

# 抗浮锚杆技术在建筑工程中的应用与优化

谢文志<sup>[1]</sup> 陈培凌<sup>[2]</sup>

(1. 柳州钢铁股份有限公司, 广西 柳州 545000;  
2. 十一冶建设集团有限责任公司, 广西 柳州 545000)

**摘要** 抗浮锚杆广泛应用于现代建筑工程地下室中, 其施工质量的好坏是影响建筑安全使用的重要因素。本文结合柳州柳钢医院新门诊综合大楼项目工程施工特点, 针对地下室抗浮锚杆施工的工艺流程、施工技术要点、施工重点、难点, 深入研究喀斯特地貌进行大孔径抗浮锚杆施工所遇到的问题, 并针对性地制定出有效措施, 解决抗浮锚杆施工存在问题, 总结出较为合理的施工方法, 旨在为此类工程施工提供借鉴。

**关键词** 复杂地质 抗浮锚杆 建筑工程

中图分类号: TU943

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)05-0037-03

柳州地区具有经典的喀斯特地貌, 地下地质复杂, 对地下工程的质量、安全有较大影响。抗浮锚杆在地下工程中既能抵抗地下水浮力的作用, 又能良好地支撑地下工程, 可保障地下室的安全性和稳定性<sup>[1]</sup>。抗浮锚杆施工简单、布置灵活、价格低效果好, 可用于各种地质情况, 被广泛运用在地下工程中<sup>[2]</sup>。

## 1 工程概况

### 1.1 工程简介

柳钢医院新门诊综合大楼项目位于柳州市柳北区柳钢医院住院部北面, 西临雀山公园, 南面临柳钢医院住院部, 东面为柳钢医院停车场, 北面为雀儿山路, 整个项目规划总用地面积约为 158.34 × 171.65 m<sup>2</sup>。本工程共布置抗浮锚杆 945 根, 其中一层地下室下沉庭院底板锚杆长度约为 15m, 共 211 根, 二层地下室底板锚杆长度约为 11m, 共 735 根。锚筋采用 3 根  $\phi 25$  的 HRB400 钢筋。

地质情况较简单的条件下, 一般都采用履带式锚杆工程钻机配合冲击器冲击一次成孔方式施工, 但是通过详细对照勘察报告以及前期试验桩施工, 发现本工程施工区域内地下水位较高, 溶洞、裂隙及软土发育普遍, 又存在较容易塌孔的强风化岩层, 常规抗浮锚杆钻孔在此等复杂地形容易出现卡钻杆、埋死冲击器等情况, 特别是地下水位较高, 岩土交界面的软土层锚杆坍塌严重, 很有可能造成无法成孔或成孔后沉渣较厚, 影响锚固长度, 以至于抗拔力达不到设计要求。为确保本工程抗浮锚杆的施工进度及质量, 本场区的抗浮锚杆施工采取套管跟进钻孔与泥浆护壁法相结合的方式。本方案系针对复杂地质情况下采取套管跟进与泥浆护壁法相结合方式钻进编写的专项方案。

### 1.2 场地工程水文地质情况

本工程施工区域主要土层为碳酸盐岩系经红土化作用而形成的红黏土, 下伏基岩为中石炭统大埔组白云岩(C2d), 各岩土层自上而下可分为: (1) 杂填土; (2) 层表层红黏土; (3) 1 层坚硬~硬塑状红黏土; (4) 2 层可塑状红黏土; (5) 层白云岩。

经勘察, 部分钻孔在填土层中遇上层滞水, 其初见水位埋深为 0.3~5m, 标高为 86.78~87.55m, 不具统一水位, 水量中等, 为降水及生活用水渗入补给。

在钻到基岩面后, 遇岩溶裂隙水, 水量中等, 具有一定承压性, 主要赋存于白云岩岩面及溶洞、溶孔、溶蚀裂隙中, 初见水位在岩面附近, 初见水位埋深为 11~18.5m, 标高为 72.97~78.50m, 稳定水位埋深为 2.3~6m, 标高为 85.55~86.24m。该层地下水主要接受大气降水及邻近地下水径流补给, 往东南方向径流, 排入柳江。

