

教 案

2025-2026 学年第二学期

课程名称 技术创新方法

专业班级 工业机器人 241、
(3+证书) 241

总学时数 36 学时

任课教师 陈伟

课程基本信息

课程名称	技术创新方法			
课程性质	专业基础课	学分	2	
学时	总学时：36 学时。其中：课堂讲授 36 学时；实训/实验 0 学时			
开课部门	机电工程系	任课教师	陈伟	
授课专业、班级	工业机器人 241、（3+证书）241 班	开课学期	2025-2026 学年第二学期	
成绩评定	平时成绩占 %；期末成绩占 %	考核方式	考查	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	创新方法 TRIZ 理论入门	黎盛寓	航空工业出版社	2023.01
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	《技术创新方法》是现代机械设计学、哲学、认识科学、思维科学、发明创造学交叉形成的一门关于探讨机械设计创新原理及方法的创新设计学，是创新教育在机械设计课程中的具体实践。机械创新设计是高等工科院校机械类专业的一门专业技术课。			
本课程教学目标	通过学习，使学生在初步了解机械创新设计的基础知识、机械创新设计的基本理论和方法，使学生能够进一步的了解古代机械发明创造史和西方机械发展史及即将到来的知识与现代的机械文明。通过机械创新设计实例，培养学生自学创新能力。			
素质(思政)内容	本课程围绕 TRIZ 理论的工程创新属性，结合机电专业人才培养要求，以“技术报国”的家国情怀为引领，以“求真务实、严谨细致”的工匠精神为根基，以“辩证思维、系统创新”的方法论为核心，以“绿色可持续、以人为本”的责任意识为导向，以“开放协作、跨界融合”的创新视野为支撑，实现价值塑造、知识传授与能力培养的深度融合。			
学生用主要参考资料	黎盛寓，创新方法 TRIZ 理论入门，航空工业出版社，2023； 周苏，创新思维与 TRIZ 创新方法，清华大学出版社，2018。			

第 1 章 TRIZ 绪论（第 2 周）

一、教学目标

1.理解创新的普遍性与可训练性，掌握 TRIZ 理论的基本定义与核心价值，理清创新思维、创新技法与 TRIZ 的关联；

2.熟悉阿奇舒勒创立 TRIZ 的历程，了解 TRIZ 在全球及中国的发展与应用现状。

二、教学重点

1.TRIZ 的核心思想：创新有规律可循，可通过学习掌握通用发明方法；

2.经典 TRIZ 的理论体系框架：哲学基础、核心概念、分析工具、求解工具的层级关系。

三、教学难点

理解 TRIZ “从海量专利中提炼通用规律”的底层逻辑，打破“创新仅依赖灵感”的固有思维。

四、素质（思政）内容

1.讲解阿奇舒勒在艰苦环境中坚持研究、创立 TRIZ 理论的传奇经历，引导学生树立不畏困难、深耕专业的科研精神；

2.结合我国政策背景与华为等企业应用 TRIZ 实现技术突破的案例，激发学生“技术创新服务国家发展”的责任感。

五、教学方式

1.理论讲授：梳理创新与 TRIZ 的基本概念，结合 PPT 中的专利数据说明 TRIZ 的科学性；

2.案例引导：以“笔记本电脑键盘既要大又要小”的矛盾为例，演示 TRIZ 解决发明问题的核心逻辑。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.创新与创新方法概述

- (1) 创新的定义、分类与常见误区，创新能力的可训练性说明。
- (2) 传统创新方法（试错法、头脑风暴法）的局限性分析。
- (3) 创新方法的发展历程：从经验摸索到系统化方法的演进。

2.TRIZ 基础认知

- (1) TRIZ 的定义：发明问题解决理论的核心内涵。
- (2) 阿奇舒勒创立 TRIZ 的传奇历程：从专利研究到理论体系形成的全过程。
- (3) TRIZ 的核心思想：技术系统的进化遵循客观规律，创新有方法可循。

3.TRIZ 理论体系框架

- (1) 经典 TRIZ 的五大组成部分：哲学基础（辩证唯物主义、系统论）、核心概念（技术系统、矛盾、理想度）、分析工具、求解工具、解题流程。
- (2) TRIZ 各工具的逻辑关联：从问题识别到方案生成的完整链路

4.TRIZ 的应用与发展（教材 2.4 节）

- (1) TRIZ 在全球企业（三星、波音、西门子）的应用案例
- (2) 我国 TRIZ 推广政策与应用现状：华为、海尔等本土企业的创新实践

第 2 章 工程系统进化趋势（第 3 周）

一、教学目标

1.掌握经典 TRIZ 的 S 曲线进化法则与 8 大进化法则的内涵，了解现代 TRIZ 工程系统进化趋势的内容；

2.能够运用进化法则预判产品发展方向，指导技术研发路径选择。

二、教学重点

1.S 曲线 4 个阶段（婴儿期、成长期、成熟期、衰退期）的专利、收益、性能特征；

2.经典 8 大进化法则：完备性、提高理想度、子系统不均衡进化、动态可控性、协调性、集成度简化、微观级与场应用、能量传递法则。

三、教学难点

区分经典 TRIZ 进化法则与现代 TRIZ 进化趋势的差异，理解动态进化趋势的多层级表现。

四、素质（思政）内容

1.结合新能源汽车替代燃油车的进化案例，讲解国家“双碳”战略下技术迭代的必然性，引导学生关注行业发展与国家战略需求；

2.分析“子系统不均衡进化”对应的“木桶效应”，培养学生全局思维与短板意识。

五、教学方式

1.多媒体演示：结合汽车、手机等产品的迭代路径，直观展示 S 曲线与进化法则的应用；

2.课堂互动：组织学生讨论“自行车的进化路径”，对应匹配具体进化法则。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.技术系统与进化基础

