

# 高等数学课程的超星网络学习平台建设与应用

杨丽娜

中国石油大学(北京)理学院数学系, 北京

收稿日期: 2024年8月8日; 录用日期: 2024年10月7日; 发布日期: 2024年10月17日

## 摘要

高等数学的考研题目对做题技巧要求较高, 往往涉及多章节的知识点, 考察学生对整体知识结构的把握。传统的微积分教学尽管做了很多工作, 但是从期末考试和考研的结果来看, 学生对知识的综合把握能力还是薄弱。针对上述问题, 学校高等数学教学团队基于超星网络学习平台开展高等数学课程知识图谱、问题图谱以及配套题库的建设, 并对学生应用网络学习平台的效率和状况实时跟踪, 取得了良好的教学效果。

## 关键词

知识图谱, 问题图谱, 网络学习平台

# Construction and Application of Superstar Network Learning Platform for Advanced Mathematics Course

Lina Yang

College of Science, China University of Petroleum (Beijing), Beijing

Received: Aug. 8<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 7<sup>th</sup>, 2024; published: Oct. 17<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The questions of higher mathematics postgraduate examination require higher skills, often involve knowledge points of multiple chapters, and examine students' grasp of the overall knowledge structure. Although the traditional calculus teaching has done a lot of work, the students' comprehensive grasp of knowledge is still weak from the effect of final examination and postgraduate entrance examination. In view of the above problems, the higher mathematics teaching team of our school based on the super star network learning platform to carry out the construction of higher mathematics

curriculum knowledge map, problem map and supporting question bank, and real-time tracking of the efficiency and status of students using the network learning platform, and achieved good results.

## Keywords

Knowledge Graph, Problem Map, Network Learning Platform

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高等数学在工科院校本科生课程教学体系中占有重要地位，这门课对学生后续的专业课程学习起着重要的支撑作用。高等数学知识体系较完整，其知识结构的脉络也较清晰，但知识点间的联系错综复杂，为了帮助学生快速把握整体知识体系，需要对现有的知识结构进行组织整合；同时，已经建成的高等数学题库只是按章分类，并没有标明相关知识点，学生即使完成了习题，也掌握不了知识点间的联系，而且教师掌控不了学生完成的进度。

随着信息化技术的发展，知识图谱作为一种先进的知识管理和教学辅助工具应运而生，其功能是可以实现学习目标的可视化，有利于学生把握课程的整体结构。知识图谱模块功能既有助于学生安排个体学习计划，又有利于教师实时监控学生网络学习情况，同时增加了师生线上交流机会。我校的高等数学教学团队依托超星网络学习平台，完成了高等数学知识图谱、问题图谱的建设，完善了习题库所有习题相关知识点的标识。通过网络学习平台的建设，实现了教师对学生学习动态的实时监测，提高了教学质量与效率，下面介绍图谱建设具体的操作过程。

## 2. 知识图谱的建设

### 2.1. 知识点的梳理

超星网络学习平台提供了标准知识图谱模板，模板把知识点进行了分级，并要填入关联知识点、认知维度等信息，如表 1 所示。教学团队分工对每章知识点进行归纳总结，并对每节的知识点确定其关联知识点和认知维度。

Table 1. Knowledge point template table

表 1. 知识点模板表

| 前置知识点     | 后置知识点     | 关联知识点               | 标签 | 认知维度 | 分类  |
|-----------|-----------|---------------------|----|------|-----|
|           | 导数与微分     | 应用 matlab 解高等数学中的问题 |    | 理解   | 概念性 |
|           | 1.1 函数    |                     |    | 理解   | 概念性 |
|           | 1.2 函数的极限 |                     | 重点 | 理解   | 概念性 |
| 1.0 集合与邻域 | 1.2 函数的极限 |                     |    | 理解   | 概念性 |
|           | 反函数；复合函数  |                     |    |      |     |

2.2. 知识图谱的生成

知识点模板编辑好后可以导入系统，生成图谱模式、地图模式等四种模式。以微分中值定理一节为例，其知识点的图谱模式见图 1，其中重点难点和考点一目了然，而且每个知识点都有前置和后置知识点，其标识用虚线表示。知识点的地图模式见图 2，在图 2 表示的界面上可以点击罗尔定理节点，还可随即生成与罗尔定理相关联的的介值定理、零点定理等知识点。动态知识图谱的生成实现了知识点之间联系的可视化，这得益于梳理知识点时，在表 1 中关联知识点一栏填写的结果。

