

高等學校教學用書

# 起重运输机械

苏联技术科学博士 A. A. 多尔格连柯教授 著

武汉水运工程学院港机系起重运输机教研组 译

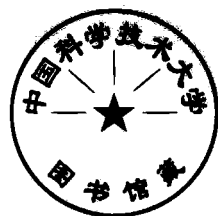
人民交通出版社

高等學校教學用書

# 起重运输机械

苏联技术科学博士 A. A. 多尔格連柯教授 著

武汉水运工程学院港机系起重运输机教研組 譯



人民交通出版社

高等学校数学用书  
起重运输机械

А. А. ДОЛГОЛЕНКО  
ДОКТ ТЕХН НАУК ПРОФ

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ  
МАШИНЫ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ.  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ

Допущено Министерством  
высшего образования СССР  
в качестве учебника для специальности  
«Восстановление водного транспорта»



ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград 1956

本書系根据苏联河运出版社列宁格勒分社1956年俄文第三版修订本译出  
武汉水运工程学院港机系起重运输机械教研组 译

人民交通出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可証出字第〇〇六号

新华书店科技发行所发行 全国新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印刷

1961年7月北京第一版 1961年7月北京第一次印刷

开本: 850×1168毫米 印张: 12张

全书: 300,000字 印数: 1—525册

统一书号: 15044·5374

定价(10): 2.05元

## 內 容 提 要

本書共分三篇，前两篇研究水运方面所应用的起重運輸机械，內有对这些机械的介绍、比較和基本計算，第三篇則敘述有关装卸机械的技术管理問題。

本書在苏联曾被苏联高等教育部批准作为水运管理专业的教科書用。

本書作为高等院校水运管理专业、水运經濟专业的教学用書，亦可作为中等专业学校港口机械专业的主要参考書，并可供交通部門有关专业人員工作或业余学习的参考。

希望使用本書的单位或个人多多提出改进意見，逕寄武漢水运工程学院，以便再版时修改。

# 目 录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 前言                                | 6  |
| 緒論                                | 7  |
| § 1 起重运输技术发展的概述                   | 7  |
| § 2 起重运输技术的现代状况及其在国民经济中的作用<br>和意义 | 9  |
| § 3 水运部門起重运输机械建造的基本方向             | 11 |

## 第一篇 周期动作的起重运输机械

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一章 基本概念              | 13 |
| § 4 周期动作的起重运输机械的分类及用途 | 14 |
| § 5 起重机械机构的部件及装置      | 20 |
| § 6 起重机械的驱动装置         | 23 |
| § 7 起重机构的工作状态         | 26 |
| § 8 作用载荷及計算载荷         | 28 |
| § 9 容許应力              | 33 |
| 第二章 吊貨設備              | 35 |
| § 10 吊貨設備的分类及用途       | 35 |
| § 11 万能吊貨設備           | 35 |
| § 12 工作件              | 39 |
| § 13 专用的吊貨設備          | 43 |
| 第三章 挠性构件、滑輪、卷筒和滑輪組    | 50 |
| § 14 挠性构件             | 50 |
| § 15 滑輪               | 54 |
| § 16 滑輪組              | 57 |
| § 17 卷筒               | 61 |
| 第四章 制动裝置              | 64 |
| § 18 停止器              | 64 |

