

某隧道过软基段的施工处理技术岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/644/2021\\_2022\\_\\_E6\\_9F\\_90\\_E9\\_9A\\_A7\\_E9\\_81\\_93\\_E8\\_c63\\_644432.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/644/2021_2022__E6_9F_90_E9_9A_A7_E9_81_93_E8_c63_644432.htm) 把岩土师站点加入收藏夹

1.前言 软土隧道的施工方法，主要有台阶法和双侧壁导坑法、中隔墙法等。虽然双侧壁导坑法和中隔墙法存在以下缺点：一是限制了大型施工机械的使用，降低了工效；二是在软硬围岩相间的隧道施工中，施工方法的调整时间很长；三是临时施工支护多，投入大，不经济；四是施工中相互干扰大。在岑梧高速公路牛岭界隧道施工中，采用台阶法和双侧壁导坑法相结合的施工方法，是由于在牛岭界隧道 类围岩段长度115米范围内不存在软硬围岩相间，目的是在拱脚施工条形基础提高拱脚承载力，在该隧道采用此法成功地解决了隧道整体下沉、拱脚变形扭曲等难题，确保了工程质量和工期。

2.工程概况 岑梧高速公路的牛岭界隧道，位于广西岑溪市与苍梧县交界处，距岑溪市安平镇约3.5km.隧道设计为两座独立的分离式隧道，两座独立隧道的轴线间距为50米，其中隧道右线长1452米（YK30 935～YK32 387），左线长1440米（ZK30 920～ZK32 360）。软土隧道右线长115米（YK30 960～YK31 075），左线长115米（ZK30 940～ZK31 055）。隧道建筑限界宽为10.25米，在主洞与行车横洞交叉处设置紧急停车带，其断面比正常断面加宽2.5米，高仍为5米，正常隧道建筑内轮廓采用单心圆断面，半径为 $R=5.80$ 米，最大埋深为128米。

2.1地形地貌 牛岭界隧道洞址区属丘陵地貌，由于长期风化、剥蚀作用，山体较陡峻，沟谷较发育，沿山体残坡积物及风化层覆盖普遍，植被生长较茂盛。隧道穿越丘

陵分水岭地带，左侧被207国道二级公路呈弧形围绕，南西侧（岑溪方向洞口）为安平侵蚀山间盆地，地势较为开阔平缓。其中YK31 700东南面约350m处为一面积不大的山塘水库，由近南北向山沟筑坝而成，水面高程约为280m.隧道轴线地段山脊分水岭高程约320~340米，两侧洞口端地面高程约210~226米，相对高差约110米。进洞口自然坡的坡角约 $25^{\circ}$ ~ $35^{\circ}$ 。山体发现两处小型滑坡，主要为覆盖层的浅层滑坡。该地形地貌给岑溪方向软岩段施工增加了较大难度。

### 2.2地层岩性

根据地质调查、物探（初勘）和钻探资料，勘察区地层由第四系覆盖层（Q）和奥陶系中统缩尾岭组（O2S）的碎屑岩组成。红~黄色素填土，稍湿~湿，顶部成分以砂岩碎石为主，含少量粘土和细砂，结构较紧密，底部以细砂、粘性土为主，结构较松散，为207国道二级公路路基填土，主要分布于。隧道进口ZK1和ZK5孔附近一带，厚8.00-17.80m.该段含水量较大，主要以砂粘土（砂岩全风化物）和碎石土为主，结构构造全部被破坏，矿物成分除石英外，大部分风化成土状，含水量较大无承载能力。地下水出水状态少数地段呈淋雨状或涌流状出水，大部份地段呈潮湿或点滴状出水。在开挖过程中洞壁岩体位移持续时间长，成洞性差，无自稳能力。

### 2.3水文地质条件

隧道经过地段地势较陡峻，均为非可溶岩岩层，以侵蚀地貌为主，沟谷较发育。其间K31 360地带山岭构成了地段内的分水岭。大气降水呈短小径流由分水岭向两侧排泄，隧道经过地段的基岩透水性差，为弱透水—相对隔水岩层，加之山坡（体）上普遍覆盖植物和残坡积物，大气降水多沿山坡流走，故地下水不丰富，有限的地下水主要埋藏在近地表风化、半风化基岩和残坡积层中，为浅层孔隙、裂

隙潜水，岑溪端一般在山沟较高部位以下降泉形式排泄，涌水量在0.3~0.6L/s，其动态变化较大。地下水为大气降水补给，地形陡峭的地段，自然排泄不通畅，地下水对该段隧道施工影响很大，特别在冲沟地段YK31 040右侧距隧中30米有两泉眼，常年有水，涌水量在10~20L/s。隧道上覆围岩破碎及土层薄，易渗水，其间的山沟地表水和地层中的孔隙裂隙潜水可能对隧道掘进带来较大困难。

