

美国舰用主燃气轮机推进 系统的维护和运行训练设施

一、前 言

燃气轮机无论用作舰船主机或辅机,均需对机舱人员进行有效的维护保养和运行训练。美海军为此拟定了内容广泛的训练计划。1971年开始考虑建立实机操作训练设施,经过大量研究后,1976年选定以FFG-7和DD-963 两级舰的主机为对象。1978年3月在大湖海军训练中心开始进行概念设计,供选方案有三: A方案是将两种机组并排安放在两个单独隔间内,其布置尽量与实舰相同; B方案基本上与A方案类同,只是其设备布置有所展开,以便有更大的地方进行训练; C方案是直接先在工厂先把各分段制造好,接通所有管线,检查合格后再运往训练中心安装。审查后选定了费用最少的A方案,并开始了初步设计。

二、设计概述

初步设计旨在决定装置的各种基本要求,包括主设备规格、辅设施和其它运行参数。此阶段需设计和准备合同图纸及规范,并提供陆上装置全尺寸运行设施的建造详图。

FFG-7训练装置

任何新型的燃气轮机都应该有尽可能广的应用范围以保证其生产能够维持下去。简单循环斯贝已经在生产中,将用于油、气泵唧及发电等用途,中间冷却回热式斯贝也将会有同样广泛的用途。

罗尔斯——罗伊斯RB211与中间冷却回热式斯贝的全功率大致相同。假设RB211与中间冷却回热式斯贝都用于煤气泵唧这一相同的用途,并且采用相同的运行模式,对其油耗计算结果表明,用中间冷却回热式斯贝时,燃料节省27%,按现在的燃料价格计算,相当于每年节省约930000美元。在用于发电时也将得到同样的效益。取得这种效益并不伴随因其他工作流体而带来的复杂性,因此,对运行维护人员的技术没有更高的要求。

参 考 文 献

- [1] Thomas W.J.R.the 18 MW Rolls-Royce Spey Marine Gas Turbine ASME Technical Paper No.of March 1985.
- [2] Bowen T.L.and Groghan D.A.-Advanced Cycle Gas Turbines for Naval Propulsion.Naval Engineers Journal Vol.96 №3 of May 1984.

[边晓京译自ASME 85-IGT-59陈金宝校,有删节]

该装置的机舱、二号辅机舱和中心控制室的结构与实舰极类似，此外，进排气道、二号辅机舱、计算机舱、水力测功器舱也用于布置辅助系统。

这套训练装置包括下列系统和部件：

1. 推进系统部件

- 两台带有滑油储存和调节模件以及独立电子箱的完整的LM-2500燃气轮机模件；
- 冷却空气风扇、应急空气进行门和防冰支管在内的包括水气分离器、主推进燃气轮机的进、排气和冷却空气系统；
- 燃气轮机的整套水洗系统；
- 带全套附属设备的整套主减速齿轮装置；
- 带有轴系轴承的推进轴承；
- 包括桨毂模拟器、配油箱、液压设备在内的整套变距桨系统；
- 抽气空气系统；
- 减速齿轮装置的整套滑油系统；
- 整套燃油系统；
- 包括一台驱动启动空气压缩机的电站柴油机发电机在内的燃气轮机启动空气系统和整套高压启动空气系统；
- 整套吸收功率的水力测功器系统。

2. 电力装置系统部件

- 带有辅助系统的两台舰用电站柴油机发电装置。其中一台装有启动推进主机的启动空气压缩机，另一台也能移植来驱动压缩机；
- 包括配电盘在内的配电系统；
- 照明系统；

3. 辅系统部件

- 包括一台滑油滤清器在内的部分滑油输油系统；
- 包括一台燃油滤清器和一台燃油输油泵在内的部分燃油输油系统；
- 包括一台高压空气压缩机在内的部分高压空气系统；
- 包括一台低压空气压缩机在内的部分低压空气系统；
- 包括风扇和加热器在内的机舱、二号辅机舱、中心控制室的通风系统；
- 包括部分消防主管在内的消防系统；燃气轮机模件的“海龙”灭火系统；机舱和二号辅机舱的舰用电站柴油机发电机模件和机舱的注水系统；泡沫灭火剂系统；
- 用于辅设备冷却、舰用电站柴油机发电机冷却和水力测功器的冷却及功率吸收的冷却水系统；
- 污油系统；

4. 控制和监测系统部件以及内部通讯系统

- 包括机旁操作板、推进装置控制台、机旁控制台显示板、部分舰控台、不间断电源、车钟和数据记录器在内的推进装置控制系统；
- 带有模拟器的辅控制板；
- 发电装置控制台；
- 损害管制控制台；

