

How to draw awesome figures? (v3)

作者: [Hanlin Cai](#) [我的知乎](#) [我的B站](#) [数学建模资源](#) 本文档更新时间: 2024/01/28

本文分享了我在数学建模绘图上的一点心得, 并提供了一些口碑优秀的绘图软件、工具、宏包等。当然, 本文的思路同样适用于广义上的科技论文绘图。

两大图片类型, 六种绘图方案。每种方案我都附上了基于该方案实现的图例与对应来源, 部分是我自制的, 部分选自历年的优秀论文。供大家参考!

最后, 必须提到我的两位队友——Yufei Wu和Wenxuan Luo——我们从2022年6月的校赛出发(三等奖), 一路挺进9月国赛(一等奖), 以及2023年2月的美赛(特等奖提名)

一路走来的酸甜苦辣与美好回忆, 与君共勉!

1 写在最前面

1.1 (一) 数据图

1.2 (二) 框架图

2 方案一、使用 Matlab 绘图

3 方案二、使用 Python 绘图

4 方案三、使用 $LATEX$ 绘图

5 方案四、使用亿图图示, ProcessOn等在线软件绘图

6 方案五、使用 PPT 绘图

7 方案六、使用 Javascript 进行数据可视化

8 数模干货分享

9 数学建模成功四要素

10 优秀绘图案例欣赏

1 写在最前面

首先要明确的是，美赛国赛等“科技论文”的配图，大致可以分为以下两类：

- 数据图：体现模型的过程数据或结果数据，重点在于“展现模型效果”
- 框架图：描述模型的流程结构或系统组成，重点在于“解释模型本身”

下面我会首先对两类图片进行说明，进而提出我们的“六套方案”。

1.1 (一) 数据图

- 数据图：体现模型的过程数据或结果数据，重点在于“展现模型效果”
- 根据图形分类：线图、饼图、柱状图、雷达图、地图、三维图、热力图等等
- 根据数据分类：比较类、分布类、流程类、地图类、趋势类、占比类

图1-美赛-2020-A题-鱼群迁徙 #2001334（近3年美赛最著名的一篇文章）：

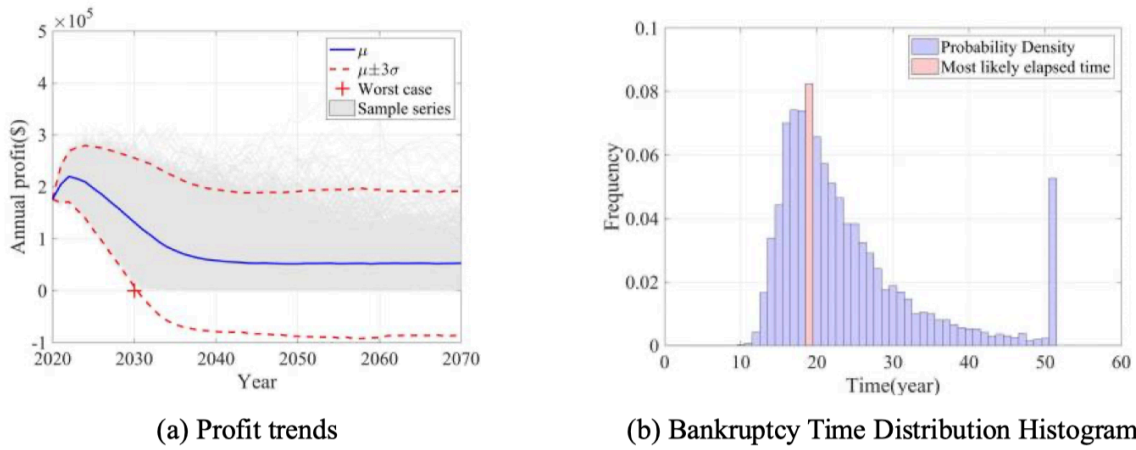


Figure 10: Simulation results of fishing company operations over the next 50 years

图2-美赛-2020-D题-哈士奇足球队 #2006782:

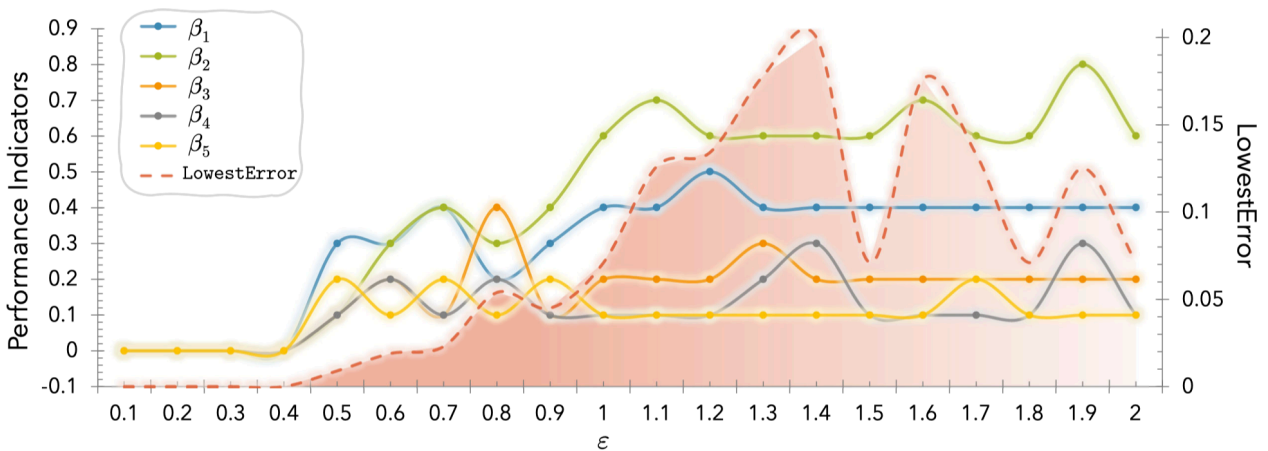


Figure 14: Five performance indicators and lowestError with different error limit ε

图3-美赛-2022-A题-自行车曲线 #2209812:

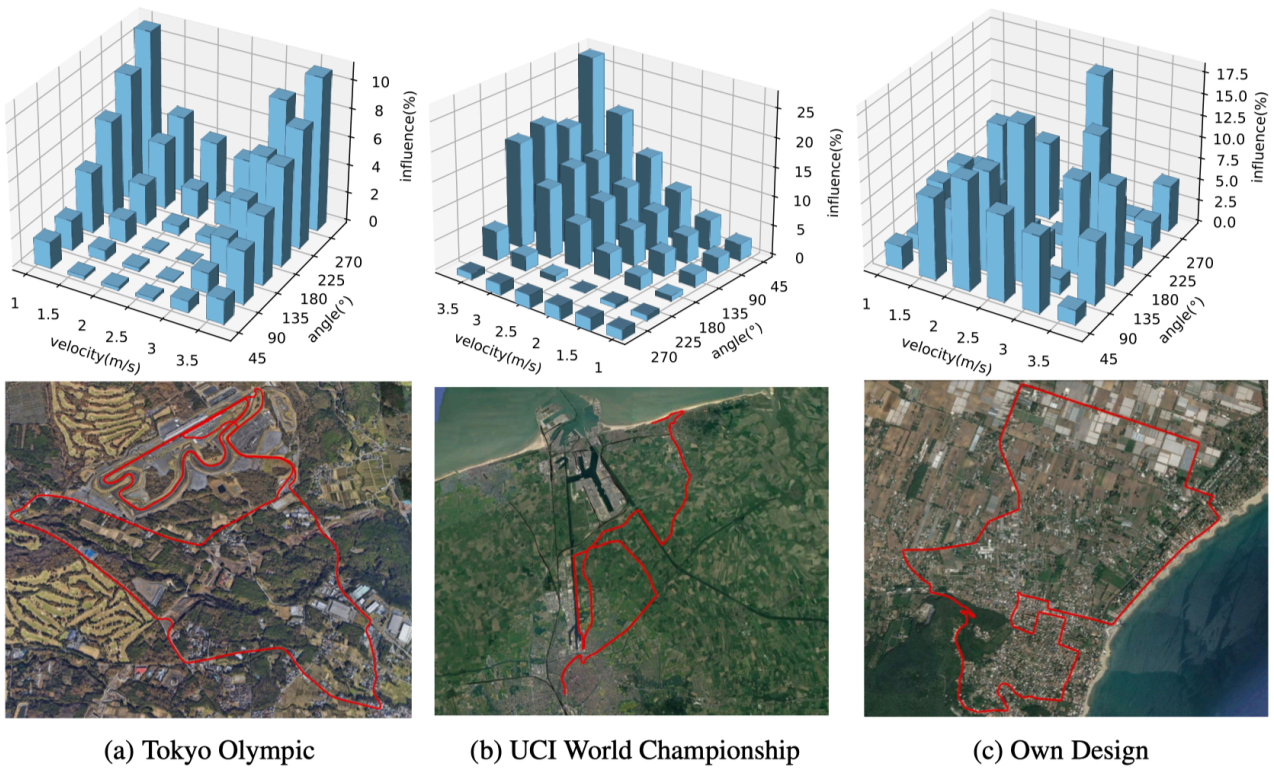


Figure 15: Wind Effect to Defferent TTCs (Up is the north)