## 2.4结构设计

### 牛岭界隧道

类围岩段采用洞口加强衬砌，超前支护为  $89 \times 4$  大管棚、长10米，环向间距为30cm；初期支护为RD25N中空注浆锚杆，长3.5米，梅花型布置间距80cm；C25喷射混凝土，厚25cm； $20 \times 20$ cm的  $\Phi 8$  钢筋网；钢拱架采用I20a工字钢，间距50cm，全环设置；二次衬砌及仰拱采用模注钢筋混凝土，厚60cm，主筋为  $\Phi 25$  钢筋，间距25cm。

## 2.5隧道下沉处理

### 2.5.1隧道下沉情况

根据牛岭界隧道洞口段的地质情况，洞身结构设计，采用下行线采用上下半断面环行开挖施工，在开挖之前先进行长45米， $89$ 超前管棚预支护，边坡采用  $42 \times 4$  的长5米小导管和挂网喷混凝土进行封闭。套拱施工完成即进行下行线洞身开挖。在ZK30 940~ZK30 957段采用半断面环行开挖，开挖后初期支护变形大，拱顶沉降最大值达到47厘米，收敛值达到20厘米；地表出现较大裂缝，裂缝最大宽度5厘米，地表严重被破坏，由于该段隧道埋深较浅，从起拱线开始开挖轮廓线以外的 $45^\circ$ 线以内的土体自重基本由初期支护承担。变形过大严重影响隧道衬砌厚度，隧道安全。从施工情况看，在类围岩段采用半断面环型开挖，初期支护变形大，地表被严重破坏，在埋深较浅的地段初期支护，变形虽然较大，但还不致意被破坏，但在施工此段时对施工安全已经构成

一定的威胁。在该段施工工序少，因产生较大变形，经常出现停工观看的现状，造成窝工严重，进度较慢，下行线从2004年6月1日至2004年8月15日，历时2.5月完成开挖17米，平均每天完成开挖0.26米。因此停止开挖。

### 2.5.2 隧道下沉处理

由于隧道下沉较大处理较困难，根据岑梧高速公路施工进度情况，前后两个标段均没有开工，给降坡提供了条件，因此采用降坡的方法处理下沉过大。将原设计0.9%的坡度调成0.87%，即改变坡度和坡长。

## 3. 隧道开挖分析

### 3.1 讨论采用双下侧导坑施工方案的可行性

#### 牛岭界隧道左线出口洞口 类围岩施工中，隧道拱顶下沉大，地表出现不同程度的下沉及开裂现象，拱脚局部有开裂的现象。通过对左线施工情况及右线地质资料的分析，洞口段（即YK30 960 ~ YK31 075段）隧道位于堆积土中，隧道斜穿沟心，且土层松软、松散、含水，地基承载力低，较左线地质条件更差。同时隧道埋深浅，极难形成自拱度，靠调动围岩自身无法控制围岩变形，必须采取主动支撑措施，而基础承载力是主动支撑有效的前提和保证，为此，为确保安全通过二级路，必须要超前探明地质情况，并进行基础处理。采用台阶法施工，无法在有效的时间内通过基础处理提供足够的承载力，控制围岩变形。采用超前小断面双下侧导坑方案可先行探明地质条件，并为处理基础提供空间，进行基础处理，为隧道的开挖提供足够的基础承载力，从而达到控制围岩变形的目的。导坑断面小，易于操作和控制变形，导坑底板支护（需进行软弱层处理）提供足够地基承载力抵抗拱脚的垂直压力，隧道垂直压力是通过拱架传至整体的条形基础，从而大大减少拱架及地表下沉的可能性；隧道的侧压力通过条形基础底部传至下部原状

土再传至另一侧的条形基础，形成了一个封闭的结构，侧位变形也因此大大改善。下部中心土开挖时同设计有底部仰拱，所以结构仍是封闭成环的。侧压力问题也由于水平的及时封闭支护得以解决。

### 3.3 优化设计方案

#### 3.3.1 结构设计优化

根据施工本段地质条件，取消洞内系统锚杆，范围为圆心上1.5米的拱部范围，桩号为ZK30 970~ZK31 055，YK30 960~YK31 075不设系统锚杆；其它部位系统锚杆同原施工设计图。在取消系统锚杆范围内布设双层超前注浆小导管，长6m，环向间距30cm，搭接长度不小于2.5m，外插角分别为15度、60度，注水泥水玻璃双液浆；实施桩号为ZK30 940~ZK31 055，YK30 960~YK31 075未施工大管棚段。钢架支撑采用Hk200b，间距50cm；连接筋由螺纹钢改为厚度为9mm的钢板，间距调整为1.2m。

