

《基于人工智能技术的印制电路板设计系统技术要求》标准编制说明

标准起草小组

1.标准范围

本文件规定了基于人工智能技术的印制电路板设计系统的总体架构、功能要求、数据要求、性能要求、安全与合规要求以及运维要求。

本文件适用于基于人工智能技术的印制电路板设计系统的开发、测试、集成与评估。

2.工作简况

2026年6月，本标准编制组正式成立，由联通（广东）产业互联网有限公司牵头，联合中国信息通信研究院、深根宁极（东莞）人工智能科技有限公司等单位共同组建。编制组对本标准的立项达成共识，开展人工智能电子设计自动化（AI-EDA）产业现状调研与技术资料收集工作，多次组织专家进行讨论，形成标准草案。

2026年8月，本标准通过中国互联网协会立项评审，正式立项。

2026年8月—9月，编制组多次召开标准研讨会，围绕设计系统的总体架构、数据交换格式及性能指标体系等核心内容开展讨论，针对产学研单位对标准文本提出的意见建议持续迭代，形成标准征求意见稿。

3.标准编制原则和确定标准主要内容

本文件依据《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）编制。

标准编制原则包括：

1）科学性：结合人工智能技术与电子设计自动化融合的演进趋势，按原理图设计、原理图审查、PCB布局、PCB布线、设计规范审查及可制造性验证等核心环节划分设计系统的功能子系统。

2）系统性：从总体架构、功能要求、数据要求、性能要求、安全合规及运维六个维度构建完整的技术要求体系。

3）可操作性：性能指标采用定量方式设定，明确了12项核心指标的定义、计算方法及最低阈值，便于第三方机构开展测试与评估。

4）安全可控：明确人工智能辅助设计的决策边界，要求所有最终设计决策均由工程师做出，并对航空航天、医疗电子、汽车电子等高可靠性应用领域保留强制性人工审核环节。

本文件核心内容包括：

1) 总体架构与基本要求：定义了设计系统的逻辑组成与典型架构，明确了人机协同的基本原则，包括设计决策应具备可追溯性与可解释性、设计输出应通过 EDA 引擎验证并能够通过 ERC、DRC 及 DFM 等检查、应采用 IPC-2581 等标准化数据格式进行设计数据交换，以及在原理图定稿、布局冻结、布线完成等关键决策节点保留人工干预途径。

2) 功能子系统要求：规定了原理图设计、原理图审查、PCB 布局、PCB 布线、设计规范审查及可制造性验证六个功能子系统的技术能力与数据要求，覆盖需求解析与转化、元器件选型、电路拓扑自动生成、连接正确性审查、数据手册一致性审查、元器件自动放置、约束驱动布线、人工智能增强规则检查、多物理场检查、智能可制造性分析等关键能力。

3) 数据交换与系统接口：确立以 IPC-2581 作为设计数据交换的统一标准格式，明确系统应兼容 KiCad、Altium、Allegro、Gerber 等主流 EDA 工具的数据格式，并对 EDA 工具接口、仿真工具接口及制造系统（MES）接口提出要求。

4) 性能指标体系：建立涵盖 ERC 通过率、元器件选型准确率、连接错误检出率、审查误报率、布局 DRC 通过率、布局后布线连通预估率、布线完成率、布线 DRC 通过率、规则覆盖率、违规检出率、DFM 问题检出率及良率预测准确率共 12 项指标的性能度量体系，明确了各项指标的指标含义、计算方法及最低阈值。

5) 安全合规与运维要求：规定了数据安全、知识产权保护、访问控制与加密等安全要求，以及模型管理、数据维护、日志记录、性能监控等运维要求。

4.主要试验(或验证)的分析、综述报告

在标准起草过程中，编制组对国内外主流人工智能辅助印制电路板设计系统的技术能力开展了调研与比对分析，重点围绕上述 12 项性能指标的设定依据进行了论证。指标阈值参考了当前主流 AI-EDA 系统的实际能力水平与典型设计单位的应用现状确定，确保指标既具有技术先进性，又具备在当前产业条件下的可达成性。

