

起重機 設計手冊

大連起重機器廠 編

遼寧人民出版社

起重机设计手册

大连起重机器厂 编

辽宁人民出版社出版

(沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行

朝阳六六七厂印刷

字数: 1,342,000 开本: 787×1092 1/16 印张: 54 1/4 插页: 6

印数: 1—3,600

1979年12月第1版 1979年12月第1次印刷

统一书号: 15090·48 定价: 5.85 元

前 言

为了实现在二十世纪内把我国建设成为社会主义现代化强国的宏伟目标；为了适应社会主义革命和社会主义建设的需要，满足广大工人、技术人员为革命学习文化，学习技术，精通业务，又红又专的要求，我们在厂党委的领导下，采取发动群众与专业技术人员相结合的方法，认真总结了我厂二十八年来设计、制造、使用起重机的实践经验，并参考国内外的一些技术资料，编写出这本《起重机设计手册》。

这本手册主要是以桥式、门式起重机和装卸桥的设计为主，其它起重机设计为辅。重点阐述了起重机的总体设计、机构计算、零部件的计算和选用、金属结构的设计、电气控制系统和安全装置的设计原则和方法等。为了便于读者阅读，在书中编入大量图、表和计算实例，力求简明、实用和符合我国实际，数据可靠，可供从事起重机设计制造的广大工人、技术人员参考使用。

在编写过程中得到大连工学院、大连钢厂、大连低压开关厂、大连机车车辆厂、大连红旗造船厂等厂矿、学校、研究单位的大力支持，在此表示衷心感谢！

编 者

一九七七年七月

目 录

第一篇 总 论	1
第一章 概 论	1
第一节 起重机的分类和构造	1
第二节 设计的一般规则	8
第二章 载 荷	10
第一节 工作类型	10
第二节 载荷计算情况及其决定条件	14
第三节 载 荷	14
第三章 安全系数、强度和疲劳计算	20
第一节 安全系数	20
第二节 强度计算	21
第三节 疲劳计算	22
第四章 起重机的总体计算	26
第一节 起重机的生产率	26
第二节 起重机的起重量和速度	28
第三节 起重机的跨度和起升高度	30
第四节 起重机的稳定性	31
第五节 车轮的压力	34
第五章 起重机的铁路运输	37
第一节 概 述	37
第二节 货物计算宽度的确定	39
第三节 货物装载的几点注意事项	43
第二篇 机构设计	44
第一章 机构的润滑、摩擦系数与效率	44
第一节 润滑剂	44
第二节 润滑脂手动集中润滑系统简要计算	48
第三节 摩擦系数	49
第四节 传动效率	51
第二章 机构的计算载荷	53
第一节 机构各构件的载荷分配	53
第二节 机构各构件的计算载荷	55

第三章 起升机构	57
第一节 起升机构方案	57
第二节 起升机构设计要点	64
第三节 起升机构的计算	66
第四节 电动机的发热校核	72
第五节 几种起升机构设计的注意事项	74
第四章 运行机构	82
第一节 传动方案	82
第二节 自行式运行机构的计算	86
第三节 牵引式运行机构的计算	92
第五章 旋转机构	94
第一节 旋转支承装置	94
第二节 驱动装置及计算	106
第六章 变幅机构	112
第一节 概 述	112
第二节 传动方案	113
第三节 变幅机构的设计计算	117
第三篇 起重机机构的零件和部件	124
第一章 起重机零件的常用材料	124
第一节 铸 件	124
第二节 热轧、冷拉钢材及锻件	126
第三节 有色金属	132
第四节 非金属材料	133
第二章 起重机的零件	140
第一节 钢丝绳	140
第二节 轴	156
第三节 键联接和多槽键联接	164
第四节 过盈配合联接	166
第五节 滚动轴承	170
第六节 滑动轴承	209
第七节 链与链轮	214
第八节 弹 簧	235
第三章 齿轮传动与减速器	258
第一节 圆柱齿轮传动的参数选择和几何计算	258
第二节 圆锥齿轮传动的参数选择和几何计算	279
第三节 圆柱和圆锥齿轮传动的强度计算	283
第四节 圆柱蜗杆传动	293

第五节	行星齿轮传动	307
第六节	齿轮和蜗轮减速器	319
第四章	卷筒组	348
第一节	概 述	348
第二节	卷筒计算	349
第三节	卷筒组零件的材料及计算载荷	354
第五章	吊钩组和滑轮组	357
第一节	概 述	357
第二节	吊钩的计算	357
第三节	吊钩组和滑轮组的零件计算	367
第四节	滑轮的结构与槽形	368
第六章	联轴器	369
第一节	概 述	369
第二节	齿轮联轴器	369
第三节	弹性圈柱销(制动轮)联轴器	371
第四节	摩擦离合器	375
第七章	制动器	377
第一节	概 述	377
第二节	制动器的摩擦材料	380
第三节	瓦块制动器的计算	382
第四节	带式制动器的计算	385
第五节	操纵式制动器	388
第六节	载荷自制制动器	389
第七节	棘轮停止器	392
第八节	制动器的发热计算	393
第八章	车轮组	398
第一节	概 述	398
第二节	车轮的计算	398
第三节	轨 道	403
第四节	车轮轴和轴承	404
第九章	安全装置	406
第一节	缓冲器	406
第二节	防爬装置	413
第三节	偏斜调整及其它装置	419
第十章	抓 斗	421
第一节	概 述	421
第二节	抓斗在构造上的要求	424

