

电磁离合器译文集

第一机械工业部机床研究所译

电磁离合器译文集：

目 录

頁

(一) 綜合部分：	1
电磁离合器的选择	1
电磁离合器和制动器自转换控制系统	6
电磁离合器結合时的衰变过程	32
(二) 离合器的种类：	41
1、摩擦离合器：	41
多片电磁离合器	41
电磁离合器的现状与问题	70
神钢型电磁离合器的性能与使用上的问题	81
摩擦离合器的实用指南	98
电磁牙嵌离合器	102
2、粉末离合器：	111
可调电磁粉末离合器	111
粉末离合器结构及使用的某些问题	114
粉末离合器的传动及其在自动控制系统中的应用	124
圆盘式铁磁粉末电磁离合器的计算方法	133
3、磁性转差离合器：	147
磁性转差离合器	147
(三) 使用情况：	159
电磁离合器的应用	159
电磁离合器的应用	165
控制用电磁离合器大小的确定	173
多片电磁离合器	185
加快直流电磁离合器和制动器动作速度的方法	192

电磁离合器的选择

3M系列离合器，应根据传递力矩来选择，而后按旋转力矩、残余力矩和散热能力对所选定的离合器进行检查。

如果在主运动传动上采用时，应选择这样尺寸的离合器，即：使它的传递力矩比其传动或防止负荷装置的力矩稍大些，这样就保证了离合器在超负荷的情况下不会打滑。因为，如果离合器轴上的力矩超过它的传递力矩值时，其中就开始滑动。随着滑动的开始离合器的力矩即下降，而从动部分就立即停止转动，因此如果不迅速消除超负荷，那么离合器就会因产生过热而损坏；因为，全功率（等于旋转速度与离合器力矩的乘积）将在离合器中分出。

如果离合器的转速很高的话，则上述有关主运动传动，离合器选择的规则亦适用于进给传动。

当进给传动的速度很小时（ $0.1 \sim 0.5$ 转/分），3M系列离合器；可起保险器的作用，按旋转力矩选择离合器时，必须考虑到进给传动环节的强度。

按旋转力矩所选定的离合器，是否适合，需要进行校验，校验时需对它所控制的系统进行动力计标。

迴转力矩的大小是在一定负荷下确定的，在这种负荷下，加速时间的精确计标可根据（原文54—59页）图3—8曲线中所列的数据进行。

有关其它载荷和其它加速时间（如迴转时间成函数关系）下的迴转力矩的数值，目前尚无较详细的资料。

为了概略地估计在不同负载下的加速时间可利用从图3—8中曲线表所查出的旋转力矩值。但是在这种情况下，如果与曲线表所示的相差越大，则所得的结果就越不准确，这是因为，迴转力矩除速度外，还与加速时间有关，加速时间是载荷和速

度的函数。

按下列公式近似的计算加速时间。(换向刹车)

$$t = \frac{GD^2(n_1 - n_2)}{375(M_B - M_{cm})}$$

式中 GD^2 —— 离合器主轴的迴转力矩 (公斤/米²)

n_1 和 n_2 分别为离合器主动和从动部份的速度 (转/分)

M_B —— 图 3—8 所示之曲线图中离合器转动动力矩值。

M_{cm} —— 离合器主轴的静阻力矩 (当 M_B 反作用时用正号表示, 相互方向一致时用负号表示)

若载荷与曲线图中指出的载荷不同, 那么就在增加所需加速持续时间的系数 K_{np} , 以修正加速时间的数值。它的比值是

$$\frac{GD^2 M_B}{GD_0^2 (M_B - M_{CT})}$$

式中; GD^2 —— 实际的载荷力矩。公斤/米²

GD_0^2 —— 利用此数确定在图 3—8 上列出的转动动力矩 M_B 值。

因此 $t_g = K_{np} \cdot t$,

式中; t_g —— 实际的加速时间。

为便于近似计算可采用下列加速持续时间的系数值。

$GD^2 M_B$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.2	1.4
$\frac{GD_0^2 (M_B - M_{CT})}{GD^2 M_B}$ 离合器型号						
3M — 12	1.1	1.15	1	1	1	1
3M — 22	1.2	1.1	1	1	1	1
3M — 32	1.6	1.2	1.05	1	1	1
3M — 42	2	1.5	1.2	1.05	1	0.95
3M — 52	2	1.6	1.3	1.1	1	0.95
3M — 62	3	2	1.6	1.2	1	0.9

