

中等专业学校教学用书

蒸汽机车学

下 册

С. И. 李索温科、И. М. 佐洛圖洪、
А. П. 科斯秋克、Э. В. 李索温科、
М. Ф. 費里德曼、Т. Ф. 庫茲涅佐夫

机械工业出版社

中等专业学校教学用书



蒸汽机车学

下册

汽机、车行部和辅助设备的原理、
构造和计算。动力学、
牵引计算和运用概述

宁生译

乌克兰苏维埃社会主义共和国部长会议直属高等学校
事业管理局审定为运输机器制造中等专业学校教材



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書是根据苏联国立机器制造書籍出版社 (Машгиз) 出版的李索溫科(С. И. Лисовенко)、佐洛圖洪(И. М. Золотухин)、科斯特克(А. П. Костюк)、李索溫科(Э. В. Лисовенко)、費里德曼(М. Ф. Фельдман)和庫茲涅佐夫(Т. Ф. Кузнецов)所著「蒸汽機車学」(Паровозы) 下册 1954 年版譯出。原書是根据苏联运输机器制造部教育司审定的「蒸汽機車学」課程教学大綱編写的, 并經乌克兰苏維埃社会主义共和国部長會議直屬高等学校事业管理局审定, 作为运输机器制造中等专业学校「蒸汽機車制造」专业的教材。

書中詳細地叙述了蒸汽機車的汽机、車行部和輔助設備的原理、构造和計算, 以及蒸汽機車的动力学和牽引計算。关于蒸汽機車的运用和蒸汽機車制造业的發展前途, 也扼要地作了系統的說明。

本書除了供中等专业学校作教材外, 并可供蒸汽機車制造业的工程技術人員和大学生参考之用。

苏联 С. И. Лисовенко, И. М. Золотухин, А. П. Костюк, Э. В. Лисовенко, М. Ф. Фельдман, Т. Ф. Кузнецов 著 «Паровозы (Часть вторая)» (Машгиз 1954 年第一版)

NO. 2048¹

1959 年 3 月第一版

1959 年 3 月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₆ 字数 586 千字 印张 257/9 0,001—2,400 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

北京西四印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号

定价(10) 3.95 元

目次

原序	8
----------	---

第一篇 蒸汽機車汽机的构造、工作过程和計算

第一章 蒸汽機車汽机的总論	9
---------------------	---

1 蒸汽機車汽机的特点及其要求	9
2 蒸汽機車汽机的总装置和工作	10
3 蒸汽機車汽机的分类	12

第二章 汽缸及其配件	17
------------------	----

4 汽缸縱向中心綫的位置	17
5 汽缸的型式	18
6 汽缸的配件	22
7 汽机主要尺寸的确定	28

第三章 汽缸的附件	31
-----------------	----

8 排水塞門和排水閥。安全閥	31
9 蒸汽機車的惰行（絕汽运行）装置	34
10 起动装置。回汽制动	38

第四章 内部閥动机构	40
------------------	----

11 最簡單的閥动装置。偏心輪的嵌装圖。滑閥运动方程式	40
12 閥动極綫圖	42
13 閥动橢圓圖	46
14 搖杆有限長度对汽机工作过程的影响。布利克斯的修正法	48
15 具有减压板的箱形滑閥	49
16 圓筒滑閥	50
17 跳动閥装置的概念	55
18 閥动装置内部要素的选定和滑閥直徑的确定	55
19 預期示动圖的画法	63

第五章 外部閥动机构	67
------------------	----

20 有偏心輪的月牙板机构	67
21 月牙板机构的一般原理	70
22 无偏心輪的月牙板机构	71
23 无月牙板的机构	81
24 月牙板-合并杆机构的設計	82
25 月牙板-合并杆机构的分析	87
26 多缸汽机閥动装置的概念	91
27 回动机构	91

第六章 主动机构	94
28 活塞与活塞杆	94
29 十字头和滑板	98
30 活塞杆、十字头和滑板的计算	105
31 摇连杆机构	115
32 摇杆和连杆的计算	123

第七章 蒸汽机车汽机的热力过程	131
33 汽机的热平衡方程式	131
34 汽机热平衡的编制	132
35 汽机的效率	138
36 蒸汽机车的总效率	144
37 决定汽机工作效率的主要指标	144
38 提高汽机效率的措施	146

第二篇 蒸汽机车的车行部

第八章 蒸汽机车的车架	151
39 蒸汽机车车架的用途和工作条件	151
40 车架的型式	151
41 锅炉在车架上的固结	155
42 车架的计算	157

第九章 弹簧装置	161
43 概念	161
44 弹簧装置的型式	162
45 弹簧装置零件的构造	166
46 弹簧的计算	170

第十章 轴箱	173
47 轴箱的用途和工作条件	173
48 轴箱的型式和构造	175

第十一章 轮对	181
49 概念	181
50 轮对各种零件的构造	182
51 轮对零件的强度计算	188

第十二章 转向架	191
52 总论	191
53 复原装置的型式	194
54 转向架的构造	199

第十三章 缓冲装置和牵引装置	211
55 蒸汽机车与煤水车的連結装置型式	211

第三篇 煤水車和凝汽式蒸汽機車

第十四章 煤水車	215
56 总論	215
57 煤水車的組成部分	215
58 煤水車主要尺寸的选定	221
第十五章 凝汽式蒸汽機車	224
59 总論	224
60 凝汽式蒸汽機車的总装置和工作	225
61 凝汽式蒸汽機車最主要机构的装置和工作	226
62 改进凝汽式蒸汽機車的道路	230

第四篇 輔助装置和自动制动机

第十六章 蒸汽機車的輔助装置	231
63 油料和給油器	231
64 外皮和隔热料	243
65 撒砂装置	245
66 司机室和走板	246
67 电力照明装置	248
68 輔助机和粘着重量增大器	253
第十七章 自动制动机	255
69 制动机总論	255
70 列車的制动設備	257
71 制动管路压缩空气的供給 装置	262
72 自动制动机的操縱装置	270
73 分配閥	280
74 自动停車器	301
75 制动管、制动缸和輔助貯气筒	306
76 制动基本装置	309

第五篇 蒸汽機車的动力学

第十八章 蒸汽機車运行时作用力的分析和一般求法	317
77 作用于蒸汽機車机构各构件的力	317
78 作用于蒸汽機車車架的各力，以及它們对車架扰动的影响	324
79 作用于整个蒸汽機車的力	327
80 蒸汽機車作用于綫路的力	328
第十九章 机构构件慣力作用于車架和綫路的动載荷的均衡	331
81 机构慣力作用于車架和綫路的动載荷变化規律的求法	331
82 主均重塊的計算	333

