

机械技术手册

下



机械工业出版社

机械技术手册

下

〔日〕日本机械学会编



机械工业出版社

这部手册是根据日本机械学会编辑出版的《机械技术手册》1977年修订第6版翻译的。原书共有22篇，为了使用和出版上的方便，翻译本分上、中、下三卷出版。第1篇至第7篇为上卷，第8篇至第15篇为中卷，第16篇至第22篇为下卷。

本书为下卷，包括物料搬运，机械制造工艺，产业机械，工厂管理，电工技术，自动控制，核动力与其他能量换算等，内容比较广泛，可供广大工程技术人员参考使用。

机械工学便覧

日本機械学会 編

日本機械学会 改訂第6版 昭和50年

* * *

机械技术手册

下

日本機械学会 編

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国铁道出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 54·插页 2·字数 855 千字

1984年12月北京第一版·1984年12月北京第一次印刷

印数 00,001—45,800·定价 10.35 元

*

统一书号: 15033·5466

序

本会发行的《机械技术手册》修订第6版，终于从第1分册开始出版了，对此不胜喜悦。大型合订本的完成之日也为期不远了。

本手册的初版是在1934年2月以32开版本发行的。从初版到现在，每次修订无论其内容的质量和数量都得到了补充和提高。在此期间，本手册对日本机械工程学科和机械工业的发展所起的作用，是难以用语言表达的，本书从初版到现在已销售20万册这一事实就是最有说服力的证明。

这次发行的第6版，正如修订经过报告中所指出的，对全书内容的二分之一进行了修订，其中某些篇甚至作了全面修改，版面也改成了16开的大开本，从而更新了第5版的面貌，使之成为一部崭新的手册。在内容上，既保持了手册无遗漏地记载最新工业技术和设计资料的固有特点，同时在阐述有关专业基础知识方面，又具有教科书的特色。这是本手册历次修订中锤炼出来的传统特色，因此，受到工厂、研究部门、设计部门和学校等的广泛欢迎。

我们深信，这次竭尽全力修订的第6版，一定能满足读者的希望。在此，首先向本会会员，并向广大的机械工程界及其他工业界的有关人员推荐，衷心希望这部手册能作为各位身边的工具书，在日常业务工作中得到运用。

最后，值此修订版发行之际，对各位主编及时提供的建议，以及改编工作开始以来，历届会长和各位负责人，出版部会长，修订分科委员会主任审查委员和其他各位委员，各位编写人员等的辛勤工作，深表敬意和感谢。此外，对本会事务局的各位为完成本手册付出的辛勤劳动，以及各位会员有形无形地给予的巨大支援，在此一并表示谢意。

1975年9月

社团法人 日本机械学会
第53届会长 曾田範宗

修订经过报告

《机械技术手册》修订第5版发行到现在已为时7年了，在本会第50届第三出版部会议上征求了包括规划部委员会等许多有关方面的意见后，拟定了进一步充实手册内容的修订方案，并上报第50届理事会，理事会对上报修订方案作了进一步审议，确定了下述修订方案及出版计划：

(1) 修订原手册中分类重叠的部分，使其更加完善而简明。

(2) 在方针(1)的范围内，根据工程学科和工业的发展，对内容进行修改和补充：

- a. 尽量删除陈旧的内容；
- b. 重点放在预计长期不变、而且利用率较高的通用性、基础性、定论性内容及资料上；
- c. 考虑多数使用者的方便，手册应编得通俗易懂；
- d. 单位方面适当考虑国际单位制(SI)；
- e. 除特别指定者外，对原有篇章等不作大幅度变动。

(3) 合订本采用全书一册(现行)的形式，但注意不要使其过厚，总页数的增加量不宜超过10% (约2200页)。

(4) 修订本先以分册形式出版，出齐后再出版合订本。合订本完成日期定为1976年底。

按照上述方针成立了机械技术手册第6版修订分科委员会，并委托下列各位分工负责：

主任审查委员 竹中規雄

干事 益子正巳

委员 井田富夫 石川二郎

石原智男 植田辰洋

浦田 星 塩崎 進

芹沢良夫 寺野寿郎

丸山弘志 水野正夫

山家讓二

分科委员会于1973年6月召开第一次会议，以后又通过几次会议，按照修订方针制定了审查大纲和编写日程等。

之后，该委员会为每篇的修改均委任了几名(全书共134名)审查委员，到1973年9月收到了具体修订事项的审查报告，根据这份报告，委员会调整了各篇的编写项目，确定了承担页数的比例及执笔人员，整理出编写期限、编写提纲、编写内容等资料，1974年4月向全体执笔人员委托编写原稿。在此期间，为了密切各篇章之间的关系，各篇的审查委员与分科委员会委员进行了充分研究，有时还根据需要邀请委员以外的人士协助，力求把修订工作做好。

要求执笔人员在分配的篇幅内，遵照讨论结果编入丰富的内容。依据对原稿的审阅，找出各篇章之间的重复内容，再对原稿进行补充、修改和删节等繁重的加工。

第6版，由于进行了上述的充分讨论和审议，采取了通篇修改二分之一的方针，详细内容以方针（2）为准则，某些篇甚至作了全面修改，从而更新了旧版的面貌。关于篇名，这次只作了使其符合内容的变更。此外，关于SI单位，则与现在惯用单位一并列入。考虑到不久即将普及国际单位制（SI），因而在各分册中均列入了全书通用的SI单位换算表。

这次修订是从谷口 修任第50届会长时开始的，以后又经过第51届会长藤木俊三、第52届会长鹤户口英善，直到曾田範宗任第53届会长时才得以出版，在此期间，由于各位主编的及时指导，以及审查委员、执笔人员、审校人员、分科委员会委员和学会工作人员共同努力，才使修订版得以顺利完成。借此机会，表示深切谢意。

1975年9月

第53届第三出版部

会长 佐藤 豪

机械技术手册第6版修订分科委员会

主任审查委员

竹中規雄

第16篇 物 料 搬 运

执 笔 者

三 夫 一 松 助
修 良 伸 石 重
野 藤 木 原 村
宇 佐 露 野 本
司 丈 淳 浩 槻
泰 正 弓
塚 本 沢 木 贺
石 木 塩 並 室
露 木 伸 一
林 文 也

