

摘要

本设计为从新兴屯到李家店的一段山岭重丘区二级公路常规设计，分为初步设计和详细设计两个步骤。

初步设计中，首先根据交通量确定道路等级，然后在 1:10000 地形图上确定两条备选路线，分别进行平面设计，纵断面设计，横断面设计，桥涵设置，最后对所定路线进行方案比选，从中选择最佳方案。

详细设计从确定方案中选取 3.8Km 进行设计，前期工作较初步设计更具体化，此外还对路基，路面，排水，涵洞进行了详细设计，对工程预算进行了简略编制，重点是建筑安装费的计算。

关键词 交通量；道路等级；平曲线；竖曲线；排水；路基；沥青路面；预算；

Abstract

This design is a general one that is about a road of second grad from Xinxingtun to Lijiadian in the mountainous area, which is made up of primary design and detailed design.

In the primary design process, first of all, we should determine the road-grade according to the traffic volume, then, two spare routes are determined in the terrain map with a scale of 1:1000, including the plane design, the vertical section design, the transect design, the setting of the bridges and culverts. At last, there is a compare between the two projects and the better will be adopted.

In the detailed design process, about 3.8 kilometers is selected from the projects determined. The prime task is more concretely than the primary design. Furthermore, subgrade, pavement and drainage, the bridges and culverts have been designed in stress as well. Besides, the project budget is compile simply, which is mostly about the account of the architectural and installing cost.

Keywords traffic volume, road-grade, horizontal curve, vertical curve, drainage, subgrade, asphalt pavement, budget supervision

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
第 1 章 绪论.....	1
1.1 课题背景.....	1
1.2 我国公路发展规划.....	2
1.3 设计背景.....	2
第 2 章 道路设计的可行性研究.....	4
2.1 项目建设背景.....	4
2.2 工程实施可行性论证.....	4
第 3 章 自然情况对道路设计与施工的影响分析.....	5
3.1 自然情况对道路选线的影响.....	5
3.2 自然情况对道路路基路面设计的影响.....	5
3.3 自然情况对道路施工的影响.....	6
第 4 章 道路技术等级的确定.....	7
第 5 章 技术指标的研究与确定.....	8
5.1 平面设计技术指标的确定.....	8
5.2 纵断面设计技术指标的确定.....	11
5.3 路基.....	13
5.4 路面要求.....	15
5.5 桥涵.....	16
第 6 章 初步勘测和初步设计.....	17
6.1 选线和定线.....	18
6.2 路线的勘测设计.....	21
6.3 纵断面设计.....	22
6.4 初步确定桥涵位置、类型、孔径和数量.....	25
6.5 两条方案的优劣评价.....	27
第 7 章 详细测量与详细设计（施工图设计）.....	29
7.1 详细技术测量.....	29
7.2 平面详细设计.....	30
7.3 纵断面详细设计.....	30

7.4 横断面详细设计.....	31
第 8 章 排水设计.....	34
8.1 路基边坡设计.....	34
8.2 沟渠设计.....	35
8.3 路面排水设计.....	38
8.4 涵洞计算.....	39
8.5 排水系统总体规划.....	43
第 9 章 路基防护工程设计.....	44
9.1 植物防护.....	44
9.2 砌石护坡.....	44
第 10 章 路面结构设计.....	46
10.1 路面类型的选择确定.....	46
10.2 基层、底基层及垫层.....	49
10.3 路基.....	49
10.4 路面的结构厚度.....	49
第 11 章 挡土墙设计.....	55
第 12 章 工程预算编制.....	56
12.1 工程预算编制的定义及作用.....	56
12.2 预算编制的依据及编制项目表.....	56
结论.....	58
致谢.....	59
参考文献.....	60
附录 1.....	错误！未定义书签。
附录 2.....	错误！未定义书签。

第 1 章 绪论

1.1 课题背景

1.1.1 公路运输的功能，特点，地位及作用

公路运输分为直达运输、干线运输和短距离集散运输三种形式。因此，公路运输有“通过”运输和“送达”或“集散”的功能，尤其是“送达”或“集散”功能作为其它几种运输方式(管道除外)的终端运输方式是交通运输中不可缺少的组成部分，在综合交通运输体系中发挥着非常重要的作用。随着高速公路向网络规模的发展，利用高速公路的干线运输功能，公路运输作为一种具有功能齐全（“通过”和“送达”或“集散”齐备）的运输体系发挥越来越重要。

与其它运输方式比较，公路运输的特点是灵活性，尤其是高速公路建设，信息网络、通信技术以及计算机技术等的发展，又实现着快速性“门到门”运输和被称为零库存(just in time)的运输特点，促使着公路运输的快速发展。

公路运输的灵活性和快速性主要表现在批量、运输条件、时间和服务上的灵活性以及时间上的快速性。由于公路运输的批量小和要求的运输条件相对宽松，所以在运输时间和服务水平上容易得到保障。也正因为如此，公路运输具有生产点多、面广的特点。

1.1.2 我国公路现状

改革开放以来，我国公路运输业快速发展。从完成的运量和周转量看，公路客运已成为主要的客运方式，公路货运量远远超过其他运输方式，周转量也快速增长，这充分说明公路运输方式在国民经济及社会发展过程中发挥着愈来愈重要的作用。我国公路运输服务方式和经营主体日益呈现多样化的趋势。

目前公路运输存在的主要问题为：

(1) 公路交通的基础设施水平还较差。截止到 2001 年底，我国修建各

种级别的公路近 140 万公里，其中高速公路 1.9 万公里，居世界第二位。然而，路网密度仍然较低，只相当于巴西的 1/2，印度的 1/5，美国的 1/6，日本的 1/30。公路质量与发达国家相比差距仍很大，还不能满足国民经济及社会发展的需求公路数量少、等级低、质量差。

(2) 运输车辆的车型结构不合理，技术性能还较差

(3) 运输生产的效率，效益较低；

(4) 运输经营组织与管理的手段还比较落后，经营主体结构不合理，建立高效、有序的运输市场缺乏基础。

1.2 我国公路发展规划

随着科学技术的发展，尤其是 IT(intelligent technology)产业和智能交通系统的发展，公路运输的发展呈如下趋势：

(1) 随着高速公路由单线向跨区域和全国网络的发展，开展公路快速客、货运业务；

(2) 随着全国高速公路网的形成和 WTO 的加入，促使公路运输企业按规模化要求建立集约化经营的运输企业；

(3) 公路货运业将纳入物流服务业发展的系统中，更强调在专业化原则上的合作，包括不同运输方式之间的合作，与服务对象的合作；

(4) 在经营管理方面，现在许多运输企业都建立并运用了运输信息管理系统；

(5) 运输组织方式按生产力水平分层发展。

(6) 逐步加强运输规划，使公路建设及运输站场设施的配置与客货流规律更好地协调起来，同时还根据效率与效益原则，把运输服务向纵深推进。

1.3 设计背景

本次设计中的平面设计，纵断面设计，横断面设计，土方调配等内容主要采用了由德国巴泽多和托诺工程软件有限公司（IB&T）开发的 CARD/1 系统软件，该软件是一套具有领先技术的工程规划计算机辅助设计系统，主要应用于测绘，道路设计，铁路设计和管道工程领域。

CARD/1 系统将道路设计所需的各种平面线形，纵断面坡度组合，横断面形式，超高方式等设计要素归纳为符合设计者设计习惯和思维的“设计目标”概念，进行目标化设计，而不是单纯的绘制线，点等几何图素。设计者是在三维数据模型中进行平面，纵断面及横断面设计的，其中各种地形信息，中线线位，超高控制，数模数据可互相传递，参考，辅助设计者设计出合理的平，纵，横断面组合。设计完成后，**CARD/1** 系统能够自动绘出所需任意比例的平面图，纵断面图，横断面图。

第 2 章 道路设计的可行性研究

2.1 项目建设背景

黑龙江省位于我国的东北部，盛产木材、煤炭、石油，是国家重点商品粮、老工业基地。公路交通比较发达。特别是“九五”时期，公路交通事业有了飞速的发展，基本形成了以省会哈尔滨为中心，区域中心城市为枢纽，高等级城市为主骨架、四通八达的公路网，彻底改变了公路交通制约地方经济发展的状况。为全省经济建设的腾飞和投资环境的改善创造了较好的条件。

小岭镇地处黑龙江省牡丹江地区，矿产资源十分丰富，其中钼矿和砷矿为全国稀有和储量最大。地下蕴藏大量各类矿藏，大力开发各种矿产品是小岭镇大力发展经济的必由之路。近万顷的林地和宜林荒地，为农民搞养殖和采集山产品提供了广阔的空间，经济发展较快，地区资源有待开发。通过交通量的调查，该地区交通繁忙，年均增长达 7%，随着城市化进程的加快，国民经济的发展，特别是沿线乡镇经济的发展，公路现状与快速增长的交通量之间的矛盾日益明显，在新兴屯至李家店之间有一条路，但只是等外路，不适合行车，而且绕行较远，已经不能适应该地区交通量增长的需要。

2.2 工程实施可行性论证

该地区地面起伏，山丘连绵，属于山岭重丘区，仅靠等外路不利于城镇居民交往及对外发展，沿线砂石材料丰富，有小型的采石场和石灰厂，提供了良好的基层材料，施工时可因地制宜，就地取材；本项目是小岭镇主要交通干道，建成后既可缓解交通状况，开发区域经济，又可促进小型厂企的投产扩产，故而可以充分调动广大群众筑路的积极性，通过多种渠道，多形式的筹集资金，因此，为了达到方便快捷，促进经济的发展的要求，有必要，有能力在两地间修一条等级较高的公路。

第 3 章 自然情况对道路设计与施工的影响分析

3.1 自然情况对道路选线的影响

本设计的路段所在地区处于黑龙江省北部，途经当地重要农业区，选线时应尽量不占或少占农田。冬季盛行风向为西南风，路线走向应尽量与信风方向一致，避免正交。该地区属于山岭重丘区，地势起伏较大，地形错综复杂，应综合考虑平，纵，横三者的关系，适当的掌握标准，提高线形质量。

3.2 自然情况对道路路基路面设计的影响

路基路面裸露在大气中，其稳定性在很大程度上由当地自然条件所决定。因此，应深入调查公路沿线的自然条件，从总体到局部，从大区域到具体路段，分析研究，因地制宜地采取有效的工程措施，以确保路基路面具有足够的强度和稳定性。设计中路基路面的排水设计至关重要，否则会导致稳定性下降，出现破坏现象。

(1) 地质条件

沿线山体稳定，无不良地质状况，山坡上 1 米以下是碎石土，山顶多有碎落现象，在碎落带地区设置碎落台，以堆积碎落岩屑和土石，便于养护时清理。

(2) 气候条件

该路段所在地区处属于东部湿润季冻区，气候寒冷，主要的病害有冻胀、翻浆、水毁和积雪等。冬季气温很低，路面结冰会严重影响行车安全，春融期又可能发生冻胀、翻浆等病害，降雨量为 648.2mm，夏季水量暴涨会冲毁路堤，这些都会对公路交通构成严重威胁；冬季气温最低为 -38°C ，夏季最高气温为 36.5°C ，夏冬温差较大，路面设计应注意高温稳定性和低温抗裂性；最大冻深为 1.91m，设计路面的总厚度时要考虑这个因素，保证最小防冻厚度。主风向为西南风。

(3) 水文和水文地质条件

山坡地下水 3 米以下，洼地地下水 1.5 米以下，新兴屯附近有河流经过，陆

家屯与李家店之间地段有两条河流横穿（一为季节性河流，另一为非季节性河流），道路沿线应做好排水工作，以免水毁路基。

(4) 植被及土壤分布

多丘陵和山地，山岗处树木较多，农田处有灌木区，农田多旱地。沿线多粘质土，山坡上 1 米以下是碎石土。

(5) 建筑材料分布

沿线有丰富的砂砾，有小型采石场和石灰厂，水泥和沥青均需外购。故设计混凝土路面与沥青路面均可，基层和垫层材料应该注意就地取材，节约工程费用。

(6) 深路堑应加强边坡防护和防排水设计，高路堤应注意边坡稳定。

3.3 自然情况对道路施工的影响

该路段地处冰冻地区，无霜期为 125 天，冬季无法进行路基和路面施工。因此应考虑到对施工工期的影响。合理安排施工组织设计。

道路作为带状结构物，其施工面受地形的限制很大，应该注意在不同的地形条件下选择不同的施工机具及施工方法。

第 4 章 道路技术等级的确定

经调查该地区近期交通量资料如下：

表 4-1 交通量资料

车型	数量	车辆折算系数
三菱 FR415	250	1.5
五十铃 NPR595G	140	1.5
江淮 HF140A	100	1.5
江淮 HF150	200	2.0
东风 KM340	350	1.5
东风 SP9135B	120	3.0
五十铃 EXR181L	110	3.0

