

滑模工艺在高速公路工程施工中的应用

徐铭浩，华龙

(中交一航局第三工程有限公司)

摘 要：路缘石及缝隙式集水沟预制块施工过程中存在人工搬运困难，施工效率低，质量与进度均达不到理想状态，安装过程中线形极不易控制，施工地区无预制厂家等问题。为解决问题，玉林—湛江高速公路工程引进滑模工艺进行路缘石及缝隙式集水沟施工。施工完成后路缘石及缝隙式集水沟表面光滑、色泽均匀、线形美观、施工效率高、人员设备投入少、经济效益高，滑模工艺在高速公路工程施工中的成功应用可为类似工程施工提供参考。

关键词：高速公路；施工效率；滑模工艺；施工质量

0 引言

随着我国经济高速发展，高速公路的修建呈现大规模增长趋势，通车里程迅猛增加。传统路缘石及缝隙式集水沟一般采取预制块组合安装施工，先在预制场内集中预制，之后使用随车吊倒运至施工现场，人工配合安装。预制块施工过程中人工搬运困难且效率低，安装过程中线形不易控制，质量与进度均达不到理想状态；缝隙式集水沟重量大，施工过程中需要随车吊配合施工，且安装过程中，缝隙式集水沟与水稳层存在局部不契合问题，影响安装效率及安装质量。路缘石及缝隙式集水沟预制需要较大预制及存储场地，导致施工成本显著增加。

为了满足表观质量、线形控制等高质量要求及总体施工进度，引进了滑模工艺用于路缘石及缝隙式集水沟施工，该工艺施工效率高，成品线形美观、色泽均匀，可大幅降低各项成本，有效保证施工质量。

1 工程概况

玉林—湛江高速公路(广西段)一工区起讫桩号 K3+300—K28+980。起点位于陆川县马坡镇下里八陂附近，设陆川北互通式立体交叉和连接线与陆川北 S212 实现交通转换，线路总长 25.68 km。

工程路面设路缘石及缝隙式集水沟，原设计均采用预制安装。路缘石设计结构尺寸为长 49 cm、宽 19 cm、高 22 cm，每块重量约为 49 kg；缝隙式集水沟原设计结构尺寸为长 100 cm、宽 48 cm、左侧高 56 cm、右侧高 50 cm，每块重量约为 450 kg。由于预制块体重量较大，安装时需要设

备配合，安装效率低，线形不易控制，因而更改为滑模浇筑施工。

2 滑模工艺施工

2.1 路缘石施工

2.1.1 施工工艺流程

路缘石施工工艺^[1]流程为：材料与设备准备→基层处理→测量放样→混凝土拌和、运输→滑模摊铺→人工修整→切缝、养护。

2.1.2 主要施工工序

1) 材料与设备准备

材料运至现场后对每一批次进场材料，由试验室按照规定频率对性能指标进行检验，对不合格的材料清理出场，并保留影像资料。

施工现场使用的机械(具)必须验收合格后才能进场使用，施工机械需要有相应的出场证明材料、设备技术资料。配备足够的施工设备和配件，开工前做好保养、试机工作，并保证在施工期间不发生有碍施工进度和质量的故障。配备的主要机械为滑模机及混凝土罐车。

2) 基层处理

基层处理在水稳上基层施工完成并养护到期后方可施工，为提高路缘石与水稳层顶面的黏结力，路缘石施工前应将工作面清扫干净，无泥土杂物后再洒水湿润，以利于与水稳上基层结合，施工中做到清扫一段，湿润一段，施工一段^[2]，始终保证作业面干净湿润。

3) 测量放样

待基层达到养护期后，方可进行测量放样工作。直线段每 10 m 设置 1 处，曲线段每 5 m 设置

1 处, 通过 GPS 将路缘石平面位置放出, 采用钢丝挂线通过滑模机传感器控制高程。一般情况下挂线位置距路缘石内侧边缘 30 cm。因水稳施工完成标高可能存在误差, 不可直接使用卷尺向上量出高程, 避免路缘石线形出现突兀点, 影响路缘石整体外观效果。

4) 混凝土拌和、运输

路缘石滑模施工前, 通过试验室根据现场材料确定混凝土配合比及相应坍落度, 配合比采用 C20 普通混凝土, 坍落度保持在 50~60 mm 之间。

由于机制砂因存料时间和批次不同, 含水量不稳定, 每日施工前针对砂石料进行含水量检测, 及时调整配合比。混凝土出站前进行坍落度检测, 到达施工现场后再进行坍落度检测。混凝土运送距离较远, 由于混凝土坍落度较小, 容易造成闷罐, 混凝土出站前适当增加单方用水量, 充分利用坍落度损失提高混凝土出机坍落度。如坍落度存在问题, 及时与拌合站沟通调整。

