

大型起重机电滑环原理及安装技术

阳连丰

(海洋石油工程股份有限公司, 天津 300461)

摘要 首先对一条在建深水铺管起重船上起重机与船体连接部位的电滑环的原理、结构特点及特性做了介绍,然后对该起重机所用电滑环的安装技术进行详细介绍。研究结果可弥补目前生产厂家所提供电滑环设备手册指导性不足的问题,同时对后续的电滑环维护保养具有指导意义。这可为其他类似的海洋重型旋转装备的电滑环安装提供参考。

关键词 海洋油气工程;起重机;电滑环;安装技术

中图分类号 TE54;U674.35

文献标志码 A

文章编号: 2095-7297(2014)02-0151-05

Principle and Mounting Technique of Heavy Crane Electric Slip Rings

YANG Lian-feng

(Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Tianjin 300461, China)

Abstract The principle, structural features and characteristics of the electric slip rings at the joint part of crane and ship body of a deepwater pipe-laying crane ship under construction are introduced. The mounting technique of the electric slip rings used on the crane is described in detail. The results can fix the problem that the existing equipment manuals are lack of guidance, and will direct the following maintenance of the slip rings. It will provide a reference for the installation of electric slip rings for similar marine heavy rotary equipment.

Key words ocean oil and gas engineering; crane; electric slip ring; mounting technique

0 引言

随着世界海洋能源工程在深度和广度上的发展,对海洋特种工程船的数量需求迅速增长。海洋特种工程船已经成为海洋钢结构制造业中又一个重要的发展方向^[1]。深水铺管起重船“海洋石油 201”项目于 2005 年 5 月启动,2008 年 9 月开工建造,是“十一五”国家科技重大专项和 863 计划相关课题的重要组成部分。“海洋石油 201”是世界上第一艘同时具备 3 000 m 级深水铺管能力、4 000 t 级重型起重能力和 DP3 级全电力推进的动力定位并具备自航能力的船型深水铺管起重工程作业船。船舶的详细设计和建造在国内自主完成,是亚洲和中国首艘具备 3 000 m 级深水作业能力的海洋工程船舶^[2]。

“海洋石油 201”船上大型起重机由荷兰 GUSTO 公司设计,由海洋石油工程股份有限公司建造公司负责建造和安装。此起重机主要结构有底

座环、旋转平台、扒杆、A 字架、平衡小车等。底座环与船体相连接,对整个吊机起支撑作用;旋转平台位于底座环之上,中间用轴进行连接,可以完成起重机 360°旋转。起重机主电源通过安装在旋转平台中心孔上方的电滑环供应,电滑环是旋转平台动力系统的关键部件。

电滑环也叫集电环、集流环、汇流环等,一般为安装在设备旋转部件上的金属环,与电刷相接触,使电流从电路的一端通过滑动接触流到另一端的导电金属环,通过电刷与静止点的接触而提供连续的电流。它可以用于任何要求连续旋转,同时又需要从固定位置到旋转位置传输电源和信号的机电系统中。电滑环能够提高系统性能,简化系统结构,避免导线在旋转过程中扭伤。

精密导电滑环属于高科技产品,一直被应用于尖端军事领域,是各种精密转台、离心机和惯导设备的关键器件。随着我国经济的不断发展,民用领域

收稿日期:2014-05-13

作者简介:阳连丰(1979—),男,高级工程师,主要从事海洋工程设计管理方面的研究。

也越来越多地使用此类产品,主要用于工业自动系统控制。在发达国家,该类产品已逐渐由军用转化为民用,近几年已实现了标准化、批量化生产,被广泛应用于安防、工厂自动化、电力、金融、仪表、航空、军事、运输、建筑等机电设备上。

