



项目编号:

2023058

CALIS 全国农学文献信息中心研究项目 结题报告

项目名称: ChatGPT 影响下智慧图书馆馆员的发展

对策研究

项目关键词: ChatGPT; 智慧图书馆; 馆员能力

项目单位(盖章): 塔里木大学图书馆

通信地址: 新疆阿拉尔市塔里木大学图书馆 843300

项目主持人: 王砾

联系电话: 18709977751

电子邮件: 313734793@qq.com

提交日期: 2024年5月12日

项目结题验收单

专家验收表（主持人所在单位组织 3-5 名专家对项目进行验收、自评。）

项目名称	ChatGPT 影响下智慧图书馆馆员的发展对策研究				
主持人	王 研	职务/职称	副研究馆员		
所在单位	塔里木大学图书馆				
专家意见	<p>·本项目自立项以来，项目组成员按照各自分工与项目计划安排，顺利完成了本课题项目的研究和实践工作，主要完成了以下工作：</p> <p>1、课题组收集课题相关文献资料，进行文献调研，分析整理，得出在 ChatGPT 出现后，其对智慧图书馆的冲击力日益凸显，尤其是存在于部分欠发达地区图书馆馆员能力素质跟不上时代发展的现状下，提出图书馆转型的必要性，为课题的开展奠基。</p> <p>2、课题组通过对 ChatGPT 发展现状及趋势的研究，分析其对智慧图书馆的建设影响的认识，并有针对性提出对图书馆员能力培养的建议。</p> <p>3、分析 ChatGPT 基础理论、工作原理、架构及特点、应用场景、应用实例、局限性与负面影响、技术发展方向。</p> <p>4、在课题组的积极推动下，塔里木大学图书馆获批 2024 年智慧图书馆（一期）建设项目，为塔里木大学提供智慧化服务奠定了基础。</p> <p>5、研究 ChatGPT 对图书馆馆员的工作影响及能力要求，通过嵌入式学科团队及学院服务，提升馆员服务能力。</p> <p>6、对图书馆馆员在 ChatGPT 影响下的能力培养提出建议。</p>				
专家签字	袁永光	周春宏	何艳香	席亚军	陈璇
职务/职称	副研究馆员	研究馆员	研究馆员	副研究馆员	副研究馆员

目录

第一章 研究背景、目的及意义	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的及意义	2
1.2.1 研究的目的	2
1.2.2 研究的意义	2
第二章 研究思路及创新点	2
2.1 研究思路	2
2.2 技术路线	3
2.3 创新点	3
第三章 研究方法及内容	4
3.1 研究方法	4
3.2 ChatGPT 对图书馆馆员的影响	4
3.2.1 信息服务质量	4
3.2.2 个性化咨询	5
3.2.3 整合资源服务	5
3.3 技术赋能视角下的服务内容	7
3.3.1 全方位智慧化服务	7
3.3.2 个性化交互服务	8
3.4 ChatGPT 影响下智慧图书馆馆员的发展对策	8
3.4.1 转型角色	8
3.4.2 提升服务质量	12
3.4.3 技术培训与素养提升	17
3.4.4 数据挖掘与知识管理	20
第四章 结论与建议	25
4.1 馆员素质能力提升	25

4.1.1 推动技术人力资源建设	25
4.1.2 构建全方面的培养机制	25
4.1.3 提升馆员素养，共同赋能服务	26
4.2 图书馆转型发展	26
4.2.1 增加岗位吸引力，引进高层次人才	26
4.2.2 注重完善梯队建设	27
4.2.3 做好职业规划	27
4.3 构建新服务模式	27
第五章 项目成果	28
5.1 发表的论文	28
5.2 形成的方案	28
5.3 形成的报告	28
参考文献	29
附录	31
附录 1 形成的方案	31
1.1 塔里木大学智慧图书馆建设方案	31
附录 2 形成的报告	66
2.1 塔里木大学机械电气化工程学院专利分析报告	66
2.2 “残膜回收机械”技术全景报告	89
附录 3 已发表的文章	106

ChatGPT 影响下智慧图书馆馆员的发展 对策研究

——以塔里木大学图书馆为例

关键词：ChatGPT；智慧图书馆；馆员能力

第一章 研究背景、目的及意义

1.1 研究背景

随着信息技术的发展，人工智能在图书馆领域的应用越来越多，未来的图书馆必定会朝智能化方向发展。对图书馆来说，借助人工智能技术的有效应用，推进传统服务模式创新发展，构建智慧图书馆，不但能够确保馆藏资源的有效传播与利用，还可以为广大读者带来更加便捷、智能、精准的服务。

ChatGPT 作为一款人工智能语言工具，它的问世掀起了新一轮人工智能浪潮，它不单单是一个对话工具，也能和人聊天互动，还可以写论文、做方案、下围棋、绘画、创作诗歌，甚至编写代码、检查漏洞样样精通，上线仅两个月便拥有了全球过亿的用户，人工智能在潜移默化当中已经深入到了我们的生活之中。

目前，智慧图书馆发展理论已较为成熟，但在 ChatGPT 出现后，短短数月便在各行各业掀起波澜。微软联合创始人比尔·盖茨表示，自 1980 年他第一次看到现代图形用户界面（GUI）以来，OpenAI 的 GPTAI 模型是技术上最具革命性的进步，这是他 67 年的人生中第二次被科技真正震撼到。第一次是在 1980 年，当时他接触到了图形用户界面，这成为他创建微软 Windows 操作系统的基石。他说，第二次是在 2022 年年中，当时他向 OpenAI 及其生成式人工智能 ChatGPT 提出了挑战，让它做一些没有经过训练或编程的事情。其对智慧图书馆

的冲击力日益凸显，尤其是存在于部分欠发达地区图书馆馆员能力素质跟不上时代发展的现状下。因此，提出与之相适应的馆员能力培养的建议尤为重要。本课题基于以上原因有计划的实施。

1.2 研究目的及意义

1.2.1 研究的目的

(1) 通过对 ChatGPT 发展现状及趋势的研究，分析其对智慧图书馆的建设影响的认识，并有针对性提出对图书馆员能力培养的建议。

(2) ChatGPT 的研究方法有待进一步改善，研究流程有待进一步简化。

(3) 图书馆馆员能力培养方向问题的解决，一定程度可以改善智慧图书馆的研究现状，进一步扩大智慧图书馆建设的研究范围。

1.2.2 研究的意义

(1) ChatGPT 发展迅速，通过本课题的研究，提升 ChatGPT 研究经验，促进智慧图书馆建设研究，为智慧图书馆发展理论积累经验。

(2) 为 ChatGPT 浪潮引发的馆员危机提供理论参考建议。

第二章 研究思路及创新点

2.1 研究思路

完整了解 ChatGPT 相关理论及智慧图书馆理论及建设要求，并对其相互作用产生的影响加以分析，总结出其影响馆员能力的因素，最终得出馆员能力培养的努力方向。

(1) 通过文献研究 ChatGPT 发展现状及趋势。

(2) 分析 ChatGPT 基础理论、工作原理、架构及特点、应用场景、应用实例、局限性与负面影响、技术发展方向。

(3) 研究 ChatGPT 对图书馆馆员的工作影响及能力要求。

(4) 对图书馆馆员在 ChatGPT 影响下的能力培养提出建议。

2.2 技术路线

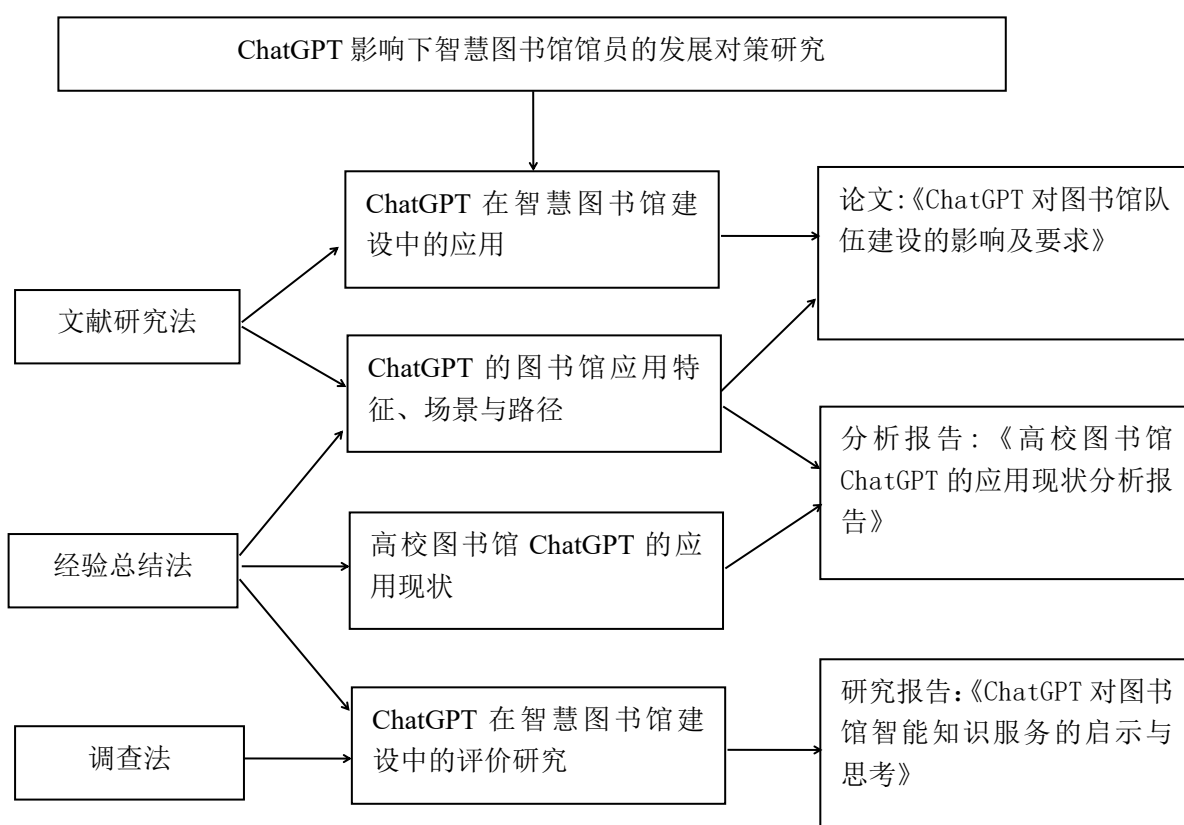


图 2-1 技术路线图

2.3 创新点

(1) 研究理论创新:

本研究以智慧图书馆发展理论为切入点,在之前的研究中,ChatGPT 常用于人工智能的研究中,本项课题借用该理论研究了图书馆馆员发展问题,紧紧围绕该观点进行智慧图书馆建设研究。

(2) 研究方法创新:

经过查阅大量资料发现，虽然已有文献描述了 ChatGPT 应用于智慧图书馆的建设，但尚未发现在 ChatGPT 层面对于图书馆馆员的发展研究，进一步拓宽了智慧图书馆的研究范围。

第三章 研究方法及内容

3.1 研究方法

(1) 文献研究法。通过查阅各种理论著作和研究资料，进一步明确 ChatGPT 对图书馆行业的冲击影响和其对图书馆员的能力要求。

(2) 经验总结法。坚持理论与实践相结合，不时总结研究效果，进行阶段性小结、调整、完善研究方案。

(3) 总结法。在不同阶段进行回溯研究，在反思和总结中，探讨不同阶段的研究成果如何有机整合。

3.2 ChatGPT 对图书馆馆员的影响

它的出现对于图书馆馆员的工作有一定的影响，主要表现在以下几个方面：

3.2.1 信息服务质量

ChatGPT 可以根据用户提出的问题，提供及时的答案和解决方案，帮助用户更快速地获取所需信息。这对于图书馆的信息服务工作具有重要的意义，可以提升图书馆的服务质量和用户满意度。

(1) 提供实时咨询。ChatGPT 能够提供 24*7 全天候实时咨询服务，用户可以随时通过图书馆网站或 App 联系到客服人员，得到快速准确的答复和建议。

这对于紧急情况下的求助、夜间咨询等都非常有帮助。ChatGPT 使参考咨询服务不再受图书馆开放时间的限制，图书馆能够随时处理大规模并发的咨询请求。

(2) 多语言支持。 ChatGPT 的语言处理能力非常强大，可以处理多种语言，这意味着它可以为使用不同语言的用户提供咨询服务。这一特性为图书馆咨询服务提供了极大的便利，用户可以使用自己最熟悉和舒适的语言与 ChatGPT 进行对话，并获得所需要的咨询服务。这对于那些母语不是英语或其他主流语言的人来说尤为重要，他们可以毫无障碍地获取图书馆的支持和帮助。

3.2.2 个性化咨询

随着信息技术和信息环境的改变，用户的信息需求也呈现出多元化和个性化等特征。ChatGPT 能够通过人工智能技术和对话式交互模式，理解用户的意图并为其提供相应的信息和建议，满足用户特定的信息检索、学科发展和知识内容等需求，使咨询服务更加个性化。

3.2.3 整合资源服务

ChatGPT 在整合资源服务方面也具有很大的优势。它能够整合各种类型的图书馆资源，如图书馆的纸质资源、电子资源、特色资源、自建资源和免费网络资源等，为用户提供全方位的信息服务和支撑。通过 ChatGPT，用户在获取信息时可以享受既高效又高质的参考咨询服务，这对于助力科研和教学都具有极大的意义和价值。

结合 ChatGPT 的应用情况来看，其主要可“扮演”三种角色。一是“通情达理”的聊天对象。ChatGPT 会根据用户的语气、态度和语言风格生成个性化回答，以更好地满足用户的情感需求。二是“功能全面”的检索引擎。与传统的检索引擎相比，ChatGPT 在信息查询方面的功能更加强大。它不仅可以进行关键词搜索，还能够理解语言所描述的具体场景，并对收集到的信息进行整合、判断及

处理，以提供最佳的回答。三是“涉猎广泛”的行业专家。ChatGPT 在诸多专业领域都展现出强大的表现力和广泛的适用性，如 ChatGPT 可以对股市进行交易预测和风险评估，为医生推荐疾病诊断和治疗方案等。

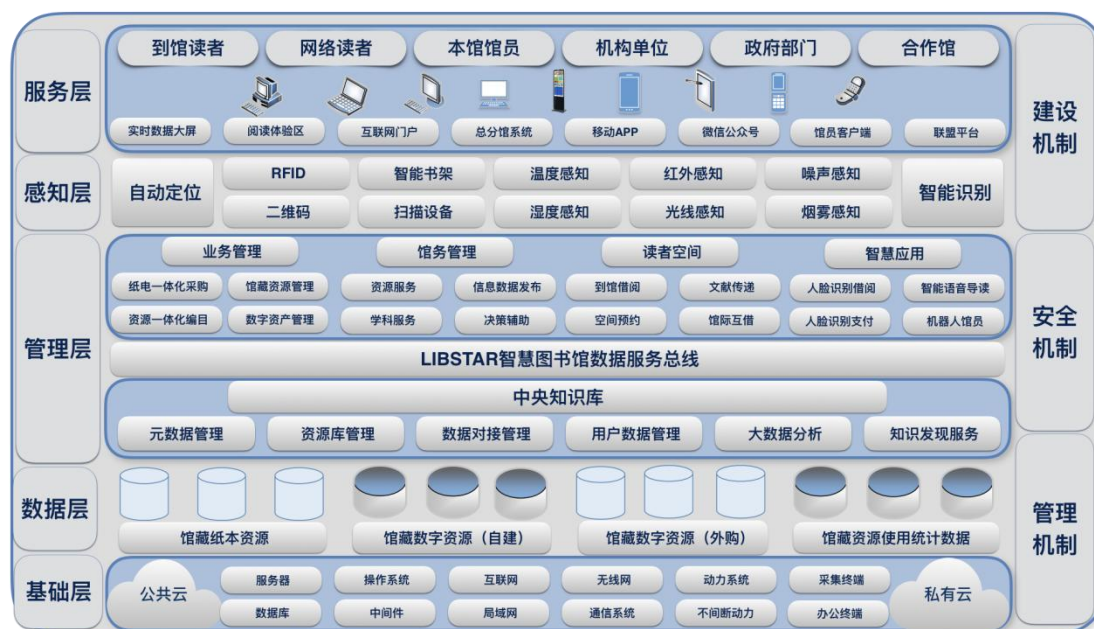


图 3-1 图书馆的整体服务架构

图书馆建设融合 ChatGPT 之后的整体架构分为基础层、资源层、管理层、感知层和服务层，位于管理层的 LIBSTAR 智慧图书馆数据服务总线是整个体系的建设核心。

总体而言，ChatGPT 的功能可概括为四类。首先是语义理解对话功能。它能够快速识别关键信息，结合上下文和语境判断词语含义，并利用语法结构与语义匹配判断句子含义，以满足文本匹配和信息检索等需求。其次是内容文本创作功能。ChatGPT 可以针对文本进行缩写、扩写和补充，还可根据不同的问题或论点提供相应的论述框架。此外，ChatGPT 还具备逻辑演绎和推理功能。利用历史信息和学习到的知识，推测事物之间的联系以及预测未来发展趋势。以哈佛大学团队进行的症状检测工具评估为例，ChatGPT 在诊断 45 种不同严重性病例方面的准确率高达 87%。这一结果超过了对照组人类医生的 84% 的准确度。最后，

ChatGPT 可提供多维代码编写功能，能够准确地为不同场景生成代码。如 Excel 中的 VBA 代码、Python 代码、R 语言代码等，覆盖数据分析、游戏制作、网络数据搜集等众多场景。

3.3 技术赋能视角下的服务内容

3.3.1 全方位智慧化服务

以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技术将赋能图书馆服务内容的智慧化变革。主要包括咨询服务、知识服务、检索服务等。其一，技术赋能图书馆咨询服务，为用户提供便捷化、个性化、精准化的咨询服务。基于大量信息建模的 ChatGPT 可回答用户的多种泛化问题，给予用户问题针对性的回应，优化和改善用户的咨询服务体验。其二，升级图书馆知识服务内容。有学者以技术发展为标准，将图书馆知识服务划分为信息服务时代、前知识服务时代、后知识服务时代。ChatGPT 将赋能图书馆知识服务的多方面，提供更加全景式与深度式的知识服务。其三，优化图书馆检索的结果。ChatGPT 能够理解自然语言检索的细微差别并提供更加相关的结果，扩展用户的检索主题。

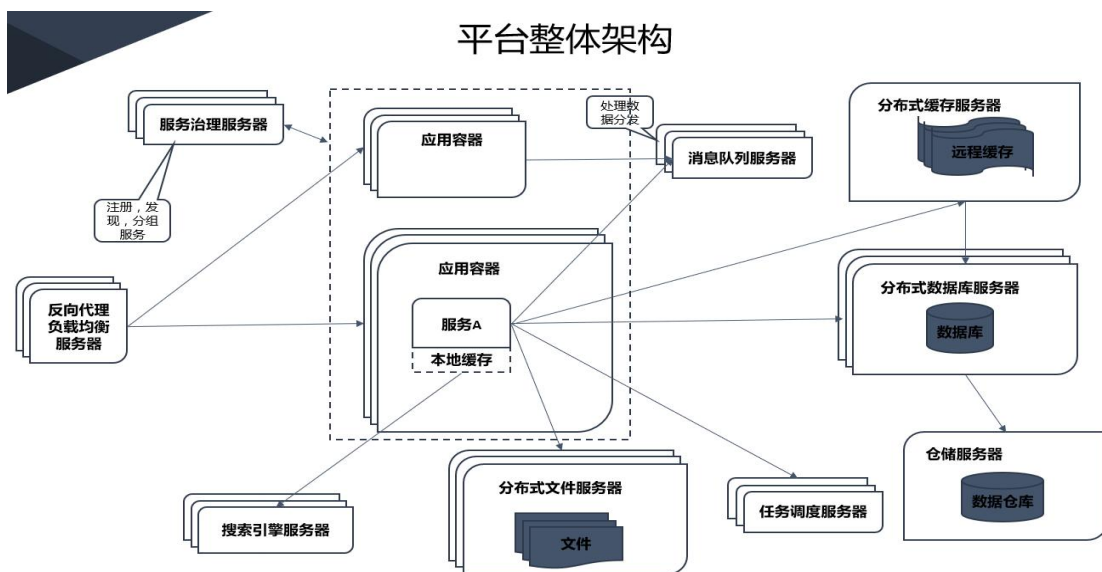


图 3-2 图书馆的智慧服务平台架构

3.3.2 个性化交互服务

ChatGPT 有利于实现图书馆员服务能力的系统化提升。主要涉及图书馆员的文献采购、素养教育，成长性的知识提升。其一，ChatGPT 结合大数据分析，有利于实现文献的精准采购。图书馆内部存在大量的书目信息数据，外部市场面临大量的同质化书籍，通过大数据分析及 ChatGPT 可实现智能选书，即通过构建差异性场景的选书算法，对相关数据集进行预测性分析和规范性分析。其二，ChatGPT 类智能对话工具培养的人机协同阅读模式的广泛应用，将给图书馆信息素养教育内容带来冲击。一方面，ChatGPT 可基于馆藏资源生成更加丰富的培训内容。另一方面，通过虚实交互，可形成人机融合的第二学习空间，增强学习者的体验感与交互感。其三，可实现图书馆员自我知识的不断充实。ChatGPT 可在制度编制、文件撰写等方面为图书馆员提供参考。同时，利用其可实现对图书馆业务流程的深度学习，并从不同角度得到相关内容的解释，实现图书馆员知识的“迭代”更新。

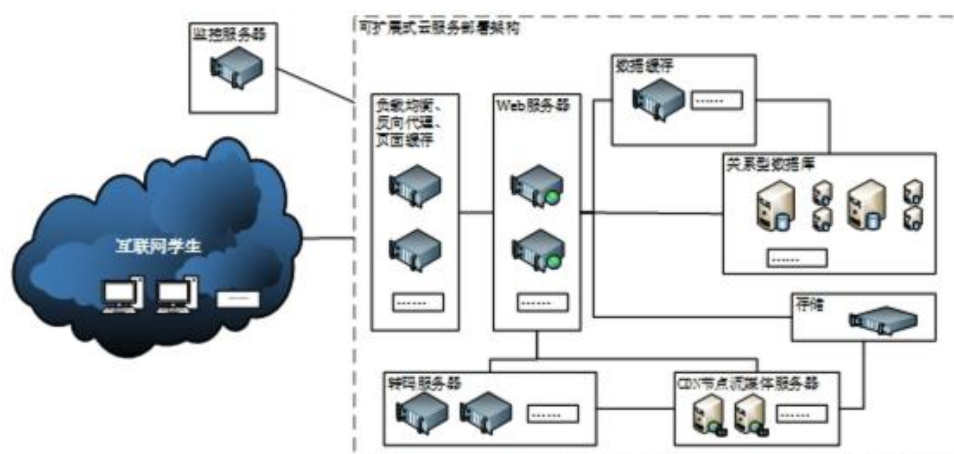


图 3-3 图书馆的交互服务平台架构

3.4 ChatGPT 影响下智慧图书馆馆员的发展对策

3.4.1 转型角色

智慧图书馆馆员可以转变自己的角色，从传统的信息提供者和问题解答者，

转向更加专业化和高级的服务提供者。他们可以扩展自己的技能和知识，成为图书馆资源的评估者、数字素养的培训者、研究支持的专家等。

(1) 智慧图书馆馆员的角色新定位。智慧图书馆与传统图书馆相比，更加重视新型科学技术与设备的应用，同时其服务更加面向于受众的用户体验。因此，在智慧图书馆背景下，高校师生读者的图书借阅需求发生了极大转变，这就需要馆员跳脱出传统的图书馆管理员角色，掌握更为先进的科学技术和设备应用方法，从而提升智慧图书馆管理水平。其一，智慧图书馆馆员的参考人员角色，即具有一定的参考水平，需要其掌握高校各个专业知识。其二，智慧图书馆馆员的学科人员身份，针对图书管理学科，其相应的学科知识，是智慧图书馆馆员所必须的，以便于馆员在日常工作中顺利开展。其三，智慧图书馆馆员的智慧型角色，除了上述角色之外，馆员必须具备智慧图书馆对于现代信息技术的能力要求，从而为高校读者受众提供更为优质、智能、全面、专业的服务。



图 3-4 图书馆按学科资源分析

(2) 智慧图书馆馆员的工作新要求。第一，提升智慧图书馆馆员职业素养。

智慧图书馆对馆员的能力要求较高，智慧图书馆馆员需具备专业知识、信息能力、人际沟通能力及职业道德素养等几个方面的知识能力，才能更好的为读者受众服务。尤其在高校智慧图书馆之中，除了上述能力与知识之外，馆员还需具备一定的高校专业学科知识，能够有效提升师生读者对高校图书馆的认可程度。因此，高校应加强对智慧图书馆馆员的职业素养培养，采用短期培训与长期教育的模式，其中，短期培训是通过短时间的培训提升馆员信息处理能力与人际沟通能力，并对高校各个专业的学科知识有所涉猎，进而提高智慧图书馆馆员的专业能力。而长期教育则是根据馆员的实际能力水平，为其构建具有针对性的教育体系，包含图书管理知识、职业道德素养等内容，不仅提升了馆员的综合管理及服务水平，同时有利于高校智慧图书馆馆员个人成长。

第二，了解智慧图书馆智能信息设备。

智慧图书馆是基于现代化信息技术与智能化设备基础之上实现的，其中现代化信息技术与智能化设备共同为智慧图书馆提供技术和硬件支持，为了提升智慧图书馆馆员的工作水平，必须重点掌握相应的技术和设备使用方法。尤其是云计算技术、虚拟现实技术、感应技术等等，其设备包括智能感应设备、RFID 相关设备、智能设备等等。另外，随着物联网技术的发展，以物联网为物质基础的智慧地球理论一经提出，受到众多信息产业相关人士的重视，当前高校智慧图书馆也可以采用物联网作为智能化和信息化的发展方向，从而对基于互联网的高校智慧图书馆加以延续和拓展，并将读者受众用户体验作为重要的变革方向。因此，只有智慧图书馆馆员在掌握上述技术与设备使用方法的基础上，才能为高校师生读者提供更为优质的服务。

第三，具有智慧图书馆创新服务意识。

传统图书馆馆员更加偏向于图书的管理，服务功能相对较低。而在智慧图书馆建设理论之中，更为重视图书馆读者受众的体验与需求，所以智慧图书馆对服务的要求较高。因此，智慧图书馆馆员应树立正确的创新服务意识，通过自我学习和自我提升来增长新知

识、掌握新能力、了解新理念、明确新方向，从而为读者受众提供更为多元化、深层次的服务，以学科知识为例，高校中专业类型较多，学生前来智慧图书馆时，需要选择自己更加适合的书籍，此时，智慧图书馆馆员应及时与其加强沟通和交流，了解学生的实际需求，并根据自身对该学科的理解，为其推荐更为适合的书籍。**第四，秉承智慧图书馆人本服务理念。**人本服务理念一直是图书馆管理人员所必备的理念之一，在智慧图书馆管理之中，馆员应深入了解不同师生受众群体对图书资料、图书借阅的实际需求，并应用人本理念开展各项工作，智慧图书馆馆员以读者受众问题为导向，着重为受众解决图书借阅过程中产生的实际问题。在实际工作之中，馆员可利用微信、QQ、微博等即时通讯软件，与受众进行网络沟通与交流，从而切实为受众提供人性化的图书服务。



图 3-5 图书馆用户及资源使用量分析

3.4.2 提升服务质量

智慧图书馆馆员可以通过与 ChatGPT 进行协作，提升服务质量。他们可以利用 ChatGPT 提供的信息和答案作为参考，并结合自己的专业知识和经验，为用户提供更加全面和深入的解答和建议。智慧图书馆员是高于学科馆员而存在的，他们拥有雄厚扎实的专业知识，具有过硬的综合分析、应用、开发能力，能熟练地驾驭各种信息；能迅速有效地把读者需求与馆藏资源联系起来，及时为读者提供所需信息，及时掌握电子信息资源的收集、处理、组织、管理和传递等方面的知识，熟悉计算机和网络等新一代信息技术，同时要求具有独立科研的能力。

(1) **管理程序化**。传统图书馆发展阶段，多数图书馆实行岗位责任制，已经形成了一定的工作管理程序。数字图书馆发展阶段，图书馆的管理模式经过一定的发展和调整，融合了数据驱动管理、开放合作理念、云计算，整合了服务评价体系，在一定程度上趋于自助化。智慧图书馆发展阶段，图书馆工作人员个人素质逐步提升，以馆员为中心的图书馆管理文化逐渐形成，图书馆管理程序逐步完善，管理工作呈程序化状态。智慧图书馆阶段程序化管理工作建立在注重合作与共享、以人为本的基础上，注重信息的横向交流，更追求效率与效益。

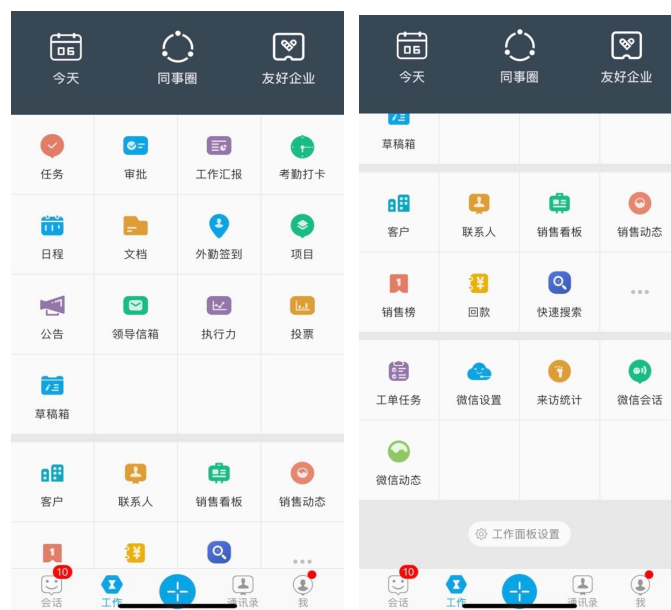


图 3-6 馆员移动客户端

(2) **操作自助化**。数字图书馆的发展为智慧图书馆奠定了设备基础和技术基础，图书馆自助化程度加深。RFID 射频技术的成熟使图书借还业务自助化成为图书馆常态。借助笔记本、手机，通过微信、QQ 等平台，读者图书荐购、预约和延期服务完全可以实现自助化。

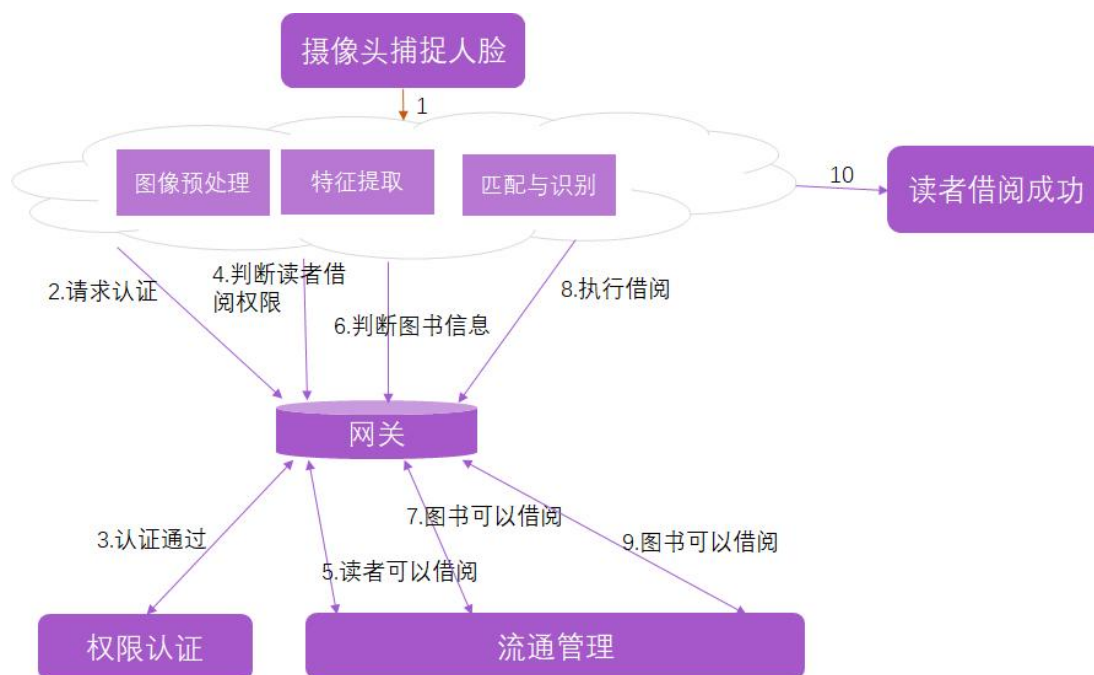


图 3-7 自助借还工作流程

(3) **资源动态化**。智慧图书馆的馆藏资源结构发生了变化，藏用结合的纸质资源在图书馆资源建设中仍然非常重要，但相对于海量的数字资源来说，纸质资源的利用率、在高校图书馆资源建设中所占比例会有所下降。同时，数字资源本身也在不断变化，如：机构知识库不断更新，知识库之间的联盟不断扩展，区域资源共享系统逐步建成，特色资源不断开发，发现系统逐步改变了资源的存储和获取方式等。此外，资源的使用情况、资源的价值、下载量、引用量、资源与资源之间的相关关系等不断变化，因资源之间相关关系的变化而派生的数据也不断发生变化，且随着数据量的增加，资源变化周期不断缩短，图书馆数字资源呈动态化。



