

18.157

高等学校教学用书

船用蒸汽机构造

Б. А. 高尔布諾夫 著
Ф. Л. 尤季茲基

高等教育出版社

赤
平
和
學

PDF

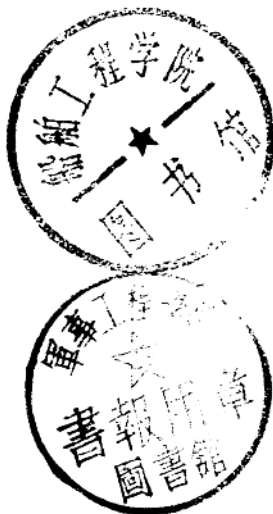
高等学校教学用书



船用蒸汽机构造

(另有图集)

Б. А. 高尔布諾夫, Ф. Л. 尤季茲基著
戚正文譯 王希季校



高等教育出版社

本書系根据苏联水运出版社 (Издательство министерства морского и речного флота СССР) 1953 年出版、高尔布諾夫 (Б. А. Горбунов) 和尤季茲基 (Ф. Л. Юдицкий) 所著“船用蒸汽机構造” (Конструкция судовых паровых машин) 一書譯出。原書經苏联文化部前高等教育署審定為海上及內河運輸部所轄高等学校船舶机械系教學參考書。

本書及圖集也同樣可供其它各高等学校及中等技術學校“蒸汽机”課程作為教學參考書。

全書內容除論述船用蒸汽机的各部件以及在圖集中所示的一般船用蒸汽机的構造外，並列舉了有关这些蒸汽机的各种主要數據。

圖集所載為各种不同型式、用途、功率和蒸汽参数的典型船用蒸汽机的圖样。

本書及圖集所列載的各种資料可供船舶設計局以及其它从事於蒸汽机和船舶动力裝置設計的机关利用。

本書由交通大学造船系戚正文翻譯，王希季校閱。

船用蒸汽机構造

Б. А. 高尔布諾夫 Ф. Л. 尤季茲基著

戚正文譯

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)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 600·課 514 開本 850×1168 1/32 印張 17 1/9 字數 380,000

一九五六年四月上海第一版

一九五六年四月上海第一次印刷

印數 1-2,500

定價 (10) 洋 2.50

目 錄

序.....	3
--------	---

上篇 概論. 船用蒸汽機主要組成部分的構造

第一章 概論.....	7
§ 1. 蒸汽機的動作和它的裝置原理.....	7
§ 2. 船用蒸汽機構造的發展簡史.....	13
§ 3. 船用蒸汽機的应用範圍和它的分類.....	26
§ 4. 船用蒸汽機動力裝置的原理圖.....	33
§ 5. 船用蒸汽機的主要組成部分及其制造材料.....	37
第二章 船用蒸汽機的主要組成部分、裝置和系統的構造.....	45
§ 6. 一般原理.....	45
§ 7. 蒸汽機的靜止部分.....	46
§ 8. 活塞運動機構(連桿-曲柄機構).....	66
§ 9. 配汽機構.....	78
§ 10. 配汽器.....	80
§ 11. 配汽器的傳動機構.....	92
§ 12. 倒車裝置.....	113
§ 13. 盤車裝置.....	117
§ 14. 軸系和止推軸承.....	119
§ 15. 由主機帶動的輔助機械.....	125
§ 16. 附件.....	129
§ 17. 控制測量儀表.....	138
§ 18. 潤滑系統.....	144
§ 19. 冷卻系統.....	154
§ 20. 乏汽和凝結水的清潔系統.....	156
§ 21. 中間蒸汽加熱器.....	162
§ 22. 凝汽器.....	163

下篇 圖集所載蒸汽機的構造和它們的主要數據

第三章 三級膨脹蒸汽機.....	171
§ 23. 1500 指示馬力客貨船用三級膨脹蒸汽機.....	171
§ 24. 2400 指示馬力冰區航行船用三級膨脹蒸汽機.....	176
§ 25. 3300 指示馬力破冰船用三級膨脹蒸汽機.....	179
§ 26. 5000 指示馬力破冰船用雙低壓缸三級膨脹蒸汽機.....	183
§ 27. 1500—1700 指示馬力海洋拖船用三級膨脹蒸汽機.....	188
§ 28. 500—800 指示馬力拖船用系列化三級膨脹蒸汽機.....	190

