

浅析医院建筑中大型用电设备供配电系统 方案设计要点

黄建强

(北京五合国际工程设计顾问有限公司, 北京 100089)

摘要: 以某三甲综合医院的大型设备供电系统方案为例, 详细介绍项目中大型设备的供配电系统方案对比与选择, 为相关医院的供配电系统提供一些参考。

关键词: 医院建筑; 供配电系统; 空调机组供配电; 10 kV机组; AC 380 V机组

Analysis on the design of power supply and distribution system for large-scale electrical equipment in hospital building

HUANG Jianqiang

(Engineer Beijing Werkhart International Design and Engineering Co., Ltd., Beijing 100089, China)

Abstract: Taking the power supply system scheme of large equipment in a third grade a general hospital as an example, the comparison and selection of power supply and distribution system scheme of large equipment in this project are introduced in detail, so as to provide some references for the power supply and distribution system of relevant hospitals.

Key words: hospital building; power supply and distribution system; air conditioning unit power supply and distribution; 10 kV unit; AC 380 V unit

0 引言

随着国家对医疗产业的投入以及人民越来越希望得到更多更好的医疗服务, 医院建设的规模越来越大, 相应的空调机组的选择也越来越多。因此, 对大型设备的供配电上有多种配置方案, 对不同的项目应该依据不同的功能来区别对待, 下面主要通过一个项目的案例来分析医院中大型设备的供配电方式。

1 项目概况

本项目为天津某综合医院, 两栋病房楼建筑面积各约为8万m², 门诊医技楼建筑面积约8万m², 月子中心建筑面积约为5.5万m², 生物研究院建筑面积约为5.5万m², 地下建筑面

积约为15万m², 总面积约为49万m², 其中地下二层设置人防急救医院、机械停车库, 本项目设置新能源充电桩停车位260个。图1为各单体之间的位置关系图。

本项目中的大型用电设备主要有空调制冷机组、锅炉房设备、制氧站设备、洗衣房设备、餐厅设备、机械停车设备、充电桩设备、MRI设备、CT设备、实验室设备、静脉配液中心设备、血透设备和手术室等, 本文将主要从大型空调机组供配电来作分析介绍如下。

2 大型空调设备的供配电方案

本项目需要冷源负荷共计7 900 RT, 对于冷源方案的配置主要有两种: 方案一为采用冷



图1 建筑效果图

Fig. 1 Architectural renderings

源集中方式，即分别在病房楼下和医技楼下设置两个制冷站；方案二为采用分功能区域的小集中处理方式，即在病房楼下设置两个制冷站，月子中心和生物研究院下分别设置一个制冷站。两种方案对配电方式的设置也起到约束的作用，依据两种不同方案作电气配置对比，

以确定适合本项目的最优方案。下面主要对两种方案的优缺点做对比分析。

(1) 方案一

采用集中冷源的方式，势必会造成电气配电的集中供电，项目中使用空调机组冷负荷为38 042 kW，制冷机组冷吨数为10 819 RT，机组选用4台1 800 RT、2台1 100 RT和2台900 RT，而依据GB 50736—2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》第8.2.4条“当单台电动机的额定输入功率大于1 200 kW时，应采用高压供电方式；当单台电动机的额定输入功率大于900 kW而小于或等于1 200 kW时，宜采用高压供电方式。”因此选用10 kV供电的高压机组，分别给6台机组供电的方式，逻辑关系如图2所示。