查《公路工程技术标准》得小客车和中型载重汽车折算系数如下：

表 4-2 汽车折算系数

汽车代表车型	车辆折算系数
小客车	1.0
中型车	1.5
大型车	2.0
托挂车	3.0

交通增长率： $\gamma = 7\%$

道路必经点：无要求

交通量计算：

$$N_1 = (250 + 140 + 100 + 350) \times 1.5 + 200 \times 2.0 + (120 + 110) \times 3.0 = 2350 \text{ 辆/日}$$

远景设计年限为 15 年的年平均昼夜交通量为：

$$N_{15} = 1995 \times (1 + \gamma)^{n-1} = 2350 \times (1 + 7\%)^{15-1} = 6060 \text{ 辆/日} > 5000 \text{ 辆/日}$$

查《公路工程技术标准》可知，一级公路的设计年限为 20 年，二级公路的设计年限为 15 年。一级公路一般能适应各种车辆折合成小客车的远景设计年限年平均日交通量为 15000—30000 辆（四车道）或 25000—55000 辆（六车道），二级公路一般能适应各种车辆折合成小客车的远景设计年限年平均日交通量为 5000—15000 辆。

故根据《标准》，应建二级公路，为主要供汽车行驶的双车道公路。

第 5 章 技术指标的研究与确定

本设计为山岭重丘区二级公路，查《公路工程技术标准》可知，作为集散公路，混合交通量较大，平面交叉间距较小，设计行车速度宜采用 60km/h。

5.1 平面设计技术指标的确定

5.1.1 直线

5.1.1.1 直线的适用条件

- (1) 路线完全不受地形，地物限制得平原区或山区得开阔谷底；
- (2) 市镇及其近郊或规划方正得农耕区等以直线为主体的地区；
- (3) 为缩短构造物长度，便于施工，创造有利的引道条件；
- (4) 平面交叉点附近，为争取较好的行车和通视条件；
- (5) 双车道公路在适当间隔内设置一定长度的直线，以提供较好的超车路段。

5.1.1.2 直线的最大长度

直线的最大长度应有所限制，当采用长的直线线形时，为弥补景观单调之缺陷，应结合沿线具体情况采取相应的措施。规范规定，山岭重丘区二级公路最大直线长度为 1200 米，本设计速度不大于 60km/k 故无最大长度限制。

5.1.1.3 直线的最小长度

规定山岭重丘区二级公路

同向曲线间的直线最小长度为 $6V$ ，即 360 米。

反向曲线间的直线最小长度为 $2V$ ，即 120 米。

当直线两端没有缓和曲线时，可直接相连，构成 S 形曲线。

本设计中采用大半径曲线相连或曲线间通过缓和曲线构成 S 型曲线。

5.1.2 圆曲线

圆曲线是平面线形中常用的线形要素，圆曲线的设计主要确定起其半

径值以及超高和加宽。

5.1.2.1 圆曲线的最小半径

(1) 极限最小半径

(2) 一般最小半径

平面线形中一般非不得已时不使用极限半径，因此《规范》规定了一般最小半径。

(3) 不设超高最小半径

当圆曲线半径大于一定数值时，可以不设超高，允许设置与直线路段相同的路拱横坡。

表 5-1 圆曲线半径 (m)

技术指标		山岭重丘二级公路
一般最小半径		200
极限最小半径		125
不设超高 最小半径	路拱 ≤ 2.0%	1500
	路拱 ≥ 2.0%	1900

5.1.2.2 圆曲线的最大半径

选用圆曲线半径时，在地形条件允许的条件下，应尽量采用大半径曲线，使行车舒适，但半径过大，对施工和测设不利，所以圆曲线半径不可大于 10000 米。

5.1.2.3 圆曲线半径的选用

在设计公路平面线形时，根据沿线地形情况，尽量采用了不需设超高的半径曲线，最大半径为 4000 米，极限最小半径及一般最小半径均未采用，设置曲线最小半径为 600 米。

5.1.2.4 平曲线的最小长度

公路的平曲线一般情况下应具有设置缓和曲线（或超高，加宽缓和段）和一段圆曲线的长度；平曲线的最小长度一般不应小于 2 倍的缓和曲线的长度。由缓和曲线和圆曲线组成的平曲线，其平曲线的长度不应短于 9s 的行驶距离，由缓和曲线组成的平曲线要求其长度不短于 6s 的行驶距离。平曲线内圆曲线的长度一般不应短于车辆在 3s 内的行驶距离。

平曲线的最小长度：70m

平曲线中圆曲线的最小长度取：35m

5.1.2.5 关于小偏角的曲线长

《规范》规定：山岭重丘区转角等于或小于 7° 时，平曲线长度一般值

是 $500/\alpha$ m，低限值是 70m。

5.1.3 缓和曲线

缓和曲线的最小长度一般应满足以下几方面：

- (1) 离心加速度变化率不过大；
- (2) 控制超高附加纵坡不过陡；
- (3) 控制行驶时间不过短；
- (4) 符合视觉要求；

因此，《规范》规定：山岭重丘区二级公路缓和曲线最小长度为 35m。一般情况下，在直线与圆曲线之间，当圆曲线半径大于或等于不设超高圆曲线最小半径时，可不设缓和曲线。

5.1.4 行车视距

行车视距是否充分，直接关系着行车的安全与速度，它是公路使用质量的重要指标之一。

行车视距可分为：停车视距、会车视距、超车视距。

《规范》规定，二级公路设计视距应满足会车视距的要求，其长度应不小于停车视距的两倍。工程特殊困难或受其它条件限制的地段，可采用停车视距，但必须采取分道行驶措施。

对于山岭重丘区二级公路，停车视距 S_t 取 40 m，超车视距 S_c 一般值取 200m，低限值取 150m。

5.1.5 平面视距的保证

汽车在弯道上行驶时，弯道内侧行车视线可能被树木、建筑物、路堑边坡或其他障碍物所遮挡，因此，在路线设计时必须检查平曲线上的视线是否能得到保证，如有遮挡时，则必须清除视距区段内侧适当横净距内的障碍物。当视野内有稀疏的成行树木，单棵树木或灌木，对视线的妨碍不大并可引导行车或能构成行车空间时，则可予以保留。

5.2 纵断面设计技术指标的确定

5.2.1 纵坡

纵坡的大小与坡段的长度反映了公路的起伏程度,直接影响公路的服务水平,行车质量和运营成本,也关系到工程是否经济、适用,因此设计中必须对纵坡、坡长及其相互组合进行合理安排。

5.2.1.1 最大纵坡

汽车沿纵坡向上行驶时,升坡阻力及其他阻力增加,必然导致行车速度降低。一般坡度越大,车速降低越大,这样在较长的陡坡上,将出现发动机水箱开锅、气阻、熄火等现象,导致行车条件恶化,汽车沿陡坡下行时,司机频繁刹车,制动次数增加,制动容易升温发热导致失效,驾驶员心里紧张、操作频繁,容易引起交通事故。尤其当遇到冰滑、泥泞道路条件时将更加严重。因而,应对最大纵坡进行限制。

最大纵坡值应从汽车的爬坡能力、汽车在纵坡段上行驶的安全、公路等级、自然条件等方面综合考虑,《规范》对二级公路最大纵坡规定如下:

山岭重丘区二级公路:最大纵坡为 7%。

本设计中设置最大纵坡为 4.5%。

5.2.1.2 最小纵坡

各级公路的路堑以及其他横向排水不畅路段,为保证排水顺利,防止水浸路基,规定采用不小于 0.3%的纵坡。当必须设计平坡(0.0%)或小于 0.3%的坡度时,其边沟应做纵向排水设计。

5.2.1.3 最小坡长

如果坡长过短,变坡点增多,形成“锯齿形”的路段,容易造成行车起伏频繁,影响公路的服务水平,减小公路的使用寿命。为提高公路的平顺性,应减少纵坡上的转折点;两凸形竖曲线变坡点间的间距应满足行车视距的要求,同时也应保证在换档行驶时司机有足够的反应时间和换档时间,通常汽车以计算行车速度行驶 9s—7415s 的行程可满足行车舒适和插入竖曲线的要求。

《标准》规定山岭重丘区二级公路的 $S_{\min}=150\text{m}$ 。

5.2.1.4 最大坡长

汽车沿长距离的陡坡上坡时,因需长时间低挡行驶,易引起发动机效

率降低。下坡时，由于频繁刹车将缩短制动系统的使用寿命，影响行车安全。一般汽车的爬坡能力以末速度约降低至设计车速的一半考虑，对坡度的最大坡长应加以限。《标准》规定山岭重丘区二级公路最大坡长如下表：

表 5-2 山岭重丘区二级公路的纵坡长度限制

纵坡坡度(%)	3	4	5	6
纵坡长度(m)	1200	1000	800	500

5.2.1.5 平均纵坡

平均纵坡是衡量纵断面线形设计质量的一个重要指标。

为了合理运用最大纵坡、缓和坡段及坡长，应控制路线总长度内的平均纵坡，《规范》规定二级公路越岭路线的平均纵坡以接近 5.5%(相对高差为 200-500 米)和 5%(相对高差大于 500 米)为宜。并注意连续 3000m 路段范围内的平均纵坡不宜大于 5.5%。

$$i_{\text{平均}} = h/L \quad (5-2)$$

2)

式中 $i_{\text{平均}}$ ——平均纵坡

h ——相对高差

L ——路线长度

5.2.2 竖曲线

为保证行车舒适平顺、安全、视距良好及满足平、竖曲线组合的要求，在变坡点处均应设置竖曲线。

5.2.2.1 竖曲线最小半径

(1) 凹形竖曲线最小半径

对凹形竖曲线最小半径的确定主要考虑：限制离心力不过大、汽车在跨线桥下行车视距的保证和夜间行车视距的保证和夜间行车前灯照射范围内的视距保证等三个方面。

《规范》建议在条件许可的情况下山岭重丘区二级公路取 $R_{\min}=6000\text{m}$ 的要求设计竖曲线

设计中设置的凹曲线最小半径为 10000 米。

(2) 凸形竖曲线最小半径

确定凸形竖曲线最小半径主要考虑保证汽车行驶视距和汽车能够安全行驶通过曲线段。通常当汽车行驶在凸形竖曲线变坡点附近时，由于变坡角

的影响在司机的视线范围内将产生盲区。此时司机的视距与变坡角的大小及视线高度有密切关系。当变坡角较小时，不设竖曲线也能保证视距，但变坡角较大时，必须设竖曲线以满足行车视距的要求。

《规范》建议在条件许可的情况下山岭重丘区二级公路取 $R_{\min}=9000\text{m}$ 的要求设计竖曲线

设计中设置的凸曲线最小半径为 7000 米。

5.2.2.2 一般最小半径和极限最小半径

在条件许可的条件下，应尽量满足上述凹、凸竖曲线的视距要求，但上述的最小半径，在条件较差时，并不是设计竖曲线所必须的最小值要求。

《标准》规定在设计速度为 60km/h 时，凹形竖曲线半径的一般值为 2000m；极限值为 1400m；

凸形竖曲线半径的一般值为 1500 米，极限值为 1000 米，竖曲线最小长度为 35m。

当然通常采用大于或等于上述一般最小半径值，当受地形条件及其它特殊情况限制时方可采用上述极限最小半径值。

5.3 路基

5.3.1 路基设计的基本要求

路基应根据其使用要求和自然条件(包括地质、水文和材料情况等)并结合施工方法进行设计，既要有足够的强度和稳定性，又要经济合理。影响路基强度和稳定性的地面水和地下水，必须采取将其拦截或排出路基以外。设计排水设施时，应保证水流排泄畅通，并结合附近农田灌溉，综合考虑。修筑路基取土坑和弃土堆时，应尽量将取土坑、弃土堆平整成可耕地和减少弃土侵占耕地，防止水土流失和淤塞河道，通过特殊地质、水文条件下的路基，应做好调查研究，并结合当地实际经验，进行个别设计。

5.3.2 路基宽度

公路路基宽度为行车道与路肩宽度之和。当设有中间带、变速车道、爬坡车道、紧急停车带时，尚应包括这些部分的宽度。

《标准》规定设计速度为 60km/h 时，山岭重丘区二级公路的车道宽度

为 3.5 米，硬路肩宽度取 0.75 米（一般值）或 0.25 米（最小值），土路肩宽度取 0.75 米（一般值）或 0.5 米（最小值）。

5.3.3 路基高度

路基高度有中心高度和边坡高度之分。中心高度是指路基中心线处设计标高与原地面标高之差。边坡高度是指填方坡脚或挖方坡顶与路基边缘的相对高差。

路基高度的设计，应使路肩边缘高出路基两侧地面积水高度，同时要考虑的地下水、毛细水和冰冻的作用,不致影响路基的强度和稳定性。

路基高度应根据临界高度并结合公路沿线具体条件和排水及防护措施确定路堤的最小填土高度。若路基高度低于按地下水位或地面积水位计算的临界高度，可视为矮路堤。使用边坡高度值作为划分高矮深浅的依据。填土高度小于 1.0—1.5m，属于矮路堤；填土高度大于 18m（土质）或 20m（石质）的路堤属于高路堤；填土高度在 1.5—1.8m 范围内的为正常路堤。大于 20m 的路堑为深路堑。

