

# 岩溶地区钻孔灌注桩施工技术研究

徐瑜洵<sup>1</sup> 蒋春桂<sup>2</sup> 曾乐<sup>3</sup> 张亮<sup>4</sup>

中国建筑第五工程局有限公司 湖南 长沙 410000

**摘要:**我国由于地域比较广大,所以岩溶的地质区域也比较广泛,主要分布在我国西南部分地区,在其他地区也有少许分布。喀斯特地貌的产生过程较为复杂,其地貌构造形态各异,并直接决定了土承台的施工工艺和方法。本章首先就岩溶景观地貌的产生特征和影响因素作出了简要的分析,进而研讨并分析了岩溶区域钻孔灌注桩的施工关键技术。

**关键词:**岩溶地质;危害;钻孔灌注桩;施工技术

## 1 岩溶地区钻孔灌注桩施工技术

### 1.1 抛填片石黏土堵漏溶洞处理法

当钻锤击碎溶洞顶部时,先在溶洞内抛填大量片石和混凝土,接着再运用钻锤的冲砸力,把抛填的大量片石泥浆挤向桩洞四周,以便于形成环向封闭的圆形地基,这样确保了在钻孔过程中泥浆不丢失、在施工过程中洞室不倒塌。在这里,抛填片石和水泥的配比一般是1:1,片石强度 $\geq 30\text{MPa}$ ,尺寸控制在15-25cm。而黏土也一定要具有良好的粘性,可将黏土润湿捏成直径为10-15cm的黏土球,亦可采取抛填袋装黏土等。但对埋设深度很大或孔深很大的混凝土溶孔,为了提高回填材料在原来圆形基础上的坚固性,也应适量增加水泥,但水泥用量一般为原来混凝土的三分之一,然后再把混凝土袋装起来后再进行抛填在孔内。在进行下一个施工阶段之后,就必须利用钻锤对片石和水泥进行了重复的小冲击至少三次,以使片石和水泥的整体都保持了密实,同时,回填距离还必须达到了溶孔底顶的最低三米。

### 1.2 旋挖成孔

旋挖成孔是指使用旋挖钻机推动的钻头螺旋切割方式,将混凝土主体直接置于钻机中磨损,然后借助钻杆的升力将钻机磨损向孔外卸土,接着再将孔会直接磨损置于基坑中然后加以切割,这样多次进行直至规定尺寸的出孔。对于有勘探资料的溶孔,应距石灰或岩溶孔上五百mm深的位置换筒钻孔或采用研磨方法钻孔,直到进入溶孔上部,以避免卡钻,而对于在施工中较隐蔽的溶孔,在进行工程时则必须经过仔细观察钻渣、浆液色泽、渗浆水位,还有旋挖钻机的震动等过程才能确定<sup>[1]</sup>。从硬岩层进入软弱地层后,一定要增加钻孔速率,反之则用液压设备给刃具适当加压(加压过程一定要平稳,但加压力不应该太大),之后再减速或慢进;针对较易缩径的土壤岩层上,应适当增加扫口数量,以避免缩径;而

面对较斜砂岩土壤地层,应当缩短钻进直径,以减少卡钻事件的发生并同时降低对会先的机械损伤;而面对破碎砂岩土壤地层,在护筒长度跟进的基础上,选择以较低的钻速钻进。

## 2 岩溶地区地质发育特点

### 2.1 补给区的岩溶发育

地下水补给区域由于雨水和地面水的以垂直而紧密的方位运动,同时受地下水的溶蚀影响,多发育喀斯特的土壤地表形态特点,如喀斯特沟、岩芽、漏子、落水洞等,而且它所发育的喀斯特地貌特征,还具有着埋藏浅、规模较小等特征

### 2.2 径流区的岩溶发育

径流区水分大且多,在地下水的侵蚀作用下,可以形成溶洞、地下暗河等,局地还可能形成低水洼和垂直的喀斯特地貌,但上述现象通常都被周围环境所掩盖。在水平面方向形成的一个个小溶孔,或在水的影响下相互穿插而产生大溶孔。在深部形成的,如溶洞、暗河等虽然并没有对基底地层的造成很大作用,但对在地下,如桩支撑承台、隧道等却可能形成严重威胁,并能够造成基底地层的沉降与漏失。