§ 29. 200—250 指示馬力拖船用系列化三級膨脹蒸汽機	192
§ 30. 2500 指示馬力貨船用三級膨脹蒸汽機	196
§ 31. 6000 指示馬力客貨船用雙低壓缸三級膨脹蒸汽機	202
§ 32. 2250 指示馬力吸泥船用雙低壓缸三級膨脹蒸汽機	204
§ 33. 600 指示馬力吸泥船用閉式三級膨脹蒸汽機	206
§ 34. 複合式配汽的三級膨脹蒸汽機	209
第四章 複膨脹蒸汽機	213
§ 35. 650 指示馬力成對式無容汽器低壓缸半單流的複膨脹蒸汽機	214
§ 36. 200 指示馬力閉式成對式無容汽器低壓缸半單流的複膨脹蒸汽機	219
§ 37. 1300 指示馬力雙低壓缸單流排汽式複膨脹蒸汽機	223
§ 38. 200—400 指示馬力成對式標準化複膨脹蒸汽機	226
§ 39. 125 指示馬力成對式增壓複膨脹蒸汽機	231
§ 40. 50 指示馬力快艇用閉式複膨脹蒸汽機	233
§ 41. 75 和 125 指示馬力(60 和 100 軸馬力)輔機用不可倒車複膨脹蒸汽機	236
§ 42. 150 指示馬力成對式高壓臥式複膨脹蒸汽機	239
§ 43. 1250 指示馬力成對式提閘配汽複膨脹蒸汽機	240
§ 44. 200 指示馬力明輪船用系列化傾斜式複膨脹蒸汽機	244
§ 45. 有容汽器複膨脹蒸汽機	248
§ 46. 船用複膨脹低壓缸單流式蒸汽機(多缸串聯式和成對式)	248
第五章 單級膨脹蒸汽機	254
§ 47. 7—25 軸馬力輔機用不可倒車單級膨脹蒸汽機	254
§ 48. 70 軸馬力浮吊用雙缸可倒車單級膨脹蒸汽機	257
§ 49. 620 指示馬力三缸半單流式單級膨脹蒸汽機	258
§ 50. 1250—2500 指示馬力三缸單流單級膨脹蒸汽機	263
§ 51. 150 指示馬力三缸高速單級膨脹蒸汽機(蒸汽馬達)	266
第六章 高壓蒸汽機	272
§ 52. 200 指示馬力四級膨脹高壓蒸汽機	272
§ 53. 150 指示馬力四級膨脹高壓蒸汽機	276
§ 54. 150—500 指示馬力高壓和增壓的標準化高速蒸汽機	281
第七章 透平-蒸汽機的聯合裝置	286
§ 55. 三級膨脹蒸汽機和反動式乏汽透平的聯合裝置	287
§ 56. 2450 指示馬力成對式提閘複膨脹蒸汽機和反動式乏汽透平的聯合裝置	291
§ 57. 1500 指示馬力四級膨脹蒸汽機和透平壓汽機的聯合裝置	295
參考書目	300
中俄名詞對照表	301

高等学校教学用书



船用蒸汽机构造

(另有图集)

Б. А. 高尔布諾夫, Ф. Л. 尤季茲基著
戚正文譯 王希季校



高等教育出版社

本書系根据苏联水运出版社 (Издательство министерства морского и речного флота СССР) 1953 年出版、高尔布諾夫 (Б. А. Горбунов) 和尤季茲基 (Ф. Л. Юдицкий) 所著“船用蒸汽机構造” (Конструкция судовых паровых машин) 一書譯出。原書經苏联文化部前高等教育署審定为海上及内河運輸部所轄高等学校船舶机械系教学参考書。

本書及圖集也同样可供其它各高等学校及中等技術学校“蒸汽机”課程作为教学参考書。

全書內容除論述船用蒸汽机的各部件以及在圖集中所示的一般船用蒸汽机的構造外,並列举了有关这些蒸汽机的各种主要數據。

圖集所載为各种不同型式、用途、功率和蒸汽参数的典型船用蒸汽机的圖样。

本書及圖集所列載的各种資料可供船舶設計局以及其它从事于蒸汽机和船舶动力裝置設計的机关利用。

本書由交通大学造船系戚正文翻譯,王希季校閱。

船用蒸汽机構造

Б. А. 高尔布諾夫 Ф. Л. 尤季茲基著

戚正文譯

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)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 600. (課 514) 開本 850×1168 1/18 印張 17 1/9 字數 360,000

一九五六年四月上海第一版

一九五六年四月上海第一次印刷

印數 1-2,500

定價 (10) 洋 2.50

序

蒸汽機在運輸用船舶上廣泛地用作船舶的主發動機和輔助發動機。

由於蒸汽機的起動轉矩較大，工作安全可靠，而操縱管理又簡單，因此，它很適宜用作冰區航行船、拖船、工程和工業用船、以及其它船舶的主發動機。

蒸汽機是最早的船用機械動力機。自第一艘蒸汽機船出現后，約一百五十年來，船用蒸汽機曾經得到了很大的發展。

蘇聯的學者和工程師對蒸汽機構造的改進，以及在建立它們的理論上，均起了主導的作用。

五十年前分四卷出版的 B. II. 麥基沙夫教授為講述海船蒸汽機課程所編纂的蒸汽機圖集就証實了蘇聯在技術上所具有的高度水平。

在該著作中總結了二十世紀初葉以前船舶機械制造業方面的無數經驗，由於它所收集的資料非常豐富，因此直到目前尚未喪失其應有的價值。

但是在過去的年代中，船舶機械結構的發展發生了很大的變化，而蒸汽機在船舶上的應用範圍也起了改變。

近代船舶機械制造業的實踐結果使每一型式的原動機——汽輪機、內燃機和蒸汽機——劃分了它們自己的應用範圍。由於這樣劃分的結果，蒸汽機和內燃機一樣多半是應用在中小型的動力裝置中。

