

第16章 活塞式压缩机简介

空气压缩机站房的主要设备有：空气压缩机、空气滤清器、中间冷却器、后冷却器、液气分离器、安全阀、气体管路和储气罐等。

空气压缩机通常使用往复式活塞式压缩机。后冷却器一般在排气量为 $20\text{m}^3/\text{min}$ 以上的压缩机上才有配备。液气分离器也常常同冷却器组合在一起的。

现在我国压缩机制造厂批量生产的空气压缩机，虽然是按GB782—76标准设计制造的，但我国已经制订有新的压缩机标准：GB7787—87《往复式活塞式压缩机基本参数》，见本篇附录（一）附表5-5。并且发展了无油润滑空气压缩机，同时还生产了与制氧机配套的中、高压空气压缩机。

为了发展和提高我国压缩机的水平，国家制订与颁发一系列压缩机的标准。压缩机的主要标准目录见本篇附录（一）附表5-1～附表5-4。

第 1 节 活塞式压缩机的分类与规格参数

往复式活塞式压缩机的分类，可按压缩机的排气量和工作压力进行区分，见表16-1-1。

表16-1-1 活塞式压缩机的分类

分类方法	名 称	说 明
按排气量分	微型压缩机	$<1\text{m}^3/\text{min}$
	小型压缩机	$1\sim10\text{m}^3/\text{min}$
	中型压缩机	$10\sim60\text{m}^3/\text{min}$
	大型压缩机	$>60\text{m}^3/\text{min}$
按最终排气压力分	鼓风机	$<0.3\text{MPa}$
	低压压缩机	$0.3\sim1.0\text{MPa}$
	中压压缩机	$1.0\sim10.0\text{MPa}$
	高压压缩机	$10\sim100\text{MPa}$
	超高压压缩机	$>100\text{MPa}$

各类空气压缩机的规格参数 见表 16-1-2～表 16-1-5。

表16-1-2 往复式活塞式压缩机基本参数（GB782—76）

公称排气量 (m^3/min)	公称排气压力 (MPa)	比 功 率 $\leq$ ($\text{kW}/\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)		净重 $\leq$ (kg)	运动部件和气 缸部分润滑油 总消耗量 $\leq$ (g/h)	冷却水 消耗量 $\leq$ (m^3/h)	噪声声压级 $\leq$ (dB(A))	
		水冷	风冷 (包括风扇)					
3	0.7	5.8	6.3	420	40	0.72	90	
6				620	70	1.44		
10		5.15	—	1350		2.40		
20				2200	105	4.80		
40		5.1		4200	150	9.60		
60				6300	195	14.40		
100		5.05		10500	255	24.00		

表16-1-3 空气

型 号	型 式	排 气 量 (m ³ /min)	吸 气 压 力	排 气 压 力 (MPa)		轴 功 率 (kW)	行 程 (mm)	转 速 (r / min)	外 形 尺 寸 长×宽×高 (mm)
				I 级	II 级				
BV-3/8	V 型, 两缸, 两 级, 单作用, 风冷 式, 半移动, 无基 础	3	大 <						

压缩机规格数据

驱 动 机				储 气 罐				制 造 厂
型 号	转 速 (r/min)	功 率 (kW)	电 压 (V)	代 号	容 积 (m ³)	额 定 压 力 (MPa)	尺 寸 (内 径 × 高) (mm)	
Y200L2-6	970	22	380					柳州压缩机总厂
Y225M-4 (4135K-2柴油机)	1480 (1500)	45 (80hp)	380					
Y280S-4 (6135K-1柴油机)	1480 (1500)	75 (120hp)	380					
JY250M-6	986	65	380	C-1	1	0.8	φ800×2200	南京压缩机厂
YY355M2-12	488	55	380					江西气体压缩机厂
YKY-55-6	980	55	220/380					山东潍坊生建机械厂 (电动机直联)
								南京压缩机厂 (无基础)
JS127-8	730	130	380	C-2	2	0.8	φ1000×2950	沈阳气体压缩机厂 柳州压缩机总厂
YR315M2-8	731	132	380					山东潍坊生建机械厂
JR127-8	730	130	380	C-2	2	0.8	φ1000×2950	江西气体压缩机厂
YW112-6/560	980	112	380					
JBO315M-6	980	110	380/60					
JR127-10	585	115	380					沈阳气体压缩机厂
TDK118/24-14	428	250	6000	C-4	4	0.8	φ1200×4070	沈阳气体压缩机厂
TDK99/30-10	600	250	6000		4.6	0.8	φ1300×4100	江西气体压缩机厂
TK230-10/990	600	230	6000/ 3000		4	0.8	φ1218×4070	
TDK173/21-16	375	550	6000	C-10	10	0.8	φ1800×4580	沈阳气体压缩机厂
TK550-12/1430	500	550	6000					柳州压缩机总厂

表16-1-4 无油滑

型 号	型式	排气量 (m ³ /min)	吸气 压力	排气压力 (MPa)		轴功率 (kW)	行程 (mm)	转速 (r/min)	外形尺寸 长×宽×高(mm)
				I 级	II 级				
2Z-3/8-1	立式, 两缸, 两级, 单作用, 水冷式	3	大 气 压 力	0.2	0.8	19	120	730	890×530×1890
2Z-6/8-1	立式, 两缸, 两级, 双作用, 水冷却	6		0.2	0.8	37	120	740	890×630×1884
3LW-10/8	L 型, 两缸, 两级, 双作用, 水冷式	10		0.18~0.22	0.8	≤60	200	480	1990×900×2073
2D3.5-15/15	对称平衡型, 三级三缸, 双作用, 水冷式	15			1.5	113	180	585	4020×1150×2200
4LW-20/8	L 型, 两缸, 两级, 双作用, 水冷式	20		0.18~0.22	0.8	120	240	400	2690×1550×2354
2D3.5(4)-20/7	对称平衡型, 两缸, 两级, 双作用, 水冷式	20		0.17~0.19	0.7	109	180	585	4000×3000×2680
2D3.5(5)-20/8				0.2	0.8	120			
L 3.5-20/8	L 型, 两缸, 两级, 双作用, 水冷式	20		0.18~0.22	0.8	≤122	180	440	2536×1170×2307
5L-40/8-1	L 型, 两缸, 两级, 双作用, 水冷式	40		0.2	0.8	220	240	428	2700×1700×3000
5L-40/10-1					1.0	263			
L 5.5-40/8					0.2~0.22	0.8	216	180	600

