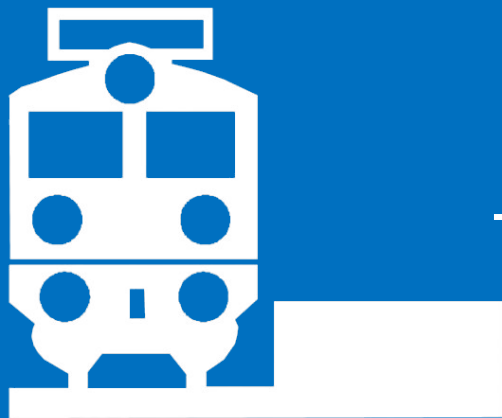




铁道机车专业教学资源库

电力机车控制



西安铁路职业技术学院
XI'AN RAILWAY VOCATIONAL & TECHNICAL INSTITUTE



电力机车的电气制动



西安铁路职业技术学院

电力机车的电气制动

1

电气制动基本原理

2

电气制动形

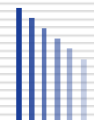
式

3

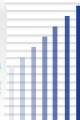
直流传动电力机车的电阻制动

4

交流传动电力机车的再生制动

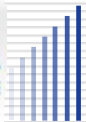
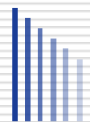


西安铁路职业技术学院
XI'AN RAILWAY VOCATIONAL & TECHNICAL INSTITUTE



电传动机车一般有两套制动系统，一是空气制动系统即机械制动系统，包括闸瓦制动和盘型制动；二是电气制动系统，包括电阻制动和再生制动，高速列车还有磁轨制动和涡流制动。

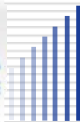
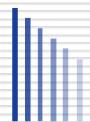
制动是机车基本运行工作状态之一，当列车需要减速、停车或在长大下坡道上运行限制列车速度时，都必须采取制动措施。现代铁路运输的安全性在很大程度上取决于机车制动性能的好坏。



电气制动（也称动力制动）是利用了电机的可逆性原理。

机车在牵引工况时，牵引电机做电动机运行，将电网的电能转换为机械能，轴上输出牵引转矩以驱动列车运行。

机车在电气制动时，列车的惯性力带动牵引电机，牵引电机做发电机运行，将列车动能转换为电能，输出制动电流的同时，在牵引电机轴上产生反转矩并作用于轮对，形成制动力使列车减速或以一定的速度运行。

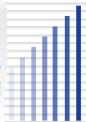
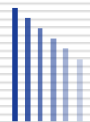


根据电气制动时电能的消耗方式，电气制动分为电阻制动和再生制动。如果将电气制动时产生的电能利用电阻使之转化为热能消耗掉，称为电阻制动。如果将电气制动时产生的电能重新回馈给电网并加以利用，称为再生制动。

直流传动电力机车采用电阻制动，交流传动电力机车采用再生制动。采用电气制动可以提高列车运行的安全性，提高列车的下坡速度，最小限度的使用空气制动，以减小轮缘和钢轨间的磨耗，降低运输成本。

实施电气制动时，制动系统必须满足以下几点要求：

- （1）具有电气稳定性并保证必要的机械稳定性；
- （2）具有广泛的调节范围，制动过程要平稳，冲击力要小；
- （3）机车由牵引状态转换为电气制动状态时线路应简单，操纵方便，有良好的制动性能，负载分配力求均匀。



1. 电阻制动时的线路转换

在直流传动电力机车中，一般采用串励牵引电机。由于串励电机的特性很软，若作为发电机运行，输出电压稳定性很差，因此在进行电气制动时需将串励电机改为它励电机。

采用它励电阻制动时，首先切断牵引电机电枢与电网的连接，使电枢绕组与制动电阻结成回路，励磁绕组则由其它电源供电，并且励磁电流方向与牵引时相反，以改变电磁转矩方向。电机做它励发电机运行，其工作原理如图 1 所示。

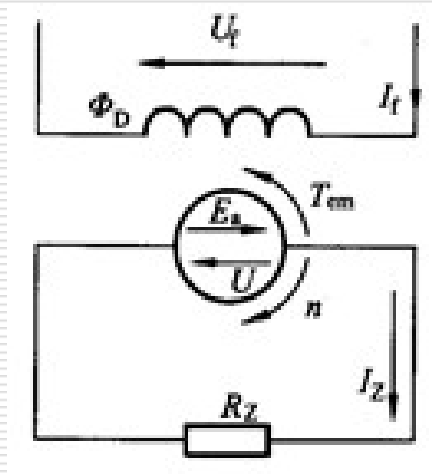
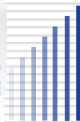
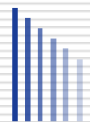


