

高等学校教学用书

起重运输机械

交通大学起重运输机械教研组编



中国工业出版社

出版者的話

本书是以曾在交通大学工作过的苏联专家伊·彼·克魯其科夫同志的讲义为藍本，按照高等教育部所批准的起重运输机械的教学大綱編写而成的。全书分为四部分：第一部分为起重运输机械的零件和部件，第二部分为起重机械，第三部分为运输机械，第四部分为无軌运输。

本书可作为高等工业学校机械类专业起重运输机械課程的教科书，也可作为起重运输机械設計人員的参考书。

起重运输机械

交通大学起重运输机械教研組編

(根据机械工业出版社紙型重印)

*

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092¹/₁₆·印張15·字数340,000

1958年10月北京第一版

1961年8月北京新一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—813·定价(10-5)1.70元

統一书号: 15165·670 (水电-97)

前 言

起重运输机械这门课程是高等工业学校机械类的许多专业所共有的一门课程。过去我们缺少这方面的教材，更沒有一本适当的教科书。

1955年初，上海交通大学的苏联起重运输机械专家、苏联科学技术博士伊·彼·克魯其科夫教授为交通大学起重运输机械教研组全体教师，全国若干高等工业学校的进修教师及该教研组的全体研究生讲授了这门课程，并编写了讲义，解决了这门课程缺乏教材的困难。

1955年6月，高等教育部在哈尔滨工业大学召开了全国第二次机电专业会议，制定了起重运输机械课程的教学大纲，克魯其科夫专家亦曾蒞临指导。同年底，高等教育部批准了该项教学大纲。在该次会议中，与会的各校代表，一致希望交通大学起重运输机械教研组能够根据会议的精神，将克魯其科夫专家编写的讲义，按照高等教育部所批准的教学大纲，并结合我国具体情况编写成为起重运输机械的教科书，以应全国各校需要。

根据这个精神，交通大学起重运输机械教研组便制定了计划，组织了人力，进行了这一工作。从1955年暑假开始，在克魯其科夫专家指导下，前后进行了三次改编工作。在改编过程中，除了依据试用该讲义的若干经验外，还吸收了十余所高等工业学校教师的宝贵意见。目前第三次的改编已经完成，并由高教部交机械工业出版社出版，以应全国各校需要。

这次改编工作是由交通大学起重运输机械教研组教师和进修教师洪致育（绪论、第七章、第十五章至十八章）、韋鎮球、湯嘉吉（第一章至第六章、第八章）、朱允言、張志練（第九章至第十四章）等同志担任的；审阅工作是由赵介文等同志担任的。

在本书排版工作已经完成，即将付印之前，我们获得了苏联最近出版的有关起重运输机械的若干新书，如新的有关起重机械的国家法规等。这些书籍反映了苏联近年来在起重运输机械方面的飞跃发展和重大成就。为了使本书能够反映这些成就，把最新的科学材料介绍给读者，因此我们在尽可能保持本书原有的系统性的条件下，在校样上作了一些修改和补充。又因原来担任改编工作的同志中，不少已经离开我校，因此，这次修改校样的工作仅是由洪致育等同志担任的。由于时间匆促，未能征得部分原改编者的同意，特此申明。

本书的改编工作，限于时间和经验，疏漏之处在所难免，敬请各方面多多批评指正，提供宝贵意见，俾再版时能有所更正和改进。

交通大学起重运输机械教研组 1958年1月，上海

目次

前言	1
緒論	5
1 起重運輸機械在國民經濟各主要部門中所起的作用和意義	5
2 起重運輸機械發展簡史	6
3 我國和蘇聯起重運輸機械製造業的現況與今後發展方向	17
4 起重運輸機械的分類	20
5 起重機械的主要參數和工作類型, 運輸機械的主要參數	22
第一部分 起重運輸機械的零件和部件	
第一章 撓性構件	45
1 起重機械的撓性起重構件	45
1. 焊接鏈	45
2. 片式關節鏈	47
3. 麻繩和棉織繩	48
4. 鋼絲繩	48
5. 鏈條及鋼絲繩末端的固結方法	52
2 運輸機械的撓性牽引構件	53
1. 帶子	53
2. 牽引鏈	55
3. 繩索	62
第二章 滑輪組原理	63
1 滑輪	63
1. 定滑輪	63
2. 動滑輪	64
2 簡單滑輪組	65
3 雙聯滑輪組	66
第三章 撓性構件的承裝零件	68
1 焊接鏈的滑輪和驅動鏈輪	68
1. 焊接鏈的滑輪	68
2. 焊接鏈的驅動鏈輪	68
2 片式關節鏈的鏈輪	69
1. 起重片式鏈的鏈輪	69
2. 牽引片式鏈的鏈輪	69
3 繩索滑輪	71
4 起重卷筒	72
1. 焊接鏈卷筒	72
2. 繩索卷筒	72
5 摩擦卷筒	76
1. 簡單的摩擦卷筒	78
2. 雙摩擦卷筒	78
3. 絞盤	78

第四章 起重機械的取物裝置	78
1 起重吊鉤	78
1. 單鉤	79
2. 雙鉤	81
3. 片式吊鉤	81
2 起重吊環	81
1. 整體吊環	82
2. 關節吊環	82
3. 吊鉤和吊環的橫檔	83
3 輔助取物裝置和特种取物裝置	84
1. 吊鏈, 吊繩, 吊帶和起重承梁	85
2. 夾鉗取物器和偏心取物器	85
3. 料箱和畚斗	86
4. 起重電磁鐵	86
5. 抓斗	87
6. 液體金屬的盛桶	89
第五章 制動裝置	89
1 停止器	89
1. 棘輪停止器	90
2. 摩擦停止器	91
3. 滾柱停止器	91
2 制動器的工作原理及型式	92
3 徑向壓力式制動器	93
1. 塊式制動器	93
2. 帶式制動器	98
4 軸向壓力式制動器	102
1. 圓盤式制動器	102
2. 圓錐式制動器	103
3. 載重作用式制動器	104
4. 安全搖柄	106
5 離心式制動器	106
第六章 鋼軌和車輪	107
1 鋼軌	107
2 車輪	108
第七章 運輸機械的部件	112
1 支承裝置和改向裝置	112
1. 支承裝置	112
2. 改向裝置	113
2 張緊裝置	113
3 驅動裝置	114
1. 普通型式的驅動裝置	114
2. 鏈條驅動動力學	116
3. 特种型式的驅動裝置	116
4 裝卸裝置	118