计标举例

A; 已知: 离合口为 3M—62 型

当 $GD^2 = 0.2$ 公斤米², $n = 500$ 转/分, $M_{CT} = 0.4$ 公斤米,
求加速时间。

$$\text{得 } t = \frac{0.2 \cdot 500}{375(1.35 - 0.4)} = 0.28 \text{ 秒,}$$

$$\frac{GD^2 \cdot M_B}{GD_0^2 (M_B - M_{CT})} = \frac{0.2 \cdot 1.35}{1.0(1.35 - 0.4)} = 0.285$$

$$t_g = t \cdot K_{np} = 0.28 \cdot 1.15 = 0.32 \text{ 秒}$$

B; 已知: 离合口为 3M—62 型

当 $GD^2 = 2$ 公斤米², $M = 250$ 转/分; $M_{CT} = 20$ 公斤米
求加速时间。

$$\text{得 } t = \frac{2 \cdot 250}{375(25 - 20)} = 0.27 \text{ 秒}$$

$$\frac{GD^2 \cdot M_B}{GD_0^2 (M_B - M_{CT})} = \frac{2 \cdot 25}{16 \cdot (25 - 20)} = 0.625$$

$$t_g = t \cdot K_{np} = 0.27 \cdot 1.55 = 0.42 \text{ 秒}$$

按上述方法计标时应该考虑到, 在电枢过渡后转动力矩就开始增加。

电枢过渡时间与离合口的尺寸, 摩擦片的弹性刚度, 其它的位移阻力值, 以及在离合口断路时磁路间隙值有关。

(原文 54—59 页) 图 3—8 所示电枢运动时最有利的过渡时间为;

离合口的型号	3M-12	3M-22	3M-32	3M-42	3M-52	3M-62
电枢过渡时间秒	0.04	0.07	0.08	0.09	0.11	0.16

如果加速时间从供给离合口线圈的电压时开始计标, 那么

电枢过渡时间应包括在内。

当适用最大最小的旋转速度（图3—8中所示）， M_B 的数值相当于数据的极值。

为了保证可靠的加速，必须使离合口的静力力矩在适当的旋转速度条件下，不超过旋转力矩的80%。

如果有精确的加速时间（制动或反向）那么对所给定的负荷旋转速度，润滑条件必须进行试验。

根据残余力矩值检查离合口的适用性时，其方法是；把离合口主轴静阻力力矩 M_0 实际数值和图表3—8查出的残余力矩数值 M_0 进行比较，而 $M_0 > 5M_0$ 是比较恰当的。

式中： M_0 ——图表（原文）3—8曲线的残余力矩值。

如果不具备这个条件，那么为了确保离合口断开的可能性，必须增添一制动从动件，或者是利用供给线圈的反电压电流，使离合口退磁。

从效率上看，拆用离合口建立P件传动系统是否恰当，应利用图3—8曲线上的残余力矩值进行评定。

这样

$$\eta \geq \frac{P - (K M_0 n_{0TH} m_H + \Delta P)}{P}$$

式中 η —— 部件工件效率

P —— 传给P件的主要功率

M_0 —— 每个空转离合口的残余力矩

n_{0TH} —— 每个离合口的相对旋转速度

ΔP —— 在部件内摩擦损失的总和

K —— 空转时离合口工作有效系数

如果所得到的有效工作系数比规定的小，那末就必须采取措施来改变运动机构的结构，即：减小 M_{0TH} 和 M_0 。

离合器散热的能力应根据15页（见原文）所列云方程式进行检查。

在图3—8（原文54—59页）中指出了3M系列离合器的散热能力的值与（原文）15页内所述之许多因素有关，应认为他是近似的，它应当用较大的或较小的储备另加以修正，或者是比在图3—8中散热能力较好的情况下将该值加大。

