

注册建造师继续教育必修课教材



公路工程

(适用于一、二级)

GONGLUGONGCHENG

◆注册建造师继续教育必修课教材编写委员会 编写

中国建筑工业出版社

注册建造师继续教育必修课教材

公 路 工 程

(适用于一、二级)

注册建造师继续教育必修课教材编写委员会 编写

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程/注册建造师继续教育必修课教材编写委员会编
写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 1
(注册建造师继续教育必修课教材)
ISBN 978-7-112-13850-0

I. 公… II. ①注… III. ①建筑师-继续教育-教材②道路工
程-继续教育-教材 IV. ①TU②U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 254696 号

本书为《注册建造师继续教育必修课教材》中的一本, 是公路工程专业一、二级注册建造师参加继续教育学习的参考教材。全书共分 5 章内容, 包括: 公路工程前沿理论和新方法; 国内外典型公路工程; 公路工程质量与安全生产管理典型案例分
析; 建造师职业道德与执业相关制度; 公路工程的法规、标准和规范。本书可供
公路工程专业一、二级注册建造师作为继续教育学习教材, 也可供公路工程技术人
员和管理人员参考使用。

责任编辑: 刘 江 岳建光

责任设计: 叶延春

责任校对: 张 颖 刘 钰

注册建造师继续教育必修课教材

公 路 工 程

(适用于一、二级)

注册建造师继续教育必修课教材编写委员会 编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16½ 字数: 407 千字

2012 年 1 月第一版 2015 年 6 月第八次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-13850-0

(21904)

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

版权所有 翻印必究

请读者识别、监督:

本书环衬用含有中国建筑工业出版社专用的水印防伪纸印制,
封底贴有中国建筑工业出版社专用的防伪标、网上增值服务标;
否则为盗版书, 欢迎举报监督! 举报电话: (010)58337026; 传真:
(010)58337026

注册建造师继续教育必修课教材

审 定 委 员 会

主 任：陈 重 吴慧娟

副 主 任：张 毅 刘晓艳

委 员：（按姓氏笔画排序）

尤 完 孙永红 孙杰民 严盛虎

杨存成 沈美丽 陈建平 赵东晓

赵春山 逢宗展 高 天 郭青松

编 写 委 员 会

主 编：逢宗展

副 主 编：丁士昭 张鲁风 任 宏

委 员：（按姓氏笔画排序）

习成英 杜昌熹 李积平 李慧民

何孝贵 沈元勤 张跃群 周 钢

贺永年 高金华 唐 涛 焦永达

詹书林

办公室主任：逢宗展（兼）

办公室成员：张跃群 李 强 张祥彤

序

为进一步提高注册建造师职业素质,提高建设工程项目管理水平,保证工程质量安全,促进建设行业发展,根据《注册建造师管理规定》(建设部令第153号),住房和城乡建设部制定了《注册建造师继续教育管理暂行办法》(建市[2010]192号),按规定参加继续教育,是注册建造师应履行的义务,也是申请延续注册的必要条件。注册建造师应通过继续教育,掌握工程建设有关法律法规、标准规范,增强职业道德和诚信守法意识,熟悉工程建设项目管理新方法、新技术,总结工作中的经验教训,不断提高综合素质和执业能力。

按照《注册建造师继续教育管理暂行办法》的规定,本编委会组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、学者,制定了《一级注册建造师继续教育必修课教学大纲》,并坚持“以提高综合素质和执业能力为基础,以工程实例内容为主导”的编写原则,编写了《注册建造师继续教育必修课教材》(以下简称《教材》),共11册,分别为《综合科目》、《建筑工程》、《公路工程》、《铁路工程》、《民航机场工程》、《港口与航道工程》、《水利水电工程》、《矿业工程》、《机电工程》、《市政公用工程》、《通信与广电工程》,本套教材作为全国一级注册建造师继续教育学习用书,以注册建造师的工作需求为出发点和立足点,结合工程实际情况,收录了大量工程实例。其中《综合科目》、《建筑工程》、《公路工程》、《水利水电工程》、《矿业工程》、《机电工程》、《市政公用工程》也同时适用于二级建造师继续教育,在培训中各省级住房和城乡建设主管部门可根据地方实际情况适当调整部分内容。