第八章 起重运输机械的驱动	118
1 起重运输机械驱动的分类	118
1. 人力驱动	118
2. 蒸汽驱动	118
3. 气力驱动和液力驱动	119
4. 内燃机驱动	119
5. 电力驱动	119
2 人力驱动装置的零件	120
1. 摇柄	120
2. 棘轮扳手	121
3. 牵引轮	122
第九章 起重机械机构的计算原理	122
1 概論	122
2 起升机构	123
1. 人力驱动的起升机构	123
2. 机械驱动的起升机构	123
3 运行机构	127
1. 装在运行部分上的运行机构	127
2. 装在运行部分之外的运行机构	132
4 旋轉机构	133
1. 旋轉阻力的计算	133
2. 發動機功率的确定	136
3. 制动力矩的计算	136
5 变幅机构	137
例题起重量为 10 吨的电动桥式起重机 起升机构的计算	139

第二部分 起重机械

第十章 簡單起重机械	143
1 举重器	143
1. 齿条举重器	143
2. 螺旋举重器	145
3. 液压举重器	146
2 絞車	147
1. 人力絞車	147
2. 电动絞車	149
3 滑車	149
1. 人力滑車	149
2. 气压滑車	150
3. 电动滑車	151
第十一章 旋轉起重機	156
1 固定式旋轉起重機	157
1. 輕便的旋轉起重機	157
2. 轉柱式起重機	158
3. 定柱式起重機	161
4. 轉盤式起重機	166
5. 掩架式起重機	169

2 运行式旋轉起重機	170
1. 鐵路起重機	171
2. 履帶式起重機	177
3. 輪式起重機	179
4. 运行式旋轉起重機的穩定性	182
第十二章 橋式類型的起重機	184
1 橋式起重機	185
1. 人力單梁橋式起重機	185
2. 人力雙梁橋式起重機	186
3. 电动單梁橋式起重機	186
4. 电动雙梁橋式起重機	188
2 龍門起重機和半龍門起重機	198
第十三章 懸臂起重機	199
1 概論	199
2 具有固定臂的懸臂起重機	202
3 具有旋轉臂的懸臂起重機	203
第十四章 升降機(電梯)	205
1 概論	205
2 升降機的吊籠	206
3 吊籠和對重的導向裝置	207
4 升降機的孔道	209
5 升降機的對重	209
6 懸掛吊籠和對重的繩	210
7 升降機的絞車	210

第三部分 运输机械

第十五章 帶式運輸機	212
1 概論	212
2 支承裝置	215
1. 普通支承裝置	215
2. 定心滾柱支座	217
3 驅動裝置	217
1. 驅動裝置的結構	217
2. 驅動裝置的原理	219
4 張緊裝置	220
5 裝卸裝置	221
1. 裝載裝置	221
2. 卸載裝置	221
6 帶式運輸機的计算	223
1. 帶式運輸機的生产率	223
2. 帶速的選擇	223
3. 帶寬的确定	224
4. 运动阻力的确定	225
5. 帶的張力和發動機功率的确定	227
第十六章 鏈式運輸機	228
1 鏈式運輸機	228
2 板片式運輸機	228

3 小車式運輸機	232
4 懸式運輸機	233
5 刮板運輸機	238
6 斗式運輸機	241
7 斗式提升機	242
第十七章 其他型式的運輸機	245
1 滾柱運輸機	245
2 螺旋運輸機(蝸杆運輸機)	248
3 搖擺式運輸機	251
4 行動式運輸機(裝卸機)	254
1. 帶式裝卸機	254
2. 板片式裝卸機	256

3. 自行式裝卸機	256
4. 携帶式分段裝卸機	257

第四部分 無軌運輸

第十八章 無軌運輸機械	259
1 人力搬運車	259
2 自行式搬運車	261
3 牽引車及拖車	264
4 無軌運輸的計算	265
1. 所需搬運車數量的確定	265
2. 搬運車牽引力的確定	266

緒 論

1 起重運輸機械在國民經濟各主要部門中所起的作用和意義

在現代技術發展的情況下，要是不廣泛採用起重運輸機械來完成最艱巨、最繁重的工作以減輕人們的體力勞動並促使勞動生產率大大提高的話，那麼工業企業、碼頭、建築工程、倉庫、大型農業企業等的存在和正常工作簡直是不可想像的。

企業中整個生產過程的組織程度和企業的工作效率常決定於企業中主要生產過程機械化的情況和水平，特別是物品的裝卸、物品在企業內部的水平和垂直運輸、把材料和產品運到加工地點或應用地點、把成品送到倉庫和裝載場等工作的機械化。

在國民經濟的許多部門的發展中，要是企業的起重運輸設備沒有相應地增長和改善，那麼這些部門的增長和進一步發展是不可能的。因此，起重運輸機械製造業的增長和發展應該和國民經濟總的發展水平相適應。

遠在1931年，斯大林同志就已指出：“必須立刻實行把最繁重的生產手續機械化，並盡量開展這件事情（例如木材工業、建築業、採煤工業、裝卸工作、運輸業、黑色金屬冶煉業等等）”“生產手續機械化，是我們所應實行的一个新穎的和有決定意義的辦法，否則不能支持我們的發展速度，也不能維持我們的新的生產規模”。^①

