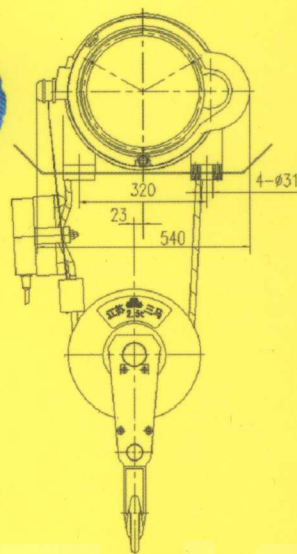
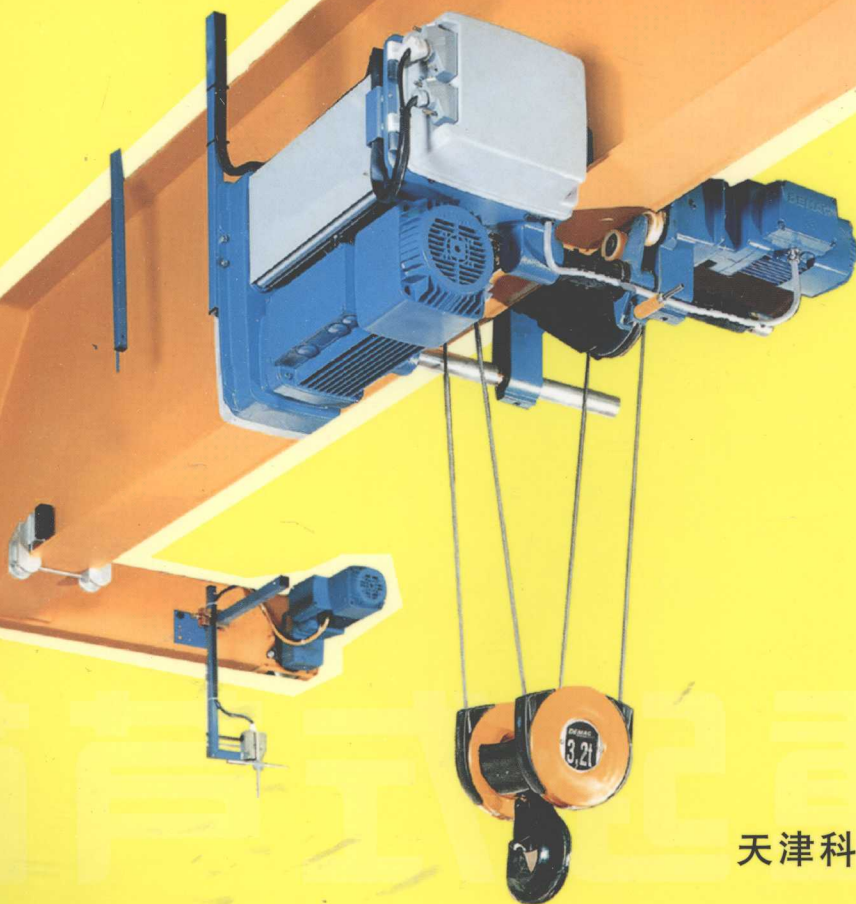


葫芦式 起重机



● 宫本智 著 ●



天津科学技术出版社

葫芦式起重机

宫本智 著

王福绵 审

天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

葫芦式起重机/宫本智著. —天津:天津科学技术出版社, 2009.8

ISBN 978-7-5308-5234-7

I. 葫… II. 宫… III. 葫芦(起重机械) IV. TH211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 137033 号

责任编辑:刘丽燕

责任印制:白彦生

天津科学技术出版社出版

出版人:胡振泰

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话(022)23332398(事业部) 23332697(发行)

网址:www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

北京合众伟业印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 42.25 字数 1040 000

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定价:80.00 元

前言

《葫芦式起重机》一书是笔者在 20 世纪 80 年代,花费了七八年时间撰写而成的,未曾想当时出版遇到了种种困难,前前后后又花费了四五年时间才艰难地于 1994 年出版,总算是没有让付出的心血白流。让我终生难忘的原河北省涿州市起重机械厂、原山东省烟台起重设备厂、原江苏省江阴市起重运输机械厂、原江苏省无锡宇宙导电设备厂、原天津市第二起重电器厂、原天津市起重设备二厂、原天津市起重设备三厂、原天津市起重设备四厂、原天津市起重设备五厂和原天津市河西起重设备安装厂给予我莫大的支持、关心和赞助,才终于得以出版。借此机会再一次表示衷心感谢!