- (1) 技术系统的定义：由相互作用的组件组成、实现特定功能的有机整体。
- (2) 子系统、超系统、系统边界的概念，系统的层级性说明。
- (3) 技术系统进化的客观性：技术系统遵循生物进化类似的客观规律。

2.S 曲线进化法则（教材 3.2 节）

- (1) S 曲线的四个阶段：婴儿期、成长期、成熟期、衰退期。
- (2) 各阶段的专利数量、收益、性能特征，技术成熟度预判方法。
- (3) 教材案例：手机、汽车等产品的 S 曲线演化路径分析。

3.经典 TRIZ 8 大进化法则（教材 3.3 节）

法则 1：完备性法则：技术系统必须包含动力、传输、执行、控制四大子系统。

法则 2：提高理想度法则：技术系统向“功能最大化、成本最小化”方向进化。

法则 3：子系统不均衡进化法则：系统各子系统进化速度不同，矛盾由此产生。

法则 4：动态可控性进化法则：系统从刚性向柔性、可调节方向进化。

法则 5：协调性进化法则：系统各组件参数向匹配、协调方向进化。

法则 6：集成度简化进化法则：系统先集成再简化，循环上升。

法则 7：微观级与场应用进化法则：系统从宏观向微观、场作用方向进化。

法则 8：能量传递法则：能量能够在系统各组件之间顺畅传递。

4.现代 TRIZ 进化趋势（教材 3.4 节）

动态进化趋势的多层级表现，经典法则与现代趋势的差异说明。

第3章 功能分析（第4周）

一、教学目标

1.掌握技术系统、子系统、超系统、组件、功能的基本概念，学会功能的规范描述方法与分类标准；

2.熟练掌握功能分析的完整流程：组件拆分、相互作用分析、功能模型建立。

二、教学重点

1.功能的“动词+名词”描述规则，有用功能、有害功能、中性功能的分类与判别；

2.组件拆分的层级选择原则，组件相互作用矩阵的绘制方法，功能模型图的构建逻辑。

三、教学难点

准确区分基本功能与辅助功能，识别系统中不足、过度、有害的问题功能。

四、素质（思政）内容

1.结合功能分析“剥离问题组件、优化系统结构”的思路，引导学生树立“问题导向、精益求精”的工程理念；

2.通过“瓶装可乐功能分析”案例，培养学生从“用户需求”出发思考产品价值的思维。

五、教学方式

1.流程拆解：分步演示组件拆分、相互作用分析、功能建模的操作步骤；

2.课堂练习：指导学生完成“眼镜系统”的功能分析，绘制功能模型图。

六、学时数：2学时

七、教学内容

1.功能的基本概念

(1) 功能的定义：技术系统存在的根本目的，表现为“组件对另一组件的作用”。

(2) 功能的规范描述规则：“动词+名词”，避免模糊表述（如“加热水”而非“提供热量”）。

(3) 功能的分类：有用功能（基本功能、辅助功能）、有害功能、中性功能、不足功能、过度功能。

2.功能分析流程（教材 4.2 节）

步骤 1：组件拆分：确定系统边界，拆分系统组件、超系统组件。

步骤 2：相互作用分析：构建组件相互作用矩阵，标记组件间的作用关系。

步骤 3：功能建模：绘制功能模型图，标注各功能的类型（有用/有害/不足）。

3.功能分析实例（教材 4.3 节）

(1) 教材案例：“瓶装可乐系统”“眼镜系统”的功能分析完整流程演示。

(2) 问题功能识别方法：定位系统中的有害、不足、过度功能，明确改进方向。

第4章 因果分析（第5周）

一、教学目标

1.掌握 5WHY 分析法、因果链分析法的操作逻辑与适用场景，了解鱼骨图分析法的基本框架；

2.能够通过因果分析挖掘问题的根本原因，识别关键缺点与关键问题。

二、教学重点

1.5WHY 分析法的实施步骤：从现象出发层层追问，直至找到可落地的根本解决方案；

2.因果链分析的术语体系：初始缺点、中间缺点、末端缺点、关键缺点的定义与判别方法，And/Or 逻辑运算符的使用。

三、教学难点

避免因果分析中的逻辑跳跃，准确识别同一层级原因的逻辑关系。

四、素质（思政）内容

1.结合丰田生产线问题解决案例，讲解“求真务实、追根溯源”的工匠精神，培养学生严谨务实的工作态度；

2.通过“杰弗逊纪念大厦墙面开裂”案例，引导学生跳出表层解决方案，追求本质最优解的创新思维。

五、教学方式

1.案例推演：以“机器停转”“外卖 PIZZA 湿软”等案例，完整演示因果分析的全流程；

2.实操训练：给出“杏鲍菇接种污染率高”的问题，让学生尝试构建因果链。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.因果分析基础

