

# 预应力管桩施工技术在高速公路扩建工程中的应用

张涵墨 陈 帅

湖北省城建设计院股份有限公司 湖北 武汉 430051

**摘要:** 高速公路扩建可满足新时期交通运输发展的需要,在扩建过程中遇到软土路基概率较大,怎样处理软土路基十分重要。软土路基施工通常运用预应力管桩施工技术,对于技术的运用流程、施工要点、技术运用,直接关系到高速公路的扩建质量。文章围绕高速公路扩建的实践,阐述管桩施工技术的运用,在施工中需采取合理措施,做好施工技术的运用,更好为建筑工程管理所服务。

**关键词:** 预应力管桩; 软基处理; 高速公路; 改扩建

预应力管桩是细长空心等截面预制混凝土构件,用先张法预应力工艺制作完成,运用在道路施工等领域内,有质量可靠、施工速度快等优势。管桩的桩身混凝土强度高,轴向承载力高但抗拔能力低,若是在土基内含有诸多障碍物就不适合使用该方式,软基含有较厚的土层,进行施工作业之前进行检测,根据路基实际情况进行判断即可。本文结合高速公路案例,分析预应力管桩的运用。

## 1 预应力管桩施工技术的运用现状

我国的预应力管桩施工技术发展速度很快,管桩生产企业越来越多,该管桩是利用预应力工艺与离心工艺,结合高强度混凝土在高温高压蒸汽养护下制作的细长空心圆筒体混凝土构件。1915年,澳大利亚的Hennenbique提出离心密实混凝土的制作方式,为PHC管桩的制作提供条件。发展到2018年,我国已经有600多个厂家生产预应力管桩,这种管桩主要利用在软土地基内,PHC管桩叫做高强混凝土管桩,是我国基建使用最广泛的材料。

伴随着社会经济发展,建筑行业也在不断发展,桩基础能够很好适应复杂地形,尤其是软弱地基,预应力管桩在软基中的利用,有承载力高、抗震性能高、工期短等特征,在改扩建道路中的运用具备显著优势。新时期人们越发重视生态环保,因此越发重视对PHC管桩的使用,这对该材料的运用、发展有极大的帮助。

## 2 工程概况

### 2.1 工程概况

本项目为湖北省江汉平原地区高速公路软基处理,仙洪高速全长41.266公里,同步建设连接线11.229公里,但全线地势低洼,沟渠纵横,水网密布,地下水位高,根据施工需要,决定用预应力管桩施工技术来进行施工。仙洪高速全长76公里,初步设计为双向四车道

高速,允许行车速度为100公里/小时,路基宽26米,投资包含赤壁长江大桥的预算为44亿元。从施工实际来看,由于项目特殊性,软基纵深大,处理难度高,使用预应力管桩施工技术来处理路基,可以取得比较理想的效果,也可以获得较好的社会效益。

### 2.2 施工准备工作

#### 2.2.1 编制方案内容与规范

根据方案设计内容,排列出施工的重点与难点,并且明确施工规范,根据编制内容进行施工,需贯彻相关文件,如《工程岩土工程勘察报告》、《预应力混凝土管桩》、《先张法预应力混凝土管桩》(GB13476-2009)、《建筑地基基础工程施工工艺标准》(DBJ/T 61-29-2005)等等,明确施工安全目标、确定文明施工内容、明确项目经理组织结构等。

根据项目的工期、质量要求,建立项目管理体系,以项目经理为管理的责任主体,项目总工程师为首,配置资历丰富和经验丰富的人群作为管理层。考虑施工中可能出现的断裂情况,制定应急措施。

#### 2.2.2 施工准备

清理路况,将地表清除干净,把杂草、树根等清除后检查地面。在路基的外侧开挖排水沟,检查含水率。地表25cm范围内的土可进行翻松,接下来加入适当的石灰,并且对石灰进行压实处理。地表上,再次填筑20cm的石灰,压实处理。

施工前配置的施工设备有:静力压装机、起重机、皮尺、水准仪等,为满足高速路况实际情况,施工之前检查设备,调试设备确认质量,尽可能保证机械能正常运作。

项目经理等人员需要熟悉施工方案,核对施工图纸、勘察资料、设计文件,以了解路况,获得项目基本情况,且处理的施工方案。施工凭证开阔的地点,进行

检查、处理，将其作为堆放管桩的场所。

本次案例施工流程为：整平地表→填筑地表前翻松，翻松深度为20~30cm，加入石灰，压实到87%→重复填筑、翻松、整平作业，压实到90%→桩位放样→静压机就位→调整垂直度→进行第一根静压桩施工→起吊第二根→电焊→焊接质量检查→静压第二根→重复压桩、设计标高、内容检查→开挖桩帽形成土模，绑扎钢筋、现浇混凝土→铺筑碎石→压实→铺筑钢筋网→铺筑第二层碎石→报验。

