

高等学校教材

# 如何撰写 工科毕业论文

陈建 主编

RUHE ZHUANXIE  
GONGKE BIYE LUNWEN



化学工业出版社

高等学校教材

# 如何撰写 工科毕业论文

陈建◎主编

RUHE ZHUANXIE  
GONGKE BIYE LUNWEN



化学工业出版社

·北京·

本书是高等院校毕业论文的指导教材，是作者多年从事毕业论文指导的经验总结，其内容包括本科论文理论、实例与管理规范三个部分，重点提供了9篇实例供读者学习参考，归纳了毕业论文实验过程与论文撰写的一般规律，提出了新颖的毕业论文综合协调等三个基本理论，并倡导践行现代版耕读思想。

本书适合于一般高等院校工科类专业学生学习参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

如何撰写工科毕业论文/陈建主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 6

高等学校教材

ISBN 978-7-122-16958-7

I. ①如… II. ①陈… III. ①工科(教育)-毕业论文-写作-高等学校-教学参考资料 IV. ①G642.477

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 070729 号

---

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 战河红

装帧设计: 韩 飞

---

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张14½ 字数390千字 2013年7月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究



当前我国正由制造业大国向制造业强国转变，科技创新被提到了前所未有的高度，受到政府部门、企业和社会广泛关注，事实上这是产品竞争到了一定阶段的必然结果。改革开放初期我们靠来料加工、代工、模仿和低廉的劳动力制造优质便宜产品行销世界，取得了竞争优势，但随着世界经济危机的到来加上我们劳动力成本上升，原材料能源紧缺，环境承受力已近极限，我们不得不进行产品升级，希望以较少的消耗创造高附加值产品。

高校是责无旁贷的人才产出者，本科教育现阶段在我国已经成为大众化的普及教育，全国每年毕业本科生四五百万人，貌似庞大但真正到企业一线从事研发者少，工科学生大约一百万人会去企业工作，估计有十万人会直接介入产品研发，本科学生如何在本科阶段得到良好的科研训练，具备基本的科学素养，是必须要解决的紧迫问题。

我国工程教育以应试教育为主，学生严重缺乏实际训练，动手能力较差，幸好在本科大四，有门课程叫毕业论文或毕业设计，这是训练学生创新思维、培养研发能力的良好机会。

笔者 20 世纪 80 年代中期在企业从事产品开发，如镶嵌石墨、连铸等静压石墨，还主持研发全碳素管的石墨热交换器，这些课题直到现在仍然没有过时，细结构等静压石墨最近大量用于多晶硅与核反应堆。90 年代调入高校，除了上理论课，一直乐于坚持带本科生毕业论文。笔者利用科研开发的经验，比较注重选择有潜力的题目给学生，学生做的有益的探索实验后续还可作为科研项目，事实上近十年来笔者均保持每年有两三项科研课题，科研与教学良好互动，十年以前笔者带了 2000 级十名同学实验，期间的情景仍然历历在目，李新平同学做苯醚化改性酚醛树脂，使得酚醛树脂储存期延长并耐碱性环境，2001 年申请到了科技部中小企业创新基金使其产业化，李平同学开始做的镀铜石墨粉，后来经过研究生李春林等多位同学及企业的努力，在 2008 年左右实现了产业化，用于制造汽车启动碳刷、风扇碳刷等耐磨次数提高，噪声减少。段志国、蒋秀、胡迪、金科明同学做的石墨坩埚耐氧化实验，部分成果用在了国家标准《石墨坩埚》(GB/T 26279—2010)上！秦富贵同学用取材于四川理工学院黄坡岭当地的石材精黄石（又名黄浆石）做了耐化纤纤维厂凝固液的实验，实验结果发表于第七届海峡两岸材料腐蚀与防护研讨会。这些同学大部分已经成才，在社会上担任重要工作。

毕业论文虽然非常重要，但是由于其特殊性，教材、参考书等很少，早些年笔者每年要为材料专业全体同学做动员报告，主要讲往届生在毕业论文中的常见错

误、注意事项和学生要用到的一些实验方法，如实验误差处理、正交实验等，令人欣慰的是，笔者自己所带的学生中每年有三到四名学生被评为优秀，比例远高于平均水平，从2007年至2011年竟然有十五篇之多，因此笔者精选部分论文并写上评语，希望能供广大工科学生、老师参考。

本书的编写共三部分，第一部分为基本理论，第二部分为9篇完整的论文，第三部分附录为有关单位对论文的基本要求。读者通读第一与第三部分后可能不会留下印象，但是第二部分可以作为范例随时参考，因此本书就像是一本撰写论文的案头工具书。



本书由四川理工学院陈建教授主编，其中陈建负责编写第一篇第1章，第2章2.1以及第二篇各章的教师点评，罗宏编写了2.2，金永中编写了2.3，王兆华编写了2.4与2.5，左由兵编写了2.6。

从2004年起就有研究生辅助带毕业论文，他们付出了大量心血，他们是张敬雨、赵金平、孙佼、黄坤、伍雅峰、孟春财等，本书撰写过程得到了伍雅峰、张华知和吴召红的帮助和鼓励，也得到了其他几位老师的赐稿。本书出版过程中得到了四川理工学院教务处毛逢银、化学工业出版社的大力协助，得到了国家自然科学基金面上项目“绿色轮胎用高结构炭黑的结构三要素研究”（项目批准号：51072125）支持，以及四川理工学院教材出版基金支持和四川省教育厅材料科学与工程专业综合改革重点项目支持，特此致谢！


