本申请提供了起重机的控制方法、装置、电子设备和存储介质，该起重机的控制方法包括：获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，所述速度信息用于指示所述起升机构中电机的转速，所述变频器状态信息用于指示所述起升机构中变频器的工作状态，所述变频器用于驱动所述电机；根据所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效；若所述抱闸系统失效，则对所述变频器进行使能，使所述电机停止转动，将所述起升机构提升的物体悬停在空中；在所述物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。本方案能够提高起重机的安全性。

1、一种起重机的控制方法（200），其特征在于，包括：

获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，所述速度信息用于指示所述起升机构中电机的转速，所述变频器状态信息用于指示所述起升机构中变频器的工作状态，所述变频器用于驱动所述电机；

根据所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效；

若所述抱闸系统失效，则对所述变频器进行使能，使所述电机停止转动，将所述起升机构提升的物体悬停在空中；

在所述物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效，包括：

根据所述速度信息，判断所述电机的转速是否大于预设的第二速度阈值；

根据所述变频器状态信息，判断所述变频器是否处于未使能状态；

若所述电机的转速大于所述第二速度阈值，且所述变频器处于未使能状态，则确定所述起升机构的抱闸系统失效。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面，包括：

当所述物体与地面之间的距离大于预设的高度阈值，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第一速度下落，其中，所述第一速度小于或等于所述第一速度阈值；

当所述物体与地面之间的距离小于或等于所述高度阈值时，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第二速度下落至地面，其中，所述第二速度小于所述第一速度。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

每经过一个速度采集周期，根据当前速度采集周期内采集到的所述速度信息，确定所述电机在当前速度采集周期内的平均转速；

根据所述平均转速，通过如下公式计算当前时刻所述起升机构的绳长；

其中，用于表征当前时刻所述起升机构的绳长，用于表征上一速度采集周期计算出的所述起升机构的绳长，用于表征圆周率，𝐷用于表征所述提升机构的卷扬滚筒的直径，用于表征所述平均转速，的单位为rpm，用于表征一个所述速度采集周期的时间长度，用于表征所述电机的减速比；

计算所述起重机的动臂的高度与所述绳长的差值，作为所述物体与地面之间的距离。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在所述绳长与所述动臂的高度之差大于预先设定的长度阈值时，停止对所述变频器进行使能。

6、根据权利要求1至5中任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在确定所述抱闸系统失效后，发出报警信息；

若在所述物体悬停的过程中接收到对所述变频器进行控制的控制信号，则根据所述控制信号对所述变频器进行控制。

7、一种起重机的控制装置（400），其特征在于，包括：

获取模块（401），用于获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，所述速度信息用于指示所述起升机构中电机的转速，所述变频器状态信息用于指示所述起升机构中变频器的工作状态，所述变频器用于驱动所述电机；

判断模块（402），用于根据所述获取模块（401）获取到的所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效；

悬停模块（403），用于在所述判断模块（402）确定所述抱闸系统失效时，对所述变频器进行使能，使所述电机停止转动，将所述起升机构提升的物体悬停在空中；

下落模块（404），用于在所述悬停模块（403）使所述物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。

8、根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述判断模块（402）用于执行如下处理：

根据所述速度信息，判断所述电机的转速是否大于预设的第二速度阈值；

根据所述变频器状态信息，判断所述变频器是否处于未使能状态；

若所述电机的转速大于所述第二速度阈值，且所述变频器处于未使能状态，则确定所述起升机构的抱闸系统失效。

9、根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述下落模块（404）用于执行如下处理：

当所述物体与地面之间的距离大于预设的高度阈值，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第一速度下落，其中，所述第一速度小于或等于所述第一速度阈值；

当所述物体与地面之间的距离小于或等于所述高度阈值时，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第二速度下落至地面，其中，所述第二速度小于所述第一速度。

10、根据权利要求9所述的装置，其特征在于，所述装置还包括计算模块（405），所述计算模块（405）用于执行如下处理：

每经过一个速度采集周期，根据当前速度采集周期内采集到的所述速度信息，确定所述电机在当前速度采集周期内的平均转速；

根据所述平均转速，通过如下公式计算当前时刻所述起升机构的绳长；

其中，用于表征当前时刻所述起升机构的绳长，用于表征上一速度采集周期计算出的所述起升机构的绳长，用于表征圆周率，𝐷用于表征所述提升机构的卷扬滚筒的直径，用于表征所述平均转速，的单位为rpm，用于表征一个所述速度采集周期的时间长度，用于表征所述电机的减速比；

计算所述起重机的动臂的高度与所述绳长的差值，作为所述物体与地面之间的距离。

11、根据权利要求10所述的装置，其特征在于，

所述下落模块（404），用于在所述绳长与所述动臂的高度之差大于预先设定的长度阈值时，停止对所述变频器进行使能。

12、根据权利要求7至11中任一所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

报警模块（406），用于在所述判断模块（402）确定所述抱闸系统失效后，发出报警信息；

控制模块（407），用于在所述悬停模块（403）控制所述物体悬停的过程中接收到对所述变频器进行控制的控制信号时，根据所述控制信号对所述变频器进行控制。

13、一种电子设备（700），其特征在于，包括：处理器（702）、通信接口（704）、存储器（706）和通信总线（708），所述处理器（702）、所述存储器（706）和所述通信接口（704）通过所述通信总线（708）完成相互间的通信；

