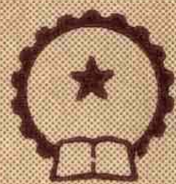


中等專業學校教學用書

船舶蒸汽机

泰拉勃林、拉哈宁著



机械工业出版社

中等專業學校教學用書



船舶蒸汽机

陆行珊译

苏联造船工业部教育司审定为船舶制造中等专业学校教科书



机械工业出版社

1958

出版者的話

本書系根据苏联船舶工業出版社 (Судпромгиз) 1954 年出版的「船舶蒸汽机」(Судовые Паровые Машины) 一書譯出。原著者为泰拉勃林 (И.В.Тарабрин) 和拉哈宁 (В.В.Ляханин)。

書中叙述了船舶活塞式蒸汽机裝置的結構, 对于近代的成就和联合裝置也作了簡要的介紹, 并闡述了蒸汽机的热力过程和配汽的基本原理。此外还引述了蒸汽机主要零件所用的材料和强度計算。对于船舶蒸汽机的运轉和試驗亦有扼要的說明。

本書可作为中等專業学校的教材或教学参考書; 对于船舶蒸汽机管理人員亦有很大帮助。

本書由上海造船学院陆行珊翻譯, 并由倪秉华、秦同沂校閱。

NO. 1645

1958 年 2 月第一版

1958 年 2 月第一版第一次印刷

787×1092 ¹/₁₈ 字数 358 千字 印張 16 ³/₉ 0,001— 1,100 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

定价 (9) 2.10 元

目次

原序.....	6
緒言.....	7

第一部分 船舶活塞式蒸汽机的結構和設備

第一章 基本概念和分类.....	14
1 船舶蒸汽机的应用范围.....	14
2 蒸汽机的主要部分和蒸汽在汽缸中工作过程的基本概念.....	14
3 机器功率的基本概念.....	15
4 蒸汽机的分类.....	16
5 为主机服务的机构和設備.....	21
第二章 蒸汽机的主要零件.....	24
6 汽缸.....	24
7 机架和机柱.....	30
8 汽缸、机柱和机座的連接.....	30
9 連杆-曲柄机构.....	32
10 活塞和活塞杆.....	32
11 十字头与滑板.....	34
12 連杆.....	35
13 曲軸.....	37
14 座軸承.....	39
15 配汽机构的主要零件.....	40
第三章 配汽要素和滑閥傳动裝置.....	46
16 一般概念.....	46
17 蒸汽工作过程的基本阶段和示功圖.....	46
18 滑閥配汽机构及其要素.....	49
19 标准滑閥的配汽时刻.....	51
20 有余面滑閥的基本配汽时刻.....	52
21 对滑閥和提閥換向傳动裝置的一般要求及其結構簡圖.....	55
22 双偏心傳动裝置.....	56
23 單偏心傳动裝置.....	58
24 配汽軸傳动裝置.....	59
25 液力傳动裝置.....	62
26 船舶蒸汽机的換向方法和換向裝置.....	64
第四章 盤車裝置、附件和檢查-測量仪器.....	67
27 盤車裝置.....	67
28 蒸汽机的附件.....	67
29 檢查-測量仪器.....	72
第五章 冷凝設備.....	73
30 冷凝蒸汽的方法.....	73
31 冷凝裝置的綫圖和船舶冷凝器的結構.....	73
32 循环水泵.....	78
33 湿空气泵.....	79
34 蒸汽抽气器.....	81
35 热水箱.....	82
36 机器-給水泵.....	83
第六章 現代船舶蒸汽机的設備和結構.....	85
37 主蒸汽机.....	85
38 标准多脹式蒸汽机.....	86
39 标准船舶蒸汽机的結構特点.....	90
40 船舶提閥式蒸汽机.....	91
41 單脹式提閥-直流蒸汽机.....	93

42 三脹式提閥-滑閥蒸汽机	95
43 明輪船舶用的蒸汽机	96
44 双脹半單流無容汽器蒸汽机	99
45 半單流串列式滑閥蒸汽机	102
46 統一化的高速蒸汽机	103
47 蒸汽馬达	108
48 高压蒸汽机	110
49 現有船舶主蒸汽机型式的总評	112
第七章 帶有乏汽汽輪机的船舶联合裝置	114
50 帶有乏汽汽輪机的船舶联合裝置的經濟优点	114
51 用液力-齒輪傳动的联合裝置	115
52 用于联合裝置的齒輪-鏈輪傳动	117
53 汽輪-压缩机联合裝置	117
54 汽輪-电机联合裝置	119
55 总評	120
第八章 軸系元件	121
56 軸系的效用和組成部分	121
57 支持軸承和推力軸承	123
第九章 船舶蒸汽机的潤滑	128
58 一般概念	128
59 潤滑材料	128
60 蒸汽机汽缸和滑閥的潤滑	130
61 蒸汽机运动零件軸承的潤滑	132
62 閉式蒸汽机的潤滑系統	133
第二部分 热力过程和配汽的原理及計算	
第十章 蒸汽机的热力过程	135
63 理論循环和它們的实际应用	135
64 朗肯循环	135
65 实际蒸汽机中的热損失	139
66 实际蒸汽机的示功圖	146
67 蒸汽机的效率	148
68 在 $T-S$ 圖上的假想蒸汽过程	149
第十一章 單脹式蒸汽机热力过程的計算	150
69 單脹式蒸汽机的理論示功圖	150
70 預定示功圖和示功圖	152
71 單脹式蒸汽机的基本要素的決定	154
第十二章 多脹式蒸汽机	156
72 多脹式蒸汽机的热力过程	156
73 联合示功圖	158
74 多脹式蒸汽机的平均指示压力和指示功率	159
75 蒸汽机基本要素的決定	160
76 联合示功圖的完滿度	162
77 各缸的部分完滿度和平均理論压力	163
78 蒸汽机后的蒸汽压力	166
79 多脹式蒸汽机中的蒸汽假想过程	166
80 蒸汽机汽缸主要尺寸的決定	169
81 根据耗汽系数決定各缸的进汽度和蒸汽消耗量	170
82 三脹式蒸汽机的联合輔助示功圖	172
第十三章 船舶联合动力裝置	177
83 应用乏汽汽輪机有效性的論証	177
84 汽輪-蒸汽机联合裝置的主要数据和要素	179
85 帶有蒸汽中間过热的汽輪-蒸汽机联合裝置的蒸汽假想过程在 $T-S$ 圖上的表示	182

