

# 连霍高速公路旧路加宽改建施工技术方案

彭旺喜

(中国铁建十一局集团第一工程有限公司 湖北襄阳 441104)

**摘要** 在高速公路加宽改建工程施工中有很多难点,首先在新旧路基的搭接处为避免出现不均匀沉降、开裂及滑移,路基必须采用较好的填料进行填筑,并对加宽路基进行地基处理。在路基处理及软基处理上采用了较多新技术,防止或减缓该部位出现不均匀沉降、开裂及滑移等病害;其次,新旧桥梁拼接工程中采取上联下不联的施工技术方案,并对新旧桥梁拼接施工进行详细的说明。

**关键词** 高速公路改建 旧路加宽 不均匀沉降 施工技术方案

中图分类号 U415 文献标识码 A 文章编号 1009-4539(2012)增1-0167-05

## 1 引言

连霍高速公路自东向西贯穿河南省,在省会郑州市东北部与京珠国道主干线相交,是河南省高速公路网的主骨架,是国家高速公路网规划及河南省公路网主骨架的组成部分,同时又是郑州市绕城高速公路的组成部分,在路网中的地位非常突出,在河南省及整个中原地区的公路运输网中占据重要地位。根据本项目在路网中的功能及作用和远景交通量,进行加宽改建势在必行。

## 2 工程概况

本项目东起连霍高速公路与京珠国道主干线交叉的刘江枢纽立交西侧 K71+000 处,西至连霍线与西南绕城高速公路交叉的枢纽互通式立交西侧 K124+650 处,全长 37.62 km(其 K83+970.348 = K100+000 断链长 16 029.62 m)。将结合沿线地形、地物等情况,按照双侧整体加宽方案进行建设。将现为路基宽度 26 m,双向四车道高速公路,加宽为路基宽度 42 m,双向八车道高速公路。

## 3 主要工程地质问题

按本区地层岩性及地貌特征,工程可能涉及的主要工程地质问题是新老路基及结构物因新工程施工后沉降造成的不均匀沉降过大;大跨径涵洞、通

道地基土容许承载力不能满足设计要求,需要做垫层处理或部分作复合地基处理;砂层以上黏性土工程性质较差,变形量大,加宽部分路基的软基处理建议采用挤密碎石桩处理。

桥梁桩基方面,钻孔深度内地基土地层的时代均属第四系全新统地层,其工程性质较差,桩基的侧摩阻力低,单桩承载力较低,桩长较长。台后高填方路堤需要作碎石桩复合地基过渡段处理,以减小变形量和改善台后跳车病害,但处理长度不宜过长,碎石桩复合地基处理段之后可改为碎石垫层加土工格栅处理。

对工程可能存在的不良地质及特殊岩性土情况主要为地震液化和软土。根据此次调查结果表明,路区上部地层存在局部液化土层。在上部地层深度 5~15 m 内,为软塑或流塑状的灰黄色、黄色亚砂土、亚黏土,天然含水量及孔隙比较大,固结较差,为软弱土层,是新老路基产生不均匀沉降的主要因素。

## 4 软基处理施工方案

### 4.1 软基处理的目的

鉴于老路基经过近十年的运营,路基沉降已基本完成,因此地基处理的目的是尽量减少新加宽路基的沉降量,缩小新老路基差异沉降量,进而减小新老路面出现纵向开裂及滑移。

### 4.2 软基处理方法及范围

根据地勘资料,结合路基高度和大型结构物的

收稿日期:2012-03-21

设置情况,按照设计新老路基搭接沉降差异控制标准,确定地基处理范围和方法。依照设计图纸的要求,为防止施工期间路基填土对老路基的附加影响,老路基边坡距路基外边缘2.4 m处打设单排预应力管桩。桥头段及高填方路段加宽地基底部及原路基边坡均打设预应力管桩。地基顶面设30 cm碎石垫层,垫层中间设单层钢塑土工格栅,提高碎石垫层刚度,协调桩土变形。

#### 4.2.1 碎石垫层法

原路基两侧水稻田、鱼塘及积水路段分布广泛,采用该法不但可以解决填前碾压的问题,而且在上部堆载的作用下可以加快浅层地下水的排出,从而加快浅层地基的排水固结。碎石垫层厚度为40 cm,为防止松散性碎石在上覆荷载的作用下产生横向位移和竖向沉陷,垫层下设单层钢塑土工格栅,从而间接提高碎石垫层的抗剪能力,提高地基的整体稳定性;碎石顶面设反滤土工布,防止细粒土堵塞碎石排水孔隙,影响排水效果。