1.2 (二) 框架图

- 框架图：描述模型的流程结构或系统组成，重点在于“解释模型本身”
- 一般分类：思维导图、模型架构图、模型示意图、模型流程图等等

图4-美赛-2020-A题-鱼群迁徙 #2001334：非常著名的建模流程图

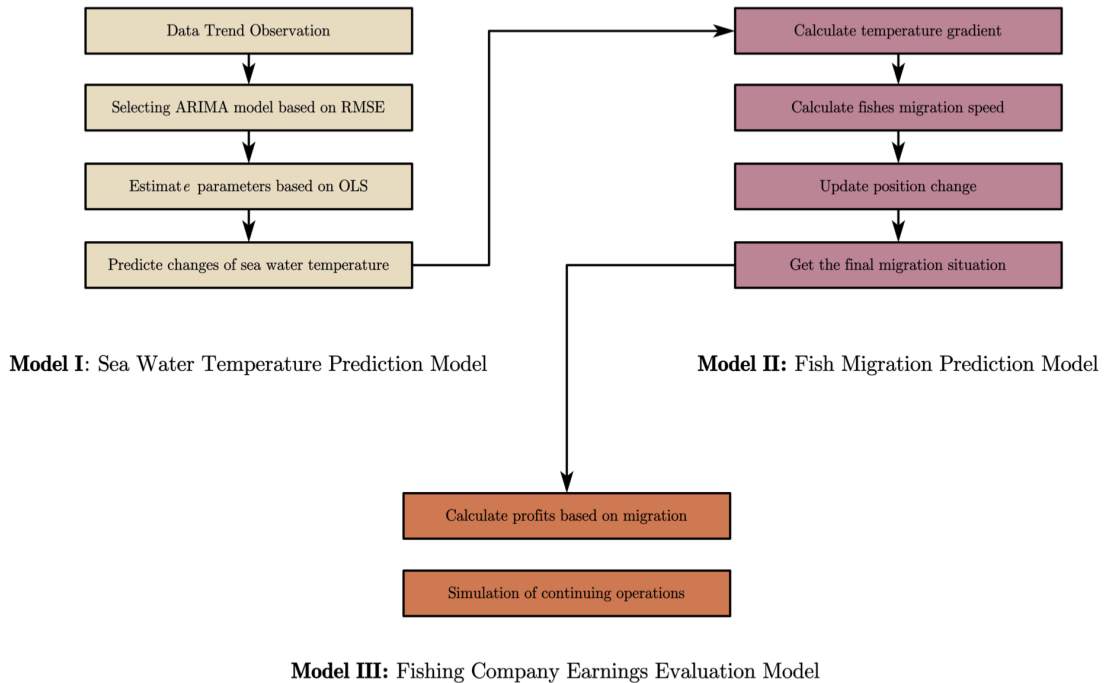


Figure 2: Model Overview

图5-国赛-2022-B题-无人机飞行编队-福建省一等奖（自制）

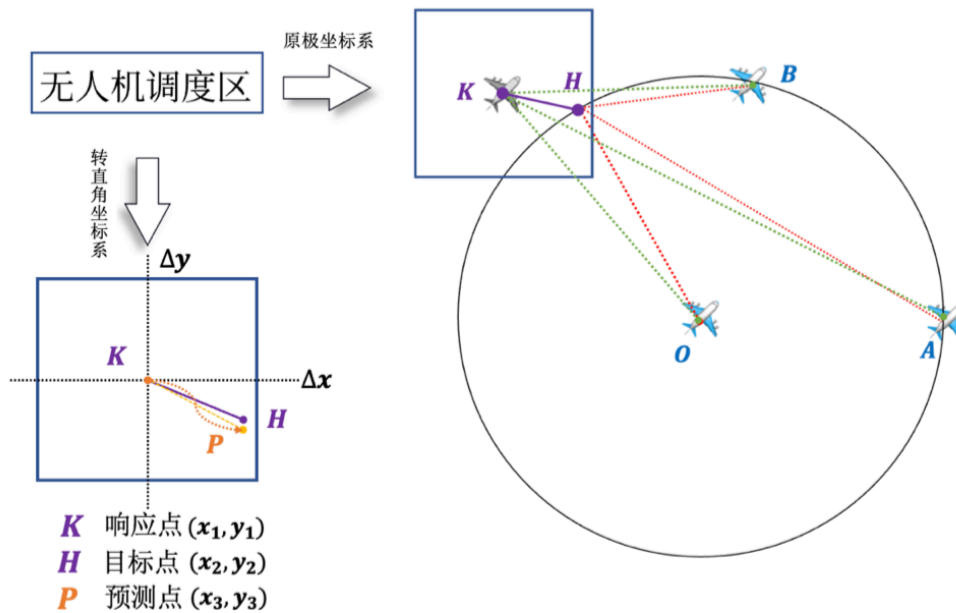


图 6 无人机调度区示意图

图6-美赛-2023-B题-重塑马塞马拉 #2316192 (F奖自制)

In summary, the whole modeling process can be shown in the following Figure 3.

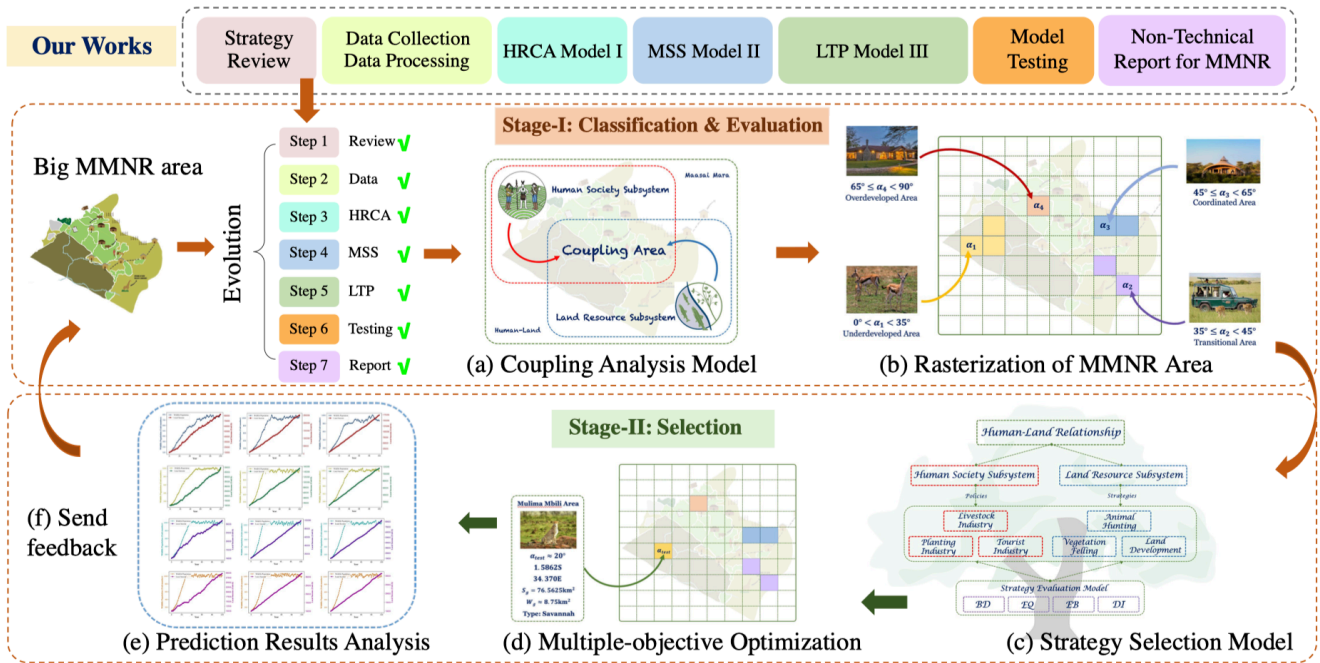


Figure 3 Overview of our works

上面两张我自制的图片，均使用PPT+PDF编辑器绘制

下面我们将介绍绘图的六大方案。

2 方案一、使用 Matlab 绘图

- Matlab基本上可以胜任任何“数据图”的绘制，但难以绘制“框架图”；
- Matlab绘图的逻辑其实非常简单：
 1. 安装好Matlab（最难的一步）
 2. 导入准备好的绘图代码
 3. 导入模型的过程数据（记得备份）
 4. 生成原始图片
 5. 针对需要，对原始图片进一步润色
- 绘图的代码模版 Plot Gallery: <https://ww2.mathworks.cn/products/matlab/plot-gallery.html>
 - 推荐，阿昆的科研日常，绘图合集: https://www.zhihu.com/column/c_1074615528869531648
 - 同时推荐，MATLAB 特殊绘图: https://www.zhihu.com/column/c_1549339303922057218
- 最后可使用 FigureBest 脚本进行美化，详见: <https://www.bilibili.com/video/BV1yP4y1m7H5/>

说明: FigureBest是b站up主@**图通道**制作的一款Matlab图片润色脚本，需要付费使用，印象里是 ¥50 左右。

有心的话本文提到的所有软件或脚本，在网上都可以找到相应资源，不过这里不会提供资源渠道。

总之，**推荐各位使用正版软件**，我自己是为这些软件付费了——不仅仅是因为付费可以拥有实时更新的版本与社区，更是出于对知识版权的尊重。当然，如果此刻你还不具备为之付费的能力，没有关系——但当未来你有能力的时候，请予以支持与尊重！

下面展示了 Matlab Plot Gallery 的部分绘图案例，一般而言，搜索任意工具的 Plot Gallery 都可以找到对应的案例大全。

Line Plots

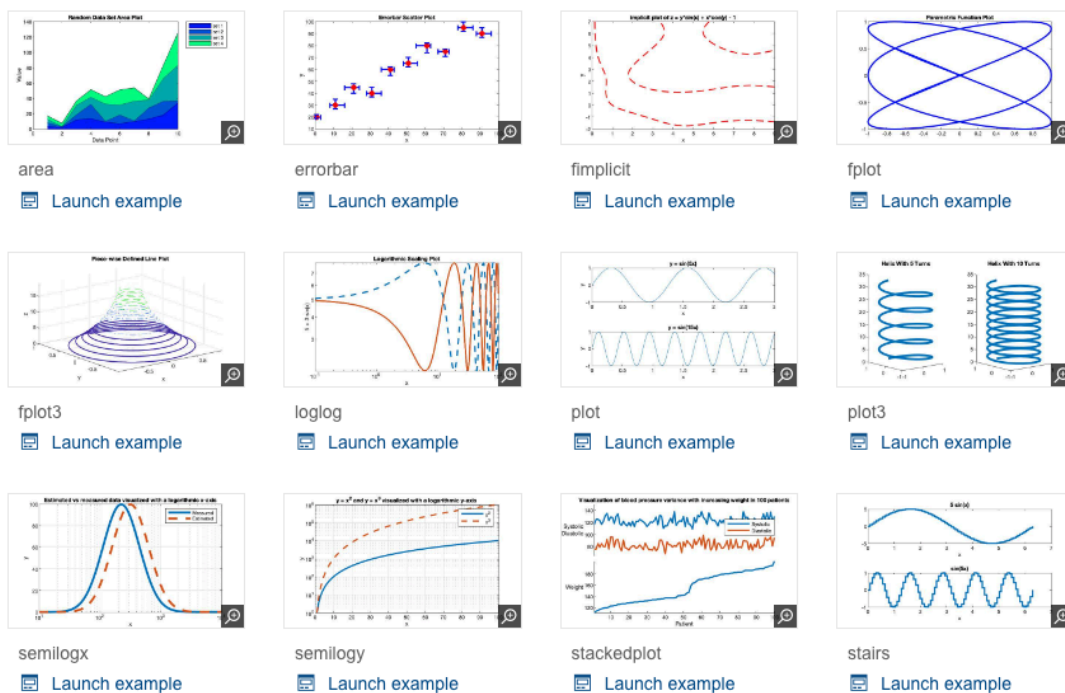
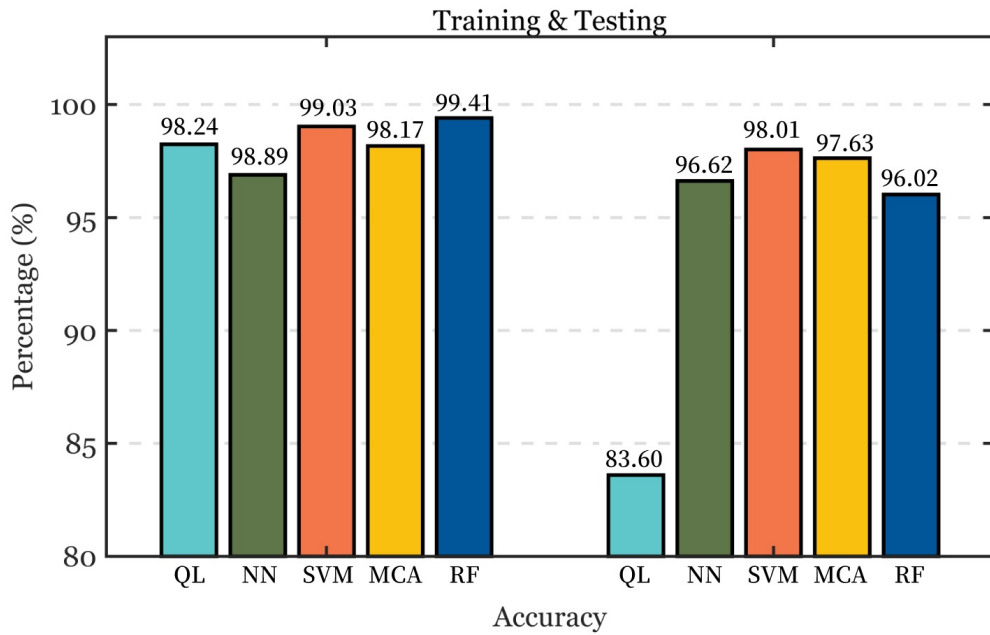


