

高等学校教学用书

起重机械

第二卷 第一分册

Л. Г. КИФЕР, И. И. АБРАМОВИЧ 著

孙 鸿 范 任 锦 堂 译

高等教育出版社

高等学校教学用书



起重机械

第二卷 第一分册

Л. Г. 齐菲尔, И. И. 阿布拉毛維赤著
孙鴻范 任錦堂譯

高等教育出版社

本書系根据苏联國立机器制造書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 1949 年出版的齐菲尔 (Л. Г. Кифер) 与阿布拉毛維赤 (И. И. Абрамович) 所著“起重机械”第二卷 (Грузоподъемные машины, II) 一書譯出。

原書第二卷系根据苏联机器制造高等工業学校起重運輸机械專業第 VII—X 学期所讀的“特种起重機”及“升降機”課程的教學大綱編寫而成的。

在第二卷中敘述了選擇起重机械所用原动机的一般原則, 起重机械电气設備的基本知識, 复雜的搬物裝置, 复雜的起升机构 (包括电动滑車), 剛性架空通道, 港岸門座起重機, 造船起重機, 浮游起重機, 建筑安裝起重機, 龍門起重機及裝卸桥, 冶金起重機, 小型起重機及堆裝機, 纜索起重機, 車輛傾倒機, 以及升降機 (電梯) 等。

繼本書之后出版的第二卷結構圖及示意圖圖集是本書不可分割的部份, 該圖集也可用作課程設計及畢業設計的參考資料。

原書經苏联高等教育部審定作为高等学校教材之用。

本書由上海交通大学孙鴻范、任錦堂譯出, 由孙鴻范担任总校, 並經趙介文教授審閱。

起 重 机 械

第二卷 第一、二分册

Л. Г. 齐菲尔, И. И. 阿布拉毛維赤著

孙鴻范 任錦堂譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

上海集成印制廠印刷 新華書店總經售

統一書號 15010·289 開本 850×1168 1/32 印張 28 4/16 字數 712,000

一九五七年三月第一版

一九五七年三月上海第一次印刷

印數 1—2,200 (另精 3,800) (平裝本) 定價 (10) 元 4.20

第二卷 目录

序

第一章 起重机械所用驱动装置的选择	11
§1. 人力驱动	12
§2. 联动轴驱动	12
§3. 蒸汽驱动	13
§4. 气力驱动	17
§5. 液力驱动	19
§6. 内燃机驱动	21
§7. 电力驱动	23
第二章 起重机械的电气设备	25
§1. 起重机械的电力驱动系统	25
§2. 起重机械中所采用的电动机	27
§3. 电动机功率的计算	35
§4. 多马达运行机构中行程的同步化	43
§5. 起重机械中所用电动机的操纵仪器	49
§6. 起重机械的输电装置	57
§7. 起重机械电气设备的电力接线系统	61
第三章 攫物装置	64
§1. 繫具、承掣和载物钩	65
§2. 夹钳式和偏心式抓取器	72
§3. 起重电磁铁	79
§4. 桶和斗	84
§5. 抓斗	89
第四章 特种型式的绞车	129
§1. 起重机用特种单马达绞车	129
§2. 适用于大储绳量起升机构的绞车	140
§3. 刮捆绞车	143
§4. 抓斗绞车	147
§5. 电动滑车	167

