

高等学校教学用书

铁路装卸设备及作业

铁道部教材編輯組选編

人民铁道出版社

高等学校教学用书

铁路装卸设备及作业

铁道部教材編輯組选編

人民铁道出版社

一九六一年·北京

高等学校教学用书
铁路装卸设备及作业
铁道部教材編輯組选編
人民铁道出版社出版
(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 010 号
新华书店科技发行所发行
各地新华书店經售

• 人民铁道出版社印刷厂印
书号1809 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 $13 \frac{3}{8}$ 字数365千

1961年8月第1版

1961年8月第1版第1次印刷

印数 0,001—750 冊 定价 (10) 1.80 元

前 言

解放以来，由于党的正确领导和全路广大职工的积极努力，我国铁路事业获得了辉煌的成就。随着铁路事业的发展，装卸工作面貌发生了巨大的变化，特别是1958年大跃进以来，铁路装卸部门开展了轰轰烈烈的技术革新和技术革命运动，取得了伟大的成绩，积累了丰富的经验。正是在这个伟大而丰富的实践基础上，“铁路装卸设备及作业”这门学科，才在我国逐步地形成和发展起来。

鉴于教学的需要，我们曾于1953年编写了“铁路装卸机械化及仓库”讲义（即本书原名），以后虽经多次修改和补充，但仍然存在着比较严重脱离实际的缺点。自1958年教育革命以来，在党的领导下，师生结合，深入现场，调查研究，并不断地学习毛主席的著作，为编写这门教材打下了基础。在党的八届九中全会精神和教育方针指导下，我们根据铁道运输专业新修订的“铁路装卸设备及作业”教学大纲的要求，编写了这本教学用书。本书在内容的安排上，分为铁路装卸机械与滑溜化设备，铁路货场和主要货物的装卸作业，以及装卸机械作业安全技术和机械维护、检修等三大部分。较原有讲义增添了滑溜化装卸设备，装卸劳动力组织和装卸机械的维护、检修等章节，加强了装卸机械设备设计方面的知识，重点介绍了主要货物的装卸作业方法。为了更好的理论联系实际，在讲授时可根据具体情况适当安排一些现场教学和课程作业等。

在编写过程中我们参考了唐山、长沙等铁道学院所编写的教材，学习了苏联的先进经验和教学经验，并得到铁道部运输总局货运处和北京、上海等铁路局的领导及职工同志的热情帮助和指导。在此谨表示衷心感谢！

由于我们的水平所限，对铁路现场的生产知识缺乏，加以时间仓促，书中一定会存在着不少缺点和问题，敬请读者多多批评指正。来件请逕寄北京西直门外，北京铁道学院运输系。

1961年6月

目 录

緒 論

第一篇 铁路装卸机械及滑溜化设备

第一章 起重运输机械概述	3
第一节 起重运输机械在铁路装卸作业中的作用.....	3
第二节 我国起重运输机械发展简史.....	3
第三节 起重运输机械的分类.....	4
第四节 起重机械的主要参数、工作类型和运输机械的主要参数.....	4
第二章 起重机械的主要零部件	6
第一节 挠性构件.....	7
第二节 滑轮、链轮和卷筒.....	11
第三节 安全制动装置.....	15
第四节 取物装置.....	19
第三章 起重机械的机构计算	22
第一节 起升机构的计算.....	22
第二节 运行机构的计算.....	26
第三节 旋转机构的计算.....	30
第四节 变幅机构的计算.....	33
第五节 起重机用的电动机.....	34
第六节 例题.....	36
第四章 起重机械	39
第一节 简单起重机械.....	39
第二节 桥式起重机.....	44
第三节 龙门起重机.....	48
第四节 固定式旋转起重机.....	51
第五节 运移式旋转起重机.....	55
第五章 输送机	61
第一节 皮带输送机的构造.....	61
第二节 皮带输送机的计算.....	72
第三节 几种常用的输送机.....	79
第四节 联合装卸机.....	85
第六章 装卸搬运车	87
第一节 无轨手推车.....	87
第二节 机动搬运车.....	88
第三节 自动装卸车.....	93
第四节 单斗装载机.....	101
第七章 滑溜化装卸设备	102
第一节 滑溜化装卸概述.....	102
第二节 平顶式高站台.....	103

第三节	滑坡仓高站台	105
第四节	滑坡仓高站台的主要参数	109
第五节	閘門	114
第六节	低貨位、协作貨位及其主要参数	117
第七节	溜槽与滾柱滑溜梯	120
第八节	散体压力的理論基础和擋土牆的計算	122

第二篇 鐵路貨場和主要貨物的裝卸作业

第八章	貨場概述	134
第一节	貨場及其裝卸作业分区	134
第二节	裝卸綫长度和場庫大小的确定	135
第九章	裝卸工作組織	138
第一节	裝卸企业管理	138
第二节	裝卸作业定額	139
第三节	裝卸生产财务計划的編制	141
第四节	車站裝卸劳动組織	142
第五节	影响选择裝卸机械設備的主要因素	146
第六节	选择裝卸作业方案时的技术經濟計算	148
第七节	例題	152
第十章	散堆裝貨物的裝卸作业	157
第一节	散堆裝貨物概述	157
第二节	煤的裝車作业	158
第三节	煤的卸車作业	161
第十一章	散裝粮谷的裝卸作业	166
第一节	粮谷倉庫	167
第二节	散裝粮谷的裝車作业	167
第三节	散裝粮谷的卸車作业	170
第十二章	集裝箱与笨重貨物的裝卸作业	172
第一节	集裝箱場地及裝卸作业机械化	172
第二节	笨重貨物的裝卸作业	176
第十三章	木材的裝卸作业	181
第一节	木材的裝車作业	182
第二节	成捆木材的平車裝卸作业	185
第三节	从敞車內卸原木的方法	187
第十四章	成件包裝貨物的裝卸作业	189
第一节	站台車子化作业	190
第二节	起重機作业	197
第三节	輸送机作业	199
第四节	滑溜化作业	201
第五节	零担貨物的中轉裝卸作业概述	203

