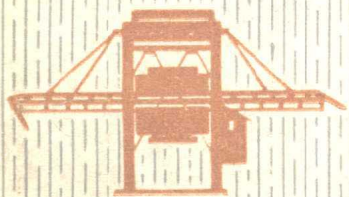


**TIELU ZHUANG
XIE JIXIEHUA**



铁道部《铁路装卸机械化》编写组

铁路装卸机械化

人民铁道出版社

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇叙述了铁路常用装卸机械（起重机、输送机、叉车）的构造性能和工作原理，及装卸机械生产效率的计算方法；第二篇主要介绍装卸机械化方案的选择及其技术经济指标的计算与比较，同时介绍了散堆、笨重及成件包装货物的装卸机械化方法，并对集装化运输作了简要介绍；第三篇阐述了装卸机械技术管理的基本原则、装卸机械的维修保养制度、修理工作组织以及技术鉴定、验收的方法，书中对装卸机械作业安全也作了介绍。

本书可供铁路运输装卸部门的技术管理人员及装卸机械工人学习参考，也可作教学参考。

本书是在铁道部运输局主持下，由北方交通大学、兰州铁道学院和长沙铁道学院编写。

铁路装卸机械化

铁道部《铁路装卸机械化》编写组编

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：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：11.625 字数：266 千

1978年10月第1版 1978年10月第1次印刷

统一书号：15043·3076 定价：1.10元

目 录

绪 论	1
第一篇 铁路常用的装卸机械	6
第一章 起重机	6
第一节 起重机的作用原理及主要参数	6
第二节 龙门起重机	12
第三节 桥式起重机	62
第四节 旋转起重机	72
第五节 起重机的稳定性	89
第二章 输送机及其应用	94
第一节 输送机的工作特点和主要类型	94
第二节 胶带输送机	95
第三节 斗式提升机	106
第四节 螺旋输送机	111
第五节 链斗装(卸)车机及螺旋卸车机	114
第六节 气力输送装置	129
第三章 叉车	135
第一节 叉车的类型及特性	135
第二节 起升机构	143
第三节 液压系统	145
第四节 驱动桥及传动系统	155
第五节 后桥及转向系统	165
第六节 制动系统	168
第七节 电气系统	173
第八节 叉车的稳定性	179
第二篇 铁路货场及装卸机械化	184
第四章 货场和装卸机械化方案选择	184

第一节	货场的类型及其选择	184
第二节	场库设备	189
第三节	货场的平面布置	197
第四节	装卸机械化选择的原则和方法	201
第五节	机械的生产率及数量的确定	206
第六节	技术经济计算与比较	209
第五章	散堆装货物装卸机械化	220
第一节	概述	220
第二节	散堆装货物的装车机械化	223
第三节	散堆装货物的卸车机械化	243
第六章	长大笨重货物与集装箱装卸机械化	260
第一节	概述	260
第二节	长大笨重货物与集装箱的装卸机械化	263
第三节	用于长大笨重货物与集装箱的索具、属具	276
第七章	成件包装货物装卸机械化	289
第一节	概述	289
第二节	成件包装货物的简单装卸工具	291
第三节	成件包装货物装卸机械化	295
第四节	自动化仓库	321
第八章	集装化运输	329
第一节	货物集装化的意义	329
第二节	集装化运输的种类及发展概况	332
第三节	集装化运输经济效益的计算与分析	346
第三篇	装卸机械的技术管理	352
第九章	技术管理的基本原则和制度	352
第一节	技术管理的基本原则	352
第二节	机械的检修制度与组织	356
第三节	技术鉴定与验收	361
第四节	安全与防护	364

绪 论

铁路担负着繁重的客货运输任务，它对于促进工农业生产、发展国民经济、巩固国防以及满足人民生活的需要都具有重大的意义。

装卸工作是铁路运输中不可缺少的组成部分，而且是一项艰巨而繁重的工作。因为货物在装车前或卸车后，要经过搬入或搬出车站，在运送途中有时还要进行中转或换装。所以，铁路在运输每吨货物时，往往要经过好几次装卸或搬运作业，这就会大大增加运输中的装卸工作量。

