

渝广高速公路路(基)堤施工技术

黄开江, 李有发

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 都江堰 611830)

摘要:在渝广高速公路路基施工中,将填土、填石路堤的施工过程划分为“三阶段、四区段、八流程”组织施工,变无序作业为有序化、标准化作业,使施工中的各工序有效的衔接,充分发挥了大型设备的效率,合理利用了空间与时间,提高了施工工效。

关键词:渝广高速公路;塑性指数;四区段;八流程;路基;摊铺;碾压;施工技术

中图分类号:U416.12; U4; U415.6

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增2-0015-03

1 概述

重庆渝北至四川广安高速公路是成渝经济区的重要路段,起于重庆绕城高速公路,经重庆市北碚复兴和静观、合川区清平、三汇、双槐和香龙,到四川省岳池中和、岳池罗渡、广安枣山,止于南充至广安高速公路,与广安至巴中段相接,是重庆市连接西安与北京最便捷的通道。该高速公路位于重庆市北部,属低山丘陵地貌,地形地貌严格受地质构造控制,由一系列走向北东的背斜、向斜相间排列的梳状构造和隔挡式构造形成构造地貌,北部收敛,南部撒开似帚状,海拔在190~400 m之间。渝广高速公路土建工程第一分部从桩号K3+257~K22+500止,路基处理共计长16.4 km。该路段土石方开挖共计450.79万m³,其中土方开挖74.32万m³、石方开挖376.47万m³,公路填方477.45万m³,弃方13.63万m³,其中清表土8.68万m³、非适用性材料5万m³。公路全线按重庆三环路高速以内采用设计速度100 km/h,双向六车道高速公路、路基宽度为33.5 m的技术标准,三环路以外采用设计速度80 km/h,双向四车道高速公路,路基宽度为24.5 m的技术标准修建。

在填方路基开工前,需进行填筑试验。试验时记录压实设备的类型、最佳组合方式、碾压遍数、碾压速度、工序、每层铺料的松铺厚度、材料含水量等,将试验得出的技术参数作为路基填方的施工依据。路基分层填筑的质量是保证整个路基质量的重点,故每层松铺厚度都要经过检查合格后方可压实,施工过程按“三阶段、四区段、八流

收稿日期:2016-07-26

程”组织施工,变无序作业为有序化作业,从而提高了施工工效。

2 填筑施工准备与测量放样

2.1 施工准备

(1)组织有关人员对路线走向、取土场及弃土场的位置、地形地貌、道路交通、桥涵位置、地质、水文状况、水准点及控制桩等进行全面的调查、核对。

(2)做好现场布置及临时设施(包括修筑施工便道、架设电线等)的敷设。

(3)将用做路基填方的土按规范要求取样送中心试验室进行检验,测定最佳含水量和标准重型击实密度,液、塑限,塑性指数,颗粒分析,CBR值并编写开工报告,报监理工程师审批。

(4)在路基占地范围内和取土场范围内进行场地清理,清除表土、杂草、树根、淤泥,拆除障碍物。清场后填土区的地表用压路机及时碾压,应达到“公路路基施工技术规范”规定的压实度。

2.2 测量放样

(1)施工前,恢复公路的中、边线,包括路基坡口、坡脚、边沟、红线、弃土场、借土场、桥涵等具体位置,报监理工程师检查。

(2)会同监理工程师测量路基横断面并将其绘制成图,计算土石方数量,报监理工程师审批,优化土石方调配。

(3)测量人员将填方地段及开挖地段区域的边线高程进行加密,恢复公路的中、边线,根据有关规定,标识路堤的坡角、边沟及桥涵的具体位置,恢复路线的红线。根据有关规定,标识路基用

地桩,开挖 50 cm × 50 cm 的边沟作为边界线与周边老百姓的用地分开,以免造成不必要的纠纷;在距路中心一定安全距离处设立控制桩,其间隔不宜大于 50 m,桩上标明桩号与路中心的填高。

3 路(基)堤填筑试验段

3.1 设置试验段的目的

在路基填筑前进行试验段施工,通过试验段的填筑施工,验证施工方案和填筑碾压参数,经试验段施工获得路堤填筑的最佳填筑级配、含水率范围、填筑层厚、松铺系数、机械配备组合、压实机械行走速度和最佳碾压遍数、人员组合、施工时间等,用试验获得的参数指导全路段的路基施工。