本文以“海洋石油 201”为例,对起重机所用电滑环的原理和安装技术进行研究,以期为类似的海军重型旋转装备的电滑环安装提供参考。

1 电滑环的总体介绍

1.1 电滑环结构

电滑环属于电接触滑动连接应用范畴,是实现两个相对转动机构的图像、数据信号及动力传递的精密输电装置^[3]。电滑环特别适合应用于需要无限制地连续旋转,同时又需要从固定位置到旋转位置传送功率或数据的场所。整个结构一般由弹性材料(电刷)、滑动触点表面材料(导电环)、绝缘材料、粘结材料、组合支架、精密轴承、防尘罩及其他辅助件等组成。电刷采用贵金属合金材料,呈“Ⅱ”型与导电环环槽对称双接触,借助电刷的弹性压力与导电环环槽滑动接触来传递信号及电流^[4]。

1.2 电滑环使用上的特点

设备机械部分实现 360°无限制连续旋转时,导线需连接到旋转部件上去,遇到导线缠绕问题时需要一个电旋转连接器。电滑环是用来传输动力和信号的旋转连接。一般来说,导电环部分是转子,电刷部分是定子。滑环是双向转动的,是电刷部分转动还是导电环转动没有什么区别,至于是电刷作转子还是导电环作转子,取决于电滑环安装方式。电滑环可以实现动力和信号的组合,既传输动力电,又传输信号。

1.3 电滑环的设计选型

一般情况下,钢质电滑环的耐磨性好,机械强度大,因此这种电滑环常用于因极性引起的磨损差较大的同步电机上。钢可以加工成复杂的结构,是一种容易得到而又价廉物美的材料,因而广泛用于包括圆周速度较低的水轮发电机在内的同步电机。对于主要强调高圆周速度下机械强度和耐磨性的电滑环,有时也使用锻钢。另外,要求耐腐蚀性时可使用不锈钢,但不锈钢的滑动特性不稳定,与电刷组合时往往使电刷产生跳动,容易造成电刷温升过高或异

常磨损,所以使用时必须加倍注意。青铜铸件等铜质电滑环与钢质电滑环相比,因滑动特性好而用途很广,但当含有大量低熔点铅时,因通电点的发热而产生脱铅现象,容易造成电滑环磨损或电刷异常磨损。

2 电滑环的安装技术

2.1 起重机电滑环安装环境

以“海洋石油 201”船 4 000 t 起重机为例,旋转平台总质量约 1 404 t,电滑环安装在起重机旋转平台中央箱体中的独立舱室内,舱室中央为电滑环的安装位置。该起重机上的电滑环质量约 2 t,最大外形尺寸 2 106 mm×299 mm,分为电源单元和信号控制单元两部分进行安装。各部分外形参数如图 1 所示。

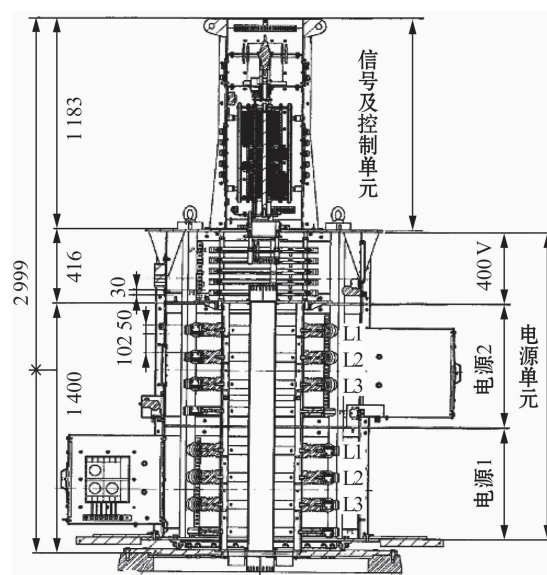


图 1 电滑环外形参数

Fig. 1 Outline parameters of electric slip ring

2.2 电滑环安装流程

由于旋转平台建造完成后需通过吊装安装到起重机底座环上,而电滑环又处于旋转平台与底座环连接中心孔处,安装位置处于旋转平台的箱体内,所以电滑环安装总体上分为预安装和精确安装两大环节,具体包括以下步骤:

- (1) 根据现场情况安装辅助支撑。
- (2) 移除所有旋转平台的安装辅助件。
- (3) 解除电滑环与临时固定支撑间的连接。

- (4) 吊装电滑环并移除临时固定支撑。
- (5) 将电滑环放置在底座支撑上。
- (6) 调整电滑环的方向。
- (7) 将电滑环与底座连接(确保扭矩臂处于正确位置并确保每侧都留有 2~3 mm 的间隙)。
- (8) 安装机械部分。
- (9) 安装电器仪表部分。
- (10) 电滑环安装结束,必须关闭顶部舱盖。

2.3 机械部分安装

在机械安装过程中,与电滑环相连的基座法兰应连接到旋转装置的旋转结构部分,与电刷相连的电滑环机架应当连接固定结构部分。具体安装步骤如下:

- (1) 使用 M16 螺栓把电滑环固定到安装平面上。螺栓应当安装进电滑环固定法兰的凹槽内。安装电滑环的安装平面应当平整,应能够承受电滑环的重量并保证其水平。

- (2) 电滑环吊装应使用提供的吊点将其固定到安装平面上。主电源单元在顶部法兰处设有 4 个吊耳, 信号/控制单元在顶部设有 2 个吊耳。

- (3) 电滑环分为两部分,即主电源单元和信号及控制单元。主电源单元安装完成后,将信号及控制单元安装到主电源单元的顶部。连接到低压电源滑环的电缆必须在信号及控制单元安装之前进行连接。

- (4) 电滑环机架的底部两侧具有驱动臂固定点。各个驱动臂两侧必须使用刚性结构进行固定,用于固定的刚性结构必须能够抵抗电滑环的旋转扭矩。为补偿电滑环与机械结构之间可能存在的安装误差,要求在各向预留 2~3 mm 的空隙。另外,在安装电滑环的过程中,在旋转电滑环一圈后应认真检查,确保电滑环没有受到任何侧向或弯曲的力。在电滑环旋转过程中,当使用两个驱动臂时,两个驱动臂都应留有空隙。图 2 为电滑环主驱动臂结构图。