第十四章 配汽理論和計算	184
86 概論	184
87 滑閥運動方程式	184
88 勃利克斯配汽圖	186
89 極坐標配汽圖	188
90 橢圓配汽圖	190
91 改變滑閥要素以調整配汽	191
92 汽口中蒸汽的假想速度	193
93 汽口有效截面和汽口高度	194
94 配汽要素和滑閥要素的決定	195
95 汽輪-蒸汽機聯合裝置中蒸汽機的配汽特點	198
96 關於提閥配汽計算的基本概念	199
第十五章 配汽傳動機構的原理和計算	201
97 雙偏心滑環傳動機構	201
98 帶有懸杆的單偏心傳動機構	206
99 單偏心傳動機構的校核簡圖和橢圓圖的繪制	211
第十六章 船舶冷凝器的設計原理	215
100 一般概念	215
101 冷凝器主要要素的計算	216
102 冷凝器的蒸汽阻力	218
103 濕空氣泵主要要素的計算	219
第三部分 作用在活塞式蒸汽機零件上的力 蒸汽機主要零件的 材料和尺寸的決定	
第十七章 作用在連杆-曲柄機構零件上的力	221
104 活塞的運動、速度和加速度	221
105 作用在汽缸中的力	222
106 作用在活塞和連杆-曲柄機構上的力	222
107 作用在配汽機構零件上的力	229
第十八章 制造船舶蒸汽機零件所用的材料	231
108 鑄鐵件及其在蒸汽機零件中的應用	231
109 制造蒸汽機零件所用的鋼鍛件和鋼鑄件	233
110 有色合金及其在船舶機器制造中的應用	235
111 選擇船舶蒸汽機零件材料的介紹	237
第十九章 活塞式蒸汽機零件主要尺寸的決定	242
112 蒸汽機零件的強度計算	242
113 汽缸主要尺寸的決定	242
114 活塞和活塞杆主要尺寸的決定	247
115 十字頭和滑板主要尺寸的決定和強度校驗	251
116 連杆主要尺寸的決定和杆身穩定性的校驗	254
117 蘇聯船舶登記局對於計算軸的尺寸的規範	255
118 機座、机架、導板和座軸承的主要尺寸的決定	258
119 滑閥傳動機構的零件主要尺寸的決定	260
第四部分 關於蒸汽機的運轉和試驗的基本知識	
第二十章 蒸汽機的運轉	263
120 合理運轉的原則	263
121 蒸汽機的管理和維護	264
122 蒸汽機的封存	269
第二十一章 船舶蒸汽機的試驗	271
123 試驗的目的和方法	271
124 示功圖	273
125 蒸汽機熱工試驗的進行程序	280
參考文獻	288
中俄名詞對照表	289

原 序

本教科書包括能为中等專業学校学生接受的有关蒸汽机原理、結構、設計和运轉方面的知識。在研究現代船舶蒸汽机的同时，亦举出在將來有發展前途的新結構的知識。

在編写本教科書时，作者引用了祖国船舶机器制造的經驗和苏联科学在蒸汽机原理方面和强度問題上的最新成就，亦利用了船舶蒸汽机台架試驗的資料和运轉方面的数据。

書中敘述了用来制造船舶蒸汽机的現代材料的性能，介紹了有关使用这些材料所必需的知識，闡明了革新者和学者在蒸汽机結構和原理的發展事業中所起的作用。

本書的緒言和第三部分由科学技术博士拉哈宁(В. В. Лаханин)所写；第一部分、第二部分和第四部分为科学技术副博士泰拉勃林(И. В. Тарабрин)所写。

作者認為自己有义务向对本書校閱化很大劳动的工程师費多罗夫(К. Ф. Федоров)，以及帮助選擇插圖和海上蒸汽机运轉实际数据的工程师索科洛夫(В. К. Соколов)，輪机長亞維先科(Л. П. Явисенко)和杜尔金(Ф. Г. Дуркин)致以謝意。

作 者

緒 言

蒸汽机的發展历史包括自十八世紀下半叶直到今日的一段时期。

自十八世紀实现了大革命(指工業革命——譯者)以后,俄国工業开始迅速地發展,特别是矿厂事業。随着工業的發达,运输業也壯大起来了。

当时,在俄国冶金業虽然有很大的發展,但是工業还没有非常完备的动力基础。在工厂中,水渦輪是主要的原动机。海上运输用帆船进行。内河运输主要是用駁船,在陆地上則用馬車运输。

由于缺乏能發出很大馬力的、而且不管有無水力(那时工業企業常建筑在河流沿岸)在国家任何工業区内都可以应用的原动机,便阻碍了工業进一步的發展。

当时必須創造一种机器,它能將热能轉变为机械能来帶动工厂的机械。1763年波祖諾夫(И. И. Ползунов)在世界上第一个創造了这种机器^①。經過二十年后,瓦特制造了第二部类似的机器,这不能不是受了波祖諾夫發明的影响。

在十八世紀中叶(1744~1747),俄国科学的奠基者罗蒙諾索夫(М. В. Ломоносов)第一次創造了热的科学理論基础。这理論是由罗蒙諾索夫直接从他所制定的物質結構的原子-分子論中推导出来的。罗蒙諾索夫的理論性的概括,比国外这一方面的科学思想要早一百多年,这些理論性的概括对波祖諾夫显然是有影响的。

偉大的俄国發明家波祖諾夫在1728年生于依卡切林堡城(Екатеринбург)。在学校中學習之后,他就进了工厂。自1748年至1763年他在巴尔那烏耳(Барнаул)城的高雷凡諾-伏斯克列先斯克工厂工作。

1763年波祖諾夫向高雷凡諾-伏斯克列先斯克工厂的領導提出了自己的蒸汽机設計,这个設計被送到彼得堡去鑒定。

1764年一月从彼得堡寄来了复文,院長別尔克高列基(Бергколлегии)在談到波祖諾夫的机器时写道:「……他的这种致力于新發明的假想應該受到尊敬」。1764年春季,波祖諾夫开始制造自己的蒸汽机。

