

T/CAET

团 体 标 准

T/CAET XX—2022

中小学跨学科课程开发规范

Norms for Trans-Disciplinary Curriculum Development for Primary and Secondary
Schools

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国教育技术协会 发 布

目 次

前 言	4
引 言	5
1 范围	6
2 规范性引用文件	6
3 术语和定义	6
3.1 跨学科课程 Trans-Disciplinary Curriculum	6
3.2 跨学科主题 Trans-Disciplinary Theme	6
3.3 探究鱼骨图 Fishbone Diagram of Inquiry	6
3.4 学习活动 Learning Activity	6
3.5 活动任务 Activity Task	6
3.6 知识建模 Knowledge Modeling	6
3.7 知识建模图 Knowledge Modeling Diagram	7
3.8 意义建构 Meaning Construction	7
3.9 能力生成 Ability Generation	7
3.10 目标-手段-评估一致性 Objective-Means-Assessment Consistency	7
4 跨学科课程的基本成分	7
4.1 跨学科主题	7
4.2 学习成果	7
4.3 探究鱼骨图	7
4.4 知识内容	7
4.5 学习目标	7
4.6 本课概况	7
4.7 学习活动流程图	8
4.8 学习发生过程表	8
4.9 交互详案	8
4.10 课程资源	8
4.11 学习评估	8
5 跨学科课程开发流程及设计工具	8
5.1 跨学科课程开发基本流程	8
5.2 主题任务设计	9
5.2.1 概述	9
5.2.2 具体过程	9
5.2.3 输出的成果	9
5.3 学习成果设计	10
5.3.1 概述	10
5.3.2 具体过程	10
5.3.3 输出的成果	10
5.4 探究的深度设计	11

5.4.1 概述	11
5.4.2 具体过程	11
5.4.3 输出的成果	11
5.5 知识内容分析——知识建模	13
5.5.1 概述	13
5.5.2 具体过程	13
5.5.3 输出的成果	15
5.6 学习目标设计	16
5.6.1 概述	16
5.6.2 具体过程	16
5.6.3 输出的成果	17
5.7 强一致性的学习活动设计	17
5.7.1 概述	17
5.7.2 具体过程	17
5.7.3 输出的成果	18
5.8 学习方式、学习动力、交互详案设计	19
5.8.1 概述	19
5.8.2 具体过程	20
5.8.3 输出的成果	20
5.9 资源开发	22
5.9.1 概述	22
5.9.2 具体过程	22
5.9.3 输出的成果	22
5.10 学习评估设计	22
5.10.1 概述	22
5.10.2 具体过程	22
5.10.3 输出的成果	23
参考文献	24
附录 A 跨学科课程教师手册建议模板	25
附录 B 知识建模规范索引表	29

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国教育技术协会技术标准委员会提出。

本文件由中国教育技术协会归口。

本文件的适用范围：为中小学校及教育相关部门跨学科课程开发相关人员规定了中小学跨学科课程的基本成分、开发该类课程的基本流程。

本文件起草单位：北京师范大学、培识（北京）技术有限公司、北京果果乐学科技有限公司、中国音乐学院、浙江师范大学、电子工业出版社有限公司、北京立德未来助学公益基金会、陕西师范大学、陕西学前师范学院、武汉市武昌区教育局、北京市西城区教育科学研究院、北京市门头沟区教育委员会、西安市教育科学研究院、福州教育研究院、苏州工业园区教育局、浙江省舟山市嵊泗县教育科学教研室、四川省宜宾三江新区教师发展中心、深圳市坪山区教育科学研究院、深圳市宝安区教育科学研究院、北京京港地铁有限公司、大象出版社有限公司、天津武清区未来教育研究会、北京中关村互联网教育科技服务有限责任公司、西安市第三中学、中国农业科学院附属小学、首都师范大学附属育新学校、西安市高新一中初级中学、北京市海淀区中关村第一小学、北京市十一学校通州实验学校、北京市顺义区高丽营第二小学、西安高新第一小学、西安经开第三小学、广东省深圳市坪山区第二外国语学校。

本文件主要起草人：杨开城、张慧星、公平、皇晓琳、李波、何文涛、张贵芹、刘芳、何流、潘淑宇、张文兰、田莹、潘炳超、伊满香、林春腾、王红军、李东梅、解慧明、郑琳、肖永琴、杨原明、叶鹏松、刘建军、代武红、王琦、张杏娟、魏明萱、杨苓、汪林中、颜颜、黄向伟、杨丹、高小政、秦艳艳、袁涛、薛晓京、曹峰、陈秀珍、邓翼涛、胡春丽、张岩、刘继红、张海兰、周卫锋、田宓。

引 言

中共中央、国务院发布的《中国教育现代化2035》要求“促进学科间融合，探索开发以培养综合素质为核心的跨学科课程和主题学习课程”。《义务教育课程方案（2022年版）》要求“加强课程综合，注重关联”，“开展跨学科主题学习，强化课程协同育人功能”，“原则上，各门课程用不少于10%的课时设计跨学科主题学习”。《普通高中课程方案（2017年版2020年修订）》要求“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）”。这意味着跨学科课程的制度化、常态化、普适化实施将成为必然。高质量的跨学科课程建设是落实国家相关政策要求、落实立德树人根本任务的关键。

跨学科课程开发是一个复杂的信息处理过程，需要明确的工作规范。它是做好跨学科课程建设系列化、序列化的重要前提，是跨学科课程质量的重要保障。

本文件主要包含两个部分：前一部分说明中小学跨学科课程的基本成分；后一部分说明开发该类课程的基本流程。跨学科课程的基本成分包括跨学科主题、学习成果、探究鱼骨图、知识内容、学习目标、本课概况、学习活动流程图、学习发生过程表、交互详案、课程资源和学习评估。跨学科课程开发的基本流程包括主题任务设计，学习成果设计，探究的深度设计，知识内容分析——知识建模，学习目标设计，强一致性的学习活动设计，学习方式、学习动力、交互详案设计，资源开发，学习评估设计。

中小学跨学科课程开发规范

1 范围

本文件规定了中小学跨学科课程的基本成分、开发该类课程的基本流程，以及各个基本成分赋值的操作规范。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

跨学科课程 Trans-Disciplinary Curriculum

跨学科课程是一种通过设定跨学科主题，以探究学习为核心学习方式，生成和强化学生运用多学科知识解决问题或应对挑战的跨学科能力和价值观的课程产品。跨学科课程的基本成分包括跨学科主题、学习成果、探究鱼骨图、知识内容、学习目标、本课概况、学习活动流程图、学习发生过程表、交互详案、课程资源和学习评估。

3.2

跨学科主题 Trans-Disciplinary Theme

跨学科主题是指连接多个学科领域、旨在促进学生综合运用不同学科知识、生成解决问题的能力、提升核心素养的主题。这些主题应具有挑战性、综合性和实践性，能够激发学生的学习兴趣 and 探索欲望。在本文件中，跨学科主题有时简称为主题。

3.3

探究鱼骨图 Fishbone Diagram of Inquiry

探究鱼骨图是指反映课程中的探究学习是如何从挑战任务出发、受问题驱动而逐步深化的一种鱼骨图，说明多学科知识、能力、素养与最终学习成果之间的递进依赖关系。

3.4

学习活动 Learning Activity

学习活动是指向特定学习目标的师生行为的总和。从序列角度看，学习活动由一系列活动任务构成；从构成成分角度看，学习活动包括学习目标、活动任务、学习成果、学习工具、学习资源、交互过程、活动规则。

3.5

活动任务 Activity Task

活动任务是指学生为了达成特定的学习目标而需要完成的具体事物或任务，是学习活动的组成部分。活动任务最终表现为师生交互序列及所需要的资源和工具。

3.6

知识建模 Knowledge Modeling

知识建模是指根据知识语义，按照特定的建模规范绘制知识隶属关系网络图的过程。这个网络图被称为知识建模图。

3.7

知识建模图 Knowledge Modeling Diagram

知识建模图是知识建模操作的输出结果，它是一种知识隶属关系网络图。

3.8

意义建构 Meaning Construction

意义建构是指将目标知识点与其他先决知识点建立联系。

3.9

能力生成 Ability Generation

能力生成是指基于特定的情境，运用目标知识点，联合头脑中其他信息来解决问题或应对挑战。

3.10

目标-手段-评估一致性 Objective-Means-Assessment Consistency

目标-手段-评估一致性是指学习活动的设计和学习评估的设计要针对具体的学习目标，与学习目标保持一致，即学习目标引领学习活动和评估的设计，学习活动的设计需要支撑学习目标的达成，评估的设计需要针对具体的学习目标而展开。