|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| § 19 | 块式制动器 .....            | 67  |
| § 20 | 带式制动器 .....            | 72  |
| § 21 | 圆盘制动器和锥形制动器 .....      | 76  |
| § 22 | 调节式制动装置 .....          | 78  |
| 第五章  | 起升机构 .....             | 79  |
| § 23 | 千斤頂和絞車 .....           | 79  |
| § 24 | 起重機起升機構 .....          | 87  |
| 第六章  | 起重機旋轉機構 .....          | 91  |
| § 25 | 构造与驱动装置 .....          | 91  |
| § 26 | 作用在起重機旋轉部份上的載荷 .....   | 93  |
| § 27 | 轉盤式支承結構 .....          | 96  |
| § 28 | 轉盤式起重機之旋轉阻力及功率計算 ..... | 101 |
| § 29 | 柱式起重機 .....            | 103 |
| § 30 | 傾斜的影响 .....            | 106 |
| 第七章  | 变幅机构 .....             | 108 |
| § 31 | 物品曲綫位移的起重機 .....       | 109 |
| § 32 | 物品水平位移的起重機 .....       | 112 |
| § 33 | 运行小車变幅 .....           | 120 |
| 第八章  | 运行机构 .....             | 121 |
| § 34 | 运行机构的构造和計算 .....       | 121 |
| § 35 | 輪压 .....               | 127 |
| 第九章  | 不稳定运动和电动机选择 .....      | 131 |
| § 36 | 起重機在不稳定运动期間的工作 .....   | 131 |
| § 37 | 在启动和制動期間的最大力矩 .....    | 135 |
| § 38 | 电动机选择 .....            | 138 |
| § 39 | 起重機電動機的供电方法 .....      | 141 |
| 第十章  | 起重機 .....              | 142 |
| § 40 | 旋轉起重機 .....            | 142 |
| § 41 | 稳定性計算 .....            | 158 |
| § 42 | 桥式起重機和龍門起重機 .....      | 161 |
| § 43 | 裝卸桥和纜索起重機 .....        | 165 |
| § 44 | 浮游起重機 .....            | 169 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第十一章 升降机及翻车机 .....        | 173 |
| § 45 垂直升降机和倾斜升降机 .....    | 173 |
| § 46 翻车机 .....            | 178 |
| 第十二章 运输设备 .....           | 181 |
| § 47 溜运装置 .....           | 181 |
| § 48 架空轨道 .....           | 186 |
| 第十三章 地面运输机械 .....         | 191 |
| § 49 自行小车和牵引车 .....       | 191 |
| § 50 自动装卸机 .....          | 194 |
| § 51 单斗装卸机和专用汽车 .....     | 197 |
| 第十四章 周期动作的机械之生产率 .....    | 200 |
| § 52 循环时间的确定 .....        | 201 |
| § 53 有效起重量和机械利用系数 .....   | 209 |
| § 54 起重量和运动速度的选择 .....    | 211 |
| § 55 先进起重机司机的某些工作方法 ..... | 212 |

## 第二篇 連續运输机械

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第十五章 連續运输机械的分类、使用范围和生产率 ..... | 214 |
| § 56 分类和使用范围 .....            | 214 |
| § 57 連續运输机的生产率 .....          | 219 |
| 第十六章 带式运输机 .....              | 220 |
| § 58 带式运输机的构造 .....           | 220 |
| § 59 运输带 .....                | 222 |
| § 60 支承和导向装置 .....            | 226 |
| § 61 驱动装置和张紧装置 .....          | 230 |
| § 62 装载和卸载装置 .....            | 234 |
| § 63 带式运输机的生产率及带宽的选择 .....    | 240 |
| § 64 运移阻力，带子张力和发动机功率的决定 ..... | 243 |
| § 65 移动式、浮游式和专门的装载运输机 .....   | 254 |
| 第十七章 鏈式运输机 .....              | 262 |
| § 66 鏈式运输机的结构、主要零件和部件 .....   | 262 |
| § 67 板式和槽式运输机 .....           | 264 |

