

石油钻机的 气动摩擦离合器

张嗣伟 编

TE922

1
3

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了石油钻机上常用的气动摩擦离合器的种类、结构、工作原理及其选择和使用,并简要地叙述了国外石油钻机气动摩擦离合器的应用情况。

本书可作为现场工人培训的学习参考资料,对设计、研究部门也有参考价值。

石 油 钻 机 的 气 动 摩 擦 离 合 器

张嗣伟 编

*

石油工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $2^{7/8}$ 字数60千字印数1—2,300

1980年1月北京第1版 1980年1月北京第1次印刷

书号15037·2139 定价0.22元

概 述

气动摩擦离合器（简称气离合器）是一种通用的机械传动部件，其主要功用是使工作机起动平稳、便于换档以及过载保护。对气离合器的使用要求也和其它离合器一样，要求它工作可靠，挂合平稳、摘开迅速，散热性能好，使用寿命长，结构简单轻巧，制造维护方便。由于气离合器不仅具有一般摩擦离合器操作平稳、可在机器运转过程中挂合和过载保护的优点，而且传动更柔和（利用空气的缓冲效果），操作更加迅速、方便、省力，易于实现远距离集中控制，因而在石油钻机上获得了广泛的应用。目前，不仅在钻机的各主要机组（绞车、转盘和钻井泵）上，而且在各中间传动装置以及一些辅助机组（如压风机）上，都采用了各种类型的气离合器。

近年来，在国外钻机上应用的各种气离合器基本上可分为两大类：

1. 径向离合器（即筒式离合器）包括气胎式（简称胎式）和多气室式。这两种离合器又都可以再分为普通型和通风型。
2. 轴向离合器（也称推盘式离合器，简称盘式离合器或端面离合器）按其气室构造不同，可分为隔膜型、气囊型和活塞型三种。

目前，我国钻机所配备的气离合器有二十多种型号，而大量使用的是普通型气胎式（共有十多种型号）。

气离合器是一种以压缩空气作为工质，而依靠其主动部分和从动部分工作表面之间产生的摩擦力来传递转矩的一种传动部件。因此，各类气离合器的结构特点，主要体现在其气室和摩擦片上。

目 录

概 述

第一章 气离合器的结构与技术规格.....	1
第一节 径向离合器.....	1
第二节 轴向离合器.....	9
第二章 气离合器的工作过程与工作特性.....	17
第一节 气离合器的工作过程.....	17
第二节 气离合器的转矩特性.....	21
第三节 气离合器的热负荷特性与摘挂特性.....	30
第三章 摩擦材料.....	36
第一节 概述.....	36
第二节 石棉摩擦材料.....	37
第三节 粉末冶金摩擦材料.....	39
第四章 气离合器的选择与使用.....	42
第一节 气离合器的使用情况分析.....	42
第二节 气离合器的选择.....	45
第三节 气离合器的安装、维护与使用.....	51
第五章 国外的气离合器及其在钻机上的应用.....	54
第一节 美国的气离合器及其应用概况.....	54
第二节 罗马尼亚的气离合器及其应用概况.....	62
第三节 苏联的气离合器及其应用概况.....	65
第四节 西德的气离合器.....	70
第五节 英国的气离合器.....	73
第六节 日本的气离合器.....	77
参考文献.....	84

第一章 气离合器的结构与技术规格

第一节 径向离合器

径向离合器的主要特点在于其摩擦副的工作表面是圆柱面（通常在钻机上采用的都是外圆柱面，即所谓压缩型；而在其它机器设备中，也有采用内圆柱面的，即所谓扩张型），工作时，摩擦片沿径向移动，因而称为径向离合器或筒式离合器。

一、胎式径向离合器

这种离合器气室的形状类似汽车轮胎的内胎，所以称为胎式径向离合器。它突出的优点是传动柔和，能抗冲击和振动，并能补偿相连二轴间不大的不平行度和不同轴度。

1. 普通型胎式径向离合器

胎式径向离合器的基本形式是普通型（图1），其气室是由橡胶内胎、帘布和胎面所组成，断面为椭圆形状，它的最里层是橡胶内胎，用以形成储藏压缩空气的空间，而中间是由多层夹布橡胶做成的帘布，主要靠它传递转矩。在最外面是由数层橡胶做成的胎面。这三部分在压模内经硫化形成一个整体的气室，并粘到钢圈上，通过钢圈上的孔可将离合器固定到与轴连接的法兰上。压缩空气是通过被硫化在橡胶内胎上的管接头进入气室的。

