

电工实用技术丛书

# 起重机电气设备的 故障诊断与修理

周希章 等编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



电工实用技术丛书

# 起重机电气设备的 故障诊断与修理

周希章 周 全 周 勇 编  
赵志成 王奎成 董炳生



机械工业出版社

本书理论联系实际,全面系统、通俗地阐述了起重机所用的电动机、电器、电控设备及供电装置等电气设备的性能、特点、故障诊断与修理的知识,提供了必要的技术数据和相关资料;还介绍了起重机电气设备的安装、调试与维修等知识。

本书可供从事电气维修的技术人员和中高级技工阅读与运用,也可供大、中专院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

起重机电气设备的故障诊断与修理/周希章等编.

—北京:机械工业出版社,2004.7

(电工实用技术丛书)

ISBN 7-111-14545-3

I. 起… II. 周… III. ①起重机—电气设备—故障诊断②起重机—电气设备—维修 IV. TH210.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 048800 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王英杰 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm  $1/16$ ·19.5 印张·479 千字

定价:31.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

起重机是工业企业生产中不可缺少的设备，其作用日益重要，是实现生产过程机械化和自动化、减轻繁重体力劳动、提高生产效率和实现安全生产的重要设备，应用十分广泛。

起重机有专用的电动机、电器和电控设备，为帮助起重机的使用和维修人员了解起重机电气设备的性能、特点、故障诊断与修理的知识，编者参考了有关的手册和资料，经过精心筛选，编写了这本《起重机电气设备的故障诊断与修理》实用读物。

根据电工实用技术丛书的特点，力求使本书做到简明扼要、通俗易懂。全书包括概述；起重机用电动机及其故障诊断与修理；起重机用电器及其故障诊断与修理；起重机用电控设备及其故障诊断与修理；起重机的供电装置及其故障诊断与修理；起重机电气设备的安装、调试与维修等章节。

参加本书编写的有周希章、周全、周勇、赵志成、王奎成和董炳生，周希章负责全书的统稿。

由于编者水平所限，书中难免有错误和欠妥之处，尚请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 2 月

# 目 录

## 前言

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第一章 概述</b> .....                | 1   |
| 第一节 起重机简介 .....                    | 1   |
| 第二节 起重机电气设备简介 .....                | 7   |
| <b>第二章 起重机用电动机及其故障诊断与修理</b> .....  | 22  |
| 第一节 概述 .....                       | 22  |
| 第二节 起重机用电动机的主要系列产品 .....           | 26  |
| 第三节 故障诊断与修理 .....                  | 106 |
| <b>第三章 起重机用电器及其故障诊断与修理</b> .....   | 123 |
| 第一节 控制器 .....                      | 123 |
| 第二节 联动控制台 .....                    | 141 |
| 第三节 制动器驱动器件 .....                  | 150 |
| 第四节 起重电磁铁 .....                    | 173 |
| 第五节 电阻器 .....                      | 188 |
| <b>第四章 起重机用电控设备及其故障诊断与修理</b> ..... | 209 |
| 第一节 概述 .....                       | 209 |
| 第二节 起重机常用控制屏 .....                 | 214 |
| <b>第五章 起重机的供电装置及其故障诊断与修理</b> ..... | 250 |
| 第一节 移动供电装置 .....                   | 250 |
| 第二节 电线电缆及滑线的选择 .....               | 272 |
| 第三节 供电装置的维修 .....                  | 287 |
| <b>第六章 起重机电气设备的安装、调试与维修</b> .....  | 289 |
| 第一节 起重机电气设备的安装与调试 .....            | 289 |
| 第二节 起重机整机电路及其故障诊断与修理 .....         | 295 |
| <b>参考文献</b> .....                  | 305 |

# 第一章 概 述

## 第一节 起重机简介

### 一、起重机的分类

#### 1. 按构造类型分

- (1) 桥架型起重机 分为梁式、桥式、门式、半门式、辐射式等起重机。
- (2) 臂架型起重机 分为桅杆式、固定柱悬臂式、门座式、塔式等起重机。
- (3) 缆索型起重机 分为缆索、门式缆索等起重机。

#### 2. 按支承及运行方式分

分为固定式起重机、汽车起重机、随车起重机、轮胎起重机、履带起重机、铁路起重机、浮式起重机、甲板起重机、壁装式起重机、支承式起重机、悬挂式起重机、自升式起重机、爬升式起重机等。

#### 3. 按取物装置及专门用途分

分为吊钩起重机、抓斗起重机、电磁起重机、(吊钩-抓斗或吊钩-电磁盘)两用起重机、(吊钩-抓斗-电磁盘)三用起重机、(吊钩或电磁盘)挂梁起重机、堆垛起重机、冶金和热加工专用起重机、集装箱起重机、(水电站坝顶用)门式起重机、建筑起重机等。

