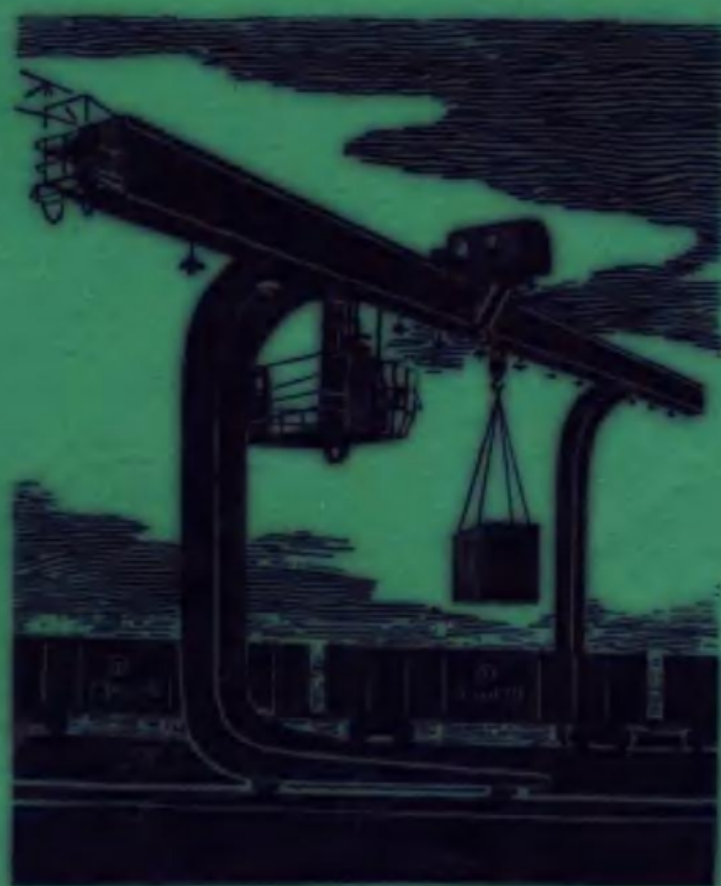


铁路装卸机械设计丛书

龙门起重机

LONGMEN QI ZHONGJI

西南交通大学起重运输机械教研室编



人民铁道出版社

内 容 简 介

本书较为系统地介绍了龙门起重机的设计计算,学习、掌握本书内容,可使读者能够从事龙门起重机的设计。

全书共分五篇:总论篇包括龙门起重机在铁路装卸中的作用,龙门起重机的主要型式、基本参数、载荷计算、材料和总体设计,机械篇包括起升机构、运行机构、吊钩、抓斗和制动器的设计计算以及减速器的选择;结构篇包括三角形断面桁架结构与箱形结构龙门起重机主梁和支腿的设计计算;电气篇包括电气设备概述、控制电器、保护电器、电路图和电流引入设备;最后介绍了龙门起重机的安装、试车、鉴定和验收,常见故障及其排除方法等。各章均列有图表,供设计和选择查选。

这套铁路装卸机械设计丛书,除《龙门起重机》外,还有《叉车》、《汽车、轮胎式起重机》及《装车机和卸车机》等。

读者对象:装卸部门的工人、技术人员和中等及高等院校起重运输机械专业的师生。

铁路装卸机械设计丛书

龙门起重机

西南交通大学起重运输机械教研室编

人民铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本·787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张·18.75 插页 2 字数 451千

1978年7月第1版 1978年7月第1次印刷

统一书号·15043·2069 定价:1.60元

前 言

龙门起重机是铁路货场装卸长大笨重货物的主要装卸机械之一，也可配用抓斗装卸散堆货物。由于龙门起重机具有构造简单、制造方便，装卸作业效率高等优点，在铁路货场得到广泛运用，特别是无产阶级文化大革命以来，龙门起重机在铁路货场的应用更加广泛。我专业师生与北京铁路局、上海铁路局等单位联合设计试制的三角形断面桁架结构龙门起重机、“C”型单主梁和“O”型双梁箱形结构龙门起重机，受到铁路现场的欢迎。尤其是“C”型单主梁和“O”型双梁龙门起重机具有结构新颖，司机视野好和过腿净空大等特点，更能适应铁路装卸作业的需要。

随着铁路装卸机械的不断发展，为了满足装卸工人和技术人员提高技术业务水平的需要，在上述实践的基础上编写了“龙门起重机”这本书。

本书着重介绍龙门起重机总体、机械、结构和电气部分的设计计算，使读者掌握本书内容能够从事龙门起重机的设计。虽然书中针对铁路龙门起重机阐述它的设计方法，但也适用于一般龙门起重机。

本书由王金诺（第一、二、三、四、五、六、十二、十三、十四、二十、二十一章）、周志鳌（第七、八、九、十、十一章）、余敏年（第十五、十六、十七、十八、十九章）编写。

由于编者水平有限，内容不妥和错误之处在所难免，谨请读者批评指正。

西南交通大学起重运输机械教研室

一九七七年十月于峨眉

目 录

第一篇 龙门起重机总论	1
第一章 龙门起重机在铁路装卸中的作用.....	1
第一节 铁路货场龙门起重机的使用情况.....	1
第二节 龙门起重机今后发展趋向.....	6
第二章 龙门起重机的主要型式.....	8
第一节 龙门起重机的主要型式.....	8
第二节 龙门起重机的选型.....	10
第三节 双梁和单主梁龙门起重机的构造.....	11
第三章 龙门起重机的基本参数.....	13
第一节 龙门起重机的起重量.....	13
第二节 龙门起重机的跨度和悬臂长度.....	13
第三节 龙门起重机的起升高度.....	16
第四节 龙门起重机的工作速度.....	16
第五节 龙门起重机及其机构的工作类型.....	17
第四章 龙门起重机的载荷计算.....	18
第一节 计算载荷的分类.....	18
第二节 各种载荷的计算.....	19
第五章 龙门起重机材料.....	26
第一节 龙门起重机使用材料的种类.....	26
第二节 对龙门起重机材料的要求.....	33
第三节 材料的许用应力及安全系数.....	34
第六章 龙门起重机总体设计.....	36
第一节 龙门起重机的轮压计算.....	36
第二节 龙门起重机的稳定性计算.....	40
第三节 龙门起重机总体设计中的其它问题.....	42
第二篇 龙门起重机的机构和专用零部件	45
第七章 龙门起重机的起升机构.....	45
第一节 滑轮组.....	45
第二节 钢丝绳.....	49
第三节 滑轮.....	54
第四节 卷筒.....	56
第五节 起升机构的设计计算.....	63
第六节 起重小车.....	68
第八章 龙门起重机的运行机构.....	73
第一节 运行机构的型式和构造.....	74