所述存储器（706）用于存放至少一可执行指令，所述可执行指令使所述处理器（702）执行如权利要求1-6中任一项所述的起重机的控制方法对应的操作。

14、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有计算机指令，所述计算机指令在被处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求1-6中任一项所述的起重机的控制方法。

**起重机的控制方法、装置、电子设备和存储介质**

**技术领域**

本申请涉及机械工程技术领域，尤其涉及一种起重机的控制方法、装置、电子设备和存储介质。

**背景技术**

塔式起重机是一种动臂安装在高耸塔身上部的旋转起重机，由于塔式起重机具有重物负载大、提升高度高、回转半径大等工作特点，因此塔式起重机主要用于房屋建筑施工中物料的垂直和水平输送，以及建筑构件的安装。塔式起重机包括回转机构、变幅机构和起升机构，回转机构用于控制动臂绕塔身旋转运动，变幅机构用于控制小车沿动臂往复运动，起升机构用于驱动重物升降运动。

起升机构由电机驱动，电机由变频器驱动，而且起升机构配备有抱闸系统。在塔式起重机不工作时，用于驱动起升机构的电机并不工作，此时若抱闸系统失效，起升机构提升的重物将以自由落体运动下落，不仅会造成物体损坏，还会带来严重的安全问题和经济损失。

目前，在起升机构的抱闸系统失效时，变频器将使能并输出转矩，使电机停止转动，以使起升机构提升的重物悬停在空中，避免起升机构提升的重物以自由落体运动下落。但是，长时间使能变频器使重物悬停容易造成变频器损坏，变频器损坏后重物仍会以自由落体运动下落，因此塔式起重机的安全性较低。

**发明内容**

为了解决上述技术问题，本申请实施例提供了一种起重机的控制方法、装置、电子设备和存储介质，能够提高起重机的安全性。

根据本申请实施例的第一方面，提供了一种起重机的控制方法，包括：

获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，所述速度信息用于指示所述起升机构中电机的转速，所述变频器状态信息用于指示所述起升机构中变频器的工作状态，所述变频器用于驱动所述电机；

根据所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效；

若所述抱闸系统失效，则对所述变频器进行使能，使所述电机停止转动，将所述起升机构提升的物体悬停在空中；

在所述物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。

在第一种可能的实现方式中，结合上述的第一方面，所述根据所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效，包括：

根据所述速度信息，判断所述电机的转速是否大于预设的第二速度阈值；

根据所述变频器状态信息，判断所述变频器是否处于未使能状态；

若所述电机的转速大于所述第二速度阈值，且所述变频器处于未使能状态，则确定所述起升机构的抱闸系统失效。

在第二种可能的实现方式中，结合上述第一方面，所述控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面，包括：

当所述物体与地面之间的距离大于预设的高度阈值，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第一速度下落，其中，所述第一速度小于或等于所述第一速度阈值；

当所述物体与地面之间的距离小于或等于所述高度阈值时，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第二速度下落至地面，其中，所述第二速度小于所述第一速度。

在第三种可能的实现方式中，结合上述第二种可能的实现方式，所述方法还包括：

每经过一个速度采集周期，根据当前速度采集周期内采集到的所述速度信息，确定所述电机在当前速度采集周期内的平均转速；

根据所述平均转速，通过如下公式计算当前时刻所述起升机构的绳长；

其中，用于表征当前时刻所述起升机构的绳长，用于表征上一速度采集周期计算出的所述起升机构的绳长，用于表征圆周率，𝐷用于表征所述提升机构的卷扬滚筒的直径，用于表征所述平均转速，的单位为rpm，用于表征一个所述速度采集周期的时间长度，用于表征所述电机的减速比；

计算所述起重机的动臂的高度与所述绳长的差值，作为所述物体与地面之间的距离。

在第四种可能的实现方式中，结合上述第三种可能的实现方式，所述方法还包括：

在所述绳长与所述动臂的高度之差大于预先设定的长度阈值时，停止对所述变频器进行使能。

在第五种可能的实现方式中，结合上述第一方面或第一方面的任一可能的实现方式，所述方法还包括：

在确定所述抱闸系统失效后，发出报警信息；

若在所述物体悬停的过程中接收到对所述变频器进行控制的控制信号，则根据所述控制信号对所述变频器进行控制。

根据本申请实施例的第二方面，本申请实施例还提供了一种起重机的控制装置，包括：

获取模块，用于获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，所述速度信息用于指示所述起升机构中电机的转速，所述变频器状态信息用于指示所述起升机构中变频器的工作状态，所述变频器用于驱动所述电机；