第三篇 裝卸机械作业的安全技术和机械的維護檢修

第十五章	裝卸机械作业的安全技术和机械的維護檢修	205
第一节	裝卸机械作业安全技术基本原則	205
第二节	裝卸机械的維護檢修与鉴定驗收	206
第三节	裝卸机械的使用、維護、檢修制度	207

緒 論

鐵路運輸是國民經濟的重要環節，而裝卸又是鐵路運輸的不可缺少的一部分。經由鐵路運輸的貨物，就其整個運送過程而言，應包括下面各項作業：承運發貨人貨物、把貨物裝入車內、自發站運至到站、從車內卸下、保管和向收貨人交付。可見，貨物必須通過裝車和卸車作業，才能開始或結束其運送。

裝卸在鐵路運輸中占有重要地位。裝卸工作質量的好壞，不但對於車輛載重力與容積的合理利用、保證貨物的完整密切相關；而且還直接關係着車輛周轉時間的縮短。據1960年初統計，鐵路車輛在車站、廠礦、港口的停留時間約占車輛總周轉時間的一半以上。固然，影響車輛停留時間過長的原因很多，其中裝卸作業時間卻占很大比重。由此可見，進一步提高裝卸效率，對挖掘運輸潛力和保證運輸任務的勝利完成都具有重大意義。

解放前，我國是個半殖民地、半封建的國家，帝國主義和反動統治階級對我國廣大勞動人民進行殘酷剝削和壓迫，榨取高額利潤，裝卸工人和其他勞動人民一樣，每天付出極大的勞動量，卻連最起碼的生活水平也難以保持；而且笨重的、苦役般的勞動，嚴重地損害了工人的健康。但是，富有高度革命精神的裝卸工人，在黨的領導下，曾向反動統治階級進行了不屈不撓的鬥爭。隨着中國人民反帝、反封建的民主革命的偉大勝利，他們終於獲得了徹底解放。

新中國成立後，在裝卸部門首先鏟除了帝國主義的爪牙和封建把頭，建立了民主制度，實行了勞動保護，從此裝卸工人成為國家主人，並積極地為祖國社會主義建設事業而辛勤勞動。

黨不但領導了裝卸工人在政治、經濟上獲得徹底翻身，而且還十分重視裝卸勞動生產率的提高和減輕工人的繁重體力勞動。解放初期，在裝卸部門積極改良工具和推廣先進工作方法；並在北京、天津、上海、瀋陽等鐵路貨場採用各種裝卸機器代替人力作業。

由於國民經濟的迅速恢復和發展，特別是1958年黨提出鼓足幹勁、力爭上游、多快好省地建設社會主義總路線以後，我國工、農業生產出現了史無前例的大躍進局面。鐵路貨運量扶搖直上，裝卸任務相應劇增，而鐵路原有裝卸能力已遠不能滿足運量增長的要求。因而，造成大量物資積壓。解決這一矛盾有兩種辦法：一是提高勞動生產率，另是大量增加勞動力。但是，整個國家的勞動力安排，要求節約裝卸工人，並且儘可能不臨時動員大量的社會勞動力來突击；現代化生產的運輸方式，要求迅速改變舊的、肩挑人抬的裝卸方式。所以，解決裝卸能力不足的根本途徑是進一步提高裝卸作業的勞動生產率。

——馬克思在“資本論”里說：“勞動生產率不僅依存於勞動者如何熟練，且也依存於他所使用的工具如何完備”。^①因而，裝卸勞動生產率的提高，除了加強對裝卸職工的政治思想教育和文化技術教育，改進裝卸工作的勞動組織等措施外，還必須進行裝卸工具的改造。

黨的八屆二次會議發出技術革命的偉大號召以後，鐵路裝卸部門的技術革命運動象雨後春筍般地在全路蓬勃開展起來。廣大職工發揮了沖天的革命幹勁和無窮無盡的智慧，創造了許許多多裝卸工具和裝卸設備。例如已為全路普遍採用的滑溜化裝卸設備，裝卸成件貨物用的各種車子，以及用於裝卸笨重貨物的土、洋起重機械等等。由於這些工具和設備的推廣使用，使裝卸效率顯著提高，並減輕了工人勞動強度，節省了勞動力，在滿足國民經濟的發展對鐵路運輸的迫切要求方面起了很大作用。

裝卸技術革命不僅帶來巨大的經濟效果，而且，還具有深遠的政治意義。由於技術革

① 見資本論第一卷 人民出版社 1953年版第409頁。

命，使装卸工人的精神面貌发生了很大变化。他们深深体会到只有在党的领导下，大搞技术革命，才能早日摆脱“千年扁担万年箍的旧面貌”而进入“装卸机器上了马丢掉扁担乐呵呵”的新天地。由于技术革命可以促进装卸工人的政治、文化、技术水平迅速提高，则为逐步消灭脑力劳动与体力劳动的差别，向共产主义过渡创造条件。

实践证明，开展装卸技术革命运动必须：

- 一、在党的领导下，大搞群众运动，这是技术革命运动得以胜利的根本保证；
- 二、坚定不移地贯彻土洋并举、大中小结合等两条腿走路的方针；
- 三、坚持因地制宜、就地取材、自力更生的原则。

