

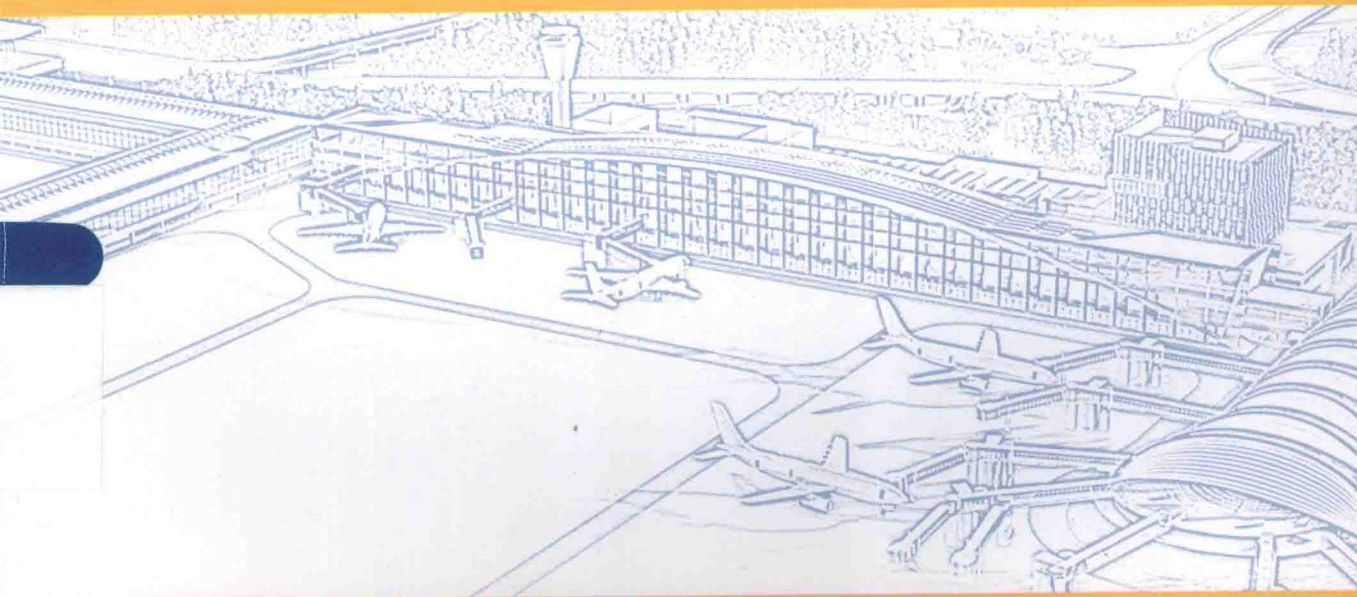


21世纪交通版高等学校教材
机场工程系列教材

道路与机场工程排水

Drainage of Road and Airport Engineering

秦建平 主 编
田茂杰 副主编
王亚玲 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

21世纪交通版高等学校教材
机 场 工 程 系 列 教 材

道路与机场工程排水

秦建平 主 编
田茂杰 副主编
王亚玲 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书介绍了道路与机场工程排水的规划、设计原理和方法。主要内容包括:道路与机场排水规划、公路排水、城市道路排水、机场排水设计、小桥涵排水、排水管(渠)水力计算、排水管(渠)水文计算等。

本书可作为道路与机场工程专业的专业课教材,也可供从事土木工程、交通工程、道路与机场工程规划、设计、施工、管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路与机场工程排水 / 秦建平主编. -- 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.8

机场工程系列教材

ISBN 978-7-114-12454-9

I. ①道… II. ①秦… III. ①道路工程—排水工程—教材 ②机场—排水工程—教材 IV. ①U417.3 ②TU248.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 197253 号

21世纪交通版高等学校教材

机 场 工 程 系 列 教 材

书 名: 道路与机场工程排水

著 作 者: 秦建平

责任编辑: 李 喆

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 29

字 数: 684 千

版 次: 2015 年 8 月 第 1 版

印 次: 2015 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12454-9

定 价: 58.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

现代交通运输系统是由铁路、公路、水运、航空及管道五种运输方式组成的。各种运输方式由于技术经济特征不同,各有其优势。长安大学公路学院道路总体与机场工程专业根据培养复合型人才的需要,开设了“道路与机场工程排水”专业课程。2010年,编者根据教学需要,开始编写教学大纲与讲义,并从2011年开始用于“道路与机场工程排水”的专业课程教学。

本教材力求将道路工程、机场工程排水规划、设计与施工等内容有机地融为一体,使学生在学完这门课程后对道路与机场工程排水方面知识有个全面、系统、深入的了解,掌握从事道路与机场工程排水设计、施工、管理的基本知识和能力,具备初步的研究开发能力。

本教材注重在基本原理、分析思路和技术方法等方面的论述,力求内容的理论性与实践性、系统性与先进性、可读性与可操作性并重,适应不同学校、不同层次、不同专业授课选材。本教材内容丰富,各教学单位可根据自身专业特点及要求,对教学内容进行适当调整和删减。