第二节 车轮和轨道	81
第三节 运行机构的设计计算	86
第四节 大车运行啃道和检修	96
第五节 缓冲器	101
第六节 夹轨器	107
第九章 吊钩和抓斗	109
第一节 吊钩	109
第二节 抓斗	115
第十章 制动器	133
第一节 块式制动器的构造和型式	133
第二节 块式制动器的松闸器	139
第三节 块式制动器的计算	142
第四节 制动器发热验算	146
第十一章 减速器	148
第三篇 龙门起重机金属结构	167
第十二章 桁架式双梁龙门起重机上部主梁的设计和计算	167
第一节 桁架式双梁龙门起重机上部主梁的主要型式	167
第二节 三角形断面桁架上部主梁的主要参数和几何尺寸	168
第三节 桁架式三角形断面主梁的计算方法	170
第四节 桁架式三角形断面主梁的作用载荷及其计算组合	171
第五节 三角形断面桁架主梁的内力计算	172
第六节 桁架主梁各片桁架的设计计算	179
第七节 上部主梁的总体刚度和上拱	184
第八节 桁架式龙门起重机主梁各片桁架的节点设计和节点焊缝计算	187
第十三章 龙门起重机偏轨箱形主梁的设计计算	190
第一节 单主梁偏轨箱形梁的主要型式	192
第二节 偏轨箱形主梁的计算简图	192
第三节 偏轨箱形主梁的作用载荷及其组合	193
第四节 偏轨箱形主梁的内力计算	195
第五节 箱形偏轨主梁截面主要尺寸	201
第六节 主梁危险截面的强度验算	202
第七节 主梁的刚度验算和上拱	204
第八节 箱形偏轨主梁的稳定性	206
第九节 偏轨箱形主梁主要焊缝计算	212
第十四章 龙门起重机支腿的设计计算	214
第一节 龙门起重机支腿的结构型式	214
第二节 单主梁龙门起重机支腿的尺寸	216
第三节 支腿的作用载荷及其受力分析	217
第四节 支腿的强度、刚度和稳度计算	221
第四篇 龙门起重机电气设备	227

第十五章	龙门起重机电气设备概述	227
第一节	电动机的运行状态和机械特性	227
第二节	龙门起重机机构负载特点	228
第三节	起重机及冶金用电动机的特点和类型	229
第十六章	龙门起重机的控制电器	233
第一节	闸刀开关	233
第二节	凸轮控制器	234
第三节	接触器	235
第四节	主令控制器	238
第五节	控制按钮	240
第六节	行程开关	241
第七节	电阻器	242
第八节	频敏变阻器	246
第九节	制动电磁铁	247
第十七章	龙门起重机的保护电器	253
第一节	熔断器	253
第二节	过电流继电器	256
第三节	热继电器	259
第十八章	龙门起重机电路图	260
第一节	电路图的构成和图示原则	260
第二节	磁力起动器的电路图	262
第三节	保护柜的电路图	263
第四节	凸轮控制器电路图	266
第五节	磁力控制屏的电路图	268
第六节	龙门起重机总线路图	274
第十九章	龙门起重机电流引入设备	276
第一节	供电方式的选择	276
第二节	电流计算	281
第三节	导线截面和滑线截面选择	282
第五篇	龙门起重机的安装和修理	287
第二十章	龙门起重机的安装、试车、鉴定和验收	287
第一节	龙门起重机的安装和调整	287
第二节	龙门起重机的试运转	289
第三节	龙门起重机的鉴定和验收	290
第二十一章	龙门起重机的使用和修理	290
第一节	龙门起重机安全技术规程	290
第二节	龙门起重机司机的职责	291
第三节	龙门起重机操作规程	292
第四节	龙门起重机常见故障及其排除方法	292

第一篇 龙门起重机总论

第一章 龙门起重机在铁路装卸中的作用

第一节 铁路货场龙门起重机的使用情况

龙门起重机（俗称龙门吊）是减轻装卸工人劳动强度，改善工人操作条件，提高装卸作业生产能力的大型起重和装卸设备，用途十分广泛。在铁路货场装卸火车与汽车、马车，在船厂里吊装船段，在水电站大坝起吊闸门，在港口码头装卸集装箱，在工厂内部起吊和搬运笨重的成件物品，在建筑安装工地进行施工作业，在贮木场堆积木材等等，都可以采用龙门起重机。

龙门起重机是靠两个水平往复运动的综合，使货物能在任意水平方向移动。使货物水平方向移动的机构统称为龙门起重机的运行机构。加上使货物上下移动的起升机构，就能使龙门起重机为一个长方形的面积及其上空的空间服务。图 1—1 的龙门起重机依靠大车运行机构驱动起重机的走轮，使整个起重机沿铺设在地面的轨道上运行。起重小车依靠小车运行机构沿上部主梁运行，依靠这两个运动的组合，货物就能在宽 a 长 b 的平面内移动。

