

2026

全球中小学人工智能教育支撑环境 蓝皮书

从“支撑环境”到 AI 原生 K-12 教育：
素养·课程·人机协作·评价·治理

AI-SLI

AI 辅助研制·研究版

编写说明：本报告的人工智能辅助研制过程

AI-SLI · 人工智能辅助研制

本蓝皮书是 AI-SLI 在“人工智能辅助知识生产”方向上的一次系统性探索与尝试。报告的研制全程引入生成式人工智能作为研究助手，在研究团队的选题、设计与把关之下，承担了四类劳动密集型工作。其一，循证调研与数据核验——对各国政策原文、国际组织报告、权威调查与学术文献展开多源检索，对全书引用的政策文号、调查数据与统计指标逐项溯源、交叉核验并予以勘误，并系统梳理了中国、美国、欧盟及联合国教科文组织、经济合作与发展组织等国际机构的最新 K-12 人工智能教育政策。其二，理论锚定与文献综合——梳理素养框架、课程体系、人机协作教学法、过程性评价与治理机制等主题的国内外研究脉络，对不同框架与口径进行多源比对与交叉验证，并据此构建“素养—课程—人机协作—评价—治理”的分析框架。其三，文本撰写、图表绘制与引文规范——按统一的论证结构与制图规范完成各章撰写、政策对照图与数据图绘制，并以分级可信度标注维护逐条可溯源的引用体系。其四，中英双语并行——在统一术语表的约束下产出语义对齐的中英文两个版本。

需要郑重说明的是：人工智能在本报告中承担的是检索、起草、制图与引文管理等密集性工作，而研究选题、价值判断、学理研判与最终结论，均由研究团队主导并负责把关；报告所涉数据与政策均要求真实来源、可供复核，调查数字均要求标明机构与口径、不可跨调查直接相加。我们谨以此报告作为一种面向未来的研制工作流参考，供教育同仁批评指正——它是一次对知识生产新范式的真诚尝试，而非对专家研判与同行评议的替代。

目录

第 1 章 引言：从"支撑环境"到 AI 原生 K-12 教育的范式迁移	1
1.1 缘起：一部白皮书的十年之变	1
1.2 核心命题：支撑环境的语义重构	2
1.3 范式迁移的三条外部证据线	4
1.4 2026 的三重技术底色	8
1.5 研究范围与边界	9
1.6 方法论与循证原则	10
1.7 全书结构导览	10
1.8 本章小结	11
本章参考来源	12
第 2 章 全球政策图景：中国、美国、欧盟 K-12 AI 教育法规与课程标准对照 (2024–2026)	14
2.1 引言：从"信息化政策"到"AI 教育治理"的范式转移	14
2.2 对照分析框架	15
2.3 三方政策要点分述	16
2.4 横向对照表	22
2.5 趋同、分歧与制度空白	23
2.6 小结	25
本章参考来源	25
第 3 章 AI 素养框架：学生与教师的 AI 能力	28
3.1 从"会用工具"到"能力—价值"复合体：AI 素养的再定义	28
3.2 学生 AI 能力框架：维度与进阶	29
3.3 生成式 AI 时代新增的核心子素养	31
3.4 教师 AI 能力框架：从使用者到设计者与守门人	33
3.5 学生—教师能力的耦合：一个双螺旋模型	
3.6 面向课纲落地的对接框架：四大框架横向对照	35
3.7 本章小结	38

本章参考来源.....	38
第4章 AI 原生课程：分学段课程重构与教育垂类大模型	40
4.1 从"工具嵌入"到"AI 原生"：课程范式的代际转变	40
4.2 分学段课程重构框架.....	41
4.3 提示工程与智能体编排作为课程内容.....	44
4.4 中/美/欧 K-12 AI 课程政策与课纲对照	45
4.5 学术诚信与 AI 使用规范的课程化.....	47
4.6 教育垂类大模型：作为课程基础设施的模型供给	49
4.7 本章小结.....	52
本章参考来源.....	53
第5章 智能体助教与人机共学教学法.....	56
5.1 从"工具辅助"到"智能体协作"：范式转变的坐标	56
5.2 智能体助教的能力分层与教学功能映射	57
5.3 人机共学教学法的四条设计原则.....	59
5.4 典型教学模式：三种人机共学课堂形态.....	62
5.5 实施风险与治理接口.....	64
5.6 小结.....	64
本章参考来源.....	65
第6章 提示工程素养、学术诚信与校园生成式 AI 使用规范	68
6.1 引言：从"能用工具"到"善用、慎用工具"	68
6.2 提示工程素养：作为新型基础素养的定位.....	69
6.3 学术诚信：生成式 AI 情境下的再界定.....	72
6.4 校园生成式 AI 使用规范：制度设计要素.....	75
6.5 跨国政策取向的比较观察.....	77
6.6 本章小结与建议取向.....	79
本章参考来源.....	80
第7章 AI 素养测评与过程性评价	83
7.1 导言：从"教了什么"到"学会了什么"	83
7.2 AI 素养的构念界定：评价的前提之争.....	84

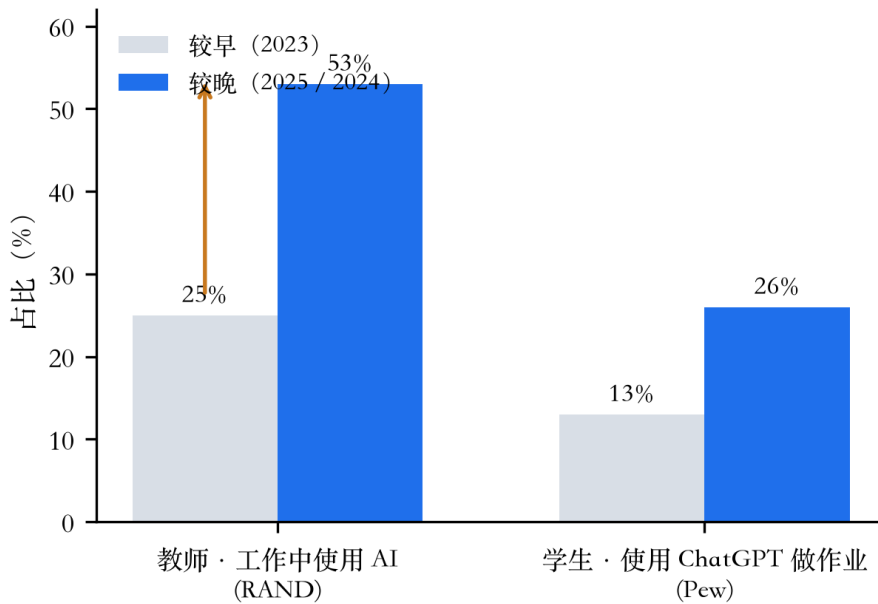
7.3	测评方法的谱系：结果性与过程性的互补	87
7.4	过程性评价的技术机理与新可能	89
7.5	学术诚信：评价效度的前提性挑战	91
7.6	公平性与测评偏差：谁在被评价，谁被误评	93
7.7	实施框架：面向支撑环境的评价能力建设	94
7.8	小结与研究展望	95
	本章参考来源	95
第 8 章	支撑环境的重定义：算力、数据、平台与端侧硬件（AI 眼镜 / 学习机）	99
8.1	从"物料"到"底座"：支撑环境概念的范式迁移	99
8.2	算力层：端—边—云的三级分工与教育场景约束	
8.3	数据层：从"数据集物料"到"数据治理生命周期"	102
8.4	平台层：把模型能力编排为可审计的教学服务	104
8.5	端侧硬件层：AI 眼镜与学习机的教育载体化	106
8.6	小结：支撑环境是"能力—治理"落地的物理前提	108
	本章参考来源	108
第 9 章	教师 AI 素养与专业发展	111
9.1	为什么教师素养成为支撑环境的关键变量	111
9.2	教师 AI 素养的能力结构	112
9.3	中 / 美 / 欧教师能力标准与培训政策对照	114
9.4	专业发展的实施模式与有效性	117
9.5	公平视角下的教师素养鸿沟	119
9.6	结论与建议	120
	本章参考来源	121
第 10 章	公平可及性、安全伦理与治理；结语与实施路线图	124
10.1	公平可及性：从"接入鸿沟"到"能力鸿沟"的迁移	124
10.2	安全、伦理与风险图谱	128
10.3	治理机制：多层次、多主体的协同框架	131
10.4	教师、家长与学生的角色与能力建设	134
10.5	结语与实施路线图	135

本章参考来源.....	137
附录 A 研究方法 与数据口径.....	140
A.1 研究方法.....	140
A.2 数据来源.....	140
A.3 数据口径审慎原则.....	140
A.4 局限与后续.....	140
附录 B 术语表	141
附录 C 参考文献 体例说明.....	143

第 1 章 引言：从"支撑环境"到 AI 原生 K-12 教育的范

式迁移

图 1 两年内师生 AI 使用近乎翻倍



数据来源：RAND Corporation, American Educator Panels (2023 - 2025) ; Pew Research Center (2023 - 2024)。

1.1 缘起：一部白皮书的十年之变

2022 年，本院前身发布《全球中小学人工智能教育支撑环境白皮书》，以"资源—教材—算法—实验室"为主线，系统梳理了当时全球中小学（K-12）开展人工智能教育所依赖的物质与内容基础。该版本诞生于一个特定的技术时刻：大规模生成式人工智能尚未进入公众视野，智能体（Agent）尚属实验室概念，课堂中的"人工智能"更多以既定算法、封装工具与专用实验设备的形态出现。彼时"支撑环境"一词的重心，落在为师生提供可用的 AI 学习资源与实践场地——开放教育资源（OER）、教师社区、K-12 AI 教材、算法与数据集、AI 实验室，构成了那一版本的六个支柱。

时隔数年，技术底座已发生结构性位移。这一位移的时间坐标是清晰的：2022 年 11 月 ChatGPT 面世，标志着生成式大模型从实验室走向公众；到 2023 年前后，各国教育与国际组织被迫在极短的窗口内作出制度回应。生成式大模型使自然语言成为通用交互界面，多模态能力让文本、图像、语音、代码在同一模型内贯通，端侧化趋势正把推理能力从云端推向个人设备与教室终端，而智能化则让 AI 从“应答工具”演变为可规划、可调用工具、可执行多步任务的“协作方”。这三重趋势——智能化、多模态、端侧化——共同改写了 K-12 课堂中“人工智能”的存在方式。

这一改写并非纸面推演，而是已在师生行为层面发生。以美国为例，兰德公司（RAND）基于其全国性教师与校长固定样本组（American Educator Panels）的调查显示，K-12 教师将生成式 AI 用于工作的比例在两个学年间“翻倍”——从 2023–2024 学年的约 25% 升至 2024–2025 学年的约 53%^[1]。皮尤研究中心（Pew Research Center）则记录了学生侧的同步跃迁：美国 13–17 岁青少年中，将 ChatGPT 用于学校作业的比例从 2023 年的 13% 升至 2024 年的 26%，一年之内翻倍，且高年级（11–12 年级）使用率（31%）显著高于低年级（7–8 年级，20%）^[2]。当学生可以随时唤起一个能对话、能出题、能批改、能陪练的助教，当教师的备课、命题、反馈流程被生成式工具重构，原有以“物料供给”为核心的支撑环境框架，已不足以刻画今日之现实。

正因如此，本院对 2022 年母版进行系统性重制，形成《全球中小学人工智能教育支撑环境蓝皮书 2026》。这不是一次数据刷新，而是一次分析维度的迁移。

1.2 核心命题：支撑环境的语义重构

本蓝皮书提出的核心判断是：在生成式与智能体时代，K-12 人工智能教育的“支撑环境”内涵已从物料维度转向能力—治理维度。

- 旧框架（2022，物料维度）：资源、教材、算法、数据集、实验室——回答的是"用什么教、在哪里教"。
- 新框架（2026，能力—治理维度）：素养、课程、人机协作、评价、治理——回答的是"培养什么能力、如何组织教学、人与 AI 如何协同、怎样评价、以何规则约束"。

这一重构的深层动因在于：当 AI 工具的可及性大幅提升、边际获取成本趋近于零时，制约教育质量的瓶颈不再是"有没有资源"，而是"是否具备驾驭 AI 的素养、是否有配套的课程与评价、是否有守护公平与诚信的治理"。支撑环境的关键要素，因此从外部供给的硬条件，转向嵌入教学全过程的软能力与制度安排。

这一判断有一个可被观测的经验支点，即当下教育系统面临的核心张力并非"采纳不足"，而是采纳速度远超治理跟进速度。兰德的同一批调查将其概括为"AI 在学校中的使用快速增长，但配套指引滞后"（AI Use in Schools Is Quickly Increasing but Guidance Lags Behind）：截至 2025 年春，虽有约 45% 的校长报告其学校或学区已有 AI 使用政策，但仅有约 34% 的教师报告存在与学术诚信相关的 AI 政策；超过 80% 的学生报告教师并未明确教过他们如何在学业中使用 AI[1][3]。换言之，工具已"下沉"到课堂，制度却仍在"路上"。这正是"支撑环境"必须从物料维度上移至治理维度的现实理由——真正稀缺的不再是模型或算力，而是能力框架、课程安排、评价方法与使用规则。

下表以对照方式呈现两版框架的迁移逻辑：

维度	2022 母版（物料维度）	2026 蓝皮书（能力—治理维度）	迁移动因
出发点	资源与场地供给	能力培养与治理保障	工具可及性提升，瓶颈上移
学生侧	使用既定工具	AI 素养、提示工程、人机协作	生成式交互成为通用界面

教师侧	获取教材与资源	教师 AI 素养、智能体助教协同	备课—命题—反馈流程被重构
内容侧	K-12 AI 教材	素养框架下的课程与课纲对照	从"教材"到"课程体系"
评价侧	[待补：旧版未成体系]	AI 素养测评、过程性评价、学术诚信	评价对象与手段双重变化
规则侧	数据与算法的技术选型	数据隐私、公平可及、使用治理	风险从技术层升至制度层

1.3 范式迁移的三条外部证据线

"从物料到能力—治理"并非本院一家之判断，而是可由三条相互独立的外部证据线加以印证：国际组织的框架转向、主要经济体的政策转向、以及市场与师生行为的转向。三条线在时间上高度收敛于 2023–2026 年，构成了本蓝皮书重制的循证基础。

1.3.1 国际组织：从"审慎警示"到"能力框架"

联合国教科文组织（UNESCO）的动作最具标志性。2023 年 9 月，UNESCO 发布《生成式人工智能教育与研究指南》（Guidance for Generative AI in Education and Research），这是首份面向教育的全球性生成式 AI 指南，倡导"以人为本"（human-centred）路径，强调数据隐私、伦理规范与教师能力建设，并提示各国就 GenAI 在校使用设定年龄门槛与隐私保护要求[4]。这一阶段的基调仍偏向"审慎警示"。

真正的转向发生在 2024 年。UNESCO 在 2024 年数字学习周（Digital Learning Week）先后发布两部能力框架：《教师人工智能能力框架》（AI Competency Framework for Teachers）与《学生人工智能能力框架》（AI Competency Framework for Students）[5][6]。其中面向教师的框架提出跨五个维度、共 15 项能力的结构，明确以保护教师权利、增强人的能动性（human

agency) 与可持续性为原则[5]。框架的问世意味着国际话语已从"要不要用、怎样防风险", 前移到"应培养哪些能力、如何嵌入课程"——这正是能力—治理维度的核心命题。

美国的官方文献同样体现了这一转向。早在 2023 年 5 月, 美国教育部教育技术办公室 (Office of Educational Technology) 便发布《人工智能与教学的未来: 洞见与建议》 (Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations), 该报告由教育技术办公室联合非营利机构 Digital Promise, 通过四场公开听证与逾 700 名教育利益相关方的意见汇集而成, 提出"始终把人置于决策中心" (keeping humans in the loop) 等核心立场, 并给出"以现代学习原理设计 AI""优先强化信任""告知并纳入教育者""制定教育专用的护栏"等建议[7]。这份报告回答的已不是"提供什么资源", 而是"以什么原则和规则来组织人机协同"。

1.3.2 主要经济体: 从"零散试点"到"制度化课程与治理"

中/美/欧三大体系在 2024–2026 年间不约而同地把 AI 教育推进到制度化阶段, 但路径各异, 恰好构成本蓝皮书的跨国对照主轴。

中国: 以国家课程指南与"双轨"治理并进。2025 年 5 月 13 日, 教育部基础教育教学指导委员会发布《中小学人工智能通识教育指南 (2025 年版)》, 采用螺旋式课程设计: 小学阶段以体验与兴趣为主, "感知技术价值, 了解语音识别、图像分类等基础人工智能技术"; 初中阶段理解与应用并重, 掌握"机器学习基本流程与监督学习概念", 并通过项目式学习完成数据整理与智能体搭建; 高中阶段战略与创新深化, 要求学生"理解生成式人工智能技术特征与社会影响"、构建算法模型并开发综合解决方案[8]。与之同步出台《中小生成式人工智能使用指南 (2025 年版)》, 形成"普及 (通识教育) + 规范 (使用治理)"双轨并行的政策结构 [9]。2026 年 4 月 2 日, 教育部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局等五部门联合印发《"人工智能+教育"行动计划》 (教科信〔2026〕1 号), 进一步要求"持续完

善《中小学人工智能通识教育指南》，开齐开足开好人工智能相关课程”，指导各地“研制人工智能课程指南，明确各学段课程目标、内容与课时要求”，并强调建强中小学人工智能教育基地、支持农村和边远地区学校利用国家平台开好相关课程[10]。中国路径的特点，是把 AI 教育纳入国家课程体系并同时铺设使用规范，“能力”与“治理”两条主线由中央文件一体推进。

美国：以联邦指引为软引导、州与学区为落点。与中国自上而下的课程指南不同，美国在 K-12 层面缺乏统一的国家课程，联邦教育部的角色以发布洞见与建议、提供“护栏”框架为主[7]，具体的政策、培训与学术诚信规则则下沉到州与学区。兰德的调查清晰刻画了这一分散体制下的现状与张力：一方面，采纳快速上升（教师工作使用率两年内由约 25% 升至约 53%）[1]；另一方面，制度与培训显著滞后且分布不均——在为教师提供 AI 培训的学区占比从 2023 年秋的 23% 升至 2024 年秋的 48% 的同时，低贫困学区（约 67%）远高于高贫困学区（约 39%）[1][3]。美国路径因而呈现“行为先行、治理追赶、区域不均”的典型特征，公平与学术诚信成为最突出的治理议题。

欧盟：以法律法规为硬约束、把教育列为高风险场景。欧盟走的是“以规制立框架”的路径。

《人工智能法案》（EU AI Act）已于 2024 年 8 月 1 日生效，并将“教育与职业培训”明确列入高风险（high-risk）应用清单——凡用于决定入学或录取、评估学习结果、判定受教育层级，或在考试中监测与识别违规行为的 AI 系统，均属高风险，须满足透明度、准确性、人为监督与风险管理等严格合规要求[11]。法案分阶段适用：被禁止的 AI 行为与 AI 素养（AI literacy）义务自 2025 年 2 月 2 日起适用，而针对教育等高风险领域的规则将自 2027 年适用（欧盟官方口径为高风险条款延后生效）[11]。欧盟路径的特点，是把“治理”前置为具有法律强制力的合规框架，同时通过 AI 素养义务把“能力”要求写入法律。

三者对照可见：无论以课程指南（中）、联邦软引导叠加州/学区落点（美），还是以法律硬约束（欧）为主要抓手，落脚点都已从“提供工具”转向“培养能力 + 建立规则”。这为本蓝皮书“能力—治理”框架提供了跨制度的一致性证据。

下表汇总三大体系的路径差异：

体系	主抓手	代表性文件（2023–2026）	课程/能力定位	治理侧重
中国	国家课程指南 + 使用规范"双轨"	《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》；《中小学生成式人工智能使用指南（2025年版）》；《"人工智能+教育"行动计划》（教科信〔2026〕1号）[8][9][10]	分学段螺旋式通识课程，纳入国家课程体系	普及与规范一体推进，兼顾城乡均衡
美国	联邦软引导 + 州/学区落点	教育部《人工智能与教学的未来：洞见与建议》（2023）[7]	无统一国家课程，能力要求由框架引导、学区实施	学术诚信、培训供给与区域公平
欧盟	法律硬约束	《人工智能法案》（EU AI Act, 2024生效）[11]	以法定 AI 素养义务承载能力要求	把教育列为高风险场景，强制合规
国际组织	全球框架供给	UNESCO《生成式 AI 教育与研究指南》（2023）、教师/学生《AI 能力框架》（2024）[4][5][6]	提出教师 15 项、学生分维度能力清单	以人为本、隐私、能动性

1.3.3 市场与师生行为：从"专用工具"到"通用助教"

第三条证据线来自市场与真实课堂行为，它解释了为何治理压力在 2024–2026 年集中爆发。

其一，主流 AI 厂商已把"教育"作为独立产品线，且从面向高校快速外溢。2024 年，OpenAI 推出面向高校的 ChatGPT Edu；2025 年 4 月，Anthropic 发布 Claude for Education，内置"学习模式"（Learning Mode），以引导式提问而非直接给答案的方式辅助学生推理，并与东北大学（Northeastern University）等高校达成校级合作，仅东北大学一处即覆盖约 5 万名学生、教职工[12][13]。同期，行业出现"学习/引导"模式的集体转向——ChatGPT 的 Study Mode 与 Google Gemini 的 Guided Learning 相继上线[12]。这一产品形态的演化本身即是治理信号：厂商开始主动为"是否直接给答案"设置教学化边界。

其二，师生行为已把通用聊天助手当作事实上的"助教"。皮尤数据显示学生侧使用一年翻倍（13%→26%）[2]，兰德数据显示教师侧使用两年翻倍（约 25%→53%）[1]。值得注意的是，多数教师使用的并非教育专用平台，而是通用型 ChatGPT[3]——这意味着课堂中真实运行的 AI，往往并非为 K-12 场景专门设计、也未必内置年龄与隐私护栏，这正是 UNESCO 与欧盟反复强调隐私、年龄门槛与合规的现实由来[4][11]。

其三，学生对"何为可接受使用"存在明确边界感，为评价与学术诚信治理提供了行为学依据。皮尤调查显示，青少年更能接受把 ChatGPT 用于"了解新知/研究"（54% 认为可接受），而对用于"数学解题"（29%）尤其"代写作文"（18%）的接受度显著更低[2]。这组数据说明，学生并非无差别地"用 AI 作弊"，其接受度沿"辅助理解—代替产出"的谱系递减——恰是过程性评价与诚信治理可以着力的关键区间。

综上，三条证据线在同一时间窗内收敛，共同支撑本蓝皮书的核心判断：支撑环境的关键要素已由"物料"上移至"能力—治理"。

1.4 2026 的三重技术底色

上述范式迁移之所以在此刻发生，根源在于 2026 年的技术现实。本蓝皮书对支撑环境的全部论述，建立在对三点技术底色的基本判断之上。此处仅作定性勾勒，具体采纳规模与产品图景见后续各章及本院相关蓝皮书互引。

1.4.1 智能体化 (Agentic)

AI 从被动应答转向主动协作。智能体可理解教学目标、拆解任务、调用工具、连续执行并自我校正，使“智能体助教”在答疑、出题、个性化陪练、作业初评等场景中具备可落地性。厂商产品的“学习模式/引导模式”转向，正是智能体化在教育场景中被“教学化约束”的早期形态：其价值取向从“替学生完成”转向“陪学生思考”[12][13]。这既带来减负增效的潜力，也对教师的角色定位、师生边界与学术诚信提出新的治理要求——当近半数学生在缺乏明确指导的情况下自行使用 AI[1]，“如何协同”与“以何为界”便同时成为课程与治理问题。相关的课堂交互形态，可参见本院《AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》对第一视角师生协作的讨论。

1.4.2 多模态 (Multimodal)

文本、图像、语音、视频、代码在统一模型中互通，使 AI 支撑不再局限于文字问答。低龄学段的语音交互、特殊群体的无障碍支持、实验与操作类课程的视觉理解，都因多模态能力而获得新的可及性入口。美国教育部 2023 年报告即已前瞻性指出，AI 通过语音、手势、草图等多种人类沟通方式，能为残障学生、协作学习与复杂课堂常规提供新的支持形态[7]。这一底色对公平与无障碍议题尤为关键，详见后文公平可及性专章。

1.4.3 端侧化 (On-device)

推理能力向个人设备、教室终端与本地服务器下沉，带来更低延迟、更强隐私保护与在弱网/无网环境下的可用性。端侧化直接关系到城乡数字鸿沟的弥合路径与学生数据的本地化治理

——在这一点上，中国《“人工智能+教育”行动计划》专门要求“支持农村和边远地区学校利用国家平台开好相关课程”[10]，而兰德数据揭示的高/低贫困学区培训鸿沟（约 67% vs 39%）[3]，则从反面印证了可及性治理的紧迫性。端侧化是支撑环境“可及”与“可信”两个维度的技术支点。教育机器人作为端侧智能体的实体形态，可参见本院《全球教育机器人发展白皮书 2026》。

说明：上述三重趋势的更细粒度市场规模、出货量、模型参与与分区采纳率等量化指标，均在后续对应章节以带来源的数据呈现，本章仅引用与“范式迁移”直接相关的权威定性判断与少量可核实数据。

1.5 研究范围与边界

- **学段范围**：聚焦基础教育阶段（K-12 / 中小学），兼顾学前衔接与中高等教育过渡处的必要说明，但不以其为主体。需说明的是，部分一手采纳数据（如 Claude for Education、ChatGPT Edu 的校级部署）首发于高等教育场景，本章仅将其作为“通用助教产品化”这一趋势的证据引用，不改变本蓝皮书的 K-12 主线[12][13]。
- **地域范围**：以中国、美国、欧盟三大政策与课纲体系为跨国对照主轴（三者路径差异见 1.3.2 节对照表），辅以其他代表性国家/地区的典型做法。更完整的政策文号、课纲名称与发布时间对照见后续课程与课纲专章。
- **主题范围**：覆盖 AI 素养、课程与课纲、人机协作教学、评价与学术诚信、公平可及性、教师 AI 素养、数据与使用治理等能力—治理维度要素。
- **明确排除**：不含高等教育专业 AI 人才培养、企业培训、纯学术研究等非 K-12 主线议题；不含具体商业产品的选型推荐（本章对具体产品的提及仅为趋势举证，非推荐）。

1.6 方法论与循证原则

本蓝皮书坚持研究先行、循证可视化、来源可溯的编写原则：

1. 框架优先：先确立"素养→课程→人机协作→评价→治理"的分析框架，再以框架组织证据与叙事。
2. 跨国对照：对中/美/欧的政策、课纲与实践进行结构化并列比较，避免以单一体系代表全球（本章 1.3.2 节已示范这一对照方法）。
3. 循证可视化：对可获得的采纳、投入、覆盖等数据，以图表呈现趋势与差异；凡涉具体数值、份额、文号、文献，均标注真实来源，缺失处以 [待补：数据/来源] 明示，绝不臆造。本章所引数据均标注一手出处（皮尤、兰德、UNESCO、中国教育部、欧盟、美国教育部等），并尽量交叉核对。
4. 时序更新：以 2024—2026 年间的政策与采纳数据，替换 2022 母版中的疫情期数据，确保时效性。
5. 数据口径审慎：不同调查因样本、学段、"使用"定义（个人用途 vs. 教学用途、任意使用 vs. 经常使用）不同，其数字不可直接横向相加或等同；本蓝皮书在引用时标明来源与口径，避免"拼接式夸大"。

数据与来源规范：本蓝皮书所有具体统计口径、样本范围与引用文献，统一在各章"本章参考来源"及全书参考文献部分列明，详见 [待补：参考文献与数据附录]。

1.7 全书结构导览

本蓝皮书自本章之后，沿"能力—治理"主线展开（具体章名与章号以正式目录为准）：

章	主题	核心问题
第 1 章	引言与范式迁移	为何从物料维度转向能力—治理维

		度
第[待补]章	AI 素养框架	K-12 学生应具备哪些 AI 素养
第[待补]章	课程与课纲对照	中/美/欧如何组织 AI 课程
第[待补]章	人机协作与智能体助教	师生如何与 AI 协同教学
第[待补]章	评价与学术诚信	如何评价 AI 素养、守护诚信
第[待补]章	公平可及性	如何弥合城乡与特殊群体鸿沟
第[待补]章	教师 AI 素养	教师需要怎样的 AI 能力与支持
第[待补]章	数据与使用治理	以何规则约束 AI 在校园的使用
第[待补]章	结论与展望	支撑环境的下一步走向

1.8 本章小结

从 2022 到 2026，改变的不只是技术，更是我们理解“支撑环境”的方式。三条相互独立的证据线在同一时间窗内收敛：国际组织从“审慎警示”走向“能力框架”（UNESCO 2023 指南 → 2024 教师/学生能力框架）[4][5][6]；主要经济体从“零散试点”走向“制度化”（中国国家课程指南与“双轨”治理、美国联邦软引导叠加州/学区落点、欧盟把教育列为高风险的法律约束）[7][8][9][10][11]；市场与师生行为从“专用工具”走向“通用助教”，采纳在一两年内翻倍，而治理与培训明显滞后且分布不均[1][2][3][12][13]。

这幅图景的共同指向十分清楚：当人工智能从课堂的工具变为课堂的协作方，真正稀缺的已不是模型、算力或资源，而是驾驭 AI 的素养、组织教学的课程、守护公平与诚信的治理。支撑教育的关键，因此从“提供什么资源”转向“培养什么能力、建立什么规则”。本蓝皮书以“素养→课程→人机协作→评价→治理”为主线，试图为生成式与智能体时代的 K-12 人工智能教育，提供一幅兼顾能力建设与治理保障的全景图。后续各章，将沿此主线逐一展开，并以循证、可溯、跨国对照的方式，回答上表所列的核心问题。

本章参考来源

- [1] AI Use in Schools Is Quickly Increasing but Guidance Lags Behind: Findings from the RAND Survey Panels · RAND Corporation · 2025 · https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA4180-1.html
- [2] About a quarter of U.S. teens have used ChatGPT for schoolwork – double the share in 2023（皮尤调查，2024年9月18日–10月10日，样本1,391名13–17岁青少年）· Pew Research Center · 2025 · <https://www.pewresearch.org/short-reads/2025/01/15/about-a-quarter-of-us-teens-have-used-chatgpt-for-schoolwork-double-the-share-in-2023/>
- [3] Uneven Adoption of Artificial Intelligence Tools Among U.S. Teachers and Principals in the 2023–2024 School Year（American Educator Panels, Research Report RR-A134-25）· RAND Corporation · 2025 · https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA134-25.html
- [4] Guidance for Generative AI in Education and Research · UNESCO · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- [5] AI Competency Framework for Teachers · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- [6] AI Competency Framework for Students · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>
- [7] Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations · U.S. Department of Education, Office of Educational Technology · 2023 · <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>
- [8] 《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》（教育部基础教育教学指导委员会发布，2025年5月13日）· 中国教育和科研计算机网（CERNET）· 2025 · https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml
- [9] 教育部基础教育教学指导委员会发布《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》和《中小生成式人工智能使用指南（2025年版）》· 中国教育在线/相关报道 · 2025 · <https://www.canedu.org.cn/site/content/7876.html>

[10] 教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知（教科信〔2026〕1号，2026年4月2日）· 中华人民共和国教育部· 2026 · http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html

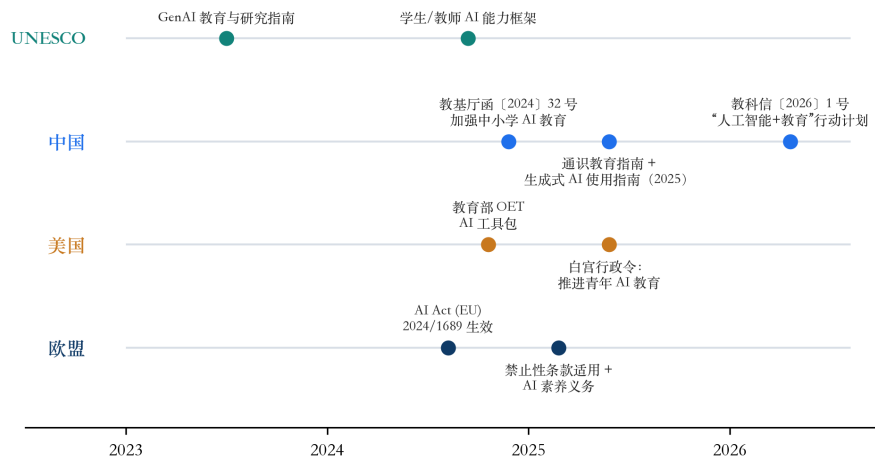
[11] Regulatory framework on Artificial Intelligence (EU AI Act, 2024年8月1日生效；教育列为高风险场景；AI素养义务自2025年2月2日适用) · European Commission · 2024 · <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>

[12] OpenAI, Anthropic target college students with latest education AI announcements (含 ChatGPT Edu、Claude for Education、Study Mode / Guided Learning 时间线) · CNBC · 2025 · <https://www.cnbc.com/2025/04/03/openai-anthropic-target-college-students-with-education-ai-services.html>

[13] Introducing Claude for Education (含 Learning Mode 及东北大学约5万人校级部署) · Anthropic · 2025 · <https://www.anthropic.com/news/introducing-claude-for-education>

第 2 章 全球政策图景：中国、美国、欧盟 K-12 AI 教育法规与课程标准对照（2024–2026）

图 2 中国、美国、欧盟与 UNESCO 的 K-12 AI 教育政策时间线（2023-2026）



数据来源：中国教育部；美国教育部 OET 与白宫；欧盟《人工智能法案》(2024/1689)；UNESCO（本章参考来源逐条列出）。

2.1 引言：从“信息化政策”到“AI 教育治理”的范式转移

2022 年母版白皮书成稿于生成式人工智能大规模进入公共视野之前，彼时各国面向中小学（K-12）的相关政策主要嵌套在“教育信息化”“数字素养”“STEM/计算思维”的既有框架之内，AI 更多被视为一种可选的前沿教学内容或实验室资源。2022 年末以来，随着生成式 AI、多模态大模型与智能体（agent）技术的快速扩散，政策语境发生了结构性变化：AI 不再只是“要不要教”的课程议题，而同时成为“如何在校园中安全、公平、负责任地使用”的治理议题。

由此，2024–2026 年间中国、美国、欧盟三方的政策文本呈现出一个共同的重心迁移——从内容供给（教什么、用什么资源）转向能力—治理并重（培养什么素养、如何规范使用、如何问责）。这一迁移在三方最新的标志性文件上均可实证：中国于 2024 年 11 月由教育部办公厅印发《关于加强中小学人工智能教育的通知》（教基厅函〔2024〕32 号），提出“2030

年前在中小学基本普及人工智能教育"的量化时间表 [1][2]；美国先由联邦教育部教育技术办公室于 2024 年 10 月发布面向学区领导者的 AI 整合工具包，继而由白宫于 2025 年 4 月签署《推进美国青年人工智能教育》行政令 [5][6][9]；欧盟则以 2024 年 6 月通过、8 月生效的《人工智能法案》（Regulation (EU) 2024/1689）为横向立法总纲，配合《数字教育行动计划 2021–2027》与素养框架构成"监管—素养"双支柱 [11][14]。三者的时间戳都落在生成式 AI 冲击波之后，标志着 AI 教育治理已由"信息化物料"阶段进入"制度建构"阶段。

本章不追求穷举各国全部文件，而是建立一个可对照的分析框架，沿"立法/政策层级—课程标准—教师与实施—治理与合规"四条主线，对三方进行横向比较，识别趋同点、分歧点与制度性空白，并以联合国教科文组织（UNESCO）的全球框架作为超国家层面的参照系。本章所有涉及具体文号、发布时间、覆盖学段、量化指标的事实，均以真实检索到并核对过的一手/权威来源支撑；凡尚未核实者，仍以【待补：...】占位，绝不臆造。

本章与本院《全球中小学人工智能教育支撑环境蓝皮书 2026》其余各章形成互引：素养目标的能力分级详见本蓝皮书第 3 章（课程与素养框架），教师 AI 素养的实施细节详见教师专章，学术诚信与评价治理详见评价与治理章。终端形态层面的政策影响，可参见本院《AI 眼镜教育应用白皮书 2026》与《全球教育机器人发展白皮书 2026》。