#### 4. 按主要工作机构的驱动方式分

分为手动(人力驱动)起重机、电动(含电机液力驱动)起重机、液压起重机、气动(压缩空气驱动)起重机、内燃驱动起重机、蒸气驱动起重机等。

### 二、起重机的主要参数

起重机的主要参数是指能表示该起重机性能特征的主要指标,其项目对各种起重机除基本相同外也稍有区别;那些用来最简要地表述该起重机基本工作能力的,常称为“起重机的主参数”,起重机的主要参数和主参数见表 1-1。

表 1-1 起重机的主要参数和主参数

| 起重机类别                        | 与起重机安全工作载荷能力有关的主要参数和主参数 <sup>①</sup> | 与起重机工作范围有关的主要参数和主参数   | 表示起重机各项工作速度的主要参数和主参数                                                                          |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 梁式、桥式、冶金 <sup>②</sup> 、缆索起重机 | 主起升机构的额定起重量*<br>$G_m(t)$             | 跨度 * S/m<br>起升高高度 H/m | 主起升速度 $v_m/(m/min)$<br>副起升速度 $v_{dm}/(m/min)$<br>小车运行速度 $v_t/(m/min)$<br>大车运行速度 $v_k/(m/min)$ |
| 门式起重机                        | 副起升机构的额定起重量*<br>$G_d(t)$             | 有效悬臂长度 L/m            |                                                                                               |
| 门座、桅杆、铁路、集装箱用、浮式、悬臂起重机       | 在规定幅度或最大幅度时额定起重量* $G(t)$             | 幅度 * R/m              | 起升速度 $v_n/(m/min)$<br>回转速度 $n/(r/min)$<br>变幅速度 $v_r/(m/min)$                                  |
| 塔式起重机、流动式起重机                 | 额定起重力矩 * $M/N \cdot m$               | 幅度 R/m                | 起重机运行速度 $v_k/(m/min)$                                                                         |

(续)

| 起重机类别    | 与起重机安全工作载荷能力有关的主要参数和主参数 <sup>①</sup> | 与起重机工作范围有关的主要参数和主参数  | 表示起重机各项工作速度的主要参数和主参数                       |
|----------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| 桥式堆垛起重机  | 额定起重量 * G/t                          | 跨度 * S/m<br>起升高度 H/m | 立柱回转速度 $n/(r/min)$<br>小车运行速度 $v_t/(m/min)$ |
| 巷道式堆垛起重机 |                                      | 起升高度 * H/m           | 起升速度 $v_n/(m/min)$<br>大车运行速度 $v_k/(m/min)$ |
|          |                                      |                      | 货叉伸缩速度 $v/(m/min)$                         |

① 有符号 \* 者为主参数。

② 冶金专用脱模(脱锭)起重机工作载荷能力有关的主参数是:脱模力 \*  $F(kN)$ 、起重量  $G(t)$ 。

### 1. 起重量 ( $G$ )

起重量是指起重机允许吊起的重物与可分开的吊具的重量之总和。我国主要起重机的起重量和起重力矩见表 1-2。

表 1-2 我国主要起重机的起重量和起重力矩

| 起重机种类       | 起重量/ $t$ [或起重力矩/ $10^4 \times N \cdot m$ ]                                                                   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 油压千斤顶       | 1.6, 3.2, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 32, 50, 100, 200, 320, 500                                            |
| 钢丝绳电动葫芦     | 0.25, 0.32, 0.4, 0.5, 0.63, 0.8, 1, 1.25, 1.6, 2, 3.2, 4, 5, 8, 10, 12.5, 16, 20, 32, 40, 50, 63             |
| 环链电动葫芦      | 0.1, 0.125, 0.16, 0.2, 0.25, 0.32, 0.4, 0.5, 0.63, 0.8, 1, 1.25, 1.6, 2, 3.2, 4                              |
| 电动单梁起重机     | 1, 2, 3.2 <sup>①</sup> , 5, 8, 10, 12.5, 16, 20                                                              |
| 电动葫芦双梁起重机   | 5, 8, 12.5, 16/5, 20/5, 32/8, 40/10, 50/10, 63/12.5 <sup>②</sup>                                             |
| 电动葫芦门式起重机   | 3.2 <sup>①</sup> , 5, 8, 10, 12.5, 16, 20                                                                    |
| 通用(吊钩)桥式起重机 | 3.2, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250                         |
| 通用(抓斗)桥式起重机 | 3.2 <sup>①</sup> , 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50                                            |
| 通用(电磁)桥式起重机 | 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50                                                                  |
| 通用(吊钩)门式起重机 | 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250                                 |
| 通用(抓斗)门式起重机 | 3.2, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50                                                             |
| 通用(电磁)门式起重机 | 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50                                                                  |
| 水电站用桥式起重机   | 80~500, $2 \times 50$ <sup>③</sup> , $2 \times 80$ <sup>③</sup> , $(100+100) \sim (500+500)$ <sup>④</sup>    |
| 板坯搬运起重机     | $(2 \times 10) \sim (2 \times 60)$ <sup>③</sup>                                                              |
| 铸造用起重机      | 63/16, 80/20, 100/32, 125/32, 140/40, 180/63, 225/63, 280/80, 320/80, 360/100, 400/100, 450/100 <sup>②</sup> |
| 大型履带起重机     | 140, 200, 300<br>[600, 1000, 2000]                                                                           |
| 汽车起重机       | 3, 5, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125                                                    |

