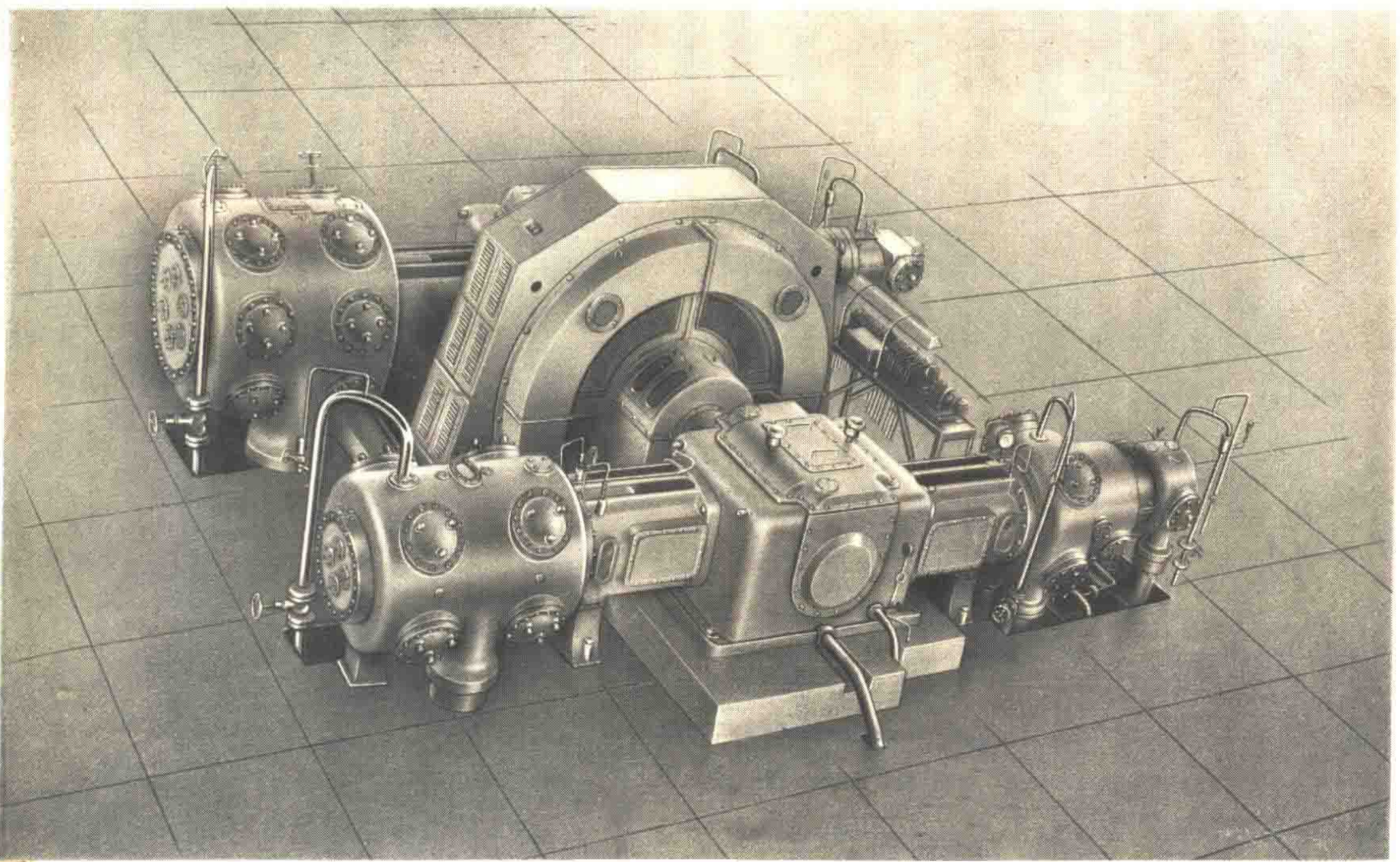


对置式压缩机



上海压缩机厂

译 者 前 言

对置式压缩机是活塞式压缩机中较为先进的结构尤其是大型压缩机，世界各国几乎都采用这种结构型式。我国活塞式压缩机制造业也广泛采用这种结构，设计制造各种类型的活塞式压缩机，以适应社会主义建设事业发展的需要。

尽管对置式压缩机的发展非常迅速，但比较系统和深入的资料却很欠缺。1968年，苏联出版了T.Φ.康特拉契娃等著的“对置式压缩机”一书，比较全面地搜集了世界各主要国家的对置式压缩机的资料，并对它的结构特点，系列化特点以及运行可靠性和经济性等有关问题，作了比较深入的分析，其中有关压缩机零部件的结构与计算，管路气流脉动的分析及其消除等问题，叙述得更为详细。所以，对设计研究对置式压缩机有一定的参考价值。本着“洋为中用”的精神，我们翻译了这本书，希望能给各兄弟单位提供一份参考资料，共同为提高我国活塞式压缩机的设计制造水平而努力。

本书由西安交通大学、浙江化工学院、华东石油学院、上海压缩机厂等单位翻译，由西安交通大学和上海压缩机厂负责校对。由上海压缩机厂印行。

译 者

1972年8月

译者前言		
绪论	1
第一章	对置式压缩机的优点及其发展方向.....	5
一	优点.....	5
二	改进和发展方向.....	11
第二章	对置式的基体.....	12
一	结构.....	12
二	参数.....	15
第三章	对置式压缩机的驱动.....	21
一	驱动的类型.....	21
二	电力驱动.....	21
三	电动机的选用.....	28
四	电动机功率的确定.....	31
第四章	压缩机的组合.....	34
一	电动机驱动压缩机的组合.....	34
二	压缩机结构方案的选择.....	35
三	压缩机与级间设备的组合.....	40
四	多用途压缩机.....	41
五	压缩机联合装置.....	42
第五章	对置式压缩机动力学.....	43
第六章	基体组件的结构与计算.....	48
一	机身.....	48
二	中体.....	61
三	主轴承.....	65
四	曲轴.....	77
五	连杆.....	93
六	十字头.....	108

