

新型40 m级测量船动力系统设计优化

刘永东

(交通运输部东海航海保障中心, 上海 200086)

摘要: 针对40 m级测量船功能需求的提高, 对新建40 m级测量船的动力系统进行优化, 采用技术成熟的滑差齿轮箱驱动螺旋桨的推进方式取代可调螺距螺旋桨推进方式, 使新建船在作业航区、测量作业能力等方面有较明显的提升, 且船舶的灵活性和安全性得到进一步提高, 满足了近海测量作业的实际需求。

关键词: 测量船; 动力系统; 滑差齿轮箱; 调距桨

中图分类号: U664.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2018)03-0038-03

The Optimization of the Power System of a New 40 m Level Surveying Vessel

Liu Yongdong

(Donghai Navigation Safety Administration of MOT, Shanghai 200086)

Abstract: As the new 40 metres level surveying vessel requires higher functions, its power system was optimized. The mature technology of slip gear box driving FCP propeller propulsion mode was used to replace the controllable pitch propulsion mode, which helped the new-built vessel show great improvement with regard to operation area and surveying capability. Moreover, the flexibility and safety of the vessel was greatly optimized, meeting the practical requirements of offshore survey work.

Key words: surveying vessel ; power system; slip gear box; controllable pitch propeller

0 引言

目前, 上海海事测绘中心可用于沿海测量的40 m级测量船仅有2艘, 且随着使用年限的增加, 性能越来越差。为响应《交通运输部关于加强全国海事系统“革命化、正规化、现代化”建设的意见》中提出的提升航海保障综合服务水平的要求, 新型40 m级测量船应运而生。新建的40 m级测量船主要用于江苏连云港至福建东山沿海港口航道图测量, 近海航路测量, 定线制测量, 应急测绘, 通航尺度核定测量, 水深监测, 水文测量及其它海洋要素的测量等; 为航海安全提供保障, 向通航管理部门、社会提供技术支持和服务保障。

新型40 m测量船动力系统的设计, 在之前测

量船动力系统基础上, 根据船东的实际使用经验及新的作业要求进行了优化: 采用技术成熟的半滑差齿轮箱驱动定距桨推进方式代替可调螺距螺旋桨推进方式。如此, 船体结构得到优化, 方便故障后维修; 航道内紧急避让时间快捷, 提高了船舶的灵活性和安全性。

1 动力系统概述

1.1 船舶及主推进动力系统参数

(1) 船舶主要尺度及参数如表1。

(2) 主推进动力系统主要参数见表2。

1.2 主推进动力系统组成及特点

主推进系统采用双机双桨型式, 主要包含: 2台主机、2台滑差齿轮箱、2套轴系及定距桨、2

收稿日期: 2018-01-17

作者简介: 刘永东(1966-), 男, 工程师, 主要研究方向为海事系统航标船、测量船建造与改造以及船机技术研究与管理, 286744474@qq.com。

个高弹性联轴器、1 套主推进遥控系统、1 套驾控台、1 套机舱监测报警系统等。

表 1 船舶主要尺度及参数

总长/m	~45
设计水线长/m	~42
型宽/m	~9.5
型深/m	~3.8
设计吃水/m	~2.9
航速/kn	12.7

表 2 主推进动力系统主要参数

推进型式	双机双桨（定距）
入级	CCS，无冰区加强
主机额定功率（转速）/ （kW/（r·min ⁻¹ ））	634/1 800
滑差齿轮箱减速比	4.5:1
滑差齿轮箱偏心距/mm	垂直偏心 400
螺旋桨转速/（r·min ⁻¹ ）	400
螺旋桨直径/mm	1 700
螺旋桨旋向	左舷桨：逆时针，右舷桨：顺时针 （从船艏向船艉看）
艉轴承润滑型式	油润滑