原则上完工后的碎石垫层顶面不得低于周围原地面,保证排水畅通。

若地基较为软弱,也可采用土工格室取代钢塑格栅,以提高地基的均匀性。沿线防护和排水沟砌筑多采用浆砌片石,从废料利用的原则考虑,沿线挖出的片石除回填部分坑塘外,均可用做地基浅层处理,以节省碎石数量,降低造价。片石应用时,应尽量放在路基外侧,并根据地下水位情况确定是否实施冲击碾压。

#### 4.2.2 碎石桩法

碎石桩是采用振动成桩法先用桩管振动成孔,填入足够数量的碎石,振动密实形成桩体。设置碎石桩的目的是通过振动、挤密的成桩过程,将原地基土振动密实,并通过碎石桩形成的竖向排水通道,防止或消散附加荷载所造成的超孔隙水压力的增大,从而达到加快地基排水固结,增强地基强度的目的。

碎石桩桩径为0.5 m,桩间距1 m,主要用于涵洞、通道处。

##### (1) 碎石桩施工程序和方法

###### ①每孔点碎石桩施工程序

吊机进场→振孔器就位→振动挤土成孔→提

起振孔器倒入碎石→振捣→再提振孔器和倒入碎石→再振捣→制桩至孔口→移位至下一点。

②在砂性土地基中,施工程序应从外围或两侧向中间进行;在软塑黏性土地基中,碎石桩宜从中间向外围逐行或隔行施打。

③碎石桩填料采用逐步拔管成桩法。

##### (2) 碎石桩施工注意事项

①振动头工作频率:一般按24.5 Hz控制;稳定电压一般为 $380\text{ V} \pm 20\text{ V}$ ;振孔器密实电流一般按80 A左右(根据现场制桩试验定),严禁在超过密实电流的情况下作业。

②激振力一般采用100~150 kN;倒入砂石高度一般为1.0~1.5 m;振孔器留振时间一般为10~20 s;拔管速度以1.5~3.0 m/min为宜。

③加固碎石桩密度的方式,多采用边拔管边振动、留振和反插相结合的方法。地面下1~2 m由于侧向约束薄弱,不利于成桩,至此深度时应采取超载投料法,再通过振挤以提高粒料的密实度。当检验碎石桩发现有上下不连续,单位深度粒料不足,平面位置和垂直度不符合要求以及有断桩、缩颈、沉桩等质量问题时,应采取补救措施,必要时就近复打,以保证地基处理质量。

以上施工注意事项及所采用的参数均需通过试桩进一步确定。

##### (3) 加固效果检验

碎石桩施工完毕后,最终应进行复合地基加固效果的检查,检查内容包括标准贯入、重型击实Ⅱ、轻便触探和载荷试验,检测的数量不少于桩孔总数的2%,并不少于3处(每个工点)。

#### 4.2.3 预应力管桩

本合同段预应力管桩采用直径40 cm的PTC桩,壁厚6 cm,采用静压法施工,压桩时,桩顶标高应低于地面25 cm,便于施工桩帽,完工后施工碎石垫层敷设钢塑格栅,形成复合地基。

##### (1) 准备工作

①PTC施工必须配备性能可靠、符合标准、种类齐全的施工机械和设备,在施工前做好机械设备的保养、试机工作,确保在施工期间正常作业。

②施工前根据地质资料和设计文件,了解现场的地质情况,水文情况、土层地质情况,根据设计文

件和施工组织计划的要求,确定合理的施工顺序。

### (2) PTC 桩施工工艺流程

原地面整平夯实→桩位放样→静压机就位→经纬仪调整垂直度→静压第一节桩→起吊第二节桩→电焊接桩→检查焊接质量和垂直度→静压第二节桩→重复前面的压桩工艺至要求的位置→检查整体质量→开挖桩帽土体,形成土模→放置钢筋网片、浇筑砼、养护→填筑碎石垫层、整平压实→敷设钢塑格栅→铺筑碎石垫层、整平压实→报验。

