

# CFG Pile Foundation Treatment Method and Quality Control Strategy for High-speed Railway Subgrade—Taking the New Shenyang-Baihe High Speed Railway Project as an Example

Ying Jin

Northeast Branch of China Railway Bridge Bureau Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 121000, China

## Abstract

In the construction process of high-speed railway subgrade engineering, the application of CFG pile reinforcement construction technology plays a very important role. The quality of the finished CFG pile foundation has a direct impact on the service time of high-speed railways. Improving the quality of finished CFG pile foundation structures can optimize the effective service time of high-speed railways and maximize the demand for people to travel on high-speed railways. This paper takes the newly built Shenyang Baihe High Speed Railway Project as an example to conduct a detailed analysis of the CFG pile foundation treatment method and quality control strategy for high-speed railway subgrade, in order to provide reference for relevant projects.

## Keywords

high-speed railway; subgrade; CFG pile foundation; treatment; quality control

# 高速铁路路基 CFG 桩基处理方法及质控策略——以新建沈阳至白河高速铁路工程项目为例

金英

中铁大桥局集团有限公司东北分公司, 中国·辽宁 沈阳 121000

## 摘要

在高速铁路路基工程的施工过程中, CFG桩加固施工技术的应用发挥着极为重要的作用。CFG桩基的成品质量优劣对于高速铁路的服务时间长短有着直接的影响。提高CFG桩基结构成品质量, 才能够优化高速铁路的有效服务时间, 使人们乘坐高速铁路出行的需求得到最大满足。论文以新建沈阳至白河高速铁路工程项目为例, 对高速铁路路基CFG桩基处理方法及质控策略进行了详细的分析, 以期对相关工程提供借鉴参考。

## 关键词

高速铁路; 路基; CFG桩基; 处理; 质量控制

## 1 引言

所谓CFG桩, 就是将碎石、石屑、砂、粉煤灰掺水泥、水等材料, 按照一定的比例, 搅拌在一起, 并经过成桩机械的加工, 形成的具有较大强度的承重桩。在高速铁路路基工程的施工过程中, 对水泥掺量和各种材料的配比进行调整, 可以将CFG桩的强度提升至C25。在中国高速铁路路基施工要求不断提高的今天, 加强CFG桩加固施工技术的应用, 对CFG桩基进行妥善的处理, 成为高速铁路路基施工质量控制的关键。

## 2 工程概况

沈白高铁吉林段TJ-7标起讫里程DK353+305.96~DK395+563.10, 正线长度39.2km。正线路基21段, 路基全长17.9km, 该段路基CFG桩总根数为34400根, 总桩长为230404.48m, 直径均为0.4m, 松江河站站场内CFG布置间距2.0m, 正方形布置; 区间段落路基CFG布置间距1.8m, 正方形布置。目前已施工段落单桩承载力不小于260kN。桩顶设C35混凝土桩帽, 桩帽上部分为圆柱形, 高0.25m, 圆直径为1.3m; 桩帽以下部分为倒圆台, 倒圆台底面圆直径为0.9m, 倒圆台顶面圆直径为1.3m, 圆台高0.3m; CFG桩桩顶嵌入桩帽0.1m, 保证桩顶以上桩帽厚度不小于0.45m。桩帽上部设0.25m+0.25m厚碎石垫层, 两层垫层中铺设一层抗拉强度100kN/m的土工格栅。本工程中使用的施工方案为前截法CFG桩, 具体CFG桩横断面如图1所示。

【作者简介】金英(1985-), 男, 中国辽宁凌海人, 工程师, 从事土木工程研究。

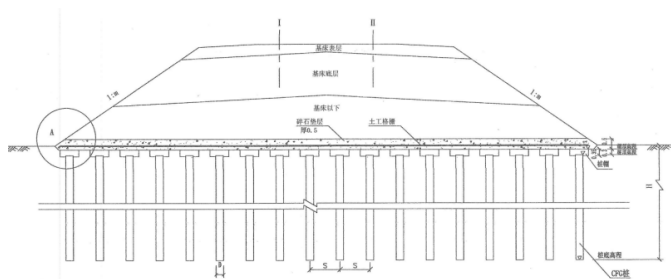


图 1 CFG 桩横断面

### 3 高速铁路路基 CFG 桩基处理方法

#### 3.1 施工准备

在正式开始 CFG 桩施工前, 需要做好以下几方面的准备工作: 第一, 对施工图纸、施工组织设计及其他技术性资料进行全方位的研究和审查, 提前发现施工图纸中存在的合理之处, 并进行相应的处理与解决。第二, 对实施性施工组织设计有一个全面的了解, 对前截法 CFG 施工方法、施工工艺以及施工流程予以熟悉。第三, 在准确把握施工图纸上相关要求的同时, 对基坑横、纵中心线和地面标高进行准确的测定。第四, 在正式开始挖掘施工前, 需要做好施工现场施工人员的技术交底工作, 并安排相应的管线监护人在施工现场进行基坑开挖范围与开挖深度的指导和监督<sup>[1]</sup>。第五, 对相关试验检测规范要求进行研究, 并将进场材料进行取样检测, 确保这些材料符合相关技术标准规定。另外, 在正式开始使用这些施工材料前, 还需要对相关的出厂合格证和质量试验报告进行审核, 以免不合格的施工材料应用到 CFG 桩施工过程中。第六, 对施工场地进行整理, 对施工机具进行检查, 对各类水电供应设施进行安装, 对施工过程中需要使用到的材料进行检查与维护, 以免材料遭到污染和破坏。第七, 在施工现场进行临时性排水沟的设置, 以免遭遇强降雨天气, 基坑内积水无法及时排出, 对后续的施工作业产生影响。

