

第一章 绪论

第一节 毕业设计(论文)的目的、作用和要求

毕业设计(论文)是完成大学本科教育的最后一个教学环节,也是最重要的实践性教学环节。

目前,我国工院校的学生在大学期间的整个学习过程中要经过以下三个主要阶段。

第一阶段为基础课学习阶段,主要为大学一年级和二年级上学期,这一阶段是学生从中学学习到大学学习的过渡阶段,着重培养学生的独立学习能力,使学生学会学习并受益终身。

第二阶段为从自然科学基础理论学习到工程技术学习的过渡阶段,主要从二年级下学期到四年级上学期。这一阶段,主要是专业基础课和专业课的学习,着重加强对学生的工程专业训练,使学生建立扎实的工程专业理论和提高实践能力。

第三阶段为从学校学习到工作岗位的过渡阶段。这一阶段主要是培养学生的综合分析和解决问题的能力、组织管理和社交能力,使之在独立工作能力方面上一个新台阶。毕业设计(论文)属于这一阶段。

经过三年半的学习,学生基本掌握了所学的基础理论知识和专业知识。毕业设计(论文)阶段,既是所学理论知识巩固深化的过程,也是理论与实践相结合的过程。

一、目的、作用

毕业设计的基本教学目的是培养学生综合运用所学知识和技能,分析与解决工程实际问题的能力,使学生受到工程技术和科学技术的基本训练以及工程技术人员所必需的综合训练,并相应地提高各种能力如调查研究、理论分析、设计计算、绘图、试验、技术经济分析、撰写论文和说明书等。通过毕业设计使学生初步形成经济、环境、市场、管理等大工程意识,培养学生实事求是、谦虚谨慎的科学态度和刻苦钻研、勇于创新的科学精神。

经过严格的毕业设计(论文)训练,大学生步入工作岗位后可以较快地适应工作,缩短理论到实践的过渡阶段。

二、基本要求

1. 选题

为了达到毕业设计(论文)的教学目的,除了要求指导教师具有丰富的教学经验,能充分调动学生的积极性外,毕业设计(论文)课题的选择也是非常重要的。学生选题应遵循“与专业相关”、“难易程度适当”并与工程建设实践和科学研究课题相结合的原则。所选课题要有代表性、科学性,深浅适当,有利于学生巩固所学知识,有利于培养和锻炼学生的综合能力,有利于培养学生的开拓、创新精神。毕业设计的选题还要具有实践性,尽量做到真题真做,使学生提前接触工程实际。毕业论文的选题还要具有前沿性,在老师的指导下经过努力,有一定的突破

和提高。

2. 毕业设计基本要求

公路与城市道路工程专业的毕业设计, 要求学生在教师的指导下完成某一路段实际工程的全部或部分设计任务, 在公路与城市道路的路线方案拟定、路线平纵横设计、桥涵选型与设计、挡土墙等结构物布置、交叉口规划与设计等各个方面都得到锻炼。

(1)通过毕业设计 进一步提高和训练学生的工程制图、理论分析、结构设计、计算机应用、文献检索和外语阅读等方面的能力, 使学生全面了解本专业的工程设计过程, 基本掌握公路与城市道路的设计方法, 熟悉有关规范、手册和工具书的查阅与使用方法, 增强学生走向工作岗位后的适应能力。

(2)培养和提高计算机应用能力。毕业设计中的大部分图纸可以采用现有 CAD 软件绘制, 为了提高学生的编程能力, 应要求学生自己编写平面计算、纵断面计算和路基设计表计算等程序上机计算。在整个毕业设计阶段, 每个学生的上机机时不少于学校规定的机时。

(3)提高外语水平。在毕业设计期间, 每位学生至少参阅一篇 1 万个以上字符的与其设计有关的外文资料并写出中文读书报告, 或者完成 8000 个以上印刷字符的外文专业翻译。外文原文可由指导教师指定或者由学生自选并经指导教师认可。设计说明书的提要部分要求中外文对照撰写 篇幅一般在 500~1000 个汉字。

(4)成果要求。每位学生应提交设计说明书、计算书和有关图纸。说明书应参照工程设计说明书的格式撰写 力求简明扼要、说明问题、文理通顺、条理清楚。计算书是设计中有关计算的方法和过程 要求计算理论、方法和结果正确 数据可靠 对要求编程电算部分的内容 要附有计算机程序和电算结果。本专业毕业设计要求学生应完成 4km 以上路段的道路设计工作, 提供的图纸包括路线平面图、纵断面设计图、横断面设计图、路面结构设计图、挡土墙设计图、路基路面排水设计图、小桥涵总体布置图、直线曲线及转角表、路基设计表、土石方数量计算表(包括土方调配)、施工组织与概预算等。上述图纸采用计算机绘制的数量不少于 50% 小桥涵、挡土墙及排水设计图纸要求达到工程初步设计深度, 其他图纸要求达到施工图设计的深度。图纸是工程师的语言, 要能正确表达设计意图, 符合国家标准及有关设计规范, 投影正确, 线条和尺寸标注规范 图面要求排列整齐、布置合理、疏密匀称、清洁美观。

3. 毕业论文基本要求

工科专业的大学生毕业以后, 大多数到工程单位从事工程的规划、设计与施工管理等工作, 但也有相当数量的学生到科研单位或者攻读硕士学位, 将来主要从事科学研究工作。因此, 作为本科学生的实践环节, 除了大部分学生进行毕业设计外, 应有一部分学生通过必需的调查研究, 撰写毕业论文, 使他们在科学研究方面受到专门的训练, 为将来从事科研工作打下基础。

毕业论文应能表明作者确已较好地掌握了本门学科的基础理论、专门知识和基本技能, 并具有从事科学研究工作或担负专门技术工作的初步能力。毕业论文的撰写要符合科技论文规范 系统完整 包括题目、摘要、目录、前言、正文、小结或结论、参考文献等 要求立论正确、数据可靠、计算准确、文理通顺、书写工整、装订整齐。

(1)题目。应以最恰当、最简明的词语来准确地表达文章的中心内容, 恰如其分地反映论文研究的目的、范围和所达到的深度, 突出论文内容的独创性, 又要新颖醒目。论文题目要对论文起画龙点睛的作用, 对读者有一定的吸引力。应该避免使用不常见的缩略词、首字母缩写字、字符、代号和公式等。题目的文字必须简洁凝练、高度概括, 一般不超过 20 字。

