

全国建造员资格考试 推荐辅导教材

GONGLU GONGCHENG
GUANLI YU SHIWU

公路工程管理与实务

张海鹰 主编

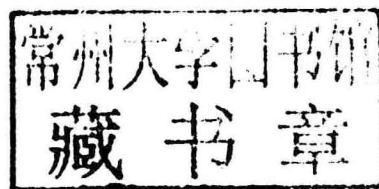


华中科技大学出版社
<http://www.hustpas.com>

全国建造员资格考试推荐辅导教材

公路工程管理与实务

张海鹰 主编



华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

公路工程管理与实务/张海鹰 主编.
—武汉:华中科技大学出版社,2010.10
(全国建造员资格考试推荐辅导教材)
ISBN 978-7-5609-6515-4

I. ①公… II. ①张… III. ①道路工程—工程施工—建筑师—资格考核—自学参考资料 IV. ①U415.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 160712 号

公路工程管理与实务
全国建造员资格考试推荐辅导教材

张海鹰 主编

责任编辑:楚鸿雁

封面设计:张璐
责任监印:马琳

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 武昌喻家山 邮编:430074
销售电话:(010)64155566(兼传真),(022)60266199(兼传真)
网 址:www.hustpas.com

录 排:河北香泉技术开发有限公司
印 刷:河北省昌黎县第一印刷厂

开本:787 mm×1092 mm 1/16
版次:2010 年 10 月第 1 版
ISBN 978-7-5609-6515-4/U·63

印张:12
印次:2010 年 10 月第 1 次印刷

字数:302 千字
定价:25.00 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书按照全国建造员资格考试培训大纲的要求,介绍了建造员对公路工程所需掌握的知识,其中主要介绍了公路工程施工技术、公路工程项目管理、公路工程施工现场管理等内容。

本书可作为建造员资格考试培训辅导用书,亦可供大中专院校师生参考使用。

前 言

随着我国建设事业的飞速发展,城乡建设规模的日益扩大,建设施工队伍的不断增加,为了加强建设工程的施工管理,提高工程项目施工现场技术管理人员的管理能力和技术水平,规范参建各方行为,着力推进建设工程依法建设,确保工程质量和施工安全,我们根据《中华人民共和国建筑法》(以下简称《建筑法》)、《建设工程质量管理条例》《建设工程安全生产管理条例》《注册建造师管理规定》(建设部令第153号)、《注册建造师执业管理办法》(建市[2008]49号)以及建设部(现为中华人民共和国住房和城乡建设部,下同)建筑企业项目经理资格管理制度向建造师执业资格制度过渡的有关文件精神,以国家颁布的现行规范、标准为依据,编写了《全国建造员资格考试推荐辅导教材》。

根据建设部《关于建筑业企业项目经理资质管理制度向建造师执业资格制度过渡有关问题的补充通知》(建办市[2007]54号)、《关于印发〈注册建造师执业工程规模标准〉(试行)的通知》(建市[2007]171号)规定,三级建筑业企业承包工程范围中的工程项目负责人必须由本专业一级、二级注册建造师(含临时)担任,其小型工程项目负责人可由建造员担任。

建造员应当在其执业证书所注明的专业范围内从事建设工程施工管理活动。建造员可担任小型工程施工项目负责人。小型工程规模标准按照建设部《关于印发〈注册建造师执业工程规模标准〉(试行)的通知》(建市[2007]171号)执行。

本套推荐辅导教材共六分册,分别为《建设工程法规及相关知识》《建设工程施工管理》《建筑工程管理与实务》《市政公用工程管理与实务》《公路工程管理与实务》《机电工程管理与实务》。可作为建造员考试培训教材使用,也可作为工程管理类大中专院校师生的教学参考书。

本套推荐辅导教材虽经过反复核校,但难免出现疏漏和不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

全国建造员资格考试推荐辅导教材编写委员会

2010年10月

目 录

第一章 公路工程施工技术	(1)
第一节 路基工程.....	(1)
第二节 路面工程	(23)
第三节 桥梁工程	(35)
第四节 隧道工程	(57)
本章典型习题	(68)
第二章 公路工程项目管理	(74)
第一节 公路工程施工组织	(74)
第二节 公路工程进度管理	(79)
第三节 公路工程质量控制	(84)
第四节 公路工程安全管理.....	(106)
第五节 公路工程造价管理.....	(121)
第六节 公路工程合同管理.....	(124)
第七节 公路工程成本管理.....	(132)
本章典型习题.....	(135)
第三章 公路工程施工现场管理	(152)
第一节 公路工程施工现场生产要素管理.....	(152)
第二节 公路工程施工常见问题.....	(162)
本章典型习题.....	(177)
参考文献	(184)

