

船舶管理丛书

CHUANBO GUANLI CONGSHU

船舶轮机自动测控技术

中远集装箱运输有限公司



chuanbo lunji zidong cekong jishu

大连海事大学出版社

船舶管理丛书

船舶轮机自动测控技术

中远集装箱运输有限公司

吴树雄 主 编
韩成敏 副主编



B1213533

大连海事大学出版社

内 容 提 要

本书是针对现代自动化控制船舶中实际应用编写的,是一本集原理、应用、解难、检测、调试、管理与维修一体的应用技术书,本书共分十章,其内容涉及船舶自动化规范、检测传感器技术应用、微机监控结构及在船舶的技术应用、船舶自动化监测设备的管理和故障维修。

本书参考了许多国外设备厂家的技术资料,介绍了一些目前在第四代、第五代集装箱船上应用的设备实例,适合船舶机电人员、有关工程技术人员及研究人员阅读,也可作为海运院校相关专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶轮机自动测控技术/吴树雄主编. -大连:大连海事大学出版社,2000.9
ISBN 7-5632-1424-0

I. 船… II. 吴… III. ① 船舶-轮机-自动检测 ② 船舶 轮机-自动控制
N. U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 41482 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4728394 传真 4727996)

http://www.dmupress.com E-mail: cbs@dmupress.com

大连海事大学印刷厂印装 大连海事大学出版社发行

2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

开本: 880×1230 1/16 印张: 9.5

字数: 237 千字 印数: 0001~3000 册

责任编辑: 王铭霞 封面设计: 王 艳

定价: 30.00 元

《船舶管理丛书》编写委员会

主任委员:吴树雄

副主任委员:徐政军 韩成敏 崔连邦 黄凤德

委 员:陈正杰 宋振庭 高 才 仇鑫尧 蒋国仁 黄志涵 徐 强

顾伟华 刘玉国 颜铁观 丁振华 过玲羽 曹致俊 张建新

麦昌年 倪集禾 李德水 徐毅山 陈建强 蔡德清 俞晓明

常华明

《船舶轮机自动测控技术》编写组名单

主 编:吴树雄

副 主 编:韩成敏 黄凤德 徐 强 蒋国仁

执 笔:徐 强 徐振华 傅 颖 杨忠良

前 言

当今,随着微电子技术、计算机技术特别是微型计算机技术的迅速发展,促进了电子技术、检测传感技术、信息处理技术、计算机技术、自动控制技术、伺服传动技术以及精密机械技术等多种技术的有机结合,给现代船舶自动化测控领域带来了一次新的技术革命。因此对船舶机电人员的知识要求、管理要求也越来越高,如何系统地掌握这些高技术含量设备的原理、结构和管理方法是摆在船舶技术管理人员面前的一个课题。

工作独立性强是船舶工作人员的特点,而设备种类和品牌繁多是船舶测控设备的特点,要想熟练地掌握和处理设备故障,就要对系统的结构和工作原理有深入的了解。目前有关船舶测控技术的书籍品种很多,侧面面各不相同,大部分侧重于从原理上进行分析和介绍,在具体应用与维护等方面总是有些欠缺。针对这种情况,我们觉得有必要编写一本系统、实用、新颖、面向船舶实际应用的测控技术方面的书籍。本书将以详实而全面的资料、严谨的分析、众多的实例,为船舶机电管理人员的知识更新与日常工作带来方便。

本书分为十章,以微机控制为核心,机电检测元件为主线,侧重于微机在船舶自动电气检测、遥控中的实际应用。在编写过程中我们查阅了大量参考资料和期刊,并选用目前在船舶实际应用设备的一些实例,结合编写人员多年来从事船舶机电设备调试、维修、改造和使用中的实践经验,对船舶微机测控设备作了详细的分析,并提供设备管理和常见故障诊断方法,这些内容对于船舶机电技术管理人员提高技术素质和工作效率,相信会有帮助,因此它可以作为船舶机电实用技术指导书,也可作为海运院校相关专业的参考书。

全书由中远集装箱运输有限公司“船舶管理丛书”编写委员会编写,在编写中得到了中远集装箱运输有限公司领导的支持和关心,也得到了大连海事大学和上海海运学院专家教授的指导和帮助,在此谨向他们表示感谢。

本书力求理论联系实际,深入浅出,简明扼要,易于读者在较短的时间内,掌握船舶微机自动监控技术,在实际应用中准确、有效地举一反三,触类旁通。由于编写时间仓促,学识水平有限,错误之处在所难免,还望广大读者给予谅解。

