



研学活动的实施与评价

徐军

- 徐军，北京市综合实践活动特级教师。中国教育学会教育管理分会第七届委员会专家委员，北京市教育学会中小学综合实践活动研究会副秘书长。北京市中学综合实践学科兼职教研员。全国中小学教师“国培计划”北京大学“综合实践活动”课程开发及教学指导专家。
- 现为北京市中关村中学高中综合实践活动课程教师，负责本校研究性学习课程、STEAM课程的规划与管理。
- 2004年指导北京市中关村中学头脑奥林匹克（OM）初中生队获得世界冠军。2008年“北京市十佳科技教师”。2009年北京市优秀教师。2004年-2019年辅导13名学生获得全国青少年科技创新大赛和明天小小科学家奖励活动一二等奖，辅导38名学生获得北京青少年科技创新大赛一二等奖。

目 录

一、中小学对科普研学的需求

(一)、必修课程

(二)、特色活动

(三)、科技竞赛

二、课程设计、实施与评价

(一) 课程设计

(二) 活动的组织实施与评价

一、中小学对科普研学的需求

（一）、必修课程——综合实践活动课程

教 育 部 文 件

教材〔2017〕4号

教育部关于印发《中小学综合实践活动课程指导纲要》的通知

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局：

现将《中小学综合实践活动课程指导纲要》印发给你们，请认真贯彻执行。

各地要充分认识综合实践活动课程的重要意义，确保综合实践活动课程全面开设到位。要组织教师认真学习纲要，切实加强对综合实践活动课程的精心组织、整体设计和综合实施，不断提升课程实施水平。

教育部

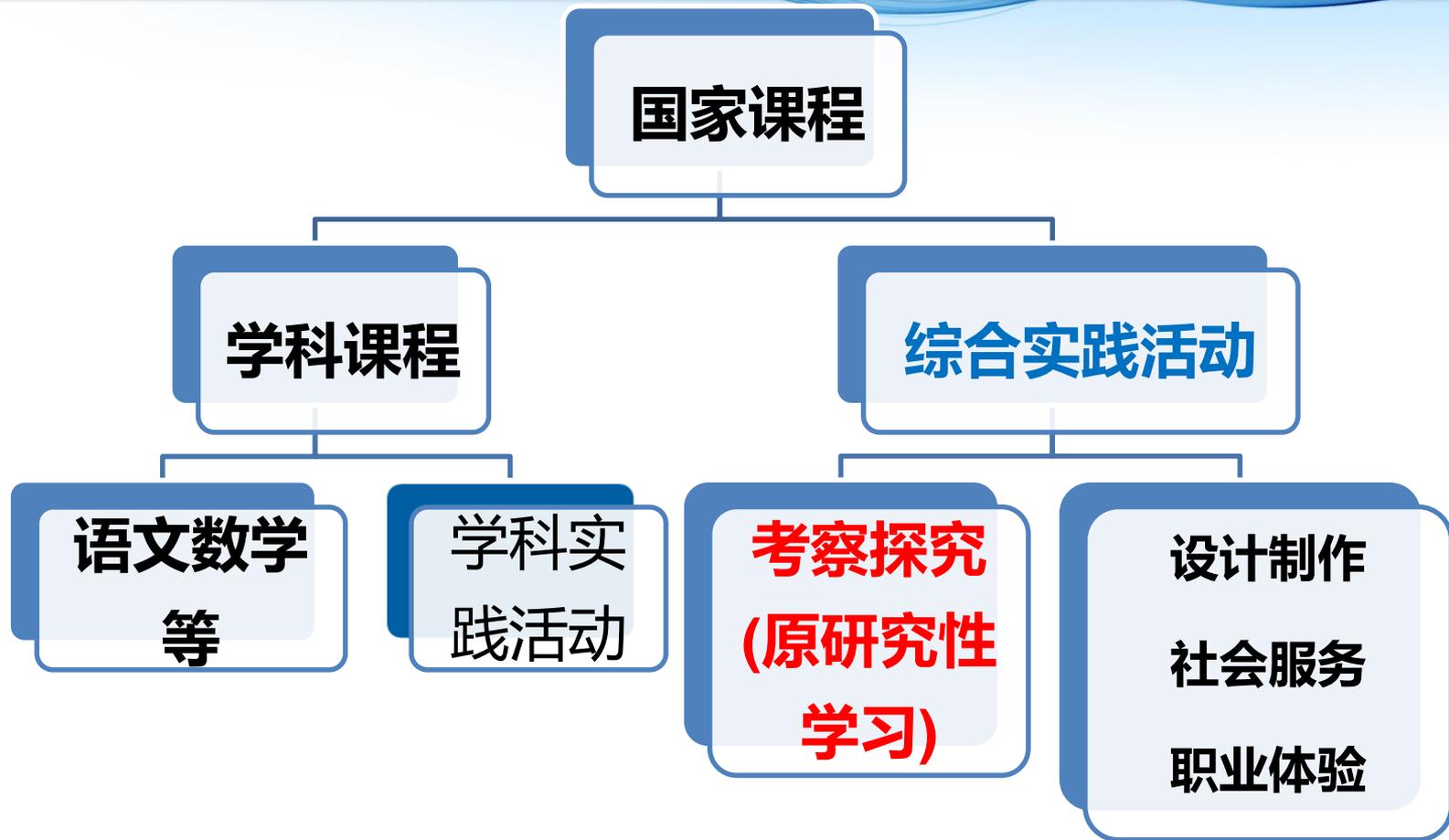
2017年9月25日

1、 综合实践活动课程性质

综合实践活动是从学生的**真实生活**和发展需要出发，从生活情境中**发现问题**，转化为**活动主题**，通过**探究、服务、制作、体验**等方式，培养学生综合素质的**跨学科实践性课程**。

综合实践活动是**国家**义务教育和普通高中课程方案规定的**必修课程**，**与学科课程并列设置**，是基础教育课程体系的重要组成部分。该课程由地方统筹管理和指导，具体内容**以学校开发为主**，自**小学一年级至高中三年级**全面实施。

综合实践活动是国家课程



2、综合实践活动的四种主要活动方式

活动方式	考察探究活动 (原研究性学习活动)	社会服务活动	设计制作活动		职业体验及其他活动
			信息技术	劳动技术	
包含内容	野外考察 社会调查 实验研究 研学旅行	公益活动 志愿服务 勤工俭学	动漫制作 编程 机器人	动手制作 陶艺创作 创客 STEAM	军训工学农 场馆教育 基地教育 少先队活动 党团活动

研学旅行是考察探究活动的一种重要方式

3、四种主要活动方式的关键要素

	考察探究活动	社会服务活动	设计制作活动	职业体验
关键要素	发现并提出问题； 提出假设，选择方法， 研制工具； 获取证据； 提出解释或观念； 交流、评价探究成果； 反思和改进	明确服务对象与需要； 制订服务活动计划； 开展服务行动； 反思服务经历，分享活动经验。	需求调研 创意设计； 选择活动材料或工具； 动手制作； 交流展示物品或作品，反思与改进。	选择或设计职业情境； 实际岗位演练； 总结、反思和交流经历过程； 概括提炼经验，行动应用

考察探究的关键要素

- (1) 发现并提出问题；
- (2) 提出假设，选择方法，研制工具；
- (3) 获取证据；
- (4) 提出解释或观念；
- (5) 交流、评价探究成果；
- (6) 反思和改进

研学旅行的实施要遵循考察探究的关键要素

研究方法

- 文献研究 文献（作者、单位、联系方式）
 正式出版物（作者、责任编辑、出版社）
 - 科学实验法
 - 社会调查法：
 - 1、实地考察法
 - 2、访谈法
 - 3、问卷调查法
- 获得第一手资料(数据)

普通高中课程方案

教 育 部 文 件

教材〔2017〕7号

教育部关于印发《普通高中课程方案和语文等 学科课程标准（2017年版）》的通知

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局：

现将《普通高中课程方案和语文等学科课程标准（2017年版）》印发给你们，并于2018年秋季开始执行。

高中阶段教育是学生个性形成、自主发展的关键时期，对提高国民素质、培养担当民族复兴大任的时代新人，具有特殊意义。普通高中课程是实现高中阶段育人目标的重要载体，体现着国家意志，在落实立德树人根本任务中发挥着关键作用。各地要认真贯彻党的十九大精神，将习近平新时代中国特色社会主义思想落实到课程中。要切实加强组织领导，系统谋划、整体推进普通高中课程改革，不断提升教育教学质量。要面向地方教育行政部门相关负责同志以及全体普通高中教研人员、校长和教师，有计划、有步骤地开展培训工作，促进普通高中课程的育人理念深入人心，育人模式改革不断深化。要强化课程实施管理与指导，加大条件保障力度，确保课程开齐开足，开设到位，要全面加

科目	必修学分	选择性必修学分	选修学分
语文	8	0-6	0-6
数学	8	0-6	0-6
外语	6	0-8	0-6
思想政治	6	0-6	0-4
历史	4	0-6	0-4
地理	4	0-6	0-4
物理	6	0-6	0-4
化学	4	0-6	0-4
生物学	4	0-6	0-4
技术(含信息技术和通用技术)	6	0-18	0-4
艺术(或音乐、美术)	6	0-18	0-4
体育与健康	12	0-18	0-4
综合实践活动	14		
校本课程			≥8
合计	88	≥42	≥14

综合实践活动由研究性学习、社会实践和志愿服务三部分组成，主要通过考察探究、社会服务、职业体验等方式进行，由学校统筹规划与实施。综合实践活动共14学分：**研究性学习6学分**，完成2个课题研究或项目设计，**以开展跨学科研究为主**；社会实践6学分，包括党团活动、军训、社会考察、职业体验等；志愿服务2学分，在课外时间进行，三年不少于40小时。

一、中小学对科普研学的需求

(二)、特色活动

在高校、科研院所实验室的活动

野外科考活动

工程技术研究院的活动

一、中小学对科普研学的需求

(三)、科技竞赛

在高校、科研院所实验室的**课题研究**

野外科考的**课题研究**

工程技术研究院的**项目设计与制作**

二、课程设计、实施与评价

(一)、课程设计

活动方案名称 “ ”

指导教师:

适用于_____年级学生 时长 _____小时

- 1、选题背景
- 2、课程目标

• 3、教学过程

环节1：真实情景中引入

不同植被覆盖下的土壤含水量。

不同热带树种叶片解剖结构对环境的响应。

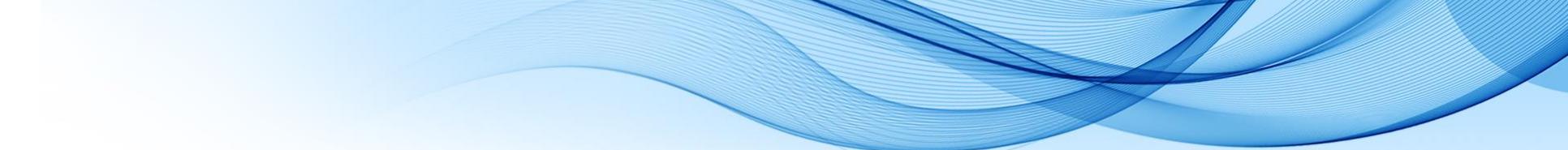
环节2：

.....

• 4、学习效果评价设计：激励评价为主

过程性评价：研究过程中的表现（积极或消极）、提问情况、合作情况、有无成果、答辩情况、组间互评等等

• 5、反思与改进



二、课程设计、实施与评价

(二)、活动的组织实施与评价

研学旅行的组织实施

※ 什么是研学旅行

中小學生研学旅行是由**教育部门和学校**有计划地组织安排，通过**集体旅行、集中食宿**方式开展的**研究性学习和旅行体验**相结合的校外教育活动，是学校教育和校外教育衔接的创新形式，是**教育教学**的重要内容，是**综合实践育人**的有效途径。

研学旅行：研学是主体，旅行是形式

研学旅行概念辨析（冯新瑞）

- 1、**研学旅行**和家庭旅行一样吗？ 需要更强的**教育性**
- 2、学校开展的春游和秋游是**研学旅行**吗？ 需要**集体住宿**
- 3、一些学校开展的游学是**研学旅行**吗？ 必须**学生全员参与**
- 4、夏令营是**研学旅行**吗？ 不限于营地、要**全员学生参与**
- 5、**研学旅行**就是参观考察吗？ 还需要**探究、体验**
- 6、**研学旅行**是必修课程吗？

——是综合实践活动的一种方式，后者是**必修课程**

研学旅行是一种探究性学习、体验性学习



当前位置: 首页 > 信息公开专栏

信息名称: **教育部关于印发《中小学德育工作指南》的通知**

信息索引: 360A06-05-2017-0017-1 生成日期: 2017-08-22

发文机构: 中华人民共和国教育部

发文字号: 教基〔2017〕8号 信息类别: 基础教育

内容概述: 教育部印发《中小学德育工作指南》。

教 育 部 文 件

教基〔2017〕8号

教育部关于印发《中小学德育
工作指南》的通知

研学旅行是践行德育的重要途径。

教育部关于印发《中小学德育工作指南》的通知

教基〔2017〕8号

- ✓ 组织研学旅行。**把研学旅行纳入学校教育教学计划**，促进研学旅行与学校课程、德育体验、实践锻炼有机融合，利用好研学实践基地，有针对性地开展自然类、历史类、地理类、科技类、人文类、体验类等多种类型的研学旅行活动。
- ✓ 要考虑小学、初中、高中不同学段学生的身心发展特点和能力，**安排适合学生年龄特征的研学旅行**。
- ✓ 要**规范研学旅行组织管理**，制定研学旅行工作规程，做到“活动有方案，行前有备案，应急有预案”，明确学校、家长、学生的责任和权利。



在酒泉卫星发射基地举办庄重的入团仪式

研学旅行的价值意义

拓展视野
丰富知识
了解社会
亲近自然
参与体验
磨练意志
道德养成
家国情怀
国际理解
...



