

寒区道路工程技术丛书

路基工程

Luji Gongcheng

鲍明伟 编著



6.1
3



人民交通出版社

China Communications Press

寒区道路工程技术丛书

Luji Gongcheng

路基工程

鲍明伟 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为《寒区道路工程技术丛书》的第二册。阐述了路基的结构、设计和施工,重点介绍了寒区路基填筑的技术和方法。

全书共分六章,包括概论、路基排水、路基防护与支挡工程、路基施工、软土及泥沼地基处理与加固、桥头路堤填筑等。

本书可供从事公路工程、城市道路工程的科研与技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路基工程/鲍明伟编著. —北京:人民交通出版社,
2005.1

(寒区道路工程技术丛书)

ISBN 7-114-05397-5

I.路... II.鲍... III.路基-道路工程
IV.U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137339 号

寒区道路工程技术丛书·

书 名: 路基工程

著 作 者: 鲍明伟

责任编辑: 王文华

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×980 1/16

印 张: 8.75

字 数: 133 千

版 次: 2005 年 3 月第 1 版

印 次: 2005 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05397-5

印 数: 0001—3000 册

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

寒区道路工程技术丛书

编 审 委 员 会

主 任 委 员：戴彤宇

副主任委员：白海莹

委 员：王哲人 张宝生 邴文山 余诗泉
鲍明伟 谭忆秋 葛 勇 寇晓波
唐林鹏 王延河

序

经过编写人员历时一年的精心编撰,《寒区道路工程技术丛书》终于与读者见面了。丛书囊括了公路路基、路面、桥梁设计与施工等方面的内容,并广泛地吸收了我国已建成高速公路的先进技术和经验,并吸取了国外有关的先进技术,是一套结合我国国情、理论联系实际,具有较高实际应用价值的科技丛书。

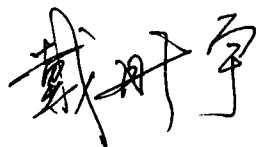
丛书共分五册,第一册《道路建筑材料》,第二册《路基工程》,第三册《沥青路面工程》,第四册《水泥混凝土路面工程》,第五册《桥梁工程》。该丛书既可作为在职道路桥梁方面技术干部的培训教材,又可供从事高速公路建设的科研、设计、施工和管理方面的人员学习、借鉴,也可供大专院校的师生参考,是一套难得的工具体书。

随着人类社会文明的进步和人民生活水平的提高,人们对交通事业的发展要求愈来愈高,人们对道路交通工程技术、工程质量的要求也不断提高。因此,不断地总结前期高等级公路的修筑技术和经验教训,大力推广先进技术成果,加强对相关技术的科学研究工作,就历史性地落在我们这一代人肩上。

黑龙江省自“九五”期间提出实施“科教兴交通”战略以来,已培养和引进了一批高学历、高层次的科技人才,但仍与交通事业的飞速发展不相适应。因此,培养和提高广大在职技术干部的素质和技术理论水平,是我省交通系统实施人才战略的重要措施。这套丛书的出版对加快我省交通人才的培养,为今后公路交通科技事业和整个交通事业的可持续发展提供了强有力的智力支持和保障。

愿这套丛书对传播新技术,培养高、尖人才,加快科技成果转

化,推动科技进步起到积极的作用。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '戴' (Dai), '兴' (Xing), and '宇' (Yu). The characters are written in a cursive, flowing style.

2004 年 12 月 20 日

前 言

改革开放以来,我国公路建设取得了长足发展,实现了历史性飞跃。公路交通对国民经济的适应能力和服务水平不断提高。到2004年底,我国的公路通车总里程已达到185.6万公里,其中代表现代交通发展水平的高速公路近3.42万公里,仍保持世界第二位。我国用10年的时间,走过了发达国家一般需40年走完的历程,公路设计、施工工艺以及整套技术都跨入了世界先进行列。

随着经济和社会的发展,科学技术的进步与创新,黑龙江省公路交通产业正处于基础设施建设任务繁重,加快发展的阶段。为适应需要,推动行业技术进步,培养高水平的科技人才,全面提高交通科技人员的素质,我们编写了这套《寒区道路工程技术丛书》,供广大科技人员学习专业技能,提高自身素质之用。我们鼓励广大科技人员为发展黑龙江省交通事业更加刻苦、努力学习,以全新的理念和意识迎接新世纪交通基础设施建设任务的挑战。