装卸作业技术革命的最终目标是：用现代化的装卸工具和设备代替人工背、挑、扛、抬。当然，这一目标，并非朝夕即可实现的。就当前来看装卸技术革命应该以实现滑溜化、机械化、半机械化为主要内容。滑溜化装卸设备是铁路装卸职工在大跃进中的一项重大创造。实践证明，它具有效率高、修建快、构造简单、取材方便等一系列优点，尤其适宜于有自然地形可利用、办理大量散装货物（如煤、砂、碎石等）装卸作业的车站和专用线。同时，在大型的车站基本实现机械化，在中小型的车站基本实现半机械化则具有重大的现实意义。由于工、农业生产的不断发展，需要进一步加强铁路运输事业，而在铁路的建设中，装卸工具和装卸设备的建设又占有特别重要的地位。从装卸部门来看，几年来，已奠定了一定的物质技术基础，摸索了许多经验。因此实现装卸机械化、半机械化的条件比过去有利得多了。随着我国钢铁工业和机械制造业生产水平进一步提高，以及现代化科学技术的迅速发展，则为实现装卸作业全部过程的机械化和自动化提供了物质基础。

为了正确地选择装卸机械设备、合理地组织装卸作业，还必须了解铁路装卸工作的特点：

一、工作对象复杂，经由铁路运输的货物有大小之分，有散装、整装之别，有固体液体的不同；并且货物托运的方式、使用车辆的类型多样；装卸作业必须适应这种变化多端的要求；

二、工作不连续和不均匀，这是由于铁路运输的特点而产生的。因为列车到达车站的时间往往既不连续又不均匀；而且每次到达的车数也经常变化。因此装卸作业必须有严密而科学的组织方法，以充分发挥装卸劳力和机力的效能；

三、就一种货物的装卸作业而言，它又是一环扣一环的连续作业过程，前后工序必须互相协调，配套成龙，才能提高总的装卸效率；

四、在作业时间上有严格要求，铁路为了加速车辆周转，对装卸作业时间作了明确规定。因此在配备装卸人力和机力时，应使其保证在规定时间内完成装卸任务；

五、作业地点的分散性，经铁路运输的货物，其装卸作业，除大部分在专用线内，并由货主负责办理外，其余均在车站货场内进行。由于铁路车站的数量多、分布广，不仅对人力装卸不利，亦为机械化装卸带来困难。因为机械化装卸愈在货流集中作业较繁忙的地点愈能发挥其作用。因此从装卸作业角度来看有考虑专门化问题的必要。

× × × × × ×

“铁路装卸设备及作业”是门新兴的学科，它涉及的问题很多，本课程仅就铁路装卸技术设备的基本构造与工作原理，装卸劳动力的合理组织，以及主要货物的装卸作业方法等方面，进行初步研究。在铁道运输专业设置这门课程的目的在于使学生能够：

1. 根据党对铁路运输工作的方针政策，并结合实际情况，正确地选择装卸作业方案，以保证按时、按质、按量地完成装卸任务；
2. 有效地运用现有装卸机械设备和推广新的装卸技术，并根据生产的需要，对机械设备提出运用上的要求；
3. 合理地组织装卸劳动力，改善装卸工作组织，充分发挥装卸职工的积极作用。

第一篇 鐵路裝卸機械 及滑溜化設備

第一章 起重運輸機械概述

第一节 起重運輸機械在鐵路裝卸作業中的作用

起重運輸機械是鐵路裝卸作業機械化、減輕體力勞動和提高勞動生產率的最重要的工具之一。

鐵路運輸的貨物種類繁多，作業複雜，需要針對各種不同的具體情況採用各種不同的裝卸設備和作業方法，而起重運輸機械總是獨立地或配套地應用於各種裝卸方法中。比如笨重貨物、集裝箱等的裝卸，有效的辦法是各類起重機；火車、汽車和倉庫的裝卸作業以及車與車之間，車與船之間的倒裝、換裝等都需要各種各樣的起重運輸機械。在大躍進中產生的高效率的滑溜化裝卸方法，也必須有各種型式的起重運輸機械及設備和它“配套”；如滑坡倉的喂料需要輸送機，高站台的上貨需要起重機，“起重站台”的作業需要千斤頂、絞車等。只有把各種各樣的機械和設備很好地應用和合理地組織起來進行作業，才能更好地發揮機械和設備效能，達到減輕體力勞動、提高生產效率的目的。

第二节 我國起重運輸機械發展簡史

：我們偉大的祖國，有着悠久的文明歷史，在起重運輸機械方面的創造和發明是很早也是很卓越的。根據明朝徐光啟著“農政全書”和宋應星著“天工開物”的記載，我國在公元前1765~1760年間就發明了“桔槔”，即杠桿起重裝置（圖1—1）；公元前1115~1097年間又發明了“轆轤”（見“農政全書”），即現代絞車之雛形（圖1—2）；漢朝以後（公元200年以前），在四川的井鹽開采工程中廣泛使用起重裝置，並且其中還有畜力驅動的。同時期（公元186~189年）發明了“翻車”，這就是現代刮板輸送機的雛形（圖1—3）。



