

结构主体和基坑一体化设计的思考

陈波

广西华蓝工程管理有限公司

摘要：通常的设计方案，主体结构设计与基坑设计一般都是2个相对独立的结构体系。主体结构设计时一般不考虑基坑支护设计的影响。本文针对场地受限的项目，提出主体结构和基坑支护一体化的设计思路，在特定的项目条件下，本文的设计方案具有一定的参考意义。

关键词：高层结构；基坑支护

一、项目概况

某办公楼，位于桂林市高新区，主要由1#楼商务中心和2#楼培训基地两部分功能组合而成，总建筑面积49961m²，其中地上建筑面积34000m²，地下建筑面积15961m²。地上11层，主要为商业、酒店、办公，算至屋面的建筑高度为38.4米；地下为2层的停车库，埋深-8.8米。项目效果图见图1。



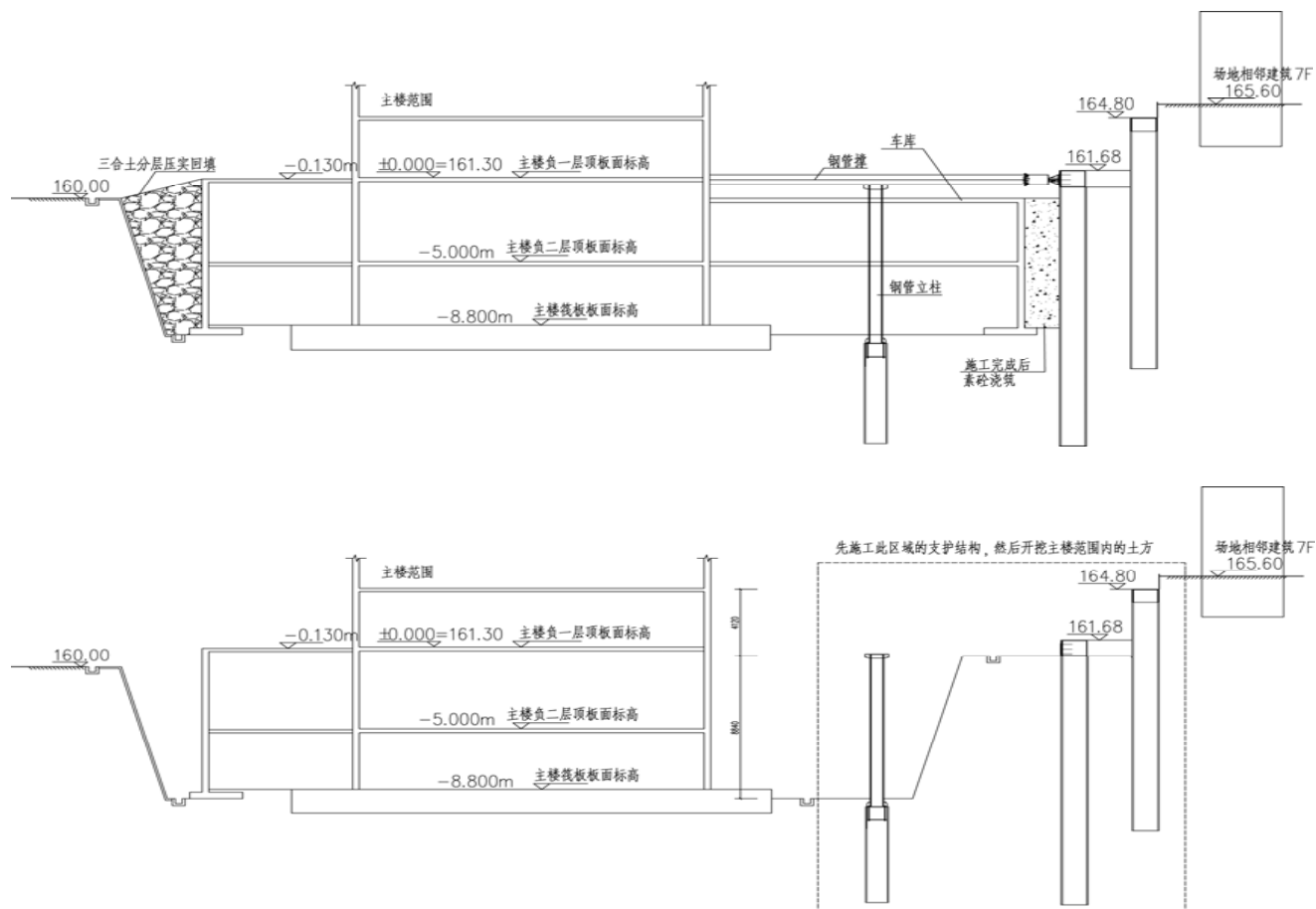
本工程设计使用年限为50年，结构安全等级为二级，抗震

设防类别为丙类，抗震设防烈度为6度（0.05g），设计分组为第一组，场地类别为II类，特征周期为0.35s，基础设计等级为乙级。地面粗糙度B类，基本风压0.30kN/m²。根据建筑功能需要，主体结构采用框架-剪力墙形式，框架抗震等级为四级，剪力墙抗震等级为三级。

二、结构主体和基坑一体化设计思路

目前通行的设计方案，主体结构设计与基坑设计一般都是2个相对独立的结构体系。主体结构设计时一般不考虑基坑支护设计的影响。由于项目用地呈不规则梯形，场地北面外围毗邻既有建筑较近，且高出场地地面6米，同时项目地处溶岩强发育地区。若采用常规的锚拉式支护方案，由于场地溶岩、土洞普遍发育，会造成周边地面沉降过大，造成周边道路或建筑出现裂缝，难以确保周边建（构）筑物的安全；如果采用内支撑的支护结构，考虑南北向地下宽度在18~50米之间，主楼外地下室仅有1~2个柱跨，且由于支撑的存在，施工作业面很难开展，会带来主体结构施工困难、工期延长、增加造价等不利因素。

