

全国一级建造师执业资格考试
备考精要及习题精练

公路工程
管理与实务

应试指导专家组 编写

2008



化学工业出版社

环球职业教育在线
学习卡
¥30
赠环球网校学习卡
详情请点击
www.edu24oL.com

**全国一级建造师执业资格考试
备考精要及习题精练**

公路工程 管理与实务

应试指导专家组 编写



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程管理与实务/应试指导专家组编写. —北京: 化学工业出版社, 2008. 4

(全国一级建造师执业资格考试备考精要及习题精练)

ISBN 978-7-122-02411-4

I. 公… II. 应… III. 道路工程-项目管理-建筑师-资格考核-自学参考资料 IV. U415.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 036768 号

责任编辑: 左晨燕 汲永臻

装帧设计: 关 飞

责任校对: 陈 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17½ 字数 467 千字 2008 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主业的懂管理、懂技术、懂经济、懂法规,综合素质较高的复合型人才。建造师既要具备一定的理论水平,也要有丰富的实践经验和较强的组织管理能力,是工程建设中不可缺少的高级专业人才。为了加强建设工程项目管理,提高建设工程施工管理专业技术人员素质,规范施工管理行为,保证工程质量和施工安全,我国从1994年开始研究建立建造师执业资格制度,这一制度的建立是整顿和规范建筑市场秩序、保证工程质量安全的重要举措。实行建造师后,大中型项目的建筑业企业项目经理须逐步由取得注册建造师资格的人员担任。

一级建造师执业资格考试实行全国统一大纲、统一命题、统一组织的考试制度,从2003年开始,至今已经进行了五次。随着执业资格制度的逐年完善,执业资格考试的难度不断增大,竞争越来越激烈,为了帮助广大参加全国一级建造师执业资格考试的考生能顺利通过考试,我们组织了一批有多年工程经验的建造师共同编写了这套《全国一级建造师执业资格考试备考精要及习题精练》丛书。在编写过程中,我们在全面分析历年考题的基础上,严格按照考试大纲的要求,将多年来的工作实践经验与课本上的知识点相结合,使考生能够灵活掌握所学知识,最大可能地增强应考能力。

参加本套丛书编写的人员有(以姓氏拼音为序):陈峰、陈懿、陈振选、程永超、段娜、凤健婷、韩启彪、花严红、金譚、贾海燕、姜文腾、姜志川、雷岩鹏、李芳、李海强、李明、李杏、李雪、廖海、刘德英、刘静、卢碧芸、马雷、潘武松、彭涤曲、隋娟、孙红玲、邵日坤、王琴、严炜玮、余艳欢、曾宇、张冰、张英、周辉、周树辉。本套丛书由邓军华、袁琳负责审稿。

由于时间紧迫,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。为了更有效地帮助考生,应对可能出现的变化,我们将尽可能把有关考试复习内容的补充和更新在化学工业出版社网站(<http://www.cip.com.cn>)的“资格考试专区”及时予以公布,敬请广大考生留意。

最后祝广大考生顺利通过考试!

编 者

2008年3月

目 录

第一篇 公路工程技术	1	第三节 公路工程施工平面布置图	90
第一章 路基工程	1	第四节 公路工程进度控制	90
第一节 路基施工技术	1	第五节 试题精选	93
第二节 特殊路基施工技术	6	第二章 公路工程施工质量管理	97
第三节 公路路基防护与加固	7	第一节 公路工程质量控制方法及措施	97
第四节 公路工程施工综合排水	10	第二节 公路工程质量检验	101
第五节 路基施工爆破技术	12	第三节 交通工程系统的检测	103
第六节 试题精选	13	第四节 试题精选	104
第二章 路面工程	23	第三章 公路工程安全管理	110
第一节 路面基层（底基层）施工技术	23	第一节 公路工程安全管理的范围及 要求	110
第二节 沥青路面施工技术	25	第二节 公路工程安全技术要求	111
第三节 水泥混凝土路面施工技术	28	第三节 试题精选	123
第四节 特殊沥青路面施工技术	29	第四章 公路工程施工现场技术管理	127
第五节 各类沥青路面的材料	31	第一节 路基工程施工方法	127
第六节 水泥混凝土路面材料	34	第二节 路面工程施工方法	137
第七节 试题精选	36	第三节 桥梁工程施工方法	152
第三章 桥梁工程	45	第四节 隧道工程施工方法	161
第一节 桥梁的组成、分类及主要施工 技术	45	第五节 交通工程系统施工安装	166
第二节 常用支架、模板的设计和计算 方法	49	第六节 施工技术管理制度	178
第三节 桥梁工程结构的构造特点和 受力特点	50	第七节 试题精选	183
第四节 桥梁工程作用及施工测量控制 技术	53	第五章 公路工程造价与施工成本管理	193
第五节 大跨径桥梁施工特点	54	第一节 公路工程造价构成	193
第六节 试题精选	56	第二节 公路工程项目施工成本 管理要求和方法	196
第四章 隧道工程	65	第三节 公路工程项目施工成本目标 考核	197
第一节 隧道的组成、围岩分级和施工 技术	65	第四节 公路工程项目定额及预（决）算 的编制办法	197
第二节 隧道施工测量和监控量测技术	67	第五节 试题精选	199
第三节 特殊地段施工技术	69	第六章 公路工程合同管理	204
第四节 隧道工程通风防尘及水电作业	71	第一节 公路工程合同条件	204
第五节 试题精选	72	第二节 公路工程计量、支付、变更、 索赔和价款调整	206
第五章 交通工程	77	第三节 试题精选	211
第一节 交通工程主要系统的构成与 功能	77	第七章 公路工程施工现场生产要素 管理	218
第二节 试题精选	83	第一节 施工现场工、料、机的合理 配置及场地要求	218
第二篇 公路工程项目管理实务	88	第二节 施工现场材料管理的内容	221
第一章 公路工程施工组织	88	第三节 施工机械设备的性能、生产能力 及适用条件	222
第一节 施工组织设计的编制	88		
第二节 施工组织设计的评价与优化	89		