判断模块，用于根据所述获取模块获取到的所述速度信息和所述变频器状态信息，判断所述起升机构的抱闸系统是否失效；

悬停模块，用于在所述判断模块确定所述抱闸系统失效时，对所述变频器进行使能，使所述电机停止转动，将所述起升机构提升的物体悬停在空中；

下落模块，用于在所述悬停模块使所述物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。

在第一种可能的实现方式中，结合上述第二方面，所述判断模块用于执行如下处理：

根据所述速度信息，判断所述电机的转速是否大于预设的第二速度阈值；

根据所述变频器状态信息，判断所述变频器是否处于未使能状态；

若所述电机的转速大于所述第二速度阈值，且所述变频器处于未使能状态，则确定所述起升机构的抱闸系统失效。

在第二种可能的实现方式中，结合上述第二方面，所述下落模块用于执行如下处理：

当所述物体与地面之间的距离大于预设的高度阈值，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第一速度下落，其中，所述第一速度小于或等于所述第一速度阈值；

当所述物体与地面之间的距离小于或等于所述高度阈值时，控制所述变频器对所述电机进行驱动，使所述物体以预设的第二速度下落至地面，其中，所述第二速度小于所述第一速度。

在第三种可能的实现方式中，结合上述第二种可能的实现方式，所述装置还包括计算模块，所述计算模块用于执行如下处理：

每经过一个速度采集周期，根据当前速度采集周期内采集到的所述速度信息，确定所述电机在当前速度采集周期内的平均转速；

根据所述平均转速，通过如下公式计算当前时刻所述起升机构的绳长；

其中，用于表征当前时刻所述起升机构的绳长，用于表征上一速度采集周期计算出的所述起升机构的绳长，用于表征圆周率，𝐷用于表征所述提升机构的卷扬滚筒的直径，用于表征所述平均转速，的单位为rpm，用于表征一个所述速度采集周期的时间长度，用于表征所述电机的减速比；

计算所述起重机的动臂的高度与所述绳长的差值，作为所述物体与地面之间的距离。

在第四种可能的实现方式中，结合上述第三种可能的实现方式，所述下落模块用于在所述绳长与所述动臂的高度之差大于预先设定的长度阈值时，停止对所述变频器进行使能。

在第五种可能的实现方式中，结合上述第二方面或第二方面的任一可能的实现方式，所述装置还包括：

报警模块，用于在所述判断模块确定所述抱闸系统失效后，发出报警信息；

控制模块，用于在所述悬停模块控制所述物体悬停的过程中接收到对所述变频器进行控制的控制信号时，根据所述控制信号对所述变频器进行控制。

根据本申请实施例的第三方面，提供了一种电子设备，包括：处理器、存储器、通信接口和通信总线，所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述通信总线完成相互间的通信；

所述存储器用于存放至少一可执行指令，所述可执行指令使所述处理器执行上述第一方面或第一方面的任一可能实现方式中的起重机的控制方法对应的操作。

根据本申请实施例的第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有计算机指令，所述计算机指令在被处理器执行时，使所述处理器执行上述第一方面或第一方面的任一可能实现方式中的起重机的控制方法。

由上述技术方案可知，根据起升机构的速度信息和变频器状态信息，确定起升机构的抱闸系统失效后，首先使能变频器对电机进行控制，通过使电机停转而使物体悬停，当物体悬停的时长大于预设的时长阈值后，以小于第一速度阈值的速度将物体下放至地面，并在物体下落至地面后停止对变频器进行使能。由此可见，在起升机构的抱闸系统失效后，变频器使能并输出转矩，使物体短暂悬停后以较小的速度下落至地面，由于物体悬停的时间较短，不会导致变频器过载而损坏，保证物体能够以较小的速度下落至地面，避免物体自由落体运动以较快的速度撞击地面，从而能够提高起重机的安全性。

**附图说明**

图1是本申请实施例提供的一种塔式起重机的示意图；

图2是本申请实施例一提供的一种起重机的控制方法的流程图；

图3是本申请实施例二提供的一种物体下放方法的流程图；

图4是本申请实施例三提供的一种起重机的控制装置的示意图；

图5是本申请实施例三提供的另一种起重机的控制装置的示意图；

图6是本申请实施例三提供的又一种起重机的控制装置的示意图；

图7是本申请实施例四提供的一种电子设备的示意图。

附图标记列表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 201：获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息 | | |
| 202：根据速度信息和变频器状态信息，判断起升机构的抱闸系统是否失效 | | |
| 203：若抱闸系统失效，则对变频器进行使能，将起升机构提升的物体悬停的空中 | | |
| 204：在物体的悬停时长阈值后，以小于第一速度阈值的速度将物体下放至地面 | | |
| 301：检测物体与地面之间的距离 | | |
| 302：判断物体与地面之间距离是否大于预设的高度阈值 | | |
| 303：通过变频器对电机进行控制，使物体以预设的第一速度下落 | | |
| 304：通过变频器对电机进行控制，使物体以预设的第二速度下落至地面 | | |
| 200：起重机的控制方法 | 300：物体下放方法 | 400：起重机的控制装置 |
| 700：电子设备 | 101：塔身 | 102：动臂 |
| 103：起升机构 | 104：物体 | 105：小车 |
| 106：钢索 | 107：吊钩 | 108：吊绳 |
| 401：获取模块 | 402：判断模块 | 403：悬停模块 |
| 404：下落模块 | 405：计算模块 | 406：报警模块 |
| 407：控制模块 | 702：处理器 | 704：通信接口 |
| 706：存储器 | 708：通信总线 | 710：程序 |