滑空气压缩机规格

驱 动 机				储 气 罐				制 造 厂
型 号	转 速 (r/min)	功 率 (kW)	电 压 (V)	代 号	容 积 (m³)	额 定 压 力 (MPa)	尺 寸 (内 径 × 高) (mm)	
Y225M-8	730	22	380		0.3	0.8	φ600×1680	沈阳气体压缩机厂 柳州第二空压机厂
Y280S-8	740	37	380		0.6	0.8	φ700×1970	
JR115-6	975	75	220/380	C-1	1	0.8	φ800×2210	山东潍坊生建机械厂
JR-128-10	585	130	380					沈阳气体压缩机厂
JR-127-8	730	130	380	C-2	2	0.8	φ1000×2950	山东潍坊生建机械厂
JR127-10	585	115	380	C-2	2	0.8	φ1000×2950	沈阳气体压缩机厂
JR-128-10		130						
Y315M2-8	740	132	220/380	C-2	2	0.8	φ1000×2950	南京压缩机厂
TDK118/26-14	428	250	6000/ 3000	C-4	4	0.8	φ1200×4070	沈阳气体压缩机厂
TK280-14/1180		280						
TDK99/30-10	600	250	600		4.6	0.8	φ1300×4100	江西气体压缩机厂

表16-1-5 空分设备配套空气压缩机类型参数

空分设备系列	型号	型 式	排气量 (m^3/min)	排气压力 (MPa)	活塞行程 (mm)	转速 (r/min)	电动机功率 (kW)	空分设备型号
20	1LY-2/200	立式, 双列, 四级, 双作用, 水冷式	2	19.6	160	440	40	KFS-120
50	1-5/55	卧式, 单列, 三级, 双作用, 水冷式	5	5.39	300	160	75	23-300 KFZ-300
	L2-5.55/40	L型, 两列, 三级, 双作用, 水冷式	5.55	3.92	200	500	75	KFZ-300-3
	1-15/50	卧式, 单列, 三级, 双作用, 水冷式	15	4.9	500	167	215	13-860
150	5L-16/50	L型, 两列, 三级, 双作用, 水冷式	16	4.9	240	428	250	
	2D8-17/45	卧式, 两列, 四级, 对称平衡型, 水冷式	17	4.4	240	370	200	KZON-170/550
300	DY8-30/15	卧式, 两列, 三级, 一级双作用, 对称平衡型, 水冷式	30	1.47	250	375	320	KFZ-1800

第2节 活塞式压缩机的结构

(一) 卧式结构

卧式压缩机的气缸作水平布置, 且都在曲轴一侧, 见图16-2-1。

(1) 优点

1) 因是卧式, 在操作者视线范围内, 可接近性好, 便于操作与维护。

2) 卧式最多只有两列。所以运动部件与填函较少。机身、曲轴的结构也较简单。

3) 卧式压缩机的厂房较立式为低。

(2) 缺点 主要是惯性力不能平衡, 因之, 增加转速受到限制。为增加转速而导致机器、驱动机和基础的重量增大, 且尺寸也较大。然而, 卧式压缩机在小型、高压的情况下, 仍能发挥结构紧凑、零件少, 可以避免高压填函等优点。

(二) 立式结构

立式压缩机的气缸作垂直布置, 见图16-2-2。

(1) 优点

1) 活塞外圆柱表面不承受活塞重量, 因而气缸与活塞的磨损比卧式要小, 活塞环的工作条件有所改善, 能延长使用寿命。

2) 因为工作载荷使机身产生拉伸和压缩应力, 所以, 机身形状简单, 重量轻。

3) 往复运动部件的惯性力垂直作用在基础上, 而基础抗垂直振动的能力较强, 所以它的尺寸较小, 因而占地面积较小。

(2) 缺点

1) 气阀和压缩级间管道布置比较困难。

2) 较大的立式压缩机操作和维修不很方便。所以, 立式压缩机(包括迷宫式压缩机)小型为多。

(三) 对称平衡型结构

对称平衡型压缩机的气缸作水平布置, 并分布在曲轴两侧。两立轴承间相对两列气缸的曲柄错角为 180° , 见图16-2-3。

对称平衡型结构除了具有卧式的优点外, 尚有以下优点:

1) 运动部件往复惯性力(一阶和二阶惯性力)可以完全平衡, 惯性力矩也很小。机器转速可

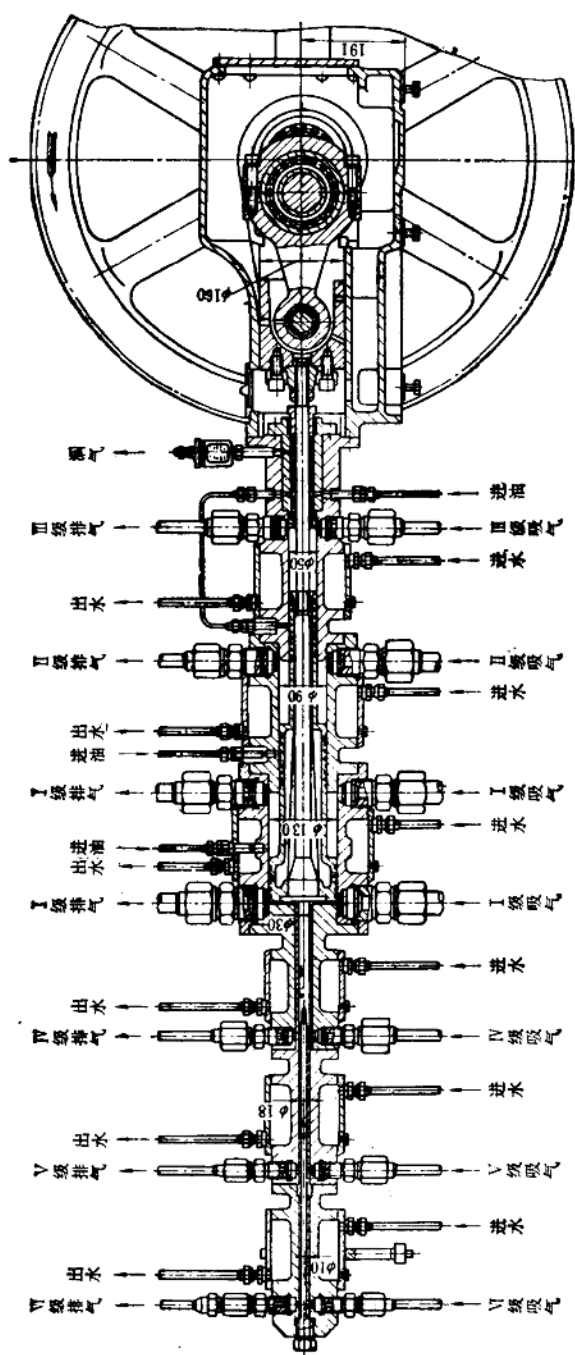


图16-2-1 单列卧式二氧化碳压缩机

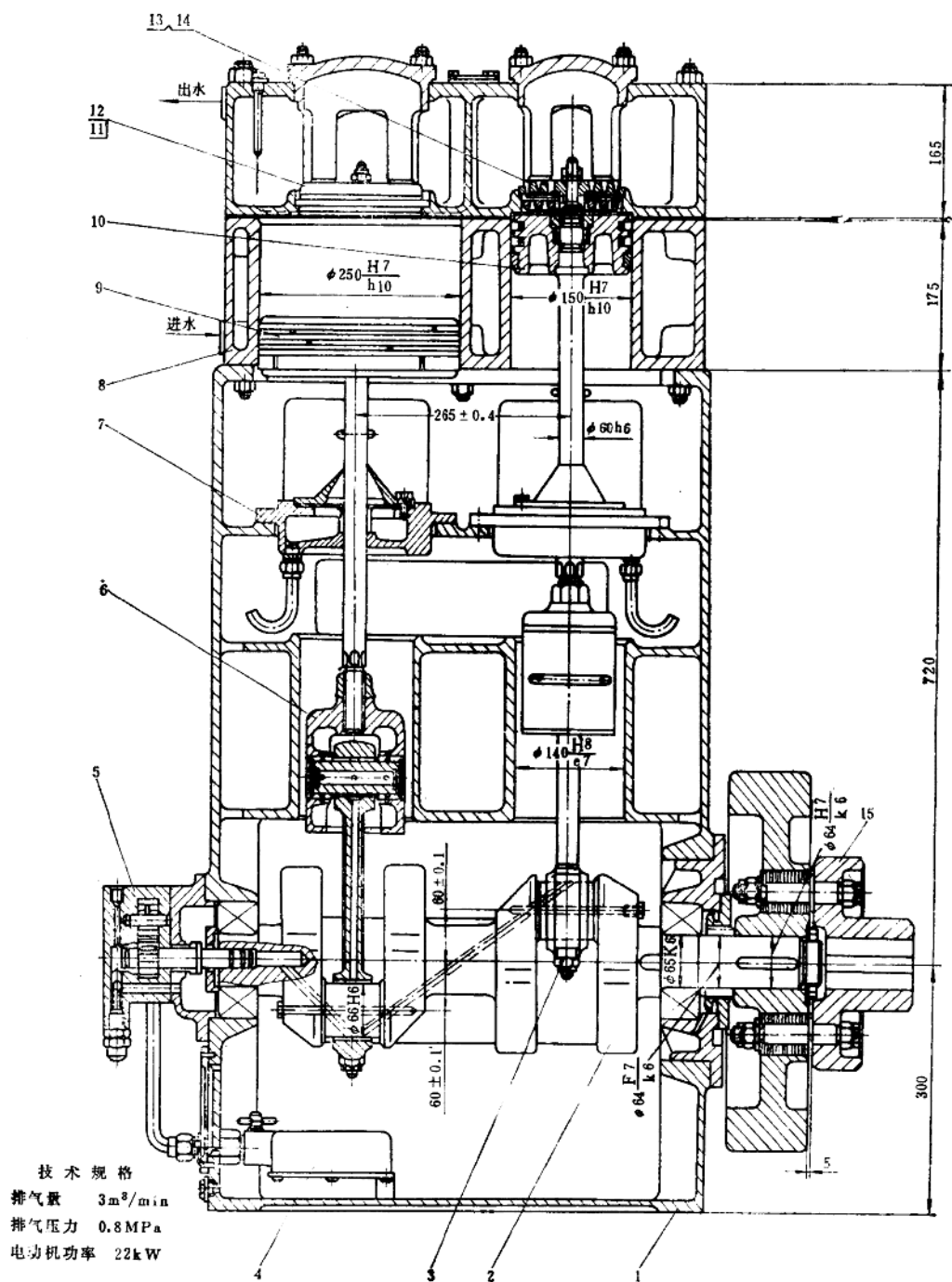


图16-2-2 2Z-3/8-1型无油润滑空气压缩机 (沈阳气体压缩机厂制造)

- 1—机身 2—曲轴 3—连杆 4—滤油盒 5—油泵 6—十字头 7—刮油器 8—I、II级气缸 9—I级活塞
10—II级活塞 11—I级吸气阀 12—I级排气阀 13—II级吸气阀 14—II级排气阀 15—联轴器

