[建筑电气]

高层建筑电气系统调查与改造

文/愿景集团　王远方

随着时间推移，国内大城市中心的许多高层服务型公寓楼面临功能升级改造，由于设备陈旧、系统不满足现有规范等问题，需要在改造方案设计之前对电气设备运行状况和改造风险进行全面的调查评价，为业主提供专业的意见及改进建议。

北京作为我国的大型城市，早在20世纪90年代便开始了高速发展，北京东部地区因建设有大量外国使馆并临近首都机场，逐步形成了使馆商务区及CBD中央商务区，许多高层建筑使用年限已经达20～30年。随着科技的发展以及人民生活质量的提高，此类城市综合体面临着功能转型、品质提升以及机电系统维修改造的问题。电气设备因更接近用户使用端的特点，对项目改造提升尤为重要，直接关系到项目改造后的更新程度及提升效果。所以改造方案设计前，便需要通过与项目相关人员的面谈、查验工程图样与过程资料以及对现场电气系统和设备进行检测等手段来判定设备运行状况和运行风险，最终提出科学专业的评估意见、改造措施及成本估算。

项目工程概况

本项目于1995年拿地建设，2000年左右竣工，项目由A#、B#两栋高层办公，C#、D#两栋高层公寓，裙房商业及地下车库组成，总建筑面积约21万m^2。此次改造主要对C#、D#两栋高层公寓的户内精装修及机电系统整体提升改造，建筑面积约3万m^2。但由于原业主无法提供完整的竣工图，运营期间历经多次改造，过程资料缺失，部分建筑改造期间不能停业等问题，故需要改造前深入实测调查，根据电气设备及管路实际情况结合物业在以往运营中存在的问题，提出合理的改造内容界定以及改造建议。

电气系统调查评价要点

1．调查工作前期准备

首先根据机电竣工图样上的设备位置以及管线路由，详细部署建筑内部机电系统的初步调查路线，需与物业运营人员提前沟通，便于进入变配电室、中控室、热力及给水机房等无人值守的设备机房进行调查。其次，需要与业主沟通，确定项目改造的基本范围，了解项目历史改造情况，便于提前发现原始竣工图与建筑现状的区别。

2．变配电系统及设备调查

调查概况：本项目采用两路10 kV电源供电。本次调查范围为1#、2#变配电室，其中1#变配电室内设2台2 500 kV·A干式变压器，变压器负载率52%，服务范围为A、D栋及裙房、地下车库用电；2#变配电室内设2台2 000 kV·A干式变压器，变压器负载率48%，服务范围为B、C栋及裙房、地下车库用电，低压配电柜采用上进上出方式接线。

调查内容：以1#变配电室为例，如表1所示。

调查结论：与物业运营人员沟通及查看资料后确定变电室设备目前运行良好且能通过年检。电力系统模拟图板标识完好，但部分出线回路名称与低压柜上名牌不符，可能是因过去改造时未更新图板；各低压柜出线回路名牌与竣工图差距较大，同一个低压柜内出线回路存在消防、非消防混接情况；室内设置有手推式CO_2灭火器，但未设置

表1　变配电系统尽职调查

位置	评估类别	评估内容	评估结果类别A、满足使用B、局部更新 C、全部更新
变配电室	图样	竣工图内容是否完整	B
		竣工图内容与现状匹配程度	B
		竣工图内容与现行规范匹配程度	B
	内部环境	机房地面、地漏和挡水台维护状态	A
		配电柜前后的绝缘脚垫维护状态	A
		灭火器或气体灭火使用年限和维护状态	A
		机房墙面进出线管维护、防水状态	A
		机房内维护结构隔音降噪维护状态	A
		机房内部是否有预留空间供改造使用	A
	设备设施	电力系统模拟板的工作年限，维护状态	B
		变压器、低压柜等配电设备的工作年限，维护状态	A
		高低压计量仪表的工作年限，维护状态	A
		母线槽的工作年限，维护状态	A
		电缆、金属槽盒的工作年限，维护状态	A
		送排风机及消防排烟、补风机的工作年限，维护状态	A
		机房内部照明、插座等工作年限，维护状态	A
	系统	变配电室类型（自管、局管）同改造后建筑使用性质匹配度	A
		变压器是否为独立建筑供电使用	B
		既有变压器容量与改造后建筑用电量匹配度	A
		既有电力计量方式与改造后用户需求和维护匹配度	B
		既有低压柜出线规格和数量与改造后建筑用电量匹配度	B

气体灭火系统；每路10 kV电源进线处均有专用高压计量表，低压柜出线回路均设置了电压电流表，没有远传功能，需物业人员人工抄表。

3．低压配电系统及应急电源

调查概况：本项目供电采用的是200/380 V的放射式与树干式相结合的方式。C、D栋为公寓性质，原用户配电干线采用封闭式母线供电，各层竖井内设置母线插接箱，对于一级负荷（消防负荷）及特别重要负荷（如弱电机房、电梯、生活水泵房等）采用了双电源供电并且在末端进行互投。1#、2#变配电室分别设置了两台柴油发电机组，容量为1 650 kV·A及1 000 kV·A，均为整个项目的消防负荷及重要客户负荷提供备用电源。

