



工程机械维修速查丛书

汽车起重机、履带起重机 维修速查

蒋世忠 主编



QICHEQIZHONGJI LVDAIQIZHONGJI WEIXIU SUCHA



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书介绍了国内外起重机的现状与发展,汽车起重机、履带起重机维修速查必备的基本知识,汽车起重机的维修与速查数据,履带起重机的维修与速查数据,轮胎起重机的维修与速查数据,以及汽车和轮胎起重机故障的诊断与排除。附录列有国内外润滑油、脂品种对照表,日本起重机的法规,工程机械维修保养十忌,以及起重设备检修相关的“特种设备安全监察条例”。

本书取材广泛,浅显易懂,针对性强、供起重机的设备管理人员、维修人员、操作人员、设计人员、采购人员以及广大工程技术人员阅读使用,也可作为起重机培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车起重机、履带起重机维修速查/蒋世忠主编. —北京:
机械工业出版社, 2012. 3
(工程机械维修速查丛书)
ISBN 978-7-111-37718-4

I. ①汽… II. ①蒋… III. ①汽车起重机-机械维修
②履带起重机-机械维修 IV. ①TH213.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 044398 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:沈红 责任编辑:沈红 蒋有彩
版式设计:霍永明 责任校对:吴美英 程俊巧
封面设计:陈 滇 责任印制:杨 曦
北京京丰印刷厂印刷
2012 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·42.25 印张·1075 千字
0 001—3 000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-37718-4
定价:109.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

21 世纪以来，经济全球化趋势的日益增强和现代科学技术的迅猛发展，有力地促进了我国物流产业和物流技术的发展。我国已经成为全球经济发展速度最快的国家之一，物流产业将成为我国 21 世纪经济发展的重要产业和新的经济增长点。

物流机械设备中的（汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机等）是我国（工业与民用建筑、水利建设、港口建设、国防工程等），建设工程，以及企业的产品从供应地向需要地有效转移的过程中，用来完成起重、运输、装卸、加工、配送、仓储及包装等工作的机械，对促进我国经济发展，加快社会主义建设速度起着重要作用。我国的汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机的生产，已成为世界生产大国之一，而且产量不断增加，对外出口也逐年增加，并已在海外建厂。

在使用中要正确选择起重机以及可靠的原则。本书中起重机的技术数据不包括起重机的吊钩，锁具及其他临时附着物重量。因此，起重机的操作人员应以原机的技术数据为准，禁止超载作业或违反操作规程。

掌握起重机维修速查必备的基本知识，快速查找并合理使用起重机的有关技术数据可为起重机的新产品设计，老产品技术改进，以及产品订货，选型等提供主要技术参考数据。熟悉起重机的技术数据、故障诊断及排除可以有助于做好起重机的日常维护、保养和维修。

本书的编写参考了国内外起重机书刊并结合了生产实际，所介绍的起重机的维修速查技术数据和方法，为设备管理人员提供了基础知识和工作方法，为设备维修人员提供了正确的技术数据和维修措施，为起重机订货，选型提供了可靠的技术数据，产品型号及技术规格。本书也可作为起重机专业的培训教材使用。

本书编写分工情况如下：第 1 章刘俊，第 2 章徐游，第 3 章王苏光，第 4 章黄进旗、耿雷，第 5 章王一，第 6 章刘于康。全书由蒋世忠主编，梁健、王凤喜、曾翰林副主编。在本书编写过程中，得到了中国第二重型机械集团公司总经理石柯，副总经理曾祥东等专家的热情帮助和支持，在此表示感谢！

目 录

前言

第1章 国内外起重机的现状与

发展 1

- 1.1 起重机在国民经济中的地位 1
- 1.2 国内外起重机的发展方向 1
- 1.3 国内外履带起重机的现状及发展趋势 3
- 1.4 履带起重机北美认证要求对我国的借鉴 8
- 1.5 汽车起重机起升机构平衡阀的比较 12
- 1.6 美国起重机安全管理及启示 15
- 1.7 国内外起重机设计制造技术的比较 19

第2章 汽车起重机和履带起重机

维修速查必备的基本知识 21

- 2.1 起重设备知识 21
 - 2.1.1 起重设备的分类 21
 - 2.1.2 起重设备名词术语 21
 - 2.1.3 各种类型起重机简介 27
 - 2.1.4 轻小型起重设备 33
- 2.2 设备管理知识 34
 - 2.2.1 设备管理的方针和原则 34
 - 2.2.2 企业设备管理的任务和内容 34
 - 2.2.3 设备全过程管理 35
 - 2.2.4 设备管理技术经济指标体系 35
 - 2.2.5 设备管理的基础工作 38
 - 2.2.6 设备规章制度管理 45
- 2.3 设备维修技术管理及诊断技术 46
 - 2.3.1 设备维修技术管理工作 46
 - 2.3.2 设备故障与事故的管理 51
 - 2.3.3 设备封存与设备报废的管理 54
 - 2.3.4 起重设备的安全管理 55
 - 2.3.5 设备诊断技术 56

2.4 维修起重机知识 58

- 2.4.1 起重设备定期检查 58
- 2.4.2 起重设备维护保养检查评分 60
- 2.4.3 起重机维修前技术准备和修理任务书的编制 60
- 2.5 使用起重机具的知识 61
 - 2.5.1 卸扣 61
 - 2.5.2 吊钩与吊环 63
 - 2.5.3 螺旋千斤顶的结构、技术参数和技术要求 64
 - 2.5.4 齿条千斤顶的使用与维护保养 67
 - 2.5.5 油压千斤顶的结构和技术参数 68
 - 2.5.6 钢丝绳的构造和使用 71

第3章 汽车起重机的维修与

速查数据 74

- 3.1 汽车起重机的分类和产品主要技术参数 74
 - 3.1.1 汽车起重机的分类和型号表示方法 74
 - 3.1.2 常见的国产汽车起重机的产品特点和技术参数 75
 - 3.1.3 国外汽车起重机的型号表示 95
- 3.2 汽车起重机的结构及技术性能 95
 - 3.2.1 汽车起重机与轮胎起重机的区别 95
 - 3.2.2 桁架起重臂式汽车起重机 96
 - 3.2.3 液压伸缩臂式汽车起重机 111
 - 3.2.4 国内典型汽车起重机的技术性能 118
 - 3.2.5 常见的国外汽车起重机技术性能 142
- 3.3 汽车起重机的维护与保养 221
 - 3.3.1 汽车起重机的日常维护保养 221

