

《义务教育阶段开源硬件技术规范（征求意见稿）》 编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

本团体标准项目根据中国教育装备行业协会《关于 2025 年首批中国教育装备行业团体标准立项的通知》（教团标文〔2025〕7 号）于 2025 年 8 月立项，项目名称《义务教育阶段开源硬件技术规范》，项目编号：JYBZ2025041。本项目由上海市教育委员会教育技术装备中心牵头组织协调，由中国教育装备行业协会归口。

1.2 制定本标准的意义

开源硬件因其电路原理、源代码与设计文件公开、便于二次开发和低成本获取等特点，已成为义务教育阶段信息科技、科学、劳动、综合实践活动等课程以及课后服务、社团活动、科技竞赛中广泛使用的教学装备，是落实《义务教育课程方案和课程标准（2022 版）》和人工智能教育的重要载体。

然而，目前市场上教学用开源硬件产品来源多样、形态各异，普遍存在接口标准不统一、扩展模块难以互换、软件生态相互割裂、开源完整性参差不齐、面向未成年人的安全与数据保护要求不明确、教学资源配套薄弱等问题，给一线教学的兼容适配、学校的选型采购和产品质量监管带来诸多困难。同时，随着国产处理器、国产操作系统和自主可控软硬件生态的发展，义务教育阶段教学装备的国产化适配和信息安全也提出了新的要求。

为规范义务教育阶段教学用开源硬件产品的设计、生产、检验和选型采购，统一硬件接口与软件生态的基本要求，强化面向中小学生的安全与环保、信息与数据安全保障，引导产品与国家课程标准及实验教学要求相衔接，促进开源硬件教学装备的规范化、标准化和自主可控发展，特制定本标准。本标准的发布实施，将为生产企业组织生产、检测机构开展检验、学校及装备管理部门选型采购提供统一依据，对提升义务教育阶段数字化教学装备水平、保障学生使用安全具有重要意义。

1.3 主要起草单位与协作单位

本标准由上海市教育委员会教育技术装备中心牵头组织编制。起草工作组由生产者、经营者、使用者、教育（装备）管理部门、教育科研机构等相关方代表组成，主要起草单位与协作单位包括：上海交通大学、上海市普陀区教师教育学院、上海市黄浦区教师教育学院、华东师范大学、上海师范大学、北京师范大学、温州市教育技术中心、上海智位机器人股份有限公司、深圳盛思科教文化有限公司、北京布局未来科技发展有限公司、上海市浦东教育发展研究院、上海市金鼎中学、上海市曹杨第二中学附属学校、上海市普陀区朝春中心小学、上海市宝山区南大实验学校、上海市嘉定区古猗小学等（具体单位以标准报批时的起草单位名单为准）。

1.4 主要工作过程

（1）前期准备与调研阶段

2025 年 9 月，接受任务后，牵头单位联系并确认参与本项目的单位，初步组建起草工作组，并召开项目启动会。会议围绕项目背景、标准定位、团队构成、任务分工、研究计划和阶段性成果安排进行了交流，明确本项目以义务教育阶段开源硬件教学装备标准研制为核心，重点解决当前中小学开源硬件标准体系不完善、学校选型缺乏依据、软硬件兼容性和教学适配性要求不清晰等问题。形成了涵盖技术研发、教育实践、课程资源、标准验证和落地应用的协同推进思路。之后，工作组系统检索并研究了国内外开源硬件相关的技术资料、产品现状与发展趋势，收集了现行的国家标准、行业标准和企业内控标准，梳理了《义务教育课程方案和课程标准（2022 版）》《中小学实验教学基本目录》《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》等文件对教学装备的要求，形成调研结果，为标准框

架和技术内容的确定奠定基础。

(2) 标准起草阶段

2026年2月，工作组依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》建立标准框架，结合标准适用范围和产品形态，明确了总体架构、术语和定义、硬件要求、软件生态与资源要求、安全与环保要求、试验方法、检验规则以及标志、说明书、包装、运输与贮存等主要章条。起草过程中，工作组围绕教学用主控制器、传感器、执行器、通讯模块、人工智能模块、编程软件和教学资源平台等内容，梳理主流产品的芯片性能、接口形式、引脚标注、模块兼容性、图形化与代码编程支持、物联网接入和人工智能应用能力，初步形成标准讨论稿。

