

文章编号: 0451—0712(2007)03—0076—04

中图分类号: U443. 159

文献标识码: B

水南大桥 98 m 深的挖孔桩施工

贺建端

(中铁五局二公司 衡阳市 421002)

摘 要: 通过对沪蓉西高速公路水南大桥98 m 超深挖孔桩施工的总结,介绍了超深挖孔桩的施工过程及采取的特殊措施。给桥梁工程技术人员,提供一些有用的经验,可在类似工程施工时参考。

关键词: 桥梁; 超深挖孔桩; 施工

1 工程简介

湖北沪蓉西高速公路第 17 合同段的水南大桥位于恩施州巴东县境内,左线长 917.5 m,右线长 953.23 m,主桥为 60 m+5×110 m+60 m 的预应力混凝土连续刚构,大桥位于水南河河谷,河谷地势陡峻,路线与谷底最大高差达 115 m,桥墩最高为 98 m。施工场地狭小,交通不便,桥梁规模较大,施工难度高,为沪蓉西高速公路重点、难点工程。

大桥右幅 8 号墩处于 F1 主断层和 F3 次级断层的交接部位,岩石破碎,岩溶尤为强烈,发育成古岩漏斗。基础原设计为 6 根桩径为 2.4 m 的嵌岩桩,桩长 42 m,嵌入微风化岩层 2~3 m。施工前补勘钻探揭示地质为:0~50 m 地层多为粘土、碎石土、强风化碳质页岩;50~89 m 为强岩溶化灰岩,节理、裂隙十分发育,溶蚀强烈,形成溶孔、溶隙,由粘性土充填,岩芯破碎,均为碎石状;89~96 m 地层为弱岩溶化灰岩,具隐晶质结构,块状构造,节理、裂隙较发育,溶蚀强烈,形成溶孔、溶隙,由粘性土充填;96~101 m 地层为微风化灰岩,深灰色,主要矿物成分为方解石、白云石,裂隙较发育,裂面较粗糙,附着泥质,铁质氧化物薄膜,可见少量溶孔、溶隙,该层钻进平稳,岩芯稍完整,一般呈 50~250 mm 的柱状及碎石状,质硬,较新鲜。稳定水位在 90 m 以下。

2005 年 4 月初,设计单位根据施工单位提供的补勘钻孔地质资料,对右幅 8 号墩桩基进行了变更设计,桩长变更为 98 m,采用钻孔桩。

钻孔施工中,采用钢护筒($\delta=20$ mm)紧跟,利

用钻机自身下钢护筒,钢护筒最终下至 22 m。由于存在岩溶漏斗,钻至 24 m 时,首次出现泥浆漏失,地表塌陷,采用孔内片石粘土回填,注浆固结后复钻。后又在 37 m、57 m、68 m、70 m(前后 3 次)、73 m 处出现泥浆漏失,历时 100 多 d,始终无法成孔,施工被迫停顿。

2 方案确定

2.1 全套管施工法

全套管施工法是利用摇动装置的摇动或回转装置的回转使钢套管与土层间的摩擦阻力大大减小,边摇动(或边回转)边压入,同时利用冲抓斗挖掘取土,直至套管下到桩端持力层为止。挖掘完毕后立即进行挖掘深度的测定,并确认桩端持力层,然后清除虚土。成孔后将钢筋笼放入,接着将灌注导管竖立在钻孔中心,最后灌注混凝土而成桩。

全套管施工法因套管插入整个孔内,适用于各种地质施工。大直径全套管全回转钻机自 20 世纪 80 年代初试制成功以来,已成为大型深基础施工不可缺少的设备。目前,国际上该种设备的最大钻孔直径为 3.0 m,最大钻孔深度为 73 m,最大回转扭矩可达 4 280 kN·m。全回转式全套管钻机到目前为止国内还是空白。我国全套管施工主要用于市政工程施工,桩径一般为 1.0 m、1.5 m。

若 8 号墩右幅采用全套管施工,则面临:(1)市面上全套管钻机数量少,设备进场困难;(2)桩径需与全套管钻机设备配套,将进行设计变更,桩位、桩数将发生大的变化,根据建设指挥部的要求,凡地质

复杂的桩基,施工前需进行逐桩地质补勘,原8号墩设计桩位的地质补勘时间最长的1根花了60多d,因此补勘将需要很长的时间;(3)施工成本较高;(4)施工工期无法保证。