限于笔者水平，本书没有包含工程设计及数学模型计算，这是十分遗憾的，另外本书肯定还存在很多不足之处，希望各位专家读者批评指正。

陈 建  
2013年1月14日

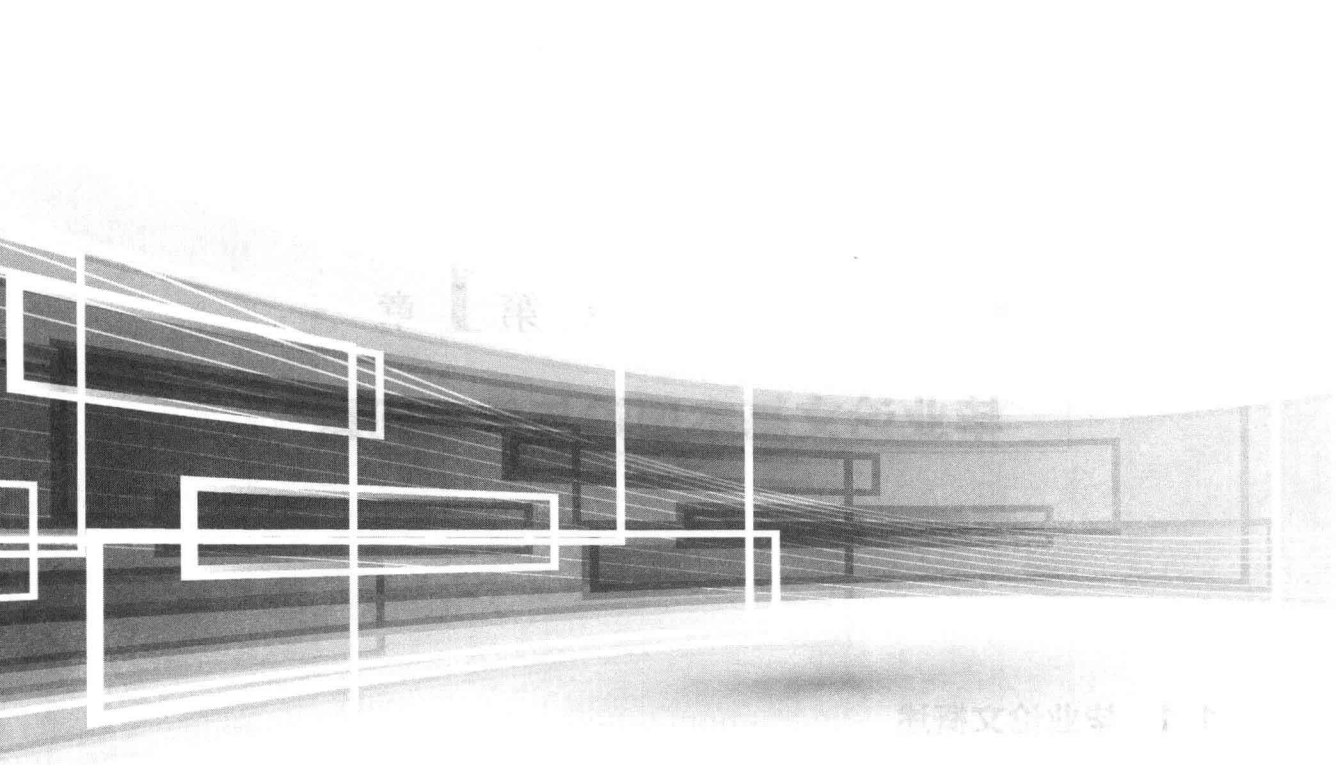


	<b>第一篇 理论篇</b> .....	1
	第 1 章 毕业论文基本理论与常见问题 .....	2
	1.1 毕业论文概述 .....	2
	1.2 毕业论文基本流程 .....	3
	1.3 实验与论文撰写的常见问题与对策 .....	4
	第 2 章 专业教师谈毕业论文 .....	12
	2.1 石墨类材料的研发 .....	12
	2.2 金属材料毕业设计(论文)中存在的问题 .....	14
	2.3 材料表征中的扫描电镜制样问题 .....	15
	2.4 腐蚀与防护专业毕业论文的要点 .....	17
	2.5 浅谈专业课程设计与毕业论文设计 .....	18
	2.6 实验室安全问题 .....	19
	<b>第二篇 实例篇</b> .....	23
	第 3 章 竹胶板用胶黏剂的合成改性及竹胶板性能的研究 .....	24
	3.1 绪论 .....	24
	3.2 实验部分 .....	29
	3.3 实验结果与讨论 .....	35
	3.4 结论 .....	41
	参考文献 .....	41
	教师点评 .....	42
	第 4 章 炭黑表面化学镀铜及其性能的研究 .....	44
	4.1 绪论 .....	44
	4.2 实验部分 .....	51
	4.3 实验结果与讨论 .....	55
	4.4 结论及展望 .....	61
	参考文献 .....	62
	教师点评 .....	63
	第 5 章 氧化石墨锂离子电池电极纳米复合材料 .....	64
	5.1 绪论 .....	64
	5.2 实验部分 .....	70

5.3	实验结果分析与讨论	73
5.4	结论与展望	79
	参考文献	80
	教师点评	81
第 6 章	手工高分子薄膜材料拉伸试验研究	82
6.1	前言	82
6.2	薄膜概述	83
6.3	薄膜拉伸的研究现状	87
6.4	实验部分	87
6.5	结果分析与讨论	91
6.6	结论与展望	96
	参考文献	97
	教师点评	97
第 7 章	对羟基苯甲醛型苯并噁嗪石墨粉原位合成研究	98
7.1	绪论	98
7.2	实验部分	103
7.3	实验结果分析与讨论	110
7.4	结论与展望	119
	参考文献	120
	教师点评	121
第 8 章	中碱玻璃纤维增强型纺织纱浸润剂研究	122
8.1	绪论	122
8.2	实验部分	130
8.3	实验结果与分析讨论	135
8.4	结论与展望	142
	参考文献	142
	教师点评	143
第 9 章	疏水性 SiO <sub>2</sub> 气凝胶的制备	144
9.1	绪论	144
9.2	实验部分	150
9.3	结果讨论与分析	154
9.4	结论与展望	160
	参考文献	161
	教师点评	162
第 10 章	压力对炭黑结构影响的研究	163
10.1	绪论	163
10.2	实验部分	168
10.3	实验结果讨论与分析	172
10.4	结论与展望	183
	参考文献	184