(3) 内部研讨与验证阶段

2026年3月至5月，工作组结合行业内主流产品与教学实践，多次组织线上、线下研讨，对主要技术指标逐条讨论、验证和完善，对标准文本作多轮修改，标准文本的技术指标设置、适用场景表达和检验实施路径得到进一步完善。

(4) 形成草案稿阶段

2026年6月至7月，在前期调研、文本起草、内部研讨和技术验证的基础上，工作组对标准文本进行系统修改完善，重点核对标准范围、术语定义、总体架构、硬件模块、软件生态、教学资源、安全环保、试验方法和检验规则等内容之间的对应关系，进一步统一条款表述、指标层级和章节逻辑。同时，结合各起草单位反馈，对主控制器、传感器、执行器、通讯模块、人工智能模块及配套软件资源等内容进行整合，形成本标准草案稿及编制说明。

(5) 征求意见稿阶段

8月初，工作组将草案稿报中国教育装备行业协会团体标准委员会，面向行业公开征求意见。

2 编制原则和适用范围

2.1 编制原则

本标准按GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。在编制过程中，工作组遵循以下原则：

(1) 与课程标准和教学需求相协调

硬件选型、软件功能和资源配套均以《义务教育课程方案和课程标准（2022版）》《中小学实验教学基本目录》等文件为依据，确保标准内容服务于真实课堂教学与探究实践。

(2) 先进性与适用性相结合

既充分反映当前主流开源硬件的技术水平和发展方向，又兼顾义务教育阶段的教学特点和学校的经费条件，便于各校按需选型。

(3) 安全性优先

产品直接面向中小学生使用，标准将电气安全、电池安全、结构与机械安全、静电防护、信息与数据安全及环保要求作为重点，给予未成年使用者特别保护。

(4) 开放性与自主可控并重

坚持开源硬件公开设计文件、源代码和工具链的本质属性，同时强化软件本地化部署、国产处理器与国产操作系统适配及未成年人数数据保护要求，不将基础教学流程绑定境外在线服务。

（5）系统性与可操作性

技术要求、试验方法、检验规则相互对应、协调一致，指标可测量、可验证，便于生产、检验和选型采购各方实施。

2.2 适用范围

本标准规定了义务教育阶段教学用开源硬件的总体架构、硬件要求、软件生态与资源要求、安全与环保要求，描述了相应的试验方法，并规定了检验规则及标志、说明书、包装、运输和贮存要求。

本标准适用于义务教育阶段信息科技、科学、劳动、综合实践活动等课程教学以及课后服务、社团活动、科技竞赛中使用的开源硬件产品的设计、生产、检验和选型采购，包括教学用主控板及扩展板、传感器模块、执行器模块、通信模块、人工智能模块以及配套的编程软件及教学资源平台。

3 标准的主要技术内容和确定依据

本标准主要内容分为总体架构、术语和定义、硬件要求、软件生态与资源要求、安全与环保要求、试验方法、检验规则以及标志说明书包装运输与贮存等部分。各部分主要技术内容及其确定依据如下。

3.1 总体架构

为体现开源硬件教学装备软硬件一体、贯穿设计生产到教学应用全过程的特点，标准第4章确立了由硬件层、软件生态与资源、安全与环保保障体系及标准规范体系构成的总体架构。硬件层涵盖主控板、扩展板、传感器模块、执行器模块、通信模块及人工智能模块；软件生态与资源涵盖编程软件功能、运行环境及教学资源平台；安全与环保保障体系及标准规范体系贯穿硬件与软件的设计、生产、检验和教学应用全过程。该架构使标准各章条形成有机整体，便于使用者理解与实施。

3.2 术语和定义

结合义务教育阶段开源硬件的实际产品形态，标准第3章界定了开源硬件、主控板、扩展板、传感器模块、执行器模块、图形化编程、教学资源平台等7个术语。其中“开源硬件”强调依照开放许可协议公开原理图、印制电路板图、物料清单、固件源代码等设计文件，突出了区别于普通教学电子产品的本质特征，为后文开源完整文档的要求提供依据。