- (1) 因果分析的核心目的：从现象出发，挖掘问题的根本原因，避免表层整改。
- (2) 因果关系的层级性：现象是结果，底层原因是本质。

2.5WHY 分析法（教材 5.2 节）

- (1) 实施步骤：从现象出发，连续追问“为什么”，直至找到可落地的根本解决方案。
- (2) 注意事项：避免逻辑跳跃，每个“为什么”的答案都是上一个问题的直接原因。
- (3) 教材案例：“机器停转”“丰田生产线故障排查”的 5WHY 分析演示。

3.因果链分析法（教材 5.3 节）

- (1) 术语体系：初始缺点（问题现象）、中间缺点、末端缺点（根本原因）、关键缺点。
- (2) 逻辑运算符：And（同时满足才导致结果）、Or（满足其一即可导致结果）的使用。
- (3) 因果链绘制流程：从初始缺点出发，逐层向下拆解原因，标记逻辑关系。

4.鱼骨图分析法简介（教材 5.4 节）

- (1) 鱼骨图的结构：问题鱼头、人/机/料/法/环/测六大原因分支。
- (2) 适用场景：多原因复杂问题的初步梳理。

5.教材案例：“杰弗逊纪念大厦墙面开裂”问题的因果分析完整演示。

第5章 剪裁（第6周）

一、教学目标

- 1.掌握剪裁的基本定义、组件选择原则与3条剪裁规则，熟悉功能再分配的4个条件；
- 2.熟练掌握剪裁模型的建立步骤，理解剪裁法的创新价值与应用场景。

二、教学重点

- 1.3条剪裁规则：功能对象删除则载体可删除、对象可自执行功能则载体可删除、其他组件可执行功能则载体可删除；
- 2.剪裁的核心价值：简化系统结构、消除有害功能、降低成本、规避专利。

三、教学难点

合理选择待剪裁组件，完成功能的合理再分配，避免影响系统核心功能。

四、素质（思政）内容

- 1.结合剪裁法“去除冗余、优化结构”的思路，引导学生树立“精益设计、降本增效”的工程思维；
- 2.讲解剪裁法在专利规避中的应用，培养学生的知识产权保护意识与创新竞争思维。

五、教学方式

- 1.对比演示：以“杯把剪裁”“眼镜镜腿剪裁”为例，对比剪裁前后的系统变化，说明规则应用方法；
- 2.小组讨论：让学生分组讨论“传统鼠标哪些组件可以被剪裁”，提出优化方案。

六、学时数：2学时

七、教学内容

1. 剪裁的基本概念

(1) 剪裁的定义：删除系统中存在问题的组件，将其功能重新分配给其他组件，实现系统优化。

(2) 剪裁的核心价值：简化系统结构、消除有害功能、降低成本、规避专利。

2. 剪裁规则与实施步骤

(1) 3 条剪裁规则：

- ① 功能对象删除，则功能载体可删除；
- ② 功能对象可自行执行该功能，则功能载体可删除；
- ③ 其他组件可执行该功能，则功能载体可删除。

(2) 功能再分配的 4 个条件：新载体需具备执行功能的资源、不影响其他功能、成本可接受、无新有害功能。

(3) 剪裁实施流程：完成功能分析→选择待剪裁组件→执行剪裁规则→功能再分配→构建剪裁后新模型。

3. 教材案例

- 1. “杯把剪裁”“眼镜镜腿剪裁”的完整流程演示，剪裁前后系统对比分析。
- 2. 专利规避案例：通过剪裁规避竞争对手专利的实际应用。

第6章 特性传递（第7周）

一、教学目标

1.掌握特性传递的基本概念与适用场景，区分竞争系统、备选系统、基础系统、特性来源系统的定义；

2.熟练掌握特性传递的实施步骤，能够通过特性传递优化现有系统性能。

二、教学重点

1.特性传递的核心逻辑：集成互补系统的优势特性，弥补基础系统的缺陷；

2.特性传递的7步操作流程：识别主要功能→分析优缺点→确定竞争系统→寻找备选系统→确定基础系统→识别优势特性来源→解决移入后的适配问题。

三、教学难点

准确识别互补系统的核心优势特性，完成特性的跨系统迁移适配。

四、素质（思政）内容

1.结合“双肩包+拉杆箱”“手机+对讲机”等集成创新案例，引导学生树立“博采众长、融合创新”的开放思维；

2.讲解特性传递在跨界创新中的应用，鼓励学生打破专业壁垒，拓展创新视野。

五、教学方式

1.案例分析：以“电动滑板车”的开发过程为例，完整演示特性传递的应用流程；

2.课堂实操：让学生尝试将“蓝牙耳机”的特性传递到“头盔”中，提出创新方案。

六、学时数：2学时

七、教学内容

1.特性传递的基本概念

(1) 特性传递的定义：将互补系统的优势特性传递到基础系统中，弥补基础系统的缺陷，实现系统性能跃升

(2) 相关术语定义：

- ① 基础系统：需要优化的目标系统
- ② 竞争系统：与基础系统实现相同功能的其他系统
- ③ 备选系统：具备独特优势特性的其他领域系统
- ④ 特性来源系统：提供优势特性的备选系统

