

双卷筒对置起升机构在黄登水电站门机上的应用

张小辉 杜 庶 谢腾飞 姚 雷

(工程设计院)

[摘要] 采用闭式齿轮传动的高扬程、大容量门式启闭机的起升机构,设计时经常会遇到无法选择标准减速机、卷筒尺寸过大导致制造安装和运输困难以及结构布置复杂等技术难题。本文结合黄登电站2500kN门式启闭机的设计,通过对起升机构进行多方案比选和优化,最终采用了双卷筒对置起升机构方案,顺利解决了设计中的难题,使起升机构布置尺寸及整机投资大大减小,经济效益显著。

[关键词] 双卷筒对置起升机构 门式启闭机 闭式齿轮传动

1 概述及问题的提出

黄登水电站位于云南省怒江州兰坪县内,为澜沧江上游河段规划中的第五个梯级。

根据水工建筑物布置情况,黄登水电站工程坝顶设置双向门式启闭机(以下简称门机)一台,用于表孔检修门、泄洪放空底孔事故门的启闭和吊运。门机为单吊点,启闭容量为2500 kN,扬程90 m,轨距8 m。门机起升机构采用闭式齿轮传动,闭式齿轮传动具有尘土污染少,润滑条件好,维护工作量少,齿轮使用寿命高以及视觉美观等优点。但在高扬程、大容量门机起升机构上应用时,常常会遇到无法选用标准减速机的问题和超大卷筒制造及空间结构布置难题。为了完成设计任务,门机设计者需要研发超大型非标准减速机,这不但给设计、制造和安装增加一定难度,且零部件的替换性差,检修不方便,设备投资也会相应加大。为在黄登水电站门机设计中避免此问题,文中比较了几种国内常用的启闭机起升机构布置方案,结合工程实际布置条件,提出采用双卷筒对置起升机构方案,有效地解决了这类问题。

2 几种常用的起升机构布置方案比较

黄登水电站坝顶门式启闭机起升机构为单吊点

起吊,启闭容量2500 kN,扬程90 m,按照规范规定,属于高扬程、大容量启闭机^[1]。目前,国内启闭机上常用的起升机构布置方式有多种,但综合起来可分为两大类,即单卷筒方案和多卷筒方案^[2]。这里所谓单卷筒和多卷筒均是针对单吊点起升机构而言。

单卷筒起升机构的布置方案也有多种,其常见形式见图1。其中方案一是目前起升机构中用得最多的一种方案。其主要优点是减速机的尺寸小,结构紧凑,选用标准减速机即可满足传动要求,视觉效果美观,便于布置机架梁系,四角受力相对均衡,是一种比较经济、实用的布置方案,一般用在低速、重载和使用不频繁的机构中。缺点是开式齿轮工作条件较差,齿轮润滑条件不好,易磨损,维护工作量较大,环境易受污染。此方案因带有开式齿轮,并不满足黄登水电站工程的门机招标文件要求的必须采用闭式齿轮传动的要求。

方案二是方案一的一种演变方案,此方案是将方案一中的开式齿轮与减速机合二为一,组成一台大型减速机,卷筒直接支承在减速机的低速轴上。此方案克服了方案一存在的缺点,但减速机的中心距和输出扭矩明显加大,除一些中、小型门机可选到标准减速机外,通常会大到无成品可选,必须进行开发和研制,给设计、制造和安装增加一定困难,检修起来也不甚方便。而且对于高扬程启闭机,卷筒外

径尺寸也会非常大,这会增加制造难度,且会进一步加大减速机中心距及减速机输出扭矩,以黄登水电站2500 kN门机为例,即使采用三层缠绕的方案,卷筒直径也要2 m以上,长度在4 m以上,减速机的中心距须在2.5 m以上。由于卷筒直径和长度非常大,甚至超过门槽的宽度致使钢丝绳与门槽摩擦损坏,如此大中心距和输出扭矩的减速机,市场上没有成品,只有专门定制,这大大增加了研发和制造成本,且会影响工程进度。