《教材》编撰者为大专院校、行政管理、行业协会和施工企业等方面管理专家和学者。在此,谨向他们表示衷心感谢。

在《教材》编写过程中,虽经反复推敲核证,仍难免有不妥甚至疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

注册建造师继续教育必修课教材编写委员会

2011年12月

《公 路 工 程》

编 写 小 组

组 长：孙永红

副 组 长：单长刚 于 光 袁秋红 周钢（主编）

编写人员：刘元炜 朱 岳 王学军 张 铭

傅道春 喻小明 蒋中明 刘 鹏

许建盛 唐 军 向 英 吴 永

前 言

根据《注册建造师管理规定》(建设部令第153号)和《注册建造师继续教育管理暂行办法》(建市[2010]192号)以及行业主管部门有关要求,为了做好一、二级注册建造师(公路工程专业)继续教育培训工作,我们组织编写了《注册建造师继续教育必修课教材——公路工程》。

继续教育培训,旨在进一步提高注册建造师职业素质,提高建设工程项目管理水平,保证工程质量安全,促进建筑行业发展。注册建造师应通过继续教育,掌握工程建设有关法律法规、标准规范,增强职业道德和诚信守法意识,熟悉工程建设项目管理新方法、新技术,总结工作中的经验教训,不断提高综合素质和执业能力,以适应公路建设行业健康和谐发展的需求。

培训对象为所有公路工程专业一、二级注册建造师,逾期未注册的建造师,临时注册建造师。

本书共分五章:公路工程前沿理论和新方法;国内外典型公路工程;公路工程质量与安全生产管理典型案例;建造师职业道德与执业相关制度;公路工程法规、标准与规范。

第一章主要介绍了公路工程发展趋势和实践探索:公路路基、路面、桥梁、隧道发展趋势和施工新方法,交通工程发展趋势,公路工程设计新理念,节约能源与环境保护,公路工程项目管理新方法。

第二章主要介绍了国内外公路滑坡治理、路面改扩建、公路桥梁及公路隧道等工程施工典型案例,高速公路监控、收费及通信系统工程典型案例,先进经验。

第三章主要介绍了公路路基、路面、桥梁、隧道施工工程质量与安全事故典型案例,事故教训。

第四章主要介绍了建造师执业道德,执业工程规模标准、建造师签章文件和建造师执业管理规定。

第五章主要介绍了《公路水运工程安全生产监督管理办法》(交通部令2007年第1号);《公路工程标准体系》JTG A01—2002;《公路路基施工技术规范》JTG F10—2006;《公路交通安全设施施工技术规范》JTG F71—2006。

参与本书编写的人员有周钢、王学军、张铭、李松青、傅道春、喻小明、蒋中明、刘元炜、朱岳、贺铭、王晓东、刘燕燕、刘小渝、罗红、吴进良、魏道升、何祎、陈万球、钱绍锦、滕小平、张志峰。

目 录

1 公路工程前沿理论和新方法	1
1.1 公路工程发展趋势和实践探索	1
1.2 公路工程施工项目管理新方法	62
2 国内外典型公路工程	86
2.1 高速公路滑坡治理	86
2.2 高速公路路面改扩建工程	92
2.3 跨江公路大桥工程	99
2.4 跨海公路大桥工程	123
2.5 特长公路隧道工程	135
2.6 国外典型公路工程	141
2.7 高速公路监控、收费及通信系统工程	144
2.8 桥梁养护与加固工程	153
3 公路工程质量与安全生产管理典型案例	169
3.1 高速公路路堤失稳、滑塌案例分析	169
3.2 沥青面层整体从基层上滑移案例分析	172
3.3 连续刚构桥跨中底板崩裂案例分析	178
3.4 桥梁支架模板预压整体垮塌案例分析	181
3.5 过江隧道透水案例分析	184
3.6 公路隧道瓦斯爆炸案例分析	186
3.7 公路工程信息工程案例	189
4 建造师职业道德与执业相关制度	202
4.1 建造师职业道德	202
4.2 公路工程注册建造师执业相关制度	208
5 公路工程的法规、标准和规范	217
5.1 《公路安全保护条例》要点解读	217