考虑到该项目的设计特点，设计中采取主体结构和基坑支护一体化的设计思路，即“中心岛”的设计思想，来解决遇到的问题。如图2所示，施工中调整施工次序，在施工完场地北面的支护桩后，仅施工主楼以及南面地下室，在地下室顶板预埋安装钢支撑连接节点，确保主楼能按计划完成施工节点。待主楼封顶后，如图3所示，回填南面地下室外侧的回填土，同时安装基坑支撑，连接冠梁和地下室顶板，再施工剩余部分的地下室。



三、结构设计重点以及计算要点

(一) 地下室顶板框架梁、柱设计

由于基坑水平支撑力的存在，结构设计重点，就是确保支撑力在地下室顶板处可靠传递以及支撑力对地下室范围的竖向构件的影响。为分析支撑力对主体结构的影响，设计中采用MIDAS软件进行计算复核，考虑施工次序的影响，支撑力在主体结构刚度完成后再施加。支撑力为临时作用荷载，作为独立工况，不与地震、风等水平荷载组合，只与恒载工况进行荷载组合。荷载组合按下式计算

$$S=r_G S_{GK}+r_L S_{HK}$$

其中 S_{GK} 为恒载效应标准值

S_{HK} 为支撑力效应的标准值

r_G 为恒载效应下的分项系数，对结构不利时，取1.35；对结构有利时，取1.0；

r_L 为支撑力效应下的分项系数，取1.4。

典型框架梁和框架柱计算内力如表1、表2

表1 典型框架梁计算内力结果

荷载工况		S1	S2	S3
跨中	弯矩/(kN·m)	440	322	716
	轴力/kN	-245	-250	0
支座	弯矩/(kN·m)	-412	263	-595
	剪力/kN	362	258	432
	轴力/kN	-320	-320	0