第三节	抓斗的设计计算	426
第四节	马达抓斗的闭合功率和电动机选择	429
第五节	抓斗主要构件的强度计算	430
第十一章	操纵室和电气室	435
第四篇	起重机的金属结构	438
第一章	设计计算的基础	438
第一节	材 料	438
第二节	设计的一般原则	445
第三节	疲劳计算	450
第四节	连接、铰接和支承	463
第五节	轴向受力构件	477
第六节	横向受力构件	505
第七节	扭转受力构件	533
第八节	偏轨箱形梁的弯曲与扭转	548
第九节	刚度计算	566
第二章	桥式起重机的金属结构	575
第一节	工字钢单梁桥架	578
第二节	箱形双梁桥架	580
第三节	四桁架式桥架	593
第四节	偏轨箱形梁桥架	602
第五节	小车架	608
第三章	门式起重机和装卸桥的金属结构	612
第一节	门式起重机的金属结构	612
第二节	装卸桥的金属结构	630
第四章	门座起重机的金属结构	650
第一节	门架及其计算	650
第二节	臂架结构	654
第五篇	起重机的电力驱动	662
第一章	起重机电力驱动概况	662
第一节	电力驱动的现况介绍	662
第二节	长期工作制的电力驱动	662
第三节	重复短时工作制的电力驱动	662
第四节	短时工作制的电力驱动	663
第二章	电动机及其选择	663
第一节	起重机专用电动机的特点	663
第二节	一般工业用电动机在起重机上的应用	669
第三节	电动机的选择	669

第三章 起重机的控制线路	672
第一节 起重机的标准控制线路	672
第二节 鼠笼式电动机的控制线路	681
第三节 用液压推杆制动器的调速系统	684
第四节 能耗制动的调速系统	686
第五节 涡流制动器的调速系统	687
第六节 双频调速系统	688
第七节 双电动机拖动系统	688
第八节 交流主回路可控硅调速系统	690
第九节 完整的起重机控制线路	691
第四章 起动调速电阻器	692
第一节 电阻器的种类	692
第二节 绕线式电动机起动电阻的计算	697
第三节 鼠笼式电动机降压起动电阻的计算	700
第五章 起重机的电气保护系统	701
第一节 各机构的行程限位保护	701
第二节 通道和门上的安全开关	703
第三节 紧急断电开关	704
第四节 起重机的总电源保护箱	704
第五节 起重机超载时的电气安全保护	712
第六节 测风仪和自动夹轨器	712
第七节 避雷针和夜间起重机高度指示红灯	712
第六章 制动器的驱动装置	713
第一节 制动器的电磁铁	713
第二节 电动液压推杆	716
第三节 液压电磁铁	718
第七章 起重电磁铁	720
第一节 起重电磁铁的直流电源	720
第二节 起重电磁铁	721
第三节 起重电磁铁的控制线路	722
第八章 起重机电气设备的革新和现代化	724
第一节 起重机电气设备近期的发展情况	724
第二节 电子秤装置	725
第三节 起重机的遥控	726
第九章 导线与滑线的选择	729
第一节 常用的电线与电缆	729
第二节 供电滑线及电缆导电的类型	736

第三节 导线与滑线的计算和保险丝的选择.....	739
附录:	743
I、起重机性能表.....	743
II、起重机部件.....	804
1. 缓冲器.....	804
2. 联轴器.....	805
3. 制动器.....	827
4. 吊钩、滑轮组.....	836
5. 卷筒组.....	839
6. 车轮组.....	844
7. 抓斗.....	848
III、起重机电器.....	850
1. PQR 1—6 系列控制屏.....	850
2. XQ1 系列总电源保护箱.....	853
IV、计算方法.....	857
1. 梁腹板的局部稳定.....	857
2. 应用“有限元法”计算 125 吨铸造起重机吊钩.....	862

第一篇 总论

第一章 概论

随着现代工业的发展，在冶金、机械、交通运输、电力、建筑、采矿、化工、造船、港口和国防等工业部门中起重机的应用越来越广泛。它不仅只在生产过程中起辅助作用，而且已成为大批生产和流水作业不可缺少的组成部分；它是实现机械化、自动化，提高劳动生产率，减轻体力劳动的重要工具。

根据国民经济各部门的要求，需要设计、制造出大量、多品种、高质量、性能好、寿命长的起重机，为此，本手册提供了较为完整的技术资料。

第一节 起重机的分类和构造

一、分类

起重机的分类方法有多种，常见的是按起重机体形特点来分类。如桥式起重机、门式起重机、装卸桥、门座（港口）起重机、塔式（建筑）起重机、汽车起重机、铁路起重机（蒸汽吊）、桅杆起重机、缆索起重机等等。

在桥式起重机和门式起重机中，又按吊具不同分为：抓斗、吊钩、电磁、两用（吊钩和可换的起重电磁铁）、三用（吊钩、可换的电磁铁和可换的抓斗）、抓斗电磁、挂梁……等起重机。从金属结构来看，还可依主梁形式不同分为箱形双梁或箱形单梁起重机等。

