



電力工業技工學校教材試用本

汽輪機設備

下 冊

沈陽電力技工學校編

水利電力出版社

内 容 提 要

汽輪机的工作原理，已經在本書上册中講过了。下册專門講汽輪机各部分、汽輪机調速机构和油系統的構造原理，还介紹了苏联和我国的汽輪机制造業。本書是电力技工学校教材，也可作为現場培訓教材，並可供汽輪机工人、技術人員参考。

汽 輪 机 設 备 下 册

沈陽电力技工学校編

*

518R122

水利电力出版社出版 (北京西郊科学路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 105 号

通州区印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * 6 $\frac{1}{2}$ 印張 * 112千字

1957年3月北京第1版

1959年5月北京第4次印刷 (14,641—18,870册)

統一書号: 15143·449 定价(第8类) 0.80元

目 录

第二篇 汽輪机的構造

第六章	汽輪机分类	3
第七章	汽輪机的各組成部分及其功用	13
第八章	汽輪机各部分的構造	18
第1节	基础和机座	19
第2节	汽缸	22
第3节	第一級噴咀	32
第4节	隔板	39
第5节	軸封	48
第6节	軸承	63
第7节	轉子	76
第8节	工作叶片	91
第9节	靠背輪	104
第10节	盤車裝置	107
第九章	汽輪机的調速机构	114
第1节	蒸汽分配机构	116
第2节	离心調速器及其傳动机构	122
第3节	調速系統的靜力性能	139
第4节	同步器	146
第5节	危急保安器及其傳动机构	151
第十章	汽輪机的油系統	155

第1节	油系統的組成	155
第2节	油箱	156
第3节	主油泵	160
第4节	輔助油泵	163
第5节	冷油器	166
第6节	輔助油泵自動開閉器	170
第十一章	汽輪機介紹	173
第1节	蘇聯和我國的汽輪機製造工業	173
第2节	蘇聯 XTF3 AK-50-1型汽輪機	175
第3节	蘇聯 АП-25-2 型汽輪機	179
第4节	蘇聯 БПТ-25-3 型汽輪機	185
第5节	容克斯川輻流式汽輪機	188
第6节	6000瓩汽輪機(仿捷克 AK-6 型)	200

附 录

第二篇 汽輪机的構造

第六章 汽輪机分类

近代汽輪机大部分都是用在發电厂作为發电机的原动机。除此以外，有的汽輪机用于輪船、鼓風机、压气机、水泵、油泵及其它机械設備等。

这里我們仅研究帶發电机用的汽輪机。这种汽輪机在热力过程上，在構造上，有着各种各样的类型。

將所有的汽輪机都作好分类是相当复杂的，現只就实际应用上的主要汽輪机分下列几类：

一、按用途可分为：

(1) 純凝汽式汽輪机：这种汽輪机的特点，是企圖尽可能地將大部分的热能轉变为动能，工作后的蒸汽排入有高度真空的凝汽器中。这种汽輪机多半帶有不調整抽汽作为再热之用(加热凝結水)。这种汽輪机和交流發电机联成的机組，是近代發电厂中的主要設備。

(2) 專用汽輪机，可分五种：

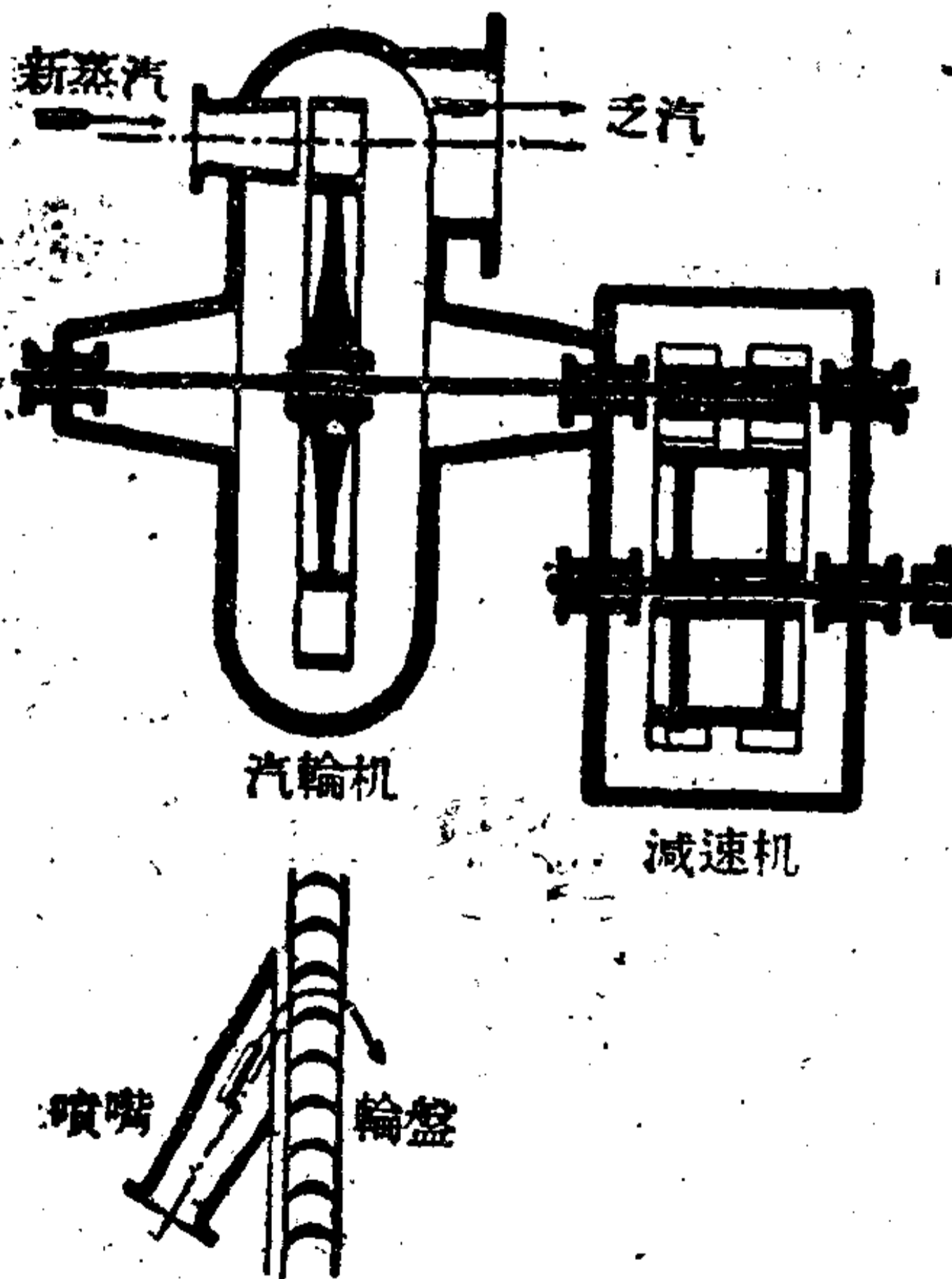
1. 背压式汽輪机：这种汽輪机的排汽可引作加热之用，其蒸汽的膨脹一般是在大气压力以上(从1.2到5个絕對大气压之間，有时还高些)。这种排汽可供生产或生活之用(取暖、煮沸、干燥等)。其压力由專門的調整器来