83	均衡迴轉質量的均重塊的計算	341
84	过量均重塊的計算	344
85	动輪总均重塊的計算和配置	348
86	动力性能較好的蒸汽機車	350
第二十章 活塞蒸汽压力傳給車架和綫路的动載荷		355
87	蒸汽機車輪周切向力的变化規律	356
88	动輪与鋼軌的粘着定律	360
89	蒸汽機車达成牽引力时軸箱作用于車架的压力	361
90	主动輪由于蒸汽压力而作用于鋼軌的垂直动載荷	363
第二十一章 彈簧裝置原理的主要問題和蒸汽機車对綫路的作用		366
91	彈簧裝置的靜力学	366
92	車軸的載荷分配 (蒸汽機車的重量分配)	370
93	蒸汽機車簧上結構振动的概念	371
94	蒸汽機車在垂直平面中的动力特性曲綫	375
第二十二章 蒸汽機車在曲綫上的运行		378
95	蒸汽機車易于通过曲綫的措施	380
96	蒸汽機車的曲綫运轉几何学	381
97	蒸汽機車的曲綫运轉动力学	387
98	蒸汽機車在曲綫上运行的安全性	392

第六篇 牽引計算和蒸汽機車的試驗研究

第二十三章 牽引計算		396
99	总論	396
100	蒸汽機車的牽引力。蒸汽機車中能量的連續变化	398
101	运行阻力	403
102	單位加速力圖、單位減速力圖和單位制動力圖的繪制	409
103	列車运行方程式的解法	411
104	列車重量的計算	415
105	制動題	417
106	計算列車运行時間的平衡速度法 (圖解法)	419
107	汽耗量、水耗量和燃料消耗量的計算	419
第二十四章 蒸汽機車的試驗研究		422
108	历史概述	422
109	蒸汽機車的試驗研究方法	423
110	測功車	425
111	蒸汽機車牽引热工試驗时使用的仪表	425
112	蒸汽機車动力試驗时使用的仪表	433
113	滾輪試驗台	436
114	試驗的准备和进行	436

第七篇 結語

第二十五章 蒸汽機車运用的概述	441
115 蒸汽機車的保养	441
116 蒸汽機車的操縱	443
117 蒸汽機車的周轉。超軸五百公里运动	447
118 蒸汽機車修理的概述	449
119 蒸汽機車的檢查和蒸汽機車鍋爐的檢查	453
第二十六章 提高蒸汽機車功率及經濟性的道路和 蒸汽機車制造业的發展前途	454
120 提高蒸汽機車功率和經濟性的道路	454
121 蒸汽機車制造业的發展前途	457

原 序

本書是「蒸汽機車學」(原理、構造及計算)課程的第二部分。

書中敘述了蒸汽機車的汽機、車行部和輔助設備的構造、原理和計算,此外,並說明了蒸汽機車動力學和牽引計算的問題。關於蒸汽機車的試驗研究和運用,以及蒸汽機車製造業的發展前途,也作了扼要的說明。為了促成順利地完成蘇聯共產黨第十九次代表大會在進一步發展鐵路運輸方面所提出的任務,充分地反映了蒸汽機車的新技術和新的先進運用方法的問題。在本書的說明部分和計算部分,同時也列出了計算蒸汽機車時所需的最主要的標準數據。

作者在編寫本書時,也如上冊一樣,盡力使學生養成批判地評定構造的習慣。為此,在本書內批判地分析了舊式構造和新式構造,以便表明它們所發展的历史過程。

理論要素是根據蘇聯蒸汽機車製造和蒸汽機車運用的先進經驗的科學總結來說明的。所有結論的依據,都是理論與實踐的緊密結合。同時作者所取的根據,都是蘇聯的先進理論,革命前俄國學者的實驗數據,蘇聯在蒸汽機車製造方面的先進科學與技術,以及先進司機們和生產革新者的成就。

在本書各篇內,列舉了一些數字計算例題,這些例題都是配合本書上冊所舉數字例題而列出的,並列舉了蒸汽機車總的計算例題。在本書內,反映了新的「牽引計算作業規程」,以及1952年再版的「蘇聯鐵路技術管理規程」。

本書的結語部分,指出了進一步提高蒸汽機車功率和經濟性的道路,以及蒸汽機車製造業的發展前途。

參加本書編寫的有:

技術科學候補博士李索溫科(С. И. Лисовенко)副教授和李索溫科(Э. В. Лисовенко)工程師,他們兩人寫了本書的第一章至第十三章,第十六章的63節,以及第二十五章和第二十六章。

技術科學候補博士科斯秋克副教授寫了第十五章,以及第十八章至第二十二章。

技術科學候補博士佐洛圖洪副教授寫了第二十三章。

技術科學候補博士費里德曼副教授寫了第二十四章。

庫茲涅佐夫工程師寫了第十四章、第十六章(63節除外)和第十七章。

畢沃瓦羅夫(Л. А. Пивоваров)工程師,以及伏羅希洛夫格勒蒸汽機車製造工廠的設計師:沙羅依科(П. М. Шаройко)、屠立克(Н. А. Турик)、基利洛夫(Ю. Г. Кириллов)和石維多夫(Н. А. Шведов)等人,在本書的編寫過程中提出了寶貴的意見和指正,我們謹向他們致以深切的謝意。

作者們熱誠地歡迎讀者對本書盡量提出一切批評。

作 者

第一篇 蒸汽機車汽机的 构造、工作过程和計算

第一章 蒸汽機車汽机的总論

世界上的第一部汽机，是俄国的天才發明家伊凡·伊凡諾維奇·波尔宗諾夫(Иван Иванович Ползунов)創造的，并在1766年5月23日运用于烏拉尔的科雷万諾·沃斯克列先工厂(Колывано-Воскресенский завод)。汽机首先应用于各种固定的动力設備中。在運輸上使用汽机作为原动力，因而創制了蒸汽機車。祖国蒸汽機車汽机的发展，起源于俄国的天才机械师切列潘諾夫父子(Е. А. 和 М. Е. Черепанов)，1834年他們即已把汽机装設在自己制造的祖国第一輛蒸汽機車上。