- 水力测功器控制台，
- 其它控制器和显示系统，
- 其它舰内通讯系统。

DD-963训练装置

DD-963训练装置除了必要的修改以适合DD-963系统和设备的结构外，总的说来与FFG-7训练装置类似。

FFG-7/DD-963的设计标准和考虑

设计训练设施的推进装置的详细设计图和制订建造规范主要根据FFG-7和DD-963的图纸和建造规范，并根据训练设施分配的空间作必要的修改。为了在训练设施提供的空间范围内建造训练推进装置，有必要把舰体结构修改为开放式框架式结构。

装置需要的甲板和舷侧结构保持与舰体最大宽度相等。训练设施墙侧的空隙为15厘米，端部的空隙为30厘米，其中5厘米用于隔音，隔音设备直接靠附在砖墙上，甲板的板材、纵材和横材，以及内部支柱保持和舰上相同的位置和大小。只在设计需要时，缩小一些结构尺寸。舷侧部的宽度保持与甲板的宽度相同。没有侧板和纵材。侧框架修改成垂直立柱，并焊接于支持和用预制螺栓紧固在混凝土基础上的底座上。为了满足消音要求增加了6米高的烟囱延伸部分。

甲板、构架的载荷及设计标准根据美海军舰艇规范和海军工程指挥部的设计手册设计，包括整套装置结构和基础的地震载荷，推进装置的甲板室和烟囱暴露部分的风、雪等活载荷。

所有基础均为类似于舰内基础的钢结构，设计时考虑了承受工作载荷和地震载荷。推进设备的基础，包括水力测功器基础均为钢结构。整个训练推进装置和水力测功器的钢结构基础以预制螺栓紧固在一大块与其它混凝土板和基础分开的混凝土基础上，并设计来支持负载和吸收转动设备的振动。延伸部分是载荷轻的柱子和高度较低的设备的基础，它们用特殊形式的系紧螺栓旋入混凝土板硬化前预先钻好的孔内并将其系紧在混凝土板和基础上。

为了设计混凝土基础和混凝土板，应准备带有动力装置结构安装标识和载荷表的钢结构与混凝土板的接口图。

为了在训练设施提供的范围内进行操作推进装置的训练，有必要用水力测功器来代替螺旋桨。两套装置尽管轴的转向不同，但其测功器都是一样的。每台测功器能接收的功率为65000马力。然而，在训练推进装置中，对FFG-7只需在180转/分吸收最大40000马力的功率，对DD-963只需在168转/分吸收41500马力的功率。水力测功器可根据舰的航速和航行时间的运行方案自动程序地按需要吸收功率。水力测功器的工作与适当地供水进行冷却和功率吸收的给水量有关。两套训练推进装置的冷却水量对全功率都是3000加仑/分，对0.5工况都是1500加仑/分。

由于决定使用现有的水力测功器，为了避免水力测功器端的悬臂问题，有必要修改装在水力测功器和轴系间作为桨毂模拟器的变距桨桨毂，桨毂模拟器起的作用和实船螺旋桨桨毂的作用一样。

由于舰是在水中航行，因此对训练装置有必要发展可以代替的冷却水源。训练装置的冷却系统包括冷却塔、冷水柜、热水池以及有关的泵和控制等。冷却塔应具有冷却水力测功器60000马力和其它装置辅机热量的设计规模。流量8000加仑/分，设计进口温度54℃，出口温

度30℃,这可使一台装置在全功率和另台装置在半功率同时工作。装置通过系统的泵从32000加仑的冷却柜中吸水,并以后排放至94000加仑的热水池。此水其后泵至置于机械设备舱屋顶上的冷却塔,将水冷却并将其送入冷却水柜。

为了在装置的有效范围内有一个舒适的训练环境,必须修改舰上的通风系统,使其能适应训练设施的具体环境。由于训练设施所在地有严酷的冬季,因此,必须对采暖、通风和空调系统进行修改以适应冬季-23℃的环境温度。此外,还必须增加备用加热系统以便在冬季停机时使用。每套装置的建筑物侧均有一个大的天窗开口,使设施能用作为一个大的通风室。通风风扇安装在装置的甲板上,并从此设施中吸收空气并送至装置需要通风的地方。排气风扇直接将隔舱中的空气排至户外,此外,训练设施在屋顶上设计有两个排气风扇,这些排气风扇在室温为30℃时将自动启动工作。