在撰写本套丛书时,我们采取了理论与实践相结合的方法。丛书不仅包括了公路路基、路面、桥梁的设计与施工,而且还包括了道路建筑材料有关规范、相关技术理论与实践方面的内容。

本套丛书既有理论性又有实践性,以培养现有技术人员的素质,提高专业技能为目标,既便于科研人员理论研究,又便于设计和施工人员借鉴参考。

《寒区道路工程技术丛书》共分五册:第一册《道路建筑材料》由葛勇、谭忆秋、袁杰编著;第二册《路基工程》由鲍明伟编著;第三册《沥青路面工程》由王哲人编著;第四册《水泥混凝土路面工程》由邴文山编著;第五册《桥梁工程》由余诗泉编著。

本套丛书不求全面,力争为从事寒区公路桥梁设计、施工、科

研的工程技术人员提供一套实用的教材和参考资料。同时力争以新的视角分析、总结归纳出一个针对发展中所提出的系统认识和现实可操作性的处理方法,以便提高交通系统广大在职工程技术人员专业技能,以适应发展需要。

黑龙江省交通厅一直十分重视本套丛书的编写工作,省交通系统及哈尔滨工业大学、东北林业大学的有关专家和业内技术人员积极参与本套丛书的编写工作,并为丛书的编写及出版提出了具体指导性意见。在此,谨向所有关心、支持本丛书编写和出版的有关领导、专家、学者表示衷心感谢。

本套丛书由黑龙江省交通厅科技教育处白海莹处长策划并组织编写,张景致和沈家焯两位教授级高级工程师担任本丛书的主审。

由于作者水平有限,书中疏漏及不足在所难免,恳请读者和同行批评指正。

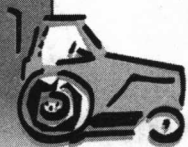
编 者

2004年10月20日

目 录

第一章 概论	1
第一节 路基工程一般要求	1
第二节 路基类型和构造	3
第三节 路基水温状况与干湿类型	7
第四节 路基受力状态及强度评定	11
第五节 路基用土	16
第二章 路基排水	20
第一节 概述	20
第二节 路基排水	22
第三节 路面排水	29
第三章 路基防护与支挡工程	34
第一节 防护与支挡结构物的分类和要求	34
第二节 路基防护结构物	36
第三节 挡土墙	42
第四章 路基施工	58
第一节 路基施工的一般方法和要求	58
第二节 路基压实	68
第三节 重冰冻地区路基的修建	76
第四节 工业废渣路堤的填筑	87
第五节 旧路改建路基加宽	92
第五章 软土及泥沼地基处理与加固	97
第一节 概述	97
第二节 软土及泥沼地区路堤设计	99
第三节 软土及泥沼地基的处治与加固	103
第六章 桥头路堤填筑	110
第一节 概述	110

第二节	桥头路堤设计	116
第三节	桥头搭板设计	121
第四节	桥头路堤容许工后沉降值	125
参考文献		130



第一章 概 论

第一节 路基工程一般要求

用当地土石等材料筑成的公路的基础称为路基,它是公路的基本组成部分。

路基工程通常包括路基本体、排水结构物、防护和加固结构物三个部分。路基本体是指在其上铺设路面供车辆行驶的部分;排水结构物包括在路基路面结构物内、两侧边坡或山坡一定范围内以及基底下所设置的排水设施;防护和加固结构物是指对路基体和两侧边坡或山坡进行防护和支挡的各种结构物。排水结构物、防护和加固结构物是保证路基路面具有足够强度和稳定性,能够正常工作的重要组成部分。

路基和路面共同组成公路结构物,在自然因素的影响下承受车辆行驶的作用。良好的路基是保证公路具有优良使用品质和较长服务寿命的根本条件。

由于填筑路基的材料大多是取自当地的土石或某些工业废渣如粉煤灰、矿渣等,这些材料具有成分和状态的多样性,因而往往处于复杂多变的物理力学状态下。路基的工作条件是承受路面传递下来的车辆荷载的重复作用,以及本身自重的作用,这些作用是多样和变化的。公路修筑在地表面,因此路基所处的自然条件包括温湿变化的气候状况,如东北地区严寒冰冻的不利因素,以及不同的工程地质和水文地质条件,都使路基往往处于多变和不稳定的状态下。

