



● 田景亮 编著

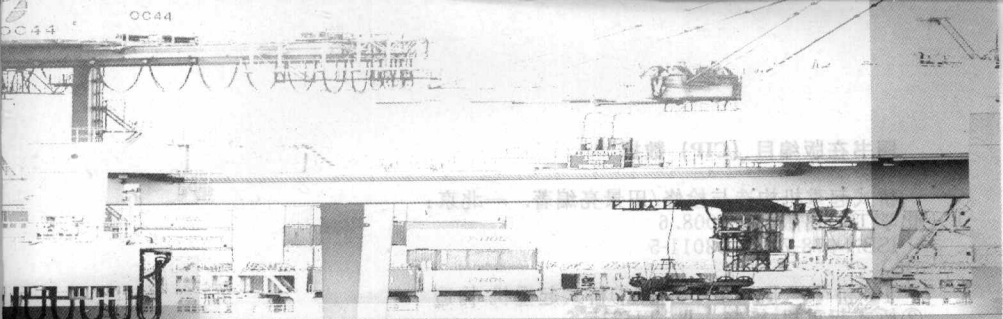
QIAOSHI QIZHONGJI

# 桥式起重机 构造与检修

GOUZAQ YU JIANXIU

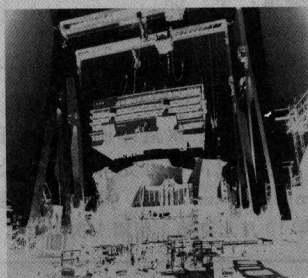


化学工业出版社



田景亮 编著

QIAOSHI QIZHONGJI  
**桥式起重机**  
**构造与检修**  
GOUZAOU YU JIANXIU



化学工业出版社

·北京·

北京 100011 信箱 62 号

元 00.05 : 份 32

图书在版编目 (CIP) 数据

桥式起重机构造与检修/田景亮编著. —北京:  
化学工业出版社, 2008. 6  
ISBN 978-7-122-03011-5

I. 桥… II. 田… III. ①桥式起重机-构造  
②桥式起重机-检修 IV. TH215

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 077349 号

---

责任编辑: 王 焯  
责任校对: 李 军

文字编辑: 项 激  
装帧设计: 周 遥

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司  
装 订: 三河市万龙印装有限公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 7¼ 插页 1 字数 189 千字  
2008 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

随着现代机械制造技术的不断发展，机械设备在工业企业中的作用和地位越来越重要，提高重视设备维修技术也成为加强设备科学管理中的一个重要组成部分。机械设备维修在企业中已成为一个突出的问题，许多企业家都深感只重视生产任务，不重视设备管理维修，拼设备求效益的短期行为将直接影响企业改革的深入发展。企业生产靠设备，设备维修靠技术，技术进步靠人的素质，设备维修人员的技术水平如何，对企业设备的维护保养和修理水平起着决定性作用。因此，尽快提高设备维修人员的业务水平是当前亟待解决的问题。

由于桥式起重机的作业环境复杂，工作方式特殊，发生故障的概率很高，桥式起重机带病运转的现象普遍存在，另一个突出的问题是操作和维修人员对桥式起重机的构造、使用和维修常识掌握不够，使用操作不当，维护保养失时，从而加剧了起重机的技术状态下降、故障增多和修理率上升。为满足检修人员提高素质的需要，笔者以设备管理条例精神为依据，收集了许多同行的先进经验和素材，并结合自己的实践体会写了这本书，希望在技术交流中能对读者有所裨益。本书在编写过程中遵循“专业、系统、实用”的原则，紧紧围绕着桥式起重机的构造、保养和修理这三个中心，系统地进行了讲解和叙述，并着重突出了桥式起重机的各种故障判断和处理方法，在文字叙述上力求通俗易懂，在内容编排上多选用职工常见、常用的素材，突出实用技术，多介绍简易方法。既注意吸收机械维修的传统技术，更注意吸收成熟的先进经验，提高了实际操作的可行性。

本书可作为机械维修人员和设备管理人员的工具书，也可以作为机械工人日常自学和培训辅导教材以及技工学校师生的参考书。

本书由田景亮编著，同时在编写过程中得到了刘丽华、李新、王进、王敬菊等同志的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，加之水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

