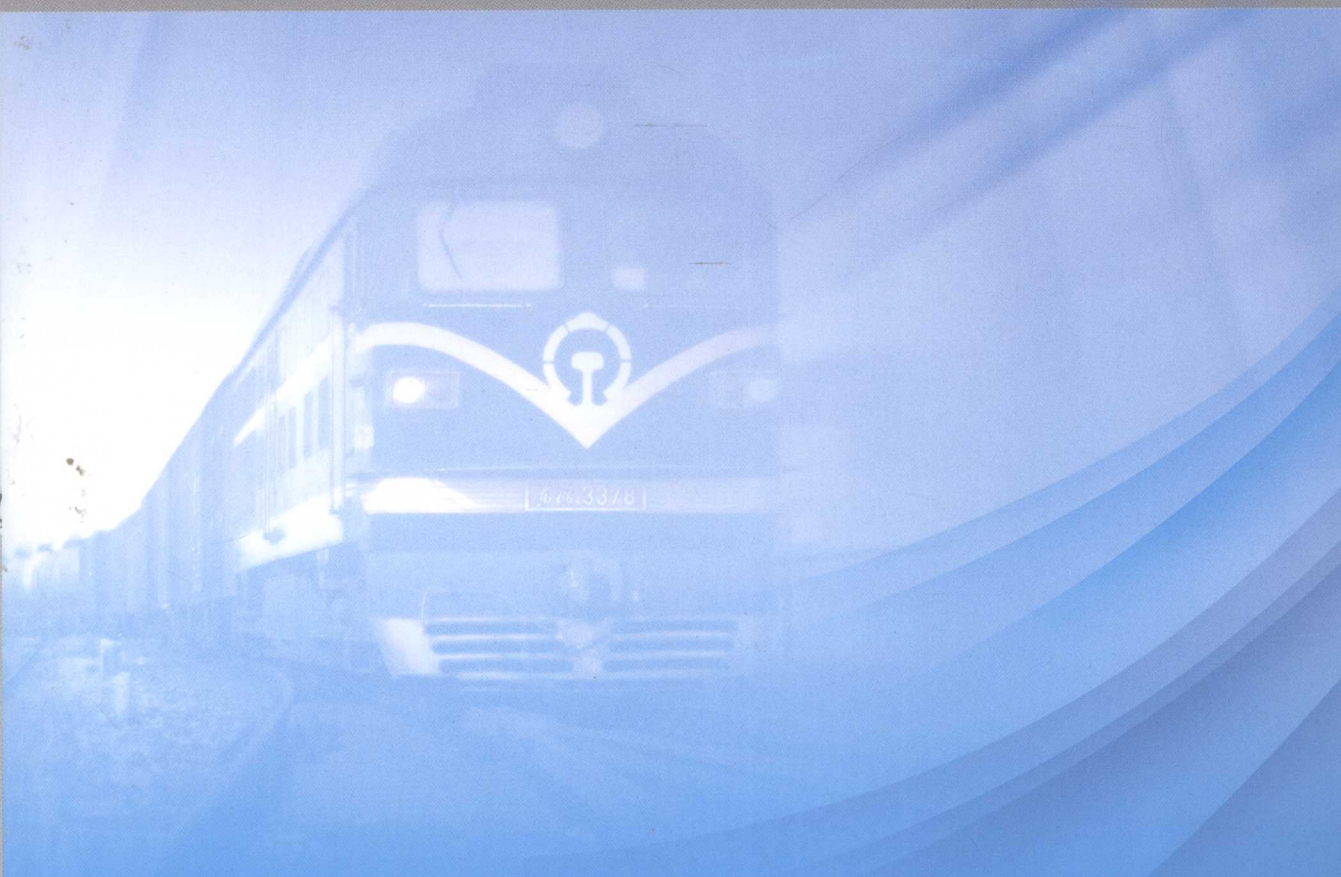




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

内燃机车电传动

朱建昌 主编
朱定国 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

介 简 容 内



普通高等教育“十一·五”国家级规划教材

内燃机车电传动

图 书 在 册 目 录 (CIP)

