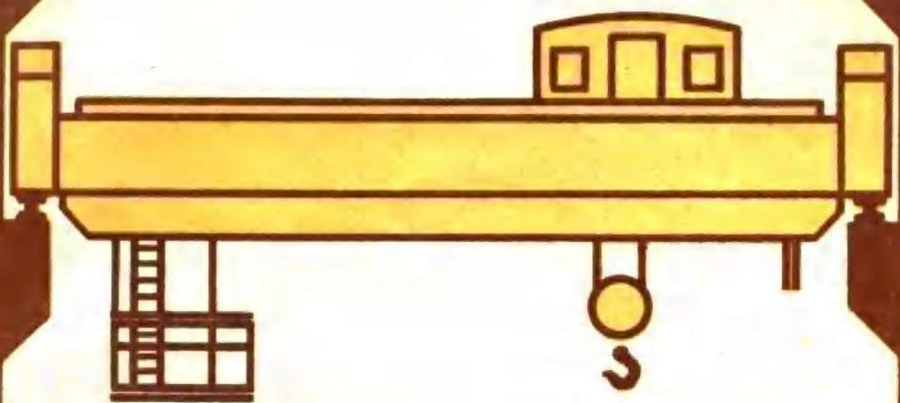




于永晓

起重机

电气设备修理

水利电力出版社

内 容 提 要

本书主要介绍起重机各种电气设备原理、常见故障和检修方法、以及有关电路分析。全书共分八章，具体有：起重电动机维修；电阻器维修；制动器装置维修；操作电器维修；控制站维修；电气保护系统维修；供电装置维修等。同时还编入了许多实例和修理中常用的图表。

本书可供起重机司机、维修电工及有关工程技术人员学习与参考。

起重机电气设备修理

于 永 晓

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 17印张 378千字 1插页

1980年11月第一版 1989年11月北京第一次印刷

印数0001—6280册

ISBN 7-120-00737-8/TM·204

定价5.95元

前 言

随着现代工业生产的发展，起重机的应用越来越广泛，为了普及起重机的修理，提高检修质量，以及适应起重机维修人员和司机的学习需要，作者通过认真总结多年制造、使用 and 维修起重机的实践经验，编写了《起重机电气设备修理》一书。

全书以深入浅出，通俗易懂的方法叙述了起重机各电气设备的原理、构造，重点介绍了电气设备常见故障、维护及检修方法；对起重机电气保护系统、控制系统等工作原理进行了电路分析；同时还编入了许多修理中常用的图表。

本书可供起重机司机、维修电工及有关工程技术人员学习和阅读；也可作为技工学校、职业教育、徒工培训等方面使用的教材。

本书由北京起重运输机械研究所裘为章、章增冠等同志审稿，乔玉华同志参加部分编写工作，在此一并表示衷心感谢。

由于本人水平有限，书中难免有不妥和错误之处，欢迎广大读者提出批评指正。

作者

一九八八年十一月

目 录

前 言

第一章 起重机概述	1
第一节 起重机的特点及种类	1
第二节 起重机的主要参数	6
第三节 常用电气设备图形符号及文字符号	10
第二章 电动机的维修	53
第一节 起重机专用电动机的特点及型号	53
第二节 起重机专用电动机的维修	84
第三节 锥形转子电动机的维修	115
第三章 电阻器的维修	139
第一节 电阻元件及电阻器型号	139
第二节 绕线式电动机起动电阻的计算	148
第三节 电阻器的维修	179
第四节 频敏变阻器的维修	182
第四章 制动器装置的维修	195
第一节 制动器的分类及型号	195
第二节 制动器的调整	210
第三节 短行程电磁铁制动器的维修	218
第四节 长行程电磁铁制动器的维修	227
第五节 液压电磁铁制动器的维修	234
第六节 液压推杆制动器的维修	243
第五章 操作电器的维修	255
第一节 凸轮控制器的型号及结构	255
第二节 凸轮控制器技术数据及线路分析	262
第三节 凸轮控制器的维修	275

