



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

铁路装卸机械化 (第二版)

盖宇仙 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

铁路装卸机械化

(第二版)

盖宇仙 主编

陈宜吉 主审

中国铁道出版社

2010年·北京

内 容 简 介

本书主要介绍起重运输机械及装卸机械化等方面的知识。全书共分为三篇十二章。第一篇起重机械,介绍起重机械的分类及主要参数、起重机械的主要零件和部件、桥式类型和旋转类型起重机及其稳定性;第二篇运输机械,介绍连续输送机、装卸车机、叉车和装载机;第三篇装卸机械化及装卸管理,介绍各类货物装卸机械化及装卸机械化方案的比选,并对装卸机械和装卸作业管理作了介绍。

本书可用作高等学校交通运输及其相关专业的教材,也可供铁路运输及装卸部门的技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路装卸机械化/盖宇仙主编. —2版. —北京:
中国铁道出版社, 2010. 6
ISBN 978-7-113-11519-7

I. ①铁… II. ①盖… III. ①铁路运输:货物运输—
装卸—机械化 IV. ①U294.26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 104440 号

书 名:铁路装卸机械化(第二版)
作 者:盖宇仙 主编

责任编辑:金 锋 电话:010-51873134 电子信箱:jinfeng88428@163.com 教材网址:www.tdjiaocai.com
封面设计:冯龙彬
责任校对:孙 玫
责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:三河市华丰印刷厂
版 次:1999年12月第1版 2010年6月第2版 2010年6月第8次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11 字数:276 千
印 数:23 001~26 000 册
书 号:ISBN 978-7-113-11519-7
定 价:22.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

第二版前言

《铁路装卸机械化》从教学要求出发,充分考虑交通运输专业的特点,将重点放在装卸机械的选择和使用上。1999年出版的《铁路装卸机械化》教材已使用了11年,随着装卸机械的不断发展,有关国家标准、规范随之更新、补充,无论在设备上还是在作业组织上,都有了许多进步。因此,有必要对教材进行修改和充实。该教材被列入普通高等教育国家“十一五”国家级规划教材。

本次修订,重点增加了新参数、新机械,同时补充了装卸机械管理和作业管理等内容。根据实际需要,本次修订保留了原有特点,即着重介绍各类机械的用途、分类、组成、工作原理、主要参数及生产率的计算,对于机械的零件和部件只作简单介绍。

全书共分三篇十二章。第一篇起重机械,介绍起重机械的分类及主要参数、起重机械的主要零件和部件、桥式类型和旋转类型起重机及其稳定性;第二篇运输机械,介绍连续输送机、装卸车机、叉车和装载机;第三篇装卸机械化和装卸管理,介绍散堆装货物、成件包装货物、长大笨重货物及集装箱装卸机械化及其方案选择,并系统阐述了装卸机械和装卸作业管理。

本书为便于读者在自学中掌握重点内容,增强知识的应用性,每章后附有复习思考与习题。

本书由兰州交通大学盖宇仙教授担任主编,负责编写绪论,第一、三、四、五、六、十、十一章,贾晓燕负责编写第二、七、八、九、十二章。主审兰州交通大学陈宜吉教授对书稿进行了认真审阅,提出了许多宝贵意见。

书中不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者
2010年3月

第一版前言

本书从教学要求出发,充分考虑交通运输专业的特点,将重点放在装卸机械的选择和使用上。因此,在介绍起重运输机械时,着重介绍各类机械的用途、分类、组成、工作原理、主要参数及生产率的计算,对于机械的零件和部件只作简单介绍。

全书共分三篇十一章。第一篇起重机械,介绍起重机械的分类及主要参数、起重机械的主要零件和部件、桥式类型和旋转类型起重机及其稳定性;第二篇运输机械,介绍连续输送机、装卸车机、叉车和装载机;第三篇装卸机械化及其方案选择,介绍散堆装货物、成件包装货物、长大笨重货物及集装箱装卸机械化,对装卸机械化方案的选择也作了较详细的阐述。