(2)摘要。根据内容的不同,可分为三类:①指示性摘要,又叫简介。它只是简要地说明论文的对象和探讨的范围,给读者一个概况的了解,以便循次查找原文。资料性摘要,又叫情报性摘要。它以提供资料、数据为目的,也可以涉及一些结果和讨论。报道性摘要,又叫文摘。大多数论文的摘要是报道性摘要,它是论文的内容不加注释和评论的简要陈述,它的内容一般应包括研究的对象、目的、方法、研究获得的结果或结论及其应用范围和意义。重点是结果和结论,特别要突出创新性成果。应能把毕业论文的主要内容和成果以高度概括的语言摘录提示出来,使读者一看就能了解文章的概貌。论文被文摘性刊物索引的情况是论文水平高低的标志之一,而且索引与否的主要依据是论文的题目和摘要,大多数读者也常常是先检索到论文题目和摘要,然后再决定是否阅读全文,因此,写好论文的题目和摘要至关重要。毕业论文除了表达科学技术研究成果外,为申请学位的需要,还必须反映作者掌握基础理论和专业知识的情况,反映作者对本课题的研究深度,同时还应便利学位评审工作的进行。因此,毕业论文的摘要部分的写作有不同于学术论文的特殊性,主要是内容较详尽,篇幅较长,字数一般有2500~3000字。

(3)引言。又称前言、导言、绪言、概述,是论文的开场白,起到提纲挈领的作用。它一般包含下述三项内容:①课题的研究背景,包括研究工作的目的、范围、相关领域的前人工作和知识空白。课题研究的理论依据和试验依据,研究设想、研究方法和试验设计,可能出现的问题和解决的办法等,必要时还应对采取的方法和使用的概念、术语做出解释或说明。简要说明获得的研究结果或结论及其意义。写作引言应力求言简意赅,不要与摘要雷同,不要成为摘要的注释。写作引言要实事求是,避免自我吹嘘和套话空话。

同样,毕业论文前言部分的写作也有不同于学术论文的特殊性,除包含上述三个方面外,还要求:①对研究课题和选择这一课题的原因作较详细的说明;②有关历史回顾和前人工作的综合评述,以及理论基础的分析等,可以单独成章,用较长的篇幅叙述;③对研究要解决的问题、研究工作的界限、规模和工作量作必要的说明。

(4)正文。正文是论文的核心部分,所占篇幅最多。不同类型的毕业论文,结构也不同。理论型毕业论文有三种结构方式:①证明式。先给出定理、定义,然后逐一证明,主要运用于数学、理论物理等学科的论文的写作中。剖析式。将研究的理论问题,或者按并列的横式关系,或者按递进的纵式关系,分解为若干方面,逐一进行论证。试验型。先进行理论分析论述,然后进行试验验证或实例证明。对于这类论文,科学试验是科学研究的重要手段,撰写论文往往以试验资料为依据,对试验结果进行理论上的分析、论证和探讨,阐述研究对象的内在联系和客观规律。

正文的写作要求数据可靠、计算准确、理论分析正确、公式推导严密,并且要层次分明、条理清楚、结论明确。对应用型论文还特别强调对研究成果的应用方法,使读者能够方便地应用。

(5)结论。得出有意义的结论是科学研究的最终目的,小结或结论是整篇论文的终结。结论的内容要正确客观,一般要有新意。在试验、分析、研究中得到的有意义、有价值的结果都要写出来,但做了研究而未得到有意义的结果也要在结论中提及,以便为进一步研究指明方向。对于已有定论而在试验中又证实的结果,不必写进结论,若一篇论文的结论都是已有定论或似曾相识,那么这项研究是重复的而无意义。允许由结论做一些推论,但要适可而止,不要与研究结果偏离太远。结论的撰写要简明扼要、条理清楚、用词恰当。

(6)参考文献。凡是论文中引用的他人数据、材料、理论和论点,均应按论文中出现的先后

次序标明引用号，并在论文最后依次列出该参考文献，便于读者查阅。参考文献条目的书写内容和次序一般为：

书籍 引用号 作者姓名 书名 出版地点 出版社 页次 (或范围) 年份。

期刊 引用号 作者姓名 题目 刊名 年份 卷、期数 起讫页。

4. 指导教师的要求

毕业设计(论文)一般需具有讲师或以上职称并有一定实践经验的教师指导，指导教师应根据课题性质和要求编制任务书 经教研室审查、院系 批准后下达给学生。教师要指导学生制订工作计划，定期有准备地为学生答疑，仔细审阅学生的成果，及时给予指导。在设计期间要有计划地组织阶段性讨论，锻炼学生的表达能力。在指导过程中，教师必须坚持把培养人才放在首位，着重注意对学生各方面能力的培养，充分发挥学生的主观能动性，避免以某种条条框框把学生框死 坚持教学基本要求 保证毕业设计(论文)质量 积极贯彻因材施教原则 对有余力的学生可列一些有意义的专题进行研究；坚持教书育人，为人师表，具有奉献精神。

5. 时间安排

毕业设计(论文)时间一般为 11 周 要求学生用 10 周的时间完成规定的设计(论文)任务，评阅、答辩和评分时间安排 1 周。

第二节 公路工程基本建设程序

公路工程基本建设一般分为三个阶段：前期工作阶段、设计施工阶段和竣工验收试运营阶段。在实施过程中必须严格遵守从设想、选择、评估、决策、设计、施工到竣工验收、投入生产的基本建设程序，因为它科学地总结了建设工作的实践经验，反映了工程建设的客观自然规律和经济规律。

前期工作阶段的主要内容有：①根据国民经济和社会发展的长远规划，结合行业和地区发展规划要求，进行工程规划；②根据长远规划或项目建议书，进行可行性研究；③根据可行性研究 编制计划任务书。

设计施工阶段的主要内容包括：①根据批准的计划任务书进行现场勘测，编制初步设计文件和概算；②根据批准的初步设计文件，编制施工图和施工图预算；③列入年度基本建设计划；进行施工前的各项准备工作；⑤编制实施性施工组织设计及开工报告，报上级主管部门审批；⑥严格执行有关施工的规程和规定 坚持正常施工秩序 做好施工记录 建立技术文档。