全书共分七章,第一章“总论”,主要介绍公路雨水排水工程规划;道路管线;城市排水工程规划;机场雨水排水工程。第二章“公路排水”,主要介绍路界地表排水设计;路面内部排水;路界地下排水设计;公路构造物、下穿道路及沿线设施排水;特殊地区及特殊路段排水。第三章“城市道路排水”,主要介绍排水系统的规划与设计;排水管(渠)及管道附属构造物;污水管道设计实例;雨水管道设计实例;合流制管渠设计实例;排水管道施工。第四章“机场排水”,主要介绍人工道面表面排水设计;道基排水设计;场地排水设计;航站区、场内道路排水设计;雨水排水水文、水力计算资料。第五章“小桥涵排水”,主要介绍小桥涵勘测设计;涵洞孔径计算;洞口加固与防护;涵洞布图及工程数量计算。第六章“机场、道路排水水力计算”,主要介绍排水管(渠)水力特性;明渠流水力计算;道路沟(渠)和管水力计算;渗流的水力计算。第七章“排水管(渠)水文计算”,主要介绍小流域设计流量计算;公路水文计算;机场、城市道路水文计算。

本书由长安大学秦建平教授主编,田茂杰副教授副主编,长安大学王亚玲教授主审。第一章~五章由秦建平(长安大学)、秦臻(西安市政设计研究院有限公司)、卫东选(长安大学)、唐国才编写;第六、七章由秦建平、田茂杰(长安大学)、高龙海、倪娜、杨亚、徐韬编写。全书由秦建平修改定稿。

本书插图由秦臻、秦建平等编绘。本书在涉及有关的规范和技术标准的内容时,为尊重规范和技术标准的权威性,尽量引用规范和技术标准的原文。本书在编写过程中参考了许多文献,在此向这些文献的作者表示感谢。

限于作者的水平,本书中缺点、错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2015年5月

目 录

第一章 总论	1
第一节 公路雨水排水工程规划	1
第二节 道路管线	13
第三节 城市排水工程规划	27
第四节 机场雨水排水工程	51
本章小结	59
习题与思考题	59
第二章 公路排水	61
第一节 路界地表排水设计	61
第二节 路面内部排水	71
第三节 路界地下排水设计	74
第四节 公路构造物、下穿道路及沿线设施排水	80
第五节 特殊地区及特殊路段排水	92
本章小结	104
习题与思考题	105
第三章 城市道路排水	106
第一节 排水系统的规划与设计	106
第二节 排水管(渠)及管道附属构造物	123
第三节 污水管道设计实例	150
第四节 雨水管道设计实例	174
第五节 合流制管渠设计实例	189
第六节 排水管渠施工	199
本章小结	203
习题与思考题	204
第四章 机场排水	205
第一节 概述	205
第二节 人工道面表面排水设计	207
第三节 道基排水设计	211
第四节 场地排水设计	215
第五节 航站区、场内道路排水设计	227
第六节 雨水排水水文、水力计算资料	232

第七节 排水工程施工·····	239
本章小结·····	250
习题与思考题·····	251
第五章 小桥涵排水 ·····	252
第一节 概述·····	252
第二节 小桥涵勘测设计·····	258
第三节 涵洞孔径计算·····	266
第四节 洞口加固与防护·····	273
第五节 涵洞布图及工程数量计算·····	283
本章小结·····	294
习题与思考题·····	295
第六章 机场、道路排水水力计算 ·····	296
第一节 排水管(渠)水力特性·····	296
第二节 明渠流水力计算·····	316
第三节 道路沟(渠)和管水力计算·····	346
第四节 渗流的水力计算·····	363
本章小结·····	383
习题与思考题·····	384
第七章 排水管(渠)水文计算 ·····	385
第一节 水循环·····	385
第二节 小流域设计流量计算·····	407
第三节 公路水文计算·····	425
第四节 机场、城市道路水文计算·····	433
本章小结·····	454
习题与思考题·····	455
参考文献 ·····	456

第一章 总 论

【本章摘要】

主要介绍公路水的来源、水的病害、排水设计的一般原则、排水工程分类、小桥涵等;管道系统、管线综合、共同沟等;城市排水系统的体制及其选择、城市排水系统的组成等;城市排水工程规划的内容、原则与方法、城市排水工程规划与其他工程规划的关系、工业废水的排除、城市排水系统的平面布置等;机场航空港、机场、飞行区组成、排水系统等。

【目的】

通过本章学习,掌握道路与机场排水工程规划主要内容。

【要求】

了解城市排水系统的体制及其选择,城市排水工程规划与其他工程规划的关系,公路水的来源及工程病害,航空港、机场和飞行区组成;理解城市排水工程规划的内容、原则与方法,工业废水的排除,公路排水系统综合规划;熟悉管道系统,城市排水系统的组成,城市排水系统的平面布置;掌握公路排水工程分类,小桥涵、机场排水系统。

第一节 公路雨水排水工程规划

一、雨水排水原理

1. 水的来源

根据水源的不同,影响道路的水流可分为地面水和地下水两类。

(1)地面水包括大气降水以及海、河、湖、水渠、池塘水。其对道路的主要危害有:导致沥青路面材料强度的降低,在水泥混凝土路面的接缝和路肩处造成唧泥;在冻胀地区,融冻季节水会引起路面承载能力的普遍下降;对路基产生冲刷和渗透,冲刷可能导致路基整体稳定性受损害,形成水毁现象;渗入路基土体的水分,使土体内过湿而降低路基强度。

(2)地下水包括上层滞水、潜水、层间水等,它们对路基的危害程度,因条件不同而异。轻者能使路基湿软,降低路基强度;重者会引起冻胀、翻浆或边坡滑坍,甚至整个路基沿倾斜基底滑动。水还可能对掺有膨胀土的路基工程造成毁灭性的破坏。