动手动脑
发现问题
研究问题
解决问题



创新精神
实践能力
社会责任感



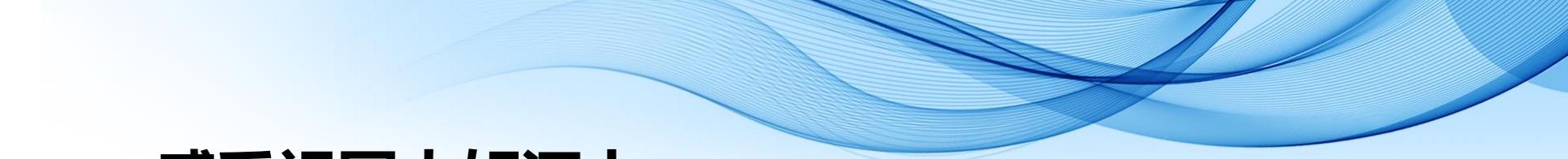
核
心
素
养

研学旅行的目的

- 落实立德树人根本任务，帮助中小学生学习了解国情、热爱祖国、开阔眼界、增长知识，着力提高他们的**社会责任感、创新精神和实践能力**。

—教育部等11个部委《关于推进中小学生研学旅行的意见》

- 研学旅行注重旅行的**教育功能**，旅行本身就具有锻炼独立生活和集体生活能力、开拓视野等提升多方面素质的功能，再赋予一定的**教育目的和研究主题**其教育的价值更大。

- 
- **感受祖国大好河山**
 - **感受中华传统美德**
 - **感受革命光荣历史**
 - **感受改革开放伟大成就**
 - **增强对坚定“四个自信”的理解与认同**
 - **学会动手动脑，学会生存生活，学会做人做事**
 - **促进身心健康、体魄强健、意志坚强，促进形成正确的世界观、人生观、价值观**

※ 研学旅行的有效实施

安全保障是**底线**——建立安全保障体系

课程设计是**核心**——科学性、严谨性

研学导师是有效实施的**关键**

培养好研学导师

(1) 研学导师要有很高的综合素养

旅程始终贯穿着安全教育、旅游文明教育和生活习惯教育等

(2) 研学导师要有以**学生为主体**的教育观念

(3) 研学导师要掌握综合实践活动课程的理念和特征

(4) 研学导师要熟悉研学基地的课程资源

(5) 研学导师要了解学生的年龄特征及已有经验

精心设计课程：

- (1) 活动目标和内容的多样化
- (2) 活动方式的实践性和探究性
- (3) 活动过程的自主性

学生—应用学科知识、研究方法开展实践体验

研究方法

- 文献研究 文献（作者、单位、联系方式）
 正式出版物（作者、责任编辑、出版社）
- 科学实验法
- 社会调查法：
 - 1、实地考察法
 - 2、访谈法
 - 3、问卷调查法

获得第一手资料(数据)

