



铁道机车专业教学资源库

学校名称：武汉铁路职业技术学院

主讲：张哲

1.14 SS4G 型电力机车调速

目录

CONTENTS

01

SS4G 型电力机车调速

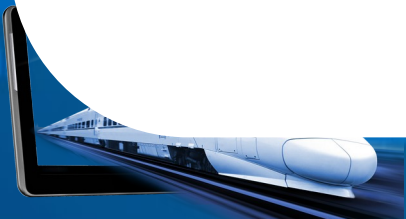


PART 1

SS4G 型电力机车调速

SS4G 型电力机车调速

司机根据列车运行图的要求及线路纵断面的变化随时进行速度调节，进站停车前进行制动，降低机车速度，直至最后停车。列车的整个运行过程，情况虽然很复杂，但概括起来，却只存在起动、调速、制动三种基本的运行状态。这三种基本运行状态实质都是速度的调节，只是起动和制动是调速的两种特殊形式而已。因此，电力机车速度调节是牵引列车运行时最为根本的任务之一，也是完成运输任务的主要手段之一。



SS4G 型电力机车调速

1. 直（脉）流牵引电动机机车的调速

直直型和交直型电力机车均采用直（脉）流牵引电动机做牵引动力。

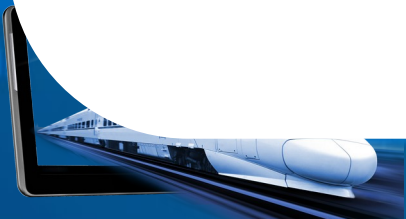
$$n = \frac{U_N - I_a R_a}{C_e \phi}$$

牵引电动机根据机车速度计算公式知机车的调速方案应有以下几种。

① 改变牵引电动机回路电阻

在牵引电动机回路中串入启动调压电阻，通过改变电阻阻值来调节机车的速度。因为牵引电机回路电压较高，电流也比较大，附加的调节电阻的损耗会使牵引电机的效率降低，所以用这种方法调速并不经济。又因为启动调压电阻本身是分段的，在调速的过程中势必造成机车牵引力有冲击。因此，在机车上并不使用这种方法，目前所用机车仍采用改变牵引电动机的电源电压以及削弱牵引电动机磁场的调速方法。

。



SS4G 型电力机车调速

1. 直（脉）流牵引电动机机车的调速

② 改变牵引电动机的端电压 U_D

直流电力机车的牵引电动机电源直接取自接触网，所以可以采用改变牵引电动机的连结方式（如全串联、串 - 并联结合，全并联），来改变牵引电动机的端电压。这种调速方法无能量消耗，但只能做有级调节，且调速级有限（一般为 2—3 级）。

随着电力电子技术的发展，现代直流电力机车如城市地铁，采用斩波器进行调速。它取消了起动电阻，利用斩波的原理可对牵引电机的端电压进行连续、平滑的调节，因此机车的性能大为改善。

在整流器电力机车上，接触网电压需经变压器降压和整流装置整流后，再供给牵引电动机，因而这种机车可用改变变压器一次侧、二次侧电压的方式进行有级调速，或者利用晶闸管整流元件，通过改变晶闸管移相角的方法来改变整流输出电压，从而进行平滑无级调速。

③ 改变磁通量

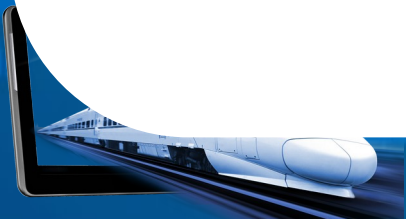
这种方法在直流电力机车和整流器电力机车上都得到应用，即所谓的磁场削弱 调速。

无论调节电压或调节磁通量，都不产生附加的能量损耗，因而得到的速度级称为经济运行级。机车在经济运行级上可以长时间运行。

SS4G 型电力机车调速

2. 磁场削弱调速操作

所谓励磁调节，就是通过调节流过牵引电动机的励磁电流，从而改变牵引电动机主极磁通的方法进行调速，亦称磁场削弱调速。一般情况下，要进行磁场削弱调速，必须是在牵引电动机端电压已达到额定电压，而牵引电动机电流比额定值小时实施。磁场削弱的目的是扩大机车的运行范围，充分利用机车功率。



SS4G 型电力机车调速

①SS4G 型机车使用磁场削弱调速的操作

SS4G 机车采用了三级磁场削弱。SS4G 型机车向前牵引运行中，调速手柄在 6 位及以上时，才能进行磁场削弱。司机在机车运行中调速手轮在 6 级位及以上，需要进一步提高机车的运行速度，可以采用磁场削弱的方法，将工况手柄搬至 I 位，待机车速度上升不再增加时搬至 II 位，再至 III 位。注意磁场削弱只能顺序进行不能跳级，如图 1 所示。