审 查 委 员

治 彦 治 演 雄
忠 和 勝 信
田 原 田 嶋
石 木 沢 中 宫
高 橋 嶋
德 夫 克 郎 夫 武
正 典 正 敬 一
泉 武 本 居 好 田
和 金 坂 鳥 三 山
金 丸 武 山 典 弘 志

译 者
校 者

启 蒙
林 如 海

目 录

第1章 起重机和输送机械16-1

1.1 起重设备16-1	
1.1.1 千斤顶16-1	
1.1.2 绞车16-2	
1.1.3 起重葫芦16-2	
1.1.4 滑轮组类16-3	
1.1.5 其他起重装置16-4	
1.2 起重机16-5	
1.2.1 桥式起重机类16-5	
1.2.2 特殊桥式起重机及其他16-7	
1.2.3 臂架起重机16-10	
1.2.4 龙门起重机16-15	
1.2.5 卸载机16-16	
1.2.6 集装箱起重机16-17	
1.2.7 缆索起重机16-17	
1.2.8 起重机用机械装置16-17	
1.2.9 吊重工具16-21	
1.3 输送机16-23	
1.3.1 带式输送机16-23	
1.3.2 链式输送机16-32	
1.3.3 螺旋输送机16-36	
1.3.4 提升式输送机16-36	
1.3.5 辊式输送机16-38	
1.3.6 流体输送机16-38	
1.3.7 振动输送机16-42	
1.3.8 气垫输送机16-43	
1.3.9 分拣输送机16-43	
1.4 其他散状物料装卸机械16-44	
1.4.1 散状物料堆垛机16-44	
1.4.2 装载输送机16-44	
1.4.3 海运装载机16-44	
1.4.4 翻车机16-44	
1.5 电梯、自动扶梯、箕斗提升机及其他16-45	
1.5.1 电梯16-45	
1.5.2 壁洞升降机16-47	
1.5.3 自动扶梯16-47	
1.5.4 机械式停车场装置16-48	
1.5.5 箕斗提升机16-48	
1.6 索道16-49	

1.6.1 普通索道16-49	
1.6.2 特殊索道16-49	
1.6.3 货物索道16-49	
1.7 产业车辆16-49	
1.7.1 叉车16-49	
1.7.2 场内运输车16-51	
1.7.3 件货堆垛机16-53	
1.7.4 跨车16-53	
1.8 容器类16-53	
1.8.1 托盘、滑动垫木16-53	
1.8.2 集装箱16-54	

第2章 设计16-55

2.1 使用的动力16-55	
2.1.1 手动16-55	
2.1.2 蒸汽16-55	
2.1.3 电16-55	
2.1.4 内燃机16-56	
2.1.5 液压16-56	
2.1.6 压缩空气16-56	
2.1.7 计算动力的公式16-56	
2.2 钢结构部分16-57	
2.2.1 材料16-57	
2.2.2 起重机分类16-57	
2.2.3 载荷16-57	
2.2.4 附加载荷16-58	
2.2.5 载荷的组合16-59	
2.2.6 许用应力16-59	
2.2.7 抗拉构件的计算16-61	
2.2.8 压缩构件的计算16-61	
2.2.9 受弯曲和扭转的梁的计算16-61	
2.2.10 由轴向力引起弯曲的构件的计算16-62	
2.2.11 焊接接头的计算16-62	
2.2.12 平板的局部压曲强度16-62	
2.2.13 稳定性和防止风力吹走的措施16-63	
2.2.14 承受轴向力构件的设计参数16-64	
2.2.15 受弯曲梁的设计参数16-64	
2.2.16 焊接结构的设计参数16-64	
2.3 机械部分16-64	

2.3.1	机械部分的强度计算	16-64
2.3.2	起重机用材料	16-64
2.3.3	钢丝绳	16-64
2.3.4	卷筒	16-66
2.3.5	绳索滑轮	16-67
2.3.6	链条	16-67
2.3.7	链轮	16-67
2.3.8	齿轮	16-68
2.3.9	轴承	16-68
2.3.10	轴	16-69
2.3.11	联轴器	16-69
2.3.12	离合器	16-70
2.3.13	制动器	16-70
2.3.14	车轮	16-70
2.3.15	吊钩	16-71
2.4	电气部分	16-73
2.4.1	电动机	16-73
2.4.2	电磁铁、电力液压推杆	16-73
2.4.3	控制电阻器	16-73
2.4.4	控制器	16-73
2.4.5	控制用设备	16-73
2.4.6	限位开关	16-74
2.4.7	供电方式和集电装置	16-74
2.4.8	电动机的控制	16-74
2.4.9	控制方式	16-77
2.5	运行线路和基础部分	16-78
2.5.1	运行线路	16-78
2.5.2	基础的设计	16-79

第3章 设备的设计和实例 16-81

3.1	装卸机械设备的设计	16-81
3.1.1	装卸运输的概念	16-81
3.1.2	设备的设计	16-81
3.1.3	经费	16-82
3.1.4	运输管理	16-84
3.1.5	包装	16-84
3.1.6	货物的运输极限	16-85
3.2	散状物料装船和卸船的装卸机械 设备	16-85
3.2.1	设计	16-85
3.2.2	装船设备	16-86
3.2.3	卸货设备	16-87
3.2.4	贮藏设备	16-87
3.3	仓库和堆货场装卸机械设备	16-87
3.3.1	港岸及沿岸装卸机械设备	16-87

3.3.2	库房内装卸机械设备	16-89
3.3.3	自动化仓库	16-89
3.4	集装箱装卸机械设备	16-90
3.4.1	海运集装箱装卸机械设备	16-90
3.4.2	铁路集装箱装卸机械设备	16-90
3.5	飞机场装卸机械设备	16-91
3.5.1	概述	16-91
3.5.2	种类	16-91
3.6	钢铁厂装卸机械设备	16-91
3.6.1	炼铁厂装卸机械设备概述	16-91
3.6.2	原料的接受、贮藏和耙出	16-92
3.6.3	高炉原料的装入	16-93
3.6.4	炼钢车间的运输	16-93
3.6.5	轧钢车间的运输	16-93
3.6.6	产品运输和装出	16-94
3.7	造船厂用的装卸机械设备	16-94
3.7.1	处理钢材用装卸机械设备	16-94
3.7.2	船台用起重机	16-94
3.7.3	舢装用起重机	16-94
3.8	制造工厂的装卸机械设备	16-94
3.8.1	接受货件和运出产品	16-94
3.8.2	多品种小量生产工厂的装卸 机械设备	16-95
3.8.3	汽车制造厂装卸机械设备	16-95
3.9	铁路车辆工厂装卸机械设备	16-96
3.9.1	起升千斤顶	16-96
3.9.2	起重车辆用桥式起重机	16-97
3.9.3	运输车体用特殊载重汽车	16-97
3.9.4	移车台	16-97
3.10	化工厂用装卸机械设备	16-97
3.10.1	原料的运进	16-97
3.10.2	制造工序中的运输	16-97
3.10.3	产品的运出	16-98
3.10.4	化工厂装卸机械的特点	16-98
3.11	木材用装卸机械设备	16-98
3.11.1	原木的装卸	16-98
3.11.2	工场内装卸	16-98

