

数据中心建筑与结构设计对电源配套建设预留的研究

袁小川, 邱永刚

(中电科普天科技股份有限公司, 广东 广州 510310)

摘要 随着科技发展, 数字化时代的到来, 数据中心对社会发展具有战略意义, 其重要性不言而喻。建筑主体作为支撑数据中心运行重要的基础设施, 应具备较高的安全性、适用性、耐久性、美观性以及经济性。所以在建筑与结构方案设计时要从宏观角度对项目选址、市电引入、场地布局等方面总体规划, 在总体规划的基础上再对各功能点进行局部设计。电源配套作为动力来源, 直接影响设备的安全运行, 在项目总体规划时要对其设备安装和建设扩容预留足够的空间。在建筑单体设计时要对各功能区域预留足够的承载力。本文从数据中心建筑与结构设计对电源配套建设预留的相关问题进行研究, 以为同行业人员提供借鉴。

关键词 数据中心; 建筑与结构设计; 电源配套建设预留

中图分类号: TU2

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0121-03

1 建筑设计对电源配套建设的预留

建筑设计主要目的是合理安排建筑内部各种使用功能和使用空间, 协调建筑与周围环境和各种外部条件的关系, 解决建筑内外空间的造型问题, 采取合理的技术措施综合协调与各种设备相关的技术问题, 全面考虑环境、功能、技术、艺术方面的问题。从建筑设计的角度来看, 建筑设计是其他专业设计的基础。数据中心是具有特殊功能的建筑, 与民用建筑相比更具专业性, 在设计时不仅要满足日常生活功能需求, 还应满足设备正常运行的功能要求, 比如较大的用电负荷以及较高的楼面承载力。所以在建筑设计时要结合数据中心的特点, 综合各专业的技术需求, 以满足数据中心核心设备安全、高效运行为目标进行设计^[1]。

1.1 总体规划预留

总体规划预留主要是从场地总体规划入手, 综合短期建设目标和远期建设需求对功能区和建筑进行场地空间预留, 对于电源配套建设预留而言主要是对电力引入、电力管廊、动力配套房屋等做好总体规划, 并对远期建设需求做好场地空间预留。首先要收集电源配套专业关于技术资料、配置参数及引电容量的需求, 根据场地的现状结合短期建设目标以及远期需求进行综合布局。总体规划除了遵循功能要求, 还必须认真贯彻国家的方针、政策, 执行国家颁布的相关规范及标准。只有这样才能达到设计的最终目的^[2]。

新建数据中心项目, 建设单位因投资成本和效益等原因, 一般分期建设。电源配套设施作为数据中心的动力来源, 在总体规划时应重点关注电力引入路由、电源配套建筑等方面。电力引入要结合场地和周边环境的实际情况规划引电路由, 并根据远期需求预留足够的空间。对于电源配套建筑, 通常以短期需求为建设目标, 预留足够的远期建设用地, 这种建设方式具有短期投资小、工期短、见效快等优点。但从长远来看, 此模式也存在弊端, 电源配套房屋建设规模是根据数据中心核心设备需求来确定, 为了方便后期扩容时在空间上得到最大化利用, 数据中心建筑主体一般是按远期规模考虑, 设备及相关配套设施分期建设, 如按短期需求为建设目标, 数据机房设备扩容时, 再建设相关配套设施用房将大幅增加人员组织成本、时间成本、直接经济成本等。所以笔者认为, 电源配套相关土建设施应该按远期规划建设, 在内部做好空间预留, 这样不仅可以对各建设周期内的相关设施做很好的规划安排, 还能从总体上减少建设成本。除此之外还需考虑各功能点的位置关系, 如动力配套用房与数据中心的位置关系, 两者距离不宜太远但应满足最低的防火间距要求。当远期预留有多座数据中心时, 此时应围绕动力配套建筑布局, 同时应根据需求提前规划预留足够的空间用于动力配套房屋、地下管廊以及运输通道的扩容建设。对于预留的规模, 应该根据远期建设的设备规模确定。