教师点评 .....	185
第 11 章 石墨烯及石墨烯/TiO <sub>2</sub> 复合材料的制备研究 .....	186
11.1 前言 .....	186
11.2 石墨烯的结构和性能 .....	187
11.3 石墨烯的制备 .....	189
11.4 石墨烯的应用 .....	191
11.5 本课题的主要依据和主要研究内容 .....	192
11.6 实验部分 .....	192
11.7 可剥离石墨制备的结果分析和讨论 .....	197
11.8 结论 .....	212
11.9 展望 .....	213
参考文献 .....	213
教师点评 .....	213
 <b>附录 四川理工学院毕业设计(论文)管理规范</b> .....	215
参考文献 .....	224

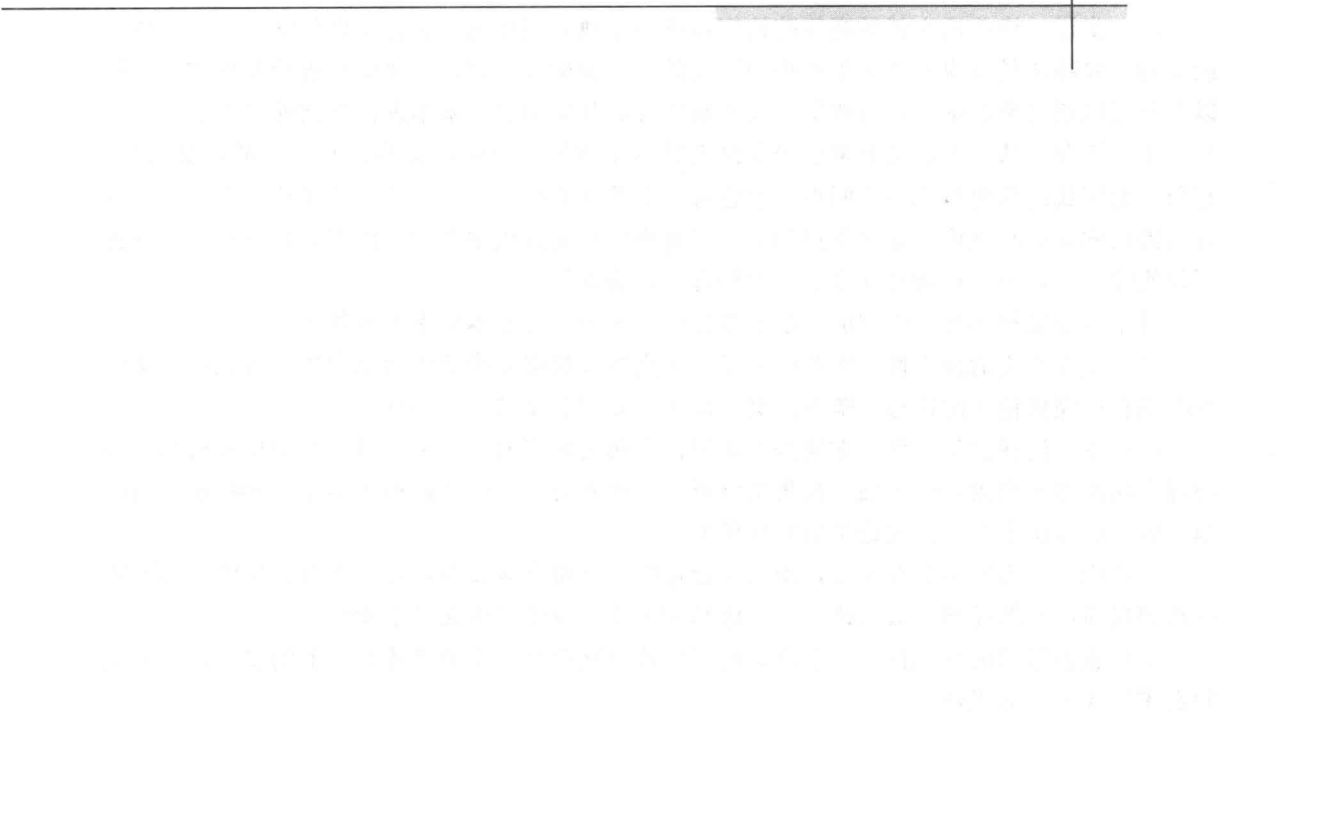




· 第一篇 ·



# 理论篇



### 1.1 毕业论文概述

通常所称的毕业论文指的是大学本科生在毕业前必须完成的论文或毕业设计等的总称。根据《中华人民共和国学位条例》和《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》的规定：高等学校本科毕业生在完成教学计划所规定的各项要求后，其课程学习和毕业论文，包括毕业设计和其他毕业实践环节的成绩表明确实已经比较好地掌握了本专业的基础理论或专门知识和基本技能，并且有从事科学研究工作和负担专门技术工作的初步能力的，经审核准予毕业，授予学士学位。毕业论文是考察学生的专业知识和基本技能的一个综合性的作业。在学生完成毕业论文的过程中，可培养他们从事科学研究工作和负担专门技术工作的初步能力。如果基础课程和毕业论文都完成的话，学校及教育部就可以授予学位。