蒸汽機所採用的初始蒸汽參數是大大地提高了，並且出現了許多結構上更完善的新型蒸汽機，以及和它相聯的輔助機械。

聯共黨第十九次代表大會對發展蘇聯國民經濟的第五個五年計劃的指示決定了在 1951—1955 年要將蘇聯的海河運輸工作予以新的提高，代表大會的指示規定了要將蘇聯的海運貨船和油船的生產量在 1955 年增加至約為 1950 年的 2.9 倍，內河客船為 2.6 倍，而漁業船則為 3.8 倍。

由於蘇聯的船舶建造業有这样的增長，因此就需要建造各種不同型式和不同用途的新船。在這些新船中將有很大部分是要裝備活塞式蒸汽機的動力裝置，而活塞式蒸汽機的發展方向則應是不斷地改善它的構造，提高它的經濟性，減輕它的重量和縮小它的機型尺寸。

在本書及圖集內概括地並有系統地整理了船用蒸汽機構造方面的現有資料，介紹了目前所採用的蒸汽機結構型式，同時也反映了蘇聯設計機構和工業在船舶機械制造業方面的各種成就。

圖集上所載的各種蒸汽機的總圖，其目的在使學生能認識現今船用蒸汽機的型式和它的一般構造，但由於這些圖樣的比例尺並不很大，因此，它們並不能供研究蒸汽機的個別零件

之用。

本書共分兩篇。

上篇說明了蒸汽機的動作原理，敘述了船用蒸汽機構造的發展簡史，繪出了船舶動力裝置的簡圖，歸納了蒸汽機的類別，並指出了它們的應用範圍，同時又論述了蒸汽機各個組成部分，它的動力裝置、系統和為船舶主機服務的輔助機械的全部構造。

下篇分別說明了在圖集上的每一種蒸汽機的構造，並介紹了它們的各種主要數據。

機器零件的數字標誌，若並未註明在圖下的圖註內時，則在本文內隨說明的進程一起解釋。

本書的總校閱和 § 13, 14, 15, 21, 22 及第七章的“透平——活塞式機的聯合裝置”的編寫是由 Б. А. 高爾布諾夫教授所完成的。

本書其餘部分的編寫則由技術科學候補博士 Ф. Л. 尤季茲基副教授所完成。

作者們在這裡要感謝技術科學博士 А. А. 莫依塞也夫教授，技術科學博士 А. В. 高倫斯基教授和技術科學候補博士 В. И. 塞切夫在本書準備出版時給我們的珍貴指示，也要感謝技術科學候補博士 В. Г. 叶爾密羅夫和 В. И. 考士羅夫所供給我們的某些資料。

作者們還要感激地表揚工程師 А. Л. 考才夫、機械工程師 В. И. 康特拉脫夫、Л. В. 別得尼雅琴、З. Н. 達麗和 А. А. 索特清考夫對本書圖集所參加的一系列制圖工作。

目 錄

序.....	3
--------	---

上篇 概論，船用蒸汽機主要組成部分的構造

第一章 概論.....	7
§ 1. 蒸汽機的動作和它的裝置原理.....	7
§ 2. 船用蒸汽機構造的發展簡史.....	13
§ 3. 船用蒸汽機的应用範圍和它的分類.....	26
§ 4. 船用蒸汽機動力裝置的原理圖.....	33
§ 5. 船用蒸汽機的主要組成部分及其制造材料.....	37
第二章 船用蒸汽機的主要組成部分、裝置和系統的構造.....	45
§ 6. 一般原理.....	45
§ 7. 蒸汽機的靜止部分.....	46
§ 8. 活塞運動機構(連桿-曲柄機構).....	66
§ 9. 配汽機構.....	78
§ 10. 配汽器.....	80
§ 11. 配汽器的傳動機構.....	92
§ 12. 倒車裝置.....	113
§ 13. 盤車裝置.....	117
§ 14. 軸系和止推軸承.....	119
§ 15. 由主機帶動的輔助機械.....	125
§ 16. 附件.....	129
§ 17. 控制測量儀表.....	138
§ 18. 潤滑系統.....	144
§ 19. 冷卻系統.....	154
§ 20. 乏汽和凝結水的清潔系統.....	156
§ 21. 中間蒸汽加熱器.....	162
§ 22. 凝汽器.....	163