研学旅行组织实施的三阶段

1、前课：根据年级研学旅行方案，学生查文献，研究“研学旅行点”（**学生小组自己选择感兴趣的地点**），选择研究主题，制定研究方案（研究方法的学习、工具的准备）

2、旅行中：**获取第一手资料（观察到的现象记录在研学旅行手册中、问卷调查、访谈记录、录音、录像、照片、采集的样本、标本等等）**

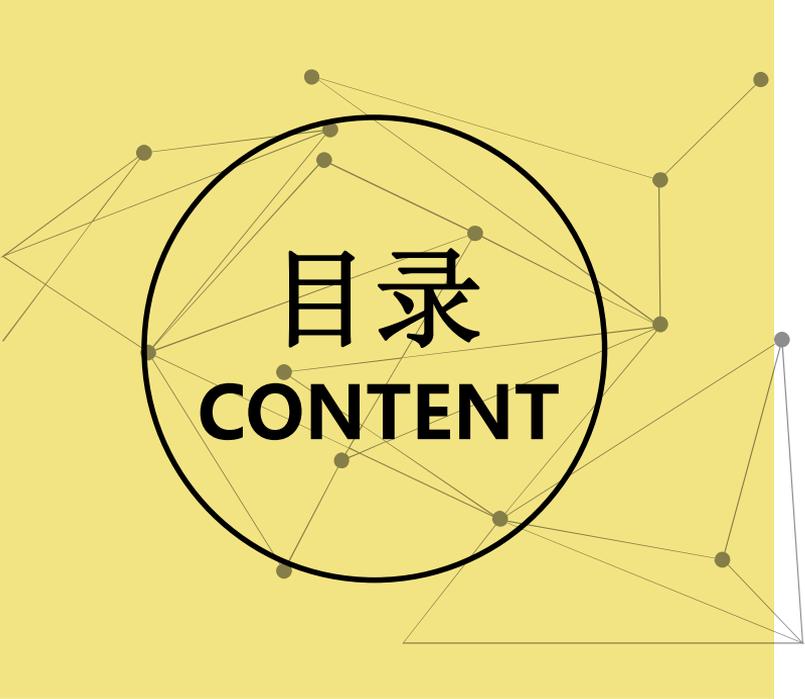
3、后课：形成多种形式的成果、展示、交流、总结

※ 研学旅行实施案例

对青岩古镇建筑技术及景区开发的相关探究

王鹤翔 孙天天 俞雨宏 付子豪 吕文渊 汪予晴

指导老师：郑今飞 林红



目录

CONTENT

01

选题背景

02

研究计划

03

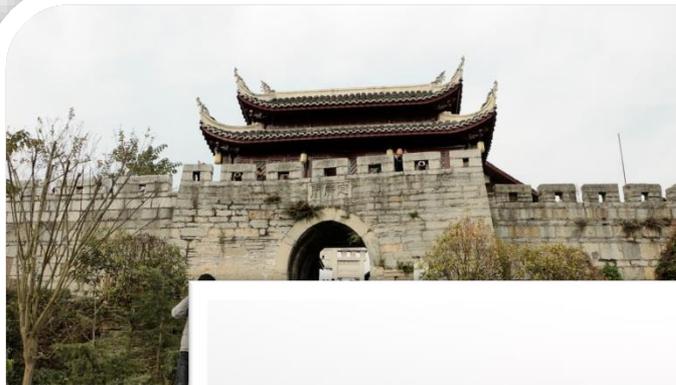
研究过程

04

结论建议

青岩古镇建筑

- 历史悠久
- 建筑风格独特
- 立体美感



选择研究建筑的原因

- 直观反映地域文化
- 映射历史
- 较为凝固地保留文化
- 管理与保护存在问题



地理与历史因

素考察：

汪予晴

景区开发调研：

孙天天

建筑材料研究：

吕文渊

建筑技术研究：

俞雨宏

王鹤翔

摄像与后期：

付子豪

PART 2

研究计划



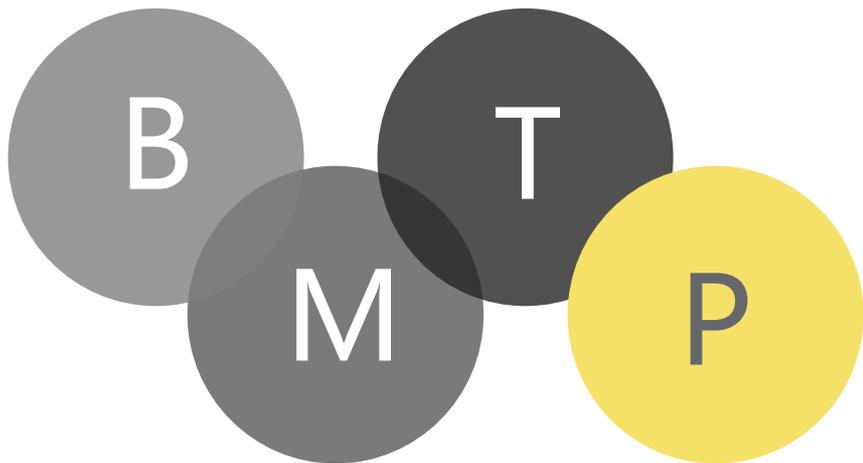
在高铁上讨论



行前讨论

PART 3

研究过程



Background

历史与地理因素

Material

建筑材料探究

Technology

建筑技术研究

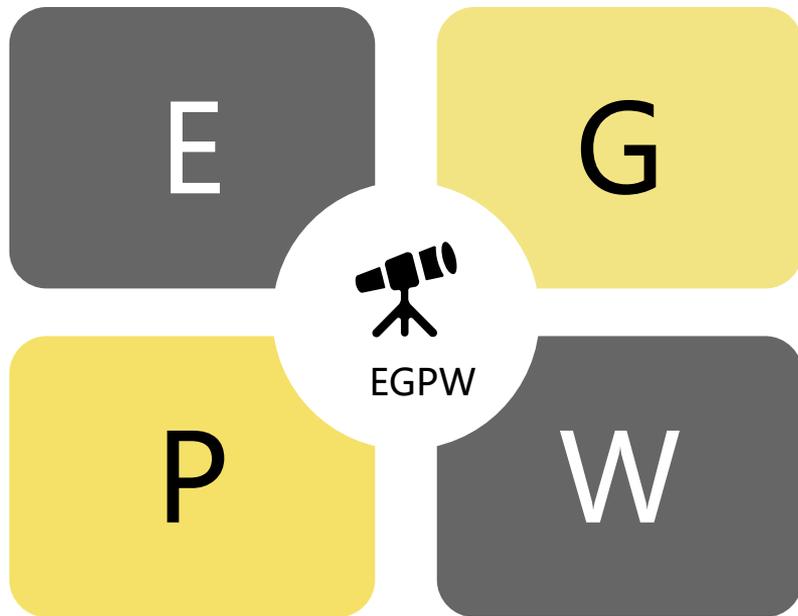
Planning

景区开发

历史因素

经济因素：明清时期工商业兴起

政治因素：明清中央政府控制西南边陲



地理因素

气候条件：亚热带季风湿润区

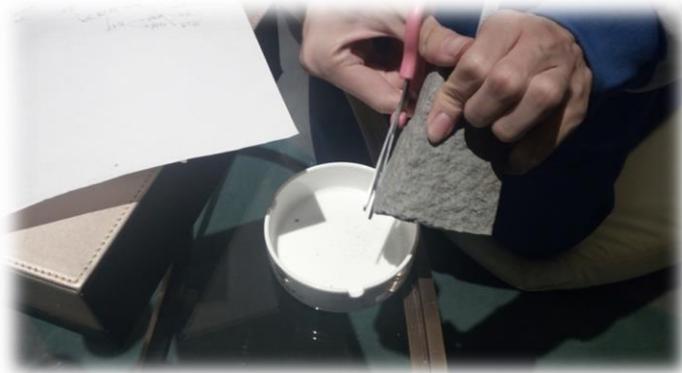
青岩古镇在地图中的位置



页岩

- 堆叠结构
- 剪切力





煅烧实验

- 导热性
- 硬度



墙

- 错落有致
- 保温防火

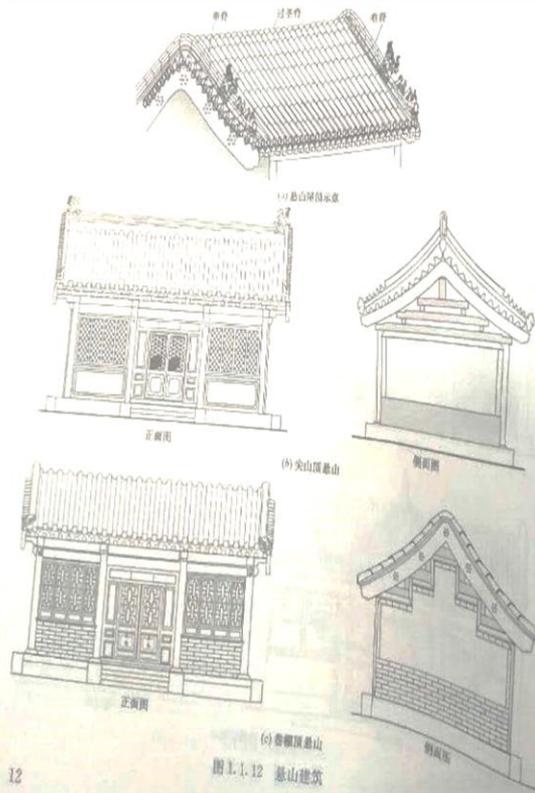


屋檐

- 重檐悬山式
- 防雨排水
- 利于经商

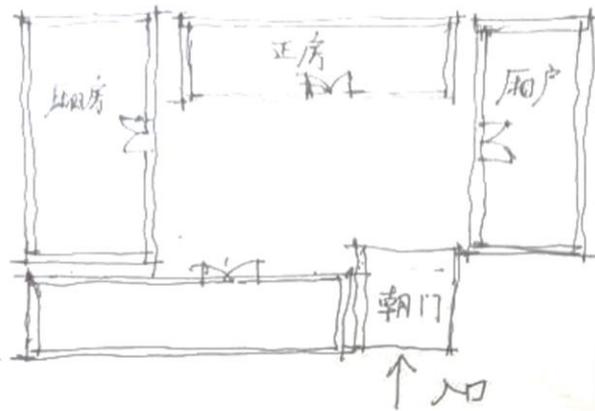


悬山建筑由于山梁与立柱均居梁端起，故可使两端山梁的出大端方架成梁下，梁下



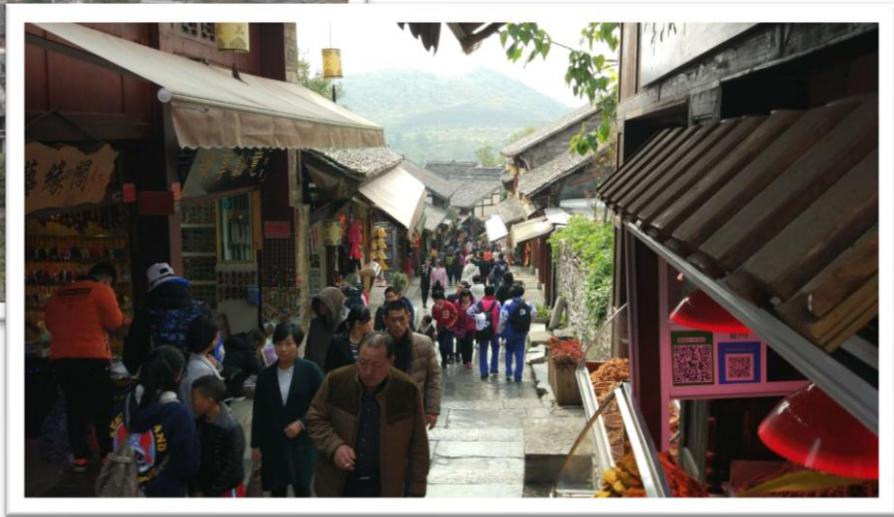
典型民居形式

- 三合院布局
- 低矮
- 坡屋顶



平面形式一





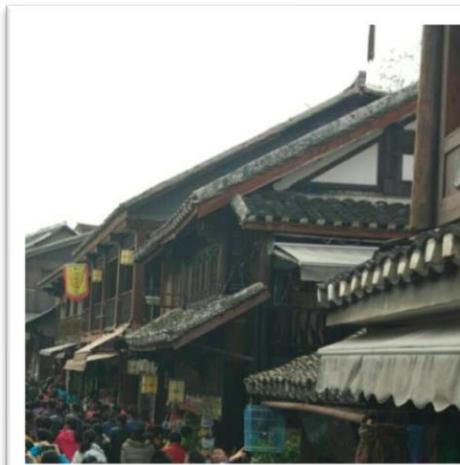
实例问题——古镇排水问题

青岩古镇降雨频繁，地形起伏较大

→古城易于积水，对排水系统要求高

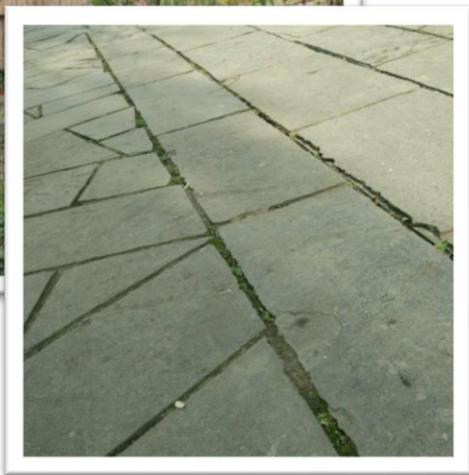
青岩古镇当前的排水效果:

- 重檐悬山式效果一般
- 不平整的石板存在积水
- 古时修建排水口和水渠效果一般
- 询问居民表示存在积水问题



青岩古镇改建过的排水设施：
平整的石板，塑料排水管

→问题有所解决
影响景区景观



我们发现的

精准的改造方式： 例：乌镇

- 对古建筑逐个做好标记和记录
- 拆除并完成基础设施建设
- 按照记录精确完成还原

特点：

- 消耗大量人力物力财力
- 恢复效果好

简单地恢复



节约物资

可用来进行基础设施建设

可较完整真实地传承文化



精细地恢复

PART 4

结论&建议

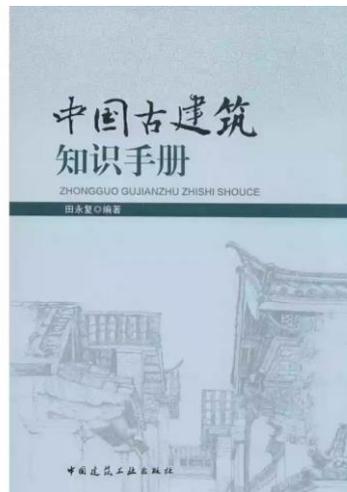


我们与城楼

在城墙上俯瞰古镇

参考文献

1. 骆科军，《贵州传统建筑调研报告——以贵阳市花溪区青岩古镇为例》，2014年12月.
2. 金湛林，《贵州青岩古镇及其建筑探析》，2004年11月8日.
3. 顿明明，《黔中地区典型历史村镇的调查与分析——以青岩镇、镇山村、本寨为例》，《城市规划会刊》，2002年4期.
4. 贵州手机报，《让古镇留住乡愁——专家眼中的青岩古镇》，2016年12月8日.
5. 老阿更，360doc个人图书馆，《中国古建筑屋顶等级·直观解说》，2015年2月2日.
6. 差香飘万里，360doc个人图书馆，《中国古建筑梁架结构》，2015年2月9日.



- 1. 基本上是一个考察探究活动成果
- 2. 发现并提出问题，文献研究，通过实地考察、实验研究、访谈法等获得第一手资料（实证），提出改进建议。
- 3. 时间太短、文献阅读的少，准备不足，研究不够深入

敦煌研学之旅
最美的时光在路上

◆ 敦煌印象

Impressions

- 自汉武帝“列四郡，据两关”，敦煌（郡）归入汉朝版图，逐渐发展为丝绸之路的重镇。敦煌一度为“华戎所交，一都会也”。
- 如今，这座被沙漠戈壁重重包围的城市，依旧以其独特的地理、厚重的历史文化，续写着“一带一路”的辉煌。
- 敦煌，这个古老而静谧的神圣之地，随着此次游学揭开了神秘的面纱，呈现于我们眼前，深深地埋入了记忆！