保持稳定。

有一些背压式汽輪机的排汽引入真空很低的凝汽器中，其冷却水即被加热到相当温度，以供生产或取暖之用。这种汽輪机叫做“低真空汽輪机”。

属于此类的前置式汽輪机，其初压是很高的(60—220个绝对大气压)，背压也很高(15—30个绝对大气压)，其排汽一般是供应普通的凝結式汽輪机之用。

2. 調整抽汽式汽輪机：这种汽輪机的一部分蒸汽要从一級或几級中抽出，供給用戶作加热之用，而其余蒸汽則



进入凝汽器。抽汽压力是以專用的压力調整器調整，保持在一定範圍內。

3. 抽汽式背压汽輪机：这种汽輪机的抽汽(一段或几段)可供生产用。

4. 廢汽汽輪机：是一种利用活塞式蒸汽机和蒸汽錘的排汽(一般是稍高于大气压)做功的汽輪机。

圖 41 單压力單速度級冲動式汽輪机

5. 双压汽輪机：除用新蒸汽外，还用活塞式蒸汽机和蒸汽錘等的排汽，

引入汽輪機中間某段內參加工作。

二、按蒸汽在汽輪機內膨脹作用方式，分为：

(1) 冲動汽輪機，可分为五种：

1. 压力單級速度單級汽輪機(見圖41)：

蒸汽在噴咀中从初压(汽輪機入口压力)一直降到終压(汽輪機出口压力)，蒸汽所有动能都依冲動原理被一个叶輪利用。这种汽輪機的制造只限于小容量的，而且它們都具有很高速度，所以需要減速器进行減速。

为了帶动汽輪機的輔助油泵，多采用这种汽輪機，而且不設減速裝置。其經濟性虽然很低，但很簡單，并很可靠。

2. 压力一次降下速度分几次降下的速度多級汽輪機：

其構造和圖41所示大致

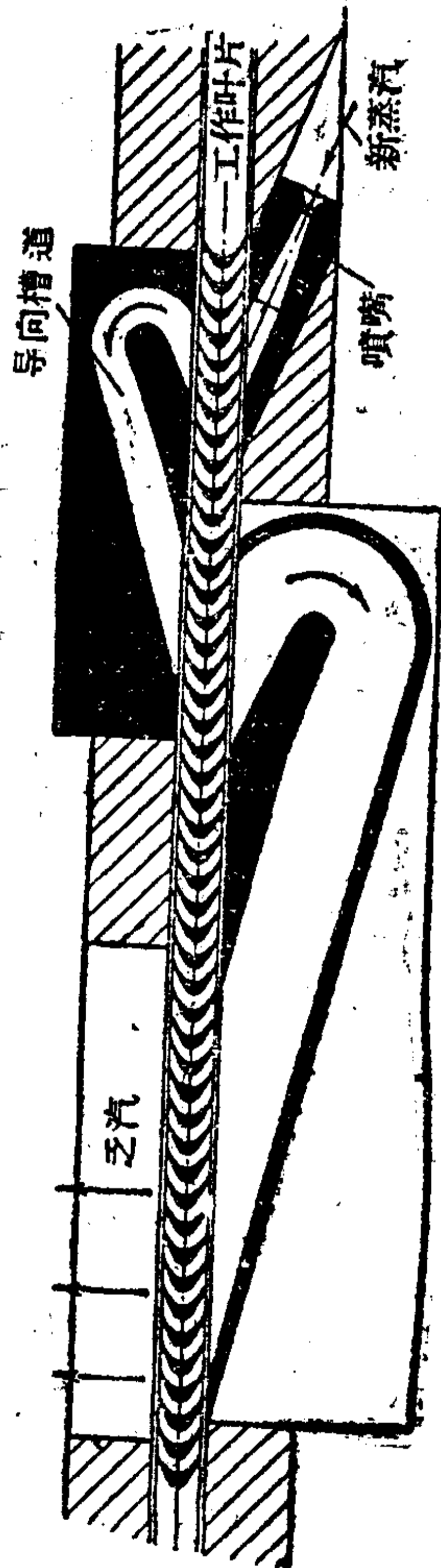


圖 42 三个速度級單列叶片汽輪通汽部分示意图

相同，只是它的叶輪具有數排葉片，而在工作葉片間設有導向葉片。這種汽輪機不設減速裝置，常作為引動發電廠的給水泵和其他水泵之用，並且經常有背壓。

還有一種單級的小容量汽輪機，它利用設在工作葉片後面的導向槽或葉片來引導蒸汽，使蒸汽可以通過工作葉片兩次或三次(圖42)。在這種汽輪機中，第二速度級蒸汽的排出，發生在工作葉片的前方。

3. 壓力多級汽輪機(圖43):