第四节	主令控制器的维修	280
第五节	联动控制台的维修	294
第六章	交流起重机控制站的维修	316
第一节	交流起重机控制站的型号及技术数据	316
第二节	交流起重机控制站常用的电器元件	332
第三节	平移机构控制站线路特点及线路分析	350
第四节	起升机构控制站线路特点及线路分析	363
第五节	交流起重机控制站的电器维修	387
第七章	起重机电气保护系统的维修	406
第一节	保护箱结构、型号及技术数据	406
第二节	起重机常用的保护电器元件	442
第三节	起重机电气保护系统线路分析	463
第四节	起重机电气保护系统电器的维修	468
第五节	起重机保护接地与保护接零	474
第八章	起重机供电装置的维修	475
第一节	电源供电装置	475
第二节	小车供电装置	480
第三节	电线、电缆	485
第四节	起重机供电系统的维修	489
附表		
附表 1	漆包圆铜线常用数据表	494
附表 2	各种纤维包电磁线规格	497
附表 3	JZ、JZR系列电动机技术数据	502
附表 4	JZ ₂ 、JZR ₂ 系列电动机技术数据	504
附表 5	锥形电动机技术数据一	506
附表 6	锥形电动机技术数据二	508
附表 7	电阻材料机械及物理性能	510
附表 8	铁铬铝合金线重量、长度、电阻值换算表	512
附表 9	新康铜电阻合金线重量、长度、电阻值换算表	513

附表10	康铜合金线电阻值 (20°C)	514
附表11	镍铬合金(Ni80Cr20)线材电阻值(20°C)	515
附表12	铁铬铝(Cr13Al4)带材电阻值 (20°C)	516
附表13	单芯电线的规格、外径及重量	518
附表14	起重机固定敷设用单、双、三芯电缆规格表	519
附表15	起重机移动供电用单、双、三芯电缆规格表	522
附表16	YC、YCW型三芯加接地电缆规格表	525
附表17	多芯电缆规格表	525
附表18	UG-6000、UGF-6000电缆规格表	527
附表19	铜芯电线载流量 (A)	528
附表20	重型橡套电缆载流量 (A)	529
附表21	船用单芯电缆载流量 (A)	530
附表22	船用三芯电缆载流量 (A)	531
附表23	电动机选线表 (在环境温度+40°C、通电持续率 JC=25%、JC=40%的情况下)	532
附表24	电动机选线表 (在环境温度+50°C、通电持续率 JC=25%、JC=40%的情况下)	534
附表25	电动机选线表 (在环境温度+60°C、通电持续率 JC=40%的情况下)	536

第一章 起重机概述

第一节 起重机的特点及种类

起重机是用于物品装卸的一种起吊设备。随着现代化工业的发展，它在冶金、机械、化工、轻工、电力、建筑、交通运输等工业部门的应用越来越广泛。起重机不仅是起重运输工具，而且已成为大批生产和流水作业不可缺少的生产设备；它还是为解除笨重的体力劳动实现机械化、自动化，提高劳动生产率的重要工具。

起重机除了有起升机构外，通常还有水平运行机构。当它在工作时，各机构经常处于起动、制动、正向、反向等相互交替的运动状态，从而完成对物品的装卸任务。

起重机的分类方法有多种，根据水平运动形式不同分为桥式类型起重机和臂架式旋转类型起重机。

桥式类型起重机的几种常见形式，如图1-1所示。

桥式起重机是一种各类厂矿和仓库普遍采用的起重机械之一，最为常见的是通用桥式起重机和冶金起重机。它主要由桥架、小车（装有起升机构和运行机构）、起重机运行机构和电气设备四部分组成。大车的车轮沿着车间两侧排列的柱子上的轨道顺车间纵向移动；大车上装有小车，小车的车轮沿着布置在桥架主梁上的轨道移动；起升机构装在小车上作重物的上升及下降运行；各个机构备有单独的电动机进行各自地驱动。