第一章 公路工程施工技术

【本章要点】

本章主要讲述的是公路工程路基施工技术;公路路基防护与加固;公路工程施工排水;路基爆破;路面基层施工技术;沥青路面施工技术;水泥混凝土路面施工技术;路面防水、排水技术;桥梁的概述;桥梁施工技术;涵洞施工技术;桥梁施工测量;大跨径桥梁施工;隧道工程概述;隧道施工技术;隧道施工测量技术;特殊地段施工;通风防尘作业。

第一节 路基工程

一、路基施工技术

1. 路基类型

1) 一般路基干湿类型

路基的干湿类型表示路基在最不利季节的干湿状态,划分为干燥、中湿、潮湿和过湿四类。原有公路路基土的干湿类型,可以根据路基的分界相对含水量或分界稠度划分;新建公路路基的干湿类型可用路基临界高度来判别。高速公路应使路基处于干燥或中湿状态。

2) 特殊路基类型

特殊路基类型,见表 1-1。

表 1-1 特殊路基类型

类 型	内 容
软土地区路基	以饱水的软弱黏土沉积为主的地区称为软土地区。软土包括饱水的软弱黏土和淤泥。在软土地基上修建公路时,容易产生路堤失稳或沉降过大等问题。我国沿海、沿湖、沿河地带都有广泛的软土分布
滑坡地段路基	滑坡是指在一定的地形地质条件下,由于各种自然的和人为的因素影响,山坡的不稳定土(岩)体在重力作用下,沿着一定的软弱面(带)做整体、缓慢、间歇性的滑动变形现象。滑坡有时也具有急剧下滑现象
岩坍与岩堆地段路基	岩坍是岩崩与坍塌的统称,包括错落、坍塌、落石、危岩。岩堆则是陡峻山坡上岩体崩塌物质经重力搬运,在山坡脚或平缓山坡上堆积的松散堆积体
泥石流地区路基	泥石流是指山区由于地形陡峻,松散堆积物丰富,特大暴雨或大量冰融水流出时,突然暴发的包含大量泥沙、石块的洪流。有时每年发生,有时多年发生一次,危害程度也不一样

续表

类 型	内 容
岩溶地区路基	岩溶是石灰岩等可溶性岩层,在流水的长期溶解和剥蚀作用下,产生的特殊的地貌形态和水文地质现象的统称。岩溶对路基的危害,一般为溶洞顶板坍塌引起的路基下沉和破坏;岩溶地面坍塌对路基稳定性的破坏;反复泉与间歇泉浸泡路基基底,引起路基沉陷、坍塌或冒浆;突然性的地下涌水冲毁路基等。可溶性碳酸盐类岩石主要集中在我国华南和西南,其次是长江中、下游的华中区
多年冻土地区路基	凡是土温等于或低于 0°C ,且含有冰的土(石)称为冻土;这种状态保持三年或三年以上者,称为多年冻土。主要集中于我国东北大、小兴安岭和青藏高原
黄土地区路基	黄土是一种以粉粒为主、多孔隙、天然含水量小、呈黄红色、含钙质的黏土。广泛分布于黄河中游的河南西部,山西、陕西和甘肃的大部分地区,以及青海、宁夏、内蒙古部分地区。黄土的湿陷性是在外荷载或自重的作用下受水浸湿后产生的湿陷变形
膨胀土地区路基	膨胀土系指土中含有较多的黏粒及其他亲水性较强的蒙脱石或伊利石等黏土矿物成分,且有遇水膨胀、失水收缩的特点,是一种特殊膨胀结构的黏质土。多分布于全国各地二级及二级以上的阶地与山前丘陵地区
盐渍土地区路基	盐渍土中氯盐、硫酸盐受水浸时易溶解,可形成雨沟、洞穴、湿陷等病害,冬季冻胀、盐胀形成鼓包、开裂,夏季溶蚀、翻浆。盐渍土在我国分布较广,新疆、青海、甘肃、内蒙古、宁夏等省区分布较多
沙漠地区路基	沙漠沙地地区气候干燥,降雨小、温差大,冷热变化剧烈;风大沙多;土中含易溶盐多;植被稀疏、低矮。我国新疆、青海、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西等省区分布有大面积的沙漠与沙地
雪害地段路基	公路雪害有积雪和雪崩两种主要形式。积雪包括自然降雪和风吹雪。自然降雪一般不致对公路造成严重危害;风吹雪可阻断交通,埋没车辆,主要发生在我国东北地区、青藏高原及新疆等地
涎流冰地段路基	涎流冰分山坡涎流冰和河谷涎流冰,主要分布在寒冷地区和高寒地区。山坡涎流冰由山坡或路基挖方边坡裸露的地下水冻结形成。河谷涎流冰则是沿沟谷漫流的泉水和冻雪融水冻结形成