4 跨学科课程的基本成分

跨学科课程的基本成分包括跨学科主题、学习成果、探究鱼骨图、知识内容、学习目标、本课概况、学习活动流程图、学习发生过程表、交互详案、课程资源和学习评估。

一部分基本成分可以用于对单元的描述，包含跨学科主题、学习成果、探究鱼骨图、知识内容、学习目标、课程资源和学习评估；一部分基本成分可以用于对各课的描述，包含学习目标、知识内容、本课概况、学习活动流程图、学习发生过程表、交互详案、课程资源和学习评估。

4.1 跨学科主题

跨学科主题包括主题背景和挑战任务。主题背景包括挑战任务所在行业或领域面临的问题及危机、目前的尝试及探索、解决的意义及作用等信息。挑战任务是指在主题背景下提炼出来的、需要学生解决的具体难题。

4.2 学习成果

学习成果包括学习成果名称、学习成果类型（如实物原型类、方案规划类、表演展示类、思维外化类等）、学习成果的评估标准及具体评分规则。

4.3 探究鱼骨图

探究鱼骨图包括挑战任务、学习成果名称、课型、课序号、课名称、该课的关键问题和知识点。

4.4 知识内容

知识内容包括知识点列表和知识建模图。知识点列表包括知识点和知识点详情，一般用自然语言描述。知识建模图包括目标知识点、先决知识点及其关系。

4.5 学习目标

学习目标包括知识点和学习水平。

4.6 本课概况

用自然语言概括性地描述各节课的学习活动，包括学习活动名称、学习活动类型、活动设计意图、活动任务名称、活动任务类型、学习发生过程、主要学习成果。

4.7 学习活动流程图

学习活动流程图用流程图形式概括性地描述各课整体的教学过程，包括学习活动名称、学习活动类型、学习活动包含的活动任务名称、活动任务类型、时长。

4.8 学习发生过程表

学习发生过程表用表格形式概括性地描述各课的学习活动、活动任务对学习目标的支撑关系及活动任务类型、时长。

4.9 交互详案

交互详案描述学习活动中活动任务的过程细节，包括该活动任务的交互过程及交互规则、学习成果及学习成果评价规则、学习资源和工具。

4.10 课程资源

包括教师手册、学生手册、课件、音视频、网站、实验材料、教具、工具、参考资料等。

4.11 学习评估

学习评估包括学习评估方式和学习评估量表。学习评估方式包括评估维度（即学习目标）、评估的实施主体、评估内容、评估数据采集方式、评估时间。学习评估量表描述针对学习目标达成一星、二星、三星、四星等不同级别的不同表现。

5 跨学科课程开发流程及设计工具

5.1 跨学科课程开发基本流程

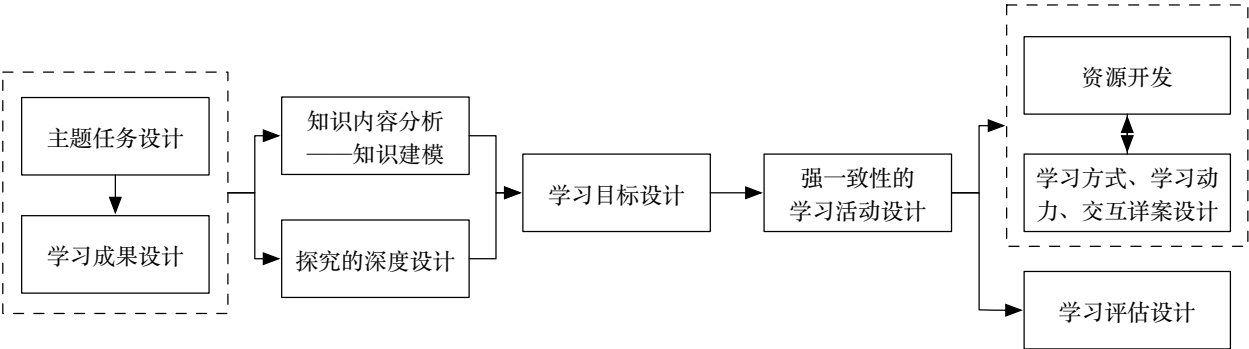


图1 跨学科课程开发基本流程

如图1所示，跨学科课程开发的基本流程分为9个步骤，各个步骤之间在数据上有很强的关联性，以便实现目标-手段-评估的一致性。

跨学科课程的设计从跨学科主题任务设计开始，主题任务必须蕴含特定的多学科知识的综合运用、问题解决能力的生成、核心素养提升的可能性，这种可能性需要通过学习成果设计得到强化。因此主题任务和学习成果的设计是相互参照的。主题任务所蕴含的多学科知识、能力及素养等内容需要通过知识内容分析——知识建模达到系统化和清晰化，主题任务所蕴含的探究学习过程通过探究的深度设计明确下来，生成探究鱼骨图。知识建模所生成的知识建模图是后续设计的数据基础，其中的知识点是学习目标的一个成分，学习目标另一个成分是学习水平。知识建模图中目标知识点所在的特定知识子图特征以及学习目标的学习水平类型是确定学习活动中活动任务类型的依据。有了活动任务的类型，课程开发者才能围绕一组知识点而设计特定的活动任务，在此过程中还需要分析学生个体差异、选择合适的学习方式、选择合适的学习动力设计要素，最终转化为师生交互，并开发所需要的课程资源，由此确保跨学科课程目标-手段-评估的一致性。由于师生交互生成了课程资源的具体开发需求，而课程资源的实际结果反过来又会交互的设计，因此交互详案设计和资源开发是相互参照的。明确了学习目标和学习的交互细节，课程开发者才能有针对性地设计学习评估，由此最终确保跨学科课程的目标-手段-评估的一致性。

各步骤的主要内容及输出成果见表1。

表1 跨学科课程开发各步骤的主要内容及输出成果

步骤	主要内容	输出成果
1. 主题任务设计	确定主题背景、挑战任务。还需要明确完成挑战任务后最终呈现的学习成果概要、主题所蕴含的知识概要。	主题设计表
2. 学习成果设计	确定学习成果名称、学习成果类型、学习成果的评估标准及具体评分规则。还需要明确学习成果评估标准指向的知识点。	学习成果设计表
3. 探究的深度设计	确定各课的关键问题、知识点、顺序安排，绘制探究鱼骨图。	探究鱼骨图
4. 知识内容分析 ——知识建模	描述知识点的详细内容，绘制知识建模图。	知识点列表、知识建模图
5. 学习目标设计	用二维目标表示法表征学习目标，并将学习目标分配落实到各课。	目标设计表
6. 强一致性的学习活动设计	设计满足目标-手段一致性要求的学习活动序列和活动任务序列，确定本课概况、学习发生过程表、学习活动流程图。	本课概况、学习活动流程图、学习发生过程表
7. 学习方式、学习动力、交互详案设计	分析学情和学生个体差异，选择合适的学习方式、学习动力设计要素，设计交互规则及师生交互过程，完成学习活动交互详案的设计。	交互详案
8. 资源开发	确定实验材料及相关工具，制作课件PPT及相关资源，设计学习单。	课程资源
9. 学习评估设计	设计学习评估方式及学习评估量表。	学习评估方式表 学习评估量表

5.2 主题任务设计

5.2.1 概述

高质量的跨学科课程是从高质量的跨学科主题开始的。好的跨学科主题蕴含特定的多学科知识的综合运用、问题解决能力的生成及核心素养提升的可能性，还蕴含丰富、具体的情境信息，可以激发学生的兴趣。主题任务设计包括确定主题背景、挑战任务，以及明确完成挑战任务最终呈现的学习成果概要、主题所蕴含的知识概要。

5.2.2 具体过程

1) 确定主题背景。主题背景需来自于现实生活、人类需要解决的问题。问题需要具有一定的复杂性，并蕴含多学科知识的综合应用、问题解决的能力生成及核心素养提升的可能性。

2) 确定挑战任务。确定该主题背景下学生需要模拟的角色、服务的目标受众、面临的问题及需要解决的挑战任务。挑战任务需要具体而明确，需要蕴含评价标准及限制条件，并有一定的开放性。

3) 确定学习成果概要。确定学生模拟的角色最终产出的作品或表现，包括学习成果名称、学习成果图片。

4) 确定知识概要。确定学生为了完成挑战任务需要应用的学科知识、生成的能力、发展的核心素养等方面的内容，如学科核心概念及跨学科概念、问题解决的过程与方法、核心素养。

5.2.3 输出的成果

主题任务设计的输出成果是主题设计表，示例见表2。

表2 主题设计表（示例，摘自《物质与能量：新能源汽车与碳中和》）

主题背景	由二氧化碳等温室气体排放引起的全球气候变化已经成为本世纪人类面临的最大挑战之一。在《巴黎协定》的框架下，到本世纪中叶实现碳中和是全球应对气候变化的最根本举措。 截至2020年底，全球共有44个国家和经济体正式宣布碳中和目标，美国总统拜登在上任第一天就签署行政令，让美国重返《巴黎协定》，并设定2050年之前实现碳中和的目标。 2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论会上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，2060年前实现碳中和。中国的这一承诺是全球应对气候变化进程中的里程碑，也开启了中国以碳中和目标驱动整个能源系统、经济系统和科技创新系统全面向绿色转型的新时代。
------	--