**具体实施方式**

图1是本申请实施例提供的一种塔式起重机的示意图，如图1所示，塔式起重机包括塔身101、动臂102和起升机构103，起升机构103用于在竖直方向驱动物体104进行升降运动，起升机构103包括电机、变频器、抱闸系统和卷扬机，变频器驱动电机转动，电机转动驱动卷扬机滚筒转动，以将钢索缠绕到卷扬机滚筒上，实现物体104的提升，或将卷扬机滚筒上钢索释放，实现物体104的下落。当起升机构103将物体104吊起，使物体104悬停于空中的某一位置时，抱闸系统使电机无法转动，使得卷扬机滚筒无法旋转，保证物体104能够悬停，此时变频器不工作。

目前，当起升机构103的抱闸系统失效后，使能变频器，使变频器输出转矩，以通过变频器控制电机停止转动，从而使得物体104悬停，避免物体104以自由落体运动下落。然后，通过对变频器进行使能使电机停止转动时，变频器中部分功率器件一直处于工作状态，而另一些功率器件则一直处于空闲状态，处于工作状态的功率器件容易过载而损坏，当变频器中有功率器件损坏后，变频器无法继续使电机保持停转状态，此时物体104仍会以自由落体运动下落，因此塔式起重机的安全性较低。

本申请实施例中，在起重机的起升机构将物体吊在空中进行悬停时，获取起升机构中电机的转速信息和变频器的状态信息，根据电机的转速信息和变频器的状态信息可以判断起升机构的抱闸系统是否失效，若起升机构的抱闸系统失效，则使能变频器，首先对物体进行短暂悬停，然后以较小的速度将物体下放至地面，避免物体以自由落体运动落地。由此可见，在起升机构的抱闸系统失效后，变频器使能并输出转矩，使物体短暂悬停后以较小的速度下落至地面，由于物体悬停的时间较短，不会导致变频器损坏，使得物体能够以较小的速度下落至地面，从而能够提高起重机的安全性。

需要说明的是，本申请各实施例提供的起重机的控制方法，不仅适用于塔式起重机的控制，还适用于其他类型起重机的控制，对于被控制起重机的类型，本申请实施例不进行限制。

下面结合附图对本申请实施例提供的起重机的控制方法和装置进行详细说明。

实施例一

图2是本申请实施例一提供的一种起重机的控制方法200的流程图，如图2所示，该起重机的控制方法200包括如下步骤：

步骤201、获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，速度信息用于指示起升机构中电机的转速，变频器状态信息用于指示起升机构中变频器的工作状态，变频器用于驱动电机。

起升机构包括电机、变频器、卷扬机和抱闸系统，变频器用于驱动电机，电机通过卷扬机缠绕或释放连接被吊起的物体钢索，实现物体的起吊或下落。在起升机构不工作时，抱闸系统对电机的转轴进行位置固定，使得电机无法转动，从而在将物体起吊至空中某一位置时，使物体悬停。

根据预先设定的速度采集周期，每经过一个速度采集周期，获取一次起升机构的速度信息和变频器状态信息，根据速度信息可以确定电机的转速，根据变频器状态信息可以确定变频器是否工作。比如预设的速度采集周期为20ms，则每经过20ms获取一次速度信息和变频器状态信息。

步骤202、根据速度信息和变频器状态信息，判断起升机构的抱闸系统是否失效。

每一次获取到起升机构的速度信息和变频器状态信息后，根据获取到的速度信息和变频器状态信息判断起升机构的抱闸系统是否失效。在起升机构不工作时，电机在抱闸系统的作用下，电机不会旋转，而变频器也不会工作，因此可以根据速度信息和变频器状态信息，确定起升机构的抱闸系统是否失效。

步骤203、若抱闸系统失效，则对变频器进行使能，使电机停止转动，将起升机构提升的物体悬停在空中。

当起升机构的抱闸系统失效后，起升机构提升的物体以自由落体运动下落。在检测到起升机构的抱闸系统失效后，对起升机构的变频器进行使能，变频器使能后输出转矩，使电机停止转动，从而将起升机构提升的物体悬停的空中，使得物体停止自由落体运动下落。

步骤204、在物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制变频器对电机进行驱动，使物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。

当抱闸系统失效后，对变频器进行使能，使变频器控制电机停止转动，实现物体的悬停，当物体的悬停时长达到预先设定的时长阈值后，控制变频器对电机进行驱动，使电机驱动起升机构包括的卷扬机转动，使物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。在起升机构的抱闸系统失效后，首先通过使能变频器使物体悬停，以使起重机的操作人员有反应的时间采取阻止物体以自由落体运动下落的补救措施，如果起重机的操作人员在预设的时长阈值内没有采取阻止物体以自由落体运行下落的补救措施，则以小于第一速度阈值的速度将物体下放至地面，避免变频器由于过载而损坏，从而避免物体以自由落体运动下落至地面。