1 蒸汽機車汽机的特点及其要求

蒸汽機車的汽机与固定汽机比較，最主要的特点如下：

1. 蒸汽機車的汽机沒有固定的机座。它固定于蒸汽機車的主車架，蒸汽機車运行时，主車架發生振動，因而破坏汽机的工作过程。

2. 固定汽机大多数是在不变的状况下工作的，蒸汽機車的汽机則不同，它的功由零(蒸汽機車下坡运行时)变到最大值(蒸汽機車上坡运行时)。蒸汽機車的汽机因有这样的变化工作条件，所以对它提出的主要要求之一，就是汽机在任何的工作状况下要有高度的效率。

3. 固定汽机的功率傳給一根主軸，主軸通常是以一个方向旋轉的。但是在蒸汽機車中，总牽引力是由数根这样的軸(动軸)达成的，动軸則根据蒸汽機車的工作条件，可能以一个方向或另一方向旋轉。为了达成这个要求，蒸汽機車的汽机装設特殊的主动机构和月牙板机构。

4. 蒸汽機車的汽机与固定汽机不同，它是在極不好的气候条件下工作的。蒸汽機車时常的停車和起勁，对主动机构的工作發生不良的影响，同时使主动机构承受很大的变向力。在这种情况下，蒸汽機車的汽机工作时，是处于司机直接監視以外的，所以汽机在工作中必須堅固、簡單而安全，并須便于操縱、保养和修理。

5. 蒸汽機車的汽机与固定汽机不同，它是受到鐵路機車車輛限界的条件限制的。

6. 固定汽机通常是有利于真空凝結的(乏汽在特殊的冷却器內凝結)，因此保証排汽時間汽缸內的压力小于大气压力，并促成汽机功率的提高。此外，真空凝結能增高汽机內的有效热落差，用此即可提高汽机的效率。

在蒸汽機車的汽機內，乏汽通常向大氣逸散（用于排汽的工作●），因此降低汽機汽缸內蒸汽能量的利用率。

2 蒸汽機車汽機的總裝置和工作

蒸汽機車汽機的用途，是變蒸汽的位能為蒸汽機車運行所需的機械外功。蒸汽機車有兩個汽機，它們裝置在蒸汽機車車架的兩側，並通過蒸汽機車的主動軸帶動他動軸。汽機是由汽缸與附件、閥動機構和主動機構組成的。

圖 1 表示 Π 型蒸汽機車汽機的總圖。汽缸 28 是汽機的主要部分，由鍋爐進來的蒸汽位能在此處變為活塞的動能。活塞 22 把汽缸分成兩個工作汽腔：前腔 B 和后腔 B 。汽缸的前端和后端用汽缸蓋 25 和 26 封閉，后蓋並具有活塞杆 29 通過的孔。

在汽機的工作時間內，蒸汽由鍋爐交替進入汽缸的工作汽腔，並把活塞推到一端或另一端。活塞在改變其運動方向時停留瞬間的極端位置，叫做活塞的死點。死點由活塞與主動輪對 III 的曲拐銷 41 的運動鏈來確定。

活塞的蒸汽壓力借活塞杆 29 傳給十字頭 33，十字頭則沿滑板 34 的導面發生往復運動。滑板一端固定於汽缸后蓋 26，而另一端則固定於滑板托架 35。搖杆 36 是與十字頭 33 鉸接的，蒸汽的作用力則經搖杆傳給曲拐銷 41。因此活塞的往復運動變為主動輪 III 的迴轉運動。

為使蒸汽機車易于起動，連結右側和左側汽機的曲拐銷是相互成 90° 的角度嵌裝的。並且它們是這樣配置的，即車輪順時針方向迴轉時，右曲拐總是先於左曲拐。

蒸汽機車的粘著重量傳給 I 、 II 、 III 、 IV 和 V 位輪對，這些輪對叫做動輪對或連結輪對。搖杆 36 的作用力傳給輪對 III ，所以它又叫做主動輪對。主動輪對利用連杆 10、39、44 及 45 同時傳動 I 、 II 、 IV 及 V 位他動輪對。

為了保證正常工作和調節功率，汽機設有閥動機構，閥動機構是由內部和外部的閥動機構組成的。內部閥動機構（通常為圓筒滑閥）是由閥盤 17 和 18 構成的，兩閥盤用閥杆 30 連結。滑閥保證新汽由汽室 A 交替進入汽缸的工作汽腔 B 和 B ，並保證乏汽由兩汽腔排入排汽室 T ，然後通過乏汽噴嘴排入大氣。操縱滑閥時，外部閥動機構（大多為月牙板機構）就可保證汽機變化工作（由零至規定的最大值），並可保證蒸汽機車前進和后退。

在所有近代的蒸汽機車上，普遍採用月牙板-合併杆式機構，它是由合併杆 31 和結合杆 32 組成的，合併杆的下端用結合杆與十字頭 33 相連接，其上端則與半徑杆 9 鉸接。此外，合併杆利用閥杆十字頭（在導框 13 內移動）與閥杆 30 連接。半徑杆的后端是與月牙板滑塊 37 連接的，滑塊則置于月牙板 38 的滑溝內。此外，半徑杆用提杆 8 與回動軸 6 的曲拐下臂 7 連接。回動軸的曲拐上臂利用回動杆 4 與回動機構 3 的風力傳動裝置連接，回動機構則借回動拉杆 2 與回動手把 1 連接，在司機