		碳中和涉及整个经济系统，各类经济体可以从调整能源结构、提升能源利用效率、转型升级高能耗设备、推广使用低碳技术、研发碳吸收技术、增加生态固碳能力等方面入手，在高效利用资源和绿色低碳发展的基础上推动经济发展，确保如期实现碳中和目标。
挑战任务		为响应国家政策，某经济开发区经济规划部门建议社会各行业或组织逐步实现碳中和，制订本行业或本组织的碳中和行动方案。 请你们作为碳中和行动专家组成员，以个人、家庭、学校、行业或城市等组织机构为主体，以我国现阶段碳排放情况为背景，以碳中和为目标，从增加碳吸收或减少碳排放的角度给出合理的行动方案。
学习成果概要	学习成果名称	***碳中和行动方案
	学习成果图片	(略)
知识概要	学科核心概念及跨学科概念	碳循环、能源、燃烧、热力发动机、电池、电动机 能量与物质、效率
	问题解决的过程与方法	行动方案 定性分析与定量分析、可行性分析与局限性分析
	核心素养	沟通、协作

5.3 学习成果设计

5.3.1 概述

学习成果是激发学生深入探究、维持学习兴趣的动力之一。明确的学习成果、蕴含知识应用的评估标准、清晰客观的评分规则，可以培养学生客观分析、理性思考、尊重规则的科学素养。

学习成果设计的主要任务包括确定学习成果名称、学习成果类型、学习成果的评估标准及具体评分规则，以及明确学习成果评估标准指向的知识点。

5.3.2 具体过程

1) 确定学习成果的名称，该名称源于主题设计表（示例见表2）中的相应内容。

2) 确定学习成果的类型，可以是实物原型类、方案规划类、表演展示类、思维外化类等。其中，实物原型类可以是实物、模型、实验、程序等；方案规划类可以是调研方案、设计方案、解决方案、行动方案、规划方案等；表演展示类可以是演讲、辩论、表演、推介等；思维外化类可以是海报、思维导图、学习单等。

3) 确定学习成果的评估标准及具体评分规则。

4) 明确学习成果评估标准指向的知识点，即为了达成更高的标准需要用到的知识点。该知识点源于主题设计表（示例见表2）中的知识概要部分的内容。

5.3.3 输出的成果

学习成果设计的输出成果是学习成果设计表，示例见表3。

表3 学习成果设计表（示例，摘自《物质与能量：新能源汽车与碳中和》）

学习成果名称	学习成果类型	评估标准	指向的知识点	具体评分规则
*** 碳中和行动方案	☐ 实物原型类 ☒ 方案规划类 ☐ 表演展示类 ☐ 思维外化类	方案结构方面	行动方案	行动方案包含问题定义、领域现状、方案目标、方案综述、具体分析、未来展望 完整：得3分 缺1项：扣0.5分
		研究视角方面	碳循环、能源、燃烧、热力发动机、电池、电动机 能量与物质、效率 定性分析与定量分析	方案综述部分和具体分析部分，包含碳排放、碳吸收现状及解决方案的分析。应有定性分析与定量分析 完整：得3分 缺少碳排放分析或不完整：扣0.5分 缺少碳吸收分析或不完整：扣0.5分 缺少定性分析或不完整：扣0.5分 缺少定量分析或不完整：扣0.5分

		贴合现实情况	碳循环、能源、燃烧、热力发动机、电池、电动机 能量与物质、效率 可行性分析与局限性分析	具体分析及未来展望部分，应有可行性分析与局限性分析。包括各主要措施的优缺点、落地实施的可行性及局限性 完整：得3分 缺少优缺点分析或不完整：扣0.5分 缺少可行性分析或不完整：扣0.5分 缺少局限性分析或不完整：扣0.5分
--	--	--------	---	---

5.4 探究的深度设计

5.4.1 概述

探究的深度设计是为了明确知识与学习成果之间的递进依赖关系，提高探究学习的深度。通过探究鱼骨图来描述学生从挑战任务出发到最终完成学习成果需要经历的各节课中的知识运用、能力生成、素养发展与最终学习成果之间的递进依赖关系。探究的深度设计需要确定各课的关键问题、知识点、顺序安排，绘制探究鱼骨图。

5.4.2 具体过程

1) 确定学生从挑战任务出发到完成学习成果需要经历哪些课，以及这些课的课型、关键问题、知识点，明确各课序号和名称。课型建议分为情境案例课、知识拓展课、设计实践课、挑战汇报课等类型。其中，挑战任务、学习成果名称需要与主题设计表（示例见表2）相关部分的内容保持一致。知识点需要与主题设计表（示例见表2）中的知识概要部分保持一致。

2) 将上述确定的信息绘制到探究鱼骨图中。

5.4.3 输出的成果

探究深度设计的输出成果是探究鱼骨图，示例见图2。

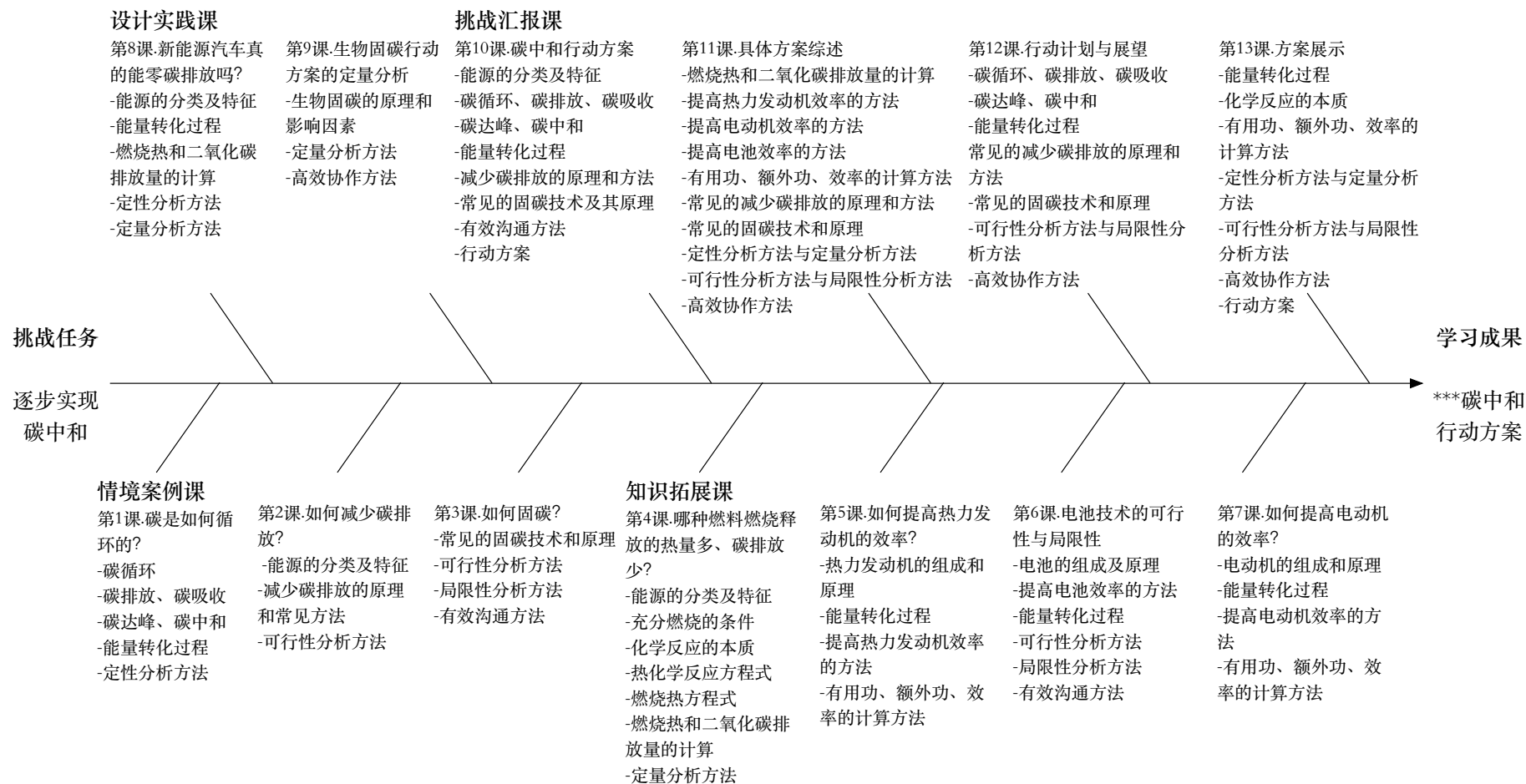


图2 探究鱼骨图（示例，摘自《物质与能量：新能源汽车与碳中和》）

5.5 知识内容分析——知识建模

5.5.1 概述

知识内容分析是为了明确跨学科主题涉及的多学科知识、生成的能力、核心素养等方面包含的具体知识点及其关系。本文件采用知识建模的方法来分析知识内容。知识建模图呈现的是知识点及其隶属关系，它是进行强一致性学习活动设计的数据基础。通过知识建模图能提高课程开发团队、教学实施团队的沟通效率。