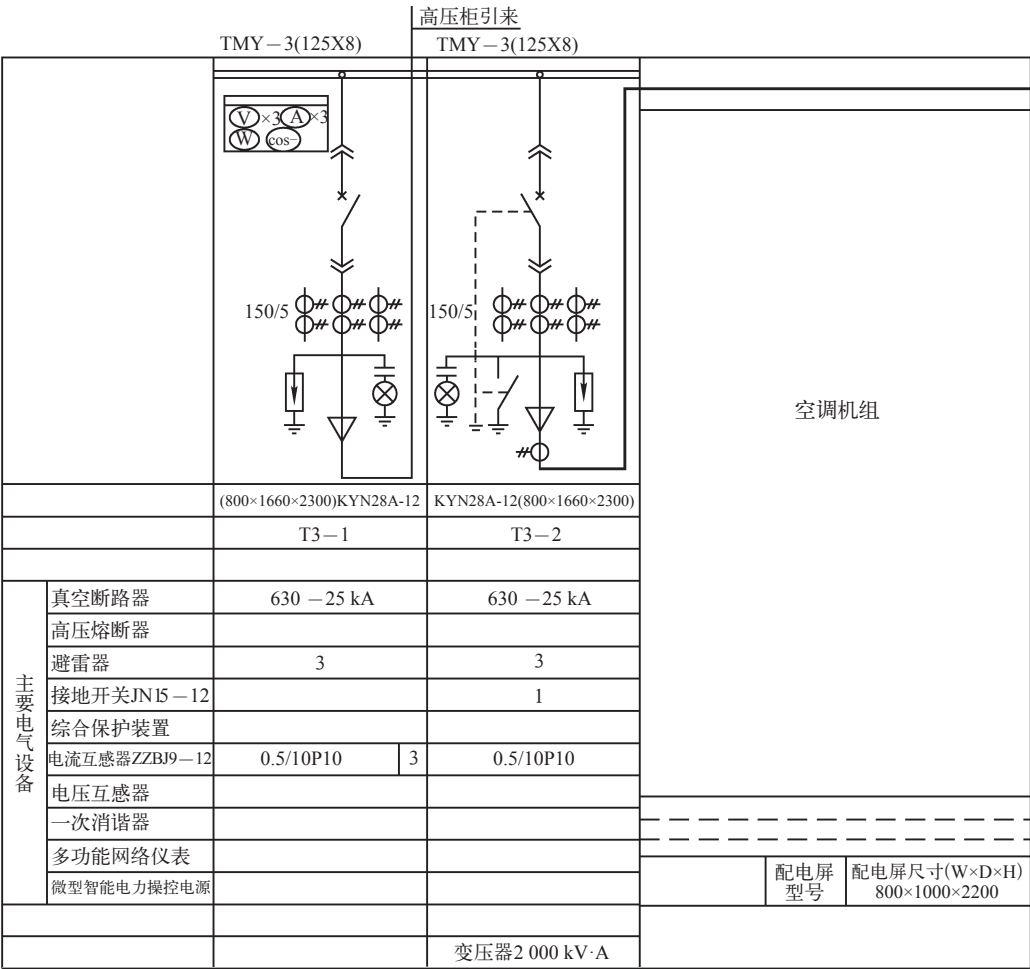


图2 高压机组配电结构图

Fig. 2 Distribution structure diagram of high voltage unit

(2) 方案二

采用分功能区域的小集中处理方式, 则选用4台1 100 RT、3台1 000 RT、6台500 RT和

2台400 RT 机组, 依据规范可以采用低压AC 380 V供电的方式, 逻辑关系如图3所示。

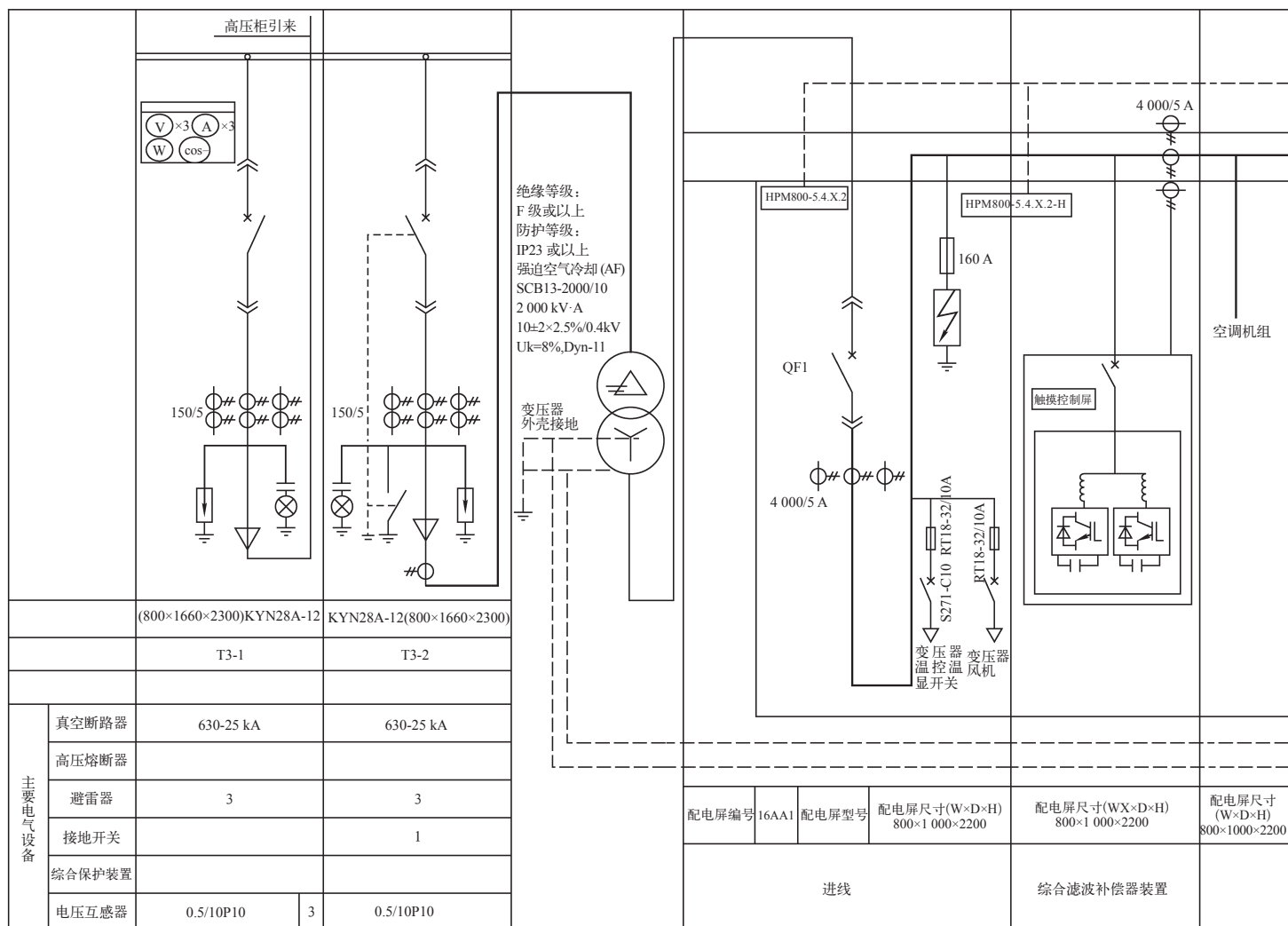


图3 低压机组配电结构图

Fig. 3 Distribution structure diagram of low voltage unit

3 空调机组供配电技术方案对比

本项目中的两种技术方案主要从技术方面和性价比方面进行对比。

3.1 技术方案上的对比

(1) 方案一优点

配电简单，机组起动电流小，对电网冲击小，同时对电网的干扰小（谐波干扰），有利于减少对电网电能质量的影响。

(2) 方案二优点

对操作人员的要求相对低，低压机组启动电压对电动机绝缘层的冲击较小，电动机使用寿命长，对电网产生干扰较小。所有的机组会采用分散供电的方式，病房楼独立设置病房楼空调机组，门诊医技楼独立设置空调机组，月子中心楼和生物研究院办公实验室楼均独立设置空调机组。从配电上来说，也会独立分别依据楼的关系配电，包括机组独立配电，对应

的水泵等均独立配电，这样有利于医院从管理上来调整实际需要的制冷负荷，可以用两种方式（暖通设备的调整和电气配电对设备的关停或调频的调整）来对实际需要的制冷负荷进行管理。例如门诊医技楼的空调系统用电，白天可能会全开；夜晚为了满足工作需要则可以关停一台机组，但保留另外一台机组（有效节能），同时通过调整设备的输出频率而改变输出量，从而进一步达到节能的效果。

