情况）

（1）崩塌

勘查区内危岩稍发育，主要分布在男矿坑和北矿坑，其危害主要表现为：

1) 随着卸荷裂隙的进一步发育, 在未来各种人为、自然环境因素的综合影响下, 危岩易发展为崩塌。

2) 危岩发展成崩塌滚落时所扬起的灰尘, 会对当地空气质量造成一定的污染。

3) 危岩发展成崩塌后所形成的崩塌面与崩塌堆积物也会对当地自然环境、地貌景观造成破坏。

4) 在后续地质环境生态修复综合治理过程中, 危岩有可能会危及现场治理人员和设备的安全。

勘查区危岩较少且体积不大, 建议后期进行地质环境生态修复治理施工时先将 6 处危岩清除, 然后再进行稳定性修复。



(图 5: 易崩塌危岩)



(图 5: 危岩

现状)

(2) 土地资源破坏

勘查区为露天开采, 已形成一定规模, 露天采矿场、废渣堆、修建进山公路等挖损了土地资源, 也改变了土地利用现状。开采形成的高陡边坡, 坡面上基岩裸露, 坡体水分和土体难以保存, 植被难以存活; 废渣堆和修建进山公路植被也难以生存。矿山开采使得以前的绿水青山变成了现在的山体岩石大面积裸露, 一片满目苍夷的景象。勘查区挖损和压占荒地面积约 4.3hm², 其中挖损荒地面积约 3.1 hm², 临建区压占荒地面积约 1.2hm²。

植被的破坏, 使得雨季时, 地表径流携带走矿渣中的细小颗粒, 造成水土流失。

(3) 地形地貌景观破坏

勘查区开采前为绿树覆盖的丘坡, 矿山开采形成了高陡边坡和低洼的矿坑, 使山体植被毁坏殆尽, 高陡边坡岩石裸露, 与周边自然植被对比鲜明, 十分不协

调。

勘查区位于村庄和省道直观可视范围，严重影响村庄和道路景观。

(4) 含水层破坏

矿山开采改变了原有地形地貌，改变了地表径流的流向，从而改变了基岩裂隙水的补给来源，对地下水补给和径流产生了一定的影响。

(五) 土壤

查区表层土壤大致可分为两类：一类以砂质壤土为主，分布范围有限；另一类以砾石土为主，分布较普遍。未来场地平整后，预测其表层大部分以碎石为主，属砾石土。

根据邻近矿区土壤检测结果与本勘查区土壤类别，综合判定勘查区内土壤不适宜灌木林地和其他草地复垦方向。预测未来场平后表层土壤以砾石土为主，也不适宜灌木林地和其他草地复垦方向。治理设计时，建议根据所栽种植物、林木的种类，采取相应的工程措施。若采取客土种植措施，客土土壤质量控制标准，可参照《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036-2013 中的相关规定。

6、植被现状

整个矿区属于丘陵地貌，开采前丘坡植被发育，绿化率 92%以上，主要为松树、灌木和杂草，开采后破坏较严重。

7、景观要素踏勘

(1) 自然景观要素

结合自己所学的景观规划设计知识，对现场的地形地貌（特色地形）、水体、植被等自然景观要素进行踏勘分析（点选现场要素可获取相关数据，例如点选水体，可获取水面面积及深度、水质等信息，点选断崖，可获取断崖高度、面积；点选其他构筑物可显示相关数据。），并形成自然景观要素的分析文字。要求不能漏项，不少于 200 字。

备注：断崖：高度 78.1 米，面积正投影面积

(2) 人文景观要素

结合自己所学的景观规划设计知识，对现场的特色构筑物（如水塔、铁轨、废弃设备、高压塔、隧道等）、地标建筑、地域文化等人文景观要素进行踏勘分析，并形成自然景观要素的分析文字。要求不能漏项，不少于 300 字。

(3) 道路现状分析

对现场的道路现状进行分析，不少于 100 字。

(二) 景观规划设计要求：

1、项目概况：

矿区名为武穴市独山寨矿区建筑用闪长岩矿，行政区划上隶属武穴市梅川镇独山寨村，位于省道 S308 的北侧，距省道最近距离约 100m，距村庄最近距离约 80m，在村庄和省道景观可视范围内，2013 年 8 月开采完成后废弃。

2、设计要求

(1) 规划为以运动为主题的户外公园，含攀岩、山地自行车、垂钓、农产品采摘、民宿等项目。

(2) 要求充分考虑生态修复和景观规划设计之间的协调统一，避免资源浪费。

(3) 按要求完成景观规划设计图册。

(三) 现场踏勘要求

1、踏勘内容：

应对矿区的区位、气候、资源、地质土壤、地质环境问题及危害进行分析整理；

对现状的地形、地貌特色，水体，植被，道路等自然景观要素进行梳理，提前构思设计思路；

对地域文化、建筑、特色构筑物等人文景观要素进行梳理，结合现状景观要素，提炼设计理念。

2、填写现状分析表

根据踏勘情况，逐项填写现状分析表，要求不能漏项，否则会影响此环节得分。

(四) 边坡现状

开采形成的高陡边坡，主要为北矿坑边坡和南矿坑边坡。坡面上基岩裸露，坡体水分和土体难以保存，植被难以存活；矿山的开挖改变了原始边坡的坡度，

许多位置呈直线坡面,其坡陡俊,同时开挖形成的边坡面由于卸荷产生卸荷裂隙;叠加机械或爆破开挖产生的振动,使原来闭合的结构面开裂,后期由于风化和卸荷作用的进一步发展,岩体产生更多的节理、裂隙面,在入渗雨水的作用下,岩体沿结构面形成优势组合,形成危岩,在风化、振动及雨水等外界环境因素诱发下危岩易发展为崩塌。矿山开采使得以前的绿水青山变成了现在的山体岩石大面积裸露,一片满目苍夷的景象。



图 1. 南矿坑现状



图 2. 北矿坑现状

(五) 景观化生态修复方案设计环节

1、工程修复设计

● 工程修复技术介绍

(1) 边坡修复技术(共六种)

A. 锚杆(锚索)格梁加固法

锚杆(锚索)格梁加固法是一种将预应力锚杆与钢筋砼格梁相结合的岩土工程加固措施。其主要结构原理是利用预应力锚杆将格梁、坡面松软岩层与地层深部的稳定体有机地锚固起来,形成格梁、坡体及锚杆组成的整体超静定结构,预应力锚杆外端固定于坡面的钢筋砼格梁上,内端锚固在地层深部的稳定岩体中,通过施加预应力来提高岩体的整体性和增加滑面阻力,从而达到加固岩体、维持其稳定状态的目的。本文结合工程实践谈谈如何运用预应力锚杆格梁加固路堑边坡。

锚杆(锚索)格梁加固法施工工艺:钻孔定位---锚孔钻造---锚杆(锚索)

安装——锚孔注浆——基槽找平及基础——钢筋绑扎立模——锚斜托制作——混凝土浇筑——锚杆（锚索）张拉锁定——切割封锚。

锚杆（锚索）格梁加固法施工工艺介绍及视频演示（可以点击打开演示视频）



（图：锚杆（锚索）格梁加固法示意图）



（图：锚杆（锚索）格梁加固法示意图）

✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（锚杆（锚索）格梁加固法）时的模型替换应保持以上图片样式。

B. 混凝土喷锚支护法

混凝土喷锚支护法是借高压喷射水泥混凝土和打入岩层中的金属锚杆的联合作用(根据地质情况也可分别单独采用)加固岩层,分为临时性支护结构和永久性支护结构。喷混凝土可以作为洞室围岩的初期支护,也可以作为永久性支护。喷锚支护是使锚杆、混凝土喷层和围岩形成共同作用的体系,防止岩体松动、分离。把一定厚度的围岩转变成自承拱,有效地稳定围岩。当岩体比较破碎时,还可以利用丝网拉挡锚杆之间的小岩块,增强混凝土喷层,辅助喷锚支护。





✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（混凝土喷锚支护法）时的模型替换应保持以上图片样式。

C. 削坡法：

削坡法也叫坡率法，是指对坡顶无重要建（构）筑物，场地有放坡条件的边坡，通过控制边坡的高度和坡度，无需对边坡整体进行加固而自身稳定的一种方法。削坡法是一种比较经济、施工方便的方法，当工程条件许可时，应优先采用削坡法。削坡法适用于整体稳定条件下的岩层或土层，在地下水位低且放坡开挖时不会对相邻的建（构）筑物产生不利影响时使用。可与锚杆（索）或锚喷支护、护面墙等联合使用，形成组合边坡，或与植被护坡联合使用，美化环境。





✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（削坡法）时的模型替换应保持以上图片样式。

D. 抗滑桩

抗滑桩是穿过滑坡体深入于滑床的桩柱，用以支挡滑体的滑动力，起稳定边坡的作用，适用于浅层和中厚层的滑坡，是一种抗滑处理的主要措施。但对正在活动的滑坡打桩阻滑需要慎重，以免因震动而引起滑动。

使用抗滑桩，土方量小，施工需有配套机械设备，工期短，是广泛采用的一种抗滑措施。

根据滑坡体厚度、推力大小、防水要求和施工条件等，选用木桩、钢桩、混凝土桩或钢筋(钢轨)混凝土桩等。





✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（抗滑桩）时的模型替换应保持以上图片样式。

E. 主动防护网

主动防护网系统是以钢丝绳网为主的各类柔性网覆盖包裹在所需防护斜坡或岩石上，以限制坡面岩石土体的风化剥落或破坏以及危岩崩塌（加固作用），或将落石控制于一定范围内运动（围护作用）。



✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（主动防护网）时的模型替换应保持以上图片样式。

F. 被动防护网

被动防护网由钢丝绳网或环形网（需拦截小块落石时附加一层铁丝格栅），固定系统（锚杆、拦锚绳、基座和支撑绳）、减压环和钢柱四个主要部分构成。钢柱和钢丝绳网连接组合构成一个整体，对所防护的区域形成面防护，从而阻止崩塌岩石土体的下坠，起到边坡防护作用。



- ✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（被动防护网）时的模型替换应保持以上图片样式。

G. 各类护坡

护坡指的是为防止边坡受冲刷，在坡面上所做的各种铺砌和栽植的统称。





✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的边坡修复技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（护坡）时的模型替换应保持以上图片样式。

✧ 2、边坡水防治技术

坡面排水包括坡面截水沟、纵横排水沟、急流槽和路界内地表排水沟。一般边坡治理范围内只有坡顶截水沟和坡面纵横排水沟。

截水沟，又称天沟，指的是为拦截山坡上流向路基的水，在路堑坡顶以外设置的水沟。在边坡水防治过程中，往往在坡顶根据当地雨量大小设置截水沟，用以汇集并排除边坡上侧地表径流，防止坡面地表水冲刷边坡，诱发不良病害，引起边坡坍塌。截水沟尺寸与区域降水量、坡面汇水面积、坡度有关，一般采用 50cm×50cm 的梯形断面（截水沟断面一般为梯形，底宽不小于 0.5m；深度按设计流量确定，亦不应小于 0.5 m）。

坡面纵横排水沟是指布设在坡面截水沟的两端或者较低一端，用以排除截水沟不能容纳的地表径流，排水沟的终端连接蓄水池或天然排水道。





✧ 注：该示意图应放在工程修复技术介绍（原技术资料介绍）中的水防治技术介绍文字中。工程修复方案设计选择该方法（截水沟）时的模型替换应保持以上图片样式。

◇ 3、边坡绿化设计配置资料

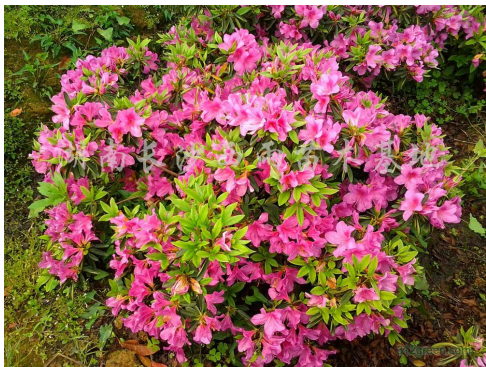
序号	植物种类	植物种子名称	生长习性	图例	分数 (学生不可见)
1	草本类	紫花苜蓿	生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地。苜蓿适宜在具有明显大陆性气候的地区发展，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 PH 近中性。根粗壮，深入土层，根颈发达。欧亚大陆和世界各国广泛种植为饲料与牧草。		8
2		高羊茅	气候适应性强，耐高温；喜光，耐半阴，对肥料反应敏感，抗逆性强，耐酸、耐瘠薄，抗病性强，成活率高，根系发达。		9
3		白三叶	对土壤要求不高，尤其喜欢黏土耐酸性土壤，也可在砂质土中生长。为长日照植物，不耐荫蔽，具有一定的耐旱性，35℃左右的高温不会萎蔫，在阳光充足的地方，生长繁茂，竞争能力强。种子在 1℃~5℃ 时开始萌发，积雪厚度达 20cm、积雪时间长达 1 个月、气温在-15℃的条件下能安全越冬。在平均温度≥35℃、短暂极端高温达 39℃时也能安全越夏。主根短，侧根和须根发达，有利于水土保持。		10

4		狗牙根	禾本科，广布于中国黄河以南各省，全世界温暖地区均有分布，北京附近已有栽培。多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡。狗牙根其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤保土植物，常用以铺建狗牙根草坪或球场；唯生长于果园或耕地时，则为难除灭的有害杂草。		10
5		百喜草	禾本科，对土壤要求不严，在肥力较低、较干旱的沙质土壤上生长能力仍很强。基生叶多而耐践踏，匍匐茎发达，覆盖率高，所需养护管理水平低，是南方优良的道路护坡、水土保持和绿化植物。		9
6		假俭草	禾本科，分布于中国江苏、浙江、安徽、湖北、湖南、福建、台湾、广东、广西、贵州等省区；生于潮湿草地及河岸、路旁。该种匍匐茎强壮，蔓延力强而迅速，可作饲料或铺建草皮及保土护堤之用。		10
7		鬼针草	一年生草本，产中国多省区，喜长于温暖湿润气候区，以疏松肥沃、富含腐殖质的砂质壤土及粘壤土为宜。生于村旁、路边及荒地中。根系较发达，吸收土壤水分和养分的能力强，生长优势强。		7

8		苍耳	菊科，一年生草本植物，高可达 90 厘米，但根部较浅，广泛分布于中国东北、华北、华东、华中、华南、西北及西南各省区，常生长于平原、丘陵、低山、荒野路边、田边。		6
9		马唐	马唐是一种生态幅相当宽的广布中生植物。从温带到热带的气候条件均能适应。它喜湿、好肥、嗜光照，对土壤要求不严格，在弱酸、弱碱性的土壤上均能良好地生长。它的种子传播快，繁殖力强，植株生长快，分枝多。因此，它的竞争力强，广泛生长在田边、路旁、沟边、河滩、山坡等各类草本群落中，甚至能侵入竞争力很强的狗牙根、结缕草等群落中。		9
10		多变小冠花	多变小冠花喜温暖湿润气候，根系发达，常用于公路护坡，生长一年可达 1.4 米，二年可达 4.8 米以上。每平方米侧根可达百余条，抗旱性好，一般在年降水 400—450 毫米的地方无灌溉条件也能正常生长。喜光照充足，不太耐涝，长期积水可能会导致植株死亡。对土壤要求不严，在 pH5.0-8.2 的土壤上均可生长。极少发生病虫害。		9
11		二月兰	又名诸葛菜，农历二月前后开始开蓝紫色花，故称二月蓝。适应性、耐寒性强，少有病虫害，对土壤要求不高，一般园土均能生长，也可适应中性或弱碱性土壤。在阴湿环境中也表现出良好的性状。由于自播生长能力强，即使在荒坡及较干燥地方也有较好的景观绿化效果。		7

