**中国科学技术大学**

**工程硕士研究生学位论文**

**开题报告**

**论文题目：多功能版图绘制系统**

**的设计与实现**

**学 生 姓 名： 胡孔孟**

**学 校 导 师： 丁箐**

**企 业 导 师： 王玉锋**

**工 程 领 域： 软件工程**

**领 域 代 码：** 085405

**研 究 方 向： 应用系统设计**

**所 在 院 系： 软件学院**

**实 习 单 位： 杭州欣俊哲微纳科技有限公司**

**中国科学技术大学研究生院**

**填表日期：2024年6月16日**

**说 明**

1. **工程硕士学位论文的开题报告是保证论文质量的一个重要环节，为了加强对工程硕士研究生培养的过程管理，规范其学位论文的开题报告，特制此表。**
2. **工程硕士学位论文开题报告，应该在工程硕士学位授予点或培养单位组织的学术报告会上报告，听取意见，论证后再填写此表。**
3. **此表一式两份经导师和培养单位负责人签字后，交培养单位研究生教学管理办公室存档。**
4. **工程硕士研究生在申请学位论文答辩时，必须提交该学位论文开题报告。**

**一、 简况**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **研究生简况** | **学 号** | | SA22225023 | | | | | **姓 名** | 胡孔孟 | | | **姓名拼音** | HuKongmeng | |
| **性 别** | | **男** | | **身份证号** | | 340823199911101513 | | | | | **出生年月** | **1999.11** | |
| **工程领域** | | 软件工程 | | | | | | | | **研究方向** | **应用系统设计** | | |
| **入学时间** | | **2022.09** | | | **录取方式** | | | | **联考 统考√ 自考** | | **培养方式** | | **脱产√ 不脱产** |
| **本科毕业时间** | | **2021.06** | | | **本科毕业**  **学校** | | | | **南京理工大学** | | **本科专业** | | **工商管理** |
| **论文类型与性质** | **名称** | **中文** | | **多功能版图绘制系统的设计与实现** | | | | | | | | | | |
| **英文** | | **Design and Implementation of a Multi-functional Layout Drawing System** | | | | | | | | | | |
| **类别** | **1．技术攻关研究 2．工程项目策划**  **3．工程设计或技术改造√ 4．新工艺、新材料、新设备、新产品的研制与开发** | | | | | | | | | | | | |
| **形式** | **1．工程设计√**  **2．研究论文** | | | | | | | | | | | | |
| **性质** | **1．应用技术研究**  **2．技术开发√** | | | | | | | | | | | | |
| **论文内容和意义** | **摘 要** | 版图绘制在多个领域中都具有重要性。在建筑、工程、平面设计和制造等行业中，版图绘制被广泛应用。它们作为建筑项目的蓝图、电路图的示意图、室内设计的平面图，以及产品原型的图解。版图绘制有助于清晰表达复杂观念，促进团队成员之间的协作，确保项目执行中的准确性和一致性。此外，版图绘制在项目的规划、设计和实施阶段起着至关重要的作用，为项目的成功和高效提供支持。  本文介绍了一个多功能版图绘制系统的设计与实现，是关于半导体领域如PCB板的版图绘制。在开源软件Klayout的基础上，该系统增加了一系列功能。比如可以处理多种CAM资料，轮廓化等。该系统旨在满足公司的实际需求，可以简化创建专业质量图表的流程，满足定制化的条件，提高团队协作的效率。 | | | | | | | | | | | | |
| **主题词** | **主题词数量不多于三个，主题词之间空一格（英文用“/ ”分隔）** | | | | | | | | | | | | |
| **中文** | | **版图绘制 多功能 定制化** | | | | | | | | | | |
| **英文** | | **Map Drawing/Versatile/Customization** | | | | | | | | | | |