圖1—1 桔槔

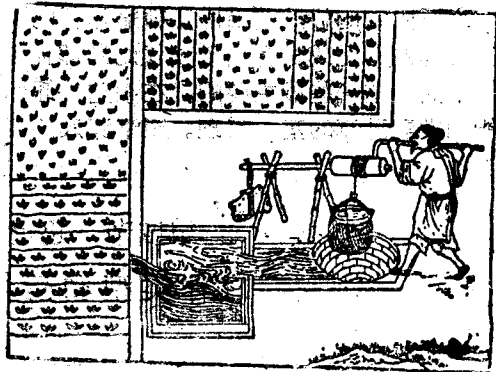


圖1—2 轆轤

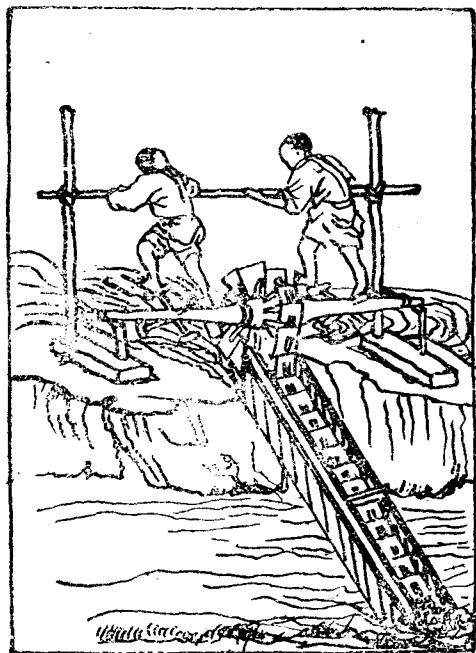


图1—3 翻車

联合卸車机和各种輸送机等。这些机械“土生土长”，集中了羣众的智慧、及时地解决了生产中的中心問題，也为鉄路上起重運輸机械的設計、制造和应用打下了良好的基础。今后随着鉄路装卸作业技术革命的发展，鉄路上起重運輸机械的設計和制造也将有更迅速的发展。

第三节 起重運輸机械的分类

由于起重運輸机械广泛地应用于国民經济的各个部門中，随着具体工作的不同，它們的构造和型式很多，以致很难給它們作出一个完整的、无所不包的分类，同时在实际上也无此必要。这里我們根据起重運輸机械的构造和使用的特点，作一最簡單的分类（表1—1）：

一、起重机械

以重复的、短時間的工作循环来起升和运移物品，在每一工作循环中它的所有工作机构都作一次正向的运动和一次反向的运动；

二、輸送机械

以連續的流动方式移动物品，它的工作机构都作单向的运动；

三、装卸搬運車

以不固定的綫路（沿固定軌道运行的小車例外）于車站内部、倉庫、站台以及車箱之間进行短途的搬運或进行自动碼垛的装卸作业。

下面介紹一些最主要的、在鉄路装卸作业中最常用的几种类型，讲解它們的主要构造、性能和設計計算的基本原理。至于深入的研究，可参考專門的起重運輸机械的設計制造的書籍。

第四节 起重机械的主要参数、

工作类型和運輸机械的主要参数

表征起重机械的性能的主要参数是：起重量、跨度（或幅度）、起升高度、速度、外形尺寸、及重量（輪压）。

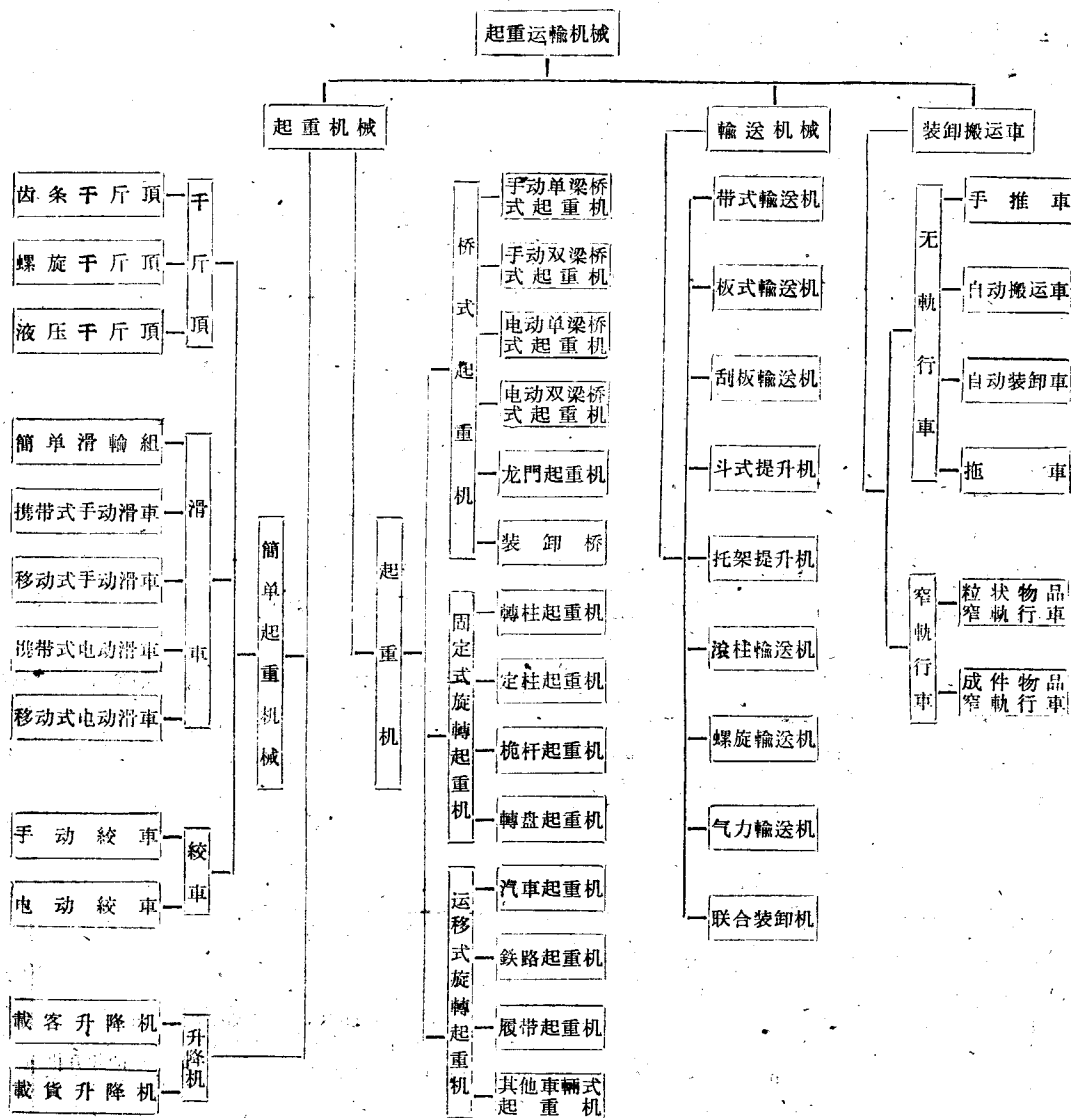
但由于近百年来，受到帝国主义、封建主义、和官僚資本主义的三重压迫，使得我們落后于外国，直到解放以前，我們自己連最简单的起重机械都不能制造。