笔者一生以从事葫芦式起重机产品设计开发为荣,未曾有写书做学问的念头,完全是我的恩师徐克晋教授的一句话——“世界上还未曾有葫芦式起重机的专著,这项任务我看就由你来完成吧”改变了我。当时仅工作十几年的我对于出书,既胆怯、犹豫,又向往。在老师的一再督促、鞭策、鼓励与期待下,终于下决心试一试。完成书稿后方才知道写书难,再难也难不过出书难,未曾想在当时的中国科技专业书籍出版怎么就那么难。特别是介于专业技术的狭窄领域更是难上加难,出版量、出版成本、出版资金等等的困难,难倒了多少心有余而力不足的人。这就是我亲身经历的感受和曾经遇到过的出书坎坷与尴尬。但又未曾料到我这本小书出版后越来越为大家所认可喜爱,尤其是当前要求再版的呼声也越来越高!一时让我心里十分矛盾,一想起当年出书遭遇过的辛酸、无奈与苦恼就犹豫不决一拖再拖,当看到大家期待再版的渴望,又让我心血来潮不得不痛下决心,哪怕是再苦、再累、再难也要再发挥一点余热,再做一点奉献!对我来说就好比是“老牛只知夕阳短,不用扬鞭自奋蹄”吧!

20 世纪 80 年代编写的《葫芦式起重机》一书,至今已有二十余年了,这期间葫芦式起重机专业技术在国内外已有相当大的变化,已有突飞猛进的发展。这期间我有幸多次出国参观考察多家葫芦式起重机生产厂,收获匪浅,这期间我有机会多次到兄弟企业参观学习与技术交流,搜集和积累了一些宝贵技术资料,再加上我在葫芦式起重机专业领域奋斗了四十余年的心得,我愿通过重新编写扩充内容

毫无保留地奉献给大家!

原《葫芦式起重机》一书共有十六章内容三十余万字,现在看来有许多内容已落伍,各章节的内容均须修改补充重新编写。新编写的《葫芦式起重机》一书,可谓是焕然一新,总共有二十章约一百万余字。它包括了葫芦式起重机基本概论、基本分类、国内外发展史、新技术新理念、相关标准、安全技术、典型产品示例、典型零部件介绍、钢结构、机构、电控、设计与计算、试验与检测、包装与运输、安装与架设、操作与使用、检修与维护、故障与事故及特种葫芦式起重机技术等,可谓是一本葫芦式起重机小百科。可供从事葫芦式起重机设计开发、工艺制造、试验检测、安装架设、操作使用、检修维护、安全监督、产品选用等人员参考使用,也可提供相关部门和相关专业师生作为培训参考教材。

本书之所以能在短短两年内顺利完成书稿编写工作,与中国重型机械工业协会葫芦单双梁起重机专业委员会的大力支持、关心分不开。特别是在行业秘书长李玉梅直接推动与组织下,在本行业兄弟企业呼吁下,被列入行业重点技术工作之一得到了妥善安排。笔者也十分感谢天津起重设备有限公司技术中心,该中心给予了热情帮助并投入大量人力和物力,完成了大量的绘图、制表、打字和审校工作。

为此我要特别感谢完成大量打字、制表与绘图的以下人员:宫宁、刘珍娜、郭涛、张继文、张欣燕、韩雪、宗军花、李立强、曹影、肖倩、刘杰、舒适、姚玉来、杨媛、李福森、王骏、朱大智、徐逸、傅瑞利、倪丽闪、孙洪升等。