竣工验收试运营阶段主要是编制竣工图表和工程决算，进行竣工验收并交付建设单位试运营。

下面简要介绍工程规划、可行性研究和设计文件编制的主要内容和要求。

1. 工程规划

规划是工程建设前期工作阶段的主要内容之一，应根据国民经济和社会发展的长远规划，结合行业和地区发展规划要求，提出工程建设规模、建设方案、建设资金筹措等主要关键问题的设想，对工程建成后的经济效益和社会效益进行初步分析与估计。在此基础上编制项目建议书，工程项目建议书的主要内容包括：

项目建设的必要性和主要依据；

建设规模、建设地点的初步设想；

工程建设条件和外部协作条件的初步分析；

对环境的影响评价及保护措施；
投资估算和资金筹措设想以及偿还能力的测算；

⑥经济效益和社会效益分析；

⑦建设工期的初步安排。

2. 工程可行性研究

可行性研究是在项目建设前必须进行的各项研究工作的最重要阶段，其主要内容是通过全面的调查研究和工程勘察、测量等工作进行技术、经济论证分析、判断建设项目的技术可行性和经济合理性，为工程项目的决策提供依据。待项目建议书批准后，方可进行可行性研究工作。可行性研究视工程的规模一般分两阶段，即初步可行性（预可行性）研究和工程可行性研究，对小型不复杂的工程亦可直接进行工程可行性研究。

初步可行性研究是项目建议书与工程可行性研究之间的中间阶段，主要是复查、落实项目建议书中提供的投资机会，对不同的建设方案做出粗略的分析、比选，明确项目中哪些问题是关键，是否有必要列专题研究。初步可行性研究在内容结构上与工程可行性研究基本一致，但论证依据不需过分详细，数据资料的准确程度也不要求很高，有关费用可以从现有的可比项目中参考得出。工程可行性研究的内容一般包括：

工程项目的背景。论述建设项目的任务依据、历史背景和研究范围，提出可行性研究的主要结论。

现状及问题。调查及论述建设地区综合运输网的交通现状和建设项目在交通运输网中的地位与作用，论述原有公路的工程技术状况以及不适应的程度。

发展预测。进行全面的交通调查和经济调查，论述建设项目所在地区的经济特征，研究建设项目与经济发展的内在联系，预测交通运输量的发展情况。

公路建设标准和规模。论述项目采用的等级及其主要技术指标和建设规模。

建设条件和方案选择。调查建设项目所处地理位置的地形、地质、地震、气候、水文等自然特征，建筑材料来源及运输条件；进行路线方案的比选，提出推荐方案的走向和主要控制点；评价建设项目对环境的影响，并提出合理的保护环境的措施。

⑥投资估算与资金筹措。包括主要工程数量、公路建设用地和拆迁、单价拟定、投资估算及资金筹措等。

⑦工程建设实施计划。包括勘测设计和工程施工的计划与要求、工程管理和技术人员的培训等。

⑧经济评价。包括运输成本等经济参数的确定，建设项目的直接经济效益和费用的估算，进行经济评价敏感性分析，建设项目的间接经济效益分析。收费公路还需做财务分析。

⑨问题与建议。客观地说明可行性研究中存在的问题，相应地提出对下一步工作的建议。

必须强调指出，工程可行性研究必须实事求是，尊重客观经济规律，使可行性研究工作确实起到“把关作用”，使项目投产后能达到预期的效果，减少投资风险。“不可行”的研究结果，也是一个成功的可行性研究报告，从避免造成投资浪费的意义上讲，其价值更高。切忌那种一开展可行性研究工作就在主观上形成必定“可行”的不实事求是的做法，更应避免站在本单位立场上，不顾国家大局而想方设法使研究结论成为“可行”。

3. 工程设计

(1) 设计阶段和设计文件编制

工程可行性研究报告经主管部门审查批准后，即可进入工程建设的第二阶段，即设计施

阶段。

根据工程的性质、复杂程度等具体情况，工程设计可以采用一阶段设计、两阶段设计和三阶段设计。

设计文件是公路勘测设计的最后成果，经审查批准是公路施工的依据，其组成、内容和要求随设计阶段不同而异。

根据《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》的规定 设计文件的组成和内容如下：

初步设计文件

初步设计文件由总说明、路线、路基路面、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、沿线设施及其他工程、环境保护、筑路材料、施工方案、设计概算共 11 篇组成。

施工图设计文件

施工图设计文件由总说明、路线、路基路面、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、沿线设施及其他工程、环境保护、筑路材料、施工方案、设计预算共 11 篇组成。

设计单位编制设计文件时，均应按上述要求执行。学生在完成毕业设计任务，提供成果文件时，可以参考上述要求。

(2) 工程设计的依据

工程设计需要有以下资料或设计依据：

工程建设单位的设计委托书及工程勘察设计要求；

经国家或行业主管部门批准的设计任务书；

规划部门、国土部门批准的建设用地红线图；

国家或行业的有关设计规范和标准 如《公路工程技术标准》、《公路路线设计规范》、《公路路基设计规范》、《公路沥青路面设计规范》、《公路水泥混凝土路面设计规范》、《公路排水设计规范》、《公路桥涵设计通用规范》等；

地质部门提供的地质勘察资料，对工程建设地区的地质构造、岩土介质特性等的描述与说明；

⑥ 其他自然条件资料，如工程所在地的水文、气象条件和地理条件等；

⑦ 工程建设单位提供的有关使用要求。

(3) 设计工作原则

遵守国家的法律、法规 贯彻执行国家经济建设的方针、政策和基本建设程序 特别应贯彻执行提高经济效益和促进技术进步的方针；

要从全局出发，正确处理工业与农业、安全实用与经济效益等方面的关系；

要根据国家的有关规定和工程的不同性质、不同要求，从实际出发，合理确定设计标准，并在设计中严格遵守；

工程设计要力求做到先进适用、经济合理和安全可靠，并且要保护环境。

第三节 毕业设计教学工作程序

在毕业设计中学生不可能完整地履行公路设计的全过程，而只能进行其中的一些重要的设计环节或公路某一组成部分的设计工作。

毕业设计教学和正常课堂教学有明显的变化，主要特点有以下几方面：一是教学时间集中且教学任务单一 基本上没有其他课程；二是学生走出课堂 走向社会 学生主要向实践学

习三是每天无课程表 教学按毕业设计工作程序、分阶段进行。尽管如此 毕业设计工作中总的要求、时间、工作程序和教学环节还是统一要求的 只是具体的安排允许有一定灵活性。

