

磁粉离合器与制动器

(译文集)

国防工业出版社

4.6

内 容 简 介

本译文集包括十五篇文章，分别从不同角度阐述磁粉离合器与制动器的原理、结构、特性、设计方法、磁粉选择以及它们在各种自动控制系统中的应用。可供从事自动控制的工程技术人员、工人以及高等院校自动控制专业的师生参考。

磁粉离合器与制动器

(译文集)

星云仪表厂 译

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

* 国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张 9¹/₁₆ 193千字

1978年2月第一版 1978年2月第一次印刷 印数：0,001—8,500册

统一书号：15034·1612 定价：0.95元

出版说明

遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，我们整理了日、美、苏、法等国有关磁粉离合器和制动器方面部分译文，供有关同志参考。

电磁粉末离合器与制动器（简称磁粉离合器与制动器）作为电磁离合器的一个分支，是一种多用途的自动控制元件。由于它具有一系列优异的特性，近来得到迅速的发展和广泛的应用。在各种不同的自动控制装置中，磁粉离合器与制动器除了单纯用于起动、制动之外，还可作速度调节、位置控制、过载保护、张力控制、微动、定位以及计测等多种用途。可以说它已作为目前自动化技术的常规方法之一固定下来，广泛应用于军事工程和民用工业中。

本译文集介绍了磁粉离合器与制动器的原理、结构、设计计算、磁粉以及由它们组成的自动控制系统。

本译文集曾得到王宝龄同志等热情帮助。

由于我们水平所限，书中可能存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

目 录

一、磁粉离合器的特性及其应用·····	5
二、磁粉离合器——火箭系统多用途的 一种控制元件·····	37
三、ZKG 型微型磁粉离合器及其应用 ·····	65
四、高频动作的微型磁粉离合器·····	82
五、神钢磁粉离合器、制动器·····	95
六、张力控制设计·····	133
七、磁粉离合器在伺服机构中的应用·····	147
八、装有磁粉离合器的电力传动装置及其在自动 控制系统中的应用·····	202
九、发动机万向支架控制系统用的磁粉离合器 线性机电伺服作动器·····	211
十、无人驾驶飞机用的舵机·····	222
十一、大操纵力矩的磁粉离合器·····	237
十二、钻井绞车用的磁粉制动器·····	242
十三、在履带传动机械中采用磁粉装置的可能性·····	256
十四、磁粉离合器和制动器铁磁粉末性能的研究·····	270
十五、磁粉离合器和制动器中铁粉的使用寿命·····	281

磁粉离合器与制动器

(译文集)

星云仪表厂 译

国防工业出版社

内 容 简 介

本译文集包括十五篇文章，分别从不同角度阐述磁粉离合器与制动器的原理、结构、特性、设计方法、磁粉选择以及它们在各种自动控制系统中的应用。可供从事自动控制的工程技术人员、工人以及高等院校自动控制专业的师生参考。

磁粉离合器与制动器

(译文集)

星云仪表厂 译

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张 9¹/₁₆ 193千字

1978年2月第一版 1978年2月第一次印刷 印数：0,001—8,500册

统一书号：15034·1612 定价：0.95元

出版说明

遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，我们整理了日、美、苏、法等国有关磁粉离合器和制动器方面部分译文，供有关同志参考。

电磁粉末离合器与制动器（简称磁粉离合器与制动器）作为电磁离合器的一个分支，是一种多用途的自动控制元件。由于它具有一系列优异的特性，近来得到迅速的发展和广泛的应用。在各种不同的自动控制装置中，磁粉离合器与制动器除了单纯用于起动、制动之外，还可作速度调节、位置控制、过载保护、张力控制、微动、定位以及计测等多种用途。可以说它已作为目前自动化技术的常规方法之一固定下来，广泛应用于军事工程和民用工业中。