3.3.2 汽车起重机的月度维护 保养	222	4.4.4 履带起重机电气系统常见 故障及排除方法	503
3.3.3 汽车起重机的年度维护 保养	223	4.4.5 提升系统离合器的调整与 维护	504
3.3.4 汽车起重机液压系统的维护 保养	224	4.4.6 离合器的检修及调整	505
3.4 液压汽车起重机的维修	225	4.5 履带起重机的使用操作规程	505
3.4.1 液压汽车起重机的主要 部件	225	4.5.1 履带起重机的使用操作 要点	505
3.4.2 液压汽车起重机的液压 系统	226	4.5.2 履带起重机转移运输必须 遵守的规则	506
3.4.3 液压汽车起重机的旋转 系统	230	第5章 轮胎起重机的维修与 速查数据	507
3.4.4 液压伸缩臂架总成	232	5.1 轮胎起重机的分类和产品 技术参数	507
3.4.5 液压提升机构	234	5.1.1 轮胎起重机的分类和型号 表示方法	507
3.4.6 液压软管绞盘	236	5.1.2 国产轮胎起重机的产品特 点和技术参数	508
3.4.7 液压外伸支腿	237	5.2 轮胎起重机常用的基本参数	514
3.4.8 电气系统	241	5.2.1 轮胎起重机和汽车起重机 基本参数系列	515
第4章 履带起重机的维修与 速查数据	243	5.2.2 轮胎起重机的工作速度和 起重特性	515
4.1 履带起重机的分类和产品主要 技术参数	243	5.2.3 轮胎起重机的主要性能 参数	515
4.1.1 履带起重机的分类和型号 表示方法	243	5.2.4 起重机及各机构工作级别	516
4.1.2 国产履带起重机的产品特 点和技术参数	244	5.3 轮胎起重机的结构及工作原理	516
4.2 履带起重机的结构及技术性能	259	5.3.1 QL3-16 轮胎起重机	517
4.2.1 履带起重机典型结构	259	5.3.2 QL3-25 轮胎起重机	520
4.2.2 常见的国内外履带起重机 技术性能	270	5.3.3 QL3-40 轮胎起重机	525
4.3 履带起重机的维护与保养	494	5.3.4 KC-5363 轮胎起重机	530
4.3.1 履带起重机的日常维护	495	5.3.5 QLY8 轮胎起重机	533
4.3.2 履带起重机的月度维护	496	5.3.6 QLY16 轮胎起重机	535
4.3.3 履带起重机的年度维护	496	5.3.7 轮胎起重机的工作机构	539
4.3.4 液压系统污染的测定与 控制	498	5.3.8 轮胎起重机的电气系统	542
4.3.5 液压系统的维护要点	500	5.4 常见的国外轮胎起重机技术 参数	543
4.4 履带起重机常见故障与检修	500	5.4.1 Grove50 (50t) 轮胎起重机	543
4.4.1 内燃机常见故障及排除 方法	500	5.4.2 Tadano TR500-M (50t) 轮胎起重机	545
4.4.2 履带起重机行走机构常见 故障及排除方法	501	5.4.3 AC70 CITY (70t) 轮胎 起重机	548
4.4.3 液压履带起重机的常见故 障及排除方法	502	5.4.4 Grove RT980 (72t) 轮胎起重机	559

5.4.5 Grove (90t) 轮胎起重机	560	6.2.1 汽车起重机液压油污染故障的诊断与排除	589
5.4.6 Grove RT9130E (100t) 轮胎起重机	562	6.2.2 汽车起重机变速器故障的诊断与排除	590
5.5 轮胎起重机常见故障与检修	566	6.2.3 汽车起重机软腿故障的诊断与排除	592
5.5.1 轮胎起重机机械系统故障与检修	566	6.2.4 汽车起重机平衡回路分析	594
5.5.2 轮胎起重机电气系统故障与检修	569	6.3 LQ161 内燃轮胎起重机故障的诊断与预防	595
5.6 轮胎起重机的维护与保养	573	6.4 国外汽车起重机常见故障案例诊断与排除	597
5.6.1 轮胎起重机的例行保养	573	6.4.1 日本加藤汽车起重机故障案例	597
5.6.2 轮胎起重机的一级保养	573	6.4.2 多田野汽车起重机故障案例	608
5.6.3 轮胎起重机的二级保养	574	附录	619
5.6.4 轮胎起重机液压系统的维护与保养	574	附录 A 国内外润滑油、脂品种对照	619
第 6 章 汽车和轮胎起重机故障案例诊断与排除	577	附录 B 日本起重机的法规	652
6.1 国内汽车起重机常见故障案例诊断与排除	577	附录 C 工程机械维修保养十忌	656
6.1.1 QY8 汽车起重机	577	附录 D 与起重设备检修相关的“特种设备安全监察条例”的主要内容	658
6.1.2 QY16 汽车起重机	581	参考文献	668
6.1.3 QY25 汽车起重机	588		
6.2 汽车起重机故障的诊断与排除	589		

第1章 国内外起重机的现状与发展

1.1 起重机在国民经济中的地位

物流物料搬运在整个国民经济中有着十分重要的地位。提高起重机的生产率，确保运行安全可靠，降低物料搬运成本是十分重要的。据统计，在美国每百元工业产品成品中，物料搬运费用要占20~25美元。美国某厂生产流程中，物料搬运所用的工时占总生产周期的80%。英国每年用于工厂及工地物料搬运的费用高达10亿英镑、相当于全国工资支出的九分之一。1974年，英国工业部下属的物料搬运费用调查委员会，曾对30家公司进行调查并指出：工序间的物料搬运费用占加工费的12%以上，如果加上工序内和工厂外的搬运费用，估计要达到成本的20%~25%。德国Demag公司也曾作过详细调查，证实物料搬运费用占生产费用的45%。其中工序间物料搬运占30%，工序内的物料搬运费用占15%。