在那时不完善的技术条件下,制造[火力推动]的机器是很困难的事。1765年末,裝有蒸汽机的动力裝置(圖1)造成了,但是繁重的劳动損害了發明者的健康,于1766年5月16日他便逝世了。在波祖諾夫死后几天,开始了蒸汽机的試驗,这蒸汽机以后就順利地,在高雷凡諾-伏斯克列先斯克的一个工厂中工作。

在波祖諾夫以后,俄国繼續着制造和改进蒸汽机的工作。1789年在奧洛涅茨克工厂开始制造蒸汽机。十八世紀九十年代里,在喀朗施塔德港蒸汽机已經为人們所熟悉。在这里,中尉級的水閘匠助手罗孟·德米特里耶夫(Роман Дмитриев)繼波祖諾

① 达尼列夫斯基(В. В. Данилевский)[波祖諾夫——劳动和生活],苏联科学院1940年版。

夫之后，第二个完成了蒸汽机的設計。

当领导上問他是否能操縱机器时，德米特里耶夫写道：「只要有兩名俄国学徒，不用英国工匠我就能够操縱这机器，也能对它进行修理；假如需要重新制造这机器的話，我們也是能够的」。

十八世紀末，在俄国許多城市中已經制造蒸汽机了。

十九世紀初，蒸汽机在汽船和機車上的应用对蒸汽机技术的發展起了很大的作用。

1811年在俄国彼得堡別尔特工厂和比尔米城附近的波热夫斯克工厂开始了蒸汽船舶的制造。在以后几年內，蒸汽船舶的制造工作在政府的伊若尔斯基工厂里也开展了起来。

別尔特工厂制造的第一艘裝有4馬力蒸汽机的客艇，在1815年完成了彼得堡与喀朗施塔德之間的航行。

1816年在伊若尔斯基工厂安放了32馬力「快速」号汽船的龙骨。蒸汽机应用在船上的最初几年里有着很笨重的平衡机构。

1817年波热夫斯克工厂建成了兩艘分別裝有36馬力和6馬力蒸汽机的汽船，这些蒸汽机是按杰出的工程师索博列夫斯基（П. Г. Соболевский）的設計并在他的监督下制成的。

以后蒸汽机在伊若尔斯基工厂被改进了，1832年，在伊若尔斯基工厂制造的「格尔庫列斯」号汽船上，第一次裝置了250馬力的帶有曲柄-連杆机构的蒸汽机（圖2）。在国外，那时最先进的国家是英国，它在1839年方才有曲柄-連杆式的蒸汽机，而且根据当时專家的証明，虽然这些机器在許多方面都抄襲了格尔庫列斯号的結構，然而終究比后者要差。

1823年在第聶伯河上出現了第一艘汽船。

十九世紀的前二十五年中，尼古拉耶夫城开始制造黑海的軍艦和客船，黑海艦队的第一艘港口明輪汽船在1820年造成。以后不久，在1825年，为这艦队造了第一艘裝有炮的汽船。1828年黑海开始有了客船来往。

在1825到1850年期間，俄国的許多地区都掌握了蒸汽机的制造。在彼得堡和烏

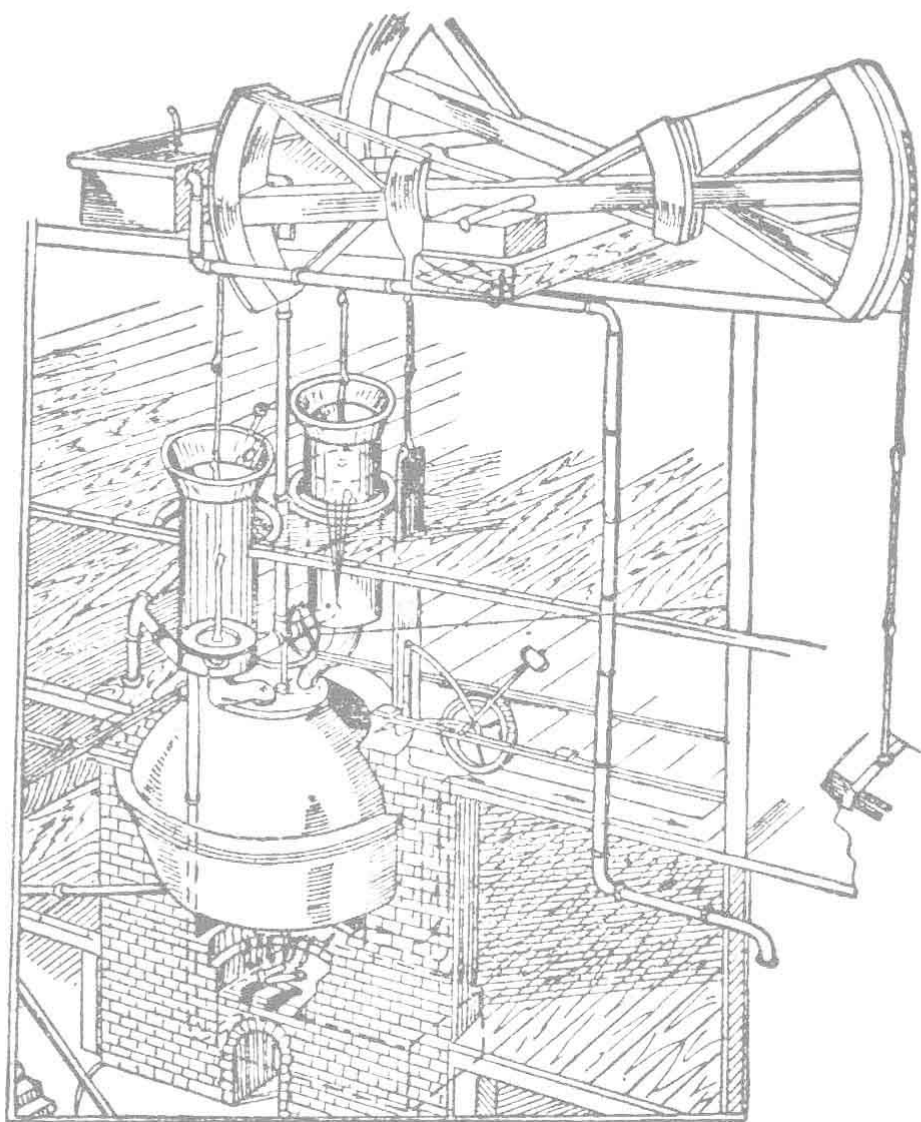


圖1 波祖諾夫設計的蒸汽动力裝置的縱剖視圖。

拉尔、在尼瑞高洛特区的斯諾維斯克工厂（現在的威克米斯克工厂），以及索尔莫夫斯克、科斯特罗姆斯克、尼古拉耶夫和其他工厂中都制造了蒸汽机。同时，工業用的蒸汽机也得到了很大的發展。可以指出，1815年維亞特金（А. Вяткин）所制造的新穎的蒸汽机曾經順利地在維尔赫-伊謝特斯克工厂工作过。紀念这事件的荣誉獎章一直留存至今。

