

文章编号:1005-0523(2015)01-0078-08

南昌九州天虹广场基础方案优化设计

黄玉屏

(中国瑞林工程技术有限公司,江西 南昌 330031)

摘要:南昌九州天虹广场地上由27层超高层写字楼和6~8层购物中心裙楼两部分组成,地下为满铺三层地下室。超高层写字楼和购物中心分别采用框架-核心筒结构和钢筋混凝土框架结构。建筑场地临近赣江,地下水位高,基础下岩土层为粗砂、砾砂、强风化和中风化泥质粉砂岩。通过对桩基(承台)+抗浮锚杆(抗拔桩)+防水底板和筏板+局部抗浮锚杆两种基础型式的优化与综合论证对比,选择了安全、合理、经济、施工进度快的筏板+局部抗浮锚杆基础型式。

关键词:抗浮设计;基础型式;方案优化;抗浮锚杆

中图分类号:TU222

文献标志码:A

1 概述

建筑位于南昌市抚生南路与九洲大街交叉口以西,距赣江约5 km。建筑物地下三层,负一层为大型超市,负二、三层为地下车库、设备用房及部分人防地下室。地上由超高层写字楼和购物中心裙楼组成:写字楼地上27层,房屋高度122.400 m;购物中心集娱乐、餐饮、影院等为一体的商业综合体,地上主体为6~8层,高度28~45 m。建筑剖面见图1。

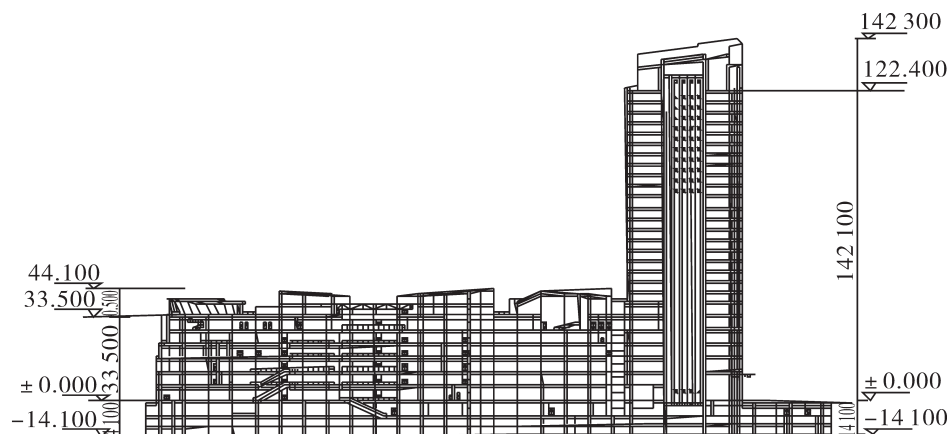


图1 建筑剖面图(单位:m)

Fig. 1 Building section

建筑±0.000绝对标高为+21.100 m,三层地下室层高分别为6.20、3.80和4.10 m。地下室底板落在中密粗砂层上,上部建筑荷载差异显著;场地距赣江很近,地下水位的升降与赣江水位密切相关,抗浮水位很高且变化幅度大。基础设计面临着上部荷载差异显著、地下水浮力大等重大技术难题。通过对桩基(承台)+抗浮锚杆(抗拔桩)+防水底板和筏板+局部抗浮锚杆两种基础型式的综合分析对比,优化选择了合理、经济

收稿日期:2014-10-28

作者简介:黄玉屏(1972—),女,高级工程师,研究方向为结构设计。

的基础型式,解决了本工程结构方案设计的的关键问题。

2 地基工程地质条件

根据岩土工程勘察报告,场地岩土层自上而下为杂填土、粉质粘土、细砂、中砂、粗砂、砾砂、强风化和中风化泥质粉砂岩。抗浮设计水位绝对标高为+18.000 m。地基土层分布见图2,岩土层力学设计参数详见表1。