◆研学行迹



雅丹



敦煌

莫高窟



嘉峪关



酒泉
基地

中关村学子行走丝绸之路
科学城青年筑梦酒泉卫星



壹 嘉峪关

万里长城西起，边陲锁钥雄浑

嘉峪关开营仪式，感受天下第一雄关





贰 酒泉

遥看琼楼舞清影，今朝神舟上九天

在航天城，感受航天科技迅猛发展 增强民族自信心和自豪感



聆听航天科普讲座

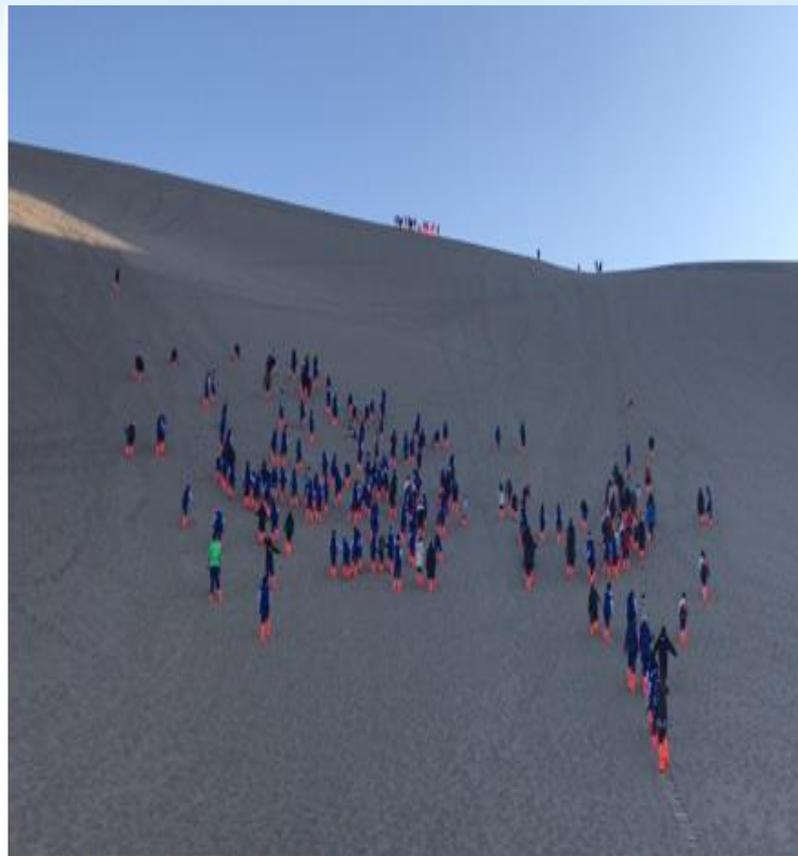




叁 敦煌

大漠孤烟直，长河落日圆

在鸣沙山，骑行骆驼，感受大漠驼铃
勇攀沙山，携手前行，5班同学勇夺第一

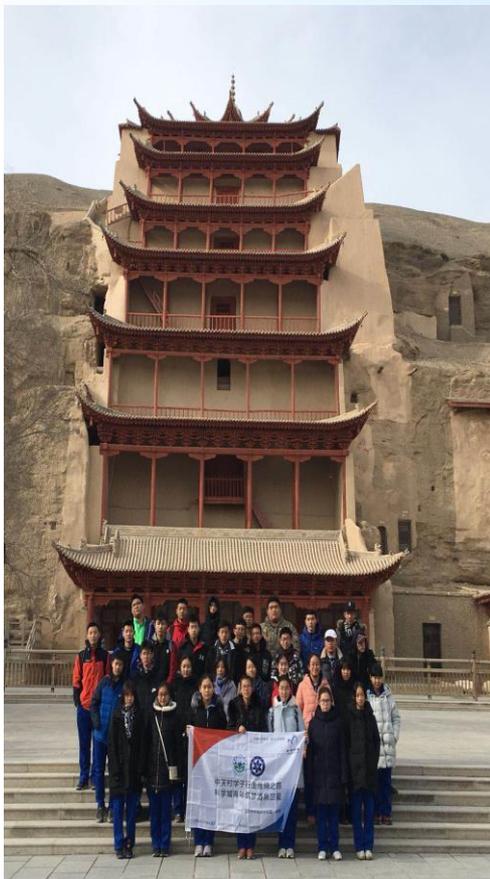




肆 莫高窟

瑞像九寻惊巨塑，飞天万态现秋毫

璀璨敦煌，千年莫高





伍 魔鬼城

戈壁荒滩怪影重，雅丹地貌显神工

一望无际的戈壁，千奇百怪的雅丹
惊叹大自然的千年沧桑与鬼斧神工



◆西行掠影

glimpse

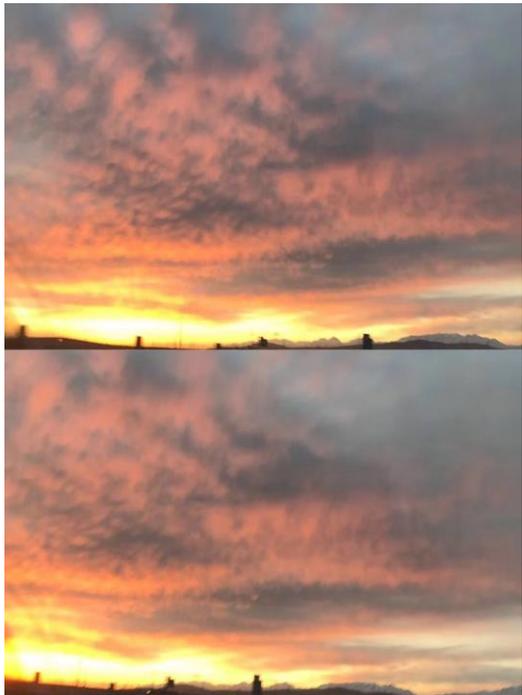
最美的时光在路上

平凡的风景 因为有你们而变得不平凡

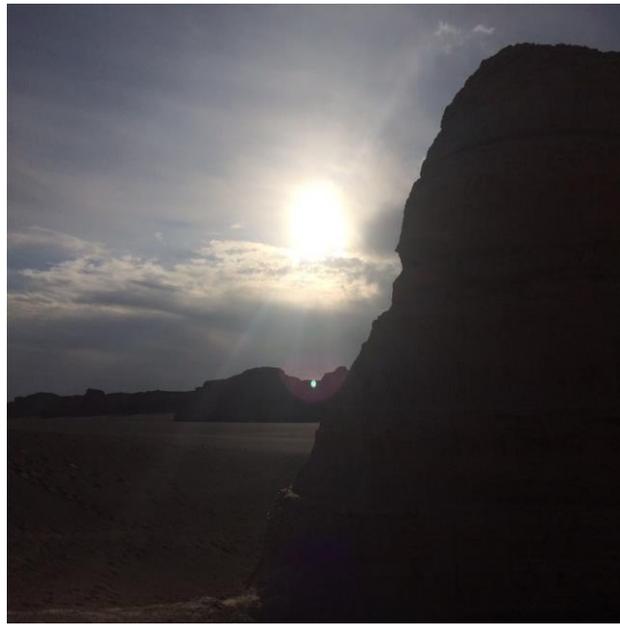
我们一起看的日出日落



**我们一起看天边的云彩
看黄昏中的戈壁滩**



我们一起感受西北的旷野之美
感受在城市中无法体会到的那份空旷自然





◆ 研学旅行感悟

Inspiration

研学旅行，是和同学们携手，
共同感受旅行与学习的快乐

I. 敦煌研学旅行让我们感悟自然，培养情怀

- **西行敦煌，我们领略了河西走廊风光，感受了西北旷野之美。**
- 在鸣沙山和月牙泉，我们看到沙漠与绿洲和谐共存，感受大自然的神奇美妙；
- 走进雅丹，我们看到造型奇特的风蚀地貌，感受大自然的千年沧桑与鬼斧神工；
- 途经玉门关，我们感受到古人创作“春风不度玉门关”等千古名句的情怀；
- 走近胡杨，我们惊叹胡杨的顽强与坚韧，在恶劣的环境中毅然绽放光彩。

II. 敦煌研学旅行让我们开拓视野、 增长见识

- **在莫高窟和航天城，我们感受了历史文化艺术科技的熏陶。**
- 敦煌莫高窟，向我们展示了精美的壁画和雕塑，让我们感受敦煌艺术、惊叹古人智慧与辛劳的同时，铭记对历史文化艺术的保护和传承。
- 酒泉卫星发射基地，向我们展示了我国航天科技事业的快速发展，让我们增强了民族自信心和自豪感。

III. 敦煌研学旅行让我们锻炼自主能力，凝聚力量

- 七天的旅途生活，锻炼了我们独立的生活能力。
- 提高了我们集体生活的交流沟通能力。
- 增强了我们的团队意识和纪律观念，凝聚了集体力量。

◆研学旅行总结

Summary

7天的敦煌游学，我们收获颇深。
感受到西北当地浓厚的历史文化底蕴，
感叹我国航天科技的迅猛发展，
体会到古人的无穷智慧和匠人精神，
惊叹大自然的鬼斧神工。

同学们在游学中拓展视野、增长知识、感悟自然、亲身体验、
共同生活，共同在西北这片黄土地中留下
欢笑、泪水、怀念与感动。
更是获得了珍贵的友情和师生情，
一点一点地变成了班级坚不可摧的凝聚力。

◆致谢
Thanks

感谢北京市中关村中学组织、策划此次研学旅行活动

感谢胡怡主任和胡嘉明老师的关心与陪伴

感谢荆老师、闫老师和同学们的朝夕相伴

感谢中科科教的导师们

研学途中 感谢有你

这一切因为有你们变得更美好



鸣沙山上我们每向上攀爬一步，双脚都深深陷入沙粒中，但又继续奋力，跨步向前冲。我们九班人有着自己的骄傲，自己的自豪！虽然最终并没有取得名次，但我们的团结与坚持，使全班同学全部到达顶峰！一座小小的沙山挡不住我们飞天的梦想，在我们身后的，将会是茫茫星海！



古代嘉峪关关城攻防效果的 调查研究

高一10班

孙晨展 刘昊轩 卢鼎熙

张骏杰 张名奕

选择此课题的原因以及研究方法

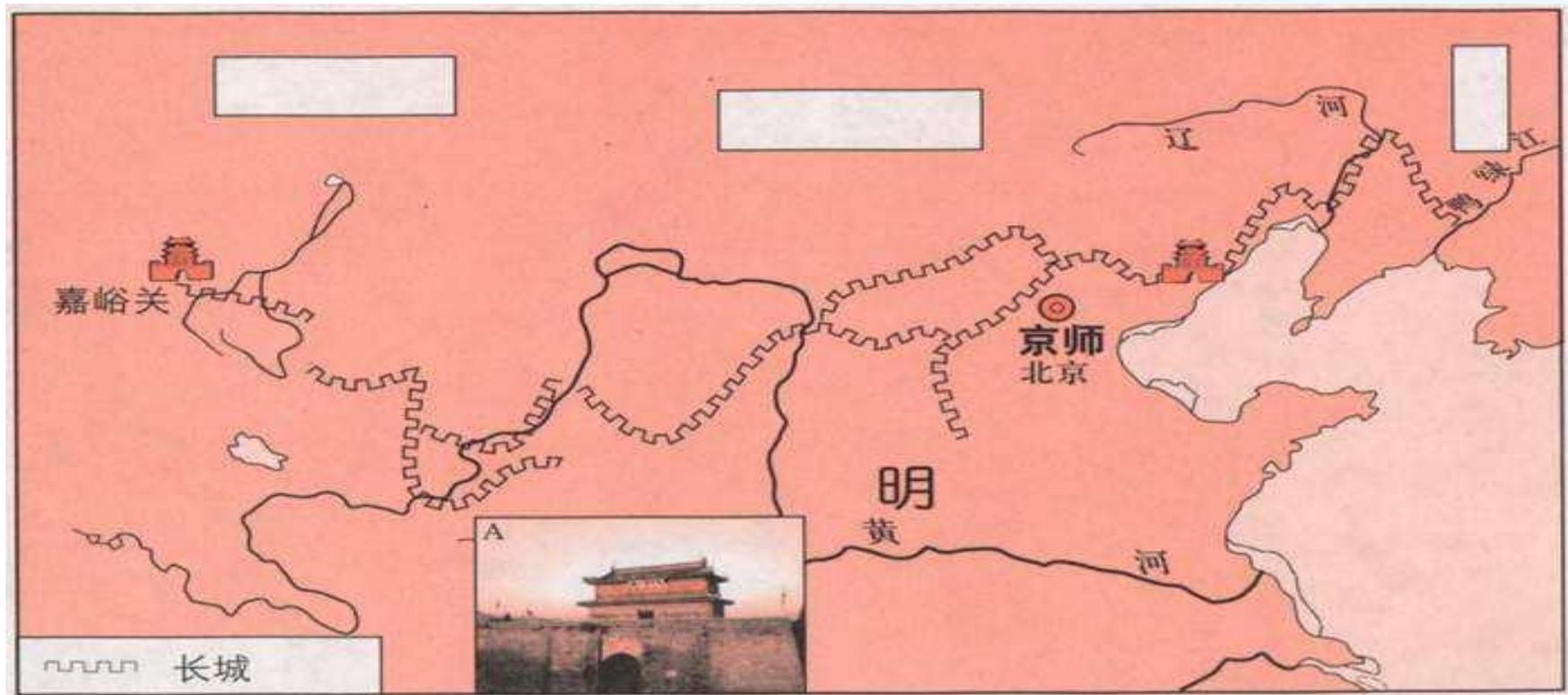
- ①嘉峪关是研学旅行中的一个重要地点
- ② 嘉峪关现在已经基本修复完整，可以探究它在古代攻防战中的作用
- ③ 嘉峪关作为一带一路上的重要节点，在河西走廊这一连接东西的关口上是极其重要的战略要地
- 研究方法：①实地考察法
- ②文献法

