



大学生毕业设计指南丛书

电气工程专业毕业设计指南

继电保护分册

(第二版)

韩笑 主编
宋丽群



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

继电保护分册

(第二版)

韩 笑 主 编
宋丽群



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为《大学生毕业设计指南丛书》中之一,是为电气工程及其自动化专业学生进行继电保护整定计算或原理仿真、发电厂变电所二次部分等方面选题的毕业设计而编写,全书共6章,紧密结合数字式继电保护的特点,介绍了继电保护的实用配置方法及整定细则,总结了发电厂及变电所二次回路的设计特点与制图方法,并简要说明了继电保护及自动装置原理的MATLAB仿真计算方法及相关实例。本书给出了部分毕业设计示例的摘录供学生参考,并附有毕业设计中的常用工具性资料。

本书主要供电气工程及其自动化专业应届本、专科毕业生及“五大”学生使用,既可作为毕业设计或课程设计的指导书,也可供从事该专业工作的高校教师以及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气工程专业毕业设计指南. 继电保护分册 / 韩笑,
宋丽群主编. —2版. —北京: 中国水利水电出版社, 2008
(大学生毕业设计指南丛书)

ISBN 978-7-5084-5697-3

I. 电… II. ①韩…②宋… III. ①电气工程—毕业设计—
高等学校—教学参考资料②继电保护—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 (2008) 第 098185 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 继电保护分册 (第二版)
作 者	韩笑 宋丽群 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
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	184mm×260mm 16开本 18印张 427千字
版 次	2003年3月第1版 2008年8月第2版 2008年8月第5次印刷
印 数	12101—16100册
定 价	36.00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

第二版前言

本书是在2003年出版的《电气工程专业毕业设计指南——继电保护分册》(简称03年版)的基础上进行修订编写的。03年版书出版后受到了广大高校师生的欢迎,多次重印,但随着使用人群的不断扩展,后发现有关本科学生毕业设计、课程设计的内容及要求随着电力系统技术的发展及本科教学的发展已有了较大改变。继续使用可能出现一些问题,如某些院校的毕业设计深度超过了03年版书的标准,使其在毕业设计指导中的可操作性降低;当前数字式继电保护较为普遍,而其没有较深入地介绍数字式保护的整定方法或整定方法不具体;目前高校普遍采用MATLAB等应用软件进行继电保护及安全自动装置的原理仿真,而其没有该方面知识的介绍等。因此,在这次修订编写过程中,除了保留03年版经典的设计指导和经验外,还力求能充分反映当前电力系统二次部分相关技术的最新进展与最新成果,特别是为了适应大电网、超(特)高压、大机组的发展,增加介绍了超(特)高压线路数字式保护、大机组保护及相应原理仿真等最新技术。

毕业设计是高等工科学校教学中一个不可缺少的实践性环节。本书在修改时更加注重相关知识的综合运用,突出重点,贴近实际,力求做到可操作性强,能够提高毕业设计工作效率,使学生在毕业设计中有所长,学以致用。

本书共分六章。第一章为电气工程专业毕业设计概论,分别介绍了电气工程专业毕业设计的目的、要求及总体原则,发电厂、变电所二次部分设计的特点,毕业设计的具体实施过程及毕业论文的编辑技巧;第二章为继电保护整定计算的前期准备,为了进一步巩固学生对于专业知识的综合性认识,因此对故障分析基本知识进行了概述,介绍了在工程中实际运用的短路电气量计算的简便方法及注意事项,给出了继电保护及自动装置配置选型建议,叙述了继电保护整定计算方法及常见错误;第三章为毕业设计中常用到的继电保护及安全自动装置配置与整定计算细则;第四章为发电厂、变电所二次回路初步设计,介绍了发电厂、变电所的二次部分设计的基本方法、步骤,并对常规控制系统、计算机监控系统、电压、电流互感器二次回路的设计进行了简要的介绍,给出了电气制图与识图的基本方法;第五章为继电保护及自动装置原理的MATLAB仿真概述;第六章为典型毕业设计示例,介绍了发电厂、变电所的二次部分设计的实例。

本书的第一章至第三章由宋丽群编写，第四章至第六章及附录由韩笑编写。全书由韩笑统稿。南京供电公司的陈恒祥、云南丽江供电公司叶森、昆山供电公司的戈详麟为本书提供了大量的资料，在校学生郭晶晶、陶新宇、付涵、张娜娜、张文烨等参与了文章的编辑、校对工作。本书大量引用了有关专业文献和资料，未与作者联系并在书中一一注明出处，在此一并感谢。