两台主机通过滑差齿轮箱与螺旋桨轴系相连接。柴油机与齿轮箱通过高弹性联轴器连接，以补偿轴向和径向位移，并调节轴系扭振特性。

根据总体布置要求，齿轮箱为垂直偏心型式。

螺旋桨采用定距桨，按照总体设计提供的船体阻力进行船机桨匹配后确定最佳螺旋桨参数。轴系轴径按 CCS 规范计算，并经强度和扭振校核后确定。艉轴采用油润滑方式。

设驾驶室、机舱集控室和机旁三个固定控制站，控制站间可相互转换。

主推进系统采用手柄、旋钮、按钮及转换开关等操作终端，对柴油机、离合器等设备进行操纵控制，可实现机旁、集控室、驾驶室遥控操控。

新型 40 m 测量船主推进动力系统布置见图 1。

2 动力系统设计优化

测量船属于工程船的范畴，对航速要求不高，且 40 m 级测量船属于中小型船舶，过高的航速和过大的推进功率可能带来工作时振动和噪声增大，对测量作业不利。同时，推进系统不但须要兼顾作业时的微航速，还要兼顾自由航行时的高航速，如果自由航行航速设计过高，对船舶运营的经济性不利。由于测量作业须要船舶垂直于航道或等深线方向航行，而且船舶在航道内须经常掉头，因此要求

船舶的机动性要好。采用双机双桨的推进方式，可提高船舶的灵活性和安全性^[1]。

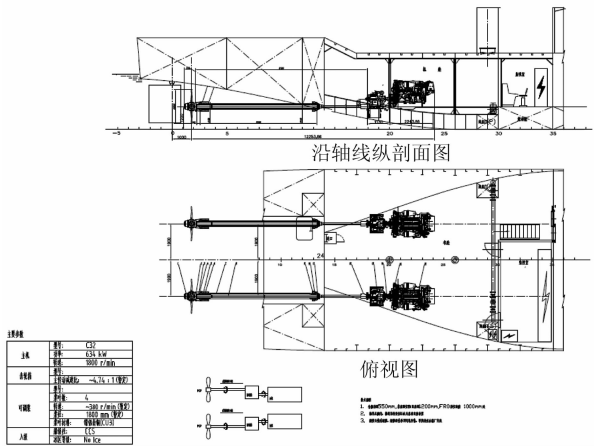


图 1 新型 40 m 测量船主推进系统布置图

40 m 级测量船要经常进行拖缆扫海作业，拖带旁侧声纳扫海测量，以及多波束扫海测量作业，由于测量精度的要求，须保证船舶能够在航速 4 ~ 6 kn 下稳定运行。因此测量船的推进系统须兼顾自由航行工况和测量作业工况，一般可通过可调螺距螺旋桨或滑差齿轮箱驱动螺旋桨两种方式来解决^[2]。根据船东实际使用经验：可调螺距螺旋桨结构比较复杂，造价高，发生故障后维修难度大；另外可调螺距螺旋桨遇船舶在航道内须紧急避让时，其反应时间没有采用滑差齿轮箱方案的快。因此本文采用滑差齿轮箱驱动螺旋桨的方案，以进一步提高船舶的灵活性和安全性；况且目前滑差齿轮箱技术已经成熟。

滑差齿轮箱由齿轮箱与滑差离合器组合而成，为同时具有减速和调速功能的传动装置。滑差离合器利用液压剪切实现主、从动摩擦片之间的转速差异以达到调速目的，具有良好的调速性能。离合器工作时，连续的液压油对相对滑动的主、从摩擦片进行润滑和冷却，并建立具有一定剪切强度的油膜，通过油膜的黏性摩擦力做扭矩传递。通过液压系统对离合器的控制，可以实现不同工况下相同输入转速的多种不同转速的输出，进而实现对船舶航速的调节^[3]。

根据输出转速的调节范围，滑差离合器有半滑差和全程滑差之分。新型测量船在进行测量作业时要求船舶在航速 4 ~ 6 kn 下稳定运行；正常航行时航速 12.7 kn。该船采用两台 CAT C32 型柴油机，单机额定功率 634 kW，额定转速 1 800（r·min⁻¹），最低稳定转速 600（r·min⁻¹）。通过航速总体计算分析，柴油机在最低稳定转速运行时，