知识内容分析包括描述知识点的详细内容和绘制知识建模图。

5.5.2 具体过程

1) 描述知识点的详细内容，完成知识点列表。其中，知识点需要与主题设计表（示例见表2）中的知识概要部分保持一致。

2) 提取知识点列表中更详细的知识点，包括目标知识点和先决知识点，将提取出来的知识点归类，将每个知识点绘制成知识建模图的一个结点。

不同类型的知识点的学习方式是不同的，本文件将知识点区分为以下7种类型，不同类型知识点用不同形状的图形表示。

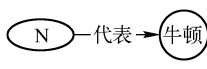
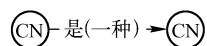
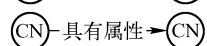
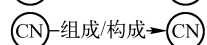
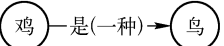
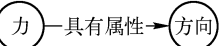
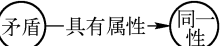
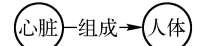
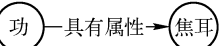
- ①符号和名称SM (Symbol)，在知识建模图中用椭圆○表示。
- ②概念CN (Concept)，在知识建模图中用圆○表示。
- ③原理和公式PF (Principle and Formula)，在知识建模图中用矩形□表示。
- ④格式FM (Format)，在知识建模图中用梯形□表示。
- ⑤过程步骤PS (Process and Step)，在知识建模图中用圆角矩形□表示。
- ⑥认知策略CS (Cognitive Strategy)，在知识建模图中用圆柱体□表示。
- ⑦事实和范例FC (Fact and Case)，在知识建模图中用旗标形□表示。

世界是由对象和关系组成的。人类发明抽象的符号用于表达世界。符号所表达的内容是知识体系的基础，符号大多数是用来帮助记忆的。概念代表了对象和范畴化的关系，是符号的语义。原理，包括命题和公式，表达的是对象（概念）之间的关系，各种标准、规范、规则，都属于这类。有一类概念之间的关系比较特殊，即事物之间的形式结构特征，称为格式，如某种文体或语言的组成结构。事物变化的规律表现为过程性，称为过程步骤，如事物的运动过程或某种操作的步骤序列。有一类特殊的过程步骤，即思维本身自我监控的过程，称为认知策略，如问题解决策略、学习方法、信息加工策略。事实和范例代表着特定的现实及知识的运用，包括方案、产品、现象、问题、案例、例子、事实，以及命题的推导过程、论证过程。

3) 根据知识点之间的语义关联，按照知识建模规范表（见表4）绘制知识点之间的关系，即用带有文字标注的箭头将知识点连接起来，使之成为网络图。

知识建模规范表总结出19种知识点之间的关系，规定了哪些类型的知识点之间可以建立哪种类型的关系，具体包括：是（一种），代表，定义，组成/构成，相反，并列，等价，逆命题，包含，结论包含，内容包含，条件包含，结果包含，步骤包含，具有属性，具有特征，是前提，可以采用，支持。表4解释了这些关系的具体含义。

表4 知识建模规范表

知识建模规范	解 释
	符号是概念的表征，SM只能与CN之间建立“代表”关系，不能与其他类型的知识点建立任何关系。 举例： 
  	通过“是（一种）”、“具有属性”、“组成/构成”关系在概念之间建立上下位联系。 举例：     

知识建模规范	解 释
	“并列”、“等价”和“相反”都表示概念之间的同位关系。“等价”和“相反”是“并列”的具体描述，因为这两种关系对于教学设计尤其重要，所以需要特别说明。其中“等价”是指两个概念内涵、外延严格一致，二者可以相互替代，而“相反”的两个概念拥有相同内涵，互补外延。 同位关系是双向的。如果关系名称为空，默认为并列关系（以下同）。举例：
	当PF1“内容包含”PF2时，意味着PF2是PF1的一部分，PF1是组织性结点，PF2是具体的原理。“内容包含”必须包含两个及两个以上的子原理知识点。举例： 当PF1“是前提”PF2时，意味着PF1是PF2成立的必备条件。举例：$a=w^2r$ 是前提 $F=mv^2/r$，两个互逆命题之间具有“逆命题”的双向关系（一般出现在数学学科）。举例： 两个PF之间还可以具有“并列”、“等价”和“相反”3种同位关系。
	当PS1“步骤包含”PS2、PS3……时，说明PS2、PS3……是PS1的具体操作步骤或者发展阶段，彼此之间有依存关系及明确的先后次序； 举例： 当PS1“内容包含”PS2、PS3……时，说明PS2、PS3……不是PS1的操作步骤，而是PS1的操作内容，彼此之间不构成序列关系，是相互独立的。 举例： 当PS1“可以采用”PS2、PS3……时，说明PS2、PS3……是完成PS1的几种具体方法、方式，彼此之间相互独立且最终都能完成PS1。 举例： “步骤包含”、“内容包含”及“可以采用”必须包括两个及两个以上的子过程知识点。“相反”、“等价”和“并列”的含义同前面的解释。
	FM1“组成”FM2，说明FM1是FM2的一个组成部分。 举例： “并列”关系说明两个FM具有同样的功能，虽然是不同的格式。 FM1“可以采用”FM2，说明FM1的功能可以采用FM2的格式。
	原理性知识可能包含这个原理的适用条件。 PF“结论包含”CN，意味着PF的结论部分描述的是CN与其他概念之间的关系。 PF“条件包含”CN，意味着PF存在的条件部分与CN有关，而PF的具体内容及结论部分并不包含CN。 当CN同时出现在条件和结论部分时，只保留“结论包含”关系。 举例： PF“结果包含”CN，意味着CN是由PF产生的实物或发展状态，主要出现在化学学科中，一般是指化学反应的生成物。相对应的，此时“条件包含”的CN，是指化学反应的反应物。 举例：

知识建模规范	解 释
	这一系列“是（一种）”关系是PF、PS、FM和CS知识范畴化的表现之一。当人们将PF、PS、FM和CS知识进行归类时，就会产生“是（一种）”关系，重在强调这些知识可以归属于某一个概念，例如：
	将某种概念之间的关系或者操作序列定义成概念时，就产生“定义”关系。 举例： CN“具有特征”PF或者FM，意味着概念CN所具有的某种特征用PF和FM知识来表示，重在强调概念CN与PF和FM所表示内容之间是具有特征的关系。 举例：
	PS、CS、FM“包含”CN，说明该PS、CS、FM知识的意义与概念CN有关； 举例： PS、CS“包含”PF，意味着PF是PS、CS操作的依据或参照，通过PF人们能更深入地理解相应的PS、CS知识点。 举例：
	“步骤包含”、“内容包含”的含义同上所述。
	这里的“支持”关系表示：PF2、FM2、PS2、CS2分别是PF1、FM1、PS1、CS1的抽象概括，PF是PS、CS、FM的抽象概括。
	FC“内容包含”FC，说明某个FC由多个小规模FC组成。 FC包含其他知识点，说明这些知识点可以用来解释FC。如果FC是问题，那么这些知识点是问题解决时需要运用到知识点。 举例： 问题解决的过程也是FC，比如证明的过程。通常情况下，证明过程FC“包含”它的结论。

注：表中表示符号和名称类知识点，表示概念类知识点，表示原理和公式类知识点，其他图形的含义按照上文的知识分类以及图形形状约定类推。

4) 检查完备性。

对照知识建模规范，检查知识点提取是否正确，知识点类型及图形是否正确，知识点之间的关系是否正确。无法与其他知识点建立符合规范所规定的关系的知识点，通常不是知识点。

5.5.3 输出的成果

知识内容分析的输出成果包括：①知识点列表，示例见表5；②知识建模图，示例见图3。

表5 知识点列表（示例，摘自《物质与能量：新能源汽车与碳中和》）

知识点	知识点详情
燃烧热方程式	煤的燃烧焓可用石墨的燃烧焓数据粗略估算。燃烧热方程式： $\text{C}(\text{S, 石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 天然气充分燃烧的燃烧热方程式： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 汽油充分燃烧的燃烧热方程式： $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -5445.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
可行性分析方法	可行性是指理论付诸实践时，在多大程度上可以实现，即产生效应。 可行性分析方法通常从四个方面进行分析，分别是技术、组织、时间和经济。①技术的可行性：判断新的系统在当前技术条件下能否实现，或某种新技术能否获得。②组织的可行性：所建议的系统能否成功实现。③时间的可行性：新系统能否在规定的时间内开发完成。④经济的可行性：研究开发的成本和效益，判断系统运行得到的效益是否高于系统开发成本，以及能否在规定的时间内收回成本。
有效沟通的方法	有效沟通三要素：积极倾听、清晰表达、处理异议。 积极倾听的要点：全心关注对方、给对方反馈、不轻易打断对方、回应对方情绪、问正确的问题、简要复述。 清晰表达的要点：使用普通话、内容简练清晰、注意肢体语言、避免指责、区分事实与观点。 处理异议的要点：认可和赞美、陈述事实、换位思考、委婉建议。