为此我要特别感谢唐锐、董大龙、郝建新、卜宪明和李佩华等同志,对书稿各章节内容进行了逐字、逐句的认真审核、校对、修改与补充。

为此我要特别感谢兄弟企业,毫无保留、热情地为我提供了大量而宝贵的技术资料、文献与图片,十分感谢须雷博士、高宁博士和大连理工大学博士生孟庆琳的慷慨支持。感谢王福绵同志对本书作了全面审核与校对。

目 录

第1章 葫芦式起重机概论	1
第1节 葫芦式起重机	1
第2节 葫芦式起重机名词术语	2
第3节 葫芦式起重机作业特点	3
第4节 葫芦式起重机性能参数	6
第5节 葫芦式起重机结构组成	8
第2章 葫芦式起重机分类	11
第1节 葫芦式起重机类组型划分	11
第2节 葫芦式起重机典型产品示意图	13
第3章 葫芦式起重机发展与现状	26
第1节 当代起重机发展趋势	26
第2节 国内葫芦式起重机发展简史	28
第3节 国内葫芦式起重机现状与发展	30
第4节 国外葫芦式起重机发展与现状	32
第4章 葫芦式起重机新技术	37
第1节 葫芦式起重机新结构	37
第2节 葫芦式起重机新材料	39
第3节 葫芦式起重机新工艺	41
第4节 葫芦式起重机新方法	42
第5章 葫芦式起重机标准	45
第1节 标准化常识	45
第2节 国内葫芦式起重机相关产品标准	49
第3节 国外葫芦式起重机相关产品标准	50
第4节 关于企业标准化工作	51
第6章 葫芦式起重机安全	52
第1节 葫芦式起重机安全管理	52

第2节 葫芦式起重机安全技术	54
第3节 葫芦式起重机安全保护	58
第7章 葫芦式起重机典型产品介绍	62
第1节 手动葫芦式起重设备	62
第2节 SHH 型环链电动葫芦	76
第3节 BZD/BX 型旋臂起重机	77
第4节 CD1/MD1 型钢丝绳电动葫芦	79
第5节 LXA 型电动单梁悬挂起重机	85
第6节 LDA 型电动单梁起重机	89
第7节 BCD 型防爆钢丝绳电动葫芦	92
第8节 BLX 型防爆电动单梁悬挂起重机	98
第9节 BLD 型防爆电动单梁起重机	102
第10节 AS 型钢丝绳电动葫芦	106
第11节 LXT 型电动单梁悬挂起重机	117
第12节 DXT 型多支点悬挂起重机	128
第13节 LDT 型电动单梁起重机	131
第14节 LHT 型电动葫芦桥式起重机	137
第15节 MHT 型电动葫芦门式起重机	143
第16节 HBT 型防爆钢丝绳电动葫芦	147
第17节 LXBT 型防爆电动单梁悬挂起重机	153
第18节 LBT 型防爆电动单梁起重机	159
第19节 LHBT 型防爆电动葫芦桥式起重机	165
第8章 葫芦式起重机典型零部件	170
第1节 吊具	170
第2节 钢丝绳与链条	174
第3节 滑轮、卷筒与导绳器	177
第4节 车轮与导向轮	179
第5节 联轴器	182
第6节 缓冲器	183
第9章 葫芦式起重机钢结构	185
第1节 葫芦式起重机钢结构用材料	185

