开本3+185+14+185+3mm*266mm　书脊14mm　正文70g　19.5印张　覆亮膜　C M Y K

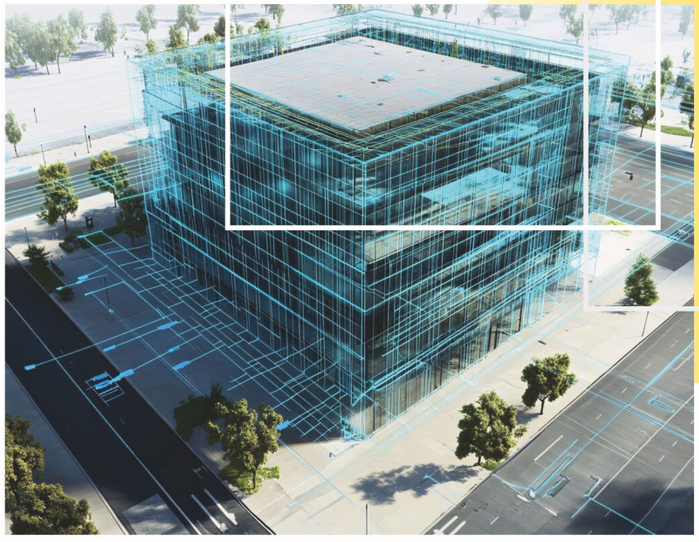
土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程

主编　朱方之　李　敏　史明霞

南京大学出版社

土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程

主编　朱方之　李　敏　史明霞



南京大学出版社

ISBN 978-7-305-29577-5
9 787305 295775 >
定价:58.00元

责任编辑　朱彦霖
装帧设计　朱　兰

图书在版编目(CIP)数据

土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程 / 朱方之，李敏，史明霞主编. -- 南京 ：南京大学出版社，2025. 11. -- ISBN 978-7-305-29577-5

Ⅰ. TU198；G640

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025KF5828 号

南京大学出版社

出版发行　南京大学出版社
社　　址　南京市汉口路 22 号　　邮　　编　210093

书　　名　土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程
TUMU CEHUILEI DAXUESHENG CHUANGXIN SHIJIAN YU CHUANGYE XUNLIAN JIAOCHENG
著　　者　朱方之　李　敏　史明霞
责任编辑　朱彦霖　　编辑热线　025-83597482

照　　排　南京开卷文化传媒有限公司
印　　刷　江苏凤凰数码印务有限公司
开　　本　718 mm×1000 mm　1/16　印张 19.5　字数 474 千
版　　次　2025 年 11 月第 1 版　　2025 年 11 月第 1 次印刷
ISBN　978-7-305-29577-5
定　　价　58.00 元

网　　址：http://www.njupco.com
官方微博：http://weibo.com/njupco
微信服务号：njutumu
销售咨询热线：(025)83594756

* 版权所有，侵权必究
* 凡购买南大版图书，如有印装质量问题，请与所购图书销售部门联系调换



前　言

随着智能建造与时空信息加速融合时代的到来，以技术创新为引擎的创新创业实践正深刻重塑建筑行业的未来。创新思维与创业能力已成为土木工程、智能建造、测绘工程、工程管理等专业人才的核心竞争力。本书立足专业、面向产业，致力于为大学生铺就一条从创新思维训练到创业实践的进阶之路。

全书共九章，第一章创新与创新思维；第二章创新训练项目进阶；第三章创新训练竞赛进阶；第四章创业与创业精神；第五章创业机会与创业风险；第六章创业资源与商业模式；第七章创业团队与创业计划；第八章企业注册与融资；第九章大学生创新创业大赛。

本书中不仅有深入浅出的理论阐述，更有大量真实的案例和实战经验的分享。这些案例来自不同行业、不同领域的创新实践和创业历程，旨在帮助大学生更好地将理论知识应用到实际情境中，提高实践创新能力和解决实际问题能力。在内容设计上也充分考虑大学生的兴趣和学习习惯，采用了生动的语言、清晰的结构、丰富的图表，力求让学习过程更加轻松愉快。

本书可供高等院校大学生与研究生创新创业类课程使用，也可供大学生参加创新项目竞赛、科研实训、创业实战时参考。

全书由宿迁学院朱方之、李敏，宿迁市交通产业集团史明霞主编，郭璐、孟丽媛、马静任副主编，参加编写的还有孙小荣、余腾、刘涛、孙焱焱、韩女、李琳、王可卿、高立。

本书的出版还要特别感谢江苏省测绘工程院陈成、江苏天园项目管理集团有限公司高长春，他们对本书提出了非常宝贵的意见。全书得到了南京大学出版社相关领导的大力支持和用心指导，在此深表感谢。同时还要感谢江苏省高等教育教改研究立项课题(2023JSJG742)的资助。

本书编写过程中参阅了大量的国内外文献资料，在此谨向相关文献作者表示衷心的感谢。限于作者的理论和业务水平，书中不足之处，恳请读者批评指正。

编　者

南京大学出版社

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38字×38行　文件路径:储B09



目　录

第一章　创新与创新思维 …… 1

第一节　创新概述 …… 1

第二节　创新思维训练 …… 8

第三节　创新型土建工程 …… 21

第二章　创新训练项目进阶 …… 33

第一节　大学生创新训练计划项目概述 …… 33

第二节　大学生创新训练计划项目内容 …… 34

第三节　大学生创新训练计划项目管理 …… 37

第四节　大学生创新训练计划项目申报书撰写 …… 38

第五节　创新训练项目实践 …… 48

第六节　创新训练项目成果准备 …… 59

第三章　创新训练竞赛进阶 …… 97

第一节　创新训练竞赛概述 …… 97

第二节　土木类创新竞赛进阶 …… 102

第三节　智能建造类竞赛进阶 …… 134

第四节　工程管理类创新竞赛进阶 …… 146

第五节　测绘类创新竞赛进阶 …… 160

第四章　创业与创业精神 …… 185

第一节　创业概述 …… 185

第二节　创业精神培育 …… 192

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38字×38行　文件路径:储B09

第五章　创业机会与创业风险 …… 201
第一节　创业机会 …… 201
第二节　创业风险 …… 213

第六章　创业资源与商业模式 …… 224
第一节　创业资源 …… 224
第二节　商业模式 …… 230

第七章　创业团队与创业计划 …… 243
第一节　创业团队 …… 243
第二节　创业计划书 …… 249
第三节　项目路演 …… 260

第八章　企业注册与融资 …… 266
第一节　企业创办流程 …… 266
第二节　大学生创业企业融资方法 …… 271

第九章　大学生创新创业大赛 …… 276
第一节　“三大赛” …… 276
第二节　中国国际大学生创新大赛 …… 279
第三节　“挑战杯”全国大学生系列科技学术竞赛 …… 288

附　录 …… 297
附录 1　大学生创新训练计划项目申报书 …… 297
附录 2　国家大学生创新训练计划项目中期检查报告 …… 300
附录 3　国家大学生创新训练计划项目结题验收报告 …… 302
附录 4　国家大学生创新训练计划项目变更申请书 …… 305

参考文献 …… 306

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

第一章
创新与创新思维



第一节　创新概述

习近平总书记指出，“创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力，也是中华民族最深沉的民族禀赋”。党的二十大突出创新在现代化建设全局中的核心地位，明确提出到2035年建成教育强国、科技强国、人才强国的目标。大学生作为社会的新生力量，应当以改革创新为己任，积极贯彻创新理念，发挥自己的创新精神和创造力，为社会进步作出贡献。

一、创新的概念

创新，意为创造新的事物。中文记载最早见于北齐史学家魏收所著的《魏书》卷六十二：“革弊创新者，先皇之志也。”此处的创新指制度和管理方面的变革、革新和改造，即抛开旧的、创造新的，在现有的基础上改进更新。英文中的创新(innovation)起源于拉丁语“innovare”，公元4世纪一些基督教作家和诗人通过神学论述，首次为其注入了“神圣革新”与“异端篡改”的二元对立内涵，在随后的几个世纪里，innovation被发展出来，并拥有了从低到高的三层含义：改变，改造原先存在的东西；更新，替代原先存在的东西；创造，创造出前所未有的东西。

在古代人类文明的发展进程中，创新发挥了不可磨灭的作用。然而，人们对于创新的认识仅停留于创新活动、创新结果，如具体的科学技术创新等表面层次。直至20世纪40年代，关于创新的理论思考才开始如雨后春笋般出现。

创新、创造、发明这些概念常常交织在一起，被很多人混为一谈。但是，若想真正理解创新本身，并通过创新创造价值，还需要厘清三者之间的关系。

创造是指从无到有制造出全新的事物，其作用是在创新过程的任何时刻提出新的概念和可能性，并寻找新的解决方案。例如，我们称发明改良蒸汽机的瓦特(James Watt)为创造者，而帮助其大规模应用于工厂生产的约翰·罗巴克(John Roebuck)为创新者。格拉斯蒂(Tom Grasty)曾形象地解释了创造与创新的区别，并强调了企业家的关键作用：“如果将创造比作池塘里面的一块鹅卵石，那么创新就是这块鹅卵石所激起的水波效应。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

起初，必须有一个人将这块鹅卵石投掷到水中，这个人就是一名创造者，也必须有一个人能够意识到，这些小涟漪最终会引发大浪，而这个人就是一名企业家。”

在阐释发明和创新的关系部分，熊彼特(Joseph Alois Schumpeter)认为：发明在前，创新在后；发明是新工具或新方法的发现，而创新是新工具或新方法的应用。创新与发明的核心区别在于：创新是将发明的结果实际运用在生产上或将其市场化。有许多人耗尽毕生精力发明出某些东西，但并未能将之转化为创新成果，如此的发明无法发挥它本身具有的重要社会作用。正如保罗·特罗特(Paul Trott)所说：“创新依赖发明，而发明需要被运用到商业活动上才能为一个组织的成长做出贡献。”

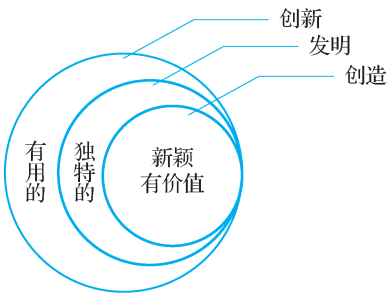


图 1-1　创新、发明、创造的关系

在创新概念被滥用的现状下，霍拉斯·德迪欧(Horace Dediu)绘制了一张关系图，清晰地阐明了这三个概念的差异，如图 1-1 所示。我们可以看出，创新是最苛刻独特的工作，因为它需要满足层级中的所有条件。

具体而言，我们可以用一些事例来说明三者的含义：

创造——时装设计师的春季系列，一部新电影，一篇博文等。

发明——中国古代四大发明(造纸术、印刷术、指南针、火药)，可口可乐的秘密配方等。

创新——华为的鸿蒙操作系统，京东的智能货柜，阿里巴巴的零售模式，苹果手机 iPhone 的定价模式，谷歌的搜索模式，福特的生产系统等。

创新是人类特有的认识能力和实践能力，是人类主观能动性的高级表现形式，是推动民族进步和社会发展的不竭动力。一个民族要想走在时代前列，就不能没有科技创新，也不能停止理论创新。创新在经济、科技及社会科学等领域都有着非常重要的意义。

二、创新的类型

最初，人们将经济领域的创新分为温和改良的渐进式创新和突破改革的激进式创新。然而，美国创新理论大师、哈佛大学教授克里斯坦森(Clayton Christensen)认为，渐进式创新和激进式创新都是以“改善既有产品的性能”为目的，可以被统称为“延续式创新”(sustaining innovation)。与之相反，“破坏式创新”强调告别过去，突破现有市场，创造另一种主流。这三种创新类型的概述见表 1-1。

表 1-1　三种创新类型的概述

类型		定义	特点
延续式创新	渐进式创新	在原先轨迹下进行程度较小的改进和提升	连续的、渐进的、小幅度的
	激进式创新	在原先轨迹下进行程度较大的改进和提升	不连续的、突破的、大幅度的
破坏式创新		另辟新轨迹的创造与创新	割裂的、颠覆的

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

（一）延续式创新

1. 渐进式创新

渐进式创新是指在原先轨迹下进行程度较小的改进和提升，它是一种持续的、渐进的小幅度创新。渐进式创新是在现有的市场基础与技术发展路径上，对于产品技术做出的局部改变，能够充分发挥既有技术的潜能，强化较成熟产品的优势，是很多企业实现创新发展的首选。虽然，每次渐进式创新带来的变化都很小，但不断迭代累积往往能取得出人意料的效果。

案例 1－1

Space X 的迭代创新

太空探索技术公司（Space X）是一家私营的航天业制造商和太空运输服务公司，该公司创立之初的目标是降低成本并提高太空运输的可靠性，所以该公司一直在研发、改进一种可快速重复使用的发射系统。作为一家民营公司，Space X 何以能帮助美国国家航空航天局（NASA）发射火箭、运送物资？其实，关键还是在于 Space X 不断创新带来的低成本和高可靠性。在 2017 年和 2018 年的近 40 次发射项目中，Space X 都圆满完成“上天”任务，成功将载荷送入指定轨道。Space X 发展的核心驱动力就是不断创新、不断迭代，速度以月为单位。相较之下，NASA 的迭代过程极为缓慢，每一次的创新和改进都要经过无数部门的审批。因此，虽然 Space X 最初的基本技术直接来源于 NASA，但它通过持续不断的快速创新迭代，最终实现了技术上的超越和成本上的明显控制。

（资料来源：改编自《SpaceX 星舰：迈向星辰大海的科技巨头引领人类探索之旅》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1824185308445733132&wfr=spider&for=pc）

2. 激进式创新

激进式创新是指对原有技术原理和观念进行较大的转变和改进，它是一种不连续的、突破性的大幅度创新。事物发展总是存在量变与质变的过程，前者强调数量上的增加或减少，后者则关注事物根本性质的变化。根据创新程度是量变还是质变，可以将渐进式创新与激进式创新区分开，激进式创新往往产生于产品生命周期的重要转折点，或称不连续点。

案例 1－2

任正非：华为大多数产品重视延续性创新

在竞争激烈的全球通信行业，以黑马之势突出重围的华为，正是通过不断改进既有产品，不断进行延续性创新，以极具优势的技术和价格成为全球通信行业遥遥领先的领导者。华为总裁任正非在谈到华为的创新策略时曾强调：“我们大多数产品还是重视延续性创新，这条路坚决走；同时允许有一小部分新生力量去颠覆性创新，探索性地‘胡说八道’，想怎么颠覆都可以，但是要有边界。这种颠覆性创新是开放的，延续性创新可以去不断吸收能量，

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

直到将来颠覆性创新长成大树苗，也可以反向吸收延续性创新的能量。”

（资料来源：改编自《任正非：华为要允许小部分力量去颠覆性创新》https://www.sohu.com/a/5927804_115931）

（二）破坏式创新

破坏式创新是由哈佛商学院教授克莱顿·克里斯坦森（Clayton Christensen）提出的概念，指的是一种通过引入更简单、更便捷或更廉价的产品或服务，从低端市场或新兴市场切入，逐步颠覆现有市场格局的创新模式。破坏式创新通常不会直接与现有市场的领导者竞争，而是通过满足被忽视的需求或创造新的市场，最终取代传统产品或服务。该理论颠覆了一般人对创新的想法，被称为21世纪初最具影响力的商业理念。

破坏式创新的概念给无数创业企业提供了后发先至的机会，也充分解释了为何众多的创业企业领导者无法维持一贯的竞争优势，被迫退出市场。破坏式创新的例子在日常生活中比比皆是：2012年《大英百科全书》正式宣布结束自己244年的印刷生产，不再发布纸质版本，而在此之前，由全球志愿者协作编写的维基百科，已经在很大程度上取代了由专家撰写的传统实体百科全书；1998年，黑胶唱片正式从国内大众音乐消费的视野中消失；无独有偶，数字音乐的普及也极大压缩了实体唱片的销量，CD、DVD与它们曾经打败的黑胶唱片一起进入了小众收藏的世界。

三、大学生创新的意义和价值

以大学生为代表的青年是科技创新的主力军，在高校开展创新创业教育不仅是为了解决大学生就业问题，从某种意义上来说，也是实现中国梦的源泉。21世纪是知识经济占国际经济主导地位的世纪，创新是知识发展的强劲动力。创新人才成为各国竞争取胜的关键所在，和国家的发展紧密相关。大学生创新的意义和价值包括以下几个方面：

（一）实现人生理想和自我价值

每个人都具有一种内在的创新潜能，大学生通过多年的知识积累和思维训练，已经初步具备了将创新潜能转化为创业实践的能力。在创新创业的过程中，大学生不仅可以实现自己的人生理想，还能实现个人价值和社会价值的统一。

案例1-3

戴威与ofo的共享单车梦想

2014年，北京大学校园内，戴威正为一件小事烦恼——他的自行车又被偷了。这已经是他大学期间丢的第三辆自行车。戴威是个爱思考的人，他注意到，校园里像他这样丢车的人不在少数，而短途出行又是学生们的刚需。于是，一个想法在他脑海中闪现：为什么不能有一种共享的自行车，让大家随时随地都能骑到车呢？

戴威把这个想法告诉了身边的几位同学，大家一拍即合。他们决定做一个校园内的共享单车项目，取名“ofo”。这个名字灵感来自自行车的外观——三个字母连在一起，像

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09

一辆简易的自行车。起初，ofo 的模式很简单：学生们可以把闲置的自行车共享给 ofo 平台，换取其他单车的使用权。戴威和团队还回收了一些废旧自行车，自己动手修理、喷漆，把它们改造成共享单车。为了推广 ofo，戴威和团队在校园里贴海报、发传单，甚至挨个宿舍敲门宣传。他们还参加了北大的一场创业比赛，凭借创新的想法和清晰的商业模式，赢得了评委的青睐，获得了第一笔天使投资。

2015 年，ofo 在北京大学正式上线。学生们只需要用手机扫码解锁，就能骑走一辆 ofo 单车，费用按使用时间计算，每小时只需几毛钱。这种便捷又便宜的方式迅速受到了学生们的欢迎。试点成功后，ofo 开始向其他高校扩展。他们发现，智能锁和 GPS 定位技术可以大大提升单车的管理效率，于是迅速引入了这些技术。

2016 年，ofo 决定走出校园，进入城市市场。戴威意识到，城市中的短途出行需求更大，但挑战也更多。为了快速占领市场，ofo 开始大规模投放单车，并推出了“免费骑行”等优惠活动。资本的助力让 ofo 如虎添翼。滴滴出行、蚂蚁金服等巨头纷纷投资，ofo 的估值一路飙升，成为共享单车领域的明星企业。戴威也从一名普通的大学生，变成了媒体争相报道的“创业新星”。随着 ofo 的快速扩张，戴威的梦想似乎正在一步步实现。ofo 的单车不仅遍布中国各大城市，还进入了新加坡、美国、英国等海外市场。戴威站在舞台上，向世界讲述着 ofo 的故事，他相信共享单车会改变人们的出行方式。

ofo 的出现，不仅让“共享经济”成为热门话题，还改变了城市短途出行的方式。戴威的创业故事激励了无数年轻人。他用自己的行动证明，大学生也可以通过创新和努力，改变世界。如今，戴威虽然不再是 ofo 的掌舵人，但他依然在创业的道路上探索。他常说：“创业就像骑自行车，只有不断前进，才能保持平衡。”或许，未来某一天，他会带着新的梦想，再次改变世界。

（资料来源：改编自《从负债 600 万到百亿估值：戴威的 ofo 共享单车之路》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1844662668945873645&wfr=spider&for=pc）

（二）缓解就业压力，促进经济发展

作为拥有一定知识积累的青年群体，大学生普遍拥有强烈的主体意识和社会责任感，他们希望自由选择人生的道路，主宰自己的命运，并通过个人的努力肩负起对他人、对社会的责任。在日趋严峻的就业形势下，创新创业对大学生职业的规划、社会就业压力的缓解、社会经济的发展有较强的现实意义。

案例 1-4

饿了么的创业故事：从校园到全国的外卖传奇

2008 年的一个深夜，上海交通大学的研究生张旭豪和几个同学在宿舍里熬夜写代码。肚子饿得咕咕叫，他们想点个外卖，却发现附近餐馆要么关门了，要么送餐速度慢得让人抓狂。几个人一边抱怨，一边突发奇想：“为什么不能有一个更方便的订餐平台呢？”这个简单的想法，成了饿了么的起点。

张旭豪和康嘉等人决定行动起来。他们先是联系了学校周边的餐馆，说服老板们加

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

入他们的“外卖服务”。最初，他们没有技术平台，全靠电话和 QQ 接单。张旭豪甚至亲自骑着自行车去送餐，风雨无阻。很快，他们的服务在校园里传开了。学生们发现，通过张旭豪的“外卖小队”，不仅能吃到更多美食，还能省去排队的时间。订单越来越多，几个人忙得不可开交。于是，他们决定开发一个网站，让订餐变得更简单。

2009 年，饿了么网站正式上线。虽然界面简陋，功能也不多，但它解决了学生们的痛点：不用打电话，不用等半天，动动手指就能下单。饿了么的名字也很有趣，灵感来自团队在讨论时的一句玩笑话：“饿了么？那就叫饿了么吧！”

饿了么在交大火了，但张旭豪的野心不止于此。他决定把业务扩展到其他高校，甚至整个城市。2010 年，饿了么推出了移动应用，用户可以通过手机随时随地订餐。这一创新让饿了么的用户量迅速增长。

2011 年，金沙江创投的朱啸虎看中了这个年轻的团队，决定投资 100 万美元。这笔钱让饿了么有了更多的底气去扩展市场。随后，红杉资本、腾讯等知名机构也纷纷加入，饿了么的估值一路飙升。

2016 年，阿里巴巴和蚂蚁金服向饿了么投资 12.5 亿美元，成为其战略股东。有了阿里的支持，饿了么在技术、资源和市场拓展上如虎添翼。2018 年，阿里巴巴以 95 亿美元全资收购饿了么，并将其与旗下的口碑整合，成立了本地生活服务公司。

饿了么创造了大量就业机会，为数十万骑手提供了就业岗位，成为社会就业的重要组成部分，推动了本地生活服务经济的发展。

（资料来源：改编自《从送校园外卖到自主创业，他 33 岁干出百亿公司，堪称校园创业典范》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1783373930336900543&wfr=spider&for=pc）

（三）推动科技强国建设和中国式现代化建设

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央深刻把握世界大势、总结历史经验，立足当前、着眼长远，确立了建设科技强国的宏伟目标。建设科技强国，是把握新一轮科技革命和产业变革重大机遇的必然选择，是应对风险挑战和赢得国际竞争主动权的现实之需，是强国建设、民族复兴的战略支撑。习近平总书记指出，推进中国式现代化，科学技术要打头阵，科技创新是必由之路。在此环境下，政府、企业、大学、科研机构等各个组织都需要贡献自己的力量，营造创新创业氛围，完善创新创业体系，培育创新创业人才，创办创新型企业。所以，积极鼓励大学生创新创业也是国家实施创新驱动发展战略，加快建设科技强国，推进中国式现代化的重要举措。

课堂互动 1-1

创新能力测评

以下 10 道题目，如果符合你的情况，请回答“是”，不符合则回答“否”，拿不准回答“不确定”。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

1. 你认为那些使用古怪和生僻词语的作家纯粹是为了炫耀。
2. 无论什么问题，要让你产生兴趣，总比让别人产生兴趣要困难得多。
3. 对那些经常做没把握的事情的人，你不看好他们。
4. 你常常凭直觉来判断问题的正确与否。
5. 你善于分析问题，但不擅长对分析结果进行综合、提炼。
6. 你审美能力较强。
7. 你的兴趣在于不断提出新的建议，而不在于说服别人去接受这些建议
8. 你喜欢那些一门心思埋头苦干的人。
9. 你不喜欢提那些显得无知的问题。
10. 你做事总是有的放矢，不盲目行事。

评分标准：

根据下表所示的评分表计算自己每题的得分，并计算出总得分

表 1-2　评分表

题号	是	不确定	否	得分
1	−1	0	2	
2	0	1	4	
3	0	1	2	
4	4	0	−2	
5	−1	0	2	
6	3	0	−1	
7	2	1	0	
8	0	1	2	
9	0	1	3	
10	0	1	2	

测试结果：

22 分以上：说明你具有较强的创新思维能力。

11～21 分：说明你善于在创造性与学习惯性之间找到平衡，具有一定的创新意识。

10 分以下：说明你缺乏创新思维能力，属于循规蹈矩的人，做事总是有板有眼、一丝不苟。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



第二节　创新思维训练

创新思维是创新的核心，是多种思维方法的综合体。尽管思维定式往往阻碍了个人的创新思维，但可以通过系统的方法进行相应训练。在思维训练方法的启发和引导下，大学生们能够转换看待问题的视角，尝试寻找解决问题的新方法，进而增强个人的创新思维能力。

一、创新思维的概念

思维是人们接受信息、存储信息、处理信息以及输出信息的活动过程，它是具有意识的人脑对客观现实的基本属性和内在规律的自觉的、间接的、概括的反映。一般来说，思维就是思考、思索。

创新思维是一种创造性的思维活动，包括开拓人类认识新领域、开创人类认识新成果等。它以感知、记忆、思考、联想、理解等能力为基础，以综合性、探索性和求新性为特征，是一项需要人们付出艰苦脑力劳动的高层次心理活动。古往今来，对人类历史产生过重大影响的发明创造都是创新思维的产物，它们共同促进了社会的发展，更体现了人类与其他生物相比所具有的灵性和优势。

1962 年，英国社会心理学家华莱士(Graham Wallas)提出了经典的创新思维四阶段模型，包括准备阶段、酝酿阶段、阐明阶段和验证阶段。

(一) 准备阶段

准备阶段是指人们围绕某个问题广泛搜集材料、主动进行思考的有意识准备过程。一般来说，如果当前阶段的某些情况与理想情况之间存在一定的差距，人们往往会产生困惑，并试图以合适的方法去解决问题。批判性思考将在此发挥重要作用，它有助于我们界定问题、收集资料、判断问题，结合自身知识和经验，对问题的解决做好必要准备。因此，相较于解决问题，提出问题似乎更加重要，因为解决问题可能只牵涉到方法和技巧，而提出问题则需要人们拥有敏锐的观察力、广博的知识和丰富的想象力等。美国社会学家约翰·杜威(John Dewey)认为，灵感的出现严格地受到个人的能力、经验、猜测性思考的限制。创新思维绝不是无中生有，它需要我们在大量获取相关知识的基础上，多角度地进行定义、分析、思考。

(二) 酝酿阶段

酝酿阶段是指人们根据已有知识和搜集的信息，针对问题提出各种解决方案或者研究假说的过程，该阶段思维往往会在潜意识与意识之间自如地穿梭往来。在漫长枯燥和长年累月的知识积累中，人们对某个问题的认识渐渐会发生质的变化，从准备阶段进入酝

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

酿阶段。酝酿阶段的显著特征是转移注意力，那些令人欣喜的想法往往会毫无预兆地出现在思考的暂休期。有时候人们越是伏案工作、冥思苦想，就越是不得要领，或许暂时将问题搁置并转向其他活动，如休息、娱乐等将有效调节人们的创新思考。

（三）阐明阶段

阐明阶段是指在经过长期的准备、酝酿后，创造性地提出问题解决方案的过程。它往往只是无意识的一瞬间，但又是创新思维的关键。阐明阶段的顿悟总伴随着忘我的“高峰体验”，这是一种完全沉浸、忘我的状态。处于高峰时刻的人们会感到兴奋与自信，毫不犹豫地写下新想法，并对它确信无疑。但此阶段的想法往往是模糊且不确定的，必须经过进一步的验证、修改和完善才能最终成型。

（四）验证阶段

验证阶段是指人们使用各种规则和技术来检验、修订由顿悟所得的新想法、新观点的过程。在这个过程中，逻辑思维发挥着非常重要的作用，因为它要求创新者注意原则、理性推理、环环相扣、因果相连。美国教育家哈钦斯(Robert Maynard Hutchins)指出，在验证时必须持有批判态度，并且去做一些平凡而费力的工作，没有经过这个阶段，洞察力就不能在最大程度上实现其社会价值。

案例 1－5

iPhone 的诞生

准备阶段：2004 年的一个下午，苹果公司的会议室里，乔布斯(Steve Jobs)盯着桌上的 iPod 和摩托罗拉合作开发的键盘手机，眉头紧锁。iPod 销量虽好，但手机市场的潜力更大。可当时的手机要么笨重，要么操作繁琐。“用户真的需要这么多按键吗?”他问团队。工程师们开始疯狂调研：触摸屏技术、用户习惯，甚至玻璃的耐刮性能……他们发现，人们渴望更直观的操作方式，但技术还不成熟。乔布斯在笔记本上写下：“我们要做一部‘像魔法一样的设备’。”

酝酿阶段：几个月后，团队尝试了无数方案：滚轮控制、手写笔……但都不够完美。触屏反应迟钝，误触频繁。一次内部会议上，首席设计师乔纳森·艾维(Jony Ive)甚至摔了原型机：“这玩意儿根本没法用!”项目被暂时搁置，但乔布斯坚持：“别放弃，答案一定在某个地方。”

阐明阶段：2005 年的一天，乔布斯在家洗澡时(他总说灵感来自浴室)，突然想到几年前参观康宁公司时看到的电容触控演示——用手指直接滑动屏幕！他立刻打电话给工程师：“忘掉手写笔！我们要让用户用十根手指操作手机!”团队连夜测试，发现多点触控技术能实现缩放、滑动等自然动作。乔布斯兴奋地画了一张草图：一整块屏幕，只有一个按钮。“这就是未来。”

验证阶段：第一台原型机像个 Frankenstein 的怪物：玻璃粘在木板上，偶尔死机。在一次演示中，乔布斯滑动通讯录时卡住了，他淡定地重启设备，继续说：“看，它还能这样……”台下没人发现破绽。经过数百次迭代，2007 年 1 月 9 日，乔布斯举起那台“三合

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

一设备”——iPhone。“今天，苹果要重新发明手机。”现场掌声雷动。而那天起，键盘手机逐渐成了博物馆里的古董。

（资料来源：改编自《10年前，乔布斯是怎样发明iPhone的？》https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzAxOTE1OTc2MQ==&mid=2649978842&idx=4&sn=b8197254aaf2087a9b81566c00e08750&chksm=83cc9864b4bb117255e3091241ae989a7cb83bb34f0cc8db73c664daa9fa93494311aed7cb88&scene=27）