该船理论航速大于 6 kn, 不能满足微航速作业要求。该船无其它形式的功率输出, 航速只在测量作业时有特殊要求, 适合采用半滑差离合器方案。当主机转速在 $600 \text{ (r} \cdot \text{min}^{-1})$ 以上运转时, 滑差离合器的输出转速与主机转速相同, 滑差离合器的输出转速范围为主机最低稳定转速到最高转速, 即 $600 \sim 1\,800 \text{ (r} \cdot \text{min}^{-1})$, 船舶可以任意正常航行; 当船舶须微航速作业时, 主机在最低稳定转速 $600 \text{ (r} \cdot \text{min}^{-1})$ 运转, 调节半滑差离合器的液压伺服系统使其输出转速在 $600 \sim 0 \text{ (r} \cdot \text{min}^{-1})$ 范围内, 进而获得所需要的航速。

本船使用的 MGX 双离合半滑差齿轮箱 (图 2), 其离合器的活塞结构 (图 3) 为二级式, 具有液压冲击小, 工作平稳, 响应时间 (0.05 s) 快的特点, 滑差范围较单活塞离合器提高 3 ~ 5 倍, 可以满足航道内紧急避让时反应快捷的要求, 提高船舶的灵活性和安全性^[4]。半滑差离合器结构形式较为简单, 与齿轮箱组合为一个整体时体积并未比单独齿轮箱的增加很多; 且摩擦产生的热量较少, 易被齿轮箱的冷却系统带走; 总成本增加也不多。

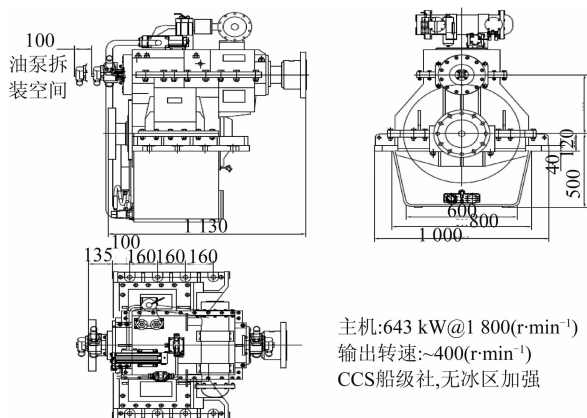


图 2 MGX 半滑差齿轮箱外形图

半滑差离合器 + 定距桨与调距桨 (CPP) 两种推进方式相比:

(1) 前者液压控制系统较简单, 减少了 CPP 所需的液压管系及相关特殊设备, 如液压单元、控制箱等, 船的总体尺寸可以进一步优化;

(2) 定距桨的加工及安装难度较 CCP 大大降低, 提高了劳动效率, 初期投资成本较 CPP 小得多;

(3) 降低了 CPP 系统液压油渗漏的可能性, 经济环保;

(4) CCP 系统复杂, 后期维护保养成本较高, 总体营运成本相对高一些。

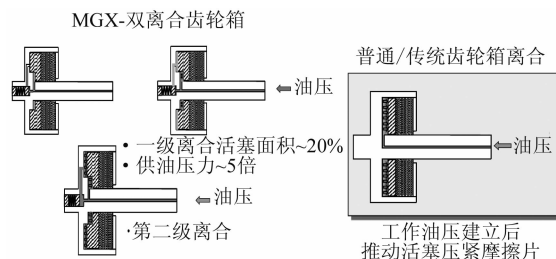


图 3 MGX 滑差齿轮箱与传统齿轮箱的活塞结构图

3 总 结

结合之前 40 m 级测量船动力系统实际使用情况及新的测量要求, 对新建 40 m 级测量船动力系统进行了优化设计。采用成熟的 MGX 半滑差齿轮箱驱动定距桨技术, 降低了船舶的建造成本, 在作业航区、测量作业能力等方面较原 40 m 级测量船有明显的提升, 满足了近海测量作业实际需求。新测量船的投入使用将解决测绘装备的缺口, 极大缓解目前东海海区测量任务用船不足的情况, 是我国海上测量工作谋求自身发展, 实现与国际接轨, 提升国际地位的实际需求, 也是我国履行国际公约的职责所在。

参考文献

- [1] 朱树文. 船舶动力装置原理与设计 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1980.
- [2] 中国船舶工业总公司. 船舶设计实用手册 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [3] 曾勇, 王世荣. 滑差离合器 (MCD) 在工程船上的应用 [J]. 船海工程, 2003 (5): 38-40.
- [4] TWIN DISC 公司. OMEGA 滑差离合器技术资料 [R].