**二、选题依据**

|  |
| --- |
| **1．阐述选题背景，研究意义，或工程设计的价值和意义，该选题国内外技术应用现状和发展趋势，选题的先进性和实用性。**   * 1. **选题背景与研究意义**   集成电路发明已届60周年，在学术界和产业界的共同推动下，集成电路产业的发展基本遵循着摩尔定律所预测的节奏，即集成电路上可容纳的元器件的数目，约每隔18～24个月便会增加一倍，性能也将提升1倍。摩尔定律的核心即芯片集成度的提高，主要由集成电路制造工艺来实现。因此，集成电路制造在整个集成电路产业链中占据着尤为重要的地位，一方面推动着摩尔定律的演进，另一方面为集成电路设计业实现产品，同时支撑着庞大的集成电路专用装备和材料市场。在摩尔定律的作用下，单个晶体管的平均价格一直呈指数的趋势逐年下降[1,2,3]。在各个技术节点里，都有一些关键的制造工艺技术的进步支撑着摩尔定律的发展。集成电路制造是半导体产业的核心基础，是高度技术密集型产业，在集成电路产业链中处于基石的位置。中国在全球半导体市场中的份额从2000年的7%持续快速增长，到2015年占比达到45%。当前，我国大陆集成电路制造产业正处于高速发展期，在销售规模、技术升级、产能扩展和规划新生产线建设方面都取得显著进展，是全球集成电路产业增长最快的地区，也是全球半导体贸易最活跃的区域[4]。  近二十年来，凭借亚洲尤其是中国在劳动力、资源、政策、产业聚集等方面的优势，全球电子制造业产能向中国和韩国等亚洲地区转移。中商产业研究院发布的《2024-2029年中国印制电路板(PCB)行业发展趋势及预测报告》显示，2022年中国PCB市场规模达3078.16亿元，同比增长2.56%，2023年约为3096.63亿元。中商产业研究院分析师预测，2024年中国PCB市场规模将进一步增长至3469.02亿元。印制电路板细分市场主要产品包括刚性板、挠性板、刚挠结合板和封装基板。从各细分市场产值规模占比来看，目前中国PCB市场产品以刚性板为主，包括多层板、HDI板、HDI板等，市场份额合计占比81%；挠性板占比14%；IC载板占比4%；刚挠结合板占比1%。整体来看，与日本、韩国等国家相比，我国PCB产品中高端印制电路板占比较低，具有较大的提升空间。PCB成本结构中，原材料占比约60%，其中占比最高的是覆铜板，达27.31%。其次分别为半固化片、人工费用、金盐、铜球、铜箔、干膜、油墨，占比分别为13.8%、9.53%、3.8%、1.4%、1.39%、1.37%、1.23%[5]。  在当前数字化时代中，CAM软件在各个领域的广泛应用已成为行业发展的重要推动力。特别是在集成电路设计、印刷电路板设计和芯片设计等领域，CAM软件发挥着关键作用。随着技术的不断发展，对CAM软件的需求也日益增加，因为这些软件可以帮助设计人员更高效地完成设计任务，减少错误并提高生产效率。产品市场竞争日益激烈，客户对生产周期提出了更高的的要求。这些变化对 PCB 生产企业的关键部门—制前工程部带来前所未有的挑战。制前工程部提供的生产工具如版图绘制工具控制着生产中的关键流程，其正确与否，直接影响到产品的质量及交货期。如何在尽可能短的时间内提供优质、准确的生产工具给生产部门，是制前工程部目前所面临的巨大挑战[6]。  掩模制版工艺过程大致为：  1. 绘制生成设备可以识别的掩膜版版图文件（GDS格式）  2. 使用无掩模光刻机读取版图文件，对带胶的空白掩膜版进行非接触式曝光（曝光波长  405nm），照射掩膜版上所需图形区域，使该区域的光刻胶（通常为正胶）发生光化学反应  3. 经过显影、定影后，曝光区域的光刻胶溶解脱落，暴露出下面的铬层  4. 使用铬刻蚀液进行湿法刻蚀，将暴露出的铬层刻蚀掉形成透光区域，而受光刻胶保护的铬层不会被刻蚀，形成不透光区域。这样便在掩膜版上形成透光率不同的平面图形结构。  5. 在有必要的情况下，使用湿法或干法方式去除掩膜版上的光刻胶层，并对掩膜版进行清洗。  其中版图文件就是由版图绘制软件制作。Klayout是目前正在使用的 CAM 制作软件，它仅能提供各种编辑功能的集合，工程师在使用这些软件的过程中基本依靠单纯作为一个编辑软件，缺乏更深的意识，工作效率完全建立在工程师的操作熟练程度上。CAM 二次开发系统的研究就是要适应这种瞬息万变的市场要求，探讨在满足 PCB 生产工艺要求、客户设计标准限制、产品快速交付限制等各种限制条件的前提下，通过计算机应用软件的设计与开发，实现 PCB/CAM 设计与管理的整个过程，以达到预订的生产经营目标与规划，为加强 PCB 企业的战略竞争能力和业绩持续增长的发展规划，尝试着从 PCB 设计标准化的角度来引导设计工程师更智能和更高效的完成制前设计任务[7-8]。