



港口电力负荷与自备电站 柴油发电机容量关系分析

陈昌黎

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 在电力供应能力不足或电网不稳定的地区, 港口电源需要由自备发电站提供。根据港口用电规模的特点, 一般采用柴油发电机作为自备电源。准确地确定发电机组的容量, 对这些地区港口的正常运营非常关键。在对港口用电设备进行分析的基础上, 结合相关标准的分析给出了确定港口柴油发电机容量的关系。

关键词: 港口自备电站; 柴油发电机组; 功率定额; 功率修正

中图分类号: TM 72

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)02-0136-03

Relationship between port power load and captive power plant diesel generators capacity

CHEN Chang-li

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: In the regions where electricity supply capability is insufficient or power grid is unstable, ports need to be powered by the port's self-powered station. According to the scale of port's electricity consumption, we generally use diesel generators as the self-contained power. It is critical for the normal operation of the port in these regions to determine the generator capacity accurately. Based on the analysis of electrical equipments in the port, and combining with the definitions of the power ratings in relevant standards, we propose a method to determine the capacity of the diesel generator in the port.

Key words: port's self-powered station; diesel generator set; power ratings; power correction

在海外项目的设计中, 特别是非洲和拉美地区的项目, 经常遇到当地电力供应能力不足或电网不稳定的情况; 加上港口项目大多位于远离城市、电网未覆盖的偏远地带, 如果专门为港口新建电网, 投资巨大。在这种情况下, 新建的港口项目需要由自备发电站提供电源, 待港口周边区域电网建成后再接入电网。根据港口的用电规模, 一般采用柴油发电机作为自备电源, 因此在设计阶段准确地确定发电机组的容量, 对这些地区港口的正常运营非常关键。

1 发电机组功率定额

要准确地选择发电机组的容量, 首先要对发

电机组的功率定额有准确的理解。GBT-2820.1—2009《往复内燃机驱动的交流发电机组——第1部分: 用途、定额和性能》中定义发电机的功率定额是指在额定频率、功率因数为0.8的功率^[1]。

发电机的功率定额包括以下4种类型: 持续功率(COP)、基本功率(PRP)、限时运行功率(LTP)和应急备用功率(ESP)。具体定义如下^[1]:

1) 持续功率(COP): 在商定的运行条件下并按制造商规定的维修间隔和方法实施维护和保养, 发电机组每年运行时间不受限制地为恒定负载持续供电的最大功率。

2) 基本功率(PRP): 在商定的运行条件下并按制造商规定的维修间隔和方法实施维护和保

收稿日期: 2013-11-12

作者简介: 陈昌黎(1983—), 男, 工程师, 从事港口电气设计工作。

养,发电机组每年运行时间不受限制地为可变负载持续供电的最大功率(在24 h周期内的允许平均输出功率(P_{pp})应不大于基本功率(PRP)的70%)。

3) 限时运行功率(LTP): 在商定的运行条件下并按制造商规定的维修间隔和方法实施维护和保养,发电机组每年供电达500 h的最大功率。

4) 应急备用功率(ESP): 在商定的运行条件下并按制造商规定的维修间隔和方法实施维护和保养,当公共电网出现故障或在试验条件下,发电机组每年运行时间达200 h的某一可变负载系列中最大功率。

如果与输出功率有关的条件不能满足,发电机组的寿命将缩短。因此,在进行发电机组选型及计算时,必须清楚地了解发电机组的实际应用及可能的运行负载状况,正确按以上功率额定定义选择发电机组。

2 港口用电设备分析

在选择柴油发电机组时,应对柴油发电机组所要供给的用电设备进行分析,充分考虑港口用电负荷的特点。

除了油品装卸码头和客运滚装码头外,一般的货运码头(如集装箱、散货、件杂货)运营时有大量的起重运输机械设备(门机、岸桥等)。这类设备属于周期性短时工作制的用电设备,负载时刻变化;其拖动电机的工作运转时间与停转时间或空转时间交相更替,是供电系统中的不稳定负荷。由于周期性短时工作制用电设备从供电系统取用电能的需要系数低(一般在0.65以下),供电设备除了短时承受冲击负荷外,经常处于低负载状态,所以功率因数也偏低,一般在0.6以下^[2]。

港口中也有连续运行的用电设备,如皮带运输机、油码头输油泵、粮食码头吸粮机、煤码头斗轮机等。这类设备的电机负荷较均匀,三相对称,仅起动时引起负荷波动,功率因数也很稳定,一般为0.8左右。

港口照明设备光源通常采用高压钠灯、金属卤化物灯、LED灯等。高压钠灯、金属卤化物灯的功率因数多为0.45~0.65,补偿后可达0.9以

上。照明设备虽属稳定负荷,但因港口夜间作业照明功率较大,且集中供电,这也是造成尖峰负荷的原因^[2]。

有些港口还要为停泊船只提供三相岸电,其负荷量随船型及停泊情况而定。

根据以上分析,港口的用电负荷是变负荷持续性的,作业时间负荷较大,非作业时间负荷较小。

GBT-2820.1—2009中发电机组的运行模式分为:恒定负荷持续运行、变负荷持续运行、恒定负荷限时运行、变负荷限时运行。

其中,变负荷持续运行定义为:施加的电气负荷是可变的,在考虑了维修周期后,发电机组的运行时间没有限制。为无市电或市电不可靠地区供电的发电机组应为变负荷持续运行模式。因此,在确定港口自备发电机组容量的时候一般按照基本功率(PRP)来选择。