2.特性传递实施流程

步骤 1：识别基础系统的主要功能

步骤 2：分析基础系统的优缺点，明确待改进方向

步骤 3：确定竞争系统，分析竞争系统的优缺点

步骤 4：寻找具备优势特性的备选系统

步骤 5：确定基础系统与特性来源系统

步骤 6：识别特性来源系统的核心优势特性

步骤 7：解决特性移入后的适配问题，完成系统优化

3.教材案例

“电动滑板车”开发过程：将“滑板”的便携特性与“电动车”的动力特性传递结合的完整流程

“双肩包+拉杆箱”“手机+对讲机”等集成创新案例演示

第7章 发明原理（第8-9周）

（第8周）

一、教学目标

掌握第1-20号发明原理的核心内涵与指导原则，熟悉各原理在机电领域的典型应用场景。

二、教学重点

高频原理：分割、抽取、局部质量、非对称、组合、多用性、嵌套、预先作用、动态化、反向作用。

三、教学难点

理解同一发明原理在不同技术领域的复用逻辑，避免死记硬背。

四、素质（思政）内容

结合“模块化机床”“组合家具”等案例，讲解“功能复用、资源整合”的设计思想，培养学生的系统思维。

五、教学方式

案例讲授：每个原理结合2-3个机电领域典型案例讲解，加深理解。

六、学时数：2学时

七、教学内容

1.发明原理概述

（1）发明原理的来源：阿奇舒勒从250万份高水平专利中提炼的通用创新规则。

（2）发明原理的核心价值：跨领域复用的创新指导思路，避免重复试错。

2.第1-20号发明原理精讲

（1）分割原理：将系统拆分为独立部分，提高可维护性、便携性（案例：模块化机床、组合家具）。

（2）抽取原理：从系统中抽取有用/有害部分，分离核心功能（案例：空调外机、避雷针）。

（3）局部质量原理：将特殊功能集中在系统局部，提升效率（案例：美工刀刀尖、带橡皮的铅笔）。

- (4) 非对称原理：打破对称结构，提升性能（案例：不对称轮胎、USB 接口）。
- (5) 组合原理：将相同/不同功能的系统组合，实现 $1+1>2$ 的效果（案例：多功能打印机、手机集成摄像头）。
- (6) 多用性原理：一个组件实现多种功能，减少组件数量（案例：瑞士军刀、手机支付替代钱包）。
- (7) 嵌套原理：将组件嵌入另一组件，节省空间（案例：伸缩天线、折叠雨伞）。
- (8) 重量补偿原理：利用浮力、反作用力抵消重量（案例：氢气球、电梯配重）。
- (9) 预先作用原理：提前完成部分操作，提升效率（案例：预制板、预充式注射器）。
- (10) 预先防范原理：提前准备应急措施，降低风险（案例：安全气囊、备用降落伞）。
- (11) 事先缓冲原理：提前设置缓冲，抵消不利影响（案例：快递缓冲泡沫、汽车防撞梁）。
- (12) 等势原理：让操作对象处于同一高度，减少势能消耗（案例：工厂流水线工作台、无障碍坡道）。
- (13) 反向作用原理：颠倒原有操作逻辑，实现功能（案例：跑步机、摩天轮）。
- (14) 曲面化原理：将直线、平面改为曲线、曲面，提升性能（案例：弧形桥梁、无棱角儿童玩具）。
- (15) 动态化原理：让系统可调节，适配不同场景（案例：可调节座椅、折叠手机）。
- (16) 未达到或过度作用原理：无法完全达到效果时，适当过度或不足，简化操作（案例：喷漆时多喷一点再打磨，避免漏喷）。
- (17) 一维变多维原理：从一维向二维、三维拓展，提升空间利用率（案例：立体车库、双层巴士）。
- (18) 机械振动原理：利用振动实现功能（案例：振动筛、电动牙刷）。
- (19) 周期性作用原理：将连续作用改为周期性作用，提升效率（案例：心电图、红绿灯）。
- (20) 有效作用的连续性原理：让系统持续工作，消除闲置时间（案例：24 小时便利店、连续化生产线）。

(第9周)

一、教学目标

掌握第 21-40 号发明原理的核心内涵与指导原则，能够独立运用发明原理解决简单工程问题。

二、教学重点

高频原理：变害为利、反馈、中介物、自服务、复制、机械系统替代、多孔材料、相变、复合材料。

三、教学难点

灵活组合多个发明原理解决复杂矛盾问题。

四、素质（思政）内容

结合“变害为利”原理在垃圾焚烧发电、废水处理中的应用，引导学生树立“绿色创新、循环发展”的环保理念。

五、教学方式

1.案例讲授：完成剩余原理的讲解；

2.课堂练习：通过“跑步机应用反向作用原理”“备用伞应用预先防范原理”等习题，检验学生掌握程度。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.第 21-40 号发明原理精讲