进一步说，毕业论文就是高等院校应届毕业生独立完成的一篇总结性的学术论文。毕业论文的主要特征是由应届毕业生承担和完成的。毕业论文的完成需要应用各种基础知识，所以学校可以通过毕业论文来检查学生几年来学习的基础知识、基本理论和技能处在怎样一个水平上。因此，从这个意义上来说毕业论文具有总结性。毕业论文除具有以上的特征以外，它与平时完成的其他作业的不同点在于它有一定的学术性。所谓学术性就是论文中要有作者自己提出的观点和立论，这些观点和立论需要理论和实践依据来加以证实，以使自己的立论不仅能够成立，而且还能对社会或该学科有一定的贡献。

对于高等院校本科学士学位论文来说，其基本要求大致如下。

(1) 完成论文的独立性 毕业论文必须由高等院校应届毕业生独立完成，因此，每个学生必须自行完成论文的撰写。毕业论文（设计）原则上要求一人一题。

(2) 论文论述的学术性 在领悟专业理论和相关知识的基础上，根据专业培养目标，坚持理论联系实际原则，学生独立收集文献资料，研究问题，综合运用所学知识和技能，巩固和扩展专业知识水平，完成论文的写作任务。

毕业论文的内容力求有新意，即论文论述的问题要有所创新，要比文献论述的内容有所突破和提高，或能提出积极的建议、思路和对策等，以体现论文的学术性。

(3) 表述形式的规范性 毕业论文的写作还应该符合论文的表述形式上的要求，即论文的表述形式方面的规范性。

## 1.2 毕业论文基本流程

在一般工科院校,毕业论文这门课的大致流程是这样的,是由教师给学生一个实用性较强的题目,这题目往往是教师科研课题的一小部分,但不能太难太大,否则学生在规定的时限内无法完成,学生得到题目与任务书后需要独立查找国内外文献资料,撰写三万字左右的文献综述报告,学生提出初步实验计划得到教师认可后,采购药品进行实验准备,初步实验,这期间教师往往还要安排学生去相关企业调研顺便带回实验主要药品,工业品一般市场上数量太少买不来。初步实验后安排正式实验,整理实验结果,撰写实验结果讨论并与指导教师讨论,实验结果不满意的话需要重新实验,这个过程是动态的,实验结果不好或工艺路线不通一般要重新查文献,思考如何改进实验或更换题目。最后是论文撰写,教师修改论文,正式论文送另外的老师审阅,在规定的时间内参加论文答辩,最后才能给成绩,成绩是由三部分组成,指导教师给四十分,论文评审老师给三十分,论文答辩后答辩老师给三十分,这三部分加起来九十分以上才是优秀论文,从我们四川理工学院的情况看,优秀论文比例仅为3%左右。毕业论文是一项综合能力的训练,学生要具备信息收集能力、动手能力、沟通协调能力(大一点的题目要几名同学共同完成,另外学生还要学会与实验员、采购员等保持良好关系)、归纳写作能力、讲演表达能力。在这一阶段,课堂成绩很优秀的学生往往在毕业论文阶段表现并不突出,往往因为动手能力差,拿到题目后无从下手。也有许多刻苦努力的学生,实验做了很多,但实验设计条理不清晰,或写作能力差,或讲演太差也不能得高分。

获得优秀的学生除了具备上述综合能力外,特别之处往往是在实验阶段善于观察,发现了新的实验现象,或运用了新的检测方法,发明制作了小工具或者在分析讨论阶段巧妙运用所学的基本理论对实验现象做出合理解释,上述过程就是一个完整的工艺开发思维训练。

本科毕业论文由于经历的时间较长、参与人员多、过程复杂,目前各校还基本停留在经验阶段,没有统一的理论,每个老师的做法不尽相同,优缺点各异,如果硬要总结一般性的规律与理论,我认为下面三点是比较重要的,一是综合协调逻辑一贯理论,学生需动手、动口兼备,教师选题新颖性、实用性、可完成性一致,实验室人、材、物具备,论文本身各部分实验、讨论、结论摘要也需要逻辑一贯,自圆其说;二是实验螺旋反馈理论,实验设计、预备实验、正式实验伴随的实验总结、资料检索需要循环进行,单个实验、开始阶段如预实验也是一个这样的循环,构思了实验后需要做完整的实验,就是要把实验做到底,拿到主要的分析检测结果才算结束,分析实验结果,再看需要查什么资料,下一步的实验怎么改进,正式实验就是能够写进论文里的实验内容,也需要在实验结束后马上总结,分析讨论,补充资料补充实验,多次循环;三是师生同心理论,单纯依靠学生有积极性就能够做出漂亮论文的可能性很小,教师的眼界与思维决定实验的先进性、实用性与论文的一贯性,即论文必须围绕一个核心内容讨论,有的学生论文,内容丰富、题目新颖,实验检测均是高档仪器设备,但仔细研究却发现通篇没有核心思想,不知道要解决什么问题,这样的论文只能证明其熟悉很多仪器操作,具备基本实验技能。为了方便记忆,借用古代文人强调修身养性,耕读传家的传统,我将上述三条理论简化,即可以归结为现代版耕读理论,耕代表实验,读代表文献与写作和思考实验中遇到的问题,读要读与耕有关的内容并且过程不是耕完了再读,而是边耕边读,或者是读耕读耕的循环过程。下面就上面的理论与常见的问题展开讨论。

