

Practice and Thinking of Hardware Design Engineer Mentoring Projects

Xiaoyin Wang

Teradyne (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai, 201206, China

Abstract

With the progress of modern science and technology, hardware design is entering a new era. This paper explores how to nurture the next generation of hardware engineers through technology guidance, mindset training, and innovation stimulation. The paper introduces the new challenges brought about by artificial intelligence in detail, and shows how to help young engineers gradually develop innovative thinking and technical skills in the process of solving complex design tasks through project analysis. At the same time, the paper emphasizes the challenges faced by hardware designers in complex projects, and calls on young engineers to have the courage to explore new technologies, new architectures, and new applications to promote the vigorous development of the hardware industry.

Keywords

nurturing; innovation and stimulation; sustainable development

硬件设计工程师培育项目的实践与思考

王晓寅

泰瑞达（上海）有限公司，中国·上海 201206

摘要

随现代科技的进步，硬件设计正进入一个全新的时代。论文探讨了如何通过技术引导、思维训练以及创新激发，培育下一代硬件工程师。论文详细介绍人工智能带来的新挑战，并通过项目分析，展示了如何帮助年轻工程师在应对复杂设计任务的过程中，逐步培养创新思维与技术能力。同时，论文强调了硬件设计师中从面对复杂项目的挑战，呼吁年轻工程师勇于探索新技术、新架构以及新应用，推动硬件行业的蓬勃发展。

关键词

培育；创新激发；持续发展

1 引言

随着技术的飞速发展，硬件设计已经成为芯片、高性能计算机、人工智能等高科技的基础。可以说硬件设计已成为推动全球经济与科技进步的重要驱动力之一。半导体领域里的创新步伐不断加快，新技术如人工智能、物联网和高性能计算逐渐成为主流，极大地推动了硬件设计的需求和复杂性。在这样的背景下，如何引领新一代硬件工程师成为行业的中流砥柱，已经成为每个资深工程师的重要使命之一。

年轻的硬件工程师充满热情与潜力，然而他们在面对实际操作的时候，往往需要更深入的指导与支持。因此，公益指导项目不仅可以传授了技术经验，也可以帮助他们建立起适应复杂设计流程和前沿技术的思维框架以及面对挑战保持良好心态的能力。

【作者简介】王晓寅（1986-），男，中国江苏南京人，硕士，工程师，从事半导体研究。

2 硬件设计的复杂性与新挑战

硬件设计是多学科交叉所以充满挑战技术挑战。硬件设计的专业学科十分广泛，绝对不是对一个学科泛泛而谈。硬件设计的本质上是多学科交叉的复杂工程，这对一个设计师的专业知识提出了十分高的要求。硬件设计涵盖了系统架构电子电路、嵌入式系统、信号处理到芯片制造等多个领域。每个设计阶段都涉及不同的专业技术知识和工程工具使用。随着人工智能以及行业标准的发展，硬件设计服务的产品对设计的精确性、性能、成本以及可扩展性的要求越来越高。这对于刚毕业的年轻硬件工程师来说，往往是他们在进入实际项目时的巨大的挑战。

2.1 摩尔定律放缓引入新架构和新技术的重要性

摩尔定律（Moore's law）是由英特尔（Intel）创始人之一戈登·摩尔提出的。其内容为：集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔两年便会增加一倍。基辛格在最新演讲中表示：“我们不再处于摩尔定律的黄金时代，现在的的确确要困难得多，所以我们现在可能会有效地接近晶体管数量每

三年翻一番，大家肯定看到了速度已经放缓。”^[1]

摩尔定律放缓意味着硬件行业的发展速度越来越慢。所以硬件设计在维持性能提升的同时，必须更多地依赖设计创新和制造工艺的突破。在指导年轻工程师时，导师应当特别强调了在设计中引入新架构和新技术的重要性。比如异构计算、低功耗设计、3D 封装等新兴技术。年轻的工程师在掌握掌握最新的技术工具，还应当保持创新思维。

2.2 硬件与软件的深度融合

在现代硬件设计中，硬件与软件的界限逐渐模糊。工程师不仅要考虑硬件的性能、可靠性，设计理念等，还要理解如何将硬件与软件高效合作的原理，从而为用户以及最终用户提供最佳体验。尤其在嵌入式系统、物联网等领域，软硬结合的设计理念已经成为标准。在项目中，导师鼓励年轻工程师打破单纯硬件设计的局限，打开思路，思考如何使得硬件与软件的协同工作。