第4章 法规和标准 16-99

4.1	安全法规	16-99
4.1.1	劳动安全卫生法	16-99
4.1.2	起重机等安全规则	16-100
4.1.3	起重机结构标准	16-100
4.2	标准	16-103

第1章 起重机和输送机械

1.1 起重设备

1.1.1 千斤顶

a. 螺旋千斤顶 千斤顶的螺纹是锯齿形螺纹或方牙螺纹，并能自锁。图1所示的千斤顶是采用锥齿轮驱动，以滚动轴承承受载荷的螺旋千斤顶，其效率高。千斤顶是用带棘轮的手柄操作。当需要在支撑载荷的同时作横向移动时，可采用带横向滑座的千斤顶。假定千斤顶顶部垂直载荷为 Q ，螺旋平均直径为 d_m ，螺旋角为 β ，螺旋摩擦角为 ρ ，操纵手柄的操作力矩为 p ，操作手柄的有效长度为 r ，轴承和锥齿轮等的效率为 η ，锥齿轮减速比为 $1/i$ ($i > 1$)，则载荷垂直移动时力矩的平衡可据下式计算

$$pr = Q \operatorname{tg}(\beta + \rho) \frac{d_m}{2} \frac{1}{\eta} \frac{1}{i}$$

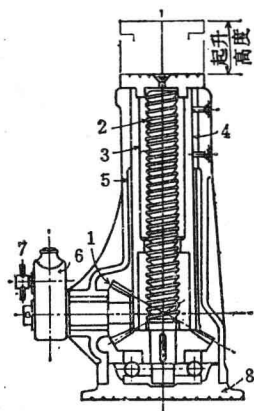


图1 螺旋千斤顶

1—用带棘轮的操作手柄旋转的锥齿轮 2—锯齿形丝杠同螺母3配合 3—螺母 4—防止滑套旋转用的键 5—铸钢制的架体 6—在棘轮箱上装置的操作手柄 7—能反转的棘爪操纵的棘轮 8—用底盘配成合适的移动千斤顶的底座

小型螺旋千斤顶额定载荷是2~10 tf，大型的可到50 tf。

b. 液压千斤顶 液压千斤顶有两种类型，一种是千斤顶本体和柱塞泵作成一体，一种是分离的。

分离式液压千斤顶是把千斤顶本体和泵用高压橡胶软管、铜管等连接起来，并且能用一台泵同时操纵两台以上的千斤顶本体。液压千斤顶是用手动操作手柄使柱塞往复运动而得到液压，其工作液压力约为200~650 kgf/cm² (19.6~63.7 MPa)。如图2所示，假定手动操作，手柄操作力为 p ，载荷起升力为 Q ，则

$$Q = p \frac{D^2}{d^2} \frac{l}{l_1} \eta$$

式中 η 为总效率，在75~80%之间，液压千斤顶的额定载荷是0.5~300 tf。

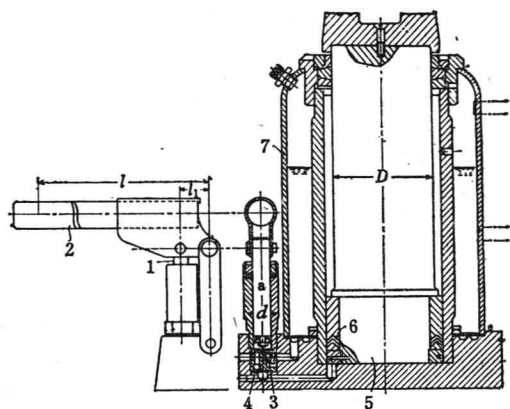


图2 液压千斤顶

1—用手动操作手柄 2—使液压柱塞垂直运动 2—手动操作手柄 3—单向吸入球阀 4—单向排出球阀 5—柱塞 6—V型密封圈 7—贮油箱

c. 齿条千斤顶 一种是应用杠杆端部安装的棘爪推动齿条向上移动，它需要较长的杠杆和较大的力，但是升降速度快，额定载荷是5~15 tf。另一种是将整体装入长方形箱体里，用曲柄式摇柄使齿数4~5的小齿轮旋转，以直齿圆柱齿轮二级减速使齿条升降，携带搬运方便。齿条传动的千斤顶又称箱形千斤顶，额定载荷是3~25 tf。上述两种千斤顶，载荷都是由齿条的顶部或下部的棘爪承受。为使支撑载荷保持在某起升高度而装设有棘爪式制动装置。

1.1.2 绞车[⊖]

a. **手动绞车** 机架是用铸件或用钢板制成, 齿轮是铸成或经过切削加工。额定载荷 1 tf 以内用一级减速, 大于此值时则用二级减速。为了在无载荷时, 钢丝绳卷扬迅速, 装有快卷或慢卷的机构, 是通过变更手柄的旋转方向, 变换齿轮的啮合而实现的。在卷筒上没有绳槽, 钢丝绳卷绕成 2~3 层。额定载荷是 0.2~5tf。