## 2 抗浮锚杆施工技术概述

本工程布置抗浮锚杆近 1000 根, 长度设置为 15m、11m, 其中一层地下室下沉庭院底板锚杆长度约为 15m, 二层地下室底板锚杆长度约为 11m。锚杆锚筋采用 3 根  $\phi 25$ HRB400 (三级钢) 的钢筋, 锚杆孔直径为 200mm, 锚杆施工采用套管跟进钻孔与泥浆护壁法相结合方式。锚杆钻孔应进入中风化白云岩或微风化白云岩不少于 4.0m, 遇溶洞、不完整岩时, 应穿过溶洞、不完整岩后重新入岩 4m, 当孔深不满足设计 (锚杆长度一层约为 15m, 二层约为 11m) 就已经满足入中、微风化岩 4m 时, 确保锚杆入中、微风化岩 4.3m 即可。采用高压注浆泵压力注浆, 锚杆注浆采用分压力注浆、二次注浆两次完成, 锚杆水泥浆强度等级要

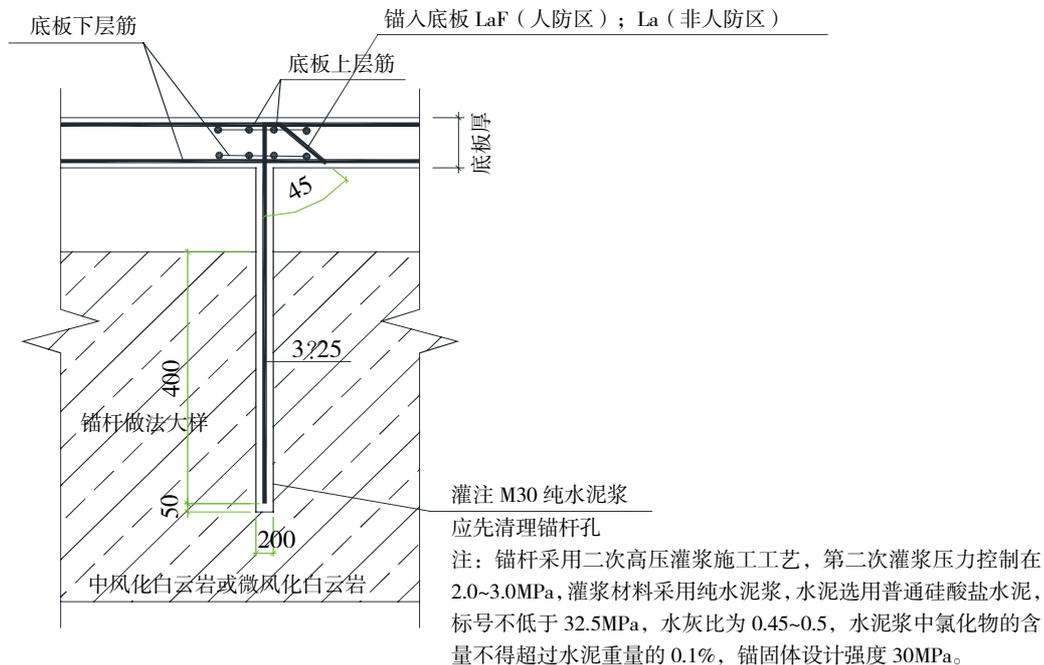


图 1 锚杆施工大样图

求不低于 30MPa, 材料为水泥标号 P42.5, 抗浮力特征值为 250KN (锚杆做法见图 1 锚杆施工大样图)。

### 3 抗浮锚杆施工技术要点

#### 3.1 资源配置

首先, 制定施工进度计划及保证措施, 科学合理地做好准备工作。

其次, 根据工程规模、结构的特点和复杂情况、施工进度计划等, 做好人员合理分工与密切配合, 配置相应的劳动力、施工机具及材料。

#### 3.2 锚杆施工工艺流程及控制要点

##### 3.2.1 施工总工艺流程

工艺流程: 测量放孔→工程地质钻机就位→套管跟进钻孔→入岩面确认→入岩深度确认→锚杆制作→清孔提钻→终孔验收→放置锚杆→压力注浆→拔出钢套管→二次压浆→封锚。

##### 3.2.2 放样定位

根据建设单位提供的坐标系统, 设置轴线控制网和高程基准点, 利用全站仪、水准仪实地放样测量测出各锚杆的孔位及标高, 喷漆标识并编桩号, 做好轴线的控制和测量校核。承包单位对锚杆孔位轴线经自验合格后, 提请监理单位组织验线, 合格后方可使用。

##### 3.2.3 锚孔钻孔

测量复核确定锚杆孔位后, 地质钻机就位调试, 锚孔孔距误差控制为  $\leq \pm 100\text{mm}$ 。先进行 6 根基本试

