



艾迈云创
ima-innocloud

清华大学的创新教育实践 Innovation Education in Practice at Tsinghua University

王健，艾迈云创
Jason Wang
IMA-InnoCloud
2022.10.14

Key Topics

- 中国的创新导向
 - 清华各个院系的差异化教育需求
 - 开发的创新教育课程体系,框架和内容
 - 适应不同教学目的的模块化组合
 - 学生创新训练案例
 - 展望创新教育发展方向
-
- Innovation oriented national policy of China
 - Differentiated educational needs of individual faculties in THU
 - System framework and contents of innovation education courses
 - Modular combinations adapted to different teaching purposes
 - Examples of students' innovation training
 - The way forward for innovation education in China

中国的创新导向
清华各个院系的差异化教育需求

Innovation Oriented National Policy of China

Differentiated Educational Needs of Individual Faculties in THU

2021年全球创新指数排名

Global Innovation Index 2021

- 2021年9月20日，世界知识产权组织（WIPO）发布《2021年全球创新指数报告》，在全球126个经济体中，中国排名第12，仍是前20位中唯一一个中等收入经济体。
- On Sep 20, 2021, WIPO released the Global Innovation Index 2021. China broke into the top 20, ranking the 12th among 126 economies around the world. China is the only middle-income economy among the top 20 on the ranking list.
 - 创新环境指数、创新投入指数、创新产出指数、创新成效指数都比上一年增长；
 - Improvements over the previous year can be seen in terms of innovation environment, innovation input & output and innovation efficiency;
 - 在论文、专利申请、研发人员和投入上增长需求，也是全球第一；
 - Top 1 in the world in areas such as R&D expenditures and the number of researchers, patents, and publications;
 - 但改进型居多，原创类的创新还是偏少。
 - Mostly improvement-based or incremental innovations, relatively few invention-based innovations.

GII 2021 rankings overall and by pillar

Country/Economy	Overall GII	Institutions	Human capital and research	Infrastructure	Market sophistication	Business sophistication	Knowledge and technology outputs	Creative outputs
Switzerland	1	13	6	2	6	4	1	2
Sweden	2	9	2	3	11	1	2	5
United States of America	3	12	11	23	2	2	3	12
United Kingdom	4	15	10	10	4	21	10	4
Republic of Korea	5	28	1	12	18	7	8	8
Netherlands	6	6	14	16	31	5	7	7
Finland	7	2	4	11	19	6	5	16
Singapore	8	1	9	15	5	3	13	17
Denmark	9	8	5	5	7	11	14	13
Germany	10	17	3	21	20	12	9	11
France	11	19	15	17	17	19	16	6
China	12	61	21	24	16	13	4	14
Japan	13	7	20	9	15	10	11	18
Hong Kong, China	14	11	25	6	3	24	62	1
Israel	15	34	19	40	8	8	6	30
Canada	16	5	18	30	1	20	23	19
Iceland	17	14	23	25	25	18	25	10
Austria	18	16	7	7	40	15	19	27
Ireland	19	18	27	4	48	17	15	29
Norway	20	3	13	1	21	23	28	25

清华大学 Why Tsinghua University

为什么选择清华：Why Tsinghua University?

- 中国最好的大学 The best university in China
- 要求最严格 The most demanding university in China
- 学生最挑剔 Students most particular about teachers and courses
- 创新创业做得最好 Offering best innovation and entrepreneurship education
- 示范性也最好 Best demonstration effect



↑ Rank	↓ University	↓ Overall Score		
1	 Massachusetts Institute of Technology (MIT) Cambridge, United States	100		
2	 Stanford University Stanford, United States	99.3		
3	 University of California, Los Angeles (UCLA) Los Angeles, United States	99.1		
4	 The University of Sydney Sydney, Australia	98.1		
5	 Harvard University Cambridge, United States	97.7		
6	 Tsinghua University Beijing, China (Mainland)	96.9		
7	 University of Oxford Oxford, United Kingdom	96.7		
8	 The University of Melbourne Parkville, Australia	94.5		
9	 Cornell University Ithaca, United States	94.4		
10	 The University of Hong Kong Hong Kong SAR	94.2		

2022年QS世界大学毕业生就业竞争力的排行榜中，清华大学位列第六名。THU ranks No.6 in the top university list of 2022.

<https://www.topuniversities.com/university-rankings/employability-rankings/2022>

How about Existing Innovation Related Courses

清华校内与创新有联系的课程分为三大类：商业和创新管理类，专业领域的开发方法和设计思维类。

Tsinghua's courses related to innovation are divided into three categories: business and innovation management, professional development methods and design thinking.