2.2 对照分析框架

为使三方政策可比，本章设定四个对照维度与若干观测点。

2.2.1 四个对照维度

- 维度一 政策与立法层级：AI 教育相关规定的法律位阶（法律 / 行政法规 / 部委规章 / 指导意见 / 行业指南），是自上而下的国家统一部署，还是自下而上的地方/学区自治。
- 维度二 课程与素养标准：是否设有面向 K-12 的独立 AI 课程标准或将 AI 素养嵌入既有学科；素养目标的结构（知识—技能—态度—伦理）与学段进阶（分学段递进）设计。

- 维度三 教师与实施保障：教师 AI 素养要求、职前职后培训机制、教学资源与基础设施配套、实施节奏（试点—推广）。
- 维度四 治理、伦理与合规：数据保护与未成年人隐私、生成式 AI 的课堂使用边界、学术诚信、算法透明与问责、面向学生的 AI 系统安全与合规审查。

2.2.2 三方治理范式的定性刻画

在不预设优劣的前提下，可将三方治理逻辑作如下定性概括（具体文件支撑见后文各节）：

- 中国：以国家统一部署为主导，教育主管部门自上而下发布指导性文件，强调将 AI 教育纳入课程体系、分学段递进普及，并与教育数字化战略、“人工智能+教育”行动、拔尖创新人才培养相衔接，具有明确的时间表与量化目标 [1][3]。
- 美国：以联邦定调、州与学区落地为特征。联邦层面（教育部工具包、白宫行政令）多为方向性指引与激励机制，不具强制课程约束力；实质性的课程标准与生成式 AI 使用政策主要由各州及学区自主制定，呈现高度分散与多样 [5][6][7]。
- 欧盟：以横向立法（《人工智能法案》）与数字教育行动为双支柱，通过风险分级式监管与素养框架自上而下塑造成员国的合规边界与素养要求，但具体课程设置仍属成员国主权范围 [11][14][17]。
- UNESCO（超国家参照）：不具约束力，但通过《生成式人工智能教育与研究应用指南》（2023）与《学生/教师人工智能能力框架》（2024）为各国提供全球公共产品式的规范语言与能力坐标，深刻影响三方（尤其发展中国家）的政策话语 [19][21][22]。

2.3 三方政策要点分述

2.3.1 中国：自上而下的国家统一部署与量化时间表

(1) 顶层部署与文号。中国 K-12 AI 教育政策的核心载体是教育部办公厅于 2024 年 11 月 21 日印发的《关于加强中小学人工智能教育的通知》（教基厅函〔2024〕32 号）[1][2]。该通知首次在国家层面提出总体目标——“2030 年前在中小学基本普及人工智能教育”，并部署“六大任务”：构建系统化课程体系、实施常态化教学与评价、开发普适化教学资源、建设泛在化教学环境、推动规模化教师供给、组织多样化交流活动 [1][2]。这是一份典型的“指导性部署”文件（部委规章层级以下的规范性文件），其效力来自行政统筹而非立法约束，但配合中央教育数字化战略，具备强动员力。

(2) 课程定位与学段进阶。通知确立了鲜明的分学段递进结构 [1][2]：

- 小学低年级段：侧重感知和体验人工智能技术；
- 小学高年级段和初中阶段：侧重理解和应用人工智能技术；
- 高中阶段：侧重项目创作和前沿应用。

在课程载体上，中国采取“独立设课与嵌入既有学科并行”的弹性路径，以信息科技、通用技术等课程为主要依托，同时允许与科学、综合实践活动、劳动等课程融合 [1]。

(3) 试点先行：184 个教育基地。在通知发布之前，教育部已依《关于开展中小学人工智能教育基地推荐工作的通知》（教基厅函〔2023〕29 号），经省级遴选与集中公示，于 2024 年 2 月最终确定 184 个中小学人工智能教育基地，作为探索新理念、新模式并形成可推广经验的试点抓手 [3]。这体现了中国“试点—推广”的典型政策节奏。

(4) 地方落地样本：北京。北京市是国家部署的先行落地样本。依据教基厅函〔2024〕32 号与《北京市推进中小学人工智能教育工作方案（2025—2027 年）》，北京市教委于 2025 年 6 月 26 日印发《北京市中小学人工智能教育地方课程纲要（试行）（2025 年版）》，明

确自 2025 年秋季学期起，全市中小学开展人工智能通识教育，每学年不少于 8 课时，覆盖小学至高中全学段 [4][10]。课程可独立设置，也可与信息科技、通用技术、科学等课程融合；学段侧重为小学重启蒙体验、初中重认知赋能、高中重综合实践与创新 [4]。在教师供给上，北京提出“百千种子计划”，拟培养约 100 名专业名师与 1000 名骨干教师 [10]。

(5) 2026 年的战略升级：“人工智能+教育”行动计划。2026 年 4 月，教育部联合国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局五部门印发《“人工智能+教育”行动计划》（教科信〔2026〕1 号）[3]。该计划以 2030 年为目标节点，提出“构建纵向贯通、横向联通的人工智能全学段教育和全社会通识教育体系”，部署四大重点任务：推动人工智能人才培养与素养提升、促进人工智能与教育深度广泛融合、建强“人工智能+教育”基础环境、优化发展生态 [3]。值得注意的是，该计划将“加快普及中小学生人工智能教育、推动全面纳入地方课程体系”与“将人工智能纳入教师资格考试和认证内容”并列部署，标志着中国已从“单点课程要求”升级为“人才培养—教师认证—基础环境—产业生态”的一体化系统工程 [3]。

(6) 治理取向。中国政策在鼓励应用的同时，强调坚持立德树人、以人为本，对生成式 AI 进校园、学生数据与未成年人保护提出规范要求；但截至本章检索，面向生成式 AI 课堂使用边界的独立国家级细则仍以指导性表述为主 [待补：生成式 AI 进校园专门规定的文号 / 条款]。

2.3.2 美国：联邦定调、州与学区落地的分散治理

(1) 联邦指引：非强制的方向性框架。美国联邦层面对 K-12 AI 教育不设强制课程标准。2024 年 10 月，美国教育部教育技术办公室（Office of Educational Technology）发布《赋能教育领导者：安全、伦理与公平地整合 AI 的工具包》（*Empowering Education Leaders: A Toolkit for Safe, Ethical, and Equitable AI Integration*），篇幅约 74 页，面向学区领导者，围绕“安全、伦理、公平”三原则提供决策指引，并专设模块强调教育者 AI 素养的重要性 [5][6]。

此前，2023 年 5 月同一办公室发布的《人工智能与教学的未来》报告已确立“以人为本”“教师在环（keeping humans in the loop）”等原则性主张。这些文件均属指南性质，不具法律约束力。

(2) 2025 年行政令：联邦激励的强化。 2025 年 4 月 23 日，总统签署《推进美国青年人工智能教育》（*Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth*）行政令，设立由白宫科技政策办公室主任担任主席的“白宫人工智能教育工作组”，成员涵盖教育部、劳工部、能源部、农业部、国家科学基金会等 [6][9]。行政令部署“总统人工智能挑战赛”、推动公私合作开发 K-12 AI 素养在线资源，并要求教育部长在令后一定期限内就如何运用拨款改善 AI 相关教育成果发布指引 [6][9]。这进一步强化了联邦“以激励与协调撬动、而非以强制统一”的治理逻辑。

(3) 州与学区自治：分散但快速扩散。 美国 K-12 AI 课程与生成式 AI 使用政策的实质制定权在州与学区。据 AI for Education 等机构的持续追踪，已发布官方 AI 教育指南或政策的州数量快速攀升——2025 年内多家机构统计口径在约 33 至 35 个州之间（例如 AI for Education 于 2025 年报道“31 个州”、其后更新至 33 个州；美国州教育委员会协会 NASBE 统计至 2025 年底约 34 个州；另有统计含波多黎各达 35 个州）[7][8]。代表性州级动作包括：佐治亚州（2025 年 1 月）、缅因州（2025 年 2 月发布交互式指南工具包）、新墨西哥州（2025 年 5 月发布 1.0 版）、马萨诸塞州（2025 年 8 月）、蒙大拿州（2025 年 10 月）等 [7]。各州指南在结构与约束力上差异显著，多聚焦隐私、公平与负责任使用等原则，鲜有强制性课程标准。

(4) 素养框架的非政府来源。 由于联邦不供给统一课程标准，美国相当一部分 K-12 AI 素养目标依托非政府组织与行业联盟提出的框架，如 TeachAI 联盟（由 Code.org、ETS、ISTE 等发起）为缺乏本州官方指南的教育者提供参考模板 [7][8]。这形成了“联邦松、州多样、NGO 填空”的独特供给结构。

(5) 治理取向：既有隐私法叠加州级立法。 美国无专门的联邦 AI 教育法，学生数据治理主要依托既有联邦法：《家庭教育权利与隐私法》（FERPA）保护学生教育记录，《儿童在线

隐私保护法》（COPPA，由联邦贸易委员会执行）针对 13 岁以下儿童个人信息的收集设定家长同意要求 [23]。在此之上，约 40 个州另行制定了本州学生数据隐私法，形成“补丁式”（patchwork）格局 [23]。合规落差同样显著：一项 2024 年民主与技术中心（CDT）的调查发现，使用 AI 工具的学区中有 42% 未与 AI 供应商签署数据处理协议，31% 的管理者无法辨识哪部联邦法适用于学生数据隐私 [23]。

2.3.3 欧盟：横向立法+数字教育行动的分层治理

（1）横向监管总纲：《人工智能法案》。欧盟以《人工智能法案》（Regulation (EU) 2024/1689）为 AI 治理总纲。该法于 2024 年 6 月 13 日通过、7 月 12 日刊登于欧盟官方公报、2024 年 8 月 1 日生效，采分阶段适用：禁止性条款与“AI 素养义务”自 2025 年 2 月 2 日起适用；通用目的 AI（GPAI）模型义务自 2025 年 8 月 2 日起适用；附件三所列高风险系统义务原定 2026 年 8 月适用，后经 2026 年“数字综合立法（Digital Omnibus）”临时协议，将附件三高风险系统的截止期从 2026 年 8 月 2 日推迟至 2027 年 12 月 2 日 [11][15]。

（2）教育场景的双重定位：既有“禁止”，也有“高风险”。这是欧盟框架中对教育影响最直接、也最常被误读的部分，须严格区分 [11][12]：

- 禁止（Article 5）：在工作场所与教育机构中用于推断自然人情绪的 AI 系统被列为“禁止的 AI 实践”，仅在医疗或安全等有限例外下可用；该禁止自 2025 年 2 月 2 日起生效 [11]。这意味着课堂“情绪识别/专注度监测”类应用在欧盟原则上被禁止。
- 高风险（Annex III）：用于教育与职业培训场景的特定 AI——例如决定入学/录取、评估学习结果、评价适当教育层级、以及考试作弊监测——被列为高风险系统，须满足风险管理、数据治理、日志留存、人类监督等严格合规义务 [12]。

因此，同一“教育场景”下，情绪推断被禁止，而入学与评价类 AI 则属高风险受严格监管——两者不可混为一谈。

(3) 素养义务的法定化。《人工智能法案》第 4 条设定的"AI 素养 (AI literacy)"义务自 2025 年 2 月 2 日起适用,要求 AI 系统的提供者与部署者(在教育情境下可涵盖学校/教育机构)采取措施确保相关人员具备充分的 AI 素养 [11]。这使"AI 素养"从政策倡导上升为具约束力的法定要求,为欧盟所独有。

(4) 数字教育行动与素养框架。与硬性立法并行,欧盟以《数字教育行动计划 2021–2027》(Digital Education Action Plan, 2020 年 9 月 30 日通过)为战略框架,推动成员国数字化转型 [14]。其下的两项关键素养/伦理工具是:

- 面向教育者的 AI 与数据伦理使用指南 (2022 年 10 月发布),由委员会 AI 与教育数据专家组(工作期 2021 年 7 月至 2022 年 6 月)制定,面向中小学教师,帮助其在遵守《人工智能法案》等法规的同时培养学生的伦理意识与批判性思维 [17][18]。

- 《公民数字能力框架》DigComp 2.2 (由联合研究中心 JRC 于 2022 年 3 月发布),沿用 5 大能力领域、21 项能力的结构,新增 250 余个知识、技能与态度示例,其中大量条目直接指向 AI 与自动化系统(如识别 AI 生成内容、理解算法推荐、认知 AI 偏见等) [16]。

DigComp 因此成为将 AI 素养嵌入公民数字能力体系的欧盟共同参照。

(5) 成员国落地与治理取向。具体课程设置与教学实施由成员国主权决定,国别差异明显[待补:代表性成员国 K-12 AI 课程政策名单/文号]。整体治理取向强调数据保护(叠加《通用数据保护条例》GDPR)、算法透明、未成年人权益,以及教育场景高风险 AI 的合规审查与人类监督 [11][12]。

2.3.4 超国家参照: UNESCO 的全球框架

作为不具约束力但影响广泛的全球公共产品,UNESCO 为三方提供了共同的规范语言 [19][21][22]:

- 《生成式人工智能教育与研究应用指南》（2023）：全球首份此类指南，向各国政府提出规范生成式 AI 的七项关键步骤，倡导采纳数据保护与隐私标准、加强教师培训，并建议将课堂使用生成式 AI 工具的最低年龄设为 13 岁 [19][20]。
- 《学生人工智能能力框架》（2024 年 9 月 3 日于“数字学习周”发布）：设 4 个维度（以人为本的思维方式、AI 伦理、AI 技术与应用、AI 系统设计）下的 12 项能力，按“理解—应用—创造（Understand—Apply—Create）”3 个进阶层级组织 [21]。
- 《教师人工智能能力框架》（2024 年同期发布）：设 5 个维度（以人为本的思维方式、AI 伦理、AI 基础与应用、AI 教学法、AI 助力专业发展）下的 15 项能力，按“获取—深化—创造（Acquire—Deepen—Create）”3 个层级递进 [22]。

这两套框架为本蓝皮书第 3 章素养分级与教师专章提供了国际坐标，也是中、美、欧在能力目标表述上趋同的重要外部来源。

2.4 横向对照表

下表按四个维度对三方（及 UNESCO 参照）进行结构化对照。表内所有具体事实均有本章参考来源支撑；尚未核实者以占位标注。

对照维度	中国	美国	欧盟
主导治理层级	国家统一部署（自上而下） [1][3]	联邦指引 + 州/学区自治（分散） [5][7]	横向立法 + 成员国实施（分层） [11][14]
核心政策/法规载体	教基厅函〔2024〕32 号《关于加强中小学人工智能教育的通知》；教科信〔2026〕1 号《“人工智能+教育”行动计划》 [1][3]	OET《赋能教育领导者》工具包（2024.10）；白宫《推进美国青年 AI 教育》行政令（2025.4） [5][6][9]	Regulation (EU) 2024/1689《人工智能法案》；《数字教育行动计划 2021–2027》 [11][14]
K-12 AI 课程标准	分学段递进、独立/嵌入并	无联邦统一标准；约 33–	课程属成员国主权；委员

	行；2030 年前基本普及；北京 2025 秋起≥8 课时/学年 [1][4]	35 州发布指南，约束力与结构各异 [7][8]	会提供 DigComp 2.2 与教育者伦理指南作参照 [16][17]
素养目标结构	感知/理解/应用/创作的学段进阶（知识—技能—伦理） [1]	多依托 TeachAI 等 NGO 框架；无统一维度 [7]	DigComp 2.2: 5 领域 21 能力，含 250+ AI 相关示例 [16]
教师 AI 素养要求	"规模化教师供给"；拟纳入教师资格考试与认证；北京"百千种子计划" [3][10]	工具包倡导教育者 AI 素养（模块 8）；无强制要求 [5]	教育者 AI 与数据伦理使用指南（2022.10）；AI 素养法定义务（2025.2 起） [11][17]
生成式 AI 课堂使用规定	指导性表述为主 [待补：专门规定文号]	学区级政策快速增加，无全国统一标准 [7]	情绪识别在校被禁（Art.5, 2025.2 起）；入学/评价类属高风险（Annex III） [11][12]
学生数据与未成年人保护	未成年人保护、学生数据规范要求 [待补：适用法规条款]	FERPA、COPPA（<13 岁）+ 约 40 州隐私法 [23]	GDPR + 《人工智能法案》高风险合规 [11][23]
学术诚信与评价治理	常态化教学与评价 [待补：具体规定]	学区政策分散 [7]	考试作弊监测 AI 列为高风险受监管 [12]
2024-2026 采纳/实施进展	184 个国家级教育基地（2024.2）；北京全学段落地（2025 秋） [3][4]	约 33-35 州已发布指南（2025） [7][8]	禁止性条款 2025.2 生效；高风险义务延至 2027.12 [11][15]
全球参照（UNESCO）	学生框架 4 维度/12 能力；教师框架 5 维度/15 能力（2024.9）；生成式 AI 建议最低 13 岁（2023） [19][21][22]		

2.5 趋同、分歧与制度空白

2.5.1 三方趋同点

- **AI 素养的普遍化**：三方均将 AI 素养从少数精英选修推向面向全体学生的基础能力，并普遍强调伦理与负责任使用维度，而非纯技术训练——中国以“2030 年前基本普及”为标尺 [1]，美国经行政令推动 K-12 素养资源开发 [6]，欧盟将 AI 素养上升为法定义务 [11]，UNESCO 则以能力框架提供国际公约数 [21][22]。
- **治理与教学并重**：生成式 AI 的普及使“如何安全使用”与“教什么”同等重要，数据保护、未成年人保护、学术诚信成为三方共同关切。欧盟以《人工智能法案》直接将教育场景纳入禁止/高风险清单 [11][12]，美国以 FERPA/COPPA 叠加州法应对 [23]，中国以立德树人与未成年人保护为原则统领。
- **教师作为关键变量**：三方政策均日益强调教师 AI 素养与“教师在环”的角色——中国拟将 AI 纳入教师资格考试与认证 [3]，美国工具包专设教育者素养模块 [5]，欧盟发布教育者伦理指南并设 AI 素养义务 [11][17]，UNESCO 专门发布教师能力框架 [22]。三方一致将教师视为落地成败的决定性因素。

2.5.2 主要分歧点

- **统一 vs 分散**：中国倾向国家统一时间表与部署（2030 目标、全学段体系）[1][3]；美国高度依赖州/学区自治（约 33-35 州各自为政）[7]；欧盟介于其间——横向立法定合规边界、成员国定课程 [11][14]。
- **立法约束强度**：欧盟以具约束力的横向监管为特征（禁止条款、高风险义务、AI 素养法定化）[11]；中国以指导性部署为主，动员力强但非立法约束 [1]；美国联邦层面偏向非强制指引与激励 [6]。

- 课程载体形态：中国“独立设课与嵌入学科并行”[1]，美国无统一形态、以州/学区与 NGO 框架填充 [7]，欧盟课程属成员国主权、委员会仅供素养参照 [16]。三方选择不一。

2.5.3 共同的制度空白

- 智能体（agent）与多模态端侧终端的政策滞后：现有文本多针对文本型生成式 AI。欧盟《人工智能法案》虽已覆盖情绪识别与入学/评价类系统 [11][12]，但面向智能体自主行为、端侧多模态数据采集、可穿戴/机器人终端进校园的专门规则在三方普遍缺位——中美尤为明显。新型交互形态的治理需求尚未被充分覆盖（相关终端形态详见本院《AI 眼镜教育应用白皮书 2026》《全球教育机器人发展白皮书 2026》）。
- AI 素养测评标准缺失：三方普遍缺乏统一、可比的 K-12 AI 素养测评工具与达标标准。UNESCO 框架提供了能力维度与进阶层级 [21][22]，但仍属“能力地图”而非“测评量规”，制约循证评估（详见本蓝皮书评价与治理章）。
- 公平可及性条款不足：城乡差异、特殊群体与资源薄弱地区的可及性保障，在多数政策中仍属原则性表述，缺乏可操作机制与投入指标。美国的合规落差数据（42% 学区未签数据处理协议、31% 管理者不识适用法）从侧面印证了实施能力与政策文本之间的鸿沟 [23]（详见本蓝皮书公平可及性专章）。

2.6 小结

2024–2026 年，中国、美国、欧盟围绕 K-12 AI 教育的政策，共同完成了从“信息化物料供给”到“能力—治理并重”的重心迁移，并在 AI 素养普及化、教师关键作用、治理与教学并重三点上高度趋同。三方的标志性文件——中国教基厅函〔2024〕32 号与教科信〔2026〕1 号 [1][3]、美国 OET 工具包与 2025 年白宫行政令 [5][6]、欧盟 Regulation (EU) 2024/1689 与数字教育行动计划 [11][14]——分别以“统一部署 + 量化时间表”“联邦激励 + 州区自治”“横向立法 + 素养法

定化"三种范式，回应同一治理命题。分歧主要体现在治理层级的统一与分散、立法约束的强弱、课程载体的独立与嵌入。三方共同面临的制度空白，集中在智能体与多模态端侧终端的治理滞后、AI 素养测评标准的缺失，以及公平可及性条款的可操作性不足。这三项空白构成本蓝皮书后续各章（素养框架、人机协作、评价、治理、公平可及性、教师素养）着力回应的问题域。本章凡未经真实来源核验的具体事实（如中国生成式 AI 进校园专门细则、欧盟代表性成员国课程名单），仍以【待补：...】占位，不得以未经证实的数字或专有名词填充。

本章参考来源

- [1] 关于加强中小学人工智能教育的通知（教基厅函〔2024〕32号）· 中华人民共和国教育部办 公 厅 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html
- [2] 教育部部署加强中小学人工智能教育（部署解读，含总体要求与六大任务、学段划分） · 中 华 人 民 共 和 国 教 育 部 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html
- [3] 教育部等五部门关于印发《"人工智能+教育"行动计划》的通知（教科信〔2026〕1号） · 中 华 人 民 共 和 国 教 育 部 等 五 部 门 · 2026 · http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html
- [4] 北京市教育委员会关于印发《北京市中小学人工智能教育地方课程纲要（试行）（2025年版）》的 通 知 · 北 京 市 教 育 委 员 会 · 2025 · https://jw.beijing.gov.cn/xxgk/2024zwcwj/2024qtwj/202506/t20250626_4127392.html
- [5] Empowering Education Leaders: A Toolkit for Safe, Ethical, and Equitable AI Integration · U.S. Department of Education, Office of Educational Technology · 2024 · <https://eric.ed.gov/?id=ED661924>

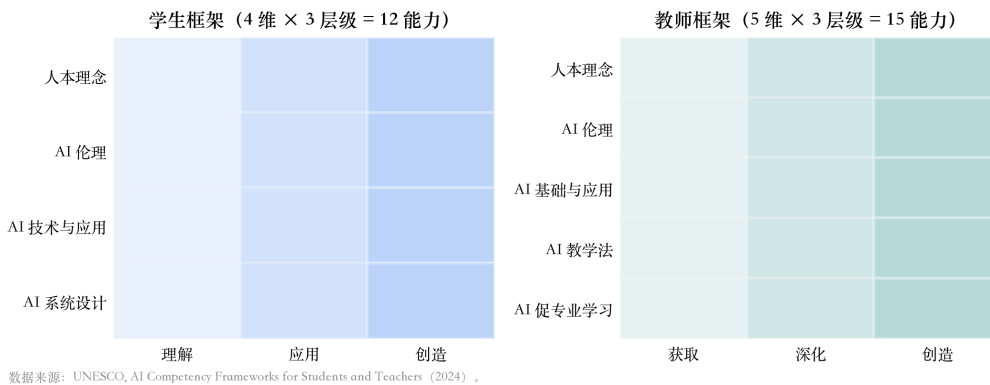
- [6] U.S. Department of Education Issues Guidance on Artificial Intelligence Use in Schools · U.S. Department of Education · 2024 · <https://www.ed.gov/about/news/press-release/us-department-of-education-issues-guidance-artificial-intelligence-use-schools-proposes-additional-supplemental-priority>
- [7] State AI Guidance for Education · AI for Education · 2025 · <https://www.aiforeducation.io/ai-resources/state-ai-guidance>
- [8] 31 States Have Adopted AI Education Policy Guidelines · AI for Education · 2025 · <https://www.aiforeducation.io/blog/31-states-adopt-state-ai-guidelines>
- [9] Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth (Executive Order) · The White House · 2025 · <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/04/advancing-artificial-intelligence-education-for-american-youth/>
- [10] 中小学秋季学期起开设 AI 通识课 每学年不少于 8 课时 覆盖小学至高中全学段 · 北京市人民政府门户网站（首都之窗） · 2025 · https://www.beijing.gov.cn/ywdt/gzdt/202503/t20250308_4029252.html
- [11] Regulation (EU) 2024/1689 (Artificial Intelligence Act) · European Parliament and Council · 2024 · <https://artificialintelligenceact.eu/high-level-summary/>
- [12] Annex III: High-Risk AI Systems (含教育与职业培训场景) · EU Artificial Intelligence Act · 2024 · <https://artificialintelligenceact.eu/annex/3/>
- [14] Digital Education Action Plan (2021–2027) · European Commission / EUR-Lex · 2020 · <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/digital-education-action-plan-2021-2027.html>
- [15] Implementation Timeline (AI Act 分阶段适用与 Digital Omnibus 延期) · EU Artificial Intelligence Act · 2024–2026 · <https://artificialintelligenceact.eu/implementation-timeline/>
- [16] DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens — With new examples of knowledge, skills and attitudes · European Commission, Joint Research Centre (JRC) · 2022 · <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415>
- [17] Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators · European Commission · 2022 · <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions/plan/ethical-guidelines-for-educators-on-using-artificial-intelligence>

- [18] Ethical guidelines on the use of AI and data in teaching and learning for educators (PDF 全文) · European Commission · 2022 · https://teachertaskforce.org/sites/default/files/2023-03/2022_EC_ethical%20guidelines%20on%20the%20use%20of%20artificial%20intelligence_EN.pdf
- [19] Guidance for generative AI in education and research · UNESCO · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- [20] UNESCO: Governments must quickly regulate Generative AI in schools (含最低年龄 13 岁建议与七项步骤) · UNESCO · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-governments-must-quickly-regulate-generative-ai-schools>
- [21] AI competency framework for students (4 维度 / 12 能力 / 3 层级) · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>
- [22] AI competency framework for teachers (5 维度 / 15 能力 / 3 层级) · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- [23] Overview of Federal Regulations Related to Artificial Intelligence (FERPA、COPPA 及州级隐私法格局) · National Education Association (NEA) · 2025 · <https://www.nea.org/sites/default/files/2025-06/5.1-ai-policy-overview-of-federal-regulations-final.pdf>

第 3 章 AI 素养框架：学生与教师的 AI 能力

本章承接 UNESCO 于 2024 年 8 月发布的《学生人工智能能力框架》（AI Competency Framework for Students）与《教师人工智能能力框架》（AI Competency Framework for Teachers）[1][2]，在生成式人工智能（GenAI）与智能体（agent）已进入中小学日常教学的 2026 现实下，重构"AI 素养"的内涵、维度与进阶路径，并给出可供各国课纲与教师专业标准对接的分析框架。本章立足能力—治理维度，回答四个问题：中小学阶段的 AI 素养究竟"包含什么"、"分几层"、"如何在学生与教师两端协同建构"，以及"各主要经济体如何将其写入政策"。

图 4 UNESCO 2024 学生/教师 AI 能力框架结构



3.1 从"会用工具"到"能力—价值"复合体：AI 素养的再定义

在生成式 AI 与智能体普及之前，学界与政策文本常把"AI 素养"窄化为数字技能的延伸——认识 AI、会操作若干应用。2022 年母版白皮书所处的语境即以"资源、教材、算法、实验室"等物料维度组织内容，隐含"素养=接触过相关资源"的假设。这一假设在 2023 年被一组硬数据击穿：UNESCO 于 2023 年 5 月为"生成式 AI 与教育部长圆桌会议"所做的全球调查覆盖 450 余所学校与大学，结果显示不足 10% 的教育机构制定了关于生成式 AI 使用的机构政策或正式指引；其中大学约 13%、学校仅约 7%，且约 40% 声称"有指引"的机构其指引只是口头传

达、并无成文 [3]。换言之，在 ChatGPT 进入课堂的第一年，全球教育系统在制度层面几乎是“裸奔”的。正是这一治理真空，催生了 2023–2026 年间密集的框架供给。

2023 年之后，两个结构性变化使“素养=会用工具”的旧定义不再充分：

- 能力的门槛下移、边界外移：GenAI 把“生成文本、图像、代码”这类过去需要专门训练的能力，变成了自然语言即可调用的日常操作；素养的重心从“能否使用”转向“何时使用、如何判断、是否可信、由谁负责”。
- 人机关系从“工具使用”转向“协作与委托”：智能体可以跨步骤地代替人完成任务，学生与教师面对的不再是被动工具，而是需要监督、校验、约束的“能动系统”。素养因此必须包含对 AI 局限、偏见、幻觉与责任边界的批判性理解。

据此，本蓝皮书采用如下工作定义：中小学 AI 素养是一个“知识—技能—价值—行动”四位一体的复合能力，指学习者与教育者在真实情境中，安全、批判、负责且有创造性地理解、使用、评估并共同治理人工智能系统的综合素养。该定义有意把“价值与伦理”从附属条目提升为与知识、技能并列的支柱，以呼应 UNESCO 两份框架共同的统摄性取向——两份框架均把“以人为本的心智（human-centred mindset）”列为第一维度，并将学生定位为“AI 的共创者与负责任的公民（AI co-creators and responsible citizens）”、而非被动使用者 [1][4]。这一取向与中国《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》提出的“四位一体的人工智能素养”（融合知识、技能、思维与价值观）在结构上高度同构 [5]。

相关端侧化、多模态与智能化的技术趋势如何进入课堂场景，详见本院《全球 AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》与《全球教育机器人发展白皮书 2026》的场景分析。

3.2 学生 AI 能力框架：维度与进阶

UNESCO 2024《学生人工智能能力框架》由 Miao Fengchun、Kelly Shiohira、Natalie Lao 执笔，于 2024 年 8 月 8 日、结合“数字学习周（Digital Learning Week 2024）”发布 [1][4]。框架以“

能力维度 × 进阶层级"的二维结构组织，在四个维度下共列 12 项能力（12 competencies across four dimensions），每项能力横跨三个进阶层级 [1][4]。本节按其公开的维度架构展开；各维度下具体能力条目的逐字命名、对应学段建议与示例任务清单以框架原文为准，凡本蓝皮书未能从一手文本逐字核实处，均以 [待补] 标注，不臆造条目名称 [待补：UNESCO 2024 学生框架 12 项能力逐条官方命名与学段映射的原文明细]。

3.2.1 四个能力维度

框架将学生 AI 能力归纳为四个相互支撑的维度，每一维度下设 3 项能力，合计 12 项 [1][4]：

- **以人为本的心智 (A human-centred mindset)**：把人的能动性、权利与福祉置于 AI 之上，理解 AI 是服务于人的手段而非目的；强调学生在与 AI 的关系中确立并主张自身能动性 (student agency)，对自动化决策保持批判与质询意识 [4][6]。
- **AI 伦理 (Ethics of AI)**：识别并回应公平、隐私、透明、问责、安全等伦理议题，倡导"负责任与安全使用""伦理内建于设计 (ethics-by-design)"，在使用中做出负责任的价值判断 [4][6]。
- **AI 技术与应用 (AI techniques and applications)**：理解 AI 的基本原理（数据、算法、模型、训练与推理），为终身学习奠定基础性 AI 知识与技能，并能在恰当任务中有效使用相应工具与方法 [1][4]。
- **AI 系统设计 (AI system design)**：从问题定义、数据与方案设计到测试迭代，以计算与工程思维参与 AI 方案的构思与创造，涵养面向包容、可持续设计的问题解决、创造力与设计思维 [1][4]。

说明：以上为框架四维度的官方命名与其定性描述；四维度的权重、课时建议与评价占比不属于框架强规定，若在课纲落地中需要量化，应以本国课纲文件为准 [待补：中/美/欧课纲对四维度的课时或学分安排]。

3.2.2 进阶层级

框架为每项能力设置由浅入深的三级进阶，其官方命名为 **理解（Understand）—应用（Apply）—创造（Create）**，用以区分不同学段与经验的学生应达到的深度 [1][4]。各层级的具体行为描述（performance descriptors）以原文为准 [待补：UNESCO 2024 学生框架各层级行为描述原文]。为便于跨国课纲对接，本蓝皮书按框架自身的三级命名归纳如下，并留出与各国既有能力等级体系的映射列：

进阶层级（框架官方命名）	学生典型表现（定性描述）	对应学段建议	与本国课纲等级映射
理解 Understand	能说明 AI 的基本概念、常见应用与潜在风险	[待补：学段建议]	[待补：映射关系]
应用 Apply	能在指导下选择并规范使用 AI 工具完成学习任务，并核验结果	[待补：学段建议]	[待补：映射关系]
创造 Create	能设计简单 AI 方案，或对 AI 产出与其社会影响做出有依据的批判	[待补：学段建议]	[待补：映射关系]

表中“学段建议”与“课纲等级映射”须按各国实际填充，本蓝皮书不臆造对应关系。值得注意的是，UNESCO 框架的“理解—应用—创造”三级，与中国指南“小学（体验与兴趣）—初中（问题解决）—高中（创新应用）”的三学段螺旋、以及 EU-OECD 框架“参与—创造—管理—塑造”的能力光谱，可在概念层面互相印证（详见 3.6 节对照）[1][5][7]。

3.3 生成式 AI 时代新增的核心子素养

两份框架给出了统摄性维度，但 GenAI 与智能体的落地要求在中小学层面进一步细化若干新增子素养。本节将其作为对框架的情境化补充，而非替代；每一子素养均可回溯到既有框架的某一维度，形成“框架维度 → 情境化子素养”的映射。

3.3.1 提示与交互素养（Prompting & interaction literacy）

理解 GenAI 以概率方式生成内容，掌握清晰表达任务、提供约束与上下文、分步追问与迭代修正的交互方法；同时理解“提示工程”并非万能，模型能力与训练数据存在固有边界。该子素养对应框架的“AI 技术与应用”维度。

3.3.2 批判性核验素养（Critical verification）

把“AI 会自信地给出错误答案（幻觉）”视为默认前提，养成对来源、事实、引用与逻辑的独立核验习惯；理解生成内容不等于可信证据。UNESCO 学生框架明确将“对 AI 方案的批判性判断（critical judgement of AI solutions）”列为核心取向 [4]；中国《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》亦要求“指导学生交叉验证生成内容的合理性”、并明确禁止“直接复制人工智能生成内容作为作业或考试答案”[8][9]。相关的循证核验方法在评价与学术诚信章节进一步展开（详见本蓝皮书第 [待补] 章）。

3.3.3 智能体协作素养（Agentic collaboration）

理解智能体可跨步骤自主执行任务，掌握“委托—监督—接管”的协作模式，明确何种任务可以委托、何种必须由人保留决策与责任。中国指南在高中阶段已明确提出“基于智能体工具开发跨学科融合方案”，将智能体协作正式纳入学段目标 [5]。该子素养同时牵连“以人为本的心智”与“AI 伦理”两维度中关于人的问责（human accountability）的要求。

3.3.4 数据与隐私素养 (Data & privacy)

理解个人数据在 AI 交互中的流向与风险，掌握最小化披露、匿名化与合规使用的基本行为规范。中国指南在制度层面给出了可操作的红线：严禁师生在使用生成式 AI 工具时输入考试试题、个人身份信息敏感数据，并要求学校建立生成式 AI 工具"白名单"制度 [8][9]。该子素养对应框架的"AI 伦理"维度。[待补：所引用的未成年人数据保护法规（如各国个人信息保护法）具体文号与适用范围]

3.3.5 AI 伦理与公平素养 (Ethics & fairness)

识别训练数据偏见、算法歧视与可及性差距，理解 AI 对不同群体（城乡、语言、残障等）可能造成的差异化影响。UNESCO 框架将"伦理内建于设计"与"包容、可持续的 AI 设计"贯穿始终 [4]；EU-OECD 框架则把"塑造 AI (Shape AI)"单列为一大能力域，指向学生对 AI 之社会与治理影响的能动介入 [7]。本议题与公平可及性专章相互支撑（详见本蓝皮书第 [待补] 章）。

