



大学生毕业设计指南丛书

电气工程专业毕业设计指南

电力系统分册

陈跃 主编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

大学生毕业设计指南丛书

电气工程专业毕业设计指南

电力系统分册

陈 跃 主 编

毛晓桦 副主编

贾云浪



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要介绍了电力系统规划设计的基础知识,包括设计原则、设计步骤和设计方法等,同时还利用 MATLAB 软件工具介绍了计算机在电力系统设计中的应用,并给出了电力系统设计中常用电气设备的技术数据和经济资料。

全书共分八章:第一章为电气工程专业毕业设计概述;第二章为电力系统的基本计算;第三章为电力系统的规划设计;第四章为电气主接线的设计;第五章为导体和电器的选择与设计;第六章为继电保护和防雷的设计和规划;第七章为计算机在电力专业毕业设计中的应用;第八章为典型的电力系统毕业设计。

本书系《大学毕业设计指南丛书》之一的《电气工程专业毕业设计指南·电力系统分册》,是专门供电力专业的本、专科学生作课程设计和毕业设计时使用,也可作为电力专业教师和从事电力设计、运行、管理等方面的工作人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电气工程专业毕业设计指南·电力系统分册/陈跃主编. —北京:中国水利水电出版社, 2003

(大学生毕业设计指南丛书)

ISBN 7-5084-1567-1

I. 电… I. 陈… III. ①电气工程-毕业设计-高等学校-教学参考资料②电力系统-毕业设计-高等学校-教学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 054727 号

书 名	大学生毕业设计指南丛书 电气工程专业毕业设计指南·电力系统分册
作 者	陈跃 主编 毛晓桦 贾云浪 副主编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 12.5 印张 296 千字
版 次	2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	24.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

电力已成为人类历史发展的主要动力资源，要科学合理地驾驭电力，必须从电力工程的设计原则和方法上来理解和掌握其精髓，提高电力系统的安全可靠性和运行效率，从而达到降低生产成本、提高经济效益的目的。

众所周知，毕业设计是大学的最后一个教学环节。通过毕业设计既可以巩固学生在校期间学过的理论知识，又可以培养学生运用所学知识分析和解决工程实际问题的综合能力；为学生走出校门后尽快适应工作岗位的要求，起到桥梁和纽带作用。

正是出于这个目的，本书在内容安排上给予了充分的考虑。主要介绍了电力系统规划设计的基本知识，包括设计原则、设计步骤和计算方法等；并利用当前国际上最流行的、具有强大数值计算功能和图形功能的科学与工程计算软件工具——MATLAB，介绍了计算机在电力系统设计中的应用。这些将使学生了解并掌握工程设计的要求、过程和方法，能为学生毕业后在短时间内适应将从事的电力系统设计、运行、管理以及设备制造等工作提供有益的帮助。

本书第二章、第三章和第四章由毛晓桦同志编写；第七章、第八章以及附录由贾云浪同志编写和整理；其余部分由陈跃同志编写。全书由陈跃同志主编。

本书在编写过程中，得到南京工程学院电力系领导的关心和电力教研室教师们的支持，尤其是韩笑、李庆洋两位同志提出了宝贵的建议并提供了许多技术数据，给了我们很大的帮助，在此一并表示感谢。

鉴于时间和水平的限制，书中难免出现错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2003年5月

目 录

前 言

第一章 电气工程专业毕业设计概述	1
第一节 毕业设计的目的、要求及总体原则.....	1
一、毕业设计的目的和要求	1
二、毕业设计的总体原则	1
第二节 毕业设计的准备和实施.....	2
一、毕业设计的准备工作	2
二、毕业设计的实施	4
第三节 毕业设计的评阅与答辩.....	8
一、毕业设计的评阅	8
二、答辩的准备和程序	8
三、毕业设计成绩评定的参考标准	9
第二章 电力系统的基本计算	12
第一节 电力系统元件参数计算	12
一、线路参数计算	12
二、变压器参数计算	13
三、其他元件参数计算及表示	15
四、电力系统各元件参数的标幺值计算	16
第二节 潮流计算	17
一、潮流计算的目的	17
二、简单电力网潮流计算.....	17
第三节 调压计算	21
一、变压器分接头的选择.....	21
二、改变网络中的无功功率分布	23
第四节 短路电流的计算	24
一、短路电流计算的目的、规定和步骤	24
二、三相短路电流的计算.....	25
三、不对称短路电流的计算	31
第三章 电力系统的规划设计	37
第一节 电力系统规划设计的主要内容	37
一、电力系统负荷分析	37
二、变电所布局规划	37
三、电力电量平衡与电源规划	37