由于路缘石滑模施工要求混凝土坍落度较小, 为防止产生混凝土闷罐, 采取减少混凝土罐车出料口叶片来增大出料口口径。

5) 滑模摊铺

滑模施工前, 先检查挂线, 达到施工要求后, 调整滑模机及模板位置, 保证模具紧贴基层表面同时保证模具内表面干净无杂物。检查传感器, 确保正常工作。

混凝土罐车到达施工现场后, 将罐车与滑模机连接, 将混凝土通过滑模机自身传送带输送至料斗, 通过滑模机自带振捣棒的作用使混凝土达到一定的密实度, 滑模机自身行走同时使混凝土进入模具从而成型。待滑模机储料斗内混凝土达到 2/3 高度以上方可开始摊铺, 滑模机速度应控制在 2.5~3 m/min, 无异常现象后可适当提速。为防止混凝土在模板内黏结, 预先在滑模机储料斗内喷少量水, 保证开始摊铺的流畅性。

摊铺过程中, 保证储料斗内混凝土消耗速度与混凝土罐车通过滑模机传送带输送混凝土速度一致, 避免出现断料情况。

摊铺完成后, 及时清理基层, 确保滑模过程中基层不被污染。滑模过程中的模具与水稳面缝隙不够贴合时, 路缘石根部存在漏浆现象, 需人工进行修补, 保障施工质量。

6) 人工修整

滑模施工完成后, 针对路缘石外观进行人工修整, 采用塑料薄膜蘸水后轻滑过路缘石表面即可, 待路缘石达到养护周期即可撤除塑料薄膜。

7) 养护、切缝

新摊铺路缘石失水较快, 成型后一般情况 (15~30 ℃) 下应在 10~12 h 内进行养护, 除洒水养护外, 应采用塑料薄膜进行覆盖, 减少水分蒸发, 避免产生裂缝。

路缘石伸缩缝每 5 m 设置 1 道^[3], 采用汽油发动手推式切割机, 切割时间控制在路缘石滑模完成后 10~12 h 且不超过 24 h, 避免因过早切割造成路缘石塌陷, 过迟切割造成路缘石断裂。若切缝之前发现裂缝, 可在裂缝处直接切缝, 保障路缘石外观质量。

2.2 缝隙式集水沟施工

缝隙式集水沟基础设计要求为 23 cm 厚多孔隙水泥稳定碎石及 2 cm 厚 M10 砂浆座浆, 多孔隙水泥稳定碎石宽度仅为 52 cm, 压实宽度小, 压实难度大, 施工质量难以保证。将多孔隙水稳基础变为 18 cm 水稳底基层, 缝隙式集水沟厚度由 56 cm 变为 61 cm, 以保证基础施工质量。18 cm 水稳底基层可与路面主体水稳底基层一起施工, 减少施工工序, 提升施工质量。缝隙式集水沟原设计断面图见图 1, 变更后断面图见图 2。

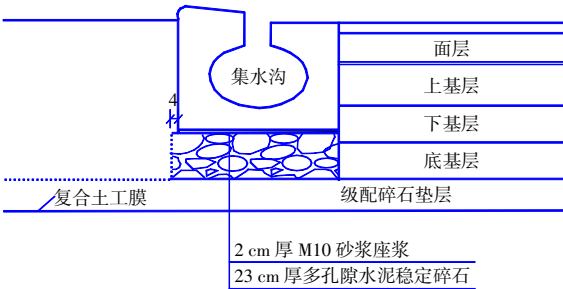


图 1 缝隙式集水沟原设计断面图

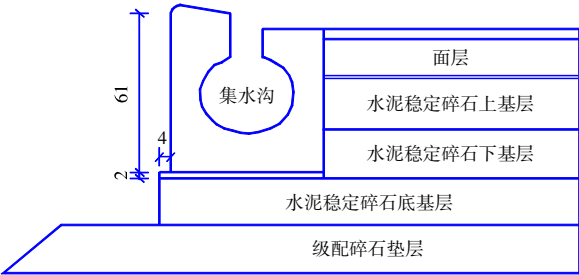


图 2 缝隙式集水沟变更后断面图 (cm)

2.2.1 施工工艺流程

缝隙式集水沟施工工艺流程为：下承层清理→钢筋安装→滑模浇筑→养护。

2.2.2 主要施工工序

1) 下承层清理

缝隙式集水沟施工前将工作面清扫干净，无泥土杂物，再洒水湿润，施工中做到清扫一段，湿润一段，施工一段，始终保证作业面干净湿润。针对已施工完成下基层位置，提前检查预留宽度保证满足滑模需求，如不满足及时进行处理。

对缝隙式集水沟进行测量放样，增设临时水准点，定出中线、边线的位置、高程，间隔 5 m 做好高程定位桩^[2]，弧线段可适当加密，定位桩在摊铺边线外 70~90 cm 左右位置。