2. 水的病害

道路的各种病害的产生,如路基沉陷、冲刷、坍塌、翻浆;沥青路面松散、剥落、龟裂;水泥混凝土路面唧泥、错台、断裂等,与道路上水的浸湿和冲刷等破坏作用有关。

水的作用加剧了路基和路面结构的损坏,降低了路基、路面的使用性能,缩短了它们的使

用寿命。因此,公路排水系统是道路工程的重要组成部分,在路基路面设计、施工和养护中,必须十分重视路基路面排水工程,这对保证公路的使用性能和使用寿命具有十分重要的作用。

道路排水设计的任务是将公路结构范围内的湿度降低到一定的范围内,使其常年处于干燥和中湿状态,确保结构具有足够的强度和稳定性,从而延长和确保其正常使用寿命,避免公路结构受水的危害。

排水系统由各种拦截、汇集、拦蓄、输送、排放地表水或地下水的排水设施和构造物组成。

3. 排水设计总体要求

(1)公路排水系统的设置应以保障结构稳定和行车安全为目的。系统中的路界地表、路面内部及路界地下排水设施间应互相衔接与协调,保证公路排水系统的有效性和耐久性。

(2)公路排水设计应包括排水系统总体设计、水文调查与计算、排水设施结构形式和材料选择、水力计算等内容。

(3)公路排水系统总体设计应在全面调查沿线水文、气象、地形、地质、环境敏感区等建设条件的基础上,根据公路功能、等级,确定排水设计原则,划分排水段落,分段确定路线和主要构造物排水方案和排水路线,完成排水系统布置图。

(4)公路排水系统的总体设计应在公路总体设计中同步完成,工程条件简单、不进行总体设计的公路工程,宜单独对排水系统进行总体设计。

(5)公路排水系统应与主体工程及自然环境相适应。设计中应注重各种排水设施的功能和相互之间的衔接,做到防、排结合,形成完善的排水系统。

(6)公路排水设计应避免冲毁农田及水利设施。

(7)穿越城镇的公路排水设施应与城镇现有或规划的排水系统相协调。

(8)排水设施的结构应安全耐久、经济合理,便于施工、检查和养护维修。

(9)施工临时性排水设施宜与永久性排水设施相结合。

(10)冰冻区地面排水设施应耐冰冻、耐盐蚀;地下排水设施应置于当地最大冻深线以下,无法满足时,应采取保温措施。

(11)公路路线设计应做好综合规划,降低下穿道路排水难度。路线设计高程低于临近水体时,应进行专门的防排水设计,保证安全。

(12)桥面应设置完善的排水设施,应重视桥面防水层、黏结层的设置和材料选择。

(13)隧道排水设计应采取防、排、截、堵相结合的综合措施,隧道内外应形成完整的排水系统。

(14)多年冻土、膨胀土、黄土、盐渍土及滑坡等路段,应将排水系统作为处治措施的组成部分,进行综合设计。

(15)公路经过水环境敏感路段时,应采取相应的水收集、处理措施。

(16)蒸发池与路基边沟外缘的距离不得小于5m,且应设置隔离网、踏步等安全防护设施。蒸发池的设计水位应低于排水沟沟底高程,蒸发池的容积应能满足及时完成渗透和蒸发的要求。多年冻土、黄土等对蒸发池设置有特殊要求的地区,应进行特殊设计。

(17)路侧公路排水设施的形式选择应与安全设施设置紧密配合。路堑段排水边沟宜采用浅碟形或带盖板的边沟,采用敞开式深边沟时路侧应设置护栏。

(18) 公路排水设施不应兼作其他非公路排水用途。

二、排水工程分类

公路排水系统(drainage system)由拦截、汇集、输送、排放公路用地范围内地表水和地下水的设施组成。

1. 路界地表排水系统

1) 路界地表排水的目的

路界地表排水的目的是把降落在路界范围内的表面水有效地汇集并迅速排除出路界,同时把路界外可能流入的地表水拦截在路界范围外(但不包括横穿路界的自然水道内的水流),以减少地表水对路基和路面的危害以及对行车安全的威胁。

2) 路界地表排水措施

路界地表排水应采取防、排、截相结合的综合措施,并应做好与桥涵、隧道等排水系统的衔接。路界地表水不宜流入桥面、隧道内。不宜利用隧道内部排水系统排除路界地表水。

排水设计时应结合沿线地形、地质、水文、气象等条件以及桥涵设置情况进行综合考虑,遵循防、排、截结合,形成完善通畅的排水系统,各类排水设施应相互衔接配合,使水迅速排出路基范围。尤其是山区公路,应重视坡面排水系统的总体布置设计,对于地形、水文复杂路段,宜逢沟设涵,及时排除坡面汇集的地表水,保证路基安全稳定。避免有些工程因排水系统不完善,并沟设涵过多,或者截排水设施没有充分考虑并沟后的实际泄流量,造成坡面冲刷、边沟淤塞;有的工程是排水设施出口衔接不畅,出口处产生坡面冲刷。路界地表排水不仅要从工程角度进行设计,保证路桥隧地表排水设施的正常衔接,防止水对路基、路面和路界内外各设施造成危害,还要考虑对环境景观的美化及与自然水系分布协调等综合因素,使其充分发挥排水效果,与公路沿线自然环境相融合。