第四节 试题精选	226	第二节 公路工程质量事故等级划分和 报告制度	240
第八章 公路工程施工质量通病及防治 措施	230	第三节 公路工程验收程序和条件	241
第一节 路基工程质量通病及防治 措施	230	第四节 公路建设管理有关规定	242
第二节 路面工程质量通病及防治 措施	231	第五节 《公路工程国内招标文件 范本》	242
第三节 桥梁工程质量通病及防治 措施	233	第六节 《公路工程技术标准》相关 规定	244
第四节 隧道工程质量通病及防治 措施	234	第七节 公路建设管理法规体系	247
第五节 试题精选	235	第二章 《公路法》相关规定	247
第三篇 公路工程相关法律法规	240	第一节 《公路法》中公路建设相关法律 规定及责任	247
第一章 公路建设管理法规	240	第二节 违反《公路法》的相关法律 责任	249
第一节 公路工程施工企业资质类别和 等级的划分	240	第三章 试题精选	250
		第四篇 综合案例分析题	260

第一篇 公路工程技术

第一章 路基工程

第一节 路基施工技术

一、路基类型

1. 一般路基类型

(1) 路基干湿类型划分为四类：干燥、中湿、潮湿、过湿。

(2) 路基干湿类型的确定方法

① 原有公路路基土：根据路基的分界相对含水量或分界稠度划分；

② 新建公路路基：根据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

特殊路基主要类型及特征见表 1-1-1。

表 1-1-1 特殊路基主要类型及特征

类 型	特 征
软土地区路基	软土地区是指以饱水的软弱黏土沉积为主的地区。在软土地基上修建公路时，容易产生的问题是路堤失稳或沉降过大
岩坍与岩堆地段路基	岩崩与坍塌统称为岩坍，具体包括错落、坍塌、落石、危岩。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称为岩堆
泥石流地区路基	泥石流是指山区由于地形陡峭，松散堆积物丰富，特大暴雨或大量冰融水流出时，突然爆发的包含大量泥沙、石块的洪流
岩溶地区路基	岩溶对路基的危害，主要包括：①溶洞顶板坍塌引起的路基下沉和破坏；②岩溶地面坍塌对路基稳定性的破坏；③反复泉与间歇泉浸泡路基基底而引起路基沉降、坍塌或冒浆；④突然性的地下水涌水冲毁路基
多年冻土地区路基	冻土指土温等于或低于 0℃，且含有冰的土(石)的土，如果这种状态保持三年或三年以上则称为多年冻土。主要集中于我国东北大、小兴安岭和青藏高原
盐渍土地区路基	盐渍土中氯盐、硫酸盐受水浸时容易溶解，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
膨胀土地区路基	膨胀土具有遇水膨胀，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
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。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
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
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出露的地下水冻结形成。河谷涎流冰则是沿河谷漫流的泉水和冻雪融水冻结形成
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，山坡的不稳定土体在重力作用下，沿着一定的软弱面(带)作整体、缓慢、间歇性的滑动变形现象

二、原地基处理的原则和要求

1. 原地基处理原则

- (1) 在确保工程质量的原则下，因地制宜，合理利用当地材料和工业废料。
- (2) 除执行施工《技术规范》的规定外，还应符合国家及行业颁布的有关标准、规范规定。遵守国家有关法规。
- (3) 应节约用地，保护耕地和农田水利设施，保护生态环境。

2. 原地基处理要求

- (1) 在施工前，应移植清理路基用地范围内的树木、灌木丛等。
- (2) 路堤修筑范围内，应用原地土或砂性土回填坑、洞、墓穴等，并按规定进行压实。
- (3) 原地基为耕地或松土时，清除深度应达到设计要求，一般不小于 15cm，平整后按规定要求压实。
- (4) 当基底原状土的强度不符合规范要求时，应当进行换填，换填深度不小于 30cm，并予以分层压实到规定要求。
- (5) 路堤原地基应在填筑前进行压实。对于高速公路、一级公路、二级公路路堤原地基，当路堤填土高度小于路床厚度 80cm 时，基底的压实度不宜小于路床的压实度标准。
- (6) 当路堤原地基横坡陡于 1：5 时，原地基应挖成台阶且台阶宽度不小于 1m，并予以夯实。