(21) 减少有害作用的时间原理：快速完成有害操作，降低伤害（案例：高速切割食品避免营养流失、闪光灯）。

(22) 变害为利原理：将有害因素转化为有用因素（案例：垃圾焚烧发电、废热回收）。

(23) 反馈原理：引入反馈回路，提升系统稳定性（案例：自动恒温空调、导航实时路况）。

(24) 中介物原理：引入中间载体完成功能（案例：螺丝刀、传热介质）。

(25) 自服务原理：让系统自行完成辅助功能，减少人工干预（案例：自清洁烤

箱、太阳能路灯）。

（26）复制原理：用低成本复制品替代昂贵易损的实物（案例：虚拟仿真实验、数字沙盘）。

（27）廉价替代品原理：用廉价物品替代昂贵物品，降低成本（案例：一次性餐具、3D 打印样件）。

（28）机械系统替代原理：用声、光、电、磁等系统替代机械系统，提升性能（案例：感应门替代推拉门、电子锁替代机械锁）。

（29）气压和液压结构原理：利用气体、液体的压力实现功能（案例：液压千斤顶、气垫鞋）。

（30）柔性壳体或薄膜原理：用柔性壳体或薄膜替代刚性结构（案例：充气帐篷、保鲜膜）。

（31）多孔材料原理：利用多孔材料的特性实现功能（案例：活性炭滤芯、隔音棉）。

（32）改变颜色原理：改变颜色或透明度，实现识别、调节等功能（案例：pH 试纸、变色眼镜）。

（33）同质性原理：让相互作用的对象材质相同，避免不良反应（案例：用同材质金属焊接避免电化学腐蚀、紫砂壶泡普洱茶）。

（34）抛弃与修复原理：完成功能后丢弃组件，或自动修复损坏部分（案例：可降解餐盒、自修复轮胎）。

（35）参数变化原理：改变系统的物理参数（温度、浓度、速度等），提升性能（案例：冷冻食品保鲜、金属淬火提升硬度）。

（36）相变原理：利用物质相变过程中的效应实现功能（案例：干冰制冷、冰块降温）。

（37）热膨胀原理：利用物质热胀冷缩特性实现功能（案例：温度计、过盈配合装配）。

（38）强氧化剂原理：提高氧化程度，提升反应效率（案例：富氧焊接、漂白剂）。

（39）惰性环境原理：用惰性环境替代普通环境，避免不良反应（案例：氮气保护焊接、食品充氮保鲜）。

（40）复合材料原理：用复合材料替代单一材料，提升综合性能（案例：碳纤维自行车、玻璃钢）。

2.发明原理的组合应用

（1）复杂问题可同时应用多个发明原理，形成组合解决方案。

（2）教材案例：“消防夹克研发”中多个发明原理的组合应用演示。

第 8 章 技术矛盾和矛盾矩阵（第 10-11 周）

（第 10 周）

一、教学目标

理解技术矛盾的定义与本质，掌握 39 个通用工程参数的分类与内涵，能够将具体工程矛盾转化为通用工程参数表达。

二、教学重点

1.技术矛盾的核心特征：改善一个参数的同时导致另一个参数恶化；

2.39 个通用工程参数的分类：物理几何参数、正向技术参数、负向技术参数的判别标准。

三、教学难点

准确将具象的工程问题抽象为对应的通用工程参数，避免参数匹配错误。

四、素质（思政）内容

结合飞机机翼研发中“速度与能耗”的矛盾案例，讲解技术创新中“直面矛盾、破解对立”的攻坚精神，培养学生的辩证思维。

五、教学方式

1.理论讲授：梳理矛盾与技术矛盾的基本概念，逐个讲解核心工程参数的适用场景；

2.练习巩固：给出“增加飞机油箱体积提升续航但增加重量”的案例，让学生匹配对应的工程参数。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.技术矛盾的基本概念

(1) 矛盾的定义：TRIZ 的核心研究对象，系统进化的动力。

(2) 技术矛盾的本质：改善系统某一参数的同时，导致另一参数恶化，属于不同参数之间的矛盾。

(3) 技术矛盾的典型表现：“提升汽车速度的同时增加油耗”“增加手机续航的同时增加重量”。

2.39 个通用工程参数

(1) 参数的来源：阿奇舒勒从专利中提炼的最常出现矛盾的通用参数，覆盖所有工程领域。

(2) 参数分类：

① 物理几何参数：运动物体的重量、静止物体的重量、运动物体的长度、静止物体的长度、运动物体的面积、静止物体的面积、运动物体的体积、静止物体的体积、形状。

② 正向技术参数：速度、力、运动物体的耐久性、静止物体的耐久性、温度、光照度、功率、能量消耗、物质的量、可靠性、测量精度、制造精度。

③ 负向技术参数：能量损失、物质损失、信息损失、时间损失、有害因素的作用、物体产生的有害因素。

(3) 每个参数的定义与适用场景详解，避免参数匹配错误。

（第 11 周）

一、教学目标

掌握阿奇舒勒矛盾矩阵的结构与使用方法，能够通过矛盾矩阵快速匹配发明原理，解决技术矛盾问题。

二、教学重点

矛盾矩阵的使用步骤：识别技术矛盾→匹配通用工程参数→查找矩阵得到推荐发明原理→结合场景生成解决方案。

三、教学难点

根据场景灵活选择适配的发明原理，避免生搬硬套矩阵推荐结果。

四、素质（思政）内容

结合变后掠翼战斗机的研发案例，讲解 TRIZ 在国防技术突破中的应用，激发学生的爱国情怀与技术报国意识。

五、教学方式

1.工具演示：展示矛盾矩阵的查询方法，以“飞机机翼矛盾”“消防夹克研发”案例完整演示解决流程；

2.实操训练：让学生用矛盾矩阵解决“电梯等待时间过长”的技术矛盾，生成优化方案。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.阿奇舒勒矛盾矩阵