表2 典型框架柱计算内力结果

荷载工况	S1	S2	S3
弯矩/(kN·m)	-1106	-1047	-376
轴力/kN	-13081	-9667	-14171

注：S1为恒载与支撑力组合时，恒载对结构不利时的工况；

S2为恒载与支撑力组合时，恒载对结构有利时的工况；

S3为地震反应谱下的工况。

由表1可知，在支撑力作用下，计算出的梁弯矩、剪力均小于反应谱下的计算值，但由于支撑力轴力为集中力并相对较大，导致梁出现压力，设计应框架梁应按抗压弯构件进行复核配筋。

由表2可知，在支撑力作用下，计算出的柱顶弯矩非常大，约为反应谱下的计算值3倍，轴力相对变化不大。因此，设计时，对支撑力处的框架柱，配筋应取恒载与支撑力工况和地震反应谱下的工况的包络值进行设计。

(二) 地下室顶板有限元分析

考虑到支撑力对楼板的影响较大，通过楼板应力分析图可以直观的看到结构楼面系统中应力较大及相对薄弱的部位，为楼板采取加强措施提供图形和数据的依据。

楼板应力计算采用有限元计算软件进行，采用板单元计算模型，楼板应力计算结果如图4、图5，由图中可以看出，支撑力对楼板的影响主要作用集中在荷载作用点的相关楼板范围，楼板处于受压状态，最大压应力原小于混凝土抗压强度标准值，为确保安全，在设计中楼板配筋进行双层双向配筋，进一步提高配筋率。

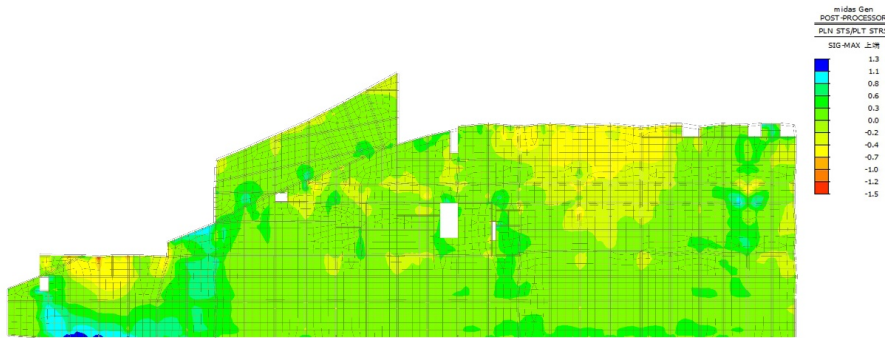
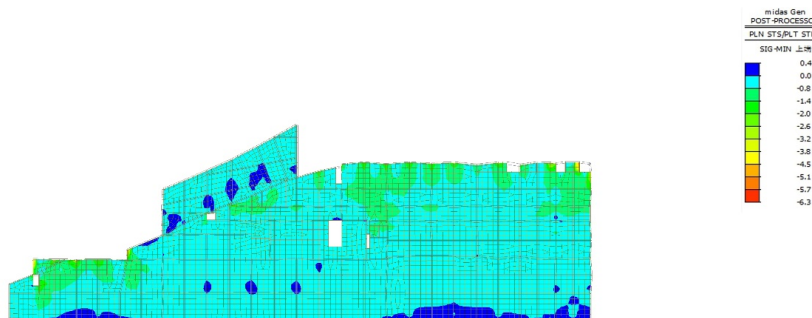


图4



四、结论

通过以上分析，本工程采用主体结构和基坑支护一体化的设计思路是可行的，比采用内支撑的支护方案节省造价，而且有利于土方开挖，缩短工期。但不能忽略水平支撑力对主体结构的影响，应把支撑力作为一个不利工况进行考虑，进行计算分析，确保主体安全。

参考文献

[1] 建筑结构荷载规范:GB50009-2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
 [2] 高层建筑混凝土结构技术规程: JGJ3-2010[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.