编 者

2000 年 4 月

目 录

第一章 船舶自动化及无人机舱	(1)
§ 1-1 常用术语及规范要求	(1)
§ 1-2 无人机舱与船舶自动化	(3)
第二章 检测传感器	(6)
§ 2-1 检测技术的基本知识	(6)
§ 2-2 对传感器的主要技术要求	(7)
§ 2-3 船检规范对传感器的要求	(8)
第三章 机舱监控系统中若干非电参数的检测	(9)
§ 3-1 温度检测传感器	(9)
§ 3-2 压力检测传感器	(13)
§ 3-3 液位检测传感器	(15)
§ 3-4 流量检测传感器	(17)
§ 3-5 火警探测器	(18)
§ 3-6 转速检测传感器	(21)
§ 3-7 氧含量的检测发送器	(23)
§ 3-8 二氧化碳含量检测发送器	(24)
§ 3-9 扭矩检测	(25)
§ 3-10 主机工况监视传感器	(26)
§ 3-11 光电检测传感元件	(30)
第四章 机舱监控系统中若干电参数的检测	(32)
§ 4-1 高内阻回路的电压测量	(32)
§ 4-2 阻抗的测量	(34)
§ 4-3 低频交流电压的测量	(38)
§ 4-4 脉冲电压的测量	(41)
§ 4-5 有功功率与无功功率的测量	(43)
§ 4-6 频率时间和相位的测量	(44)
§ 4-7 电压/电流与电流/电压的信号转换	(47)
第五章 微机监控技术在机舱中的应用	(54)
§ 5-1 船舶柴油机的主机遥控	(54)
§ 5-2 船舶电站自动化	(57)
§ 5-3 机舱集中监测系统	(58)
第六章 微机监控系统的基本结构	(63)
§ 6-1 微机监控系统的结构组成	(63)
§ 6-2 微机的通信接口	(71)

§ 6-3 “人—机”接口	(83)
第七章 微机监控系统的输入/输出通道	(86)
§ 7-1 模拟量输入通道	(86)
§ 7-2 模拟量输出通道	(94)
§ 7-3 开关量输入/输出通道	(96)
§ 7-4 模/数及数/模转换器	(97)
§ 7-5 量程自动转换技术	(108)
第八章 检测周期表的编制	(111)
§ 8-1 周期表的结构组成	(111)
§ 8-2 编制周期表的准备工作	(116)
§ 8-3 编制周期表的基本过程	(117)
第九章 检测传感器的测试与校验	(120)
§ 9-1 压力传感器的测试与校验	(120)
§ 9-2 温度传感器的测试与校验	(122)
§ 9-3 液位传感器的测试与校验	(123)
§ 9-4 运行状态监视传感器的测试与校验	(124)
§ 9-5 其他类型传感器的测试与校验	(124)
§ 9-6 模拟量输入信号接口板的测试与校验	(126)
§ 9-7 测试工具及仪器	(129)
第十章 监测系统的故障诊断	(134)
§ 10-1 故障诊断的基本概念	(134)
§ 10-2 传感器管理中需注意的问题	(135)
§ 10-3 微机监测系统的故障诊断及常用检测设备	(136)
§ 10-4 分布式微机监控系统的管理	(140)
参考文献	(143)

第一章 船舶自动化及无人机舱

§ 1-1 常用术语及规范要求

理解和熟悉船舶和机舱自动化的一个前提条件就是首先要掌握常用术语及规范要求,这些术语和规定是受到各国船级社规范制约的,各国船公司、船员都必须严格遵照执行。下面提到的一些常用术语及其定义是以中国船级社的规定为依据的。

