

第1章 科技论文基础知识

科学技术是第一生产力。科学技术依靠知识的继承、交流和传播而发展，科技工作者发表论文是实现这种继承、交流和传播的主要方式。科研成果要用科技论文来表述与传播，科技论文是科研成果的标志，是科技信息传递、存储的重要载体。

科技论文的发表对于提高研究水平、减少重复劳动和推动科学技术进步起着重要的作用，特别是有科学分析论证和独到学术见解，表达严谨、层次清楚、用词准确、语句通顺、逻辑正确、修辞合适的高质量论文，对指导科研和写作有十分重要的参考价值。然而，实际中往往存在高学术水平的论文因写作质量差而未被出版部门录用，因不注重编辑质量而未被重要检索系统收录，因编排格式不规范且与网络系统不兼容而未能在网络上有效传输等现象。不少作者在写作中往往忽略了表达的规范性问题，影响了论文的质量、可读性及录用率，同时也增加了编辑工作的难度和工作量。科技论文的写作和编辑质量既影响刊登它的出版物（如期刊、专著等）的水平，又影响论文及出版物在读者心目中的形象。因此，科技论文在有发表价值的前提下，其写作是否规范成为能否发表的重要因素，编辑质量、编排格式是否规范成为评价出版物质量的重要因素。

作者和编辑必须重视科技论文的规范发表问题，不仅要具备一定的专业知识和科学研究能力，还要具备立意、谋篇、遣词、造句、表达、逻辑、语法、修辞等各种基础写作修养和技能，更要具备科技论文的基础知识，掌握科技论文写作的基本方法，了解出版部门对论文规格的要求，熟悉有关国家标准和出版规范；编辑还要指导作者，把好论文写作的质量关。

1.1 科学研究与科技论文的概念

1.1.1 科学研究的概念

美国资源委员会对科学研究的定义是：“科学研究是在科学领域中的探索和应用，包括对已产生知识的整理、统计，图表及其数据的收集、编辑和分析研究工作。”科学研究包括对科学和技术的研究，是运用观察、实验（试验）、比较、分析、归纳的方法，把感性材料加以研究，提高到理论水平的工作。科学研究是继承与创新的过程，是从自然现象的发现到技术发明的过程，是从原理到产品的过程，是从基础理论研究到应用研究、开发研究的过程。从本质上讲，科学研究应包括以下两部分内容：①整理知识使知识系统化，对已产生的知识进行分析、鉴别和整理，是一种继承、借鉴，是一种扬弃；②创造知识来解决未知问题，是一种发展、创新和发明。因此，可以将科学研究定义为：科学研究是一种创造、修改、综合知识的探索行为。

1.1.2 科技论文的概念

目前对科技论文有多种不同的定义。较为简单的定义是：科技论文是对创造性的科研成果进行理论分析和总结的科技写作文体；较为详实的定义是：科技论文是报道自然科学研究和技术开发创新工作成果的论说文，通过运用概念、判断、推理、证明或反驳等逻辑思维手段来分析表达自然科学理论和技术开发研究成果；从论文内容角度的定义是：科技论文是创新性科学技术研究工作成果的科学论述，是某些理论性、实验性或观测性新知识的科学记录，是某些已知原理应用于实际中取得新进展、新成果的科学总结。

本书中将科技论文定义为：科技论文是科技工作者在科学研究、科学实验的基础上，对自然科学、专业技术领域里的某些现象或问题进行专题研究、分析和阐述，揭示这些现象的本质及其规律而进行发表或答辩的文字表达形式，是记录人类科技进步的历史性文件和研究成果的具体体现形式，是科技发展的重要信息源。科技论文的作用主要包括：描述科学技术研究及成果，进行成果推广、信息交流，促进科学技术发展；论述科技领域中具有创新意义的理论性、实验性、观测性的新成果、新见解和新知识；理论分析和科学总结创造性成果，总结某种已知原理应用于实践所取得的新方法、新技术和新产品。（本书主要是以自然科学为背景来写的，所说科学一般不包括社会科学和思维科学。）