毕业设计的教学工作程序归纳如图 1-1 所示。可以看出 毕业设计教学涉及行政领导、教师、学生三方面 表中左侧为行政领导的工作 右侧为师生工作。但学生应是主体,要密切结合工作程序主动安排学习计划。

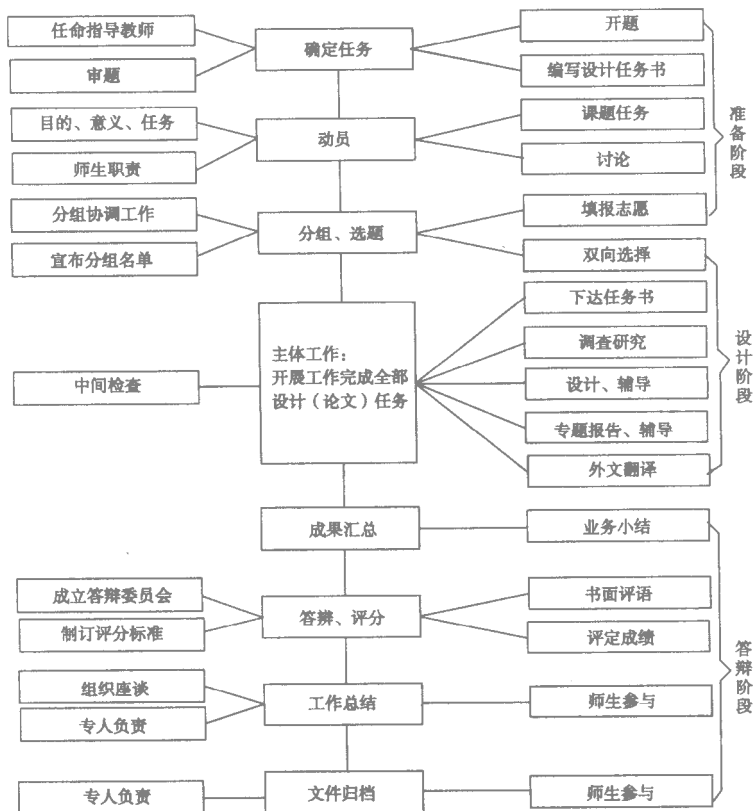


图 1-1 毕业设计(论文)教学工作程序

毕业设计一般可分为准备阶段、设计阶段和答辩阶段。下面分别介绍各阶段的主要工作。

一、准备阶段

1. 选题

设计题目的选择是毕业设计的开始,题目选择是否合适直接影响到毕业设计的质量。选题的原则首先是要满足教学大纲的各种要求,如通过设计使学生能全面了解和熟悉工程设计的内容和过程,提高综合运用所学基本理论知识分析和解决实际问题的能力,在计算机应用、设计文件编制、绘图和外语等方面都得到锻炼和提高,达到基本掌握工程设计步骤与方法,初步具有工程设计能力的目标。这就要求选择的设计题目要内容全面、完整、结合工程实际。

选题的另一个基本原则是要有科学性,选题深浅程度要适中,既要求知识面广,又要在某一方面有一定深度。毕业设计时间一般为 10 周左右,在如此短的时间内,要初学者全面完成一个工程的设计是不可能的,必须对设计内容有所删减,使学生参加最重要的阶段,富有创造性的工作内容如方案设计、平面设计、纵断面设计、横断面设计等并且不做重复工作。其他如调研、搜集资料等方面,可不安排学生参加,由教师做介绍、补充讲解也可以达到教学目的。

2. 熟悉设计任务书

设计任务书是设计的依据，一般包括建设项目的目的背景和要求、项目的规模和投资、当地的施工条件、能源供应和材料供应情况等内容。熟悉设计任务书是做好设计的前提，设计人员必须认真研究设计任务书，分析各种条件和设计要点，对设计中的关键问题拟定初步的处理方法。

3. 准备设计资料

在分析、研究设计任务书的基础上，认真准备设计中用到的各种设计资料，如有关的国家标准和规范、有关的各种参考书、手册等都要在设计开始前准备好，以便提高工作效率。

二、设计阶段主要工作内容

设计阶段是毕业设计的主体，本阶段的任务就是在教师的指导下独立完成某个工程的设计工作。具体内容包括资料整理与分析、方案比选、平面设计、纵断面设计、横断面设计、排水设计、交叉设计等、设计文件编制和图纸绘制。

1. 资料整理与分析

设计资料是设计的客观依据，必须认真客观地分析。首先要对设计任务书中提供的各种资料加以理解和必要的记忆，明确它们对设计的影响。在头脑中对工程要求、自然条件、材料供应情况和施工条件等构成一幅明晰的画面。其次要对资料进行分析、概括和系统地整理，从中抽取、确定有关设计数据。

地形资料是毕业设计的主要基础资料，在分析时要与工程各种建筑物的平面布置结合起来，指出地形条件对工程的有利因素和不利因素，以便在路线方案选择中能充分利用有利地形，达到节约工程投资的目的。

建筑物的结构形式常常取决于工程地质情况，在分析地质资料时，应根据设计任务书提供的地质钻探资料绘制纵向和横向的地质剖面图，了解工程建设区域内土层变化情况及各土层的土质情况，确定工程建筑物的结构形式。例如在桥梁工程设计的资料分析中，要根据各土层的物理力学性能指标，确定其承载能力，从而选择合适的桥梁基础结构形式。

水文资料主要是水位、水流和波浪。水位变幅会对工程的使用、建筑物的结构形式、工程的施工等有影响。

气象资料包括风、雨、雾和气温。在分析时，首先要确定强风向和常风向，它们对工程平面布置影响较大。

材料供应情况也是确定工程建筑物结构形式时要考虑的重要因素之一，必须分析建筑材料对工程施工、工程质量和工程造价等方面的影响。例如了解材料的数量、质量和价格，尤其是当地砂石类材料是否丰富、及时等，以便合理地确定建筑物结构形式，合理地安排施工计划以及比较准确地核算工程造价等。