我国东风汽车厂也作过统计，汽车零件在工厂中的加工工时仅占5%，其他95%的工时均用在搬运和储存之中。生产1t产品，要把物料提升50t次；生产1t铸件，要搬运80t次。东风汽车厂的生产能力原定为10万辆，物料搬运设备占了总设备的很大部分。由此看到，作为物料搬运设备重要组成的起重机的需要量是十分可观的，起重机械行业有着广阔的前景。

1.2 国内外起重机的发展方向

1. 国内起重机的发展方向

(1) 改进起重机械的结构和减轻自重 国内起重机大多已采用计算机优化设计，以此提高整机的技术性能和减轻自重，并在此前提下尽量采用新的结构。例如5~50t通用桥式起重机中，采用半偏轨的主梁结构，与正轨箱形梁相比，可减少或取消主梁中的小加肋板，取消短加肋板，减少结构重量，节省加工工时。目前国家星火计划提出，桥架采用四根分体式不等高结构。这使它在与普通桥式起重机同样的起升高度时，厂房的牛腿标高可下降1.5m；两根主梁的端部置于端梁上，用高强度螺栓联接；车轮踏面高度因此下降，也就使厂房牛腿标高下降；在垂直轮压的作用下，柱子的计算高度降低，使厂房基建费用减少，厂房寿命增加。

(2) 充分吸收利用国外先进技术 起重机大小车运行机构，采用了德国Demag公司的“三合一”驱动装置，将其吊挂于端梁内侧，使其不受主梁下挠和振动的影响，提高了运行机构的性能与寿命，并使结构紧凑，外观美观，安装维修方便。

随着国内机械加工能力的提高，使大车端梁和小车架整体镗孔成为可能，因而45°剖分和车轮组成圆柱形的轴承箱，将有可能代替角形轴承箱，装在车轮轴上的车轮轴孔中心线与端梁中心线。构成标准的90°，于是车轮的水平和垂直偏斜即可严格控制在规定范围内，避免发生啃轨现象。由于小车架为焊后一次镗孔成形，使四个车轮孔的中心线在同一平面内，故成功地解决了三点落地的问题。

起升机构采用中硬齿面或硬齿面的减速器，齿轮精度达到 7 级，齿面硬度达到 320HBW，因而提高了承载能力，延长了使用寿命。

电气控制方面消化吸收了国外的先进技术，采用了新颖的节能调速系统。例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，开始采用变频调速系统和微机控制。例如三峡工程 600t 坝顶门式起重机，要求采用变频调速系统，微机自动控制，以及大扬程高精度微机监测系统。

随着生产的发展，遥控起重机的需要量也越来越大。宝钢在考察了国外钢厂起重机之后，提出了大力发展遥控起重机的建议，以提高安全性，减少劳动力。

(3) 向大型化发展 由于国家对能源工业的重视和投资，建造了许多大中型水电站，发电机组越来越大。特别是长江三峡工程的建设，对大型起重机的需要量迅速上升。三峡工程左岸电站主厂房安装了两台 1200t/125t 桥式起重机，配备了 2000t 大型塔式起重机。

已在建设中的大、中型水电站还有很多，有些已完成使用。例如广西岩滩、龙滩、清江隔河岩，福建水口电站等；还有很多核电站和大、中型火力发电厂需要建设。可以预计，大吨位、高性能起重机的需要量非常大，具有广阔的前景。

2. 国外起重机的发展方向

(1) 简化设备结构、减轻自重、降低生产成本 芬兰 Kone 公司为某火力发电厂生产的起重机就是一个典型的例子。其中，起升机构减速器的外壳与小车架一端梁合二为一，卷筒一端与减速器相连，另一端支撑在小车架的另一端梁上；定滑轮组与卷筒组连成一体，省去了支撑定滑轮组的承梁，简化了小车架的整体结构；小车运行机构采用三合一驱动装置，减轻了小车架和小车架的自重；副起升机构为电动葫芦，置于一台车上，由主起升小车牵引。小车自重的减轻使起重机主梁截面亦随之减小，因而整机自重大幅度减轻。国内生产的 75t/20t、31.5m 跨度起重机自重 94t，而 Kone 公司生产的 80t/20t、29.4m 跨度起重机自重只有 60t。法国 Patain 公司采用了一种以板材为基本构件的小车架结构，其重量轻、加工方便，适用于中、轻级中小吨位的起重机。该结构要求起升机构采用行星圆锥齿轮减速器，不直接与车架相连接，以此来降低小车架的刚度要求，简化小车架结构，减轻自重。Patain 公司的起重机大小车运行机构采用三合一驱动装置，结构较紧凑，自重较轻，简化了总体布置。此外，由于运行机构与起重机走台没有联系，走台的振动也不会影响传动机构。

(2) 更新零部件提高整机性能 法国 Patain 公司采用窄偏轨箱形梁作主梁，其高宽比为 3.5~4，大肋板间距为梁高的两倍，不用小肋板。主梁与端梁的连接采用搭接方式，使垂直力直接作用于端梁上盖板，由此可降低端梁的高度，便于运输。

在电控系统上，该公司采用涡流联轴器和涡流制动器多电动机调速系统，可实现有载及空载的有级或无级调速，其工作原理见图 1-1。

变频调速在国外起重机上已开始应用，例如 ABB 公司、日本富士、奥地利伊林公司已广泛采用。该调速方案具有高调速比，甚至可达到无级调速，并具有节能等优点。另外在国外，将遥控装置用于起重机也已普遍化，特别是在大型钢铁厂已广