图 3-8 资源使用情况动态展示

(4) **服务智慧化**。图书馆服务经历了文献服务、信息服务、知识服务三个发展阶段，在智慧图书馆环境下，许多学者预测图书馆将进入智慧服务阶段。智慧服务基于服务器对读者数据进行分析，读者的搜索记录、文章的在线使用时间等都将作为服务器判断读者所需资料的依据，服务器会对这些数据进行整合、分析，并判断哪些资料是读者所需的，从而将这些资源和基于这些资源的知识发现等推送给读者。读者的相关搜索也会被服务器所记录，搜索过程中形成的相关知识链接也会进入数据库。



图 3-9 用户行为数据分析

(5) **发展协调化**。随着资源共享系统的进一步建设和完善，区域之间、行业之间的合作会进一步加深，沟通平台更加先进，区域图书馆之间的资源流通渠道也会更加通畅，各图书馆资源建设中低效、重复的资源购进会进一步减少，发展会进一步协调化。

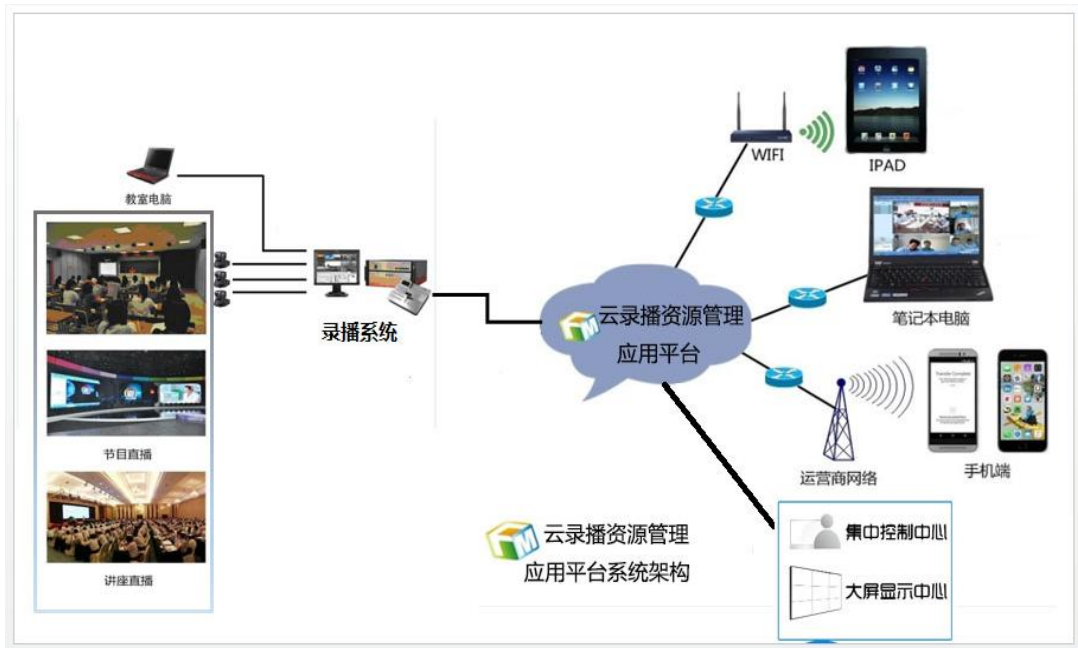


图 3-10 云录播平台架构

(6) **优势特色化**。智慧图书馆阶段，图书馆之间的联盟不断建成并稳固，各图书馆之间的资源交流利用变得容易，资源利用率也不断提高。且因资源的共建共享，重复低效资源逐渐减少，具有行业特色的权威资源将成为图书馆自建资源的发展方向。建设全面、专业、权威的特色化资源将成为图书馆资源建设的重要课题。目前已经有图书馆在进行这样的工作，如：部分地市图书馆根据地域特色整理收集自身的地域文化资源。这些资源在智慧图书阶段必将成为资源建设的重点，成为读者获取专业资源的第一选择。

(7) **平台移动化**。数字图书馆阶段，图书馆移动客户端的应用使读者不受时间、空间的限制自主获取资源，图书馆微信公众号、QQ、微博等的应用更为图书馆的资源揭示、阅读推广等服务提供了宣传和互动平台。在智慧图书馆阶段，图书馆将积极使用新技术，进一步促进服务平台的移动化，以确保读者在任何时间、任何地点都能享受图书馆的资源和服务。



图 3-11 移动服务平台

3.4.3 技术培训与素养提升

智慧图书馆馆员需要不断学习和更新自己的技术素养，以更好地理解和应用智能技术。他们可以参加培训课程、学习在线资源，并与其他同行进行经验交流，以提升自己的在智慧图书馆中的能力和竞争力。人文关怀与专业指导：智慧图书馆馆员可以在与用户的互动中提供更多的人文关怀和专业指导。他们可以通过与用户建立良好的沟通和信任关系，了解用户的需求和兴趣，并为他们提供个性化的服务和建议。

(1) 业务水平提升。第一，资质达到一定水准。 百度百科中将一个人的素质定为资质，这里的资质包括禀性、素质；姿态容貌；能力，天赋；资格认证等。智慧图书馆要求馆员文化素质、业务能力、职业素养等方面都要高于普通馆员，智慧图书馆聚集的是富于创新精神和敢于独立思考的高素质人才，能熟练驾驭信息和知识，掌握新一代信息技术，能开展深层次的智慧服务。**第二，致力于终身学习。** 终身学习是指社会成员为适应社会发展和实现个体发展的需要，贯穿于一生的、持续的学习过程，即我们常说的“活到老学到老”。图书馆模式经历了传

统型、数字型到现在的智慧型这样一个漫长的过程，而在这个漫长的过程中，对图书馆员的要求也是不同的。智慧图书馆时期，馆员们必须具备雄厚扎实的专业知识，具有过硬的综合分析、应用、开发能力，能熟练驾驭各种信息；能迅速有效地把读者需求与馆藏资源联系起来，及时为读者提供所需信息；及时掌握电子信息资源的收集、处理、组织、管理和传递等方面的知识，熟悉计算机和网络等新一代信息技术，同时要求具有独立科研的能力。这些都要求智慧图书馆员始终保持学习状态，有学习的愿望和学习能力，在工作中学习、思考，增长新知识，创造新方法，寻找新思路。

第三，多元化并富于创造力。多元化的简要定义是：“任何在某种程度上相似但有所不同的人员的组合”。在智慧图书馆的环境里，多元化可以应用到馆员之间的教育程度、思维方式甚至婚姻状况及种族领域和几乎任何可以在人与人之间辨别的差异。我们认为这种多元化是有益的。创造力，是智慧图书馆员必备的一种本领，是产生新思想，发现和创造新事物的能力。它要求馆员在知识、智力、能力等方面都要综合优化，即吸收知识、记忆知识和理解知识的能力；同时有敏锐、独特的观察力，高度集中的注意力和灵活自如的操作力；还包括掌握和运用创造原理、技巧和方法的能力等。

第四，见多识广、思想开放并参与公共生活。智慧图书馆员知识丰富且渊博，他们乐于参与公共生活，关心读者需要甚至社会需要，并通过对这些需要的汇总分析，从纷繁复杂的信息资源中高效率地收集、处理、组织、加工、传递和应用信息，能及时精确地为用户提供决策的参考和依据。

(2) 信息素养能力培养。

第一，新技术应用能力。新技术的进步推动读者阅读习惯不断发生变化，高校图书馆的服务对象是教师和大学生，他们紧跟新技术的发展潮流，阅读习惯的改变较为迅速。因此，高校图书馆在进行信息服务、资源推送时需要密切关注读者的阅读习惯，这就要求高校图书馆员自身具备较强的技术应用和开发能力，能敏锐地发现新技术的动向、新技术对读者阅读方式的

影响和新技术对图书馆工作方式的潜在影响等。**第二，读者信息素养培养能力。**信息素养是当代大学生必须具备的能力之一，因此培养大学生的信息素养尤为重要。高校图书馆作为高校的信息资源集散地，信息资源丰富，且承担着一定的读者信息素养养成教育任务，这就要求馆员要具备一定的信息素养教育能力。**第三，学术素养。**高校图书馆员需要具备学术研究能力，掌握图书馆学研究的热点问题和图书馆工作的发展趋势，及时了解国内外图书馆学研究的进展和图书馆相关工作的最新动态。同时，馆员还要了解图书馆学的研究对象、体系结构、学科特点和外部联系，掌握图书馆学研究的基本方法，具备数据分析能力，能为高校教师提供知识服务，能在长期的图书管理工作中发现问题，从而促进图书馆事业的发展。

(3) 专业技术培训。第一，资源建设能力。智慧图书馆阶段，高校图书馆需要根据高校发展方向，建设具有高校特色的资源。因此，高校图书馆员需要具备资源建设、组织、评价和揭示能力，能根据高校的优势特色和发展目标，制定馆藏资源建设目标，并及时调整馆藏资源结构；需要具备特色资源的开发能力和传统资源的建设能力，能根据高校的发展定位和现有优势，开发特色资源或专业数据资源，并能合理利用高校图书馆传统资源，在深入挖掘的基础上，进一步开发传统资源。**第二，知识服务能力。**高校图书馆员要为高校的学术研究、学科梯队建设提供专业决策性服务，为师生教学科研提供学科服务，为图书馆自身建设提供知识服务，为学校的领导层提供决策服务。因此，高校图书馆员需要全局分析某一学科的发展现状、发展趋势，根据已有数据分析本校各个专业的发展层次和发展方向；需要具备信息甄别、分析和推送能力，从而对海量的学科信息资源进行分析、重组，并发现学科信息之间的知识关联，寻求新的知识增长点；需要深入把握数据基础，发现知识之间的内在关联，建设与高校发展相适应的信息资源。**第三，个性化服务能力。**智慧图书馆阶段，读者需求更为多样化，高校图书

馆员需要以专业的数据分析方法、敏锐的视角、系统的研究和分析能力，及时准确地为读者提供个性化服务。

(4) 人际素养提升

智慧图书馆阶段，高校图书馆员了解读者阅读需求的方式多种多样，与读者的交流合作具有重要作用。同时，随着信息技术的发展，资源共享的观念深入人心，各个区域之间的资源共享也更为频繁、有效。而资源的合作与共享也要求高校图书馆员具备一定的交流与合作能力。

3.4.4 数据挖掘与知识管理

智慧图书馆馆员可以利用 ChatGPT 等技术进行数据挖掘和知识管理。他们可以分析用户的咨询和使用行为数据，了解用户的信息需求和阅读偏好，并根据这些数据来优化图书馆的资源和服务。

总的来说，智慧图书馆馆员应当积极适应智能技术的发展，并通过不断学习和提升自己的能力，为用户提供更加专业化、个性化和高质量的服务。他们应当发挥自己的专业知识和人文关怀的优势，与智能技术相互协作，共同推动图书馆服务的创新和发展。

(1) 类 ChatGPT 嵌入智慧图书馆的风险防控策略

正确看待类 ChatGPT 为智慧图书馆带来的变革，将类 ChatGPT 的技术优势充分融入智慧图书馆日常工作的同时，综合研判其存在的潜在风险，并制定相应的风险防控策略，能够有效防范类 ChatGPT 嵌入智慧图书馆后可能遇到的各类风险，从而推动智慧图书馆可持续发展。

构建版权协同保护体系由于类 ChatGPT 嵌入智慧图书馆后提高了图书馆服务中的知识产权风险，因此，智慧图书馆管理者应当结合类 ChatGPT 的主要技术特征，构建一个具备“技术-管理-法规”三维结构的版权协同保护体系，具体如下。

第一，引入管控技术。智慧图书馆一方面需要引入数据标注技术，对馆藏资源进行分级标注，将其划分成不同安全等级的数据以便于分层管理。另一方面可以考虑在现有系统中进一步嵌入内容数字版权管理技术

(DigitalRightsManagement)，通过数字文件加密、添加数字水印或两者结合的方式，对类 ChatGPT 作用下的智慧图书馆生成内容进行管理 with 分发。此外，借鉴海外数字内容平台所采用的内容识别技术 (ContentID) 和版权监视技术

(CopyrightWatch)，开发嵌入类 ChatGPT 的智慧图书馆的版权识别与监视系统，实现对用户服务过程中侵权行为的识别、制止、提示、记录等自动化处理。

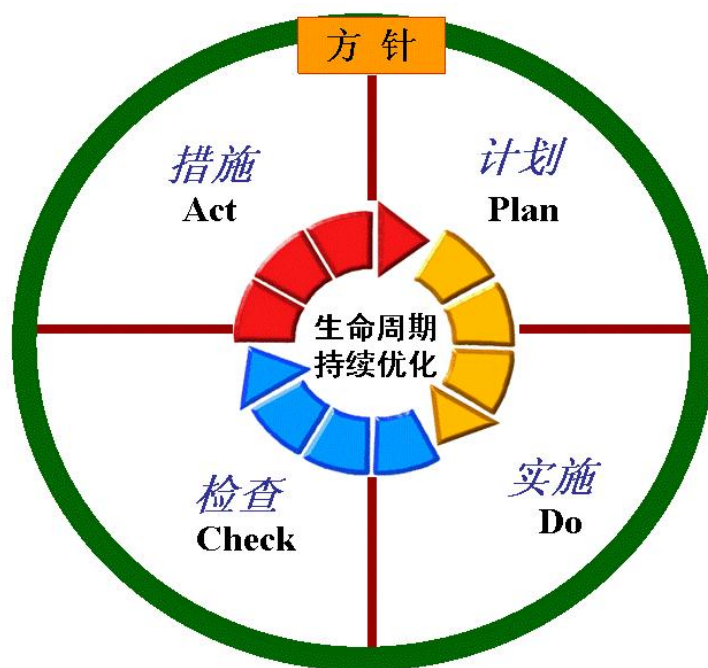


图 3-12 信息安全管理模型示意图

第二，强化版权管理。由于智慧图书馆通常采用第三方科技公司提供的技术支持，因此有必要进一步完善合同条款对其加以制约。如，对存在潜在版权风险的交互行为进行全程监督、记录及制止，通过用户 IP、历史行为等数据的分析限制风险用户的权限等。智慧图书馆应当增设知识产权监督委员会，成员包括馆内相关负责人、信息技术专家、知识产权专家等。委员会应履行对智慧图书馆知识产权风险监督与评价的职责，并提供更加完善的知识产权改造方案，以此降低

智慧图书馆的知识产权风险。此外，智慧图书馆还应当加强对馆员的知识产权培训，提升馆员的知识产权素养和知识产权保护意识，使馆员能够自主应对日新月异的人工智能环境。

第三，完善相关法规与行业标准。智慧图书馆一方面可以参考《著作权法》《专利法》《数据安全法》等现行的知识产权相关法律，制定符合我国法律的智慧图书馆知识产权保护相关行为准则，以此规范用户行为。另一方面，组建智慧图书馆知识产权联盟，针对类 ChatGPT 技术影响下的智慧图书馆知识产权风险制定统一的行业标准及知识产权保护准则。此外，图书馆界还应积极联系立法部门，构建科学的针对性法律法规，将类 ChatGPT 人工智能技术带来的新型知识产权风险纳入司法管理。

(2) 全面构建技术治理机制

类 ChatGPT 所存在的“算法黑箱”问题，导致人们不仅对其输出结果难以预测，而且无法对其行为边界进行有效控制。因此，对于智慧图书馆而言，应当通过全面构建技术治理机制，以降低风险概率、减轻风险影响。具体而言：

第一，制定监督与补救机制。智慧图书馆可以针对类 ChatGPT 技术制定一系列监督与补救机制以降低其潜在的技术偏见。在监督方面，智慧图书馆的管理者深度参与类 ChatGPT 的应用开发过程中，基于行业伦理制度划定类 ChatGPT 的行为边界，使开发过程由“技术方案驱动”向“问题驱动”转变。在补救方面，智慧图书馆的管理者应当围绕类 ChatGPT 嵌入智慧图书馆中潜在风险场景制定较为完善的应急补救预案。当出现错误时，则依据预案及时进行修改、更正、补偿等措施。此外，在技术方面，智慧图书馆的管理者可以考虑在嵌入 ChatGPT 时进一步加入自动升级矫正系统。一旦发生技术偏见问题，通过搜寻并抽取事件全过程的数据，对其进行记录、分析并反馈，从而实现系统的自我学习和升级。

第二，逐步实现“去第三方化”。正如前文分析，当今绝大部分智慧图书馆

的技术支撑都需要依赖第三方科技公司，其主要问题在于企业社会化经营下的逐利性，导致所开发的应用程序意志无法与图书馆意志相统一，在智慧图书馆应用此类程序时易出现技术偏见、决策错误等问题。智慧图书馆的管理者应当积极与所属地方政府、所在机构进行沟通交流，争取获得国有技术团队支持，使图书馆服务场景下的类 ChatGPT 可以从公益角度履行职能。此类做法也可以将图书馆从技术的被动接受者向技术的主导者转换，实现智慧图书馆的“去第三方化”。

(3) 完善数据安全保障体系

从技术原理上看，类 ChatGPT 所采用的“黑箱模型”会导致嵌入类 ChatGPT 的智慧图书馆在运行中隐蔽且频繁地挑战隐私数据、保密数据的安全底限。结合我国《数据安全法》第十九条规定来看，智慧图书馆有责任与义务通过确定重要数据保护目录对其进行重点保护，以保障馆藏数据的安全。因此，智慧图书馆应当从制度标准与防范机制的双重视角出发，构建一个适应人工智能环境且更加完善的立体化数据安全保障体系。

第一，制定数据合规标准。智慧图书馆存在数据安全问题的实质是其内部防范与应对数据安全风险的能力不足。因此，根据类 ChatGPT 的应用特点和技术特征进一步优化制度数据合规标准、强化数据全流程的合规与监管，是完善智慧图书馆数据安全保障体系的重要基础。例如，将《公共图书馆法》《网络安全法》《数据安全法》等国内法律法规、《人工智能法案》《人工智能权利法案蓝图》等国外法律以及《数字图书馆安全管理指南》《数字图书馆资源管理指南》等行业规范文件相结合，构建最符合我国实际情况的智慧图书馆数据合规标准，以此全面提升智慧图书馆数据安全保障能力。

第二，建立风险防范机制。尽管类 ChatGPT 的深度运用，实现了对智慧图书馆服务的全类型、全过程以及全时段的覆盖，但是同样也导致数据安全风险存在于使用的全过程当中，因此，智慧图书馆的管理者应当建立一系列具体的风险

防范机制，用以强化智慧图书馆的数据安全保障体系。一方面，可以开发自动化数据安全风险预警系统并将其嵌入智慧图书馆，以实现数据安全监管常态化、智能化，借助系统的自我监督搭建起智慧图书馆监测与预警机制。另一方面，可以针对数据生命周期的每个环节，通过数据脱敏、数据备份、数据加密以及用户访问权限限制等方式深化智慧图书馆数据管理，以此降低数据安全风险。

（4）创新组织领导管理机制

类 ChatGPT 嵌入智慧图书馆是“数智时代”下图书馆智慧化建设的必然选择，同时在智慧图书馆利用类 ChatGPT 实现全面升级的过程中，技术的更新也将反向作用于图书馆的管理模式，对其管理机制提出新的要求。因此，为了避免管理决策过度依赖技术，智慧图书馆的管理者应当创新领导管理机制，使其与智慧化环境相匹配，以保障智慧图书馆在“数智时代”的可持续发展。

第一，创新领导选拔机制。智慧图书馆的领导班子是否具备足够的算法素养和智慧管理理念等，是保障智慧图书馆嵌入类 ChatGPT 后能否持续发展的关键。虽然领导选拔权利不属于图书馆，但图书馆领域应结合实际，从专业角度制定基于人工智能环境特征的领导职位专业门槛，创新干部选拔任用机制，与政府积极沟通争取采纳，从而避免出现“外行管理内行”的现象。一方面，引入首席信息官（ChiefInformationOfficer,CIO）和首席数据官（ChiefDataOfficer,CDO）制度，为信息技术、数据管理、保密管理等专业人才设置专属高级管理岗位，由其全面负责在智慧图书馆的信息系统构建与数据安全保障工作。另一方面，在智慧图书馆领导干部的考核选拔过程中，应当在传统选拔机制基础上增加数据治理能力要求并给予一定权重。通过考核倒逼智慧图书馆的领导团队进一步提升人工智能环境下的管理视野和技术能力，以适应“数智时代”下的智慧图书馆管理工作。

第二，调整馆内组织结构。结合类 ChatGPT 嵌入智慧图书馆的应用情况来看，调整馆内组织结构，制定机构协同治理体系，对于减少“智能失权”风险具

有重要作用。一方面，智慧图书馆的管理者应当加速部门扁平化设置，通过分析嵌入类 ChatGPT 智慧图书馆中馆员的主要职能与活动重新调整部门。同时，还需依据多元需求设立不同的专项小组，且组长仅对接管理层，进一步实现扁平化管理下集权与分权相结合的组织结构。另一方面，智慧图书馆的管理者应当尽可能推动机构、部门、专项小组三者之间建立多元协同关系，进一步强化所有主体的责任义务，充分发挥各自的职能作用，共同构建理想的智慧图书馆组织生态环境。

第四章 结论与建议

4.1 馆员素质能力提升

4.1.1 推动技术人力资源建设

馆员的职业技能与前沿技术的匹配性对于智慧图书馆的可持续发展至关重要。随着类 ChatGPT 在智慧图书馆中的深度应用，馆员角色同样随之发生转变。因此，智慧图书馆应当通过推动技术人力资源建设，组建符合“数智时代”环境需求的专业馆员队伍。制定馆员职业技能标准。在应用类 ChatGPT 实现高度智能化的智慧图书馆环境下，图书馆员需要具备与智慧环境相匹配的知识与技能。因此，各级文化部门、图书馆学会、图书情报工作委员会以及各智慧图书馆的管理者可以考虑制定一套人工智能背景下的图书馆员职业技能考核标准，在业务技能、服务技能、管理技能等传统指标上加入数据管理应用技能、数据挖掘分析技能、用户需求分析技能、程序开发优化技能等新指标，设立相关的技能水平考试并颁发证书，以此提升馆员的学习积极性和专业性。

4.1.2 构建全方位的培养机制

为应对类 ChatGPT 带来的职业挑战，智慧图书馆可以参考前述的馆员职业技能标准，建立全方位的内部培养体系。一方面，智慧图书馆可以邀请人工智能、

图书情报等领域的专家学者开设讲座或主题报告，其内容包括人工智能概述、馆藏资源建设、智慧图书馆系统实操、业务经验交流等，以此提升馆员在类 ChatGPT 技术上的理论与实践能力。另一方面，图书馆应为馆员提供更多“走出去”的交流学习机会，采用异业交流、挂职锻炼、访问学者等方式进入其他图书馆、人工智能企业，从而了解当前的技术走向、应用现状、发展趋势以及学习工作所需的技能。

4.1.3 提升馆员素养，共同赋能服务

ChatGPT 固然能够独立提供知识服务，但其知识服务质量仍然取决于开发者与用户。馆员可以通过相关学习掌握 ChatGPT 的使用技巧，减少对话轮次，在尽量短的时间里获取最终答案，保证 ChatGPT 的回答质量，更加高效地利用 ChatGPT 为读者提供优质精准的服务，增强用户对图书馆的信任感和忠诚度。此外，馆员要具备一定的信息安全意识和技能，能够严格保护用户的个人隐私和数据安全。除了提升馆员素养，还可以通过培训、交流会议、开展主题活动等方式，让馆员与用户共同参与到服务的创新与优化中来，令用户能够自主地应用类 ChatGPT 工具。同时，要注重收集用户反馈和需求，及时修正和完善 ChatGPT 的知识库和服务，以更好地满足用户的需求和期望。通过馆员与用户的共同参与和合作，才能真正实现 ChatGPT 的赋能服务。

4.2 图书馆转型发展

4.2.1 增加岗位吸引力，引进高层次人才

长期以来图书馆难以招聘到高层次技术型人才，其原因在于人才选拔方式、人才利益追求、人才额外收益等方面存在问题。因此，智慧图书馆应通过改革传统用人机制与人才待遇体系吸引国内外高层次人才加入。一方面，可以考虑放宽硬性指标，降低在学历、年龄等方面的要求，但要从应聘者的技术能力、项目背景、职业认知等方面考察其是否能真正胜任人工智能环境下智慧图书馆的工作要

求。另一方面，图书馆可以通过创新绩效二次分配办法，以提高人才岗位实际待遇。此外，应当尽可能制定一些符合人才需求的激励政策，如晋升路径、带薪休假、创业机会等，以此为高层次人才提供全方位的保障。

4.2.2 注重完善梯队建设

培养重点人才在发展过程中，高校图书馆要注重完善学科梯队建设，培养具有图书专业知识的智慧服务型馆员。针对图书馆新兴服务，如发现服务、资源自建服务，高校图书馆要有计划、有目的地引进并培养具有查新资质的馆员。

4.2.3 做好职业规划

高校图书馆员根据自身知识结构，做好职业规划。高校图书馆员要做好职业规划，认识自己的专业知识结构，寻求适合自身特点的服务方向，在高校图书馆转型发展时期，利用高校的教学、科研、学科服务资源，努力提高自身的能力和素质，做具有专业知识的智慧型馆员。

4.3 构建新服务模式

在智慧图书馆迈向新阶段的过程中，人工智能的飞速发展在带来诱人机会的同时，也裹挟着巨大的风险与挑战，图书馆应加强自身建设，沉着应对挑战。首先，加快建设高水平、复合型研究团队，吸纳多学科人才，以便更好地应对不同领域的挑战。其次，综合利用多方面的有力支撑，引入数字化建设相关技术成果，如5G、大数据、物联网等，以增强智慧图书馆的实际表现与响应能力。最后，加大科研资金投入，积极探索和研究人工智能技术在图书馆服务中的应用，创造图书馆领域专属的语言交互型人工智能，以更好地满足用户需求，搭建人与机器和谐共生、相辅相成的良性循环新生态。

第五章 项目成果

5.1 发表的论文

序号	论文题目	期刊名称	作者	发表或录用情况
1	基于 CiteSpace 对水果无损检测研究进展和趋势的可视化分析	《食品工业科技》	丁燕	已发表

5.2 形成的方案

序号	方案名称	作者	建设情况
1	塔里木大学智慧图书馆（一期）建设方案	王砾	已获批 2024 年建设经费

5.3 形成的报告

序号	报告名称	报告分类	作者	实践效果
1	塔里木大学机械电气化工程学院专利分析报告	专题报告	丁燕	已提供给学校科技成果示范推广处及机电学院
2	“残膜回收机械”专利全景报告	专题报告	李婷 王砾	已提供给天典农机制造有限公司

参考文献

- [1]庄辉凤. 图书馆运用人工智能提供智慧服务研究[J]. 齐齐哈尔大学学报(哲学社会科学版), 2024, (02):65-69.
- [2]刘彩娥,韩丽风. AIGC 背景下高校信息素养教育的发展[J]. 大学图书馆学报, 2024, 42(02):46-51.
- [3]肖自力. 智慧图书馆中基于人工智能的个性化阅读推荐系统设计实施策略[J]. 兰台内外, 2024, (10):70-72.
- [4]徐慧. 人工智能环境下公共图书馆服务优化策略研究[J]. 河南图书馆学刊, 2024, 44(03):49-51.
- [5]刘春燕,耿孟祺. 信息技术发展下的图书馆建设思考[J]. 大舞台, 2024, (02):101-104.
- [6]李默,杨彬. ChatGPT 技术及其在智慧图书馆中的应用策略[J]. 图书馆工作与研究, 2024, (04):36-43.
- [7]周美婷. ChatGPT 类生成式人工智能在智慧图书馆中的应用前景[J]. 今日科苑, 2024, (02):73-82.
- [8]郑之敏. 智慧图书馆服务体系构建[J]. 科教文汇, 2024, (08):192-194.
- [9]李菲菲. 人工智能在智慧图书馆建设中的应用探索[J]. 科技创业月刊, 2024, 37(04):104-107.
- [10]陈德锐. 人工智能驱动下的智慧图书馆创新策略[J]. 华章, 2024, (04):156-158.
- [11]王海蓓,潘辉. 我国 ChatGPT 研究领域热点主题识别与演化路径分析[J]. 图书馆学研究, 2024, (03):2-12+77.
- [12]张卉杰,郭雨丝. 高校图书馆智慧搜索服务模式的研究分析[J]. 科技资讯, 2024, 22(05):218-220.
- [13]吴珍. 智慧图书馆下的数字资源研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(05):205-207.
- [14]邹娅一. ChatGPT 赋能图书馆智慧服务: 机遇、挑战与发展策略[J]. 农业图书情报学报, 2024, 36(02):71-80.
- [15]荆永菊. ChatGPT 类人工智能对高校智慧图书馆建设的机遇与挑战[J]. 郑州

航空工业管理学院学报, 2023, 41(06):101-109.

- [16]潘瑜. 浅析 ChatGPT 对图书管理工作的影响及展望[J]. 科技与创新, 2023, (24):38-40+44.
- [17]张雪成, 何倩倩. 高校图书馆未来学习中心建设路径探寻[J]. 大学图书情报学刊, 2024, 42(01):27-33.
- [18]赵晶晶, 任靖宇, 冯莹雪. 人工智能时代智慧图书馆实体空间建设思考[J]. 河南图书馆学刊, 2024, 44(01):91-93.
- [19]王超, 佟昕瑀. 信息素养视角下的 ChatGPT 场景化应用及风险规避策略研究[J]. 图书馆研究与工作, 2024, (01):57-63.
- [20]于曦. 美国高校图书馆 ChatGPT 服务实践及启示[J]. 山东图书馆学刊, 2023, (06):97-105.

