

# 高速公路加宽工程路基拼宽病害成因及处治方式

王标

安徽开源路桥有限责任公司

**摘要:**随着高速公路通行能力的需求不断扩增,我国早期建设的高速公路通行服务能力难以满足实际需求。我国自广佛高速公路开启改扩建进程,逐步积累了一定的设计、施工经验。但是改扩建工程比较繁琐,现场变化大,因此改扩建设计前应对既有高速公路的基本情况充分了解,为改扩建项目提供工程实效数据。当前,已完成改扩建且运营中的高速公路路基出现了一些典型病害,主要包括新加宽路基失稳、纵向拼宽裂缝,存在此类病害的部分路段对高速公路的正常运营造成了困扰。为了尽可能地避免质量通病的出现或尽量降低通病出现的概率,应重点对典型病害出现的原因、破坏机理以及施工中前期处治方法进行总结分析,对于提高高速公路改扩建质量、保障高速公路通行安全、节约运营成本具有重要意义。

**关键词:**高速公路;路基拼宽;病害

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.06.042

## 一、高速公路加宽工程路基拼宽特点

加宽工程路基拼宽部分的主要特点是新旧路基部分沉降差存在极大的差异,包括纵向搭接以及与构造物的横向搭接。拼宽路基的这一特点也是工程设计和施工过程中最难以进行质量监督的部分,是工程设计、施工中的难点与重点问题。

## 二、高速公路加宽工程路基拼宽典型病害

### (一) 拼宽裂缝

拼宽裂缝主要包括纵向搭接以及与构造物的横向搭接,是改扩建工程中最普遍的病害,以开裂的形式表现在路面结构层。对于纵向裂缝主要是由于新旧路基的不均匀沉降造成搭接处的应力集中,加之土体的横向位移,逐渐开裂反映到路面上,产生错台。对于横向开裂主要发生在新路基与新拼宽桥台等构造物的搭接处,主要是由于刚性与柔性结合面的应力突变不一致、下沉速率不一致造成的。

### (二) 新路基失稳

新路基失稳病害主要发生在软土、陡坡和高填方路段。主要表现形式有两种,一种是新旧路基拼接处的错位,一种是拼宽部分整体性的坍塌。对于第一种易造成路面水的浸入,加速土体强度的下降,是整体坍塌的潜在因素。第二种坍塌会对旧路基产生一定的冲击力,造成路基的整体稳定性不足,是整体路基垮塌的潜在因素。同时,原路基下的地质水文、沉降与固结状态也是影响路基失稳的主要因素之一。

## 三、病害形成的原因

高速公路加宽工程路基病害的发生主要集中在三个位置,即既有路基部分、加宽路基部分以及新旧结合带。三个位置的建设条件、设计方法和施工条件与特点不尽相同,但使用过程中确息息相关,密切相连。

### (一) 既有路基因素

1. 在路基拼宽设计时,重要的参考指标是既有道路

的弯沉值,因此要保证拼宽后道路路基的整体稳定性,原有路基的结构强度是重要的先期因素。

2. 既有路基的既有病害是影响路基稳定性的重要因素,如沉陷、脱空等病害必须在路基拼宽前进行处治。

3. 既有路基本身处于不良地质路段也未经处治,虽未发生滑塌、沉陷等病害,但存在发生路基失稳的可能性,对于这一类路基应查明地质资料,论证是否需要进行前期处治,避免后期失稳情况发生。

### (二) 加宽路基因素

1. 加宽路基的设计强度与既有路基在同一层位的强度不一致,是发生路基不均匀沉降的最根本原因。然而,同一层位不同建设时间的路基强度难以达成一致,在无法达到一致的情况下,应尽可能实现强度的差异率降低。因此,在设计中应逐层设计,按不同层位制定弯沉值、新旧路基设计标准相互复核,尽量做到同一层位、新旧路基的协调统一。

2. 填料的选择和压实设备的使用是路基压实度的重要影响因素。在设计要求和施工中,应严格控制填料的选择,在填料质量难以保证的情况下,应通过物理或化学方法对土体质量进行改善。压实设备的选择与压实方法的确定对压实度有重要影响,但由于气候条件、填料特性等不同,对压实设备和压实方法的要求不尽相同,因此在施工中,应根据实际情况,经过论证选择适当的压实设备和压实方法,不可一概而论。