四、电力网的规划设计	37
第二节 电力电量的平衡	38
一、电力负荷的分析	38
二、电力电量的平衡	40
第三节 一次接入系统的设计	42
一、输电线路电压等级的确定	42
二、电力网接线方案的选择	42
三、发电厂接入系统的设计原则	43
第四节 无功功率的补偿与电压调整	43
一、无功功率的补偿	43
二、电压调整	46
第五节 主变压器的选择	47
一、主变压器型式的选择	47
二、主变压器容量和台数的确定	48
第六节 送电线路导线截面的选择	49
一、按经济电流密度选择导线截面	49
二、校验导线截面积	50
三、按允许电压损耗选择导线截面	51
四、选择导线截面的实用方法	53
第七节 方案的比较	54
一、技术经济比较的原则	54
二、经济比较中需考虑的几个费用	54
三、经济比较	55
第四章 电气主接线的设计	59
第一节 电气主接线的设计原则和要求	59
一、电气主接线的设计原则	59
二、电气主接线的设计步骤	59
三、对主接线设计的基本要求	59
第二节 发电厂变电所主接线设计	60
一、原始资料分析	60
二、发电厂变电所电气主接线设计	61
第三节 高压厂用电和所用电设计	68
一、高压厂用电的设计	68
二、所用电的设计	68
第四节 配电装置图的绘制	69
一、最小安全净距	69
二、配电装置的图示法	70
三、绘制配电装置图原则	72

第五节 电力系统中性点运行方式	73
一、中性点运行方式	73
二、中性点非直接接地系统单相接地电容电流的计算	74
三、消弧线圈的选择	74
四、中性点直接接地系统接地点的选择	76
第五章 导体和电气设备的选择与设计	77
第一节 发热计算	77
一、高温升对电气设备的影响	78
二、导体和电气设备载流量的确定	78
三、短路时的发热校验	78
第二节 电动力计算	79
一、两条导体间电动力的方法	79
二、三相系统中短路时导体电动力的计算	80
三、导体振动的动态应力	80
第三节 电气设备的选择原则	81
一、电气设备选择的一般要求	81
二、电气设备选择的一般原则	81
第四节 母线系统的设计	84
一、硬母线的选择	84
二、电缆的选择	85
三、支柱绝缘子和穿墙套管的选择	86
第五节 电气设备的选择	86
一、高压断路器的选择	86
二、隔离开关的选择	87
三、普通电抗器的选择	87
四、电流互感器的选择	88
五、电压互感器的选择	89
六、互感器的配置要求	90
第六章 继电保护及防雷的设计和规划	93
第一节 继电保护及其配置	93
一、110~220kV 中性点直接接地电网线路保护配置	93
二、330~500kV 中性点直接接地电网线路保护配置	94
三、35kV 及以下中性点非直接接地电网中线路保护配置	94
四、短线路纵差动保护的整定计算	95
五、发电机保护的配置	95
六、变压器保护的配置	96
七、母线保护及断路器失灵保护配置	98
第二节 防雷保护及其配置	99