每套装置都部分带有各自的发电装置,这些发电设备可提供足以支持整套训练装置工作的电力。这些发电装置通过舰岸连接断路器和训练设施的基本电系统交接。为了适当地对发电机加载和对基本电系统提供应急电力,系统在最初设计时有负载反馈,但最近对发电加载和模拟舰的工作,安装了动力传感器,训练设施的电机控制板和推进装置的电系统结合在一起,以代替负载反馈。

训练设施

训练设施由下列部分组成:

——一座训练大楼,内有单独布置并隔开的FFG-7和DD-963级舰的推进装置和有关的燃油日用柜。

——机械设备舱内布置有冷却水柜的水泵,用于散热的冷却水塔装在此舱的屋顶上,热水收集池布置在底楼地下。

——一座行政配楼,包括教室、办公室、实验室、维修车间、卫生间和休息室。

——一个在地面上的外部燃油贮存柜和配电设备。

训练设施是泥瓦和钢的桁架结构,有顶蓬灯、通风、烟道、隔音墙、消防和搬动重设备的起吊架。训练设施的设计和规格根据NAVFACENGCOM手册和设计文件准备,包括风、雪载荷和地震载荷。

系统和设备的设计也满足职业安全和保健局和防污标准的要求。为了满足降低噪音的要求,FFG-7的烟道有必要延长6米。对降低空气污染的要求,联邦和州环境保护局两者有所放松。

给予设计部门布置推进装置和支持系统的某些设计的要求是:

——每套推进装置都应安装在增强混凝土基础上,基础下面应均匀打桩。放训练装置的混凝土板应与推进装置其它部分的混凝土板隔开。设计用于安装和维修重要设备的起吊梁应有足够容量。

——为了适应甲板室的结构,屋顶应作特殊的规定。

——为了减少噪音和防止排气再循环,应设计烟道的延伸部分。推进装置的内墙和天花板应衬以吸音材料。推进装置产生的热应通过墙上的进气天窗和装在屋顶上的通风风扇散掉。

——为了安装和搬移设备,应在墙上设计活动板。

——应有天棚灯。应有燃油日用柜。为了交接辅燃气轮机发电机和柴油机发电机与基

大发TS—01(A)型燃气轮机

(日)长谷川 好道, 中西 谦一

一、前 言

日本大发柴油株式会社经过多年的研究, 曾于1980年研制成应急发电装置 G-33 型燃气轮机。本文介绍的TS-01(A)型燃气轮机, 是在G-33型的基础上为谋求更高的性能而靠本公司的技术力量研制成功的高可靠性燃气轮机。

二、TX型发电装置用TS-01(A) 型燃气轮机

该燃气轮机不但可作应急发电用, 而且亦适用于常规发电, 因为采用了比较保守的循环最高温度, 尺寸小、重量轻、故易于维修, 可靠性高。TX型发电装置的主要性能示于表中。该装置除了具有一般燃气轮机固有的优点外, 还具有如下结构特点。

(1) 转子装配时各部件是通过波形端面式挠性联轴器藉助于中心拉杆螺栓装配成单轴式, 这样便于拆卸组装。

本电系统的电输出, 应安装开关装置。

——应向推进装置供应最大进口温度为30℃的冷却水。从两台水力测功器和其它设备出来的冷却水以约60℃的温度排入机械设备舱的热水池。补给水必须从冷水柜循环到此池以保持经过冷却水塔的温度低于7℃。机械设备舱的重要仪表的读数和报警在每套装置控制中心附近的控制板上应有显示。主电力开关装置、泵、和化学处理也应放在机械设备舱。

——应有加热、照明、电源、空气、水、汽、空调、蒸馏水、污水管和雨水管等全套设施。接收溢出油的地板上的疏油孔应用管连接到油分离器, 分离后的污物应排至污水管。冷却水塔的水中的矿物质应清除至卫生区提出的范围之下。

——电话总机通往燃气轮机推进装置的所有电话线应放在单独的线管中。其设计应满足当地的电报电话公司的要求, 还应有未来要安装的闭回路电视导线导管。

——机械设备舱内还应安装低压空气压缩机以便给推进装置提供空气和备用空气。此低压压缩机应与FFG-7低压空气压缩机相同。对于DD-963的训练推进装置还应提供用于燃油和滑油加热以及室内采暖的蒸汽和热水。

——应有210000加仑的地上燃油贮存柜。此柜应装备蒸汽回收设收设备, 并围以围堤以容纳溢出油。(原文有图53幅, 从略)

郑定泰译自《Marine Technology》January, 1985。李誦权整理