装卸工作的好坏，不仅关系着货物的完整、行车安全以及合理利用货车载重量和容积，而且还直接影响到能否加速车辆周转。据统计，车辆在车站、厂矿和港口的停留时间约占总周转时间一半以上。其中装卸作业所占用的时间是一个重要的因素。因此，不断提高装卸效率，改进装卸质量，对于完成铁路运输任务，加速社会主义建设有着极为重要的作用。

铁路装卸作业是一个连续的、多环节的生产过程。为了保证装卸作业不间断地进行，有效地发挥机械设备的作用，使各个环节互相协调、紧密配合，必须成套配备各种机械设备，合理地安排和使用劳动力。

为了搞好铁路装卸机械化，必须了解铁路装卸作业以下几个方面的特点：

1. 货物品种复杂：经由铁路运输的货物有轻重、大小之分，有散装、包装之别；有固体、液体的不同。而且托运方式、车辆的类型也多种多样。因此，在选用装卸机具时，必须适应货物品种多变的特点。

2. 作业不均衡性：由于铁路货物列车到发不可能在时间上均等，因而每次取、送货物线作业的车辆数量也经常变化，造成

装卸作业的不均衡。因此，必须加强运转、货运、装卸之间的协作配合，提高装卸机械的使用效率。

3. 装卸地点的分散性：在整个铁路网上，数以千计的车站全都办理货运业务，这对于发展装卸机械化带来困难。只有在货源货流集中的条件下，才能使装卸机械设备得到充分利用。因此，车站货场应实行合理分工，尽可能使装卸作业集中化。

4. 作业时间有一定要求：为了加速车辆周转，装卸作业应按规定的时间内完成，在装卸完毕后，及时取出车辆编入列车，保证按运行图正点接发列车。

随着国民经济的迅速发展和铁路运量的急剧增长，需要相应地提高装卸能力和装卸效率，不致形成列车“跑在中间，窝在两头”的现象。提高装卸能力和效率的根本途径在于实现装卸机械化。

毛主席早在《关于农业合作化问题》一文中指出：“中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观”。这一指示，不仅规定了发展我国农业的根本道路，而且给铁路装卸部门指出了明确的方向。

发展装卸机械化既符合长远的方向，也适应当前的形势。现代化的铁路运输，要求迅速改变旧的、人力手工操作的装卸方式，国家经济建设不可能安排大批劳动力搞装卸工作，却需要节省装卸劳动力，以支援工农业或其他生产部门。所以，实现装卸机械化意义在于：

1. 发展装卸机械化可以大大提高装卸效率、节省劳动力和减轻装卸工人的劳动强度。实践表明，采用机械化作业，可使劳动生产率提高几倍、几十倍。例如，有些机械在一小时内能装卸几百吨货物，如果用人力在同一时间内完成同样的任务，则需要几十甚至数百人，并付出大量劳动。

2. 装卸机械化可以缩短装卸作业时间，加速车辆周转。由于车辆周转的加快，则以现有的车辆能运送更多的货物。假如把

全路装卸机械化水平提高百分之一，那么一年内可以节省上万个车小时，多装运成百万吨货物。从而减少了对新造车辆的投资。

3. 保证货物的完整和运输安全。尽管货物种类极其复杂，可以根据货物的不同特性来设计或选用不同的机型和属具，以保证货物完整。尤其是长大笨重货物的装卸，依靠人力是难以完成的，并且往往容易发生货物损坏或偏载，危及行车安全。采用机械作业，则可以减少或避免这种情况。

4. 装卸机械化能大大降低装卸作业成本。由于装卸效率的提高，可以装卸更多的货物，使作业吨大大增加，因而摊到每一吨货物的费用相应地减少，降低了装卸成本。

5. 有效地利用仓库面积，加速货位周转。因为采用机械码垛时，其货垛高度比人工作业要高，同时机械作业的速度快，可以及时腾空货位。

铁路装卸机械化的发展在国外大约已有四、五十年之久。从总的发展趋势来看，一方面从装卸机械方面来适应货物的装卸作业要求；另一方面从发展专用车辆和采用集装箱、托盘等集装化运输方式以满足装卸作业的需要。依照货流情况、车辆类型以及其它条件的不同，各国在发展装卸机械化的具体方法和措施也不一样。一般而言，在大宗货物多、货运密度大、车辆吨位高的国家，采用大型的、高效率的装卸机械，发展专用货场和专用车辆，并且十分重视新技术的应用，以提高机械化水平。在货运密度不大、车辆吨位较小、零星货物占相当数量的国家，特别注意发展小型的、轻便的装卸机械。