5.2 《公路水运工程质量安全督查办法》要点解读 218

5.3 《公路水运工程安全生产监督管理办法》要点解读 220

5.4 《公路建设市场有关企业信用管理办法》要点解读 224

5.5 《公路工程标准体系》要点解读 238

5.6 《公路路基施工技术规范》要点解读 241

5.7 《公路交通安全设施施工技术规范》要点解读 250

1 公路工程前沿理论和新方法

1.1 公路工程发展趋势和实践探索

1.1.1 公路路基发展趋势和施工新方法

1. 概述

公路路基和地基一起作为整个公路的基础，其稳定性是最重要的路用性能之一。针对在设计、施工和管理养护工作中如何提高或保持路基的稳定性，始终是道路建设者们思考和研究的主要课题。进入二十一世纪以来，路基工程技术的研究在地基加固方法、路基结构形式、填料性质、施工工艺和机械设备等各个方面都取得了较大的进步，诸如复合地基、轻质路基、冲击夯实、柔性防护、沉降预测、滑坡预警及治理等新理论、新材料、新工艺越来越多的应用于公路路基工程当中。

2. 复合地基技术

1960年，国外首次提出了复合地基（Composite Foundation）一词，龚晓南于1992年提出了基于广义复合概念的复合地基定义，即“天然地基在地基处理过程中部分土体得到增强，或被置换，或在天然地基中设置加筋材料，加固区是由基体和增强体两部分组成的人工地基”。

复合地基的本质是在荷载作用下，增强体和基体共同承担上部结构传来的荷载。通过地基处理形成复合地基在地基处理形成的人工地基中占有很大的比例，而且呈上升趋势。例如在公路路基工程中，对地基的处理常采用振冲置换法、强夯置换法、砂石桩置换法、石灰桩法、深层搅拌法、高压喷射注浆法、振冲密实法、挤密砂石桩法、土桩、灰土桩法、夯实水泥土桩法、孔内夯扩桩法、低强度桩复合地基法、钢筋混凝土桩复合地基法等均形成复合地基。

复合地基技术在地基处理技术中有着非常重要的地位。但是，相对于设计计算理论比较成熟的浅基础，复合地基设计计算理论正在发展之中，特别是各类复合地基承载力和沉降计算理论和方法还很不成熟，理论落后于工程实践。这就使得复合地基技术在当前使用过程中出现了这样的情况：不少工程采用复合地基主要是为了控制沉降，但是前些年采用复合地基不当造成的工程事故恰恰主要是没有能够有效控制沉降。

展望复合地基的未来，复合地基计算理论、复合地基形式、复合地基施工工艺、复合地基质量检测等方面都具有较大的发展空间。在复合地基计算理论方面，既包括复合地基承载力和沉降计算的一般理论，又指各种形式的复合地基承载力和沉降计算的理论和方法。要发展各种形式的复合地基承载力和沉降计算理论，需要加强以下几点：

（1）对各种形式的复合地基荷载传递机理的研究。

（2）进一步了解基础刚度、桩土相对刚度、复合地基置换率、复合地基加固区深度、荷载水平等对复合地基应力场和位移场的影响，提高各类复合地基应力场和位移场的计算精度。

(3) 增加工程实录、经验的总结。

(4) 特别要重视沉降计算理论的发展,特别要提高桩体复合地基沉降计算精度。

3. EPS 路基处理技术

在软弱地基上及其他不良地基上修筑道路,路基的沉降及不均匀沉降是影响工程质量的一个重要因素。除了对地基进行处理,路基本身的结构也值得探讨,1965年,挪威在路面下铺设了5~10cm厚的EPS(expanded polystyrene 聚苯乙烯泡沫塑料,简称EPS)作为隔温层,以满足严寒季节对道路防冻的要求。此后,1972年挪威道路研究所在研究填土施工法时首先用EPS代替填土获得成功,解决了桥台相接路堤的过渡沉降问题。1985年在奥斯陆召开的国际道路会议上公开了该项技术,从此EPS在瑞典、法国、加拿大、日本等国也得到了广泛应用,并取得了许多成功经验,较好地解决了软基过渡段的沉降和不均匀沉降、路堤与桥台相接处的差异沉降等问题。

EPS材料具有超轻性、耐压缩性、自立性、耐水性和施工简单、方便、快捷等优点。EPS作为路基轻质填料代替填土时的设计思想是:应尽量使EPS块体作为填置物后在土基内不增加或少增加应力。当允许填土有一定的下沉量时,则希望EPS块荷重小于会产生这种下沉量的荷载。