技 术 规 格

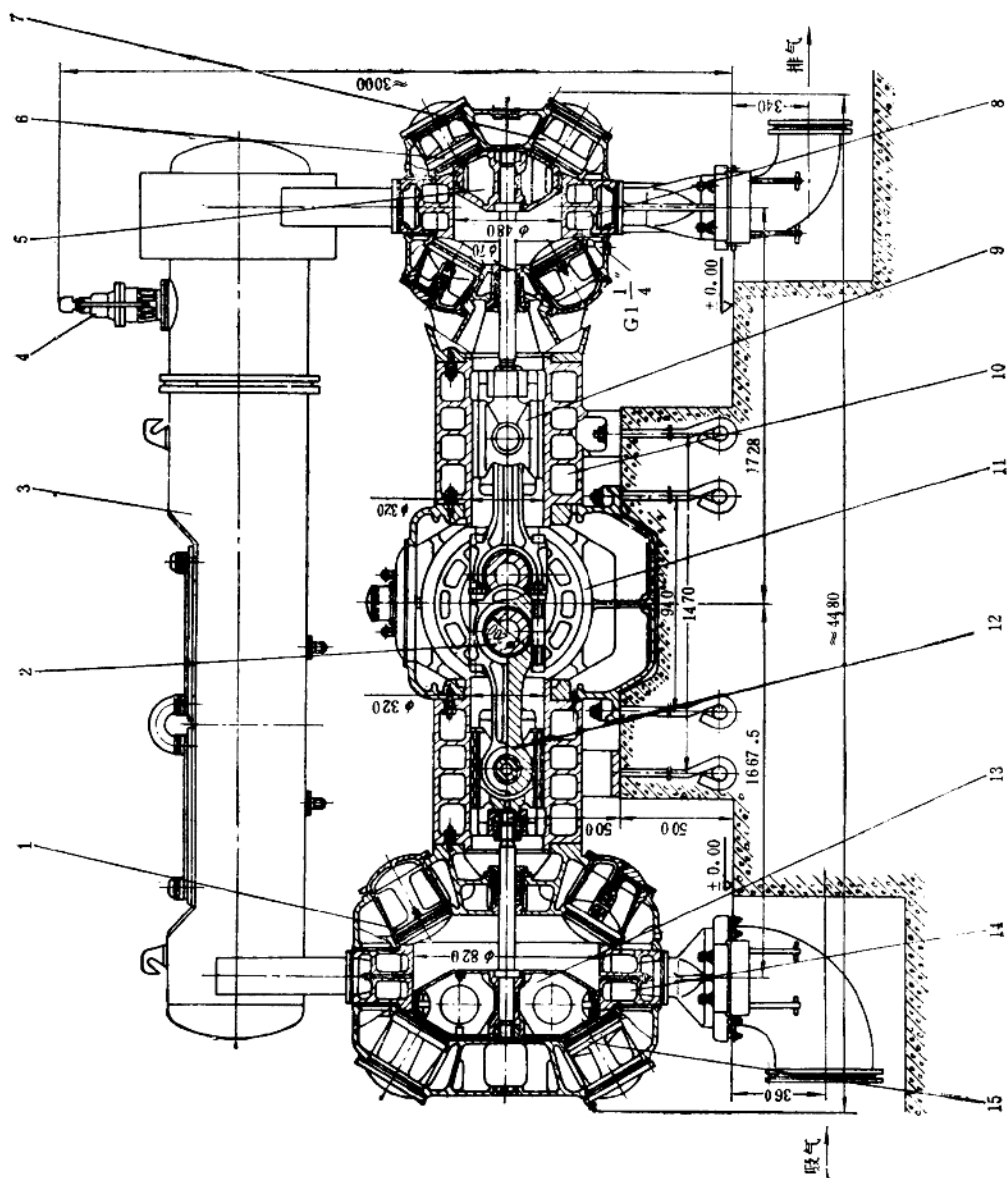
排气量 $103\text{m}^3/\text{min}$
 排气压力 0.8MPa
 电动机功率 550kW

图16-2-3 2D 12-100/8型

空气压缩机

(柳州空气压缩机厂制造)

1—I级排气阀 2—曲轴
 3—中间冷却器 4—安全阀
 5—II级活塞 6—I级吸气
 阀 7—II级排气阀 8—II
 级气缸 9—十字头 10—中
 体 11—机身 12—连杆
 13—I级活塞 14—I级气
 缸 15—I级吸气阀



