

防水自旋转吊具研究与设计

郭彪 张磊 李雷

(杭州江河机电装备工程有限公司 浙江 杭州 310012)

摘要: 水电站用起重机主要用于吊装闸门。一般的水电站, 闸门的存放位置与储门库方向一致, 起重机一般只需将闸门水平吊运到与原闸门平行的储门库内即可。在整个吊运过程中闸门不需要旋转。但在一些较特殊的水电站工程和船闸工程中, 受土建布置限制, 要求闸门在吊运过程中旋转一定角度, 装入与原闸门不平行的储门库内。而且起吊闸门都是水下作业。这就要求吊具必须具备防水自旋转的功能。本文基于此背景下研究设计出一种防水自旋转吊具。

关键词: 起重机; 水电站; 闸门; 防水自旋转吊具

0 引言

吊钩组是起重机上应用最广泛的一种取物装置。普通可旋转吊钩组如图 1 所示, 吊叉和吊叉横梁之间安装有推力轴承, 在外力的作用下可以实现旋转。在吊装较轻的物体时, 工作人员只需对被吊物施加一定作用力, 便可实现旋转吊物的目的。但是, 水电站和船闸工程中闸门的质量和惯性力都非常大, 如广东省清远枢纽二线船闸工程项目吊运的闸门就重达 160t, 依靠人力去旋转很难实现预期的效果。而且, 旋转过程中闸门存在晃动和大惯性力的危险因素, 无法保证施工人员安全。为解决这一系列的问题, 研发一套大吨位自旋转吊钩组是必要的。

1 立项背景

水电站用门式启闭机主要用于闸门的安装、启闭以及吊运存储, 其吊具一般为动滑轮组附带穿轴装置。目前水电站常规布置方案是闸门的存储门库与工作门库方向平行, 启闭机一般只需实现水平或是竖直移动把闸门吊装到与原闸门相平行的门库中去就满足使用需求, 在整个吊运过程中闸门无需改变方向。

但在一些船闸工程中, 如广东省清远枢纽二线船闸工程项目, 闸门宽达 37m。若像水电站一样, 船闸的检修门

槽与检修闸门存储槽水平, 那么土建工程投入的成本将会非常大。为节省土建工程量, 船闸的检修门槽与检修闸门存储槽设计成相互垂直。这就要求门式启闭机在吊装起闸门后, 空中旋转 90° 装入与原闸门垂直的门库中去。经调研, 以往相关厂家主要是通过设计生产可自旋转的小车系统或是齿轮机构旋转起升系统来实现大吨位吊物空中旋转的目的。

这两种设计方案都会让整个起升系统的构造方式变得复杂, 大大增加了起重设备的自身重量, 设计成本、制造成本和维护成本都会相应增加。在此背景下, 研发一套大吨位防水自旋转吊钩组十分必要。

2 技术难点

吊钩组由吊钩、吊钩螺母、推力轴承、吊钩横梁、滑轮、滑轮轴承、吊钩拉板等零件组成。现提出的新型防水自旋转吊钩组课题需解决的技术难题有三个:

- (1) 一般闸门质量非常大, 要实现大吨位吊物空中自旋转, 该套吊具需要较大输出扭矩, 且转速不能过快;
- (2) 由于是用于吊装闸门, 设备经常下水, 所以该套自旋转吊具必须防水;
- (3) 由于吊具本身是用钢丝绳悬吊在空中, 吊具与小车架之间是柔性连接, 要实现闸门空中自旋转, 吊具与小车架之间必须实现刚性连接。

3 现有自旋转吊具的设计

当前市场上已有的自旋转吊具通常是在传统吊具上添加电机驱动, 再配合减速箱来实现空中旋转吊物目的, 结构形式如图 2 所示。这种结构的弊端十分明显, 主要的弊端有三个:

- (1) 由于起重机吊装的时候, 一般吊装的物体较重, 这样一来旋转所需要的扭矩较大, 旋转速度又不能过快。所以市场上现有的可自旋吊钩组在电机和吊钩之间增加了一套减速器系统, 从而实现低转速高扭矩的目的。这样整个吊钩组结构就会变得很大, 整个机构重量随之增大, 能耗增加。而且结构和尺寸决定了这种形式的吊钩很难静平衡, 吊装过程中也很容易造成不必要的干涉。
- (2) 该套设备只适合实现较轻吊物的空中自旋转, 很难实现大吨位吊物的空中自旋转, 所以很难运用到水电站吊运闸门中。

