



- 期刊简介
- 广告服务
- 联系方式
- 期刊目录
- 论文推荐

山西省湿陷性黄土地区高速公路路基设计

作者：张卫华 单位：山西省交通规划勘察设计院 时间：2010-01-12 点击：次

摘要：介绍山西湿陷性黄土的分布及特点；结合多条高速公路的设计，阐述山西省湿陷性黄土地区高速公路路基设计的常用方法、措施。

关键词：湿陷性黄土;高速公路;路基;设计

0 引言

黄土是一种以粉粒为主、多孔隙、天然含水量小、呈黄色、褐黄色、含钙质的粘质土，是第四纪的一种特殊堆积物。黄土浸水后在外荷载或土自重的作用下发生的下沉现象，称为湿陷。湿陷性黄土可分为自重湿陷和非自重湿陷两类。自重湿陷是指土层浸水后仅仅由于土的自重发生的湿陷；非自重湿陷是指土层浸水后，由于土自重及附加压力的共同作用而发生的湿陷。黄土的湿陷特性，是引起路基破坏的主要因素。

近期资料统计显示，山西省已建高速公路里程的40%均为湿陷性黄土路基。近年来，随着经济的发展及对基础设施建设投资力度的加大，山西省高速公路的建设又迎来新的高潮，“十一五”规划了“3纵11横11环”高速公路网络，有更多的高速公路通过湿陷性黄土地区，例如忻州至保德高速公路，长治至临汾高速公路、临汾至吉县高速公路等都位于湿陷性黄土地区。本文结合近期高速公路的设计项目具体阐述山西省湿陷性黄土地区高速公路路基设计常用的一些方法、措施。

1 山西湿陷性黄土的分布及物理力学性质指标

山西省地处黄土高原，湿陷黄土分布广泛。其湿陷性黄土可分为汾河流域和晋东南两个亚区，汾河低阶地属非自重湿陷性黄土，高阶地（包括山麓堆积）多属自重湿陷性黄土。主要分布如下：**a)**轻微湿陷性黄土区：主要分布在省内中部盆地及山间小盆地内。**b)**中等湿陷性黄土区：主要分布在吕梁山以西的黄土高原区、大同盆地、忻州及太原盆地的丘陵地带，此区分布面积较大，占全省黄土分布面积的70%以上。**c)**强烈湿陷性黄土区：主要分布在运城盆地的万荣、临猗、闻喜及太原市、离石市部分地区，分布面积较小。**d)**自重湿陷性黄土区：分布很不均匀，主要有4个地区，即临汾市东部浮山一带，长治、壶关、潞城一带，绛县一带，太原榆次一带。

山西地区湿陷性黄土层厚度多为2~16 m，湿陷等级一般为II、III级，在低阶地新近堆积黄土分布较普遍，土的结构松散，压缩性高。湿陷性黄土砂粒含量一般为17%~25%，粉粒含量一般为55%~65%，黏粒含量一般为18%~20%，其物理力学性质指标见表1。

表1 山西地区湿陷性黄土的物理力学性质指标

亚区	地貌	天然含水量 %	密度 g/cm ³	液限 %	塑性指数	孔隙比	压缩系数 MPa ⁻¹	湿陷系数	自重湿陷系数
汾河流域	低阶地	9~19	1.5~1.7	25~29	8~12	0.94~1.10	0.24~0.87	0.03~0.07	—
	高阶地	11~18	1.5~1.6	27~31	10~13	0.97~1.18	0.17~0.62	0.027~0.089	0.007~0.04
晋东南区		18~23	1.5~1.8	27~33	10~13	0.85~1.02	0.29~1.00	0.03~0.07	—

2 山西省湿陷性黄土地区高速公路路基设计

山西省高速公路基本上都涉及程度不等的湿陷性黄土。黄土的湿陷性与水（地表、地下水）的潜蚀作用可致地基湿陷、路基沉陷、坡面冲沟、边坡塌陷等工程病害，对公路危害极大。在路基设计时需设置完善的防、排水系统，最大限度的降低路基受水浸湿的可能性。