二、创新思维的类型

创新思维不是单一的思维方式，而是多种思维方式的综合。学习掌握不同的经典思维方式是学会创新思维的基础。以下将介绍三组对立的经典思维方式类型。

（一）发散思维和收敛思维

1. 发散思维

发散思维是对同一问题从不同层次、不同角度、不同方向进行探索，从而寻找到解决问题的多种设想和方案的思维过程。吉尔福特（J.P.Guilford）最早于20世纪50年代提出此概念，他认为创新思维能力着重体现于发散性加工能力和转化能力，而凡是发散性加工与转换的地方，都存在着创新思维。

2. 收敛思维

收敛思维是个人在已有知识经验的基础上，按照一定规则分析给定信息，并从中筛选出解决问题的最佳方案的思维过程。相较于发散思维，收敛思维更强调有方向、有范围、有条理、有组织地思考。

3. 发散思维与收敛思维的关系

发散思维与收敛思维之间有着紧密联系，美国科学哲学家托马斯·库恩（Thomas Samuel Kuhn）在1977年出版的《必要的张力》中说：“作为一切理论创新的方法论原则，人们必须在理论的传统与变革、思维的发散与收敛、传统的维持与偶像的破除之间保持一种必要的张力。”吉尔福特在后来的研究中也发现，创新思维的基本运动形式是发散思维和收敛思维的结合统一。日本学者日比野省三则认为，创新思维是一种“展开整合式思维”，即在解决问题的每个步骤都应该首先追问目标是什么，一直展开至无法再展开，然后再将其收敛整合，以便找到最佳的解决方案。

4. 对创新思维的作用

在创新思维活动中，无论是发散思维还是收敛思维的缺席，都不能带来预期的理想效果。首先，发散思维要求人们突破思维定式，挣脱原有的知识框架，独立地寻找解决问题的方法，这一过程中人们的想法常常是模棱两可、似是而非的，必然涉及许多无关和无效的东西；随后，收敛思维引领人们进入到分析、解决问题的阶段，它要求人们对发散思维提供的想法进行综合整理，按照一定原则挑选出可能的方案，并尝试用此方案解

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09

决问题，最终在完整、严密、系统的解决程序中挑选出最佳方案。“漏斗理论”（如图 1－2 所示）形象地解释了一个新想法落地的过程，它描绘的是一种从上至下逐渐减少的趋势，因为漏斗的特性即在于不断过滤，最终留下最有价值的东西。

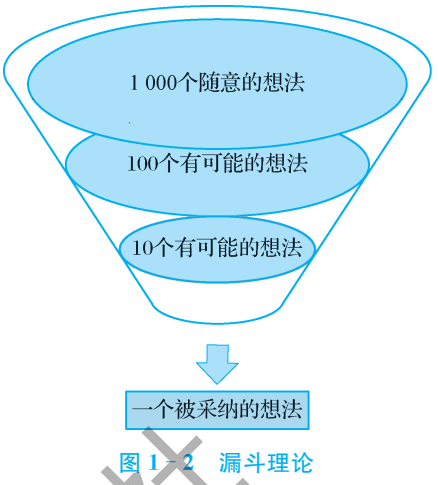


图 1－2　漏斗理论

（二）水平思维和垂直思维

1. 水平思维

水平思维是创新思维之父、英国心理学家爱德华·德博诺（Edward de Bono）于 1967 年提出的，是针对传统垂直思维看问题的新程式、新方法，它要求人们通过借鉴、联想、类比，将其他领域的知识、信息、方法、材料和自己头脑中的问题联系起来，从而提出创造性的设想和方案。大学生可以通过以下方式促进水平思维：打破思维定式，大胆提问；从多个角度对问题本身进行思考；及时抓住脑海中一闪而过的新想法，并且不要急着做是非判断；主动寻求他人建议，让别人头脑中的想法与自己的想法交叉刺激，进而得到出人意料的新思想；广纳新知，寻求不同领域知识的启发，以获得有益的组合和联想等。

2. 垂直思维

与水平思维相对的是垂直思维，是要求人们采取理性的态度，从问题到假设到前提再到概念，一步步依靠逻辑思考认真寻找解决方案，直至获得最终理想的答案的过程。垂直思维往往从解构问题本身开始，从多元角度重构问题。以垂直思维看待问题的人会首先明确自己的立场，然后在此基础之上寻求发展，它不要求人们接受经验之中最可能的方案，而是倾向于探求能够解决该问题的所有不同方案。垂直思维关注“是什么”，而水平思维关注“可能是什么”。

3. 对创新思维的作用

创新思维需要水平思维和垂直思维的协同作用。水平思维在改变解决问题的常规思路、拓宽看待问题的视野等方面有无可替代的作用。但水平思维终究是一种同时性的思考方式，它在强调想法之广度的同时，忽略了想法之深度。作为一种逻辑性极强的思考方式，垂直思维可以帮助我们从历史性的角度回顾历史、预测趋势，在对问题的过去、现在和未来的分析中，把握事物的全局和本质。因此，综合运用水平思维和垂直思维，实现优势互补，才能有助于更多优秀新想法的诞生。

（三）逆向思维和正向思维

1. 逆向思维

逆向思维是摆脱常规思维，对似乎已成定论的事物或观点反过来进行思考的一种思维方式，它要求人们从问题的相反面开始进行深入探索。概括而言，逆向思维包括三

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

种类型：其一是反转型，即从已知事物的相反方向进行思考，我们可以从事物依存的条件、事物发展的过程、事物的位置和事物的结果等方面做反向思考；其二是转换型，即在研究问题时受到阻碍，因而转换至另一种方法或转换思考角度，历史上著名的案例有司马光砸缸；其三是缺点型，即将事物的缺点变为优点，化被动为主动，化不利为有利的思维方式。

2. 正向思维

正向思维是人们按照传统的思维习惯，以从小到大、从上到下、从前到后、从近到远、从低到高等常规标准和方向进行思考的方法。在看待问题时，沿着事物发展的正方向去思考，往往能较为高效地寻求到解决方法。

3. 对创新思维的作用

正向思维与逆向思维的存在，就是因为世间万物具有方向性。对于某些特殊的情境，从结论往回推理，从求解回到已知条件逆向思考或许会使问题简单化。但是，逆向思维一定优于正向思维吗？答案是否定的。首先，二者是相互依赖而存在的，它们的概念也是以彼此为参照才能被阐释的。在社会生活中，逆向思维虽然能拓宽视野，但一味与主流对抗或者偏离主流可能会失去实际意义，因此在恰当的情境中综合运用这些思维方式才是解决问题之道。

三、创新思维的训练方法

在几种思维方式中，发散思维和收敛思维对于创新思维十分重要。尤其是发散思维，是开展创新活动不可缺少的一种有效思维方式。可以说，没有发散思维就没有创新，这是心理学家和思维专家长期研究得出的结论。

发散思维也叫扩散思维或辐射思维，其特点是考虑问题时思路开阔，向四面八方扩展，是一种从不同方位、不同角度、不同层次、不同途径去联想、想象、设想，以创造性解决问题的思考方法。实践证明，发散程度越高，创新思维的成效越大。

训练发散思维的方法多种多样，如列举法、头脑风暴法、形态分析法等。下面介绍 5 种适用于大学生发散思维的训练方法。

（一）列举法

1. 属性列举法

属性列举法也称为特征列举法，是 20 世纪 50 年代美国内布拉斯加大学新闻学教授克劳福德(Robert R. Crawford)提出的。他认为创造并不单凭灵感，很大程度上依靠改造和实验，这种改造并不是指机械地将不同产品结合起来，而是应对它有用的特点进行改造，改进时应尽量吸收其他物体的特点。

概括地说，属性列举法是一种通过列举、分析特征，应用类比、移植、替代、抽象的方法变换特征，获得发明目标的方法。

属性列举法操作程序：确定对象→列出特征→分析特征→提出设想。

列出特征就是应用分析、分解及分类的方法，将研究对象的逐项特征一一列出。逐项

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

特征指的是名词性特征(包括结构、材料、整体及部分组成、制造工艺的名称)、动词性特征(包括产品的主要功能及辅助、附属性功能)、形容词性特征(包括大小、颜色、形状、图案、明亮程度、冷热、软硬、虚实等)。

分析特征就是从需要出发,对列出的特征进行分析、抽象并与其他物品进行对比,寻求功能与特征的替代,用替代的方法对原特征进行改造,在分析时尤其应抓住动词性特征。

提出设想就是应用综合原理将原特征与新特征进行综合,提出新设想。

在使用时应注意:所确定的研究对象应十分具体,若研究的是产品,应是具体的某一型号的产品;若研究的是问题,应是具体的哪一个问题,抽象的研究得不到应有的效果;所研究的题目宜小不宜大,对于较为庞大和复杂的物体应先将它拆为若干小部分,分别应用属性列举法进行研究,然后再综合考虑;列举属性时越细越好。

2. 缺点列举法

缺点列举法是通过列举缺点、揭示问题进行创新的方法。

缺点列举就是直接从人们的需要出发,去"挑毛病"。工厂的产品,市场的商品,一般都不可能十全十美,总会有这样那样的缺点,强调缺点就是强调问题,这样会激励人们去革新和创造。

案例 1-6

伞的演变

从伞的演变,可以清楚地看到人们是怎样一一发现缺点并进行改进的。

中国在公元前 11 世纪已发明了伞。伞的主要结构有伞衣、伞柄、伞骨。材料有油纸、油布、竹。功能有遮雨和遮阳等。在千百年的使用过程中,人们根据其存在的缺点一一改进如下:

1. 伞衣:油纸不结实,就改用油布。油布太粗糙,就改用细布或尼龙布;单色布不美观,不容易辨认,又改用花布,也有印上十二生肖等图案的;再如撑伞时遇上顶面风,伞撑在前面挡住了视线,撑伞人看不见前面的车辆,很容易造成车祸,于是就有了透明伞和带有观察窗的伞。

2. 伞柄、伞骨:竹质不结实,就改用钢质;直柄不能挂,就装上弯把;伞尖太尖,容易刺痛人,就改为圆钝形;伞柄太长,存放不便,就改为缩折型的;伞开合不便,就改为自动开合伞。

3. 功能:雨夜赶路,一手持伞,一手握手电筒照明,多不方便,人们就发明了照明伞;另外,还有散热消暑的风扇伞,一物多用的手杖伞、折凳伞等。

4. 种类:有晴雨两用伞;两人合用的椭圆形伞;母子合用的高低伞;不用手持的肩背伞、帽伞。此外,还有撑在自行车上的自行车伞、不用伞骨的充气伞和伞帽两用的帽伞等。

(资料来源:改编自《伞的前世今生,带你见识雨伞的历史,你会发现古代老祖宗的大智慧》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1829106680965098332&wfr=spider&for=pc)

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38 字×38 行　文件路径:储 B09

3. 希望点列举法

希望点列举法是通过列举研究对象被希望的特征进行创新。所谓希望就是现实中没有的，它必须由想象产生。这些想象，有些是人们的需要引起的，还有些是人们在与其他物品类比时产生的，但都反映了人们对新事物及新产品的向往与追求。

由于列举的希望点与人们的需要相符，更能适应市场。列举希望点时尤其要打破思维定式，对于希望点列举法用到的一些“荒唐”意见，应用创造学的观点进行评价，不要轻易放弃。

案例 1-7

水泥的革命

自从 1824 年英国的阿斯普丁(Joseph Aspdin)发明波特兰水泥以来，水泥以它独特的性能独占建筑材料的鳌头。为了适应某些特殊工程和特殊环境的需要，人们对水泥提出了更高的要求，也陆续发明了许多新型水泥。

1. 速凝水泥：这种水泥能在短时间凝固，可在修复飞机跑道、堤坝及水下建筑物等工程的施工中大显身手。

2. 粘接水泥：用来修补断裂的水泥构件，其牢固程度高于原先破损的部分，施工简便，被誉为“焊接水泥”。

3. 弹性水泥：普通的水泥材料抗拉性能差，倘若泥浆中添加一些细小的强化纤维，其弹力可增加 100 倍。这种弹性水泥，特别适用于需要承受反复应力或形变的地方。目前，有些国家甚至制造出弹簧水泥。

4. 变色水泥：掺入少量二氧化钴的水泥具有变色功能，空气干燥时呈蓝色，空气潮湿时变成紫色，下雨时又变成玫瑰色。用这种水泥盖起的房子，等于耸立起一座天然的“气象台”，还有美化环境的效果。

5. 可加热的水泥：加入一些金属颗粒和纤维的水泥通上电后，水泥就会变热。这种水泥特别适用于铺设寒冷地区的路面和机场跑道，可防止结霜和积雪。

6. 家具水泥：这种特制的水泥板材的性能几乎跟木材一样，可以锯、刨、钉。用它制作的家具，可与木制家具相媲美，是一种便宜又耐用的替代品。

7. 医用水泥：这种可塑性特强的水泥不是用来盖病房，而是一种在骨科、牙科等医学领域广泛应用的特殊材料。

(资料来源：改编自《现代混凝土与水泥的创新应用及多样性》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1831218144469657683&wfr=spider&for=pc)

(二) 系统设问法

如果提问中带有“假如……”“如果……”“是否……”这样一些词，就会启发思维促使想象。系统设问法正是根据这样的思路提出的创造发明技法。

系统设问法针对事物的九个方面，系统地列举出问题，然后逐一加以研究和讨论，多方面进行扩展，从而使人们萌生出许多新的设想。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09



1. 转化

有无其他用途？有无新的使用方式？如何改进已知的使用方式？

2. 借用

能否借用别的经验？有无与过去相似的东西？能否模仿点什么？

3. 改变

能否做出某些改变？可否通过旋转、弯曲、扭转、回转的办法加以改变？功能、颜色、运行、味道、形式、轮廓可否改变？有无其他可能的改变？

4. 放大

能否增加什么？时间、频率、强度、质量、尺寸、附加价值、材料能否增加？

5. 缩小

能否减少什么？再小点？浓缩？微型化？再低些？再短些？再轻些？省略？精简？能否分割化小？

6. 代替

能否取而代之？其他材料？其他成分？其他配置？其他方法？其他制造工艺？其他能源？其他过程？其他场所？其他颜色？

7. 调整

可否调整顺序、排列、速度、条件、模式、配置？调整为其他型号？其他设计方案？其他程序？其他工作状态？可否调换原因与效果？

8. 颠倒

可否变换正负，颠倒方位？可否调换相对组件位置？可否前后颠倒？可否上下颠倒？反向有何作用？

9. 组合

在这件物品上可否加上别的东西？可否推出混合物、合金新品种、新配套？可否把零件、部件、连接件重新组合？目的能否组合？重要特征能否组合？创造设想能否综合？

（三）头脑风暴法

1. 头脑风暴法的定义

头脑风暴法，又称脑力激荡法、BS(Brain Storming)法或自由思考法，是由美国创造学家、BBDO(Batten，Barton，Durstine and Osborn)广告公司创始人亚历克斯·奥斯本(Alex Faickney Osborn)于1939年首次提出的一种激发思维的方法。头脑风暴最早是精神病理学上的用语，指的是精神病患者胡思乱想的思维状态，而在创新思考中被转化为无限制的自由联想和讨论，其目的在于产生新观念或激发创造性设想。奥斯本借用该词形容通过激发成员的发散思维、收集各种天马行空的想法来解决问题的方法。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

2. 头脑风暴法的实施步骤

(1) 确定议题

头脑风暴法适合解决单一明确的问题，不适合处理过于复杂的问题。对于一些复杂的问题可将其分解成若干简单的小问题，并逐个解决。因此一个好的头脑风暴过程一定是从合适的问题以及对这个问题的准确阐明开始的。如果问题过于抽象宏观，如“怎样维护世界和平”，会使人们无处入手；如果问题过于具体狭隘，如“明天穿什么衣服”，会使人们无法发挥，没有讨论的价值。

(2) 会前准备

在头脑风暴会议进行前，需要选定善于启发和鼓励的主持人和合适的小组成员。会议成员由参会者和记录员组成。参会者可以拥有不同的学科背景，且最好具有创新思维能力。会前需进行一些准备工作，如分发一些资料预先给大家参考，以便参会者充分了解与议题有关的背景材料和外界动态。同时，会场最好被布置成有利于参会者思考及平等发言的环境，例如圆形座位会比阶梯式座位更佳。

(3) 进行会议

主持人首先宣布议题，向参会者清晰阐明议题的目标，并征求成员意见。如果没有当即提出的想法，则需要主持人引导问题来激发大家的创造力。所有参会成员提出自己的想法，由专人简要记录下来，以便会后进行系统化分析。在此过程中，参会者可以对自己的想法做进一步阐述，但是不能打断整个头脑风暴的节奏。等规定时间到，主持人依照会议宗旨将所有设想进行整理并鼓励大家继续讨论。

(4) 想法评估

在头脑风暴过程中收集的想法一般也是由该组成员在最后阶段自行评估。首先，主持人将所有想法按照一定标准归类，并且向每名成员进行清楚的解释，以保证每个人都理解这些想法。随后，小组成员在讨论中需去除重复的想法和显然难以实现的想法。在进一步讨论中，需要有明确的评判标准来保证小组讨论朝着共同的最终目标行进，直至对最佳解决方案达成共识。

3. 头脑风暴法的实施规则

头脑风暴法基于两个基本原理：延迟判断，即鼓励参与者尽可能发表自己的看法；量中求质，即想法的数量越多，越可能挑选出好的方案。基于这两项基本原理，头脑风暴会议的参与者还需要遵守四项规则，这些规则旨在减少群体成员之间的相互抑制，刺激创意生成，以及提高成员的整体创造力。

(1) 追求数量

事物发展的原则总是由量变产生质变，因此，提出的想法越多，想法越多元，产生创新的且能有效解决问题的方案的机会就越大。

(2) 禁止批评

在头脑风暴的过程中，对所产生想法的批评应该被“搁置”。参与者应该专注于扩展或增加想法，为过程后期的“关键阶段”保留批评。通过暂停判断、禁止批评，参与者可以随意提出各式各样，甚至不切实际的想法。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09



（3）欢迎独特的想法

为了获得多样化的想法，头脑风暴法鼓励大家与众不同。一些想法往往出自那些被忽略的假设，而正是这种思考方式可能会带来更好的解决方案。

（4）综合并改善想法

不急于否定任何想法的关键还在于，多个好想法常常能融合成一个更棒的想法。如同“1＋1＞2”所表示的那样，原先各自单独力量相加起来的整体力量往往大于单独相加后的总和，而综合的过程也可能激发出更有建设性的构想。

案例 1－8

头脑风暴法：突破自我，尝试创新

1. 改变外形：单层公共汽车加倍变成双层公共汽车。轿车加长变成加长汽车。根据运输货物的特殊要求设计其外形，如液罐汽车、冷藏汽车、散装水泥汽车、集装箱汽车。裙子减少长度变成超短裙或比基尼。鲜花弄干变成干花。面包切开变成汉堡包。

2. 寻找替代物：汽车的动力源由车载电源代替燃油，于是产生了电动汽车。用小球替代钢笔尖，于是诞生了圆珠笔。按键拨号代替手摇方式，于是产生了按键电话机。传输方式由无线信号代替有线信号，于是产生了移动电话。电脑的使用方式由便携方式代替固定方式，于是产生了笔记本电脑。实时聊天方式代替电子邮件方式，于是产生了 QQ 及微信等聊天工具。

3. 多个元素组合：耳机与收放机组合产生了随身听。袜子与紧身裤结合产生了连裤袜。电话机与录音机结合产生了录音电话机。房和车的功能结合就产生了房车。

4. 不断改进：台式电脑改为笔记本电脑，再改为平板电脑。电视机由电子管式改为晶体管式，再改为集成电路式。人们的通信方式由通过邮局寄送书信改为发 E-mail，再改为通过 QQ 或微信实时聊天。白炽灯改为荧光灯，再改为 LED 灯。

5. 冲破功能限制：可以将手机当作电脑用，也可以将电脑当作手机用。可以将电视机当作电脑显示器用，也可以将电脑显示器当作电视机用。电梯门口也可以做广告，饭馆内也可以搭台表演节目。塑料纸也可以做成时装。通过 QQ 或微信也能实现视频电话。

6. 新的组合：一个新想法可能是旧想法的新组合。所有的色彩都是由 3 原色组合而成的。所有的音乐都是以未超过 12 种音调的方式构成的。所有的数字都是由 10 个符号构成的。电脑所有的逻辑运算只有两个量：0 和 1。中文的基本笔画数不超过 15，可它们组成的汉字可以描述客观与主观的整个世界。移动电话与上网功能、多媒体功能、辅助办公功能融为一体就产生了智能手机。

（四）形态分析法

1. 形态分析法的定义

形态分析法是一种从系统论的观点来看待事物的创新思维方法，它由美国加州理工

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

学院教授兹维基(Fritz Zwicky)于20世纪中期提出,其特点是将研究对象或问题分为一些基本组成部分,然后对某一个基本组成部分单独进行处理,分别提供各种解决问题的办法或方案,最后形成解决整个问题的总方案。

第二次世界大战期间,兹维基参加了美国火箭研制小组,他把数学中常用的排列组合原理应用于新颖技术方案的设计中,并对火箭的各个主要部件可能具有的各种形态进行了不同组合,最终得到了令人惊奇的结果:在一周之内,他交出了576种不同的火箭设计方案,这些方案几乎包括了当时所有的制造火箭的可能设计方案(见表1-3)。兹维基不仅为美国火箭技术做出重要贡献,他本人也因此声名大噪。随后,兹维基正式提出他的创新思维方法——形态分析法。

表1-3 火箭组成要素及其形态分析(兹维基)

火箭要素	形态1	形态2	形态3	形态4	数量
使发动机工作的媒介物	真空	大气	水	地球内部	4
推进燃料的工作方式	静止	移动	推动	旋转	4
推进燃料的物理状态	气体	液体	固体		3
推进的动力装置类型	没有	内藏	外装		3
点火的类型	自动	外部			2
做功的方式	持续	断续			2

形态学的意义在于对结构或架构的研究。因此,形态分析法是以结构分析为基础,使用组合技术来产生更多新观念的方法。在分析过程中,人们必须就待解决的问题或待改进的事物,提出两类以上不同的属性,分别列出所有的要点,再进行排列组合。这些属性看起来似乎毫无关系,但互相结合后即可形成新的观念。

2. 形态分析法的实施步骤

第一,确定研究问题或研究对象;第二,提取要素,把问题或对象分解成若干个基本组成部分,每个部分都有明确的定义和特性;第三,形态分析,按照问题或对象的诸要素所要求的功能,罗列出各个要素全部的可能形态;第四,编制形态表,进行形态组合,并对方案的可行性进行分析和评价;第五,对各个可行的总方案进行比较,从中选出一个最佳总方案。

3. 形态分析法的适用范围

作为探求一切可能性的组合方法,形态分析法特别适用于以下几个方面的创新:新产品或新型服务模式,新材料应用,新的市场分割及市场用途,开发具有竞争优势的新方法,产品或服务的新颖推销技巧,新的发展机遇的定向确认。但是,在仅存在唯一一种问题描述方法、开发项目规模很小、涉及问题的概念特性只有一个方面等情况下,不宜采用形态分析法。

(五)思维导图训练

思维导图又叫心智图,是表达发射性思维的有效的图形思维工具,简单却又极其有效,是一种革命性的思维工具。思维导图运用图文并重的技巧,把各级主题的关系用相互

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸:260mm×185mm 版芯:38字×38行 文件路径:储B09



隶属与相关的层级图表现出来，将主题关键词与图像、颜色等建立记忆链接。思维导图充分运用左右脑的机能，利用记忆、阅读、思维的规律，协助人们在科学与艺术、逻辑与想象之间平衡发展，从而开启人类大脑的无限潜能。因此，思维导图具有人类思维的强大功能。

思维导图是一种将放射性思考具体化的方法。我们知道，放射性思考是人类大脑的自然思考方式，每一种进入大脑的资料，不论是感觉、记忆或想法，包括文字、数字、符码、香气、食物、线条、颜色、意象、节奏、音符等，都可以成为一个思考中心，并由此中心向外发散出成千上万的关节，每一个关节代表与中心主题的一个连接，而每一个连接又可以成为另一个中心主题，再向外发散出成千上万的关节，呈现出放射性立体结构，而这些关节的连接可以视为记忆，也就是个人数据库。

1. 制作思维导图主要工具

（1）A3 或 A4 大的白纸。

（2）一套 12 支或更多的好写的软芯笔。

（3）四支以上不同颜色、色彩明亮的涂色笔。

（4）一支标准钢笔或水笔。

2. 制作思维导图的 15 条技法

（1）主题

最大的主题（文章的名称或书名）要以图形的形式体现出来。

我们以前做的笔记，都会把最大的主题写在笔记本纸面上最顶格的中间。而思维导图则把主题体现在整张纸的中心，且以图形的形式体现出来，我们称为中央图。

（2）中央图

中央图要有三种以上的颜色。

（3）一个主题一个大分支

思维导图把主题以大分支的形式体现出来，有多少个主要的主题，就会有多少条大的分支。

（4）每条分支要用不同的颜色

每条分支用不同颜色，可以对不同主题的信息一目了然。

（5）运用缩写、符号等

小插图不但可以强化每一个关键词的记忆，同时也能突出关键词要表达的意思，还可以节省大量的记录空间。当然除了这些小的插图，我们还有很多标准缩写、关键词和符号可以用，比如厘米可以用“cm”来代表。

（6）箭头的连接

在分析一些信息时，各主题之间会有相关联的地方，此时，可以把有关联的部分用箭头连起来，这样就可以很直观地了解到信息之间的联系。如果在分析信息时，有很多信息是有联系的，但若都用箭头连接起来会显得比较杂乱，解决这个问题的方法就是使用统一的关联符号，用同样的关联符号在旁边注明，当看到同样的关联符号时，就知道这些知识之间是有联系的。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

(7) 只写关键词,并且要写在线条的上方

思维导图的记录用的都是关键词,这些关键词代表着信息的重点内容。不少人刚开始使用思维导图时,会把关键词写在线条的下面,这样是不对的,一定要写在线条的上面。

(8) 线长=词语的长度

思维导图有很多线段,每一条线条的长度都与词语的长度一样。刚开始,使用思维导图的人会把每根线条画得很长,词语写得很小,这样不但不便于记忆,同时还会浪费大量的空间。

(9) 中央线要粗

思维导图体现的层次感很分明,越靠近中间的线越粗,越往外延伸线越细,越靠近中心图字体越大,越往后面就越小。

(10) 线与线之间相连

思维导图的线段之间是互相连接的,线条上的关键词之间也是互相隶属、互相说明的关系,而且线的走向一定要平行,换言之,线条上的关键词一定要让你自己能直观地看到,而不是把纸的角度转了120°才能看清楚自己写的是什么。

(11) 环抱线

有些思维导图的分支外面围着一层外围线,他们叫环抱线,这些线有两种作用:① 当分支多时,用环抱线把它们围起来,能让你更直观地看到不同主题的内容;② 可以让整幅思维导图看起来更美观。要注意的是,在思维导图完成后再画外围线。

(12) 纸要横着放

大多数人在写笔记时,笔记本是竖着放的,但做思维导图时,纸是横着放的,这样空间感比较大。

(13) 用数字标明顺序

可以有两种标明顺序的方式,主要是以你的需要和习惯而定。

第一种标明顺序的方式:可以从第一条主题的分支开始,用数字从1开始,把所有分支的内容按顺序标明,这样就可以通过数字知道内容的顺序。

第二种标明顺序的方式:每一条分支按顺序编排一次,比如第一条分支从1标明好顺序后;第二条分支再重新从1开始编排,也就是说,每条分支都重新编一次顺序。

(14) 布局

做思维导图时,分支是可以灵活摆放的,除了能理清思路外,还要考虑合理利用空间。可以在画图时思考,哪条分支的内容会多一些,哪条分支的内容少一些,可以把最多内容的分支与内容较少的分支安排在纸的同一侧,这样就可以更合理地安排内容,整幅画看起来也会很平衡。画思维导图前,要记得思考如何布局会更好。

(15) 个人的风格

学会思维导图之后,还应确立自己的风格,每一幅思维导图虽然都有一套规则,但都能形成个人的风格。

思维导图的这15条技法中,关键词是最重要的一部分,因为思维导图只记录关键词,如果关键词选择不正确,思维导图所要表达的信息就不准确,要想学会全面地分析信息,就要学会观察信息当中哪部分是关键部分,并搜索到它们的关键点,也就是关键词。

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸:260mm×185mm 版芯:38字×38行 文件路径:储B09

课堂互动 1－2

制作水泥应用场景思维导图

参考图 1－3 所示成立 50 人兼职团队思维导图实例，结合案例 1－7 制作水泥应用场景思维导图。

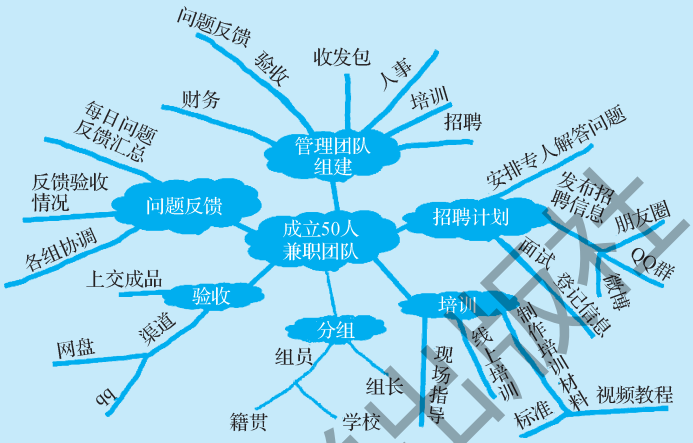


图 1－3　思维导图实例

第三节　创新型土建工程

一、国内创新土建工程

（一）港珠澳大桥的抗震与抗风技术

2018 年 10 月 23 日，港珠澳大桥正式通车。这座全长 55 公里的跨海大桥，像一条巨龙横卧在伶仃洋上，连接着香港、珠海和澳门，如图 1－4 所示。然而，在这座宏伟工程的背后，隐藏着许多不为人知的科技奇迹，尤其是它先进的抗震和抗风技术。

2017 年，港珠澳大桥还未通车，就迎来了一场巨大的考验——超强台风“天鸽”来袭。狂风呼啸，海浪滔天，许多人都担心这座新建的大桥能否扛得住。然而，当台风过后，人们惊讶地发现，大桥安然无恙，甚至连一块玻璃都没有破碎。

原来，港珠澳大桥在设计之初，就考虑到了这一带频繁的台风天气。工程师们为大桥装上了“抗风神器”——气动外形设计和阻尼器。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