3.4 教师 AI 能力框架：从使用者到设计者与守门人

UNESCO 2024 《教师人工智能能力框架》由 Miao Fengchun、Mutlu Cukurova 执笔，与学生框架同日（2024 年 8 月 8 日）发布 [2][4]。它与学生框架同源而侧重不同：教师不仅是 AI 的使用者，更是课堂中 AI 应用的设计者、示范者与伦理守门人。框架采用"能力维度 × 进阶层级"结构，在五个维度下共列 15 项能力（15 competencies across five dimensions），每项能力横跨三个进阶层级 [2][4]。

3.4.1 教师能力维度

框架围绕教师职业情境组织其五个维度，其官方命名与定性侧重如下 [2][4][10]：

- **以人为本的心智 (Human-centred mindset)**：坚持以人为本，对 AI 采取反思性、伦理性的态度，示范尊重学生权益、负责任的 AI 使用立场。
- **AI 伦理 (Ethics of AI)**：处理隐私、数据保护、规避算法偏见等议题，在教学与管理中落实合规与公平。
- **AI 基础与应用 (AI foundations and applications)**：建立关于 AI 运作方式的技术性认识，能在教育情境中评估、选择并安全应用 AI。
- **AI 教学法 (AI pedagogy)**：运用 AI 增强备课、教学与评价，把 AI 有效嵌入教学设计与差异化支持，而非简单替代讲授。
- **AI 与教师专业发展 (AI for professional learning)**：以 AI 支持教师自身的持续学习与专业协作，参与经验共享。

说明：五维度的官方命名如上；各维度下 15 项能力条目的逐字命名，以及其与既有教师数字/ICT 能力框架（如 UNESCO 《教师 ICT 能力框架》）的正式对应关系，以框架原文为准，本蓝皮书不臆造 [待补：UNESCO 2024 教师框架 15 项能力逐条官方命名；与既有教师数字/ICT 能力框架的对应关系原文]。为便于与教师专业标准对接，本蓝皮书按教师 workflow 将上述五维度归并为四条实践主线：价值与伦理立场、AI 基础与工具驾驭、教学法整合、专业发展与共同治理——这一归并为分析性重述，不改变框架原有五维度的官方结构。

3.4.2 教师进阶层级

框架为教师能力设置三级进阶，其官方命名为 **获取 (Acquire)** — **深化 (Deepen)** — **创造 (Create)**，刻画从初步接触到能引领同侪、以 AI 创新教学的发展路径 [2][4][10]。各层级行为描述以原文为准 [待补：UNESCO 2024 教师框架各层级行为描述原文]。

进阶层级（框架官方命名）	教师典型表现（定性描述）	支持性专业发展举措
获取 Acquire	具备基础 AI 素养，理解 AI 如何运作，在支持下尝试使用	[待补：培训/研修举措]

深化 Deepen	能将 AI 整合进教学实践，并批判性评估其影响、处理常见伦理与合规问题	[待补：培训/研修举措]
创造 Create	能以 AI 创新教学、设计新方法，指导同侪并参与治理规则制定	[待补：培训/研修举措]

各层级对应的教师比例、达标标准与研修课时，须以真实调查与政策文件填充 [待补：教师 AI 素养现状调查数据与研修要求]。

3.4.3 教师 AI 素养的现实缺口

教师端能力建设是 AI 素养落地的关键约束，而这一约束在数据上清晰可见。据 TeachAI 联盟援引的美国数据，截至 2025 年 4 月，全美仅 26 个州就中小学 AI 使用发布了官方指引；仅 18% 的校长报告其学校或学区提供了 AI 使用指导，且这一比例在高贫困学校仅 13%，明显低于富裕学校的 25% [11]。UNESCO 2023 年全球调查亦印证：机构层面的正式治理供给不足 10%，且多为口头、非成文 [3]。缺口因而集中在三处：职前培养滞后（师范课程尚未系统纳入 AI 教学法）、在职研修覆盖不均、以及城乡与校际间的能力与制度分化。相关数据、教师自评与需求调查的具体口径在教师素养专章展开（详见本蓝皮书第 [待补] 章），本章不预置未经核实的数字 [待补：教师 AI 素养覆盖率、培训参与率、城乡差异等本土调查数据与来源]。

3.5 学生—教师能力的耦合：一个双螺旋模型

学生素养与教师素养并非两套并行清单，而是相互建构、彼此约束的耦合系统。UNESCO 之所以同日、同一方法论推出两份“姊妹框架”，其隐含逻辑正是二者须协同 [4]。本蓝皮书据此提出“双螺旋”分析框架以刻画其协同机理（本模型为分析性建构，用于组织叙事，不含实证参数）：

- 示范传导（教师 → 学生）：教师的价值立场与使用规范，通过日常课堂被学生内化为默会的 AI 使用习惯。教师框架把“以人为本的心智”列为第一维度，正是为了让教师先成为负责任使用的示范者 [2]。
- 需求牵引（学生 → 教师）：学生素养目标（如批判性核验、智能体协作）反向定义教师须具备的“AI 教学法”能力——这恰是学生框架所无、而教师框架独有的维度 [1][2]。
- 共同治理（师生 → 校本 → 区域/国家）：学术诚信、数据隐私等规则由师生在真实情境中共同实践，形成校本层面的治理惯例（如中国指南要求的工具“白名单”制度 [8]），向上对接区域与国家政策（详见本蓝皮书治理章，第 [待补] 章）。

该模型给出一条强命题：任何仅在学生端设课、而不同步建设教师能力与校本治理的做法，都会导致素养目标悬空。3.4.3 节的数据缺口（指引覆盖不足、城乡分化）正是双螺旋“教师臂”薄弱的实证表现。

3.6 面向课纲落地的对接框架：四大框架横向对照

2024–2026 年间，全球主要的中小学 AI 素养框架已从“稀缺”转向“多源并存”。本节将 UNESCO 两份框架与其余两大权威框架并置，提炼可比维度，为后续中/美/欧课纲专章提供对接底座。四大框架的关键事实对照如下：

框架	发布方	时间	面向对象	结构（维度 × 层级 / 条目数）	进阶/能力域命名
学生 AI 能力框架	UNESCO	2024-08	K-12 学生	4 维度 × 3 层级，12 项能力 [1][4]	理解—应用—创造
教师 AI 能力框架	UNESCO	2024-08	中小学教师	5 维度 × 3 层级，15 项能力 [2][4]	获取—深化—创造

Empowering Learners for the Age of AI (AI 素养框架)	欧盟委员会 + OECD (CodeAI 支持)	2025-05 评审稿 / 2026-06 正式发布	中小学学生	4 能力域, 19 项能力, 按"知识—技能—态度"组织 [7][12]	参与 Engage—创造 Create—管理 Manage—塑造 Shape
中小学人工智能通识教育指南 (2025 年版)	中国教育部基础教育教学指导委员会	2025-05-13	中小学学生	三学段螺旋, 四位一体素养 [5]	小学—初中—高中

几点循证判断:

1. "以人为本"已成全球最大公约数。UNESCO 两份框架把"human-centred mindset"列为首维 [1][2]; EU-OECD 框架把"知识—技能—态度"作为每项能力的共同底层、并单列"塑造 AI"能力域, 强调学生对 AI 社会影响的能动介入 [7]; 中国指南把"人工智能素养及社会责任意识"列入四位一体 [5]。三者虽措辞不同, 价值取向趋同。
2. 评估侧正在跟进。EU-OECD 框架明确与 **PISA 2029"媒介与 AI 素养 (Media and AI Literacy)"** 评估对接 [12], 意味着 AI 素养将首次进入大规模国际学业测评的量表, 这将反向倒逼各国课纲从"倡导"走向"可测"。
3. 中国路径的独特性在于"规范与素养并举"。除通识教育指南外, 中国同步发布《中小学生成式人工智能使用指南 (2025 年版)》, 按学段设定使用边界——小学阶段学生须在教师、家长帮助下適切使用开放式内容生成功能 (不得独自使用), 初中阶段可适度探索生成内容的逻辑性分析, 高中阶段可结合技术原理开展探究性学习, 并划出数据红线与作业诚信底线 [8][9]。这种"能力框架 + 使用规范"的双文件结构, 在四大框架中最为完整。

在此对照基础上, 后续课程专章可按下表模板逐格填充各国政策原文, 确保跨国比较的可比性 (单元格数据须以真实政策文本填充, 本蓝皮书不臆造任何文号、年份或课程名称):

对接维度	中国	美国	欧盟
------	----	----	----

AI 素养的政策定位与文件依据	《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》 《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》，教育部基础教育教学指导委员会，2025-05-13 [5][8]	[待补：联邦/州层面文件名称与发布方，如各州 AI 指引]	《Empowering Learners for the Age of AI》（EU 委员会 + OECD）；《面向教育者的 AI 与数据伦理使用指引（2022）》 [7][13]
是否设独立课程 / 融入既有学科	独立设课、跨学科融合、 “实践活动”灵活采用” [5]	[待补]	[待补：多为跨学科融入]
覆盖学段与起始年级	小学、初中、高中三学段螺旋 [5]	[待补]	中 小 学 （ primary & secondary） [7]
与本蓝皮书四维度的对应	四位一体（知识/技能/思维/价值观） [5]	[待补]	参与/创造/管理/塑造 4 域 [7]
教师素养要求与研修安排	[待补：本国教师研修口径]	截至 2025-04 仅 26 州发布 AI 指引 [11]	面向教育者的 AI 伦理使用指引（2022，含 GenAI 修订） [13]
评价与学术诚信规定	禁止直接复制 AI 生成内容 作业/考试；工具白名单； 数据红线 [8][9]	[待补]	对接 PISA 2029 媒介与 AI 素养评估 [12]

3.7 本章小结

本章在生成式 AI 与智能化的 2026 语境下，重构了中小学 AI 素养的定义，将其确立为“知识—技能—价值—行动”四位一体、以人为本的复合能力；依托 UNESCO 2024 学生（4 维度、12 项能力、理解—应用—创造）与教师（5 维度、15 项能力、获取—深化—创造）两份框架的“维度 × 进阶”架构 [1][2]，梳理了两端的能力维度与进阶路径，并补充了提示交互、批判核实验、智能体协作、数据隐私、伦理公平等 GenAI 时代的新增子素养，逐一回溯到框架原维度。

进而提出"双螺旋"耦合模型，说明学生素养与教师素养必须协同建设、并与校本治理相互支撑，而 TeachAI 与 UNESCO 的现状数据（指引覆盖不足 10%、美国仅 26 州出台指引、城乡校际分化）正是"教师臂"薄弱的实证 [3][11]。最后，本章将 UNESCO 两框架与 EU-OECD 《Empowering Learners for the Age of AI》（4 能力域、19 项能力，对接 PISA 2029）及中国《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》并置横比 [5][7][12]，提炼出"以人为本成为全球公约数、评估侧加速跟进、中国路径规范与素养并举"三点判断，并给出跨国课纲对接模板。所有涉及具体数字、文号、条目逐字命名与调查结果之处，凡未经一手核实，本章均以[待补：...]标注，留待循证填充，不做任何臆造。

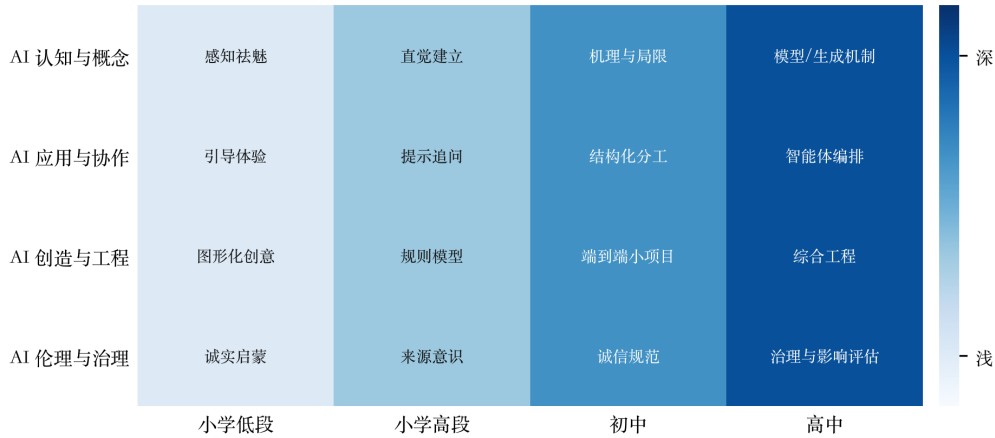
本章参考来源

- [1] AI competency framework for students（学生人工智能能力框架）· UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>
- [2] AI competency framework for teachers（教师人工智能能力框架）· UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- [3] UNESCO survey: Less than 10% of schools and universities have formal guidance on AI · UNESCO · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-survey-less-10-schools-and-universities-have-formal-guidance-ai>
- [4] What you need to know about UNESCO's new AI competency frameworks for students and teachers · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/what-you-need-know-about-unescos-new-ai-competency-frameworks-students-and-teachers>
- [5] 《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》·教育部基础教育教学指导委员会·2025 · https://www.cernet.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml
- [6] The UNESCO Competency Framework for Students · Oide Technology in Education · 2024 · <https://www.oidetechnologyineducation.ie/ai-hub/projects-research-and-insights/ai-frameworks-and-guidance-for-education/the-unesco-competency-framework-for-students/>

- [7] AI Literacy Framework for Primary & Secondary Education (Empowering Learners for the Age of AI) · European Commission / OECD / CodeAI · 2025–2026 · <https://ailiteracyframework.org/>
- [8] 《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》发布 · 中国教育在线 · 2025 · https://www.eol.cn/zhengce/wenjian/202505/t20250512_2667831.shtml
- [9] 教育部发布《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》作业禁止复制人工智能生成内容 · 光明网 · 2025 · https://tech.gmw.cn/2025-05/14/content_38025442.htm
- [10] Summary of UNESCO AI Competency Framework for Teachers · CIDDL · 2024 · <https://ciddl.org/summary-of-unesco-ai-competency-framework-for-teachers/>
- [11] TeachAI | AI Guidance for Schools Toolkit (含美国各州 AI 指引与校长调查数据) · TeachAI (Code.org、ETS、ISTE 等) · 2024–2025 · <https://www.teachai.org/toolkit>
- [12] EU and OECD launch AI literacy framework for schools (含 19 项能力与 PISA 2029 对接) · Digital Watch Observatory · 2026 · <https://dig.watch/updates/eu-oecd-ai-literacy-framework-schools>
- [13] Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators · European Commission (Digital Education Action Plan) · 2022 · <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions/plan/ethical-guidelines-for-educators-on-using-artificial-intelligence>

第 4 章 AI 原生课程：分学段课程重构与教育垂类大模型

图 5 AI 原生课程：能力维度 × 学段的螺旋进阶



来源：本报告分析框架（基于第 3-4 章政策与素养框架结构化再表达，非外部实证数据）。

4.1 从“工具嵌入”到“AI 原生”：课程范式的代际转变

前一代中小学人工智能课程的建设逻辑，本质上是“工具嵌入”式的：把人工智能作为一门知识领域或一类实验器材，附加到既有的信息科技/信息技术课程之中，以“了解概念—操作平台—完成项目”三段式组织内容。这一逻辑在生成式人工智能与智能体（Agent）普及之前具有合理性——彼时可供学生直接操作的模型能力有限，课程重心自然落在算法原理与工具使用上。

2022 年底以来，随着大语言模型、多模态模型与智能体技术进入日常可及区间，课程建设的前提发生了结构性变化，出现三重“原生化”压力：

- 能力原生化：学生手边的通用模型已具备生成、检索、推理、编排等复合能力，课程无法再假设“学生不会用 AI”，而必须假设“学生已在用、且用得规范”。

- 过程原生化：知识获取、作品创作、问题求解的全过程都可能有 AI 参与，课程需要把“人机协作过程”本身作为教学与评价对象，而非仅评价最终产物。
- 供给原生化：面向教育场景的垂类大模型与智能体助教开始进入课堂供给侧，课程内容与所依托的模型能力形成耦合，课程设计必须同步考虑“教什么”与“用什么模型教”。

这一转变并非纯理论推演，而是被 2024–2026 年密集出台的政策所印证。中国教育部办公厅于 2024 年 11 月印发《关于加强中小学人工智能教育的通知》（教基厅函〔2024〕32 号），明确提出“2030 年前在中小学基本普及人工智能教育”，并将“构建系统化课程体系”列为六项主要任务之首 [1][2]。2025 年 5 月，教育部基础教育教学指导委员会正式发布《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》与配套的《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》，前者要求“构建分层递进、螺旋上升的中小学人工智能通识教育体系”，后者则直接就“学生在具体任务中能否、如何使用生成式 AI”划定边界 [3][4]。到 2026 年 4 月，教育部等五部门（教育部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局）联合印发《“人工智能+教育”行动计划》（教科信〔2026〕1 号），进一步提出“分教育阶段研发人工智能教育大模型”，把模型供给从产业话题上升为国家有组织攻关任务 [5][6]。这三份文件的递进——从“设课”到“用 AI 的规范”，再到“研发分学段教育大模型”——恰好勾勒出“工具嵌入”向“AI 原生”迁移的政策轨迹。

据此，本章将“AI 原生课程”界定为：以人工智能素养目标为轴、以人机协作过程为核心教学对象、以教育垂类模型/智能体为默认基础设施，并在分学段进阶中系统重构的中小学课程形态。这一界定与本蓝皮书第 3 章所述素养框架相衔接，构成“素养→课程”的落地环节。

AI-SLI 观点：AI 原生课程不是“多加一门 AI 课”，而是既有课程在 AI 环境下的重新设问——它同时改变“学什么”（内容）、“怎么学”（过程）与“用什么学”（基础设施）三个维度。政策已经把这三个维度分别锚定为“课程指南”“使用指南”与“教育大模型攻关”，课程设计者须在同一张图上统筹三者，而非孤立地做“AI 课”。

4.2 分学段课程重构框架

中小学横跨学生认知发展的多个阶段，“一刀切”的 AI 课程既不符合认知规律，也难以在有限课时内落地。本节提出以学段—能力维度为经纬的重构框架，能力维度沿用第 3 章素养结构，划分为：AI 认知与概念、AI 应用与协作、AI 创造与工程、AI 伦理与治理素养四条主线。这一“四维素养”取向与《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》所倡的“通过知识、技能、思维与价值观的有机融合，形成四位一体的人工智能素养”相互对应 [3]。各学段在四条主线上的重心与深度递进如下表。

学段	AI 认知与概念	AI 应用与协作	AI 创造与工程	AI 伦理与治理素养
小学低段	感知“智能”现象、拟人化祛魅	在教师引导下体验式使用	无代码/图形化创意表达	诚实使用、隐私启蒙
小学高段	数据—模式—预测的直觉建立	提示的基本构造与追问	简单数据集与规则模型	信息甄别、来源意识
初中	机器学习基本机理与局限	结构化提示、人机分工设计	端到端小项目、模型调用	偏见、版权、学术诚信规范
高中	模型原理、生成式与智能体机制	复杂任务的智能体编排	综合性工程与跨学科应用	治理框架、社会影响评估

上表的学段递进与《通识教育指南（2025 年版）》给出的官方口径高度一致：该指南对小学、初中、高中的定位分别是“体验与兴趣培养”（认知）、“理解技术逻辑”（认知）、“技术战略”（认知），技能侧则依次为“基础应用能力”“实际问题解决”“创新应用”，思维侧则从“基础思维”经“工程思维”上升到“系统思维”，价值观侧从“文化感知与安全习惯”经“深化伦理认知”过渡到“践行社会责任” [3]。2024 年通知同样以“小学低年级段侧重感知体验，高年级段和初中侧重理解应用，高中侧重项目创作和前沿应用”表述了同一进阶逻辑 [2]。本框架可视为对上述官方口径在“能力维度×学段”二维网格上的结构化再表达。

框架设计遵循三条原则：

1. 螺旋上升而非重复：同一主题（如“数据”）在各学段以不同抽象层次重访，避免“每年从头讲一遍 AI 是什么”。这与《通识教育指南》“分层递进、螺旋上升”的顶层设计一致 [3]。
2. 概念先行、工具随附：课程锚定可迁移的概念与思维方式，具体工具/模型作为载体可替换，以抵御技术快速迭代带来的内容折旧。
3. 伦理治理贯穿全程：伦理与治理素养不作为高年级“附加单元”，而是从小学低段起以年龄适配方式贯穿，与能力培养同步——《通识教育指南》将“安全可控”列为四项基本原则之一，即为此提供了政策支撑 [3]。

4.2.1 小学阶段：具身体验与祛魅

小学阶段的核心任务是建立对“智能”的正确直觉，避免两种极端认知——将 AI 神化为“无所不知”，或将其贬低为“只是查资料”。《通识教育指南》将小学阶段定位为“体验与兴趣培养” [3]，北京市《推进中小学人工智能教育工作方案（2025—2027 年）》进一步将小学阶段明确为“以体验式课程为主，重在启蒙” [7][8]。教学以具身、可观察、可对比的活动为主：通过让模型“出错”来展示其边界，通过对比人与机器完成同一任务来理解分工，通过“教机器识别”的活动直观感受数据与模式的关系。

值得强调的是，此阶段应严格控制学生自主、无监督地使用开放式生成工具。这不是保守的教学偏好，而是政策的明确要求：《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》规定小学阶段“禁止学生独自使用开放式内容生成功能”，教师仅可“在课内适当使用辅助教学” [4]。因此小学阶段的“用 AI”应发生在教师设计的封闭情境中，学生的自主探索则聚焦于数据、模式、规则等底层直觉，而非直接驱动生成式模型。

4.2.2 初中阶段：机理理解与规范建立

初中阶段承担从“会用”到“懂一点为什么”的过渡，同时是学术诚信规范集中建立的关键期。

《通识教育指南》将该阶段定位为“理解技术逻辑”“工程思维”“深化伦理认知” [3]；北京方案则表述为“以认知类课程为主，重在引导学生利用人工智能赋能自身学习和生活” [7]。内容上引入机器学习的基本机理（分类、预测、训练—推理的直觉）及其固有局限（依赖数据、可能有偏、不理解语义）；实践上从“随口问”升级为“结构化地用”，引入提示工程的基础方法与人机分工的显式设计。

在使用边界上，《生成式 AI 使用指南》允许初中阶段“适度探索生成内容的逻辑性分析” [4]——即学生可以在教师引导下，把生成结果作为“待批判分析的对象”而非“待照抄的答案”，这与本阶段“理解机理、识别局限”的目标形成呼应。此阶段须同步建立可操作的学术诚信规则（详见 4.5 节）。

4.2.3 高中阶段：系统认知与智能体编排

高中阶段面向系统性认知与复杂问题求解。《通识教育指南》将其定位为“技术战略”“创新应用”“系统思维”“践行社会责任” [3]；北京方案表述为“以综合性和实践性课程为主，重在强化学生的人工智能应用能力和创新精神” [7]。《生成式 AI 使用指南》则允许高中阶段“结合技术原理开展探究性学习” [4]，即在理解模型工作机制的前提下开展更开放的探究。内容触及生成式模型与智能体的工作机制、能力来源与风险来源，实践进入多步骤任务的智能体编排、跨学科综合应用与工程实现。此阶段应引导学生从“使用者”视角上升到“评估者/设计者”视角，能够对 AI 系统的输出进行批判性核验，并对其社会影响做出结构化评估，与治理素养深度耦合。

4.3 提示工程与智能体编排作为课程内容

生成式 AI 与智能体的普及，使两类新内容进入中小学课程视野：提示工程（**Prompt Engineering**）与智能体编排（**Agent Orchestration**）。二者的课程化需警惕两个误区：一是将提示工程窄化为“话术技巧/咒语大全”，二是脱离学科内容空谈方法。

本蓝皮书主张将其定位为“人机协作的思维方法”而非孤立技能：

- 提示工程的教育内核是任务分解、意图澄清、约束表达与结果校验——这些恰是可迁移的高阶思维能力，与学科写作、探究、问题解决相通。课程应借助学科真实任务来承载，而非专设“提示课”。这一取向与《通识教育指南》“技能”维度强调“实际问题解决”、以及 2024 年通知倡导的“任务式、项目式、问题式学习”相契合 [2][3]。
- 智能体编排的教育内核是把复杂目标拆解为可委派的子任务、设计人机分工与交接点、并对自动化过程保持监督与纠偏。这与项目管理、系统思维、计算思维高度重叠，是高中阶段“系统思维”目标的自然延伸 [3]。

一个可参照的能力刻度是产业界提出的“教育 AI 应用能力分级”。网易有道在 2025 年 8 月发布子曰教育大模型系列新品时，提出了教育 AI 应用能力 L1-L5 分级标准，并指出当前教育 AI 正“从 L3 主动学习辅导加速迈向 L4 虚拟老师” [9]。这类分级虽出自厂商语境、尚待学界检验，但它提示课程设计者：智能体的“自动化程度”本身是一个连续谱，学生需要学会判断“该把多少决策权交给智能体、在哪些交接点必须由人接管”——这正是智能体编排作为课程内容的核心素养，而非某一款产品的操作技巧。

在这一部分，教师第一视角课堂观察与人机协作过程数据的采集分析，对于“把过程作为教学对象”具有支撑作用，相关方法可参见本院《[待补：AI 眼镜教育相关报告名，2026]》与《[待补：教育机器人相关报告名，2026]》的相应章节。

4.4 中/美/欧 K-12 AI 课程政策与课纲对照

课程重构不在真空中发生，而受制于各国（地区）的课程标准、政策导向与治理框架。本节对中国、美国、欧盟三大代表性区域的 K-12 人工智能课程政策与课纲进行结构化对照。下述数据均以官方一手文件为准；凡未能溯源者保留 [待补] 标注。

对照维度	中国	美国	欧盟
主导政策/文件	《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》 《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》，前置为教基厅函〔2024〕32 号通知与教科信〔2026〕1 号《“人工智能+教育”行动计划》 [1][3][4][5]	第 14277 号行政令 《Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth》（2025-04-23 签署）[10][11]	EC/OECD 联合发布《AI Literacy Framework (AILit)》"Empowering Learners for the Age of AI"（2026-06-18 定稿）及 EC《教育中 AI 与数据伦理使用指南》[12][13]
治理层级特征	中央统筹：部级指南+地方研制课程指南（如北京市方案），"明确各学段课程目标、内容与课时要求" [5][7]	联邦引导+州/学区自治：行政令设白宫 AI 教育工作组，以拨款、公私合作、竞赛为杠杆，课程决定权仍在州与学区 [10][11]	成员国主责+欧盟层级共同框架：AILit 为非强制的参考框架，供各国自主纳入课标与政策 [12]
课程定位	通识教育，可"独立设课、跨学科融合、实践活动"并行 [3][7]	未设联邦统一必修课；以"促进 AI 素养、师资培训、早期接触"为政策目标 [10][11]	素养框架层面的参考，落地形态由成员国决定 [12]
素养/课纲框架	知识—技能—思维—价值观"四位一体"素养 [3]	行政令倡导"AI 素养与熟练度"，未给出统一能力清单 [10]	四领域 "Engage with / Create with / Manage / Shape AI"，覆盖知识、技能、态度 [12][13]

生成式 AI 治理取向	专门发布《生成式 AI 使用指南》分学段划定使用边界（小学禁止独自使用开放式生成、初中适度探索、高中探究性使用）[4]	行政令侧重“促进采用与素养”，生成式治理更多依托州/学区政策与既有隐私法（如 FERPA）[10]	EC 伦理指南要求教师负责任使用 AI 与数据，并将生成式 AI 对虚假信息的影响纳入数字素养指导 [13]
教师准备/培训机制	将 AI 教育教师培养纳入教师培训计划，分批设立教育基地、均衡配置实验室 [1][2]	行政令要求教育部在教师培训类竞争性拨款中优先支持 AI，NSF 优先资助 AI 教育研究 [10][11]	EC 发布面向教师的多套指南；据 OECD 口径 2024 年约 40% 教师接受过 AI 相关培训 [13][14]
采纳规模数据	2030 年前中小学基本普及 AI 教育（目标）；北京自 2025 年秋季学期起每学年不少于 8 课时、覆盖小学至高中全学段 [1][7][8]	Khanmigo（微软合作、面向美国教师免费）SY24-25 全球约 200 万人使用，注册量同比增长 731%，其中美国学区合作项目内 77 万名 K-12 学生使用 [15]	AILit 定稿前的意见征询覆盖 100+ 国家、2000+ 人；框架面向各国课程与政策落地 [12]

对照分析的结论性判断如下：

- 治理路径差异实证化：三大区域在“集中统筹—地方分权”谱系上位置分明。中国是“部级指南定标准+地方研制课程指南（明确课时）”的自上而下路径，北京“每学年不少于 8 课时、覆盖全学段”即为地方落地样本 [5][7]；美国是“联邦以行政令/拨款/竞赛引导、课程权归州与学区”的分权路径 [10]；欧盟是“成员国主责+欧盟提供共同参考框架（AILit）”的协同路径 [12]。这一差异使“最佳实践”难以简单跨境移植，须结合治理结构做本地化适配。
- 从“教 AI”到“治理 AI”的共同转向：三大区域近期政策的共同点，是在原有“如何教人工智能”之外，普遍加入“如何在教育中规范使用人工智能”的治理议题。中国以专门的《生

成式 AI 使用指南》分学段划界 [4]，欧盟以伦理指南要求负责任使用 [13]，美国则更多依托既有隐私法与州级政策——反映生成式 AI 落地后的现实压力。

- **课纲更新滞后于技术：**正式课程标准的修订周期通常以年计，而模型能力以月计迭代。以欧盟 AILit 为例，其草案于 2025 年 5 月发布、定稿于 2026 年 6 月，历时约一年 [12]；同期国内外教育大模型已数度迭代。这一“课纲—技术”时间差客观上把课程更新的部分责任推给了地方、学校与教师。

说明：本节跨国对照以官方一手文件为准。其中 AILit 框架“19 项能力”之说见于媒体报道 [14]，官方定稿页仅明确“四领域、按知识—技能—态度组织”，未逐条给出总数 [12]，故正文按官方口径表述为“四领域”，能力总数不作定量断言。凡未溯及一手来源者，一律保留待补，不作估算。

4.5 学术诚信与 AI 使用规范的课程化

生成式 AI 使“独立完成”这一传统学业假设面临挑战，学术诚信从“事后惩戒”问题转变为“事前设计”问题。将学术诚信规范纳入课程，是 AI 原生课程区别于工具嵌入式课程的关键标志之一。这一转变在政策层面已有明确抓手：《中小生成式 AI 使用指南（2025 年版）》要求学生“避免在作业中简单复制生成式人工智能工具生成的内容”“避免使用生成式人工智能参加考试与测验，不得利用生成式人工智能作弊”，并对教师划出红线——“不得将生成式人工智能作为替代性教学主体”“避免直接使用 AI 生成内容评价学生” [4]。

本节提出分级使用规范作为可操作抓手，将 AI 在具体学习任务中的可用程度显式化。下表的 L0-L3 分级为本蓝皮书的操作化框架，其边界设定与《使用指南》的分学段规定相容——尤其是小学阶段“禁止学生独自使用开放式内容生成功能”对应默认更严的等级 [4]：

使用等级	允许程度	典型适用任务	披露要求
L0 禁用	完全不得使用 AI	闭卷考试、测验、基础技能考核（对应《使用指	不适用

		南》"不得利用生成式 AI 作弊""避免用于考试与测验") [4]	
L1 受限	仅限指定辅助环节	资料检索、术语解释等辅助环节，但不得代写核心内容（对应"避免简单复制生成内容") [4]	声明使用环节
L2 协作	可协作但须实质参与	草稿共创后由本人实质修订、批判性核验（呼应初中"适度探索生成内容的逻辑性分析") [4]	记录人机分工
L3 开放	鼓励充分使用	工具能力探究、原理探究性学习（呼应高中"结合技术原理开展探究性学习") [4]	说明使用方式

配套的课程化要点包括：

- 披露优于禁止：与其设立难以监测的全面禁令，不如建立清晰、低成本的使用披露机制，把重心从"抓作弊"转向"讲清规则、评估真实能力"。这与《使用指南》"警惕对 AI 工具的过分依赖""防范技术依赖导致的数字鸿沟"的治理取向一致 [4]。
- 数据与隐私红线并置：学术诚信规范不能孤立于数据安全。《使用指南》明确"严禁将个人信息、考试试题等敏感数据输入 AI 工具""避免将个人信息输入生成式人工智能工具" [4]——因此使用披露机制应同时覆盖"用了没有""怎么用"与"输入了什么敏感信息"三层。
- 评价方式协同改革：学术诚信规范须与评价方式同步调整（详见本蓝皮书第 5 章"AI 环境下的评价"），例如增加过程性证据、口头答辩、现场生成等难以由 AI 代劳的环节。

- 规范的年龄适配：诚信教育不能仅靠制度约束，须结合各学段认知水平，从小学的"诚实使用"启蒙逐级过渡到高中的"署名、引用与责任"规范——这与《使用指南》分学段收放的逻辑同构 [4]。

4.6 教育垂类大模型：作为课程基础设施的模型供给

AI 原生课程默认以模型/智能体为基础设施，这使"用什么模型"从技术选型问题上升为课程与治理问题。这一判断已获国家政策背书：《"人工智能+教育"行动计划》明确提出由"国家开展有组织攻关，分教育阶段研发人工智能教育大模型，强化价值对齐、逻辑推理、安全伦理等能力" [5][6]。相较通用大模型，教育垂类大模型（面向教育场景做数据、对齐与产品化适配的模型）在中小学场景中被寄予特定期待。

4.6.1 教育垂类模型的差异化诉求

面向中小学的模型供给，其差异化诉求不同于通用消费或办公场景，主要体现在：

- 安全与适龄：内容安全、价值观对齐、未成年人保护构成硬约束，优先级高于能力上限。
《行动计划》将"价值对齐""安全伦理"列为教育大模型攻关的核心能力，即为此背书 [5]。
- 教学法对齐：模型行为需契合教学意图，例如"启发而非直接给答案"的苏格拉底式引导，与追求"一步到位"的通用助手取向存在张力。这一诉求在国际实践中已有对照——Google 将 LearnLM 直接融入 Gemini 并宣称在多类学习场景评测中，专家平均以约 31% 的偏好率更青睐 LearnLM 而非 GPT-4o，其卖点正是"面向学习"的行为对齐 [16][17]。
- 可控与可核：教师需要对模型行为具备可干预性，学生使用过程需可留痕、可追溯，以支撑评价与治理。《使用指南》明确禁止教师"直接使用 AI 回答学生问题"、禁止将敏感数据输入工具，客观上要求模型供给具备可控、可审计的产品形态 [4]。

- **数据合规与本地化**：教育数据涉及未成年人隐私与合规要求，对数据处理方式、部署形态提出更高要求，往往指向私有化/本地化部署能力。

4.6.2 端侧化与部署形态

承接本蓝皮书总体所述的端侧化趋势，教育垂类模型的部署形态正从单一云端向“云—端—边”协同演进。端侧/本地化部署在数据不出校、低延迟交互、离线可用与成本可控等方面对中小学场景具有独特价值，但受限于设备算力，须在模型规模与能力之间做出取舍。可行路径通常是“云端大模型 + 端侧小模型/蒸馏模型”的分层供给，按任务敏感度与实时性要求分流。

产业侧已出现与此趋势呼应的产品形态：教育智能硬件（学习机、答疑笔等）成为教育大模型的重要落地载体。例如网易有道 2025 年 8 月发布的“有道 AI 答疑笔 Space X”即把子曰大模型能力封装到手持终端，官方口径称其“人均每日答疑次数超过 10 次” [9]；作业帮、猿辅导（小猿）等亦将学习工具与硬件接入 DeepSeek 等推理模型并与自研模型融合 [18]。这类“模型上设备”的实践，正是端侧化在教育场景的具体表现。此趋势与本院《[待补：AI 眼镜教育相关报告名，2026]》所述端侧智能设备的课堂应用相互印证。

4.6.3 教育垂类模型的供给格局（概览）

当前面向教育的垂类模型/智能体助教供给主体，大致可归为三类：通用大模型厂商的教育版、教育科技企业的自研或适配模型、以及开源/第三方基础模型的本地化改造。下表列举的代表主体均为公开可核信息，具体市场份额等定量数据仍以官方披露为准，未经核实者保留待补，不臆造清单。

供给来源类型	典型定位	代表主体（已公开核实）	采纳/份额
通用厂商教育版	通用能力+教育对齐/护栏	Google LearnLM（融入 Gemini，面向学习对齐） [16][17] ； Khanmigo	Khanmigo SY24-25 全球约 200 万人使用、美国学区项目内 77 万 K-12 学生使