## 1.3 实验与论文撰写的常见问题与对策

### 1.3.1 选题不当的问题

毕业论文的选题是至关重要的，绝不能随便选一个题目以应付完事。选题是一个复杂而十分有意义的过程，是对自己以往学习的一个完整反思的过程。要认真回顾近年来自己对哪些内容学有心得、印象更深、更有兴趣，哪些领域的内容有可能写得比较好，可能会更好地发挥自己的优势，有可能对自己毕业后就业更有帮助等。至于论文题目的大小难易并不是重要的关键，关键在于怎么写，怎么写永远比写什么重要，任何一点突破都是有价值的，和别人的差异本身就是价值。

通常，除有少数学生希望自主选题之外，有经验的指导教师都会提供一定数量的、适合本科毕业论文（设计）的课题供学生选择。也可以由学生根据自己的兴趣、特长提出选题。在确定课题时，应以选择中、小型课题为主，以保证学生在一定的时间范围内，经过努力能基本完成所选课题的任务。允许几个学生共同选做同一个课题，但每个学生必须各自独立完成属于自己任务范围内的选题。绝不能随便选一个题目由一个学生完成，而让其他人照抄、照搬来对付。

选题不当的问题多种多样。题目过大、题目不真（不是来源于实际，教师、学生没有积极性），药品、仪器条件不够等这些经常发生的问题，一般应由教师负责。教师给出的题目应该经过教师预研，特别是青年教师，没有把握、没有经验的时候最好自己先做一下预实验再出题，或者全程参与学生的实验。我见过一个年轻教师与学生一块做实验，为了应急，从家里搬来洗衣机脱水分离，家用洗衣机耐不住酸碱，使用一次就损坏了，但争取到了宝贵的时间，该教师对看到实验结果而欣喜，对洗衣机的损失毫不足惜，可见其忘我投入的程度！最理想的情况是由教师给学生一个实用性较强的题目，这往往是教师科研课题的一部分，不能太难太大，否则学生在规定的时限内无法完成，教师如果真心关心实验的结果，学生马上就能感受得到，实验自然就会加倍卖力，师生同心协力，各取所需是最佳精神状态，切忌胡乱编造题目。

如果题目或者说任务书方面出现问题，一般是任务太重，学生在规定的时间内无法完成，还有可能是不具备完成的条件，如没有药品，缺关键设备，工艺路线无法打通等。此时，学生必须及时与教师沟通，尽早更换题目。笔者也经常遇到这种情况，并不是学生不努力，有一个女生周晓涵我至今印象深刻，我安排她先做聚乙烯的结晶，然后用扫描探针做单晶片晶的结构，第一步始终就完不成，可能是市场上买不到结晶度高的聚乙烯，也有可能结晶方法不对，也有可能设备不对，用水浴锅加热开水沸腾振动太大，该生虽经多方努力但仍然无果，我就果断给她换了一个题目。有一个男生我安排他先用苯酚甲醛合成双酚 F，然后用双酚 F 与环氧氯丙烷合成低黏度的 F 型环氧树脂，该生用了多种方法合成双酚 F，然后分离出双酚 F 单体，但试验了三个多月还是没有得到与标准物一致的单体粉末，没有办法了我就建议他不要做分离了，直接用一种比较满意的混合物合成了混合的环氧树脂，其黏度比普通的双酚 A 型环氧还是要低很多。更换题目需要教师精确把握，不能是学生遇到一点困难就换题目，今年我带李晓琳同学做炭黑活化能方面的实验，用反气相色谱的方法做，先用色谱柱吸附各种标准的小分子，然后在火焰中分离出来，实验中遇到了多重困难，先是色谱柱迟迟没有买回来，后是气相色谱仪搬家，机器不正常，始终不能出峰，李晓琳同学数次要求换题目，我坚持不同意，我开导她说，不能遇到困难就退缩，这一次退缩了，以后工作

中你也可能要退缩,要想大胆开展工作就非常困难,有可能还有失败主义的心理障碍,反之咬紧牙关挺住,看看有转机没有,果然没过几天出峰了,实验进行得非常顺利,这次成功的经历,必然对她处理今后工作中的困难会有帮助,黑暗中对自身能力产生怀疑的关键时刻,有可能想到这次成功的经历,并有助于其渡过难关。

### 1.3.2 论文撰写

阅读科研论文与文学作品不同,并不是从头看到尾,一般是先看标题,再看摘要,再看实验仪器、实验结果等。标题等任何一部分不合胃口就终止了,不会往下看,摘要就是论文的缩写要包含目的意义、实验方法、实验结果等内容,标题也需要包含这些信息,它是整篇论文的精华所在。论文的写作也不是纪实性写作,论文各大部分是独立的,一般是先写实验结果与讨论,即列出实验结果画出图表后与老师讨论,有问题则需要重做实验或验证实验结果,然后写论文最后部分实验结果,再写文章标题与中英文摘要等。