b. **施工用绞车** 施工用绞车广泛应用在土木和建筑工程, 木材装卸, 船舶装卸以及用滚杠搬运重物的牵引等方面。以电动机驱动使离合器旋转, 当旋转着的离合器合上时, 带动卷筒旋转。下放重物时, 由载荷的重量靠钢丝绳的拉力而使卷筒反转。下放速度用制动器控制。起升中的载荷, 要求暂停起升而保持一定高度时, 需把手动的棘爪挂上。钢丝绳在没有沟槽的卷筒上绕成 2~3 层绕组。手动绞车的结构形式有单筒式和双筒式两种, 在臂架起重机上则装旋转用的小卷筒装置。如果根据 JIS A 8001, 输出功率是 7.5~37kW, 起升能力是 0.75~3.7tf, 钢丝绳直径是 10~22.4mm, 起升速度是 42m/min。在最近, 易于控制的液压传动被用于起升绞车上了。油泵和液压马达可用齿轮式, 叶片式和柱塞式。控制方式多数采用节流阀、安全阀。反转、下放则用控制阀使流向泵里的油反向流动。活塞式油泵的最高油压为 100kgf/cm² (9.8MPa) 以上的居多数, 效率也在 85% 以上。

c. **小型绞车** 是把电动机和卷筒组成一体, 减速齿轮多数采用行星齿轮。如图 3 所示, 电动机经常旋转, 如果把离合器合上, 则卷筒旋转。而在要使载荷保持起升高度时, 则合上制动器, 下放载荷时, 则松弛离合器。用调节制动器的松紧控制下

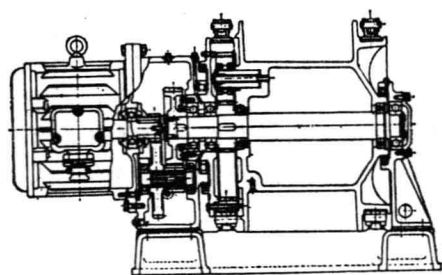


图 3 小型绞车

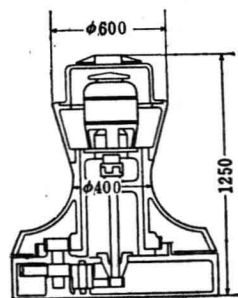
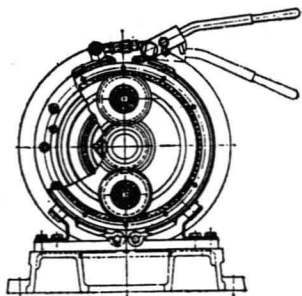


图 4 绞盘

放速度。最近在起升、下放以及停止时, 用按钮操作, 使小型绞车获得了广泛应用。

d. **绞盘** 用电动机等通过减速装置驱动卷筒, 把钢丝绳或纤维绳卷缠到卷筒上, 其一端牵引被拉物体, 另一端用手拉住给以初拉力, 以卷筒曲面和滚筒的摩擦力将物体拉动。图 4 就是其一例, 额定载荷通常为 0.5~5tf。

1.1.3 起重葫芦

a. **电动葫芦** 用电动机驱动卷缠钢丝绳的卷筒减速旋转, 以此起升或下放货物。它是由机架、卷筒、电动机、减速齿轮、制动器、过卷限位开关以及其它附属装置

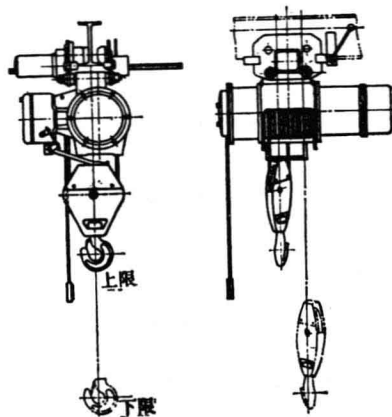


图 5 带滑触导线的电动葫芦

紧凑装配而成的小型吊车。电动葫芦有固定式 (把电动葫芦的起升部固定起来使用)、单轨式 (用一根

工字型钢做横梁, 把其下部的凸缘作导轨进行横向运行, 见图 5) 和双轨式 (横跨在二根横梁的上部安装的导轨上进行横向运行, 见图 6)。横向运行的驱动方法有电动横向运行, 手拉链条使链轮转动横向运行和手拉横向运行。在顶棚低的地方, 为

⊖ 也可称为卷扬机——校者注。

了得到最大起升高度,有矮头式的,见图7。这样的电动葫芦式起重机,能够在地面上操作,由于操纵容易,事故较少而获得广泛应用。另外;为了特殊用途也有防爆型的电动葫芦。

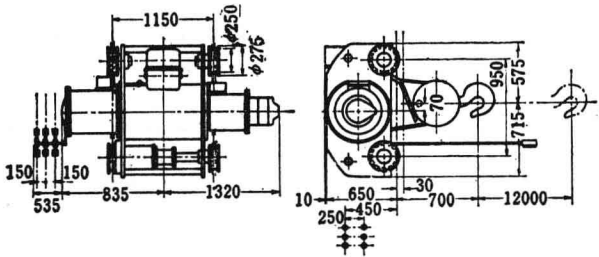


图6 双轨式电动葫芦的例子

额定载荷—10tf 起升高度—12m 起升速度—5m/min(50Hz)
起升电动机—12kW 横向运行速度—12.5m/min(50Hz) 横向运行电动机—2.2kW 钢丝绳数目和直径—4~18mm 大概重量—1789kgf 工作角钢—45×45mm

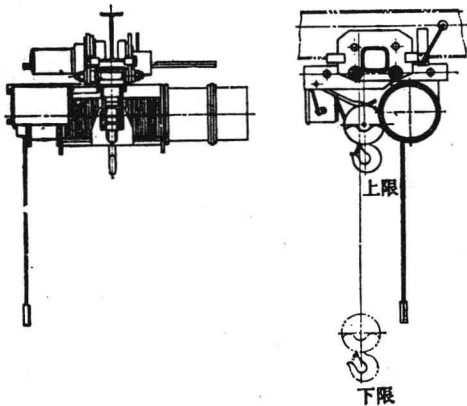


图7 矮头式电动葫芦

电动葫芦的控制有:用软绳直接操纵电动机的控制器,和用按钮操纵电磁接触器控制,也有自动控制的。供电是由装设裸硬铜线或导槽以集电器集电,或用橡皮绝缘软电缆供电。钢丝绳的安全系数规定在5以上。

横向运动单轨所用的导轨为工字钢。如果根据JIS C 9620,例如载荷0.5~1tf时,采用100×200mm工字钢;2~3tf时,采用125×250mm工字钢;75~10tf时,采用175×450mm工字钢。电动葫芦的额定载荷是0.25~20tf,起升高度是4~12m,起升速度是2~13 m/min,横向运行速度是8~50m/min。

b. 气动葫芦 在化工厂,矿山等处当防止发生爆炸时,不能使用产生火花的机械,因此可用气动葫芦,然而最近在使用压缩空气方便的造船厂或者在机械制造厂也都广泛的使用了。用风动发动机驱动,由机架、齿轮减速装置,制动器和其他附属装置组成。在卷筒上有卷缠钢丝绳的机构,还有为了小型化有用链轮卷缠环链和滚子链的类型。