12	波斯菊	一年生或多年生草本，高 1-2 米。根纺锤状，多须根，在路旁、田埂、溪岸也常自生。喜光植物，喜光，耐贫瘠土壤，忌肥，土壤过分肥沃，忌炎热，忌积水，对夏季高温不适应，不耐寒。需疏松肥沃和排水良好的壤土。		3
13	结缕草	生于平原、山坡或海滨草地上。喜温暖湿润气候，受海洋气候影响的近海地区对其生长最为有利。喜光，在通气良好的开旷地上生长壮实，但又有一定的耐阴性。抗旱、抗盐碱、抗病虫害能力强，耐瘠薄、耐践踏、耐一定的水湿。		7
14	春羽	一般作为观赏植物，植株高大，可达 1.5 米以上。喜欢高温并且湿润的生长环境，对光线的要求不高，耐阴的能力较强。春羽比较不耐寒，生长的适宜温度在 18℃——25℃之间，冬季的越冬温度要不低于 5℃。春羽喜欢疏松、肥沃并且排水性良好的沙质土壤。		2
15	蜀葵	别称一丈红，二年生直立草本，可高达 2 米，观赏及药用价值高，喜阳光充足，耐半阴，但忌涝。耐盐碱能力强，在含盐 0.6% 的土壤中仍能生长。耐寒冷，在华北地区可以安全露地越冬。在疏松肥沃，排水良好，富含有机质的沙质土壤中生长良好。		2
16	蝴蝶兰	观赏性植物，出生于热带雨林地区，本性喜暖畏寒。生长适温为 15~20℃，冬季 10℃ 以下就会停止生长，低于 5℃ 容易死亡。高温高湿往往伴随着病害。最适宜的相对湿度范围为 60%~80%RH。		1

17		万寿菊	万寿菊生长适宜温度为15-25℃，花期适宜温度为18-20℃，要求生长环境的空气相对湿度在60-70%，冬季温度不低于5℃。夏季高温30℃以上，植株徒长，茎叶松散，开花少。10℃以下，生长减慢。万寿菊为喜光性植物，充足阳光对万寿菊生长十分有利，植株矮壮，花色艳丽。阳光不足，茎叶柔软细长，开花少而小。万寿菊对土壤要求不严，以肥沃、排水良好的沙质壤土为好。		1
18		矮牵牛	喜温暖和阳光充足的环境。不耐霜冻，怕雨涝。		1
19		风铃草	要求冬暖夏凉、光照充足、通风良好的环境，不耐干热，耐寒性不强，喜深厚肥沃、排水良好的中性土壤，微碱性土壤中也能正常生长。		1
1	灌木类	刺槐、紫穗槐	刺槐又名洋槐，是属于喜光植物，在温暖湿润环境生长最有益。生性娇贵既不能耐荫也不耐寒。但是刺槐对土壤的要求不高，有一定的抗旱能力。这是因为根部的根瘤菌，可以固氮，并且还可以降低污染。 紫穗槐喜欢干冷气候，在年均气温10℃至16℃，年降水量500至700毫米的华北地区生长最好。耐寒性强，耐干旱能力也很强，能在降水量200毫米左右地区生长。也具有一定的耐淹能力，虽浸水1个月也不至死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。	 	3

2		多花木兰	多花木兰喜湿，耐旱，但不耐水渍，低洼地不适宜种植。适宜于亚热带、暖温带中低海拔广大地区栽培种植，多花木兰生长速度快，根系发达，固土力强，抗旱、耐瘠，对土壤要求不严，在 pH4.5-7.0 的红壤，黄壤和紫红壤上，均生长良好。		9
3		小叶胡枝子	直立灌木，高 1-3 米，多分枝，小枝黄色或暗褐色，胡枝子耐旱、耐瘠薄、耐酸性、耐盐碱、耐刈割。对土壤适应性强，在瘠薄的新开垦地上可以生长，但最适于壤土和腐殖土。耐寒性很强。胡枝子由于枝叶茂盛和根系发达，可有效地保持水土，减少地表径流和改善土壤结构。在坡耕地种植胡枝子 3 至 5 年后，使土壤的理化性状得到显著的改善。土壤的孔隙结构合理。有机质含量大大增加。		9
4		杜鹃	别名映山红，杜鹃生于海拔 500-1200（-2500）米的山地疏灌丛或松林下，喜欢酸性土壤，在钙质土中生长得不好，甚至不生长。因此土壤学家常常把杜鹃作为酸性土壤的指示作物。杜鹃性喜凉爽、湿润、通风的半阴环境，生长适温为 12℃ 至 25℃，不耐热、不耐寒。		3
5		柠条	灌木，又叫毛条、白柠条，根		4

			系极为发达，主根入土深，株高为 40-70 厘米，最高可达 2 米左右。适生长于海拔 900-1300 米的阳坡、半阳坡。耐旱、耐寒、耐高温，是干旱草原、荒漠草原地带的旱生灌木。目前，柠条是中国西北、华北、东北西部水土保持和固沙造林的重要树种之一，属于优良固沙和绿化荒山植物，良好的饲草饲料。根、花、种子均可入药，为滋阴养血、通经、镇静剂等。		
6		马棘	小灌木，高 1-3 米；多分枝。枝细长，幼枝灰褐色，明显有棱，马棘具有抗旱、耐脊生活力强的特点，由其在岩石山、风化石山等偏碱性土壤中生长良好，抗旱性较强，可适量灌溉，耐渍性差，春夏雨季需清沟排渍。		5
7		火棘	常绿灌木或小乔木，高可达 3m，喜强光，耐贫瘠，抗干旱，不耐寒；黄河以南露地种植，华北需盆栽，塑料棚或低温温室越冬，温度可低至 0℃、水搓子。对土壤要求不严，而以排水良好、湿润、疏松的中性或微酸性壤土为好。		6
8		无刺枸骨	常绿灌木或小乔木，树种枝繁叶茂，叶形奇特，浓绿有光泽。喜光，喜温暖，湿润和排水良好的酸性和微碱性土壤，有较强抗性，耐修剪。在零下 8-10℃ 气温，生长良好。		4
9		青冈	中性喜光，幼龄稍耐侧方庇		4

			荫。喜生于微碱性或中性的石灰岩土壤上，在酸性土壤上也生长良好。深根性直根系，耐干燥，可生长于多石砾的山地。萌芽力强，可采用萌芽更新。		
10		栀子花	栀子花喜光照充足且通风良好的环境，但忌强光曝晒。宜用疏松肥沃、排水良好的酸性土壤种植。喜温暖湿润气候，耐热也稍耐寒（-3℃）；喜肥沃、排水良好、酸性的轻粘壤土，也耐干旱瘠薄，但植株易衰老；抗二氧化硫能力较强。萌芽力、萌芽力均强，耐修剪更新。		3
11		含笑	生于阴坡杂木林中，溪谷沿岸尤为茂盛。含笑花喜肥，性喜半阴，在弱阴下最利生长，忌强烈阳光直射，夏季要注意遮阴。秋末霜前移入温室，在10℃左右温度下越冬。含笑为暖地木本花灌木，不甚耐寒，长江以南背风向阳处能露地越冬。不耐干燥瘠薄，但也怕积水，要求排水良好，肥沃的微酸性壤土，中性土壤也能适应。		2
12		南天竹	南天竹性喜温暖及湿润的环境，比较耐阴。也耐寒。容易养护。栽培土要求肥沃、排水良好的沙质壤土。对水分要求不甚严格，既能耐湿也能耐旱。适宜在湿润肥沃排水良好的沙壤土生长。		5
13		黄杨	黄杨喜肥饶松散的壤土，微酸性土或微碱性土均能适应，在石灰质泥土中亦能生长。耐阴喜光，喜湿润，能耐连续一月左右的阴雨天气，但忌长时间积水。耐旱，只要地表土壤或盆土不至完全干透，无异常表现。耐热耐寒，可经受夏日暴晒和耐摄氏零下20左右度的严寒，但夏季高温潮湿时应多通风透光。对土壤要求不严，以轻松肥沃的沙质壤土为佳。		6

