

封面展示



2013 年第05期

www.bmeep.com.cn

出版: 香港捷玛国际出版中心
编辑: 《建筑机电工程》杂志社
社长: Jim G. B. Han(加拿大)

编委会主任: 花铁森
编委副主任: 贺智修

编委会顾问: 陈怀德 陈振明 程大章 崔长起
龙惟定 方汝清 李兴林 鲁宏深
潘德琦 瞿二澜 寿炜炜 唐祝华
王瑞官 王元恺 温伯银 吴达金
吴楨东 吴成东 肖睿书 俞丽华
张飞碧 张渭方 赵姚同 赵济安
郑大华 诸建华 周国兴 左亚洲

编委会委员: 程宏伟 范强强 方玉妹 冯旭东
归谈纯 郭筱莹 何 焰 李国章
邵民杰 王 健 王志强 武 广
夏 林 徐 凤 姚国樑 叶大法
张海宁 周明潭

主 编: 花铁森
副主编: 姜文源 陈众励 陈汝东
本期特约执行主编: 田建强

地址: 香港湾仔轩尼诗大道139号中国海外大厦10楼

上海联络外电话: 86-21-34613501

编辑部信箱: bmee2004@msn.com
国际标准刊号: ISSN 1812-2353
出版日期: 12月18日
定 价: 15港币

案例透析

超限高层的电气防灾设计

文 / 金大算

Shanghai

World financial Center

& Jin Mao Tower



摘 要 超限高层的电气防灾设计是一项新的课题, 目前尚无完整的规范作为设计依据; 本文以上海环球金融中心为例, 将电气防灾设计介绍给大家, 以供设计参考。

关键词 超限高层 防灾中心 消防设计 应急照明 保障电源防雷设计 人防设计 抗震要求

0. 引言

近年来, 在全国各地相继建造超过250米的超限高层, 最具有代表性的超限高层属已建的上海金茂大厦和上海环球金融中心; 由于现有的国家规范或标准尚未完全覆盖到超限高层, 因此它给我们设计带来前所未有的难度; 以上海环球金融中心为例, 在设计过程中确实遇到的各类问题, 最突出的是防灾问题; 以下, 本文将如何做到防灾的一些解决方案或一些设想介绍给大家, 以供设计参考。

1. 防灾设计

在超限高层中所遇到的电气防灾设计, 不再是单纯的消防报警及联动控制, 主要内容应包括消防及联动控制

设计、防雷接地设计、事故照明及疏散指示标志设计、航空障碍灯设计、人防及抗震设计、消防供电设计、安保监控设计以及漏水报警、漏电火灾报警设计、电能管理设计等内容；并在现有的技术条件情况下，可通过高智能线路平台，尽可能将各类相关信号或信息集中收集到防灾中心，做到早期防火灭火，防水堵漏，抗震措施等。

1.1. 防灾中心



设置防灾控制中心（含应急指挥中心、消防控制中心），解决大楼的消防、安保、监控、漏电火灾报警、漏水检测系统、超高层的震动测量装置、电能管理系统等设备的集中设置及管理问题；防灾中心设置在1F层裙房内，面积在250平方米以上，对外有直接出口，门口有明显的标志。

防灾控制中心能对大楼内的所有防灾设备进行24小时监控；在火灾的情况下，能迅速接收火灾自动报警信号，并能控制启动大楼内的消防设施。

根据超限高层的功能分区特点，可设酒店分控中心，分控中心主要功能是在自己报警监控区域内实施火灾探测及启动紧急广播，并保证人员安全进行诱导疏散。

1.2. 消防设计

1.2.1. 探测器的设置原则

在普通的场所应严格遵循现有的国家规范或标准外，其他场所按以下要求设置：

- 实施全保护，包括大于5平方米的卫生间在内的各个场所均设置火灾探测器；
- 在厨房部分除设置温感报警外，还设有可燃气体探测器；
- 在每个防火分区内至少设一个手动报警按钮；
- 在热水泳池区等无法直接安装探测器的区域，增设手动报警按钮；
- 在楼层配电间内设置干式灭火装置。其他普通场所按规范要求执行；
- 穿梭电梯井道内每隔若干米设置管状报警装置，顶部再加烟感探测器；
- 对客房内的报警，不再单一考虑客房的面积关系，而是主要考虑客房内的长度、宽度与面积之间的关系，保证第一时间能报警，即必要时在客房的内走道按需要设置探测器；
- 此外可以利用CCTV作为消防事故监测系统使用，巡更系统及漏电报警系统作为火灾自动报警系统的补充。