本书配有典型的毕业设计案例和相关的规程，具体内容可直接到 www.waterpub.com.cn 的下载中心下载。

由于作者水平所限，书中难免有谬误和不当之处，欢迎广大读者给予批评指正。

编者

2008年2月

第一版前言

毕业设计是高等工科大学教学中一个不可缺少的实践性环节。作为《大学生毕业设计指南丛书》之一的《电气工程专业毕业设计指南·继电保护分册》是为高等学校电气工程及其自动化专业毕业设计所编写的一本指导书。它既可作为该专业本、专科学生毕业设计的参考书,也可供从事该专业教学工作的高校教师以及新近从事该专业设计工作的技术人员参考。

本书共分四章。第一章为电气工程专业(二次部分)毕业设计概论,分别介绍了电气工程专业二次部分毕业设计的目的、要求及总体原则,发电厂、变电所二次部分设计的特点,毕业设计的准备、实施、评阅和答辩。第二章为继电保护及安全自动装置的整定计算,介绍了继电保护及安全自动装置的配置及整定计算任务、步骤及基本原则,并介绍了35~500kV电网的继电保护及主设备保护的配置及整定方法,简要介绍了安全自动装置的配置。第三章发电厂、变电所二次回路初步设计,介绍了发电厂、变电所的二次部分设计的基本方法和设计步骤,并对常规控制系统、计算机监控系统、电压、电流互感器二次回路的设计进行了简要的介绍,最后给出电气制图与识图的基本方法。第四章为典型毕业设计示例,介绍了发电厂、变电所的二次部分设计的实例。

本书由韩笑任主编,第一章,第二章的第三、四、七、八节,第三章,第四章的第一节由韩笑编写;第二章的第一、二、五、六节由宋丽群编写;第四章的第二节由刘微编写。全书由韩笑修改定稿。

本书大量引用了有关专业文献和资料(如参考文献中所列),在此对这些文献的作者和专家致以衷心的感谢。

由于编者的条件和水平有限,对某些问题的看法可能带有片面性,书中难免有谬误和不当之处,欢迎广大读者批评指正,意见请寄南京工程学院电力工程系(邮政编码210013)。

编者

2003年2月

目 录

第二版前言	
第一版前言	
第一章 电气工程专业(二次部分)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
第二节 二次部分毕业设计的特点	2
第三节 毕业设计的准备和实施	3
第二章 继电保护整定计算的前期准备	19
第一节 故障分析基本知识概述	19
第二节 短路电气量计算的简便方法及注意事项	22
第三节 继电保护及自动装置配置选型	26
第四节 继电保护整定计算概述	32
第三章 继电保护及安全自动装置的配置与整定计算细则	39
第一节 6~110kV 线路继电保护及自动装置的整定	39
第二节 220~500kV 线路继电保护及自动装置的整定	51
第三节 发电机继电保护的整定	67
第四节 变压器继电保护的整定	83
第四章 发电厂、变电所二次回路初步设计	99
第一节 发电厂、变电所二次回路初步设计概述	99
第二节 常规控制系统的设计	103
第三节 电流、电压互感器配置与接线	116
第四节 发电厂、变电所的计算机监控设计简介	123
第五节 其他二次部分设计	127
第六节 电气制图	136
第五章 继电保护及自动装置原理的 MATLAB 仿真概述	161
第一节 原理仿真所用的 MATLAB 软件相关功能简介	161
第二节 仿真示例一	165
第三节 仿真示例二	170
第六章 典型毕业设计示例	176
第一节 110kV 系统继电保护及自动装置设计	176
第二节 600MW 发电机组继电保护自动装置的整定计算	215
附录	236
附录一 常用电气简图常用图形符号	236

附录二	电气常用新旧文字符号对照表.....	265
附录三	小母线新旧文字符号及其回路标号.....	268
附录四	二次直流回路新旧数字标号.....	269
附录五	二次交流回路新旧数字标号.....	271
附录六	发电机—变压器组数据 I/O 量	273
附录七	变电所及发电厂电网部分数据 I/O 量	274
参考文献		277

第一章 电气工程专业 (二次部分)

毕业设计概述

第一节 毕业设计的目的、要求及总体原则

一、毕业设计的目的与要求

毕业设计(论文)是学生在校期间最后一个重要的综合性的实践教学环节,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,可以增强工程观念,以便更好地适应工作的需要。

电气工程及其自动化专业的学生通过毕业设计应达到下列要求:

