

# 考虑需求响应的国家矿山应急救援基地数据中心 配电系统设计

常开敏

煤炭工业合肥设计研究院有限责任公司

**摘要:** 为满足应急救援基地数据中心配电系统的运行需求,满足安全生产应急管理工作的需要,本文提出考虑需求响应的国家矿山应急救援基地数据中心配电系统设计。在系统的硬件设计中,采用双母线供电方式对设备进行电源设计,选择UPS主电缆作为系统输电线缆;选择的储能装置为WLD-PCS-50K型号的双向储能逆变器,来对电力进行储能;根据大楼需求,选择使用YH(Q)-D1300S新风机来实现数据中心的排风。在系统的软件设计中,从系统的核心运行、系统的防雷接地性能、数据中心的消防系统以及系统的前后维护总装机壳四个重点方面对系统设计进行阐述,完成整体的系统的构建。

**关键词:** 需求响应; 国家矿山; 应急救援; 数据中心; 系统设计

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2023.09.213

## 引言

需求响应指的是在调控方式下,根据需求作出相应的资源调整。在需求管理中,配电系统通过对应的约束机制以及激励机制,进行电网资源的调配。不仅能够做到资源的整合,也能在应急救援基地数据中心的信息传输中起到保护作用。通过分布式电源自身的属性特征,在保持数据中心的用电需求的同时,对电网能源进行高峰时期的峰荷缓解,平衡配网系统的用电供需。随着技术的更新迭代,在响应资源的接入中,对需求响应进行执行,根据不同的资源端口,进行灵活调配<sup>[1]</sup>。但是根据线路运行而进行分类的电网系统,会因分类过细且数据过多造成运行负担,使得根据需求响应而设计的配网

系统运行负荷增加,因此,需要通过负荷的规律性,分配数据中心电网的用电行为,根据特定的时间和其容量轨迹,在增加随机性的基础上,设计国家矿山应急救援基地数据中心配电系统<sup>[2]</sup>。

## 一、系统硬件设计

### (一) 主电源电缆

本文对网络机房安装电源主控设备,该电源设备具有两路切换后电源线缆接口,杜绝单点故障产生。信息系统设备主要安装在三楼和四楼机房内,根据总体用电需求对其的设计如下:系统采用双母线供电方式也就是双N+1模式,单路机功率负载按照不小于110KW进行配备。单个功率组件按照10~16KW进行配备,每路故障不

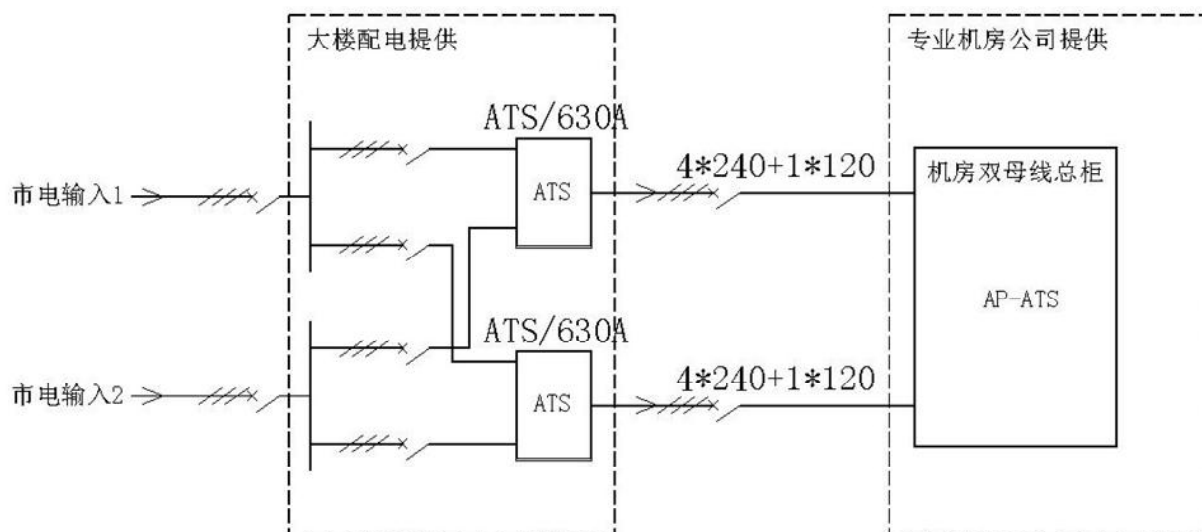


图1 主电源拓扑图

得影响供电，实现在线式维修。

在网络机房中，主要包括48V直流电源柜、SDH、交换机柜、光配机柜、数字配线机柜、视频机柜、网络配线柜、音视频柜、大屏控制柜、总控扩声柜、会议设备柜、配线架等，其中有8个机柜需要供电，每台网络设备按照平均2.5KW进行设计，总功率约 $8 \times 2.5 = 20\text{KW}$ 。提供2路切换后供电电源，用2根主电缆铺设到三楼机房AP-ATS柜，用电单独分开，共计2根电缆，具体拓扑图及要求如下：