实地考察图片



古代嘉峪关位置以及整体结构

嘉峪关古代关城位置



防御

关城城墙一牢不可破

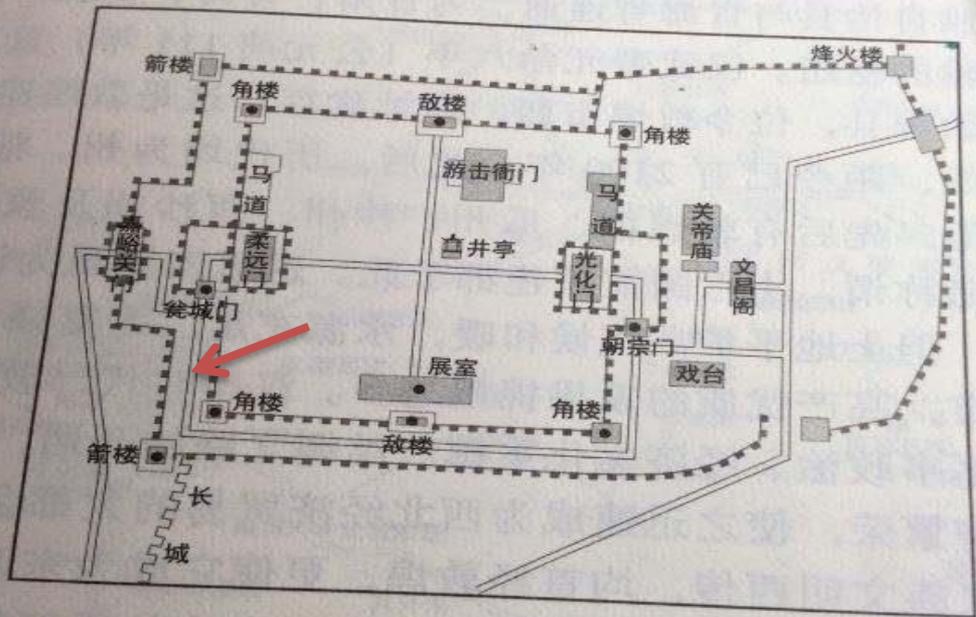


图 7 嘉峪关



关城城墙

防御

城门一守“口”如瓶

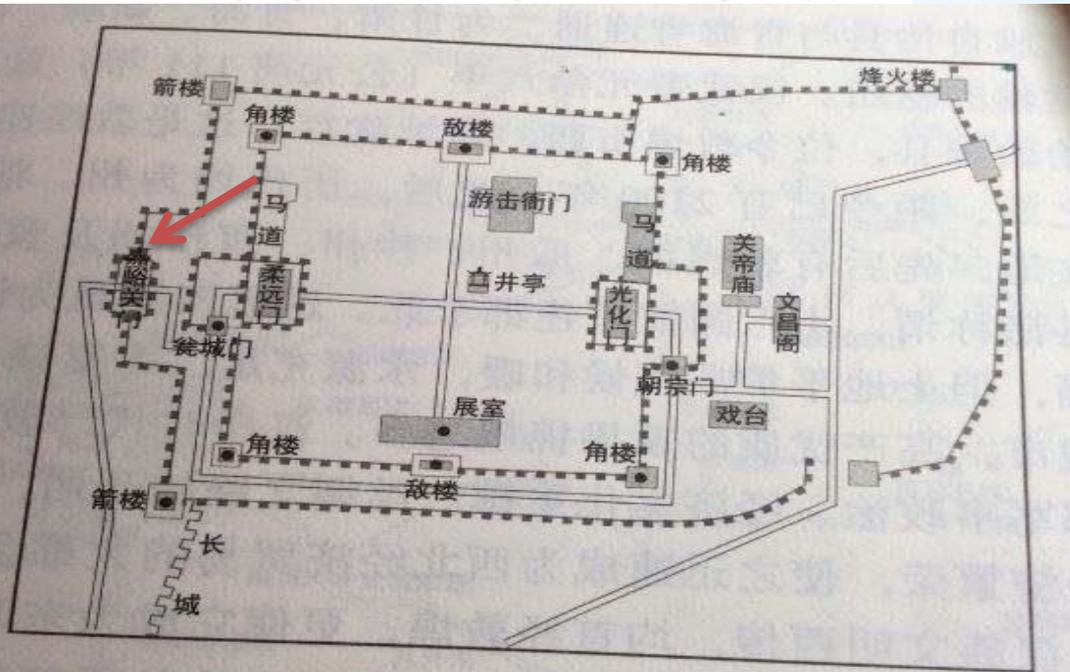


图7 嘉峪关



敌

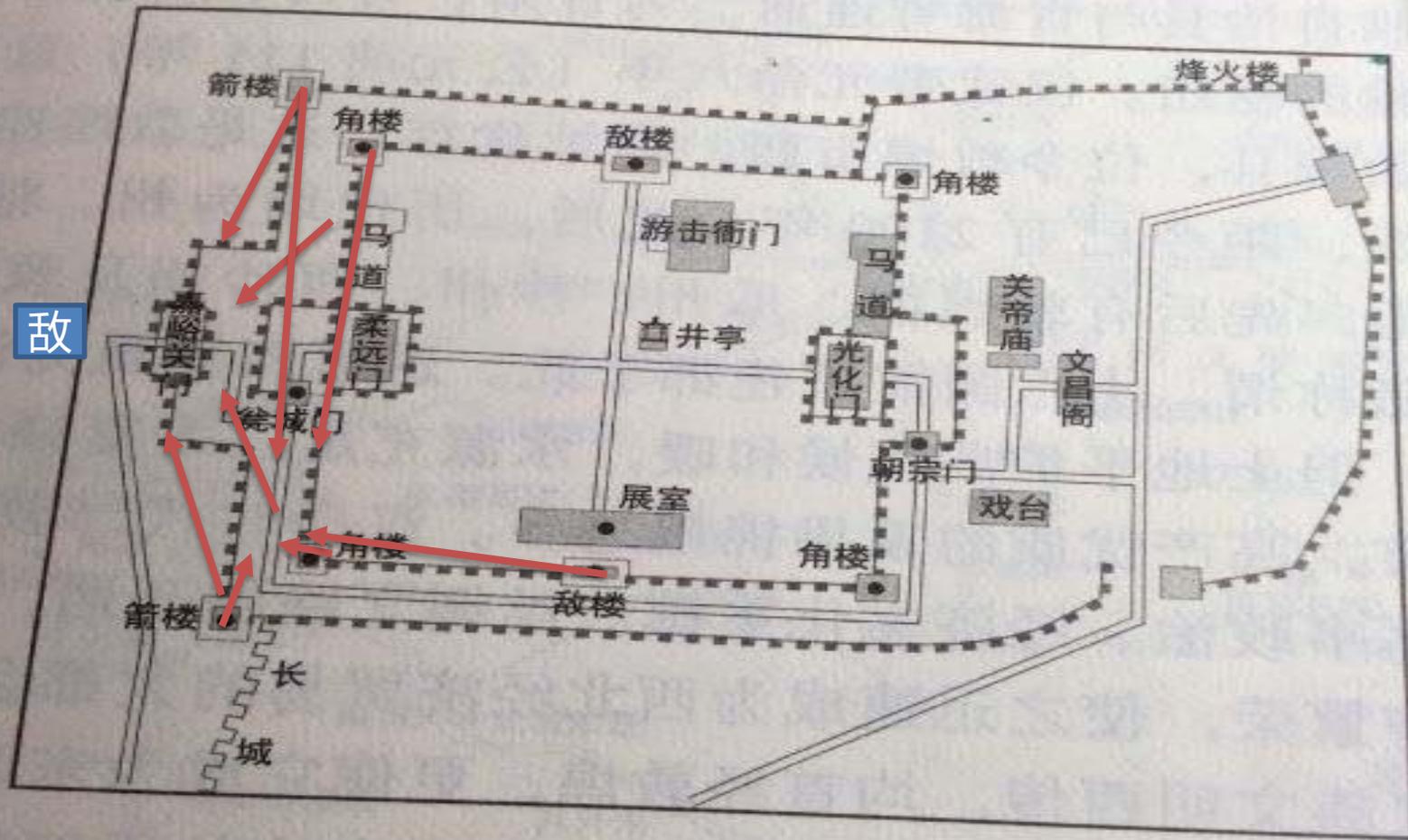


图 7 嘉峪关

进攻

角楼—攻守兼备

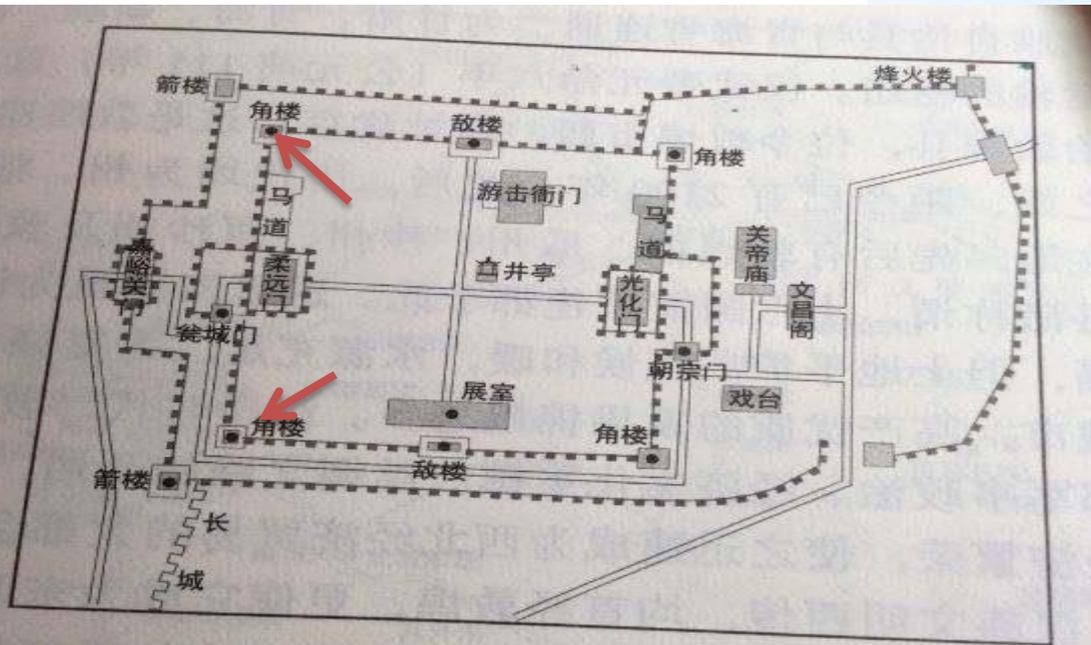


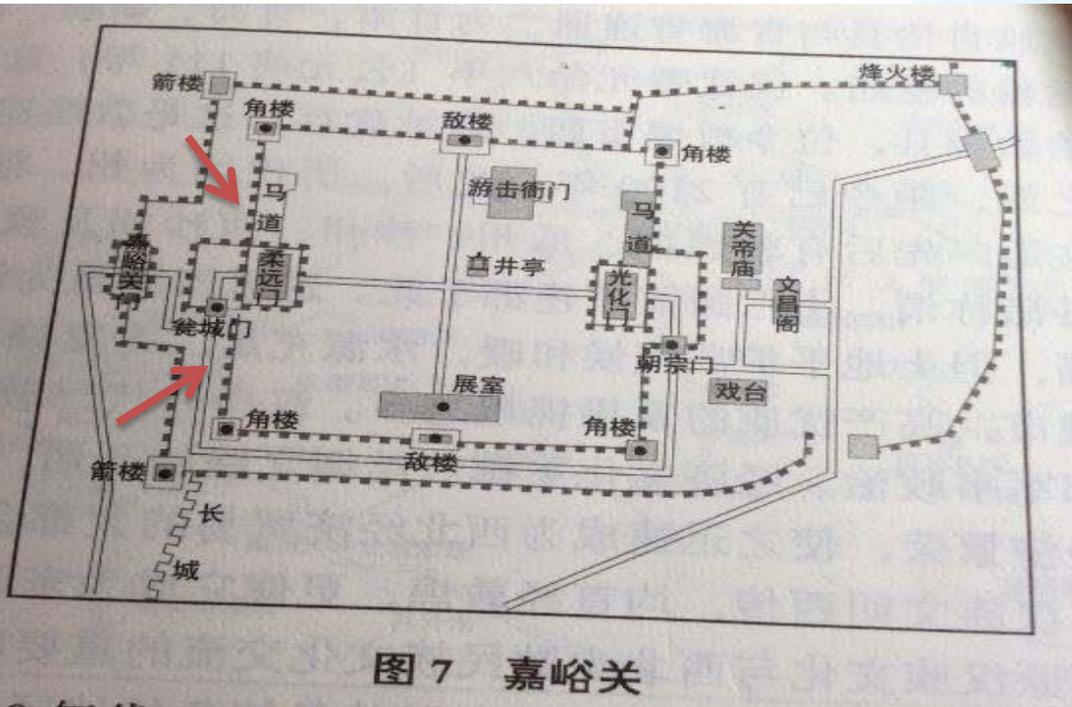
图7 嘉峪关



进攻

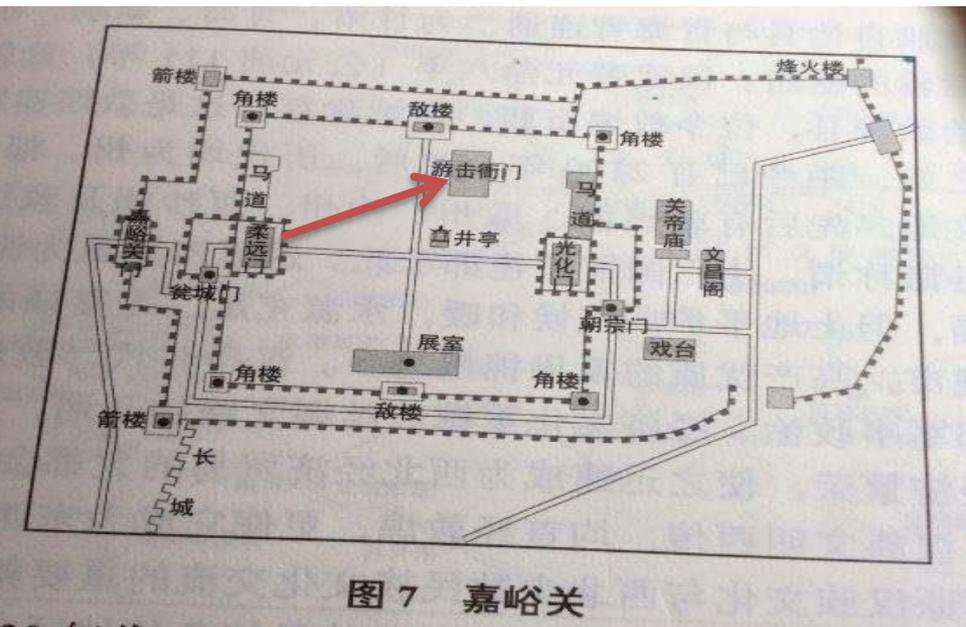
罗城—掩护支援

罗城



进攻

• 游击衙门—运筹帷幄



将军府



参考文献

- 1、李清凌 《战国秦汉时期甘肃的长城边防》
甘肃史话. 2018-11-07
- 2、魏坚 《河套地区战国秦汉塞防研究》 边疆
考古研究, 2007 - sinoss.net
- 3、董耀会 《长城的关隘、关城》 中国文物报.
2016-05-31