1.2 科技论文的特点

科技论文与一般论文有共同之处，但又有其自身特殊属性，至少具有以下特点。

1) 创新性

创新性是科技论文灵魂和价值的根本所在，是衡量论文学术水平的重要标志。科技论文在其研究领域内，理论上要有所发展，方法上要有所突破，作者要有自己独到的见解，能提出新的观点、理论和方法。科技论文的价值主要取决于它是否引用了最新实验数据，或是否对原有材料进行了最新整理，或是否提出、解决或创造了前人所没有的具有普遍性的新理论、新技术和新工艺，而不是取决于研究进展速度或资料收集是否全面。一篇论文如果能发前人所未发，在科学理论、方法或实践上获得新的进展或突破，富有创造性及科学性，就有很大的价值；如果能在前人基础上有所发现、发明，富有一定创造性，就有较大的价值；无论创新程度大小，只要有所创新，能为人类知识和技术的宝库增加新的库藏，其科学研究就是有价值的。

科技论文的创新程度是相对于人类已有知识而言的。首创性（原创性）是创新性的一种特殊形态，要求论文所揭示的事物现象、属性、特点及事物运动所遵循的规律或规律的运用是前所未有、首创或部分首创的，是有所发现、发明、创造和前进的，而不是对前人工作的复述、模仿或解释。“首次提出”“首次发现”是属于创新程度最高的，对某一点有发展属于一定程度的创新，而基本上重复他人工作就不属于创新。在实际科学研究中，有很多课题是通过引进、消化、移植国内外已有先进科学技术、理论来解决本地区、行业、系统的实际问题的，只要对丰富理论、促进生产发展、推动科技进步有积

极效果，报道这类成果的论文也应视为有一定程度的创新。

创新性这一特点使科技论文的写作与教科书（讲义）、实验报告、工作总结等有很大不同。教科书的主要任务是介绍和传授已有知识，能否提出新的内容并不起决定作用，主要读者是外行人、初学者，强调系统性、完整性和连续性，常采用深入浅出、由浅入深和循序渐进的写法。实验报告、工作总结等则要求把实验过程、操作内容和数据，所做工作、采用方法，所得成绩、存在缺点，工作经验、体会等比较详细地写出来，也可将与别人重复的工作写进去（这里并不否认某些实验报告或工作总结等也有新意）。科技论文在这一点上非常不同，要求报道的内容必须是作者自己的最新研究成果，基础性知识、与他人重复性研究内容、一般性具体实验过程和操作、数学推导、比较浅显的分析等都不应写进来。

2) 理论性

理论性（也称学术性）指一篇科技论文应具有一定的学术价值。学术不是一般的认识和议论，而是思维反复活动和深化的结果，是系统化、专门化的学问，是具有较为深厚实践基础和一定理论体系的知识。学术性包括以下两方面含义：①要从一定理论高度分析和总结由实验、观测或其他方式所得到的结果，形成一定的科学见解，提出并解决一些具有科学价值的问题；②要用事实和理论对自己所提出的科学见解或问题进行符合逻辑的论证、分析或说明，将实践上升为理论。科技论文侧重于对事物进行抽象的概括或论证，描述事物发展的本质和内在规律，表现为知识的专业性、内容的系统性，读者对象一般是从事某一方面工作的专家或学者，专业性很强。

科技论文与一般论文有很大不同，它必须有自己的理论系统，应对大量事实、材料进行分析、研究，由感性认识上升到理性认识。科技论文通常具有论证或论辩色彩，其内容要符合历史唯物主义和唯物辩证法，符合“实事求是”“有的放矢”“既分析又综合”的科学研究方法。其写作过程就是作者在认识上的深化和在实践基础上进行科学抽象的过程，所报道的发现或发明不仅具有实用价值，而且具有理论价值。一篇论文如果只是说明解决了某一实际问题，讲述了某一技术和方法，从“学术”的角度看则是不够的。从事科学研究特别是工程技术研发的科技人员，应注意并学会善于从理论上进行总结与提高，写出高学术水平的论文。

3) 科学性

作为科学技术重要属性的科学性是科技论文写作的最基本的要求。科技论文撰写必须论点鲜明、论据充分、论证严谨，能反映出作者的科学思维过程和所取得的科研成果；要以精确可靠的数据资料为论据，经过严密的逻辑推理进行论证，理论、观点要清楚明白，有说服力，经得起推敲和验证。作者应尽可能多地基于相关文献，以最充分、确凿有力的论据作为立论依据，立论上不得带有个人偏见，不得主观臆造，必须切实从客观实际出发，得出符合实际的结论。

