

LUJI GONGCHENG
SHIGONG ZHILIANG TONGBING
JI YUFANG CUOSHI

路基工程

施工质量通病及预防措施

中铁四局集团有限公司 组织编写

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

路基工程施工质量通病 及预防措施

中铁四局集团有限公司 组织编写

中国铁道出版社

2019年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

路基工程施工质量通病及预防措施 / 中铁四局集团有限公司组织编写. — 北京: 中国铁道出版社, 2019.1
ISBN 978-7-113-25269-4

I. ①路… II. ①中… III. ①铁路路基—工程施工—质量管理 IV. ①U213.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 284922 号

书 名: 路基工程施工质量通病及预防措施
作 者: 中铁四局集团有限公司 组织编写

策划编辑: 傅希刚 电 话: 010-51873193
责任编辑: 梁 雪
封面设计: 高博越
责任校对: 胡明锋
责任印制: 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京柏力行彩印有限公司

版 次: 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 710 mm × 1000 mm 1/16 印张: 10 字数: 166 千

书 号: ISBN 978-7-113-25269-4

定 价: 52.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社读者服务部联系调换。电话: (010) 51873174 (发行部)
打击盗版举报电话: 市电 (010) 51873659, 路电 (021) 73659, 传真 (010) 63549480

编委会

主任：伍 军

副主任：何贤军

委员：汪清河 董燕因 张宏斌 潘吉洪

胡柱奎 王安会

主 编：何贤军

副主编：张宏斌

编写人员：张宏斌 王安会 刘 钊 桂 广

胡柱奎 潘文腾 周旭光 杨晨晨

张 波 王 瑛 阮立峰

序

近年来,我国基础设施建设得到迅速发展,尤其是高速铁路、高速公路通车里程已跃居世界第一。随着生活水平的不断提高,人们对交通速度的需求不断提升,对线路的安全性、舒适性也提出了更高的要求。我国交通行业建设者们通过不断总结、持续改进,使得路基建设水平快速走到世界前列。我集团公司一直从事有关路基施工技术的研究工作,形成了大批研究成果,并在大量工程实践中得到应用,部分成果已纳入我局主编的相关铁路路基施工技术规范中。

路基施工具有线路长、工程量大、涉及面广、施工方法多、监控难等诸多特点。在建设施工过程中,路基挖、填、借土、弃土等施工作业不断改变线路所在地的自然环境,同样不断改变的自然环境又直接影响着路基施工质量的稳定性。如何根据工程的具体情况选择正确的施工方法、采用合理的控制措施是保证路基施工质量的难点之一。除了客观因素之外,建设者长期以来形成的对路基工程认识不到位等主观因素也是路基工程质量不稳定的主要因素之一。

虽然路基工程有关的设计理论、施工技术和检测手段等在不断更新完善,其相关的技术标准也在不断提高,但由于上述原因,路基工程的施工质量通病仍然存在。提高对路基工程施工质量通病的认识,对保证路基工程质量有着至关重要的意义。本书分析了路基工程施工质量通病的危害、成因,并针对性的提出了具体的预防措施和施工建议。

《路基工程施工质量通病及预防措施》一书的编者都是我集团公司长期从事路基工程施工及研究的技术工作者。本书不仅会对今后的路基工程施工提供很好的参考和借鉴,也必将会对我国路基工程施工技术的发展起到有力的推动与促进作用。

任军

2018年10月28日

前言

路基是线路的重要组成部分,它既是线路的主体,又是轨道、路面的基础,是影响线路质量和寿命的重要因素。路基的质量不仅影响着线路的承载能力,还一定程度上影响着轨道、路面的施工质量。一旦路基的质量不合格,轻则会导致线路的各种病害,增加线路的养护负担,重则直接会影响线路的运行,造成重大经济损失。

大量的实践证明,只有通过建立完善的路基施工管理体系,全方位对路基施工过程中影响路基施工质量的各个因素进行控制与管理;根据工程的实际情况,合理科学的选择作业方式;严格按照施工工艺及相关参数要求,组织路基分部分项工程的施工;加强对路基材料质量控制,强化进场检验,并根据不同路基材料的特性进行科学的存放管理;不断提高路基施工的机械化、信息化水平;重视工地试验室的管理,提高检测精度与效率;强化路基工程施工技术培训及交底工作,才能有效保证路基工程的施工质量。