1952年，蘇聯共產黨（布）第19次代表大會中央委員會的報告中提到：“在社會主義建設的各個階段，我們的黨一直在為有計劃地提高勞動生產率而努力，因為它是提高並改進社會主義生產的極重要的條件。”“蘇聯勞動生產率的迅速提高，主要是由於國民經濟中廣泛地使用新機器和採用先進的技術作業法，生產機械化和電氣化，特別是費力的、沉重的工作機械化……。”^② 1956年，赫魯曉夫同志在蘇聯共產黨中央委員會向黨的第二十次代表大會的總結報告中更指出：“必須廣泛發展生產過程的電氣化、全盤機械化和自動化……。”^③

對於正在進行社會主義建設的我國，提高勞動生產率正是保證國家工業化迅速實現的重要條件，1953年5月15日北京人民日報社論指出：“……減輕體力勞動，提高勞動生產率，這是我們在工業建設方面的重大努力目標之一。”

由於提高勞動生產率，就可以保證生產成本不斷降低，就可以騰出很多工人來擴大企業生產，或者到新建的企業中去工作，從而使再生產能夠不斷擴大，使整個國民經濟不斷高漲，使人民的物質與文化生活能夠不斷提高。

① 見斯大林：「列寧主義問題」中“新的環境和新的經濟建設任務”一文。

② 見人民週報1952年第43期。

③ 見赫魯曉夫：「蘇聯共產黨中央委員會向黨的第二十次代表大會的總結報告」的中譯本48頁。

在社会主义国民经济高速度蓬勃发展的情况下，起重运输机械不再是只在生产过程中起辅助作用，而是成了国民经济的所有主要部门中合理组织大批生产和流水作业的工艺过程的基础。此外，常常还用来满足人民日常生活和文化的需要，例如，在建筑物中装设的电梯或自动扶梯等。

这种情况就要求起重运输机械制造部门的广泛发展，增加起重运输机械的产量和种类，并在国民经济各个不同的部门中增加起重运输机械的使用程度。

在苏联，起重运输机械制造业已经随着国民经济各主要部门的增长和发展而发展起来了，并且现在已经成长为机器制造业中的一个独立部门。苏联起重运输机械制造业有着专门化的大工厂，这些工厂都是用现代的技术设备装备起来的，它们出产着足够数量的、生产率很高而技术上很完善的起重运输机械和起重运输装置。

国民经济中广泛采用起重运输机械的这个事实，要求我们在数量上和质量上加强培养起重运输机械设计、制造和运用方面的专家。

因此，在苏联所有高等工业学校中，都讲授起重运输机械方面的课程，并要求所有的学生都做这门课的课程设计，而在多科性的高等工业学校中，除此以外，还设置了起重运输机械专业以及相应的专业教研组，来负责培养出大量的具有这个专业的专业知识的青年工程师，这些教研组还进行着起重运输机械方面的科学研究工作。

在我国，起重运输机械制造业的发展也有很广阔的前途，这个专业必将随着我们国家的社会主义国民经济的迅速发展而日益发展。也正因为这样，所以现在我们要特别重视培养起重运输机械制造方面的科学和教学干部以及技术干部，并且在高等工业学校的许多专业的教学计划中都规定有起重运输机械的课程。目前这方面的工作正在迅速地进行着，这也就将更加保证巨大的国民经济建设任务的胜利完成。

2 起重运输机械发展简史

在远古时代，人类已经采用起重运输装置来减轻体力劳动，因为那时候就已经有起升和移动重量较大的物品的需要，因此也就不得不采用起重运输装置来进行这个工作。

随着农业的发展，随着房屋建筑工程以及防御野兽和敌对民族袭击的建筑物的建筑工程的发展，那些最初的、最简单的起重运输装置逐渐被人类所改善了。

手驱动和踏轮驱动可以算是起重运输机械发展初期的特点。

历史的记载证明：在古代的中国、埃及和罗马，起重运输机械都是很发达的。

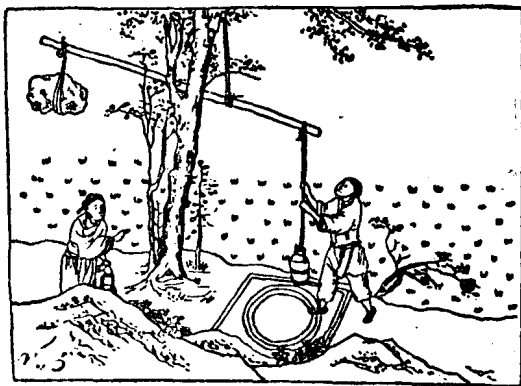


图 1

远在新石器时代末期（公元前5000年到4000年），我国古代劳动人民已能开凿和搬运巨石到远处（下部垫木滚），砌成石棺石台等来埋葬和纪念死者（现称巨石文化，在北京历史博物馆内有此陈列）。