# 目 录

第一章 桥式起重机的特点和基本参数	1
第一节 桥式起重机的特点	1
第二节 桥式起重机的基本参数	3
第二章 桥式起重机的构造与技术要求	8
第一节 金属结构部分	8
一、机架的构造	9
二、机架的技术要求	12
第二节 机械部分	13
一、起升机构	13
二、大车运行机构	15
三、小车运行机构	19
第三节 电气部分	20
一、电动机	20
二、操作电器	22
三、电气线路	29
第四节 安全装置	32
一、缓冲器	33
二、防冲撞装置	36
三、限位器	36
四、超载限制器	38
五、联锁保护电路	41
第三章 桥式起重机主要机械部件	43
第一节 吊钩组	43
一、吊钩	43
二、滑轮	48
三、吊钩组的组装	49

第二节	卷筒组 .....	50
一、	卷筒组的结构形式 .....	50
二、	卷筒组的技术要求 .....	52
三、	卷筒组的拆卸与组装 .....	52
四、	卷筒组的修复 .....	53
五、	卷筒组常见的故障与处理 .....	53
第三节	制动器 .....	54
一、	制动器的类型 .....	55
二、	制动器的调整 .....	58
三、	制动器的检修和维护 .....	61
四、	制动器常见的故障与处理 .....	62
第四节	减速器 .....	63
一、	减速器的种类 .....	64
二、	减速器的安全技术要求 .....	66
三、	减速器的分解拆卸 .....	66
四、	减速器的检验与修理 .....	68
五、	减速器常见故障与处理 .....	71
第五节	联轴器 .....	71
一、	联轴器的分类 .....	71
二、	联轴器的安全技术要求 .....	74
三、	联轴器的拆卸 .....	75
四、	联轴器的检修 .....	76
五、	联轴器常见的故障与处理 .....	76
第六节	钢丝绳 .....	77
一、	钢丝绳的分类 .....	77
二、	钢丝绳的选用 .....	78
三、	钢丝绳的报废标准 .....	79
四、	钢丝绳的安全检查 .....	80
五、	钢丝绳的更换 .....	81
六、	钢丝绳常见故障与处理 .....	82

<b>第四章 桥式起重机电动机及主要电气部件</b>	83
<b>第一节 电动机的构造与检修</b>	83
一、电动机的构造	83
二、电动机的工作原理	85
三、电动机的拆卸与装配	86
四、电动机的故障与检修	91
五、电动机修复后的检查与试验	94
<b>第二节 操作电器的构造与检修</b>	99
一、凸轮控制器	99
二、主令控制器	102
三、制动电磁铁	105
四、交流接触器	110
五、热继电器	114
六、过电流继电器	116
七、时间继电器	119
八、熔断器	121
九、电阻器和变阻器	125
<b>第五章 桥式起重机的故障诊断</b>	130
<b>第一节 设备故障的概念</b>	130
一、故障的定义	130
二、故障的分类	130
三、故障率	130
四、故障的诊断方法和分类	132
五、故障诊断的原则	133
<b>第二节 桥式起重机机械故障的诊断</b>	135
一、查修机械故障的步骤和方法	136
二、查修机械故障的注意事项	137
三、机械故障的诊断实例	138
<b>第三节 桥式起重机电气故障的诊断</b>	145
一、查修电气故障的步骤和方法	146



二、查修电气故障的注意事项	147
三、电气故障的诊断实例	150
<b>第六章 桥式起重机机械部分典型故障的案例分析</b>	156
第一节 主梁的典型故障	156
第二节 大车的典型故障	159
第三节 小车的典型故障	160
第四节 起升机构的典型故障	164
<b>第七章 桥式起重机电气部分典型故障的案例分析</b>	169
第一节 控制线路典型故障的案例分析	169
一、控制线路图的原理分析	169
二、控制线路的典型故障分析	178
第二节 电动机典型故障的案例分析	182
一、电动机定子绕组接地故障	183
二、电动机定子绕组短路故障	184
三、电动机定子绕组断路故障	186
四、电动机笼型转子断条故障	189
第三节 操作电器典型故障的案例分析	190
一、接触器的典型故障	190
二、电磁铁的典型故障	195
三、凸轮控制器的典型故障	196
<b>第八章 桥式起重机的维护和保养</b>	199
第一节 日常保养	199
一、建立设备检查制度	199
二、建立设备责任制和评比制度	201
第二节 计划检修	203
一、小修	203
二、中修	204
三、大修	204
第三节 起重机的润滑和防漏	205
一、起重机润滑的基本要求	205