本译文集介绍了磁粉离合器与制动器的原理、结构、设计计算、磁粉以及由它们组成的自动控制系统。

本译文集曾得到王宝龄同志等热情帮助。

由于我们水平所限，书中可能存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

目 录

一、磁粉离合器的特性及其应用·····	5
二、磁粉离合器——火箭系统多用途的 一种控制元件·····	37
三、ZKG 型微型磁粉离合器及其应用 ·····	65
四、高频动作的微型磁粉离合器·····	82
五、神钢磁粉离合器、制动器·····	95
六、张力控制设计·····	133
七、磁粉离合器在伺服机构中的应用·····	147
八、装有磁粉离合器的电力传动装置及其在自动 控制系统中的应用·····	202
九、发动机万向支架控制系统用的磁粉离合器 线性机电伺服作动器·····	211
十、无人驾驶飞机用的舵机·····	222
十一、大操纵力矩的磁粉离合器·····	237
十二、钻井绞车用的磁粉制动器·····	242
十三、在履带传动机械中采用磁粉装置的可能性·····	256
十四、磁粉离合器和制动器铁磁粉末性能的研究·····	270
十五、磁粉离合器和制动器中铁粉的使用寿命·····	281

一、磁粉离合器的特性及其应用

〔日〕宫崎秀夫 村田俊哉

最近大家对磁粉离合器越来越关心起来，它们已用于工业机器及汽车的变速装置上，其用途正在逐渐扩大。本文深入地介绍这种离合器的特性及其应用。

磁粉离合器是电磁离合器的一种，它是利用磁粉来传递转矩的，具有其他离合器少有的优良特性，目前已在欧美各国广泛地应用到各种工业上。

本文主要介绍日本生产的磁粉离合器的结构及其性能，列举了应用于工业方面和汽车变速机上的例子，并列举了两、三个设计上的问题加以讨论。

1. 磁粉离合器的特点

① 在同滑差无关的情况下能够传递一定的转矩，所以连结时完全没有振动；

② 激磁电流和传递转矩大致成比例，因而能完善地简单地进行传递转矩的控制；

③ 断开激磁电流时的剩余转矩非常小，所以断开性能好；空转时也完全没有发热的现象；

④ 能完全连结，传递率达到 100%；

⑤ 结构简单，磁粉是不用油的干式的，所以容易维护，具有高的可靠性。

2. 磁粉离合器的结构

磁粉离合器的结构如图 1 及图 3 所示，在主动件（输入端）和从动件（输出端）之间的空隙（粉末间隙）放入导磁率高的磁粉。为了使磁粉磁化，仅需激磁线圈，结构极为简单。这种激磁线圈具有同主动件成一整体的和分开的两种类型，前者叫线圈旋转式（ZKA 型），后者叫线圈静止式（ZKB 型）。图 2、4 是它的外形，图 5~7 是它的安装情况。