科技论文的科学性主要表现在以下三个方面。

(1) 内容的科学性。论文的内容是科学研究的成果，是客观存在的自然现象及其规律的反映，是人们进行生产劳动、科学实验的依据，其观点、论据和方法均能受到社会

实践的检验，不能凭主观臆断或个人好恶随意地取舍素材或得出结论，必须将足够、可靠的实验数据或现象观察作为立论基础，论据要真实充分，方法要准确可靠（可靠指整个实验过程是能够经得起复检验证的），观点要正确无误。

（2）形式的科学性。论文的结构清晰而严谨，符合思维的一般规律，逻辑思维周密，语言简洁明确，格式较为固定。表达时要注意以下几点：①表达概念、判断一定要清楚明白，准确恰当，不含糊其辞和模棱两可，通常不能像文学创作那样用含蓄或夸张等手法来增强论文的可读性；②为避免读者误会和影响对论文的理解，应尽量不用容易产生歧义的词语，要用明确的定语加以限制；③尽量不用华丽的词藻修饰，尽量不用带感情色彩的句子，通常不用比拟、双关、借代等修辞手法；④语言表达应规范准确，要使用准确的术语、标准的量名称及法定计量单位，数据、文字、符号以及插图、表格等的表达都应力求准确、规范。

（3）过程的科学性。作者在研究和写作中要注重科学态度和科学精神，在从选题、收集材料、论证问题，到研究结束、形成正式论文的一系列过程中，都要用实事求是的态度对待一切问题，踏踏实实，精益求精，不可草率马虎、武断轻言，更不可伪造数据、谎报成果甚至抄袭剽窃。

4) 规范性

规范性是科技写作不同于文学创作或人文写作的一个重要特点，它是科技论文的标准化和结构特点。科技论文要求脉络清晰、结构严谨、前提完备、演算正确、符号规范、文字通顺、图表精致、推断合理、前呼后应、自成系统。科技论文不论所涉及的专题大小如何，都应该有自己的前提或假说、论证素材和推断结论；通过推理、分析提高到学术理论的高度，不要出现无中生有的结论和无序的数据，而要巧妙、科学地揭示论点和论据间的内在逻辑关系，达到论据充分，论证有力。规范性这一特点决定了科技论文的行文具有简洁平易性，即要用通俗易懂的语言表述科学道理，做到语句通顺，表达准确、鲜明、和谐，力求语言生动而自然，内容深刻而完备。

撰写科技论文是为了交流、传播和储存新的科技信息，最终让他人方便地使用科技信息。因此科技论文必须按一定格式规范地写作，使得写出的论文具有很好的可读性，在文字表达上，要做到语言准确、简明、通顺，层次分明、条理清楚，论述严谨、推理恰当；在技术表达上，要正确使用名词（术语）、量和单位，正确表达数字、符号和数学式、化学式，正确设计插图、表格，规范著录参考文献。论文若写得不规范，则肯定会影响其可读性，最终还将严重降低它的发表价值，甚至还会使读者对其真实性、可靠性产生怀疑。