14		海桐	对气候的适应性较强，能耐寒冷，亦颇耐暑热。黄河流域以南，可在露地<u>海桐</u> 安全越冬。对土壤的适应性强，在黏土、砂土及轻盐碱土中均能正常生长。对二氧化硫、氟化氢、氯气等有毒气体抗性强。		4
15		金叶女贞	金叶女贞性喜光，耐阴性较差，耐寒力中等，适应性强，以疏松肥沃、通透性良好的沙壤土为最好。适应性强，对土壤要求不严格，在我国长江以南及黄河流域等地的气候条件均能适应，生长良好。性喜光，稍耐阴，耐寒能力较强，不耐高温高湿，在京津地区，小气候好的楼前避风处，冬季可以保持不落叶。		5
16		石楠	喜光稍耐荫，深根性，对土壤要求不严，但以肥沃、湿润、土层深厚、排水良好、微酸性的砂质土壤最为适宜，能耐短期-15℃的低温，喜温暖、湿润气候，萌芽力强，耐修剪，对烟尘和有毒气体有一定的抗性。		5
17		铁海棠	又称虎刺梅，喜温暖、湿润和阳光充足的环境。稍耐阴，但怕高温，较耐旱，不耐寒。以疏松、排水良好的腐叶土为最好。若冬季温度较低时，有短期休眠现象。广泛栽培于旧大陆热带和温带；中国南北方均有栽培。		4
1	藤本类	爬山虎	爬山虎适应性强，性喜阴湿环境，但不怕强光，耐寒，耐旱，		8

			耐贫瘠，气候适应性广泛，在暖温带以南冬季也可以保持半常绿或常绿状态。耐修剪，怕积水，对土壤要求不严，阴湿环境或向阳处，均能茁壮生长，但在阴湿、肥沃的土壤中生长最佳。它对二氧化硫和氯化氢等有害气体有较强的抗性，对空气中的灰尘有吸附能力。		
2		金樱子	蔷薇科，喜阳光，亦耐半阴，较耐寒，适生于排水良好的肥沃润湿地。在中国北方大部分地区都能露地越冬。对土壤要求不严，耐干旱，耐瘠薄，但栽植在土层深厚、疏松、肥沃湿润而又排水通畅的土壤中则生长更好，也可在粘重土壤上正常生长。不耐水湿，忌积水。		6
3		云南黄馨	性耐阴，全日照或半日照均可，喜温暖植物。花果期3~4月，花期过后应修剪整枝，有利再生新枝及开花。喜光稍耐荫，喜温暖湿润气候。中性，不耐寒，适应性强。		6
4		爬藤榕	匍匐藤状灌木，幼枝、幼叶密被白色柔毛。叶椭圆状卵形，长12~15厘米，先端钝尖或短尖，基部圆形至楔形，侧脉6~8对；叶柄长1~1.2厘米。榕果球形，直径15~20毫米，无总梗，表面无毛。常攀援在岩石斜坡树上或墙壁上。		7
5		薜荔	又名凉粉子，木莲等。攀援或匍匐灌木，由于薜荔的不定根发达，攀缘及生存适应能，可用于垂直绿化、囊化山百、护堤、护堤，既可保持水土。无论山区、丘陵、平原，在土壤湿润肥沃的地区都有野生分布，多攀附在村庄前后、山脚、山窝以及沿河沙洲、公路两侧的古树、大树上和断墙残壁、古石桥、庭院围墙等。薜荔耐贫瘠，抗干旱，对土壤		10

			要求不严格，适应性强，幼株耐阴。		
6		中华常春藤	极耐阴，也能在光照充足之处生长。喜温暖、湿润环境，稍耐寒，能耐短暂的-5~-7℃低温。对土壤要求不高，但喜肥沃疏松的土壤。攀援墙垣、山石。南方多地栽于建筑物前，为立体绿化的优良植物材料。		8
7		紫藤	紫藤为暖带及温带植物，对气候和土壤的适应性强，较耐寒，能耐水湿及瘠薄土壤，喜光，较耐阴。以土层深厚，排水良好，向阳避风的地方栽培最适宜。主根深，侧根浅，不耐移栽。生长较快，寿命很长。缠绕能力强，它对其它植物有绞杀作用。紫藤的适应能力强，耐热、耐寒，在中国从南到北都有栽培。		7
8		炮仗花	喜向阳环境和肥沃、湿润、酸性的土壤。生长迅速，在华南地区，能保持枝叶常青，可露地越冬。由于卷须多生于上部枝蔓茎节处，故全株得以固着在他物上生长。多植于庭园建筑物的四周，攀援于凉棚上，初夏红橙色的花朵累累成串，状如鞭炮，故有炮仗花之称。		7
9		金银花	金银花适应性很强，喜阳、耐阴，耐寒性强，也耐干旱和水湿，对土壤要求不严，根系繁密发达，萌蘖性强，茎蔓着地即能生根。喜阳光和温和、湿润的环境，生活力强，适应性强，耐寒，耐旱，在荫蔽处，生长不良。生于山坡灌丛或疏林中、乱石堆、山足路旁及村庄篱笆边，海拔最高达1500米。		8
10		三角梅	性喜温暖、湿润的气候和阳光充足的环境。不耐寒，耐干旱，		6

			耐修剪，生长势强，喜水但忌积水。要求充足的光照，长江流域及以北地区均盆栽养护。对土壤要求不严，但在肥沃、疏松、排水好的沙质壤土能旺盛生长。叶子花光照不足会影响其开花；适宜生长温度为20~30℃。		
11		藤本月季	适应性强，耐寒耐旱，对土壤要求不严格，喜日照充足，空气流通，排水良好而避风的环境，盛夏需适当遮荫。多数品种最适温度白昼 15~26℃ 夜间 10~15℃。较耐寒，冬季气温低于 5℃ 即进入休眠。如夏季高温持续 30℃ 以上，则多数品种开花减少，品质降低，进入半休眠状态。一般品种可耐 -15℃ 低温。要求富含有机质、肥沃、疏松之微酸性土壤，但对土壤的适应范围较宽。空气相对湿度宜 75%~80%，但稍干、稍湿也可。有连续开花的特性。		5
12		长春油麻藤	长春油麻藤生命力、繁殖力很强。播种、扦插、压条、嫁接均可。耐阴，喜光、喜温暖湿润气候，适应性强，耐寒，耐干旱和耐瘠薄，对土壤要求不严。作为一种适应性强、生长快、绿化优良、观赏性较强的木质藤本植物，长春油麻藤还具有良好的生态防护功能。		8
13		凌霄	凌霄喜充足阳光，也耐半荫。适应性较强，耐寒、耐旱、耐瘠薄、耐盐碱，病虫害较少。		3

14	云南黄馨	别名野迎春，性耐阴，全日照或半日照均可，喜温暖植物。花果期 3~4 月，花期过后应修剪整枝，有利再生新枝及开花。喜光稍耐荫，喜温暖湿润气候。中性，不耐寒，适应性强。生峡谷、林中，海拔 500-2600 米。		4
----	------	---	--	---