#### 3.2 桩位放样

测量工程师应使用全站仪等设备, 做好纵桩的测量工作, 并根据施工图纸上的要求进行布控定位, 为后续的施工作业打好基础。按照桩位图上的相关要求进行桩位的施放, 并在每一个施放部位做好标识, 确保桩身不会发生明显的偏移。对桩位放样的数量与位置进行严格的检测, 确保其符合相关技术要求。以已知的桩位为依据编制钻孔作业路径, 加强桩位精度的控制。

#### 3.3 钻机就位

针对钻机就位, 需要注意以下几方面: 首先, 移动长螺旋钻机到达施作桩位, 调整钻头使其中心与桩位处竹杆重合, 完成对中。其次, 校正钻杆垂直度。对中完成后, 通过调整钻机支腿高度校正钟摆式垂直标杆, 使钻杆垂直对准桩位中心。最后, 在钻机驾驶舱内放置横、纵向水平尺, 保证钻机水平。钻杆垂直度容许偏差不大于 1%。

#### 3.4 混合料搅拌

优先选择质量有保证, 性能较优的原材料, 并按照一定的配合比, 在搅拌站进行配置, 并提升混合料搅拌的均匀性。对施工现场的施工条件进行分析, 将每一盘的搅拌时间控制在 120s 左右。以“先拌后用”为原则, 对产生的混合料进行合理的应用, 以免时间间隔太长, 影响物料的使用性能。

#### 3.5 钻进成孔

先关闭钻头阀门, 向下移动钻杆至钻头触及地面, 再启动马达实施钻进操作。在钻进过程中, 要先慢后快为原则进行钻孔, 并将钻孔速度控制在 1.0~1.5m/min。在钻孔电流的控制方面, 如果是素填土和粉质黏土, 可以将钻孔电流控制在 80~150A; 如果是圆砾土等持力层, 可以将钻孔电流控制在 165~195A, 且采取低速钻孔、间断频率钻进的方式, 以提升钻机钻孔的稳定性。在钻孔施工过程中, 如果地层变化比较大, 粉质黏土层的厚度分布不均匀, 那么可以对施工桩长进行严格的控制, 即向对钻孔出渣进行观察, 待其到达设计持力层地质后, 再将当前的钻孔深度进行如实的记录, 然后继续钻孔, 当钻杆剧烈晃动, 无法继续钻进的时候, 再将此时的钻孔深度记录下来, 确保两次钻井深度之差在 0.5m 以上。

#### 3.6 灌注混凝土和拔管

针对灌注混凝土和拔管, 需要注意以下几方面: 第一, 混凝土搅拌材料的工程性质, 直接影响着最终的 CFG 桩施工质量。所以, 必须将桩体混合料强度等级控制到 C20, 混合料坍落度宜控制在 180~200mm。第二, CFG 桩在钻至持力层以下 0.5m 后开始泵送混合料, 当钻杆芯管充满混合料后开始拔管, 根据试桩总结, 拔管速度应控制在 2~3m/min, 保持连续灌注, 钻头始终埋入混合料土内不小于 1m, 混合料面超过作业面后, 立即停止泵送混合料。施工中每根桩的投料量不得少于设计灌注量<sup>[2]</sup>。第三, 根据成桩方量计算每泵泵送方量, 当混合料泵送量达到设计要求时, 立即停泵, 同时采用小型挖机在泵送混合料前对桩顶钻渣进行清理, 以便观察钻头位置, 防止出现混合料浪费现象。

#### 3.7 整机移位

当最后一根桩基成形后, 需要按照计划将钻机移动至下一个施工地点。如果 CFG 桩的土层含量较高, 稍有不慎, 就可能出现相邻桩位遮挡问题, 使原已标定的桩位发生变化。所以, 在正式开始下一个 CFG 桩的施工前, 需要做好桩位的精度进行严格的检查和控制。当前一根桩的灌浆达到标高后, 再正式开始下一个 CFG 桩的施工。整个过程要保持连续灌注, 且桩位误差需要控制在 10cm 以内。