第2节	承载构件	197
第3节	主梁与端梁连接结构	207
第10章	葫芦式起重机机构	215
第1节	起升机构电动葫芦	215
第2节	横行机构葫芦运行小车	234
第3节	葫芦式起重机运行机构	243
第11章	葫芦式起重机电气	251
第1节	葫芦式起重机常用电动机	251
第2节	葫芦式起重机常用电器	267
第3节	葫芦式起重机电气控制	277
第12章	葫芦式起重机设计计算	295
第1节	设计计算方法与准则	295
第2节	计算载荷与载荷组合	296
第3节	电动单梁起重机钢结构设计计算	307
第4节	电动葫芦桥式起重机钢结构设计计算	326
第5节	电动葫芦门式起重机钢结构设计计算	342
第6节	起升机构电动葫芦设计计算	362
第7节	横行机构运行小车设计计算	378
第8节	起重机运行机构设计计算	386
第9节	关于疲劳强度校核验算	394
第10节	关于极限状态设计法	400
第11节	关于地震载荷与抗震计算	405
第12节	葫芦式起重机设计开发控制程序	411
第13章	电动葫芦试验内容与方法	424
第1节	电动葫芦出厂试验	424
第2节	电动葫芦型式试验	426
第3节	电动葫芦寿命试验	428
第4节	电动机试验内容与方法	434
第5节	电控设备与限位器试验内容与方法	436
第14章	葫芦式起重机试验内容与方法	438
第1节	葫芦式起重机检验与试验规则	438

第2节	葫芦式起重机检验与试验内容	439
第3节	葫芦式起重机检验与试验要求	440
第4节	葫芦式起重机检验与试验方法	445
第15章	葫芦式起重机包装与储存	458
第1节	包装	458
第2节	葫芦式起重机运输	467
第3节	葫芦式起重机现场储存	471
第16章	葫芦式起重机安装与架设	474
第1节	葫芦式起重机轨道安装	474
第2节	葫芦式起重机架设	532
第3节	司机室安装	537
第4节	架设起重机土建知识	538
第17章	葫芦式起重机操作与使用	543
第1节	现场作业人员必备条件	543
第2节	葫芦式起重机操作	544
第3节	葫芦式起重机安全操作规程	553
第18章	葫芦式起重机检修与维护	555
第1节	葫芦式起重机的日检	555
第2节	葫芦式起重机的月检	557
第3节	葫芦式起重机的年检	562
第4节	葫芦式起重机的维护	567
第5节	葫芦式起重机的报废	569
第19章	葫芦式起重机故障与事故	581
第1节	葫芦式起重机常见故障类型与隐患	581
第2节	葫芦式起重机常见故障原因与排除	587
第3节	葫芦式起重机事故类型	593
第4节	葫芦式起重机典型事故案例	596
第20章	特种葫芦式起重机	613
第1节	防爆葫芦式起重机	613
第2节	防腐葫芦式起重机	629
第3节	绝缘葫芦式起重机	633

第 4 节 加气混凝土生产线用葫芦式起重机 636

第 5 节 核电站用葫芦式起重机 641

第 6 节 航空用葫芦式起重机 655

参考文献 660

基本性能参数表索引 662

第1章 葫芦式起重机概论

第1节 葫芦式起重机

一、起重机

以间歇、重复工作方式通过起重吊钩或其他吊具垂直升降和水平移动重物的起重运输机械设备,称为起重机。

二、起重葫芦

由驱动装置(如电动机等)、传动装置(减速器)、制动装置(制动器)和取物缠绕装置(如吊钩、滑轮、钢丝绳、链条、卷筒、链轮等)紧凑地组装为一体的起重设备,称为起重葫芦,国外称Hoist。如果是电力驱动的并装有运行小车时,可称为某某型号运行小车电动葫芦。用电力驱动称为电动葫芦,用人力驱动称为手动葫芦,用气力驱动称为气动葫芦。

三、葫芦式起重机

以起重葫芦作为起升机构的起重机,统称为葫芦式起重机。

葫芦式起重机作为桥式和门式起重机的一个重要分支,已成为一种独特的起重机体系,量大而面广。国外统称为Hoist cranes,日本称为ホイスト式クレーン,把以电动葫芦作为起升机构的起重机统称为葫芦式起重机,已被世界所公认。

我们国家把具有两根主梁的葫芦式起重机称为桥式起重机,把悬挂电动葫芦一根主梁的起重机称为梁式起重机,这种叫法是一种习惯叫法,不太科学,与世界不接轨。就像葫芦单双梁行业协会的名称一样有些不严谨,称为葫芦式起重机行业协会才更确切。