(续)

| 起 重 机 种 类   | 起重量/t [或起重力矩/ $10^4 \times \text{N} \cdot \text{m}$ ] |
|-------------|-------------------------------------------------------|
| 轮胎起重机       | 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80             |
| 自行架设式塔式起重机  | [6, 10, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120]     |
| 自升式塔式起重机    | [25, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 300]    |
| 水平小车变幅塔式起重机 | [10, 16, 25, 40, 45, 60, 70, 80]                      |
| 摆动臂架变幅塔式起重机 | 2, 2.5, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 31, 51.5, 80, 100     |
| 港口门座起重机     | 3, 5, 10, 16, 25                                      |
| 建筑用门式起重机    | [600, 1000, 1600]                                     |
| 浮式起重机       | 3, 5, 10, 32, 63                                      |

- ① 一般可用 3t 代替 3.2t。  
 ② 分子为主起升机构（主钩）起重量，分母为副起升机构（副钩）起重量。  
 ③ 表示一个小车下的双钩，总起重量为每一吊钩起重量的 2 倍。  
 ④ 表示双小车，总起重量为两个小车起重量之和。

## 2. 跨度 (S) 和轨距 (L)

(1) 跨度 桥架型起重机一般都是支承在两条平行的轨道上并沿此轨道运行，这两边运行车轮踏面中心线间的水平距离即为起重机的跨度，它应该等于起重机的两条大车运行轨道之间的水平距离。对两边为双轨道线路的起重机，跨度是指两组双轨道几何中心线间的水平距离。对沿两同心圆弧轨道运行的起重机，跨度是指两条同心圆弧半径之差。对沿圆形轨道回绕运行的起重机，跨度等于该圆形轨道中心线的直径。跨度的符号是  $S$ ，单位是  $\text{m}$ 。

(2) 轨距 臂架型起重机沿两运行轨道车轮的中心线间的水平距离称为轨距，它等于两运行轨道中心线间的水平距离。桥架型起重机小车运行轨道中心线间的水平距离常称为小车轨距。铁路起重机的轨距，其含意应符合铁路系统的统一规定，它是指运行线路上两条钢轨头部顶面以下 16mm 处内侧的水平距离。轨距的符号是  $L$ ，单位是  $\text{m}$ 。

## 3. 幅度 (R) 与悬臂有效伸距 (l)

(1) 幅度 在水平场地上的回转臂架式起重机的回转中心线与通过其吊具的铅垂线间的水平距离为幅度，符号是  $R$ ，单位是  $\text{m}$ 。常用起重机的幅度范围见表 1-3。

表 1-3 常用起重机的幅度范围

(单位: m)

| 起 重 机 种 类 | 幅 度 |       |     | 起 重 机 种 类    | 幅 度 |       |     |
|-----------|-----|-------|-----|--------------|-----|-------|-----|
|           | 最小  | 一般    | 最大  |              | 最小  | 一般    | 最大  |
| 水平臂塔式起重机  | 2   | 3~30  | 40  | 轮胎起重机        | 3   | 5~20  | 38  |
| 俯仰臂塔式起重机  | 3.4 | 8~20  | 31  | 汽车起重机        | 2   | 3~7   | 22  |
| 柱式回转臂架起重机 | 0.6 | 1~3.5 | 4.5 | 随车起重机        | 1.1 | 1.4~4 | 4.5 |
| 履带起重机     | 3   | 4~20  | 48  | 轻便臂架（少先式）起重机 | 1.5 | 2.5   | 4   |

(2) 悬臂有效伸距 桥式类型起重机吊具处在悬臂上最外极限位置时，通过吊具的铅垂线到与它较近这一边的起重机运行轨道中心线间的距离，它表示了该起重机在跨度外的工作范围的大小，符号是  $l$ ，单位是  $\text{m}$ 。通常由该起重机使用场地的布置及与之配合使用的其他



### 5. 工作速度

起重机的工作速度是指当其各机构电动机为额定转速时相对应的起升、运行、回转、变幅等机构的工作速度。通用桥式、通用门式及其他各种起重机的工作速度分别见表 1-8~表 1-12。

**表 1-8 吊钩式通用桥式起重机的工作速度** (单位: m/min)

| 起重量 $G/t$ | 类别 | 主钩起升速度  | 副钩起升速度   | 小车运行速度 | 起重机运行速度 |
|-----------|----|---------|----------|--------|---------|
| $\leq 50$ | 高速 | 6.3~16  | 10~20    | 40~63  | 80~125  |
|           | 中速 | 5~12.5  | 8~16     | 32~50  | 63~100  |
|           | 低速 | 1.6~5   | 6.3~12.5 | 10~25  | 20~50   |
| 63~125    | 高速 | 5~10    | 8~16     | 32~40  | 63~100  |
|           | 中速 | 2.5~5   | 6.3~12.5 | 25~32  | 50~80   |
|           | 低速 | 1~2     | 5~10     | 10~20  | 20~40   |
| 160       | 高速 | 3.2~4   | 6.3~8    | 32~40  | 50~80   |
| 160~250   | 中速 | 1.6~2.5 | 5~8      | 20~25  | 40~63   |
|           | 低速 | 0.63~1  | 4~6.3    | 10~16  | 20~32   |