根据明朝徐元启著‘农政全书’和宋应星著‘天工开物’的记载，在商朝就有汲水用的桔槔（图1），其发明时期约在公元前1765到1760年之间。

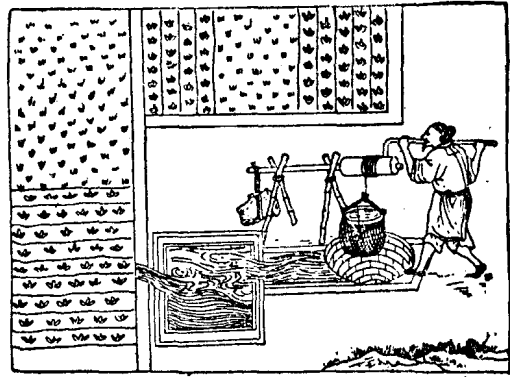


图 2

所谓桔槔，就是一种用杠杆、对重和取物装置构成的起重装置。

继桔槔之后，又有轆轤（图2）的发明。所谓轆轤，即现在绞车的雏形。轆轤的发明时期约在公元前1115年到1079年之间（见‘农政全书’）。

我国汉朝以后（公元200年以前），在四川的井盐开采工程中广泛使用起重装置。

从开井口、钻井以至汲卤，都是应用由绞车、滑轮组构成的起重装置来进行的（图3，图4）。还有使用畜力驱动的（图5）。



图 3



图 4

在埃及古王朝统治时代，建造金字塔时，广泛采用滚子、斜面和杠杆来起升大石块、石碑和雕像，这些物品的重量有的甚至达到1000吨。

在埃及，建造金字塔时，曾广泛采用以不等臂杠杆工作的逐级起升法（图6）。

在古代的希腊，起重运输机械得到了巨大的发展。

亚里斯多德（公元前384~322年）在他的著作‘力学问题’中，描述了杠杆、滚子、滑轮组和其他的起重装置。

在盖隆的著作中（公元前120年），描述了绞车（图7）、幅度不变的起重机和幅度可变的起重机。

阿基米德在保衛西西里島上的西拉柯慈城時曾經採用杠杆式起重裝置。利用這些起重裝置夾住並傾覆了從海洋方面圍攻城市的艦艇(圖 8)，以及從陸地方面圍攻城市的撞牆器。

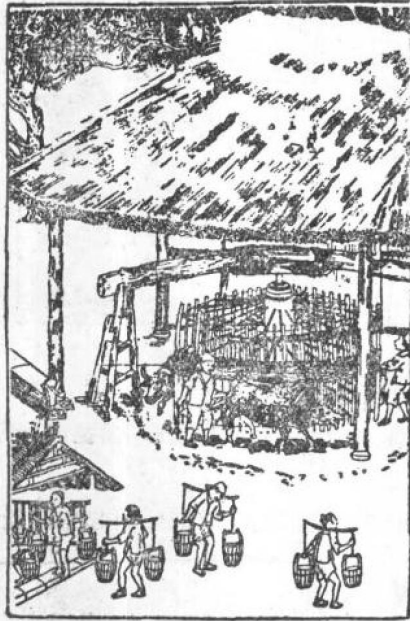


圖 5

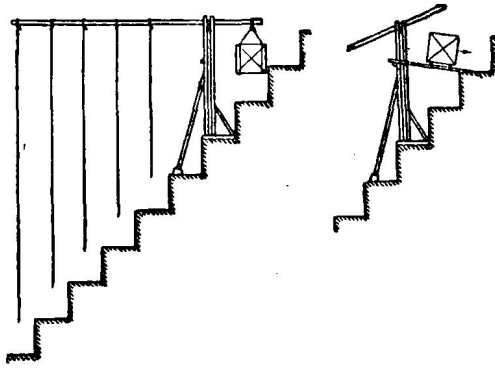


圖 6

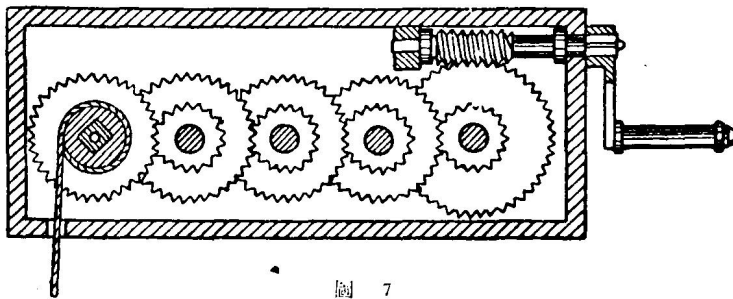


圖 7



圖 8

在維特魯維叶(公元前一世紀)的著作中,描述了某些起重裝置,有的具有人力轆轤和滑輪組(圖9),有的用踏輪驅動(圖10)或水力驅動。

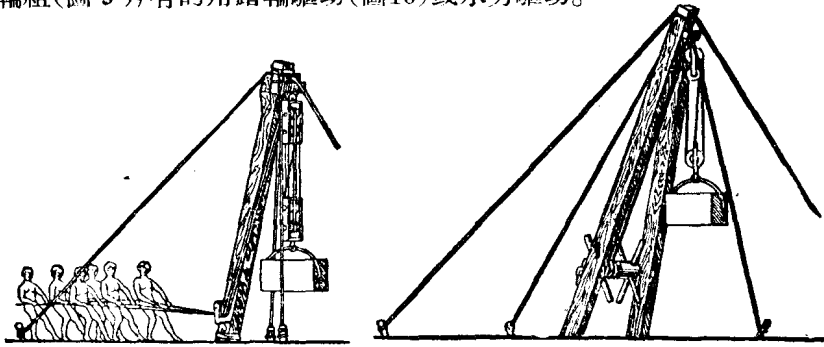


圖 9