### (3) 施工注意事项

①施工时按照“长桩在下,短桩在上”的顺序进行施工。每个工厂每批次的 PTC 桩进场之前,进行随机抽样检验,并附检验单,报监理工程师批准后方可进场。

②施工中应注意起吊方式,并在吊装过程中轻吊轻放,严禁采用拖吊。

③第一根桩入土 30~50 cm 后检验和校正垂直度,垂直度控制在 0.5% 以内,开动压桩位置,记录压桩时间和各压力表读数,保持连续压桩并控制压桩速度 1~2 m/min。

④接桩时其桩头应高出地面 1 m 左右,接桩前下节桩的桩加上定位板,然后将上节桩吊放在下节桩端板上,依靠定位板将上下桩接直,其错位误差不应大于 2 mm;上下桩如有空隙,用楔形铁片全部垫实焊接牢固;管桩焊接之前上下端表面用铁刷清理干净,直至其坡口处刷出金属光泽;焊接时应分层焊,接口四周先对称点焊 6 点,焊接时由两个焊工对称进行;焊接层数不得少于 2 层,层间要清理干净,焊缝应达到三级焊缝要求;焊接好的桩接头要自然冷却,时间不少于 8 min,严禁用水冷却。

⑤正常情况下按设计压桩力 1.3~1.5 倍送桩,达到设计位置后持荷 10 min 且每分钟沉降量不超过 2 mm 方可结束送桩。

## 4.3 路基的填筑施工方案

### 4.3.1 路基横断面

本路段路基标准横断面为整体式路基横断面。

整体式路基断面是在原有 26 m 路基的基础上两侧各加宽 8 m 后形成的,加宽后路基宽度为 42 m,其中:中央分隔带宽 3 m,左侧路缘带宽 2×0.75 m,

行车道宽 2×4×3.75 m,硬路肩宽 2×3.00 m,土路肩宽 2×0.75 m。

原路面横坡为 1.5%,路肩横坡为 3.0%。考虑到原路面经过加铺、改造,整体路况较好,为便于与老路面相接,加宽部分的路面横坡为 1.5%,路肩横坡为 3.0%。

### 4.3.2 路基填料要求

路基填料主要为低液限黏土、低液限粉土,根据我省高速公路建设积累的经验,用于路堤及下路床填料的 CBR 值一般能满足设计要求,而用于路床上部时其 CBR 值不能满足设计要求,原则上可仅考虑上路床掺灰处理,但考虑到本项目为加宽项目,原路路基床经过近 10 年的行车压密,强度较高,为加强新老路基拼结,减少因路基强度的不同引起差异沉降,进而产生纵向裂缝。为保证路堤的强度和稳定性,对路堤填料有一定的要求。沿线虽地势平坦,利于修筑路基,但取土较为困难,沿线采用分散取土方式。为鉴别路基填料的适用性,应对拟用于填筑路基的材料取样试验,不满足路基填料最小强度要求时,应掺石灰处理。根据设计要求,路床上部 40 cm 采用 5% 石灰处理,下部 40 cm 采用碎石换填。表 1 为路基填料最小强度要求。

表 1 路基填料最小强度要求

项目分类	路面底面以下深度/cm	填料最小强度(CBR)/%	填料最大粒径/cm
上路床	0~30	8	10
下路床	30~80	5	10
上路堤	80~150	4	15
下路堤	>150	3	15
零填及路堑路床	0~30	8	10

### 4.3.3 路基压实标准及压实度(见表 2)

表 2 路基压实度指标(重型)

填挖类型	路面底面以下深度/cm	压实度/%	
填方路基	路床	0~80	≥96
	上路堤	80~150	≥94
	下路堤	>150	≥93
零填及挖方	0~30		

注:①表列压实度数值系指按《公路土工试验规程》(JTJ 051-93)重型击实试验法求得的最大干密度的压实度。②土路肩培土的压实度要求≥90%

本项目均为填方路基,路基土采用重型击实标准,分层压实。

#### 4.3.4 路基填筑施工工艺

##### 4.3.4.1 路基加宽填筑原则

整体式路基加宽采用在原路基两侧分别加宽的方式进行。考虑到原路面结构底基层在原硬路肩处未贯通,因此路面加宽时,将原硬路肩的路面结构部分挖除,然后在此处采用挖台阶的方式进行路面加宽。鉴于原公路经过近10年的运营,路基的密实度较高,稳定性较好,为防止路基加宽期间影响道路行车,故此次路基拼宽采用挖除腐植土后直接按照设计图纸的要求,按1:1.5的坡率进行台阶式施工。