验锚杆, 通过试验确定锚固体与岩土层间粘结强度特征值、锚杆设计参数和施工工艺。采用液压锚杆钻机钻进套管(边加套管边钻进), 套管要求全程跟进, 经连续钻孔达到指定深度后, 不得立即停钻, 稳钻 1~2min, 用水冲法将泥沙等清理出孔外, 由勘察单位通过喷出的碎岩判定是否进入岩面。

##### 3.2.4 入岩及入岩深度确认

与勘察、监理、业主、主管部门确定完岩面标高及成孔深度后开始制作锚杆。

##### 3.2.5 锚筋制作

材料按照设计图、合同要求进料, 经现场抽样送检试验合格后方可使用, 统一在钢筋加工棚内制作。

锚杆下料长度: 设计长度和现场实际孔深长度相结合, 锚杆实际长度与设计误差不超过  $\pm 5\text{mm}$ 。

锚筋制作时按设计要求设置对中支架, 在锚筋底部设置隔离架, 支撑高度为 50mm, 锚筋底部的混凝土保护层厚度不小于 50mm, 加工好的锚筋标识清楚并分类堆放整齐。

锚筋采用机械连接, 符合设计及规范要求。

锚杆成孔及入岩深度、孔径要求按设计要求施工, 且优先考虑干作业方式进行成孔作业。施工允许偏差为: 孔深:  $\pm 50\text{mm}$ , 孔径:  $\pm 5\text{mm}$ , 孔距:  $\pm 100\text{mm}$ , 成孔倾角:  $\pm 5\%$ 。

##### 3.2.6 清孔

利用清水冲洗, 直至孔内喷出清澈的水, 避免孔

内沉渣存在,在质检员进行孔深自检合格后,组织施工方、监理、业主、主管部门联合验收,符合要求后进行下道工序施工。成孔后留孔时间不宜过长,要及时进行注浆以防坍孔。

### 3.2.7 锚筋及注浆管安装

推送锚筋时不得使锚筋整体转动,当推送锚筋困难时,将锚筋抽出,仔细地进行检查,并对安放固定器的有效性、锚筋的防护层的损坏程度、孔的清洁度进行检查与恢复。

注浆管采用DN25塑料软管,管长根据现场实际锚杆孔有效深度确定,管与锚筋上的定位支架绑扎牢固,管底距设计锚杆孔底200mm,管底部采用胶布封闭,灌浆管底部0.5m区段沿管周长三个方向设置5mm小孔,小孔沿管长度方向间距500mm,小孔用胶布封闭,预埋时与锚筋同时放置入锚孔内。