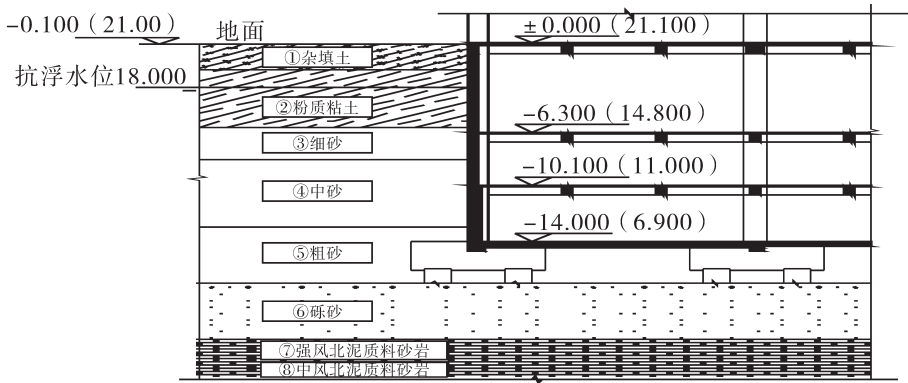


图2 地基土层分布示意图

Fig. 2 The foundation soil distribution diagram

表1 各岩土层力学设计参数表

Tab.1 List of each layer geotechnical mechanic design parameter

土 名	承载力特征值 /kPa	压缩模量 E_s / 变形模量 E_0 /MPa	重度 γ /($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	粘聚力 C /kPa	内摩擦角 φ /($^\circ$)	单轴饱和抗压强度标准值 /MPa
① 杂填土	45	2.5/	18.0	5	10	
② 粉质粘土	150	5.7/	19.0	17.5	21.9	
③ 细砂	120	/15	18.5	0.0	20	
④ 中砂	160	/19	19.0	0.0	25	
⑤ 粗砂	180	/22	19.0	0.0	26	
⑥ 砾砂	250	/25	19.0	0.0	30	
⑦ 强风化泥质粉砂岩	300	/150	/	/	/	3.1
⑧ 中风化泥质粉砂岩	1200	/560	/	/	/	5.6

第⑤层粗砂层为灰色,中密状态,饱和,主要矿物成分为石英、云母、长石,级配较好。

第⑧层中风化泥质粉砂岩为紫红色,风化裂隙一般发育,岩芯呈碎块状、短柱状、柱状。属软岩-极软岩。

3 基础设计

地下室底板板面标高为+6.900 m,落在第⑤层中密粗砂层上。粗砂层地基承载力特征值 180 kPa,可作为防水底板或筏板基础的持力层,中风化泥质粉砂岩也可为桩基的持力层。抗浮设计水位高于地下室底板板面 11.100 m。

根据地基工程地质条件和工程特点,并参考借鉴类似工程:王啸等^[1]在地下室抗浮设计水头 7.2 m 时,基础采用 1.2 m 厚的筏板,中庭处的筏板局部加厚至 1.8 m,考虑了筏板协同上部框架梁、柱上部结构荷载和地下水浮力作用。赵宝利^[2]在地下室抗浮设计水头 11.17 m 时,采用承台(兼柱帽)+筏板+抗压兼抗拔桩的基础型式,筏板厚度 0.9 m。马竹青^[3]在青岛火车站地下室设计中,提出了用抗浮锚杆取代抗拔桩的设计思路,较抗拔桩方案工期提前 4 个月,总造价节约 103 万元。李哲琳等^[4]从施工工期、难易程度综合比较抗

拔桩和抗浮锚杆,认为抗浮锚杆相比抗拔桩更具适应性,施工相对简单,对保证工程质量有积极作用。

司徒德冠^[5]和王毅^[6]介绍了目前国内地下室抗浮通常采用的3种措施:

1) 配重法。利用建筑地下室底板及以上的结构自重(不包括建筑活荷载及装修荷载)来抵抗地下水的浮力。当水的浮力与建筑物的自重相差不大时,较为经济。

2) 抗拔桩。抗拔桩设计应同时考虑两种不利荷载工况:一是地下水位最高,即达到抗浮水位时,抗拔桩承受竖直向上的力,并通过桩身与周围土体的侧摩阻力将其传给基础下地基土体;另一种是地下水位下降至基础底面以下,此时,抗拔桩和其他基桩一起承受全部竖直向下的荷载,也即抗拔桩成为抗压基桩。两种工况下,同一根抗拔桩的承载力、裂缝、变形的计算明显不同,抗拔桩的桩长和桩数应同时满足这两种工况的要求。

3) 抗浮锚杆。抗浮锚杆受力最为直接,通过自身抗拉将地下室结构整体和基础岩层或者坚硬土层拉住。施工工艺简单,适用于坚硬土层或岩层地基。

本工程地下室水位高,配重法不适用。采用抗浮锚杆来进行地下室的抗浮,比抗拔桩施工工期更短,且造价更为经济。

3.1 超高层写字楼基础方案

写字楼地上为框架-核心筒结构,为满足竖向承载力要求和沉降量的控制,拟采用桩-筏基础。基础的筏板厚度由筒体与框架柱处抗冲(剪)切承载力控制,并充分考虑核心筒与外框架柱间的沉降差异及基础底板的整体弯曲变形影响。经验算,筏板厚度2.00 m,筏板基础的沉降量满足了规范限值要求。

桩基采用 $\Phi 1\ 000$ 、 $\Phi 1\ 100$ 两种桩径的钻孔灌注桩,桩端持力层为中风化泥质粉砂岩。根据场地内试桩报告,单桩竖向承载力特征值分别为6 500 kN,7 800 kN,平均桩长约13 m。

经验算,该区域结构自重大于地下水浮力作用,故桩基础不考虑抗浮设计。

3.2 购物中心基础方案

购物中心地上为框架结构。在不考虑建筑上部结构活荷载,仅考虑结构自重的条件下,裙楼(含三层地下室)总重量平均为 $91\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ 。地下室底板厚度按350 mm考虑,底板底标高6.550 m(6.900-0.350),设计水头高度11.45 m(18-6.55),则地下室底板所受的地下水浮力标准值为114.5 kPa,结构整体抗浮不满足要求,基础设计时必须考虑地下水浮力的作用。适用的基础型式有两种:方案Ⅰ“桩基(承台)+抗浮锚杆(抗拔桩)+防水底板”,方案Ⅱ“筏板+局部抗浮锚杆”。

3.2.1 方案Ⅰ:桩基(承台)+抗浮锚杆(抗拔桩)+防水底板

利用桩基承受上部结构的竖向荷载,选用直径分别为 $\Phi 800$ 、 $\Phi 900$ 、 $\Phi 1\ 000$ 的钻孔灌注桩,桩端持力层为中风化泥质粉砂岩,桩端进入持力层不小于1 d。

采用抗浮锚杆(抗拔桩)来抵抗地下水浮力,使地下室底板处于自平衡状态。

防水底板是构造底板,板厚较薄,刚度较小,仅考虑承受地下底板水浮力(向上)以及底板自重与板上活载(向下)所产生的作用。

1) 抗浮锚杆和抗拔桩抗浮方案的技术经济比较

(1) 抗浮锚杆。抗浮锚杆的承载力特征值 R_a 对甲级建筑物是通过现场试验确定,并应满足规范^[7]公式(8.6.3) $R_a \leq 0.8 \pi d_l f$ 的要求,且现行规范对抗浮锚杆没有裂缝宽度的限值要求。