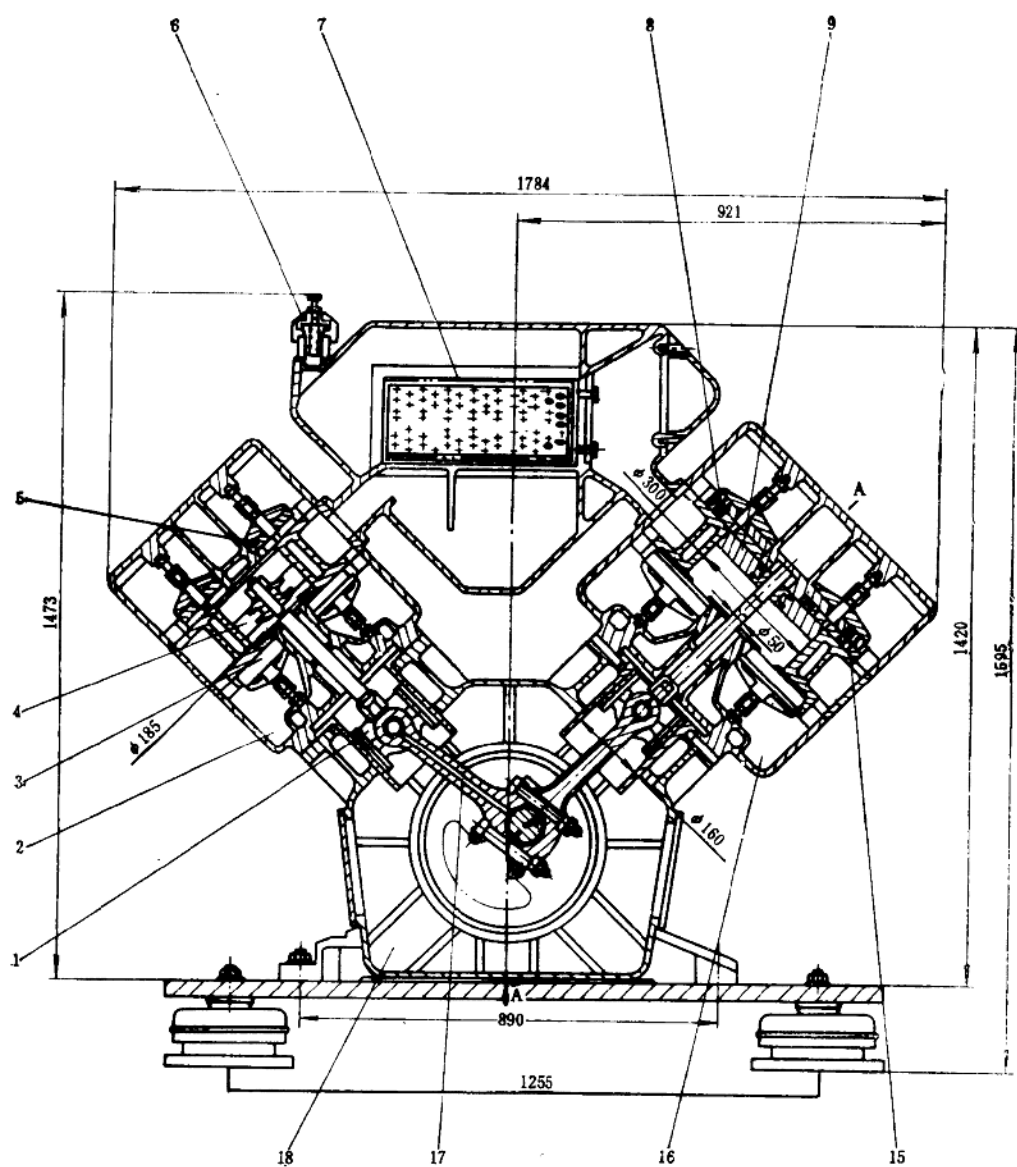
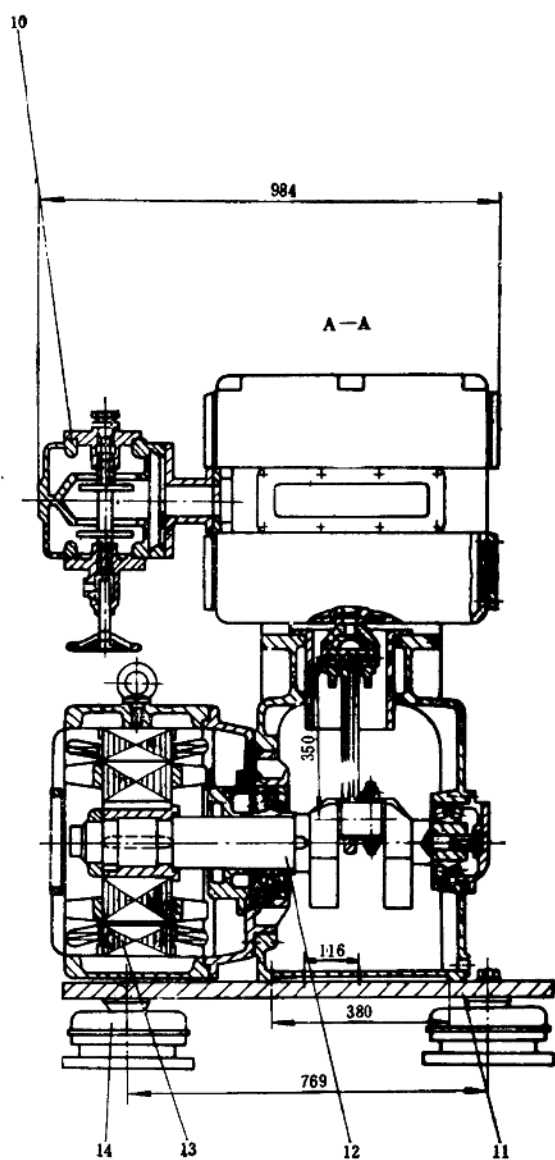


图16-2-5 2V2-10/7型无基础

1—十字头 2—Ⅱ级气缸 3—Ⅱ级排气阀 4—Ⅱ级活塞 5—Ⅱ级
10—减荷阀 11—底板 12—曲轴 13—电动机 14—减摩



技术规格
 排气量 $10\text{m}^3/\text{min}$
 排气压力 0.7MPa
 电动机功率 55kW

空气压缩机 (南京压缩机厂制造)