3) 路界地表排水设施的布设要求

(1) 出口位置的选择和处理

路界地表排水设施的布设应充分利用地形和天然水系,做好进出口位置的选择和处理,避免出现堵塞、溢流、渗漏、淤积、冲刷等现象,危害路基、路面和毗邻地带。

(2) 地基

路界地表排水设施的地基应密实稳定。结构形式应与地基条件相匹配。必要时,应采取有效措施防止地基变形引起的排水设施破坏。

排水设施应设置在密实牢固的地基上,对可能产生沉降的个别地段应进行地基强化处理;对沉降量大或沉降不可避免路段,应做好基底处理,并选用柔性排水设施,防止因基底沉降变形引起排水设施损坏。

(3) 与其他构造物关系

路界地表排水设计应与坡面防护工程设计综合考虑。应采取有效措施防止坡面岩土由于冲刷导致失稳。

路堤和路堑边坡坡面应首先考虑采取坡面防护措施,以保障坡体稳定、减少冲刷(水土流失)和增加美观。路表排水设计应结合已采取的坡面防护措施,按所能提供的抗冲刷能力,选择适当的排水设施,避免由于考虑不当而使冲刷或失稳加剧。

(4) 断面尺寸与材料要求

排水设计除了选择沟管类型并布置成系统以外,还要确定各种沟管和泄水口的断面形状和尺寸,以保证排水设施有足够的排泄能力及经济性和效率。

路界地表排水设施的设计流量及沟管、泄水口的泄水能力应按计算确定,沟管与泄水口的断面形状、尺寸、间距应根据设计流量确定。

路界地表排水设施所用材料的强度应不低于设计的要求。

4) 路界地表排水组成

路界地表排水是公路排水设计的重要组成部分。路界地表排水可包括路(桥)面表面、中央分隔带、坡面和由公路毗邻地带或交叉道路流入路界内的表面水的排除,如图 1-1 所示。

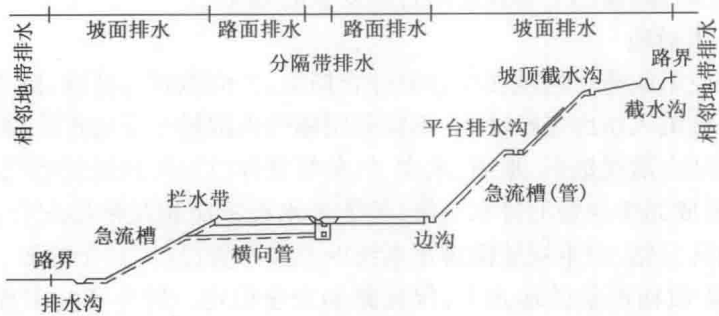
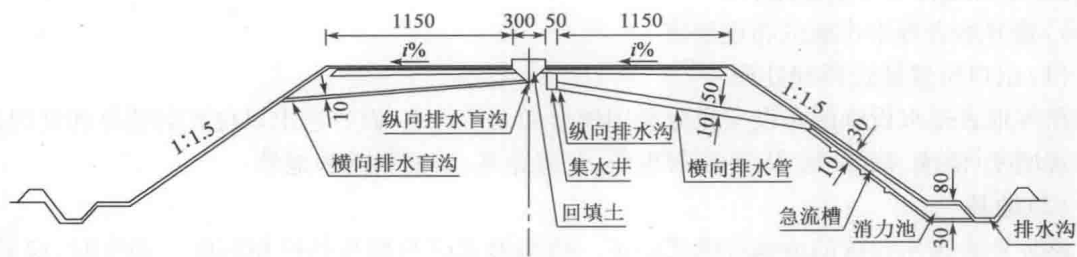


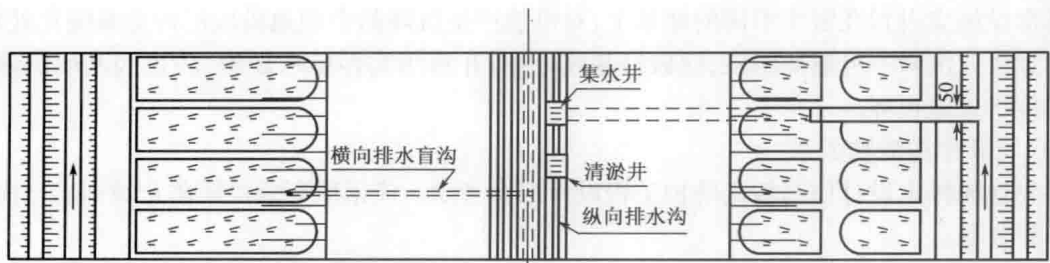
图 1-1 路界地表排水

(1) 路面排水系统

公路路面排水通过道路纵坡和横坡,排放至设于路基两侧的排水明沟,再通过明沟纵向坡度排入附近天然河、沟内,如图 1-2 所示。



a) 横断面图



b) 平面图

图 1-2 公路路面排水系统(尺寸单位:cm)