近几年来，国外铁路装卸机械化的发展，有以下几点共同的方向：

1. 集装箱和托盘运输蓬勃发展

集装箱运输把零杂货物的装卸问题，变为一定规格的货箱装卸，从而大大使装卸作业大大简化。进一步扩大集装箱运输范围，增加集装箱在运量中的比重，发展集装箱成组或整列直达运输，采用专用的装卸、搬运机械并实现集装箱装卸自动化是今后

集装箱运输的发展方向。

托盘作业是以托盘配合叉车在仓库内进行搬运作业，目前已扩展到铁路和公路、水运部门以及工业企业，而且发展到国际联运。托盘配合叉车，可以加速货物的装卸作业。

有的国家还采用货捆运输，把货物按一定要求捆扎起来，以便利机械化作业。

2. 广泛使用专用车辆

为加速货物送达，便于装卸作业，国外铁路不断增加各种专用车辆的数量，如用以装运散堆装货物的自卸车、装运集装箱的平车等。有的国家还把专用车辆作固定车底，组织循环直达运输。

3. 装卸作业集中化

装卸作业集中化，主要是零担货物集中办理，货场专业化。集中配备高效率的装卸机械，以缩短装卸时间，降低作业成本。但必须相应地发展短途运输。

4. 大力采用新技术、新工艺和新材料

随着装卸机械的起重能力和工作速度的提高，采用了更为完善的、大功率的原动机和结构紧凑、效率高的传动装置，利用铝合金等轻型材料，并通过改进金属结构和提高热处理技术，以减轻机械的自重，延长零部件的使用寿命。此外，由于电子工业和计算技术的迅速发展，以及由于装卸作业的集中办理，集装箱和托盘运输的蓬勃开展，各种专用车辆的广为使用，则为装卸作业的自动化创造了有利条件。如无线电遥控、工业电视、电子计算机等，在装卸机械和仓库管理中的应用日益广泛。

为了加快我国铁路装卸机械化的步伐，应当吸取外国的先进技术和经验，迅速赶超世界先进水平。

根据我国铁路运输的特点，在发展装卸机械化时，应当注意以下几个问题：

1. 贯彻大、中、小并举，土洋结合的方针。在作业量大、货流稳定的车站货场，采用大型的、高效率的机械设备，以适应

成组或整列装卸作业的需要；在作业量不大或零星货物，采用中、小型的且机动灵活的机械；而在缺乏动力的地区应当因地制宜，采用一些简易的装卸机具，以减轻工人的劳动强度。

2. 发展一机多能，索具多样。为了提高装卸机械的作业效率，扩大其使用范围，必须广泛采用各种不同的索具、属具，如吊具、夹具等。这对于机型单一、货种繁多的货场来说，尤为重要。

3. 由单项作业机械化逐步向综合机械化发展。因为在整个装卸过程是由许多环节所组成，只有各个环节都采用机械化作业时，才能大幅度地提高装卸效率，减少装卸人员。

4. 必须大力推行装卸机械的标准化、系列化，以利于发展机械的品种，提高机械的质量，便利协作配合及维修管理。

5. 积极采用和推广新技术、新工艺和新材料。采用轻型钢材，改进金属结构，提高热处理技术，以减轻机械的自重，延长其使用寿命。随着电子工业和计算技术的迅速发展，则为实现装卸自动化开辟了广阔的前景。