完整的毕业论文包括题目、摘要、文献综述、前言、实验与结果、分析与讨论、结论以及参考文献八个大的部分,文献综述在公开发表的论文中是没有的,它仅仅是为了训练考查学生阅读文献的能力,有的学校可能要求单独另附,不出现在论文中。学生得到题目后需要独立查找国内外文献资料,撰写三万字左右的文献综述报告,文献综述不好把握的问题主要是,什么内容可以写进文献综述里面,虽然现在查资料电子资源非常方便,但是查出来的资料如何整理?很多同学的文献虽然很新很前沿,但只会毫无逻辑简单罗列,与后面的实验部分相关性不大。文献综述的最后要写几百字文献分析指出前人的不足,然后引出如何着手从哪些方面开展工作。有些学生仅仅从题目中得到关键词搜集点资料就开始写,如关键词是酚醛树脂,就写它1906年如何发明、合成方法、品种等,如关键词是碳石墨,就从天然石墨、艾奇逊发明人造石墨开始写。这些内容太陈旧达不到文献检索的目的。还有一个问题就是没有经过自己消化大段摘抄原文,这样在做文献计算机比对的时候往往通不过(重复率超过30%)。有用的文献需要经过自己认真阅读、消化然后写出来,如某某人用什么方法,做了什么实验,有什么样的结果,但是有什么样的局限,缺点没有考虑到什么因素等。文献综述虽然按照时间安排是第一要求完成的事情,但我认为欲写出比较优秀且与后续实验部分密切吻合的综述应该是个不断循环的过程,即实验过程中遇到问题还需要不断查阅文献,最终能够写进文献综述的是所阅读文献的很少一部分,教师不应该按照时间节点机械地强行收学生的文献综述,这样虽然给教师及教研室的管理增加了难度,但比起论文内容来我认为也值得,文献综述放到最后与毕业论文一起收,学生根据题目查了一通文献后,写个粗稿,教师还是应该检查看看,并就学生根据文献研究或教师提出的实验方案提出意见与建议。

学生提出初步实验计划得到教师认可后,采购药品准备初步实验,这期间教师往往还要安排学生去相关企业调研顺便带回实验主要药品(工业品一般市场上数量太少买不来)。初步实验后安排正式实验,整理实验结果,撰写实验结果与分析讨论,并与指导教师讨论,实验结果不满意的话需要重新实验,这个过程是动态的,这期间实验结果不好或工艺路线不通一般要重新查文献,思考如何改进实验或更换题目,这时候有了明确的创新点再来组织撰写文献综述,即前人关于这个问题说了什么和做了什么,还有什么没有做没有想到、需要做的,由此引出本文的实验目的意义、实验方法等。由此看出教师在整个实验过程中应该起到

参谋的作用，不应该包办代替。对于教师自己想做的实验，教师不应该强行安排学生做，解决的办法一个是教师自己做，第二个是教师可在学生实验过程的中后期安排学生做，这时学生有一定的实验基础，做实验比较得心应手，做出的实验结果也比较可靠，教师一开始就指定学生做具体的某些实验，即规定了实验方法、目的，容易造成学生几个部分脱节，无法掌握全面的内容，论文答辩时往往对实验的目的意义讲不清楚。

实验结束后就进入论文撰写阶段，该阶段容易出问题的是学生往往搞不清写作的顺序，像写小说一样从头写到尾，指导教师再着急也看不到结果，因为学生还没有写到结论部分！事实上论文撰写，应该首先整理实验资料，然后撰写分析讨论，就是某因素对什么结果的影响，如温度、压力、原料的改变对产率、粒径、强度等的影响，这是论文的核心与水平所在，一篇论文讨论三至四点足矣，讨论一定要基于自己的实验，不能出现别人的文献，否则就是抄袭，当然在解释某个实验现象时可以引用参考文献，如某某人是怎么说的，但我认为是这样，或从图、表结果看出不符合什么什么规律，从实验到讨论需要学生有一定的逻辑分析和抽象思维能力，并且能够运用过去大一大二所学的知识，否则不能找到正确的关系，这部分写好后有关的曲线、图表建议立刻拿给指导教师看，如果有不妥的地方，教师会安排学生重新做实验，如讨论温度对强度的影响时，应该固定原料配方、压力等其他因素，仅仅改变温度一个条件！学生实验设计的很多问题到这时才会充分暴露出来，如配方不同讨论温度时就不能一起比较，即要在同一条起跑线上比较，不能犯张飞杀岳飞的错误，也不能用前朝的尚方宝剑斩当朝的官。如果曲线上出现异常点或者对某些点有怀疑时需要重做，一条曲线最少需要三个点，最好五个点，但是有时观察点的趋势感觉还没有做够，如还没有出现极大值或没有走平，这时候也需要补足点。学生做实验时还会经常忘记做空白对照。科学实验讲究得出科学规律，对比时只需要平等条件的相对比较，一般不看重绝对值。学生要在短时间内做出很好的产品是很不现实的，我想绝大部分教师会明白这个道理。

讨论及时拿给教师看还有一个最大的好处是趁实验装置还没有撤，药品还没有收，可以很方便补实验，否则要答辩前发现问题，悔之晚矣。每年都有同学出现这种悲剧，指导教师也爱莫能助，每个学校的实验室有严格的管理，时间节点是早就规定了的，一般情况下学生已经出了实验室就回不去了，除非教师有专门的独立的实验室，一般这种情况是教师同时带有研究生才可能。

讨论写完后就写结论，结论完全根据讨论来写，一般讨论了几点就写几点，结论应该按照广泛性与重要性写，即最大、最重要的写前面，然后次之，另外结论应该用简短并肯定的语气，毫不含糊地告诉读者，你通过实验有什么样的结果，数值是多少，实验失败也应该明确在什么条件下做不出结果，或得不到产品，这样教师或下届同学会吸取教训，改进方法或实验条件，在结论中不要再展开长篇讨论，也不要引用某某人说过什么什么，注意结论的范围不要超出实验，即没有做的东西不要写，否则答辩老师问到时不好解释。

结论写好后写摘要，结论中的主要结果应该写进摘要，摘要一般二百字左右，不要超过一千字，摘要虽短但要包括本文的目的意义、实验方法、主要仪器以及实验的结果，摘要就是论文的高度浓缩，标题的写法最好也应该含有目的意义创新点或亮点，结论写好再写标题、摘要的好处是不会出现首尾不顾的情况，如用 IPN 法提高塑料强度，一般文献记载高抗冲会提高四倍，IPN（互穿网络）强度会提高十六倍，但某学生实验虽然失