附录

附录 1 形成的方案

1.1 塔里木大学智慧图书馆建设方案

塔里木大学

智慧图书馆建设方案

2023年9月

目 录

第一章 项目概述	33
1.1. 方案背景概述	33
1.1.1. 政策背景导向	33
1.1.2. 高校图书馆建设效益	34
1.1.3. 高校图书馆现状分析	35
1.2. 项目内容	36
1.3. 项目效益	36
第二章 智慧高校图书馆解决方案	38
2.1. 方案简介	38
2.1.1 方案整体架构	38
2.1.2 方案设计原则	39
2.1.3 方案建设理念	39
2.2. 智慧高校图书馆应用优势	40
2.2.1. 图书馆管理者角度	40
2.2.2. 校园读者角度	41
2.3. RFID 基本原理	43
2.3.1. RFID 工作原理简介	43
2.3.2. RFID 技术应用优势	44
2.3.3. 使用 RFID 系统后对现有工作的改变	45
2.4. 校园总分馆及通借通还体系	45
2.4.1. 高校图书馆总分馆建设	45
2.4.2. 高校图书馆通借通还	47
2.4.3. 图书阅读场景化设计	49
2.4.4. 师生自助借阅建设	49
2.4.5. 校园“图书馆+”模式拓展	50
2.5. 硬件设备	51
2.5.1. 图书电子标签	51
2.5.2. 图书层/架标签	52
2.5.3. 立式自助借还书机	53
2.5.4. 多通道智能门禁	55
2.5.5. 馆员工作站	57
2.5.6. 移动式盘点机	58
2.5.7 智能服务机器人	59
2.5.8 智能寄包柜智慧化管理系统	30
2.5.9 座位预约系统	31
2.5.10 楼宇导航系统	32

第一章 项目概述

塔里木大学图书馆始建于 1958 年 10 月，最初是依靠教师捐赠的 3000 册图书建立起了学校图书馆。现有馆舍建筑面积 36000 平米，共六层，是我校的标志性建筑。大楼内现已实现了 WIFI 及中央空调全覆盖，有阅览座位 2600 余个，研修间 18 个，多媒体教室 3 间，机房 3 间。现共有图书 260.5 万册，其中纸质图书 155.5 万册，电子图书 105 万种，每年订购中外文报刊约 600 种，引进了近 30 个中外文数据库，存储设备容量占 80T。

目前图书馆图书流通管理采用磁条和条码系统，磁条为安全防盗功能，条码为馆藏标识功能。磁条（EM）管理系统存在自动化程度低，借阅或归还均需人工处理；图书查找、顺架、倒架、排架困难；馆藏清点繁琐耗时，劳动强度高；服务时间受限，不能充分发挥图书馆功能等诸多问题。而 RFID 技术极大地提高了采集数据的速度，特别是在借还效率、借还方式（手机移动端）自助盘点、倒架，图书报警信息提升等具有明显的提升。

本次建设主要针对 60 万余册流通（件）藏书。进行 RFID 智能化提升，解决方案基于高校图书管理及应用场景，打造多层次总分馆建设体系，在学校图书馆、校园活动区、学生宿舍园区等地依据特定需求部署相应自助化设备，整合微信读者服务、信用借还、人脸识别、图书阅读报告、统计分析等特色软件应用，打造具有高校特色的智慧图书馆解决方案，有效提升校园图书阅读量，为图书管理者提供高效的管理工具。

本次项目以科学发展观为指引，在积极建设特色馆藏体系的同时，正进一步加快信息化数字图书馆建设和对外辐射功能的脚步，以适应学院的长远发展，并起到对同类院校的引领作用。

方案背景概述

政策背景导向

2017 年国家新闻出版广电总局发布的《关于开展 2017 年全民阅读工作的通知》曾指出，着力完善基础阅读设施，完善各类图书馆、农家书屋、社区书屋、职工书屋等基础阅读设施的长效管理机制。充分利用互联网技术，建立全民阅读数字资源平台，提供

数字化阅读服务，努力构建全民阅读推广服务体系。

2018年1月1日，由国家主席习近平签署的第七十九号主席令《中华人民共和国公共图书馆法》颁布并实施，《中华人民共和国公共图书馆法》贯彻落实党的十九大精神、全面推进依法治国的重要举措，对加快公共文化服务体系建设，促进公共图书馆事业发展，保障人民群众基本文化权益，深入推进社会主义文化强国建设，将产生重大而深远的影响，彰显了高校及公共图书馆事业在中国特色社会主义文化建设中的重要地位，标志着我国智慧图书馆事业发展跨入了新时代。

高校图书馆建设效益

高校图书馆是社会主义公共文化服务体系的重要组成部分，在国家政策引导、地方条令的鼓励下，高校应当大力推动建设智慧校园图书馆，引导全校师生及衍射区域市民进行阅读，提升社会效益。

- 推进校园多样化阅读

智慧校园图书馆的建设，有效推进校园图书馆服务与师生之间的距离。在校区部署24h自助图书馆、24h预约借还书柜等，对接校园图书馆总馆，让读者更简单、更便捷的进行图书借阅，满足不同校区、不同专业学生的阅读多样化需求。

- 提升高校竞争力

随着城市阅读设施建设的不断完善，图书馆的开放性也日益增加。高校图书馆的服务，不仅为全校师生提供良好的图书阅读方式，也为高校所在的区域市民提供更加便捷的阅读服务，高校图书馆在为学校提供高质量文化服务的同事，也更好的营造了文化氛围，提升了城市公共文化服务品质以及高校竞争力，吸引更多高端人才，对高校及社会发展将产生重大深远的影响。

- 有效提升校园文化维度

智慧高校图书馆，通过搭建知识共享平台，实现知识的共享，使校园的阅读空间得到进一步拓展，师生可以享受更便捷更丰富的图书阅读服务，有效提升校园文化维度，提高师生文化素养。

- 推进社会主义文化强国建设

根据国家文化发展要求，持续推进全民阅读工作，而高校是培养社会高素质人才的摇篮，智慧高校图书馆的建设对学校及全民的阅读起到了积极的带领作用，并有效推进

社会主义文化强国建设。

高校图书馆现状分析

新加坡国家图书馆于 1988 年引进 RFID 技术，是世界上最先将 RFID 技术运用到图书馆管理中的。随后美国、比利时和欧洲等地图书馆也相继采用。当前，美国 RFID 技术在图书馆管理中的应用数量居世界第一位。日本近年来也投入了大量的财力、物力对 RFID 技术在图书馆的应用进行研究、开发和应用，目前也处于世界领先地位。

2006 年 2 月，厦门集美大学诚毅学院图书馆对外开放，它是我国第一家具有完善功能模块并进入实用阶段的 RFID 智能馆藏管理系统的图书馆。2006 年 7 月，深圳图书馆大规模引进 RFID 技术，用 RFID 电子标签和阅读器取代了传统的条码、磁条等设备，实现了图书文献采访、加工、典藏、流通、图书定位、自动分拣、自助盘点、射频防盗报警等一系列自动化管理功能。截止目前，RFID 技术在高校图书馆应用已非常广泛，包含清华大学、中山大学、复旦大学、厦门大学等全国 600 多家高校图书馆已实施了 RFID 智能管理与应用。

RFID 技术实现了图书馆管理的人性化、智能化和数字化，改变了图书馆传统的管理模式和服务方式，拓展了图书馆服务的深度和广度，提高了图书借还效率及图书流通量，调动了读者的主观能动性，使读者突破传统服务，实现真正意义上的自我服务、自我管理，为高校图书馆更好地为师生开展深层次、高水平服务提供了技术基础，RFID 智能管理已得到图书馆界的普遍认可。

RFID 是一种技术，服务于馆员与读者才是该技术在图书馆领域的应用。虽然高校图书馆图书自助借还系统存还有需要提升的地方，无法真正做到尽善尽美，但随着科技的快速发展，RFID 技术会不断升级、改造和完善，其优势不仅将逐步显现和凸显，并且会远远超过不足。基于 RFID 技术的智慧图书馆是图书馆未来发展的必然趋势，它必将不断延伸图书馆服务时间、不断拓展图书馆服务空间，使高校图书馆更加充分地发挥文献信息资源支撑作用。

RFID 技术的应用给高校图书馆发展带来新的契机，不仅有利于推动高校图书馆的信息化建设步伐，也会促使高校图书馆管理更加科学化、现代化、规范化，服务更加智能化、人性化。RFID 技术在高校图书馆的应用，为图书馆各类服务注入了新的活力，对于提高工作效率，提升服务质量，方便广大师生更加高效利用图书馆文献信息资源有着非常重要的意义。

项目内容

实现对馆内自动化硬件设备和服务升级,并配置图书电子标签、层架标、自助借还书机、安全门禁(双通道)、馆员工作站、移动式盘点机、3D 导航系统、服务机器人、座位预约系统、智能寄包柜智慧化管理系统、楼宇导航系统对接以及相关配套软件,实现图书 RFID 电子标签化、数据转换、自助借还、安全防盗、图书盘点定位、智能服务、移动端服务、数据宣传展示、特色服务等功能,以适应当前的发展要求。

项目效益

(1) 严密的图书防盗系统

不仅可以实现图书防盗的实时报警,还可以实时记录进出图书馆的每一本图书的信息,避免了传统磁条防盗无法记录图书信息、误会频发的缺陷。

RFID 自助借还书机可以有效避免图书借还时,图书被抽换现象。

(2) 良好的读者体验

读者可通过自助借还书机,一次借还多本图书,既保护了读者的隐私,借还速度也大幅度提高,节省时间,读者体验好。

图书做过定位后,读者通过 3D 导航图,直接检索到图书的具体位置。查询、寻找图书速度大幅度提高,节省时间,读者体验好。

手机借还、转借、查询提高服务体验和效率、

(3) 节省人力资源

RFID 自助借还书机实现一次多本图书借还,99%的图书借还、续借工作由自助借还书机完成,一些繁杂的图书上架、上架、查找工作在自助设备的帮助下高效率地完成,可将一定数量的馆员从重复、简单、繁杂的工作中解放出来,充实调整到有一定技术含量,具有高附加值,能够充分发挥人的智力资源的服务岗位上去,提高我们服务的质量、层次和水平,提升和优化人员结构。

(4) 系统的可扩展性好

1) 提高图书流通效率

在校园中部署预约借还书柜等设备,部署灵活,可根据需求灵活配置,有效

提高图书的流通效率，提升学校的全员阅读率。

2) 7*24h 无限自助服务时长

结合 24 小时预约借还书柜等设备，读者可以在 24 小时的任何时间到达指定地点进行图书归还服务，极大提高了高校图书馆的服务效率与质量。

3) 体验线上服务手机借还

读者可以通过微信读者服务：微信服务端扫码借书、续借、转借图书；支付宝信用借还等线上图书借还服务软件，体验在线借还书业务办理，省去线下办理流程，非常简单便捷。

第二章 智慧高校图书馆解决方案

方案简介

智慧高校图书馆综合解决方案，基于 RFID 射频识别技术，结合互联网、AI 智能、大数据处理等，针对高校图书馆管理现状，从读者、图书、管理、设备、应用等多维度进行方案设计，一站式解决高校图书馆所面临的相关问题。

解决方案基于高校图书管理及应用场景，打造多层次总分馆建设体系，在学校图书馆、校园活动区、学生宿舍园区等地依据特定需求部署相应自动化设备，整合微信读者服务、信用借还、人脸识别、图书阅读报告、统计分析等特色软件应用，对接飞阅虚拟图书馆、朗读亭等第三方服务系统及设备，打造具有高校特色的智慧图书馆解决方案，有效提升校园图书阅读量，为图书管理者提供高效的管理工具。

解决方案包含整套硬件设备和软件管理平台，硬件设备主要包括自助借还书机、安全门禁、刷卡柱、自助还书机、自助办证机、馆员工作站、智能书架、RFID 标签、门禁感应门、监控摄像头等等。软件管理平台为城市书屋图书管理系统。方案将软硬件相结合，充分应用现代 RFID 的先进成果，从图书盘点、图书查找、自助还书、自助借书、自助办证、图书门禁等各个角度，给出了最优化的选择，涉及智慧高校图书馆管理的各个方面，是图书馆智能管理的完美解决方案。

2.1.1 方案整体架构

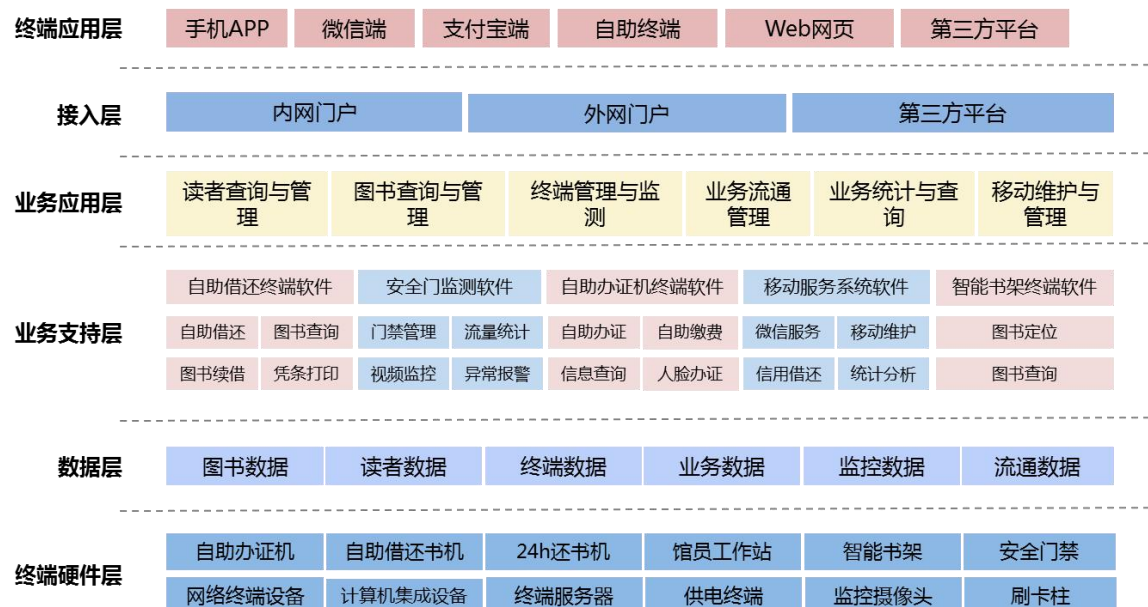


图 2-1 系统架构图

2.1.2 方案设计原则

本方案设计充分考虑到系统的兼容性、扩展性，有效的进行系统集成，实现各子系统的精确管理和最大程度的信息共享，便于后续的系统扩展与增容。

系统总体设计原则可概括为：系统先进、实用可靠、开放兼容、安全稳定。

2.1.2.1 系统先进

方案采用国际领先的设计思想，整合云计算、大数据、互联网及物联网等技术，以适应现代技术的发展。

2.1.2.2 实用可靠

方案设计最大限度的满足智慧高校图书馆当前及后续业务发展需求，确保系统的实用性与可靠性。

2.1.2.3 开放兼容

采用专业的模块化设计，预留系统拓展接口，便于后续设备扩展及兼容。

2.1.2.4 安全稳定

本方案采用专业的控制系统与设备，让用户享受智慧化图书馆服务的同时，保障系统的安全和稳定。

2.1.3 方案建设理念

2.1.3.1 自助高效服务

以为师生提供自助式高效便捷的服务为首要建设理念，提高图书流通率，打造高效便捷的智慧高校图书馆。

2.1.3.2 师生便利阅读

校园部署自助借还书机、预约取书柜等设备，搭配微信借阅、信用借还等软件服务，让师生享受便利阅读

2.1.3.3 校园通借通还

对含多个校区的高校，打造一站式总分馆通借通还体系，支持学生选择就近图书馆，自由借书还书。

2.1.3.4 云平台统一管理

配置专业的高校云平台管理系统，集读者、图书、设备、流程的一体化管理，为高校图书馆提供高效便捷的系统级管理工具。

2.1.3.5 大数据统计分析

精准统计高校图书馆业务流通、图书、读者等相关数据，依据不学生专业、年级、学历、师生等多维画像，精确业务统计分析。

智慧高校图书馆应用优势

图书馆管理者角度

缓解图书管理工作人员紧缺

传统图书馆的纸质图书是粘贴光学条形码作为每本书的辨别码，同时加贴防盗磁条。使用 RFID 技术以后，无线电波标签取代条形码和磁条，同时由于 RFID 技术强大的功能，无线电波标签只要在读写器发射范围内都能被识别，可以同时为多名读者办理相关的借阅业务，不再需要工作人员对每本书进行扫描、消磁和充磁，读者本人可直接通过自助借还设备完成借还手续，完全取代了工作人员的简单重复劳动。

简化工作流程、提高管理效率

智慧高校图书馆，采用 RFID 技术，简化了借还书操作流程，减轻了管理者的劳动强度，提高了图书流通率。传统的借还书流程是在光学条码技术的基础上操作完成的，需要管理者用手工扫描图书条码来完成借还图书信息获取。RFID 技术最大的优势就是采用无线射频识别技术代替光学条码，弥补了光学条码必须近距离读取数据的缺憾，贴上 RFID 标签的图书只要在无线射频识别系统电波覆盖范围之内，就可以准确获取数十本图书的信息，并可实现批量操作，实现读者自助服务，大大提高了管理工作效率。

RFID 技术实现了对图书的精确定位，提高了图书盘点速度和工作效率。管理人员通过便携式和移动式图书盘点设备，对书架进行一次读取数十个数据的扫描，并通过无线网络将数据传输到图书馆数据库完成盘点，实现了图书盘点的自动化；节省了盘点时间，实现了图书快速盘点，工作效率得到大幅提升。

安全门禁建设，提高图书馆安全系数

RFID 智能技术是在每本书里加上具有感应读写功能的 RFID 电子标签，通过电磁波对每一本图书进行馆内跟踪。图书办完借书手续后，RFID 标签中的借阅状态被设置，出口的门禁不报警。凡是未经办理借书手续的，图书经过出口安检装置时，安检装置会报警。即便学生把图书装入书包、揣人怀中，阅读器强大的穿透性也可根据标签显示的信息状态判断图书是否办理借出手续，从而判断是否报警。

校园读者角度

有效提高图书流通效率

传统图书馆，数量较少、服务时间受限，读者只有在特定的空闲时间才能去图书馆借还书；且由于距离、时间等问题，图书馆的藏书流通率较低。在校园中部署预约借还书柜、24h 自助图书馆等设备，部署灵活，可根据具体需求灵活部署在学生活动区、餐厅、宿舍区等人流密度较大的区域，学生可体验便捷的图书自助借还服务，有效提高图书的流通效率，提升学校的全员阅读率。

自助式服务，有效节省借还书时效

采用RFID图书馆系统，将读者办证、图书借阅、图书归还、读者信息查询等多项服务通过自助式服务终端提供给读者，通过标准的通用的软件界面帮助读者在无人指导下自助的完成图书馆的办证和图书归还服务，避免由于人数较多导致的图书借还服务质量下降。

通过RFID自助办证设备，读者可自行进行读者证办理，并实现信息查询、充值扣费等服务。

通过RFID自助借还系统，读者可在几秒钟内自行完成图书借阅和归还。将繁琐的人对人的重复沟通交流工作交由RFID系统来实现，极大提高图书借还工作效率。

实现 24 小时服务，延长图书馆服务时间

当读者需要还书时，不再需要为工作繁忙没有时间前往图书馆而烦恼，结合 24 小时自助还书设备及预约借还书柜等设备，读者可以在 24 小时的任何时间到达指定地点进行图书归还服务，避免由于图书馆工作时间与普通读者工作时间重合导致的书籍归还困难甚至欠费等相关问题，一切以读者需求出发，尊重读者的阅读习惯，极大方便读者，在不增加人力成本的情况下，将图书馆的归还服务由 365 X 8 小时延长到 365 X 24 小时，极大提高了高校图书馆的服务效率与质量。

搭配手机借阅，体验掌上借还

读者可以通过微信读者服务、支付宝信用借还等手机图书借还服务软件，体验在线借还书业务办理，非常简单便捷。微信读者服务系统，涵盖办证、借书、还书、续借、转借等多种功能，突破地域时间限制，读者可随时随地进行各项业务办理。信用借还系统，对接支付宝芝麻信用，读者信誉良好即可进行免押金办证、借书等服务，还书信誉良好还可积累信用分。

远程监控、设备与系统实时掌控

图书馆部署远程监控系统，实现对图书馆各个设备及系统的实时监控，系统采用了

多个 RFID 系统设备，并集成了城市书房管理系统、RFID 应用软件系统以及其他相关系统，这些系统的运转状态监控，以及远程技术支持，应通过搭建 RFID 应用和管理平台，通过平台实现对 RFID 系统的各个终端设备进行管理和监控，实现对各设备和应用系统及时状态的查看，并实现对历史纪录的报表和统计功能。

RFID 基本原理

本系统的基本原理是通过 RFID 技术进行图书信息唯一识别，结合自助借还书机、自助还书机、自助办证机、馆员工作站、智能书架等多种 RFID 读写硬件设备终端，对贴有 RFID 标签图书信息的进行采集、写入、判断。通过搭载在 RFID 读写硬件设备终端的应用软件，获取业务数据。利用 RFID 中间件技术搭建的系统集成平台中间件，将不同异构的软件的业数据传至服务器进行数据交换，实现智慧高校图书馆的图书自助借阅、归还、续借、查询、盘点等功能，通过后台相关管理软件满足图书流通管理、终端设备监控、后台运营维护、大数据统计分析、数据查询、决策分析等智能化需求。

RFID 工作原理简介

RFID 射频识别系统主要由电子标签、读写器、天线三部分组成。读写器通过天线发送出一定频率的射频信号，当标签进入磁场时产生感应电流从而获得能量，并将电子标签信息通过天线发送出去，读写器将电子标签信息利用解码板进行解码，再通过网络或 RS232 等接口将标签信息传送到计算机。如下图所示：

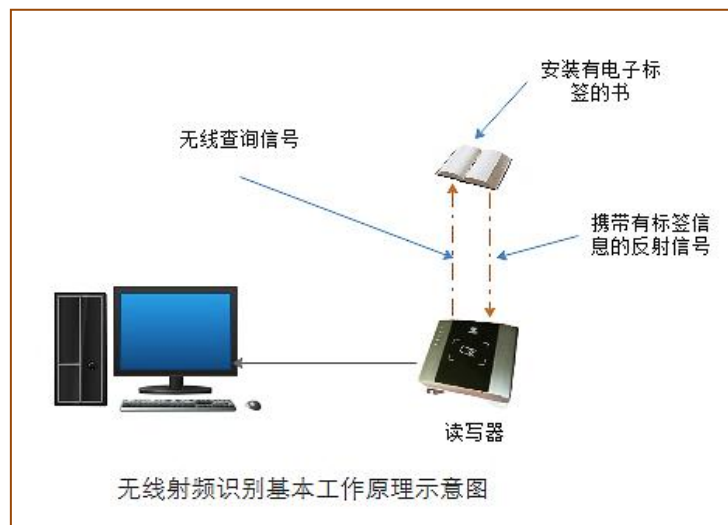


图 2-2 RFID 射频识别系统原理

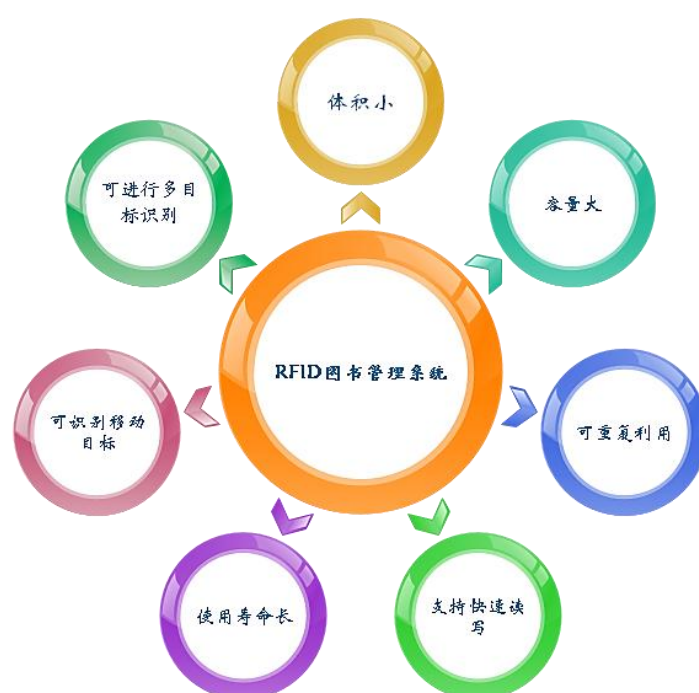
工作时，它通过读写器不断发射用于激活电子标签的无线电波，被激活后的电子标签发射出加密的载有目标识别码的高频无线电波，经微处理器中的软件处理后，提取出真正的目标代码，并将这种数字信息传送到控制计算机。通过这种对远距离移动或静止目标进行非接触式信息采集处理的方式，可实现对各类文献资料在不同状态下的自动识别，从而实现图书馆 RFID 自动化管理。

RFID 技术应用优势

RFID 图书馆智能管理系统以电子标签技术为基础，对读者、图书、文献、书库书架的一体化标识，构架起计算机信息和馆藏文献、读者服务之间的更为方便、高效、便捷的管理与服务体系。系统以全新的读者服务理念 and 文献管理模式为先导，以图书馆服务工作和文献管理的实际需要以及存在的问题为目标，全面实现图书馆文献管理的智能化、高效化。

RFID 图书馆智能管理系统拓展了图书馆的业务，提高了图书馆馆员的工作效率，并能为读者提供更加便利快捷的图书借还、查询等服务的同时，做到对读者信息和借阅图书的双重记录，实现了电子防盗和记录借阅信息流程的统一。

RFID 图书管理系统具有体积小、容量大、可重复利用、支持快速读写、使用寿命长、可识别移动目标、可进行多目标识别等特点。



使用 RFID 系统后对现有工作的改变

1) 采编部原有工作不变, 编目完成后, 只需将贴有 RFID 标签的图书放在馆员工作站 (标签转换装置) 上自动写入数据即可 (即将图书滴一下), 方便快捷, 此工作大部分图书馆会让书商完成。

2) 前台基本不在进行机械的重复的借还书工作, 借书、还书、续借、预约工作由自助借还书机、预约借还书柜完成, 节省的人力可从事更有技术含量的服务工作。

3) 技术部工作有所增加, 但 RFID 系统厂家目前有云监控平台, 24 小时实时响应, 只要和图书馆对接好, 一般不会给图书馆技术部增加过多工作。

校园总分馆及通借通还体系

高校图书馆通过总分馆体系及通借通还服务的建设与应用, 实现对校内图书资源进行有效整合, 产生最佳的服务效益, 达到优势互补、资源共享。通借通还体系, 不仅为图书馆提供了新型的图书服务方式, 也为校园读者提供了更便捷、更高效、更现代化的借阅体系。

高校图书馆总分馆建设

随着高校体制改革的不断深入, 高校普遍出现了“一校多区”的办学模式, 这使得原本独立的各个高校图书馆由于各种因素形成了一个总馆、多个分馆并存的现象, 如何对校内资源进行有效整合, 以产生最佳的服务效益, 达到优势互补、资源共享, 成为了高校需重点解决的问题。而实现多个校区间的总分馆建设、及图书通借通还服务, 是图书馆资源整合优化的实质体现。

高校总分馆模式及现状

随着大学的发展和技术的进步, 重点高校图书馆不断改进总分馆管理模式, 目前主要存在两种体系, 即“集中式”与“协同式”。这两种体系或单独运行、或合作运行, 各自具有不同的管理模式与特色。

1) “集中式”总分馆体系

“集中式”总分馆体系，主要特点为：单一投入、集中管理、业务规范、分馆特色。即总分馆同处于一个建设总体，由学校统一投入管理，分馆为总馆的一个附属馆，所有业务规则统一，业务平台通用，强调分馆开展面向学院和学科的特色服务。

2) “协同式”总分馆体系

“协同式”总分馆体系，主要特点为：多元投入、协调发展、共建共享、趋向统一。各分馆分别投入人力和经费，不改变原有的附属关系，但作为独立建制的图书分馆，对各自人员、图书、财务等管理保持独立性；学校建立统一的管理委员会，对分馆进行业务合作与协调；建立文献资源共建共享机制，统一运行编制，包括文献资源的统一分编、统一服务平台和数字资源共享，实现校园图书的通借通还。

3) “协同式”“集中式”联合运行

在高校图书馆系统中，大量存在“协同式”、“集中式”两种总分馆体系并存、联合运行的情况。联合运行是指图书馆总馆根据分馆的具体情况，灵活采用两种总分馆体系、实行兼并融合的产物。

校园总分馆建设思路

通过图书云平台管理系统，打造多层次分馆建设体系，实现权限下放，上层级馆管理分配下层级馆，无需再通过中心馆（总馆）调用下级馆数据，馆际数据互联互通，多馆图书资源共享，促进校园图书馆全面协调可持续发展，打造多层次互联互通图书馆体系，实现一证通借通还。

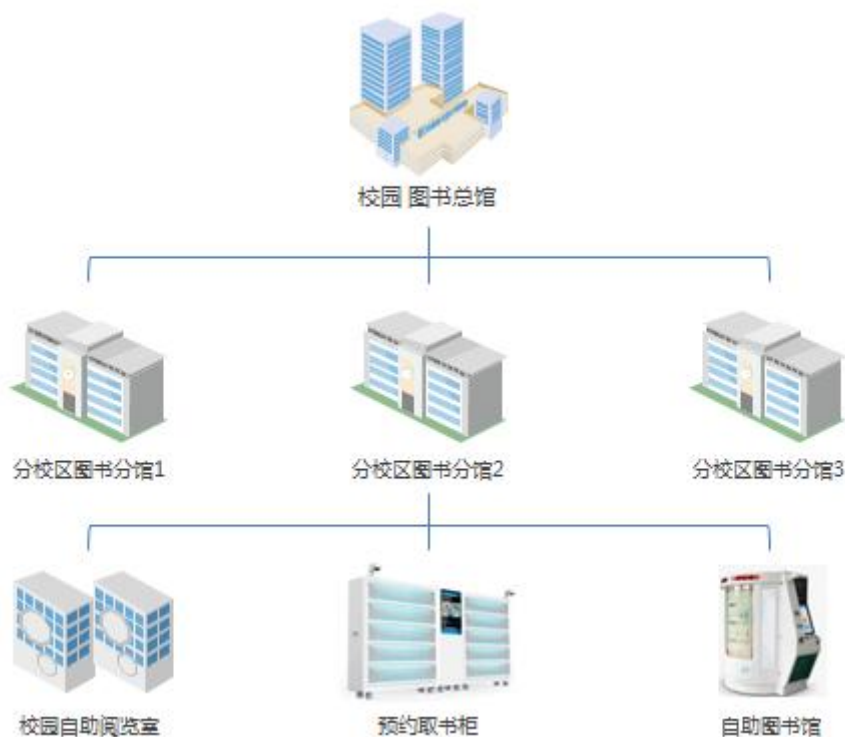


图 2-3 校园总分馆建设示意图

高校图书馆通借通还

通借通还建设的必要性

传统意义上的图书馆借书还书服务，主要是在馆舍范围内利用本馆的馆藏为读者提供相应的文献服务。而通借通还服务的开展，则是为图书馆开拓新的文献资源共享方式和读者服务方式。通借通还对于图书馆来说是一种新型的服务方式，不受时间、空间的局限，使文献资源在更大范围内实现共享。通借通还对于读者来说，最大限度实现读者自助借还的便利性与高效性，大大缩短了校园读者图书借阅的时间，进而享受更便利、更人性化的图书自助服务。

校园通借通还建设思路

针对大型高校总分馆建设，打造整个校区图书通借通还体系。学校师生可在学校内任一图书馆、分馆或通过微信读者服务等线上系统进行图书借阅，阅读完成后可自由选择就近图书馆及自助阅览室归还，实现馆际数据互联互通、校园图书通借通还。



图 2-4 通借通还建设示意图

通借通还服务模式

依据校区读者师生借阅需求，在学校图书馆总分馆建设的基础上，增加自助终端服务。按学校人流密集度，在校园公共活动区（如操场旁、教学楼下等）及学生宿舍区部署预约取书柜，自助阅览室等，学生可通过自助借还终端随时随地享受图书借还服务；在校园拓展“图书馆+咖啡吧”、“图书馆+书店”、“图书馆+自助餐厅”等模式，将图书阅读融入校园生活的点滴；软件层面，为读者提供微信图书借阅、支付宝信用借还等服务，学生可随时随地高校便捷的享受图书阅读服务，真正将读书与生活融为一体，促进校园师生阅读。