不足 Deficiencies

- 理论多，应用少 Too many theories, too little applications
- 工具多，流程少 Too many tools, too few processes
- 科普多，专项少 Too much popular science, too little specialized expertise
- 老师多，专家少 Too many teachers, too few experts

建议 Recommendations

- 创新工具+创业技能 Innovation tools + entrepreneurial skills
- 技术方法+商业策划 Technical method + business planning
- 技术竞争力+市场开拓 Technological competitiveness + market development

创新课程体系、框架与内容

System Framework and Contents of Innovation Education Courses

General Studies Literacy Program for Graduate Students

基本的创新概念和世界范围内创新理论和方法的介绍，作为一个模块嵌入素养课程之中。

An introduction to basic innovation concepts and world-wide innovation theories and methods, embedded as a module in literacy courses.



研究生选修课程Optional Courses for Postgraduate Students

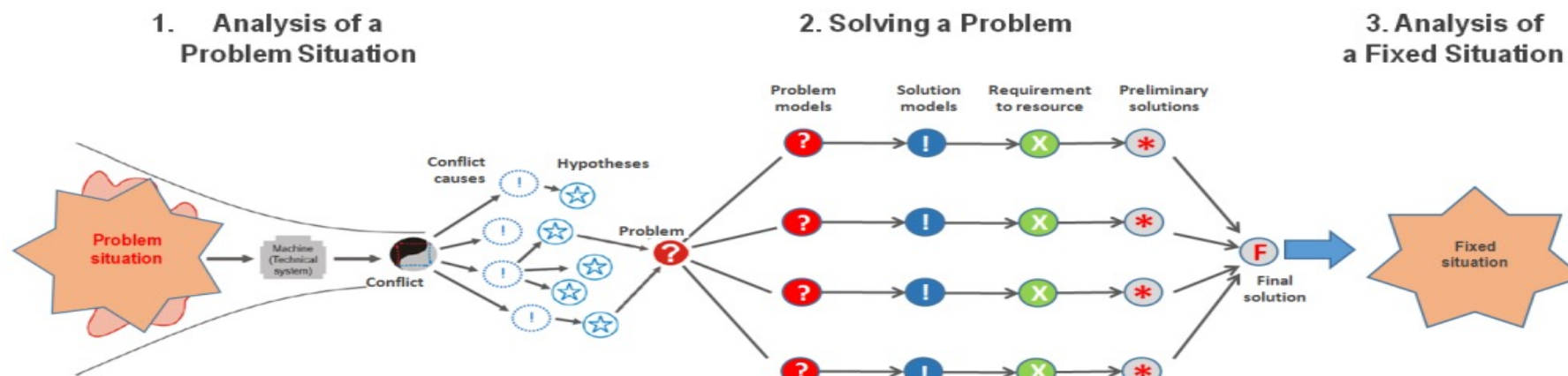
- 电机系课程 “能源互联网领域的创新创业”
- Innovation and Entrepreneurship in Energy Internet, Electrical Engineering Department
- 电子系课程 “系统创新技术与创业实践”
- System Innovation Technology and Entrepreneurial Practice, Electronics Department
- 电机系课程 “创新心理与创新思维”，全校开放
- Creative Psychology and Creative Thinking, Open to the Whole Faculties
- 希望学生在跨学科交叉创新之前先学一点创新思维和创新方法，在多领域择行创业之前先找到些创业本质和创业感觉。
- These courses are designed to acquaint students with innovative thinking and innovation methods before they select interdisciplinary R&D works. Meanwhile, by taking the courses, students will have a deeper understanding and preliminary experience of entrepreneurship before they actually start their own businesses.