一、避雷针和避雷线保护	99
二、避雷器保护及配置	101
第七章 电力系统计算程序的实现	104
第一节 潮流计算程序的实现	104
一、用 Crout 分解法求解线性方程组	104
二、应用牛顿—拉夫逊迭代法求解非线性方程组	107
三、牛顿—拉夫逊迭代法潮流计算	110
第二节 短路电流计算程序的实现	118
一、三相短路电流计算程序	118
二、不对称短路故障计算程序	121
第三节 暂态稳定计算程序的实现	126
一、常微分方程的初值问题	126
二、简单电力系统的暂态稳定性	129
第八章 典型的电力系统毕业设计	136
第一节 高压配电网的设计	136
第二节 变电所电气初步设计	148
第三节 发电厂接入系统及电气部分设计任务书	155
附录	157
附表 1 部分汽轮发电机技术数据表	157
附表 2 部分水轮发电机的技术数据表	157
附表 3 部分调相机的技术数据表	158
附表 4 6~110kV 架空线路的电阻和电抗值	158
附表 5 220~500kV 架空线路的电阻和电抗值	158
附表 6 110kV 及以上架空线路的电容值和充电功率	159
附表 7 LJ 铝绞线的长期允许载流量	159
附表 8 LGJ 铝绞线的长期允许载流量	159
附表 9 裸铝导体载流量在不同海拔及环境温度时的修正系数	159
附表 10 常用铝芯电力电缆长期允许载流量	160
附表 11 充油电缆(无钢铠)长期允许载流量	160
附表 12 导体长期允许工作温度	160
附表 13 不同环境温度时载流量的校正系数 K_1	161
附表 14 不同土壤热阻系数时载流量的校正系数	161
附表 15 电缆直接埋地多根并列敷设时载流量的校正系数	161
附表 16 电线电缆在空气中多根并列敷设时载流量的修正系数 K_1	161
附表 17 常用三芯电缆电阻电抗及电纳值	161
附表 18 矩形铝导体长期允许载流量	162
附表 19 我国一些城市最热月平均最高温度	162
附表 20 220kV 双绕组无励磁调压电力变压器技术数据表	162

附表 21	220kV 无励磁调压三绕组自耦变压器技术数据表	163
附表 22	220kV 有载调压三绕组自耦变压器技术数据表	163
附表 23	110kV 双绕组无励磁调压电力变压器技术数据表	164
附表 24	110kV 三绕组有载调压电力变压器技术数据表	165
附表 25	110kV 双绕组变压器技术数据表	168
附表 26	35kV 级配电变压器技术参数	169
附表 27	6~10kV 低损耗全密封波纹油箱配电变压器技术参数	170
附表 28	密集型并联电容器技术数据表	170
附表 29	6~63kV 串联电抗器技术表	171
附表 30	6~63kV 消弧线圈技术数据表	173
附表 31	3~35kV 限流式熔断器主要技术参数	173
附表 32	隔离开关主要技术参数	174
附表 33	压缩空气断路器技术参数	175
附表 34	户外少油断路器技术参数	176
附表 35	户内少油断路器技术参数	176
附表 36	六氟化硫及真空断路器技术参数	177
附表 37	穿墙套管主要技术参数	178
附表 38	穿墙套管热稳定电流	178
附表 39	支柱绝缘子主要技术数据	179
附表 40	电压互感器主要技术数据	180
附表 41	电流互感器主要技术数据	181
附表 42	LA 系列电流互感器技术数据	182
附表 43	LDZ1—10 型电流互感器技术参数	183
附表 44	35~330kV 户外独立电流互感器技术数据	183
附表 45	FZ 系列及 FCZ 系列避雷器的电气特性	185
附表 46	中性点非直接接地电网中保护变压器中性点绝缘的避雷器型式	186
附表 47	中性点直接接地系统中保护变压器中性点绝缘的避雷器型式	186
附表 48	送电工程综合限额设计控制指标 (1998 年水平)	186
附表 49	110kV 变电工程限额设计综合控制指标 (1998 年水平)	187
附表 50	变电单项限额设计综合控制指标 (1998 年水平)	189
附表 51	变电所主要设备价格表	189
参考文献		191

第一章 电气工程专业毕业设计概述

第一节 毕业设计的目的、要求及总体原则

一、毕业设计的目的和要求

毕业设计(论文)是学生在校期间最后一个重要的综合性实践教学环节,是学生全面运用所学基础理论、专业知识和基本技能,对实际问题进行设计(或研究)的综合性训练。通过毕业设计,可以培养学生运用所学知识解决实际问题的能力和创新精神,增强工程观念,以便更好地适应工作的需要。

通过毕业设计应达到下列要求:

- (1) 熟悉国家能源开发的方针政策和有关技术规程、规定、导则等,树立工程设计必须安全、可靠、经济的观点。
- (2) 巩固并充实所学基本理论和专业知识,能够灵活应用,解决实际问题。
- (3) 初步掌握电气工程专业工程的设计流程和方法,独立完成工程设计、工程计算、工程绘图、编写工程技术文件等相关设计任务,并能通过答辩。
- (4) 培养严肃认真、实事求是和刻苦钻研的工作作风。