解放以后，起重運輸机械制造业在党的领导下，也象其他工业部門一样取得了巨大的发展，我們先后在大連、撫順、太原、北京、天津、上海和合肥等地建立起起重運輸机械制造厂，生产品种几十种，数量达数千台。大跃进以来，更有巨大发展。我們不但自己設計和制造了簡單起重運輸机械和通用起重運輸机械，而且也設計和制造了結構复杂的、技术要求高的特种起重運輸机械，我們已經掌握了世界上各式起重机械的設計和制造技术，能够运用世界上的最新成就。

在轰轰烈烈的“双革”运动中，广大的鉄路职工在党的教导下和三面紅旗的光輝照耀下，破除迷信，敢想敢干，創造了数以千計的各种各样的装卸机具——起重運輸机械，如簡易固定旋轉起重机械，“土龙门”起重机械，簡易桥式起重机械，

起重运输机械的分类

表1-1



起重机械是循环动作的装置，它的生产率可以用单位时间内搬运的物品总重量来计算。即，

$$Q = G \frac{3600}{T} \text{ 吨/小时。}$$

式中：Q——起重机生产率（吨/小时）；

G——起重机每次装卸货物的重量（吨）；

T——每次作业所需的时间（秒）；

在设计起重机械时，需要考虑起重机械的工作类型。起重机械的各个机构的工作类型是表征起重机械性能的一个重要因素。

起重机械的机构分为人力驱动和机械驱动的。根据工作条件的不同，机械驱动的机构可分为轻级、中级、重级、特重级、连续特重级五个工作类型，分类的依据是下列的因素：

1. 起重量利用系数；

$$k_{起重量} = \frac{Q_{平均}}{Q_{名义}}$$

式中： $Q_{平均}$ ——一昼夜中所起升的物品的平均重量；

$Q_{名义}$ ——名义起重量。

2. 机构的每年利用系数；

$$k_{年} = \frac{\text{机构每年的工作日数}}{365}；$$

3. 机构的每昼夜利用系数；

$$k_{昼夜} = \frac{\text{机构每昼夜的工作时数}}{24}；$$

4. 机构的发动机的相对接合时间；

$$HB = \frac{\text{这一机构在每个循环中的工作时间}}{\text{一个循环的总时间}} \cdot 100\%$$

在計算 HB 值时，所取的时间间隔不大于10分钟；

5. 每小时接合次数；

6. 起重机工作环境的温度 $^{\circ}\text{C}$ 。

机构的工作类型的分类可参考表 1—2。

起重机械各个机构可能有不同的工作类型，这时就按照起升机构的工作类型来确定总的工作类型。

表征連續運輸運輸机械的性能的主要参数是：生产率、速度、运输长度、输送高度（倾角）、外形尺寸和重量。

連續運輸机械是連續工作的，其生产率可用单位时间内运输物品的总重量、体积或件数来表示。其计算方法在第五章第二节里介绍。

起重机机构的额定工作类型

表1—2

分 类	工 作 类 型	年 利 用 系 数 $k_{年}$	昼夜利用系数 $k_{昼夜}$	$HB\%$	每 小 时 接合次数	工作 环 境 温 度	举 例
1	輕 級 JI	0.25	0.33	15	60	25°C	桥式装卸机运行机构
2	中 級 C	0.5	0.67	25	120	25°C	机修車間起重机的起升机构和运行机构，电动滑車
3	重 級 T	0.75	0.67	40	240	25°C	建筑起重机的起升机构
4	超 重 級 BT	1.0	1.0	40	300	40°C	冶金起重机
5	連續超重級 BTH	1.0	1.0	60~80	720	$40\sim 60^{\circ}\text{C}$	冶金起重机

第二章 起重机械的主要零部件

起重机械的类型很多，但它們所用的零部件除了一般机械所通用的零部件外，还有以下几种：

1. 挠性构件：链条和繩索；
2. 导向构件：滑輪、鏈輪和卷筒；
3. 安全及制动装置：停止器、制动器和行程限位器；
4. 取物装置：吊鈎、夾鉗、起重电磁鉄和抓斗等。

第一节 挠性构件

鏈和繩是在起重機械中用以懸挂或捆扎物品的撓性構件，常用的有焊接鏈、片式關節鏈、麻繩及鋼絲繩。如果是作為起升機構的一個組成部分用以懸挂物品的，則叫載物繩或載物鏈；如果是用來捆扎被起升的物品的，則叫系物繩或系物鏈。

一、焊接鏈

焊接鏈是由圓鋼焊成的許多橢圓形鏈環所組成，如(圖2-1)所示。

根據鏈環的長度 L 和圓鋼直徑 d 的大小，可分為長環節鏈和短環節鏈。 $L \geq 5d$ 者稱為長環節鏈； $L < 5d$ 者稱為短環節鏈。

在起重機械中一般不採用長環節鏈，因為長環節鏈在工作中易產生較大的沖擊，而且，鏈環繞滑輪或卷筒時，隨着鏈環的增長，由拉力產生的彎曲作用也增加。

焊接鏈的優點是它的撓性好，可沿任意方向彎曲，可以採用較小直徑的滑輪或卷筒，因而可以減小整個機構的尺寸。但是它也具有下述缺點：(1) 自重；(2) 對沖擊和過載的敏感性强，因而容易發生突然斷裂；(3) 在兩鏈環接觸處易磨損；(4) 容許運動速度低。