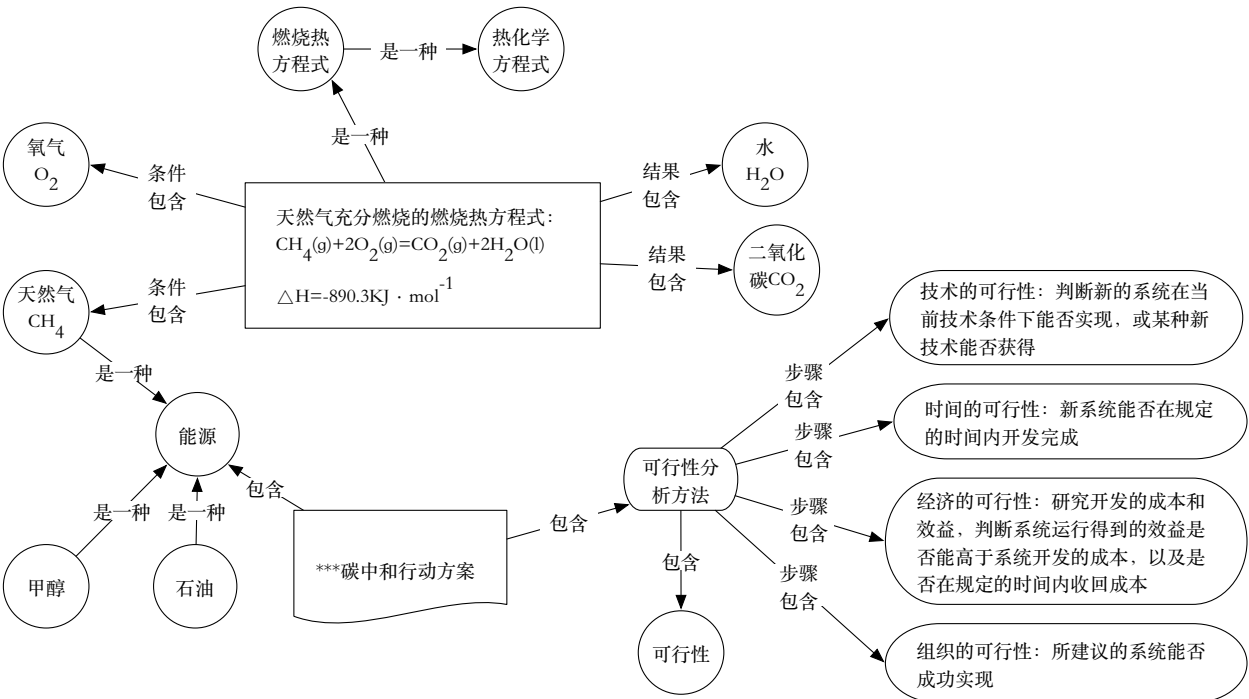


图3 知识建模图（示例，摘自《物质与能量：新能源汽车与碳中和》）

5.6 学习目标设计

5.6.1 概述

学习目标的主要作用是引领教学手段的设计、引领学习评估的设计。本文件用二维目标表示法“知识点+学习水平”的方式表征学习目标，相对于自然语言的表征方式，可以让课程开发过程更清晰、更规范，也更易于进行组合设计，将学习目标分配落实到“课-学习活动-活动任务”的结构中。不同类型的知识点蕴含着不同的学习方式，不同类型的学习水平蕴含着不同的学习方式。

5.6.2 具体过程

1)将学习目标用“知识点+学习水平”的方式进行描述。其中，知识点需要与知识点列表部分的内容保持一致。学习水平包含两种类型，分别是意义建构类和能力生成类。意义建构类是指对知识点的“记忆”或“理解”，能力生成类是指对知识点的“运用”。

2)将学习目标分配、落实到不同课中。某个学习目标可以被分配到多节课中，某节课可以包含多个学习目标。

5.6.3 输出的成果

学习目标设计的输出成果是目标设计表，示例见表6。

表6 目标设计表（示例，摘自《物质与能量：新能源汽车与碳中和》）

知识点	学习目标	落实的课序号
燃烧	热化学反应方程式（运用）	第4课
	燃烧热方程式（运用）	第4课
定性分析与定量分析	定性分析方法（运用）	第1、8、11、12、13课
	定量分析方法（运用）	第4、8、9、11、12、13课
协作	高效协作方法（运用）	第9、11、12、13课

5.7 强一致性的学习活动设计

5.7.1 概述

强一致性的学习活动设计的目标是明确一节课的学习活动构成。本文件将学习活动看作跨学科课程开发的基本单位，它也是落实课程目标-手段-评估一致性的重要中介。学习活动由一系列活动任务构成。学习活动的其他成分需围绕活动任务进行设计。学习活动设计的重点是学习活动序列设计、活动任务类型设计。

强一致性的学习活动设计尤其关注学习活动、活动任务对学习目标的支撑作用。针对不同类型的学习目标，需要设计不同类型的学习活动及活动任务，因此在设计时，需要从认知心理学和思维发展心理学角度考量学生完成不同活动任务时发生的思维类型、认知类型，并使之与学习目标类型相匹配。

强一致性学习活动设计需要在完成每个学习活动的活动任务设计基础上，确定本课概况、学习发生过程表、学习活动流程图。

5.7.2 具体过程

1)确定学习活动类型及序列。

建议的学习活动类型包括：导入、知识准备、小组协作、交流总结等。可以参照以下过程逻辑确定学习活动序列：内化→外化→迁移、具体→抽象→拓展、观察→模仿→实践、分析→操作→改进。

2)设计学习活动的活动任务。

活动任务的类型包括：意义建构类和能力生成类。

意义建构类活动任务可以用于设计意义建构类学习目标的教学过程。意义建构类活动任务包括6种类型：A回忆联想，B含义厘清，C区分异同，D体系分类，E归纳证明，F观察演绎。其中A类任务是回忆联想与当前知识点有关的知识点，简称A回忆联想。B类任务是鉴别知识的特征或构成要素及知识点与其特征要素之间的横向、纵向联系，简称B含义厘清。C类任务是寻找知识点与其他知识点之间的异同点，简称C区分异同。D类任务是对概念进行分类，简称D体系分类。E类任务是知识点的理论证明或者用事实范例归纳引出知识点，简称E归纳证明。F类任务是观察知识点的运用或解释，简称F观察演绎。总的来说，A类任务为了学习新知识而复习旧知识，B类任务是理解知识的内涵，C类和D类任务是将知识系统化，E类和F类任务是将知识与情境建立关联。

能力生成类活动任务可以用于设计能力生成类学习目标的教学过程。能力生成类活动任务包括4种类型：①分析实例，②创建实例，③改进实例，④疑难问题解决。

3)完成各课概况描述。

明确教师行为及设计意图、学生行为及学习发生过程、主要学习成果。其中，教师行为及设计意图部分，需要明确学习活动名称、学习活动类型、教师的主要行为及教学设计意图。学生行为及学习发生过程部分，需要明确活动任务名称、活动任务类型、学生的主要行为及学习发生过程。