每級只有一個帶單排葉片的葉輪，蒸汽依次從一段進入另一段，每次蒸汽都要在隔板噴咀內進行一次膨脹。第

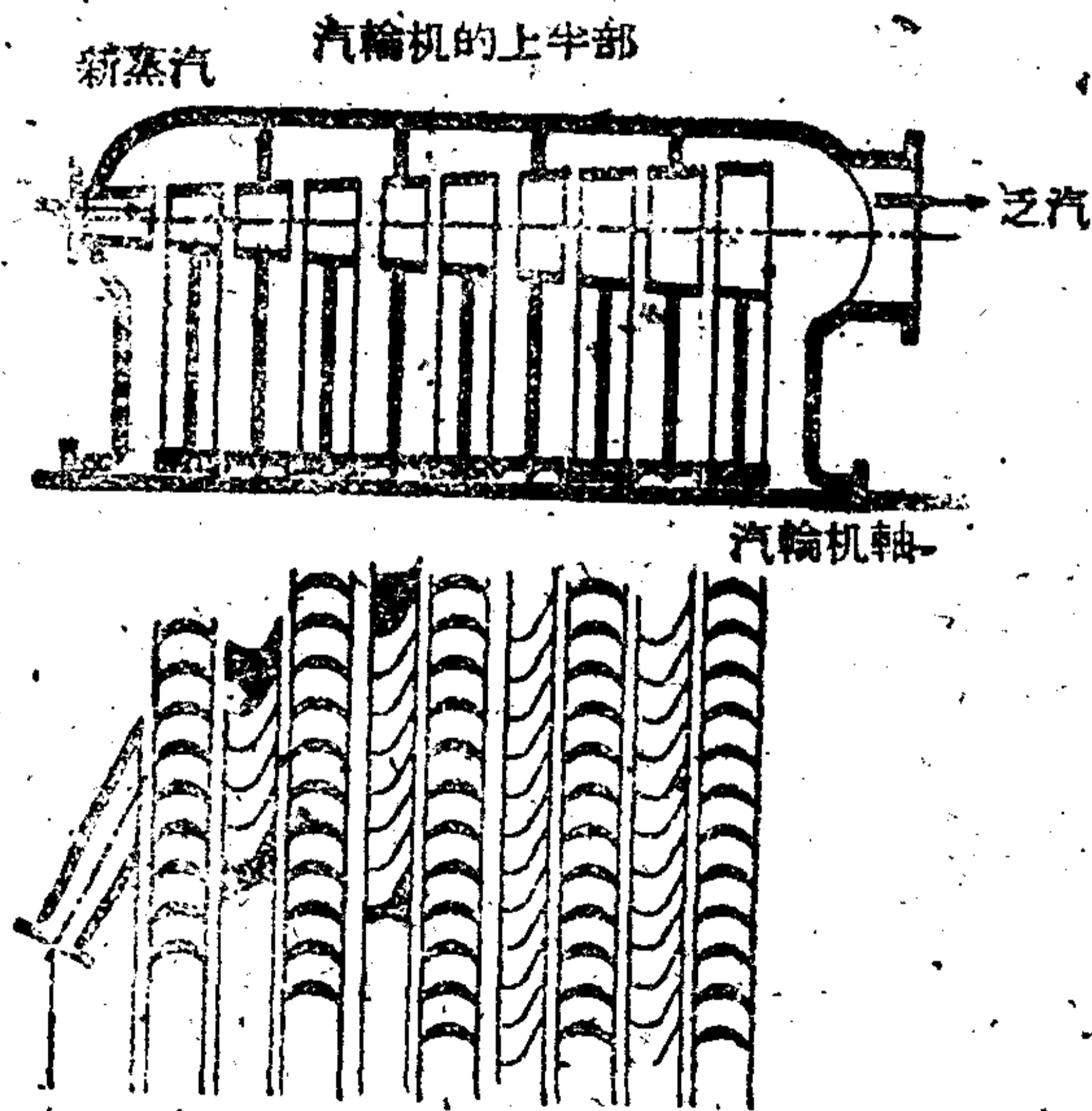


圖 43 壓力多級沖動式汽輪機

一級給汽是部分的，以後各級是全部的。第一級內蒸汽壓力很高，因此外殼構造必須很堅固。入口側設有高壓軸封。由於葉輪兩側壓差很小，其軸向推力不大。這種型式的中容量汽輪機級數都不超過 10—20 級。

4. 速度壓力合併式汽輪機(圖44):

汽輪機殼被隔板分為若干隔間，蒸汽只能經過噴咀到達另一室。在這些噴咀中，蒸汽要進行一次膨脹。每隔間內有一個單排或雙排葉片的輪盤，在兩排葉片中間設有固定於外殼上的導向葉片。蒸汽在每段噴咀內膨脹，先把自己的一部分動能給予第一排葉片，然後轉換方向，再把其餘的速度能傳給第二排。然後又經過噴咀重新獲得動能，