6. 加速车辆、仓库、站台等技术设备的改造，发展专用车辆，以及广泛采用集装箱、托盘、集装化运输等各种运输方式。

7. 不断改进运转、货运和装卸组织管理工作，并把装卸作业纳入运输方案。这不仅有利于装卸机械的合理使用，而且促使整个运输效率的提高。

在全路应尽快建立装卸机械的制造、配件制造和维修基地。并且加强科研和技术人员的培训工作。以保证装卸机械化的顺利开展。

第一篇 铁路常用的装卸机械

第一章 起重机械

第一节 起重机的作用原理及主要参数

起重机是现代化工业和交通运输部门中生产过程机械化、减轻体力劳动和提高劳动生产率的重要机具之一。在铁路货场广泛使用起重机装卸长大笨重货物，若配以各种属具（如抓斗、电磁盘等）还可以用来装卸散堆装货物、生铁、钢材及其它货物。

由于货物的重量大小不一，机械结构和原动力的不同，再加上作业条件及其他在使用上的特殊要求，致使起重机具有各种各样的型式和复杂的结构。在铁路货场中最常用的起重机，按其结构和使用的特点来分，有以下两类：

桥式类型的起重机，包括龙门起重机和桥式起重机等；

旋转起重机，包括履带起重机、轨道起重机、汽车起重机和轮胎起重机等运行式旋转起重机，以及固定式旋转起重机。

起重机的性能可利用各种技术参数来表示，其主要参数有：

起重量：是指起重机在正常工作条件下（即保持必需的结构稳定性和牢固性的安全系数），所能起升货物的最大重量。对于一般起重机的吊钩重量可忽略不计；当使用抓斗、电磁盘等取物装置时，其本身重量应包括在起重机的起重量之内。

跨度或幅度：跨度是指桥式类型起重机两根走行轨道中心线之间的距离；而幅度是指旋转起重机吊钩垂直中心线至旋转中心轴之间的水平距离。它们都是说明起重机工作范围的参数。

起升高度：是指起重机工作场地的地面或起重机走行轨道的顶面至吊钩中心的最高位置之间的距离。

起升速度：是指被起升货物在单位时间内垂直位移的距离，以米/分表示。

起重小车行走速度：在单位时间内起重小车的行走距离，以米/分表示。

旋转速度：是指旋转起重机在单位时间内回转的转数，以转/分表示。

起重机的行走速度：是指起重机在单位时间内行走距离，以米/分或公里/小时表示。

外形尺寸：即起重机的最大长度、宽度和高度。

自重（或轮压）：为不带附属工具、燃料、润滑材料、水和人员，并无负载时的起重机本身重量，或者以每一走行轮所承担的重量或压力来表示。

在设计和选用起重机的机械、电气设备时，还必须考虑到它的工作类型（有时称为工作制度）。这是因为起重机的各个机构是按照一定的工作循环、间歇地进行工作的，而且每一台起重机的作业的繁忙程度、起重量的利用情况、工作环境等不可能一样。一般来说，起重机的作业愈繁忙，起重量利用程度愈高，它的工作机构中的零部件磨损愈快，电气设备发热愈严重。根据不同的工作条件，我们可以把所有机械驱动的起重机及其机构分为轻级、中级、重级、超重级和连续超重级等五种工作类型。分类的依据有下列因素：

1. 起重量利用系数

$$K_{起} = \frac{Q_{平均}}{Q_{额定}}$$

式中 $Q_{平均}$ ——一昼夜内所起升货物的平均起重量，吨；

$Q_{额定}$ ——起重机的额定起重量，吨。

2. 机构的年利用系数

$$K_{年} = \frac{\text{机构在一年内的工作日数}}{365}$$

3. 机构的昼夜利用系数

$$K_{昼夜} = \frac{\text{机构在一昼夜内的工作小时数}}{24}$$

4. 机构的暂载率 (或叫做相对接合延续时间)

$$JC\% = \frac{\sum t}{T} \times 100\%$$

式中 $\sum t$ ——一个循环内, 机构实际工作时间, 分;