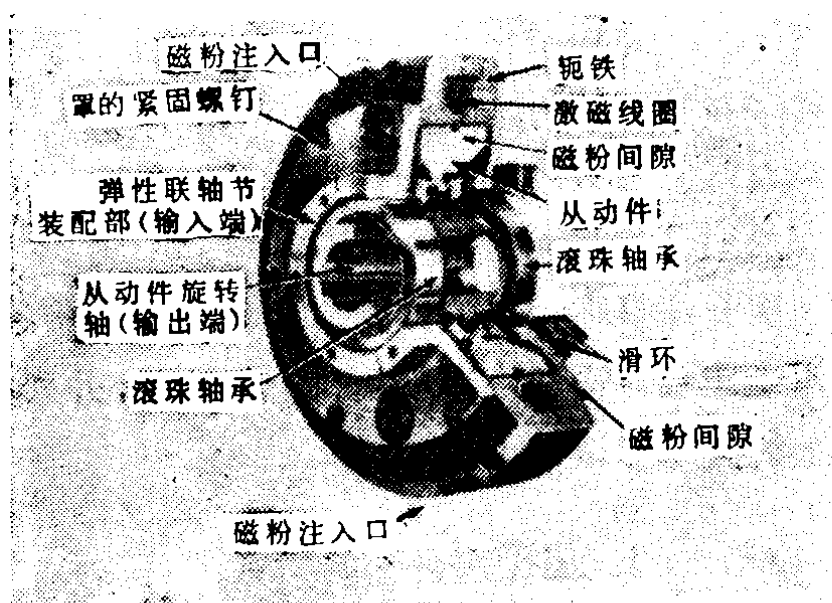


图 1 ZKA 型磁粉离合器结构图

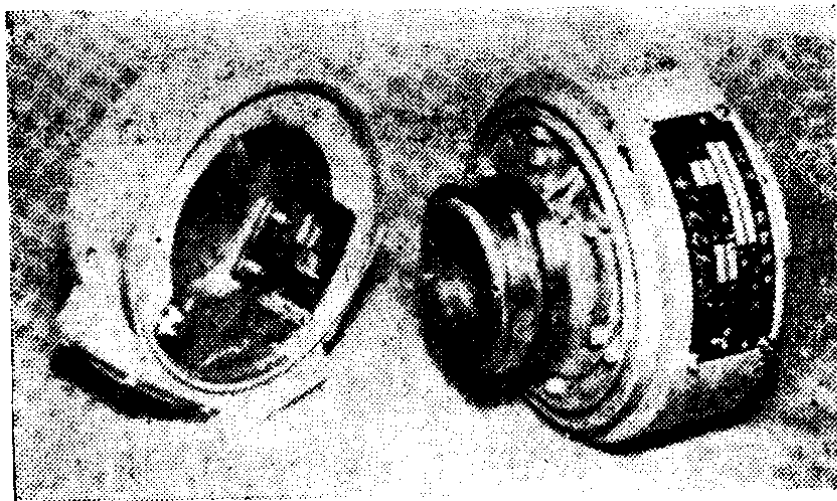


图 2 线圈旋转式磁粉离合器

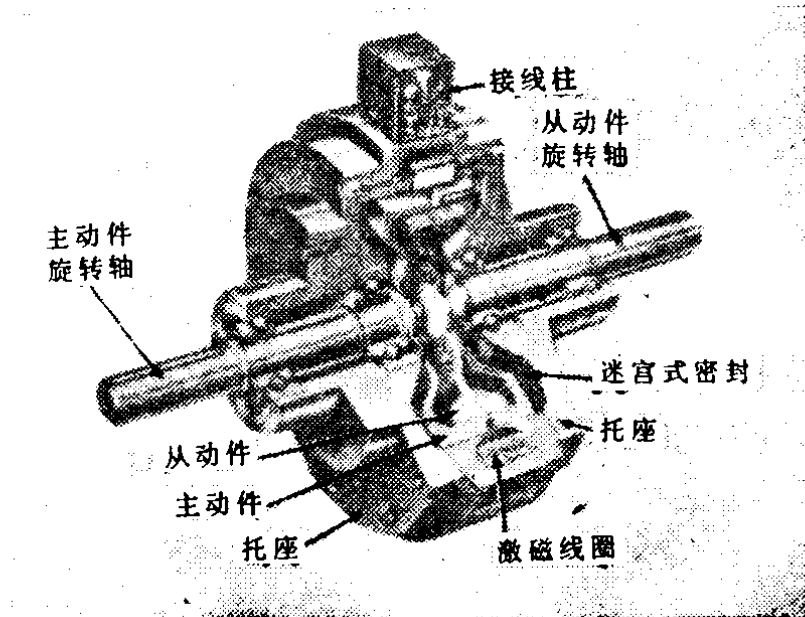