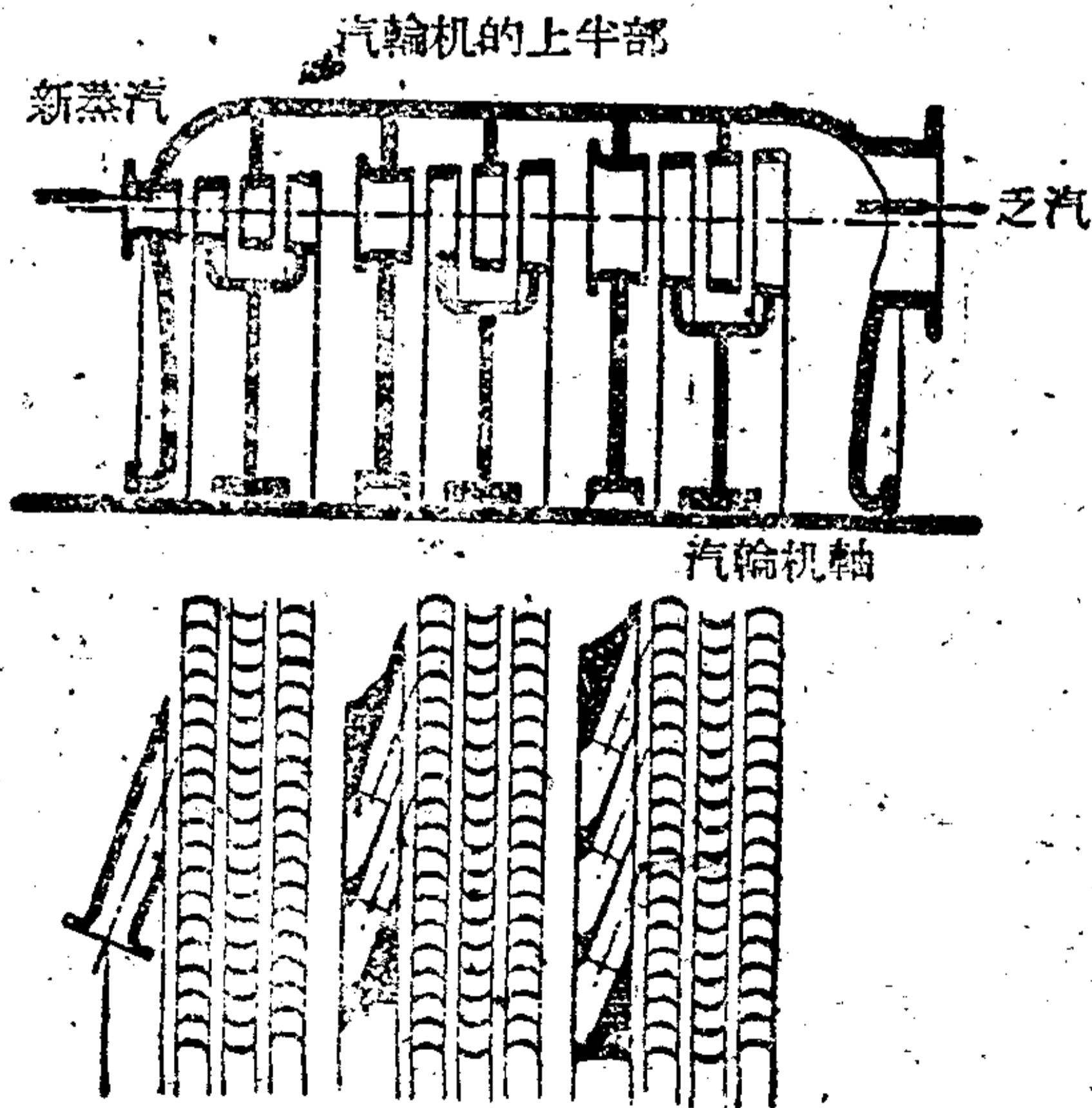


圖 44 壓力及速度合併式汽輪機

进入下一隔間。压力級的数目一般不超过五級，普通是2—3級。

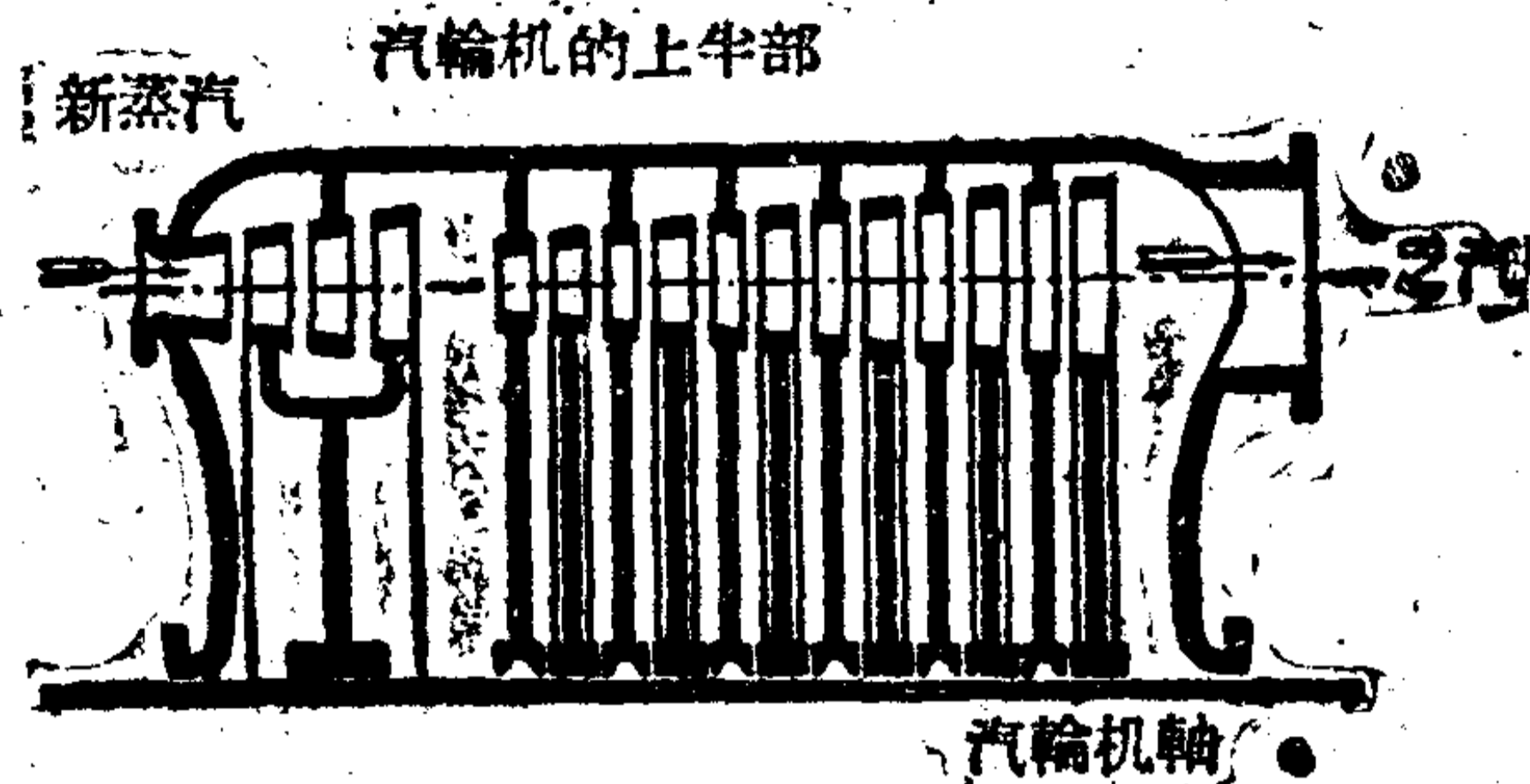


圖 45 联合冲動式汽輪机

5. 联合式汽輪机(圖45):

它的头一級是双排叶片(速度級), 其余各級都是單排叶片。在苏联大部工厂中所制造的汽輪机, 都是这种型式。

这种汽輪机的优点如下:

- ① 比純压力級汽輪机的体形小;
- ② 比速度压力、合併式汽輪机的耗汽量少;
- ③ 双排叶片在第一段利用了極大的压力降, 因此其外壳所承受的压力及前后温差所引起的温度应力較小。