		(Khan Academy, 微软合作、面向美国教师免费) [15][19]	用、注册量同比 +731%、覆盖 70+ 国家 [15]; 其余 [待补]
教育科技自研/适配	场景深耕+平台整合	科大讯飞星火(教育版) [20]; 好未来"九章大模型"[21]; 网易有道"子曰"[9][22]; 作业帮"银河大模型"、猿辅导(猿力大模型)等(均已通过大模型备案) [18][22]	[待补: 具体采纳/份额以官方披露为准]
开源/第三方基础模型本地化	可控、低成本、可私有部署	教育企业接入 DeepSeek 等推理模型并与自研模型融合(如作业帮、小猿) [18]	[待补]

说明: 上表中, 好未来"九章大模型"被多方报道称"号称首个数学大模型"、在数学解题评测中表现突出, 此为厂商与媒体口径, 未作独立性能背书, 仅作供给格局的事实记录 [21]。网易有道曾提出教育 AI 应用能力 L1-L5 分级 [9]。凡涉及"最"、市场份额、性能排名等表述, 均以厂商/媒体原始口径注明来源, 本蓝皮书不作独立评级。

4.6.4 选型与治理的评估维度

为避免课程被单一供应商锁定或被不成熟产品裹挟, 学校/区域在把教育垂类模型引入课程基础设施时, 宜建立结构化评估维度, 至少覆盖:

1. 教学法适配度: 是否支持"启发式引导"而非"直接给答案", 能否配合任务式/项目式/问题式学习(呼应 2024 年通知的教学取向 [2])。
2. 内容安全与适龄性: 内容过滤、价值观对齐、未成年人保护是否达标(呼应《行动计划》"价值对齐、安全伦理" [5])。

3. 数据合规与隐私保护：是否满足"数据不出校"、敏感信息不外泄的要求（呼应《使用指南》数据红线[4]）。
4. 可解释与可干预性：教师能否留痕、审计、纠偏模型行为。
5. 成本与可持续性：包括端侧/私有化部署的总拥有成本。
6. 供应商稳定性与可迁移性：避免供应商锁定，保留跨平台迁移能力。

此评估框架与第 6 章"治理"所述采购与问责机制相衔接。需要提醒的是，教育大模型仍处快速迭代与商业竞争期，产品名称、能力边界与市场格局均可能在短周期内变化，选型决策应把"可迁移性"作为一级约束，而非事后补救。

4.7 本章小结

本章将 AI 原生课程界定为素养为轴、人机协作过程为核心对象、教育垂类模型为默认基础设施并按学段系统重构的课程形态，提出学段—能力二维重构框架，讨论了提示工程与智能体编排的课程化内核，完成了中/美/欧政策与课纲的循证对照，给出学术诚信分级使用规范，并从供给侧分析了教育垂类大模型作为课程基础设施的差异化诉求、端侧化部署与选型治理。

需要强调的是：

- 课程重构的实质是"设问方式"的改变，而非课时或工具的简单叠加。2024–2026 年中国"通识指南—使用指南—教育大模型攻关"的政策递进，正体现了从"教 AI"到"用 AI 的规范"再到"造教育专用模型"的三维协同 [1][3][4][5]。
- 分学段进阶须螺旋上升、概念先行、伦理贯穿，以抵御技术折旧、契合认知规律。这一取向与《通识教育指南》"分层递进、螺旋上升、四位一体素养"及欧盟 AILit"四领域"框架同向 [3][12]。

- 模型供给已成为课程变量，"教什么"与"用什么教"必须协同设计与治理。国内外教育垂类模型（星火、九章、子曰、银河等，以及 LearnLM、Khanmigo）的密集落地与国家级"分教育阶段研发教育大模型"部署，使这一变量从产业话题上升为课程与治理议题 [5][9][15][16][21]。

本章多处涉及的具体市场份额、产品能力排名、地方课时细则、以及部分国际框架的能力条目总数等，凡未溯及一手来源者一律保留 [待补] 标注，未臆造任何数字或专有名词。承接本章，第 5 章将讨论 AI 环境下的学习评价重构，第 6 章将讨论与课程和模型供给相配套的治理机制。

本章参考来源

- [1] 教育部办公厅关于加强中小学人工智能教育的通知（教基厅函〔2024〕32号）· 中华人民共和国教育部 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html
- [2] 教育部发文：2030年前中小学基本普及人工智能教育 · 中国教育和科研计算机网 CERNET · 2024 · https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202412/t20241202_2644322.shtml
- [3] 正式发布！《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》来了 · 中国教育和科研计算机网 CERNET · 2025 · https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml
- [4] 速看！《中小生成式人工智能使用指南（2025年版）》全文来了 · 中国教育和科研计算机网 CERNET · 2025 · https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667992.shtml
- [5] 教育部等五部门关于印发《"人工智能+教育"行动计划》的通知（教科信〔2026〕1号） · 中华人民共和国教育部 · 2026 · http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html

- [6] 教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知·中国高等教育学生信息网(学信网)·2026·<https://www.chsi.com.cn/jyzx/202604/20260410/2293459694.html>
- [7] 北京市教育委员会关于印发《北京市推进中小学人工智能教育工作方案(2025—2027年)》的通知·北京市教育委员会·2025·https://jw.beijing.gov.cn/xxgk/2024zwcwj/2024qtwj/202503/t20250307_4028227.html
- [8] 中小学秋季学期起开设 AI 通识课 每学年不少于 8 课时 覆盖小学至高中全学段·首都之窗·北京市人民政府门户网站·2025·https://www.beijing.gov.cn/ywdt/gzdt/202503/t20250308_4029252.html
- [9] 网易有道发布子曰教育大模型多款 AI 新品 定义教育 AI 应用能力 L1-L5 分级·新华网·2025·<http://www.news.cn/tech/20250821/11dbed39f03b4b3aa0723e0a2ce910d9/c.html>
- [10] Executive Order 14277—Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth·The White House·2025·<https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/04/advancing-artificial-intelligence-education-for-american-youth/>
- [11] Executive Order 14277—Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth (含签署日期 2025-04-23)·The American Presidency Project, UC Santa Barbara·2025·<https://www.presidency.ucsb.edu/documents/executive-order-14277-advancing-artificial-intelligence-education-for-american-youth>
- [12] New AI Literacy Framework helps schools prepare learners for the age of artificial intelligence / Empowering Learners for the Age of AI (AILit Framework, 定稿 2026-06-18)·European Commission (European Education Area)·2026·<https://education.ec.europa.eu/whats-new/news/new-ai-literacy-framework-helps-schools-prepare-learners-for-the-age-of-artificial-intelligence>
- [13] Guidelines on the ethical use of artificial intelligence and data in teaching and learning·European Commission (European Education Area)·2024—2025·<https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions/plan/ethical-guidelines-for-educators-on-using-artificial-intelligence>

- [14] European Commission and OECD set 19 AI literacy competences for schools · EdTech Innovation Hub · 2026 · (媒体报道, "19 项能力"口径来源; 官方定稿页未逐条给出总数) · <https://www.edtechinnovationhub.com/news/european-commission-and-oecd-set-19-ai-literacy-competences-for-schools>
- [15] Khan Academy Annual Report SY24-25 (Khanmigo 使用规模: 约 200 万人、美国学区项目 77 万 K-12 学生、注册量同比 +731%、覆盖 70+ 国家) · Khan Academy · 2025 · <https://annualreport.khanacademy.org/>
- [16] I/O 2025: LearnLM in Gemini 2.5 and more AI updates to help people learn (LearnLM 融入 Gemini、专家偏好率约 31% 优于 GPT-4o) · Google (The Keyword blog) · 2025 · <https://blog.google/products-and-platforms/products/education/google-gemini-learnlm-update/>
- [17] LearnLM: Improving Gemini for Learning · Google / arXiv:2412.16429 · 2024 · <https://arxiv.org/abs/2412.16429>
- [18] 小猿全系产品接入 DeepSeek, 未来两个月内陆续推出调优成果 · 多知网 · 2025 · <http://www.duozhi.com/industry/insight/2025021116990.shtml>
- [19] Microsoft, Khan Academy provide free AI assistant for all US teachers (微软合作、面向美国教师免费) · CNBC · 2024 · <https://www.cnbc.com/2024/05/21/microsoft-khan-academy-launch-free-ai-assistant-for-all-us-teachers.html>
- [20] 讯飞星火大模型最新进展及其在教育领域典型应用 · 中国自动化学会 · 2024 · <https://www.caa.org.cn/article/345/5225.html>
- [21] 从大模型到机器人 企业密集布局"AI+教育" (好未来九章大模型、视源希沃教学大模型等供给格局) · 新华网 · 2025 · <http://www.news.cn/tech/20250609/d168be922c8449e0bf91b94a97c67403/c.html>
- [22] 个性化学习时代来了! 猿辅导、学而思等教育大模型通过备案 · 南方都市报 (南都) · 2024 · <https://m.mp.oeeee.com/a/BAAFRD000020240605961163.html>

第 5 章 智能体助教与人机共学教学法

5.1 从“工具辅助”到“智能体协作”：范式转变的坐标

在本蓝皮书母版所处的 2022 年，生成式人工智能尚未进入 K-12 课堂主流视野，教育中的 AI 更多被理解为算法推荐、自动批改与自适应练习等封闭式、单向度的工具。学生与系统之间是“使用—被使用”的关系：系统按预设规则响应输入，既不生成开放内容，也不主动发起交互。

2023 年以来，大语言模型（LLM）与多模态基座模型的成熟，叠加 2025—2026 年智能体（Agent）化趋势的加速，使教育技术的形态发生了质变。所谓智能体助教，不再是被动应答的问答机器人，而是具备目标理解、任务分解、工具调用、多轮记忆与自主行动能力的软件实体。它能够在教师设定的教学目标下，围绕单个学生或小组，持续地追问、诊断、示范与反馈，形成接近“一对一辅导”的交互密度。

这一转变已在权威机构的框架文件中被明确捕捉。美国教育部教育技术办公室 2023 年 5 月发布的《人工智能与教学的未来：洞见与建议》（*Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations*）指出，AI 应当增强而非替代人的智能，并将“保持人在回路中（humans-in-the-loop）”列为七项核心建议之首，明确教师须对教学决策、评价与学生支持负责，AI 仅作为工具而非权威 [1]。联合国教科文组织（UNESCO）2023 年 9 月发布的全球首份《生成式人工智能教育与研究指南》则进一步为各国提供了以人为本的政策框架，倡导人的能动性、包容、公平与文化语言多样性，并史无前例地建议将课堂使用 AI 工具的最低年龄设为 13 岁、呼吁配套教师培训 [2]。这两份文件共同确立了智能体助教讨论的基准立场：技术能力的跃迁必须被人本治理的边界所约束。

因此，这一转变的核心，不在于替代教师，而在于重塑人—机—人的三方教学关系。本章据此提出一个基本判断：K-12 阶段引入智能体助教，其价值高度依赖于配套的人机共学教学法（**Human-AI Co-learning Pedagogy**）是否成熟。缺乏教学法框架的智能体，容易滑向“代做作业”的捷径工具；而嵌入良好教学法设计的智能体，才可能成为放大教师专业判断、扩展个性化辅导覆盖面的支撑性力量。伦敦大学学院 Mutlu Cukurova 在 2024 年《英国教育技术杂志》提出的“混合智能（Hybrid Intelligence）”视角为此提供了理论支点：他将 AI 在教育中的作用区分为三种——外化人类认知、内化 AI 模型以影响人类思维、以及通过人机混合系统延展认知，并主张唯有第三种路径才能在扩展人类认知的同时保全教师的专业判断与学生的能动性 [3]。

关于端侧智能体在硬件形态上的落地路径，详见本院《全球 AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》；关于具身智能体与教育机器人的交叉，详见本院《全球教育机器人发展白皮书 2026》。

在中国语境下，这一范式转变亦获得了明确的政策承接。教育部办公厅 2024 年 11 月印发《关于加强中小学人工智能教育的通知》（教基厅函〔2024〕32 号），提出到 2030 年前在中小学基本普及人工智能教育的总目标，并部署构建系统化课程体系、实施常态化教学与评价、推动规模化教师供给等六大任务 [4]。2026 年 4 月，教育部等五部门（教育部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局）联合印发《“人工智能+教育”行动计划》（教科信〔2026〕1 号），明确提出“研发智能学伴”、探索“人机协同教学模式”、推进“智能批改、答疑和辅导”，并规划建设国家教育智能算力服务平台与教育阶段人工智能教育大模型 [5]。可以说，“人机共学”已从学理概念上升为国家层面的教育数字化战略指向。

5.2 智能体助教的能力分层与教学功能映射

为避免笼统讨论，本节提出一个能力—功能—角色的三层分析框架，用以刻画不同成熟度的智能体助教在课堂中的定位。

5.2.1 能力分层

从技术能力维度，可将智能体助教大致划分为四个递进层级：

层级	能力特征	典型教学交互	教师介入强度	现实对应产品/系统 (示例)
L1 应答型	单轮问答、知识检索	学生提问、即时解释	低	通用聊天机器人问答界面
L2 辅导型	多轮对话、苏格拉底式追问、错误诊断	引导式解题、概念澄清	中	Khanmigo 学生端 [6]; Jill Watson 论坛答疑 [7]
L3 任务型	任务分解、工具调用、过程记忆	项目式学习陪伴、分步脚手架	中高	LearnLM 触发式介入辅导 [8]; 智能体化教学助手
L4 协同型	跨会话长期记忆、学习者画像、主动干预	个性化学习路径、预警式辅导	高 (需治理)	目前多为研究原型/试点, 尚缺规模化循证

需要强调的是，层级越高，其对数据留存、算法透明度与教育伦理的要求越严苛。当前面向 K-12 的公开可用产品，其真实能力多集中于 L1—L2；即便是获得较多循证支持的 Khan Academy 的 Khanmigo、Google DeepMind 与 Eedi 合作的 LearnLM，其在真实课堂中的稳定表现也主要体现在多轮引导辅导（L2）与受控触发式介入（L3 的受限形态），而非跨会话长期自主干预（L4）[6][8]。凡声称达到 L4 全自主协同的 K-12 产品，其效果证据仍需审慎核验，本蓝皮书不将任何具体产品归入 L4 已验证类别。

5.2.2 教学功能映射

将上述能力对应到具体教学环节，智能体助教可承担的功能包括但不限于：

- **概念脚手架**：在学生认知负荷过高时，提供分级提示（hint laddering），而非直接给出答案。斯坦福大学 Tutor CoPilot 的随机对照试验证据显示，获得 AI 辅助的辅导员更倾向于使用引导性提问、更少直接给出答案，这一行为转变与高质量教学实践相一致 [9]；
- **形成性反馈**：对开放性作答给出即时、具体、可操作的反馈，缩短反馈回路。LearnLM 在英国课堂的试验中，其生成的辅导消息中 **74.4%** 被人类督导辅导员原样批准、另有约 2% 仅需微小编辑，事实性错误率仅 0.1%（3,617 条消息中 5 条），有害内容为零 [8]；
- **差异化练习生成**：依据学生当前水平动态生成难度适配的题目与情境；
- **元认知提示**：引导学生复述思路、自我提问、评估解法，培养学习策略；
- **教师侧减负**：辅助备课、生成分层教学素材、汇总学情。Khanmigo 面向教师端提供 **25** 项以上教师专用工具（生成课程创意、个性化布置作业、制作评分量规、汇总学情等），并自 2024 年 8 月起在微软 Azure OpenAI 服务支持下向美国 K-12 教师免费开放（此前月费 4 美元），随后扩展至 180 余个国家 [10]。

上述功能的实证效应量正在快速积累，但不同学科、学段与实施保真度下的结果差异极大，且方向并不一致——同一项技术，配置得当可显著提升学习，配置失当则可能损害学习（详见 5.4 节循证分析）。因此，任何单一效应量都不宜脱离其实施条件被泛化引用。

5.3 人机共学教学法四条设计原则

智能体助教的教育价值不会自动实现，它取决于教学法层面的刻意设计。本节凝练四条面向 K-12 的设计原则，作为学校与区域教研部门可操作的框架。这四条原则并非纯粹的规范性倡议，而是有近两年一手循证研究直接支撑的经验判断。

5.3.1 原则一：认知承担不外包（Cognitive Offloading 的边界）

人机共学的首要风险，是学生把本应由自己完成的核心认知劳动外包给智能体，导致“看似学会、实则未学”的能力空心化。这一风险已不再是理论担忧，而是被大样本研究反复证实的实证现象。

最具代表性的是宾夕法尼亚大学 Hamsa Bastani、Osbert Bastani 等在土耳其一所高中开展、发表于《美国国家科学院院刊》（PNAS，2025 年 6 月）的大规模随机对照试验：近 1,000 名 9—11 年级学生在数学练习中分别使用两种 GPT-4 辅导工具。结果显示，在拥有 AI 访问权时，普通 ChatGPT 界面（“GPT Base”）使成绩提升 48%、带教学防护提示的“GPT Tutor”提升 127%；但当撤走 AI 访问权后，曾使用无防护版本的学生成绩反而比从未接触 AI 的对照组下降 17%——学生把 AI 当作练习中的“拐杖”，独立能力受损。关键结论是：带教学防护设计的版本基本消除了这一负面效应 [11]。该研究的标题即为“没有防护栏的生成式 AI 会损害学习”，是“认知外包边界”最直接的循证注脚。

更宏观的证据来自对 ALEKS 平台十年、320 万条学习交互的准实验分析（2025 年）。研究利用“AI 易感任务”（文字应用题）与“AI 抵抗任务”（图形题）的差异，发现 ChatGPT 发布后，大学生在 AI 易感题上的学习时间以每季度 2.8% 的速度下降，11 个季度累计下降 26.9%，高中生达 31.3%。作者将其命名为“认知投降（cognitive surrender）”——学生以极少审视即采纳 AI 输出，交出认知控制权，从而绕过了对持久性知识至关重要的主动学习 [12]。

因此，设计上应确保 AI 承担的是辅助性认知（如信息检索、格式整理、初稿生成），而将生成性认知（如论证、推理、创造、判断）留给学生。可行的机制包括：要求学生对 AI 产出进行批判性修改、要求呈现思考过程而非仅呈现结果、在关键评价环节隔离 AI 使用，以及在辅导智能体中内置“不直接给答案”的教学防护提示——Bastani 等的研究表明，正是这一层提示设计决定了 AI 是助学还是害学 [11]。

5.3.2 原则二：教师在环 (Teacher-in-the-Loop)

智能体助教应被定位为教师的延伸而非替代，这与美国教育部 2023 年报告“保持人在回路中”的首要建议完全一致 [1]。教学法设计需明确教师对智能体行为的可见性、可控性与可否决性：教师能够查看学生—智能体的交互记录、能够调整智能体的引导策略、能够在智能体给出不当或错误内容时及时介入纠正。

“教师在环”最有说服力的循证范例是斯坦福大学 Rose Wang 等的 Tutor CoPilot 研究——首个在真实在线辅导中开展的人机系统随机对照试验，覆盖 900 名辅导员与 1,800 名来自历史上服务不足社区的 K-12 学生。这里 AI 并不直接面向学生，而是作为实时嵌入人类辅导员工作流的“专家副驾”，在辅导过程中为辅导员建议高质量教学话术。结果：接入 Tutor CoPilot 的辅导员，其学生掌握知识点的概率提高 4 个百分点 ($p < 0.01$)；尤为重要的是，评分较低的辅导员所带学生受益最大，掌握率相对对照组提升 9 个百分点；而系统成本仅为每位辅导员每年约 20 美元 [9]。这一案例证明：把 AI 的能力注入人类教师的判断之中，而非绕过教师直接作用于学生，既能放大专业性、又能守住问责边界，是“教师在环”最具可扩展性的实现形态。

缺乏教师在环机制的部署，本质上是把教学责任转移给不可问责的系统。反之，LearnLM 在英国的试验中采用“人类督导 + AI 起草”的架构，17 名督导辅导员对 AI 生成的每条消息保留批准/编辑/否决权，最终 82.4% 的辅导员认为该系统最有价值之处在于“能同时支持多名学生”、其对 AI 工具的适应度评分从 3.4 升至 3.9（满分 5）——这正是“教师在环”在效率与信任两端同时取得改善的例证 [8]。

5.3.3 原则三：可解释与可质疑（Explainability & Contestability）

面向未成年人的智能体，应当在教学法层面培养学生“把 AI 当作可质疑的对话者”的心智习惯。这要求智能体在适当时机暴露其不确定性、标注信息来源、承认能力边界，也要求课程设计安排学生主动核验 AI 产出、发现并纠正 AI 错误（即“AI 出错”作为一种教学资源）。

这一原则的必要性有量化依据。即便是经过教学优化、由人类督导的 LearnLM，仍有 0.1% 的消息含事实错误 [8]；而 Jill Watson 在合成测试集上的准确率随内容来源不同介于 75%—97% 之间 [7]——两者都表明，“AI 会犯错”是一个必须被课堂显式对待的常态，而非可以忽略的边缘情形。将核验 AI 输出、识别 AI 错误纳入学习任务本身，既是 AI 素养培养的一环，也是对模型幻觉风险在教学法层面的对冲（AI 素养测评框架详见本蓝皮书第 3 章）。中国《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》亦将“人机协作能力”列为核心素养之一，并在高中阶段强调理解生成式 AI 的社会影响与局限，为“可质疑”心智的培养提供了课程接口 [13]。

5.3.4 原则四：公平可及（Equity by Design）

人机共学若缺乏公平性设计，可能放大而非弥合数字鸿沟：设备、网络、家庭支持与教师 AI 素养的差异，会使优势群体获益更多。

值得注意的是，最新循证在公平维度上呈现出双向可能。一方面，若无防护地铺开，AI 更可能被自我调节能力弱、更易依赖捷径的学生用作“拐杖”，从而扩大差距 [11][12]。另一方面，若设计得当，AI 恰恰能对处境不利群体产生更大正向效应：Tutor CoPilot 研究中，正是低评分辅导员及其（多来自服务不足社区的）学生获益最大（+9 个百分点），显示人机协同可作为一种能力再分配机制，把优质教学实践低成本地输送到最需要的地方 [9]。这一发现将“公平可及”从被动的风险防范，转变为主动的教学法设计目标。

教学法设计应显式考虑城乡差异、特殊教育需求群体、语言少数群体的可及性，包括离线/端侧部署方案、无障碍交互设计与低门槛使用路径。中国政策已在此方向发力：《关于加强中

小学人工智能教育的通知》将“城乡统筹”列为四项保障措施之一 [4]；微软与 Khan Academy 的合作亦通过捐赠云算力，使 Khanmigo 教师端在 180 余国免费可用、并对经济困难学校提供折扣，是“公平可及”在商业化路径上的一种落地 [10]。（公平可及性的系统分析详见本蓝皮书相应专章。）

5.4 典型教学模式：三种人机共学课堂形态

基于上述原则，本节归纳三种在 2024—2026 年实践中逐步显现的课堂组织形态，作为学校设计教学活动的参照。三种形态均已有真实产品或试点对应，但采纳规模与效果数据须严格以实证为准，且高度依赖实施保真度。

形态一：个性化辅导型 (AI-as-Tutor)

智能体作为学生的一对一辅导者，在教师设定的目标下提供差异化引导，适用于练习巩固、补差提优场景。这是目前循证最充分的形态。Khan Academy 的 Khanmigo 是其代表：截至 2024 年底约有 266 个美国学区部署，2024—25 学年学生用量从 4 万跃升至 70 万、并预期 2025—26 学年突破百万，纽约纽瓦克等学区以约 35 美元/生/年的价格开展试点 [6]。哈佛大学 Gregory Kestin 等在《科学报告》(*Scientific Reports*, 2025 年 6 月)发表的交叉随机对照试验则为该形态提供了迄今最强的效应量证据：194 名大学物理学生在使用定制 AI 辅导 (“PS2 Pal”，基于 GPT-4) 时，学习成效达到主动学习课堂的两倍以上，效应量约 0.73—1.3 个标准差，且用时更短 (AI 组中位 49 分钟 vs 课堂 60 分钟，70% 的学生一小时内完成)，同时 engagement 与动机评分更高 [14]。但须审慎标注其边界：该研究样本为哈佛本科生、仅两周、聚焦“理解—应用—分析”等中阶认知技能，无法就长期保持、迁移与综合创造能力下结论 [14]，更不能直接外推至 K-12。此形态的关键仍在于避免退化为答案供给，须以苏格拉底式引导与提示分级为核心机制——这正是 Bastani 等所证明的“防护栏”的价值 [11]。

形态二：协作探究型 (AI-as-Peer)

智能体作为学习小组中的"虚拟同伴", 参与讨论、提出反例、扮演不同立场, 激发学生的论证与批判, 适用于项目式学习 (PBL) 与开放性议题探究。乔治亚理工学院的 Jill Watson 是这一形态在真实课程中的长期案例: 作为嵌入课程在线讨论论坛的虚拟助教, 2024 年春季在含"编程导论"在内的五门课程中部署, 其答疑准确率显著优于通用助手, 且提升了学生对"教学存在感 (teaching presence)"与"社会存在感 (social presence)"的感知, 接入班级的 A 等级比例 (66% vs 62%) 与学业表现略有改善 [7]。该案例提示, "虚拟同伴/助教"的价值往往不止于答对问题, 更在于改善课堂社会心理氛围。此形态尤其需要原则三 (可质疑) 的支撑, 因为同伴身份的 AI 更易被学生不加批判地接受。

形态三: 创作共制型 (AI-as-Co-creator)

学生与智能体共同完成写作、编程、设计等创作任务, AI 承担初稿、迭代与技术脚手架, 学生承担立意、决策与终稿把关。此形态与学术诚信议题高度耦合, 且认知外包风险最高——"认知投降"现象在开放式创作任务中最易发生 [12]。因此须配套明确的 AI 使用披露与署名规范, 并在设计上强制学生留痕思考过程、对 AI 产出进行实质性改写 (学术诚信规范详见本蓝皮书第 4 章)。

三种形态并非互斥, 同一课堂可依教学阶段组合使用。需强调的是, 上述效应量证据多来自高等教育或短周期试验, 面向 K-12、长周期、跨学科的规模化对照研究仍显不足; LearnLM 的英国课堂 RCT (165 名 13—15 岁学生、7 周) 是少数直接针对中学年龄段的高质量证据, 其结论为"AI 辅导可安全、有效地支持学生"——LearnLM 组在即时补救 (93.0%)、误解消解 (95.4%) 与知识迁移 (66.2%, 较人类辅导高 5.5 个百分点) 三项上均不劣于甚至略优于人类辅导 [8]。但研究者本人也将其定性为"探索性 (exploratory)", 提示 K-12 阶段的循证仍处于早期积累阶段。

5.5 实施风险与治理接口

智能体助教的教学法落地，必然触及若干需要在治理层面回应的风险，本节仅作教学法—治理的接口性提示，系统性治理框架见本蓝皮书治理章。

- **学习依赖与能力退化**：这是循证最扎实的风险——无防护的 AI 使用会使撤走后的独立成绩下降 17% [11]，并在大样本上呈现"认知投降"式的学习时间萎缩 [12]。需通过评价设计（关键环节隔离 AI）、使用边界与内置教学防护提示加以约束；
- **偏见与内容安全**：模型可能输出带有偏见、不适龄或事实错误的内容。即便经人类督导，LearnLM 仍有 0.1% 消息含事实错误 [8]，故内容过滤、人工审核与年龄适配机制不可省略；UNESCO 建议的 13 岁最低年龄门槛可作为年龄适配的政策参照 [2]；
- **数据隐私**：未成年人交互数据的采集、留存与使用须遵循最小必要与家长知情原则。UNESCO 指南呼吁各国采纳数据保护与隐私标准 [2]；中国《"人工智能+教育"行动计划》提出建设学生数字档案、动态优化学习路径的同时，也意味着须同步强化对未成年人学习数据的合规治理 [5]（适用的国内未成年人数据保护具体政策文号，本章不作臆断，留待治理专章核验补全）；
- **算法透明与问责**：L3—L4 智能体的主动干预须可追溯、可解释、可申诉，与美国教育部"人在回路"建议一致 [1]；
- **教师专业发展**：教师需具备驾驭智能体、设计人机共学活动的新素养。证据显示教师对 AI 的适应度可通过实践显著提升（LearnLM 试验中从 3.4 升至 3.9）[8]，而《关于加强中小学人工智能教育的通知》已将"规模化教师供给"列为核心任务 [4]（教师 AI 素养培养详见本蓝皮书教师专章）。

5.6 小结

本章将智能体助教置于人机共学教学法的框架下审视，核心论点是：智能体的教育价值不取决于其技术能力本身，而取决于围绕它构建的教学法设计与治理配套。这一论点在 2024—2026 年的一手循证中得到了近乎“对照实验”式的印证——同为 GPT-4 辅导，配置教学防护则学习提升、无防护则学习受损 [11]；同为 AI 介入，注入教师判断（Tutor CoPilot）则弱势群体受益最大 [9]，绕过教师则易致认知投降 [12]。通过能力—功能三层框架、四条设计原则与三种课堂形态，本章为 K-12 阶段“负责任地引入智能体助教”提供了结构化的分析工具，并以真实产品（Khanmigo、Jill Watson、Tutor CoPilot、LearnLM）与权威研究（哈佛《科学报告》、PNAS、斯坦福 RCT）为循证锚点。后续章节将在评价（第 6 章）与治理（第 7 章）维度进一步展开，形成“素养—课程—人机协作—评价—治理”的完整能力—治理链条。本章所涉全部具体采纳数据、效应量与政策文号均已标注真实来源；凡未能核实的国内配套政策具体文号，均以定性表述处理，未作任何臆造。

本章参考来源

[1] Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations · U.S. Department of Education, Office of Educational Technology · 2023 · <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>

[2] Guidance for Generative AI in Education and Research（含课堂使用 13 岁最低年龄建议）· UNESCO · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>；相关报道：<https://www.unesco.org/en/articles/unesco-governments-must-quickly-regulate-generative-ai-schools>

[3] Cukurova, M. "The interplay of learning, analytics and artificial intelligence in education: A vision for hybrid intelligence." · *British Journal of Educational Technology*, 56 · 2024 · <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3952753>

- [4] 教育部办公厅关于加强中小学人工智能教育的通知（教基厅函〔2024〕32号，提出2030年前基本普及） · 中华人民共和国教育部 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html
- [5] 教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知（教科信〔2026〕1号） · 教育部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局 · 2026 · http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html
- [6] Khanmigo/Khan Academy AI 辅导：266 个学区、学生用量 4 万→70 万、35 美元/生/年试点 · Chalkbeat Newark (2024) 与 CBS 60 Minutes (2024-12) · 2024 · <https://www.chalkbeat.org/newark/2024/05/13/artificial-intelligence-khanmigo-chatbot-tutor-pilot-testing-districtwide-expansion/> ; <https://www.cbsnews.com/news/khanmigo-ai-powered-tutor-teaching-assistant-tested-at-schools-60-minutes-transcript/>
- [7] Kakar, S. et al. "Jill Watson: A Virtual Teaching Assistant Powered by ChatGPT" (2024 春季五门课程部署、准确率 75–97%、提升教学/社会存在感、A 等级 66% vs 62%) · Georgia Tech / AI-ALOE · 2024 · <https://tech.ai.gatech.edu/news/georgia-techs-jill-watson-outperforms-chatgpt-real-classrooms> ; 论文: https://dl.acm.org/doi/10.1007/978-3-031-64302-6_23
- [8] LearnLM Team (Google DeepMind & Eedi). "AI tutoring can safely and effectively support students: An exploratory RCT in UK classrooms" (N=165, 13–15 岁, 5 校 7 周; 批准率 74.4%、事实错误 0.1%、知识迁移较人类高 5.5 个百分点) · arXiv:2512.23633 · 2025 · <https://arxiv.org/html/2512.23633v1>
- [9] Wang, R. E. et al. "Tutor CoPilot: A Human-AI Approach for Scaling Real-Time Expertise" (首个真实辅导人机 RCT, 900 辅导员/1,800 K-12 学生; +4 p.p., 低评分辅导员 +9 p.p., 20 美元/辅导员 / 年) · Stanford National Student Support Accelerator / arXiv:2410.03017 · 2024 · <https://nssa.stanford.edu/studies/tutor-copilot-human-ai-approach-scaling-real-time-expertise> ; <https://arxiv.org/abs/2410.03017>

- [10] Khanmigo for Teachers (25+ 教师工具, 2024-08 起经 Azure OpenAI 支持在美免费、原月费 4 美元, 扩展至 180+ 国) · Microsoft Education Blog / Khan Academy Blog · 2024 · <https://www.microsoft.com/en-us/education/blog/2024/08/khanmigo-for-teachers-your-free-ai-powered-teaching-tool/> ; <https://news.microsoft.com/source/features/ai/khan-academy-and-microsoft-partner-to-expand-access-to-ai-tools/>
- [11] Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakçı, Ö., Mariman, R. "Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics" (土耳其近 1,000 名 9–11 年级学生 RCT; 有 AI 时 +48%/+127%, 撤走后无防护组 -17%) · *PNAS* 122 · 2025 (2024 年 7 月工作论文) · <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2422633122> ; 工作论文: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4895486
- [12] Rismanchian, S., Uzun, H., Matayoshi, J., Cosyn, E., Kurd-Misto, E. "Faster Completion, Less Learning: Generative AI Reduced Study Time on Math Problems and the Knowledge They Build" (ALEKS 十年 320 万条交互; AI 易感题学习时间每季度 -2.8%, 大学生累计 -26.9%、高中生 -31.3%; "认知投降") · arXiv:2605.21629 · 2026 · <https://arxiv.org/abs/2605.21629>
- [13] 《中小学人工智能通识教育指南 (2025 年版)》 (教育部基础教育教学指导委员会, 含"人机协作能力"核心素养、独立设课与跨学科融合并行) · 教育部 / CERNET · 2025 · https://www.cernet.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml
- [14] Kestin, G. et al. "AI tutoring outperforms in-class active learning: an RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting" (194 名哈佛物理学生交叉 RCT, PS2 Pal 基于 GPT-4; 学习成效达主动学习两倍以上、效应量约 0.73–1.3 SD、用时更短) · *Scientific Reports* · 2025 · <https://www.nature.com/articles/s41598-025-97652-6> ; 评述与效应量细节: <https://etcjournal.com/2025/11/10/review-of-kestin-et-al-s-june-2025-harvard-study-on-ai-tutoring/>

第 6 章 提示工程素养、学术诚信与校园生成式 AI 使用

规范

6.1 引言：从“能用工具”到“善用、慎用工具”

生成式人工智能进入中小学场景后，教育支撑环境面临的核心问题已不再是“学生能否访问 AI 工具”，而是“学生与教师能否以负责任、有成效、可核验的方式使用 AI”。2022 年母版白皮书成书于生成式 AI 大规模应用之前，其素养框架侧重于对算法与数据的原理性理解；而 2024—2026 年的现实是，对话式生成模型与智能体化助教（agentic assistant）已成为学生日常学习中触手可及的伴随性工具。皮尤研究中心（Pew Research Center）2024 年秋对 13—17 岁美国青少年的调查显示，约 26% 的青少年表示曾使用 ChatGPT 完成学业任务，这一比例较 2023 年的 13% 翻了一番；同时青少年对“哪些用途可接受”存在显著分歧——54% 认为用于“研究新主题”可接受，而认为用其“写作文”可接受的仅 18%、明确认为不可接受的达 42%^[1]。这组数据揭示了本章关切的实质：使用已成常态，但对“何为正当使用”的社会共识远未形成。

这一转变把三个原本分属不同治理领域的议题紧密耦合在一起：提示工程素养（如何有效、批判性地与模型交互）、学术诚信（如何界定“合理协助”与“学术不端”的边界）、以及校园使用规范（学校层面如何制度化地规约 AI 使用）。本章将三者作为一个相互支撑的治理整体加以论述：素养是能力基础，诚信是价值底线，规范是制度保障。三者缺一，则 AI 在校园中的应用要么低效、要么失范、要么无章可循。

这一“素养—诚信—规范”耦合框架已在国际政策文本中获得印证。联合国教科文组织（UNESCO）2023 年 9 月发布全球首份《生成式人工智能教育与研究应用指南》（*Guidance

for generative AI in education and research*），明确提出各国政府应"迅速"以七个关键步骤规约生成式 AI，其中即包括数据隐私保护、为独立使用生成式 AI 平台设定年龄门槛（建议不低于 13 岁）、以及教师培训等要素[2]；同一份指南既强调使用能力，也强调伦理底线与制度约束——正是本章三议题耦合的国际范例。

