

JICHE CHAIYOUJI LIANHE TIAOJIEQI

机车柴油机联合调节器

胡成木 编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

机车柴油机联合调节器

胡成木 编

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 3 年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书阐述了国产各型机车柴油机联合调节器及相关部件的功用及作用原理,介绍了评定调节系统的有关标准,解体和组装要点,调整和试验方法,日常维护要点,日常运用中常用故障的分析处理等。

本书可供机车司乘、维修、工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机车柴油机联合调节器/胡成木编. —北京:中国铁道出版社,2003.10
ISBN 7-113-05385-8

I. 机… II. ①胡… III. 内燃机车-柴油机-调节器 IV. U262.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 060765 号

书 名:机车柴油机联合调节器

作 者:胡成木

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:冯 慧

封面设计:蔡 涛

印 刷:北京市彩桥印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:6.75 插页:1 字数:159 千

版 本:2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN 7-113-05385-8/U·1533

定 价:15.50 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

在陆运、海运和空运竞争颇为剧烈的今天,铁路运输业之所以还大有用武之地,是因其具有安全快捷、运输量大、运营成本低的优势。而这些优势的取得和铁路牵引动力机械的发展不无关系。作为内燃机家族一员,柴油机以其热效率高、功率覆盖面大、结构成熟可靠、维护方便等优点,成为内燃机车最主要的动力机械。当柴油机用作机车牵引动力时,由于其转速—扭矩特性,柴油机要稳定运转,必须由调速器进行调节;另外,其转速—扭矩特性决定了它不能直接驱动机车轮对,而必须在柴油机和轮对中间设置传动装置。当机车采用直流电传动或交—直流电传动时,由其负荷特性和万有特性可见,调节柴油机负载特性即调节牵引发电机励磁电流,还可使柴油机运用中,各主要性能参数在允许范围内的同时,燃油消耗最低。这个既调节柴油机输入(即调节柴油机气缸每循环燃油喷入量)又调节柴油机输出(即调节牵引发电机励磁)的装置,就是本书重点要介绍的联合调节器。

为使柴油机稳定运转,设计和设置了调速器;为使机车柴油机在稳定运转的同时,又能使之运用得更合理、更经济,设计和设置了联合调节器。如果说前者是因为它能调节和稳定柴油机运转转速,而被称作调速器是恰如其份的话;那么,后者所稳定和调节的除了柴油机运转转速外,还有柴油机的输出力矩。由于运转转速和输出力矩两者乘积等于柴油机输出功率,因而后者称作调功器可能更为贴切,更能反映它的功能和作用。

不论是调速器,还是调节器,其结构之复杂、制造精度之高、组装与调整之精细、故障之分析和排除及与相关零部件之相互关系,都是十分复杂的。

40多年来,作者先后参与了我国第一台2000马力东风型直流电传动内燃机车及其10L207型柴油机用调速器,第一台4000马力东风₄型和之后部分型交—直流电传动内燃机车及其240/275系列柴油机用联合调节器的设计、试制试验、赴段服务及某些改进工作,也深感在自己长期接触的机车柴油机之转速及功率调节方面,理论水平之肤浅、实际经验之不足。限于当时的条件,一方面有关资料难以寻觅;另一方面这种机型运用时间不长,现场经验难以收集整理。但为了满足现场需要,根据运用部门的要求和有关方面的安排,作者于1979年编著了《东风₄型内燃机车联合调节器》一书。尽管内容比较贫乏、错误之处在所难免,但对现场有关人员还是起到了一定指导作用。

20多年来,我国机车柴油机更新换代的速度惊人,以联合调节器为中心的转速和功率调节系统也有相当的变化,为反映这些变化,作者编写成了本书。在此,作者对曾给予精神鼓励和资料支持的大连、四方、戚墅堰机车车辆厂和资阳、二七机车厂及天津机车车辆机械工厂等有关部门和同行表示衷心感谢!对曾走访过并提供相关信息和运用经验的全国80多个机务段的司乘及检修人员表示衷心感谢!

北方交大刘达德教授校阅了本书文稿、修订了不少错漏之处,在此表示感谢!

尽管作者做了很大努力,但限于理论水平和实际经验,书中错漏和不妥之处在所难免,恳请各方给予批评指正!

作者

目 录

第一章 机车及柴油机有关特性和调节	1
第一节 柴油机的有关特点和特性	1
第二节 机车的有关特点和特性	8
第三节 调速(节)器的分类	8
第四节 国内部分机车柴油机调速(节)器主要特性	10
第五节 C3X 型联合调节器主要技术特性	10
第二章 机车柴油机调节器的对外联接和极限调速器	12
第一节 调速器对其转速输入及调节动作输出的基本要求	12
第二节 机车柴油机调节器的传动	13
第三节 机车柴油机单制式调速器及其控制作用简介	22
第三章 联合调节器基本工作原理	30
第一节 各系统的工作原理	30
第二节 转速调节过程	38
第三节 功率调节过程	43
第四节 B、C、C ₃ 、C3X 型联合调节器工作原理	51
第四章 联合调节器的结构	58
第一节 A 型联合调节器的结构	58
第二节 B、C、C ₃ 、C3X 型联合调节器的结构	65
第五章 联合调节器的解体和组装	71
第一节 联合调节器的解体	71
第二节 联合调节器的组装	74
第六章 联合调节器的调整试验	77
第一节 机车柴油机调节系统有关标准和规定	77
第二节 柴油机和机车有关试验中联合调节器的调整	78
第三节 柴油机和机车有关试验中的联合调节器的调整试验	79
第四节 联合调节器试验台的基本要求	82
第五节 联合调节器综合性能调试台简介	82