气动发动机有叶片旋转型和活塞型。例如用环链式气动葫芦,是用叶片旋转型气动发动机,其额定载荷是0.5~1tf,起升高度是2.5~3m,工作气压是1.4~1.8kgf/cm²

(0.14~0.18MPa),需要空气量是1.4~1.8m³/min,起升速度是4.5~12 m/min。

另外,活塞型气动发动机,其额定载荷是2~3tf,工作气压4~6kgf/cm² (0.39~0.59 MPa),需要空气量是2.9~3.7m³/min,起升速度为4~8 m/min。最近5~20tf等较大的额定载荷也在用活塞型气动发动机。还有用一个长的垂直油缸和活塞制造的葫芦,在活塞杆的下端安上钩子,由于活塞运动也能使物品在垂直方向移动。其额定载荷是0.35~1tf,起升高度是1~1.2m。

c. 电动单轨缆车 是把电动葫芦或电动拉链葫芦在很长的单轨下缘上开动,有随动司机室或遥控操纵而装卸货物的装置。但是,最近很少用随动司机室的型式。

1.1.4 滑轮组类

a. 手拉葫芦 最新式的如第8图所示,机架、齿轮箱是钢板制造的,坚固、紧凑并且重量轻。用经热处理的直齿圆柱齿轮。用有5个齿的小齿轮进行二级减速。链轮的齿数是4~5个,有螺纹制动,主要工作部分用滚动轴承,效率也在70~80%,采用经淬火和回火处理的高抗拉强度环链作承载链条,使该设备机体可得到进一步小型化。承载链条的安全系数在5以上。用手动链条使物体起升或下放,额定载荷是0.5~50tf,起升高度是2.5~3.5 m,起升时手拉力是30~54kgf,自重是11~900 kgf。

悬挂在架空工字型钢上,使之能够横向移动的装置有手动滑架和用手动链条操作的齿轮滑架。特别应指出的是蜗轮式手拉葫芦在日本几乎没有被采用。

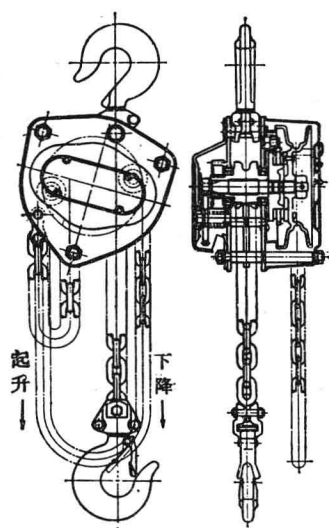


图8 手拉葫芦

b. 小型牵引机 用操作杆进行起升、下放和牵引的装置，其结构和手拉葫芦相似。用环链和滚子链作为承载链条，也有用钢丝绳代替环链和滚子链的。另外，为使承载链条尽快下放，常常装设空转机构。环链式小型牵引机（见图9），其额定载荷是0.75~6tf，起升高度是1.5m，起升时手拉力是23~37kgf，自重是7~30kgf。

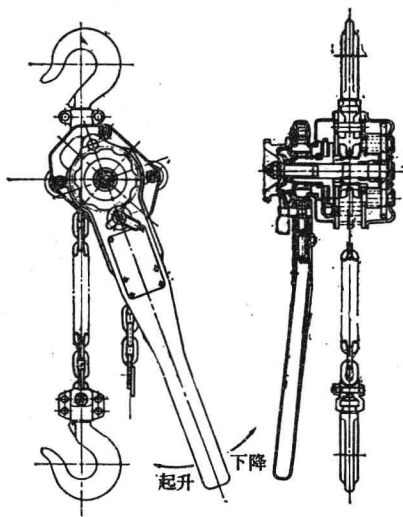


图9 1.5tf小型牵引机(环链式)

c. 滑轮装置 和绞车并用而把绳索缠挂在动滑轮的周围，能够使之产生出几倍于绳索拉力的牵引力以供使用。在“JIS”标准里有用于船舶装卸用

钢制滑轮的各种规定，但是在其他地方也可以应用。以滑轮的外径为滑轮的公称直径，其外径约为钢丝绳直径的17倍，也有1~4轮的滑轮组（见图10）。一个滑轮的效率是93%，钢丝绳的安全系数是5，额定载荷是1.4~44tf。另外，图11所示为开口滑轮，它具有1个滑轮，侧板能够打开，为的是能在中途装卸绳索。额定载荷是0.5~3tf。

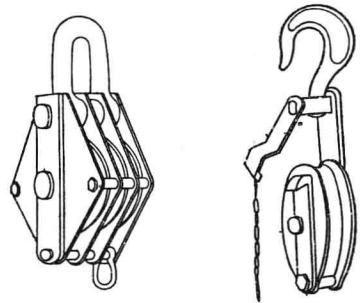


图10 三个轮的滑轮 图11 开口滑轮

d. 电动链式葫芦 如图12所示是用电动机驱动的链式葫芦，同手动拉链葫芦相比较，作业效率高，并且操纵容易。由于卷绕承载链条的链轮小，因此和普通电动葫芦相比较，机器主体小并且价格低。载重葫芦的横向运行部分的结构有普通滚动滑架；齿轮传动自行小车；电动牵引小车等三种。这些都属于电动葫芦式起重机类。操作和供电方法等与电动葫芦相同。电动机有单相或三相的，三相电动机的电动链式葫芦，其额定载荷是0.15~15tf，起升高度是3~5m，起升速度是2~12m/min，电动起升小车的横向运行速度是10~24m/min。