二、起重机重点部件的润滑·····	207
三、起重机的漏油处理·····	210
<b>第九章 桥式起重机的试验和验收·····</b>	<b>212</b>
<b>第一节 试车前的检查和准备·····</b>	<b>212</b>
一、试车前的检查·····	212
二、试车准备·····	213
<b>第二节 桥式起重机的运转试验·····</b>	<b>213</b>
一、空负荷试验·····	213
二、静负荷试验·····	214
三、动负荷试验·····	214
四、试验过程中和试车后的检测项目·····	215
<b>参考文献·····</b>	<b>217</b>

# 第一章 桥式起重机的特点和基本参数

## 第一节 桥式起重机的特点

桥式起重机是横架于车间、仓库和料场上空进行物料吊运的起重设备。由于它两端坐落在高大的水泥柱上或金属支架上，形状似桥，所以俗称“天车”和“行车”。它是使用范围最广、数量最多的一种起重机械。

桥式起重机是现代工业生产和起重运输中实现生产过程机械化、自动化的重要工具和设备，可减轻操作者的劳动强度，提高生产率。桥式起重机在工矿企业、钢铁化工、铁路交通、港口码头以及物流周转等部门和场所均得到广泛的运用，它是人们生产活动中不可缺少的一种设备。

桥式起重机的类型很多，其中通用桥式起重机和龙门起重机最为普遍，这两种类型起重机的结构和操作方法基本相同，不同之处在于大车运行轨道的位置，通用桥式起重机是在高空，龙门起重机是在地面，由此带来支承结构的不同。

尽管桥式起重机有不同的种类和型号，外形和结构存在差异，但它们都具有一个共同的特点，那就是循环间歇的工作方式。一个工作循环一般包括：通过取物装置的起升、下降来使物料发生位移，接着进行反方向运动，回到原位置或另一位置，以便进行下一次的工作循环，在两个工作循环之间，一般有短暂的间歇。由此可见，桥式起重机在工作时，各个机构经常处于开动、运行、制动以及正向、反向等相互交替的运动状态中。另外，桥式起重机还具有以下工作特点：

① 起重机械通常具有庞大的金属结构和比较复杂的机械结构，能完成一个升降、降升或几个水平动作，作业过程中常有几个不同方向的运动同时存在，技术难度较大。

② 所吊的物料多种多样，载荷也是变化的，重则几十吨，甚至上百上千吨，轻则几十斤；长则数十米，短则不到 1m；形状也不规则，还有散粒、热熔状态的以及易燃易爆品，使吊运工作复杂而危险。

③ 大多数起重机械需要在较大范围内运行，有装钢轨、钢轮或轮胎式履带的，活动空间大，危险面大。

④ 暴露的活动零件较多，且常与吊运人员直接接触（如钩、绳），危险因素多。

⑤ 作业环境复杂，工矿企业、港口码头、建筑工地等场所，都有起重设备在运行，作业还会遇到高温、高压、易燃、易爆、输电线路、强磁场等危险因素，这些不利条件对人和设备会造成很大的威胁。

⑥ 作业常需要人配合，存在较大难度，要求操作人员和指挥人员熟练配合、协作、互相照应，操作人员应有应急处理现场紧急情况的能力。

据有关资料统计，我国所发生的机械工伤事故中，起重机械的就占 15% 以上，为了保证人民的生命安全，国家已将其列为特种设备来进行管理。

随着工业的迅速发展和科学技术的不断进步，桥式起重机在结构设计和自动化程度上相继出现了一些新的变化和新的特点。例如，在结构上，国内起重设备已采用计算机优化设计，以提高起重机的机械性能，降低自重。在性能上，不断引进国外先进技术，采用了新颖的节能调速系统，如晶闸管串级开环或闭环系统，调速比可达 1 : 30，随着对调速要求的提高，变频调速系统和微机控制技术也在起重机中得到应用，如三峡工程 600t 坝顶门式起重机采用了高频调速系统、微机自动纠偏以及大扬程高精度微机监测系统。许多单位还研制开发了遥控起重机。在起重重量方面逐步向大型化发