T ——整个循环的延续时间, 分。

若采用电动机, 在计算JC值时, 所取的时间间隔不大于10分钟。

5. 工作环境的平均温度, °C。

根据上述各种因素的综合, 把起重机及其机构的工作类型列于表1—1中。

起重机及其工作机构的工作类型

表1—1

工 作 型	$K_{起}$	$K_{年}$	$K_{昼夜}$	JC%	℃	举 例
轻 型	0.25	0.25	0.33 (一班制)	15	25	修理用的起重机; 中间站使用的起重机
中 型	0.50	0.50	0.67 (两班制)	25	25	中等生产率的修配车间及铁路货场使用的起重机
重 型	0.75	0.75	0.67 (两班制)	40	25	大量生产的工厂的工艺车间及大型铁路货场使用的起重机
超重型	1.00	1.00	1.00 (三班制)	40	45	港口及铁路枢纽站工作的起重机
连续超重型	1.00	1.00	1.00 (三班制)	60~80	45~60	冶金企业使用的起重机

起重机的各个机构可能具有不同的工作类型, 通常按照起升机构的工作类型来确定整个起重机的工作类型。

尽管起重机有着多种型式和不同的结构, 然而起升机构是构成起重机的最基本部分, 没有它就不称其为“起重机”了。所有现代起重机的起升机构, 都是根据同一原理制成的。它们的原始型式就是古代的绞车或辘轳(图1—1a)。绞车由圆柱形的卷筒和装有摇把的轴所组成, 卷筒上缠有悬挂货物的绳索。绳索的张

力 S 。在这种情况下就等于货物的重量 Q 。张力在卷筒轴上形成一个载重力矩 $M_{\text{货}} = Q \frac{D_0}{2}$ 。在这种机构的全部工作过程中（即当货物上升，货物保持在不动的悬挂位置和货物下降时），载重力矩 $M_{\text{货}}$ 应该为驱动力矩 $M_{\text{驱}}$ 所平衡（暂且不考虑机构的阻力）：

$$M_{\text{货}} = M_{\text{驱}}$$

$$\text{或} \quad Q \frac{D_0}{2} = P R$$

由此

$$Q = P \frac{R}{\frac{D_0}{2}}$$

从上式中可以看出，利用这种绞车所能起升货物的重量是有限的。因为工人在摇把上的作用力 P 不可能很大，摇把的半径 R 也受到工人手臂长度的限制；卷筒的直径 D_0 又由于绳索刚性所限不宜太小。当被起升的货物较重时，可将摇把轴（实际上多是原动机轴）与卷筒轴不直接相连，因为当 $M_{\text{驱}} < M_{\text{货}}$ 的情况下，起升机构是不能起动和工作的。为使 $M_{\text{驱}}$ 增大到 $M_{\text{货}}$ ，所以在起升机构中采用了减速器（图 1—1b），其作用是把驱动转速降低后再传给卷筒，因而使卷筒的力矩增大。如果不考虑摩擦阻力时，卷筒的力矩增大倍数等于这个减速的传动比（或速比）：

$$i_0 = \frac{M_{\text{货}}}{M_{\text{驱}}}$$

减速器是起升机构中比较昂贵的部分，它的外形尺寸、重量和价格直接取决于传动比。因此，在设计起升机构时，总是尽量使原动机轴和卷筒轴之间的传动比达到最小值。为此，在起升机构中应用了滑轮组。这是实际工作中早已普遍使用的省力方法。