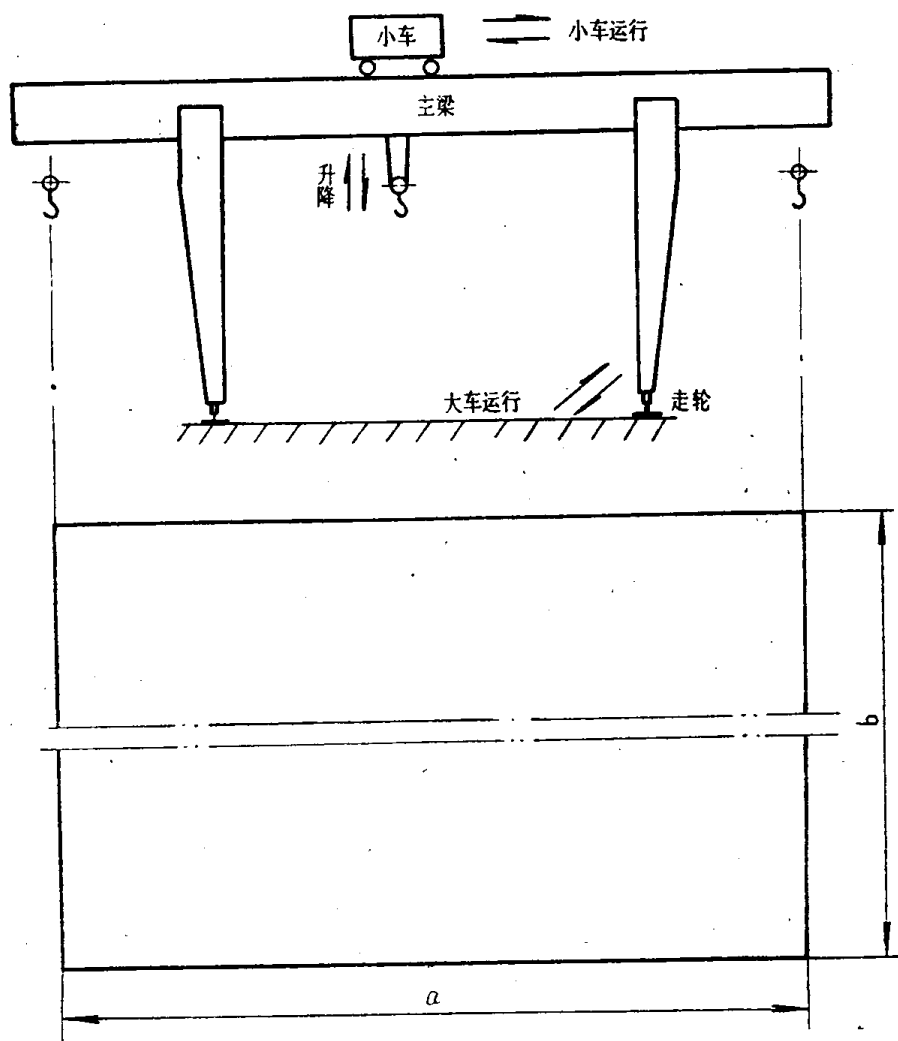


图 1—1 龙门起重机工作图

龙门起重机由于用途不同，分为船坞用龙门起重机，水电站用龙门起重机，集装箱龙门起重机，装卸桥和一般用途龙门起重机。

目前，铁路货场主要采用作为一般用途的龙门起重机。

从六十年代开始，特别是文化大革命以来，我国铁路装卸工人和技术人员，在毛主席革命路线指引下，发扬“独立自主，自力更生”的革命精神，破除迷信，解放思想，自行设计并制造了不少一般用途的龙门起重机。以铁道部北京铁路局为例，到1974年底为止，已经安装投产的龙门起重机比文化大革命前增加了八倍多。其中有的可以节省较多的钢材，并提高了生产效率。天津铁路分局等单位设计试制的5吨、10吨、15/5吨、20/10吨三角形断面桁架式双梁双悬臂龙门起重机具有自重轻、使用性能好的特点，如图1—2所示。长沙铁路分