第七章 联合调节器的日常维护及故障分析	85
第一节 联合调节器的日常维护	85
第二节 机车柴油机部分故障分析	87
附表	92
一、联合调节器的轴承	92
二、联合调节器的齿轮	93
三、联合调节器的花键	93
四、联合调节器的密封圈	93
五、联合调节器的弹簧	93
六、联合调节器的主要零部件配合尺寸	94
七、240/275 系列柴油机调控系统所用滚动轴承	97
八、240/275 系列柴油机调控传动齿轮主要技术数据	97
九、240/275 系列柴油机调控系统弹簧主要技术数据	98
附图	98
一、16V240ZJA 型柴油机牵引特性	98
二、16V240ZJB 型柴油机牵引特性	98
三、16V240ZJC 型柴油机牵引特性	99
四、16V240ZJD 型柴油机牵引特性	99

第一章

机车及柴油机有关特性和调节

在内燃机车及其柴油机组成的转速或转速—功率调节系统中,作为这个调节系统中心的调节装置——调速器或调节器是至关重要的。它应柴油机和机车的需要而产生,并随着柴油机和机车的发展而日趋完善。对机车及其柴油机来说,调节装置首先是一个“服务员”。但该装置更是一个“指挥员”。它通过对喷入柴油机气缸中燃油量的调节,使柴油机得以在某些设定的转速下,或在某一设定的转速范围内正常运转;它还通过对喷入柴油机气缸中燃油量的调节并从而调节柴油机负载特性,使柴油机能在某些设定的转速下运转时,按预定规律输出和该运转转速相对应的功率。前者指的就是各类动力机械中通常所用的调速器;后者指的是电传动机车柴油机的联合调节器。

由于调速器或调节器和柴油机、机车特别是交—直流电传动内燃机车之间,有上述“服务”与“被服务”、“指挥”与“被指挥”的特殊关系,无论是从比较全面地了解机车及柴油机基本情况出发,还是从深入了解和理解调节系统主要性能出发,分析和了解柴油机及机车的有关特点或特性是很有必要的。

第一节 柴油机的有关特点和特性

动力机械主要用来驱动工作机械做功,并按需要改变其输出功率的大小。作为动力机械之一的柴油机工作时,对外输出功率的大小和当时的运转转速的高低及输出力矩的大小两者的乘积成正比。

$$\text{即} \quad N_e = k_1 M_e \cdot n \quad (1)$$

式中 N_e ——柴油机输出功率, kW;

M_e ——柴油机输出力矩, N·m;

n ——柴油机曲轴转速, r/min;

k_1 ——比例常数。

由(1)式可知,改变柴油机输出功率,有下列三种方式:

1. 仅改变运转转速高低,输出力矩大小保持不变。
2. 仅改变输出力矩大小,运转转速高低保持不变。
3. 运转转速高低及输出力矩大小同时改变。

调节柴油机输出功率大小的这三种方式,分别由后面要介绍的二制调速器、全制调速器及联合调节器来实现。

但是,还需指出,这里所说的柴油机输出功率大小,除了取决于柴油机本身所能发出的功率大小外,更决定于由柴油机驱动的工作机械所能吸收的功率多少。从能量平衡的角度看,工作机械消耗的功率就是驱动它的柴油机输出的功率。只有它们之间这种需要和可能的“供”

“需”保持平衡,柴油机才能正常工作,一旦这种平衡关系破坏,柴油机就会出现“灭火”或“飞车”现象,这一点后文还有较详细的说明。

柴油机输出力矩的大小主要取决于每循环中向每个气缸喷进的燃油量的多少。

在合适的空气—燃油比条件下,由柴油机原理基本公式可导出,柴油机输出力矩大小和每循环每个气缸中燃油喷入多少的关系为

$$M_e = k_2 \frac{h_u}{\tau} \cdot i \cdot \eta_e \cdot \Delta g \quad (2)$$

式中 h_u ——燃油低热值, J/kg;

η_e ——柴油机有效效率;

i ——柴油机气缸数;

τ ——柴油机每循环冲程数;

Δg ——每循环每个气缸喷油量, g/(缸·循环);

k_2 ——比例常数。

对于当今广泛采用的机械式燃油喷射系统所用的滑阀式喷油泵来说,当喷油泵柱塞供油螺旋线展开线和停油螺旋线展开线均为简单直线时,每个喷油泵每循环供油量多少,直接取决于喷油泵齿条由供油始点开始向增大供油方向的位移量的大小,它们间的依赖关系,可用下面的公式来表达

$$\Delta g = \frac{d^2}{4D} (t_1 + t_2) \cdot \gamma \cdot \eta_H \cdot S \quad (3)$$

式中 d ——喷油泵柱塞直径, cm;