3.2 试验段的施工

(1) 试验段的选择。选择地质条件、断面形式具有代表性、适合的全幅路段作为试验段,试验段路基长度不少于 200 m。

(2) 试验段的清理。试验前,清除路基内的树木、树根、地面杂物、有机土或腐殖土等非适用土,并按设计要求做好横坡,有利于排水,将路基碾压至设计要求的密实度并完善排水设施。

(3) 测量要求。试验段施工前,由测量人员放出边线、中线、坡度,并用白灰线标出 5 m × 6 m 近似的方格(按每车装载量计算并确定方格,有利于控制松铺厚度)。

(4) 施工机械的配制。施工时,一般配置挖掘机、推土机、平地机、压路机、装载机、自卸汽车及洒水车。根据实际试验段情况配备机械、型号和数量。详细计算试验段至取土场的距离、运输车的行进速度和时间。

(5) 施工要求。施工时,安排专人指挥将土卸于标示好的方格内,按试验时的松铺厚度控制方格中的倒土方量。先用推土机初平,再用平地机精平和摊铺,初平和精平时每 10 m 左右插一花杆作标识,花杆每 30 cm 标识一节,作为机械找平的标识。摊铺找平按“先高后低、先两边后中间”的施工原则进行单向作业,施工机械尽量不在施工段内掉头以确保摊铺的平整度。同时,人工配合将机械不能到达的边角、局部不平处找平,剔除或解小个别超粒径填料。

(6) 碾压作业。碾压作业时,碾压机的行驶路线为由外到内,并按“先慢后快、先弱后强、先两边后中间”的原则进行,将机械行走的速度控

制在 1.5 ~ 3 km/h 内,轮迹重叠 1/3 轮宽,前后重叠 1 m 以上。碾压要求:第一遍静碾压(来回为一遍),第二遍弱振碾压,第三遍开始强振碾压。

4 路(基)堤填筑施工

4.1 土质路基的填筑

按路基横断面全宽纵向分层填土,每层采用同一种填料。路床一般分两层,每层松铺厚度不大于 0.3 m。当地形高低不平时,应由低处分层填筑。为保证路堤全断面压实,边坡两侧超填 0.3 ~ 0.5 m,完工后刷坡整平边坡。

(1) 当清理场地后的地面横坡不陡于 1:5 时,可直接填筑;当地面横坡陡于 1:5 时,应将原地面挖成宽度不少于 1 m 的台阶,将台阶顶面做成 2% ~ 4% 的内倾斜坡,并用小型夯实机具加以夯实,砂性土可不挖台阶,但应将原地面以下 20 ~ 30 cm 的土翻松。

(2) 路基底为耕地或松土时,先进行清淤或清表。分层回填碾压至规范要求的压实度,并报监理工程师验收后方可进行下一层的填筑。

(3) 当路堤经过水田、池塘或低洼地时,先挖沟排水并尽可能地完成排水工程施工,挖除淤泥及腐土并晾晒湿土,将该地面翻松 30 cm 深,经处理后再进行压实,洒水或晾晒应在平整工作前或伴随平整作业时进行,无论洒水或晾晒,应使填料含水量保持在最佳含水量的 ± 2% 之间。

(4) 在经处理好的原地面上分层进土料(或石料),土方中不应含有腐植土、树根、草泥或其它有害物质。用平地机进行平整,平整时应注意保持 2% ~ 4% 的路基横坡,填料宽度应大于设计宽度每边各 50 cm,每层摊铺厚度不大于 30 cm(每填一层测一次标高)。填土平整合格后进行路基碾压,其碾压原则为“先边后中,先内后外,先静后振”,相邻轮迹须重叠 30 cm;路肩处多碾压一遍。碾压时按试验路要求严格控制行驶速度、压实遍数,施工中注意检测土在压实前的含水量,必须保证在最佳含水量下进行碾压。