1. 轮机自动化系统的定义

参照 98 新版中国船级社《钢质海船入级与建造规范》的规定,轮机自动化系统涉及到控制系统、安全系统和报警显示系统,这三大系统共同组成了船舶生产自动化的主体。

2. 有关船舶自动化系统的一些基本概念

自动控制——指具有自动调节特性,无需操作人员参与、就可以按预定指令对设备进行操作的控制。

遥控——指操作人员通过机械、电气、电子(含微机)、气动、液压、电磁(无线电)及光学方式或其组合方式远距离对设备进行操作的控制。

就地控制——指位于机电设备近旁由操作人员对设备进行直接的人工操作的控制。就地控制也常常被称为机侧控制。

控制站(室)——指具有监视功能且能对机电设备实施控制的处所。常见的有以下 4 种。

①**机舱集控站(室)**——指机舱内自动化设备的所有监控设施集中布置的控制站(室)。

②**驾驶室控制站(室)**——指设在驾驶室内对推进装置及其他重大设备进行监控的控制站(室)。

③**就地控制站**——指机电设备就地控制的控制站,也可称其为机侧控制站。

④**其他控制站**——指船上其他处所设置的控制站,例如驾驶台舷侧控制站。

3. 船舶自动化等级的专用标识

在船检规范中,根据自动化程度的高低,对船舶自动化等级划定了以下 3 个附加标志。

①**AUT-0**——推进装置由驾驶室控制站(室)进行遥控,机舱内、包括集控站(室)在内,可以周期性地无人值班。

②**MCC**——机舱集控站(室)有人值班,以便对机电设备进行监控。

③**BRC**——推进装置由驾驶室控制站遥控,机舱内有人值班。

4. 无人机舱应满足以下必要的工作条件

从对机舱内重要机电设备的要求、它们的维护与保养的角度来看,无人机舱(UNATTENDED MACHINERY SPACE)与有人机舱没有什么太大的差别。但是从自动化设备的角度来看,在 98 新版的中国船级社《钢质海船入级与建造规范》中,则对实现无人机舱时的自动化设备提出了一些明确的规定。它要求在无人值班周期内,自动化系统应保证下列机电设备能连续正常运行。

- ①船舶柴油机主机或可调螺距桨的遥控系统。
- ②为主机服务的重要辅机设备,包括这些设备的自动切换。
- ③主、副锅炉。
- ④发电机及电站自动化设备。
- ⑤其他机电设备——如重要参数的自动调节、空气压缩机、舱底水系统(包括油水分离器)、阀、燃油系统以及船级社认为有必要进行监控的其他机电设备。

5. 无人机舱还应满足以下充分的工作条件

在实现无人机舱的船舶,船检对重要机电设备的自动化装备还提出以下具体要求。

1) 主机

- ① 在驾驶室或集控室可以遥控主机,也能在机侧进行应急操纵。
- ② 在驾驶室操纵台上应设有螺旋桨转速和启动空气压力等指示仪表,并设有重要设备的故障报警装置和通信设备。
- ③ 在出现主机滑油压力过低、冷却水(或油)压力或流量过低、推力轴承温度过高、扫气温度过高、曲柄箱油雾浓度过高等情况时,自动化设备应根据其严重程度使主机自动减速或自动停车。

2) 发电机组及电站自动化

- ① 能在集控室启动和停止发电机组。
- ② 若发生过电压、欠电压、转速下降等不正常情况,备用发电机能自动启动和自动投入电网运行,然后把故障的发电机切断。若所有备用发电机顺序启动都失败,则应急发电机应能自动启动。
- ③ 发电机运行中有过载情况时,非重要负载应自动退出工作。当电流超过额定值 10% 时,自动脱扣机构应能实现过电流保护。
- ④ 驱动发电机的柴油机发生超速、滑油压力过低、冷却水出口温度过高等情况,应能自动停车,并发出报警信号。

3) 辅锅炉

- ① 设有燃烧自动控制和给水自动控制装置。
- ② 如果出现危险低水位、风机突然停止转动、炉膛突然熄火、燃油温度和压力过低等情况,能自动切断供油。

4) 辅机自动化设备

- ① 在驾驶室操纵台可以操纵舵机。

- ② 空压机、卫生和饮用水泵、燃油和柴油机驳运泵可以受控间断地工作。
- ③ 为主机、发电柴油机、舵机、锅炉服务的驱动泵必须设有两套，备用泵应始终处于正常状态。
- ④ 燃油和滑油分油机能自动定时排渣。
- ⑤ 滤器能自动清洗。
- ⑥ 舱底污水经油水分离器能自动净化排污。
- ⑦ 废气锅炉内多余的蒸汽能自动泄放至冷凝器。
- ⑧ 电站失电后重新供电，则各有关动力设备应按设定顺序自动进行启动。
- ⑨ 与主机运行密切相关的重要参数必须设有自动调节装置，例如：滑油、冷却水的温度自动调节，燃油粘度的自动调节，膨胀水箱、热水井、日用油柜的液位自动调节等等。

5) 故障报警系统

报警系统涉及到数量众多的检测点，它应按轻重缓急分成若干组，并以分组报警形式通过延伸报警传送到驾驶台、集控室、公共场所、轮机员住处。故障报警系统应符合以下各项要求。

① 主机和重要设备必须设有故障报警监测项目，例如：滑油进入压力过低或温度过高、活塞冷却液出口温度过高或流量过低、气缸冷却水出口压力过低或温度过高、燃油温度或粘度过高或过低、扫气温度和排气温度过高、启动空气压力过低、锅炉危险水位等等。