1.2.2. 消防联动及控制要求

防灾中心能实现联动控制，并接收联动动作反馈信号，以及消防电源的工作状态；主要的消防联动控制设备如以下几点：

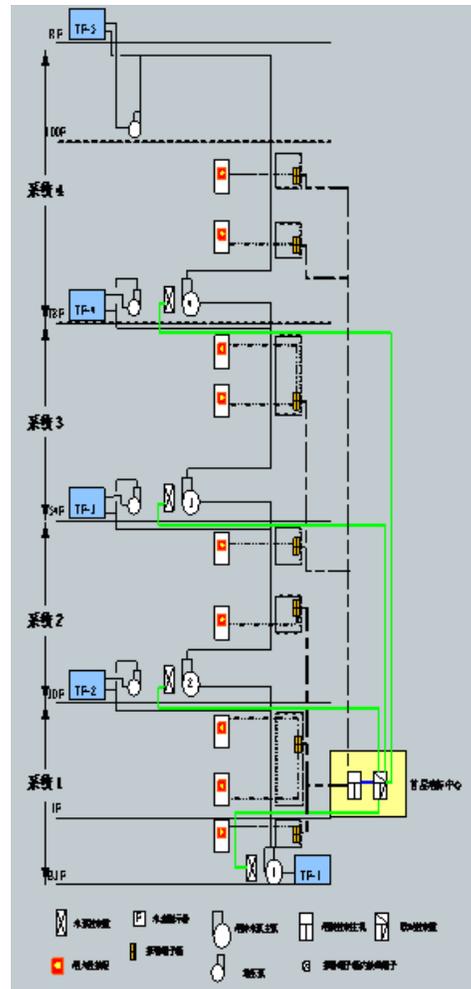
- 能自动或手动控制消防水泵的启停，并显示其工作状态及电源工作状态；

- 能自动或手动控制喷淋泵的启停，并显示其工作状态及电源工作状态；
- 能自动或手动控制防排烟机的启停，并显示其工作状态及电源工作状态；
- 能控制气体灭火装置，并显示气体灭火处在手动还是自动工作状态；
- 能在确认火灾后，将电梯全部停在首层，并显示动作反馈信号；
- 能在确认火灾后，切断有关部位的非消防电源；
- 能按规定要求关闭防火卷帘门，防火门；
- 能与分控中心一起完成应急广播，进行诱导疏散。

1.2.3. 消防泵的手动启动控制

在环球金融中心内的消防泵直接手动控制的启泵控制线路，经压降计算后，对不同区域的控制线可选定不同的截面，约在 $2.5 \sim 6\text{mm}^2$ 不等；同样的对于其他超限高层的启泵线路也应满足启动压降要求而确定控制线路的截面；消防泵具体的控制原理图详见下图，喷淋泵可参照设计。

上海环球金融中心消防栓控制原理图



● 系统4 (78F~101F) :

在78F-93F的消火栓系统中，任一消火栓报警按钮动作时，其动作信号由火灾自动报警系统的报警监视模块接收，经过本层的报警端子箱，传送到底层消防中心的酒店消防控制主机，控制主机收到该信号后，即通过控制模块LRT向底层消防中心联动控制柜发出启动78F消防泵#4、54F消防泵#3、30F消防泵#2和B3F消防主泵#1的控制信号；各控制柜收到该信号后，自动启动消防泵。