本书内容也适合于自学,每章后都附有复习题,为读者掌握书中重点内容提供了指南,部分章节还编写了习题。

本书主审陈宜吉教授在百忙中对书稿进行了认真审阅,提出了不少宝贵意见。

限于编者的水平,书中不妥和错误之处,恳请读者批评指正,以便不断完善,适应教学的需要。

编 者

1999年8月

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 起重机械

第一章 起重机械的分类及主要参数	3
第一节 起重机械的分类	3
第二节 起重机的主要参数	4
第三节 起重机的工作类型	7
复习思考与习题	10
第二章 起重机械的主要零件和部件	11
第一节 取物装置	11
第二节 滑轮和滑轮组	13
第三节 钢丝绳	16
第四节 卷 筒	22
第五节 传动机构	26
第六节 制动装置和离合器	27
复习思考与习题	31
第三章 各种类型起重机	32
第一节 桥式类型起重机	32
第二节 旋转类型起重机	38
第三节 起重机的稳定性	43
复习思考与习题	45

第二篇 运输机械

第四章 连续输送机	46
第一节 连续输送机概述	46
第二节 带式输送机	49
第三节 斗式提升机	56
第四节 螺旋输送机	64
第五节 气力输送装置	67
复习思考与习题	69
第五章 装车机和卸车机	71
第一节 链斗式装车机和卸车机	71
第二节 螺旋式卸车机	77
第三节 装车漏斗和翻车机	79

=====	
复习思考与习题	81
第六章 叉 车	82
第一节 叉车的类型及主要参数	82
第二节 叉车的各部构造及工作原理	91
第三节 叉车功率的计算	99
复习思考与习题	103
第七章 装 载 机	105
第一节 装载机分类及基本组成	105
第二节 装载机的技术性能	109
复习思考与习题	114
第三篇 装卸机械化及装卸管理	
第八章 散堆装货物装卸机械化	115
第一节 散堆装货物概述	115
第二节 散堆装货物装车机械化	116
第三节 散堆装货物卸车机械化	121
复习思考与习题	125
第九章 长大笨重货物和集装箱装卸机械化	126
第一节 长大笨重货物和集装箱概述	126
第二节 长大笨重货物装卸机械化	128
第三节 集装箱装卸机械化	131
复习思考与习题	135
第十章 成件包装货物装卸机械化	136
第一节 成件包装货物概述	136
第二节 成件包装货物装卸机械化	137
复习思考与习题	143
第十一章 装卸机械化方案选择	144
第一节 装卸机械化方案选择的原则和方法	144
第二节 装卸机械的生产率及数量的确定	146
第三节 技术经济指标计算及方案比选	150
复习思考与习题	156
第十二章 铁路装卸管理	157
第一节 装卸机械管理	157
第二节 装卸作业管理	160
第三节 铁路装卸管理信息系统	168
复习思考与习题	169
参考文献	170

绪 论

装卸,是在货物运输和保管过程中随同发生的作业。装卸工作是铁路运输中必不可少的组成部分。货物由发站运往到站,要经过承运、装车、挂运、卸车、交付及装卸车前后的暂时保管等环节,在运送途中有时还要进行中转或换装作业。在铁路货物运输的周转时间中,货物装卸作业时间占有较大比例。因此,装卸工作是运输生产中重要的组成部分,它直接影响到铁路运输的效率和效益。

一、铁路装卸机械化的意义

装卸机械化是装卸工作的发展方向,是实现铁路现代化的一项重要内容。实现装卸机械化的意义在于:

1. 能提高装卸效率,节约劳动力,减轻装卸工人的劳动强度,改善劳动条件。
2. 缩短装卸作业时间,加速车辆周转,加快货物的送达,提高运输效率。
3. 提高装卸质量,保证货物的完整和运输安全,降低货物破损率。
4. 降低装卸作业成本。装卸效率的提高势必使每吨货物摊到的作业费用相应减少,从而使作业成本降低。
5. 充分利用货位,加速货位周转,减少货物堆码的场地面积。采用机械作业,堆码高度大,装卸速度快,可以及时腾空货位。因此,可以减少场地需要面积。