为了避免新老路基拼接后局部应力集中现象,本项目路基加宽采用开挖台阶状措施,实行与老路基成锯齿状接触,提高路基的稳定性,是新老路基成为一有机整体,从而避免或减少新老路基横向错台和纵向裂缝的发生,降低不均匀沉降及滑坡的发生。

##### 4.3.4.2 路基边坡施工原则

###### (1) 路基边坡施工

加宽后的路基边坡坡率按照图纸设计要求进行刷坡:当路肩外边缘与护坡道内侧高差 $H \leq 8$  m时,边坡坡率为1:1.5;当 $H > 8$  m时,8 m以内边坡坡率为1:1.5,大于8 m的部分边坡坡率为1:1.75,变坡点处不设平台。对于填土高度8~9 m的桥头段路基,若路段较短,边坡坡率可取为1:1.5。

###### (2) 护坡道施工

护坡道宽度均为2.0 m,并设置向外3.0%的横坡。护坡道外设底宽为1.0 m,深1.05 m的倒梯形排水沟,内侧坡率为1:1,外侧坡率为1:1;排水沟外边缘设置顶宽30 cm、高30 cm的倒梯形挡水埝,内外侧坡率均为1:1。

(3) 排水沟采用C25混凝土块砌筑,砂浆采用M7.5。

##### 4.3.4.3 台背回填施工

为了减少路基在构造物两侧产生不均匀沉降而导致路面下沉,对构造物两侧的一定长度范围内的路基填土,考虑到此段施工面狭窄,根据压实困难的实际情况,采取了有效的措施:

(1) 台背填料采用60%的碎石土填筑,碎石含量必须满足图纸设计要求,分层填筑。填筑前台底基础应充分夯实,控制松铺厚度,每层填筑压实厚度不超过15 cm。

(2) 台背回填时混凝土强度必须达到70%以上,并左右对称进行施工。

(3) 台背回填施工晚于路基填筑时,路基与台背回填处按1:1的坡比开挖宽度不小于50 cm的台阶,以便台背回填与路基紧密结合。

(4) 台背回填按沉降法进行控制,在施工过程中严格按照图纸设计要求,采用沉降观测仪进行施工控制,沉降量应符合设计要求 $\leq 3$  mm。

(5) 桥台填筑应超过盖梁底标高10~20 cm,明涵、通道台背填筑应超过搭板底标高10~20 cm,再进行桥台或搭板施工时再开挖至设计标高。

(6) 台背处应做好临时排水设施,防止雨水浸泡台背,影响工程质量。台背回填见图1。

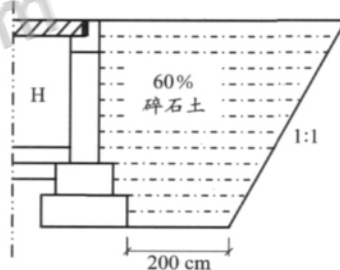


图1 涵洞、通道、桥台回填示意

##### 4.3.4.4 公路用地界隔离防护

对于填方路段,路基排水沟外边缘1.70 m处设置隔离栅,隔离栅外0.3 m处为公路用地界,公路用地界外侧5 m为绿化带用地。

对于水塘路段,边坡坡脚以外2 m处为公路用地界。

#### 4.4 施工沉降观测

为确保路面铺筑后不产生大的差异沉降,施工、监理单位应加强路基沉降动态观测。观测工作由施工单位或业主委托具有相关资质的科研单位负责,现场的测试设备和标志应由施工单位严加保护。沉降观测频率:在路堤填筑期,一般每填筑1~2层或7~10 d观测一次;填筑初期观测频率为每7~10 d观测一次,以后每半个月观测一次;路面施

工期,应至少在路面底基层、基层、面层施工结束后各观测一次,如果间隔时间较长,应加密观测频率。沉降观测成果应由专人负责记录和整理,不得随意涂抹和修改观测成果,以确保观测成果的准确可靠。根据沉降观测成果推算路基的月沉降速率,当连续两个月的沉降速率小于 $2\text{ mm/月}$ 时,方可进行路面施工。