图1·1·1~图1·1·3为常见的几种桥式起重机。

图1·1·4~图1·1·5为门式起重机和装卸桥。

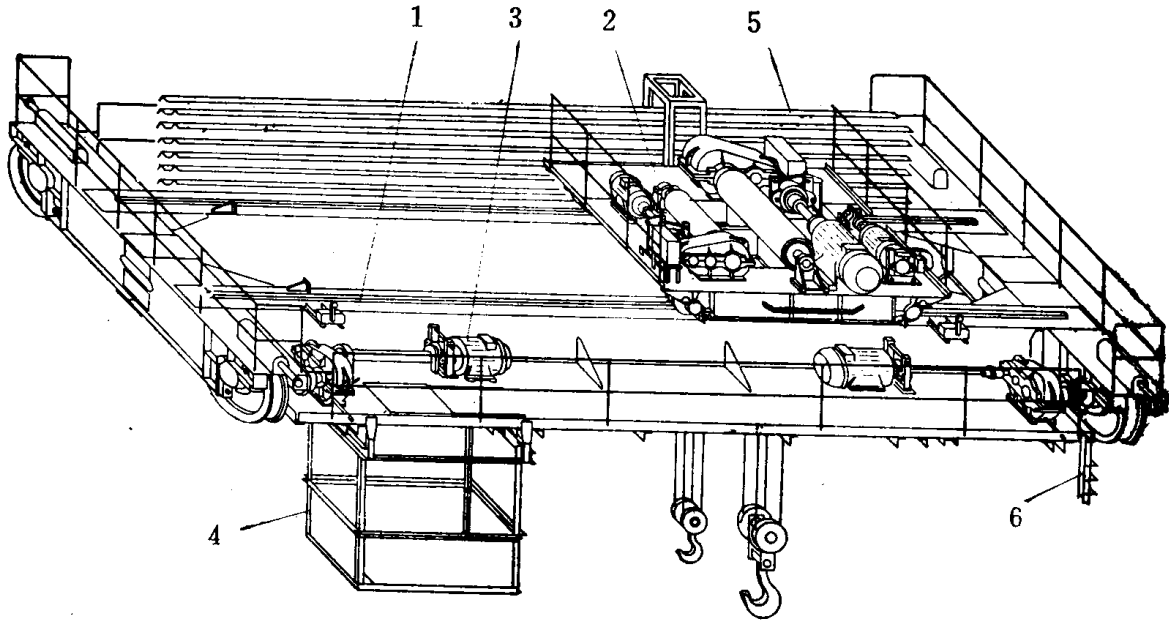
特种起重机则常根据用途进行分类或命名。如冶金起重机有：铸造（浇铸）起重机、夹钳起重机、揭盖机、加料机、料耙起重机等；铁路车辆的卸车设备有：链斗卸车机、桥式螺旋卸车机等。特种起重机如图1·1·6所示。

二、构造

桥式起重机（见图1·1·1~图1·1·2）一般由桥架1，装有起升机构和运行机构的小车2，大车运行机构3，操纵室4，小车导电装置5，起重机总电源导电装置6等组成。

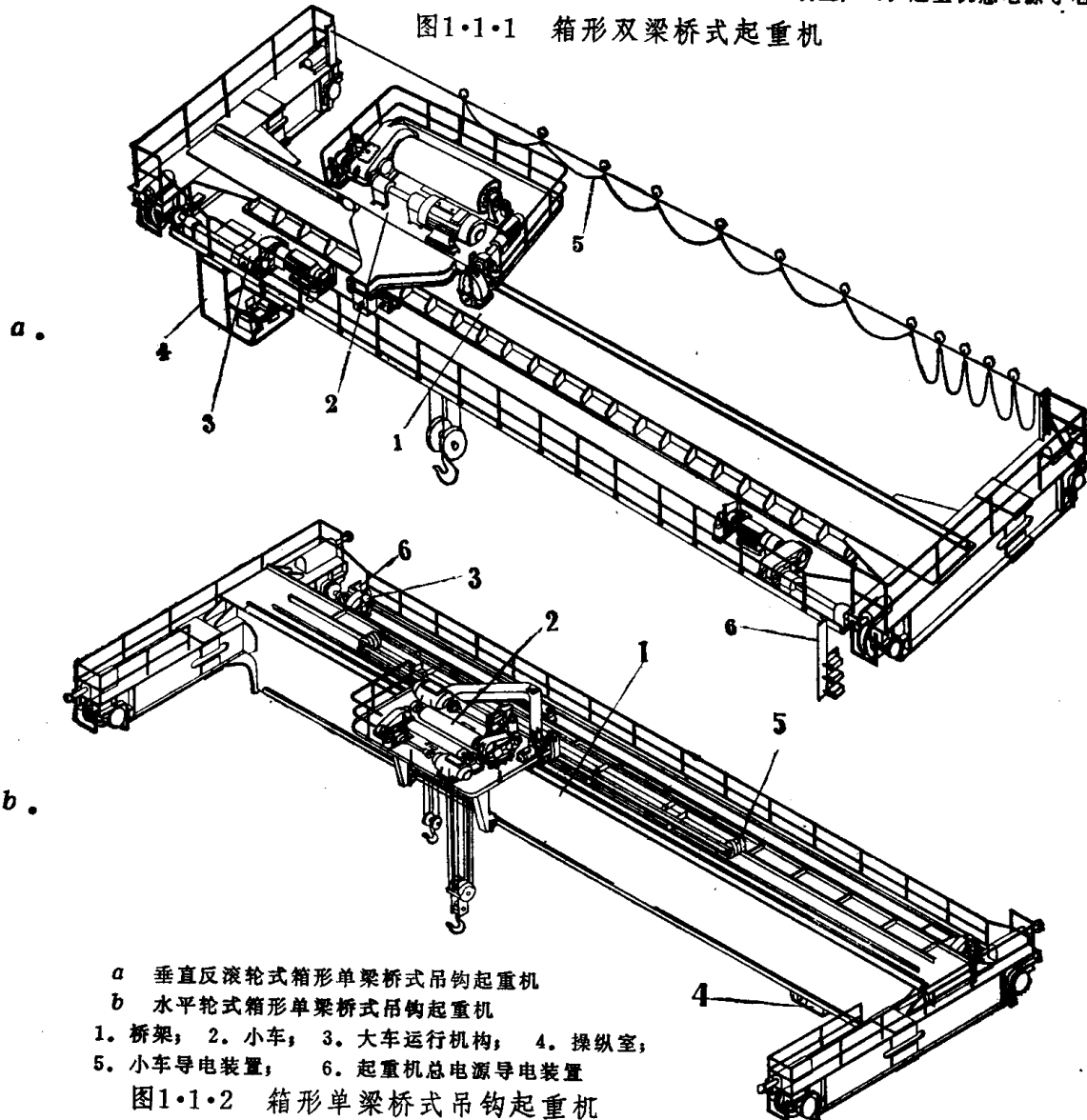
桥架是由主梁、端梁、走台等组成。主梁有箱形、偏轨箱形、桁架、单腹板、圆管等形式。走台在主梁的外侧，用于安装及检修大车运行机构和放置某些电气设备以及小车导电滑线等。端梁一般中间带有接头。