三、路基填料的选择与填筑方式

1. 路基填料的选择

- (1) 路堤填料的一般要求：挖取方便，压实容易，强度高，水稳定性好。最小强度和最大粒径的要求见表 1-1-2。

表 1-1-2 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(0~30cm)	8.0	6.0	10
	下路床(30~80cm)	5.0	4.0	10
	上路堤(80~150cm)	4.0	3.0	15
	下路堤(>150cm)	3.0	2.0	15
零填及路堑路床(0~30cm)		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。碎砾土，砂土质碎石，粗粒土属于较好的路基填料。砂土也可用作路基填料，但由于没有塑性，受水流冲刷和风蚀易损坏，在使用时可以掺入黏性大的土；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。

③ 工业废渣。钢渣、高炉矿渣、电石渣等材料，可用作路堤填料，其他工业废渣在使用前应进行有害物的含量试验，避免有害物质超标，污染环境。

2. 路堤填筑施工技术

(1) 土方路堤施工技术。土方路堤填筑常用推土机、铲运机、平地机等机械作业，常见作业方法见表 1-1-3。

表 1-1-3 土方路堤施工技术常见作业方法

作业方法	特 点
水平分层填筑法	按横截面全宽分成水平层次,逐层向上填筑
纵向分层填筑法	依路线纵坡方向分层,逐层向上填筑。缺点是不易碾压密实
横向填筑法	按横截面全高逐步推进填筑
联合填筑法	路堤下层用横向填筑而上层用水平分层填筑

(2) 填石路基施工技术。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 15MPa,最大粒径不宜大于层厚的 2/3。常见作业方法见表 1-1-4。

表 1-1-4 填石路基施工技术常见作业方法

作业方法	特 点
竖向填筑法(倾填法)	用于二级及二级以下且铺设低级路面的公路
分层压实法(碾压法)	用于高速公路、一级公路和铺设高级路面的其他等级公路
冲击压实法	具有分层法连续性和强力夯实法压实厚度深的优点
强力夯实法	利用强大的动力冲击,提高填筑层的密实度和地基强度

- (3) 土石路堤施工技术。土石路堤不得采用倾填方法,只能采用分层填筑,分层压实。
- (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 6m 以上,其他地带填土或填石路堤高度在 20m 以上时,称为高填方路堤。
- (5) 粉煤灰路堤施工技术。可用于高速公路。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。

四、挖方路基施工技术

1. 土质路堑施工技术

土质路堑施工技术见表 1-1-5。

表 1-1-5 土质路堑施工技术

土质路堑施工技术		要 点
横向挖掘法	单层横向全宽挖掘法	从开挖路堑的一端或两端按断面全宽一次性挖到设计标高,逐渐向纵深挖掘,挖出的土方一般都是向两侧运送。该法适用于挖掘浅且短的路堑
	多层横向全宽挖掘法	从开挖路堑的一端或两端按断面分层挖到设计标高,适用于挖掘深且短的路堑
纵向挖掘法	分层纵挖法	沿路堑全宽,以深度不大的纵向分层进行挖掘,适用于较长的路堑开挖
	通道纵挖法	适用于较长、较深、两端地面纵坡较小的路堑开挖
	分段纵挖法	适用于过长,弃土运距过远,一侧堑壁较薄的傍山路堑开挖
混合式挖掘法		多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法混合使用。先沿路线纵向挖通道,然后沿横向坡面挖掘,以增加开挖面。该法适用于路线纵向长度和挖深都很大的路堑开挖

2. 石质路堑施工技术

石质路堑施工的基本要求包括:①保证开挖质量和施工安全;②符合施工工期和开挖强度的要求;③有利于维护岩体完整和边坡稳定性;④可以充分发挥施工机械的生产能力。

开挖方式见表 1-1-6。

表 1-1-6 石质路堑开挖方式

开 挖 方 式	特 点
钻爆开挖	主要包括薄层开挖、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	一次破碎深度约 0.6~1.0m。适用于施工场地开阔、大方量的软岩石方工程。不适用于破碎坚硬岩石
静态破碎法	适用于在设备附近、高压线下以及开挖与浇筑过渡段等特定条件下的开挖。缺点是破碎效率低,开裂时间长

五、路基雨期施工技术

1. 雨期施工地段的选择

(1) 可以在雨期进行路基施工的地段包括丘陵和山岭地区的砂类土、碎砾石和岩石地段和路堑的弃方地段。

(2) 重黏土、膨胀土及盐渍土地段不宜在雨期施工。平原地区因为排水困难，也不宜安排雨期施工。

2. 雨季施工前应做好下列准备工作

(1) 详细的现场调查研究，编制具有实施性的雨期施工组织计划。

(2) 修建施工便道并保持晴雨畅通。

(3) 住地、库房、车辆机具的停放场地、生产设施应设在最高洪水位以上地点并远离泥石流沟槽冲积堆一定的安全距离。

(4) 修建临时排水设施，保证雨期作业时不被洪水淹没并能及时排除地面水。

(5) 储备足够的工程材料和生活物资。

3. 雨期填筑路堤

(1) 严格控制施工车辆以外的其他车辆在施工场地通行。

(2) 填筑路堤前，在填方坡脚以外挖掘排水沟。

(3) 应选用透水性好的碎石土、卵石土、砂砾、石方碎渣和砂类土作为填料。

(4) 路堤分层填筑。每一层的表面，应做成 2%~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 3m。平原区路基纵向取土时，取土坑深度一般不宜大于 1m。