|                        |                                            |     |
|------------------------|--------------------------------------------|-----|
| § 68                   | 輸木机 .....                                  | 268 |
| § 69                   | 刮板運輸机 .....                                | 270 |
| § 70                   | 鏈式運輸机运移阻力、鏈条张力和驅動功率的决定 .....               | 275 |
| § 71                   | 动載荷和鏈条最大张力的决定 .....                        | 278 |
| 第十八章 提升机 .....         |                                            | 282 |
| § 72                   | 斗式提升机的结构、它的零件和部件 .....                     | 282 |
| § 73                   | 斗的裝載与卸載 .....                              | 286 |
| § 74                   | 提升机的生产率、基本参数的选择、牵引构件张力和<br>和发动机功率的决定 ..... | 290 |
| § 75                   | 斗式提升机的变体及其基本特性 .....                       | 292 |
| § 76                   | 件貨提升机 .....                                | 295 |
| 第十九章 輸送机 .....         |                                            | 298 |
| § 77                   | 运移散貨的輸送机 .....                             | 298 |
| § 78                   | 运移件貨的輸送机 .....                             | 301 |
| 第二十章 无牵引构件的連續運輸机 ..... |                                            | 305 |
| § 79                   | 螺旋運輸机 .....                                | 305 |
| § 80                   | 慣性運輸机 .....                                | 309 |
| § 81                   | 拋装机 .....                                  | 312 |
| § 82                   | 驅動滾柱運輸机 .....                              | 313 |
| 第二十一章 輔助設備 .....       |                                            | 314 |
| § 83                   | 重力裝置 .....                                 | 314 |
| § 84                   | 存仓和閉鎖器 .....                               | 318 |
| § 85                   | 給料器与卸料器 .....                              | 323 |
| § 86                   | 秤量裝置 .....                                 | 327 |
| 第二十二章 气力 运输 裝置 .....   |                                            | 330 |
| § 87                   | 气力运输裝置的基本概念 .....                          | 330 |
| § 88                   | 气力运输裝置的計算 .....                            | 333 |
| § 89                   | 气力运输裝置的元件 .....                            | 342 |
| 第二十三章 液体貨物裝卸裝置 .....   |                                            | 348 |
| § 90                   | 基本概念 .....                                 | 348 |
| § 91                   | 基本計算 .....                                 | 349 |
| 第二十四章 架空索道 .....       |                                            | 352 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| § 92 架空索道的基本概念 ..... | 352 |
|----------------------|-----|

### 第三篇 装卸机械的技术管理

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第二十五章 起重运输设备的验收 .....       | 358 |
| § 93 起重机和升降机的验收 .....       | 358 |
| § 94 連續运输机械的验收 .....        | 361 |
| § 95 起重运输机的运输 .....         | 363 |
| 第二十六章 起重运输设备的安装 .....       | 364 |
| § 96 安装工作的組織及其基本方法 .....    | 364 |
| § 97 基本的安装设备及其使用方法 .....    | 366 |
| § 98 金属結構和起重机各部件的安装 .....   | 369 |
| § 99 連續运输机的安装 .....         | 371 |
| 第二十七章 起重运输设备的管理 .....       | 372 |
| § 100 起重运输机的技术保养 .....      | 372 |
| § 101 潤滑 .....              | 374 |
| § 102 动力设备的技术保养 .....       | 376 |
| § 103 起重运输设备的故障及其消除方法 ..... | 379 |
| § 104 安全技术 .....            | 381 |
| § 105 說明书和工作登記 .....        | 382 |
| 第二十八章 起重运输设备的修理 .....       | 386 |
| § 106 修理工作的基本知識及組織 .....    | 386 |
| § 107 修理厂 .....             | 388 |

## 前 言

本版起重运输机械教科书是根据“水运管理”专业新教学大纲編著和重新修訂的。

本書的篇幅由于講述順序的改变，避免了重复，以及去掉了一些陈旧的材料，故有些縮減。

此外，根据教学大纲刪除了浮式起重机穩定性的計算，因为这一問題在專門的課程里有詳細的敘述。港口連續运输装卸机械新图册的出版（編者为А.И.別斯托夫和Ю.В.葛盖曼）使有可能由本教科書中将第二版曾刊載过的某些插图取消。