2. 原地基处理要求

1) 土质路堤地基表层处理要求

(1) 二级及二级以上公路路堤基底的压实度应不小于 90%;三、四级公路应不小于 85%。路基填土高度小于路面和路床总厚度时,基底应按设计要求处理。

(2) 原地面坑、洞、穴等,应在清除沉积物后,用合格填料分层回填分层压实,压实度应符合规定。

(3) 泉眼或露头地下水,应按设计要求,采取有效导排措施后方可填筑路堤。

(4) 地基为耕地、土质松散、水稻田、湖塘、软土、高液限土等时,应按设计要求进行处理,局部软弹的部分也应采取有效的处理措施。

(5) 当地下水影响路堤稳定时,应采取拦截引排地下水或在路堤底部填筑渗水性好的材料等措施。地下水位较高时,应按设计要求进行处理。



(6) 陡坡地段、土石混合地基、填挖界面、高填方地基等都应按设计要求进行处理。

(7) 地面横坡缓于 1:5 时,清除地表草皮、腐殖土后,可直接在天然地面上填筑路堤。地面横坡为 1:5~1:2.5 时,原地面应挖台阶,台阶宽度不应小于 2 m。当基岩面上的覆盖层较薄时,宜先清除覆盖层再挖台阶;当覆盖层较厚且稳定时,可保留。地面横坡陡于 1:2.5 地段的陡坡路堤,必须验算路堤整体沿基底及基底下软弱层滑动的稳定性,抗滑稳定系数不得小于规范要求的稳定安全系数;否则应采取改善基底条件或设置支挡结构物等防滑措施。

2) 填石路堤基底处理要求

(1) 除满足土质路堤地基表层处理要求外,承载力还应满足设计要求。

(2) 在非岩石地基上,填筑填石路堤前,应按设计要求设过渡层。

3. 路堤填料的选择与填筑方法

1) 路堤填料的选择

(1) 路堤填料的一般要求。

用于公路路基的填料要求挖取方便,压实容易,强度高,水稳定性好。其中,强度要求需按 CBR 值确定,应通过取土试验确定填料最小强度和最大粒径。最小强度和最大粒径的要求,见表 1-2。

表 1-2 路基填方材料最小强度和最大粒径表

项目分类(路面底面以下深度)		填料最小强度(CBR)/(%)		填料最大粒径/cm
		高速公路及一级公路	二级及二级以下公路	
路堤	上路床(0~30 cm)	8.0	6.0	10
	下路床(30~80 cm)	5.0	4.0	10
	上路堤(80~150 cm)	4.0	3.0	15
	下路堤(>150 cm)	3.0	2.0	15
零填及路堑路床(0~30 cm)		8.0	6.0	10

(2) 路堤填料的选择。

① 土石材料。

② 巨粒土,级配良好的砾石混合料是较好的路基填料。巨粒土的分类,见表 1-3。

表 1-3 巨粒土的分类

种 类	内 容
石质土	如碎(砾)石土,砂土质碎(砾)石及碎(砾)石砂(粉土或黏土),粗粒土,细粒土中的低液限黏质土都具有较高的强度和足够的水稳定性,属于较好的路基填料
砂土	砂土可用作路基填料,但由于没有塑性,受水流冲刷和风蚀易损坏,在使用时可掺入黏性大的土。轻、重黏土不是理想的路基填料,规范规定:液限大于 50、塑性指数大于 26 的土,以及含水量超过规定的土,不得直接作为路堤填料,需要应用时,必须采取满足设计要求的技術措施(例如含水量过大时加以晾晒),经检查合格后方可使用。粉土必须掺入较好的土体后才能用作路基填料,且在高等级公路中,只能用于路堤下层(距路槽底 0.8 m 以下)

种 类	内 容
其他	黄土、盐渍土、膨胀土等特殊土体不得已必须用作路基填料时,应严格按照其特殊的施工要求进行施工。淤泥、沼泽土,冻土,有机土,含草皮土、生活垃圾、树根和含有腐殖物质的土不得用作路基填料

(3) 工业废渣。

满足要求(最小强度 CBR、最大粒径、有害物质含量等)或经过处理之后满足要求的煤渣、高炉矿渣、钢渣、电石渣等工业废渣可以用作路基填料,但在使用过程中应注意避免造成环境污染。