4)完成学习发生过程表。

明确学习活动、活动任务与各课学习目标的对应关系，明确活动任务类型、活动任务时长。其中，学习目标需要与目标设计表中落实到各课的学习目标保持一致。

5) 绘制学习活动流程图。

学习活动流程图包括学习活动名称、学习活动类型、活动任务名称、活动任务类型和时长。

5.7.3 输出的成果

一致性学习活动设计的输出成果包括：①本课概况，示例见表7；②学习发生过程表，示例见表8；③学习活动流程图，示例见图4。

表7 本课概况（示例，摘自《水下考古：设计潜水艇》）

学习活动类型及名称		教师行为及设计意图	学生行为及学习发生过程	主要学习成果
导入	水下考古	通过水下考古案例，引出海底文物的打捞及文物对历史研究的价值。	水下考古 阅读材料，观看图片，了解挑战任务。（A 回忆联想）	“‘来样加工’是什么时候出现的？”研究海报
知识准备	史料的分类与运用原则	教师介绍史料的概念、分类、价值判断和运用原则，带领学生分析史料、运用史料。	1. 什么是史料？有哪些类别？如何运用？ 在教师带领下，理解史料的概念、分类、价值判断和运用原则。（B 含义厘清+E 归纳证明+①分析实例） 2. 史料分类与运用 在教师的引导下分小组练习并讨论史料的分类及运用。（B 含义厘清+①分析实例+②创建实例）	
小组协作	史料实证方法和过程	教师提出问题：古船上的瓷器和铁器是怎样摆放的？引导学生阅读材料，带领学生分析阅读材料中是怎样得出结论的，总结史料实证的方法和过程。 学生分小组讨论，运用史料实证方法，从阅读材料中分析探究问题：“来样加工”是什么时候出现的？在得出结论的过程中，进一步掌握史料实证的方法和过程。	1. 探究：古船上的瓷器和铁器是怎样摆放的？ 阅读材料，分析材料中是如何得到该探究问题的答案的，在教师引导下总结史料实证的方法和过程。（B 含义厘清+E 归纳证明+①分析实例） 2. 挑战任务：“来样加工”是什么时候出现的？ 小组讨论，运用史料实证的方法，从阅读材料中分析探究问题：“来样加工”是什么时候出现的？其结论是如何得出的？完成海报。（B 含义厘清+②创建实例）	
交流总结	总结拓展	教师引导各小组分别汇报小组讨论结果、史料实证方法，分享有效沟通的过程，进行学习小结。	分享与总结 各小组分别汇报小组讨论结果、史料实证方法，分享有效沟通的过程，跟随教师进行学习小结。 （B 含义厘清+①分析实例+②创建实例）	

表8 学习发生过程表（示例，摘自《水下考古：设计潜水艇》）

学习 活动		活动序号	学习活动 1	学习活动 2		学习活动 3		学习活动 4
		活动名称	水下考古	史料的分类与运用原则		史料实证方法和过程		总结拓展
		任务序号	1-1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1
学习目标		任务名称	水下考古	什么是史料？有哪些类别？如何运用？	史料分类与运用	探究：古船上的瓷器和铁器是怎样摆放的？	挑战任务：“来样加工”是什么时候出现的？	分享总结
学习目标 1	理解史料的分类	A 回忆联想			B 含义厘清+①分析实例	B 含义厘清+①分析实例		B 含义厘清
学习目标 2	理解史料的价值判断原则			B 含义厘清+E 归纳证明	B 含义厘清+①分析实例	B 含义厘清+①分析实例	B 含义厘清+②创建实例	B 含义厘清
学习目标 3	理解史料的运用原则			B 含义厘清+E 归纳证明+①分析实例	B 含义厘清+①分析实例+②创建实例	B 含义厘清+①分析实例	B 含义厘清+②创建实例	B 含义厘清+①分析实例

			例	例			
学习目标 4	掌握史料实证的方法和过程				E 归纳证明 +B 含义厘清 +①分析实例	B 含义厘清+ ②创建实例	B 含义厘清+ ①分析实例 +②创建实例
学习目标 5	掌握有效沟通的方法					①分析实例 +②创建实例	B 含义厘清+ ①分析实例 +②创建实例
时长（分钟）		5	3	7	8	12	10

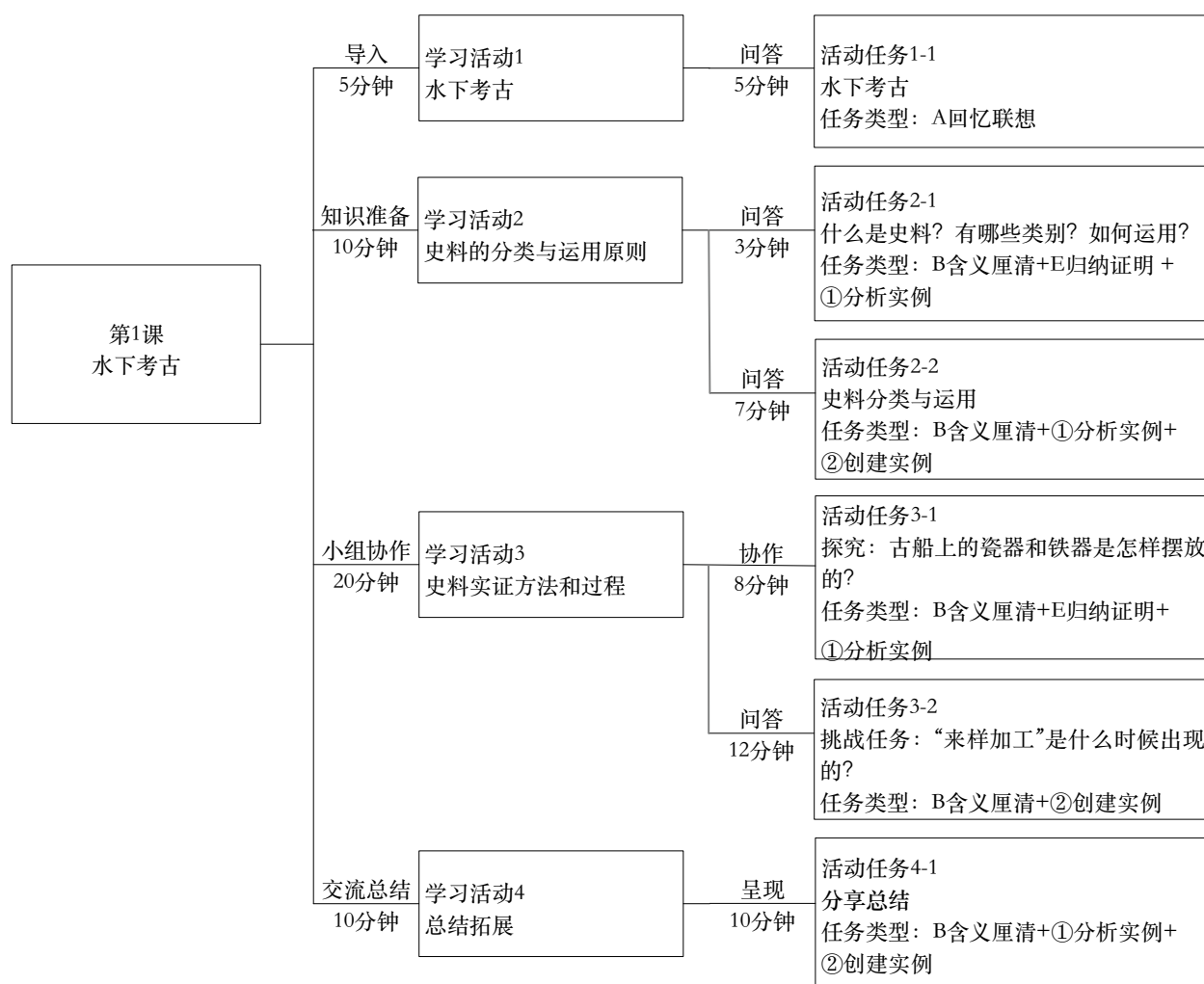


图4 学习活动流程图（示例，摘自《水下考古：设计潜水艇》）

5.8 学习方式、学习动力、交互详案设计

5.8.1 概述

学习方式、学习动力、交互详案设计包括分析学情和学生个体差异，选择适合的学习方式、合适的学习动力设计要素，设计师生交互过程及交互规则，完成学习活动交互详案设计。

交互详案设计是跨学科课程开发中最微观、最重要的部分，是落实学习目标的重要支撑，详细的交互设计可以有效避免教学实施过程中的临时性决定，可以有效外化课程设计者的课程设计意图。

交互详案设计也是落实价值观、思维方式等核心素养目标的重要支撑。价值类目标是一种隐性目标，通常无法用来直接产生设计方案，只表现为对设计的约束。规则设计是传递价值的重要环节。交互规则

的背后是价值观。精心设计的交互规则可以培养积极人格和正确的自我认知，维持较好的学习动力，保证学习活动顺利、高效地开展，也可以使课程更好地适应个体差异。学习动力设计是价值类目标达成的重要手段，可以有效整合知识技能目标与价值领域目标，是通过课程开发达成育人目标的重要一环。

5.8.2 具体过程

1) 分析学情和学生个体差异。

学生个体差异体现在11个方面：性格表现、学习风格、智力水平、控制点、焦虑水平、学习起点、学习速度、能力倾向、兴趣点、学习动机、基本观念，简称为11要素学生模型，见图5。