在施工方面，要分析现场的施工场地情况、水电供应情况、道路交通情况以及自然条件对施工的影响情况等，以便确定合理的、切合实际的工程施工方案。此外，还要了解当地或附近施工单位的技术力量、机具性能等情况，注意施工能力与结构选形的联系，使得设计方案能够实施。

2. 路线方案选择

本阶段工作要达到初步设计的深度要求，在对地形、地物、水文、地质等资料分析的基础上，拟定 2~3 个可行的方案，列出各方案在工程难易、营运、施工、养护管理以及对环境的影响。

等方面的优缺点和工程造价进行全面的经济技术论证，择优选用。具体方法见第九章。

3. 路线平面、纵断面及路基路面设计。

4. 排水设计。

5. 设计文件

毕业设计文件包括设计说明书和计算书。说明书交代设计内容、设计意图。计算书交代设计中的具体计算方法和过程。路面设计、桥梁设计需要提供计算书。

设计说明书的编写要力求简明扼要、条理清楚，并附有必要的图表。说明书的提要部分简要介绍设计任务和主要设计成果，一般要求用英文撰写。正文部分的具体内容包括：简述设计任务、设计依据和标准，给出设计基础资料和分析与整理的结果和设计主要成果。

6. 设计图纸

图纸是工程师的语言，是工程设计的主要成果。鉴于毕业设计的时间限制，结合本专业的特点，一般要求绘制路线平面图、纵断面图、路基标准横断面图、横断面设计图、路面设计图、路基排水设计图等主要图纸，编制直线、曲线及转角表、逐桩坐标表、路基设计表、路基土石方数量计算表等表格，其中有一部分图纸需要用计算机绘图。

上述内容的详细要求参见第十一章。

三、毕业设计答辩

答辩是毕业设计工作的最后阶段，是锻炼学生的口头表达能力、反应能力和分析实际问题能力的重要环节，每个学生都必须进行毕业设计答辩。在答辩过程中，设计者要对自己的设计任务、设计过程和设计成果进行简要地介绍，并回答答辩委员提出的各种问题。

第二章 总体设计

第一节 总体设计的任务

一、概述

高速公路和一级公路是公路网中的干线公路，具有重要的政治、经济意义，是为直达快速交通运输服务的，具有车速高、通过能力大、完全或部分控制出入、技术标准高、设施完善等特点，与二级及二级以下公路相比，高速公路和一级公路在车辆运行方式、路线几何构造（平面、纵断面线形、横断面构造）桥涵构造物、附属设施等各个方面都有更高的要求。鉴于高速公路和一级公路在路网中的作用及其对行经地带的交通、经济、土地开发等的影响范围较其他公路都大，它的工程设施完善、投资很大，而且技术复杂、涉及面广，一旦建成很难改变，为此，高速公路和一级公路强调周密安排，要求总体设计。

总体设计除要对路线方案做出选择外，还需要对公路设计中的一些重大原则问题做出确定，如设计速度和车道数、设计路段长度、互通式立交与大中桥及长大隧道的设置、附属设施的布局 and 位置、收费制式和方式、分期修建、环境保护以及其他重大问题等。

二、总体设计的基本任务

总体设计是在项目工程可行性研究报告所作项目建设必要性、经济合理性、技术可行性、实施可能性和最佳综合社会效益发挥的可靠性等综合研究的基础上，对路线做出的全面安排。包括如下几方面：

（一）路线方案

路线方案是根据指定的路线总方向（路线起终点和中间主要控制点）和设计公路的性质、任务及其在公路网中的作用，考虑了社会、经济因素和复杂的自然条件等拟定的路线走向。路线方案是否合理将直接关系到公路本身的工程投资、运输效率和使用质量，还影响到在公路网中是否起到应有作用。因此要在各种可能的方案中，通过调查分析、比选，确定出一条最优路线方案来。

高速公路和一级公路的任务主要是解决起终点间繁重的直达客货运输，不可过多偏离路线总方向，应尽量缩短运输里程，减少行程时间，降低行车费用和事故率。布线时要考虑的问题有：

1. 起终点的位置

高速公路和一级公路一般都以重要城市、港站、码头或大型工矿基地为起讫或中间控制点，其具体位置应根据路网规划的路线总方向和城市规划方案综合考虑选定。重要城市、港站等是公路交通量的集中生成源，上下高速公路和一级公路的车辆期望以最短行程出入，城区车

辆的集散应在相应的区域或路段内迅速完成。为此，高速公路和一级公路起终点位置宜靠近城市出入口或接于城市外环线上。

2. 跨界公路接线点位置

目前我国高速公路和一级公路建设的管理体制是分块由省、市、自治区立项建设和运营管理。对跨省、市、自治区的公路接线点，应在符合规划路线总方向的前提下全面考虑社会综合效益，由用路双方协商确定。并同时商定交界路段的建设规模、设计标准和建设时间，避免出现建设不一致性，从整体上影响社会综合效益的发挥。

3. 经过沿线城镇的路线布置

高速公路和一级公路是为起终点间直达快速交通运输服务的，这一性质决定了它与沿线一般城镇的关系。但其中有些城镇原本就是区域公路网中的重要结点，为吸引沿线交通量和促进地区发展，路线不宜离开城镇太远。应结合城镇发展规划，确定其连接方式（穿越、绕行或以支线连接）和地点。一般以距城镇规划区 2~5km 为宜，最大不要超过 8km。

4. 立体交叉

一条较长的高速公路和一级公路起终点之间会有与之相交的其他道路（包括与沿线重要城镇的连接支线），应根据相交公路的等级、使用任务和性质、交通条件、社会条件、自然条件等决定交叉类型（分离式或互通式，一级公路可以是平面交叉）和相交位置。对互通式立体交叉位置的选择应考虑高速公路和一级公路本身立体交叉的整体布局、横向交通的便利以及相交道路的集散作用等。

5. 高速公路集散道路、辅道、路线布置

由于修建高速公路要改变原有交通路线或因为减少与高速公路相交次数而合并几条相交道路时，须考虑设置平行于高速公路的集散道路，或为排除混合交通，需要修建辅道等，都要在高速公路选线设计中做出整体考虑。