2.2 挖孔桩施工

挖孔桩是利用人力和适当爆破,配合简单机具设备即可挖掘成孔,然后下钢筋笼,灌注混凝土成桩,在无地下水或地下水很少的密实土层或岩石地层特别适用。因挖孔桩施工存在较大的危险性,建设部明文规定为限制和淘汰使用的施工工艺,《公路工程施工安全技术规程》规定挖孔桩深度不宜超过15 m,在工程实践中挖孔桩一般控制在30 m以内。

近几年,我公司在挖孔桩施工长度上不断取得突破,在岩溶地区贵州铁路工程建设中施工过64 m挖孔桩,在黄土高原陕西高速公路工程建设中施工过78 m长的挖孔桩,在危险源辨识、评价、控制及人、机和施工环境上做到本质安全化等方面有一整套比较成熟的施工工艺。从挖深桩的经验来看,挖孔桩的控制要点是安全,有无地下水及地下水的多少是成孔的先决条件。8号墩位处稳定水位在90 m以下,开挖断面大,只要安全措施得当、落实到位,挖孔桩施工不成问题。

采用挖孔桩有以下优势:(1)以人工作业为主,机具配置、施工工艺均较为简单,较易掌握;(2)可以多根桩平行作业、同时开挖,从而缩短总的施工时间;(3)可以直观地揭示地质情况,并据之调整设计、施工方案;(4)可以较好地保证成孔、成桩质量,避免机械钻孔施工过程中出现卡钻、掉钻、坍孔、缩孔等难以处理的问题。

经专家论证,最终变更设计为人工挖孔灌注桩,全墩共设4根嵌岩桩,桩径为3.0 m,桩长98 m。桩身为C30混凝土,桩身钢筋笼长度为93.3 m,上端嵌入承台1.3 m,自桩顶以下92 m配筋,桩身下部6 m范围为素混凝土。

3 挖孔桩施工

8号墩右幅挖孔桩的最大特点是:(1)桩长,孔桩实际开挖成孔深度为102.5 m;(2)开挖断面大,加上护壁厚度开挖直径为3.8 m,开挖面积达12 m²。

3.1 施工方案评审

交通部、省交通厅、建设指挥部等对水南大桥8号墩深孔桩基施工特别重视和关注,集团公司将其增列为2005年~2006年度科研项目。2005年8月24

日,“水南大桥8号墩深孔桩基施工方案与施工安全专项方案”通过省高速公路建设指挥部、设计院、省公路局科研所、中铁二院、恩施州安全监督等单位专家组成的专家组的评审。

3.2 施工准备

包括场地平整硬化、测量放样、搭设工棚、挖排水沟、安装搅拌机、修建料库、材料准备、安装空压机和备用发电机、首节锁口护壁浇注、提升设备安装等。

3.3 孔桩开挖

3.3.1 提升设备

采用带安全装置的1 t电动卷扬机,钢丝绳直径为12 mm,极限强度为1 470 MPa,吊钩选用安全标准件。为便于出渣,提升设备可在水平向左右旋转。为减少提升过程中,钢丝绳扭转产生的旋转、晃动,采用不旋转钢丝绳。不旋转钢丝绳还具备金属断面积和在卷筒上的支撑表面较大,拉断力高,耐磨及柔软性能、疲劳性能良好等特点。

提升设备由我公司设计,委托专业厂家加工。

3.3.2 提渣筒

提渣筒采用3 mm厚的钢板,制成内径为0.8 m、高为0.7 m的圆柱筒,每次装渣0.6 m高,上面加盖并可用插销锁死。提渣筒设计插销自锁可自翻自倒。提渣筒提升到孔口,转动提升设备,抽出插销即可自行倾倒出渣。

3.3.3 护壁

护壁是挖孔桩成孔施工的关键性设施,采用内齿式钢筋混凝土,上宽400 mm,下宽300 mm,内布双层钢筋且主筋整孔连通。

现浇护壁混凝土的施工采用内撑式标准组合钢模,护壁混凝土现场拌和,混凝土装入吊斗,利用提渣卷扬机下放吊斗入模,插入式振捣棒捣固,每节护壁混凝土分3层对称浇注完成,每层浇注厚度为30~35 cm。钢筋采用机械切割、弯制,加工成6块钢筋网片,用提渣卷扬机整体吊装入孔,在孔内将6块钢筋网片绑扎连成整体。