特別需要指出，利特維諾夫（С. В. Литвинов）的杰出工

作。1820年他在涅尔欽斯克厂完成了三个新穎蒸汽机和动力裝置的設計，它的結構原則远远地超出了当时的技术可能性。利特維諾夫、拉烏林（М. С. Лаулин）、扎列索夫（П. М. Залесов）、維亞特金等都是波祖諾夫工作的第一批繼承者。

列宁指出，在十八世紀……农奴制度是烏拉尔高度繁榮的基础，……但在歐洲資本主义發展的萌芽时期，促使烏拉尔这样高度上升的农奴制度，也是使烏拉尔在資本主义繁榮时期衰落的原因。在烏拉尔，鋼鉄工業發展得很慢^①。

农奴制度、沙皇政府的惰性和保守主义（特別是在沙皇尼古拉一世时期）阻碍了工厂內技术的發展。

在十九世紀初叶，任何外国人的設計都能得官方的支持，而祖国發明家好的設計却受到歧視。

1948年从档案中發現的俄国优秀热工技师利特維諾夫所拟定的动力裝置和三部机器的設計表明，早在1820年他在完成這項工作时，就解决了一系列新的重要問題，这些問題仅在十九世紀中叶和末叶才在热力工程中提出。

利特維諾夫不但是帶有回热蒸汽的双缸二次膨脹蒸汽机的發明者，而且也是按

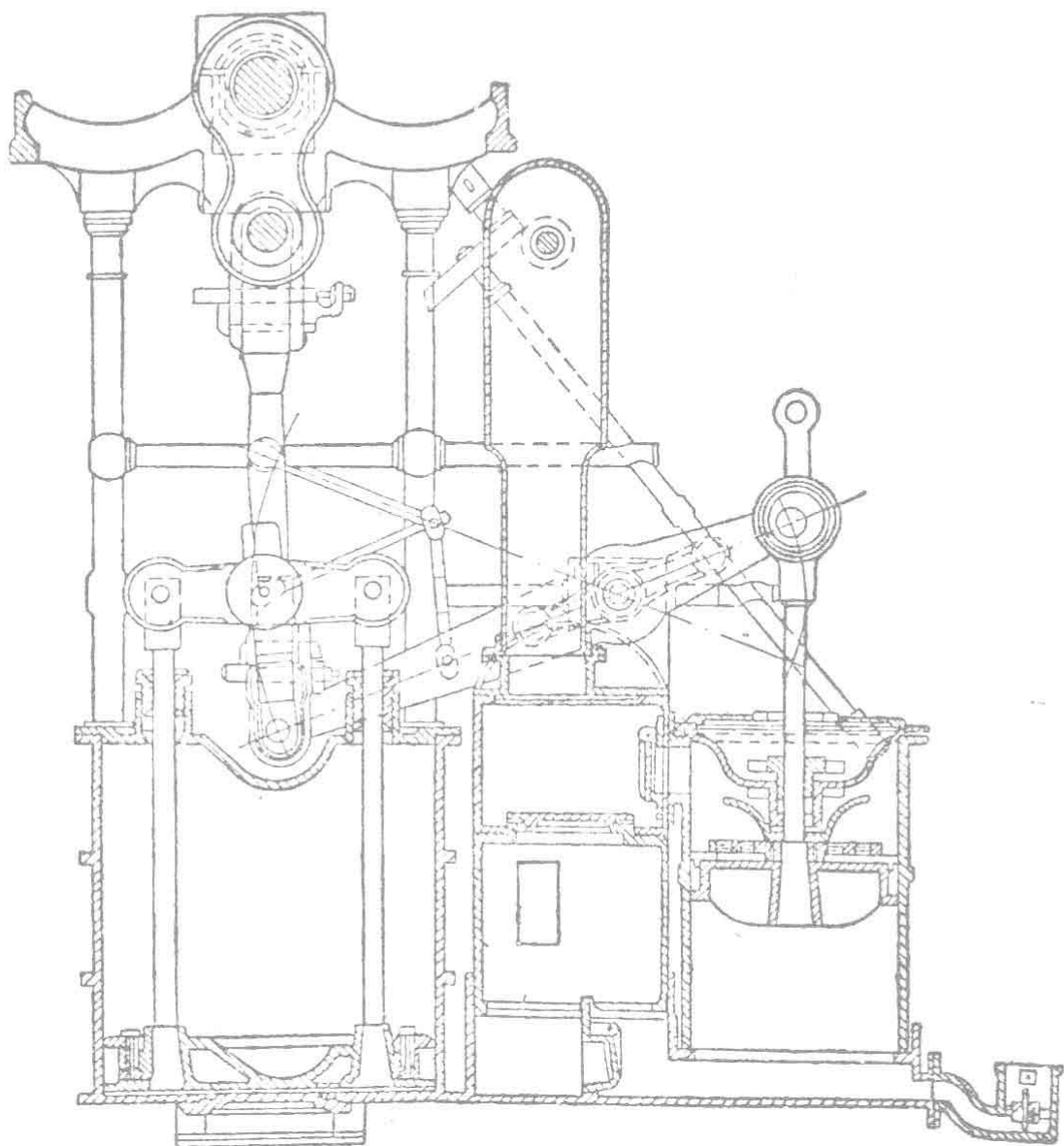


圖2 1832年伊若尔斯基工厂为“格尔庫列斯”号汽船建造的第一艘帶有曲柄-連杆機構的船舶蒸汽机。

① [列宁全集]第三卷第424頁，Госполитиздат 1941年第四版。

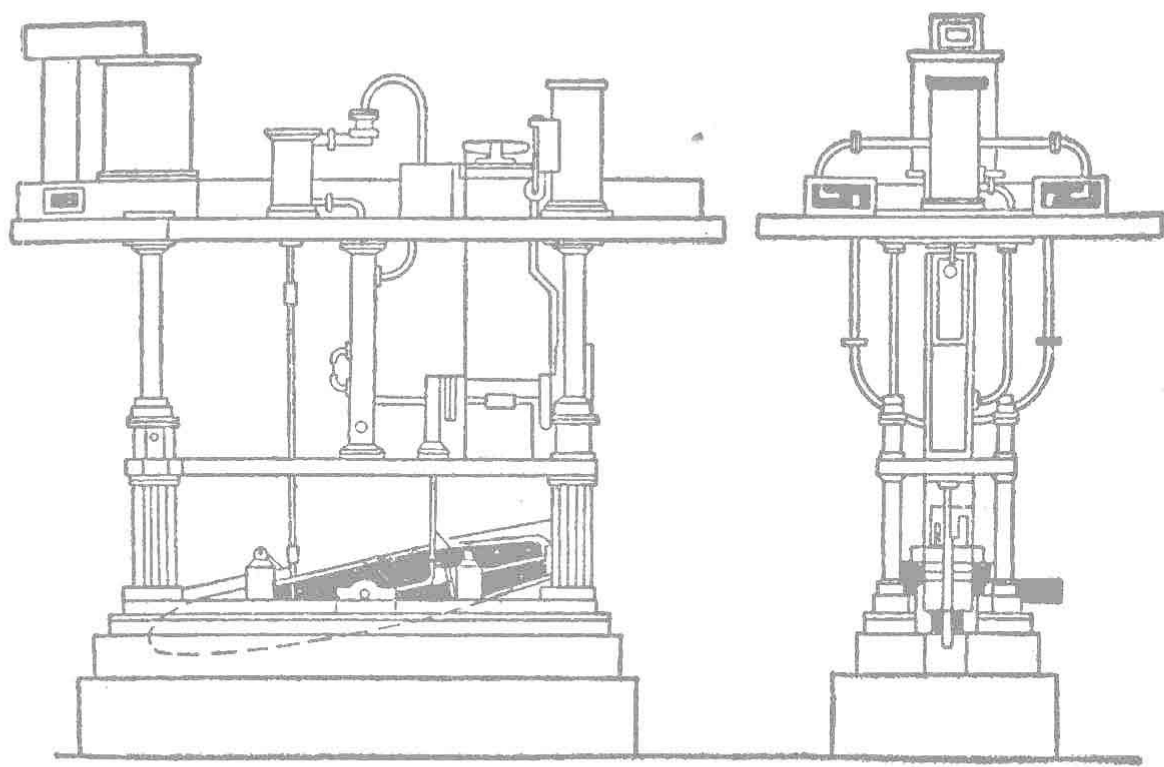


圖3 利特維諾夫設計的蒸汽机总圖。

直流原理工作的鍋爐的發明者(圖3)。他第一个应用了过热蒸汽。

利特維諾夫認為蒸汽机的原理和研究具有很大意义。他是杰出的热工技师,差不多超出当时的技术水平一百年。

在蒸汽机的發展中,杰米特夫要塞的耶·阿·切列巴諾夫(Е. А. Черепанов)和恩·耶·切列巴諾夫(Н. Е. Черепанов)起了很大的作用。他們在尼日涅塔基尔斯克工厂中做机械师工作,并在1824年独立地制造了蒸汽机。