我集团公司根据路基工程特点和施工经验,在收集整理资料的基础上编写了这本《路基工程施工质量通病及预防措施》,本书系统介绍了路基地基处理、路堤、路堑、过渡段、支挡结构、边坡防护、路基防排水等施工过程中遇到的常见质量通病,并对质量通病产生的原因进行了全面的分析与探讨,同时有针对性地提出了相应的预防措施,是一本针对现场施工技术人员的专业参考书。

本书在编写过程中得到了中铁四局集团有限公司主要领导的关心和支持,中铁四局集团有限公司副总经理、总工程师伍军还为本书的编制亲自做了精心部署,并在百忙中抽出时间专为本书作序。本书的编制还得到了中铁四局集团有限公司技术中心、工管中心、安质部及相关子(分)公司的支持,在此表示衷心的感谢。

本书共分七章。第一章由何贤军、张宏斌编写;第二章张宏斌、

杨晨晨编写；第三章由刘钊、桂广编写；第四章由胡柱奎编写；第五章由王安会、阮立峰编写；第六章由周旭光、张波编写；第七章由潘文腾、王瑛编写。全书由中铁四局集团有限公司副总工程师何贤军负责修改、统校、定稿。

由于资料来源和编者水平有限，本书难免存在不足之处，敬请读者不吝赐教，以资改正。

编者

2018年10月

目 录

1 地基处理	1
1.1 原地面处理	1
1.2 换 填	4
1.3 砂(碎石)垫层	7
1.4 土工合成材料加筋垫层	9
1.5 强夯及强夯置换	13
1.6 袋装砂井	16
1.7 塑料排水板	19
1.8 真空预压	21
1.9 砂(碎石)桩	24
1.10 灰土(水泥石)挤密桩	28
1.11 柱锤冲扩桩	32
1.12 水泥搅拌桩	34
1.13 高压旋喷桩	38
1.14 水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)	44
1.15 混凝土预制桩	49
1.16 混凝土灌注桩	55
1.17 桩 帽	60
1.18 桩板结构	62
1.19 注 浆	66
1.20 岩溶洞穴	69
2 路 堤	72
2.1 基床以下路堤填筑	72
2.2 基床填筑	78
2.3 改良土填筑	83
2.4 路堤边坡整形	88

3 路 堑	90
3.1 路堑开挖	90
3.2 路堑基床	93
4 过渡段	96
4.1 共性问题及其预防措施	96
4.2 路堤与桥台过渡段	100
4.3 路堤与横向结构物过渡段	102
5 支挡结构	105
5.1 各类支挡结构共性问题	105
5.2 重力式挡土墙	112
5.3 短卸荷板式挡土墙	113
5.4 悬臂式和扶壁式挡土墙	114
5.5 锚杆挡土墙	115
5.6 加筋土挡土墙	118
5.7 土钉墙	120
5.8 抗滑桩	123
5.9 桩板式挡土墙	126
5.10 预应力锚索	128
6 边坡防护	132
6.1 植物防护	132
6.2 骨架防护	135
6.3 喷混植生防护	138
6.4 预制块防护	139
6.5 锚杆(索)框架梁防护	140
7 路基防排水	142
7.1 地面防排水	142
7.2 地下防排水	145
参考文献	149

1 地基处理

地基处理是为提高地基承载力,改善其变形性质或渗透性质而采取的人工处理地基的方法。常用处理方法有浅层换填、排水固结和复合地基等。

地基处理施工前应在有代表性的场地上进行现场试验或试验性施工,并进行必要的测试,以检验设计参数和地基处理效果,确定相应的施工工艺参数。施工前及施工过程中,应对地质情况进行核对,并做好记录,当地质资料不符或出现异常时,应及时分析处理。

1.1 原地面处理

原地面处理是指清除路基施工范围内的原地面表层种植土、树根、地表附着物及垃圾等;开挖临时排水沟,汇集地表水引入既有排水系统,排干原地面积水;复查、核对地基表层情况,及时发现并排除地基范围内的局部松软、坑穴、泉眼等隐患。

原地面处理适用于地基承载力和变形能满足工程要求,仅需对地表进行处理的情况。

原地面处理一般采用推土机、挖掘机、装载机、自卸车等施工机械作业,其施工主要包括地表附着物砍伐或移植、挖除树根、清除表层种植土、装运弃土等工序。原地面位于陡坡地段时应开挖台阶,当基岩面上的覆盖层较薄时,宜先清除覆盖层再挖台阶。原地面表层为松散土层时,应将松土翻挖,分层回填压实。

