

茂名南高铁站 TOD 交通枢纽工程变配电系统设计方案

罗智豪

(广东省建筑设计研究院有限公司, 广东 广州 510010)

摘要:为 TOD 交通枢纽打造一个节能、安全、绿色环保的变配电系统,本工程采用了节能变压器、低压无卤电缆、自备应急电源、可靠的继电保护以及太阳能光伏供电系统等现今先进、可靠、环保的技术来设计 10/0.4kV 配变电系统,以期为其他 TOD 交通枢纽设计相关人员提供参考。

关键词:TOD; 变配电系统设计; 可再生能源利用

中图分类号:U223.5

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)48-0073-03

0 引言

高铁已经是人们出远门常用的交通工具,现在中国高铁站的数量已达 5544 个。通过 TOD 交通枢纽的开发,可使乘客转乘其他交通工具更加便利,可使高铁站周边的商业价值得到提升^[1]。

茂名南高铁站 TOD 交通枢纽规划用地面积为 91 800.60m²,总建筑面积 61028.605m²,其中计容建筑面积 21137.995m²,不计容建筑面积 39890.610m²。地上建筑层数最大为公交首末站地上 3 层,建筑高度为 14.450m;地下两层,分别是商业、停车库及城市门廊。

1 变配电系统

1.1 负荷等级划分

根据《民用建筑电气设计标准》^[2](GB 51348—2019)表 A “民用建筑中各类建筑物的主要用电负荷分级”及《车库建筑设计规范》(JGJ 100—2015)第 7.4.1 条,特大型和大型车库应按一级负荷供电,中型车库应按不低于二级负荷供电,小型车库可按三级负荷供电。机械式停车设备应按不低于二级负荷供电。本工程负荷等级如表 1 所示。

表 1 负荷等级

负荷等级	用电负荷
一级负荷	消防设备用电、应急照明、车库照明、潜污泵
二级负荷	经营管理用计算系统、公共安全系统、信息网络系统、便民服务设施的值班照明、电子信息设备机房用电、警卫照明
三级负荷	其他电力负荷及一般照明用电

1.2 充电桩负荷

本工程充电桩公交站设置 15 台 240kW 双枪快充充电桩,车库设置 45 台 120kW 双枪快充充电桩。充电桩电配到充电桩接入端。

1.3 供电电源

本工程采用两回路 10kV 电源供电。公交首末站首层设置 10kV 开关房,10kV 开关房的主用回路与备用回路应来自不同的区域变电站。10kV 主电源回路一、回路二的变压器容量分别为 2860kVA 和 9600kVA。

1.4 变电所设置

由于充电桩为特殊用电以及供电距离的影响综合变电所布置如下所述。

综合变电所一:设置在公交首末站首层和二层,变压器容量为 2×2000kVA,供公交充电站桩用电。

综合变电所二:设置在公交首末站首层和二层,变

压器容量为 2×2000kVA+1×1600kVA+2×800kVA,供公共充电转、车库、便民服务措施、公交首末站及城市门廊用电。

综合变电所三:设置在绿化广场西侧首层,变压器容量为 2X630KVA,供车库、便民服务措施及城市门廊用电。

1.5 备用电源

(1)本工程选用 0.4kV 柴油发电机组作为自备应急电源,设置一台 400kW 及一台 250kW 的柴油发电机组。当市电中断供应后,自备发电机组启动,保证一级负荷和消防负荷的供电连续性。自备发电机组为应急型,收到启动信号后应在 15s 内启动至工作状态。(应急电源原动机的启动命令必须正常电源主开关的辅助接点发出),当启动不成功时,有连续三次自起动的功能。储油间内的柴油量为 1m³,为柴油发电机提供不少于

3h 不大于 8h 的供油量^①。

(2) 为保证供电的连续性,火灾自动报警系统设备采用自带电池的 24V 直流电源和 UPS 电源确保供电。24V 直流电源备用时间 8h,UPS 电源备用时间 30min。

(3) 为保证供电的连续性,智能化系统等重要电子设备采用不间断电源(UPS)确保供电,UPS 电源备用时间 30min。

1.6 高、低压供电系统接线型式及运行方式

(1) 高压配电系统:10kV 母线采用单母线工作方式。

(2) 低压配电系统:低压母线均采用单母线分段运行方式,400V 进线开关、母联开关应设置机械及电气联锁,两路进线中只有一路开关合闸时,之间母联开关才能合闸,防止并列运行。