3.3 硬件要求

3.3.1 教学用主控板和扩展板

主控板的芯片与核心性能基准（如主频宜为240 MHz双核、SRAM不低于512 KB、Flash外置2~128MB、支持C/C++与MicroPython、支持2.4G Wi-Fi与BLE 5.0等）是参照当前义务教育阶段教学中广泛使用的主流开源硬件主控产品的实际配置确定的，兼顾图形化编程教学的流畅性与产品耐用性，并为“物联网实践与探索”“人工智能与智慧社会”等模块的教学预留能力。

针对中小学生反复插拔、误操作多的使用特点，标准对物理接口与电气接口提出了统一要求：采用Micro-USB/Type-C接口，标准2.54mm排针/排母或PH2.0连接器，接口寿命不低于5 000次、按键寿命不低于2万次；兼容3.3V/5V逻辑电平；GND采用黑色线、VCC采用红色线并设置物理防呆及醒目防反接标识；板边采用圆角、倒角处理并配置外壳保护。上述以“防误接、防伤害、耐使用”为出发点，突出面向未成年使用者的安全防护。

为保证不同模块之间的兼容互换，标准规定了引脚形式、数字/模拟/PWM/通信接口的数量下限及丝印标注要求；同时，围绕“开源硬件”的本质属性，要求主控板提供开源原理图、系统框架图、底层（HAL层）源代码、固件编译工具链及中文使用文档，以保证开源完整性。扩展板部分则重点规定了承插式连接、堆叠机械支撑、电机与舵机等扩展功能、I/O与I²C扩展能力下限及接口极性与防反插标注，避免因悬空吊挂或插反造成短路损坏。

3.3.2 传感器与执行器

标准以表1、表2分别列出义务教育阶段可涉及的传感器和执行器类型、功能规格及对应的课程标准模块与实验目录。选型依据主要来自《义务教育信息科技课程标准（2022年版2025年修订）》中“过程与控制”“物联网实践与探索”等模块的教学需求，以及《中小学实验教学基本目录》。传感器与执行器统一采用PH2.0等标准化接口、3.3V/5V双电平兼容，并要求配套中文说明与图形化编程积木，保证接口一致、教学易用。

3.3.3 通信模块

通信模块要求采用模块化设计、统一标准接口、防反插与防短路保护及状态指示灯，便于学生直观理解通信过程。近距离通信模块给出了蓝牙（4.0及以上、通信距离不小于20m）、NFC（13.56MHz、通信距离不小于30mm）及Wi-Fi（IEEE 802.11b/g/n、2.4GHz、通信距离不小于30m）的基本指标。其中，Wi-Fi模块要求同时支持STA与AP模式，以适应校园网络受限或需Web认证的教学环境；平台与数据传输须符合国家关于未成年人信息保护的规范，体现了对教学场景和数据安全的针对性考虑。

3.3.4 人工智能模块

为落实《义务教育信息科技课程标准（2022年版2025年修订）》“人工智能与智慧社会”模块及《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》的要求，标准规定人工智能模块应至少包括视觉感知、语音识别、语音合成三类，并强调端侧推理或校园内网部署、不依赖境外在线云服务的原则。视觉感知模块给出了算法能力、算力（不低于6TOPS）、内置模型数量、端侧自学习与自定义模型部署、功耗及交互部件等要求；语音识别模块强调离线命令词识别与自学习能力；语音合成模块强调中文普通话TTS及文本控制能力。上述指标既覆盖了义务教育阶段人工智能教学所需的典型能力，又以“端侧、离线、本地化、数据安全”为约束，保障未成年人生物特征等敏感信息的安全。

3.4 软件生态与资源要求

软件生态与资源是开源硬件区别于一般电子产品的重要部分。标准第6章依据《义务教育信息科技课程标准（2022年版2025年修订）》及《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》，对图形化编程、代码编程、物联网接入和人工智能功能提出要求。

图形化编程以国内中小学常用的Mind+、mPython、Mixly等平台的积木组织方式为主要参照，要求基础编程、烧录和调试功能支持本地化部署，提供图形化与代码双向转译及完整中文本地化；物联网接入要求对接阿里云IoT、腾讯云IoT、华为云IoT、中国移动OneNET等国内平台并支持SIoT等可内网部署的轻量级服务，采用MQTT等常用协议，保证在无外网环境下完成教学；人工智能功能要求端侧与离线优先、提供可视化模型训练体验及不少于20个完整教学示例工程，并对涉及人脸、声纹等生物特征信息的功能提出本地处理和伦理教育要求。