当机构中采用一个动滑轮时（图 1—1c）绕入卷筒的绳索分支中的拉力等于：

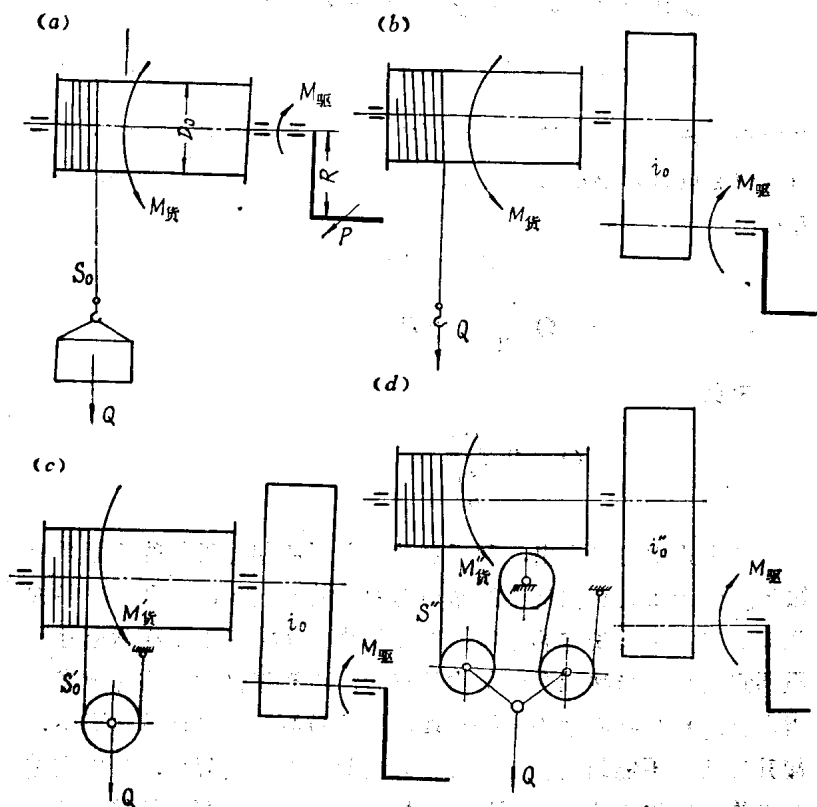


图 1—1 起升机构原理图

$$S'_0 = \frac{Q}{2}$$

此时绳索中的拉力比未设动滑轮要小一半，而绳索和卷筒的直径也相应减小。其载重力矩为：

$$M'_{\text{货}} = S'_0 \cdot \frac{D'_0}{2} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{D'_0}{2}$$

此值与图 1—1b 所示简图的数值相比，要小一半多。如果 $M_{\text{驱}}$ 的数值相同时，减速器的传动比也就相应减小了。

若采用两个或者更多的动滑轮（图 1—1d）时，则载重力

矩及传动比进一步减小，但却增加了滑轮的数量，使起升机构变得复杂了；并且在它工作时会产生较大的附加阻力，加速绳索的磨损。所以在起升机构中，滑轮组的承载绳索的分支数不宜过多。

起重机的驱动方式有：人力驱动、蒸汽机驱动、内燃机驱动、液力驱动和电力驱动多种。

人力驱动：这种驱动方式最简单，设备的成本低廉，但它所传递的功率有限，工作速度低。因此人力驱动只是在要求提升货物的重量不大和装卸作业量较小的情况下采用，有时可做为后备的，以防其他机械损坏；或用在需要功率不大和低速运动的机械上来完成辅助作业。

蒸汽机驱动：由蒸汽机和蒸汽锅炉所组成，目前使用不多。因为它有以下的缺点：（1）这种装置的尺寸大、且笨重；（2）效率低；（3）发动困难，不能随时工作；（4）有引起火灾的危险性。但也有其优点：（1）起动力矩大；（2）可以逆转。而这些优点很适合起重机的工作要求。

内燃机驱动：它克服了蒸汽机驱动的缺点，但内燃机不能过载，亦不能逆转。因此需要装设离合器和逆转机构。

液力驱动：利用液体（工作油）压力来驱动。它的优点是工作平稳，操纵方便；但易于泄漏、且成本昂贵。近年来，液力驱动在起重机的工作机构和操纵系统中，尤其是在运行式起重机上的应用日益广泛。

电力驱动：这是目前在铁路货场的起重机中使用最多的一种驱动方式。电力驱动兼有上述蒸汽机和内燃机驱动的优点，同时它还有：（1）操纵简便，安全可靠；（2）电力消耗较燃料消耗为经济；（3）逆转方便，调速容易，并且随时可以启动；（4）能量输送损失小，容易测量所需能量。但受到供电线路的限制。正因为如此，所以蒸汽机和内燃机驱动至今仍用在运行式起重机上。为了解决电能供给的问题，在运行式起重机中也采用了内燃机——电力驱动，即由内燃机带动发电机所产生电能供给