当离合器应用于机口上时，通过计标发现离合器平均损失最高时，最好在这种机口上试验实验性样品，试验时用阻抗的办法，在最困难的条件下，单独检查每个离合器的热规范。

为满足实际精度的要求，在离合器线圈上电压不变的情况下，离合器线圈的平均温度（以 $^{\circ}\text{C}$ 表示），可按下列公式计标。

$$t_{cp} \cong t_{okp} + \frac{(T_{okp} - T_t)}{4T_t} \cdot 10^3,$$

式中 t_{okp} —— 周围介质的温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

T_{okp} —— 具有离合器线圈电流周围介质温度。

T_t —— 在离合器工作过程中，稳定电流的最小值。
热的范围取决于正确的选择离合器的耐久性和工作无故障。
根据转速由最大本体的转速和摩擦片最大相对速度来确定。
下列极限转速可适用于轴向水平布置的离合器，

离合器类型		本体允许的极限速度(转/分)	摩擦片允许的极限转速(转/分)
3M	12	3.500	4.000
3M	22	3.500	4.000
3M	32	3.000	3.500
3M	42	2.500	3.000
3M	52	2.000	2.500
3M	62	1.500	2.000

译者：邹春成

校对：郭自新

电磁离合器和制动器自动转换控制系统

P. Block 和 D. Hennings

直接动作的电磁摩擦离合器和制动器，由于它们对电气控制信号的反应迅速，有高的功率放大；较之继电器，成本低，寿命长，所以广泛地用作自动控制机器的机械动力转换装置。

需要的控制功率是很小的，例如转矩为1.5磅·吋的离合器或制动器，功率为3.4瓦；而能够操纵200马力拖动装置的700磅·吋的这种元件，功率仅达40瓦。电磁离合器和制动器可以由单相交流电网经过整流器供电，或者直接由直流电池供电。

电磁离合器和制动器与标准感应电动机或其它型式连续旋转的电动机配合，可完成下列一些变化的传动作用：

控制加速和减速

自动联接或断开

逆转分度

直线定位

渐进和步进

变速

过载保护

转矩和应力控制

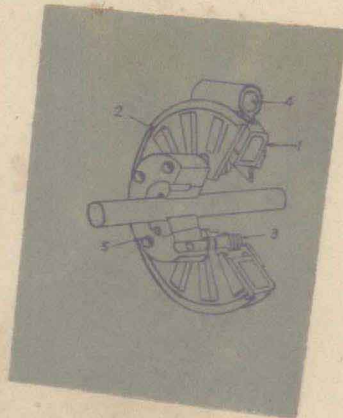
所有上述作用，都是对来自按钮、限位开关、邻近装置（proximity device）、继电器、光电管、南流管、真空管、晶体管、或其他任何一种电气或电子的开关的信号的反应。实际上，机器运动的任何程序都能由电磁离合器和制动器各种组合来完成。各个离合器和制动器的静态和动态工作特性，可在较宽的范围内改变。加速转矩或减速转矩的大小、这些力矩增长的速度、以及完成某种指定动作的时间都能精密地加以控制和调整。

