

某变电站配电装置楼结构设计总结

刘莉莎

广东天联电力设计有限公司

摘要: 当今经济社会不断发展, 变电站的数量和质量与日俱增, 与此同时, 变电站的用地面积指标越来越严格。变电站采用1栋配电装置楼的设计可以大大节省变电站的整体用地面积。因此, 对变电站配电装置楼的结构设计方法的深入研究可为后续类似工程提供经验和借鉴。大量的工程经验表明, 能深刻地掌握变电站配电装置楼结构的设计难点和要点, 也可进一步提高变电站的设计效率。本文通过对变电站配电装置楼结构设计整个设计流程的归纳总结, 指出设计过程中常见问题, 并提出相应的解决方法。本文所提及的配电装置楼设计过程中各种问题的对策是正确并有效的, 可为实际变电站的设计应用提供指导。

关键词: 变电站; 配电装置楼; 结构设计

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2023. 16. 105

一、引言

随着我们国家经济和社会建设的蓬勃发展, 城市用电负荷飞速增长, 变电站是城镇运转、人们生活的重要基础设施。随着城市的发展, 如何减少变电站的占地面积成为变电站建设的一个重要衡量考虑指标^[1]。结合相关装备导则要求, 在城市中心区应采用户内GIS布置, 即全部电气设备都尽可能地布置在1栋配电装置楼里面。屋内配电装置楼占地面积少、设备集成度较高、运行检修相对方便、噪声污染却少很多, 但缺点是其建筑体量大, 屋内电气设施重量集中, 工艺及接口复杂, 建筑结构的刚度和质量分布极不规则, 这些因素对结构设计缠身较大的难度。

本文以深圳某110kV全户内配电装置楼工程设计为依托, 该配电装置楼采用钢筋混凝土框架结构的结构体系, 围护结构采用蒸压灰砂砖。通过对配电楼整个结构设计过程的介绍和分析, 探讨配电楼结构设计中出现的问题和解决方法。

二、工程概述

某变电站工程站址位于深圳市, 东侧紧邻广深港高速铁路, 西南侧紧靠垃圾转运站, 变电站用地面积较小, 且西北和东南侧为高边坡, 边坡高度最大为22.0m。站址属于亚热带海洋性气候, 濒临南海, 空气湿度大, 雨量充沛, 离地10m高, 50年一遇基本风压为0.77kN/m², 站址所在地地面粗糙度类别为B类。站区抗震设防烈度为7度, 设计基本地震加速度值为0.10g, 设计地震分组为第一组。地下水水位埋深4.40~5.50m, 场地地下水和土质对混凝土结构具微腐蚀性, 对钢筋混

凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

根据电气专业功能分区需要, 电缆间和消防水池布置在-1.50m层或者-2.00m层; 主变压器室(0.0m层)、配电室、电容器室、接地变室、水泵房、警传室(0.0m层)、常用工具间布置在1.50m层; 110kV GIS配电室、继保室、蓄电池室、备用间布置在6.50m层; 排烟机房位于16.50m层(屋面)。变电站效果图见图1。



图1 变电站鸟瞰图

三、基础选型

(一) 工程地质概况

场地内分布的地层从上到下依次为人工填土层(层序号①)、含砾粉质黏土(层序号为②)、砾质黏性土(层序号为③)、全风化粗粒花岗岩(层序号④)、强风化粗粒花岗岩(层序号⑤)、中风化粗粒花岗岩(层序号⑥)、微风化粗粒花岗岩(层序号⑦)。揭露层厚分别为: 0.50~8.40m、0.50~4.00m、1.00~7.70m、1.00~9.00m、1.50~12.90m、0.50~3.00m、1.20~7.40m; 地基承载力特征值分别为60kPa、180kPa、220kPa、350kPa、600kPa、1500kPa、5000kPa。

(二) 地基处理及基础设计

场地平整后, 站址场地均属挖方区, 除人工填土层外, 其他土层的工程物理力学性质指标较好, 可直接作为地持力层, 故主要建(构)筑物均拟采用浅基础^[2]。

配电装置楼位于站区中部, 基础埋深为2.50m, 局部消防水池埋深为7.30m, 基底出露土层主要为⑤层强风化粗粒花岗岩, 局部出露含砾粉质黏土、全风化花岗岩和中、微风化花岗岩。因此, 配电装置楼采用柱下钢