在确定路线控制点时，路线起终点、指定必须连接的城镇、指定的特大桥和特长隧道位置等为路线总方向的控制点，大桥、隧道、互通式立交、铁路立交等的位置，原则上应服从路线走向，一般可作为路线走向控制点。

（二）处理好路线分段

一条长的高速公路或一级公路可能通过不同的地形分区，要注意根据地形特征，合理地确定地形类别、设计车速。设计车速不同的路段其过渡要均衡，不应出现突变。相邻设计路段的衔接点，应选择使驾驶人员能够明显判断前方情况将发生显著变化而需要改变行车速度的地点，如村镇、桥梁、交叉口或地形变更等处。

高速公路或一级公路行经地区的交通量变化较大时，可能出现车道数的变化。当出现这种分段时要选择好衔接地点（如互通式立交），处理好衔接前后的过渡段的线形设计。

（三）确定车道数

高速公路或一级公路的车道数应根据拟建公路的服务水平、设计通行能力和远景（或规划）设计年限的预测交通量，并结合拟建公路的功能、车辆组成、投资力量及工程艰巨程度等因素确定。

（四）线形设计

公路线形系指由公路平、纵、横三个方面组成的立体形状。公路的基本形状是由选线定下来的，从这个意义上讲，选线时就已经开始了线形设计的工作。但是此处所讲的线形设计是狭义的，仅指路线既定以后，平纵面线形要素的组合问题。

公路线形严格限制着汽车行驶的安全性、舒适性及经济性，还直接影响建成后的使用质量和经济效果，所以线形设计是非常重要的。高速公路车速高，为保证行车安全，线形设计就显得特别重要。

《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)(以下简称《标准》)规定“路线设计应根据公路等级及其功能正确运用技术指标保持线形连续、均衡确保行驶安全舒适高速公路、一级公路应做好总体设计使各技术指标的设置与平、纵组合恰当线形平面顺适、纵面均衡”。《公路路线设计规范》(以下简称《规范》)要求高速公路应注意立体线形设计尽量做到线形连续、指标均衡、视觉良好、景观协调、安全舒适。上述规定和要求的中心意思可用这样一句话来表达那就是：在保证使用任务和经济合理的前提下，尽量修建安全度高、舒适的公路。对于行驶力学方面的要求，已体现在一些技术指标中，不难满足。而如何才能满足驾驶人员视觉和心理方面的要求正是目前线形设计所考虑的问题。

公路是一个带状构造物，反映在驾驶人员眼里的是它的立体形状。研究或评价线形的好坏时，应以平面、纵断面组合的立体线形为主要对象。公路线形的好坏，从公路使用者的角度来看可从经济性、快速性、安全性和舒适性四个方面来评判其中又以安全性和舒适性的感受最为直接。为此平、纵线形组合时应注意如下基本原则：

1. 应在视觉上能自然地诱导驾驶员的视线，并保持视觉的连续性；
2. 平、纵面线形的技术指标应大小均衡使视觉上、心理上保持协调；
3. 在保证有足够视距的前提下，驾驶员看到前方的弯曲一般不宜超过两个，立面上起伏不超过三个；
4. 选择组合得当的合成坡度，以利路面排水和行车安全。

(五) 景观设计

安全和舒适是高速公路路线设计阶段所要追求的重要目标之一，也就是说，这个期间的一切设计构思和措施都应围绕着这个目标进行。驾驶员或乘客的舒适感和安全感是通过视觉和运动感得到外界信息后，在身体上和心理上的综合反应。这些信息来自两个方面：一是公路内部的线形协调；二是公路与周围环境的外部协调。前者表现为线形设计，后者则属于景观设计的范围。各种调查结果显示，线形和景观对驾驶员舒适性影响的程度，大约各占一半，这说明高速公路重视景观设计是有充分理由的。

公路景观设计是使公路立体线形与桥梁、隧道、边坡、沿线设施等人工构造物构成同自然景观相协调的建筑群体，具体要求：

1. 通视良好

要求路线平、纵、横各组成部分的空间充裕以保证必要的视距与视野使驾驶员与乘客感到线形流畅、景观协调、行车安全舒适。

2. 诱导视线

各种设施所构成的视觉系统，应使驾驶员在视觉上能预知公路前方方向和路况的变化，并能有效地采取安全行驶的措施。

3. 景观协调

公路的各种构造物本身不仅要造型美观，而且要同自然景观融为一体，尽可能减少和消除公路对自然景观的破坏。高速公路经过历史文化古迹时要注意保护和利用古迹创造景点。

4. 建设风格

要充分利用各种沿线设施和绿化手段，改善沿线景观，并在不同自然景观路段，形成各具

特色的建筑风格。

（六）沿线设施

根据公路的功能、设计交通量、通行能力及需要的服务水平，研究确定拟建公路的安全设施、管理设施、服务设施以及监控、通信、照明等的合理布局和建设规模，并检查与公路主体工程设计和环境的适应情况。收费公路还应论证收费制式、收费方式及站点布置。

（七）分期修建

由于我国四车道高速公路横向分期修建的教训极为深刻，故《标准》明确规定高速公路整体式路基不得采用横向分幅分期修建。

一级公路和采用分离式路基的高速公路进行分期修建时，必须遵照统筹规划、总体设计、分期实施的原则，使前期工程在后期仍能充分利用。

第二节 技术标准的确定

技术标准的确定是一项科学性极强、涉及因素广泛的工作，是公路勘察设计的前提条件。技术标准主要依据公路网规划，从全局出发，按照公路的使用任务、功能和远景交通量综合确定。对于山区高速公路，除考虑这些重要因素外，还要着重从路线走廊的地形、地质、水文条件和环境保护的要求等方面入手，从实际出发进行全面的分析论证。

一、技术标准确定依据的主要因素

1. 规划路网的层次对技术标准的影响

规划路网的层次对技术标准的拟定有较大的影响，在全国公路网中，国家级主骨架公路网占主导地位，网中的公路应采用高的技术标准，而省级及区域级主骨架公路网中公路的技术标准一般要低于国家级路网，但有时由于区域城镇布局、经济组团布局等因素的影响，这些公路也十分重要，技术标准应适当提高。