为了使所设计和施工的路基能够适应上述条件和环境,满足行车对公



路的要求,对路基提出了相应的要求。

一、合理的空间形状和断面尺寸

路基受到外荷载的作用和环境因素的影响,其形状和断面尺寸应能适应这些作用和影响,在正常条件下能保持稳定;同时尽可能采用较少材料填筑路基断面。

二、足够的整体稳定性

修筑路基需要在地面上进行填挖,这些会造成地表的物理力学不平衡,如冰冻地区使冻融失去平衡造成的病害,对地面或地下水系的切割阻截造成对路基的冲刷等。一般,设计合理的路基断面能够保持整体的稳定,当设计高填深挖的路基或路基处于复杂的地质条件地区时,就需要采取各种工程措施来保证使其具有足够的整体稳定性。

近年来,我国修建了很多高速公路,由于修筑了众多的桥涵通道结构物使路堤高度增大,从而产生了沉降等整体性稳定问题,只有采用综合的工程措施才能解决这些问题。

三、足够的强度

为了能够承受由路面传递下来的外荷载和路基路面自身重力的作用,不致产生破坏和过大的变形,路基需要有足够的强度。一般来说,高等级公路常常需要铺筑较厚的路面结构层,而对寒区的公路其路面又有防冻厚度的控制和要求,当采用优质材料填筑有较高强度的路基时,就可能减薄路面,降低造价;当地基软弱或施工条件很差时,有时就需要采取适当的加固措施。

四、足够的强度稳定性

修筑于地表面上处于自然环境中的路基,受到水温等自然条件变化的影响而产生强度的变化就是强度稳定性,这是由于填筑路基的材料性质复杂、不稳定所造成的由物理平衡问题而产生的力学稳定问题。要求设计路基在最不利的水温条件下能够保持一定的强度。

五、协调的环境保护

由于公路结构物的修建改变了原来的环境而形成了经过人工改造的新

的环境。这个修筑过程对资源形成了破坏,使用过程中则对环境造成了污染。为了恢复和改善环境质量,要求对设计、施工、使用各阶段做出环境评估,对公路沿线进行环境保护,减少对水土和植被的破坏,注意填料对环境的污染,采用各种措施减少和防治噪声、废气对环境的污染等。

上述要求是互有联系的,整体稳定是强度的基础,而某些强度问题也可能发展而造成整体的不稳定,因此路基设计应整体满足上述各项要求。

高等级公路对使用质量有着很高的要求,只有坚固的路基才能保证车辆在路面上高速、安全、舒适地行驶。为此,路基路面必须视作一个整体,进行综合设计和施工。同时,只有对环境实施保护和绿化,才能使修建公路形成的新的人工环境与原有的自然环境更好地协调。

第二节 路基类型和构造

一、路基类型

按路基修筑地区的条件和修筑的高度分为一般路基和特殊路基。一般路基是指修筑在一般地区的、低于规范规定高(深)度的路基,修筑相对要简单些。没有特殊的工程地质和水文地质现象如滑坡、泥石流、黄土、多年冻土等不良地质现象的地区称作一般地区。在特殊地区修筑路基,需要根据所存在或发生的不良地质现象采取一系列的防护或加固措施,保证路基的稳定。高路堤或深路堑的标准:当路堤总高度大于 20m (土石填筑)和 12m (砂砾填筑)时为高路堤;当挖方总高度大于 20m 时则为深路堑。对高路堤深路堑需要进行稳定性验算。

根据设计公路路线与地面的关系,路基分为路堤、路堑和半路堤半路堑三种类型。设计线高出地面(包线设计),填方所筑成的路基形式即为路堤,如图 1-1 所示。设计线低于地面(割线设计),挖方所筑成的路基形式即为路堑,如图 1-2 所示。当路线通过山坡,在坡面上半填半切形成的路基形式即为半路堤半路堑,如图 1-3 所示。