2) 路基填筑施工技术

(1) 土方路堤施工技术。

土方路堤填筑常用的推土机、铲运机、平地机、挖掘机、装载机等机械按以下几种方法作业,见表 1-4。

表 1-4 土方路堤施工技术

项 目	内 容
水平分层填筑法	填筑时按照横断面全宽分成水平层次,逐层向上填筑。它是路基填筑的常用方法
纵向分层填筑法	依路线纵坡方向分层,逐层向上填筑。常用于地面纵坡大于 12% 的用推土机从路堑取料填筑距离较短的路堤。缺点是不易碾压密实
横向填筑法	从路基一端或两端按横断面全高逐步推进填筑。缺点是填土过厚,不易压实。仅用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤
联合填筑法	路堤下层用横向填筑而上层用水平分层填筑。适用于因地形限制或填筑堤身较高、不宜采用水平分层法或横向填筑法自始至终进行填筑的情况。单机或多机作业均可,一般沿线路分段进行,每段距离以 20~40 m 为宜,多在地势平坦或两侧有可利用的山地土场的场合

(2) 填石路基施工技术。

① 填料要求。

山区石质路堤最为常见,石料来源主要是路堑和隧道爆破后的石料,其强度(饱水试件极限抗压强度)要求不小于 15 MPa,风化程度应符合规定,最大粒径不宜大于层厚的 2/3。在高速公路及一级公路填石路堤路床顶面以下 50 cm 范围内,填料粒径不得大于 10 cm;其他等级公路填石路堤路床顶面以下 30 cm 范围内,填料粒径不得大于 15 cm。

② 填筑方法,见表 1-5。

表 1-5 填石路基填筑方法

项 目	内 容
竖向填筑法(倾填法)	以路基一端按横断面的部分或全部高度自上往下倾卸石料,逐步推进填筑。主要用于二级及二级以下且铺设低级路面的公路在陡峻山坡施工特别困难或大量爆破以挖作填路段,以及无法自下而上分层填筑的陡坡、断岩、泥沼地区和水中的填石路堤。该方法在施工路基压实、稳定方面问题较多
分层压实法(碾压法)	自下而上水平分层,逐层填筑,逐层压实,是普遍采用的并能保证填石路堤质量的方法。高速公路、一级公路和铺设高级路面的其他等级公路的填石路堤采用此方法
冲击压实法	利用冲击压实机的冲击碾周期性、大振幅、低频率地对路基填料进行冲击,压实填方。它既具有分层法连续性的优点,又具有强力夯实法压实厚度深的优点。缺点是在周围有建筑物时,使用受到限制
强力夯实法	用起重机吊起夯锤从高处自由落下,利用强大的动力冲击,迫使岩土颗粒位移,提高填筑层的密实度和地基强度。该方法机械简单,击实效果显著,施工中不需铺撒细料,施工速度快,有效解决了大块石填筑地基厚层施工的夯实难题。对强夯施工后的表层松动层,采用振动碾压法进行压实

(3) 土石路堤施工技术。

① 填料要求。

土石混合料中石料强度大于 20 MPa 时,石块的最大粒径不得超过压实层厚的 $2/3$;当石料强度小于 15 MPa 时,石料最大粒径不得超过压实层厚,超过的应打碎。

② 填筑方法。

土石路堤不得采用倾填方法,只能采用分层填筑,分层压实。当土石混合料中石料含量超过 70% 时,宜采用人工铺填;当土石混合料中石料含量小于 70% 时,可用推土机铺填,最大层厚 40 cm。

(4) 高填方路堤施工技术。

水田或常年积水地带,用细粒土填筑路堤高度在 6 m 以上,其他地带填土或填石路堤高度在 20 m 以上时,称为高填方路堤。高填方路堤应采用分层填筑、分层压实的方法施工,每层填筑厚度根据所采用的填料决定。如果填料来源不同、性质相差较大时,不应分段或纵向分幅填筑。位于浸水路段的高填方路堤应采用水稳定性较高及渗水性好的填料,边坡比不宜小于 1:2,避免边坡失稳。

(5) 粉煤灰路堤施工技术。

粉煤灰路堤可用于高速公路。凡是电厂排放的硅铝型低铝粉煤灰都可作为路堤填料。由于是轻质材料,粉煤灰的使用可减轻土体结构自重,减少软土路堤沉降,提高土体抗剪强度。

粉煤灰路堤一般由路堤主体部分、护坡和封顶层以及隔离层、排水系统等组成,其施工步骤与填土路堤施工方法相类似,仅增加了包边土和设置边坡盲沟等工序。

4. 挖方路基施工技术

1) 土质路堑施工技术

(1) 开挖方法。路堑的开挖方法根据路堑深度、纵向长短及现场施工条件,有横向挖掘

法、纵向挖掘法和混合式挖掘法等几种基本方法。

横向挖掘法包括适用于挖掘浅且短的路堑的单层横向全宽挖掘法和适用于挖掘深且短的路堑的多层横向全宽挖掘法；纵向挖掘法具体方法有分层纵挖法、通道纵挖法、分段纵挖法；混合式挖掘法为多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法混合使用。