图7-下面是我用 FigureBest 辅助绘制出来的Bar chart，用来展示模型的训练与测试结果（数据对比图），还是比较美观的，推荐熟悉Matlab的选手使用



然后是一些使用Matlab绘制的特殊图例，供大家学习借鉴：

图8-三角曲面图(Trisurf)-出处：<https://zhuatlan.zhihu.com/p/590173859>

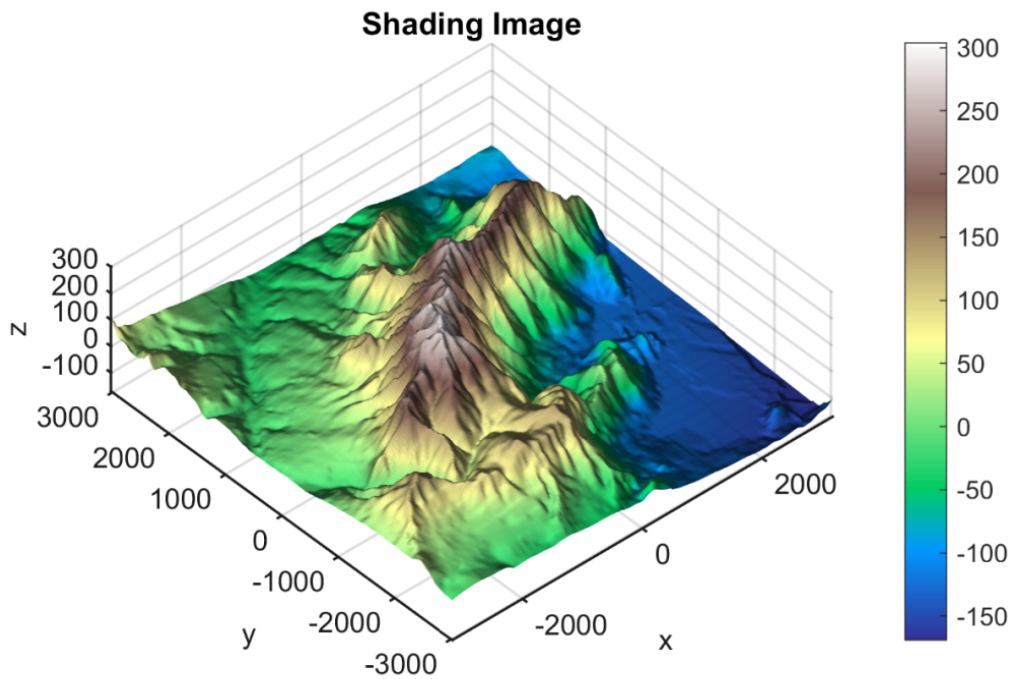
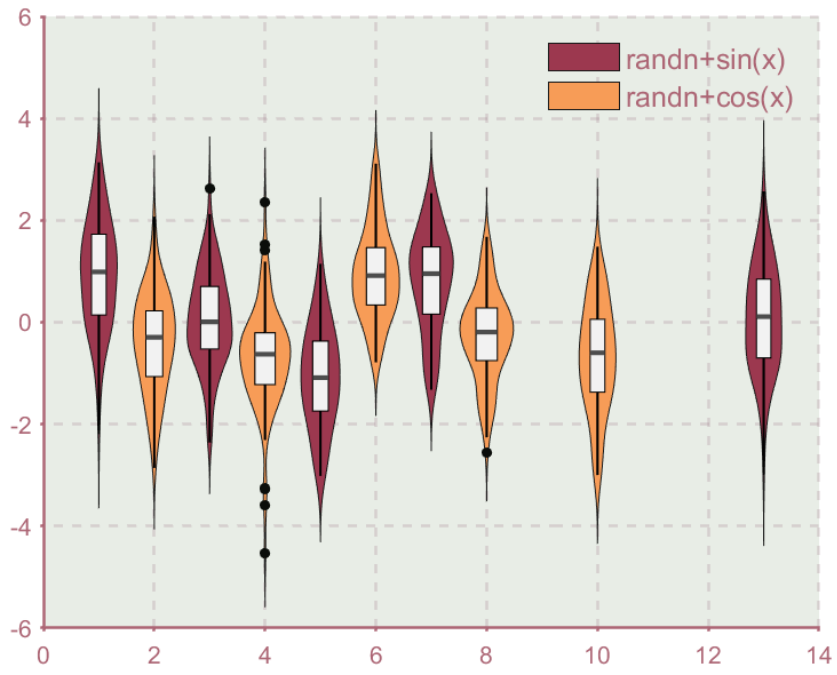


图9-小提琴图-出处: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/411001831>

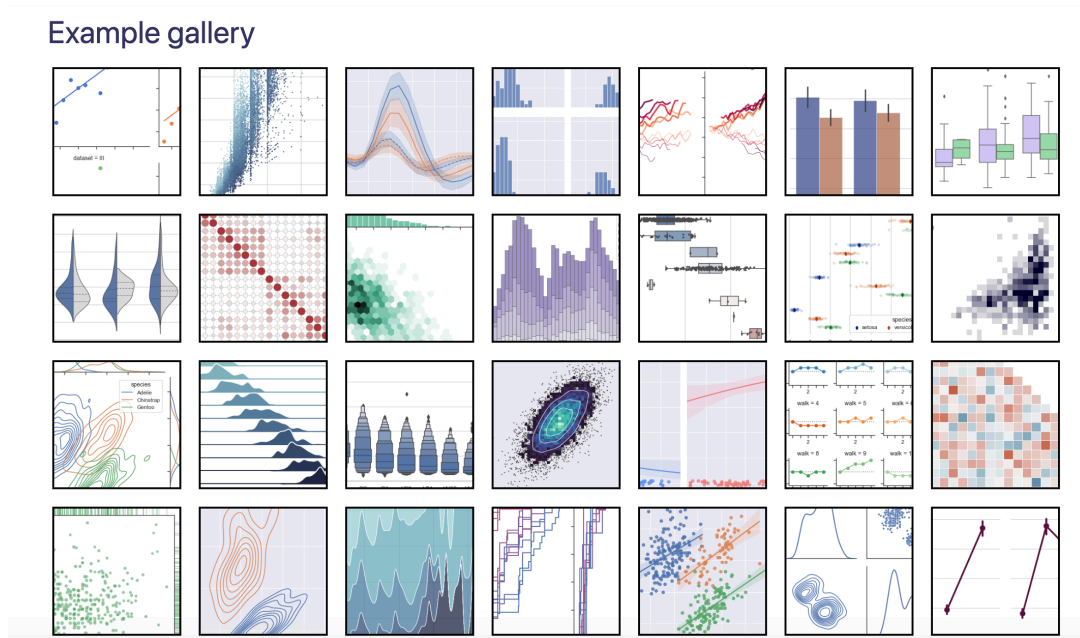


3 方案二、使用 Python 绘图

- Python绘图主要是依赖各种宏包，Python和Matlab类似，基本上可以实现任何“数据图”的绘制，但无法胜任“框架图”，至于优秀的“框架图”如何绘制，且看方案四和方案五。
- 首先是广受好评的Matplotlib，宏包合集：<https://matplotlib.org/stable/gallery/index.html>
 - 类似的，Seaborn宏包也非常好，宏包合集：<https://seaborn.pydata.org/examples/index.html>
 - 可以参考知乎文章，Seaborn画图：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/81553421>
- 另外还有一个汇总合集也非常推荐：[The Python Graph Gallery](#)

说明：作为近10年最热门的语言之一，Python 的社区与资源是相当丰富齐全的，找到适合自己的趁手工具，然后认真学习、合理利用，就一定可以绘制出属于你自己风格的“awesome figure”，下面是一些使用Python绘制的图例，供大家学习借鉴。