4. 雨期开挖路堑

(1) 在土质路堑开挖前，在路堑边坡坡顶 2m 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。挖方边坡应沿坡面留 30cm 厚。

(3) 土质路堑挖至设计标高以上 30~50cm 时应停止开挖，并在两侧挖排水沟。

(4) 雨期开挖岩石路堑，炮眼应尽量水平设置。

六、路基冬期施工技术

1. 冬期施工的概念及适用范围

路基冬期施工指在反复冻融地区，昼夜平均温度在 -3℃ 以下，连续 10 天以上进行路基施工。当昼夜平均温度上升到 -3℃ 以上，但冻土未完全融化时，也应按冬期施工。

路基施工可冬期进行的工程项目以及不宜冬期施工的项目对比见表 1-1-7。

表 1-1-7 路基冬期施工项目及不宜进行的工程项目对比

冬期可以进行的施工项目	冬期不宜进行的施工项目
泥沼地带河湖冻结到一定深度后	高速公路、一级公路的土路基和地质不良的二级以下公路路堤
含水量高的流动土质、流沙地段路堑	铲除原地面的草皮、挖掘填方地段的台阶
河滩地段	整修路基边坡
岩石地段的路堑或半填半挖地段	在河滩低洼地带将被水淹的填土路堤

2. 路基冬期施工前应进行的准备工作

- (1) 将施工项目按次排队，编制施工组织计划。
- (2) 在冰冻前应进行现场放样，保护好控制桩并树立明显的标志。
- (3) 挖好坡地上填方的台阶，清除石方挖方的表面覆盖层、裸露岩体。
- (4) 维修保养冬期施工需用的车辆、机具设备，充分准备冬期施工期间的工程材料。
- (5) 准备施工队伍的生活设施、设备、燃料和其他越冬物资。

3. 冬期填筑路堤

路堤填料应选用未冻结的砂类土，碎、卵石土，开挖石方的石块石渣等透水性良好的土。

- (1) 每层松厚应按正常施工减少 20%~30%，且最大松铺厚度不得超过 30cm。
- (2) 当路堤高距路床底面 1m 时，应碾压密实后停止填筑。
- (3) 挖填方交界处，填土低于 1m 的路堤都不应在冬期填筑。
- (4) 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。

4. 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 1-1-8。

表 1-1-8 冬期施工开挖路堑表层冻土方法

方 法	特 点
爆破冻土法	当冰冻深度达 1m 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	1m 以下的冻土层可选用专用破冻机械
人工破冻法	当冰冻层较薄，破冻面积不大，可用日光曝晒法、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

5. 冬期开挖路堑

- (1) 路堑挖至路床面以上 1m 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。
- (2) 每日开工时先挖向阳处，气温回升后再挖背阴处。
- (3) 冬期开挖路堑必须从上向下开挖，严禁从下向上掏空。
- (4) 挖方边坡不应一次挖到设计线，应预留 30cm 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。
- (5) 弃土堆高度一般不应大于 3m，弃土堆坡脚到路堑边坡顶的距离一般不得小于 3m，深路堑或松软地带应保持 5m 以上。

七、路基排水分类

路基排水分排地面水及排地下水两大类。

(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基内。

(2) 排除地下水设施有排水沟、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排除路基范围以外。

第二节 特殊路基施工技术

一、软土路基施工技术

1. 软土地基的工程特性

淤泥、淤泥质土及天然强度低、压缩性高、透水性小的一般黏土统称为软土。软土地基具有天然含水量高、孔隙比大、透水性差、压缩性高、抗剪强度低、具有触变性、流变性显著等特性。修建在软土地区的路基，主要是路堤填筑荷载引起软基滑动破坏的稳定问题和量大且时间长的沉降问题。

2. 软土地基处理施工技术

软土地基处理施工常常多种方法综合应用。按加固性质，主要有以下几种。

- (1) 表层处理法。包括：①砂垫层；②反压护道；③土工聚合物处治。
- (2) 换填法。包括：①开挖换填法；②抛石挤淤法；③爆破排淤法。
- (3) 重压法。包括：①堆载预压法；②真空预压法；③真空预压加堆载预压法。
- (4) 垂直排水固结法。包括：①砂井；②袋装砂井；③塑料排水板。
- (5) 粒料桩。
- (6) 旋喷桩。
- (7) 生石灰桩。