通借通还业务流程

通借通还业务流程：

- 1) 学校师生在校园自助图书馆、预约借还书柜等设备体验自助借书、还书、办证等服务，其他馆所借书籍，也可通过就近自助图书馆等办理归还业务。
- 2) 校园中心图书馆与分校区图书馆之间通借通还，读者选择就近借还书。
- 3) 校园 24h 自助阅览室与各校区图书馆之间通借通还，提高图书借阅便利性。
- 4) 24h 预约借还书柜与各校区图书馆之间通借通还，提升校园全民阅读率。

图书阅读场景化设计

依据校园学生阅读轨迹，贴合校园师生阅读场景，线下提供多样化馆内外自助服务，线上在线借阅简单便捷，并在学校图书馆、公共活动区、学生公寓园区等地分别部署相应的智能化图书设备，极大提高师生阅读的便利性。

1) 线下一馆内服务：

以自助式服务为基础，部署自助办证机、自助借还书机、馆员工作站、智能书架、安全门禁等相关设备，搭配读者移动服务软件，打造高效便捷的智慧图书馆，有效提升学生图书阅读率。

2) 线下一馆外服务

按学校人流密集度，在校园公共活动区（如操场旁、教学楼下、学生公寓园区等）部署预约取书柜、自助图书馆等设备，为学生打造更便捷的图书借阅方式。

3) 线上一手机借阅

读者通过手机自助办理读者证、借还书、费用充值、预约图书等业务，体验微信自助借还、支付宝信用办证等多样化线上服务。

师生自助借阅建设

按学校人流密集度，在校园公共活动区（如操场旁、教学楼下等）及学生宿舍区部署预约取书柜、自助图书馆等设备，学生可通过微信预约借书、在附近的预约取书柜完成取书；也可通过自助图书馆借阅想读的书籍；还书时选择就近点即可，校园图书通借通还，为学生打造更便捷的图书自助借还方式。



图 2-5 师生自助借阅建设示意图

校园“图书馆+”模式拓展

高校校园单一传统的集中式图书馆模式，已无法满足学校师生图书借阅的便利性与高效性的需求；在校园拓展“图书馆+”模式，将图书馆与校园餐厅、咖啡厅、书吧等融合，打造异业跨界融合发展的新形态：

高校校园“图书馆+”模式，以“互联网+”为技术支撑平台，以创新创意为翅膀，融合高校师生切实的阅读场景，将图书阅读融入校园生活的点滴。学生可随时随地高校便捷的享受图书阅读服务，真正将读书与生活融为一体，促进校园全民阅读，呈现图书馆跨界融合新业态。

1) 图书馆+书吧

书吧是当下流行的新型自助阅读场所，将图书与吧台想融合，为学校师生提供更适宜的更轻松的阅读场景。

2) 图书馆+咖啡厅

书籍与咖啡相伴，是人生一大乐趣。校园设立自助阅读咖啡厅，享受阅读的乐趣，又融入咖啡的惬意与舒适。

3) 图书馆+餐厅

图书馆+休闲餐厅的模式，打破传统餐厅的单一功能，学生可在课余时间，享受美

食同时增进阅读。

4) 图书馆+校园阅览室

校园自助阅览室即微型图书馆，体量小，无人值守便于管理，可依据校园人流密集度自由部署，让学生体验 24h 自助式阅读。

硬件设备

图书电子标签



图 2-6 超高频图书标签

超高频图书标签产品功能：

- 无源超高频标签，工作频率：860~960MHz（通用于全球 UHF 超高频频段），符合国际相关行业标准 ISO18000-6C 标准，具有良好的互换性与兼容性；
- 标签中有存储器，存储在其中的信息可重复读、写；
- 标签可以非接触式的读取和写入；
- 标签具有一定的抗冲突性，能保证多个标签的同时可靠识别；
- 提供密码保护，防止存储在其中的信息资料被非法改写；
- 具有不可改写的 96 位唯一序列号（UID）；
- 图书标签采用 AFI 和 EAS 位作为防盗的安全标志方法。

产品性能参数：

- 工作频率：860-960MHZ
- 支持标准：EPCglobal C1 Gen2 与 ISO18000-6C
- 标签材料：不干胶面纸、Inlay 与不干胶底纸
- 可用数据区：768bits
- 读取距离：0m ~ 5m（与配置情况相关）
- 写入距离：0m ~ 2.5m（与配置情况相关）

产品优势总结:

- 在和书籍中原有金属磁条隔页粘贴时仍能保证良好读取效率，且获得相关技术专利；
- 线型结构：体积小，寿命长，隐蔽性强；
- 标签信息：存储量大，信息可改写，多标签快速读写，读写速度更快。
- 行业内唯一带 logo 标识，质量可追溯，责任可追溯。

图书层/架标签



图 2-7 图书层架标签

层架标签产品功能:

- 无源超高频标签，工作频率：860~960MHz（通用于全球 UHF 超高频频段），符合国际相关行业标准 ISO18000-6C 标准，具有良好的互换性与兼容性；
- 标签中有存储器，存储在其中的信息可重复读、写；
- 标签可以非接触式的读取和写入；
- 标签具有一定的抗冲突性，能保证多个标签的同时可靠识别；
- 提供密码保护，防止存储在其中的信息资料被非法改写；
- 具有不可改写的 96 位唯一序列号（UID）；
- 图书标签采用 AFI 和 EAS 位作为防盗的安全标志方法。

产品性能参数:

- 工作频率：860-960MHZ
- 支持标准：EPCglobal C1 Gen2 与 ISO18000-6C
- 标签材料：ABS 塑胶壳、Inlay 与不干胶底纸

- 可用数据区：752bits
- 读取距离：0m ~2m（依读写器功率和天线增益变化）
- 写入距离：0m ~1m（依读写器功率和天线增益变化）
- 工作模式：R/W（可进行读取和写入操作）

产品优势和新功能：

- 书架专用：图书架位、层位信息存储。针对图书顺架、盘点专门设计。
- 数据存储：可重复读写、自定义数据格式
- 层架标可以重复使用：书架位置变动后，不用铲掉以前的层架标，可快速更换标签上的层位和架位代号。

立式自助借还书机



图 2-8 自助借还书机

自助借还机是一种通过标签与读写器之间双向通信，实现图书自助借还功能的新型RFID图书自助借还设备。适用密集型阅读模式，可选配条码扫描枪、高频阅读器、超高频阅读器等多种其他类型的阅读器，配置高性能工业电脑和触摸显示屏。可根据城市书屋服务的不同人群，可供选择少儿版和成人版机型。

设备配套自主开发的图书自助借还系统软件，通过此设备，用户可自助完成图书借阅、图书归还、图书续借、凭证打印及借阅查询等服务；用户还可以根据需要，对系统软件进行配置和结合后台管理软件，进行二次开发，以实现超期自动扣费、遗失借书证的管理等功能。

自助借还书机产品功能：

- 集成二维码扫描枪，具有二维码身份识别功能。通过对与读者身份信息绑定的二维码扫描，读者可以进入图书自助借还界面进行借还书操作。
- 应用软件保证连续使用 160 小时以上无故障
- 支持多种登录：支持刷身份证、RFID 读者证、输入帐号密码登录；
- 支持身份证办理成读者证，读者通过身份证进行借还书
- 可非接触式快速识别粘贴在文献上的超高频 RFID 标签
- 系统可以被馆员设定为仅有借书功能，或仅有还书功能。系统拥有远程诊断、监控功能，管理员可以远程登录自助设备进行管理
- 具备防止一书登录多书借出功能。具防止抽换图书功能，防止读者在自助借还处理过程中抽换书籍
- 配合后台应用系统使读者有使用密码的功能。保护读者隐私，可选择显示读者姓名、读者条码号，在借文献数量、读者在借文献等非隐私信息等
- 提供自动续连功能，在网络短暂故障恢复后，自动连接流通系统服务器，并恢复自助服务
- 为了减少操作员的工作量，不需要经常更新墨盒和纸张，所以设备平台不设票据打印模块，在借书界面，提供“二维码关注”的功能，关注后进行微信绑定。

表 1 自助借还书机设备参数表

参数	规格
电磁辐射国标标准	超高频须符合 ISO/IEC 18000-63:2015（原 ISO 18000-6C）空中接口标准
工作频段	920~925MHz。
读者证类型	ISO 15693、ISO 14443A、居民身份证、校园一卡通
通信接口	USB 或 RS232、RJ45
读写距离	≥ 15CM
读取速度	一次借还操作<15
读取成功率	> 98%
响应速度	8 个标签/每秒（图书厚度：25mm）
打印速度	200mm/s，前开口开门换纸
触摸屏	27 寸电容触摸屏，触摸响应时间 ≤ 8ms。

兼容条码和二维码扫描器	支持条形码、二维码。
-------------	------------

产品优势和新功能:

- 触摸屏: 配置 27 寸电容触摸屏, 触摸响应时间 $\leq 8\text{ms}$; 解决了红外屏和电阻屏时间长了触摸不灵敏缺陷。
- 支持人脸识别和手机端二维码身份识别功能。
- 实现支付宝信用借还
- 与手机借还数据实时同步。
- 在自助借还机自助进行人脸注册上传。

多通道智能门禁



图 2-9 安全门禁

产品功能介绍:

- 无源超高频标签, 工作频率: 920~925MHz (通用于全球 UHF 超高频频段), 符合国际相关行业标准 ISO18000-6C 标准;
- 可以使用 EAS 报警模式; 可以非接触式的快速识别粘贴在流通资料上的超高频 RFID 标签;
- 可以对图书馆内的印刷品、视听出版物、CD 及 DVD 等流通资料进行安全扫描操作, 不损坏粘贴在流通资料中的磁性介质的资料;
- 设备系统具有高侦测性能, 能够进行三维监测;

- 设备系统具有高侦测性能，能够进行三维监测。门禁自带一体式嵌入式 7 寸液晶显示屏实时显示进出馆人数，自带流量统计功能；
- 系统在人员经过时，自动开启监测，在无人经过时，自动休眠；
- 系统具有故障报警提示功能；具有音频和视觉报警信号，报警音量可调控；
- 系统具有远程诊断、监控功能；
- 馆方可设定系统采用在线或离线工作模式；

产品性能参数：

- 工作频率：920~925MHz
- 支持标准：ISO18000-6C
- 双通道总宽度：1700mm；
- 单通道门禁宽度：800-1200mm；
- 设备可靠性：>10000 小时
- 通讯接口：RS232、10M/100M 自适应网口

产品优势和新功能：

- 嵌入式 7 寸液晶显示屏实时显示进出馆人数，自带流量统计功能；
- 手机端借还系统与门禁系统无缝对接，当读者通过手机完成外借或转借手续后，不需要增加任何步骤和修改安全位。读者直接把馆藏文献带出馆外时，系统认为是合法借阅，安全门不报警。
- 具备与校园一卡通闸机联动功能，当安全防盗门报警时闸机不可通行。

馆员工作站



图 2-10 馆员工作站

产品功能介绍:

- 无源超高频标签，工作频率：920~925MHz（通用于全球 UHF 超高频频段），符合国际相关行业标准 ISO18000-6C 标准；
- 系统提供准确的工作统计，如操作数量、操作类型、成功与否的操作统计等。操作结束后可根据需要打印借书、还书、续借、查询收据及统计分析结果。
- 具有操作人员的权限管理功能。可对 RFID 标签非接触式地进行阅读，有读取 RFID 图书标签、编写图书标签、改写图书标签的能力。
- 借还书时可以对图书标签防盗位进行自动复位或置位。自带故障诊断功能，配有故障指示灯，机器工作状态一目了然
- 除了改变配置、错误处理或者重新编程的状况下，整个转换过程，不需要触摸屏幕或者按动鼠标或键盘来触发转换工作。
- 具备集成 RFID 管理终端软件功能，并可实现包括 RFID 标签转换及标签改写、RFID 借还书管理、读者管理、查询、典藏管理等功能

产品性能参数:

- 工作频率：920~925MHz
- 支持标准：ISO18000-6C
- 阅读范围半径：0-150 mm
- 通信接口：USB，RJ45，RS-232，具备无线网络功能
- 响应速度：不少于每秒 10 个标签（图书厚度 25mm 左右）

产品优势和新功能:

- 设备配扫码模块, 扫码万向支架, 可 360 度任意角度悬停、调整, 方便馆员的操作。

移动式盘点机



图 2-11 移动盘点车

产品功能介绍:

- 工作频率: 920~925MHz
- 可对超高频 RFID 标签非接触式的进行阅读, 快速识别粘贴在文献上的超高频 RFID 标签, 快速识别粘贴在架位上的 RFID 架标及层标;
- 设备配套软件须能实现资料搜索、资料错架检查、顺架、保存典藏结果等功能;
- 具有可扩展性和可维护性;
- 设备手持天线与主机通过有线连接进行数据传输;
- 触摸屏尺寸不小于 21 寸, 分辨率不小于 1024×768, 32 位真彩;
- 推车式盘点设备轻便可移动, 适合不同书架通道;
- 设备在找到目标图书, 定位正确架位, 发生报警提示时必须同时提供声音、画面提示, 声音音量可以调节;

- 提供顺架、盘点、新书上架、倒架、上架指导、剔旧、图书查找等功能。

产品性能参数：

- 工作频率：920~925MHz
- 支持标准：ISO18000-6C
- 设备数据存储容量：160GB
- 盘点设备 RFID 标签阅读器阅读范围半径：50mm
- 图书标签读取率 98%
- 单次充电连续工作时间不少于 12 小时，待机 120h 以上。

产品优势和新功能：

- 屏幕可实现旋转：屏幕可实现 360 度上下旋转、左右旋转、前后旋转，给馆员提供多样选择，方便馆员。
- 电池组、工控机、天线、读写器等全面做了升级。
- 有效解决了误读问题

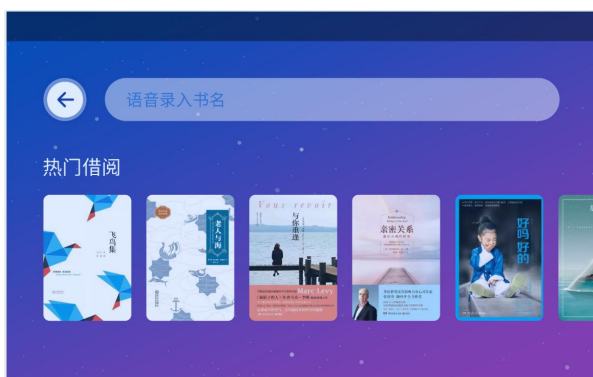
2.5.7 智能服务机器人



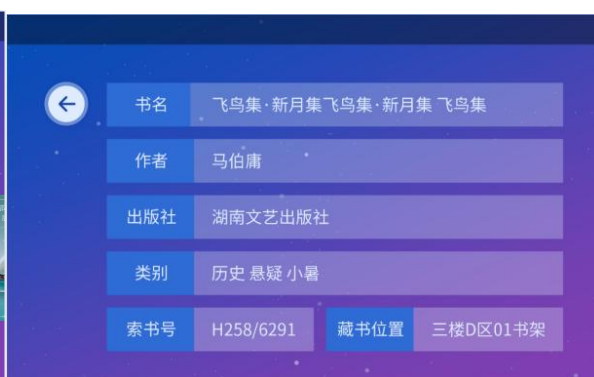
产品功能介绍：

1) 馆藏查询

馆藏信息，语音查询，可语音查询图书的所在位置和基本信息，如：书名、索书号、作者、类别、出版社、藏书位置、租借情况，针对不同的场景可选择静默模式或有声模式。



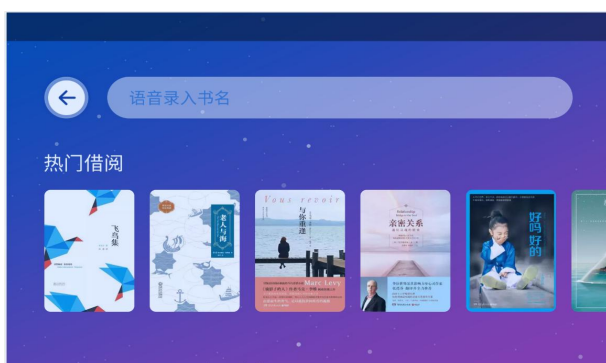
语音查询馆藏



显示并播报图书详细情况

2) 数字资源

数字资源与机器人紧密结合，读者通过语音查询或手动输入可以查询海量人文类期刊图书及有声资源，手机扫码阅读，方便、快捷、高效。



语音查询



显示并播报

3) 新书推荐

对图书馆最新上架的新书进行推荐和引导，做到馆藏动态读者即使掌握，图书管理员可以在后台自主设置推荐内容和推荐频次，在智能推荐的同时避免播报频繁影响到其他读者。



4) 活动播报

对图书馆正在举办或即将举办的活动进行播报宣传，引导读者积极参与，对图书馆的读者服务工作起到最入微的效果。管理员可以在后台自主设置宣传内容和推荐频次，在智能推荐的同时避免播报频繁影响到其他读者。



5) 专业问答

解答读者的常见问题，如怎么办理借书证，如何缴费，去哪里还书等问题，也可与读者闲聊百科、探讨世界人文，对暂时无法回答的问题进行收集并统计，定期扩充机器人的知识库，随着时间的推移，知识库的不断积累，最终成为图书馆无可替代的超级智慧大脑。

问 图书馆馆藏情况	答 示例：截至2018年12月31日，累计馆藏纸质文献...
问 图书馆有多大	答 示例：开元校区图书总馆占地面积105亩、建筑面...
问 图书馆楼层分布	答 示例：馆内一楼是服务大厅，中医学书籍；二楼...
问 图书捐赠要求	答 示例：捐赠人对欲捐赠的文献应拥有合法处置权...
问 图书捐赠流程	答 示例：捐赠方式有两种：1、到馆捐赠：地址：X...
问 你什么时候来图书馆的	答 示例：我过来有一段时间了呢，你还不认识我嘛...
问 馆内地图	答 示例：可扫描下方二维码查看详细地图~
问 图书馆的网址是多少	答 示例：图书馆网址：XXX，可以扫描下方二维码...

6) 导览讲解

图书馆可针对特定区域进行导览讲解，完美代替讲解员，进行文字，图片，视频多种解说形式的解说，如陈列室、多媒体空间等。



2.5.8 智能寄包柜智慧化管理系统

读者入馆时把自己的物品放入存包柜，入馆借书或阅读时，均可随时观察到存包柜的情况。这样的模式简单直接，一人多柜，不会造成人力费用负担。存包柜也基本做到了一人一柜，满足读者存包的需求。读者与工作人员不同程度上承担着存包柜物品的安全责任，读者与图书馆的纠纷较少，同时可以保证各位读者之间不拿错或遗失各自的物品

产品图片：



产品参数信息

材质：冷轧钢板

功能：可主副柜级联，扩展存储容量

语音播报可语音播报引导操作

配置有脚杯和脚轮，可在不同场景灵活搭配摆放

采用高性能工控机，操作系统 Windows/Andriod 可选

14 寸电容触摸屏带来良好的人机交互体验，美观大气

精准定位：精确定位每个档案盒的位置，并灯光指引查找

盘点速度快关闭柜门]即启动盘点，3 秒内完成盘点，读取准确率达到 99.99%

多种登录方式可选择刷卡、指纹、人脸识别等多种登录方式，进行开门权限管理

日志记录能够详细准确记录档案入库、借用、归还、出馆等过程的人员、时间等信息

2.5.9 座位预约系统

座位预约管理系统是一种方便快捷的工具，可以帮助学校、办公室等场所实现座位的预约与管理。该系统通过在线平台提供座位预约、查询、变更等功能，

方便用户随时了解座位情况并预订合适的座位。同时，系统还提供可视化的座位布局图，帮助用户快速找到心仪的座位位置。通过座位预约管理系统，可以有效提高座位资源的利用率，提升办公、学习效率。

系统设置模块：

- (1) 用户管理:该模块可以提供给管理者用户列表,用户详细信息,并对用户的信息进行增加、查找、修改、删除等操作。
- (2) 座位管理:该模块可以提供给管理员座位列表,座位详细信息,并对座位的信息进行增加、查找、修改、删除等操作
- (3) 预约管理:该模块可以提供给管理员增加预约座位订单,查询用户使用座位的情况和详细信息,删除预约订单等操作。
- (4) . 修改密码设置:进行用户登陆密码的修改。
- (5) 项目架构图:

座位预约系统的功能模块分为四个大的部分,系统的使用对象包括系统管理员,教师,学生三重身份,首先进行身份验证,相应管理进入系统后,系统管理员登录系统后可以管理学生的信息,管理教师的信息,管理类每学期各个班级的必修课程信息,各个课程的教师信息,各个课程的学生信息;而教师登录系统可以查询自己所授课程信息;学生用户登录系统后可以选课,以及查看课程信息等等。系统的功能模块图如下图所示。

需求分析:

随着社会的进步,信息化已成为整个社会发展的趋势。基于 ssm 的座位预约管理系统不仅具有传统管理系统的大部分功能,且能够满足管理员的常规与特殊需求,而且操作快捷,实现技术又比较成熟,因此受到人们的喜爱。座位预约系统是具有统计,管理用户和各种座位预约相关信息的功能,方便管理人员对于图书馆和自习室座位的统一管理的系统。管理员可以在该系统上对座位进行具体操作管理,座位用户群体很大,有条理的记录座位预约的信息就能让系统在当下的座位预约管理中更加突出,因此本系统提供了多个管理员对座位信息进行管理操作的具体要求。

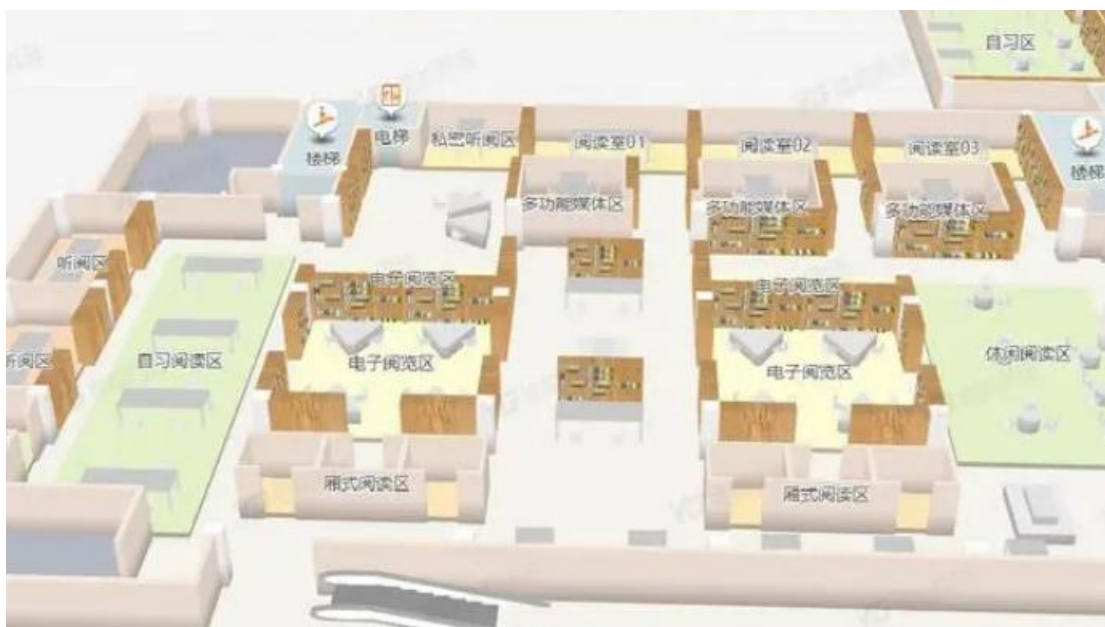
2.5.10 3D 楼宇导航系统

通过高效的室内三维地图生产能力,快速绘制场景三维地图和导航路线,同时结合

多媒体功能和多类型定位技术，完善室内地图导航，实现建筑体格局三维展示、室内 3D 寻路、查询搜索、第一人称视角实景导航和信息展示等多种功能

3D 图书馆：

还原图书馆室内外的建筑设施模型、位置分布图、设施列表



电子大屏导航：

读者通过电子大屏可获取目的地的导航路线，扫描可同步至手机端手机定位导航通过手机蓝牙定位，获取读者当前位置，实现实时定位导航，支持跨楼层、楼宇导航图书定位导航。

集成图书检索定位系统：

用户通过搜索图书名称，即可获取图书导航路线图，通过手机蓝牙定位实现图书定位导航，集成图书借阅系统系统支持对接图书借阅系统，实现图书预约、寻书、借出、归还全流程的借阅导航服务。

附录 2 形成的报告

2.1 塔里木大学机械电气化工程学院专利分析报告

塔里木大学

机械电气化工程学院专利分析报告

图书馆

2024-05-09

第一章 分析范围

1.1 检索范围

全球

1.2 专利类型

实用新型、外观设计、发明授权、发明申请

1.3 检索数量

检索到 1,133 件专利

1.4 检索条件

检索式: (PA=(塔里木大学)) and (INN=(牛浩 or 罗华平 or 张宏 or 吴蓓 or 周岭 or 冉军辉 or 王旭峰 or 何义川 or 邢剑飞 or 廖结安 or 贺小伟 or 赵劲飞 or 罗继东 or 代镜涛 or 王得伟 or 王龙 or 王思栋 or 凡鹏伟 or 许多 or 胡芸莎 or 张有强 or 郭文松 or 王玉 or 刘佳 or 曾勇 or 胡灿 or 张...检索式过长, 部分内容已省略

第二章 专利概况

2.1 专利趋势

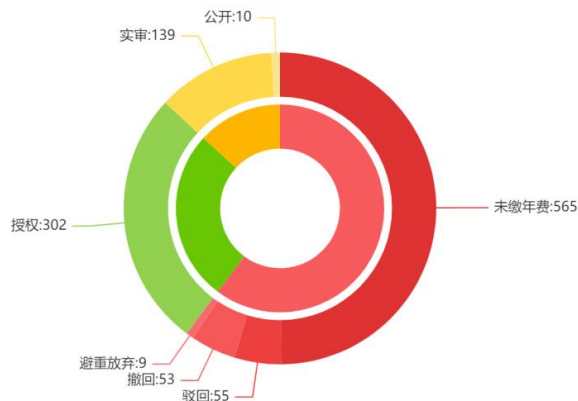
分析该技术领域的专利申请和授权趋势，了解其在各时期的专利申请热度变化。授权率表示本年度申请的专利最终获得授权的成功率。



文本类型	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
申请量	40	151	115	100	103	178	127	94	76	8
授权量	36	135	109	85	73	140	92	60	24	0

2.2 法律状态分析

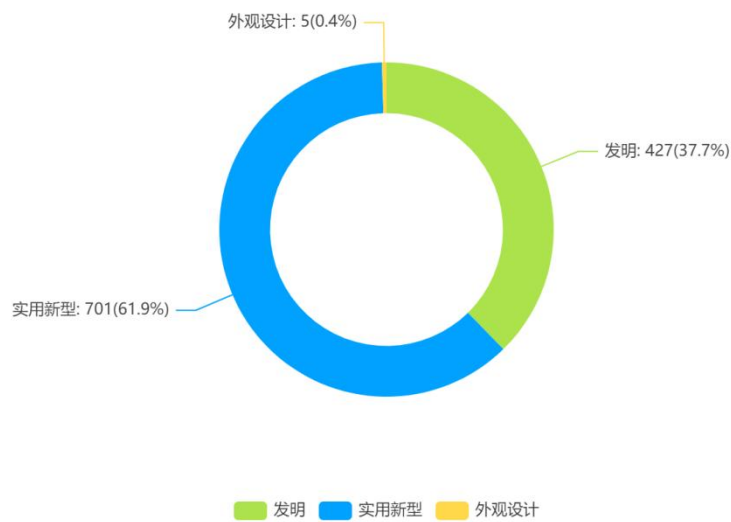
通过统计各专利状态下的具体法律状态对应的专利数量，为专利管理能力评估、风险预警、技术引进或专利运营等决策行动提供参考依据。



专利状态	法律状态	专利数量
无权	未缴年费	565
	驳回	55
	撤回	53
	避重放弃	9
有权	授权	302
审中	实审	139
	公开	10

2.3 专利类型

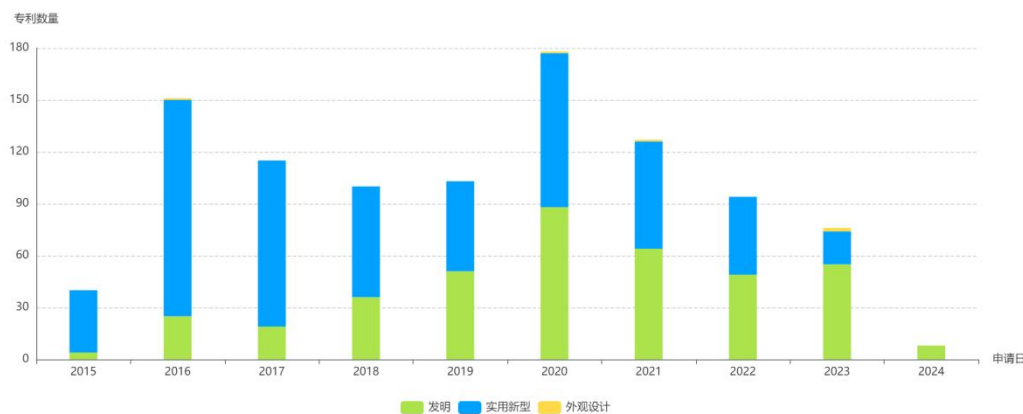
通过统计各种类型专利数量，展示创新类型分布。发明和实用新型是功能、结构上的创新，外观设计是对产品外观的创新。



专利类型	专利数量
发明	427
实用新型	701
外观设计	5

2.4 专利类型申请趋势

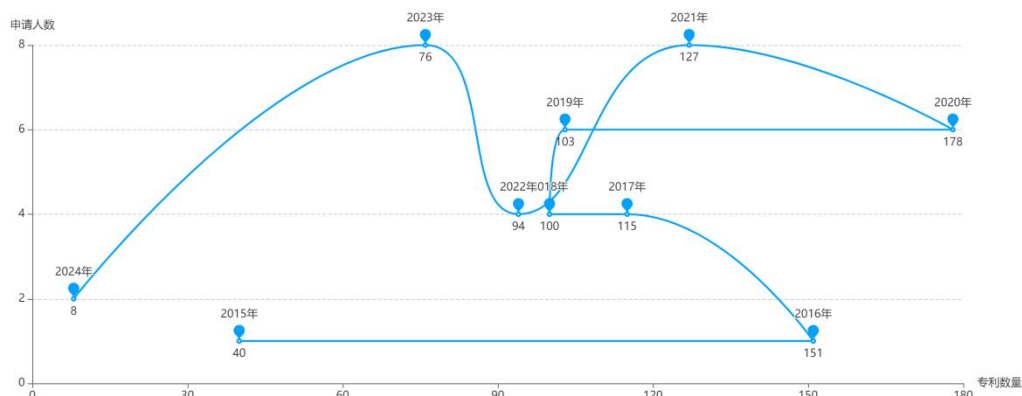
通过统计不同专利类型在各年度的专利数量，展示不同类型专利随时间的变化趋势。



专利类型	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
发明	4	25	19	36	51	88	64	49	55	8
实用新型	36	125	96	64	52	89	62	45	19	0
外观设计	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0

2.5 技术生命周期

分析该技术领域的技术生命周期，了解该领域技术当前处于技术引入期、技术发展期、技术成熟期和技术淘汰期 4 个阶段中的所属阶段，可以推测未来技术发展方向。



申请日	专利数量	申请人数
2015	40	1
2016	151	1
2017	115	4
2018	100	4
2019	103	6
2020	178	6
2021	127	8
2022	94	4
2023	76	8
2024	8	2