在国内的道路工程中,EPS独特的路用性能愈来愈受到青睐。在广东(广州、深圳)、浙江、上海等省市,EPS作为路基轻质填料得到了广泛的应用;浙江省的沪杭、杭宁、甬台温、杭金衢、杭州绕城等高速公路上广泛应用了EPS处理桥头台背回填;沪宁高速公路上海安亭段拓宽工程中大量应用了EPS作为路基拼接段的主要填料;沪宁高速公路江苏段扩建工程试验段中也大量采用EPS作为软土地基的路基填料。

EPS铺筑采用人工铺筑。由于EPS很脆,块体较大,搬运中要注意防折。施工质量控制主要是平整度和联结牢固即可。EPS铺筑的关键是平整度的控制。块体间缝隙20mm以内,高差10mm以内,最下层高10cm砂砾层调平,中间层采用无收缩水泥砂浆调平。整个EPS路堤铺筑进度很快,以100m高速公路路基(路面宽度为28m)填筑、填土高度3m为例,采用EPS进行填筑,大约5d即可完成。

实践证明,EPS有着优良的路用性能,对减少软基的沉降和差异沉降,减少桥台和路基的差异沉降和桥台的侧向压力和位移等有着重要的作用,尽管目前EPS的造价较高,但其诸多的优点说明,在软基上修建高速公路使用EPS是可行的,在国内外具有广泛的应用前景。

4. 路基边坡柔性防护技术

路基边坡防护工程常用的传统技术包括各种结构形式的挡土墙、土钉墙、护坡、护面墙等。这些技术对边坡坡面条件要求较高,而且永久性地毁灭了坡面原有的植被和植被的天然生长条件。为了克服传统方法的诸多技术缺陷,1995年,由瑞士布鲁克集团首创的SNS(Safety Netting System)柔性防护技术被引入国内边坡地质灾害防治领域。这项技术主要采用钢丝绳网、高强度钢丝环形网等新材料来加固边坡或拦截落石,包括主动系统和被动系统两大类型。

主动系统主要构成为钢丝绳网、普通钢丝格栅(常称铁丝格栅)和TECCO高强度钢丝格栅三类。前两者通过钢丝绳锚杆和支撑绳固定方式,后者通过钢筋锚杆(可施加预应

力)和钢丝绳锚杆(有边沿支撑绳时采用)、专用锚垫板以及必要时的边沿支撑等固定方式,将作为系统主要构成的柔性网覆盖在有潜在地质灾害的坡面上,阻止塌落石发生和限制崩岩活动范围,防止落石危害,从而实现其防护目的。

SNS主动防护系统(图1.1-1)是通过固定在锚杆或支撑绳(张拉绳)上并施以一定预张拉的钢绳网对整个边坡形成连续支撑,其预张拉作业形成了阻止局部岩块或土体移动的预应力,从而阻止落石现象的发生。系统在作用原理上类似于喷锚支护和锚钉墙,但其柔性特征能使系统承担较大的下滑力,并将局部蒋中下滑力向四周均匀传递,以充分发挥整个系统的防护能力。

该系统不仅能起到传统防治的作用,而且能满足对坡面地质灾害防治新技术的基本要求。

SNS被动防护系统(图1.1-2)是将以钢丝绳网为主的栅栏式柔性拦石网设置于斜坡上相应位置,用于拦截斜面坡上的滚落石以避免其破坏保护的对象,因此有时也称为拦石网,当设置于泥石流流区内时,便可形成拦截泥石流流体内固体大颗粒的柔性格栅坝。



图 1.1-1 SNS 主动防护



图 1.1-2 SNS 被动防护

经过多年的发展,SNS柔性防护技术已在国内公路、铁路、矿山等边坡防护工程中得到应用,解决了一些传统边坡防护措施难以解决的难题,其可靠的安全保障性、施工的快速标准化和利于环保等综合技术经济优势及其新颖而巧妙的防护观念和 design 思想使边坡柔性防护系统有着很好的推广前景。