小车的构造如图1·1·7所示，由起重量大小和使用要求确定有一个或多个起升机构，常见的如图1·1·8。小车运行机构多采用图1·1·9a的型式，箱形单梁起重机小车运行机构则用图1·1·9b和c的型式。



1. 桥架； 2. 小车； 3. 大车运行机构； 4. 操纵室； 5. 小车导电装置； 6. 起重机总电源导电装置

图1·1·1 箱形双梁桥式起重机



a 垂直反滚轮式箱形单梁桥式吊钩起重机

b 水平轮式箱形单梁桥式吊钩起重机

1. 桥架； 2. 小车； 3. 大车运行机构； 4. 操纵室；
5. 小车导电装置； 6. 起重机总电源导电装置

图1·1·2 箱形单梁桥式吊钩起重机

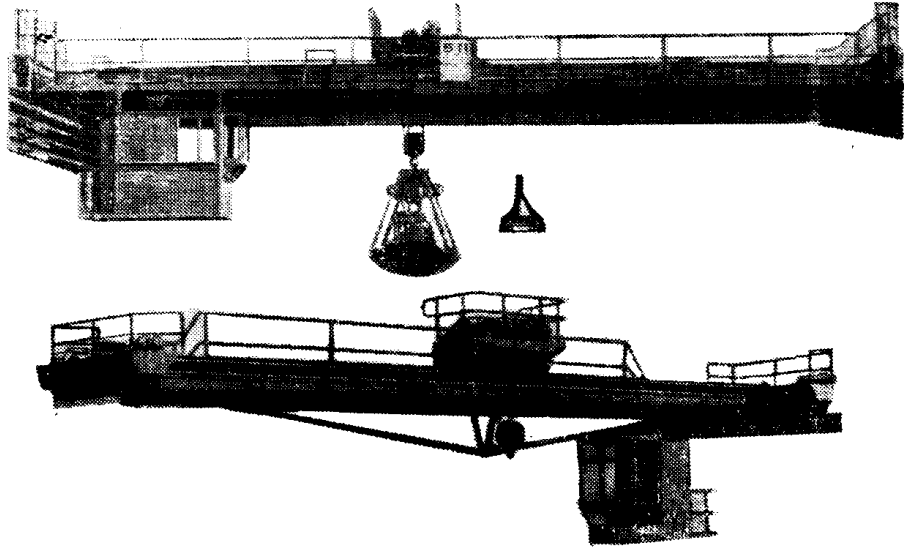
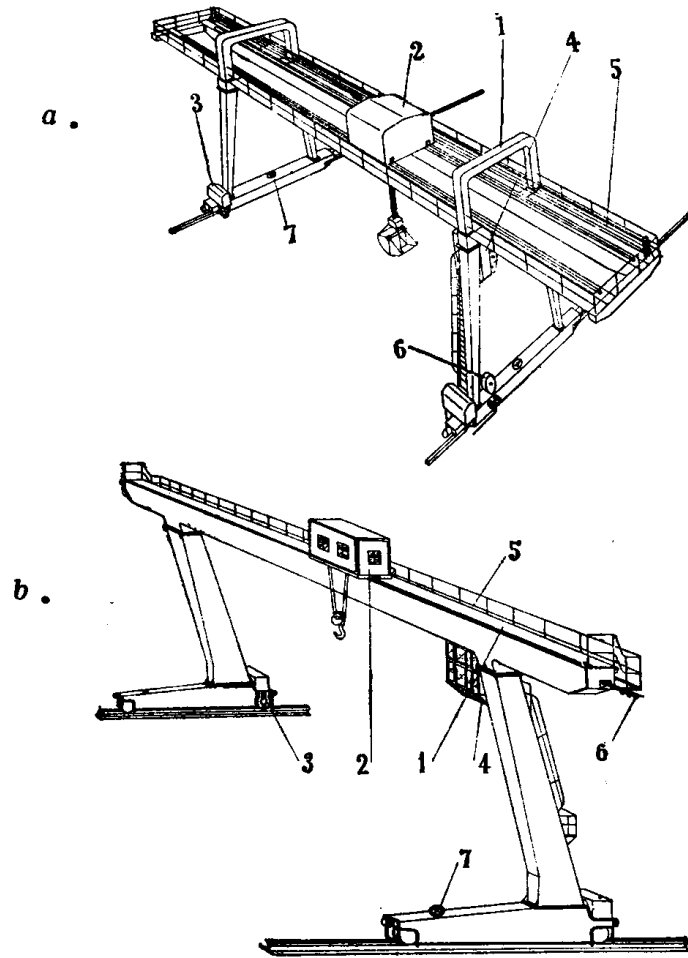