Seaborn库可以实现图片合集-出处在上方提供了



Python Graph Gallery-出处同样在上方提供了

Part Of A Whole



Treemap



Venn Diagram



Donut



Pie Chart



Dendrogram



Circular Packing

Evolution



Line chart



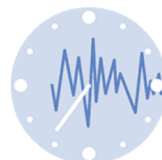
Area chart



Stacked Area



Streamgraph



Timeseries

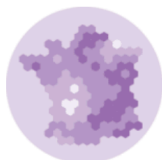
Map



Map



Choropleth



Hexbin



Cartogram



Connection



Bubble

图10-美赛-2023-B题-使用Python绘制的结果数据对比图（自制）

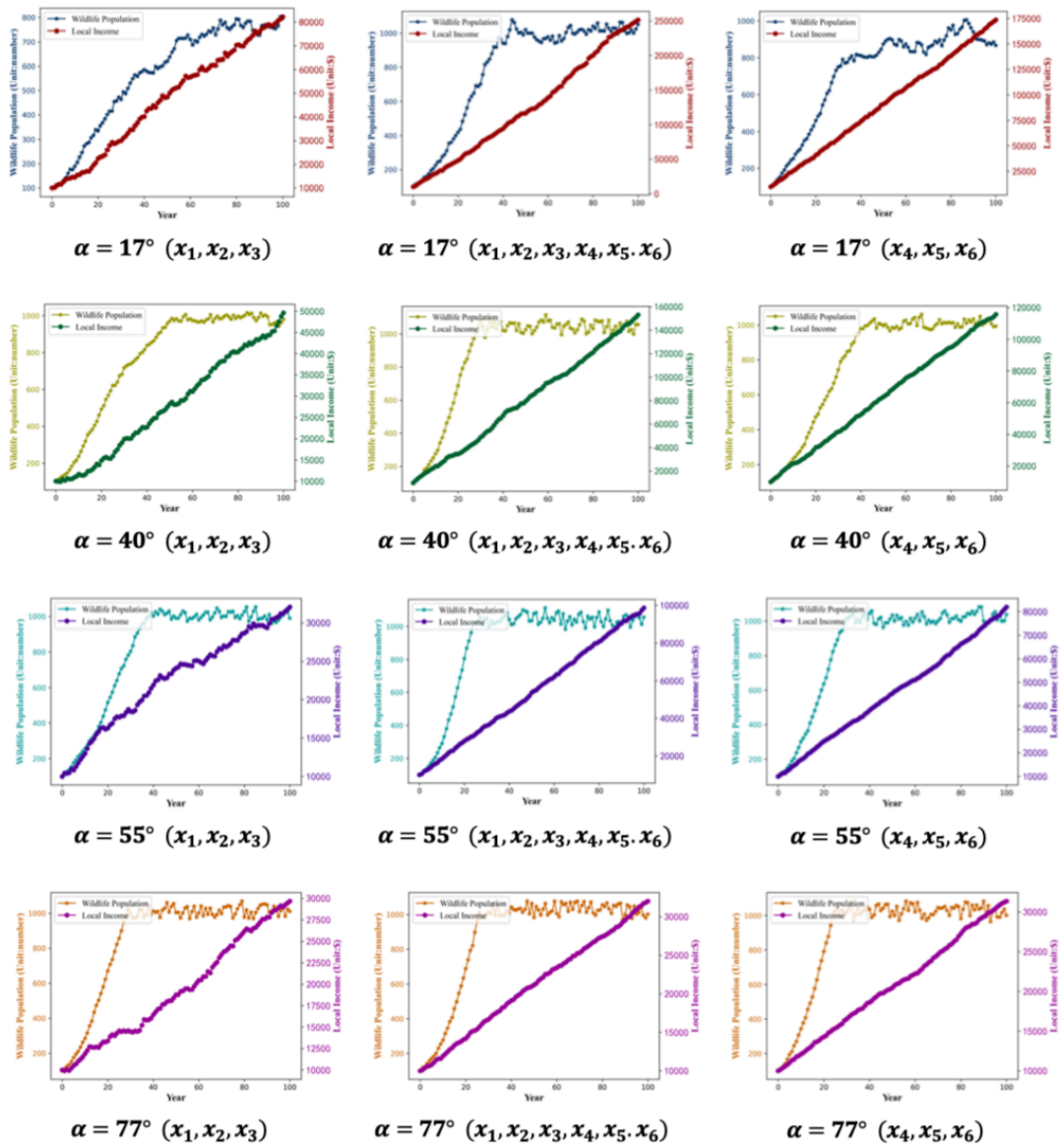


Figure 9 Twelve 100-year prediction results of different parameter configurations

说明：本文展示的图片仅作实例之用，因此没有提供高清/矢量版本。

如需获取原图模版，可以到我的[Github](#)中获取。

4 方案三、使用 $LAT_{E}X$ 绘图

- 使用 $LAT_{E}X$ 画图门槛自然比较高了，就单论绘图而言
 - 高效程度：Matlab \approx Python $>$ $LAT_{E}X$
 - 个性化程度： $LAT_{E}X \approx$ Python $>$ Matlab
- 但 $LAT_{E}X$ 的个性化程度是非常高的，所谓入门容易高手难！
- $LAT_{E}X$ 绘图资源大合集：<https://awesomerank.github.io/lists/xiaohanyu/awesome-tikz.html>
- 推荐项目，Awesome LaTeX drawing：<https://github.com/xinychen/awesome-latex-drawing>
 - Tikz Gallery 合集：<http://leg.ufpr.br/~walmes/Tikz/>
 - PGFPlots Gallery 合集：<https://pgfplots.sourceforge.net/gallery.html>
- 无需配置环境，可以在线使用的 $T_{E}X$ 编辑器 Overleaf：<https://cn.overleaf.com/>

这里再提供几份美赛的获奖作品的 $LAT_{E}X$ 源码，供大家参考

- 建议：如果不是三个人都熟悉 $LAT_{E}X$ ，建模比赛还是使用 Word 模版 更加稳妥！
- 2020 美赛 D 题 O 奖：<https://levitate-qian.github.io/2020/12/01/latex-lecture/>
- 2020 美赛 F 题 F 奖：<https://www.latexstudio.net/index/details/index/mid/950.html>
- 2020 美赛 C 题 M 奖：<https://www.latexstudio.net/index/details/index/mid/963.html>

Tikz Gallery 合集-出处在上方提供了

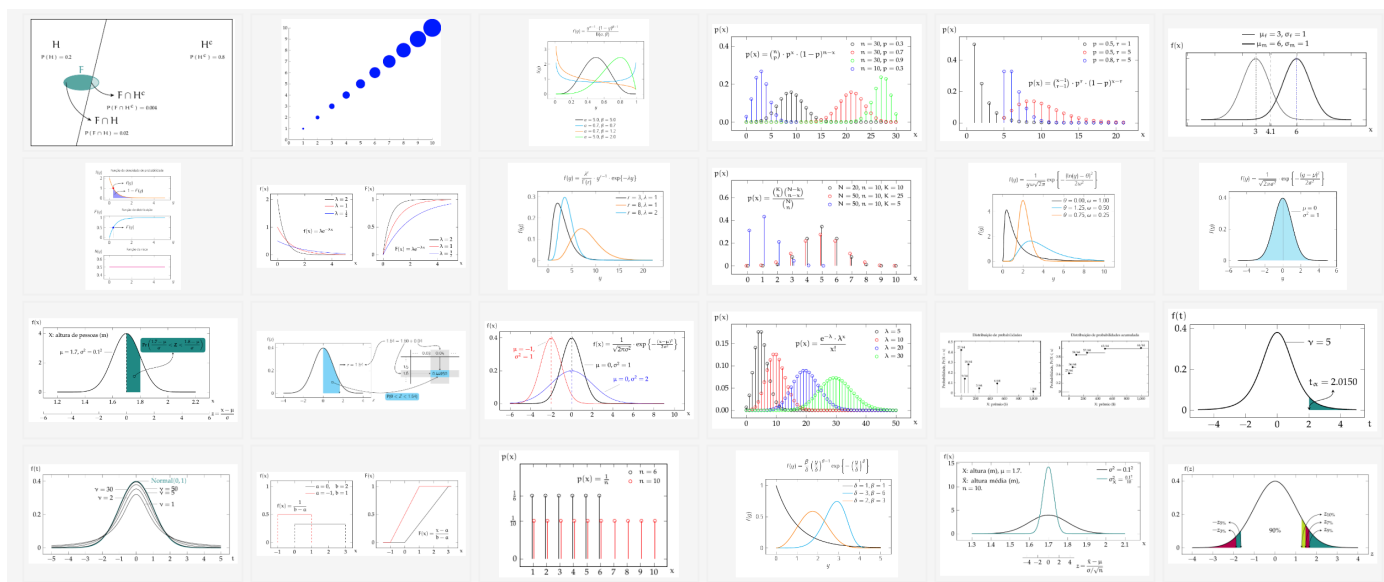


图11-出处 Awesome LaTeX drawing

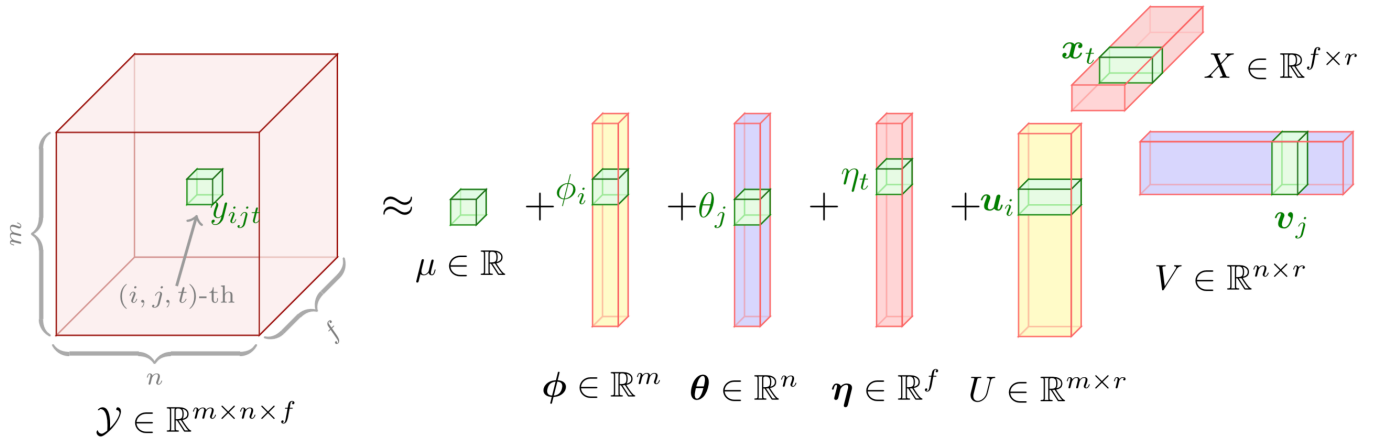
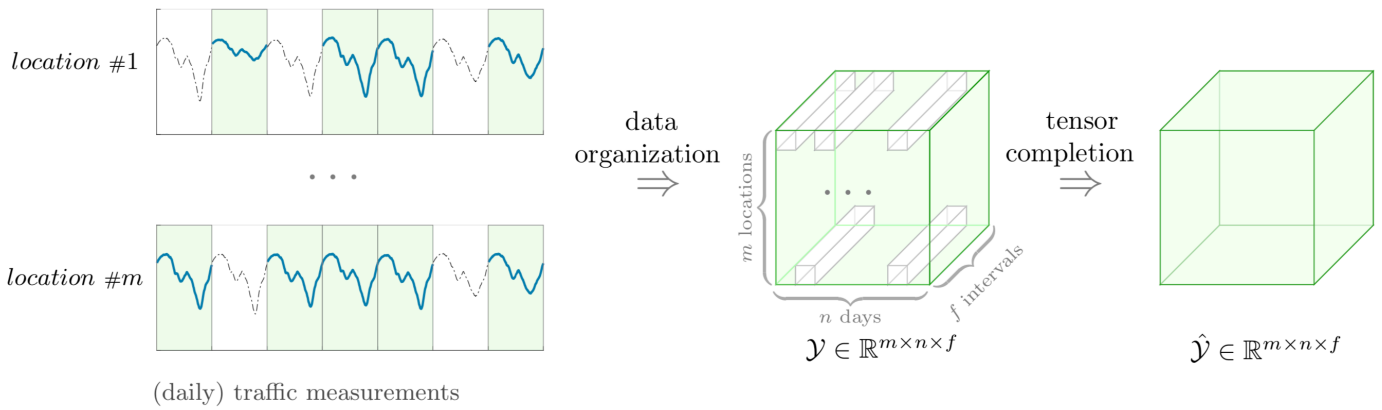


图12-出处 Awesome LaTeX drawing



可见，使用 $LATEX$ 绘制的图片是相当精致，只有你想不到的，没有它做不到的。对于高手而言，一篇学术论文几乎可以单纯使用 $LATEX$ 完成所有的工作（写作、绘图、制表、协同合作），而数学建模某种意义上，正是练习 $LATEX$ 最好的赛场。

5 方案四、使用亿图图示, ProcessOn等在线软件绘图

- 亿图图示 (付费) : <https://www.edrawmax.cn/online/zh/>
 - 数据图, 框架图都可以画, 特别是“模型总框架图” (Our works)
- ProcessOn (基本免费) : <https://www.processon.com/>
 - 用来画流程图很方便美观, 而且学生有免费试用
- Visio (亿图平替) : <https://www.office.com/launch/visio?auth=2>
- 另外, 推荐两个生信学绘图工具
 1. Prism 9: <https://www.graphpad.com/updates/prism-950-release-notes>
 2. Bioladder: <https://www.bioladder.cn/web/#/pro/index>

说明: 软件的方案有很多种, 最推荐的是**亿图图示**, 虽然需要付费, 但是模版素材丰富, 很多O奖论文也都是采用这款软件进行图片绘制 (比如浩然同学、清风数学建模的视频); 另外, ProcessOn提供学生免费使用的次数, 很良心; Visio是微软的365软件全家桶之一, 社区也比较丰富, 基本上可以说是亿图图示的平替。Prism 9和Bioladder这两个软件, 主要可用于环境科学、生物科学类的赛题。

再次说明: 本文提到的所有软件, 其实有心的话, 网上都可以找到资源。当然希望大家有能力的话, 请支持正版!