下篇 圖集所載蒸汽機的構造和它們的主要數據

第三章 三級膨脹蒸汽機.....	171
§ 23. 1500 指示馬力客貨船用三級膨脹蒸汽機.....	171
§ 24. 2400 指示馬力冰區航行船用三級膨脹蒸汽機.....	176
§ 25. 3300 指示馬力破冰船用三級膨脹蒸汽機.....	179
§ 26. 5000 指示馬力破冰船用雙低壓缸三級膨脹蒸汽機.....	183
§ 27. 1500—1700 指示馬力海洋拖船用三級膨脹蒸汽機.....	188
§ 28. 500—600 指示馬力拖船用系列化三級膨脹蒸汽機.....	190

§ 29. 200—250 指示馬力拖船用系列化三級膨脹蒸汽機	192
§ 30. 2500 指示馬力貨船用三級膨脹蒸汽機	196
§ 31. 6000 指示馬力客貨船用雙低壓缸三級膨脹蒸汽機	202
§ 32. 2250 指示馬力吸泥船用雙低壓缸三級膨脹蒸汽機	204
§ 33. 600 指示馬力吸泥船用閉式三級膨脹蒸汽機	206
§ 34. 複合式配汽的三級膨脹蒸汽機	209
第四章 複膨脹蒸汽機	213
§ 35. 650 指示馬力成對式無容汽器低壓缸半單流的複膨脹蒸汽機	214
§ 36. 200 指示馬力閉式成對式無容汽器低壓缸半單流的複膨脹蒸汽機	219
§ 37. 1300 指示馬力雙低壓缸單流排汽式複膨脹蒸汽機	223
§ 38. 200—400 指示馬力成對式標準化複膨脹蒸汽機	226
§ 39. 125 指示馬力成對式增壓複膨脹蒸汽機	231
§ 40. 50 指示馬力快艇用閉式複膨脹蒸汽機	233
§ 41. 75 和 125 指示馬力(80 和 100 軸馬力)輔機用不可倒車複膨脹蒸汽機	236
§ 42. 150 指示馬力成對式高壓臥式複膨脹蒸汽機	239
§ 43. 1250 指示馬力成對式提閘配汽複膨脹蒸汽機	240
§ 44. 200 指示馬力明輪船用系列化傾斜式複膨脹蒸汽機	244
§ 45. 有容汽器複膨脹蒸汽機	248
§ 46. 船用複膨脹低壓缸單流式蒸汽機(多缸串聯式和成對式)	248
第五章 單級膨脹蒸汽機	254
§ 47. 7—25 軸馬力輔機用不可倒車單級膨脹蒸汽機	254
§ 48. 70 軸馬力浮吊用雙缸可倒車單級膨脹蒸汽機	257
§ 49. 620 指示馬力三缸半單流式單級膨脹蒸汽機	258
§ 50. 1250—2500 指示馬力三缸單流單級膨脹蒸汽機	263
§ 51. 150 指示馬力三缸高速單級膨脹蒸汽機(蒸汽馬達)	266
第六章 高壓蒸汽機	272
§ 52. 200 指示馬力四級膨脹高壓蒸汽機	272
§ 53. 150 指示馬力四級膨脹高壓蒸汽機	276
§ 54. 150—500 指示馬力高壓和增壓的標準化高速蒸汽機	281
第七章 透平-蒸汽機的聯合裝置	286
§ 55. 三級膨脹蒸汽機和反動式乏汽透平的聯合裝置	287
§ 56. 2450 指示馬力成對式提閘複膨脹蒸汽機和反動式乏汽透平的聯合裝置	291
§ 57. 1500 指示馬力四級膨脹蒸汽機和透平蒸汽機的聯合裝置	295
參考書目	300
中俄名詞對照表	301

上篇 概論. 船用蒸汽機主要組成部分的構造

第一章 概論

§ 1. 蒸汽機的動作和它的裝置原理

蒸汽機屬於熱機之一種，它的工質水蒸汽是從一套獨立的設備——蒸汽鍋爐——中獲得的。

水蒸汽的熱勢能（壓力能）在蒸汽機的汽缸內直接轉換為移動活塞的機械功。

蒸汽的能量在蒸汽機內轉變為機械功是一個循環過程，每當曲軸迴轉一圈，即在二個活塞沖程的時間內，在蒸汽機汽缸內的蒸汽先後要經過進汽、膨脹、排汽和壓縮的四個時期。

活塞的往復運動通過連桿-曲柄機構轉換為曲軸的迴轉運動。因此，在活塞式機器的曲軸上，它的轉矩值在曲軸每旋轉一圈的時間內要從零值到最大值變化二次（指單缸汽機而言）。

為了能使船用主機的轉矩更均勻起見，一般多採用多缸式汽機，它們的曲軸都有好幾個按一定角度安置在圓周上的曲柄。

現在為了能說明蒸汽機的動作原理，我們以一最簡單的單缸立式滑閥蒸汽機來作說明的例子，它的剖面圖示於圖 1。

如圖 1 所能看到的，汽缸 1 和閥室 20 是一整體，它們安置在機柱 19 上，機柱 19 則固聯在機架 16 上。汽缸、機柱和機架相互連接成一剛性的結構，借機架固置於船舶的底座上。