以前人们习惯性地称为电动葫芦或葫芦式起重机为轻小型起重设备,而目前电动葫芦已发展到起重量达百吨,再称为轻小型起重设备显然不适宜了。

第2节 葫芦式起重机名词术语

1. 工作级别

考虑起重量和时间的利用程度以及工作循环次数的起重机特性(整机工作级别:A1—A8、机构工作级别:M1—M8、钢结构工作级别:E1—E8)。

2. 设计预期寿命

设计预设的该起重机从交付使用起到最终报废时止能完成的总工作循环数或时间。

3. 工作循环

从起吊一个载荷起,到能开始起吊下一个载荷时止,包括起重机运行及正常的停歇在内的一个完整的过程。

4.起重量 G

被起吊重物和吊具及属具质量的总合。

5.额定起重量 G_n

能安全吊运的重物最大质量(最大的有效载荷)和吊具及属具质量的总合。

6.起升高度 H

吊具最高与最低工作位置之间的垂直距离。

7.跨度 S

起重机桥架两支承中心线之间(两端车轮中心线)水平距离。

8.幅度 L

回转型葫芦式起重机吊钩位于悬臂外伸极限位置,吊具垂直中心线与回转中心线之间的水平距离。

9.悬臂长 l

回转型旋臂起重机旋臂长是指旋臂端部至回转中心的旋臂长度,门式起重机的悬臂长是悬臂端部至主梁与支腿连接中心线的悬臂长度。

10.最小转弯半径 $R_{\min}$

悬挂架空道上电动葫芦运行转弯时,运行小车能顺利通过的轨道中心线的最小半径。

11.起升(下降)速度 V_n

在稳定状态下,额定起重量下的垂直位移速度。

12.横行速度 V_l

又称为葫芦小车运行速度—在稳定状态下,葫芦运行小车的横向位移速度。

13.起重机运行速度 V_k

在稳定状态下,葫芦式起重机的纵向位移速度。

14.回转速度 V_p

在稳定状态下,悬臂等转动部分的转动速度,以每分钟转数来表征。

15.车轮基距 W

又称为轴距,葫芦式起重机同一侧两车轮轴线之间的水平距离。

16.轨距 K

桥架上两根主梁上轨道中心线之间的水平距离。

17.轮压 P

一个车轮传递到轨道上的最大垂直载荷。

18.强度

在外力作用下,承载构件不被破坏的能力。

19.刚度

在外力作用下,承载构件抵抗弹性变形的能力。

20.稳定性

在外力作用下,承载构件不失稳的能力。

21.挠度

在外力作用下,主梁或悬臂梁在垂直或水平方向产生的弹性变形量。

22.缓冲器

吸收动能缓和冲击的装置。

23.制动距离

葫芦式起重机各机构在操作中,从断电开始制动到停止移动期间的路程。

24.整体抗倾覆稳定性

防止整机倾倒的稳定性。

25.防风抗滑安全性

抗风吹并能防止出现滑移的安全性。

第3节 葫芦式起重机作业特点

一、工作特点

多为垂直升降和水平移动进行起重运输作业。

二、安全特点

虽然葫芦式起重机大多为中小起重量的起重设备,但仍属于特种设备之一,是涉及生命安全、危险性较大的设备,其可靠性和安全性尤为重要,在产品的设计制造、安装架设、使用维护和安全监督监察各环节都要把安全可靠摆在首位。

三、动作特点

葫芦式起重机的动作有一维动作、二维动作、三维动作和四维动作。其中大多数是三维动作,即沿着 X 方向左右横向移动吊载,沿着 Y 方向前后纵向移动吊载,沿着 Z 方向上下竖直升降吊载。