摩擦片粘在金属衬瓦的内表面上，通过圆柱销使衬瓦固定到气室的内表面上，并用铅丝成对的锁紧。为了防止气室

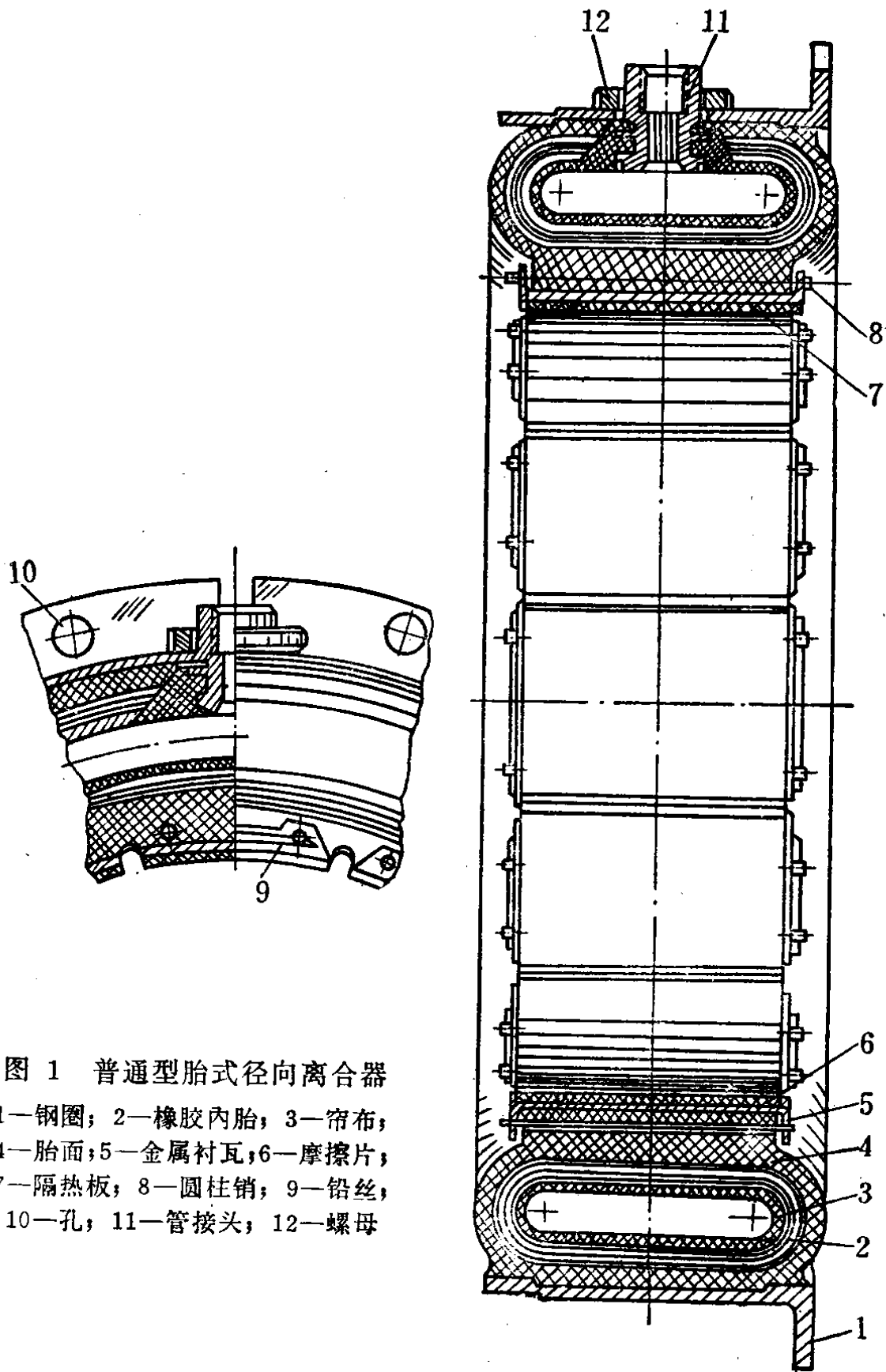


图 1 普通型胎式径向离合器
 1—钢圈；2—橡胶内胎；3—帘布；
 4—胎面；5—金属衬瓦；6—摩擦片；
 7—隔热板；8—圆柱销；9—铅丝；
 10—孔；11—管接头；12—螺母

在工作时过热，以及磨屑落到胎面上使之受到损伤，在衬瓦的外表面和胎面之间垫有用石棉橡胶做成的隔热板。

当压缩空气进入气室后，气室随即胀大，推动摩擦片抱紧装在另一传动件上的摩擦轮，从而实现传递转矩的作用。为了增加气室的弹性，并便于摩擦片压紧摩擦轮，以及改善

表 1 普通型胎式径向离合器的主要技术规格与尺寸
(参照图 2)

型 号		300 × 100	500 × 125	700 × 200	1070 × 200
持续转矩 (公斤米)		170	600	1250	2500
持续功率 (马力)		140	280	600	900
最大转速 (转/分)		1500	1000	600	450
摩擦片内径D (毫米)	名义	300	500	700	1070
	实际 (自由状态)	302 ^{+2.5} _{-1.5}	504 ± 2	708 ± 3	1078 ± 3
摩擦片宽度B (毫米)	名义	100	125	200	200
	实际	98	123	198	198
摩擦片厚度m (毫米)		5	6	7.5	7.5
摩擦片数量 (块)		12	12	18	26
气室最大宽度E (毫米)		115 ± 2	152 ± 2	246 ± 2	246 ± 2
钢 圈 尺 寸 (毫米)	D ₁	450	720	1000	1400
	D ₂	400 ⁻²	658 ⁺²	900 ⁺⁵	1292 ⁺⁵
	D ₃	430	690	950	1350
	A	115	154	240	240
	n-d ₁	12-13A ₅	12- φ17A ₅	12-φ27 ^①	12-φ27 ^①
	a	5	6	15	15

续表

型 号		300 × 100	500 × 125	700 × 200	1070 × 200
管接头尺寸 (毫米)	d ₂	1M20 × 1.5	1M20 × 1.5	2M33 × 1.5	2M37 × 1.5
	b	17	17	20	20
	c	14	17	17	16
	φd ₃	12	12	25	25
圆柱销直径d ₄ (毫米)		3.8	16	8	8
摩擦片抱紧时的气室容量 (升)		1.3	5.5	17	30
重量 (公斤)		16.2	35	117	176