随着铁路现代化的不断发展,机械作业比重的逐年提高,装卸机械已成为铁路运输生产中的重要物质基础。对于组织运输生产的各个部门的管理技术人员来说,熟悉装卸机械基本知识,掌握合理选配装卸机械的基本方法,充分发挥装卸机械的效能,不断提高装卸机械化程度,是一项不可或缺的重要任务。因此,为高等院校交通运输及其他相关专业的学生开设装卸机械化课程很有必要。通过学习,学生可以掌握有关装卸机械化的专业知识,为今后从事运输生产和管理工作奠定良好基础。

二、铁路装卸机械化的发展趋势

铁路装卸机械化从总的发展趋势来看,一是以发展多种类型的装卸机械来适应货物的装卸要求;二是发展专用车辆和采用集装箱、托盘等集装运输方式以满足装卸作业的需要。具体来说,表现在以下几方面:

1. 发展集装运输

集装箱运输把零杂货物的装卸问题,变为一定规格的货箱装卸,从而使装卸作业大大简化。

托盘是一种最常用的集装器具,托盘作业是托盘配合叉车在仓库内进行搬运作业。托盘配合叉车,可提高叉车的作业效率,加速货物的装卸。

采用集装笼、集装架、集装袋、集装网等集装器具或采用捆扎技术将散体裸装、小件包装货物组合成为一定规格重量的集装货件,便于采用机械进行装卸和搬运作业。

2. 货运站或货场实行专业化

规定某个货运站或货场只办理一定种类的货物作业,比如专门办理集装箱或散堆装货物等。由于货物种类比较单一,可集中配备高效率的装卸机械,以缩短装卸时间,降低作业成本。

3. 广泛使用专用车辆

使用专用车辆,便于装卸作业,加速货物送达。因此,要不断增加专用车辆的数量,如生产用于装运散堆装货物的自卸车、装运集装箱的集装箱专用车。

4. 采用先进技术,不断提高装卸机械性能

积极采用新工艺和新材料,例如,轻金属材料(铝、钛等)、新型合金(非晶态合金、形状记忆合金等)、非金属材料(工程塑料、橡胶等)、复合材料等替代钢铁材料,以增加机械强度,降低自重,延长其使用寿命。

5. 大力发展装卸机械的自动化和信息化程度

现代化的管理手段,能使装卸作业速度更快、起落位置更精确、活动范围更广、自动计量功能发挥更好。同时,提高其智能化程度,利用计算机控制和管理网络系统,实现信息的及时汇总,并作出最优化的决策或指令。

三、铁路装卸机械的分类

我国铁路常用的装卸机械大部分属于起重运输机械。起重运输机械是进行起重运输作业的各种机械的总称,通常将其分为起重机械和运输机械两大类。

铁路装卸机械按其技术性能可分为间歇作用机械和连续作用机械。间歇作用机械是在一定时间内只能完成一次装车、卸车过程或搬运过程的机械;连续作用机械是连续不间断地装卸或搬运货物的机械。起重机械是一种间歇作用的机械,它的工作特征是周期性的。运输机械属连续作用机械,是以连续、稳定的流水方式输送货物。

铁路运输的货物一般分为散堆装货物、成件包装货物、长大笨重货物和用集装箱装运的货物。装卸机械应根据货物品类、装卸作业量等选用。

1. 散堆装货物的装卸机械

散堆装货物通常是指成堆运输不计件的货物,如煤、砂、矿石等。一般选择连续作用机械(包括各种输送机、装车机和卸车机)、单斗装载机、翻车机或配置抓斗的各种起重机等。

2. 成件包装货物的装卸机械

成件包装货物一般是指怕湿、怕晒、需在仓库内存放并且多用棚车装运的货物,如日用百货、五金交电等。这类货物一般采用叉车,并配以托盘进行装卸搬运作业,还可使用牵引车和挂车、带式输送机等解决成件包装货物的搬运问题。

3. 长大笨重货物的装卸机械

长大笨重货物通常是指大型机器、建筑设备、钢材、原木等,具有长、大、重、结构和形状复杂的特点。这类货物的装卸作业一般选择门、桥式起重机或旋转起重机。

4. 集装箱的装卸机械

1 t 集装箱一般选用 1 t 内燃叉车或电瓶叉车作业。10 t 及其以上集装箱采用龙门式起重机或旋转起重机进行装卸作业,还可采用叉车、集装箱跨运车、集装箱正面吊等对集装箱进行搬运和堆码作业。