3 发电机容量的确定

3.1 初步确定发电机功率

根据计算负荷、尖峰负荷、母线允许压降进行计算,初步选择发电机的容量。

1) 按计算负荷计算发电机容量。

$$SG_1 = \sum P / (\sum \eta \cdot \cos \Phi) \quad (1)$$

式中: SG_1 为按计算负荷计算的发电机视在功率(kVA); $\sum P$ 为发电机总负荷计算功率(kW); $\sum \eta$ 为所带负荷的综合效率,一般取 $\sum \eta = 0.82 \sim 0.88$; $\cos \Phi$ 为发电机额定功率因数,一般取 $\cos \Phi = 0.8$ 。

2) 按尖峰负荷计算发电机容量。

$$SG_2 = (K_j \cdot S_m) / K_G = [K_j \cdot \sqrt{(P_m^2 + Q_m^2)}] / K_G \quad (2)$$

式中: SG_2 为按尖峰负荷计算的发电机视在功率(kVA); K_j 为因尖峰负荷造成电压、频率降低而导致电动机功率下降的系数,一般取 $K_j = 0.9 \sim 0.95$; K_G 为发电机允许短时过载系数,一般取 $K_G = 1.4 \sim 1.6$; S_m 为最大的单台电动机或成组电动机的起动容量(kVA); P_m 为 S_m 的有功功率(kW); Q_m 为 S_m 的无功功率(kvar)。

按发电机母线允许压降计算发电机容量。

$$SG_3 = X' d \cdot \Delta S_{st} \cdot (1 - \Delta U) / \Delta U \quad (3)$$

式中： SG_3 为按母线允许压降计算的发电机视在功率kVA； ΔU 为发电机母线允许压降，一般取 $\Delta U=0.2$ ； $X'd$ 为发电机瞬态电抗，一般取 $X'd=0.2$ ； ΔS_{st} 为导致发电机最大电压降的电动机的最大起动容量(kVA)。

根据上面3种方法计算结果，选取计算结果 $SG_1\sim SG_3$ 中的最大值作为初步选择的发电机容量。

3.2 运行条件下的功率修正

发电机额定功率定额的标准基准条件如下：总大气压力（或海拔1 000 m） $P_r=100$ kPa；环境温度 $T_r=25$ ℃；相对湿度 $H_r=30\%$ 。

为了确定合适的发电机组功率定额，当现场的运行条件不同于以上的标准基准条件时，还应应对初步确定的发电机组功率进行必要的调整。或向柴油发电机组供货商提供现场的条件（环境温度、湿度、海拔等），由供货商对发电机组功率进行调整。

如果没有发电机组详细资料时，发电功率修正可以下面方法进行：一般机组在环境超过25℃时，温度每上升10℃，功率折损4%；海拔高度超过1 000 m时，高度每升高300 m，功率折损2%；如果有发电机组详细资料时，可根据具体供货商样本进行修正。

例如：康明斯发电机组DGFB型号在环境温度为40℃时，常用功率（相当于基本功率PRP）为163 kW，环境温度为40℃以上时，每升高11℃，功率折损2%；海拔高度1 525 m以上时，每升高3 00 m，功率折损4%。

3.3 结合港口用电特点选择功率组合

在对初步确定的发电机容量进行修正后，通过经济比较，才能确定最后选用的发电机台数和每台发电机的功率。

一方面，港口运营时有大量的起重运输机械设备，这类设备在运行时会产生非常大的尖峰电流，对港口电网产生冲击，因此，港口自备柴油发电机应选择大容量、抗冲击能力强的机型。

另一方面，港口的用电负荷是变负荷持续性的，作业时间负荷较大，非作业时间负荷较小，如夜间不作业时，全港仅有少量的照明和其他负载。如果港区自备电站配备的柴油发电机都是大容量机组，就会出现非作业时间“大马拉小车”的状态。从发电机油耗来说，这样非常不经济，而且柴油发电机经常处于非常低的功率输出状态，对发电机的使用寿命也有很大的影响。因此，结合港区作业时间和非作业时间用电负荷差距巨大的特点，应合理地配置不同的发电机容量组合，以达到合理、经济的要求。

4 结语

港口自备柴油发电站是电力不足或不稳定地区港口正常运营的关键。港口自备电站在设计时，应充分考虑港口用电负荷的特性，根据计算负荷、尖峰负荷、母线允许压降初选发电机容量；并且对初选容量进行运行环境下的功率修正。此外，还应适当考虑不同功率机组的组合，在满足不同时段港区用电需求的同时，降低港口的运营成本。

参考文献：

- [1] GBT-2820. 1—2009 往复式内燃机驱动的交流发电机组——第1部分：用途、定额和性能[S].
- [2] 韩劫. 港口供电系统的主要特点[J]. 港工技术, 2002(2): 9-10.

（本文编辑 武亚庆）