二、毕业设计的总体原则

毕业设计除了不要编制设计任务书之外(编制设计任务书一般由指导教师承担),其他均需按设计工作的程序进行。包括设计构思、方案的论证、计算分析、绘制工程图、编制毕业设计说明书和计算书,最后完成答辩。这是一项艰苦的、创造性的理论联系实际的劳动过程。毕业设计作为一项系统工程来说,有其总体的原则和要求。

1. 科学性原则

毕业设计的内容要体现出当前电力系统科学技术的发展水平。随着电力系统的发展,新技术、新设备在电力系统得到广泛应用,新的设计理念也不断地涌现,而电力系统的发展同时也出现了许多新的技术问题。我们在设计过程中要立足于应用所学基本理论和专业知识,大胆地运用新理论、新技术去分析解决实际问题。

2. 可行性原则

可行性包括两个方面。一方面,设计者一开始就必须想到如何使自己的创造性劳动变成可行的设计方案。应紧密结合当前电力系统的发展趋势,结合当地电网、发电厂、供电局的实际情况选择毕业设计内容并尽可能寻找出最优、最经济的设计方案。设计不应该单纯追求技术指标,不应脱离实际工程技术水平,不应进行理想化的设计。同时要注意设计方案不应与国家的政策法规及电力系统的有关技术规范相违背。另一方面,指导教师应针对不同层次学生的专业基础和实际水平,拟定可行的设计要求。对普通学生应立足于掌握设计技能,完成基本设计任务;对高水平学生可增加设计的深度和难度。

3. 创新性原则

在毕业设计中, 创新性原则一方面体现在设计中教师要培养学生的创新精神, 提倡创新精神与科学态度相结合, 鼓励学生大胆提出新的设计方案和技术措施, 学生要锻炼自主学习的能力、独立工作的能力, 设计中应有团队协作精神; 另一方面体现在设计内容、设计手段的创新, 设计内容必须有一定的新颖性, 设计手段上应利用诸如计算机等先进工具进行辅助设计。

第二节 毕业设计的准备和实施

一、毕业设计的准备工作

1. 毕业设计题目的确立

毕业设计题目一般在毕业设计前一学期, 根据专业具体培养方向确立多个题目类型, 并由各指导教师提出具体毕业设计(论文)题目, 也可根据工程需要由指导教师与学生商定。

题目类型主要有:

- (1) 综合训练型题目。电力网的规划设计和发电厂、变电所电气一次部分的初步设计。
- (2) 专题设计型题目。电力系统的无功功率优化; 电力系统潮流计算、短路电流计算、电力系统的稳定计算等计算程序有关内容的编制。

- (3) 科研、创新型题目。电力系统的运行、管理及技术改革方面的专题研究。

设计题目选定后, 以《毕业设计任务书》的形式落实到人, 《毕业设计任务书》一般由指导设计的专业教研室制订, 由指导教师编写, 经教研室主任和系主任审批后发给学生, 其内容一般包括:

- 1) 学院、系(部)、专业名称、学生姓名。
- 2) 毕业设计的题目。
- 3) 毕业设计的目的要求。
- 4) 毕业设计的主要内容, 包括研究专题及技术要求等。
- 5) 毕业设计的原始数据、资料。
- 6) 对说明书内容的要求、对设计图纸的要求、对计算书的要求。
- 7) 指导教师姓名。
- 8) 主要参考文献。

毕业设计(论文)题目一般在毕业设计(论文)开始前一学期末, 以《毕业设计任务书》的形式发给学生, 以便有充分的时间做好课题的准备工作。

2. 毕业设计资料的收集

学生在接到《毕业设计任务书》之后, 要认真阅读, 并根据相关设计指导书, 全面地了解整个设计的目的、内容和基本要求, 进行设计的资料准备。

资料准备主要通过查阅(包括上网查阅)文献资料、参加生产实习、外出调研等渠道进行。学生在进入专业课学习时, 就要根据自己兴趣、爱好、特长以及客观条件, 考虑自己毕业设计的选题方向, 有目的、有计划地查阅和收集与选题方向有关的文献资料, 特别是在参加生产实习的过程中有意识地收集生产过程及新技术、新设备、改革新成果的应用