正确的控制这些变号，能够以极少的费用，使得离合器制动系统比其它人为的系统更为灵巧而精确。

离合器和制动器的动作

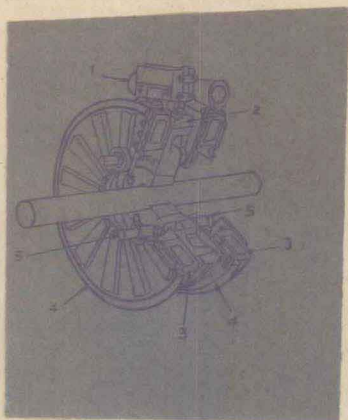
设计控制系统的第一步，应当使离合器和制动器的性能适合于负载的需要。几种典型单片离合器的结构示于表1中。基型制动器，是由静止环形磁铁或U形铁质磁性元件与片状铁质衔铁组成；U形铁质表面复有非磁性摩擦材料；衔铁装在传动销上或装在花键轴上，允许作轴向移动，并与负载轴相接。当磁铁通上直流电流时，衔铁被吸与摩擦面接触；产生减速转矩。

表1——几种基本型式的直接动作电磁制动器和离合器大力装置



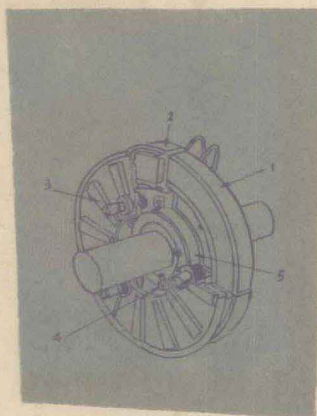
基型制动器

- | | |
|--------|--------|
| 1、静止磁块 | 4、进线盒 |
| 2、衔铁 | 5、衔铁轮毂 |
| 3、传动销 | |



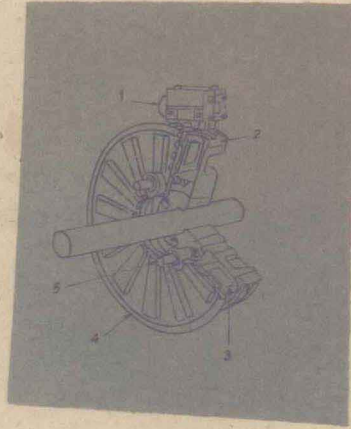
基型离合卷—制动卷

1、刷握、 2、集电环、 3、制动卷的磁场(后边)
离合卷的磁场(前边)、 4、离合卷的衔铁、 5、传动销、



静止磁场离合卷

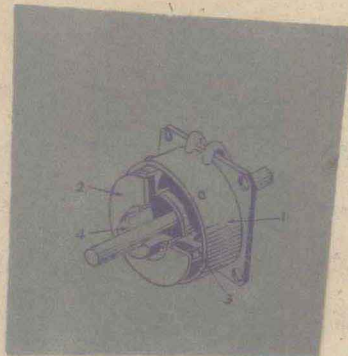
1、静止磁场、 2、转子、 3、衔铁、 4、传动销、 5、转子轮毂、



基型离合器

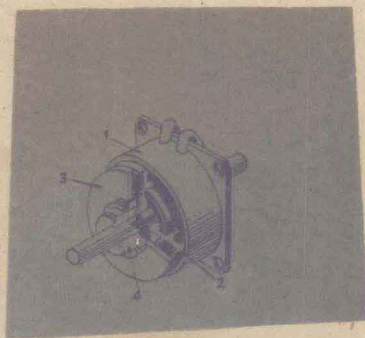
- 1、刷 握， 2、集电环， 3 转动磁块。
4、衔 铁， 5、传动销。

小马力装置



摩擦块可更换的制动器

- 1、静止磁块 3、可更换的摩擦块
2、衔 铁 4、滑动衔铁的轮轂



静止磁场离合联轴节

- | | |
|---------|------------|
| 1、静止磁场， | 3、衔铁， |
| 2、转子， | 4、滑动衔铁的轮轂。 |

对于基型离合器或离合联轴节，衔铁可以用自由旋转的轮轂、齿轮、皮泄轮、或者链轮链接到动力输入方凸或负载方凸。而磁场构件被装在轴上。当线圈通过滑环供电时，离合器的一构件抵住另一构件，以后摩擦力供给加速转矩。