D ——喷油泵调节齿圈节圆直径, cm;

t_1 ——喷油泵柱塞供油螺旋线螺距, cm;

t_2 ——喷油泵柱塞停油螺旋线螺距, cm;

γ ——燃油密度, g/cm³;

η_H ——喷油泵供油系数;

S ——喷油泵齿条由供油始点开始向增大供油方向的位移, cm。

对某一特定的喷油泵及燃油来说,可令

$$\frac{d^2}{4D} (t_1 + t_2) \cdot \gamma \cdot \eta_H = k_3 \quad (4)$$

式中 k_3 ——比例常数。

这样式(3)变为

$$\Delta g = k_3 S \quad (5)$$

将式(5)代入式(2)得

$$M_e = k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{h_u}{\tau} \cdot i \cdot \eta_e \cdot S \quad (6)$$

将式(6)代入式(1)则得到

$$N_e = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{h_u}{\tau} \cdot i \cdot \eta_e \cdot S \cdot n \quad (7)$$

对某一柴油机来说, k_1 、 k_2 、 k_3 都是常数, τ 和 i 又是确定的, 这样式(6)、式(7)又可分别写成

$$M_e = k_4 \cdot h_u \cdot \eta_e \cdot S \quad (8)$$

$$N_e = k \cdot h_u \cdot \eta_e \cdot S \cdot n \quad (9)$$

式中 k_4 、 k ——比例常数, $k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$ 。

公式(9)表明:

1. 影响燃油低热值及柴油机有效效率的各有关因素都会影响柴油机输出功率。
2. 柴油机输出功率大小和当时的运转转速及喷油泵齿条由供油始点开始向增大供油方向位移量的乘积成正比。

这样, 前面所说的改变柴油机输出功率的三种方式, 还可归结为:

1. 仅改变运转转速高低, 齿条位置保持原有状态不变。
2. 仅改变齿条位移多少, 运转转速保持不变。
3. 在改变运转转速高低的同时, 也改变齿条位移。

目前我国铁路机车的传动装置, 大多采用交—直流电传动。其中的机—电联合调节基本原理, 就是在司机变换操作手把位置过程中, 通过联合调节器的作用, 在改变柴油机曲轴转速的同时, 喷油泵齿条也按预定的或调定的规律, 作出与转速相对应的位移; 在柴油机转速保持于某一确定值不变时, 喷油泵齿条也将在与该确定转速相对应的位置上保持不变。由于转速和齿条位移两者都保持恒定不变, 因而与两者乘积成正比的柴油机输出功率也将保持恒定不变。因此, 我们常说的恒功调节的实质, 就是这种在司机操纵手把位置不变时, 柴油机保持恒定转速、喷油泵齿条保持恒定位移的调节。只要操纵手把位置不变, 不仅柴油机转速保持不变, 而且喷油泵齿条位移也保持不变。

输出力矩大小和运转转速高低没有直接关系。

由理论分析导出的公式(8)中, 没有转速项, 这就表明柴油机输出力矩大小和当时运转的转速高低间没有关系。但是, 柴油机充气系数随转速的变化规律, 影响了柴油机的有效效率, 因而实测的速度特性和理论分析有一定出入。实测的 16V240ZJC 型柴油机随转速变化的扭矩曲线见图 1。不过, 为分析方便, 下面还是按输出扭矩大小和运转转速高低无关来讨论。

作为动力装置, 柴油机只有驱动发电机、空气压缩机、水泵、油泵等工作机械以及和这些工作机械组成的机组在人为设定的工况下稳定运转, 才能发挥其作用。这个机组的运转状况, 可由下述方程来表达

$$J \frac{dn}{dt} = M_e - M_c - M_f$$

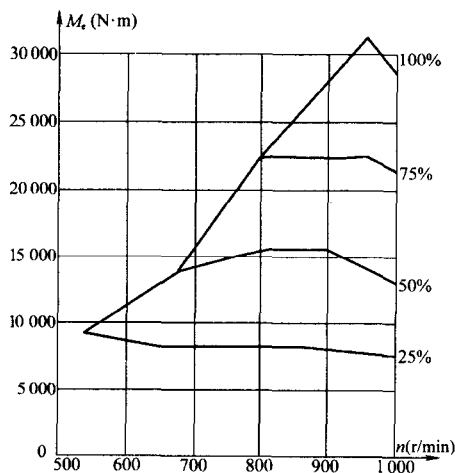


图 1 16V240ZJC 型柴油机随转速变化的扭矩曲线

$$\text{或} \quad J \frac{dn}{dt} = k \cdot h_u \cdot \eta_e \cdot S - M_c - M_f$$

如设 h_u 和 η_e 为常数, 且 $k \cdot h_u \cdot \eta_e$ 之积为 k_5 , 则有

$$J \frac{dn}{dt} = k_5 S - M_c - M_f = \Delta M \quad (10)$$

式中 J 及 n ——分别为机组转动惯量及转速, $\text{kg} \cdot \text{m}^2$, r/min ;

S ——喷油泵齿条由供油始点开始的位移, cm ;

M_c ——加于柴油机输出轴上的工作机械阻力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

M_f ——柴油机空转时的内部摩擦力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

ΔM ——机组加速力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

k_5 ——常数。

按此方程, 机组的运转状态, 因输出力矩和阻力矩的不同特性, 可能有以下几种情况:

1. $M_e > 0$, $M_c = 0$, M_f 相对很小可以不计; 这时加速力矩 $\Delta M = M_e > 0$, 且 $\Delta M = \text{const}$, 这样由式(10)经计算得

$$n = \frac{k_5}{J} \cdot S \cdot t \quad (11)$$

式中 t ——由 $M_c = 0$ 开始的时间间隔。

由上式可见, 当喷油泵齿条固定在大于某一位置不变时, 如果加于柴油机曲轴上的阻力矩突降至“0”, 机组转速将随时间增长而直线地升高; 并且喷油泵齿条所固定的位移越大, 这个机组转速随时间增高的速度就越快。当和机组转速按平方关系增大的离心惯性力大于某一值时, 机组中某些机件, 将因机械负荷过大而损坏; 或者因过高转速引起的气缸充气系数急剧下降, 导致燃烧恶化、排温升高超过许用值, 某些机件因过热, 热负荷过高而变形或裂损。事实上, 即使阻力矩不突降至“0”, 但只要满足 $M_e > M_c + M_f$, 这种机组转速随时间直线升高的现象也会发生。这个现象就是通常所说的柴油机转速飞升。当转速飞升到超过极限调速器动作转速时, 就是“飞车”。

2. M_e 、 M_c 均大于“0”并且 $M_e > M_c$, 这时加速力矩为负值。并假定 $M_e - M_c = -\Delta M = \text{const}$, 这样由式(10)得

$$n = -\frac{1}{J} \cdot S \cdot t \quad (12)$$

由(12)式可见, 当喷油泵齿条固定在某一位置不动, 而工作机械加于柴油机曲轴上的阻力矩大于和该齿条位置相对应的柴油机输出力矩时, 柴油机将在减速力矩作用下, 机组转速将随时间增长而直线地下降, 并且, 这个下降速度随两者差值 ($-\Delta M = M_e - M_c$) 增大而加快。当柴油机转速降至一定值时, 柴油机就会“灭火”而停机。

3. $M_e = M_c$, 并且 $\frac{dM_e}{dn} = 0$ (或 $\frac{dM_f}{dn} = 0$); 此时, 在 $n - M_e(M_c)$ 坐标系中, M_c 和 M_e 一样, 也是一条近似平行于横坐标 n 的水平直线, 并且两者相互重合或接近重合; 在机组转速范围内的各转速上, 加速力矩是一条和横轴重合的水平直线, 见图 2。这种状况下, 尽管加速力矩 ΔM 为零, 但机组运转转速却可能因一极为微小的扰动, 在很大的范围漂移。显然这时柴油机无法正常运转。

柴油机空转时,工作机械的阻力矩 $M_c = 0$,这样机组运转状态只取决于柴油机内部摩擦力矩 M_f 随转速的变化规律。按柴油机原理分析,其内部摩擦力矩 M_f 及指示力矩 M_i 随转速的变化规律,和图 2 所示的 M_e 和 M_c 随转速的变化规律相同,因此当柴油机空转时,由于某种原因使指示压力产生微小增加,或内部摩擦力产生微小减小,都会导致柴油机转速连续地升高;反之,如因某种原因使指示压力产生极小减小或内部摩擦力产生极小增加,也会导致柴油机转速不断地下降直至灭火停机。

4. 在某一转速(n_0)上 $M_e = M_c$,但是 $\frac{dM_c}{dn} < 0$;这时,在 $n - M_e(M_c)$ 坐标系中, M_e 理论上是一条近似水平的直线,而 M_c 是一条下降的曲线,为简化起见,看作是一条下降的直线,它们在 n_0 相交,这时 $M_e = M_c$ 。在两者的交点 n_0 处,机组理论上讲能稳定工作,但其稳定难于维持。机组加速力矩 $\Delta M = M_e - M_c$ 是一条上升的直线,见图 3,当机组运转转速因某一原因稍有变化,如这种变化使运转转速稍有升高即 $n_1 > n_0$ 时,由于阻力矩的下降特性,使这时的 $M_c < M_e$ 。于是机组转速将在加速力矩 $\Delta M = M_e - M_c$ 作用下有所增高;转速的增高,又使加速力矩进一步增大,进一步增大的加速力矩,使转速再次增高。如此循环,机组转速连续不断地升高,直至机组中某些机件,因机械负荷过大或热负荷过高而损坏。反之,如机组因某一原因使运转转速稍有降低,即 $n_2 < n_0$ 时,由于下降的阻力矩特性使 $M_c > M_e$,于是机组转速将在减速力矩 $-\Delta M = M_c - M_e$ 作用下,有所降低;转速的降低,又使减速力矩进一步增大;进一步增大的减速力矩,使转速再度降低,如此循环,机组转速将连续不断地降低,直至柴油机灭火而停机。