路基设计标高,新建公路的路基设计标高为路基边缘标高，在设置超高，加宽地段，则为设置超高，加宽前的路基边缘标高；改建公路的路基设计标高可与新建公路相同，也可采用路中线标高。设有中央分隔带的高速公路，一级公路，其路基设计标高为中央分隔带的外侧边缘标高。

5.3.4 路基压实

公路路基的压实度应符合表 5—3 的要求：

表列数值系重型击实试验求得的最大干密度的压实度。特殊干旱或特殊潮湿地区，表内压实数值可减少 2%—3%。

表 5—3 路基压实表

填挖类别	路床顶面以下深度（m）	路基压实度（%）
零填方及挖方	0—0.30	—
	0—0.80	≥95
填方路基	0—0.80	≥95
	0.80—1.50	≥94
	>1.50	≥92

5.3.5 边坡坡度

5.3.5.1 路堑边坡坡度

路堑边坡坡度，应根据当地自然条件、土石种类及其结构、边坡高度和施工方法确定。当地质条件良好且土质均匀时，可参照规范所列数值范围，结合已成公路的实践经验采用。

表 5-4 路堑边坡表

土和岩石种类	边坡最大高度 (m)	路堑边坡坡度
一般土	20	1: 0.5~1: 1
一般岩石	—	1: 0.1~1: 0.5

5.3.5.2 路堤边坡坡度

路堤边坡坡度，当路堤的基底情况良好时可参照规范规定出本设计的路堤边坡坡度为 1: 1.5（小于 6m）。

5.4 路面要求

5.4.1 路面设计的基本要求

各级公路的行车道、路缘带、变速车道、爬坡车道、硬路肩和紧急停车带均应铺筑路面。公路路面应根据交通量及其组成情况和公路等级、使用任务、性质、当地材料及自然条件，结合路基进行综合设计。路面应具有良好的稳定性和足够的强度，其表面应达到平整、密实和抗滑的要求。各级公路路面可根据交通量发展需要一次建成或分期建成。

5.4.2 路面等级

路面等级一般按下表的规定选用。

表 5-5 路面等级

公路等级		采用路面等级
汽车专用路	高速公路、一级公路	高级
	二级公路	高级或次高级
一般公路	二级公路	高级或次高级
	三级公路	次高级或中级
	四级公路	中级或低级

5.4.3 路拱坡度

路拱坡度应根据路面类型和当地自然条件，按表 5—6 规定的数值采用。土路肩横向坡度一般应较路面横向坡度大 1%—2%。

表 5—6 各种路面的路拱坡度

路面类型	路拱坡度（%）
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
其它黑色路面、整齐石块	1.5~2.5
半整齐石块、不整齐石块	2~3
碎、砾石等砾料路面	2.5~3.5
低级路面	3~4

5.4.4 路面排水

各级公路，应根据当地降水与路面的具体情况设置必要的排水设施，及时将降水排出路面，保证行车安全。高速公路与一级公路的路面排水，一般由路肩排水与中央分隔带排水组成；二级以下公路的路面排水，一般由路肩横坡和边沟排出。

5.5 桥涵

公路桥涵应根据所在公路的使用任务、性质和将来发展的需要，按照安全、经济、适用和美观的原则进行设计。汽车专用公路上的各类桥涵和一般公路上的小桥与涵洞的线形及其与公路的衔接一般应符合路线布设的规定。一般公路的特大桥、大、中、桥位，原则上应从路线走向，桥路综合考虑，尽量选择在河道顺直、水流稳定、地质良好的河段上。桥上纵坡不宜大于 4%，桥头引道纵坡不宜大于 5%。

《规范》规定山岭重丘区的小桥、涵洞及小型排水构造物的设计洪水频率为 1/50。

第 6 章 初步勘测和初步设计

本设计为山岭重丘区二级公路设计，山岭重丘区基本特征如下：

自然特征：地面起伏，山丘连绵，沟谷与水岭较深，地面自然坡度在 20° 以上，地形对部分路段平，纵线性有约束。丘陵地形山势平缓，山形迂回，山丘连绵，地形多变，地物随地形变化而变化，农业较发达，土地种植种类繁多，旱地经济林为主，居民点及建筑群时有出现。

路线特征：路线以平曲线和竖曲线为主体构成空间线性；局部方案多，布线灵活，可能的路线走向多；路线平，纵，横三方面关系密切，相互影响约束较大；线性指标一般高，但指标变化幅度大。

下面把第 5 章所确定的山岭重丘区二级公路在设计中需要的一些技术指标汇总成表，见下表所示（表 6-1）。

表 6-1 公路主要技术指标汇总

公路分类	一般公路	
公路等级	二级公路	
地形	山岭重丘	
计算行车速度 (km/h)	60	
行车道宽度 (m)	7.0	
路基宽度 (m)	10	
极限最小半径 (m)	125	
一般最小半径 (m)	200	
不设超高最小半径 (m)	1500	
停车视距 (m)	40	
超车视距 (m)	200	
最大纵坡 (%)	6	
合成坡度 (%)	10	
最小坡长 (m)	120	
缓和曲线最小长度 (m)	35	
凸形竖曲线一般最小半径 (m)	2000	
凸形竖曲线极限最小半径 (m)	1400	
凹形竖曲线一般最小半径 (m)	1500	
凹形竖曲线极限最小半径 (m)	1000	
竖曲线最小长度 (m)	50	
最大直线长度 (m)	1200	
最小直线长度 (m)	同向曲线	360
	反向曲线	120

以上为本设计所能用到的技术指标，如不全面将在后面的设计中给

出。

6.1 选线和定线

选线和定线，就是根据公路的性质，任务，等级和标准，在路线起，终点间，结合地形，地质，地物及其他沿线条件，综合平，纵，横三方面因素，在实地或纸上选定中线位置，然后进行有关测量和设计工作。

本设计路段起点为新兴屯，终点为李家店，地处黑龙江省境内，两点间多山岭，沿线无不良工程地质。

6.1.1 沿河线

6.1.1.1 特征

路线前半部分基本上是沿河线，路线走向明确，路线纵坡缓，线形好，是比较好的选择方案。但沿线多为开阔的阶地，而这些阶地是山岭重丘区仅有的良田及耕地，修路与占地的矛盾突出，应尽量解决好占地问题；二应靠近山坡进一些，但靠山体过近，路线的线形就会差一点，同时易于破坏山体的稳定性，要增加山体的坡面防护措施，需防止山体滑坡，碎石崩塌，山洪冲毁路基的可能性，结合两者，选择线形时，宜离开山体一段距离。同时，注意道路的横向排水。此外，山区居民多聚居于傍山沿河一带，城镇和居民点多，沿河线便于发展公路的使用效益；沿河线便于施工，养护和行车使用，另外，路线旁山依河，砂砾石料丰富，水源充足，为施工养护提供了就地取材的条件。

6.1.1.2 逐段安排路线

(1) 河岸选择

由于河谷两岸情况各有利弊，选线时应比较两岸地形、地质、水文、气候等条件以及农田水利规划等因素，避难就易，充分利用有利的一岸。沿河线路应选择在地形宽坦，有阶地可利用，支沟较少且沟长较短，水文及地质条件较好的一岸。当这些有利的条件交替出现在河流的两岸时，应深入调查综合比较，决定取舍或换岸使用。积雪地区，在不影响路线全面布局的前提下，应尽量选择阳坡和迎风的一岸，以减少积雪，冰冻等病害。有时即使阳坡工程大些，也应当从延长通车时间和保证行车安全着眼，选择阳坡方案。

(2) 跨河换岸地点的选择

沿河线除起终点在同一岸，且里程较短，工程不大时不考虑跨河外，一般情况下都需考虑是否跨河换岸布线。

为了避让不良地质地段；河谷两岸有利地形条件交替出现时，为了利用有利地形，避开艰巨工程；为了避让铁路、农田、大型水利工程、重要建筑设施等地物障碍；为了缩短里程，提高线形标准等可考虑两岸交替布线。经调查和分析，此方案无须跨河换岸。

6.1.1.3 纸上定线

(1) 选定控制点

方案一 K6+640 处，方案二 K6+740，K6+990 处为季节性河流，要设置一小桥涵，如可以做到正交，就尽量符合水流方向，尽量正交。方案一 K6+830 处，方案二 K7+040 处需设小型桥梁，方案一可根据具体情况迁就原桥位。

起点至桩号 K2+280 段为沿河线，路线及河流均沿等高线走向，地势起伏较缓，坡度较小。

靠山脚布线，路线沿高阶地布设，虽略有增长，纵面会有起伏，但可不占或少占农田，不受洪水威胁，路基强度高。沿河岸布线，路线线形较好，坡度均匀、平缓、但临河一侧受洪水威胁大，需做防护工程。直穿田间，线形标准高，但占用农田最多，路基稳定性差，有时还需换土，一般不采用。

考虑该路段为重要农业区，选线时应尽量少占用农田，因此方案一采用靠山脚布线。

桩号 K4+300 附近有一垭口。

(2) 试坡

$$a=h/i_{\text{平均}} \quad (6-1)$$

式中 a ——相邻等高线间平距

$i_{\text{平均}}$ ——山岭重丘区二级公路最大纵坡为 6%

h ——地形图上的等高距为 10m

所以， $a=10/0.06=166.7$ ，在 1: 10000 的地形图上， $a=1.67\text{cm}$ 。

(3) 平面试线

结合地形，确定必须通过的点（如控制点），适当照顾的点（如试坡后的点）和可以不考虑的点，然后将点连成线，并定出交点。

具体的路线走向见平面图。

6.1.2 越岭线

6.1.2.1 特征

方案后半部分主要为越岭线，途中穿越一垭口，因地形较为复杂，路线的平、纵、横三方面应考虑多一些。

(1) 垭口地选择

垭口选择应在符合路线基本走向的前提下，从可能通过的垭口中根据其位置、标高、地形条件、地质情况及发展条件总和比较确定，垭口海拔高低及其与山下控制点的高差，对路线长短、工程量大小和营运条件有直接的影响。由越岭线长度、纵坡和高度三者之间的关系可知，当平均纵坡一定时，降低相对高差，可使路线长度减短，故选线时应选择标高较低的垭口。选择垭口不仅要低，而且位置要符合路线的走向，即路线通过不需无效延长路线就能和前后控制点衔接。选择垭口必须和山坡展线条件一起考虑。如遇有地质较好、地形平缓、利于展线降坡的山坡，即使垭口位置略偏或略高，也应比较，不要轻易放弃。此外还要考虑垭口的地质条件。

(2) 越岭标高的确定

垭口选定后，过岭标高就直接关系到越岭方式、路线的长短、两侧展线方案及工程数量的大小。因此过岭标高应综合考虑公路等级，越岭路段的地形、地质等自然条件经过技术经济比较确定。从地形条件来看，一般垭口宽而厚、地质条件差的不宜多切，而宜采用浅挖低填过岭，过岭标高基本上就是垭口标高；山脊瘦、地质条件好的垭口可以多切，切深以不危及路基稳定为度。最大切深根据岩石类星河构造情况而异。当挖深在 25m—30m 以上时，则应与隧道方案进行比较。

6.1.2.2 定线原则

(1) 选择控制点

两方案均采用靠山脚布线，

(2) 试坡

$a=16.7\text{cm}$ ，根据此平距，采用圆规在地形图上对越岭线部分定点。

(3) 平面试线

方案一着重考虑如何靠近陆家屯定线，方案二重点考虑尽量沿山脚定线以保持路基稳定。线位选择均在 1: 10000 地形图上进行。然后利用 CARD/1 软件进行具体定线并对纸上定线进行修正。

6.2 路线的勘测设计

6.2.1 路线交点坐标与路线转角确定

导线的确定：在 1:10000 的地形图上初步定线后，利用 CARD/1 软件进行详细定位，确定路线各要素坐标，详细结果见附表 I-1 “直线及曲线一览表”。

6.2.2 两方案平面设计

由于本设计在初步阶段仍采用软件设计，运用公式进行计算不是重点，故省去了以往设计时大量烦琐的手算过程，提高了初步设计的精确性，因此对以下平面设计中的公式计算部分仅做简单涉及。具体计算可参见有关手册的相关章节。（如《公路勘测设计》，第三章，裴玉龙主编，黑龙江科学技术出版社）

6.2.2.1 平曲线要素的确定

- (1) 圆曲线要素及其计算
略
- (2) 主点桩号的计算
略

6.2.2.2 缓和曲线设计

- (1) 缓和曲线的作用
 - a) 使汽车从一个曲线过渡到另一个曲线的行驶过程中的离心加速度逐渐变化。
 - b) 缓和曲线作为超高和加宽变化的过渡段。
 - c) 缓和曲线通过其曲率的逐渐变化，可适应汽车转向操作的行驶轨迹及路线的顺畅，以构成美观及视觉协调的最佳线形。
- (2) 缓和曲线要素的计算
 - a) 带有缓和曲线的平曲线要素的计算
 - b) 主点桩号的计算

当曲线半径小于不设超高的圆曲线最小半径 1500 米时，要设缓和曲线，根据《规范》规定，缓和曲线的长度不能小于 35 米，同时，在该路段上要设超高和加宽，超高的详细设计见后面的详细设计部分。