### (三) 新旧结合带因素

1. 根据我国的拼宽实例效果来看,拼宽位置多为紧急停车带位置,具体位置要求不尽相同。但无论位于紧急停车带何处,紧急停车带的强度都尤为重要,这对于路基路面的质量影响较大。同时,具体开挖位置的选择也是拼宽路基是否会发生滑塌、倾斜的重要指标,这一因素的确定主要根据地质条件、拼宽宽度以及高度、填料质量等指标进行强度结构验算确定。

2. 开挖位置选择后,在施工中,搭接起始位置是工程项目的最薄弱点、病害聚集点,同时压路机也难以实现最大限度的压实,当发生病害时该位置也是破损的最薄弱点。因此在施工中,应严格要求,加强该位置的压实,必要时辅以小型机具、人工反复的方式。

## 四、加宽路基病害预处治方式

减少发生路基不均匀沉降、加强防侧滑措施等是降低路基产生开裂、路基失稳等病害发生的重要举措。设计应加强科学论证,施工中提高过程管控。

### (一) 加强不良路基处治

不良路基发生沉降是路基沉降病害中最为常见的,特别是软土路段。扩建过程中,必须对新拼宽路段的软土路基进行处治,包括杂物等不可就地掩埋,同时应通过换填、压桩等方式对软土路基段进行前期沉降。

### (二) 严控填料质量与压实度

填料的好坏直接决定路基填筑质量,选择泡沫轻质土、粉煤灰等材料填筑路基高、承载力差的路段,对于

一般路段选择结合料改良土体、碎石土等材料。

除材料选择外，压实设备和压实方法的选择也是影响压实度的一个重要因素。压实设备和压实方法的选择应根据气候特点、填料特性等合理选择。对于开挖面等薄弱点，应加强压实质量控制，同时尽量减少短路基的设置，避免无法压实情况的出现。

### (三) 加强路基防滑措施

对于特殊路段，既有路基发生沉降、侧滑等病害，但由于位置特殊、工程造价等原因无法全部拆除重建，拼宽后新建部分的地基容许承载力与实际不符，直接造成路基发生沉降、侧滑等病害的发生。为了避免这一类病害的发生，设计中应加强侧立面的约束设置，如设置挡土墙等设施。

### (四) 强化结合处处理

新旧路基搭接处是工程项目的薄弱点，除了对开挖台阶加强质量控制外，还应对结合面的自然开裂进行处治。当前，最普遍、有效的方式是采用土工合成材料铺装在新旧路基搭接位置，可以减少新旧路基不均匀沉降和侧向位移造成拼接位置开裂。

## 五、路基拼宽施工工艺及方法

### (一) 路基拼宽施工工艺流程（见图1）

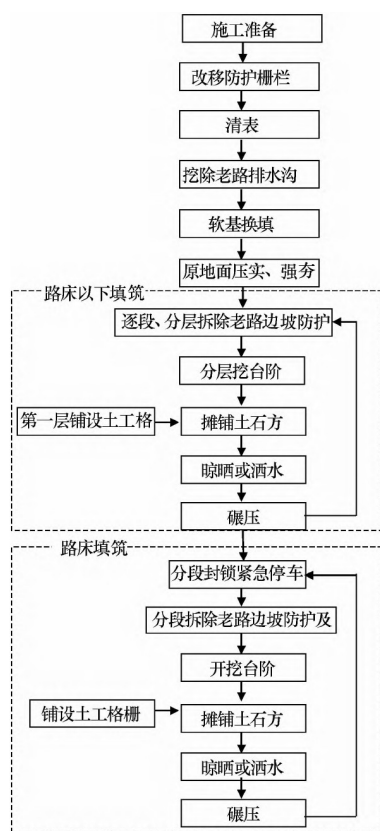


图1 路基拼宽施工工艺流程图

### (二) 地下地上管线排查、迁改

路基拼宽施工前，施工人员应先进行全面有效的排查，排查内容为施工影响范围内的管线、杆线以及建筑物。首先，施工人员根据相关单位及当地村民提供的资料进行沿线排查，并及时进行标记和记录；其次，在最短时间内完成迁改协议的签订，并完成迁改；最后，委托物探单位对不确定的地下管线进行探测。

### (三) 老路基现状调查

路基拼宽施工前，施工人员还应对原老路的路肩、坡脚的位置、坡脚的标高以及边坡的坡度进行全面复测。当复测结果与设计要求相差较大时，具体的设计处理意见应交由设计院处理。同时，施工人员还应仔细调查老路的现状，对路基滑动、沉陷以及坍塌等失稳现象进行及时准确的排查，一旦发现有失稳的情况，则应立即上报，由设计单位和建设单位共同研究，确保能够及时得到处理方案并开工处理。