第一篇 起重机械

起重机械是实现装卸机械化、自动化,减轻体力劳动,提高劳动生产率的重要工具和设备,主要用于物品的装卸和设备的安装。

起重机械是一种间歇作用的机械,它以重复的、短时间的工作循环来起升和移动货物,每一个工作循环中,它的所有主要机构都至少作一次正向的运动和一次反向的运动。

第一章 起重机械的分类及主要参数

第一节 起重机械的分类

起重机械按其功能和构造特点,分为轻小型起重设备、起重机和升降机三大类。

一、轻小型起重设备

轻小型起重设备通常只有一个升降机构或一个牵引机构,特点为构造简单、重量轻、便于携带、移动方便。如千斤顶、手动和电动葫芦及绞车等。

二、起重机

起重机一般是指除起升机构外还有水平运动机构的起重设备。起重机根据结构特点可分为桥式类型和旋转类型两大类。

桥式类型起重机特点是以桥形结构作为主要承载构件,取物装置悬挂在可以沿主梁运行的起重小车上。该类起重机除起升机构外,还配有小车、大车两个运行机构。依靠这些机构的配合动作,可在一个长方体的空间内装卸搬运货物。属于这类起重机的有桥式起重机、龙门起重机和装卸桥。其中桥式起重机主要用于工厂车间搬运物品;龙门起重机主要用于铁路货场装卸笨重货物和集装箱,也可配以抓斗装卸散堆装货物;装卸桥用于大型散堆料场装卸散堆装货物。

旋转类型起重机特点是依靠悬伸、可旋转的臂架作为主要受力构件,除起升机构外,通常还有旋转机构和变幅机构,依靠这些机构的配合,可以在圆形场地及其上空作业。旋转类型起重机可分为固定旋转式和运行旋转式两类,运行旋转式起重机是将起重机装设在车辆或其他运输工具上,这样可增大旋转类型起重机的机动性,特别适合露天装卸和安装工作。常用的旋转类型起重机主要包括汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机、轨道起重机、集装箱正面吊、门座起重机和塔式起重机等。其中轮胎起重机和履带起重机常用于铁路货场的装卸;汽车起重机和塔式起重机用于建筑安装;轨道起重机用于货场装卸及铁路事故救援;集装箱正面吊用于集装箱的吊运;门座起重机用于港口码头的装卸。

桥式类型起重机和旋转类型起重机是铁路最常用的起重机械。

三、升 降 机

升降机虽然也只有一个主要机构——升降机构,但在许多升降机(如电梯)中,还有完善的安全装置及其他附属装置,故列为单独一类。其特点是重物或取物装置只能沿导轨升降。升降机主要包括电梯和货物升降机。

起重机械的分类系统如图 1-1 所示。

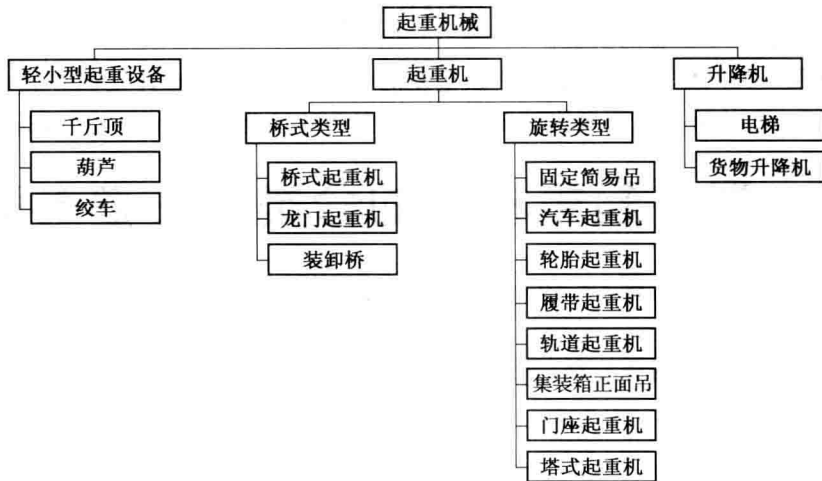


图 1-1 起重机械的分类系统图

第二节 起重机的主要参数

在使用一部起重机时,必须明确它的工作性能和技术指标,即性能参数。

起重机的基本参数是表明起重机工作特征和技术性能的主要数据,也是计算和选用起重机的技术依据。起重机的基本参数包括起重量、起升高度、跨度、幅度、工作速度、外形尺寸、自重及生产率。