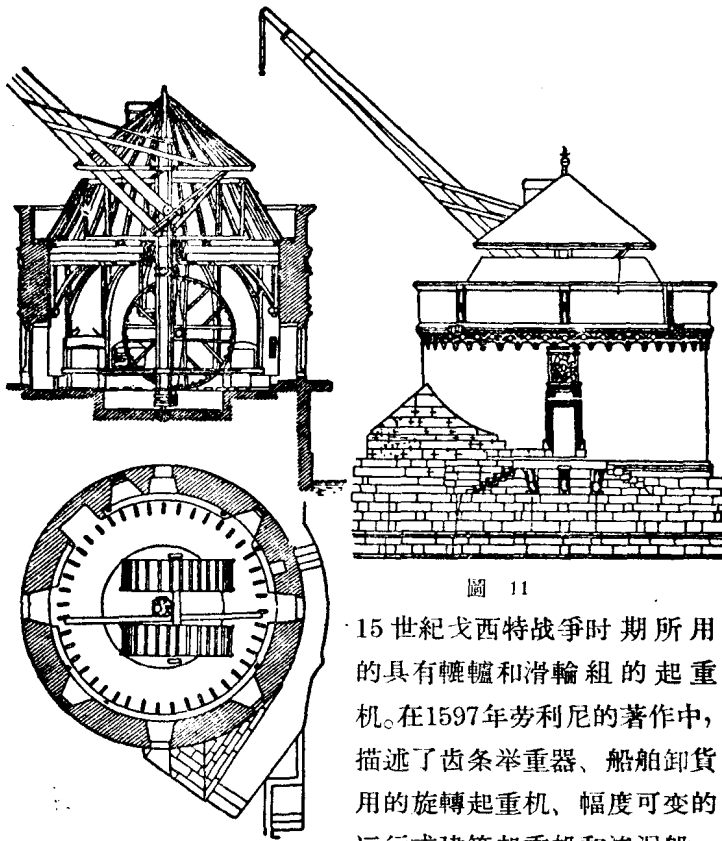


圖 11

15世紀戈西特戰爭時期所用的具有轆轤和滑輪組的起重機。在1597年勞利尼的著作中,描述了齒條舉重器、船舶卸貨用的旋轉起重機、幅度可變的運行式建築起重機和浚泥船。

1330年,在羅馬造了一台用踏輪驅動的旋轉起重機(圖11),它是用來使裝卸工作機械化的。

在阿格里高拉(1490~1550年)的著作中,曾經描述了旋轉起重機(圖12)。圖13上畫出了

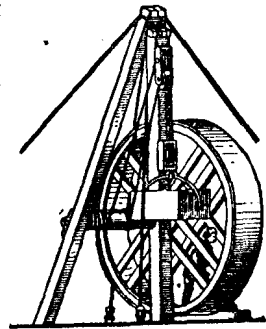


圖 10

1589年,在羅馬,建築師富達那起升石碑時曾經利用建築架,建築架的梁直徑達到65公分。他還用了40個12索的滑輪組和40台絞盤。起升石碑的工作是由800個人和140匹馬來進行的。

在里昂那達·達·芬奇,洛利尼,鍾克和勃朗克等人的著作中,描述了起重運輸機械在構造方面所作的巨大改進。

这些書籍中記載了下列零件和部件的采用:自鎖式蝸輪傳动裝置、棘輪扳手(棘輪和爪)、抓斗、帶有运行小車的起重機、齒輪、起重卷筒、逆轉离合器(圖14)等,起重運輸機械上的這些零件和部件直到現在還沒有什麼基本的變更。那時候的起重運輸機械的零件和機構中,大部分用木材制成,很少數的才用鑄鐵和青銅制成。

1743年,在北京成功地解決了一個複雜的技術問題,那就是把長河北岸萬壽寺所懸的大鐘搬運到北京西直門外西北的覺生寺來懸挂(這個寺現名大鐘寺)。大鐘為明朝姚廣孝所鑄,重約50余噸(尚待考查)。

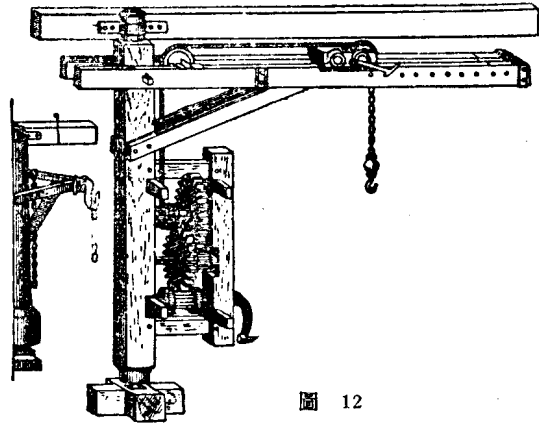


圖 12

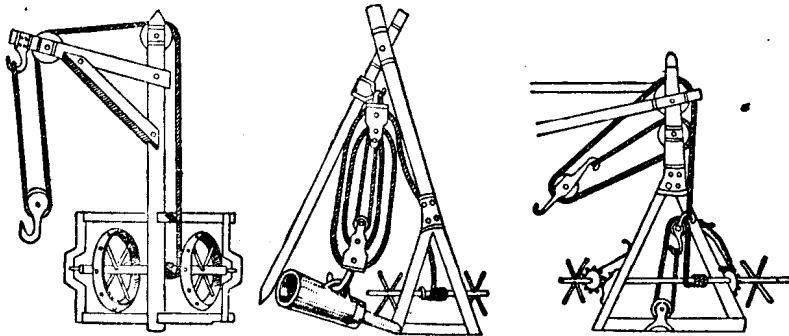


圖 13

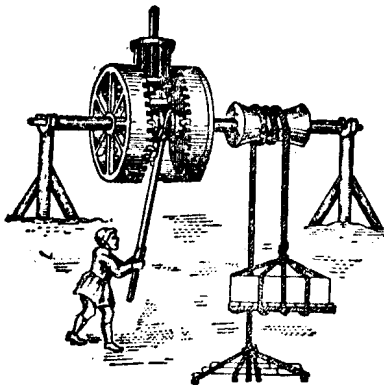


圖 14

從16世紀開始,起重機開始在俄國工業中採用了。在俄國,製造并安裝了世界上第一套機械化旋轉鑽井裝置,這套裝置用在開采鹽液時做鑽井工作,這套裝置是用人的起重機裝起來的(圖15)。