### 2.3 排泄区的岩溶发育

作为地下水的主要排泄地点,岩溶景观主要发育形式有溶洞、暗河、溶蚀盆地等,但由于岩溶景观发展容量很大,各溶洞之间往往相互穿插,还可能出现富水度较良好的含水层结构。地下水排泄区内的岩溶工程在建造过程中,极易导致溶洞的土层结构出现部分失稳情况,并因为岩溶隧洞中的填充物体积较小,且对土层承载能力较差,因此非常容易产生土壤坍塌等地质灾害。

## 3 岩溶地区地质发育的危害

### 3.1 地基不均匀,覆土层地基受力压缩产生变形

岩溶地基岩层的起伏变动不定,使其所覆盖土层地

基力的压缩范围也变化得很大。在一个地平位置上，同一高度的二个点以上，土壤中最厚的可能达到4-6m，甚至是10m。而且由于这种最有厚度的土壤，底部普遍存在的都是软弱土壤，这也就增加了基层施工的不稳定性，在桩基施工中，很容易因为钻机的工作支持层所引起的偏孔事故的发生。

### 3.2 溶洞顶板变形造成的地基失稳

在岩溶地带存在部分埋浅、长度大且成扁平形的溶缝，当桩基础开挖时，对地面干扰很大，造成上部地层的不平衡，甚至塌陷，或者开挖进行时，由于外部荷载应力的影响，还可能导致地面崩塌、沉降<sup>[2]</sup>。

### 3.3 土洞坍塌造成地表塌陷

由于地基土洞的发育，在形成后也是保持得比较平稳，但由于人为因素会引起岩溶景观的沉降，并由于承受能力降低，当钻机穿越地下土石灰岩溶洞时，产生了许多施工问题，包括渗浆、卡钻、落钻，甚至还会造成塌孔引起坍塌。

## 4 岩溶地区钻孔灌注桩的施工技术要点

### 4.1 施工勘察

在钻孔灌注桩施工之前，必须通过超前钻孔技术深入勘探溶洞的分布状况，以正确掌握溶洞的基本形状、规格尺寸、洞内填充物质、以及溶洞顶部以上的地貌状况等，并依据超前勘察资料，提出了溶洞的管理方法和建设技术对策。

### 4.2 溶洞处理方案

#### 4.2.1 片石粘土筑壁法

若在溶洞中没有填充物或零点五充填，则溶洞的高度偏差也不会过大，通常单层溶洞高度均在3m以内如多层溶洞长度一般累加均不超过5m，而发生了严重漏水问题，或在护筒长度范围内水头太高而不能提高的，则应采用条石或混凝土筑墙方法。桩基施工则是由工程工作人员按照规定桩径施工到溶孔处时，在产生渗浆的情况下，就准确的投入了大量片石和粘土(按按1m<sup>3</sup>: 2m<sup>3</sup>的比例)进行水冲刷，接着又进行了边填物边短跑，在0.8~1.0m处时，就又投入了少量的片石和粘土，接着又利用加浆使水头到达正常高程，就这样又重复进行几次，直到将边填物挤密并填筑路基溶孔处，形成稳定的护壁，且不再渗漏为止。

#### 4.2.2 水泥浆筑壁法

如果应用片石或粘土筑壁法后效果不佳，甚至出现在回填后仍不漏浆，即使重新冲孔后又有渗漏的现象时，仍可应用混凝土筑壁法。如果将桩基施工时钻至溶孔处，反复漏浆，则可在传统片岩粘土筑壁法的基础上

再加入袋装混凝土进行冲击，并采用0.5~0.8m的小冲程，按1m<sup>3</sup>: 3m<sup>3</sup>: 0.75t的比例的配比，进行了由片石、黏土和袋装水泥等相互进行的互相冲击，并利用冲击锤与填物充分拌匀后所产生的水泥浆，随后拔出冲击锤，当水泥浆超过了规定高度时，将渗浆区封闭后再用小冲程再次钻进，这样可以重复多次的完成冲击直到产生了大量的水泥石盾墙力后，不再渗漏为止。