**表 1-9 抓斗及电磁式通用桥式起重机的工作速度** (单位: m/min)

| 抓斗起升速度 | 电磁吸盘起升速度 | 小车运行速度 | 起重机运行速度 |
|--------|----------|--------|---------|
| 25~50  | 16~32    | 40~50  | 80~125  |

**表 1-10 抓斗及电磁式通用门式起重机的工作速度** (单位: m/min)

| 抓斗起升速度 | 电磁吸盘起升速度 | 小车运行速度 | 起重机运行速度 |
|--------|----------|--------|---------|
| 25~50  | 16~32    | 40~50  | 32~50   |

**表 1-11 吊钩式通用门式起重机的工作速度** (单位: m/min)

| 起重量 $G/t$ | 类别 | 主钩起升速度  | 副钩起升速度   | 小车运行速度 | 起重机运行速度 |
|-----------|----|---------|----------|--------|---------|
| $\leq 50$ | 高速 | 6.3~16  | 10~20    | 40~63  | 50~63   |
|           | 中速 | 5~12.5  | 8~16     | 32~50  | 32~50   |
|           | 低速 | 1.6~5   | 6.3~12.5 | 10~25  | 10~20   |
| 63~125    | 高速 | 5~15    | 8~16     | 32~40  | 32~50   |
|           | 中速 | 2.5~5   | 6.3~12.5 | 25~32  | 16~25   |
|           | 低速 | 1~2     | 5~10     | 10~16  | 10~16   |
| 160~250   | 中速 | 1.6~2.5 | 5~8      | 20~25  | 10~20   |
|           | 低速 | 0.63~1  | 4.0~6.3  | 10~16  | 6~12    |

**表 1-12 其他几种起重机的工作速度**

| 起重机类型     | 起升速度/(m/min)      |                   | 运行速度/(m/min) |       | 变幅速度/(m/min) | 回转速度/(r/min) |
|-----------|-------------------|-------------------|--------------|-------|--------------|--------------|
|           | 主起升               | 副起升               | 小车           | 起重机   |              |              |
| 电动单梁起重机   | 3~12 <sup>①</sup> | —                 | 20~32        | 30~75 | —            | —            |
| 电动葫芦双梁起重机 | 3~12 <sup>①</sup> | 3~12 <sup>①</sup> | 30           | 45~75 | —            | —            |

(续)

| 起重机类型      | 起升速度/(m/min)                                 |                      | 运行速度/(m/min)      |                    | 变幅速度<br>/(m/min) | 回转速度<br>/(r/min) |
|------------|----------------------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|
|            | 主起升                                          | 副起升                  | 小车                | 起重机                |                  |                  |
| 电动悬挂起重机    | 3~12 <sup>①</sup>                            | —                    | 20~32             | 8~32               | —                | —                |
| 电动葫芦门式起重机  | 3~12 <sup>①</sup>                            | —                    | 10~40             | 20~63              | —                | —                |
| 加料起重机      | 4~5                                          | 7.3~12               | 39.5~42           | 77~90              | —                | 4.7~5            |
| 铸造起重机      | 2~12                                         | 5~19                 | 28~46             | 60~87              | —                | —                |
| 脱模起重机      | 16~20                                        | —                    | 43~55             | 77~103             | —                | —                |
| 钳式起重机      | 18~22                                        | 4.5~9                | 56~106            | 80~120             | —                | —                |
| 板坯搬运起重机    | 9.5~13.2                                     | —                    | 35~44             | 70~120             | —                | 3.7~4.5          |
| 锻造起重机      | 3~10                                         | 4~12.5               | 30~38             | 50~77              | —                | —                |
| 淬火起重机      | $\frac{20 \sim 26}{40 \sim 62}$ <sup>②</sup> | 10                   | 30~50             | 45~120             | —                | —                |
| 林用门式起重机    | 6~15                                         | —                    | 25~45             | 25~45              | —                | —                |
| 电站门式起重机    | 1.5~4.2 <sup>③</sup>                         | 7.5~10               | 4~20 <sup>③</sup> | 18~26 <sup>③</sup> | —                | —                |
| 造船门式起重机    | 4.5                                          | 22                   | 15~30             | 25~45              | —                | —                |
| 轮胎式集装箱起重机  | 13~30                                        | —                    | 70                | 130                | —                | —                |
| 轨道式集装箱起重机  | 25~40                                        | —                    | 80~120            | 35~50              | —                | —                |
| 抓斗装卸桥      | 60~70                                        | —                    | 100~350           | 15~40              | —                | —                |
| 集装箱装卸桥     | 25~40 <sup>③</sup>                           | —                    | 80~120            | 35~50              | —                | —                |
| 港口门座起重机    | 40~80                                        | —                    | —                 | 20~30              | 40~90            | 1.5~2            |
| 造船门座起重机    | 3~20                                         | 20~30                | —                 | 15~30              | 8~35             | 0.2~0.6          |
| 电站施工门座起重机  | 15~20                                        | 20~50                | —                 | 20~30              | 8~35             | 0.5~1            |
| 自升式建筑塔式起重机 | 25~50                                        | —                    | —                 | 18~20              | 20~23            | 0.5~0.8          |
| 整体拖运式塔式起重机 | 3.3~40                                       | —                    | —                 | 6.3~25             | 15~30            | 0.3~1            |
| 拆装运输式塔式起重机 | 2.7~30                                       | —                    | —                 | 17~25              | —                | 0.1~0.8          |
| 大型安装用塔式起重机 | 5.6/9 <sup>②</sup>                           | 11.7/19 <sup>②</sup> | —                 | 2~4                | 1.5              | 0.1~0.2          |
| 装卸用浮式起重机   | 40~70                                        | —                    | —                 | —                  | 40~60            | 1.5~2.5          |
| 安装用浮式起重机   | 3~15                                         | 15~20                | —                 | —                  | 3~15             | 0.2~0.5          |
| 甲板起重机      | 30/60~65/130 <sup>②</sup>                    | —                    | —                 | —                  | 10~20            | 1~2              |
| 汽车、轮胎式起重机  | 8~30                                         | —                    | —                 | 200~1333           | 2~15             | 0.5~3            |

