

湿陷性黄土地区高填方路基边坡防护方案探究

1毋冬冬 2张新菲

1河南鹏程路桥建设有限公司; 2焦作市恒通公路养护工程有限公司

[摘要]我国陕西、甘肃、山西以及河南等省多地存在黄土丘陵地貌,沟壑纵横,沟深且宽。随着经济社会的发展以及国家中西部开发战略实施,在该类地区修建高等级公路,必然存在深挖高填情况,为节约造价、防止过多水土流失,路基施工多利用当地黄土填筑,而黄土不同于粘性土、砂性土,其结构疏松、粘结性差、有垂直节理,极易受到流水侵蚀,具有很强的湿陷性,因此该类填方边坡极易受降雨侵蚀损毁。国道207孟州至偃师黄河大桥及连接线工程途经巩义市和偃师市邙山地区,该地区沟壑纵横,山岭高差约50-200米,属于典型的黄土丘陵,本文以该工程为例,阐述了湿陷性黄土的破坏原理以及该类高边坡防护策略,以供参考。

[关键词]黄土;湿陷性;边坡

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.1555

湿陷性黄土在自然条件下具有自稳性好、强度较高以及压缩性低的特点,但是遇水后结构迅速破坏、强度急剧变低,产生收缩沉陷,主要是因为其本身结构疏松,孔隙比较大,孔隙肉眼可见,吸水性强,湿陷性黄土一般呈黄色或黄褐色,粉土含量常占60%以上。众所周知,在该类地区修建桥梁时,桩基直径以及桩长的选择需要考虑湿陷性黄土的负摩阻影响,负摩阻可简单理解为:土遇水下陷对桩基产生的下坠力。因此,在该类地区施工时要着重处理土与水的关系,以防止路基不均匀下陷。

一、湿陷性黄土对填方工程造成的危害

对于已建成的房屋、桥梁、公路等,如果路基被雨水侵蚀,极易造成冲沟,影响边坡稳定直至破坏路面结构层。如果是基础之下的给水、雨污管道渗漏、破裂或者地下水位上升,则会造成更大的破坏,往往一天就会产生数十厘米的变形,进而形成脱空现象,对建筑物、构筑物造成严重损毁。例如2021年8月,洛阳市新安县某段道路路基浸水后失稳导致挡墙垮塌。

二、湿陷性黄土地区路基高边坡防护方法

预防湿陷性黄土对高边坡路基的危害应考虑全过程控制,具体包括:施工准备阶段、施工阶段、后期养护阶段。

(一)施工准备阶段。在湿陷性黄土地区进行路基施工,应做好前期调研工作,详细了解当地降雨状况,包括年平均降雨量和极端天气时的短时最大降雨量,分析地基浸水的可能性、影响时间以及影响深度,结合工程工期计划和施工难易程度制定合理可行的处置施工方案,尽可能避开在雨期施工高边坡路基。同时还要做好以下几点,一是建立全方位的组织机构,组织机构应包括建设、监理、施工等参建单位主要负责人;二是提前备齐防护工器具,包括防雨布、铁丝网、砂袋、铁锹等;三是做好施工方案编制,明确施工工期、填筑方案等。

(二)施工期间。施工期间的边坡防护至关重要,湿陷性黄土地区高边坡防护要按照两条思路开展,一是防止地表水或雨水侵蚀边坡。二是选择适合实际情况的填筑材料和填筑工法。

1.目前高填方边坡广泛采用的坡面防护措施有如下几种:

(1)植物、骨架植物防护。在坡面成型期间或成型后,铺、种草木,或者采用植生袋、客土喷播措施,或是在拱形骨架之间施种植物,其施工简洁、造型美观,采用较广泛。拱形骨架有多种材质,主要分为预制块和浆砌片石,采用预制块时,施工速度快,半成品质量易于控制、成品表面平整,浆砌片石则是施工速度慢,自重大,结构强度高、稳定性好。需要特别注意的是,无论预制块拱形骨架还是浆砌片石拱形骨架,都要做好裙边加固及迎水面导水,严防地表水冲刷基础及坡面。