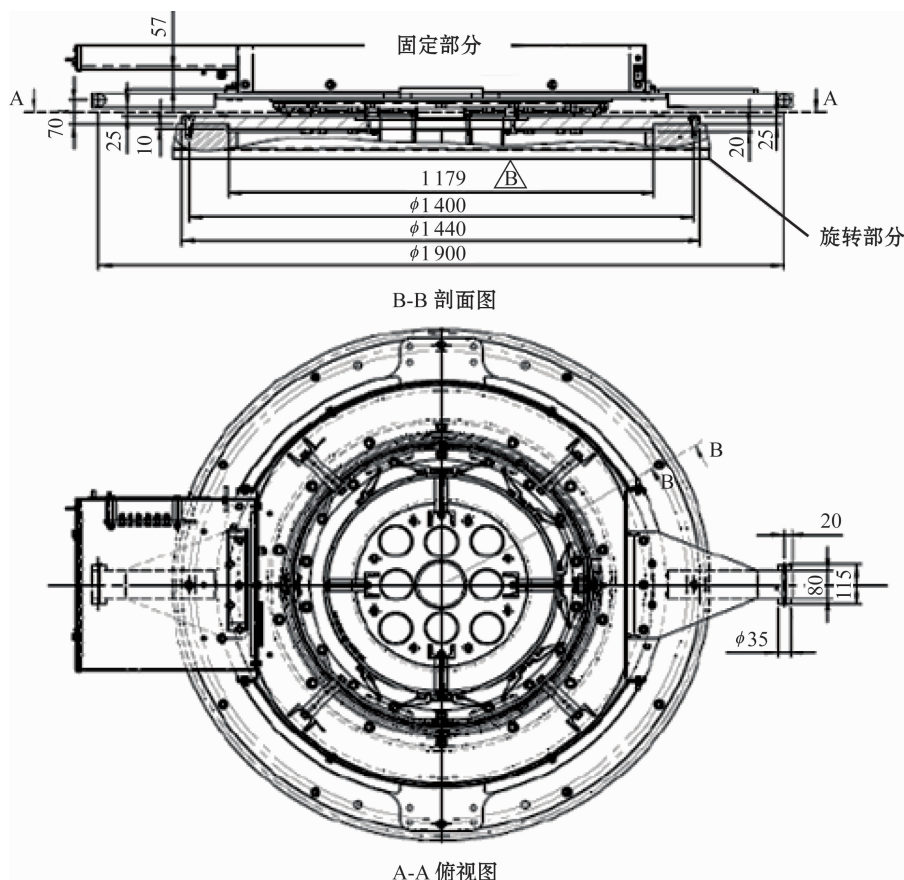


图 2 电滑环主驱动臂结构图

Fig. 2 Structure of the master drive arm of electric slip ring

(5) 待主电源单元安装完成及 400 V 电源单元电气连接完成之后,才能进行信号及控制滑环单元的安装。

(6) 吊起信号及控制滑环并将滑环放置在电源

单元的顶端,将扭矩臂的扭矩销放置在电源单元顶部十字部件的孔中。通过此扭矩臂,电源单元将带动信号及控制单元共同转动。图 3 为信号及控制单元滑环的扭矩臂和扭矩销的剖面图。

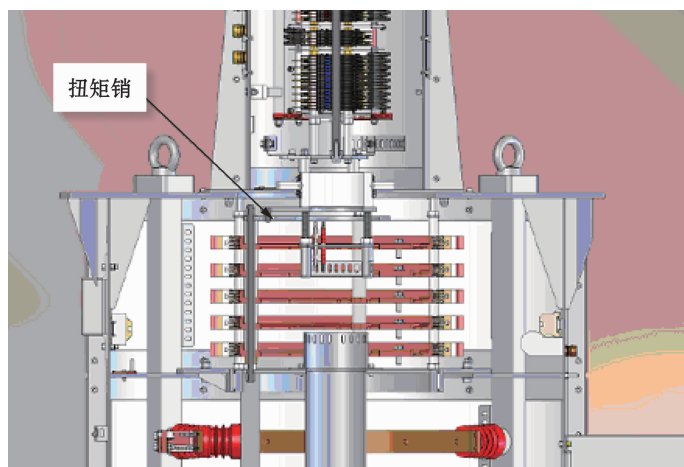


图 3 信号及控制单元滑环的扭矩臂和扭矩销

Fig. 3 Torque arm and torque pin of signal control unit slip ring

(7) 通过移除外板螺栓进行外板拆装。需移除高压电源单元及 400 V 电源单元里辅助的起保护作用的树脂玻璃。恢复外板时与上述过程相反,确保密封及垫圈重新安装完好。

2.4 电气部分安装

2.4.1 电环侧电缆的安装

6.6 kV 部分导电环侧电缆穿过基座向上通过中心部分连接到电滑环的 6.6 kV 单元。电源电缆使用适当的接线端子直接连接到导电环上。400 V 电源导电环侧的电缆穿过基座向上通过中心部分连接到电滑环的 400 V 单元。电源电缆使用适当的接线端子直接连接到导电环上。根据需要移除主电源机架顶部的两个端盖及 400 V 单元的隔离物,以便能够接触到导电环。电源滑环的接线应该在信号及控制部分安装到电源单元顶部之前进行。接线后,电缆应该用绑扎带固定,以便能够支撑位于中心管子中的电缆的重量。