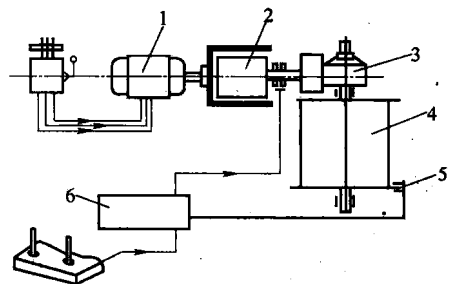


图 1-1 涡流离合器调速原理图

- 1—起升电动机 2—涡流离合器 3—减速器
- 4—卷筒 5—制动器 6—控制屏

泛使用。

(3) 设备大型化 随着世界经济的发展,起重机械设备越来越趋向大型化,起重量和吊运幅度也有所增大。为了节省生产和使用费用,其服务场地和使用范围也随之增大。例如:新加坡裕廊船厂,要求岸边的修船门座起重机能为并排的两条大油轮服务,其吊运幅度为105m,且在70m幅度时能起吊100t;我国三峡工程中使用的1200t桥式起重机,对调速要求很高,采用三维坐标动态控制。

目前世界上最大的10台起重机(流动式)所在国家见表1-1。

表1-1 世界上最大的10台起重机(流动式)所在国家

起重机型号	起重量/t	国家(公司)
MSG 100	4400	荷兰(Mammoet Holding)
Lampson LTL-3000	3000	美国(Lampson International)
Versacran TC-36000	2268	美国(Deep South Crane & Rigging)
Demag PC9600	2000	比利时(Savens)
Demag CC4000	1600	美国(Barnhart)
Ringlift		
Demag CC8800P	1250	美国(Marino Crane Service)
Demag CC8800	1250	加拿大(Sterling Crane)
Gottwald AK912	1200	英国(Baldwins Industrial Service)
Liebherr LR11200	1200	日本(MIC Corporation)
Demag CC12000	1200	印度(ABC Group)

(4) 机械化运输系统的组合应用 国外一些大厂为了提高生产率、降低生产成本,把起重运输机械有机地组合在一起,构成先进的机械化运输系统。日本村田株式会社尤山工厂,在车间中部建造了一个存放半成品的主体仓库。巷道式堆垛机按计算机系统规定的程序向生产线上发送工件;堆垛机把要加工的工件送到发货台,然后由单轨起重小车吊起,按计算机的指令发送到指定工位进行加工;被加工好的工件再由单轨起重小车送到成品库。较大工件由地面无人驾驶车运送,车间内只有几个人管理,生产率很高。

1.3 国内外履带起重机的现状及发展趋势

随着经济的高速发展,国家基本建设的规模越来越大,需要吊运的物品的质量、体积及起升高度也越来越大,履带起重机也越来越显示其优越性,市场容量迅速上升。国内起重行业也兴起了履带起重机的开发热潮。

1. 国外履带起重机的发展现状

国外履带起重机的起重量越来越大,需求量也越来越多。特别是欧美及日本等国,在履带起重机的研制开发和制造技术方面又有了较大发展。

履带起重机(见图1-2)是一种进行物料起重、运输、装卸及安装等作业的流动式起重机,是装卸设备中最重要的主力起重机之一。这种起重机具有起重量大、接地比压小,臂架有多种组合方式,可带载行走等优点,可广泛地应用于水利、电力、石油化工、港口及桥梁等大型建设工程中。

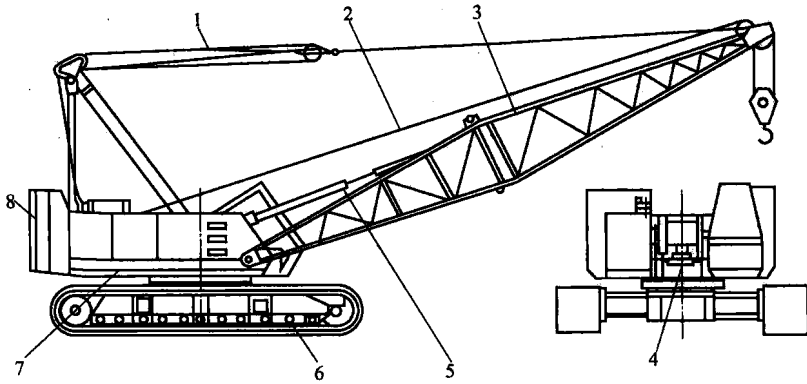


图 1-2 履带起重机

- 1—变幅机构钢丝绳 2—起升机构钢丝绳 3—臂架 4—回转机构
5—防后翻杆 6—行走机构 7—回转平台 8—配重

20 世纪 80 年代以来，欧美和日本等国，在履带起重机的研制开发和制造技术改进方面又有了较大发展。例如：德国的德马格公司（Demag）生产的 CC 系列履带起重机，由于起重量大，又可配有超起装置，在许多大型建筑工程中显示了其强有力的工作能力，尤其在海岸工程和电站工程中，表现更为突出。美国的马尼托瓦克公司（Manitowoc）生产的 777、888、M-250 型及 4600 系列履带起重机，不仅具有高精度控制、平稳操作、寿命长及起重量大等特点，还具有快速拆装的优点；林克·贝特公司（Link-Belt）的系列产品，可以自动装卸配重，并在加大了配重的基础上，提高了大工作幅度下的起重重量，另外在维护保养方面也采取了一定措施；格鲁夫公司（GROVE）生产的 HLI50C 型履带起重机，只需两人拆卸，且能在一个小时内自行组装完毕。日本石川岛播磨公司（IHI）和日立公司（Hitachi）的系列产品销售量较大；住友公司（Sumitomo）生产的履带起重机种类较多，其中 LS 系列产品可依据地理环境和工作空间作塔起重机用；神户制钢公司（Kobelco）的 7000 系列产品，被认为是世界上最先进的履带起重机代表之一。它采用全液压式，且所有动作都由计算机控制。该公司的最新技术是在变幅机构中装有吊重自动水平控制器，只用一个操纵杆控制，使货物在臂架变幅过程中，始终保持在同一水平高度。这种操作准确、简单、安全。

随着世界经济的不断发展，各种大型、超大型建设工程的起动，以及所吊重物的重量、体积和起升高度越来越大，履带起重机的技术性能和规模也随着发展起来，并不断完善。

由于各种工程建设的大型化，所需的配套设备、构件等的重量也不断增加，对超大型起重设备的需求也越来越多。因此，各种超大型的履带起重机应运而生。从表 1-2 所列的产品即说明了目前世界上该机型的发展趋势。