1.3 科技论文的分类

科技论文可以从多个不同的角度进行分类，以下给出它的一种简单分类，如图 1-1 所示。

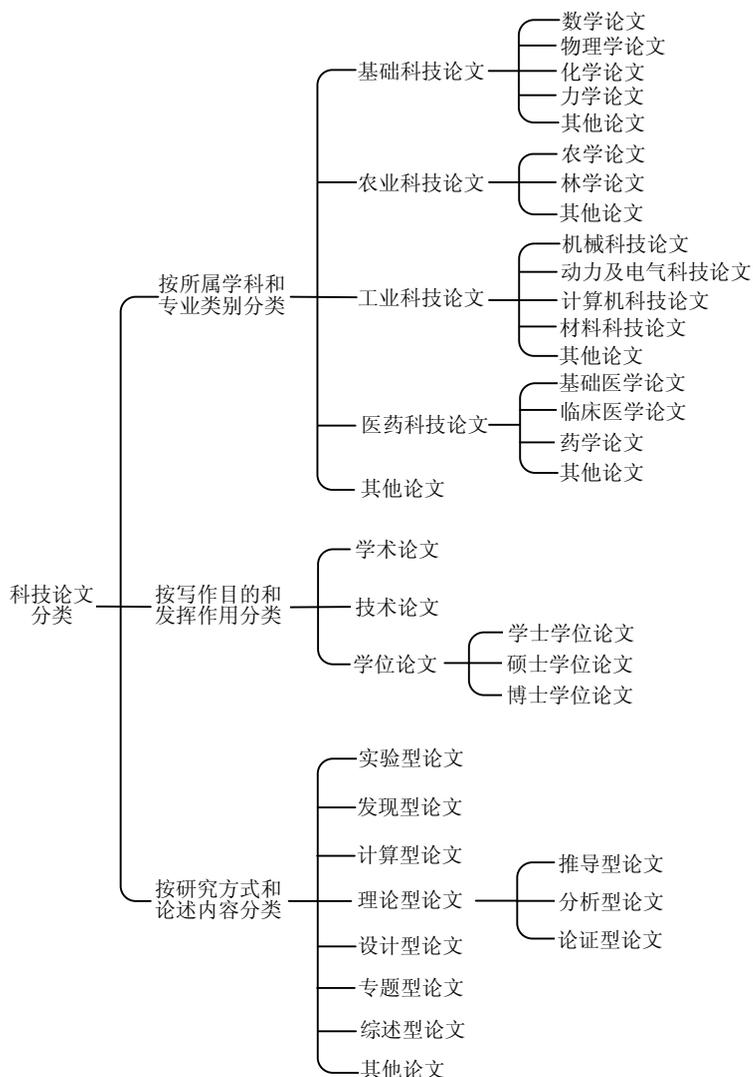


图 1-1 科技论文的简单分类

1.3.1 按所属学科和专业类别分类

按所属学科和专业类别，科技论文可分为基础科技论文、农业科技论文、工业科技论文、医药科技论文等。其中每类论文还可以再细分，如基础科技论文可分为数学论文、物理学论文、化学论文、力学论文等；农业科技论文可分为农学论文、林学论文等；工业科技论文可分为机械科技论文、动力及电气科技论文、计算机科技论文、材料科技论文等；医药科技论文可分为基础医学论文、临床医学论文、药学论文等。当然还可以继续往下细分，这里不再列举。

1.3.2 按写作目的和发挥作用分类

按写作目的和发挥作用，可将科技论文分为学术论文、技术论文和学位论文。

1) 学术论文

学术论文是科技工作者在学术刊物、会议文集上发表或向科技部门提交的学术性论文。它通常是某一学术课题在理论性、实验性或观测性上具有新的科学研究成果或创新见解的科学记录，或是某种原理应用于实际中取得新进展的科学总结，能起到公布成果、交流信息的作用。这类论文是用来发表的，故篇幅受到限制，比学位论文更为精练。

2) 技术论文

技术论文是工程技术人员为报道工程技术研究成果而提交或发表的科技论文。这种研究成果主要是应用已有的理论来解决设计、技术、工艺、设备、材料等具体技术问题而取得的。这类论文所报道的工程技术应具有先进性、实用性和科学性的特点，对技术进步和生产力提高起着直接的推动作用。

3) 学位论文

学位论文是学位申请者为申请学位而提交的具有一定学术价值的论文。这类论文主要起着为授予学位提供依据的作用，要经过考核和答辩，要求作者详细地论述或介绍，充分表达其研究成果并反映其知识获取以及科学研究的能力。与学术论文相比，学位论文篇幅要长得多，但就学术性而言，这两类论文并无本质区别。依学位级别又可分为：

(1) 学士学位论文。指本科学士生申请学士学位要提交的论文。这类论文应能表明作者确已较好地掌握了本门学科的基础理论、专门知识和基本技能，并具有从事科学研究工作或担负专门技术工作的初步能力，但一般只涉及不太复杂的课题，论述的范围较窄，深度也较浅。严格地说，学士学位论文一般还不能作为科技论文发表。

(2) 硕士学位论文。指硕士研究生申请硕士学位要提交的论文。这类论文应能表明作者确已在本门学科上掌握了坚实的基础理论和系统的专门知识，并对所研究课题有新的见解，有从事科学研究工作和独立担负专门技术工作的能力。通过答辩的硕士论文基本上达到作为科技论文发表的水平。

(3) 博士学位论文。指博士研究生申请博士学位要提交的论文。这类论文应能表明作者确已在本门学科上掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，并具有独立从事科学研究工作的能力，在科学或专门技术上取得了创造性的成果。博士论文通常被视为十分重要的科技文献。