图 1-4　港珠澳大桥

气动外形设计：大桥的主塔和桥面采用了流线型设计，就像飞机的机翼一样，能够有效减少风阻。即使面对强风，大桥也能稳稳地“站”住。

风阻尼器：在大桥的关键部位，安装了巨大的风阻尼器。这些装置像“减震器”一样，能够吸收风力的能量，防止大桥因风力过大而晃动。

港珠澳大桥所在的区域，不仅台风频繁，还位于地震带上。为了应对可能的地震威胁，工程师们为大桥打造了一套“隐形护盾”——抗震设计。

柔性桥墩：大桥的桥墩采用了柔性设计，当地震来临时，桥墩可以随着地面的震动而轻微摆动，从而减少地震对桥体的冲击。

减隔震装置：在大桥的关键连接部位，安装了减隔震装置。这些装置像“缓冲垫”一样，能够吸收地震能量，防止桥体因震动而损坏。

高强度材料：大桥的桥体和桥墩大量使用了高性能的混凝土和钢材，能够承受极大的压力和拉力，确保在地震中不会轻易断裂。

除了抗风和抗震设计，港珠澳大桥还配备了一套先进的智能监测系统。这个系统就像大桥的“健康管家”，24 小时不间断地监测大桥的状态。

传感器网络：大桥上安装了成千上万的传感器，能够实时监测桥体的震动、温度、湿度等数据。

数据分析：通过大数据和人工智能技术，系统能够分析这些数据，预测可能的风险，并及时发出预警。

远程控制：工程师们可以通过远程控制系统，实时调整大桥的状态，确保它在任何情况下都能安全运行。

港珠澳大桥不仅是一座连接三地的交通枢纽，更是一座科技与自然的“对话之桥”。它的抗震和抗风技术，展示了中国工程师的创新、智慧和勇气，也为全球的桥梁建设提供了宝贵的经验。

港珠澳大桥的抗风和抗震技术，是无数工程师智慧和心血的结晶。它们不仅让大桥

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

在面对自然灾害时屹立不倒，也为未来的桥梁建设树立了新的标杆。这座大桥的故事，正是中国科技创新力量的生动体现。

（二）北京大兴国际机场的绿色科技

2019 年 9 月 25 日，北京大兴国际机场正式通航。这座被誉为“新世界七大奇迹”之一的超级工程，不仅以其宏伟的规模和独特的设计惊艳了世界，更以其先进的节能技术成为绿色建筑的典范。

大兴机场的航站楼里，冬暖夏凉，舒适宜人。然而，你可能想不到，这份舒适并非完全依赖传统的空调系统，而是得益于一种叫作地源热泵的技术。地源热泵的原理很简单——利用地下恒温的特性。在地下深处，温度常年保持在 15℃左右，无论是冬天还是夏天，都是一个稳定的能量来源。大兴机场在地下埋设了数千根管道，管道里流动的水通过与地下土壤交换热量，将地下的能量“搬运”到航站楼内。冬天，地源热泵将地下的热量提取出来，为航站楼供暖；夏天，则将航站楼内的热量“排”到地下，实现制冷。大兴机场通过这项技术，每年可减少数万吨二氧化碳的排放，相当于种植了数十万棵树木。

在大兴机场的屋顶上，铺满了闪闪发光的太阳能板，如图 1－5 所示。这些太阳能板组成了全球最大的机场光伏发电系统，为机场提供了源源不断的清洁能源。大兴机场的光伏发电系统初期装机容量超过 10 兆瓦，每年可发电约 1 000 万千瓦时，足以满足数万户家庭的用电需求。机场的照明、空调、行李传送带等设备，部分电力都来自这些太阳能板。光伏发电不仅降低了机场的运营成本，还减少了对化石能源的依赖。每年，这项技术可减少数千吨的煤炭消耗和数万吨的二氧化碳排放。



图 1－5　北京大兴国际机场

大兴机场的绿色科技还不止于此。机场的屋顶和地面设计了一套先进的雨水回收系统，将雨水收集起来，用于绿化灌溉和清洁。大兴机场通过雨水回收系统，每年可收集数百万立方米的雨水，相当于一个小型水库的容量。这些雨水经过处理后，被用于机场的绿

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

化灌溉、卫生间冲洗和地面清洁，大大减少了对自来水的依赖。雨水回收不仅节约了水资源，还减少了城市排水系统的压力，为城市的可持续发展提供了示范。

大兴机场的节能技术还离不开一套先进的智能管理系统。这套系统就像机场的“智慧之眼”，实时监控能源的使用情况，优化能源分配。通过成千上万的传感器，智能管理系统能够实时采集航站楼的温度、湿度、光照等数据，并根据这些数据自动调节空调、照明等设备的运行状态。系统能够预测机场的能源需求，避免能源浪费。例如，在旅客较少的时段，系统会自动降低照明亮度或关闭部分空调设备。工程师们可以通过手机或电脑远程监控和管理机场的能源系统，确保其始终处于最佳运行状态。

北京大兴国际机场不仅是一座交通枢纽，更是一座绿色科技的“未来之城”。它的地源热泵、光伏发电、雨水回收和智能管理系统，展示了中国在绿色建筑领域的领先地位，也为全球机场的可持续发展提供了宝贵的经验。

北京大兴国际机场的节能技术，是科技与自然的完美结合。它们不仅让机场成为绿色建筑的典范，也为未来的城市建设提供了新的思路。

（三）青岛胶州湾隧道的智能监控系统

2011 年 6 月 30 日，青岛胶州湾隧道正式通车。这条全长 7.8 公里的海底隧道，像一条巨龙潜行在胶州湾的海底，连接着青岛市区与黄岛区，如图 1－6 所示。胶州湾隧道是中国最长的海底隧道之一，它的建设和运营面临着许多挑战：



图 1－6　青岛胶州湾隧道

复杂的海底环境：隧道穿越的地质条件复杂，海水压力巨大，稍有不慎就可能引发渗漏或坍塌。

密集的车流：每天有数万辆车通过隧道，一旦发生事故，后果不堪设想。

潜在的火灾风险：隧道空间封闭，一旦发生火灾，烟雾难以排出，救援难度极大。

为了应对这些挑战，工程师们为隧道装上了一套先进的智能监控系统，它就像隧道的“守护之眼”，24 小时不间断地守护着隧道的安全。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

胶州湾隧道的智能监控系统由成千上万的传感器、摄像头和数据分析平台组成，它们共同构成了隧道的“智慧大脑”。隧道内安装了数百个传感器，能够实时监测隧道内的温度、湿度、空气质量、光照强度等数据。这些数据通过光纤网络传输到控制中心，供工程师们分析。隧道内布满了高清摄像头，能够捕捉隧道内的每一个角落。这些摄像头不仅能够识别车辆和行人，还能检测异常行为，比如车辆抛锚、行人闯入等。隧道内安装了先进的火灾探测系统，能够通过烟雾、温度和气体浓度的变化，提前发现火灾隐患，并及时发出警报。

胶州湾隧道的智能监控系统不仅能够监测环境，还能实时调度交通，确保隧道的畅通无阻。通过摄像头和传感器，系统能够实时监测隧道内的车流量和车速。一旦发现拥堵或事故，系统会自动调整信号灯，引导车辆绕行。如果发生交通事故，系统会立即通知救援人员，并联动开辟应急车道，确保救援车辆能够快速到达现场。隧道内的电子显示屏和广播系统会实时发布路况信息，提醒司机注意安全。

胶州湾隧道的智能监控系统还具备强大的应急响应能力，能够在紧急情况下迅速启动应急预案。一旦发生火灾，系统会自动启动排烟设备，将烟雾排出隧道，同时关闭火灾区域的通风系统，防止火势蔓延。如果隧道发生渗漏，系统会立即关闭漏水区域的电源，并启动排水设备。在紧急情况下，系统会通过广播和电子显示屏，引导车内人员迅速撤离隧道。

青岛胶州湾隧道的智能监控系统，不仅是一座隧道的“守护之眼”，更是中国智能交通技术的典范。它通过实时监测、智能调度和应急响应，确保了隧道的安全运营，为每一位通行者提供了可靠的保障。

（四）宿迁学院新校区图书馆现代结构与空间设计

2022 年 9 月 29 日，宿迁学院新校区正式开工建设。作为新校区的标志元素，图书馆单体形态稳重敦实，如同“基石”矗立在骆马湖畔，对整个校区建筑群起到统领和凝聚作用。图书馆采用了拱券元素致敬经典，空间气势恢宏，体现出现代图书馆的空间气质。在结构设计方面，采用“悬索＋吊索＋楼面钢梁”的结构体系，融合图书馆建筑设计理念，营造建筑空间氛围，形成图书馆单体视觉上的冲击力和艺术上的感染力，如图 1－7 所示。



图 1－7　图书馆正立面图

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

核心理念：图书馆设计秉承“书山云台”理念。“书山”是图书馆设计的形态概念，图书馆形态庄严宏伟，稳重大气，中间主楼像山一样高高矗立，两侧裙房环绕，寓意“书山有路勤为径”。“云台”是图书馆内部空间设计的基本概念，图书馆内部空间可以容纳不同层次的多样化功能需求，各平台之间如同云层呈现交叉、变化的状态，并促成图书馆内部如中庭、退台等公共空间的形成，如图 1－8 所示。



图 1－8　图书馆内部空间示意

形体生成：图书馆采用原始核心筒基础框架，旋转而上置入平台形成通高空间，并通过拱券强化图书馆阅读空间的氛围，采用之字形楼梯加强层间联系，形成共享平台。建筑呈一栋主楼居中二栋裙房分居左右的中轴对称格局，主楼具备核心功能，设置中庭，并通过裙房与中央学术环自然融合，独立又整体；裙房实现附属功能，并创造内庭院空间，体量优化。主楼和裙楼设置半室外平台，把周边景观资源引入建筑，创造良好的阅览交往空间。

交通组织：图书馆室外平台四周设置各种类型的路径，增加平台的可达性，把四面八方的人流引入二层共享平台，二层主楼南侧为主要出入口，通过大台阶连接礼仪广场。主楼东西南北均设出入口，师生可以通过馆内四个垂直核心交通快速到达各层，进行阅览、学习、交流；两侧裙房的动态活动空间有多标高、多方向出入口，内部流线丰富交叉，方便灵活使用。

结构体系：图书馆主楼建筑为地下一层，地上十层（顶层为机房层），采用钢框架—屈曲约束支撑结构体系，建筑二层楼面以上局部抽柱，东西两侧和南北两侧局部设置大跨楼盖，以实现内部少柱化的建筑空间和融合通透的建筑立意，南北侧楼盖最大跨度达到50.4米，东西两侧楼盖最大跨度 33.6 米。主楼区域借鉴悬索桥设计理念，采用悬索＋吊索＋楼面钢梁的结构体系，有效降低了楼面钢梁高度，如图 1－9 所示。南侧裙房局部悬挑达 10.8 米，采用整层通高的钢桁架结构形式，针对南、北侧裙房存在不规则项，采取加强楼板大开洞周边范围内楼板配筋等措施。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



图 1－9　图书馆“悬索＋吊索＋楼面钢梁”结构体系

宿迁学院新校区图书馆，作为师生校园活动的核心建筑，通过巧妙的建筑设计和精确的结构计算，实现内部中庭七层通高，采用悬挑大台阶连接上下层，共享空间层层叠加，动静结合，空间层次丰富，融合了正式学习与非正式学习的多种可能性，实现了空间布局的开放性、交往性、多样性。

二、国外创新土建工程

（一）荷兰三角洲工程马仕朗防风暴大坝

在荷兰西南部的北海之滨，有一座巨大的工程奇迹——马仕朗防风暴大坝（Maeslantkering），如图 1－10 所示。它是荷兰三角洲工程的重要组成部分，也是世界上最大的可移动防洪屏障之一。



图 1－10　荷兰三角洲工程马仕朗防风暴大坝

荷兰是一个低地国家，全国约四分之一的土地低于海平面。几个世纪以来，荷兰人一直在与海水抗争，修建堤坝、开垦土地。然而，1953 年的一场特大风暴潮改变了这一切。那一年，北海的风暴潮冲垮了荷兰的堤坝，淹没了大片土地，造成近 2 000 人死亡，数万人

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

无家可归。这场灾难让荷兰人意识到，传统的堤坝已经无法应对日益严峻的气候挑战。于是，他们决定建造一项前所未有的工程——三角洲工程(Delta Works)。

三角洲工程的核心目标之一，是保护鹿特丹港及其周边地区。鹿特丹是欧洲最大的港口，也是荷兰的经济命脉。然而，这里恰好位于北海风暴潮的威胁之下。为了确保港口的安全，工程师们设计了一座巨大的可移动屏障——马仕朗防风暴大坝。马仕朗防风暴大坝由两扇巨大的弧形钢门组成，每扇门高 22 米，长 210 米，平时隐藏在河道两侧的巨型船坞中，保持水道畅通；当风暴潮来临时，它们会像巨人的手臂一样缓缓合拢，挡住汹涌的海水。屏障的开启和关闭完全由计算机系统控制。当水位上升到警戒线时，系统会自动启动屏障，整个过程仅需 1.5 小时。

大坝首次真正抵御风暴潮是在 2007 年 11 月恐怖的风暴潮从西北方向发起冲锋。在风速的作用下高度迅速越过 3 米，而系统也及时地做出了反应，并启动系统将扇形闸门进行合拢，成功地将风暴潮拦截在河道入海口。风暴潮被挡在了屏障之外，鹿特丹安然无恙。这一刻，马仕朗防风暴大坝证明了自己的价值，也成了荷兰人对抗自然的象征。

马仕朗防风暴大坝不仅是荷兰三角洲工程的骄傲，更是人类与自然和谐共处的典范。它展示了科技如何帮助人类应对自然灾害，同时也提醒我们，面对气候变化，我们必须不断创新和适应。

(二) 迪拜哈利法塔的云端供水系统

在阿联酋迪拜的沙漠之中，矗立着一座直插云霄的摩天大楼——哈利法塔(Burj Khalifa)，如图 1-11 所示。这座高达 828 米的建筑不仅是世界最高楼，更是一座工程奇迹。然而，在这座巨塔的深处，隐藏着一个不为人知的秘密：一套复杂而高效的供水系统。



图 1-11　迪拜哈利法塔

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

迪拜位于阿拉伯沙漠的中心，气候炎热干燥，年降水量不足 100 毫米。在这样的环境中，建造一座超高层建筑，最大的挑战之一就是如何为塔内的居民和游客提供足够的水。哈利法塔内有豪华公寓、五星级酒店、餐厅和观景台，每天需要消耗大量的水。然而，传统的供水系统根本无法将水输送到如此高的楼层。工程师们必须设计一套全新的系统，来解决这个难题。

哈利法塔的供水系统由多个部分组成，每一部分都经过精心设计和计算，以确保水能够稳定地输送到每一个角落。哈利法塔的供水系统被分为多个独立的区域，每个区域都有自己的水泵和水箱。这种设计不仅减少了水泵的负荷，还提高了系统的可靠性。为了将水输送到 160 层以上的高度，工程师们安装了多台高压水泵。这些水泵能够产生巨大的压力，将水推向云端。在塔内的不同楼层，安装了多个巨型水箱。这些水箱不仅储存水，还能平衡水压，确保每一层的水流稳定。供水系统配备了先进的传感器和监控设备，能够实时监测水压、水质和流量。一旦发现问题，系统会自动调整或发出警报。

在迪拜这样的沙漠城市，水资源极其宝贵。哈利法塔的供水系统不仅高效，还注重水的循环利用。尽管迪拜的降水量很少，但哈利法塔仍然设计了雨水收集系统。屋顶和露台上的雨水被收集起来，用于灌溉和清洁。塔内的洗手间和厨房产生的灰水（废水）经过处理后，被用于冲厕和冷却系统，减少了淡水的消耗。迪拜的高湿度空气在空调系统中会产生大量冷凝水。这些水被收集起来，用于灌溉和清洁，进一步节约了水资源。

哈利法塔的供水系统不仅是工程技术的巅峰，更是人类智慧的结晶。它展示了如何在极端环境中，通过科技和创新，解决看似不可能的问题。每当游客登上哈利法塔的观景台，俯瞰迪拜的繁华景象时，他们可能不会想到，脚下的每一滴水，都是经过精心设计和管理的。这座塔不仅是迪拜的地标，更是人类与自然和谐共处的象征。

（三）日本东京晴空塔抗震技术和美学设计的结合

在日本东京的墨田区，矗立着一座高耸入云的建筑——东京晴空塔（Tokyo Skytree），如图 1－12 所示。这座高达 634 米的塔不仅是日本最高的建筑，更是世界上最高的自立式电波塔。在这座塔的设计中，隐藏着两项令人惊叹的成就：先进的抗震技术和独特的美学设计。

日本位于环太平洋地震带上，地震频发。在这样的环境中建造一座超高层建筑，最大的挑战之一就是如何确保其在地震中的安全性。与此同时，东京晴空塔还需要承担广播电视信号发射的功能，这就要求塔身必须足够高且稳定。工程师们深知，传统的建筑设计无法满足这些需求。他们必须找到一种既能抵御地震，又能体现日本文化美学的解决方案。

工程师们采用了多项创新技术，确保塔在地震中屹立不倒。晴空塔的中心有一根巨大的混凝土心柱，周围环绕着钢结构的塔身。这种设计类似于日本传统的五重塔结构，能够在地震中吸收和分散震动能量。在塔的高处，安装了调谐质量阻尼器。这个装置像“巨型钟摆”一样，能够抵消塔身的晃动，保持塔的稳定。塔身采用了柔性设计，能够在地震中轻微摆动，而不是硬性抵抗。这种设计大大减少了地震对塔体的破坏。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



图 1-12　日本东京晴空塔

东京晴空塔不仅是一座功能性的建筑，更是一件艺术品。它的设计灵感源自日本传统文化，同时融入了现代美学。塔身采用了蓝白相间的配色，灵感源自日本传统的“蓝染”工艺。这种配色不仅美观，还能与天空融为一体，减少视觉上的压迫感。塔身的曲线设计灵感源自日本武士刀的弧度，象征着力量与优雅的结合。这种造型不仅美观，还能减少风阻，提高塔的稳定性。

2011 年 3 月 11 日，日本东北部发生了 9.0 级大地震，东京也受到了强烈震动。然而，当周围的建筑都在摇晃时，在施工最后阶段的东京晴空塔却稳稳地矗立着，几乎没有受到任何影响。地震发生后，晴空塔的调谐质量阻尼器发挥了重要作用。它像一位“隐形守护者”，默默地抵消了地震的能量，保护了塔的安全。这一刻，晴空塔的抗震技术证明了自己的价值，也成了东京市民心中的“安全象征”。

东京晴空塔通过先进的抗震技术和独特的美学设计，展示了人类如何在高风险的环境中，创造出既安全又美丽的建筑。每当游客登上晴空塔的观景台，俯瞰东京的繁华景象时，他们不仅感受到科技的力量，还能体会到日本传统文化的魅力。这座塔不仅是东京的地标，更是人类智慧与艺术的结晶。



【拓展阅读】

什么样的 18 层大厦可以在地震中屹立不倒

1972 年 12 月 23 日，尼加拉瓜共和国首都马那瓜发生了大地震，一座现代化城市顷刻间变成了一片废墟，死亡万余人，震中 511 个街区的房屋被无情地震毁。令人惊奇的是，一片废墟中唯独 18 层的美洲银行大厦竟安然屹立，而大厦正前方的街道地面却呈现了上下达约 1/2 英寸的错动！如此奇迹，轰动了全球。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

奇迹的创造者就是著名工程结构专家美籍华人林同炎。他在设计美洲银行大厦时，试图设计一座震中不会出现房屋崩裂的大厦，但是无论如何都没有办法解决建筑材料在强大外力下不变形、裂开的问题。就在他一筹莫展之际，忽然想到如果不把思维的重点放在正面（因为放在正面不能彻底解决防震问题），而是放在反面呢？

于是，在多方筛选测算后，他采取了框筒结构。这种结构和一般结构不同，具有刚柔相济的特点：在一般受力情况下，建筑物有足够的刚度来承受外力；而当受到突如其来的强烈外力时，可由房屋内部结构中某些次要构件的开裂使房屋总刚度骤然减弱，从而大大减少主要构件建筑材料承受的地震力。这种以房屋次要构件开裂的损失来避免建筑物倒塌的设计思想突破了常规的思维框架，突破了以刚对刚的正面思维模式，从而创造了世界上少有的奇迹。

在这里，林同炎选择了以“逆”保护来保护。保护与破坏是完全对立的，但这不意味着它们不能互补共存。如果不遗余力地保护不能达到“保护”的最终目的，那么就用“破坏”来“保护”。使“保护”和“破坏”双方呈现出相互依存的态势，主动设计一些在强地震中会被破坏的东西，恰恰成就了保护的目的。在主要建筑体完好的前提下，次要内部结构的破坏反而使得建筑物避开了强震的摧残。

（资料来源：改编自《懂得逆向思维的人到底有多可怕》https://zhuanlan.zhihu.com/p/629007143）

金门大桥堵塞问题的解决

美国旧金山的金门大桥横跨1 900多米的金门海峡，连接北加利福尼亚与旧金山半岛，大桥建成通车后，大大节省了两地往来的时间。但是，新问题随之出现，由于出行车辆太多，金门大桥总会堵车。

据传当地政府为堵车的问题迟迟不能解决感到头疼，如果筹资建第二座金门大桥，必定要耗资上亿美元，当地政府决定向社会征集解决方案。最终一个年轻人提出了一个方案：将原来传统的“4+4”车道改成“6+2”车道，即上午左边车道为6道，右边车道为2道；下午则相反，右边为6道，左边为2道。他的方案试行之后，困扰多时的堵车问题迎刃而解。同样是8条车道，“6+2”的效果明显优于“4+4”。当地政府付给了他奖金，并给予高度赞扬。

（资料来源：改编自《金门大桥的交通创新：从潮汐车道到拉链车的演变》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1831310734791617761&wfr=spider&for=pc）

实战训练

1. 用表格对比创造、发明、创新的核心差异，并分析华为鸿蒙系统（案例1-2）为何属于创新而非发明。

2. 基于教材表1-1，判断以下案例的创新类型并说明理由。

（1）特斯拉将圆柱电池改为4680电池；

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

(2) 拼多多“砍一刀”社交电商模式。

3. 参考教材中柯达案例,分析传统建造技术被颠覆的潜在场景。如列举 3 项可能被 3D 打印建筑技术颠覆的传统工艺;撰写风险预警报告(200 字),需引用教材中“管理层决策失误”教训。

4. 针对“施工延期”行业痛点,应用教材中司马光砸缸的逆向思维,提出反转型假设,如何将延期转化为效益?

5. 采用小组协作方式,应用教材中“属性列举法”,选定日常物品,如校园共享雨伞架;按名词性(结构/材料)、动词性(功能)、形容词性(外观)列出特征;对存在的使用问题,提出改进方案。

6. 结合“地下管网数字孪生系统与爆管智能溯源技术”“实景三维支持下的城市内涝淹没模拟与应急调度”等技术创新主题,结合测绘工程专业知识背景,探讨创新点及可能采取的技术手段。

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸:260mm×185mm 版芯:38 字×38 行 文件路径:储 B09

第二章
创新训练项目进阶



第一节　大学生创新训练计划项目概述

在当今快速变化的社会和经济环境中，创新已成为推动国家发展的重要引擎。教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。习近平总书记指出："必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，开辟发展新领域新赛道，不断塑造发展新动能新优势。"大学生作为国家未来的建设者和接班人，需要具备创新思维和实践能力来适应未来社会的发展和职业需求。大学生创新训练计划项目为学生提供了一个接触科研、开展创新实践的机会，有助于激发学生的学习兴趣和创新潜能，培养其自主学习能力、解决问题能力和团队协作精神，提高综合素质和就业竞争力。

大学生创新训练计划项目的发展历程可以分为以下几个阶段：

（一）早期探索与试点阶段（2006 年—2007 年）

2006 年部分高校开始探索本科生创新创业训练计划项目。教育部在部分高校开展试点，推动本科生参与科研训练。2007 年，教育部正式启动"大学生创新性实验计划"，60 多所高校开展试点，资助学生开展创新性实验项目。同年，成立了国家级大学生创新创业训练计划专家组，负责指导和实施该计划。

（二）正式实施与拓展阶段（2008 年—2011 年）

随着更多高校参与大学生创新创业训练计划项目实施，2011 年，在"大学生创新性实验计划"基础上，教育部启动"十二五"期间"大学生创新创业训练计划"，项目形式从单一的"创新性实验项目"拓展为"创新训练项目""创业训练项目"和"创业实践项目"。

（三）体系完善与规范化阶段（2012 年—2019 年）

2012 年，教育部印发《关于做好"本科教学工程"国家级大学生创新创业训练计划实

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

施工作的通知》，明确了计划内容和管理要求。随着创新创业训练计划逐步完善，形成了国家、省、校三级管理体系，并积极开展立项及资助工作。《国家级大学生创新创业训练计划管理办法》于 2019 年出台，进一步规范了项目管理，明确立项、实施、结题等环节的要求。同年，计划参与高校达到 991 所，国家级、省级和校级项目分别累计达到 18 万项、65 万余项和 380 万余项。

（四）深化与高质量发展阶段（2020 年—至今）

创新创业训练计划持续实施，进一步推动了高校创新创业教育改革。计划更加注重项目质量和成果转化，推动高校创新创业教育与专业教育深度融合，更多高校建立了创新创业教育体系。近年来，中国的大学生创新训练计划项目取得了显著成就，越来越多的大学生展现出创新思维，为推动社会进步和经济发展注入了新的活力。



图 2-1　国家级大学生创新训练计划平台

第二节　大学生创新训练计划项目内容

大学生创新训练计划项目实行项目制管理，主要包括创新训练项目、创业训练项目和创业实践项目三类。国家级（省级重点）和省级项目在内容的创新性和深度上具有一定的要求，校级的项目相对基础一些，但经费额度较小。

一、创新训练项目

（一）项目选题

学生个人或团队在导师指导下，自主选题并设计创新性研究项目。选题范围应适当，需结合专业、社会需求或技术创新，具有一定的新颖性和可行性。项目需对研究目标、内容、方法及技术路线进行明确界定，确保研究过程有序可循。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

（二）团队组建

项目成员数量一般不多于5人。鼓励不同专业、不同年级、不同背景的本科生组成创新团队，创新团队需确定1名项目负责人，并明确每名成员在项目中的具体分工。

（三）条件准备

项目获批后，学生需在导师的指导下，根据项目需求，自主进行研究性学习，进行实验方案设计，准备实验设备、材料、数据等研究条件。这可能包括搭建实验平台、收集样本、整理数据等，为项目的顺利实施创造必要的条件。

（四）项目实施

按照预定的研究方案开展实验、调研、数据分析等工作。在实施过程中，学生需要运用所学的专业知识和技能，积极探索、勇于创新，解决遇到的各种问题，并详细记录实验过程和结果。

（五）研究报告撰写

对项目研究过程和结果进行系统总结，撰写研究报告。报告内容一般包括项目背景、目的、方法、结果、讨论等部分，要求逻辑清晰、数据准确、分析深入，能够体现项目的创新点和研究价值。

（六）成果交流

创新成果形式包括书面成果和实物成果。书面成果包括正式发表的著作、论文、自主知识产权、商业计划书等；实物成果包括可供参观、使用的器械、设备、软件、作品及各种发明、创造、实体商业化运作等。通过与他人分享项目成果和经验不仅可以锻炼学生的学术表达和交流能力，还可以促进学术思想的碰撞和创新思维的激发。

二、创业训练项目

（一）商业计划书编制

团队在导师指导下，通过市场调研、行业分析等，编制完整的商业计划书。商业计划书应包括项目概述、市场分析、产品或服务介绍、商业模式、营销策略、团队组建、财务规划等方面的内容，对创业项目进行全面规划和阐述。

（二）可行性研究

对创业项目的市场前景、技术可行性、经济可行性等进行深入研究和分析。通过收集和分析相关数据，评估项目的可行性和潜在风险，为项目的实施提供科学依据。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

（三）模拟企业运行

根据商业计划书，模拟企业的实际运营过程，包括生产管理、市场营销、财务管理、人力资源管理等各个环节。让学生在模拟环境中体验企业运营的各个环节，提高创业管理和实践能力。

（四）参加企业实践

组织学生到相关企业进行实地参观、实习或实践，了解企业的实际运作模式和管理经验。通过与企业员工的交流和互动，学生可以获取宝贵的创业经验和行业信息，为自己的创业项目提供参考和借鉴。

（五）撰写创业报告

对创业训练项目的过程和结果进行总结和反思，撰写创业报告。报告应包括项目实施情况、遇到的问题及解决方案、取得的成果、经验教训等方面的内容，以帮助学生系统梳理创业思路，提高创业能力和综合素质。

三、创业实践项目

（一）项目提出与论证

学生团队在学校导师和企业导师共同指导下，基于前期创新训练项目或创业训练项目的成果，提出具有市场前景的创新性产品或服务构想，并对项目的可行性和商业价值进行论证。

（二）创业实践实施

开展具体的创业实践活动，包括产品研发、市场推广、企业注册、团队组建与管理等。学生需要将理论知识与实践相结合，运用所学的专业技能和管理知识，推动项目的实际运作，将创新成果转化为实际的商业价值。

（三）企业运营与管理

负责企业的日常运营和管理，包括财务管理、市场营销、生产管理、人力资源管理等方面的工作。学生需要学会制定企业的战略规划、优化内部管理流程、提高企业的运营效率和市场竞争力。

（四）项目总结与展望

对创业实践项目的整体情况进行总结和评估，分析项目取得的成果、存在的问题及改进措施。同时，对未来企业的发展方向和战略进行规划和展望，为企业的发展提供清晰的思路和目标。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09



第三节　大学生创新训练计划项目管理

大学生创新创业训练计划项目(以下简称大创)分为国家级(省级重点)、省级(一般、校企合作资金)、校级等级别,项目从申报、立项到结题验收周期一般为1年。经批准立项后,项目负责人应按照相关要求组织项目成员启动项目,在指导教师指导下自主实施、自主管理,做好项目过程记录和总结报告等工作。

(一)申报

项目主要面向在校全日制本科生,申报人原则上以二、三年级学生为主,其他年级学生可作为项目组成员参加。申报人需品学兼优,学有余力,善于独立思考,实践动手能力较强,具有一定的创新意识和研究探索精神,对科学研究、科技活动或社会实践有浓厚的兴趣。创新训练项目的申报者可以是个人,也可以是2～5人组成的团队,个人不能同时在不同项目之间交叉申报。除创业实践项目外,其他项目要求项目申报人在毕业前完成项目。申报人(或团队)提出申请,填写《大学生创新创业训练计划项目申报书》(详见附录1),指导教师审阅并签署意见,并上报学院。