筋砼独立浅基础，以基底出露原状土层作为基础持力层。独立基础布置见图3。由于9~11轴与B~C轴区域基础持力层为含砾粉质黏土，其余基础持力层为花岗岩

层，因此对2个不同持力层区域的基础沉降量和沉降差进行验算，结果均满足规范要求。

四、上部结构设计

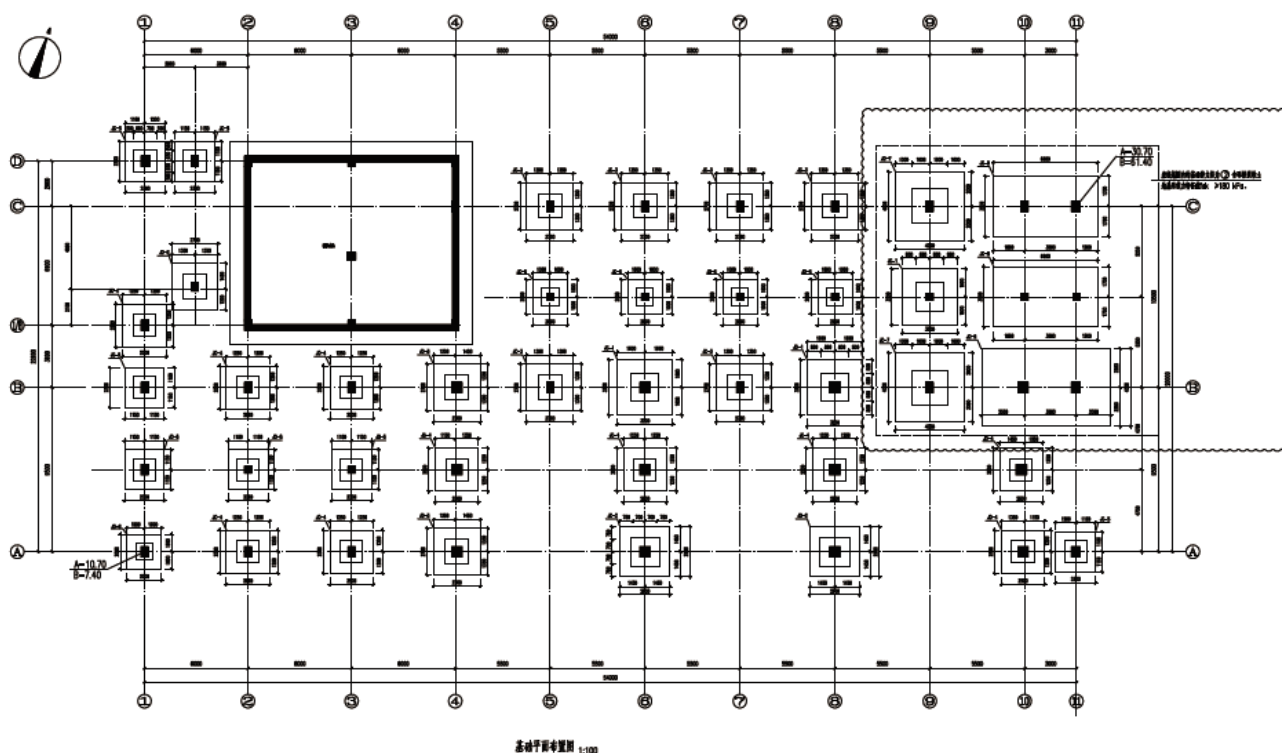


图2 基础平面布置图

(一) 柱的设计

根据《建筑抗震设计规范》，柱的截面尺寸需满足截面的宽度和高度均不小于400mm。结合建筑平面布局和规范要求综合考虑，本工程配电装置楼纵向柱距为5.0m、5.5m和6.0m，横向柱距为5.5m、4.0m和10.5m，框架柱的主要尺寸为500mm×600mm、500mm×700mm。根据《抗规》和《砼规》，框架抗震等级为二级的柱轴压比不宜超过0.75，角柱纵筋配筋率为5%~1.15%，中柱、边柱纵筋配筋率为5%~1.05%，纵筋间距宜取100~200mm（最小净间距为50mm）。箍筋加密范围为柱端、角柱全长加密、有吊车梁处框架柱全长加密、有楼梯处框架柱全高加密、有错层处框架柱全高加密、因设置填充墙等形成短柱也应全高加密。