1.3.3 按研究方式和论述内容分类

科学研究中的研究内容和方式是不尽相同的，有的是通过实验来发现新现象、寻找科学规律或验证某种理论和假说，实验结果的科学记录和总结可作为研究成果；有的是先提出某种假说，然后进行数学推导、逻辑推理或用实验结果进行检验，往往以论述或论证为中心，提出新理论，或补充和发展原理论，或否定原理论；有的研究对象属于自

然科学或工程技术范畴,采用的论述方式却类似于社会科学的表述方式,即用调查研究所得的可信事实或数据来论证新的观点。科技论文按研究方式和论述内容可分为:

1) 实验型论文

这类论文主要针对科技领域的一个学科或专题,有目的地进行调查与考察,实验与分析,或进行相应的模拟研究,得到系统的观测现象、实验数据或效果等较为重要的原始资料和分析结论,准确与齐备的原始资料往往使其成为进一步深入研究的依据与基础。它不同于一般的实验报告,其写作重点应放在研究上,追求的是可靠的理论依据、先进的实验方案、适用的测试手段、准确的数据处理及严密的分析论证。

2) 发现型论文

这类论文主要用来记述被发现事物的背景、现象、本质、特性、运动变化规律以及人类使用这种发现的前景。发明型论文是发现型论文的特殊形态,主要用来阐述所发明的装备、系统、工具、材料、工艺、配方等的功效、性能、特点、原理及使用条件等。

3) 计算型论文

这类论文主要用来提出和讨论不同类型(包括不同边界和初始条件)数学物理方程的数值计算方法,数列或数字运算方法,计算机辅助设计方法,计算机在不同领域的应用原理、数据结构、操作方法,或进行收敛性、稳定性、精度分析等。这种论文往往是计算机软件进一步开发的基础。

4) 理论型论文

这类论文可分为推导型论文、分析型论文和论证型论文等。

(1) 推导型论文。这类论文主要是对所提出的新假说由数学推导和逻辑推理来得到新理论(包括定理、定律和法则)。写作要求是:数学推导要科学准确,逻辑推理要严谨严密,定义和概念的使用要准确可靠,力求得到无懈可击的结论。

(2) 分析型论文。这类论文主要是对新的设想、原理、模型、机构、材料、工艺、样品等进行理论分析,对过去的理论分析加以完善、补充或修正。写作要求是:论证分析要严谨,数学运算要正确,资料数据要可靠,结果、结论要准确并经过实验验证。

(3) 论证型论文。这类论文主要是对基础科学命题进行论述与证明,如对数学、物理、化学、天文、地理、生物等基础学科及其他众多应用性学科的公理、定理、原理、原则或假设的建立、论证及其适用范围、使用条件进行讨论。

5) 设计型论文

这类论文一般用来对某些工程、技术和管理问题进行计算机程序设计,对某些系统、工程方案、机构、产品等进行计算机辅助和优化设计,对某些过程进行计算机模拟和仿真,对某些原材料等进行调制、配制。写作要求是:内容要“新”,模型的建立和参数的选择要合理,编制的程序能正常运行,计算结果要准确合理,设计的产品要经过实验和生产证实,调制、配制的物质要经过使用考核。

6) 专题型论文

这类论文用来对某一领域、学科或某项工作等发表议论(包括立论和驳论),通过分析论证,对其发展的战略决策、方向道路、方针政策等提出新的独到的见解。

7) 综述型论文

这类论文比较特殊，它是在综合分析和评价已有相关文献的基础上，提出在特定时期内有关专业课题的演变规律和发展趋势。它要求作者在博览群书的基础上，综合介绍、分析、评述特定学科和专业领域内国内外的最新研究成果和发展趋势，表明作者自己的观点，对发展作出科学预测，并提出比较中肯的建设性意见和建议，但并不要求在研究内容上具有首创性（这是与其他科技论文的主要区别）。一篇好的此类论文通常包括某些未曾发表过的新资料和新思想，具有权威性和指导性，对所讨论学科的进一步发展能够起到引领、指导的作用。

此类论文的写作要求较高。其基本写作要求是：资料新而全，作者立足点高、眼光远，问题综合恰当、分析在理，意见、建议较为中肯；题目一般较为笼统，篇幅允许稍长。通常有两种写法：一种以汇集文献资料为主，辅以注释，客观而少评述（某些发展较活跃的学科的年度综述就属于此类）；另一种则着重评述，通过回顾、观察和展望提出合乎逻辑、具有启迪性的看法和建议。

