

# 柴油机超速探头故障分析

## Fault Analysis of Overspeed Probe in Diesel Engine

张明亮 陈金昌 黄邦恩 曾晓华 朱凯峰

Mingliang Zhang Jinchang Chen Bangen Huang Xiaohua Zeng Kaifeng Zhu

大亚湾核电运营管理有限责任公司 中国 · 广东 深圳 518000

Daya Bay Nuclear Power Operations and Management Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**摘要:** 论文对柴油机超速探头的功能、动作原理和结构进行介绍, 并列举了 2 种失效模式, 用于辅助分析超速探头故障原因及缺陷验证。

**Abstract:** In this paper, the function, action principle and structure of the overspeed probe of the diesel engine are explained, and two failure modes are listed to analyze the fault causes and defects of the overspeed probe.

**关键词:** 柴油机; 超速探头; 保护开关; 运行

**Keywords:** diesel; overspeed probe; switch; operation

**DOI:** 10.12346/etr.v3i9.4177

### 1 引言

为保障应急柴油机的正常平稳运行, 避免极端情况下造成柴油机飞车, 在柴油机设计时, 通常会在本体安装柴油机超速保护装置, 在柴油机转速达到超速探头定值后, 超速传感器动作, 对柴油机实施保护, 停运柴油机, 避免发生严重的事态<sup>[1]</sup>。

### 2 超速传探头功能

柴油机超速探头布置在机尾端部, 通过十字软连接与柴油机相连, 使其内部连杆与柴油机主轴连接在一起, 保证所测得的转速与柴油机本体转速一致。当柴油机的转速达到 1725rpm 时候, 超速探头动作, 输出柴油机停运的电信号, 使柴油机油门关小, 直至柴油机油机停机<sup>[2]</sup>, 见图 1。



图 1 超速探头实物图

### 3 超速探头结构和动作原理

超速探头结构图如图 2 所示, 当柴油机以某一速度运行时, 连杆同时带动自身的 25 摆轮一起做离心运动, 随着速度的上升, 摆轮张开的幅度越大<sup>[3]</sup>。

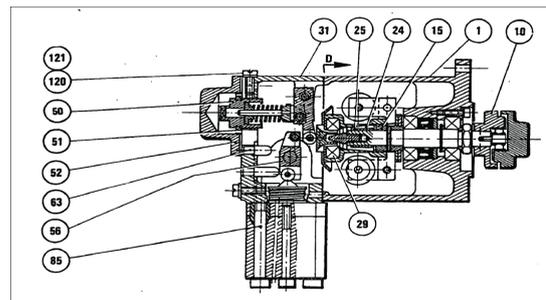


图 2 超速探头结构图

运用杠杆原理, 摆轮通过底部将与其连接的凸轮 15 顶起, 凸轮顶部带有金属帽, 并有档杆将金属帽固定, 不让金属帽随着连杆一起运动, 见图 3。

凸轮力作用在凸头 29 上, 凸头上顶, 作用在图 3 右图的 A 点, 将其上顶, A 点再一次作用在 B 点上, B 点上顶, B 端与 C 端固定在一根杆上。C 端下沉, 前端的金属转轮也跟着翻转, 带着微动开关动作, 输出电信号, 将柴油机油门关小, 使柴油机停运。

【作者简介】张明亮 (1987-), 男, 中国广东深圳人, 工程师, 从事核电站仪控领域维修和技术研究。



图3 内部凸轮结构

## 4 故障失效

在超速探头的检修过程中,经常发现超速探头动作异常,下面列举2个示例介绍超速探头常见的故障模式。

### 4.1 示例1

超速探头在未达到保护定值时,以异常动作的故障模式举例进行失效分析。

超速探头解体后,拆开接线盒进行检查,发现接线盒内有大量黑色粉末,具体原因如下:

①拆下微动开关,多次触发微动开关,其节点输出和动作一致,可以表明微动开关正常,可以确定是其他原因导致微动开关动作。

②检查与微动开关直接接触的凸轮表面,发现凸轮上有一明显的凹槽,且凹槽上下两侧有突出的边缘,如图4所示,表明接线盒内的黑色粉末是该凸轮磨下的碎屑。

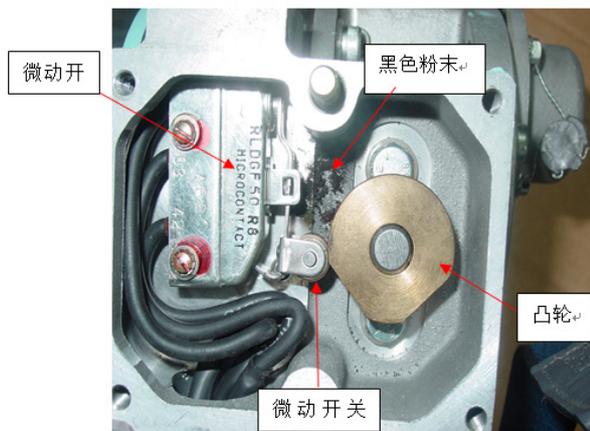


图4 超速探头内存在异常

③柴油机现场使用微动开关的常闭触点(微动开关在自由状态),但在柴油机没有超速时(柴油机热备用状态或转速低于超速定值),超速探头的凸轮始终顶着微动开关的滚轮,致使微动开关动作,节点状态变为断开状态。即在探头