◇ 4、边坡生态复绿技术

边坡生态复绿是指通过采用工程、生物等技术手段对因矿山开采引起的地质环境问题进行综合治理，使矿山地质环境达到稳定、生态环境得以恢复的过程。矿山复绿方法众多，在实际应用中需要根据治理矿山的具体情况选用不同的治理方法，采用多种矿山复绿方法进行组合，以期实现最佳绿化效果。针对不同类型的边坡，选用不同的复绿方式，可参照下表。

表：矿山复绿方法适宜性分类表

边坡坡角	边坡复绿方法
小于 30°	覆土绿化、生态草毯绿化等
30° 到 60°	挡墙蓄坡绿化、挂网喷播绿化、生态袋绿化等
大于 60°	挡墙蓄坡绿化、挂网喷播绿化、植生混凝土绿化等

A. 覆土绿化或生态草毯绿化

对矿山开采后形成的面积较大、比较平坦的矿场或其他较为平整的场地，经地形测量后，进行场地的挖填设计，控制土地高程，确定出土地边界，对土地进行平整，配土覆土，根据恢复土地利用类型确定回填土层厚度。回填 20cm 以上的种植土，种植先锋固土的草本和灌木；回填 80cm 以上的种植土，种植草本、灌木、乔木。

适用于稳定的土质边坡、卵砾石边坡或软岩质边坡，**坡度范围 0°~30°。**

优点：技术简单可行，覆土后可种植农作物、乔灌木等，能有效保持水土和地表的抗冲刷能力，有计划地逐步改良土壤土质，实现耕地、林草地指标的占补平衡，具有一定的景观价值并减少了扬尘。

缺点：适用局限性大，仅可用于 30°以下的缓坡。

B. 挡墙蓄坡绿化：

对高陡、坡前具有回填空间的边坡，可在坡前修建挡土墙，墙后回填渣土蓄坡，回填坡度不大于 30°，挡土墙可根据回填方量选择砖砌挡墙、浆砌片石挡墙、毛石混凝土挡墙等。蓄坡后覆种植土，种植草本、灌木、乔木绿化。

适用于岩质边坡（中软岩最佳），**坡度范围 50°~80°。**

优点：技术简单可行，成本较低，使用寿命长。

缺点：人为痕迹重，对渣土回填压实度要求较高。



C. 挂网喷播绿化

挂网喷播采用“高次团粒”喷播技术，简称 SF 绿化法。高次团粒系列绿化施工法，就是针对各种岩石、硬质土、砂质土、贫瘠地、酸性土壤、干旱地带、河岸堤坝等植物生长困难的地方，在坡体稳定的前提下，采用经特殊工艺制造而成的客土材料，加入植物的种子，并添加许多必要的其他材料，采用喷播、机械或人工作业的方式制成最适于植物生长的生育基盘。这种瞬间制造的“人工土壤”具有高次团粒结构，既有保水性，又有透水性、透气性，适于植物和土壤微生物生长，又能有效抵抗雨蚀和风蚀，防止水土流失。

适用于岩质或土质边坡，**坡度范围 30°~70°。**

优点：适用范围广，灌草结合，可快速实现绿化效果。

缺点：技术较复杂，成本较高，苗木成活率低，后期需大量的水和人工进行养护。

D. 生态袋绿化

生态袋绿化法是近年出现的一种新型生态护坡方法，该方法是用充填土的生态袋组成挡土结构，通过锚杆固定在陡坡上，生态袋之间由抗老化的连接袋相互连接成整体柔性结构，在生态袋内外立面采用混播、喷播、压播、插播进行绿化，形成整体的生态柔性挡土结构。植物根系通过这种新型软体边坡自由生长，进入岩土基层，从而达到绿化效果。主要有两种方法进行施工，堆叠法和长条形法。

适用于各种稳定的土质边坡或岩质边坡，**坡度范围 45°~90°。**

优点：适用范围广，施工技术简单，成本较低，可快速实现绿化效果。

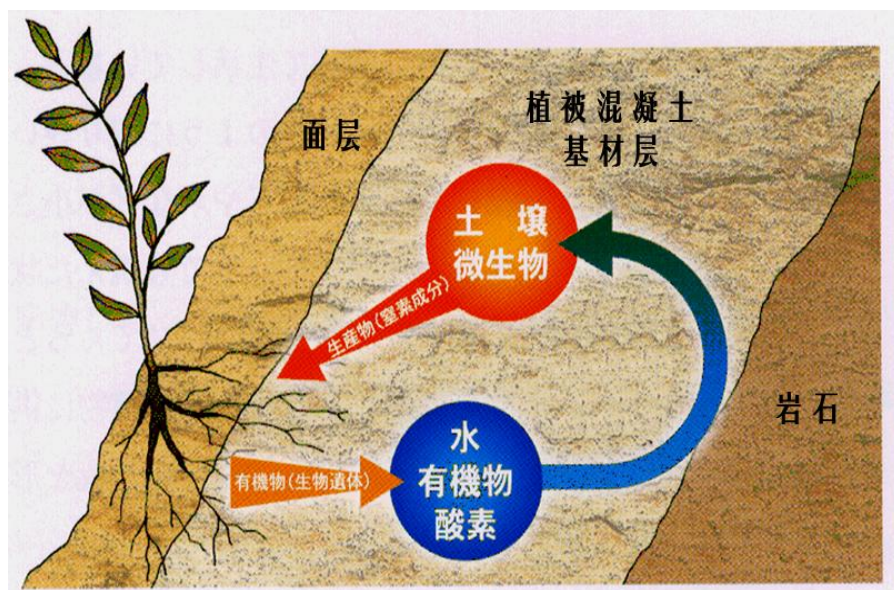
缺点：后期需大量的水和人工进行养护。



E. 植生混凝土绿化

植生混凝土绿化是指采用特定混凝土和混合植物种子配方，对岩质边坡进行防护和绿化的一种新型技术。针对大于 60°的高陡岩质边坡防护和绿化，以水泥为粘结剂、加上植被混凝土添加剂、沙壤土、植物种子肥料和水等组成喷射混合料进行护坡绿化。

采用水泥，**优点是**增强护坡强度和抗冲刷能力，能快速营造出适宜植物生长的环境，较好地解决了岩质边坡防护和快速绿化问题，并且在混凝土、植被与基材的共同作用下，增强了基材的抗侵蚀性，能有效保障植被快速成型及生态稳定性。且该技术机械化程度高，生产能力大，施工采用干式喷锚机进行喷播，喷射距离远，喷射层有一定的强度且不易产生龟裂，抗冲刷能力强，特别适用于陡峭岩石边坡。



三、实验内容

1、现场踏勘环节

选择其中一个废弃矿山修复案例以后，学生将进入该案例的现场踏勘界面，可调取项目概况、设计要求、地形图、边坡现状资料、勘察报告、矿区地质图、高程、信息标注等资料调取。交互环节可进行气候信息、水资源、地形地貌、矿山主要地质环境问题及危害、景观要素现状等信息进行现场踏勘。踏勘形式可选择自由行走、飞行模式，可对现场进行多维度、全方位的踏勘观察。现场踏勘过程中可查看现场高程、进行重点部位标注，随时将现场拍照保存和调取。踏勘过程的每一步均有相应的分值（详见表 1 实验考核分值构成）。

2、资料分析环节

在充分的踏勘结束后，可自动生成现场踏勘分析表，包含了生态修复和景观修复所需要的相关信息，为下一步工程修复设计和景观设计提供依据。

3、工程修复环节

资料分析结束后，进入工程修复环节，学生可调取边坡修复技术、边坡水防治、边坡绿化常用植物、边坡生态复绿技术等工程修复相关资料，并根据自己的判断进行工程修复环节的技术选择，选择结束后将自动生成工程修复设计方案，每一类工程修复方案设计均有相应的分值。