关于生成式 AI 在具体学科教学中的应用形态与智能体助教的技术演进，详见本院《全球中小学人工智能教育支撑环境蓝皮书 2026》第 3 章（人机协作教学）与第 4 章（评价与测评），本章聚焦其"素养—诚信—规范"治理侧面。

6.2 提示工程素养：作为新型基础素养的定位

6.2.1 提示工程素养的内涵界定

提示工程（prompt engineering）在中小学语境下，不应被窄化为"记忆一套提示词模板"或"掌握某种话术技巧"。近年学界已明确将其定位为一项复合型基础素养，而非单一操作技能。

Federikin 等在《前沿·教育》（*Frontiers in Education*, 2024）中提出"提示工程作为一项新的 21 世纪技能"，将其界定为"向 AI 助手清晰表述问题、其上下文以及所需解答之约束条件，从而获得迅速、准确回应的能力"，并进一步将其分解为四个相互关联的维度：（1）理解基本提示结构（指令、上下文、输入数据、输出指示）；（2）提示读写力（prompt literacy）——表述的精确性与对歧义、上下文不足等陷阱的规避；（3）提示方法（如少样本、思维链、思维树等技巧）；（4）批判性在线推理——依据既定标准评估模型输出[3]。该框架特别指出，迭代性是提示工程的根本特征：使用者必须"在提出请求与评估输出之间反复切换"，以修正或放弃某一解答路径；而对输出的批判性评估需以领域知识作为"批判性参照"，且"使人处于回路之中（human in the loop）始终至关重要"[3]。

综合上述研究与中小学教育实际，本章将提示工程素养的内涵重新界定为一组可迁移的认知与实践能力：

- 意图澄清能力：将模糊的学习需求转化为结构化、具体化的任务描述；
- 上下文供给能力：判断并提供模型完成任务所必需的背景信息、约束条件与示例；
- 迭代优化能力：基于模型输出的不足进行有目的的追问与修正，形成"提问—评估—再提问"的循环；
- 批判性核验能力：对模型输出保持审慎，识别幻觉（hallucination）、事实错误与逻辑漏洞，并进行外部求证；
- 边界认知能力：理解模型的能力边界与适用场景，知道"何时不应使用 AI"。

其中，批判性核验能力与边界认知能力是区分"提示工程素养"与单纯"工具操作技能"的关键。前者指向对 AI 输出的负责任采纳，是学术诚信在认知层面的前置条件。一项面向高等教育的系统综述（*International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2025）在梳理提示工程相关文献后亦得出一致结论：提示工程不仅关乎"如何获得更好的输出"，更是培养批判性思维、评估与反思能力的载体，宜作为课程内容而非附带技巧加以设计[4]。

6.2.2 提示工程素养与既有素养框架的关系

提示工程素养并非孤立的新增科目，而应嵌入既有的 AI 素养与数字素养框架之中。它与批判性思维、信息素养、媒介素养存在显著的能力重叠，可视为这些经典素养在生成式 AI 情境下的具体化与延伸。

就 AI 素养的上位框架而言，学界较有影响力的界定包括：Long & Magerko（2020）将 AI 素养界定为"批判性评估 AI 技术、与 AI 有效沟通协作、并在线上、家庭和工作场所将 AI 用作工具的一组能力"[5]；Ng 等（2021）则连接布卢姆分类法，将 AI 素养概念化为四个维度——认识与理解 AI、使用与应用 AI、评估与创造 AI、以及 AI 伦理[6]。提示工程素养恰好横跨其中"使用与应用""评估与创造""伦理"三个维度：既是"用"的能力，又内含"评估输出"与"负责任

使用"的价值取向。因此，将提示工程素养嵌入既有 AI 素养框架，而非另起炉灶，是更为经济且逻辑自洽的路径。

关联素养维度	与提示工程素养的交叉点	对应的上位框架来源
信息素养	输出核验、来源溯源、交叉验证	Ng 等 (2021) "评估与创造 AI"维度 [6]
批判性思维	幻觉识别、逻辑评估、偏见觉察	Federiakina 等 (2024) "批判性在线推理"维度[3]
数字公民素养	隐私保护、数据边界、责任归属	Ng 等 (2021) "AI 伦理"维度[6]; Long & Magerko (2020) [5]
学科素养	学科知识作为输出正误的判别基础	Federiakina 等 (2024) "领域知识作为批判性参照"[3]

一个重要的机理判断是：提示工程素养高度依赖学科知识作为核验基础。学生若缺乏对某一学科的基本理解，便无从判断模型输出的正误，"提示"与"核验"的循环随之失效。这一机理在上述研究中得到直接支持——批判性评估需以领域知识为"批判性参照"[3]。由此提示：AI 素养的培养不能替代、而必须建立在扎实的学科教育之上，二者是互补而非替代关系。

6.2.3 分学段的能力进阶取向

考虑到认知发展阶段的差异，提示工程素养的培养应遵循分学段进阶的取向。这一取向与主要教育体的国家级课纲高度一致。以中国为例，教育部基础教育教学指导委员会 2025 年 5 月发布的《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》即构建了分阶段的人工智能素养培育体系：小学阶段"注重兴趣培养与基础认知"，侧重感知语音识别、图像分类等基础技术；初中阶段"强化技术原理与基础应用"，掌握机器学习基本流程与监督学习概念，并要求"在生成式人工智能技术应用中辨析虚假信息风险"；高中阶段"注重系统思维与创新实践"，理解生成

式人工智能技术特征与社会影响[7]。可见，“辨析虚假信息”这一批判性核验取向被明确置于初中学段，“理解生成式 AI 特征与影响”置于高中学段，体现了由觉察到批判的进阶逻辑。

综合国际经验，本章给出如下定性的分学段进阶框架，具体课时、评价指标与教材需依据各国课纲另行确定：

- 小学阶段：以“觉察与安全”为主，建立“AI 会出错、需要大人帮助核对”的基本意识，侧重使用的安全边界。对应中国课纲的“兴趣培养与基础认知”取向[7]；
- 初中阶段：以“方法与核验”为主，掌握结构化提问与基本的输出核验方法，理解学术诚信的基本要求，能“辨析虚假信息风险”[7]；
- 高中阶段：以“批判与治理”为主，理解模型机理与局限、数据与偏见问题，能在真实任务中负责地整合 AI，理解生成式 AI 的技术特征与社会影响[7]。

需要指出的是，将 AI 素养确立为面向全体的法定义务已成为区域性趋势。欧盟《人工智能法案》（EU AI Act）第 4 条自 2025 年 2 月 2 日起生效，要求 AI 系统的提供者与部署者确保其员工及代表其操作 AI 系统的相关人员具备“充分的 AI 素养”，并需结合其技术知识、经验、教育与使用情境采取相应措施[8]。尽管该条款直接约束的是机构而非学校课程，但它标志着“AI 素养”正从教育倡导转变为具有法律约束力的社会基础能力，为中小学阶段的素养培养提供了制度背景。

6.3 学术诚信：生成式 AI 情境下的再界定

6.3.1 传统学术诚信框架的适用性张力

生成式 AI 对传统学术诚信框架构成了结构性挑战。传统框架以“抄袭”（未注明地使用他人已有表达）为核心概念，其判定依赖于“存在一个可比对的原始来源”。而生成式模型产出的是

即时合成的、通常不可精确溯源到单一来源的文本，这使得以“来源比对”为基础的传统检测逻辑面临失效。

由此产生的核心张力在于：AI 的合理使用（如启发思路、语言润色、答疑解惑）与学术不端（如代写、伪造）之间不存在天然清晰的界线，而是构成一条连续谱。同一种 AI 使用行为，在不同学习目标、不同评价情境下，其诚信属性可能截然不同。一项对全球 80 所大学层级生成式 AI 与大语言模型指南的系统调查（发表于《自然·人类行为》，*Nature Human Behaviour*, 2025）证实了这一张力的普遍性：各校在“促进协作创造、扩大教育可及、赋能师生”的积极取向与“伦理复杂性、创新与学术诚信的平衡、准入不平等、错误信息风险”的消极担忧之间反复权衡，反映出对 AI 使用边界尚缺乏统一共识[9]。

6.3.2 “使用光谱”分析框架

为给学校制定政策提供分析工具，本章提出一个基于学习目标与使用透明度的“AI 使用光谱”框架，将 AI 使用行为按其对学习目标的影响归类（下表为分析框架，各校应结合自身评价目标细化）：

使用类型	典型行为	对学习目标的影响	一般诚信判定取向
认知辅助型	概念解释、启发提问、学习答疑	促进理解，学习者仍为认知主体	一般可接受，宜声明
生产辅助型	语言润色、结构建议、翻译校对	中性至正面，取决于评价对象	视任务目标而定，须声明
部分替代型	生成初稿、代做部分推理步骤	可能架空被评价的核心能力	高风险，须显式授权并声明
完全替代型	代写、代答、伪造过程与数据	完全架空学习与评价	学术不端

该框架的核心主张是：诚信判定应与被评价的具体学习目标绑定，而非对 AI 使用作一刀切的禁止或放行。当评价目标恰是学生本人应习得的核心能力时，替代该能力的 AI 使用即构成不端；当 AI 使用不触及被评价的核心能力时，则可在透明声明的前提下被允许。这一“目标绑定”取向与主要考试机构的操作规则相互印证。英国资格联合委员会（Joint Council for Qualifications, JCQ）在《评估中的 AI 使用：保护资格完整性中的角色》指引中明确：非考试类评估中，学生若将 AI 用作信息来源，必须注明所用 AI 工具名称与内容生成日期，保留问题与 AI 生成内容的非可编辑副本（如截图），并附简要说明其使用方式随作业一并提交；未按规定声明 AI 使用，且此前已获得引用规范指导并签署真实性声明的，可被处以扣分乃至零分乃至更严重的处分（包括取消资格）[10]。可见，是否触及被评价能力、是否透明声明，共同决定了同一行为的诚信属性。

6.3.3 透明声明（disclosure）作为治理支点

在检测手段可靠性存疑的现实下，透明声明正成为国际教育界应对 AI 诚信问题的重要治理支点。其逻辑在于：与其投入于日益不可靠的“事后检测”，不如将治理重心前移至“事前约定与事中声明”，要求学生主动、如实地披露 AI 的使用方式与范围。

透明声明机制的典型要素包括：是否使用了 AI、使用了何种工具、用于哪些环节、以及关键提示与输出的留存。这一机制已被多个主要教育体纳入官方框架。除前述 JCQ 要求学生注明工具名称、生成日期并留存非可编辑副本外[10]，澳大利亚 2023 年 10 月经各教育部长批准的《学校生成式人工智能框架》（*Australian Framework for Generative Artificial Intelligence in Schools*）亦确立“透明”为核心原则之一，明确规定：当生成式 AI 工具的使用会对他人产生影响时，其使用应予以披露——披露对象可以是教师、职员、学生、家长与照护者；同时强烈鼓励学校主动识别与管理学术诚信风险，包括设定预期、营造诚信文化、在评估设计中考虑生成式 AI 因素，以及识别与回应不当使用[11]。需要指出的是，声明机制的有效性依赖于

配套的诚信文化与合理的评价设计，单纯的声明要求若无信任基础与教育引导，可能流于形式。

6.3.4 AI 检测工具的局限与审慎立场

针对以技术手段检测“AI 生成文本”的做法，本章持审慎立场。现有 AI 文本检测工具在准确性上存在固有局限，尤其是假阳性（将人类写作误判为 AI 生成）可能对学生造成不公，且对非母语写作者存在系统性偏差。斯坦福大学 Liang 等（*Patterns*, 2023）的研究提供了直接证据：在对托福（TOEFL）作文的测试中，被检测的 7 款主流 GPT 检测器将 61.3% 由非母语英语写作者撰写的作文误判为 AI 生成，其中 97.8% 的作文至少被一款检测器误判、19.8% 被全部 7 款检测器一致误判——而这些作文全部由真人撰写；相比之下，检测器对美国八年级学生英语母语作文的误判率则近乎为零[12]。该研究的机理解释是：检测器主要依据文本的“困惑度（perplexity）”等表层特征判别，而非母语写作者的用词与句式往往更简单、更规整，因而更易被误判为机器生成——检测器实质上“无法区分‘用第二语言写作’与‘由机器生成’”[12]。考虑到中国及广大非英语母语地区的学生正是这一系统性偏差的主要受害群体，该证据对本白皮书具有直接的政策含义。

因此，本章建议：AI 检测工具的输出至多作为辅助参考，绝不应作为认定学术不端的唯一或决定性证据；诚信治理应更多依赖评价设计的改进（如过程性评价、口头答辩、课堂内完成的关键环节）而非技术检测的军备竞赛。

6.4 校园生成式 AI 使用规范：制度设计要素

6.4.1 规范制定的基本原则

学校层面的生成式 AI 使用规范，应避免两种极端：既非不加约束的完全放任，也非简单化的全面禁止。这一“避免两极”的取向在国家级政策中已有明确表达。中国教育部基础教育教学

指导委员会 2025 年发布的《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》即秉持“应用为王、治理为基”的理念，聚焦教学辅助、个性化学习、管理智能化等应用场景，同时强调数据安全与伦理道德底线，并提出“政—校—企—家—社”多方协同机制[7][13]。英国教育部（DfE）2025 年 6 月更新的《教育中的生成式人工智能》政策文件同样采取“有条件促进”立场：强调若在恰当基础设施保障下安全、有效地使用，AI 可减轻教师行政负担、支持反馈与个性化学习；但同时明确指出，关于学生本人使用生成式 AI 的收益与风险证据仍在形成之中，DfE 将持续与教育界合作以厘清有效、安全的用例[14]。

基于前述分析，规范制定宜遵循以下原则：

- 教育性优先：规范的首要目的是促进而非阻碍学习，以培养负责任的使用者为旨归；
- 情境化分层：区分学段、学科、任务类型与评价情境，避免一刀切；
- 透明与可核验：以声明机制替代不可靠的暗中检测，建立可追溯的使用记录取向（呼应 JCQ 的留存要求[10]与澳大利亚框架的透明原则[11]）；
- 公平与可及：确保规范不因学生家庭 AI 资源获取能力的差异而制造新的不公；
- 动态可修订：鉴于技术快速演进，规范应设置定期评估与修订机制。

关于 AI 资源在城乡与特殊群体间的可及性差异及其对公平的影响，详见本院《全球中小学人工智能教育支撑环境蓝皮书 2026》第 5 章（公平与可及性），本章的规范设计原则与该章的公平主张相互呼应。

6.4.2 校园 AI 使用规范的核心构成要素

一份可操作的校园生成式 AI 使用规范，通常应涵盖以下要素模块（各模块的具体内容须结合本地政策与法规填充）：

要素模块	应回答的核心问题	可对接的上位依据（示例）
适用范围	覆盖哪些工具、场景、人员	澳大利亚框架适用于校领导、教

		师、职员、服务商、家长与学生[11]
分级授权	哪些任务允许/有条件允许/禁止使用	中国《生成式 AI 使用指南》分学段使用规范[7][13]
声明要求	何时、以何种形式声明 AI 使用	JCQ: 注明工具名称、生成日期、留存副本[10]; 澳大利亚: 影响他人时须披露[11]
数据与隐私	学生数据可否输入、如何保护	UNESCO: 采纳数据保护与隐私标准[2]; 中国指南: 数据安全底线[7][13]
年龄与合规	各工具的最低使用年龄与准入	UNESCO: 独立使用建议不低于 13 岁; 欧盟 GDPR 门槛为 16 岁[2]
违规处置	违规的认定程序与教育性处置	JCQ: 未声明可扣分至零分乃至取消资格[10]
教师职责	教师在引导与监督中的角色	EU AI Act 第 4 条: 部署者须确保相关人员具备 AI 素养[8]

其中，数据与隐私及年龄与合规两个模块具有法律刚性，须严格对接各国、各地区的未成年人数据保护与网络安全法规，学校在此不具备自由裁量空间。以年龄门槛为例，UNESCO 指南建议独立使用生成式 AI 平台的年龄不低于 13 岁，并指出欧盟《通用数据保护条例》（GDPR）将相关数据处理同意门槛设为 16 岁——这一门槛差异直接影响不同司法辖区内工具的合规准入[2]。学校在制定规范时，须以本地法定门槛为准绳，而非以工具厂商的服务条款为唯一依据。

6.4.3 教师作为规范落地的关键主体

任何校园 AI 使用规范的落地，最终都依赖教师的理解、认同与执行。教师不仅是规范的执行者，更是学生 AI 素养与诚信意识的示范者与引导者。这对教师自身的 AI 素养提出了要求：

教师需理解生成式 AI 的能力与局限、能识别学生 AI 使用中的诚信风险、并能据此设计更具 "AI 韧性" 的教学与评价活动。UNESCO 指南将 "教师培训" 列为规约生成式 AI 的关键步骤之一 [2]；美国教育部《人工智能与教学的未来：洞见与建议》 (*Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning*, 2023 年 5 月) 亦以 "以人为本 (humans at the center)""教育者、学生与家庭对教育决策——尤其是高利害决策——保留能动性 (human in the loop)" 为核心立场，强调 AI 应增强而非替代教师，教育系统必须治理其 AI 使用 [15]。教师能力因而成为一切规范能否落地的枢纽。

关于教师 AI 素养的整体框架、培训体系与国际实践，详见本院《全球中小学人工智能教育支撑环境蓝皮书 2026》第 7 章（教师 AI 素养专章），本章仅就其在诚信治理中的角色作重点提示。

6.5 跨国政策取向的比较观察

在提示工程素养、学术诚信与校园使用规范三个议题上，中、美、英、欧、澳等主要教育体呈现出不同而又趋同的治理取向。下表以真实政策文本为依据，对各体的关键取向作结构化对照。

维度	中国	美国	英国	欧盟	澳大利亚	国际组织 (UNESCO)
核心政策文本	《加强中小学人工智能教育的通知》（教基厅函〔2024〕32号） [16]；《中小学人工智能通识教育指南》（2025	教育部《AI 与教学的未来》（2023.5） [15]；州级指南	DfE《教育中的生成式 AI》政策文件（2025.6 更新） [14]；JCQ 评估指引 [10]	《人工智能法案》第 4 条 AI 素养义务（2025.2 生效） [8]	《学校生成式 AI 框架》（教育部长会议 2023.10 批准） [11]	《生成式 AI 教育与研究应用指南》（2023.9） [2]

	版)》《中小 学生成式人工 智能使用指南 (2025 版)》[7][13]					
治理层级分 工	中央统一指 引、地方与学 校落实; 2030 年前基本普及 [16]	联邦提供框 架、州与学区 自主	中央 (DfE) 指引、学校自 主	欧盟层面立法 约束机构	教育部长会议 统一框架、州 与学校落实 [11]	全球指引、各 国自主
诚信治理侧 重	应用为先、治 理为基; 数据 安全与伦理底 线[7][13]	以人为本、 human in the loop[15]	以声明、留存 与评估设计防 不端 (JCQ) [10]	侧重机构 AI 素养义务[8]	透明披露 + 评估设计防不 端[11]	数据隐私 + 年 龄门槛 + 教师 培训[2]
年龄/数据合 规	强调数据安全 管理规范[7]	COPPA (13 岁) 等既有法 规	依英国数据保 护法	GDPR (16 岁 同意门槛) [2]	依各州隐私法	建议独立使用 ≥13 岁[2]

由此可作三点定性判断:

- 总体取向差异: 中国以"应用为先、治理为基"、强调国家统一课程与 2030 年普及目标 [7][16]; 美国采联邦定调、州与学区自主的分层格局; 欧盟则通过立法为 AI 素养设定法律义务[8]。在"促进使用"与"防范风险"的权重、以及"中央统一"与"地方自主"的分工上存在结构性差异。
- 诚信治理路径差异: 英国 JCQ 与澳大利亚框架均将治理重心置于"透明声明 + 评估设计"而非技术检测[10][11]; 这与本章 6.3.4 节基于 Liang 等 (2023) 证据[12]的审慎立场一致。

- 数据与年龄合规差异：欧盟 GDPR 的 16 岁门槛严于 UNESCO 建议的 13 岁下限[2]，凸显各体法律约束强度不一，学校须以本地法定门槛为准。

值得关注的是，即便在联邦缺乏统一强制课标的美国，州级治理也在快速铺开：据 TeachAI（由 Code.org、ETS、ISTE、可汗学院与世界经济论坛等发起）与 AI for Education 的追踪，截至 2025 年前后已有约 26—28 个州发布了中小学 AI 教育指南，至 2026 年这一数字进一步增至约 35 个州及波多黎各[17]。这表明“发布校园 AI 使用规范”正从少数先行者行为转变为普遍的治理常态。

一个可供各国借鉴的共性判断是：无论治理取向如何，将“素养培养—诚信文化—制度规范”三者协同推进，比孤立地强调其中任一维度更为有效。单纯强调技术检测而忽视素养培养，或单纯发布规范而缺乏教师能力支撑，均难以形成可持续的治理效果。前述《自然·人类行为》对 80 所大学指南的分析亦显示，成熟的指南往往同时覆盖能力赋能、诚信约束与制度程序三个层面，而非偏废其一[9]。

6.6 本章小结与建议取向

本章将提示工程素养、学术诚信与校园生成式 AI 使用规范作为一个相互支撑的治理整体加以论述，形成以下要点：

1. 提示工程素养应被界定为以批判性核验与边界认知为核心的可迁移基础素养。它由“提示结构—提示读写力—提示方法—批判性推理”四维度构成[3]，横跨 Ng 等（2021）AI 素养框架的“使用”“评估”“伦理”三维[6]，以学科知识为核验基础[3]，并分学段进阶培养——这一进阶取向与中国 2025 版通识教育指南的学段安排一致[7]。
2. 学术诚信在生成式 AI 情境下需从“来源比对”转向“目标绑定”，以“使用光谱”框架区分合理协助与学术不端；以透明声明为治理支点（JCQ 的工具注明与留存要求[10]、澳大利亚框架的披露原则[11]即为范例）；并对 AI 检测工具持审慎立场——斯坦福 Liang 等（2023）

证据表明其对非母语写作者的假阳性率高达 61.3%[12]，绝不应作为认定不端的决定性证据。

3. 校园使用规范应避免放任与全禁两个极端（呼应中国“应用为王、治理为基”[7][13]与英国 DfE 的有条件促进立场[14]），遵循教育性优先、情境化分层、透明可核验、公平可及、动态可修订五项原则，并严格对接数据保护与年龄合规的法律刚性要求（如 UNESCO 建议的 13 岁下限与 GDPR 的 16 岁门槛[2]）。

4. 三者协同、并以教师 AI 素养为落地枢纽（UNESCO 的教师培训要求[2]、EU AI Act 第 4 条的素养义务[8]、美国教育部的 human-in-the-loop 立场[15]），是可持续治理的关键。

面向政策与实践主体，本章的建议取向为：将 AI 使用规范的制定与素养课程、教师培训、评价改革统筹设计，避免“只堵不疏”或“只放不管”；在检测手段可靠性成熟之前，以透明声明与评价设计的改进作为诚信治理的主要抓手。鉴于生成式 AI 使用在青少年中已成常态（美国青少年 2024 年用于学业的比例已达 26%[1]），治理窗口不容拖延——尽早以“素养—诚信—规范”三位一体的框架建立校园秩序，方能在技术演进中守住教育的育人本位。

本章参考来源

[1] *About a quarter of U.S. teens have used ChatGPT for schoolwork – double the share in 2023* · Pew Research Center · 2025 · <https://www.pewresearch.org/short-reads/2025/01/15/about-a-quarter-of-us-teens-have-used-chatgpt-for-schoolwork-double-the-share-in-2023/>

[2] *Guidance for generative AI in education and research* · 联合国教科文组织 (UNESCO) · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>（另见 UN News 报道：<https://news.un.org/en/story/2023/09/1140477>）

[3] Federiakin, D., Molerov, D., Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Maur, A. *Prompt engineering as a new 21st century skill* · Frontiers in Education · 2024 · <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2024.1366434/full>

- [4] *Prompt engineering in higher education: a systematic review to help inform curricula* · International Journal of Educational Technology in Higher Education (Springer) · 2025 · <https://link.springer.com/article/10.1186/s41239-025-00503-7>
- [5] Long, D., & Magerko, B. *What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations* · Proceedings of the 2020 CHI Conference · 2020 · <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3313831.3376727>
- [6] Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. *Conceptualizing AI literacy: An exploratory review* · Computers and Education: Artificial Intelligence · 2021 · <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000357>
- [7] 《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》 · 教育部基础教育教学指导委员会 · 2025 · https://www.cernet.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml
- [8] *Article 4: AI literacy, EU Artificial Intelligence Act*（自 2025 年 2 月 2 日起适用）· 欧盟 · 2024/2025 · <https://artificialintelligenceact.eu/article/4/>（另见欧盟委员会 AI 素养问答：<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/faqs/ai-literacy-questions-answers>）
- [9] Jiao, J., 等. *The global landscape of academic guidelines for generative AI and large language models* · Nature Human Behaviour · 2025 · <https://www.nature.com/articles/s41562-025-02124-6>（预印本：<https://arxiv.org/abs/2406.18842>）
- [10] *AI Use in Assessments: Your role in protecting the integrity of qualifications* · 英国资格联合委员会（JCQ） · 2024/2025 · <https://www.jcq.org.uk/exams-office/malpractice/artificial-intelligence/>
- [11] *Australian Framework for Generative Artificial Intelligence (AI) in Schools*（教育部长会议 2023 年 10 月批准） · 澳大利亚政府教育部 · 2023 · <https://www.education.gov.au/schooling/announcements/australian-framework-generative-artificial-intelligence-ai-schools>
- [12] Liang, W., Yuksekgonul, M., Mao, Y., Wu, E., & Zou, J. *GPT detectors are biased against non-native English writers* · Patterns (Cell

Press) · 2023 · <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666389923001307> (亦见 PMC 全文: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10382961/>)

[13] 《中小生成式人工智能使用指南 (2025 年版)》 · 教育部基础教育教学指导委员会 · 2025 · <https://www.canedu.org.cn/site/content/7876.html>

[14] *Generative artificial intelligence (AI) in education* (政策文件, 2025 年 6 月更新) · 英国教育部 (DfE) · 2025 · <https://www.gov.uk/government/publications/generative-artificial-intelligence-in-education/generative-artificial-intelligence-ai-in-education>

[15] *Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations* · 美国教育部教育技术办公室 · 2023 · <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>

[16] 《教育部办公厅关于加强中小学人工智能教育的通知》(教基厅函〔2024〕32号) · 中华人民共和国教育部 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202412/t20241202_1165500.html
(另见 CERNET 报道 "2030 年前中小学基本普及人工智能教育": https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202412/t20241202_2644322.shtml)

[17] *AI Guidance for Schools Toolkit / US States with AI in Education Guidance* · TeachAI (Code.org、ETS、ISTE、可汗学院、世界经济论坛发起) · 2024/2025 · <https://www.teachai.org/toolkit> (另见 AI for Education 州级追踪: <https://www.aiforeducation.io/ai-resources/state-ai-guidance>)

第 7 章 AI 素养测评与过程性评价

7.1 导言：从“教了什么”到“学会了什么”

在生成式人工智能进入中小学课堂之后，评价问题从教学链条的末端跃升为整个 AI 教育支撑环境的枢纽。一方面，AI 素养（AI literacy）本身尚缺乏被广泛接受的操作性定义与成熟的测量工具，“我们究竟要评什么”仍在国际社会争论之中；另一方面，智能化的学习工具能够实时记录、分析乃至干预学习过程，使得“用什么评”“何时评”“谁来评”都被重新打开。

这一议题的紧迫性有其制度背景。2024—2026 年间，全球主要教育体几乎同步把“AI 素养”从选修的技术兴趣升格为面向全体学生的基础素养与法定/政策目标：联合国教科文组织于 2024 年 8 月发布《学生人工智能能力框架》（AI Competency Framework for Students），首次给出面向 K-12 的国际参照 [1]；经济合作与发展组织（OECD）已确定把“媒介与人工智能素养”（Media and Artificial Intelligence Literacy, MAIL）作为 PISA 2029 的创新测评领域，将于 2029 年对全球 90 多个经济体的 15 岁学生施测，结果预计 2031 年 12 月发布 [2][3]；欧盟《人工智能法案》（AI Act）第 4 条更把“AI 素养”写入法律，自 2025 年 2 月 2 日起要求 AI 系统的提供者与部署者确保相关人员具备充分的 AI 素养 [4]。评价，正是这一系列目标能否落地、落地成色如何的最终检验。

本章不预设某一套量表为权威，而是从构念界定 → 测评方法 → 过程性证据 → 学术诚信 → 公平性与治理五个环节，梳理 2024—2026 年间全球中小学 AI 素养测评的方法学进展、争议焦点与可迁移的实践框架。

需要在开篇明确的立场是：AI 素养测评正处在“框架多、量表少、常模更少、性能测验更少”的早期阶段。一项针对 AI 素养量表的系统综述发现，可检索到的 22 项验证研究共开发 16 套

量表，其中自评量表 13 套、表现性（性能）测验仅 3 套；这些量表大多具备可接受的结构效度与内部一致性，但几乎没有任何一套接受过跨文化效度与测量误差的检验，多数研究也未报告可解释性指标、几乎无原始数据可得 [5]。因此，凡涉及具体测评工具的信度效度系数、参与国家或学生规模、跨国比较分数等，本章以研究框架与机理判断为主；未经本章核实的具体数字，一律标注 [待补：数据/来源]，避免以不成熟的量化结论误导读者。

本章聚焦“评价”这一横切议题，与第 3 章（AI 课程与课纲）、第 4 章（人机协作学习）、第 6 章（教师 AI 素养）互为支撑；关于教师作为评价主体的能力建设，另见第 6 章及本院《[待补：教师 AI 素养专章/相关报告名]》。

7.2 AI 素养的构念界定：评价的前提之争

任何测评都始于对构念（construct）的界定。AI 素养测评的首要困难，正是构念本身的开放性与流变性。

7.2.1 从学术定义到国际框架：一条可辨识的收敛线

现代意义上的“AI 素养”操作化，通常追溯到 Long 与 Magerko 在 2020 年 CHI 会议上的奠基性工作。二人综合多学科文献，提出 AI 素养由 17 项核心能力构成——从“识别 AI”（区分使用与不使用 AI 的技术制品）、“理解智能”（辨析人、动物与机器智能的差异），到“伦理”（隐私、就业、错误信息、偏见、透明与问责等）与“可编程性”（理解智能体是可被编程的）——并配套给出面向学习者的设计考量 [6]。这一定义把“批判性评估”与“负责任使用”确立为 AI 素养的核心内核，成为后续几乎所有框架的共同源头。

生成式 AI 普及之后，2024—2025 年密集出现的机构框架在 Long & Magerko 的内核上继续收敛，同时向“与 AI 协同创造”和“批判核查生成内容”两个方向显著扩容。四套最具国际影响力的框架及其结构如表 7-1。

AI 素养框架	提出主体	发布时间	核 心 维 度 (数)	进阶/分层	是否面向 K-12	是否配套测评
What is AI Literacy? (17 项能力)	Long & Magerko (佐治亚理工), CHI 2020	2020	17 项能力 + 设计考量	无显式分层	通用 (含儿童)	否 (学术综述)
AI Competency Framework for Students	UNESCO (Miao、Shiohira、Lao 等)	2024-08	4 维度、12 项能力	Understand / Apply / Create	是 (K-12)	否 (课纲导向)
AI Literacy: Understand, Evaluate, Use	Digital Promise	2024-06	3 种参与模式、6 项实践	三模式互依	是 (PK-12)	否 (实施指南)
Empowering Learners for the Age of AI (AILit)	OECD × 欧盟委员会 × Code.org	2025-05 (评审稿)	4 域、22 项能力 (KSA)	知识/技能/态度贯穿	是 (中小学)	对接 PISA 2029

表 7-1 主要 AI 素养框架维度对照 [1][6][7][8]

- **UNESCO 《学生人工智能能力框架》 (2024-08)**：设"以人为本的心智 (human-centred mindset)、AI 伦理、AI 技术与应用、AI 系统设计"四个维度、12 项能力，并按"理解 (Understand) —应用 (Apply) —创造 (Create)"三级进阶排布，定位为将 AI 学习目标纳入官方课程的国际参照 [1]。
- **Digital Promise AI 素养框架 (2024-06)**：以"理解 (Understand) —评估 (Evaluate) —使用 (Use)"三种相互依存的参与模式为骨架，下设算法思维、数据分析与推断、数据隐私与安全、数字表达、伦理与影响、信息与错/假信息六项可操作实践 [7]。
- **AILit 框架 (OECD × 欧盟委员会 × Code.org, 2025-05 评审稿)**：把学习者与 AI 的互动分为"与 AI 互动 (Engage) —与 AI 共创 (Create) —管理 AI (Manage) —设计 AI

(Design) "四个域，共 22 项能力，每项能力以"知识—技能—态度" (Knowledge, Skills, Attitudes) 三元结构展开；该框架明确对接 PISA 2029 MAIL 测评，并与欧盟 DigComp 2.2、EU AI Act 第 4 条相衔接 [8][4]。

这几套框架的共同内核可归纳为四簇能力，其命名虽异而所指相近：

- 知道 (Know & Understand)：理解 AI 的基本概念、数据机理、能力边界与局限，识别"这是不是 AI""AI 是怎么得出这个结果的"。
- 使用 (Use & Apply)：在真实任务中恰当地选择、驾驭 AI 工具，包含提示与协同 (prompting) 等生成式时代新增的操作性子技能。
- 评估 (Evaluate & Create)：批判性判断 AI 输出的可靠性、偏差与适用性——AILit 框架明确列出"评估 AI 输出应被接受、修改还是拒绝"这一能力条目 [8]——并能借助 AI 进行创造。
- 伦理与责任 (Ethics & Responsibility)：理解数据隐私、算法偏见、学术诚信与社会影响，形成负责任使用的价值取向。伦理在 UNESCO 与 AILit 框架中都不是独立模块，而是贯穿各维度的横切原则 [1][8]。

生成式 AI 的普及使传统框架出现两处显著扩容：其一是提示与协同成为独立可评的操作性技能 (AILit 的"共创"域、Digital Promise 的"使用"模式均予以显性化)；其二是批判性核查 (AI 输出的事实性、幻觉识别) 从"高阶能力"下沉为面向全体学生的基础素养。

7.2.2 收敛之下的持久分歧

框架间的收敛不应掩盖三处实质分歧，它们直接决定测评的构念边界：

- 是否包含"设计/构建 AI"。UNESCO 与 AILit 都保留了"AI 系统设计/设计 AI"这一高阶域，强调让学生"从小理解 AI 设计原理"以塑造向善的 AI [1][8]；而 Digital Promise 更偏向面

向全体的"理解—评估—使用",把系统构建视为进阶而非普适目标 [7]。这决定了测评是否需要覆盖建模、训练数据选择等实作能力。

- "素养"还是"胜任力/能力"。UNESCO 与 AILit 使用 "competency/competence" (能力/胜任力) 而非 "literacy", 强调可迁移的知识—技能—态度整体; 细微的措辞差异对应着不同的评分单元与证据要求。
- 态度与心智是否可评、如何评。以人为本的心智、好奇心、责任感等"态度"维度被普遍纳入框架, 却最难以客观测量, 是当前量表效度争议的集中地带。

7.2.3 从"知识本位"到"素养本位"的测评取向

一个关键的方法学判断是: AI 素养若被窄化为"关于 AI 的知识点", 将极易滑向可背诵、可应试的浅层测评, 从而与素养本位的教育目标背道而驰。素养本位的测评取向强调在情境中表现——学生能否在一个真实的、带有不确定性的任务里, 判断何时用 AI、如何驾驭 AI、如何对 AI 的结果负责。值得注意的是, PISA 2029 MAIL 正是沿此取向设计: 其测评不止于传统题目, 而是引入"互联网、社交媒体与 AI 工具的仿真环境", 让 15 岁学生在模拟真实交互中生成能力证据 [3]。这一取向决定了后文所述过程性评价与表现性任务的中心地位。