原地面处理施工中常出现的问题、成因及预防措施如下:

1.1.1 原地面处理深度不符合要求

(1)现象及危害

清除表层土不到位,原地面仍存在种植土、树根及地表附着物等现象,如图1-1-1所示。由于地面表层的种植土含有各种草根和有机杂质,容易腐烂,引起路基沉陷甚至开裂。

(2)成因

①施工人员为减少路基填土数量,节约成本。



图 1-1-1 清除表层土不到位

②清表后未进行检查或检查不合格后未进行处理。

③地表种植土等厚薄不匀,机械清理不到位。

(3)预防措施

①清表前后对原地面进行高程测量,严格控制清表厚度。

②清表后必须检查清表是否彻底,如不符合要求须进行二次处理,直至满足要求后方可进入下道工序。

③机械难以清表到位的,应辅以人工配合。

1.1.2 台阶未开挖或开挖不规范

(1)现象及危害

在原地面坡度较大或者填挖交界处,只对原地面的种植土或树根杂物等进行挖除处理,未按要求开挖台阶,造成新填土与原状土交界处搭接不好,造成路基不均匀沉降,甚至开裂。

(2)成因

作业人员不熟悉规范,违章作业。

(3)预防措施

当原地面自然坡度陡于1:5时,应开挖台阶,并碾压密实,台阶的宽度、高度应符合设计要求,一般应与填筑分层厚度相适应。当基岩面上的覆盖层较薄时,宜先清除覆盖层再挖台阶。台阶开挖如图 1-1-2 所示。

1.1.3 软弱层或局部松软等未处理

(1)现象及危害

清表后未进行地质核查,对于地基中存在的软弱下卧层、局部松软等不良地

质未能发现并处理,致使路基填筑完成后发生不均匀沉降,导致开裂破坏。



图 1-1-2 台阶开挖

(2)成因

施工过程中,未组织地质核查或开挖后未核对地质资料。

(3)预防措施

路基工程施工前,应对浅表处理和换填处理地段进行地质核对,核对方法可采用探坑、探槽和静力触探、动力触探、标准贯入试验等原位测试手段,原位测试、核对频率应满足现行相关规范的要求,陡坡地段、地下水出露地段、河谷和河塘地段可适当加密。静力触探试验如图 1-1-3 所示。



图 1-1-3 静力触探试验

1.2 换 填

换填是挖除地表浅层软弱土层,回填砂、碎石、素土、灰土等合格填料,并碾压或夯压密实的地基处理方法。

换填法适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。

换填施工主要包括挖除软弱土层、基底平整压实、分层回填合格填料等工序。挖除需换填的土层后应将底部整平。当底部起伏较大,应设置台阶或缓坡,并按先深后浅的顺序进行换填施工。

换填施工中常出现的问题、成因及预防措施如下:

1.2.1 换填材料不合格

(1)现象及危害

换填材料一般为中粗砂、碎石、化学改良土、普通填料及物理改良土等,在换填施工过程中易出现换填材料粒径超标、大颗粒集窝、灰剂量过小、含水率过大或过小等现象,如图1-2-1所示换填材料存在粒径超标、含水率过大等诸多问题,导致换填后的地基承载力达不到设计要求,引发路基不均匀沉降开裂。