(二)立项

申报人所在学院对申请项目及申报人进行初步评审筛选,对推荐项目提出具体意见;学校组织专家小组对学院报送的申请项目进行评审,提出评审立项和改进建议;学校专家委员会再汇总各专家小组评审意见,确定创新创业训练计划资助项目与经费额度;最后学校领导小组审定立项建议方案,批准立项项目实施。对准予立项的国家级、省级大创项目按要求报送给当地省级教育委员会,省级教育委员会统一报送教育部。

(三)中期检查

项目研究时间过半,项目负责人应提交《大学生创新创业训练计划项目中期检查报告》(详见附录2),主要内容包括:项目进展情况、项目未来工作安排及展望、项目经费使用情况及分析等。指导教师应出具项目进展情况的指导意见,明确项目是否能按计划完成等。

(四)结题申请及验收

项目完成后,项目负责人填写《大学生创新创业训练计划项目结题验收报告》(详见附录3),附上项目成果,由相关部门组织专家对研究项目进行结题验收,项目的结题材料和

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38字×38行　文件路径:储B09

成果形式是否完整，并根据现场答辩情况，给出是否同意结题的意见，报创新创业学院审核，经公示无异议后，发布结题结果。

（五）项目变更

项目进行中涉及变更研究内容、项目成员、推迟结题等事项的，项目负责人应填写《大学生创新创业训练计划项目变更申请书》（详见附录 4），说明变更内容及原因，由相关人员（指导教师、双创学院等）审核。

项目延迟结题的时间原则上不得超过 1 年，对于超过 1 年未申请延期及申请延期未通过审批的项目，撤销该项目。



第四节　大学生创新训练计划项目申报书撰写

一、创新训练项目申报书撰写要点

（一）申请理由

在创新训练项目申报书的申请理由撰写中，需系统展示个人/团队与项目需求的匹配度，建议从以下维度展开：

1. 知识技能基础及特长

说明自身具备的学科知识（如核心课程成绩）和技术专长（如编程语言、实验操作能力），并通过竞赛奖项、专利或作品量化证明。

2. 实践创新成果

列举与项目直接相关的科研、竞赛经历或原型开发经验（如已发表的论文、获奖项目或已验证的技术方案）。

3. 兴趣与项目关联

结合社会需求或技术前沿阐述研究动机，并强调持续性投入。

（二）项目研究背景

1. 研究现状

结合专业领域（如建筑工程、道路桥梁、测绘工程）总结国内外前沿动态（如智能建造、绿色建材、海绵城市），引用权威文献或政策（如“双碳”目标、新基建），指出当前研究空白（如“现有技术在××场景下的局限性”）。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



2. 研究意义

需体现学术价值(填补理论空白)、应用价值(解决工程实践问题,如“提升××结构的耐久性”)及战略价值(对接国家需求,如乡村振兴、交通强国)。

3. 已有基础

说明团队依托的实验室资源(如学校的重点实验室)、前期科研积累(如课程设计成果、导师纵向课题子方向),以及尚需补充的条件(如设备共享、数据获取,并说明解决途径)。

(三)项目研究目标及主要内容

1. 研究目标

需量化、可考核,避免模糊表述。分总目标(如“研发××新型材料并验证其性能”)和分目标(如“完成材料配方优化、力学性能测试、工程应用模拟”)两个层次。

2. 主要内容

按逻辑拆解为3～4个技术模块,每个模块说明具体研究对象、方法及预期产出(如“1. 材料配比设计:通过正交试验确定最佳组分;2. 性能测试:参照GB/T ×××标准进行抗压/抗渗测试”等)。

(四)项目创新特色概述

1. 创新维度

(1) 理论创新:提出新假说或修正现有理论(如“基于××理论改进传统设计公式”);

(2) 方法创新:采用跨学科方法(如“将物联网技术与传统岩土监测结合”)或优化现有算法;

(3) 应用创新:解决新场景问题(如“将××技术应用于寒区隧道防冻”)或降低成本(如“利用工业固废制备高性能建材”)。

2. 差异化表述

对比国内外同类研究,明确指出“本项目首次提出……”“相较于××研究,本项目在××方面实现突破”。

3. 价值验证

简要说明创新点的可行性(如“已有前期实验表明,该方法可提升效率30%”)。

(五)项目研究技术路线

1. 步骤清晰

研究流程按阶段划分,明确“文献调研→方案设计→实验/模拟→数据处理→成果总结”五个关键环节,以技术路线图展示。每个阶段均需界定输入内容、采用方法与具体输出成果。例如,在实验阶段:输入为试样与测试方案,通过室内试验(设备如万能试验机)

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38字×38行　文件路径:储B09

开展材料力学性能测试，最终输出《××性能测试报告》。

2. 方法科学

在研究过程中选用恰当的研究方法，并说明所使用的工具或平台，确保研究手段合理、可操作。例如："采用 ABAQUS 软件进行结构受力数值模拟""基于 Python 进行数据清洗与统计分析"等。

3. 风险预案

针对关键环节中可能出现的典型问题，提前制定应对策略，保障项目顺利推进。例如："若实验数据偏差显著，将采取增加样本数量、校准设备或改进测试流程等措施予以优化。"

（六）研究进度安排

1. 时间分段

按学期或月份划分（如"第 1—2 月：文献调研与方案细化；第 3—6 月：实验研究；第 7—10 月：数据分析与理论研究；第 11—12 月：成果凝练"）。

2. 任务量化

每个阶段标注具体产出（如"第 6 月：完成 3 组配比试验并提交中期进展报告"）。

3. 里程碑事件

设置关键节点（如季度检查、中期检查、结题验收），预留缓冲时间应对延期风险。

（七）项目组成员分工

1. 角色明确

设置负责人（统筹协调、进度管理）、技术骨干（实验/编程/建模）、资料整理员（文献/数据管理）等角色，避免职责重叠。

2. 分工具体

结合成员年级、技能（如"大三学生负责数值模拟，即掌握 ABAQUS 软件应用，大二学生协助实验操作与数据记录"）。

3. 协作机制

说明沟通方式（如"每周例会＋线上共享文档"）、任务衔接（如"实验数据实时同步至数据库，供分析组使用"）。

（八）学校提供条件

课题试验相关内容在学校××实验室开展；所需仪器均为××学院实验室内设备仪器，技术指标较为先进，数字化、自动化程度较高；配套经费由学校拨款等。

（九）预期成果

紧扣项目要求和项目性质，做力所能及的事情，不虚夸；不要低于项目要求，按要求的

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

最低限额写；文章、专利要写明级别。

（十）经费预算

分类明细支出，做到有理有据，主要包括耗材、资料费及少额交通费等。

案例 2－1

《使用双 GNSS 天线进行多路径检测》申报书

一、申请理由（包括自身具备的知识条件、自己的特长、兴趣、已有的实践创新成果等）

通过近两年的学习，项目组成员已经学习了高等数学、线性代数、概率与数理统计、大学物理等基础课程，学习了数字地形测量学、数字电路等与本项目有关的专业课程。

项目负责人具备良好的计算机编程能力，平时对 GNSS 比较感兴趣，在老师指导下已做了一些数据结果的分析，加深了对 GNSS 的理解，具备了从事简单科研的能力。项目组成员具备良好的文献概括整理、编程、理论推演以及写作能力，在本项目中可以很好地发挥自身的长处，同时锻炼综合的科研能力。组员平时勤于思考，对数据发掘有很好的洞察力，相信能够在老师的指导下很好地完成本项目。

二、项目方案

1. 项目研究背景（国内外的研究现状及研究意义、项目已有的基础，与本项目有关的研究积累和已取得的成绩，已具备的条件，尚缺少的条件及方法等）

（1）研究意义

全球定位技术发展迅猛，而多路径效应是卫星定位技术的研究重点。多路径效应是指接收机在接收到卫星信号的直射波的同时还收到该卫星信号的反射波，而反射信号的存在阻碍接收机正确地跟踪卫星信号。在卫星定位过程中，多路径环境复杂多变，难以进行定量分析，而且会随着卫星以及接收机位置的移动而产生显著变化，无法通过差分方法来消除。因此，多路径效应是影响卫星定位精度和稳定性的重要因素。

抑制多路径效应的方法主要有基于天线、基于信号处理和基于后处理 3 种。基于天线的方法包括采用扼流圈天线或天线阵列，会带来成本的大幅提升。基于信号处理的方法主要是通过改进接收机内部跟踪环路的相关器和相位鉴别器来抑制多路径效应，包括多路径估计延迟锁定环技术、多路径估计技术、窄相关技术等。以上两类方法实现复杂，计算量大，难以在实际中得到广泛应用。基于后处理的方法是降低受多路径效应干扰的卫星信号测量值的权值，以一致性探测技术为代表，虽容易实现但须首先探测出卫星信号是否受到多路径效应的影响。

因此，简单有效、智能化的多路径效应探测方法，对于多路径效应的消除起着至关重要的作用。基于双 GNSS 天线的多路径径检测和抑制方法及系统，是一种新型的多路径检测的技术，本项目可以实现多路径抑制的目的，并降低成本，实现实时检测和解算，其示意图和应用场景如图 2－2 和图 2－3 所示。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

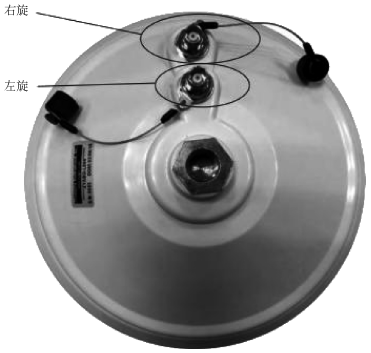


图 2-2　双极性天线示意图



图 2-3　测试场景

(2) 国内外研究现状

近年来,已有相关研究小组针对利用双极性天线探测多路径效应展开了研究。张艳红[1]提出了采用双极性天线判断多路径效应的方法。BRENNEMAN[2]利用 LHCP 天线辅助进行反射信号到达角度的估计,但仅限于理论的研究。刘畅[3]利用 RHCP 和 LCP 天线输出的信号强度差值辅助进行多路径效应判定,但侧重于在信号处理层面对锁相环技术进行改进,复杂度较高。JIANG[4]介绍了采用双极性天线进行多路径效应探测的内容但缺乏相应的理论分析,重点研究了利用双极性天线进行信号非视距传播的探测。而在国内还未有利用双极性天线进行多路径效应探测的相关研究。

考虑到卫星定位过程中接收机在接收到卫星信号的直射波的同时还收到该卫星信号的反射波,而反射信号的存在会阻碍接收机正确跟踪卫星信号。利用基于后处理的方法须先探测出卫星信号是否受到多路径效应的影响,因此有效的多路径效应探测方法对于多路径效应的消除有重要作用。在卫星接收机中,通常采用载噪比作为衡量卫星信号强度的有效工具。根据两台接收机输出的同一卫星信号的载噪比大小,能够估计出直射信号和多路径信号的信号强度,进而判别出该卫星信号是否在传输过程中经历了多路径效应。但计算中门槛值的选择与双极性天线的特性以及多路径环境都有着较为密切的关系。但在卫星定位过程中,多路径环境复杂多变,难以进行定量分析,而且会随着卫星以及接收机位置的移动而产生显著变化,因此卫星定位过程中还是存在精度和稳定性的问题。

(3) 项目已有的基础

项目指导老师多年从事卫星定位与组合导航,GNSS 遥感及其应用研究,发表了多篇相关论文,承担了多项科研课题,具有较高的学术水平和较强的科研能力。项目申请者对卫星定位和双极性天线相关理论研究和应用有较好的理解,并且对所研究的课题非常感兴趣,愿意在老师的领导下全身心地投入。项目组的成员成绩优秀,善于独立思考、分析和解决问题,有较为完善的专业基础知识,有良好的学术潜力,能够进行良好的沟通和积

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38 字×38 行　文件路径:储 B09

极的团队合作。

(4) 已具备的条件

目前已经拥有完成本项目所需的部分实验数据。学校实验室拥有多台 GNSS 接收机，可用于本项目所需实验数据的采集。已购买、借阅和检索大量的国内外参考文献。

2. 项目研究目标及主要内容

(1) 研究目标

克服现有技术中无法实时处理，应用条件受限的问题，从而提供一种可以实时处理，应用条件受限小的使用双天线的多路径检测方法。

(2) 主要内容

① 设计并制作出基于双极性天线检测多路径的 GNSS 接收机。

② 基于基线向量观测值和天线基线长度计算基线向量估计值的方法，根据基线向量估计值计算误差平方和，结合门限值虚警率确定的方法，计算多路径信号引起的载波相位误差估计值的方法，判断多路径效应是否发生。

3. 项目创新特色概述

目前已有的双天线技术尚未应用于多路径检测，本项目创新地将双天线技术用于多路径的检测，能有效地降低成本和提高定位精度。

4. 项目研究技术路线

拟采用的技术路线如图 2-4 所示：

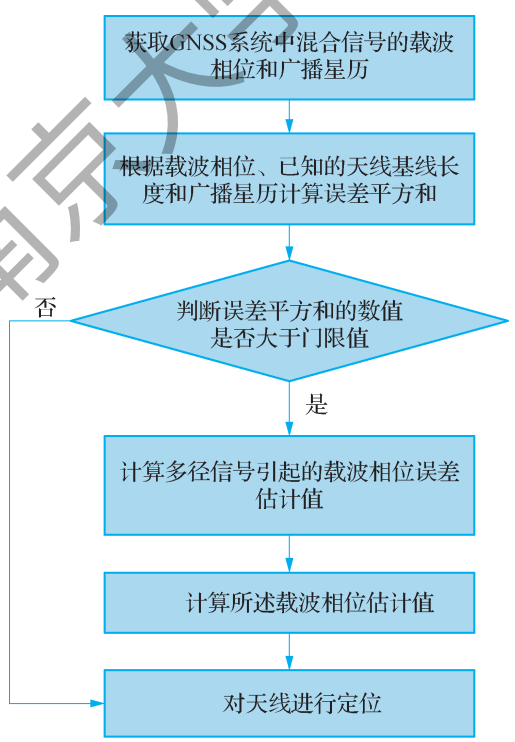


图 2-4　使用双天线进行多路径检测流程

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

主要步骤如下：

(1) 获取 GNSS 信号的载波相位和广播星历；

(2) 根据载波相位、广播星历和已知天线基线长度计算误差平方和；

(3) 将误差平方和与门限值作比较，判断误差平方和的数值是否大于门限值，若大于，则认为当前接收的卫星信号中存在至少一个多路径信号，进入步骤(4)，否则，认为当前不存在多路径信号，进入步骤(5)；

(4) 计算多路径信号引起的载波相位误差估计值，并根据载波相位以及载波相位误差估计值计算载波相位估计值；

(5) 对天线进行定位。

参考文献：

[1] 张艳红，张鹏，赫雲辉.利用双极性天线探测及削弱多路径效应的方法[J].北京测绘，2021，35(07)：942－946.

[2] BRENNEMAN M，MORTON J，YANG C，et al. Mitigation of GPS multipath using polarization and spatial diversities[C]//Proceedings of ION GNSS 2007，2007：596－599，25－28.

[3] 刘畅，张鹏，孙福余等.双极性天线在多路径效应探测中的应用[J].测绘科学，2017，42(04)：91－96.

[4] JIANG Z Y，GROVES P D. NLOS GPS signal detection using adual polarisation antenna[J]. GPS Solutions，2014，18(1)：15－26.

5. 研究进度安排

起讫日期	工作内容
2023.05—2023.07	收集相关资料、整理 GNSS 实验数据。
2023.08—2023.10	对应用双 GNSS 天线对多路径效应进行检测方法研究，了解相关算法，给出合理的应用与后续实验方案。
2023.11—2024.03	制作基于双极性天线测试多径的接收机，开展实验，实验数据进行处理。
2024.04—2024.05	撰写验收报告，准备验收材料，迎接验收。

6. 项目组成员分工

项目组成员	成员分工
顾＊	多路径检测所接受的 GNSS 反射数据的预处理，反射距离和时间的计算，检测方案的设计，接收机的设计制作。
丁＊	
金＊	对计算结果进行分析以及接收机的制作。
尹＊＊	
吴＊	

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

三、学校提供条件（包括项目开展所需的实验实训情况、配套经费、相关扶持政策等）

学校实验室拥有多台 GNSS 接收机，可用于本项目所需实验数据的采集。学校对大学生实践创新能力的培养一直非常重视。

四、预期成果

制作基于双极性天线测试多径的接收机。

五、经费预算

1. 调研、差旅费 500 元；

2. 用于项目研发的元器件、软硬件测试、小型硬件购置费等 4 000 元；

3. 资料购置、打印、复印、印刷等费用 500 元。

二、创业训练和创业实践项目申报书撰写要点

（一）项目介绍

1. 行业背景

撰写时要对行业的现状进行全面且深入地剖析。可以从宏观层面，如国家对基础设施建设的政策导向、经济发展对土木工程行业的需求等方面入手。例如，国家大力推动新型城镇化建设，这就为土木工程行业带来了大量的市场机会。同时，也要关注行业的发展趋势，如绿色建筑、智能建造等新兴领域的兴起，分析这些趋势对项目的影响。

2. 产品或服务特色

明确项目所提供的产品或服务与市场上现有同类产品或服务的差异。可以从技术、质量、成本、功能等多个维度进行阐述。比如，如果项目是提供新型建筑材料，就要说明该材料在强度、耐久性、环保等方面的优势；如果是提供工程咨询服务，就要强调团队的专业能力、丰富经验以及独特的服务模式。

3. 商业模式/盈利模式

清晰描述项目如何创造价值和获取利润。商业模式方面，要说明项目的运营流程，包括原材料采购、生产制造、销售渠道等环节。盈利模式则要明确收入来源，如产品销售、服务收费、授权许可等，并分析成本结构，预测盈利能力。

（二）市场分析

1. 市场需求

通过查阅行业报告、进行市场调研等方式，准确评估市场对项目产品或服务的需求程度。可以从市场规模、增长趋势、需求特点等方面进行分析。例如，随着人们对居住环境质量要求的提高，对高品质住宅的需求不断增加，这就为相关土木工程项目提供了广阔的

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

市场空间。

2. 目标市场

确定项目的目标客户群体，明确市场定位。可以根据客户的地域、年龄、消费能力、行业特点等因素进行细分。比如，项目专注于高端商业建筑的建设，那么目标市场就是那些有高端商业建筑需求的企业和投资者。

3. 市场前景

结合市场需求和行业发展趋势，对项目的市场前景进行乐观但合理的预测。分析市场增长的潜力、可能面临的机遇和挑战。例如，随着城市轨道交通的快速发展，与之相关的土木工程项目市场前景十分广阔。

4. 产品或服务前景

评估项目产品或服务在市场中的竞争力和发展潜力。要考虑技术更新换代、市场竞争等因素对产品或服务前景的影响。比如，新型建筑技术可能会使传统建筑产品逐渐失去市场，因此项目要不断创新和升级，以保持竞争力。

5. SWOT 分析

对项目的优势（Strengths）、劣势（Weaknesses）、机会（Opportunities）和威胁（Threats）进行全面分析。优势和劣势主要从项目自身的资源、技术、团队等方面进行评估；机会和威胁则要考虑外部市场环境、政策法规等因素。通过 SWOT 分析，制定相应的发展策略。

（三）营销模式

1. 产品策略

根据目标市场的需求和特点，制定产品或服务的设计、开发和改进策略。要注重产品的质量、功能、外观等方面的优化，以满足客户的需求。例如，在住宅项目中，可以根据不同客户群体的需求，设计多样化的户型和装修风格。

2. 定价策略

综合考虑成本、市场需求、竞争状况等因素，制定合理的价格策略。可以采用成本加成定价、市场导向定价、竞争导向定价等方法。比如，对于高端产品或服务，可以采用价值定价策略，以体现其高品质和独特性。

3. 地点策略

选择合适的销售渠道和市场推广地点。对于土木工程项目，要考虑项目的地理位置、交通便利性、周边配套设施等因素。例如，商业建筑项目要选择在城市中心或商业繁华地段，以吸引更多的客户。

4. 促销策略

制定有效的促销活动方案，提高项目的知名度和市场占有率。可以采用广告宣传、公关活动、人员推销、优惠促销等方式。比如，通过举办项目推介会、参加行业展会等活动，

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

向潜在客户展示项目的优势和特色。

（四）财务分析

1. 资金筹备

详细说明项目所需的资金总额，并列出资金的来源渠道，如自有资金、银行贷款、天使投资、政府扶持资金等。要制定合理的资金筹集计划，确保项目有足够的资金支持。

2. 固定资产明细

列出项目所需的固定资产清单，包括土地、建筑物、设备、车辆等，并估算其购置成本和折旧费用。固定资产的合理配置对于项目的顺利实施至关重要。

3. 流动资产明细

分析项目的流动资产情况，如现金、应收账款、存货等。要合理安排流动资产的持有量，确保项目的资金流动性和运营效率。

4. 利润预计

根据项目的收入和成本预测，编制利润表，预计项目在未来一定时期内的盈利能力。要考虑市场波动、成本变化等因素对利润的影响，进行敏感性分析。

5. 风险分析

识别项目可能面临的财务风险，如资金短缺、成本超支、应收账款回收困难等，并制定相应的风险应对措施。例如，可以建立风险预警机制，及时发现和解决财务问题。

6. 退出策略

制定项目的退出机制，如股权转让、公司清算、被其他企业收购等。退出策略的制定可以为投资者提供保障，增强项目的吸引力。

（五）风险预期

1. 资产风险

分析项目资产可能面临的风险，如资产贬值、资产损失、资产被盗用等。要采取有效的资产保护措施，如购买保险、加强资产管理等。

2. 竞争风险

评估市场竞争对项目的影响，如竞争对手的进入、市场份额的争夺等。要制定差异化的竞争策略，提高项目的竞争力。

3. 财务风险

除了上述财务分析中提到的风险外，还要考虑利率风险、汇率风险等因素对项目财务状况的影响。可以通过合理的融资结构和风险管理策略来降低财务风险。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

4. 管理风险

分析项目管理过程中可能出现的问题，如团队协作不畅、决策失误、管理效率低下等。要建立健全的管理制度，加强团队建设，提高管理水平。

5. 技术风险

关注项目所采用的技术可能面临的风险，如技术过时、技术故障、技术泄露等。要加强技术研发和创新，保持技术的领先性。

6. 破产对策

制定项目破产时的应对措施，如债务重组、资产清算、员工安置等。破产对策的制定可以减少项目失败时的损失，保护投资者和债权人的利益。

（六）项目进度安排

制定详细的项目进度计划，明确项目各个阶段的时间节点和主要任务。可以采用甘特图等工具进行可视化展示。项目进度安排要合理可行，充分考虑各种可能的因素，确保项目按时完成。

（七）创业愿景

阐述项目的长期发展目标和愿景，表达创业团队的理想和追求。创业愿景要具有感染力和号召力，能够吸引投资者和合作伙伴的关注和支持。同时，创业愿景也要与项目的实际情况相结合，具有可实现性。

（八）经费预算

列出项目在各个阶段所需的经费明细，包括人员费用、设备购置费用、材料费用、市场推广费用等。经费预算要准确合理，既要满足项目的实际需求，又要避免浪费。同时，要说明经费的使用计划和管理措施，确保经费的合理使用。

南京大学出版社

第五节　创新训练项目实践

一、创新训练项目实施要点

（一）申报阶段

1. 组建团队

对于想要参与大创的同学来说，建议在大二下学期开始准备。这样既能确保有足

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

够的时间在毕业前完成项目，也能避免因对专业不熟悉而影响项目的进展。在组队时，务必明确每位成员的角色和分工，寻找那些能够相互协作、积极投入的同学。同时，联系指导教师也是关键的一环，可以通过学院官网了解导师的研究方向并通过邮件联系他们。

2. 确定选题

应选择具有重要理论和应用价值，或富有创新性和市场前景的题目。若团队已明确自身感兴趣的研究方向，建议寻找与之契合的老师，并经由教师的指导进一步优化和润色选题。若团队尚未确定具体的研究问题，不妨先联系一位经验丰富的老师，依据其研究方向来共同商讨并最终选定合适的题目。选题来源一般如下：

（1）开放实验室、实训或实习基地中的综合性、设计性、创新性实验与训练项目；

（2）发明、创作、设计等制作项目；

（3）产业最新需求和企业生产实际问题分解细化的具体项目或企业设置的开放性课题；

（4）校内外创业园中的大学生创业孵化项目；

（5）结合科技创新的一切有待于创业实践的项目；

（6）专业性研究及创新项目，创业计划与职业规划创新项目；

（7）社会调查项目；

（8）其他有研究与实践价值的项目等。

3. 撰写申报书

（1）制定详细的研究计划

在开始撰写项目申报书之前，应当制定详细的研究计划和时间节点。研究计划应当包括项目的起止时间、各阶段的任务分解、研究方法和技术路线等内容，有助于项目的顺利进行和监控。

（2）明确问题陈述和研究目的

在撰写项目申报书时，要清晰地陈述研究的问题和目的，说明研究的意义和价值所在。要明确描述项目研究的背景目标、研究方法和预期成果，展现出项目的整体逻辑和科学性。

（3）合理安排写作时间和进度

撰写大创项目申报书是一个系统性的工作，需要耗费大量的时间和精力。因此，要合理安排写作时间和进度，制定明确的写作计划，并严格按照计划执行，以保证申报材料的质量和完成时间。

（4）严格遵守规范要求

在撰写项目申报书时，要严格遵守相关的规范和要求，包括格式、字数、引用格式等。保持文档的整洁清晰，避免出现错别字、语法错误等问题，以提升申报书的专业度和可读性。

若选题具有明确的研究目的和实际意义，项目内容能体现学术价值或社会应用潜力，项目实施计划合理、可行，并具备充足的预期成果，将大大提升项目成功立项乃至获得国

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

家级立项的概率。

（二）实施阶段

1. 制定详细的项目计划和时间表

根据项目内容和成员情况，合理安排每个阶段的任务和时间节点，确保项目按计划推进。同时，要留出足够的时间应对可能出现的风险和问题，及时调整计划和资源。

2. 明确团队成员的角色和职责

根据每位成员的技能和经验，合理分配他们的角色和职责，确保每个人都能发挥自己的优势和特长。此外，明确角色和职责还可以增强团队成员的责任感和参与感，帮助他们更好地完成项目任务。

3. 加强团队协作与沟通

团队成员要互相支持、互相帮助，共同完成项目任务；要定期组织团队会议，与指导教师、团队成员同步进度，分享项目进展、讨论遇到的问题并寻求解决方案。

4. 保持高度的自律性和执行力

要按照计划一步步推进，遇到困难时，不要害怕，积极思考解决问题的方法，或者向导师、同学寻求帮助。

5. 积极寻求资源支持

大创项目往往需要专业的指导和资源支持，要主动联系校内导师，寻求他们的帮助和建议。同时，要积极寻求校外合作和资源，为项目的实施提供更多的支持和保障。

6. 注重自主学习和自我发展

大创项目不仅是一次学术探索，更是一次全面的能力提升。通过参与项目，可以锻炼创新能力、团队协作能力、沟通能力以及解决问题的能力。这些能力在未来的学习和工作中都将发挥巨大的作用。团队可以为每位成员制定个人发展计划，包括个人目标、学习和培训计划、职业发展路径等内容。通过个人发展计划，团队成员可以明确自己的发展方向和目标，不断提高自己的工作能力和水平。

7. 严守项目行为准则

务必遵守项目的相关规定和纪律，以诚信、专业的态度参与整个项目过程，经费使用要符合规定。

（三）结题阶段

1. 成果准备

结题的关键在于结题成果的呈现。结题时需要提交如计划书、论文或专利等结题成果。建议尽可能发表成果，因为项目资助的经费可以覆盖成果发表的费用，同时具体的成果（如文章或专利）将为自身后续的发展提供有力支持。要提前 3—6 个月准备结题材料，避免因论文发表周期长、专家评审排期紧张导致延误。结题成果应达到申报书预期

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

成果标准，优先发表论文或申请专利，成果级别越高（如核心期刊、发明专利），结题通过率越高。

2. 撰写结题验收报告

（1）项目开展时间、内容、工作分工及过程

清晰阐述项目执行的时间线（起止时间、关键节点），核心工作内容（做了什么工作、如何解决核心问题），团队成员具体分工与协作，并简述主要执行步骤、遇到的挑战及解决方案，体现项目管理的规范性和团队执行力。

（2）项目特点、创新之处、发表论文及获奖情况

突出项目的独特价值与亮点（如跨学科、应用导向等），明确核心创新点（在理论、方法、技术或应用上的突破），并如实列举项目直接产出的已发表论文（标题、作者、刊物/会议、时间）和所获奖励（名称、颁发单位、等级、时间），这是成果最直接的证明。

（3）项目研究成果应用效果及前景

具体说明项目产出的成果形式（如原型、软件、报告、专利等）及其关键性能指标，客观描述成果在实际场景中的测试/应用效果（附证据如数据、反馈），并深入分析其潜在的学术价值、应用场景、市场前景或社会效益，展望未来深化或转化的可能性。

（4）与预期计划和目标比较，完成情况及存在问题

严格对照立项时的目标和计划，逐项评估实际完成度（明确哪些达成、超额或未完成），坦诚分析项目执行中暴露的主要问题、困难与不足（技术、管理、资源等方面），并总结关键经验教训，提出后续改进方向，体现反思能力。

3. 现场答辩

（1）答辩 PPT 制作

答辩 PPT 切忌字多图少，堆砌文字会造成审美疲劳。考虑到现场展示时可能会有延时等各种意外情况出现，动画会影响答辩人讲解的速度，建议不添加动画。答辩文案只展现结题书中最凝练精彩的部分，向评委展示项目从 0 到 1 的成长或孵化的过程即可。

（2）参加人员

如果学校要求项目负责人上台答辩，那么就项目负责人答辩。如果没有这个要求，那么就由项目团队成员擅长答辩的同学负责项目的展示即可。无论学校是否强制性要求项目团队都到现场观摩，项目团队的成员都应该到达现场，一方面可以给项目答辩成员加油、打气，另一方面也可能得到学习的机会。

（3）答辩技巧

项目答辩尽可能做到脱稿，对于结题展示的内容应十分熟悉，能够看着评委老师介绍项目的过程及取得的成果。尊重评委老师提出的问题，如果是没有介绍清楚的部分，就可以针对这个部分进行阐述，如果是没能实现和突破的地方，就坦然地接受评委老师的意见并表达感谢，承认不足，承诺在未来的学习中不断地加强这一方面的内容，予以妥善解决和面对。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