公路排水有两种方式排除路表水:一种是在路肩设置拦水缘石和急流槽,将水集中排出路基;另一种是让路表水沿路面漫流至路肩顺边坡排出路基。这两种方式在正常情况下都能达到有效排出路表水,保证行车安全的目的,但当降水强度大于设计值时,集中排水法即第一种方法会导致路面发生积水现象而影响行车安全;而第二种路面漫流排水可以保证路表水能够顺利地排出路基,而不发生积水现象,对行车安全保障较好。采用漫流排水方式需要对道路路肩及边坡采取相应有效的防护,通常在土路肩上铺植草砖,高填土路基用拱形护圈护坡,低填土路基用植草砖植草护坡,以确保边坡不受路表水的冲刷。

(2) 路基排水系统

边沟是设置在挖方路基的路肩外侧或低路堤的坡脚外侧排水构造物。山坡上路基靠上坡一侧的坡角应设置不透水的边沟。边沟的走向多与路中线平行,用以汇集和排除路基范围内和流向路基的少量地面水。在平坦地面填方路段的路旁取土坑,常与路基排水设计综合考虑,使之起到边沟的排水作用。设计边沟时尽量使沟内水流就近排至路旁自然水沟或低洼地带,必要时设置涵洞,将边沟水横穿路基从另一侧排出。在边沟出水口附近及排水困难路段,如回头曲线和路基超高较大的平曲线等处,边沟应进行特殊设计。

截水沟一般设置在挖方路基边坡坡顶以外,或山坡路堤上方的适当地点,用以拦截并排除路基上方流向路基的地面径流,减轻边沟的水流负担,保证挖方边坡和填方坡脚不受流水冲刷,适用于降水量较多,且暴雨频率较高,山坡覆盖层比较松软,坡面较高,水土流失比较严重的地段,必要时可设置两道或多道截水沟。降水少、冲刷不大的路段可不设截水沟。

排水沟主要用于排除路基范围内的边沟、截水沟或其他水源的水流,并引至桥涵或路基范围以外的指定地点。当路线受到多段沟渠或水道影响时,为保护路基不受水害,可以设置排水沟或改移渠道,以调节水流,整治水道。

跌水与急流槽是人工排水沟渠的特殊形式,用于陡坡地段,沟底纵坡可达100%,是山区公路的常见排水构造物。由于纵坡陡、水流湍急、冲刷力大,要求跌水与急流槽的结构必须稳固耐久,通常应采用浆砌块石或水泥混凝土砌筑,且应埋设牢固。

倒虹吸是利用上下游沟渠水位差,利用势能使水流降落再复升,经路基下部埋设的管道,流向路基另一侧。竖井式倒虹吸的水流为在管道中多次垂直改变方向,水流条件较差,结构要求较高,管内易漏水和淤塞,也难以清理和修复,使用时必须合理设计,进行水力计算,同时要求保证施工质量,经常检查维修。

渡水槽相当于渡水桥,是穿过农田地区路段常用的过水形式之一。当水道与路基设计高程相差较大,且路基两侧地形有利,设置的沟通路基两侧水流的排水构造物。

蒸发池是在气候干旱、排水困难地段,利用沿线的集中取土坑或专门开挖的凹坑修筑而成的,用以汇集路界地表水,并通过蒸发和渗漏使之消散。

2. 路面内部排水

1) 排水系统组成

路面内部排水系统可由路面边缘排水系统、排水基层或排水垫层单独或组合构成。

新建路面需设置各种接缝,而路面在使用期间又会出现各种裂缝、松散、坑槽等病害。降落在路面表面的水,会通过路面接缝或裂缝、松散等病害处或者面层孔隙下渗到路面结构内部。此外,道路两侧有滞水时,水也有可能侧向渗入路面结构内部。被围封在路面结构内的自

由水,会浸湿各结构层材料和路基土,使其强度下降,变形增加,从而使路面结构的承载力降低,使用寿命缩短。更为严重的是,由于路面是层状结构,层间结合处易于出现孔隙,进入孔隙内的自由水在行车荷载的作用下,会成为高孔隙水压力和高流速的水流,冲刷层面材料并从缝隙处向外喷射出“泥浆”(唧泥),促使沥青面层出现剥落和松散,水泥混凝土面层出现错台和板底脱空等病害,从而使整个路面结构的使用性能迅速变坏。采用路面结构内部排水系统可有效防止或消除由于上述情形所引起的路面结构破坏。

2) 排水设施选择

路表面渗入路面结构的水量大,仅设置路面边缘排水系统难以迅速排除时,可在面层下设置排水基层。地下水丰富的低填方和挖方路段的路基顶面应设置排水垫层。

3) 设置条件

遇有下列情况之一时,宜设置路面内部排水系统:

(1) 年降水量为 600mm 以上的湿润多雨地区,路床由渗透系数不大于 10^{-4} mm/s 的细粒土填筑的高速公路、一级公路或重要的二级公路。

(2) 路基两侧有滞水,可能渗入路面结构内。

(3) 重冰冻地区,路床为粉性土的潮湿路段。

(4) 现有公路路面改建或路基改善工程,需排除积滞在路面结构内的水。

4) 设计要求

(1) 路面内部排水系统中各种排水设施的设计排泄量均应不小于路面表面水渗入量的 2 倍,下游排水设施的泄水能力应超过上游排水设施的泄水能力。

(2) 排水设施应避免被渗流从路面结构、路基或路肩中带出的细颗粒堵塞。

(3) 系统的排水功能不应随时间很快降低。

路面结构内部排水系统的设计要考虑满足以下使用要求。第一方面是各项设施应具有足够的泄水能力,排除渗入路面结构内的自由水。由于渗入量的估计和透水材料渗透系数的测定精度较低,行车道路面表面水的渗入率是在基层不透水的情形下获得的,较设置了排水基层时获得的渗入率值偏小。所以,设计设施的泄水能力应留有较大的安全度,通常设计泄水量可按路面结构渗入量的 2 倍考虑。第二方面需考虑排水设施的耐久性。各项排水设施很容易被流水带来的细粒逐渐堵塞,从而其使用不久便丧失排水功能。为此,各项设施的设计应考虑采取反滤措施以防止细粒随流水渗入;同时,所设计的设施要便于进行经常性的检查和清扫或疏通。