② 舱底污水水位应有报警监测点。

③ 被监测参数越限时，应在集控室、机舱给出声光报警及故障打印记录。若机舱无人值班，报警信号应按分组报警送到驾驶台、公共场所及值班轮机员住处。

④ 主、辅机控制电源或报警系统电源发生故障时应立即给出故障报警。

⑤ 所有故障报警均应给出声光信号，在确认故障后，可以进行消声操作，光信号应从闪光切换成常亮。在故障被排除以后，才允许光信号消失。

6) 火警探测系统

① 在所有潜在发生火灾的地方，都要求安装有效的火警探测器。

② 火警指示屏原则上应设于驾驶台或集控室。

③ 火警系统应有区别于一般故障报警的特殊音响，其声响信号能在驾驶台和全船各处都能听到。

④ 火警报警系统应能进行功能测试，若电源有故障应立即给出报警信号。

7) 集控室

① 主操纵台设有操纵主机的操纵部件、控制发电机和各种辅机的操作按钮，有显示动力装置运行参数的仪表，有主要机电设备的模拟显示图。

② 有机舱内全部报警测试点的故障显示屏。

③ 有主机遥控打印记录仪、故障打印记录仪，或者具有轮机日志功能的巡回检测仪和车钟记录仪。

④ 与驾驶室、公共场所、机舱和各轮机员住处之间都设有通信设施。

§ 1-2 无人机舱与船舶自动化

无人机舱(UNATTENDED MACHINERY SPACE)就是以自动化测量和控制设备来替

代轮机人员进行操纵和管理的工作,它可以在一段时间内实施无人值班。随着船舶自动化技术的飞速发展,以及以微机为核心的监控技术的广泛应用,可以充分满足无人机舱的工作条件。机舱自动化是机舱内重要机电设备与各种自动化设备的总成,实现机舱自动化可以显著减轻轮机人员在设备操作和工况检查方面的工作量,在自动化系统的管理中,应抓住它们的共性,将它们联系起来进行统一管理,这样可以大大提高工作效率和效能。

应该指出,取得 AUT-0 入级标志的自动化船舶,只要出现不满足 AUT-0 的工作条件,就不允许实行无人机舱。只有在该功能恢复正常以后,值班安排才能回复到 AUT-0。特别是涉及到火与水的监控项目,绝对不能掉以轻心。例如火警报警系统发生故障,使机舱内、部分区域无法受到火警监视,这时一方面必须迅速采取措施排除故障,另一方面应立即实行有人机舱 MCC,并将情况记录在航海日志及轮机日志上。在此期间,驾驶台要加强防火检查,切不可思想麻痹。万一发生意外,后果将不堪设想。又例如机舱等处的污水报警,如果失灵,也被规范定义为重要警报,同样必须将无人机舱 AUT-0 降为有人机舱 MCC。

近年来,新建船舶装备了许多以微机为核心的监控设备,利用它们对船舶各类数据进行采集并实现全船共享和船岸共享,形成了所谓的“超自动化”船舶。这些船舶的显著特点就是不仅机舱实现自动化,而且在导航、舾装、报务甚至医疗等方面也要全面自动化,其指导思想是把全船作为一个整体来考虑,利用微机在驾驶台、机舱和舾装等方面进行了全面的监测控制,这些微机通过通信电缆相互联结组成小型网络,构成一个技术上相对复杂的系统,它们相互独立又密切相关,组成成分布式网络监控系统。其中,

- 由微机控制的机舱自动化主要包括主、辅机的遥控操纵和转速的自动调节,工况数据的自动采集、处理和记录,以便对设备运行情况进行监视和参数的自动调节,有的还可以对设备故障发生的原因自动进行分析和提出维修预报。
- 发电机组的自动调压、调频、调载,备用发电机的自动启动等。
- 导航自动化包括确定船位、自动避碰和选择最佳航线等。
- 舾装自动化包括货油的自动装卸及其监控、船体受力状态的监控、冷藏和空调装置的自动化、火灾探测和自动灭火等。

这里值得一提的是,随着可编程控制器技术(PLC)的日益成熟,它以其模块化的结构小而紧凑、适用范围广、较低的性能价格比、维护保养方便等优点,在现代船舶上的应用越来越广泛。以 5250TEU 集装箱船为例,其大致结构组成框图如图 1-2-1 所示。