### (四) 老边沟处理

对老边沟进行处理的过程中，施工人员应首先对标段内全线边沟的原貌进行复测，随后上报给测量监理工程师进行验收和确认，确认完成后方可进行老路边沟浆砌片石结构的拆除。拆除以挖掘机机械开挖的方式为主。拆除完成后，施工人员利用自卸车对圪工片石进行倒运，并进行统一加工，使之成为拼接段台阶处的填料。水沟挖除换填工艺流程见图2。

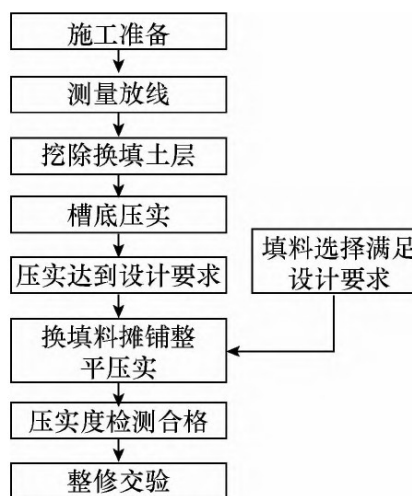


图2 水沟挖除换填工艺流程图

### (五) 清表及地基处理

边沟圪工防护拆除完成后，施工人员还应将其填平压实。现场核定应严格按照设计文件的要求进行，确保现场无坑穴、局部松软等不良地质。当路堤处于松土地段，且松土的厚度不足30cm时，施工人员应采用16t压路机将其压实，当松土的厚度超过30cm时，施工人员则应翻挖松土，并将其晾晒，随后再分层回填。当坑洞内存在杂物、积水以及软弱土时，施工人员应先将其清理干净，随后再分层填土。分层时，每层的厚度应大于10cm，且小于20cm。

### (六) 铺设土工格室

#### 1. 土工格室布设

土工格室的铺设应在原地面处理完成后进行。铺设由台阶面向外铺，长边与路线方向垂直。U型钉以Φ10mm光圆钢筋为制作材料，顶端磨尖，长度约为格室高度的2倍。铺设过程中，施工人员利用U型钉将土工格室的一端固定在台阶内侧，同时保证U型钉露出部分的高度小于或等于格室高度。单行锚固，且锚固的距离小于或等于1m。随后沿横坡进行铺设，到坡脚处为止。铺设时注意拉直平顺，与路基面紧贴。格室向各个方向均匀张开，避免产生松弛感，并利用U型钉进行固定。相邻两

个土工格室的连接应通过专用连接件进行。

2. 填土

填土前，施工人员对格室进行检查，确保格室无破损。一旦发现破损，应立即进行处理。填土应在土工格室铺设完成后的48h内进行。填土过程中，施工人员利用挖掘机或装载机进行操作，使土均匀地填满整个格室。需要注意的是，施工人员应尽量避免机械和车辆对格室的碾压。

3. 整平碾压

当填筑厚度与设计厚度相符时，施工人员利用压路机对其进行整平碾压。碾压按静压、弱振动碾压和标准振动碾压的顺序进行，其中前两种碾压应重复2~3次。碾压至密实后，静压收面，并将轮迹消除。

(七) 碎石垫层

在部分路段，清表碾压完成后还需进行碎石垫层的铺设，铺设厚度约为30 cm，并且不需要进行分层。

填筑前，施工人员对路基的边线和中线进行侧放，并打上木桩，撒上石灰线。为了更好地对填筑厚度进行控制，施工人员还应将厚度控制线画在中桩和边桩上。施工人员根据运输车辆的容积对每车碎石的摊铺面积进行计算，并以此为依据在路基上画出格子，每个格子配备一车碎石。

当没有铺设工格栅或土工布时，运输车辆可以直接上路卸料，推土机紧跟其后进行摊铺。当铺设工格栅或土工布时，无论是运输车辆还是其他车辆都不能直接上路，而应从一端向另一端慢慢卸料，卸料的同时进行摊铺。摊铺过程中，施工人员应及时对摊铺的厚度进行检查，避免出现摊铺不均匀的现象。