动力电缆采用1根不低于 $4 \times 240 + 1 \times 120\text{mm}^2$ 阻燃铠装电缆；UPS电缆采用1根不低于 $4 \times 240 + 1 \times 120\text{mm}^2$ 阻燃铠装电缆；并且本文的系统设计中，机房供电必须独立于大楼供电总控之外，可与大楼供电平级，大楼配电检修不得干扰机房市电的使用。

### （二）储能装置

根据电源的电能转化，过多的能源需要对其进行存储。储能方式的不同，其装置所表现出的特性也不相同。本文选择的储能装置为WLD-PCS-50K型号的双向储能逆变器，该储能装置谐波小，并且具有比较高的储能效率，减少电量流失，能够支持交流侧PQ模式的运行，并且减小储能体积<sup>[3]</sup>。在交流并网中，其输出线制为3W+N，额定功率为50KW，频率范围为50Hz，输出谐波为 $\leq 3\%$ ，能够接受各种分布式能源端口的插入，方便快捷，并且能够将新能源以及储能电池和电网的三方面进行合理调配，实现分布式能源的高效运用。

### （三）新风机主设备

在楼梯的新风系统的设计环节中，通过机房公司设置相应的主机和送风管道，并且提供供电线路的安装。本文根据大楼需求，选择使用YH(Q)-D1300S新风机，该风机的风量大，具有双速风机的优良性能，并且在换气热能力中具有优良表现，且能够减少设备的投资。通过风机的热回收技术，从长远角度降低运行费用问题，并且可达30%的能耗节约<sup>[4]</sup>。本文所设计的新风机设备系统运行，并不是单独的运行线路，其能够与消防系统进行联动，出现消防信号时，新风系统停止运行并自动关闭，并且为了消防系统的优先性，本文对新风系统进行设计的同时加装一套电动防火阀。

## 二、系统软件设计

### （一）数据中心配电系统核心环节设计

为了贴合本文所设计的数据中心的配网系统，对系统的核心运行进行分析。在配网发电周期的时段内，系统整体的运行的总规划计算表达如下：

$$\sum p_t^i \Delta t = \sum p_t^o \Delta t \leq P^{total} \quad (1)$$

式（1）中， $p_t^i$ 和 $p_t^o$ 分别表示在时段 $t$ 内系统能源的转入和转出； $\Delta t$ 表示所选择系统运行时间长度； $P^{total}$ 表示总计需求量。接着对系统的能源运行设置约束，约束条件如下：

$$\begin{cases} p_t^i \geq 0; & t \in \Omega \\ p_t^i = 0; & t \notin \Omega \end{cases} \quad (2)$$

根据上述约束，能够显示一定时段内的能源消耗，同样，除了对时间的限制，系统配电的能源消耗也需要进行约束，约束表达式为：

$$p_t^{\min} \leq p_t^0 + p_t^i - p_t^o \leq p_t^{\max} \quad (3)$$

式（3）中， $p_t^0$ 表示时段 $t$ 的原始能源总量； $p_t^{\min}$ 和 $p_t^{\max}$ 分别表示时段内的消耗能源的最低值和最高值。在用电需求的响应中，在初始电力的参数设置下，推导出需求响应后的电力需求为：

$$d(i) = d_0(i) + \frac{d_0(i) \times [\rho(i) - \rho_0(i)]}{\rho_0(i)} \quad (4)$$

式（4）中， $d(i)$ 表示电力需求； $d_0(i)$ 表示初始电力参数； $\rho_0(i)$ 表示初始电力需求的变化量； $\rho(i)$ 表示电力需求的变化量。

并根据实际的配网需求，对配电系统的整体运行添加能耗的约束，使得系统在运行中以最少的能源消耗，获得最大化的运行效能，并且增加配电系统的整体运行规划，实现系统的统一调配。

### （二）融合防雷接地实现系统设计

电压问题和雷击是常见的机房中可能引起计算机设备损坏的原因。通过合适的电压调节设备和防雷措施，保护计算机设备的安全运行，减少损坏和故障的发生。机房电源防雷、网络系统配置信号防雷设施均按照国家标准建设，对机房的电源以及数据信号的防雷元件等进行防护，来保护机房的运行。