3 导师的角色与作用

3.1 技术导师的责任与挑战

作为公益项目的高级导师，导师的责任是不同于一般导师，责任更为重大。高级导师不仅仅是教授硬件的技术细节，更在于引导年轻设计师们形成独立思考与开阔思维的能力，对于项目需要有宏观性的前瞻把握。当代技术是日新月异，淘汰率很快，今天的设计方案可能明天就会成为过时的方案。所以，具备与时俱进的解决问题的能力是未来工程师宝贵的资产。思辨素养是未来设计师的关键能力^[2]。在项目指导中，为了锻炼他们的独立思考和创新的能力，高级导师常常通过挑战性的项目和开放式问题，鼓励他们提出自己的设计方案并进行多轮优化。

3.2 从容错到优化：设计中的试错与反馈机制

在当今的高科技时代，容错设计已经成为企业工业设计的高需求。容错设计是指系统在出现故障时能够自动进行故障恢复，以保证系统的正常运行。

如今项目的学科交错以及复杂性是不可比拟的，所以在硬件设计中的容错性和优化能力显得尤其关键。导师与年轻设计师一起讨论项目时，须强调不断试错和反馈的重要性。尤其在复杂的硬件设计工程中，将信息容错、时间容错和结构容错相结合是提高系统整体准确性、灵活性和可靠性的关键。在实际项目中，每一次小小的调试和修正都会为最终的优化奠定基础。导师强调需要多种容错方式相结合的解决复杂的技术问题：将信息容错，时间容错，结构容错相结合。导师还须强调，这种多维度的容错设计不仅能够提高系统应对复杂问题的能力，还能为系统的长期稳定运行提供保障。通过将三者有机结合，年轻设计师能够打造出灵活且可靠的系统，适应各种复杂和不可预测的环境。

3.3 团队协作与跨学科沟通能力

硬件设计往往需要多个学科的专家的团队协作，因此

团队协作和跨学科的沟通能力显得尤为重要。在指导过程中，高级导师不仅关注个人专业能力的培养，还通过团队项目训练他们的沟通技巧和团队合作精神。高级导师可以采用的指导方式：在项目分工的选择时，鼓励每位工程师担任与之前项目任务不同的任务，这样可以让他们体验不同的流程阶段，增强他们对宏观工程流程的把握。

第三部分：项目参与——从基础设计到高阶优化。

项目一：异构计算架构中的优化问题。

在一个项目中，导师与年轻工程师们探索了异构计算架构的整合设计与优化，旨在实现高性能计算与低延迟数据处理之间的平衡。

众所周知，摩尔定律对于通用处理器（CPU）来说的已经急剧放缓，而机器学习和 Web 服务的规模却在指数级增长。人们使用定制硬件来加速常见的计算任务，然而日新月异的行业又要求这些定制的硬件可被重新编程来执行新类型的计算任务。FPGA 正是一种硬件可重构的体系结构。它的英文全称是 Field Programmable Gate Array，中文名是现场可编程门阵列。FPGA 能为高速计算功能提供灵活的计算模式。

高级导师在指导中强调，必须通过整合 CPU、GPU 和 FPGA 的功能模块，不能单纯使用单一的模式来设计硬件项目至关重要。年轻工程师们需要学习如何充分利用整合硬件资源，并通过软件的优化进一步提升系统性能。在这个过程中，导师带领他们探讨了不同架构的优势与劣势，并最终通过模拟实验选择了最优方案。

项目二：人工智能中的硬件自动化测试平台。

数据、算力、算法，被认为是发展人工智能的重要技术底座。中国人工智能产业快速发展，还得益于中国超前布局算力等数字信息基础设施建设。2022 年，全国在用数据中心机架总规模超过 650 万标准机架。有超过 30 个城市正在建设或提出建设智算中心，算力总规模已经居全球第二^[3]。

随着人工智能的兴起，硬件设计不仅要注重产品的功能，还要考虑生产线上的测试与自动化能力。在一个自动化测试平台的项目中，导师教授团队设计了一套适用于不同硬件模块的测试方案，是将人工智能与硬件设计相结合。他们通过模块化设计和人工智能系统的引入，实现测试人工智能化，极大地缩短了测试时间，并显著提升了生产效率。这个项目让年轻的工程师们认识到硬件设计不仅是技术层面的创新，还涉及生产与测试流程的优化。