等方面资料,这也是为毕业设计课题搜集资料的最重要途径。选定题目后,应再次针对性地查阅一些资料,最后对所有收集的资料进行整理。

发电厂、变电所一次部分的毕业设计所需参考的部分标准,见表 1-1,根据设计内容的不同及今后技术的发展趋势,标准也在不断地更新并与国际标准接轨。在毕业设计时,应

表 1-1 毕业设计需参考的部分标准

名 称	标准代号	批准单位	备 注
电力系统电压和无功电力技术导则 (试行)	SD325—1989		行业标准
电力系统电压和无功电力管理条例		能源部	[1988] 18 号
电力系统电压质量和无功电力管理规定 (试行)		能源部	[1993] 218 号
220~500kV 变电所设计技术规程	SDJ 2—1988	能源部	行业标准
35~110kV 变电所设计规范	GB50059—92		国家标准
3~110kV 无人值班变电所设计规程	DL/T5103—1999	经贸委	行业标准
并联电容器装置设计规范	GB50227—1995		国家标准
电力工程电缆设计规范	GB50217—1994		国家标准
继电保护和安全自动装置技术规程	GB14285—93		国家标准
建筑物防雷设计规范	GB50057—1994		国家标准
交流电气装置的过电压保护和绝缘配合	DL/T620—1997	经贸委	行业标准
火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定	DL/T5136—2001	经贸委	行业标准
水力发电厂二次接线设计规范	DL/T5132—2001	经贸委	行业标准
火力发电厂设计技术规程	DL5000—94	电力部	行业标准
小型火力发电厂设计规范	GBJ49—83		国家标准
电力系统设计技术规程 (试行)	SDJ161—85	能源部	行业标准
220~500kV 电网继电保护装置运行整定规程	DL/T559—94	电力部	行业标准
3~110kV 电网继电保护装置运行整定规程	DL/T584—95	电力部	行业标准
火力发电厂厂用电设计技术规定	DL/T5153—2002	经贸委	行业标准
220kV~500kV 变电所所用电设计技术规程	DL/T5155—2002	经贸委	行业标准
电业安全工作规程 (发电厂和变电所电气部分)	DL408—91	能源部	行业标准
电气图用图形符号 (总则)、电气简图用图形符号	GB/T4728.1~ GB/T4728.13		国家标准
电气技术中的文字符号制订通则	GB/T 7159—1987		国家标准
电气系统说明书用简图的编制	GB/T 7356—1987		国家标准

尽量参照最新的标准,同时,在使用标准的过程中,要注意强制性标准与推荐性标准(标准代号中有“T”的属于推荐性标准)的区别,要严格执行强制性标准。标准的推广有一个较长的过程,某些设计标准、制图标准、图形符号、文字标号等在未完全执行新标准之前,我们应该对新、旧标准都有所了解,以便于我们更快更好地适应实际工作。

可供毕业设计参考的资料主要有:

(1)有关电力系统及工程设计的教材,毕业设计论文完成工具方面如OFFICE、AUTO-CAD等书籍。

(2)与设计有关的一次设备(如断路器、隔离开关)和二次设备(如继电保护、自动装置)的产品说明书、相关图纸。

(3)毕业设计中要用到的参考书(如计算机C语言、VB程序编写;flash、网页的制作方法;智能检测理论等)。

(4)相关专业学术期刊的有关论文及从互联网上下载的参考资料。

3. 按照设计任务书拟订进度计划

在毕业设计开始前,由指导教师指导学生拟定详细的毕业设计进度计划,内容包括毕业设计起止日期、各设计阶段的起止日期及详细工作内容等。

二、毕业设计的实施

(一) 毕业设计实施过程

毕业设计的实施过程主要包括:

(1) 学生拟定初步设计方案并经指导教师批准通过。

(2) 学生根据设计方案,逐一完成设计内容,教师定期进行具体指导。

(3) 学生撰写毕业论文(毕业设计说明书)初稿、绘制相应设计图;教师进行审阅;指出不足,指导学生进行修改。

(4) 学生撰写毕业论文(毕业设计说明书)正稿、绘制相应设计图,誊写(打印)毕业论文(毕业设计说明书)。

毕业设计既不同于平时的课堂教学,也不同于以巩固局部专业理论知识为主的课程设计。一方面它具有工程设计的性质,题目和内容所涉及的知识面较广;另一方面又是一个教学环节,必须在教师的指导下,通过设计工作的实践,达到预定的各项教学目的。除了恰当规定毕业设计的内容,制订严密的计划外,提高毕业设计质量的关键在于充分调动和发挥学生的主观能动性,在教师的指导下,根据各阶段的特点和规律,制定相应的措施。