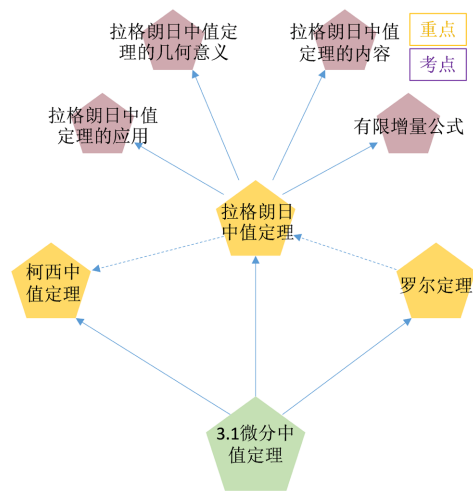


Figure 1. Graph model of knowledge point of differential mean value theorem [1]  
图 1. 微分中值定理知识点的图谱模式[1]

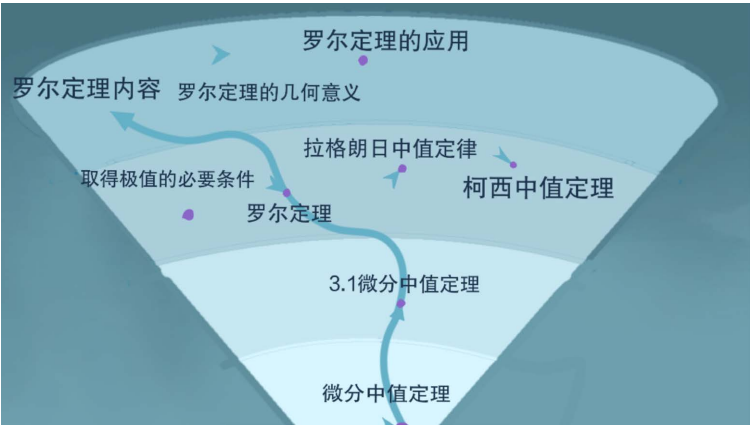


Figure 2. Map model of knowledge point of differential mean value theorem  
图 2. 微分中值定理知识点的地图模式

3. 问题图谱的建设

超星网络学习平台还提供了问题图谱模块功能。高等数学教学团队在问题图谱模块建设了三类问题模块：简单问题、组合问题、复杂疑难问题。例如简单问题设置了三十问，部分选取见表 2，其中第 3 个问题是无穷多个无穷小的乘积一定是无穷小吗？这个问题教材没有涉及，很多学生误以为结果是无穷小，这个模块设计可以挖掘学生容易误解的知识点，还可以拓展学生的视野提高学生探究问题的能力。组合

问题模块设置了八个专题，部分选取见表 3，这是高等数学几个核心问题，比如方程根的问题的研究，是考研的重点。每个专题要求学生总结关联知识点并给出例题完成总结报告，之后开展讨论班，学生相互补充例题。复杂疑难问题模块又分为基本篇和拔高篇，其中基础篇的部分选取见表 4，作为高等数学教材数值实验的补充，这部分题目要求学生以大作业的形式完成。拔高篇则是增加了一些数学建模的题目，感兴趣的学生可以选择完成，具体题目此处省略。在问题图谱模块中，学生端和教师端都可以针对其中的任何一个问题，发起讨论。

**Table 2.** Simple question module

**表 2.** 简单问题模块

| 简单问题                | 关联知识点    |
|---------------------|----------|
| 1、任何两个函数都可以构成复合函数吗？ | 复合函数的概念  |
| 2、函数极限与数列极限有什么联系？   | 海涅定理     |
| 3、两个无穷小的乘积就一定是无穷小吗？ | 无穷小的四则运算 |
| 4、单调函数的导数一定是单调的吗？   | 函数的单调性   |
| 5、任何两个函数都可以构成复合函数吗？ | 复合函数的概念  |