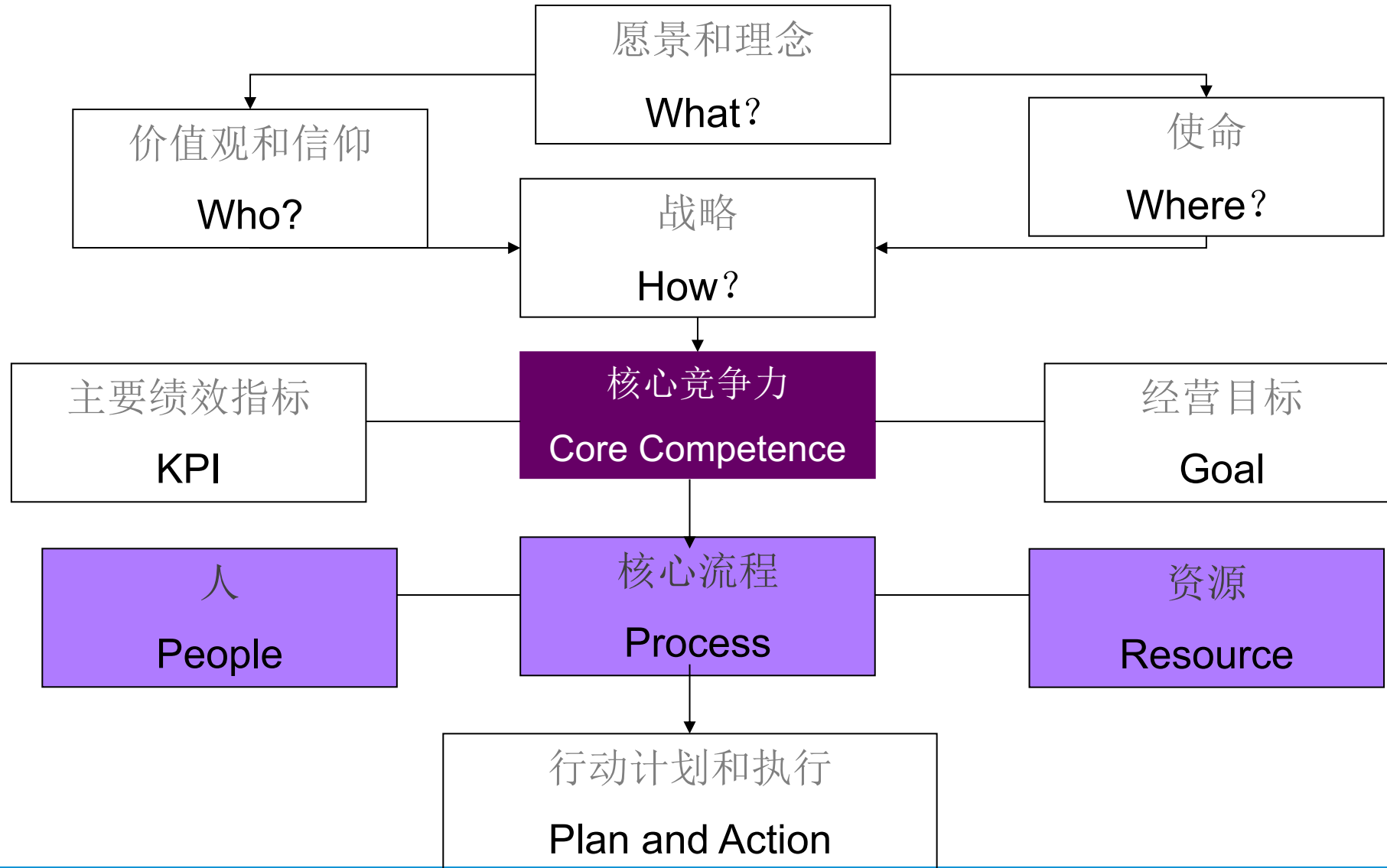
Teaching Style of Innovation Technology Section

课程包括：The innovation section includes:

- 理论讲解 Theory explanation
- 案例分析 Case study
- 问题讨论 Problem discussion
- 分组练习 Group work
- 作业发布 Presentation



Building a framework for business excellence



系统创新与创业 课程模块 Course Modules

- 系统分析及其发展预测
 - 第2讲：技术系统及功能分析
 - 第3讲：技术系统功能模型及裁剪
 - 第4讲：寻找解决方案
 - 第5讲：技术系统进化路线及应用
 - 从问题情境到提出假设
 - 第6讲：问题情境分析
 - 第7讲：冲突原因及假设
 - 第8讲：提出假设的方法
 - 识别并解决矛盾问题
 - 第9讲：理想解及AIPS算法
 - 第10讲：从假设到问题模型
 - 第11讲：技术矛盾与发明原理
 - 第12讲：物理矛盾与分离原理
 - 创业实践与核心竞争力
 - 第13讲：创业实践_5W1H
 - 第14讲：商业模式与核心竞争力
- Systems analysis and its development forecast
 - Session 2: Technical Systems and Functional Analysis
 - Session 3: Functional models and tailoring of technical systems
 - Session 4: Finding solutions
 - Session 5: Evolutionary routes and applications of technical systems
 - From problem situations to hypothesis formulation
 - Session 6: Problem situation analysis
 - Session 7: Causes of conflict and hypotheses
 - Session 8: Methods of hypothesis formulation
 - Identifying and solving conflicting problems
 - Session 9: Ideal solutions and the AIPS algorithm
 - Session 10: From hypothesis to problem model
 - Session 11: Technical Contradictions and the Invention Principle
 - Session 12: Physical Contradictions and the Separation Principle
 - Entrepreneurial Practice and Core Competencies
 - Session 13: Entrepreneurial Practice_5W1H
 - Session 14: Business Models and Core Competencies

Creative Psychology and Innovative Thinking Section

- 课程包括三个模块：
 - 创造力的理论知识、发展创新思维能力、个人创造性发展理论
- The course consists of three modules
 - Theoretical knowledge of creativity
 - Developing the ability to think creatively
 - Theories of personal creative development