	七	盘车机构.....	120
	八	曲柄连杆机构的润滑.....	122
第 七 章		气缸活塞组件的结构与计算.....	131
	一	气缸.....	131
	二	自动阀.....	159
	三	活塞.....	169
	四	活塞环.....	179
	五	活塞杆.....	189
	六	填料.....	195
	七	气量调节装置.....	201
	八	气缸和填料的润滑.....	211
第 八 章		级间设备的结构与计算.....	213
	一	冷却器.....	213
	二	油水分离器.....	224
	三	管道.....	230
第 九 章		压力波动和振动.....	241
	一	压力波动对活塞式压缩机工作的影响.....	241
	二	共振条件.....	242
	三	吸气管道的压力波动及其对压缩机工作的影响.....	245
	四	排气管道的压力波动及其对压缩机工作的影响.....	251
	五	设有设备的各种管道系统的压力波动的固有频率.....	255
	六	消除压力波动的方法.....	260
	七	管道和设备的振动.....	273
	八	消除振动的方法.....	288
	九	管道振动频率的试验检查法.....	290
	十	管道和设备的支承.....	293
第 十 章		对置式压缩机的参数与结构.....	296
	一	苏联的对置式压缩机.....	298
	二	捷克的对置式压缩机.....	305

三	德意志民主共和国的对置式压缩机.....	307
四	德意志联邦共和国的对置式压缩机.....	308
五	意大利的对置式压缩机.....	322
六	法国的对置式压缩机.....	325
七	英国的对置式压缩机.....	328
八	荷兰的对置式压缩机.....	329
九	瑞士的对置式压缩机.....	330
十	美国与加拿大的对置式压缩机.....	331
第十一章	对置式压缩机的安装与使用.....	339
一	安装.....	339
二	启动与停车.....	345
三	岗位操作.....	349
四	修理.....	352
五	试验.....	354
六	运行经济性.....	372
七	可靠性.....	374
附录	382
参考文献	436

绪 论

活塞式压缩机是压缩机中最常见的形式，在各类压缩机（离心式、螺杆式、转子式）中，活塞式压缩机的压力和排气量的范围最广（图1）。

按气缸排列位置，活塞式压缩机可做成卧式，立式、角度式（V型或W型和星型）。

卧式压缩机可在主轴的一侧布置一列或两列气缸（见图6.6）和在主轴的两侧相对地布置两列或多列气缸（见图6.a, r）。

近来，用更先进的对置式压缩机代替旧的卧式压缩机。

在化工、石油等工业部门，用来压缩大气量气体的常采用对置式压缩机。

近来，许多外国公司已经开始生产一般用途的对置式空气压缩机，图2表示对置式压缩机的使用范围。

苏联的对置式压缩机的驱动功率在250~6300千瓦范围内，外国为100~10000千瓦。对置式压缩机的排气量在3~1800米³/分范围（增压压缩机的排气量换算到大气压）内。

大排气量的机器主要用于氨和甲醇的生产，当使用天然气作为这些生产的原料时，压缩机的吸入压力不是如上所述的1公斤/厘米²，而是15~25公斤/厘米²。近来，各种用途的对置式压缩机压力达到300~500公斤/厘米²。生产聚乙烯使用着终压达1500~3500公斤/厘米²的超高压压缩机。

在化工生产中，具有扩大工厂和每条工艺线的生产能力的趋向。因此，有加大压缩机装置的单机容量的必要，从这个观点看，扩大大型活塞式压缩机的设计范围是有意义的。按现在压缩机的制造状况能够满足驱动功率达20000千瓦的机器的要求。但是，用电力驱动困难，使其扩大范围受到限制，因为把同步电动机接上电网，要求约五倍的电流，这时电网的容量是不足的。制造多列大型对置式的压缩机，可能在加工机身和曲轴时遇到困难。但是，这些困难已经因有制造大型柴油机的经验而得到克服。活塞式压缩机适用的气量范围，还