因锚筋较重,放入孔内时利用现场设置的塔吊或者吊车进行提升和安放,推送锚筋时用力需均匀一致,防止在推送过程中损伤锚筋配件和防护层。

锚筋安装时,锚筋顶部标高按设计标高控制,使锚杆整体基本在同一标高上。

### 3.2.8 锚孔注浆

注浆材料采用水泥标号为P42.5鱼峰牌普通硅酸盐水泥,水泥浆强度等级为不小于30MPa。水泥浆按照实验室提供的配合比在现场机械搅拌配制。二次压浆材料采用标号为P42.5普通硅酸盐水泥制成的纯水泥浆,水灰比控制在0.45~0.5之间。

采用孔底反向注浆法,注浆压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ ,注浆时注浆管距孔底250~500mm,注浆过程,应边注浆边缓慢拔出注浆管,使注浆管始终有一定长度埋于浆液中,直至水泥浆注满。注浆时,待完全排出孔中空气与积水,待溢出浆液的稠度与注入浆液的稠度一样后再停止注浆。

待第一次注入水泥浆初凝后,再进行二次高压注浆,时间需根据试验锚杆的注浆工艺参数确定。

### 3.2.9 试验锚杆

1. 抗拔试验和验收按相关规范执行。

2. 试块制作,每个作业区制作试块3组,规格为70.7mm $\times$ 70.7mm $\times$ 70.7mm,取28d抗压强度值,经标准养护至龄期后送检,进行强度试验并出试验报告。

3. 锚杆抗拔试验:锚杆施工完毕后,待锚固体强度达到设计强度等级的100%时,进行验收试验,试验数量满足设计要求和规范规定。

## 3.3 质量保证措施

1. 制度保证:建立健全岗位职责制度,明确各级的职责,通过下级与上级签订责任合同,落实各层级的岗位责任,各级管理部门和人员职责明确,权限明确,

各司其职、各负其责。

2. 技术保证:每道工序施工前,技术部门对作业人员进行技术交底,让每位作业人员了解设计意图、施工重点和难点及解决办法,主要技术措施及操作方法,质量要求、验评标准及注意事项。

3. 原材料、半成品进场验收:对材料出厂合格证、出厂试验单等进行核对验收,按规范要求取样试验。

4. 严格工序质量验收和分部分项工程质量验收制度,确保施工工序质量和施工总体质量。

## 4 其他说明

1. 如遇岩裂隙、溶洞、地下河等特殊地质导致锚杆孔注浆无法达设计标高时,配制合适浓度的水泥浆,掺入适当量的水玻璃<sup>[1]</sup>。

2. 锚筋采用通长钢筋,若需接长钢筋可采用机械连接。

3. 护壁泥浆配合比设计需要经过试验来确定。

4. 严格控制钻孔轴线的偏斜率。

5. 做好锚杆承载力检测工作。

6. 本工程抗拔锚杆的施工作业、施工记录要求做好有关单位现场验收签认工作,资料满足相关规范标准要求。

## 5 实施效果

面对复杂地质的情况下,选择合适的成孔及护壁工艺,本工程锚杆施工未发生塌孔、缩径等质量缺陷。抗拔试验结果均符合设计及相关规范要求。本锚杆施工方法,科学有效,未对土地基造成扰动、坍塌,达到了预期的效果,满足业主和主管部门对施工组织的要求。

## 6 结论

经柳钢医院新门诊综合大楼项目工程实践验证,证明了抗浮锚杆在地下工程中的安全性、质量和进度,有效地提升了建筑的整体抗浮能力方面的积极效果。有关工程技术人员在今后遇到复杂地质情况下进行抗浮锚杆施工时,应将施工图纸的施工要求,结合工程现场实际情况,制定可行的施工方案,采取有效的处理措施,为建筑工程的整体质量提供保障。

## 参考文献:

- [1] 曾伟金. 抗浮锚杆施工技术在地地下室中的应用研究[J]. 西部资源, 2020(06):97-98,101.
- [2] 何云志,陈世伟,刘文韬. 大直径抗浮锚杆体施工技术在工程中的应用[J]. 建筑施工, 2018,40(10):1704-1705, 1708.
- [3] 杨春,龙洪,黎爵湃,等. 复杂岩层抗浮锚杆施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021,48(15):40-42.