

公路工程

管理与实务研究

郑胜利◎著



中国原子能出版社
China Atomic Energy Press

公路工程

管理与实务研究

郑胜利◎著



中国原子能出版社
China Atomic Energy Press

图书在版编目(C I P)数据

公路工程管理与实务研究 / 郑胜利著. — 北京 :
中国原子能出版社, 2017.12
ISBN 978-7-5022-8740-5

I. ①公… II. ①郑… III. ①道路工程—施工管理
IV. ①U415.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第319365号

公路工程管理与实务研究

出 版	中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路43号 100048)		
责任编辑	蒋焱兰		
特约编辑	李洁 易翼		
印 刷	武汉市盛宏源印务有限公司		
经 销	全国新华书店		
开 本	880mm × 1230mm 1/32		
印 张	9.5		
字 数	220千字		
版 次	2017年12月第1版	2017年12月第1次印刷	
书 号	ISBN 978-7-5022-8740-5		
定 价	51.00元		

出版社网址: <http://www.aep.com.cn> E-mail: atomep123@126.com

版权所有 侵权必究

编委会成员

.....

主 编：

郑胜利(济宁鲁南公路工程公司)

副主编：

邵 强(义县公路管理段)

前 言

公路工程,指公路构造物的勘察、测量、设计、施工、养护、管理等工作。公路工程构造物包括:路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、排水系统、安全防护设施、绿化和交通监控设施以及施工、养护和监控使用的房屋、车间和其他服务性设施。正因为公路工程建设与我们生活环境的方方面面都有着密切的关联,所以我们要加强对公路工程的建设,便利我们的生活。可以说,公路建设是关系到民生的一项重要的事业,其发展程度对于社会的发展有着重要的作用,因此我们要重视我国的公路建设,提高公路的覆盖率,重视公路的建设质量。

当前,建设工程的规模日益扩大,种类日益繁多,呈现出蓬勃发展的势头。纵观全国,数以万计的高楼拔地而起,公路、铁路建设发展迅猛,成就斐然,纵横交错的公路网和铁路网不断延伸、完善,有力地推动着国民经济持续快速健康增长。对于整个建设行业来说,提高施工人员的技术水平和专业技能,可以有效地提高产品质量和社会效益。对于施工人员来说,提高自身的专业素质,特别是一些高技术含量的操作水平,可以大大提升劳动生产效率、降低劳动强度、加快工程进度、减少安全

事故。

公路工程有效管理是工程当中的一项重要工作,其对工程质量的控制、评定以及加快工程进度、降低工程造价都起着积极的作用。公路中的管理环节也是纷繁复杂的,随着我国经济的快速发展,公路在国家经济发展过程中的作用越来越重要,国家对公路的投资越来越大,因此加强对公路工程的管理与实务分析,就显得非常有必要。

为了加强建设工程的施工管理,必须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。本书将从公路工程技术和公路工程项目管理两方面进行探究。

本书主要由济宁鲁南公路工程公司郑胜利执笔,其中二、三章由义县公路管理段邵强执笔,共计六万字,最后由郑胜利统一定稿。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,欢迎广大读者提出宝贵意见。

作者

2017年9月

目 录

第一章 路基工程	001
第一节 路基施工技术	001
第二节 特殊路基施工技术	015
第三节 公路路基防护与加固	022
第四节 公路工程施工综合排水	029
第五节 路基施工爆破技术	034
第二章 路面工程	038
第一节 路面基层(底基层)施工技术	038
第二节 沥青路面施工技术	045
第三节 特殊沥青路面施工技术	055
第四节 水泥混凝土路面施工技术	065
第三章 桥梁工程	076
第一节 桥梁的组成、分类及施工技术	076
第二节 涵洞分类及施工技术	099
第三节 桥梁工程作用及施工测量控制技术	104
第四节 大跨径桥梁施工特点	111

第四章 隧道工程	117
第一节 隧道的组成、围岩分级和施工技术	117
第二节 隧道施工测量和监控量测技术	126
第三节 特殊地段施工技术	134
第四节 隧道工程通风防尘及水电作业	138
第五章 公路工程项目管理概述	142
第一节 公路工程项目管理基础知识	143
第二节 公路工程基本建设	152
第三节 公路工程相关法律法规	164
第四节 公路工程项目管理的应用与发展	199
第六章 公路工程项目施工管理实务	206
第一节 公路工程施工进度管理	206
第二节 公路工程施工质量管理	215
第三节 公路工程安全管理	241
第四节 公路工程项目施工成本管理及合同管理	268
第七章 公路工程施工现场管理	278
第一节 现场管理基本规定	278
第二节 施工现场的环境保护	280
第三节 公路工程施工现场生产要素管理	282
第四节 施工现场的管理优化	294
参考文献	299