勘察过程中,在场地内完成了三根锚杆的抗拔试验。锚杆孔径 $\Phi 180$,采用普通硅酸盐水泥P.O 42.5,水灰比0.40~0.60,注浆体强度不低于30.0 MPa,锚杆入持力层中风化泥质粉砂岩3 m,内配1 Φ^{36} (PSB930)通长高强预应力锚筋,锚杆长度约12~13 m。单根锚杆抗拔承载力特征值为400 kN。

(2) 抗拔桩。抗拔桩的环境类别为Ⅱa,裂缝控制等级为三级,最大裂缝宽度限值0.20 mm。根据图集^[8],拟选用BZ800-10-C-C30,即桩径 $\Phi 800$,纵向钢筋10 $\Phi 20$,箍筋 $\Phi 8$ 。抗拔桩混凝土C30,桩全截面进入持力层中风化泥质粉砂岩3 d,桩长约12~13 m,单根抗拔桩受拉抗裂承载力标准值为400 kN。

抗拔桩的受拉抗裂承载力标准值由3方面决定:

① 据规范^[9]公式(5.4.6-1) $T_{uk} = \sum \lambda_i q_{sik} u_i l_i$ 得出桩基的抗拔极限承载力标准值,该值取决于土层性质。式中 λ_i 为各土层的抗拔系数, q_{sik} 为桩侧表面第*i*层土的抗压极限侧阻力标准值, u_i 为桩身周长, l_i 为第*i*土层的厚度。

② 据规范^[9]公式(5.8.7) $N \leq f_y A_s + f_{py} A_{py}$ 得出桩的正截面受拉承载力,该值取决于桩身的配筋。式中 f_y 和 f_{py} 为桩身所配普通钢筋和预应力钢筋的抗拉强度设计值; A_s 和 A_{py} 为桩身的普通钢筋和预应力钢筋的截面面积。

③ 据规范^[9]公式(5.8.8-4) $w_{max} \leq w_{lim}$, 式中 w_{max} 为按荷载效应标准组合计算的最大裂缝宽度, w_{lim} 为最大裂缝宽度。经查^[9]表3.5.3,在二a类环境中,钢筋混凝土桩裂缝控制等级为三级, w_{lim} 是0.2 mm。裂缝宽度 $w_{lim}=0.2$ mm的条件下,由规范^[10]公式(7.1.1-3) $w_{max} \leq w_{lim}$ 和^[10]公式(7.1.2) $w_{max} = \alpha_{cr} \psi \sigma_s (1.9 c_s + 0.08 d_{eq} / \rho_{te}) / E_s$ 得出的桩身受拉抗裂承载力标准值,也取决于桩身的配筋。

由此可见,因为混凝土抗拉强度相对很差,在正常使用极限状态下,桩身混凝土出现裂缝退出工作,桩的纵向钢筋承担全部拉力。抗拔桩的受拉抗裂承载力标准值的大小除了土层性质外,更为重要的是桩身的配筋。与田微^[11]的计算结果是一致的。

通过上述对抗浮锚杆、抗拔桩的对比分析,在单点抗拔承载力特征值400 kN相等的情况下,抗浮锚杆具有直径小,水泥、钢筋用量少,施工快捷、检测方便的优势。

因此,拟采用抗浮锚杆作为地下室底板的抗浮措施。

2) 抗浮锚杆的平面布置。地下室防水底板厚350 mm,板底绝对标高+6.650 m。抗浮设计水位高于地下室底板底面11.450 m,底板的水浮力很大,达114.5 kPa。据此,拟采用满堂布置抗拔锚杆的形式,标准柱跨(8.4 m×8.4 m)锚杆间距为1.68 m×2.1 m,详见图3。利用锚杆的抗拔作用抵消单位板跨内的水浮力作用,底板处于自平衡状态,使防水底板的板厚、配筋最为经济。