表 1-2 各国大型履带起重机型号及起重重量举例

国 别	公 司	型 号	最大起重重量/t
德 国	德马格 (Demag)	CC2400	400
		CC4800	550
		CC8000	1200
		CC12000	3000

(续)

国 别	公 司	型 号	最大起重量/t
美国	马尼托瓦克 (Manitowoc)	M-250	272
		888	209
		4600	680
日本	格鲁夫 (Grove)	HL 150C	136
	住友 (Sumitomo)	LS-248RH-5	150
	神户制钢 (Kobelco)	7055	55
		7650	650

近年来,工业发达国家制造出一批数量多、种类全、性能可靠的履带起重机。这些履带起重机为了实现大起重量和拆装方便,操作控制系统向智能化方向发展。

(1) 增加超起装置 为了实现大起重量,不仅可以设计生产出超大型的履带起重机,还可以在原有的起重机基础上,增加超起装置。这样可扩大起重机的使用范围,提高起重机的利用率。

(2) 自行拆装 拆卸、组装性能历来是履带起重机的一个重要指标。由于履带起重机在公路上无法自由行走,且体积笨重,必须拆卸才可运输,只有到达工作地点,才能进行组装。这样不仅费时、费工,而且还增加了成本,因此研制自行拆装系统势在必行。美国马尼托瓦克公司 (Manitowoc) 已研制出一套自行拆装系统,其他公司也在不遗余力地努力。相信这种自行拆卸系统,将会成为履带起重机的标准配备。

(3) 操作控制系统的智能化 随着计算机和电子技术的不断发展,逐步完善的计算机控制技术和集成传感技术,在起重运输行业得到了广泛的应用,先进的电子控制和电脑操作系统的应用越来越普遍。例如,美国马尼托瓦克公司 (Manitowoc) 生产的 West 100 型起重机,安装在司机室的液晶显示器,可以实现从启动开始至停机整个过程的系统状态监控,自行记录工作时的所有资料。一旦系统出现异常,将提示操作者注意,或在紧急情况下自动停机。另外,电脑根据各关键参数的检测信号和机上的计算结果,提示操作人员下一步应进行的操作,或在故障状态下显示故障原因、部位及处理方法。该公司还准备利用全球卫星定位通信系统,借助履带起重机上的发射装置,把设备的运行状态、位置信息传送给公司。这样,公司的服务人员可以随时了解世界各地公司产品的状态和位置,并在第一时间获得设备的故障信息,随时服务。因此,各地电子监控系统运行作业时的在线故障检测诊断和智能化总体控制等,是今后履带起重机不断向智能化方向发展的重要研究领域。

目前,国外专业生产履带起重机的厂家很多。德国的主要生产厂家有利勃海尔 (Liebherr) 公司、特雷克斯-德马格 (Terex-Demag) 公司、森尼波根 (Senebogen) 公司。美国主要生产厂家马尼托瓦克 (Manitowoc) 公司、林克-贝尔特 (Link-belt) 公司、P&H 公司。日本的主要生产厂家有神钢 (Kobelco) 公司、日立住友 (Hitachi-Sumitomo) 公司、石川岛 (IHI) 公司。其中,利勃海尔、特雷克斯-德马格、马尼托瓦克、神钢及日立住友等公司产品系列较全,市场占有率较高。表 1-3 列出国外履带起重机主要生产公司的产品系列型谱。

表 1-3 国外履带起重机主要生产公司的产品系列型谱

利勃海尔	型号	LR1100	LR1130	LR1160	LR1200	LR1280	LR1350	LR1400	LR1750	LR1800	LR11200
	起重量/t	104.5	137.2	160	220	280	350	400	750	800	1200
德马格	型号	CC200	CC280	CC400	CC1500	CC2000	CC2200	CC2400	CC2500	CC2800	CC5800
	起重量/t	50	80	100	275	300	350	400	500	600	1000
马尼托瓦克	型号	CC8800	CC12600								
	起重量/t	1250	1600								
日立住友	型号	5000	5500	111	8000	180	8500	222	10000	11000	12000
	起重量/t	45	50	73	73	73	77	91	91	91	109
日立住友	型号	1015	555	777	999	15000	2250	16000	18000	21000	
	起重量/t	120	136	181	250	250	300	400	400	907	
日立住友	型号	SCX300	SCX400	SCX500	SCX550	SCX700	SCX800	SCX900	SCX1200	SCX2000	SCX2500
	起重量/t	30	40	50	55	70	80	90	120	200	250
日立住友	型号	SCX3500	SCX5000	SCX6500							
	起重量/t	350	500	650							
神钢	型号	CKE600	CKE700	CKE800	CKE900	CKE1350	CKE1800	CKE2500	CKE4000		
	起重量/t	60	70	80	90	130	180	250	400		
神钢	型号	7035	7045	7055	7070	7080	7100	7120	7150	7200	7250
	起重量/t	35	45	55	70	80	100	120	150	200	250
神钢	型号	7300	7350	7450	7650	7800					
	起重量/t	300	350	450	650	800					

2. 国内履带起重机的发展现状与存在的差距

我国生产履带起重机历史较短，“七五”期间以技术贸易相结合的方式，分别从日本和德国引进中小吨位履带起重机生产技术。与世界先进国家相比，国内履带起重机的吨位小、系列化程度低、技术含量低，在设计和制造上还存在一定的差距。近年来，随着我国基础设施建设的加强，尤其在三峡工程、青藏铁路、西电东送、西气东输等大型施工建设项目，以及电力、石油、化工等行业迅速发展的拉动下，国产履带起重机市场持续、快速壮大。尤其近五年来，履带起重机进口数量逐年递增，最高一年增幅近215%。2005年上半年，我国进口200t以上履带起重机就达36台。国内市场的持续增长，使国内企业加大、加快了履带起重机的开发力度，履带起重机产业得以迅速发展，技术水平很快提高，系列不断完善。在短短的时间内，便形成300t、250t、200t、120t及100t等百吨级大型履带起重机。在今后一二年，400t、450t及600t级的超大型产品也将问世，可以说这种发展速度势不可挡。