① 另有 4 孔直径为φ25A₃。

离合器的散热性能，在气室的内表面沿圆周方向开有均布的半圆槽。

表 1 为国产普通型胎式径向离合器的主要技术规格和尺寸。

2. 通风型胎式径向离合器

普通型胎式径向离合器是结构最简单的一种离合器，但这种离合器散热性能较差，气室的工作条件也不好，从而降低了工作性能和使用寿命。因此，在改进其结构的基础上，产生了通风型胎式径向离合器。它在结构上的主要特点就是增加了一套散热传能装置，这套装置主要是由扇形体、承扭杆、板簧和挡板等零件所组成（图 3、图 4），它的功用有以下两方面：

（1）对气室隔热，并改善离合器的散热性能。

整个散热传能装置装在气室和摩擦片之间，而摩擦片直接固定在扇形体的下面，通过扇形体将发热的摩擦表面与气

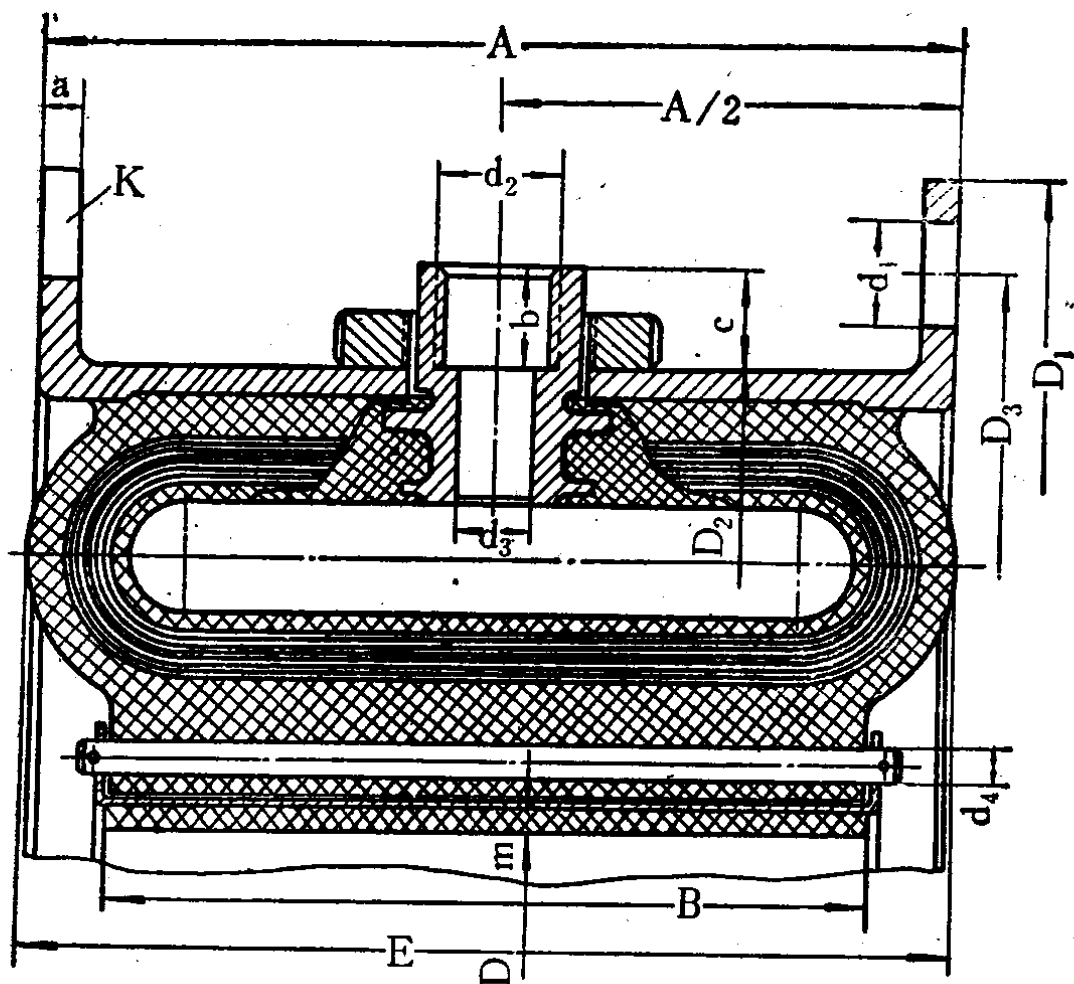


图 2 普通型胎式离合器局部剖视

室隔开，并尽量把工作过程中产生的热量散发到周围的空气中去。为此，扇形体的内部做成蜂窝状结构，即在通风孔中铸有许多小的散热片，同时，在挡板内圈相应的位置上开了大圆弧槽（图 4）。

（2）传递压力和转矩，改善气室的工作条件。

在扇形体中间的导向槽中，装有承扭杆和以一定的预压力压在承扭杆上的板簧，承扭杆是一根中间截面为长方形而两端为圆截面的杆，它的两头伸出扇形体外，并插到挡板上相应的销孔中，挡板用螺钉固定在离合器的钢圈上。