第五章 具有刚性轨道的架空通道, 架空小车及架空起重机	178
§ 1. 具有刚性轨道之架空通道的应用范围及特点	178
§ 2. 具有刚性轨道之架空通道的型式	180
§ 3. 架空通道的强度、变形及稳定性的计算	185
§ 4. 架空通道的转辙器、转盘及十字形辙岔	202
§ 5. 架空通道的固结方法	210
§ 6. 架空通道的小车	218
§ 7. 架空小车的运行阻力	234
§ 8. 架空起重机	242
§ 9. 架空通道的应用范例	250
第六章 港岸起重机	260
§ 1. 港口装卸和仓储工序的特点。港岸起重机的基本特征	260
§ 2. 门座起重机及半门座起重机的一般概念	264
§ 3. 门座起重机及半门座起重机的驱动系统	269
§ 4. 门座及半门座的结构	270
§ 5. 门座及半门座的运行机构	273
§ 6. 支承-旋转装置	278
§ 7. 门座起重机及半门座起重机旋转部分的旋转机构	280
§ 8. 臂架及变幅机构	288
§ 9. 载荷起升机构	313
§ 10. 门座起重机及半门座起重机的稳定性	316
§ 11. 关于门座起重机工作的一般指示	317
第七章 造船起重机	319
§ 1. 造船起重机的一般介绍	319
§ 2. 造船台起重机的概述	320
§ 3. 塔式造船台起重机	334
§ 4. 船舶机械起重机的概述	349
§ 5. 行动式船舶机械起重机	351
§ 6. 固定式船舶机械起重机	359
第八章 浮游起重机	381
§ 1. 各式浮游起重机的分类和简述	381
§ 2. 浮游起重机结构的简述	398
§ 3. 在浮游起重机的设计、制造和运转实践中所需用到的有关船舶制造方面的基本概念和术语	404
§ 4. 浮游起重机的设计基础	411

第九章 建筑起重机	436
§ 1. 固定式旋轉建筑起重机	436
§ 2. 行动式旋轉建筑起重机	454
§ 3. 应用於建筑和安裝工作中的特种龍門起重机型式	470
第十章 龍門起重机及裝卸桥	473
§ 1. 基本定义	473
§ 2. 龍門起重机的分类及其一般特性	474
§ 3. 具有人力驅動裝置的龍門起重机	478
§ 4. 具有电力驅動裝置的龍門起重机	479
§ 5. 龍門起重机的特种結構	486
§ 6. 龍門起重机的稳定性及其运行阻力	490
§ 7. 裝卸桥的分类及其一般特性	491
§ 8. 裝卸桥的金屬結構	501
§ 9. 裝卸桥的运行机构	516
§ 10. 裝卸桥上的旋轉起重机及載重小車	523
§ 11. 裝卸桥的抗滑裝置和緩冲裝置	526
§ 12. 裝卸桥的稳定性	539
第十一章 冶金起重机	541
§ 1. 冶金生产中所採用的起重机型式	541
§ 2. 碎鉄場起重机	546
§ 3. 爐料場起重机	549
§ 4. 用来把爐料裝入爐子中的加料起重机和地面加料机	552
§ 5. 用来傾注鉄水和澆鑄鋼的起重机(鑄工起重机)	591
§ 6. 使鋼錠从錠模中脫出的起重机	602
§ 7. 夾鉗(深坑)起重机	623
§ 8. 裝料起重机	630
§ 9. 料鏟式加料起重机	637
§ 10. 料耙起重机	641
§ 11. 鍛工起重机	645
§ 12. 冶金起重机的設計条件	647
第十二章 小型起重机和堆裝机	649
§ 1. 小型起重机	649
§ 2. 週期作用的行动式堆裝机	666
第十三章 纜索起重机	677
§ 1. 纜索起重机的基本特点和应用范围	677
§ 2. 纜索起重机的分类	679

§ 3. 纜索起重機基本參數的選擇	695
§ 4. 纜索起重機的承載繩和繩索承馬	696
§ 5. 纜索起重機的載重小車	706
§ 6. 纜索起重機的絞車和操縱設備	708
§ 7. 纜索起重機的支架和抗滑設備	712
§ 8. 纜索起重機的計算基礎	720
第十四章 車輛傾倒機	733
§ 1. 車輛傾倒機的定义及其應用範圍	733
§ 2. 車輛傾倒機的一般結構元件	735
§ 3. 端傾式車輛傾倒機	737
§ 4. 側傾式車輛傾倒機	745
§ 5. 轉傾式車輛傾倒機	751
§ 6. 複合式車輛傾倒機	757
第十五章 昇降機	770
§ 1. 昇降機的基本定义及其分類	770
§ 2. 電梯的一般方案	775
§ 3. 起重量, 吊廂的運動速度, 電梯的生產率 and 外廓尺寸	780
§ 4. 電梯的起升機構	790
§ 5. 電梯的吊廂	820
§ 6. 電梯吊廂的運動速度調節器(限速器)	844
§ 7. 電梯的對重	850
§ 8. 電梯的擋板及緩衝器	853
§ 9. 電梯的吊廂及對重所用的導軌	857
§ 10. 孔道及用來安裝電梯機構的房間	864
§ 11. 電梯孔道及吊廂兩者的門	870
§ 12. 電梯的操縱系統及色燈系統	876
§ 13. 電梯的終端斷電器	879
§ 14. 建築昇降機	880
§ 15. 料斗昇降機	884
附 錄	891
參考書刊	900
俄文下角一覽	902