第三章 技术布局

3.1 技术构成分析

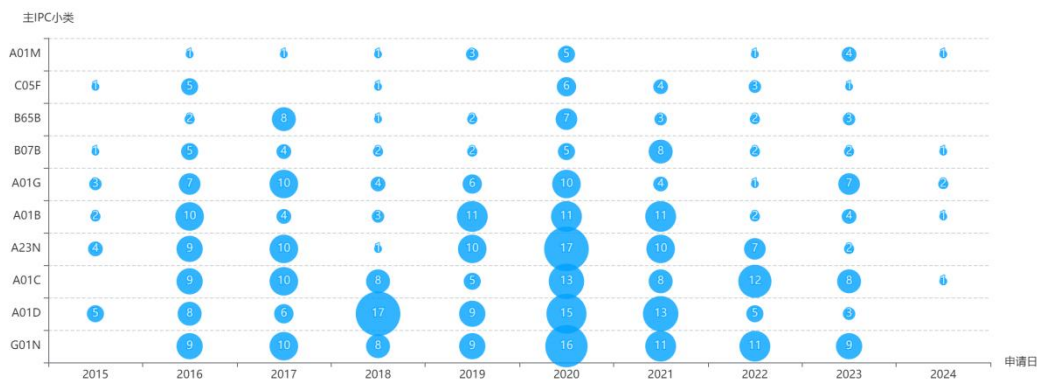
通过统计各技术分类对应的专利数量，展示主要技术创新方向，以及当前技术布局的空白点可能是潜在机会。



主 IPC 小类	专利数量
G01N	98
A23N	94
A01D	93
A01C	76
A01G	67
A01B	64
B07B	37
B65B	28
C05F	21
B07C	19

3.2 分支技术申请趋势

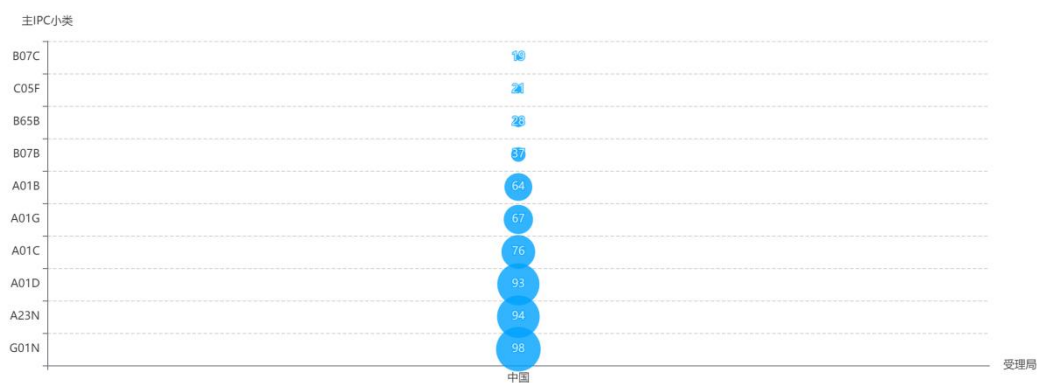
分析该技术领域主要技术分支的专利申请趋势,可帮助了解各技术分支当前和未来创新程度。



主IPC小类	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
G01N	0	9	10	8	9	16	11	11	9	0
A01D	5	8	6	17	9	15	13	5	3	0
A01C	0	9	10	8	5	13	8	12	8	1
A23N	4	9	10	1	10	17	10	7	2	0
A01B	2	10	4	3	11	11	11	2	4	1
A01G	3	7	10	4	6	10	4	1	7	2
B07B	1	5	4	2	2	5	8	2	2	1
B65B	0	2	8	1	2	7	3	2	3	0
C05F	1	5	0	1	0	6	4	3	1	0
A01M	0	1	1	1	3	5	0	1	4	1

3.3 技术分支布局地域

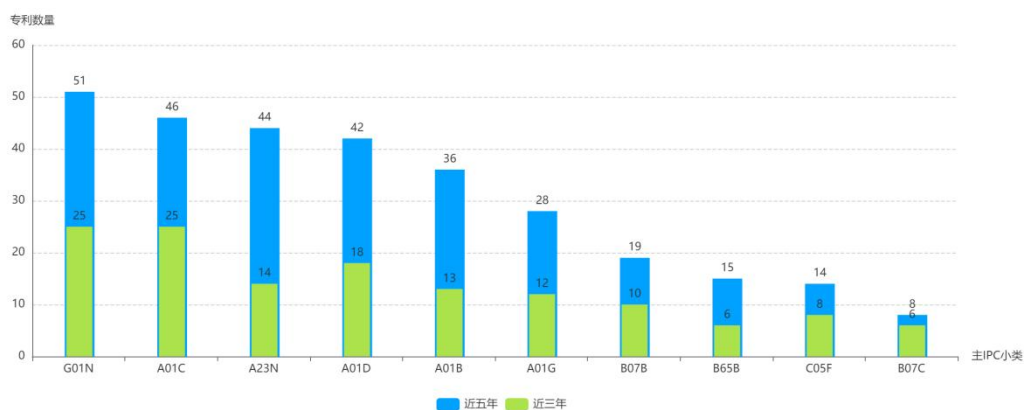
分析该技术领域主要技术分支在主要受理局的布局情况，帮助了解各技术分支的主要专利市场。



主 IPC 小类	中国
G01N	98
A23N	94
A01D	93
A01C	76
A01G	67
A01B	64
B07B	37
B65B	28
C05F	21
B07C	19

3.4 技术创新活跃度

分析该技术领域主要技术分支的创新活跃度，帮助了解当前的研发热点技术。

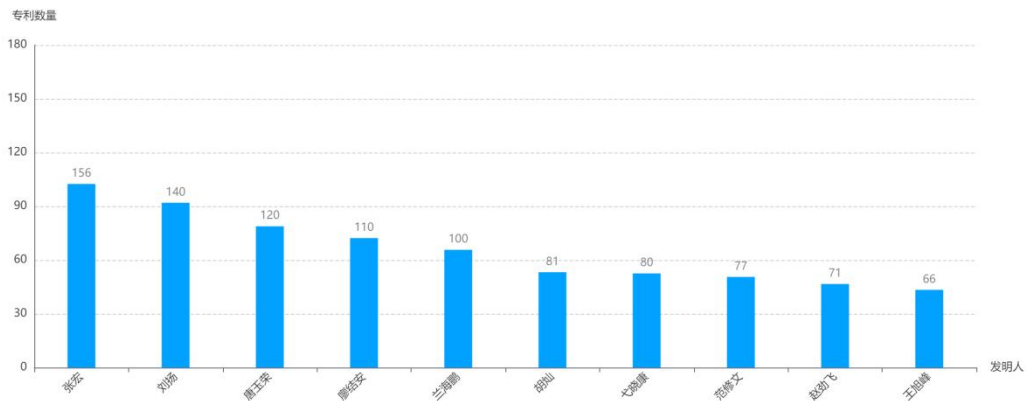


申请日	G01N	A01C	A23N	A01D	A01B	A01G	B07B	B65B	C05F	B07C
近五年	51	46	44	42	36	28	19	15	14	8
近三年	25	25	14	18	13	12	10	6	8	6

第四章 研发团队

4.1 发明人排名分析

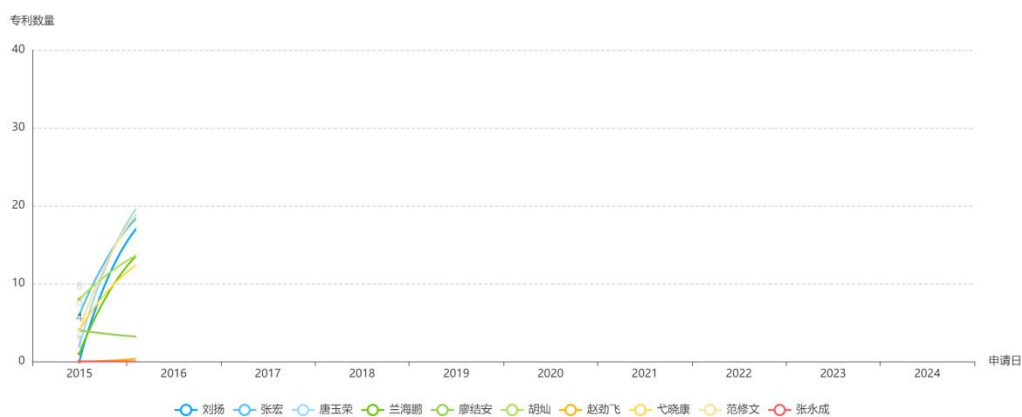
通过统计发明人的专利申请数量，展示主要技术人才排名。



发明人	专利数量
张宏	156
刘扬	140
唐玉荣	120
廖结安	110
兰海鹏	100
胡灿	81
弋晓康	80
范修文	77
赵劲飞	71
王旭峰	66

4.2 发明人申请趋势

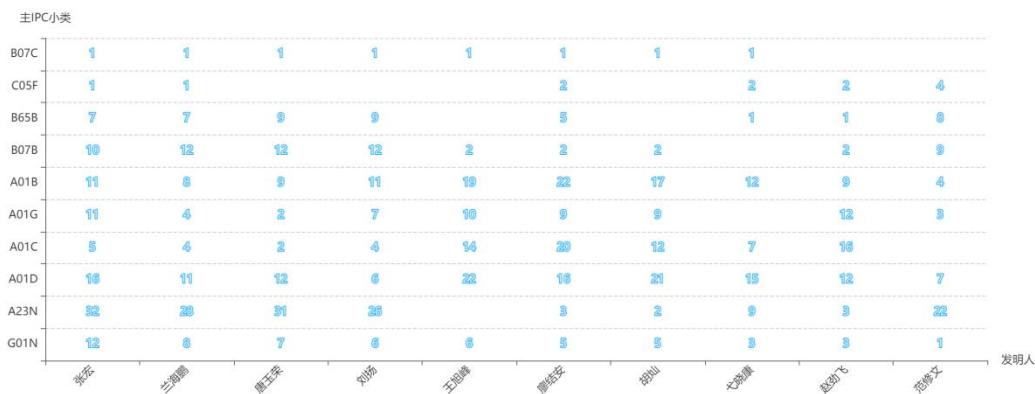
分析该技术领域的主要发明人专利申请数量的变化趋势，体现其主要发明人近年的技术创新活跃度，帮助了解现有人才。



发明人	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
刘扬	0	20	10	14	28	40	19	3	5	1
张宏	6	21	8	6	23	30	21	7	5	1
唐玉荣	2	23	8	11	12	31	19	7	2	0
兰海鹏	1	16	6	10	17	25	16	0	1	0
廖结安	4	3	8	14	17	25	10	3	1	1
胡灿	8	15	3	2	7	23	7	5	10	3
赵劲飞	0	1	13	11	17	14	8	5	6	0
弋晓康	4	14	9	0	6	15	11	6	3	0
范修文	4	22	7	7	6	15	2	2	0	0
张永成	0	0	0	9	12	19	16	1	2	1

4.3 发明人技术分布

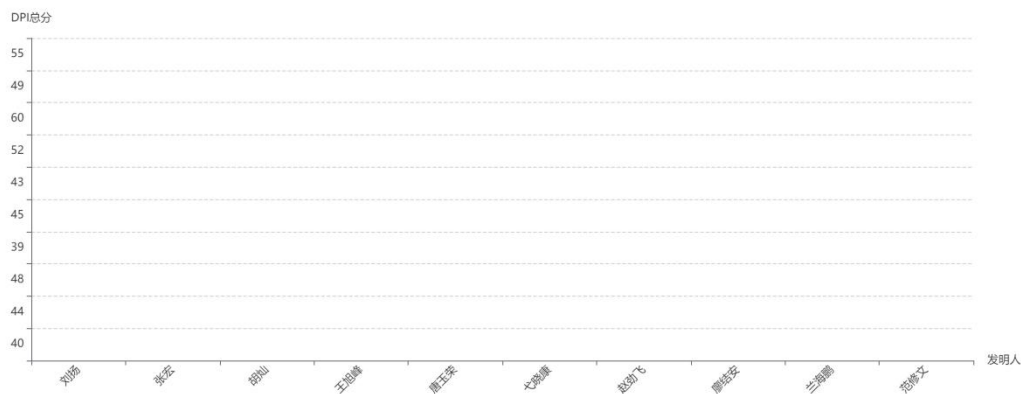
分析主要发明人在主要研发方向的专利分布情况。帮助了解该技术领域主要发明人分别专注于哪些技术分支。



主 IPC 小类	张宏	兰海鹏	唐玉荣	刘扬	王旭峰	廖结安	胡灿	弋晓康	赵劲飞	范修文
G01N	12	8	7	6	6	5	5	3	3	1
A23N	32	28	31	26	0	3	2	9	3	22
A01D	16	11	12	6	22	16	21	15	12	7
A01C	5	4	2	4	14	20	12	7	16	0
A01G	11	4	2	7	10	9	9	0	12	3
A01B	11	8	9	11	19	22	17	12	9	4
B07B	10	12	12	12	2	2	2	0	2	9
B65B	7	7	9	9	0	5	0	1	1	8
C05F	1	1	0	0	0	2	0	2	2	4
B07C	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

4.4 发明人专利价值分析

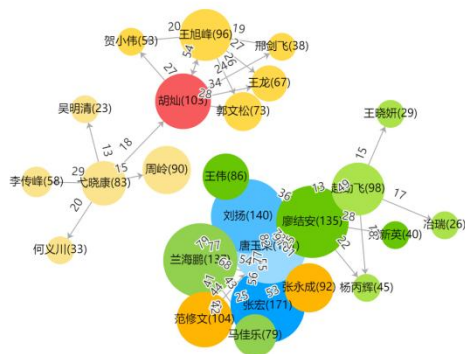
分析主要发明人在主要研发方向的专利分布情况。帮助了解该技术领域主要发明人分别专注于哪些技术分支。



DPI 总分	刘扬	张宏	胡灿	王旭峰	唐玉荣	弋晓康	赵劲飞	廖结安	兰海鹏	范修文
40	8	8	7	6	5	3	2	2	1	0
44	1	1	6	3	1	6	3	2	0	0
48	1	2	2	1	1	2	0	0	1	1
39	0	4	4	5	1	4	0	1	0	0
45	0	2	4	3	1	0	6	2	0	1
43	0	1	4	3	0	2	1	2	1	0
52	3	5	3	2	3	0	1	1	3	3
60	4	3	4	5	4	1	4	4	4	2
49	0	1	2	2	1	2	4	2	0	0
55	3	4	6	5	3	2	1	2	2	0

4.5 发明人团队分析

通过统计主要发明人的合作对象及合作专利数量,展示发明人间的协同创新情况。



发明人	合作者
张宏	唐玉荣
	兰海鹏
	刘扬
	张永成
	范修文
刘扬	唐玉荣
	兰海鹏
	张宏
	张永成
	马佳乐
唐玉荣	兰海鹏
	刘扬

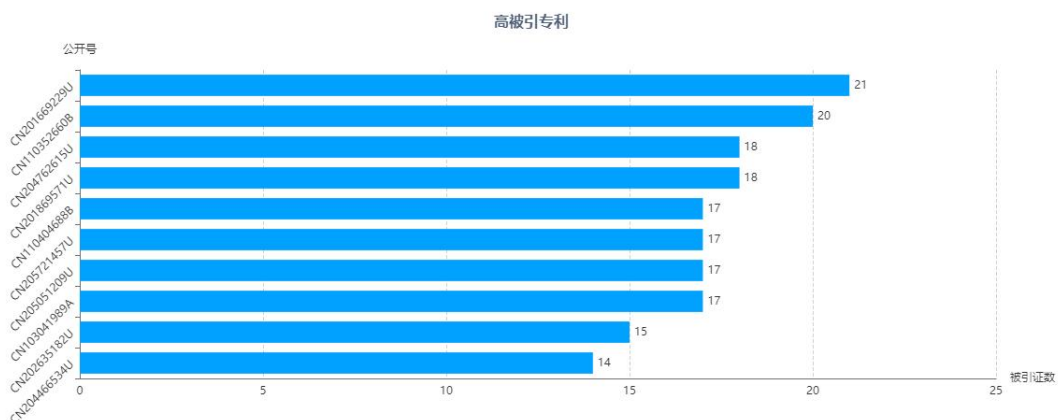
	张宏
	张永成
	马佳乐
廖结安	赵劲飞
	王伟
	刘新英
	张宏
	杨丙辉
兰海鹏	刘扬
	唐玉荣
	张宏
	张永成
	马佳乐
胡灿	王旭峰
	王龙
	郭文松
	贺小伟
	邢剑飞
弋晓康	李传峰
	何义川
	胡灿
	周岭
	吴明清

范修文	唐玉荣
	张宏
	兰海鹏
	刘扬
	张永成
赵劲飞	廖结安
	杨丙辉
	冶瑞
	王晓妍
	刘扬
王旭峰	胡灿
	王龙
	郭文松
	贺小伟

第五章 重点专利

5.1 高被引专利

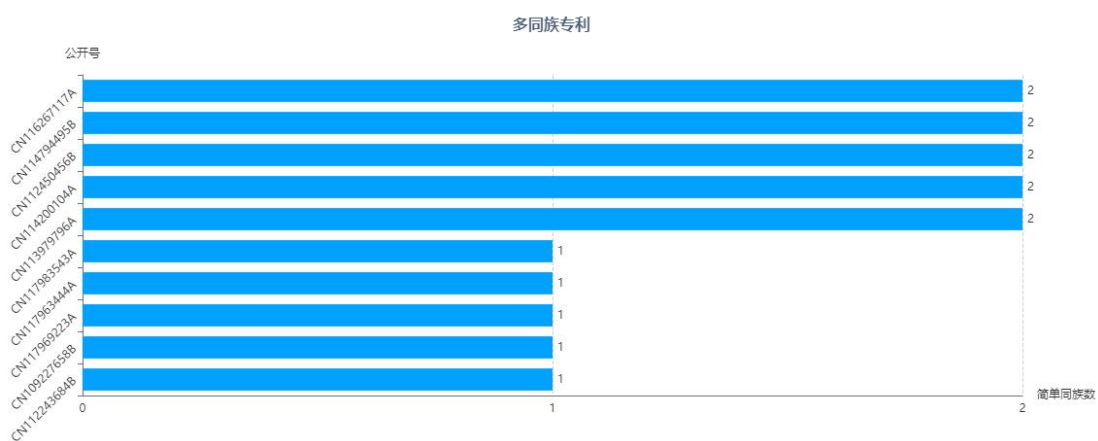
分析该技术领域被引证数多的专利，表示这些专利已广泛应用并且有很多人借鉴的技术。



公开号	被引证数	申请人
CN201669229U	21	塔里木大学
CN110352660B	20	塔里木大学
CN204762615U	18	塔里木大学
CN201869571U	18	塔里木大学
CN110404688B	17	塔里木大学
CN205721457U	17	塔里木大学
CN205051209U	17	塔里木大学
CN103041989A	17	塔里木大学
CN202635182U	15	塔里木大学
CN204466534U	14	塔里木大学

5.2 多同族专利

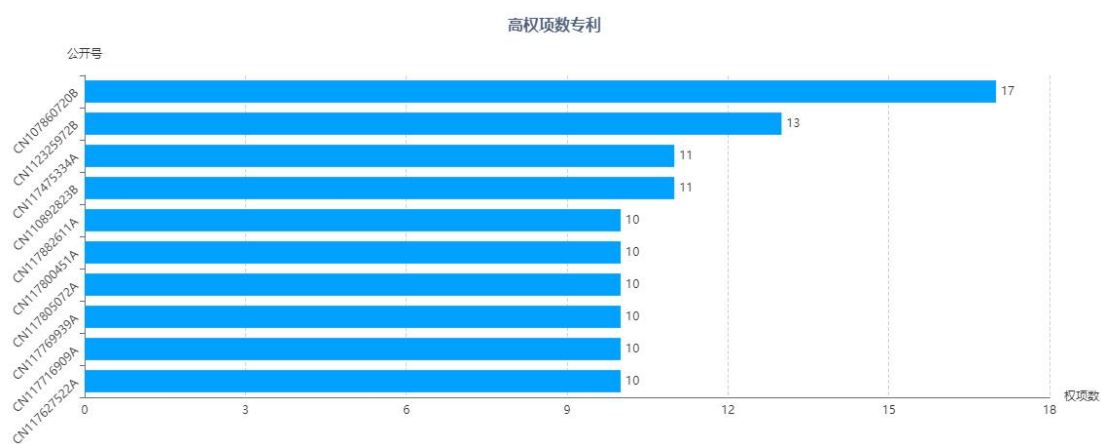
分析该技术领域同族数多的专利,表示这些专利技术被企业在全球布局的越广泛。



公开号	简单同族数	申请人
CN116267117A	2	塔里木大学
CN114794495B	2	塔里木大学
CN112450456B	2	塔里木大学
CN114200104A	2	塔里木大学
CN113979796A	2	塔里木大学
CN117983543A	1	塔里木大学
CN117963444A	1	塔里木大学
CN117969223A	1	塔里木大学
CN109227658B	1	塔里木大学
CN112243684B	1	塔里木大学

5.3 高权项数专利

分析该技术领域权利要求数量最多的专利，其涉及的技术范围更广。

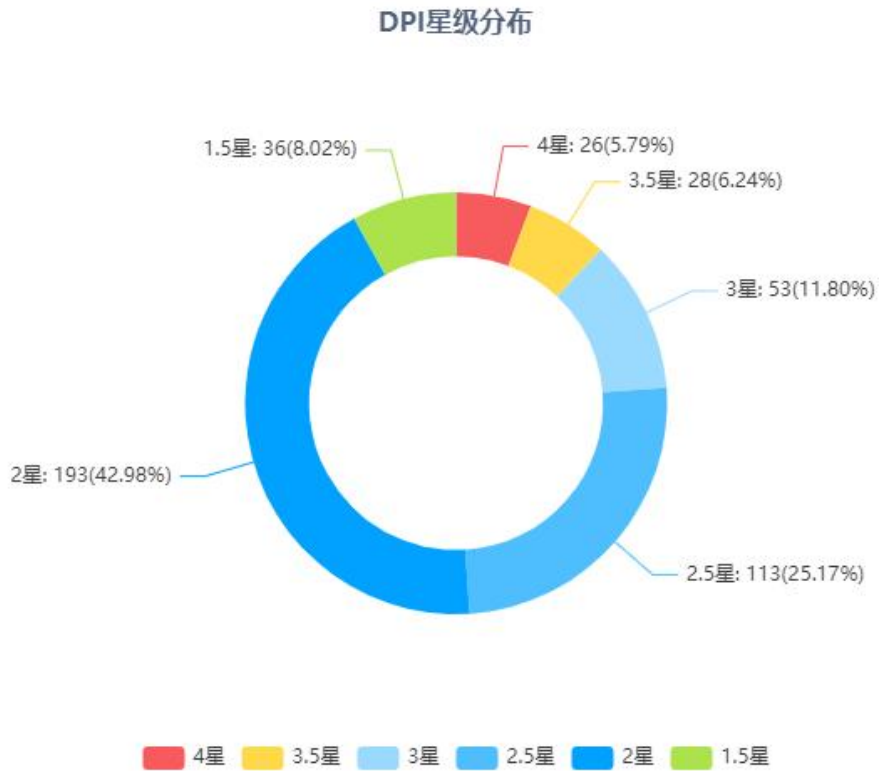


公开号	权项数	申请人
CN107860720B	17	清华大学;塔里木大学
CN112325972B	13	塔里木大学
CN117475334A	11	塔里木大学
CN110892823B	11	塔里木大学
CN117882611A	10	塔里木大学
CN117800451A	10	华中科技大学;塔里木大学
CN117805072A	10	塔里木大学
CN117769939A	10	塔里木大学
CN117716909A	10	塔里木大学
CN117627522A	10	塔里木大学

第六章 专利价值

6.1 DPI 星级分布

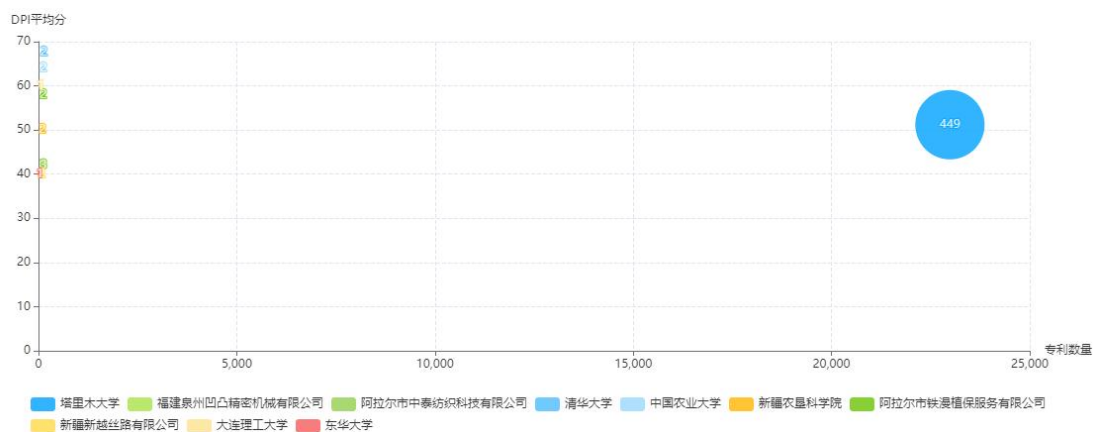
分析该技术领域的专利价值星级分布,了解该主体专利的价值水平和价值分布。



DPI 星级	专利数量
4 星	26
3.5 星	28
3 星	53
2.5 星	113
2 星	193
1.5 星	36

6.2 专利价值对比

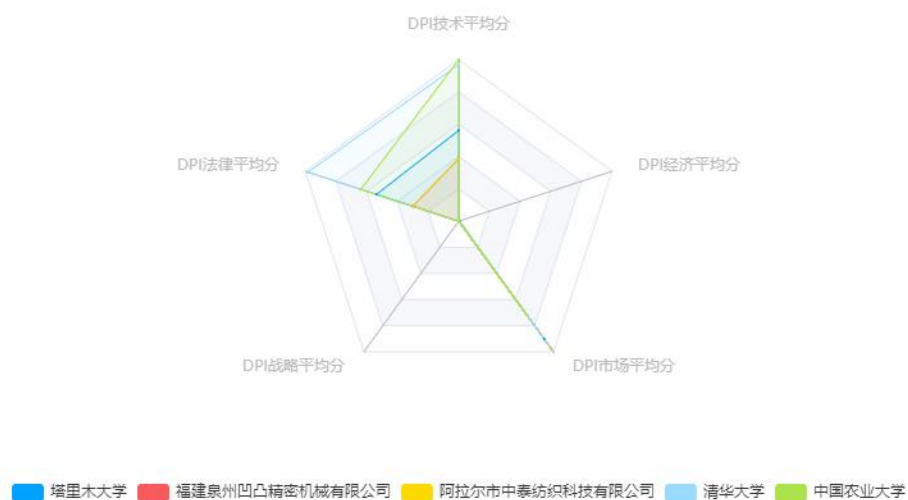
分析该技术领域主要申请人的专利申请数量与 DPI 平均分（DPI 总分加和除以检索结果中各申请人的专利申请数量）的情况，气泡越靠近右上角，说明企业的专利平均价值越高。气泡大小表示 DPI 总分。



申请人	DPI 总分	DPI 平均分	专利数量
塔里木大学	22,987	51.2	449
福建泉州凹凸精密机械有限公司	126	42	3
阿拉尔市中泰纺织科技有限公司	126	42	3
清华大学	135	67.5	2
中国农业大学	128	64	2
新疆农垦科学院	100	50	2
阿拉尔市铁漫植保服务有限公司	116	58	2
新疆新越丝路有限公司	80	40	2
大连理工大学	60	60	1
东华大学	40	40	1

6.3 专利价值维度对比

分析该技术领域主要申请人在大为专利价值度 DPI5 个指标上的专利平均分情况，以对比其专利价值的优势点。



申请人	DPI 技术平均分	DPI 法律平均分	DPI 战略平均分	DPI 市场平均分	DPI 经济平均分	专利数量
塔里木大学	28.1	15.55	0	12.65	0.02	449
福建泉州凹凸精密机械有限公司	19.33	8.67	0	13.67	0	3
阿拉尔市中泰纺织科技有限公司	19.33	8.67	0	13.67	0	3
清华大学	48.5	28.5	0	14	0	2
中国农业大学	50	18.5	0	10	0	2

2.2 “残膜回收机械”技术全景报告

技术全景报告

“残膜回收机械”

塔里木大学图书馆

2023年5月

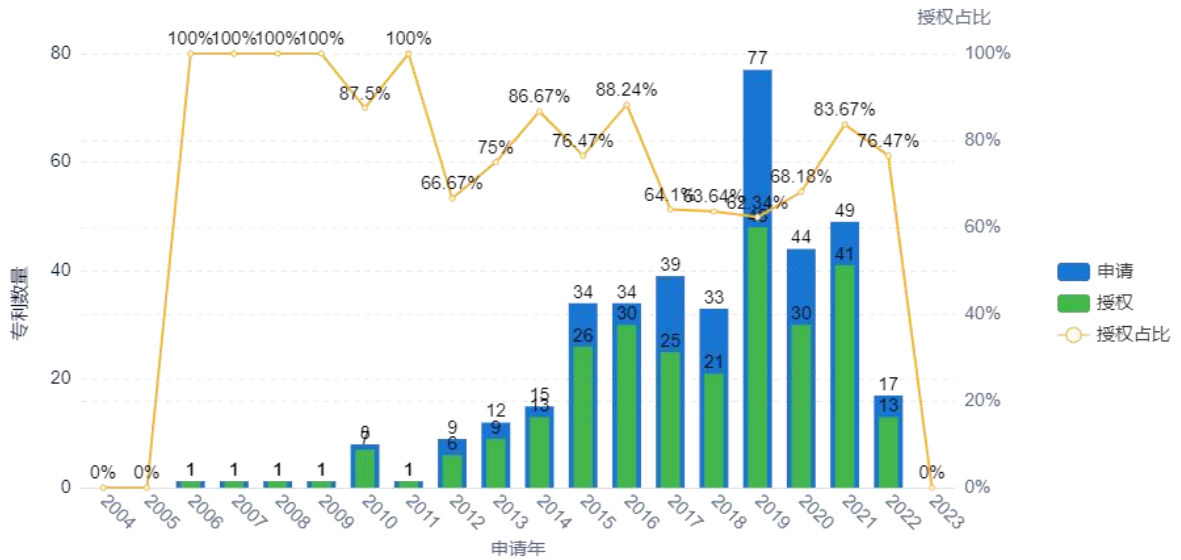
摘要

本报告数据来自智慧牙，通过多层次的信息融合、专利信息的可
视化呈现以及专利价值的深入剖析，对历年申请的关于“残膜回收机
械”专利申请状况、专利地域布局及技术领域、具有高影响力的专利
发明进行了分析，检索数据范围涉及 164 个国家和地区，搜索出 380
组申请，具体内容如下：

专利概况

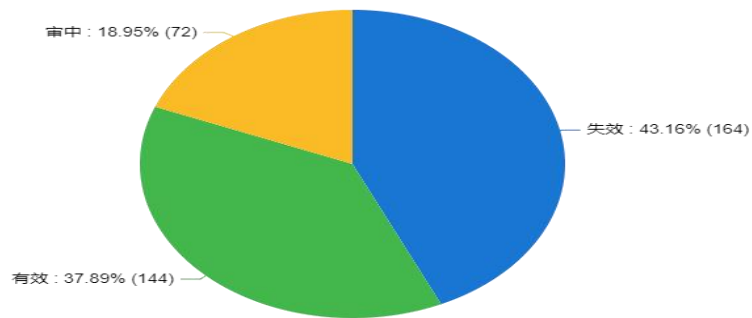
专利趋势

蓝色代表申请总量，绿色表示当前时间段申请专利的被授权量。示例：如果 2012 年专利申
请在 2014 年获得授权，授予的专利将在 2012 年专利申请中以绿色显示。从图中可以看出，“残
膜回收机械”专利在逐年增长，表明“残膜回收机械”知识产权工作不断进步，表现出明显的上
升趋势。在 2019 年达到阶段性峰值。