起重量为5t（吨）、8t桥式起重机为单钩起重机，仅

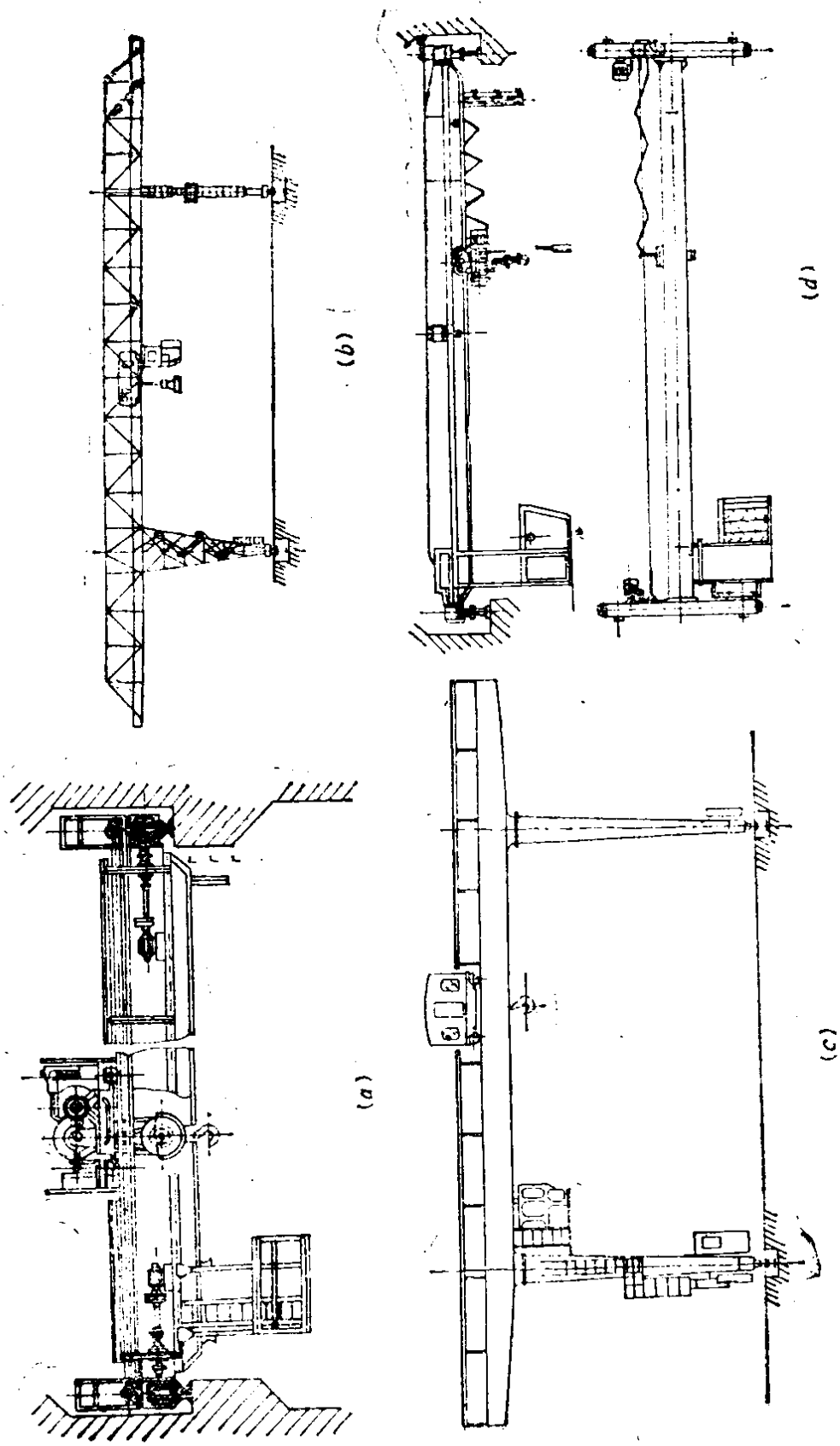


图 1-1 桥式类型起重机示意图
 (a)桥式起重机; (b)装卸桥起重机; (c)龙门起重机; (d)冶金(梁式)起重机

有一套起升机构。起重量为12.5/3t及以上的起重机，有两套独立的起升机构，主钩用来提升重的物件，副钩除可提升较轻的物件外，在它的额定负荷范围内也可用来协同主钩倾转或翻倒工件。司机室一般是固定在桥架下面，室内装有起重机的电气操纵设备，供司机操纵各机构用。

桥式类型起重机根据结构特点、吊具及用途可划分为各类起重机，见表1-1。

表 1-1 桥 式 类 型 起 重 机 分 类

分 类		特 点	用 途
通用桥式起重机	梁式起重机	以工字梁为主梁，电动葫芦为起升机构	用于速度较低，搬运量较小、生产率要求不高的场所
	双梁桥式起重机	起升和大、小车运行机构可调速，取物装置是吊钩	用于各类厂矿、车间、仓库作一般的装卸和起重运输工作
	抓斗桥式起重机	取物装置为四绳抓斗，起升和大、小车运行机构可调速	适用于装卸搬运粒状松散物料
	电磁桥式起重机	取物装置为起重电磁铁，起升和大、小车运行机构均可调速	适用于装卸搬运具有导磁性的黑色金属制品与材料
	抓斗—电磁两用桥式起重机	取物装置为抓斗和起重电磁铁，起升和大、小车运行机构均可调速	可完成抓斗和起重电磁铁两种取物装置的工作