序

在社会主义国民經济的增長过程中,繁重工作的机械化起着很大的作用,它減輕了劳动,縮減了用人工工作时所需花費的时间,降低了生产週期的延續时间,並扩大了熟練劳动力的使用。

“在所有工業、運輸及農業經濟部門內,加速繁重工作的机械化和使用先进技术永远是布尔什維克党所認為最重要的工作。斯大林同志在談到我們的經濟任务时曾經說過:‘…劳动过程机械化對於我們來講是新的也是決定的力量,沒有它就既不可能支持我們的發展速度,也不可能新的生产規模’。我們在這方面的能力在很大程度上已經增長了。苏联工業現在已可能生产任何机器,而且,机械制造的規模也已經远远超过战前的水平…。在国民經济的所有部門中,有計劃地应用先进技术是苏維埃国家在今后增強力量方面的強大槓杆”^①。

在按照 1946—1950 年期間恢复与發展苏联国民經济的計劃中所拟定且付諸實現的許多重大措施中,費力及繁重工作的机械化具有最重大的意义。

要是沒有冶金起重机,昇降机及加料机,現代化黑色冶金工厂基本上就不可能工作,在这些工厂中,熔煉每一吨金屬需要用到(裝載,轉運,卸載) 5—7 吨各种不同的材料(燃料,爐料,熔渣等);要是沒有建筑起重机,就不可能實現用工業的方法来进行建筑工作;假如不採用載客及載貨昇降机(电梯),則在高大建筑物及工業企業的多層房屋中,垂直運輸問題的解決將是不可思議的;如果不採用門座起重机及裝卸桥,就

① 莫洛托夫 (B. M. Молотов): “1948 年 11 月 6 日在莫斯科蘇維埃慶祝大會上的報告”,國立政治書籍出版社,1948, 14—15 頁。

不可能解決港口及鐵路站上保證裝卸工序有高度生產率的問題。

社會主義生產的特點，確定了必須在國民經濟所有部門的實際工作中引用綜合機械化，在這種情況下，企業或企業羣中的機械工藝過程和運輸工序之間可以有機地聯繫起來。只有在我們蘇聯，才有可能系統地用機器來代替繁重的人力勞動，同時，起重運輸設備，包括本課程第二卷中所研究的複雜的和高生產率的起重機械在內，在這一方面具有非常重大的意義。蘇聯起重運輸機械製造業曾在斯大林五年計劃年代內組織起來並達到了很大的完善程度。蘇聯起重機製造方面前輩工作者[莫斯科學派：葉姆卓夫教授(Н. Н. Емцов)，索柯洛夫斯基教授(И. Б. Соколовский)及其他]的工作曾培養了許多設計和研究幹部，他們創造並保證了新型起重機結構的廣泛引用，以適應社會主義生產的條件(部件的分組性，部件和零件的劃一化和規格化)。這些新型結構的特點促使減少設備的重量具有極大的可能性，並允許在製造時實現廣泛的合作，加速生產過程，急劇地降低設備在修理過程中的停歇時間，以及最大程度地減少備用貨品的數目。起重機製造業全體人員的勞動創立了蘇聯起重機製造業的先進學派。1948年曾因在設計結構及掌握巨大起重機的生產方面的功績而以斯大林獎金授予烏拉爾機器製造廠工程師鮑格丹諾夫(Е. С. Богданов)、庫茲涅卓夫(И. П. Кузнецов)、馬什夫斯基(Л. Л. Машевский)，就是對這一學派的最好的承認和評價。