目前国内生产履带起重机的主要厂家有：徐州重型机械有限公司（徐重）、抚顺挖掘机制造有限公司（抚挖），中联浦沅工程机械有限公司（中联浦沅）、三一重工股份有限公司（三一重工）、抚顺工程机械有限公司（抚工）、哈尔滨四海工程机械制造公司。据统计，各公司履带起重机的年产量从数10台到200台左右不等，产品以300t以下吨位为主。

徐重是中国工程起重机的龙头企业。2003年工厂斥巨资进行大规模技术改造。从国外进口多种高新设备，大型结构件的焊接和加工制造水平得到了大幅提升。该公司立足自主研发，向世界先进水平看齐，攻克了桅杆吊、臂架柔性随动调衡腰绳装置、分体式转台、PLC计算机集成控制系统等项设计制造核心技术，已获得履带起重机方面多项国家专利。主要产品有QUY35、QUY50、QUY100、QUY150及QUY300。产品系列齐全，多个产品填补国内空白。目前公司正在研制更大吨位履带起重机，将履带起重机系列做大做强。

抚挖是国内生产履带起重机历史最长的企业，现已改制重组，更名为抚顺挖掘机制造有限公司，集原抚顺挖掘机厂部分资产，进行了优化配置。主要产品有QUY35、QUY50A、QUY50C、QUY80A、QUY100、QUY120、QUY150A及QUY250等履带起重机。

中联浦沅是中国工程起重机主要生产企业。2002年开始进军履带起重机行业，并在2005年初推出200t履带起重机，体现了其新产品的研发速度。

三一重工在2004年11月上海的宝马展览会上，展出了开发的50t履带起重机，目前已形成50~1000t系列履带起重机产品型谱，其中80t以上大吨位的履带起重机，在国内市场的占有率高。现在1600t履带起重机项目已经启动，一旦投入使用，将打破国外企业在超大吨位履带起重机的垄断地位。

抚工主要生产30~70t履带起重机。

哈尔滨四海工程机械制造公司主要生产50t履带起重机。

由于我国履带起重机起步晚，国内用户对履带起重机的认识不足，2000年之前市场容量较小，发展速度不快。近年来，随着国家基本建设规模扩大，国内用户对履带起重机优势的认识越来越深，履带起重机的市场升温较快。当前国外知名企业大规模进军国内市场，国内企业奋起直追，取得了长足的进步，但和国外知名企业相比，还有一定的差距。

为赶超国外知名企业的先进水平，国内企业加快了研发速度。近几年已先后推出新品近10种，均为国内大吨位产品。

3. 面对世界强手，我们如何应对

国内市场的强劲需求，是国内企业开发履带起重机，振兴民族工业千载难逢的机遇，但

是履带起重机的进口关税税率从2002年的12%降到8%，也直接刺激了履带起重机的进口。面对国内市场国际化的激烈竞争格局，我们的应对措施如下：

(1) 提高产品的可靠性、提升产品品质 与国外产品性能相比，国产300t及以下的履带起重机相差不大；100t以下的产品性能可能会更好一些；300t以上的产品还需要提高产品的可靠性。我们必须要以虚心的态度向国外企业学习，提高产品的可靠性。提升产品品质，必须提高配套件的技术水平。国内企业开发履带起重机，必须在产品试验研究上下功夫，逐步完善试验、研究体系，提高产品可靠性；加快核心技术的研究，不断提升产品档次和竞争能力。

(2) 加速大吨位产品开发，完善产品系列 目前，市场超大型起重设备的需求越来越大，国外履带起重机最大吨位已超过1000t。随着超起装置的不断完善，更大吨位履带起重机的开发已成为现实，国内市场亦趋向于大吨位产品。这些都要求国内企业必须加快大吨位产品的研发，完善产品系列。这也是在国内市场长期站稳脚跟，并进一步拓展国际市场的关键。

(3) 创造具有自主知识产权的民族品牌 未来5~10年内，中国工程机械行业将进入一个飞速发展的新阶段，企业竞争的重心将不仅是规模、品质、品牌，服务的影响力也日渐突显。品质品牌战略在今后相当长的时间内，都是国内企业的核心战略。因此中国工程机械不能陶醉在“世界工厂”的口号中，应该树立创新意识，开发具有自主知识产权的产品，品牌化是必由之路。

(4) 良好的性价比和售后服务体系 同进口产品相比，国产履带起重机产品在性价比、维修体系及配件供应体系上都有自己的优势。现在国外企业在中国的维修体系和配件供应体系还不是非常完善，所以用户购买国外的产品还是有顾虑。大型履带起重机的单台价值很高，超过300万元，甚至达到500万元。因此，如果没有完善的维修和配件供应体系，即使产品和配件质量最好，维修水平最高，用户也不能完全放心。相对而言，中国企业的竞争优势还是很明显的。应以自己的优势来努力拓展国际市场。

1.4 履带起重机北美认证要求对我国的借鉴

在对用于出口的履带起重机进行设计时，必须考虑出口目的国安全标准中的规定，以满足认证的要求。介绍北美认证所引用的相关标准，概括主要标准的基本内容，对标准中描述的提升机构、变幅机构、回转机构、行走机构及驾驶室等主要结构，以及应力测试、稳定性测试、形变测试及噪声测试等主要性能测试进行概括性阐述，归纳申请认证所必备的文件资料。

改革开放以来，随着我国国民经济和基础建设的快速发展，工程机械行业得到了高速发展。2000年以后，国内的工程机械生产企业如雨后春笋般发展起来，规模也越来越大，使我国逐渐成为工程机械生产大国。由于产品价格上的巨大优势，我国生产的工程机械设备在国际贸易中具有相当的竞争力。如何在保证竞争力的同时，进一步提升产品的品质，使其更加安全、高效地工作，是每一个出口型机械企业所关注的问题。国际上特别是欧美等发达国家的工程机械行业，都制定了相应的产品标准来提升准入门槛。这就要求国内企业在设计和生产过程中，思考如何更好地满足这些标准的要求，去突破技术上的贸易壁垒。

