

土工格栅在市政道路路基拓宽工程中的应用

文 / 王 卓 西安高新区城市客厅开发建设有限责任公司

摘要：针对市政道路路基拓宽后时常出现的搭接位置沉降不均、路面不平等问题，提出采用土工格栅发挥抗剪等作用，约束搭接处路基侧向位移，有效抑制不均匀沉降产生。明确土工格栅作用机理，结合市政道路路基拓宽工程建设实例编制施工技术看案，从基底处理、格栅铺设、材料填筑等角度加强工程施工技术要点分析，确保新、旧路基稳固衔接，保证道路使用舒适度和行车安全，促进市政道路改扩建施工技术看案水平提升。

关键词：市政道路；路基拓宽工程；土工格栅

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.068

引言

在城市发展速度不断加快的背景下，原本部分市政道路宽度已经无法满足日益增长车辆通行要求，导致道路在高峰时段呈现车辆拥挤现象，不仅严重影响城市居民正常出行需求，也制约了地区发展，所以各地陆续开始建设路基拓宽工程，用于解决城市道路拥堵问题。在路基拓宽工程中，土工格栅作为特殊土工合成材料，能适应各种土壤环境，发挥材料抗拉强度大等优点，增强路基搭接位置承载力的咬合效果。因此应加强土工格栅技术应用分析，从而提升路基拓宽施工质量。

一、土工格栅在路基拓宽中的作用机理

土工格栅作为高分子复合材料，采用网状结构，具有较高抗拉强度和良好耐久性，在各种恶劣环境下使用都能长时间发挥加筋作用。土工格栅与土体间摩擦系数较高，在受力时的延伸率则较低，因此在新、旧路基搭接时能发挥以下作用：

(1) 将土工格栅嵌入路基搭接部位，能分散和传递拉应力，增强土体抗拉性能和路基横向连接能力，使新、旧路基结合成整体，减少路基因不均匀沉降产生的拉伸破坏。

(2) 依靠土工格栅和土体间的摩擦力能减少路基搭接位置产生的侧向位移，同时土工格栅内部网眼结构能阻止路基回填料发生水位位移，使路基土在网眼作用下形成嵌锁结构，从而增强土体稳固性和路基承载力^[1]。

(3) 利用土工格栅连接新、旧路基，构成“网兜”结构约束土体变形，防止搭接位置发生纵向开裂，可减少路面出现的错台、裂缝等缺陷。

(4) 使用土工格栅优化路基应力分布，将上部集中荷载均匀扩散至路基，防止应力集中在局部，减少路基单位面积内承受的剪切荷载，缓解路基受到的路面荷载破坏，有效延长路基使用寿命^[2]。

二、土工格栅在路基拓宽工程中的应用

(一) 工程概况

某市政道路全长 28km，设计车速为 60km/h。道路建设时间较早，随着车流量增加，交通拥堵问题日渐严峻，已经无法满足城市交通运营管理要求。为提升道路通行

能力，缓解交通拥堵，经综合论证，决定采用单侧加宽的方式对原道路进行拓宽。下图 1 所示，原道路路基宽度 10.0m，拓宽后至 17.0m，设计时速提升至 80km/h。地勘资料显示，原道路地基土主要为 8m 厚粉质黏土，工程性质一般。该道路长期处于超负荷状态，路基长时间受荷载作用，局部丧失足够承载，因此针对新、旧路基搭接位置提出了严格施工要求，需引入土工格栅处理新、旧路基搭接位置，确保搭接位置抗拉强度至少达到土工格栅设计抗拉强度，确保取得提升道路路基性能的效果。

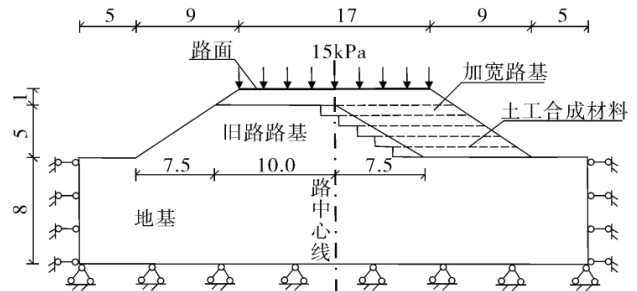


图 1 拓宽路基结构截面尺寸 (单位: m)