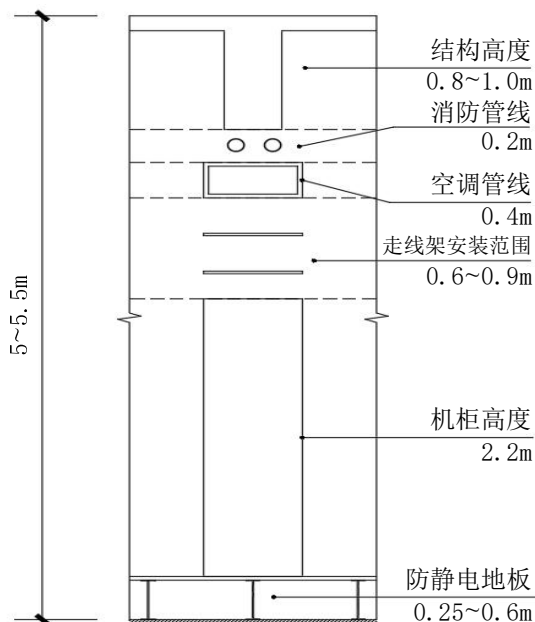


图1 竖向布置示意

1.2 局部空间预留

局部设计预留是电源配套各功能点结合短期建设目标和远期建设需求,对单体建筑内部进行空间布局设计。比如低压配电间、UPS间、电池间、高压配电间、柴油发电机室、油库在建筑内部空间位置关系、面积、高度进行设计。在进行电源配套建设时,为了减少线路损耗,通常把低压配电间、UPS间、电池间和数据机房设置在一个建筑单体内,这样数据中心就形成以数据机房为核心外加电源配套和辅助用房组成的综合性建筑单体。其面积通常以机架的规模确定。在进行建筑平面方案设计时,数据机房、电源配套相关房间宜为矩形或方形,根据机架尺寸(1.2m×0.6m)为模数布设轴网,据此推算轴线间距宜取8.4m、9.6m、10.8m。

竖向的空间预留方面,数据中心相比民用建筑而言要求更高,其主要原因在于设备体量大、辅助设备管线多。除了满足设备高度需求以外,还应考虑电源配套走线高度、消防设备管线高度、空调设备风管高度以及结构构件自身的高度等因素。

一般数据机房竖向布置见图1所示,在机房的层高要根据空调送风方式以及电源配套走线方式来确定;当采用下送风防静电地板架空部分作为静压箱考虑时,不应采用下走线且架空高度宜取大值;当考虑下走线时,此时可不考虑走线架高度,防静电地板架空高度应按需求设置;综上所述,数据中心层高要各专业协调,根据机房空调以及电源配套方案来确定。根据笔者经

验,数据中心层高5m~5.5m较为合适^[3]。

数据中心建筑面积通常根据机架的建设规模来确定。首先确定机房的建筑面积,假设机房平面为矩形,柱间距为9.6m,考虑柱子对机柜布置最不利。列头端和末端设置净宽不小于1.5m走道,机架列间设置不小于1.2m的维护通道,单列机柜的从属面积为48m²,分摊到单机架建筑面积为2.18m²,此计算方法没有考虑机房内放置空调末端,适用于风冷空调的机房。当机房制冷采用水冷空调时,机房内需放置空调末端,此时机房一端走道加宽2m宽计算,单列机柜从属面积为52.8m²,分摊到的单机架为2.4m²。对于需要设置参观走道的机房,在机房列头走道端外侧设置参观通道,走道宽度宜取2.4m,此时单列机架的从属面积为58.56m²,分摊到单机架的面积为2.7m²。考虑到机房纵向端部还需要设置宽度不小于1.5m宽度的走道,以上三种情况分摊到单机架的面积宜分别取2.3m²、2.5m²、2.8m²。

电源配套作为支撑数据机房运行的核心设施,二者位置关系是空间布局的重中之重。平面布置时,电源配套房间应与所提供电力支持的数据机房相邻,除走道外不宜有其他房屋隔断。当设有多个数据机房时,低压配电间、UPS间、电池间宜集中设置在建筑平面中心位置,数据机房围绕其四周对称布置。竖向布置时各层低压配电间、UPS间、电池间应上下位置对应。数据机房和电源配套房间以及电缆上线间墙面和楼板要提前预留洞口作为走线通道。电源配套用房面积应根据数据中心的建设等级来确定,按常规设计时一般占数据机房面积的20%~30%。随着技术的革新,采用各模块一体化设计时电源配套用房可节约面积40%~50%。

对于在既有建筑内部建设的数据中心,主要是利用好建筑内部的既有空间,对数据中心各功能区合理布局。数据机房是数据中心的核,既要考虑大开间区域布局,还要考虑与动力配套设施的距离以及空调设备的位置。通常动力配套设施的楼面荷载较大,一般将其设置在建筑的首层,以减小对既有建筑结构的影响^[4]。

2 结构设计对电源配套建设的预留

当今数字化、信息化技术无处不在,对人们的生活以及社会的经济发展产生重大和深远的影响。数据中心作为支撑信息化社会的载体,除了满足自生承载力需求外,在应对重大自然灾害时自身结构主体应具备较高的可靠性。在结构设计时必须严格执行国家相关规范和标准,保证设计质量。根据规范的相关规定,数据中心分为A级、B级、C级三个等级,A级数据中心抗震设防分类不应低于乙类,B级和C级不应低于丙

类,对于国家级数据中心抗震设防分类应增加一级。

数据中心主体结构形式选型方面,为保证核心区机房设备布置的连续,需要大开间布局,所以宜采用框架结构和框架-剪力墙结构,不宜选用剪力墙结构。数据中心需要布设的设备较多,需要大面积平台用于安装设备,所以在场地不受限的情况下宜采用多层建筑方案,适当增加建筑占地面积,屋面有足够空间作为室外设备的安装平台。数据中心结构宜对称布置,同时结构质量和刚度应分布均匀,避免质心和刚心出现严重偏心产生较大扭转效应。需要设置变形缝时,变形缝不宜穿越机房区。