在运行环境方面，标准强调国产化适配与自主可控，要求兼容Windows、鸿蒙NEXT、统信UOS、银河麒麟OS等主流操作系统，宜支持龙芯、飞腾、鲲鹏、海光、兆芯等国产处理器，Web端优先适配国内常见浏览器并支持内网部署，同时要求配套软件具有合法的软件著作权。教学资源平台部分则从课程资源和项目分享两方面提出内容与形式建议，并鼓励遵循开放许可协议进行社区共享。上述要求旨在构建开放、本地化、可持续且信息安全的教学软件生态。

3.5 安全与环保要求

鉴于产品直接面向中小学生在课堂及课外开放环境中使用，标准第7章将安全与环保作为重点，通用安全要求引用GB 21746—2008、GB 21748—2008、JY 0009—1990及GB/T 2423.7—2018。

电气安全方面，规定使用者可触及部分电压不应超过直流安全电压（DC 12V），含电源适配器的套件应符合GB 4943.1—2022，并对GPIO静电保护、供电端口自恢复保险丝、DC输入防反接及大电流负载独立驱动等提出要求。

电池安全方面，采用锂离子电池的产品应符合GB 31241—2022，具备过充、过放、过

流和短路保护，明确不得向学生提供无保护电路的裸电芯，不得将锂电池短路、过充、拆解、刺穿等作为学生实验内容，应符合 GB/T 42728—2023、GB/T 42729—2023 的规定。

结构与机械安全要求外壳防护不低于 IP30、表面边缘光滑无毛刺、带电件不可触及、热表面设警示；静电防护按 GB/T 17626.2—2018 进行接触放电试验。

信息与数据安全要求平台与数据传输符合国家关于未成年人个人信息网络保护的规定，服务器或云环境应通过网络安全等级保护测评。

环保要求方面，材料应符合 GB/T 26572—2011 关于限用物质的限量要求，并按 SJ/T 11364—2024 进行污染控制标识。上述指标的确定，充分体现了对未成年使用者安全与健康的特别保护。

3.6 试验方法

标准第 8 章的试验方法与第 5~7 章的技术要求一一对应，规定了试验条件（温度 15℃~35℃、相对湿度 25%~75%、气压 86kPa~106kPa）及硬件、软件与资源、安全三类试验方法。其中，接口寿命、按键寿命等部件使用寿命试验给出了插拔速度、按键力及检查间隔等具体参数；软件与资源试验按 GB/T 25000.23—2019 进行功能核查，并对软件性能与稳定性（响应时间、崩溃率等）作出规定；安全试验分别引用 GB 4943.1—2022、GB 31241—2022、GB/T 4208—2017、GB/T 17626.2—2018、GB/T 26572—2011 等标准规定的方法，保证试验结果可对比、可复现。

3.7 检验规则

标准第 9 章规定了定型检验、出厂检验和周期检验三类检验的分类、检验项目（表 8）及判定与处理程序。出厂检验按 GB/T 2828.1—2012 进行抽样，采用一般检查水平 II，外观、结构、包装的接收质量限（AQL）取 0.65，功能性抽样要求 100%通过；对严重影响使用或学生使用安全的缺陷设为 A 类不合格并从严判定。周期检验明确了主要设计工艺材料变更、每年不少于一次等触发条件。检验规则的设置兼顾了产品质量控制与教学使用安全。

3.8 标志、说明书、包装、运输与贮存

标准第 10 章在符合 GB/T 5465.2—2023、GB/T 9969—2008、JY 0010—1990、GB/T 191—2025 等标准的基础上，针对教学场景提出了特别要求：产品标志应清晰耐磨并标注型号、名称、制造商、批次或序列号及认证标志，含内置电池或电源适配器的应标注相应额定参数与安全认证标志；使用说明书应与配套教学资源形成一一对应关系，建立硬件模块与教学项目的映射，将传感器量程、精度等参数与探究活动相关联，并将安全警示与教学环节绑定；包装应设置防静电缓冲及清晰的位置图示与清单，运输与贮存则对防潮、防淋、含锂电池运输及贮存环境等提出要求。