请TRIZ大师Isak bukhman讲解个人创造性发展
A talk on personal creative development with TRIZ master Isak Bukhman



创新心理动力模型
Psychodynamic model of innovation

- 概论：创新能力与创造力模型
 - 第1讲：创新与创新能力
 - 第2讲：成为开拓性人才
 - 创新过程中的思维与方法
 - 第3讲：科学技术创新流程
 - 第4讲：确定问题的思维与方法
 - 第5讲：产生创意的思维与方法
 - 第6讲：辩证思维与想象
 - 第7讲：探索创新思维模式
 - 创新过程中的心理过程
 - 第9讲：创新过程的情感与意志
 - 第10讲：动机与价值观
 - 第11/12讲：创造性人才的人格特质
 - 成为创意人的路径
 - 第13/14讲：成为创意人的路径
- Introduction: The Innovation Capability and Creativity Model
 - Session 1: Innovation and the ability to innovate
 - Session 2: Becoming a pioneering talent
 - Thinking and methods in the innovation process
 - Session 3: The Science and Technology Innovation Process
 - Session 4: Thinking and methods for defining problems
 - Session 5: Thinking and methods for generating ideas
 - Session 6: Dialectical Thinking and Imagination
 - Session 7: Exploring innovative thinking patterns
 - Mental processes in the innovation process
 - Session 9: Emotion and will in the creative process
 - Session 10: Motivation and values
 - Session 11/12: Personality Traits of Creative People
 - The path to becoming a creative person
 - Session 13/14: The path to becoming a creative person

课程效果

Course Effects

- 创新创业课程有别于其他专业课程，它传授的是横向知识，即如何应用专业知识的知识。
- Different from other professional courses, the innovation and entrepreneurship courses we offer teaches “transversal knowledge”, i.e. the knowledge of how to apply professional knowledge from all domains.

通过课程的学习 By taking these courses:

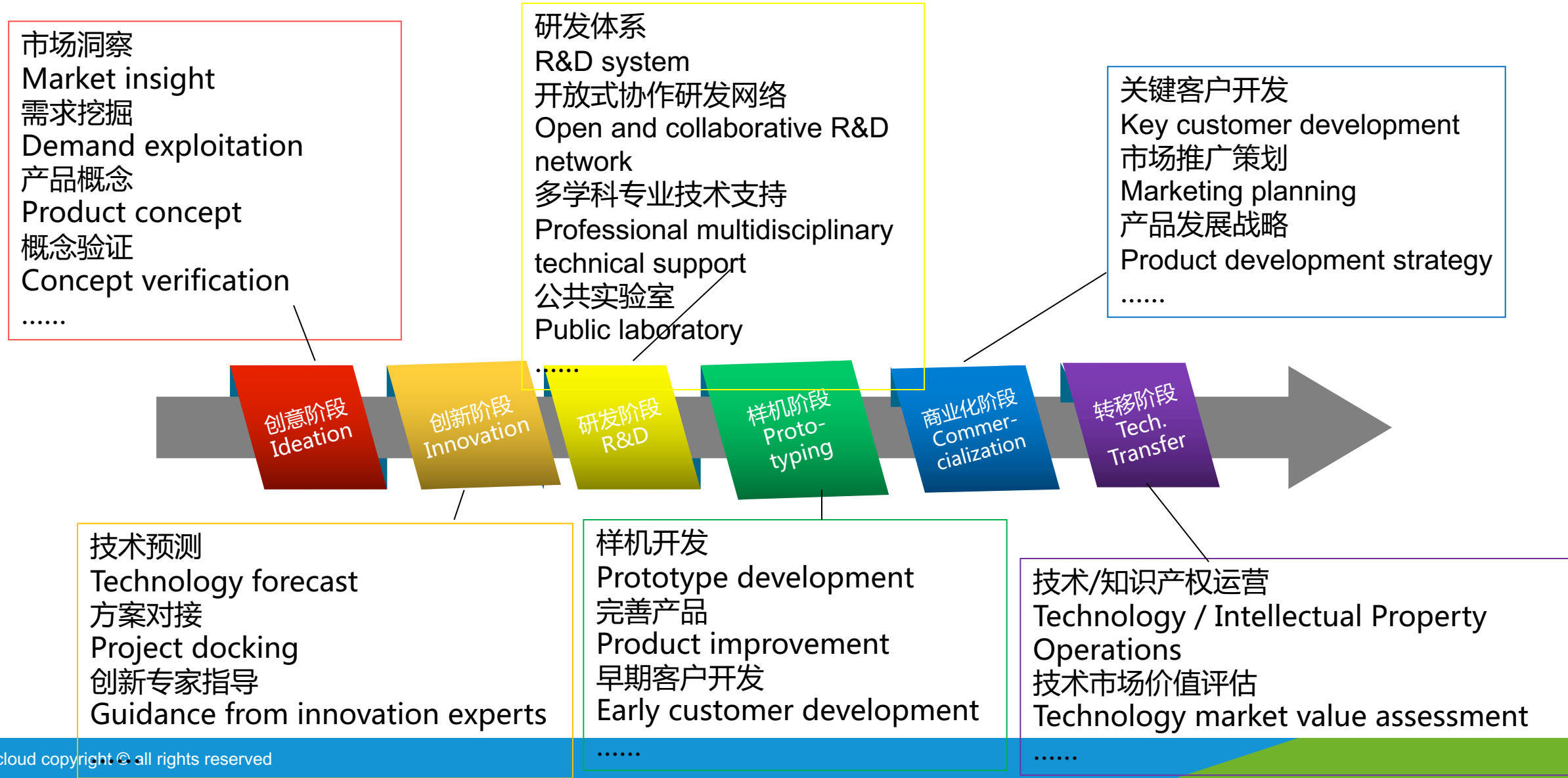
- 有助于同学们开阔视野，扩展思路，为今后从事各类创造性工作打下思维和方法基础。
- Students will have a broad vision and an open mind, thus getting mentally and methodologically prepared for future innovation.
- 学生将掌握运用知识的方法与技巧，这非常贴近创业的真实需求，符合解决现实问题的要求及评价标准
- Students will master the methods and techniques of applying the knowledge they have learned, which is essential to entrepreneurship.