此外, 使用双排叶片在負荷变动时, 能保持效率的稳定性。

(2) 反动式汽輪机(圖46): 它的轉子为鼓形, 叶片安置在鼓上, 导向叶片固定在外壳上。在固定叶片和动叶片中都發生蒸汽膨脹, 各級中的热焓降和蒸汽速度都不大

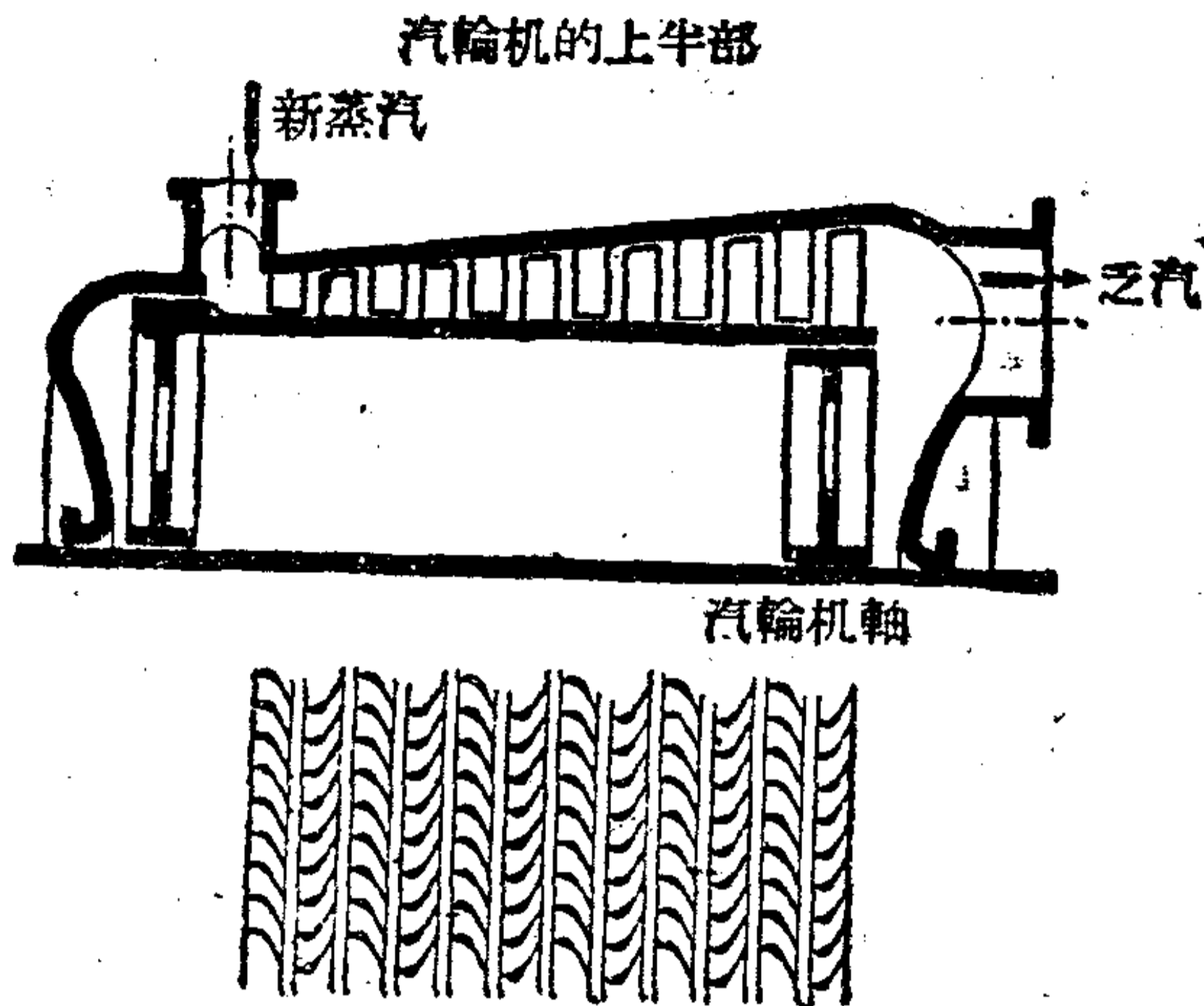


圖 46 反动式汽輪機

(50—250米/秒)，因此級數很多(在某些情況下達到75—100級)。很多反动式汽輪機都構成輻流式的，蒸汽在汽輪機內沿垂直軸的方向流動(見圖47和48)。前一圖所示汽輪機的反動度為50%，後一圖為100%，因為它沒有固定葉片。

(3) 冲動反动混合式汽輪機，又分為下列幾種：

1. 這種汽輪機的第一段是冲動級，是一個單排或雙排的速度級(調節級)，而其餘各級都是反動的，這種混合汽輪機在國外是相當普遍的。

2. 高壓、中壓各級是冲動的，而低壓是反動的混合汽輪機，其構造如圖49所示。高壓部分是一個雙排葉輪，中壓分若干級，每級有一單排葉輪，低壓由若干反动級組成，當汽輪機在轉數很高的情況下，為了保持牢固，低壓