(2) 推土机开挖土质路堑作业。推土机具有操作灵活、运转方便、所需场地小、短距离运土效率高等特点，既可独立作业，也可配合其他机械施工，带松土器的推土机还可进行松土作业，因此是土方路堑施工中最常用的机械之一。推土机开挖土方作业由切土、运上、卸土、倒退（或折返）、空回等过程组成一个循环。影响作业效率的主要因素是切土和运土两个环节。

(3) 公路工程施工中以单斗挖掘机最为常见，而路堑土方开挖中又以正铲挖掘机使用最多。正铲挖掘机挖装作业灵活，回转速度快，工作效率高，特别适用于与运输车辆配合开挖土方路堑。正铲工作面的高度一般不应小于 1.5 m，否则将降低生产效率，过高则易塌方，损伤机具。其作业方法有侧向开挖和正向开挖。

2) 石质路堑施工技术

(1) 基本要求。

在开挖程序确定之后，根据岩石条件、开挖尺寸、工程量和施工技术要求，通过方案比较拟定合理的方式。其基本要求是：保证开挖质量和施工安全；符合施工工期和开挖强度的要求；有利于维护岩体完整和边坡稳定性；可以充分发挥施工机械的生产能力；辅助工程量少。

(2) 开挖方式，见表 1-6。

表 1-6 开挖方式

方 式	内 容
钻爆开挖	该方法是当前广泛采用的开挖施工方法。有薄层开挖、分层开挖（梯段开挖）、全断面一次开挖和特高梯段开挖等方式
直接应用机械开挖	该方法没有钻爆工序作业，不需要风、水、电辅助设施，简化了场地布置，加快了施工进度，提高了生产能力。但不适于破碎坚硬岩石
静态破碎法	将膨胀剂放入炮孔内，利用产生的膨胀力，缓慢地作用于孔壁，经过数小时至 24 h 达到 300~500 MPa 的压力，使介质裂开

(3) 石质路堑爆破施工方法。

① 常用爆破方法，见表 1-7。

表 1-7 石质路堑爆破方法

项 目	内 容
光面爆破	在开挖限界的周边，适当排列一定间隔的炮孔，在有侧向临空面的情况下，用控制抵抗线和药量的方法进行爆破，使之形成一个光滑平整的边坡
预裂爆破	在开挖限界处按适当间隔排列炮孔，在没有侧向临空面和最小抵抗线的情况下，用控制药量的方法，预先炸出一条裂缝，使拟爆体与山体分开，作为隔震减灾带，起保护和减弱开挖限界以外山体或建筑物的地震破坏作用

续表

项 目	内 容
微差爆破	两相邻药包或前后排药包以毫秒的时间间隔(一般为 15~75 ms)依次起爆,称为微差爆破,亦称毫秒爆破。多发一次爆破最好采用毫秒雷管。当装药量相等时其优点是:可减震 1/3~2/3 左右;前发药包为后发药包开创了临空面,从而加强了岩石的破碎效果;降低多排孔一次爆破的堆积高度,有利于挖掘机作业;由于逐发或逐排依次爆破,减少了岩石夹制力,可节省炸药 20%,并可增大孔距,提高每米钻孔的炸落方量。炮孔排列和起爆顺序,根据断面形状和岩性来确定。多排孔微差爆破是浅孔深孔爆破发展的方向
定向爆破	利用爆破能将大量土石方按照指定的方向,搬移到一定的位置并堆积成路堤的一种爆破施工方法,称为定向爆破。它减少了挖、装、运、夯等工序,生产效率高。在公路工程中用于以借为填或移挖作填地段,特别是在深挖高填相间、工程量大的鸡爪形地区,采用定向爆破,一次可形成百米以至数百米路基
洞室爆破	为使爆破设计断面内的岩体大量抛掷(抛坍)出路基,减少爆破后的清方工作量,保证路基的稳定性,可根据地形和路基断面形式,采用抛掷爆破、定向爆破、松动爆破方法。抛掷爆破有三种形式: (1)平坦地形的抛掷爆破(亦称扬弃爆破)。自然地面坡角 $\alpha < 15^\circ$,路基设计断面为拉沟路堑,石质大多是软石时,为使石方大量扬弃到路基两侧,通常采用稳定的加强抛掷爆破。 (2)斜坡地形路堑的抛掷爆破。自然地面坡角 α 在 $15^\circ \sim 50^\circ$ 之间,岩石也较松软时,可采用抛掷爆破。 (3)斜坡地形半路堑的抛坍爆破。自然地面坡度 $\alpha > 30^\circ$,地形地质条件均较复杂,临空面大时,宜采用这种爆破方法。在陡坡地段,岩石只要充分破碎,就可以利用岩石本身的自重坍滑出路基,提高爆破效果