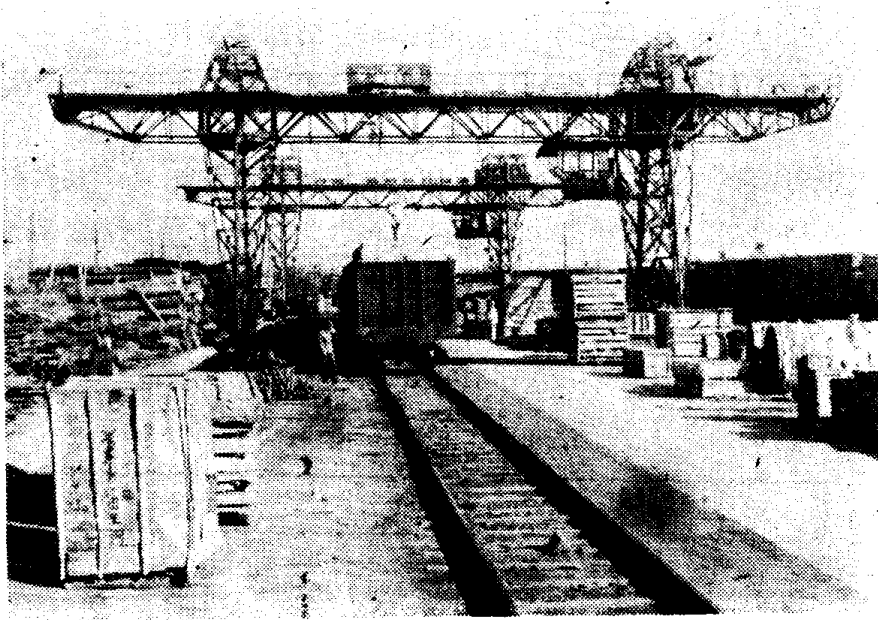


图1—2 三角形断面桁架式双梁龙门起重机

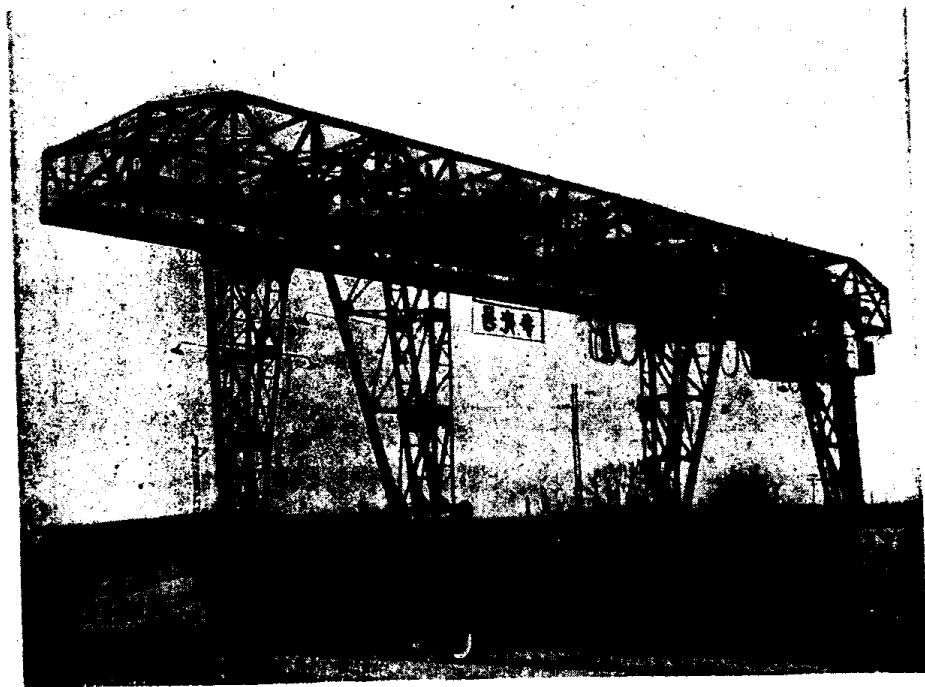


图1—3 I型桁架式双梁龙门起重机

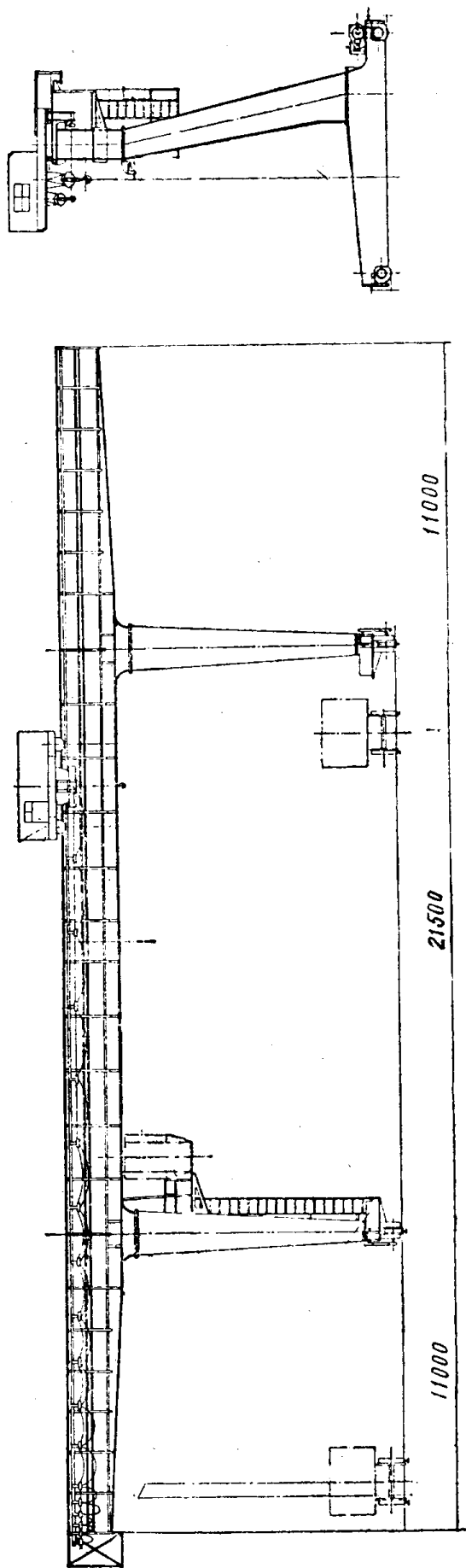


图 1—4 上海南站20/5吨“L”形龙门起重机

局和铁道部科学研究院联合设计的10吨Π形双梁龙门起重机其重量指标和技术性能比苏联生产的同类型产品都有所改进，如图1—3所示。齐齐哈尔站、上海南站等铁路货场相继制成了L形单主梁龙门起重机，如图1—4。1973年北京铁路局组织的三结合设计组针对国内外生产的L形龙门起重机使用中存在的缺点，设计试制成功我国第一台C形单主梁龙门起重机，图1—5是它正在进行装卸作业的情形。图1—6示出了C形龙门起重机的施工总图。C形龙门起重机具有使用方便、自重轻、效率高、结构新颖，外形美观等优点，深受现场欢迎。1975年天津站、西南交通大学、第三设计院一起设计并试制成功我国铁路货场第一台100/20吨O形双梁箱形龙门起重机，图1—7a，是该机正在吊装时的情景，图1—7b，是其设计总图。O形龙门起重机克服了传统的马鞍形八字腿式双梁龙门起重机（图1—8）小车高度受到限制，腿下净空小，司机视线较差，电气设备布置困难和整机重心高等缺点。

近年来，不少站场在通用龙门起重机上配置抓斗装卸散堆装货物，配置电磁吸盘装卸铸铁和废铁屑的越来越广泛。

龙门起重机之所以应用如此广泛，因为它和过去铁路货场常用的桥式起重机（俗称桥吊）相比，具有很多优点。

首先，桥式起重机需要固定的高架桥墩，不仅造价高，而且占用货场的一定面积，对铁路货场的改造、扩建、改建等带来困难。而龙门起重机的走行轨道铺於地面，并可做成和地面等高，使货位得到充分利用，且不妨碍汽、马车等运输车辆通过。