	电磁—吊钩两用桥式起重机	取物装置为起重电磁铁和吊钩，起升和大、小车运行机构均可调速	可完成起重电磁铁和吊钩两种取物装置的工作

续表

分	类	特	点	用	途
通用桥式起重机	抓斗—吊钩 两用桥式 起重 机	取物装置为抓斗和吊钩，起升和大、小车运行机构均可调速		可完成抓斗和吊钩两种取物装置的工作	
	抓斗—电磁—吊钩 三用桥式 起重 机	抓斗和起重电磁铁可根据需要更换使用，起升和大、小车运行机构均可调速		可完成抓斗、起重电磁铁和吊钩三种取物装置的工作	
冶金起重 机	铸 造 起重 机	有主、副钩两个小车		用于冶炼车间作运输铁水和浇铸钢锭用	
	锻 造 起重 机	有主、副两个小车及转料机		用于水压机车间，配合水压机进行锻造工作	
	加 料 起重 机	有三向直线运行，还有挑杆三向回转运动		用于炼钢车间平炉装料、平整炉料及扒渣工作	
	夹 钳 起重 机	除大、小车外，还有夹钳机构		用于轧钢车间将钢锭装入炉中或取出已加热的钢锭，进行轧制	
	脱 锭 起重 机	除大、小车外，还有脱锭机构		用于轧钢车间，将钢锭从钢模中脱出来	
	淬 火 起重 机	有较高的下降速度		用于热处理车间，对物件进行热处理作业	
装 卸 桥		跨度一般较大，多带悬臂		多用于港口、车站、林区等场所作装卸、堆垛、搬运等工作	
龙门 起重 机		大车是具有高架支脚的龙门桥架		广泛用于车站、码头、仓库、料场等场所	