二、膨胀土路基的施工技术

1. 膨胀土的工程特性

(1) 具有较大吸水膨胀、失水收缩特性的高液限黏土称为膨胀土。膨胀土黏性含量很高，黏粒成分主要由水矿物组成。自由膨胀率一般超过 40%。

(2) 膨胀土是有显著的吸水膨胀，失水收缩两种变形特性，一般强度较高，压缩性低，易被误认为是较好的基土。

2. 膨胀土的主要特征见图 1-1-1。

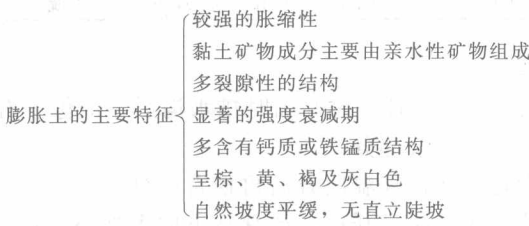


图 1-1-1 膨胀土的主要特征

3. 膨胀土地区路堤会出现路基沉陷、边坡溜塌、路肩坍塌和滑坡等变形破坏；路堑会出现剥落、冲蚀、溜塌和滑坡等破坏。

三、滑坡路基的施工技术

(1) 滑带土体软弱，易吸水不易排水，其形状在均质土中多为近似圆弧形，在非均质土中为折线形。

(2) 水多是滑坡发展的主要原因，地层岩性是产生滑坡的物质基础。

(3) 对于滑坡顶面的地表水，应采取截水沟等措施处理。必须在滑动面以外修筑 1~2 条环截水沟。

(4) 在滑坡体未处治之前，禁止在滑坡体上增加荷载（如堆放材料、弃土等）。

(5) 对于挖方路基上边坡发生的滑坡，应修筑一条或数条环形水沟。

(6) 当挖方路基上边坡发生的滑坡不大时，可采用刷方（台阶）减重、打桩或修建挡土墙进行处理以达到路基边坡稳定；采用打桩时，桩身必须深入到滑动面以下设计要求的深度；采用修建挡土墙时，挡土墙基础必须置于滑动面以下的硬岩层上。

(7) 填方路堤发生的滑坡，可采用反压土方或修建挡土墙等方法处理。

(8) 沿河路基发生滑坡，可修建河流调治构造物（堤坝、丁坝、稳定河床等）及挡土墙方法处理。

(9) 滑坡表面处治可采用整平夯实山坡，填筑积水坑，堵塞裂隙或进行山坡绿化固定表土。

四、湿陷性黄土路基的施工技术

湿陷性黄土一般呈黄色或黄褐色，粉土含量常占 60% 以上，含有大量的碳酸盐、硫酸盐等可溶盐类，天然孔隙比在 1 左右，肉眼可见大孔隙。在自重压力或自重压力与附加压力共同作用下，受水浸湿后土的结构迅速破坏而发生显著附加下沉。因为具有湿陷性和易溶性、易冲刷、各向异性等工程特性，导致黄土地区的路基易产生多种问题及病害。

第三节 公路路基防护与加固

一、防护工程类型和适用条件

1. 路基防护工程类型

路基防护工程是防治路基病害，保证路基稳定，改善环境景观，保护生态平衡的重要设施。其类型见图 1-1-2。

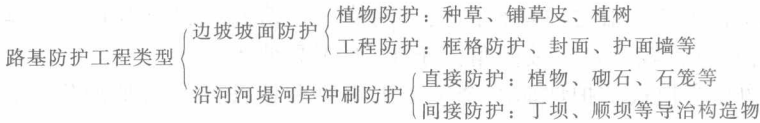


图 1-1-2 路基防护工程类型

2. 各防护工程的适用条件

(1) 植物防护

植物防护主要包括种草防护、铺草皮、植灌木。适用条件详见表 1-1-9。

表 1-1-9 植物防护适用条件

防护类型		适用条件
植物防护	种草防护	边坡稳定，坡面受雨水冲刷轻微，且易于草类生长的路堤与路堑边坡
	铺草皮	需要迅速绿化的土质边坡
	植灌木	土质边坡和膨胀土边坡

(2) 工程防护的类型和适用条件

① 框格防护适用于对土质或风化岩石边坡进行防护,框格内宜采用植物防护或其他辅助防护措施。

② 封面的防护形式主要包括抹面、捶面、喷浆、喷射混凝土等防护形式。

a. 抹面防护适用于易风化的软质岩石挖方边坡。

b. 捶面防护适用于易受雨水冲刷的土质边坡和易风化的岩石边坡。

c. 喷浆和喷射混凝土防护适用于边坡易风化、裂隙和节理发育、坡面不平整的岩石挖方边坡。

③ 护面墙分为实体、窗孔式、拱式等类型,应根据边坡地质条件合理选用。适用于防护易风化或风化严重的软质石或较破碎岩石的挖方边坡以及坡面易受侵蚀的土质边坡。用护面墙防护的挖方边坡不宜陡于 $1:0.5$, 并应符合极限稳定边坡的要求。

④ 石砌护坡。

a. 干砌片石护坡适用于易受水流侵蚀的土质边坡、严重剥落的软质岩石边坡、周期性浸水及受水流冲刷较轻(流速小于 $2\sim 4\text{m/s}$) 的河岸或水库岸坡的坡面防护。

b. 浆砌片(卵)石护坡适用于防护流速较大($3\sim 6\text{m/s}$)、波浪作用较强、有流水、漂浮物等撞击的边坡。对过分潮湿或冻害严重的土质边坡应先采取排水措施再行铺筑。