一、起 重 量

起重量也叫额定起重量,是指起重机在正常工作时允许起吊的最大货物重量和取物装置自重之和,以 Q 表示,单位为 t 或 kN (10 kN 约等于 1 t)。

为计算方便,吊钩及一般起升高度内的钢丝绳重量不计算在起重量之内,但抓斗及电磁起重机的额定起重量应包括抓斗及电磁吸盘等取物装置的重量。旋转类型起重机的起重量随幅度而变化,应以起重臂处于最小幅度时允许起吊的最大起重量作为额定起重量。

起重量系列标准列于表 1-1 中。铁路货场常用龙门起重机的起重量一般为 10 、 15 、 20 、 30 、 50 t 。常用轮胎起重机的起重量为 8 、 16 t 。

表 1-1 起重机起重量系列标准

门、桥式起重机起重量 $Q(t)$	3,5,8,10,12.5,16,20,32,40,50,80,100,125,140,160,180,200,225,250
旋转类型起重机起重量 $Q(t)$	3,5,8,12,16,25,40,65,100

二、起升高度

起升高度是指起重机运行轨道顶面或地面到取物装置上升极限位置的高度(用吊钩时算到吊钩钩环中心,用抓斗及其他容器时算到容器底部)。对于旋转类型起重机应以其幅度最小时的最大起升高度表示。当取物装置可以放到地面或轨道顶面以下时,其下放距离称为下放深度。起升高度和下放深度之和称为总起升高度。起升高度以 H 表示,单位为 m 。

铁路货场用的起重机的起升高度一般取 $8\sim 15\text{ m}$ 。

三、跨度和幅度

1. 跨度

桥式类型起重机的运行轨道中心线之间的距离称为该起重机的跨度;桥式类型起重机的小车运行轨道中心线之间的距离称为小车的轨距。跨度以 L 表示,跨度和轨距的常用单位为 m 。

桥式起重机的跨度系列见表 1-2。

表 1-2 桥式起重机跨度系列表

起重量 $Q(t)$	跨度 $L(m)$								
5~50	10	14	18	22	26	30	35	40	50
63~125	—	—	18	22	26	30	35	40	50
160~250	—	—	18	22	26	30	35	40	50

通用龙门起重机和装卸桥的常用跨度见表 1-3。

表 1-3 通用龙门起重机和装卸桥的常用跨度

通用龙门起重机跨度 $L(m)$	18	22	26	30	35
装卸桥跨度 $L(m)$	40	55	60	70	80

2. 幅度

幅度是指在额定起重量下,旋转类型起重机的旋转中心线与取物装置铅垂线之间的水平距离,以 R 表示,单位为 m 。幅度随臂架的倾角大小而变化,有最大幅度值($R_{\max}$)和最小幅度值($R_{\min}$)。通常臂架仰角从 $0^\circ\sim 80^\circ$,而工作幅度多为 $30^\circ\sim 75^\circ$ 。

跨度和幅度都是说明起重机工作范围的参数。

四、工作速度

起重机的工作速度包括起升、运行、变幅、旋转四个机构的速度。

1. 起升速度,是指取物装置的上升或下降速度,以 $v_{\text{升}}$ 表示,单位为 m/min 。铁路装卸用起重机的起升速度一般为 $8\sim 20\text{ m/min}$ 。

2. 运行速度,是指起重机在空载情况下,起重大车或小车的运行速度。分别以 $v_{\text{大行}}$ 和 $v_{\text{小行}}$ 表示, $v_{\text{大行}}$ 的单位为 m/min ,对无轨运行起重机,则单位为 km/h ; $v_{\text{小行}}$ 的单位为 m/min 。桥式类型起重机的大车运行速度一般为 $30\sim 80\text{ m/min}$;小车运行速度一般为 $35\sim 45\text{ m/min}$;汽车起重机的运行速度为 $50\sim 70\text{ km/h}$;轮胎起重机的运行速度一般小于 30 km/h 。