印制电路板的生产工艺相对比较繁多，订单流程制造比较复杂，CAM 工程师需要思考和掌握的技术相对繁琐，完整的 PCB/CAM 过程由一系列的编辑步骤组成,不同的人因使用习惯不一,而采用不同的方法制作,导致结果存在差异。工程设计人员同时又面临着工厂内部设计工具紧急需求的压力，以及外部市场快速交付竞争的挑战。因此，设计开发适用于印制电路板制前工程的 CAM 二次开发系统已经显得更加的迫切和重要。也是 PCB 行业竞争中一个有效的手段和提升整体竞争力的方法之一。   * 1. **国内外技术应用概况和发展趋势**      1. **版图绘制软件**   Klayout：为免费开源软件，涵盖版图绘制的基本功能，可直接生成GDS格式文件，与设备兼容性高。  L‐edit：是Tanner EDA系列软件之一，半导体制程中常用软件，功能强大，需付费购买。在版图文件绘制完成后通过“export”命令生成GDS文件。  AutoCAD：常用工程制图软件，但不能直接生成GDS文件。可在绘制完成后保存为.dwg文件，再通过LinkCAD软件将.dwg文件转换为.gds文件；或者在绘制完成后保存为.dxf文件，再用Klayout打开，检查无误后另存为.gds文件。CAD图纸转为.gds格式的出错率较高，不推荐。   * + 1. **布局算法**   随着电力电子新产品需求的增加，以及工业设计周期和产品生命周期缩短的趋势，电力电子设计自动化（DAPE）近年来被提出，将耗时的迭代设计过程委托给计算机算法，并将高度专业化的产品设计和开发周期中的巨大成本降至最低[9-10]。最近的研究主要集中在器件数量有限的相对小规模的功率模块上。Ning等[11]提出了一种基于遗传算法（GA）的功率模块自动版图设计方法，仅限于单层结构（2-D）。Al Razi等[12]提出了一种用于2.5D多芯片功率模块设计的集成软件工具PowerSynth。为了保证节省巨大的计算成本，它还优化了设备的电气和热性能。然而，在电力电子PCB层面，尽管有针对各个步骤的方法和算法[13-15]，但从原理图到CAM文件的完整工具链的可行性还有待研究。   * 1. **选题的先进性和实用性**   随着电子科学技术的飞速发展，印刷电路板在电子工业中扮演着至关重要的角色。随着技术的不断进步，印刷电路板变得越来越复杂，向着高密度、高层数、微线路、埋铜技术、高速高频混压技术等方向发展。这些技术特点的进步使得生产资料变得更加复杂，而市场竞争的激烈程度也在不断增加，客户对生产周期的要求也变得更加严苛。  这些变化给 PCB 生产企业的制前工程部门带来了巨大挑战。制前工程部门负责控制生产中的关键流程和参数，其准确性直接影响产品质量和交货时间。如何在最短时间内提供高质量、准确的生产工具给生产部门，成为制前工程部门当前面临的最大问题。  面对这一技术挑战，制定系统法则来指导设计工程师完成繁杂的设计工作至关重要。PCB 订单通常是定制化需求，种类繁多，对设计人员的技术掌握要求极高。寻找适用的智能化法则并不容易，因为一旦在 PCB 制造和加工过程中出现设计异常，可能会导致严重后果，从影响交付到批量报废或客户投诉。  因此，评估与分析是必不可少的，广泛应用相对智能化的 PCB/CAM 二次开发系统变得至关重要。本论文基于Klayout软件进行二次开发，根据公司无掩膜业务的图像需求和印制电路板生产特点，实现了 PCB 制造中 CAM 设计自动化的主要功能，如自动识别靶点、自动拼板、自动板边设计等。这使得设计更加规范化、系统化，易于管理，提高了 CAM 的设计品质和制作效率，从而提升了企业的核心竞争力。 |
| **２．主要参考文献（列出作者、论文名称、期刊名称、出版年月）。**  [1] 王阳元.集成电路产业全书[M].北京：电子工业出版社，1993.WANG Y Y. IC Industry book[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry, 1993.  [2] HUANG R, WU H M, KANG J F, et al. Challenges of22nm and beyond CMOS technology[J]. Science in China Series F(Information Science), 2009, 52(9):1491-1533.  [3] YERIC G. Moore's Law at 50:are we planning for retirement?