在94F-101F的消火栓系统任一消火栓报警按钮动作时，其动作信号由火灾自动报警系统的报警监视模块接收，经过本层的报警端子箱，传送到底层消防中心的消防控制主机，控制主机收到该信号后，即通过控制模块LRT向首层消防中心联动控制柜发出启动78F消防泵#4、54F消防泵#3、30F消防泵#2和B3F消防主泵#1的控制信号；各控制柜收到该信号后，自动启动消防泵。

● 系统3 (54F~77F) :

在54F-78F的消火栓系统任一消火栓报警按钮动作时，其动作信号由火灾自动报警系统的报警监视模块接收，经过本层的报警端子箱，传送到52F消防分控中心的消防控制主机，控制主机收到该信号后，即通过控制模块LRT向首层消防中心联动控制柜发出启动54F消防泵#3、30F消防泵#2和B3F消防主泵#1的控制信号；各控制柜收到该信号后，自动启动消防泵。

系统2 (30F~53F) :

在30F-53F的消火栓系统任一消火栓报警按钮动作时，其动作信号由火灾自动报警系统的报警监视模块接收，经过本层的报警端子箱，传送到消防控制中心的消防控制主机，控制主机收到该信号后，即通过控制模块LRT向首层消防中心联动控制柜发出启动30F消防泵#2和B3F消防主泵#1的控制信号；各控制柜收到该信号后，自动启动消防泵。

- 系统1（B3F~29F）：由底层防灾中心管理

在B3F-29F的消火栓系统任一消火栓报警按钮动作时，其动作信号由火灾自动报警系统的报警监视模块接收，经过本层的报警端子箱，传送到首层消防控制中心的消防控制主机，控制主机收到该信号后，即向联动控制柜发出启动B3F消防主泵#1的控制信号；B3F消防主泵#1控制柜收到该信号后，即自动启动消防水泵。

- 备注：

首层消防中心联动控制柜能手动启动B3F、30F、54F、78F等四层的消防泵；任一消火栓报警按钮报警信号能在火灾报警监视柜上有信号显示。

1.2.4. 保障电源

至消防控制室的供电电源应采用二路电源供电末端自切；二路电源中一路应来自变压器低压0.4kv侧，另一路应来自应急发电机可靠排上的应急电源。

1.2.5. 专用电话

在环球金融中心项目中，在消防控制中心设置独立的专用电话总机，并设有外线直通电话，可以直接接通119报警；在分控中心也设置消防专用固定电话，能与消防控制中心进行单独对话。此外，在消防水泵房、备用发电机房、变电所、排烟机房、消防电梯机房、气体灭火机房等各处设置专用电话分机。

1.2.6. 消防线路

消防线路采用阻燃耐火型电缆或导线，严格遵循电缆在电缆桥架（或线槽）内敷设而导线在线槽内敷设或穿金属管敷设，并作防火处理。

1.2.7. 系统接地

采用基础共用接地，接地电阻不大于1欧；在防灾控制中心设专用接地端子箱，端子箱直接接在专用钢结构体上；在电气上此钢结构与基础联合接地已作可靠连接，保证接地的安全；控制中心内的各种消防电子设备的接地均由专用接地端子箱引来；分控中心的接地做法同防灾控制中心，并与防灾中心共接在同一根钢结构体上。

2. 应急照明

在上海环球金融中心大楼内的事故照明时间定为持续供电2小时以上。另外《民用建筑电气设计规范》中对应急照明在正常电源中断时，其电源切换时间要求较高（即备用照明和疏散照明为 $\leq 5s$ ，金融场所为 $\leq 1.5s$ ，安全照明 $\leq 0.5s$ ）；设计蓄电池与油机电源组合方式，蓄电池为瞬间放电开灯，而应急油机电源能维持较长供电时间以满足上述条件。

2.1. 应急照明

应急照明应包括有正常照明失效时，为继续工作（或暂时继续工作）而设的备用照明；为了使人员在火灾情况下，能从室内安全撤离至室外（或某一安全地区）而设置的疏散照明；在环球金融中心按以下原则设置。