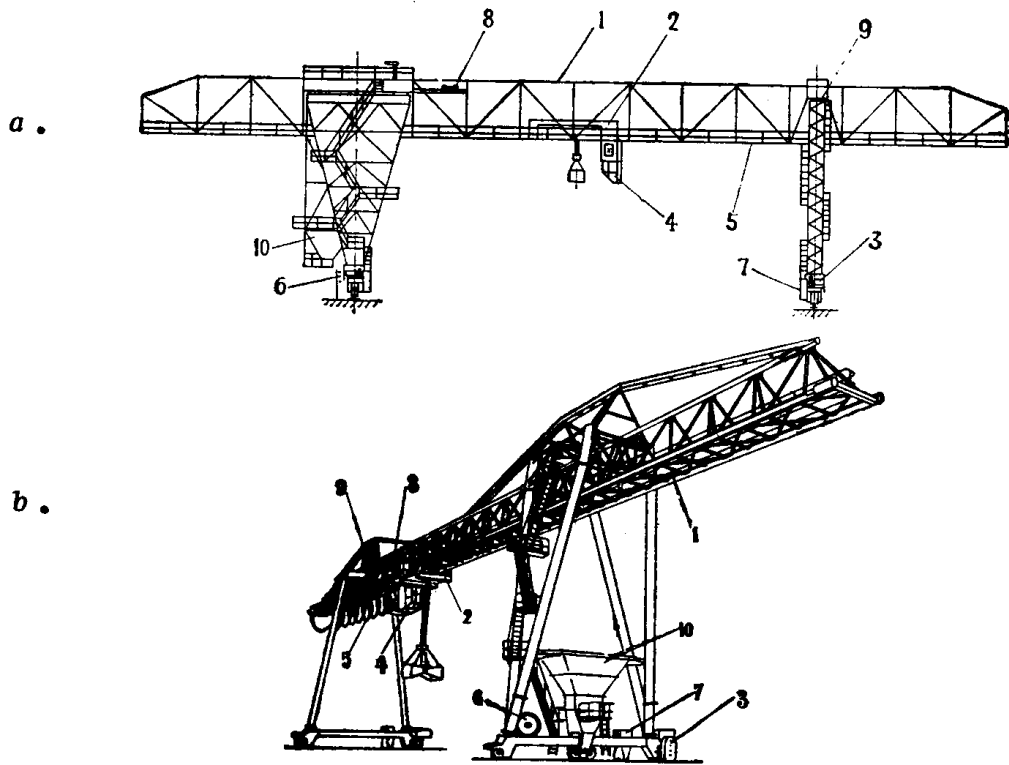
图1·1·3 箱形双梁桥式三用起重机和管形单梁桥式吊钩起重机



a 箱形双梁门式抓斗起重机 b 箱形单梁门式吊钩起重机

1. 门架结构； 2. 小车； 3. 大车运行机构； 4. 操纵室； 5. 小车导电装置；
6. 起重机总电源导电装置； 7. 防爬装置（夹轨器）

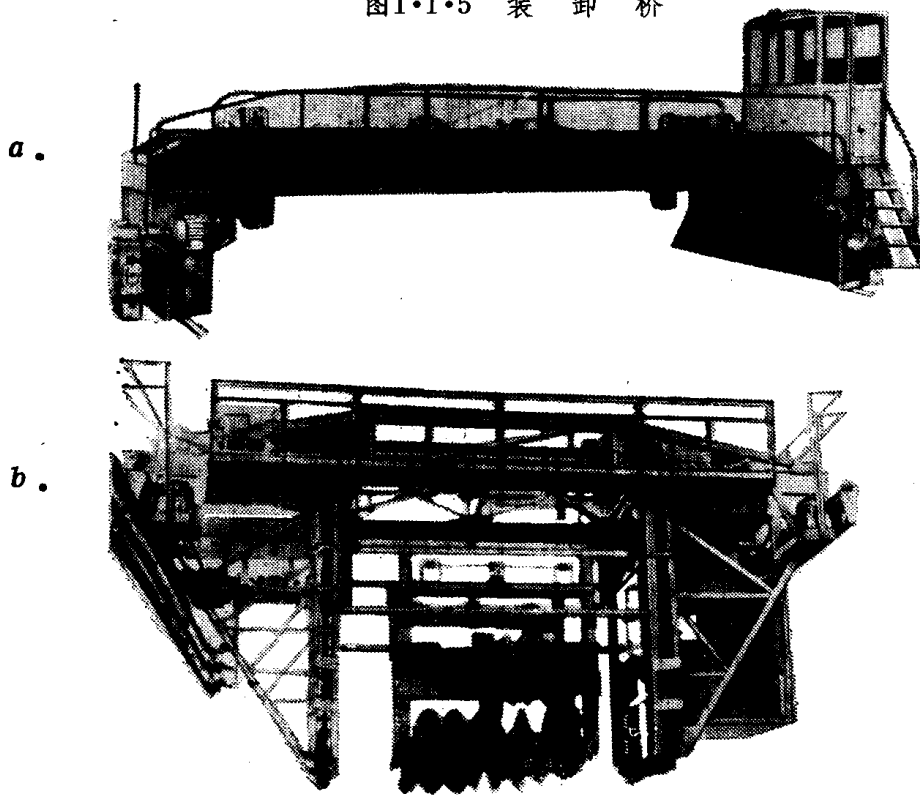
图1·1·4 门式起重机



a “II”型桁架结构装卸桥 b 三角形截面管结构桁架装卸桥

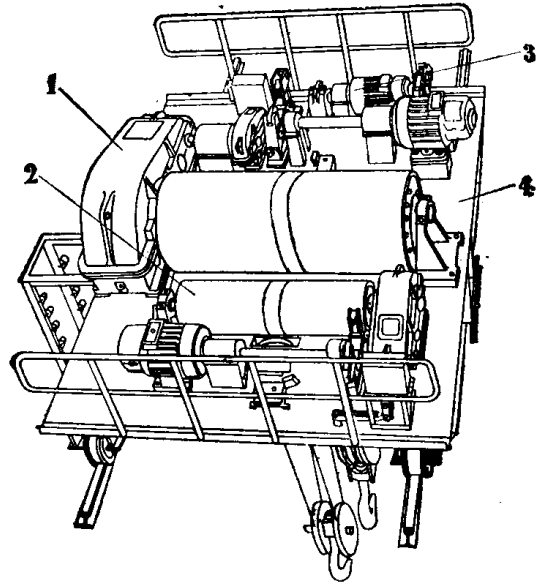
1. 金属结构； 2. 小车； 3. 大车运行机构； 4. 操纵室； 5. 小车导电装置； 6. 起重机总电源导电装置； 7. 防爬装置（夹轨器）； 8. 检修用的辅助小车； 9. 偏斜指示器或偏斜自动调整装置； 10. 储煤斗