不同热带树种叶片解剖结构 对环境的响应

11班：周晓舟 余希昆 邹宇菲 张君瑶

12班：周承吾 赵逸凡 何宇昂 苏裕

指导老师：闫玉梅老师



目录

CONTENTS

1

研究背景

2

研究内容

3

研究方法

4

研究结果

5

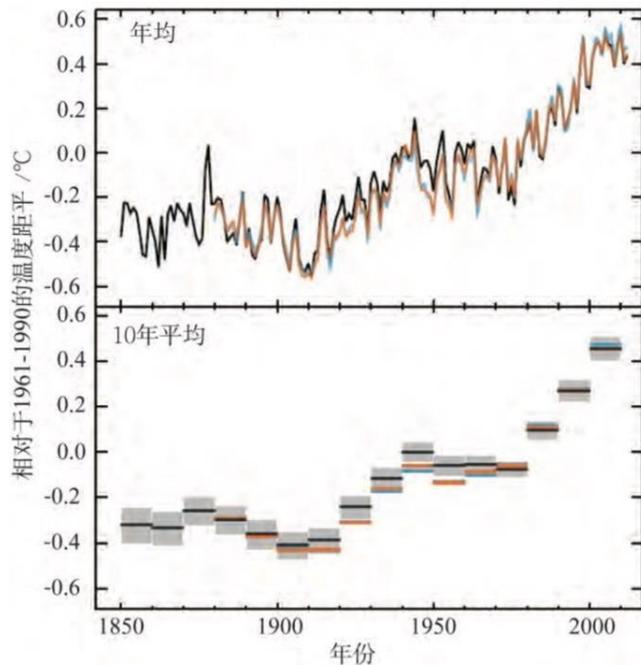
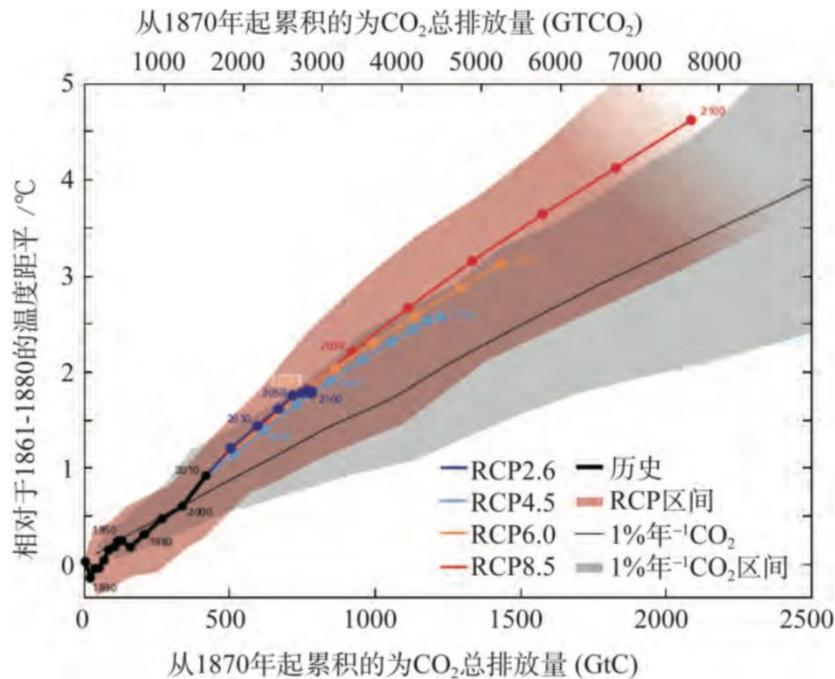
讨论与结论