展,起重量为 400t、600t 的大型起重机正在钢铁、水利、发电等行业中出现,令人瞩目的三峡大坝发电工程,相继安装了 2 台 1200t/125t 桥式起重机,2007 年 9 月,起重量为 2 万吨的“泰山”号桥式起重机,在山东烟台莱佛士船业有限公司正式投入使用,这是目前全球起重量最大的起重机,它标志着我国起重机行业已达到了世界先进水平。

总之,随着科技的飞速发展,国内各种先进的电气控制和机械技术正逐步应用到起重机上,起重机的自动化程度越来越高,结构日趋简单,性能更加可靠,起重量越来越大,品种也越来越齐全。

## 第二节 桥式起重机的基本参数

桥式起重机的基本参数是起重设备性能和技术经济的指标,主要包括:起重量  $Q(t)$ 、跨度  $L(m)$ 、起升高度  $H(m)$ 、运动速度  $v(m/min)$  以及工作级别等,起重机的操作和维修与这些基本参数有直接关系。对于起重机基本参数的定义、概念不清楚或模糊,将导致违反规程的操作或失误以及不能达到维修技术要求。

### 1. 起重量

起重量是指起重机械在正常情况下,所允许的最大吊起重量,用符号  $Q$  表示,单位为吨 ( $t$ ),通常讲的起重量是指起重设备的额定起重量,例如,10t 起重机,是指该设备在正常使用条件下允许的最大吊起重量为 10t。

起重机的额定起重量不包括吊钩、吊环等不可分吊具的重量,但包括抓斗、电磁盘、料罐及盛钢桶等可分吊具的重量。

起重量较大的起重机常有两套起升机构,大起重量的称为主钩,小起重量的称为副钩,主、副钩的起重量通常用斜线分开来,例如,20t/5t 即表示主钩的最大起重量为 20t,副钩的最大起重量为 5t。

## 2. 跨度

桥式起重机大车运行轨道的两条钢轨中心线之间的距离称为起重机的跨度，用符号  $L$  表示，单位  $m$ 。

起重机的跨度，由安装起重机的厂房跨度而定，其关系如下：

$$L = S - 2d$$

式中  $S$ ——厂房跨度， $m$ ；

$d$ ——厂房两侧柱子纵向定位轴线与起重机轨道中心线之间的距离， $m$ 。

起重机跨度值应符合表 1-1 的规定。特殊情况也可采用表列以外的非标准跨度值。

表 1-1 桥式起重机跨度 ( $L$ ) 系列

$m$

起重量/t	厂房跨度 $S$									
	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
3~50	7.5	10.5	13.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5
	7	10	13	16	19	22	25	28	31	
80~250				16	19	22	25	28	31	34

注：1. 表中起重机跨度  $L$  值，也适用于露天起重机。

2. 3~50t 起重机两种跨度的选用，当厂房梁上需设安全通道时，起重机的跨度  $L$  值按 7~31m 系列选用，否则按 7.5~31.5m 系列选用。

## 3. 起升高度

起重机吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离称为起重机的起升范围  $D$  ( $D=H+h$ )，如图 1-1 所示。

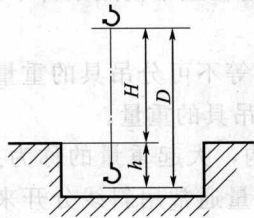


图 1-1 起重机的起升范围示意图

当无下降深度的使用场合，起升范围  $D$  即等于起升高度  $H$ 。

起升高度和下降深度，以吊钩钩腔中心作为测量基准点，对其他吊具（如抓斗等）以闭合状态的最低点为基准。

起升高度在国家标准中已有规定，见表 1-2。

表 1-2 桥式起重机起升高度系列

m

起升机构	起重量/t											
	3~50		80		100		160		200		250	
主钩	12	16	20	30	20	30	24	30	19	30	16	30
副钩	14	18	22	32	22	32	26	32	21	32	18	32