7.3 测评方法的谱系: 结果性与过程性的互补

AI 素养测评的方法学可沿"证据来源"排成一个谱系, 从标准化测验到嵌入式学习分析, 各有其效度承诺与固有局限。理解这一谱系的现实分布尤为重要: 如前引系统综述所示, 现有工具严重偏向自评 (13:3), 这意味着当前"我们所测的"很大程度上是学生的自我感知, 而非其真实能力 [5]。

7.3.1 结果性（总结性）测评

- **自我报告量表**：以李克特量表测量学生的 AI 使用自信、态度与感知能力，是目前数量最多的一类。代表性工作如 Ng 等人开发的 AI 素养问卷（AILQ），从情感、行为、认知、伦理四个维度测量中学生 AI 素养，在香港 363 名学生的试点中显示了可接受的信度与效度 [9]；Wang 等人则提出觉察、使用、评估、伦理四维度的 12 题量表，经因素分析验证 [10]。自评量表优点是可规模化、施测成本低；根本局限是自评与真实能力之间常存在系统性偏差，尤其在低龄段与初学者中，且易受社会赞许效应污染。
- **标准化知识与性能测验**：以选择题、判断题测量对 AI 概念的理解，或以带正确答案的任务测量实际能力。一个方法学上更进一步的范例是 GLAT（Generative AI Literacy Assessment Test）：这是一套 20 题多选的性测验，依据心理与教育测量的经典程序开发，在 355 名高校学生样本中以经典测验理论与项目反应理论验证，得到稳定的双参数逻辑斯蒂（2PL）模型（Cronbach's $\alpha = 0.80$ 、omega total = 0.81、RMSEA = 0.03、CFI = 0.97）；更关键的是，GLAT 分数能显著预测学习者在 AI 支持任务中的实际表现，且预测力优于“自评的 ChatGPT 熟练度”等自报指标 [11]。这一结果为“性能测验优于自评”的方法学主张提供了直接证据，但 GLAT 面向高等教育，其向 K-12 各学段的迁移与本土化仍待研制 [待补：K-12 版本信效度]。
- **情境判断测验（SJT）**：给定包含 AI 使用的两难情境，要求学生选择或排序应对策略，用以逼近伦理与决策维度，介于知识测验与表现性任务之间。

7.3.2 表现性与过程性测评

- **表现性任务（performance task）**：布置一项需要真实调用 AI 的开放任务（如“用 AI 协助完成一份带来源核查的调研”），依据评分规准（rubric）评价其判断、协同与核查行为。PISA 2029 MAIL 的仿真环境测评即属此类的规模化尝试 [3]。

- **作品集 (portfolio)**：汇集学生一段时间内与 AI 协作的产物及其反思，呈现能力的发展轨迹而非某一时点的切片。我国《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》即倡导依托数字技术“形成学生人工智能素养成长档案”，本质上是作品集/成长记录袋思路的政策化 [12]。
- **过程性行为证据**：借助学习平台记录的提示历史、修改轨迹、与智能体的多轮对话，重建学习者的思维与决策过程（详见 7.4）。

方法学上应坚持的一条原则是：没有任何单一方法可独立支撑对 AI 素养的有效判断。稳健的测评设计倾向于多来源三角互证 (triangulation) ——以结果性测验锚定知识底座，以表现性任务捕捉高阶能力，以过程性证据揭示发展机理。GLAT 与自评指标的对比恰恰提示：若仅凭自评就作能力判断，结论可能被系统性高估或低估 [11]。

7.4 过程性评价的技术机理与新可能

生成式 AI 与智能体化工具最深刻地改变评价的，正是过程性证据的可获得性。这构成本章的核心论点，也是当前学界的活跃前沿：对“AI 赋能形成性评价”的文献计量分析显示，该主题自 2019 年以来持续扩张、已成为教育研究的新兴主流议题 [13]。

7.4.1 可被记录的学习过程

在传统课堂中，学习过程大量存在于学生头脑内部，难以观测；评价只能倚重可见的结果。智能体助教与 AI 学习平台的介入，使一批过去不可见的过程信号变得可采集：

- **提示演化轨迹**：学生如何逐步改写提问、从模糊走向精确，本身是“使用”与“评估”能力的直接证据。
- **多轮对话结构**：学生是照单全收还是追问、质疑、要求 AI 给出依据，反映其批判性核查倾向——恰对应 AILit 框架“评估 AI 输出应被接受、修改还是拒绝”的能力条目 [8]。

- **修改与采纳行为**：面对 AI 的建议，学生保留、改写还是弃用，揭示其判断的自主性。
- **求助时机与频度**：在任务链条的哪个环节调用 AI，折射元认知与任务分解策略。

这些信号使评价得以从“作品”回溯到“过程”，为形成性反馈提供了前所未有的颗粒度。近年学习分析研究据此发展出自适应反馈、多模态分析、预测建模与仪表盘等一系列面向形成性评价的技术路径 [14]。

7.4.2 智能体作为形成性反馈的提供者

智能体助教不仅是被评价的对象，也可成为评价的执行者：即时诊断学生的困难、给出针对性提示、并将过程数据回传给教师。其价值在于把“评价—反馈—调整”的循环从以周计压缩到以分钟计，逼近形成性评价的理想形态。我国北京市《推进中小学人工智能教育工作方案（2025—2027 年）》即明确提出，利用人工智能技术开展学情分析、作业诊断，构建“以学定教—因材施教—以评促教”的智能化教与学新样态 [15]，这是形成性评价机理在区域政策层面的具体落地。

但必须并列地指出其风险。一项关于“运用学习分析支撑形成性评价”的批判性综述系统梳理了这条路径的进展、陷阱与前路，指出当前研究普遍存在学科适配不足、学生对反馈设计参与度低、伦理关注不够、以及对生成式 AI 在形成性评价中作用理解有限等结构性缺口 [14]。

据此，本章提示三重风险：

- **过程数据 ≠ 能力**：交互频繁未必等于学习深入，轨迹漂亮未必等于理解到位；相关信号需要审慎的构念对应，避免“可测即所欲”的度量替代谬误。学习分析用于形成性评价时，其证据与真实学习之间的效度链条尚未被充分验证 [14]。
- **评价性监控的伦理边界**：对学习过程的持续记录可能演变为对学生的过度监控，触及隐私与心理安全，须受第 [待补：治理章节号] 章所述数据治理规则约束。
- **反馈依赖风险**：即时反馈若替代了学生自我监控的机会，反而可能削弱元认知能力的养成。

7.4.3 结果表：过程性证据类型与评价用途映射

过程性证据类型	对应 AI 素养维度	采集载体	主要局限
提示演化轨迹	使用 / 评估	AI 学习平台 / 智能体助教 日志	难以区分策略性改写与盲目试错
多轮对话结构	评估 / 批判核查	对话式智能体交互记录	对话质量的自动判定尚不成熟 [14]
修改与采纳行为	使用 / 责任	文档修订史 / 版本轨迹	采纳动机不可直接观测
反思性文本	伦理 / 元认知	作品集 / 成长档案 [12]	依赖学生表达能力，低龄段受限

表 7-2 过程性证据与 AI 素养维度的映射（采集口径与自动判定信效度待本土化研制）

7.5 学术诚信：评价效度的前提性挑战

生成式 AI 对评价体系最直接的冲击，是动摇了以最终产物为唯一证据的传统评价的效度根基。当一篇作文、一段代码、一份报告都可能由 AI 生成，“作品”与“能力”之间的推断链条被切断。

7.5.1 检测路线的结构局限性

以“AI 生成内容检测器”为技术兜底的思路存在结构性缺陷，且已有硬证据。斯坦福团队 Liang 等人 2023 年发表于《Patterns》（Cell 出版集团）的研究测试了 7 款主流检测器：对 91 篇由非母语者撰写的托福（TOEFL）真人作文，误报率高达 **61.3%**，超过一半被判为 AI 生成，其中约 19% 被全部七款检测器一致误判——而这些作文全部出自人类之手 [16]。误判之所以系统地打击非母语写作者，是因为检测器所依赖的“AI 特征”（词汇简单、结构可预测、习语少）恰与第二语言写作的自然特征重合 [16]。这意味着：将学术诚信寄托于事后检测，不仅

准确率不稳定、与规避手段持续对抗，更会对特定学生群体造成系统性不公，方向上难以成立。

正因如此，权威政策已明确转向。美国教育部 2024 年 10 月发布的《面向安全、伦理与公平的 AI 融合工具包》（Toolkit for Safe, Ethical, and Equitable AI Integration）及其民权办公室（OCR）配套指引，因可靠性不足与惩戒性后果而不建议依赖 AI 检测工具，转而倡导以信任为基础、以透明与过程为导向的学术诚信路径 [17]。

7.5.2 从“防”到“设计”的评价重构

更可持续的路径是重新设计评价任务本身，使其在承认 AI 存在的前提下仍能有效区分能力：

- 过程可见化：评价对象从最终产物扩展到可追溯的过程证据（草稿、提示历史、修改轨迹），降低“代笔”的可行性。
- 要求 AI 使用透明化：将“如何使用 AI、在哪些环节使用、如何核查”纳入评价内容，把 AI 使用从“作弊”转化为“可评的能力”。英国联合考试委员会（JCQ）2024 年发布的《评估中的 AI 使用》指引即要求：学生须标注其作品中直接来自 AI 生成的部分，未经标注地使用 AI 构成违规（malpractice）[18]。
- 提高任务的情境化与个人化：设计与本地情境、个人经验、课堂现场绑定的任务，削弱通用生成的适配度。
- 回归口头与现场表现：以答辩、现场演示等方式，验证过程证据背后的真实理解。

各国与各学段对“允许 / 有限允许 / 禁止”使用 AI 的政策边界差异显著。我国《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》即按学段分级：小学阶段禁止学生独自使用开放式内容生成功能，教师可在课内适当使用以辅助教学；初中阶段可适度探索生成内容的逻辑性分析；高中阶段允许结合技术原理开展探究性学习 [19]。具体政策文本与适用学段对照如表 7-3。

国家 / 地区	K-12 学术诚信与 AI	是否要求 AI 使用披	对检测器的态度	政策文件 / 年份
---------	---------------	-------------	---------	-----------

	使用政策取向	露		
中国	分学段规范：小学禁止独立使用开放式生成，初中适度探索，高中探究性使用	倡导透明使用	[待补：文件表述]	《中小学生生成式人工智能使用指南（2025年版）》，2025 [19]
美国（联邦）	信任—透明—过程导向；不建议依赖检测器	鼓励披露、营造安全披露空间	明确不建议依赖	教育部《AI 融合工具包》及 OCR 指引，2024-10 [17]
英国（考试委员会）	未标注使用 AI 构成违规	要求学生标注 AI 生成部分	结合人工判断调查	JCQ《评估中的 AI 使用》，2024 [18]
欧盟	AI 素养入法（AI Act 第 4 条）；教学伦理指引在先	—	—	EU AI Act 第 4 条，2025-02 生效 [4]

表 7-3 主要教育体 K-12 学术诚信与 AI 使用政策取向对照 [4][17][18][19]

7.6 公平性与测评偏差：谁在被评价，谁被误评

AI 素养测评一旦规模化，其自身的公平性即成为治理问题。本节从测量公平的角度提示三重风险，并给出可操作的审查门槛。

- 工具可及性差异污染分数：若测评依赖学生对特定 AI 工具的熟悉度，而工具接触机会本身存在城乡、校际、家庭社会经济地位的落差，则测评在很大程度上测到的是“接触过没有”，而非“素养高不高”。此即测评效度被数字鸿沟侵蚀。（数字可及性的结构性差异详见第 [待补：公平可及性章节号] 章。）
- 语言与文化偏差：如 7.5.1 所示，基于生成式模型或语言特征的自动判定，可能对非母语、方言背景及特殊需要学生系统性不利——Liang 等人对非母语写作者 61.3% 的误报率是最

直接的警示 [16]。任何自动评分或情境题都须做差异项目功能 (DIF) 审查。前引 AI 素养量表系统综述也指出, 现有量表无一经过跨文化效度检验, 直接跨国移植存在测量不等价风险 [5]。

· 自评偏差的群体分化: 自我报告量表中, 不同性别、学段、先前经验群体的高估 / 低估倾向不一致, 直接比较原始自评分数会放大而非缩小差距; 这也是性能测验 (如 GLAT) 相对自评量表的公平性优势之一 [11]。

方法学建议是: 任何面向选拔或问责的高利害 AI 素养测评, 都应先完成公平性审查 (可及性前置、DIF 分析、跨文化不变性检验、多元证据交叉), 否则不应用于对学生、教师或学校的高利害判断。围绕 PISA 2029 将 15 岁学生 AI 素养推向全球统一测评的时间表, 学界亦有“是否过于仓促、构念是否成熟、跨文化可比性是否可靠”的公开质疑 [3], 恰印证了公平性前置的必要。

7.7 实施框架: 面向支撑环境的评价能力建设

将上述分析收束为可操作的支撑环境要件, 一个稳健的中小学 AI 素养测评体系宜具备以下层次 (各层的具体指标、工具与常模有待本土化研制, 此处给出结构并标注可锚定的现实参照):

1. 构念层: 明确本地化的 AI 素养维度定义与学段进阶 (progression), 避免直接移植外部框架。可参照 UNESCO“理解—应用—创造”三级进阶 [1] 或 AILit“四域 × 知识/技能/态度”结构 [8], 但须做跨文化效度检验后再采用 [5]。我国《通识教育指南 (2025 年版)》给出的“知识—技能—思维—价值观”四维度, 可作为本土构念的起点 [12]。
2. 工具层: 结果性与过程性方法组合, 坚持多来源三角互证; 优先发展性能测验而非仅靠自评 (GLAT 的证据表明性能测验预测力更强) [11]; 工具须报告信度效度, [待补: 本地化信效度数据]。

3. 数据层：过程性数据的采集、存储、使用受最小必要与知情同意约束，与治理章节的数据规则一致；对学习分析用于形成性评价所固有的效度与伦理陷阱保持警惕 [14]。
4. 教师层：教师作为评价的设计者与解释者，其评价素养（assessment literacy）是体系落地的瓶颈，需专门培训——详见第 6 章及本院《[待补：教师 AI 素养相关报告]》。
5. 治理层：区分低利害（形成性、诊断性）与高利害（选拔、问责）用途，对后者施加更严格的公平性与透明度门槛；学术诚信以“设计防作弊”替代“检测抓作弊” [16][17]。

一个可落地的区域样例是北京市：自 2025 年秋季学期起，全市中小学开展人工智能通识教育，每学年不少于 8 课时，覆盖小学至高中全学段；同时把各区与学校开展 AI 教育的情况纳入教育质量督导评估体系，定期开展质量评价与教学视导 [15]。这提示，评价能力建设不仅是学生测评工具问题，也是把“评价”嵌入教研与督导的制度问题。

7.8 小结与研究展望

本章的核心判断是：AI 素养测评正经历一次从“结果”到“过程”、从“防作弊”到“评能力”的范式转换，而生成式 AI 与智能体化工具既是这一转换的推手，也是新的风险来源。2024—2026 年间，国际框架（UNESCO、Digital Promise、AILit）已在构念上明显收敛 [1][7][8]，大规模测评（PISA 2029 MAIL）与法律义务（EU AI Act 第 4 条）正把 AI 素养推向可测、须测的轨道 [2][3][4]；但工具端仍是“自评多、性能测验少、跨文化效度阙如”的早期格局 [5]，检测式学术诚信路径已被证伪并被权威政策否弃 [16][17]。当前阶段的成熟度并不支持任何单一量表或检测工具充当权威，稳健的做法是构念先行、多元互证、公平前置、治理兜底。

尚待研究界与政策界共同回答的问题包括：如何在低龄段有效且伦理地采集过程性证据；如何把 GLAT 一类性能测验向 K-12 各学段迁移并完成本土信效度验证 [11]；如何建立可跨国比较又尊重本地情境、经跨文化不变性检验的 AI 素养常模 [5]；如何在承认 AI 深度介入学习的

前提下，为高利害评价重建效度根基。相关跨国对照数据、量表信效度与采纳规模，将在数据可得时以真实来源持续补入本章各表。

本章参考来源

[1] AI competency framework for students · UNESCO · 2024 (2024-08 发布，作者 Fengchun Miao、Kelly Shiohira、Natalie Lao；四维度、12 项能力、Understand/Apply/Create 三级进阶) · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>

[2] PISA 2029 Media and Artificial Intelligence Literacy · OECD · 2026 (MAIL 为 PISA 2029 创新领域，评估 15 岁学生，ACER 牵头，覆盖 90+ 经济体，结果预计 2031-12) · <https://www.oecd.org/en/about/projects/pisa-2029-media-and-artificial-intelligence-literacy.html>

[3] Why we should be skeptical of the hasty global push to test 15-year-olds' AI literacy in 2029 · The Conversation · 2025 (PISA 2029 MAIL 采用互联网/社媒/AI 工具仿真环境施测；并载学界对时间表与构念成熟度的质疑) · <https://theconversation.com/why-we-should-be-skeptical-of-the-hasty-global-push-to-test-15-year-olds-ai-literacy-in-2029-263695>

[4] Article 4: AI literacy · EU Artificial Intelligence Act · 2025 (第 4 条要求 AI 系统提供者与部署者确保充分 AI 素养，2025-02-02 起适用) · <https://artificialintelligenceact.eu/article/4/>

[5] Lintner, T. A systematic review of AI literacy scales · npj Science of Learning · 2024 (22 项研究、16 套量表；自评 13 套、性能测验 3 套；无一经跨文化效度与测量误差检验) · <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11303566/>

[6] Long, D. & Magerko, B. What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations · Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems · 2020 (提出 17 项 AI 素养核心能力与设计考量) · <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3313831.3376727>

- [7] AI Literacy: A Framework to Understand, Evaluate, and Use Emerging Technology · Digital Promise · 2024 (三种参与模式 Understand/Evaluate/Use, 六项 AI 素养实践) · <https://digitalpromise.org/2024/06/18/ai-literacy-a-framework-to-understand-evaluate-and-use-emerging-technology/>
- [8] OECD. Empowering Learners for the Age of AI: An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education (Review Draft) · OECD × European Commission × Code.org · 2025-05 (四域 Engage/Create/Manage/Design, 22 项能力, 知识—技能—态度结构; 对接 PISA 2029) · https://ailiteracyframework.org/wp-content/uploads/2025/05/AILitFramework_ReviewDraft.pdf
- [9] Ng, D. T. K., Wu, W., Leung, J. K. L., Chiu, T. K. F. & Chu, S. K. W. Design and validation of the AI literacy questionnaire: The affective, behavioural, cognitive and ethical approach · British Journal of Educational Technology · 2024 (AILQ, 四维度: 情感/行为/认知/伦理; 香港 363 名中学生试点) · <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.13411>
- [10] Wang, B., Rau, P.-L. P. & Yuan, T. Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale · Behaviour & Information Technology · 2023 (觉察 / 使用 / 评估 / 伦理四维度、12 题量表) · <https://ideas.repec.org/a/taf/tbitxx/v42y2023i9p1324-1337.html>
- [11] Jin, Y., Martinez-Maldonado, R., Gašević, D. & Yan, L. GLAT: The Generative AI Literacy Assessment Test · arXiv:2411.00283 (Monash University) · 2024 (20 题多选性能测验; 355 名高校生; $\alpha=0.80$ 、 $\omega=0.81$ 、 $RMSEA=0.03$ 、 $CFI=0.97$; 预测任务表现优于自评) · <https://arxiv.org/abs/2411.00283>
- [12] 中小学人工智能通识教育指南 (2025 年版) · 教育部基础教育教学指导委员会 · 2025-05-13 ("知识—技能—思维—价值观"四维度校本评价; 表现性评价; 过程性与结果性结合; 学生人工智能素养成长档案; 多元评价机制) · https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml

- [13] AI-empowering Formative Assessment: Research Progress and Future Directions · Proceedings of the 2025 4th International Conference on Artificial Intelligence and Education (ACM) · 2025 (文献计量显示 AI 赋能形成性评价自 2019 年持续扩张、成为新兴主流议题) · <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3797552.3797589>
- [14] Banihashem, S. K. et al. A Critical Review of Using Learning Analytics for Formative Assessment: Progress, Pitfalls and Path Forward · Journal of Computer Assisted Learning · 2025 (自适应反馈/多模态/预测建模/仪表盘等进展, 及学科适配、学生参与、伦理、生成式 AI 作用理解不足等缺口) · <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcal.70056>
- [15] 北京市推进中小学人工智能教育工作方案 (2025—2027 年) · 北京市教育委员会 · 2025-03 (2025 年秋季起每学年不少于 8 课时、全学段覆盖; 学情分析、作业诊断, "以学定教—因材施教 — 以评促教" ; 纳入教育质量督导评估) · https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202503/t20250310_4029667.html
- [16] Liang, W., Yuksekgonul, M., Mao, Y., Wu, E. & Zou, J. GPT detectors are biased against non-native English writers · Patterns (Cell Press) · 2023 (7 款检测器对非母语者托福作文误报率 61.3%, 约 19% 被全部误判) · <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10382961/>
- [17] Empowering Education Leaders: A Toolkit for Safe, Ethical, and Equitable AI Integration · U.S. Department of Education (含 OCR 指引) · 2024-10 (因可靠性不足与惩戒性后果不建议依赖 AI 检测工具, 倡导信任—透明—过程导向的学术诚信) · <https://cdt.org/insights/u-s-department-of-educations-ai-toolkit-and-nondiscrimination-resources-provides-lasting-guidance-for-educators-on-ai-and-civil-rights/>
- [18] AI Use in Assessments: Your role in protecting the integrity of qualifications · Joint Council for Qualifications (JCQ), UK · 2024 (学生须标注 AI 生成部分, 未标注使用构成违规) · <https://www.jcq.org.uk/knowledge-hub/ai-use-in-assessments-your-role-in-protecting-the-integrity-of-qualifications/>

[19] 中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）· 教育部（相关司局）· 2025（分学段规范：小学禁止学生独立使用开放式生成，初中适度探索，高中探究性使用）· https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667992.shtml

第 8 章 支撑环境的重定义：算力、数据、平台与端侧

硬件（AI 眼镜 / 学习机）

8.1 从“物料”到“底座”：支撑环境概念的范式迁移

母版白皮书（SLIBNU，2022）对中小学人工智能教育支撑环境的刻画，仍以“物料”为主线：开放教育资源（OER）、教材、算法与数据集、实验室设备。这一框架诞生于生成式人工智能与智能体范式普及之前，其隐含假设是——支撑环境等于“把足够的静态资源与设备配齐”。到 2026 年，这一假设已不足以描述真实的教学现场。

一个标志性的证据是政策语言本身的迁移。2023 年前后的教育信息化文件仍以“资源、设备、网络”为关键词；而 2026 年 4 月教育部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局五部门联合印发的《“人工智能+教育”行动计划》（教科信〔2026〕1 号），已把话语中心明确转向“算力、数据、模型、工具”这一组可编程要素，提出建设“国家教育智能算力服务平台”以“有效汇聚算力、数据、模型、工具等人工智能创新资源”，并“分教育阶段研发人工智能教育大模型，强化价值对齐、逻辑推理、安全伦理等能力”[1]。这标志着国家层面对“支撑环境”的官方定义，已从静态物料清单转向一层动态、可调用的智能能力底座。

生成式模型的调用、智能体助教的常驻、多模态交互的实时性要求，把支撑环境的重心从“拥有多少资源”转向“能否稳定、可及、合规地提供一层可编程的智能能力底座”。本章据此把支撑环境重新定义为四个相互耦合的层次：算力层（模型在何处、以何种时延与成本被调用）、数据层（训练与运行数据的来源、治理与流动）、平台层（把模型能力封装为可编排、可审计的教学服务）、端侧硬件层（学习者与教师直接接触的载体，含 AI 眼镜、学习机、平板与

可穿戴反馈终端)。四层的健康度共同决定了前几章所述素养、课程、人机协作与评价能否真正落地。

这一“四层底座”并非纯理论构造，它与国际主流框架的走向一致。联合国教科文组织（UNESCO）于 2024 年 9 月发布的《学生人工智能能力框架》与《教师人工智能能力框架》，同样把“技术与应用”从抽象的“AI 素养”中拆分出来，明确要求把对 AI 系统、数据与工具的理解纳入能力谱系——学生框架列出跨“以人为本、AI 伦理、AI 技术与应用、AI 系统设计”四维的 12 项能力，教师框架则覆盖五维 15 项能力 [2]。当“理解并驾驭 AI 支撑环境”本身成为一项被国际组织认证的核心素养时，支撑环境就不再是幕后的采购问题，而是直接进入了育人目标的前台。

定位说明：本章讨论“支撑环境”的技术—治理底座，与第 4-7 章的能力—治理维度形成“上层能力 / 底层支撑”的呼应关系；端侧硬件的教学形态可详见本院《全球 AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》与《全球教育机器人发展白皮书 2026》。

8.2 算力层：端—边—云的三级分工与教育场景约束

8.2.1 三级算力的分工逻辑

- 云端：承载大参数量基座模型的训练与高复杂度推理，弹性强但受网络、时延、单位调用成本与数据出域合规约束。
- 边缘：部署于校园机房或区域教育云节点，用于降低时延、缓存高频请求、在本地完成敏感数据的预处理与脱敏。
- 端侧：在学习机、平板、AI 眼镜等设备本地运行轻量化模型，满足离线、低时延与隐私“数据不出端”的需求。

“端—边—云”三级协同并非教育行业的独创，而是国家算力基础设施战略的既定路径。2023 年 10 月工业和信息化部、中央网信办、教育部、国家卫生健康委、中国人民银行、国务院国

资委六部门联合印发的《算力基础设施高质量发展行动计划》（工信部联通信〔2023〕180号），明确提出“推动‘云边端’算力泛在分布、协同发展”，“加快边缘算力建设支撑低时延业务应用”，并设定到2025年“算力规模超过300 EFLOPS，智能算力占比达到35%”的量化目标；该计划同时把教育列为六大重点领域之一，要求每个领域“打造30个以上应用标杆”[3]。教育由此被正式纳入国家算力布局的“最后一公里”。

8.2.2 教育场景对三级分工的特殊约束

教育场景对三级分工提出了区别于消费与企业场景的特殊约束：

- **成本敏感**：中小学难以按 token 计费长期承担高频调用，一节课数十名学生的并发问答一旦全部走云端商用 API，边际成本将随使用频次线性上升，难以进入常态化预算。
- **时延敏感**：课堂交互、口语陪练、实时批注对响应时间有硬要求——若端到端时延超过一秒量级，“对话感”即被破坏。这正是端侧化的核心动因：高通 Snapdragon AR1+ Gen 1 平台在 2025 年 AWE 上演示端侧运行 Llama 3.2 1B 模型时，其对外披露的“首个 token 时间（time to first token）”约为 1.2 秒 [4]，可作为理解“可接受课堂时延”量级的一个真实参照点。
- **合规敏感**：未成年人数据的跨境与出域受到更严格限制（详见 8.3 节），这从法律层面进一步推动敏感数据在端侧/边缘就地处理。

这三重约束共同推动算力向端侧与边缘“下沉”，与国家“云边端泛在协同”的顶层设计形成方向上的合流。

8.2.3 端侧化（On-device）的技术驱动

端侧小模型能力的提升，源自模型压缩、量化、蒸馏与专用推理芯片（NPU）的协同演进，使得中等规模模型可在移动级算力上以可接受的时延运行。以 2025 年 6 月发布的高通

Snapdragon AR1+ Gen 1 为例：该平台借助第三代 Hexagon NPU，可在智能眼镜端侧、无需连接手机或互联网的情况下，运行约 10 亿参数（1B）规模、支持 128K 上下文长度的 Llama 3.2 模型 [4]。学术界的进展与之呼应——多项 2025 年的系统研究面向移动 NPU 优化 LLM 推理，报告了预填充（prefill）与解码（decoding）阶段可观的加速比，佐证了“移动级算力承载 1B–10B 参数模型”正从演示走向工程可用 [5]。

就教育而言，端侧化的价值不仅是省流量，更在于把“隐私墙”前移到设备侧——敏感的学生语音、作答、面部与作品数据可在本地完成结构化与推理，仅以最小必要信息上行。这与本院端侧硬件研究中反复强调的“数据本地闭环”取向一致（详见本院《全球 AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》相关章节）。

8.2.4 三级算力的教育对照

部署层级	时延特征	单位调用成本	隐私/合规特性	教育典型用途	现实参照
云端	受网络与排队影响，波动大	按 token/调用计费，随频次线性累积	数据可能出域，需合规审查	大模型批改、内容生成、教研分析、教育大模型训练	国家教育智能算力服务平台、教育大模型 [1]
边缘	低时延，校内/区域内闭环	一次性/摊薄成本，边际较低	校内/区域内闭环，脱敏预处理	本地缓存、脱敏预处理、区域共享	国家“云边端协同”边缘算力布局 [3]
端侧	最低时延，离线可用	近似零边际	数据可不出端	离线助教、实时交互、可穿戴反馈	AR1+ 端侧 1B 模型、学习机本地大模型 [4][10]

说明：本表刻画各层级的相对特征与真实参照，具体时延与成本数值高度依赖网络、机型、模型规模与并发条件，本蓝皮书不臆造统一区间；表中“现实参照”列所引均为可核验的公开事实。

8.3 数据层：从“数据集物料”到“数据治理生命周期”

母版把数据视为一种可清点的“物料”（算法与数据集）。2026 年的现实是：数据在训练、微调、检索增强（RAG）、运行日志、评价留痕的整条链路上持续流动，支撑环境的关键不再是“有没有数据集”，而是“数据在其生命周期中是否被合规、可审计地治理”。

8.3.1 未成年人数据：法定的“高保护”对象

在中国法域下，未成年人数据受到明确的强化保护。《中华人民共和国个人信息保护法》（PIPL）第二十八条将不满十四周岁未成年人的个人信息直接归类为敏感个人信息；第二十九条要求处理敏感个人信息须取得个人的单独同意；第三十一条进一步规定，处理不满十四周岁未成年人个人信息，应当取得未成年人的父母或者其他监护人的同意，并应当制定专门的个人信息处理规则 [6]。这意味着任何面向低龄学生的 AI 教学工具，在采集语音、影像、作答、行为轨迹之前，就已落入“敏感个人信息 + 单独同意 + 监护人同意 + 专门规则”的四重合规门槛之内。

国际上同向收紧。美国联邦贸易委员会（FTC）于 2025 年 1 月最终确定《儿童在线隐私保护规则》（COPPA Rule）修正案，要求运营者在将从儿童处收集的个人信息用于定向广告等非核心功能“用途前，须单独取得可验证的家长同意，并明确禁止无限期保留儿童数据、要求仅在实现收集目的所需的合理期限内保留 [7]。欧盟《人工智能法案》（EU AI Act）则从产品分级角度设限：教育领域被列为高风险场景（如决定入学、评估学习者、考试监控等），须满足严格合规义务；更关键的是，该法案将“在教育机构中通过面部、声音等生物特征推断学生情绪”的情绪识别列为不可接受风险而予以禁止——该禁令自 2025 年 2 月起适用，高风险教育系统的合规义务则自 2027 年 12 月起适用 [8]。这为“课堂情绪 AI”“专注度监测”等争议应用划出了明确的法律红线。

8.3.2 数据治理的四条主线

- **来源与授权**：训练与检索所用的教材、题库、学生作品的版权与使用授权边界，应有清晰的授权链与用途限定。
- **未成年人保护**：数据最小化、目的限定、留存期限与被遗忘权的落地机制，须对齐上述 PIPL 第 28/29/31 条与相应法域的未成年人保护要求 [6][7]。
- **数据流动与出域**：跨境训练与云端调用触发的数据出域评估，是敏感数据"下沉"至边缘/端侧的直接合规动因（呼应 8.2 节）。
- **可解释与留痕**：面向评价与学术诚信场景，运行数据须可回溯（呼应第 6–7 章评价与治理）。

8.3.3 生成式范式新增的两类治理对象

在生成式范式下还须新增两类母版框架中并不存在的数据治理对象：

- **提示（prompt）与对话日志**：可能包含学生隐私、家庭信息与敏感表达。中国的治理已给出制度接口——凡具备舆论属性或社会动员能力、面向公众提供的生成式 AI 服务须依法备案；据国家网信办公开的备案信息，截至 2025 年底已有数百款生成式人工智能服务完成备案、另有数百款应用或功能完成登记 [9]，教育类服务须在这一"备案—安全评估"框架内运行。
- **模型输出留痕**：用于事实核查、偏见审计与申诉复核。生成式模型的"幻觉"与不当内容风险，使输出侧留痕成为学术诚信与内容安全的必要基础设施。

这两类"新数据"是 2026 重制必须补齐的治理盲区，也是把 8.4 节平台层"可审计"要求落到实处的数据前提。

8.4 平台层：把模型能力编排为可审计的教学服务

算力与数据若不经平台封装，教师无法直接、安全地使用。平台层的职责是把底层模型能力转化为面向教学的、可编排、可管控、可审计的服务。

8.4.1 国家级平台：从“资源库”到“智能底座”

中国的国家智慧教育平台提供了一个可量化观察平台层演进的样本。截至 2025 年 12 月，国家智慧教育公共服务平台用户总量突破 1.78 亿、累计访问量突破 726 亿次、日均访问量约 5200 万、覆盖 200 多个国家和地区 [11]；其资源沉淀包括 13 万余条中小学优质资源、1.25 万余门职业教育精品课程、14.5 万门高等教育优质课程，并组建 50 余万个教师教研群组、累计培训教师超过 9000 万人次 [11]。更关键的是形态跃迁：2025 年 3 月上线的“国家智慧教育平台 2.0 智能版”引入智能交互、知识图谱与多模态数据分析能力，标志着国家级平台从“资源检索库”向“智能能力底座”转型 [12]。《“人工智能+教育”行动计划》进一步部署了“国家教育大数据中心”（建立跨部门、跨地域、跨平台的数据网络）与“国家教育智能算力服务平台”，把算力、数据、模型、工具统一封装为可面向各级学校调用的公共服务 [1]。

8.4.2 平台层的关键能力

1. 模型编排与路由：按任务在端—边—云之间选择合适模型，兼顾成本、时延与合规（承接 8.2 节三级分工）。
2. 智能体与工具编排：把助教智能体、检索、批改、生成等能力组合为教学工作流（承接第 5 章人机协作）。
3. 安全与合规护栏：内容安全过滤、年龄适配、越权调用防护、审计日志——这与《中小学生成式人工智能使用指南（2025 年版）》“以保障个人隐私和数据安全为前提”、并按学段

分级（小学阶段禁止学生独自使用开放式内容生成功能，教师可在课内适当使用辅助教学）的要求直接对应 [13]。

4. 身份与权限：区分教师、学生、管理者的能力边界与数据可见范围。
5. 可及性适配：多语言、无障碍、低带宽降级（承接第 9 章公平可及性）。

8.4.3 从"黑箱调用"到"可审计服务"

平台层的治理价值在于把"黑箱调用"转为"可审计服务"：每一次生成与判定都应可追溯到模型版本、数据来源与护栏策略，从而支撑监管、申诉与教研改进。这一要求在制度上正被逐步锚定——《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》明确提出要"制定人工智能教育数据安全规范，明确数据收集、存储、传输和使用的安全标准"，并"建立隐私保护机制，规范人工智能教学工具与产品应用准入" [14]；《"人工智能+教育"行动计划》则要求健全"AI+教育"安全防护体系，落实算法与大模型备案机制、探索算法安全评估 [1]。当前市场上主流教育 AI 平台的能力覆盖度与合规成熟度差异较大，尚缺乏统一的互操作与评测标准 [待补：权威评测/标准来源]——这一空白正是团体标准与第三方评测的用武之地。

8.5 端侧硬件层：AI 眼镜与学习机的教育载体化

端侧硬件是支撑环境中学习者与教师唯一直接接触的一层，其形态直接决定交互范式与可及性边界。2026 年值得关注的两类载体：

8.5.1 学习机 / 平板：普及度最高的端侧智能体终端

作为普及度最高的端侧载体，学习机/学习平板正从"内容播放器"演进为"端侧智能体终端"。市场数据印证了这一载体的规模与增速：据洛图科技，2024 年中国学习平板全渠道销量达 592.3 万台，同比增长 25.5%，销额 190.6 亿元，同比增长 37.6% [15]；据 IDC，2025 年第二季度中国学习平板出货量达 154 万台，同比增长 44.6% [16]。市场集中度较高——2025 年 Q2