在设计开始阶段,学生情绪一般比较高,但面对大量的资料和繁重的任务书,感到陌生,无从下手,甚至产生急躁情绪,这是很自然的现象。而这正是每个学生在毕业设计中要解决的问题。在这一阶段,指导教师要对学生进行具体的帮助,使学生理解设计的内容要求,掌握分析思考问题的方法。通过分析解决某一具体问题让学生对设计有初步认识。在这一过程中要注意培养学生通过查阅资料来解决问题的能力。

在毕业设计中期,出现的主要问题是学生运用所学知识解决实际工程设计问题的能力不够强,学生无论从理论知识、生产运行经验、还是独立工作能力都存在许多不足之处,造成设计任务与学生的能力之间存在一定的差距。普遍出现的现象是学生生搬硬套教科书的内容,对实际资料缺乏研究分析,不善于运用综合分析能力确定设计方案,主观性

较强。这一阶段中指导教师尤其要重视对学生进行具体帮助,使学生在教师对具体问题的解答中得到启发。

毕业设计后期,主要出现的问题是由于设计时间较短,某些同学出现了赶时间的现象,对设计内容、设计说明书、设计图纸产生不应有的草率了事的思想。这一阶段指导教师应严格要求,一丝不苟,以保证毕业设计质量。应鼓励学生利用计算机进行设计、计算、绘图,以提高效率和质量。

(二) 毕业论文(毕业设计说明书)的撰写

1. 毕业论文(毕业设计说明书)的构成

一篇完整的毕业论文(毕业设计说明书)通常由题名(标题)、摘要、目录、前言、正文、结论、结束语、参考文献和附录等几部分构成。

2. 毕业论文的撰写方法

常见的是逐步予以展开的方法。一般有以下步骤:

(1) 对设计题目进行分析。通过分析让读者对该课题的来龙去脉有所了解,对于工程性课题,首先对需求进行分析,概要地勾画出一个解决此问题的设想。在此基础上,具体明确本人所承担的任务,并写出设计结束时应达到的目标。同时论证设计方案在理论、技术和经济上的可行性。

(2) 阐述设计方案的具体实现方法。这是毕业设计(论文)的主要部分,是对本人在完成毕业设计过程中所做工作的陈述。

文章结构一般采用自上而下的形式,从整体设计到各部分设计依次一一展开,也可以由下而上,先介绍局部设计最后给出全貌。无论采用何种结构,都要突出论文的重点、难点问题的解决方案。

(3) 写法上应突出实际成果,如:某电压等级变电所一次系统初步设计、某新建发电厂的接入系统设计。

(4) 给出结论和评价。

3. 毕业论文(毕业设计说明书)的撰写步骤

大体上分为拟写提纲、写成初稿、修改定稿和誊写等四步。

(1) 拟写提纲。毕业论文(设计说明书)的篇幅较长,内容比较复杂,动笔写作时有必要先拟一个文字提纲。按提纲写稿子的好处是可以帮助作者系统全面地考虑课题的内容,并依据提纲有效的组织相关材料。

所拟提纲要项目齐全,能初步构成文章的轮廓;要从全局着眼,权衡好各个部分;要征求指导老师的意见,注意多加修改。要边写边积极思索,不断开拓自己的思路,以取得较满意的结果。

(2) 写成初稿。毕业论文初稿的写作是很艰苦的工作阶段,在执笔时应注意下面几点要求:

要尽可能地把自已事先想到的内容写进去。初稿的内容应尽量充分丰富,以便为修改定稿提供便利。当然,也要防止一味地堆砌,写成一个材料仓库。

要合乎文体。文句力求精炼简明,深入浅出,通顺易读。避免采用不符合语法的口头语言,也要避免采用科技新闻报道式的文体。初稿最好使用页面字数不太多、四周有足够

空余处的稿纸,以利于增加、删除和改动。

(3) 修改定稿。毕业设计论文要经过反复修改,使之臻于完善。对于初次撰写毕业论文和设计说明书的大学生,就更应注意对文章的精心修改。修改的范围在内容上包括修改观点、修改材料;在形式上包括修改结构、修改语言等。