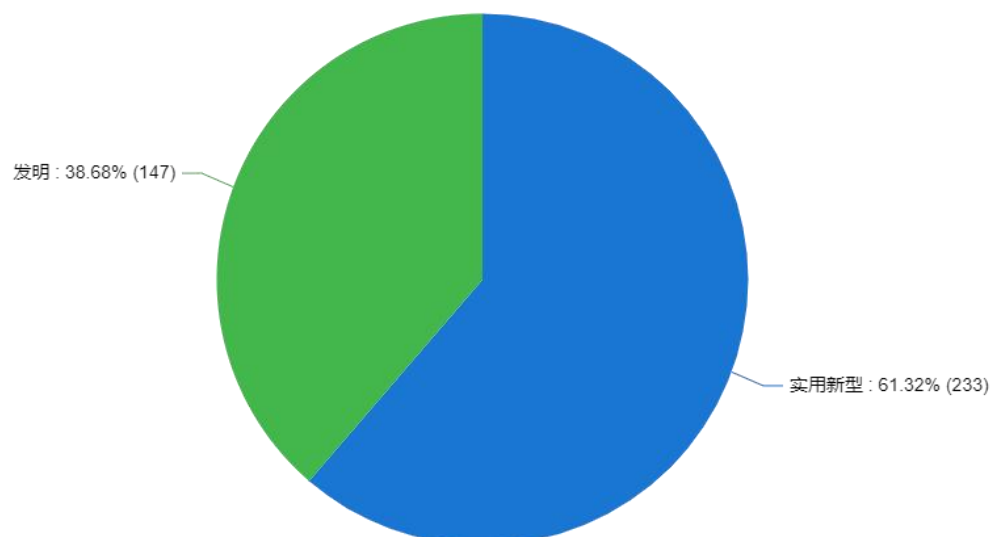
简单法律状态

从图中可以看出，“残膜回收机械”有效专利占比 37.89%，失效专利占比 43.16%，审查中专利占比 18.95%，无权专利相对较多，该技术领域的专利活跃度不高。



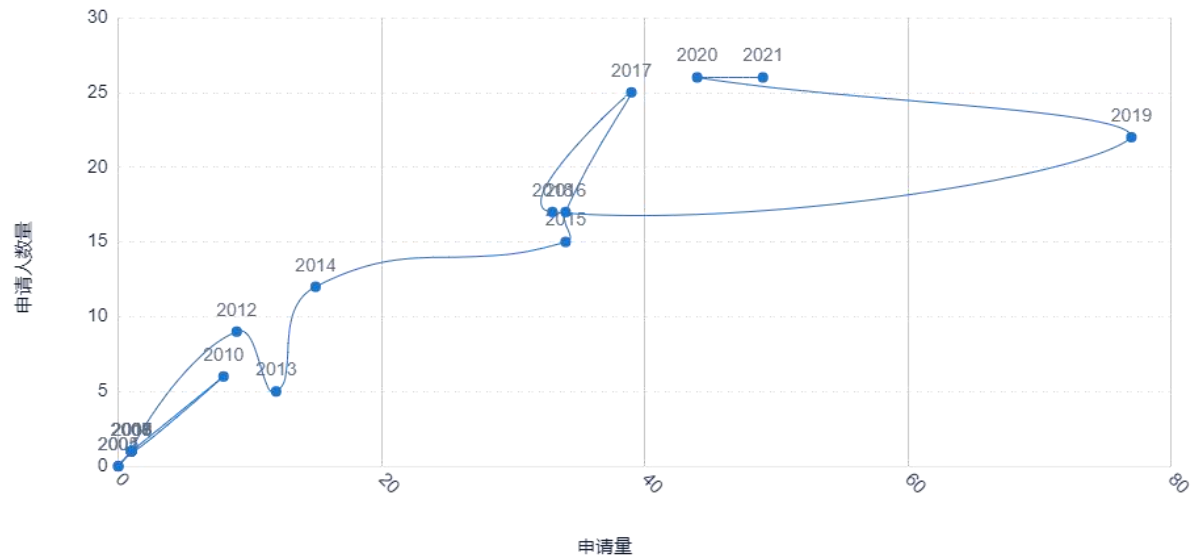
专利类型

从图中可以看出，“残膜回收机械”发明专利占比 38.68%，实用新型专利占比 61.32%，反映该技术领域的申请人专注于技术外观。该领域的创新程度不高。



技术生命周期

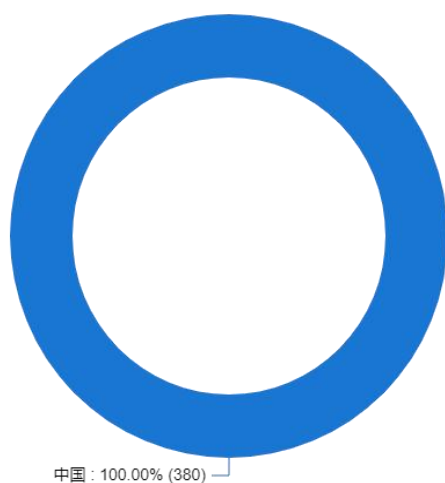
根据数据显示，“残膜回收机械”专利申请量在逐年增加，2020年起专利申请量有所减少；申请人数量整体上呈震荡式增长。当前技术处于成熟期阶段。



地域分布

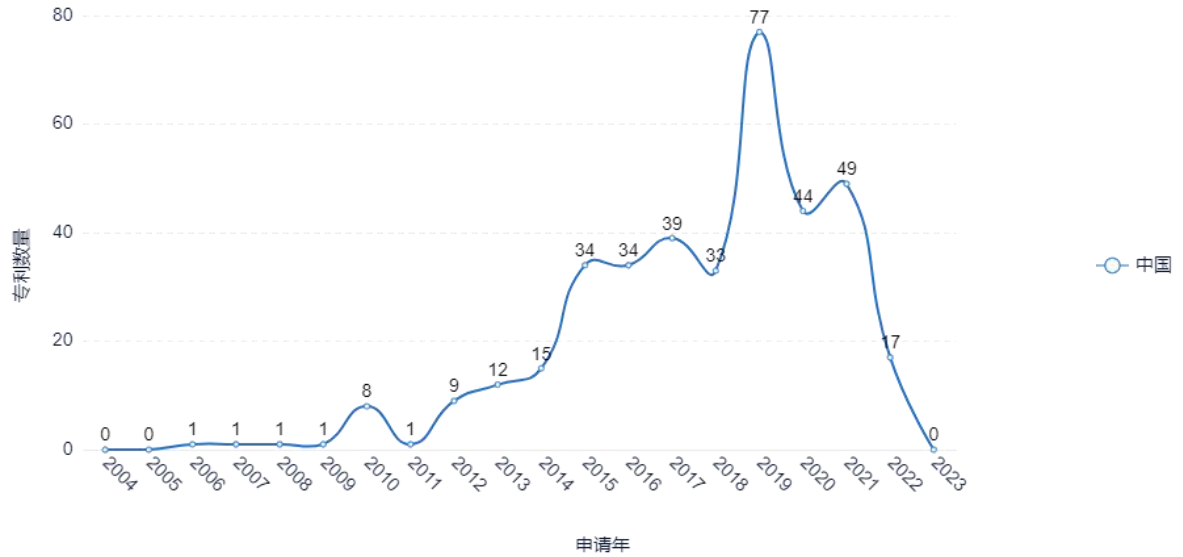
技术来源国/地区排名

根据检索得知该技术主要来源于中国，“残膜回收机械”专利领域中中国的技术创新能力和活跃程度最高。（当前图表按每件申请显示一个公开文本的去重规则进行统计，并选择公开日最新的文本计算）



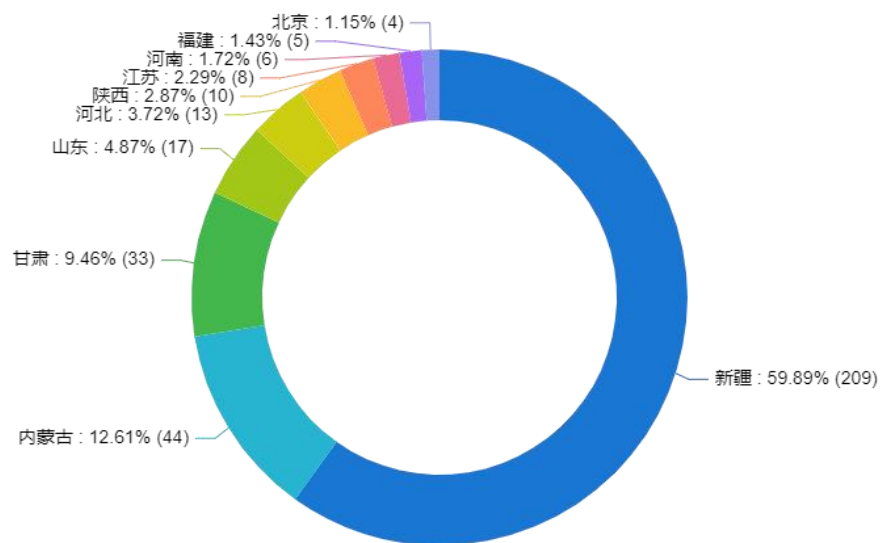
技术来源国/地区趋势分析

根据数据显示，“残膜回收机械”专利申请逐年增长，到 2019 年达到阶段性顶峰，由 2019 年呈下降趋势。技术活跃度下降。



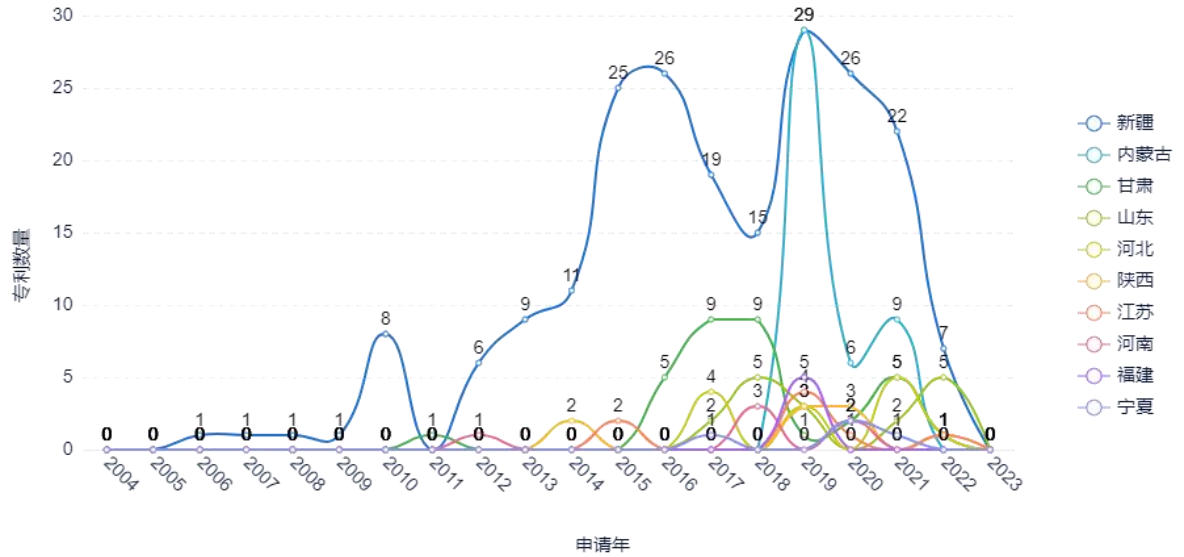
各省申请排名

通过分析中国各省市“残膜回收机械”专利数量，新疆在本技术领域的创新能力较强和活跃程度更高。



各省申请趋势

中国各省市的专利申请趋势中可看出。新疆、内蒙古在该技术领域的活跃程度较高。其中，新疆在 2015 年至 2021 尤为活跃。



技术主题分析

技术构成分析

根据数据显示，“残膜回收机械”专利技术的主要技术分支为：A01B43 除去土壤中石头、不需要的残根或类似杂物的收集机，例如用拖拉机牵引的堆积机[2006.01] 专利数量: 341

A01B49 联合作业机械（...不同类型机具上...部件，比如联接...的耙，见机具的...组）[2006.01] 专利数量: 32

A01D82 作物处理机，即...或研碎禾秆的机...与收割作物的破...研碎装置联合的...机入A01D43/1...006.01] 专利数量: 30

A01G13 植物保护（消灭...有害动物的设施...M)(为此目的而使...化学物品，保护...的组合物，例如... 专利数量: 25

B07B1 用网...筛，...或其...似的...组... 专利...

B29... 回收塑...料或含...塑料的...废料的... 专利...

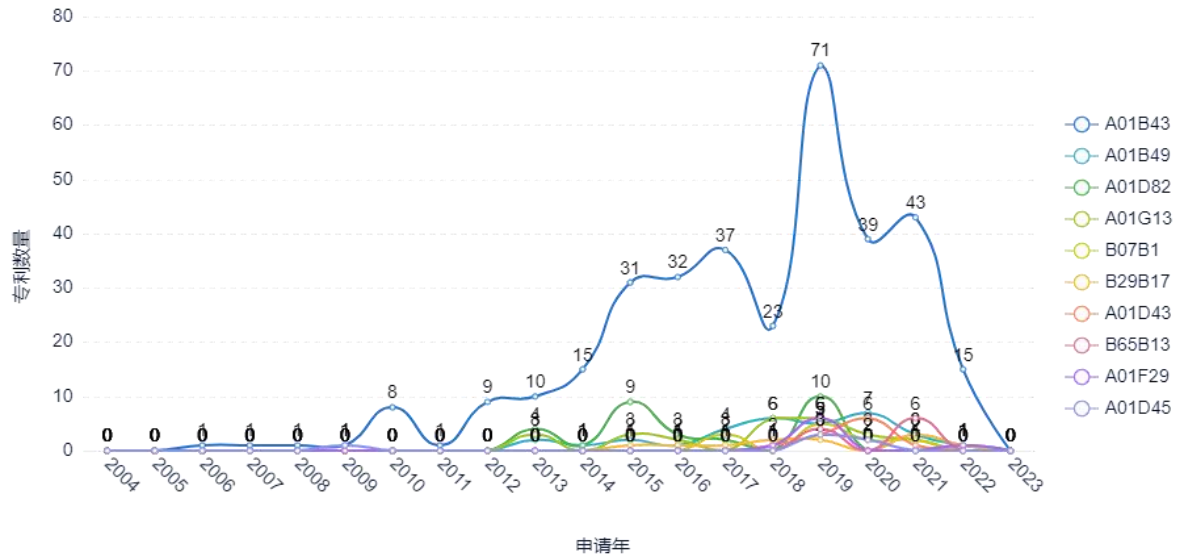
A01... 专门适...用于切... 专利...

A0... 生长...作物... 专...



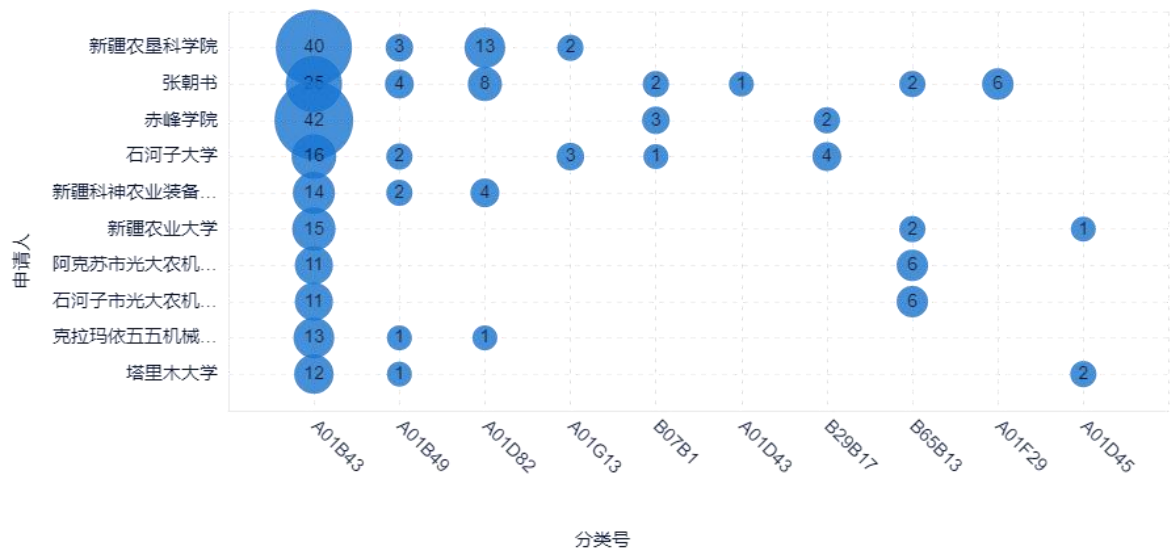
技术分支申请趋势

根据数据显示，“残膜回收机械”专利技术的主要技术集中在 2019 年至 2021 年。



重要技术分支主要申请人分布

根据数据显示，“残膜回收机械”专利技术主要分布在新疆农垦科学院、张朝书、赤峰学院等单位。说明这些单位在“残膜回收机械”专利技术领域方面技术较强。



申请人分析

主要申请人概况

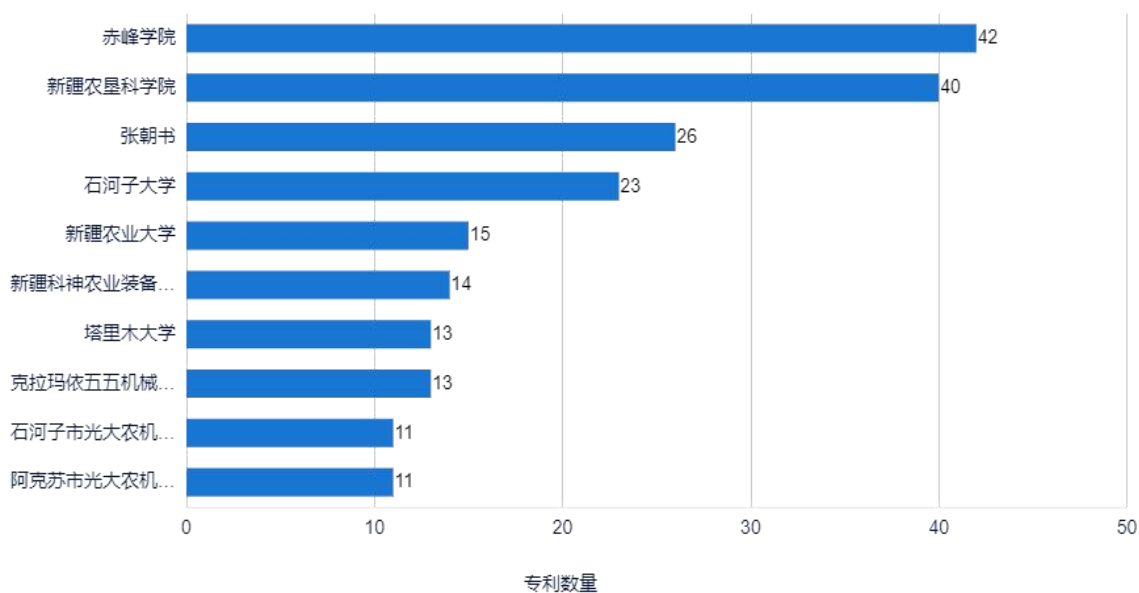
财务信息包含全球上市公司数据，取自最新的全年数据（如：2022 年 1 月-2022 年 12 月）。

	赤峰学院	新疆农垦科学院	张朝书	石河子大学	新疆农业大学	新疆科神农业装备科技开发股份有限公司	塔里木大学	克拉玛依五五机械制造有限公司	石河子市光大农机有限公司	阿克苏市光大农机有限公司
年销售额	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
员工数量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
市值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
研发支出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
研发支出占比	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
总资产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
无形资产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
营业收入	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
业务收购	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
资本支出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	赤峰学院	新疆农垦科学院	张朝书	石河子大学	新疆农业大学	新疆科神农业装备科技开发股份有限公司	塔里木大学	克拉玛依五五机械制造有限公司	石河子市光大农机有限公司	阿克苏市光大农机有限公司
净收入	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
总债务	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
国际销售	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
总收入	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

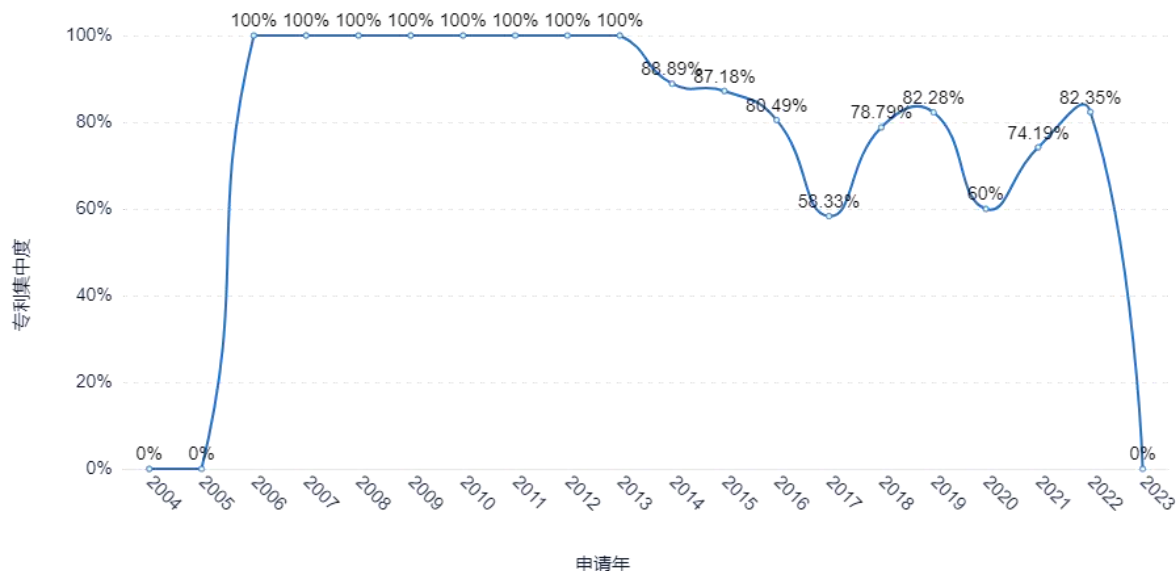
申请人排名分析

该技术领域内赤峰学院、新疆农垦科学院拥有的专利总量最多，是较强劲的竞争对手。



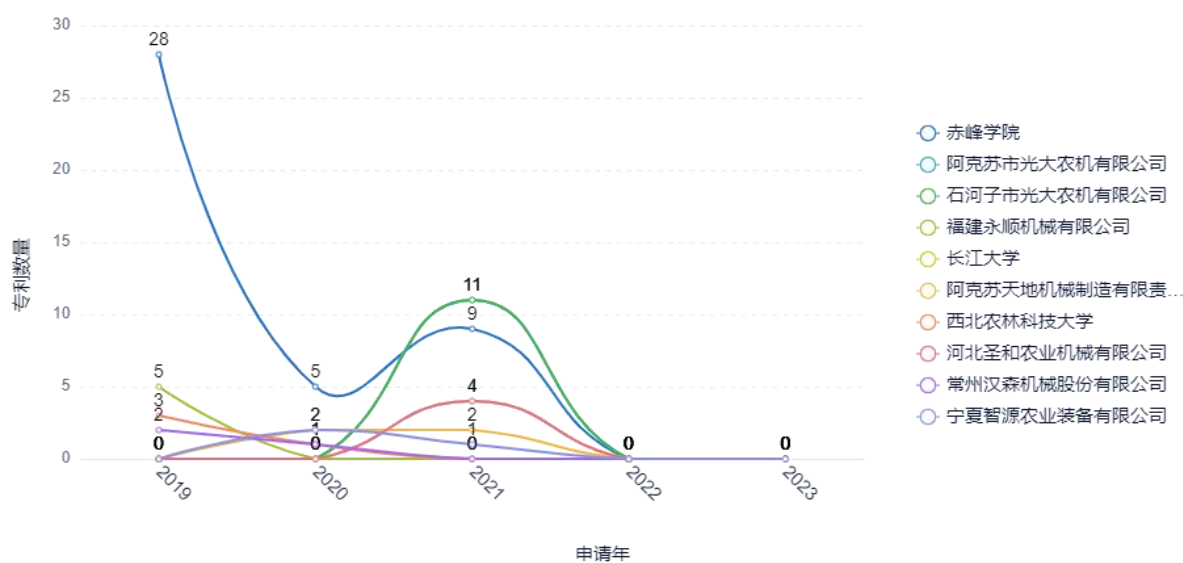
专利集中度分析

该技术领域的主要申请人在 2006-2013 年的专利申请量占该领域专利申请总量的 100%，说明这期间该领域的竞争较为激烈。2014 年以后，主要申请人的申请量有所下降，但占比依然较高。

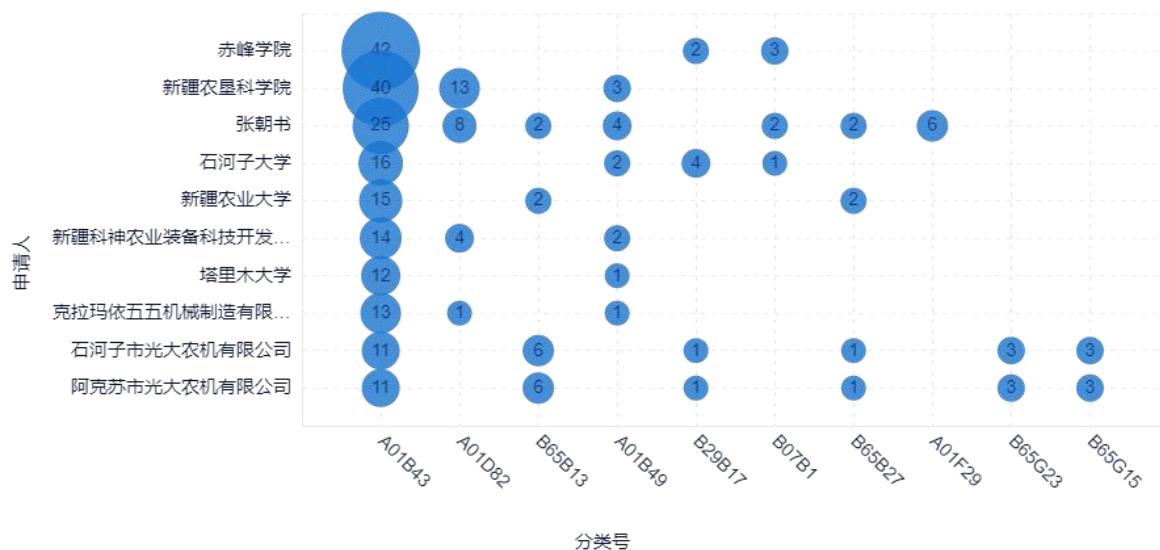


新进入者分析

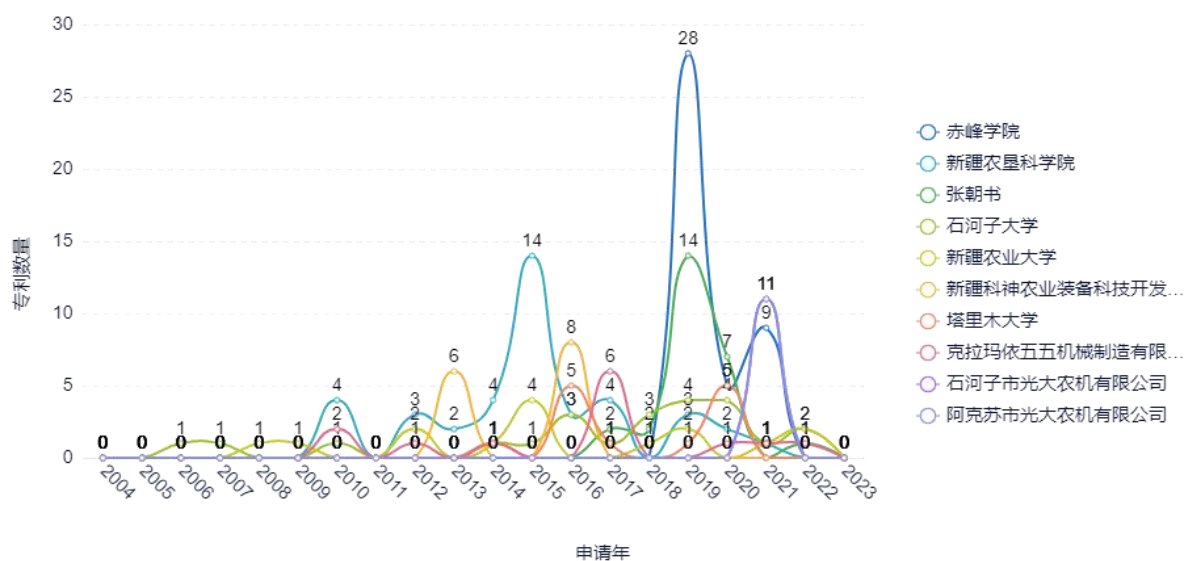
新进入者定义：仅在过去 5 年内才提交专利申请的申请人。



主要申请人技术分布



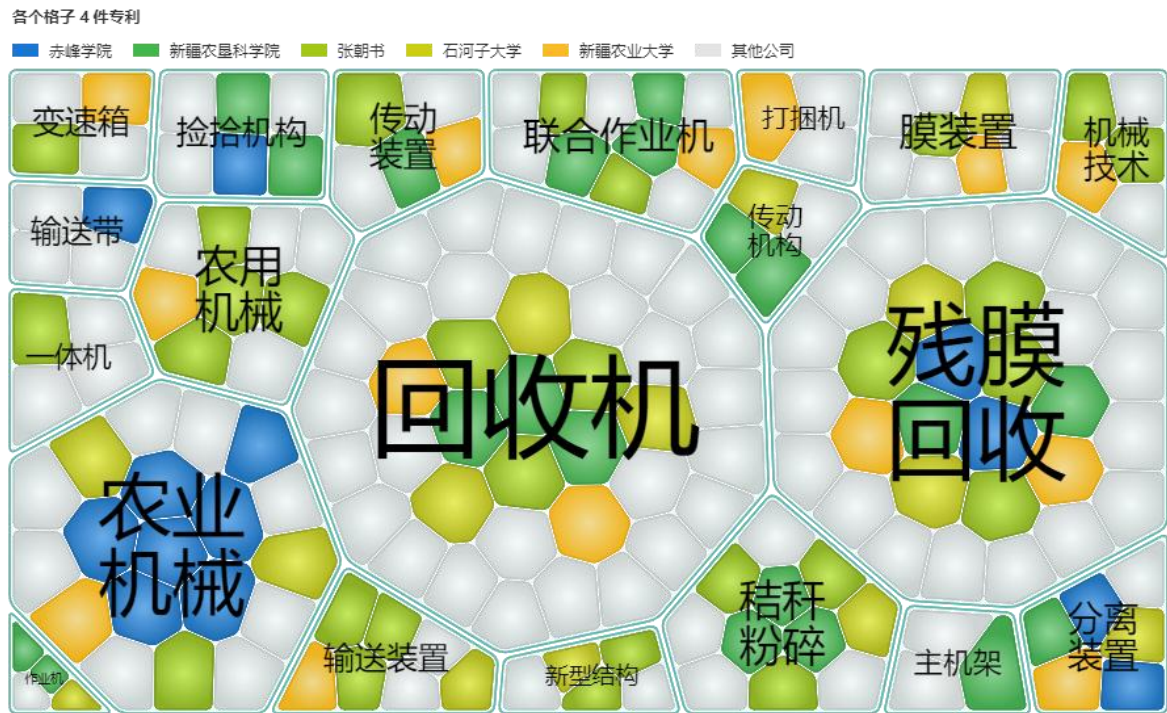
主要申请人申请趋势



领域地图

该技术领域的主要公司申请的专利关键词为：回收机、残膜回收、农业机械、农用机械等。

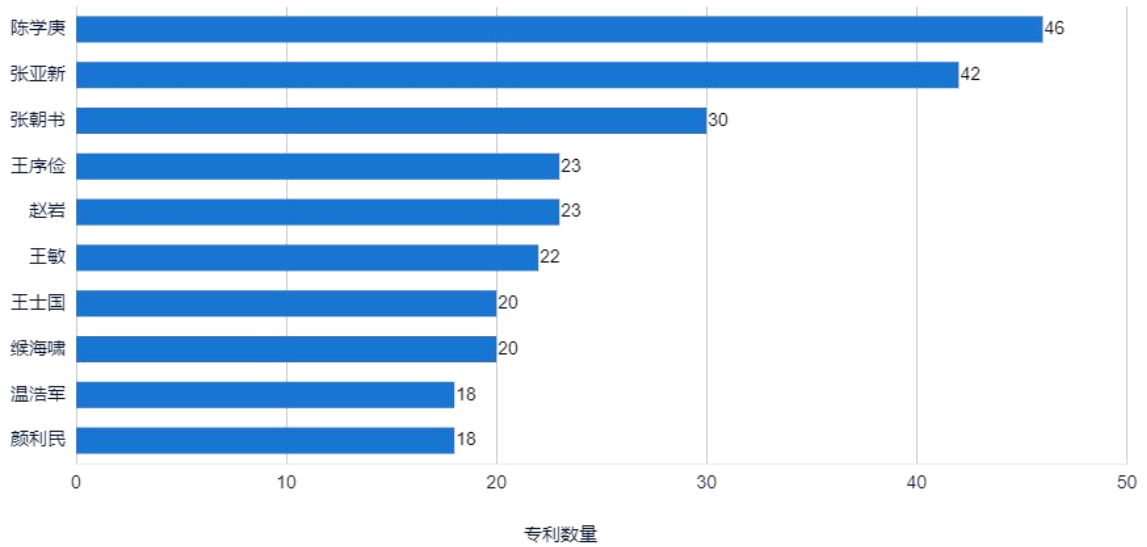
关键词使用最新的 5,000 条专利计算得出。图中格子数量表示每家公司的专利覆盖率，每个格子代表相同数量的专利。