2. 公路的使用任务、功能对技术标准的影响

位于同一路网层次的公路，由于使用任务与功能的不同其技术标准也不尽相同。高速公路按其使用任务、功能可分为四种：一是连接两个重要经济中心的公路，往往是国家主骨架公路网的组成部分，如是平原区高速公路，应采用高的技术标准；对于连接两个相距较远的重要经济中心的山区高速公路，其技术标准的定位不需过高；二是连接两条主骨架道路的高速公路，由于主骨架道路承担了主要方向的交通，拟建项目仅起到路网的连接作用，其技术标准可适当降低；三是连接区域内经济组团或位于中心城市外围的进出口公路，这类公路十分重要，应选择较高的技术标准；四是旅游或兼有旅游性质的高速公路，应注意选择的技术标准对自然景观的影响。特别是山区高速公路，过高的技术标准会对自然景观产生破坏，较高的车速也不利于游客的观光，应选择适当的技术标准。

3. 设计远景交通对技术标准的影响

应根据拟建项目初拟的技术标准和公路的交通组成，分析其通行能力，结合预测的远景交通量选择合理的技术标准。特别是路基横断面各部分的尺寸，必要时可根据各特征年交通量的预测值加以详细分析。由于同一技术标准所适应的交通量是一个变化范围，其与相邻技术标准所适应的交通量也有重叠范围，选用技术标准时应引起注意。

4. 路线走廊的选择对技术标准的影响

路线走廊不同，交通吸引能力可能也不同，因此路线走廊的选择对技术标准的拟定会产生一定的影响，这种影响平原区高速公路一般比山区高速公路明显。在山区，由于公路所处的地理位置及所处路网的特殊性，一般情况下，不同路线走廊对交通的吸引能力差异不大，对技术标准拟定的波动性影响较弱，而路线走廊内复杂的自然条件是影响技术标准拟定的关键因素。因此应充分了解和查明走廊内的地形、地质和水文条件，依据初拟的技术标准，按照相应的技术指标要求，对不同路线走廊进行布线，研究在不同技术标准条件下路线平纵面指标的变化情况和典型工程的分布情况，定量分析拟定标准的合理性。

5. 环境保护对技术标准的影响

环境保护是评价技术标准运用合理性的重要指标，因此应首先研究在拟定的技术标准前提下，路线布设对环境的影响程度。在山区要重点分析生态环境和水环境，了解和掌握区域生态环境的特点和水资源的分布情况，结合路线布置情况，从定性和定量两方面综合论证技术标准的合理性。

6. 工程造价对技术标准的影响

较高的技术标准必然有较高的工程造价，有时采用不同的技术标准其工程造价有较大的差异，但有时技术标准的波动对工程造价影响的量级不大。因此，应按照不同技术标准的工程造价，结合前述因素进行综合分析，根据建设项目资金筹措的方式和数量，从公路的建设需求和国家、地方的财政投入几方面综合考虑技术标准的合理性。

二、技术标准的变化

对于大型公路建设项目而言，技术标准并不是一成不变的，选择标准和指标应有区别。对于高速公路尤其是山区高速公路，应因地制宜，不同路段的技术标准可适当变化。合理的变化不仅不会影响公路的使用功能，相反会有利于环境保护，减小工程量，降低工程造价。为保证车辆的良好运营，《规范》对同一标准的最短设计路段作了规定，高速公路最小设计路段一般不宜小于 15km，并且相邻设计路段的计算行车速度之差不宜超过 20km/h。路线分段和技术标准的变化一般应从以下几方面入手：

1. 路段交通量的变化

交通量是拟定技术标准的基础条件。根据路网规划与现状、城镇布局等因素确定的路线结点，对结点间路段的交通量有一定影响，因此，技术标准可根据路段交通量的变化进行必要的调整。按照高速公路不同技术标准所适应的交通量，在考虑技术标准变化时，路段交通量的差异一般应在 5000 辆 / 日以上。

2. 地形条件的变化

一条长的高速公路可能通过不同的地形分区，要注意根据地形特征，合理地确定地形类别、设计车速及技术标准。平原区高速公路的技术标准较高，而山岭区高速公路由于山区地形条件十分复杂，其技术标准较低，在山区高速公路与平原区高速公路连接时，在其起始路段可根据交通量的变化、地形条件等因素采用较高的技术标准，之后采用相对低的技术标准，使拟定的技术标准呈高、中、低变化，逐步改变驾驶员在驾驶操作中的心理活动，以适应山区复杂的自然环境。

3. 路基布置方式的变化

分离式路基是山区高速公路常用的布线方式。对于平面分离的分离式路基，两条路线所处的路线走廊或布设线位不同，其面对的自然环境会有所差异，可考虑采用不同的技术标准。

一般情况下，上坡方向宜采用较高的技术标准，而下坡方向可采用相对低的技术标准。在具体掌握上可采用三种方式，一是完全不同的技术标准；二是技术标准相同但路基宽度不同；三是路基宽度相同，在技术指标的掌握程度上不同。

第三节 车道数的确定

一、服务水平

根据公路的状况、交通条件及其所提供的服务质量，我国将公路服务水平分为四级。划分服务平时，高速公路、一级公路以车流密度作为主要指标；双车道公路以延误率和平均运行速度作为主要指标；交叉口则用车辆延误来描述其服务水平。各级公路设计服务水平如表 2-1 所示。高速公路和一级公路应采用二级服务水平进行设计；一级公路作为集散公路时，可采用三级服务水平；二、三级双车道公路和无信号交叉口按三级服务水平进行设计。

各级公路设计服务水平 表 2-1

公路等级	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
服务水平	二	二	三	三	/

根据国家“九五”攻关项目“公路通行能力研究”获得的成果，用于公路规划和确定高速公路、一级公路交通量的路段服务水平分级规定分别如表 2-2 和表 2-3。

高速公路的服务水平分级 表 2-2

服务水平等级	密度 (pcu/km/h)	设计速度(km/h)								
		120			100			80		
		速度 (km/h)	V/C	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)	速度 (km/h)	V/C	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)	速度 (km/h)	V/C	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)
一	≤7	≥109	0.34	750	≥92	0.31	650	≥74	0.25	500
二	≤18	≥90	0.74	1600	≥79	0.67	1400	≥66	0.60	1200
三	≤25	≥78	0.88	1950	≥71	0.86	1800	≥60	0.75	1500
四	≤45	≥48	接近 1.0	< 2200	≥47	接近 1.0	< 2100	≥45	接近 1.0	< 2000
	>45	<48	>1.00	0~2200	<47	>1.00	0~2100	<45	>1.00	0~2000