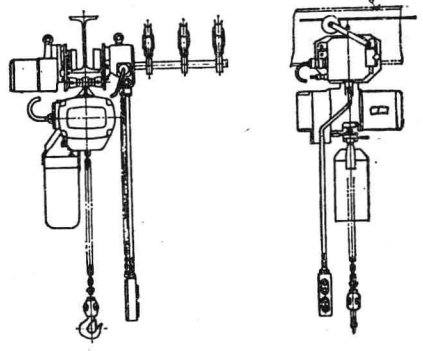


图12 配有滑触导线电动链式葫芦

1.1.5 其他起重装置

a. 升降台 如图13所示装卸工件的工作台，

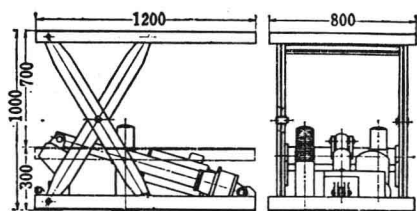
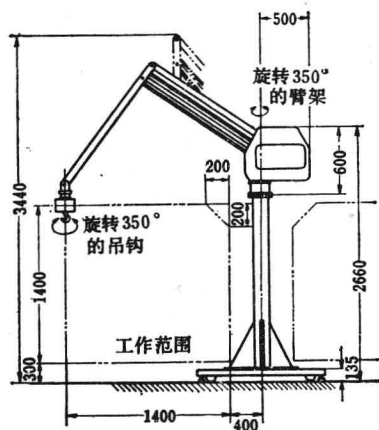


图13 升降台

用连杆机构，使其能够起升或下降。传动可用液压缸式的和电动的。为要保持工作台的位置，有的使用机械式制动器。额定载荷是 $0.25 \sim 1\text{tf}$ ，起升高度是 700mm ，起升速度是 $78 \sim 47\text{mm/s}$ 。

b. 平衡悬臂 代替了以前用人力使工件上下或左右移动，如图14所示用手把持工件，在一定的工作范围内，在三维空间的自由度位置上，能把工作移动到所指定的位置上而停止移动，就是所谓无重力操作的起重装置。原动机使用电动机、力矩马达、气缸等。由抓钩、连杆机构、控制部分和起升等部分构成。装配型式有动臂台车式、动臂固定式、还有在天棚或起重机上吊装式等。额定载荷是 $60 \sim 300\text{kgf}$ ，旋转角是 $310^\circ \sim 360^\circ$ ，工作范围是 $1.2 \sim 2\text{m}$ 。

图14 平衡悬臂的一例(额定载荷是 75kgf)

1.2 起重机

1.2.1 桥式起重机类

安装在厂房内顶部空间使用，通常其构造如图15所示。它的特点是由于利用厂房内上部空间，因此地面作业面积大，并且结构简单、稳定。所以不论是运转操作或是维护检修均容易进行。设备需要

的材料、经费以及维修费用也都比较少。本机装有起重兼横向运行的起重小车；在桥架主梁上装设小车横向运行的导轨；还有使机体纵向运行的行走装置和驾驶室。桥式起重机的型式根据使用目的分类有各种性能的构造。 10tf 以下的桥式起重机，在额定载荷小，运输距离也小而且不经常使用的场所，例如对于变电所 $\ominus$ 、泵房等有的采用手动，但通常采用电动，由机体主梁上的驾驶室进行操纵。对桥式起重机的要求是外形极限高度小、吊钩起升高度大、起升性能好、维修及检查方便，例如可以把小车上的轴抽出而更换卷筒，装有限位开关等。桁架的构造：额定载荷在 20tf 以下，跨度小时有的用工字钢，但是通常多用容易制作并且在造型上也美观的箱形梁制造。此外，也有板式梁和桁架的结构。最近，为了减轻重量，有一根桁架的结构，或是主桁架使用大直径钢管的结构或是管篮子桁架，也有用铝合金等制造的桁架。为了控制载荷起升或下放的速度，除了支承载荷的制动器外，通常多数备有各种电气制动器、电动液压起升制动器、机械制动器等。

a. 桥式起重机 典型的桥式起重机通常使用是带吊钩的，如图15所示。在炼铁炼钢工厂用高速型的，在机械制造工厂和材料库里一般操作用普通型的；而在发电厂操作的频度小，用低速型的。对于 16tf 以上起重机常常装有副卷筒。表1和表2表示普通型桥式起重机的标准参数和尺寸。更详细的表示在 JIS B 8801 中（见图16）。

b. 电动葫芦式桥式起重机 是采用 $1 \cdot 1 \cdot 3$ 的单轨电动葫芦或双轨电动葫芦代替了通用桥式起重机的起重小车。

c. 带伸缩主梁的桥式起重机 当需要把载荷在相邻跨间或在纵向运行导轨跨度以外及支柱外侧之间搬运时，采用这种桥式起重机，其结构示于图17。仅在主梁桁架的下面设可以左右伸缩的桁架，在伸缩桁架的里面装有横向运行的起重小车。

d. 回转式桥式起重机 在原子能发电站等圆形厂房里，把运行导轨铺设成圆形。桁架是在厂房的上面，由于跨度的中央是回转的中心，起重小车是通常的结构。在这种情况下，就能够从作为回转中心的跨度中央引出导线，向起重小车进行供电。