### 4.3 施工技术措施

#### 4.3.1 钻进施工

开钻前因土壤地表较松散，应采用小锤快敲，将洞室逐渐挤压紧密。在钻孔过程中，提钻的速度不能太快，以防撞击洞室而造成女儿墙失稳等的塌洞情况。当速度快到了溶孔上方大概2m的高度位置时应低锤轻冲击，以防止因为溶孔大面积下陷而发生埋钻的现象。

#### 4.3.2 钢护筒施工

施工前先用控制点进行化钢护筒的定位，施工完成后再用电子全站仪复核，由吊机自动进行调整，直到达到工程要求。在下落钢护筒时，要在护筒高度内用工字钢连接导向支架，并确定与护筒位置的垂直高度。至于护筒内埋藏深则应根据设计要求和所打桩的工程地质环境，以及水文地质环境状况等条件确定。护筒的下部应安装在不透水的亚粘土层，以防泄露；护筒长上方应超过地下水位2m，并高出地基0.5m以上，在护筒的上方应设有1~2孔，溢浆出口。

#### 4.3.3 塌孔预防

塌坑的预防，主要措施有以下几点:(1)选用相对密度、黏度较大的优质泥浆，桩孔周边严禁堆放重物及机械设备。(2)当工程开始后，严格控制提钻的进尺数量，并随时关注钻进状况，以正确监测水位情况(3)备好足够数量的片石、粘土和袋装水泥，一旦发现漏浆，及时回填冲击造壁。(4)在吊入标准规定的钢筋或大直径笼内时必须准孔内竖直进行，且绝对不得接触洞室。

## 5 岩溶地区钻孔灌注桩施工技术的质量控制措施

### 5.1 质量保证措施

首先，应该对成孔的质量进行控制。在施工中遇到全风化基岩层时，应该采用倒齿钻头钻进的方式，通过泥浆池的设置，为泥浆制作提供保障，改善泥浆的性能。钻进参数应该符合设计要求，同时钻压应该在15kN左右，泥浆泵量在80m<sup>3</sup>/h左右。其次，应该对清孔的质量进行控制。桩端承载力会受到沉渣厚度的影响，通常要在50mm以内。最后，应该对钢筋笼的制作和安装质量予以掌控。除了应该对原材料的质量进行检测外，还应该做好防锈处理，在下放时保持平稳性，避免出现严重的

变形。

### 5.2 安全保证措施

在工地实施安全宣传教育措施，增加施工者的安全责任意识，避免由于人为因素造成的施工效率和安全隐患。加强对所有实施阶段的规范检验，保证其达到技术标准后方可进行下一阶段的实施。

### 5.3 环境保护措施

确保钻孔灌注桩的文明施工，加快文明管理体系的构建，同时制度约束增强施工规范性，防止对自然环境造成污染和破坏<sup>[3]</sup>。加强对施工现场秩序的严格管理，明确不同岗位中的人员职责，加强对整个施工过程的监管。对于施工现场的各个功能区进行合理划分，确保消防、供水和排水等系统运行有序性。

### 结语

钻孔灌注桩是桥梁工程桩基实施中最常见的一种方

法，在地理条件复杂、构造独特的岩溶发育区域的桥梁工程中，会面临着各种发育条件不一的溶洞，会经常性出现卡钻、偏位、塌孔的问题，工程实施后效果更是难以确定，所以，在溶洞发育范围内进行的桩基工程实施前，还必须全面掌握地质信息，建立科学合理的工程实施规划，并在实施中多检查、多记录，以研究事故根源。

### 参考文献

- [1]李虎,王鹏书.岩溶地区钻孔灌注桩施工技术的研究[J].江苏建筑.2019(08)
- [2]毛文森,李国丽,张再源.岩溶发育地区钻孔灌注桩施工技术研究[J].科技创新与应用.2019(04)
- [3]刘国伟,杨志,张海波,田飞,周永新.岩溶地区钻孔灌注桩施工技术探究[J].施工技术.2018(12)