⑤ 浆砌预制块防护适用于石料缺乏地区。预制块的混凝土强度不应低于 C15, 在严寒地区不应低于 C20。

⑥ 锚杆铁丝网喷浆或喷射混凝土护坡适用于直面为碎裂结构的硬岩或层状结构的不连续地层以及坡面岩石与基岩分开并有可能下滑的挖方边坡。

(3) 土工织物防护

土工织物防护的类型和适用条件见图 1-1-3。

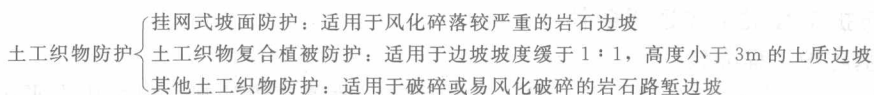


图 1-1-3 土工织物防护的类型和适用条件

① 挂网式坡面防护: 沿边坡悬挂的土工网能截住落石, 引导其进入边沟或其他可控制地区。但是当落石直径较大, 边坡倾角大于 40° 时不易使用。

② 土工织物复合植被防护坡面综合了土工织物和植被两类防护的优点, 其典型形式是三维土工网植草防护。

③ 其他土工织物防护有草坪植生带, 适用于破碎或易风化破碎的岩石路堑边坡的锚杆挂高强塑料网格喷浆(喷射混凝土)以及土工织物作反滤层的护坡。

(4) 路基冲刷防护工程技术

路基冲刷防护工程技术主要分类见图 1-1-4。

二、加固工程的功能与类型划分

1. 路基加固工程的功能与类型

路基加固工程的主要功能是支撑天然边坡或人工边坡以保持土体稳定或加强路基强度和稳定性, 以及防护边坡在水温变化条件免遭破坏。按路基加固的不同部位分为: 坡面防护加固、边坡支挡、湿弱地基加固三种类型, 详见图 1-1-5。

(1) 路基边坡支挡有: 护肩墙、护脚墙、挡土墙、护坡、护面墙等。

(2) 堤岸支撑有: 驳岸、浸水墙、石笼、抛石、支垛护脚等。

2. 常用路基加固工程技术

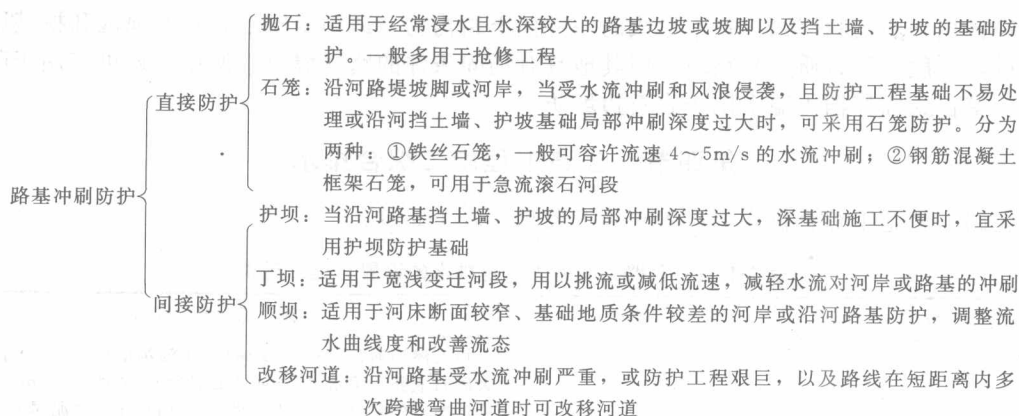


图 1-1-4 路基冲刷防护工程技术主要分类

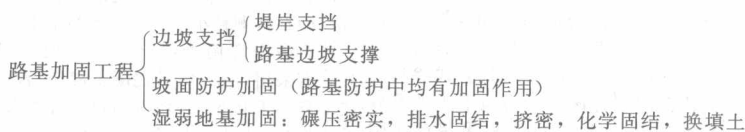


图 1-1-5 路基加固工程的功能与类型

(1) 重力式挡土墙工程技术

这种挡土墙形式简单、施工方便，可就地取材、适用性强，因而应用广泛。缺点是墙身截面大，圬工数量也大，在软弱地基上修建往往受到承载力的限制，墙高不宜过高。重力式挡土墙墙背形式可分为仰斜、俯斜、垂直、凸形折线（凸折式）和衡重式五种，特点见表 1-1-10。

表 1-1-10 重力式挡土墙墙背形式及特点

形 式	特 点
仰斜墙背	所受的土压力较小,开挖量和回填量均较小,墙后填土不易压实,不便施工
俯斜墙背	所受土压力较大,墙身截面较仰斜墙背的大
垂直墙背	特点介于仰斜和俯斜墙背之间
凸折式墙背	由仰斜墙背演变而来,多用于路堑墙,也可用于路肩墙
衡重式墙背	适用于山区地形陡峻处的路肩墙和路堤墙,路堑墙。上墙墙背加缓冲墙后,可作拦截崩坠石之用