2.1.1. 备用照明设置场所

- 消防控制室、消防泵房、排烟机房、发电机房、变电所、电话交换机房、中央控制室等需要维持正常照度且持续保持工作的场所；在此类场所设置一般照明灯具外，另增设备用照明专用的灯具，市电供电突然中断时由EPS电源维持短时的供电，保持一定照度，在经过发电机启动供电后，照明100%恢复；
- 人员聚集的场所如展示厅、多功能厅、营业厅、餐厅、避难层、大于300平方米的地下建筑等要维持正常照度50%以上且暂时继续工作的场所；在此类场所仅设置一般照明灯具；市电供电中断时自动切断照明，在经过发电机启动供电后，照明50%恢复
- 业主办公室、酒店客房、观光层办公室、出租办公室、公共卫生间、残疾人专用卫生间等需要维持正常照度10%（或 $5lx$ ）以上且暂时继续工作的场所；在此类场所的一般照明灯具中，10%的灯具作为备用照明，并自带蓄电池装置，备用照明灯具的电源由蓄电池与油机电源组合供给；

2.1.2. 疏散照明设置场所

- 展示厅、多功能厅、营业厅、餐厅、避难层、安全出口、大于300平方米的地下建筑等设置安全出口标志灯；
- 疏散楼梯间及前室、消防电梯间及前室、疏散走道、大于20m的内走道等疏散走道、地下车库等设置安全出口标志灯；平时设置为常亮，市电中断时可通过内置蓄电池瞬间放电，开灯，市电中断后，供电电源应自动切换至应急油机电源上；
- 疏散楼梯间及前室、消防电梯间及前室、疏散走道、大于20m的内走道、地下车库等疏散走道等设置疏散照明灯，照度大于 $5lx$ 。
- 疏散照明平时设置为常亮，市电中断时可通过内置蓄电池瞬间放电开灯；待发电机启动供电后，供电电源应自动切换至应急油机电源上。

2.1.3. 逃生照明设置场所

超限高层内还应设置疏散诱导逃生系统，如在楼层的明显部位设置灯光指示牌，在楼梯内设楼层指示牌等。

2.2. 航空障碍灯

航空障碍灯的设置不仅按照《民用机场飞行技术标准》-MH5001标准规定执行外，还参照国际标准执行；全部设置在避难层或屋顶。在屋顶上设置A型障碍灯（频闪白光），在中间避难层设置B型障碍灯（频闪红灯），每层间隔在45~52米之间，此外，充分考虑到周围建筑物对它的影响，特别是金茂大厦对环球金融大厦的直接影响，在大楼朝金茂大厦侧的78层以下部位不再设置航空障碍灯，而其他三个面设中间层障碍灯。

3. 防雷设计

当雷云中的中性水分子在各种因素作用下迅速分离，并产生电荷聚集，形成正雷云和负雷云；当电荷聚集到正雷云和负雷云之间的电场强度达到击穿其间的空气绝缘强度时，就产生雷电；通常雷云发展到距地面100~300米时，地面产生感应电荷，当大量电荷聚集后，通过建筑物与雷云中的电荷中和，便形成放电通道，称为雷电先驱，继而雷云中的电荷经放电通道对地面放电；由此可见，超限高层受到雷击的概率会将成倍地增加。

为保障人身安全及保证楼内的电气设备的正常运行，现将上海环球金融中心的防雷与接地系统的设计作以下介绍。

3.1. 防雷系统

3.1.1. 防雷等级确定

- 到底属一类还是二类存在争议，各方经与上海市防雷中心进行讨论协调，最终定性为二类防雷建筑物；并建议，为确保大楼防雷保护的有效性，具体实施方案往一类要求靠；其信息系统雷电防护等级为A级。

3.1.2. 防雷保护措施

- 采用法拉第笼结合弗兰克林避雷法。在整个屋面设金属避雷网格，在屋顶四周设置避雷短针作为避雷接闪器；在空中廊桥部位利用钢结构“Γ型”栏杆与防雷装置可靠连接，并通过滚球半径法进行验算。
- 所有高出屋面的各种金属构件均与避雷带连通，大于30m处设防侧击雷保护及等电位保护措施，外墙面的门窗、栏杆等金属物均与避雷装置可靠连接，电气设备机房尽可能避免靠外墙侧。
- 利用外墙四周结构柱内的钢结构件作为引下线，确保上下二根钢结构体的电气可靠连通，该钢结构的最下端与接地极可靠连通。
- 利用大楼基础桩基及承台内的钢结构件作为接地极，接地电阻不大于1欧姆。