[C]//2015 IEEE International Electron Devices Meeting.IEEE, 2015:1-8.  [4] 康劲,吴汉明,汪涵.后摩尔时代集成电路制造发展趋势以及我国集成电路产业现状[J].微纳电子与智能制造,2019,1(01):57-64.  [5] 2024年中国PCB行业市场前景预测研究报告[EB/OL].深圳市中小企业公共服务平台.https://www.seccw.com/Document/detail/id/29181.html,2024.  [6] 张千木. 基于Genesis软件的PCB/CAM二次开发系统设计与实现[D].电子科技大学,2016.  [7] 金鸿,王钧铭.印制电路技术[M]. 北京化学工业出版社,2009, 36-108  [8] 张家亮.2009 年全球 PCB 市场总结及其未来发展预测(2) [J]. 覆铜板资讯,2010, (4):6-17  [9] A. Bindra and A. Mantooth, “Modern Tool Limitations in Design Automation: Advancing Automation in Design Tools is Gathering Momentum,” IEEE Power Electronics Magazine, vol. 6, no. 1, pp. 2833, Mar. 2019.  [10] K. Hermanns, Y. Peng and A. Mantooth, “The Increasing Role of Design Automation in Power Electronics: Gathering What Is Needed,” IEEE Power Electronics Magazine, vol. 7, no. 1, pp. 46-50, Mar. 2020.  [11] P. Ning, F. Wang and K. D. T. Ngo, “Automatic layout design for power module,” IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 28, no. 1, pp. 481-487, Jan. 2013.  [12] I. Al Razi, Q. Le, T. M. Evans, S. Mukherjee, H. A. Mantooth and Y. Peng, “PowerSynth Design Automation Flow for Hierarchical and Heterogeneous 2.5-D Multichip Power Modules,” IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 36, no. 8, pp. 8919-8933, Aug. 2021.  [13] N. Quinn and M. Breuer, “A forced directed component placement procedure for printed circuit boards,” IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. 26, no. 6, pp. 377-388, Jun. 1979.  [14] Y. Tian, A. J. Forsyth, Z. Li, and C. Zhang, “A Component Manipulation Algorithm to Enable Design Automation of Power Electronic PCBs,” in 2021 IEEE Design Methodologies Conference  (DMC), 2021, pp. 1-6.  [15] Y. Tian, A. J. Forsyth, Z. Li and C. Zhang, “Automated Copper Layer Design and Optimization Tool based on Progressive Point Expansion Algorithm for Switch Mode Power Supplies,” in 2021 IEEE 22nd Workshop on Control and Modelling of Power Electronics (COMPEL), 2021, pp. 1-6. |