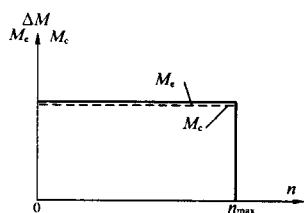


图 2 $\frac{dM_c}{dn} = 0$ 时加速力矩变化

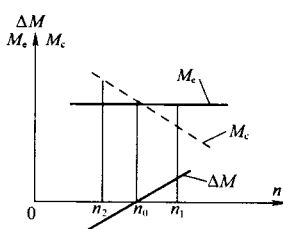


图 3 $\frac{dM_c}{dn} < 0$ 时加速力矩变化

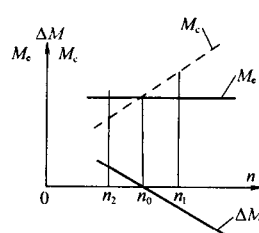


图 4 $\frac{dM_c}{dn} > 0$ 时加速力矩变化

5. 在某一转速 n_0 处, $M_e = M_c$,但是 $\frac{dM_c}{dn} > 0$;这时,在 $n - M_e(M_c)$ 坐标系中, M_e 依然是一条水平直线,但 M_c 是一条上升的曲线。它们在 n_0 处相交,即此时 $M_e = M_c$ 。机组不仅能在此转速稳定运转,即使因某些原因使转速稍有变化时,也能稳定运转。这是由于上升的阻力矩特性所产生的下降的加速力矩赋予的(见图 4)。当机组转速由稳定运转的 n_0 稍有升高即 $n_1 > n_0$ 时,由于 $M_c > M_e$,加速力矩 $\Delta M = M_e - M_c$ 为负值,在此负加速力矩作用下,机组转速由 n_1 返回 n_0 处;反之,如机组转速因某种原因由 n_0 稍有降低即 $n_2 < n_0$ 时,由于下降的阻力矩特性,使得 $M_c < M_e$,这样加速力矩为正值;在此正值加速力矩作用下,稍有降低的机组转速又由 n_2 返回 n_0 处。因此,柴油机和阻力矩随转速升高而增大的工作机械联合运转时,机组运转的转速稳定性就得到保障。

柴油机是压燃式内燃机,其输出功率大小的调节,不能像汽油机那样,采用改变每循环中进入气缸中的可燃混合剂的数量(即所谓的变量调节,其空气—燃油比基本保持不变),而只能采用改变每循环中可燃混合剂中燃油数量(即所谓的变质调节)。这样,即使是增压柴油机,进

入气缸中的空气量也不能保证每一工况下,都有一个使喷入气缸内燃料充分燃烧所须的空气—燃油比。也就是说其空气—燃油比在很大范围内变化。

在某一给定转速下运转时,油耗最少的最经济输出功率只有一个;而在其工作转速范围内不同转速下运转时,这个最经济输出功率,随运转转速的升高而增大。

由于柴油机只能采用变质调节,不能保证每一工况下都有一个最佳的空气—燃油比。这样设计机车柴油机时,通过选择有关参数,使在某一转速上运转,其运用经济性随负载增加而提高,即单位功率燃油消耗 g_e 随输出功率 N_e 增加而降低。这可由柴油机的负荷特性看出。DF_{4C}型机车用 16V240ZJC 型柴油机 1000 r/min 时的负荷特性见图 5。当在不同转速上运转