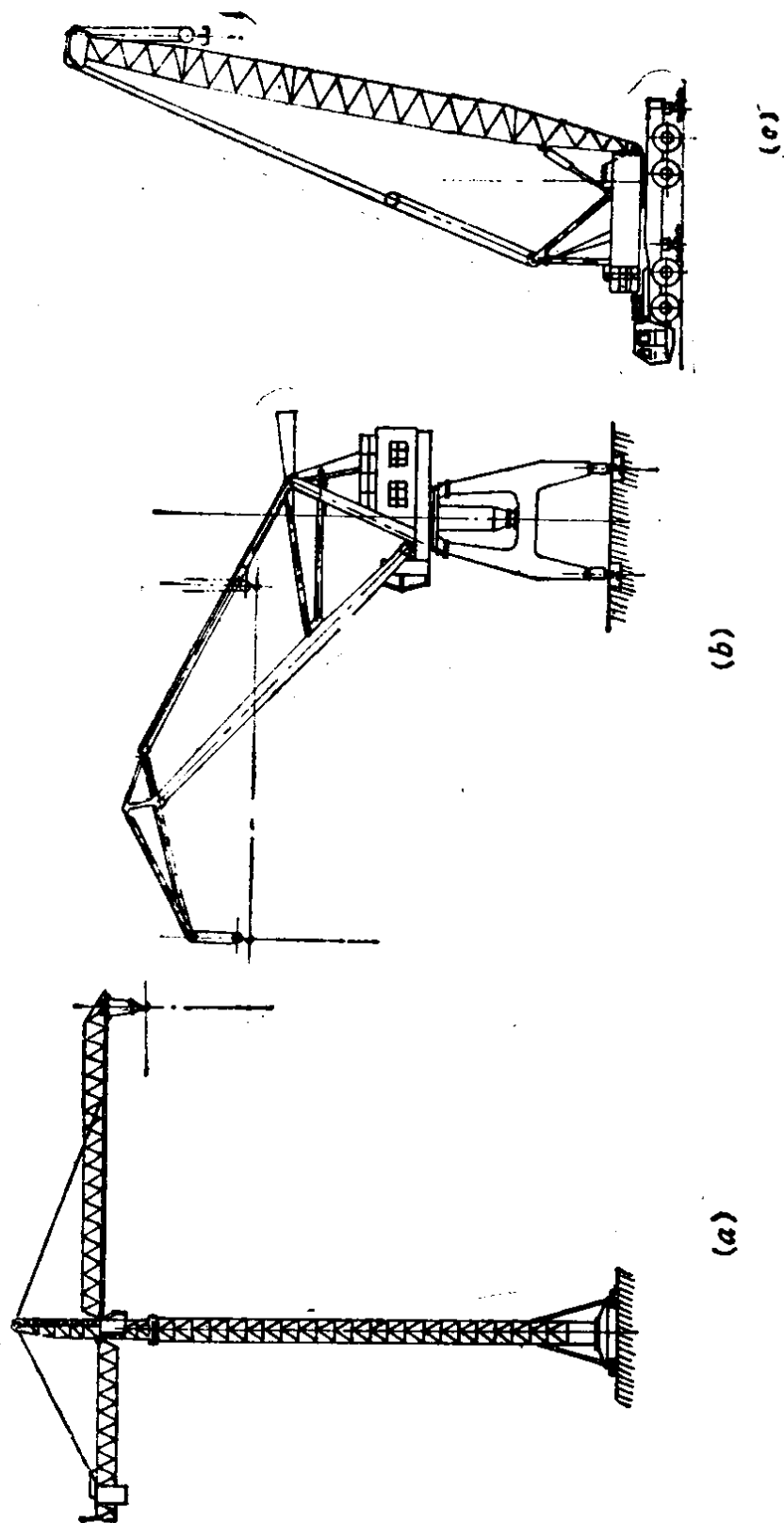


图 1-2 臂架式类型起重机示意图
(a)塔式起重机; (b)门座起重机; (c)汽车起重机

臂架式类型起重机除起升机构外，通常还有变幅机构和旋转机构，通过这些机构的配合可完成在圆形场地及其空中操作。根据臂架的装设位置不同可构成各种运行臂架式起重机，如塔式起重机、汽车起重机、门座起重机等。臂架式类型起重机的几种常见形式如图1-2所示。