本申请实施例提供的方案，根据起升机构的速度信息和变频器状态信息，确定起升机构的抱闸系统失效后，首先使能变频器对电机进行控制，通过使电机停转而使物体悬停，当物体悬停的时长大于预设的时长阈值后，以小于第一速度阈值的速度将物体下放至地面，并在物体下落至地面后停止对变频器进行使能。由此可见，在起升机构的抱闸系统失效后，变频器使能并输出转矩，使物体短暂悬停后以较小的速度下落至地面，由于物体悬停的时间较短，不会导致变频器过载而损坏，保证物体能够以较小的速度下落至地面，避免物体自由落体运动以较快的速度撞击地面，从而能够提高起重机的安全性。

需要说明的，在使物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面，可以使物体以小于第一速度阈值的某一恒定速度下落至地面，还可以使物体以变速运动下落至地面，但物体下落过程中任一时刻的速度小于第一速度阈值，对于将物体匀速下放至地面或变速下放至地面，本申请实施例不进行限定。另外，为了避免物体下落至地面时损坏，物体接触地面时的速度应保证物体不会损坏，比如使物体以0.2m/s的速度接触地面。

还需要说明的是，在以小于第一速度阈值的速度将物体下放至地面后，停止对变频器进行使能，避免变频器长时间工作而损坏。

在一种可能的实现方式中，由于速度信息用于指示起升机构中电机的转速，变频器状态信息用于指示起升机构中变频器的工作状态，而物体在抱闸系统失效时以自由落体运动下落，电机在物体的拖拽下旋转，因此抱闸系统失效时电机具有一定的转速，在抱闸系统失效时起升机构处于不工作状态，因此抱闸系统失效时变频器处于未使能状态。由此可见，在判断抱闸系统是否失效时，可以根据速度信息判断电机的转速是否大于预设的第二速度阈值，并根据变频器状态信息判断变频器是否处于未使能状态，如果判断结果为电机的转速大于第二速度阈值，且变频器处于未使能状态，则确定起升机构的抱闸系统失效，如果上述两个判断的判断结果有一个为否或两个全部为否，则确定起升机构的抱闸系统未失效。

在本申请实施例中，由于抱闸系统是在起升机构不工作时启用的，起升机构不工作时变频器处于未使能状态，而在抱闸系统失效后物体将以自由落体运动下落，物体下落会拖动电机转动，因此抱闸系统失效后电机具有一定转速，因此在根据速度信息和变频器状态信息确定电机具有一定转速且变频器处于未使能状态后，可以确定抱闸系统失效，从而可以准确地确定抱闸系统是否失效，提升对起重机进行控制的准确性。

在本申请实施例中，在获取起升机构的速度信息时，可以通过设置在电机上的编码器对电机的转速进行检测，编码器将电机的转速信号转换为电压信号，根据编码器反馈的电压信号确定指示电机转速的速度信息，由于编码器采集转速信号和反馈电压信号时存在一些干扰因素，为此将第二速度阈值设置为大于零的速度值，比如将第二速度阈值设置为10rpm，避免由于干扰因素错误地确定抱闸系统失效，从而可以进一步提高对起重机进行控制的准确性。

实施例二

在实施例一所提供起重机的控制方法200的基础上，步骤204将物体以小于第一速度阈值的速度下落至地面，具体可以采用先高速后低速的方式将物体下放至地面，以在缩短物体下放时间的同时，避免物体触地时损坏。图3是本申请实施例二提供的一种物体下放方法300的示意图，如图3所示，该物体下放方法300包括如下步骤：

步骤301、检测物体与地面之间的距离。

在下放物体的过程中，周期性检测物体与地面之间的距离，在一些实施例中，可以通过设置在塔身上的图像采集设备采集包括物体与地面的图像，进而根据所采集到的图像确定物体与地面之间的距离，在另一些实施例中，检测起升机构中用于起吊物体的绳索的长度，进而根据所检测到的绳索长度和塔身的高度，确定物体与地面之间的距离，本申请实施例对检测物体与地面之间距离的方法不作限定。

步骤302、判断物体与地面之间距离是否大于预设的高度阈值，如果是Y，执行步骤303，如果否N，执行步骤304。

在每次检测到物体与地面之间的距离后，判断物体与地面之间的距离是否大于预设的高度阈值，如果物体与地面之间的距离大于高度阈值，说明物体距地面还有较长的距离，可以以较快的速度对物体进行下放，相应地执行步骤303，如果物体与地面之间的距离小于或等于高度阈值，说明物体距离地面已经较近，应当减小物体的下落速度，为物体触地做准备。相应地执行步骤304。