5. 路基冲击碾压技术

冲击压实技术的开发应用,加速了岩土工程压实技术的发展,在解决路基工程质量隐患方面得到广泛应用,有效减少路基的工后沉降与差异沉降,保证路堤的整体稳定性,对碾压成型路基的路床、路堤进行经验性追加冲碾遍数,提高了路基的整体强度与均匀性,对湿陷性黄土地基或软弱地基进行冲击碾压的前处理,使地基满足承载力与稳定的要求;对砂石路面、水泥混凝土路面等旧路应用冲击碾压技术进行改建,可加快施工进度,达到工程质量要求。

冲击压实机是一种利用冲击能量来增强压实效果的高效率新型压实机械。压实机具有高振幅、低频率的压实特点,能对深层路基产生较强的冲击影响,对地基的冲击压力是传统压实工程机械的三倍以上,既可在 $0.7\sim 1\text{m}$ 铺层上直接松铺碾压,又可在用常规压实机分层碾压至 $1.2\sim 1.5\text{m}$ 厚度之后进行增强补压,对于弃方压实和填方压实都具有明显效果。其作业如图1.1-3所示。

同传统压实技术相比,冲击压实有更大的影响深度、更大的击实功能和更宽的含水量要求。

6. 山体客土喷播技术

山区公路建设中,山地由于开挖形成大量裸露的边坡,以往工程界主要针对较陡峭或不稳定的边坡采取一些措施进行加固,生态恢复仅作为附属内容甚至不予考虑。大面积的裸露边坡与周边环境格格不入,对景观造成了很大的破坏,同时坡面裸露也存在水土流失的隐患,无法满足生态环保的要求。公路路堑边坡多为相当贫瘠的风化岩和硬土层,有些坡面还是弱风化岩,传统的湿法喷播和三维网植草的施工工艺不适用,而客土喷播技术(图 1.1-4)借助外来客土材料,为植物提供生长基质,适用于各种坡面,能够在短期内形成植物群落,是一种有效的生态防护手段。

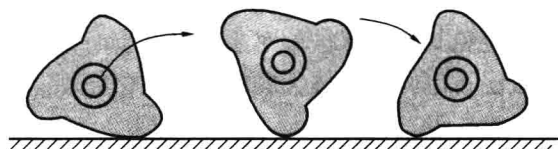


图 1.1-3 冲击压实机作业原理图



图 1.1-4 客土喷播技术效果

客土喷播技术,是将植物生长的基础——土壤与有机基材、高分子勃结剂、保水剂、肥料和种子等按一定比例混合,充分搅拌均匀后,利用专用机械提供的动力,喷射到坡面上,形成适宜植物生长的客土层,种子发芽、生长成坪后,可以对边坡的稳定起到有效的保护,从而达到快速修复生态系统和护坡的目的。客土喷播以重建植被生态系统和生物护坡为目标,是一项兼顾边坡防护和绿化美化环境于一体的生态防护技术。它适用于由各种工程施工形成的裸露坡面(边坡坡度小于 90°),尤其适用于山中式硬度大于 25 的石质(强风化、中风化、弱风化)边坡。

7. 边坡锚固技术

公路边坡岩层和土体的锚固是一种将锚杆(索)埋入地层进行预加应力的技术。锚杆(索)插入预先钻凿的孔眼并固定于其底端,固定后,通常对其施加预应力。锚杆(索)外露于地面的一端用锚头固定。一种情况是锚头直接附着在结构上,以满足结构的稳定。另一种情况是通过梁板、格构或其他部件将锚头施加的应力传递于更为宽广的岩土体表面。岩土锚固的基本原理就是依靠锚杆(索)周围地层的抗剪强度来传递结构物的拉力或保持地层开挖面自身的稳定。

在岩土锚固工程中,通常将锚杆(索)与锚索统称为锚杆(索)。锚杆(索)是一种将拉力传至稳定岩层或土层的结构体系,其组成部分主要有锚头、自由段和锚固段。其结构如图 1.1-5 所示。

岩土锚固的主要功能是:

- (1) 提供作用于结构物上以承受外荷的抗力,其方向朝着锚杆(索)与岩土体相接触的点。
- (2) 使被锚固地层产生压应力或对被通过的地层起加筋作用(非预应力锚杆(索))。
- (3) 加固并增加地层强度,也相应地改善了地层的其他力学性能。
- (4) 当锚杆(索)通过被锚固结构时,能使结构本身产生预应力。