(4) 毕业论文(毕业设计说明书)的誊写(打印)。毕业设计论文(设计说明书)应按统一的规范要求誊写(打印),需注意的问题主要有以下几个方面:

1) 应合理运用篇、章、节以使文章具有层次。

毕业设计论文(设计说明书)的篇、章、节等应有标题。书写方法可参照下列格式:

第1篇 ××××(居中书写)

第1章 ××××(居中书写)

1.1 ××××(居中书写)

1.1.1 ××××(顶格书写)

1. ××××(空两格书写)

××××(正文)

(1) ××××(空两格书写)

××××(正文)

a. ××××(空两格书写)

(a) ××××

2) 应注意名词、名称的合理使用。毕业论文(设计)中的科学技术名词术语应采用全国自然科学名词审定委员会公布的名词或国家标准、部标准中编写的名称,尚未编定和叫法有争议的,可采用惯用的名称。

相同名词术语和物理量的符号应前后统一。不同物理量的符号应避免混淆。

使用外文缩写代替一名词术语时,首次出现的,应在括号内注明其含义,如CPU(Central Processing Unit, 中央处理器)。

国内工厂、机关、单位和名称应使用全称,不得简化,如不得把北京大学写成“北大”。

3) 对公式的要求。公式应另起一行写在稿纸中央,一行写不完的长公式,最好在等号处转行,如做不到这一点,可在数学符号(如“+”、“-”号)处转行。

公式的编号用圆括号括起,放在公式右边行末,在公式和编号之间不加虚线,公式可按全文统编序号,也可按章单独编序号,如(49)或(4.11),采用哪一种序号应和稿中的图序、表序编法一致。不应出现有些章里的公式编序号,有的不编序号的现象。子公式可不编序号,需要引用时可加编a、b、c、…重复引用的公式不得另编新序号,公式序号必须连续,不得重复或缺。

文中引用某一公式时,写成“由式(16.20)可见”,而不写成“由16.20可见”,“由第16.20式可见”,等。

将分数的分子和分母平列在一行而用斜线分开时,请注意避免含义不清,例如, $a/b\cos x$ 就会既可能被认为是 $a/(b\cos x)$,也可能被认为是 $(a/b)\cos x$ 。

公式中分数的横线要写清楚。连分数(即分子、分母也出现分数时)更要注意分线的

长短,并把主要分数和等号对齐。

4) 对表格的要求。表格必须与论文叙述有直接联系,不得出现与论文叙述脱节的表格。表格中的内容在技术上不得与正文矛盾。

每个表格都应有自己的标题和序号。标题应写在表格上方正中,序号写在其左方,不加标点,空一格接写标题,表题末尾不加标点。

全文的表格可以统一编序,也可以逐章单独编序。采用哪一种方式应和插图、公式的编序方式统一。表序必须连续,不得跳缺。正文中引用时,“表”字在前,序号在后,如写“表 2”,而不写“第 2 表”或“2 表”。

表格允许下页接写,接写时表题省略,表头应重复书写,并在有上方写“续表××”。多项大表可以分割成块,多页书写,接口处必须注明“接下页”,“接上页”、“接第×页”字样。

表格应写在离正文首次出现处最近的地方,不应超前和过分拖后。

5) 对图的要求。毕业论文(设计)的插图必须精心制作,线条要匀洁美观。插图应与正文呼应,不得与正文无关或与正文脱节且应先见文后见图。图形符号、文字标号应符合相应的国家标准。图的内容安排要适当,不要过于密实。

每幅插图应有题目和序号,全文的插图可以统一编序,也可以逐章单独编序,如图 4.5 或 6.8;采取哪一种方式应和表格、公式的编序方式统一。图序必须连续,不得重复或跳缺。