#### 3.3.2 其他

上行线施工 89×4大管棚长45米，下行线施工 89×4大管棚长40米，其他地段施工双排小导管。小导坑采用格栅拱架，间距80cm进行支护。为了提高仰拱承载力，仰拱打设 89×4的钢管桩进行加固，梅花型布置，其间距50cm，长3.50米，打设后注超细水泥浆。

## 4. 隧道施工方案

### 4.1 施工安排

由于涉及到207国道的安全、畅通，为避免隧道进洞时，一旦坡面或掌子面产生滑动，极有可能造成207国道会产生滑移、塌陷，中断交通。进洞开挖前沿207国道路肩外1m约20m长范围打长度为13m的两排 89×8mm有孔钢花管注浆，梅花型布置，间距1m，外露1m，钢管要求深入强风化砂岩1.5m。有孔钢花管应从两侧向中间施工，必须保证注浆完成后才能施作下一根。注浆采用水泥-水玻璃浆液：水泥与水玻璃体积比1：0.5，水泥浆水灰比1：1，水玻璃浓度为35玻镁度，水玻璃模数为2.4，注浆压力保证初压0.5~1.0MPa，终

压2.0MPa.注浆结束后应及时清除管内浆液，并用30号水泥砂浆紧密填充，增加钢管的刚度和强度。注浆参数应在施工中不断调整，以尽量保证钢管之间浆液充填饱满，形成稳定壳体。下行线先进行双下侧小导坑开挖，小导坑采用明挖段和过渡段采用全断面I20a工字钢和挂网喷射砼支护，暗挖段采用钢格栅、挂网喷射砼支护。小导坑开挖穿过二级公路后，进行小导坑内部混凝土条形基础施工，混凝土条形基础施工时从洞内向洞外施工，采用混凝土输送泵进行模筑。基础施工完成后进行正洞上半断面开挖，上半断面与下半断面间距不大于15m.

#### 4.2施工方法

根据前期施工存在的问题，现采用台阶法和双侧壁导坑法相结合的施工方法，半断面开挖时，出碴采用无轨运输，挖掘机、正铲侧卸式装载机配合8吨自卸汽车运出碴；小导坑开挖时，采用人工开挖，小拖拉机配合人工出碴。及时进行支护，仰拱紧跟。

#### 4.3钢管桩施工

##### 4.3.1钢管桩加工

钢管桩按标准长3.5米进行加工，长度不足时应通过丝扣联接，钢管前端加工成圆锥状，长度20cm；钢管桩管体下半部分须加工溢流孔，以利于注浆施工，孔口1m范围内不加工溢流孔，溢流孔间距25cm，溢流孔直径8mm；溢流孔加工成TSS管模式，即在溢流孔外面加铣孔，铣孔直径12mm，外贴12mm贴片，起到单向阀作用。

##### 4.3.2钻孔、下管及注浆施工

按每次1m进度指标进行清除施工障碍物工作，并施工临时排水管等措施进行场地排水，杜绝施工场地受水浸泡现象发生；测量放线，标出施工位置；钻机钻孔（可直接夯进）、下管，下管注浆后，每处理完成5m，进行仰拱混凝土施工，其间用过车梁保证已施工段稳定，注超细水泥（MC）单液浆，注浆压力为2Mpa，注浆完成后，对桩间土进行轻型触探试

验，锤击数大于35击，承载力不小于250kpa，达不到时，进行加密等处理。

#### 4.4导坑条形基础施工

根据工地条件，导坑条形基础施工，钢筋在导坑内绑扎关模后，采用泵送C25混凝土进行施工，先施工水平条形基础后，安装拱脚，再施工竖直条形基础。

### 5.经验与成效

#### 5.1通过牛岭界隧道施工过程，可以看出：

对设计文件中所提供的地层地质参数要进行充分的现场复查，对地层的性状应充分的了解和认识，对设计地质条件必须进行正确判断。针对隧道的地质性状，施工前应有详细周密的施工组织方案和施工技术措施，并且要经充分的研讨和分析。施工设备和机具选型必须符合技术方案要求。施工前应做好施工突发事件的应急预案。施工要有队伍高素质、精干和稳定的与当前施工相匹配的技术服务和监督队伍，加强施工生产监督管理，确保施工本工程顺利进行。施工中应坚持安全第一、质量为本的管理理念，杜绝违章作业。

#### 5.2 通过精心组织力量，合理安排施工程序，将开挖、支护、衬砌等施工程序安排平行作业，在软弱围岩环境条件下，井然有序快速施工，施工完成初期支护后，拱顶沉降0.15mm/d，处于稳定状态，确保了洞口段的施工质量与安全，达到了预期目的。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)