(3) 配电方式:①10kV 线路采用放射式配电。②低压配电线路采用树干式和放射式混合配电方式,同一

敷设路由的同类负荷以树干式为主,重要负荷或大容量负荷以放射式为主。③火灾时需继续工作的消防设备、应急照明、车库照明等一级负荷采用双回路专线供电,末端自动切换。所有双回路电源自动切换设备均设电气、机械联锁装置。

1.7 电气设备选型

(1) 专变所的 10kV 开关柜选用中置式铠装开关柜,配置高压真空断路器。

(2) 电力变压器采用 SCB14 型 2 级能效节能型变压器。

(3) 低压配电柜采用抽出式低压开关柜,800A 及以上低压开关选用框架开关,其余选用塑壳开关。

(4) 无功补偿电容选用干式电容器。

1.8 继电保护

继电保护说明如表 2 所示。

表 2 继电保护说明

保护装设部位	保护要求
高压主进线开关	过电流、短路速断、过电流、零序保护、带时限的低电压
高压变压器馈电开关	过电流、短路速断、零序保护、温度保护(高温动作于信号、超高温动作于跳闸)
400V 主进线开关	短路速断保护、过负荷保护、欠电压保护(母联自投系统要设)
400V 母联开关	短路速断保护、过负荷保护
400V 电缆馈出回路开关	短路速断保护、过负荷保护
400V 封闭式母线馈出回路开关	短路速断保护、过流保护、接地故障保护

1.9 电能计量

(1) 在每路 10kV 电源进线处分别设置计量装置,其型号规格由供电部门确定。

(2) 400V 低压主进线处设计量装置,计量有功功率(kW)、无功功率(kVA)、峰/谷/平时电能等电量(kW·h)参数。

(3) 在分类负荷及有独立计量要求的低压配电回路上分别装设电能计量装置。

1.10 功率因数补偿

在低压配电室各台变低压母线上,设置集中补偿电容器柜,按负荷运行状态,对无功功率进行自动补偿,使低压侧功率因数不低于 0.92。

1.11 操作电源和信号

高压配电室空气开关利用电动弹簧储能进行合闸,设置一套直流屏供电。直流屏输出 DC110V,高压配电室的蓄电池容量为 65Ah。在各高压配电柜设带电显示装置。

1.12 谐波

(1) 选用 Dyn11 接线电力变压器供电,抑制三次

谐波。

(2) 各变电所变压器谐波电流分量以三次为主。在低压无功补偿柜电容器组上串接 7%/50Hz 的调谐电抗器,吸收部分三次谐波,并抑制高次谐波。

1.13 线缆选择及敷设

(1) 地下室内 10KV 电缆选用 A 类阻燃、耐火、B1 级燃烧性能、t1 级烟气毒性、d0 级燃烧滴落物/微粒等级的低烟无卤交联聚乙烯绝缘交联聚乙烯护套电力电缆[WDZAN—YJY-(B1,t0,d0)-8.7/15kV],其余的选用 A 类阻燃交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆(ZR—YJV-8.7/15kV)。

(2) 总配变电所至分变电所的 10kV 的电缆应采用不低于 750℃、180min 的耐火电缆。

(3) 封闭式母线选用密集型铜母线。

(4) 380/220V 低压配电回路中使用的绝缘导线额定电压应不低于 750/500V,电力电缆的额定电压应不低于 1000V。

(5) 正常照明、动力回路采用铜芯电缆、电线。电缆、电线的绝缘类型如下:①WDZA—YJY-(B1,t0,d0)-

1KV: 交联聚乙烯绝缘、聚烯烃护套无卤低烟 A 类阻燃、B1 级燃烧性能、t0 级烟气毒性、d0 级燃烧滴落物/微粒等级的电缆。②WDZA-BYJ-(B1, t0, d0): 交联聚乙烯绝缘无卤低烟 C 类阻燃、B1 级燃烧性能、t0 级烟气毒性、d0 级燃烧滴落物/微粒等级的电线。③室外园林照明灯具及市政路灯配电线路采用 C 类阻燃电线, B2 级燃烧性能、t2 级产烟毒性、d2 级燃烧滴落物/微粒等级[ZC-BV-(B2, t2, d2)]。

(6) 低压柴油发电机组输出的电源线路应采用 950℃、180min 的耐火电缆或母线槽。

(7) 消防水泵、消防电梯、排烟及正压送风机、消防中心及其他消防负荷的供电干线及分支干线采用 WDZAN-YJY-(B1, t0, d0)-1KV: 交联聚乙烯绝缘、聚烯烃护套无卤低烟 A 类阻燃、B1 级燃烧性能、t0 级烟气毒性、d0 级燃烧滴落物/微粒等级的耐火电缆。