1.一维动作

如图 1-3-1 所示。

(1)典型产品 固定式葫芦。

(2)动作 Z 方向起升或下降吊载。

(3)作业服务范围 起升高度 H 。

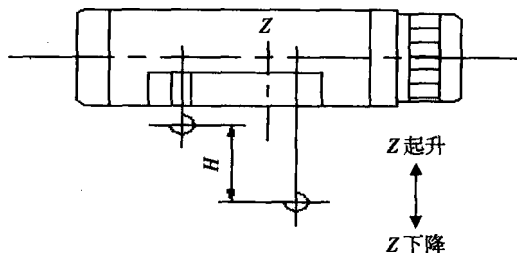


图 1-3-1

2.二维动作

(1)如图 1-3-2 所示。

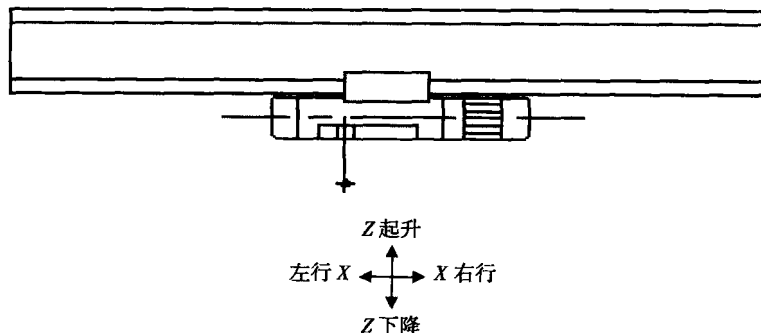


图 1-3-2

①典型产品 悬挂架空单轨葫芦、悬挂架空双轨葫芦和悬挂架空环形轨道葫芦。

②动作 Z 方向起升和下降, X 方向左行和右行吊载。

③作业服务范围

a.单轨葫芦 竖直方向(Z)为起升高度,水平方向(X)为轨道长度。

b.双轨葫芦 同单轨葫芦。

c.环形葫芦 竖直方向(Z)为起升高度,水平方向为环形。

(2)如图 1-3-3 所示。

①典型产品 固定式悬挂起重机。

②动作 Z 方向起升和下降, X 方向左行和右行吊载。

③作业服务范围 竖直方向(Z)为起升高度,水平方向(X)为悬臂长度(在极限位置之内悬臂长度)。

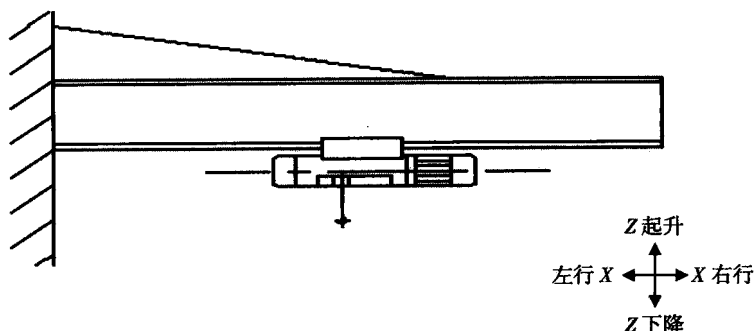


图 1-3-3

3.三维动作

(1)如图 1-3-4 所示。

①典型产品 如电动单梁起重机、电动单梁悬挂起重机、电动葫芦桥式起重机和电动葫芦门式起重机。

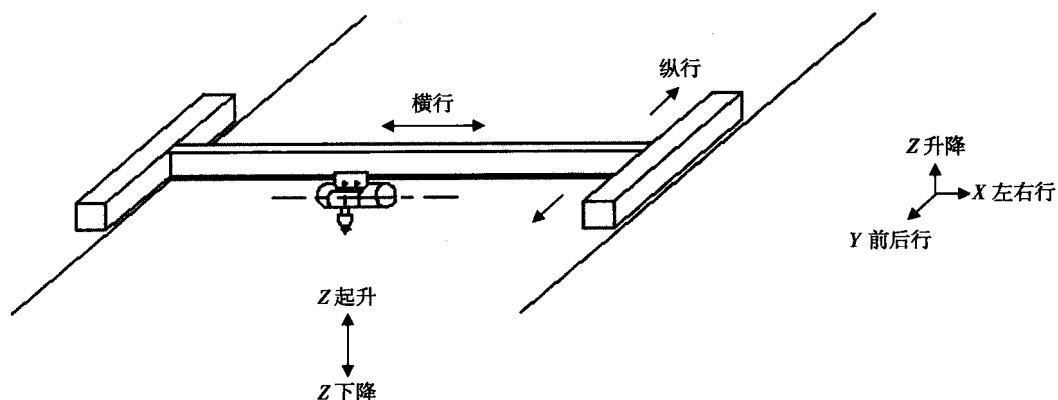


图 1-3-4

②动作 Z 方向起升和下降, X 方向的左行和右行, Y 方向的前行和后行吊载。

③作业服务范围 以起升高度为高度, 以起重机跨度(或具有悬臂主梁总长度)为宽度, 以起重机纵行长为长度的长方体空间。

(2) 如图 1-3-5 所示。

①典型产品 柱式旋臂起重机和壁式旋臂起重机。

②动作 Z 方向起升和下降, X 方向左行和右行, 绕 Z 轴顺时针和逆时针回转吊载。

③作业服务范围 以起升高度为高度, 以左右行旋臂极限长度为半径的圆柱体空间。