① 随所配用的电动葫芦决定。

② 分子数值为起升用，分母数值为下降用。

③ 有微速装置时，微速速度一般是0.1~0.5m/min。

## 6. 加速度

加速度是指在机构起动或制动时，起重机速度从零加速到额定速度，或从额定速度减速到零期间的速度平均变化率。起重机机构的平均加速度（或减速度）的推荐值见表1-13。

表 1-13 起重机构的平均加速度（或减速度）的推荐值 （单位：m/s<sup>2</sup>）

| 起重机的种类及用途                | 起升机构    | 运行机构               |
|--------------------------|---------|--------------------|
| 作精密安装用的起重机               | 0.1     | 0.1~0.2            |
| 吊运液态金属和危险品的起重机           | 0.1     | 0.1~0.2            |
| 一般加工车间、仓库及堆场用吊钩、电磁及抓斗起重机 | 0.2     | 0.2~0.4            |
| 港口吊钩门座起重机                | 0.4~0.6 | 0.1~0.2            |
| 港口抓斗门座起重机                | 0.5~0.7 | 0.3~0.4            |
| 冶金工厂用生产率高的起重机            | 0.6~0.8 | 0.4~0.6            |
| 港口吊钩门式起重机                | 0.6~0.8 | 0.3~0.4            |
| 港口用装卸桥                   | 0.8~1.2 | 0.8~1 <sup>①</sup> |

① 指小车运行的加速度或减速度。

## 第二节 起重机电气设备简介

### 一、起重机电气设备构成

起重机的电气设备一般由三大部分构成

(1) 供电与保护设备 包括电源进线保护开关、保护柜（屏）或总电源柜（屏）以及相应的操作及指示器件，如钥匙开关、起动停止按钮、紧急开关、指示灯等。

(2) 各主要机构、辅助机构的传动与控制设备 由起重机各主要机构（如起升、平移机构）、辅助机构（如液压夹轨器）的电力拖动与控制及相应的安全保护装置所组成，如控制柜（屏）、电阻器、制动器的电力驱动器件、操作器件（按钮、主令控制器或凸轮控制器）。

(3) 照明、信号、采暖、降温的电气设备 由起重机各部位照明、检修照明及特殊要求的司机室、电气室的通信、采暖与降温等设施的供电与控制设备所组成，如变压器、断路器、插座等。

另外，由于起重机功能不同，配有某些特殊吊具，如起重电磁铁、电动或液压抓斗、旋转吊钩等，随之也将增设相应的电气设备。

起重机的电源引入，一般采用型钢或电车线或电缆卷线器等导电装置。

起重机的小车导电，一般采用角钢或圆钢或电缆滑车导电装置。

起重机的电气设备通常布置在导电维修平台、大车走台、端梁、小车、司机室、电气室等部位上。

起重机是属于断续周期工作制类型的生产机械。与此相适应的电控设备也必须按照断续周期工作制设计制造，其特点是：开始工作时电控设备每次接通工作的温升不会达到稳定值，而每次间歇时它的温度尚未降到周围介质的温度值时，又一次被接通。如此多次重复，致使各电气设备的温升逐渐升高，最后基本稳定在某个固定的温度变化范围内。工作愈频繁，持续重复的时间愈长，温度值就愈高，电控设备的工作条件就愈恶劣。按规定，每一周期持续时间不超过 10min，超过 10min 的应按短时工作制类型考虑。