(1) 矛盾矩阵的结构：39 行（改善的参数）×39 列（恶化的参数），交叉单元格为推荐的发明原理编号。

(2) 矛盾矩阵的构建逻辑：统计大量专利中解决同类矛盾最常用的发明原理，形成推荐结果。

2.矛盾矩阵使用步骤

步骤 1：识别技术矛盾，明确需要改善的参数和随之恶化的参数；

步骤 2：将两个参数匹配为对应的 39 个通用工程参数；

步骤 3：在矛盾矩阵中查找两个参数交叉的单元格，得到推荐的发明原理；

步骤 4：结合具体场景，从推荐原理中选择适配的原理，生成解决方案。

3.教材案例

(1) “飞机机翼矛盾”解决：改善“运动物体的速度”，恶化“运动物体的能量消耗”，通过矩阵匹配“动态化”“减少有害作用的时间”等原理，提出变后掠翼解决方案；

(2) “消防夹克研发”“电梯等待时间过长”等案例的完整解决流程演示。

第9章 物理矛盾与分离原理（第12周）

一、教学目标

理解物理矛盾的定义与特征，掌握四大分离原理（空间分离、时间分离、条件分离、系统级别分离）的内涵与应用场景，能够运用分离原理解决物理矛盾问题。

二、教学重点

1.物理矛盾的典型表现：同一参数需要同时满足相反的需求（如“键盘既要大又要小”）；

2.四大分离原理的适用场景与典型案例。

三、教学难点

区分技术矛盾与物理矛盾，掌握两类矛盾的转化方法。

四、素质（思政）内容

结合折叠屏手机、可变形航天器等创新案例，引导学生突破“非此即彼”的二元思维，培养辩证解决问题的能力。

五、教学方式

1.对比教学：列表对比技术矛盾与物理矛盾的差异，明确判别方法；

2.案例练习：以“眼镜镜片既要防紫外线又要透明”的矛盾为例，演示分离原理的应用。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.物理矛盾的基本概念

(1) 物理矛盾的定义：对系统的同一参数提出相反的需求，属于同一参数的内部矛盾。

(2) 典型表现：“键盘既要大方便打字，又要小方便携带”“降落伞既要大减速效果好，又要小方便收纳”。

(3) 技术矛盾与物理矛盾的差异与转化方法：技术矛盾可通过深入分析转化为物理矛盾，实现更本质的解决。

2.四大分离原理

(1) 空间分离原理：将相反需求在不同空间分开，满足不同需求（案例：公路宽窄车道分离、折叠屏手机展开/折叠状态不同尺寸）。

(2) 时间分离原理：将相反需求在不同时间分开，满足不同需求（案例：交通红绿灯、可伸缩遮阳棚）。

(3) 条件分离原理：在不同条件下满足不同需求（案例：温控自动开关、安全带在正常情况下可拉动，碰撞时锁死）。

(4) 系统级别分离原理：将相反需求分配到不同系统层级（案例：自行车链条每个链节是刚性的，整体是柔性的；手机主板上每个元件是刚性的，整体可做成柔性屏手机）。

3.分离原理与发明原理的对应关系

每个分离原理对应多个发明原理，可结合使用提升解决方案的丰富性。

4.教材案例

(1) “眼镜镜片既要防紫外线又要透明”矛盾解决：应用条件分离原理，采用变色镜片，在阳光下变深色防紫外线，在室内透明。

(2) “可变形航天器”“折叠雨伞”等案例的演示。

第 10 章 物-场模型与标准解法（第 13 周）

一、教学目标

掌握物-场模型的基本结构与分类，熟悉 76 个标准解法的核心类别，能够构建技术系统的物-场模型并选择对应标准解法优化系统。

二、教学重点

1.物-场模型三要素：功能载体（S1）、功能对象（S2）、作用场（F）的定义与模型表达；

2.标准解法的四大类别：构建/完善模型、增强模型、向超系统/微观级进化、检测与测量类问题解法。

三、教学难点

准确识别系统的有害作用、不足作用，匹配对应的标准解法。

四、素质（思政）内容

结合物-场模型“系统要素相互作用实现功能”的逻辑，培养学生的全局思维与系统观念。

五、教学方式

1.图形化讲授：用箭头和框图展示不同类型物-场模型的表达方法；

2.实操训练：让学生构建“电热水壶加热系统”的物-场模型，提出优化方案。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.物-场模型的基本概念