图 3 ZKB型磁粉离合器结构图

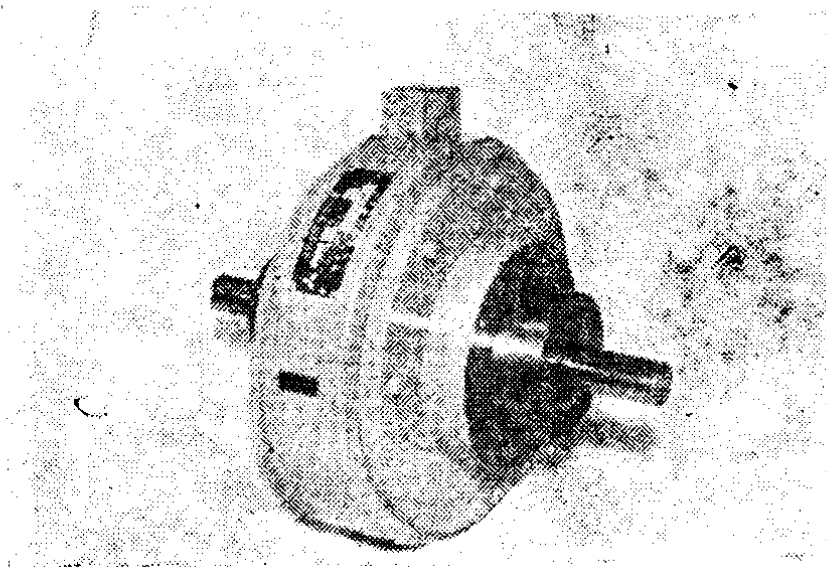


图 4 线圈静止式磁粉离合器

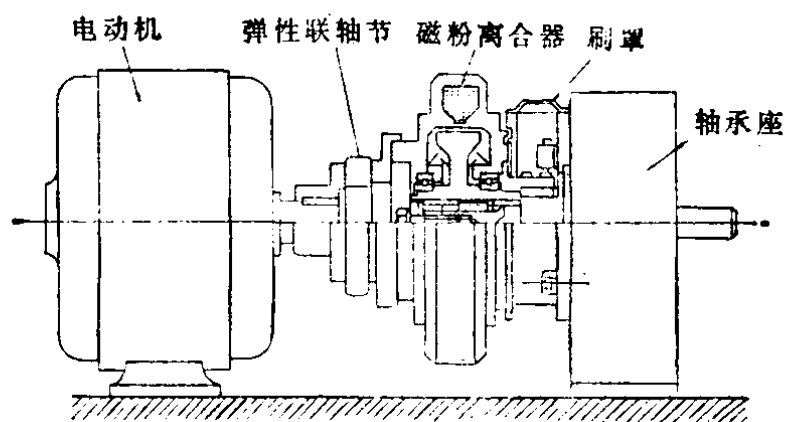


图 5 ZKA型磁粉离合器装配图(驱动轴传动)