在不能装置滑环和电刷的地方，可以使用静止磁场离合器。在这种情况下，磁场构件通过中间转子与衔铁耦合。在磁场构件与转子之间，没有物质上的接触。对于磨损很高的装置，使用磨擦凸可替换的制动器；这种制动器的磁场不动，与静止磁场离合器相仿。为了完成工作循环，常使用离合器和制动器组合，借转换控制，交替地接通其中任一个。

转矩—滑动特性

离合器或制动器的起动转矩，取决于磨擦凸的面积、磁通

速度、和磨擦面之间的相对速度或滑动。图1所示为直径 $7/8$ 吋到 $15\frac{1}{4}$ 吋系列单片离合器磨和制动磨的正常起动转矩特性曲线。

事实上，各种尺寸的离合器磨，有相当大的重叠，所以任一装置的转矩容易可在很大范围内用改变磁场电流的方法来调整。图2所示是直径 $8\frac{1}{4}$ 吋装置不同电流调整磨的起动转矩变

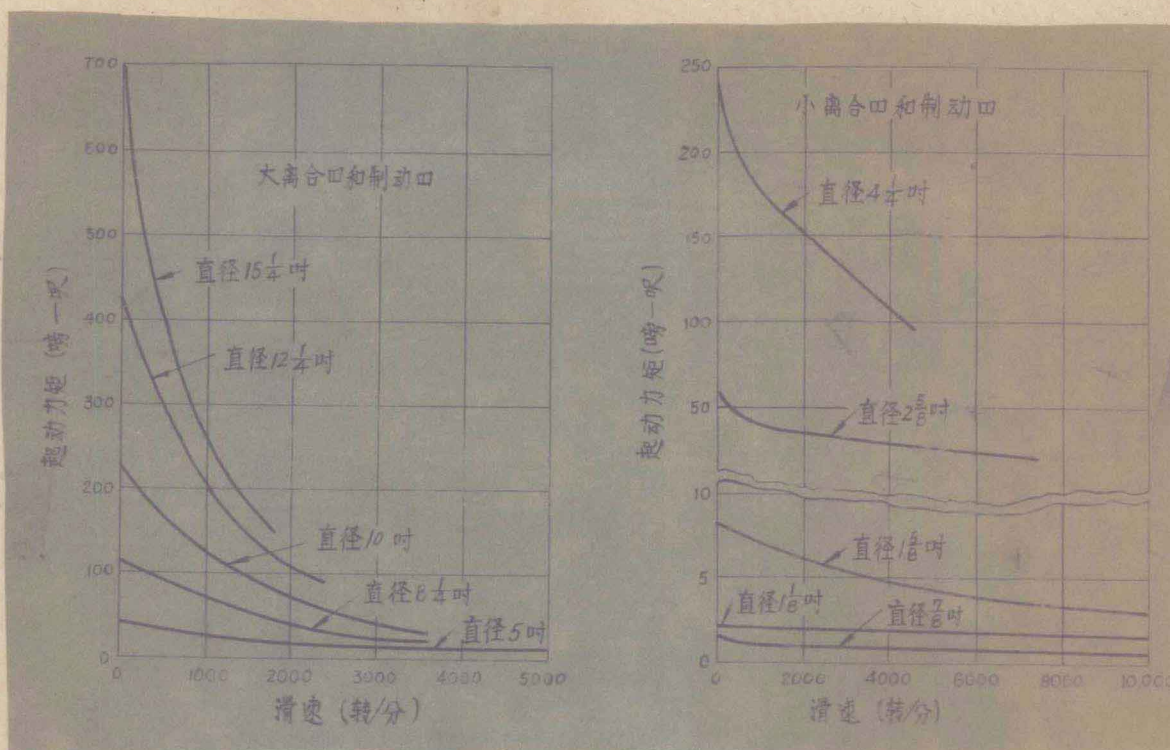


图1、(a) 大马力和 (b) 小马力直接动作的电磁离合器和制动磨额定起动转矩特性曲线

虽还未成为工业标准，但一般皆以额定电流时，无滑动或静态转矩能力作为额定转矩（图2情形下额定转矩为115磅-呎）。这个转矩是一个离合器所能传递的最大工作转矩。在额定电流下，磁极已达到相当高的饱和程度，以致再增加电流时，只能微微增大超过原来那一点上很小的转矩。对于某些结构，当连续施加过电压时，必须采用强制空气冷却，以防止线圈过热和线圈寿命缩短。