吸气阀 6—安全阀 7—中间冷却器 8—Ⅰ级排气阀 9—Ⅰ级活塞
 10—Ⅰ级吸气阀 11—Ⅰ级气缸 12—连杆 13—曲轴箱

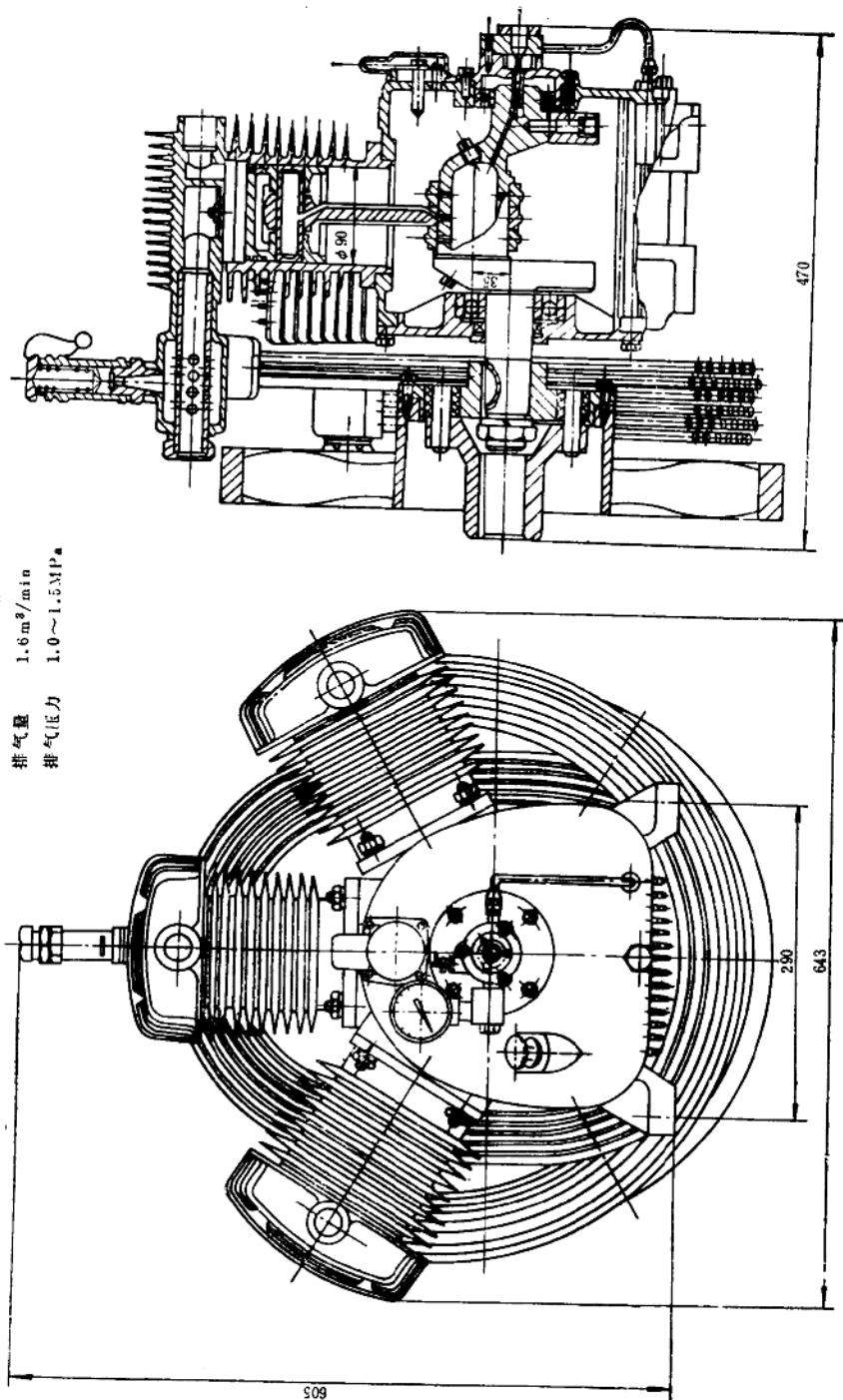


图16-2-8 两级风冷W型空气压缩机

以大大提提高。使机器尺寸和重量均可减小。

2) 由于相对两列活塞力方向相反, 能互相抵消, 改善了主轴颈受力情况, 减小主轴颈和主轴承间的磨损。

3) 可以采用较多列数。

(四) 角度式结构

角度式压缩机的气缸中心线间有一定的夹角, 但不等于 0° 或 180° 。按气缸中心线的位置不同, 有L型, V型, W型和扇型等。

1. L型结构

L型压缩机见图16-2-4(见书后), 相邻两列气缸夹角为 90° , 而分别作垂直与水平布置。图中为当前我国空气压缩机产量最大, 使用面最广的4L-20/8型空气压缩机。I级气缸作垂直布置, II级气缸作水平布置, 中间冷却器设置在机身上。结构紧凑, 效率高。所以, 中、大型空压机多数采用这种结构。

2. V型结构

V型压缩机见图16-2-5。同一曲拐两列气缸中心线的夹角有 60° 、 75° 、 90° 之分。 90° 时平衡性最佳, 但为使结构紧凑, 做成 60° 的居多。

3. W型结构

W型压缩机见图16-2-6。同一曲拐上相邻两列的气缸中心线夹角为 60° , 其动力平衡性最好。

4. 扇型结构

扇型压缩机见图16-2-7。同一曲拐上相邻两列气缸中心线夹角为 45° 时, 平衡性最好。

V型, W型及扇型结构压缩机多数为小型和微型压缩机。

各种结构类型的往复式活塞式压缩机, 各有其特色, 不同的用途和运行条件, 应选用不同结构型式的压缩机。就其共性方面, 不同结构之间在相同条件下, 还是可以作相对的比较。表16-2-1为各类型压缩机相对于卧式压缩机特点的比较。

表16-2-1 各类型压缩机特点比较

项 目	卧 式	立 式	角 式	对称平衡式
1. 转速	100	200	200	200
2. 重量	100	70	68	70
3. 基础重量	100	49	49	53
4. 占地面积	100	45	50	62
5. 横向振动	大	小	较大	小
6. 垂直振动	小	大	较大	小
7. 零部件数量	少	较少	较少	多
8. 装卸工作	难	难	较易	易
9. 维修工作	方便	不便	一般	方便
10. 管路配置	易	难	较易	易
11. 产品变型	难	难	较易	易