4 未来硬件设计趋势与设计师的职业发展

4.1 硬件设计的未来趋势：从 5G 到量子计算

硬件设计正在进入一个新纪元，5G 技术的普及、人工智能芯片的崛起以及高性能计算的发展，正在彻底改变行业的面貌。未来的硬件设计将更依赖于创新技术的引入，而不仅仅是传统的性能优化。在指导年轻工程师时，导师可以经

常引导他们关注这些前沿技术的发展，并鼓励他们在设计中大胆创新。

5G网络运行的无线电频率与以前的3G、4G和4G LTE网络相同，以前的网络为全球大多数手机提供服务。然而，5G网络改进了速度、延迟和带宽，从而提供更短的下载和上传时间、更强的连接和更高的可靠性，这使5G网络自然而然地成为4G技术的替代者。与人工智能(AI)、ML物联网(IoT)和机器学习(ML)一样，5G是一种颠覆性技术，有可能会改变人类与互联网、社交媒体和一般信息的交互方式。更具体地说，对于通过高速网络连接为自动驾驶汽车、游戏系统和视频流提供支持的技术，5G具有重大影响^[4]。

4.2 从工程师到技术领导者：职业发展的关键节点

年轻工程师的成长不仅仅停留在技术层面，他们未来还需要具备领导力与管理能力。年轻的工程师未来半导体硬件领域的中流砥柱，是未来科技工业发展的关键。在培训技术指导的同时，导师需要十分重视对他们的开放思维，全局把控的培养。他们是未来技术的领导者，他们不仅要能够制定设计技术路线图，还要具备影响团队、推动创新的能力。在培训指导中，导师可以通过让他们承担更多的项目管理与决策责任，帮助他们逐步迈向技术领导者的角色，培养他们的宏观意识。

4.3 培养软技能与专业技术相结合的全方面人才

硬件项目的设计涉及许多学科的交叉，往往需要工程师们的团体协作，这就要求年轻的工程师们在踏入工作前就具有一定的团队合作精神。这就要求工程师们不仅需要具备深厚的专业技术知识，还需要具备软技能，如沟通、项目管理、决策和团队协作能力以及统筹规划的精神。在公益项目的指导中，导师可以特别注重帮助他们这些软技能的提升，帮助他们把专业技能知识与软知识相结合，因为在现代

复杂的技术环境中，单凭技术已经不足以应对所有挑战。

5 培养下一代硬件工程师的使命与责任

一流工程师应努力做到“八具有”，即具有工程伦理、行业操守和职业素养；具有关切环境、关怀生命的责任心和慈悲心；具有终生学习的求知欲和与世界工程界保持同步的上进心；具有自觉自省的人生态度；具有执着与变通相宜的健全人格；具有追求卓越、勇于开拓、敢于冒险的创新创业精神；具有对职业敬畏、对工作认真、对产品负责、对技艺不断磨练、对行业执着坚守、对领域扎实钻研的工匠精神；具有客观理性、明辨是非的价值观，能正确洞悉科技作用^[5]。

通过参与公益项目并与年轻的设计师们指导与交流，资深工程师深刻认识了作为行业前辈的责任与使命。高级导师的指导工作不仅仅在于技术传授，更在于帮助他们塑造未来的职业方向，培养创新精神与团体协作精神的人才。在未来硬件设计的浪潮中，只有不断培养独立思考、创新和协作能力的年轻工程师，才能真正推动硬件行业向前发展。通过长期的导师关系与实践指导，这些年轻工程师将会成为行业的中坚力量，推动硬件设计领域取得更大的突破。

参考文献

- [1] 秦泉.摩尔定律“生死”之争背后:关乎未来半导体行业发展模式[N].中国经营报,2022-10-17(C02).
- [2] 李叶,张黎.张黎:思辨素养是未来设计师的关键能力[J].设计,2023,36(8):76-82.
- [3] 孙广见.国产算力探索资源配置“最优解”[N].经济参考报,2024-04-11(005).
- [4] 翁昌鉴.5G/5G-Advanced/6G接入网安全技术分析[J].通讯世界,2024,31(8):28-30.
- [5] 徐飞.办一流工程教育育卓越工科人才[J].高等工程教育研究,2016(6):1-6+36.