十九世紀三十年代,切列巴諾夫在威依斯克工厂組織了机械車間,在这些車間中为杰米特夫要塞所有的部队制造了机器和机械。这些車間装备有在切列巴諾夫领导下就地制造的机床。1834年也就是在这些車間中制造了第一台俄国的機車,这機車的鍋爐有八根烟管。

从十九世紀后叶起,蒸汽机开始在具有專門装备的大工厂內設計和制造,在机器原理和运轉經驗很快地發展与改良的基础上,設計師集体創造了蒸汽机的設計,并对制成的蒸汽机进行了試驗。

十九世紀后半期,活塞式蒸汽机在工業中和运输中得到特別广泛的应用。为了保証日益增長的鉄路網的牽引力,出現了許多种不同型式的蒸汽機車。在海运方面,帆船完全被汽船所代替。海船和河船發展了。到二十世紀初,軍艦(鉄甲艦、巡洋艦和水雷艇)的主机一無例外地都采用活塞式蒸汽机。

在十九世紀后半期,随着蒸汽机的改进,其膨脹次数增加了,活塞速度提高了,同时單位馬力的机器重量也減小了(表1)。

在二十世紀,由于可以用汽輪机和內燃机来代替蒸汽机,因此許多工業部門都停止使用蒸汽机。在軍艦上尤其如此,只有在某些輔助船只中才保留了蒸汽机。但是,直到現在,蒸汽机仍然广泛地用于民用海船和河船上。

十九世紀后半期以前,由于缺乏蒸汽机原理的研究,因此当时發明家的工作是很

表 1

建造年份	主要机器型式	鍋爐压力 (公斤/公分 ²)	耗 煤 率 (公斤/指示馬力小时)	活塞速度 (公尺/秒)	机器和鍋爐的單位重量 (公斤/指示馬力)
1870	一 次 膨 脹	3.25	0.84	1.2	200
1880	二 次 膨 脹	5.0	0.72	1.6	192
1890	三 次 膨 脹	12.0	0.6	2.6	160

困难的。

从十九世紀后半期开始，在俄国开展了关于蒸汽性質、机器零件强度、热力过程和配汽机构原理的研究工作。这些工作在苏維埃时期已經收到著有成效的結果。

最初的技术書只是描述机器。例如，1823年总工程师学校契饒夫(Д.С.Чижов)教授描述了利用蒸汽膨脹(非大气作用)的机器。鮑席利雅諾夫(Н.Н.Божерянов)在1842年的著作同样也是描述机器的。鮑席利雅諾夫認為蒸汽机書籍的出版具有很大的意义，这可以促进在所有經濟部門中加紧采用蒸汽机。