X-lab 创新训练营X-lab Innovation Training Camp

Tsinghua  -lab Enabling students to imagine innovate and implement



Innovation Life-cycle Management (ILM)



创新全生命周期管理 (ILM) 训练营

Innovation Life-cycle Management Training Camp

训练对象与形式 Trainees and ways of training:

- 面向全校学生 All students;
- 自主选题 Independent topic selection;
- 实地考察，挖掘需求 Field trips to explore demands;
- 集中讨论确定课题 Collective discussions to determine tasks;
- 没有课堂正规教学 No formal classroom teaching;
- 老师引导，随时讲解、引导与总结 Teacher guidance - explaining, guiding and summarizing.

线上教学工具

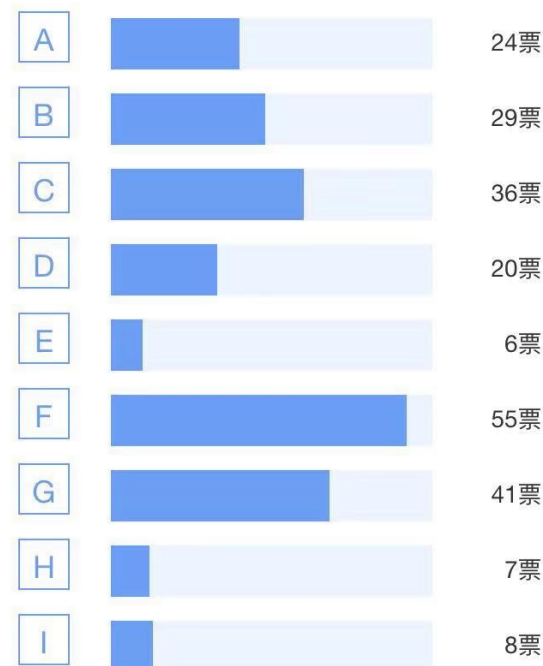
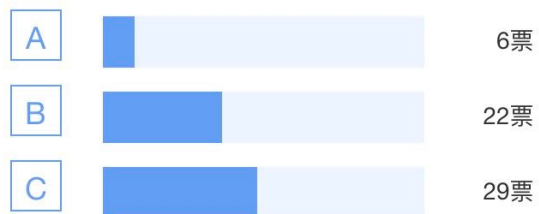
Online Education Tools