1674年,在莫斯科把重130噸的大皇鐘起升到克里姆林宮的鐘樓上去。起升工作是用杠桿、繩索滑輪組和木制轆轤來完成的。

在17世紀的前50年內,土拉和慈凡尼哥羅德的工廠已經製造用來鑄炮筒內徑的鑿孔裝置(圖16),鑿孔裝置上面裝有起重設備。

在18世紀的書籍中,有着關於1703年彼得鑄鐵廠採用起重運輸裝置的記述。

1731年,在叶加特林堡工廠裝了一台人力起重機,用來把鑄鐵起升到裝載場上。

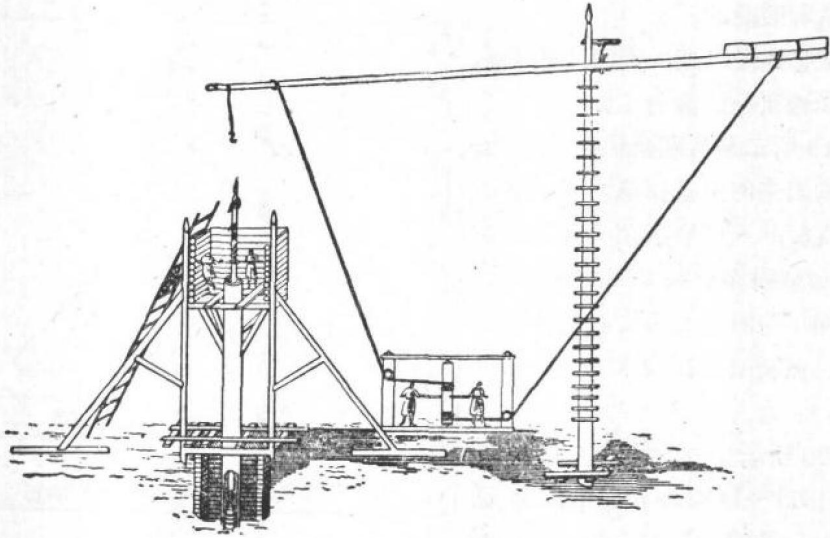


圖 15

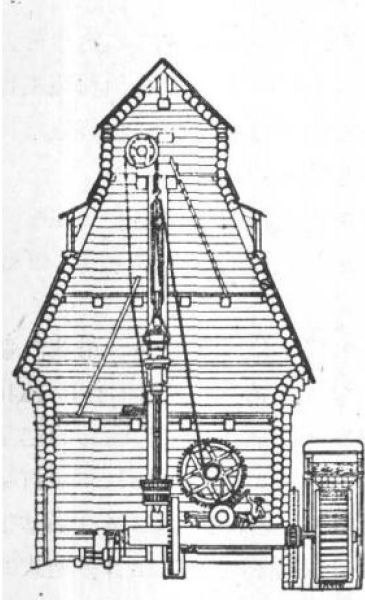


圖 16

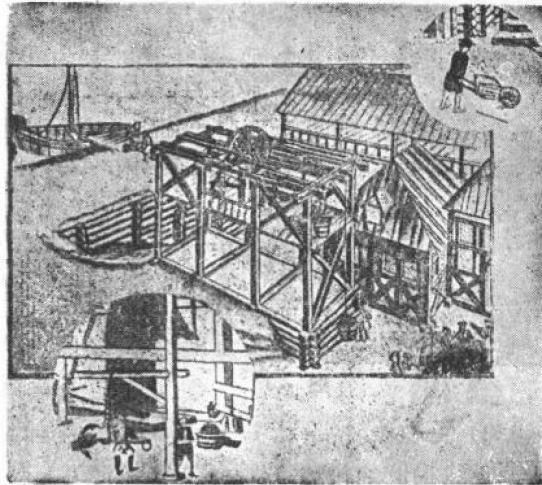


圖 17

鑄鐵盛在兩只互相均衡的桶內提升，每只桶內 100 普特，載重的桶上升時，空桶就起着對重作用。

圖 17 畫出了叶加特林堡工廠所制造的高爐升降機，在圖左下角的圓圈中畫出了鐵錨車間的旋轉起重機。

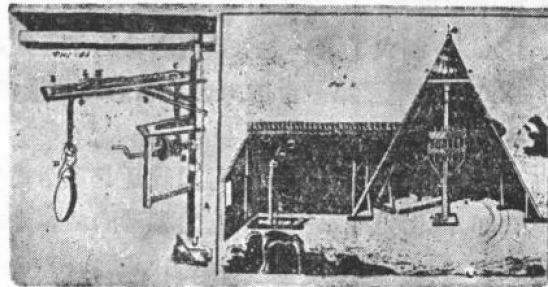


圖 18

在羅蒙諾索夫 1742 年著作的‘冶金工業的首要基礎’中，描述了礦井升降機（圖 18 右）和臂架上帶有小車的旋轉起重機（圖 18 左），這兩種起重機都是在烏拉爾的工

厂中制造和装设的。

也正是这段时期，俄国开始组织了起重运输机械的设计工作。

圖 19 所示是从新西伯利亞的档案中仿制出来的起重轆轤的圖，这是那时最卓越的技师费道尔·包尔士在 1793 年替彼得堡铁路工厂设计的。这可以证明，当时正在发展着的俄国起重运输机械制造业在技术上已经相当成熟了。