e. 抓斗桥式起重机 在水泥工厂等散状物料

$\ominus$ 原文如此，疑为发电所之误印——校者注。

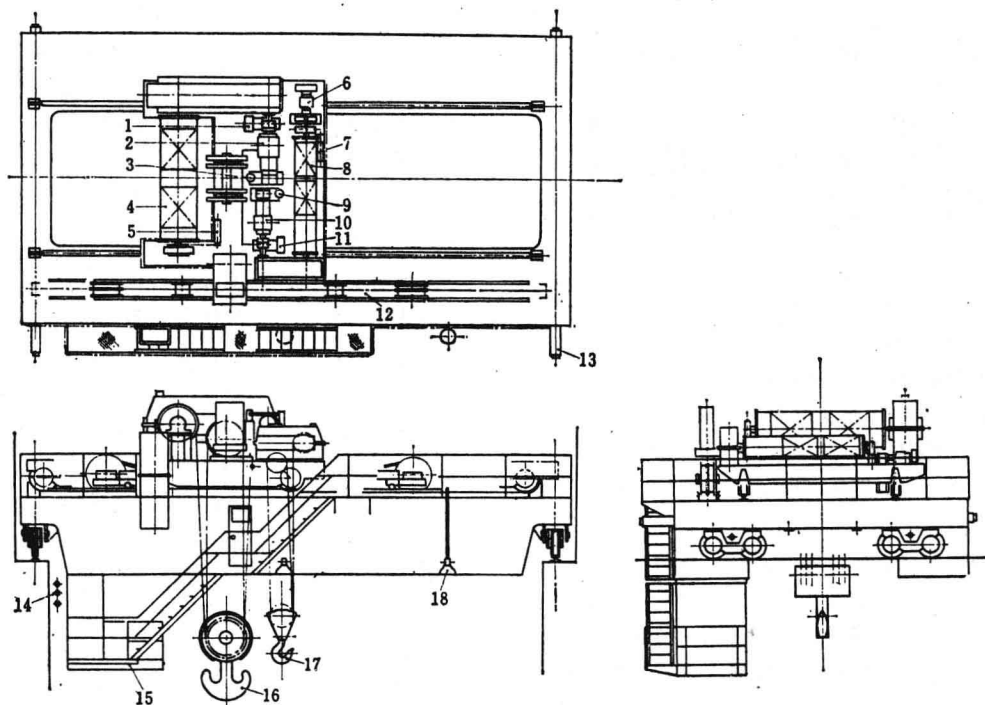


图15 普通型桥式起重机

1—主卷筒电磁制动器 2—主卷筒的电动机 3—控制主卷筒速度的制动器 4—主卷筒 5—主卷筒限位开关 6—横向运行的电动机 7—副卷筒限位开关 8—副卷筒 9—控制副卷筒速度的制动器 10—副卷筒的电动机 11—副卷筒电磁制动器 12—起升机构的供电装置 13—缓冲器 14—供电滑接导线 15—驾驶室 16—主钩 17—副钩 18—照明灯

表1 桥式起重机的参数 (普通型) (JIS B 8801-1974)

额定载荷 tf		跨度 m		起升高度 m	主卷筒	副卷筒	横向运行	纵向运行	纵向运行导轨 (最小) kgf
主卷筒	副卷筒	大于	小于		速度 m/min × 电动机 kW	速度 m/min × 电动机 kW	速度 m/min × 电动机 kW	速度 m/min × 电动机 kW	
3.2	—	6.3 16	16 25	12.5	12.5 × 8.5	—	40 × 2.5	100 × 4 100 × 6.3	15
5	—	6.3 16	16 25	12.5	12.5 × 13	—	40 × 2.5	100 × 6.3 100 × 8.5	22
8	—	8 16	16 25	12.5	10 × 17	—	40 × 2.5	100 × 8.5 100 × 13	22
10	—	8 16	16 25	12.5	8 × 17	—	40 × 2.5	100 × 13 100 × 13	30
16	无或是 3.2	8 16	16 25	10或16	8 × 33	12.5 × 85	40 × 2.5	100 × 13 100 × 17	30
20	无或是 5	10 20	20 32	10或16	6.3 × 33	12.5 × 13	40 × 4	100 × 17 100 × 25	30
25	5	10 20	20 32	10或16	6.3 × 33	12.5 × 13	40 × 4	100 × 25 100 × 25	37
32	8	10 20	20 32	10或16	5 × 40	10 × 17	40 × 6.3	100 × 25 100 × 25	37
40	8	10 20	20 32	10或16	5 × 50	10 × 17	40 × 6.3	80 × 25 80 × 33	37
50	10	12.5 20	20 32	10或16	4 × 50	8 × 17	32 × 6.3	80 × 33 80 × 40	37
63	16	12.5	32	10或16	4 × 63	8 × 33	32 × 8.5	80 × 50	37
80	16	12.5	32	10或16	3.2 × 63	8 × 33	32 × 8.5	63 × 50	73
100	20	12.5	32	10或16	2.5 × 63	6.3 × 33	25 × 8.5	63 × 50	73
125	25	12.5	32	10或16	2.5 × 85	6.3 × 33	25 × 13	50 × 50	73
160	32	12.5	32	10或16	2 × 85	5 × 40	20 × 13	50 × 50	73
200	40	12.5	32	10或16	2 × 100	5 × 50	20 × 13	40 × 50	73

注：电动机输出功率作为参考。并且是假定下列情况下求出的输出功率：对于高速型的负载时间因数是40%ED，而对于普通型以及低速型的负载时间因数是25%ED，同时采用滚动轴承，对于运行电动机是在最大跨度的情况下算出的。

表 2 桥式起重机各部分的尺寸（普通型）（JIS B 8801-1974）

额定载荷 tf		跨 度 m		建 筑 极 限 mm		主钩至壁距离，起升 极 限 至 轨 面 mm			导线滑鞍(参考) mm			导轨总数 (参考)
主卷筒	副卷筒	大 于	小 于	轨上空间 <i>A</i>	侧面空间 <i>B</i>	驾驶室 侧壁距 <i>D</i>	驾 驶 室 对面壁距 <i>E</i>	上升至 轨 面 <i>F</i>	长 度 <i>Q</i>	轴 间 距 离		
										<i>R</i>	<i>S</i>	
3.2	—	6.3 16	16 25	2200 2300	260	700	700	200	3200 4500	2300 3600	—	4
5	—	6.3 16	16 25	2200 2300	260	800	800	300	3600 4690	2600 3600	—	4
8	—	8 16	16 25	2200 2300	280	900	900	400	3800 4700	2700 3600	—	4
10	—	8 16	16 25	2250 2350	300	1000	1000	500	4000 4800	2800 3600	—	4
16	无或是 3.2	8 16	16 25	2400 2500	320	1300	1400 (1100)	700	4800 4800	3600 3600	—	4
20	无或是 5	10 20	20 32	2500 2600	320	1400	1500 (1200)	800	5200 5900	3900 4600	—	4
25	5	10 20	20 32	2600 2700	320	1500	1600	900	5500 5900	4200 4600	—	4
32	8	10 20	20 32	2700 2800	320	1600	1700	1000	5700 5900	4400 4600	—	4
40	8	10 20	20 32	2900 3000	340	1800	1900	1100	5800 6000	4400 4600	—	4
50	10	12.5 20	20 32	3300 3800	400 380	1900	2000	1000 600	6400 6400	5000 5300	— 900	4 8
63	16	12.5	32	4100	400	2000	2100	500	6600	5400	1000	8
80	16	12.5	32	4200	450	2200	2300	700	6900	5600	900	8
100	20	12.5	32	4400	450	2400	2500	800	7100	5800	1000	8
125	25	12.5	32	4600	450	—	—	—	—	—	—	8
160	32	12.5	32	5090	450	—	—	—	—	—	—	8
200	40	12.5	32	5400	450	—	—	—	—	—	—	8