## 5 桥梁拼接工程

本项目属于加宽改建工程,先对旧桥进行检测,根据检测结果,由设计单位提供设计方案及图纸。对于在整体路基上加宽桥梁,必须要遵循设计原则。加宽部分桥梁跨径与结构形式要与老桥保持一致。根据路基加宽专家论证会上专家提出的意见,连霍高速在加宽施工时不允许单幅通行,车流量又大,因此对新老桥梁拼接施工提出了较高的要求,为了减少新老桥之间的沉降差异,提高行车的安全性,桥梁加宽采用上联下不联的施工方式。

### 5.1 施工放样

在桥梁加宽施工放样前,先对老桥进行详细调查,包括老桥跨径、宽度、标高是否与加宽设计图相对应,特别是跨径和基础的偏位,要详细记录,出入较大应通知及设计代表,以便及时解决。

### 5.2 下部施工

(1) 桥台锥坡拆除时采用适当防护措施,确保桥头路基不坍塌。

(2) 下部构造施工应注意与老桥的接顺问题,老桥在施工中墩台可能出现轴线偏位,到了加宽部分变得比较严重。因此在施工时要对每座桥梁应进行详细的核对,根据实际情况来调整拓加部分相应位置进行顺接。

### 5.3 上部施工

#### 5.3.1 搭板坍空处理

由于老桥搭板大部分沉陷、坍空。在施工过程中要对搭板坍空处进行处理,处理方法为:将周围已经破损的防护重新砌好,在做好防渗漏的基础上,采用活塞式压浆机对坍空部分进行二次压住法压入水泥粉煤灰浆,并保持足够的压力能保持足够的压力。

#### 5.3.2 新老桥梁板湿接缝的拼接

根据设计要求和专家论证会的研究报告,新老桥梁的拼接方案为上部进行刚性联接,而下部采用非刚性联接,在新老桥之间设置工作缝。尽量减少老桥拆除工作量,保证道路畅通。新老桥施工拼接方案如下所述。

##### (1) 老护栏拆除

护栏拆除根据中央分隔带开口的分布情况进行,选择在两个开口之间的桥梁作为拼接缝施工段落,在要凿除护栏旁的硬路肩处设防撞砂包。护栏凿除采用风镐凿除的方法。

##### (2) 钢板粘贴

先在老梁外侧沿水平方向钻孔,用毛刷等将孔中粉尘清扫干净、吹干,采用环氧树脂粘胶种植高强膨胀螺栓。在老桥梁板侧面粘贴钢板处及钢板与梁板的接触面均匀涂上环氧树脂粘胶。

##### (3) 钢筋绑扎

为增强新老桥梁的联接性,应在旧梁板上进行钢筋埋置。先在老梁外侧沿水平方向钻孔,用毛刷等将孔中粉尘清扫干净、吹干,采用环氧树脂粘胶种植符合设计要求的钢筋。并对栽植的钢筋进行检测拉拔实验,拉力应符合设计要求,否则重新栽植。将拼宽桥内边板外侧露出的预埋钢筋调正到与老桥植筋同一平面进行焊接,然后敷设桥面铺装钢筋网片,将新老板的钢筋网片焊接,增强新老桥梁的联接性。

植筋工艺流程见图2。

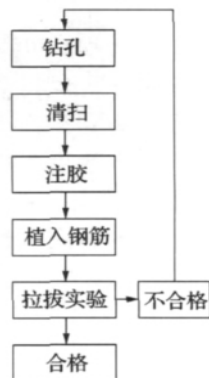


图2 植筋工艺流程

##### (4) 拼接缝模板

(下转第175页)

$$\begin{cases} S_t = S_0 + \frac{t - t_0}{\alpha_1 + \beta_1(t - t_0)} \\ S_t = S_0 + \frac{\alpha_2 \beta_2 \sqrt{t - t_0}}{\sqrt{1 + \beta_2^2(t - t_0)}} \end{cases}$$

当  $t < T$  时,我们的预测模型可以用双曲线模型;当  $t > T$  时,我们的预测模型则为星野曲线模型。2 种曲线模型对高速铁路工后沉降进行模拟,比单一的曲线模型更能贴近其工后沉降量。表 4 为预测结果汇总情况,图 5 为预测模型预测之后沉降曲线。