未动作时,微动开关触点应为断开状态。在探头未动作时,微动开关上的弹簧受力,该弹簧力作用在微动开关的滚轮上。柴油机转速低于超速定值时,超速探头凸轮不会转动,相互接触的物体只要在接触部位有相对运动或撞击就会产生磨损。凸轮表面出现凹槽,表明凸轮与微动开关的滚轮之间存在相对运动或撞击。

④在柴油机转速低于超速定值时,超速探头凸轮不会转动,且凸轮与其连接轴配合很紧密,排除凸轮沿轴向运动可能,这种情况表明该相对运动或撞击是由微动开关滚轮引起的。微动开关的滚轮刚好嵌入凸轮凹槽中,排除微动开关滚轮沿其轴做轴向运动可能。若凹槽是由于微动开关滚轮做轴向运动磨出的,则凹槽宽度应能使滚轮沿轴向上下运动,但实际上并不能。

⑤微动开关与滚轮采用刚性连接且微动开关由两个螺丝固定,排除滚轮在不转动情况下平移运动而磨损凸轮的可能。

通过以上分析,凸轮磨损只能是滚轮转动或撞击引起的(滚轮是钢质材料,凸轮是铜质材料),滚轮转动或撞击应该是微动开关的弹簧和摇臂在振动的情况下使滚轮受力变化引起的。

将微动开关回装,微动开关的滚轮刚好嵌入凸轮凹槽中,向凹槽方向轻触微动开关,其节点即闭合,将滚轮拨出凹槽,微动开关输出节点即断开。表明凸轮上被磨出的凹槽的深度刚好是微动开关动作的临界点,在柴油机启动后,微动开关在振动的作用下动作,发出超速保护信号

### 4.2 示例2

超速探头离线检查期间,十字软连接旋转出现卡涩现象。

①对超速探头解体,将超速探头内部润滑油倒出后,检查内部润滑油存在金属屑。

②继续拆卸内部转子过程中,发现超速探头底部有油迹,比较脏,根据以往拆解经验,此处应该比较干净。

③再将SC底部免维护轴承的橡胶圈拆下后,发现轴承损坏严重。内部钢珠已磨损缺失一半左右,见图5。



图5 破损的轴承

通过以上检查分析,造成超速探头旋转卡涩的原因是其探头本体内部轴承受损,旋转过程中出现,在对设备进行离

线检查时,如果旋转探头端部,出现卡涩或者异音的情况时,则需要进一步打开检查超速探头内部轴承的情况,避免现场使用过程中,因超速探头轴承损坏,造成所测转速不准或者大幅波动的情况。

## 5 结语

超速探头在柴油机的运行保护中起重要作用,是柴油机保护的一种重要实现方式,清晰地了解超速探头的结构和功能,对超速探头的故障诊断十分有效。同时,论文通过结合实例讲解设备可能的失效模式,丰富了设备维护人员的维修

经验,极大地提升了设备的维护水平,对现场工作效率提高,提供了很大的帮助。

## 参考文献

- [1] 苏玉森.900MW压水堆核电站系统与设备[M].北京:原子能出版社,2005.
- [2] 陈济东.大亚湾核电站系统及运行[M].北京:原子能出版社,1994.
- [3] 庞松涛.压水堆核电站过程控制系统[M].北京:中国电力出版社,2014.

(上接第 52 页)

需要对零件模型进行优化,便可以得到相应的装配体和工程图,避免了很多重复性工作。

应用 CAD 技术可以实现产品参数的快速变更,从而实现产品设计相应改变。CAD 技术在产品建模期间通常会应用参数化建模的形式,通过参数来关联产品建模过程中的各项数据以及产品外形规格、结构特征等,若想对产品设计中的尺寸或结构进行修改,通常对产品模型中的相关参数进行更新就可以了。通过 CAD 技术来实现产品修改能快速实现精确化的变更,并不需要重新设计产品的结构及其他部分,而且对零件进行的任何优化都会反映到装配模型和工程图中,避免可很多重复性工作,提高设计效率<sup>[3]</sup>。

CAD 软件一般都包含强大的资源库,可以调用大量的标准零部件,在这种情况下,机械设计师的设计工作时间就可以大大缩短,工作效率可以大大提高。除此之外,设计人员也可以建立企业的标准件库,机械设计师在进行设计的时候,就可以很快找到所需要的模型,以确保始终以同种方式创建常用零件,使产品设计的工作效率得到提高。

### 3.3 促进制造业的数字化升级

随着中国科技水平不断提高,越来越多的制造型企业开

始使用 CAD 软件进行辅助设计和生产,而 CAD 软件系统也在不断优化升级,推动中国制造业进行数字化的转型升级。因此,CAD 技术促进了制造业的数字化升级。

## 4 结语

近年来,随着中国经济不断发展,中国的工业化水平也在稳步提高,CAD 技术被广泛地运用到了机械设计与制造业当中,这不仅促进了机械设计水平的进步,同时也增强了机械制造企业的竞争能力,但中国的 CAD 技术的研发与应用与发达国家仍然具有一定差距,因此还要进一步提高 CAD 技术的研究和应用,为中国实现工业 4.0 创造技术条件,促进中国制造业的长远发展。

## 参考文献

- [1] 赵阳.CAD技术在机械工程设计中的应用探究[J].科技创新与应用,2014(7):63.
- [2] 王治海.CAD在机械设计中的应用及机械制造技术的新发展探讨[J].四川水泥,2016(12):109.
- [3] 张丽.机械设计制造中的CAD技术应用分析[J].山东工业技术,2017(3):35.