1

研究背景



一. 全球气候变化

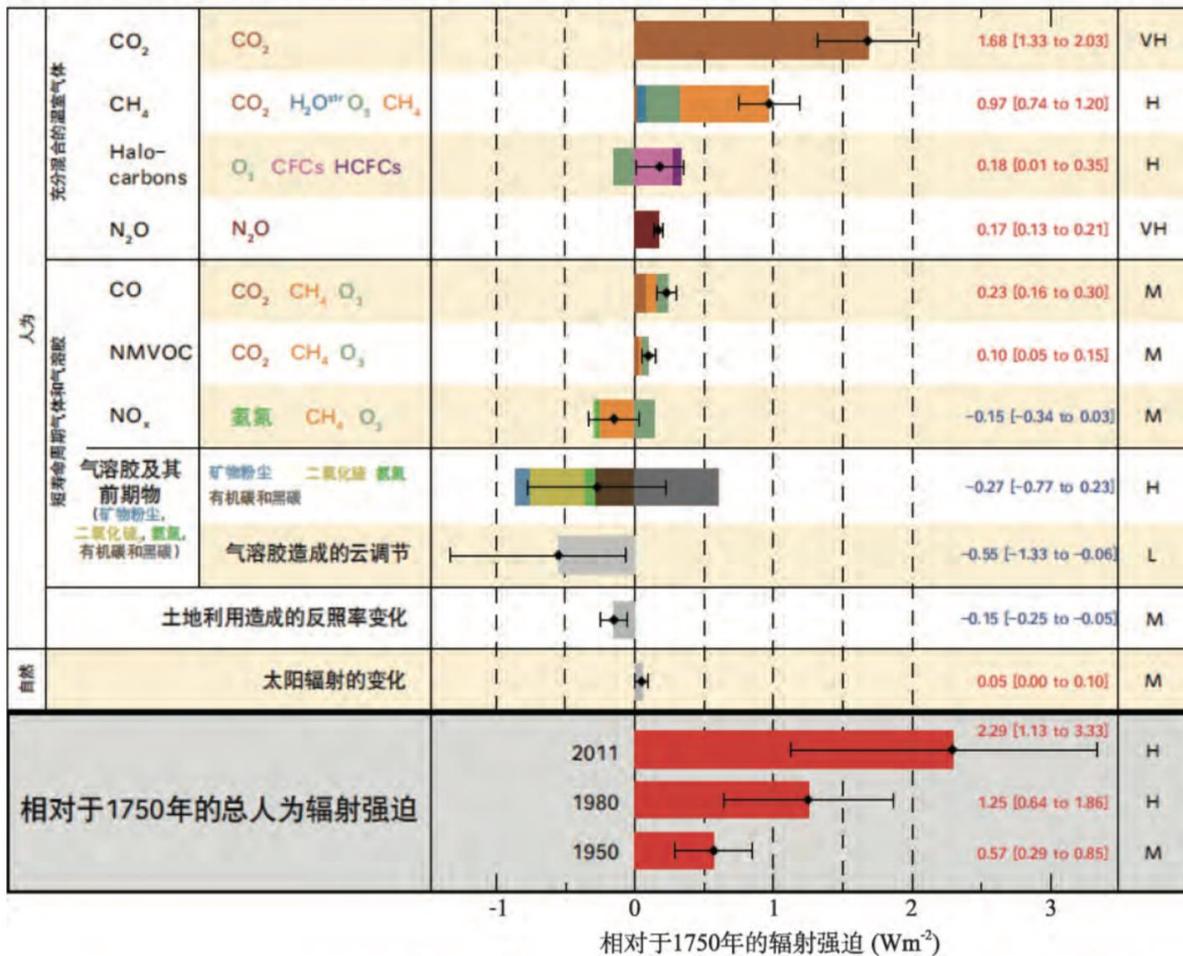


人类活动的加剧使全球环境发生了前所未有的变化，极大地改变了全球生态系统的结构组成和服务功能，全球变化研究已受到广泛关注。

排放混合物 产生的大气驱动因子

按排放和驱动因子显示的辐射强迫

信度水平



二. 叶片对环境的适应性

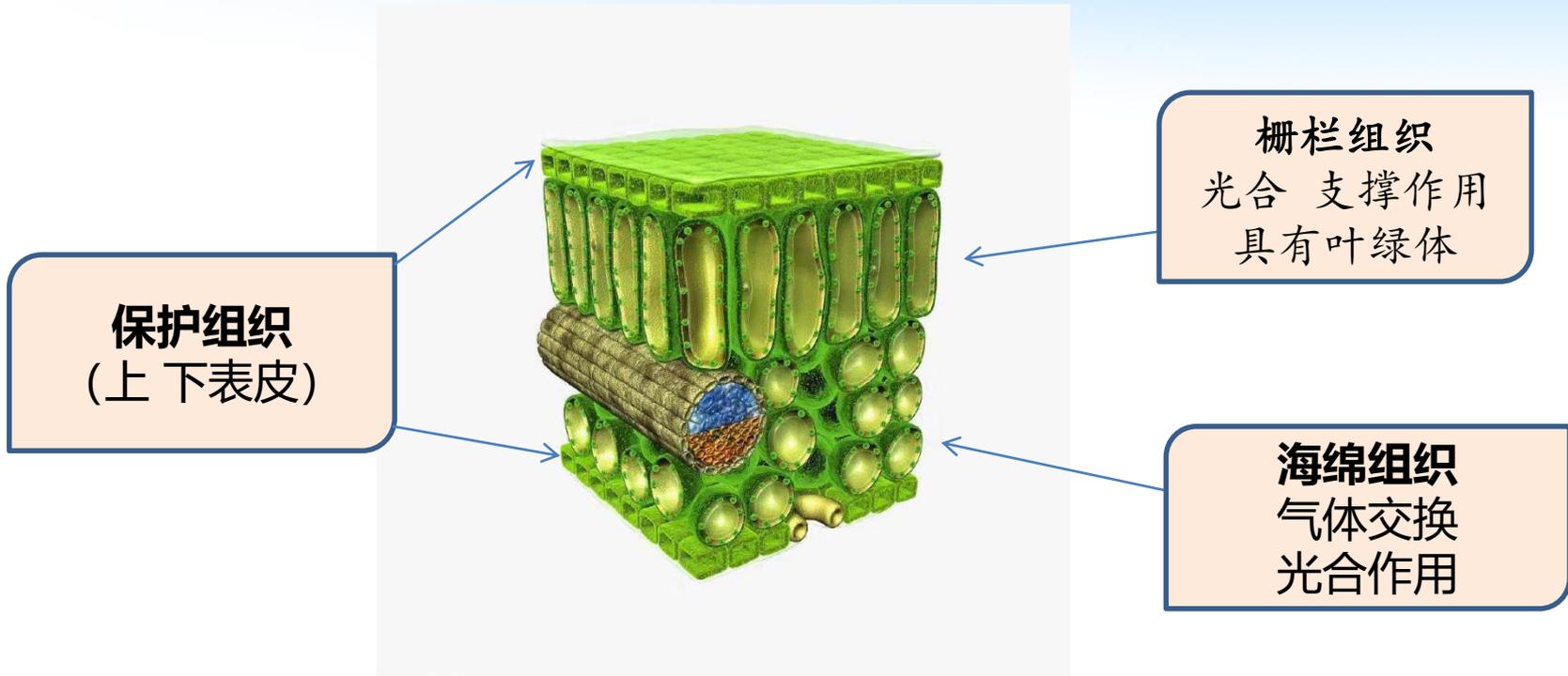


增大植物光合作用面积

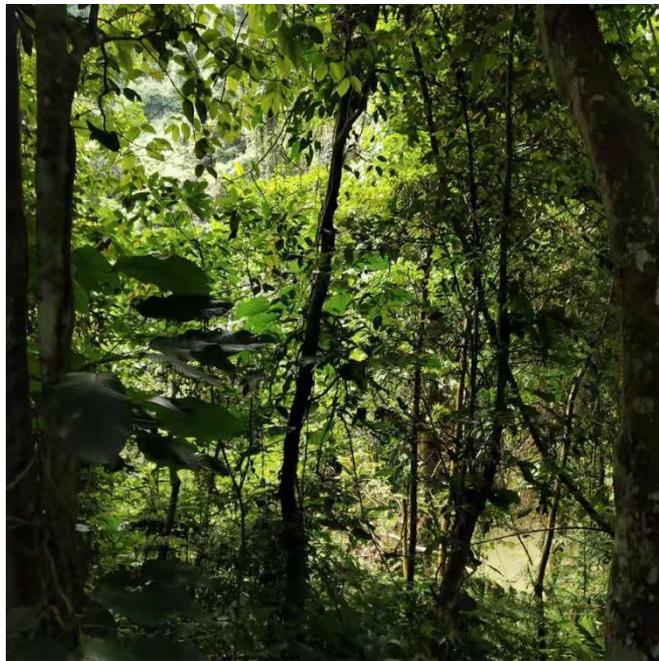


增加耐干旱性

三. 叶片结构



四. 热带雨林



热带雨林是地球上一种常见于赤道附近热带地区的森林生态系统，主要分布于东南亚、澳大利亚北部、南美洲亚马逊河流域、非洲刚果河流域、中美洲和众多太平洋岛屿。

热带雨林主要的作用是调节气候，防止水土流失，净化空气，保证地球生物圈的物质循环有序进行。

2

研究内容



一. 取样

番
龙
眼

优势种

林下种

青
藤
公

I 番龙眼

番龙眼，学名 *Pometia pinnata*，无患子科 番龙眼属，常绿大乔木，高20余米，最高达50米，树冠阔大，有发达的板根。叶大，连柄可至1.5米。



II 青藤公

青藤公 *Ficus langkokensis* Drake,
桑科，榕属。高6-15米。
叶为椭圆状披针形，长
7—15厘米，宽3—4厘
米，叶片为楔形。



二、研究问题：

- 热带优势树种番龙眼与林下种青藤公对环境变化（光照、抗旱性）的响应是否相同？
- 不同两个热带雨林的叶片解剖结构如何响应环境变化？

3

研究方法



一、采样



二、石蜡切片

1. 材料固定



使用FAA固定液使得叶片组织保持原来的状态

2. 脱水 透明 浸蜡



用不同的试剂来置换叶片中的水分，使得石蜡进入到材料中

3. 包埋



将材料包埋在包埋盒中，便于后期切片

4. 切片



切出我们需要的材料片子

5. 展片和烤片

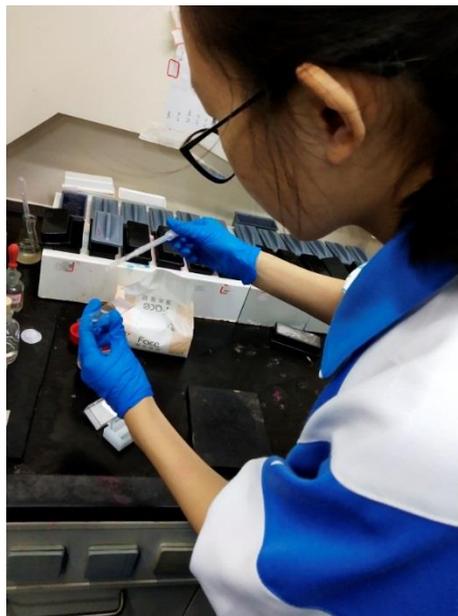


展片使得比较皱的蜡带变得平整。烤片将片子烤干，便于染色观察

6. 脱蜡, 染色



7. 封片与观察



三、叶片叶脉的实验过程



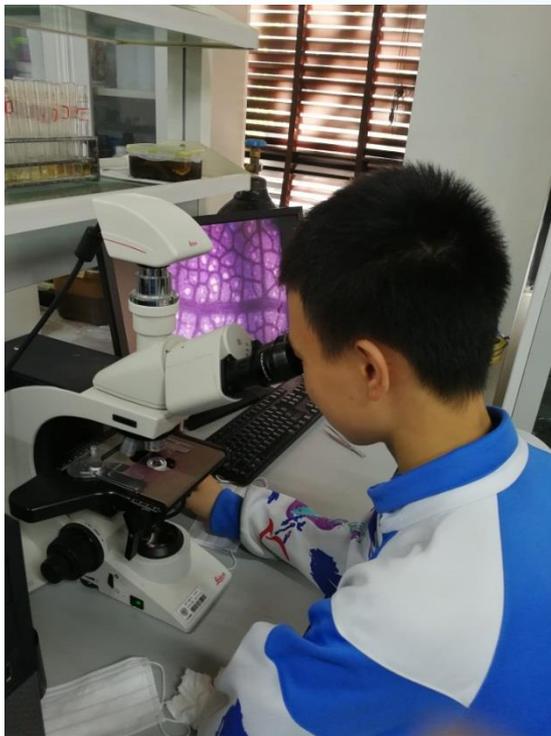
5%氢氧化钠溶液—冰醋酸和次氯酸钠各浸泡5分钟—番红染色，封片

四、叶片气孔的实验过程

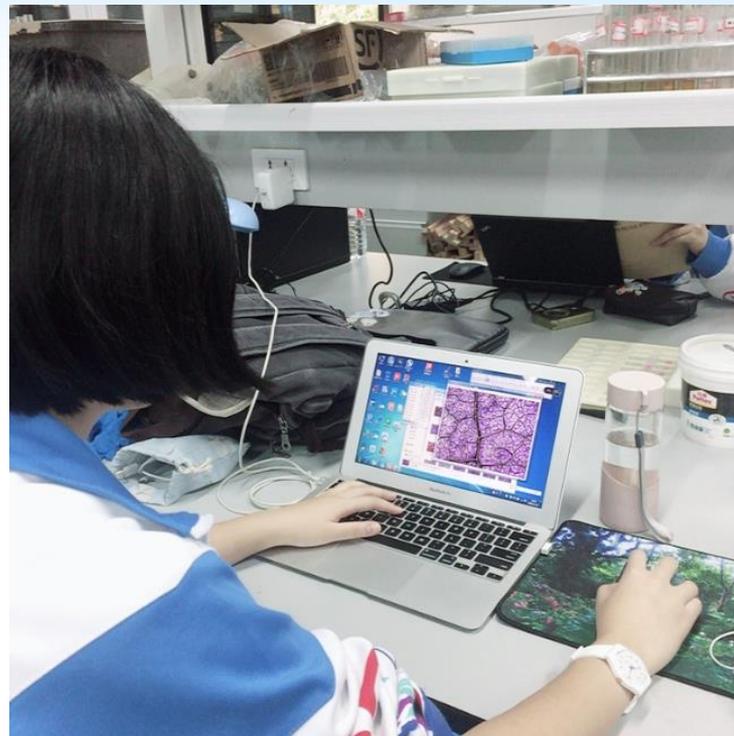


沸水中煮20分钟—1:1的冰醋酸和双氧水8小时—撕出上下表皮—染色封片

五、拍照观察与软件处理



用电子显微镜观察



用ImageJ软件处理

4

研究结果



叶面积图片

番龙眼

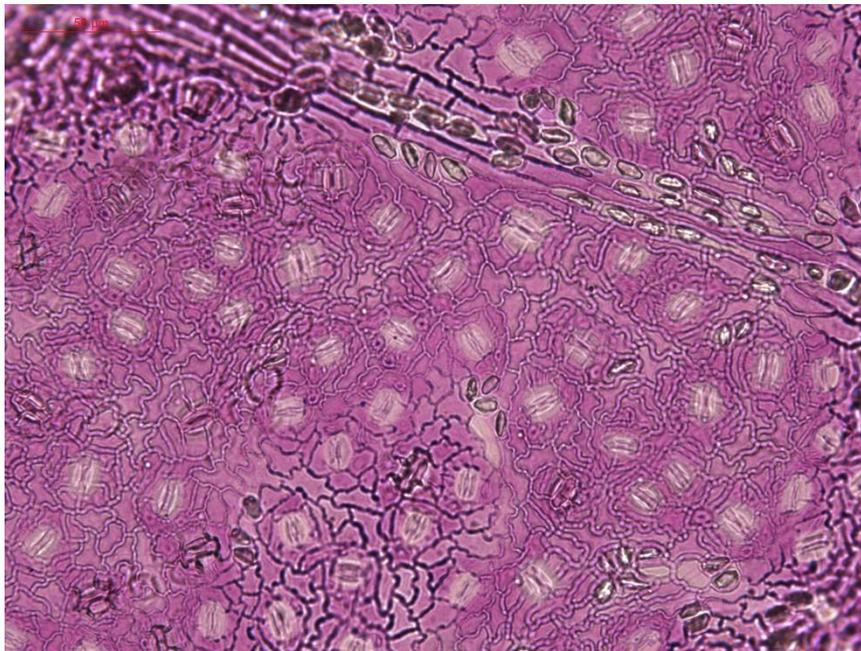


青藤公

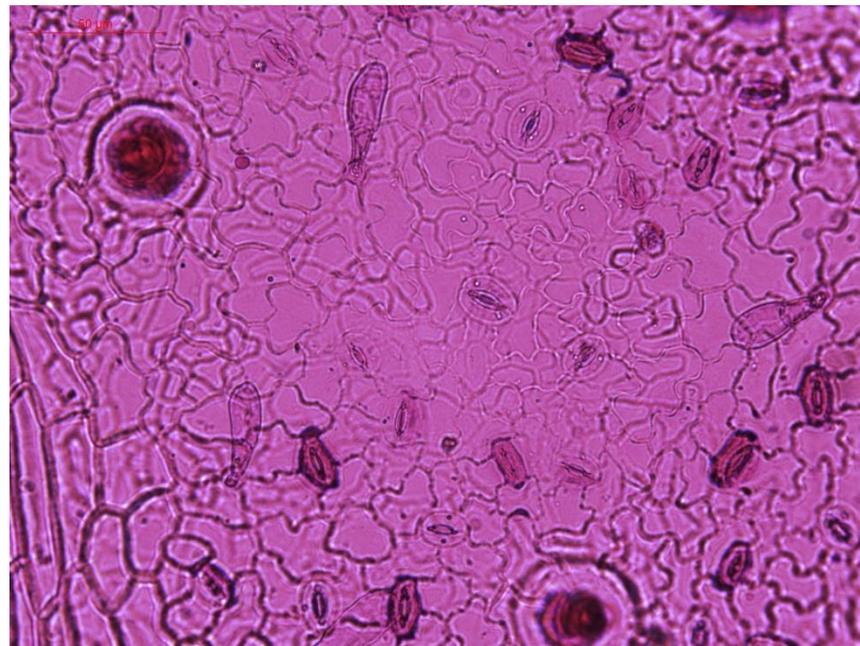


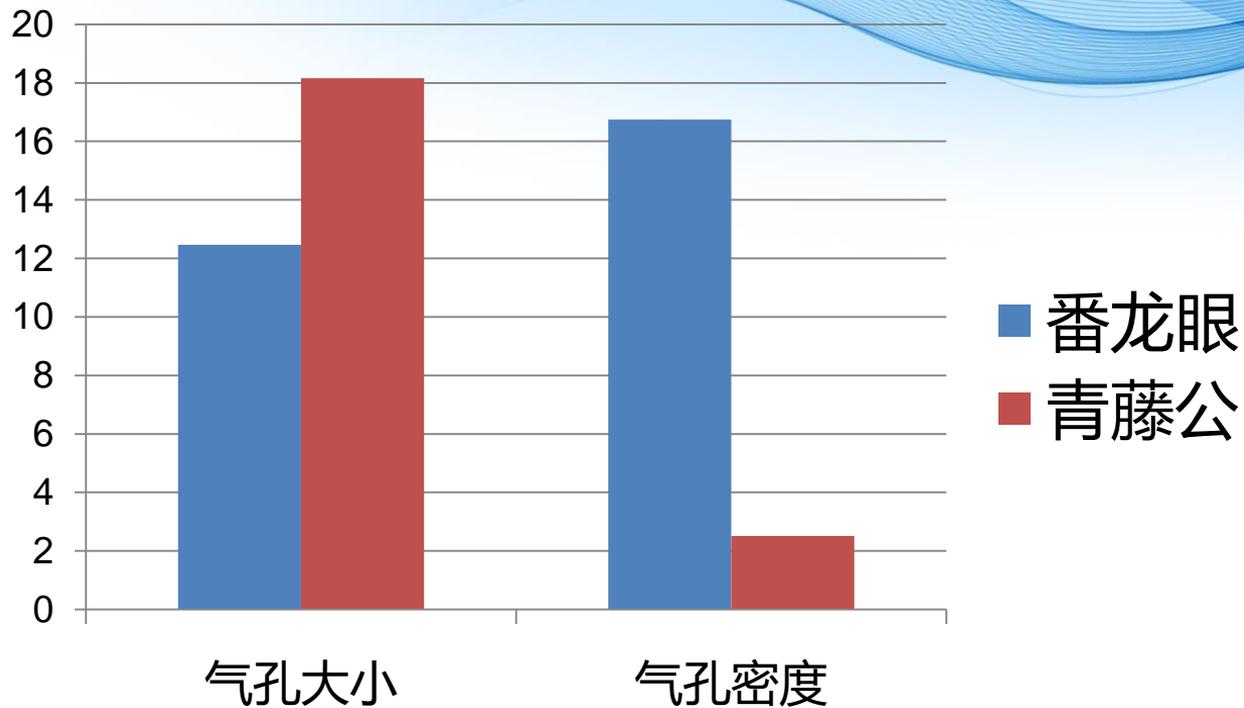
气孔

番龙眼



青藤公



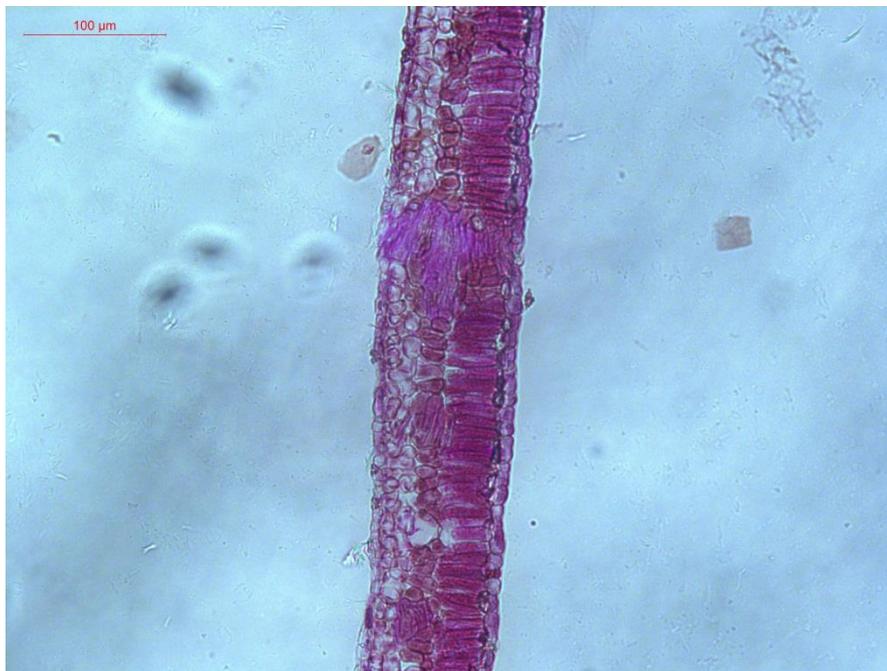