6.2.2.3 初步设计的平曲线加桩

在路线选定和曲线计算完成之后，要将路线加桩，直线段为 100 米加桩，曲线段为 50 米加桩。由于采用软件进行上述工作，本设计为 10 米加桩。

6.2.2.4 曲线主点桩号计算

计算结果详见附表 I-1 “直线及曲线曲线一览表”。

6.3 纵断面设计

6.3.1 纵断面线形设计的一般要求

对于新建公路路基设计标高，二级公路采用路基边缘标高，纵断面线形主要由纵坡和竖曲线组成，纵坡的大小与坡度的长度反映了公路的起伏程度，直接影响公路服务水平和运营成本，也反应了公路是否经济、适用，因此，设计中必须对坡度、坡长及其相互组合进行合理安排。凹曲线的边坡顶点不要设在两边都是挖方路段，这样排水不利，使路基受到水的浸泡，降低路的寿命和使用质量。同时更应注意，当连续纵坡大于 5% 时，要设置小于 3% 的缓和坡段，其距离要大于 120 米。相邻纵坡的代数差小时，应尽量采用大的竖曲线半径。

纵断面设计的技术指标的确定，详细情况见第 5 章所述。纵断面设计

6.3.2 注意平纵配合

6.3.2.1 平面直线与纵断面直线组合

这种线形组合单调、呆板，行驶过程中路线视景不变，容易使司机产生疲劳感。尤其在高速行车时，容易导致交通事故。在交通比较复杂的路段，这种线形组合是有利的。设计中可采取措施来弥补景观单调的不足。

6.3.2.2 平面直线与纵断面凹形曲线组合

这种组合具有较好的视距。

在设计中应该注意以下几点：

(1) 避免插入较短的凹形竖曲线，或插入小半径曲线（一般应大于最小半径的 3—4 倍），以免产生折点。

(2) 两个凹形竖曲线间不要插入短直线，此时宜将两个凹曲线合并成一个凹曲线，可改善视觉条件。

(3) 长直线的末端不宜插入小半径凹形竖曲线。

6.3.2.3 平面直线与纵断面凸形曲线组合

这种组合视距条件差、线形单调，使司机对前方道路情况无法做出判断，应尽量避免。使用这种组合应注意采用大半径曲线，以保证视距。当连续出现凹形和凸形竖曲线时，会造成不良视觉效果，一般应尽量避免。

6.3.2.4 平面曲线与纵断面直线组合

如果平曲线半径选择适当，这种组合效果良好，汽车在这种线形上行驶，可获得良好的景观效果。如果平曲线与直线组合不当，曲线半径过小，或直线长度过短，平曲线半径与纵坡不协调，都会导致线形折曲。这种组合还应满足合成坡度的要求，尤其应避免急转陡坡组合。

6.3.2.5 平面曲线与纵面曲线组合

这两种组合形式很常见，但比较复杂，如果曲线半径适宜，平纵线形要素均衡，可以获得视觉舒适、诱导效果良好的空间曲线。此种组合应注意以下几点：

(1) 一般情况下，当平竖曲线半径较大时，宜将平竖曲线半径顶点对应。若两者不能很好的配合，两者的半径都小于某一限度时，宜将平竖曲线拉开相当距离。

(2) 平曲线与竖曲线的大小保持均衡

(3) 竖曲线的顶部或底部，不得与反向平曲线的拐点重合，尤其是凸形竖曲线，容易造成判断失误。

(4) 避免转角小于 7° 的平曲线与坡度角较大的凹形竖曲线组合。

(5) 缓和曲线不得与小半径竖曲线重叠。

(6) 不宜将小半径平曲线设置在竖曲线的底部或顶部。

平竖曲线对应重叠有如下优点：

(1) 利于诱导视线

(2) 有利于行车安全

(3) 线形舒适美观

平曲线与竖曲线的各种组合见下图 6-3。

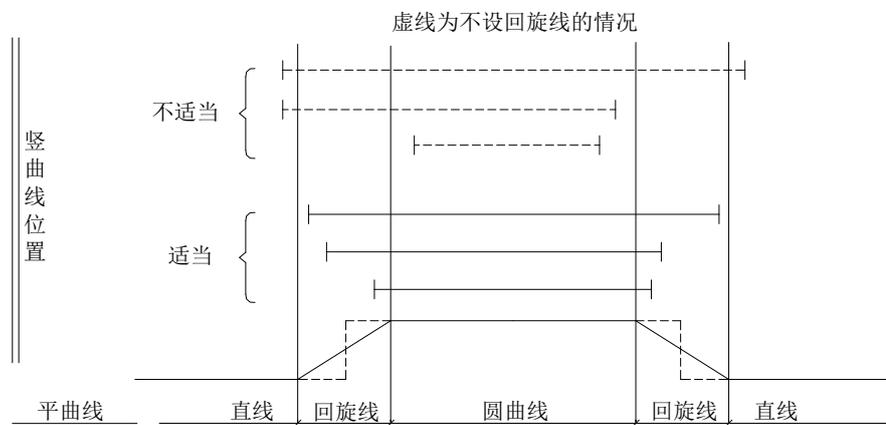


图 6—3 平曲线与竖曲线的各种组合

6.3.3 纵断面设计的步骤

此图中纵向比例为 1：1000，横向比例为 1：10000。

(1) 在所确定的路线上，确定加桩路线的地面高程，其高程值详见纵断面图，绘出地面线。标出里程桩号和平面线形信息。

(2) 确定控制点。控制点包括：路线起终点；越岭垭口高程；大中桥涵；地质不良地段的最小填土高度和最大挖深；与铁路、公路交叉点；重要的电力（杆）管线的净高；重要城镇过道点等。对于山岭区二级公路也要考虑填挖平衡。

(3) 在这些控制点间穿插，初步定出坡度线。

(4) 调整坡度线。检查各指标是否满足，使道路的水平线形协调，同时考虑排水和路基设计的基本要求，其坡度值见纵断面图。

(5) 在完成拉坡的纵断面图上，通过坡度和坡长计算纵断面上的设计高程，所得值详见纵断面图。

6.3.4 纵断面的竖曲线设计

为了提高行车的平顺性，相邻变坡点之间的距离应不小于两竖曲线间的切线长，以便插入适当的竖曲线。竖曲线有凹形竖曲线和凸形竖曲线两种。

6.3.4.1 竖曲线要素计算

初步设计中只确定了竖曲线的半径、切线长和外矢距三个要素。详见下表。

表 6-2 竖曲线要素表（方案一） (m)

序号	桩号	R	T	E
1	K0+800	36000	90.00	0.11
2	K1+820	20000	200.00	1.00
3	K2+550	25000	175.00	0.61
4	K3+240	8000	252.00	3.97
5	K4+080	25000	150.00	0.45
6	K6+460	35000	210.00	0.63

表 6-3 竖曲线要素表（方案二） (m)

序号	桩号	R	T	E
1	K0+900	15000	52.50	0.09
2	K1+870	10000	100.00	0.50
3	K2+550	15000	82.50	0.23
4	K3+290	10000	285.00	4.06
5	K4+200	25000	50.00	0.05
6	K5+540	20000	190.00	0.90

6.4 初步确定桥涵位置、类型、孔径和数量

小桥涵施工是公路排水的主要构造物，在本路段设计中小桥涵的多少直接影响工程造价和使用效果。

不同构造型式的涵洞常用跨径、适用范围和优缺点见表 6-5 和表 6-6。

表 6-5 不同构造型式的涵洞的常用跨径

构造型式	常用跨径 (cm)
圆管涵	50、75、100、125、150
盖板涵	75、100、125、150、200、250、300、400
拱涵	100、150、200、250、300、400
箱涵	200、250、300、400、500

表 6-6 涵洞的适用性和优缺点

构造型式	适用性	优缺点
管涵	有足够填土高度的小跨径暗涵	对基础的适应性及受力性能较好，不需墩台，圻工数量少，造价低

盖板涵	要求过水面积较大时，低路堤上的明涵或是暗涵	构造较简单，维修容易。跨径较小时用石板涵；跨径较大时用钢筋砼盖板
接上表		
拱涵	跨越深沟或高路堤时设置。山区石料资源丰富，可用石拱涵	跨径较大，承载潜力较大。但自重引起的恒载也较大，施工工序较繁多
箱涵	软土地基时设置	整体性强，但钢筋用量较多，造价高，施工较困难

(1) 方案一：11 处设涵洞，一处设置小桥。

在桩号 K6+830 附近有一季节性水沟，当暴雨时期或雨量较大时，才形成河沟。根据目前和长远的需要，经济造价方面考虑，该处建一涵洞即可。

桩号 K7+277 出为一非季节性河流，有一旧桥通过，可利用原先桥位，设置一 2×20 米混凝土梁桥。以下表中若无特别注明，皆为钢筋混凝土圆管涵。

表 6-7 涵洞汇总表（方案一）

桩号	涵洞类型和孔径	桩号	涵洞类型和孔径
K0+061	φ 0.5 钢筋混凝土	K1+800	φ 1.5 钢筋混凝土
K2+540	φ 1.5 钢筋混凝土	K4+080	φ 1.5 钢筋混凝土
K4+330	2× φ 1.0 钢筋混凝土	K4+630	φ 1.5 钢筋混凝土
K5+270	φ 1.5 钢筋混凝土	K6+430	φ 1.5 钢筋混凝土
K6+640	φ 1.5 钢筋混凝土	K6+830	φ 1.5 钢筋混凝土
K7+277	2×20 钢筋混凝土梁桥	K7+370	φ 1.0 钢筋混凝土

(2) 方案二：15 处设涵洞，一处设置小桥。

桩号 K6+740，K6+990 处为季节性水沟，当暴雨时期雨量较大时，才形成河沟，根据目前和长远需要，经济造价方面考虑，该处建涵洞。

桩号 K7+040 出为一非季节性河流，有一旧桥通过，可利用原先桥位，设置一 2×20 米混凝土梁桥。以下表中若无特别注明，皆为钢筋混凝土圆管涵。

表 6-8 涵洞汇总表（方案二）

桩号	涵洞类型和孔径	桩号	涵洞类型和孔径
K0+090	φ 1.5 钢筋混凝土	K0+458	2× φ 0.5 钢筋混凝土
K0+730	2× φ 0.5 钢筋混凝土	K1+853	φ 1.5 钢筋混凝土
K2+555	2× φ 1.0 钢筋混凝土	K4+145	φ 1.0 钢筋混凝土
K4+690	φ 1.0 钢筋混凝土	K5+060	φ 1.5 钢筋混凝土
K5+336	φ 1.5 钢筋混凝土	K5+540	φ 1.5 钢筋混凝土
K6+060	φ 1.5 钢筋混凝土	K6+595	φ 1.0 钢筋混凝土

桩号	涵洞类型和孔径	桩号	涵洞类型和孔径
K6+740	Φ 1.0 钢筋混凝土	K6+990	Φ 1.0 钢筋混凝土
K7+040	2×20 钢筋混凝土梁桥	K7+215	Φ 1.0 钢筋混凝土

6.5 两条方案的优劣评价

6.5.1 路线方案比选的评价指标

路线方案比选的评价指标较多，主要有技术、经济、政策及国防上的意义，交通网系中的作用及其联系城镇的多少等指标，本设计中只作技术和经济两类评价指标的比较。

6.5.2 方案的比选

比选具体指标见表 6—10。

从表中对各项指标的评价可以看出，方案 1 的技术经济指标要略优于方案 1。

本设计路段起点为新兴屯，终点为李家店，地处黑龙江省境内，两点间多高山，自起点——腰七里半——陆家屯——终点的路段，有一等外线经过，且等高线较稀疏，沿线无不良工程地质，其他地区无法绕越，故可供选线的地区比较单一，方案一与方案二部分线形经过地区相同，走向基本相似，故可比性极小，方案 2 的路线比方案 1 的路线长度长 61.48 米，方案一线位较高，布设在农田上方，靠近坡脚选线占地较少并且容易保持路基稳定，而且方案 1 沿线经过 3 个村镇，可利用一个原有桥位，选线符合当地居民的行走习惯；方案 2 经过两个村镇，途中经过两条河流，靠近山脚处线位遇河沟较多，频繁设置桥涵，对排水要求高，鉴于能带动沿线经济发展，方便沿线居民是修路的主要目的，所以综合考虑以上因素，选用方案 1。

表 6—10 方案比选表

评价指标	单位	方案一	方案二
路线长度	m	7503.594	7565.07
航空长度	m	6402.31	6437.86
增长系数		1.172	1.175
转角总和	° ' "	268° 43' 03"	265° 47' 12"
转角平均度数	° ' "	37° 23' 17"	46° 24' 34"