3. 变幅速度,是指旋转类型起重机的取物装置从最大幅度变到最小幅度的平均线速度。以

$v_{\text{幅}}$ 表示,单位为 m/min。变幅速度也可用变幅时间来说明,即从最大幅度变到最小幅度的时间,以 s 计。变幅速度对生产率影响不大,但对起重机的工作平稳性和安全性影响较大,故变幅速度不宜取得太大,一般都在 15 m/min 左右(自最大幅度至最小幅度为 20~50 s)。

4. 旋转速度,是指起重机在空载情况下,其回转台每分钟的转数,以 $n_{\text{旋}}$ 表示,单位为 r/min。大型起重机的起重量大、旋转半径也大,旋转速度应取低些(1.5~2 r/min)。

五、自重和外形尺寸

自重为不带附属工具、燃料、润滑材料、水和人员,并无负载时的起重机本身重量,或者以每一走行轮所承担的重量或压力(即轮压)来表示,单位为 t 或 kN。

外形尺寸是指起重机的最大长度、宽度和高度。

自重和外形尺寸在一定程度上反映了起重机的经济性能和通过性能。

六、生产率

生产率是说明起重机装卸或吊运物品的工作能力的综合指标。通常由综合起重量、工作行程及工作速度等基本参数决定。生产率以 $Q_{\text{生}}$ 表示,常用单位为 t/h。

起重机的生产率可用式(1-1)计算:

$$Q_{\text{生}} = n_0 Q_0 \quad (1-1)$$

式中 Q_0 ——起重机有效起重量,t;

n_0 ——起重机每小时工作循环数。

起重机每小时工作循环数可由式(1-2)决定:

$$n_0 = \frac{3600}{T} \quad (1-2)$$

式中 T ——一个工作循环所需的时间,s。

1. 桥式类型起重机,其工作循环时间 T 按式(1-3)计算:

$$T = t_{\text{取}} + 2t_{\text{升}} + 2t_{\text{降}} + 2t_{\text{大行}} + 2t_{\text{小行}} + t_{\text{松}} \quad (1-3)$$

式中 $t_{\text{取}}$ ——抓取货物所需时间,s;

$t_{\text{升(降)}}$ ——货物提升或下降时间,s,可用式(1-4)计算:

$$t_{\text{升(降)}} = \frac{60H_{\text{升(降)}}}{v_{\text{升(降)}}} + t_{\text{加减}} \quad (1-4)$$

其中 $H_{\text{升(降)}}$ ——货物起升或下降高度,m,

$v_{\text{升(降)}}$ ——货物起升或下降速度,m/min,

$t_{\text{加减}}$ ——起动或制动附加时间,s;

$t_{\text{大行}}$ ——起重机电车运行时间,s,可按式(1-5)计算:

$$t_{\text{大行}} = \frac{60S_{\text{大行}}}{v_{\text{大行}}} + t_{\text{加减}} \quad (1-5)$$

其中 $S_{\text{大行}}$ ——起重机电车纵向移动距离,m,

$v_{\text{大行}}$ ——起重机电车运行速度,m/min;

$t_{\text{小行}}$ ——起重机小车运行时间,s,可按式(1-6)计算:

$$t_{\text{小行}} = \frac{60S_{\text{小行}}}{v_{\text{小行}}} + t_{\text{加减}} \quad (1-6)$$

其中 $S_{\text{小行}}$ ——起重机小车运行距离,m,

=====

$v_{\text{小行}}$ ——起重机小车运行速度, m/min;

$t_{\text{松}}$ ——货物解索时间, s。

2. 旋转类型起重机, 其工作循环时间 T 可按式(1-7)计算:

$$T = t_{\text{取}} + 2t_{\text{升}} + 2t_{\text{降}} + 2t_{\text{行}} + t_{\text{旋}} + t_{\text{松}} \tag{1-7}$$

式中 $t_{\text{行}}$ ——起重机运行时间, s, 可用式(1-8)计算:

$$t_{\text{行}} = \frac{3.6S}{v_{\text{行}}} + t_{\text{加减}} \tag{1-8}$$

其中 S ——起重机运行距离, m,

$v_{\text{行}}$ ——起重机运行速度, km/h;

