

# 南方电网超高压输电公司柳州局生产指挥控制中心扩建项目减少地基沉降差的设计方案

呼峰, 杨庆

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430071

**摘要 :** 本工程主楼采用筏板基础, 裙楼及地下车库采用独立柱基。经计算, 主楼与裙楼之间、主楼与地下车库之间将产生较大沉降差。本工程采用在主楼筏板下设置 CFG 桩的措施, 减少地基沉降差。采取此措施后, 在施工过程中, 对建筑物进行周期性沉降观测, 观测数据显示二者沉降差满足规范要求, 且远小于规范限值。说明筏板下设置 CFG 桩的减沉措施对本工程是有效的。此案例对类似工程的沉降处理具有一定参考价值。

**关键词 :** 筏板基础; 独立柱基; CFG 桩; 沉降差

## Design Solution for Reducing Differential Foundation Settlement in the Expansion Project of Production Command and Control Center of Liuzhou Bureau of Southern Power Grid UHV Transmission Company

Hu Feng, Yang Qing

Central South Architectural Design Institute Co., Ltd, Hubei, Wuhan 430071

**Abstract :** The main building of this project adopts raft slab foundation, and the podium and underground garage adopt independent column foundation. After calculation, there will be large settlement differences between the main building and the podium, and between the main building and the underground garage. This project adopts the measure of setting CFG piles under the raft slab of the main building to reduce the settlement difference of the foundation. After adopting this measure, during the construction process, periodic settlement observation of the building is carried out, and the observation data show that the settlement difference between the two meets the specification requirements and is much smaller than the specification limit value. It shows that the settlement reduction measure of CFG piles under raft slab is effective for this project. This case has certain reference value for the settlement treatment of similar projects.

**Key words :** raft slab foundation; independent column foundation; CFG pile; settlement difference

## 引言

为充分利用土地资源, 合理布局上部建筑功能, 很多建筑物主楼与裙楼在地上以上设缝断开, 地下室连为一体。地下室连为一体一方面对建筑物使用过程中的防水有利, 另一方面也能满足上部结构的嵌固要求。当主楼、裙楼、纯地下室层数相差较大, 基础均采用浅基础, 持力层为同一土层时, 基础的沉降差计算值很难满足规范要求, 必要时, 须采取减沉措施。本文重点介绍, 通过主楼筏板下设置 CFG 桩措施减少地基沉降差, 达到减沉设计目标的设计措施。

## 一、工程概况

本工程位于广西壮族自治区柳州市中国南方电网超高压输电公司柳州局办公院内, 主楼 11 层, 高度为 43.500m; 裙房三层, 高度为 13.900m; 地下室为单层地下室。地面以上主楼与裙楼之间设宽度为 150mm 缝, 地面以下主楼与裙楼连为一体, 图 1 为建筑剖面图。

工程主体结构设计工作年限为 50 年, 建筑结构安全等级为二级。地基基础设计等级为甲级。工程抗震设防烈度为 6 度, 设计地

震分组为第一组。根据地勘报告, 场地类别为 II 类, 特征周期为 0.35s。工程抗震设防类别为标准设防类 (丙类), 根据相关规范<sup>[1-2]</sup>, 按抗震设防烈度 (6 度) 确定其地震作用和抗震措施。建筑物基本风压:  $W_0=0.30\text{kN/m}^2$  (n=50 年), 地面粗糙度类别 B 类, 风荷载体型系数  $\mu_s=1.4$ 。主楼、裙房的结构形式均为钢筋混凝土框架结构, 主楼抗震等级为三级、裙房抗震等级为四级。±0.000 标高相当于绝对标高 90.100m。本工程上部结构嵌固部位为地下室顶板。本工程抗浮水位绝对标高为 89.650m, 纯地库区域采用锚杆抗浮方案。

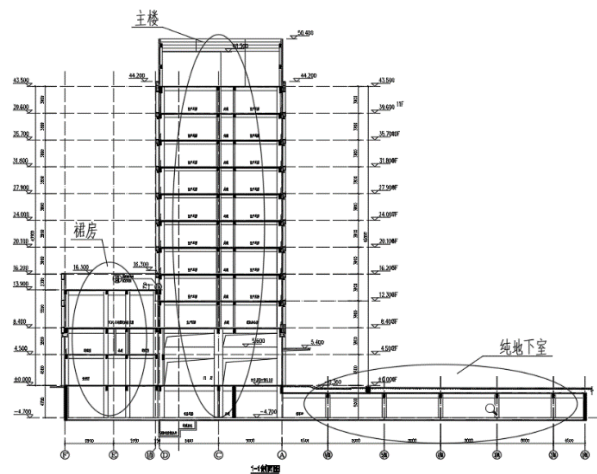


图1 建筑剖面图

## 二、地勘资料

根据地勘报告,拟建场地属溶蚀平原地貌,场地已平整,地面高程89.5m~89.9m。在勘探深度范围内,拟建场区地层按各岩土层的成分、成因及工程性质等自上而下可分为5层:①素填土(Qs)、②黏土(Qal+pl)、③黏土(Qal+pl)、④强风化白云岩(C3<sub>1</sub>)、⑤中等风化白云岩(C3<sub>2</sub>)。典型地质剖面图见图2所示。