1. 相关标准

(1) 履带起重机北美认证的主标准

1) 美国标准。ASME B30.5—2007 Mobile and Locomotive Cranes (移动式 and 拖曳式起重机)。

2) 加拿大标准。CSA Z150—1998 (R2008) Safety Code on Mobile Cranes (移动式起重机安全标准)。

这两个标准涵盖了美国和加拿大两国的移动式起重机安全要求，总体上相近，略有偏差。

(2) 一些相关标准

1) CAN/CSA—C22.2 No. 14 Industrial Control Equipment (电气控制柜)。

2) AWS D14.3/D14.3M Specification for Welding Earthmoving Construction and Agricultural Equipment (焊接规范)

3) ANSI/SAE J765 Crane Load Stability Test Code (起重机负载稳定性测试要求)。

4) ANSI/SAE J987 Lattice Boom Cranes Method of Test (桁架臂起重机的测试方法)。

5) ANSI/SAE Z26.1 American National Standard for Safety Glazing Materials for Glazing Motor Vehicles and Motor Vehicle Equipment Operating on Land Highways (美国国家驾驶室安全玻璃标准)。

6) SAE J159 Rated Capacity System (额定载荷系统)。

7) ANSI/SAE J185 Access Systems for Off Road Machines (起重机的进入系统)。

8) SAE J1028 Mobile Crane Working Area Definition (移动式起重机工作区域定义)。

9) ISO 8566-1 Cranes-Cabins (起重机驾驶室的结构要求)。

10) ISO 11661 Mobile Cranes-Presentation of Rated Capacity Charts (移动式起重机载荷表的表达)。

11) No. 302 Flammability of Interior Material (驾驶室内部材料的燃烧测试)。

这些标准是对主标准的补充，在评估起重机整机时，配合主标准使用，要求整机上的某个部件。某种结构及某项工艺等达到相应标准的要求，从而保证整机安全、可靠地工作。

2. 结构要求

(1) 稳定性 为了保持稳定，在不吊载荷的情况下，选择最短主臂工况。将主臂调至最大的水平角（最小工作半径），要求距离 A 不能超过距离 B （见图 1-3）和距离 C （见图 1-4）的 70%。其中， A 为整机的重心轴到上部回转中心轴之间的水平距离； B 和 C 为倾翻轴到上部回转中心轴之间的水平距离。图 1-3 和图 1-4 示出起重机上部与履带轴线平行和垂直两种工况。

(2) 变幅与提升机构 变幅机构的拉伸钢丝绳，在任何情况下必须至少有两圈完整的钢丝绳留在卷筒上。钢丝绳绕在卷筒

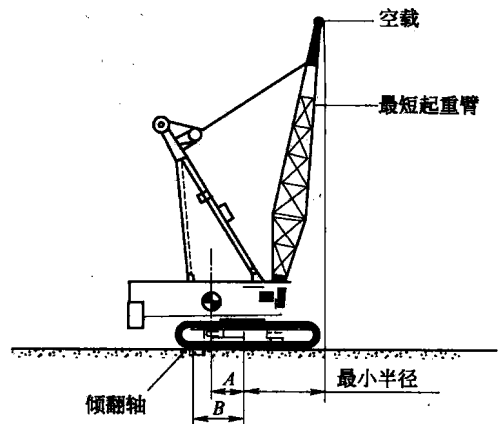


图 1-3 起重机上部与履带轴线平行

上的第一层形成圆的直径，必须不小于钢丝绳本身直径的 15 倍。卷筒的机械制动机构上还需要加上棘轮、棘爪，防止主臂的意外下降。

提升机构的拉伸钢丝绳，在任何情况下必须至少有两圈完整的钢丝绳留在卷筒上。钢丝绳绕在卷筒上的第一层形成圆的直径，必须不小于钢丝绳本身直径的 18 倍。卷筒的外边缘，至少要比钢丝绳绕在卷筒上的最外层多出 13mm，以防止钢丝绳的意外滑脱。操作者必须能够了解卷筒的转动情况。

(3) 回转机构 回转机构起动和停止的加速和减速，必须受到控制；回转机构还必须提供必要的制动和锁定装置，以防止上体的意外转动。

(4) 行走机构 行走履带的前进和后退，必须始终受到操作者的控制，不能出现依靠惯性滑行的情况。履带的制动或锁定装置，必须让起重机锁定在可操作的最大水平角度上。

(5) 控制装置 手部控制操纵杆和脚部操纵踏板的控制方式，应参照国际标准 ISO 7752—2 Basic Arrangement and Requirement

for Mobile Cranes, Lifting Appliance Controls—Layout and Characteristics Part (起重设备控制：布局 and 特性，第 2 部分：移动式起重机基本布局和要求)。一般情况下，操作者向前移动变幅操纵杆为降幅，向后移动变幅操作杆为升幅，放回中位为停止动作；向前移动提升操纵杆为主钩下降，向后移动提升操纵杆为主钩上升，放回中位为停止动作。手部操纵杆的动作用力不能超过 156N；脚踏板的动作用力不能超过 222N。双向移动手部操纵杆，从中位到两端的移动距离不能超过 356mm；单向移动手部操纵杆的移动距离不能超过 610mm；脚踏板的移动距离不能超过 254mm。设计者也可以根据需要增加操纵杆的功能，但总的设计原则不变。

(6) 绳索附件 用作提升和变幅的钢丝绳，如果在移动的过程中需要缠绕在卷筒上，或者与滑轮相摩擦的，设计安全系数（破断载荷除以额定工作载荷）至少为 3.5，如果只是用来悬挂和固定作用的，设计安全系数至少为 3.0。用作安装臂架的钢丝绳，如果在移动的过程中，需要缠绕在卷筒上或者与滑轮相摩擦的，设计安全系数至少为 3.0；如果只是用来悬架和固定作用的，设计安全系数至少为 2.5。抗扭转钢丝绳的设计安全系数至少为 5.0，并且不能用作变幅，纤维芯钢丝绳也不能用作变幅。滑轮槽的表面必须光滑，底部必须与钢丝绳紧密贴合，边缘的设计必须保证钢丝绳能够顺利倒入滑轮槽，滑轮上还必须要有保护罩或其他装置来防止钢丝绳的意外脱落。所有滑轮的轴承需要定期润滑，变幅滑轮的直径至少是钢丝绳直径的 18 倍。吊钩除必须标上额定承载值外，还必须配上安全销。