3. 路界地下排水

1) 排水系统组成

当地下水影响路基稳定或强度时,应设置暗沟、渗沟、渗井、渗水隧道或仰斜式排水管等地下排水设施,用以拦截、引排含水层的地下水,降低地下水位或疏干坡体内地下水。

地下排水的目的是为了路基和坡体的稳定,提高路堤基底的承载能力。通常,在下述情况下需考虑采用地下排水设施:

(1) 路堑开挖截断了坡体内的含水层或者山坡路堤的基底范围内有含水层出露。为此,需沿着挖方或填方边坡脚设置渗沟,将含水层内的地下水拦截在路基范围外,并引排出路堑或路堤。

(2)填挖方交替路段,接近路堑的路堤基底遇有含水层出露。此时,需在填挖方交替处设置横越路堤的渗沟,以拦截含水层内的地下水,并排出路界。

(3)地下水位高,而路堤填土高度又受到限制;或者路堑开挖后的基顶高程离地下水位很近。为降低路基湿度、提高其承载能力,可沿两侧边沟设置渗沟以降低地下水位。

(4)土质路堑边坡坡体的含水率很大而容易产生坡体滑动时,可设置条形、分岔形或拱形边坡渗沟,以疏干边坡体。

(5)在滑坡路段,为配合滑坡体稳定性处理措施,可采用拦截含水层地下水或疏干滑坡体的各种地下排水措施。

2)排水设施选择

应根据地下水类型、含水层埋藏深度、地层渗透性、地下水对环境的影响,并考虑与地表排水设施协调等,选用适宜的地下排水设施,并应符合以下规定:

(1)有地下水出露的挖方路基、斜坡路堤、路基填挖交替地段,当地下水埋藏浅或无固定含水层时,宜采用渗沟。

(2)赋存有地下水的坡面,当坡体土质潮湿、无集中的地下水流但危及路基安全时,宜设置边坡渗沟或支撑渗沟。

(3)当地下水埋藏深或为固定含水层时,可采用渗水隧洞、渗井。渗井宜用于地下含水层较多,但路基水量不大,且渗沟难以布置的地段。

(4)路基基底范围有泉水外涌时,宜设置暗沟(管)将水引排至路堤坡脚外或路堑边沟内。

(5)当坡面有集中地下水时,可设置仰斜式排水孔。

3)设计要求

(1)地下排水设施应具有足够强度,能承受来自包括排水设施及路基路面施工的施工荷载、路面结构静载、行车荷载及路基变形或周围环境影响等产生的作用。

(2)地下排水设施应采取反滤措施,防止堵塞、失效。

(3)应妥善处理地下排水设施出水口的排水通道,避免出现漫流或冲刷坡面。地下水可排放到路界地表排水系统中。地下排水设施出水口处水流应处于无压状态。

(4)应采取措施防止路界及附近地表水下渗补给地下水。公路毗邻地带的地表土质疏松,或岩土有天然裂隙,或路基上方有积水洼地时,可采取对土质地面的裂缝用黏土填塞捣实,对岩石裂缝用水泥砂浆填塞,对松软土质地段铺植草皮和种植树木,对路堑边坡上方的洼地和水塘予以填平等措施,防止地表水下渗。

(5)不得将地表水排放到地下排水设施内。

4)地下水勘察

应通过工程地质和水文地质调查、勘察,查明地下水的类型、补给来源、活动规律及其他有关水文地质参数,勘察成果应满足路界地下排水设计的需要。对含水地层或地下水富集带宜进行专门的调查和勘测。

(1)地下水勘察

查明地下水的类型和赋存状态,以及含水层和隔水层的性质、层数和厚度;查明地下水的埋藏深度、水位变化规律和变化幅度;查明地下水的流向、流速和水力坡度;调查泉水出露的位置、类型、流量和动态变化;调查地下水的补给排泄条件、地表水与地下水的补排关系及其对地

下水位的影响;分析地下水的化学成分,评价其对混凝土结构物的侵蚀性;调查当地地下水的利用和既有地下排水设施的使用情况;评价地下水对公路的影响。

(2) 地下水流向量测

地下水的流向可用几何法量测,在同一水文地质单元内,量测点不应少于3个测孔(井)。3个测点时,最小夹角不宜小于40°。测点间距应根据岩土的可渗透性、水力梯度和地形坡度确定,宜为50~150m。应同时量测各孔(井)内水位,确定地下水的流向。

(3) 地下水流速测定

地下水的流速可采用指示剂着色法测定,也可采用已知的水力坡度和渗透系数由计算确定。采用指示剂着色法测定时,宜在观测孔两侧各布置一个辅助观测孔,防止指示剂不流经下游观测孔。试验孔与观测孔的距离应根据含水层条件确定,一般细砂层宜为2~5m,含砾粗砂层宜为5~15m,裂隙岩层宜为10~15m,岩溶水可大于50m。指示剂可采用各种盐类、着色颜料等,用量应根据地层的透水性和渗透距离确定。