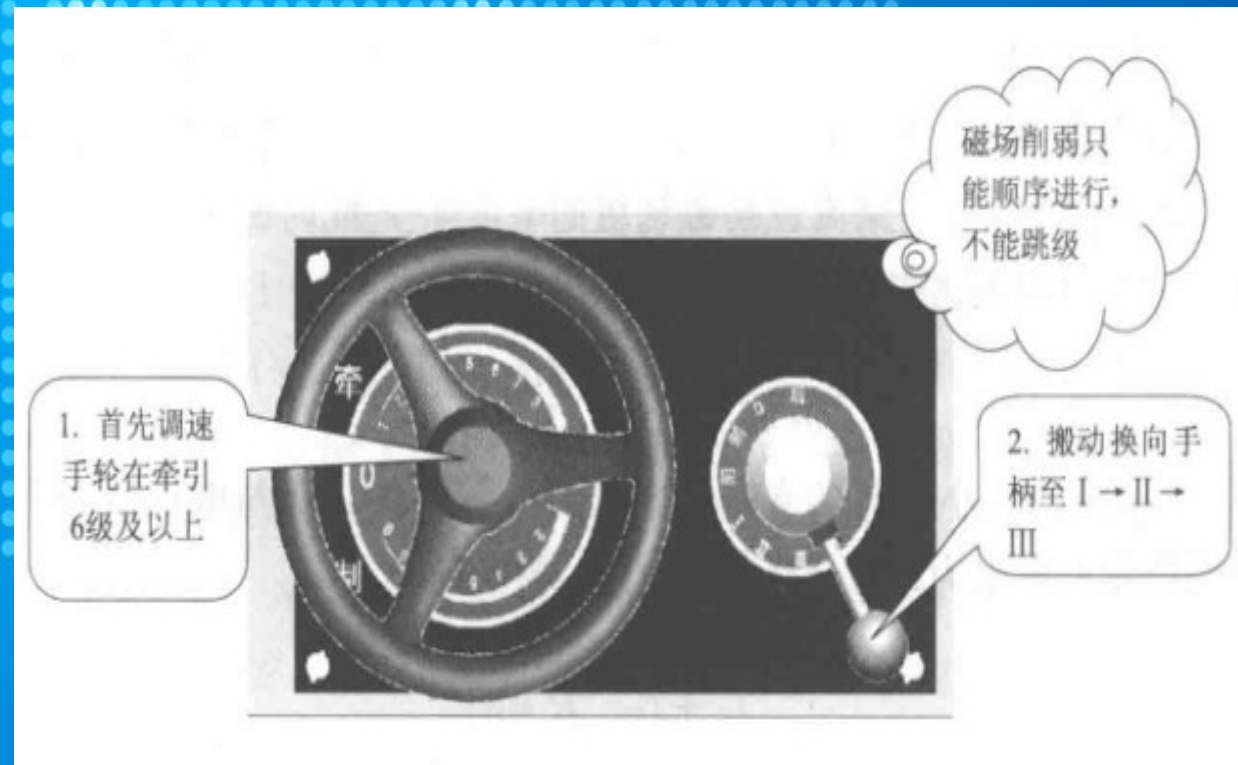


图 1



SS4G 型电力机车调速

② 磁场削弱系数

磁场削弱系数用 β 表示，磁场削弱系数定义如下。在同一牵引电动机电枢电流下，磁场削弱后（削弱磁场）牵引电动机主极磁势与磁场削弱前（满磁场）牵引电动机主极磁势之比。其表达式为：

$$\beta = \frac{(IW)_{\beta}}{(IW)_m} (\%)$$

式中： $(IW)_{\beta}$ ——磁场削弱后的主极磁势；
 $(IW)_m$ ——磁场削弱前的主极磁势。（表达式 1）

它表明了牵引电动机主极磁势削弱的程度。例如 $\beta=40\%$ 即表示削弱后电机主极磁势仅为削弱前电机主极磁势的 40%，其余 60% 被削弱掉了。 β 愈小，则表明磁场削弱愈深。当电机磁路不饱和时，可以用磁通代替磁势，但当电机磁路饱和后，不能用磁通代替磁势，两者的差别较大。

SS4G 型机车采用了三级磁场削弱，一级磁场削弱系数 $\beta_1=0.7$ ，二级磁场削弱系数 $\beta_2=0.54$ ，三级磁场削弱系数 $\beta_3=0.45$ 。



SS4G 型电力机车调速

③SS4G 型电力机车磁场削弱的方式

根据（表达式 1），磁场削弱的方法有两类：a 改变励磁绕组匝数；b 改变励磁绕组的电流。

SS4G 型机车采用改变励磁绕组的电流的方法进行磁场削弱，通过在励磁绕组的两端并联电阻对励磁电流进行分路，从而达到削弱磁场的目的称为电阻分路法。原理如图 2 所示。