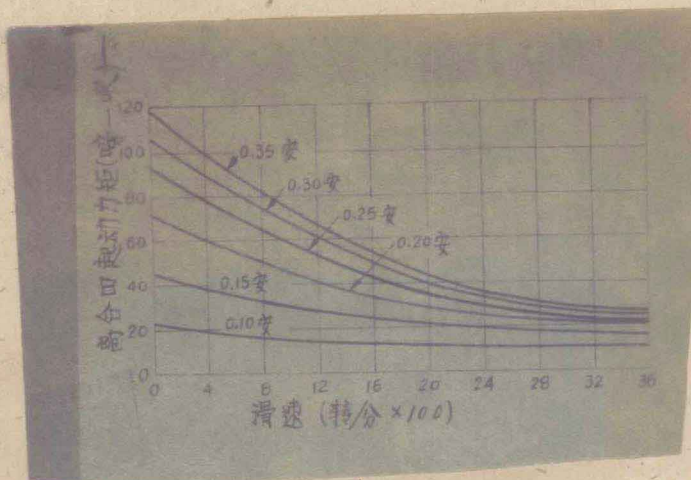


图2 摩擦片离合器各个电流调整值的典型启动转矩曲线
(直径为 $8\frac{1}{4}$ 吋，线圈电压为直流90伏)

像图2所示启动特性曲线，是当主要改变力矩，而忽略加速或减速时间时，用来确定一个离合器或制动器的电流调整量。然而，在许多自动控制系统中，特定转速下的启动转矩容易，较之离合器或制动器在给定时间内使一负载加快或减慢时产生的平均转矩小得多。所需要的平均转矩 T_{av} (磅-呎)，能很容易地由下式算出：

$$T_{av} = \frac{WK^2 \times (rpm)}{308t} \quad (1)^*$$

式中 rpm —— 滑动初速

WK^2 —— 负载惯量 (磅-呎²)

t —— 时间 (秒)

实际上产生的平均转矩，不一定能明显地从动作曲线上看出。例如，图3动作曲线上所示，是在同一制动器、同一电流

调整到同一负载惯量的六种不同速度下作业的停止点。(图3也能表示同样的负载,它由相当尺寸的离合器从静止加速到六种不同转速)。在1、2和3停止点上,制动转矩迅速地上升到动作曲线值(当磁通起时);此值由电流调整量和滑动初速而定。此后,顺着动作曲线达到静止值。在4、5和6停止点上,滑动初速是非常缓慢,以至在制动器完全结合以前,负载就已停止了。