1849年鮑席利雅諾夫出版了关于蒸汽机原理的書籍。

1858年出版了多勃朗拉伏夫(А.А.Добронравов)叙述蒸汽机原理和設計的书。这本书企圖像对待技术科学那样来研究蒸汽机的工作。

从十九世紀六十年代开始，在俄国出现了大量的关于热力学(当时称它为热的机械原理)和热工方面的优秀科学著作。其中有关于水蒸汽性質和蒸汽机循环的研究。在热工和机械学方面，威什聶克拉斯基(И.А.Вышнеградский 1831~1895)、基尔皮切夫(В.Л.Кирпичев 1845~1913)、奥卡托夫(М.Ф.Окатов 1829~1901)、阿雷莫夫(И.П.Алымов 1831~1884)和其他許多学者起了特別重大的作用。

威什聶克拉斯基創造了蒸汽机自动調节的理論，完成了蒸汽机一系列的研究，对回热循环作了詳細的分析。他为他的学生和后继者创办了学校，推动了祖国科学的向前發展。

在十九世紀末，勃蘭脫(А.А.Брандт)發表了关于蒸汽和蒸汽循环热力学以及蒸汽机历史的著作。

在發展配汽原理和蒸汽机設計的工作中，功勛教授勃利克斯(Ф.А.Брикс 1855~1936)有着特殊的功績。在十九世紀七十年代里，他制定了双圓心滑閥圖，直到目前，这个圖在計算船舶蒸汽机时还被广泛采用。1928年他出版了闡明偏心配汽机构的計算和理論基础的著作。

波高勤(А.И.Погодин)在1903年出版的关于船舶蒸汽机原理的著作，在当时具有重大的意义。在回热循环和配汽方面，葛列恰尼諾夫(А.В.Гречанинов)教授于十九世紀九十年代出版的著作是很著名的。

苏联科学院通訊院士拉威克(А.А.Радциг 1869~1911)的工作，对蒸汽的热力学和蒸汽机原理这門科学有巨大的貢獻。早在1902年，他对蒸汽原动机(蒸汽机和汽輪机)就作了深刻的分析。以后他又研究了状态方程式，發展了水蒸汽的流动理論。在他

生命的最后日子里,他还在繼續研究热工的理論問題。

在他的著作[蒸汽机汽缸内热交换的数学理論](1903年)中,拉威克提供了將热交换的一般性原理应用在技术上的具体条件的范例。

二十世紀初,葛利聶維茨基(И. В. Гриневецкий)教授对蒸汽机原理也有很大的貢獻,他确立了热机的各种效率和研究了蒸汽机热平衡的分析原則。

在苏联,蒸汽机的理論在斯特利日(К. А. Стриж)、阿尼奇柯夫(В. А. Аничков)、高雷恩斯基(А. В. Голынский)三位教授的著作中發展得很高。

斯特利日教授在他1932年出版的[船舶活塞式蒸汽机原理]一書中,系統地闡明了船舶蒸汽机的基本热力过程及蒸汽机的設計程序。

阿尼奇柯夫在他的多次刊印的教科書中,研究并闡明了現代蒸汽机的計算方法,特別是提閥和滑閥的無容汽器式蒸汽机。在他的著作里,对許多蒸汽机計算方法和一般理論問題都鑽研得非常深入。

在發展蒸汽机新的热計算方法中,科学技术博士高雷恩斯基有着卓越的功績。他在实际热計算中应用了 $I-S$ 圖,并且研究了在整个机器和各汽缸中發生的热力过程的計算方法。

必須指出,目前所应用的蒸汽表和 $I-S$ 圖,是由武卡洛維奇(М. П. Вукалович)和他的同事进行了新而深的理論与实验的研究而得到的。由于水蒸汽性質的研究工作,武卡洛維奇和他的許多同事在1950年获得了斯大林獎金。

最近二十五年內,基尔皮切夫(М. В. Кирпичев)和他的学生們在苏联获得很大的成功。他們把研究工作建立在对現象作深入的物理-数学分析的基础上,并应用相似法来安排試驗和进一步研究試驗結果。基尔皮切夫和他的学生們所研究出的热工模型試驗法,可解决許多复杂的热工問題。由于热工模型試驗的工作,基尔皮切夫在1943年获得了斯大林獎金。

1945年科納可夫(П. К. Конаков)用相似理論来研究機車蒸汽机的热力过程。这在蒸汽机理論和計算的發展过程中前进了一大步。

1949年相似理論被用来研究多脹式船舶蒸汽机^①。

在苏維埃政权的年代里,当机器制造业普遍繁荣时,船舶蒸汽机也得到日益增長的發展。

在这个时期內出現了联合裝置,在这种裝置中,活塞式蒸汽机与用蒸汽机乏汽工作的汽輪机联合在一起。

在蒸汽机理論深刻發展和广泛試驗的基础上,大量采用了比較完善的热力过程和机器零件的設計。在一般蒸汽机中,蒸汽压力提高到了18~20絕對大气压,高压蒸汽机更到了40~60絕對大气压。在所有新的机器中都应用280~380℃的过热蒸汽。

① 拉哈宁(В. В. Лаханин)[研究多脹式船舶蒸汽机工作的相似原理附刊],苏联国立海上运输出版社1950年版。

这些措施显著地增进了机器的经济性，同时也使蒸汽的消耗率从8~10公斤/指示馬力小时(十九世紀末)降低到4.5~5.5公斤/指示馬力小时。除了三脹式蒸汽机以外，目前四缸双脹提閥和滑閥的無容汽器式蒸汽机也得到發展；在河船上更可看到斜臥式提閥双脹蒸汽机的应用。