(5) 通过锚杆(索),使结构与岩石连锁在一起,形成一种共同工作的复合结构,使岩石能更有效地承受拉力和剪力。

对无初始变形的锚杆(索),要使其发挥全部承载能力则要求锚杆(索)头有较大的位移。为了减少这种位移直至到达结构物所能容许的程度,一般是通过将早期张拉的锚杆(索)固定在结构物、地面厚板或其他构件上,以对锚杆(索)施加预应力,同时也在结构物和地层中产生应力,这就是预应力锚杆(索),如图 1.1-6 所示。

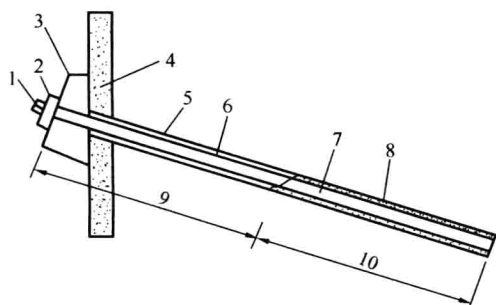


图 1.1-5 锚杆(索)结构示意图

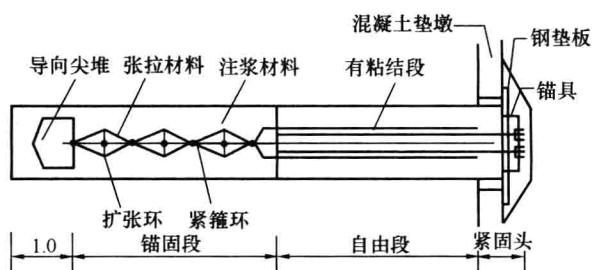


图 1.1-6 锚索结构示意图

(尺寸单位: m)

1—台座；2—锚具；3—承压板；4—支挡结构；
5—钻孔；6—自由隔离层；7—钢筋；8—注浆体；
9—自由段长度；10—锚固段长度

预应力锚杆(索)由锚头、杆体和锚固体三部分组成。锚头位于锚杆(索)的外露端,通过它最终实现对锚杆(索)施加预应力,并将锚固力传给结构物。杆体连接锚头和锚固体,通常利用其弹性变形的特性,在锚固过程中,对锚杆(索)施加预应力,锚固体位于锚杆(索)的根部,把拉力从杆体传给地层。

预应力锚杆(索)在边坡工程中的应用主要包括图 1.1-7 所示四种:

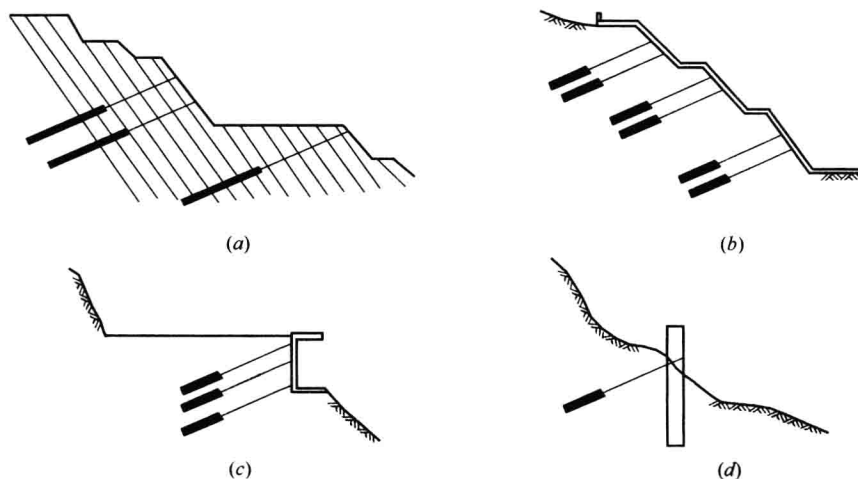


图 1.1-7 预应力锚杆(索)在边坡工程中的应用

(a) 边坡加固；(b) 斜坡挡土；(c) 锚固挡墙；(d) 滑坡防治

8. 公路滑坡治理技术

滑坡在滑动之前表现出一定的稳定性,当岩土体强度逐渐降低或斜坡内部剪应力不断增加时,其稳定性受到破坏。首先在某一部分因抗剪强度小于剪应力而首先变形,产生微小的滑动,以后变形逐渐发展,直至坡面出现断续的拉张裂缝。随着裂缝的增大,其他因素所起的耦合作用越来越明显,致使变形加剧,最后造成滑坡的整体破坏而形成滑坡。滑坡产生滑动的过程是一个十分复杂的过程,它的发生和发展往往由几个因素共同控制,正确分析各因素的作用,是滑坡稳定性评价的基础工作之一,而且可为预测边坡变形破坏的发生时间、发展趋势以及有效的防治措施提供必要的依据。影响滑坡稳定的因素按形成机理条件的不同,分为内部因素和外部因素。