与第二版比較，对于有关技术管理、輔助装置、門式起重机等問題的敘述有所发展。

本書刪除了一些旧的資料，增补了一些最新式机械的介紹。同时在本書中保留了那些工业部門虽已停止生产，但在港口仍广泛应用着的机械。

在連續运输机械、起重运输机的各机构、起重机生产率等的計算上做了較显著的修改。

著 者

## 緒 論

在水运管理工程师面前經常出現許多各式各样的有趣的問題，这就要求他們必須具有廣泛的知識和利用現代科学技术成就的才能。

特別是，水运管理工程师必須很好地了解港口所設有的起重運輸機械的構造，能够正确地評價各种类型机器的优缺点，保証装卸設備以高生产率进行工作、提高劳动生产率、降低成本，以及对起重運輸機械能进行基本的計算，并知道这些機械的技术管理方法。

### § 1 起重運輸技术发展的概述<sup>①</sup>

在紀元2000多年以前的远古时代，已經采用了最簡單的起重裝置。約在3000年前，在古老的东方国家里人們利用陶器提水，那就是現代斗式提升机的原形。在古希腊采用过一种裝置，那就是最簡單的起重机的雛形。

建造帶变幅和不变幅的旋轉起重機，根据所有材料的判断，尚属于文艺复兴初期。

稍晚——于15世紀——在制粉业中开始使用第一批連續運輸機械（螺旋輸送机），这种機械以前是一种提水裝置。散貨提升机不晚于16世紀就被采用了。有資料記載有在16~18世紀已經在浮動挖泥船上使用了卸泥的刮板輸送机。

在17世紀的后期出現了多綫环形索道的雛型。

磨坊生产中所使用的帶式運輸机的介紹，于18世紀末第一次

<sup>①</sup> B.B.达尼列夫斯基，俄罗斯技术，1949；A.П.斯皮瓦考夫斯基，H.Ф.魯登柯，起重運輸機械，1949；A.П.斯皮瓦考夫斯基，B.K.季雅考夫，運輸機械，1955。

出現在印刷物上。

在19世紀初期出現了機動（水力和蒸汽）起重機。在本世紀中葉已開始採用氣力運輸裝置。

19世紀的後半葉建造了第一批浮式及鐵路起重機、纜索起重機、近代的架空索道、乘客電梯、板式運輸機、浮式氣力裝卸機。

在19世紀末，在起重運輸機械上出現了電氣驅動裝置，它很快地將大多數機械上的其他類型的驅動裝置排擠出去。

在20世紀初，由於流水生產的企業的建立，連續運輸機械得到了大大的發展。

近10年來出現了各種類型的無軌運輸裝卸機械、特型高生產率的起重機和連續運輸機。

關於最簡單的起重裝置的構造和它在俄國應用的資料可以在14~15世紀的編年史中找到。

在17世紀中葉（1668年）在莫斯科實現了將重130噸的大鐘—王起升到莫斯科克里姆林宮鐘樓上的巨大工程，而在1769年在彼得堡為建造彼得一世的紀念碑搬動了一塊重約1000噸的大理石。

18世紀在我国的塔吉爾河下游附近由Е.Г.庫茲涅佐夫建造了一台多斗鏈式提升機，在阿爾泰К.П.弗羅洛夫建造了當時很大的一台水力驅動的提升裝置，它能夠將礦石由深68米的礦井中提升上來。在1859~1860年А.洛帕享第一次將他所建造的固定式和移動式帶式運輸機用在採礦工業上。在1869~1870年М.科烏佐夫建成了第一台俄國的鏈板式運輸機。

上世紀末在普提洛夫、莫斯科、索爾莫夫、布良斯克，克拉馬托爾斯克、尼古拉耶夫及其他工廠開始建造近代的起重機械。

起重運輸機的第一本教程是И.А.維升涅格拉德斯基教授編寫的（1871年）。

對起重機理論和計算作進一步加工的有А.М.薩穆斯、М.Н.別爾洛夫、А.И.錫多羅夫、Л.Г.基費爾、Л.З.拉特諾夫斯基等教授。

只有在偉大的十月革命之後，才有條件大力發展起重運輸事

业。自1928年起加强了起重运输机械的设计工作。就在同年“红色金属工人”工厂开始成批地生产连续运输机械。在以后的年代里生产起重运输设备的工厂增加得很快。组成了专门的科学研究所（起重运输机械研究所ВНИИПТ），后来改名为全苏起重运输机械制造研究所（ВНИИПТМАШ）。科学工作一直在许多高等技术学校和各部门的研究所里发展着。