8) 其他论文

按研究方式和论述内容，科技论文还应有其他类型，这里不再列举。需要指出的是，有人将科学技术报告（简称科技报告）列入科技论文的类别，笔者认为不妥。这是因为，科技报告主要用来描述一项科学技术研究的结果、进展或一项技术研制、实验、评价的结果，或者用来论述某项科学技术问题的现状和发展，一般不用来发表，通常不具有科技论文的几大特点。

1.4 科技论文的结构

1.4.1 科技论文结构的概念

科技论文的结构是指其整体的各个组成部分以及各个组成部分间的结合方式。结构是科技论文的骨架，不好的结构会使材料和语句散乱无序，论文内容难以得到充分有力的表现，有人将此比喻为园林布局，用同样的花木山石，布局安排散乱粗俗会使人看了索然无味，安排精巧细致就会给人以山回路转、曲径通幽的美感。科技论文有了好的主题和材料，才能做到“言之有物”；有了好的表达方式，才能做到“言之有理”；有了好的结构，才能做到“言之有序”，言之有物、有理、有序的论文才容易受到读者的欢迎和青睐。任何事物的发展都有规律性，论文的结构也有规律性，这就是论文所遵循的“序”，论文遵循了序就会在布局谋篇上更完整，结构上更严谨。论文的结构安排，要在中心论点的统率和支配下，把各个论证部分严谨周密地组织起来，分清主次轻重，做到层次分明、详略疏密有致。

1.4.2 科技论文结构的要求

科技论文结构的设计和安排应该满足以下要求。

(1) 紧扣主题。结构的设计和安排应该首先有利于论文紧扣主题。主题是科技论文的灵魂与统帅,结构是主题的表现形式与手段,全篇论文要集中围绕主题展开阐述与论证,结构的安排要为突出主题服务,内容次序的安排、详略主次的配合、层次段落的确定以及叙述议论的结合等均要服从并服务于主题的需要,做到“文必扣题”。

(2) 完整统一。主题用来表达一个完整的思想,论文只有具有完整的结构才能表达这个完整的思想。完整统一就是要将组成论文的各个部分有机和谐地组织在一起,达到论文组织协调,格调一致,层次清楚,前后呼应,详略得当,章节间环环相扣,成为一个有机的统一体。

(3) 合乎逻辑。科技论文主要通过提出观点、说明道理和给出方法来揭示真理,要求其结构必须符合人类认识事物的客观规律,提出、分析和解决问题的过程要符合人们认识问题的思维规律。根据事物的逻辑关系安排结构时,有时为了更好地表现主题,允许在层次上稍做变动,但变动后的结构仍然应是结构严密、合理和合乎逻辑的。

1.4.3 科技论文的结构及组成

科技论文的结构是由各个组成部分紧密关联而形成的统一整体,从开头、中间到结尾均要达到首尾连贯、层次分明、逻辑严密和条理清楚。科技论文一般具有相同或相近的结构,但由于研究内容、研究方法、研究过程以及研究成果等的不同,其结构不可能完全相同,有时会有一些差别。根据我国学术期刊的常规要求、有关国家标准的规定,以及国际学术期刊的常规要求,一般可以将科技论文的结构概括为由前置部分、主体部分、附录部分(可选)组成,如图 1-2 所示。

具体来说,科技论文的组成部分主要有题名、署名、摘要、关键词、引言、材料与方法、结果、结论、致谢、参考文献等以及内含的层次标题、物理量、计量单位、插图、表格、数学式、化学式、数字、字母、名词(术语)、语言文字和标点符号等,其中题名、署名、摘要和关键词等一般还有英文形式。根据科技期刊对论文的格式要求,科技论文的组成部分还应包括论文编号、日期信息、文献标识码、资助项目(有的还有英文形式)、作者简介和注释表等,注释表包括符号、标志、缩略词、首字母缩写、单位、术语和名词等。学位论文大多采用单行本格式,其结构稍复杂一些。

通常所说的正文主要包括引言(Introduction)、材料与方法(Materials and Methods)、结果(Results)、讨论(Discussion)、结论(Conclusions)等部分。因此,科技论文的基本结构可以形象地表示为如图 1-3 所示的 IMRAD 结构。