所提出的“起重機及特種起重機”課程第二卷教材系根據莫斯科鮑曼高等工業學校及其他機械製造類高等學校“起重運輸機械”專業的教學大綱編寫的，它包含學生在第七、第八及第九學期所讀的課程部分。

第二卷的編成是將起重運輸機械製造業所積累的大批材料加以綜合和系統化的第一次嘗試，選擇及處理所容納的資料的困難使得工作非常複雜。由於各式特種起重機具有極不相同的應用範圍和結構形狀，再加之本書篇幅有限，因而促成了對所研究結構的硬性選擇。但

是,即使在这样的限制下,作者也只能仅仅闡明關於所列举机器的基本知識及其应用上的主要条件,並簡短地說明驅動裝置型式的選擇,特殊电气設備的型式和安全技术方面的現行法規。

第二卷的正文用圖集来加以解釋,該圖集的另一用途是使學生認識近代起重机的結構,且可幫助學生在做課程設計及畢業設計時解決問題。

除此以外,在正文后面的附录中还有:(a)用抓斗来工作的載荷的特性;(б)寬軌及窄軌鐵路車輛及其鄰近建筑物的界限尺寸,某些特种型式起重机的尺寸即根据这种数值来規定的;(в)ГОСТ 960-41“鋼結構設計規範”的摘录,按照国家鍋爐及起重裝置檢驗局的說明,必須按照此种規範来計算起重机的金屬結構,这种結構不同於按現行規範ГОСТ 960-46来計算的建築結構;(г)附加插入的關於本課程第一卷中最主要錯誤的勘誤表。

在准备第二卷个别章节的材料时,曾吸收了作者的学生及同事参加工作,他們是:技术科学副博士麦克勒尔(А. Г. Меклер, 起重机的电气設備),技术科学副博士克魯其科夫(И. П. Крутиков, 抓斗絞車),技术科学副博士斯比金娜(И. О. Спицина, 电动滑車),工程师彼得林柯(О. С. Петренко, 帶有剛性軌道的架空通道、架空小車及架空起重机),講師伏埃伏金(Н. Ф. Воеводин, 浮游起重机),技术科学副博士叶林松(И. И. Елинсон, 建筑起重机),技术科学副博士尼古拉耶夫斯基(Г. М. Николаевский, 龍門起重机及裝卸桥),技术科学副博士柯岡(И. Я. Коган, 纜索起重机),工程师克拉波特金(С. И. Крапоткин, 車輛傾倒机)及工程师高尔乃叶夫(Г. К. Корнеев, 电梯)和技术科学碩士保哥斯拉夫斯基(П. Е. Богуславский)。

这里,作者謹向幫助選擇材料的所有机关表示謝意。同样,作者也对正式評閱者:苏联科学院通訊院士斯皮瓦科夫斯基(А. О. Спиваковский)及講師萊金(Н. С. Лейкин)以及編輯、技术科学副博士奧斯托

尔斯基 (Вс. О. Остольский) 表示謝意, 他們的指示曾促进本書在結構及內容方面的改进。

有关本書的意見及希望請寄莫斯科国立机器制造書籍出版社 (Машгиз), 社址: Москва, Третьяковский проезд, д. 1.

Л. 齐菲尔

И. 阿布拉毛維赤

莫斯科 1949年3月。

第一章 起重机械所用 驱动装置的选择

根据所用驱动装置的类型,起重机械可以分为:(1)人力驱动的起重机械;(2)联动轴驱动的起重机械;(3)蒸汽机驱动的起重机械;(4)气力原动机驱动的起重机械;(5)液力原动机驱动的起重机械;(6)内燃机驱动的起重机械;(7)电力驱动的起重机械,其电能系由触电线或电缆,由蓄电池组,或由联合式的蒸汽发电机、柴油发电机、和其它型式的联合发电设备所供给。

决定选用驱动装置类型的基本条件是:

- (a)起重机械的外部特性(起重力,生产率,和工作性质等);
- (б)获得某种能量的可能性,以及它的足够储备量;
- (в)起重机械的工作与其能量来源间的关联程度,沿着工作路线行动的必要性,行动方向的恒定性或不定性;
- (г)原动机的特性(原动机的过载能力和起动特性,开动频率,可逆操纵的方便性及其它)与起重机械给定工作情况之间的接近程度;
- (д)原动机工作的经济指标;
- (е)原动机的外廓尺寸对于起重机械合理配合这一要求的适应性;
- (ж)管理机器个别部分和整个机器的方便性;
- (з)运用上的特点(周围环境有爆炸和着火危险,机器要经常保持准备工作的状态,工作周期持续很长等)。

本章中将根据起重机械的运用和结构特性阐明有关起重机械选取

驱动装置时的一般指示。起重机械驱动装置中所用原动机的理论及其结构法规则在有关的专门课程中加以讨论。

§ 1. 人力驱动

人工的费用较贵,和由于工人容易力乏而使起重装置不可能长时期持续工作等使得人力驱动的应用范围大受限制。实际上,人力驱动只有在举升重量较小的载荷($Q \leq 20$ 吨)。工作次数较少和非长时期持续工作的场合中,以及不可能应用其它类型的能量时才被採用。

决定人力驱动机构所需的工人数目和机构的传动比时所需的必要数据,选择驱动装置类型时示意图的介绍,和有关构件(手摇柄,曳引轮,槓桿,踏板及其它)结构方面的指示,曾阐明於本书第一卷的第一、二章中,而人力驱动起重机械的结构示例则曾阐明於本书第一卷的第四、六、七、八章中和第一卷图集内的个别图页内。

§ 2. 联动轴驱动

在联动轴驱动装置中,所利用的能量系由一根经常工作着的联动轴来供给,这根联动轴系由一台原动机来驱动,并同时为几台机器——工作机——服务。

在起重机械的现代结构中,这种类型的驱动装置很少被採用,主要是在特种运用条件下(例如在有爆炸性危险的场地中工作时)才採用这样的驱动装置,因为这种驱动装置的特征是效率低,构造上也很复杂。

在固定机构中,这种驱动方式通常依靠挠性传动装置(链条传动或皮带传动)来实现。在行动机构中,为了达到同样的目的,常採用繩索传动,以及摩擦轮和齿轮传动——具有可沿主动轴滑动的摩擦轮和齿轮,主动轴本身则安装在車間內的特种支座上,並只傳遞迴轉运动(这种传动装置的例子列举在第一卷第八章的§ 2中)。

§ 3. 蒸汽驱动

由具有独立蒸汽鍋爐的蒸汽动力設備所組成的蒸汽驱动裝置曾經有几十年被广泛地採用於各种固定式的和行动式的起重机械上。

蒸汽驱动裝置不依賴外来的能量(这点對於行动的起重机械特別重要),系依靠本地的固体燃料来工作,在構造上和運轉上都比較簡單,它們可以进行可逆的驱动,且原动机的功率和轉数也能在足夠大的範圍内进行調节,以适应变动的工作情况和運轉作業的特点。除了这些优点以外,它們的特点是外廓尺寸大,重量大,並由於單脹式蒸汽机的蒸汽耗用量大,要使蒸汽动力設備經常保持准备工作状态时所需的燃料耗用量过多,以及運轉人員(司机和司爐)的薪金費用也相应地增加等而使它們的运用費亦大。此外,蒸汽动力設備应用於起重机械上时将由於下列原因而引起很大的困难:由於工作的循环性,決定了鍋爐和蒸汽机的热力情况及其負荷的急剧变动,这些变动是不希望有的,但实际上却是不可避免的;由於原动机必需發出極大的制停力矩;和由於蒸汽机为不同的工作機構从事工作时要保持所需轉数的困难性。这些缺点促使蒸汽驱动裝置在大多数的現代起重机械型式中被电力驱动或內燃机驱动裝置所代替,只在由中心鍋爐設備供应蒸汽比較簡易的船用絞車和浮游起重机中,以及將蒸汽鍋爐作为对重用的行动式鐵道起重机和履帶起重机中,蒸汽动力設備才保持着相当的应用。