我国学者许多著作的出版促进了起重运输事业的发展，其中有连续运输机现代理论和计算的奠基人П.С.庫茲明教授和科学院通讯院士А.О.斯比伐孜夫斯基教授的著作，以及И.И.阿勃拉莫维奇、А.И.杜克利斯基、Н.Н.叶姆佐夫、Л.Г.基费尔、Н.Ф.魯坚科教授及起重机和架空道方面的其他学者的著作。许多工厂和设计机关对起重运输机械制造业的发展作了重大的贡献。

在现代的起重运输机课程中用到理论力学、材料力学、机械原理、机械零件和其他一些工程基础课程中的基本公式和原理。

## § 2 起重运输技术的现代状况及其

### 在国民经济中的作用和意义

起重运输技术是用来实现装卸和运输过程的。在进行流水生产的企业中运输机械被列为保证工艺过程不间断的整套机器中的一部分。在现代的黑色冶金企业和重型机器制造业中都设有绝大的起重装置，它们工作在原料场、仓库、车间，保证运送重达数十吨的零件到其加工或装配地点。在轧钢车间里装备着有驱动装置的滚柱运输机、滚柱链式运输机和其他起重运输设备，这些起重运输设备包括在整个工作系统中，并由中央操纵台来操纵，因此这些车间里的工人人数减到了最少。炼铁、铸工、锻工、金属加工等车间需要设有各种完善的起重运输设备网，其中包括强大的桥式起重机、翻斗提升机、铸造用输送机等。

有色冶金业和化学工业的发展与广泛地使用连续运输机械来进行车间之间、车间内部和仓库内部的运输联系着。

输送机应用得最广泛的是大量生产的工厂里的装配车间，在

那里整个装配工作是在被装配的机组沿输送机运动的过程中进行的。

在采煤和采矿工业中，无论地下运输或地上运输对保证矿井的高生产率来说都有巨大的意义。只有依靠高度发达的起重运输技术，才能够在这些工业部门中实现将用现代化机器开采的、为数巨大的煤、矿石和废石运出。

起重运输技术在我国的大型建筑工地上、工厂里、各个地区都有重大的意义。在建筑工地上有极大量的泥土和建筑材料需要装卸和运输，这就要求采用大量各种各样的起重运输设备（门式起重机、各种装卸机、架空道、带式输送机、特种汽车等），与挖土机和其他建筑机械协同工作。

在工业企业、住宅、道路、桥梁、水工建筑的建筑工地上，只有将发达的起重运输技术和建筑机械结合起来，才能保证建筑的高生产率。

起重运输机械在农业上有很大的意义，在那里，特别是在粮仓里，带式输送机、提升机和其他连续运输装置早已得到了应用。

轻工业企业和食品工业企业、木材转运站、铁路运输和其他各种国民经济部门都装备着起重运输机械，用来减轻劳动和保证所需要的生产率。

在水运界，起重运输机械运用在港口里、工业企业中、船舶上和起船设备上。

现今港口中的基本装卸设备是门式和浮式起重机。大多数的门式起重机，河港的起重重量在10吨以下，海港的在15吨以下（包括15吨），虽然在海港有时也遇到起重重量在40吨以下的门式起重机。门式起重机的悬臂达30~40米。有时不用门式起重机，而采用半门式起重机。起重重量小的（5吨以下）浮式起重机在河港中使用得很普遍。在海港采用大起重重量达100~350吨的浮式起重机。于码头附近设有宽面积库场的港口中，往往采用桥式装卸机、桥式缆索装卸机或缆索装卸机。在港口陆域内则应用铁路、履带和汽车起重机。

