

船舶电站自动加载估算方法

朱海波

提 要 当前发电机普遍采用高增压柴油机,只有以多于两次的加载方式加载才能符合其突加负载能力,调速器特性才能满足要求。而船舶电站断电后自动加载的负载与次数并不与额定加载方式一致,确定合适的自动加载大小及次数对于电站的安全稳定运行具有重要意义。本文给出了一种船舶电站自动加载大小及次数的估算方法。

关键词 船舶电站 加载 估算方法

为了确保电网的稳定性及电网质量,按照中国船级社入级规范,带动发电机的柴油机须装有调速器,其调速特性应符合下列规定:

当突然卸去额定负荷时,其瞬时调速率不大于额定转速的 10%;稳定调速率不大于额定转速的 5%。当在空负荷状态下突然加上 50% 额定负荷,稳定后再加上余下的 50% 负荷时,其瞬时调速率不大于额定转速的 10%;稳定调速率不大于额定转速的 5%;稳定时间(即转速恢复到波动率为 1% 范围的时间)不超过 5 秒种,如采用高增压四冲程柴油机作为驱动发电机的原动机时,其调速特性试验可以多于二次的加载方式进行加载。为此,船舶电站负荷设计时,对断电后自动接通的电气设备的功率和各电气设备的接通次序应予充分的考虑。上述要求同样也适用于并联运行的发电机组和当一台发电机发生跳闸后负荷必须从一台发电机转移至另一台发电机的发电机组。

由于现在发电机的原动机普遍采用高增压柴油机,其调速特性要满足要求,发电机必须按多于二次的加载方式进行加载,通常需要采用三次加载的方式。但是,船舶电站断电后自动加载的负载与次数不可能与实验加载方式一致。因此,在船舶电站负荷设计时,就需要进行负荷程序加载设计。现就程序加载设计提出以下工程计算方法。

首先建立两个假设前提:

1) 发电机经过加载后到达稳定前的动态期间,其再加载能力随发电机上的负荷线性递减。

2) 发电机加载后 5 秒钟以内达到稳态。显然,这两个假设前提是符合工程实践的。

现在,假设发电机需要分三次加载,那么程序加载后能够再次加载的最大负荷按以下计算确定:

$$P_{1MAX}=P_1-\frac{(P_1-P_2)\times P_1}{P_1};$$

$$P_{2MAX}=P_2-\frac{(P_1-P_3)\times(P_1-P_1)}{P_1};$$

$$P_{3MAX}=P_1+P_2+P_3-P_L;$$

式中: P_{1MAX} 、 P_{2MAX} 、 P_{3MAX} 分别为第 1、2、3 次加载后发电机能再加载的最大负荷;

P_1 、 P_2 、 P_3 分别为第 1、2、3 次加载负荷;

P_L 为发电机上承担的负荷。

由此得到,发电机加载分 n 次时, n 次加载后能够再次加载的最大负荷为:

$$P_{nMAX}=P_n-\frac{(P_n-P_{n+1})\times(P_L-\sum P_{n-1})}{P_1}\dots\dots\dots (1)$$

式中: P_n 为第 n 次加载后发电机能再加载的最大负荷;

P_{n+1} 分别为 $n+1$ 次加载负荷,当 n 为最后一次加载时,则 $P_{n+1}=0$;

$n \in N$, 当 $n=1$ 时,为发电机在 $t=0$ 时刻加载,此时 $P_{n-1}=0$;

P_L 为发电机上承担的负荷, $\sum P_{n-1} \leq P_L < \sum P_n$ 。

当设计船舶电站自动加载程序时,首先,应以不少于 5 秒钟的时间间隔加载,确保下一次加载时,发电机能够到达稳态;其次,每次加载的负荷不能大于再次能够加载的最大负荷。

$$P_{iON} \leq P_{nMAX} \dots\dots\dots (2)$$

$$P_L = \sum P_{iON} \dots\dots\dots (3)$$

式中: P_{iON} 为第 i 次程序加载起动功率;

当负载稳定运行的功率与起动时的功率不一致时，则 $P_L \neq \sum P_{iON}$ ，此时公式 (3) 由公式 (4) 代替。

$$P_L = \sum P_i \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中： P_i 为第 i 次程序加载稳态功率。

显然，很多情况下， i 不等于 n ；这说明电站自动加载次数并不需要与发电机的额定的加载次数一致，对于人工投入负荷的情况下， i 甚至可以为任意多次，并且不为一个固定的数字。

在设计船舶电站断电后自动加载次数时，通常我们希望能够减少加载次数，以便尽快加载完毕，恢复电网供电，通过应用公式 (1)、 (2) 和 (3)，

我们可以确保尽可能少的自动加载次数，又能确保每次加载的负载量不至于过大而影响发电机及电网的稳定运行。

为便于工程应用，可采用下文例举的图示法来确定自动加载次数及负载量。这种方法更为直观和简洁。

例如，发电机额定功率为 600kW，额定加载能力分三次，按 0-45%-85%-100%量加载，现设计自动加载程序如表 1 所示，将自动程序加载图同发电机额定加载图绘在图 1 上可以得到满意的加载程序。