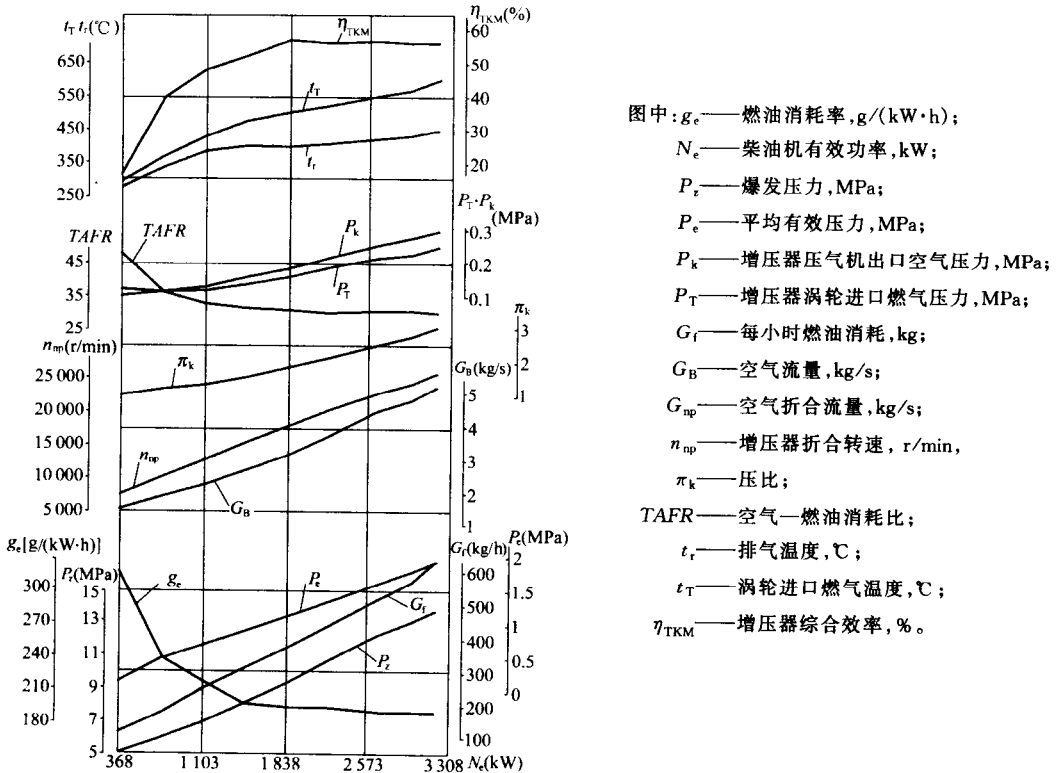


图 5 16V240ZJC 型柴油机 1000 r/min 负荷特性

时,这个油耗最少的负载,随转速升高而增加,这可由柴油机的万有特性看出。16V240ZJC 型柴油机的万有特性见图 6。将万有特性中各运用转速上,油耗最少、排气温度最低、增压器喘振裕量较大、爆发压力在许用范围内的输出功率点联起来,就是最为关心的内燃机车柴油机牵引特性,如何保证得到预期的牵引特性,是柴油机和机车设计及制造时所追求的;而运用中完善地体现这条预期的牵引特性,则是所有参与和关心机车柴油机调节人们的共同心愿。16V240ZJC 型柴油机的牵引特性见图 7。

为使柴油机运用得最合理、最经济,当要其输出功率变换时,必须按牵引特性给定的与该输出功率相对应的转速,变换柴油机运转转速。

由于牵引特性是由万有特性优选出来的,当柴油机在选定的转速下运转,发出由牵引特性确定的对应功率时,其工况最佳,各有关特性参数在许用范围内,而燃料消耗最少。

要使柴油机在选定的转速下运转,发出由牵引特性确定的与该运转转速相对应的功率,必须使柴油机在选定的转速运转时,其喷油泵齿条由供油始点开始,向增大供油方向的位移为一个与该输出功率相对应的确定值。

由上述柴油机特性可见:

1. 柴油机只能在某两个给定的最高和最低转速范围内运转。超过其最高转速,将导致机件损坏或过热;低于其最低稳定转速,运转就不稳定甚至导致灭火。为解决这个问题,产生了单制调速器或二制调速器。

2. 采用二制调速器的柴油机,其运转转速虽受到最高转速和最低转速限制,但在这两者之间哪一个转速上运转是不确定的,具体转速值受当时柴油机输出转矩 M_e 和其负载力矩 M_c 相平衡的约束。要想柴油机在预定的给定转速上运转而不受负载力矩变化的影响,就得采用全制调速器。

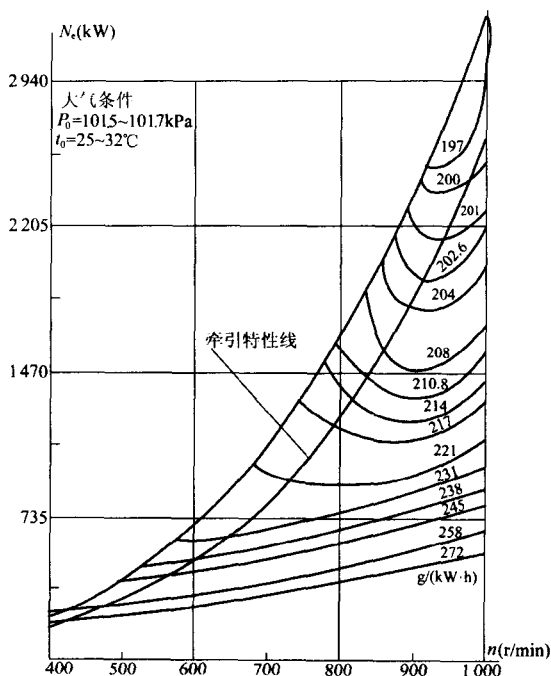


图6 16V240ZJC型柴油机万有特性

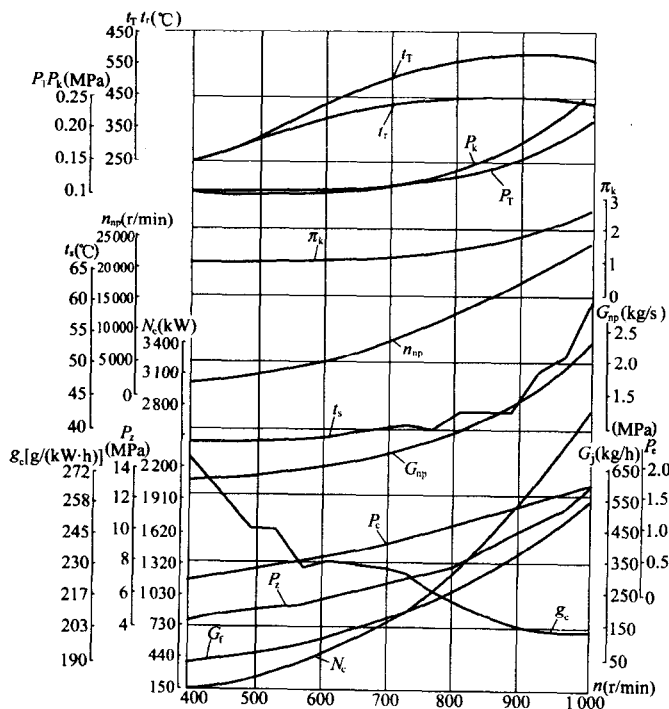


图7 16V240ZJC型柴油机牵引特性

3. 由于铁路机车牵引需要, 机车柴油机在其标定功率范围内, 输出功率必须按需要, 要求多少就发出多少, 这就要求柴油机提供的功率挡位至少有足够多, 而且越多越好。而由柴油机负载特性和牵引特性看出, 要使柴油机运用得最合理、最经济, 柴油机于某一转速上运转, 其输出功率只有一个, 而且这惟一的功率, 其数值大小就等于牵引特性上和当时运转转速相对应点的功率值。为使柴油机在给定转速上运转, 发出按牵引特性给出的对应功率, 就出现了机—电联合调节。