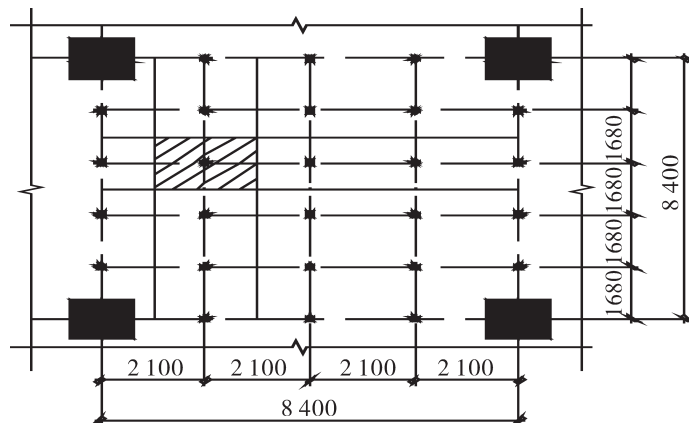


图3 标准跨锚杆平面布置图

Fig. 3 Standard cross bolt layout

水的容重 $\gamma_w=10 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$,混凝土底板的容重 $\gamma_{\text{混凝土}}=26 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$;

单根锚杆所承担的底板抗浮区域范围为1.68 m(*a*)×2.1 m(*b*);

底板厚度 $h=0.35$ m;水头差 $d=11.45$ m;

单根锚杆承担的底板水浮力标准值 F_k :

$$F_k = \gamma_w a b d = 10 \times 1.68 \times 2.1 \times 11.45 = 404.00 \text{ kN}$$

单根锚杆范围内底板自重标准值 G_k :

$$G_k = \gamma_{\text{混凝土}} a b h = 26 \times 1.68 \times 2.1 \times 0.35 = 30.00 \text{ kN}$$

单根锚杆承担的浮力作用值 N_{wk} :

$$N_{wk} = F_k - \gamma_G G_k = 404.00 - 0.9 \times 30.00 = 377.00 \text{ kN}$$

根据规范^[12]条文说明3.2.4条,在倾覆、滑移或漂浮等有关结构整体稳定性的验算中,永久荷载效应一般对结构的有利的,荷载分项系数 γ_G 一般应取小于1.0的值, $\gamma_G=0.9$ 。

单根锚杆的抗拔承载力特征值为400.00 kN;

根据规范^[7]5.4.3, $G_k/N_{wk} \geq K_w$

G_k :建筑物自重及压重之和(kN); N_{wk} :浮力作用值(kN);

K_w 抗浮稳定安全系数,一般情况下可取1.05。

$$G_k/N_{wk}=400.00/377.00=1.061>1.05$$

故单根锚杆的抗拔作用能抵抗所承担的底板抗浮区域水的浮力作用。

3) 局部特高浮力区抗浮锚杆的设置。底板厚度350 mm,在不考虑建筑上部结构活荷载作用,仅考虑结构自重的计算条件下,根据PKPM竖向导荷的结果,购物中心部分框架柱的水浮力标准值范围为-322 ~ -6 359 kN,差异较大。经分析发现水浮力最大的框架柱存在于两种情况之中:①正负零标高以上由于中庭部分开大洞而被抽掉的框架柱;②纯地下室的框架柱。该部分框架柱只有地下三层,地面以上无建筑物。这两种情况下的框架柱受竖向荷载小,水浮力大。以最大框架柱水浮力-6 359 kN来计算,采用满堂布置抗浮锚杆,锚杆间距为1.68 m×2.1 m,单个框架柱下(框架柱下不布置抗浮锚杆)共可布置19根(详见图4),可承担的抗拔承载力特征值为19×400=7 600 kN, $G_k/N_{wk}=7\ 600/6\ 359=1.20>1.05$,所布置的抗浮锚杆数量可满足框架柱承受的最大水浮力要求。