护壁混凝土模板由标准组合钢模板拼装而成,拆上节,支下节,自上而下循环周转使用。

安装护壁模板时,必需用4个桩心控制点来校正模板位置,并设专人严格校核中心位置及孔壁厚度。第一节护壁完成后,重新定位孔中心,挖渣、支模、现浇护壁混凝土。如此循环,一直挖至基底设计标高。

整个桩内护壁主筋上下连接,采用上节护壁主筋弯成“L”形,下节护壁绑扎钢筋时,将其扳直后与该节护壁钢筋连接。

为防止护壁下坠,在地质不良、渗水较大、孔周摩阻系数较小的土层内增设径向锚杆支撑,锁住护壁。

为保持良好的井下作业环境,确保护壁不渗水、不漏水,需将孔壁渗水压至孔底,对于渗水较大的土层,可在护壁混凝土中掺入渗水剂,护壁接头间增设止水带。

施工过程中,应详细探查地质情况,并据之灵活调整护壁高度。如遇溶洞,应清除填充物,清洁后采用C15片石混凝土填充,混凝土终凝后再继续进行施工。

护壁附着物必须固定牢靠,主要附着物见图1所示。

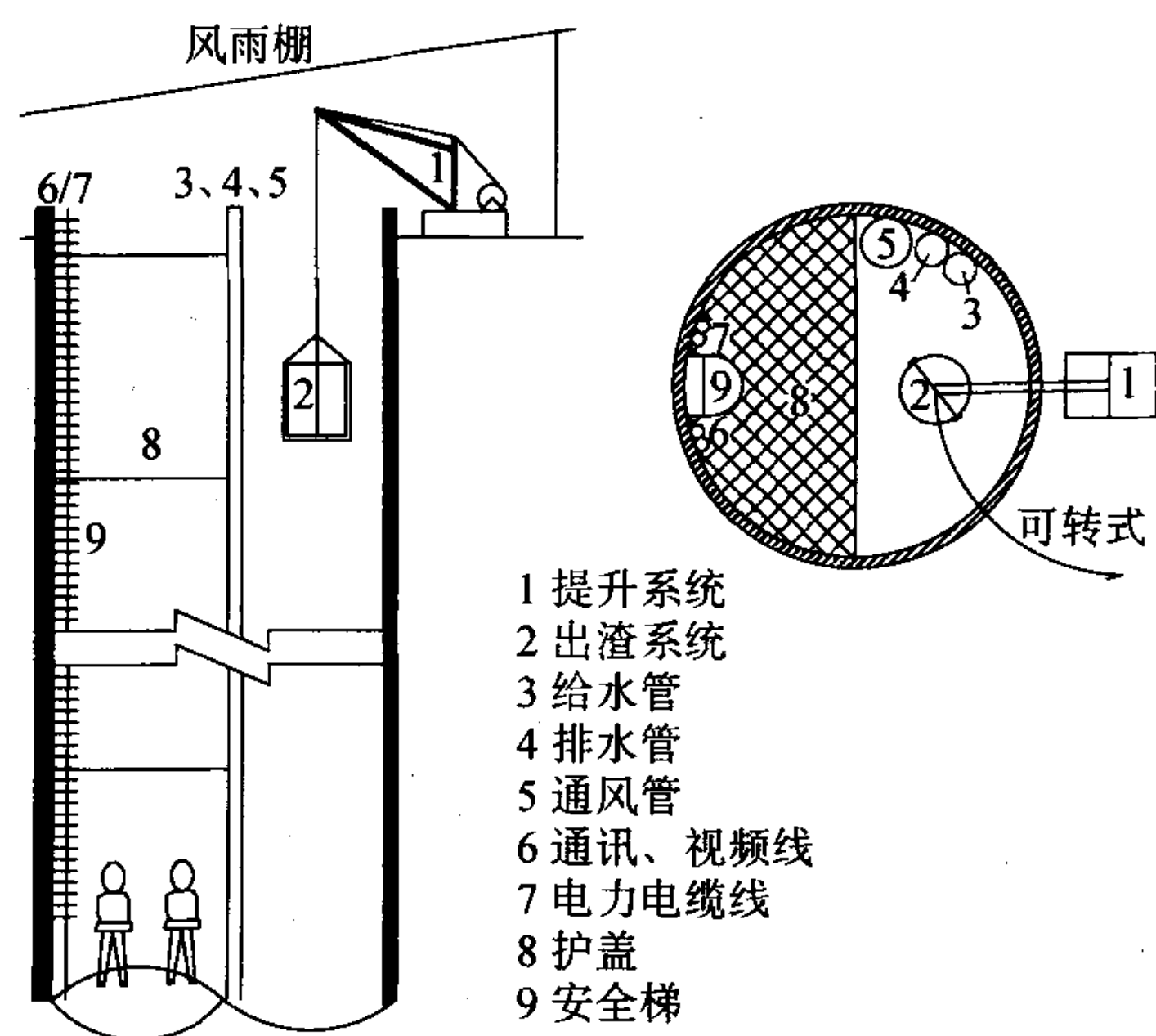


图1 挖孔桩护壁附着物平面及剖面示意

3.3.4 孔内爆破

采用浅孔爆破法进行爆破开挖。采用人工手持风钻打眼,软质岩炮眼深度不超过0.8 m,硬质岩炮眼深度不超过0.5 m。炮眼数目、位置和斜插方向,根据岩层断面确定,中间掏槽,四周斜插挖边。严格控制装药量,以松动为主,一般装药不超过眼深的1/3。采用微差爆破,一孔进行爆破作业时,相邻孔的挖孔人员应停止作业,并撤出井孔。

3.3.5 孔内施工用电、照明

用电电压为36 V,采用防水绝缘电缆引下,安装漏电保护装置。照明采用100 W防水带罩灯泡。

3.3.6 孔内排水

当孔内出现地下水时,可在孔内挖一深度为30~50 cm的集水坑,进行超前排水,孔深50 m以内采用中低扬程潜水泵抽水,孔深超过50 m采用120 m高扬程潜水泵抽水。

3.3.7 孔内通风

采用压入式通风,即强制式通风设备向孔内送风。通风量计算选用隧道竖井通风量简化型的吴中立公式。