需要注意的是,种草时,草籽应均匀撒布,由下至上逐层施工,草皮厚度要满足设计要求,一般做到不宜低于10cm,骨架内植草草皮宜铺设种植土,厚度不宜小于5cm。在铺设期间,加强现场管理,防止损坏草皮和草籽。考虑本项目处于湿陷性黄土地区,土质含水量低,且保水性差,要求做好洒水养护工作,防止浇水时水流过大,破坏种植面,并视天气情况适时调整洒水间隔,确保成活率满足设计及现行规范要求。拱形骨架中设置的伸缩缝应使用沥青麻絮填塞,其深度不小于10cm。孟州黄河大桥项目最大填筑高度28.4m,位于K12+400处,采用了浆砌片石拱形骨架防护,整体性强,防护效果也较好。

此外,植生袋施工简便,成品美观,成本也较低。但其抵抗暴雨等恶劣天气性能较骨架类或砌筑类防护差。黄河桥项目部分挖方段落即采用植生袋进行边坡防护,经雨期后现场查看,雨水汇流处冲刷明显,形成深浅不一的冲沟。

(2)圪工防护

①水泥砼骨架、水泥砼空心预制块骨架防护

此方法类似拱形骨架植物防护,区别在于使用的材质、形式不同,较适用于高路堤段落边坡防护,现浇水泥混凝土骨架施工前,应对已填筑边坡表面进行修整、拍实,适当喷水,自下而上浇筑,振捣密实,初凝后在预留施工缝位置凿毛修整,并及时进行养护,根据气温调整养护时长,工期紧张时,提前取样多组混凝土试块,定期检测抗压强度,强度满足后,分层填筑路基,直至施工完毕,本方法整体性强,适用于较高边坡

的坡面防护。此外水泥混凝土空心预制块骨架也较多采用，其可在预制区提前预制，易于控制质量和工期，虽整体性不如水泥混凝土骨架，但边坡防冲刷效果同样优秀，且造价低，常用于低路堤或干处桥头锥坡防护。

②浆砌片石护坡

浆砌片石护坡应在路堤填筑并沉降稳定后施工，施工前做好技术交底，明确垫层厚度、砌筑分层、伸缩缝设置、沉降缝设置、泄水孔设置、反滤层设置以及养护措施等要点。孟州黄河大桥项目浆砌片石护坡每隔10-15米设置一道沉降缝，缝宽2cm，缝内用沥青麻絮填塞，每隔2m-3m设置泄水孔，泄水孔采用 $\phi=10\text{cm}$ 的PVC管，进口采用 $250\text{g}/\text{m}^2$ 的反滤土工布包裹，浆砌片石护坡施工应安排在少雨季节，防止雨水渗入路基，施工时层间坐浆饱满，后期勾缝密实。同时重点做好泄水孔和反滤层。

2. 选择适合实际情况的填筑材料和填筑工法

(1) 路堤填筑前，应做好临时排水措施，防止雨期汇水浸泡路基，一般在施工区域周边开挖土边沟，确保排水顺畅。随后进行基底处理，处理方法有冲击碾压法、强夯法、桩基础法、换填法、挤密法等措施。各自特点如下：

①强夯法

这是一种采用机械对原有的湿陷性黄土进行硬性处理，并经过试验达到一定要求，符合设计规范规定要求，比如压实度，孔隙率等指标。强夯适用路段小于100m，宜使用重锤、低落距的方案，基底黄土含水率应控制在8%-24%之间，并以主夯、副夯、满夯实施3遍，填方路基基底强夯范围为边沟以外1m，挖方路基为路床底部。孟州黄河大桥项目所涉及的湿陷性黄土区域位于黄河南岸山梁上，远离居民区，不存在噪音、震动影响，因此在部分段落采用强夯法处理基底。实际采用间隔点式两边夯实法，每个点夯击数为5击，夯点最后两击的平均夯沉量不大于3cm。两遍夯实间隔时间为3-4周。实际基底处理情况良好。