图13-2022美赛-E题-森林固碳 #2220714 (我们福大的队伍)

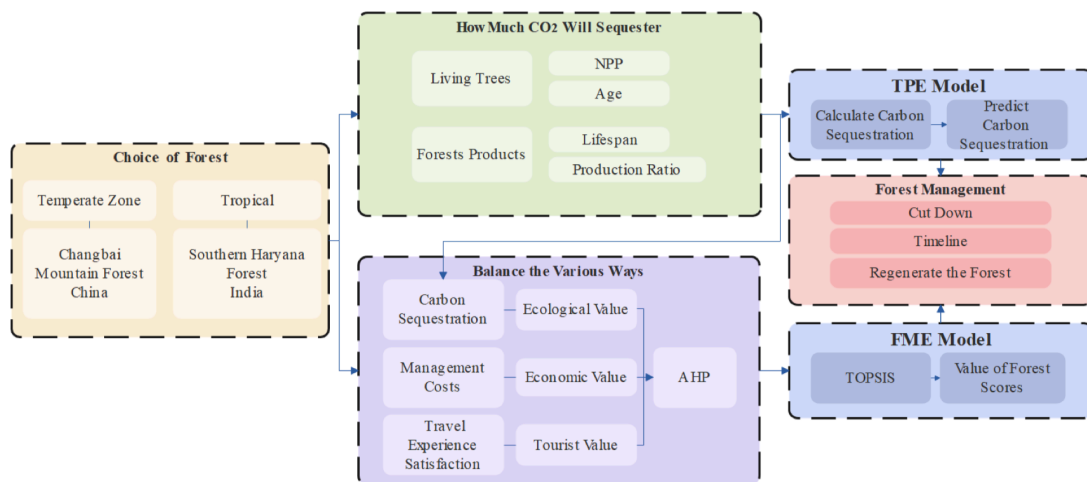


Figure 1.1 Our Work

图3回顾-美赛-2020-A题-鱼群迁徙 #2001334

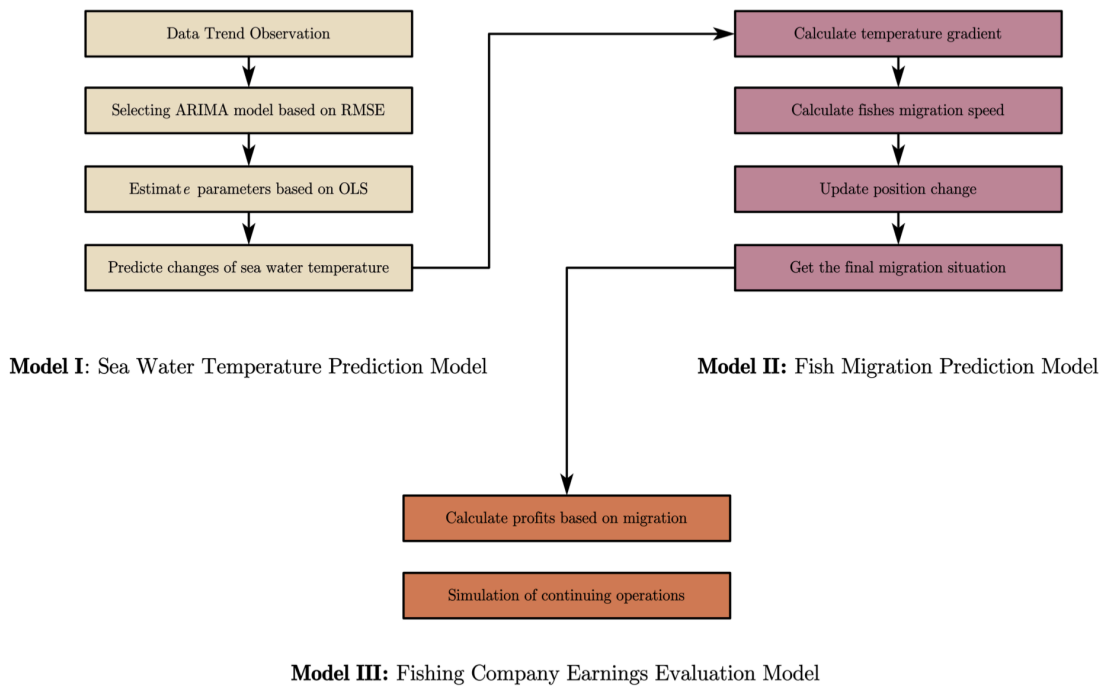


Figure 2: Model Overview

图14-美赛-2021-B题-无人机 #2102199-浩然的教程

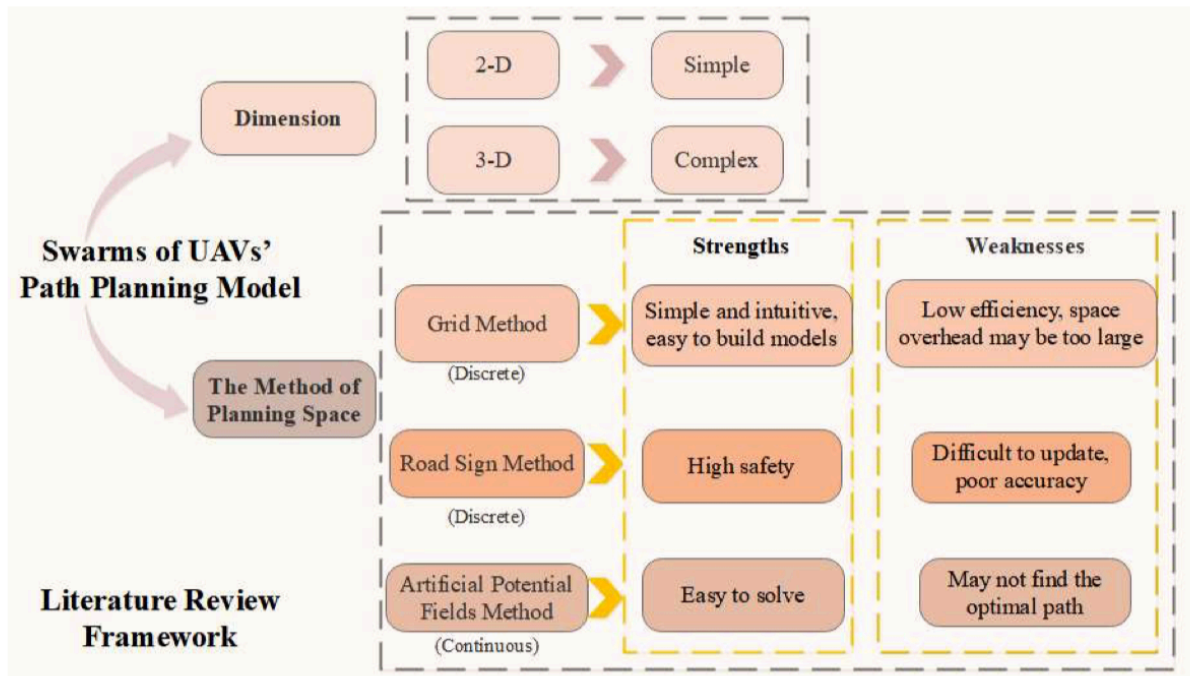


Figure 2: Literature Review Framework

图15-复杂的流程图-自制

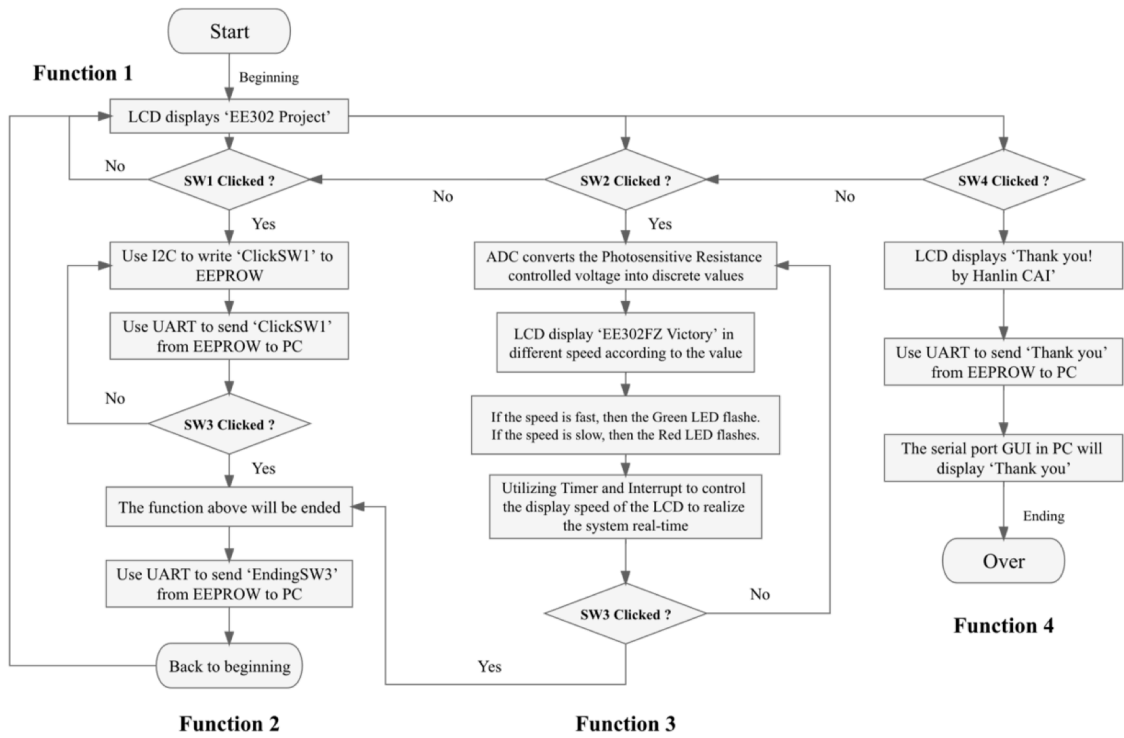


Figure 2 Block diagram of the proposed system

当然了，这些工具绘制出来的精美图片，其实PPT也都可以画。

正所谓——“高端的食材，只需要最朴素的烹饪方式”。

6 方案五、使用 PPT 绘图

- 首先需要说明的是，大部分同学都低估了PPT的能力，其实利用好 Office 三件套，能达到非常非常强大的效果！
- PPT最主要的应用场景，包括但不限于：
 1. 绘制几何图形：2D、3D、几何图形、空间图形
 2. 绘制模型框架：流程图、架构图、思维导图
 3. 图片二次润色：使用其他方案绘制好图片之后，导入PPT对其添加文字、箭头等“矢量修改”，最终产出一张完整精致的配图
- 一个非常棒的b站教学视频：[数模美赛冠名O奖学长教你论文插图制作](#)
- 上面视频对应的笔记，很值得一看：[10类案例带你了解论文插图制作](#)