二、创新训练项目实践案例

（一）土木类方向

案例 2－2

水诱发型堆积层滑坡位移动力耦合预测模型与失稳判据研究

项目信息：



图 2－5　项目信息

项目实施过程：

（一）选题——师研为基，前沿领航

选题来源：指导教师先后承担江苏省自然科学基金青年项目、江苏省高等学校基础科学研究面上等多项科研项目，项目选题方向为边坡稳定性评价及监测预警，来源于教师科研项目。

项目申报：在项目申报的准备阶段，指导教师高度重视学生的主动性与基础适配性，通过深入沟通充分掌握每位报名参与学生的初衷、研究兴趣点、可稳定投入的项目时间以及已有的知识技能储备，组建了 5 人的项目团队，并确定了项目主持人。该团队由建筑工程学院、机电工程学院、信息工程学院多位专业优秀的学生组成。通过近两年的学习，项目组成员已经学习了与本项目有关的专业课程，团队成员学习态度端正，严谨认真，能够吃苦耐劳，具有较强的团队意识，扎实的专业基础知识，也有一定的动手能力与科研思维能力，且团队成员间在完成该项目时能够更好地结合各自专业优势，形成优势互补。经过指导教师与团队成员间的多轮研讨与方案磨合，最终明确本项目将紧密聚焦当前地质灾害领域的前沿热点——水诱发型堆积层滑坡的监测预警，致力于探索解决其中的关键科

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

学问题。该项目拟以水诱发型堆积层滑坡为研究对象，研究其变形与失稳机理以及水加卸载动力效应对边坡位移及稳定性的影响，建立水诱发型堆积层滑坡位移动力耦合预测模型。并以此为基础，运用损伤力学原理建立滑坡失稳判据准则。确定了研究方向后，指导教师给创新训练项目团队成员讲解课题背景、相关专业知识、项目内容简况和实施路径，团队成员查阅大量的研究文献及相关资料，经过多次研讨磨合，最终确定项目选题名称。其后由项目主持人组织填写《项目申报书》，明确了项目基本内容，确立了项目实施的技术路线，如图 2－6 所示。

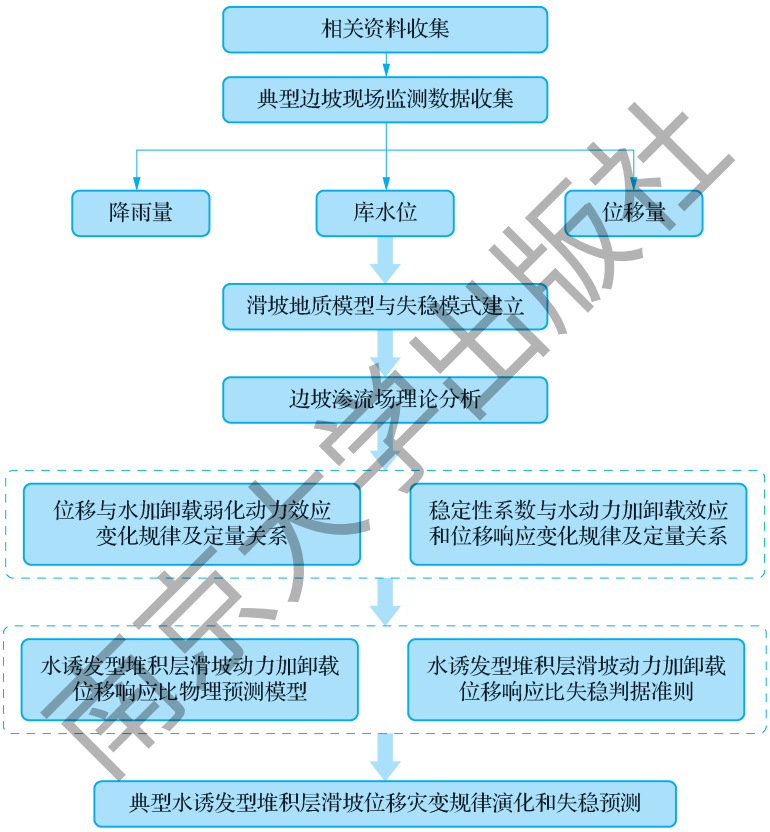


图 2－6　大创项目实施技术路线

（二）实施——研践相融，授渔赋能

在项目实施过程中注重理论方法研究与真实实践场景的融合。项目研究前期，在指导教师协调下，团队部分成员前往三峡库区，收集了大量的三峡库区典型堆积层滑坡（白家包滑坡、树坪滑坡、八字门滑坡、新滩滑坡、白水河滑坡等）位移、降雨量、库水位、地下水位、孔隙水压力等监测资料，如图 2－7 所示，进而组织学生开展了滑坡机理分析、数值模拟分析及室内试验研究。在上述研究基础上，综合分析、计算和整合所有收集的监测数据、试验数据、理论研究成果、数值模拟结果。并运用所收集的典型不稳定滑坡的位移、降雨量、地下水位等监测数据，建立监测预警参数与方法体系，并将建立的滑坡预测模型运用到典型不稳定堆积层滑坡的监测预警中。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

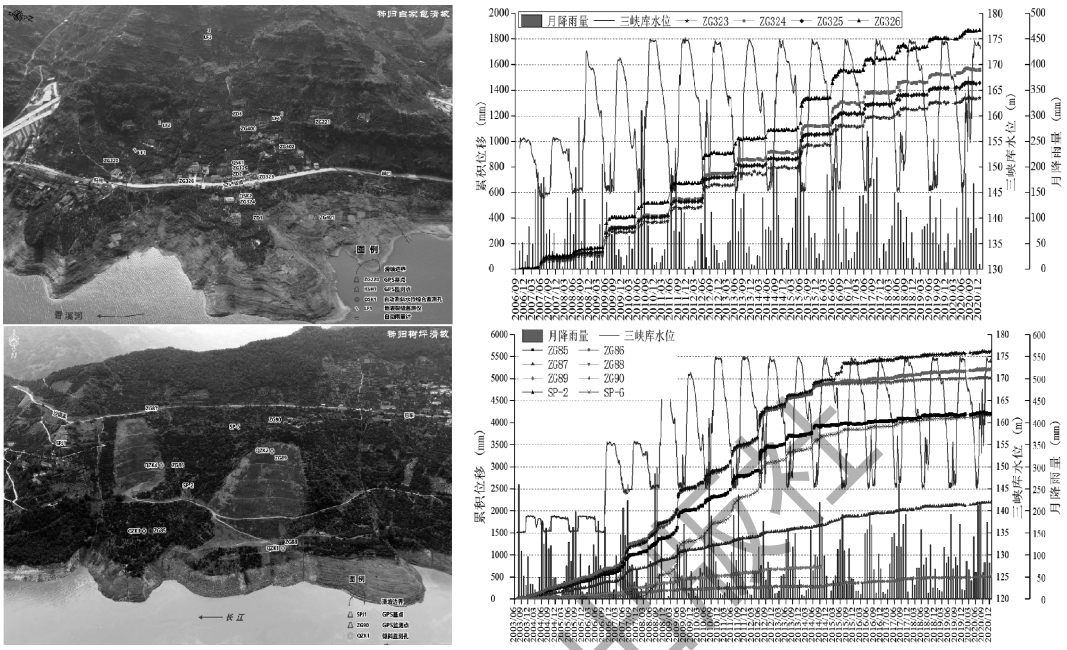


图 2-7　收集的典型滑坡及其累积位移、库水位与降雨量资料

团队成员通过理论研究、数值模拟、实验操作、数据分析等实践活动，逐步提升了研究能力。在项目实施过程中，团队成员间强化了彼此协作与沟通能力，共同攻克难题并顺利完成任务，同时深化了批判性思维，学会了对问题进行深入剖析和独立思考。

该创新训练项目研究以“理论奠基—实践深化”为轴线，通过“知识传授＋能力训练”双螺旋结构，实现科研意识与创新能力的协同发展。在过程中教授学生具体的知识或技能的同时，还教会学生如何进行科研、如何解决问题、如何自我提升。通过系统性思维训练和实践性探究引导，培养学生形成自主科研路径设计能力和跨领域问题解决能力。

（三）收获——学研相济，共促成长

在项目实施期间，创新训练项目团队成果丰硕，成功申请了发明专利 1 件、实用新型专利 2 件、外观设计专利 1 件以及软著 2 件，部分成果如图 2-8 所示。此外，通过项目期间各方面的实践锻炼，团队成员具备了较好的实验、数值模拟能力及较强的创新能力和活跃的思维能力，为学生科研能力的提升及后续科研论文的写作奠定了良好的基础，项目组学生对自己未来的科研之路也有了更深入的思考。

以该创新训练项目为依托，在项目指导老师的指导下，申报了学校的优秀毕业论文培育项目。借助毕业论文的撰写过程，学生的创新能力与科研能力得到显著提升，为其未来深造奠定了坚实基础。学生撰写的毕业论文以优秀等第通过论文答辩，并获得校级优秀毕业论文荣誉。与此同时，项目主持人凭借在创新训练项目中取得的丰硕成果，在考研初试分数一般的情况下，在面试环节仍受到重点高校的青睐，最终顺利考取福州大学硕士研究生。另一名团队成员以高分考入沈阳建筑大学。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



图 2-8　创新训练项目期间取得的部分成果

在创新探索的星河征途上，项目成员以思想为舟、以信念为帆，于未知的瀚海中破浪前行。他们将理论的星图铭刻于心，在实验室的微光里解码万物运行的奥秘；以双手为犁，深耕技术创新的沃土，让思维的种子在实践的淬炼中破土成荫。每一次代码的跃动、每一次数据的碰撞、每一次原型的迭代，都是青春与真理的共振，在现实的边界凿刻出理想的印记。这段淬火般的旅程，不仅锻造了他们交叉学科的视野与攻坚克难的韧性，更熔铸了敢于颠覆成见的勇气与拥抱失败的智慧。当抽象公式转化为落地的解决方案，当天马行空的构想凝结为改变生活的创造，他们以青年之锐气，为学术殿堂注入奔涌的活水，为产业变革点亮前瞻的火种。那些深夜灯下的沉思、团队协作的激辩、突破瓶颈的狂喜，终将沉淀为人生的核心算法——一套以创新为底层逻辑、以担当为运行框架的生命操作系统。如今，创新的基因已深植血脉，化作他们面向未来的精神图腾。这不仅是专业能力的升华，更是一场关于自我边界重构的壮阔实验。当探索的薪火代代相传，当创新的脉搏与时代同频，这群破壁者终将成为照亮行业变革的灯塔，在人类文明的坐标系中，刻下属于中国青年的闪耀轨迹。

南京水利出版社

（二）测绘类方向

案例 2-3

郯庐断裂带宿迁段活动断层调查与台站既有监测数据分析

项目实施过程：

（一）选题——以教师科研为基，注重项目选题

选题来源：指导教师先后承担宿迁市科技计划等多项科研项目，项目选题方向为地球物理测量与遥感，来源于教师科研项目。

项目申报：在学生报名基础上，指导教师需掌握学生的初衷、兴趣、可利用时间和已有知识技能储备，经过多次商讨磨合，明确项目紧扣断层多源数据活动性反演的前沿问题，如数据异源重构、多源遥感联合反演等，注重测绘科学与技术、遥感科学与技术、地质学和地球物理学等领域的交叉。基于学生已学完“高等数学”“MATLAB 应用”“地图学”等与

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

项目有关的课程的实际情况，项目既包含相对简单的实地调查郯庐断裂带宿迁段活动断层地质地貌学特征、了解地震台站采集数据原理和搜集既往测震、遥感、地磁、形变、水位等监测资料等部分，也有难度相对较高的分析构造作用对断层活动的影响、数据滤波与拟合、G－R关系分析和遥感影像解译等部分。

（二）实施——理实并重，培养学生科研意识和能力

项目启动后，项目组学生制定了技术路线图，如图2－9所，积极开展跨学科知识的学习，广泛涉猎地质学、遥感技术、地球物理学以及计算机程序设计等领域的前沿文献资料，为项目的顺利推进筑牢了坚实的基础。

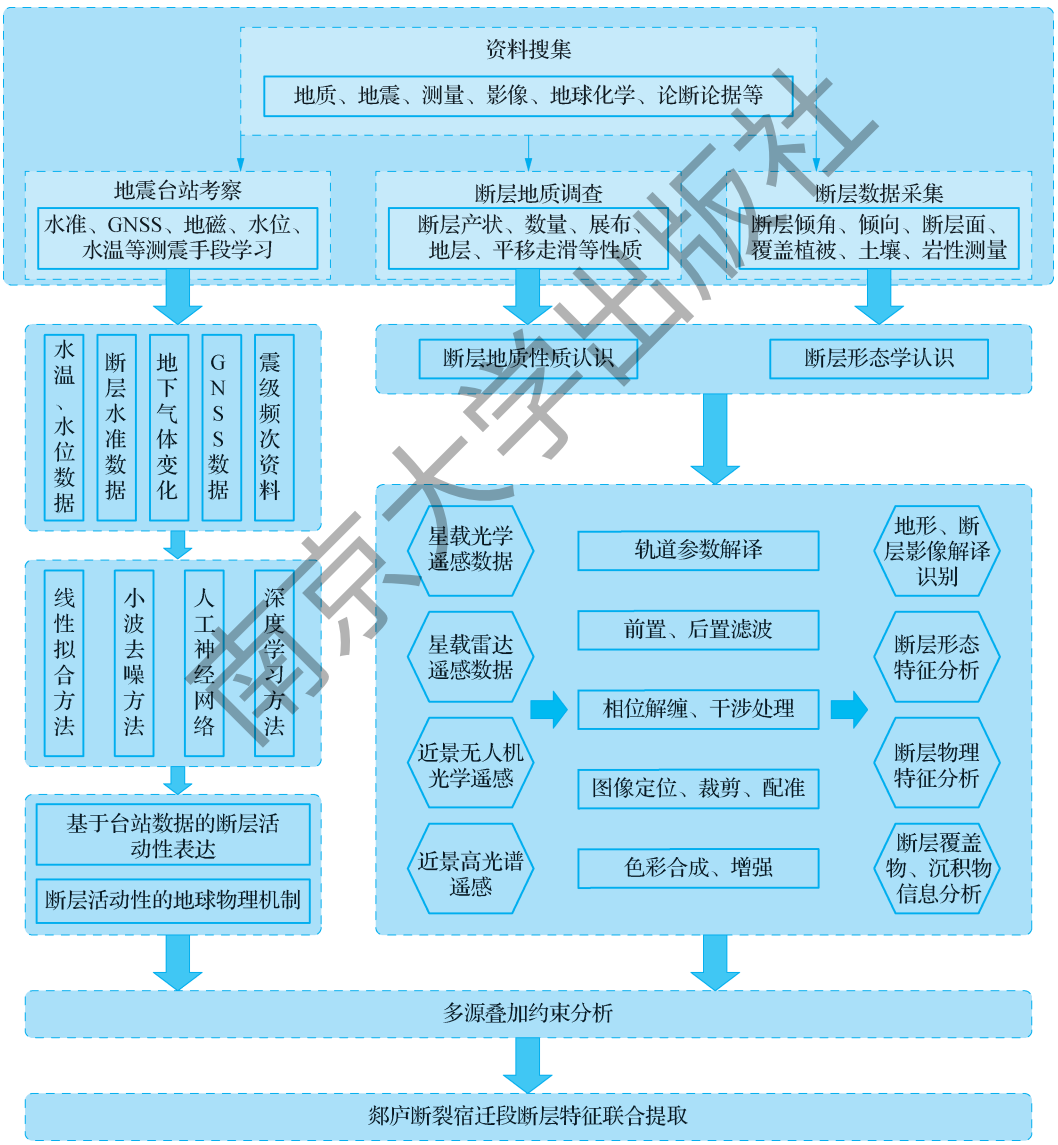


图2－9　项目技术路线图

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

工科创新训练项目与工程实践紧密相连。在指导教师和宿迁地震台科研人员的引领下，项目组学生积极参与了2次野外地质考察与探槽钻井开挖工作，并观摩或参与了5次二等水准测量、重力测量、GNSS测量、地下氡气检测等数据采集与分析工作，如图2-10所示。通过实地操作和组员们深刻观察，深入理解了“测什么”以及“怎么测”的关键要点。在此基础上，学生参考指导教师自编、积累的代码以及部分文献中的开源代码，反复进行数据去噪、拟合分析和遥感影像处理实验，并自主攻克技术难关，熟练掌握了通用制图工具(GMT)等软件的操作方法。

通过实验操作、数据分析等一系列实践活动，学生逐步具备了一定的研究能力。在项目实施进程中，他们还学会了与团队成员进行有效沟通与协作，共同攻克难题，完成各项任务，并在这一过程中培养了批判性思维，能够对问题进行深入剖析和独立思考。

在指导项目过程中，指导教师秉持“授人以渔”的先进理念，深知知识与技能的传授只是基础，更为关键的是培养学生自主学习和终身学习的能力，注重引导学生学会如何开展科研、如何有效解决问题、如何持续自我提升，使学生能够在未来的学习和工作中不断适应新环境、新挑战，实现持续成长与发展。

(三) 收获——以追求突破为目标，高质量完成项目结题

在项目实施进程中，务必紧密关注各时间节点所对应任务的完成状况，确保整体执行流程与预先设定的规划保持高度一致。若在推进过程中遭遇棘手难题，应首先尽全力尝试解决，在反复探索仍无果后，再审慎调整方法与路径；而对于那些进展顺利、提前完成的任务，则需及时制定并纳入更具挑战性的目标，以维持项目的活力与深度。

本项目实施期间，指导教师与学生团队所追求的并非仅仅是结题，而是在能力范围之内最大限度地拓展探索领域。例如，首次在国内对郯庐断裂江苏段及其邻区近50年来的古登堡-里克特定律(G-R关系)展开深入研究，并成功揭示了关键参数b值与区域地壳应力之间的内在联系。同时，在项目后期，基于前期进展与实际需求，适时引入了诸如深度学习分类与预测、InSAR地壳形变反演、地表温度反演等未在申报阶段明确提出的技术与方法，这一举措极大地拓展了项目的边界，挖掘出更多可能性。

在结题及后续工作阶段，指导教师与本项目组学生紧密合作，在《地球物理学进展》《大地测量与地球动力学》等CSCD核心期刊上联合发表了4篇高质量论文。这些学术成果的取得，不仅为项目画上了圆满的句号，更为重要的是，使项目组学生对未来科研道路有了更为深入的思考，并积极付诸实践，开启了科研探索的新征程。

(四) 后续——蓄研储能，持续做好创新训练“后半篇文章”

基于创新训练项目，项目指导老师与主持人构思并申请了校优秀毕业论文培育项目，撰写的毕业论文《基于遥感数据的郯庐断裂带宿迁段断层特征提取》立意较新，逻辑合理，数据翔实，方法可行，具有一定的前瞻性和较高的实际意义，有充分的学科交叉特点，得到了中国地震局地壳应力研究所、南京大学、南京工业大学、江苏省宿迁地震台等院所老师和技术人员的较高评价，并获得2021年江苏省测绘学会优秀本科毕业论文一等奖，江苏省教育厅优秀毕业论文三等奖，同时获评校优。

同时，通过个人努力和参与的科研项目贡献度与显示度，该生在面试环节得到考研高校的青睐，顺利考取中国地质大学(北京)硕士研究生，基于硕士阶段的优异表现并于

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

2024年5月通过国家留学基金委审核获得赴加拿大卡尔加里大学全奖公费读取博士研究生的机会。其事迹影响和激励了低年级同学，对学生向上向好起到很好的表率作用，若干优秀的同学在后续几年中也涌现出来，同时也提升了学校和专业的美誉度。项目组其他同学有两人考取新疆大学、南京工业大学研究生，另外两人在本行业国企、外企就业。

以此项目为基础，指导教师与后续学生沿着此方向持续努力，陆续也获得了2022年江苏省测绘学会优秀本科毕业论文一等奖、2023年江苏省测绘学会优秀本科毕业论文二等奖、第八届江苏省高校测绘地理信息创新创业大赛特等奖、第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛江苏省选拔赛暨第十二届江苏省大学生创新创业大赛三等奖(高教主赛道)、2023校优秀毕业论文培育项目、2023和2024年国家级大创项目立项等系列成果。



图2-10　学生参与项目相关的实践活动

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38字×38行　文件路径:储B09

在创新训练的征程中，项目组学生以坚韧不拔的毅力和勇于探索的精神，不断深化专业认知，提升实践技能。他们在理论的海洋中泛舟，于实践的田野里耕耘，为未来的科研之路积累了宝贵的财富，更为人生的边界探索插上了梦想的翅膀。这份经历，不仅塑造了他们扎实的专业素养，更铸就了他们勇于创新、敢于挑战的品质，为学校和专业的发展注入了新的活力，成为创新创业教育中的璀璨亮点。

第六节　创新训练项目成果准备

一、学术论文撰写与发表

无论是科研创新还是实践创新，学术论文的撰写与发表，都是衡量创新工作者创新水平、评估其创新能力以及推动科学技术和文化交流的关键成果形式之一，二者紧密相连且相互促进。对于本科生及研究生而言，自学能力是获取知识的基础，思维能力是解决问题的关键，研究能力是探索未知的利器，创造能力是突破常规的动力，组织能力是整合资源的保障，而表达能力则是其他各种能力的综合体现，更是学术论文撰写与发表的基石。

（一）学术论文概述

1. 学术论文的概念

学术论文一般也称为科学论文、科研论文、研究论文，简称论文，是对某一学科领域中的学术问题做比较系统、专门的研究和探讨，具有新的科学研究成果或创新见解和认识，所做的科学总结，用以在学术会议上宣读、交流或讨论，或在学术刊物上发表，或作其他用途的书面文件。

学术论文写作是在自然科学和社会科学相互交叉的地带，不断发展出来的一种专门文体。随着知识呈指数级增长的时代来临，真正的创新往往发生在学科版图的裂缝处。恩格斯说过，科学在两门学科的交界处是最有前途的。维纳也说过，在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间被忽视的无人区。比如量子物理学家与认知神经科学家合作时，粒子纠缠理论启发了意识研究的新模型；建筑师与微生物学家联手，创造出具有代谢功能的“活体建筑”。这种思维碰撞产生的不是简单叠加，而是类似化学反应的知识增殖效应。

2. 学术论文的分类

学术论文按研究领域、研究对象来划分，可以分为人文社会科学论文和自然科学论文两大类。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

人文社会科学论文，如哲学、经济学、军事学、法学、文艺学、语言学、史学等学科都属于人文社会科学领域。它的任务是研究并阐述各种社会现象及发展规律，在前人研究的基础上有所发展、有所创新。自然科学论文是以研究自然的物质形态、结构、性质和运动规律的科学论文。如数学、物理学、化学、生物学、天文学、气象学、海洋学、地质矿产学等基础学科，以及能源科学、医药学、材料科学、应用技术科学都属于自然科学领域。自然科学是人类认识社会、改造大自然的实践经验的总结。

3. 学术论文的典型特征

学术论文必须具有学术性，体现为对专门知识体系的系统性贡献，其与一般文章或创作作品的核心差异在于内容的科学性、结果的创新性与格式的规范性。从以下三个方面阐述学术论文的具体特征。

(1) 内容的科学性

科学性是学术论文的灵魂。它通过系统化研究方法、可验证的论证过程和客观的知识产出，实现研究成果的真理性与可重复性，构成学术论文区别于其他文类的本质属性。作为表达科学研究成果的学术论文，如果没有了科学性，也就丧失了学术论文的基本价值，不仅不能发挥应有的社会效能，还会给社会造成危害。

学术论文的科学性，首先，要求作者在立论上要客观，不得带有随意性和任何个人偏见。其次，在论据上要选择使用那些确凿的、典型的事实。事实不确凿，没有广泛的代表性，不仅会使文章缺乏说服力，有时还会导致论点的片面或模糊，甚至得出错误的结论。最后，研究者必须具备良好的科学素养、一定的理论水平和严谨的治学精神。这样才能做到实事求是，客观公允，不主观臆断。

案例 2-4

典型范文解析——《混凝土毛细吸水影响因素探讨》*

科学性实现：

1. 水灰比和试块烘干温度对混凝土吸水性影响显著(立论客观)。

2. 采用混凝土下部吸水的试验验证方法(论据可靠，有说服力)。

(范文参考：朱方之，赵铁军，王鹏刚，等.混凝土毛细吸水影响因素探讨[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版)，2012，44(5)：627-631.)

(2) 结果的创新性

创新性是学术论文的生命。如果没有一点创新性，就没有必要写学术论文。科学研究是处理已有信息，并获取新信息的一种创造性的精神劳动，需要不断开拓新领域、探索新方法、阐发新理论、提出新见解。但以此为标准要求在校学生，特别是本科以下学生的学术研究是不切实际的。学生的学术论文只要能对前人的研究成果进行实事求是的补充和修订，或观点上有一点新的突破，或材料上有一点新的发现，或论证上有一点新的进展，或选题上有一点新的角度，或认识上比前人有一点新的提高，都是创新性的表现。只要持之有据，能自圆其说，就都是值得肯定的，具有一定的学术价值。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09

学术论文要创新，必须做到两点：一是要认真查阅资料，积累知识，这主要是了解他人在这个领域中已有的发现及成果；二是要有积极的思索，不思索怎么能有新的创见？思索必须有的放矢，要在前人已有的观点中接受启发，找出自己的独有见解，这种见解即创新。

案例 2－5

典型范文解析——《水库型滑坡复合水动力增载位移响应比物理预测模型及其应用》*

创新点实现：

1. 提出和确定降雨与库水动力转换系数的确定方法（方法创新）。

2. 验证位移动力耦合预测参数在滑坡稳定性评价中的适用性（应用创新）。

3. 建立水库型滑坡复合水动力增载位移响应比物理预测参数与模型（理论创新）。

（范文参考：郭璐，贺可强，周云，等.水库型滑坡复合水动力增载位移响应比物理预测模型及其应用[J].工程地质学报，2022，30(5)：1561－1572.）

（3）格式的规范性

规范性是学术论文的基本要求。为了保证学术研究的严谨性、科学性和可验证性，使得学术交流能够顺利进行，学术论文的规范性要求论文在写作格式、语言表达、引用文献、研究方法等方面遵循一定的标准和规则。从某种意义上来说，没有规范就没有学术论文。

国家颁布的《学术论文编写规则》（GB/T 7713.2—2022）、《信息与文献参考文献著录规则》（GB/T 7714—2015）等系列标准规范文件，对学术论文的内容、论证步骤、写作的规范、参考文献的规范、标点符号的规范、注释形式及作者署名等都有相应的规定。在撰写论文时必须严格遵守这些规定，学术论文写作是学术规范训练的第一步。表面上看，学术论文在内容上追求创新，在形式上遵循规范；但在更深刻的层次上，学术论文不但在形式上，而且在内容上都是“规范”的，只有通过这种“规范”和“程序”，知识才成为知识。一方面，最大的“规范”就是“创新”；另一方面，“创新”必须以技术层面的“规范”为前提。

4. 论文发表的意义

学术论文的写作，经过一代又一代科研工作者的不断实践、探索、再实践、再探索，已形成了学术论文撰写的范式，可以指导学生少走些弯路，写出符合要求的质量较高的学术论文。当然，一篇质量较高的学术论文，除了可以体现自己劳动的价值，证明自己的科研实力之外，它更大的功能是记录科学研究的成果，更大范围内交流与推广科研成果。任何一个科研工作者都不是从零开始，他们首先是在前人研究成果的基础上进行研究和探索，不断地进行再创造和再发明。离开学术论文的学习、参考、借鉴，后续科研工作者只能是盲人摸象、闭门造车，科学技术的进步也无从谈起。

因此，论文写作是一名科研工作者毕生从事的最重要的工作之一。无论从个人角度、单位角度，还是从国家角度来看，都需要培养和提高科研工作者学术论文写作的能力。否则，只能像茶壶里煮饺子——有货倒不出，空有满腹才华而无人知晓，那是非常

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

遗憾的。不论大学生、研究生将来从事什么研究，无论将来从事什么职业，也无论职位的高低，都要经常地或多或少地写些东西，论文写作水平的提高将使他终身受益。有的人简单认为，只要学好语文就能写好论文，这是对学术论文的写作还缺乏深入、全面的了解。早在20世纪初，国外有的大学已经开设论文写作这门课程，并把它作为一门系统性学科来研究。目前美国已经把论文写作发展成一个专业，设置了学士、硕士和博士学位。只有了解科学研究的过程和方法，懂得怎样围绕科研选题搜集和整理材料，怎样检索文献资料，掌握学术论文撰写的写作流程、方法和规范，才能写出高质量的学术论文。

（二）学术论文结构与写作流程

1. 学术论文的结构

表2-1列出了学术论文的基本结构及其各部分的解释。对于不同的学科领域和期刊，可能有一定的差异和格式规范要求，论文撰写时务必参考目标期刊的具体指导原则。

表2-1　学术论文的基本结构与解释

结构部分	解释
题目（Title）	论文的标题，通常位于论文的最上方，紧随其后的是作者的姓名。标题应简洁明了，能够概括论文的核心内容。
署名（Authorship）	论文的署名，通常位于论文题目的下一行，第三行是单位名称。署名主要体现责任、成果归属并便于后人追踪研究。
摘要（Abstract）	摘要是对整篇论文的高度概括，通常包括研究的目的、方法、主要发现和结论。摘要应简明扼要，使读者能够在短时间内了解论文的主要内容。
引言（Introduction）	引言部分是论文的开端，需要引出论文的研究内容，并概括目前的研究背景与研究现状，明确研究目的和意义。这一部分需要大量的参考文献。
理论与实验（Theory and Experiment）	研究方法部分详细说明研究的实施过程，包括数据收集、分析方法等。这部分内容应足够详细，确保研究的科学性和可重复性。
结果与讨论（Results and Discussion）	研究结果与讨论部分是论文的核心。研究结果展示研究的发现和数据支持，通常包括图表、统计数据和其他形式的结果展示。这部分内容应客观地报告研究发现，不掺杂个人意见。讨论部分对研究结果进行深入分析，将其与已有研究进行对比，探讨研究的意义和影响。
结论（Conclusions）	结论部分又称为结语、结束语。它是在理论分析和实验结果的基础上，通过严密的逻辑推理而得出的富有创造性、指导性、经验性的结果或讨论。结论不是前述部分的简单重复，也不是研究成果的罗列，而是更深入的认识。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

续　表

结构部分	解释
致谢 （Acknowledgement）	致谢部分是对所有在研究过程中提供帮助的人或机构的一种正式而公开的感谢，体现了作者的尊重和感激，也展现了对学术诚信和合作精神的坚守。
参考文献 （Reference）	参考文献部分列出论文中引用的所有文献，这是对他人研究成果的尊重，也是学术诚信的体现。参考文献的格式应遵循特定的引用风格指南。