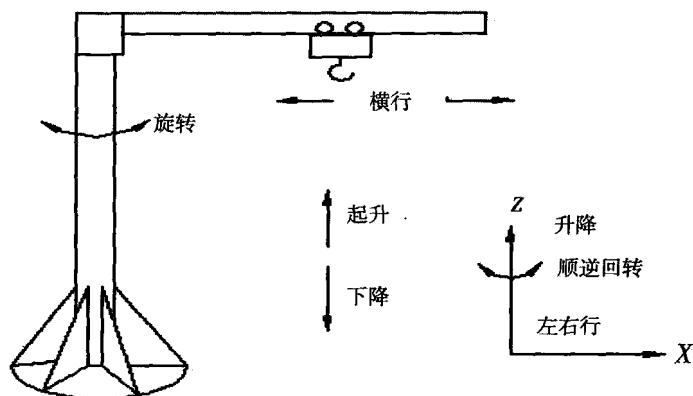


图 1-3-5

4. 四维动作

如图 1-3-6 所示。

(1) 典型产品 葫芦桥式堆垛起重机。

(2) 动作 Z 方向起升和下降, X 方向左行和右行, Y 方向前行和后行, 绕 Z 轴顺时针和逆时针回转的长方体空间。

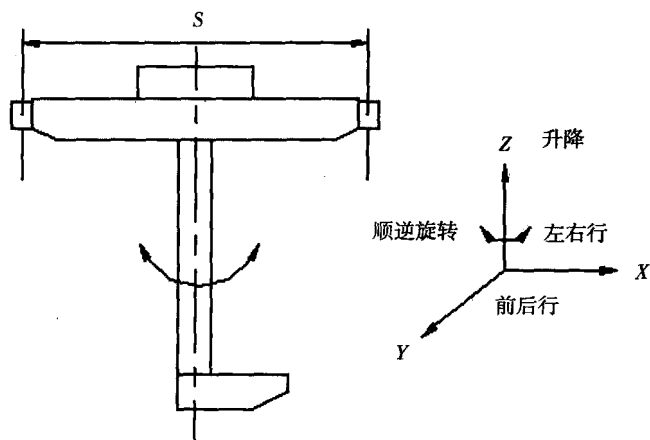


图 1-3-6

第 4 节 葫芦式起重机性能参数

葫芦式起重机有五大基本参数,即工作级别、起重量、跨度、起升高度和工作速度。其他参数就不一一介绍了。

一、工作级别

工作级别是起重机最重要性能参数,以往不被人们重视,其实工作级别不仅是产品设计开发、寿命试验等的重要依据,而且与起重机选用和使用安全性也密切相关。

工作级别按整机、机构和结构件与机械零件分为三种。

1. 整机工作级别

葫芦式起重机整机工作级别代号为 A,共分八级,为 A1—A8 级。根据使用等级与载荷状态级别分级如表 1-4-1 所示。

表 1-4-1 整机工作级别

载荷状态级别	载荷谱系数 K_p	使用等级									
		U ₀	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉
Q1	$K_p \leq 0.125$	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2	$0.125 < K_p \leq 0.250$	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q3	$0.250 < K_p \leq 0.500$	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q4	$0.500 < K_p \leq 1.00$	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