图1.1.5 装卸桥



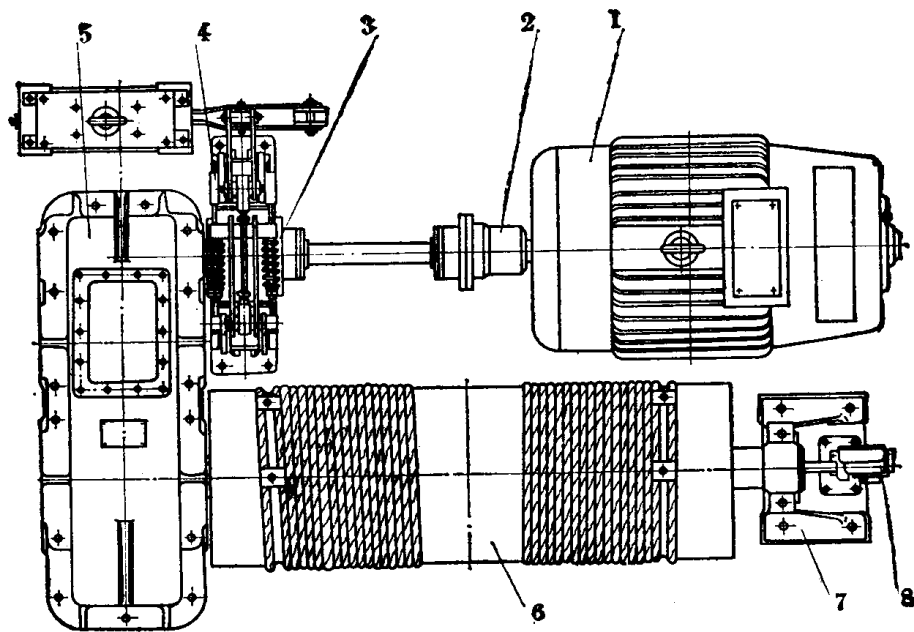
a 均热炉捣渣机 b 桥式螺旋卸车机

图1.1.6 特种起重机举例



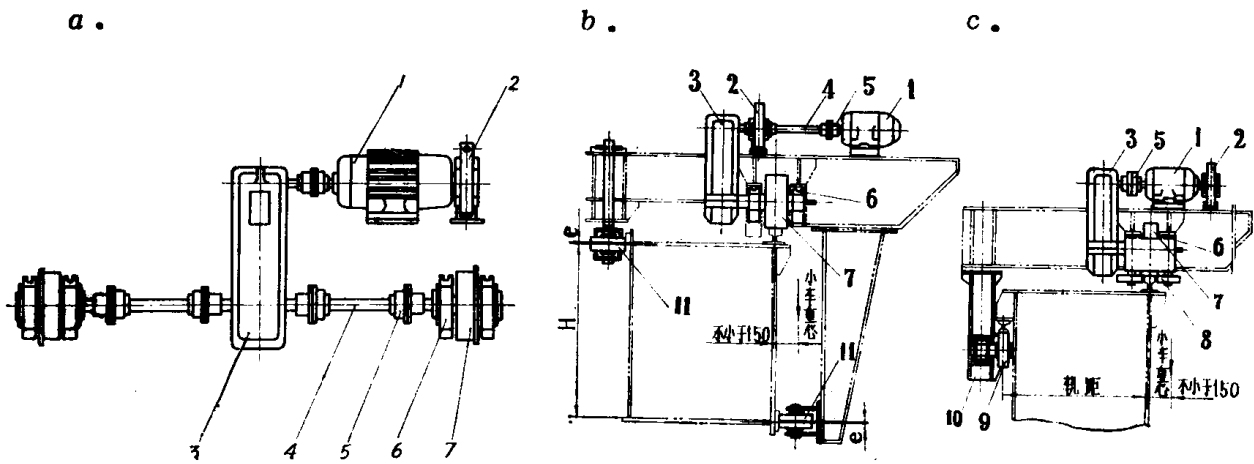
1. 主起升机构； 2. 副起升机构； 3. 小车运行机构； 4. 小车架

图1.1.7 小车的构造



1. 电动机； 2. 联轴器； 3. 制动轮联轴器； 4. 制动器；
5. 减速器； 6. 卷筒组； 7. 轴承； 8. 起升安全开关

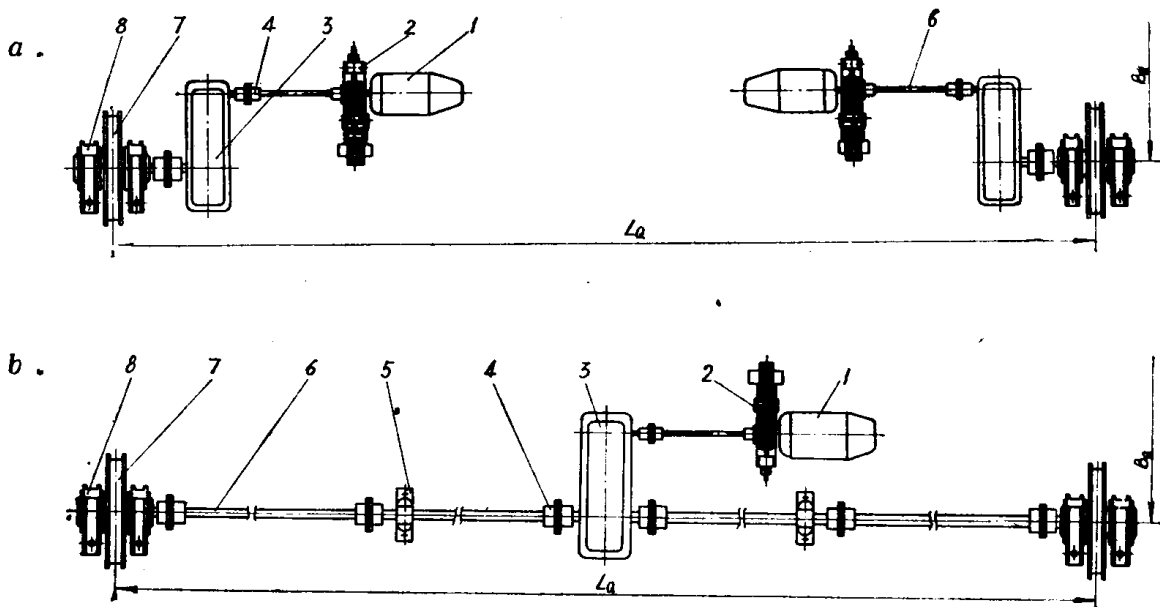
图1.1.8 小车起升机构



1. 电动机； 2. 制动器； 3. 减速器； 4. 传动轴； 5. 联轴器； 6. 轴承箱；
7. 车轮； 8. 导向轮； 9. 垂直反滚轮； 10. 有安全钩的平衡梁； 11. 水平轮

图1.1.9 小车运行机构

大车运行机构多采用两台电动机分别驱动，如图1.1.10 a所示。而小吨位小跨度则采用单台电动机集中驱动，如图1.1.10 b所示。



1. 电动机； 2. 制动器； 3. 减速器； 4. 联轴器； 5. 轴承；