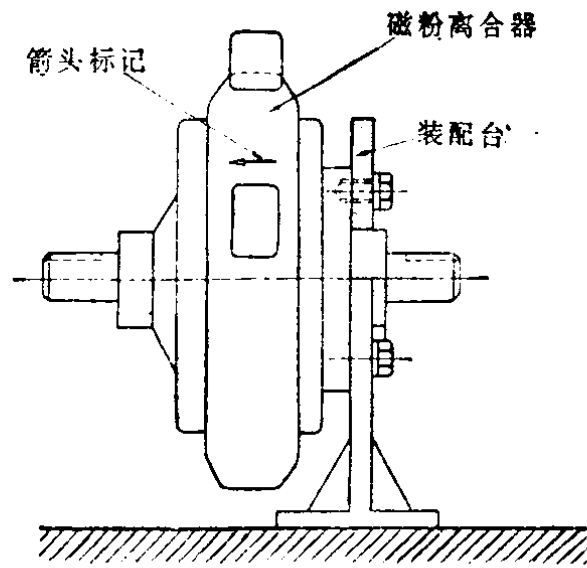


图6 ZKB型磁粉离合器装配图

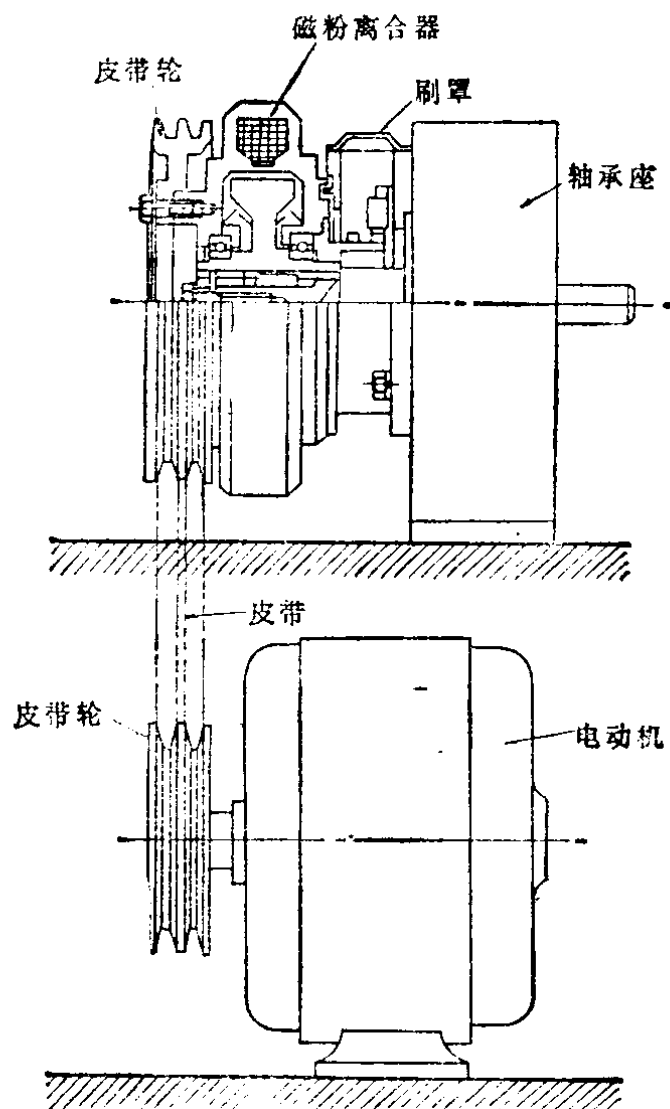


图7 磁粉离合器装配图(皮带传动)

3. 工 作 原 理

因为线圈在不通电时不产生磁通,所以磁粉呈自由状态。如果主动件转动,则由于离心力的作用,磁粉附着在磁粉间隙的外部,从输入端不传递任何转矩(参看图8)。当线圈通电时就产生磁通,主动件和从动件之间的磁粉连接成链状(参看图9),这时由于存在磁粉间的连接力及主动件、从动件和磁粉的摩擦等,就可传递转矩。换句话说,这种离合器当然也可以叫做以磁粉作媒介的摩擦离合器。图10就是磁粉的连结情形。

