



任务 4	辅助发电电路常见故障处理	110
任务 5	空压机打风电路常见故障处理	117
任务 6	机车启动电路常见故障处理	121
任务 7	机车调速电路常见故障处理	130
任务 8	机车水温、油压和防越位起车保护电路常见故障处理	138
任务 9	机车接地、过流和空转保护电路常见故障处理	144
任务 10	机车故障励磁和后退走车电路常见故障处理	150
任务 11	电阻制动电路常见故障处理	156
任务 12	内燃机车电气动作综合试验	164
项目四	DF8B 型内燃机车逻辑控制电路识读	167
任务 1	逻辑控制单元认知	167
任务 2	逻辑控制单元控制信号认知	174
任务 3	柴油机启动控制电路识读	185
任务 4	辅助发电控制电路识读	197
任务 5	空压机打风控制电路识读	202
任务 6	机车启动控制电路识读	206
任务 7	磁场削弱控制电路识读	223
任务 8	电阻制动控制电路识读	227
任务 9	机车保护电路识读	233



参考文献..... 242



项目一 内燃机车工作原理认知

项目概述

了解内燃机车的基本构造和机车的工作原理，能使学生在宏观上认识机车，是学习并掌握内燃机车牵引控制技术的前提条件。本项目下设内燃机车基本构造认知和内燃机车传动方式认知两个子任务，学生通过完成认知型学习任务，应掌握内燃机车的基本构造、电传动型内燃机车的主要特点和工作原理，建立起对机车的整体认识，为后续项目的学习打下基础。

任务 1 内燃机车基本构造认知



【任务描述】

任务类型：原理型、结构认知型。

任务目标：① 掌握内燃机车的基本构造和各组成部分的主要用途；

② 了解内燃机车传动装置的基本类型。

任务开展：先向学生下发学习任务书，学生通过课前检索、分组讨论等方式初步了解内燃机车的构造，初步掌握机车各组成部分的主要功能，发现并归纳问题；再通过现场学习、课堂学习等方式解决问题，完成任务；最后使用任务验收单检测任务完成质量。



【设备资料】

设备推荐：内燃机车实物或模型（DF₄型、DF_{4B}型、DF_{8B}型等）。



- 资料链接：① 王学明. 铁道机车总体技术. 成都：西南交大出版社，2009.
- ② 李晓村. 内燃机车总体. 北京：中国铁道出版社，2008.
- ③ 于彦良. 内燃机车电传动. 北京：中国铁道出版社，2007.
- ④ 戚墅堰机车车辆厂. 东风_{8B}型内燃机车. 北京：中国铁道出版社，2009.
- ⑤ 刘达德. 东风_{4B}型内燃机车：结构·原理·检修. 北京：中国铁道出版社，2008.



【知识引导】

一、内燃机车的基本构造

内燃机车是以内燃机为原动力，通过传动装置驱动车轮的机车。根据机车上内燃机的种类，内燃机车可分为柴油机机车和燃气轮机车。由于燃气轮机车效率低、噪声大、使用的耐高温材料成本高等原因，其发展落后于柴油机机车。在我国，内燃机车的概念习惯上指的是柴油机机车。

内燃机车虽然有各种不同的类型，但它们的基本组成及工作原理是相同或相似的，内燃机车都是由柴油机、传动装置、车体、转向架及辅助装置等部分构成的。

(一) 柴油机

柴油机是内燃机车的动力装置，它将燃料的化学能转变为机械能，即利用柴油燃烧所产生的燃气直接推动活塞做功。现代机车用的柴油机都配装废气涡轮增压器，以利用柴油机的废气推动涡轮压气机，把提高了压力的空气经中间冷却器冷却后送入柴油机进气管，从而大幅提高了柴油机功率和热效率。柴油机的工作有四冲程和二冲程两种方式，同等转速的四冲