上例中的船舶电站自动加载程序已应用于 72000 吨级的油轮上，实船应用表明，电站在断电后自动复电实验过程中，电网能够正常加载和运

表 1 自动加载时间及计算表

时间 (SEC.)	负载	额定功率(kW)	起动电流(A)	功率因素	起动功率(kW)	负荷加载量(kW)
0	主变压器 440V/220V	66			66	66.0
	舵机	30.4	240	0.2	36.5	10.0
	1 号辅助鼓风机	45	442	0.13	43	38.0
	燃油供给泵	1.8	12.6	0.3	2.8773	2.3
	燃油循环泵	4.8	33.6	0.3	7.6729	6.0
5	总计	148			156.05	122.3
	主滑油泵	75	243.6	0.37	68.7	65.0
	排气阀增压滑油泵	0.75	12	0.54	5	0.9
	2 号辅助鼓风机	45	442	0.13	43	38.0
12	总计	120.75			116.7	103.9
	主/货油泵冷却海水泵	90	451	0.4	137.5	80.0
	冷凝水泵	11	128	0.38	37.1	5.4
18	总计	101			174.6	85.4
	低温淡水冷却泵	90	316.7	0.37	89.3	80.0
	高温淡水冷却泵	15	182	0.38	52.7	10.5
25	总计	105			142	90.5
	机舱风机(4 台)	74	280(4)	0.1	85.4	70.0
	总计	74			85.4	70.0

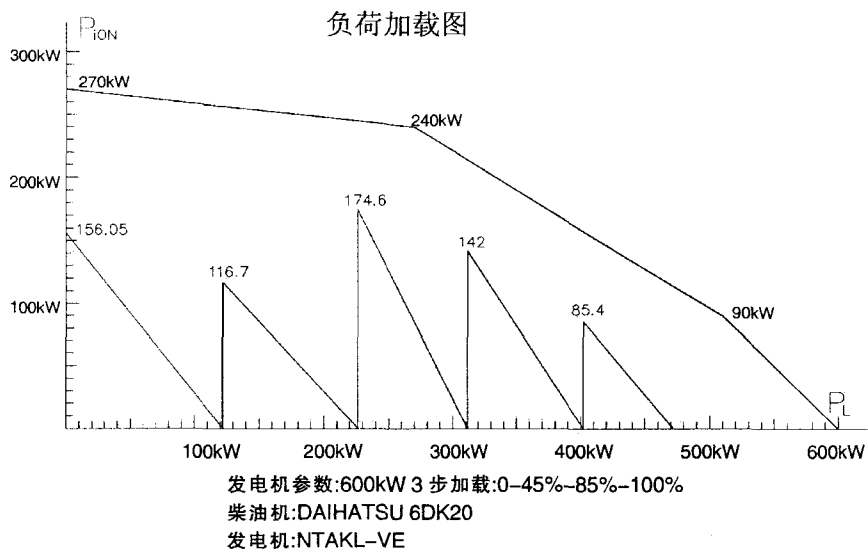


图 1 负荷加载图

行, 电网各个参数在加载过程中均处于正常状态。通过应用本文中阐述的自动加载估算法, 我们能够在没有精确获得电站动态参数的情况下, 对船

电站的自动加载程序进行合理设计及评估, 具有工程实用价值。

征 稿 启 事

《沪东中华技术情报》为沪东中华造船(集团)有限公司主办的船舶工程技术类季刊, 1974 年创刊。本刊经上海市新闻出版局批准, 持有上海市连续性内部资料准印证(K)第 0147 号。主要刊登企业管理、船舶及船用柴油机设计制造、船电设备安装和调试, 以及新技术、新工艺、新材料、新设备等方面的文章, 热忱欢迎投稿。

本刊注重稿件的新颖性、实用性, 重视作者的多层次性和广泛性, 是广大科技人员和管理人员交流经验、发表论文的园地, 得到读者的信赖。

来稿要求:

- (1) 论文稿件 7000 字以内为宜(包括图表);
- (2) 来稿使用法定计量单位(援引老资料和国外资料, 须换算成我国法定计量单位);
- (3) 来稿请加注提要和关键词。
- (4) 来稿请打印在 A4 纸上, 文稿中易混淆的外文字母及符号的大小写、上下角须写清楚, 插图须精心绘, 线条粗细分明, 配文字迹端正。电子文档请发往 hudong@mail.csscinfo.com.cn。
- (5) 参考文献只列出最主要者, 未经公开发表者不引用;
- (6) 来稿须经作者所在部门担任本刊编委会委员的领导进行技术和保密方面的初步审核。
- (7) 请注明作者姓名、工作单位、联系电话, 本单位职工投稿还须注明工号、工作部门、(待)退休证号, 以便联系;
- (8) 来稿一般不退, 稿件如作者不同意删减或修改, 请事先说明。来稿一经刊用, 即赠当期刊物并付稿酬。

(9) 本刊欢迎读者多提批评意见。感谢读者的大力支持。

联系电话: 58713222×5753

办公地址: 东华科技大厦 1509 室

《沪东中华技术情报》编辑部