- (1) 使学生熟悉国家能源开发策略和有关的技术规程、规定、导则等,树立发电、送电、变电、配电、用电必须安全、可靠、经济的观点。
- (2) 使学生通过设计全面复习、巩固并充实所学的基础理论知识和专业知识,对其更透彻地理解、更灵活地应用,争取做到融会贯通。
- (3) 使学生初步掌握电气工程专业工程设计的流程和方法,并通过设计使学生在查阅资料(包括外文资料)、计算机应用、工程设计、工程计算、工程绘图、编写工程技术文件、口头表达等方面的能力得以提高。
- (4) 树立正确的设计思想,树立严肃认真、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),其他均需按正规的设计工作的固定程序进行。即要进行设计构思、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。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,有其总体的原则和要求。

1. 科学性原则

毕业设计的科学性体现在两个方面:一方面毕业设计要体现电力系统科学技术的发展水平;另一方面毕业设计要坚持实事求是,设计方案要以充足的事实为依据。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。这一切都需要学生在毕业设计过程中既要科学的态度立足于所学基本理论和专业知识去分析实际问题,又要提倡创新精神与科学态度的结合,一切从实际出发,达到经济、实用的目的。

2. 可行性原则

毕业设计的可行性包括两个方面,一方面是设计者一开始就必须想到如何使自己的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当地电力系统的有关政策法规相违背。另一方面,设计目标应针对不同层次的学生们的专业基础和实际水平而定,设计内容要难易适度,以学生们在规定时间内经努力可以完成为宜。

3. 创新性原则

创新性原则贯彻在毕业设计中,一方面体现在设计中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。要培养学生自主学习的能力、独立工作的能力和团队协作的能力。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,设计手段上应利用计算机的最先进手段进行绘图和计算。

第二节 二次部分毕业设计的特点

一、二次部分设计新要求

目前,我国基本上进入了大电网、大电厂、大机组、高电压输电、高度自动控制的新时代。随着电力技术的发展,特别是自动化技术的发展,传统的手动控制正逐渐被自动控制所替代,大量的继电保护及自动装置采用微机型装置,传统的声光信号也逐渐被数字信号所替代。控制屏、信号屏、保护屏的数量也越来越少,取而代之的是调度自动化系统、发电厂及变电站综合自动化系统、配网自动化系统等在电力系统中的广泛应用。国内大型电厂已广泛应用分散控制系统(DCS)。在变电所,综合自动化系统的应用使无人值班成为可能,采用计算机监控后,除在各控制单元保留有应急手动操作跳、合闸的手段外,其余全部的控制、监视、测量和报警等功能已完全自动实现。

由此可见,采用常规发电厂、变电所的一、二次设计方法,选用传统的二次设备根本不能满足当今电力系统的要求,必须采用全新的设计理念,新型的设计标准,用新型设计取代传统设计,以标准设计取代非标准设计;必须利用先进的计算机技术,以数字化的新型二次设备代替常规设备,尽量做到硬件资源、信息资源共享,用不同的软件模块实现常规设备的各种功能,用计算机局域网代替大量信号电缆的联接,用主动模式代替常规设备的被动模式等。只有这样,发电厂、变电所的二次部分设计才能跟上电力系统发展的需要。

二、发电厂、变电所二次部分毕业设计的特点

在毕业设计中,受到所学知识及应用能力及设计时间的局限,不可能完成发电厂或变电所整个二次部分的设计,但是要对二次部分的最新技术和发展动态有所了解;对所设计的发电厂及变电所的主要情况应有所了解;对设计内容相对应的一次系统有所了解。在此前提下,才能较好地完成某一部分的设计任务。

在传统的电力系统二次部分设计中,可设计的主要内容有:①围绕一次设备(如发电机、变压器),将其及其相关的一次设备(如变压器及相关的各侧断路器、隔离开关等设备)作为设计对象,设计其控制回路、信号回路,进行继电保护及自动装置的配置及整定计算,绘制相应的施工接线图纸;②专门对发电厂(变电所)的公用部分进行设计,如对

中央信号部分、直流系统部分、厂（所）用电部分、母线电压互感器回路部分等进行专门设计；③专门对继电保护及自动装置进行设计，例如线路保护、变压器保护的设计，发电机的同期系统、励磁系统的设计等。