哈尔滨工业大学毕业设计（论文）

平曲线	个数		个	7	6
	最小半径		个	无	无
接上表					
竖曲线	个数		个	7	
	最小半径		m	无	无
纵断面	最大纵坡	个数	个	1	1
		坡度	%	4.5%	3.8%
		坡长	m	730	680
	最小纵坡	个数	个	1	1
		坡度	%	1.2%	0.7%
		坡长	m	1043.594	2025.077
构造物	桥涵数量		个	12	16
土石方工程数量	填		m ³	230654	257018
	挖		m ³	189360	249995
	总		m ³	420014	507013
最大填挖方高度	填		m	12.13	8.73
	挖		m	9.47	18.25
克服高差			m	100	100
沿线连接城镇			个	3	2

附：

航空长度—路线起终点间的直线距离，用以计算路线增长系数，作为方案比选的技术评价指标；

转角参数—转角数，转角总和及转角评价度数是体现路线顺直程度的一种技术指标。

第 7 章 详细测量与详细设计（施工图设计）

7.1 详细技术测量

本设计结合任务，选定方案一其中一段路线进行详细设计，将原有的地形图进行加密。

7.1.1 定线

定线是在选线完成之后，具体标定公路的中心线，是根据上级标准的任务书和踏勘测量中已定的路线走向，主要控制点和技术标准在进行公路详细技术测量时进行的，其中主要任务是在选线布局所规定的‘路线带’范围内，结合详细地形，水文地质条件，综合考虑平纵横三方面的合理安排，定出中线的合理位置。

具体设计，根据初步设计的纵断面图和横断面图，把不合理的路线移到合理的地段上，同时考虑水文地质条件，由于本设计属于教学设计，不能实地踏勘，上述方法只能在图纸上进行，即‘纸上定线’，最后定出交点。

7.1.2 确定详细设计的路线

选择该路线的原则：

(1) 要选择平曲线较多的路段，特别是要含有缓和曲线的路段，因为在该路段上会带有超高和加宽的设计，可以丰富设计的内容，增加设计的难度，并将学过的知识充分利用到实践中来。

(2) 选择带有垭口处的路段，在该处线路的纵坡不好处理，填挖方较大。

(3) 选择排水困难的路段，例如冲沟和湿地等位置，在该路段要注意路基的排水，以及路表和地下排水设施的设计与处理。

(4) 该路段还包含有地面横坡度较陡的位置，在这一段的设计中又增加了路基的边坡稳定和边坡防护问题，同时，还涉及到了排水的处理，例如由于地面坡度较大，而导致水流冲刷严重，流速较快，故要考虑设置截水沟

根据以上原则和导师的建议，确定详细设计的 3.8 公里路段。

7.1.3 等高线的加密

在初步设计选定的方案 1 中确定一段 3.8 公里路段线，在沿路中线两侧各 200 米的地带上，在山岭重丘区其比例尺为 1:1000。

由于使用了 CARD/1 软件，初步设计与详细设计始终都在加密为 2 米的等高线上进行，故同以往设计相比，无须改动。

7.2 平面详细设计

7.2.1 对原路线方案进行分析

详细设计就是将初步选定的方案进一步的细化。初步选定的方案（采用段）展在加密地形图上之后，通过对全线进行分析，发现原路线基本满足要求，故仅做局部修改。

7.2.2 对原有路线进行修正

(1) 保留了方案一中的 JD₂~JD₄ 段路线的原有线位，为了保证本段路线与原初步方案路线的衔接，对于起始端和最末端点不做随意改动。仅为选取路段方便，做局部调整。改变其平曲线半径及转角，使其路线方案达到最佳。并且重新编排桩号。其中曲线上整 20 米标出，直线上整 50 米标出。曲线标于内侧，直线标于路线前进方向右侧。

(2) 为了配合该段的纵断面设计，能顺利越过垭口，设置了一个缓和曲线——圆曲线——圆曲线——缓和曲线的形式，从而与地形更好的符合。

详细情况见详细设计平面图，详细设计的平面设计计算结果详见附表 I-2 “详细设计平曲线一览表”。

7.3 纵断面详细设计

纵断面详细设计时在满足线形标准的前提下，考虑填挖平衡，但主要的还是考虑路线行车的条件得到满足，同时也要注意路堤最小填土高度、排水要求，保证路面处于干燥和中湿状态。尤其是在挖方路段上更要注意纵断的设定。

7.3.1 纵断面的技术指标的确定

详细情况见纵坡，竖曲线表。。

7.3.2 坡度和坡长的确定同初步设计的要求

对于坡度和坡长确定，指标同初步设计的要求，要满足《公路工程技术标准》（JTG B01—2003），所做的规定。此外在该详细设计阶段，由于等高线的加密，以及路线方面做了调整，因此在纵断面的设计方面进行了重新的拉坡设计。

竖曲线的设计情况及其详细设计计算结果见后面的路线纵断面图以及路基设计表。

7.4 横断面详细设计

7.4.1 横断面的组成

对于该设计路段的横断面主要是由行车道、路肩、边沟、排水沟、截水沟和等组成。

本设计路段为平原微丘区二级公路，车速定为 60km/h，按照《公路工程技术标准》（JTG B01—2003），表 3.0.11，将路基宽度选定为 10 米，其中行车道宽度为 $2 \times 3.5\text{m}$ ，硬路肩宽为 $2 \times 0.75\text{m}$ ，土路肩为 2×0.75 米。

7.4.2 路拱的确定

为了路面排水顺畅和保证行车安全、平稳。坡度过小则排水不畅，且不利于行驶安全。所以路拱坡度应限制在一定的范围内。根据路面类型和当地自然条件，本设计采用 2.0% 的路拱横坡。

路肩的设置则为硬路肩采用了与路面坡度相同的 2.0%，而土路肩，为了能迅速排出路面上的降水，路拱坡度为 3.0%。

路拱形式采用直线形，以路中线为为基点，设置双向路拱横坡，主要是为便于机械化施工、排水和养护。

7.4.3 弯道的超高与加宽

为了满足路线的线形要求，平、纵、横三方面的协调，同时也为了满足行车的舒适性、安全性，要做好路线弯道的超高与加宽设计。

《公路工程技术标准》（JTG B01—2003）可知：

在路拱 $\leq 2.0\%$ 时，半径小于 1500 米时，要设超高。

当半径小于等于 250 米时，要设加宽。

《标准》规定，当超高横坡度的计算值小于路拱坡度时，设置等于路拱坡度的超高值或不设超高。所以，可不设超高。

7.4.4 陡坡路堤的稳定性检验

地面横坡陡于 1: 2.5，除应保证路堤边坡的稳定外，还要预防路堤沿地面陡坡下滑。下滑的情况，一般有两种：

(1) 路堤沿基底接触面滑动。

(2) 路堤连同基底下的山坡覆盖层沿基岩层面下滑。

由逐桩横断面图可知，桩号 K2+180 至 K2+280 最陡，经过计算该桩的横坡为陡于 1: 2.5，需要进行陡坡路堤设计，解决方法，或者原地面挖台阶，台阶宽度不应小于 2 米，或采取改善基底条件或设置支挡结构物等防滑措施。

7.4.5 取土坑、弃土堆、护坡道

7.4.5.1 取土坑

取土坑的设置要根据路堤外取土的需要数量，路基排水的要求和当地农田基本建设规划，结合施工的方法、附近地形、土质及水文情况确定。取土坑的布置应考虑使坑内的水能排向附近河沟或路基以外，土方运输经济合理，以及将来路基的加宽和放缓边坡的可能性。

在本设计中考虑到以下 4 方面，故不设取土坑，如需借土就要外运。

(1) 路线的设计一个重要考虑重点就是发展村庄经济，该路线周围有村庄，多农田，为了节省土地，防止水土流失，尽量不占用耕地，不宜在路线两侧设置取土坑。

(2) 地下水位的埋深较浅，设置取土坑后可能导致排水困难问题，额外增加工程量和造价。

(3) 洼地地下水 1.5 米，湿地较多，不用设置取土坑。

(4) 道路沿线多灌木区，地表层有 0.25m 厚的腐植土，清除很不经济且挖出的腐植土又要另行处理。

7.4.5.2 弃土堆

路基挖方应尽量考虑移挖为填，或利用弃土适当加宽路基，以减少废方。为防止废方堆置不当而影响路堑边坡的稳定，或因弃土不当造成水土流失、淤塞排灌沟渠、压盖农田及其它不良后果，在设计时必须妥善考虑土堆的设置。有条件时应尽力争取利用废方造田，扩大耕地面积以支援农业。

综合考虑该路段的实际情况，由“路基土石方数量表”可看出，挖方数量以土方为主，故应充分利用，基本做到移挖做填。

7.4.5.3 碎落台

碎落台设置通常是在在岩石风化破碎比较严重或松散的碎石土路段的挖方边坡，经常有剥蚀碎落的岩屑或土石。在该设计中，虽然无明显的不良工程地质及水文地质地段，但是由于部分地段路堑开挖深度相对较大，因此考虑在边沟外侧设置宽度为 1.0 米的碎落台，并在碎落台上设置高 0.4 米，宽 0.3 米的预制混凝土块，以支挡碎落的岩屑和土石，保证碎落的岩屑和土石都堆积在碎落台上，便于养护时清除。

7.4.6 土石方量计算和调运

横断面设计完后，就要计算各桩号的土石方量。表面 0.25m 为腐植土，不能利用，所以单独计算。在进行土石方调运时，注意以下几点：

- (1) 首先考虑本桩利用。
- (2) 尽可能避免和减少上坡运土。
- (3) 当运距超过 500m 时，考虑采用外借的方式。

详见附表 II “路基土石方数量计算表”。

第 8 章 排水设计

路基施工和养护均需一定的水分，但是路基和路面周围的水应当严格的控制，该设计路段地处黑龙江省牡丹江地区，该地区为季节性冰冻地区，地下水埋深也较浅，山坡地下水为 3.0m 以下，在低洼处仅为 1.5m，由于深挖路堑多，如果侵入路基的水分过多，土基含水量过大，便会引起土质松软，强度降低，发生边坡坍塌、冻胀、翻浆等病害，从而降低道路的使用性能，影响行车安全，还将大大降低道路的使用年限。综合各种气候、水位、土质、等地形水文条件等这些都极易引起道路的冻害、翻浆等病害。

为排出路基、路面内的地面水和地表水，保证路面和路基的稳定，防止路面积水影响行车安全，应设置完善的排水设施。本设计为二级公路，路基路面排水应综合设计使各种排水设施形成一个功能齐全，排水性能强的完整排水系统。

排水设计要因地制宜，全面规划、综合治理、经济实用，充分利用有利地形和自然水系。各种路基排水沟渠的设置和连接应尽量不占或少占农田，并与当地农田水利设施相配合，必要时可适当加大涵管孔径或增设涵管等以利于农田灌溉。排水沟渠应选择地形，地质较好的地段通过，以节约加固工程投资。排水沟渠的出水口应尽可能引至天然河沟，不应使水流直接流入农田，损害农业生产。排水构造物的设计应贯彻就地取材的原则，要迅速排出有害水，保证公路运输畅通。本详细设计的整体排水规划选择了 K0+700~K2+100 路段进行设计。

8.1 路基边坡设计

边坡设计主要是合理的确定路基边坡坡度。路基边坡坡度可用边坡高度 H 与边坡宽度 b 之比表示，并取 $H=1.0$ 。

路基的边坡，尤其是陡坡地段的路堤边坡及深路堑的挖方边坡，不仅数量大，施工难度高，而且是决定路基稳定性的关键，如果地质与水文条件较差，往往病害严重，甚至因水毁坏，所以合理的确定边坡坡度，对于路基的稳定性至关重要，同时要做好路基的排水、养护和加固设计工作。路基边坡的坡度，应根据当地的自然条件、土石种类及结构边坡高度、施工方法、气候条件、基底的工程地质及水文地质条件进行合理选定。

8.1.1 路堤边坡

沿线山体稳定，无不良地质状况，故路堤边坡坡度，可参照下表，结合当地已成的实践经验采用。

表 8-1 路堤边坡坡度

填料类型	边坡最大高度 (m)			坡度		
	全部高度	上部高度	下部高度	全部高度	上部高度	下部高度
粘性土、砂性土、粉性土	20	12	12	—	1: 1.5	1: 1.7
砾石土、粗砂、中砂	12	—	—	1: 1.5	—	—
碎石、卵石	20	8	8	—	1: 1.5	1: 1.7
不易风化的石块	20	12	12	—	1: 1.3	1: 1.5

根据沿线的工程地质及水文状况，本设计采用的边坡为：路堤上部坡度（ $H \leq 8m$ ）1: 1.5，下部坡度 1: 1.75（ $H \leq 8m$ ）。

8.1.2 路堑边坡

路堑边坡的稳定性主要与当地的地质地貌、水文条件和排水条件有关。为了防止边坡不稳定而发生塌方等病害，在设计之前，首先用对山坡的自然稳定性做正确的判断。整体岩层，风化较轻，边坡的稳定性一般稳定性较好；岩质山坡上，如风化严重，有与路线平行的台阶的地形，可能出现山坡滑坍；岩质的山坡上有与路线平行的裂缝，可能出现山坡不稳的现象；圆圈状的山坳容易发生滑坡，小的山坳容易发生塌方。