(二) 土工格栅施工方案

在路基拓宽工程施工阶段，使用优质黏土作为填筑材料进行新路基施工，原本地面经过冲击碾压预处理，从而增强地基稳定性。路基采用分层填筑工艺，各层填筑后压实，减小因新、旧路基固结程度和填料强度差异引发的不均匀沉降。为防止路基搭接位置产生纵向裂缝，使用开挖台阶方式和铺设土工格栅方式施工，从基底开始每填筑 60m 高度设置一级台阶，共设置五层台阶，各级台阶开挖宽度达到 1m，最下面一层台阶开挖深度达到 1.5m，设置 3% 反向坡度增强台阶稳定性和抗滑移性能。为确保土工格栅深入旧路基 1.5m 深位置，在各层台阶顶面以下 0.2m 的位置铺设一层土工格栅，将铺设的土工格栅相互连接成一个整体，确认土工格栅搭接宽度至少 200mm，增强路基整体刚度和稳定性。工程严格按照《公路土工合成材料应用技术规范》(JTG/T D32-2012) 规定施工，选用的土工格栅性能标准如表 1 所示。选用塑料双向土工格栅，能在低应变条件下获得较高抗拉模量，依靠纵横肋条增强土体嵌固作用。

表 1 路基拓宽工程土工格栅选用参数表

技术指标	性能参数	技术指标	性能参数
单位面积质量 (g/m ²)	≥ 500	内孔尺寸 (mm)	20 ≤ A ≤ 50, 20 ≤ B ≤ 50
宽幅 (m)	3 ~ 6	炭黑含量分别	炭黑含量 ≥ 2%, 灰分 ≤ 1%, 炭黑分散表现观等级至少为 B 级
纵横向抗拉强度 (kN/m)	≥ 50	纵横向 2% 伸长率时的拉伸强度 (kN/m)	≥ 17.5
纵横向标称伸长率 (%)	≤ 15/13	纵横向 5% 伸长率时的拉伸强度 (kN/m)	≥ 35

(三) 土工格栅施工技术要点

1. 基底处理

在路基施工阶段,先在填方的坡脚位置使用全站仪测量放样,将路基外侧加宽 30cm,满足后期边坡修正需求。使用挖土机对施工区域表层土壤进行清理,可以进行台阶开挖施工。考虑局部地基为不良土层,在软土厚度小于 3m 条件下采用地表换填土层,换填厚度至少 3m。采用石渣回填路基,为保证路基承载足够,确认填料中粒径达到 5mm 以上的占据 75% 以上,材料压碎值达到 20MPa。分层逐阶填筑时,各层利用 12t 冲击压路机压实,按照先静后振顺序施工,碾压速度控制在 10 ~ 12km/h 之间,错轮不重叠归集覆盖整个碾压面,确保各层土体压实度达到 93% 以上的要求。针对路基边坡,将旧路缘石、路肩和挡土墙等结构拆除,开挖临时排水沟。从旧道路坡面底开始向上挖台阶,按照不同填筑高度调节台阶厚度,确保衔接位置施工质量。将旧路基坡面 30cm 以内和外侧路肩 50cm 以内路基土换填为石渣后压实。考虑施工区域存在浅层裂隙水,为避免基底发生分化,设置暗沟系统将水排至路基外,确认排水出口高度超过道路外侧排水沟。

2. 土工格栅铺设

在土工格栅铺设阶段,从材料进场开始加强质量检测,针对同一批次的材料,每次抽取至少三组样本进行检测,确认合格后才能投入使用。按照设计长度对土工格栅下料阶段,将每卷格栅长度当做是基准单位,应预留 3m 余量。在正式开始铺设土工格栅前,现场检测确认路基下承层平整度不超 15mm,将各段落格栅铺好后检查确认质量合格才能进行下一段铺设,应保证相互接触格栅搭接长度达到 200mm,使用铁丝材料绑扎牢固。在土工格栅铺设施工期间,应把握工艺技术要点,保证材料主要受力方向垂直于道路中心线,维持张紧状态,从而提升路堤稳定性和承载力。通过加强土工格栅位置、间距控制,并沿着轴线做好接头处理,能确保结构应力分布均匀。在土工格栅施工期间,做好内外部排水,防止护脚受到雨水冲刷。在土体中埋设排水和滤水设施,并布置土工布和透水管,按照疏导为主的方式排水,避免