6. 传动轴； 7. 大车车轮； 8. 角型轴承箱

图1.1.10 大车运行机构

大、小车运行机构及起升机构都设有行程开关，运行机构还设有缓冲器。当在同一轨道上有一台以上起重机（或小车）时，应互设防止碰撞的缓冲器及安全开关。

有些起重机还设有过载保护装置。

桥架和小车上一般都设有不低于 900 毫米的栏杆。在桥架的栏杆门上和操纵室的舱口，都装有安全开关，以防止事故。

有时还设有起重机总电源导电装置的修理平台。特种或大型的起重机常设有专用的电气设备室。

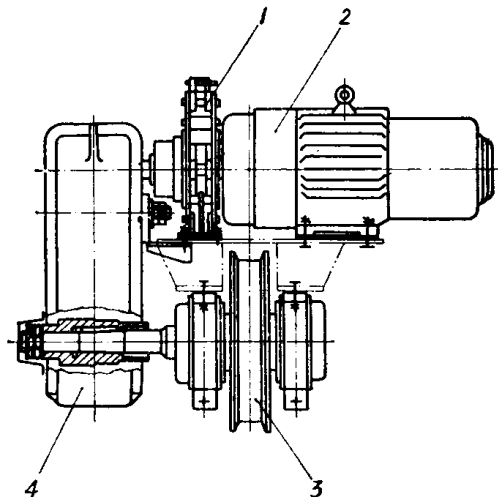
室外工作的起重机，小车和大车运行机构均设有防雨罩。

对于有特殊要求的起重机，还设有特殊装置，如称量装置等。

门式起重机见图 1·1·4。在下横梁上装有夹轨器，防止起重机不工作时被风吹跑。目前中、小型起重量的门式起重机运行机构，常采用如图 1·1·11 的型式。

门式起重机可以制成无悬臂、单悬臂或双悬臂。

装卸桥与门式起重机相比，小车的运行速度和起升速度都较高，小车运行速度常在 150 米/分以上，起升速度常达 60 米/分左右，因此，装卸桥是按生产率计算其工作能力的，多属