图 1 电阻制动线路转换



2. 电阻制动特性

制动特性是指制动力 B 与机车速度 v 之间的关系，即 $B=f(v)$ ，如图 2 所示。图中，对于某一固定的励磁电流（即 Φ 值固定），制动力 B 与速度 v 成正比，并且励磁电流越大，特性曲线越陡，如图 2 所示，图中 $I_{L4} > I_{L3} > I_{L2} > I_{L1}$ ，说明它励电阻制动具有机械稳定性，随着机车速度的增加其制动力也增加。

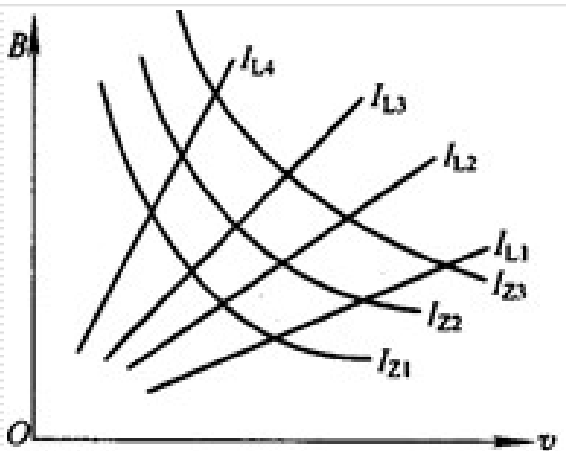
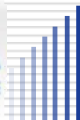
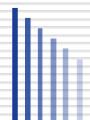


图 2 电阻制动特性曲线

由图可知保持励磁电流为常量（即 Φ 值固定），机车速度越高，制动力越大，制动效果越明显；机车速度越低，制动力越小，故电阻一般不能用于制停。

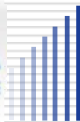
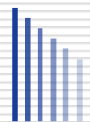


3. 电阻制动的不足及克服方法

从制动特性曲线可以看出电阻制动最大的缺点是：低速时制动力直线下降，制动效果不明显。因此，电阻制动不能完全代替空气制动，一般只能作为减速制动，不能作为停车制动。为了提高低速时的制动力，直流传动电力机车一般采用两种方法。

(1) 分级电阻制动

利用改变制动电阻阻值来改变制动特性，即将制动电阻分成若干级，低速时由于发电机电势随机车速度（电机转速）的降低而正比的降低，对于一定的制动电阻，制动电流也成正比减小，因而不能维持一定制动力时所需的电流，若将制动电阻短接（减小）一部分，则尽管由于机车速度的降低使发电机电势下降，但由于制动电阻的减小，制动电流仍能保持较大的值，以维持低速时有较大的制动力。



(2) 加馈电阻制动

又称“补足”电阻制动，电阻制动在低速区由于制动电流减小而使制动力下降，为了维护制动电流不变，克服机车制动力在低速区减小的状况，在制动回路外接附加制动电源来补足。其原理如图 3 所

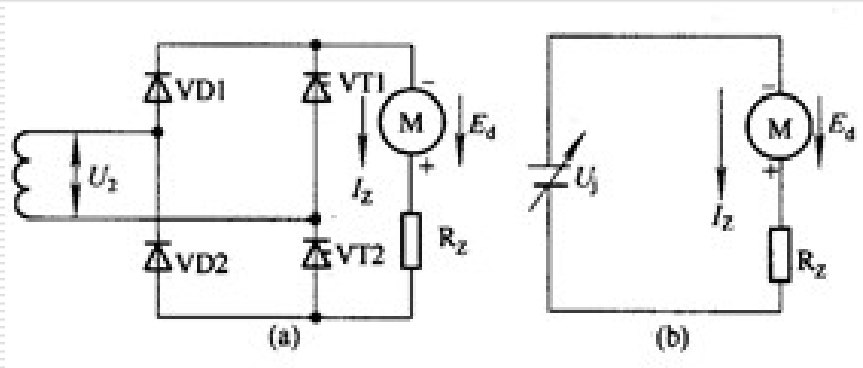
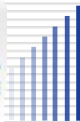
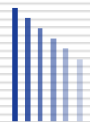