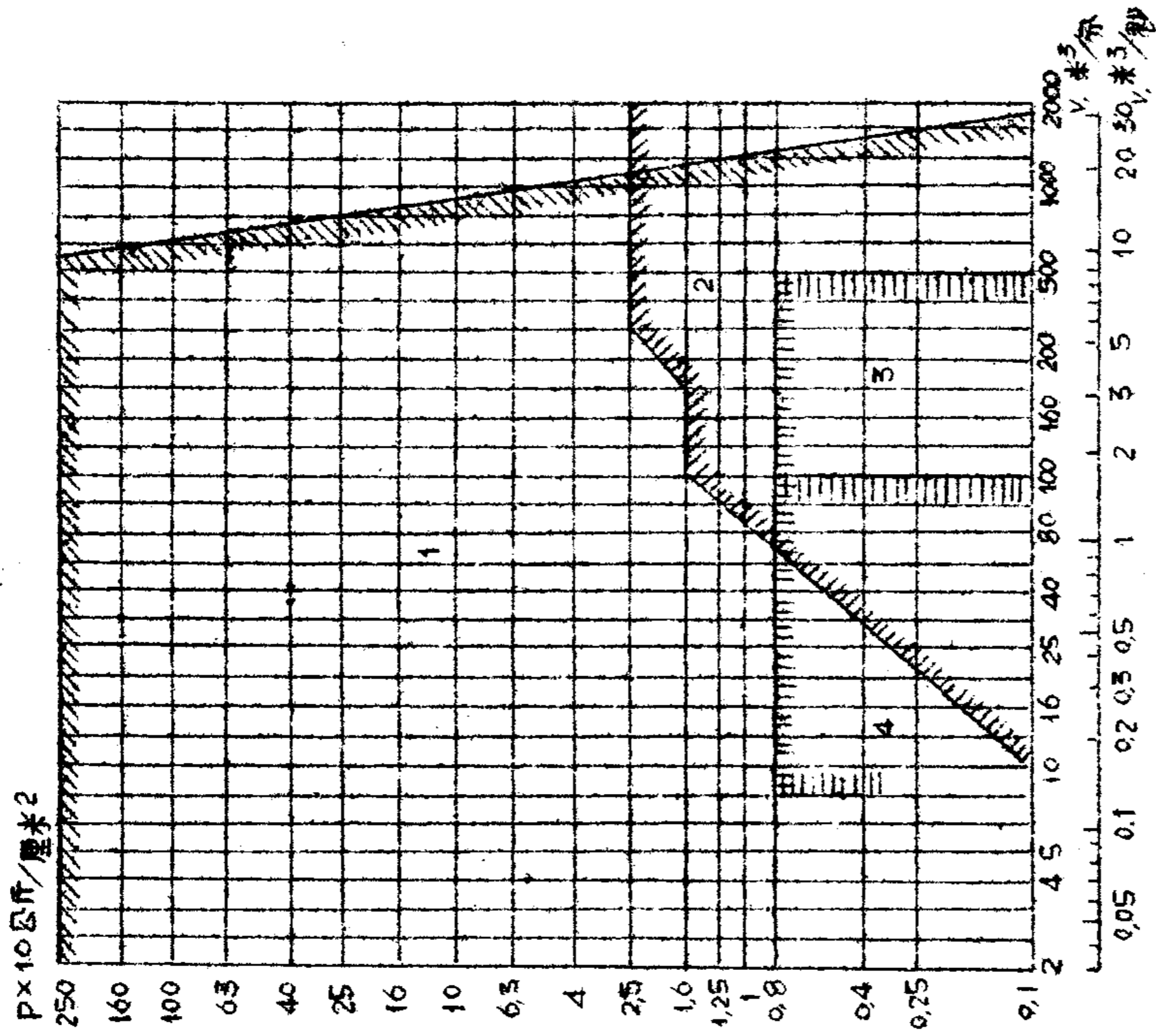


图 1. 各类压缩机适用范围：
 1. 活塞式； 2. 离心式； 3. 螺杆式； 4. 转子式。

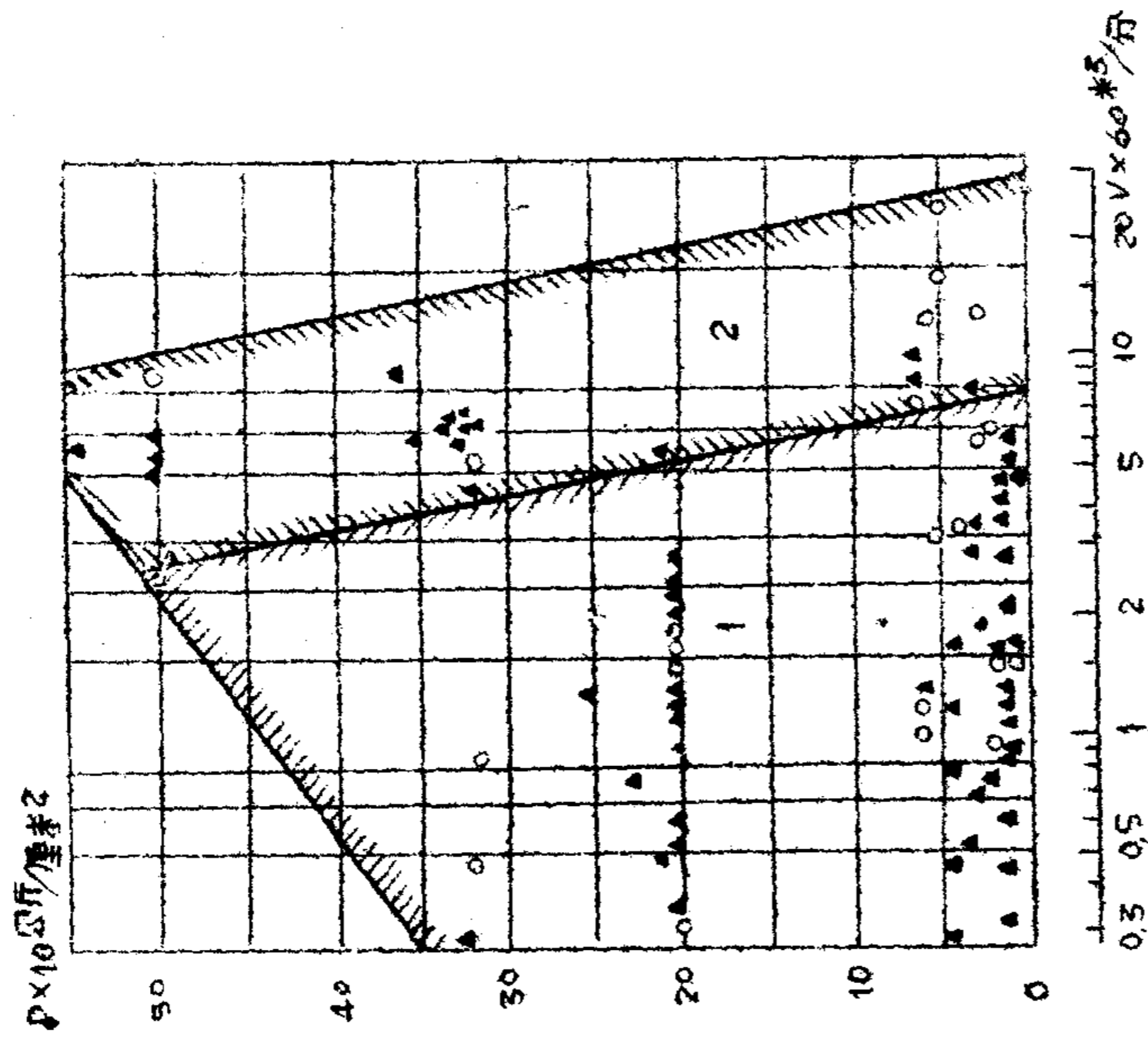


图 2. 对置式压缩机应用范围
 (△外国; ○苏联)
 1—从常压压缩; 2—增压.

决定于在高压范围内使用离心式压缩机的经济性。近来，比较重视大型高压离心式压缩机的生产。例如美国《海米戈》公司认为能制造压力为20到180公斤/厘米²，排气量为1320~2100米³/分的氮氢混合气的离心式压缩机。还有其它公司，其中包括意大利《新比隆》公司，也进行类似装置的生产。

还采用从20公斤/厘米²压缩机到150公斤/厘米²的离心压缩机和从150/厘米²压缩到450公斤/厘米²的活塞式压缩机的联合装置。现在认为，排气量大于1800米³/分时，发展高压离心式压缩机在经济上是合理的。对置式压缩机可用于各种场合，给风动工具供压缩空气；空气分离装置中压缩空气和氧气；在化工中压缩氮氢混合气、氮气、氢气、焦炉气、乙烯；在石油工业中压缩含氢气体；在气体干线上输送天然气等等。压缩机的用途及其使用条件，形成气缸活塞组件以及中间管道和设备的特点。某些部门要求气缸和填料无油润滑的压缩机。无润滑压缩机是要求较高的机器，因其工作条件较差。

现代化工企业的大型气体压缩机的操作，要求压缩机装置有较高的自动化水平。

按各种不同工作条件制定的对置式压缩机系列，是以参数、结构、基本的尺寸，电力驱动等的统一化为基础的。在这个基础上，生产出各种不同用途的压缩机。多列对置式压缩机的结构使得气缸活塞组件及压缩机装置的其它主要件的统一化有较大可能。所有这些都是生产大型活塞式压缩机从单件制造过渡到成批制造的前提。

过渡到多列对置型压缩机的生产，不仅要改变压缩机的结构，同时要改变其制造工艺，这种转变，关系到必需改造工厂基本设备，供给专用机床和装备，提高加工的精度。例如，制造机身和曲轴需要的专用机床。虽然这样，对置式压缩机的生产还是比旧的卧式压缩机简单，因为它的最大零件质量降低很多，没有复杂的级差式气缸活塞组件，统一化程度高。