(八) 路床以下土石方填筑、压实

对新旧路基的搭接处进行处理是整个拼宽路基施工的关键，以下是详细的搭接处理工艺。

施工前，施工人员在老路基的土路肩上每隔20 m设置一个沉降位移观测点，测量好原始坐标。上述操作完成后，施工人员方可对老路边坡进行拆除和开挖。施工过程中，施工人员不仅要定时观测老路基的沉降位移情况，而且要每天巡视老路路面以及边坡的稳定情况。

当路基在路床以下时，台阶的开挖应自下而上进行，除第一级台阶的宽度和高度分别为2m和1.33m以外，其余台阶的宽度和高度均为1m和0.67m。开挖拼接至路床底面的台阶高度和宽度均由路基填高决定。

(九) 路床填筑

拼宽路路床以下施工完成后，施工人员应组织进行验收，验收合格后方可进行路床施工。路床施工前，施工人员应做好老路的安全防护工作，既要老路的防护栏杆移到应急车道上，又要在适当位置设置道路交通警示和防护设施。

上述操作完成后，逐级拆除边坡防护、清表、挖台阶。施工共分为三层，分别是上路床、中路床和下路床三层。其中，前两层以水泥土填筑为主，最后一层以合格填料填筑为主。

六、质量控制措施

(一) 加强路表排水防治

1. 增设纵向盲沟。为了保证下渗水的顺利排出，施工人员既要在路槽顶新旧路基结合处增设纵向盲沟，又要在拼宽部位增设横向盲沟。

2. 增设沥青下封层。沥青下封层的增设既能封闭基层，起到阻止路面渗水下渗的效果，又能有利于下渗水的排出。

3. 合理设置横坡。当路面为反坡时，拼宽路基的沉降会随着时间的推移而不断增加。此时的原路基已基本稳定，不会再发生沉降。这样一来，随着沉降的不断增长，拼宽段的横坡反而会不断减小，甚至出现平坡或倒坡的现象。

(二) 加强监控量测

拼宽路基填筑完成后，施工人员在路槽的顶部设置沉降观测点和位移观测点，从而对沉降和位移情况进行监控。当出现明显的位移或沉降时，施工人员应及时进行补救，以免造成更大的损失。如果在运行过程中发现位移或沉降，就应及时采取有效的补救措施进行补救，从而控制病害的发展，减小可能造成的损失。

(三) 瑞雷波仪的应用

科学技术的发展推动着检测仪器的更新换代。不断革新的检测仪器在一定程度上提高了拼宽路基填筑的施工质量，也提高了对病害的检测效率，从而为病害的防治提供了有力保障。其中，瑞雷波仪的效果十分显著。由于瑞雷波仪在不同介质中传播时具有屏散特征，且传播速度受介质性质的影响，因此，瑞雷波仪可用来检测路基建筑的数量和原路基的病害情况。

七、结论

(一) 结合高速公路加宽工程路基拼宽的特点，对拼宽裂缝、新路基失稳等典型病害进行总结，分析了这两类病害产生的原因。

(二) 总结了高速公路拼宽路基病害形成的原因，主要包括三个方面，即既有路基因素、加宽路基因素以及新旧结合带因素。尽管三个部位在建设条件、设计方法和施工条件与特点上不尽相同，但使用过程中息息相关、密切相连。

(三) 针对拼宽路基病害形成的原因，提出了加宽路基的预处理方式，包括加强不良路基处治、严控填料质量与压实度、加强路基防滑措施与强化结合处处理等。

参考文献

[1] 况庆庆, 王清林. 改扩建新旧路基拼宽差异性沉降控制技术[J]. 公路, 2021(1): 358-361.  
 [2] 金辰, 李力. 双侧拼宽公路变形特性及其改善措施研究[J]. 交通世界, 2020(34): 60-61.  
 [3] 路炜. 高速公路扩建工程差异沉降控制技术[J]. 交通世界, 2020(25): 76-77.  
 [4] 姜在田, 方磊. 高速公路软土地基拼宽方案及沉降分析研究[J]. 交通科技, 2020(1): 58-62.  
 [5] 罗良繁. 软土路基填筑及地基处理设计研究[D]. 西安: 长安大学, 2019.  
 [6] 周文卿. 高速公路改扩建工程地基处理关键技术[J]. 交通世界, 2018(22): 86-87.  
 [7] 嵇小海, 陆崑栋, 崔牧. 拼宽道路与新建道路在工程施工中的差异及注意事项探讨[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2015(5): 104-106.  
 [8] 吴健, 吴智勇, 江兴旺, 等. 公路改扩建设计思路一路基、路面及排水[J]. 中外公路, 2014(2): 22-26.