2.1 路基边坡和防护工程

2.1.1 填方边坡和防护

a) 边坡坡率 边坡高度小于8 m的部分边坡坡率采用1:1.5；高于8 m的部分，边坡坡率采用1:1.75。边坡高度小于20 m时，不设平台；边坡高度大于20 m时，在16 m高度处设置宽度为2.0 m宽的平台。

b) 边坡防护 当边坡高度小于5 m时，采用种植紫穗槐防护；当边坡高度大于5 m时，采用M7.5水泥砂浆砌MU30片石拱型骨架加种植紫穗槐防护。

实践证明，填方所采用的边坡坡率及防护形式能够有效的防止流水冲刷坡面，保证边坡的整体稳定性。

2.1.2 挖方边坡和防护

a) 边坡坡率 边坡高度小于30 m时，每8 m高设一级2 m宽平台，坡率采用1:0.75；边坡高度大于30 m时，采用简化Bishop

方法进行边坡稳定性计算，裂隙法进行验证计算，并结合已建工程经验、当地自然坡率和人工边坡坡率，综合确定边坡型式和边坡坡率。挖方边坡一般采用的边坡坡率详见表2。

表2 黄土挖方边坡设计表

边坡高度 m	由下至上各级平台宽度 m	各级坡率 (1: m)	综合坡率 (1: m)	边坡稳定 安全系数
32	2, 2, 2	0.75	0.940	1.259
40	2, 2, 8, 4	0.75	1.150	1.269
48	2, 2, 10, 4, 4	0.75	1.208	1.244
56	2, 2, 10, 4, 4, 12	0.75	1.357	1.242
64	2, 2, 10, 4, 4, 12, 12	0.75	1.469	1.249
72	2, 2, 10, 4, 4, 12, 12, 8	0.75	1.500	1.249
80	2, 2, 10, 4, 4, 12, 12, 8, 8	0.75	1.525	1.249
88	2, 2, 10, 4, 4, 12, 12, 8, 8, 8	0.75	1.550	1.249

注：计算采用的参数， $\gamma=19 \text{ g/cm}^3$ ， $C=50 \text{ kPa}$ ， $\phi=25^\circ$ ，后缘边坡坡率综合取值1:2~1:4。

b) 边坡防护 坡面原则上不进行砌体防护，需根据土质条件采用适宜的植草（紫穗槐）防护，为了避免坡脚的冲刷和路容的美观，在坡脚处设2 m高的护面墙；主线下穿式分离立交桥下的路堑边坡面，为防止边坡碎落及塌方，影响桥台结构的稳定，在第1级边坡采用护面墙防护。护面墙均采用M7.5水泥砂浆砌MU30片石。

黄土的透水性强，抗冲刷能力较低，陡坡可以减少受雨水冲刷的面积，但边坡过陡，坡面则易剥落。实践证明，挖方所采用的这种较陡坡率、较宽平台的边坡型式能有效减弱坡面径流的冲刷能力，同时也适宜植物生长，便于坡面植草绿化。边坡中部的大平台可以减轻坡脚的应力集中，不必采用传统的浆砌片石或护面板封闭坡面防护，采用2m护面墙+坡面植草的这种防护形式能使坡面水分及时散发，保证边坡的稳定性。

2.2 排水工程

为保证路基、路面的稳定性，采用排水沟、边沟、截水沟、盲沟、急流槽等排水设施，并与桥涵及天然沟渠等构成综合排水系统，以迅速排除对路基、路面及沿线设施可能产生危害的地表水和地下水。排水工程设计以防冲刷、防渗和有利于水土保持和环境保护为目的，早接远送。

在填方路段坡脚外设1.0 m宽的护坡道，并根据实际需要护坡道外侧酌情设60（宽）cm×60（深）cm的矩形排水沟；在填方边坡平台上设30（宽）cm×30（深）cm的矩形平台排水沟；地面横坡陡于1:5时，在填方坡脚上游2 m以外设50 cm×50 cm的矩形截水沟，以拦截地表水。

挖方路段采用50（宽）cm×60（深）cm的矩形边沟，并在边沟下设渗水盲沟，以拦截地下水对路基的危害；在挖方边坡平台设60（宽）cm×60（深）cm的矩形平台截水沟；地面横坡陡于1:5时，在挖方坡脚上游5m以外设50 cm×50 cm的矩形截水沟，以拦截顺坡而下的地表水，防止对路基边坡的冲刷，确保路基的稳定。