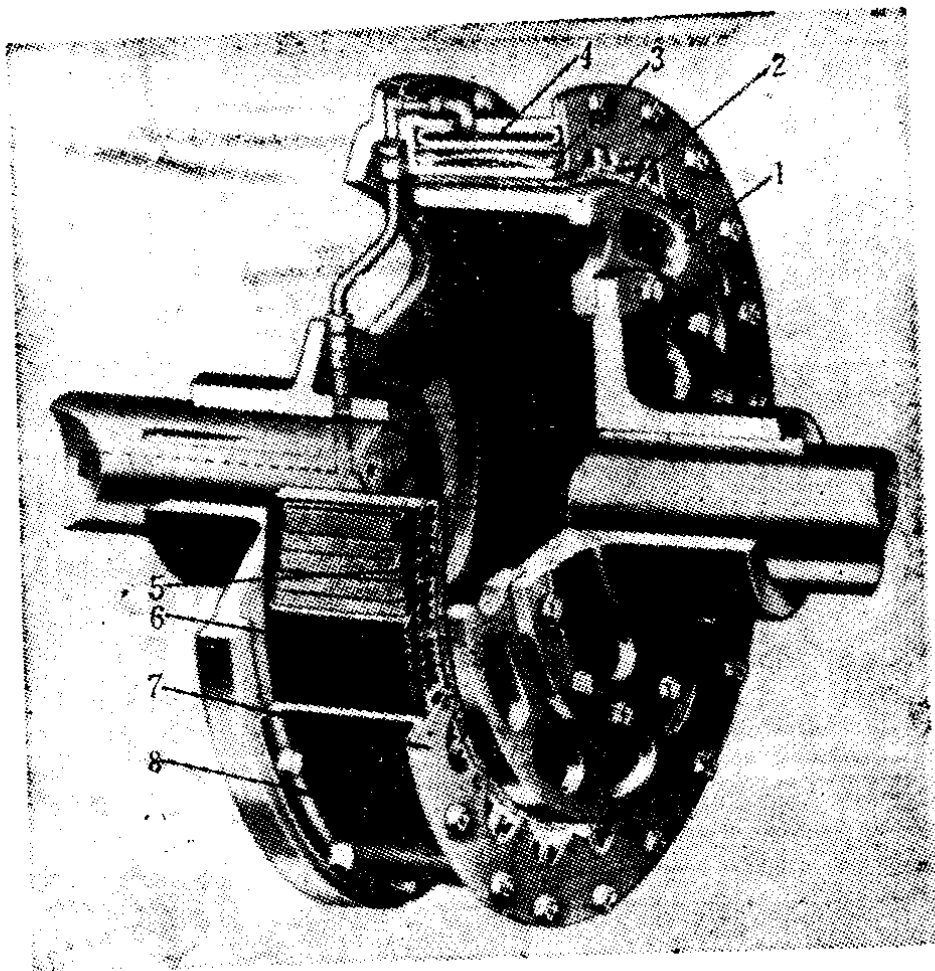


图 3 通风型胎式径向离合器

1—摩擦轮；2—摩擦片；3—板簧；4—气室；5—承扭杆；6—扇形体；7—挡板；8—钢圈

当离合器工作时，气室充气，并沿径向向内膨胀，推动扇形体沿导向槽相对于固定在挡板上的承扭杆沿径向移动，而与此同时板簧在扇形体内被进一步压缩，从而使摩擦片逐渐抱紧摩擦轮。就这样，在通过散热传能装置传递压紧力的同时，实现了传递转矩的职能。由于在气室和扇形体之间不存在任何机械连接，因此，在摩擦轮和摩擦片工作表面产生的转矩就只通过扇形体、承扭杆、挡板、钢圈这些零件来传递，而不经气室，使气室不承受转矩，这就比普通型气室