**三、课题内容及具体方案**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. **课题内容**   本课题内容来自本人在实习期间参与的项目之一，这个项目的主要内容是读取一些带格式文件并将内容可视化。这个项目的一部分就关于集成电路的布局，读取或者编辑一些微纳米级别的电路并输出电路图，将这些工作交给软件自动化操作，相比手工操作在效率上和准确性上都达到了惊人的提升，有利于更高级别的集成电路版图的CAM化。   1. **系统需求分析（应用软件工程专业描述工具描述）**   在多功能版图系统的设计过程中，收集了很多有价值的需求，主要是公司的需求。形成了初步的产品需求说明文档。文档包括了编辑版图、查看版图和管理版图等功能性需求和一些非功能性需求。   * 1. **功能性需求**      1. **编辑版图**   在版图软件中，用户有编辑版图的需求。因为手工绘制版图既效率低下又达不到软件的精确性，尤其是在微纳米级别。而且版图有层(layer)的概念，版图软件能够轻松地切换各层。这里的元素指的是在绘画过程中的基本图形，如矩形、圆形、直线等，是版图绘制中的基本元素。编辑版图的用例图如图3.1所示。    图3.1编辑版图用例图   * + 1. **查看版图**   有时候需要查看导入的别人的版图文件，此时就需要查看版图的功能。查看版图的来源是导入的CAM文件，需要一个导入的功能。导入后查看有不同的视角，如和编辑版图一样的切换层数，选中具体元素查看具体数值(编号、长宽等)，放缩界面，旋转界面等与界面互动的功能。查看版图的用例如图3.2所示。    图3.2 查看版图   * + 1. **管理版图**   除了编辑和查看版图之外，还提供一些系统的功能，一般是在菜单栏里面。比如保存编辑过的版图到一定的路径、删除不需要的版图、还有一些扩展功能比如创建自动化任务等。版图管理的用例图如图3.3所示。    图3.3 管理版图   * 1. **非功能性需求**   非功能性需求是指软件系统在功能实现以外的一些其他需求,主要包括可持续性、可靠性、可操作性、性能以及安全性等方面的需求。从可持续性来看,系统在长期使用和升级维护过程中需要考虑资源的利用效率和代码的可扩展性。从可靠性角度,需要考虑系统在各种异常情况下的异常处理和健壮性。从可操作性来看,需要关注系统使用人员的经验水平和偏好,做到界面交互的友好性和易用性。从性能方面,需要关注系统在高并发和高负载情况下的性能指标,满足实时性和响应性等要求。而从安全性上看,系统需要具备权限控制、数据与通信安全等多种机制,防止未授权访问和数据泄漏等风险。同时也需要考虑系统在系统级和应用级的可审计性,追踪操作记录和系统行为。总之,非功能性需求考虑的更多是系统在整个生命周期内的各种质量属性,是衡量系统是否可持续发展和健壮运行的重要标准,也是用户体验的重要保障。它往往决定了系统能否长期服务于业务需求。   * + 1. **性能需求** * 响应时间。系统对于用户的操作如点击事件进行适时的响应。具体来说，在正常工作状态下，系统对于大部分操作的响应时间应该在500毫秒之内。 * 内存和磁盘占用。系统应具备良好的资源管理和内存管理能力。版图文件都很大，需要良好地管理，不然会影响性能。系统也应该及时清理不需要的磁盘文件减轻计算机负担。   + 1. **可用性需求** * 易用性。系统应具备简洁且直观的用户界面，尽可能降低用户的学习成本。另外应具有详细的文档与教程。 * 系统可用性。系统可用性要求在99%，即在1年的时间内最多3-4天系统不可用。同时确保在系统崩溃时有良好的自动保存功能，尽可能减少数据丢失。   + 1. **扩展性需求** * 扩展性。系统应该遵循软件工程的模式与规范，模块化编程，在添加功能的时候不会对源代码进行大幅度修改，高内聚，低耦合。且能够接受多种格式的文件输入，使得系统的扩展性增加。  1. **系统概要设计（应用软件工程专业描述工具描述）**   系统采用面向对象的设计方法(Object-Oriented Design, OOD)，对版图绘制系统进行概要设计。主要包括软件架构风格设计、软件结构设计和软件存储设计三方面。   * 1. **软件架构风格设计**   为了将各模块职责划分清楚,同时提高系统的可扩展性和可维护性，本系统采用分层架构的风格进行设计，将系统分成用户界面层、应用逻辑层和数据访问层三个层级，每个层级都有相应的功能组件。    图3.4 系统整体组件图  图3.4展示了系统的整体设计，分为以下3层：   * 界面层(Interface Layer)。包含登录面板、版图绘制区域、预览版图面板和负责其他功能的主菜单，负责与用户交互，展示版图可视化结果。 * 应用逻辑层(Application Logic Layer)。包含登录服务、版图绘制服务和预览服务等，负责处理来自用户的请求，执行具体的任务。 * 数据访问层(Data Access Layer)。包含用户数据和版图数据，负责管理数据的持久化存储，包括用户信息，版图数据，导入文件等。   1. **软件结构设计**   每个模块承载单独的功能，各个模块通过业务流程耦合。下面详述各个模块的功能。   * + 1. **用户界面层设计**  1. **登录界面**   **wps**  图3.5 登录活动图   1. **进入主界面**   **wps**  图3.6 进入主界面   * + 1. **应用逻辑层设计**   应用逻辑层负责处理用户的请求，执行具体的任务。   