(2) 加筋土挡土墙工程技术

加筋土是柔性结构物，能够适应地基轻微的变形，填土引起的地基变形对加筋土挡土墙的稳定性影响比其他结构物小，地基的处理也较简便。造价比较低，具有良好的经济效益。

一般应用于地形较为平坦且宽敞的填方路段上，在挖方路段或地形陡峭的山坡，由于不利于布置拉筋，一般不宜使用。加筋土挡土墙施工简便、快速，并且节省劳力和缩短工期。

(3) 锚杆挡土墙工程技术

锚杆挡土墙按墙面的结构形式可分为柱板式锚杆挡土墙和壁板式锚杆挡土墙。

锚杆挡土墙的优点是结构重量轻，节约大量的圬工和节省工程投资，少量开挖基坑，克服不良地基开挖的困难，并利于施工安全。锚杆挡土墙缺点是施工工艺要求较高，要有钻孔、灌浆等配套的专用机械设各，且要耗用一定的钢材。

锚杆挡土墙是利用锚杆技术形成的一种挡土结构物，适用于缺乏石料的地区和挖基困难的地段，一般用于岩质路堑路段，但其他具有锚固条件的路堑墙也可使用，还可应用于陡坡路堤。壁板式锚杆挡土墙多用于岩石边坡防护。

第四节 公路工程施工综合排水

公路工程施工综合排水的设置与施工要求见表 1-1-11。

表 1-1-11 公路工程施工综合排水的设置与施工要求

类 型	设 置	施 工 要 求
路基地下水排水	渗沟	填石渗沟通常为矩形或梯形，在渗沟的底部和中间用较大碎石或卵石填筑，碎石或卵石粒径通常为 3~5cm。石料应洁净、坚硬、不易风化。砂宜采用中砂，含泥量应小于 2%，严禁用粉砂、细砂。在碎石或卵石的两侧和上部，按一定比例分层(层厚约 15cm)，填较细颗粒的粒料，诸如中砂、粗砂、砾石，做成反滤层，逐层的粒径比例，大致按 4：1 递减。砂石料颗粒小于 0.15mm 的含量不应大于 5%
		填石渗沟宜用于渗流不长的地段，最小纵坡不宜小于 1%，宜采用 5%。无砂混凝土渗沟、管式及洞式渗沟最小纵坡不宜小于 0.5%。渗沟出口段宜加大纵坡，出口宜设置栅板或端墙，出水口底面标高，应高出地表排水沟槽常水位 0.2m 以上
		管式渗沟适用于地下水引水较长、流量较大的地区。管式渗沟长度大于 100m 时，应在其末端设置疏通井，并设横向泄水管，分段排除地下水。泄水孔应在管壁上交错布置，间距不宜大于 200mm。渗沟的高度应使填料的顶面高于原地下水位。沟底垫层材料一般采用干砌片石，如沟底深入到不透水层时宜采用砌片石、混凝土或土工合成的防水材料
		洞式渗沟适用于地下水流流量较大的地段，洞壁宜采用浆砌片石砌筑，洞顶应用盖板覆盖，洞式渗沟填料顶面宜高于地下水位。洞式渗沟顶部必须设置封闭层，厚度应大于 500mm
路基地下水排水	排水沟、暗沟	当地下水位较高，潜土层埋藏不深时，可采用排水沟或暗沟截流地下水及降低地下水位。沟壁最下一排渗水孔(或裂缝)的底部宜高出沟底不小于 0.2m。排水沟或暗沟设在路基旁侧时，宜沿路线方向布置，设在低洼地带或天然沟谷处时，宜顺山坡的沟谷走向布置 排水沟亦可用于排地表水，但是在寒冷地区不宜用于排除地下水
		排水沟或暗沟沟壁外侧应填以粗粒透水材料或土工合成材料作反滤层。沿沟槽底每隔 10~15m 或在软硬岩层分界处时应设置沉降缝和伸缩缝。暗沟顶面必须设置混凝土盖板或石料盖板，板顶上填土厚度应大于 500mm，沟底纵坡应大于 0.5%，出水口处应加大纵坡，并高出地表排水沟常水位 200mm 以上
	渗井	渗井直径 50~60cm，井内填置材料按层次在下层透水层范围内宜填碎石或卵石，上层不透水层范围内宜填砂或砾石，填充料含泥量应小于 5%，按单一粒径分层填筑，应层次分明，不得将粗细材料混杂填塞，井壁和填充料之间应设反滤层 渗井离路堤坡脚不应小于 10m。渗井顶部四周用黏土筑堤围护，井顶应加盖封闭。严防渗井淤塞
路基地下水排水	检查井	深而长的暗沟(管)、渗沟及渗水隧洞，在直线段间隔一定距离及平面转弯、纵坡变坡点等处，宜设置检查、疏通井
		检查井内应设检查梯，井口应设井盖，兼起渗井作用的检查井的井壁应设置反滤层。一般采用圆形，内径不小于 1.0m，在井壁处的渗沟底应高出井底 0.3~0.4m，井底铺一层厚 0.1~0.2m 的混凝土。深度大于 20m 的检查井，除设置检查梯外，还应设置安全设备。井口顶部应高出附近地面约 0.3~0.5m，并设井盖