如果說在十月革命以前，蒸汽机的發展是依靠个別的企业主，那末，在苏維埃时代，机器則是工厂和設計部門所集体創造的。

在几个五年計劃年代里，在热力工程的領域中起了根本的改变，建設了大量的动力机器制造工厂，設立了科学研究院。

所有这些，都推动了我国技术的全面發展。

第一部分 船舶活塞式蒸汽机的結構和設備

第一章 基本概念和分类

1 船舶蒸汽机的应用范围

由于汽輪机和內燃机的發展以及它們在工業和运输業中的广泛应用，使活塞式蒸汽机在許多应用範圍內受到排挤。在船舶动力裝置中，內燃机和功率大于 2000～3000 馬力的汽輪机，比活塞式蒸汽机显示出更有利的經濟性。虽然如此，由于活塞式蒸汽机还具有許多优点，所以仍旧被广泛地应用于海船和河船上，特别是中小功率的船舶动力裝置。

促使蒸汽机仍然获得广泛应用的优点如下：

- 1) 設備的結構簡單，工作可靠，管理和操縱簡便；
- 2) 制造比較簡便和原始价值低廉；
- 3) 經久耐用；
- 4) 在蒸汽机的船舶动力裝置中，可以利用各种燃料——燃油、煤等。

根据蒸汽机的技术-营运指标，它具有超負荷的能力，并且在低轉速时可發出大的轉矩，这些特点使得蒸汽机最适宜于用作破冰船、拖船和工作船（捕漁船等）的主机。由于蒸汽机工作时沒有噪声，在捕鯨船和其他特种船舶中，它仍旧是無可代替的主机。

在船舶蒸汽机-鍋爐裝置中，蒸汽机被用来作为主机（推进船舶的工具），以及帶动輔助机械（泵、压縮机、鼓風机等）和电力机组（蒸汽發电机）的原动机。

蒸汽机也被用来作为帶动甲板机械，例如起貨和拖纜絞車、絞盤机、起錨机和舵机等的原动机。

在船舶动力裝置中，常常采用主蒸汽机和用主蒸汽机乏汽工作的低压汽輪机联合裝置。

利用汽輪机所發出的功率以帶动船舶推进器，可以提高船舶动力裝置的总功率及其經濟指标。

2 蒸汽机的主要部分和蒸汽在汽缸中工作过程的基本概念

蒸汽机是这样一种热机，它將水蒸汽的势能轉变为机械功。

为了明了蒸汽的热能轉变为机械功这一过程的物理实質，現在来討論圖 4 所示的蒸汽机簡圖。

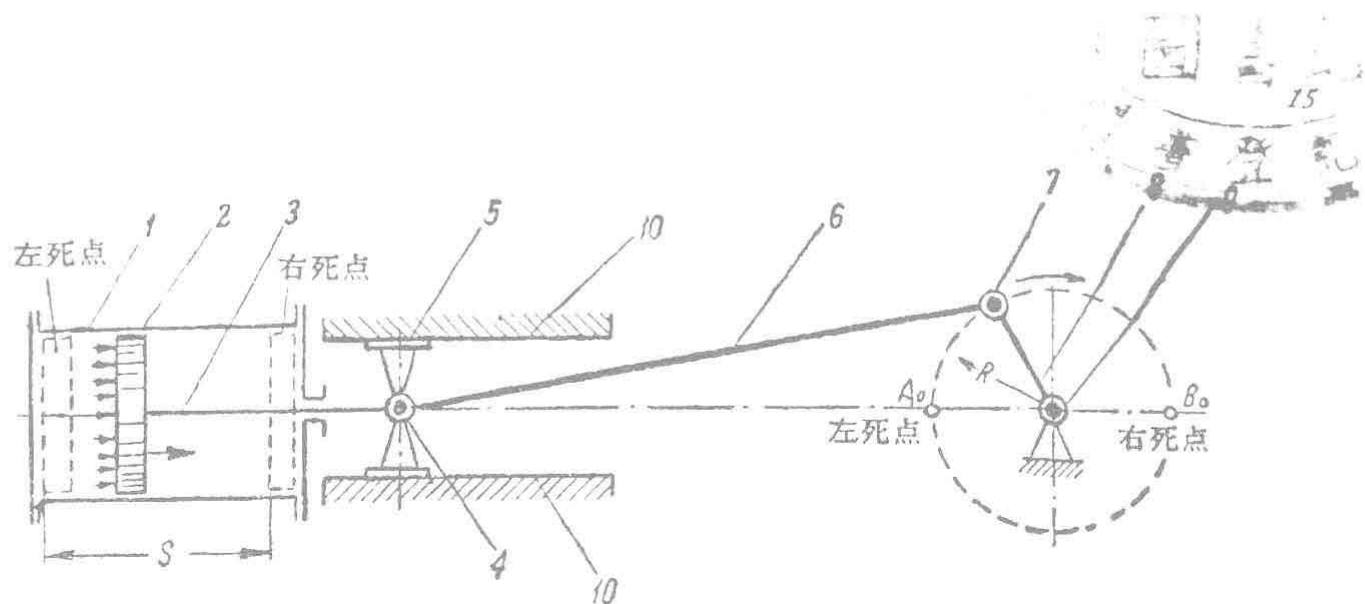


圖4 蒸汽机簡圖。

由圖上看出，每一台蒸汽机都具有下列主要部分：

1. 汽缸 1 是蒸汽机的基本部件，蒸汽的热能轉变为机械功的工作过程正是在汽缸中完成的。

2. 連杆-曲柄机构將活塞 2 的运动傳到曲軸 9。

連杆-曲柄机构是由与活塞杆 3 相連接的十字头 4、沿导板 10 运动的滑板 5、連杆 6 和曲柄 8 所組成的。

3. 配汽机构是用以使新鮮蒸汽进入汽缸和乏汽排出汽缸的机构（在圖上未示出）。蒸汽交替地进入蒸汽机汽缸的每一个空間，而相对的另一空間則是排汽，因而在汽缸的兩個空間之間造成压力差。这压力差使活塞在汽缸中作往复运动。通过連杆-曲柄机构，活塞的往复运动便轉变为曲軸的旋轉运动。