1. **登录服务**   **表3.1 登录接口描述表**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 接口名称 | 参数 | 功能描述 | | 用户登录接口 | username, password | 用户使用提供的用户名和密码进行系统登录。成功登录后返回访问令牌。 | | 修改密码接口 | username, oldPassword, newPassword | 用户可以通过提供用户名、旧密码和新密码修改自己的密码。成功修改后返回成功消息。 | | 查询用户信息接口 | username | 管理员可以通过提供用户名查询用户的详细信息。返回用户的基本信息和权限。 | | 创建新用户接口 | username, password, role | 管理员使用提供的用户名、密码和角色创建新的用户账户。成功创建后返回新用户信息。 |  1. **编辑服务**   **表3.2 编辑接口描述表**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 接口名称 | 参数 | 功能描述 | | 创建层接口 | layerName, layerType | 用户可以通过提供层名称和层类型创建新的图层。成功创建后返回新图层的ID。 | | 删除层接口 | layerId | 用户可以通过提供图层ID删除指定的图层及其所有元素。成功删除后返回删除成功消息。 | | 创建元素接口 | elementData, layerId | 用户可以通过提供元素数据和所属图层ID创建新的元素。成功创建后返回新元素的ID。 | | 删除元素接口 | elementId | 用户可以通过提供元素ID删除特定的元素。成功删除后返回删除成功消息。 | | 更新元素状态接口 | elementId, action | 用户可以通过提供元素ID和新的状态信息更新特定元素的状态。主要描述元素在放缩、旋转等操作之后的状态，成功更新后返回更新成功消息。 |  1. **预览服务**   **表3.3 预览接口描述表**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 接口名称 | 参数 | 功能描述 | | 切换层接口 | layerId | 用户可以通过提供图层ID来切换当前显示的图层。成功切换后显示对应图层的元素。。 | | 选中元素展示属性接口 | elementId | 用户可以通过提供元素ID来展示选中元素的属性信息。返回该元素的详细属性。 | | 更新元素状态接口 | elementId, action | 用户可以通过提供元素ID和新的状态信息更新特定元素的状态。主要描述元素在放缩、旋转等操作之后的状态，成功更新后返回更新成功消息。 |  * 1. **数据库设计**   本系统的用户是内部员工，所以数据库设计不会过于繁杂。除开基本的账号密码的存储需求，涉及数据库的部分在于对导入文件或者创建文件的保存。导入文件此系统不会局限格式，会尽可能增加可导入的格式，增强系统的扩展能力。   1. **拟采用的开发方法、环境，测试方案等**    1. **开发方法**   开发语言使用C++，框架使用QT。使用 Qt 的设计工具 Qt Designer 来设计和构建用户界面，快速搭建界面布局和交互元素。考虑使用 Qt Quick 来实现更灵活的用户界面，提高用户体验和交互性。   * 1. **开发环境**   硬件环境：使用高性能的计算机，因为有图形处理的需求，还会有专业的显卡支撑。  软件环境：使用Linux和Windows系统，因为基于C++的QT框架，移植性有所提高。  开发工具：Visual Studio 2019集成开发工具，Git版本控制工具。   * 1. **测试方案**   功能测试：对系统的各个功能模块进行测试，确保每个模块的正确性和稳定性。  性能测试：测试系统的性能。包括加载导入文件的速度、图形显示的帧率、CPU与内存的占用情况等测试所用的计算机配置如表3.4所示。  表3.4 测试环境   |  |  | | --- | --- | | 名称 | 配置 | | 设备 | Dell OptiPlex 7080MT | | CPU | Intel Core i7-10700 | | 内存 | 16GB | | 硬盘 | 1TB SSD | | 显卡 | NVIDIA GeForce RTX 3060 | | 操作系统 | Windows10专业版 |  1. **技术难度及特色分析**   开发版图绘制系统是一个复杂且涉及多种行业的项目。   * 1. **技术难度**   实时绘制：实时绘制功能是版图绘制系统的关键难点之一，用户在绘制过程中会产生大量绘图操作，系统需要能够快速响应并实时更新图形。  复杂图形支持：支持绘制和编辑复杂的图形元素，如多边形、曲线、文本等，需要处理各种不规则形状的绘制和交互操作。  数据存储与恢复：有效的数据存储方案是保证数据安全和可靠性的关键，应该考虑数据的备份和恢复机制。   * 1. **技术特色**   可视化界面：提供直观友好的用户界面，支持图形化操作，方便用户绘制和编辑图形元素。  自定义元素：允许用户自定义各种元素和样式，满足不同用户的个性化需求。  功能丰富：提供丰富的绘图功能，如缩放、旋转、复制粘贴、属性设置等，增强用户绘图的灵活性和便捷性。  综上所述，版图绘制系统在技术上具有一定的挑战，但通过合适的技术方案和设计理念，可以实现高效、稳定且功能丰富的绘图系统，满足用户的各种绘图需求。   1. **本人主要工作描述**   后续将完成该项目的所有研发工作，包括需求分析、概要设计、详细设计、开发、测试等，并基于该项目完成研究生阶段的毕业论文。 |