(8) 设备机房内的消防负荷支线配电线路采用低烟无卤阻燃耐火型交联聚乙烯绝缘铜芯电线、电缆。

(9) 装置外可导电部分严禁作为保护接地中性导体的一部分。

1.14 电机启动及控制方式

(1) 消防风机、消防水泵尽量采用直接启动方式, 当电机容量大于或等于 45kW 时须采用 Y-Δ 启动方式。

(2) 电机附近设置就地控制箱兼有远程控制功能。

1.15 重要设备配电要求

(1) 火灾时需继续工作的火灾自动报警系统、应急照明、消防设备采用专用双回路供电, 末端自动切换。所有的双电源切换器均为四级型, 自带隔离功能。若无自带隔离功能, 则在双电源切换器前端设置隔离开关。

(2) 消防设备电机配电系统中, 配电回路断路器取消过负荷保护。

1.16 电气设备的抗震措施

(1) 变压器、电力电容器及配电箱(柜)根据《建筑机电工程抗震设计规范》(GB 50981—2014) 规范中要求设置抗震手段或装置。

(2) 电缆桥架。重力不小于 150N/m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽及直径 60mm 以上的管应设置横向及纵向抗震支吊架。

1.17 电气接地系统

低压配电系统采用 TN-S 接地系统, 而市政路灯配电采用 TT 接地系统。

2 可再生能源利用

(1) 为执行国家有关节约能源、保护生态环境、应

对气候变化的法律、法规, 落实碳达峰、碳中和决策部署, 提高能源资源利用效率, 推动可再生能源利用, 降低建筑碳排放, 营造良好的建筑室内环境, 满足经济社会高质量发展的需要。根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021) 规范要求, 新建工程需设置可再生能源建筑应用系统^[4]。

(2) 根据不同分类的太阳能光伏发电系统特点, 本工程宜采用非逆流集中式并网光伏发电系统。采用综合系数法对光伏太阳能板发电量进行估算。考虑实际输出的规范内偏差, 光伏组件温升、衰减、折旧等影响, 光伏太阳能板表面灰尘累积的影响, 不均匀性的太阳辐射, 环境、安装角度等因素的影响以及适当冗余量, 系数 K1 取 0.7; 透光衰减系数 K2 取 0.85, 则综合系数 $K=0.7 \times 0.85 \approx 0.6$, 若要提供 218kW 电量, 则太阳能光伏系统的装机容量约为 $218 \div 0.6 \approx 364 \text{kWp}$ 。选用 0.3kWp/块多晶硅电池组件, 则需要太阳能光伏板的总数量为 $364 \div 0.3 = 1213$ 块, 相应的光伏组件总面积约为 1819m²。拟选用 4 台 100kWp 并网逆变器, 并网接入本工程 380V 配电系统^[5]。

3 结语

通过设置 0.4kV 柴油发电机作为自备应急电源; 采用 SCB14NX2 节能型干式变压器; 低烟无卤型的电缆(电线); 采用太阳能光伏发电系统等技术使 TOD 交通枢纽的变配电系统可靠、安全、节能以及绿色环保。为人们的安全出行提供了充足的保障。

参考文献

- [1] 闵俊, 刘纹滔, 孙军先, 等. 高铁站综合交通枢纽总体研究思路[J]. 铁道标准设计, 2022, 66(8): 90-96.
- [2] 王东林. GB 51348—2019《民用建筑电气设计标准》: 建筑电气绿色设计部分条款解读 [J]. 智能建筑电气技术, 2021, 15(5): 7-10.
- [3] 宋之勇, 牟健, 郑维广, 等. 基于柴油发电机组的备用电源应用探讨[J]. 内燃机与配件, 2021(23): 99-100.
- [4] 徐伟, 邹瑜, 张婧, 等. GB 55015—2021《建筑节能与可再生能源利用通用规范》标准解读[J]. 建筑科学, 2022, 38(2): 1-6.
- [5] 蔡焕宁. 太阳能光伏发电系统在民用建筑中的应用分析[J]. 建筑电气, 2018, 37(2): 45-50.

作者简介: 罗智豪(1989—), 男, 汉族, 广东广州人, 本科, 工程师, 主要从事建筑电气设计相关工作。