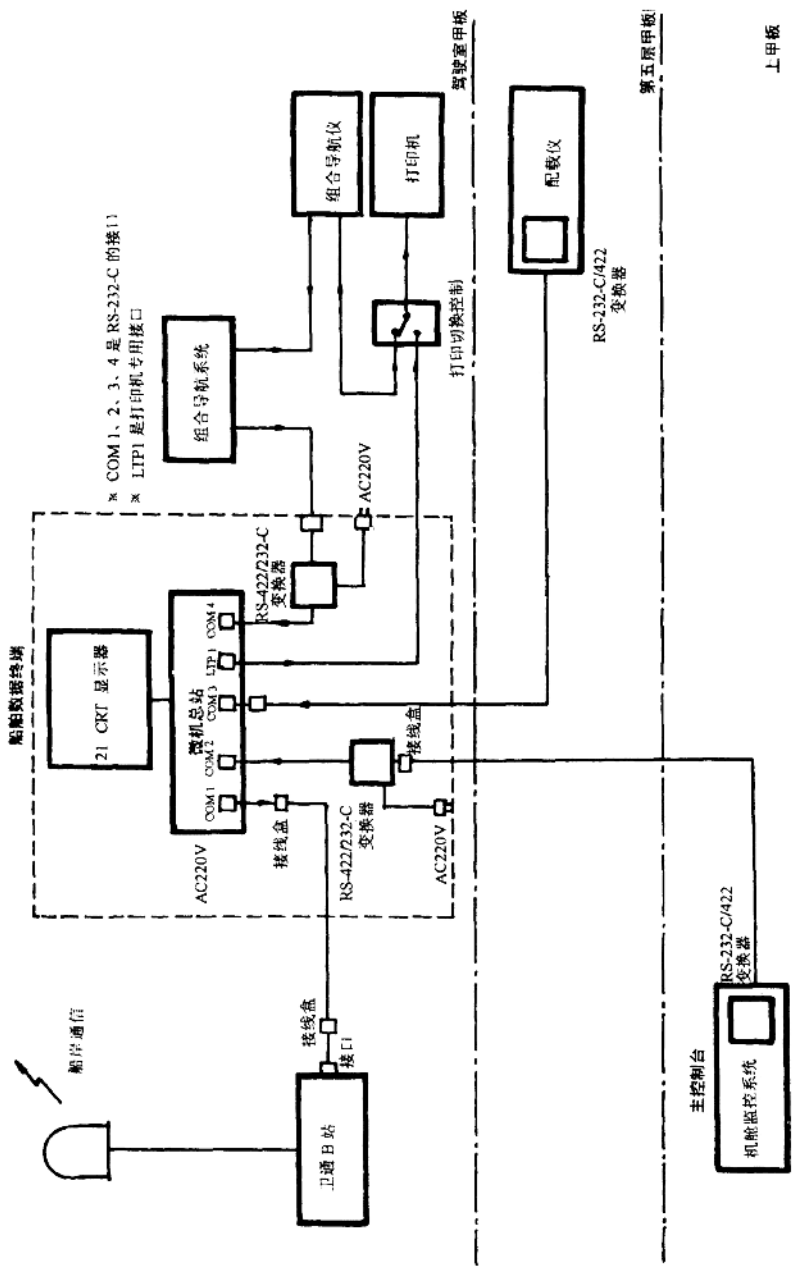


图 1-2-1 5250TEU 集装箱船结构框图

第二章 检测传感器

§ 2-1 检测技术的基本知识

我们把能够如实感受设备的各种运行参数、并给出可以量化的相应信息的专用检测器具统称为传感器,或称为敏感器件、探头。在所有监测和控制的检测工作中,传感器是必不可少的首要环节,它直接置于运行参数的环境里,可以感受变化着的物理或化学的工况参数的作用,给出相应电的、气的、液压的信息输出,其中以容易被放大、加工处理又满足远距离传输的电信号尤为多见。显然可以认为:传感器也是一个能量变换环节,如何科学地获得待测参数所对应的输入并具有远程传输的能力,就成为检测工作的主要课题。从控制理论来看,检测传感器可以用于开环,也可以用于闭环。用于开环的传感器在发送信号以后,经过信息变换,然后显示它的检测结果。例如用来测量温度的水银感温包,用于给出压力显示的测压管形弹性元件等等。

图 2-1-1 给出监控系统典型的组成框图就是从原理上表达的一个闭环实例。在该微机监控系统中,如果把微机比作人的大脑,那么传感器就像人的感官(视觉、嗅觉、味觉、听觉、触觉)。传感器所发送的信号经过信息变换、输入接口,成为微机的信息输入源,微机就比较、放大、调节处理以给定决策,其所给出的指令信号通过输出接口、执行机构,再加到监控对象上去,从而形成一个控制闭环,控制设备的正常运行。