3.4.2 信号及控制单元的安装

预先将信号及控制单元电环到船体接线箱的尾端电缆接好。安装固定在船体上的接线箱,连接来自电滑环(尾端电缆)和船体两方的电缆,将电缆接到接线箱的端子排上。

2.4.3 电刷排侧电缆的安装

对于电滑环,电源电缆应直接连接到电刷排或电刷排的母排上。

2.4.4 6.6 kV 电源单元部分

将电缆敷设到高压(HV)电源的引线盒,去除电缆的外层铠装,制作高压电缆头(采用冷缩终端处理),将电缆连接到接线点上。引线盒出口处的玻璃钢栅用于固定电缆。

2.4.5 400 V 电源单元部分

将电缆敷设到引线盒,去除电缆的外层铠装,制作电缆终端(采用冷缩终端处理)并连接固定到母排上。

2.4.6 信号及控制单元的接线

将电缆敷设到电缆入口。使用端子将去往信号及辅助电源电刷排的电缆直接连接到电刷排上。

2.4.7 编码器的安装

按照编码器安装说明进行编码器接线。在编码器支架和滑环支架上通过螺栓固定来拧紧编码器调速带。

2.4.8 光纤单元的安装

导电环侧,敷设电滑环到船体光纤接线箱之间的光缆。固定好光纤,将电滑环和光纤接线箱中的光纤纤芯固定在光纤套管内。电刷侧,光纤从电滑环的机架进入,连接到电刷侧的光纤套管内。将多余长度的光纤固定在机架的电缆固定处,以免电滑环旋转部分内的光纤缠绕。

2.4.9 加热器的安装

加热器电缆通过填料函连接到单独的 230 V 交流电(AC)加热器回路端子上。设置自动调温装置至所需要的最高温度,然后重新安装 HV 单元的金属保护壳。

3 电滑环的安装注意事项

3.1 技术和施工安全交底

施工人员在电滑环上或内部工作时应该事先告知操作人员,技术人员应提前将施工风险向施工人员进行交底。如果需要在电滑环内部进行工作,在打开电滑环外壳之前,确保操作人员切断所有的电路并且所有电源电路都采用合适的接地装置进行接地。

3.2 电滑环内部施工安全检查

在接触任何电气连接部分之前,必须使用合适的测量工具确定设备没有带电。即使在主电源电路断开之后,电滑环内的任何加热器的终端仍然会带有电压。在电滑环内进行安装维护的过程中,应该确保安装有电滑环的机器不发生转动。在电滑环的安装维护过程中,如果安装有电滑环的机器需要转动,操作人员应该远离移动部件。

3.3 电气安装注意事项

在电缆安装过程中应该注意以下几点:

(1) 清除各表面,保证电缆线鼻子与导电环和电刷排、电刷排与母排之间的电气连接。

(2) 确保在电缆接线点之间留有足够的相与相、相与地之间的绝缘空间。

(3) 所有电缆的布置及安装应该整齐,特别是连接到电刷排的电缆,应避免电滑环旋转部分的电缆交叉和缠绕。

(4) 电缆应适当固定以消除由于震动及机械拉伸对电缆连接处产生的机械应力。尤其对从导电环下方进入的电缆,应当在设备下方进行固定。

(5) 接线完成后,检查所有电刷以确保其处于滑环上的正确位置并排列整齐。

(6) 确保动力单元的高压、低压电缆的绝缘和打压测试合格后,再进行信号及控制单元的安装。

(7) 电滑环内部的每根电缆在接线完成后都应进行必要的检验工作,以免所有电缆接线、固定完成后,因内部空间不足造成电缆无法检测和调整。

4 结 论

目前我国使用的高可靠性电滑环大多数依赖进口。高可靠性电滑环的生产与应用将开创我国自主研发高可靠性电滑环之路。本文所述电滑环已经成功安装于“海洋石油 201”船大型起重机上,各项性能均满足技术要求。其原理和安装技术对其他类似工程具有很好的参考价值。

参 考 文 献

- [1] 苏健,于彬,白洋,等. 大型浮吊现场机加工策略的研究[J]. 中国造船, 2009, 50(增刊): 528.
- [2] 旭莲. 熔盛重工“征战”海工市场制高点[J]. 中国远洋航务, 2010(7): 63.
- [3] 何磊. 垂直钻井工具井斜动态测量研究[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2010.
- [4] 王西哲,姚云花. 汇流环结构设计及加工中需要注意的几个问题[J]. 科技风, 2013(7): 20.