当地质水文条件良好、土质均匀或岩层无不利层理时，路堑边坡坡度可参考第五章表 5-4 所列的范围，结合以建成公路实践经验采用。

本设计采用的边坡为：路堑 1: 1。当路堑高度大于 8 米时，其 6 米以下，坡度为 1: 1，6 米以上坡度为 1: 1.5，考虑到坡度变化较大，在该处修建 1m 的碎落台，从而增加边坡的稳定性减少坡面冲刷，起到一定的拦挡上边坡剥落下坠的小石（土）块。平台表面也作浆砌片石防护。

8.2 沟渠设计

8.2.1 边沟设计

设置在挖方路基的外侧以及填土高度较低的路堤坡脚外侧的纵向人工

沟渠，称之为边沟。其主要功能在于汇集和排出路基范围内和流向路基的少量地面水。

边沟的排水量不大时，一般不需要进行水文、水利计算。依据沿线具体条件，选定标准横断面形式，边沟紧靠路基，通常不允许其他排水沟渠的水汇入，也不能与其他人工沟渠和并使用。

8.2.1.1 边沟的断面形式

常用的有梯形、矩形、三角形和流线型等几种形式。一般情况，土质边坡宜采用梯形；石质边沟宜采用矩形，以减少沟顶宽度；易于积雪或积沙路段，边沟宜采用流线型，单个采用机械化施工、且用地条件许可时宜采用三角形。国防公路，为了利用车辆横越边沟，宜采用三角形边沟

结合本设计的情况，采用用梯形边沟，边沟采用浆砌片石防护。

8.2.1.2 边沟的断面尺寸

《公路排水设计规范》规定二级公路的边沟的深度不得小于 0.4 米，本设计中的边沟深度采用 0.6 米，底宽取 0.6 米。

本段设计采用边沟的边坡为内侧 1: 1，在挖方路段外侧边坡与挖方边坡相同，即 1: 1，在较低填方路段外侧边坡坡度与填方路段的边坡相同，即为 1: 1.5。

8.2.1.3 边沟的纵坡和长度

为了保证边沟能迅速地排水，边沟纵坡一般与路线纵坡一致（出水口附近除外），平坡路段，边沟宜保持不小于 0.5% 的纵坡。在工程困难地段宜不得小于 0.3%，但边沟口间距宜缩短。在边沟出水口附近以及排水困难路段，如回头曲线和路基超高较大的平曲线等处，边沟应进行特殊设计。

为防止边沟水流漫溢或冲刷，通常规定单向排水长度每 300~500 米即应设排水沟，将水引至低洼处，必要时添设涵洞，将水引入路基另一侧。

8.2.1.4 边沟的出水口

(1) 边沟水流流向路堤坡脚处，纵坡一般较陡。当边沟底到填土坡脚高差过大时，应结合地形和地质条件采取下列措施：

a) 设置排水沟将路堑边沟沿出水口处的山坡引向路基范围以外，不直接冲刷填方路基。

b) 自边沟与填方毗邻处设跌水或急流槽，将水流直接引到填方坡脚之外，以免冲刷，影响路基稳定性。

(2) 当边沟水流流向桥涵进水口时，为避免边沟流水冲刷，应作如下处理：

a) 在涵洞进口处设置窰井，或根据地形需要，在进口前设置急流槽与跌水等构造物。

b) 当边沟水流向桥涵进水口时，为避免冲刷，应在涵洞进水口前或桥头翼前设置急流槽或跌水构造物将水引走。

8.2.2 截水沟

当山坡填方路段可能遭到上方流水的破坏时，必须设置截水沟以拦截山坡水流保护路堤。降水量较少或坡面坚硬及边坡较低以致影响不大时的地段可以不设截水沟。反之则必须设两道或多道截水沟。

8.2.2.1 截水沟的断面形式

截水沟的断面形式一般为梯形，本设计边坡采用 1: 1，宽度采用 0.6 米，深度 0.6 米。

8.2.2.2 截水沟离开路基的距离

截水沟离开挖方路基的距离应视土质而定，以不影响边坡稳定性为原则。对于一般土层，距离 $d \geq 5$ 米，地质不良地段，酌情增大。对于有软弱地段，其距离因挖方边坡高度 H 而异，一般为 $d \geq 5+H$ 米，但应不小于 10 米，截水沟挖出的土，可在截水沟之下侧做成土台。台顶应筑成 2% 倾向截水沟的横坡，土台坡脚离路基挖方坡顶应有适当距离。

山坡路堤上方的截水沟，离开路堤坡脚至少 2 米，并用开挖截水沟的土在路堤与截水沟之间，修成倾斜 2% 的土台。

8.2.2.3 截水沟的出水口

(1) 截水沟内的水流一般应避免排入边沟。

(2) 通常应尽量利用地形，将截水沟中的水流排入截水沟所在山坡一侧的自然沟中，或直接引到桥涵进口处，以免在山坡上任其自流，造成冲刷。

(3) 截水沟的出水口，应与其它排水设施平顺地衔接，必要时宜设跌水或急流槽。

8.2.3 排水沟

排水沟主要用于排除来自边沟，截水沟或其它水源的水流，并将其引至路基范围以外的指定地点。排水沟的断面形式一般为梯形，底宽不应小于 0.5m，深度按流量确定，但不宜小于 0.5m。边坡坡度视土质而定，一般土层可用 1: 1.5。沟底纵坡以 1%~3% 为宜，纵坡大于 3%，需进行加固，大

于 7%时，应设置跌水或急流槽。排水沟的长度应根据实际需要确定，通常宜在 500m 以内。排水沟距路基的距离一般不小于 3~4m。

8.2.4 沟渠加固

沟渠加固措施应结合地形、地质、纵坡和流速等条件，因地制宜，就地取材，简便易行，经济实用。

本设计中考虑到地下水埋深较浅，且为冰冻地区，故采用浆砌片石对边沟、排水沟和截水沟进行加固。

8.3 路面排水设计

8.3.1 确定路拱坡度

路拱坡度的确定，应以路面排水和保证行车安全、平稳为原则。结合当地实际情况，确定路面类型为沥青混凝土路面，查阅相关水文资料，最后确定路拱横坡度为 1.5%。

8.3.2 路拱形式的确定

路拱的基本形式有直线形、屋顶线形和抛物线形三种。综合考虑本设计采用直线型路拱，即采用双向坡面，即路拱两侧是倾斜直线，拱顶在路面的中心线上。这种路拱形式有利于机械化施工，如行车后路面稍有沉陷，雨水亦可排出比较符合设计、施工和养护的要求。

8.3.3 路拱横向坡度

路肩一般应设置向路基外侧倾斜的横向坡度，为能迅速排出路面上的降水，路肩横向坡度一般应比路面横坡大 1%~2%，本设计采用路肩坡度为 3.0%。路肩坡度的方向均向路肩外侧倾斜，以免路肩上的雨水流入行车道。

8.4 涵洞计算

8.4.1 涵洞的布设

本路段小桥涵设置时主要考虑了：上游洞口应考虑流向，下游洞口以不危及农田村镇为原则，同时考虑到圆管涵利于施工，又经济简便，所以大部分形式均采用无压力式圆管涵形式（除 K2+190 处，设置盖板涵）。本设计所取标准跨径为 1.0m。

本设计中涵洞的位置以及孔径见表 8-3 所示：

表 8-3 涵洞一览表

序号	涵洞位置	结构类型	交角 (°)	孔数及孔径	洞口型式
1	K0+980	钢筋混凝土圆管涵	74	2×Φ1.5	一字
2	K1+680	钢筋混凝土圆管涵	90	1-Φ1.25	一字
3	K2+190	钢筋混凝土盖板涵	69	1×1.0	一字
4	K2+256	钢筋混凝土圆管涵	54	1-Φ1.5	一字
5	K2+740	钢筋混凝土圆管涵	116	1-Φ1.0	一字
6	K3+200	钢筋混凝土圆管涵	90	2×Φ1.5	一字

8.4.2 涵洞具体计算：

圆管涵的标准跨径通常取 50、75、100、125、150（cm）。下面以排水总体规划图中 K1+680 处的涵洞计算为例，参考资料为《公路排水设计手册》（人民交通出版社 姚祖康编著），以下系数及表均由此书中摘取。

采用的方法为径流形成法，此法是以暴雨资料为主推算小流域洪水流量的一种方法，是公路部门目前普遍使用的一种计算方法，该公式只适用于汇水面积 $F \leq 30 \text{ km}^2$ 的小流域。

我国公路系统最常采用的是公路科学研究所提出的简化公式，其中未考虑洪峰削减的公式为：

$$Q_p = \phi(h-Z)^{\frac{3}{2}} F^{\frac{4}{5}} \beta \gamma \delta \quad (8-1)$$

式中 Q_p ——规定频率为 P 时的雨洪设计流量（ m^3/s ）

F——汇水面积（ km^2 ），根据详细设计平面图计算得：

$$F=0.204\text{km}^2$$

h ——暴雨径流厚度（mm）

由表 3.2—5 查得本地区为暴雨分区的第十六区（松花江平原）
由表 3.2—7 查得汇水区土的吸水类属第 II 类（沿线多粘土）

取汇流时间为 $t=30_{\text{min}}$

根据公路类型，本地区设计洪水频率为 1/50

根据以上四个因素值查表 3.2—6 得 $h=32\text{mm}$

Z ——被植物或坑挖滞流的径流厚度

根据地面特征查表 3.2—8 得 $Z=10\text{mm}$ （灌木丛，山地水稻田，结合治理，坡面已初步控制）

ϕ ——地貌系数，根据地型、汇水面积 F 、主河沟平均坡度 I_z 决定

按主河沟平均坡度 I_z （‰）=10~20

汇水面积 F （ km^2 ） $F < 10 \text{ km}^2$

根据表 3.2—9 查得 $\phi=0.09$

β ——洪峰传播的流量折减系数，由汇水面积重心至桥涵的距离（ $L_0=0.3\text{Km} < 1\text{Km}$ ）及汇水区的类型（丘陵汇水区）综合查表 3.2—10 得，本设计取 $\beta=1$ ；

γ ——汇水区降雨不均匀的折减系数，由于汇水区得长度宽度均小于 5Km，故不予考虑，取 $\gamma=1$ ；

δ ——考虑湖泊或小水库调节作用对洪峰流量影响的折减系数，本地区没有水库，所以取 1；

将各值带入公式计算得

$$Q_p=0.09 \times (32-10)^{\frac{3}{2}} \times 0.204^{\frac{4}{5}} \times 1 \times 1 \times 1 = 2.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

(1) 确定涵洞孔径 d

初选临界水深 h_k 时的充满度为 $\frac{h_k}{d} = 0.8$ 。查表的， $k=0.382$ 。则管径为：

$$d = \sqrt[5]{\frac{2.6^2}{9.81 \times 0.382}} = 1.13 \text{ m}$$

取管径 $d=1.25\text{m}$ 。

(2) 临界水深

以 $d=1.25\text{m}$ 代入计算时，可得

$$k = \frac{2.6^2}{1.25^5 \times 9.81} = 0.2264$$

查表得到相应的 $h_k/d = 0.704$ 。故临界水深 $h_k = 0.704 \times 1.25 = 0.8802\text{m}$ 。

(3) 临界流速和临界坡度的确定

查表可得，当 $\frac{h_k}{d} = 0.704$ 时， $k_1 = 0.591$ ， $k_2 = 0.913$ ， $k_3 = 0.297$ 。

则：临界流速 v_k ：

$$v_k = \sqrt{\frac{k_1 g d}{k_2}} = \sqrt{\frac{0.591 \times 9.81 \times 1.25}{0.913}} = 2.817\text{ m/s}$$

临界坡度 i_k 为：

$$i_k = \frac{v_k^2}{\left(\frac{1}{n}(dk_3)^{2/3}\right)^2} = \frac{2.817^2}{\left(\frac{1}{0.014}(1.25 \times 0.297)^{2/3}\right)^2} = 5.84\%$$

采用临界坡度时，涵内正常水深 h_0 和流速 v_0 均与临界水深 h_k 和临界流速 v_k 相同。涵洞底坡等于临界坡度，涵前水深小于允许水深，涵洞进水口处得净空高度大于要求得最小净空高度，涵洞出口处水深（涵内水深）大于下游正常水深，涵洞水流状态为无压自由流。

(4) 最大纵坡的确定

假设涵洞内正常流速采用允许流速（ $v_0 = 6.0\text{m/s}$ ），则涵洞纵坡可增大。

由流量公式，涵内过水断面面积为 $A = Q/v_0 = 2.6/6.0 = 0.434\text{m}^2$ 。

则 $k_1 = A/d^2 = 0.434/1.25^2 = 0.278$ ，查表的充满度 $h_0/d = 0.384$ 。由此，

正常水深 $h_0 = 0.384 \times 1.25 = 0.48 \text{ m}$ 。

查表知断面的流速特征相对值 $W_0/W_d = 0.882$ ，其中
 $W_d = 28.35d^{2/3} = 28.35 \times 1.25^{2/3} = 32.897$ ，由此， $W_0 = 0.882 \times 32.897 = 29.012$ 。