图 3 加馈电阻制动原理

从理论上讲，加馈电阻制动可使机车制停，而实际上由于牵引电机换向器不允许在机车速度很低时，长时间流过额定电流，以防止换向器过热而烧损

由于加馈电阻制动需要根据实际制动电流及时补足发电机电势减少部分，故要求附加制动电源连续可调。

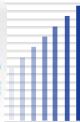
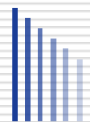
一般相控调压的电力机车不另设加馈电源，而是使用牵引时整流调压电路在制动工况做为加馈电源。



1. 再生制动原理

异步牵引电机在低于同步转速下做电动机运行，将电网的电能转换为机械能，产生牵引力驱动列车前进，此时转差率 $s > 0$ ，电磁转矩为动力转矩。在电气制动时，异步牵引电机转子转速超过同步转速，即转差率 $s < 0$ 。此时，异步牵引电机做发电机运行，将列车储存的动能转换为电能，输出制动电流的同时，在牵引电机轴上产生反转矩并作用于轮对，形成制动力使列车减速或以一定的速度运行。

机车由牵引工况转换为制动工况，通过降低牵引电机定子的供电频率，转子的机械惯性将使转子转速维持在高于同步转速的状态，此时转差率变为负值，牵引电机进入发电机状态，其三相定子绕组切割旋转磁场产生三相交流电。



2. 再生制动机车的传动特性

再生制动时，牵引变流器工作状态发生改变，逆变器仅由每个主逆变器元件并联的二极管组成桥式不控整流电路，将牵引发电机交流电能整流成直流电能，输出直流电能给中间环节。然后由四象限脉冲变流器将中间直流环节储存的直流电能逆变为单相工频交流电能回馈给电网。再生制动模式下交流电力机车的传动特性如图 4 所示。

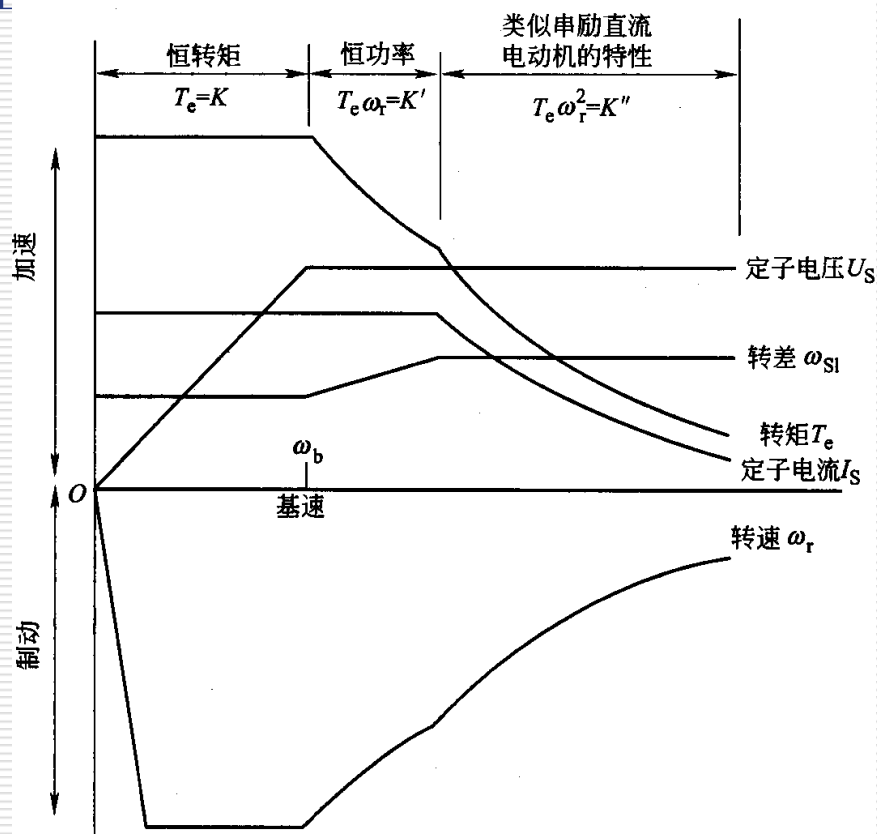
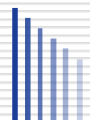


图 4 交流传动电力机车传动特性





辦學不脫軌
育人不離道



谢 谢 !