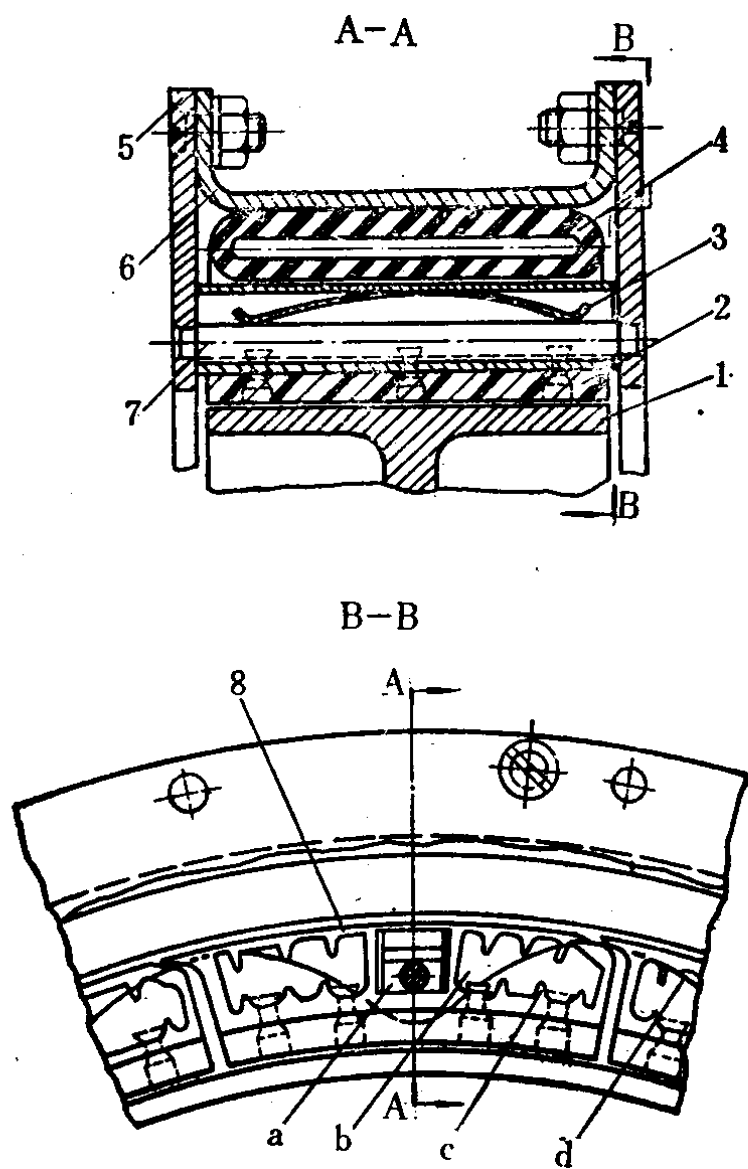


图 4 散热传能装置

1—摩擦轮；2—摩擦片；3—板簧；4—气室；5—挡板；6—钢圈；
7—承扭杆；8—扇形体；a—导向槽；b—通风孔；c—散热片；
d—圆弧槽

的工作条件要好。

由于通风型胎式径向离合器具有较好的通风散热性能，所以，它的摩擦片比普通型的摩擦片做得宽而且厚，有利传动大转矩。传动同样大的转矩其气室尺寸比普通型胎式离合

器要小。因此，其摘挂速度也比普通型离合器快。

由前可知，通风型虽然比普通型具有许多优点，但也存在一些不足之处：由于增加了散热传能装置，结构复杂，易损件较多，这些都会增加制造和维修的工作量。另外，在高速工作时，离心力对离合器工作能力的影响也增大了（为了减轻散热传能装置的重量，扇形体一般采用铝合金铸造）。因此，通风型胎式离合器常用于挂合频繁、转矩较大而转速不太高（圆周速度一般不超过35米/秒）的工况，以及要求缓慢起动或半挂合操作的工况。

目前，这种离合器在国外（主要有美国、罗马尼亚等）石油钻机上已广泛应用。近年来，我国也已开始试制和试用。

二、多气室式径向离合器

多气室式径向离合器的基本特点是其气室不是一个整体的环形橡胶气胎，而是由许多（8~24个，甚至更多）沿圆周均布的小气室所组成（图5）。整个离合器仍旧是由离合器本体和摩擦轮两大部分所组成，即仍保持一般径向离合器的基本型式。离合器本体包括由轮毂、圆盘、导向块和圆环组成的外壳，气室装在外壳的圆周上，每个气室不动的外壁用螺栓与导向块固定，而将圆板固定在外壁上。气室的主要元件是具有密封道的橡胶空心垫和密封圈，压紧在外壁和圆板之间，橡胶空心垫的里面也有密封道，后者固定在铝合金的金属衬瓦上，在它和橡胶空心垫之间，有石棉做的隔热板，摩擦片固定在金属衬瓦上。

压缩空气通过孔进入通道，由通道经管子和接头进入气室内部空间，使橡胶空心垫膨胀，从而推动摩擦片压紧摩擦轮。丝堵、密封圈和螺丝都是为了保证通道的密封。

这种离合器具有一般通风型胎式离合器的优点，其制造

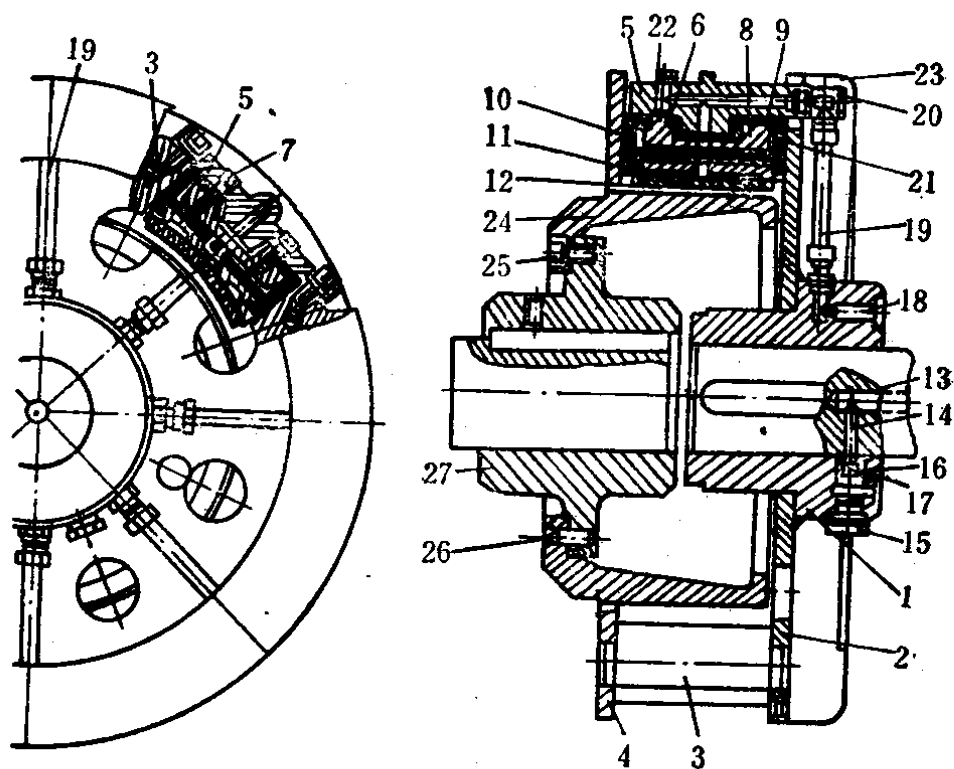


图 5 多气室式径向离合器

1、27—轮毂；2—圆盘；3—导向块；4—圆环；5—外壁；6—密封圈；
7—螺栓；8—圆板；9—橡胶空心垫；10—隔热板；11—金属衬瓦；
12—摩擦片；13、14—孔；15—丝堵；16—密封圈；17—螺丝；18—
通道；19—管；20—接头；21—气室内部空间；22—检视孔；23—护
罩；24—摩擦轮；25—螺栓；26—销