② 综合爆破施工技术,见表 1-8。

表 1-8 综合爆破施工技术

项 目	内 容
钢钎炮	特点 炮眼浅,用药少,每次爆破的方数不多,并全靠人工清除;不利于爆破能量的利用。因为眼浅,以致响声大而炸下的石方不多,所以工效较低
	优点 比较灵活,在地形艰险及爆破量较小地段(如打水沟、开挖便道、基坑等)使用。在综合爆破中是一种改造地形、为其他炮型服务的辅助炮型,因而又是一种不可缺少的炮型
深孔爆破	特点 炮孔需用大型的潜孔凿岩机或穿孔机钻孔,如用挖运机械清方可以实现石方施工全面机械化,是大量石方(万方以上)快速施工的发展方向之一
	优点 劳动生产率高,一次爆落的方量多,施工进度快,爆破时比较安全
药壶炮	特点 主要用于露天爆破,其使用条件是:岩石应在Ⅺ级以下,不含水分,阶梯高度(H)小于 10~20 m,自然地面坡度在 70° 左右。如果自然地面坡度较缓,一般先用钢钎炮切脚,炸出台阶后再使用。经验证明,药壶炮最好用于Ⅶ~Ⅸ级岩石,中心挖深 4~6 m,阶梯高度在 7 m 以下
	优点 装药量可根据药壶体积而定,一般介于 10~60 kg 之间,最多可超过 100 kg

项 目	内 容
猫洞炮	充分利用岩体本身的崩塌作用,能用较浅的炮眼爆破较高的岩体,一般爆破可炸松 $15\sim 150\text{ m}^3$。其最佳使用条件是:岩石等级一般为Ⅲ级以下,最好是Ⅴ~Ⅶ级;阶梯高度最小应大于眼深的两倍,自然地面坡度不小于 50°,最好在 70° 左右。由于炮眼直径较大,爆能利用率甚差,故炮眼深度应大于 $1.5\sim 2.0\text{ m}$,不能放孤炮。猫洞炮工效,一般可达 $4\sim 10\text{ m}^3$,单位耗药量在 $0.13\sim 0.3\text{ kg/m}^3$ 之间
	在有裂缝的软石坚石中,阶梯高度大于 4 m、药壶炮药壶不易形成时,采用这种爆破方法,可以获得好的爆破效果

5. 路基雨期施工技术

1) 雨期施工地段的选择

(1) 雨期路基施工地段一般应选择丘陵和山岭地区的砂类土、碎砾石和岩石地段,以及路堑的弃方地段。

(2) 黏土及盐渍土地段不宜在雨期施工;平原地区排水困难,不宜安排雨期施工。

2) 雨期施工前的准备工作

(1) 对选择的雨期施工地段进行详细的现场调查研究,据实编制实施性的雨期施工组织计划。

(2) 应修建施工便道并保持晴雨畅通。

(3) 住地、库房、车辆机具停放场地、生产设施都应设在最高洪水位以上地点或高地上,并应远离泥石流沟槽冲积堆一定的安全距离。

(4) 应修建临时排水设施,保证雨期作业的场地不被洪水淹没并能及时排除地面水。

(5) 应储备足够的工程材料和生活物资。

3) 雨期填筑路堤

(1) 雨期路堤施工地段除施工车辆外,应严格控制其他车辆在施工场地通行。

(2) 在填筑路堤前,应在填方坡脚以外挖掘排水沟,保持场地不积水,如原地面松软,应采取换填措施。

(3) 应选用透水性好的碎(卵)石土、砂砾、石方碎渣和砂类土作为填料。利用挖方土作填方时应随挖随填,及时压实。含水量过大、无法晾干的土不得用作雨期施工填料。

(4) 路堤应分层填筑。每一层的表面,应做成 $2\%\sim 4\%$ 的排水横坡。当天填筑的土层应当天完成压实。

(5) 雨期填筑路堤需借土时,取土坑距离填方坡脚不宜小于 3 m 。平原区路基纵向取土时,取土坑深度一般不宜大于 1 m 。

4) 雨期开挖路堑

(1) 土质路堑开挖前,在路堑边坡坡顶 2 m 以外开挖截水沟并接通出水口。

(2) 开挖土质路堑宜分层开挖,每挖一层均应设置排水纵横坡。挖方边坡不宜一次挖到设计标高,应沿坡面留 30 cm 厚,待雨期过后整修到设计坡度。以挖作填的挖方应随挖随运随填。