鉴于本文件目前处于征求意见阶段，编制组拟在公开征求意见期间，同步面向设计单位、EDA 厂商及第三方测评机构征集验证参与单位，对性能指标阈值的合理性与可达成性开展实测试验，并根据验证结果在送审阶段对指标进行必要调整。

5.标准在起草过程中遇到的问题及解决办法；重大分歧意见的处理经过和依据；有无重要技术问题需要说明

1) 人工智能与人工决策的责任边界问题。人工智能在设计过程中承担的角色定位是起草阶段的焦点问题。经编制组讨论并征求行业专家意见，明确设计系统应支持从设计建议、方案推荐、辅助绘图到全流程任务自动执行的多种人机协同模式，但所有最终设计决策均应由工程师做出；同时在航空航天、医疗、汽车电子等高可靠性应用领域保留强制性人工审核环节。

2) 性能指标阈值的确定依据问题。由于缺乏可依据的上位标准，指标阈值难以直接引用。编制组通过调研主流 AI-EDA 系统的公开能力数据与典型设计单位的应用实践，按照“当前主流系统可达到”的原则设定最低门槛，并在第 8 章同步给出各项指标的明确计算方法，避免测试中因口径不一致导致的判定歧义。

3) 国际标准缺失情况下的引用文件选择问题。目前尚无专门针对人工智能赋能印制电路板设计系统的国际标准。编制组确定以 IPC-2221、IPC-2581 等印制板行业基础标准作为设计数据与设计要求的依据，确保标准输出物与现有生产制造链条的兼容性。

在起草过程中，无重大分歧意见。

6.与国外标准的关系：包括：采用国际标准和国外先进标准的程度，与国外标准主要技术内容的差异

该项目没有对应的国际标准或国外先进标准。本文件在编制过程中参考了 IPC-2221《印制板设计通用标准》、IPC-2581《印制板组装产品制造数据与传输的通用要求》等行业基础标准，确保了设计输出物与现有生产制造链条的兼容性。

7.修订标准时，说明与标准前一版本的重大技术变化，并列出新、旧版本的有关条款(可引用标准前言的内容)；废止/代替现行有关标准的建议

本文件为首次制定，不涉及。

8.说明标准与其他标准或文件的关系(可引用标准前言的内容)，特别是与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件符合现行法律、法规要求。术语与 GB/T 41867—2022《信息技术 人工智能 术语》保持一致；设计数据与设计要求的引用 IPC-2221、IPC-2581 等印制板行业基础标准；安全合规要求符合工业和信息化部《印制电路板行业规范条件》

(2025 年本)，并规定当系统用于航空航天、医疗电子、汽车电子等高可靠性应用领域 (IPC Class 3) 时，其开发流程及输出结果应符合 DO-254、AS9100 等特定行业标准。

9.标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本文件作为推荐性标准。

10.贯彻国家标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)；标准发布后，对国内外业界可能产生的影响

建议本文件发布后，优先在中国互联网协会相关工作组及成员单位中推广应用，并推动在人工智能辅助印制电路板设计系统的产品研发、测试评估及用户选型中采信。

本文件的实施将规范基于人工智能技术的印制电路板设计系统的技术要求与质量基准。通过建立涵盖功能、数据、性能、安全及运维的统一评价体系，为设计单位开展系统选型、第三方机构开展测试评估提供客观依据，降低 AI-EDA 工具的选型与集成成本。

11.标准是否涉及知识产权的情况说明；如标准中含有自主知识产权，说明产品研发程度、产业化基础及进程

截至本文件征求意见稿形成之日，编制组未收到本文件涉及专利的相关通知。本文件未含有自主知识产权。

12.其他应予说明的事项

本文件为首次制定，无其他应予说明的事项。