电动机，再由电动机驱动起重机的各工作机构。

在起重机中可以采用电压为 500 伏以下的直流电和交流电。由于交流电便于从国家总的电网络中直接取得能量，电动机及其启动调速装置的构造简单，工作可靠，价格较低，因此在铁路装卸机械中广泛采用交流电作为动力。

第二节 龙门起重机

近几年来，龙门起重机在我国铁路货场的应用越来越多，它不仅用来装卸长大笨重货物，而且配备抓斗还可以进行散堆装货物的装卸作业。

根据作业的需要，龙门起重机有：门型、单悬臂和双悬臂的三种，后者作业面积大，更适合于铁路货场装卸作业的要求。

按照主梁结构型式的不同有：单梁桁架结构、双梁桁架结构和单梁板结构等。

单梁桁架式龙门起重机多采用专门的电动滑车，所以又称为单梁电动滑车式龙门起重机，如图 1—2 所示。当起重重量不大时，用单根工字钢既是跑道又作为承载梁；如果起重重量和跨度较大时，工字钢只起跑道作用，上部的矩形断面桁架则起着主要承载作用。单梁电动滑车式龙门起重机的构造简单，容易制造，但其工作速度较低，起重重量一般在 10 吨以下。

在运量较大的铁路货场，可采用普通型钢焊接成 Π 形断面的双梁桁架式龙门起重机，如图 1—3 所示。这虽是一种较为古老的结构型式，而且自重大，需用钢材较多，但由于制造容易，强度和刚度较大，因而目前在铁路货场及厂矿企业专用线上仍广泛使用着。

为了减轻自重、节省钢材，在中等作业量的货场试制成功三角形断面桁架式龙门起重机（图 1—4）。但其缺点是刚度较小，耐久性差。

随着铁路装卸机械化进一步发展，近年来相继出现了结构新颖、自重轻、效率高、外形美观的单主梁板梁结构龙门起重机。

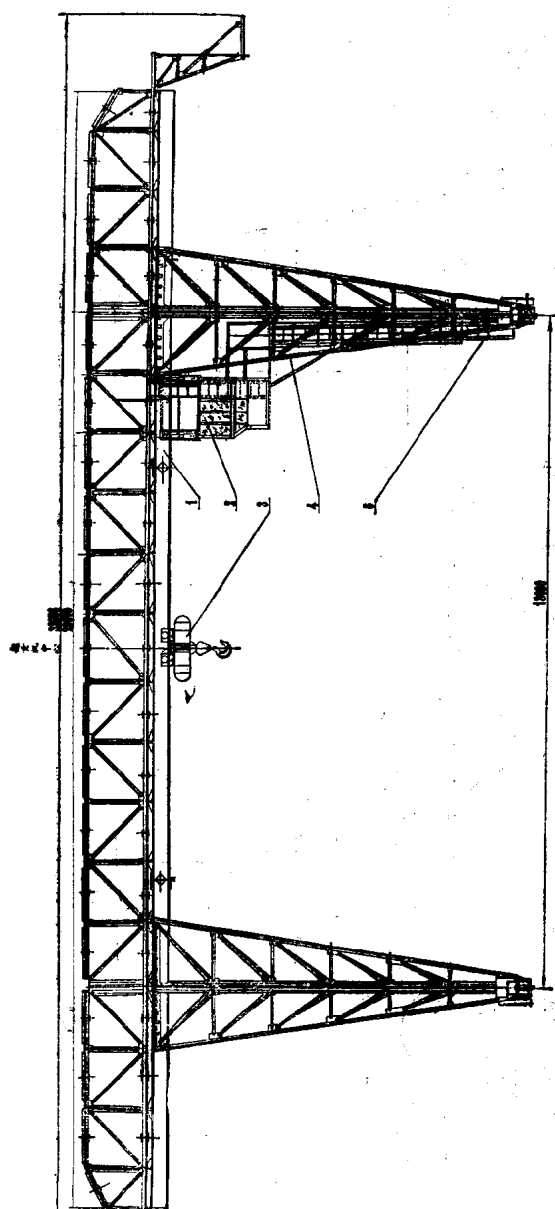


图 1—2 单梁桁架式龙门起重机