第一章 对置式压缩机的优点及其发展方向

一 优点

不久以前，气缸布置在主轴一侧的低转数单列或两列卧式压缩机还是活塞式压缩机的主要类型，这类压缩机的优点是经济、可靠以及操作方便。但是，上述卧式压缩机存在一系列重要的缺点：质量大和外形尺寸大；个别零件（机身、带转子的主轴等）的质量比较大。因此，在车间要安装大功率的起重装置，并使安装和检修复杂化，往复运动部件的质量较大和巨大的惯性力要求设置庞大的基础。

由于上述缺点，旧的卧式压缩机逐渐被其它较高转数的、外形和质量较小的压缩机所代替。

在主轴两侧布置气缸的卧式多列对置式压缩机，是活塞式压缩机的先进型式。这类压缩机具有卧式压缩机的主要优点——管理和级间设备和管道配置方便。

同时，这类对置型压缩机还有许多其它的主要优点。它可做成多列的。在多列对置式压缩机中，每列通常有一个气缸，这同每一列有几个气缸的级差式卧式压缩机比较，气缸和活塞组件的安装和修理更加方便。

对称平衡压缩机（活塞作对称运动的对置式压缩机）具有良好的动力平衡性，允许主轴转数比旧的卧式压缩机提高1~1.5倍。因此，压缩机和电动机在质量和外形上大约要减小50~60%。

由于作用在压缩机相对列的惯性力互相平衡，因此压缩机可安装在较小的基础上，较高转数时，不要附加飞轮，电动机转子的质量即足以保证必要的飞轮矩。

多列高转数机器的单个零件和主要件（连杆、十字头、活塞等）的外形尺寸和质量小，使检修方便，可减少检修人员以及缩小起重设备。

多列对置式压缩机使得组件和零件的统一化和标准化更方便。从而，使大型活塞式压缩机从单件生产过渡到成批生产。因此，高速对

置式压缩机的生产比旧的低速机器的生产更加经济。

大型多列对置式压缩机，在一个装置中比使用旧的卧式压缩机所压缩的气量要大得多。

多列高转数对置式压缩机的缺点是：密封活塞杆的填料数目较多；在高转数时，特别是有高压气缸的情况下，填料和活塞环的工作负担重；在疲劳状态下工作的阀片和其它零件寿命短。