注：1.建筑极限以及起重机极限，是把全部附属设备以及最大突出物（例如铆钉头等），包含在极限之内。起重机侧面极限是从运行车轮与钢轨接触面中心计算的距离。

2.主钩壁距附加在*E*栏中，括号内的数值，是没有副卷筒时的尺寸。

以及处理尘芥场的尘芥等，由于需用蛤式抓斗处理，通常要求高频度操作。尘芥处理场用的设备是以远距离操作遥控运转，起重机的供电和操作都是使用电缆。

1.2.2 特殊桥式起重机及其他

除具备桥式起重机的一般性能外，按照它的用途还具有某种特殊性能的就是特殊桥式起重机。各种特殊桥式起重机，都是专用机械，具有适用于高频度的繁重作业和粉尘、高温等环境条件，以及适

用于维修方便而特制的设备。今取炼钢厂和仓库等用的特殊起重机进行阐述。

a. 原料起重机 是从地面往炉料床的承料台运输原料（主要是碎铁）的设备，如图 18 所示，除支承料箱框架外，可装设起重电磁铁和水螅型多爪抓具等构造的抓斗。驾驶室安装在起重小车下面随动。装料箱的支承框架安装在能够上下移动的立柱上，因此，就很少产生水平方向的侧向振摆。额定载荷达到 5~20tf。

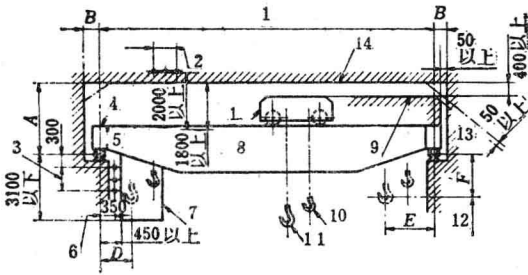


图16 桥式起重机

1—跨度 2—450(600V以下时)屋顶架线型 3—450(600V以下时) 4—滑鞍 5—人行道 6—侧壁架线型 7—驾驶室 8—横梁 9—起重界限 10—副钩 11—主钩 12—起升高 13—止境 14—建筑界限 15—起重小车

图中符号A、B、D、E、F的数据表示于表2

b. 加料起重机 是把炉料床的碎铁装入平炉为主要用途的起重机械。由于载荷性质是反复、繁忙而连续地操纵料箱和把炉内铁屑耙平，因而加料起重机制成特别坚固的特重型结构。装料装置的操作控制机构和驾驶室有的悬挂在起重小车上；有的能够架空回转。装料装置的控制机构分在随主桥运行的驾驶室中操纵式的（图19）和地上操纵式的。地上操纵式的通常不能回转。额定载荷达到3~10 tf。最近在用转炉炼钢的工厂里，碎铁的处理是用桥式起重机或铸锭起重机，而不用原料起重机或加料起重机。

c. 铁水罐起重机 有用作吊起从高炉运来装有铁水的铁水罐注入到平炉或转炉中的兑铁水用起重机；有用作吊钢水罐接受从平炉或转炉出来的钢液进行铸锭作业，或运到连铸机进行连铸工作的铸锭起重机。都装有吊铁水罐的铁水罐吊钩，对于额定载荷小的，通常是和桥式起重机一样用单个起重小车。对于额定载荷大的，通常用四梁式两个起重

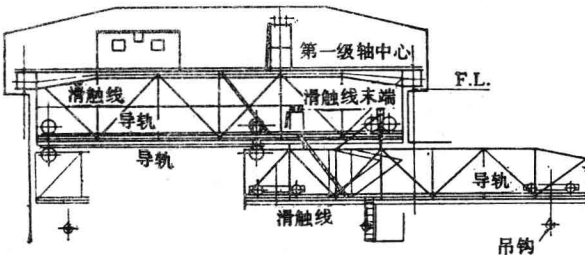


图17 带伸缩主梁的桥式起重机

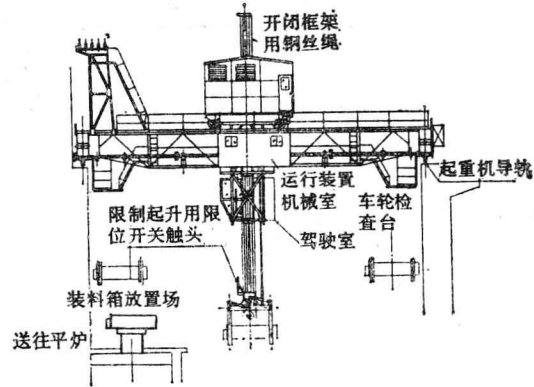


图18 原料起重机

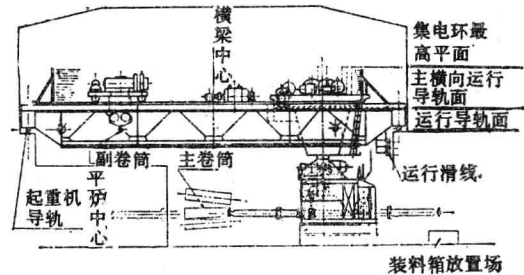


图19 加料起重机（桥式）

小车。其他的也有用2梁式两个起重小车。主卷筒装置是装设有两个起升卷筒悬挂着吊铁水罐的横梁。设有常用的和紧急用的二级制动器。铁水罐吊钩常为叠片式多层制品。副钩用于翻转铁水罐和辅助作业，见图20。驾驶室有隔热结构和冷气装置。也有为了测量铁水或钢液的重量，装备计量器（准确度为1/200~1/1000）的。额定载荷达到500 tf级。

d. 钢锭起重机 包括把铸造的钢锭从铸锭模里抽出来的脱锭起重机；把抽出来的钢锭送入均热炉，和从均热炉中提取钢锭的均热炉起重机；还有组装钢锭模和修整钢锭形状时用的整型起重机，统称为钢锭起重机。虽然多数场合分别使用专用机，但也有时用多用途的起重机。脱锭起重机有推压脱模和推压及拉拔脱模兼用型。推压脱模的脱锭机构，是用电动机通过齿轮装置使丝杠旋转，而使带凸轮的推压顶杆升降，因而夹钳可开闭，将钢锭模的耳子准确地挂上后使夹钳回转，扭断直浇口，并和铸锭平台断开，稍稍吊上后，把推压模