4、边坡复绿计算机模拟环节

学生根据所给的常用草本、灌木、藤本植物的介绍信息，根据自己专业知识选择合适的边坡绿化配置设计方案，每一种植被均有相应的分值，最后根据学生所选择的职务配置组合所得分值，结合当地的气候、水文、土壤等信息，由计算机模拟出边坡复绿 1 年、2 年、3 年后的绿化效果。

5、景观设计环节

学生可在矿山现场根据实验项目所给定的设计要求进行景观设计操作，在模型库的配合下，可进行地形编辑、道路制作、景观调取、小品调取、绿植调取。并随时拍照留存任何一张设计图片，最后完成矿山景观化整体设计。

6、图册整理环节

学生在完成现场景观设计之后，将进入图册整理环节，结合平台的相册功能，将自己所制作的相关设计图纸调用，配合文字说明完成包括场地现状分析图、区

域位置分析图、总平面图、设计说明、竖向分析图、道路交通分析图、景观结构分析图、植物配置图、效果图等全套设计图册的汇编整理。

7、评价分析环节

学生在完成整个实验项目操作后，系统将自动生成实验项目评价分析表，包含了以上所有环节每一项操作的实验得分（占总分 75%），教师根据实验项目整体完成情况评分（占总分 15%）并撰写实验项目批改意见，两者综合得分为本次实验得分。最后，学生根据自己的得分以及教师批改意见撰写实验报告。

四、主要实验仪器设备

水性笔、可连接网络的计算机设备。

五、实验步骤

打开浏览器，在地址栏中输入实验项目展示网站网址：

<http://ksjg.wtbu.edu.cn/>，输入用户名和密码，点击页面中的“开始实验”按钮即可开始实验，界面见图 所示。



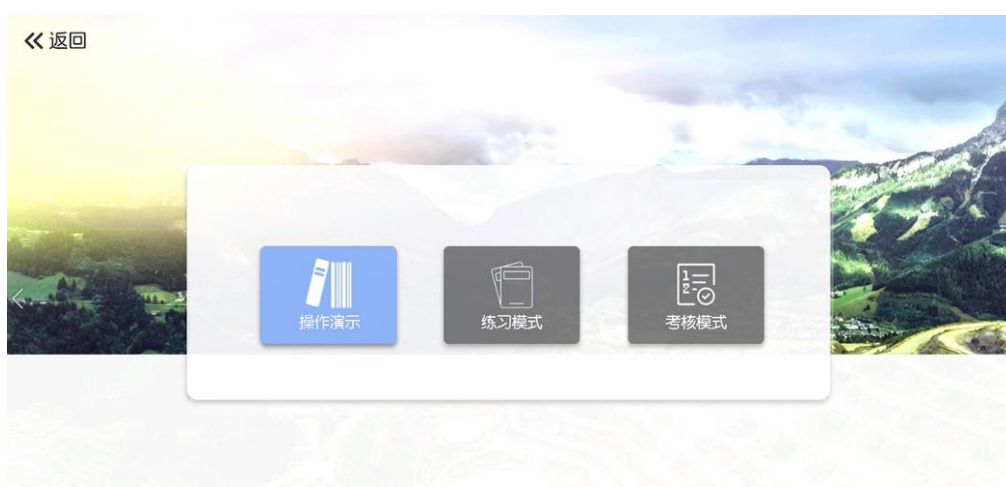
步骤 1：课前知识预习

据矿山修复生态学原理和景观再生理论，整理了相关的知识点，点击课前知识预习，可供学生实验前或者实验过程中预习，界面见图 所示。



步骤 2：学习模式选择

学生可选择操作演示、练习模式、考核模式三种模式任一进行实验。操作演示为指导实验操作过程模式；练习模式为学生自由练习，不计成绩，可随时结束练习；考核模式为考核环节，计入成绩，任一模式进入后均可进入下一步，界面见图所示。



步骤 3：场地踏勘

学生进入该步骤后，可调取项目概况、设计要求、地形图、边坡现状资料、勘察报告、矿区地质图、高程、信息标注等资料调取。交互操作可进行气候信息、水资源、地形地貌、矿山主要地质环境问题及危害、景观要素现状等信息进行现场踏勘。踏勘形式可选择自由行走、飞行模式，可对现场进行多维度、全方位的踏勘观察。现场踏勘过程中可查看现场高程、进行重点部位标注，随时将现场拍照保存和调取。界面见图所示。



步骤 4：资料分析

在充分的踏勘结束后，可自动生成现场踏勘分析表，包含了生态修复和景观修复所需要的相关信息，为下一步工程修复设计和景观设计提供依据。界面见图所示。



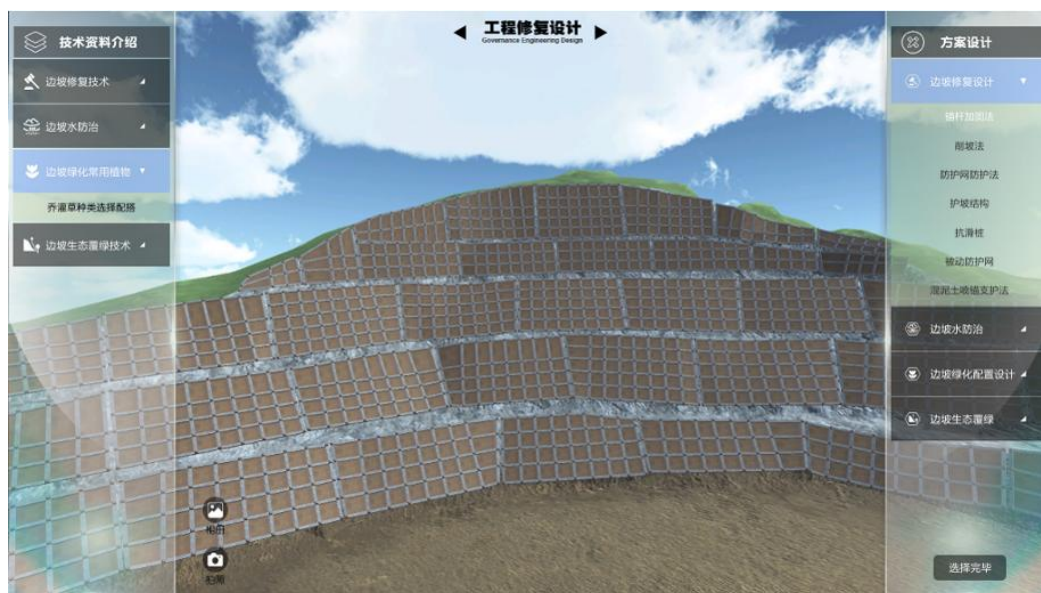
步骤 5：工程修复相关资料学习

资料分析结束后，进入工程修复环节，学生可调取边坡修复技术、边坡水防治、边坡绿化常用植物、边坡生态复绿技术等工程修复相关资料进行学习，界面见图所示。



步骤 6：边坡工程修复设计

点选界面右边方案设计下的边坡修复设计按钮，学生可根据之前的工程修复知识的学习，针对该边坡特性，从锚杆加固法、削坡法、防护网防护法、护坡结构、抗滑桩、被动防护网防护法、混凝土喷锚支护法等边坡修复技术中选择合适的方案，每选定任一边坡修复技术将自动生成修复后的效果，可供学生进一步了解边坡修复设计相关知识，界面见图所示。