4) 抗浮锚杆的优化布置。根据PKPM-JCCAD的计算结果,框架柱下需布置两个Φ800的桩基,以承受上部结构的竖向荷载。双桩承台大小2.0 m×4.4 m×2.0 m,承台范围内取消2根锚杆,则单个框架柱下(框架柱下不布置抗浮锚杆)共可布置17根(图5),可承担的抗拔承载力特征值为17×400=6 800 kN, $G_k/N_{wk}=6\ 800/(6\ 359-26\times2\times4.4\times1.65)=1.14>1.05$,则所布置的抗浮锚杆数量可满足框架柱承受的最大水浮力要求。

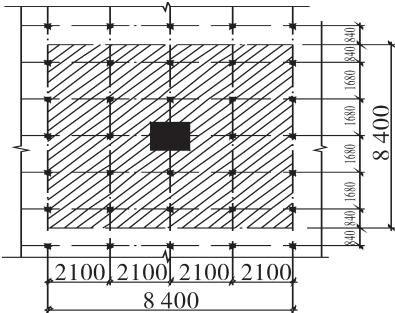


图4 标准柱锚杆平面布置图

Fig. 4 Standard column bolt layout

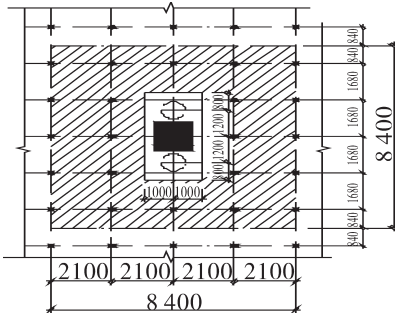


图5 标准柱锚杆优化平面布置图

Fig. 5 Standard column bolt optimization layout

5) 地下室防水底板的配筋及抗裂计算。把抗浮锚杆作为地下室防水底板的支点,则底板的计算模型可简化为四边点支撑的连续板,板跨为1.68 m×2.1 m。根据手册^[13]表4-26,按 $\mu=1/6$ 计算防水底板的荷载准永久组合计算的弯矩值。按裂缝宽度 $[W_{max}]=0.2$ mm,底板保护层厚度50 mm计算,板配筋和裂缝宽度结果见表2。

表2 防水板配筋和裂缝宽度计算结果

Tab. 2 Calculation results of reinforcement and crack width of waterproof board

按荷载准永久组合计算的弯矩值/(kN·mm ⁻¹)	实配钢筋	裂缝宽度[W_{max}]
$M_x=0.064\ 3\times104.4\times2.1\times2.1=29.6$	14@200	0.078
$M_y=0.115\ 3\times104.4\times2.1\times2.1=53.1$	14@160	0.186
$M_0=0.110\ 3\times104.4\times2.1\times2.1=50.8$	14@170	0.196
$M_0=0.142\ 9\times104.4\times2.1\times2.1=65.8$	14@130	0.190

表2表明,方案Ⅰ地下室底板的板厚、板配筋均较小。

3.2.2 方案Ⅱ:筏板+局部抗浮锚杆

筏板基础板厚较大,具有足够的刚度以调节基础的不均匀沉降,通过利用上部结构荷载和筏板自重来抵抗水浮力。相对方案Ⅰ,方案Ⅱ省去了桩基,但由于筏板基础混凝土体积大,施工过程中产生大量的水化热容易产生裂缝,且筏板厚度相对方案Ⅰ防水底板大许多,板配筋量更大。

1) 筏板基础的地基承载力特征值修正计算。筏板基础持力层为⑤粗砂层,地基承载力特征值180 kPa,变形模量22 MPa。根据规范^[7]第5.2.4,当基础宽度大于3 m或埋置深度大于0.5 m时,从荷载试验或其他原位测试、经验值等方法确定的地基承载力特征值 f_{ak} 尚应进行深、宽修正为基底土层的地基承载力特征值 f_a ,其计算公式为