二、路基横断面

路基横断面是指垂直于公路中线的路基切面。根据公路等级,横断面

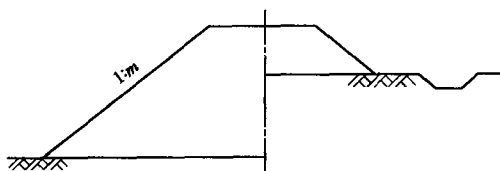


图 1-1 路堤

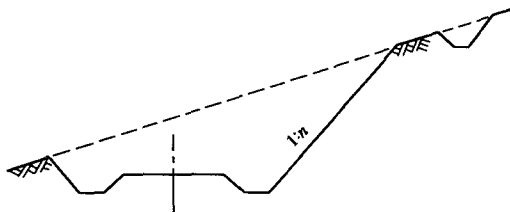


图 1-2 路堑

组成内容有所不同,一般的路基横断面组成包括行车道、路肩、边坡、护坡道、边沟等。如果设计公路是高速公路,路基横断面尚应包括中央分隔带、路缘带等部分,这时有很宽的路基宽度。

(一)路堤

路堤断面尤其是较低矮的路堤对环境的破坏较少,对水温条件也有一定的适应能力,是多年冻土地区主要采用的路基断面形式之一。

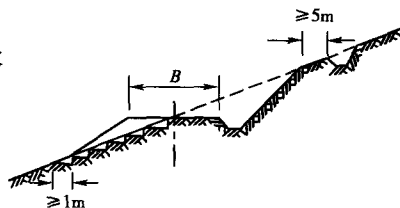


图 1-3 半路堤半路堑

线路沿河、沿溪布设时,常常一侧受水浸淹,这种路堤称做滨河路堤;桥位两侧的路堤是河滩路堤,常会受到水的作用,这时路基的稳定性常需要验算并做防护设计。

(二)路堑

路堑的断面形式如图 1-2 所示。当路堑是土质挖方时,路基的强度及稳定性易受地下水的影响,因此常采用换填部分土方再铺筑路面的处理措施。当挖方断面切断了含水层时,在寒区会产生涎流冰,因此要特别注意排水和防护。此外在雪害地区,当路线方向接近于与当地冬季主导风向垂直时,设计浅路堑易造成风吹雪雪阻。

(三) 半路堤半路堑

半路堤半路堑的断面形式如图 1-3 所示。在修筑半路堤半路堑路基时,常以挖方土方移填半路堤部分,但在低填方的部分需要清理好基底。当修筑路基的山坡陡于 1:2 或不稳定时,需要进行稳定性验算或采用适当的加固措施。

(四) 零填(挖)方

这是平坡地面上设计标高为零所形成的断面,如图 1-4 所示。零填断面和低填浅挖断面使公路与周围环境有较好的协调,但是由于地表的土质一般工程性质较差,常需要进行较大深度的换填,同时还要注意排水。雪害地区,为了防止被风吹雪掩埋,需进行防雪设计,采取防雪措施。



图 1-4 零填(挖)方

路堤和路堑过渡段也常容易由于填挖交替、土质和层间水的原因而出现病害,如北方的翻浆,因此也需处理。

(五) 有支挡结构物的路基断面

当地面很陡,或地形上有缺口,或沿河路堤,为了路基稳定以及节省土地、土方等而在路基某部位设置支挡结构物,就形成了这种断面,如图 1-5 所示。

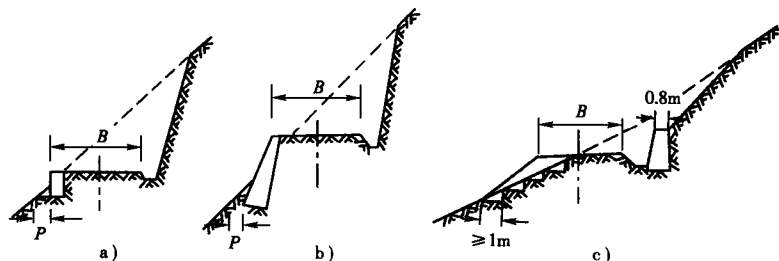


图 1-5 有支挡结构物的路基

a) 护肩路基; b) 砌石路基; c) 挡土墙路基



三、路基高度

公路设计线标高与地面标高之差就是路基高度。新线设计是路肩边缘点的标高,在设置超高、加宽路段为设置超高、加宽前的路基边缘标高,设有中央分隔带的高速公路和一级公路是中央分隔带外侧边缘的标高。旧路改建设计一般采用原路中线标高。