施工区域发生堵塞,保证土工格栅铺设质量合格。

土工格栅铺设坡度应达到与路面平行标准,各搭接位置穿入铁丝绑扎牢固,搭接宽度符合规范。采用 U 形钉锚固土工格栅,按正向布置,确认锚固深度不小于 20cm。土工格栅铺设应做到连续施工,将材料拉直平顺,保证紧贴下承层,避免出现卷边、扭曲等不良。每铺设 10m 土工格栅,安排人员进行一次调直,期间避免出现过度拉伸问题,防止材料发生撕裂破坏,出现抗拉强度等性能下降问题。在横向铺设土工格栅时,尽量做到一次性铺设,减少搭接接缝产生。纵向铺设过程中,相邻格栅搭接长度至少达到 20cm,间隔 150 ~ 200cm 设置一处 U 形钉,并使用撕裂带绑扎牢固。为增强土工格栅和土体间的黏结程,避免路堤受外力作用发生滑移等问题,使用扎带绑扎路堤位置土工格栅,并在土工格栅回折后与上一层直接连接,横向连接长达到 1.5m。按照设计图纸,应确保土工格栅铺设方向和挡土墙相互垂直,材料叠合长度达到 10cm 以上,并将叠合部位绑扎牢固。格栅铺设完成后,按照 200m/4 处频率检查表面平整度,并按照总数确认横、纵方向搭接宽度检查频率,确认结果在 30 ~ 60cm 之间。

3. 填料施工

土工格栅铺设 48h 内禁止车辆通行,并完成填料施工,期间随时检查土工格栅质量,发现结构遭到破坏立即修复处理,保证路基结构施工质量。工程选用砂砾碎石施工,尺寸在 30 ~ 70mm 之间,其中 30% 碎石粒径在 50 ~ 70mm,砂砾直径不超压实厚度的 75%。在工程现场施工活动中,同步开展土工格栅和填料回填作业,先在道路两端摊铺填料用于固定格栅,然后向中部持续推进。将填料运输至工程施工现场,应卸载至制定位置,禁止直接铺设至土工格栅上,防止原有结构遭到破坏。在靠近挡土墙位置应设置堤墙,使用沙袋堆砌至 65cm 高度,防止填料施工期间发生土体滑落情况,为后续翻卷格栅提供便利。填料卸料位置应始终与挡土墙保持至少 1.5m 距离,采用机械摊铺和人工辅助方式作业,确保填料摊铺厚度均匀,保证路基表面平整。在土工格栅首层填土时,使用轻型推土机作业,做到两侧均匀对称填土,保证土

工格栅结构的完整性。按照从两侧到中间顺序进行填料碾压, 确保机械设备沿着轴线方向行驶, 禁止压路机直接接触土工格栅, 避免材料发生错位情况。在土工格栅和道路自然坡面相交时, 能够达到铺设要求, 适时开挖地面线, 确保土工格栅与地面紧密贴合。

在首层填料厚度达标后, 检查确认碾压压实度较高, 可以完成土工格栅翻卷处理, 将回包长度控制在1~1.5m之间, 再上一层格栅上绑扎、锚固和修正。按照相同方法铺设各层土工格栅, 完成全部格栅铺设后, 对填料进行碾压处理。路基虚铺层厚控制在24cm, 确认距离土工格栅8cm内填料粒径大小不超6cm, 避免碾压过程中引发材料加压破坏问题。填料摊铺应确保厚度一致, 确保结构表面平整, 不存在高低不平问题。在填料碾压过程中, 使用25t振动压路机使用, 先静压2~3遍, 使材料达到初步密实状态, 避免振幅过大引起土工格栅错位问题。静压结束后, 使压路机轻振2遍, 最后静压2遍收面。按照先慢后快等原则施工, 碾压速度控制在2~4km/h之间。在路基填筑过程中, 严格控制填料含水量, 确认碾压含水量在±2%之间。针对靠近挡土墙等特殊部位的位置, 应在距离结构1.5m位置停止机械碾压作用, 按照先轻后重原则进行人工振动夯实碾压, 在首次碾压结束后检查确认不存在土工格栅错位情况, 并逐渐增加碾压力度, 直至填料压实度达标。人员按照设计要求从外向内夯实作业, 沿着挡土墙框架将填料表面整平并夯实。填料施工结束后, 使用灌砂法现场检测结构压实度, 在800 m²范围内随机设置3个测点, 检测确认压实度达到95%以上, 不合格需查找原因并处理。工程现场抽查多