2. 学术论文的写作流程

学术论文写作是一个复杂且系统过程，涵盖了从材料准备、拟订提纲、论文初稿到论文定稿等多个关键环节，如图 2－11 所示。这一过程要求作者具备严谨的科研态度和扎实的学术功底，严格遵循科学的写作流程，确保每一步都经得起推敲和验证。论文初稿完成后，修改环节同样不容忽视。修改不仅包括对语言文字的润色，更涉及对研究内容的深入思考和调整。作者需要从读者的角度审视论文，检查论点是否明确、论据是否充分、分析是否透彻。此外，还应根据导师或同行的反馈意见，对论文进行反复修改和完善，以提升论文的整体质量。

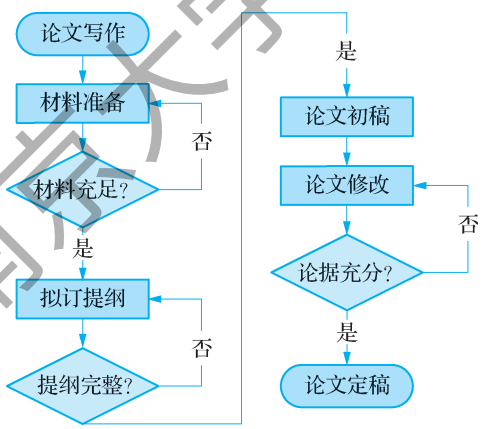


图 2－11　学术论文的写作流程

（三）学术论文的写作方法与写作规范

1. 学术论文的写作方法

人文社会科学论文大致可以分为学术理论类和现实问题类，但基本构成包括绪论、本论和结论三个部分。除此之外，也有摘要、致谢、参考文献等。社会科学论文的基本构成与自然科学论文大体相似，差异的只是形式上，写法更为灵活多样，格式要求也不如自然科学论文规范全面。自然科学包括理学、工学、农学、林学、医学等学科，每一学

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

科又分为若干专业，各专业的研究对象、手段和方法又各不相同。比如化学、物理等学科，一般是先提出假说，再进行逻辑推理，借助数学等手段进行研究，最后依靠实验结果来检验；数学学科一般是理论的研究，而不需要实验；土木测绘类学科，主要以实验为研究手段，利用实验发现新现象，寻找规律，验证某种理论和假说。本节主要介绍自然科学论文的写作方法，有关人文社会科学论文的写作方法可以查阅相关的文献资料。

自然科学论文的基本构成一般包括（按顺序）：题目（不超过 20 个汉字）、作者署名（多位作者的署名之间应用逗号隔开，不同单位的作者，应在姓名右上角加注阿拉伯数字序号）、作者单位（写明地址和邮政编码，并在其单位名称之前加与作者姓名序号相同的数字，各单位之间连排时以分号隔开）、中文摘要（300～500 字为宜）、关键词（3～8 个）、中图分类号、文献标识码、文章编号、英文题目、作者（汉语拼音）及英译单位、英文摘要（abstract）、关键词（key words）、正文、致谢、参考文献。各构成部分的写作方法如表 2－2 所示。

表 2－2　自然科学论文构成部分的写作方法

结构部分	写作方法
题目	**题目类型：** 1. 问题式。向读者提出问题，以触发读者的好奇心。 2. 叙述式。将论文的主旨直接说出来，并可分为肯定和否定两种。 3. 比较式。是用较好的和最好的来说明论文主题，从而吸引读者。 4. 对比式。把两种或两种以上的研究对象放在一起对比，形成反差，从而吸引读者去看原文。 **写作要求：** 1. 标题要做到准确表达、力求通俗、简短精练、规范鲜明。 2. 标题避免同义词和近义词连用，如“……的研究与探讨”等。 3. 标题不是一个带有主、谓、宾完整结构的句子，而是短语和词组；避免用动宾结构；题目中至少有两个以上的关键词。不能将论文题目写成广告语或新闻报道用语。 4. 标题不要太长，都用直叙，标题一般不用标点，不用惊叹号或问号，并列关系用空一字表示。 5. 标题应尽量避免使用抽象的结构式或同行不熟悉的符号、缩写语等。
署名	**署名形式：** 署名的主要形式有集体署名与个人署名两种。其中个人署名是最基本的形式。集体署名有两种形式。一是多作者的集体署名。二是团体或单位的署名形式。 **署名条件：** 必须参与过论文研究的设计、实施和总结工作；必须参加过论文的编写；必须阅读过论文的全文，并同意其发表。 **署名要求：** 1. 多数期刊要求只限主要贡献者，一般 5～8 人。如有需要，其他贡献人可加注在文章正文末致谢。 2. 作者顺序按对文章贡献大小排序，地位最高的作者并非第一作者。 3. 署名应征得本人同意。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

续　表

结构部分	写作方法
摘要	**摘要分类：** 1. 报道性摘要。一般适用于学术性期刊，一般用来反映学术论文的目的、方法以及主要结果与结论，充分反映该研究的创新之处。篇幅一般在300～500字。 2. 指示性摘要。一般适用于学术性期刊的简报、问题讨论等栏目及技术性期刊等，只概括地介绍论文的论题，使读者对论文的主要内容有大致了解，篇幅一般在100字左右。 **写作要求：** 1. 排除本学科领域已成为常识的内容。切忌把应在引言中出现的内容写入摘要，也不要对论文内容做诠释和评论。 2. 不得简单重复题名中已有的信息。 3. 结构严谨，表达简明，语义确切顺畅，摘要不分段。 4. 摘要不使用引文，要采用第三人称。如“对……进行了研究”等，不要写成“本文……”“作者……”“我校……”等。 5. 内容要概括全文；结构上要准确、简洁地表述研究的时间、目的、试验方法、结果和结论；摘要中不能出现论文里没有叙述的内容或结论；不能在摘要中引用参考文献。 6. 英文摘要与中文摘要相对应，建议采用第三人称表述，一般用被动语态，时态以一般现在时或一般过去时为宜。
关键词与正文前其他内容	**关键词类型：** 包括叙词和自由词。叙词指收入《汉语主题词表》等词表中可用于标引文献主题概念的经过规范化的词或词组。自由词是反映该论文主题中新技术、新学科尚未被主题词表收录的新产生的名词术语或在叙词表中找不到的词。 **关键词选择：** 一般在完成论文写作后，纵观全文，选出能表示论文主要内容真正关键的学术词汇。这些词或词组，可以从论文标题中挑选，也可以从论文内容中挑选。 **正文前其他：** 1. 中图分类号。指采用《中国图书馆分类法》对科技文献进行主题分析，并依照文献内容的学科属性和特征，分门别类地组织文献所获取的分类代号。目前按2010年9月国家图书馆出版社出版的《中国图书馆分类法》(第5版)查找确定。 2. 文献标识码。为便于文献的统计和期刊评价，确定文献的检索范围，提高检索结果的适用性，每一篇文章或资料应标识一个文献标识码。该规范共设置文献标识码分A、B、C、D、E五种。如A表示理论与应用研究的科研报告、综述报告、学术论文、文献综述与专题讨论。 3. 文章编号。为便于期刊文章的检索、查询、全文信息索取和远程传送及著作权管理，凡具有文献标识码的文章均可标识一个数字化的文章编号，该编号在全世界范围内是该篇文章的唯一标识。文章编号由各期刊编辑部给定。 4. 英文部分中的题目、作者署名、作者单位和关键词内容均应与中文部分相对应。 5. 首页注脚。首页注脚应注明课题来源及课题名称，获得基金资助产出的文章，应以“基金项目：”作为标识注明基金项目名称，并在圆括号内注明其项目编号。多项基金项目应依次列出，其间以分号隔开。“作者简介：”注明姓名(出生年份)、性别、籍贯、职称、学位、研究方向。“收稿日期：”和“修回日期：”以编辑部收到日期为准。

东南大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

续 表

结构部分	写作方法
引言	**引言内容：**主要包括研究主题、研究目的和研究理由。 **写作要求：** 1. 突出重点。引言应言简意赅，各项内容应一语道破。 2. 客观评价。对于前人在相关领域已做的工作，要客观地介绍，不应有意贬低；在谈到自己的工作时，要实事求是，切忌使用“前人没有研究过”“接近世界水平”等说法。 3. 不用套话。一般不使用“水平有限”“恳请指教”“抛砖引玉”这些客套话。 4. 避免雷同。引言不要与摘要雷同，或者把引言变成摘要的注释。 5. 首尾呼应。学术论文的写作讲究首尾呼应。
正文	**写作要求：**实事求是、准确完备、合乎逻辑、层次分明、简练可读。 **实验型论文写法：** 1. 材料和方法。目的是向读者介绍获得成果的手段和途径，也是作者从事研究工作的思想方法、技术路线和创造能力的具体反映。具体包括① 实验用的材料；② 实验的设备等；③ 实验的方法和过程。 2. 结果与分析。实验结果应高度归纳，去粗取精，去伪存真，不能主观取舍，更不能弄虚作假。具体做到① 准确、精细；② 论文中写的结果是经过认真地处理和选择的，不是实验结果的照抄；③ 实验结果要按一定的逻辑顺序编排；④ 要尽量通过图表来表达。 3. 结果讨论。论文将“讨论”同“结果”合在一起写，这样条理更清楚。讨论部分要从论文内容需要出发，对方法和结果两方面进行分析。此外，不要回避存在的问题，对不符合预想的实验结果要做说明和交代。
结论	**写作要求：** 1. 结论应该准确、完整、明确、精练，不能模棱两可、含糊其词。 2. 写作格式上，如果内容较多，可以分条单独成段；如果内容较少，无须分条编号。一些重要的数据可以作为结论出现。 3. 结论应该在论文中重复 3 次，分别在摘要中（最简练）、引言中（适中）、结论中（稍长）。虽然语言表述不一，但内容的实质是一致的。
致谢	**写作要求：** 致谢应是真诚的、实在的，不要泛泛地致谢。写致谢前要征得被致谢者的同意。
参考文献	**写作要求：** 1. 所列举的参考文献应是正式出版物，以便读者考证。 2. 所列举的参考文献，要标明序号、作者姓名、著作或文章的名称出版单位、出版时间（或版次），章节与页码也都要标明。 3. 所列举的参考文献，应按文章参考或引证的文献资料的先后顺序，依次列出。 4. 参考文献体现科学，具有继承性，引用的主要理论、观点、数据要注明出处，要规范齐全。 5. 参考文献中有多位作者的，列出前 3 位作者，超过的则在第 3 位作者后加“，等”，英文文献作者一律姓先名后，缩写名后不加“.”。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

续　表

结构部分	写作方法
附录	**附录作用：** 凡写入正文可能有损于行文的条理性、逻辑性或精练性的材料，可写入附录，以体现整篇论文材料上的完整性。附录是学术论文的补充项目，附于参考文献之后，并非每篇论文所必备。 **附录内容：** 1. 比正文更为详尽的理论根据、研究方法和技术要点的深入叙述，建议可阅读的参考文献、题录，对了解正文内容有用的补充学术信息等。 2. 由于篇幅过长或取材于复制品而不宜写入正文的材料。 3. 不便写入正文的罕见的珍贵材料。 4. 某些重要的原始数据、数学推导、计算程序、框图、结构图、注释、统计表、计算机打印输出件等。

2. 学术论文的写作规范

学术论文写作规范，是在学术论文撰写与发布过程中必须遵循的一系列规则和标准。其内容广泛，包括研究伦理、写作格式、引用标准、语言表达等多个方面。这些规范是学术共同体依据学术发展规律，为促进学术进步与繁荣而制定的准则与要求。我国对撰写文稿时应遵循的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级，具体包括《量和单位》(GB 3100～3102—93)、《文献主题标引规则》(GB/T 3860—2009)、《学术论文编写规则》(GB/T 7713.2—2022)、《科技报告编写规则》(GB/T 7713.3—2014)、《校对符号及其用法》(GB/T 14706—93)、《标点符号用法》(GB/T 15834—2011)、《出版物上数字用法》(GB/T 15835—2011)和《信息与文献参考文献著录规则》(GB/T 7714—2015)等。1992 年以后发布的国家标准中，代号为 GB 的是强制标准，代号为 GB/T 的则是推荐性标准。

学术论文写作规范对写作格式有明确要求，包括清晰的标题、合理的章节与段落结构、恰当的引用及完善的参考文献等。这些要素相辅相成，可增强论文逻辑性，便于读者把握作者思路，从而提升论文的可读性与可理解性，对确保学术质量、促进学术交流意义重大。需注意的是，除遵循通用规范外，还需遵从目标期刊的具体格式要求，可以从期刊官网下载。本书对通用规范不再赘述。

案例 2－6

《建筑结构学报》论文排版要求

为了提高出版质量及出刊效率，请您将论文严格按照所给定的要求进行排版。论文排版具体要求见后附“模板”，以供版式套用。

(1) 版心要求

纸张大小为 A4(210 mm×297 mm)，页边距为上下 2.6 cm，左右 2.25 cm，版心尺寸即为 165 mm×245 mm。除下文特别说明，均采用单倍行距。除标题、中英文摘要及首页的作者简介等采用通栏，论文的正文一律居中分两栏。对于个别长公式、图表两栏不易安排

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

者可用通栏。

论文评审及出版过程中将首先进行 XML 转换，因此排版时请避免使用文本框或图片框(图、表及脚注信息)，在文中引用图、表、参考文献时，需使其符合逻辑顺序，图表布置在正文提及段落之后，无需为了排版美观强行分割完整段落。

(2) 论文具体排版要求

题目：20 磅，黑体(Times New Roman)，单倍行距，居中。

作者姓名：10 磅，仿宋(Times New Roman)，单倍行距，居中。

案例 2-7

误区示例

问题 1：认为论文内容大于形式。

问题描述：某经管类论文因三级标题格式混乱(字体/缩进不统一)、参考文献缺失 DOI 号，被专家质疑学术规范性。

问题 2：将 AI 作为内容生产者而非辅助工具。

问题描述：某工科论文因直接使用 ChatGPT 生成实验设计章节，被检测出“非人类写作特征”。

问题 3：将降重结果误以为是符合毕业论文的唯一指标，忽略论文质量要求。

问题描述：某文科论文因过度依赖“关键词替换”降重，导致核心论点被篡改。

3. 学术不端行为界定

学术不端行为是指高等学校及其教学科研人员、管理人员和学生，在科学研究及相关活动中发生的违反公认的学术准则、违背学术诚信的行为。高等学校是学术不端行为预防与处理的主体，教育部、国务院有关部门和省级教育部门负责制定高等学校学风建设的宏观政策，指导和监督高等学校学风建设工作，建立健全对所主管高等学校重大学术不端行为的处理机制，建立高校学术不端行为的通报与相关信息公开制度。

高校学术委员会负责对学术不端行为作出处理决定，应坚持预防为主、教育与惩戒结合的原则。对于学生有学术不端行为的，应当按照学校学生管理的相关规定，给予相应的学籍处分。经调查，确认被举报人在科学研究及相关活动中有下列行为之一的，应当认定为构成学术不端行为：

(1) 抄袭剽窃、侵占他人研究成果或项目申请书；

(2) 编造研究过程、伪造研究成果，买卖实验研究数据，伪造、篡改实验研究数据、图表、结论、检测报告或用户使用报告等；

(3) 买卖、代写、代投论文或项目申报验收材料等；

(4) 以故意提供虚假信息等弄虚作假的方式或采取请托、贿赂、利益交换等不正当手段获得科研活动审批，获取科技计划(专项、基金等)项目、科研经费、奖励、荣誉、职务职称等；

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09



（5）以弄虚作假方式获得科技伦理审查批准，或伪造、篡改科技伦理审查批准文件等；

（6）无实质学术贡献署名等违反论文、奖励、专利等署名规范的行为；

（7）重复发表，引用与论文内容无关的文献，要求作者非必要地引用特定文献等违反学术出版规范的行为；

（8）其他科研失信行为。



案例 2－8

《反腐倡廉蓝皮书：中国反腐倡廉建设报告 NO.8》中学术不端典型案例

社科院 2018 版《反腐倡廉蓝皮书：中国反腐倡廉建设报告 NO.8》梳理了近 20 年来国内媒体公开报道的 64 起学术不端典型案例。《报告》公开点名的既有普通的高校教师，也有知名院校的系主任、院长、副校长乃至校长。对此，有媒体评论“学术不端已渗透学术界各层级”。64 起案例解锁了学术不端的各种姿势，有七宗“最”既让人触目惊心，又让人哭笑不得。

1. 最为黑色幽默的学术不端：本科生伪造博士证书做博后，出站后又当上了教授

龚伟是西北大学的本科毕业生，有一天他脑洞大开，换了个“龚建国”的名字并拿着伪造的复旦大学博士毕业证书先后在重庆和成都的两所大学做了博士后，出站后又被四川理工学院聘为教授。媒体报道，“为了让‘龚建国’安心工作，早出成绩，四川理工学院除了按教授标准发给他工资外，还为其提供了一套 180 平方米的住房”，并“配套了几十万的科研经费”。此外，“龚建国”还创办并主编一份英文期刊，并体面地开始了自己的教授生活。熟料半年后，“龚建国教授”与自己带来的助手发生了矛盾，不满待遇问题的助手向学院揭发了“龚建国”文凭造假事宜，学院立即向警方报案。后来，警方以涉嫌伪造、私刻印章对“龚建国”予以刑事拘留。

此事已经过去了十几年，但是假博士“龚建国”正儿八经地成为两所高校的博士后，并成为当年自贡市引进的 6 个博士生中唯一拥有双料“博士后”经历的“人才”，享受着四川理工学院的教授待遇，这波操作还真是让人跌碎了眼镜，堪称史上最为黑色幽默的学术不端，只是不知这种学术不端背后究竟尴尬了谁？如果龚教授不与助手发生矛盾，他的造假之路又会走多远？

2. 最乌龙的学术不端：两篇硕士论文雷同，导师竟是同一人

有媒体指出，东北师范大学中国古代文学专业 2006 届硕士毕业生张立明的学位论文与本校同专业 2005 届硕士毕业生马达的学位论文，题目、摘要、关键词、参考文献和正文内容高度相似，甚至一些笔误也完全雷同。其中，两篇论文的英文摘要几乎一字不差，英文关键词则完全相同，仅次序有所不同，涉嫌抄袭。只是匪夷所思的是，两位学位论文的作者就读的是同一专业，论文的指导老师为同一人。只是不知道这位导师究竟如何在论文的“原创声明”中签上了自己的名字，或者细思极恐：这位导师压根就没仔细看过学生的毕业论文。

3. 最具国际范的学术不端：姓名拼音相同，英文成果“共享”

北京化工大学教授陆骏，利用中国人姓名拼音所对应英文名字的相似性，把三个不同

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

Jun Lu 的学术成果、学历、工作经历进行了剪切、粘贴和美颜。这样，集耶鲁大学卢俊的 7 篇顶级学术期刊论文，多伦多大学 Lu Jun 的博士学位、美国默克公司 Lu Jun 的工作经历于一身的豪华学术履历。当年陆骏 39 岁，可谓“羽扇纶巾、雄姿英发”，只是谈笑间“樯橹灰飞烟灭”，最终被方舟子打假而被解聘。在学术不端的案例中，陆教授的这波操作可谓最具国际范的学术不端了。

4. 最猖狂的学术不端：靠“农民工”打磨搞出了汉芯一号，骗走上亿经费

不少媒体曾报道“汉芯 1 号”正式发布时的盛大场面：“上海市政府新闻办公室亲自主持，信产部科技司司长、上海市副市长、上海科委、教委负责人悉数到场。在发布会上，由王阳元、邹士昌、许居衍等知名院士和‘863 计划’集成电路专项小组负责人严晓浪组成的鉴定专家组作出了一致评定：上海‘汉芯 1 号’及其相关设计和应用开发平台，达到了国际先进水平，是中国芯片发展史上一个重要的里程碑。”

只是后来故事发生了反转，这枚让国人骄傲的“中国芯”居然是一个“水货”，事件的始作俑者，曾是上海交通大学的教授、博士生导师，微电子学院的院长的陈进买来摩托罗拉芯片，雇人将标志磨去，刻上“汉芯一号”字眼，就成了自主研发的高科技产品，骗过了科技部、中国科学院的评审专家。陈进依靠炮制出来的一系列“汉芯”产品获得上亿科研经费和数不胜数的学术头衔，使原本该给国人带来自豪感的“汉芯一号”，变成了一起让人瞠目结舌的重大科研造假事件。这波欺骗国民情感的学术不端也堪称史上最猖狂的学术不端。

5. 最令人扼腕的学术不端：31 岁的“娃娃博导”涉嫌抄袭，自毁光明前程

青年长江学者、中南财经政法大学法学院前副院长张红 31 岁就当上了博导，被称为“娃娃博导”，在人文社会科学领域这个年龄的博导更加稀缺。只可惜《环球法律评论》编辑部于 2017 年 1 月 6 日发布了《本刊声明》，称经举报并核实，署名张红的《19 世纪德国人格权理论之辩》一文涉嫌抄袭德国学者 Klaus Martin 相关著作。至此，“娃娃博导”被蒙上了一层阴影。社科院 2018 版《反腐倡廉蓝皮书》评论道“如此出色的青年学者，如果不是极度浮躁，又怎会做出如此不理智的事情，以致自毁前程？”该“娃娃博导”的学术不端也因此可称为最令人扼腕的学术不端。

6. 最“勤奋”的学术不端：两年在国际期刊发表 70 篇论文

井冈山大学的钟华、刘涛通过“伪造或篡改数据”“侵吞他人学术成果”“未参加创作，在他人学术成果上署名”和“未经他人许可，不当使用他人署名”等学术不端行径，在国际学术期刊《晶体学报》上发表 70 篇论文，后被该期刊发现，做出撤稿处理。至此，通过造假发表 70 篇国际期刊的案例可谓最“勤奋”的学术不端。

7. 最“高级别”的学术不端：复旦大学前校长杨玉良和他的“莱布尼茨奖”

知名学术批评网站《新语丝》上，《杨玉良问题专辑》曾质疑杨玉良获得过德国 1988 年的 Leibniz 奖，也即德国的最高科学奖。相关文章指出，并未见杨本人出示过相关获奖证书，但是一些官方文献如《上海地方志》(杨浦篇，1995)，《上海地方志》(青年篇，2002)，以及专门为介绍复旦大学学术成就而特别编写的《复旦大学教授名录》(1992)都介绍过杨玉良获得“莱布尼茨奖”的消息。只是后来该奖项组委会竟向全球公开了历年获奖的名单，“其中 1988 年获奖名单中，即使用高倍电子显微镜也找不到杨玉良三个字中的任何一个。”

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

杨玉良在学术上有很多贡献，但是伪造获得一个国际大奖的履历并堂而皇之被写进志书的剧情让人不免瞠目结舌，至今我们仍不知这位前校长是否获得过“莱布尼茨奖”，如果真的没有，那可真是最为最高级别的学术不端了。

（资料来源：《过程清风》电子期刊 2019 年 7 期，有改动）

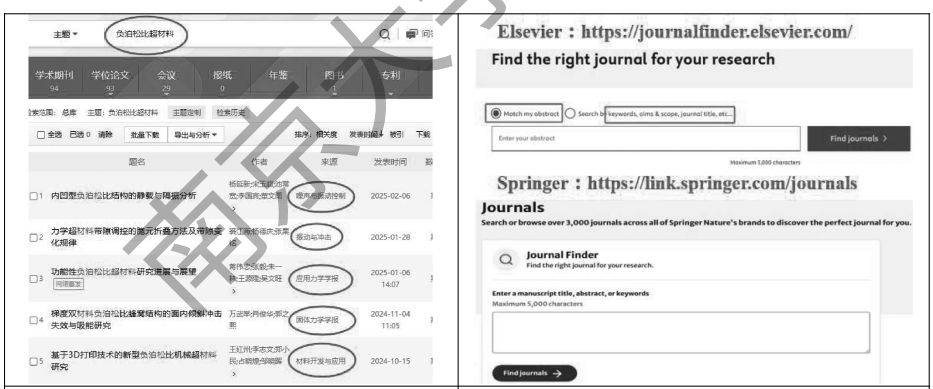
（四）论文投稿与发表流程

论文投稿全流程可以分为以下四个主要阶段，即准备阶段、投稿阶段、审稿阶段和后续处理阶段。各阶段的主要任务如下：

1. 准备阶段

论文投稿准备阶段是整个投稿流程中至关重要的环节，它直接关系到论文能否顺利进入审稿环节。在这一阶段，作者需要完成以下几项重要工作：撰写论文、对论文进行修改与润色、选择合适的目标期刊以及准备投稿所需材料等。

在挑选期刊时，中文期刊推荐使用中国知网“期刊导航”，依学科分类精准定位；外文期刊可借助期刊匹配系统查找，如图 2－12 所示。得到匹配结果后，作者得深入分析期刊征稿范围、主题及影响因子，挑选契合自身学术水平的期刊。本科生选刊时，宜优先瞄准影响因子适中、审稿周期短的普通期刊，这既有利于提高投稿录用率，又能防止因久等耽误学术成果发表时效。



(a)中国知网期刊导航　　（b）期刊匹配系统

图 2－12　学术论文匹配期刊示意

在选择期刊时，作者需格外警惕“掠夺性期刊”。这类期刊往往以盈利为目的，缺乏严格的同行评审流程，质量参差不齐。为了避免陷入此类陷阱，作者应注意以下几点：首先，仔细检查期刊官网的域名是否正规，正规期刊通常使用.edu、.org 或.com 等常见顶级域名；其次，警惕是否存在不合理的版面费勒索行为，正规期刊的版面费通常会明确说明用途和标准，而掠夺性期刊往往以高额版面费为幌子，收取费用后却无法提供应有的出版服务；最后，确认期刊是否被知名学术数据库收录，被收录的期刊通常具有更高的学术认可度和影响力。通过以上方式，作者可以有效辨别期刊的正规性，确保将论文投稿到值得信赖的期刊平台。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

2. 投稿阶段

确定目标期刊后，需反复查阅期刊的格式及引用要求等细节。从读者视角出发，细致检查论文的语法与标点符号，确保语言表述清晰且符合期刊要求，必要时可寻求专业语言编辑的协助。完成上述工作后，登录目标期刊的官方网站，进入投稿系统注册账号，并准确填写个人信息，特别是邮箱地址。随后上传稿件文件及相关附件，仔细核对信息无误后提交稿件，具体操作步骤如图 2－13 所示。



（a）登录在线投稿系统　（b）投稿系统注册　(c) 向导式投稿

图 2－13　期刊投稿系统在线投稿流程

3. 审稿阶段

审稿阶段一般经历编辑初审、同行评审、编辑决策三个环节。通常在投稿后两周到三个月，会收到编辑的回复，包括审稿人的意见和一封编辑的概括信。审稿结果一般有如下可能：原稿接受无需修改(Publish without changes)；稿件退修，需轻微修改(Publish with minor changes)；稿件退修，重大修改(Publish with major changes)；论文需重大修改，重投并当作新稿件处理(Not publish in its present form, but resubmit after major modifications to then be treated like a new submission)和完全拒绝(Reject)。其中，原稿接受无需修改较为罕见，稿件退修较为常见。作者应根据审稿意见进行修改，并在投稿系统中提交修改稿和回复信。稿件完全拒绝最为常见。如果稿件被拒，不要纠结，立刻整理论文，转投备选期刊。同时分析拒稿原因，为后续投稿积累经验。

4. 后续处理阶段

如果稿件被录用，作者需及时处理版权和版面费相关事宜。期刊编辑部会将排版后的校样发送给作者进行最后的校对。作者需仔细检查内容的准确性，涵盖文字、数据、图表以及排版格式等各个方面，确保在规定时间内及时反馈校对意见。此外，作者还需密切关注论文的发表状态，以便及时了解出版进度。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

（五）AI 技术在学术论文写作中的应用

1. AI 技术在学术领域的应用趋势

AI 技术正以前所未有的速度和深度重塑学术研究全流程，从资源整合、研究执行到成果打磨，均呈现智能化、高效化的趋势。在学术资源获取层面，AI 通过自然语言处理和知识图谱技术，突破语言与地域限制，实现全球研究成果的快速解析与跨学科融合；在研究执行中，AI 不仅处理海量数据、优化实验设计，更成为跨团队协作的桥梁；而在成果输出阶段，AI 写作辅助与深度查重技术显著缩短了论文发表周期，并提升了学术规范性。

（1）论文准备阶段：高效整合学术资源

在学术研究的论文准备阶段，AI 技术带来了前所未有的变革。传统的文献检索与分析工作是一项极为耗时费力的任务，往往需要研究人员花费数周时间去筛选和梳理海量的学术资料。而如今，AI 凭借智能文献检索和自然语言处理技术，能够自动解析海量文献。它可以快速识别文献中的关键信息，理解文献的核心内容，帮助研究人员迅速定位与自己研究课题相关的重要文献。同时，知识图谱技术的应用更是为学术资源的整合提供了强大助力。它能够跨语言整合全球学术资源，打破语言和地域的限制，让研究人员可以轻松获取全球范围内的相关研究成果。通过这种方式，原本需要漫长时间才能完成的文献检索与分析工作，现在仅需数小时即可完成，大大提高了研究的前期准备效率，为后续的研究工作节省了大量时间和精力。

（2）论文执行阶段：全链条渗透研究过程

进入论文执行阶段，AI 技术实现了全链条渗透。在当今的学术研究中，尤其是在一些前沿领域，研究数据呈现出天文级的规模，传统的数据处理方法难以应对如此庞大的数据量。而 AI 凭借其强大的计算能力和数据分析能力，能够高效处理这些海量数据，从中挖掘出有价值的信息和规律。此外，AI 还能在实验设计方面发挥重要作用。它可以根据研究目的和已有数据，设计出合理的实验参数，为实验的顺利开展提供科学依据。而且，对于跨学科团队的研究来说，AI 技术可以辅助团队成员实时共享数据与模型。不同学科的研究人员可以通过 AI 平台，方便快捷地获取和交流研究所需的关键信息，促进学科之间的交叉融合，提高研究的协同效率。

（3）论文打磨阶段：提升质量与发表效率

在论文打磨阶段，AI 技术同样发挥着不可或缺的作用。智能写作助手的出现，让论文写作变得更加高效和规范。它可以自动生成初稿框架，为研究人员提供一个清晰的写作思路，同时还能帮助修正逻辑漏洞，使论文的结构更加严谨、论证更加合理。查重系统也是论文质量保障的重要环节。以知网 AI 查重技术为代表，这些系统通过深度语义比对，能够准确检测出论文中的重复内容，保障论文的规范性。此外，AI 还可以对稿件质量进行预审。它能够根据学术期刊的要求和标准，对论文进行全面评估，指出存在的问题和不足之处。通过这种方式，可以大大缩短论文的发表周期，让研究成果能够更快地在学术领域得到传播和应用。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