滑坡发生破坏的内部条件是边坡失稳的必要条件,具备了一定的内部条件,滑坡才可能发生。而滑坡破坏的内在因素包括以物质基础、结构条件、空间保证和岩土体的初始应力。

滑坡一般都是在外部条件具备时才发生,而且是在外部条件存在时更可能发生高速运动。不同的外部条件促使滑坡发生机理是不同的,其主要包括地震作用、水的作用、人类活动的触发作用、海啸、风暴潮、冻融等。

预防滑坡灾害的主要目的就是以绕避已有的大型滑坡,不在老滑坡前缘挖方,不在滑坡主滑和牵引段填方、老滑坡区排水,防已滑动滑坡的大滑致灾,防易滑地层发生滑坡等手段来防止滑坡形成巨大灾害。目前常采用的方法主要有绕避、监测预报、清除滑体、排水等,如表 1.1-1 所示。

滑坡预防措施简表

表 1.1-1

预防措施		适用范围	作 用
绕避	改移线路 隧道穿山 旱桥通过 易地而建	危害线状工程的滑坡	避免灾害
		危害点状工程的滑坡	
监测预报		裂缝监测 地表位移监测 地下位移监测 地下水位检测	减轻灾害损失
排水	地表排水	截、排水沟，自然 沟铺砌，防渗等	切断致灾条件
	地下排水		
清除滑体		按稳定坡率刷坡	消除灾害

除表 1.1-1 中所述各种预防措施外,还可以对斜坡内部进行加固处治。包括对坡面、坡脚的加固和对滑带土(软弱层带)的加固两个方面。

① 对坡面、坡脚加固

对人类工程所影响的坡体,采用必要的坡面、坡脚加固措施,常常能起到事半功倍的效果,这与滑坡治理中“治小、治早”的原则相吻合。目前依据不同的地质条件常用的方

法是系统锚杆、素喷、锚喷、锚杆格子梁等工程措施,取得了一定的实效。

这些措施的设计和使用,尚没有统一的规范和标准,多根据经验和现场情况决定。

② 对滑带土加固

用不同方法改变滑带土,提高其强度,增加阻滑力,在一些小型滑坡上曾试用过灌浆、打砂桩、旋喷桩、烧法、电渗排水法、硅化法、沥青法等,也取得成功,但时效性还难以定论,故目前应用还不多。

9. 路基施工工法

公路工程工法是以公路工程为对象,施工工艺为核心,运用系统工程原理,把先进的技术和科学管理结合起来,经过一定的工程实践形成的综合配套的工程建设施工方法。公路工程工法符合国家公路建设的方针、政策、标准规范,具有先进性、科学性和适用性,保证工程质量与安全,提高施工效率,降低工程成本,节约资源,保护环境等特点。

公路工程工法的关键技术属于公路工程建设行业内领先水平。工法中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备在执行公路工程行业标准规范的基础上要有所创新。

公路工程工法主要内容包括有前言、工法特点、适用范围、工艺原理、施工工艺流程及操作要点、材料与设备、质量控制、安全措施、环保措施、资源节约、效益分析和应用实例12项。

(1) 前言:概括工法形成的原因和形成过程。其形成过程要求说明关键技术审定结果、工法应用及有关获奖情况。

(2) 工法特点:说明工法在使用功能或施工方法上的特点,与传统的施工方法比较,在工期、质量、安全、造价等技术经济效能等方面的先进性和新颖性。

(3) 适用范围:适宜采用该工法的工程对象或工程部位,某些工法还应规定最佳的技术经济条件。

(4) 工艺原理:阐述工法工艺核心部分(关键技术)应用的基本原理,并着重说明关键技术的理论基础。

(5) 施工工艺流程及操作要点:工艺流程和操作要点是工法的重要内容,是按照工艺发生的顺序或者事物发展的客观规律来编制工艺流程,并在操作要点中分别加以描述。工艺流程重点讲清基本工艺过程,并讲清工序间的衔接和相互之间的关系以及关键所在。

