

## 9 基础 (foundation) 设计

本工程基础设计及基础与上部结构的连接设计考虑了结构自重、未平衡的侧向土压力以及上部结构传递的水平地震作用。根据 CBC 2007<sup>[1]</sup> 的要求,用于基础及其与上部结构的连接设计的地震作用需要考虑三种情况并取其最小值,即上部结构的底部构件的承载力、完全屈服机制形成后的最大荷载和考虑了超强系数的最不利荷载组合。工程采用了柱下独立基础、墙下条形基础与筏板基础相结合的形式,如图 14 所示。

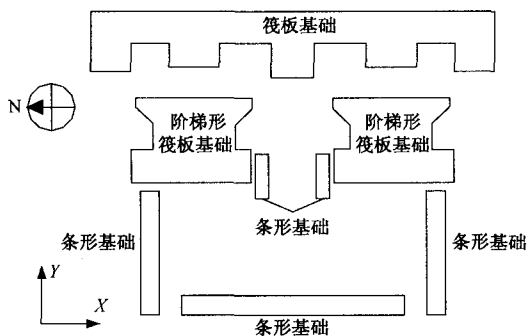


图 14 基础布置示意图

## 10 结论

南加州是世界著名的地震区,多次发生高烈度地震灾害。因此抗震设计是南加州地区建筑设计的关键部分,也历经长期的震害经验的检验与改进。由于医院建筑是城市灾后生命线体系的重要环节,与普通建筑相比,应具有更高的抗震性能,因此加州政府对于此类建筑的抗震设计有着更为严格的管理措施。本文简要介绍了一幢医院建筑的结构抗震设计,从中可以看出美国南加州抗震设计实践具有以下几个特色:

(1) 重视结构整体的抗震性能。与各类结构构件的设计相比,平面不规则验算和冗余度系数等对全局有重大影响的分析计算更受重视。

(2) 重视抗侧力体系的完备性设计。具体而言,就是进行了完整传力路径的设计与验算,保证水平地震作用引起的惯性力能够可靠地从楼盖传递到竖向抗侧力结构,即各 BRBF 框架,再传递至基础。各构件连接节点的验算也受到极大重视。楼盖作为抗侧力体系的一部分也成为设计验算的对象。

(3) 充分发挥耗能构件的作用,设计水准地震对应的是 50 年超越概率为 10% 的中等地震,允许耗能构件进入塑性阶段,并具有足够的塑性变形能力。

### 参 考 文 献

- [1] CBC 2007 California building code [S]. Sacramento, California, USA: California Standards Commission, 2007.
- [2] IBC 2006 International building code [S]. Washington D. C., USA: International Code Council, 2006.
- [3] ASCE 7-05 Minimum design loads for buildings and other structures [S]. Reston, VA, USA: American Society of Civil Engineers, 2005.
- [4] ACI 318-05 Building code requirements for reinforced concrete and commentary [S]. Farmington Hills, Michigan, USA: American Concrete Institute, 2008.
- [5] AISC 360-05 Specification for structural steel buildings [S]. Chicago, Illinois, USA: American Institute of Steel Construction, 2005.
- [6] AISC 341-05 Seismic provisions for structural steel buildings [S]. Chicago, Illinois, USA: American Institute of Steel Construction, 2005.
- [7] GB 50011—2010 建筑抗震设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.

## 徐州奥林匹克体育中心体育场: 结构设计堪比“伦敦碗”

徐州奥林匹克体育中心体育场近期进入钢结构安装,其集中了目前建筑界最领先的钢结构技术。徐州奥体中心体育场总建筑面积 53 000 m<sup>2</sup> 左右,总座位 35 000 座。采用的巨大钢管首先在地面焊接成构件,然后通过吊装、焊接,形成笼罩在体育场建筑外面的镂空造型。这种巨大的钢管直径最大达 50 多 cm,管壁最厚 5 cm,钢管最大重量达到 25t,整个奥体中心的钢结构由上万根钢管所构成。整个体育场钢结构将分 3 层分别进行吊装焊接,目前第 1 层已经全部安装完毕。第 1 层钢结构高达 10 余 m,由 72 组 X 形状的构件完美焊接组合而成。第 2 层钢结构由 84 组钢构件组成,其中 42 组分别由 12 根钢管构成,另 42 组分别由 5 根钢管构成。

伦敦奥运主场馆——“伦敦碗”采用的预应力钢结构技术,这次也运用到了徐州奥体中心的建设中。体育场钢结构

悬挑最大长度达 44m,中间不用任何柱子,采取的办法是用环向和径向两个方向的预应力技术,配合高强度的钢索拉拽,节省了约 2 000t 的钢材,同时又提高了整个体育场的安全性、抗风和抗震性。由于徐州奥体中心体育场采用的大多是立体弯扭的三维构件,复杂的空间结构要求工人把工程精确度提高到毫米级。另外,焊接工作得益于二氧化碳保护焊等建筑界领先的钢结构焊接技术,保证了徐州奥体中心这个“巨无霸”实现无缝连接。钢结构整体焊接完成后,焊缝的强度要比钢材本身的强度还要高出很多,而且成型相当漂亮,焊完以后外观特别圆滑。

根据规划,体育场周边环绕的综合训练馆、球类馆、游泳跳水馆的钢结构工程也将正式启动。徐州奥体中心采用了世界级工艺,将会在徐州树立一个新地标。