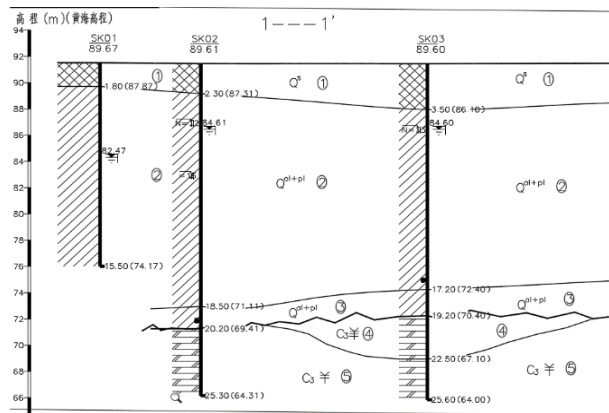


图2 典型地质剖面示意图

各土层物理力学指标建议值如下:

岩、土名称及层号	状态	天然重度 γ (kN/m <sup>3</sup> )	粘聚力标准 值 C <sub>k</sub> (kPa)	内摩擦 角标准 值 φ <sub>k</sub> (°)	压缩模 量 Es(MPa)	承载力特征 值 f <sub>ak</sub> (kPa)
素填土①	稍密	17.5	15	8	-	-
黏土②	硬塑	18.9	22	16.6	7.0	200
黏土③	可塑	17.1	6	4.4	4.53	145
白云岩④	强风化	22.0	-	-	-	350
白云岩⑤	中等风化	25.0	-	-	-	3500

## 三、基础设计

根据勘察报告,拟建场地无全新活动断裂构造通过,场区无滑坡、岩溶塌陷等不良地质作用,场地稳定性较好,适宜本工程

建设。本场地属抗震有利场地,场地不存在液化、沉陷土层。场地土及地下水对混凝土具有微腐蚀性,对钢筋混凝土中的钢筋具有微腐蚀性。本场地土层黏土②力学强度高,分布稳定,厚度大,中等压缩性,当地基承载力、变形等满足规范要求时,可做为拟建筑物的浅基础地基持力层。

本工程可采用天然基础,持力层为第②层黏土层,地基承载力特征值 f<sub>ak</sub>=200kPa,压缩模量为 Es=7.0MPa。主楼采用筏板基础,裙房及纯地下室部分采用钢筋混凝土独立柱基。根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)<sup>[3]</sup>第5.2.4条,筏板下地基土修正后的承载力特征值 f<sub>a</sub>=240kPa,独立柱基下地基土修正后的承载力特征值 f<sub>a</sub>=210kPa。经计算,独立柱基及筏板的承载力均满足规范要求。

经计算,主楼筏板的沉降量约129.8mm,如图,所示;与主楼相邻的纯地库的独立柱基沉降量为9.7mm,

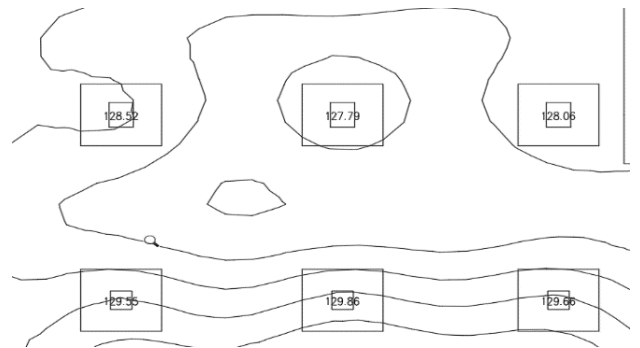


图3 筏板沉降计算

主楼相邻一跨的柱距为7050mm,主楼,纯地库的沉降差:129.8-9.7=120.1mm>0.002×7050=14.1mm。不满足相关规范<sup>[3]</sup>要求。情况类似,主楼与裙楼之间沉降差也不满足规范要求,但主楼与裙楼的沉降差比主楼与纯地库的沉降差小。根据地勘报告,可将主楼、裙房、地下车库的基础形式均改为桩基础,满足规范对沉降差的要求。但改为桩基础后,施工工期不能满足业主方的要求。经仔细分析,通过对主楼筏板下的地基土采用CFG桩复合地基处理,提高地基承载力及土层压缩模量,减少筏板的沉降量及主楼与纯地库的沉降差。且在主楼与纯地库之间、主楼与裙楼之间设置沉降后浇带。