应理解，高度阈值应当满足能够使物体从较快的下落速度减速至触地时不会导致物体损坏的下落速度，比如高度阈值为可以为3m。

步骤303、通过变频器对电机进行控制，使物体以预设的第一速度下落，并执行步骤301。

在确定物体与地面之间的距离大于预设的高度阈值后，通过变频器对电机进行控制，使电机以第一转速旋转，进而使物体以第一速度下落，然后继续执行步骤301和步骤302。其中，第一速度小于第一速度阈值，比如第一速度阈值为1m/s，第一速度为0.5 m/s。

步骤304、通过变频器对电机进行控制，使物体以预设的第二速度下落至地面。

在确定物体与地面之间的距离小于或等于高度阈值后，通过变频器对电机进行控制，使电机的转速从第一转速下降至第二转速，进而使物体以第二速度下落。其中，第一转速与第二转速同向，且第一转速大于第二转速，第二速度小于第一速度，比如第二速度为0.2 m/s。

在本申请实施例中，在下放物体至地面的过程中，在物体与地面之间距离较大时，以较大的第一速度下放物体，能够缩短对物体进行下放的时间，减少物体在空中的滞留时间，降低由于绳索断裂等原因导致物体坠落的风险，在物体与地面之间距离较小时，以较小的第二速度下放物体，使物体能够以较小的速度触地，保证物体能够平稳着地，避免物体触地时的速度过大而导致物体损坏，造成经济损失。

在一种可能的实现方式中，为了确定物体与地面之间的距离，可以检测起升机构的绳长，进而根据起升机构的绳长和塔身的高度确定物体与地面之间的距离。具体可以通过如下方式确定物体与地面之间的距离：

S1、每经过一个速度采集周期，根据当前速度采集周期内采集到的速度信息，确定电机在当前速度采集周期内的平均转速。

在获取起升机构的速度信息时，按照预先设定的速度采集周期对指示电机转速的速度信息进行采集，在当前速度采集周期结束后，根据在当前速度采集周期采集到的速度信息，确定电机在当前速度采集周期内的平均转速。可以在一个速度采集周期内对电机的转速进行一次采集，此时直接将所采集到的一个速度信息指示的转速确定为电机在当前速度采集周期内的平均转速，也可以在一个速度采集周期内对电机的转速进行多次采集，此时计算所采集到的多个速度信息指示的转速的平均值，将计算出的平均值作为电机在当前速度采集周期内的平均转速。

需要说明的是，当通过设置在电机上的编码器采集速度信息时，编码器采集电机转速信号的周期，即为速度采集周期，此时每个速度采集周期仅获得一个速度信息，将该速度信息指示的转速确定为电机在当前速度采集周期内的平均转速。

S2、根据电机在当前速度采集周期内的平均转速，计算当前时刻起升机构的绳长。

在确定出电机在当前速度采集周期内的平均转速后，通过如下公式计算起升机构的绳长。

在上述公式中，用于表征当前时刻起升机构的绳长，用于表征上一速度采集周期计算出的起升机构的绳长，用于表征圆周率，𝐷用于表征提升机构的卷扬滚筒的直径，用于表征平均速度，的单位为rpm，用于表征一个速度采集周期的时间长度，用于表征电机的减速比。

需要说明的是，在上述公式中，平均速度V为带符号的转速，以物体下方过程中电机的旋转方向为正向速度。

还需要说明的是，如图1所示，起升机构的绳长L是指动臂102上小车105的下端与物体104的上端之间的竖直距离，因此绳长L包括部分钢索106的长度、吊钩107在竖直方向上的高度和吊绳108在竖直方向上的长度。

S3、计算起重机的动臂的高度与绳长的差值，作为物体与地面之间的距离。

在计算出当前时刻起升机构的绳长后，计算起重机的动臂的高度与当前时刻起升机构的绳长的差值，作为物体与地面之间的距离。

需要说明的是，如图1所示，起重机的动臂102的高度L0是指动臂102上小车105的下端与地面之间的竖直距离，动臂102的高度可以通过预先测量而获得。物体与地面之间距离L´是指物体104的上端与地面之间的竖直距离，但实际上物体104与地面之间的距离应当是物体104的下端与地面之间的竖直距离，由于起重机起吊的物体形状和尺寸并不统一，为此，在计算物体与地面之间的距离时，忽略物体被悬在空中时竖直方向上的高度。

在本申请实施例中，根据电机在当前速度采集周期内的平均转速，可以计算物体在当前速度采集周期内的下落距离，然后结合上一速度采集周期结束时起升机构的绳长，便可以计算出当前时刻起升机构的绳长，然后再结合动臂的高度，便能够较准确地计算出物体与地面之间的距离，进而可以根据物体与地面之间的距离对物体的下落速度进行准确控制，保证物体能够在较短的时间内着地，同时保证物体不会因为触地速度过快损坏。