由若干分图组成的插图,分图用 a、b、c、…标序。分图的图名以及图中各种代号的意义,以图注形式写在图题下方,先写分图名,另起一行后写代号的意义。

6) 对注释的要求。毕业论文中有个别名词或情况需要解释,而正文又无法处置时,可加注说明。注释应该采用页末注(即把注文放在加注处那一页稿纸的下端),而不用行中注(夹在正文中的注)或篇末注(把全部的注文集中在论文末)。

在同一页中有两个以上的注时,按各注出现的先后,顺序排列并编列注号,如 1、2、3 等。注释符号的顺序取稿纸当前一页为准计算,隔页时必须从头开始不得续接上页。注释只限于写在注释符号出现的同页,不得隔页。较长的注文应在抄写正文时妥善安排,当页写完。

7) 参考文献的书写格式为:

源于期刊者:[序号] 作者姓名·文题·刊名或其缩写,出版年,卷(期):起止页码

源于图书者:[序号] 作者姓名·书名·出版地·出版者,出版年:起止页码

源于会议论文:[序号] 作者姓名·题目名·文集名·出版者,出版年:页码

源于学位论文:[序号] 作者姓名·论文题目:[* * 学位论文]·地点:单位,年

8) 标点符号、量和单位、数字的使用应符合相应的国家标准。

(三) 毕业设计图纸和计算书

1. 对毕业设计图纸的要求

图纸是工程师的语言,是工程设计的主要结果。绘图是一项重要的基本训练,学生必须通过毕业设计,使自己的制图能力有所提高,特别是要学会用计算机进行绘图。毕业设计的所有图纸要按工程图标准绘制,要求图面排列整齐、布置合理、清洁美观。

2. 对设计计算书的要求

在毕业设计中,如果涉及导体和设备的校验、系统优化计算、继电保护的整定计算等,则除要提供毕业论文、设计图纸外,还要求提供设计计算书。计算书如实记录设计中有关计算的方法和过程,它是校核审查的重要文件,其基本要求是:计算方法正确、参数取值合理,严格执行国家和行业现行的技术规范和标准;数据真实、可靠,公式选用合适,计算结果正确、可信,书写规范、工整。

第三节 毕业设计的评阅与答辩

一、毕业设计的评阅

毕业设计的评阅是毕业设计中的一个不可缺少的重要环节。学生在规定时间内完成毕业设计的任务后,将毕业设计的任务书、说明书、计算书及图纸交指导教师认可,然后由答辩委员会指定专门的教师进行评阅。

评阅教师主要根据以下几点进行评阅:

(1) 对照毕业设计任务书的内容,检查学生是否按任务书的要求按时完成毕业设计任务书所规定的全部内容和工作量。

(2) 学生的毕业设计图纸是否满足设计要求,是否达到相应初步设计阶段图纸深度的要求,设计图纸应能正确表达设计意图,符合国家制图标准及相关设计规范。

(3) 毕业设计的计算书和说明书要求依据合理、数据可靠、文理通顺、书写工整、装订整齐。

评阅教师在评阅后,应针对毕业设计说明书、计算书及图纸中所出现的错误和存在问题以及相关的内容,向学生提出2~3个书面问题,让学生思考,由学生在毕业设计答辩会上进行回答。此外评阅教师在对毕业设计进行评阅后,应将评阅过程中发现的问题和错误,在答辩会上(或答辩会前)向学生指出,以帮助学生充分认识到毕业设计中的不足之处,加深对毕业设计的理解。

二、答辩的准备和程序

1. 答辩前的准备

(1) 系(专业教研室)成立毕业答辩委员会和答辩小组,答辩委员会由教研室的专业教师担任,负责制定统一评分标准。答辩小组的任务是主持答辩工作,并确定学生的毕业设计成绩。每个答辩小组的成员不得少于3人,由一名有经验的教师担任组长。

(2) 学生在答辩前,应在规定的时间提交毕业设计的全部成果,包括毕业设计任务书、毕业设计论文(毕业设计说明书)、设计图纸、计算书、实物等。

(3) 评阅教师对每一位学生的毕业设计成果(主要是说明书、图纸、计算书)进行评阅,提出书面评阅意见和问题,供学生提前准备。

(3) 答辩前学生应充分准备,最好能写出书面的答辩提纲,并作一定的物质准备(如调试机器、制作多媒体文件等)。

2. 答辩主要程序

(1) 学生对设计或论文作扼要的介绍,时间一般在10min左右。