(3) 土质路堑挖至设计标高以上 $30\sim 50\text{ cm}$ 时应停止开挖,并在两侧挖排水沟。待雨期

过后再挖到路床设计标高,然后再压实。

(4) 土的强度低于规定值时应按设计要求进行处理。

(5) 雨期开挖岩石路堑,炮眼应尽量水平设置。边坡应按设计坡度自上而下层层刷坡,坡度应符合设计要求。

6. 路基冬期施工技术

1) 冬期施工

(1) 在反复冻融地区,昼夜平均温度在 -3°C 以下,连续10天以上时,进行的路基施工称为路基冬期施工。

(2) 当昼夜平均温度虽然上升到 -3°C 以上,但冻土未完全融化时,亦应按冬期施工。

2) 路基施工可冬期进行的工程项目

(1) 泥沼地带河湖冻结到一定深度后,如需换土时可趁冻结期挖去原地面的软土、淤泥层,换填合格的其他填料。

(2) 含水量高的流动土质、流沙地段的路堑可利用冻结期开挖。

(3) 河滩地段可利用冬期水位低,开挖基坑修建防护工程,但应采取加温保温措施,注意养护。

(4) 岩石地段的路堑或半填半挖地段,可进行开挖作业。

3) 路基工程不宜冬期施工的项目

(1) 高速公路、一级公路的土路基和地质不良地区的二级以下公路路堤。

(2) 铲除原地面的草皮、挖掘填方地段的台阶。

(3) 整修路基边坡。

(4) 在河滩低洼地带易被水淹的填土路堤。

4) 冬期填筑路堤

(1) 冬期施工的路堤填料,应选用未冻结的砂类土、碎石土、卵石土,以及开挖石方的石块石渣等透水性良好的土。

(2) 冬期填筑路堤,应按横断面全宽平填,每层松厚应按正常施工减少 $20\%\sim 30\%$,且最大松铺厚度不得超过 30 cm 。压实度不得低于正常施工时的要求。当天填的土必须当天完成碾压。

(3) 当路堤高距路床底面 1 m 时,应碾压密实后停止填筑。

(4) 挖填方交界处,填土低于 1 m 的路堤都不应在冬期填筑。

(5) 冬期施工取土坑应远离填方坡脚。如条件限制需在路堤附近取土时,取土坑内侧到填方坡脚的距离应不得小于正常施工护坡道的 1.5 倍。

(6) 冬期填筑的路堤,每层每侧应按设计和有关规定超填并压实。待冬期后修整边坡,削去多余部分并拍打密实或加固。

5) 冬期施工开挖路堑表层冻土的方法

冬期施工开挖路堑表层冻土的方法,见表1-9。

表 1-9 冬期施工开挖路堑表层冻土的方法

方 法	内 容
爆破冻土法	当冰冻深度达 1 m 以上时可用此法炸开冻土层。炮眼深度取冻土深度的 0.75~0.9 倍,炮眼间距取冰冻深度的 1~1.3 倍并按梅花形交错布置
机械破冻法	1 m 以下的冻土层可选用专用破冻机械,如用冻土犁、冻土锯和冻土铲等予以破碎清出
人工破冻法	当冰冻层较薄、破冻面积不大时,可用日光暴晒法、火烧法、热水开冻法、水针开冻法、蒸汽放热解冻法和电热法等方法胀开或融化冰冻层,并辅以人工撬挖

6) 冬期开挖路堑

(1) 当冻土层破开挖到未冻土后,应连续作业,分层开挖,中间停顿时间较长时,应在表面覆雪保温,避免重复被冻。

(2) 挖方边坡不应一次挖到设计线,应预留 30 cm 厚台阶,待到正常施工季节再削去预留台阶,整理达到设计边坡。

(3) 路堑挖至路床面以上 1 m 时,挖好临时排水沟后,应停止开挖并在表面覆以雪或松土,待到正常施工时,再挖去其余部分。

(4) 冬期开挖路堑必须从上向下开挖,严禁从下向上掏空挖“神仙土”。

(5) 每日开工时先挖向阳处,气温回升后再挖背阴处,如开挖时遇地下水源,应及时挖沟排水。

(6) 冬期施工开挖路堑的弃土要远离路堑边坡坡顶堆放。弃土堆高度一般不应大于 3 m,弃土堆坡脚到路堑边坡顶的距离一般不得小于 3 m,深路堑或松软地带应保持 5 m 以上。弃土堆应摊开整平,严禁把弃土堆于路堑边坡顶上。