还需要说明的是，起升机构具有初始绳长，在起升机构将物体提升至上限位时，起升机构的钢索上的触发机构会触发相对于动臂固定安装的感应器，此时将起升机构的绳长为初始绳长，此时初始绳长包括部分钢索的长度、吊钩在竖直方向上的高度和吊绳在竖直方向上的长度。在确定初始绳长后，起升机构运行的过程中，可以根据电机的转速计算起升机构的绳长的伸长量或缩短量，从而在检测到抱闸系统失效时，起升机构的绳长是已知的。

在一种可能的实现方式中，在将物体下放至地面后，变频器继续控制电机转动，使起升机构的绳长继续增加，直至起升机构的绳长与动臂的高度之差大于预先设定的长度阈值，然后变频器停止使能。

在本申请实施例中，在物体着地后，继续使能变频器，变频器驱动电机转动，使起升机构的绳长增加，直至起升机构的绳长与动臂的高度之差大于长度阈值，比如长度阈值为0.5m，然后关闭变频器使能，此时起升机构的绳索（包括钢索和吊绳）处于松弛状态，方便将物体从吊绳上拆下，还能够避免关闭变频器使能后电机在紧绷绳索的作用下旋转较多的圈数。

在一种可能的实现方式中，在确定抱闸系统失效后，可以发出报警信息，以提示操作人员对抱闸系统失效采取补救措施，提高操作人员对于起重机的使用体验，并提示相关人员注意，以及时离开物体的着地区域和转移位于物体着地区域内的其他物体从而可以进一步提高起重机的安全性。

在一种可能的实现方式中，如果在物体悬停的过程中接收到对变频器进行控制的控制信号，说明操作人员以及注意到抱闸系统失效，正在采取响应的补救措施，所以不需要将物体下放至地面，进而接收到的控制信号对变频器进行控制即可，可以进一步提高操作人员的使用体验。

需要说明的是，在上述各个实施例中，在通过编码器获取速度信息时，由于编码器的跳动会导致所获取到的速度信息存在一定误差，为了避免误确定抱闸系统失效，在确定抱闸系统失效后延时200ms，若延时结束后仍确定抱闸系统失效，则使能变频器，以对物体进行悬停。

还需要说明的是，在上述各个实施例中，起升机构中吊绳并不是必须的，因为物体可以直接挂在吊钩上，因此在起升机构不包括吊绳时，可认为吊绳在竖直方向上的高度为零。

实施例三

图4是本申请实施例三提供的一种起重机的控制装置400的示意图，如图4所示，该起重机的控制装置400包括：

获取模块401，用于获取起重机中起升机构的速度信息和变频器状态信息，其中，速度信息用于指示起升机构中电机的转速，变频器状态信息用于指示起升机构中变频器的工作状态，变频器用于驱动电机；

判断模块402，用于根据获取模块401获取到的速度信息和变频器状态信息，判断起升机构的抱闸系统是否失效；

悬停模块403，用于在判断模块402确定抱闸系统失效时，对变频器进行使能，使电机停止转动，将起升机构提升的物体悬停在空中；

下落模块404，用于在悬停模块403使物体的悬停时长达到预设的时长阈值后，控制变频器对电机进行驱动，使物体以小于预设的第一速度阈值的速度下落至地面。

在本申请实施例中，获取模块401可用于执行上述实施例一中的步骤201，判断模块402可用于执行上述实施例一中的步骤202，悬停模块403可用于执行上述实施例一中的步骤203，下落模块404可用于执行上述实施例一中的步骤204。

在一种可能的实现方式中，判断模块402用于执行如下处理：

根据速度信息，判断电机的转速是否大于预设的第二速度阈值；

根据变频器状态信息，判断变频器是否处于未使能状态；

若电机的转速大于第二速度阈值，且变频器处于未使能状态，则确定起升机构的抱闸系统失效。

在一种可能的实现方式中，下落模块404用于执行如下处理：

当物体与地面之间的距离大于预设的高度阈值，控制变频器对电机进行驱动，使物体以预设的第一速度下落，其中，第一速度小于或等于第一速度阈值；

当物体与地面之间的距离小于或等于高度阈值时，控制变频器对电机进行驱动，使物体以预设的第二速度下落至地面，其中，第二速度小于第一速度。

图5是本申请实施例三提供的另一种起重机的控制装置400的示意图，如图5所示，该起重机的控制装置400还包括计算模块405，计算模块405用于执行如下处理：

每经过一个速度采集周期，根据当前速度采集周期内采集到的速度信息，确定电机在当前速度采集周期内的平均转速；

根据平均转速，通过如下公式计算当前时刻起升机构的绳长；

其中，用于表征当前时刻起升机构的绳长，用于表征上一速度采集周期计算出的起升机构的绳长，用于表征圆周率，𝐷用于表征提升机构的卷扬滚筒的直径，用于表征平均转速，的单位为rpm，用于表征一个速度采集周期的时间长度，用于表征电机的减速比；