### 4 高速铁路路基 CFG 桩基处理质量控制策略

#### 4.1 落实工序“三检制”

所谓“三检制”, 是指利用“自检、复检、专检”的方式, 对施工工序进行验收签证。这是高速铁路路基 CFG 桩基处

理质量控制的有效策略。首先,在实施“三检制”前,质量部应根据每个审批后的专项施工方案,编制相应的质量卡控要点,编制并明确各工序一一对应的质量验收记录表,下发架子队,进行填写交底,规范质检程序,确保工序检查流程清晰,记录完整真实。其次,针对工序和隐蔽工程的自检,由架子队班组作业层负责,自检合格后上报项目部工程部、质量部安排技术员和质检员复检。只有工序和隐蔽工程复检合格,才能上报项目部质量部,安排质检工程师进行专检,安排监理工程师进行检查验收。最后,在工序三检过程中,对检查中发现的问题,必须整改重新验收至合格为止。“三检”合格,并由项目部质量部报监理工程师验收,且验收至全部合格后,方可办理签证进入下一道工序施工。

#### 4.2 CFG 桩成孔

在 CFG 桩成孔过程中,需要注意以下四方面:第一,钻杆向下移动至与地面接触后,就可以正式开始电机钻机施工。第二,钻进施工人员要与测量人员保持实时的沟通。每钻进 1m,就要向操作人员报告一次,一旦发生电流发生变化,应及时与现场读卡人员进行沟通,确保真实的进尺与土层特性能够得到及时的把握,相关数据能够得到完整的记录<sup>[1]</sup>。对电流显示结果进行分析,能够对相应的施工状况进行准确的判断。如果钻孔位置已经深入到坚硬地层,应当通过强化进尺的措施,对进尺的精细度进行严格的控制,以免出现埋入深度不符合相关要求的问题。当钻进至持力层后,再对地质情况进行检查,并做好相应的记录工作。第三,当钻进深度区域后,地质环境会变得异常复杂,所以必须对现场的地质条件进行深入的分析。一旦发现地质条件不符合设计要求,就要在第一时间报告给设计部门,并要求重新勘察。第四,在钻进过程中,如果钻杆晃动明显,或者钻进不顺利,则应加强进尺速度的控制,以免出现钻具损坏,桩孔变形等问题。

#### 4.3 桩头的处理

针对桩头的处理,需要注意以下四方面:第一,在完成混合料的灌注施工后,需要利用小型挖掘机设备,将剩余的钻渣和超灌混合料进行有效的清理。第二,使用 A30 两相振捣棒对作业面以下 2m 内混合料进行振捣,振捣棒应快插、慢拔。当混凝土不再沉落、表面泛浆时停止振捣,防止过振、漏振。第三,振捣完成后,使用水准仪或水平仪测量混合料面高程,将高出桩顶的混合料挖除。第四,采用人工方式,对桩顶混合料收面抹平两次,用塑料膜覆盖桩头,保

湿养护。

#### 4.4 CFG 桩断桩和穿孔问题的处理与预防

在桩帽成型器钻进过程中,可能会对已完成桩体发生碰撞、扭转,造成浅层断桩。对此类浅层断桩,必须接桩至设计桩顶标高,施工单位必须按照相关要求,编制浅层断桩专项施工方案,报监理单位审批后按方案实施。建议先剔平凿毛桩顶,用清水将桩顶清理干净后,用 C35 混凝土接桩,并超出桩周 200mm。

另外,在饱和软土层中成桩经常会遇到这种情况:打完一根桩后,在施工相邻的桩时,发现刚施工的临桩的桩顶突然下落,当桩泵入混合料时,临桩的桩顶开始回升。此种现象称为窜孔<sup>[4]</sup>。出现窜孔的情况有以下三种:第一,被加固土层中有松散饱和软土层;第二,钻杆钻进工程中叶片剪切作用对土体产生扰动;第三,土体受剪切扰动能量的积累,足以使土体发生触变。由于窜孔对成桩质量的影响,施工中需要采取必要的预控措施:首先采取隔桩、隔排跳打方法;其次减少在窜孔区域的打桩推进排数,减少对已打桩扰动能量的积累;最后合理提高钻头钻进速度。

### 5 结语

综上所述,CFG 桩施工技术在提高高速铁路路基稳定性方面发挥着十分重要的作用。通过大量的现场施工及应用,CFG 桩信息化系统、桩帽成型器和前截法工艺等新工装、新工艺得到了实际检验,其时代性、先进性、实用性和经济性较为突出。但是,受到多方面因素的影响,CFG 桩施工过程中还有很多问题尚未得到解决。在这种情况下,必须结合工程的实际情况与施工要求,对 CFG 桩的施工工艺、施工流程及施工要点进行准确的把握。与此同时,为了加强施工质量的控制,还要将共需要“三检制”予以落实,加强 CFG 桩断桩和穿孔问题的处理与预防。

#### 参考文献

- [1] 杨斌.CFG桩在沪昆高速铁路中的施工技术研究[D].南昌:华东交通大学,2017.
- [2] 蒋才良.简析CFG桩在高速铁路路基加固中的应用[J].装饰装修天地,2017(23):323.
- [3] 殷潇.某高速铁路跨塘路基防添加固措施研究[J].路基工程,2020(3):66-69.
- [4] 郑长龙.论铁路工程中CFG桩基施工优化[J].智能城市,2016(8):220-221.