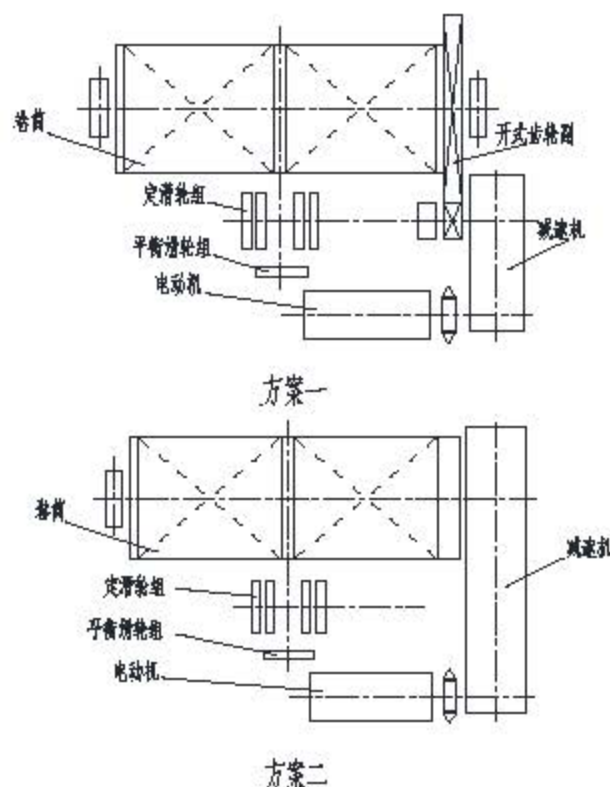


图1 单卷筒起重机构的两种常见布置方式

上述两种方案各有长短,虽都可行,但都存在这样那样的不足,不能令人满意。为了能找到更为理想的方案,我们通过仔细研究,提出了第三种方案,即双卷筒对置方案,见图2。

双卷筒对置方案的特点是,单吊点起重机构采用了两个卷筒,这两个卷筒背靠背平行布置,各分担一半起吊载荷。与单卷筒方案相比,此方案多了一个卷筒,一个电动机和一个减速机。但同时卷筒直径和长度大大减小,电动机的功率和减速机的输出扭矩也大大减小,最为关键的是减速机已能够选择市场上已有的标准产品,同时,整机结构布置也比较紧凑,由于双卷筒对称布置,下部的梁系受力均衡,结构布置较方便,视觉效果也较好。故黄登水电

站门机起重机构采用了双卷筒对置方案。

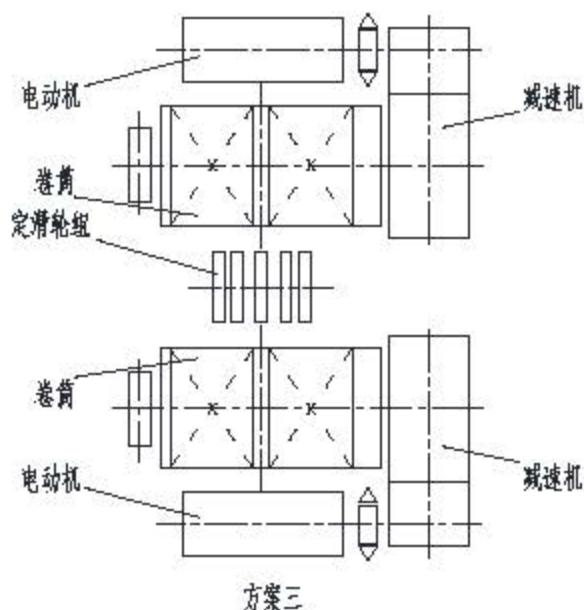


图2 双卷筒起重机构的布置方案

3 双卷筒对置起重机构方案介绍及主要技术参数

双卷筒对置起重机构的布置方案如图3所示,起重机构为单吊点。两个卷筒平行放置,分别由两台电动机经减速机变速后,驱动卷筒旋转,缠绕在两个卷筒上的钢丝绳经定滑轮组最终都绕入一个动滑轮组,通过钢丝绳的收放,带动抓梁及其闸门上升或下降。在每个减速机高速轴上,布置1套液压块式制动器为工作制动器,在每套卷筒上设有一套盘式制动器作为安全制动器。

按照标书要求,采用折线绳槽卷筒缠绕技术,钢丝绳在卷筒上三层缠绕,钢丝绳返回角控制在 $0.25^{\circ} \sim 1.5^{\circ}$ 。卷筒一端通过专用卷筒联轴器与减速机低速轴联接,另一端的卷筒轴由滚动轴承支承在支座上。为保证两卷筒钢丝绳缠绕长度均匀,卷筒槽底直径误差控制在 ± 8 公差范围内^[3]。