图1-2-1 粒径超标、含水率过大

(2)成因

- ①换填材料进场未按要求检验。
- ②施工过程中监控不到位。

(3) 预防措施

①按设计要求使用填料,且原材进场过程中应按相关规范要求的频率、批次、数量进行进场检测,不合格材料严禁使用。

②在施工过程中应加强监督检测,例如换填碎石过程中应观察有无草根、垃圾等杂质,换填化学改良土过程中加强对外掺料的含量检测等。

1.2.2 机械开挖扰动基底

(1) 现象及危害

换填挖除不合格土层时,采用机械直接开挖至设计标高,扰动原状土,基底松散土清除不彻底,降低地基承载力,易使路基下沉、开裂,如图1-2-2所示。



图1-2-2 机械开挖扰动原状土

(2) 成因

①施工人员为省时省工,全部采用机械开挖。

②施工现场控制不到位,造成基底超挖。

(3) 预防措施

①机械开挖时,不应直接挖至设计标高,宜预留一定厚度采用人工清理。

②当基底超挖时,应清除超挖范围的松土,按软弱地基处理。

1.2.3 换填基底积水

(1) 现象及危害

换填部位开挖完成后,地表水或雨水流入,导致基底积水,造成原状土被水浸泡,持力层强度降低,影响了地基的承载力,如图1-2-3所示。



图 1-2-3 换填基底积水

(2) 成因

换填部位开挖完成后,未能及时回填,且未采取有效的防排水措施。

(3) 预防措施

①换填部位开挖完成后及时回填,对于换填范围较大的应根据施工能力分段进行换填。

②若换填部位开挖完成后不具备及时回填条件的,换填标高以上预留厚0.3 m左右的土层暂不开挖,待回填开始前,采用人工配合机械开挖至设计换填标高。

③雨季施工时,应在换填范围周边设置排水沟或挡水堤,防止地表水流入;对于面积较小的可在雨水降临前采用彩条布等将开挖面遮盖,防止雨水进入。

1.2.4 压实未达到标准要求

(1) 现象及危害

换填基底未进行压实处理、换填土料压实度未达到设计或规范的要求,路基后沉降量过大,发生开裂,影响道路正常使用。

(2) 成因

①影响换填土压实的因素与路基填筑压实相类似,如压路机质量偏小、压实遍数不够、漏压、填土松铺厚度过大、含水率超标等。

②换填面积较小采用小型机具(如小型压路机、打夯机等)压实时,松铺厚度与采用大型机械压实时相同、边角部位漏压。

③软弱土挖除后,未对基底进行平整压实。

(3) 预防措施

①填料松铺厚度、含水率、压实遍数及压路机的质量、碾压轮迹重叠宽度等参数应严格按照工艺性试验结果控制,并水平分层填筑、分层压实。

②当采用小型机具压实时,应根据机械性能选择合适的碾压遍数,并适当减小松铺厚度。

③基底边角部位应采用平板夯等小型机具夯实。

④挖除换填土层后应将底部整平。当底部起伏较大时,应设置台阶或缓坡,并按先深后浅的顺序进行换填施工。

⑤填料回填前,应采用压路机对基底进行压实,确保基底压实度和承载力符合设计或规范要求。换填基底压实处理如图1-2-4所示。



图1-2-4 换填基底平整压实处理

1.3 砂(碎石)垫层

砂(碎石)垫层是指在路基底部填筑一定厚度的砂(碎石)层,起到排水或均匀传递压力、提高承载力等作用。

砂(碎石)垫层适用于排水固结法中的水平排水层或复合地基中的褥垫层,也可用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。当砂(碎石)垫层用于排水固结时,可与砂井、塑料排水板等竖向排水体形成排水系统,加速土体固结。当砂(碎石)垫层用作褥垫层时,与桩体共同承担荷载,减少路基底面的应力集中,使得桩和土共同作用,形成复合地基。

砂(碎石)垫层施工主要包括基底清理并整平压实、填筑路拱、垫层分层填筑等工序。砂(碎石)垫层填筑完成后,应及时按设计施工两侧防护措施,同时做好反滤层。

砂(碎石)垫层施工中常出现的问题、成因及预防措施如下:

1.3.1 原材料不合格

(1) 现象及危害

选用的砂粒径过小或含泥量过大造成砂的固结,影响砂的渗透系数,延缓或阻碍地下水的排出。选用的碎石若粒径过大、级配不良(图1-3-1),不能保证垫层的压实质量,引起路基变形、沉降。



图1-3-1 卵石粒径超标、级配差

(2) 成因

材料未按规定进行进场检验。

(3) 预防措施

①砂垫层应采用中、粗、砾砂,不含草根、垃圾等有机杂物,其含泥量不应大于5%;当用做排水固结时,其含泥量不应大于3%。

②碎石垫层应采用质地坚硬、不易风化且级配良好的砾石或碎石,其最大粒径不应大于50 mm,含泥量不应大于5%,且不含草根垃圾等有机杂物。

③做好材料进场检验工作,严禁不合格材料用于工程实体。

1.3.2 垫层厚度不足

(1) 现象及危害

垫层用于排水固结时,厚度不足会造成横向排水通道不畅,延缓或阻碍地下水的排出。垫层用于复合地基时,厚度不足会造成桩体所分担的受力过大,造成桩体破坏,降低复合地基承载力。