挖孔深度超过10 m时,施工人员下入桩孔前,先用鼓风机通过输风管($\phi 600$ mm帆布管)向孔底强制送入空气或氧气。还需随时检查孔内空气中是否含有可燃、有毒气体,土壤中是否含有有毒物质,如有应查明其危害程度,根据监测的结果和孔底作业人员的需要,随时向孔内通风换气。在使用风镐凿岩时,应加大送风量,并应采用湿式作业法。

3.3.8 孔底处理

挖孔达到设计深度后,把孔底的松渣、浮土、护壁污泥、淤泥、沉淀等扰动过的软层全部清理掉;对孔底标高、形状尺寸、岩性、入岩深度等进行检验,合格后迅速封底。

3.4 桩身钢筋笼制作与安装

桩身钢筋笼采用分节预制,每个节段长9~12 m,采用锥螺纹接头接长,吊车配合安装。

3.5 桩身混凝土制备、灌注

桩身混凝土在拌和站集中拌制,混凝土罐车运输,用导管法灌注并按照灌注水下混凝土的标准进行配合比设计,通过导管内混凝土柱的冲击使混凝土密实,当混凝土灌注至距离孔口15 m时,由于导管内混凝土柱的冲击力减小,辅以人工操作插入式振动器振捣,直至桩顶,振捣前需清除顶部浮浆。

3.6 其他特殊措施

3.6.1 超前地质预测与预报

进入岩层后,在每次爆破钻眼时,先打2~3个超前长孔,长度为3~5 m,以探明桩孔下方地层内有无空洞、涌水突泥。防止施工中突然出现溶洞、涌水突泥,发生意外事故。

对揭露出的溶洞,需对其走向、大小、深度做出详细调查,绘制纵横剖面图,拍摄现场照片,然后根据调查资料制定具体的溶洞处理方案并进行处理。

为了防止施工人员掉入溶洞,在探明有溶洞或接近溶洞的地方,孔底施工人员需系安全绳并将安全绳固定在护壁预埋铁件上。

涌水突泥处理原则:涌水量小时,采用挖集水

井、水泵抽排水,并根据地质情况减短开挖进尺,开挖0.5 m左右即可进行支护。如涌水量大时,采用周边预注浆方式封堵,涌水量减小后,再行开挖。

3.6.2 人员

98 m深的挖孔桩施工条件异常艰苦,危险性较大。首先所有施工人员必须是素质较高、身体强壮的壮年男性(40岁以下)并进行体检,确认其身体素质是否满足孔桩施工需要。对所有施工人员进行必要的安全基本知识、操作技能培训和详细的安全技术交底,告知其岗位的危险性和预防办法,以及发生危险时应采取的救护方法。同时项目部给所有下井施工人员均投了人身意外伤害保险。