第一章 路基工程

第一节 路基施工技术

一、路基类型

(一)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。

(二)特殊路基类型

1. 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。

2. 滑坡地段路基。滑坡是指在一定地形地质条件下,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)作整体、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。

3.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。

4.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。

5.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。

6.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。

7.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。

8.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。

9. 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。

10. 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。

11. 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。

12. 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出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。

二、原地基处理要求

(一)原地基处理原则

1. 原地基处理应按照设计要求精心施工,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. 原地基处理除执行施工技术规范的规定外,还应符合国家及相关部门颁发的有关标准、规范规定,遵守国家有关法规。

3. 原地基处理应节约用地,保护耕地和农田水利设施,保护

生态环境。

(二)原地基处理要求

1.路基用地范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理,砍伐的树木应移置于路基用地之外,进行妥善处理。

2.路堤修筑范围内,原地面的坑、洞、墓穴等,应用原地土或砂性土回填,并按规定进行压实。

3.原地基为耕地或松土时,应先清除有机土、种植土、草皮等,清除深度应达到设计要求,一般不小于 15 cm,平整后按规定要求压实。

4.基底原状土的强度不符合要求时,应进行换填,换填深度应不小于 30 cm,并予以分层压实到规定要求。

5.基底应在填筑前进行压实。高速公路、一级公路、二级公路路堤基底的压实度应符合原设计要求,当路堤填土高度小于路床厚度(80 cm)时,基底的压实度不宜小于路床的压实度标准。

6.当路堤基底横坡陡于 1:5 时,基底坡面应挖成台阶,台阶宽度不小于 1 m,并予以夯实。

三、路堤填料的选择与填筑方式

(一)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。其中强度要求是按 CBR 值^①确定,应通过取土试验确定填料最小强度和最大粒径。最

①CBR 值,CBR(California bearing ratio)是美国加利福尼亚州提出的一种评定基层材料承载能力的试验方法。承载能力以材料抵抗局部荷载压入变形的能力表征,并采用高质量标准碎石的承载能力为标准,以相对值的百分数表示 CBR 值。这种方法后来也用于评定土基的强度。

小强度和最大粒径的要求见表 1-1。

表 1-1 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。常见的路堤填料有: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。

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。

(二)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。

(1)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,是路基填筑的常用方法。

(2)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。

(3)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,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。

(4)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20~40m为宜,多在地势平坦或两侧有可利用的山地土场的场合采用。

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15MPa,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50cm范围内,填料粒径不得大于10cm,其他等级公路填石路堤路床顶面以下30cm范围内,填料粒径不得大于15cm。

(2)填筑方法:①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 and 水中作业的填石路堤。该方法施工路基压实、稳定问题较多。②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。③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。该方法机械设备简单,击实效果显著,施工中不需铺撒细粒料,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。④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,压密填方。其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。

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大于 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。

四、挖方路基施工技术

(一)土质路堑施工技术

1.横向挖掘法。土质路堑横向挖掘可采用人工作业,也可机械作业,具体方法如下:

(1)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。该方法适用于挖掘浅且短的路堑。

(2)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。

2.纵向挖掘法。土质路堑纵向挖掘多采用机械作业,具体方法如下:

(1)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。

(2)通道纵挖法:先沿路堑纵向挖掘一通道,然后将通道向两侧拓宽以扩大工作面,并利用该通道作为运土路线及场内排水的出路。该层通道拓宽至路堑边坡后,再挖下层通道,如此向纵深开挖至路基标高,该法适用于从较长、较深、两端地面纵

坡较小的路堑开挖。

(3)分段纵挖法:沿路堑纵向选择一个或几个适宜处,将较薄一侧堑壁横向挖穿,使路堑分成两段或数段,各段再纵向开挖。该法适用于过长,弃土运距过远,一侧堑壁较薄的傍山路堑开挖。

3.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。

(二)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: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。⑤辅助工程量少。

2.开挖方式。

(1)钻爆开挖: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。

(2)直接应用机械开挖:使用带有松土器的重型推土机破碎岩石,一次破碎深度 $0.6 \sim 1.0$ m。该法适用于施工场地开阔、大方量的软岩石方工程。优点是没有钻爆工序作业,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。缺点是不适于破碎坚硬岩石。

(3)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 $300 \sim 500$ MPa的压力,使介质裂开。该法适用于在设备附近、高压线以及