线上课程软件——荷塘·雨课堂

Lotus Pond. Raining Classroom



线上互动 Online Interaction





请描述问题情境

设备布置如下。

3个大气压

钛酸锶钡 (BST) 溶液池

控制器

溶液导管

保温层

热风管

毛铂盘300°C

堵塞区域

加热器500°C

微处理器薄膜

底座450°C

工作腔

真空

N₂

O₂

如何消除毛细管和管道末端固体沉积物堵塞？

创新辅助教学软件 TRIZTrainer

TRIZtrainer

关于创新模拟器 训练题集 案例分析 创新流程 创新理论

网站内搜索

完全访问

首页: 首页

设置 滑块

教学内容

练习题

一套具有不同复杂程度的练习题，加深学员对OTSM-TRIZ方法的掌握。

教学案例

通过案例，图文并茂地演示解决问题的详细过程。从描述问题产生的条件到获得解决方案的创意，学员可以一步一步地追踪解决问题的整个过程。

解决问题流程及理论

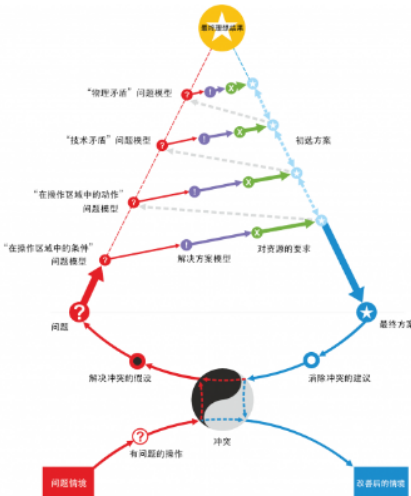
描述如何应用AIPS-2015（问题情境改进算法-2015）算法解决问题。

其他资料

有关OTSM-TRIZ方法的补充材料。

与创新导师交流

通过软件的聊天功能，创新导师与学员讨论解题过程中的知识、工具与技巧。



为什么选择创新模拟器

解决非标准的发明问题，找到摆脱最困难局面的方法...

如何使用创新模拟器

创新模拟器是一套远程在线学习系统，专为发明问题解决理论的初级培训而设计。其结果.....

创新导师

学员将在创新导师的帮助下学习和使用创新模拟器，创新模拟器的创新导师在解决发明问题以及企业和高校教学方面拥有丰富的实践经验。学员将从他们那里得到支持.....

认证

课程完成后，学员可以通过考试获得证书，证明学员获得了创造性方面的技能。

学习成果——拥有解决发明问题的能力

公司注册信息 用户协议

CN

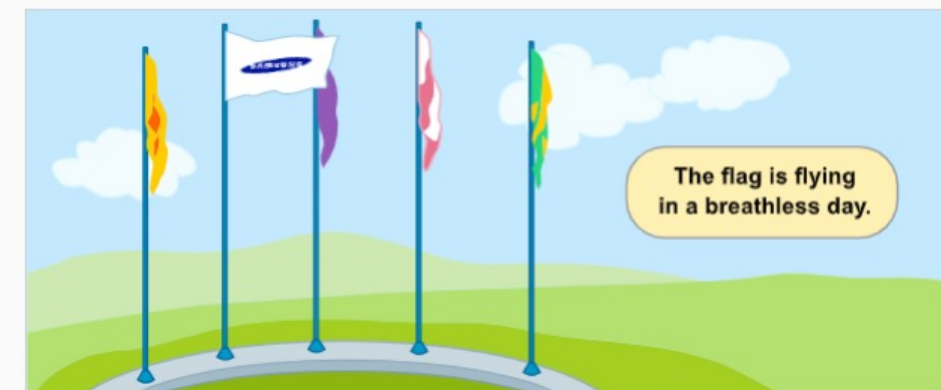
© 2022 艾迈云创（北京）科技有限公司与

ti

飘动的旗帜

问题情境：在盛大仪式上经常有升旗仪式。但是如果没有风，旗帜就不会飘动。这会影响仪式的效果，令人沮丧。

问题：在没有风的情况下，怎样才能让旗帜飘动起来？



The flag is flying in a breathless day.

训练题目 李荒野 (Oleg)