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

式中:宽度和埋深的地基承载力修正系数 η_b, η_d ,应按基底下土的类别查取。根据规范^[7]表5.2.4,本工程 $\eta_d = 4.4$; γ 应为与基底接触的土层的天然重度。该土层位于地下水位以下时,采用浮重 γ' ,其值为饱和重度 $\gamma_{sat} - 10$; d 基础埋置深度(m),一般自室外地面标高算起,在填方整平地区,可自填土地面标高算起,但当填土是在上部结构施工后完成时,应从天然地面标高算起。对于地下室,如采用筏基时,基础埋置深度自室外地面标高算起。

本工程,室内外高差0.1 m,当筏板厚度按0.8 m计算时,地下室底板底绝对标高为6.1 m。则地下水位以上的高度为21.1-0.1-18.0=3.0 m,地下水位以下的高度为18.0-6.1=11.9 m。经深度修正后,筏板基础修正后的地基承载力特征值

$$f_{ak} = 180 + 4.4 \times (18 \times 2.5 + 8 \times 11.9) = 797 \text{ kPa}$$

2) 筏板基础在上部荷载作用下的验算。在上部荷载的作用下,当地下室筏板厚800 mm时,根据PKPM-JCCAD的验算结果,筏板基础的基底反力为208 kPa,小于筏板基础修正后的地基承载力特征值797 kPa。其中框架柱的抗冲切问题可通过局部加厚筏板的方法来解决。因此,采用筏板基础来承受上部结构荷载的方案可行。

3) 筏板基础抗浮验算。地下室底板板面标高为+6.90 m,当地下室筏板厚800 mm时,底板板底标高为+6.10 m。抗浮设计水位标高为+18.000 m。抗浮设计水位高于地下室底板底面11.90 m。故筏板所受的地下水浮力标准值为119.00 kPa。在不考虑建筑上部结构活荷载作用,仅考虑结构自重的计算条件下,裙房和地下室总重量平均为103.2 kN·m⁻²,结构整体抗浮不满足要求,且此时大部分框架柱底为拉力。

当筏板厚度加厚到1.5 m时,在不考虑建筑上部结构活荷载作用,仅考虑结构自重的计算条件下,裙楼(含三层地下室)总重量平均为121.4 kN·m⁻²。抗浮设计水位高于地下室底板底面12.60 m(18-6.9+1.5),筏板所受的地下水浮力标准值为126 kPa,结构整体抗浮仍不满足要求。此时,纯地库部分的框架柱和地面以上被抽掉的框架柱存在拉力,框架柱的水浮力标准值范围为-178 ~ -6 119 kN,其余部分框架柱底均无拉力。因此,对于纯地库部分和正负零以上楼面被抽掉的框架柱,须采取增设抗浮锚杆的方法来抵抗水浮力。锚杆的数量应满足规范^[7]5.4.3中 $G_k/N_{wk} \geq K_w$ 中要求,以满足结构整体抗浮的要求。

G_k 为建筑物自重及压重之和(kN); N_{wk} 为浮力作用值,等于浮力标准值-抗浮锚杆所承受的水浮力标准值(kN); K_w 为抗浮稳定安全系数,一般情况下取1.05。

抗浮锚杆的设置方法同方案一。

根据PKPM-JCCAD的计算,筏板厚度1.5 m时,局部框架柱存在抗冲切、抗剪切不满足要求的问题,可通过局部加厚筏板的方法来解决,筏板的沉降量也满足了规范限值要求。

方案Ⅱ与方案Ⅰ相比,具有以下优缺点:

1) 不需要施工桩基,及抗拔锚杆数量大大减少,大大加快了基础的施工进度;

- 2) 降低了地下室底板的防水施工难度;
 - 3) 筏板厚度 1.5 m,混凝土用量和钢筋用量较方案 I 有大幅增加。
- 购物中心二个基础方案的主要工程量指标比较见表3。