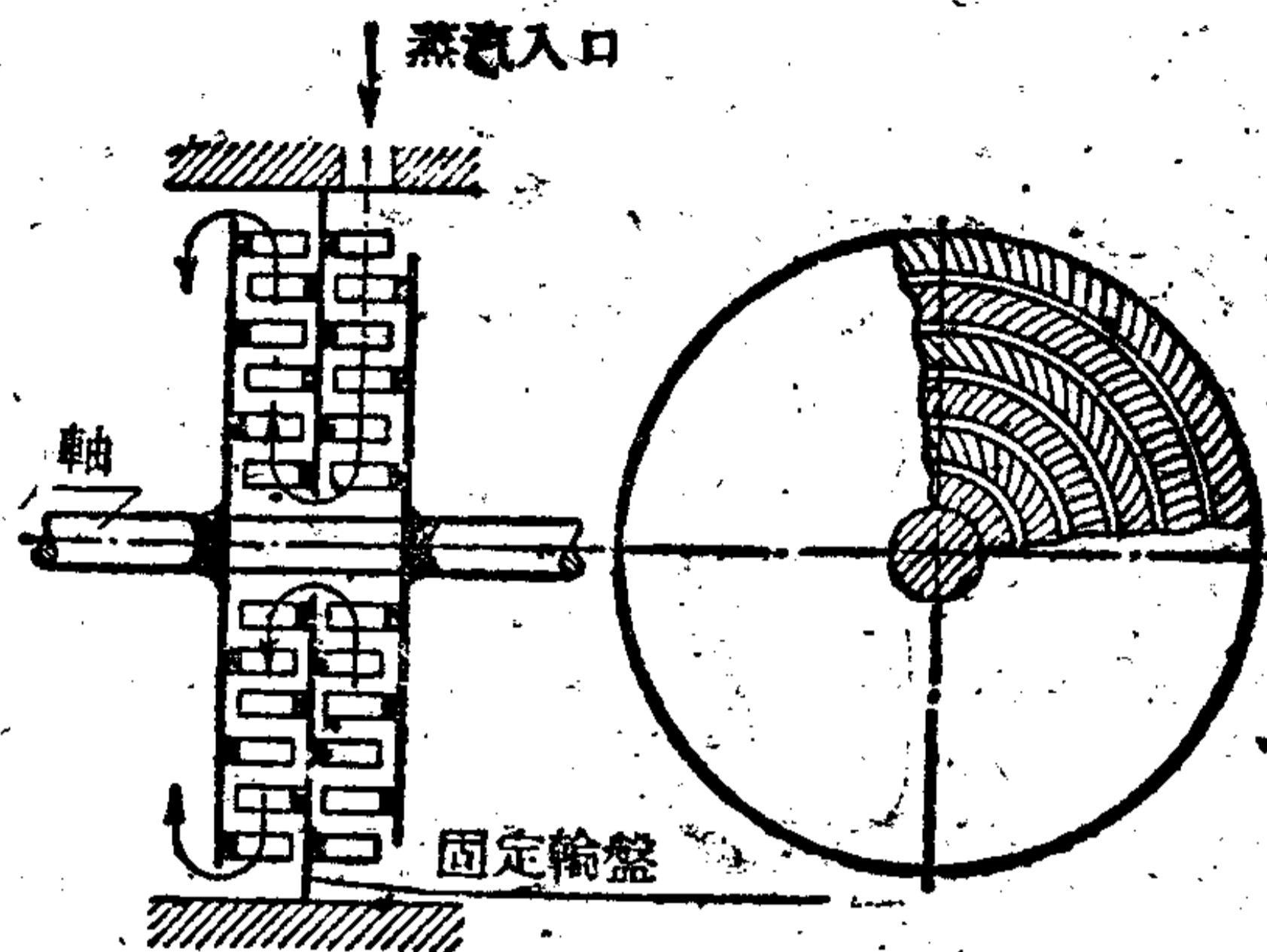


圖 47 有固定叶片的輻流反动式汽輪機

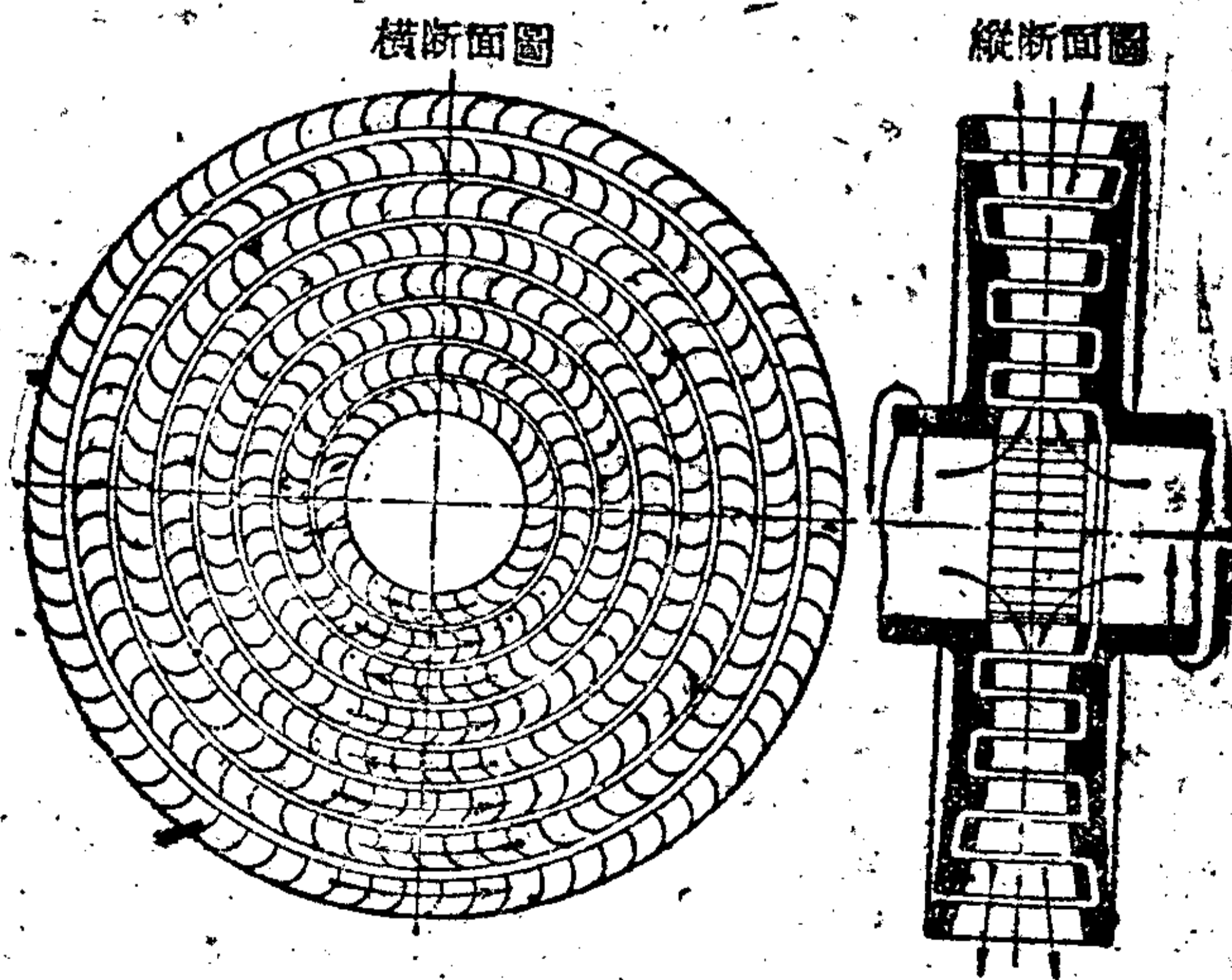


圖 48 有兩個彼此反向轉動輪盤的輻流反动式汽輪機

工作叶片常固定在特殊构造的转鼓上(用很多宽边轮组成)。

三、按汽轮机的转数,可分为:

- (1) 正常转数汽轮机(3000转/分)。
- (2) 低转数汽轮机(低于3000转/分),这是旧式或极大容量的汽轮机。
- (3) 高转数汽轮机(高于3000转/分):这种汽轮机一般都是小容量(6000瓦以下),它和发电机联接时通常需要用减速度装置。

四、按蒸汽流动方向,分为:

- (1) 轴流式汽轮机:汽轮机内蒸汽从始到终是沿汽轮机轴的方向膨胀的,这是最常用的一种。
- (2) 辐流式汽轮机:蒸汽流动方向为辐射状,即沿垂直于轴的方向,工作叶片平行于旋转轴心。
- (3) 轴流辐流合并式汽轮机:是轴流级和辐流级的联合汽轮机。

五、按汽缸数目分为:

- (1) 单缸汽轮机:即汽轮机所有各级都置于一个汽缸内,这种汽轮机设备最简单,最经济。
- (2) 多缸汽轮机:即汽轮机各级分置于几个汽缸内,

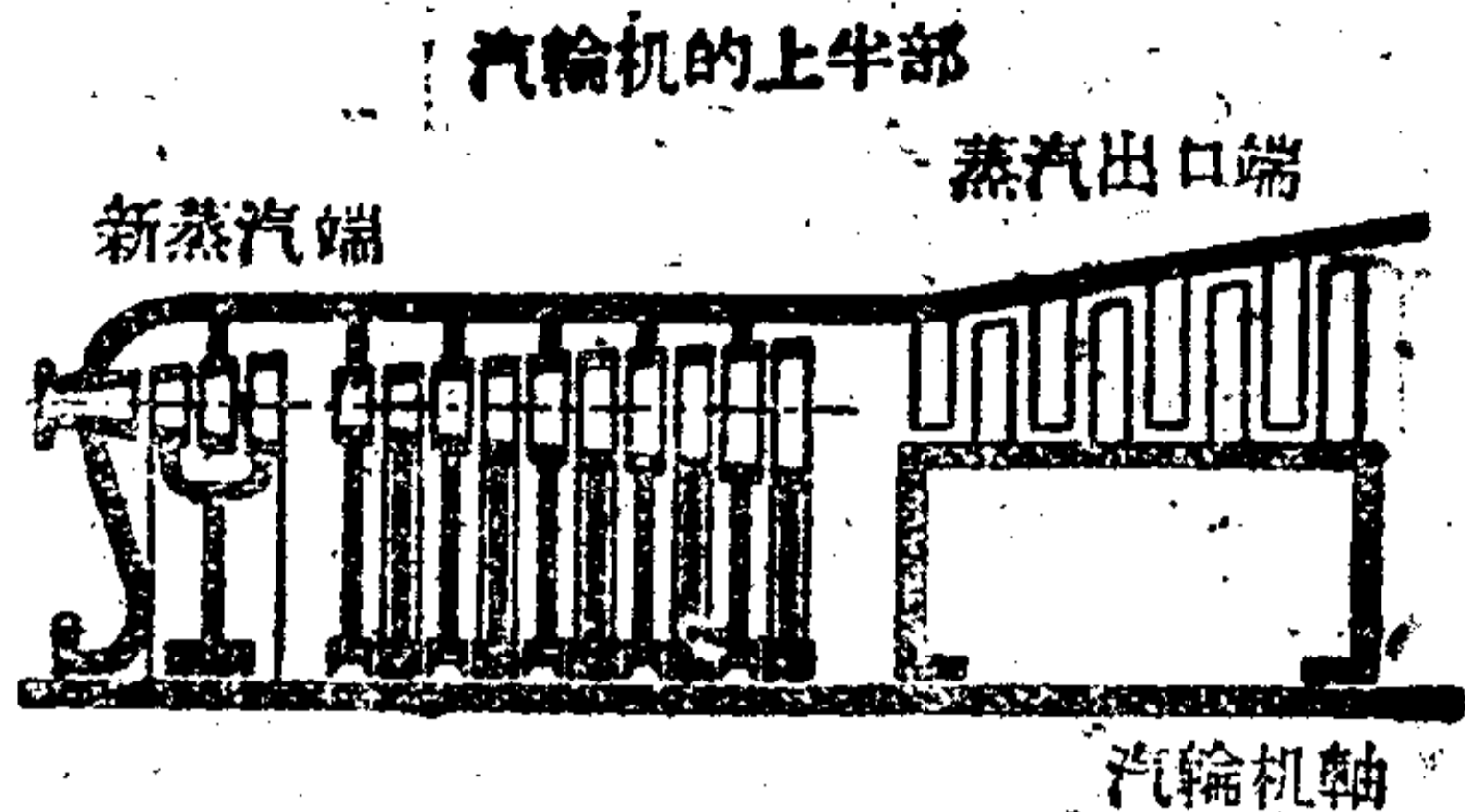


图 49 冲动反动联合式汽轮机

这种汽轮机可設較多的級数，并具有較高的效率。但它的重量大，構造很复杂，因而制造和运行时的費用較高。在低压部分需要分流的極大容量的汽轮机以及超高压汽轮机（構成其前部的金屬材料需要高質量的），常采用多缸構造。多缸汽轮机又分为双缸及三缸汽轮机，但三缸的極少，在个别情况下有时采用四缸汽轮机。

六、按軸数可分为：

(1) 單軸汽轮机：即各缸的軸联成为一直綫，各汽缸的軸間以靠背輪（可撓性靠背輪）联接。

(2) 多軸汽轮机：就是由两个或几个平行分置但有共同热力过程的單軸汽轮机合成，实际上这种汽轮机很少采用。除帶动大容量机械外，几乎是沒有的。多軸汽轮机所帶动的发电机的数目和軸数相等。多軸汽轮机可作为：背压汽轮机和廢汽汽轮机，或前置汽轮机与中压汽轮机互相联接的形式。

七、按凝汽器位置，可分：

(1) 地下式汽轮机：其凝汽器放在汽轮机室的地下室內。

(2) 地面式汽轮机：其凝汽器放在汽轮机室的地平面上，这种安置方式，可以节省建筑物的基础和房間，在汽轮机操作上也大为方便。这种汽轮机在 12 000 瓩容量以下的机組中最常采用。

八、按在发电厂中的功用，可分：

(1) 主汽轮机或基本汽轮机：担当发电厂的基本負荷，在常期最大負荷的情况下具有很高效率。

(2) 备用汽輪机。担当临时負荷，其特点就是能很快地投入运行。

(3) 厂用汽輪机：供应本厂能量消耗之用，这种汽輪机在工作中应保証特别可靠。

上述分类，沒有考虑到所有可能不同的構造，而仅仅列举發电厂的固定式汽輪机。我們將利用在分类中所提到的术语来講述以后各章的内容。

第七章 汽輪机的各組成部分及其功用

为了便于讀者在以下几章里，了解汽輪机各个組成部件的構造，在这里首先对一台完整的汽輪机做一番概括的介紹。

圖50(見書末插頁)表示一台列宁格勒斯大林金屬工厂出品的 AK-50-2 型汽輪机的縱剖面圖。

这台汽輪机的容量为 50 000 瓩，所使用的新蒸汽参数为 29 絕對大气压 400°C ，乏汽压力为 0.04 絕對大气压。

从圖中可以看出，該机共分十二个压力級。輪盤是在熾热状态下，套裝在軸上，輪緣上固定有工作叶片。輪盤之間用固定的中間隔板分开。每个隔板上裝配有噴咀，蒸汽通过它以后，得到很高的速度，并取得进入工作叶片槽道去的必要方向。噴咀及輪叶的高度是逐級地增加着，这是因为蒸汽在膨脹过程中，其容积逐渐增大，这就需要