从机械作业面积来看，龙门起重机可做成带悬臂，大大增加了作业范围。

龙门起重机比桥式起重机虽然增加了两个支腿，但和建造高架桥墩所需要的钢

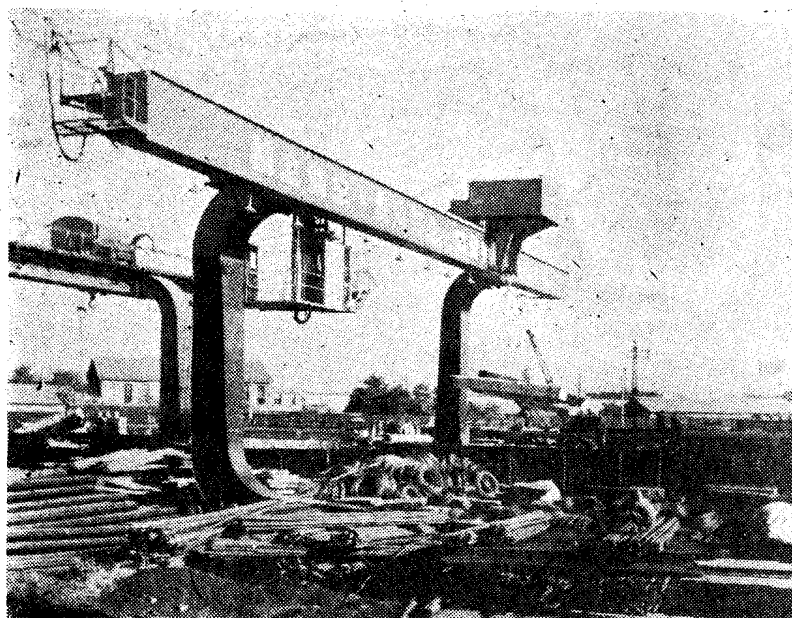


图 1—5 C形单主梁龙门起重机

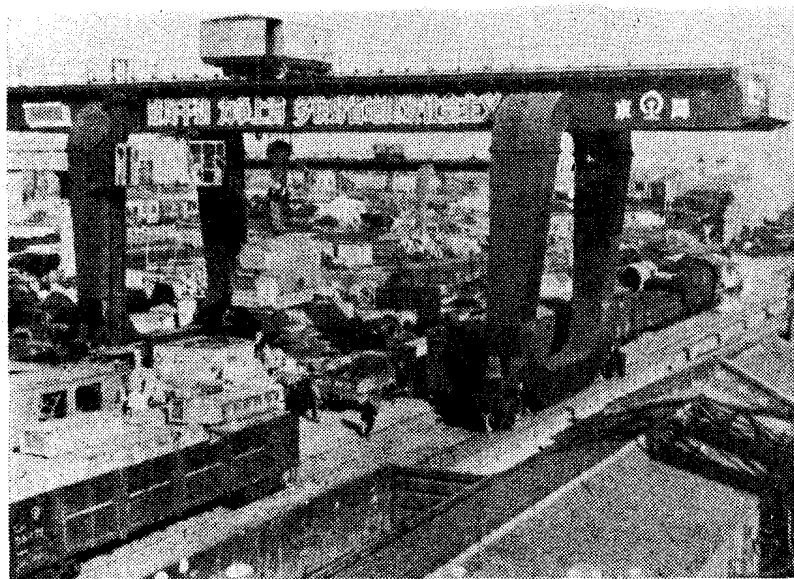


图 1—7 a 天津站100/20吨O形龙门起重机

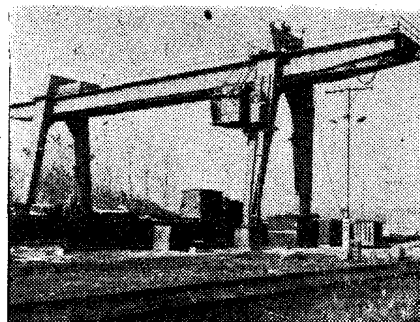


图 1—8 20吨双梁龙门起重机

材相比却少得多, 所以从总的用料和造价比较, 龙门起重机比桥式起重机还是少。

从战备观点看, 桥式起重机的走行桥墩一旦破坏, 修复工作比龙门起重机轨道的修复要困难得多。

我国铁路货场作为一般用途的龙门起重机制造和使用部门较多, 许多单位自制自用, 分散各地。表 1—1 列出了我国一部分一般用途龙门起重机的技术特性。

我国一般用途龙门起重机技术特性

表 1—1

起重量 (吨)		起升高度 (米)		跨 度 (米)	悬臂段有效长度 (米)		起升速度 (米/分)		运行速度 (米/分)		起重机 总重 (吨)	结 构 型 式 特 征
主钩	副钩	主钩	副钩		左	右	主钩	副钩	大车	小车		
5	—	8.5	—	20	5*	5*	9	—	60	—	18	三角形桁架梁悬挂电动葫芦
10	—	8.5	—	19.2	6.4*	6.4*	4	—	40	—	37	矩形桁架梁悬挂电动葫芦
5	—	9.26	—	14	3.52	4.17	18.4	—	37.2	42.2	—	三角形桁架双梁吊钩起重机
5	—	8.0	—	18	4	4	9.5	—	54.2	38.6	20.2	“L”型单主梁吊钩起重机
10	—	8.5	—	18	7*	7*	19	—	54.3	40	—	同 上
10	—	9.36	—	22.5	8.29	8.29	—	—	44	44.6	—	三角形桁架双梁吊钩起重机
10	—	9.5	—	28	8*	8.5*	7	—	60	44.6	41	同 上
10	—	10	—	32	6.3	8	15.4	—	45	44.6	68.4	“Π”型桁架吊钩起重机
10	—	8	—	36	12.5	12.5	12	—	44.8	38.3	78	四桁架双梁吊钩起重机
12.5	—	8.45	—	20	4.7	4.7	14	—	38.2	41.6	45	“L”型单主梁吊钩起重机
15	5	8.5	8.5	18	7.5	7.5*	10	16	30	45	—	三角形双梁桁架吊钩起重机
15	5	10	11	22.5	4	—	9.8	8	44.7	44.7	41.3	“L”型单主梁吊钩起重机
16	3	8	8.5	20	4	4	7.8	22	55.3	46	45.4	同 上
16	3	10	10.45	32	—	5.74	7.7	19.9	55.8	38.8	57.9	单主梁吊钩起重机
20	5	11	11.5	21.5	9.2	9.2	9.6	19	62	45.2	—	“L”型单主梁吊钩起重机
20	5	12	12.5	25	4.4	—	7.06	16.8	55.8	40	51.8	同 上
20	10	10.5	10.5	22.5	7.8	7.8	9.03	18.05	55.7	65.7	64.6	“C”型单主梁吊钩起重机
20	5	12	14	30	9.05*	—	7.39	20.2	45.44	46.5	92.3	空腹桁架双梁吊钩起重机
30	3	12	13	30	3.5	2.5	9.7	—	44.1	38.6	76.4	“L”型单主梁吊钩起重机
30	5	12	14	22	3.2	3.2	7.45	17.3	49	38.9	64.5	同 上
30	10	9	10	33	—	—	3	7	37.9	10	48	四桁架双梁吊钩起重机
50	5	10.5	11.5	23	7.7*	7.7*	1.52	7.3	32~34	24.5	160	同 上
50	10	12	12.95	30	7.5	7.5	5.85	15.5	34.7	43.3	94.8	单主梁吊钩起重机
50	20	10	12	30	10*	10*	6.11	9.8	44.1	38.6	106.1	箱形双梁吊钩起重机
5	—	10+1	—	22	3.7	6.4	40.8	—	46.5	46.2	86.6	抓斗起重机
5	—	12	—	25	0.5	8	40.8	—	55.8	53.4	65	“L”型单主梁抓斗起重机
5	—	11	—	26	~6	6.4	40.5	—	46.5	46.2	82.1	“Π”型桁架抓斗起重机
5	—	12	—	29.5	16.3*	4*	38.6	—	31.5	55.3	118	同 上
10	—	12	—	35	8	8	46.3	—	49	55.3	82	抓斗起重机
5	—	10	—	22	—	—	22.8	—	39.5	38.3	33	电磁盘起重机
5	—	10	—	30	5	4	22.8	—	39.5	38.3	46	同 上
5	—	10	—	26	6.5	6.5	23	—	47.3	38.6	38	吊钩、抓斗、电磁盘三用起重机
10	—	11+5	—	25	4	8	26.2	—	55.8	41.5	65.5	“L”型单主梁三用起重机
10	—	12+2	—	35	8	8	20	—	40.6	55.2	73	三用起重机
15	—	10	—	28	—	5	15.5	—	40.6	38.9	49.6	单主梁三用起重机
15	—	11+5	—	35	8	8	15.4	—	40.6	56.1	75	三用起重机
30	5	10	11	26	10*	10*	10	—	55	45	92	“O”型双梁箱形吊钩起重机
100	20	11	12	22	9.0*	9.0*	2.7	13	50	38	202	同 上

*: 指悬臂总长度, 其余是指悬臂有效长度。

第二节 龙门起重机今后发展趋向

龙门起重机的发展和整个国家的工业基础有关。从龙门起重机的结构形式看，总的趋势是向单主梁板结构方向发展。这是因为单主梁龙门起重机对长大件货物过腿极为方便。国外像日本、英国、西德等国家主要生产这种结构型式的龙门起重机。日本单主梁L形龙门起重机已经系列化。国内最近几年，L型龙门起重机制造不少，但在使用过程中，普遍反映悬臂端司机视线很差，配置抓斗时，抓斗过腿比较困难。我国最近试制成功的C形龙门起重机克服了上述缺点，发展十分迅速，在铁路货场正在逐步代替L形龙门起重机。单主梁偏轨箱形结构，经过实践和理论研究，证明这种结构的扭转应力并不大。预计随着冶金工业的发展，板材供应逐年增加；同时，板结构具有制造省工，疲劳强度高，可采用自动焊接，保养维修方便等优点。

龙门起重机今后发展的另一趋向是设计计算理论的研究和改革。直到目前为止，在龙门起重机的结构计算中，仍采用老的许用应力计算法。这种方法使用起来比较简便，但其缺点是对不同用途，不同工作性质（受力情况）的结构采用同一的安全系数，而且安全系数往往偏大或过低。因此按许用应力法设计的起重机结构，或多消耗金属材料，或安全程度较低。随着生产的发展，试验研究工作的开展，促进了计算理论的改进和发展。近年来，出现了许多新的计算方法，提出了许多新的数据、参数、系数和公式。例如，按材料的极限状态来计算结构的方法，考虑了载荷的作用性质，钢材强度性能及结构工作特点，随结构不同的工作情况采用不同的安全系数。这种计算方法的表达式为：

$$N \leq \Phi \quad (1-1)$$

式中 N ——结构杆件的计算内力（是外载荷的函数）；

Φ ——杆件的极限抗力（与材料性质，杆件尺寸和使用条件有关）。

$$\Phi = F \cdot R \cdot m \quad (1-2)$$

式中 F ——结构杆件的几何因素（面积，惯性矩等）；

R ——材料的极限应力；

m ——使用条件系数。

材料的极限应力 $R = \beta \sigma_s$ ，这里 β 为材料的匀质系数（最小可能的屈服限与标准屈服极限之比）。它表示材料的标准性和均匀性。使用条件系数 m 表示结构杆件的使用特点，如受拉、受压或振动等。