排水设施均采用M7.5水泥砂浆砌MU30片石加固，M10水泥砂浆勾缝。并在边沟、渗沟及截水沟底部铺设防渗土工布，设置方式见图1、图2。

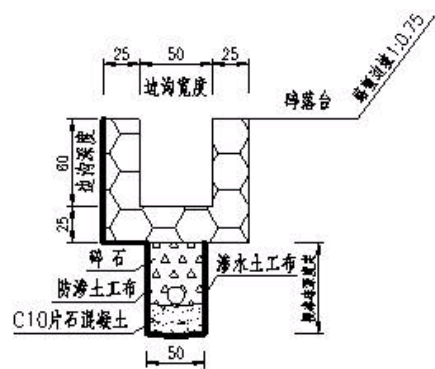


图1 边沟、渗沟

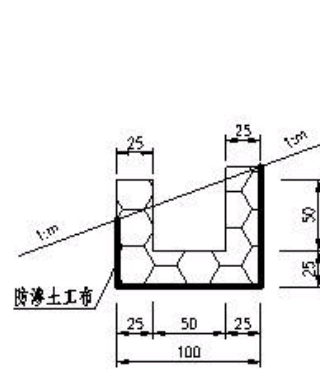


图2 截水沟

2.3 地基处理

高速公路通过湿陷性黄土时，可根据路堤填高、受水浸湿的可能性、湿陷后的危害程度及湿陷等级确定处理措施。山西省湿陷性黄土地基处理一般按以下原则进行处治：

a) I、II级非自重、I级自重湿陷黄土根据湿陷厚度填方区地基采用冲击碾压或重锤夯实处理，挖方区开挖到路床后先冲击碾压，后回填30 cm厚的6%石灰土；桥头填方区采用重夯或强夯处理地基，桥头挖方区开挖至路床冲击碾压或重锤夯实后回填30 cm厚6%石灰土。

b) II级自重及以上湿陷性黄土方区地基采用强夯处理，不具备强夯条件的，在路基中部范围地基50 cm掺6%石灰处理，在路基坡脚范围地基采用挤密灰土桩处理，挖方区开挖到路床后先重锤夯实，后回填30 cm厚的6%石灰土；桥头填方区采用强夯处理地基，桥头挖方区开挖至路床重夯后回填30 cm厚6%石灰土。

c) 为保证路基压实度及减少工后沉降，在高填路基填土高度大于10 m范围内每填筑4 m进行一次强夯。

d) 地基夯实宽度一般为路基坡脚以外1 m的范围；对路基范围内及其路线两侧的陷穴、落水洞和空洞，进行回填压实，确保路基的稳定。

e)重锤夯实单击夯击能要求达到500~800 kN·m,以消除地面3 m以内土层的湿陷性为原则;强夯单击夯击能要求达到2 000 kN·m,以消除地面5 m以内土层的湿陷性为原则。夯实处理完毕,强夯最后两击平均夯沉量要求不大于5 cm,重夯要求不大于2 cm,否则增加夯实遍数。

f)采用重夯或强夯处理措施时应注意对村庄和构造物的影响,必要时,采用灰土垫层或灰土桩挤密桩处治。

离石—军渡高速公路、阳城—侯马高速公路采用上述原则进行地基处治,效果良好,在近期设计的临吉高速公路、龙白高速公路、临汾北环等项目中均采用上述原则进行设计。

2.4 路床填料

路床0~30 cm填料最小强度CBR值达不到规范要求8%时,采用掺灰处理,掺灰剂量为4%~6%。湿陷性黄土地区的路床填料不宜采用老黄土,老黄土黏粒含量较高,透水性能差,土体遇水软化,强度迅速降低,路基易变形,路肩及边坡易产生滑塌,因而不宜作路床填料。

3 结束语

位于湿陷性黄土地段的路基,宜选择设置在湿陷等级轻微、湿陷土层较薄、排水条件较好的地段。湿陷性黄土区路基设计特别注意加强排水、采取拦截、分散的处理原则,设置防冲刷、防渗漏和有利于水土保持的综合排水设施及防护工程。

本文总结的湿陷性黄土路基的设计方法、处治措施是山西省多年经验的积累,也是近期设计项目广泛采用的。随着公路工程的发展,经验的不断再积累,山西省湿陷性黄土地区高速公路的路基设计会与时俱进,越来越经济、合理、安全。

参考文献:

- [1] 工程地质手册编委会. 工程地质手册 [M]. 第4版. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.
- [2] 张勇, 杨广庆, 吕鹏, 等. 高等级公路路基病害分析与防治技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
- [3] 张留俊, 王福胜, 李刚. 公路地基处理设计施工实用技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [4] 交通部第二公路勘察设计院. 公路设计手册: 路基 [M]. 北京, 人民交通出版社, 1996.



上一篇: [沥青混凝土材料厂拌热再生的品质管制](#)

下一篇: [桥梁工程建设对生态环境的影响](#)

地址: 山西省太原市学府街79号 邮编: 030006 Email: sxjt@sxjt.net

联系电话: 0351-7072339 传真号码: 0351-7040763

山西省交通科学研究院 版权所有 晋ICP备05006314号