#### 4. 运动速度

起重机的运动速度主要包括起升速度和运行速度（表 1-3）。

表 1-3 起重机各机构的速度范围

起重机类型		起升速度 /m·min <sup>-1</sup>		运行速度 /m·min <sup>-1</sup>	
		主起升	副起升	小车	大车
通用起重机 (吊钩式)	轻级	1~3	8~10	10~20	30~40
	中级	2~12	8~20	20~40	40~90
	重级	8~20	18~20	40~50	70~120
电磁式起重机		18~20	20~25	40~50	100~120
抓斗起重机		40~50	40~50	40~50	100~120

#### 5. 工作级别

起重机的工作级别是表示起重机基本能力的综合参数，用户可根据使用的工艺要求选择适当工作级别的起重机，以达到既适用又经济的目的。

起重机的工作级别是按起重机的利用等级和载荷状态来划分的，起重机工作级别共分为 8 级，即 A<sub>1</sub>~A<sub>8</sub>，见表 1-4。

起重机载荷状态是表明起重机卸载的轻重程度的，见表 1-5。起重机载荷状态按名义载荷谱系数分为 Q<sub>1</sub>~Q<sub>4</sub> 共 4 级。

起重机的利用等级是按起重机设计寿命期内总的工作循环次数 N 来划分的，共分为 10 级，见表 1-6。

起重机金属结构和其他机构的工作级别是起重机的设计依据，这里不加讨论。

在使用和维修起重机时，必须注意起重机的工作级别，起重机

表 1-4 起重机工作级别

载荷状态	名义载荷谱系数 $K_p$	利用等级									
		U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>8</sub>	U <sub>9</sub>
Q <sub>1</sub> ——轻	0.125			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
Q <sub>2</sub> ——中	0.25		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	
Q <sub>3</sub> ——重	0.5	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>		
Q <sub>4</sub> ——特重	1.0	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>			

表 1-5 起重机载荷状态

载荷状态	名义载荷谱系数 $K_p$	说 明
Q <sub>1</sub> ——轻	0.125	很少起升额定载荷,一般起升轻微载荷
Q <sub>2</sub> ——中	0.25	有时起升额定载荷,一般起升中等载荷
Q <sub>3</sub> ——重	0.5	经常起升额定载荷,一般起升较重载荷
Q <sub>4</sub> ——特重	1.0	频繁起升额定载荷

表 1-6 起重机利用等级

利用等级	总的工作循环次数 $N$	附 注
U <sub>0</sub>	$1.6 \times 10^4$	不经常使用
U <sub>1</sub>	$3.2 \times 10^4$	
U <sub>2</sub>	$6.3 \times 10^4$	
U <sub>3</sub>	$12.5 \times 10^5$	经常轻闲使用
U <sub>4</sub>	$2.5 \times 10^5$	
U <sub>5</sub>	$5 \times 10^5$	经常中等使用
U <sub>6</sub>	$1 \times 10^6$	不经常繁忙使用
U <sub>7</sub>	$2 \times 10^6$	繁忙使用
U <sub>8</sub>	$4 \times 10^6$	
U <sub>9</sub>	$74 \times 10^6$	

的工作级别不同,各机构的零部件及其电气装置也不同,如果把轻级别起重机当重级别起重机使用,就会出现故障,甚至造成事故。



起重机的级别和起重量是两个完全不同的概念，起重量大，不一定是重级，起重量小，也不一定是轻级。如泵房、空压站、水电站的维修起重机，起重量可能很大，但使用很少，都属于轻级。一些热加工车间或组装车间的起重机起重量并不大，但因工作繁忙，使用时间长，则属于重级，因此，使用和检修人员在了解起重机的工作级别后，应合理地根据其工作级别进行操作和检修，避免超出其工作级别而造成损坏事故。



图 2-1-2 桥式起重机的结构示意图

起重机的级别是根据起重机的使用频率、起重量、工作速度等因素来确定的。起重机的级别越高，其使用寿命越长，维护费用越高。起重机的级别越低，其使用寿命越短，维护费用越低。起重机的级别应根据实际需要进行选择。

### 起重机的级别

起重机的级别是根据起重机的使用频率、起重量、工作速度等因素来确定的。起重机的级别越高，其使用寿命越长，维护费用越高。起重机的级别越低，其使用寿命越短，维护费用越低。起重机的级别应根据实际需要进行选择。