表3 二个基础方案的主要工程量
Tab.3 Main quantities of the two basic schemes

方 案	工程量					
	钻孔灌注桩/ m ³	抗浮锚杆/ 根	底(筏)板混 凝土量/m ³	承台混凝 土量/m ³	底(筏)板钢筋 用量/t	承台钢筋 用量/t
方案 I	7640	6 528	9 980	9 490	1 065.90	760.60
方案 II	0	1 630	43 100	0	3 441.24	0
方案 I-方案 II	7640	4 898	-33 120	9 490	-2 375.34	760.60

仅材料费用方案 II 比方案 I 节省 283.57 万元,更经济,且施工周期短。故本工程购物中心拟采用方案 II “筏板+局部抗浮锚杆”基础。

5 结语

- 1) 超高层建筑多层地下室基础是其建筑的一个重要部分,选择安全、经济、合理、施工进度快的基础型式,是建筑结构方案设计的关键问题;
- 2) 在地下水浮力大的多层地下室基础设计中,纯粹依靠筏板和建筑物自身的重量,可以解决主楼范围内绝大部分框架柱的抗浮问题,对纯地库部分框架柱、主楼范围内开洞被抽掉的框架柱及通高开大洞周边的框架柱,则需通过增设抗浮锚杆来抵抗水浮力作用;
- 3) 通过对二个方案的综合比较,“筏板+局部抗浮锚杆”基础方案施工速度更快,造价更经济,更合理。
- 4) 抗拔桩的受拉抗裂承载力标准值与抗浮锚杆的抗拔承载力特征值在现行规范下计算的标准是不同的,抗浮锚杆仅规范^[7]中有承载力特征值的计算公式,而对抗浮锚杆的裂缝宽度没有要求,宜充分发挥高强度锚筋的抗拉强度。

参考文献:

[1] 王啸,张震,陈莘艳,等.郑州华润万象城购物中心(一期)结构设计[J].建筑结构,2013,43(3):77-81.

[2] 赵宝利.苏州地区某超高层建筑基础优化设计[J].建筑结构,2011,41(2):97-100.

[3] 马竹青.地下室底板抗浮锚杆结构设计[J].铁道标准设计,2010,(6):108-116.

[4] 李哲琳,李铁良,白志华,等.人民日报社报刊综合业务楼抗拔锚杆替代抗拔桩方案可行性分析[J].施工技术,2014,43(6):1-4

[5] 司徒德冠.地下室抗浮设计的方法研究[J].科技与企业,2014,(10):239-239

[6] 王毅.北京洋桥地下车库抗浮锚杆设计[J].建筑技术,2014,45(3):269-271.

[7] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB50007-2011,建筑地基基础设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.

[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部.10SG813,钢筋混凝土灌注桩[S].北京:中国计划出版社,2010.

[9] 中华人民共和国住房和城乡建设部.JGJ 94-2008,建筑桩基技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.

[10] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB50010-2010,混凝土结构设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.

[11] 田微.建筑物抗拔桩力学计算的实例分析[J].山西建筑,2014,40(6):96-97.

[12] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB50009-2012,建筑结构荷载规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.

[13] 《建筑结构静力计算手册》编写组.建筑结构静力计算手册[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,1998.

Foundation Scheme Design Optimization of Nanchang Jiuzhou Rainbow Square

Huang Yuping

(China Nerin Engineering Co. Ltd., Nanchang 330031, China)

Abstract: Jiuzhou Rainbow Square consists of two parts 27-layer super high-rise office building and 6 or 8-storey shopping podium building with a spread three-storey basement. The frame-core tube structure and reinforced concrete frame structure are used respectively for super high-rise office building and shopping center. The project is situated near the Ganjiang River with high water table and the rock and soil layer below basement being the coarse sand, gravel sand, strong-weathered and argillaceous siltstone. Through comprehensive optimization and comparison of the pile foundation (cap) + anti-floating anchor (uplift pile) + waterproof floor and raft + local anti-floating anchor schemes, raft + local anti-floating anchor base type is then determined according to the security, fairness, economic and construction progress.

Key words: anti-floating design; foundation type; scheme optimization; anti-floating anchor

(责任编辑 王建华)