前五大厂商合计占据约 82.3% 份额，其中作业帮约 28.5%、科大讯飞约 20.9%、学而思约 19.3%、步步高约 10.1% [16]，头部品牌均以“大模型 + 硬件”协同为卖点。

技术层面的关键跃迁是本地大模型的落地。科大讯飞面向智能硬件推出“星火本地大模型”，主打隐私敏感、无网场景下的设备端本地化处理，数据在设备端完成、无需上传云端以降低泄露风险 [10]；其学习机产品线亦将讯飞星火与 DeepSeek 等大模型引入，提供类人作文批改、数学互动辅学、英语口语陪练等功能 [10]。这使“离线答疑、个性化练习与隐私优先的学情分析”从宣传语变为可交付能力。其教育适配的关键议题包括：护眼与使用时长管理、家长可控性，以及端侧模型能力与云端之间仍然存在的能力落差 [待补：端侧/云端能力对比的权威基准]。

8.5.2 AI 眼镜与可穿戴反馈终端：交互范式的前沿与伦理前沿

AI 眼镜以第一视角（POV）多模态感知与近眼交互为特征，为课堂带来了新的交互与数据采集范式，同时也放大了隐私、注意力与伦理争议。

市场正处于陡峭上行期。据 IDC，2025 年上半年全球智能眼镜出货量约 406.5 万台、同比增长约 64.2%，其中 Meta 占据超过 70% 份额；IDC 并预测到 2029 年全球智能眼镜出货量将超过 4000 万台 [17]。中国市场同样高速扩张，智能眼镜出货量由 2023 年的约 68 万台增至 2024 年的约 133 万台、同比增长约 95.6% [18]。硬件侧的关键使能者是端侧 AI 芯片——高通 Snapdragon AR1+ Gen 1 使“无需手机、纯端侧运行 1B 参数语言模型”成为量产级现实，且较上代芯片面积缩小约 26%、关键工作负载功耗降低约 7% [4]，为长时间佩戴与轻量化镜腿设计扫清了部分障碍。

但教育场景的伦理与合规约束尤为严苛。AI 眼镜天然具备隐蔽拍摄、录音与联网能力，已在考试作弊等场景引发现实争议 [19]；而 8.3 节所述欧盟对教育情绪识别的禁令、以及中国对未成年人敏感个人信息的强保护，共同对“课堂常态化佩戴摄录设备”构成硬约束。其在教学中

的形态、时序与反馈机制的系统研究，详见本院《全球 AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》及相关专利与团体标准工作。就支撑环境而言，此类设备把“隐私墙”与实时性要求推向极致——多模态数据宜在端侧/边缘完成结构化与脱敏，仅以最小必要信息上行，以满足未成年人数据保护与课堂时延约束。相关多模态学习行为数据的结构化表示与交互反馈协议，宜参照本院正在推进的团体标准 [待补：标准号/立项来源]。

8.5.3 端侧硬件选型的教育准则（分析框架）

综合上述法律、市场与技术事实，可提炼出面向学校采购与治理的五条准则：

- 可及性优先：设备成本与可维护性须适配城乡与不同群体（承接第 9 章）；学习平板已具备普惠基础，AI 眼镜则仍处于价格与形态的早期阶段。
- 隐私默认本地：敏感数据默认端侧处理，上行遵循最小必要——这既是合规要求（PIPL 第 28/29/31 条 [6]），也已具备技术可行性（本地大模型 [10]、端侧 1B 模型 [4]）。
- 可管可控：面向学校与家长的可管理性、可审计性、可关停能力，对应生成式 AI 使用指南的分学段管控要求 [13]。
- 健康与伦理：使用时长、视觉健康、注意力与社交影响须纳入采购评估；情绪识别类功能须审慎对待其法律边界 [8]。
- 互操作：避免厂商锁定，遵循开放的数据与接口标准 [待补：教育端侧硬件互操作标准来源]。

8.6 小结：支撑环境是“能力—治理”落地的物理前提

本章把支撑环境从母版的“资源—教材—算法—实验室”物料清单，重构为算力—数据—平台—端侧硬件的四层技术—治理底座。其核心判断是：在生成式与智能体范式下，支撑环境的

竞争力不再取决于静态资源的多寡，而取决于四层能否协同提供低时延、低成本、隐私合规、可审计的智能能力，并向下适配公平可及、向上支撑素养与评价。

四层之间存在清晰的传导关系：算力层的“云边端协同”（国家算力行动计划 [3]）为敏感数据下沉提供物理条件；数据层的强保护规则（PIPL、COPPA、EU AI Act [6][7][8]）反过来倒逼算力下沉与端侧化；平台层把两者封装为可审计服务（国家智慧教育平台 2.0、备案机制 [11][12][9]）；端侧硬件层则把整套底座交付到师生手中（学习平板与 AI 眼镜的规模化 [15][16][17]）。四层任一环节的短板——无论是端侧算力不足、数据合规缺位、平台不可审计，还是硬件不可及——都会成为前述能力—治理目标的现实瓶颈。

各国在四层上的投入结构与政策取向存在系统性差异：中国以“国家平台 + 教育大模型 + 算力下沉”的公共供给为主线 [1][3][11]，欧盟以“高风险分级 + 情绪识别禁令”的合规前置为特征 [8]，UNESCO 则通过能力框架把“驾驭支撑环境”确立为普适育人目标 [2]。其量化对照与循证可视化，将在后续章节与本院系列研究中进一步展开。

本章参考来源

[1] 《“人工智能+教育”行动计划》（教科信〔2026〕1号）·教育部、国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、国家数据局·2026·<https://www.chsi.com.cn/jyzx/202604/20260410/2293459694.html>（另见教育部政府门户网站 http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html）

[2] UNESCO AI Competency Frameworks for Students and for Teachers · 联合国教科文组织（UNESCO）· 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students> ; <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>

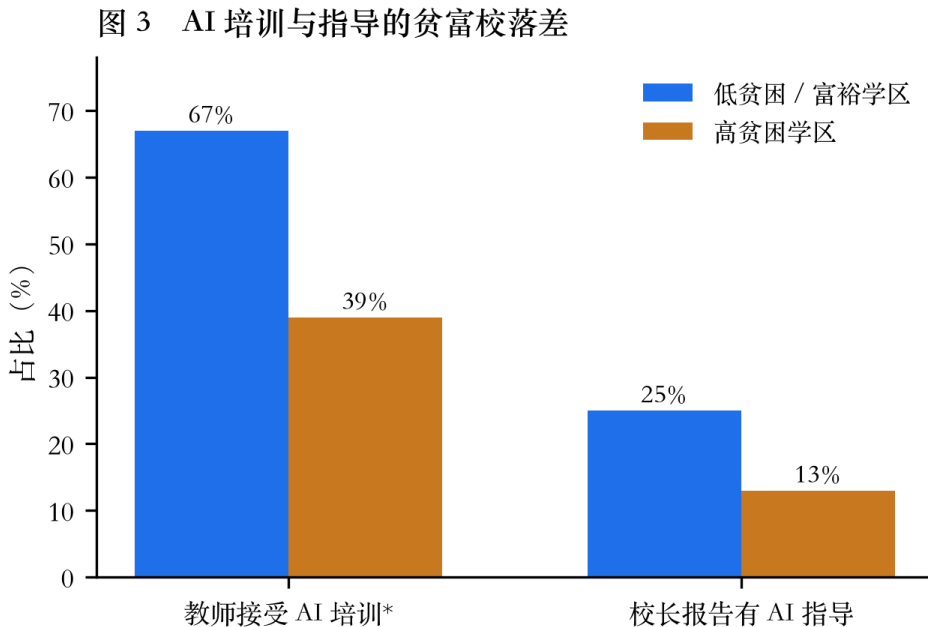
- [3] 《算力基础设施高质量发展行动计划》（工信部联通信〔2023〕180号）·工业和信息化部、中央网信办、教育部、国家卫生健康委、中国人民银行、国务院国资委·2023·https://www.edu.cn/xxh/focus/zc/202310/t20231010_2512506.shtml
- [4] Qualcomm announces smaller Snapdragon AR1+ Gen 1 chip for smart glasses (AWE 2025, 端侧运行 Llama 3.2 1B、约 1.2 秒首 token、Hexagon NPU、128K 上下文、体积缩小约 26%/功耗降低约 7%)·高通 / 9to5Google·2025·<https://9to5google.com/2025/06/10/snapdragon-ar1-gen-1/>
- [5] Fast On-device LLM Inference with NPUs (移动 NPU 上 LLM 推理加速的系统研究)·ASPLOS 2025 / arXiv·2024–2025·<https://arxiv.org/pdf/2407.05858>
- [6] 《中华人民共和国个人信息保护法》第二十八条、第二十九条、第三十一条（不满十四周岁未成年人个人信息属敏感个人信息；处理敏感个人信息须单独同意；须取得监护人同意并制定专门处理规则）·全国人民代表大会常务委员会·2021·https://www.spp.gov.cn/spp/fl/202108/t20210820_527244.shtml
- [7] FTC 最终确定《儿童在线隐私保护规则》（COPPA Rule）修正案（2025 年 1 月；非核心功能用途须单独取得可验证家长同意、禁止无限期保留）·美国联邦贸易委员会（FTC）·2025·<https://www.secrss.com/articles/75025>
- [8] EU AI Act: 教育列为高风险场景、禁止教育机构中的情绪识别（不可接受风险）；2024 年 8 月生效、禁令自 2025 年 2 月适用、高风险教育系统自 2027 年 12 月适用·欧盟 / EU Artificial Intelligence Act·2024·<https://artificialintelligenceact.eu/high-level-summary/> ; <https://artificialintelligenceact.eu/annex/3/>
- [9] 国家互联网信息办公室关于发布生成式人工智能服务已备案信息的公告（截至 2025 年底累计数百款服务备案、数百款应用 / 功能登记）·中央网信办·2025–2026·https://www.cac.gov.cn/2026-01/09/c_1769688009588554.htm

- [10] 星火本地大模型 / 科大讯飞学习机大模型能力（设备端本地化处理、无需上传云端；讯飞星火与 DeepSeek 引入学习机）· 科大讯飞 · 2025 · https://www.xfyun.cn/solutions/local_model ; <https://www.qbitai.com/2025/06/300819.html>
- [11] 国家智慧教育公共服务平台用户总量突破 1.78 亿、累计访问量突破 726 亿、日均访问约 5200 万、覆盖 200 多个国家和地区，及资源与教师培训规模 · 新华网 / 教育部 · 2025 · http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2025/77791/mtbd/202512/t20251231_1425330.html
- [12] 国家智慧教育平台 2.0 智能版上线（智能交互、知识图谱、多模态数据分析）· 光明网 · 2025 · https://news.gmw.cn/2025-03/29/content_37935751.htm
- [13] 《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》（以保障个人隐私和数据安全为前提；小学阶段禁止学生独自使用开放式内容生成功能，教师可在课内适当使用辅助教学）· 教育部基础教育教学指导委员会 · 2025 · <http://www.duozhi.com/industry/insight/2025051217271.shtml>
- [14] 《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》（制定人工智能教育数据安全规范；建立隐私保护机制，规范人工智能教学工具与产品应用准入）· 教育部基础教育教学指导委员会 · 2025 · https://www.eol.cn/zhengce/wenjian/202505/t20250512_2667827.shtml
- [15] 洛图科技：2024 年中国学习平板全渠道销量 592.3 万台（同比+25.5%）、销额 190.6 亿元（同比 +37.6%）· 洛图科技（RUNTO） / 199IT · 2024 · <https://www.199it.com/archives/1738340.html>
- [16] IDC：2025 年 Q2 中国学习平板出货量 154 万台（同比+44.6%）及前五大厂商份额（作业帮 28.5%、科大讯飞 20.9%、学而思 19.3%、步步高 10.1%）· IDC / 新浪科技 · 2025 · <https://finance.sina.com.cn/tech/digi/2025-09-04/doc-infphyzn3583924.shtml>
- [17] 2025 年上半年全球智能眼镜出货量约 406.5 万台（同比+64.2%）、Meta 占超 70%份额；IDC 预测 2029 年全球超 4000 万台 · IDC / 华尔街见闻 · 2025 · <https://wallstreetcn.com/articles/3753479>

[18] 中国智能眼镜出货量由 2023 年约 68 万台增至 2024 年约 133 万台（同比约+95.6%）· 前瞻产业研究院 · 2025 · <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/250626-249e8fd6.html>

[19] AI 眼镜在教育 / 考试场景引发的隐蔽拍摄与作弊争议 · 36 氪 · 2025 · <https://www.36kr.com/p/3705588080505221>

第 9 章 教师 AI 素养与专业发展



数据来源：RAND Corporation / TeachAI (2024 - 2025)。* 不同调查样本与定义不同，不可跨调查横向相加。

9.1 为什么教师素养成为支撑环境的关键变量

在本蓝皮书的能力—治理分析框架中，教师并非人工智能教育支撑环境的被动使用者，而是把制度设计、技术能力与学生学习结果连接起来的枢纽节点。政策文本可以规定课程标准，平台可以提供工具与资源，但决定这些要素能否在课堂中真正转化为学习收益的，是站在讲台上的教师及其专业判断。就本蓝皮书前述各章而言，第 4 章的素养框架、第 5 章的课程实施、第 7 章的人机协作、第 8 章的学习评价，其落地效果最终都收敛到同一个约束条件——教师是否具备驾驭这些要素的素养。

自 2022 年末生成式人工智能进入公众视野以来，这一约束条件的性质发生了结构性变化。母版白皮书（SLIBNU，2022）成文于在此之前，其对教师的讨论主要围绕开放教育资源（OER）的使用与教师在线社区的参与展开；彼时“教师 AI 素养”尚是一个以工具操作与资源检索为主

的概念。到 2024—2026 年，智能体化、多模态与端侧化三条技术主线（详见本院《全球 AI 眼镜教育应用蓝皮书 2026》《全球教育机器人发展白皮书 2026》相关论述）把教师推入一个协作者与治理者并重的新角色：教师需要与智能体助教分工，需要在多模态生成内容中辨识与纠偏，需要在端侧设备日益普及的课堂中承担数据与伦理的第一线守门责任。

这一角色转变已被国际权威机构正式确认。联合国教科文组织（UNESCO）在 2024 年 9 月同步发布《教师人工智能能力框架》（AI Competency Framework for Teachers）与《学生人工智能能力框架》时明确指出，多数国家尚未界定教师应具备的人工智能能力、也未建立起相应的国家级培训方案，“致使大量教育工作者缺乏适当指引”（leaving many educators without proper guidance）[1]。这是一份来自超国家机构的公开诊断：教师素养的制度化缺位，是一个全球性而非局部性的短板。

本章的判断由此展开：教师 AI 素养的滞后，已成为全球中小学人工智能教育支撑环境中最普遍、也最容易被低估的短板。这一判断并非定性推测，而是有一手调查数据支撑。以美国为例，兰德公司（RAND）基于其全国代表性教师与学区面板的调查显示，截至 2024 年春季，约七成（7 in 10）中小学教师尚未接受过任何关于如何在课堂中使用人工智能的培训 [2][3]；即便到 2024 年秋季培训快速铺开之后，也仅有 43% 的教师报告至少接受过一次人工智能相关培训 [2][3]。这意味着，在人工智能进入公共视野近两年之后，多数一线教师仍处于“零系统训练”状态——支撑环境在政策、平台与资源侧的其余投入，都因此面临“最后一公里”的折损风险。

9.2 教师 AI 素养的能力结构

要讨论“教师需要什么素养”，须先有一个可对照的能力结构。本节先介绍已成为国际公共基准的 UNESCO 框架，再沿用本蓝皮书“素养→课程→人机协作→评价→治理”的能力—治理主线，给出本院与之对齐的四维解构。

9.2.1 国际公共基准：UNESCO 教师 AI 能力框架

UNESCO 《教师人工智能能力框架》（2024 年 9 月发布，正式出版日为 2024 年 8 月）采用“5 个维度 × 3 个进阶层级”的二维矩阵结构，共形成 15 项能力单元 [1][4]。五个维度分别为：以人为本的思维方式（human-centred mindset）、人工智能伦理（ethics of AI）、人工智能基础与应用（AI foundations and applications）、人工智能教学法（AI pedagogy）、以及用于专业发展的人工智能（AI for professional learning）[1][4]。三个进阶层级为：获取（Acquire）、深化（Deepen）、创造（Create）[1][4]。框架明确以三条原则为价值底座——保护教师权利、增强人的能动性、促进可持续性 [1][4]，并被定位为指导各国制定本国教师能力框架、设计培训方案与测评参数的全球参照工具[1][4]。

值得指出的是，该框架与 UNESCO 更早的《教师信息通信技术能力框架》（ICT CFT，含 18 项能力）一脉相承而又有本质增量 [5]：ICT CFT 关注教师对信息技术工具的掌握与整合，而 AI 能力框架首次把“伦理”与“以人为本”抬升为与技术、教学并列的独立维度，反映出生成式人工智能时代对教师判断力与价值守门的更高要求。

9.2.2 本院的四维解构

在与 UNESCO 五维框架保持可映射的前提下，本院将教师 AI 素养解构为四个相互支撑、层级递进的维度。此处呈现的是分析框架，各维度的具体测评常模与达标阈值仍属经验问题，需以真实数据填充。

(1) 基础认知维度——对应 UNESCO 的“AI 基础与应用”。指教师对人工智能基本原理、能力边界与典型失效模式的理解。它不要求教师成为算法专家，但要求教师能够解释“生成式模型为何会产生看似合理实则错误的输出（幻觉）”、能够判断某一任务是否适合交由人工智能处理。缺失这一维度，教师容易在两个极端之间摇摆：或盲目信任模型输出，或因恐惧而全面排斥。

(2) 教学融合维度——对应 UNESCO 的"AI 教学法"。指教师把人工智能工具嵌入具体学科教学、并保持教学法適切性的能力。关键不在于"用了多少 AI 工具",而在于工具的引入是否服务于明确的学习目标。这一维度直接呼应第 7 章人机协作的课堂形态:教师需要决定哪些环节由智能体助教承担、哪些环节必须由人类教师亲自完成以保全育人价值。

(3) 提示工程与内容驾驭维度——生成式人工智能时代新增的核心能力,在 UNESCO 框架中分布于"AI 基础与应用"的"深化/创造"层级。它包括:面向教学目标设计有效提示、对生成内容进行事实核查与教育適切性审查、以及在多模态生成(文本、图像、音视频)中识别偏差与不当内容。这一维度是母版白皮书完全未涉及的增量,也是当前教师培训需求最集中之处。

(4) 伦理与治理维度——对应 UNESCO 并列拔高的"AI 伦理"与"以人为本的思维方式"两维。指教师在课堂一线落实学术诚信、数据保护、算法公平与学生权利保护的能力。教师是支撑环境治理链条的末端执行者,学生数据如何采集、AI 辅助作业如何界定诚信边界、弱势群体是否被算法系统性忽视,这些治理原则最终都要靠教师在日常判断中兑现。此维度与第 10 章治理框架、第 6 章公平可及性形成直接耦合。

框架小结:四个维度并非并列清单,而是层级递进——基础认知是前提,教学融合是主线,提示工程是新时代的操作内核,伦理治理是贯穿始终的约束。这一层级结构与 UNESCO"获取—深化—创造"的进阶逻辑相容:任何单一维度、单一层级的培训都难以独立奏效。

9.3 中/美/欧教师能力标准与培训政策对照

教师 AI 素养的制度化程度,是衡量一国支撑环境成熟度的重要指标。本节在本蓝皮书统一的跨国对照体例下,基于 2024—2026 年的一手政策文件与官方数据,梳理中国、美国、欧盟三大司法辖区在教师 AI 能力标准与培训投入方面的取向。

9.3.1 三辖区政策对照表

对照维度	中国	美国（联邦层面）	欧盟
教师 AI 能力标准 / 框架	依《“人工智能+教育”行动方案》，将制定国家级教师人工智能素养标准，并建立与不同教学岗位相匹配的分层培训与考核体系 [6][7]	无联邦统一的教师 AI 能力标准；以 UNESCO 框架及各州、学区自定标准为主（州级指南由约 [待补：具体州数] 个州发布，[待补：出处]	依《教育者数字素养框架》（DigCompEdu），AI 相关能力被纳入其中；并有面向教育者的《人工智能与数据教学使用伦理指南》（2022 首版，配合《欧盟人工智能法》修订） [8][9]
是否纳入教师资格 / 注册要求	明确将“人工智能知识纳入教师资格考试与认证” [6][7]	否（联邦无此要求；[待补：是否有州级要求及出处]	否；以能力框架与伦理指南为倡导性引导，未作资格强制 [8]
国家 / 联邦级培训计划	依托国家智慧教育平台等，截至 2024 年底已为超过 297 万名教师提供人工智能素养培训 [10][11]	第 14277 号行政令要求教育部长在 120 天内于可支配拨款项目中优先支持教师 AI 培训；NSF 同步创设教师培训机会 [12][13]	无单一联邦级培训计划；由《数字教育行动计划 2021—2027》与欧洲数字教育中心（EDEH）牵头的工作组推进 [8]
政策工具与投入	行动方案由教育部会同多部门联合印发，覆盖基础教育至终身学习，目标 2030 年基本建成一体化 AI 教育体系 [6][7]	以现有可支配拨款、公私合作及“总统人工智能挑战赛”（Presidential AI Challenge）为主要抓手；设白宫人工智能教育工作组 [12][13]	以《欧盟人工智能法》（2024）合规框架为约束，把教师能力嵌入更宏观的数字素养与合规体系 [9]
培训覆盖率（2024-2026 一手数据）	累计培训教师 297 万名、开发教学与教研 AI 工具 700 余款（截至 2024 年	43% 的教师报告至少接受过一次 AI 培训（2024 秋）；48% 的学区已开展	[待补：欧盟层面教师 AI 培训覆盖率官方数据]

	底) [10][11]	教师 AI 培训, 较 2023 秋 的 23% 显著上升 [2][3]	
主要实施主体	教育部及会同印发的相关 部委; 地方教育行政部门 与国家智慧教育平台 [6][7]	联邦教育部、国家科学基 金会 (NSF)、白宫人工 智能教育工作组; 州与学 区高度自治 [12][13]	欧盟委员会教育与文化总 司、欧洲数字教育中心 (EDEH) 及成员国主管 部门 [8][9]

注: 中国《“人工智能+教育”行动方案》由教育部会同相关部门于 2026 年 4 月印发 [6][7]; 美国第 14277 号行政令《为美国青少年推进人工智能教育》于 2025 年 4 月 23 日签署 [12][13]; 欧盟《伦理指南》首版于 2022 年发布、并结合 2024 年《欧盟人工智能法》修订 [8][9]。表中凡未能以官方一手来源核实的具体数字与州级细则, 均以 [待补] 标注, 不以估计值替代。

9.3.2 超国家层面的公共基准

在超国家层面, UNESCO 于 2024 年 9 月发布的《教师人工智能能力框架》提出了具有参照意义的国际共识性维度划分 (详见 9.2.1 与来源 [1][4]), 可作为各国标准比对的公共基准。UNESCO 本身将其定位为“指导各国制定本国能力框架、培训方案与测评参数”的工具, 而非强制标准 [1]。需要说明的是, 该框架的潜在影响范围 (如覆盖国家数、受益教师数) 若被引用, 应明确标注为第三方推算而非官方统计口径, 避免误读——本章对此不做未经核实的规模化推断。

9.3.3 三种制度取向的定性对照

综合上述一手材料, 可以观察到三种取向差异:

- 中国: 自上而下的统一部署与规模化嵌入。其突出特征是把教师 AI 素养直接写入资格与认证这一最具约束力的制度环节——“纳入教师资格考试”意味着素养要求从倡导转为准

入门槛 [6][7]；配合国家平台的规模化培训（297 万人次量级）[10][11]，形成“标准—考核—培训”闭环。风险在于统一标准与地方差异之间的张力。

- 美国：联邦引导、州与学区高度自治的分散格局。联邦以行政令设定方向、以拨款优先级为杠杆（120 天优先支持教师培训）[12][13]，但不设统一能力标准，具体标准与培训由州、学区自定。其优势是贴近本地、迭代灵活；代价是覆盖高度不均——兰德数据即显示，低贫困学区（67%）与高贫困学区（39%）的培训提供率存在显著落差 [2][3]。
- 欧盟：统一监管框架下的能力嵌入。欧盟不另立独立的教师 AI 标准，而是把 AI 能力纳入既有的 DigCompEdu 数字素养框架，并以《伦理指南》与具约束力的《欧盟人工智能法》共同规范教师的合规行为 [8][9]。其逻辑是“合规先行、能力内嵌”，强调伦理与数据保护，但在规模化培训的落地数据上相对透明度不足（见表中 [待补]）。

值得补充的是英国的独特路径：英国教育部（DfE）2025 年 6 月发布更新版《教育场景中的生成式人工智能》指引，并联合特许教学学院（Chartered College of Teaching）与奇尔特恩学习联盟（Chiltern Learning Trust）提供含培训模块、审计工具与免费认证评估的支持材料，教师完成培训并通过在线测评即可获得“安全、合乎伦理使用 AI”的凭据 [14]。这一“指引—培训—微认证”组合，是本章 9.4.4 所述微认证模式在国家层面的现实样本。

三种（或四种）路径各有其支撑环境的制度逻辑，难以简单排序优劣；但可以观察到一个共性趋势：无论何种取向，2024—2026 年间各辖区均在从“鼓励使用”转向“制度化能力建设”，差别只在制度化的抓手（资格考试 / 拨款杠杆 / 合规框架 / 微认证）不同。

9.4 专业发展的实施模式与有效性

明确了“教师需要什么素养”之后，支撑环境设计的下一个问题是“如何有效地培养这些素养”。

本节梳理当前主流的教师 AI 专业发展实施模式，并就其适用条件作定性判断。

9.4.1 集中式培训

以短期工作坊、专题讲座为主要形式，覆盖面广、组织成本可控，是各国快速扩面的首选。这也是当前实际发生规模最大的模式：中国 297 万人次的培训、美国 2023 秋到 2024 秋学区培训提供率从 23% 到 48% 的跃升 [10][11][2][3]，主体都属此类。但集中式培训普遍面临“培训与实践脱节”“一次性输入难以沉淀”的困境。兰德的观察印证了这一局限——多数培训仍处于让教师“对 AI 工具感到自在”的非常早期阶段，其内容更多在回应教师对 AI 的疑虑而非系统建构能力 [2]。因此，集中式培训适合基础认知维度的快速普及，对教学融合与提示工程等实践性维度效果有限。

9.4.2 校本研修与实践共同体

把专业发展嵌入教师日常教研，通过同伴协作、课例打磨实现持续改进。这一模式承接了母版白皮书对教师在线社区的重视，并在生成式人工智能时代获得新的载体——教师围绕提示设计、AI 辅助备课形成可复用的实践资产。近年围绕生成式 AI 教师专业发展的学术综述亦指出，实现 AI 教学工具的有效整合，教师需要的是系统化训练加持续技术支持，而非一次性输入；同时，“如何为职前与在职教师设计有效的专业发展方案”仍是该领域的核心未决问题 [15][16]。其局限在于对学校既有教研文化的依赖较强。

9.4.3 智能体辅助的个性化研修

新兴模式，以人工智能本身作为教师专业发展的支持工具，为教师提供个性化学习路径、即时反馈与陪练式演练。此模式与本院教育机器人、AI 眼镜相关研究中“AI 赋能专业者本身”的思路一脉相承；UNESCO 框架亦将“用于专业发展的人工智能”单列为五维之一，为其提供了国际框架层面的正当性 [1][4]。从供给侧看，这一模式已具规模化基础：中国在开展教师培训的同时，已开发 700 余款支持教学、教研与专业学习的 AI 工具 [10][11]。但其规模化有效性

尚缺乏充分的循证证据——现有综述多为对"潜力"与"感知有用性"的描述，长周期、对照性的效果证据仍显薄弱 [15][16]，本蓝皮书建议以审慎乐观的态度对待。

9.4.4 微认证与能力档案

通过颗粒化的能力认证记录教师专业成长，与前述四维能力结构可形成对应。其价值在于把"参加了培训"转变为"具备了能力"的可验证凭据。英国 DfE 与特许教学学院合作的免费认证评估，即是这一模式的国家级现实样本：教师完成 DfE 培训材料后参加在线测评，以此举证其对安全、合乎伦理地使用 AI 的理解 [14]。中国路径中"纳入教师资格考试"亦可视为微认证逻辑的强化变体 [6][7]。该模式的待解问题在于：认证标准的公信力与跨区域互认，以及避免测评异化为"应试"而与真实课堂能力脱节。

9.4.5 有效性证据的现状与本院立场

关于上述模式的有效性证据，当前学术界的整体状况可概括为：方向共识强、循证证据弱。系统综述普遍确认生成式 AI 对教学表现存在正向潜力（提升易用性、提供个性化资源与自动反馈等），并一致强调教师需要系统化、持续性的专业发展 [15][16]；但对"何种专业发展方案最有效"这一关键问题，尚缺乏长周期追踪与严格对照的高质量证据 [15][16]。在此情形下，本院对任何单一模式的"最佳实践"标签均持保留态度，主张因地制宜的组合策略：以集中式培训快速夯实基础认知，以校本研修与实践共同体沉淀实践性维度，以微认证提供可问责的能力凭据，并对智能体辅助研修保持"先评估、后推广"的克制。

9.5 公平视角下的教师素养鸿沟

教师 AI 素养的分布并不均匀，且其不均匀往往与既有的教育资源鸿沟相互叠加、彼此强化。本节与第 6 章公平可及性专章形成呼应，聚焦教师侧的结构性差距，并以一手数据锚定其量级。

城乡与区域/贫富差距。这一差距已有明确的量化证据。兰德 2024 年秋季调查显示，美国低贫困学区为教师提供 AI 培训的比例（67%）显著高于高贫困学区（39%），差距达 28 个百分点 [2][3]；且据学区规划推算，到 2025 秋这一鸿沟不仅未收窄，反而可能扩大——几乎全部低贫困学区将完成教师培训，而高贫困学区预计仅约 60% [2][3]。这一差距的危险在于：人工智能本被寄望于缩小教育差距，但若教师素养的鸿沟得不到弥合，技术反而可能成为放大器。就中国而言，尽管 297 万人次的规模化培训在总量上体现了普惠导向 [10][11]，但城乡、区域间的培训质量与工具可及性差异仍需以更细粒度的数据加以监测（[待补：中国城乡教师 AI 培训质量对比的官方细分数据]）。

代际与学科差距。教师群体内部，因年龄、任教学科、初始数字素养不同，对人工智能工具的接受度与驾驭能力存在明显分化。UNESCO 框架“获取—深化—创造”的进阶设计，本身即隐含了对教师起点差异的承认——统一的达标要求若不配合分层路径，反而会加剧起点靠后教师的挫败与退出 [1][4]。此处教师群体内部差异的精细分布，仍待以本土调查数据补充（[待补：教师群体内部代际 / 学科差异的量化数据]）。

特殊教育与弱势学生群体。服务于特殊需要学生的教师，在把通用人工智能工具适配到特定支持场景时面临额外的专业挑战，而针对性的培训资源普遍稀缺（[待补：特殊教育教师 AI 培训资源相关证据 / 来源]）。这提示支撑环境的公平性设计不能止于“让更多教师用上 AI”，还须关照“不同处境的教师能否用好 AI 服务其学生”。UNESCO 将“以人为本”列为首要维度、欧盟以伦理指南约束 AI 使用 [1][8]，其共同指向正是：公平不是培训的附属议题，而应是能力框架的内生约束。

9.6 结论与建议

本章的核心判断是：在全球中小学人工智能教育支撑环境的诸要素中，教师 AI 素养兼具最高杠杆与最普遍短板的双重特征。这一判断有两组一手证据支撑：其一，UNESCO 已在国际层

面确认"多数国家尚未界定教师 AI 能力、多数教育者缺乏指引"[1]；其二，即便在培训快速扩面的美国，截至 2024 秋仍有过半教师未受过 AI 培训、且培训覆盖存在显著的贫富鸿沟 [2][3]。政策、平台与资源的投入，其回报率高度取决于教师能否将其转化为课堂中的学习收益；而当前教师素养的整体准备度，尚不足以支撑生成式人工智能与智能体化课堂的规模化落地。

同时，2024—2026 年的政策实践也提供了可资借鉴的正面样本：中国把 AI 素养写入教师资格考试、以国家平台完成 297 万人次培训 [6][7][10][11]；美国以行政令与拨款杠杆在 120 天内撬动教师培训 [12][13]；欧盟以 DigCompEdu 与伦理指南把能力内嵌于合规框架 [8][9]；英国以"指引—培训—免费认证"三件套推进微认证 [14]。这些抓手各异，但共同印证了本章的方向性建议是有现实基础的。

基于前述分析，本院提出以下方向性建议（不含具体量化指标，留待各辖区结合实情设定）：

1. 建立与四维能力结构对应、并与 UNESCO 五维框架可映射的教师 AI 能力标准，逐步将其纳入教师专业发展与资格认证体系（可借鉴中国"纳入资格考试"、英国"免费认证评估"的制度化经验），使"素养"从倡导性概念转为可测量、可问责的制度要求 [1][6][14]。
2. 重心从一次性集中培训转向嵌入日常教研的持续性专业发展。现有证据表明集中式培训多停留于"让教师自在"的早期阶段 [2]，须重建并升级教师实践共同体，使提示工程、人机协作等新素养在真实教学中沉淀 [15][16]。
3. 把公平作为教师专业发展的前置约束。鉴于培训覆盖已呈现明确的贫富鸿沟（67% 对 39%）[2][3]，应在资源配置中对农村、欠发达地区及特殊教育教师给予结构性倾斜，防止技术放大既有鸿沟。
4. 审慎引入智能体辅助的教师研修。在"用于专业发展的人工智能"已获 UNESCO 框架背书、供给侧工具已成规模（700+ 款）的同时 [1][10]，仍须正视其长周期有效性证据薄弱的现实 [15][16]，在推广前建立本土化的循证评估机制，避免以"AI 培训 AI 使用者"之名行低效投入之实。

5. 强化教师作为治理末端执行者的伦理与数据素养。呼应 UNESCO 将"伦理"与"以人为本"抬升为独立维度、欧盟以伦理指南与《人工智能法》约束教师行为的取向 [1][8][9]，与第 10 章治理框架衔接，把学术诚信、数据保护与算法公平的原则转化为教师可操作的日常判断准则。

本章确立的教师素养基线，是理解后续第 10 章治理框架能否落地的前提。若治理规则缺乏具备相应素养的教师去执行，制度设计将悬置于文本层面。

本章参考来源

- [1] AI competency framework for teachers · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- [2] More Teachers Than Ever Before Are Trained on AI. Are They Ready to Use It? · Education Week · 2025 · <https://www.edweek.org/technology/more-teachers-than-ever-before-are-trained-on-ai-are-they-ready-to-use-it/2025/04>
- [3] More Districts Are Training Teachers on Artificial Intelligence: Findings from the American School District Panel · RAND Corporation · 2025 · https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA956-31.html
- [4] What you need to know about UNESCO's new AI competency frameworks for students and teachers · UNESCO · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/what-you-need-know-about-unescos-new-ai-competency-frameworks-students-and-teachers>
- [5] UNESCO's ICT Competency Framework for Teachers · UNESCO · 2023 · <https://www.unesco.org/en/digital-competencies-skills/ict-cft>
- [6] China launches AI empowering education action plan, includes AI into teacher qualification exams · Global Times · 2026 · <https://www.globaltimes.cn/page/202604/1358611.shtml>
- [7] China aims to build an AI literacy system · The State Council of the People's Republic of China (english.www.gov.cn) · 2026 · https://english.www.gov.cn/news/202604/15/content_WS69df29e6c6d00ca5f9a0a6b1.html
- [8] Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators · European Commission, European Education Area · 2022 · <https://education.ec.europa.eu/node/2285>