步骤 7：边坡水防治设计

点选界面右边方案设计下的边坡水防治按钮，学生可根据之前的工程修复知识的学习，结合当地降雨量等水文气候，针对该边坡特性，选择截水沟和排水沟设置位置以及界面形状和界面尺寸，界面见图所示。



步骤 8：边坡绿化配置设计

点击界面右边方案设计下的边坡绿化配置设计按钮，学生可根据所给的常用草本、灌木、藤本植物的介绍信息，根据自己专业知识选择合适的边坡绿化配置设计方案，每一种植被均有相应的分值，最后根据学生所选择的职务配置组合所得分值。



图 边坡复绿常见植物介绍界面

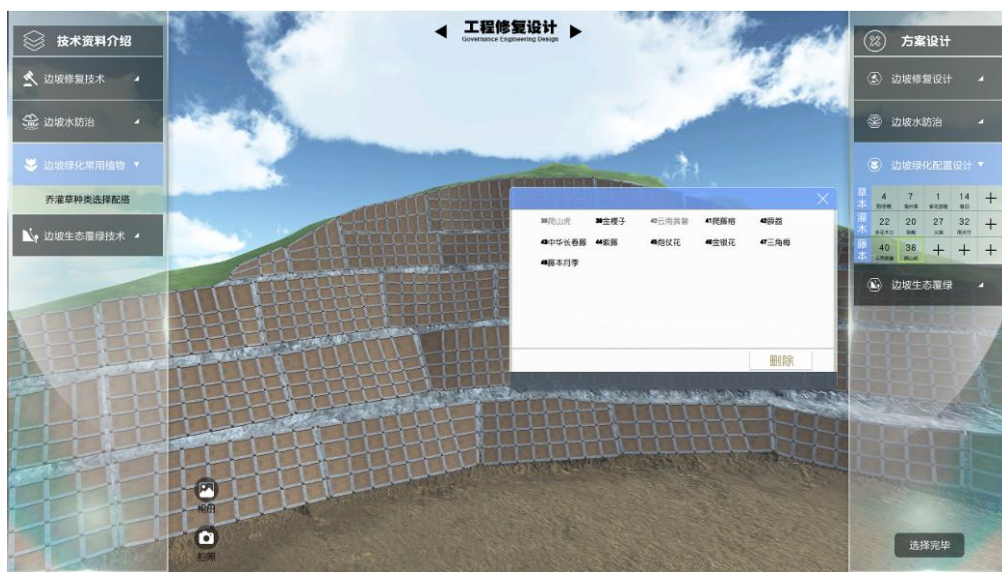


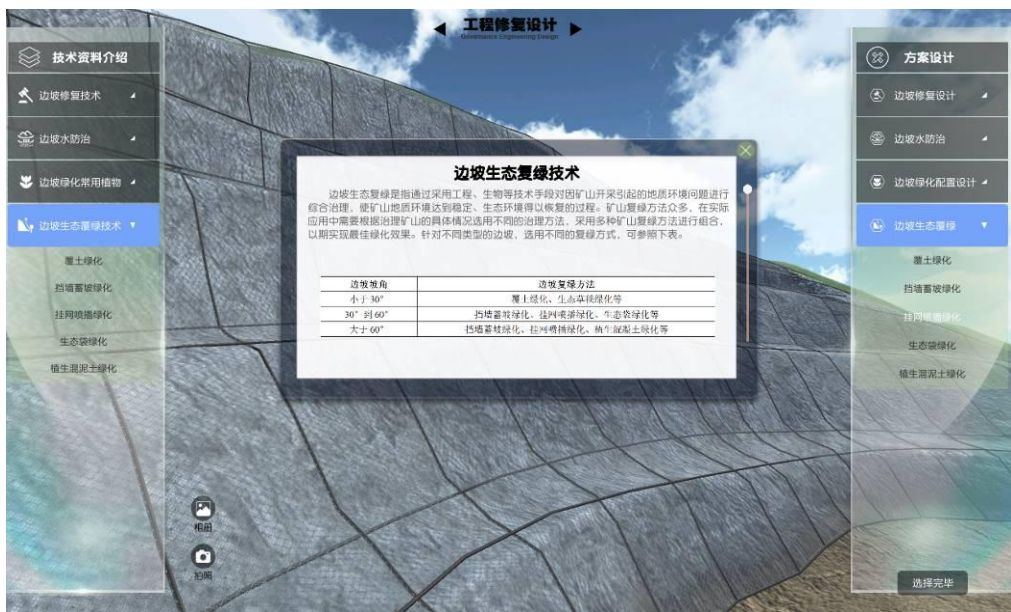
图 边坡绿化配置设计界面



图 边坡绿化配置设计分值界面

步骤 9：边坡生态覆绿设计

点选界面右边方案设计下的边坡生态覆绿按钮,学生可根据之前的工程修复知识的学习,结合自己专业知识选择合适的边坡生态覆绿设计方案,界面见图所示。



步骤 10: 边坡绿化效果计算机模拟仿真

学生根据所选的边坡修复方案、水防治方案、边坡绿化配置设计方案、边坡生态覆绿设计方案所得分值，结合当地的气候、水文、土壤等信息，由计算机模拟出边坡复绿 1 年、2 年、3 年后的绿化效果（界面见图所示）。



图 计算机模拟边坡复绿 1 年后效果界面



图 计算机模拟边坡复绿 2 年后效果界面



图 计算机模拟边坡复绿 3 年后效果界面

步骤 11：景观设计环节

学生可在矿山现场根据实验项目所给定的设计要求进行景观设计操作，在模型库的配合下，可进行地形编辑、道路设计、景观调取、小品调取、绿植调取等景观设计编辑工具操作。任一模型可改变大小、旋转方向、自由移动、删除。并随时拍照留存任何一张设计图片，最后完成矿山景观化整体设计。



图 景观设计环节界面

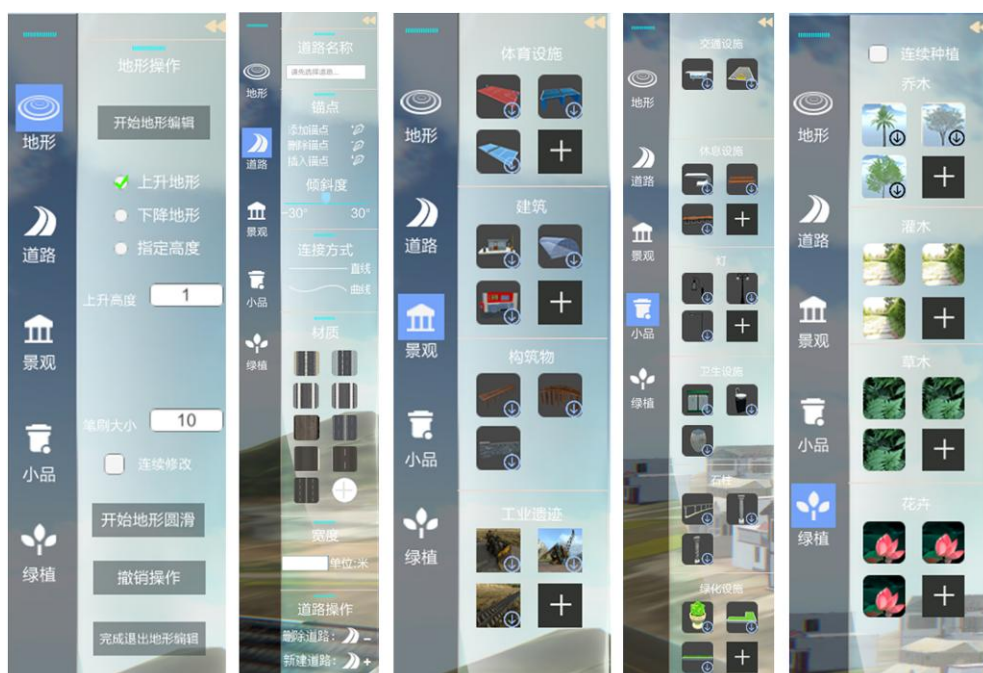


图 景观设计编辑工具界面

步骤 12：图册整理环节

学生在完成现场景观设计之后,将进入图册整理环节,结合平台的相册功能,将自己所制作的相关设计图纸调用,配合文字说明完成包括场地现状分析图、区域位置分析图、总平面图、设计说明、竖向分析图、道路交通分析图、景观结构分析图、植物配置图、效果图等全套设计图册的汇编整理。界面见图所示。