第二节 起重机的主要参数

一、起重量

起重机所能起升物品的额定（或最大）重量称为起重量（在带有抓斗或起重电磁铁的起重机，抓斗和起重电磁铁的重量也包括在起重量之内）。

我国老式起重机一般有 5、10、15/3、20/5、30/5、50/10、75/20、100/20、125/20、150/30、200/30、250/30t 及20/5~200/80t锻造起重机，125/30~180/50t 铸造起重机。上述起重量中分子数为主钩起重量，分母数为副钩起重量。

表 1-2 起重机起重量系列标准

单位：t

0.05	0.1	0.25	0.5	0.8	1.0	1.25	1.5	2	2.5	3
4	5	6	8	10	12.5	16	20	25	32	40
50	63	80	100	125	140	160	180	200	225	250
280	320	360	400	450	500					

目前起重机起重量系列标准见表1-2。新设计的桥式与龙门起重机的起重量常取5、8、12.5/3、16/3、20/5、32/8、50/12.5、80/20、100/32、125/32、160/50、200/50、250/50、300/80、350/80、400/80、450/100t。

二、跨度

起重机运行轨道垂直中心线之间距离为起重机的跨度，常用字母 L 表示，单位为m。

起重机一般常用的跨度为10.5、13.5、16.5、19.5、22.5、25.5、28.5、31.5m等；100/20t以上的起重机跨度为13、16、19、22、25、28、31m。

三、起升高度

物品从地面起升至一定限度称起升高度，常用字母 H 表示，单位为m。

一般常见的起升高度为12、16、12/14、16/18、19/21、20/22、22/24、24/26m等。上述起升高度中分子数为主钩的起升高度，分母数为副钩的起升高度。

四、起重机速度

起重机速度通常指起升速度及大、小车运行速度，单位为m/min。

1. 起升速度

起升机构的电动机在额定转速时吊具的上升速度称为起升速度，一般为8~12m/min。

2. 大车运行速度

大车运行机构的电动机在额定转速时大车的运行速度称为大车运行速度，一般为80~120m/min。

3. 小车运行速度

小车运行机构的电动机在额定转速时小车的运行速度称

为小车运行速度，一般为30~50m/min。

五、工作级别

根据国家标准GB3811-83《起重机设计规范》中规定，起重机工作级别按利用等级和载荷状态可分为A1~A8级。机构工作级别可分为M1~M8级。起重机工作级别举例，如表1-3所示。

表 1-3 起 重 机 工 作 级 别 举 例

起 重 机 类 型			工 作 级 别
桥 式 起 重 机	吊 钩 式	电站安装及检修用	A1~A3
		车间及仓库用	A3~A5
		繁重工作车间及仓库用	A6~A7
	抓 斗 式	间断装卸用	A6~A7
		连续装卸用	A8
	冶 金 专 用	吊料箱用	A7~A8
		加 料 用	A8
		铸 造 用	A6~A8
		锻 造 用	A7~A8
		淬 火 用	A8
夹钳、脱锭用		A8	
揭 盖 用		A7~A8	
料 耙 式		A8	
电 磁 式	A7~A8		
龙 门 起 重 机		一般用途吊钩式	A5~A6
		装卸用抓斗式	A7~A8
		电站用吊钩式	A2~A3
		造船安装用吊钩式	A4~A5
		集卸集装箱用	A6~A8
装 卸 桥		料场装卸用抓斗式	A7~A8

续表

起 重 机 类 型		工 作 级 别
装 卸 桥	港口装卸用抓斗式	A8
	港口装卸集装箱用	A6~A8
门 座 起 重 机	安装用吊钩式	A3~A5
	装卸用吊钩式	A6~A7
	装卸用抓斗式	A7~A8
塔 式 起 重 机	一般建筑安装用	A2~A4
	用吊罐装卸混凝土	A4~A6
汽车、轮胎履带、 铁 路 起 重 机	安装及装卸用吊钩式	A1~A4
	装卸用抓斗式	A4~A6
甲 板 起 重 机	吊 钩 式	A4~A6
	抓 斗 式	A6~A7
浮 式 起 重 机	装卸用吊钩式	A5~A6
	装卸用抓斗式	A6~A7
	造船安装用	A4~A6
缆 索 起 重 机	安装用吊钩式	A3~A5
	装卸或施工用吊钩式	A6~A7
	装卸或施工用抓斗式	A7~A8