焊接鏈由於具有上述缺點，所以很少用於機械驅動的機構上，一般只用於手動滑車，絞車及其他手動起重機構上。此外，也可用於捆扎物品和懸挂物品上。

焊接鏈所繞過的滑輪或卷筒的直徑 D ，不應小於規定的數值，一般手動的， $D \geq 20d$ ；機械驅動的， $D \geq 30d$ 。

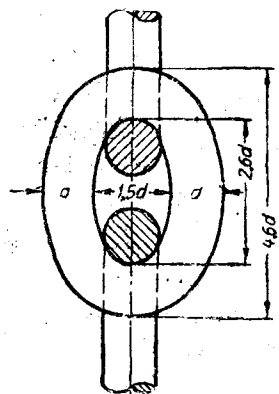


圖2-1 焊接鏈(短環節鏈)

二、片式關節鏈

片式關節鏈是由鈹片和平行放置的小鋼軸所組成的，小鋼軸以一定的距離(節距 t)安置並以鈹片成對地連接起來(圖2-2)。

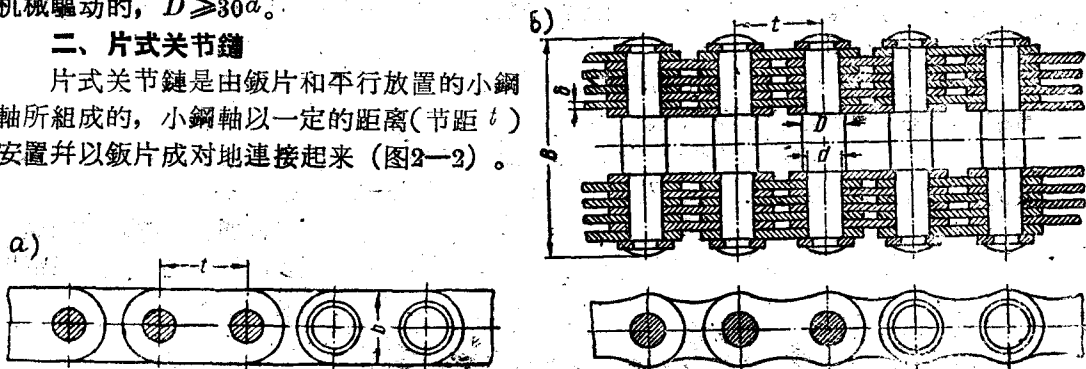


圖2-2 片式關節鏈

片式關節鏈通常繞過星輪，鏈條小軸以其中部(直徑 D)臥在星輪輪齒之間的凹處，鏈片則包住輪齒的外表面。

片式關節鏈與焊接鏈比較時，有下列優點：

1. 撓性大，因而可用較小直徑的鏈輪；
2. 鈹片用整體鋼板制成，因而比較耐沖擊；工作的可靠性較強；
3. 在關節處的摩擦阻力較焊接鏈在鏈環接觸處的摩擦阻力小；
4. 運動較平穩，而且在鏈輪的齒中不致被擠住，可較焊接鏈用較高的工作速度。

片式關節鏈的缺點是：

1. 只能在平行於鈹片平面內彎曲，不能承受其他方向的彎曲作用；
2. 在鏈的關節處，對灰塵的感受性很靈敏，容易磨損，因而不適於露天或多灰塵的場工作；

所3. 成本較高。

板片关节鏈用于手动的滑車、絞車及其他起升机构中；有时也用于起重量較大，运动速度較低，起重距离較小，并在导轨上提升載荷的一些机械驅動的起升机构中。

板片关节鏈和焊接鏈，一般均按标准选用，可按下式驗算其强度：

$$S = \frac{P}{K} \quad (2-1)$$

式中：S——鏈的最大許用載荷；

P——鏈的破坏載荷；

K——安全系数；一般 $K \geq 5$ 。

三、麻繩

麻繩是由优质麻纖維擰成的，如图2—3所示。



图2—3 麻繩

麻繩的主要缺点是它的机械性能較弱，即强度低、磨損快、易受机械的损伤和潮湿的侵蚀；它的优点是撓性好、成本低，所以常用来捆绑包装物品，有时也用于手动的并且是临时的起升机构中。

四、鋼絲繩

鋼絲繩是由許多鋼絲直接擰成，或由鋼絲擰成股，再由股繞一繩芯擰繞而成。

鋼絲繩通常系利用拉伸强度极限在14000~20000公斤/厘米²的优质鋼絲制成。在絕大多數情况下，鋼絲表面不涂任何材料，只有在露天或潮湿情况下工作的鋼絲繩，为了防止生锈，有时采用鍍鋅的鋼絲制造。但是由鋼絲鍍鋅时产生退火現象的結果，使其載荷量降低10%。

鋼絲繩根据其擰繞的方法，主要有以下两种：

1. 順繞式，（图2—4a）由鋼絲繞成股时的方向和由股繞成繩的方向一致。用这种方法制成的鋼絲繩的优点是撓性較好，表面比較平滑，耐磨。但它有自行松散的傾向，因而在普通起重机械中不常用。