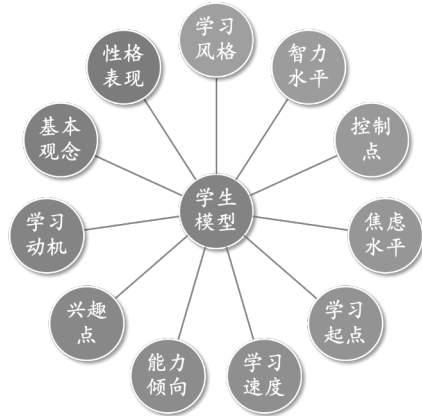


图5 11要素学生模型

2) 选择适合的学习方式。

学习方式是学习者获取知识的方式。学习方式分为四个维度：机械学习-有意义学习、接受学习-发现学习、观察学习-亲历学习、个体学习-群体学习，学习方式可以从这四个维度进行思考，简称为学习方式的四维设计法。

3) 选择合适的学习动力设计要素，优化交互细节。

常用的学习动力设计要素有：相关（Relevance）、结果（Outcome）、自信（Confidence）、职责（Responsibility）、尊重（Esteem）、认可（Certificate），简称ROC-REC模型，其中ROC指向学习者个体内部的自我认知，REC指向学习者与外界的关系认知。

4) 设计交互规则和师生交互过程，完成学习活动交互详案设计。

交互规则需要遵循的原则有：机会平等、公正合理、权责统一、清晰、无歧义。师生交互行为由教师行为（含教学提示）和学生行为组成。根据学生模型、学习方式、学习动力设计要素，设计交互规则，细化师生交互行为，完成交互详案设计。

5.8.3 输出的成果

学习方式、学习动力、交互详案设计的输出成果是交互详案，示例见表9。

表9 交互详案（示例，摘自《结构与功能：设计鸟类栖息地》）

（三）制作植物家族模型

建议时长：10 分钟

学习目标：

1. 理解植物的形态结构与生长环境相适应。
2. 能够关注团队目标、承担个人责任。

活动意图：

小组协作，制作植物家族模型。要求关注植物的形态结构与功能。举例说明它的形态结构与生长环境相适应。

活动任务 3-1：制作植物家族模型

任务类型：B 含义厘清+F 观察演绎+② 创建实例

建议时长：10 分钟

挑战任务

学习单 [4-5]

时间：10分钟

•制作植物家族模型**•要求：**

- 同一小组内，尽量呈现多种类型的植物。
- 介绍你们的植物家族：
 - 它是什么植物？
 - 它有什么形态特征？注意它各部位的颜色、形状、比例等特点，以及有什么功能。
 - 举例说明它的结构与功能相适应，形态结构与生长环境相适应。
- 注意组内分工。

【教师互动提问】接下来，作为生态环境工程师，我们需要分组完成挑战任务：制作植物家族模型。

为了更好地完成这个挑战任务，同学们有什么问题？

【学生互动回答】

有什么具体要求？

用什么材料制作？

多长时间？

可以做什么植物？

如何评价植物家族模型呢？

【教师互动板书】记录学生的问题。

【教师陈述】

同学们的提问非常全面。

我们分别讨论，共同确定。

【教师互动提问】

同学们，各组制作出来的植物家族模型不同，作为生态环境工程师，应该从哪些角度评价植物家族模型呢？

一个保护得比较好的生态环境里的植物家族，应该有什么要求呢？可以都是同一种植物吗？沙漠里的植物可以放在热带雨林环境里吗？

【学生互动回答】

可以评价植物类型多不多、植物的器官全不全、植物的形态特征、植物器官的功能等。

呈现多种类型的植物。

植物符合其形态结构。

植物和环境相适应。

【教师互动板书】记录学生的回答。

【教师陈述】同学们提出了非常多的评价角度，咱们一起总结，主要有：尽量多类型的植物、植物的形态特征、植物的特点。

因此，挑战任务是：各小组制作植物家族模型。

要求：①同一小组内，尽量呈现多种类型的植物。

②介绍你们的植物家族中的植物：它是什么植物？

它有什么形态特征？注意各部位的颜色、形状、比例等特点，以及功能。

举例说明它的结构与功能相适应，形态结构与生长环境相适应。

【学生听讲】了解要求。

【教师陈述】以下是给同学们准备的材料和工具。

【教师操作】演示材料和工具。

【教师互动提问】可以怎样使用这些材料呢？有哪些注意事项？

【学生互动回答】回答材料的使用方法，工具使用的注意事项。

可用的材料

- | | |
|--------|-------|
| • 纸筒 | • 彩笔 |
| • 石子 | • 直尺 |
| • 毛毡 | • 剪刀 |
| • 多色彩纸 | • 美工刀 |
| • 扭扭棒 | • 垫板 |
| • 竹签 | • 胶带 |
| | • 胶水 |

这些材料
可以怎样使用？

讨论的问题

- 你们打算制作哪些植物？
- 你们小组如何分工？
 - 每个人单独制作？
 - 两人一组，分组制作？
 - 大家一起制作？

【教师陈述】在开始动手之前，需要讨论以下问题：你们打算制作哪些植物？你们小组如何分工？是每个人单独制作，还是两人一组，分组制作，还是大家一起制作？

【学生讨论】了解要求，思考和讨论。

CSTEM协作四要素

- 关注团队目标
- 承担个人责任
- 配合整体进展
- 认可队友贡献

【教师提示】在开始小组协作前，提示大家：第一要关注团队的目标；第二要承担起自己组内角色的责任；第三要配合小组的整体进度；第四要认可团队成员的贡献。

【学生听讲】了解协作要注意的事宜。

CSTEM沟通三要素

- 专心倾听，不要打断对方
- 轮流发言
 - 表达内容简练清晰
 - 基于事实讨论
- 换位思考，委婉建议

【教师提示】在其他小组成员发言时，要专心倾听，不要轻易打断对方。要基于事实进行陈述，清晰、简练地表达观点。有不同意见时，要换位思考，委婉地给出建议。

【学生听讲】了解沟通时要注意的事宜。

小组分工：工程日志

学习单 {4-6}

姓名	角色	职责
	组长	分工、协调，组织小组实验，发现并解决问题。
	制作员1	制作
	制作员2	制作
	制作员3	制作
	制作员4	制作
	材料员	领取、计算、管理材料。
	记录员	记录时间、数据、结果。

注意：表中所列职责为主要职责，有临时任务时，组员要积极配合与承担。可一人承担多个角色，也可以多人承担一个角色。不同课中，组长、组员可以轮换。在每节课内，不建议轮换角色。

【教师陈述】完成学习单 {4-6} 的前半部分并动手实践。

【学生活动】开始制作。

【教师提示】制作过程中，请记录员完成学习单 {4-6} 的后半部分。

5.9 资源开发

5.9.1 概述

任何课程都需要特定的资源来支持未来的教学行动。本文件中的课程资源包括课件、音视频、网站、实验材料、教具、工具、参考资料、教师手册、学生手册等。

课程资源需要具备适用性、丰富性、易用性。课程资源要适应学习者的学习水平和认知发展水平、为学生提供恰当的支架、清晰的支撑，并指向学习目标，服务于特定的、具体的学习活动的需要。课程资源的内容和类型要足够丰富，一方面旨在为不同特质的学生提供多种选择，解决学生个体差异问题；另一方面旨在降低教师备课难度，支持教师根据学情和个人教学风格酌情选用。课程资源要简单易用，降低教师课前准备的时间，确保课堂教学效率。

5.9.2 具体过程

根据学习活动流程、学习发生过程的设计，选择场地、实验器具、实验材料、网站、工具等资源，细化学习活动及活动任务。搜集或制作图片、视频、音频等素材，制作课件、设计学习单、开发课程资源。

5.9.3 输出的成果

资源开发的输出成果是课程资源包，主要包括教师手册、学生手册、课件、音视频、实验材料清单等。

5.10 学习评估设计

5.10.1 概述

学习评估是评判学生是否达到学习目标的重要手段，也是为教学行动和课程开发提供反馈的重要机制。学习评估的设计要针对具体的学习目标，并且要可执行、可量化。

5.10.2 具体过程

- 1) 确定评估所针对的学习目标。
- 2) 确定评估的执行主体，可以是教师、学生、学习伙伴、系统、其他。

- 3) 确定评估内容, 包括学习过程和学习结果, 如行为表现、方案、作品、试卷、学习单等。
- 4) 确定数据采集方式, 可以是观察、测验、考试等。
- 5) 确定评估时间, 可以是教学过程中, 也可以是教学结束后。
- 6) 确定学习评估量表, 描述针对学习目标达成新手(一星)、学徒(二星)、熟练(三星)、出色(四星)不同级别的不同表现。

5.10.3 输出的成果

学习评估设计的输出成果包括: ①学习评估方式表, 示例见表10; ②学习评估量表, 示例见表11。

表10 学习评估方式表(示例, 摘自《水下考古: 设计潜水艇》)