在只將散貨（糧食、煤炭、礦石等）裝船的专业碼頭上普遍地應用着連續運輸機械，主要是帶式運輸機。越來越多地將氣力裝置用于由船上卸糧食的工作中。各種類型的船倉機械也越來越普遍。在倉庫內裝卸件貨是用電動和自動裝卸車，裝卸散貨則用各種裝卸機、移動式和固定式的連續運輸機。

港內運輸則採用機械化小車和特种汽車，后者又可作遠程運輸用。

在水上裝卸則用浮式起重機和浮式裝卸機。在裝卸作業中也廣泛地使用船上的起重運輸設備。

### § 3 水運部門起重運輸機械建造的基本方向

在第六個五年計劃中所規定的我國各種工業、農業和交通運輸業的巨大發展要求改善現有的和建造新的高生產率的設備，其中包括起重運輸機械。

改善現有的和制造新的裝卸設備的目的，必須是保證降低制造時的材料消耗和使用時的能和燃料消耗的情況下有更高的生產率，減低機械的自重和成本。

在蘇聯共產黨第廿次代表大會的決議中指出，必須大大地加強工作機械化的速度及在工業中廣泛地實現生產過程的自動化；而在水運部門，除去其他任務外，還必須在主要港口內實現裝卸工作的綜合機械化，使它於1960年在海港達到65%。

后一項任務的實現是與裝卸過程的自動化密切聯系着的，特別是在複雜的綜合連續運輸設備中。

在水運上，特別是在河運上，由於深水水庫的建設，船舶的積載量在不斷增大，這就為採用大起重量的起重機創造了有利的條件。

在建造港口中的基本設備——新型起重機的時候，以及在改善現有起重機的時候，必須對降低它們的成本和自重，對廣泛地採用自動連鎖裝置和自動信號設備等來改善操縱系統予以特別注意。

必須制造和采用新型的連續運輸机械。提高現有某些連續運輸机的速度，是合理的。

为了卸散运的粮食和粉状貨物，气力装置的采用，日漸增多，这种装置能够保証很高的劳动生产率。船仓工作全面机械化的解决是当前最迫切的任务之一，解决这一任务需要建造生产率高而又灵活的仓内机械，以及在現代化的船上装备以机械化的装卸設備。

另一个任务就是改善現有的并制造新型的取物装置，这个任务的完全解决，对于提高装卸难于抓取的貨物（块石、矿石等）的效率有重大意义。

在仓库里运输和堆碼件貨用的机械小車，特別是装卸車，必須按照提高它們的生产率、灵活性和适于实现装卸过程中各种各样作业的方向加以改善。

使用低合金鋼来代替碳素鋼作机器的重要零件，采用多种的軋制件和更完善的机构，考虑到机器的实际使用条件在計算时有論証地降低安全系数，将会促进符合当前要求的、新的、高生产率の装卸机械的建造。

# 第一篇 周期动作的起重运输机械

## 第一章 基本概念

起重运输机械是用来搬运货物的。

要把起重机械和运输机械严格地区分开来是不可能的，因为除去单独起吊或水平移动货物的机器之外，还有同时能完成两种动作的装置。

起重运输机械的运输距离较短，一般不超过几十米，但是在某些装置中，材料的运输距离常常达数百米（皮带运输机），甚至几公里（索道）。

有些机械，就其作用来说与起重运输机械十分近似，为了加以区别，不得不规定附加的限制条件。

1. 起重运输机械不完成任何的采掘或加工过程。按这一条件便可以把起重运输机械与挖土机、挖泥机、各种选矿机和分筛机等类似的机械区分开来。

2. 起重运输机械有一定的工作区域，并按非常局限的路线运输货物。

根据这些条件便可把起重运输机械与其他一切远程运输机械，例如汽车、拖拉机等区别开来。

在水运上起重运输机械用来进行：

- a) 舱内作业；
- b) 船舶装卸作业；
- b) 货物出入仓库的作业；
- r) 仓库内的起重运输作业；
- a) 铁路车辆和汽车的装卸作业。

起重运输机械一般的工作程序是抓取、吊挂或装载货物，进