汽缸的上部有缸蓋 2 蓋住，缸蓋 2 借其凸緣以雙頭螺栓或螺釘和汽缸相連接，汽缸下部有缸底 5，它可以和汽缸鑄成一體，或如缸蓋一樣地分別和汽缸相聯。

在缸底 5 有圓孔可供活塞桿 9 通過，活塞 3 就固置在活塞桿上，新蒸汽進入閥室後，沿汽道 a 通達汽缸的上側。由於汽缸上側的活塞所受壓力大於下側，使活塞就往下移。活塞的縱向移動借活塞桿而傳至連桿 12，連桿下端是和曲軸的曲柄 15 相聯，因此，曲軸就隨活塞的運動而在固置於機架內的機架軸承 17 中旋轉起來。

曲軸軸心和曲柄銷軸心間的距离稱為曲柄半徑 R 。

活塞的沖程相等於曲柄半徑的二倍： $H=2R$ 。活塞從它上極端的位置到它下極端的位置，或者反過來，其所經過的途程都相當於曲軸旋轉 180° 的角度。當曲軸轉滿一圈時，活塞就完成二個沖程。

偏心輪 29 是和曲軸一起旋轉的，它固置在曲軸上而和曲柄隔有一定的角度。偏心輪可視為圓盤式的曲柄，偏心輪中心和曲軸中心間的距离稱為偏心距 r 。在偏心輪上套有偏

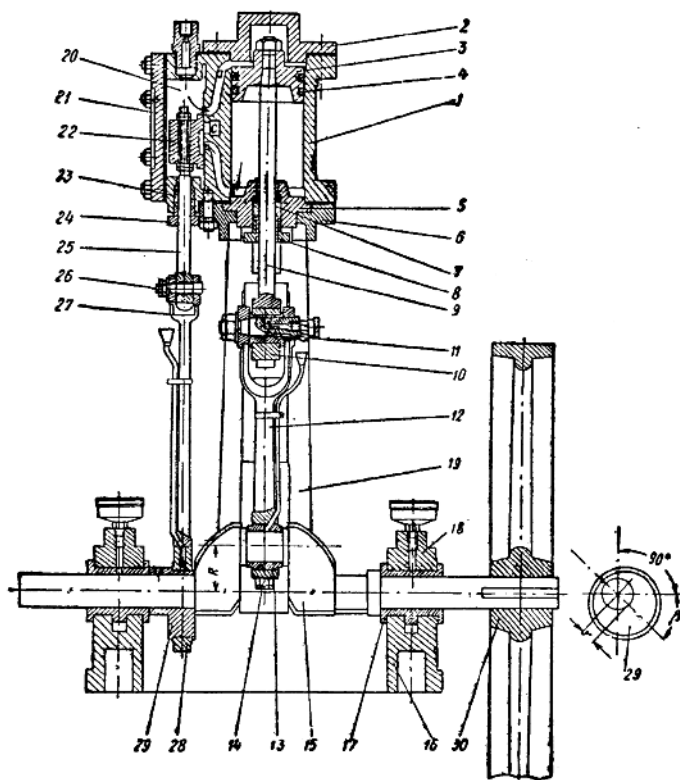


圖 1. 單缸立式帶動輪機用的汽機：

4—活塞環圈；6—機柱合頁；10—十字頭滑板的軸承蓋；11—連桿上端的銷軸；13—連桿的曲柄軸承蓋；14—連桿曲柄軸承的螺栓；18—機架軸承的蓋子；21—閥室的蓋子。

心環 28，偏心環和偏心桿 27 相聯，偏心桿則借銷子 26 和閥桿 25 相聯，滑閥 22 就固置在閥桿上。這樣，當曲軸旋轉時，滑閥 22 就能借偏心輪之助而產生移動，使它能控制汽缸的進汽和排汽。

當活塞移向下時，汽缸下側的乏汽就沿汽道 a 逸出而至空間 c ，空間 c 有管將機器內的乏汽排至大氣、凝汽器或者其它任何能使該乏汽再度被利用的裝置內。當活塞在沖程的某一位置而滑閥的上蓋蓋住汽道 a 時，汽缸上側的進汽就中止，並在汽缸內就開始蒸汽的膨脹。

當活塞在它下半部的行程而滑閥正好移上至汽道 a 和空間 c 溝通時，汽缸的上側就開始排汽。此時汽道 a 被打開，新蒸汽就从閥室開始進至汽缸的下側；當活塞越過下極端的位置時，它就開始以反方向移動。汽缸下側所進行的進汽和膨脹過程完全和上側相同。