筏板下的CFG桩布置如图4所示,CFG桩桩身采用C25混凝土,桩径∅400mm,正方,布置,桩距为1.2m,参考,长不小于12.5m;且桩;进入持力层不小于500mm。桩端持力层为④强风化白云岩或⑤中风化白云岩。根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)<sup>[4]</sup>,CFG桩单桩承载力特征 R<sub>a</sub>=630kN;处理后的复合地基承载力特征值 f<sub>spk</sub>=600kPa,压缩,量 Es=21Mpa。根据规范<sup>[4]</sup>第7.1.8条计算,偏于保守考虑,复合地基沉降计算经验系数取 ψ<sub>s</sub>=0.7。CFG桩顶设300mm厚褥垫层,褥垫层采用级配砂石或碎石,最大粒径不宜大于30mm,宽出基础外边200mm,砂石垫层夯填度不大于0.9。

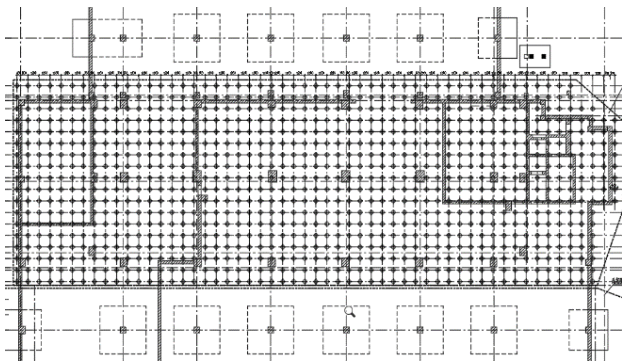


图4 CFG 桩平面布置图

主楼筏板下的地基土通过 CFG 桩复合地基处理后,经计算,主楼筏板的沉降量约为 26.5mm,如图 5 所示。本工程持力层②为中等压缩性土,参考

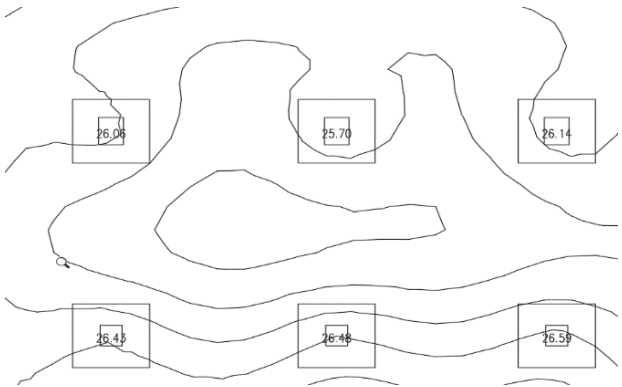


图5 CFG 桩处理后筏板沉降计算

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)<sup>[3]</sup>第 5.3.3 条款文,可认为施工期间沉降量完成 40%。且本工程在主楼与纯地库之间、主楼与裙楼之间设置沉降后浇带,因此主楼与纯地库之间沉降差  $(26.5-9.7) \times 0.6 = 10.08\text{mm} < 0.002 \times 7050 = 14.1\text{mm}$ 。满足规范要求。

本工程主体结构于 2014 年年初封顶,2014 年 3 月完成主体结构验收。根据 2014 年 3 月检测单位提供的主沉降观测报告数据,封顶后,主楼与纯地下室的最大沉降差为 4.79mm,远小于规范限值 14.1mm。本工程于 2014 年底已正式投入使用,截至目前,建筑物各方面使用状况良好,未出现任何结构问题,得到甲方的一致好评。

#### 四、结论

本工程采用 CFG 桩及设置沉降后浇带处理沉降差的措施,主要达到以下三个效果:

- 1) 地基土经 CFG 桩处理后,提高了沉降计算深度范围内土层的压缩模量。
- 2) 沉降计算深度范围内土层的压缩模量提高后,复合地基沉降计算经验系数  $\psi_s$  可以降低。
- 3) 主楼与纯地库之间、主楼与裙楼之间设置沉降后浇带后,可以使建筑物沉降预先完成一部分,有效减少后期沉降量。

根据建筑物多年使用的情况来看,处理措施是比较成功的。可作为以后类似项目减沉措施的参考。

#### 参考文献:

- [1] 建筑工程抗震设防分类标准: GB50223-2018 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [2] 建筑抗震设计规范(2016年版): GB50011-2010 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [3] 建筑地基基础设计规范: GB50007-2010 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [4] 建筑地基处理技术规范: JGJ 79-2012 [北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [5] 张燕娜. 超高层框-筒结构施工中地基基础差异沉降控制分析 [D]. 2016.
- [6] 李欣. 基于沉降代理模型的复合地基优化设计方法 [D]. 2017.
- [7] 田利勇. 软土地区分离式水闸变刚度沉降控制技术及应用研究 [D]. 2019.
- [8] 周峥嵘. 桩-筏组合基础减小差异沉降的模拟研究 [D]. 2014.
- [9] 饶毅. 桩基补桩与后浇筏板组合对既有建筑加固的研究与应用 [D]. 2014.
- [10] 熊凯. 某高层剪力墙结构筏板基础沉降及水化热有限元分析 [D]. 2014.