处新、旧路基搭接位置, 确定压实度最低值达到96%, 最高值达到98%, 符合城镇道路施工规定。

4. 特殊部位处理

(1) 桥头台背位置, 使用单向土工格栅铺设, 确认材料抗拉强度达到80kN/m, 屈服伸长率不超10%, 并在台背墙面利用角钢固定土工格栅, 防止出现不均匀沉降。

(2) 特殊地基施工区域, 直接在30cm砂砾垫层底部铺设土工格栅, 沿着横向位置铺设至首层台阶底部, 确保路面有效融为一体, 防止出现路面不平等缺陷。

(3) 陡坡路堤施工, 将回填坡度设置为1:5, 采用土工格栅进行双向增铺, 确认横、纵方向抗拉强度至少达到40kN/m。在铺设格栅过程中, 挖方路基位置纵向锚固深度至少达到5m, 台阶中横向锚固深度至少为2m。

(4) 坡脚位置铺设土工格栅, 需增设一道宽1m的反滤土工布, 将多余土工布叠好, 避免材料受损。碎石垫层施工结束后, 将土工布反折至垫层表面, 确认与土工布紧密贴合, 不存在空包、破损等不良, 可以在表面覆盖路基填料。

三、施工效果检查

按照路基拓宽工程建设要求, 新路基完工一年内的最大累积沉降不超80mm, 与旧路基差异沉降不超25mm, 且新、旧路基搭接位置禁止出现纵向裂缝, 确保道路整体结构稳定性, 为车辆安全行驶提供保障。按照《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60-2008)规范对施工道路进行观测, 在新、旧路基搭接位置选取5个观测点, 在工程交工后不同时段进行观测, 结果如表2所示。

表2 路基拓宽工程搭接位置路基沉降观测结果 (mm)

编号	沉降累计值 (3月)	沉降差异值 (3月)	沉降累计值 (6月)	沉降差异值 (6月)	沉降累计值 (12月)	沉降差异值 (12月)
1#	5.6	3.3	18.8	5.6	38.5	16.8
2#	6.9	3.6	26.8	8.9	53.2	21.6
3#	4.3	3.0	13.4	4.9	32.7	8.9
4#	3.8	2.8	11.6	4.6	29.5	7.5
5#	3.6	3.8	14.9	10.2	40.1	23.7

由表2可知新、旧路基的差异沉降值最大为23.7mm, 新路基累积沉降值最大为53.2mm, 因此路基沉降值符合规定, 说明采用土工格栅能有效控制新、旧路基搭接位置沉降值, 最终使路基施工质量满足工程建设要求。

结语

在路基拓宽工程建设期间, 新路基沉降速度较快, 与旧路基存在明显差异, 严重影响市政道路结构性能。采用土工格栅技术实现路基搭接位置加筋处理, 能依靠材料和土体摩擦效应增强路基整体稳定性和承载力, 防止不均匀沉降产生。在工程施工实践中, 采用台阶开挖和土工格栅铺设方式实现新、旧路基搭接区域加固, 应

做到规范开展基底施工、格栅施工等作业活动, 确保利用土工格栅增强土体结构稳固性, 使扩建道路正常发挥路用功能。

参考文献

[1] 罗伟宾. 拓宽路基土工格栅加筋处治优化设计[J]. 工程技术研究, 2024, 9(19): 195-197.
 [2] 张琴, 张庭. 公路改扩建中新旧路基搭接中土工格栅的应用[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(08): 122-124.

作者简介: 王卓(1992.11-), 男, 汉, 黑龙江鹤岗人, 大学本科, 工程师, 工作年限: 10年, 研究方向: 市政工程。