2. 交繞式，（图2—4b）由鋼絲繞成股和由股繞成繩时的方向相反。其特点和順繞式鋼絲繩相反，在普通起重机械中常用。

鋼絲繩的結構形式很多，但最常用的是普通結構的鋼絲繩，它是由直徑完全相同的鋼絲所制成的，通常由六个鋼絲股环绕一个繩芯所制成如（图2—5）所示。

普通結構鋼絲繩的規格很多，但在起重机械中最常用的有以下两种：

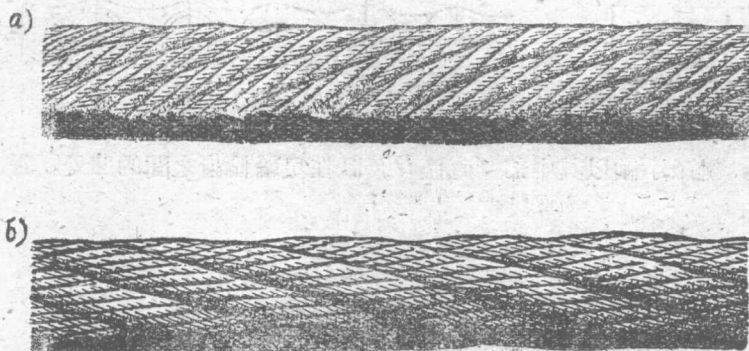


图2—4 鋼絲繩的擰繞法

a) 順繞式， b) 交繞式

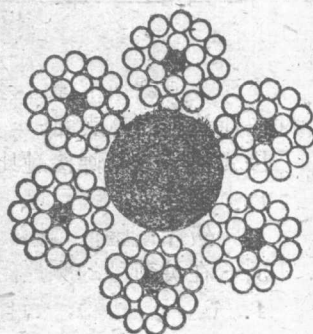


图2—5 普通結構鋼絲繩

一种是： $i = 6 \times (1 + 6 + 12) = 6 \times 19 = 114$

一种是： $i = 6 \times (1 + 6 + 12 + 18) = 6 \times 37 = 222$

式中：乘号前的数字表示股数，乘号后的数字表示每股鋼絲数（括号中各項分別表示各层鋼

絲數)。

普通結構繩的制造方便，成本低，但是在每個鋼絲股中，相鄰的兩層鋼絲是交叉排列着的，因而造成鋼絲與鋼絲之間的點接觸。當鋼絲繩繞過滑輪或卷筒時，在接觸的地方便產生很大的局部應力，這便加速了鋼絲的磨損，降低了使用壽命。

為了克服上述缺點，產生了各種特殊的複合結構的鋼絲繩，但一般是不常用的，這裡就不介紹了。

鋼絲繩和鏈條比較時，具有以下優點：

- (1) 自重輕；
- (2) 有良好的耐沖擊性能；
- (3) 工作時無噪音，並適於高速工作；
- (4) 工作的可靠性大，不致造成突然斷裂的危險；
- (5) 成本低。

鋼絲繩的缺點是撓性較差，所以要用直徑較大的滑輪和卷筒，因而增大了整個機構的外形尺寸。

鋼絲繩在工作中，必須有足夠的強度以保證工作的安全。但繩內鋼絲所產生的應力是非常複雜的，每根鋼絲都承受拉伸、彎曲、壓縮及扭轉等應力的作用，而這些應力還是隨工作情況和鋼絲繩的結構特點而變化的。想精確地計算鋼絲繩的應力來決定鋼絲繩的尺寸是極困難的。因此，一般是根據試驗來確定鋼絲繩的拉斷力的。在給定拉力的條件下，鋼絲繩的尺寸可按下式選擇（算出 S_0 ，再到產品目錄上查得所需鋼絲繩直徑。）：

$$S_{\max} = \frac{S_0}{K} \quad (2-2)$$

式中： S_0 ——所選鋼絲繩的破斷力；

$S_{\max}$ ——允許的最大拉力；

K ——安全係數，一般取5~6。

根據經驗及實驗得出，鋼絲繩中鋼絲的斷裂，主要是由於鋼絲的磨損及材料的疲勞的結果。因此在使用中，必須尽可能地防止鋼絲的磨損及其快速疲勞。

鋼絲的磨損除了和滑潤情況及滑輪或卷筒的結構有關係外，更主要的是和滑輪或卷筒的直徑有關。因為，如果鋼絲繩所繞過的滑輪或卷筒的直徑太小時，繩中的各股和股中的各鋼

係數 c 的最小許用值

表2-1

起重機械的型式	起重機械的驅動及其工作類型	係數 c
除去動臂起重機和電動滑車以外的所有型式起重機械	人力驅動的	18
	機械驅動的，輕級	20
	中級	25
	重級、超重級、連續超重級	30
動臂起重機	人力驅動的	16
	機械驅動的，輕級	16
	中級	18
	重級和超重級	20
電動滑車		20
用來起升物品或人的人力驅動絞車		16

注：1. 平衡滑輪的直徑取得比工作滑輪的直徑小40%；
2. 如果繩索繞過不同直徑的卷筒或滑輪，則繩索直徑應按照最小直徑 D 來選擇。

絲便很容易串動位置，而引起了繩的嚴重變形，鋼絲之間產生了強烈的磨損，降低了鋼絲繩的使用壽命。因此，鋼絲繩所繞過的卷筒或滑輪的最小許用直徑必須滿足下式：

$$D \geq d(e-1) \quad (2-3)$$

式中： D ——卷筒或滑輪直徑；

d ——鋼絲繩直徑；

e ——隨起重機型式及工作類型而定的係數，可按表2—1選取。

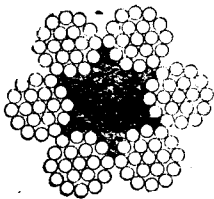
從表中可知： $e=16\sim30$ 。

鋼絲繩的報廢是按每一節距之內所斷裂的鋼絲數來決定的見表（2—2）。

起重機械所用的鋼絲繩的報廢標準

表2—2

繩索原來的拉伸 安全係數	鋼絲在繩索的一個繞轉節距長度上斷裂的數目，在此數目下 各種構造的繩索應當認為是廢品了。							
	6×19=114和一根 有機物芯子		6×37=222和一根 有機物芯子		6×61=366和一根 有機物芯子		18×19=342和一根 有機物芯子	
	交繞的	順繞的	交繞的	順繞的	交繞的	順繞的	交繞的	順繞的
< 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6~7	14	7	26	13	38	19	38	19
> 7	16	8	30	15	40	20	40	20