(7) 驾驶室 驾驶室的前方和两侧必须提供玻璃窗，以保证操作者的视野。玻璃窗所用材料应满足 ANSI Z26.1 的要求。驾驶室的前风窗玻璃上需配备刮水器。驾驶室的门可以是移动门和转动门。移动门向后移动为开启，转动门向外转动为开启。驾驶室门必须提供锁定装置，防止意外开启和关闭驾驶室内部操作部件的空间位置，要符合人体工程学，满足标准 ISO 8566—1 的要求。驾驶室还必须有一个紧急逃生出口（紧急情况下可用力向外推出）。

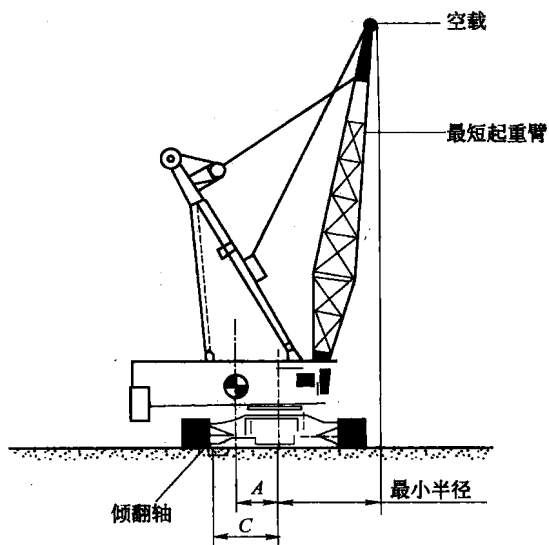


图 1-4 起重机上体与履带轴线垂直

出口的最小尺寸：圆形直径不小于 650mm；正方形边长不小于 600mm；长方形的长×宽不小于 650mm×470mm；驾驶室内要配备合适的灯光，具有可以五向调节并且阻燃的座椅，以及空调、除霜设施，灭火器、载荷表和警告标识等。由地面通往驾驶室的扶梯、走道、平台及围栏等的尺寸，必须满足 ANSI/SAE J185 标准的相关要求。

(8) 焊接结构 所有用在承载结构部分焊接的焊接工艺过程评定、焊接操作人员资格评定，必须符合标准 ANSI/AWSD14.3 的要求。

(9) 额定载荷系统 额定载荷限制系统是安装在起重机上，感应载荷重量、主臂角度的电子装置。当实际载荷重量接近、达到额定载荷时，提供声光报警信号；当实际载荷重量超过额定载荷时，额定载荷限制系统必须切断提升动力，让起重机停止工作。额定载荷系统要求符合标准 SAE J159，主要是对系统显示精度的要求。系统上显示的重量，必须为载荷实际重量的 100%~110%；显示的工作半径，必须为实际工作半径的 100%~110%。当主臂水平夹角不小于 65°时，显示的角度不能超过实际主臂角度，也不能小于实际主臂角度 2°以上；当主臂水平夹角小于 65°时，显示的角度不能超过实际主臂角度，也不能小于实际主臂角度 3°以上。

(10) 电气控制柜 起重机上电气控制柜设计，必须满足标准 CAN/CSA—C22.2 No. 14 的要求：电控箱外壳表面需要涂漆来防锈，外壳金属板需要有一定的厚度来保证机械强度，电控箱还需要加上密封条来防止雨水、粉尘进入到内部；电控箱尺寸的选择和内部元器件的安放，需要考虑各个元器件的散热空间，相互之间的电磁兼容等问题；元器件必须设置相应的过流保护，防止意外短路或过载。

3. 测试要求

(1) 安全性测试 履带起重机的安全性测试，主要包括应力测试、载荷稳定性测试、形变测试、驾驶室内噪声测试，以及电气控制柜淋雨测试等。

1) 应力测试的方法应符合 ANSI/SAE J987 的要求。将形变测量仪上的应变感应片，贴在起重机上受各种应力比较典型的点上；根据操作说明书对起重机进行提升、变幅和回转等操作，测得各个测试点的最大形变量和平均形变量；然后乘以各个测试点材料的弹性系数，确定各个测试点承受的最大应力和平均应力；分析比较最大应力、平均应力与各个测试点材料的屈服应力关系。如果安全系数达不到标准的规定要求，则必须调整载荷表上的额定参数，或者换上屈服应力更大的材料，以保证足够安全的结构强度。

2) 载荷稳定性测试应符合 ANSI/SAE J765 的要求。根据载荷表确定额定载荷和工作半径 R_1 。测试时要求吊起额载重物离地不超过 0.1m 的高度，通过缓慢降幅的方法来增加工作半径，直到达到平衡点、记录下平衡点的工作半径 R_2 。标准要求 R_1/R_2 不能超过 75%。如果超过标准限值，可以通过增加平衡块重量，或者调整载荷表上的额定参数来满足要求。

3) 形变测试。所有机身外壳，防护罩和护栏表面，应能承受 900N 的压力而无永久变形；所有走道平台应能承受 4.5kPa 的压力而无永久变形。

4) 驾驶室内的噪声测试。利用声级计测量驾驶室内噪声，特别是操作者的耳旁噪声，要求不能超过 85dB。

5) 电气控制柜淋雨测试。将锁紧的电控箱放在特定水压的 3 个喷头下冲刷 4h，要求水不能进入箱体内。

(2) 功能性测试 根据操作说明书，检查起重机各个控制装置的功能。例如：启动、变幅、提升、回转、行走、急停、额定载荷系统和声光信号等。