1. 制动器； 2. 电动机； 3. 车轮；
4. 减速器（套装在车轮轴上）

图 1·1·11 门式起重机大车运行机构

专用设备。装卸桥大车运行速度常低于或接近门式起重机，悬臂一般都比较长，跨度常在 40 米以上。在装卸桥上设有偏斜指示器或专门的偏斜调整装置，如图 1·1·5 中的 9（详见第三篇第九章），以保证装卸桥大车正常运行。

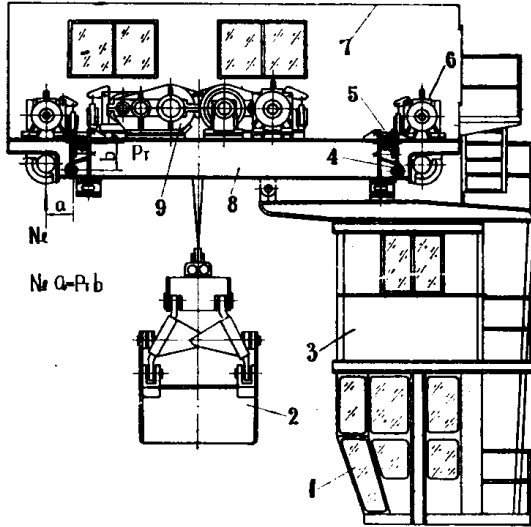
装卸桥的操纵室常直接连在小车下面，随小车一起移动。因装卸桥小车的起升、运行速度都较高，在车轮与车架之间设有弹簧缓冲减震装置，如图 1·1·12 所示，以减轻操纵室的颠簸，便于操作，减轻小车对桥架的冲击及震动，提高构件寿命。

较大型的装卸桥，在刚性支腿处桥架上方，设有专门供修理小车的辅助起重机，装卸煤的装卸桥常设有储煤斗，如图 1·1·5 中的 8 和 10。

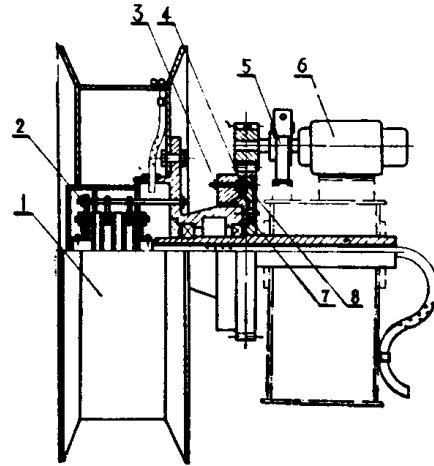
图 1·1·5 b 是以三结合方式，设计、制造成功的我国第一台三角形截面管结构桁架 5 吨 40 米装卸桥。它自重轻、性能好，在挠性支腿上装有偏斜调整装置，可保证装卸桥大车正常

运行。

门式起重机和装卸桥的总电源导电装置，除了用滑线外，也常采用重锤式和图1.1.13型式的电缆卷筒。防风夹轨器型式很多，但应用较多的是手、电两用夹轨器（见图3.9.10）。



1. 操纵室； 2. 抓斗； 3. 电气设备室； 4. 铰；
5. 减震弹簧； 6. 小车运行机构； 7. 防雨罩；
8. 车架； 9. 起升机构
图1.1.12 带减震装置的5吨40米装卸桥小车



1. 电缆卷筒； 2. 集电装置； 3. 调整螺钉
4. 弹簧； 5. 制动器； 6. 电动机； 7. 锥
面摩擦轮； 8. 摩擦圆盘
图1.1.13 起重机导电电缆卷筒

第二节 设计的一般规则

一、结构型式及其选择

起重机结构型式很多，归纳起来可分两大类，即单梁和双梁。目前，多采用双梁。常见的主要型式简介如下：

双梁

箱形双梁：用于5~100吨桥式起重机系列。结构简单、工艺性好、可采用自动焊或半自动焊、易成批生产，采用较多。

箱形偏轨双梁：水平刚性较好，自重轻，工艺性与箱形差不多，大起重量起重机常采用。

四桁架双梁：刚性好、制造复杂、成本高，难于采用自动焊或半自动焊，不易成批生产，很少采用。

从理论上讲，中、小起重量的双梁起重机主梁，当跨度 $L_0 \leq 17$ 米时用箱形结构；当跨度 $L_0 > 17$ 米时用桁架结构为合理选型。但在实际上因箱形梁有上述优点，故当跨度 $L_0 > 17$ 米时仍用箱形。当起重量 $Q_0 \geq 75$ 吨时，常用箱形或箱形偏轨。

单梁

箱形单梁：自重轻、刚性好，但小车运行机构布置、检修不便，并需增加防止小车倾翻的安全措施。目前，中、小起重量的门式起重机采用较多。