以下是我在2022年6月校赛和9月国赛，以及2023年2月的美赛，三场数模比赛中使用PPT绘制的图片合集，可以看到经过数模比赛的锤炼，图片的功底越来越强，表达效果也越发“炸裂”。

图16-交通枢纽的最优布局问题-6月校赛三等奖（第1次比赛）

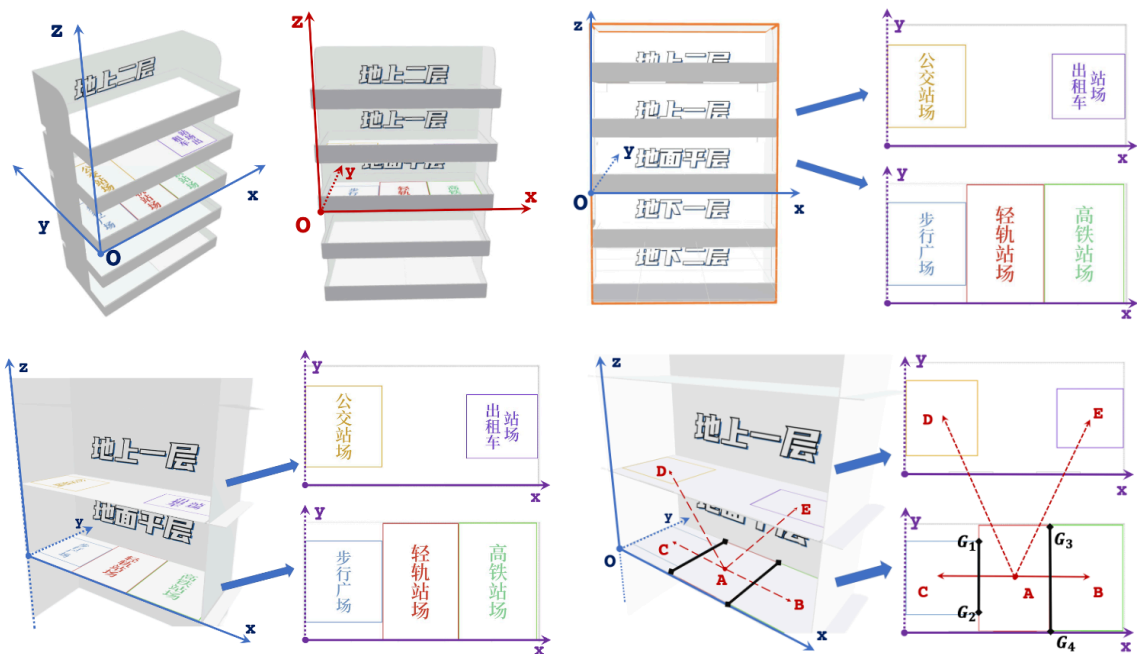


图17-无人机编队飞行的无源定位问题-9月国赛省一等奖（第2次比赛）

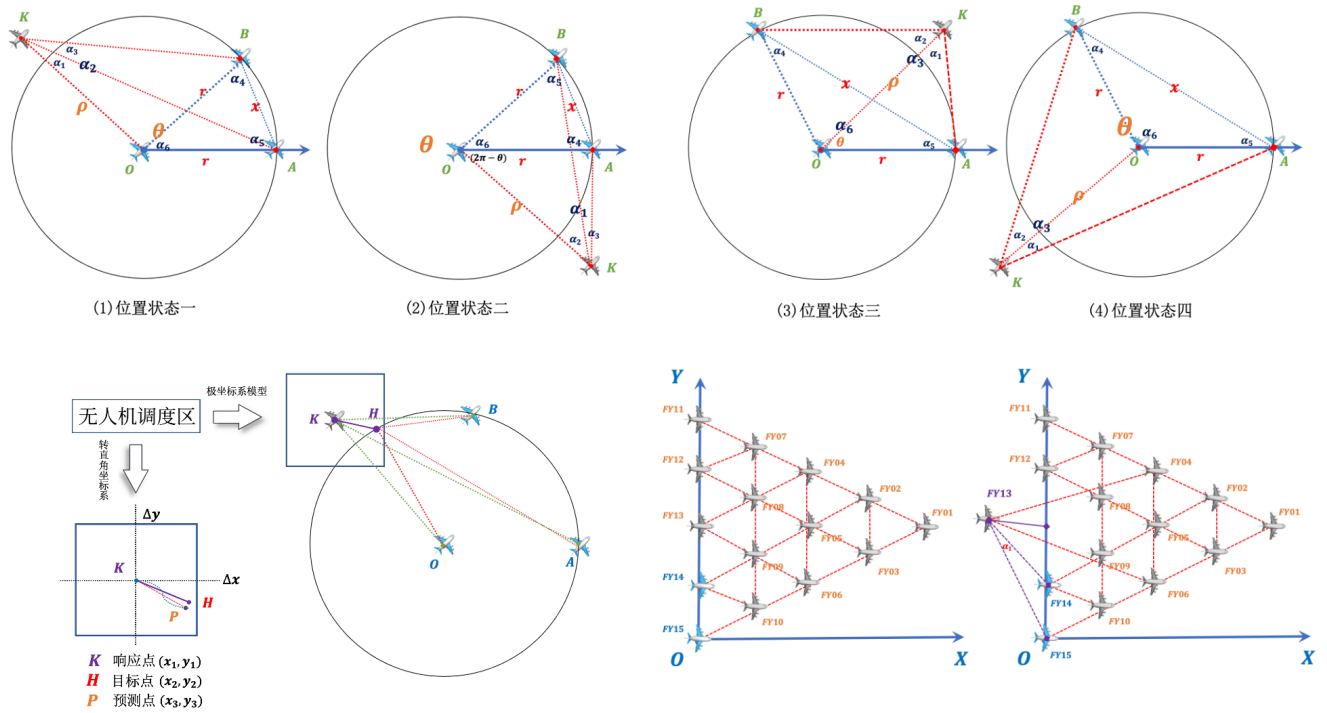


图18-重塑马塞马拉-2023年2月美赛（特等奖提名，第3次比赛）

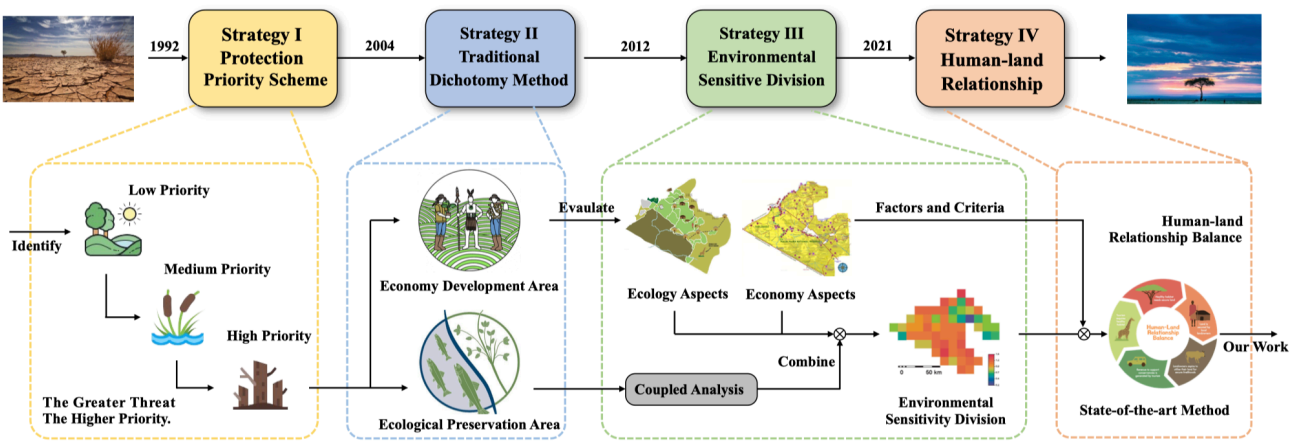


Figure 2 Flowchart of the development of management policies and Strategies

图6回顾-重塑马塞马拉-2023年2月美赛（特等奖提名，第3次比赛）

In summary, the whole modeling process can be shown in the following Figure 3.