学习目标	评估实施主体 (教师、学生、学习伙伴、系统、其他)	评估内容 (行为表现、方案、作品、试卷、学习单)	数据采集方式 (观察、测验、考试)	评估时间 (教学过程中、教学结束后)
掌握结构与功能相适应原理	教师	第1课学习单“潜水艇不同状态的原理图” 第5课学习单“潜水艇的设计图” 第7课学习单“小组总结展示海报”	测量	教学过程中
掌握工程设计过程	教师	第5、6、7课学习活动行为表现 第7课学习单“小组总结展示海报”	观察 测量	教学过程中
掌握科学探究方法与过程	教师	第2课 学习活动表现	观察	教学过程中
掌握有效沟通的方法	教师	第1、3、5课 学习活动表现	观察	教学过程中
掌握高效协作的方法	教师	第2、4、6、7课 学习活动表现	观察	教学过程中

表11 学习评估量表(示例, 摘自《水下考古: 设计潜水艇》)

学习目标	新手★	学徒★★	熟练★★★	出色★★★★
掌握结构与功能相适应原理	不能应用结构与功能相适应原理设计潜水艇	需要较多帮助或提示才能应用结构与功能相适应原理设计潜水艇	需要较少帮助或提示即可应用结构与功能相适应原理设计潜水艇	能够较好地应用结构与功能相适应原理设计潜水艇
掌握工程设计过程	不能运用工程设计过程设计潜水艇	需要较多帮助或提示才能运用工程设计过程设计潜水艇	需要较少帮助或提示即可运用工程设计过程设计潜水艇	能够较好地运用工程设计过程设计潜水艇
掌握科学探究方法与过程	不能运用科学探究方法与过程设计实验	需要较多帮助或提示才能运用科学探究方法与过程设计实验	需要较少帮助或提示即可运用科学探究方法与过程设计实验	能够较好地运用科学探究方法与过程设计实验
掌握有效沟通的方法	不能运用有效沟通的方法	需要较多帮助或提示才能运用有效沟通的方法	需要较少帮助或提示即可运用有效沟通的方法	能够较好地运用有效沟通的方法
掌握高效协作的方法	不能运用高效协作的方法	需要较多帮助或提示才能运用高效协作的方法	需要较少帮助或提示即可运用高效协作的方法	能够较好地运用高效协作的方法

参考文献

- [1][美]L. W. 安德森等. 学习、教学和评估的分类学——布卢姆教育目标分类学修订版[M]. 皮连生. 上海: 华东师范大学出版社, 2008.
- [2][美]R. M. 加涅. 教学设计原理[M]. 皮连生. 上海: 华东师范大学出版社, 1999.
- [3][瑞士]皮亚杰. 发生认识论原理[M]. 王宪钊, 等. 北京: 商务印书馆, 1981.
- [4]陈嘉映. 语言哲学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2003.
- [5]邓玉红. 基于TRIZ理论的STEM主题设计研究——以小学STEM课程为例[D]. 北京师范大学, 2021,
- 5.
- [6]顾林正. 从个体知识到社会知识——罗蒂的知识论研究[M]. 上海: 上海人民出版社, 2010.
- [7]胡军. 知识论[M]. 北京: 北京大学出版社, 2006.
- [8]蒋建华. 知识·权力·课程——政策视野中的课程研究[M]. 北京: 教育科学出版社, 2010.
- [9]李波. 跨学科整合型课程产品开发技术——以STEM为例[M]. 北京: 北京教育出版社, 2023.
- [10]李召存. 课程知识论[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2009.
- [11]林崇德. 思维发展心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2002.
- [12]乌美娜. 教学设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994.
- [13]杨开城. 以学习活动为中心的教学设计实训指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [14]杨开城. 课程开发——一种技术学的视角[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2018.
- [15]张浩. 思维发生学——从动物思维到人的思维[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2005.
- [16]郑泽民, 郑予捷. 现代职业分析手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.

附录A 跨学科课程教师手册建议模板

课程概况

跨学科主题名称	
学科领域	
面向年级	
课程背景	
参考的课程标准	

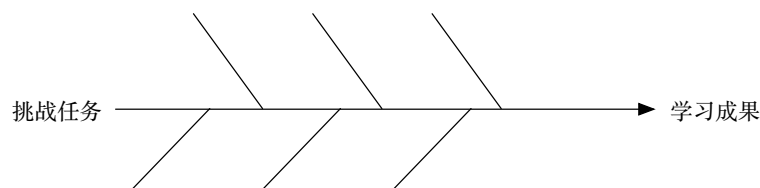
一、主题设计表

主题背景		
挑战任务		
学习成果概要	学习成果名称	
	学习成果图片	
知识概要	学科核心概念及跨学科概念	
	问题解决的过程与方法	
	核心素养	

二、学习成果设计表

学习成果名称	学习成果类型	评估标准	指向的知识点	具体评分规则
	☐ 实物原型类			
	☐ 方案规划类			
	☐ 表演展示类			
	☐ 思维外化类			

三、探究鱼骨图



四、知识点列表和知识建模图

1. 知识点列表

知识点	知识点详情

2. 知识建模图

--

五、目标设计表

知识点	学习目标	落实的课序号

六、单元结构表

课型	课序号和课名称	学习目标	教师活动及设计意图	学生活动及学习发生过程	学习成果
情境案例课					
知识拓展课					
设计实践课					
挑战汇报课					

七、评估设计表

1. 学习评估方式表

学习目标	评估实施主体 (教师、学生、学习 伙伴、系统、其他)	评估内容 (行为表现、方案、 作品、试卷、学习 单)	数据采集方式 (观察、测验、考 试)	评估时间 (教学过程中、教 学结束后)

2. 学习评估量表

学习目标	新手★	学徒★★	熟练★★★	出色★★★★

八、课程资源

--

第*课《*****》

1. 学习目标与知识点详情

学习目标	知识点	知识点详情

2. 知识建模图

--

3. 本课概况

学习活动类型及名称	教师行为及设计意图	学生行为及学习发生过程	主要学习成果
导入			
知识准备			
小组协作			
交流总结			

4. 学习发生过程表

学习 活动 学习 目标	活动序号	学习活动 1		学习活动 2		学习活动 3		学习活动 4	
	活动名称								
	任务序号	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2
	任务名称								
学习目标 1									
学习目标 2									
学习目标 3									
时长（分钟）									

5. 学习活动流程图

--

6. 交互详案

(一) 导入: ****(学习活动名称)

建议时长: **分钟 学习目标: 取自本课学习目标。 活动意图: ****。
--

活动任务 1-1: ****(活动任务名称)

任务类型: ****

建议时长: **分钟

PPT 等

师生交互过程

【教师**】

PPT 等	【学生**】 师生交互过程 【教师**】 【学生**】
(二) 知识准备: ****(学习活动名称)	
建议时长: **分钟 学习目标: 取自本课学习目标。 活动意图: ****。	
活动任务 2-1: ****(活动任务名称)	
任务类型: **** 建议时长: **分钟	
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
活动任务 2-2: ****(活动任务名称)	
任务类型: **** 建议时长: **分钟	
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
(三) 小组协作: ****(学习活动名称)	
建议时长: **分钟 学习目标: 取自本课学习目标。 活动意图: ****。	
活动任务 3-1: ****(活动任务名称)	
任务类型: **** 建议时长: **分钟	
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
PPT 等	师生交互过程 【教师**】 【学生**】
活动任务 3-2: ****(活动任务名称)	
任务类型: **** 建议时长: **分钟	
PPT 等	师生交互过程

	【教师**】
	【学生**】
PPT 等	师生交互过程
	【教师**】
	【学生**】
PPT 等	师生交互过程
	【教师**】
	【学生**】

(四) 交流总结: ****(学习活动名称)

建议时长: **分钟
学习目标:
取自本课学习目标。
活动意图:
****。

活动任务 4-1: **** (活动任务名称)

任务类型: ****
建议时长: **分钟
PPT 等
师生交互过程
【教师**】
【学生**】
PPT 等
师生交互过程
【教师**】
【学生**】

活动任务 4-2: **** (活动任务名称)

任务类型: ****
建议时长: **分钟
PPT 等
师生交互过程
【教师**】
【学生**】
PPT 等
师生交互过程
【教师**】
【学生**】

7. 课程资源

--

8. 学习评估

1. 学习评估方式表

学习目标	评估实施主体 (教师、学生、学习 伙伴、系统、其他)	评估内容 (行为表现、方案、 作品、试卷、学习 单)	数据采集方式 (观察、测验、考 试)	评估时间 (教学过程中、教 学结束后)

2. 学习评估量表

学习目标	新手★	学徒★★	熟练★★★	出色★★★★

附录B 知识建模规范索引表

符号 SM	原理 PF	过程 PS
概念 CN	认知策略 CS	格式 FM
		事实范例 FC

注：表中表示符号与名称类知识点，表示概念类知识点，表示原理和公式类知识点，其他图形的含义按照知识建模的知识分类以及图形形状约定类推。