当前二次部分的设计相对于传统的设计方法有以下特点：

（1）设计时必须考虑装置的高集成度，设计的重点由装置内部回路的设计转移到外部回路的设计。如某些微机型 110kV 线路保护装置既可以完成距离保护、零序保护、自动重合闸的功能，又能完成对断路器进行操作控制的功能。在二次回路设计时，不再需要过多考虑装置内部的接线，不再需要画装置内部的原理接线图，而侧重于考虑装置实现的功能（如功能框图、逻辑功能图）及与外部的联系（如交流量输入回路、开关量输入回路、保护出口回路、信号回路、操作回路等与外界的联系）。

（2）典型设计方案的采用较以往增多。在设计时可供参考的典型设计方案、典型配置方案较以往大有增加。改革开放以来，电力系统的设计及设备选型经历了由统一（传统且较落后技术的统一）到杂乱（引进多种先进设备，设计方案多，不易于运行管理）到再统一（统一较先进的设计理念、统一设备的选型原则）的过程。设计规范化是电力系统设计的必然趋势。

（3）新技术、新设备逐渐引入，提高了二次部分设计的科技含量。如变电站综合自动化系统的设计所涉及的内容基本涵盖了变电所各部分的控制、保护、测量、信号等多方面；发电厂、变电所的公用部分如中央信号系统等已不再单独设屏，只是作为自动化系统的某一部分功能；只有少数公用部分需单独进行设计。

（4）继电保护及自动装置的设计难度加大。在毕业设计时，一般难以完成微机型继电保护及自动装置的软、硬设计工作，只要能对典型装置的原理有较好的理解和掌握，并能将其与其他部分进行有机的结合，充分地利用装置的功能，也就达到了毕业设计的目的。

第三节 毕业设计的准备和实施

一、毕业设计的准备工作

（一）毕业设计的选题

毕业设计题目一般在毕业设计前一学期开始落实，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）题目及对题目的简要介绍，供学生选择。也可根据工程需要由指导教师与学生商定。题目确定后不得自己随意更改。

1. 选题基本要求

毕业设计的题目不拘一格，但应满足下列要求：

学生应能按给定的毕业设计任务书和毕业设计大纲要求，在指导教师指导下独立完成。

应根据国民经济发展趋势和技术发展水平及用户要求，按国家标准、技术规范、参阅有关资料进行设计和实验研究。

应根据我国技术经济条件和实际生产经验，采用国内外先进技术，力求设计符合生产实际，使之在技术上先进而可行，在经济上节约而合理。

2. 选题参考类型

与继电保护专业方向关系较密切的题目类型主要有：①电网保护和自动装置配置、整定计算，保护及二次回路设计；②发电厂的继电保护和自动装置配置、整定，保护及二次回路设计；③220kV、110kV 变电所的保护及二次设计、整定；④继电保护测试技术与开发；⑤微机保护硬件、软件系统的分析、开发与研究；⑥继电保护新原理、新算法、新技术探讨；⑦继电保护情报综述；⑧结合教师的科研课题、学生科技创新课题、专业建设、课程建设、实验室建设等项目进行设计。以上选题可以相互结合进行。

（二）毕业设计任务及深度

1. 任务及深度要求

毕业设计（论文）的主要内容包括选题、开题报告（根据毕业设计周数及设计深度选做）、课题研究及完成设计方案、撰写设计说明书（论文）等，设计工作与所学专业相关知识相关，工作量饱满，满足学生一人一题或一人一子课题；选题范围主要涉及电气工程及其自动化专业相关领域。其设计任务及深度要求可参照如下类型确定。

（1）工程设计类。进行一个电网或发变组的继电保护自动装置配置与整定计算，设计相应二次回路。具体整定计算、二次回路设计的工作量比重由指导教师掌握，应保证工作量饱满、设计内容相对完整。整定计算尽可能通过编程实现，二次设计应完成回路图、CAD 施工图的设计。

（2）软件应用类。熟悉一套较完整的电力系统分析软件或应用软件，进行电力系统、继电保护仿真研究。要求有明确的实验目的性，有具体的程序应用实例，同时有明确的分析结果。

（3）综述类。结合本专业方向，研读某一领域的高新技术论文和著作，进行总结综述。要求有明确的目的性，有详细对比分析，有明确结论。必要时运用专业软件进行计算分析。

2. 任务书的格式

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）封面。主要包括课题名称、学生姓名、班级学号、院（系、部）名称、专业（专业方向）、指导教师及专业职称和任务日期等。

（2）原始数据及要求。主要包括：①毕业设计的原始数据；②毕业设计（论文）的内容和要求（包括技术要求、图表要求以及工作要求等）；③毕业设计应完成的技术文件；④主要参考文献。