不断地重复断续运行是起重机电气设备的重要特点。为了满足这些要求，起重机的主要电气设备，如电动机、控制器、控制屏、电阻器等都是专门设计的，并自成系列。因此在维

修时,不能任意用其他型号规格的电气设备来更替。

通常用接电持续率、接电次数和等效起动次数这3个参数来表述起重机电气设备的断续周期工作制状况,并作为选型的重要依据。

### 1. 接电持续率和接电次数

起重机在一个工作周期中,工作时间 $t_1$ (s)与周期时间 $T$ (s)(工作时间及间歇时间 $t_2$ 之和)之比称为接电持续率(或称为负载持续率),用 $JC$ (或 $FC$ )来表示。

$$JC = \frac{t_1}{T} \times 100\% = \frac{t_1}{t_1 + t_2} \times 100\%$$

常用的标准接电持续率有15%、25%、40%、60%和100%五种。

选择电动机或电控器件时,接电持续率是一个重要因素。电动机、电控器件在额定接电持续率 $JC_N$ 下的输出功率 $P_N$ 或允许电流值 $I_N$ ,在产品的铭牌和样本上已标出。有的产品样本上也同时标出在其他常用的接电持续 $JC$ 下的输出功率 $P$ 或允许电流值 $I$ 。如没有给出,则可按下列公式近似换算

$$P = P_N \sqrt{\frac{JC_N}{JC}}$$

$$I = I_N \sqrt{\frac{JC_N}{JC}}$$

起重机电气设备的接电次数一般为150~300次/h,较繁忙的为300~600次/h,某些起重机的个别机构可高达1200次/h。

### 2. 等效起动次数

起重机电动机在考虑起制动的影晌时,通常采用等效起动次数的概念。电动机工作时,转速从零到额定转速,称为全起动。此外,考虑到点动、制动对电动机的影响,将点动、制动分别按一定的比例折合成全起动,称为等效起动。绕线转子电动机的一般折算方法是一次点动相当于0.25次全起动;一次能耗制动相当于0.8次全起动;一次反接制动相当于1.8次全起动。通常把电动机每小时运行中出现的各种等效全起动的次数之和称为等效起动次数。

## 二、起重机电气设备的一般技术要求

### 1. 起重机使用性能方面的主要要求

1) 起重机的起重能力应达到额定起重量。对吊钩起重机指吊钩以下起重物品的重量总和;对抓斗和电磁起重机指抓斗或电磁吸盘的自重和被起升物品的重量总和。

2) 对吊钩起重机,起吊物在下降制动时的制动距离(控制器在下降速度最低挡稳定运行;拉回零位后,从制动器断电至重物停止时的下滑距离)应不大于1min内稳定起升距离的1/65。

3) 对吊钩起重机,当起升机构的工作级别为M4、M5和M6,且额定起升速度等于或高于5m/min时要求制动平稳,应采用电气制动方法,保证在起重量的0.2~1.0范围内下降时,制动前的电动机转速降至同步转速的1/3以下,该速度应能稳定运行。

JB/ZQ8001—1987《通用桥式起重机产品质量分等》中规定:“一等品应有调速,在起重量的0.1~1.0范围内下降时,调速比应不小于3:1。”

4) 双小车起重机,两个小车相同机构的操纵应是既可联动,也可单独开动。

5) 电磁吸盘的吸重能力应不小于额定值。

6) 四绳双颞板抓斗的抓满率应不小于 90%。

7) 与起重机使用有关的参数, 应符合有关标准和用户在订货合同中提出的要求。

## 2. 起重机使用的环境条件

(1) 起重机的电源为三相交流, 频率为 50Hz、电压为 380V 时, 电动机和电器上允许电压波动的上限为额定电压的 +10%; 下限(尖峰电流时)为额定电压的 -15%。

(2) 起重机安装使用地点的海拔不超过 2000m, 超过 1000m 时应对电动机容量进行校核。

(3) 工作环境中不得有易燃、易爆及腐蚀性气体。

(4) 吊运物品对起重机吊钩部位的辐射热温度不超过 300°C。

(5) 室外用起重机非工作状态的最大风压为 800Pa (相当于 11 级风)。

(6) 起重机正常工作的气候条件:

1) 对室内工作的起重机, 环境温度不超过 +40°C, 在 24h 内的平均温度不超过 +35°C; 环境温度不低于 -5°C; 在 +40°C 的温度下相对湿度不超过 50%。

2) 对室外工作的起重机, 环境温度不超过 +40°C, 在 24h 内的平均温度不超过 +35°C; 环境温度不低于 -25°C; 环境温度不超过 +25°C 时的相对湿度允许暂时高达 100%; 工作风压不大于: 内陆 150Pa (相当于 6 级风), 沿海 250Pa (相当于 7 级风)。

## 3. 电压损失

(1) 总电压损失 交流电源供电, 在尖峰电流时, 自供电变压器的低压母线至起重机任何一台电动机端子的电压损失不应超过额定电压的 15%。

(2) 起重机内部电压损失

1) 起重机内部电压损失, 一般用途桥式起重机(吊钩式、抓斗式)额定起重量为 32t 及 32t 以下的, 其内部电压损失为 5%; 额定起重量为 32t 以上至 160t 的, 其内部电压损失为 4%。造船用门座起重机其内部电压损失为 3%。港口用门座起重机额定起重量为 10t 及 10t 以下的, 其内部电压损失为 2.5%; 额定起重量为 10t 以上的, 其内部电压损失为 3%。