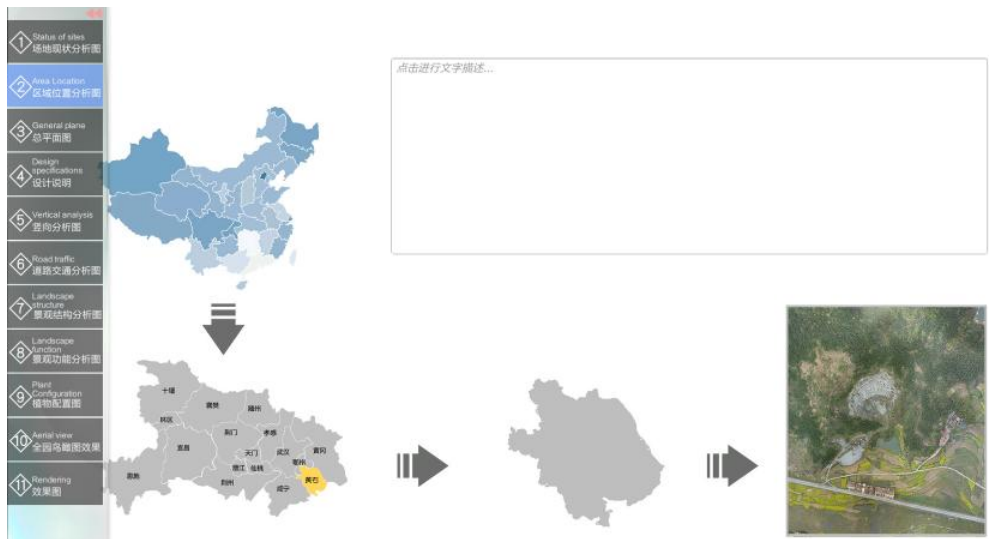


图 图册整理环节界面

步骤 13: 评价分析

学生在完成整个实验项目操作后，系统将自动生成实验项目评价分析表，包含了以上所有环节每一项操作的实验得分（占总分 75%），教师根据实验项目整体完成情况评分（占总分 15%）并撰写实验项目批改意见，两者综合得分为本次实验得分。最后，学生根据自己的得分以及教师批改意见撰写实验报告。界面见图所示。

矿山景观化生态修复设计虚拟仿真实验项目评价分析				
序号	评价内容	评价要点	分值	得分
第一部分：设计过程评价（20分）自动评分				
1	场地踏勘（10分）	根据踏勘点给分	10	0
2	资料分析（10分）	根据踏勘资料完整程度给分，内容由人工综合评价。	10	0
第二部分：工程修复设计（15分）自动评分				
1	边坡修复设计（3分）	锚杆加固法（3分）、削坡法（2分）、防护网防护法（2分）、护坡结构（2分）、抗滑桩（2分）、被动防护网（1分）、混凝土锚杆支护法（3分）	3	3
2	边坡水防治（1分）	截水沟（1分）、排水涵管（1分）	1	0
3	边坡绿化配置（8分）	共选择10种植物，含灌木、草本、藤本三种，每种植物根据是否适合边坡绿化给出分数，按学生所选植物计分。	8	6
4	边坡生态覆绿设计（3分）	覆土绿化（1）、挡墙面破绿化（2）、挂网喷播绿化（3）、生态袋绿化（2）、植生混凝土绿化（3分）	3	0
第三部分：设计成果评价（40分）自动评分				
1	场地现状分析图（2分）	运用地形图、等高线图和相应的地形数据进行系统的说明，并用文字表述清晰、严密。（1分）	1	0
		分别对场地的风向、日照、气温和降水进行分析，图文并茂。对场地的地形地貌、地质构造、水文情况以及地震状况作出分析，并用文字表述严密、清晰。（1分）	1	0
2	场地区域位置分析图（2分）	布局合理，空间形式丰富。（1分）	1	0
		内容充实，方案完整。（1分）	1	0

图 评价分析环节界面

六、实验评价

序号	评价内容	评价要点	分值	得分
第一部分：踏勘环节评价（20分）自动评分				
1	场地踏勘（10分）	根据踏勘点给分	10	
2	资料分析（10分）	根据踏勘资料完整程度给分，内容由人工综合评价。	10	
第二部分：工程修复设计评价（15分）自动评分				
1	边坡修复设计（3分）	锚杆加固法（3分）、削坡法（2分）、防护网防护法（2分）、护坡结构（2分）、抗滑桩（2分）、被动防护网（1分）、混凝土喷锚支护法（3分）	3	
2	边坡水防治（1分）	截水沟（1分）、排水涵管（1分）	1	
3	边坡绿化配置（8分）	共选择10种植物，含灌木、草本、藤本三种，每种植物根据是否适合边坡绿化给出分数，按学生所选植物计分。	8	
4	边坡生态修复设计（3分）	覆土绿化（1）、挡墙蓄坡绿化（2）、挂网喷播绿化（3）、生态袋绿化（2）、植生混凝土绿化（3分）	3	
第三部分：设计成果评价（40分）自动评分				
1	场地现状分析图（2分）	运用地形图、等高线图和相应地形数据进行系统的说明，并用文字表述清晰、严密。（1分）	1	
		分别对场地的风向、日照、气温和降水进行分析，图文并述。对场地的地形地貌、地质构造、水文情况以及地震状况作出分析，并用文字表述严密、清晰。（1分）	1	
2	场地区域位置分析图（2分）	布局合理，空间形式丰富。（1分）	1	
		内容充实，方案完整。（1分）	1	
3	总平面图（8分）	空间尺度合理；（2分）	2	
		出入口位置和形式合理，道路系统畅通连贯；（2分）	2	
		建筑小品体量适当、形式布局合理（2分）；	2	

		线条、图例符合制图规范，指北针、文字标注正确（2分）	2	
4	设计说明（5分）	文字说明精炼、有条理、重点突出，与设计内容协调统一	5	
5	竖向分析图（2分）	场地地面的竖向布置；确定建、构筑物的高程；拟定场地排水方案；安排场地土方工程；设计有关构筑物	2	
6	道路交通分析图（2分）	对场地内各级道路系统及其方向明确标识，以详细的图例进行说明。	2	
7	景观结构分析图（3分）	分析主、次景观轴线及主、次景观节点；绿化带；景观渗透，以详细的图例进行说明。	3	
8	景观功能分析图（3分）	对场地的功能分区进行划分，以详细的图例进行说明。	3	
9	植物配置图（5分）	乔、灌、草的合理配置和季相效果 乔、灌与植被表达明确、比例符合树种特性	5	
10	鸟瞰图（3分）	表达完整的鸟瞰图 1 张	3	
11	其他效果图（5分）	需从多个不同角度表现，不少于 5 张（每张 1 分）。	5	
第四部分：实验报告 10 分，教师人工评分				
教师姓名（两名）		评语	分数	
第五部分：综合评价 15 分，教师人工评分				
教师姓名（两名）		评语	分数	
总分				

注：场地踏勘环节评分按指定踏勘点得分，工程修复环节根据实际案例所适合的工程修复设计方案给定不同得分（参照武穴市独山寨矿区矿山修复设计方案）。