(1) 物-场模型的核心思想：所有功能都可以分解为两个物质和一个场的相互作用。

(2) 三要素定义：

① S1（功能载体）：执行功能的组件；

② S2（功能对象）：被作用的组件；

③ F（作用场）：实现作用的能量形式（机械场、热场、电场、磁场、化学场等）。

(3) 模型表达方法：用矩形表示物质，箭头表示场，标注作用类型。

2.物-场模型的分类

(1) 有效完整模型：三要素齐全，作用充分，实现预期功能；

(2) 不完整模型：缺少一个或两个要素，无法实现功能；

(3) 不足作用模型：三要素齐全，但作用不足，未达到预期效果；

(4) 有害作用模型：三要素齐全，但产生了有害作用。

3.76 个标准解法

(1) 标准解法的来源：从专利中提炼的解决不同类型物-场模型问题的通用方法，分为四大类别：

① 第一类：构建/完善模型（13 个解法）：针对不完整模型，补充缺失要素，构建完整功能；

② 第二类：增强模型（23 个解法）：针对不足作用模型，增强作用强度，提升功能效果；

③ 第三类：向超系统/微观级进化（6 个解法）：针对成熟模型，向超系统集成或向微观级进化，提升性能；

④ 第四类：检测与测量类问题解法（34 个解法）：针对检测、测量类特殊问题的解决方案。

(2) 高频标准解法的应用场景详解。

4.教材案例

“电热水壶加热系统”物-场模型构建：S1=水，S2=加热管，F=热场，针对“加热不均匀”的不足作用，应用“引入中介物”标准解法，增加搅拌装置，提升加热均匀性。

第 11 章 ARIZ 发明问题解决算法（第 14 周）

一、教学目标

理解 ARIZ 的适用场景与核心思想，掌握 ARIZ 的核心步骤，能够运用 ARIZ 解决非标准复杂发明问题。

二、教学重点

ARIZ 的核心流程：问题定义与缩小化→矛盾分析→最终理想解推导→资源分析→发明原理应用→方案验证。

三、教学难点

掌握“最小问题”的定义方法，避免问题扩大化，突破思维定式找到非显而易见的解决方案。

四、素质（思政）内容

讲解 ARIZ “层层深入、逐步逼近本质”的问题解决逻辑，培养学生严谨细致、攻坚克难的科研精神。

五、教学方式

案例推演：以“半导体晶圆加工划痕问题”为例，完整演示 ARIZ 的应用流程。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.ARIZ 基础认知

(1) ARIZ 的定义：发明问题解决算法，是 TRIZ 理论中最复杂的工具，用于解决常规工具无法解决的复杂矛盾问题；

(2) 适用场景：技术矛盾与物理矛盾交织、资源利用不充分、多目标冲突的复杂工程问题；

(3) 核心思想：通过层层递进的逻辑分析，将复杂问题拆解为标准化子问题，逐步逼近理想解。

2.ARIZ 9 步解题流程

(1) 问题缩小化：明确问题的核心矛盾，剥离无关干扰因素，聚焦关键问题；

(2) 矛盾分析：识别技术矛盾与物理矛盾，转化为通用工程参数表达；

(3) 理想解推导：定义“理想最终结果”（IFR），即系统以零成本、零副作用实现核心功能；

(4) 资源分析：梳理系统内外部可用资源（物质、能量、信息、空间、时间等）；

(5) 模型构建：用物-场模型或功能模型描述问题，明确要素间相互作用关系；

(6) 标准解法匹配：根据模型类型匹配 76 个标准解法，生成初步方案；

(7) 方案优化：结合资源与场景，优化方案可行性，消除潜在矛盾；

(8) 方案验证：通过模拟或实验验证方案有效性，迭代优化；

(9) 结果固化：将解决方案标准化，形成可复用的技术成果。

3.教材案例

(1) “复杂机械结构卡死”问题的 ARIZ 解决流程演示：从问题缩小到方案验证的完整推演；

(2) “多目标冲突的能源系统优化”案例：展示 ARIZ 在资源分析与矛盾化解中的应用。

第 12 章 科学效应库（第 15 周）

一、教学目标

了解 TRIZ 科学效应库的构建逻辑与使用方法，熟悉常见物理、化学、几何效应在工程创新中的应用场景。

二、教学重点

1. 效应库的核心价值：跨领域复用科学原理解决工程问题；
2. 典型效应的应用：热胀冷缩、压电效应、电磁感应、毛细现象等的创新应用。

三、教学难点

根据功能需求匹配对应的科学效应，实现跨领域创新。

四、素质（思政）内容

结合“超声波清洗”“激光切割”等效应应用案例，引导学生重视基础科学知识，理解“基础研究是技术创新的源头”。

五、教学方式

案例讲授：展示不同功能需求对应的效应查询方法，结合机电领域案例说明效应的应用。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1. 科学效应库基础