**Table 3.** Combines problem module

**表 3.** 组合问题模块

| 组合问题         | 关联知识点                                  |
|--------------|----------------------------------------|
| 1、数列极限的求解技巧  | 单调有界；两边夹法则；重要极限；海涅定理；泰勒公式              |
| 2、函数极限的求解技巧  | 洛必达；等价无穷小的代换；泰勒公式；函数的两边夹法则             |
| 3、不等式证明方法与技巧 | 单调性；凹凸性；拉格朗日公式；泰勒公式；函数的极值和最值；定积分不等式的证明 |
| 4、方程根的问题的研究  | 零点定理；罗尔定理；函数图形的描绘；极值                   |
| 5、对称性在积分中应用  | 两类曲线积分；两类曲面积分；二重积分；三重积分                |

**Table 4.** Complex problem module

**表 4.** 复杂问题模块

| 复杂问题                              | 关联知识点                |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1、用 matlab 针对具体算例实现最小二乘法          | 函数取得极值的必要条件          |
| 2、用 matlab 实现二分法求方程的根             | 零点定理                 |
| 3、用 matlab 实现辛普森方法计算曲边梯形的面积       | 定积分的应用               |
| 4、用 matlab 实现具体指数函数在不同点的高阶泰勒展开并作图 | 零点定理；罗尔定理；函数图形的描绘；极值 |

## 4. 题库的建设

教学团队在梳理知识点同时，对我校历年的高等数学期末试卷及其成绩进行了深入分析，调研学生对知识点难易程度的认知。在此基础上团队进行了试题筛选、测试，并控制好试题的难易比例和区分度，建立了高等数学题库，并把其中的两千道题按照章节输入到超星平台的题库模块中。虽然每节的题目考查目标明确，但是对于综合问题的考查还要关联其他知识点，为此教学团队对每道题都备注了关联知识

点，以罗尔定理习题为例，其关联知识点见表 5。

Table 5. Related knowledge points of Rohr's theorem [2]

表 5. 罗尔定理的关联知识点[2]

| 关联知识点       | 题目                                                                                                                                                                    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1、与积分中值定理结合 | 设 $f(x)$ 在 $[0,2]$ 上连续，在 $(0,2)$ 内二阶可导 $f(0)=f(1)$ ， $f(2)=2\int_1^{\frac{3}{2}}f(x)dx$ ，<br>证明存在一点 $\xi\in(0,2)$ ，使得 $f''(\xi)=0$ 。                                  |
| 2、与介值定理推论结合 | 设函数 $f(x)$ 在 $[0,3]$ 上连续，在 $(0,3)$ 内可导， $f(3)=1$ ，<br>$f(0)+f(1)+f(2)=3$ ，证明必存在 $\xi\in(0,3)$ ，使得 $f'(\xi)=0$ 。                                                       |
| 3、与零点定理结合   | 设函数 $f(x)$ 在 $[0,1]$ 上连续，在 $(0,1)$ 内可导， $f\left(\frac{1}{2}\right)=1$ ， $f(0)=f(1)=0$ ，<br>证明存在一点 $\xi\in(0,1)$ ，使得 $f'(\xi)=1$ 。                                     |
| 4、与拉格朗日定理结合 | 设函数 $f(x)$ 在 $[a,b]$ 上连续，在 $(a,b)$ 内二阶可导，又连接两点<br>$A(a, f(a)), B(b, f(b))$ 的直线交曲线 $y=f(x)$ 于 $C(c, f(c))$ ，<br>$a < c < b$ ，证明至少存在一点 $\xi\in(a,b)$ ，使得 $f''(\xi)=0$ 。 |

## 5. 学习平台的应用效果分析

学习技术分析是利用数据挖掘和统计分析以及可视化手段对学习过程产生的数据进行分析，辨别学习状态发现学习遇到的问题和预测学习趋势的一门技术。通过学习分析技术可以对学生学习行为能力进行多方面分析，为个性化教学提供依据；同时通过对学生学习行为的监控和反馈，及时纠正学习中遇到的问题，有利于增强学习动力和增强学习成效。超星网络学习平台设计了统计功能模块，包括学情统计和学习监控，可以看到班级每位学生教学视频看的时长、做习题的进度、发起讨论次数等学习行为。从表 6 中可见学生每章知识点的完成率和平均掌握率，帮助教师动态调整学习路径和学习难度；同时根据数据结果，也可以为完成学业困难的学生提供个性化辅导。