程机的热效率一般高于二冲程，所以大部分柴油机采用四冲程。

(二) 传动装置

从柴油机曲轴到机车动轮轴之间的功率传递，需要有一套扭矩、转速及方向可变的中间环节，即传动装置。根据传动装置组成设备的不同，传动装置可分为机械传动、液力传动和电力传动三种。

传动装置是为使柴油机的功率传到动轮轴上能符合机车牵引要求而在两者之间设置的媒介装置。柴油机的扭矩-转速特性和机车的牵引力-速度特性完全不同，不能用柴油机来直接驱动机车动轮。柴油机有一个最低转速，低于这个转速就不能工作，柴油机因此无法启动机车；柴油机功率基本上与转速成正比，只有在最高转速下才能达到最大功率值，而机车运行的速度经常变化，使柴油机功率得不到充分利用；柴油机不能改变旋转方向，机车也就无法换向运行。所以，内燃机车必须加装传动装置来满足机车的牵引要求。

1. 机械传动

机械传动装置的主要部件是一个主摩擦离合器和一个多挡速度的齿轮变速箱。柴油机经主摩擦离合器、变速箱，再驱动内燃机车动轮。这种装置和汽车常用的机械传动装置相似；主离合器脱开时，启动柴油机，然后慢慢合上离合器，车子就能够起步；运行过程中，不断改变变速箱的挡位，即不断改变变速箱的齿轮传动比，就能使机车从低速到高速，获得所需的工作速度范围。机械传动结构简单，但功率利用率低，换挡时有功率中断，容易引起冲动，所以干线机车一般不采用此方法，只用于小型机车上。

2. 液力传动

液力传动系统主要由液力传动装置、万向轴、车轴齿轮箱等组成。柴油机输出的功率通



过液力传动装置，经万向轴分别传至每根动轮上的车轴齿轮箱。

液力传动装置的主要部件是一台离心式液力泵和一台液力涡轮机。当柴油机工作时，柴油机带动液力泵的叶轮高速旋转，由于离心力的作用，油箱中的工作油被液力泵吸起并加速，具有很高的压力和流速，然后通过输油管输送到涡轮机中去。当高压油冲向涡轮机的叶轮时，叶片受到很大的冲击压力，于是叶轮也跟着旋转起来，再通过齿轮的传动，使轮对也转动起来。工作油把能量传给涡轮机后，就从油管流回油箱。液力传动机车操纵简单、可靠，特别适用于多风沙和多雨的地区。

3. 电力传动

电传动装置的主要部件是牵引发电机和牵引电动机。电传动内燃机车工作时，由柴油机带动牵引发电机发电，经过一套电气控制装置向安装在内燃机车转向架上的牵引电动机供电，牵引电动机将电能转化为机械能，再经过齿轮传动驱动机车动轮转动。

目前大多数内燃机车采用电力传动装置，电传动内燃机车具有以下优点：

(1) 通过选择适当的牵引电动机并采用恰当的调节手段，可以扩大内燃机车牵引力和运行速度的调节范围，以满足列车运行的需要。

(2) 通过设置恒功率调节装置，能使机车在整个工作速度范围内，柴油机始终在额定工况下运行，充分利用柴油机功率。

(3) 可以利用牵引电动机的短时过载能力，充分利用机车的黏着重量，提高单机牵引能力。

(4) 可以通过改变牵引电动机的旋转方向，轻松实现机车换向运行。



(5) 电传动装置本身传动效率高，工作比较可靠。

(三) 车 体

车体是内燃机车的骨架，是安装柴油机及辅助设备的基础，并起着保护这些设备的作用。

现代大功率机车将车体侧壁、司机室等与底架焊在一起，成为一个整体承载结构的车体，以增强刚度，减轻重量。

(四) 转向架

转向架是内燃机车的走行部分，用以承受车体、车架及其上部所有设备的重量，传递机车的牵引力和制动力。

(五) 辅助装置

辅助装置是保证柴油机、传动装置和走行部正常工作和可靠运行的辅助设备，包括以下部分：

1. 燃油系统

燃油系统主要由燃油箱、燃油输送泵、燃油粗滤器、燃油精滤器和燃油预热器等部件组成。燃油系统的功能是把燃油箱内的燃油通过燃油输送泵送往燃油粗滤器、燃油精滤器，最后送到柴油机上的喷油泵和喷油器，进入燃烧室，冬季还可以对燃油进行预热。