和维修的成本较低，因小气胎比大气胎制造方便。而当其中一个或几个气室（气胎）损坏后，还可继续工作，只需要局部更换，不必拆卸整个离合器。甚至在使用中还可通过改变气室的数目（在直径方向的对称位置上成对地增减），以改变离合器的工作能力。此外，由于它装有辐射状的供气管线通至每个气室，使得进气、排气更加迅速。

第二节 轴向离合器

轴向离合器也称盘式离合器，它的基本特点在于其摩擦

副的工作表面为环状平面，而摩擦片在工作时沿轴向移动。按其摩擦副数目的不同，可分为单盘、双盘或多盘等几种形式（在钻机中采用的主要是单盘和双盘，少数采用三盘的）。钻机上常用的轴向离合器按其气室构造的不同，又可分为隔膜型、气囊型和活塞型。但不论是哪种类型，也都和一般轴向摩擦离合器一样，它产生摩擦转矩的工作机构仍旧是由带摩擦片的摩擦盘和主动盘、中间盘、推盘、连接盘、外齿圈、弹簧等零件所组成。

轴向离合器的主要优点是结构紧凑。它比外形尺寸相同的径向离合器可传递更大的转矩，而且离心力对转矩的影响很小，因而可以在较高的转速下工作。其缺点是结构复杂，重量和惯量都比较大，散热条件也较差。此外，离合器的主动和从动部分一般只能装在同一根轴上。

一、隔膜型轴向离合器

图 6 所示为双盘式隔膜型离合器。它产生摩擦转矩的机构是被中间盘所隔开的两副摩擦盘，摩擦盘两面都装有摩擦片，而这两副摩擦盘的外侧分别与侧盘和主动盘相邻。主动盘通常是用键与转矩输入轴相连接，中间盘和侧盘往往是通过花键或内齿而套在主动盘上，并可沿轴向滑动，摩擦盘则以其外齿分别与两个外齿圈相啮合，也可沿外齿圈作轴向移动。连接盘用螺栓与两个外齿圈相连接。

当离合器不工作时，由于弹簧的作用，可使摩擦盘与中间盘、侧盘、主动盘之间保持预先调好的轴向间隙，所以，输入轴带动主动盘、中间盘和侧盘旋转时，摩擦盘静止不动，这时没有动力输出；而在挂合离合器时，推盘在压缩空气的推动下，克服弹簧力推动侧盘、摩擦盘和中间盘，使它们压紧在主动盘上，由于在摩擦片和相应各圆盘的工作表面之间