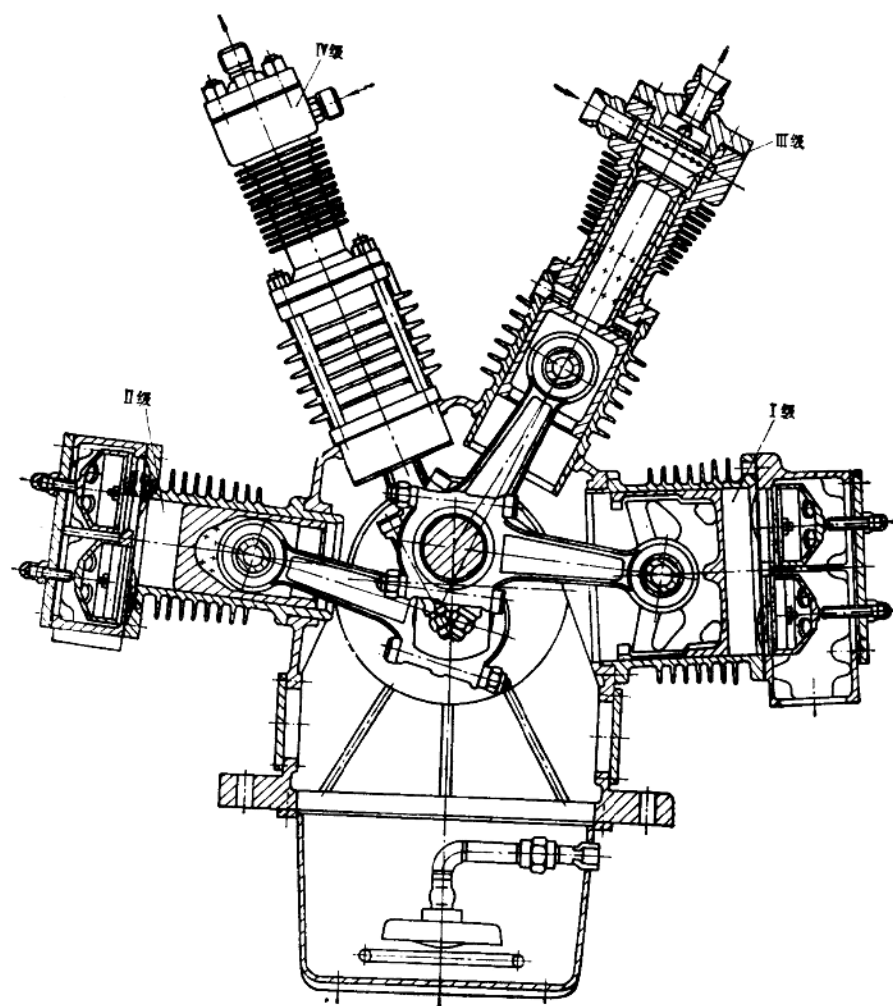
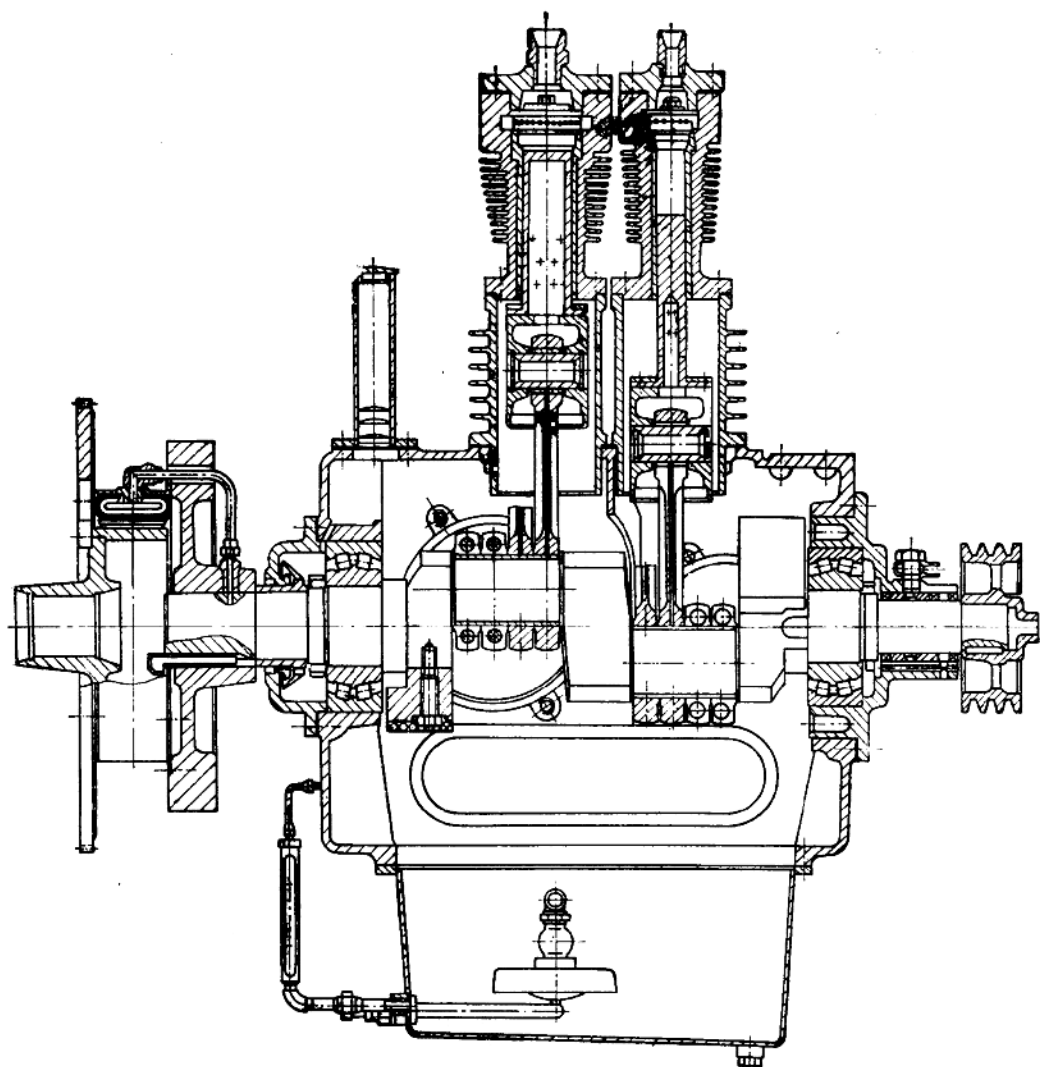