由于结构杆件的内力与载荷成正比，所以公式（1-1）中的 N 可表示为：

$$N = \sum P \cdot \alpha \cdot n \quad (1-3)$$

式中 P ——标准载荷；

α ——杆件内力影响系数（当 $P = 1$ 时的内力值）；

n ——载荷 P 的过载系数（结构上的最大可能载荷与标准载荷之比，每种载荷的 n 值由统计法决定）。

将（1-2）和（1-3）代入（1-1）式，则得：

$$N = \sum P \cdot \alpha \cdot n \leq \Phi \approx F \cdot R \cdot m$$

令 $N_{\text{计}} = P \cdot \alpha$ （ $N_{\text{计}}$ 为每种标准载荷所产生的内力）

代入上式得： $N = \sum N_{\text{计}} \cdot n \leq \Phi \approx F \cdot R \cdot m$

$$\text{即: } \Sigma N_{\text{计}} \cdot n \leq F \cdot R \cdot m \quad (1-4)$$

将 (1-4) 式两边除以 F

$$\text{得 } \Sigma \sigma_{\text{计}} \cdot n \leq R \cdot m = \sigma_s \beta m$$

式中 $\sigma_{\text{计}}$ ——每种标准载荷产生的应力。

於是结构按极限状态计算时杆件的应力可写成:

$$\sigma = \frac{\Sigma \sigma_{\text{计}} \cdot n}{\beta \cdot m} \leq \sigma_s \quad (1-5)$$

从 (1-5) 式不难看出, 按极限状态的计算方法, 没有总的安全系数, 而是用三个系数 n 、 β 和 m 来代替。在三者组合之下可得不同的安全系数值。若所有载荷的过载系数 n 都相等, (1-5) 可写成:

$$\sigma = \frac{n \Sigma \sigma_{\text{计}}}{\beta \cdot m} \leq \sigma_s$$

$$\text{或 } \sigma = \Sigma \sigma_{\text{计}} \leq \frac{\beta m}{n} \sigma_s$$

$$\text{令 } K = \frac{\beta m}{n}$$

$$\text{则 } \sigma \leq K \sigma_s \quad (1-6)$$

式 (1-6) 就是许用应力计算法表达式。由此可知, 按许用应力计算法是按极限状态计算法中所有过载系数都相等的一个特例。显然, 按许用应力法计算结构比较粗糙, 而按极限状态法计算结构比较精确合理。另外, 随着电子计算机的普及, 有限元素法 (有限单元法) 在起重机结构计算中也会逐步采用。

改进和创造新型结构形式, 是龙门起重机今后发展的又一趋向。

为进一步改进龙门起重机的工作性能, 有效的减轻龙门起重机的自重, 铁路装卸部门的工程技术人员、工人和一些高等学校结合, 研制成功不少新型结构的龙门起重机。例如铁道部北京工程机械厂试制成功的起重量10吨的单梁电葫芦龙门起重机, 在结构形式上做了大胆革新, 整机自重只有12.5吨, 为国家节省不少钢材。图 1-9 是该机的结构简图。还有前面已经提到的C型单主梁龙门起重机和O型双梁龙门起重机也是现场和学校结合研制成功的具有

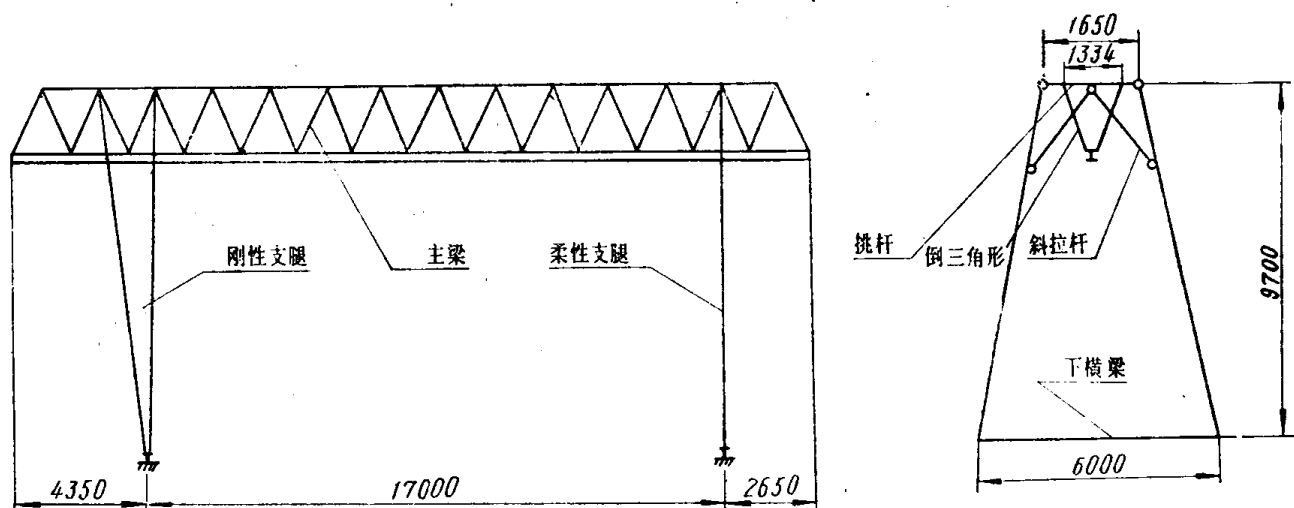


图 1-9 倒三角形单梁电葫芦龙门起重机

中国独特风格的龙门起重机。这些新型龙门起重机的出现，不仅在经济上为国家节约了钢材，积累了资金；更重要的是证明了“独立自主，自力更生”方针的无比正确。

在龙门起重机的金属结构中有条件的采用轻金属（铝合金）或高强度结构钢（低合金钢）。广泛采用焊接，特别是自动焊接制造龙门起重机金属结构也是减轻龙门起重机重量，节约原材料的重要途径。

根据一些资料介绍，有的国家已经用铝合金制造过龙门起重机和其它起重机，自重可以减轻30~60%。西德造的铝合金单梁箱形桥式起重机，自重比用钢材制造的双梁箱形桥式起重机减轻70%。我国铝矿资源丰富，用铝合金制造龙门起重机和其它类型的起重机很有前途。我国生产的16锰高强度钢已经用来制造龙门起重机的主梁，与用普通低碳钢制造主梁相比自重可下降20%。应用焊接制造龙门起重机，既能简化结构构造，节省钢材，又能减少制造、安装劳动量，缩短工期，从而降低产品成本。采用焊接结构比铆接结构可节省钢材30%以上。因此焊接已经广泛的应用于龙门起重机制造中。

龙门起重机另一发展趋向是起重机参数不断提高。随着国民经济不断发展，铁路运输任务日益繁忙，这就不仅要求装卸机械数量多，而且要求效率高。提高龙门起重机的主要参数，就可达到高效率的目的。目前铁路货场的龙门起重机正在向大吨位、大跨度、高速度方向发展。全路起重量最大的龙门起重机是天津站1975年试制成功的起重量100吨，总长度为40米的双梁龙门起重机。大车运行速度最高已达70米/分。