这些缺点应引起重视，但也可通过合理的设计和合理选择零件的材料以及提高制造质量来克服。

考虑到对置式压缩机的优点和在苏联化学工业的发展需要大量大型气体压缩机，列宁格勒化工机械研究所设计了各种对称平衡压缩机。

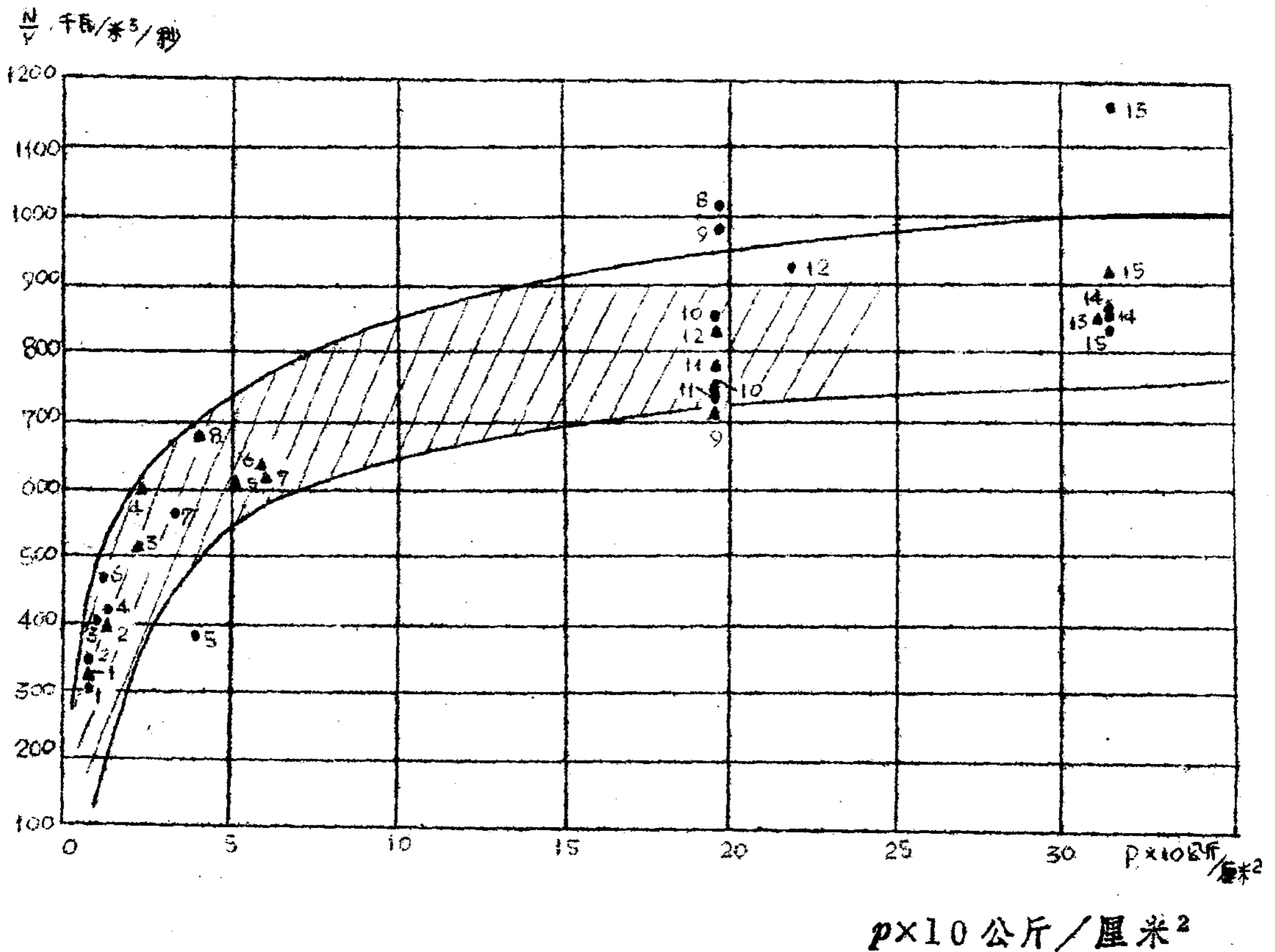


图3·比功率 N/V 与终压 p 关系之比较 (吸气压力 1 公斤/厘米²)

影线区——外国的对置式压缩机：

- ——苏联卧式 Γ 型基体：1-5 Γ -100/7； 2-5 Γ -100/8；
3-3 Γ -142/13； 4-5 Γ -100/13； 5-4 Γ -105/40；
6-4 Γ -83/13； 7-3.5 Γ -108/35； 8-3 Γ -50/200；
9-3 Γ -100/200； 10-1 Γ -217/200； 11-3 Γ -117/200；
12-5 Γ -14/220； 13-5 Γ -14/320； 14-1 Γ -266/320；
15-1 Γ -166/320。

Δ ——苏联对置式M型基体：

- 1-4M10-100/8； 2-4M10-100/12；
- 3-6M40-450/22.5； 4-4M10-64/22；
- 5-4M25-200/50； 6-4M10-78/60；
- 7-4M10-66/60； 8-4M25-212/40；
- 9-4M25-117/200； 10-4M16-100/200；
- 11-4M16-125/200； 12-2M10-20/200；
- 13-6M40-320/320； 14-6M10-63/320；
- 15-2M10-20/320。

在附录1中列出苏联对置式压缩机和外国压缩机的目录和特性参数。

目前外国公司的对置式压缩机的技术经济指标见图3和4，其中影线区相当于机器的比指标：功率消耗，质量和单位排气量的占地面积。同样，为了便于比较，列出苏联M型对置式压缩机和 Γ 型压缩机的特性参数，从技术经济指标比较中看出， Γ 型卧式压缩机在功率上具有现代水平，但在质量和外形尺寸上比现代对置式压缩机落后。