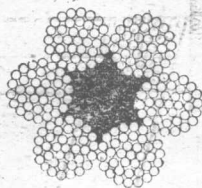


6×19=114根鋼絲加一根有機繩芯普通結構鋼絲繩（摘錄）

表2—3

直 径 (毫 米)		全 部 鋼 絲 截 面 积 (毫 米 ²)	每 米 长 度 的 繩 重 (公 斤)	鋼 絲 的 拉 伸 强 度 极 限 (公 斤 / 毫 米 ²)				
繩 股	鋼 絲			140	150	160	170	180
				破 坏 拉 力 (公 斤) 不 少 于				
7.7	0.5	22	0.2	2700	2800	3000	3180	3360
9.2	0.6	32	0.29	3800	4070	4360	4620	4900
11	0.7	44	0.4	5230	5600	5970	6350	6730
12.5	0.8	57	0.52	6800	7250	7800	8200	8750
14	0.9	73	0.65	8650	9250	9900	10500	11100
15.5	1	90	0.81	10700	11400	12200	13000	13600
17	1.1	108	0.92	12800	13800	14700	15500	16600
18.5	1.2	129	1.2	15300	16400	17500	18600	19700
20	1.3	151	1.3	17900	19300	20900	21800	23100
21.5	1.4	176	1.6	20900	22400	23900	25400	26700
23	1.5	202	1.8	24000	25700	27400	29300	30900
25	1.6	229	2.1	27300	29200	31100	33200	35000
26.5	1.7		2.4	30800	33000	35200	37400	39700
28	1.8	290	2.6	34500	37000	39400	42000	44400

注：原表的繩股直徑從3.3~46.5（毫米）；鋼絲的拉伸強度極限從130公斤/毫米²~200（公斤/毫米²）。



6×37=222根鋼絲繩加一根有機繩芯普通結構鋼絲繩 (摘錄)

表2-4

直徑 (毫米)		全部鋼絲 截面積 (毫米 ²)	每米長度 的繩重 (公斤)	鋼絲的拉伸強度極限 (公斤/毫米 ²)				
繩 股	鋼 絲			140	150	160	170	180
8.8	0.4	28	0.24	—	3430	3660	3880	4100
11	0.5	44	0.38	5080	5360	5780	6150	6550
13	0.6	63	0.57	7100	7760	8200	8770	9100
15.5	0.7	85	0.77	9750	10500	11200	11900	12500
17.5	0.8	112	1	12800	13700	14600	15600	16400
19.5	0.9	141	1.2	16100	17300	18500	19700	20900
21.5	1.0	174	1.6	20000	21400	22900	24300	25700
24	1.1	211	1.8	24200	25900	27600	29300	31260
26	1.2	251	2.3	28800	30800	32900	35000	37000
28	1.3	295	2.6	33800	36200	38600	41600	43400
30	1.4	342	3.1	39300	42000	44800	47500	50500
32.5	1.5	392	3.6	45000	48200	51400	54600	58000
34.5	1.6	446	4.1	51200	54800	58500	62200	66000
37	1.7	504	4.6	57800	62000	66000	70500	74400

注：原表繩股直徑從8.8~65 (毫米)；鋼絲的拉伸強度極限從130~200 (公斤/毫米²)。

第二节 滑輪、鏈輪和卷筒

在起重機械中用來支持或改變撓性構件運動方向的構件叫做導向構件，常用的有滑輪、鏈輪和卷筒。

一、滑輪和滑輪組

滑輪根據其結構特點分成定滑輪和動滑輪兩種。位置固定的滑輪叫做定滑輪 (圖2-6a)，它是用以支持撓性構件的運動並改變其運動方向的。位置可以移動的滑輪叫做動滑輪，它又分為省力動滑輪 (圖2-6b) 和省時動滑輪 (圖2-6c)，前者用以減少撓性構件的拉力；後者用以提高載荷的運動速度，縮短工作時間。

滑輪組是繞有撓性構件的由一定數量的定滑輪和動滑輪組成的裝置。利用滑輪組可以減小鋼絲繩的拉力，以便使用直徑較小的鋼絲繩、卷筒和滑輪，減小機構的傳動比，從而使整個機構的結構更加緊湊和簡化。

使用滑輪組後，究竟能省多少力，這決定於滑輪組的倍率。倍率是滑輪組的一個特性參數，它的大小由下式的比值決定：

$$a = \frac{V_{\text{卷}}}{V_{\text{貨}}} = \frac{n_{\text{繩}}}{n_{\text{卷}}} \quad (2-1)$$

式中： $V_{\text{卷}}$ ——卷筒的圓周速度；

$V_{\text{貨}}$ ——貨物的起升速度；

$n_{\text{繩}}$ ——滑輪組中鋼絲繩的承載分支數；

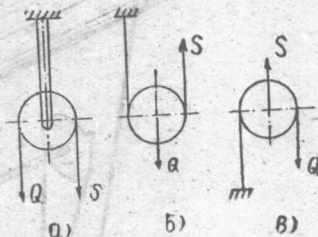


圖2-6 滑輪

a 定滑輪； b 省力動滑輪；

c 省時動滑輪