龙门起重机结构和零件的标准化和系列化是铁路龙门起重机今后必须逐步解决的问题。据不完全统计，在龙门起重机上使用的一些零部件，结构、规格十分繁杂。仅北京铁路局管内，各种龙门起重机上联轴器的结构形式就有6~7种之多。这就影响了配件的供应，增加了制造和维修工期。目前，铁道部和各铁路局已经着手研究龙门起重机的定型和系列化问题。

第二章 龙门起重机的主要型式

第一节 龙门起重机的主要型式

铁路货场用龙门起重机型式很多，根据主梁形式，可分为单梁龙门起重机和双梁龙门起重机。龙门起重机的起重小车若采用电葫芦，称为单梁电葫芦式龙门起重机，如图2—1所示。

电葫芦是一种定型成批生产的起重设备。一吨到十吨电葫芦的主要技术性能列于表2—1。

电葫芦的主要技术性能

表 2—1

起重量 (吨)	起升高度 (米)	速 度 (米/分)		电机功率 (千瓦)		自重(公斤)
		起 升	走 行	起 升	走 行	
1	6	8	30	2.4	0.65	450
2	6	8	30	3.5	0.65	500
3	6	8	30	5.0	1.20	710
5	6	8	30	7.5	2×1.8	1046
10	6	8.5	30	16	2×1.8	

单梁电葫芦式龙门起重机的承重结构是上部主梁和支腿，当起重量小时，用单根工字钢既可作为电葫芦的跑道，又可作为承载梁。当起重量和跨度较大时，工字钢上面须加矩形断面桁架梁起主要承载作用。上部承载梁也可做成如图2—2所示的各种断面。

图2—2(a)(b)所示截面，工艺简单，但刚度较差，在起重机跨度和起重量较大的情况下，自重将显著增加。图2—2(c)(d)(e)三种截面的自重和梁高相差不多，为保证足够的局部稳定性，上部封闭的腔内，每隔一定距离放置一块加肋板，加肋板与封闭腔内壁用焊缝连接，而与工字钢不焊。

货运量较小的铁路货场可以采用单梁电葫芦龙门起重机。它具有构造简单，上马快等优点。它的缺点是速度低，起重量小（一般在10吨以下）。

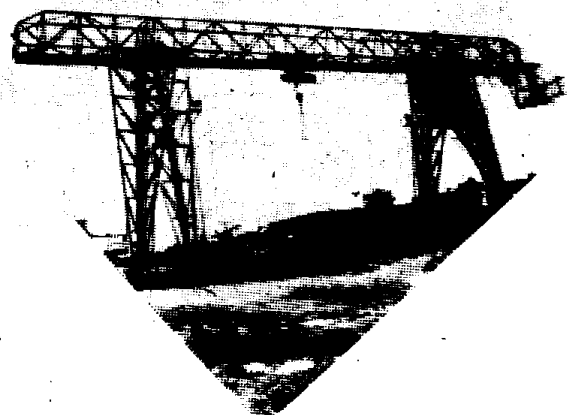


图2—1 单梁电葫芦式龙门起重机

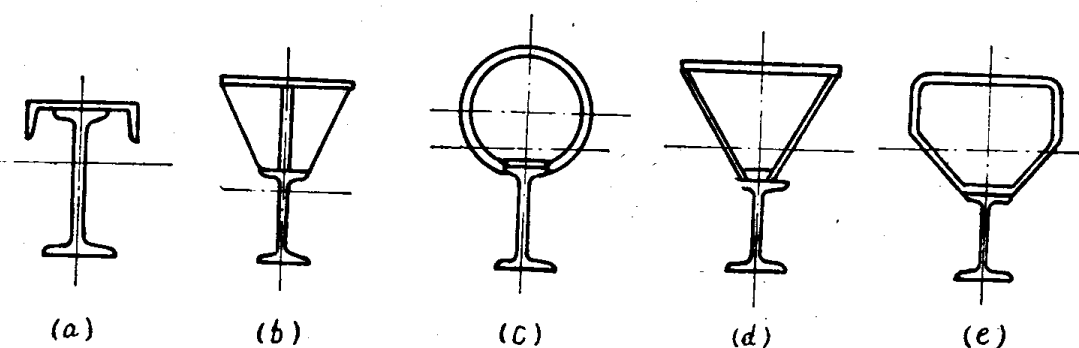


图2—2 单梁电葫芦龙门起重机上部主梁

单梁龙门起重机若采用专制小车则称单主梁小车式龙门起重机。由于其支腿的形式不同，可分为单主梁L形和单主梁C形龙门起重机。L形单主梁龙门起重机的起重小车多采用垂直反滚轮式（两支点）小车；C形单主梁龙门起重机多采用水平反滚轮式（三支点）小车。垂直反滚轮小车构造简单，维修方便，但起升机构起动和制动时垂直方向跳动比较大。水平反滚轮小车工作过程中比较平稳，但维修不太方便。

双梁龙门起重机在铁路货场应用也很多。带悬臂的双梁龙门起重机一般做成如图2—3和图1—7所示的形式。图2—3a为箱形双梁龙门起重机，图2—3b是桁架结构的双梁龙门起重机。

按龙门起重机支腿的数目，可分为龙门起重机和半龙门起重机。半龙门起重机一个支腿沿地面轨道运行，另一侧则沿安置于厂房或仓库结构上的轨道运行。

按龙门起重机金属结构的型式，又可分为桁架式龙门起重机和板梁式龙门起重机。从目前各国的情况看，这两种形式都有生产，但总的趋势是板梁结构的产量逐步增多。这是因

为桁架结构，其重量虽比板梁结构要轻一些，但制造劳动量大，只能采用手工焊，由于型钢品种多，故备料困难，维修、保养也不如板结构容易。我国由于钢材仍比较缺乏，应该因地制宜的选择结构型式。