调查内容如表2所示。

表2　低压配电系统及应急电源尽职调查表

位置	评估类别	评估内容	评估结果类别A、满足使用B、局部更新 C、全部更新
变配电室	图样	竣工图内容是否完整	B
		竣工图内容与现状匹配程度	B
		竣工图内容与现行规范匹配程度	B
	内部环境	强电竖井地面、地漏、挡水台维护状态	B
		强电竖井内洞口防火封堵维护状态	A
		竖井是否有预留空间供改造使用	A
	设备设施	柴油发电机组内部减震，基础减震、吊架减震的维护状态	B
		配电设备的工作年限，维护状态	B
		电气计量仪表的工作年限，维护状态	C
		母线槽的工作年限，维护状态	A
		电缆、金属槽盒的工作年限，维护状态	B
		竖井内照明、插座等工作年限，维护状态	C
	系统	柴油发电机容量与改造后建筑用电量匹配度	B
		配电形式（放射、树干）与改造后建筑使用性质匹配度	
		既有封闭母线规格和数量与改造后建筑用电量匹配度	A
		既有电线、电缆规格和数量与改造后建筑用电量匹配度	B
		既有电力计量方式与改造后用户需求和维护匹配度	C
		既有应急电源配电形式与改造后用户需求和维护匹配度	C

调查结论：通过对现状变配电室低压柜出线回路的调查并结合竣工图的对比，确定用于C、D栋的低压配电线路在运营期间不存在重大变更。实际调查的电缆型号与竣工图样相符，电缆均在竖井及水平桥架内敷设，现场状况较好，电缆绝缘外皮、运行温度正常。封闭母线外观完整，目前运行良好。楼层公共照明箱电源引自楼层电表箱，内设时间继电器，运行状况良好。消防、安

防中控室内无集中UPS系统，电池分散式设置在各报警主机内。主要问题：应急照明末端灯具、配电箱及配电线路现场缺失严重，竖井内灯具缺失严重，部分不能点亮。

4．火灾自动报警系统及应急广播系统

调查概况：本项目设有火灾自动报警及联动控制系统、消防应急广播系统、消防专用电话系统和可燃气体探测报警系统等，消防报警设备采用西门子报警联动控制柜。消防应急广播与项目背景音乐系统独立设置，功放及末端设备均分系统设置。

调查内容及结论：经过对公共区域末端消防点位及消防中控室的调查，结合竣工图的对比，确定火灾自动报警系统、消防应急广播系统、消防专用电话、可燃气体探测报警系统和电气火灾监控系统均未有重大变更，仅末端点位在运营装修中有所改变，各系统运行稳定可正常显示报警点位故障信息。但缺少新规范要求设置的防火门监控系统及消防电源监控系统主机。

各系统优化建议及费用估算

1．变配电系统

变配电室各系统现阶段运行稳定，变压器及低压柜等配电设备一般使用寿命为20～30年，若长期持有项目可考虑成套更换，但成本较高，单个变电室改造费用预估400万元。如不长期持有，目前可通过年检的设备均可利旧使用。建议低压柜各出线回路升级为多功能远传电度表，增设变配电监控系统，提高运营及监控效率。此外，低压柜内出线回路存在消防、非消防混接情况，建议改造提高安全系数。

2．低压配电系统及应急电源

低压出线电力电缆已不符合现行规范要求，GB50016—2014《建筑设计防火规范（2018版）》中的10.1.10第3条，要求消防配电线路与其他配电线路分开敷设在不同的电缆井、沟内；确有困难需敷设在同一电缆井、沟内时，应分别布置在电缆井、沟的两侧，且消防配电线路应采用矿物绝缘不燃性电缆。因建筑强电竖井无法移位或增加，故建议将新增普通电力电缆更换为低压无卤电缆，竖井内消防电缆更换为柔性矿物绝缘电缆，其余可更换为耐火低烟无卤电缆，并将消防线路与普通线路在竖井内分墙面敷设。因改造工程的特殊性，既有VV电缆无法到达新规范要求，需要与消防审查部门提前沟通，再决定是否更换。

原竖井内照明配电箱及用户电度表箱因闲置时间较长且功能达不到未来使用需求，建议全部换新，封闭母线及插接箱状态良好，建议利旧。公寓户内已拆除为毛坯，因后期精装修工程复杂程度高，建议户内新增电气管线全部用JDG管配合金属线槽在吊顶内明敷，尽量不剔槽，以免对墙体造成破坏。

3．火灾自动报警系统及应急广播系统

经调查和现场与物业运行人员了解，判断主机及系统正常，建议设备利旧，也能在改造时保证运营区域消防系统正常使用。按新规范要求，建议增加消防电源监控系统及防火门监控系统，以满足未来改造的消防验收工作。

C、D栋如后期为小物业管理，建议在首层或地下一层合适位置增设消防分控室，疏散门应直通室外或安全出口，以满足未来改造的消防验收工作。

4．各电气系统改造费用估算

根据评估结果和改造建议，费用估算供业主参考如表3所示。

表3　改造费用估算表

序号	系统类别	费用组成	初投资造价约/万元
1	变配电室	两个变配电室成套设备维修及改造	200
2	低压配电	公区低压电缆更换成本估算	200
3	防火门监控	疏散通道防火门增加系统主机、模块、布线	30
4	消防电源监控	新增系统主机、消防设备配电箱内监控模块、布线	30
5	电力分项计量	多功能表更换、布线、能源计量系统主机、软件	200
C、D栋公寓改造费用总计约			660

结束语

随着大城市城区土地的逐渐饱和，城市更新项目是未来几十年更重要的发展方向。既有建筑的电气系统改造离不开原始竣工图样和项目的现场调查实勘，特别是对电气机房、竖井和桥架路由等位置的调查，一方面是确定既有设备及线路的安全性和可靠性，更重要的是改造施工前，提前疏通项目改造设计难点。通过专业细致的系统评估，为业主提供了科学可信的系统改造评估建议，既能保证改造完成后电气系统安全稳定运行，也能节约造价，避免资源浪费。EA

（收稿日期：2020.08.10）

（编辑：朱金凤）