● CO^2 型蒸汽機車例外，乏汽是在大氣壓力下凝結于配置在煤水車上的冷卻器內的。

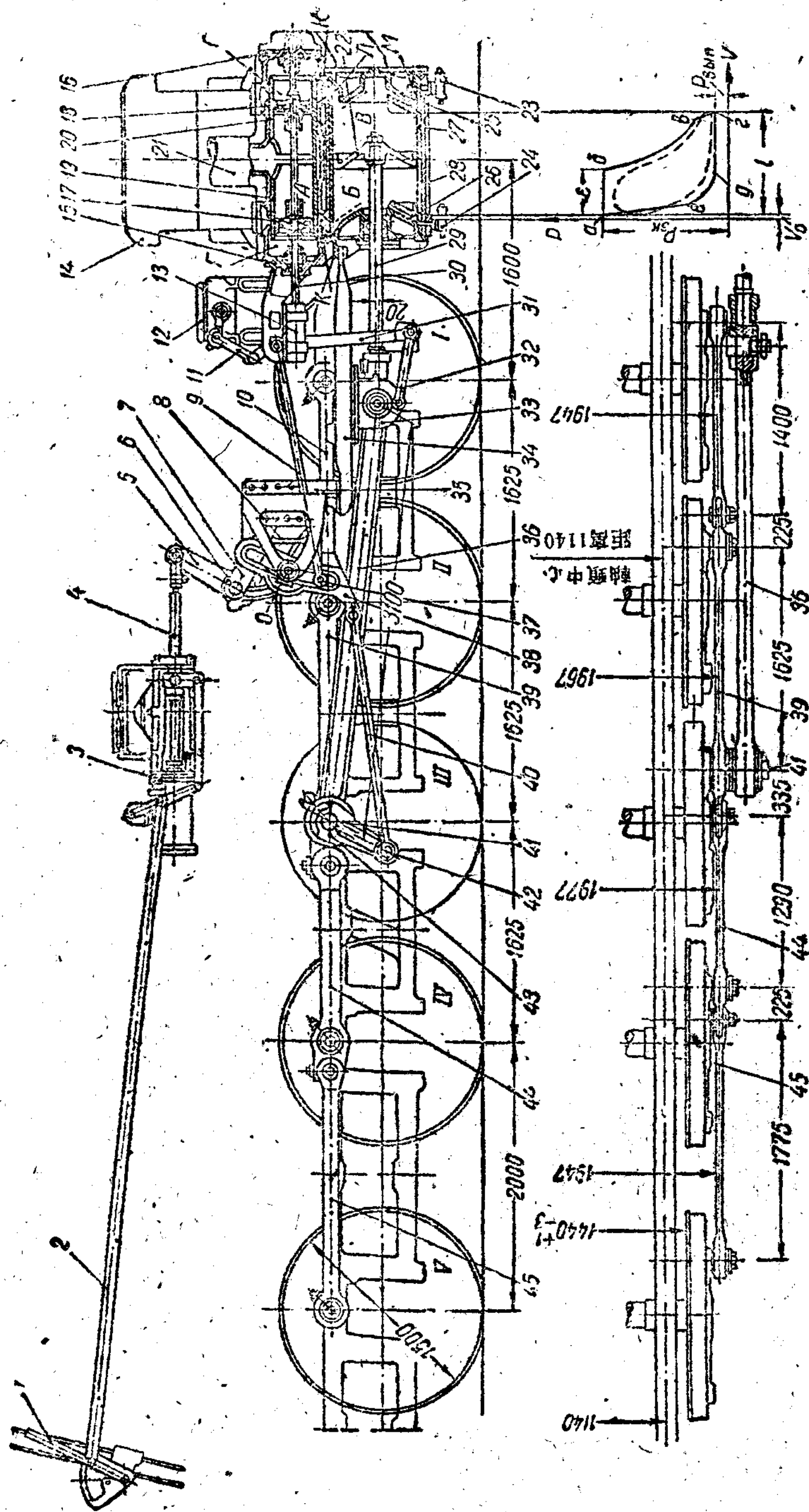


圖1 D型蒸汽機車汽机和車行部的總圖：

1—回动手把；2—回动拉杆；3—回动机构（动力回动机）；4—回动杆；5—回动轴的曲拐上臂；6—回动轴的曲拐下臂；7—回动轴的曲拐；8—半徑杆；9—半徑杆；10—第一位連杆；11—压油机拉杆；12—压油机；13—閥杆十字头导框；14—鍋爐前座；15和16—汽室的后盖和前盖；17和18—后閥盘和前閥盘；19和20—汽室的后套和前套；21—主蒸汽管；22—活塞；23和24—汽缸的前后排水塞門；25和26—汽缸的前盖和后盖；27—汽缸套；28—汽缸；29和30—活塞杆和閥杆；31—合并杆；32—結合杆；33—十字头；34—滑板；35—滑板托架；36—搖杆；37—月牙板；38—月牙板；39—第一位置連杆（中位連杆）；40—偏心杆；41—曲拐銷；42—偏心曲拐銷；43—第三位置連杆；44—第四位置連杆（末位連杆）；45—第四位置連杆（末位連杆）。

室内扳动手把即可操縱回动机构。

月牙板38的下端是与偏心杆40连接的，偏心杆的后端則与偏心曲拐銷42連接。当偏心曲拐銷旋轉时，半徑杆的前端使月牙板摆动；因此位于月牙板滑沟內的滑塊37、通过半徑杆9和合并杆31、把摆动轉为滑閥的往复运动，因而即可保証

汽缸的进汽和排汽。这时，如果利用回动机构 3 把滑塊置于月牙板摆动中心(O 点)的下面，则可保证蒸汽機車前进；若把月牙板滑塊置于 O 点的上面时，则可使蒸汽機車后退。

当汽机内沒有热损失时，它的工作过程可用理論的功圖面积 $a b e i d e a$ (圖 1 的右側下面) 来表示。

当活塞在对应于 a 点的位置时，后閥盘 17 打开汽路 K ，汽路 K 連通汽室 A 与汽缸的汽腔 B 。因此活塞 22 在新汽压力的作用下移动距离 ε ， ε 叫做汽缸的进汽率或停汽点，并且通常以活塞行程 l 的百分数表示。当进行过程的理論分析时，在表示进汽过程的 $a - b$ 直綫上假定蒸汽的压力是不变的，并令等于汽室内的蒸汽压力 P_{sk} 。

当活塞在对应于 b 点的位置时，汽缸停止进汽，而活塞則利用对应于 $b - c$ 膨胀曲綫的蒸汽膨胀过程繼續移动。当活塞在对应于 c 点的位置时，閥盘 17 所处的位置，則使汽缸的工作汽腔 B 通过汽路 K 开始与后排汽室 P 相通。

当活塞繼續向前运动时，乏汽即由汽缸提前排入大气，这是减小活塞开始反向运动时的反压力所必需的。在理論上，假設这个过程是按 $c - d$ 直綫进行的，即叫做先排汽过程，并且假設 d 点的压力 $P_{bbln} = 1$ 計示气压。当活塞对应于 $d - e$ 直綫反向运动时，則發生乏汽的排出过程。因为活塞向后运动时，閥盘 17 关闭汽路 K ，因而使汽室与汽缸的汽腔 B 截断，所以在 e 点即停止排汽。当活塞繼續向后运动时，汽缸内剩余的乏汽即被压缩，压缩过程对应于 $e - a$ 曲綫。

当活塞在对应于 a 点的位置时，蒸汽的压缩停止，閥盘繼續向后运动，因而使汽室与汽缸的汽腔 B 連通，新汽即开始进入汽腔。

新汽的提前进入（在活塞向后死点移动前），在理論上是按 $e - a$ 直綫进行的， $e - a$ 直綫表示先进汽过程。当活塞位于死点时，为了保证活塞离开死点所需的蒸汽压力等于 P_{sk} ，这个过程是必需的。因此，汽机的工作过程是在动輪一旋轉或活塞一个往复行程内所达成。汽机的工作过程是这样不断的重复来进行的。