活塞在被称为左死点和右死点（在立式蒸汽机中相应地为上死点和下死点）的兩極端位置間运动。这兩点間的距离称为活塞行程，即

$$S = A_0 B_0 = 2R。$$

式中 R ——曲柄半徑，等于軸 9 的中心与曲柄銷 7 的中心之間的距离。

由十字头 4 的中心到曲柄銷 7 的中心之間的距离，称为連杆長度。船舶蒸汽机的連杆長度通常为

$$L \cong (4 \sim 4.5) R。$$

在曲軸旋轉时，曲柄銷中心以曲柄半徑 R 描繪出一圓形軌迹。

3 机器功率的基本概念

功率是蒸汽机的主要特性。

在工程上机械功以公斤公尺表示。1 公斤公尺就是將 1 公斤重量举升 1 公尺高所必須消耗的功。通常以 1 秒鐘內 1 公斤公尺（公斤公尺/秒）作为功率的單位。

蒸汽机和其他原动机的功率通常以馬力表示。

$$1 \text{ 馬力} = 75 \text{ 公斤公尺/秒}。$$

电机（蒸汽直流發电机、交流發电机、电动机）的功率通常以仟瓦为單位。

$$1 \text{ 仟瓦} = 1000 \text{ 瓦} = 1.36 \text{ 馬力} = 102 \text{ 公斤公尺/秒}$$

或

$$1 \text{ 馬力} = 0.736 \text{ 仟瓦。}$$

在理論上和实际上研究蒸汽机时，往往要將一种能量用另外一种形式的能量来表示。例如在热能轉換为机械能时利用当量关系

$$1 \text{ 仟卡} = 427 \text{ 公斤公尺。}$$

数值 427 公斤公尺称为热功当量。

机械功的热当量即为比值

$$A = \frac{1}{427} \text{ 仟卡/公斤公尺。}$$

功率的热当量:

1 馬力小时.....	632.3 仟卡/馬力小时;
1 仟瓦小时.....	860.0 仟卡/仟瓦小时。

4 蒸汽机的分类

船舶蒸汽机按其用途可分为兩类:

1 主机 (帶动船舶推进器——螺旋槳或明輪工作)。

2 輔机 (帶动机-爐艙的輔助机械和甲板机械——泵、鼓風机、發电机、起貨和拖纜絞車、絞盤机、起錨机等工作)。

船舶蒸汽机在結構上的区别:

1 按汽缸中心綫位置分 用于低轉速淺水船上(內河明輪汽船等)的船舶主蒸汽机有臥式的(圖 5)和斜臥式的(圖 6);立式的(圖 7)主要用于海船和湖船上,有时也用于帶螺旋槳的內河船上;串列式的有兩個汽缸,其中一个汽缸置于另一汽缸之上,并具有一共同的活塞杆和連杆-曲柄機構。

圖 8 所示是一串列式蒸汽机的汽缸体簡圖,蒸汽仅在每一汽缸的一个空間中工作。

圖 9 所示是一串列式蒸汽机

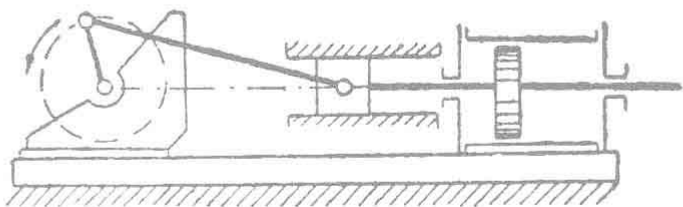


圖 5 臥式船舶蒸汽机。

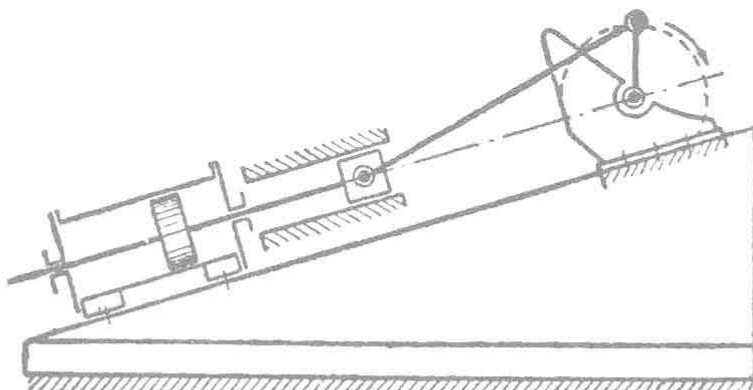


圖 6 斜臥式船舶蒸汽机。

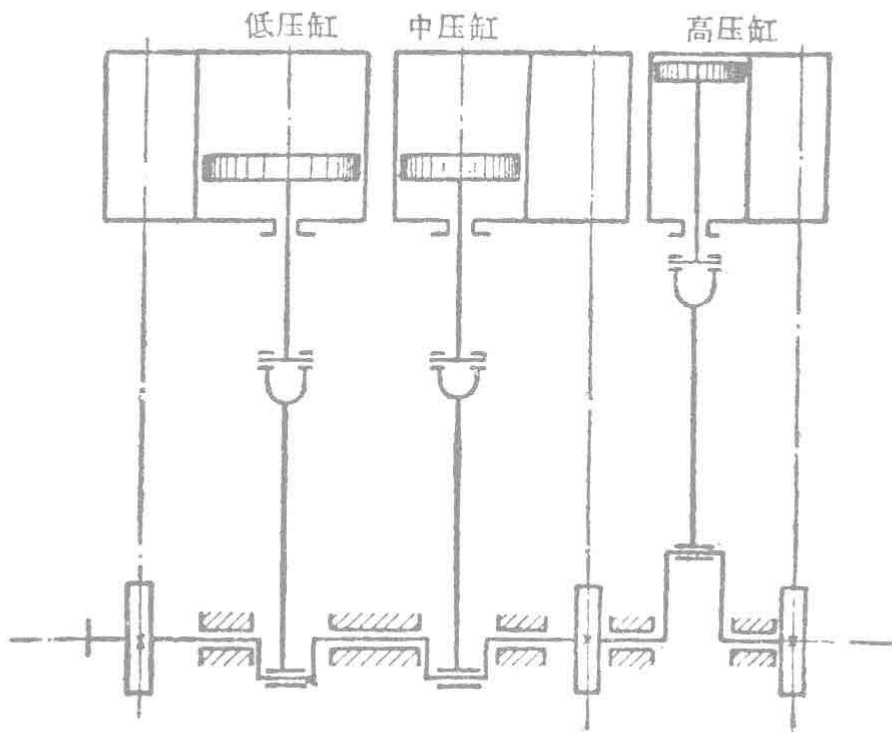


圖 7 立式三脹船舶蒸汽机。