蒸汽动力設備的構成部分是:蒸汽鍋爐,蒸汽原动机(蒸汽机),水管和汽管。

被採用於起重机械中的蒸汽鍋爐分为立式水管鍋爐,立式煙管鍋爐,和臥式煙管鍋爐。

由於立式鍋爐在外廓尺寸較小(高度2—4米,直徑0.95—1.6米)和重量比較不大的情形下可以得到較大的受熱面,故在大多数类型的行动式旋轉起重机中得到最广泛的应用。通常,这种鍋爐在額定工作

压力为 8—15 大气压、蒸發面为 1 米^2 时，必須具有 30—35 米^2 的受热面，而与 1 公尺³ 蒸汽空間相应的受热面为 45—50 米^2 。这类鍋爐的总受热面可以达到 60 米^2 ；随着所用燃料品級的不同，立式鍋爐的蒸發率在 27—40 公斤/ $\text{米}^2 \cdot \text{小时}$ 的範圍內变动；其效率为 0.5—0.6。

立式鍋爐的缺点是：(a) 爐膛容积不夠大；(б) 蒸汽空間的容积受到限制，蒸發面也不夠大，因而蒸汽的温度較高，水分有从鍋爐进入过热器和發动机汽缸中的可能性；(в) 鍋爐的儲备能力不大(水容量不大，合每 20 米^2 受热面有 1 米^3 的水容积)，不足以应付長时期的过载工作；(г) 在攪动爐子时，將因冷却作用而使下管板上的管子扩口处易起故障(管子洩漏)；(д) 有密集的煙管和爐撑網，使下管板和爐膛側壁上清除水垢的工作發生困难；(е) 鍋爐內位於蒸汽空間中的煙管易因腐蝕而損坏。

在圖 1 及圖集第 1 頁內的第 1 圖上，列举着安裝在行动起重機上的立式鍋爐总圖。用於起重機上的立式鍋爐綜合特性則載列在第一卷圖集內的第 94 頁上^①。

近年来，除了立式鍋爐以外，起重机械中採用臥式鍋爐的也已广泛起来，这类鍋爐的額定工作压力达到 10—12 大气压，受热面为 14—80 米^2 ，蒸發率为 30—35 公斤/ $\text{米}^2 \cdot \text{小时}$ 。

臥式鍋爐在制造上更为复杂些(因为有数量更多的爐撑和固定螺栓等)，它的外廓尺寸也比立式鍋爐的外廓尺寸为大，因此，这种蒸汽动力設備在行动式起重機上的佈置工作也就比較复杂，但在这种鍋爐中，过热管可以較方便地安裝在烟管中，这样，就簡化了清扫和修理工作。和立式鍋爐相比較时，臥式鍋爐的蒸發面也已加大，而干汽罩的存在更保证了蒸汽的湿度不致太高。

① 在这里和在以后的課文中，和本書第一卷中的情形一样，引用圖集中的資料时用波紋線表出，而且，如果是引用第一卷圖集中的資料，則同时並指出圖集的卷数，例如第一卷圖集第 94 頁，或圖集第 26 頁內的第 2 圖 (第一卷) 等等，如引証时並不指出圖集的卷数，那就是指这个資料是屬於第二卷圖集內的。