在上述理論功圖内，完全沒有計入汽机实际工作过程产生的损失；关于这些损失将在下面說明。汽机的实际工作过程，是按虛綫表示的閉合曲綫进行的，此曲綫叫做实际功圖。这个功圖的虛綫面积表示有效的指示功，或者表示动輪一旋轉蒸汽在一个汽缸的汽腔内所作的实际有效功。

3 蒸汽機車汽机的分类

蒸汽機車的汽机可以按照下列主要特征分类：1) 汽缸对于蒸汽機車車架的配置；2) 膨胀次数和汽缸数；3) 所用蒸汽的性質；4) 蒸汽压力的大小；5) 蒸汽在汽缸内流动的特点。

按照汽缸对于蒸汽機車主車架的配置分为：a) 汽缸配置在内側的汽机，b) 汽缸配置在外側的汽机。

在蒸汽機車制造發展的初期，当时的汽机是用飽和蒸汽工作的，进汽率是固定不变的（約为100%），并且汽缸采用两种配置方法。內側式汽缸（圖2a）主要地应用于英国和美国。在祖国的蒸汽機車制造中，大多采用外側式汽缸（一直使用到現在），使用外側式汽缸（圖2b）时，大大地簡化了汽机的构造（因为无主曲拐軸），并且对于汽机易于操縱、修理和保养。

外側式汽缸的缺点是对汽机慣力的均衡有稍微影响，以及对于汽缸外表冷却的热損失又較多。但使用最新的慣力均衡法，以及汽缸使用优良隔热材料，可以把这些缺点減到最少。

在以上两种情况下，汽缸通常配置在車架的前部，因此保証連接过热箱及乏汽噴嘴的汽管長度为最短。

按照蒸汽的膨脹次数，分为單脹式汽机和多脹式汽机。按照汽缸数則分为單汽缸汽机和多汽缸汽机。

在單脹式汽机內，由汽缸通过乏汽噴嘴排入大气的飽和蒸汽还有相当高的压力，也就是具有一定的未被利用的能量。若能使蒸汽不止膨脹一次，而在两个或多数汽缸內連續膨脹，則能更大提高汽机的工作效率。俄国的蒸汽機車上应用复脹原理的發起人，是著名的学者鮑罗廷（А. П. Бородин）教授，他在1881年即已創建了世界上第一座蒸汽機車复脹式汽机的試驗所。按照这种原理工作的蒸汽機車（ОД，ОВ，НД，НВ，Ш等型），是十九世紀末俄国的工程师洛普欣斯基（В. И. Лопушинский）和赵金（Н. Л. Шукин）制造的，并得到了普遍的流行。在这些蒸汽機車中，飽和蒸汽由鍋爐首先进入右側的高压汽缸2（圖3a），然后进入左側的低压汽缸1●，由此通过乏汽噴嘴排入大气。