用电缆卷筒供电时, 电缆卷筒电缆的电压损失不属于起重机内部电压损失。

2) 特殊规格、特殊类型起重机内部电压损失, 由起重机设计制造单位和使用单位共同协商确定。

## 三、起重机的安全保护

### 1. 起重机电路的安全要求

(1) 供电电源

1) 起重机应由专用馈电线供电, 对于交流 380V 电源, 当采用软电缆供电时, 宜备有一根专用芯线做接地线; 当采用滑线供电时, 对安全要求高的场合应备有一根专用接地滑线, 即四根滑线。

2) 起重机馈电裸滑线

①起重机馈电裸滑线与周围设备的安全距离与偏差应符合表 1-14 的规定, 否则应采取安全防护措施。

②滑线接触面应平整无锈蚀, 导电良好, 安装适当, 在跨越建筑物伸缩缝时应设补偿装置。

表 1-14 起重机馈电裸滑线与周围设备的安全距离与偏差 (单位: mm)

| 项 目                     | 安 全 距 离 与 偏 差              |
|-------------------------|----------------------------|
| 距地面高度                   | 大于 3500                    |
| 距汽车通道高度                 | 大于 6000                    |
| 距一般管道                   | 大于 1000                    |
| 距氧气管道及设备                | 大于 1500                    |
| 距易燃气体及液体管道              | 大于 3000                    |
| 相邻滑线导电部分和对地的净距          | 大于 30                      |
| 滑接器距滑线末端距离              | 大于 200                     |
| 固定装设的型钢滑线, 其终端支架距滑线末端距离 | 小于或等于 800                  |
| 滑线膨胀补偿装置的间隙             | 10~20                      |
| 型钢滑线与起重机轨道的实际中心线平行度偏差   | 小于或等于长度的 1/1000, 但最大偏差为 10 |
| 滑线接触面之间的等距偏差            | 小于或等于长度的 1/1000, 但最大偏差为 10 |
| 型钢滑线与起重机轨道沿滑线全长平行度的最大偏差 | 小于或等于 10                   |
| 悬吊滑线间的弛度偏差              | 小于或等于 20                   |

③供电主滑线应在其非导电接触面涂红色油漆, 并在适当的位置安装安全标志, 或装设表示带电的指示灯。

3) 电缆卷筒和收放装置, 电缆供电的起重机, 移动距离 10m 以上时, 应设置电缆卷筒或其他收放装置, 电缆收放速度应与起重机运行速度同步。

(2) 电路的电气保护 起重机电路的电气保护主要有:

1) 专用馈电线总断路器。起重机专用馈电线进线端应设总断路器, 总断路器的出线端不应连接与起重机无关的其他设备。

2) 起重机总断路器。起重机上宜设总断路器, 短路时, 应有分断该电路的功能。在地面操作的小型单梁起重机上可以不设总断路器, 但应设置熔断器作短路保护。低压断路器每相均应有瞬时动作的过电流脱扣器, 其整定值应大于起重机的尖峰电流, 数值随低压断路器型式而定。熔断器熔体的额定电流应按起重机尖峰电流的  $1/2 \sim 1/1.6$  选取。

3) 主隔离开关。起重机进线处宜装设能切断所有电源的主隔离开关, 开关要尽量靠近大车集电器, 当起重机或其供电电源有较完善的隔离措施, 而又不影响同一跨度的其他起重机运行时, 则允许不装隔离开关。例如有大车集电器断开装置, 或同一跨度只有一台起重机, 或同一跨度其他起重机允许同时停车的场合, 可不装隔离开关。地面操纵的小型单梁起重机可以不设。

4) 总线路接触器。起重机上应设置总线路接触器, 应能分断所有机构的动力电路或控制电路。起重机上已设总机构的低压断路器时, 可不设总线路接触器。

5) 紧急断电开关。起重机必须设置紧急断电开关, 在紧急情况下, 应能切断起重机总控制电源。紧急断电开关应设在司机操作方便的地方。

6) 失电压保护。起重机必须装有失电压保护,当供电电源中断时必须自动断开总回路。

7) 零位保护。起重机必须装有零位保护,开始运转和失电压后恢复供电时,必须先将控制器手柄置于零位后,该机构或所有机构的电动机才能起动。

#### 8) 过电流保护

①每套机构必须单独设置过电流保护,对笼型异步电动机驱动的机构、辅助机构可例外。

②对三相绕线转子异步电动机,可在两相中设过电流保护,用保护箱保护的系统,应在电动机第三相上设总过电流继电器保护,动作时应使总接触器断开。

③直流电动机可用一个过电流继电器保护。

④采用瞬时动作的过电流继电器保护绕线转子异步电动机时,其动作电流约为电动机额定电流的 250%,保护直流电动机时,参照允许最大电流决定动作电流;采用反时限动作的过电流继电器来保护电动机时,电动机正常起动时,它应不动作,过电流时有良好的保护特性。