②冲击碾压法

基底处理原理同强夯法。冲击碾压法适用于处理长度大于100m的路段，作业效率较强夯法高，当施工区域距结构物较近时，还要开挖隔震沟，同时做好对地基沉降值、压实度的观测。孟州黄河大桥项目需处理的湿陷性黄土路基位于黄河南岸山梁上，远离居民区，因此在长度大于100m的路段采用冲击碾压处理地基。具体方案为采用25KJ的三角形冲击压路机冲压20遍，冲击碾压范围处理至边为外1米范围内，冲击碾压采取包错轮的方式。

③挤密法

对于湿陷性土体影响较深路段，可以采用此方法，具体方法用挤密桩，可以是各种材料预制的桩体，比如灰土桩，砼桩等。处理深度可达几十米，具体成孔方法有沉管法（处理深度

小于12m）、预钻孔法（处理深度大于12m）等，不应采用生石灰作为石灰土挤密桩原材，干拌水泥碎石桩施工时还要注意石屑粒径、碎石粒径、含泥量、压实度等指标的设计要求，填筑材料之前还应夯实孔底，并逐层填料逐层进行夯实。孟州黄河大桥项目未采用。

④化学加固法

这种方法是利用一些化学溶液注入地基土中，通过化学反应使土颗粒相结合，提高土体的强度。孟州黄河大桥项目未采用。

(2) 湿陷性黄土路堤填筑

黄土CBR值不满足设计要求时，应参石灰或水泥进行改良，黄土不应用于浸水路基范围，路床填料床尽量不使用老黄土，清除填挖结合处的松散土层和表层土，并按要求开挖多层台阶（高度 $<2\text{m}$ ，宽度 $\geq 2\text{m}$ ），压实处理各级台阶。雨期导致坡面形成的冲沟，应开挖台阶并逐个进行夯实处理。为了保证填筑质量（压实度），可考虑采用冲击碾压（长度不小于100m）或强夯（长度小于100m）措施进行补压。

三、后期养护阶段

高填方路堤高差大，后期养护不当极易造成路基局部下沉、滑动、边坡冲刷、纵向裂缝、不均匀下沉、坍塌等病害，对养护质量要求较高。路基边坡易受到降水冲刷，导致边坡失稳，并且在行车荷载作用下，形成沉降累计，后期需要根据实际情况单独进行分析研究处治策略。针对边坡冲刷情况，主要是通过设置截水沟和排水沟进行处治，经济高效，同时由专人在雨期到来之前排查坡面防护工程的完整体，疏通护坡、支挡工程的排（泄）水孔，以及急流槽等排水设施，记录相关排查日志，出现问题及时组织修复，保证既有防护及支挡结构物无沉陷、无开裂、无移位，沉降缝、伸缩缝完好，表面平整、无脱空。

结束语

孟州黄河大桥项目途经湿陷性黄土地区，6-8月为雨期，期间施工区域极易汇集大量雨水，对高填路堤坡面产生较大破坏。在施工中，经多方案比选，首先根据地形采用强夯法和冲击碾压法进行基底处理，随后采用逐层填筑、逐层压实工法填筑路堤、路床，并在雨期到来前及时施工完毕浆砌片石拱形骨架，同时提前施工路面结构层（水稳底基层）和挡土墙，确保雨期降水和路面汇水不侵蚀边坡。

参考文献：

- [1] 《黄土地区公路路基设计与施工技术规范》（JTG/T D31-05-2017）
- [2] 赵彦斌. 高速公路高填方路堤沉降病害的原因和预防治理措施[J]. 城市建设理论研究, 2015 (22): 1312.
- [3] 韦金龙. 浅析公路高填方路堤常见病害及预防治理措施[J]. 中国科技博览, 2012 (33): 465.