3.1.2. 等电位连接

- 所有进出大楼的各种设备金属管道均与此基础共用接地体可靠连接；利用建筑物每层外轮廓圈梁内的二根 $\geq\varnothing 16$ 钢筋作环状封闭焊接，组成均压环，并与引下线连通，构成一个完整的笼式建筑；并将每层外墙上的金属栏杆，金属门窗等较大的金属物体与均压环连通，实施等电位连接；
- 每层低压配电间、电梯机房、弱电机房内等设置等电位连接排，各类电气设备、电子设备等需做好与等电位连接排可靠相连，同类型的设备应接在同一接地连接排上；
- 在竖井内敷设的金属管道的顶端与底端需作好与防雷接地装置连接。
- 在泳池及卫生间内设置局部等电位连接。

3.1.3. 防高电位侵入

- 变电所低压配电进线柜内设置浪涌保护装置。在供信息系统的配电箱及照明配电箱内设置浪涌保护装置。
- 航空障碍灯需作防雷接地保护，并在障碍灯控制箱内安装浪涌保护装置，在侧面设置的航空障碍灯等尚需作等电位连接。
- 通过均压环与引下线相互连接，形成初级电磁屏蔽网格，外部的幕墙应与引下线可靠连接，有效改善建筑物空间的电磁屏蔽效果。

3.2. 接地系统

3.2.1. 共用接地

利用基础内的钢结构件相互间用螺栓禁锢连接，再与桩内的主筋或钢结构件焊接连接，形成共用接地网；在完工后，经现场实测结果在0.1欧左右。

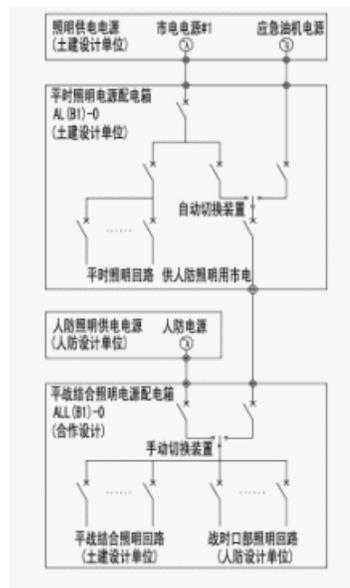
3.2.2. 保安措施

低压配电系统接地型式采用TN-S系统，凡正常情况下不带电的电气设备的金属外壳均应与PE线作可靠连接，严禁PE线和中性线连接，PE线采用绿/黄双色线；

3.2.3. 机房接地

设备机房的接地为采用芯筒内的二根钢结构体，每根截面约为0.13m²，是-40x4的热镀锌扁钢截面的8倍，大大的降低接地线路的阻抗，并考虑同类设备合用同一接地引上接地线，如变电所、电控制系统的工作接地、计算机工作接地及其他电子设备的工作接地等，强弱电的接地线严格分开设置，避免相互干扰。

4. 人防设计



在超限高层中，通常会在地下室最底层设有若干个人防防护单元，大部分是结合建筑的地下室车库而建的；主体设计院主要负责平战结合部分的照明电气设计，专业设计院负责人防口部照明及人防风机电力等电气设计，涉及到两院工作合作与分工的问题，另外还存在着人防分区与防火分区时有交错重叠的问题，因此也给供配电设

计带来较大麻烦；结合上海环球金融中心作以下的人防电气设计进行描述。

4.1. 供电电源

在平时，地下人防平战结合照理由市电进行供电，电源引自大楼内变电所的低压侧，采用低压380V/220V供电，每个人防分区宜供二回路，一路照明，一路电力；在战时，电源手动转换至人防区域电源，改由人防电源供给。