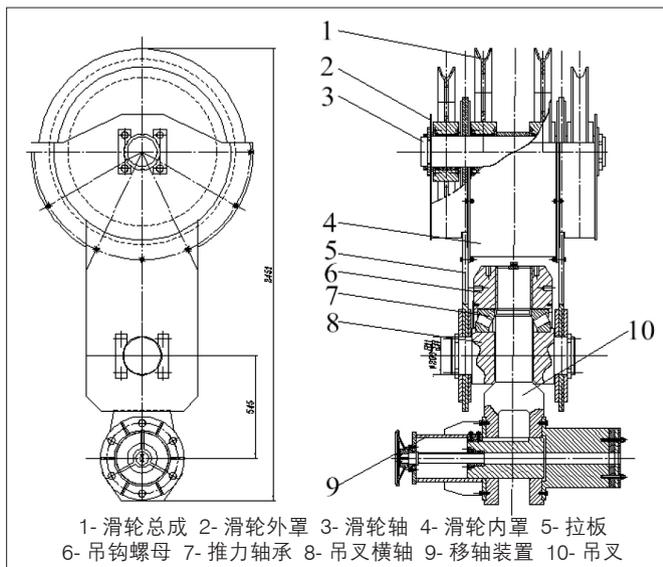


图 1 普通可旋转吊钩组

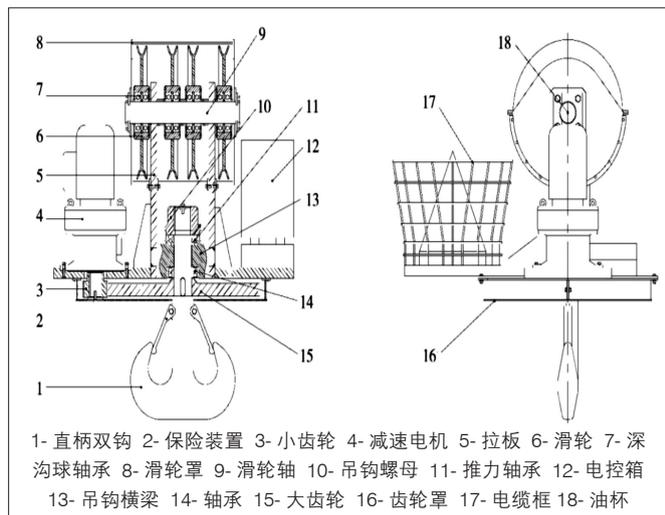


图2 市场上的可自旋转吊钩组结构图

(3) 该套设备驱动装置是电机,传动装置是齿轮减速箱,所以很难做到防水的要求。这与水电行业的特殊性相悖。

4 研究设计技术指标

要实现吊运旋转水电站闸门的目的,需要的新型吊具必须具备以下四点特质:

(1) 吊具自身结构紧凑,尺寸较小。吊运过程中吊具与闸门门槽不能干涉。

(2) 由于闸门是全钢结构,质量非常大,需要吊具自旋转输出的扭矩较大。

(3) 水下作业,驱动需要防水。

(4) 旋转角度需要精确控制。

5 新型防水自旋转吊具

研究设计的新型防水自旋转吊具组装置如图3所示。该套设备的主要部件有滑轮罩、滑轮总成支座、吊钩螺母、轴承、液压马达、齿轮机构、吊叉、吊钩横梁、液压泵站、移轴装置等。其工作原理是:吊钩组配合抓梁吊起闸门至最高点后,吊钩组上端的滑轮总成卡入起重机小车上的固定支座,形成刚性连接。然后,通过起重机小车上的电气系统控制液压泵站工作,驱动液压马达旋转,充分利用液压马达低转速高扭矩的特点直接驱动齿轮机构带动吊叉平稳转动,从而实现闸门空中平稳旋转的目的。

该套设备的滑轮轴做镀铬处理,所有的轴套、吊叉、螺栓螺母、吊钩横梁均做镀锌处理,所用到的轴承均可水下工作,液压泵站和液压马达也完全防水,可以满足设备在水下作业的需求。另外,该套吊具在齿轮机构上安装了限位支架,旋转角度也做到了机械可控,吊装闸门也更加平稳。

新型防水自旋转吊具的创新点表现为以下方面:

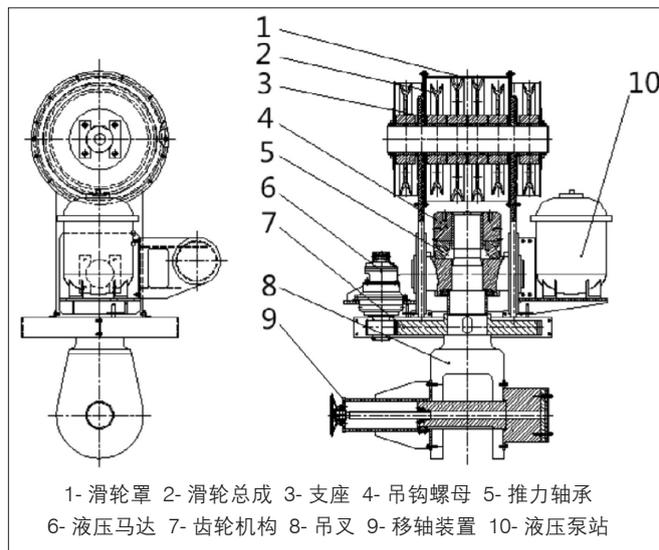


图3 新型防水自旋转吊具组装置图

(1) 充分利用液压马达低转速高扭矩的特点,直接驱动齿轮机构带动吊叉平稳转动,实现吊物空中自旋转的目的。该套吊钩组结构更加紧凑,有效避免了吊装时不必要的干涉,传动更平稳,能耗更低。

(2) 该套新型防水可自旋吊钩组实现了大吨位吊物空中自旋转的目的。

(3) 该套新型防水可自旋吊钩组从驱动机构到传动机构再到结构均做到了防水防腐,可水下作业,符合水电行业要求。

该新型吊钩组在吊起闸门后,该套吊钩组实现平稳自旋转,并将闸门平稳装入与原门槽垂直的门库中;吊钩组在多次水下工作后,中间不需要特殊维护,可连续使用;下水再放置长时间后可继续使用。

6 结语

本文介绍了传统自旋转吊具的结构形式和工作原理,并结合实际详细分析了传统自旋转吊具设计中存在的不足,结合水电站吊装闸门这一特殊工程用途的情况,提出了一种新型防水自旋转吊具。通过对新型防水自旋转吊具结构形式、工作原理等方面分析,论述了其结构形式的合理性,为水电站起重设备设计提供了一定的参考。

参考文献:

- [1] 过玉卿.起重运输机械[M].武汉:华中理工大学出版社,1992.
- [2] 陈卓如.低速大扭矩液压马达理论、计算与设计[M].北京:机械工业出版社,1989.