第二节 机车的有关特点和特性

由于机车牵引功率大、工况变化频繁而剧烈, 再加上柴油机本身一些特点, 作为机车动力装置, 其柴油机是否充分、合理而又经济地运用, 仅有上面所说的调速器作用是不够的, 还必须和机车传动装置有良好的配合。由于传动装置的不同, 用来控制柴油机工作的调节装置也必须有所不同:

1. 当机车采用机械传动或液力偶合器传动时, 机车的运行速度 v 和柴油机工作转速 n 间有确定的比例关系, 柴油机工作转速的高低, 直接决定了机车行驶速度的大小, 这时柴油机应采用二制调速器。即司机直接改变喷油泵齿条位置。以改变每循环喷油量, 使柴油机输出功率足以克服机车运行阻力, 达到要求的运行速度。

2. 当机车采用液力变扭器传动或直—直流电传动时, 柴油机工作转速和机车行驶速度间没有直接关系, 由于变扭器的特性或直流牵发电机的特性, 可使柴油机在机车运行速度范围内保持近似的恒功率, 改变柴油机转速给定值, 就可以得到不同的油耗较少的输出功率。对于这样的传动, 采用全制调速器就可以。如 DF、DF₂、DF₃、BJ 型机车等。

3. 对于采用交—直流电传动的机车, 由于交流发电机很难得到比较理想的外特性, 为充分、合理、经济地运用柴油机, 应当采用在调节转速同时也调节供油量的机—电联合调节器。如 DF_{4A}、DF_{4B}、DF_{4C}、DF_{4D}、DF₅、DF_{5B}、DF₆、DF_{7C}、DF₈、DF₉、DF₁₀、DF_{10F}、DF₁₁ 型机车等。

第三节 调速(节)器的分类

除正在开发或处于少量运用的电子调速器外, 目前广泛采用的调速(节)器基本上是机械式或机械—液压式、电气(子)—液压式。如按其转速敏感元件对柴油机喷油泵齿条驱动力的传递过程可分为:

1. 直接作用式

直接作用式目前使用的多是机械式调速器, 它对喷油泵齿条的控制, 是由其转速敏感元件—飞锤随柴油机同步旋转过程中产生的离心力直接作用的。飞锤因离心力所作的功, 就等于驱动喷油泵齿条所消耗的功率。由于其工作能力小, 控制精度低, 只用于小型柴油机。

2. 间接作用式调速(节)器

间接作用式调速(节)器现在多为机械—液压式或电气(子)—液压式, 其转速敏感元件仅产生转速变化信号并且不直接作用于喷油泵齿条, 而是通过液压放大部分放大后, 再去推动齿条。由于经过液压放大, 虽然转速敏感元件反映柴油机转速变化过程中所作的功很小, 但用来驱动喷油泵齿条的功却可以很大, 而且控制精度较高, 多用来控制大功率和比较重要的柴

表 1 国内部分机车柴油机调速(节)器主要特性

顺 号	型 号	图 号	配 属		柴油机工作转速 范围内飞锤转速 范围(r/min)	电控信号 输入连接 方 式	调节工作转速 方 式	燃油调节 输出方式	励磁调节电阻 阻值(Ω)	辅 加 装 置
			机车	柴油机						
1	QJY-1	C ₁ -52-000	DF _{1.3}	10L207	457~971/1.143		电-空 16 挡有级	往复	—	
2	QJY-2	C ₂ -52-000	DF ₂	6L207	457~971/1.143		电-空 16 挡有级	扭转	—	
3	QJY-5	TPJ17-00-00	BJ	12V240Z	366~946/0.86		电-空 16 挡有级	扭转	—	
4	QJY-5C	TPJ07-00-00	DF ₇	12V240Z	366~946/0.86		步进电机无级	扭转	—	
5	联合-A	DLT132-00-00	DF _{4A}	16V240ZJA	414~1 012/0.92	多头插销	电-液 16 挡有级	扭转	190.8	
6	联合-B	TPJ16-00-00	DF _{4A}	16V240ZJA	414~1 012/0.92	多头插销	电-液 16 挡有级	扭转	492.9	
7	联合-C	TPJ78-00-00	DF _{4B}	16V240ZJB	414~1 012/0.92		步进电机无级	扭转	492.9	
8	联合-C2	TPJ08-00-00	DF ₈	16V280ZJ	360~900/0.90		步进电机无级	扭转	492.9	
9	联合-C3	TPJ107-00-00	DF _{4C}	16V240ZJC	475~1 105/1.105 3		步进电机无级	往复	492.9	
10	联合-C3X	TPJ133-00-00	DF _{4D}	16V240ZJD	409.5~952.3/0.952		步进电机无级	往复	492.9	启动限油
11	联合-C4	TPJ09-00-00	DF ₅	8240	368~920/0.92		步进电机无级	往复	492.9	
12	联合-D	TPJ108-00-00	DF _{9.11}	16V280ZJA	360~900/0.90		步进电机无级	往复	1 767(1 787)	
	PGEV		DF _{10F}	12V240ZJD	409.5~952.3/0.952	多头插销	电液 16 挡有级	往复	492.9	进气压力补偿、启动过载限油、功率靠模
	PGEV		DF ₆	16V240ZJD	475~1 105	多头插销	电液 15 挡有级	往复	492.9	进气压力补偿、启动、过载限油、功率靠模
	SUIZER B·B·C		ND _{2.3}	12LDA28	613~1 314/1.752		气动 24 挡有级	扭转	—	增压压力、轮对空转
	R32P		NY ₆	MB16V652	396~944/0.66		电-空 31 挡有级	扭转	—	进气温度保护、启动限油、过载保护
	P32P-2		NY ₇	MA12V956	429~990/0.66		电-空 31 挡有级	扭转	—	进气温度保护、启动限油、过载保护
	PG		ND ₄	AG0240V16	396~972/0.72	多头插销	电-空无级	扭转	—	
	PG		ND ₅	7FDL-16	425~1 103.7/1.103 7	多头插销	电-液 8 挡有级	往复	—	启动、过载限油、轮对空转保护