正文的结构是论文内容展开的具体体现,蕴涵层次(指论文内容的编排次序)、段落、开头与结尾、过渡与照应等方面,还涉及详写还是略写等,其中层次是内容的框架。按内容的组织方式可将正文的结构分为串式、并式、递进式、伞式(树枝式)和复式(综合式)等多种类型。

(1) 串式结构。这是一种将所选材料依次排列且各材料单元之间有逻辑制约关系的结构,不可随意调换排列次序,其模式如图 1-4 所示,即无 A_1 便无 A_2 , 余类推。

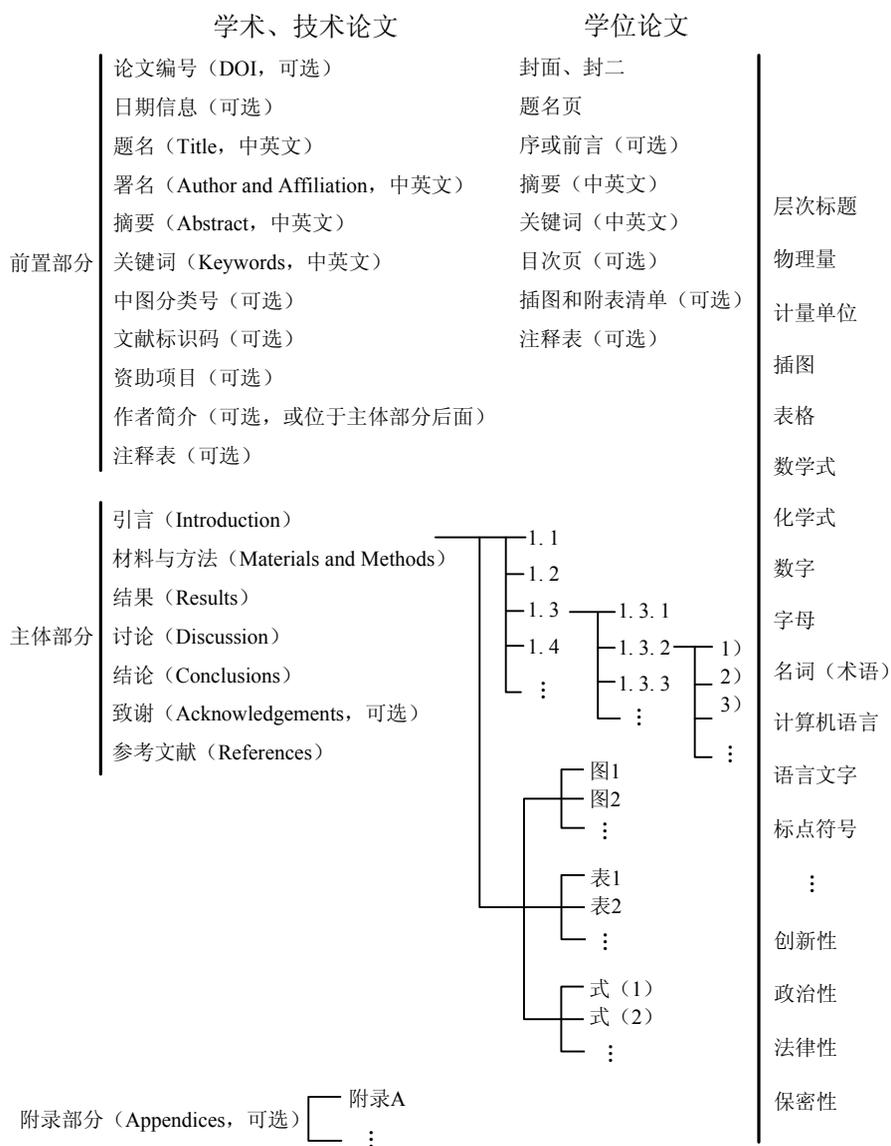


图 1-2 科技论文结构及组成

(2) 并式结构。这是一种将所选材料随意排列且各材料单元之间并无逻辑制约关系的结构, 调换材料排列次序也不致影响表达效果, 其模式如图 1-5 所示。此结构中, 先提出总论点, 再分别从各个方面或不同角度进行说明、论证, 最后再加以总结。

(3) 递进式结构。这是一种根据事物的发展, 由浅入深、由表及里、由此及彼、由现象到本质、由因及果或由果及因地逐层阐述、深化, 把主题阐述清楚、事理说透的结构, 通常有按时间顺序递进、按空间顺序递进和按推理顺序递进等方式。