2. AI技术在论文中的实际应用

AI技术在论文中的实际应用需通过结构化流程实现研究者主导、AI辅助的良性循环：首先研究者对研究课题进行深度解构，将选题背景、研究方法、数据逻辑等要素细化至“实验参数设置标准”“文献筛选关键词权重”等微观层面；随后针对论文的文献综述、方法论设计、数据可视化等具体功能模块，设计精准的AI提示词体系，通过分阶段输入研究数据、理论模型、学术规范等高质量素材，使AI工具如知学术AIPaperGPT的智能大纲生成能精准输出符合学术规范的初稿，再结合人工对AI生成的实验数据验证、逻辑链优化及学术伦理审查，最终形成兼具创新性与严谨性的学术成果。

在与AI互动时，语境的准确性至关重要。如果没有合适的语境，AI无法给出有意义的回答。当使用AI对论文的某个部分进行精炼时，首先要概述论文的背景，即论文的主题是什么？主要观点是什么？我们需要记录下自己的想法（或要点），然后将这些信息提供给所选的AI工具。无论选择哪种AI工具，关键在于提供精确的指令。以下提供一些AI技术在写作中具体应用的关键词，帮助大家提高论文写作效率。

（1）AI技术在写作中的应用——论文结构优化

审查论文大纲或初稿，提出结构优化建议，帮助改善逻辑连贯性和段落安排，确保论文的论点清晰且有力。

提示词：

以下是我拟定的论文大纲，请帮助评估其结构。

① 是否逻辑清晰，层次分明（如章节安排是否顺畅）？

② 主要章节的标题是否准确反映内容？

③ 是否覆盖所有关键领域，或者遗漏了重要主题？

以下是我的大纲：[论文大纲]请提供对每个章节的改进建议。

（2）AI技术在写作中的应用——用逆向概述测试论文逻辑

通过逆向概述的方法，提炼每段的核心内容，帮助自己审视论文整体的逻辑框架和连贯性，发现需要调整的部分。

提示词：

以下是我的论文内容，请根据其逻辑和关键点生成详细大纲：[论文内容]

① 确保大纲准确反映论文中的逻辑关系。

② 评估生成的大纲是否连贯，并指出可能需要调整的部分

③ 提供改进建议，使大纲更加清晰和学术化。

（3）AI技术在写作中的应用——引用格式规范

快速格式化参考文献，处理引用格式转换，让自己专注于论文内容创作。同时，它可以审查引用部分的准确性，节省检查时间。

提示词：

我需要将以下引用信息格式化为[APA/MLA/Chicago/其他格式]，请确保符合最新标准：[引用信息，例如作者、标题、出版日期、出版地等]

① 如果引用信息不完整，请告诉我缺少哪些内容以及如何补充。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09

② 提供格式化后的完整样例，并说明其核心规则。

3. AI 技术科研辅助工具

在当今数字化科研的时代，AI 技术为科研与学习带来了前所未有的便利与支持。无论是文献阅读、论文写作，还是翻译、表格制作等各个科研环节，AI 工具都能发挥巨大的作用，极大地提升学习效率和科研质量。以下为大家详细介绍一系列实用的 AI 工具，它们将成为大家科研道路上的得力助手。

(1) 文献阅读与论文写作工具

① 秘塔 AI 搜索：智能搜索引擎，基于大语言模型和自然语言处理技术，专注于提升中文用户的搜索效率与体验，已嵌入 DeepSeek R1 模型并推出浅度研究模式。

② 秘塔写作猫：AI 写作工具。

③ 百度文库 AI 助手：百度开发，基于文心一言的一站式智能文档助手。

④ 星火科研助手：科大讯飞与中国科学院文献情报中心联合开发的 AI 科研助理。

⑤ 有道速读：网易开发，AI 论文和文档阅读助手。

⑥ Paperpal：面向科研人员的 AI 写作工具。

⑦ 通义效率：基于通义大模型的 AI 阅读助手。

⑧ Grammarly：英语写作辅助工具，提供拼写检查、语法校正和写作建议。

⑨ QuillBot：重写和总结工具，帮助用户改写文本和生成摘要。

⑩ 豆包“帮我写作”：中文写作辅助工具，提供写作灵感、自动生成和内容优化功能。

(2) AI 翻译工具

① DeepL 翻译：准确的人工智能翻译工具。

② 讯飞智能翻译平台：科大讯飞推出的 AI 智能翻译平台。

③ 网易见外：网易推出的 AI 智能翻译平台。

④ 腾讯交互翻译：腾讯 AI Lab 推出的一款 AI 辅助翻译产品。

⑤ 火山翻译：字节跳动推出的智能翻译工具。

⑥ 必应翻译：微软必应推出的翻译工具。

⑦ 百度翻译：百度推出的 200 种语言互译。

⑧ 阿里翻译：阿里巴巴达摩院推出的多领域多语种的在线机器翻译。

(3) 表格制作工具

① 酷表 ChatExcel：通过聊天与 Excel 进行交互的工具。

② ajelix：处理 Excel 和 Google Sheet 表格的 AI 工具。

③ ExcelFormulaBot：AI 将指令转换成 Excel 的工具。

④ FormX.ai：AI 自动从表格和文档中提取数据。

⑤ Rows：在线表格处理工具。

⑥ Excel Formularizer：AI 将文本数据转换为 Excel 公式。

(4) AI 思维导图工具

① 博思白板：在线协作白板工具，支持实时编辑、绘图、头脑风暴等功能。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

② Xmind Copilot：Xmind 推出的基于 GPT 的 AI 思维导图助手。

③ TreeMind 树图：支持 AI 对话生成思维导图及上传图片转为可编辑的思维导图。

④ Mapify：AI 思维导图总结工具。

⑤ 幕布：极简大纲笔记，一键生成思维导图。

4. AI 工具不规范应用可能带来的诚信风险

人工智能(AI)辅助工具在论文写作中的应用已成为学术领域的双刃剑。一方面，AI 技术通过文献检索、数据整合、语法润色等功能显著提升了写作效率，尤其为研究初期选题规划、格式规范调整等环节提供了便捷支持；另一方面，其不规范使用可能引发学术诚信危机、内容质量下降及版权纠纷等问题。

对于本科生而言，尤其在毕业论文中不规范使用 AI 工具可能引发多重诚信风险：学术原创性危机方面，滥用 AI 生成正文核心内容(如研究方案设计、创新方法搭建或文本写作)直接违反学术规范，复旦大学等高校已明确将此类行为列为学术不端，违规者可能面临取消答辩资格甚至撤销学位的处罚；数据造假风险层面，AI 生成或篡改实验数据、伪造统计图表可能误导科研结论；语言能力退化问题则表现为过度依赖 AI 润色翻译(如自动生成致谢或外文摘要)，削弱学生逻辑表达训练，复旦大学等高校明确禁止此类行为以保护学术能力培养。

在技术应对措施方面，高校引入深度语义查重系统(如知网 AI 查重技术)和 AIGC 检测工具(检测 AI 生成内容占比)，多个大学规定检测结果超 40%即触发警示并需修改；制度规范层面，复旦大学发布国内首个本科论文 AI 使用规定，明确“六个禁止”(包括禁止生成正文、篡改数据、AI 润色等)，并要求学生披露工具名称、用途及生成内容，南京工业大学允许有限使用 AI 辅助文献检索或制图但禁止代写摘要或结论。

因此 AI 工具的合理使用需建立在学术诚信与独立思考的基础上。学生应明确“辅助≠替代”，学生在使用 AI 工具时应严格遵守学术规范，平衡工具辅助与独立思考，避免触碰学术红线。从学生自身角度出发，合理使用 AI 工具需以学术诚信为底线，明确禁止直接生成论文核心内容，主动核查 AI 信息的真实性并利用查重工具自查，同时将 AI 定位为文献检索、框架搭建等基础性辅助工具，避免思维惰性导致创造力下降；需规范标注 AI 生成内容的来源及用途，并主动与导师沟通使用边界以规避学术风险；此外学生还应强化自律意识以平衡工具效率与独立思考能力，例如在 AI 生成大纲后自主补充案例、验证逻辑，而非依赖其完成核心分析。从长远来看，平衡效率与创造力、培养批判性思维，才是应对 AI 时代学术挑战的核心能力。

【资源拓展】

1. 在中文领域，中国知网(CNKI)、万方、维普等平台是获取中文学术论文的重要渠道。知网收录了广泛学科的期刊论文、学位论文、会议论文等，学科覆盖全面，资源类型多样；万方则在学术期刊和会议论文外，拥有众多独家资源及丰富的专利文献储备，为学术研究提供了有力支持。

2. 在英文文献方面，谷歌学术是目前最全面的英文文献数据库检索平台，整合了全球

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

学术资源，检索功能强大，可查看文献引用情况，助力了解学术前沿。此外，还可利用arXiv、ResearchGate等平台。arXiv专注于物理、数学、计算机科学等领域的预印本，能让用户及时获取最新学术论文；ResearchGate则是一个科研社交平台，科研人员可在此分享成果、交流问题，方便获取最新学术论文和研究动态。

3. 在翻译工具方面，DeepL与福昕翻译大师均表现出色。DeepL以其强大的多语言互译能力和对语义的深刻理解而备受好评。福昕翻译大师则在处理中文文本时展现出色，尤其擅长专业术语的精准翻译，并提供多种语言间的高效转换。

4. 对于语法检查，Grammarly能够实时检测文本中的语法错误，并提供修正建议，同时还能优化写作风格，使表达更加流畅自然。无论是学术论文、商务邮件还是日常写作，Grammarly都能帮助提升文本质量。

5. 在语言组织和翻译方面，DeepSeek(即DeepSeek AI)等先进的AI模型提供了强大的支持。它不仅可以协助组织语言逻辑，还能进行高质量的英文翻译，确保内容准确传达。DeepSeek AI在处理复杂句式和专业术语时表现出色，能够帮助用户更高效地完成写作任务。

6. 在论文排版方面，LaTeX以其强大的排版功能，在学术界被广泛应用，特别是在处理数学公式和图表方面具有显著优势。

二、专利申报书撰写与申报

(一) 专利基础知识

1. 专利的概念

专利是专利权的简称，是知识产权的重要组成部分，是国家按专利法授予申请人在一定时间内对其发明成果所享有的独占、使用和处分的权利。

2. 专利的作用

专利作为一种知识产权，具有多方面的作用和重要性，主要包括：

(1) 保护创新成果：专利为发明创造提供了法律保护，防止他人未经授权地使用、生产、销售或进口专利产品。

(2) 增强市场竞争力：拥有专利可以增强企业的市场竞争力，通过专利技术形成市场壁垒，阻止竞争对手的模仿和复制。

(3) 促进技术进步：专利制度鼓励创新和技术发展，通过公开专利技术，促进知识的传播和技术的迭代。

(4) 增加经济价值：专利可以作为无形资产，增加企业的价值，有助于吸引投资和融资。

(5) 许可和转让：专利可以被许可给其他企业使用，或者转让给他人，为企业带来直接的经济收益。

(6) 法律诉讼依据：专利权人可以利用专利作为法律武器，对侵犯专利权的行为提起诉讼，要求赔偿损失。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

（7）国际市场准入：在国际贸易中，专利可以作为进入他国市场的通行证，有助于企业国际化和全球化战略。

（8）提升企业形象：拥有专利可以提升企业的公众形象和品牌价值，增强消费者和合作伙伴的信任。

（9）促进合作与交流：专利可以作为合作的筹码，促进企业之间的技术合作和交流。

（10）政策支持和优惠：许多国家和地区为专利权人提供税收减免、资金扶持等优惠政策。

（11）科研评价指标：在学术界和科研机构，专利数量和质量常被作为科研工作成效的重要评价指标。

专利的作用不仅限于上述几点，它在不同领域和不同情境下可能发挥着不同的作用和价值。

3. 专利的分类

专利主要分为三种类型，即：发明专利、实用新型专利、外观设计专利（图 2－14）。每种类型都有其特定的保护对象和保护期限。



图 2－14　专利证书

（1）发明专利

保护对象：发明专利保护的是产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案。

保护期限：发明专利的保护期限通常为 20 年，从申请日起算。

特点：发明专利要求具有较高的创新性、实用性和先进性，审查过程较为严格和复杂。

（2）实用新型专利

保护对象：实用新型专利保护的是产品的形状、构造或者其结合所提出的适于实用的新的技术方案。

保护期限：实用新型专利的保护期限通常为 10 年，从申请日起算。

特点：实用新型专利的创新性要求相对较低，主要强调实用性和形状、构造的改进，审查过程相对简单。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09



(3) 外观设计专利

保护对象:外观设计专利保护的是产品的形状、图案或者其结合以及色彩与形状、图案的结合所作出的富有美感并适于工业应用的新设计。

保护期限:外观设计专利的保护期限通常为 15 年,从申请日起算。

特点:外观设计专利注重产品的外观特征,如形状、图案、色彩等,不涉及技术方案的功能性。

4. 专利的审查(专利权取得的必要条件)

(1) 新颖性:是指该发明或者实用新型不属于现有技术,即申请日以前在国内外为公众所知的技术;也没有任何单位或者个人就同样的发明或者实用新型在申请日以前向国务院专利行政部门提出过申请,并记载在申请日以后公布的专利申请文件或者公告的专利文件中。

(2) 创造性:是指与现有技术相比,该发明具有突出的实质性特点和显著的进步,该实用新型具有实质性特点和进步。

(3) 实用性:是指该发明或者实用新型能够制造或者使用,并且能够产生积极效果。

5. 专利权的 3 个特征

(1) 独占性:专利权是由政府主管部门根据发明人或申请人的申请,认为其发明成果符合专利法规定的条件,而授予申请人或其合法受让人的一种专有权。

(2) 时间性:指专利权具有一定的时间限制,也就是法律规定的保护期限。

(3) 地域性:是对专利权的空间限制。指一个国家或一个地区所授予和保护的专利权仅在该国或地区的范围内有效,对其他国家和地区不发生法律效力,其专利权是不被确认与保护的。

6. 专利申请与审查的简单流程

专利申请与审查的简单流程如图 2-15 所示,大致如下:

(1) 受理阶段:专利局收到专利申请后进行审查,如果符合受理条件,专利局将确定申请日,给予申请号,并且核实过文件清单后,发出受理通知书。

(2) 初步审查阶段:经受理后的专利申请按照规定缴纳申请费的,自动进入初审阶段。初审前发明专利申请首先要进行保密审查,需要保密的,按保密程序处理。在初审时要对申请是否存在明显缺陷进行审查,主要包括审查内容是否属于《中华人民共和国专利法》中不授予专利权的范围,是否明显缺乏技术内容不能构成技术方案,是否缺乏单一性,申请文件是否齐备及格式是否符合要求。

(3) 公布阶段:对于发明专利申请,初审合格的,将进入公布阶段。公布、实质审查仅适用于发明专利申请,实用新型和外观设计专利申请不经过该流程。

(4) 实质审查阶段:对于发明专利申请,在公布后,申请人需要提出实质审查请求,专利局将对发明专利申请进行实质审查,包括对新颖性、创造性和实用性等进行审查。

(5) 授权阶段:如果专利申请通过了实质审查,专利局将授予专利权,并发出授权公告。

对于实用新型和外观设计专利申请,流程简化为受理、初审和授权三个阶段,不包括早期公布和实质审查。

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38 字×38 行　文件路径:储 B09

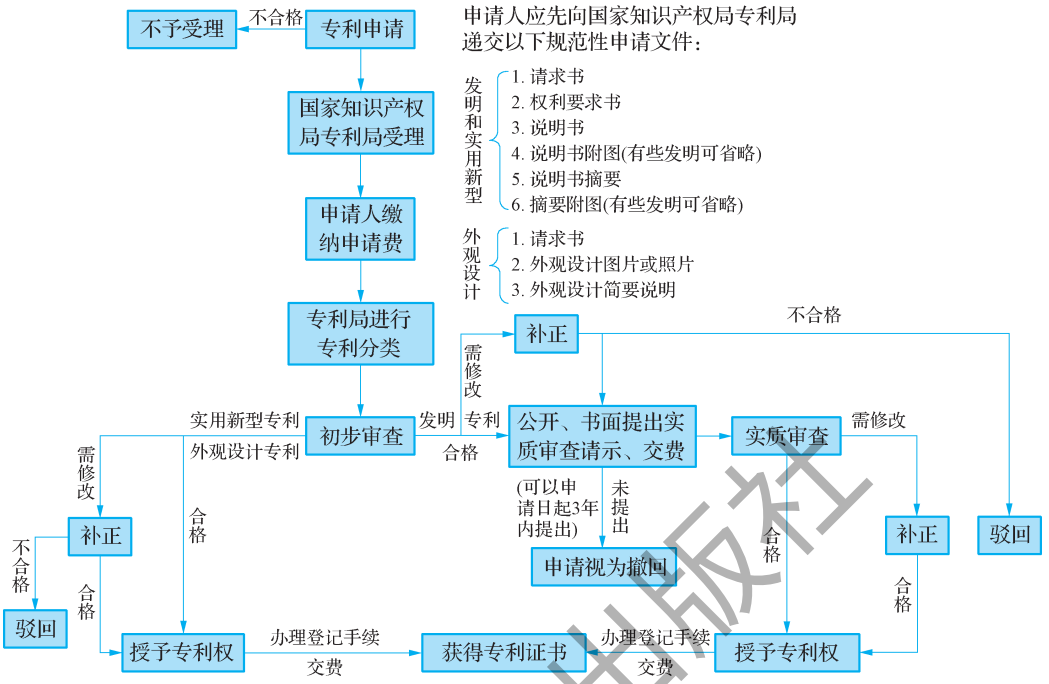


图 2－15　专利申请流程图

（二）专利技术创新点的挖掘

以土木类专业为例，专利技术创新点的挖掘方法和思路可以包括以下几个方面：

1. 结构设计方面挖掘

（1）新型结构体系

探索全新的建筑结构形式，比如研发一种适用于高层建筑的混合结构体系，将钢结构的强度优势与混凝土结构的防火、耐久性优势更好地结合起来，通过独特的连接节点设计，让两种材料协同工作的效果达到最优，增强整体结构稳定性的同时，又能合理控制成本。例如，设计一种可在不同受力阶段自适应调节内力分布的节点构造，使结构在地震等灾害作用下更安全可靠。

针对大跨度空间结构，创造出不同于传统网架、桁架、拱结构的新型空间结构形式，利用新型材料或独特的几何造型，减少结构自重，增大跨越能力，借鉴自然界生物的结构形态（如蜂巢的六边形稳定结构）设计出轻量且承载能力强的大跨度屋面结构。

（2）结构优化改进

对现有的结构构件进行优化，以提高其性能。例如，改进传统的混凝土柱，在其内部设置特殊的配筋形式或者加入新型的纤维材料，增强柱子的抗压、抗剪能力以及延性，减少在地震作用下发生脆性破坏的风险。

优化梁的截面形状和尺寸分布，依据受力特点采用变截面或者空心截面等形式，既满足承载要求又减轻自重，实现材料的高效利用。比如，在桥梁工程中，对简支梁的跨中部分采用空心截面，两端支座附近采用实心截面，根据弯矩分布合理配置材料。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

2. 材料应用角度挖掘

(1) 新型建筑材料运用

关注新型土木工程材料的特性并加以创新应用。比如，使用高性能纤维增强复合材料(FRP)来替代部分传统钢筋用于混凝土结构中，由于 FRP 材料具有轻质、高强、耐腐蚀等优点，可应用在沿海等腐蚀性环境下的建筑结构中，提高结构耐久性，同时减轻结构自重，挖掘其在不同结构类型(如梁、板、柱等)中的具体应用方式作为创新点。

探索新型的保温隔热材料在建筑墙体中的应用，研发一种能与墙体结构更好结合、保温隔热性能更优且防火性能良好的复合保温材料体系，通过独特的分层结构和材料搭配，实现高效节能的同时满足建筑安全要求。

(2) 材料组合与改性

将不同材料进行组合，创造出具有新性能的材料组合体作为创新点。例如，把废旧橡胶颗粒混入沥青中用于道路工程，改善沥青的柔韧性、抗疲劳性能以及降噪性能，开发出适合不同交通荷载和环境条件下的橡胶沥青配方及相应的施工工艺。

对传统材料进行改性，像通过添加纳米材料对水泥基材料进行改性，提高其早期强度、抗渗性等性能，研究不同纳米材料种类、掺量对水泥性能影响的规律，形成独特的改性方法申请专利。

3. 施工工艺与技术创新

(1) 新型施工方法

在基础工程施工方面，开发一种适用于复杂地质条件(如深厚软土地层、岩溶地区等)下的桩基础施工新方法，通过改进成桩工艺、采用特殊的护壁措施或者创新的桩端加固技术等，提高桩基础的承载能力和稳定性，缩短施工周期。

对于高层建筑施工，创造一种高效的垂直运输和模板支设一体化施工工艺，利用智能控制系统实现物料吊运与模板安装、拆除的协同作业，提高施工效率，减少人工操作安全风险，加快施工进度。

(2) 施工设备改进

对现有的工程机械进行改进，如改进混凝土搅拌机的搅拌叶片形状和布置方式，使混凝土搅拌更加均匀、高效，减少搅拌时间，提高混凝土质量。

研发一种可在狭小空间内灵活作业的小型压实设备，用于城市道路维修、室内地坪施工等场景，通过独特的动力传动系统和压实机构设计，解决传统大型压实设备无法进入狭窄场地的问题。

4. 节能环保维度挖掘

(1) 能源利用创新

探索在土木建筑中利用可再生能源的新方式，比如设计一种能将建筑外立面与太阳能光伏板更好结合的构造体系，使光伏板不仅能发电，还能起到遮阳、隔热等作用，同时不影响建筑外观美感，提高太阳能的利用效率，实现建筑的部分能源自给自足。

在地下空间开发中，研究利用地热能进行室内温度调节的技术，通过合理设计地埋管换热器的布局和深度，优化传热介质的循环系统，更高效地提取和利用地热能，降低建筑

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

运营能耗。

(2) 绿色环保措施

开发一种可循环利用的建筑模板体系，采用特殊的材料和连接构造，使其能够多次周转使用，减少木材等传统一次性模板的消耗，降低建筑垃圾的产生量。

在土方工程中，创新一种能对开挖土方进行有效分类、存储和再利用的技术，将可用于回填、绿化等不同用途的土方合理处置，减少土方外运和新土购入，降低对环境的影响。

5. 智能化与监测技术创新

(1) 智能结构系统

研发一种具备自感知、自诊断、自适应能力的智能建筑结构，在结构关键部位布置光纤传感器、压电传感器等，实时监测结构的受力、变形、温度等状态信息，通过内置的智能算法对数据进行分析，当结构出现损伤或异常时能自动预警并采取相应的调节措施，如启动局部加固装置等。

对于桥梁工程，构建一种基于物联网的智能桥梁管理系统，通过在桥上安装多种传感器收集交通流量、风速、桥梁振动等数据，传输至云端进行大数据分析，实现对桥梁健康状况的实时评估和维护决策的智能化制定。

(2) 监测技术优化

改进现有的结构监测技术，比如提高沉降监测的精度，研发一种基于高精度激光测量与卫星定位相结合的沉降监测设备和方法，能够实时、准确地获取建筑或地基的微小沉降变化，为及时采取加固等措施提供可靠依据。

创新裂缝监测手段，开发一种可以长期、无损地监测混凝土结构裂缝发展的传感器和监测系统，通过特殊的传感原理(如利用电磁感应、光学变化等)对裂缝宽度、长度及深度变化进行精准监测。

可以从以上多个方面入手，结合实际工程中的痛点、难点问题以及行业发展趋势，深入挖掘土木类专业专利技术的创新点。

(三) 专利技术交底书的撰写

1. 技术交底书的作用及重要性

专利技术交底书是发明人与专利代理人沟通的重要文件，它能够让专利代理人充分了解该项专利技术的创新点、具体内容等关键信息，从而准确地撰写专利申请文件，提高专利申请的质量和成功率。一份完善的交底书有助于确保专利保护范围合理、准确地涵盖创新技术，避免后续因描述不清等问题影响专利的授权及维权等环节。

2. 技术交底书的主要内容

(1) 技术名称

要求：应简洁明了且准确反映专利技术的核心内容，最好能直接体现出其创新之处或独特功能。例如“一种具有抗震自复位功能的土木工程框架结构”或“一种非均质土层边坡临界滑移面的测定方法”，让人一看就大概知晓技术所属领域及关键特点。

(2) 技术领域

明确所属领域：清晰界定该技术所在的具体领域范围，通常按照国际专利分类表

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38字×38行 文件路径：储B09

(IPC)的分类来大致定位。比如属于建筑结构领域、岩土工程领域，还是土木工程施工工艺领域等。如“本发明涉及土木工程领域中的建筑结构抗震技术领域”或“本发明涉及边坡稳定性评价与分析领域，具体涉及一种非均质土层边坡塑性区及临界滑移面的测定方法”。这样可以帮助审查员等相关人员快速了解其应用场景。

(3) 背景技术

现有技术状况描述：详细介绍目前在相关方面已有的技术手段、方法或结构形式等。可以列举出一些常见的、具有代表性的现有技术实例，并说明它们的工作原理、优缺点等。例如，在介绍一种新型桥梁加固技术时，要阐述当前常用的桥梁加固方法(如粘贴钢板加固法，说明其是通过在梁体底部等部位粘贴钢板，利用钢板与原结构共同受力来提高承载能力，但存在粘结耐久性等问题)，以及这些现有技术在实际应用中存在的局限性，比如施工复杂程度高、成本高、对结构性能提升有限等，为引出自己的创新技术做好铺垫。也可列出对现有技术进行检索时参考的一些主要文献资料，包括文献名称、作者、发表刊物及发表时间等信息，体现背景技术介绍的客观性和科学性。

(4) 发明目的

阐述创新目标：基于背景技术中提到的现有技术不足，明确说明本项专利技术想要实现的目的是什么。比如“本发明的目的在于提供一种既能有效提高建筑结构抗震性能，又能降低施工成本、简化施工工艺的新型结构体系”，要使发明目的与解决现有技术问题紧密相关且表述清晰、合理，便于理解该项技术研发的初衷。

(5) 发明内容

整体架构描述：详细介绍专利技术的具体构成和各部分之间的相互关系。如果是一种新的建筑结构，要说明其整体的布局、各构件(如梁、柱、板等的形状、尺寸、材质选取及连接方式等)；若是施工工艺，则要按施工先后顺序，清晰列出各个施工步骤、施工过程中采用的特殊设备、工艺参数等关键内容。例如对于一种新型深基坑支护技术，要讲清楚支护结构的形式(是排桩、地下连续墙还是复合支护形式等)，各支护构件之间如何连接、如何与周边土体相互作用，以及施工过程中开挖的分层厚度、降水措施等详细工艺参数。

核心创新点突出：着重强调该技术相较于现有技术的创新之处在哪里，这些创新点可以是结构上的独特设计、新材料的应用、新工艺的流程等。可以采用加粗、下划线等方式醒目地标记出创新点内容，便于专利代理人重点关注。比如在描述一种新型绿色建筑墙体材料时，突出其采用的新型环保胶凝材料(具体说明该材料的成分及优势，如强度高、无污染等特点)作为核心创新点，这是区别于传统墙体材料的关键所在。

(6) 附图及附图说明

绘制附图要求：提供清晰、准确的图纸来直观展示专利技术相关内容，对于建筑结构可绘制平面图、剖面图、立面图等；对于施工工艺可以绘制工艺流程图等。附图应按照规范的制图标准进行绘制，标注清楚各部分的名称、尺寸等关键信息，保证图纸的可读性。例如绘制一座新型桥梁的结构示意图时，要清晰标注出主梁、桥墩、桥台、伸缩缝等各个构件以及它们的相对位置关系。

附图说明撰写：对每一幅附图进行详细的文字解释，说明图中展示的是什么内容，各部分结构或步骤对应的是技术方案中的哪些环节，让阅读者对照附图能更好地理解整个

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

技术方案。比如“图 1 为本发明新型建筑结构的剖面图，图中 1 表示新型承重柱，其采用了空心钢管混凝土结构，内部填充高强混凝土，外层为钢管……”，通过这样的说明使附图与技术方案紧密结合起来。

(7) 具体实施方式

实例列举：通过具体的实施案例来进一步说明技术方案是如何在实际土木工程场景中应用的。可以列举多个不同条件下的实施例子，如不同规模的建筑项目采用该新型结构技术时具体的设计参数调整、施工工艺变化等情况。例如在介绍一种新型地基处理技术时，分别举例说明在软土地基、砂土地基等不同地质条件下，施工时的具体操作步骤、所使用的设备参数调整等，让技术方案更加具体化、可操作化，便于他人理解和验证其可行性。

效果验证：说明采用本项技术实施后能够取得怎样的有益效果，最好有具体的数据对比或实际案例支撑。比如采用了新型的节能建筑外墙技术后，经过实际测试对比，建筑的能耗较传统外墙降低了百分之多少等，直观体现出技术的优势和价值。

(8) 其他补充信息

涉及的计算公式：如果在技术中涉及一些力学计算、材料用量计算等相关公式，要准确列出，并说明各参数的含义及取值范围等。例如在介绍一种新型预应力混凝土结构时，列出预应力筋张拉控制应力的计算公式，并解释公式中涉及的结构安全系数、混凝土强度等级等参数的确定依据。

特殊材料特性说明：当使用了一些特殊的新材料时，除了介绍其成分外，还要详细说明材料的物理性能(如密度、强度、弹性模量等)、化学性能(耐腐蚀性等)等关键特性，帮助全面了解该技术所依托的材料基础。

3. 技术交底书撰写的注意事项

语言准确性：使用规范的专业术语进行描述，避免使用模糊、歧义或口语化的表述，确保每一个概念、每一个技术细节都能准确传达其含义。

内容完整性：要尽可能全面地涵盖上述各个方面的内容，不要遗漏关键信息，尤其是核心创新点和技术方案的详细内容，否则可能导致专利代理人无法准确把握技术全貌，影响专利申请。

逻辑连贯性：各部分内容之间要有清晰的逻辑关系，从背景技术引出发明目的，再到具体的技术方案、实施方式等，要让阅读者能够顺着逻辑线索轻松理解整个技术的来龙去脉。

总之，撰写专利技术交底书需要认真梳理技术内容，按照规范要求全面、准确且有条理地呈现相关信息，为专利申请打下良好基础。

案例 2－9

发明专利

专利名称：一种非均质土层边坡临界滑移面的测定方法(CN202011424676.5)