油机。

如按其所控制的柴油机转速值可分为单制式、二制式和全制式等：

1. 单制式：它只控制柴油机一个转速如最高转速。当柴油机运转转速达到或超过某一设定转速时，它就动作使柴油机降速或停机。国产机车柴油机的超速保护装置一极限调速器都是单制式的。一旦柴油机转速达到或超过允许值，它就动作使柴油机停机。

2. 双制式：它只控制柴油机的最高工作转速和最低稳定转速。当柴油机转速达到或超过许用转速时，它将喷油泵齿条推向减油位，以防止柴油机超速；当柴油机转速低于其最低稳定转速时，它将喷油泵齿条拉向加油位，以防止柴油机灭火。当柴油机在最高工作转速和最低稳定转速间运转时，它对喷油泵齿条无控制作用。这时喷油泵齿条是人力操纵的。它多用于拖拉机柴油机。

3. 全制式：在柴油机工作转速由最低稳定转速到标定转速的全范围内，它对喷油泵齿条都随时加以调节和控制，以保证柴油机在给定的转速上运转。目前电传动机车柴油机所用的都是这种全制式调速（节）器。DF_{4B}等型交一直流电传动内燃机车所用的机—电联合调节器，就其对转速控制来说，它也是全制式的。

第四节 国内部分机车柴油机调速（节）器主要特性

国产机车中的 DFH 各型、BJ 型及进口的 NY₆、NY₇ 型机车，均采用液力传动装置，其柴油机分别采用了机械式或机械—液压全制式调速器。而国产的 DF 各型及进口的 ND₂、ND₃、ND₄、ND₅ 等型机车，均采用直流或交一直流电传动，其柴油机分别采用了机械—液压全制式调速器和机械—液压联合调节器。它们的主要技术特性见表 1。

第五节 C3X 型联合调节器主要技术特性

由 QJY 型机械—液压全制式调速器发展起来的各型联合调节器，不仅有相当数量零部件可通用互换，而且某些性能参数如工作能力、工作油压、控制电压等也相同或相近。为适应新近投入批量生产的新型机车如 DF_{4D} 型机车的需要，新近批量生产的带有起动限油功能的 C3X 型联合调节器主要技术特性见表 2。

表 2 C3X 型联合调节器主要技术规范

顺 号	技 术 名 称	单 位	技 术 指 标
1	型式		机械—液压、全制、恒速、恒功率代起动限油
2	最大允许转速范围	r/min	300~1200
3	推荐工作转速范围	r/min	400~1050
4	工作能力：燃油控制	N·m	20
	励磁控制	N·m	4
5	转速输入轴旋转方向	顶视	固定顺时针
6	转速输入轴传动功率	kW	<0.4
7	调节输出轴：燃油调节	mm	25±0.5
8	励磁调节	(°)	300
9	推荐液压油		见第七章表 4
10	推荐液压油工作温度	℃	50~70

续上表

顺 号	技 术 名 称	单 位	技 术 指 标
11	蓄压室工作油压	MPa	0.65~0.70
12	油池、油腔容积	L	~2
13	正常油池油位高度	mm	油位指示器刻线上 5 或下 5
14	电气元部件控制电压	V	110 DC
15	自动停车电磁联锁(DLS)		
	电磁线圈电阻	Ω	25.8(27.5)
	衔铁行程为 3 mm 吸力	N	176.6
16	功率调节可调励磁电阻阻值	Ω	492.9
	可调励磁电阻功率	W	36.5
17	步进电机:额定扭矩	N·m	0.5 DC
	工作电压	V	20
	每相绕组电阻	Ω	60
	外形尺寸(长×宽×高)	mm×mm×mm	440×330×588
	质量	kg	58