计算起重机的动臂的高度与绳长的差值，作为物体与地面之间的距离。

在一种可能的实现方式中，在图5所示起重机的控制装置400的基础上，下落模块404用于在绳长与动臂的高度之差大于预先设定的长度阈值时，停止对变频器进行使能。

图6是本申请实施例三提供的又一种起重机的控制装置400的示意图，如图6所示，该起重机的控制装置400还包括：

报警模块406，用于在判断模块402确定抱闸系统失效后，发出报警信息；

控制模块407，用于在悬停模块403控制物体悬停的过程中接收到对变频器进行控制的控制信号时，根据控制信号对变频器进行控制。

需要说明的是，上述起重机的控制装置400内各模块之间的信息交互、执行过程等内容，由于与前述方法实施例基于同一构思，具体内容可参见前述方法实施例中的叙述，此处不再赘述。

实施例四

图7是本申请实施例四提供的一种电子设备的示意图，本申请具体实施例并不对电子设备的具体实现做限定。参见图7，本申请实施例提供的电子设备700包括：处理器(processor)702、通信接口(Communications Interface)704、存储器(memory)706、以及通信总线708。其中：

处理器702、通信接口704、以及存储器706通过通信总线708完成相互间的通信。

通信接口704，用于与其它电子设备或服务器进行通信。

处理器702，用于执行程序710，具体可以执行上述起重机的控制方法实施例中的相关步骤。

具体地，程序710可以包括程序代码，该程序代码包括计算机操作指令。

处理器702可能是中央处理器CPU，或者是特定集成电路ASIC（Application Specific Integrated Circuit），或者是被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路。智能设备包括的一个或多个处理器，可以是同一类型的处理器，如一个或多个CPU；也可以是不同类型的处理器，如一个或多个CPU以及一个或多个ASIC。

存储器706，用于存放程序710。存储器706可能包含高速RAM存储器，也可能还包括非易失性存储器（non-volatile memory），例如至少一个磁盘存储器。

程序710具体可以用于使得处理器702执行前述任一实施例中的起重机的控制方法。

程序710中各步骤的具体实现可以参见上述起重机的控制方法实施例中的相应步骤和单元中对应的描述，在此不赘述。所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的设备和模块的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程描述，在此不再赘述。

通过本实施例的电子设备，根据起升机构的速度信息和变频器状态信息，确定起升机构的抱闸系统失效后，首先使能变频器对电机进行控制，通过使电机停转而使物体悬停，当物体悬停的时长大于预设的时长阈值后，以小于第一速度阈值的速度将物体下放至地面，并在物体下落至地面后停止对变频器进行使能。由此可见，在起升机构的抱闸系统失效后，变频器使能并输出转矩，使物体短暂悬停后以较小的速度下落至地面，由于物体悬停的时间较短，不会导致变频器过载而损坏，保证物体能够以较小的速度下落至地面，避免物体自由落体运动以较快的速度撞击地面，从而能够提高起重机的安全性。

本申请还提供了一种计算机可读介质，存储用于使一计算机执行如本文的起重机的控制方法的指令。具体地，可以提供配有存储介质的系统或者装置，在该存储介质上存储着实现上述实施例中任一实施例的功能的软件程序代码，且使该系统或者装置的计算机（或CPU或MPU）读出并执行存储在存储介质中的程序代码。

在这种情况下，从存储介质读取的程序代码本身可实现上述实施例中任何一项实施例的功能，因此程序代码和存储程序代码的存储介质构成了本申请的一部分。

用于提供程序代码的存储介质实施例包括软盘、硬盘、磁光盘、光盘（如CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW）、磁带、非易失性存储卡和ROM。可选择地，可以由通信网络从服务器计算机上下载程序代码。

此外，应该清楚的是，不仅可以通过执行计算机所读出的程序代码，而且可以通过基于程序代码的指令使计算机上操作的操作系统等来完成部分或者全部的实际操作，从而实现上述实施例中任意一项实施例的功能。

此外，可以理解的是，将由存储介质读出的程序代码写到插入计算机内的扩展板中所设置的存储器中或者写到与计算机相连接的扩展单元中设置的存储器中，随后基于程序代码的指令使安装在扩展板或者扩展单元上的CPU等来执行部分和全部实际操作，从而实现上述实施例中任一实施例的功能。

需要说明的是，上述各流程和各系统结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。上述各实施例中描述的系统结构可以是物理结构，也可以是逻辑结构，即，有些模块可能由同一物理实体实现，或者，有些模块可能分由多个物理实体实现，或者，可以由多个独立设备中的某些部件共同实现。

以上各实施例中，硬件单元可以通过机械方式或电气方式实现。例如，一个硬件单元可以包括永久性专用的电路或逻辑（如专门的处理器，FPGA或ASIC）来完成相应操作。硬件单元还可以包括可编程逻辑或电路（如通用处理器或其它可编程处理器），可以由软件进行临时的设置以完成相应操作。具体的实现方式（机械方式、或专用的永久性电路、或者临时设置的电路）可以基于成本和时间上的考虑来确定。

上文通过附图和优选实施例对本申请进行了详细展示和说明，然而本申请不限于这些已揭示的实施例，基于上述多个实施例本领域用户可以知晓，可以组合上述不同实施例中的代码审核手段得到本申请更多的实施例，这些实施例也在本申请的保护范围之内。