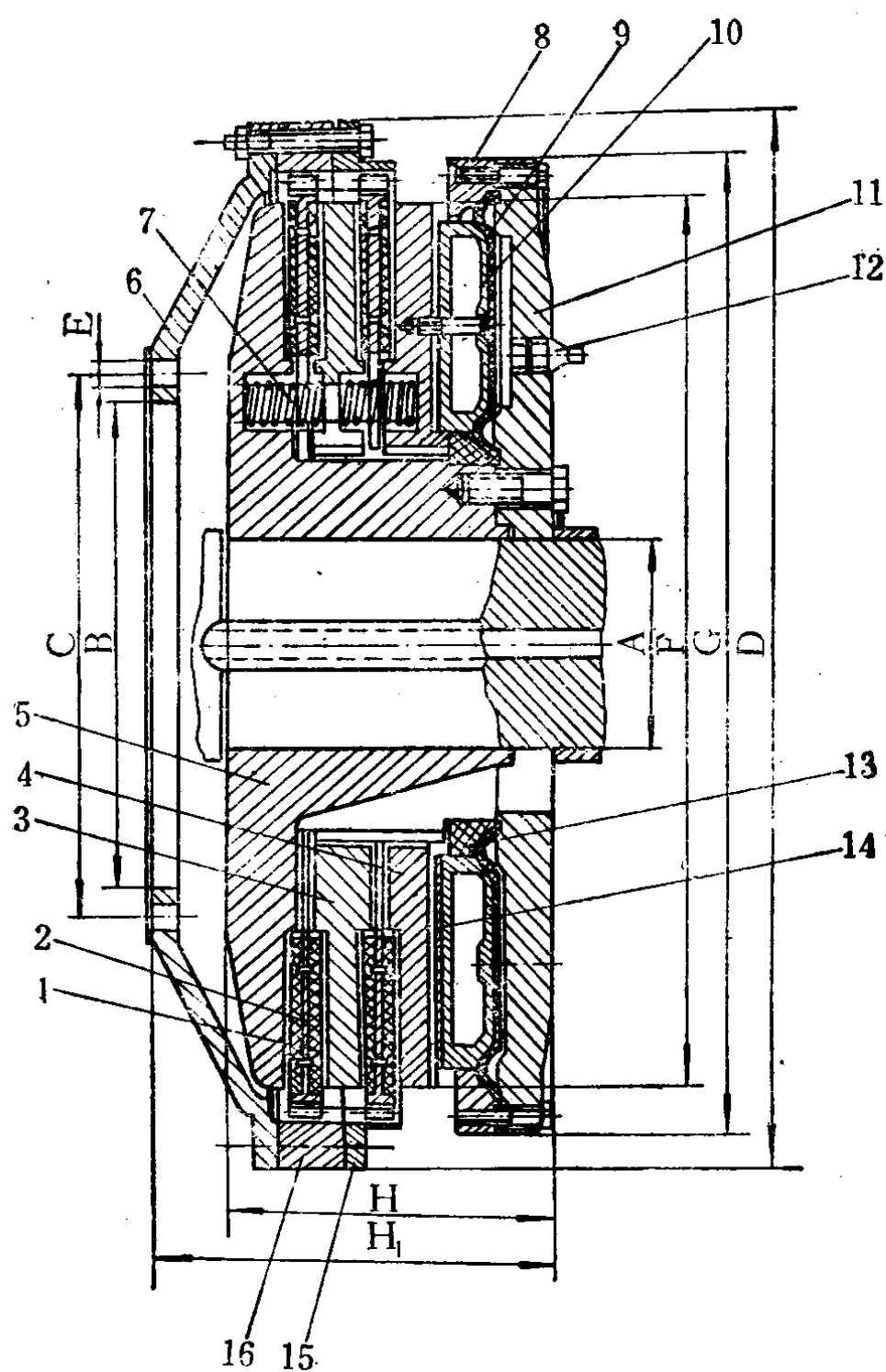


图 6 隔膜型轴向离合器（环形气室）

1—摩擦片；2—摩擦盘；3—中间盘；4—侧盘；5—主动盘；6—连接盘；7—弹簧；8—外压圈；9—橡胶隔膜；10—推盘；11—隔膜固定盘；12—进气接头；13—内压圈；14—隔热板；15、16—外齿圈

产生摩擦力,而使转矩经摩擦盘、外齿圈和连接盘传递出去。

隔膜型盘式离合器的结构特点主要体现在它的气室结构上。由图 6 可见,其气室是由推盘、橡胶隔膜、隔膜固定盘和外压圈、内压圈所组成。它是一个环形气室,橡胶隔膜的内外缘是分别被内、外压圈压紧在隔膜固定盘上,而隔膜的大部分紧贴在推盘上。当压缩空气由进气接头进入隔膜与隔

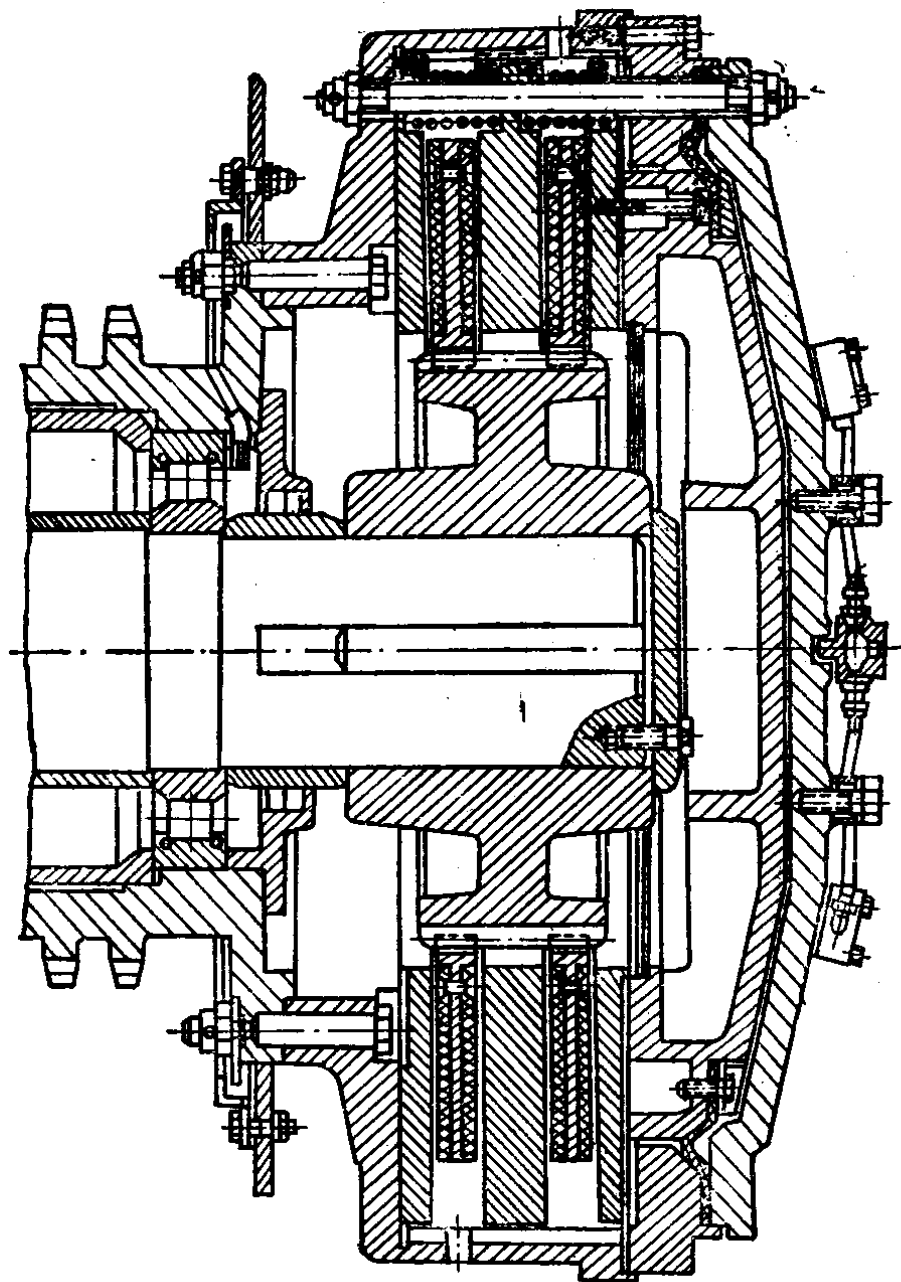
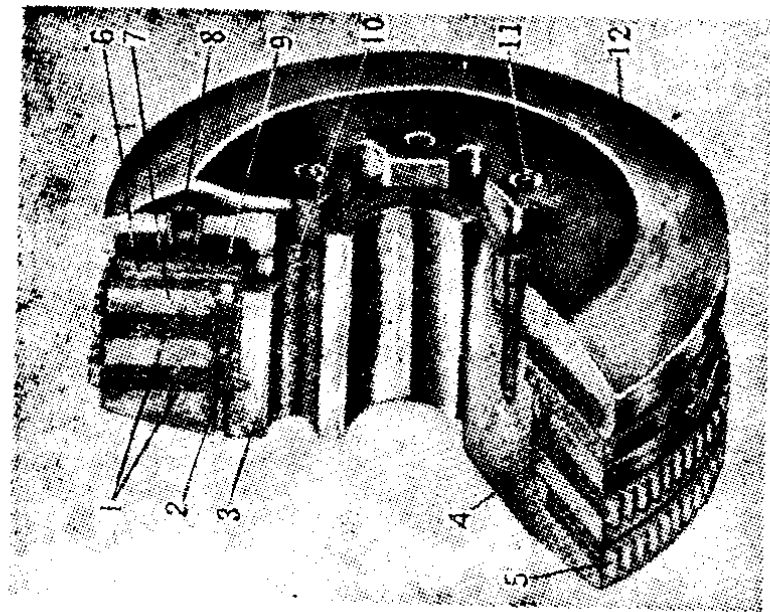