### 2.3 施工技术要求

#### 2.3.1 桩位放样

根据设计图纸的设计内容，确定现场坐标系、控制点、水准点，利用经纬仪根据设计点进行放样。放样后，用石灰标记下桩位，且设置小木桩<sup>[1]</sup>。

#### 2.3.2 压桩

使用钢绳捆绑预应力桩，将桩缓慢移送到入桩机内，调整桩机，这个步骤包含对桩机的调整、对中的检查。第一节桩入土深度达到30~50cm后，检查桩深的垂直度，此处可允许误差范围为0.5%，接下来开启压桩装置，进行压桩。这个过程需要技术人员记录下压桩的时间、压力表的读速，以确保压桩过程顺利进行，压桩的速度需要控制在1~2m/min内。

## 3 预应力管桩施工技术

### 3.1 施工工艺

根据地勘报告，本项目用JVY800H型压桩机，施工可根据工程实际情况选择压桩机，按照具体的顺序开展。JVY800H型压桩机的自重较大，压桩速度快，对现场要求比较高。施工之前，提前平整、压实路况。进行作业之前，检查压桩机、吊机，确保可以立即进行压桩施工。全站仪、水准仪需校验。

本项目施工中的管桩均是成品管桩，所选择的管桩生产厂家资质合格，出厂产品质量合格，满足本次项目扩建的需要。管桩的运输、施工：

#### 3.1.1 起吊

单节管桩使用专用吊钩来直接起吊，设备勾住内壁，吊绳与管桩的夹角角度为45°。运输管桩应使用平板拖车，装车之前做好检查，装车与卸车、运输过程都不能损伤管桩的。现场管桩的堆放要是超过2层，使用吊机来取桩；若不超过2层，可使用压桩机来拖拉。

#### 3.1.2 验收

验收内容包含管桩的制作、吊装、运输、验收，其强度必须要达到设计强度；出厂的时候必须出具合格证。吊运过程严格管理，不能出现碰撞与滚落情况。

### 3.2 静压桩施工

按照设计内容进行放样，结束后自检，监理工程师验收质量，合格后继续进行施工，施工要充分考虑设备的桩位保护条件。每个基坑放样20~30个。桩位偏差范围需控制在单排桩10mm内，群桩20mm内。对于本项目的实际情况，在确定压桩顺序后，按照由内向外的原则进行。对位：将压桩机对准桩位后，使用经纬仪、垂球以帮助技术人员调整桩身。这个过程要随时调整。送桩使用水准仪监测，误差范围为±5mm。压桩过程中，遇到特殊情况需要停止压桩，初压的时候桩身产生较大的偏移和倾斜状况，压入的时候，桩出现下沉、倾斜、位移严重。若出现这些情况，及时通知现场技术人员与监理<sup>[2]</sup>。

### 3.3 焊接

按照规范设计内容，单桩的长度不能超过15m，若设计长度超过单桩的总长，就需要接桩。按照本次的施工实际情况来看，部分地区软基较厚，桩长超过30M，需要进行接桩。通常接桩需进行焊接，本项目使用二氧化碳保护焊来焊接（实际工序可以根据工程实际需求来选择焊接）。

### 3.4 管桩接桩

接桩之前，将连接部位的桩上杂质、污渍清理干净，确保连接部位的清洁。检查连接部件的稳定、可靠情况，若存在问题要立即处理。接桩的时候，两节桩应该在同样的轴线上，焊接部位应该平整，焊接完毕后检查桩身质量，重点检查开裂情况。桩接之前，使用钢丝刷清洁桩端，接桩的部位必须要对齐，两者的偏差必须要小于2mm，且保证桩的垂直度。整个焊接过程中，需要两人进行，作业内容要求较高，严格控制焊缝质量。焊缝连续且饱满，无夹渣等缺陷，烧焊至少在两层以上。若有焊渣，可使用小锤来敲掉，在焊接完成后，冷却8min左右进行下一步工序。送桩器的下端需设置桩垫，以保护端部。

### 3.5 终止压桩

常规情况下需要设计送桩的压力，当桩的深度达到设计的高程后，施加压力可持续10min，且测量每分钟桩的下沉量，每分钟下沉量达到2mm，可完成送桩。同样的土层送桩施工中，若出现静压力增大、减小的情况，可停止施工。根据实际情况，报告给技术人员、监理人员，分析事故的同时，了解事故情况，解决施工中存在的问题<sup>[3]</sup>。