(4) 含水层渗透系数测定

含水层的渗透系数可采用室内或野外试验方法确定。

根据代表性岩土的可渗透系数经验值,结合当地经验确定,代表性岩土渗透系数经验值可参考表1-1;通过室内常水头或变水头渗透试验确定;在野外对含水层进行抽水试验后计算确定;对非饱和松散岩土层可采用渗水试验确定。

代表性岩土渗透系数 k_h (mm/s) 经验值 表 1-1

名称	黏土	粉质黏土	粉土	粉砂	细砂	中砂	粗砂	砾石	卵石	漂石
k_h	$<6 \times 10^{-5}$	$6 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3} \sim 6 \times 10^{-3}$	$6 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-2} \sim 6 \times 10^{-2}$	$6 \times 10^{-2} \sim 0.2$	0.2~0.6	0.6~1	1~6	6~100

(5) 泉水水流量测定

泉水出露处的水流量可根据流量大小选择容积法、三角堰法或梯形堰法测定。

(6) 抽水、渗水试验

水文地质抽水试验、渗水试验等应符合《岩土工程勘察规范》(2009年版)(GB 50021—2001)、《公路工程地质勘察规范》(JTG C20—2011)的规定,室内渗透试验等应符合现行《公路土工试验规程》(JTG E40—2007)的规定。

4. 公路构造物、下穿道路及沿线设施排水

1) 桥面排水

桥面排水系统应与桥梁结构及桥下排水条件相适应,避免水流下渗对桥梁结构耐久性造成影响。大桥和特大桥的桥面排水系统还应与桥面铺装设计相协调。

2) 桥(涵)台和支挡构造物排水

桥(涵)台台背和支挡构造物墙背宜采用透水性材料回填,严寒地区和浸水挡土墙应采用透水性材料回填。桥(涵)台和路肩挡土墙回填料表面应采取在回填区外设置拦截地表水流入的沟渠,以及进行回填料顶面夯实或铺设不透水层等措施防止地表水渗入。

桥(涵)台和支挡构造物排水的目的在于疏干台后或墙后回填料中的水分,防止由于积水而使台身或墙身承受额外的静水压力、黏性土填料浸水后的膨胀压力或者严寒地区的冻胀压

力。采用透水性回填料,可以大大减小上述情况下产生的各种压力。台背或墙背回填材料通常可采用当地的透水性土、风积砂和砂砾等,也可采用水泥稳定碎石、水泥稳定土、石灰土、二灰土等无机结合料稳定材料或者土工合成材料加筋体等。确有必要时,可根据具体情况采用陶粒混凝土、轻质泡沫混凝土、级配橡胶颗粒、发泡聚苯乙烯(EPS)夹层等新型材料。桥(涵)台和路肩挡土墙回填料表面应采用各种防止地表水下渗措施,如在回填区外设置拦截地表水流入的沟渠,回填料顶面夯实或铺设不透水层等。这些措施可以降低回填料内的含水率。

3) 隧道排水

隧道排水系统应与隧道主体工程和交通安全设施紧密结合,根据地质条件、地下水发育及补给情况。合理确定排水设施设置位置和各部位尺寸。应避免地下水过分排放对环境的影响。

4) 下穿道路排水

下穿道路应根据下挖深度和排水条件合理确定排水方案,避免因排水不畅对通行的影响。下穿道路有良好排水条件时,可只对构造物内路面和边沟进行铺砌,防止冲刷。平原地区下挖道路宜设置完善的排水系统。

5) 沿线设施排水

收费站、服务区、停车区和养护管理站等沿线设施的排水设计,应按照因地制宜、达标排放的原则确定排水系统的组成,合理选择污水处理方案。有条件时,宜采用雨水与污水分开排放的方案。

沿线设施的污水排放应符合以下规定:

(1) 水环境强敏感和中等敏感路段,沿线设施排放的污水应达到现行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级以上标准。

(2) 水环境弱敏感路段,沿线设施排放的污水应达到现行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)二级以上标准。

(3) 沿线设施污水处理后用于农田灌溉时,应符合现行《农田灌溉水质标准》(GB 5084—2005)的规定。

(4) 沿线设施污水处理后用于再生利用时,其水质应根据具体用途满足城市污水再生利用系列国家标准的要求。

(5) 洗车台(场)、加油站应设置污水处理系统,污水排放前应经过处理并满足相关标准要求。

(6) 沿线设施的雨水汇集、排放设计应按照路界地表、路界地下、路面内部排水等有关规定进行。

(7) 公路沿线设施的排水设计应与主线排水系统有机结合,经处理合格的污水可通过主线排水系统排放。

5. 特殊地区及特殊路段排水

1) 多年冻土地区

多年冻土地区排水设计要求包括:

(1) 多年冻土地区地表、地下排水设施设计应考虑多年冻土地区的特殊性,避免排水设施或排水不良对冻土稳定性的影响。排水设施宜远离路基坡顶或坡脚,必要时应采取防渗、防冻

及保温措施。

按保护多年冻土原则进行排水设计时,要考虑水在地基中渗流的影响。由于排水不畅,坡脚积水或地表水下渗会引起多年冻土上限下降,进而使路基产生严重沉降,因此要采取措施迅速排除地面水,以防止在路堤坡脚附近积水和产生地基渗流。保温材料宜尽量采用当地天然材料,如草皮、泥炭、黏土等,必要时可采用其他工业保温材料。