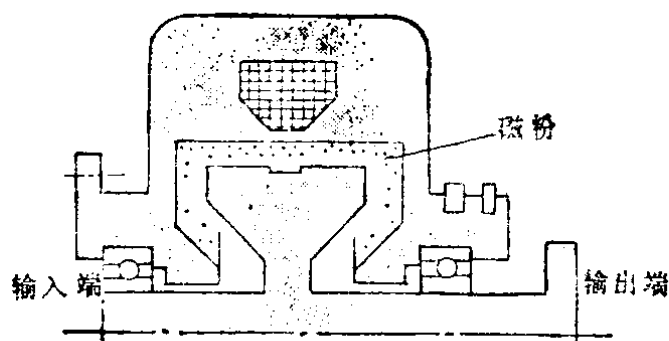


图 8 磁粉离合器剖面图

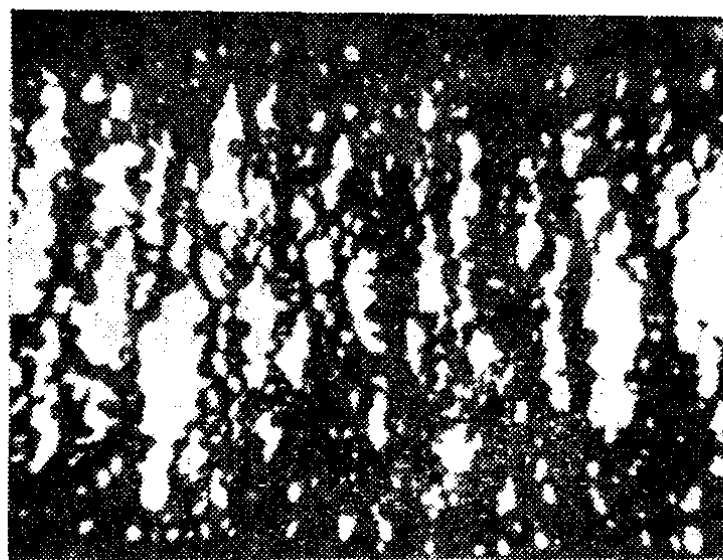


图 9 磁粉连结状态

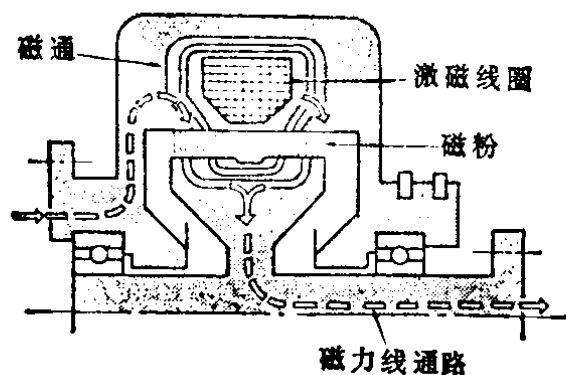


图10 磁粉离合器连结时的原理图

4. 性 能

（1）磁粉的性能

磁粉的性能是决定离合器性能的重要因素。从它的磁性能来看，导磁率越高且剩磁越少的磁粉越好。从这点看，纯铁是适用的，但纯铁很容易氧化，耐磨性也差，所以现在使用铬钢。铬钢磁粉的磁性能、耐热性、耐磨性及流动性都很好，而且即使在接近 300°C 的高温下，其机械性能及磁性能也没有什么变化。因而离合器在达到比较高的温度时，其传递转矩几乎没有什么变化。

铬钢磁粉是颗粒大小为 $20\sim 70$ 微米、形状为椭圆形且非常松散的暗黑色的粉状物。

（2）传递转矩和激磁电流的关系

如果使线圈的激磁电流变化，就可使磁粉连结力即传递的转矩变化，并且传递转矩和激磁电流大致成比例。可是，激磁电流增大到一定数值以后，由于出现铁的磁饱和现象，传递转矩就不再同激磁电流成比例，因而传递转矩也就饱和（图 11）。其次，若内部磁粉量太少，则转矩的斜率低，随着磁粉量的增多，转矩的斜率也会增大。磁粉的比重为 4.5。如

果以磁粉的比重与磁粉间隙容积的乘积所表示的重量规定为磁粉充填率是 100%，那么转矩也随着磁粉量的增多而增大，当充填率达 100% 时，转矩也达到 100%。若超过此值，则几乎看不到转矩增大，而仅仅使剩余转矩增大。因此，磁粉充填率一般规定在 90~100% 的范围内。