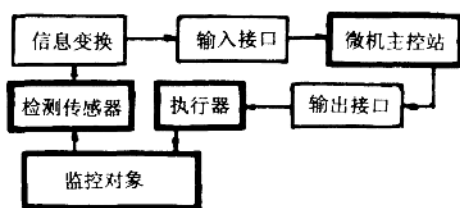


图 2-1-1 微机监控系统的基本组成框图

传感器输出信息可以分成两大类。一类是模拟量,其输出信息具有随时间改变发生连续变化、或以无限小的阶跃量变化的特点。例如对温度、压力、流量等参数进行检测而得出电压、电流等电子模拟量信号。另一类是开关量,应用十分广泛,常常与参数敏感元件配套使用的电接点切换开关就是一例,这个切换开关成为电路上的一个“开-合”控制环节,借此发送开关量电信号。例如一个常用的压力开关,它主要是由开关壳体、弹性膜片、传动杠杆和电接点组成的。压气从管路上输入,使膜片产生相应变形,压气的压力可以是连续的,但只要它没有超过设定值,电接点开关始终保持断开状态,控制线路就起不了作用。如果压力越限,膜片的变形已经足以通过传动杠杆使电接点闭合,控制线路就立即起作用。那么从传递信号的性质来看,这个接点开关就是一个把模拟量转换成开关量的转换环节,输出只能是以“0”、“1”来表示的电信号。

对于模拟量输出信息来讲,虽然传感器本身就是一个信息变换环节,但是它所给出的信息

通常还存在不规范、信息的数量级还比较低等问题。所以常常把变换环节同传感器串联起来,以便获得如下规范化的信号。

—— 0~10 mA 或 4~20 mA 直流电流信号。

—— 0~10 V 直流电压信号。

—— 0.02~0.1 MPa 气压信号。

在船上往往把这两大类传感器再进行分组,例如把开关量传感器中在参数越限以后要求进行报警的分成一组,那些具有双位输出的液位、压力、温度等监测点就被归到这一组。还有一组在状态改变时并不需要报警,只要求对相关设备的运行状态用灯光表明是否发生变化。所以在系统的设计中将这两组开关量监测点按不同功能进行分类,对这些信息处理后的输出安排也不尽相同。至于模拟量测试点,其相关的参数花样比较多,如温度、压力、液位、粘度、流量、位移等等,而且每种参数的模拟量的数量级也各不相同。因此通常还要对传感器的模拟量输出进行必要的量化处理。对于把传感器输出信息要求送到微机中去,还必须进行不同的处理,以转换成微机能够识别的代码。

可以提到:目前在机舱里见得还比较多的、有一种所谓机构型传感器,它实质上是一种检测装置,它以传感器为基础,再配上一些必要的机械结构、线路、气路等设计,就组成一个功能完整的检测装置。它可以被单独安装使用,并发送同传感器相对应的输出信息。

§ 2-2 对传感器的主要技术要求

在机舱自动化装置中,传感器总是首先碰到的问题,何况无论在数量或是样式方面传感器都是很多的,所以必须掌握有关传感器的知识,加强并做好管理工作。那么对传感器有哪些主要的技术要求呢?归纳起来可以有以下一些。

—— 安装传感器必须既可以进行有效的测量工作,又不要对设备的运行发生干扰。

—— 工况参数是一个客观的实际存在,传感器在检测过程中给出的是测量值,人们总是希望测量值就是实际值,使监控系统的工作从第一个环节开始就是完全可靠的。但是由于各种原因而使这两者之间总是会有一个差值,从而就引导出关于传感器检测精度和误差的一些概念。

★绝对误差——指测量值与实际值之间存在差值的绝对值大小。在实际工作中由于没有太大意义,所以这个概念用得不多。

★相对误差——指检测所得绝对误差与实际值之间比值的百分数多少。这个表达方式具有实用意义,它可以描述传感器工作的准确程度。

★基本误差——指检测所得最大绝对误差与全部量程之间比值的百分数多少,是传感器的一个基本质量指标。

★精度——与基本误差的比值关系是一样的,就是不用百分符号,精度越高则其基本误差越低。

★回差——在参数增大、减小过程中,对同一个测试点所得出的测量值可能不一样,所谓回差就是这个差值的绝对值与全量程之间比值的百分数。

★灵敏度——这是工况参数发生多大改变才会使传感器输出信号发生变化的一个指标。

★**复现性**——指在同一个检测环境里,传感器在各测试点所得出测量值、不论重复多少次,都应该有同样测量结果的一个质量指标。如果出现差值,它应低于其基本误差。复现性又被称为稳定性,是评定传感器质量的一项重要内容。