2. 机油系统

为保证柴油机、增压器各部分的有效润滑，机车设有机油系统，该系统将清洁的、具有一定压力和适当温度的机油输送到需润滑的部位，并使滑油循环使用。机油在循环流动时可带走一定的热量，使运动部件始终保持良好的工作温度，具有冷却作用。机油系统主要由机



油热交换器、机油滤清器、启动机油泵、主机油泵、管路和阀门等部件组成。

3. 冷却系统

柴油机工作时，气缸内燃气温度很高，使气缸套等零件强烈受热，为保持其正常工作并延长使用寿命，必须对这些零部件进行冷却。冷却系统由冷却水泵、膨胀水箱、散热器组、管路和风扇等部件组成。它通过冷却水对气缸套、气缸盖、增压器、中冷器及机车热交换器等处进行冷却。

4. 预热系统

在柴油机启动前，如油水温度过低则不可起机，应通过预热锅炉对冷却水进行加热，冷却水再通过机油热交换器对机油进行加热，以达到符合柴油机启动要求的油、水温度。预热系统主要由预热锅炉、管路和相关辅助电机组成。

5. 空气管路系统

机车的空气管路系统是机车重要组成部分之一。它按照作用可分为风源系统、制动系统、控制管路系统和辅助管路系统。

风源系统一般由空气压缩机组、调压阀、止回阀、背压阀、油水分离器、空气干燥器、总风缸及高压安全阀等部件构成，为机车提供稳定、洁净、干燥的压缩空气。

制动系统能够控制机车和整列车的减速和停车，它是确保机车安全运行的一个极为重要的系统。空气制动系统一般由制动机和基础制动装置组成。基础制动装置包括制动缸、制动传动装置、闸瓦及闸瓦间隙自动调整器等部件。

控制管路系统为机车上的电空接触器、转换开关等大容量的电气设备提供压缩空气，以驱动其动作。



辅助管路系统为撒砂器、风笛、雨刷器等辅助风动器械提供压缩空气，以驱动其工作。

6. 辅助传动装置

内燃机车上除了安装有柴油机-发电机组为机车提供动力外，还安装有许多其他辅助传动设备，以满足机车不同的传动需要，保证机车正常工作。这些辅助设备通常采用机械传动、静液压传动和直流电动机驱动三种传动方式。

内燃机车的辅助机械传动装置是由柴油机输出端和自由端分别驱动启动变速箱和静液压变速箱，启动变速箱分别带动启动发电机、励磁机、前通风机和测速发电机工作；静液压变速箱带动静液压泵和后通风机工作。内燃机车的辅助液压传动装置用于静液压泵到静液压马达的传动，并由静液压马达驱动冷却风扇工作。

二、DF_{4B}型内燃机车的基本构造

(一) 柴油机

DF_{4B}型内燃机车装配柴油机的型号为16V240ZJB型。16V240ZJB型柴油机为16缸、V型、四冲程、废气涡轮增压、直接喷射开式燃烧室、增压空气经中间冷却的大功率中速柴油机，其标定转速为1000 r/min，最低空载稳定转速为430 r/min，标定功率为2650 kW，最大运用功率（装车功率）为2430 kW。

16V240ZJB型柴油机的气缸直径为240 mm，活塞行程为275 mm；16个气缸采用单轴、双列V型排列，V型夹角50°；采用铸焊组合龙门式机体；可转位式气缸套可旋转120°；运动件中采用并列连杆，薄壁球墨铸铁活塞或锻铝活塞，稀土合金球墨铸铁曲轴。