应用复脹原理使汽机的工作效率提高了12~15%。但是使用这种汽机的蒸汽機車也具有下列缺点：

1) 由于汽缸的直徑不相同，也就是往复运动部分的重量不相等，因而使慣力的均衡复杂化；

● 低压汽缸的直徑較大，主要是因为需要使蒸汽在两汽缸內所作的功相等。

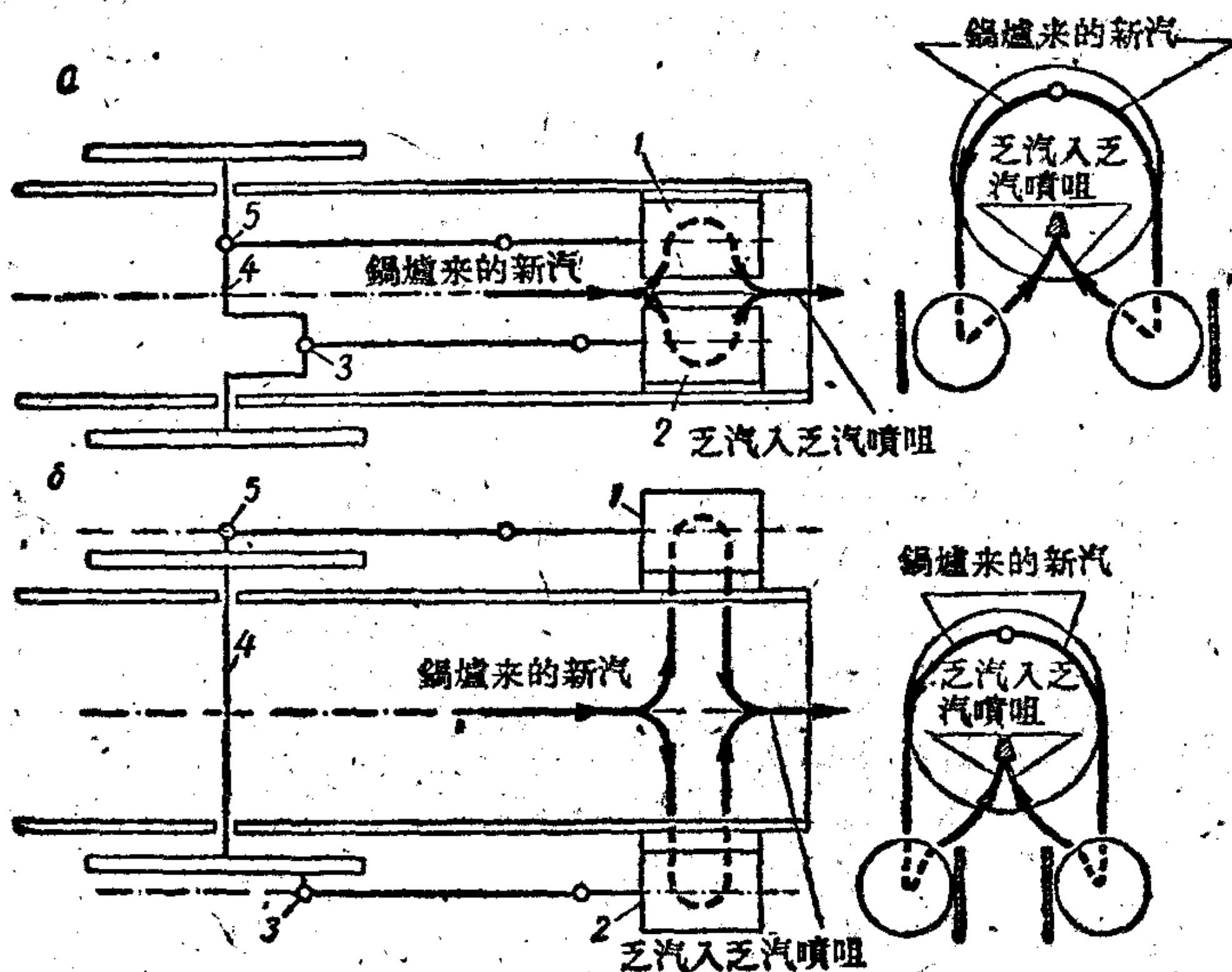


圖2 汽缸对于主車架的配置圖：

a—內側式；b—外側式；1和2—左汽缸和右汽缸；
3—右曲拐銷；4—主动軸；5—左曲拐銷。

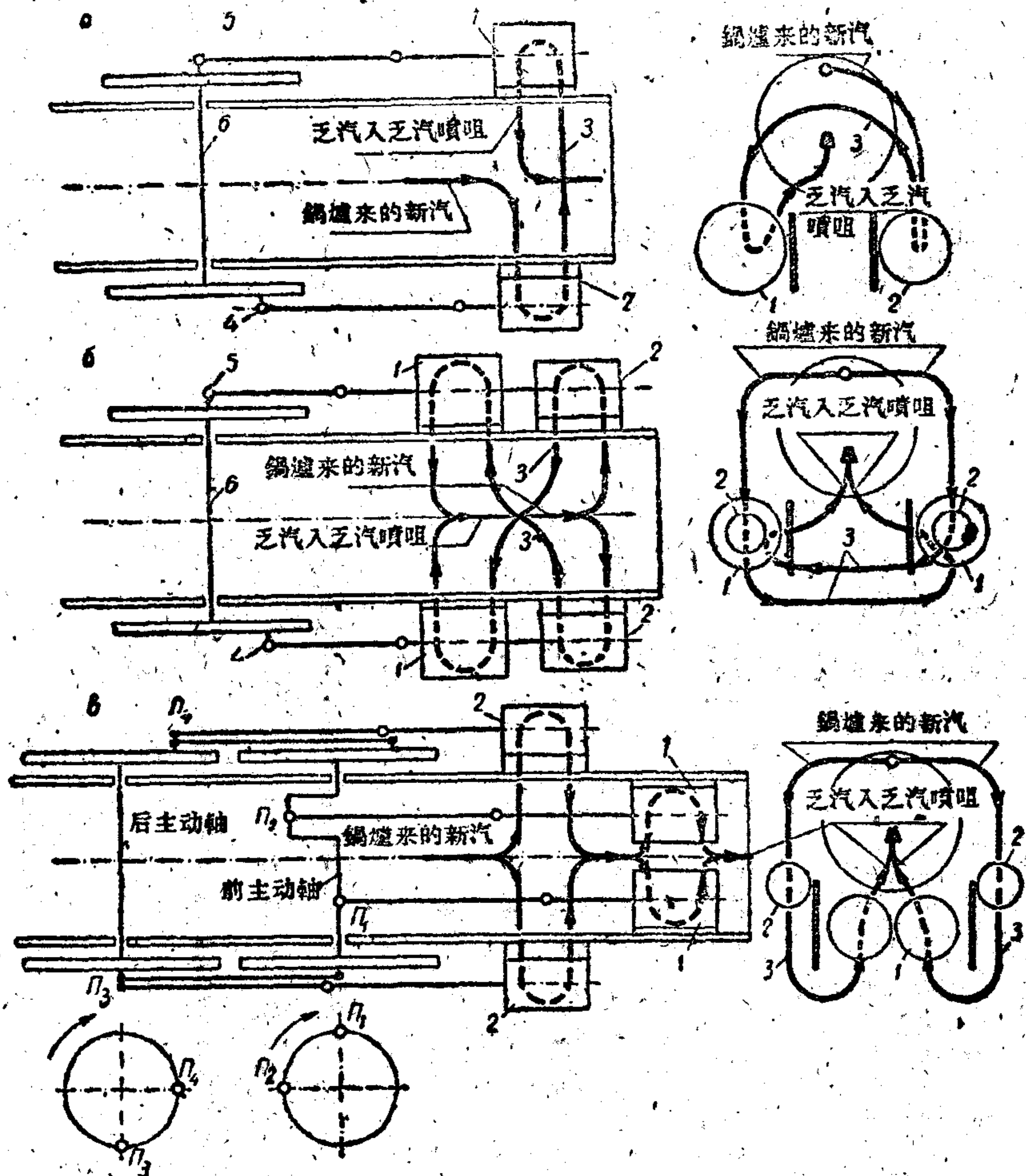


圖3 復脹式汽機的工作圖：

a —二汽缸汽機； b —P型（1—4—0）蒸汽機車的四汽缸汽機； c —V型（2—3—0）蒸汽機車的四汽缸汽機；1—低壓汽缸；2—高壓汽缸；3—旁通管；4和5—右側和左側曲拐銷；6—主動軸。

2) 汽路較長（蒸汽由進入高壓汽缸至其排入大氣的瞬間），增大了蒸汽的阻塞，因此造成了蒸汽機車功率的損失；

3) 蒸汽機車起動困難（停車時，如果高壓汽缸的滑閥搭蓋兩個進汽口，則蒸汽不能進入這個汽缸，因而蒸汽機車不能起動），必須裝設易于起動的特殊裝置；

4) 由于蒸汽从乏汽噴嘴的排出量減少了一半，以及空氣通過煙筒吸入煙箱，因而惡化了鍋爐內的燃氣通風；

5) 由于作用于蒸汽機車左右兩側主動機構和閘動機構的慣力不相等，這些機構的磨耗就不相同。

俄國的列偉（Л. М. Леви）工程師力圖提高按復脹原理工作的蒸汽機車的功率，他制出了四汽缸汽機的P型（1—4—0式）貨運蒸汽機車（圖3.6），其中高壓汽缸2和低壓汽缸1是接連配置的，而且這兩個汽缸的活塞裝在一根總的活塞杆上。