4 采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准在制定过程中，工作组检索了国内外相关标准资料，未查到与义务教育阶段教学用开源硬件直接对应的国际标准或国外标准。本标准所引用的电气安全、外壳防护、静电放电抗扰度、限用物质限量等基础性标准，与相应的国际标准（如 IEC 相关标准）在技术内容上总体协调一致。综合判断，本标准技术水平为国内先进水平。

5 与现行法律法规和强制性标准的关系

本标准的制定符合《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》及《中国教育装备行业团体标准管理规定（V2.0）》的有关要求，并与下列文件相衔接、相协调；在教育教学政策方面，与《义务教育信息科技课程标准（2022 年版 2025 年修订）》《中小学实验教学基本目录》及教育部《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》相衔接，技术内容服务于课程标准所规定的教学模块与实验教学要求。

在安全与信息保护方面，涉及联网、数据采集及人工智能功能的要求，与《中华人民共和国个人信息保护法》、国家关于未成年人网络保护及生成式人工智能服务管理的有关规定相协调；产品安全相关要求引用了 GB 4943.1—2022、GB 31241—2022、GB 21746—

2008、GB 21748—2008 等强制性国家标准，本标准的相关规定不低于上述强制性标准。

本标准作为推荐性团体标准，供相关方自愿采用，与现行法律法规和强制性标准不存在冲突，是对现行标准体系在义务教育阶段开源硬件领域的补充和细化。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

在标准起草过程中，各起草单位就总体框架和主要技术内容基本达成一致意见。对于个别技术指标（如主控板性能基准、人工智能模块算力下限、传感器与执行器的必选 / 可选划分、软件本地化部署与国产化适配要求等），起草组通过调研主流产品、比对课程标准要求并经多轮讨论协商确定，兼顾了先进性、适用性与教学经费条件。截至本草案稿，尚无未能协调一致的重大分歧意见。后续公开征求意见及技术审查阶段收集到的意见，将由工作组汇总、分析并逐条处理，形成意见汇总处理表，重大分歧（如有）将按投票表决等方式处理，并在送审稿、报批稿的编制说明中补充说明。

7 标准作为推荐性标准发布的建议

本标准规定的是义务教育阶段教学用开源硬件的基本技术要求和选型采购依据，主要供生产企业、学校及教育装备管理部门自愿采用，不宜作为强制性标准。建议本标准作为推荐性团体标准发布实施，引导行业规范发展，并为后续相关标准的制定积累经验。

8 贯彻标准的要求和措施建议

为使本标准得到有效贯彻实施，提出以下建议：一是请中国教育装备行业协会及归口单位组织标准宣贯，面向生产企业、学校、教育（装备）管理部门、检测认证机构及有关专家开展培训与解读；二是引导会员企业按标准要求组织设计和生产，推动接口标准、开源完整性文档和软件本地化部署等要求落地；三是建议学校及装备管理部门在选型采购中参照本标准，重点关注安全、开源完整性、国产化适配及教学资源配套；四是通过行业网站、专业期刊及相关媒体广泛宣传，扩大标准的知晓度和影响力；五是在标准实施过程中及时收集反馈意见，为标准的复审和修订提供依据。

9 其他应予说明的事项

9.1 关于标准名称

本标准的标准化对象为义务教育阶段教学用开源硬件产品及其配套软件与教学资源，为准确表明标准化对象和适用范围，标准名称定为《义务教育阶段开源硬件技术规范》。在编制过程中，标准名称可随内容的进一步明确而作适当调整，最终名称以报批稿为准。

9.2 关于知识产权

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。配套编程软件应具有合法的软件著作权。工作组在起草过程中未发现涉及需要披露的重大专利问题；如后续发现相关专利，将按有关规定处理。

9.3 废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定发布，不涉及替代或废止现行有关标准。

9.4 致谢

本标准的编制得到了各起草单位、有关专家及相关方的大力支持与帮助，在此一并表示感谢。

《义务教育阶段开源硬件技术规范》
团体标准编制工作组
2026 年 8 月 6 日