把流通部分的通道截面积逐渐增大。第一級噴咀是裝在汽輪機的汽缸壁上。蒸汽通过若干个調速汽門以后，被引入第一級噴咀，調速汽門裝置在高压端汽缸盖上，汽門桿垂直于軸心綫。每个調速汽門控制着一組第一級噴咀，蒸汽通过汽門以后，只能进入它所控制的一組噴咀內。

当汽輪機輸出功率变动时，汽輪機的汽耗量必須相应地改变。要达到这一目的，就需要設置一套控制机帶——調速机構，这一部分設備，在該圖中已略去。

汽輪機的排汽管与凝汽器相連接，由于蒸汽在其中凝結，使它的压力保持在大气压力以下。凝汽器压力一般都保持在0.03—0.06 絕對大气压。

汽輪機轉子放在两个支持軸承之上，軸承承受着轉子的重量。与汽輪機的前軸承安裝在一起的推力軸承，保持着轉子与定子之間的相对位置并承受轉子的軸向推力。

汽輪機軸穿过汽缸的地方，安裝着阻汽裝置，称为汽封或軸封。軸的前部安裝汽封，目的就在于減少汽缸向外漏汽的损失。軸的后部安裝汽封，是为了防止大气中的空气漏入排汽管及汽輪機的凝汽器，使凝汽器真空恶化，降低汽輪機組的工作效率。为了尽可能地防止空气漏入凝汽器，汽輪機后部汽封需引入低压蒸汽。在軸穿过中間隔板中心孔处，也裝有阻汽設備——隔板汽封，以防止蒸汽繞过各級的噴咀，从前一級流向后一級。

在轉子低压端軸头上裝有靠背輪，用它把汽輪機轉子与發电机轉子連結在一起，拖动發电机轉子旋轉。

現代大功率汽輪機，一般都在靠背輪外盖上部安裝着

盤車裝置，當汽輪機停止工作以後，用它來推動汽輪機轉子慢慢迴轉，保養汽輪機。

汽輪機汽缸及軸承外殼，在通過汽輪機軸中心綫的水平面上，有水平方向接合面。要拆開汽輪機，必須首先將汽缸及軸承外殼水平面上的連接螺絲拆開，然後就可以將汽缸蓋吊起。如將靠背輪螺絲卸掉，整個汽輪機轉子即可從汽缸中拿出。圖51所示的例子，即為取下汽缸蓋以後汽輪機的照片。

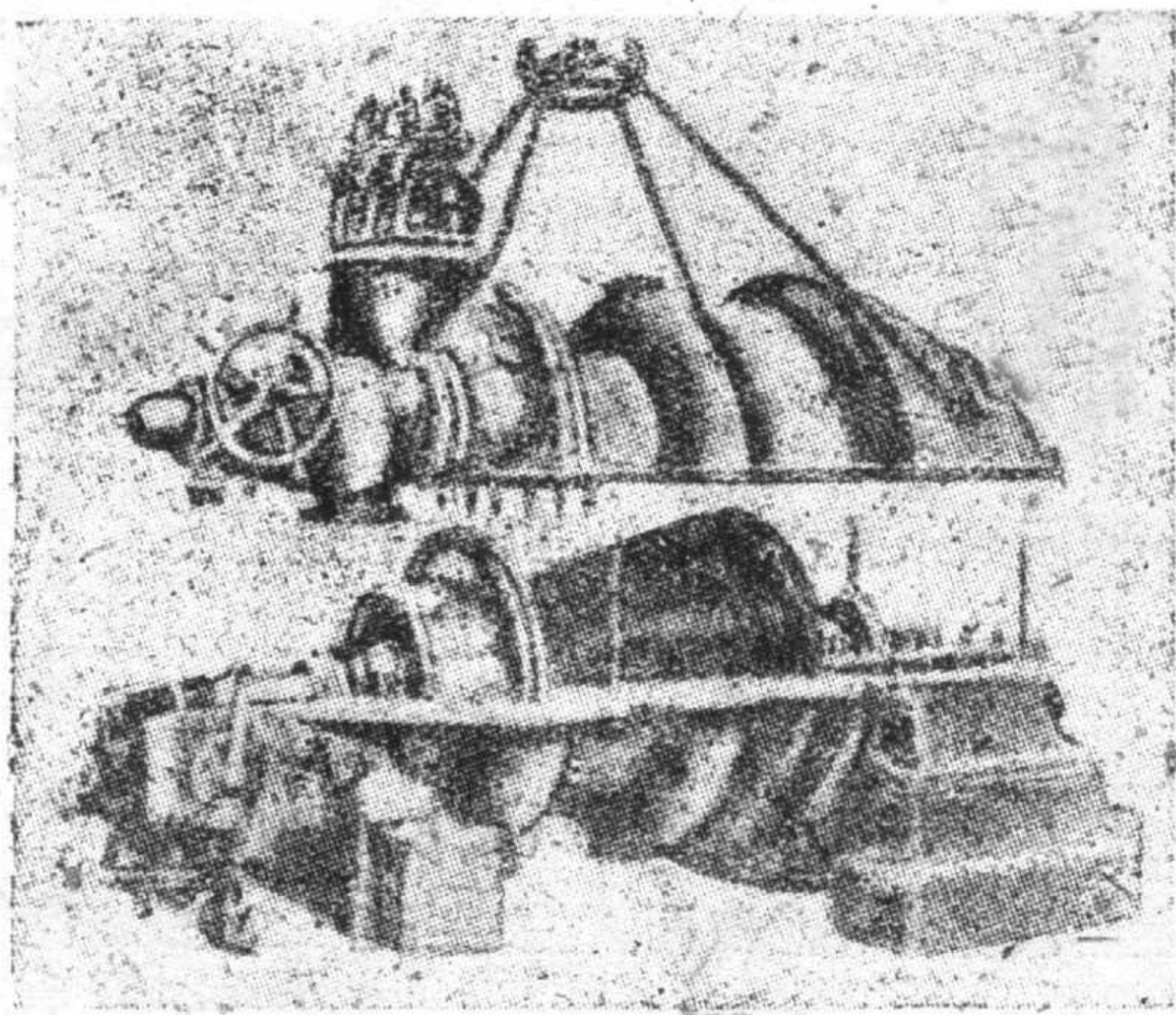


圖 51 取下汽缸蓋以後的單缸凝汽式汽輪機

在汽輪機轉子高壓端軸上，安裝着蝸母桿，與離心調速器及油泵軸上的蝸母輪組成一蝸母輪組，用以傳遞一部分動力，帶動離心調速器及油泵。

在汽輪機軸承中有大量的熱量散出，為了使軸承溫度不超過 60°C ，必須把這些熱量帶走，這個任務常常是靠潤