从图还可看出，苏联对置式压缩机的指标一般具有外国同类型压缩机的水平。

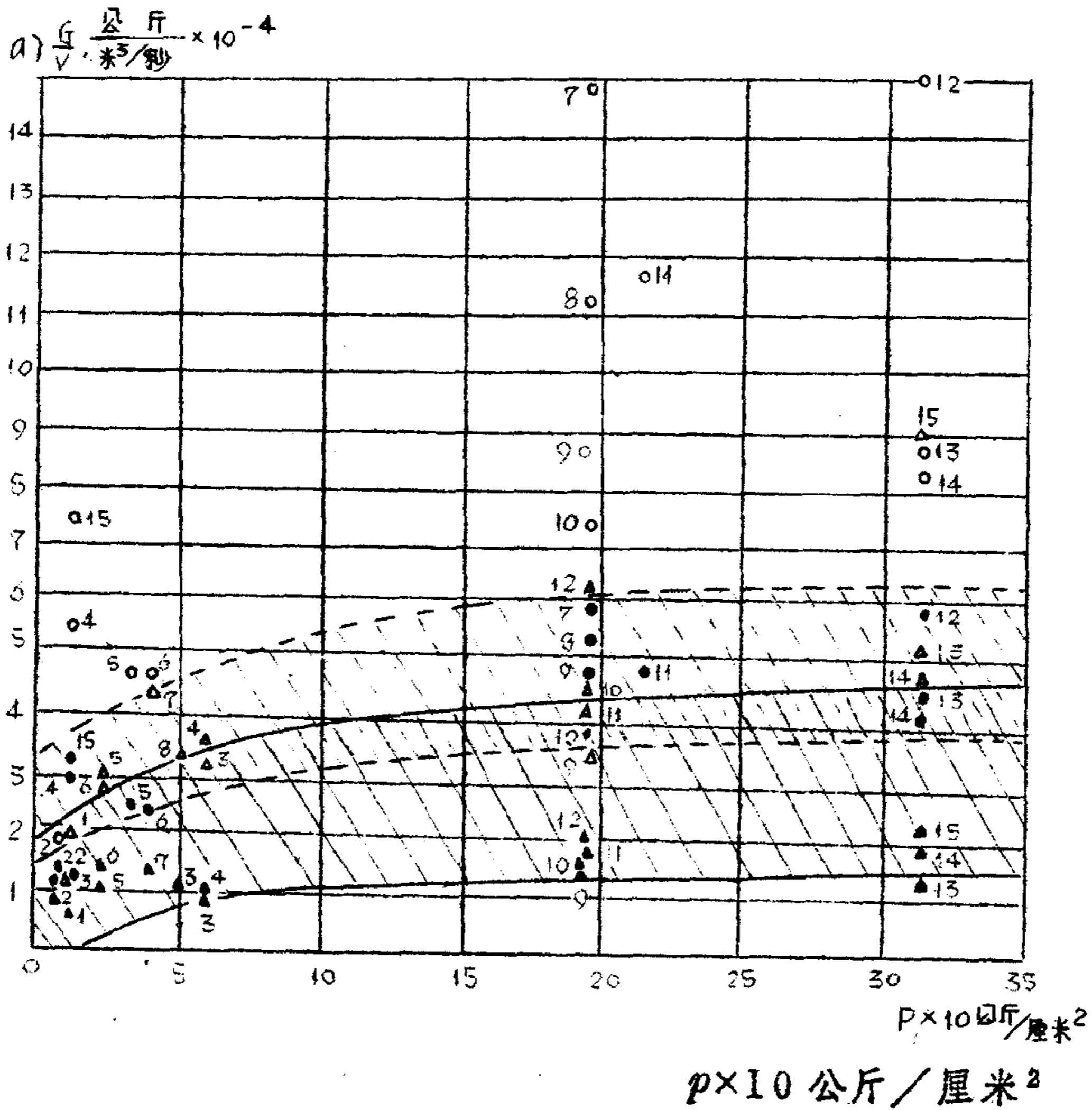


图4 比指标与终压 p 关系的比较：

a ——— 相对质量；

影线区：实线—压缩机 } 现代外国对置式机器；
 虚线—压缩机装置 }
 • ——— 压缩机 } 苏联卧式 Γ 型基体：
 ——— 压缩机装置 }

1-5 Γ -100/7; 2-5 Γ -100/8; 3-5 Γ -100/13;
 4-3 Γ -142/13; 5-35 Γ -108/35; 6-4 Γ -105/40;
 7-3 Γ -50/200; 8-3 Γ -100/200; 9-3 Γ -117/200;
 10-1 Γ -217/200; 11-5 Γ -14/220; 12-5 Γ -14/320;

13-1F-166/320; 14-1F-266/320; 15-4F-83/13.

▲——压缩机 } 苏联对置式M型基体：
 △——压缩机装置

- 1-4M10-100/12; 2-4M10-100/8; 3-4M10-78/60;
 4-4M10-66/60; 5-4M10-64/22; 6-6M40-450/22.5;
 7-4M25-212/40; 8-4M25-200/50; 9-4M16-125/200;
 10-4M25-117/200; 11-4M16-100/200; 12-2M10-20/200;
 13-6M10-63/320; 14-6M40-320/320; 15-2M10-20/320.