### 3.6 管桩质量检查、检测要求

压桩施工完毕后，部分地段需截桩，在这个过程中需采取合理措施来保证管桩的质量。截桩的时候，不能

使用大锤来硬砸,需要根据现场,设计截桩手段。使用钢箍把不截断的部分包紧,此时这一部分有保护层,沿着钢箍的上部分凿槽,使用锤子配合作业,将混凝土打下来,再利用气割法将钢筋切割掉,即可完成截桩。

### 3.7 管桩桩帽的施工

在管桩施工完毕后,进行质量检查,监理工程师根据质量要求进行检查,合格后进行后续施工。施工人员可安排桩帽的施工,根据设计内容,设计出桩帽的尺寸,在桩头上设置模版,根据设计要求来绑扎钢筋,完成后浇筑桩帽,按照养护的要求进行养护即可,在桩帽的施工中,需检查轴线偏差,按照质量要求桩帽可允许偏差为 $\pm 15\text{mm}$ ,利用经纬仪按照2%的频率抽查。平面尺寸偏差为 $\pm 30\text{mm}$ ,帽顶标高尺寸偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ,混凝土强度为C30,按照设计内容逐步检查,以确定施工是否合格。

### 3.8 碎石垫层

结合本项目实际情况,进行碎石垫层、加筋网的施工,本项目使用轧制碎石作为垫层,进行作业之前,检查垫层质量,质量要求为干净、无杂质,级配优良,垫层碎石最大粒径范围为50mm。铺筑第一层碎石的时候,可使用推土机。根据高速公路强度要求,碎石缝隙之内可填充碎石碎屑,并且使用振动压路机碾压、压实,本项目使用压路机激振力为200KN,1~2遍稳压,3~4振动压,后续检验垫层施工质量合格。

钢筋网的加工中,通常使用点焊的方式,保障钢筋质量,考虑到钢筋的特殊性,采取合理的除锈手段避免钢筋被腐蚀。在放置钢筋网的时候,钢筋网与下层的碎石垫层紧密贴合,以确保路基的质量。在钢筋网放置完毕后,依次进行下一道工序,第二层碎石铺筑重复上述步骤即可。碎石垫层需检查固体体积率、平整度、垫层宽度、厚度等<sup>[4]</sup>。

### 3.9 检验施工质量

本项目施工完毕之后,组织专业人员勘测、监测路基的沉降结果,按照技术人员反馈数据,路段的月平均沉降量范围为0~3mm,累积的总沉降量为30mm,按照路基沉降规范来看,国内公路路基沉降量中,一般路段 $\leq 0.3\text{m}$ ,参考《公路路基设计规划》(JTGD30)中对软基的规定,本次工程符合标准,满足设计要求。结合本项目

可确定预应力管桩施工质量优良。考虑软基施工地质情况复杂,在进行软基施工作业之前,设计与勘测单位需组织专业人员,在充分了解地基的基础上进行施工。

## 4 软基预应力管桩施工质量控制建议

结合高速公路软基施工实际情况,提出相关建议:

首先,做好预控。进行作业之前,认真分析、检查团队技术水平,了解工作实践能力,要求施工团队的高质量、高素质。若项目存在分包情况,需核查分包的资质水平。场地管控十分重要,关系到管桩施工质量[5]。

其次,控制好桩的垂直度,施工的时候还会使用焊接法,施工过程需要严格监控、管理。焊接质量必须要严格。

其三,挤土问题很难顺利处理,因此技术人员需要采取合理措施减少挤土造成的负面影响,如选择二次送桩法。在施工中需要根据实际情况采取合理措施。

最后,做好施工过程的管理,尤其控制好工序,严格管理每一个层次的管桩施工。监理工程师监督好施工过程,若存在问题,立即采取合理的补救措施。

## 结束语

综上所述,高速公路的扩建与国家交通事业的可持续发展相关,在施工中需要采取合理措施,做好扩建工作。文章围绕软基预应力管桩施工展开讨论,结合实际案例分析该技术的运用,最后就质量管理提出建议,期望给同类型工程施工提供参考。

## 参考文献

- [1]张发强.高强预应力管桩施工技术的应用研究[J].散装水泥,2023(3):176-178.
- [2]杜季恩.公路软基处理中预应力管桩施工技术的运用[J].四川建材,2022,48(5):145-146.
- [3]薛军.地基处理中静压预应力管桩施工技术应用[J].门窗,2023(17):97-99.
- [4]黄宜伟.国道G316线A4标段深厚海相冲淤积软土区预钻孔预应力管桩施工技术分析[J].工程技术研究,2022,7(23):51-53.
- [5]江慧元.预应力管桩施工技术要点及质量控制措施分析——以南昌地区某建筑工程为例[J].工程技术研究,2022,7(14):126-128.