在机房路由器、交换机、服务器、层交换等重要网络节点，分别加装网络信号防雷器，按照30只配备。所选品牌必须在安徽省气象局具有备案，施工前报验淮南

市防雷中心验收通过方可报施工验收。本次设计对品牌要求为OBO、雷泰或者菲尼克斯。

而接地系统中,为了消除阻抗耦合,本系统对配网中的接地系统的设计采取单点接地的方式,并且按照规范对机房进行设计,在计算机的机房中通过交流接地和安全接地等组成接地安全防护系统<sup>[5]</sup>。并且对接地系统进行响应约束,在安全工作接地中,接地电阻应小于 $4\Omega$ 。

地线引线使用35平方毫米铜芯线引至机房抗静电地网,用50平方毫米铜芯线引至机房抗静电地网。安装消防火灾自动消防报警及七氟丙烷无管网式消防自动灭火系统。具有和设备等配电系统联动功能,可联动切断电源、关闭风门,与基地的消防控制中心联网报警<sup>[6]</sup>。

### (三) 配电系统消防报警环节设计

本工程消防报警设计为区域式报警系统,设计为二级保护对象,安装消防火灾自动消防报警及七氟丙烷无管网式消防自动灭火系统。具有和设备、空调、通风、排风、配电系统联动功能,可联动切断电源、关闭风门,与大楼消防控制中心联网报警。消防电源采用市电和消防主机自备电源供电方式。

火灾分区采用七氟丙烷气体灭火,采用无管网灭火方式。灭火系统的控制方式设计为自动、电气手动、机械应急手动三种启动方式,在保护区外应设置手动控制盒,设置声光报警及气体释放信号警告标志。在通讯机房和电子计算机房等防护区,设计喷放时间不应大于8S,其他防护区,设计喷放时间不应大于10S。本文设计系统灭火气体在8S内喷放完毕。

火灾自动报警系统接地装置的接地电阻值,采用专用接地装置时,接地电阻不应大于 $4\Omega$ ;共用接地时,不应大于 $1\Omega$ ;专用接地干线采用铜芯绝缘导线,截面积不应小于 $25\text{mm}^2$ 。消防电子设备凡采用交流电时,设备金属外壳和金属支架等应作保护接地,接地线应与电气保护接地干线PE线相连接。

三楼通信和电源机房和四楼网络和服务器机房分别配置120L七氟丙烷无管网灭火柜。120L-HFC227灭火剂瓶组,GQQ120/2.5,每瓶充装HFC-227ea灭火剂81KG,七氟丙烷无管网灭火柜,含灭火联动控制模块、电源、启停阀等成套部件。

### (四) 中前后维护总装机壳设计

用优质冷轧钢板制造,结构合理、造型美观,操作灵活方便,坚固耐用。根据机柜各部位的承重不同,钢板厚度均选用1.5mm-2.0mm,机柜外框架、内立柱选用 $\geq 2.0\text{mm}$ ,其余承重部分均采用1.5mm钢板。配备前后维护总装机壳,服务器总装机壳14台,网络设备总装机壳15台,机壳尺寸为:1100mm $\times$ 600mm $\times$ 42U,为前后网孔,前单开门、后双开门,为全通风前、后门采用超大网孔设计,提供70%的通风面积。

基于上述内容,设计系统硬件中主电源电缆、储能装置、新风机主设备,设计系统软件中数据中心配电系统核心环节、融合防雷接地实现系统、配电系统的消防报警环节和中前后维护总装机壳,完成考虑需求响应的国家矿山应急救援基地数据中心配电系统设计。

### 结束语

本文根据国家矿山应急救援基地数据中心的实际情况,结合历史电网数据,对配电系统进行设计,对接地防雷系统进行设计。本文的系统设计,以从核心到外围的方式,设计整体的配网系统,虽然存在一定的不足之处,但是也为配网系统的设计提供了一定的参考价值。

### 参考文献

- [1]张莉,丁毛毛,安业腾,许世辉,王颖.基于数据挖掘的供电服务需求主动响应系统[J].工业加热,2023,52(04):59-63.
  - [2]丁麒,王庆娟,卢侃,周青眯,陈永果.应用5G消息和共享风险链路组的电力需求响应系统设计[J].电子设计工程,2023,31(04):118-122.
  - [3]张建军.煤矿供配电系统设计节能技术探析[J].内蒙古煤炭经济,2023,(03):26-28.
  - [4]李雪,季寒松,张儒峰,姜涛,陈厚合,宁若汐.计及多类型微网响应特性的城市配电系统分布式优化调度[J].电力系统自动化,2022,46(17):74-82.
  - [5]石静.三矿井下供配电系统优化设计研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(06):352-353.
  - [6]李超.益门煤矿机械化改造的供配电系统设计方案[J].山东煤炭科技,2022,40(04):140-142+145.
- 作者简介:常开敏(1976—),女,高级工程师,安徽淮南,本科,主要从事电气设计的相关工作。