败，实验结果强度没有提高，但是在通篇仍然强调 IPN（互穿网络）是好方法显然是不合理的，科技论文强调能够自圆其说。最后才是完善实验原理、方法、步骤、实验结果等，这一部分写法相对简单，按部就班写就行，只是需要做到详略得当。如仪器样品写最主要的，烧杯、烧瓶、试管就不要写，写自己做了的实验，别人的最好放入文献综述部分，否则也有抄袭嫌疑。

教师一般对本实验室具有的仪器设备以及完好情况非常熟悉，你的实验中出现了本实验室根本没有或已经损坏的仪器，那你就得讲清楚是从何而来？如何证明？如多年前本实验室有一台损坏的盐雾试验箱，还没有修复，学生在答辩时大谈他的盐雾实验结果，回答问题时该生又否认曾外出实验，其实验数据来源的可靠性就值得怀疑。我还遇见一个学生使用本地根本就没有供应牌号的煤油！

最后就写参考文献、英文摘要等，自此一篇论文才写完，大功告成。

由此可以看出科技论文写作和普通小说、记叙文是多么的不同啊。同样的读者看论文也不是像看故事一样从头看到尾，而是首先看标题，如果关键词不对路或方法不行就不往下看，如果标题有吸引力，就看摘要，实验结果指标怎么样，如果指标不够先进就不看了。如果方法简单结果又好，那读者就会看实验部分的实验仪器与实验标准，如果用的仪器不先进，读者可能就会认为实验误差大，结果不可靠，论文价值不大，如果是科技杂志的编辑们看到这里往往就把这篇论文枪毙了，也就没有公开发表的意义了。当然一篇优秀的论文会得到读者的通篇仔细阅读的，开创性的工作还会不断被世界各地不同实验室验证，论文也会不断被引用，这也是科研引人入胜之处。

### 1.3.3 实验过程中出现的问题

仪器损坏、清洁卫生、安全环保、药品用完、学生私自外出等是毕业实验过程中常见问题。很多学生进入实验室后无从下手，胆小的同学干脆就选择退缩，硬着头皮上的同学，往往带来仪器设备惊人的损坏率，最常见的是损坏分析天平、水浴锅、真空泵、马福炉等，有时经过一届同学的使用几乎就报废不能用了，因为很多学生在过去的教育中，从来没有真正自己认真操作过实验设备！很多学生不经教师提醒，往往直接将物体放在天平的秤盘上，很容易腐蚀秤盘（这对现在改用的电子天平也一样）。很多学生直接将酸碱放入水浴锅中，或者长时间无人值守，导致水浴锅水烧干后发热元件损坏。很少有学生愿意看看设备铭牌上标注的最高使用温度，导致马福炉超温烧坏！我见过很多学生用旋片式真空泵直接当合成反应的排气扇，由于进气端没有真空，大量空气进入真空泵，真空泵的润滑油乳化、润滑失效、电机超负荷烧坏，往往这时学生才报告教师真空泵不能用了。

清洁卫生是一个老大难的问题，经过一段时间的使用，实验室几乎是垃圾遍地，污水横流，水槽内乱丢滤纸，工作台面脏乱差。还有同学在实验室吃东西，用电炉煮食物，实验员要求严格或有卫生检查就要稍微好一点，常规的最低要求如工具用后定点放置，每天工作结束后清理场地，关闭水电气等看似非常简单，但实施起来无比艰难。我认为关键在于学生在过去的教育中没有经过这方面的严格训练，没有这方面的习惯，靠指导教师随时去说也不现实，靠实验员行吗？他也不能一对一地随时指出，说不过来，一个实验员往往要管 200 名学生的药品、仪器领用归还，仪器报修，还有低年级的实验准备，毕业论文一旦结束，实验场地清理后还要马上开展普通的教学实验等。

这就与我现在要讲的事情有直接关系，同学们要对自己的时间有全盘把握的能力，一定

要在规定时间结束实验，一般是在5月底，否则也只有强行结束。有一部分学生的思维方式还停留在机械刻板的模式，他们仍然认为毕业论文的几个阶段是分开进行的，查完资料，进实验室，实验结束后写论文，进实验室后也是按照实验设计、实验投料、实验检测送样、总结等进行，这带来的一个最大问题是，等到他认为实验结束、药品用光、开始收集整理实验数据时才发现有可能根本没有得到任何实验结果，如合成某化合物根本就找不到！但是重新开始已经不可能了，药品按计划已经用光！我们学校有一个大体的标准，本科生的药品费200元/人左右，即使是有充足的资金在操作上也难以办到，我们实验室一般是开始实验前集中采购一批实验药品，实验进行过程中陆续收集需求，然后补充采购两到三次，不可能为了某一个同学单独出去采购。现在大学教育早已经从精英教育转变为大众教育，国家在教育投入上不可能做到对学生提供像一对一保姆式的服务，作为学生只有适应这种管理模式。为什么开始实验你不做小试？即先投料看看，你凭什么就能保证你初步设计的实验方案就一定可行？药品就买对了？为什么不采用改革开放的总设计师邓小平先生说的摸着石头过河的办法呢？

实验过程还是一个长跑的过程，比的是耐力，起跑快一点并不重要。一般我是不定时间随时可能到实验室去查看，实验开始阶段一般出勤率较高，可看到大部分的学生均在实验室，但随着时间的延长看到的学生越来越少，特别是中午十二点、下午快下班时，但往往又惊喜地看到仍然有学生仍在做实验，而且每次几乎都是同一些人！路遥知马力，任何语言对此的解释都显得苍白无力！很多学生会讲出一大堆不在实验室的理由，如刚走、药品没到、仪器损坏报修等，每个人都有各种原因。坚持做实验的学生往往是对科学实验有兴趣，而且有坚定的意志品质，否则为何要坚守教师布置的题目？这时候有些学生的兴趣、注意力已经发生了转移。