（3）进度计划。进度计划一般以周为单位填写，主要说明起止日期及工作内容。

（三）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，迅速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）文献资料和参加生产实习两条渠道进行。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搜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，应再有针对性地查阅相关资料，最后对所有收集的资料进行整理。

发电厂、变电所二次部分的毕业设计所需参考的部分标准，如表 1-1 所示。根据设计内容的不同及今后技术的发展趋势，需参考的标准也在不断地更新并与国际标准接轨，因此在毕业设计时应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，应该对新、旧标准都有所了解，以便更快更好地适应实际工作。

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
继电保护和安全自动装置技术规程	GB 14285—2006		国家标准
火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定	DL/T 5136—2001	经贸委	行业标准
水力发电厂二次接线设计规范	DL/T 5132—2001	经贸委	行业标准
3~110kV 变电所设计规范	GB 50059—92		国家标准
3~110kV 无人值班变电所设计规程	DL/T 5103—1999	经贸委	行业标准
火力发电厂设计技术规程	DL 5000—94	电力部	行业标准
大型发电机变压器继电保护整定计算导则	DL/T 684—1999	经贸委	行业标准
220~500kV 电网继电保护装置运行整定规程	DL/T 559—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/T 584—95	电力部	行业标准
进口 252 (245) ~500kV 交流高压断路器和隔离开关技术规范	DL/T 405—1996	电力部	行业标准
火力发电厂厂用电设计技术规定	DL/T 5153—2002	经贸委	行业标准
220~500kV 变电所所用设计技术规程	DL/T 5155—2002	经贸委	行业标准
火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定	DL/T 5044—95	电力部	行业标准
电业安全工作规程（发电厂和变电所电气部分）	DL 408—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/T 4728.1~ GB/T 4728.13		国家标准
电气技术用文件的编制标准	GB/T 6988.1~ GB/T 6988.3		国家标准
电器设备接线端子和特定导线线端的识别及应用字母数字系统的通则	GB/T 4026—1992		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
导体的颜色或数字标识	GB/T 7497—1997		国家标准
技术制图的标题栏、明细栏的标准	GB/T 10609—1989		国家标准
技术制图的图纸幅面和格式的标准	GB/T 14689—1993		国家标准
技术制图的字体的标准	GB/T 14691—1993		国家标准
信号与连接线的代号	GB/T 16679—1996		国家标准
电气工程 CAD 制图规则	GB/T 18135—2000		国家标准

除本书之外,可供毕业设计参考的资料主要有:

(1) 有关电力系统二次部分设计的教材,理论方面如继电保护、自动装置、自动化系统、通信、发电厂及变电所二次接线等方面的教材;毕业设计论文完成手段(如文档录入、CAD制图)方面如 Office、CAD 等方面的教材。

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

(3) 可供参考的发电厂、变电所二次部分的设计方案、整定计算、施工图纸。

(4) 在互联网上下载的设计方面的相关论文、网上图书馆(如超星图书馆)下载的相关参考书等电子文档及其他参考资料。

(四) 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订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) 学生拟订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,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,这是普遍而自然的现象。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,出现的主要问题是由于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。在这一阶段,指导教师要重视对学生进行个别辅导,可给学生一些工程设计实例作为参考,使学生在教师对具体问题的解答中得到启发。

毕业设计的后期,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,指导教师对学生应严格要求,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、目次页(目录)、引言(前言)、正文、结论、结束语(谢辞)、参考文献和附录等几部分构成。要求毕业设计说明书项目齐全,概念清楚、语言流畅、文字精练、内容正确、条理分明、结构严谨;标点符号清楚、准确;对方案的分析与论证,要观点鲜明、结论正确;对资料选用、数据测试、参数计算,应力求准确。具体细节要求如下:

(1) 中、英文摘要。中文摘要 200~300 字左右,包含关键词,并译成英文。英文摘要以 250 个左右单词为宜,摘要的翻译要慎重、通顺。中文、英文摘要各占一页。摘要应是一篇独立的短文,一般不超过两段。建议的语气有:“针对……,进行了……工作,分析了……特性,得出了……结论。”或者:“基于……,作者提出了一种……看法,进行了……工作,得出……结论”;毕业设计中如有整定计算工作,可在摘要中说明整定计算的对象;如有仿真模型,可在摘要中说明“建立了……模型,该模型由……构成,仿真了……行为,结果表明……”等。