(6) 材料与设备:说明工法所使用的主要材料名称、规格、主要技术指标;以及主要施工机具、仪器、仪表等的名称、型号、性能、能耗及数量。对新型材料还应提供相应的检验检测方法。

(7) 质量控制:说明工法必须遵守执行的国家、地方(行业)标准、规范名称和检测方法,并指出工法在现行标准、规范中未规定的质量要求,以及达到工程质量目标所采取的技术措施和管理方法。

(8) 安全措施:说明工法形成过程中,根据国家、地方(行业)有关安全的法规,所采取的安全措施和安全预警事项。

(9) 环保措施:指出工法形成过程中,遵照执行的国家和地方(行业)有关环境保护法规中所要求的环保指标,以及必要的环保监测、环保措施和在文明施工中应注意的事项。

(10) 资源节约:工法形成过程中,贯彻国家节能工程的有关要求,研发推广能源替

代和材料再生等新技术。

(11) 效益分析: 从工程实际效果(消耗的物料、工时、造价等)以及文明施工中, 综合分析应用本工法所产生的经济、环保、节能和社会效益(可与国内外类似施工方法的主要技术指标进行分析对比)。

(12) 应用实例: 说明应用工法的工程项目名称、地点、结构形式、开竣工日期、实物工作量、应用效果及存在的问题等, 并能证明该工法的先进性和实用性。

近年来, 交通部评审出的路基施工工法见表 1.1-2。

路基施工工法

表 1.1-2

序号	工法编号	工 法 名 称
1	GGG(皖)A2001-2008	软土路基水泥搅拌桩施工工法
2	GGG(京)A2002-2008	湿陷性黄土路基施工工法
3	GGG(京)A2003-2008	高原多年冻土区路基施工工法
4	GGG(京)A4004-2008	高边坡注浆钢管锚索框格梁施工工法
5	GGG(冀)A1005-2008	电石灰稳定土施工工法
6	GGG(冀)A2006-2008	浅海水域公路工程施工工法
7	GGG(黑)A2007-2008	高寒地区沼泽地带路基下处理施工工法
8	GGG(鲁)A2008-2008	粉喷桩施工工法
9	GGG(晋)A2009-2008	抛石强夯冲击碾压处理高寒湿地公路软基施工工法
10	GGG(浙)A4010-2008	公路路堑段边坡防护客土吹覆施工工法
11	GGG(浙)A1011-2008	大直径(钉型)双向深层水泥土搅拌桩施工工法
12	GGG(豫)A2012-2008	路基轻质填料(EPS)施工工法
13	GGG(中企)A2013-2008	改性包边中膨胀土路堤施工工法
14	GGG(中企)A2014-2008	真空预压联合堆载处理软土地基施工工法
15	GGG(中企)A2015-2008	Y型沉管灌注桩软基处理施工工法
16	GGG(中企)A2016-2008	石灰改良膨胀土路基施工工法
17	GGG(中企)A2017-2008	风积砂路堤施工工法
18	GGG(冀)A1001-2009	流态水泥粉煤灰台背回填施工工法
19	GGG(粤)A2002-2009	软基路堤水载预压施工工法
20	GGG(浙)A2003-2009	碎石注浆桩施工工法
21	GGG(浙)A2004-2009	低强度水泥混凝土桩软土复合地基施工工法
22	GGG(浙)A2005-2009	预应力管桩桥头软基处理施工工法
23	GGG(中企)A2006-2009	袋装砂井 CFG 桩组合施工工法
24	GGG(中企)A2007-2009	高速公路循环水灌法填砂路施工工法
25	GGG(中企)A2008-2009	非自重湿陷性黄土路基冲击碾压施工工法
26	GGG(中企)A2009-2009	高速公路下伏采空区全充填压力注浆施工工法
27	GGG(浙)A2010-2009	红砂岩填方路基强夯施工工法
28	GGG(浙)A2011-2009	振动挤密砂桩施工工法