當活塞位於上面或下面的極端位置時，曲軸的曲柄也同樣位於它的極端位置，此極端位置稱為死點（上死點——В. М. Т.；下死點——Н. М. Т.）。

當曲柄在這樣的位置時，機軸的轉矩等於零。

为了使活塞当曲柄在死點位置時不致被停住，並使曲軸能尽可能地迴轉得均匀，在單缸蒸汽機的曲軸上置有飛輪 30。飛輪在機速增高時就把動能儲存起來，在機速緩慢時則又放還出來，它不但幫助活塞很平穩地越過死點，並使曲軸的旋轉角速度值變成恆定。

蒸汽在蒸汽機汽缸內的工作过程可从示功圖上來研究，示功圖用圖形示出了活塞在不同位置時的汽缸內的蒸汽压力變化情況，由於活塞所扫过的汽缸容積的變化是正比於活塞的位移，故示功圖可由压-容坐标或压-程坐标所組成。

圖 2 所示为利用蒸汽膨脹來作功的蒸汽機汽缸的上下兩側示功圖。示功圖的長度是以活塞冲程 H 的比例尺來代表。有膨脹蒸汽機汽缸內的配汽情況在示功圖上的特征为具有以下几个主要時刻（見汽缸上側的示功圖）：提前進汽——點 1；斷汽——點 2；提前排汽——點 3；壓縮開始——點 4。汽缸下側相应的各點用有撇的数字指出。

若將所指各點投射於相當於活塞冲程的線段 A_0B_0 上（具有一定的比例尺），則 a_1, a_2, a_3, a_4 各點分別指出相當於各主要配汽時刻的活塞位置。

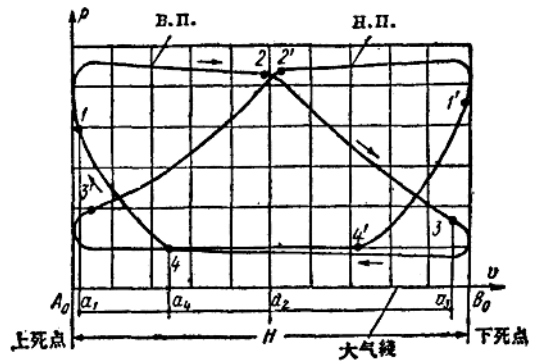


圖 2. 蒸汽機的示功圖：

B. II.—汽缸上側的示功圖； H. II.—汽缸下側的示功圖。

由示功圖上可見，汽缸上側的進汽是開始於活塞在 a_1 點位置的時候，此時活塞尚和上死點相距 a_1A_0 的距离。这段距离表示了提前進汽是在活塞的这一段行程上進行的。曲線 1—2 示出了在提前進汽和進汽時間內蒸汽压力的變動情況。由於汽口是被滑閥（或提閥）逐步關閉着，以及蒸汽有節流的原因，使汽缸內進汽終了時的蒸汽压力要稍低於進汽開始時的压力。汽缸內的進汽在點 2 時被中斷，於是在活塞冲程的 a_2a_3 段上就發生蒸汽的膨脹过程，此过程在示功圖上即为曲線 2—3 所示。

当活塞位於點 a_3 位置時，滑閥就把汽口打開以供汽缸排汽，並且在活塞冲程的 a_3B_0 上就開始提前排汽。

当活塞返回時——自下死點至點 a_4 是進行着排汽。示功圖上的曲線 3—4 表示着在排汽時期內的汽缸蒸汽压力的變化。

当活塞在點 a_4 位置時，滑閥關住了在排汽的汽口，殘存在汽缸內的蒸汽就開始被壓縮。示功圖上的曲線 4—1 表示着在壓縮時期汽缸內蒸汽压力的升高情況。在點 1 進汽又再開始，全部的过程又重複進行。

汽缸內的配汽情况可用各个別配汽時間的持續長久來表征，此時間可用活塞冲程的几分之一（或冲程的百分率）來度量。

相當於以上所採用的符号可得出以下的几个配汽度：

$$\epsilon_1 = \frac{A_0 a_1}{A_0 B_0} \text{——提前進汽度；}$$

$$\epsilon_2 = \frac{A_0 a_2}{A_0 B_0} \text{——進汽度；}$$

$$\epsilon_3 = \frac{a_3 B_0}{A_0 B_0} \text{——提前排汽度；}$$

$$\epsilon_4 = \frac{a_4 A_0}{A_0 B_0} \text{——壓縮度。}$$

提前進汽的作用是在活塞走近它所相應的極端位置時，能促使汽缸內的蒸汽壓力昇高至工作壓力。此外，提前進汽和壓縮又共同形成了彈性的蒸汽墊，使活塞和曲柄能很平穩地越過死點。進汽度對蒸汽機經濟性的影響要較其它的配汽因素大得多。

