

塔式起重机水平变幅控制的改进设计

文/广东省工业高级技工学校 沈学彬

一、前言

塔式起重机是现代高层建筑和大量建筑工程中的主要建筑设备之一。由于它具有起重量大、力臂长等许多优点，使其在建筑工程中的应用越来越广泛。但是，传统的塔式起重机在水平变幅上一般采用多级变速电动机或定子串接电阻来改变电动机转速，在档位切换和力矩保护等复杂逻辑方面用分散元件进行控制，系统故障率高、维护困难，很有必要进行技术更新和改进。

二、塔机水平变幅电控系统的组成与分析

塔式起重机水平变幅又包括小车向前与向后水平变幅，以及塔顶向左旋转与向右旋转的水平变幅，其相应的电控系统为小车变幅控制和回转变幅控制。在这两部分控制中，不仅包括了变幅的方向控制，还包括不同变幅速度的档位控制。在实际使用过程当中，需要不断地变换塔机吊钩的位置，也即不断地改变吊钩的幅度，并且不断切换档位，使控制变幅的接触器动作频繁，在档位切换时还会有较大的机械冲击，导致整个塔身晃动，吊钩难以定位时，整个控制系统故障率高且操作不方便。

为了解决塔机在水平变幅上的上述缺点，本文介绍采用 PLC 和变频调速器来控制水平变幅电机。经过对塔式起重机水平变幅电机负载的测算和理论分析，采用变频调速器完全可以达到正常工作时需要的启动转矩和启动制动速度。所以，用变频调速器和普通交流异步电机取代多级变速电机，实现对变幅电机的速度和换向控制；用 PLC 取代中间继电器等分散元件，实现对塔机水平变幅各种复杂的档位逻辑控制与保护控制是完全可行的。图 1 是电气系统的组成原理。

经过改进的水平变幅控制系统，其主要组成部分为：主电源通过接触器连接到变频调速器；变频调速器直接控制三相异步电机；PLC 为逻辑控制部件的核心部件，根据系统的输入状态，控制主接触器、变频调速器等各部分执行元件。我们选用西门子公司 S7-200 系列的 CPU-222 型 PLC，它自带 8 个输入点和 6 个输出点（此系列产品的可扩展性和组合性非常强，其输入输出 I/O 的点数可以根据需要进行扩展）。PLC 通过扫描各输入口的信号（如操作手柄的状态，各限位开关的通断等），按照我们预先编好的逻辑控制程序处理后，输出

信号对变频调速器进行控制，以满足各种变幅需要。控制电机转速及转向的变频调速器选用日立公司 J300-XXXHFE 系列，通过我们实际应用显示，此系列变频器具有转矩矢量控制、转差补偿、电压 AVR 自整定、负载转矩自适应等一系列先进功能，完全能满足各项性能指标。

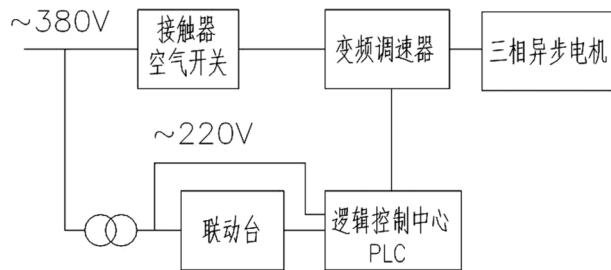


图1 电气系统的组成原理

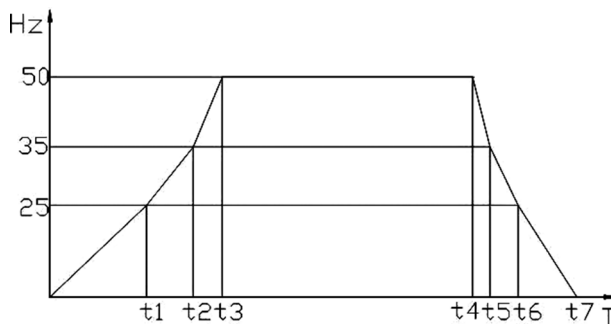


图2 小车水平变幅时手柄运行过程

三、控制系统的工作原理

经过改进后的水平变幅控制系统，其工作原理非常简单，工作原理如图 3 所示。

以小车水平变幅控制为例（回转变幅与其基本相同）：首先定义 PLC 的输入点 I0.0~0.3 为操作手柄的状态信号，根据不同的组合，可分别用作控制小车的档位和变幅的方向；I0.4 和 I0.5 分别为向前、向后减速限位信号；I0.6 和 I0.7 为小车到达两端终点限位信号；输出 Q1.0、Q1.1 为控制变频调速器正反转的输入数字信号，Q1.2、Q1.3、Q1.4 为控制变频调速器不同频率段的输入数字信号。当控制室电源启动后，主接触器 BFJ 闭合，接通变频调速器 A 的主电源，在启动控制电源及 PLC 程序进行初始化之后，PLC 扫描各输入口的状态；PLC 根据我们预先编好的程序对输入信号进行逻辑处理后，输出到