六、负载持续率（通电持续率）

负载持续率（也称通电持续率）为工作时间与工作周期时间之比，常以JC(%)表示

$$\begin{aligned} JC(\%) &= \frac{\text{工作时间}}{\text{工作周期时间}} \times 100(\%) \\ &= \frac{\text{通电时间}}{\text{通电时间} + \text{休息时间}} \times 100(\%) \end{aligned}$$

第三节 常用电气设备图形符号及文字符号

一、起重机电力拖动系统简介

目前，起重机各机构的驱动都采用各种电动机作为原动机。起重机所采用的电动机中，除在制动频繁、调速要求很高的起重机上采用直流电动机外，绝大多数是采用交流绕线式转子异步电动机（以下简称绕线式电动机）或鼠笼式电动机。另外起重机上还装有各种用途的电气设备：主要有控制电器设备和保护装置电器设备以及各种辅助电器设备。这些电器设备按一定规律组成系统，即电力拖动系统（电拖动），或电气传动系统（电传动）。

起重机主要电气设备有：

1. 凸轮控制器及起动电阻器

起动电阻器串入绕线式电动机转子回路，由凸轮控制器来控制各机构电动机起动、停止、正反转及速度调整。凸轮控制器通常设置在操纵室内。电阻器安装在桥架走台上。

2. 主令控制器及控制站

当绕线式电动机容量较大（超过30kW）时，常采用主令控制器和控制站控制。通过主令控制器的触头按一定要求顺序控制控制站上的接触器，从而实现对绕线式电动机的控制。通常主令控制器安设在操纵室内，控制站安装在桥架走台上。

3. 保护箱（柜）

保护箱（柜）是用来对起重机上交流电动机起过电流保护、零位保护和起重机限位保护之用。保护箱（柜）内装有过电流继电器、线路主接触器、刀开关、熔断器、变压器。

按钮、信号灯等电器元件。保护箱（柜）一般装设在操纵室的后部。

4. 安全开关和限位开关

为了保证起重机司机或检修人员的安全，起重机通常在通往端梁的栏杆门和操纵室通往桥架走台的“舱口门”上均装有安全开关、当栏杆门和舱口门打开时，安全开关动作切断电源，从而保护检修人员安全。

起重机在起升机构和大、小车运行机构中，装有限位开关以限制各机构的行程。当某机构到了极限行程时，限位开关动作，电源被切断，机构停止运转。再接通电源时，机构只能向相反方向运转，从而保障了起重机的安全。

5. 制动电磁铁（液压推杆）及制动器

起重机上制动器是通过摩擦使电动机及时停止运动的制动装置。电磁铁安装在制动器调整杆的一端，当通电动作时带动调整杆使主弹簧压缩，闸瓦张开，机构正常运行。当电磁铁断电时，带动调整杆反方向移动，主弹簧压力将闸瓦压紧装在电动机轴上的制动轮上，从而使机构停止运动。

二、起重机常用电气元件图形符号及文字符号

为了及时处理好起重机的电气故障，对检修人员来说就要十分了解电气设备的特点、构造及电气线路的分布和控制系统的动作原理，为此就必须熟悉起重机的电路图。起重机常用的电器元件，在线路图中都标以一定的图形符号和文字符号。为了便于维修人员对照查找和分析电气故障，本书将旧标准中常用电气图用图形符号及常用的文字符号进行介绍；同时也对新标准中的起重机维修常用的电气图用图形符号及文字符号进行介绍。旧标准中常用电气图用图形符号见表1-4，新标准中常用电气图用图形符号见表1-5。在旧标准