全部汽缸的蒸汽作用力都由右侧和左侧的曲拐销 4 和 5 来传递，左右曲拐销成 90° 的角度嵌装于一根主动轴 6。郭洛洛博夫 (М. В. Гололобов) 工程师以稍微不同的方式解决了这个问题，他创制了四汽缸复胀式汽机的 Y 型 (2—3—0 式) 客运蒸汽机车 (图 3 6)，其中高压汽缸 2 配置在外侧，蒸汽作用力传给后主动轴，而低压汽缸 1 配置在内侧，其中蒸汽作用力则传给前主动轴 (曲拐轴)。两轴的曲拐销 Π_1 、 Π_2 、 Π_3 和 Π_4 (如图 3 6 所示) 是成 90° 的角度嵌装的。

上述四汽缸复胀式汽机，以及活节式蒸汽机车中一些类似的汽机，都具有较高的功率和较好的惯力均衡，但由于构造笨重，以及保养和修理的条件不良，并未获得广泛的运用。

按照所用蒸汽的性质，分为用饱和蒸汽工作的汽机和用过热蒸汽工作的汽机。

二十世纪初，俄国蒸汽机车的特点是普遍使用过热蒸汽。使用过热蒸汽的创始人是俄国的诺立田 (Е. Е. Нольтейн) 工程师。以过热蒸汽改用于结构较为简单的单胀式汽机，能获得 20% 的节省燃料。

俄国的工程师洛普欣斯基、马拉霍夫斯基 (Б. С. Малаховский)、拉也夫斯基 (А. С. Раевский) 等人制出的 Э、С、Б、К、К^у 等型蒸汽机车，装设了用过热蒸汽工作的单胀式汽机 (图 2 6)。

除此以外，过热蒸汽也曾使用于复胀式汽机的许多蒸汽机车上 (О^у、Н^у、Щ^у、Ы^у、У^у 等型)。但是，由于这样的汽机有许多缺点，这些蒸汽机车并未广泛运用。

洛普欣斯基和拉也夫斯基工程师，并制出了较大功率的四汽缸单胀式汽机的 Л^и 型 (2—3—1 式) 蒸汽机车 (图 4)，其中汽缸 2 和 3 的蒸汽作用力传给前主动曲拐轴 5，而汽缸 1 和 4 的蒸汽作用力则传给后主动轴 6。曲拐销 Π_1 、 Π_2 、 Π_3 和 Π_4 是对应成 90° 的角度配置的，因此改善了各个汽机运动部分的惯力均衡。虽然这种蒸汽机车的动力性能良好和功率较高，但由于它的构造复杂，以及不易保养和修理，并未获得广泛的应用。装置在 М 型 (2—4—0) 蒸汽机车上的三汽缸汽机，由于同样原因也未获得推广。

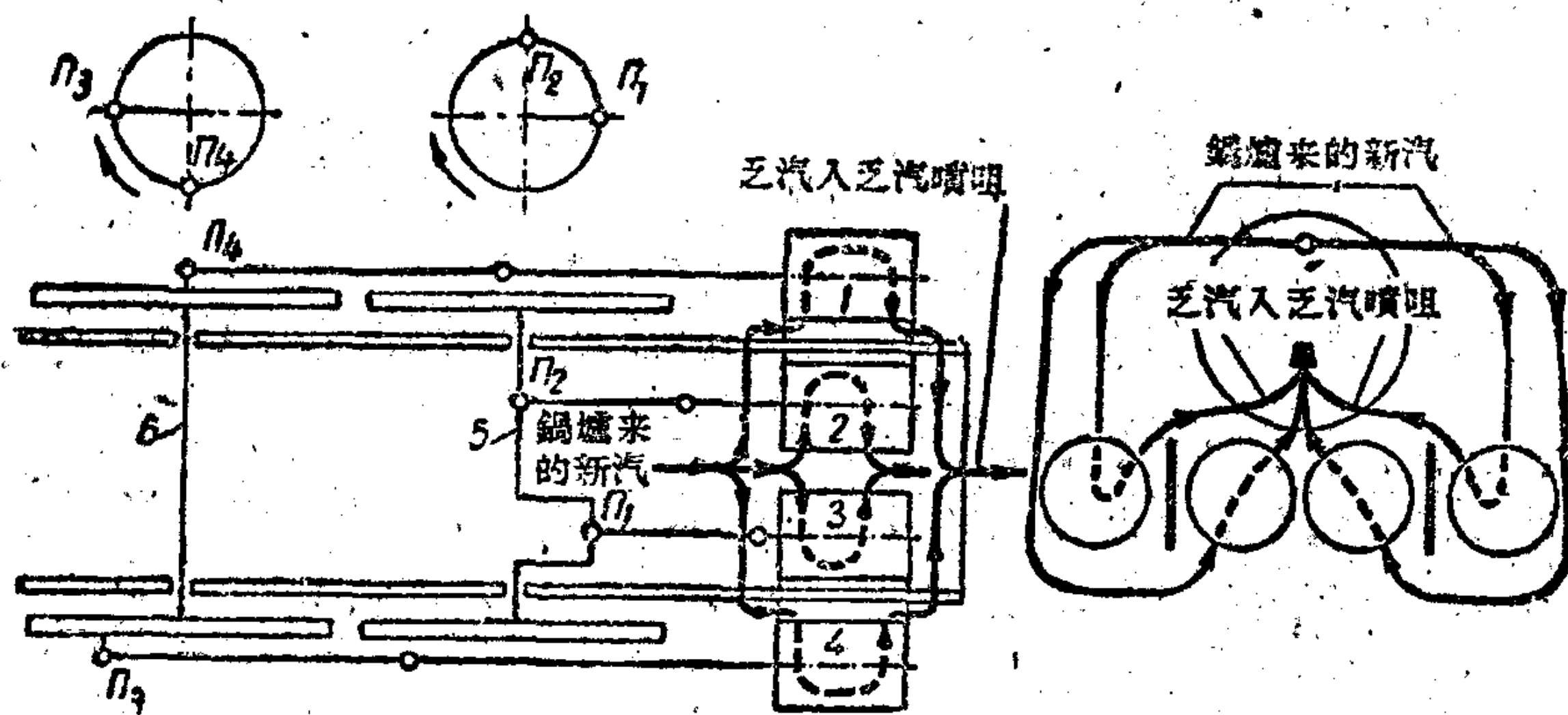


图 4 Л^и型 (2—3—1) 蒸汽机车的四汽缸汽机图：

1, 2, 3, 4—汽缸；5 和 6—前主动轴和后主动轴。

按照进入汽机的蒸汽压力的大小，分为中压（12~15 計示气压）汽机和高压（60~120 計示气压）汽机。进入汽机的蒸汽压力的大小，由蒸汽機車鍋爐的型式和构造来决定。現时在蒸汽機車上，大多装設有撑平板火箱的大烟管-小烟管式鍋爐，这种火箱不許可蒸汽压力超过 20~21 計示气压。由于这个緣故，在近代的蒸汽機車上装設用中压蒸汽工作的汽机。用高压汽机的蒸汽機車，直到現在还是处于試驗的阶段。

