

防爆型电动执行机构的机械结构设计

王鑫

中国核工业二三建设有限公司, 北京 101300

[摘要] 伴随着自动化技术的飞速发展, 工业应用中生产技术的不断进步与创新, 市场竞争的激烈, 在这个大环境的驱使下, 为了顺应市场需求, 研究一款适用于易燃易爆环境下的防爆型电动执行机构已经成为增强企业市场竞争力的一个重要课题。本文针对国内外电动执行机构市场需求现状进行分析, 并借鉴国内外企业现有产品的特点及未来市场对该产品的要求, 研发出一款适用于易燃易爆环境的防爆型电动执行机构。本设计具有智能化, 小型化, 一体化, 机械结构稳定, 可靠性强等特点, 可以有效解决防爆领域的空白, 市场前景广阔。

[关键词] 防爆; 执行机构; 机械结构

DOI: 10.33142/aem.v1i5.1155

中图分类号: TP215

文献标识码: A

Mechanical Structure Design of Explosion-proof Type Electric Actuator

WANG Xin

China Nuclear Industry 23 Construction Co., Ltd., Beijing, 101300, China

Abstract: With rapid development of automation technology, continuous progress and innovation of production technology in industrial application, so market competition is fierce. Driven by this environment, in order to meet market demand, research on explosion-proof electric actuator suitable for flammable and explosive environment has become an important topic to enhance market competitiveness of enterprises. Based on analysis of current market demand of electric actuators at home and abroad and referring to characteristics of existing products of domestic and foreign enterprises and requirements of the future market for this product, an explosion-proof electric actuator suitable for flammable and explosive environment is developed. The design has characteristics of intelligence, miniaturization, integration, stable mechanical structure and strong reliability, which can solve blank in the field of explosion-proof effectively and has a broad market prospect.

Keywords: explosion proof; actuator; mechanical structure

引言

在自动控制系统中, 作为信息终端的电动执行器是系统正常运行所必需的重要元件。它的应用领域非常广泛, 包括航空航天、军工科技、冶金开采、石油化工以及电力行业等各种需要自动化设备控制的领域。从电动执行设备的发展历史和对国内外各个行业的电动执行设备市场的需求情况来看, 对于电动执行设施的研究和改良必须充分的符合各个行业发展过程中对自动控制功能的个性化要求, 并努力达到智能控制和精度控制, 同时充分的结合不同行业需求拓展其使用功能, 保障控制设备具有较长的使用年限, 以及较高的控制可靠性高等^[1]。目前, 虽然中国在电动执行设备的研究和应用已经实现了不晓得成果, 但是与国际上的先进技术标准上相比较仍然有很大的发展差距。为了推动中国的相关电动执行设备可以占据更高的市场份额, 必须积极地引进先进的改良革新新技术, 做好行业调查研究。本文根据市场上对于电动执行设备的相关需要, 以及目前电动执行设备的相关发展情况做出论述分析, 此外, 还分析了防爆型的电动执行设备在当前特殊工业行业上的应用情况。

1 机械结构设计方案

电动执行设备设计过程当中, 最为关键的设计环节就是设备的机械结构部分, 它对整个执行设备的各方面基础外观、使用性能、制作的经济效能都具有非常直接的影响。根据特殊工业要求的电动执行设备的防爆标准性能, 本文所阐述的一种防爆型的电动执行着呗的设计机械结构的方案如下。

1.1 机械系统布置

电动执行设备的机械系统的设计首先必须满足整个功能元件的基本技术标准, 要保证该设备具备稳定可靠的机械结构, 并以此为基础尽可能的缩减设备的体积和重量, 因此, 要尝试以不同的方式调整电动执行设备机械系统的尺寸和设计结构。为了驱动相应的减速装置实现整个电动执行设备的运动, 本设计方案中配置使用螺杆驱动结构作为设备的减速装置, 这种结构的减速装置具有较好的紧凑结构、较强的稳定性, 同时设备体积也可以尽可能的缩减, 最主要的是有较高的传输比例等优势^[2]。对于该设备的阀门的基本操作控制系统来说, 采用的设计方式是手动和自动开关系统的结合方法, 并在阀门控制系统中设计了符合操作标准的转矩。在进行阀门控制操作的过程中, 该系统可以讲自动控制转变为手动控制, 如果切换到手动操作后, 就可以实现手动控制阀门。在该阶段, 阀门控制系统无法再以自动化的

方式操作，而人为手动操作的方法具有较强的安全性和可靠性。电动执行设备的设计方案必须实现设备自身的保护功能，其主要起到保护作用的机械结构是过力矩保护系统^[3]。该设计方案中所应用的保护原理如下所示，当外部力矩超过了电动执行设备能够支撑的最大应力时，通过上述对螺杆驱动系统、手动阀门操作系统和过力矩保护系统的全局设计，实现了电动执行设备的机械系统整体设计的原理方案。