显然,传感器总会存在一些这样或那样的不足,尽管微机的计算十分精确,但却无法消除传感器检测所引入的误差。也就是说,系统监控的质量往往最初是由传感器确定的,因而要引起我们极大的关注。

§ 2-3 船检规范对传感器的要求

在 98 新版中国船级社《钢质海船入级与建造规范》里根据船舶设备的特点及其独特要求,专门对检测传感器提出了以下一些要求,轮机人员有必要熟悉并贯彻船级社规范的要求。

①传感器应能长期稳定地正常工作,其量程及频率特性(若适用时)应与被测参数预计的最大变化范围及变化速率相适应,并应具有适当的精度和灵敏度。

②传感器应在其安装位置对环境条件有良好的适应性。传感器应坚固耐用,且应具有良好的机械保护,可靠的电气连接和良好的绝缘性能。

③传感器的安装位置应能正确反映被监测参数,并易于接近、测试和拆装。为便于维修和更换,传感器应加装防护套。在难以接近和拆装的特殊部位,还应另外配装 1 个备用传感器。

④鉴于机舱内用于不同目的的传感器数量比较多,为分清工作中的主次关系,船检对于设置传感器的数量列出以下 3 种类别。

a 类——对用于实施停止运行安保措施的传感器,要求单独进行设置。而且在故障排除后,不经人工复位,该设备不允许再投入运行。如主机紧急停车,锅炉紧急停炉,紧急切断用电设备电源等。

b 类——对于允许暂时调节到勉强运行状态的传感器,若无特殊的规定,这类传感器允许与用于显示、报警的合用 1 只传感器。如降低功率或转速等。

c 类——对于能自动起用备用设备以恢复正常运行的传感器,这类传感器既能起到安保作用,又能发出报警信号。

可以看到:在检测技术快速发展过程中,又不断地提出新问题,通常看到的监控系统中,一个报警通道总是与一个传感器相对应,但是现在一些先进的系统中,由于系统采用智能化设计,能够对设备的多个检测参数进行综合分析,某个警报通道可能要求多个传感器提供检测信息。而一个传感器又可以多个通道同时提供检测信息,另外在微机系统中,还可以设置若干内部通道以对应于微机内部计算、处理的检测需要,根据这些内部通道的状态变化可对系统的工作进行分析,查找原因,排除故障。

第三章 机舱监控系统中若干非电参数的检测

我们知道,在众多的被测物理参数中,非电量的检测工作总是占着大多数,常见的非电量检测参数有:温度、压力、流量、液位、转速、粘度、氧气含量、二氧化碳含量、水中含油量、水中含盐量、pH 值、油雾浓度、烟雾浓度、湿度、扭矩、位移等等。

§ 3-1 温度检测传感器

常用的温度检测传感器有热电阻、热敏电阻(thermistor)、热电偶及温包等。这些传感器在检测工作过程中往往与电桥电路(bridge circuit)配套使用,所以这里先提一下关于电桥电路的基本工作原理。

图 3-1-1 是一个典型的串并联电桥线路。图中, E 是直流电源, R_1 、 R_3 、 R_2 、 R_4 是 4 个定值电阻,并假定 $R_1 = R_3$, $R_2 = R_4$, 则 $I_1 R_1 = I_2 R_3$, $I_1 R_2 = I_2 R_4$ 。可以看到, b 、 d 两点的电位是相等的。将两式相除,可得 $R_1 R_4 = R_2 R_3$, 这就是平衡电桥的基本关系式。电桥电路的实用画法如图 3-1-2 所示,它和图 3-1-1 的区别在于 b 、 d 两点之间连接了一个检流计,在 4 个桥臂中,设定 R_4 是待测电阻, R_1 和 R_2 是标准电阻, R_3 是可调电阻。在这个桥路上,调节 R_3 , 可以使检流计 G 的电流读数为零($I_g = 0$)。这表明 b 、 d 两点之间不存在电位差,电桥处于平衡,线路上必然有“ $R_1 R_4 = R_2 R_3$ ”的基本关系,即其对臂电阻的乘积是相等的。