(二) 梁的设计

根据《抗规》和《砼规》，梁的截面尺寸需满足梁截面宽度宜在200~450mm，梁截面高可取 $(1/10 \sim 1/18) 10$ ，悬挑梁取不小于 $(1/6) 10$ ，截面高宽比不宜 >4 ，净跨与截面高度比不宜 <4 。结合建筑平面布局综合考虑，本工程配电装置楼框架梁的主要尺寸为：250mm×600mm、250mm×700mm、400mm×1100mm。

本工程框架梁纵向受力筋适宜配筋率为0.4%~1.2%，框架梁顶面贯通筋直径不小于14mm，且贯

通筋（含架立筋面积）面积不小于底、面筋中较大配筋量的1/4。次梁端支座面筋不小于跨中底筋的1/4，伸出长度为1/3。架立筋不小于12mm，根数同箍筋肢数。同一部位受力纵筋直径相差不要大于2级；且大直径纵筋放置于角部。梁宽 <350 时，配2肢箍；梁宽 ≥ 350 时，配4肢箍。

(三) 板的设计

地下室底板位于地下，楼板厚度取250mm，由于各楼板特别是电气设备房间埋管较多且直径较大，故楼板厚度取150mm，屋面板厚度取120mm^[3]。同时考虑卫生间、继保室防静电地板、GIS室沟道的降板问题，以及检修孔、吊装孔、电缆竖井的开洞。针对楼板开洞较多，采取不同的补强措施，以减小对楼板的削弱^[4]。对于数量不多且分布不集中的小洞口，则可不采取加强措施；对于开大孔或较多较密的小洞口位置，可在洞口四周增加补强钢筋，并将钢筋锚入相邻梁内 L_a ；对于特别大的孔或连片的通孔，应在洞口四周设置结构梁，并将梁连到相邻框架主次梁上^[5]。

五、结构建模

本工程配电装置楼主体结构计算采用盈建科结构设计软件，消防水池采用理正结构工具箱进行计算。配电装置楼结构三维模型见图5。

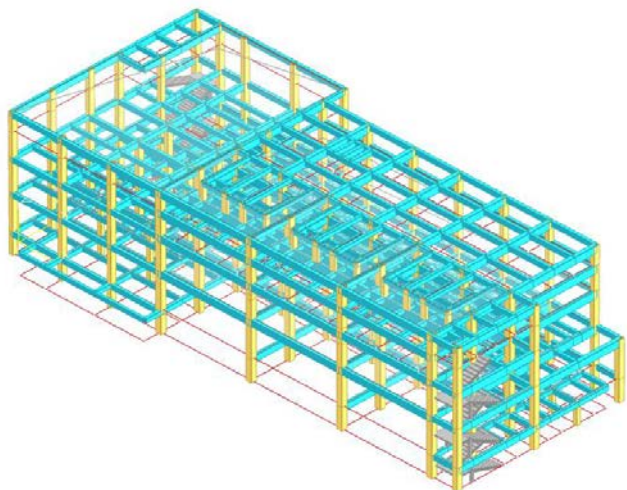


图3 配电装置楼结构三维模型

(一) 荷载参数

梁间恒载一般考虑建筑墙体、外墙面砖、内墙抹面以及建筑造型。楼板自重由yjk程序自动计算,根据建筑做法,地面最重的为蓄电池室,楼面层附加恒荷载为 1.5 kN/m^2 ,卫生间附加恒载 8.0 kN/m^2 ,屋面层附加恒荷载为 3.5 kN/m^2 。