圖 20 所示是依索拉的机械制造工厂在 1811~1812 年根据俄国自己的圖样制造的第一只淤泥船，这只船

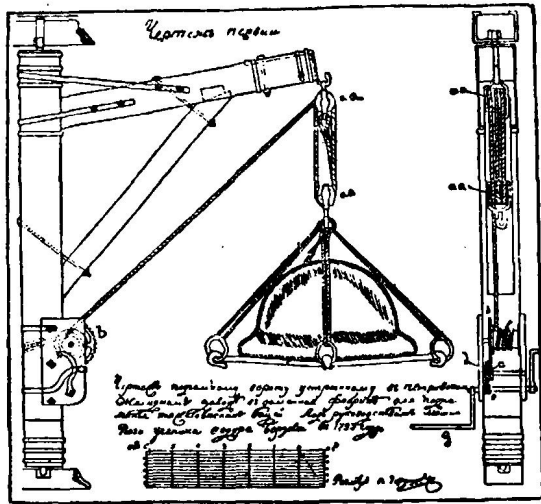


圖 19

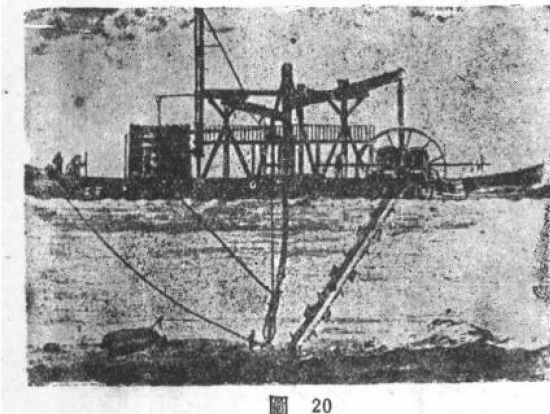


圖 20

的生产率在当时是空前的，达到每晝夜 1000 公尺³，而且它能顺利地工作很长时间而不需要停靠到塔琅施塔得港的停泊处去清洗船底。

工业中蒸汽机的出现大大地推动了起重运输机械的进一步发展和改善。

1827 年，出现了第一台用蒸汽驱动的固定式旋转起重机(圖 21)。1846 年，第一次制成了用液力驱动的起重机

(圖 22)。再晚些时候，在 1880 年制成了用蒸汽驱动的铁路起重机(圖 23)。用蒸汽驱动的起重机很快地在码头、仓库和其他地方的装卸工作中广泛采用起来。蒸汽驱动很快地在起重运输机械制造业中取得了稳固的地位，并且很顺利地开始在各种型式的起重机中采用。

1886 年，制成了第一台用蒸汽驱动的浮游式起重机。

1895 年出现了第一台用内燃机驱动的起重机，但在那个发展阶段中，内燃机驱动还比不上蒸汽驱动。

工业中电力驱动的出现，可以说是起重运输机械进一步蓬勃发展的转折点。

1880 年，出现了第一台用电力驱动的载客升降机。1885 年制成了电力驱动的旋转起重机。1887 年，制成了第一台电力驱动的桥式起重机。1889 年，出现了电力驱动的门座起重机和门座起重机，这些起重机用来做码头和停泊处的工作。