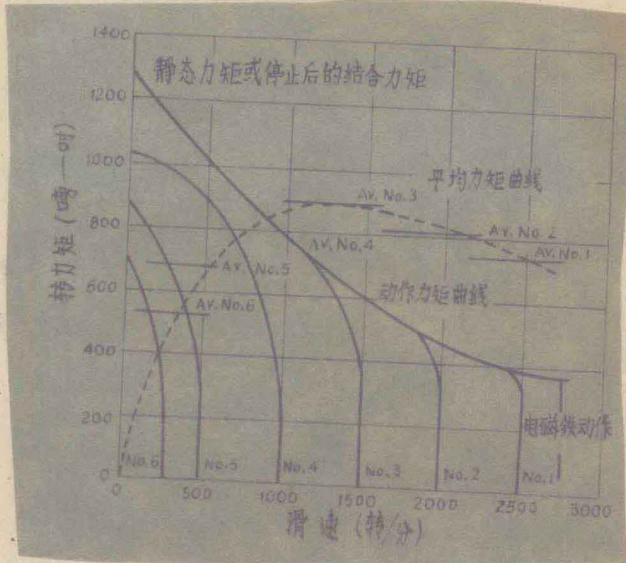


图3、不同滑动初速时六种不同停止点或起动点的动作转矩对滑动速度的曲线。

平均转矩曲线

对于每一初速,平均转矩(每一曲线

下的面积除以每分钟转数坐标)显然是不同的;一般,如图3点线所示。然而,平均转矩取决于负载惯量。对于较高的负载惯量,在减速稍微开始以前,制动转矩就上升到较高的值,于是平均转矩就比较高。对于较低的惯量,在转矩少量上升以后,没有考虑负载摩擦的效应或加速时所作的功。摩擦有助于减速而反抗加速。在许多应用中,惯量佔绝对优势,以致摩擦作用可以不予以考虑。有负载的传送和磨削拖动装置除外。

减速才开始，于是产生的平均转矩较低。

在需要控制加速和减速时间的应用中，制动器制造厂应供给如图4所示的平均转矩曲线。这些曲线是对不同初速，不同负载惯量和不同电流调整、多次试验而获得的。用这些曲线和公式(1)，机械设计师能够选用在需要时间内可使负载加速或减速的装置，并能确定合适的电流调整。例如，需要从1000转/分在0.4秒内行止8磅-呎²的惯性负载所要的平均转矩为〔公式(1)〕：

$$T_{av} = \frac{8 \times 1000}{308 \times 0.4} = 65 \text{ 磅-呎}$$

从图4上，找出电流调整为0.21安。

热消耗 当离合器或制动器重复运转时，除所需转矩外，还需考虑热损耗特性。对于重复运转离合器或制动器的能量输入，由下式计标：

$$E = 1.7 \times WK^2 \times \left(\frac{rpm}{100} \right)^2 \times F \quad (2)$$

式中 E = 能量输入 (呎-磅/分)

WK^2 = 负载惯量 (磅-呎²)

rpm = 滑动初速

F = 频率 (循环/分)

此式表示离合器在重复加速时的动能损耗，或者表示制动器在重复行止时的动能损耗。装置散能的能力，取决于它的有效表面积和銜铁的速度。图5所示是线圈最高温度为250°F时各种大小装置的散热能力对銜铁速度的函数。图6所示是图2和图4中所示、直径8英寸离合器(制动器)在三种工作温度时的散热特性，这种离合器示于图2和图4。可是，实际的散热能力，必须以下式表示之：

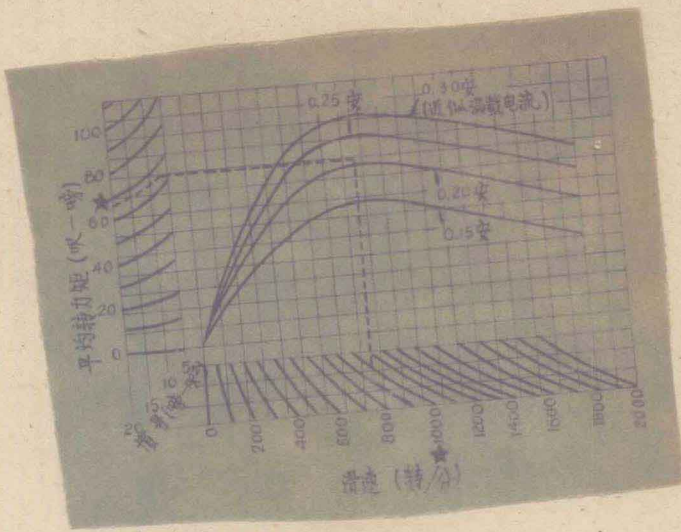


图4 离合器或制动器平均转矩容量对负载惯量、滑动初速和电流调正的典型函数曲线(图2所示的 $\frac{1}{4}$ 吋直径的装置)