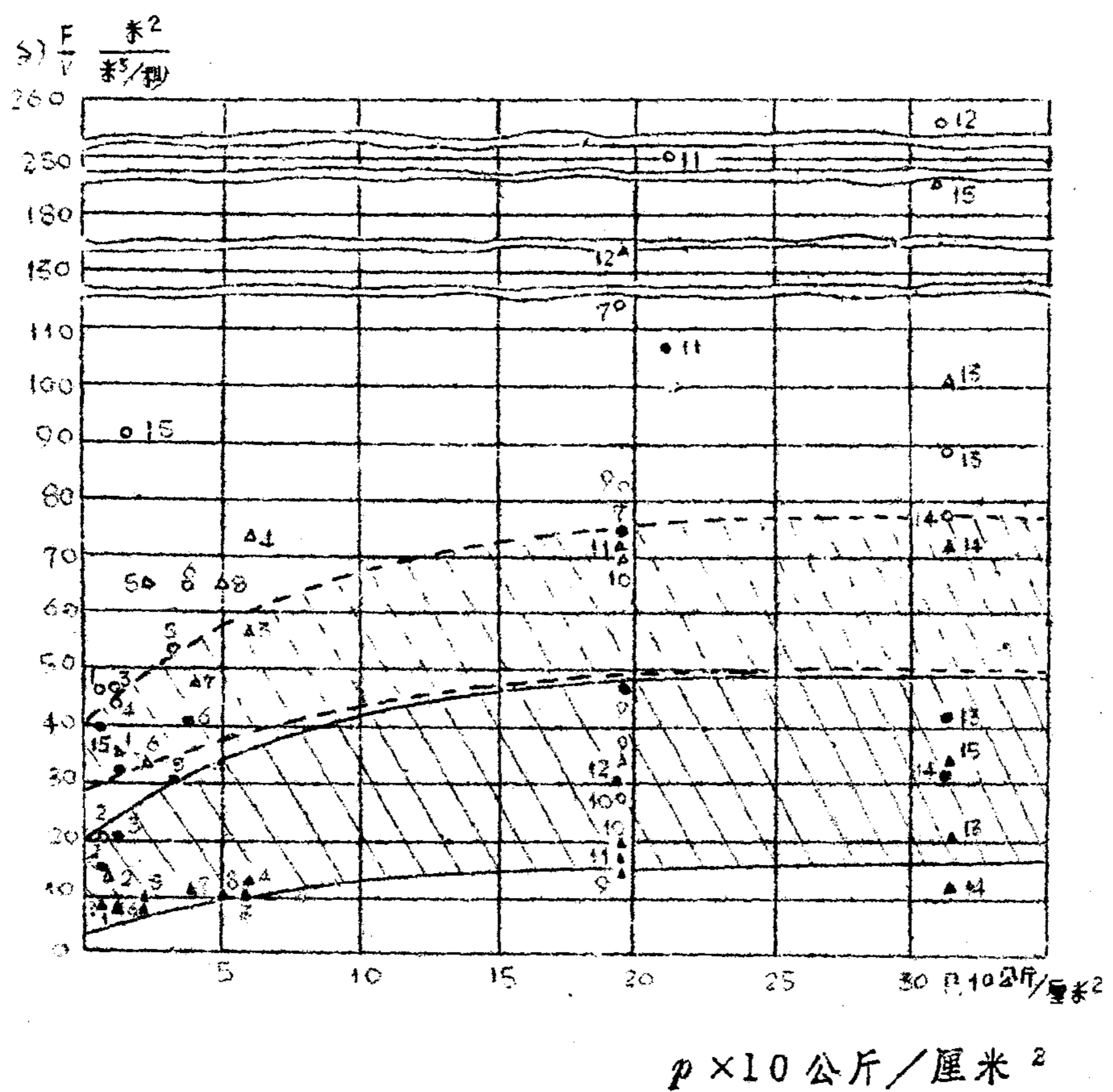


图4 (续) 5—相对面积。

大型压缩机比较方法，可以在同一终压下比较各种压缩机的技术经济指标，但是这个方法没有考虑次要作用的因素，例如排气量大小以及气体种类，这些因素比起终压来，它们对比指标的影响要小得多。

苏联旧的卧式压缩机的质量与新的对置式压缩机（其压力和排气量与卧式机器相当）的质量比较见表1。

压缩机装置（包括电动机和设备）的质量平均降低40%~60%。压缩机本身质量降低30~65%，电动机质量降低60~70%。

表1. I型卧式和M型对置式装置、压缩机和驱动电动机的质量

I型卧式压缩机			M型对置式压缩机			材料比耗值的降低%			
压缩机 型 号	主轴 转数 ×60 (转/分)	相对质量		压缩机 型 号	主轴 转数 ×60 (转/分)	相对质量		装 置	电 动 机
		装 置	压缩机			装 置	压缩机		
		×60公斤/米 ³ /分	公斤/千瓦			×60公斤/米 ³ /分	公斤/千瓦		
5I-100/8	3.12	18700	11230	4M10-100/8	8.33	10250	7620	45.0	58.0
5I-114/320	2.78	152500	58500	2M10-20/320	8.33	90500	21850	40.8	71.0
3I-100/200	2.08	112000	54300	4M16-100/200	6.26	41880	17220	62.7	73.0
3I-117/200	2.08	87000	41800	4M25-117/200	5.00	46000	14100	47.1	73.2
1I-266/320	2.08	83500	41200	6M40-227/320	5.00	47000	19600	43.7	64.0

三 改进和发展方向

大型压缩机改为对置式，压缩机的质量和外形尺寸都减小很多，但是其它问题还远远没有解决。例如，随着压缩机和电动机的主轴转速提高1~1.5倍，机器的质量是下降了，但是级间设备和管道实际上仍处于原来的水平。

如果旧的卧式压缩机的设备和管道的质量约为压缩机的质量的60%，装置质量的25~30%，则对置式压缩机的设备和管道质量相应地约为压缩机质量的150~200%，而为装置质量的50%左右。