燃油系统中采用单体式喷油泵，其柱塞供油螺旋槽型线为单螺旋线。装有由步进电动机



驱动的联合调节器对柴油机进行无级调速控制。增压系统中采用两台 45GP802-4 型增压器。

(二) 传动装置

DF_{4B} 型内燃机车采用交-直流电传动方式。柴油机直接驱动一台牵引发电机发出三相交流电，经主硅整流柜整流为直流电后供给六台并联的直流牵引电动机，通过齿轮传动驱动机车动轮轴转动，实现机车运行。

牵引发电机为 TQFR-3000 型三相交流同步发电机，额定容量为 2 985 kV·A，额定电流为 3 936/2 805 A，额定转速为 1 100 r/min。DF_{4B} 型内燃机车使用 GQL-45 型感应子励磁机为牵引发电机提供励磁电流。感应子励磁机由柴油机通过启动变速箱驱动，它所产生的交流电经励磁整流柜整流后给牵引发电机的励磁绕组供电。

DF_{4B} 型内燃机车使用六台 ZQDR-410 型直流串励牵引电动机，额定功率为 410 kW，额定电压为 550/770 V，额定电流为 800/570 A，额定转速为 640 r/min，最大转速为 2 365 r/min。为提高客运机车速度，从 1991 年 DF2272 号客运机车开始的全部客运机车均采用 ZQDR-410C 型牵引电动机，该型牵引电动机额定功率为 480 kW，额定电压为 645/870 V，额定电流为 800/590 A，额定转速为 757 r/min，最大转速为 2 350 r/min，最大电流为 1 110 A。

DF_{4B} 型内燃机车使用 GTF-4800/770 型硅整流柜，该整流柜采用三相桥式全波整流装置。硅整流柜将牵引发电机发出的三相交流电转化为直流电，再向牵引电动机供电。

DF_{4B} 型内燃机车使用 ZQF-80 型启动发电机。启动柴油机时，由蓄电池向启动发电机供电，启动发电机作为串励电动机，通过启动变速箱和牵引发电机转子的传动而带动柴油机曲轴转动，完成柴油机的启动。柴油机启动完毕后，启动发电机转换为他励发电机，由柴油机



通过牵引发电机的转子和启动变速箱的传动驱动其运转，启动发电机向蓄电池充电，并向辅助电路和控制电路供电。机车中使用电压调整器调整启动发电机的励磁电流，从而保证启动发电机的输出电压稳定在 110 V 左右。

DF_{4B} 型内燃机车设置有电阻制动装置，每台机车装有两台制动电阻柜。在机车进入电阻制动工况时，牵引电动机转换为他励发电机工况，牵引发电机发出的三相交流电经硅整流柜整流为直流电后为他励发电机励磁，轮对驱动他励发电机发电，电流流过制动电阻，转化为热能散失掉，在他励发电机工作时会产生与转轴运动方向相反的阻转矩，从而使动轮产生制动力，使机车减速，达到制动目的。

(三) 车 体

DF_{4B} 型内燃机车采用内走廊框架式承载车体。车体为全焊钢结构，由侧壁、顶棚、底架、四组内部隔墙和两端司机室组成。四组内部隔墙将车体分为 I 端司机室、电气室、动力室、冷却室和 II 端司机室五个部分。除两端司机室设有两侧侧门外，在动力室两侧也开有侧门，在各间室的隔墙上也都开设通道门。为方便部件的拆装，电气室、动力室和冷却室的顶部均制成活动顶盖。整个车体钢结构外表敷设 2.5 mm 厚的钢板作为外皮，外皮也起承载作用。在车体钢结构内设有隔热、防寒材料，并设有通风和采光孔口。

(四) 转向架

DF_{4B} 型内燃机车的走行部采用两台三轴转向架。转向架结构由构架、轮对、轴箱、旁承、牵引杆装置、基础制动装置、电机悬挂装置、手制动装置和砂箱等部件构成。转向架采用箱形全焊结构构架，使用两系弹性悬挂，采用四个尼龙摩擦式旁承传递垂向载荷，用一组低位