路基高度在设计中应综合考虑确定。设计线路要满足不同等级公路车辆行驶能力的要求,因此设计纵坡需平顺;考虑路线通过地段的工程地质和水文地质条件,满足路基的稳定性;受水浸淹的沿河路堤需考虑一定设计频率洪水的作用而设计较高的高度;满足桥梁通航、过水能力以及高速公路的通道涵要求,公路路堤必须有一定的高度;还要适当顾及土石方数量等。

路基设计,从满足路基的强度和稳定性出发,应使路基处于比较干燥的状态,因此应满足最小填土高度和临界高度的要求。

(1)最小填土高度 是根据排水和路基稳定的要求,依据土质、气候、水文地质等条件,填方路基的路肩边缘距地面有一个最低的填土高度。干燥地段,对不同土质的路堤最小填土高度为:

砂性土:0.3~0.5m;

粘性土:0.4~0.7m;

粉性土:0.5~0.8m。

(2)临界高度 为了使受到地面和地下水影响的路基在不利季节免受水的毛细作用——在季冻区容易形成湿度积累,而提出的路基最小高度。《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)对不同公路自然区划、不同土质,相应于一定的路基干湿类型给出了路基临界高度的参考值。

冰冻地区还根据冻融稳定性要求,提出了冰冻期路基不受地下水、地表水冻结上升影响要求的路基最小高度。

四、路基边坡

边坡是构成路基几何形状和断面的主要部分之一,其设计关系到路基的稳定、对环境的影响和公路工程造价。

边坡形状和坡度,应根据路基土质及其组成、边坡高度、施工方法、沿河路堤水的作用等一系列因素而定,一般根据经验或试验研究确定。

通常采用的路基边坡形状有三种,如图 1-6 所示。

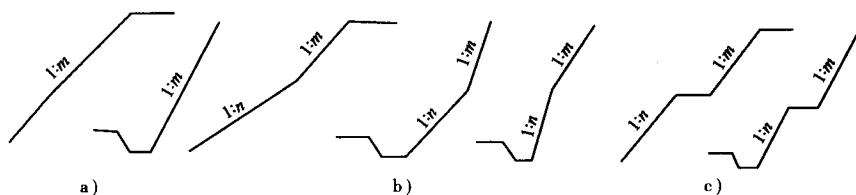


图 1-6 路基边坡三种形式
a) 直线形; b) 折线形; c) 台阶形

(一) 直线形

路基填高挖深不大, 土质均匀时通常采用直线形边坡, 施工比较简便。

(二) 折线形

当土质有变化, 高度较高, 或浸水的路堤一般采用折线形边坡。

(三) 台阶形

高堤深壑路基, 或浸水路堤设置缓坡平台, 软土地基采用反压护道措施时就形成了台阶形边坡。

我国公路路堤的边坡大多采用 1:1.5 的坡度, 当浸水路堤受到水的浸淹, 高路堤考虑整体稳定, 以及某些不良工程地质地区筑路时, 边坡度可以逐级放缓。

路堑的边坡度, 土质挖方根据开挖土质的密实程度和开挖深度采取陡缓不一的坡度; 但某些复杂工程地质条件如黄土的边坡, 根据该种土的性质可采用陡的边坡; 岩石边坡也要根据开挖岩石的种类和风化强弱程度而取用陡的或较缓的边坡度。

五、路基附属设施

路基附属设施包括取土坑、弃土堆、护坡道、碎落台、多年冻土地区的保温护道等。这些附属设施的设置要有利于路基的稳定、方便路基的施工以及使用的养护管理, 也要做到与周围环境的协调。

第三节 路基水温状况与干湿类型

公路修筑于地表, 暴露在大自然中, 受到各种自然因素如水、温度、冰冻以