2. 机构工作级别

机构工作级别代号为 M,共分八级,为 M1—M8。根据使用等级与载荷状态级别分级如表 1-4-2 所示。

表 1-4-2 机构工作级别

载荷状态级别	载荷谱系数 K_m	使用等级									
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
L1	$K_m \leq 0.125$	M1	M1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L2	$0.125 < K_m \leq 0.250$	M1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8
L3	$0.250 < K_m \leq 0.500$	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8	M8
L4	$0.500 < K_m \leq 1.00$	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8	M8	M8

3. 结构件(钢结构)和机械零件工作级别

结构件(钢结构)和机械零件工作级别代号为 E,共分八级,为 E1—E8。根据使用等级与应力状态级别分级如表 1-4-3 所示。

二、起重量

(1)起重量代号:G

表 1-4-3 结构件或机械零件工作级别

应力状态 级别	应力谱系数 K_s	使用等级										
		结构件和机械零件										
		B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
L1	$K_s \leq 0.125$	E1	E1	E1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
L2	$0.125 < K_s \leq 0.250$	E1	E1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E8
L3	$0.250 < K_s \leq 0.500$	E1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E8	E8
L4	$0.500 < K_s \leq 1.00$	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E8	E8	E8

(2)起重量单位:kg 或 t,一般为起重量 ≤ 5 吨时用 kg 表征,>5 吨用 t 表征为佳。

(3)起重量系列参数应采用 R10 优先数系,即两相邻数字后项比前项为 1.25 倍。

起重量为 R10 优先数系,如 1、1.25、1.6、2、2.5、3.2、4、5、6.3、8、10、12.5、16、20、32、40、50、63、80……(t)。

三、跨度

(1)跨度代号:S

(2)跨度单位:m

(3)跨度系列参数 起重机跨度 S 系列参数的确定是依据厂房土建跨度 L 系列参数制定的,厂房土建跨度模数为 3m,所以标准厂房跨度系列参数之间均相差 3m,起重机标准跨度系列参数之间也同样相差 3m。

厂房跨度系列参数为 6m、9m、12m、15m、18m、21m、24m、27m、30m、33m、36m。其中 6m 和 9m 跨度厂房多为更衣间和工具室等。起重机厂房标准跨度一般从 12m 开始,最大到 36m,葫芦式起重机的厂房跨度可以从 9m 开始,最大到 36m。如图 1-4-1 和表 1-4-4 所示,厂房跨度是指建筑物同跨内立柱(又俗称为牛腿)定位轴线之间的水平距离,通常按吨位大小、有无通道,起重机厂房跨度 L 与起重机跨度 S 相差 1.5m、2m 和 2.5m,葫芦式起重机在厂房跨度 18m (含 18m)以下,也可以相差 1m(电动葫芦门式起重机跨度不受此限制)。

四、起升高度

(1)起升高度代号:H。

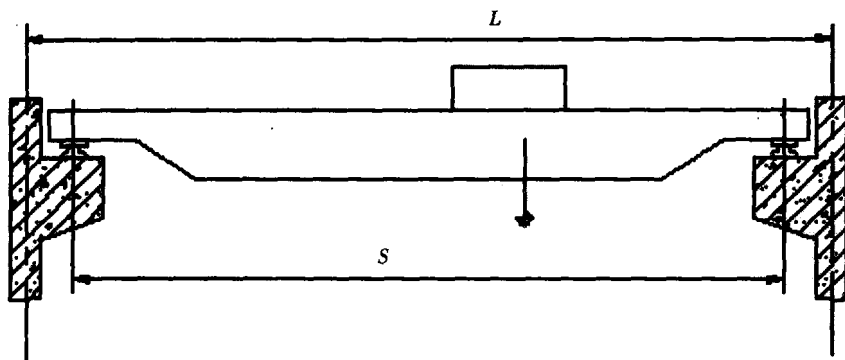


图 1-4-1