当空调机组仅需要起动其中一台机组时，可以通过联络开关来实现对机组的独立和分区域起动。当门诊与医技楼需要的空调系统制冷量不大时，可以开启其中一台变压器就能满足要求，从能达到更节能的目的；与空调机组配套设备（如循环水泵、冷却塔等）均为常开设备，不管起动任何一台机组，这些设备均会起动，因此这些设备对应的供配电仅设置独立变压器供电即可。

（3）方案一缺点

需要持高工证书的人员管理，后期维护费用高和备品费用高；所有的设备会依据机组的功能配电，机组集中后，一台机组所带的区域制冷面积加大。例如两台1 800 RT机组所带的区域会包含医技楼、门诊楼和一部分病房楼，依据医院的运行特点，病房楼白天和晚上均需要制冷，但当温度高时，可以通过管理的方式（开一部分窗户，有利于病房的通风，增加病房的舒适度）来减少空调整冷量的需求；门诊医技楼工作的时间基本为白天，晚上利用率很低，除急诊等特殊科室外（特殊科室的空调系统可以独立采用VRV等形式，并不一定要采用集中的形式），其余科室基本处于休息状态。因此，这部分区域冷源可以减少，这样便能减少能耗，但采用机组集中的方式时，只有通过调整冷源输出（一般仅能往下调整30%）来减少制冷量，不能完全依据实际需要来调整所需制冷量，能耗浪费很大。

（4）方案二缺点

起动电流较大，对电网的冲击也较大，因

此变压器容量在选择上会比实际计算所需容量提高一个等级，有利于降低大型机组的起动对电压的影响，同时也避免因起动电流过大而造成机组不能起动的现象。此外，可以采用分机组起动的方式来减少起动电流对机组的影响。