编辑

问题情境分析¹

明确问题状况

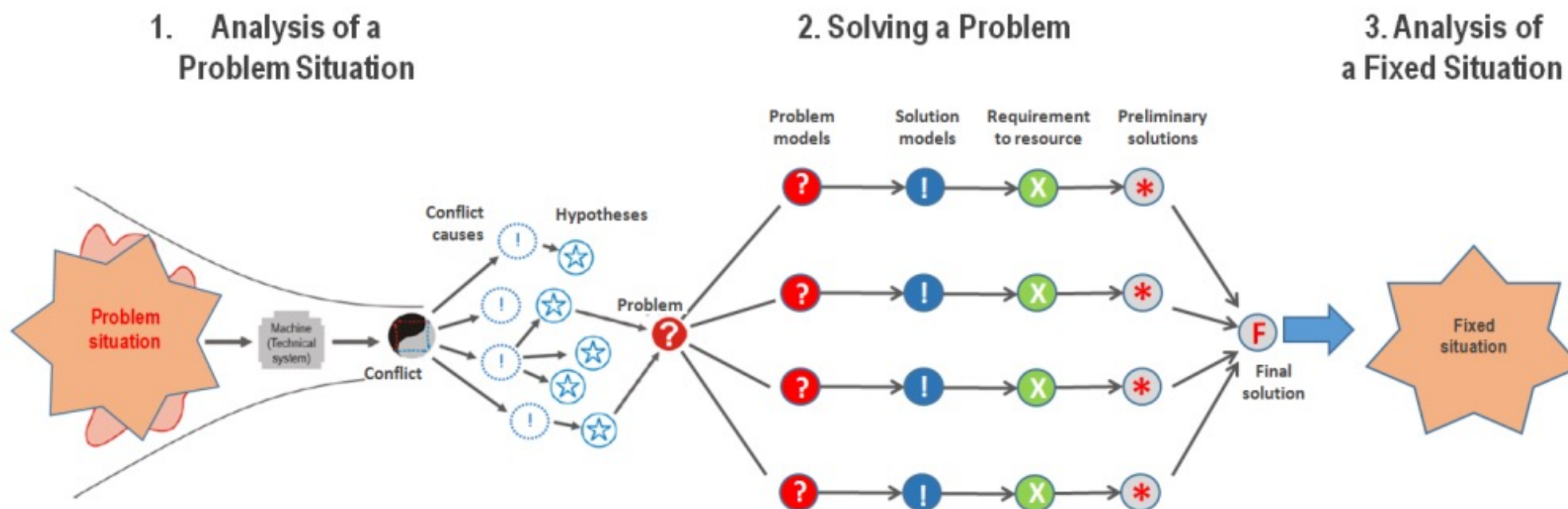
有用产品² ¹

如何利用TRIZ提高创新课程教学质量

How to use TRIZ to improve the quality of teaching in innovation courses ?

问题背景 Background of the Problem

- 下图是我们在清华大学讲授的创新算法。算法步骤很多，涉及到的工具也很多。需要很多的课时来讲解和训练。但课程时间是有限的，怎样才能保证教学效果？
- Challenge : The diagram below shows the innovative algorithm we taught at Tsinghua University. There are many algorithm steps and many tools involved. It takes a lot of class time to explain and train. But course time is limited, so how can we ensure effective teaching?



现有措施及所产生的冲突

Existing measures and the conflicts arising

- 目前，标准的做法是通过课后作业加强学生对创新概念和工具的理解。例如我们使用TRIZTrainer能有效地训练同学们的创新技能。
- 但这种方式解决了部分问题，仍有不足之处。具体如下：
 - **技术矛盾1**：学生利用课后时间做练习题，老师在课上进行简短总结，这样能够节省课堂时间，但不能为每位学生给予针对性指导；
 - **技术矛盾2**：为了确保学生真正掌握创新方法，需要单独评价每位同学的练习结果，指出其问题所在，但这样会严重影响课堂教学进度。
- **冲突对**：教学质量 <-> 课堂时间
- Technical conflict pairs: quality of teaching <-> classroom time



Final ideal result with physical contradictions

- **最终理想结果1**：在有限的课堂时间内，利用现有系统资源确保教学质量。
- Final ideal result 1: Ensuring quality teaching and learning within limited classroom time and using available system resources.
- **物理矛盾**：
 - 需要占用课堂时间辅导学生的训练结果，以便提升教学质量，但影响课程进度；
 - 不能占用课堂时间辅导学生的训练结果，以确保课程进度，但会降低教学质量。
- Physical conflicts :
- The need to take class time to tutor students in order to enhance the quality of teaching and learning, but to compromise the progress.
- Cannot take class time to tutor students in order to ensure course progression, but would reduce the quality.
- **最终理想结果2**：需要寻找X-元素，它能确保老师为每位学生提供个性化辅导，同时又不会占用课堂时间，拖延教学进度。
- Final ideal result 2: The need to find the X-element, which ensures that the teacher provides personalized tutoring for each student without taking time away from the class and delaying progress.

资源分析 Resource Analysis

- **物质资源**：老师，学生，课程教材，TRIZTrainer训练软件
- **场资源**：互联网
- **时间资源**：课上时间，课后时间
- **空间资源**：教室，学生和老师课后活动的空间
- Physical resources: teachers, students, course materials, TRIZTrainer software
- Field resources: Internet
- Time resources: time in class, time after class
- Spatial resources: classroom, space for students and teacher after class activities
- **初步解决方案**：

思路：利用空间分离解决时间上的矛盾。即在学生和老师课后活动的空间内进行针对性辅导。

但是，他们不在一个空间内，如何交流？可利用现有的通讯工具解决这个问题。但这增加了新系统，不够理想。

Initial solution: Use spatial separation to resolve temporal contradictions. That is, targeted tutoring in the space where students and teachers are active after school.

But how do they communicate when they are not in the same space? This could be solved by using existing communication tools. But this adds a new system that is not ideal.

根据资源分析结果，可利用现有的TRIZTrainer软件实现老师与学生的交流。

Based on the results of the resource analysis, teacher-student communication can be implemented using the existing TRIZTrainer software.