$t_{\text{旋}}$ ——起重机的回转时间, s, 可用式(1-9)计算:

$$t_{\text{旋}} = \frac{60}{n_{\text{旋}}} + 2t_{\text{加减}} \tag{1-9}$$

其中 $n_{\text{旋}}$ ——起重机旋转速度, r/min。

选择起重机数量时, 一般以平均生产率计算。平均生产率是按平均起重量、平均工作行程和平均工作速度计算, 但往往实际生产率与计算生产率有较大差别, 这种差别与起重、装卸生产条件及操作者熟练程度有关。

第三节 起重机的工作类型

起重机的工作类型是表明起重机工作繁重程度的参数, 是起重机工作特性的重要标志。起重机工作繁重程度是指起重机工作在时间方面的繁忙程度与受载方面的轻重程度。在设计 and 选用起重机的机械、电气设备时, 必须考虑工作类型。这是因为起重机的各个机构是按照一定的工作循环间歇地进行工作的, 而且每一台起重机作业的繁忙程度、起重量的利用情况、工作环境等各不相同。一般来说, 起重机的作业愈繁忙, 起重机利用程度愈高, 它的工作机构中的零件磨损愈快, 电气设备发热愈严重。起重机及其机构工作的繁重程度可由起重机及其机构的工作级别来表明。

一、起重机工作级别

起重机工作级别是用来表征起重机械载荷状态、动作频率的指标, 由起重机的利用等级和载荷状态两个因素决定。

起重机的利用等级表明起重机工作的繁忙程度, 按起重机设计寿命期内总的工作循环次数共分为 $u_0 \sim u_9$ 十级, 见表 1-4。

表 1-4 起重机的利用等级

利用等级	总的工作循环次数 N	说 明	利用等级	总的工作循环次数 N	说 明
u_0	1.6×10^4	不经常使用	u_5	5×10^5	经常中等地使用
u_1	3.2×10^4		u_6	1×10^6	不经常繁忙地使用
u_2	6.3×10^4		u_7	2×10^6	繁忙地使用
u_3	1.25×10^5		u_8	4×10^6	
u_4	2.5×10^5	经常轻闲地使用	u_9	$>4 \times 10^6$	

起重机的总工作循环次数 N , 可按式(1-10)计算:

$$N = 3600YDB/T \quad (1-10)$$

式中 Y ——起重机的设计使用年限, 年;

D ——起重机一年工作天数, d/年, 一般 $D=256$;

B ——起重机每天工作小时数, h/d;

T ——起重机一个工作循环的总时间, s。

设计起重机时, 通常可按起重机的使用场合的实际情况估计 Y 、 D 、 B 及 T , 按式(1-10)算出 N 值, 然后查表 1-4 选择一个最靠近的利用等级。若无法估计具体数值, 也可按表 1-4 中的说明进行选择。起重机设计使用年限一般为 20~30 年, 这实际上是指金属结构的使用年限。机械零件的使用年限较短, 转动件的寿命一般是 8 年。

起重机的载荷状态表明起重机受载的轻重程度, 根据起重机载荷谱系数 K_p 分为轻、中、重、特重四级, 见表 1-5。

表 1-5 起重机的载荷状态

载荷状态	名义载荷谱系数 K_p	说 明
Q_1 ——轻	0.125	很少起升额定载荷, 一般起升轻微载荷
Q_2 ——中	0.25	有时起升额定载荷, 一般起升中等载荷
Q_3 ——重	0.5	经常起升额定载荷, 一般起升较重载荷
Q_4 ——特重	1.0	频繁地起升额定载荷

起重机载荷谱系数 K_p 由式(1-11)决定:

$$K_p = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N} \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \quad (1-11)$$

式中 n_i ——载荷 P_i 的作用次数 ($n_i = n_1, n_2, \dots, n_n$);

N ——总的工作循环次数, $N = \sum_{i=1}^n n_i$;

P_i ——第 i 个起重载荷 ($P_i = P_1, P_2, \dots, P_n$), t;