减小级间设备和管道质量有两个途径：改进设备，提高冷却器和油水分离器的效率；缩短级间管道的长度，设备的布置应使管道尽可能短，而且设备本身部分地起连接压缩机中间级的通道作用，在这方面最有成效的是对于中小型压缩机装置，不在地下而在压缩机上面布置设备。气缸布置在主轴两侧的多列压缩机，有利于这样地布置设备，对于无地下室的压缩机装置，缩短管道还依靠减小基础和厂房体积来达到。

近来，许多外国公司的对置式结构，不仅用于大型气体压缩机，同时也用于一般用途排气量不大的空气压缩机。例如意大利《新比隆》公司制造的空气压缩机压力为8.8公斤/厘米²，排气量从18.36米³/分开始就采用对置式结构。

考虑到对置式压缩机的特点，可以适当地扩大其使用范围，苏联的一般用途空气压缩机也有采用这样的结构的。

把几台压缩机构成一机组的趋向是有前途的，多列对置式压缩机最有可能实现这个目标。这种多用途压缩机，在各个气缸内压缩不同的气体，这样可节约材料并降低造价。因为用一台机组代替了几台压缩机、电动机和基础，在大型机组中，金属消耗和占地面积的比指标以及效率通常都是比较好的。但是，只有当多用途压缩机的工作比较可靠时，才能表现出它的经济性来。

第二章 对置式的基体

一 结 构

曲柄连杆机构统一化组件的总和称为活塞式压缩机的基体（图5）。组件包括：带有主轴承和十字头导轨的机身，曲轴，连杆，十字头，曲柄连杆机构润滑系统的组件和不附属于电动机的盘车机构。

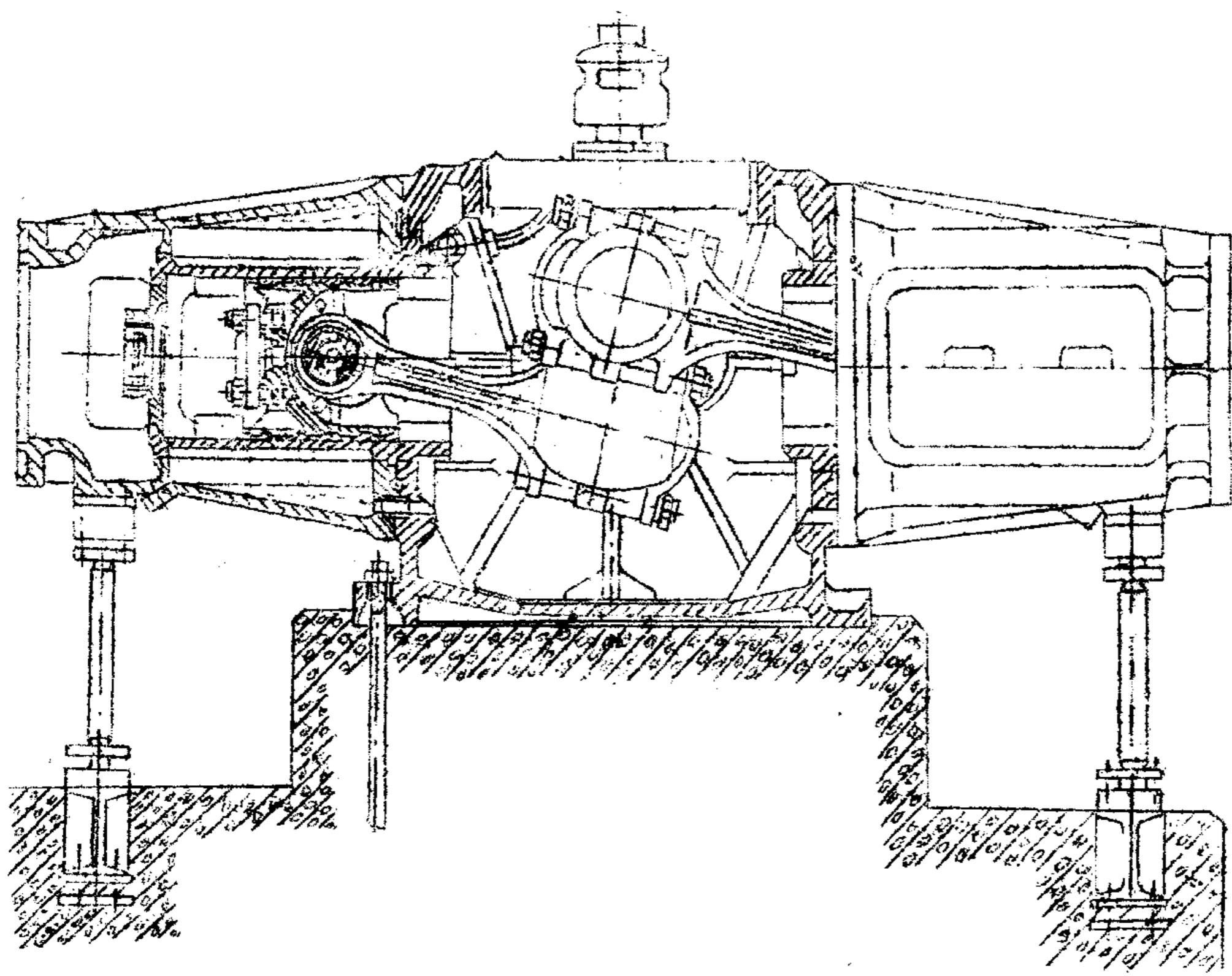


图5 . 活塞力为10吨的对置式基体

基体不是单独机构，而是在压缩机各列中重复出现的整套组合件。在对置式基体上，把气缸作不同的排列组合，能得各种用途，排气量和压力的压缩机。