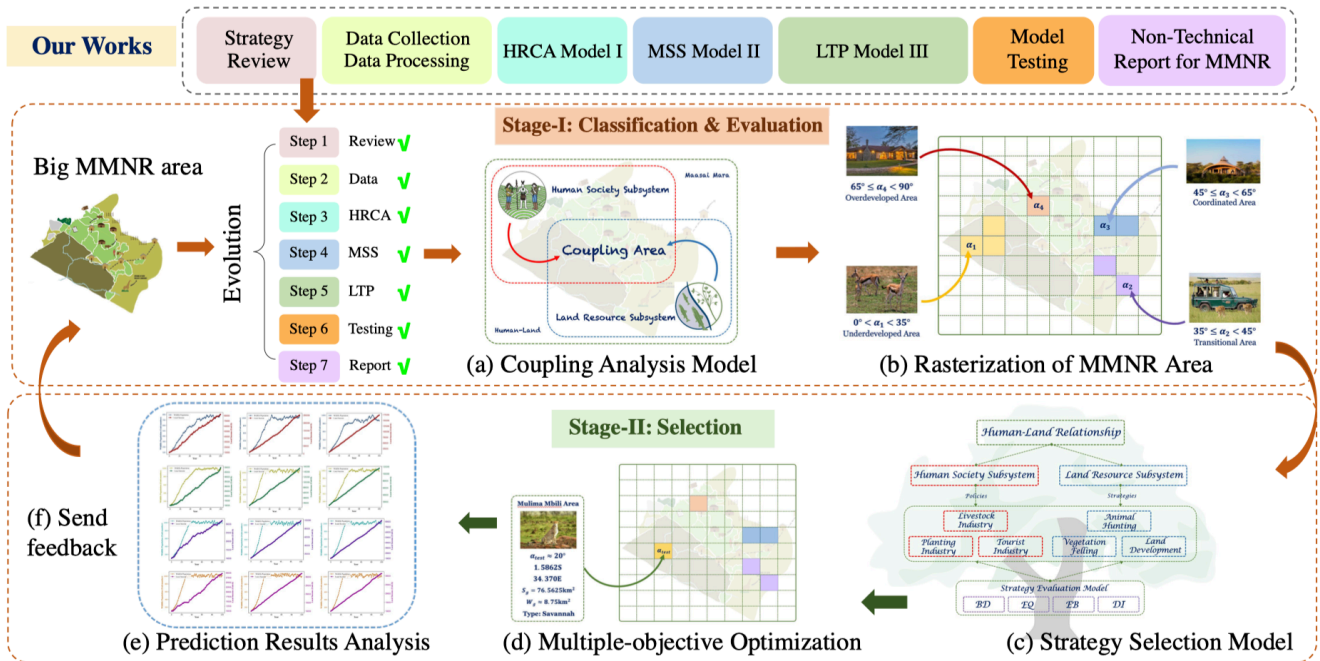
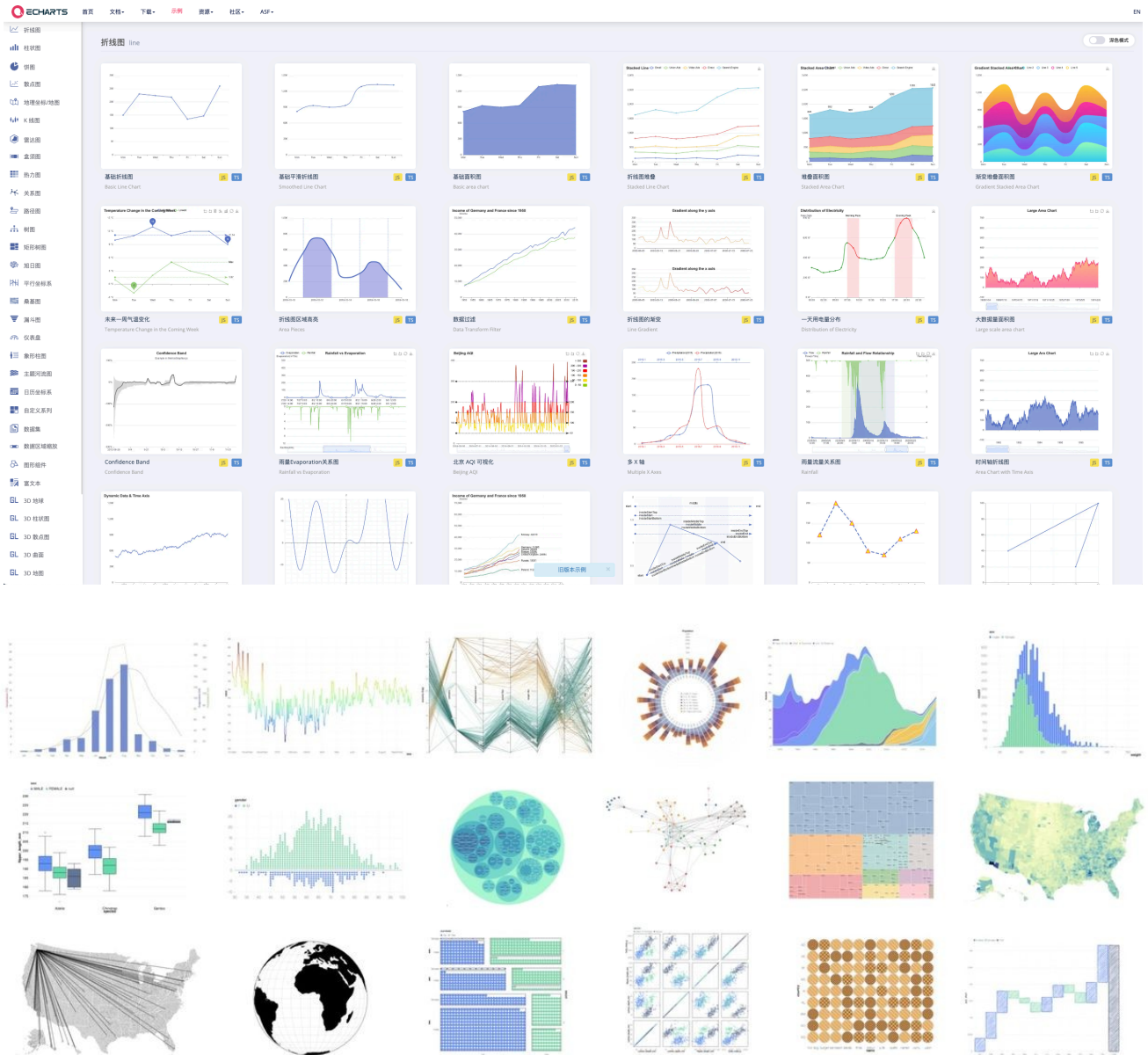


Figure 3 Overview of our works

7 方案六、使用 Javascript 进行数据可视化

- 最后，再提供一种新颖的思路，使用 Javascript 来进行可视化，主要用于绘制“数据图”。是不是简单问题复杂化，就因人而异了，如果队伍里有擅长前端程序的同学，可以考虑这种思路。
- Apache ECharts，一个基于 JavaScript 的开源可视化图表库：<https://echarts.apache.org/zh/index.html>
 - 推荐，pyecharts-gallery：<https://gallery.pyecharts.org/#>
- AntV team，蚂蚁集团的数据可视化项目，<https://github.com/antvis/>

Javascript是前端可视化最炙手可热的工具，个人认为入门难度与 $LAT_{E}X$ 是差不多的，基本上花个3-4天就可以琢磨清楚基本的使用技巧，然后整理好模版，具体问题具体解决即可。下面展示了 ECharts 和 AntV G2 的一些实例，供大家参考：



8 数模干货分享

最后，本文所提出的思路，很大程度上受到了以下优秀博主的影响，大家可以择善而从

- 可能是全网最好的数模课程：[数学建模清风——论文排版教程](#)
- 2020年美赛D题O奖得主，@Levitate_同学：[数学建模竞赛经验分享](#)
- 2021年美赛B题O奖得主，@b站浩然同学：[O奖干货分享](#)
- 2021年美赛D题F奖得主，@b站师翊同学：[史上最全的数模美赛绘图介绍](#)

推荐一些好用的建模数据集网站：

- [Awesome Public Datasets](#): Github知名项目，数据可用性强
- [Gapminder](#): 广受推荐的数据集网站
- [Kaggle dataset](#): 全球最大的数据挖掘比赛，数据覆盖面广
- [Google Dataset Search](#): 总能找到数据，但需要好好筛选
- [大数据导航](#): 数据网站的汇总，中文版，好用的工具

9 数学建模成功四要素

数学建模不是三个人肩并肩的游戏，而是一人指路，两人配合。**队长把控全局和进度，队员负责实现和兜底。**

笔者认为，无论是国赛还是美赛，如果想在有限的时间内做出高质量的建模论文，最重要的是以下四点：

- **高效的团队配合能力**：沟通最重要，想象比赛过程中，团队内部还要吵个架，怎么可能做得好？私以为，同心协力的关键在于，团队内部有一个灵魂人物，在遇到矛盾的时候能够快速做出判断，无论正确与否，最重要的是能自圆其说。而其他队员需要尽可能配合想法的落地实现。
- **扎实的前期准备工作**：论文手提前熟悉模版，建模手了解所有常用模型，编程手具备良好的算法基础。提前建立团队的模版库、素材库、代码库，切忌比赛期间才到网络上收集基本材料，这样的团队绝不可能取得好成绩。前期准备不仅仅是为了比赛期间一切通畅，更是为了提高团队的默契和凝聚力。
- **极强的野心与驱动力**：比赛的根本目的不是为了获奖，而是为了提升学术能力。但只有剑指大奖的团队，才更有可能做出高质量的工作，没有野心就会缺乏自驱力。笔者的团队在2023年美赛中获得了全省最好的成绩，其中的关键就在于团队具备极强的驱动力。不成功便成仁。
- **丰富的想象力和勇气**：数学建模不仅仅考察一支团队的理论基础，更为了驱动学生在有限的条件下充分发挥主观能动性。笔者认为，最上等的建模哲学在于——用最基本的模型组合，达到最有效的结果，并配以清晰的文字描述，和美观的图片表格。

一句话总结：**想要取得大奖，前期基础、团队默契、野心和想象力，缺一不可。**

10 优秀绘图案例欣赏

多看多练，模仿是最高效的学习方式！看下面的图片，你就明白我的意思。

图19-来源: [Yi Zhu's Publications](#)