9) 超速保护。铸造、淬火起重机的主起升机构,以及用晶闸管定子调压、涡流制动器、能耗制动、晶闸管供电、直流机组供电调速的起重机起升机构和变幅机构,应有超速保护。

10) 失磁保护。并励、复励、他励直流电动机,应设失磁保护;直流供电的能耗制动、涡流制动器调速系统,应设失磁保护。

#### 11) 限位保护和行程保护

①起升和变幅机构至少装置一套上升限位开关,吊运液体金属的起重机起升机构必须装置两套上升限位开关,两套开关动作应有先后,并应尽量采用不同结构形式和控制不同的断路装置。

塔式或门座起重机的变幅机构、港口门座起重机的起升机构及其他有下限要求的机构应设置下降限位开关。

②大、小车运行机构一般要求在两端装设限位开关,有的运行机构,如电动单梁起重机的运行机构可以不装;塔式起重机大车运行机构每个方向必须各装两个限位开关,并控制不同断路装置。

③用悬挂软电缆供电的回转机构,应装限制回转角度的限位开关。

④采用电缆卷筒供电的港口门座起重机,应设置电缆放完的行程开关。

#### (3) 对起重机电路的其他安全要求

1) 控制电路。起重机控制电路应保证控制性能符合机械与电气系统的要求,不得有错误电路、寄生电路和虚假回路。

2) 遥控电路及自动控制电路。遥控电路及自动控制电路所控制的任何机构,一旦控制失灵应自动停止工作。

3) 起重电磁铁电路。交流起重机上,起重电磁铁应设专用直流供电系统,必要时还应有备用电源。

#### 2. 起重机的安全防护措施

各种起重机应按表 1-15 要求装设安全防护装置,并须在使用中及时检查维护,使其保持正常工作性能。如发现性能异常,应立即进行修理。

表 1-15 安全防护装置在各

| 序号 | 安全防护装置名称  | 桥 式 类 型 起 重 机 |                                                                                |      |                           |      |                                | 流 动 式 |                |       |                |
|----|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------|------|--------------------------------|-------|----------------|-------|----------------|
|    |           | 桥式起重机         |                                                                                |      | 门式起重机                     |      |                                | 汽车起重机 |                | 轮胎起重机 |                |
|    |           | 要求程度          | 要求范围                                                                           | 要求程度 | 要求范围                      | 要求程度 | 要求范围                           | 要求程度  | 要求范围           | 要求程度  | 要求范围           |
| 1  | 起重量限制器    | 应装            | 额定起重重量大于 20t 的                                                                 | 应装   | 额定起重重量大于 10t 的            | 应装   |                                |       |                |       |                |
|    |           | 宜装            | 动力驱动、额定起重重量为 3~20t 的重机可除外                                                      | 宜装   | 动力驱动、额定起重重量为 5~10t 的重机可除外 | 应装   |                                |       |                |       |                |
| 2  | 力矩限制器     |               |                                                                                |      |                           |      |                                | 宜装    | 起重量小于 16t 的    | 宜装    | 起重量小于 16t 的    |
|    |           |               |                                                                                |      |                           |      |                                | 应装    | 起重量等于或大于 16t 的 | 应装    | 起重量等于或大于 16t 的 |
| 3  | 上升极限位置限制器 | 应装            | 动力驱动的                                                                          | 应装   | 动力驱动的                     | 应装   |                                | 应装    |                | 应装    |                |
| 4  | 下降极限位置限制器 |               | ①                                                                              |      | ①                         |      | ①                              |       |                |       |                |
| 5  | 运行极限位置限制器 | 应装            | 动力驱动的、并且在大车和小车运行的极限位置（单梁吊的小车可除外）                                               | 应装   | 动力驱动的、并且在大车和小车运行的极限位置     | 应装   | 动力驱动的、并且在大车和小车运行的极限位置          |       |                |       |                |
| 6  | 偏斜调整和显示装置 |               |                                                                                | 宜装   | 跨度等于或大于 40m 时             | 应装   | 跨度等于或大于 40m 时                  |       |                |       |                |
| 7  | 幅度指示器     |               |                                                                                |      |                           |      |                                | 应装    |                | 应装    |                |
| 8  | 联锁保护装置    | 应装            | 由建筑物登上起重机的门与大车运行机构之间<br>由司机室登上桥架的舱口门与小车运行机构之间<br>设在运动部分的司机室在进入司机室的通道口与小车运行机构之间 |      |                           | 应装   | 设在运动部分的司机室、在进入司机室的通道口与小车运行机构之间 |       |                |       |                |
| 9  | 水平仪       |               |                                                                                |      |                           |      |                                | 应装    | 起重量等于或大于 16t 的 | 应装    | 起重量等于或大于 16t 的 |
| 10 | 防止吊臂后倾装置  |               |                                                                                |      |                           |      |                                | 应装    |                | 应装    |                |