一级公路的服务水平分级 表 2-3

服务水平等级	密度 (pcu/km/h)	设计速度(km/h)								
		100			80			60		
		速度 (km/h)	V/C	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)	速度 (km/h)	V/C	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)	速度 (km/h)	V/C	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)
一	≤7	≥96	0.35	700	≥78	0.30	550	≥60	0.25	400
二	≤15	≥87	0.65	1300	≥70	0.58	1050	≥57	0.53	850
三	≤20	≥80	0.80	1600	≥65	0.72	1300	≥52	0.66	1050
四	≤40	≥50	接近 1.0	< 2000	≥46	接近 1.0	< 1800	≥40	接近 1.0	< 1600
	>40	<50	>1.00	0~2000	<46	>1.00	0~1800	<40	>1.00	0~1600

二、路段通行能力

高速公路和一级公路的基本路段是不受匝道、分合流和交织区影响的路段，其基本路段通行能力的定义为：在通常的道路和交通条件下，基本路段上某一断面所允许通过的单向单车道最大持续交通流。

影响基本路段通行能力的因素很多，主要是道路条件和交通条件，如公路等级、车道宽度、线形标准、交通组成、路肩宽度及交通控制等。理想的道路条件和交通条件是指：①车道宽度 3.75m；左侧路缘带宽度 0.75m；右侧路肩宽度 2.75m；足够的视距、合格的线形；⑤路况良好；⑥车流中全部为连续小客车；⑦与理想道路条件相适应的车速行驶。交通为完全控制，无横向干扰。

路段通行能力有理想条件下的基本通行能力、设计通行能力及现实条件下的设计通行能力三种概念。

基本通行能力是指理想的道路条件和交通条件下的通行能力。按照美国研究的结果，高速公路上每车道以小客车计的基本通行能力大约为 2200 辆/h。我国的交通状况下高速公路和一级公路的基本通行能力如表 2-4。

高速公路和一级公路的基本通行能力 表 2-4

设计速度 $V(\text{km/h})$	120	100	80	60
高速公路 $C_B(\text{pcu/h/ln})$	2200	2100	2000	/
一级公路 $C_B(\text{pcu/h/ln})$	/	2000	1800	1600

设计通行能力是指理想的道路条件和交通条件下，某级服务水平相应的每车道最大的服务交通量，其值按下式计算：

$$C_D = C_{Bj} \times \left(\frac{V}{C} \right)_i \quad (2-1)$$

式中： C_D ——理想条件下， i 级服务水平相应的每车道最大的服务交通量（ pcu/h/ln ）（即辆小客车/小时·车道）；

$\left(\frac{V}{C} \right)_i$ ——与 i 级服务水平相应的最大的服务交通量与基本通行能力之比；

C_{Bj} ——理想条件下设计速度为 j 的路段基本通行能力。

高速公路和一级公路的各级服务水平和相应的每车道最大的服务交通量分别见表 2-2 和表 2-3，高速公路和一级公路的路段设计通行能力如表 2-5。

高速公路和一级公路的路段设计通行能力 表 2-5

设计速度 $V(\text{km/h})$	120	100	80	60
高速公路 (pcu/h/ln)	1600	1400	1200	/
具干线功能的一级公路 (pcu/h/ln)	/	1400	1200	900
具集散功能的一级公路 (pcu/h/ln)	/	850 ~ 1000	700 ~ 900	550 ~ 700

现实条件下的设计通行能力是考虑客观条件（如车道宽度和侧向净空、大型车混入率、横向干扰及驾驶人的特征等因素）的影响，通过修正后的设计通行能力。由于高速公路和一级公

路的影响因素有所不同，下面分别介绍它们的计算公式。

1. 现实条件下的高速公路设计通行能力

由于高速公路是全部控制出入和全立交的，受横向干扰的影响较小，故高速公路设计通行能力主要受车道宽度、侧向余宽及交通组成的影响。

车道宽度修正系数

车道宽度对通行能力的修正系数 f_{CW} 的规定如表 2-6。

高速公路车道宽度修正系数 f_{CW}

表 2-6

车道宽度(m)	修正系数 f_{CW}	车道宽度(m)	修正系数 f_{CW}
3.75	1.00	3.25	0.96
3.50	0.96		

侧向余宽修正系数

左侧路缘带与右侧硬路肩宽度对通行能力的修正系数 f_{SW} 的规定如表 2-7。

侧向余宽修正系数 f_{SW}

表 2-7

侧向余宽	左侧路缘带宽度			右侧硬路肩宽度				
	0.75	0.5	0.25	≥ 1.5	1.25	1.0	0.75	0.5
修正系数	1.0	0.98	0.98	1.0	0.99	0.98	0.97	0.95

交通组成修正系数

根据各车型的折算系数，按公式 (2-2) 计算交通组成对通行能力的修正系数 f_{HV} 。

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + \sum P_i (E_i - 1)} \quad (2-2)$$

式中： P_i ——车型 i 的交通量占总交通量的百分比；

E_i ——车型 i 的车辆折算系数。

不同地形条件下高速公路分车型的折算系数规定如表 2-8。

高速公路基本路段车辆折算系数

表 2-8

车 型	设计速度			车 型	设计速度		
	100 ~ 120km/h	80km/h	60km/h		100 ~ 120km/h	80km/h	60km/h
小客车	1.0	1.0	1.0	拖挂车	3.0	4.0	7.0
大中型车	1.7	2.5	3.0				

实际条件下的设计通行能力

高速公路在实际公路交通条件下的设计通行能力值按公式 (2-3) 计算：

$$C = C_D \times f_{CW} \times f_{SW} \times f_{HV} \quad (2-3)$$

式中： C ——实际条件下的设计通行能力 (pcu/h/ln)；

C_D ——设计通行能力 (pcu/h/ln)；

f_{CW} ——行车道宽度对通行能力的修正系数；

f_{SW} ——侧向余宽对通行能力的修正系数；

f_{HV} ——交通组成对通行能力的修正系数。