表 4 预测结果汇总

时间/d	各断面工后沉降量平均值/mm	各断面工后沉降量加权平均值/mm	模型预测工后沉降值/mm
3	0.54	0.59	0.83
6	1.1	1.16	1.43
9	1.38	1.45	1.87
12	1.58	1.7	2.2
15	1.76	1.93	2.5
18	2.16	2.33	2.73
21	2.64	2.78	2.92
24	3	3.11	3.08
54	3.22	3.29	3.91
84	3.52	3.58	4.06
144	3.78	3.83	4.61
204	4.06	4.12	4.9
264	4.16	4.3	5.11
294	4.32	4.35	5.18

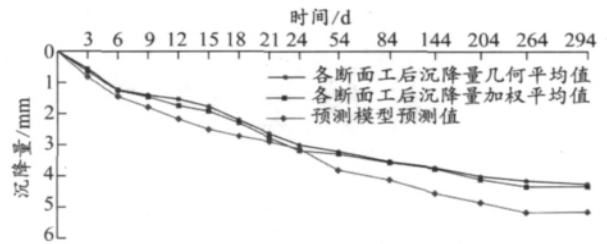


图 5 预测模型预测工后沉降曲线

## 5 结论

(1) 通过对试验段内复合地基沉降量数据的采集并与传统沉降量计算方法的对比,我们发现传统的预测方法与试验段内实际沉降量存在很大的误差。

(2) 对高速铁路复合地基工后沉降曲线图我们发现,其沉降规律比较符合曲线模型,而传统的单一的曲线对其预测拟合效果较差,两种曲线模型的叠加效果较好。

(3) 根据此曲线预测模型,我们预测 30 年该试验段复合地基的工后沉降量约为 7.5 mm,该试验段地基工后沉降量能较好地满足设计要求。

## 参考文献

- 1 阎明,张东刚. CFG 桩复合基础地基技术及工程实践[M]. 北京:中国水利出版社 2001
- 2 章广成,艾传井. 地基沉降预测模型和方法研究[J]. 煤田地质与勘探 2007(6)
- 3 罗明远. CFG 桩复合地基桩土应力比及桩土压缩模量比的简捷计算公式[J]. 四川建筑 2009(1)

(上接第 171 页)

梁纵向拼接缝模板易选用竹胶板,根据每跨各段的尺寸进行加工并编号,才能保证模板与新老梁板吻合,不致于漏浆。为防止混凝土上下面的温差形成裂纹,宜在竹胶板下放一层木板,中间夹一层泡沫板。

### (5) 混凝土浇筑

混凝土浇筑前,要对机械进行检查和调试,每个作业组的机械设备都要有应有急处理办法,才能使混凝土的浇筑不致因机械故障造成中断。

### (6) 养生

为提高混凝土的早期强度,在混凝土浇筑完成

后,及时用帐篷罩住,其上再盖上帆布或彩条布,里面安放温度计,用电烤灯或碘钨灯加热,根据湿度和温度情况,每隔一段时间给混凝土面洒水一次,在保湿的同时还要防止混凝土被烤坏。

## 6 结束语

本文针对旧路改扩建工程的施工,提出切实可行的方案。对旧路加宽改建是一种较复杂的事情,在施工过程中,必需解决好新老路基的差异沉降问题,同时要兼顾环境保护及道路保通等错。另外,为了今后的交通的发展,旧路加宽改建必须建立一套完善的施工措施及交通管理系统。

论文降重、修改、代写请加微信（还有海量Kindle电子书哦）



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>



阅读此文的还阅读了：

- [1. 旧路改建路基加宽的施工](#)
- [2. 旧路加宽试验段路面结构施工技术方案](#)
- [3. 强夯施工在公路扩建加宽中的探索及应用](#)
- [4. 高速公路改建路基加宽施工技术](#)
- [5. 旧路改建路基施工技术](#)
- [6. 连霍郑州段改建工程旧路改造高填方桥头段施工技术](#)
- [7. 高速公路改建路基加宽施工技术](#)
- [8. 连霍高速公路旧路加宽改建施工技术方案](#)
- [9. 浅谈山区公路改建工程保障路基稳定的几点意见](#)
- [10. 旧路改建路基加宽的施工](#)