则 $i = v_0^2/W_0^2 = 6.0^2/29.012^2 = 42.8\%$ 。

可见涵洞纵坡 I 可在 $i_k=5.84\% \sim 42.8\%$ 范围内选择。

(5) 确定涵洞长度

$$L_{\text{上}} = \frac{B_{\text{上}} + m(H - h_{\text{上}})}{1 + mi_0} = \frac{5.0 + 1.5 \times (7.6 - 3.0)}{1 + 1.5 \times 0.122} = 10.06 \text{ m}$$

$$L_{\text{下}} = \frac{B_{\text{下}} + m(H - h_{\text{下}})}{1 - mi_0} = \frac{5.0 + 1.5 \times (7.6 - 2.5)}{1 - 1.5 \times 0.122} = 15.48 \text{ m}$$

式中 B——路基宽度，为 10 米

$B_{\text{上}}$ ， $B_{\text{下}}$ ——由路基中心至上，下游路基边缘的宽度，当路基无加宽时均为 $0.5B$ ，即为 5.0 米；

H——路基填土总高度，即由路基中心至路基边缘高度，此涵洞处为 7.6 米

$h_{\text{上}}$ ， $h_{\text{下}}$ ——涵洞上下游洞口建筑高度， $h_{\text{上}}$ 取 3.0 米， $h_{\text{下}}$ 取 2.5 米

m——路基边坡坡度（按 1: m）， $m=1: 1.5$

i_0 ——涵底坡度（以小数表示） $i_0=12.2\%$

$L_{\text{上}}$ ， $L_{\text{下}}$ ——涵洞上，下游长度

涵洞全长： $L = L_{\text{上}} + L_{\text{下}} = 10.06 + 15.48 = 25.54 \text{ m}$

8.5 排水系统总体规划

排水设计应遵循的设计原则：

(1) 因地制宜、全面规划、综合治理、讲究实效、注意经济，充分利用有利地形和自然水系。

(2) 各种排水沟渠应尽量不占或少占农田，并与当地农田水利设施建设相配合。一般情况下，不利用边沟作为灌溉渠道。不得已时，应对边沟加大尺寸，并加固。

(3) 对于排水困难和地质不良地段应进行特殊设计。

(4) 排水沟渠的出水口应尽可能引接至天然河沟，以减少桥涵工程；不应使水直接流入农田，损害农业生产。

(5) 贯彻因地制宜、就地取材的原则，迅速有效的排除路基的“有害水”。

排水总体规划见排水总体规划图（1：2000）。

第 9 章 路基防护工程设计

路基防护应按照设计施工与养护相结合的原则，根据当地气候环境、工程地质和材料等情况，选用适当的工程类型或采用综合措施，以保证路基的稳固。

路堤和路堑边坡的坡面暴露在大气中，常常受到自然因素的反复干湿、冻融、冲刷和吹蚀作用。对于易受自然因素作用而破坏的土质或岩质边坡，在路基基身施工完毕以后，应及时进行坡面护理。

9.1 植物防护

植物防护是一种经济有效的防护措施，特别是在气候潮湿、草皮易于生长的地区，但采用时必须注意保证其成活。对于岩质边坡，这种方法一般不适用。在不利于生长的边坡上，若要采用植物防护，则可在其上先铺一层厚约 10—20cm 的粘性土，而后再铺草皮。本设计段填方和挖方小于 2.5 米时采用植草防护。尺寸及布置见路基防护图。

9.2 砌石护坡

对于较陡的土质边坡（1: 0.75—1:1）和易风化和破碎的岩石边坡，可采用砌石护坡，砌石有干砌和浆砌片石两种，前者适用于边坡坡度较缓或经常有地下水渗出坡面的情况。干砌片石厚度一般不小于 0.2—0.3m。当干砌片石不适宜或效果不好时，采用浆砌片石。浆砌片石护坡的厚度，视边坡高度和陡度而异，一般为 0.2—0.4m。为防止不均匀收缩和沉陷引起过的内应力，每隔 10—20m 设一道伸缩缝，缝隙宽 2cm，缝内填塞沥青麻筋或沥青木板。隔 2—3m 交错设置孔径 0.1m 的泄孔。对于土质边坡，为防止淤塞，护坡背后应设置反滤层，或仅在泄水孔后面 0.5m×0.5m 的范围内设置。本设计路堑挖深大于 2.5m 时，2.5m 以下均采用浆砌片石防护。详见“路基防护图”。

综合考虑在本设计中的地下水埋深较浅等实际情况，采用植物防护和浆砌片石两种形式。填方和挖方小于 2.5 米时采用植草防护。挖深大于 2.5 米的路堑，上部 2.5 米采用铺草皮，下部采用浆砌片石防护。当挖深超过

6.0 米，即挖到岩石层，因该地区的岩石风化不是很严重，地下水可以靠岩石裂隙排到边沟，故不需设置护面墙。在本设计中，采用铺草皮和浆砌片石两种防护型式。具详见“路基防护图”。

第 10 章 路面结构设计

10.1 路面类型的选择确定

路面结构设计的目的是提供在特定的使用期限内同所处环境相适应并能承受与其交通荷载适用的路面结构，同时设计路面结构，便于改变道路行驶条件，提高服务水平，满足汽车运输的要求，因此路面应起码具备三个方面的使用要求：平整、抗滑、承载能力。

10.1.1 沿线地质概况及材料来源

设计路段内无不良地质概况，沿线有小型石灰厂和水泥厂，砂石材料丰富；水泥与沥青均需外运。考虑到与水泥路面相比，沥青混凝土路面表面平整、无接缝、行车舒适，便于机械化施工，能加快施工进度；当破坏后，沥青混凝土路面易于修补。故本设计采用沥青混凝土路面。

10.1.2 路面等级与类型

规范规定：二级公路一般采用沥青混凝土路面，根据设计年限内累计当量标准轴载作用次数多少选用高级路面和次高级路面，高级路面一般适用于设计年限内累计标准轴次大于 400 万次的二级公路，设计年限为 15 年；次高级路面适用于设计年限内累计标准轴次大于 200 万次的二级公路，设计年限为 12 年。

10.1.2.1 标准轴载及轴载换算

路面设计以双轮组单轴载 100KN 为标准轴载，以 BZZ-100 表示。标准轴载计算参数如表 10-1 所示。

表 10-1 标准轴载计算参数

标准轴载	BZZ-100	标准轴载	BZZ-100
标准轴载 P(KN)	100	单轮传压面当量圆直径 d (cm)	21.3
轮胎接地压强 P(Mpa)	0.7	两轮中心距 (cm)	1.5d

当以设计弯沉值为设计指标及沥青层层底拉应力验算时，凡是轴载大于 25KN 的各级轴载（包括车辆的前、后轴） P_1 的作用次数 n_1 ，均应按下式换算成标准轴载 P 的当量作用次数 N 。

$$N = \sum C_1 \times C_2 \times n_1 (P_1 \times P_2)^{4.35} \quad (10-1)$$

式中 N ——标准轴载的当量轴次

n_1 ——被换算车型的各级轴载作用次数（次/日）

P ——标准轴载

P_1 ——换算车型的各级轴载

C_1 ——轴数系数， $C_1=1+1.2(m-1)$ ， m 是轴数。当轴间距大于 3 米时，按单独的一个轴载计算；当轴间距小于 3 米时，应考虑轴数系数。

C_2 ——轮组系数，单轮组为 6.4，双轮组为 1，四轮组为 0.38。

由已知交通量资料，可得路面设计所需的交通个参数，如下表：

表 10-2 路面设计交通参数表

车 型	前轴重	后轴重	后轴数	后轴轮组数	后轴距	交通量
三菱 FR415	30.0	51.0	1	双轮组	—	250
五十铃 NPR	23.5	44.0	1	双轮组	—	140
江淮 HF140A	18.9	41.8	1	双轮组	—	100
江淮 HF150	45.1	101.5	1	双轮组	—	200
东风 KM340	24.5	67.8	1	双轮组	—	350
东风 SP9135B	20.1	72.6	2	双轮组	> 3 米	120
五十铃 EXR18	60.0	100.0	3	双轮组	> 3 米	110

10.1.2.2 累计当量轴次

设计年限内一个车道的累计当量轴次 N_e

$$N_e = \frac{[(1+\gamma)^t - 1] \times 365 \times N_t \eta}{\gamma} \quad (10-2)$$

式中 N_e ——设计年限内一个车道的累计当量轴次

t ——设计年限

N_t ——设计竣工后第一年双向日平均当量轴次

γ ——设计年限内的交通量平均增长率

η ——车道系数

由已知材料，可知 $t=12$ 年， $\gamma=5.1\%$ ，道路为双车道无分隔形式，由《沥青混凝土路面设计规范》，可知 η 在 0.6 与 0.7 之间，本设计取 0.6，则用程序计算一个车道的累计当量轴次：

$$N_e = 321.1 \text{ 万次}$$

当进行半刚性基层层底拉应力验算时，凡是轴载大于 50KN 底各级轴载（包括车辆底前、后轴） P_1 的作用次数 n_1 均应按下式换算成标准轴载 P 的当量作用次数 N'

$$N' = \sum C_1' \times C_2' \times n_1 (P_1 / P_2)^{8.0} \quad (10-3)$$

式中 C_1' ——轴数系数，当轴间距大于 3 米时，按单独的一个轴载计算，则

$$C_1 = 1m, \text{当轴间距小于 } 3m \text{ 时,按双轴或多轴计算, } C_1 = 1 + 2 \times (m-1)$$

m ——轴数

C_2' ——轮组系数，单轮组为 18.5，双轮组为 1，四轮组为 0.09

所以，程序计算的 $N_e = 247.5$ 万次。

10.1.3 沥青面层设计

为了给汽车提供安全、舒适、快速的行车条件，沥青路面应具有坚实、平整、抗滑和耐久的品质，同时，还应具有高温抗车辙、低温抗开裂，抗水损害及雨水渗入基层的功能。

10.1.3.1 选择沥青

已知该路段冬季最低气温为 -38.3°C ，属寒区，且路面为沥青混凝土，所以根据《规范》确定沥青为 A-100。

10.1.3.2 集料的技术要求

各种沥青面层的粗集料、细集料、填料应符合《公路沥青路面施工技术规范》的有关规定。

10.1.3.3 沥青混凝土

沥青面层由双层沥青混合料组成，上面层为中粒式沥青混凝土，用来防止雨水下渗。下面层采用粗粒式沥青混凝土。

10.2 基层、底基层及垫层

10.2.1 基层、底基层

基层、底基层应具有足够的强度和稳定性，在冰冻地区应具有一定的抗冻性。

拟选用石灰水泥综合稳定碎石为基层。石灰稳定土为底基层，厚度根据计算得到。

10.2.2 垫层

垫层的作用有抗冻、排水、防止污染等，本设计处在东北地区，属于季节性冰冻地区，易发生冻胀、翻浆等现象，为了排出路面路基中滞留的自由水，确保路面结构稳定，避免冻害发生，在底基层下设置垫层。因为当地砾石丰富，垫层采用天然砾石。

10.3 路基

该地区自然区划为Ⅱ₂区，土质为CL.M，地下水埋深1.5—3.0m，路基临界高度H₁=2.7m，H₂=2.0m。由于该地区属于山岭重丘区，地势起伏较大，填挖方高度变化也就较大，故分中湿和潮湿两种状态进行验算。

根据自然区划及土质类型查表，得土基的回弹模量如下表：

表 10-8 各段稠度和土基回弹模量 E₀ (MPa) 值

干湿类型	稠度建议值	E ₀
中湿	$\omega_{c1} > \omega_c \geq \omega_{c2}$ 为 $1.10 > \omega_c \geq 0.95$	28
潮湿	$\omega_{c2} > \omega_c \geq \omega_{c3}$ 为 $0.95 > \omega_c \geq 0.80$	22.5
干燥	$\omega_c > \omega_{c1}$ 为 $\omega_c \geq 1.10$	32

10.4 路面的结构厚度

由程序计算得到不同状态（中湿状态，潮湿状态）路基的结构层次及厚度。

具体参见所下列表。

表 10-10 路面设计的结构参数（中湿）

层位	材料名称	厚度（cm）	20℃模量	15℃模量	极限强度
①	中粒式沥青混凝土	4	1200	1800	1.0
②	粗粒式沥青混凝土	6	1000	1400	0.8
③	石灰水泥综合稳定碎石	18.0	1400	1400	0.5
④	石灰稳定土	0	700	700	0.2
⑤	天然砂砾	20	200	200	0
⑥	土基	**	29.5	**	**

表 10-11 路面设计的结构参数（潮湿）

层位	材料名称	厚度（cm）	20℃模量	15℃模量	极限强度
①	中粒式沥青混凝土	4	1200	1800	1.0
②	粗粒式沥青混凝土	6	1000	1400	0.8
③	石灰水泥综合稳定碎石	18.0	1400	1400	0.5
④	石灰稳定土	0	700	700	0.2
⑤	天然砂砾	25	200	200	0
⑥	土基	**	29.5	**	**