楼面活荷载根据规范进行取值,不可再重复施加设备本身的荷重;对于各工艺专业提供的设备本身荷重,只在进行局部验算时施加。梁、板配筋时,先按整体计算的结果进行配筋,然后局部验算承受设备荷重的梁、板是否满足要求^[8]。

(二) 设计参数和参数结果判定

(1) 结构总体信息:本工程为钢筋混凝土框架结构;恒活荷载计算信息为模拟施工加载3;(2) 计算控制信息:整体指标计算采用强刚,其他计算非强刚;自动划分多塔,自动划分不考虑地下室;梁墙自重扣除与柱重叠部分;(3) 风荷载信息:地面粗糙度类别为B类,经修正后的基本风压为 0.86 kN/m^2 ,X和Y向基本周期初算时按默认值,计算后的按实输入;(4) 地震信息:设计地震分组为第一组,设防烈度7($0.10g$),场地类别为II类,框架抗震等级为一级,考虑偶然偏心,考虑双向地震作用,周期折减系数为0.7,特征周期为0.35;(5) 设计信息:梁端负弯矩调幅系数为0.85,梁活荷载内力放大系数为1,梁扭矩折减系数为0.4,实配钢筋超配系数为1.15,薄弱层地震内力放大系数为1.25^[9]。

特殊构件补充定义:(1) 凡与主梁垂直相交的次梁端部位置均设置为铰接,检查次梁有高差位置两端梁是否需要设置铰接;(2) 检查有无设置角柱;(3) 检查除悬挑梁外其余普通梁均为可调幅梁;(4) 检查并

调整设置梁、柱抗震等级,注意不要给次梁设置抗震等级^[10]。

变电站的结构布局不对称和GIS室、主变室为大开洞,主要导致配电装置楼存在两种不规则类型:扭转不规则和楼板不连续。主要参数结果判定:(1) 地震作用下的弹性层间位移($\Delta u_e/h < 1/550$);(2) 位移比不大于1.5;(3) 楼层侧向刚度比不小于0.7;(4) 抗剪承载力之比不小于0.8;(5) 有效质量系数小于90%;(6) 周期比值不小于0.9。

六、结语

通过上述本文的分析和探讨,我们对变电站配电装置楼的结构设计中存在的问题以及整个流程进行了总结。因此,在配电装置楼结构设计中不仅要了解相关规范的要求,还要结合工程地质实际情况,与电气、水工等其他专业充分配合,提高配电装置楼结构设计的质量,切实有效的保证变电站工程的质量,保证电气设备的正常运行。

参考文献

[1] 肖龙. 220kV变电站变压运行及其维护的主要措施构建[J]. 城镇建设, 2021(1): 322.
 [2] 张文雯. 智能变电站运行维护管理思考[J]. 城镇建设, 2019(11): 288.
 [3] 彭军. 变电站工程安全管理问题及解决措施[J]. 城镇建设, 2019(9): 247.
 [4] 江飞, 陈寅. 某配电装置楼结构设计总结[J]. 低温建筑技术, 2020, 42(09): 70-71+80.
 [5] 李孟洲. GIS配电楼大尺寸预留孔和补孔的设计要点[J]. 工程设计与设计, 2017, No. 354(04): 36-37.
 [6] 李先赞. 变电站电气安装与土建施工配合[J]. 科技创新导报, 2018, 15(34): 26-27.
 [7] 江飞, 陈寅. 复杂配电装置楼隔震设计分析[J]. 电力勘测设计, 2019, No. 131(09): 14-17+27.
 [8] 张博, 李伟. 配电装置楼结构型式研究[J]. 山西建筑, 2020, 46(09): 55-56.
 [9] 吴萌萌. 浅谈变电站中建筑物结构形式的经济性分析[J]. 现代经济信息, 2016(22): 331.
 [10] 黄雄, 王军峰, 孙惠梅. 浅谈配电楼楼面荷载的设定[J]. 甘肃科技, 2016, 32(22): 105-106.
 [11] 刘雪成. 探究剪力墙结构设计在建筑设计中的应用[J]. 城镇建设, 2021(1): 272.

作者简介: 刘莉莎, 女, 1986.02.16, 河南商丘, 硕士研究生, 主要从事变电站结构设计方向的工作和研究。