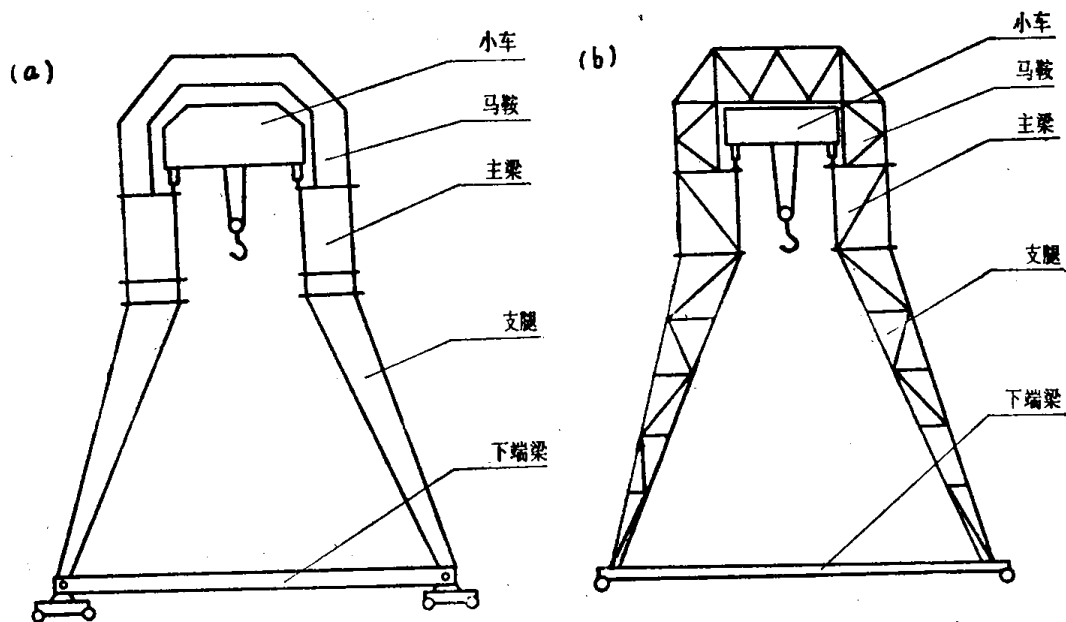


图 2—3 双梁龙门起重机

第二节 龙门起重机的选型

关于龙门起重机的正确选型是一个综合性的课题。现提出一些原则意见供选型时参考。

从龙门起重机的结构来看，上部主梁属于梁类结构。它分为板梁及桁架两大类。在采用铆接联接的时候，桁架式采用较多。随着冶金工业迅速发展，板材供应增加，焊接技术日益进步，焊接的板梁结构逐渐增多。桁架结构中最早的是四桁架式（图 2—4 a），后来出现了三角形断面桁架结构（图 2—4 b）自重比原四桁架式和箱形板梁结构都轻。中小吨位的桁架结构是传统的Ⅱ型桁架结构（图 1—3）。箱形板梁结构目前见到的有普通箱形结构（图 2—4 c）、偏轨箱形结构（图 2—4 d）、空复箱形结构（图 2—4 e）、偏轨空腹箱形结构（图 2—4 f）、偏轨闭口梯形结构（图 2—4 g）和单管结构（图 2—4 h）。这些形式中应用最多的是偏轨箱形结构。图中所表示的是半个主梁的简图。

龙门起重机的选型必须建筑在调查研究的基础上。选型时应充分了解用户要求，机械的工作条件，制造工艺水平，设备维修能力和料源等因素。无论选择什么型式的龙门起重机，都要力求达到节约原材料，使用性能好，制造安装容易，维修方便，运转费用少和外形美观等目的。选型时应该由使用、制造、设计单位的工人、干部和技术人员组成三结合设计小组，吸取各方面的经验和成果，包括国内外的一些先进技术。

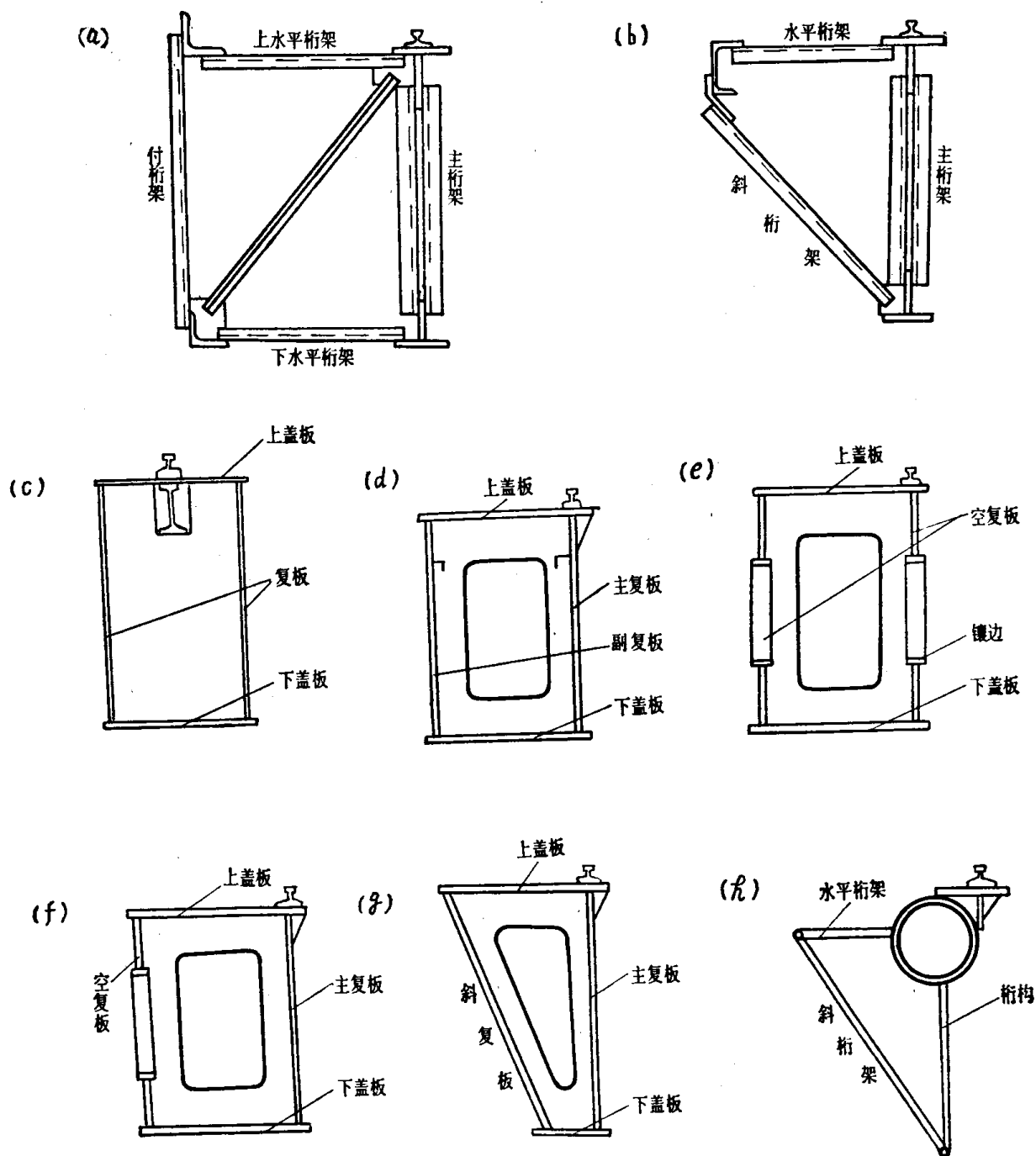


图 2—4 双梁龙门起重机上部主梁结构

第三节 双梁和单主梁龙门起重机的构造

不管龙门起重机的型式如何，它总是由机械部分，结构部分和电气设备三大部分组成。

双梁桁架结构龙门起重机，各部分的构造和名称如图 2—5 所示。

桁架式龙门起重机，将其结构画成力学简图时，假定各杆件的交点——节点是理想的铰接点，所有各杆件的轴线都是直线且汇交于节点；外载荷作用于节点之上——节点载荷。

双梁桁架龙门起重机构造简单，自重较轻，目前各铁路局都能自造自装。产品有 5 吨，10 吨、15/5 吨、20/5 吨、20/10 吨、30/5 吨六种，基本上形成了系列。