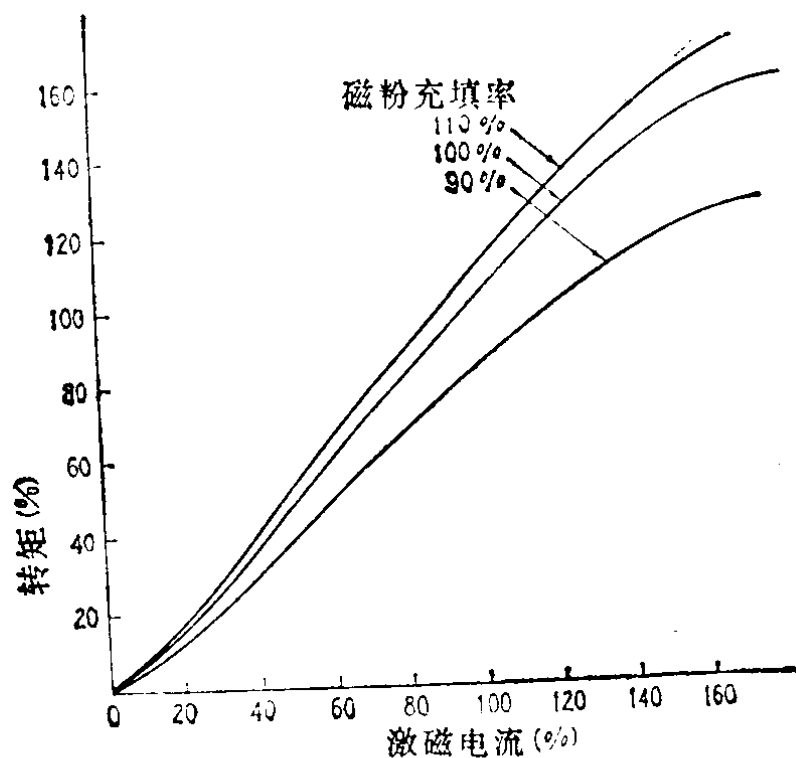


图11 转矩-激磁电流特性

（3）传递转矩和滑差的关系

作为转矩传递媒介的磁粉，因其具有动摩擦系数和静摩擦系数相同的特殊性质，所以若把激磁电流固定下来，就能传递与滑差速度无关的一定转矩，图 12 表示这种关系。作为起动离合器而使用这种恒转矩特性时，因为加速转矩经常保持一定，所以完全看不到连结时的冲击和转动时的振动现象，能够非常顺利地实现启动。

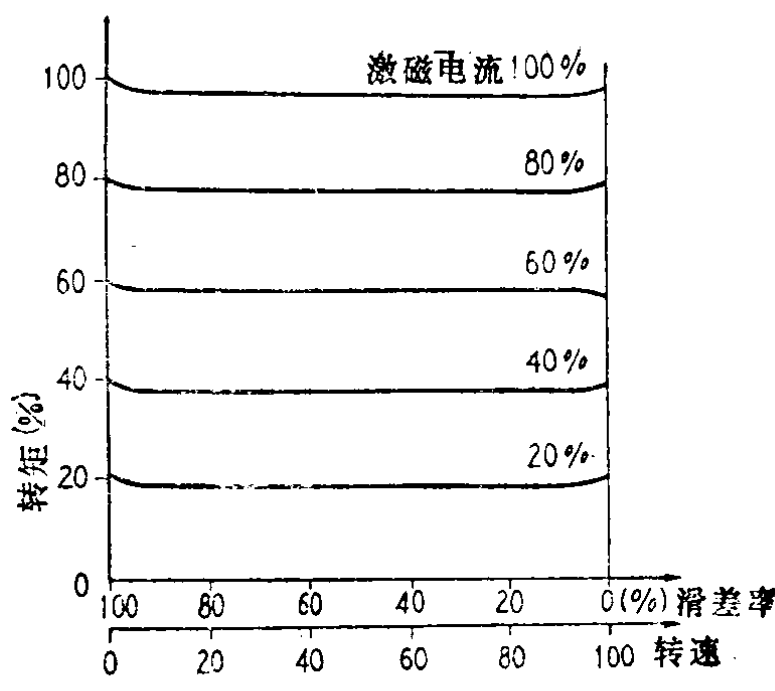


图12 转矩-滑差特性

(4) 响应时间

从离合器线圈开始通电直到转矩达到规定值为止的响应时间，可以分成完全没有响应的无响应时间和与激磁电流上升同一倾向增大的上升时间（参看图 13）。激磁电流的上升时间用线圈的电感（ L ）与电阻（ R ）之比的时间常数（ T ）表示。无响应时间约为这个时间常数的几分之一，这是磁粉沿磁通方向排列到连结完了的时间。动力传递用的离合器的时间常数最低是 50 毫秒左右，特别是作为控