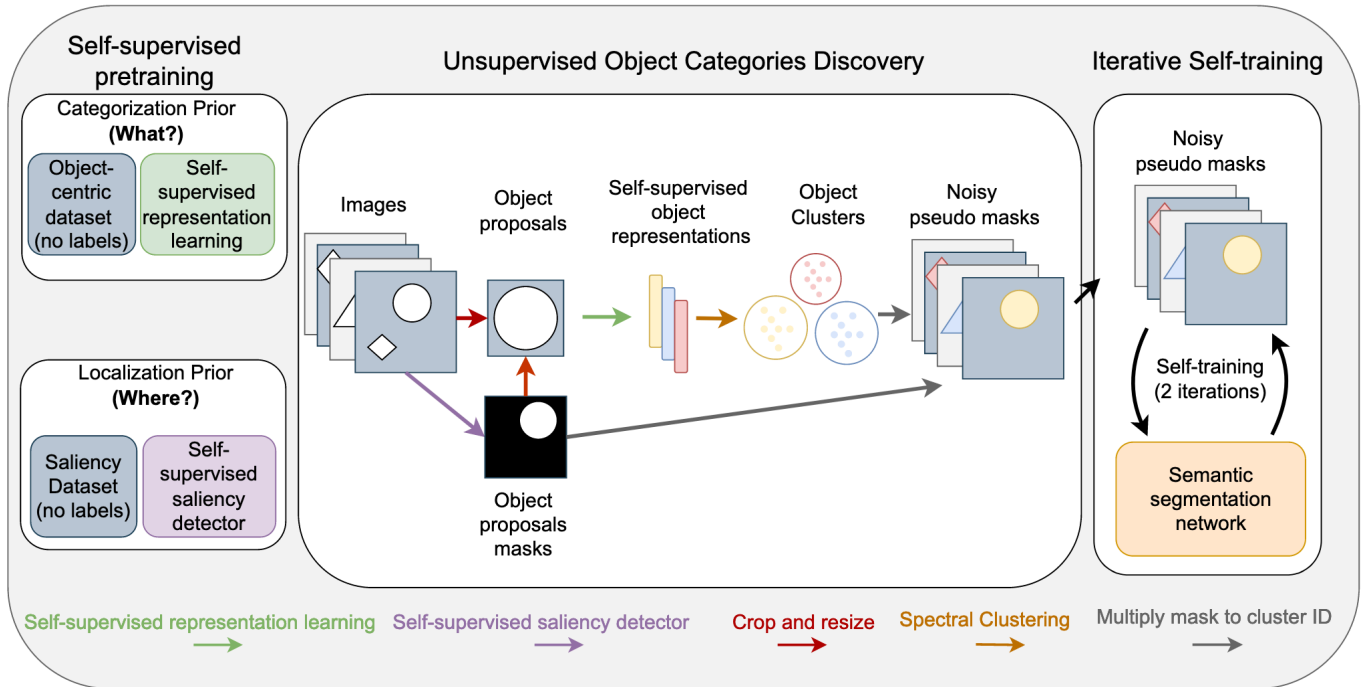


图20-来源同上

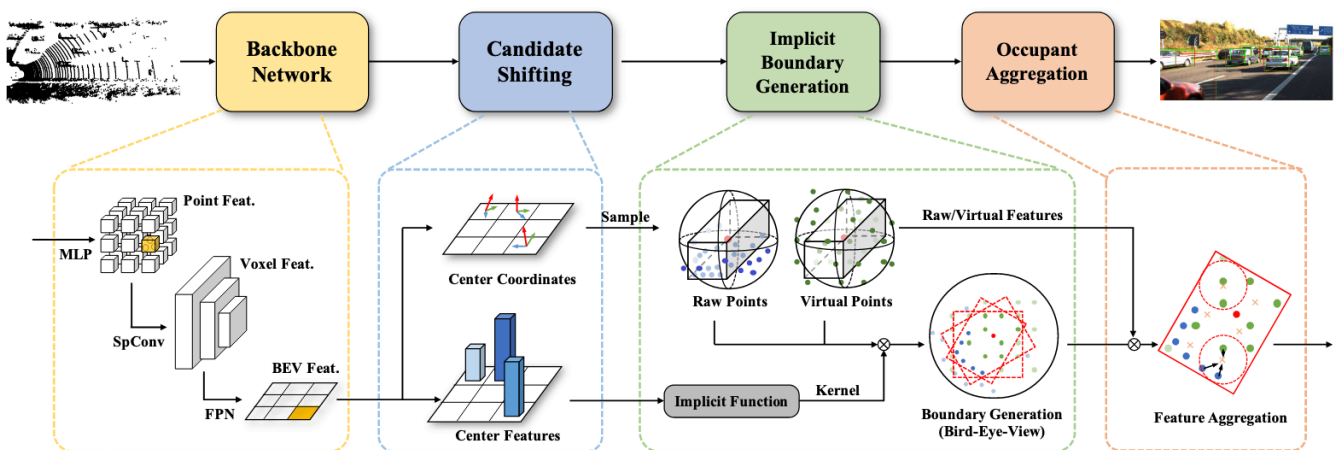


图21-我们美赛中Our works图就是采用的下面这个模版-来源同上

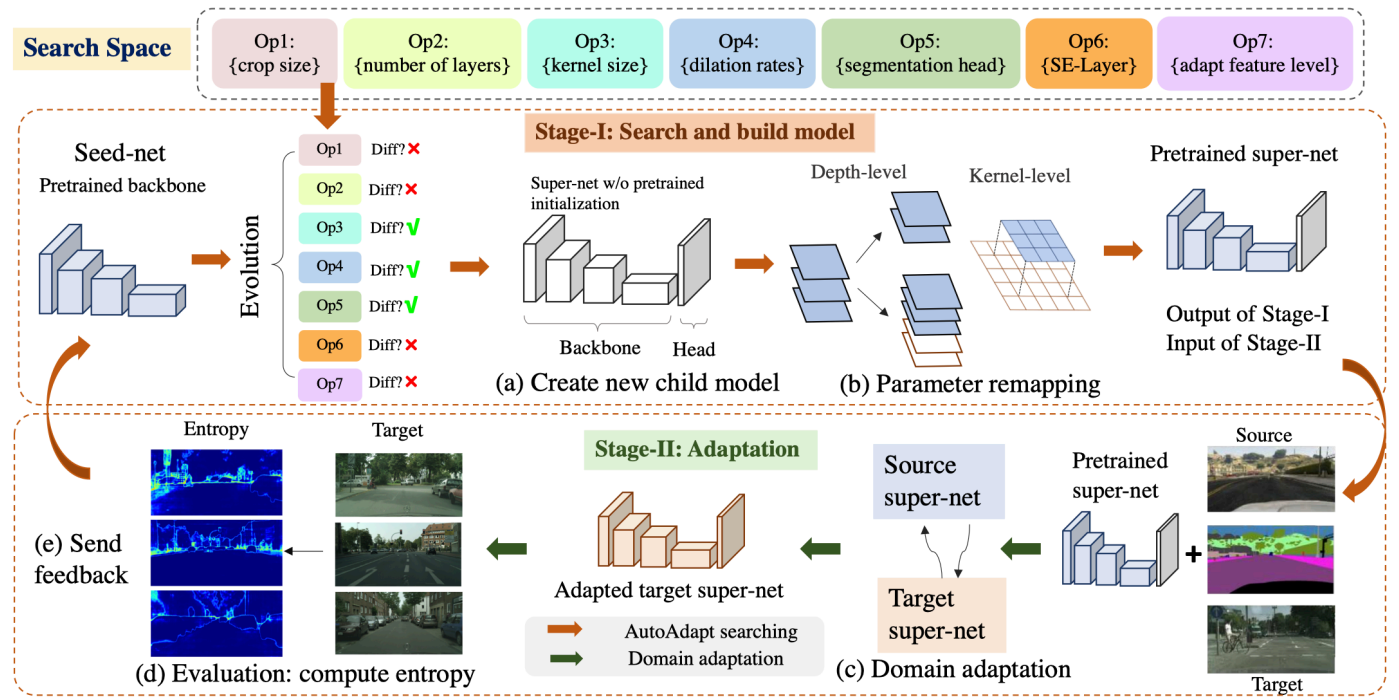


图22-美赛-2020-D题-哈士奇足球队 #2006782: (使用PPT绘制)



Figure 3: Dyadic and Triadic Configurations

图23-美赛-2020-D题-哈士奇足球队 #2006782: (使用PPT绘制)

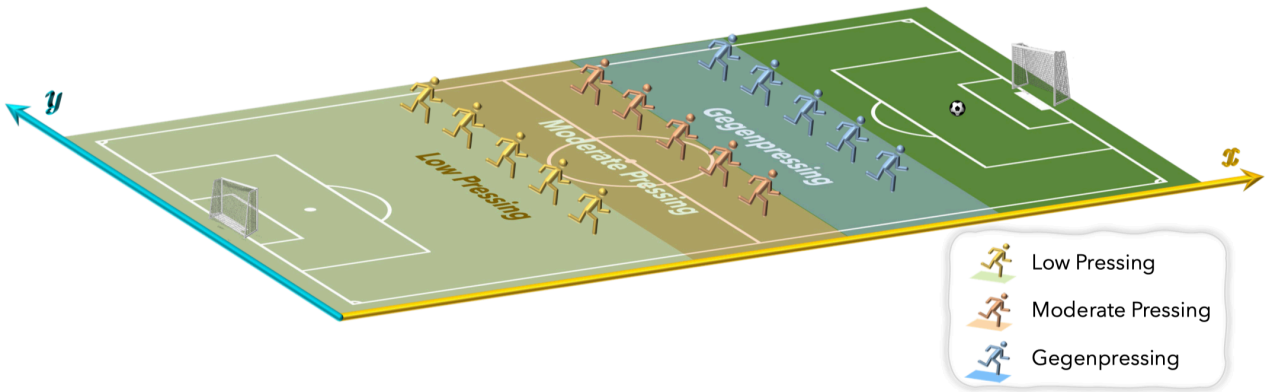


Figure 8: Situation of Gegenpressing on football field

图24-美赛-2023-B题-重塑马塞马拉 #2316192 (自制)

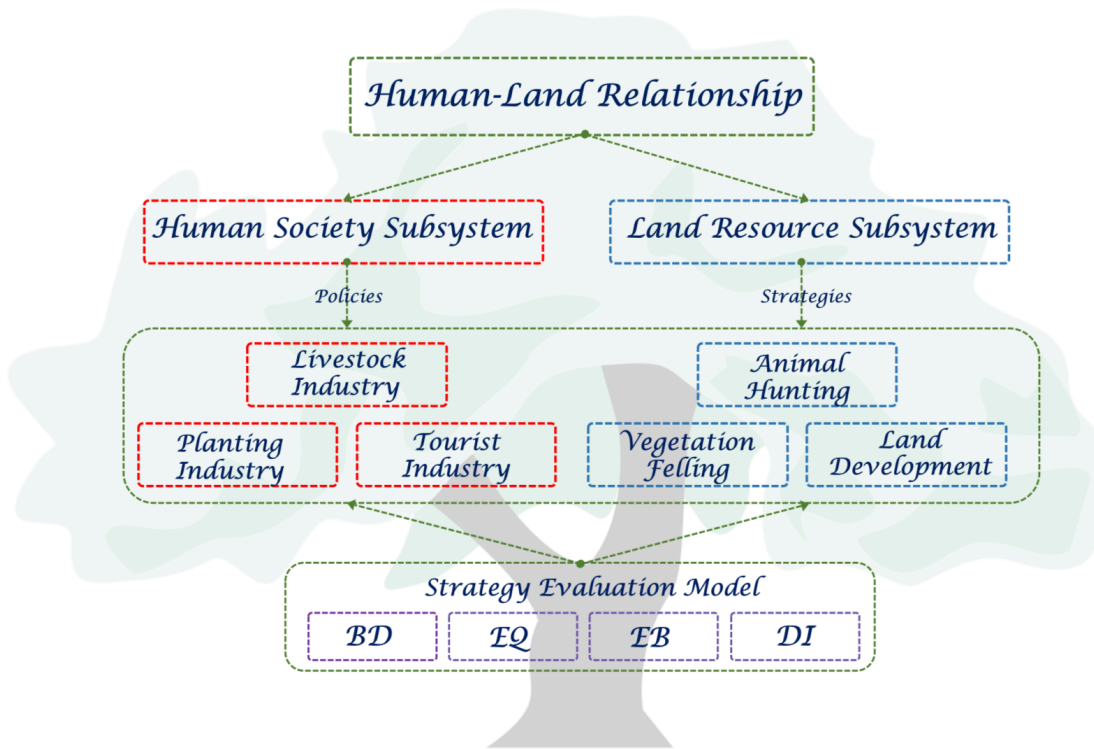


Figure 7 Flowchart of the four-layer strategy evaluation model

结语: 数学建模是一场智力与体力的极限运动。在两年来的学习与赛事中，数模教会我最重要的东西，并非数学定理与几何知识。最重要的，是让我勇敢地相信自己的想象力，进而用尽自己的所学，去证明这些天马行空，却又弥足珍贵的勇气。