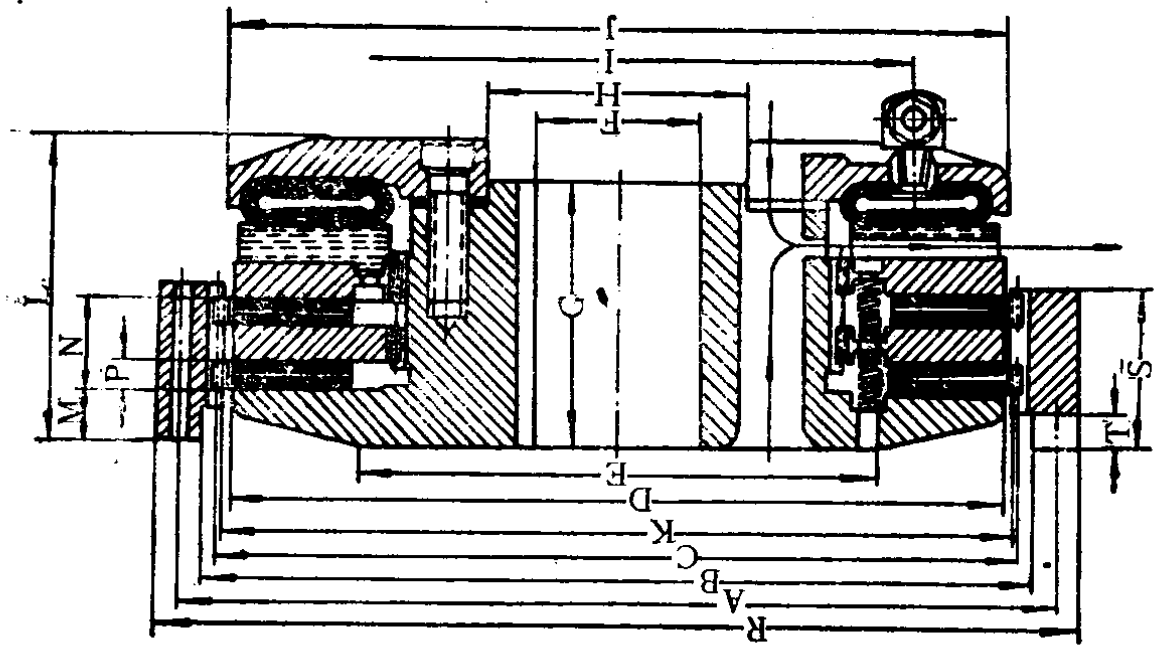
图 7 隔膜型轴向离合器 (盘形气室)



(a)

图 8 气囊型轴向离合器 (普通型)

1—摩擦片; 2—弹簧; 3—水套; 4—隔离片; 5—主动摩擦片; 6—中间盘; 7—压盘; 8—螺纹接头; 9—气室; 10—通风孔; 11—螺栓; 12—法兰盘



(b)