类 型		设 置	施 工 要 求
路基地面排水	边沟	挖方地段和填土高度小于边沟深度的填方地段均应设置边沟。路堤靠山一侧的坡脚应设置不渗水的边沟；在平原区和重丘山岭区，边沟应分段设置出水口；多雨地区梯形边沟每段长度不宜超过 300m；三角形边沟不宜超过 200m	边沟断面形式及尺寸应根据地形地质条件、边坡高度及汇水面积等确定。边沟沟底纵坡应衔接平顺。边沟沟底纵坡宜与路线纵坡一致，并不宜小于 0.3%。困难情况下，可减小至 0.1%。路堑边沟的水流，不应流经隧道排出。不允许曲线内侧有积水或外溢现象发生。曲线外侧边沟应适当加深，其增加值等于超高值。土质地段当沟底纵坡大于 3% 时应采取加固措施。采用干砌片石对边沟进行铺砌时，应选用有平整面的片石；采用浆砌片石铺砌时，砌缝砂浆应饱满；若沟底采用抹面时，抹面应平整压光
	截水沟	截水沟应根据地形条件及汇水面积等进行设置。在无弃土堆的情况下，截水沟的边缘距挖方路基坡顶的距离视土质而定，以不影响边坡稳定为原则。填方路基上侧的路堤截水沟距填方坡脚的距离，应不小于 2m。在多雨地区，视实际情况可设一道或多道截水沟	截水沟断面形式应结合设置位置、排水量、地形及边坡情况确定，一般情况下，沟底纵坡不宜小于 0.3%。截水沟的水流应排至路界之外，不宜引入路堑边沟。截水沟长度超过 500m 时应选择适当的地点设出水口，将水引至山坡侧的自然沟中或桥涵进水口。截水沟的出水口必须与其他排水设施平顺衔接 为防止水流下渗和冲刷，截水沟应进行严密的防渗和加固，地质不良地段和土质松软、透水性较大或裂隙较多的岩石路段，对沟底纵坡较大的土质截水沟及截水沟的出水口，均应采用加固措施防止渗漏和冲刷沟壁 山坡上路堤的截水沟离开路堤坡脚至少 2.0m，并用挖截水沟的土壤在路堤与截水沟之间，修筑向沟倾斜坡度为 2% 的护坡道或土台，使路堤内侧地面水流入截水沟排出
	排水沟	将边沟、截水沟、取（弃）土场和路基附近低洼处汇集的水引向路基以外时，应设置排水沟	排水沟的断面形式应结合地形、地质条件确定，沟底纵坡不宜小于 0.3%。排水沟线形要平顺，转弯处宜做成弧线，其半径不宜小于 10m，排水沟长度根据实际需要而定，通常不宜超过 500m 排水沟沿路线布设时，应离路基尽可能远一些，距路基坡脚不宜小于 3~4m。当水流的流速大于容许冲刷流速时，沟底、沟壁应采取排水沟表面加固措施
	跌水与急流槽	水流通过坡度大于 10%，水头高差大于 1.0m 的陡坡地段或特殊陡坎地段时，宜设置跌水或急流槽。跌水和急流槽应采取加固措施 跌水与急流槽必须用浆砌圬工结构，跌水的台阶高度可根据地形、地质等条件决定，多级台阶的各级高度可以不同，其高度与长度之比应与原地面坡度相适应	急流槽的纵坡应与地形相结合，不宜超过 1:1.5，同时应与天然地面坡度相配合。进水口应予防护加固，出水口应采取消能措施，防止冲刷。为防止基底滑动，急流槽底可设置防滑平台。当急流槽很长时，就分段砌筑，每段不宜超过 10m，接头用防水材料填塞，密实无空隙 急流槽的砌筑应使自然水流与涵洞进、出口之间形成一个过渡段，基础应嵌入地面以下，基底要求砌筑光滑平台并设置端护墙
	拦水缘石	为避免高路堤边坡被路面水冲毁可在路肩上设拦水缘石，将水流拦截至排水沟或在拦水带开口处设急流槽引离路基，与高路堤急流槽连接处应设喇叭口	拦水缘石必须按设计安置就位。设拦水缘石路段的路肩宜适当加固
	蒸发池	气候干旱且排水困难地段，可利用沿线的取土坑或专门设置蒸发池汇集地表水	蒸发池边缘距路基边沟外缘的距离应以保证路基的稳定和安全为原则，并不应小于 5m，湿陷性黄土地区不得小于湿陷半径。池中设计水位应低于排水沟的沟底 用取土坑作蒸发池时与路基坡脚间的距离不应小于 5~10m。面积较大的蒸发池至路堤坡脚的距离不得小于 20m，坑内水面应低于路基边缘至少 0.6m。坑底部应做成两侧边缘向中部倾斜 0.5% 的横坡。蒸发池的容量不宜超过 200~300m ³ ，蓄水深度不应大于 1.5~2.0m。池周围可用土埂围护，防止其他水流入池中