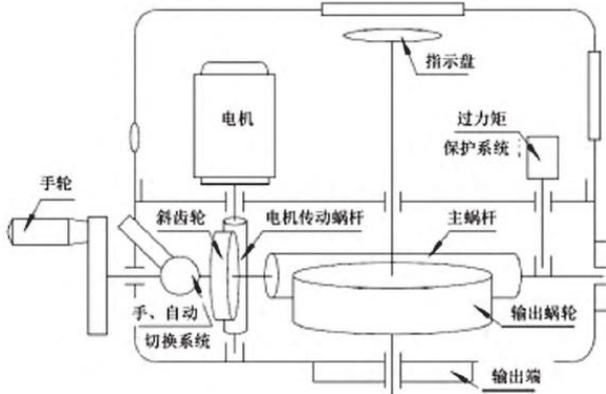


图1 机械系统设计示意图

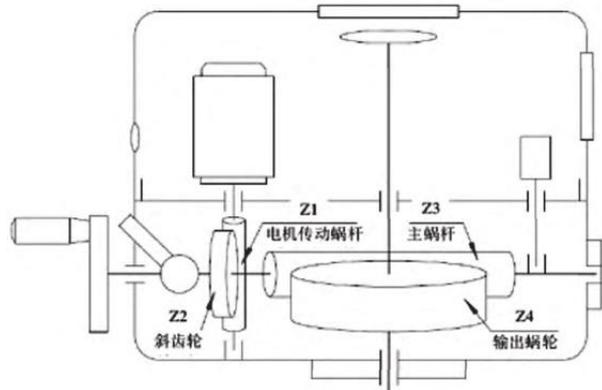


图2 减速器传动系统示意图

1.2 减速传动系统研究

(1) 电机的选择。在比较了许多不同种类的电动机的实际用用功能以及运行性能之后，该设计方案中使用的电动执行设备选择了感应电动机。这种电动机相对于其他类型的电动机来说，占用空间小，具备较高的使用效率，惯量也比较低，内部还具备防止系统过热而损坏机芯的保护装置。本设计选用的2款电机，转速均为1250rpm：①M0030执行机构，选用功率60W的电机；②M0060执行机构，选用功率90W的电机。通过以上数据和公式 $T=9549P/N$ 计算^[4]。

(2) 机械效率 η 由以下几部分组成： $\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3$ 式中， η_1 为主蜗杆传动效率估算， $\eta_1=45\%$ ，确保减速装置传动自锁功能的实现； η_2 为电机传动蜗杆传动效率估算， $\eta_2=85\%$ ； η_3 为其他消耗效率估算， $\eta_3=98\%$ 。经计算，机械效率： $\eta=37.49\%$ 。

(3) 本设计的减速器传动系统示意图如图2所示。根据本文设计的执行机构的工作特性，可计算相关参数。

1.3 过力矩保护系统研究

为了保护电动执行设备和阀门在运行过程中不受损坏，在本方案的设计中，使用碟簧来获取过力矩数值。一旦减速器上的负载大于其最大的承载力矩，安装在主蜗杆一端的碟簧组件由于过度力矩的影响而变形，就会输出警报信号^[5]。下图说明了过力矩保护系统的设计情况。

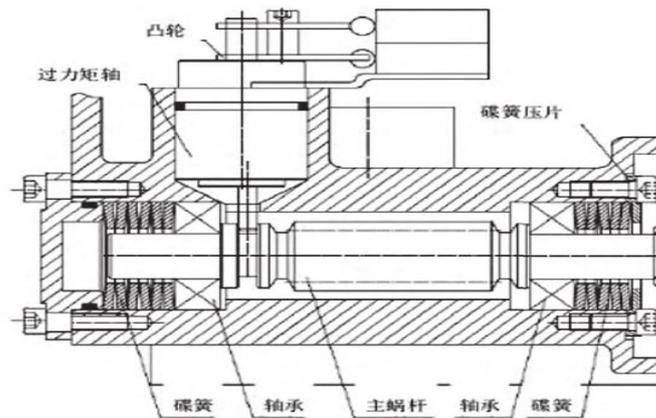


图3 过力矩保护系统

1.4 手、自动切换系统研究

为了提高电动执行设备在操作阶段的安全性能，尽可能的减少由于认为的操作问题而引起各种风险，必须在设备的设计过程中，充分的考虑到人工操控以及自动化控制两套独立的操作控制系统。在本设计方案中，这个操控切换的功能通过离合器的元件来实现。电动执行设备的设计方案中，特别在离合器的两端设置了一个“爪”结构，以在操作控制的阶段可以对电动控制执行设备以及手动操作执行设备两种不同的功能进行切换。在保证了两种模式功能的基础上，还要充分的考虑离合器元件安装的位置，这就需要两个模式切换距离进行准确的测算。应用花键连接可有效确保离合器在切换控制模式环节的稳定性。当把操作控制系统从自动控制模式切换到手动操作模式的时候，离合器会在