发明人：郭璐、贺可强、全恩厚等

1. 技术领域

本发明涉及边坡稳定性评价与分析领域，具体涉及一种非均质土层边坡塑性区及临

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

界滑移面的测定方法。

2. 背景技术

滑坡灾害威胁着人类的生命安全，对正常的社会和生产运转造成了严重的影响与危害。然而由于受到边坡几何形状、土体参数，以及地质条件等差异性影响，使目前的边坡稳定性监测预警方法仍无法完全满足工程建设需求，其中最突出的问题就是边坡稳定性评价定量判据及滑坡滑移面的确定问题。因此，如何科学、准确地对边坡稳定性进行超前分析与判定，是边坡稳定性评价与滑坡灾害防治领域中亟待解决的课题之一。

针对传统边坡稳定性评价与滑移面确定方法的局限与不足，本发明旨在寻求一种突破现有传统的新方法，即根据非均质土层边坡应力应变的监测信息，综合研究和确定一种精确测定非均质土层边坡临界滑移面的方法。该方法对边坡稳定性的判定及其滑移面的确定具有极强的实用性。

3. 发明目的

鉴于传统非均质土层边坡稳定性评价及滑移面确定方法的局限与不足，本发明研究和确定了一种基于应力应变监测数据测定非均质土层边坡临界滑移面的方法，该方法首先将非均质土层边坡假设为均质土层边坡，其整体岩土体物理力学参数分别取非均质土层边坡的各层岩土体实际物理力学参数，并分别用极限平衡法确定各岩土力学参数条件下均质土层边坡的最危险滑移面，将其最大圆弧和最小圆弧围成的区域范围作为监测区域，采用全光纤传感器实时监测该区域范围内各监测点的应力与应变数据，以此为基础确定各监测点的应变响应率参数及其稳定性判据，并根据不同时刻各监测点应变响应率的变化规律确定出边坡塑性滑移区范围，进而依据每根全光纤综合测管内监测点的应变响应率突变点的极大值确定出边坡临界滑移面的位置，以达到对非均质土层边坡进行科学、有效、及时预警及治理的目的。

4. 发明内容

本发明提出的基于应力应变监测确定非均质土层边坡临界滑移面的方法，是通过下述方案实现的，包括如下步骤：

步骤一：非均质土层边坡基本物理力学参数的勘探与测定

步骤二：非均质土层边坡潜在危险滑移面范围及监测区域的确定

与现有技术相比，本发明的优点和积极效果在于：

本方案将非均质土层边坡假设为均质土层边坡，基于实际物理力学参数确定各岩土力学参数条件下均质土层边坡的最危险滑移面，将其最大圆弧和最小圆弧围成的区域范围作为监测区域；根据不同时刻各监测点应变响应率的变化规律确定出边坡塑性滑移区范围，进而依据每根全光纤综合测管内监测点的应变响应率突变点的极大值确定出边坡临界滑移面的位置，实现对非均质土层边坡进行科学、有效、及时预警及治理的目的，预测精度高，具有更高的实际应用及推广价值。

本发明方法的基本原理与依据如下(略)

本发明方法的实施方式如下(略)

附图(略)

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38字×38行　文件路径：储B09

案例 2－10

实用新型专利

专利名称：一种带有突榫的抗震型外墙隔音保温砌块(CN201621227860.X)

发明人：朱方之、李泽良

摘要

本实用新型涉及一种带有突榫的抗震型外墙隔音保温砌块，包括带有两排错列布置矩形孔的 Z 形砌块本体，砌块两侧的公榫和母榫、上下两部分的公榫和母榫，两侧翼缘部分的凹槽和封闭的矩形通孔。本实用新型中间矩形通孔可以填放聚苯板等保温材料，达到保温目的；公榫和母榫部分相互咬合，解决了墙体水平灰缝和竖缝处渗水以及冷桥问题，保温效果突出；凹槽处便于放置墙体水平拉结钢筋，砌筑墙体整体性能好，施工简便。

技术领域

本实用新型涉及建筑技术领域，具体涉及一种抗震型外墙隔音保温砌块。

背景技术

框架结构的填充墙体中常用加气混凝土砌块，这种砌块虽然重量轻，但保温性能很难满足现有的节能要求，需要在墙体的外侧加做外保温层。新做的保温层存在寿命短，墙体易渗水等问题。砌块砌筑时需要制备专用砂浆，既耗费大量材料，又降低了施工效率。随着人们生活水平的不断提高，人们对墙体的功能性要求越来越高，比如保温、隔音等。为了解决上述问题，建筑领域技术人员进行了诸多探索，比如在砌块上加一些填塞保温材料的通孔和密闭空气层，提高砌块的保温和隔音功能，但是增加通孔或密闭空气层后导致砌筑后墙体的整体抗震性能较低，同时现有砌块形状在砌筑完成后存在灰缝渗水和冷热桥问题。

实用新型内容

为了克服现有技术不足，本实用新型提供一种带有突榫的抗震型外墙隔音保温砌块，目的是改善砌块的隔音、保温性能，提高砌筑后墙体的整体性和抗震性能，解决灰缝渗水和冷热桥问题。

本实用新型的技术解决方案：

一种带有突榫的抗震型外墙隔音保温砌块，砌块外形呈 Z 字形设计，包括砌块主体和设于砌块主体前后面的砌块翼缘，砌块主体和砌块翼缘为一体成型设计，砌块左右两侧对称设有相互匹配的公榫一和母榫一，砌块主体上下两面对称设有相互匹配的公榫二和母榫二，砌块主体上设有两排矩形通孔一，两排矩形通孔一错列布置，矩形通孔一内设有节能保温材料，所述砌块翼缘与公榫二相交处设有半圆形凹槽，砌块翼缘的下部内侧设有斜角，砌块翼缘上设有不连续的矩形通孔二。

所述砌块为细石混凝土或者陶粒混凝土砌块。

所述公榫一和母榫一呈梯形设计。

所述矩形通孔一和矩形通孔二的转角处呈圆角设计。

所述节能保温材料为聚氨酯泡沫塑料。

所述矩形通孔二内填充有消音材料。

所述消音材料为聚酯纤维吸音棉。

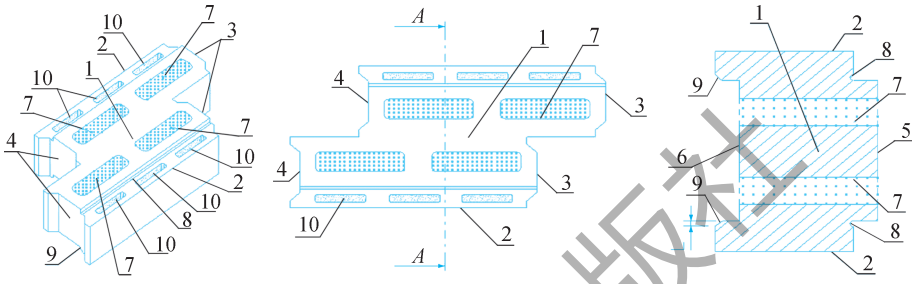
南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

本实用新型的有益效果：

本实用新型通过设有公榫和母榫，实现砌块竖缝、水平缝相互咬合，竖缝立面错开，解决了灰缝渗水和冷热桥问题；砌块主体与公榫二相交处设有半圆形凹槽，砌块翼缘的下部内侧设有斜角，便于放置墙内拉结钢筋，提高了砌筑后墙体的整体抗震性能。本实用新型砌块造型简单，制作方便；砌块砌筑方便，尤其适于砌筑外墙，具有抗震、保温、隔音等性能。

附图说明



(a) 立体图　(b) 俯视图　(c) A–A剖视图

1 砌块主体；2 砌块翼缘；3 公榫一；4 母榫一；5 公榫二；
6 母榫二；7 矩形通孔一；8 半圆形凹槽；9 斜角；10 矩形通孔二

图 2－16　专利附图

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本实用新型做进一步说明：

一种带有突榫的抗震型外墙隔音保温砌块，所述砌块为细石混凝土或者陶粒混凝土砌块，砌块外形呈 Z 字形设计，包括砌块主体 1 和设于砌块主体 1 前后面的砌块翼缘 2，砌块主体 1 和砌块翼缘 2 为一体成型设计。砌块左右两侧对称设有相互匹配的公榫一 3 和母榫一 4，所述公榫一 3 和母榫一 4 呈梯形设计。砌块主体 1 上下两面对称设有相互匹配的公榫二 5 和母榫二 6。Z 字型设计的砌块外形、设于砌块左右两侧的公榫一 3 和母榫一 4 以及设于砌块主体 1 上下两面的公榫二 5 和母榫二 6 使得砌块的竖缝立面错开，实现了砌块竖缝、水平缝相互咬合，解决了灰缝渗水和冷热桥问题。砌块主体 1 上设有两排贯穿公榫二 5 和母榫二 6 的矩形通孔一 7，两排矩形通孔一 7 错列布置，所述矩形通孔一 7 的转角处呈圆角设计，矩形通孔一 7 内设有节能保温材料，所述节能保温材料为聚氨酯泡沫塑料，此结构设计提高了砌块的保温性能。所述砌块翼缘 2 与公榫二 5 相交处设有半圆形凹槽 8，砌块翼缘 2 的下部内侧设有斜角 9，如图 2－16(c)所示斜角 9 两个端点的竖向距离 L 等于半圆形凹槽 8 的直径，半圆形凹槽 8 与斜角 9 配合，便于放置墙内拉结钢筋，提高了砌筑后墙体的整体抗震性能。砌块翼缘 2 上设有不连续的三个矩形通孔二 10，矩形通孔二 10 的转角处呈圆角设计，矩形通孔二内填充有消音材料，所述消音材料为聚酯纤维吸音棉，此结构设计提高了砌块的消音性能。本实用新型造型简单，制作方便；砌块砌筑方便，尤其适于砌筑外墙，具有抗震、保温、隔音等性能。

综上，本实用新型达到预期效果。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

案例 2－11

外观设计专利

专利名称:外观设计专利案例

外观设计说明

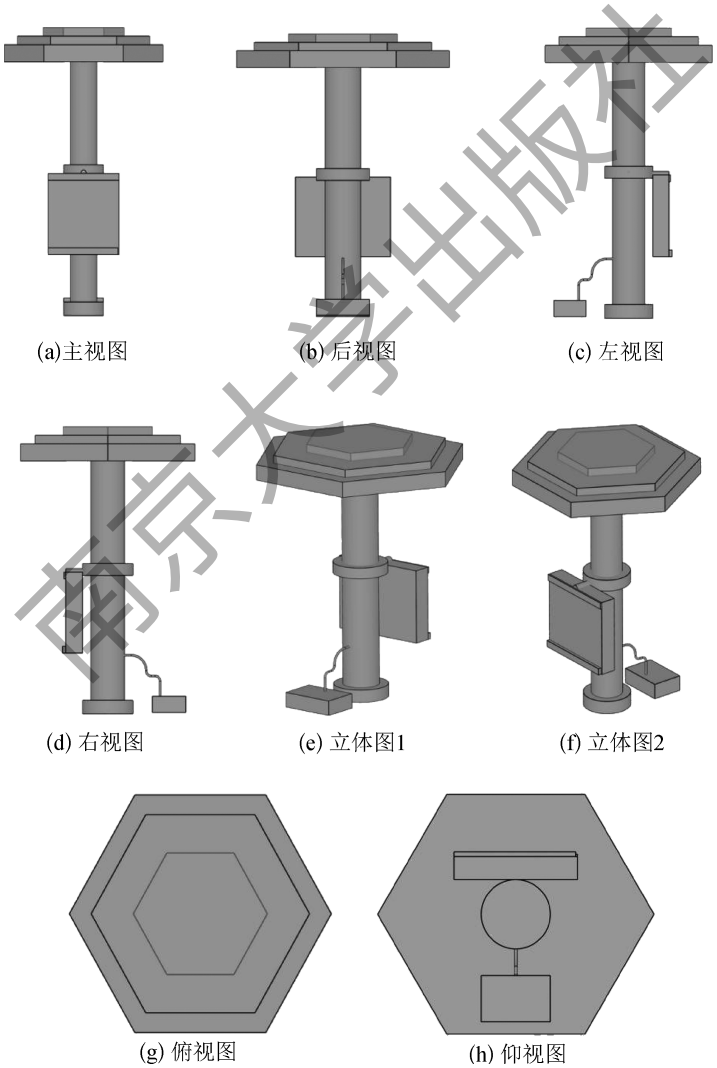
(1) 本外观设计产品的名称:雨量计。

(2) 本外观设计产品的用途:用于测量降雨量。

(3) 本外观设计产品的设计要点:在于形状。

(4) 最能表明设计要点的图片或照片,见附图。

雨量计



(a)主视图　(b) 后视图　(c) 左视图

(d) 右视图　(e) 立体图1　(f) 立体图2

(g) 俯视图　(h) 仰视图

图 2－17　专利附图

南京大学出版社

南京开卷:《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸:260mm×185mm　版芯:38 字×38 行　文件路径:储 B09

三、软件著作权申报

（一）软件著作基础知识

1. 计算机软件

计算机软件是指计算机程序及其有关文档。计算机程序是指能实现一定功能的代码化指令序列，或者符号化语句序列。文档指用来描述程序的内容、组成、设计、功能规格、开发情况、测试结果及使用方法的文字资料和图表，如程序设计说明书、流程图、用户手册等。

2. 软件著作权

软件著作权是指软件的开发者或者其他权利人依据有关著作权法律的规定，对于软件作品所享有的各项专有权利，图 2－18 为授权的软件著作权登记证书。



图 2－18　软件著作权登记证书

3. 软件著作权保护期限

自然人的软件著作权，保护期为作者终生及其死亡后 50 年，截止于作者死亡后第 50 年的 12 月 31 日；软件是合作开发的，截止于最后死亡的作者死亡后第 50 年的 12 月 31 日。法人或者其他组织的软件著作权，保护期为软件首次发表之后 50 年，但软件自开发完成之日起 50 年内未发表的，不再保护。

4. 计算机软件著作权登记的作用

国家著作权行政管理部门鼓励著作权人进行计算机软件著作权登记，并对已登记的软件给予重点保护。软件著作权登记证书是对登记事项的初步证明，可以帮助持有者在诉讼中起到减轻举证责任的作用。根据国务院颁发的《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》的有关规定，证书可以作为软件企业申请减免税收的证明。

5. 软件著作权人

独立开发完成软件的自然人、法人或其他组织以及通过合同约定、继承、受让或者承受软件著作权的自然人、法人或者其他组织都可以成为著作权人。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

（二）软件著作申请及提交的材料

1. 申请流程

申请审批流程分为受理、审查、登记三个阶段。简单来说，首先需要到中国版权保护中心的网站（www.ccopyright.com.cn）在线填写计算机软件著作权登记申请表并打印盖章，然后向登记机构提交申请表、软件鉴别材料和证明文件（北京的申请者到中国版权保护中心现场办理，外地申请者将材料邮寄到中国版权保护中心）。登记机构初审后，符合要求的通知申请者交费，出具受理通知书，然后进行审查，如果符合要求，则发登记证书，并进行公告；如果审查不符合要求，则通知申请者补正，直到审查通过。

2. 软件著作权申请提交材料清单

（1）登记申请表

（2）鉴别材料

源程序：使用计算机语言编写的指令或者语句序列。按程序编写顺序提交前后各连续 30 页共 60 页，不足 60 页应当全部提交；提供代码的最后一页必须是软件的结束或者模块的结束。源程序应使用 A4 纸单面黑白打印，每页不少于 50 行（空行除外）；源程序页眉需写上软件全称及版本号，并在右上角标注页码；源程序中出现著作权人、软件名称及版本号应与著作权申请表中一致；源程序中出现的相关案例日期应在公司成立时间之后、软件开发完成日期之前

文档：用户手册、设计说明书、使用说明书等任选一种。提交前后各连续 30 页共 60 页，不足 60 页的应当全部提交；文档应使用 A4 纸单面黑白打印，纯文字部分每页不少于 30 行（空行除外）；文档页眉需写上软件全称及版本号，并在右上角标注页码；文档中出现著作权人、软件名称及版本号应与著作权申请表中一致；文档中出现的相关案例日期应在公司成立时间之后、软件开发完成日期之前。

（3）企业法人营业执照副本复印件一份（若为个人申请的需提交个人身份证复印件一份，需用 A4 复印）。

（4）其他软件权属证明文件。

案例 2－12

软件著作权

软件名称：滑坡灾害趋势预测软件

信息采集表				
软件基本信息	软件全称	滑坡灾害趋势预测软件	版本号	V1.0
	软件简称		软件分类	应用软件
	软件作品说明	● 原创		
		○ 修改（含翻译软件、合成软件）		
		○ 修改软件须经原权利人授权		

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

续　表

信息采集表				
软件基本信息	软件作品说明	○ 原有软件已经登记		
		原登记号：		
		修改(翻译或合成)软件作品说明：		
开发完成日期				
发表状态		● 已发表		
		首次发表日期：		
		首次发表地点：		
		○ 未发表		
开发方式		○ 单独开发　○ 合作开发　○ 委托开发　○ 下达任务开发		
著作权人	姓名或名称		国籍	成立/出生日期
权利说明	权利取得方式	● 原始取得		
		○ 继受取得(　○ 受让　○ 承受　○ 继承　)		
		○ 该软件已登记(原登记号：　)		
		○ 原登记做过变更或补充(变更或补充证明编号：　)		
	权利范围	● 全部权利		
		○ 部分权利		
软件鉴别材料	程序鉴别材料	● 一般交存：源代码		
		○ 例外交存：使用黑色宽斜线覆盖，页码为：		
		○ 例外交存：前 10 页和任选连续的 50 页		
		○ 例外交存：目标程序的连续的前、后各 30 页和源程序任选连续的 20 页		
	文档鉴别材料	● 一般交存：使用手册		
		○ 例外交存：使用黑色宽斜线覆盖，页码为：		
		○ 例外交存：前 10 页和任选连续的 50 页		
软件功能和技术特点	硬件环境	开发的硬件环境：Virtual Machine：4 vCPUs，8 GB 内存，100 GB Virtual 硬盘		
		运行的硬件环境：Virtual Machine：2 vCPUs，4 GB 内存，50 GB Virtual 硬盘		

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

续 表

<table>
<tr><td colspan="5">信息采集表</td></tr>
<tr><td rowspan="6">软件功能和技术特点</td><td rowspan="4">软件环境</td><td rowspan="2">开发</td><td colspan="2">开发该软件的操作系统：Ubuntu Server 20.04 LTS (VM)</td></tr>
<tr><td colspan="2">软件开发环境/开发工具：VSCode(Remote-SSH)，JDK 15，SBT</td></tr>
<tr><td rowspan="2">运行</td><td colspan="2">该软件的运行平台/操作系统：CentOS 7(VM)</td></tr>
<tr><td colspan="2">软件运行支撑环境/支持软件：CentOS 7(VM)</td></tr>
<tr><td>编程语言</td><td colspan="2">html，javascript，java</td><td>源程序量</td><td>35930</td></tr>
<tr><td rowspan="3">主要功能和技术特点</td><td colspan="4">开发目的：预测滑坡灾害发生趋势，提供预警信息</td></tr>
<tr><td colspan="4">面向领域/行业：地质环境</td></tr>
<tr><td colspan="4">主要功能：收集地质、气象等多源数据。运用算法分析数据，识别滑坡风险。预测滑坡灾害发生趋势。发布滑坡灾害预警信息。按照功能模块，细化功能菜单，提供图片查询，数据库表管理，可对业务数据进行新增、编辑、删除等操作，首页展示各业务模块的统计数据及其图表，提供直观的可视化效果；实现了用户登录与退出等基本功能；在登录页面和主页面用户可点击退出应用</td></tr>
<tr><td colspan="4">○ 信息安全软件 ○ 游戏软件 ○ 大数据软件 ○ 教育软件 ○ 人工智能软件
○ 金融软件 ○ VR 软件 ○ 医疗软件 ○ 5G 软件 ○ 地理信息软件 ○ 小程序
○ 云计算软件 ● 物联网软件 ○ 智慧城市软件
技术特点：系统维护和升级主要集中在服务器端，用户端实现低成本和维护工作量，支持无感知升级采用大数据分析、机器学习算法，结合 GIS 技术，实现滑坡灾害精准预测。</td></tr>
<tr><td colspan="5">申请人姓名或名称：</td></tr>
</table>

南京大学出版社

实战训练

1. 以下是为土木类大学生精心设计的创新训练计划项目选题，结合前沿趋势与工程痛点，每个选题已给出研究目标、创新点，试撰写创新训练计划项目申报书。

(1) 智能建造与数字化方向

① 基于 BIM 与机器学习的装配式建筑节点缺陷智能诊断系统

目标：开发 AI 算法识别预制构件拼装中的裂缝、错位等问题。

创新点：融合激光点云与 BIM 模型实时比对；建立轻量化移动端检测平台。

② 土木工程废弃物的 3D 打印再生利用技术

目标：利用建筑垃圾制作可承重 3D 打印材料。

创新点：优化再生骨料级配与粘结剂配方；设计打印路径优化算法减少结构缺陷。

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

（2）绿色低碳技术方向

① 自修复真菌混凝土在冻融循环环境下的性能验证

目标：通过微生物矿化机制自动修复混凝土微裂缝。

创新点：筛选耐低温菌种（如巴氏芽孢杆菌变种）；封装孢子于生态友好型载体（避免施工失活）。

② 光伏路面与地源热泵协同供能系统

目标：设计校园步行道综合能源方案。

创新点：透明树脂保护层提升光伏板耐久性；地下换热管网与光伏发电智能调配算法。

（3）韧性提升与灾害防控方向

① 基于数字孪生的校园建筑群地震灾变模拟推演平台

目标：构建多建筑联动失效预警模型。

创新点：集成 InSAR 卫星数据与传感器网络；开发 VR 应急疏散训练模块。

② 磁控形状记忆合金（MSMA）阻尼器在高层建筑的振动控制

目标：设计响应速度＜0.1 秒的自适应耗能装置。

创新点：利用磁场快速触发合金相变；适用于 200 米级超高层核心筒。

（4）智慧运维与新材料方向

① 基于光纤光栅的既有桥梁隐蔽病害“呼吸监测”系统

目标：通过应力波传播特性识别内部腐蚀。

创新点：布置分布式传感器网络；开发声—光信号耦合分析算法。

② 聚合物基海洋工程防护材料

目标：替代传统水泥基材料用于海水侵蚀环境。

创新点：添加纳米二氧化钛提升耐氯离子性能；利用赤泥等工业固废降低碳排放。

2. 以下是为测绘类大学生精心设计的创新训练计划项目选题，结合前沿趋势与工程痛点，每个选题已给出研究目标、创新点，试撰写创新训练计划项目申报书。

（1）自然资源监测方向

① 城市微绿地生态效益遥感量化评估

目标：利用高分辨率卫星影像与地面传感器数据，构建城市社区级绿地固碳、降温等效益的量化模型，将宏观遥感数据转化为微观可感知的生态价值。

创新点：开发面向物业或社区居民的可视化查询工具，助力绿色社区建设。

② 基于 Sentinel－2 数据的农作物分类与长势监测系统

目标：实现玉米、小麦等主要作物的自动化分类与长势动态评估。

创新点：融合多时序 NDVI/EVI 植被指数构建轻量化分类模型，开发农田长势可视化报告生成功能。

③ 基于遥感数据的农田灌溉区域推荐系统

目标：识别土壤湿度异常区域，为干旱区灌溉管理提供科学依据。

创新点：结合光学影像光谱反演与气象数据，构建灌溉优先级动态评价模型。

④ 秸秆焚烧热点监测与政策宣传平台

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

目标：实现秸秆焚烧区域的实时监测与环保政策精准推送。

创新点：集成 VIIRS 夜光数据与 GIS 空间分析技术，开发微信小程序可视化交互功能。

⑤ 洪涝灾害后农田受损面积快速统计模型

目标：利用 SAR 数据自动化统计水淹区域及受灾面积。

创新点：基于 Sentinel－1 双极化数据(VV/VH)构建水淹区域提取算法，提升灾情评估时效性。

⑥ 基于温度异常的果园霜冻预警系统

目标：为果农提供霜冻灾害分级预警服务。

创新点：耦合 MODIS 地表温度数据与天气预报 API，建立概率预测模型并实现微信端信息推送。

⑦ 低成本多光谱传感器在校园绿地的肥力监测应用

目标：实现校园草坪氮素含量的便携式快速检测。

创新点：基于树莓派与多光谱传感器设计轻量化装置，通过光谱反射率标定优化肥力评估精度。

(2) 工程智能监测方向

① 无人机 LiDAR 与多光谱融合的施工进度全自动监测系统

目标：实现大型工地进度偏差的厘米级实时识别，自动生成 BIM 模型修正指令。

创新点：融合点云语义分割(识别未完成构件)与多光谱植被指数(判断土方工程状态)开发自适应航迹规划算法，动态避开吊塔等移动障碍物。

② 基于北斗三代＋5G 的深基坑自动化变形预警平台

目标：解决传统全站仪监测盲区问题，实现毫米级位移连续追踪。

创新点：集成高精度北斗短报文(地下 20 米信号增强技术)与倾角传感器网络；应用时空聚类算法排除施工振动干扰，精准定位风险区域。

③ 隧道掌子面地质风险的毫米波雷达超前探测系统

目标：突破 TSP 法分辨率限制，实时识别断层带/含水层空间分布。

创新点：开发双频段毫米波雷达阵列(24 GHz＋77 GHz)，兼顾穿透深度与细节解析；结合钻芯样本建立岩性 AI 反演模型，降低误报率 30%以上。

④ InSAR＋无人机摄影测量联动的边坡数字孪生系统

目标：构建降雨诱发型滑坡的分钟级预警模型。

创新点：卫星广域监测与无人机热点区域精细扫描的动态触发机制；引入土壤含水量传感器数据修正 InSAR 形变解算模型。

⑤ 3D 打印建筑的光学变形实时检测机器人

目标：解决打印层间错台、翘曲等工艺缺陷在线控制问题。

创新点：搭载激光线扫描仪与热成像相机，同步监测几何形变与温度应力；基于数字孪生体实现打印路径自校正闭环控制。

⑥ 基于深度学习的地震遥感数据处理

目标：通过深度学习的数据驱动技术来探索数据背后的地震学与遥感信息。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09

创新点：人工智能＋体现学科融合交叉；先进回归、分类、检测及预测算法的研究，为我国及全球地震多发或震灾风险较高地区提供震情研判的科学依据。

⑦ 城市地下管网空间冲突预警与协同运维系统

目标：构建地下管网空间冲突智能预警模型。

创新点：设计移动端 GIS 协同平台；构建“空间位置—时间窗口”双维度冲突预警模型。

(3) 低空经济与组合导航方向

① 面向复杂环境的北斗多源融合导航定位技术

目标：构建复杂环境高精度、高可靠的无缝导航定位模型。

创新点：融合北斗、惯导、视觉的导航定位模型；基于因子图的多源融合导航定位算法。

② 基于星基增强和单目测距的图像特征点定位

目标：构建多源数据融合的图像特征点定位框架

创新点：卫星定位技术与计算机视觉技术融合；多传感器数据的协同优化。

③ 基于轻量化模型的农作物病虫害智能识别方法研究

目标：研究高精度、低功耗的田间实用化的典型农作物病虫害智能识别方法

创新点：采用“轻量化网络—知识蒸馏—剪枝量化”的技术主线，突破传统轻量化模型性能瓶颈，助力模型在移动端的高效应用。

④ 基于可见光影像的田间杂草识别平台

目标：通过移动端或无人机影像完成田间杂草分布的快速识别。

创新点：改进轻量化 YOLO 模型，适配移动端计算资源，实现低功耗高效检测。

⑤ 低空无人机群协同测绘下的城市违建智能监测平台

目标：利用多无人机协同航测技术，构建城市违建自动识别系统，通过高分辨率影像与 LiDAR 数据融合，实现违建目标的快速发现与三维取证。

创新点：设计无人机群任务分配与航迹优化算法，提升大范围测绘效率；结合 YOLO 系列模型与点云分割，实现违建目标的“影像＋三维”双重验证。

⑥ 轻量化倾斜摄影建模在低空经济巡查中的应用——以电力巡检为例

目标：利用轻量化倾斜摄影技术，开发适用于无人机电力杆塔巡检的快速三维建模平台，实现绝缘子破损、导线弯折等缺陷的自动识别。

创新点：改进运动恢复结构(SFM)算法，降低建模算力需求，支持移动端部署；结合深度学习与三维点云分析，实现巡检目标的语义分割与缺陷检测。

⑦ 基于无人机 LiDAR 的城市场景三维语义建模与物流路径动态规划

目标：针对城市物流无人机配送需求，利用无人机 LiDAR 快速构建高精度三维语义地图(如建筑物、电线、树木等)，并结合实时交通数据(如车流、人流)动态优化物流路径，提升配送效率和安全性。

创新点：城市场景语义分割：融合点云深度学习(如 PointNet＋＋)与影像数据，实现障碍物的自动分类与建模；动态路径规划：结合高精度三维地图与实时交通信息(如 5G/V2X 数据)，提出路径规划算法。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》　三校样　成品尺寸：260mm×185mm　版芯：38 字×38 行　文件路径：储 B09

3. 调研所在学校或地区是否有针对大学生创新训练项目成果的转化支持政策，整理并分析其具体内容和申请条件。收集并分析 1～3 个优秀创新训练项目成果展示案例，总结其展示形式和特点，为自己的项目成果展示提供借鉴。设计一个用于项目成果展示的海报，要求突出项目特色和创新点，同时兼顾美观性和易读性。

4. 根据所学的专业领域研究背景，拟定 1 个科技论文标题，要求标题简洁、准确地反映论文核心内容，避免冗长和模糊表述，并阐述拟定标题的理由，包括关键词的选择依据、如何体现研究重点等方面。尝试给上述题目撰写一篇 200 字左右的摘要，要求涵盖研究目的、方法、主要结果和结论，突出论文创新点，语言表达精炼准确，避免出现图表和冗长的背景介绍。

5. 模拟设定一项成果为蓝本，尝试撰写一份专利权利要求书。要求明确独立权利要求和从属权利要求，准确界定专利保护范围，突出技术方案的核心创新点和关键特征，使用规范的专利语言，注意权利要求之间的逻辑层级关系和引用关系，确保专利申请能够有效地维护创新成果的合法权益。

南京大学出版社

南京开卷：《土木测绘类大学生创新实践与创业训练教程》 三校样 成品尺寸：260mm×185mm 版芯：38 字×38 行 文件路径：储 B09