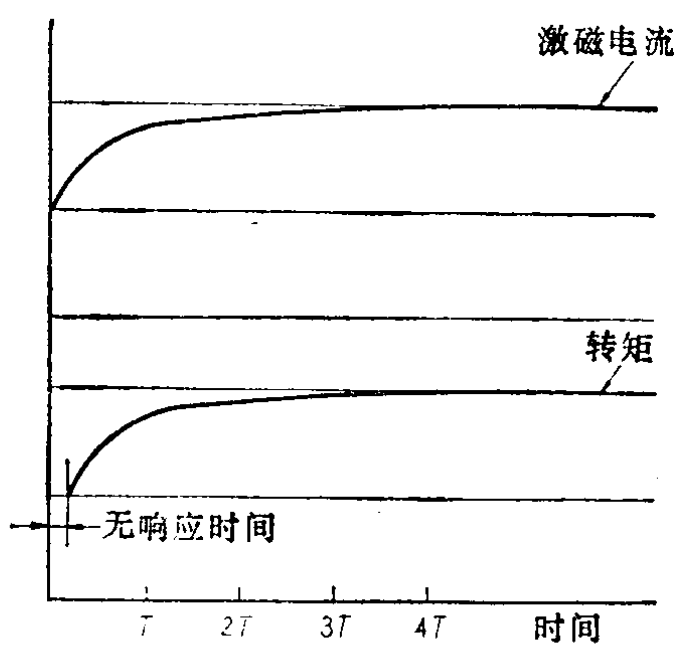


图13 激磁电流和转矩的过渡状态（ T 为激磁线圈的时间常数）

制用而设计的加快响应速度的离合器，其时间常数在 10 毫秒以下也是可能的。

之所以能够得到这样快的响应性，是因为磁粉颗粒很小、惯性小的缘故。在断开时也出现同样的倾向，但这时的衰减时间常数只有连结时的几分之一。

(5) 剩余转矩

即使激磁电流完全断开，但由于有剩磁存在，因而仍有剩磁通通过磁粉，产生少量的剩余转矩（空转转矩）。为减少剩磁通，在线圈上设置磁通的漏泄分路就能控制剩余转矩在额定转矩的 1% 以下。若将激磁电流换向，则在短时间内剩磁就被消除，因而剩余转矩就减小。如再增加反激磁，则转矩在某点上达到最小，此后又出现增大的倾向。这个剩余转矩的最小值是激磁电流为零时的剩余转矩的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$ 左

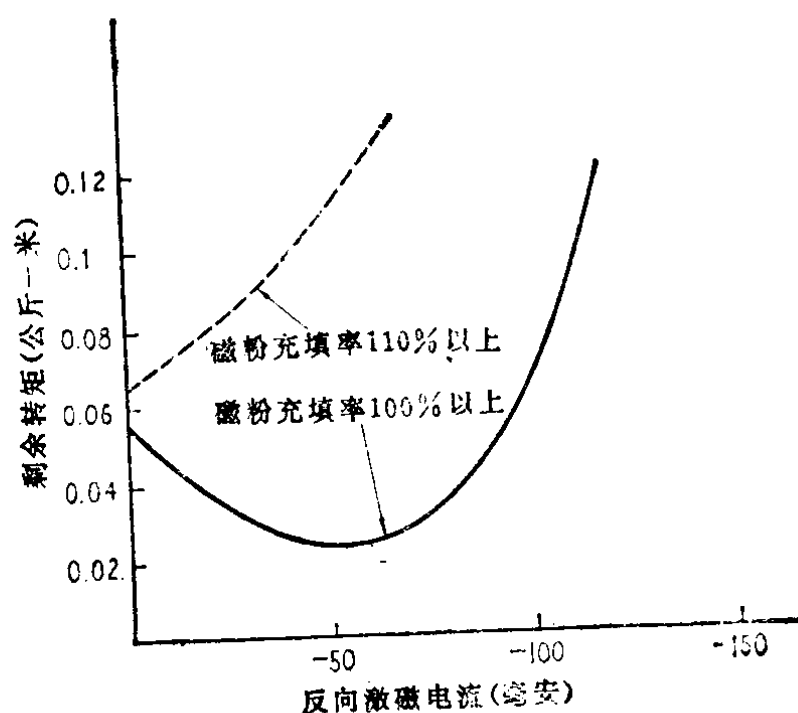


图14 ZKA型剩余转矩特性