(2) 目录。建议采用自动生成的目录,方法见“本节 Word 相关使用技巧”。

(3) 引言(前言)。前言应说明选择的题目,与毕业设计题目相关资料的收集过程,毕业设计题目的研究背景,毕业设计工作步骤,论文(说明书)的章节构成与简介,同组人员和其他应说明的问题等。其中对于毕业设计题目的背景资料,本科学生往往难以在短时间内收集好,因此写作的重点在于对课题的说明,如对于变电所继电保护进行设计,只要说明“……kV 变电所继电保护的发展概况及趋势,重要性,保护特点等”即可。

绪论可以不写标题,如有标题,不要用“本课题的意义”、“本课题的研究内容”等词语,应具体说明,如“……”、“系统的特点及发展概况”、“……系统整定计算的意义”、“……仿真的内容”等。

绪论一般 800~1000 个汉字。

(4) 正文。正文是毕业设计说明书的主体部分,包括所选题目的理论分析、方案论证、实验数据、计算结果、图表分析、资料运用和结论性意见等。说明书字数要求:工程类本科在 1.5 万字以上;专科在 1 万字以上。

(5) 结论。结论一般包括研究成果、建议和建议被采纳的可能性。结论中不要出现个人体会,如“我得到锻炼……提高了专业水平等”词,结论是指本论文的结论成果,主要是完成了哪些具体工作,如二次部分的设计结论、保护如何配置,运行方式如何考虑,保护的整定结论、对保护的评价等。结论控制在 1000 字以内。

(6) 参考文献。参考文献应列出撰写论文时参考的主要书刊、资料等,包括书刊名称、作者、出版单位及时间等。有的学校要求每位学生在完成毕业设计(论文)的同时,要求查阅一定篇数的相关文献资料,其中还包含有外文资料,该类资料应列入参考文献中。

(7) 致谢。谢辞应以简短的文字对在课题研究和论文撰写过程中曾直接给予帮助的人员(例如,指导教师、答疑教师及其他人员)表示自己的谢意。

这部分内容也可以不要。

(8) 附录。附录是对于一些不宜放在正文中,但有参考价值的内容,可编入毕业设计(论文)的附录中,例如,短路阻抗、短路电流计算书,编写的程序等;如果文章中引用的符号较多时,便于读者查阅,可以编写一个符号说明,注明符号代表的意义。一般附录的篇幅不宜过大。

有的学校要求每位学生在完成毕业设计(论文)的同时,翻译部分技术资料或专业文献等,以上内容也建议放入附录中。

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技术、理论、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、难点和问题的解决方案。

写法上应突出实际成果,如对于某电压等级的变电所的主变压器的初步设计方案、保护初步整定结果等。

(3) 给出结论和评价。

3. 毕业论文(毕业设计说明书)的撰写步骤

毕业论文(毕业设计说明书)的撰写一般分为拟写提纲、形成初稿、修改定稿和打印装订等四步骤。

(1) 拟写提纲。毕业论文(毕业设计说明书)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,注意即时调整;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) 形成初稿。毕业论文初稿的写作是很艰苦的工作阶段,在执笔时应注意以下方面:

1) 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。

2) 要合乎文体。采用书面语言,文句力求精练简明,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。要顺利表达,不要在枝

节上停留。要写得干净、清楚。初稿的排版最好页面字数不太多、四周有足够的空余，以利于增加、删除和改动。

(3) 修改定稿。无论文章或著作，都需要反复修改，使之臻于完善。对于初次撰写毕业论文（毕业设计说明书）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）的打印装订。毕业论文（毕业设计说明书）应按统一的规范要求进行打印和装订，需注意的问题主要有以下几个方面：

1) 应合理运用篇、章、节的编排结构以使文章具有层次。毕业论文（毕业设计说明书）的章、节、条、目等应有标题。书写方法可参照下列格式（“#”代表空格）：

第1章# ××××（居中题）

1# ××××（边题或居中题）

1.1# ××××（边题）

1.1.1# ××××（边题）

1.1.1.1# ××××（边题）

(1) ××××（段首标题）#

1) ××××（无标题）#

a. ××××（无标题）#

附录A# ××××（边题或居中题）

A1# ××××（边题）

A1.1# ××××（边题）

A1.1.1# ××××（边题）

2) 应注意名词、名称的合理使用。毕业论文（毕业设计说明书）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，尚未编定和用法有争议的，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。

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

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“+”、“-”等）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，也可按章单独立序号，如（49）或（4-11），采用哪一种序号应和稿中的图号、表号编法一致。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