通过以上方案的优缺点对比可知，方案二在本项目中具有一定的优势。

3.2 从性价比上的对比

性价比主要参考设备的投入比、运营费用对比、备件的投入比和管理的对比。

（1）设备的投入比

设备的投入比主要参考电气设备的投入比与机组设备的投入比。

电气设备的投入价格对照如表1所示。

表1 电气设备投入价格对照

Tab. 1 Comparison of input prices of electrical equipment

方案二：参考价格合计：8 000 000.00 元		
	35 kV 馈线柜	5 台
	35 kV 环网柜（进线 / 出线）	10 台
	SCB13—2 000 kV·A—35/0.4 kV	5 台
低压（AC380 V） 机组供电所需 电气清单	低压开关柜进线柜	5 台
	低压开关柜电容柜 300 kV·A	10 台
	谐波治理柜 200 A	5 台
	低压开关柜出线柜 MNS2.0	20 台
	防水绝缘母线 1 600 A	1 000 m
方案一：参考价格合计：5 000 000.00 元		
	市政单独引来 10 kV 电源 2 路	二选一
	35/10 kV 变压器 2 台	
	高压电缆	
10 kV 机组供电 所需电气清单	高压开关柜电容柜 300 kV·A	10 台
	谐波治理柜 200 A	5 台
	10 kV 开关柜	17 台
	10 kV 环网柜（进线 / 出线）	20 台

空调机组设备的投入价格对照如表2所示。

表2 空调机组设备的投入价格对照

Tab. 2 Comparison of input prices of air conditioning unit equipment

	方案二 380 V 离心机	方案一 10 kV 离心机
机组型号	1 800 RT	1 800 RT
使用台数/台	1	1
离心冷机价格/万元	498	558

表2中价格均为离心机参考价格（非变频机组），高压变频机组价格约为低压变频机组价格的25%。

经过以上价格对比，方案一在电气设备上的投入会比方案二少约30%，但方案一的高压变频机组会比方案二多25%。因此，两种方案在前期的投入上基本持平。

（2）运营费用对比

运营费用包括变压器的电能损耗、人工成本、离心机组备件和电气备件的费用，其中低压机组的电能损耗高于高压机组，但均相差不大。通过对变压器的年损耗作对比，价格相差3万元左右，而人工费用和备件费用均比高压机组贵，按照当地的用工费用算，一人年用工费用相差1.2万元左右，一般需要3个员工，则相差3.6万元左右。因此从运营费用上来比较，方案一的运营费用约是方案二的2倍。

（3）备件的投入比

从设备费用上来说，采用10 kV供电的设备费用高于采用AC 380 V供电的设备费用。经过对比，与变压器的损耗费用相差不大，两者费用基本持平。从备件上来说，方案一的备件不具备通用性，而方案二中的备件可以与整个项目备件在统一标准下采购，无论从价格还是货期上，方案二更具有明显优势。

（4）管理上的对比

采用方案一的方式，设备的启动和停止受空调系统区域限制比较明显，而采用方案二的方式对设备起停可以依据使用功能来控制设备的运转，从能达到节能的目的。

4 关于机组的变频控制方案

随着大家对节能意识的提高以及国家对节能要求的提高，采用变频控制的机组节能效果很明显，依据设备的工作效率相对值计算公式 $\eta^* = C_1(Q^*/n^*) - C_2(Q^*/n^*)^2$ （其中， C_1 、 C_2 为

常数，由厂家提供）得知，当效率 η^* 一定时，可以通过调整转速 n^* 来调整输出的风量 Q^* ，从而达到节能的目的；但变频机组的价格比非变频机组价格高约25%。变频控制带来的好处不仅在节能上，还在于会给人带来更好的舒适度，因此，最终该项目选用变频控制机组。

5 结束语

如果按照常规的设计，很多项目会采用方案一，因为方案一看起来配电结构简单，但在通过技术方案和性价比方案两种方案的对比后，并经过甲方对项目管理和节能运维的重视，最终甲方选用既节能又便于管理，同时有利于后期维护和采用常规备件的方案二。对不同的项目特征应该选用不同的配电方案，而不是千篇一律的一套方案，对设计师来说，不仅要具有设计的理论知识和实际运用知识，还要了解综合医院的运营知识。

参考文献

- [1] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司，中国建筑标准设计研究院. 全国民用建筑工程设计技术措施[M]. 北京：中国计划出版社，2017.
- [2] 医疗建筑电气设计规范：JGJ 312—2013[S].
- [3] 电气设备节能设计：06DX008—2[S].
- [4] 20 kV及以下变电所设计规范：GB 50053—2013[S].

作者简介



黄建强

黄建强（1980—），男，高级工程师，主要研究方向为医院的供配电系统设计、智能化系统设计以及医院的后期运维诊断和运维方案设计。

（收稿日期：2020—01—12）EA