提前排汽的目的是當活塞尚在未達極端位置的行程時，將汽缸內的大部分乏汽釋走，這樣就降低了排汽的背壓。

為了能獲得上述的配汽時刻就需要使用有餘面的滑閥。這種滑閥當它在中間位置時（可由上下兩極端間的中間位置來確定）它的閥掌要超蓋閥室上的汽口。

沒有餘面的滑閥是最簡單的滑閥。這種滑閥應用在蒸汽不膨脹的蒸汽機內，這種不膨脹的蒸汽機在其整個的活塞衝程上都是在進汽。

圖3所示為一不膨脹蒸汽機圖。

無餘面的滑閥其閥掌高度 l 是和汽口高度 a 相等的。

滑閥式配汽可分為內進汽和外進汽兩種。外進汽時，新蒸汽是由導管1進入閥室（圖3），而乏汽則從閥室經孔2而排出；此時蒸汽的進入汽道是在閥掌的外邊緣 mn 上進行着，乏汽的排出則在內邊緣 kc 上。當內進汽時，所發生的情況適相反：新蒸汽是經孔2而進入閥室，乏汽則經導管1自閥室排出。這時蒸汽的進入汽道是發生在閥掌的內邊緣 kc 上，而排汽則在外邊緣 mn 上。

在不膨脹的蒸汽機內，當外進汽時偏心輪的偏心半徑 r 是安置在較曲柄半徑 R 領前 90° 角度的位置上。當內進汽時，偏心半徑則安置在較曲柄半徑落后 90° 角度的位置上。

在這種機器內當活塞在上和下的死點位置時，滑閥正好居於中間位置。

從圖3可看出，當活塞在上死點時，蒸汽要外進汽地進入汽缸，只有當滑閥向下移走時才有可能。而內進汽時，則只有向上才有可能。由於偏心輪是死死地固定在蒸汽機的曲軸上，因而，當蒸汽從外進汽改變為內進汽時，或者相反時，曲軸的旋轉方向勢必也發生改變。

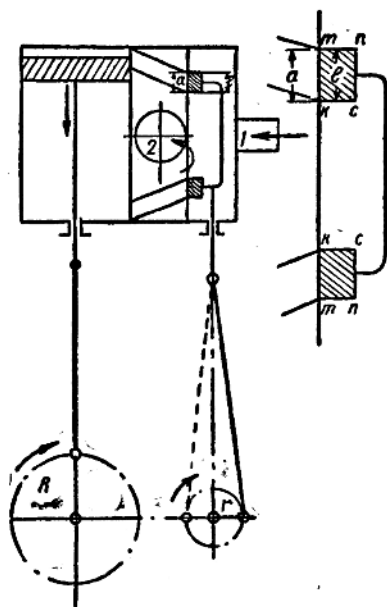


圖3. 不膨脹蒸汽機的簡圖。

此种無余面滑閥的特性为某些輔助機械所利用。例如用於舵機以及其它需要倒車迅速且可靠的機器上。

所有的主機和大部分的輔助機械為了能提高它們的經濟性，一般都使蒸汽有膨脹而工作。在有膨脹的蒸汽機中，汽缸內的進汽並不是在整个活塞冲程中都在進行，而只有在它的某一部分才有。为了使蒸汽在汽缸內能按所选取的主要配汽因素（提前進汽、斷汽、提前排汽和压缩）來膨脹，可裝置有余面的滑閥。圖 2 所示为自有膨脹蒸汽機汽缸中所取得的示功圖形狀。

有余面滑閥的閥掌長度要較汽口高度 a 多出一進汽余面 p 和排汽余面 q ，此即 $l = a + p + q$ 。圖 4 所示为外進汽時的有余面滑閥簡圖。為了能求得余面值的大小，滑閥必需要安放在中間位置，此時由滑閥進汽邊緣到汽口邊緣間的距離即為進汽余面 ($p_o; p_n$)，而自滑閥排汽邊緣至汽口邊緣間的距離則為排汽余面 ($q_o; q_n$)。註脚 o 和 n 是標誌余面是屬汽缸上側或是下側。

進汽余面的數值總要較排汽余面為大。在提前排汽較大和压缩度較小的汽缸中，滑閥的排汽余面可能根本沒有；在某些情況下還可能有負值 ($-q$)，此即當滑閥在中間位置時汽口靠排汽邊緣方面稍有一些啓開。負值的余面就稱為負余面。滑閥排汽邊緣的位置當它為負余面時如圖 4 的虛線所示。