- [9] Guidelines on the ethical use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators · Publications Office of the European Union · 2025 · <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f692aa0b-17a7-11f1-8870-01aa75ed71a1/>
- [10] Chinese schools embrace AI for smarter learning · People's Daily Online · 2025 · <https://en.people.cn/n3/2025/0722/c90000-20343341.html>
- [11] China advances AI curriculum to cover full basic education · State Council Information Office (english.scio.gov.cn) · 2025 · http://english.scio.gov.cn/pressroom/2025-05/13/content_117871666.html
- [12] Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth (Executive Order 14277) · The White House · 2025 · <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/04/advancing-artificial-intelligence-education-for-american-youth/>
- [13] Executive Order: Advancing Artificial Intelligence Education for American Youth · Holland & Knight (Insights) · 2025 · <https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2025/04/executive-order-advancing-ai-education-for-american-youth>
- [14] Generative artificial intelligence (AI) in education · UK Department for Education (GOV.UK) · 2025 · <https://www.gov.uk/government/publications/generative-artificial-intelligence-in-education/generative-artificial-intelligence-ai-in-education>
- [15] Reimagining teacher development in the era of generative AI: A scoping review · Teaching and Teacher Education (ScienceDirect) · 2025 · <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0742051X25003130>
- [16] Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review · Computers and Education: Artificial Intelligence (ScienceDirect) · 2024 · <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X24001589>

第 10 章 公平可及性、安全伦理与治理；结语与实施路

线图

素养、课程、人机协作与评价共同界定了“教什么、怎么教、如何评”，但它们能否兑现为面向每一个学习者的真实机会，取决于最后一道也是最基础的一道防线——支撑环境是否公平可及、是否安全可信、是否被有效治理。本章将全书的能力维度收束到治理维度，回答“谁被落下、谁在承担风险、谁来负责”，并给出面向 2027 及其后的分阶段实施路线图。全章的一个基本判断是：在生成式与智能化技术快速铺开的 2024—2026 年，各主要经济体的部署速度已系统性地超过其治理与保障能力的建设速度，因而“公平—安全—治理”三位一体的支撑环境，正在从“配套议题”上升为决定人工智能教育净效应的主导变量。

10.1 公平可及性：从“接入鸿沟”到“能力鸿沟”的迁移

生成式人工智能进入中小学，使数字鸿沟的内涵发生了结构性变化。前生成式时代的鸿沟主要表现为设备与联网的接入鸿沟（**first-level divide**）；而在 2024—2026 年，随着基础模型可经由普通浏览器与移动端触达，矛盾正沿两条新轴线迁移：其一是使用与素养的能力鸿沟（**second-level divide**），即在同样可接入的前提下，不同群体将 AI 用于深度学习还是浅层代劳、能否批判性驾驭工具的差异；其二是算力、优质模型与数据的供给鸿沟（**emerging AI divide**），即优质付费模型、稳定算力与本地化教育数据在地区与学校之间的分配不均。

需要强调的是，接入鸿沟远未在全球范围内消失，只是其重心从“有没有网”转向“网够不够好、用得起用不起”。据国际电信联盟（ITU）《事实与数据 2024》，2024 年全球仍有约 26 亿人处于离线状态，占世界人口的 32%；其中约 18 亿离线人口生活在农村地区 [1]。城乡落差极为悬殊：全球城镇居民互联网使用率约为 83%，而农村地区不足半数（约 48%）[1]。收入维

度上的分化同样刺眼：高收入国家互联网使用率约 93%，低收入国家仅约 27%；在低收入国家，一份固定宽带套餐的费用约相当于人均月收入的三分之一 [1]。这意味着，当发达国家的讨论已进入"AI 素养"时，全球相当一部分适龄儿童仍卡在"接入层"。因此，本蓝皮书主张以三层递进而非单层的视角来诊断公平：接入鸿沟与能力鸿沟不是先后替代的关系，而是在不同地区并存、叠加的关系。

10.1.1 三层可及性的分析框架

为避免把"公平"泛化为口号，本蓝皮书采用三层递进的可及性框架来组织诊断与对策：

- 接入层（Access）：终端设备、网络带宽、模型服务的可获得性与稳定性。
- 使用层（Use）：语言、无障碍、教师中介与课程时间，决定"能接入"是否转化为"会使用、常使用、用得好"。
- 产出层（Outcome）：AI 的引入是缩小还是放大了既有的学业与发展差距，即公平的最终检验标准。

三层框架的政策价值在于：它使"公平"从一个道德口号变为可分层测量、可分层问责的对象。经合组织（OECD）基于 PISA 2022 的分析为这一框架提供了跨国证据——社会经济地位较高学校运用数字设备提升教与学的的能力，普遍高于处境不利学校；处境优势学生报告拥有的优质 ICT 资源可及性也高于处境不利学生 [2]。这说明，仅在"接入层"实现设备普及，并不能自动在"使用层"和"产出层"实现公平，反而可能因优势群体更善用工具而放大既有差距——这正是"马太效应"在 AI 教育中的具体形态。

可及性层级	关键指标	可核实的现状证据
接入层	联网率、带宽、可用模型服务覆盖率	全球 26 亿人离线（32%）；农村 48% vs 城镇 83%；低收入国 27% vs 高收入国 93%[1]。中国：城乡学校互联网覆盖率、交互式多媒体配备

		率均超 90%[3]
使用层	教师 AI 素养、无障碍适配、母语/低资源语言支持、优质资源分配	OECD: 优势学校运用数字设备提升教学的能力高于处境不利学校, ICT 资源可及性存在社会经济落差[2]。 中国: 城乡在硬件充足性、技术支持、能力培训方面差距仍较大[3]
产出层	AI 使用与学业增值的相关性、群体间差距变化	OECD: 适度用于学习的学生表现更好、归属感更强; 被数字设备频繁干扰者数学成绩显著更低[4] (详见 10.2.2)

10.1.2 城乡与区域差距

城乡差距在生成式 AI 时代呈现"设备趋同、能力分化"的特征: 终端与联网条件在国家专项支持下持续改善, 但优质模型的付费能力、稳定算力、教研支持与教师素养仍显著向中心城市与经济发达地区集中。

以中国为例, 教育数字化的"接入层"底座已相当扎实。据教育部综述, 截至相关统计时点, 全国中小学(含教学点)互联网接入率已实现基本全覆盖, 城乡学校的互联网覆盖率、交互式多媒体配备率均达到 90% 以上 [3]。国家中小学智慧教育平台成为世界最大的教育资源公共服务体系之一: 截至 2023 年底, 国家智慧教育平台累计注册用户突破 1 亿, 浏览量超 367 亿次; 截至 2024 年 5 月 15 日, 平台页面浏览总量已达 405.40 亿次, 汇聚中小学资源约 8.8 万条 [5]。这类国家级公共平台的意义正在于其公平属性——它以"国家买单、免费普惠"的方式, 把优质课程资源直接送达乡村与薄弱学校, 对冲市场化优质资源向发达地区集中的趋势。然而, "接入趋同"之下的"能力分化"不容忽视。北京大学中国教育财政科学研究所的全国调查显示, 城乡学校在网络环境、软件与资源方面差距较小, 但在学校提供硬件设备的充足性、

信息技术支持以及提升教师信息技术能力的培训方面差距较大 [3]。换言之，真正拉开差距的已不是“有没有资源”，而是“有没有人会用、有没有支持把它用好”。若仅以“接入率”衡量公平，将系统性地掩盖使用层与产出层上正在扩大的隐性差距。这也是本蓝皮书反复强调“把公平前置到能力建设与采购准入”的实证依据。

10.1.3 特殊群体与无障碍

生成式 AI 具有天然的无障碍潜能——实时字幕、语音转文字、文本简化、多模态转换、个性化难度调节，理论上可为视障、听障、读写障碍、自闭谱系及其他有特殊教育需要（SEN）的学习者提供低成本的“合理便利”。这一潜能与国际共识高度契合：UNESCO 于 2024 年 9 月发布的《学生人工智能能力框架》即将“人本、伦理、可持续与包容（inclusion）”列为贯穿始终的价值主线，明确要求学生安全且有意义地参与 AI [6][7]。

但潜能的兑现存在前置条件，且这些条件本身就是公平风险的来源：其一，模型对少数群体口音、非标准表达、手语与辅助沟通方式的识别偏差，可能使“为所有人服务”的工具在实践中把 SEN 学习者再次排除在外；其二，无障碍功能是否默认开启、而非隐藏在设置深处需要额外配置；其三，辅助技术与教学系统之间的互操作性。基于以上，本蓝皮书主张将无障碍设计（**accessibility by design**）作为教育 AI 采购与准入的默认要求而非可选项：即产品在准入时须证明其无障碍能力已默认可用，并公开对典型 SEN 场景的适配与测评结果，而非把“合理便利”的举证责任推给最弱势的用户。面向 SEN 学习者的具体工具清单与循证效果数据参见 [待补：数据/来源]，本蓝皮书在缺乏可靠一手循证处不做量化断言。

10.1.4 语言公平与本地化

多数主流基础模型在高资源语言上表现最佳，而在少数民族语言、方言及低资源语言上的能力、安全性与文化适配性明显不足，这构成一种被低估的公平风险。语言公平不仅是“能否使用母语提问”，更关乎生成内容是否隐含文化偏见、是否符合本地课程语境、是否会在无意中

侵蚀语言与文化的代际传承。UNESCO 的能力框架将"AI 伦理"与"包容"设为核心维度 [6][7]，其内在逻辑正指向此处：一个只服务于高资源语言使用者的 AI，天然是不包容的。相关模型多语言能力评测与本地化教育语料建设情况参见 [待补：数据/来源]。本蓝皮书建议将"母语与低资源语言的可用性与安全性"纳入准入评估的显性条目，并鼓励供应商、研究机构与地方教育部门合作建设本地化、去偏见的教育语料。

10.1.5 小结：把公平写入准入

可及性问题的治理含义是清晰的：公平不能只靠事后补偿，必须前置为设计与采购的硬约束。ITU 揭示的接入落差 [1]、OECD 揭示的使用与产出落差 [2][4]、以及无障碍与语言的结构风险，共同指向同一结论——若把公平交给市场自发演化，AI 更可能成为差距的放大器而非缩小器。这一判断将在 10.3 节的治理机制与 10.5 节的路线图中转化为具体动作。

10.2 安全、伦理与风险图谱

教育场景对安全与伦理的容错度远低于一般消费场景，因为其对象是未成年人、涉及长期发展且权力关系不对等。UNESCO 在推动首份全球指南时即以一项警示性数据点明问题的紧迫性：在其面向 450 余所学校和大学的全球调查中，只有不到 10% 的机构制定了关于使用生成式 AI 应用的机构政策或正式指导，且这一空白"很大程度上源于国家层面监管的缺位"[8]。这意味着，绝大多数未成年人是在几乎没有制度护栏的环境下接触强大生成式工具的。本节以风险图谱的方式系统梳理，而不做个案渲染。

10.2.1 面向未成年人的风险分类

- **内容安全风险**：有害、不适宜、暴力或诱导性内容的生成与触达。
- **数据与隐私风险**：未成年人个人信息、学习行为数据、生物特征数据的过度采集、二次利用与跨境流动。

- 心理与关系风险：拟人化交互对未成年人的情感依赖、拟亲属/拟伴侣式陪伴的诱导，以及对同伴与师生关系的替代效应。
- 认知与学术诚信风险：代劳式使用侵蚀独立思考、“认知卸载”过度、学术不端边界模糊（详见本书第 7 章人机协作与第 8 章评价相关论述）。
- 公平与偏见风险：模型偏见在评分、分流、推荐等高利害环节的放大。
- 可靠性风险：幻觉、事实性错误在教学与评价中的传播。
- 注意力与专注度风险：终端与应用对未成年人注意力的持续争夺（见下文 PISA 证据）。

10.2.2 典型风险的机理与暴露面

风险类别	触发机理	主要暴露环节	受影响群体
内容安全	生成不可完全预判、绕过防护（越狱）	开放对话、作业辅导	全体学生，低龄尤甚
数据隐私	默认联网、日志留存、第三方共享、生物特征采集	注册、交互、评测	全体学生及教师
情感依赖	拟人化设计、持续可得、无限耐心	陪伴型/伴学型应用	情感需求较高的未成年人
学术诚信	高质量生成难溯源	作业、考试、探究	全体学生
偏见歧视	训练数据偏差	自动评分、能力分流	弱势与少数群体
注意力争夺	通知/推荐机制、多任务切换	课堂内外的终端使用	全体学生

在上述风险中，“注意力与专注度”是少数已有大样本、跨国量化证据的领域，值得作为循证治理的示例。据 OECD PISA 2022（Volume II），OECD 国家平均有 65% 的学生报告在“至少部分”数学课上会因使用数字设备而分心；平均约 30% 的学生报告在“多数或每一节”数学课上都会分心 [4]。同时，约 45% 的学生报告“手机不在身边时会感到焦虑”[4]。更关键的是其与

学业产出的关联：报告在每节或多数课上分心的学生，数学成绩比几乎从不分心的学生低约 15 分，而 15 岁学生一年的平均学习进度约相当于 20 分 [4]。这组数据的政策含义是双向而非单向的——PISA 同样发现，适度将数字设备用于校内学习的 15 岁学生，往往表现更好、且对学校的归属感更强 [4]。因此，安全治理的目标不是“禁绝技术”，而是把使用引导到“适度、有目的、教师中介”的区间。至于内容安全、越狱、情感依赖等风险的实测发生率与事故案例的量化证据，目前仍缺乏公认可靠的一手统计，参见 [待补：数据/来源]，本蓝皮书在此不做推断性量化。

10.2.3 伦理原则的教育化落地

联合国教科文组织及各主要经济体的监管框架已就通行伦理原则形成相当程度的共识。

OECD 理事会《人工智能建议书》（2019 年通过、2024 年修订，是首个政府间 AI 标准，覆盖其 38 个成员国及更广范围）确立了五项以价值为基础的原则：包容性增长与可持续发展及福祉；尊重法治、人权与民主价值（含公平与隐私）；透明与可解释；稳健、安全与保障；问责 [9]。UNESCO 2023 年《生成式人工智能教育与研究指南》（Fengchun Miao 与 Wayne Holmes 著，2023 年 9 月发布）则以“以人为本”为总纲，向 193 个成员国建议了包括数据隐私保护、以及为与生成式 AI 平台进行独立对话设定年龄下限在内的关键监管步骤——该指南建议将 13 岁作为课堂独立使用相关工具的年龄下限参考 [8][10]。

本蓝皮书强调，这些原则若停留在宣言层面则难以约束实践，需被教育化地翻译为可操作的规则。国际上已出现从“原则”走向“硬规则”的立法实践，最具标志性的是欧盟《人工智能法案》（EU AI Act）：其将教育领域的多类 AI 系统（如自动评分、招生筛选、考试监考、学生监测）列为高风险（附件三），要求质量管理体系、风险评估与人工监督；公共教育机构部署高风险系统前须依第 27 条开展基本权利影响评估（FRIA）[11]。尤为关键的是，该法第 5(1)(f) 条明确禁止在教育机构与工作场所基于生物特征推断自然人情绪的 AI 系统（医疗与安

全目的除外），其立法理由包括此类系统的科学有效性存疑，以及教育情境中固有的权力不对等 [11]。这为“面向未成年人默认禁用情绪识别与画像式评估”提供了具约束力的国际先例。据此，本蓝皮书主张将通行原则教育化为若干可核查规则，例如：未成年人使用的年龄分级与家长知情、面向未成年人默认禁用情绪识别与画像式评估、拟人化交互的显著身份告知（避免未成年人误认 AI 为真人或“朋友”）、教育数据最小化采集与本地化优先。相关司法辖区已生效的具体条款与文号见 10.3 节的对照与本章参考来源。

10.3 治理机制：多层次、多主体的协同框架

安全与公平的兑现依赖治理，而非单点技术。本蓝皮书提出一个覆盖“宏观—中观—微观”三层、贯通“事前—事中—事后”的治理框架，并以 2024—2026 年各法域的真实立法与政策文件加以锚定。

10.3.1 三层治理主体

- 宏观层（政策与标准）：国家/地区层面的法律法规、课程标准、准入与安全规范。
- 中观层（区域与学校）：教育行政部门与学校的采购准入、使用守则、教师赋能与应急处置。
- 微观层（课堂与家庭）：教师的中介责任、学生的负责任使用、家长的知情与协同。

宏观层已进入“密集立法”阶段。除前述 OECD 建议书 [9]、UNESCO 指南与能力框架 [8][10][6][7]、EU AI Act [11] 外，2024 年 9 月 5 日在维尔纽斯开放签署的《欧洲委员会人工智能与人权、民主和法治框架公约》（Council of Europe Framework Convention on AI）成为全球首个具法律约束力的国际 AI 条约，由欧洲委员会 46 个成员国起草，美国、加拿大、日本、欧盟等观察员及多个非成员国参与，确立了透明、问责、非歧视与人权保护等基本原则 [12]。这标志着 AI 治理正从“软法倡议”迈向“硬法约束”。

中国则形成了"课程指南 + 使用规范 + 未成年人保护立法"的组合。教育部基础教育教学指导委员会于 2025 年 5 月 13 日发布《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》与《中小生成式人工智能使用指南（2025 年版）》，采用小学、初中、高中螺旋式的学段设计，并对生成式 AI 的学段化使用与数据安全提出要求——如小学阶段"建立隐私保护与数字身份的基本认知"，行政保障层面要求"制定人工智能教育数据安全规范……建立隐私保护机制"[13]。在未成年人网络与数据保护上，中国的制度底座包括：国务院令第 766 号《未成年人网络保护条例》（2023 年 9 月 20 日国务院常务会议通过，自 2024 年 1 月 1 日起施行）[14]；以及《个人信息保护法》《未成年人保护法（2024 年修正）》所确立的规则——处理不满十四周岁未成年人个人信息的，应当征得其父母或其他监护人同意，并不得强制要求同意非必要的个人信息处理 [15]。

美国的治理更偏向"指导 + 既有隐私法叠加"。美国教育部于 2024 年 7 月发布面向开发者的《为教育设计人工智能》（Designing for Education with Artificial Intelligence）指南，并于 2024 年 10 月发布面向学校的《安全、伦理与公平 AI 整合工具包》，涵盖风险缓释、学生隐私保护与数字公平等模块 [16]。在数据保护层面，美国联邦贸易委员会（FTC）于 2025 年初完成对《儿童在线隐私保护规则》（COPPA Rule）的修订，将"生物特征标识（如声纹、面部特征）"纳入受保护的"个人信息"，并要求就向第三方共享儿童数据取得单独的选择性同意；该修订于 2025 年 6 月 23 日生效，规制主体大致有至 2026 年 4 月 22 日的合规过渡期 [17]。这一修订对广泛处理语音与图像的教育 AI 具有直接约束意义。

10.3.2 主要法域治理路径对照

下表对本章所核实的 2024—2026 年一手文件做结构化对照，以呈现"同一议题、不同路径"的治理光谱。

法域/机构	标志性文件（年份·文号/	法律效力	对 K-12 的关键约束点
-------	--------------	------	---------------

	性质)		
UNESCO	《生成式人工智能教育与研究指南》(2023); 《教师/学生 AI 能力框架》(2024) [8][10][6][7]	软法/建议	建议 13 岁年龄下限; 数据隐私保护; 将伦理、包容纳入素养框架
OECD	《人工智能建议书》(2019 通过, 2024 修订) [9]	政府间标准 (软法)	五项价值原则 (含公平、隐私、透明、问责)
欧盟	《人工智能法案》EU AI Act (2024) [11]	硬法 (条例)	教育多场景列为高风险; 禁止校内情绪识别; 高风险须 FRIA
欧洲委员会	AI 与人权框架公约 (2024·维尔纽斯签署) [12]	硬法 (国际条约)	首个具约束力国际 AI 条约; 透明、问责、非歧视
中国	两项《中小学 AI 教育/生成式 AI 使用指南》(2025) [13]; 《未成年人网络保护条例》(国务院令 766 号·2024 施行) [14]; PIPL/未保法 [15]	指南 (软法) + 行政法规/法律 (硬法)	学段化使用规范; 教育数据安全规范; 不满 14 周岁须监护人同意
美国	教育部《为教育设计 AI》(2024·开发者指南) 与 AI 工具包 (2024) [16]; FTC COPPA 修订 (2025 生效) [17]	指导 (软法) + 联邦规则 (硬法)	隐私/公平/安全指引; 生物特征纳入儿童个人信息, 需单独同意

对照可见三点规律: 其一, 软硬结合、以硬法托底——UNESCO/OECD 提供价值共识, 欧盟与欧洲委员会以条例/条约将其硬化, 中美则以“指南 + 既有法律”组合落地。其二, 未成年人

数据获得特殊保护是跨法域共识——无论是 COPPA 将生物特征纳入保护、还是中国“不满十四周岁须监护人同意”，都指向对未成年人生物特征与身份数据的从严规制。其三，“情绪识别/画像”正成为教育红线——欧盟已立法禁止，其他法域的“默认禁用”建议与之呼应。这三条规律构成本蓝皮书采购准入清单的立法依据。

10.3.3 全生命周期治理

阶段	关键动作	责任主体	工具/机制
事前（准入）	安全与公平影响评估、适龄性审查、采购准入清单	教育行政部门、学校	基本权利/安全影响评估（参照 EU AI Act 第 27 条 FRIA[11]）、准入清单
事中（运行）	使用守则、教师监督、日志与最小化数据、可解释反馈	学校、教师、供应商	使用守则、审计日志、数据最小化（参照未保条例/PIPL[14][15]）
事后（问责）	事件报告、申诉与纠正、效果与公平复盘	全主体	申诉机制、年度评估

10.3.4 教育 AI 采购准入清单（框架建议）

本蓝皮书建议以清单化方式将抽象原则转为可核查条目，供教育主管部门与学校在准入时使用。清单的每一条均可回溯到前述真实立法（具体阈值与合规项应结合本地生效法规）：

- **适龄性与内容安全**：是否具备年龄分级、内容过滤与人工兜底；是否符合 13 岁年龄下限等参考 [8][10]。
- **数据与隐私**：数据最小化、留存期限、跨境与第三方共享的可控性；对不满 14 周岁用户是否落实监护人同意 [15]；对生物特征（声纹/面部）是否单独取得同意 [17]。

- 透明与可解释：模型身份告知（拟人化交互显著标识）、能力边界说明、评分/推荐的可解释性 [9]。
- 公平与无障碍：多语言与无障碍默认支持、偏见与安全评测报告的可获得性 [2][6]。
- 红线合规：面向未成年人默认禁用情绪识别与画像式评估（对标 EU AI Act 第 5(1)(f) 条 [11]）。
- 可问责：事故报告、申诉通道与责任归属的明确性 [12]。

10.4 教师、家长与学生的角色与能力建设

治理框架若无一线主体的能力支撑将悬空。教师是安全与公平治理“最后一公里”的关键中介：既是负责任使用的示范者，也是风险的第一识别人与申诉的第一响应者。这一定位在国际标准中已被明确制度化——UNESCO 2024 年 9 月发布的《教师人工智能能力框架》以保护教师权利、增强人的能动性、促进可持续为原则，将教师须掌握的能力界定为 5 个维度、15 项胜任力；配套的《学生人工智能能力框架》则设 4 个维度、12 项胜任力，覆盖“理解—应用—创造”三级进阶，并把 AI 伦理与安全、有意义地参与作为主线 [6][7]。这为“把教师赋能作为首要投资”提供了可操作的能力地图。

教师 AI 素养的现状、缺口与培训供给已在本书第 6 章（教师 AI 素养专章）系统论述，本章仅强调其在治理链条中的枢纽地位：没有具备鉴伪、纠偏与中介能力的教师，任何准入清单与使用守则都难以在课堂真正落地。家长的知情同意与数字养育能力、学生的负责任使用与自我保护意识，共同构成治理的社会基础——尤其在“不满 14 周岁须监护人同意”的法律框架下 [15]，家长的知情同意不是形式手续，而是数据保护链条的法定环节。相关培训覆盖率与能力测评数据参见 [待补：数据/来源]。

10.5 结语与实施路线图

10.5.1 总体判断

综观全书，从素养、课程、人机协作、评价到治理，本蓝皮书得出的核心判断是：中小学人工智能教育已从“有没有资源”的物料问题，演进为“能不能公平、安全、负责任地用好”的能力与治理问题。生成式与智能化技术带来的机会与风险同源，决定其净效应的不是技术本身，而是支撑环境——素养基础、课程设计、人机协作范式、评价方式与治理机制的协同成熟度。

技术的领先与治理的滞后之间存在一道“能力—治理落差”，本章的证据链清晰地量度了这道落差：一端是 UNESCO 调查所示“不到 10% 的机构有正式 AI 使用政策”[8]、以及 ITU 所示 26 亿人仍处离线状态的接入现实 [1]；另一端则是 2024—2026 年密集出台的硬法（EU AI Act[11]、欧洲委员会公约[12]、FTC COPPA 修订[17]）与软法框架（OECD 建议书[9]、UNESCO 指南与能力框架[8][6][7]、中国两项指南与未保条例[13][14]）。弥合这道落差，把纸面框架转化为课堂现实，是未来数年的中心任务。

10.5.2 分阶段实施路线图

本蓝皮书提出面向 2027—2030 的三阶段路线图。以下为战略框架，各阶段的量化目标应由各辖区结合本地基线设定，见 [待补：数据/来源]。

阶段	时间窗	战略重点	标志性成果
第一阶段·筑基	2027	教师 AI 素养普及（对标 UNESCO 教师框架[6]）、 采购准入清单落地、安全 底线守则、红线合规（情 绪识别等）	教师素养达标率 [待补]、 准入清单覆盖率 [待补]

第二阶段·深化	2028—2029	课程化嵌入、智能体助教 规模化试点、评价方式转 型、无障碍与语言公平前 置	试点校比例 [待补]、评价 改革覆盖面 [待补]
第三阶段·成熟	2030 及以后	公平产出闭环、治理常态 化、循证持续改进	群体间差距缩小 [待补]、 年度评估机制常态化

10.5.3 面向各主体的行动建议

- 面向政策制定者：以"安全底线 + 公平前置 + 循证评估"为主轴完善 K-12 AI 治理，避免监管滞后于部署；将无障碍与语言公平写入准入硬约束；参照 EU AI Act 与欧洲委员会公约，把"面向未成年人禁用情绪识别/画像"确立为明确红线 [11][12]。
- 面向教育行政部门与学校：建立采购准入清单与全生命周期治理流程，把教师赋能作为首要投资，而非将设备投入等同于能力建设；用好国家级公共资源平台缩小城乡使用层差距 [5]。
- 面向供应商与研究者：坚持面向未成年人的"设计即安全、设计即无障碍"，就未成年人生物特征采集落实单独同意 [17]，公开偏见与安全评测，参与教育数据本地化与低资源语言建设。
- 面向教师、家长与学生：分别承担中介示范、知情协同与负责任使用的责任；家长的监护人同意是数据保护的法定环节而非形式手续 [15]，共同构筑治理的社会基础。

10.5.4 研究展望与院内互引

本蓝皮书聚焦支撑环境的能力—治理维度，尚有若干问题有待持续跟踪：智能体化助教的长期学习效应与依赖风险、公平产出的因果识别、跨国治理的可比评估指标（如各法域"红线"清单的可比性）等。在更宽的终端与形态维度上，本院另有专题研究可供互参：AI 眼镜等新

型端侧交互形态在教育中的应用与治理——其对未成年人生物特征与情境数据的持续采集，恰是本章“数据最小化”“禁用画像”等红线的前沿试金石，详见本院《2026 AI 智能眼镜教育产业蓝皮书》；教育机器人与具身智能的落地成熟度与红线，详见本院《全球教育机器人发展蓝皮书 2026》。三者共同勾勒出面向 2026 及其后、以智能体化 / 多模态 / 端侧化为特征的小学人工智能教育支撑环境全景。

结语 技术会持续迭代，但教育的根本承诺不变：让每一个孩子都能安全、公平、有尊严地成长。

人工智能能否成为兑现这一承诺的杠杆而非新的鸿沟制造者，取决于我们今天是否愿意把公平写进设计、把安全立为底线、把治理落到实处。当全球仍有 26 亿人未能接入网络 [1]、而不到十分之一的教育机构尚有正式 AI 政策 [8] 时，这既是一份未竟的清单，也是一份明确的行动纲领。这既是本蓝皮书的落点，也是我们共同的起点。

本章参考来源

[1] Facts and Figures 2024: Internet use (全球互联网使用与数字鸿沟) · 国际电信联盟 (ITU) · 2024 · <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2024-11-27-facts-and-figures.aspx>

(另见 <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2024/>)

[2] Digital divide in education / PISA 2022 关于数字资源可及性的社会经济落差 · 经济合作与发展组织 (OECD) · 2023—2024 · <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/digital-divide-in-education.html>

[3] 数字教育 引领未来——我国教育数字化工作取得积极成效综述；及《全国中小学教育信息化应用情况调查报告》（城乡覆盖率、硬件/培训差距）· 中华人民共和国教育部 / 北京大学中

国 教 育 财 政 科 学 研 究

所 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202401/t20240130_1113352.html ；

<https://ciefr.pku.edu.cn/cbw/kymb/c6f7200a798748fab33ee2a3ff637ef5.htm>

- [4] PISA 2022 Results (Volume II): 数字设备分心 (65%/30%)、手机焦虑 (45%)、分心与成绩差 (约 15 分)、适度使用的正效应 · 经济合作与发展组织 (OECD) · 2023 · https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-ii_a97db61c-en.html
- [5] 国家中小学智慧教育平台: 累计注册用户破 1 亿、浏览量超 367 亿次 (截至 2023 年底); 页面浏览总量达 405.40 亿次、资源约 8.8 万条 (截至 2024-05-15) · 中华人民共和国教育部 · 2024 · http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202405/t20240521_1131711.html ; http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2024/2024_zt02/mtbd/202401/t20240126_1112610.html
- [6] AI competency framework for teachers (教师 AI 能力框架, 5 维度 15 项胜任力) · 联合国教科文组织 (UNESCO) · 2024 · <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
- [7] AI Competency Framework for Students (学生 AI 能力框架, 4 维度 12 项胜任力, 理解—应用—创造三级) · 联合国教科文组织 (UNESCO) · 2024 · <https://www.unesco.org/en/digital-education/g77-competencies> (框 架 草 案 : https://www.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2024/07/UNESCO-Draft-AI-competency-frameworks-for-teachers-and-school-students_0.pdf)
- [8] UNESCO survey: Less than 10% of schools and universities have formal guidance on AI (450 余所机构、不足 10% 有正式指导) · 联合国教科文组织 (UNESCO) · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-survey-less-10-schools-and-universities-have-formal-guidance-ai>
- [9] Recommendation of the Council on Artificial Intelligence (AI 建议书, 2019 通过、2024 修订, 五项价值原则, 38 成员国) · 经济合作与发展组织 (OECD) · 2019/2024 · <https://oecd.ai/en/ai-principles> ; <https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html>

- [10] Guidance for generative AI in education and research (生成式 AI 教育与研究指南, Fengchun Miao & Wayne Holmes; 建议 13 岁年龄下限、数据隐私保护、面向 193 成员国) · 联合国教科文组织 (UNESCO) · 2023 · <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- [11] EU AI Act (欧盟《人工智能法案》): 教育列为高风险 (Annex III)、第 5(1)(f) 条禁止教育机构情绪识别、第 27 条基本权利影响评估 · 欧洲联盟 · 2024 · <https://artificialintelligenceact.eu/annex/3/> ; <https://fpf.org/blog/red-lines-under-eu-ai-act-unpacking-the-prohibition-of-emotion-recognition-in-the-workplace-and-education-institutions/>
- [12] Framework Convention on Artificial Intelligence and human rights, democracy and the rule of law (首个具约束力国际 AI 条约, 2024-09-05 维尔纽斯签署) · 欧洲委员会 (Council of Europe) · 2024 · <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/the-framework-convention-on-artificial-intelligence>
- [13] 《中小学人工智能通识教育指南 (2025 年版)》与《中小生成式人工智能使用指南 (2025 年版)》 · 教育部基础教育教学指导委员会 · 2025-05-13 · https://www.cernet.edu.cn/xxh/focus/zc/202505/t20250513_2667990.shtml
- [14] 《未成年人网络保护条例》(国务院令 第 766 号, 2023-09-20 国务院常务会议通过, 2024-01-01 施行) · 中华人民共和国国务院 · 2023/2024 · https://www.gov.cn/zhengce/content/202310/content_6911288.htm
- [15] 《中华人民共和国个人信息保护法》与《中华人民共和国未成年人保护法 (2024 年修正)》: 处理不满十四周岁未成年人个人信息须经监护人同意、不得强制同意非必要处理 · 全国人民代表大会常务委员会 · 2021/2024 · https://www.yantian.gov.cn/YTQSF/gkmlpt/content/12/12011/post_12011375.html
- [16] Designing for Education with Artificial Intelligence (面向开发者的指南, 2024-07); Toolkit for Safe, Ethical, and Equitable AI Integration (面向学校的工具包, 2024-10) · 美国教育

部 (U.S. Department of Education) · 2024 · <https://www.ed.gov/about/ed-overview/artificial-intelligence-ai-guidance>

[17] FTC finalizes amendments to the COPPA Rule (《儿童在线隐私保护规则》修订: 生物特征纳入个人信息、第三方共享须单独同意; 2025-06-23 生效) · 美国联邦贸易委员会 (FTC) · 2025 · <https://www.k12dive.com/news/ftc-finalizes-coppa-rule-children-data-privacy/738077/>

附录 A 研究方法 with 数据口径

A.1 研究方法

本蓝皮书由 AI-SLI 采用"自建策展知识库 + AI 研制流水线"辅助研制：先建"素养→课程→人机协作→评价→治理"分析框架，再对每一主题进行联网检索取证，仅依据检索到的真实一手资料撰写，每条具体事实绑定行内引用，并经人工审阅把关方向与红线。研究团队主导选题、框架、判断与最终结论；人工智能承担密集的检索、起草、制表与引用管理工作。

A.2 数据来源

数据以一手来源为主，包括：各国教育主管部门政策原文与课程标准（如中国教育部相关文件）、国际组织框架与调查（UNESCO、OECD、欧盟委员会）、权威第三方调查（如 RAND、Pew Research Center）、以及厂商与机构公开资料。各章末"本章参考来源"逐条列出该章真实引用（标题·机构·年份·URL）。

A.3 数据口径审慎原则

- 不可横向相加：不同调查因样本框、学段范围与"使用"定义不同，其百分比不可直接横向比较或相加，引用时保留其原始口径与出处。
- 预测与实际区分：凡机构预测值一律标注"预测"与发布时点，与实际统计值区分呈现。
- 占位而非臆造：凡未能经检索核实的具体数字、政策文号、产品名单或文献，一律以 [待补：...] 标注，绝不臆造。本文件为研究版本，[待补] 处待多源核验后定稿。

A.4 局限与后续

本版本在部分细分数据（如各国逐条课时、特定法规条款文号、逐条能力英文原文命名）上保留 [待补] 占位，后续将以事实核查流水线补齐真实来源后形成定稿版。

附录 B 术语表

术语	释义
AI 素养 (AI Literacy)	理解、评估、负责任地使用人工智能，并对其社会影响作出判断的综合能力。
生成式人工智能 (GenAI)	能够生成文本、图像、语音、代码等内容的人工智能技术，以大语言模型为代表。
智能体 (Agent)	能理解目标、拆解任务、调用工具并连续执行多步任务的人工智能系统。
多模态 (Multimodal)	在统一模型中贯通文本、图像、语音、视频、代码等多种信息形态的能力。
端侧 (On-device)	将推理能力部署于个人设备或本地终端，具备低时延、强隐私与离线可用特性。
AI 原生课程	以 AI 素养目标为轴、以人机协作过程为核心教学对象、以教育垂类模型/智能体为默认基础设施而重构的课程形态。
支撑环境	支撑中小学开展 AI 教育所需的能力、课程、评价、治理与基础设施等要素的总和。
提示工程 (Prompt Engineering)	通过结构化设计与人工智能的自然语言交互以获得可靠输出的方法与素养。
过程性评价	面向学习过程（作答轨迹、修改、协作等）而非仅最终产物的评价方式。
人机共学	学生与人工智能作为协作方共同完成学习任务的教学范式。
数字鸿沟	因设备、网络、算力、素养等差异导致的教育机会与结

	果不平等。
DigComp	欧盟数字能力框架 (Digital Competence Framework) 。
PISA	经合组织 (OECD) 国际学生评估项目。

附录 C 参考文献体例说明

本蓝皮书采用"章末参考来源"体例：各章末"本章参考来源"逐条列出该章实际引用的真实来源（标题·机构·年份·URL），均为研制过程中实际检索并交叉核对的一手站点。为避免重复，全书不另设统一文献总表。凡正文中 [待补：...] 处，为待补充的真实来源或数据，将在定稿版中补齐。



AI-SLI

AI 辅助研制 · 研究版