按照蒸汽在汽缸内流动的特点，分为混流式汽机和單流式汽机。

混流式汽机的特点，是其中的进汽和排汽通过同一汽路 K （圖 1）。这种汽机的重要缺点，是乏汽具有相当低的溫度（110~130°），而由汽缸排出时即行冷却汽路 K ，因此使随后进入汽缸的新汽發生大量的热能損失。为了消除这种缺点，在有些試驗蒸汽機車上，曾經装設了單流式汽机。

單流式汽机的特点，是蒸汽通过汽口 A （圖 5）进入汽缸，而經汽口 B 排出。在这种汽机的汽缸 1 内配置活塞 2，活塞的長度 S 差不多等于它的行程 l 。

对于工作汽腔 I ，汽机的理論功圖（圖 5 的下面）用閉合迴綫 $ab\delta dea$ 表示。同样，在汽腔 II 内，汽机的工作过程用功圖 $a'b'\delta'e'a'$ 表示。

單流汽机在理論上虽然是有利的，但因具有下列缺点尚未脱离試驗阶段：

1) 往复运动部分的重量較大，因而增加很大的慣力，使其不易均衡；

2) 通过大截面汽口的排汽断續进行，引起烟箱内急促的蒸汽搏动，因此造成燃料的不均匀燃燒，并提高燃料向烟筒逸散的損失。

主动机构的零件使用特殊鋼，以及燃气的通風采用渦輪抽風机时，即可消除上述缺点。在有这些条件的情况下，單流式汽机在蒸汽機車上的应用是值得特別注意的。

由上述各种汽机的工作分析得出結論，对于近代的蒸汽機車來說，外側式汽缸用中压的高过热蒸汽工作的二汽缸單脹式汽机是最适用的。

在伏罗希洛夫格勒蒸汽機車制造工厂，最近制出了独特的 1—5—2 式大型蒸汽機車，它具有相对运动（分动式）活塞的四汽缸汽机，并利用汽机的往复和复合的运动部分的良好慣力均衡，能够提高蒸汽機車的动力性能[●]。这台蒸汽機車的試驗，証明了具有分动式活塞的汽机可以广泛运用。但是使用这种装置时，必至使所有主

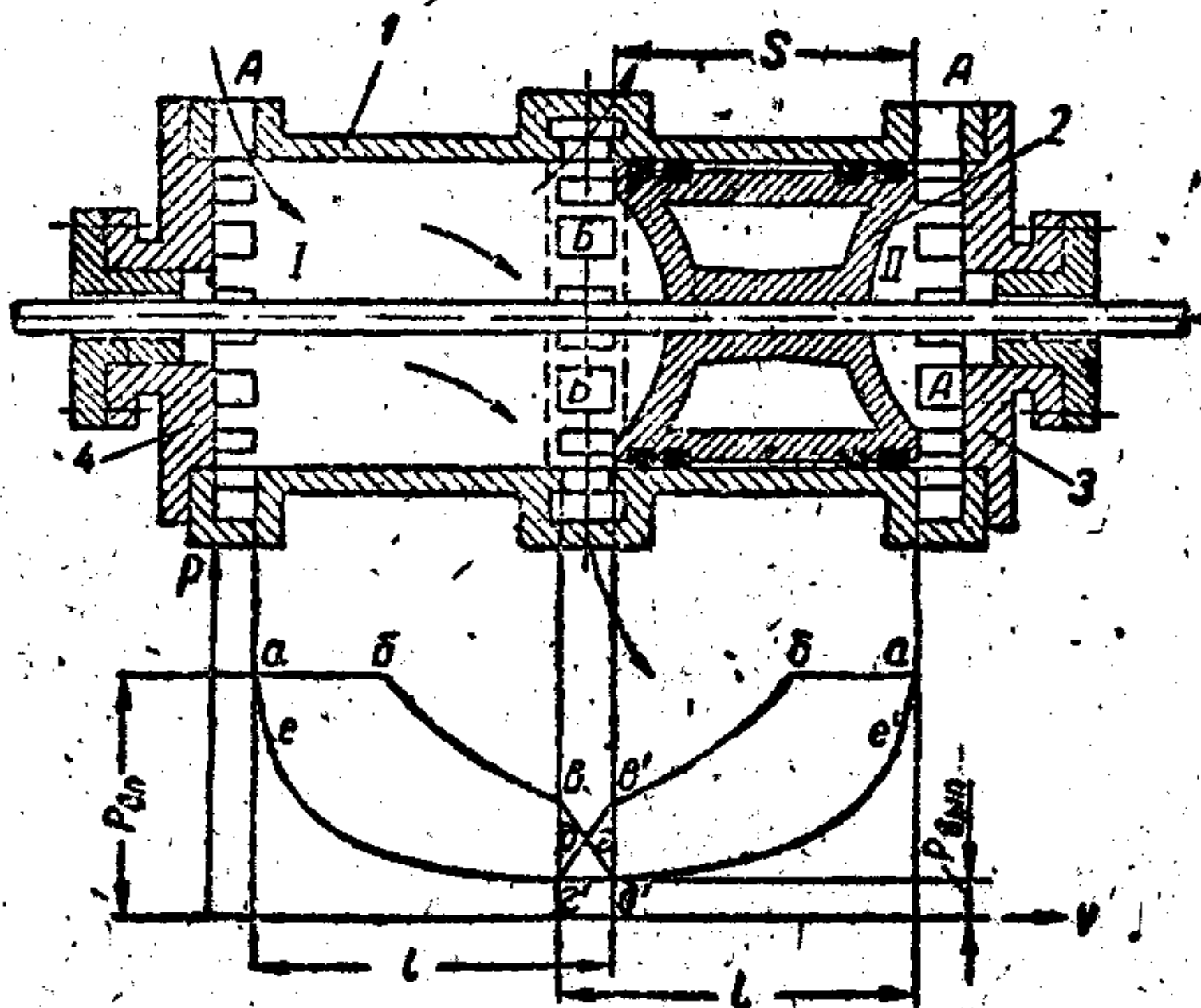


圖 5 單流式汽机的工作圖：

1—汽缸；2—活塞；3和4—汽缸蓋。

● 較為詳細的数据列于第十九章。