**四、工作进度的大致安排**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **应包括文献调研，工程设计，项目开发和调试，实验数据的分析处理，撰写论文等。**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 时间 | 工作安排 | 阶段性成果 | | 2024年5月~2024年6月 | 调研并对版图绘制系统进行需求分析，概要设计 | 文献综述，可行性分析报告、需求分析报告、概要设计报告和开题报告 | | 2024年6月~2024年7月 | 详细设计版图绘制系统，设计实现方案 | 详细设计报告 | | 2024年7月~2024年11月 | 实现并测试版图绘制系统 | 源代码 | | 2024年11月~2025年3月 | 撰写毕业论文 | 毕业论文初稿 | | 2025年3月~2025年6月 | 修改毕业论文 | 毕业论文 | |

**五、预期成果**

|  |
| --- |
| **应包括软硬件产品、文档、模型、专利、论文等**   1. 产品   多功能版图绘制系统，满足企业需要并投入生产环境。  2. 文档  包括软件工程开发阶段所需的文档，如可行性分析报告，需求分析文档，概要设计报告，数据库设计报告，集成测试计划书，详细设计报告，单元测试计划，项目代码及相关文档，测试报告，用户手册等。  3. 论文  包括开题报告、中期报告、毕业论文、答辩PPT等。 |

**六、审核意见**

|  |
| --- |
| **导师意见**  **导师签名：**  **年 月 日** |
| **培养单位负责人意见**  **培养单位负责人签名：**  **年 月 日** |