$P_{\max}$ ——最大起重载荷, t;

m ——指数, 此处取 $m=3$ 。

当起重机的实际载荷变化已知时, 应先按式(1-11)算出实际载荷谱系数, 再对照表 1-5, 选择不小于此计算值的最接近的名义值作为该起重机的载荷谱系数。设计起重机时如果不知其实际载荷状态, 则可凭经验按表 1-5 说明栏中的内容选择一个合适的载荷状态级别。

起重机工作级别按起重机的利用级别和载荷状态划分为 $A_1 \sim A_8$ 八级, 见表 1-6。

表 1-6 起重机工作级别的划分

载荷状态	K_p	利 用 等 级									
		u_0	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9
Q_1 ——轻	0.125			A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
Q_2 ——中	0.25		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	
Q_3 ——重	0.5	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8		
Q_4 ——特重	1.0	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8			

二、起重机机构工作级别

起重机机构工作级别是根据机构利用等级及机构载荷状态划分的。机构利用等级按机构总设计寿命(使用期限内运转总小时数)分为 $T_0 \sim T_9$ 十级,见表 1-7。

表 1-7 起重机机构利用等级

机构利用等级	总设计寿命(h)	说 明	机构利用等级	总设计寿命(h)	说 明
T_0	200	不经常使用	T_5	6 300	经常中等地使用
T_1	400		T_6	12 500	不经常繁忙地使用
T_2	800		T_7	25 000	繁忙地使用
T_3	1 600		T_8	50 000	
T_4	3 200	经常轻闲地使用	T_9	100 000	

机构载荷状态表明机构受载的轻重程度,按机构载荷谱系数 K_m 分为轻、中、重、特重四级,见表 1-8。

表 1-8 起重机机构载荷状态

载荷状态	名义机构载荷谱系数 K_m	说 明
L_1 ——轻	0.125	机构经常承受轻的载荷,偶尔承受最大载荷
L_2 ——中	0.25	机构经常承受中等载荷,较少承受最大载荷
L_3 ——重	0.5	机构经常承受较大载荷,也常承受最大载荷
L_4 ——特重	1.0	机构经常承受最大载荷

机构载荷谱系数 K_m 由式(1-12)计算:

$$K_m = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{t_T} \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \quad (1-12)$$

式中 t_i ——该机构承受不同载荷的持续时间($i=1,2,\dots,n$);

t_T ——所有不同载荷作用的总持续时间, $t_T = \sum_{i=1}^n t_i$;

P_i ——该机构在工作时间所承受各个不同的载荷($i=1,2,\dots,n$), t;

$P_{\max}$ —— P_i 中的最大值, t;

m ——指数,取 $m=3$ 。

起重机机构工作级别按机构的利用级别和载荷状态划分为 $M_1 \sim M_8$ 八级,见表 1-9。

表 1-9 起重机机构工作级别的划分

载荷状态	K_m	利 用 等 级									
		T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
L_1 ——轻	0.125			M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
L_2 ——中	0.25		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	
L_3 ——重	0.5	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8		
L_4 ——特重	1.0	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8			

三、机构相对结合时间率

在选择电动机时,必须考虑机构相对结合时间率。机构相对结合时间率也称为机构的接电持续率,它是指起重机在一个工作循环内,某个机构实际工作的时间占整个循环延续时间的百分比,以 $JC\%$ 表示,可用式(1-13)计算:

$$JC\% = \frac{t}{T} \times 100\% \quad (1-13)$$

式中 t ——在一个循环内某个机构实际工作时间, s ;

T ——起重机一个工作循环的延续时间, s 。

表 1-10 汇总了划分起重机工作类型的各主要指标的平均值。

表 1-10 划分起重机工作类型主要指标均值

划分指标 工作类型	起重机机构繁忙程度和载荷变化情况			
	起重机一年工作时数	机构相对结合时间率	起重量利用系数	机构每小时开动次数
轻级	1 000	15%	0.25	<60
中级	2 500	25%	0.50	60~120
重级	5 000	40%	0.75	120~240
特重级	>5 000	60%	1.00	300



复习思考与习题

1. 起重机械的定义是什么? 通常分哪几类? 各类有何特点?
2. 起重机的主要技术参数有哪些? 试述各个参数的意义、代号和单位。
3. 起重机及其机构的工作级别划分的依据是什么?
4. 机构相对结合时间率($JC\%$)的含义是什么? 如何确定?