(5) 对于任何靠压实设备无法压碎的硬质材料应予以清除或破碎,使其最大尺寸不超过压实厚度的 2/3,应使粒径均匀分布,达到要求的压实度。

(6) 填土路基分层施工时,若其交接处不在同一时间填筑,则先填段应按 1:1 的坡度分层留

台阶；若两段同时施工，则应将分层相互交叠衔接，其搭接长度不小于2 m。中途长期停工或雨后施工时，对路堤表层应加以整理，不允许有积水的地方，复工时，须使路堤表层含水量接近正常，对因雨水泡软的表面，须经复压后方可填筑。

(7)路基填筑时，试验控制要同步进行，压实度检测应为每层填土、 1 000 m^2 取样4处并随时接受监理工程师的任意取样检查。

4.2 石方路基填筑

(1)石料分层填筑，分层压实，细料嵌缝。卸料后，先用165 kW以上的推土机平整，经过履带式压路机的初压，可以得到比较均匀的填筑，形成一个较密实平整的表面，便于压路机工作。石料分层松铺厚度不大于50 cm，强度不宜小于15 MPa，最大粒径不超过厚度的2/3。

(2)在石方爆破时，用小爆破的压渣爆破法将开挖爆破后的石块尺寸尽量控制在规范要求的范围内。对于大于规范要求的石块用人工破碎或解炮处理。填筑时，对于石块间的空隙由人工填塞密实后进行碾压。

(3)碾压时，先采用14 t以上的光轮压路机压实2~4遍，使石块相互间嵌挤稳定；再用20 t以上的羊足碾压实2~4遍，然后用18 t以上的压路机压实2~4遍，当压实层顶面稳定不再下沉（无轮迹），则可判断其为密实状态，经监理工程师检测合格后，方可进行下一层的填筑。

(4)路床顶面以下80 cm范围内填筑符合要求的土并分层压实，填料的最大粒径不得大于10 cm，按图纸要求铺设土工格栅。

(5)填石路基边坡用粒径大于30 cm的大块石码砌，石料强度不小于20 MPa。码砌时，石块面平铺，石块彼此交错搭接，空隙用小石块填塞密实。

(6)在填筑和压实过程中，如外侧码砌的石块有松动时应及时纠正。每填筑完一级后及时修坡防护。防护时，先将上层的松散石块清除掉，以防落石砸伤人员。

4.3 填石路基施工注意事项

(1)安排好石料运行路线，由专人指挥，按水平分层，先低后高，先两侧，后中央的方式卸料。

(2)摊铺平整，采用大型推土机进行。对于个别不平整处，配合人工用小石块、石屑找平；如石块级配较差，可在每层表面空隙里扫入石渣、石

屑、中粗砂，再用振动压路机碾压，反复数次，将空隙填满。

(3)对于少量人工摊铺、填筑填石路堤时，应先铺填大块石料，大面向下，小面向上，摆平放稳，再用小石块找平，最后压实。

(4)施工中的压实度由压实遍数控制，压实遍数由经监理工程师批准的试验结果确定。

(5)为保证路堤填筑压实后的浸水整体强度和稳定性，在用强风化石料或软质岩石作填料时，应按有关规定检验其CBR值，符合要求时方准使用。

(6)为提高路床面的平整度，使其均匀受力并有利于与路面底层的连接，填石路堤路床顶面以下800 mm范围内应铺填有适当级配的砂石料，最大粒径不超过100 mm。

(7)地面自然坡度陡于1:5时，应挖成2%~4%的台阶填筑，台阶宽度应满足摊铺和压实设备操作的需要且不小于2 m。

5 质量控制要求

(1)填筑料要求。填筑料宜用一种填筑料，以免产生不均匀沉降。混杂填料不能保证填料种类特征和压实的均匀性，会使其接触面形成滑动面或造成水囊，因此必须严格限制。当不得不使用性质不同的填料时，各种不同的填料应分开逐层填筑，同种类填料的填筑厚度不得小于50 cm。对于渗水性差异较大的土石混合填料须分层或分段填筑，避免纵向分幅填筑。

(2)填料粒径的控制。填料粒径的最大尺寸不超过300 mm或压实层厚的2/3，并应均匀分布，任何靠压实设备无法压碎的大块硬质材料都必须进行破碎或清除。

(3)衔接处的处理要求。填挖交界处用人工配合推土机推出2 m宽的台阶，有利于填方与挖方之间的衔接。当设计有土工织物时，施工中必须严格按照设计要求铺设，分层填筑必须确保密实无拼痕，避免因填筑不当导致路基顺交接处开裂。