扳手的作用下移至压缩弹簧，通过对手轮的操作可以控制离合器的运动，进而直接带动主涡轮的旋转^[6]。而此时，由于自动控制系统的失效，保证了手动操作的最高优先操作权。

1.5 密封

由于本方案中设计的电动执行设备主要用于易燃易爆的操作环境中，因此在这种特殊的环境下是不可以频繁的打开设备的机盖的。所以必须从多种方式充分的考虑设计阶段的设备密封问题。为了保障电动执行设备的密封性能，并保护设备表面免受腐蚀物质的侵蚀，出现生锈的问题，方案中通过润滑油脂涂抹表面起到隔离作用。还设计了更高的保护级别，防止尘土从缝隙中进入到设备内部，就算设备被水浸没也不会出现液体渗透的情况。由于电动执行设备的工作运行的过程中，周围环境处在极高的温度下，但是设备运行必须要维持很长一段时间，所以密封方案的设计才用了双O形的密封圈。详见图4。

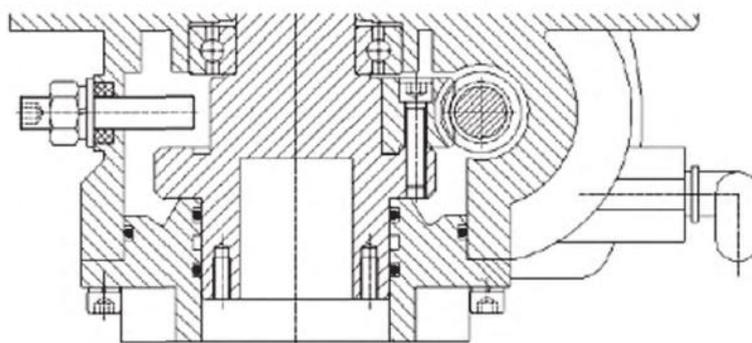


图4 执行机构的密封

1.6 防爆结构设计

防爆结构主要是通过隔爆接合面和隔爆螺纹来实现电气腔与外部易燃易爆气体的隔离。电动执行机构的隔爆接合面是由电气罩、输出轴、电机传动蜗杆及过力矩保护装置隔爆等组成。

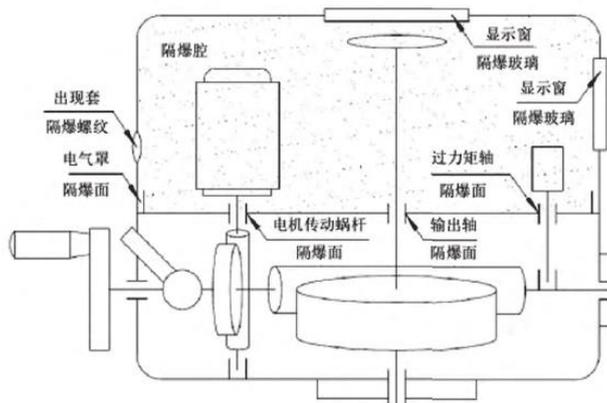


图5 隔爆系统示意图

1.7 整体结构设计

本文所阐述的电动执行设备的设计方案，使用了感应电动机，具有高转矩，低惯性的特点，并且集成的热保护系统可以保护电动机在高温状态下依然可以正常运转。减速变速设备具有自锁功能，无需电动机和其他的制动操作。位置指示器安装在输出中心轴上，以目视观察运动位置^[7]。

2 结束语

本文通过对具备防爆性能的电动执行设备的具体设计方案进行了阐述分析，为后续的 BIM 建模，仿真实验等工作打下基础。

[参考文献]

- [1]陈正方. 调心滚子轴承在防爆风机电机上的应用[J]. 电机技术, 2018(05): 59-61.
- [2]陈正方. 防爆电机铸铝转子退轴优化设计[J]. 防爆电机, 2018(04): 42-44.
- [3]赵勇. 中压防爆电机多物理场耦合分析计算[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2018.
- [4]陆东. 防爆电机绿色提效再制造技术应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(05): 3-4.
- [5]陈正方. IIC类钢板机座加大接线盒防爆电机结构设计[J]. 防爆电机, 2018(01): 29-30.

作者简介: 王鑫 (1985.7-), 学校: 哈尔滨职业技术学院, 专业: 工业与民用建筑。