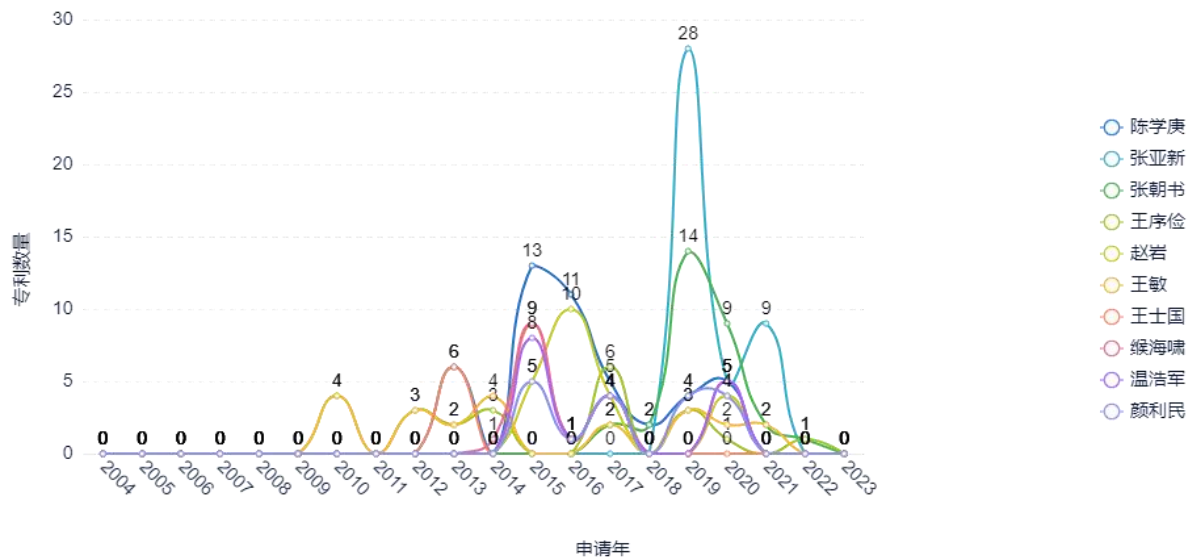
发明人分析

发明人排名分析

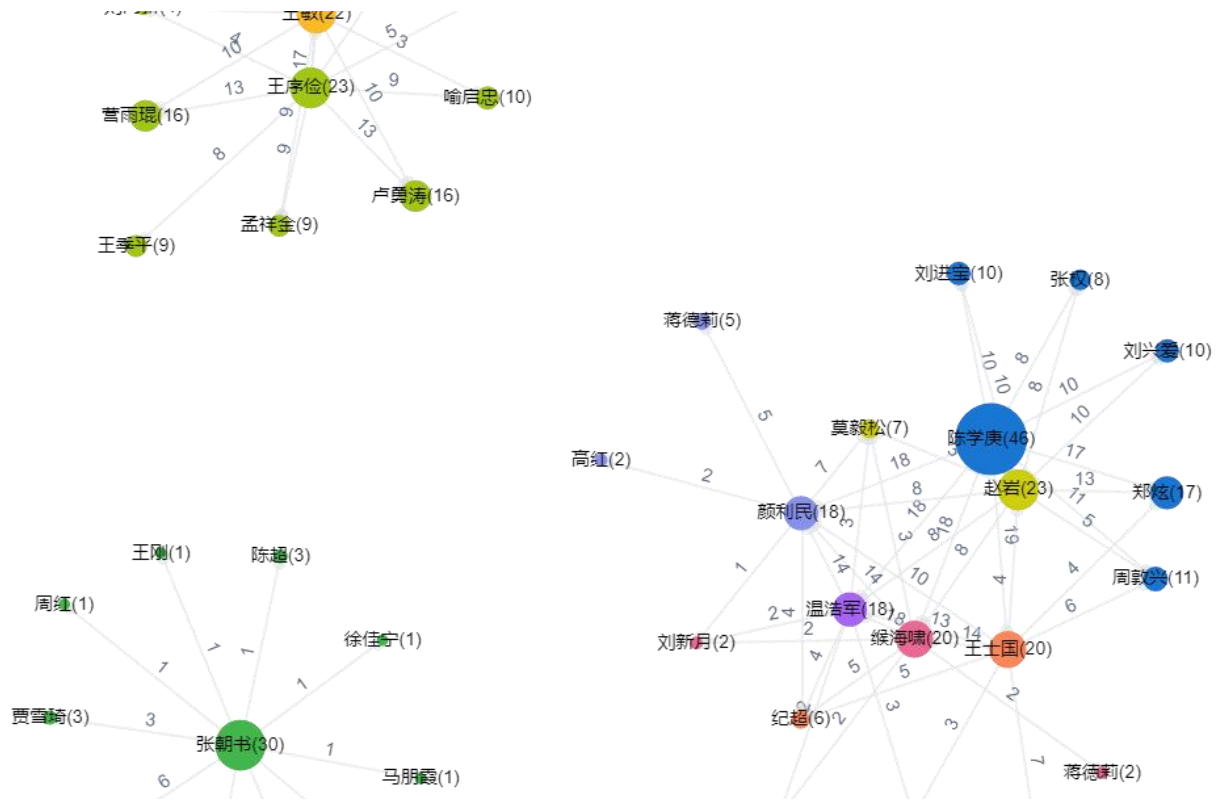
根据数据显示，“残膜回收机械”专利技术的主要发明人陈学庚、张亚新、张朝书、王序俭等人。说明这些人是该技术领域内的牛人大咖、领导者。



发明人申请趋势



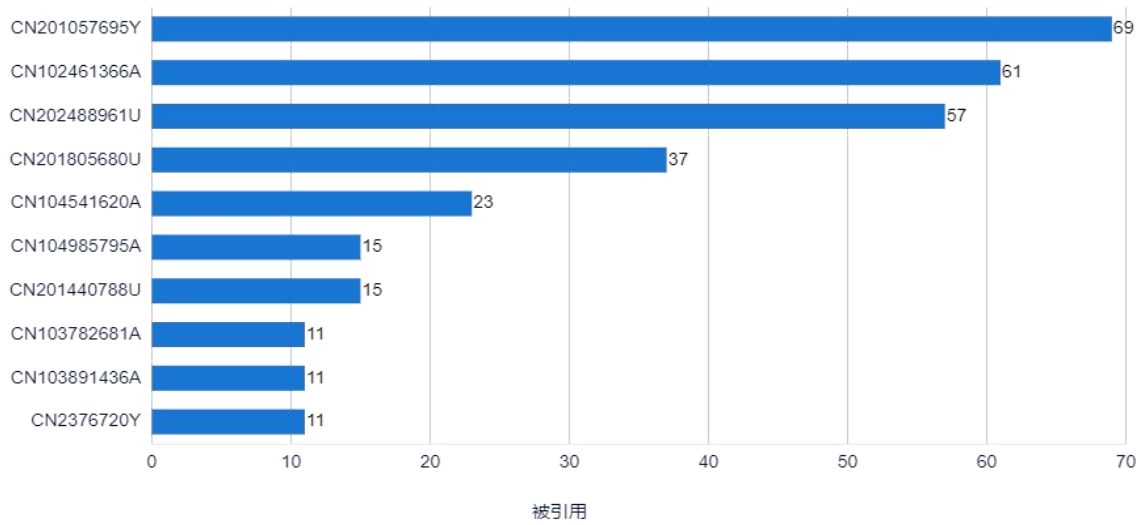
发明人团队分析



重点专利

被引用最多的专利

根据数据显示，CN201057695Y、CN102461366A、CN202488961U、CN201805680U、CN104541620A、CN104985795A、CN201440788U 这些专利被借鉴最多，这些专利更具影响力并代表着该技术领域的核心创新技术。



对于外部数据所作出的决定不承担任何责任：本报告中的所有信息均严格符合平台规则，但不能完全保证信息的完整性、准确性及所得结果的准确性;本报告中不包含任何明示或暗示的保证信息，且不包含不适用于特定用途的说明。在任何情况下，根据本报告中所包含的信息或者分析结果所引发造成的损失和最终决策意见。

基于 CiteSpace 对水果无损检测研究进展和趋势的可视化分析

丁燕^{1,2}, 孙元明³, 李冬升¹, 李同玺¹, 张永成¹, 刘扬¹, 兰海鹏^{1,*}

(1.塔里木大学机械电气化工程学院, 新疆阿拉尔 843300;

2.塔里木大学图书馆, 新疆阿拉尔 843300;

3.新疆生产建设兵团第一师阿拉尔职业技术学校, 新疆阿拉尔 843300)

摘要: 为了分析水果无损检测领域的研究趋势及热点前沿, 为该领域的研究提供参考依据, 基于文献计量软件 CiteSpace, 以 2012 年—2022 年在 CNKI (中国知网) 及 Web of Science 核心数据库中发表的相关文献为主体, 对该研究领域的发文量、作者、发文国家、机构、热点及前沿进行定量可视化研究。共纳入中文文献 1322 篇, 外文文献 3526 篇, 国内外文献的发文量总体均呈现上升趋势, 国外的研究者合作团体更为庞大, 中国和美国已成为全球该研究领域内最具影响力的国家。分析可知, 研究热点是苹果, 对水果的品质检测是研究前沿, 光谱分析技术是该领域最常用的研究方法, 国内外相关研究在热点领域具有一致性, 但侧重点和研究进展略有不同, 基于此, 未来国内应加强研究团体之间的学术合作, 关注该领域的研究前沿, 结合计算机领域更新新的检测技术将会是新的研究方向。

关键词: 水果, 无损检测, 文献计量, 可视化分析

中图分类号: G353; TS255.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0306 (2023) 16-0444-10

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022100233

本文网刊:

Visualized Analysis of Research Progress and Trends in Fruit Nondestructive Testing Based on CiteSpace

DING Yan^{1,2}, SUN Yuanming³, LI Dongsheng¹, LI Tongxi¹, ZHANG Yongcheng¹, LIU Yang¹, LAN Haipeng^{1,*}

(1.College of Mechanical and Electrical Engineering, Tarim University, Alar 843300, China;

2.Library, Tarim University, Alar 843300, China;

3.Alar Vocational and Technical School, the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Alar 843300, China)

Abstract: To analyze the research trends and hot frontiers in the field of fruit nondestructive testing and provide a reference for the research in this field, based on the bibliometric software CiteSpace, relevant literatures published in the core databases of CNKI and Web of Science from 2012 to 2022 are taken as the main body. Quantitative visualization research was conducted on the number of publications, authors, countries, institutions, hotspots, and frontiers of this research field. A total of 1322 literatures in Chinese and 3526 literatures in foreign languages were included. The number of literatures published at home and abroad showed an overall increasing trend. The cooperation groups of foreign researchers were larger, and China and the United States have become the most influential countries in this field. It can be seen from the analysis that the research focus is the apple, the quality detection of fruit is the research frontier, and the spectral analysis

收稿日期: 2022-10-24

基金项目: 国家自然科学基金项目 (32260618); 塔里木大学校长基金项目 (TDZKCQ201902); 新疆生产建设兵团强青科技创新骨干人才计划项目 (2021CB039)。

作者简介: 丁燕 (1992-), 女, 硕士研究生, 馆员, 研究方向: 农产品加工及贮藏、图书情报分析, E-mail: 1400995696@qq.com。

*** 通信作者:** 兰海鹏 (1982-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 农产品加工及贮藏, E-mail: lanhaipeng@126.com。

technology is the most commonly used research method in this field. Relevant researches at home and abroad were consistent in the hot fields, but the emphases and research progress were slightly different. Based on this, China should strengthen the academic cooperation between research groups in the future, and pay attention to the research frontier in this field. Combined with the updating of computer field, the new detection technology will be a new research direction.

Key words: fruit; nondestructive; bibliometrics; visual analysis

近年来,随着科学技术的发展和人民生活水平的不断提高,国际水果进出口市场竞争的增加,水果的质量管理变得尤为重要。水果无损检测是指在不损伤待检水果的前提下,运用一定的检验技术和方法对水果的内在及外在质量进行检查,并按照相应的要求对其进行评估的过程^[1]。水果的外观、缺陷、色泽、成分等品质用传统的检验方法均难以实现无损伤、在线检测。所以,研究快捷、高效、准确的果蔬质量监测技术,对改善果蔬交易价格有着非常关键的现实意义^[2]。

当前,国内外学者对水果无损检测的研究已有大量成果,主要集中在对水果的无损检测方法、水果品质检测、水果分级等方面。事实上,研究者如果只通过阅读大量文献来开展科研,则难以精确掌握当前该领域的研究趋势、研究热点及前沿,加上每个研究者的科研能力差异,便造成了对研究领域的发展趋势产生判断偏差^[2]。文献计量学是指以研究领域机构共引、作者合作网络以及主题和领域共现为主体,用数学和统计学的方法,定量描述和监测已发表的研究文献,解析当前研究领域的学术发展趋势和科研热点^[3]。2004年,陈超美博士团队开发了一款文献计量的建模软件—CiteSpace,由于该软件能够将研究领域的结构、动态模式和趋势进行可视化分析,在学术界备受关注^[4]。所以,本文选择该软件对水果无损检测领域的文献进行可视化分析。

考虑到水果对人类生活的重要性,本文基于 CNKI 及 Web of Science 核心数据库中水果无损检测领域的研究文献为主体,选取 2012~2022 年的文献数据,利用 CiteSpace 软件对水果无损检测领域的相关文献进行计量分析,利用其系统的、透明的、可重复的审查过程,准确掌握水果无损检测领域前沿的演进路径及经典基础文献,以期对水果无损检测领域的后续研究学者提供借鉴。

1 研究设计

1.1 数据来源

本文数据选取 CNKI 核心期刊库和 Web of ScienceTM 核心数据集为数据来源。由于在 CiteSpace 中,有针对性的主题检索效果相对最好,因此本研究 CNKI 数据以主题途径检索,检索式=“水果+农产品+梨+苹果+西瓜+葡萄+柑橘+香蕉” AND “无损检测+无损伤检测+无损检验+无损伤检验”精确检索,时间节点选取 2012 年 1 月 1 日~2022 年 9 月 30 日,并手动剔除报道、会议文件、卷首语等数据,共获得相关文献 1322 篇。外文期刊数据选择 Web of ScienceTM

核心数据集,以主题=“(*Nondestruct* *Test* OR Nondestructive OR No damage Test) and (*Fruit OR Apple OR Agricultural products OR citrus OR crops OR Watermelon OR grape OR banana OR pear)” 进行检索,共检索到文献 3857 篇,通过手动剔除重复、无效等文献,最终获得有效文献 3526 篇。

1.2 分析方法

本研究采用 CiteSpaceV. 6.1. R2 软件进行可视化分析。将从 CNKI 核心期刊库及 Web of ScienceTM 核心数据库检索到的相关文献数据以文本格式导出,经过 CiteSpace 软件进行格式转化后导入 CiteSpace 主界面中,时间跨度选择 2012 年 1 月~2022 年 9 月,时间分区为 1 年,设置 Top N=10, TopN%=20, 阈值分别设置为 (2、2、20)、(4、3、20)、(4、3、20)。对获取的文献数据进行作者、机构、国家、关键词及引文文献进行可视化分析。

1.3 数据处理

本文通过 CNKI 和 Web of Science 系统自带的统计分析功能对年度发文量及被引情况进行量化分析,并用 Excel 软件绘制图表。此外从 CNKI 和 Web of Science 核心数据库将全部文献相关信息导出并保存为 txt 格式,利用 CiteSpace 软件的数据分析板块进行处理,对水果无损检测领域的发文国家、机构、作者合作关系及关键词进行统计分析,在绘制知识谱图的基础上,阐明不同时期的研究热点以及未来的研究趋势。

2 结果与分析

2.1 历年发文量分析

2.1.1 国内发文量及被引分析 发文量反映了科研人员对该领域热点问题的关注程度,表明了相关领域研究的发展程度和发展速度^[5],2012~2022 年间水果无损检测研究文献的年度发文量总体呈上升趋势(图 1)。通过对 CNKI 核心期刊库发文量数据进行分析,2012 年至 2015 年是水果无损检测领域发表相关文献研究的起步阶段,年度发文量均保持在 100 上下,通过对文献被引频次数据进行分析(表 1),2014 年北京市农林科学院张保华、李江波等人团体通过深入了解高光谱成像技术的检测原理并跟踪国内外最新的研究进展,将高光谱成像技术应用在水果和蔬菜外部品质、内部品质和品质安全检测中^[6],并简要介绍和讨论了高光谱成像系统的构成、常用的数据分析方法、发展趋势及面临的挑战,该研究确立了无损检测技术的主要研究对象及研究方法,截止 2022

表 1 排名前 5 的高被引论文
Table 1 Top 5 highly cited papers

数据库	文献名称	第一作者	来源出版物	出版年份	被引频次
CNKI	高光谱成像技术在果蔬品质与安全无损检测中的原理及应用	张保华	光谱学与光谱分析	2014	118
	近红外光谱变量筛选提高西瓜糖度预测模型精度	介邓飞	农业工程学报	2013	72
	基于介电特征选择的苹果内部品质无损分级	蔡骋	农业工程学报	2013	56
	基于NIR和Raman光谱的果蔬质量检测研究进展与展望	傅霞萍	农业机械学报	2013	55
	电子鼻技术在果蔬检测中的应用	贾文坤	食品安全质量检测学报	2016	51
Web of Science	Recent Advances and Applications of Hyperspectral Imaging for Fruit and Vegetable Quality Assessment	Lorente, D	Food and Bioprocess Technology	2012	401
	Advanced Applications of Hyperspectral Imaging Technology for Food Quality and Safety Analysis and Assessment	Wu, Di	Innovative Food Science & Emerging Technologies	2013	326
	NIR Spectroscopy Applications for Internal and External Quality Analysis of Citrus Fruit: A Review	Magwaza, Lembe S.	Food and Bioprocess Technology	2012	291
	Application of Hyperspectral Imaging in Food Safety Inspection and Control: A Review	Feng, Yao-Ze	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	2012	285
	Principles and Applications of Hyperspectral Imaging in Quality Evaluation of Agro-Food Products: A Review	Elmasry, Gamal	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	2012	284

年 10 月 7 日, 该文献被引用 118 次, 下载 3900 次, 成为这一时期高被引、高下载文献。2016 年至 2022 年该领域研究文献发表量持续增加, 趋势明显加快, 增长率介于 1.3%~14.44% 之间, 年平均增长率为 7.82%, 这一时期共发表文献 1055 篇, 通过文献分析, 发现这一时期主要针对无损检测技术将水果及农产品进行分级分类, 并出现了电子鼻等新的无损检测技术, 研究的方向主要为品质检测、成熟度检测及损伤程度分析等, 同时也可以看出, 这一时期的研究基本成型^[6-10], 研究的主体以及方向大体一致。

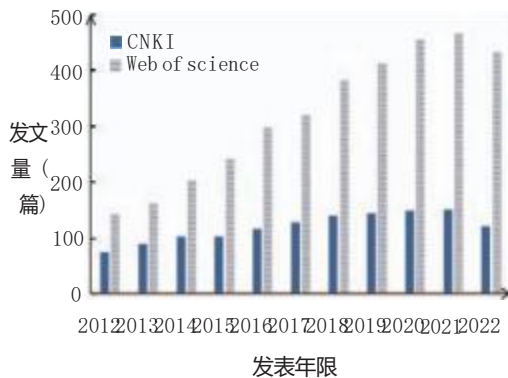


图 1 国内外发文量

Fig. 1 Number of posts at home and abroad

2.1.2 国外发文量及被引分析 通过对 Web of Science™ 核心数据库检索到的相关文献数据进行分析 (图 1、表 1), 可明显看出, 从 2012 年起, 该领域研究文献一直呈显著增长, 年均发文量约为 321 篇, 并且研究方向大致分为两个阶段, 2015 年之前以无损检测技术方法为主要研究方向, 2015 年之后以无损检测技术用途为主要研究方向, 其中, 西班牙的 Lorente, D 团队研究的光谱成像的最新进展和应用水果和蔬菜质量评估于 2012 年 5 月发表在《Food and Bioprocess Technology》期刊上, 通过高光谱成像系统对食品质量评估的短板出发, 开发基于该技术的新系统, 该系统能够分析无法使用可见成像检查的

质量特征, 可用于对这些产品的内部和外部特征进行无损检测^[11-15], 该文献被引频次达 401 次, 这为水果无损检测领域的研究奠定了方向。

通过对国内外发文量及被引分析可知, 国内外的研究主体及方向大多保持一致, 并持续呈上升趋势, 全球发文量的飞速增长很大程度上得益于水果无损检测研究领域的快速发展, 同时也吸引了更多的学者关注该领域, 因而近些年文献发表量出现持续增长趋势。

2.2 发文国家 (机构) 分析

2.2.1 发文国家分析 如表 2 所示, 对 Web of Science™ 核心数据库检索到的 3526 篇文献进行分析, 可以看出, 该领域的发文量在全球分布不均。中国发文 880 篇, 占比达 24.96%, 是该研究领域发文最多的国家。我国目前是全球人口最大的发展中国家, 同时也是全球人口第二大经济体, 随着 2021 年的脱贫攻坚全面胜利, 人们的生活水平逐渐提升, 对水果的品质要求也越来越高, 因此对该领域的研究最多。第二为美国, 共发文 786 篇, 占比 21.68%。其次为巴西、西班牙、意大利等国家, 根据前瞻产业研究院《中国水果制品行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》可以看出, 全球水果种植产量和种植面积 60% 以上均来自于中国和美国, 这也是其他国家在研究领域发文较少的重要原因。通过对排名前 5 的发文国家年度发文量分析 (图 2), 各个国家在水果无损检测领域的研究文献呈持续上升, 自 2012 年以来, 水果无损检测方面的文献发表量逐年递增, 2021 年全球发文量达到最高 (276 篇), 当年发文量占 2012 年~2022 年总发文量的 13.84%, 表明水果无损检测研究已经成为当下全球关注的焦点。可以看出, 随着社会经济快速发展, 越来越多的国内外学者关注水果无损检测领域的发展。

2.2.2 发文机构分析 通过对获取的国内外文献进行发文机构分析 (表 3)。可以看出, 国内发文机构均

表 2 发文量排名前 10 的国家

Table 2 Top 10 countries in the number of publications

发文量 (篇)	国家	占比 (%)	发文量 (篇)	国家	占比 (%)
880	中国	24.96	68	澳大利亚	1.93
786	美国	21.68	67	德国	1.90
127	巴西	3.60	67	日本	1.90
101	西班牙	2.86	66	加拿大	1.87
100	意大利	2.84	59	爱尔兰	1.67

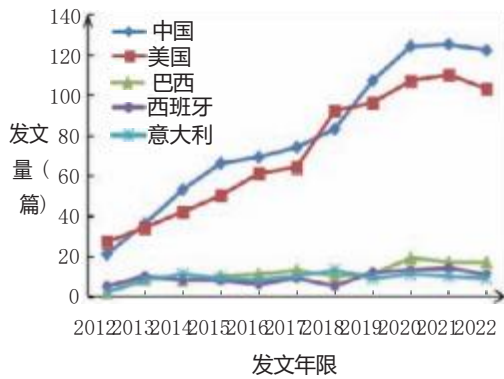


图 2 排名前 5 的发文国家的年度发文量

Fig. 2 Annual publication volume of the first 5 published countries

为大学, 这些机构构成了我国该领域的研究的主要力量。其中发文最多的机构为中国农业大学, 共发文 84 篇, 其次为浙江大学 (32 篇)、江苏大学 (30 篇) 等机构。外文文献发文机构前十中有 6 个来自于中国, 4 个来自于美国, 且是由 8 所高等院校和 2 所农业科学研究院组成, 说明该研究领域全球发文量极不平衡, 且以国家级科研机构为主体。其中, 浙江大学以发文 105 篇成为该领域研究最多的机构, 其次为美国农业部农业研究所 (80 篇)、中国农业大学 (76 篇), 说明了中国学者对该领域研究关注度较高, 在全球已具有一定的影响力。

表 3 排名前 10 的国内外研究机构

Table 3 Top 10 domestic and foreign research institutions

发文量 (篇)	CNKI 发文机构	发文量 (篇)	Web of Science 发文机构
84	中国农业大学	105	浙江大学
32	浙江大学	80	美国农业部农业研究所
30	江苏大学	76	中国农业大学
29	西北农林科技大学	47	佛罗里达大学
27	南京林业大学	43	农业科学研究院
27	四川农业大学	40	西北农林科技大学
23	南京信息工程大学	35	密歇根州立大学
23	吉林农业大学	34	江苏大学
23	上海海洋大学	31	加州大学戴维斯分校
16	塔里木大学	29	南京农业大学

通过将发文机构中的国内机构进行整合, 得出 4 个研究机构的发文量, 分别为中国农业大学 160 篇、浙江大学 137 篇、西北农林科技大学 69 篇、江苏大学 64 篇, 并对其年度发文趋势进行分析 (图 3), 大

致分为 3 个阶段, 2012 年~2015 年, 国内研究机构处于快速发展阶段, 说明国内学者对水果无损检测研究的重视程度在不断增加; 2015 年~2018 年, 国内研究机构发文量相对平稳; 自 2019 年开始, 水果无损检测相关研究成果出现了缓慢下降的趋势, 但 2021 年稍有回升, 这种现象可能与新冠疫情有关, 相信在不久的将来人类终将战胜疫情, 恢复科研生产力。

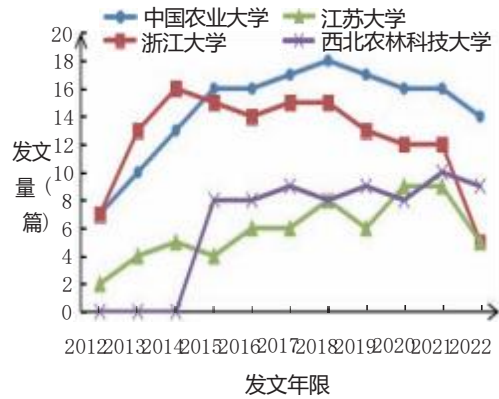


图 3 国内研究机构年度发文量

Fig. 3 Annual publication volume of domestic research institutions

2.3 核心研究团队分析

2.3.1 国内发文作者分析 通过发文作者共现网络分析可以得出合作密切的学者群发掘学术研究的团队效应^[16], 为进一步了解主要研究者间的合作关系, 将从 CNKI 核心期刊库获取的文献数据导入 CiteSpace 中, 进行发文作者的可视化分析 (图 4), 图谱共产生节点 440 个, 连线 492 条, 网络密度为 0.0051。图中的结点代表发文作者, 结点标签文字越大则代表该作者发文量更多, 之间的连线则代表写作双方的合作程度, 而连线的颜色越深则代表双方合作更紧密^[17]。根据分析可得, 国内该研究领域以团体研究居多, 其中应义斌—刘燕德团体、于小庭—任圆—何贤团体、彭彦昆—李永玉团体、北京农林科学院团体发文量较多, 在水果无损检测领域中处于领先地位, 说明目前水果无损检测领域研究是靠几位核心作者带动的; 且应义斌是合作网络中与外界联系较多的主要作者, 可以看出, 我国该研究领域的作者之间合作较为紧密, 独立研究作者相对较少, 且已经形成了较为稳定的研究团体。

2.3.2 国外发文作者分析 通过对国外发文作者合作图谱 (图 5) 进行分析, 共产生 1014 个节点, 988 条连线, 网络密度为 0.0019。其中有 2 个较大的研究团体, Jiangbo Li 与其他 17 位作者构成的合作群最大, 这 2 个中心网络内的作者间协作较为紧密, 也代表了在水果无损检测研究领域最为活跃的科研团队; 周围还分布着不少的 5~10 人的中型合作团体, 与其他团队间合作较少, 表明大部分水果无损检测研究人员分布广泛且独立性较强, 如果能够加强作者之间, 尤其是来自不同国家或机构的作者之间的合作研究,



图4 国内发文作者合作图谱

Fig.4 Cooperative map of domestic published authors

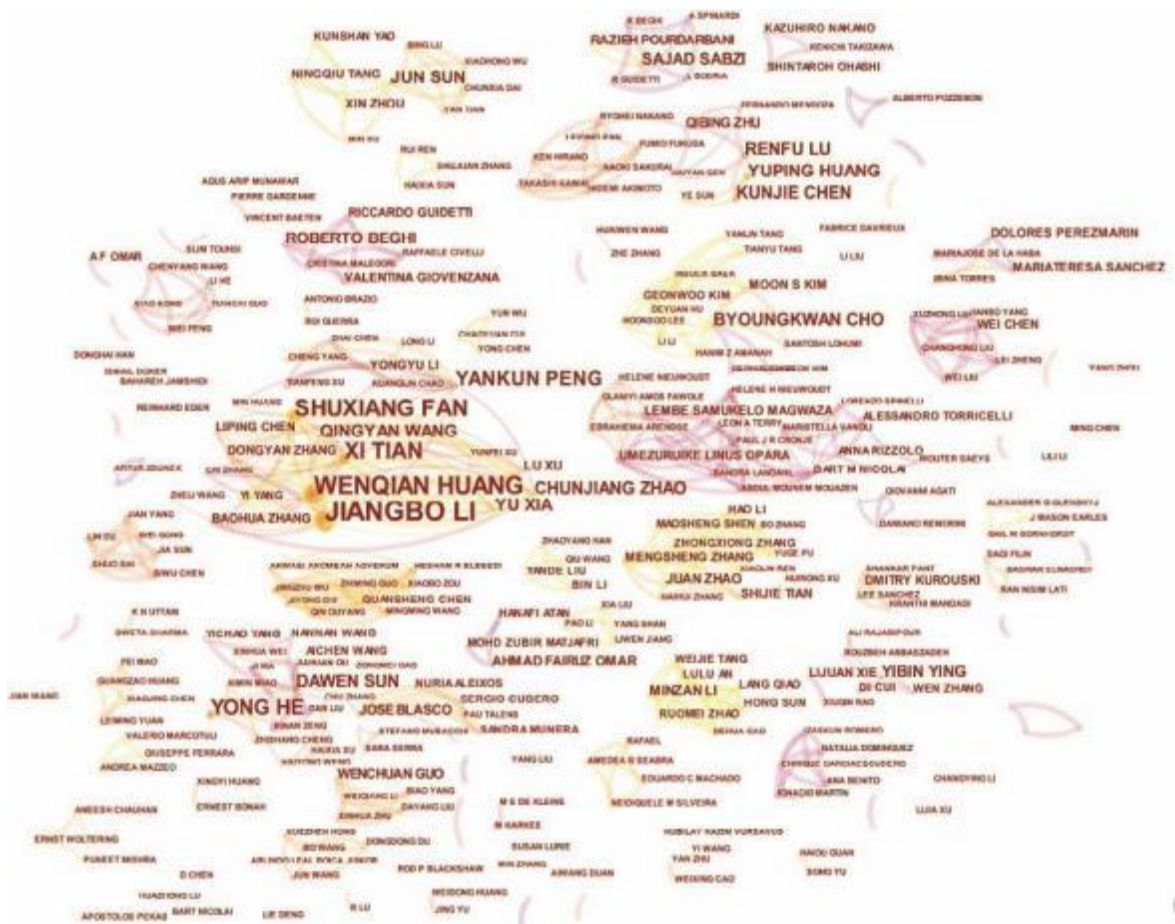


图5 国外发文作者合作图谱

Fig.5 Cooperative map of foreign published authors

可以极大地促进该研究领域学术思想的交流和创新。从发文量来看, 排名前 3 位的作者有 Jiangbo Li、Wenqian Huang 和 Shuxiang Fan, 分别发表了 30、24、20 篇文章, 他们在该研究领域较为活跃, 表明其在水果无损检测领域的研究具有较强的影响力。通过上述分析可以发现, 两大合作集团的主要成员分别来自中国和美国, 这也进一步表明了中国与美国在水果无损检测研究领域的重要地位。