10.4.1 路面设计弯沉值的计算

路面设计弯沉值是表征路面整体刚度大小的指标，是路面设计计算的主要依据。路面设计弯沉值根据公路等级、设计年限内累计当量标准轴次、面层和基层类型按下式确定：

$$l_d = 600 \times N_e^{-0.2} \times A_c \times A_s \times A_b \quad (10-4)$$

式中 l_d ——设计弯沉值

N_e ——设计年限内的累计当连标准轴载作用次数

A_c ——公路等级系数，二级公路为 1.1

A_s ——面层类型系数，沥青混凝土面层为 1.0

A_b ——基层类型系数，半刚性基层为 1.0

所以，

$$\begin{aligned} l_d &= 600 \times N_e^{-0.2} \times A_c \times A_s \times A_b \\ &= 600 \times 3211000^{-0.2} \times 1.1 \times 1.0 \times 1.0 \\ &= 33 \text{ (0.01mm)} \end{aligned}$$

10.4.2 容许拉应力的计算

在计算层底拉应力时，结构层底面计算点的拉应力，应小于等于该层材料的容许拉应力，即：

$$\sigma_m \leq \sigma_r \quad (10-5)$$

容许拉应力按下式计算：

$$\sigma_r = \frac{\sigma_{sp}}{K_s} \quad (10-6)$$

式中 σ_r ——路面结构层的容许拉应力

σ_{sp} ——沥青混凝土和半刚性基层的劈裂强度（MPa）。对沥青混凝土是指 15℃ 时的劈裂强度，对二灰稳定类材料为龄期为 180 天的劈裂强度。

K_s ——抗拉强度结构系数

对沥青混凝土面层：

$$K_s = 0.09 \times A_a \times N_e^{0.22} / A_c \quad (10-7)$$

对无机结合料稳定集料类：

$$K_s = 0.35 N_e^{0.11} / A_c \quad (10-8)$$

对无机结合料稳定土类：

$$K_s = 0.45 N_e^{0.11} / A_c \quad (10-9)$$

式中 A_a ——沥青混凝土继配类型系数，细、中粒式沥青混凝土为 1.0，粗粒式沥青混凝土为 1.1。

A_c ——公路等级系数，见公式（10-4）

10.4.3 路面厚度计算

路面厚度是根据多层弹性理论层间接触条件为完全连续体系时，在双圆垂直均布荷载作用下，轮隙中心处实测路表弯沉值 l_s 等于设计弯沉值 l_d 的原则进行计算，即 $l_s = l_d$ 。

标准车型的轮胎的接地压强为 0.70Mpa，当量圆直径为 10.65。土基回

弹模量为 28.0，各层材料的设计参数见路面结构设计参数表。由已知数据，拟定基层为设计层，拟定面层为 10cm，基层为 18cm，垫层厚度视干湿类型不同而改变。利用专用设计程序计算底基层厚度，计算结果为：

中湿状态：25.6cm，取 26cm。

潮湿状态：28.8cm，取 29cm。

然后利用设计程序求出路表实际弯沉值,见表 10—12。

表 10—12 路表实际弯沉

路基干湿状态	路表实际弯沉值(1/100mm)
中湿状态	32.8
潮湿状态	32.8

因为： $l_d=33(1/100mm)$ ，所以，结构厚度满足设计要求。

10.4.4 设计与验算结果

验算层底拉应力根据多层弹性理论，层间接触条件为完全连续体系，双圆荷载作用下计算层底最大拉应力 σ_m 。

验算沥青混凝土面层及半刚性材料底基层，底基层的层底拉应力时，以单圆的内侧边缘点及双圆间隙中心点，单圆半径的二分之一点，单圆的内侧边缘点及双圆间隙中心点，并取最大值作为层底拉应力。

计算的结果见表 10—13～表 10—18。

表 10—13 路面设计结果汇总 1(中湿)

设计弯沉值 (1/100mm)	33.0
按弯沉指标设计的设计层厚度 (cm)	25.6
满足第 1 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	25.6
满足第 2 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	25.6
满足第 3 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	25.6
满足第 4 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	25.6

表 10—14 路面验算结果汇总 1(中湿)

当设计层厚度取 26.0cm 时的指标值	
表面实际弯沉值为： 32.8 1/100mm 纸	$d= 33.0$
第 1 层底拉应力为： -0.26 MPa	$\sigma_r= 0.45$
第 2 层底拉应力为： -0.08 MPa	$\sigma_r= 0.33$
第 3 层底拉应力为： 0.19 MPa	$\sigma_r= 0.31$

第 4 层底拉应力为： 0.04 MPa	$\sigma_r = 0.10$
----------------------	-------------------

表 10-15 路面设计结果汇总 2(潮湿)

设计弯沉值 (1/100mm)	33.0
按弯沉指标设计的设计层厚度 (cm)	28.8
满足第 1 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	28.8
满足第 2 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	28.8
满足第 3 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	28.8
满足第 4 层拉应力指标的设计层厚度 (cm)	28.8

表 10-16 路面验算结果汇总 2(潮湿)

当设计层厚度取 29 cm 时的指标值		
表面实际弯沉值为： 32.8	1/100mm 纸	d = 33.0
第 1 层底拉应力为： -0.26	MPa	$\sigma_r = 0.45$
第 2 层底拉应力为： -0.08	MPa	$\sigma_r = 0.33$
第 3 层底拉应力为： 0.18	MPa	$\sigma_r = 0.31$
第 4 层底拉应力为： 0.04	MPa	$\sigma_r = 0.10$

10.4.5 最小防冻厚度验算：

在季节性冰冻地区的中潮、潮湿路段，需要进行防冻厚度验算，规范规定采用查表法

道路冻深的确定与材料热物性、横断面类型、路基潮湿类型和冻结指数有关，可按下式计算：

$$h_d = a \cdot b \cdot c \cdot \text{sqrt}(f) \quad (10-10)$$

式中： h_d ——路表面至道路冻结线的深度 (cm)；

a ——路面结构层的材料热物性系数；

b ——路基横断面（填、挖）系数；

c ——路基潮湿类型系数；

f ——近十年冻结指数平均值，即冬季负温度的累积值（度·日），其值应根据气象部门的观测资料计算确定。

抗冻设计的基本参数如下表：

表 10-17 抗冻设计基本参数（中湿）

地区类型	东北	冻结指数平均值 F	1800
材料热物性系数 a	2.2	路基潮湿类型	中湿
接上表			
路基横断面系数 b	2.0	土质类型	粘性土
路基潮湿型系数 c	1.08	基层类型	稳定土类
路面结构厚度	74	最小防冻厚度	55

表 10—18 抗冻设计基本参数（潮湿）

地区类型	东北	冻结指数平均值 F	1800
材料热物性系数 a	2.2	路基潮湿类型	潮湿
路基横断面系数 b	2.0	土质类型	粘性土
路基潮湿型系数 c	1.06	基层类型	稳定土类
路面结构厚度	82	最小防冻厚度	65

在进行路面结构设计时，应按下述方程验算防冻厚度是否满足要求：

$$H_j \geq H_f \quad (10-11)$$

式中 H_j ——路面结构总厚度 (cm)，对于改建路面的补强设计，其路面总厚度应为补强厚度与原有路面厚度之和，最小防冻厚度 H_f 值由规范查得或由公式 (10-10) 计算得。

本设计的结构厚度，满足防冻厚度要求。

第 11 章 挡土墙设计

挡土墙（简称挡墙）是支挡路基填土或山坡坡体的墙式结构物。它是支挡土体而承受其侧压力的墙体。它具有阻挡墙后土体下滑，保护路基和收缩坡脚等功能。在路基工程中，挡土墙用来克服地形或地物的限制和干扰，减少土石方、拆迁和占地数量，防止填土挤压河床和水流冲刷岸边，整治坡体下滑等病害。

挡土墙的适用范围：

- (1) 路堑开挖深度较大，山坡陡峻，用以降低边坡高度，减少山坡开挖，避免破坏山体平衡。
- (2) 地质条件不良，用以支挡可能坍塌的山坡土体或破碎岩层。
- (3) 为了避免与其它建筑物(如房屋、铁路、水渠等)干扰或防止多占农田。
- (4) 为防止沿河路堤受水流冲刷和淘刷。
- (5) 防止陡坡路堤下滑。
- (6) 路堤填筑高度较大或是陡坡路堤，为减少土石方、拆迁和占地数量，必须约束坡脚。

经以上分析，本设计中未遇到陡坡路堤、沿河线未受流水冲刷、路堑开挖深度不大、路堤填筑高度也较小、地质条件良好，故不必设置挡土墙。

第 12 章 工程预算编制

12.1 工程预算编制的定义及作用

12.1.1 工程预算的定义

公路基本建设预算，是根据公路设计，以及国家颁布的“定额”、“编制办法”等法定性的规定而编制的计算公路基本建设工程投资的文件。它是国家对基本建设进行科学管理和监督的一种重要手段，设计文件的组成部分。

12.1.2 工程预算的作用

(1) 是承发包工程，确定工程造价，签订建筑安装合同，实行建设单位和施工单位投资包干和办理工程结算的依据。

(2) 是施工单位进行经济核算、考核工程成本的依据。

(3) 是考核施工图设计经济合理性的依据。

(4) 以施工图设计进行招标工程，施工图预算经审定后是编制标底的依据。

12.2 预算编制的依据及编制项目表

12.2.1 预算编制的依据

(1) 省交通厅有关编制预算的文件。

(2) 各地颁布当地工资、津贴、地区补贴，“材料预算价格表”、“设备价格表”等。

(3) 铁路及当地交通部门规定地铁、公、水运及马车等运价以及装卸费率。

(4) 国家建设征用地条例。

(5) 有关合同、协议。

(6) 其它法定性文件。

12.2.2 预算编制项目表

预算编制主要包括的文件有：

- (1) 分项工程预算表；
- (2) 材料用量单价计算表；
- (3) 自采材料价格表；
- (4) 机械台班单价计算表；
- (5) 辅助生产工、料、机械台班数量表；

12.2.3 预算编制说明

本设计是依据黑龙江省《公路工程概预算编制资料》（黑龙江省公路定额站，1990年8月）；中华人民共和国交通部《公路工程预算定额》（交公路发1992-65号）；中华人民共和国交通部《公路基本建设工程概算、预算编制办法》（交公路发1992-612号）。

有关填表说明见附表《工程预算编制表》。

结论

新兴屯至李家店段的公路设计过程，是对大学期间所学的专业知识进行系统运用的过程，通过这次设计，对行业规范的了解有初步的加深，对设计的基本流程有了一定的掌握。

设计分两个阶段进行，其中初步设计包括初步平面设计、纵断面设计、方案的比选；其次做路线的详细设计，包括详细平面设计、纵断面设计、路基设计、排水设计、路面设计、工程概预算，路基防护；最后是设计说明书的整理。

虽然设计的时间略显短暂和急促，但是对公路工程项目的建设从可行性研究到技术设计、施工图设计、施工图编制、到概预算等整个过程都有了系统的了解。在毕业设计过程当中，大部分设计利用计算机软件完成，使我大大提高了计算机的操作能力，熟练掌握了 AUTOCAD，WORD2004、EXCEL2000 等应用软件的使用，尤其是对 CARD/1 软件，虽然前期花了稍嫌过多的时间来学习，但最终掌握了该软件的运用。这些都为今后学习作好了准备，相信对以后工作也是大有裨益的。

致谢

参考文献

- 1 裴玉龙. 公路勘测设计. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1997
- 2 邓学钧编著. 路基路面工程. 北京: 人民交通出版社, 2001
- 3 交通部公路局编著. 公路工程技术标准. 北京: 人民交通出版社, 1995
- 4 交通部第一公路勘察设计院编著. 公路路线设计规范. 北京: 人民交通出版社, 1994
- 5 中交第二公路勘察设计研究院编著. 公路路基设计规范. 北京: 人民交通出版社, 2004
- 6 同济大学编著. 公路排水设计规范. 北京: 人民交通出版社, 1998
- 7 交通部公路工程定额站编著. 公路基本建设工程概算、预算编制办法. 北京: 书目文献出版社, 1996
- 8 中华人民共和国交通部编著. 公路工程概算定额. 北京: 人民交通出版社, 1995
- 9 中华人民共和国交通部编著. 公路工程预算定额. 北京: 人民交通出版社, 1995
- 10 中华人民共和国交通部编著. 基价表. 北京: 人民交通出版社, 1996
- 11 孙家驷. 道路设计资料集 1 (基本资料). 北京: 人民交通出版社, 2001
- 12 孙家驷. 道路设计资料集 2 (路线测设). 北京: 人民交通出版社, 2001
- 13 孙家驷. 道路设计资料集 3 (路基设计). 北京: 人民交通出版社, 2001
- 14 孙家驷. 道路设计资料集 4 (路面设计). 北京: 人民交通出版社, 2001
- 15 吴夯 张颖. (道路勘测设计) CARD/1 应用教程. 兰州大学出版社, 2000
- 16 于人杰. 道路工程造价手册. 中国科学技术出版社
- 17 公路路基设计规范 JTG D30—2004. 中华人民共和国交通部