动滑轮组设计为三角形平衡梁式,滑轮组在平衡梁的左肩和右肩各设一组轮组,左轮组缠绕由两个卷筒左端下来的钢丝绳,右轮组缠绕由两个卷筒右端下来的钢丝绳,左、右两根钢丝绳上的力通过动滑轮组的三角形平衡臂实现,两套驱动装置和卷筒通过钢丝绳和滑轮系统实现力的平衡和升降同步。

各滑轮组均采用焊接滑轮。其中对于浸入水中的动滑轮组,采用自润滑轴承。定滑轮组采用滚动

轴承。所有吊轴、动、定滑轮轴均对轴表面采取镀铬防腐措施。动滑轮组上设置手摇移轴装置。

其中一卷筒轴端设有高度指示装置,由行程限位开关、绝对值编码器和显示仪组成。编码器可显

示闸门任意位置、控制上、下限位和开度预置。限位开关仅控制闸门的上、下极限位置,当编码器失灵时动作,对闸门和门机的运行起安全保护作用。起升机构主要技术参数见表1。

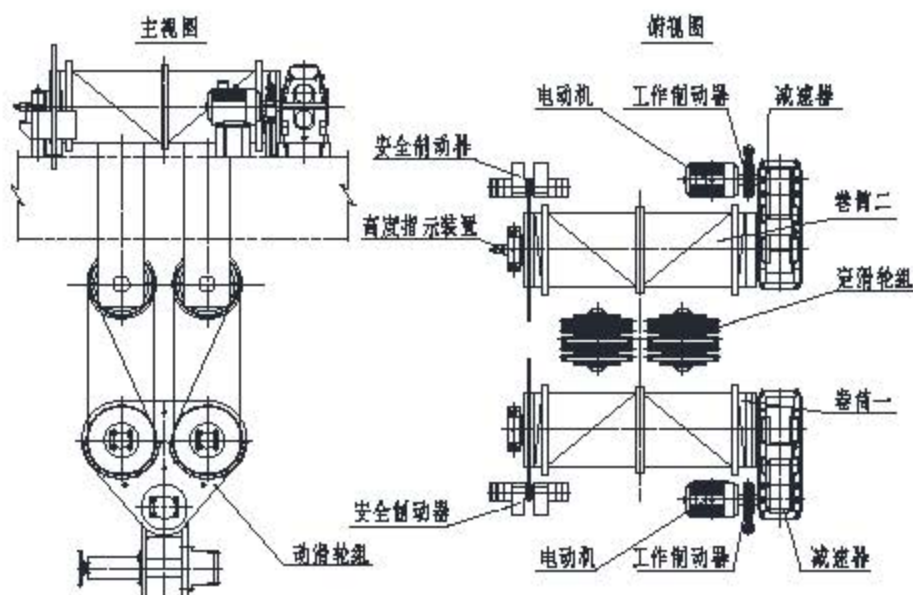


图3 双卷筒对置起升机构布置图

表1 黄登水电站工程2500 kN双向门机起升机构主要技术参数

起升载荷	2500 kN	安全制动器	SB400
起升高度	90m	减速机型号	P4SH18
起升速度	重载 0.25~2.5 m/min 轻载 0.25~5.0 m/min	减速机传动比	180
卷筒直径(m)	1.4	电 型号	YZPBF315M-10
工作级别	Q3	机 功率	2×75 kW
滑轮组倍率	2×6	机 转速	590 r/min
工作制动器	YWZ5-400/121	钢丝绳型号	34ZAB6×36SW+IWR1770ZS
		钢丝绳缠绕层数	3层

根据表1可见,与采用单卷筒起升机构相比,双卷筒对置起升机构的卷筒直径明显减小,减速器也可选用标准减速器,不再需要研发超大型非标准减速器,节约了研发和制造成本,经济效益非常明显。

4 结语

在高扬程、大容量门机起升机构中采用双卷筒对置方案可避免使用超大型非标减速机,且可优化门机空间结构布置,降低启闭机的造价,经济效益显著。同时,也有利于加快设计周期,提高设计效率,值得在同类工程上推广。继黄登水电站工程之后,我们在糯扎渡水电站进水口2500 kN/1600 kN/200

kN双向门机、小湾水电站3000 kN/700 kN双向门机等项目中相继采用了双卷筒对置起升机构方案,均取得较好的效果。

参考文献

- [1] SL 41-2011 水利水电工程启闭机设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,2011.
- [2] 张质文. 起重机设计手册[M]. 北京:中国铁道出版社,1998.
- [3] 成大先. 机械设计手册第2卷[M]. 北京:化学工业出版社,2007.