4.2. 人防电源

人防供电电源容量由视战时负荷容量而定，在总量不大于120kw时，可直接由区域人防变配电站引一路人防电源供电，此电源再分一路照明电源，一路电力电源，供大楼的人防用电；如附近无区域人防变配电站时，可在地下室人防区域内设置移动式电站。

在上海环球金融中心中，有多个人防分区，平战结合工程的总用电量大于120kw，因此在地下室人防区域内设置人防专用电站，由此电站向各人防分区配电。

4.2.1. 人防照明配电

- 在每个防火分区内至少设一个配电间，并兼作人防配电间；市电进入配电间内的照明配电总箱后，分二路配出，其中一路供平时照明用电，另一路与应急油机电源自动切换后，供给平战结合照明配电箱。市电电源和人防电源在平战结合照明配电箱内手动切换之后，供给人防内的口部照明、人防内的应急照明、平战结合照明及通风方式信号控制箱等用电。具体见右图。
- 平战结合的照明在一般情况下约占车库总照明的30~50%；从人防至室外的通廊及楼梯部分，应由人防照明电源供给，在线路出人防边界处加熔丝或断路器保护。

4.2.2. 人防电力配电



- 当市电进入电力配电总箱后，市电电源和人防电源在战时电力配电箱内手动切换之后，供给战时污水泵及战时排风机等用电，通常情况下人防电力配电由专业设计院负责完成。具体见右图。
- 当外部的线路需进出工事的防护密闭区时，所有直接穿过工事围护结构或防护密闭门的电缆、电线均须严格进行密闭处理，并加抗力片防冲击波，具体做法可参见国家图集或地方图集DBJT08-10-97。
- 人防范围的所有人员出入口，连通口门框墙上均预留4根G50防护密闭穿墙管，防护密闭管均遵循一线穿一管的原则。
- 所有设置在人防内的灯具在临战前需加设防跌落装置，安装方式可采用链吊安装。

5. 抗震要求

在上海环球金融中心内电器设备设计安装考虑7度以上的抗震标准，并充分考虑到1米多的振动摆幅的影响，在电气设备安装时，用螺栓固定，作到牢固可靠，螺栓本身的机械强度也要满足抗震强度要求。在线路连接时，考虑适当留有余量，避免电气线路在震动时拉断或接头脱线；线路尽量少使用母线槽，特别在垂直电缆竖井内优先采用电缆沿桥架敷设。

6. 其他

- 6.1. 应设置独立于市电的应急电源，如应急柴油发电机；
- 6.2. 变电所等重要的电气机房的地坪适当的抬高15~30公分或在楼层内采用门槛作防水处理；
- 6.3. 线路保护除严格遵循规范要求外，对分支电缆的选用进行分析和计算，保证线路安全；
- 6.4. 设置漏水、振动传感器，将报警信号上传至BA系统，用时会发出报警信号。

7. 结语

由于超限高层供电设计的特殊性及其复杂性，可能出现目前规范无法解决的问题，在遇到此类问题时，可以请有关专家进行论证，也可以请有关性能化分析部门进行防灾模拟实验，以达到防灾设计的预想效果。

笔者希望本文能对今后的超限高层电气火灾防灾设计有一定的参考意义，有一定的借鉴作用；本文主要是对特定的超限高层的电气防灾设计加以总结，文中如有不对之处希望读者批评指正。

<, ;, ;, ;, P class=p0 yle="MARGIN-TOP: 0pt; MARGIN-BOTTOM: 0pt" st,>

参考文献

- [1] 中华人民共和国公安部. GB 50045-95 高层民用建筑设计防火规范（2005年版）[S].
- [2] 中华人民共和国公安部. GB 50115-98 火灾自动报警系统设计防火规范（2005年版）[S]
- [3] 民航局-MH5001 民用机场飞行技术标准

作者简介同前

杂志介绍 | 征稿启事 | 编委会 | 宣传服务

版权所有: 建筑机电工程杂志社, 本网所有资讯内容、广告信息, 未经本网书面同意, 不得转载。

沪ICP备05061288号 网站制作和维护: 天照科技