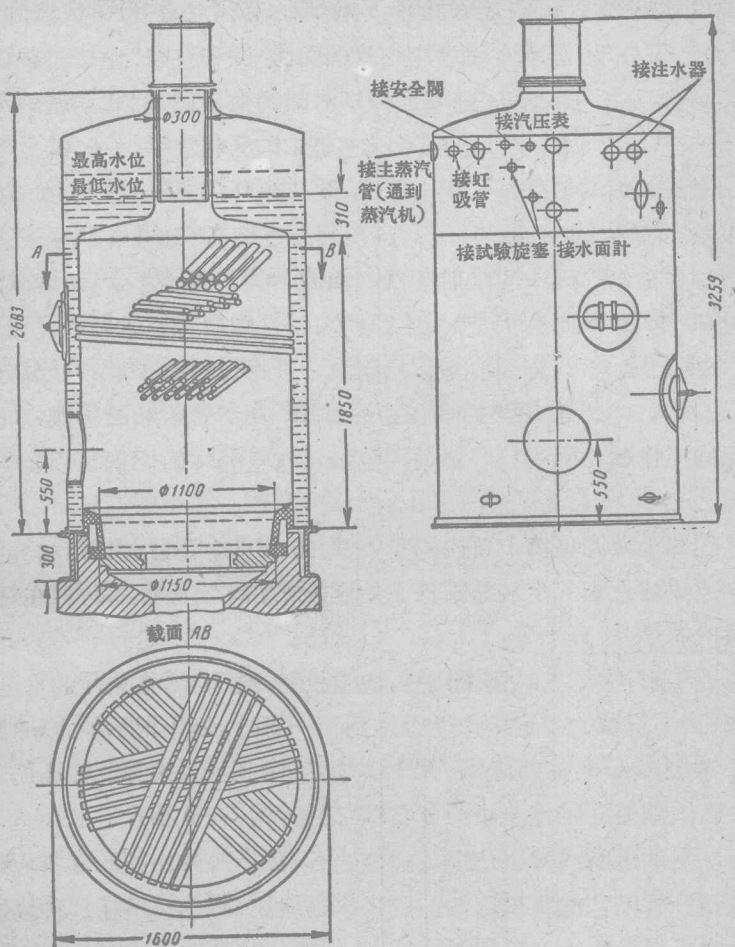


圖 1.

起重机械中所用臥式鍋爐的总圖及其綜合特性列举在圖集中的第2頁內。

应用於起重机械中的蒸汽机可以按照汽缸的安裝位置分为臥式的,立式的和斜置式的。

应用得最为广泛的是双汽缸、单胀式的蒸汽机,这种蒸汽机的两个

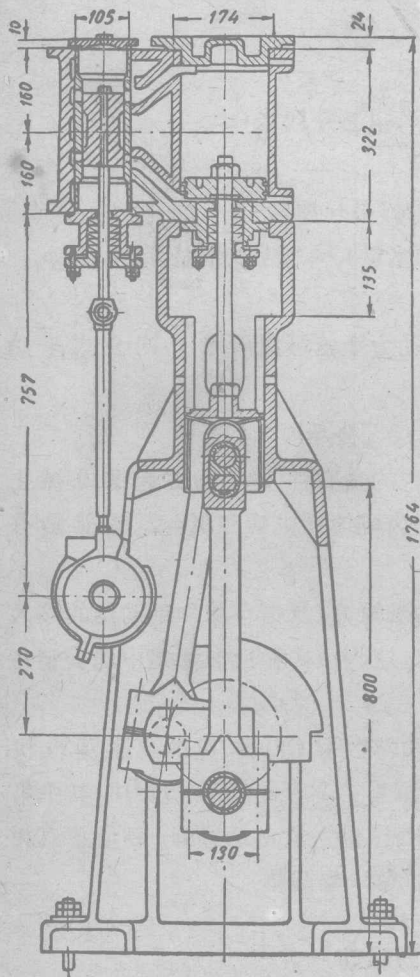


圖 2.

汽缸分別安裝在曲軸的兩端,曲柄間的交錯角是 90° ,它們可以是立式的(低速式——每分鐘轉數從 200 到 240,或高速式——每分鐘轉數在 450 以下)和臥式的(120—240 轉/分)。斜置式的蒸汽機採用得很少。

所有這些蒸汽機的進汽率局限在 75—90% 的範圍內,而且都是很經濟的。在這些蒸汽機中,當採用飽和蒸汽時,每 1 指示馬力-小時的蒸汽耗用量是 14~25 公斤或更多些,當採用過熱蒸汽時,每 1 指示馬力-小時的蒸汽耗用量是 10—15 公斤。

同時,每 1 指示馬力-小時的燃料耗用量(換算到標準的固體燃料)為 3—4 公斤。

蒸汽機的逆轉動作可以採用滑環式的配汽機構來實現,也可以採用逆轉滑閥(用於小功率的蒸汽機中)來達到目的。

要改變發動機的轉數時可以用改變進汽率的方法(利用滑環)

來達到,也可以用改變蒸汽壓力的方法(節流法)來達到目的。利用蒸汽的背壓來控制荷重下降是很可靠的(當載荷的重量大時),當荷重很