图16-2-7 端



型空气压缩机

活塞式压缩机的驱动机及其特点和应用范围见表16-3-1。

第3节 活塞式压缩机的驱动

(二) 活塞式压缩机的传动

活塞式压缩机的驱动,包括驱动机和传动装置。

活塞式压缩机和驱动机之间的传动方式、特点和应用范围见表16-3-2。

(一) 活塞式压缩机的驱动机

表16-3-1 驱动机种类及其特点和应用范围

驱动机的型式	特 点	同步转速 (r/min)	变速范围	过载力矩/ 额定力矩	启动力矩/ 额定力矩	启动电流/ 额定电流	效率 (%)	使用范围
鼠笼式电动机	结构简单紧凑,价廉,使用方便,工作可靠,但功率因数低	$\frac{3000}{N}$ $N=1\sim 8$	不变	1.6~3.0	0.8~2.2	4.5~7.0	70~94	300kW 以下
绕线式电动机	启动装置复杂,价格高	$\frac{3000}{N}$ $N=1\sim 8$	不变	1.8~3.0	0.6~1.0	1.5~2.0	88~94	400kW 以下
同步电动机	能改善电网功率因数,价高,管理水平要求高	$\frac{3000}{N}$ $N=2\sim 20$	不变	1.5	0.4~1.0	3.0~5.0	93~97	200kW 以上
柴油机	结构复杂,维修不便,可变速	600~1500	100~60%	1.2	0	—	热效率 32	<150kW

表16-3-2 活塞式压缩机的传动方式、特点及其应用范围

传动方式	性质	中间元件	主 要 特 点	功率范围 (kW)
间接	弹性	V带	可隔距传动,过载安全,维护简单,效率低,寿命短,由于皮带经摩擦,产生静电效应,故不适用于有爆炸的场所	0.5~200
	刚性	齿轮	结构紧凑、复杂,效率高,有噪声,价格昂贵	>200
直接	弹性	联轴器	结构简单、紧凑,安装要求低	<400
	刚性	离合器	适用于无启动力矩的启动中,过载安全,结构复杂	<200
按	刚性	联轴器	结构简单、紧凑,制造和安装要求高,检修不便	0.5~4000
	弹性	同轴	结构最简单紧凑,但安装检修不便	

第4节 活塞式压缩机的冷却

活塞式压缩机的冷却装置：气缸有水套或散热片；气路有中间冷却器和后冷却器等。冷却剂通常是水和空气，只有个别情况采用油或其他液体。除小型的、移动式的压缩机及中型压缩机当处在缺水地区运行时采用空气冷却以外，大多数压缩机采用水冷却。

(一) 冷却系统

冷却系统是指冷却剂在流程中所经过的系统。在整个冷却系统中，中间冷却得好与坏，对机器影响最大，一般要求最冷的冷却剂首先通过中间冷却器，然后，由中间冷却器分别流向气缸及其他需要冷却的部位。

气缸的冷却通常只能导走摩擦产生的热量，使气缸壁不致因温度过高而影响润滑油的性能。因此，一般要求进入气缸的冷却剂的温度不要低于气缸内压缩介质的临界温度。

后冷却器的要求要低一些，一般能将排出的气体冷却至 60°C 左右就可以了。

油冷却器要求油温为 50°C 左右。

基于以上要求，冷却系统可以按以下形式制作。

1. 串联式冷却系统

串联式冷却系统见图16-4-1。冷却水首先进入中间冷却器，然后进入一级气缸水套下部，再从对角上部接到Ⅱ级气缸水套下部，从Ⅱ级气缸水套上部出来接到后冷却器。

串联式冷却系统的配管最简单，但仅适用于两级压缩机，用于多级压缩机时后面各级的冷却效果较差。

2. 并联式冷却系统

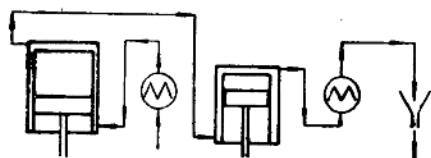


图16-4-1 串联式冷却系统

并联式冷却系统见图16-4-2。冷却水分别通入各冷却部位，适用于多级压缩机，中间冷却器能得到较好的冷却效果，且水量调节方便易行。但配管比较复杂。

3. 混联式冷却系统

混联式冷却系统见图16-4-3，冷却水首先进入各级中间冷却器，然后由中间冷却器分别进入各个气缸水套。混联式具有串联式和并联式的优点，不受级数的限制。

图16-4-4为两级压缩机混联式冷却系统。冷却水首先进入中间冷却器，然后中间冷却器出来的水分两路进入Ⅰ、Ⅱ级气缸水套，两缸水套出水汇合流入后冷却器。这种设计的优点是：两缸进水温度相同，流量易于控制。

(二) 对冷却水水质的要求

对冷却水水质的一般要求：

- 1) 悬浮机械杂质不超过 25mg/L ；
- 2) 有机物含量不超过 25mg/L ；
- 3) 暂时硬度不超过 10mg/L ；
- 4) 油不超过 5mg/L ；
- 5) 冷却水中的氢离子浓度pH值在 $6.5\sim 9.5$ 范围内。

当冷却水的悬浮机械杂质，有机物含量和暂时硬度过大时，应进行过滤和软化处理。

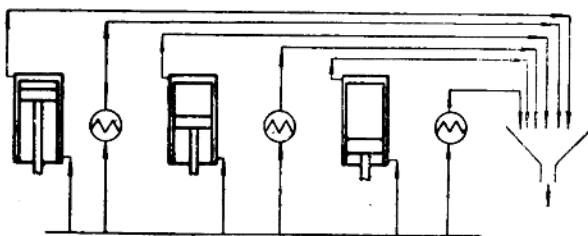


图16-4-2 并联式冷却系统

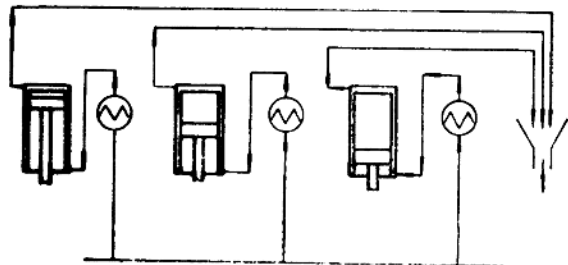


图16-4-3 混联式冷却系统