电力驱动有许多超过别种驱动方式的优点，这也就是起重运输机械制造业中广泛采用电力驱动的原因。

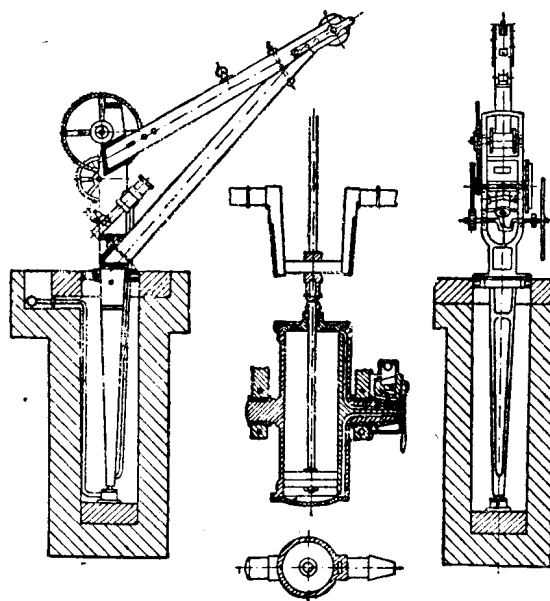


圖 21

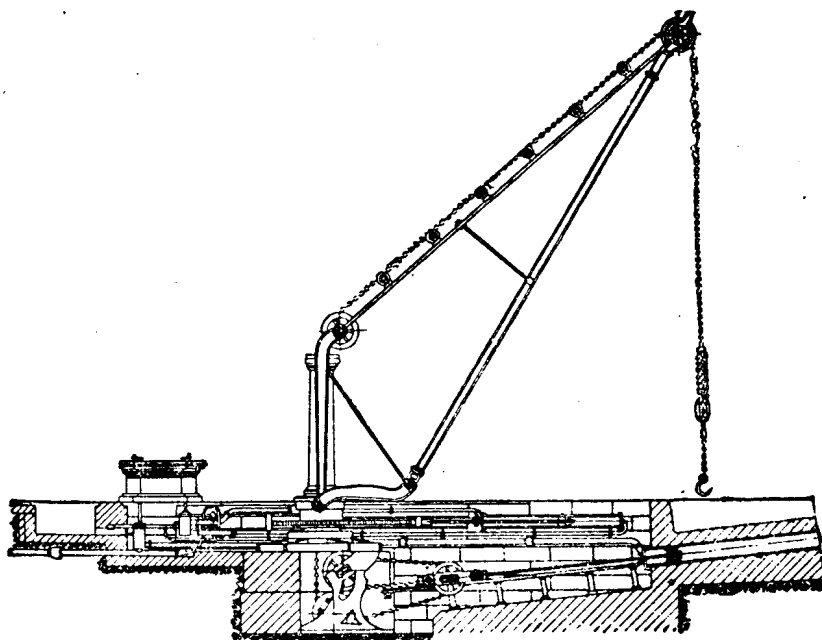
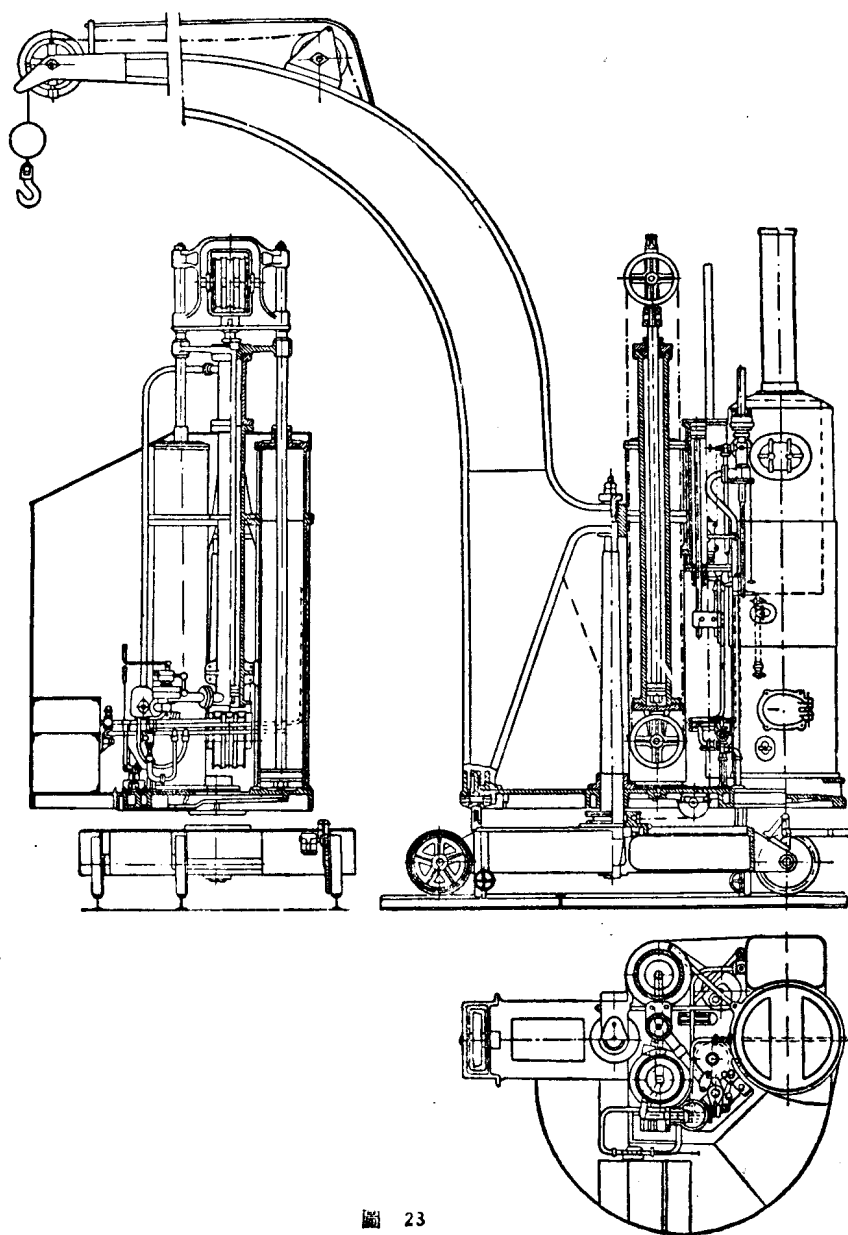


圖 22



連續運輸機是和起重機差不多同時出現并發展起來的。那時候連續運輸機在建築工程、農業、給水、礦業和其他經濟部門中得到了廣泛的採用。

公元 186 至 189 年間，我國有翻車(圖 24, 25)的發明。據‘農政全書’記載，系漢朝畢嵐所設計製造。翻車是一種取水和排水用的連續運輸機，和現代的括板運輸機極為相似。它的生產率要比桔槔、轆轤等間歇工作的起重裝置的生產率大得多。這種機械一直保存到現在，在南方各省還很廣泛使用。

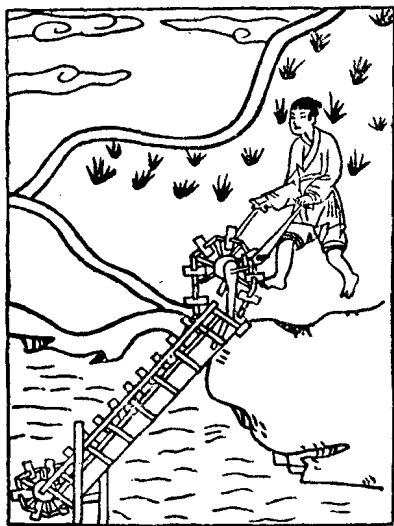


圖 24



圖 25

繼翻車之後，又有高轉筒車(圖 26)的創造。這種機械是現代斗式提升機的雛形，其汲水高度可達 33 公尺以上。發明時期約在公元 600 年以前。

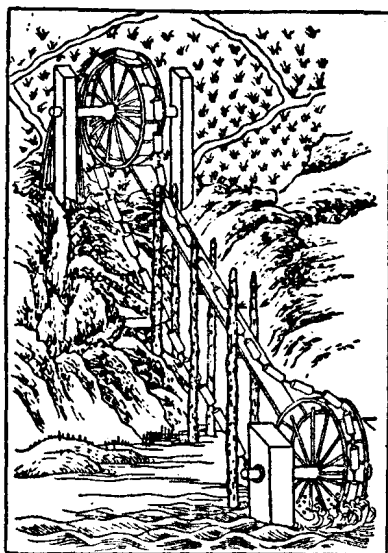


圖 26

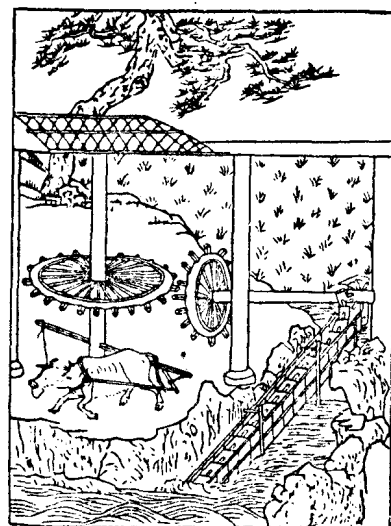


圖 27