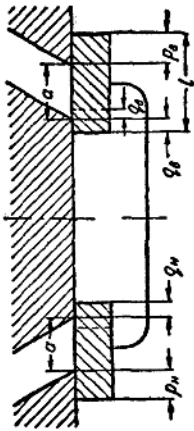


圖 4. 有余面的滑閥簡圖(外進汽)。

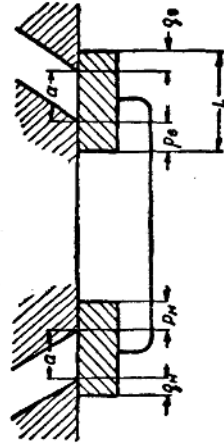


圖 5. 有余面的滑閥簡圖(內進汽)。

當蒸汽的進汽方向改變時滑閥的余面也將對換地改變：進汽余面成為排汽余面，而排汽余面卻成為進汽余面。圖 5 所示为內進汽滑閥余面的佈置簡圖，其所用的標誌仍照舊。

在膨脹的蒸汽機中偏心輪偏心半徑的安置在外進汽時應較曲軸的曲柄位置領前 $90^\circ + \beta$ 的角度（領前的偏心半徑），在內進汽時應較曲柄落后 $90^\circ - \beta$ 的角度（落后的偏心半徑）。角度 β 稱為前進角。圖 6 所示为曲柄半徑 R 和偏心輪偏心半徑 r 在外進汽 a 時和內進汽 b 時的佈置簡圖。

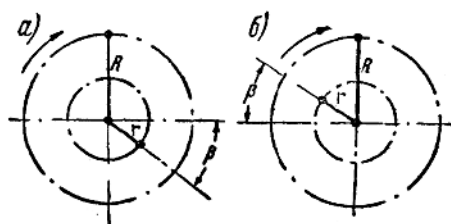


圖 6. 曲柄半徑和偏心輪偏心半徑的安置簡圖: a —在外進汽時(領前的偏心距); b —在內進汽時(落后的偏心距)。

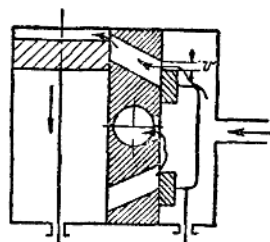


圖 7. 當外進汽而汽口開啓為導程值 v 時的活塞和滑閥位置的簡圖。

为了使汽缸內能實現提前進汽,因此,當活塞在處於上下極端位置時,汽口必需要有稍些啓開。當活塞在極端位置汽口為進汽而啓開的这个量稱為導程 v (圖 7)。當活塞在此位置時滑閥自它中間位置所移開的距離相等於進汽余面加上導程的值 $p+v$ 。當外進汽而汽口的開啓相等於導程值時活塞和滑閥相互位置的簡圖示於圖 7。

當內進汽時,導程的值應從滑閥的內邊緣計起。當汽口所開啓的大小為導程值時,滑閥的位置是正相當於偏心半徑和曲柄安置成 $90^\circ + \beta$ 或 $90^\circ - \beta$ 的角度(視內進汽或外進汽而定)。

在圖 1 所示的蒸汽機中可看出是應用外進汽的平滑閥。

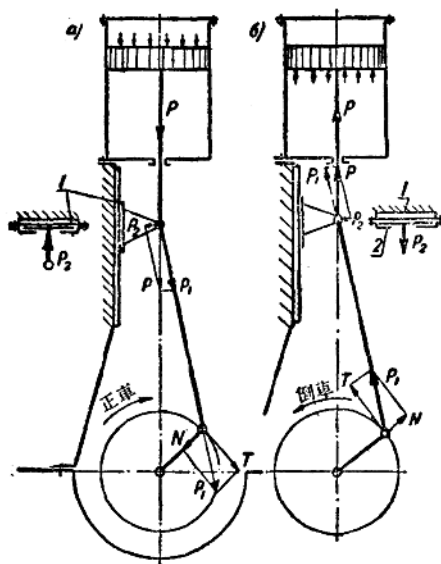


圖 8. 連桿-曲柄機構的運動簡圖:

a —正車時作用力的分佈情況; b —倒車時作用力的分佈情況。在倒車時(圖 8, b),作用力 P_2 的方向也就相反。由於船用主機的曲軸旋轉方向是可以改變的,因此,在機架上裝有頰板 2,使蒸汽機在倒車工作時 P_2 的力可由頰板 2 來承受。

圖 8, a 和 b 介紹了連桿-曲柄機構的運動簡圖,並指出了作用於各個環節上的力的分佈情況。從簡圖上可看出,當連桿稍偏斜出垂直位置時,沿活塞桿方向的作用力 P 就可分為二個分力。分力 P_1 作用於連桿的方向,而另一分力 P_2 經十字頭滑板轉傳至導板 1。導板通常固置在它后面的機架或機殼上,供作活塞桿導向之用,使它避免被力 P_2 的作用而彎曲。

作用力 P_1 又可同樣地劃分為二個分力:力 N ,作用於曲柄的方向,是由曲軸的機座軸承來承受;力 T ,作用於由曲柄中心所掃劃成的圓周切線方向上,它使蒸汽機的曲軸產生了轉矩。

當曲軸反方向旋轉時,也即是當蒸汽機