番龙眼和青藤公的气孔大小与气孔密度的表格

青藤公的气孔比番龙眼的气孔大，但是气孔密度小于番龙眼

叶片厚度

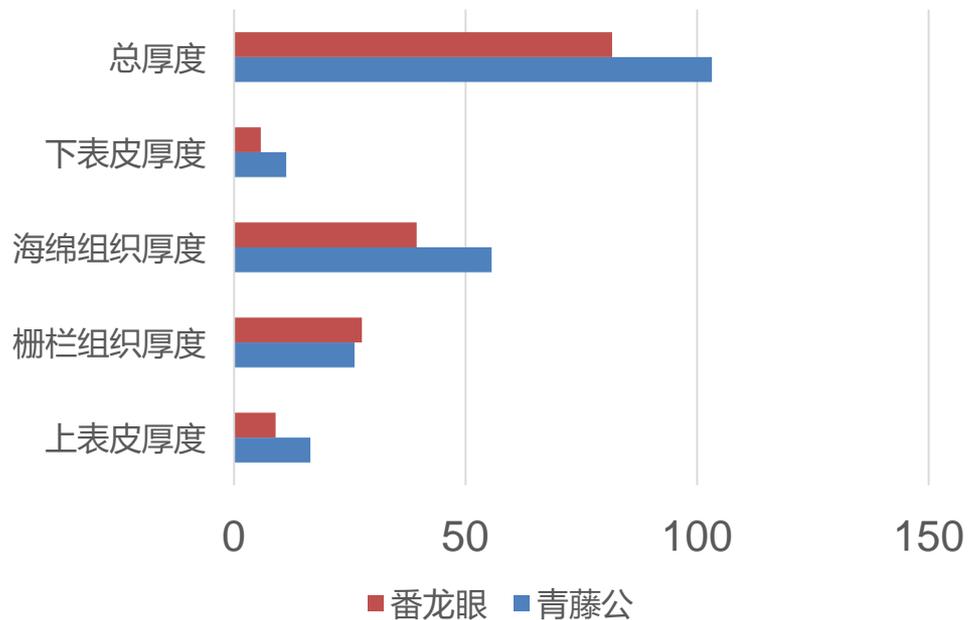
番龙眼



青藤公



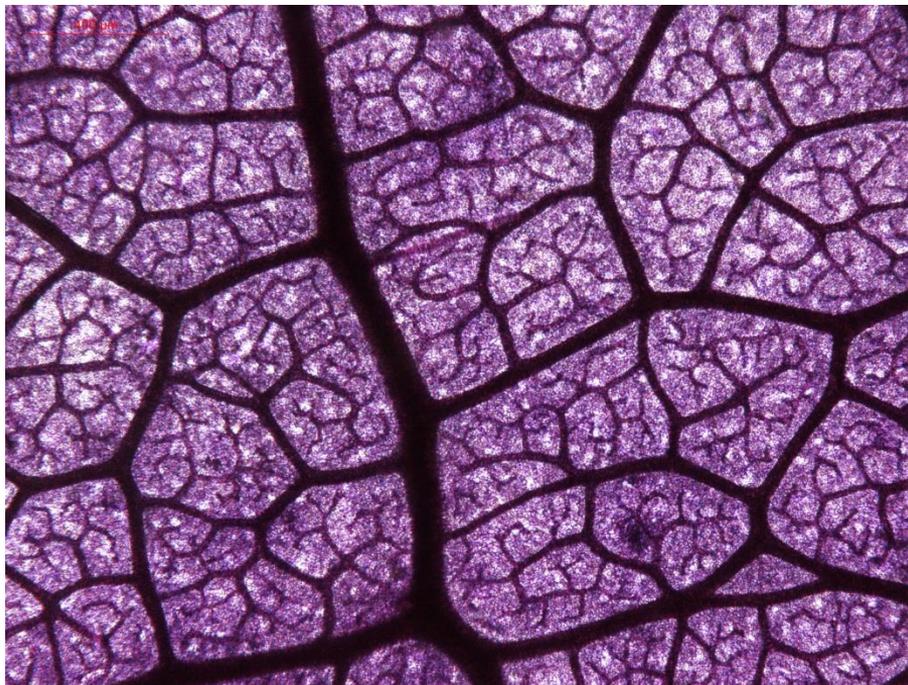
番龙眼和青藤公叶片厚度表格



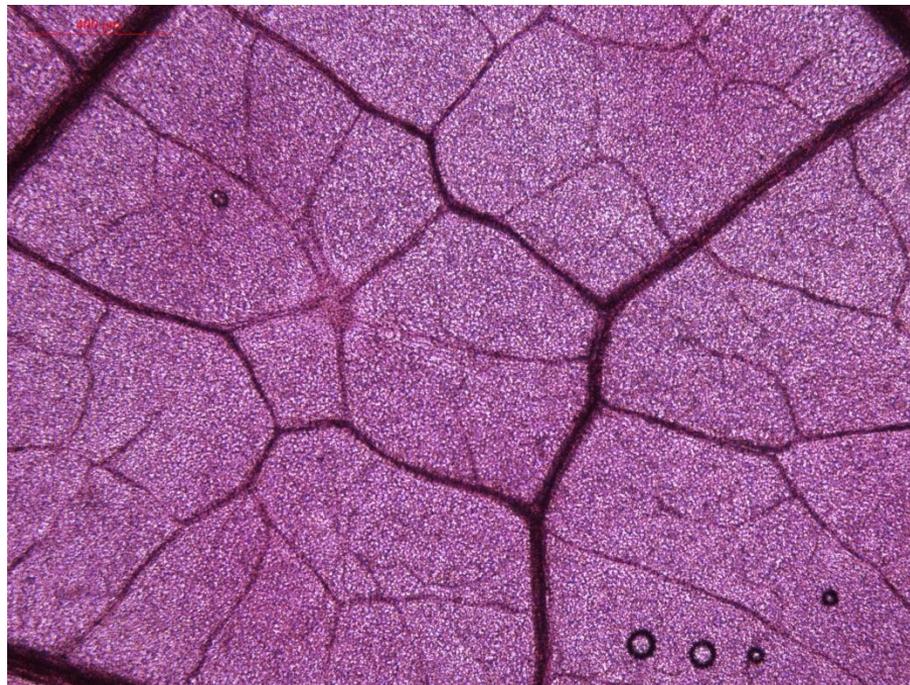
青藤公的上表皮厚度、海绵组织厚度、下表皮厚度和叶片总厚度均大于番龙眼，但是，青藤公的栅栏组织厚度小于番龙眼。

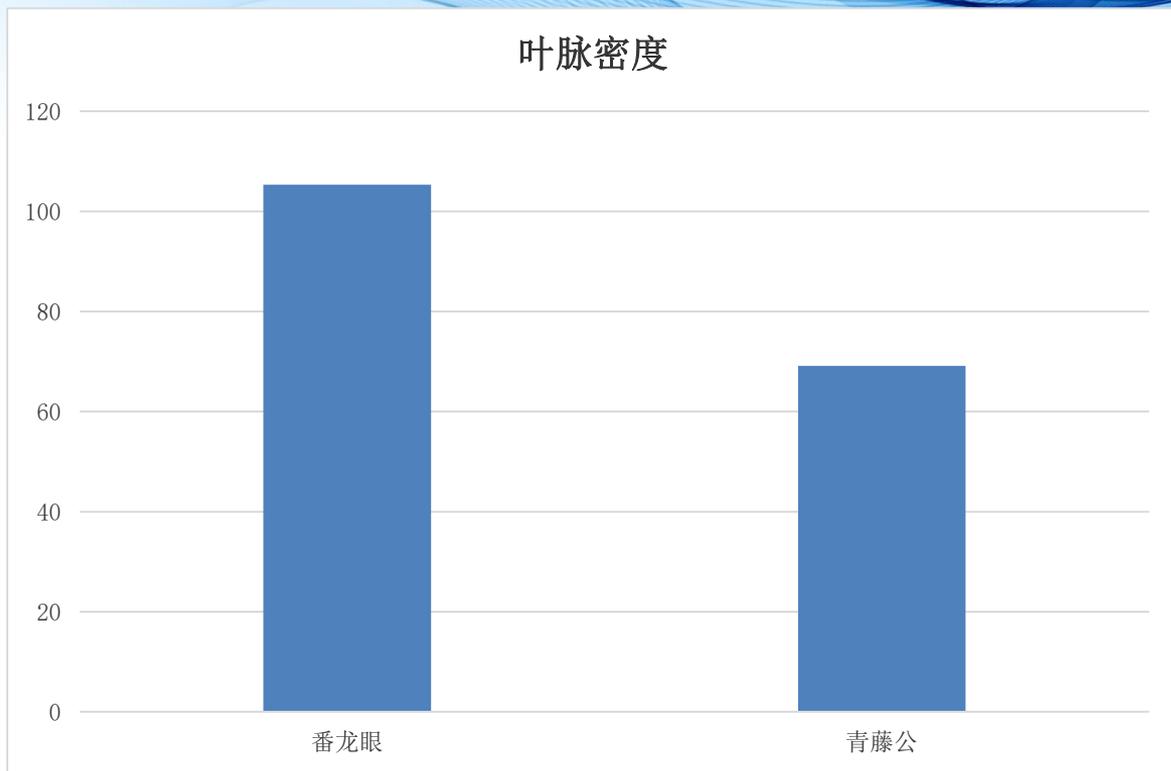
叶脉

番龙眼



青藤公





番龙眼的叶脉密度大于青藤公

5

讨论与结论



叶片面积对环境的响应

叶片的面积越大，其捕获光的能力越强，植物进行光合作用的能力越强，番龙眼的光合能力高于林下种青藤公。

叶片组织厚度对环境的响应

叶片表皮细胞及其附属物、叶片厚度、栅栏组织、海绵组织等指标都与植物的抗旱性有密切的关系【1】。多而紧密的栅栏组织及海绵组织相对不发达是旱生植物的主要特点之一。

该研究结果中，抗旱性较强番龙眼的栅栏组织厚度较大，发达的栅栏组织能够增强植物的光合作用，也能将水分进行高效运输，海绵组织相对来说并不很发达，厚度也不大，因此叶肉间的侧向接触面积减少，全靠发达的叶脉遍布植物叶片之上，但这也增强了植物在水平方向的运输能力。对植物抗旱具有重要的意义。【2】【3】

【1】李芳兰，包维楷 植物叶片形态解剖结构对环境的响应与适应，2005

【2】潘存娥，田丽萍，李贞贞等 5种杨树无性系叶片解剖结构的抗旱性研究，2011

【3】朱栗琼，李吉跃，招礼军 六种阔叶树叶片解剖结构特征及其抗旱性比较，2007

叶脉密度对环境变化的响应

植物叶脉对干旱胁迫的适应表现主要是具有比较密集的维管束，且维管组织发达，增强植物的疏导能力和支撑能力。

叶片的主脉大小跟水分在植物体内的运输效率直接相关，越粗的主脉具备越强的水分控制能力，其可在高温及干旱条件下加快蒸腾，降低叶表温度，从而避免植物体受高温及干旱伤害。

刘球，吴际友，李志辉，干旱胁迫对植物叶片解剖结构影响研究进展，湖南林业科技，2015

气孔对环境变化的响应

气孔是植物叶片与周围环境交换气体的器官，气孔密度越大，对CO₂的吸收量就越多，从而导致光合速率提高。在干旱条件下，植物叶片气孔密度越大，越有利于短时间内充分利用有效水分进行光合作用。

参考文献：《干旱胁迫对植物叶片解剖结构影响研究进展》，
《干旱胁迫条件下狗头枣叶片解剖学结构比较研究》

综合以上实验结果和讨论可知

番龙眼的叶面积比青藤公的大，栅栏组织比青藤公的厚，气孔密度比青藤公的大。这些性状都能增加番龙眼的光合作用能力。

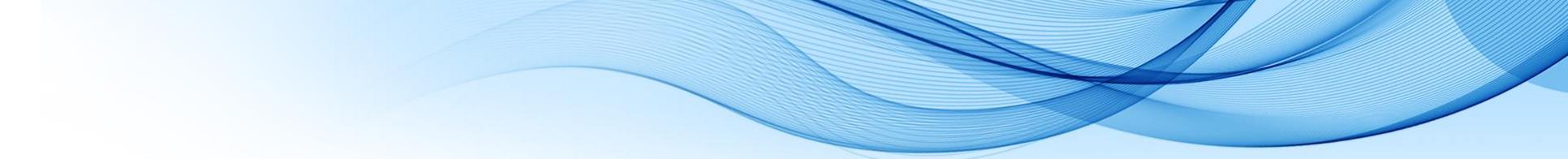
番龙眼的栅栏的组织排列紧密，海绵组织不发达，叶脉密度大，这些性状都能增加番龙眼的耐旱能力。

从叶片的解剖角度来看，番龙眼的光合作用能力和耐旱能力都比青藤公要强，所以在热带雨林竞争能力强。

参考文献： 《干旱胁迫对植物叶片解剖结构影响研究进展》
《干旱胁迫条件下狗头枣叶片解剖学结构比较研究》

谢谢聆听





谢

倾

听

谢