(4)相邻作业段交接处的要求。相邻作业段交接处不在同一时间填筑时，则先填段按1:1的坡度分层留台阶；如两作业段同时施工，则分层交叠衔接，搭接长度至少大于2 m。

(5)层面要求。填筑施工中的任何填料均不
(下转第21页)

在施工支洞和交叉口的上游和下游工作面开挖初期的施工通风采用压入式通风,在支洞口安装一台DK85旋轴流风机,功率为 2×18.5 kW,风筒直径为 $50 \sim 600$ mm。在支洞与主洞交叉口处设置风机,风机把压入的新鲜空气送到上、下游工作面,并有效地把废烟向外压出,以达到改善施工环境的目的。

5.2 施工中、后期采用混合式通风

隧洞施工中通风的难点在于掘进长度为 $600 \sim 1950$ m时的通风。中、小型隧洞的通风采用混合式通风,此时,把洞口DK85通风机移到支洞与主洞交叉口处,加强向洞内输送新鲜空气。隧洞增长后应在距掌子面 $100 \sim 200$ m处设一台风机向洞内压风,同时,在隧洞掌子面 $40 \sim 60$ m处设置一台风机向洞外抽风,将压风机与抽风机出口距离保持在 $50 \sim 100$ m之间。抽风机应随开挖进尺的增加往前移动,压风机也应在洞挖进尺达 100 m左右向前移动一次,以保持洞内作业具有良好的条件。

6 结语

(1)混合式通风是中、小断面、长独头隧洞有轨运输通风的有效方法,采用有轨运输方式能够

(上接第17页)

得采用斜填,分层厚度无论选择何种机械类型和规格,填筑层厚均不宜超过 40 cm。

6 几点体会

在渝广高速公路路基施工中,项目部严格按照规范和施工措施要求组织施工,将路堤填筑施工按标准化流水作业,各工序均得到了最有效的控制和有机的衔接,使路堤填筑施工工期、质量和造价得到了保证,达到了路基施工有序化、标准化和规范化。笔者获得了以下几点体会:

(1)在渝广高速公路施工中,将填土、填石路堤的施工过程划分为“三阶段、四区段、八流程”组织施工,变无序作业为有序化、标准化作业,使施工各工序有效衔接,可以充分发挥大型设备的效率,并能合理利用空间与时间,进而提高了施工工效。

(2)施工中采用“工艺”规定的模式和数理统计分析方法,对路基分层填筑、分层碾压、分层检

达到减少柴油机械入洞,使洞内空气污染面积减小的作用,而施工中通风的重点是爆破烟尘,混合式通风主要针对的是工作面炮烟等有害气体,故有轨运输采用混合式通风更能体现其优越性。

(2)合理布置风机及使用,既可达到节能效果,又能创造良好的排烟效果。隧洞施工时应根据开挖速度及时调整风机的布置。

(3)施工中应提高通风系统的管理水平,设置专人对通风设备和风管进行管理,经常巡查、维修和调整风管,以减小漏风,提高风机供风的距离。

(4)隧洞独头开挖较长、一台风机不能满足通风要求时,应采用风机串联的方式运行。在风管安装时,应保证通风管的安装质量,并做到“平、直、稳、紧”。

作者简介:

李云(1971-),男,重庆合川人,分局总工程师,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

郑道明(1955-),男,重庆市人,调研员,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

测并报检签认,有效的分层控制管理与质量检查措施使分层填筑满足了设计和规范要求,保证了路基填筑的质量。

(3)运用科学的检测标准和原理,在施工中采用了先进的核子、电子检测设备,引入了小直径承载板和沉降观测的试验方法,较好地控制了路堤填筑的压实密度和强度。

(4)施工时,通过对施工前和施工过程中的试验检测数据进行分析,使施工中的每一道工序都得到了有效的控制,使整个施工质量体系处于优化状态。

作者简介:

黄开江(1974-),男,四川开县人,分局党委书记,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

李有发(1978-),男,广西桂林人,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)