最终解决方案 Final Solution

- 在TRIZTrainer中增加教师与学生交流功能。具体是：
 - 增加每一步答题的评价功能；
 - 增加老师与学生的非即时的交流功能。
- Add instructor-student communication features to TRIZTrainer. Specifically:
 - Adding an evaluation function for each step of the answer.
 - Adding a non-realtime teacher-student communication function.

A01 自卸车尾气污染

问题情境：采矿场用自卸卡车运输开采出来的矿产。卡车沿着矿坑的边缘向上行驶，将矿石和矿土运出采矿场。问题是自卸卡车排放的废气中含有大量烟尘颗粒和一氧化碳，这会污染物会停留在采矿场底部，并污染那里的空气。

工程师尝试在自卸卡车的排气管上安装过滤器来解决这个问题。但是，这种过滤器的成本很高，且需要经常清洗。在清洗过滤器时，自卸卡车处于闲置状态，这又降低了卡车的利用效率。

问题：如何在大幅改变自卸卡车的设计结构，同时又不降低其运行效率的前提下过滤废气？



训练题目 Ipj20_mailtsinghuaeducn

测验题答案

与老师交流

系统中的冲突

机器

卡车

老师评语

机器的运行

首先由司机插入钥匙启动卡车，然后通过踩油门和离合的方式发动卡车、使之运转，最后司机踩下刹车，由于惯性原因卡车速度逐渐减少至0。

老师评语

在设备（或装置）运行时，哪个动作不可避免地会产生问题？

汽车运行的时候，因为要烧燃料，燃料与空气结合产生有害产品。

老师评语

冲突的结构

有害执行单元：油门——有害动作：司机用脚踩——作用对象：油门，有害产品是在司机踩油门的时候卡车燃料与空气发生化学反应产生的产品。

老师评语

过滤器·低效率过滤·尾气

解决问题的思路

解决问题的思路

从复杂的问题入手，我们一层一层找到了产生废气的最终原因。再找到原因之后，去分析相关的各种问题。最后综合考虑，想出最终的解决办法。

老师评语

结论

更换环保的新能源式卡车，从根源上解决产生废气的问题。新能源卡车不烧这种碳氢化合物的油，进而也就不会产生相应的污染。

老师评语

问题的最终解决方案

更换环保的新能源式卡车，从根源上解决产生废气的问题。新能源卡车不烧这种碳氢化合物的油，进而也就不会产生相应的污染。

老师评语

很环保的解决方案。

是否有更便宜的解决方案？X-组件可能是什么？

实施效果Implementation Results

- 这些功能于2020年上线实施。经过5个学期的使用，它们发挥了应有的作用，达到了预期目标。可以说完全消除了教学时间与教学质量之间的矛盾。
- 下面图表所列出的是利用所开发的这项功能对学生学习情况（细化到每一步骤）的统计与分析。
- After five semesters of use since 2020, It can be said that the conflict between teaching time and teaching quality has been completely eliminated.

有用产品 与冲突描述	假设与条件	问题模型 转换	资源分析	解决方案 模型与解决方案	
自卸车	0	1	1	1	0
图书馆	1	1	1	1	1
火车启动	1	1	1	1	1
车轮螺母	1	1	1	1	1
护目镜	1	1	1	1	0
防止盗窃	1	1	0	1	0
喷砂工艺	1	1	0	1	0
安瓿瓶	1	1	1	1	1

A类学生，占15%

经过经过教学、课堂练习，不需要辅导就能迅速建立正确的思维模式。

Class A students, 15%

After instruction and classroom practice, correct thinking patterns can be quickly established without tutoring.

有用产品 与冲突描述	假设与条件	问题模型 转换	资源分析	解决方案 模型与解决方案
自卸车	1	0	0	0
图书馆	1	1	1	1
火车启动	0	1	0	1
车轮螺母	1	1	1	0
护目镜	1	1	1	1
防止盗窃	1	1	1	1
喷砂工艺	1	0	1	1
安瓿瓶	1	1	0	1

B类学生，占50%

通过教学、课堂练习与辅导，能够快速适应新的思维模式。

Class B students, 50%

The ability to adapt quickly to new modes of thinking through teaching, classroom practice and some tutorials.

有用产品 与冲突描述	假设与条件	问题模型 转换	资源分析	解决方案 模型与解决方案
自卸车	1	1	0	0
图书馆	1	1	0	1
火车启动	0	1	0	1
车轮螺母	0	0	0	1
护目镜	1	1	0	0
防止盗窃	1	1	1	0
喷砂工艺	0	0	0	1
安瓿瓶	1	1	0	1

C类学生，占35%

经过教学、课堂练习与辅导，思维上有一定变化，但还需要更多的训练。

Class C students, 35%

Some change in thinking after teaching, classroom practice and coaching, but more training is needed afterwards.

谢谢！

Thank you for your attention!