7. 路基排水分类

(1) 排除地面水可采用边沟、截水沟、排水沟、跌水与急流槽、拦水带、蒸发池等设施。其作用是将可能停滞在路基范围内的地面水迅速排除,防止路基范围内的地面水流入路基内。

(2) 排除地下水的设施有排水沟、暗沟(管)、渗沟、渗井、检查井等。其作用是将路基范围内的地下水位降低或拦截地下水并将其排除在路基范围以外。

8. 特殊路基施工技术

1) 软土路基施工技术

(1) 表层处理法,见表 1-10。

(2) 换填法。

① 开挖换填法。

将软弱地基层全部挖除或部分挖除,用透水性较好的材料(如砂砾、碎石、钢渣等)进行回填。该方法简单易行,也便于掌握。对于软基较浅(1~2 m)的泥沼地特别有效。但对于深层软基处理,要求沉降控制较平的路基、桥涵构造物、引道等,应考虑采用其他方法。

② 抛石挤淤法。

在路基底部抛投一定数量的片石,将淤泥挤出基底范围,以提高地基的强度。这种方法施工简单、迅速、方便。该方法适用于常年积水的洼地,排水困难,泥炭呈流动状态,厚度较薄,表层无硬壳,片石能沉达底部的泥沼或厚度为 3~4 m 的软土;在特别软弱的地面上施工由于机械无法进入,或是表面存在大量积水无法排除时;石料丰富、运距较短的情况。

表 1-10 表层处理法

项 目		内 容
砂垫层	机理	在软土层顶面铺砂垫层,主要起浅层水平排水作用,使软土中的水分在路堤自重的压力作用下,加速沉降发展,缩短固结时间。但对基底应力分布和沉降量的大小无显著影响
	适用条件	该法适用于路堤高度小于 2 倍的极限高度(在天然软土地基上,基底不作特殊加固处理而用快速施工方法修筑路堤的填筑最大高度)、软土层及其硬壳较薄,或软土表面渗透性很低的硬壳等情况;亦适用于软土层稍厚但具有双面排水条件的地基
	特点	砂垫层施工简便,不需特殊机具设备,占地较少。但需放慢填筑速度,严格控制加荷速率,使地基有充分时间进行排水固结。因此,适用于施工期限不紧迫、砂料来源充足、运距不远的施工环境
	形式	有排水砂垫层、换土砂垫层、砂垫层和土工布混合使用等形式
反压护道	机理	在路堤两侧填筑一定宽度和高度的护道,以改善路堤荷载方式来增加抗滑力的方法,使路堤下的软基向两侧隆起的趋势得到平衡,从而保证路堤的稳定性
	适用条件	路堤高度不大于 1.5~2 倍的极限高度,非耕作区和取土不太困难的地区
	特点	采用反压护道加固地基,不需特殊的机具设备和材料,施工简易方便,但占地多,土用量大,后期沉降大,以后的养护工作量也大
土工聚合物处治	土工布	机理 土工布铺设于路堤底部,在路基自重作用下受拉产生抗滑力矩,提高路基稳定性。土工布在软土地基加固中的作用包括排水、隔离、应力分散和加筋补强。 土工布连接一般采用搭接法或缝接法。目前缝接法有一般缝法、丁缝法和蝶形法
	土工格栅	机理 土工格栅加固土的机理存在于格栅与土的相互作用之中。一般可归纳为格栅表面与土的摩擦作用、格栅孔眼对土的锁定作用和土对格栅肋条的被动抗阻作用。三种作用均能充分约束土的颗粒侧向位移,从而大大地增加了土体的自身稳定性,对土的加固效果明显高于其他土工织物
		优点 可迅速提高地基承载力,加快施工进度;控制软基地段沉降量发展,缩短工期,使公路及早投入使用

③ 爆破排淤法,见表 1-11。

表 1-11 爆破排淤法

项 目	内 容
机理及特点	将炸药放在软土或泥沼中爆炸,利用爆炸时的张力作用,把淤泥或泥沼扬弃,然后回填强度较高的渗水性土壤,如砂砾、碎石等。爆破排淤是换土的一种施工方法,较一般方法换填深度大、工效较高,软土、泥沼均可采用
适用条件	当淤泥(泥炭)层较厚、稠度大、路堤较高和施工期紧迫时,路段内没有桥涵等构造物,路基承载力均衡一致,因整体沉降对道路不会产生破坏,也可考虑换填。但对桥涵构造物及两侧引道等,应考虑采用其他方法
施工要点	爆破排淤法分为两种,一种方法是先在原地面上填筑低于极限高度的路堤,再在基底下爆破,适用于稠度较大的软土或泥沼。另一种方法是先爆后填,适用于稠度较小、回淤较慢的软土