缝隙式集水沟顶面高程由滑模机高程传感器控制，方向由方向传感器控制，传感器置于测放好的线样上。铺筑现场设专人检查，防止车辆、施工人员及其他机械碰撞定位桩。

2) 钢筋安装

缝隙式集水沟钢筋提前进行下料制作完成，运送至施工现场进行绑扎，钢筋安装要求箍筋与纵向筋连接处采用焊接，保证滑模过程中钢筋骨架牢固且不发生移动。

3) 滑模浇筑

① 混凝土拌和

严格按照配合比拌和，保证混凝土质量，重点控制坍落度，预估运至现场过程中坍落度损失量。滑模施工要求坍落度为 30~40 mm，出站坍落度控制在 40~60 mm 之间。根据施工时天气情况，适当调整坍落度值，以到达现场坍落度在 30~40 mm 之间为准。

② 混凝土运输

拌和完成后，立即用罐车将混凝土快速运至施工现场，优先选择交通便利、不易发生拥堵路线。若发生拥堵，耽误混凝土到场时间，到场后及时进行坍落度测定，根据现场实际情况，通过调配判定混凝土能否使用，严禁加水后使用。

为保证运输过程中坍落度损失量，对罐车进行保温覆盖，减少因日照造成罐内温度过高，坍落度损失增加。同时对罐车进行改装，去掉罐内混凝土出口装置，保证混凝土顺利放出。

为保证运输畅通，派专人在运输路线巡视，及时通报路线交通情况。运输途中严禁私自加水。

③ 混凝土浇筑

缝隙式集水沟混凝土浇筑与路缘石混凝土浇筑工序一致。滑模过程由于缝隙式集水沟开口宽度为 10 cm，内部为圆形且空心，滑模过程中混凝土未初凝，开口混凝土因无支撑，容易掉落，影响线形及结构尺寸。为解决该问题，使用长 8 cm 木模配合长 3 m 的木模(木模均为 2 cm 厚)进行内支撑，待混凝土初凝后，进行模板拆除，保障缝隙式集水沟的结构尺寸满足设计要求，使线形更加顺直。

滑模施工完成后，针对缝隙式集水沟表观进行人工修整，采用塑料薄膜蘸水后轻滑过缝隙式集水沟表面即可，处理完成后进行切缝处理，切缝要求每 10 m 设置 1 处，切缝深度为 4~5 cm，切缝要求顺直、均匀，不能漏切。

4) 养护

新摊铺缝隙式集水沟失水较快，成型后一般情况(15~30 ℃)下应在 10~12 h 内进行养护，除洒水养护外，采用塑料薄膜覆盖，减少水分蒸发，避免产生裂缝。待混凝土强度达到设计要求即可去除。施工现场图见图 3。



图 3 缝隙式集水沟滑模施工现场

3 施工质量

施工完毕的路缘石及缝隙式集水沟，无边角损坏现象，整体强度高，接缝少，色泽均匀，直线段顺直，曲线段顺滑，整体线形美观，实体质量及表观质量优良。

4 效益分析

1) 经济效益

路缘石及缝隙式集水沟施工由于从预制、安装改为采用滑模施工，无需大量人工搬运及较大预制、存储场地，滑模施工效率高。路缘石滑模每天 1 个班组 5 人可施工 800~1 200 m，较以前每天 1 个班组 5 人施工 200~400 m，是原来施工效

率的3~4倍;缝隙式集水沟滑模每天1个班组7人可施工600~800 m,较以前每天1个班组6人施工150~250 m,是原来施工效率的4~5倍;同时线形美观,表观质量好,并避免了预制、倒运、安装过程中的破损及浪费,达到了大幅降低成本的目的,有极大的经济效益。

2) 安全效益

减少了施工工序,避免了交叉施工、车辆运输、构件吊运安装等产生的安全隐患,实现了施工全周期内无等级事故发生,保证了现场安全文明施工。

3) 品牌效益

保障项目完美品质交付,提升企业和工程形象,为获得国家奖项和荣誉提供支撑,提升企业

品牌知名度。总结标准化实施流程,为类似项目提供参考。

5 结语

针对玉林—湛江高速公路工程(广西段)路缘石及缝隙式集水沟滑模施工的运用及产生的效益进行了研究,该滑模工艺的使用在保证路缘石及缝隙式集水沟线形美观、表观质量好的同时,满足了施工进度要求,减少了各项成本,有极大的经济效益,可为类似工程施工提供借鉴。

参考文献:

- [1] 崔然. 玉林至湛江高速公路(广西段)第 TJ-1 合同段施工组织设计[R]. 天津:中交第一航务工程局有限公司,2017.
- [2] 交通运输部公路局. 高速公路施工标准化技术指南[M]. 北京:人民交通出版社,2012.
- [3] JTG B01—2014,公路工程技术标准[S].