2.1 楼面荷载预留

数据中心的楼面荷载主要集中在数据机房和电源配套区域,其设备重量大且集中,楼面活荷载远大于普通民用建筑。在确定结构楼面活荷载时除了执行规范规定以外,还要与实际建设需求以及后期扩容等综合考虑。对于数据机房的楼面荷载取值应根据机架内安装设备来计算。按机架满容量 42U 来考虑,单机柜重量一般为 1050kg,机房内设置有走道以及维护通道,如按机柜满布进行设计,机房楼面结构承载力存在很大冗余且不具备扩容条件,所以数据机房楼面活荷载宜根据设备自身重量进行等效均布来取值。以柱间距为 9.6m 的数据机房为例,采用井字梁结构,楼面板为双向板,次梁间距按主梁三等分取 3.2m。考虑设备底座高度 0.5m,楼板厚度 0.12m,根据《建筑结构荷载规范》附录 C 计算楼面等效均布活荷载为 6.45kn/m^2 。配电间其平面布置以及设备重量与数据机房近似,其楼面荷载可取机房楼面等效值。数据中心对后备电及时长要求较高,电池容量需求较大,电池间楼面荷载通常最大,结构设计时在确定电池间楼面活荷载时,要根据电池自身重量以及布置方式来确定。参考国内封闭式铅酸电池单节电池重量为 75kg (含支架)。按双列双层布置计算楼面等效均布活荷载荷载为 6.6kn/m^2 。按双列四层布置时为 13.2kn/m^2 。以上计算值为设备荷载,设计时还应考虑维护通道人流等因素^[5]。

2.2 结构构件洞口预留

数据机房楼地面为满足防静电要求,地面一般铺设防静电活动地板,防静电地板架空高度一般在 0.25m~0.6m 之间。为保证数据中心地面整体平整美观,在结构设计时楼地面会选择楼地面下沉为防静电地板预留足够的安装空间,由此会出现大面积错层,楼板不连续,在楼板平面内形成大面积洞口,楼板刚度削弱较大,从而不满足楼板面内无限刚度的假定,对整体结构不

利,所以在结构分析时应考虑楼板变形对结构的影响。对于楼面结构大面积错层的数据机房位置,由于质量在竖向错位,在水平地震剪力作用下,数据机房周边的框架梁会产生较大的扭矩,在设计时应重点关注,采取措施增加抗扭刚度。

当需要在框架梁预留洞口时应避开梁端以及有集中荷载作用剪力较大的区域。在箍筋加密区以及设置附加箍筋及吊筋的区域不宜设置。预留洞口应设置在钢筋混凝土梁截面受压区以外,保证截面受压区面积,减小对梁截面受力平衡的影响。钢框架梁腹板预留洞口时应对其周边采取补强措施。除此之外,预留洞口对结构构件的刚度有较大削弱,在设计时应考虑洞口对构件挠度影响。

对于结构楼板预留洞口,要减小洞口对楼板刚度削弱影响,在洞口边缘应有补强措施。对楼面刚度影响较小的洞口,可在洞口周边对称设置补强钢筋,其钢筋总截面不应小于洞口截面断开钢筋的面积,并满足相关构造要求。当在楼面设置对楼面刚度有较大影响的洞口时,应在周边设置满足构造要求的边梁或暗梁。

数据中心洞口预留尺寸应根据设备以及功能需求来确定,设备与洞口间应预留一定的间隙,使结构与设备二者间有一定的相对变位,间隙采用有机防火回填料进行封堵。在电源配套房间设备上方应提前预留用于安装的吊钩,起吊能力应满足设备安装要求。

3 结语

在数据中心建设过程中,建筑及配套设施作为支撑其运行的载体,空间布局和结构安全是保障数据中心高效、安全运行的基础。本文对数据中心建筑和结构设计时电源配套设施相关预留进行研究,对数据中心建设项目电源配套相关设施的总体到局部空间规划、楼面荷载及洞口等相关预留有了更新的认识。

参考文献:

- [1] 魏文豪,韩振东,杨猛,等.“双碳”目标下新型绿色数据中心高质量发展路径探讨[J].邮电设计技术,2022(12):32-36.
- [2] 路嘉鑫,王娇,马晨,等.绿色数据中心微源容量优化配置方法研究[J].信息工程大学学报,2022(06):762-768.
- [3] 潘正辉.基于安卓系统的近场无线通讯功能设计与实现[D].大连:大连理工大学,2013.
- [4] 金驰,潘京津.绿色数据中心评价指标体系解读[J].信息技术与标准化,2020(12):29-33.
- [5] 郭丰,王娟,朱沛琦.我国绿色数据中心建设工作的实践与探索[J].中国能源,2020(07):38-41.