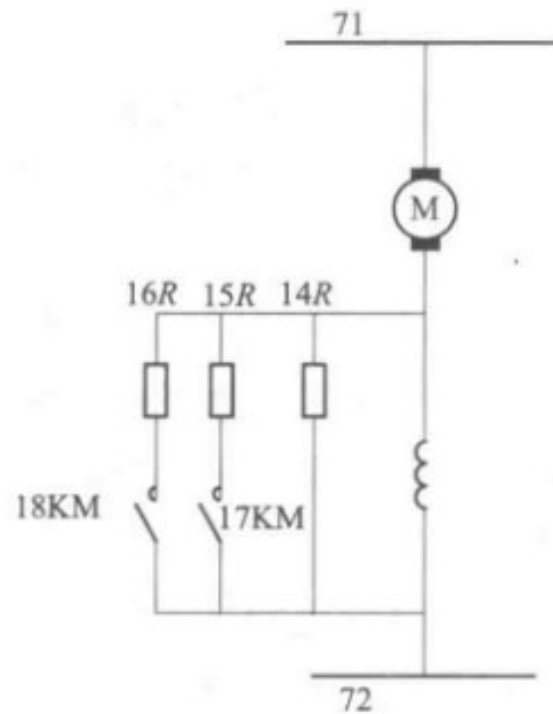


图 2



SS4G 型电力机车调速

③SS4G 型电力机车磁场削弱的方

式

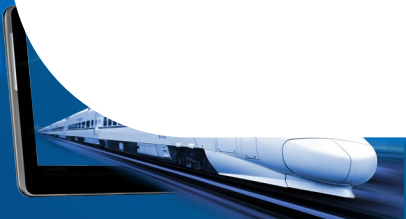
满磁场时，接触器 17KM、18KM 未闭合，此时牵引电动机电枢电流 I_a 全部流过励磁绕组， $I_a = I_L$ ，其磁势为 $I_a W$ ；削弱磁场时，接触器 17KM 闭合，磁场削弱电阻 15R 并联在励磁绕组两端，对励磁绕组起分流作用。此时电枢电流被分为两路，一路流过电阻 15R 的电流 I_R ，另一路流过励磁绕组的电流 I_L ，此时磁势为 $I_L W$ ， I_a 与 I_L 的关系式为：

$$\beta = \frac{(IW)_\beta}{(IW)_m} = \frac{I_L W}{I_a W} = \frac{I_L}{I_a} = \frac{I_L}{I_L + I_R}$$

上式说明， β 值的大小仅与两支路中电流的分配有关，而与电机励磁绕组匝数无关。若设励磁绕组的电阻为 R ，分路电阻为 R_1 ，则

$$\beta = \frac{I_L}{I_L + I_R} = \frac{R_1}{R + R_1}$$

（表达式 2）



SS4G 型电力机车调速

③SS4G 型电力机车磁场削弱的方

式

表达式 2 说明 β 值取决于励磁绕组和分路电阻的电阻值。对确定的牵引电动机来说，励磁绕组阻值为定值，因此，分路电阻值 $15R$ 、 $16R$ 的数值就决定了磁场削弱系数 β 的大小。要改变磁场削弱系数，只需改变分路电阻的阻值即可。在实际的牵引电机电路中，励磁绕组的两端直接并联着一个不可调节的分路电阻 $14R$ ，称为固定分路电阻，固定磁场削弱系数 $\beta=0.96$ ，其作用与 $15R$ 、 $16R$ 不同，是为了改善牵引电动机的换向。

电阻分路法因为励磁绕组结构简单，磁削系数调节非常方便，同时附加电能损耗很小，调速后的效率不致降低，是一种经济的调速方法。因而在交流型电力机车上得到广泛地应用。应当指出，电阻分路法要求各电机的分路电阻值必须精确一致，否则会造成各电机的 β 值不一致，磁场削弱程度不一致。同时应当特别注意的是，上述关于磁场削弱系数 β 的讨论是在电路稳定工作状态下进行的，当电路处在过渡过程时，应充分考虑励磁绕组的电感值。例如，当网压波动时，如网压突然上升造成机车工作电流突增，使电机电枢电流增加，励磁绕组的自感电势将阻止流过绕组的电流增长，而分路电阻支路电感很小，故电机中增加的电流大部分从分路电阻 R_1 中流过。这样主极磁场便不能很快加强，造成反电势不足，致使电枢电流过大，电机严重过载，严重时可能引起牵引电机环火。

三级磁场削弱的实现方式为：磁场削弱接触器 $17KM$ 闭合进行一级磁场削弱； $18KM$ 闭合进行二级磁场削弱； $17KM$ 、 $18KM$ 同时闭合进行三级磁场削弱。