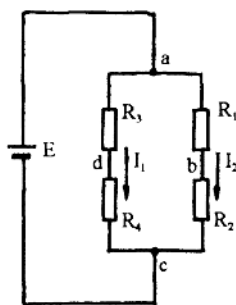


图 3-1-1 典型的电桥线路

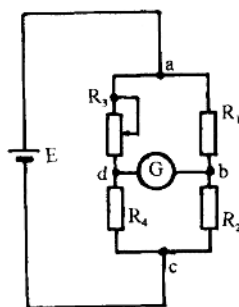


图 3-1-2 桥路的实用画法

1. 热电阻温度传感器

利用电阻阻值随温度变化的特性制成的传感器叫做热电阻传感器,它主要用作对温度和有关的参量进行检测,按热电阻的材料来分,可分为金属热电阻和半导体热电阻两大类,前者通常简称热电阻,后者称为热敏电阻。

热电阻是由电阻体、绝缘套管和接线盒等主要部件组成,它是由铜丝或铂丝双线绕在绝缘骨架上然后插入护套内制成的,其生产工艺上采用双线并绕,其目的是使热电阻没有附加的电感量。通常把由铜丝绕制的热电阻称为铜热电阻,而把铂丝绕制的称为铂热电阻。铜热电阻只能测 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度,而铂热电阻可测 $-120\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度,铂电阻其特点是精度高、稳定性好、测温范围宽,性能可靠,在氧化介质中,甚至在高温下的物理、化学性质都非常稳定,故机舱检测系统中大多采用铂热电阻。热电阻的基本原理是利用金属电阻丝的阻值随温度升高而增大的热电阻效应,把被测温度转换成相应的热电阻阻值,然后由直流电桥测出热电阻的阻值变化,并将其转换成相应的电压信号。

图 3-1-3 是热电阻“三线法”测温的实用线路图。它是依平衡电桥的基本原理进行工作的。桥路上有 4 个电阻, R_1 、 R_2 、 R_3 采用阻值对温度变化不灵敏的锰铜电阻, R_T 是检测用的热电阻。这个实用电路有两个特点,一个是通过调节电位器 R_3 , 可以对检测线路的零点进行调节。另一个是采用了“三线制”的补偿连结线路。以消除桥路上可能出现的测量误差。这是考虑到热电阻的安装地点总是离桥路有一定距离,线路上采用的 1, 2, 3 三根导线其目的就是使它们处于同一温度环境,以起到温度补偿作用。

可以看到:导线 1 被串接在供电回路上,不参与温度补偿。导体 2, 3 事实上已经成为电桥对臂电阻的一个组成部分,这两根导线的阻值将同时随环境温度的改变而变化,但是它对桥路输出的电压信号(U_{ab}) 不产生什么影响,从而保证了温度测量的准确性。该测量桥路在检测时,如果被测温度增加, R_T 值增加, b 点电位下降,输出电压 U_{ab} 增大;当被测温度降低时 R_T 阻值减小, U_{ab} 降低。这个 U_{ab} 输出电压信号就可送到显示仪表、调节器或是监控系统中去。

如果采用“二线制”的线路连接,见图 3-1-4 所示,图中去掉串接在供电回路上的接线 1, 较长的导线 2+3 的阻值将串在一个桥臂上。在这种情况下,只要环境温度有些变化,这两个导线的阻值变化就附加在热电阻 R_T 的桥臂上起作用,从而使温度测量值发生测量误差。

可以看到:若环境温度的变化不大,检测距离又不太长,精度要求又不太高的场合下,“二线制”连接线路也常有用到的。

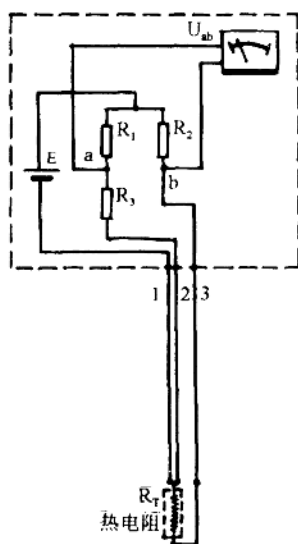


图 3-1-3 热电阻“三线法”测温

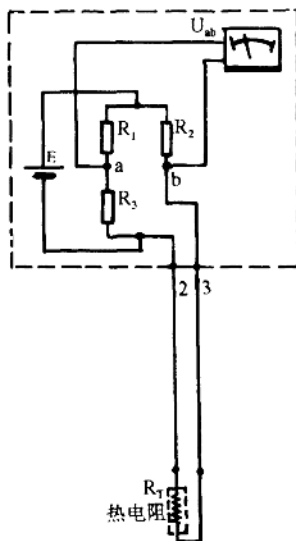


图 3-1-4 热电阻“二线法”测温