使用超星在线学习平台目的在于保障促进学生学习，因此也要重视学生对平台使用的主观感受，为此在使用平台一学期后发起了调查问卷，内容包括学生对网络学习平台涵盖的内容、形式、交互、可视化界面效果等方面进行评价。通过调查了解到学生平台使用体验最困难的功能是师生互动，比如讨论问题时平台不能实现数学公式的输入，只能手写拍照上传，此问题需要软件公司提升输入功能来解决；调查问卷反馈学生对于知识图谱和题库等模块功能满意度较高。

Table 6. Learning statistics

表 6. 学情统计

| 知识点名称  | 关联学习资源 | 平均完成率  | 平均掌握率  |
|--------|--------|--------|--------|
| 函数     | 1      | 93.97% | 82.04% |
| 导数与微分  | 0      | 40.84% | 66.99% |
| 微分中值定理 | 0      | 91.03% | 91.03% |
| 导数的应用  | 0      | 83.98% | 85.14% |
| 不定积分   | 1      | 81.41% | 70.3%  |

为了检验学习平台的使用效果，把学生分为实验组和对照组，其中实验组在每章学习结束后，参加上机考试，题目从题库随机抽取，同时由任课教师监督实验组在平台上的自主学习，并每月展开线上讨论和答疑，对照组则开展正常教学，表 7 和表 8 分别是实验组和对照组的期末成绩分析，从中看出实验组表现更优秀，未来将继续跟踪实验组的表现。

Table 7. Experimental group performance analysis  
表 7. 实践组成绩分析

| 2024-1 实验组高等数学期末成绩分析 |           |          |          |          |         |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|---------|
| 分数段                  | [90, 100] | [80, 90) | [70, 80) | [60, 70) | [0, 60) |
| 人数                   | 3         | 23       | 20       | 36       | 23      |
| 百分比                  | 2.86%     | 21.90%   | 19.05%   | 34.29%   | 21.90   |

Table 8. Comparison group performance analysis  
表 8. 对照组成绩分析

| 2024-1 对照组高等数学期末成绩分析 |           |          |          |          |         |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|---------|
| 分数段                  | [90, 100] | [80, 90) | [70, 80) | [60, 70) | [0, 60) |
| 人数                   | 2         | 20       | 17       | 36       | 32      |
| 百分比                  | 1.87%     | 18.69%   | 15.89%   | 33.64%   | 29.91   |

6. 结论与展望

高等数学教学内容多且学时有限，传统的教学模式导致学生以被动学习为主。超星网络学习平台的使用，既丰富了教学资源，提高了教师的教学效果，也提高了学生自主学习和探究问题的能力。学生通过知识图谱更容易掌握章节知识点间联系的框架；通过问题图谱加深了对微积分基本原理的认知，提高了建模和解决综合问题的能力；通过题库习题的训练提高了解题能力。

微积分知识是《高等数学》的核心内容，大多数国内外微积分教材编写顺序是：极限 - 导数 - 积分 - 级数。

但是按照微积分发展进程，其四大核心理念的先后次序为：积分 - 导数 - 级数 - 极限[3]。但为何教材的编写顺序与历史发展相反，首先是极限，然后是导数和积分，最后是级数。这主要是因为 19 世纪研究型数学家的需要，他们揭示了微积分发展时的内部矛盾，并由此出发，经过论证得到定义和定理的结论，将它们糅合在一起，作为推导更复杂的命题和定理的基石，这就是目前微积分教学大纲的结构。对此高等数学教学团队将计划制作微积分发展史知识图谱，还原牛顿、莱布尼茨等科学家研究微积分的历史进程，将和高等数学知识图谱联合应用，进行微积分思想的溯源，进一步加强学生对微积分基本概念的深刻理解。

基金项目

2020 年北京市教学改革创新项目(XM10720200313)。

参考文献

[1] 同济大学数学系. 高等数学(上) [M]. 第 7 版. 北京: 北京高等教育出版社, 2007.  
[2] 陈文灯. 高等数学复习指导——思路方法技巧(上册) [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1991: 12.  
[3] 戴维·M·布雷芬. 微积分溯源[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2022: 11.