孔底施工人员下入桩孔前需戴安全帽,每班限2人,连续工作时间不得超过4 h,如超过4 h,孔内外作业人员应进行替换。并尽量不安排在深夜进行孔内作业,作业时间不超过夜间12点。

施工人员上下孔要用专用吊笼,吊笼尺寸为:700 mm×700 mm×1 000 mm,吊笼周边用L63角钢固定,其间用 $\phi 16$ 的圆钢按200 mm的间距焊接,底部满铺木板并捆扎牢稳。施工人员严禁乘坐提渣筒上下孔。

3.6.3 提升设备特殊的保险装置或保护措施

(1)防止过卷措施:当提渣筒超过正常终端停止位置0.5 m时,能自动断电,并使保险阀发生作用。

(2)防止过速措施:对卷扬机进行选型,选取中慢速卷扬机,提升速度在22~27 m/min。

(3)欠电压保护措施:当工业用电电压不稳定时,采用发电机备用电源。

(4)防止闸瓦过度磨损时的报警和自动断电的保护装置。

(5)设备必须经常性检修维护,由专人负责并做好日常记录,保证设备能够正常运转,操作灵活,不得带病作业。

3.6.4 防止孔内掉物的特殊措施

(1)在孔口用钢筋网片设置第1道防护遮挡屏障,预留出渣作业通道,其下挂置安全网。在孔里距离孔底3~5 m的位置应设置遮挡屏障(采用5 mm厚钢板与护壁牢固连接)。取土吊斗升降时,孔下作业人员应避于遮挡屏障下。根据施工进度,在每隔30 m设置一道遮挡屏障。(2)提渣吊筒上设护顶盖,提升时用插销锁死,保证吊筒内的渣土不往外掉。

3.6.5 提渣筒的防摆、防撞保护措施

(1)起吊用钢丝绳采用不旋转的钢丝绳。

(2)提渣筒提起500 mm左右后下落轻抵孔底,使起吊不偏心,确保上下垂直,起吊时在一条垂直线上。

3.6.6 保证孔内外正常通信措施

(1)经与专业厂家联系,孔内外通信采用手摇式有线提包机和对讲机双重保险,保证正常的施工联络、通讯。

(2)设一套视频设备,孔内施工情况清晰可见,一目了然,既可监控掌握施工人员的具体操作情况,也让孔底施工人员感觉到孔外人员的关切。

3.7 施工成果

8号墩右幅挖孔桩在施工安全、质量、进度方面均取得了较好的效果。施工安全方面,由于安全方案的制定和现场安全管理均很到位,整个施工过程中未发生任何安全事故。质量方面,该墩桩基开挖的成孔质量和桩身混凝土的灌注质量均得到了很好的保证,成桩后用超声波探测检验,检测结果4根桩均为I类桩。8号墩4根挖孔桩从2005年8月25日开始施工,2006年1月10日挖孔完毕,达到了预期的施工计划目标。

4 结语

随着我国高速公路建设的纵深发展,将大量修建山区高速公路,由于受地形地质条件的约束,部分桥梁桩基采用机械成孔会有困难。特别是在岩溶地质发育区以及岩溶漏斗区,采用钻孔桩易发生泥浆漏失,导致成孔困难乃至无法成孔,人工挖孔施工不失为一种较好的选择方案。但挖孔桩要求地下水位低于桩底设计标高,或孔内地下水水量不大。水南大桥的超深挖孔桩的实践表明,只要安全技术措施得当并具体落实且监控管理到位,100 m左右的大直径桩完全可以采用挖孔施工。

参考文献:

- [1] 交通部第一公路工程总公司. 公路施工手册:桥涵(上册)[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [2] 铁道部第二勘测设计院. 铁路工程设计技术手册:隧道[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.