2.4 高被引文献网络分析

2.4.1 文献共被引分析

如果前两篇(或多篇文章)一起被后来的或多篇文章所引证, 则称这两篇论文构成共被引关系。共被引分析通过同时被其他文献引用的频次来表达文献间的关系^[18], 引文的频率越高, 就表示联系越密切, 也就表示了这两种文献的学术背景更接近。但鉴于文献共被引的可视化功能仅用于 Web of Science 文献数据信息, 所以本研究只针对于外文的文献数据信息中的共被引现象研究^[19]。通过可视化共得到 278 个节点, 1189 条连线, 网络密度为 0.0309, 生成文献共引网络图谱(图 6)。在图表中的结点表示被引的文章, 结点数量越大代表其被引用频率越高, 而结点相互之间的连接则代表共引关联, 粗细代表共引的大小。从图 6 可以看出, Mendoza F (2011) 这篇文章是一篇非常重要的论文, 因为他的被引频次最高, 说明其在该领域内具有重要影响, 此外, 还发现文献共引网络有比较明显的自然聚类, 大体分为 2 类, 通过 13 篇关键文献使这两个聚类紧密联系在一起, 且两个聚类的活跃时间也有着显著区别^[20], 2014 年以前的主要在图的左上方, 2015 年之后的主要在图的右下方, 这说明该领域主要有 2 个研究方向, 并且联系紧密。

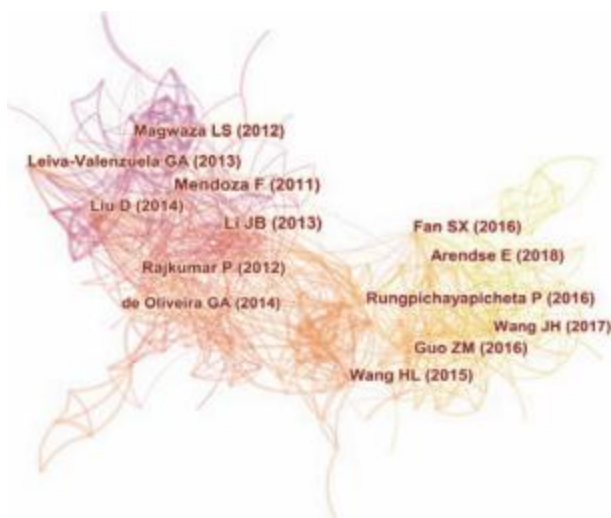


图 6 文献共被引图谱

Fig.6 Document co-citation map

2.4.2 文献共被引聚类分析

利用 CiteSpace 聚类功能进行文献共被引的聚类分析, 可以让我们挖掘相似文献的共同主题, 从主题角度分析共被引每一个簇所代表的主题, 无需我们在共被引的图谱上再进行人

工归纳总结^[21]。通过对该领域文献共被引分析图谱进行聚类分析, 生成 22 个聚类, 聚类效果良好。并自动生成 8 个聚类标签视图(见图 7), 通过分析聚类标签, 将该领域研究划分为 2 个研究方向。



图 7 文献共引网络聚类标签图谱

Fig.7 Document co-citation network cluster label map

一是水果无损检测技术的研究对象。该研究方向中共有 4 个聚类标签, 分别为 #0 发霉的苹果心(moldy apple core)、#1 荔枝果皮(lychee pericarp)、#2 柑橘类果实(clementine mandarin fruit)、#5 农产品(agro-food product), 可以看出, 无损检测技术的应用领域特别广, 但主要集中在人们生活中可食用的范围之内, 研究对象针对性强。

二是水果无损检测技术的研究方法。该研究方向中共有 4 个聚类标签, 分别为 #3 在线预测(online prediction)、#4 溶液法(solution method)、#6 可见光谱线性化梯度偏移(visible spectral linearisation gradient shift)、#5 机器视觉系统(using machine vision system), 可以看出, 随着时代的不断进步, 人们针对无损检测技术的方法不断改善, 针对不同产品的不同品质检测需求都有相对较好的检测方法, 为该领域的研究提供了技术保障^[22-24]。

2.5 关键词共现及研究领域分析

2.5.1 关键词共现分析

关键词是对文献研究内容的高度概括, 高频关键词可以在一定程度上反映某一研究领域的热点。CiteSpace 的关键词共现分析可以直观反映某一研究领域当前的研究热点以及过去的研究热点^[25]。本研究中通过对水果无损检测领域的国内外研究文献进行关键词共现分析, 见图 8 和图 9。关键词节点较大, 文献提及次数较多, 关键词间的连线密集, 被共现程度高。

对 CNKI 数据库中目标文献进行关键词共现, 得到 262 个关键词节点、306 条节点间连线。国内水果无损检测研究领域文献中除检索词“无损检测”和“水果”外, 与其共现次数较多的节点有“苹果”、“糖度”、“介电特性”、“内部品质”、“成熟度”等, 这反映出苹果是水果无损检测领域的重要研究对象, 糖度、品质、成熟度是水果无损检测的重要目的, 此外, “光谱分析”、“机器视觉”也是一个较大的结点, 是水



图8 CNKI 关键词共现图谱

Fig.8 CNKI Keyword co-occurrence map

现时间、共现次数和共现程度较高^[26]。水果无损检测研究领域文献中除检索词“fruit (水果)”和“nondestructive measurement (无损检测)”外,高频关键词主要包括“quality (品质)”、“soluble solids (可溶性固形物)”、“firmness (硬度)”等,说明在水果无损检测时,往往将实际问题建模为多目标优化问题,此外在附近还出现了一些比较大的节点,包括“near infrared spectroscopy (近红外光谱)”、“spectroscopy (光谱分析)”等等^[27-28],这说明在水果无损检测时,光谱分析是比较适合当前研究的重要内手段。由此可以看出,国内外对该研究领域的方向大体一致,国外对该领域研究起步较早、成果更为丰富,研究涉及方面更多,内容更细,也为国内的研究者们提供了更多的研究方向。

2.5.2 关键词聚类分析 图10、图11分别为基于CNKI和Web of Science数据库的关键词聚类时间序列图谱。在关键词聚类分析网络中,CiteSpace依据网络结构和聚类清晰度提供了聚类模块值(Q值)和聚类平均轮廓值(S值)两个指标,可以作为我们评判图谱绘制效果的依据。一般而言,Q值一般在区间[0,1]内,Q>0.3就意味着划分出来的社团结构是显著的;当S>0.7时,聚类是高效率且令人信服的^[29]。本研究中,基于CNKI数据库的关键词聚类分析结果Q值为0.8358,S值为0.9831;基于Web of Science数据库的关键词聚类分析结果Q值为0.8484,S值为0.9701,可认为该图谱的分析结果是令人信服的。

图谱中的结点和颜色分别代表关键词出现的频率和年份,关键词间的连线代表关键词共现的年份。国内文献中,通过对聚类时间序列图谱进行分析,可以看出,该研究领域的聚类标签可以分为两类,第一类为该领域的研究对象(#1红提、#3西瓜、#6苹果)。第二类为水果无损检测的检测方法(#2介电特性、#4电子鼻、#5光谱分析、#7机器视觉、#8光谱校正),提示二者相互伴生。从序列知识图谱的演变来看,水果无损检测中品质检测是长期的,检测手段也从外部特征到电学参数至现在的光谱分析,而水果的分级及贮藏将会成为以后的研究重点。

国外该研究领域中,聚类标签大体可分为研究指标(#0 radio protective effect 抗辐射指数、#4 drosophila suzukii 果蝇、#5 overload-induced renal oxidative damage 损伤程度、#6 internal qualities 内部品质)和研究方法(#1 non-invasive monitoring 无损检测、#2 direct analysis 直接分析法、#3 early detection 早期检测、#8 spectral shift 光谱偏移度),说明国外研究以研究方法为主体,更注重无损检测的技术更新,并且该研究方向还在持续。综合聚类标签来看,国内外水果无损检测的研究聚焦的大趋势基本一致,但国内研究更侧重于技术的应用领域,国外研究领域更为全面,研究更注重技术的更新,在研究方向上存在部分差异。

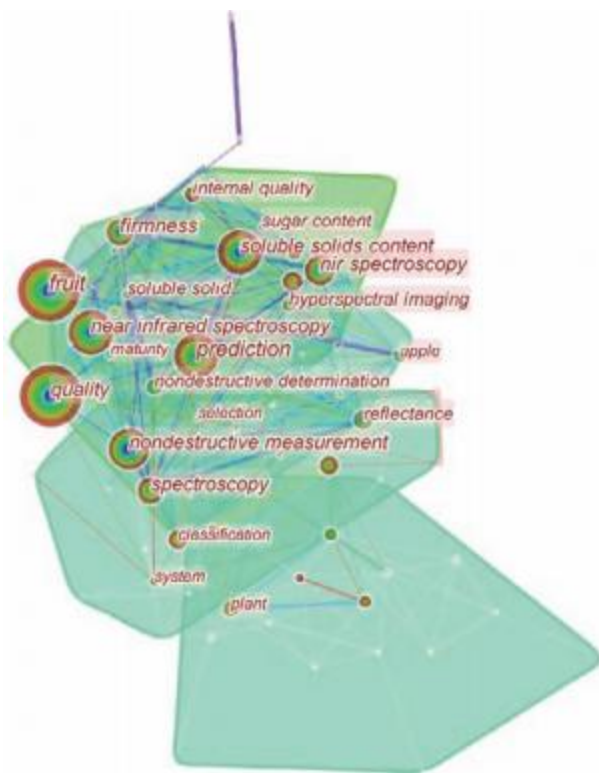


图9 Web of Science 关键词共现图谱

Fig.9 Web of Science Keyword co-occurrence map

果无损检测的重要手段,由此可以看出,国内针对水果无损检测的研究已经形成了相对成型的知识网络。

对Web of Science数据库中目标文献进行关键词共现,得到353个关键词节点和510条连线。国外围绕该领域的研究的高频关键词之间联系网络颜色较深、线条较粗、网络较为密集,说明它们之间共

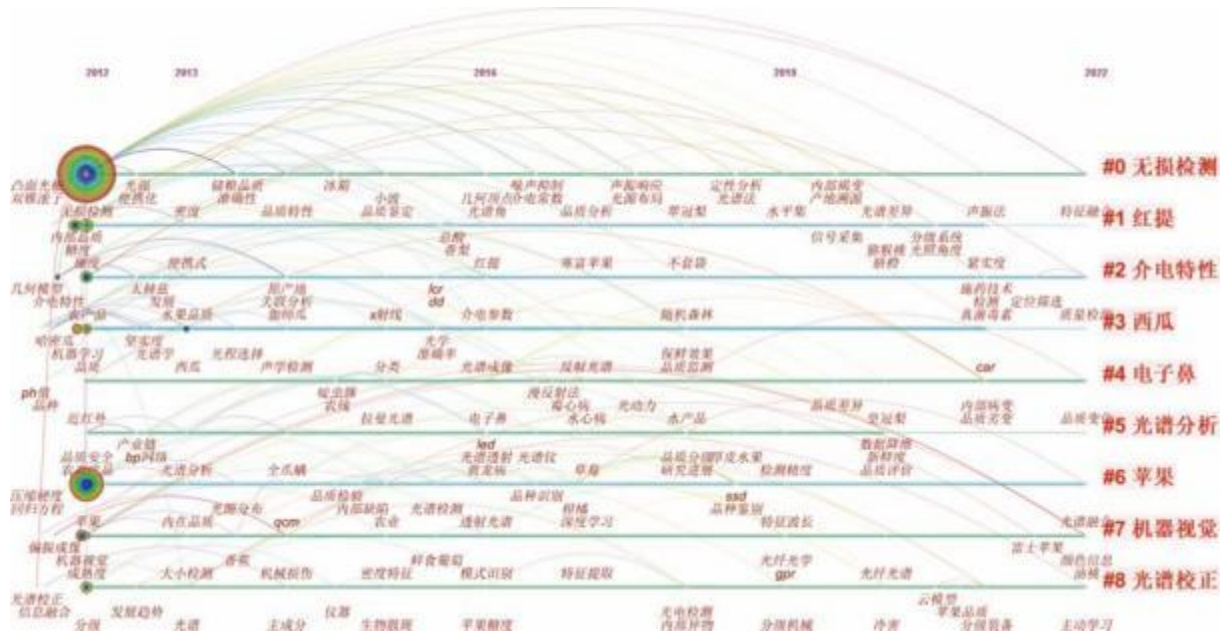


图 10 CNKI 关键词聚类时间序列图谱
Fig. 10 CNKI Keyword cluster time series map

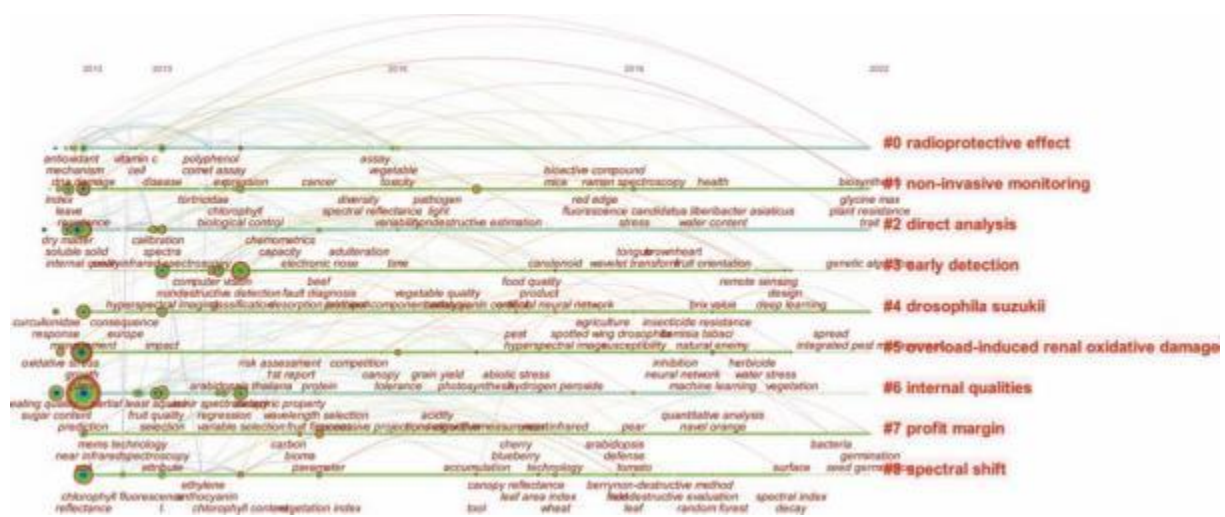


图 11 Web of Science 关键词聚类时间序列图谱
Fig. 11 Web of Science Keyword cluster time series map

2.6 研究进展与前沿热点分析

通过对关键词的共现和聚类分析不难发现, 除出现中心量较大的关键词之外, 也有产生突现值高的关键词, 突现值高则表明了关键词在某一时期快速产生的数量, 能够反映某一时段该领域的研究热点及前沿^[30-31]。本文通过导出突现值关键词, 获得 CNKI 高突现值关键词 11 个, Web of Science 高突现值关键词 17 个, 见图 12、图 13。

通过对 CNKI 高突现值关键词图谱进行分析, 可以看出, 在 2012 年~2022 年突现时间较早的词是“西瓜”, 是该领域最早被研究的水果; 2013 年之后出现突现强度高的关键词是“西瓜”(4.25)、“分级”(3.97)和“硬度”(3.84), 表明西瓜的无损检测、果实的分级和硬度检测是 2018 年之前的研究重点, 近几年受关注的的关键词是“随机森林”、“光谱分析”和

Institutions	Year	Strength	Begin	End	2012-2022
西瓜	2012	4.25	2013	2017	
分级	2012	3.97	2013	2016	
农产品	2012	2.13	2013	2015	
图像处理	2012	2.08	2013	2016	
成熟度	2012	1.99	2014	2017	
便携式	2012	1.91	2015	2017	
硬度	2012	3.84	2016	2018	
香梨	2012	2.30	2016	2017	
随机森林	2012	1.42	2018	2019	
光谱分析	2012	1.68	2019	2022	
脐橙	2012	2.13	2020	2022	

图 12 高突现值关键词 (CNKI)
Fig. 12 High present value keywords (CNKI)

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2012-2022
Sugar	2012	3.05	2012	2014	
Food	2012	2.68	2012	2013	
Apple fruit firmness	2012	3.81	2014	2016	
Vis/nir spectroscopy	2012	3.08	2014	2017	
Optical property	2012	5.42	2015	2016	
Fruit firmness	2012	4.57	2015	2017	
Bruise	2012	2.93	2015	2017	
Ripeness	2012	2.66	2015	2016	
Soluble solids content	2012	2.66	2015	2016	
Tissue	2012	3.11	2016	2017	
Raman spectroscopy	2012	2.92	2016	2017	
Near infrared	2012	2.81	2017	2018	
Spectra	2012	5.10	2019	2020	
Nondestructive prediction	2012	5.50	2020	2022	
Machine learning	2012	3.97	2020	2022	
Algorithm	2012	2.83	2020	2022	
Water	2012	2.65	2020	2022	

图 13 高突现值关键词 (Web of Science)

Fig. 13 High present value keywords (Web of Science)

“脐橙”，突现强度最高的是“脐橙”（2.13），表示对脐橙的无损检测研究是目前该领域的研究前沿。突现时间最长的是“光谱分析”，并且仍在继续，说明无损检测目前最常用的研究方法主体是光谱分析^[32]。

通过对 Web of Science 高突现值关键词图谱进行分析，得出在 2012 年~2022 年突现时间较早的词是“Sugar 糖分”，说明水果无损检测领域一开始的目的是为了检测水果的含糖量；出现突现强度高的关键词是“Nondestructive prediction 无损预测”（5.5）、“Optical property 光学性质”（5.42）、和“Spectra 光谱”（5.1），表明国外对于水果无损检测领域研究重点是检测技术，2020 年之后同时出现的高突现关键词是“Nondestructive prediction 无损预测”、“Machine leaning 机器学习”、“Algorithm 算法”和“Water 水”，表示现在的消费者更注重水果的新鲜程度，因为水果的贮藏期与水分的流失有着密不可分的关系，因此对水果含水率的检测也成为了该领域的研究前沿，并且结合计算机领域的新的算法和新的科学（Machine leaning 机器学习）进行研究，并且会持续在该领域进行技术更新，为国内的水果无损检测研究提供了新的方向。突现时间最长的是“Vis/nir spectroscopy (VIS/NIR 光谱技术)”，与国内研究方法一致，说明光谱技术分析在该研究领域应用时间最长^[33]。

3 结论

本研究通过 CiteSpace 文献计量分析软件对水果无损检测研究领域的近十年中外文献进行可视化研究，较为直观科学的呈现了该领域的研究热点及趋势。水果无损检测领域在 2012~2022 年间发文总量总体呈上升趋势，特别在 2016 年以后，发文总量有明显的大幅提升，结果表明，越来越多的国内外学者开始关注水果无损检测研究领域。发文国家中，中国及美国发文总量占到的全球的 46.64%，是水果无损检测研究领域具有较大影响力的国家。通过绘制和分析关键词共现图谱和聚类图谱，发现：苹果是水果无损检测领域的重要研究对象，糖度、品质、成熟度是水果无损检测的重要目的，光谱分析是水果无损

检测的重要手段。通过对国内外发表文献的聚类图谱及高突现值图谱进行分析，可以得出，国内外相关研究在热点领域基本一致，但在侧重点和研究进展略有不同，国内更专注于该领域的研究对象和检测指标，而国外则在果实品质监测的指标更为细致和充分，并且在技术更新领域研究较为活跃。

未来应加强各国研究团体之间的科研协作，关注该领域的研究热点及发展趋势，扩宽对水果无损检测研究的深度和广度，从而全面推进水果无损检测向国际化发展。

参考文献

- [1] 马本学, 应义斌, 饶秀勤, 等. 高光谱成像在水果内部品质无损检测中的研究进展 [J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29 (6): 1611-1615. [MA Benxue, YING Yibin, RAO Xiuqin, et al. Progress in hyperspectral imaging in nondestructive detection of fruit internal quality[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2009, 29 (6): 1611-1615.]
- [2] 李晋毅, 张蕾华. 基于 CiteSpace 水库水源地重金属污染可视化研究 [J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2022, 45 (3): 88-97. [LI Jinyi, ZHANG Leihua. Based on the visualization study of heavy metal pollution in the water source area of CiteSpace Reservoir[J]. Journal of Natural Science, Hunan Normal University, 2022, 45 (3): 88-97.]
- [3] 胡玉霞, 陈杰, 邵慧, 等. 水源性病原菌光谱检测技术研究进展 [J]. 光谱学与光谱分析, 2022, 42 (9): 2672-2678. [HU Yuxia, CHEN Jie, SHAO Hui, et al. Progress in the spectral detection technology of waterborne pathogens[J]. Spectroscopy and Spectroscopic Analysis, 2022, 42 (9): 2672-2678.]
- [4] 彭晓伟, 张爱军, 杨晓楠. 基于 WOS 的高光谱技术在农业方面应用的计量分析 [J]. 江苏农业学报, 2022, 38 (1): 239-249. [PENG Xiaowei, ZHANG Aijun, YANG Xiaonan. Measurement analysis of WOS-based hyperspectral technology applied in agriculture[J]. Jiangsu Agricultural Journal, 2022, 38 (1): 239-249.]
- [5] SONG Luxia, ZHANG Jie, MA Dan, et al. A bibliometric and knowledge-map analysis of macrophage polarization in atherosclerosis from 2001 to 2021 [J]. Frontiers in Immunology, 2022, 13: 910444.
- [6] 张保华, 李江波, 樊书祥, 等. 高光谱成像技术在果蔬品质与安全无损检测中的原理及应用 [J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34 (10): 2743-2751. [ZHANG Baohua, LI Jiangbo, FAN Shuxiang, et al. The Principle and application of hyperspectral imaging technology in nondestructive testing of fruit and vegetable quality and safety[J]. Spectroscopy and Spectroscopic Analysis, 2014, 34 (10): 2743-2751.]
- [7] 贾文坤, 李孟楠, 王亚雷, 等. 电子鼻技术在果蔬检测中的应用 [J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7 (02): 410-418. [JIA Wenshen, LI Mengnan, WANG Yalei, et al. Application of electronic nose technology in fruit and vegetable detection[J]. Journal of Food Safety and Quality Testing, 2016, 7 (02): 410-418.]
- [8] 蔡骋, 李永超, 马惠玲, 等. 基于介电特征选择的苹果内部品质无损分级 [J]. 农业工程学报, 2013, 29 (21): 279-287. [CAI Cheng, LI Yongchao, MA Huiling, et al. Lsless classification of apple internal quality based on dielectric feature selection[J]. Journal of Agricultural Engineering, 2013, 29 (21): 279-287.]
- [9] 傅霞萍, 应义斌. 基于 NIR 和 Raman 光谱的果蔬质量检测研究进展与展望 [J]. 农业机械学报, 2013, 44 (8): 148-164. [FU Xiaping, YING Yibin. Progress and prospect of fruit and vegetable quality detection based on NIR and Raman spectra[J]. Journal of

- Agricultural Machinery, 2013, 44 (8): 148-164.]
- [10] 介邓飞, 谢丽娟, 饶秀勤, 等. 近红外光谱变量筛选提高西瓜糖度预测模型精度[J]. 农业工程学报, 2013, 29 (12): 264-270.
- [JIE Dengfei, XIE Lijuan, RAO Xiuqin, et al. To improve the accuracy of watermelon sugar degree prediction model[J]. Journal of Agricultural Engineering, 2013, 29 (12): 264-270.]
- [11] LORENTE D, ALEIXOS N, GOMEZ-SANCHIS J, et al. Recent advances and applications of hyperspectral imaging for fruit and vegetable quality assessment [J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5 (4): 1121-1142.
- [12] WU D, SUN DW. Advanced applications of hyperspectral imaging technology for food quality and safety analysis and assessment [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 19: 1-14.
- [13] MAGWAZA L S, OPARA U L, NIEUWOUDT H, et al. NIR spectroscopy applications for internal and external quality analysis of citrus fruit—a review[J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5 (2): 425-444.
- [14] ELMASRY G, KAMRUZZAMAN M, SUN D W, et al. Principles and applications of hyperspectral imaging in quality evaluation of agro-food products: A review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2012, 52 (11): 999-1023.
- [15] FENG Y Z, SUN D W. Application of hyperspectral imaging in food safety inspection and control: A review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2012, 52 (11): 1039-1058.
- [16] 张增可, 王齐, 吴雅华, 等. 基于 CiteSpace 植物功能性状的研究进展 [J]. 生态学报, 2020, 40 (3): 1101-1112. [ZHANG Zengke, WANG Qi, WU Yahua, et al. Based on functional traits in CiteSpace plants[J]. The Journal of Ecology, 2020, 40 (3): 1101-1112.]
- [17] RAJU Ahmed Mohammed, YASMIN Jannat, WAKHOLLI Collins, et al. Classification of pepper seed quality based on internal structure using X-ray CT imaging[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2020, 179: 105839.
- [18] 李继宇, 胡潇丹, 兰玉彬, 等. 基于文献计量学的 2001-2020 全球农用无人机研究进展[J]. 农业工程学报, 2021, 37 (9): 328-339. [LI Jiyu, HU Xiaodan, LAN Yubin, et al. Research advance on worldwide agricultural UAVs in 2001-2020 based on bibliometrics[J]. Journal of Agricultural Engineering, 2021, 37 (9): 328-339.]
- [19] ZHANG Hanming, XU Chunguang, XIAO Dingguo. Offline correction of tool path deviations for robot-assisted ultrasonic non-destructive testing[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2019, 233 (8): 2879-2893.
- [20] 石小岑, 李曼丽. 国际 MOOC 研究热点与趋势——基于 2013-2015 年文献的 Citespace 可视化分析[J]. 开放教育研究, 2016, 22 (1): 90-99. [SHI Xiaocen, LI Manli. The hotspots and trends of international literature research on MOOC from 2013-2015: A visualized analysis based on citespace[J]. Open Education Research, 2016, 22 (1): 90-99.]
- [21] 杨睿, 王应宽, 王宝济. 基于 WoS 文献计量学和知识图谱的农业机器人进展与趋势[J]. 农业工程学报, 2022, 38 (1): 53-62. [YANG Rui, WANG Yingkuan, WANG Baoji. Progress and trend in agricultural robotics based on WoS biometrics and knowledge atlas[J]. Journal of Agricultural Engineering, 2022, 38 (1): 53-62.]
- [22] 马龙龙, 杜灵通, 丹杨, 等. 基于 CiteSpace 的陆地生态系统碳水耦合研究现状及趋势[J]. 生态学报, 2020, 40 (15): 5441-5449. [MA Longlong, DU Lingtong, DAN Yang, et al. Current status and trend of carbon water coupling based on CiteSpace[J]. Journal of Ecology, 2020, 40 (15): 5441-5449.]
- [23] LI Ming, WANG Yang, XUE Honghai, et al. Scientometric analysis and scientific trends on microplastics research[J]. Chemosphere, 2022, 304: 135337.
- [24] ZHANG Shuo, ZOU Hua, SUN Jian. Knowledge mapping analysis of manufacturing product innovation based on CiteSpace [J]. Journal of Circuits, Systems and Computers, 2022, 31 (7): 1-26.
- [25] 陈秋霞. 基于 CiteSpace 的近 30 年国内劳动观研究热点、演进与趋势分析 [J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2021, 34 (2): 47-51, 138. [CHEN Qiuxia. Research hotspot, evolution and trend analysis of domestic labor view based on CiteSpace in the past 30 years[J]. Journal of Heilongjiang Ecological Engineering Vocational College, 2021, 34 (2): 47-51, 138.]
- [26] 马聪玲, 张相宜. 国家公园旅游利用国内外研究热点对比研究——基于 2012-2021 年国内外文献的 CiteSpace 可视化分析 [J]. 价格理论与实践, 2022 (2): 120-124, 202. [MA Congling, ZHANG Xiangyi. A comparative study of domestic and foreign research hotspots on tourism utilization of national parks——based on visualization analysis of CiteSpace using domestic and foreign literatures from 2012 to 2021[J]. Price Theory and Practice, 2022 (2): 120-124, 202.]
- [27] HUANG Li, ZHOU Mi, LÜ Jie, et al. Trends in global research in forest carbon sequestration: A bibliometric analysis[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 252: 119908.
- [28] ZHANG Xianglong, ZHENG Yu, XIA Menglei, et al. Knowledge domain and emerging trends in vinegar research: A bibliometric review of the literature from WoSCC[J]. Foods, 2020, 9 (2): 166.
- [29] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33 (2): 242-253. [CHEN Yue, CHEN Chaomei, LIU Zeyuan, et al. Methodological function of the CiteSpace knowledge atlas[J]. Scientific Research, 2015, 33 (2): 242-253.]
- [30] 饶雷振, 吴宇澄, 曾军, 等. 基于文献计量分析的污染物共代谢研究态势及发展趋势[J/OL]. 应用与环境生物学报: 1-12 [2023-05-31]. <https://doi.org/10.19675/j.cnki.1006-687x.2022.04048>. [RAO Leizhen, WU Yucheng, ZENG Jun, et al. Trend and trend of pollutometabolism based on bibliometric analysis [J/OL]. Journal of Applied and Environmental Biology: 1-12 [2023-05-31]. <https://doi.org/10.19675/j.cnki.1006-687x.2022.04048>.]
- [31] 张显扬, 胡少明. 近十年国外 STEM 教育现状及热点探析——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 教师教育论坛, 2021, 34 (11): 63-69, 97. [ZHANG Xianyang, HU Shaoming. The analysis of current situation and hotspots of STEM education research in the last decade——visual analysis based on CiteSpace[J]. Teacher Education Forum, 2021, 34 (11): 63-69, 97.]
- [32] 李鑫星, 马殿坤, 谢天铨, 等. 光谱技术在水产品异物残留检测中的研究进展[J]. 光谱学与光谱分析, 2022, 42 (6): 1661-1665. [LI Xinxing, MA Diankun, XIE Tianhua, et al. Progress of spectroscopy in the detection of foreign body residues in aquatic products [J]. Spectroscopy and Spectroscopic Analysis, 2022, 42 (6): 1661-1665.]
- [33] 彭晓伟, 张爱军, 王楠, 等. 高光谱技术在土壤及适种作物的研究进展[J]. 遥感信息, 2022, 37 (1): 32-39. [PENG Xiaowei, ZHANG Aijun, WANG Nan, et al. Progress of hyperspectral technology in soil and suitable crops[J]. Remote Sensing Information, 2022, 37 (1): 32-39.]