(1) 科学效应库的定义：阿奇舒勒从科学文献与专利中提炼的“物理/化学/几何效应-功能”对应关系库。

(2) 核心价值：通过跨领域效应迁移，实现“异质创新”，解决传统领域内的技术瓶颈。

2. 科学效应分类与典型应用

(1) 物理效应：

A. 热学效应：热胀冷缩（温度计、过盈配合）、热辐射（太阳能集热器）、热电

效应（温差发电）；

B.力学效应：压电效应（传感器、点火器）、磁流变效应（智能阻尼器）、表面张力（微流控芯片）；

C.光学效应：光的折射（透镜、光纤）、光的干涉（增透膜）、激光效应（精密加工）；

D.电磁效应：电磁感应（发电机、变压器）、静电吸附（空气净化器）、霍尔效应（传感器）。

（2）化学效应：

氧化还原反应（电池、焊接）、催化反应（汽车尾气净化）、聚合反应（塑料成型）。

（3）几何效应：

A.形状效应：流线型（降低风阻）、多孔结构（过滤、隔音）、曲面结构（应力分散）；

B.尺寸效应：纳米材料（高强度、高导电）、微米结构（精密仪器）。

3.科学效应库查询与应用流程

步骤 1：明确功能需求（如“需要实现快速冷却”）；

步骤 2：在效应库中筛选匹配的物理/化学/几何效应（如“蒸发吸热”“热电制冷”）；

步骤 3：结合系统场景，评估效应的可行性与适配性；

步骤 4：设计基于效应的创新方案，验证技术路线。

4.教材案例

（1）“快速冷却的医疗设备”设计：匹配“蒸发吸热”“热电制冷”效应，提出“相变材料+热电模块”复合冷却方案；

（2）“高精度传感器研发”：匹配“压电效应”“霍尔效应”，实现多参数检测。

第 13 章 TRIZ 创新流程与案例综合分析（第 16-18 周）

（第 16 周）

一、教学目标

掌握 TRIZ 工具的组合使用逻辑，熟悉“问题识别→问题分析→问题求解→方案验证”的完整创新流程。

二、教学重点

不同 TRIZ 工具的适用场景与组合规则：功能分析、因果分析用于问题识别，矛盾分析、物-场模型用于问题分析，发明原理、标准解法用于问题求解。

三、教学难点

根据项目特点灵活选择适配的 TRIZ 工具，避免工具误用。

四、素质（思政）内容

结合国产大飞机 C919、高铁核心部件研发中 TRIZ 的综合应用案例，培养学生的民族自豪感与创新自信。

五、教学方式

流程梳理：用流程图展示 TRIZ 创新的完整路径，明确各工具的使用节点。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1. TRIZ 创新全流程

流程框架：问题识别→问题分析→方案生成→方案验证→成果固化

各阶段核心任务与对应 TRIZ 工具：

问题识别：功能分析、因果分析（定位核心矛盾）

问题分析：技术矛盾/物理矛盾识别、物-场模型构建（拆解矛盾本质）

方案生成：发明原理、矛盾矩阵、分离原理、标准解法、科学效应库（生成创新方案）

方案验证：剪裁法、ARIZ（优化方案可行性）

成果固化：特性传递、进化趋势分析（形成可复用技术成果）

2. TRIZ 工具组合逻辑

简单问题：单一工具解决（如用发明原理解决“齿轮降噪”）

中等复杂度问题：2-3 个工具组合（如“功能分析+发明原理+剪裁法”解决“系统冗余”）

复杂问题：全流程工具链应用（如“因果分析+物理矛盾+分离原理+科学效应库”解决“多目标冲突”）

3. 教材案例

“新能源汽车散热系统优化”：全流程工具链应用演示，从问题识别到方案固化的完整路径

(第 17 周)

一、教学目标

通过机电领域典型案例分析，掌握 TRIZ 工具在实际研发中的应用方法。

二、教学重点

案例拆解：新能源汽车电池散热系统优化、工业机器人精度提升、智能家电功能创新等案例的 TRIZ 应用全流程。

三、教学难点

从案例中提炼可复用的 TRIZ 应用方法论。

四、素质（思政）内容

分析案例中研发团队“反复迭代、持续优化”的创新过程，培养学生持之以恒的科研意志。

五、教学方式

案例研讨：组织学生分组讨论案例中的 TRIZ 工具应用点，分享学习体会。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

案例 1：工业机器人精度提升

问题背景：工业机器人重复定位精度不足，影响精密装配效率

TRIZ 应用路径：

问题分析：因果分析定位“机械传动间隙”为根本原因，物-场模型识别“刚性连接”为有害作用

方案生成：匹配“动态化”“柔性壳体”发明原理，应用“物-场标准解法（引入中介物）”，设计“柔性传动+实时补偿”方案

成果验证：实验验证精度提升 30%，效率提升 20%

案例 2：无人机续航能力优化

问题背景：无人机续航时间短，限制应用场景

TRIZ 应用路径：

问题分析：技术矛盾（增加电池容量→增加重量→降低续航），转化为物理矛盾（电池容量既要大又要小）

方案生成：应用“时间分离”“条件分离”原理，设计“模块化电池+快速更换”方案；匹配“轻质材料”科学效应，采用碳纤维机身

成果验证：续航时间提升 50%，成本降低 15%

案例 3：智能仓储系统优化

问题背景：智能仓储系统能耗高、效率低

TRIZ 应用路径：

问题分析：功能分析识别“冗余电机驱动”为有害功能，因果分析定位“路径规划不合理”为根本原因

方案生成：应用“剪裁法”去除冗余电机，匹配“周期性作用”“有效作用连续性”发明原理，设计“分区驱动+智能路径规划”方案

成果验证：能耗降低 35%，仓储效率提升 40%

(第 18 周)

一、教学目标

能够独立运用 TRIZ 工具分析并解决简单的机电类创新问题。

二、教学重点

创新问题实操训练：给出“电机散热效率低”“齿轮传动噪音大”等实际工程问题，让学生完成从问题分析到方案生成的全流程。

三、教学难点

将 TRIZ 理论灵活应用于具体场景，生成可落地的解决方案。

四、素质（思政）内容

引导学生关注身边的工程问题，树立“创新源于实践、创新服务实践”的理念。

五、教学方式

实操训练+答疑：学生独立完成问题分析，教师针对性指导。

六、学时数：2 学时

七、教学内容

1.实操任务：给定“电机散热效率低”“齿轮箱噪音大”“传感器抗干扰能力弱”等 3 个机电工程问题，学生分组完成 TRIZ 创新方案设计。

2.方案要求：

- (1) 明确问题核心矛盾，完成问题分析（功能/因果/矛盾模型）；
- (2) 匹配至少 2 个 TRIZ 工具，生成创新方案；
- (3) 说明方案可行性，评估技术价值。

3.成果展示与点评：每组展示方案，教师从工具应用规范性、方案创新性、可行性角度点评，总结共性问题与优化建议。