(2)多年冻土地区应查明路线经过区域多年冻土的特性及水文地质等情况,给排水设计提供翔实、可靠的资料。对沼泽、冰丘、冰锥、热融湖(塘),应详细调查其范围、规模、发生原因及发展趋势。

根据体积含冰量,多年冻土可分为少冰冻土、多冰冻土、富冰冻土、饱冰冻土和含土冰层。根据冻土含冰量与年平均地温,多年冻土可分为稳定、基本稳定和不稳定冻土。多年冻土地区,公路排水设计调查应收集包括冻土分布、类型、冻土上限、工程地质、水文地质和地形、地貌情况的全部资料。

2) 膨胀土地区

膨胀土地区排水设计要求包括:

(1)膨胀土地区应按防止地表水、地下水渗入膨胀土体导致路基破坏的原则进行排水设计。

(2)膨胀土地区应查明沿线膨胀土分布范围、成因类型、干湿影响区、土体的结构层次、膨胀等级、地下水分布及埋藏条件等情况,给排水设计提供翔实、可靠的资料。

在工程地质性质方面,膨胀土除具有一般黏性土的物理化学性质外,最重要的特性是多裂隙性、超固结性、强膨胀性与收缩性和快速崩解性等。膨胀土地区的公路病害与水有着直接的关系,因此,膨胀土地区的公路设计需要同时调查清楚土体的分布、分层、土体的膨胀等级和地形、地貌及水文环境等情况。

3) 黄土地区

黄土地区排水设计要求包括:

(1)黄土地区应按防止地表水下渗、避免路基湿陷破坏的原则进行排水设计。

(2)黄土地区应查明路线所处地貌单元及地表水、地下水和各种不同地层黄土的类型和湿陷等级等情况,给排水设计提供翔实、可靠的资料。

湿陷性黄土具有遇水强度急剧降低,湿陷、抗冲刷能力极差等水理特性,这是该地区公路排水要解决的主要问题。在进行公路排水设计调查时,要注重收集与黄土湿陷性等级、湿陷性类型、地形情况和地貌单元情况相关的系统的、完整的信息。

4) 盐渍土地区

盐渍土地区排水设计要求包括:

(1)盐渍土地区应按切断盐分迁移路线、保证路基稳定的原则进行排水设计。

(2)盐渍土地区应查明路线经过区域盐渍土的分布范围、含盐类型和分级及地下水与地表水等情况,给排水设计提供翔实、可靠的资料。

盐渍土地区公路的排水设计,应调查和收集沿线的地形、地貌和水文地质情况,应研究和分析可能产生的溶蚀、盐胀等病害,合理确定设计方案。盐渍土地区的公路排水应保持通畅,使路基两侧不积水。积水无法避免时,应采取隔水、防渗措施。

5) 滑坡路段

滑坡路段排水设计要求包括:

(1) 滑坡路段的排水设计应与滑坡处治方案紧密结合,避免由于排水不当诱发滑坡体滑坡。

(2) 滑坡勘察时,除应查明滑坡性质、滑坡体附近的地形地貌、水文地质和工程地质条件、滑坡的成因类型、滑坡规模与特征等情况外,尚应一并查明排水设计所需水文、地质资料。

滑坡是指斜坡上的土体或者岩体,受河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素影响,在重力作用下,沿着一定的软弱面或者软弱带,整体地或者分散地顺坡向下滑动的现象。滑坡发生的机理是某一滑移面上剪应力超过了该面的抗剪强度所致。

滑坡是山区公路的主要灾害之一,对山区公路建设和交通设施危害较大。因此应重视滑坡路段排水设计的调查工作,通过对滑坡工程地质的综合勘察,查明滑坡的形成原因及性质,判断滑坡的稳定程度及对工程建设的危害性,在此基础上提出有针对性的综合排水处置措施。

6) 水环境敏感路段

水环境敏感路段指路线穿越要求排放水质为不低于现行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅳ类水质标准区域的路段,或穿越要求排放水质为不低于现行《海水水质标准》(GB 3097—1997)中的第三类水质标准海域的路段。其中穿越要求水质不低于Ⅱ类区域或第一类海域的路段为水环境强敏感路段;要求水质不低于Ⅲ类区域或第二类海域的路段为水环境中敏感路段;要求水质不低于Ⅳ类区域或第三类海域的路段为水环境弱敏感路段。

水环境敏感路段分级标准如表 1-2 所示。

水环境敏感路段分级标准

表 1-2

敏感等级	执行标准	
	《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)、 《地下水质量标准》(GB/T 14848—1993)	《海水水质标准》(GB 3097—1997)
强敏感	Ⅰ~Ⅱ类	第一类海域
中敏感	Ⅲ类	第二类海域
弱敏感	Ⅳ类	第三类海域

《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的水域功能和标准分类如下。

Ⅰ类:主要适用于源头水、国家自然保护区。

Ⅱ类:主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等。

Ⅲ类:主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区。

Ⅳ类:主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。

《地下水质量标准》(GB/T 14848—1993)中的水质量分类如下:

Ⅰ类:主要反映地下水化学组分的天然低背景含量,适用于各种用途。

Ⅱ类:主要反映地下水化学组分的天然背景含量,适用于各种用途。