学生对实验的时间段可以做灵活的调整，教师一般是允许的。比如你自认为上午头脑清醒看文献效率高，那你就上午看文献，下午习惯动手做事那你就下午做实验。不必每个同学一致，更不必像公司一样严格劳动纪律，因为这是一项靠个体发挥的脑力劳动，但是外出一定要与指导教师请假，时间长了指导教师都不行，原因很简单：毕业论文就是一门课啊！

### 1.3.4 加强时间管理，应对多种因素对实验时间的占用

一般大四第二学期开始进入实验室做论文与设计，时间一般就是春节后开始，在6月末答辩结束，教研室给出优、良、中、差的成绩。为了给学生提供更长的实验时间，很多学校都做了努力，如在大四第一学期就分配指导教师、给定论文题目等，学生利用课余时间提前熟悉有关内容，如查参考文献、提前做药品计划等，但这时一般还无法进实验室。也有的学校以课改为由甚至将理论课在前三年学完，第四年全年用于毕业环节，因为毕业环节虽然看起来时间充裕，但是对毕业环节本科教学的冲击因素实在太多。

(1) 考研。考研的学生在完成备考、复试、面试后最快正式进入实验室已经是3月底4月初了。

(2) 求职。绝大部分学生上学的目的就是要找一份好工作，所以说学生为就业奔忙无可厚非，各级教育部门也要考核各专业的就业率，甚至与来年的招生人数挂钩，但学生参加各种招聘会占用很多时间。

(3) 各种考试。如公务员考试、英语四六级考试、计算机等级考试、教师资格证考试



等,这些考试能够提高学生的就业筹码与薪酬水平,教师很难阻止。

另外这期间的各种节假日、学校运动会等活动也对毕业论文有较大冲击,有一些学生忙完上述事情后,打算加班加点做实验,我个人认为这不妥,因为十几天加班赶出来的东西肯定是为了应付,没有经过认真考虑,不会出精品,另外也有危险,学生白天晚上连续做事,疲劳后误操作容易诱发事故,就像疲劳驾车有危险一样。

### 1.3.5 同学间相互合作问题

这个话题有一些沉重,20世纪90年代前,可以允许教师给一个较大的题目,两至三名学生共同完成,数据共享,但必须是各自写作,这样可以完成一些比较复杂和要求较高的题目,学生之间有很好合作的事例,通过共同做试验,学会了相互配合、各司其职,或者简单的轮流值守某设备,加强了时间观念,加深了友谊,但也会发生一些矛盾,最常见的是干多干少的问题,肯干能干的学生几乎包揽了一切,余下的学生没有得到锻炼。2007年高校评估,强调必须是学生一人一题,不能重复,这样的好处是学生必须独立完成自己的实验,责任到人,但也有弊端,如教师考虑到单一的一个学生需在规定的时间内完成,工作量就不能太大,给的题目就比较小,或者说就不太敢于布置有挑战性的题目,学生间虽然存在合作,如相互查资料、帮助计算、代看设备等,但有可能内在的深度合作的机会却被割裂了,如共同面对实验无结果的迷茫,搭建实验设备分工负责的乐趣等,还有的问题是每人一题加重了实验室的负担,浪费药品,加剧了实验场地紧张的局面,教师布置的实验特别是一些小的工厂企业委托的横向实验,如果遇到了不得力的同学,根本完成不了,教师也毫无办法,我建议必要时恢复一部分几名同学共一题目的情况。

### 1.3.6 成绩评定指导教师、评阅教师、答辩教师三者关系问题

毕业论文虽然也是一门课程,也要考核平时成绩,缺课三分之一就没有答辩机会等,但与一般的课程不同,它的成绩是由三部分组成的,即指导教师给出的平时与论文成绩一般占40分、评阅教师给的论文成绩一般占30分、答辩教师给出的论文答辩成绩一般占30分,三部分成绩加在一起才是该生的总成绩,然后再评出优、良、中、差,由此看出要取得优秀是多么得不易,事实上也确是如此,四川理工学院规定的优秀率可以在10%,但近十年运行来看是远远达不到,一般是2%~3%,原因正因为是这项制度的设计!它需要的是表现全面的学生,通常说的死读书、靠死记硬背的学生文化考试成绩可能很好,但毕业论文表现可能一般,因为他的动手能力差、实验做得不好,就不能得高分,因为很用功很肯干,博得了指导教师同情给满分也才40分,但对总成绩影响不大,这种情况女生表现最突出,但现在情况也有变化,每年都会出现一两名各方面表现均优秀的女生。有的同学实验虽很努力,但不善归纳总结、文字功夫太差,写出的论文逻辑关系混乱,不能运用所学知识对实验现象作出解释,也不易得高分,也有同学各方面均好,实验做得好、论文也写得漂亮,但口头表达较差,讲得不好,这部分同学没有得优秀我认为是非常遗憾的,根据我的经验,讲演的口才与水平完全是可以训练出来的,如果指导教师和学生有意识地用各种方法加以提前练习是可以大大改善的,相反也有一部分学生实验做得一般或做得很少,但文章写得漂亮,讲解也清楚,这类学生兴趣爱好在管理,对技术兴趣不大。也有的学生上台后高度紧张,词不达意,声音太小,照本宣科用时过长,或者紧张过度完全说不出来,这在20世纪90年代的学生中出现较多。近年来此类学生几乎见不到了,因为现在的学生均有较强的表现欲望,再加上技术进步可以预先作PPT,但也有学生对着幻灯片讲演不能抓住要点与重点,严重超时,