主 编 朱建昌 主 审 朱定国

主 审 朱定国

各 种 电 机 学 习 参 考

参 考 书 目 录

电 话 : 010-78711111 电 子 邮 箱 : 1933133@china.rrc.cn

邮 政 编 号 : 100001

网 址 : www.rrc.cn

电 子 邮 箱 : 1933133@china.rrc.cn

出 版 社 址 : 中 国 铁 道 出 版 社 北 京 市 宣 武 门 外 街 2 号

网 址 : www.rrc.cn

邮 政 编 号 : 100001

电 话 : 010-78711111 电 子 邮 箱 : 1933133@china.rrc.cn

网 址 : www.rrc.cn

电 子 邮 箱 : 1933133@china.rrc.cn

中 国 铁 道 出 版 社

价 : 38.00 元

2009年·北 京

凡 欲 订 购 本 书 者 , 请 向 各 地 书 店 或 直 接 向 本 社 定 购

电 话 : 010-78711111 电 子 邮 箱 : 1933133@china.rrc.cn

网 址 : www.rrc.cn

内 容 简 介

本书以国产 DF_{4B} 型内燃机车为主线,系统介绍了内燃机车电机、电器等主要电气设备的构造、作用原理和运用知识,突出机车电路图、常见故障分析判断及应急处理,介绍了电传动原理、电阻制动及水阻试验等方面的基本知识。此外还介绍了 DF_{8B}、DF₁₁ 型内燃机车电传动装置、现代交流传动技术等内容。

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可作为高等职业院校内燃机车专业教材,也适用于机务部门职工培训,还可供从事内燃机车工作的管理人员、工程技术人员和乘务、检修人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

内燃机车电传动/朱建昌主编. —北京:中国铁道出版社,2009. 6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-113-09606-9

I. 内… II. 朱… III. 内燃机车—电力传动—高等学校—教材 IV. U262.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 048363 号

书 名:内燃机车电传动

作 者:朱建昌 主编

责任编辑:赵 静 电话:010-51873133 电子信箱:td73133@sina.com

封面设计:冯龙彬

责任印制:陆 宁

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)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京市兴顺印刷厂

版 次:2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.5 字数:460千

书 号:ISBN 978-7-113-09606-9/U·2430

定 价:35.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

◇ 前 言 ◇

本教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。为满足高等职业学校内燃机车专业教学的需要,根据铁路高职机车专业教学指导委员会的教学计划编写本书。

本教材在编写时,作者紧扣职业教育的培养目标,以职业能力和职业素质培养为主线,以应用性、针对性、先进性为原则,结合职业教育的特点和要求,在教材内容的选取上力争做到教材的总体结构和课程目标之间的一致性,正确处理好教材的知识传授和能力培养两者之间的关系。

本教材的编写在以下方面做了努力:

1. 为培养学生应急故障处理能力,将常见电气故障分析判断及应急处理纳入教材。

2. 为学习先进的技术、理论和方法,了解机车传动技术发展方向,增设现代交流传动技术一章。

3. 全书以DF_{4B}型内燃机车为主型机车讲解。为更好地学习大功率货运内燃机车和准高速客运内燃机车,增设DF_{8B}型、DF₁₁型机车简介一章。

本书由浙江师范大学职业技术学院朱建昌主编,上海铁路局高级技师朱定国担任主审。绪论、第八章、第九章由朱建昌编写,第一章、第二章由兰州交通大学职业技术学院于军编写,第三章、第四章、第五章、第七章由华东交通大学职业技术学院刘敏军编写,第六章、第十章、第十二章由沈阳铁路机械学校王静环编写,第十一章、第十四章由天津铁道职业技术学院林桂清编写,第十三章由南京铁道职业技术学院张国保编写。

在本书编写过程中,得到了许多单位和同仁的帮助与支持,在此深表谢意。

由于编者经验不足,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2009年2月

◇目 录◇

绪 论	1
第一节 传动装置的分类	1
第二节 DF _{4B} 型内燃机车电力传动装置	4
第三节 DF _{4B} 型内燃机车电器	6
复习思考题	7
第一章 直流牵引电机	9
第一节 概 述	9
第二节 牵引电动机	12
第三节 启动发电机	39
复习思考题	42
第二章 同步牵引发电机	43
第一节 同步牵引发电机	43
第二节 感应子牵引励磁机	54
复习思考题	58
第三章 电器的基本知识	59
第一节 概 述	59
第二节 电器的发热与电动力	60
第三节 牵引电器的基本知识	63
复习思考题	72
第四章 接 触 器	74
第一节 概 述	74
第二节 电磁接触器	75
第三节 电空接触器	79
第四节 组合接触器	80
第五节 司机控制器	83
第六节 转换开关	86
第七节 接触器常见故障处理	89
复习思考题	91
第五章 继电器及电子装置	92
第一节 概 述	92
第二节 中间继电器	93
第三节 电磁联锁和差示压力计	94
第四节 空转和启动发电机过流继电器	95
第五节 接地、过流及风速继电器	98

第六节 油压和水温继电器	100
第七节 时间继电器	103
第八节 过渡装置	105
第九节 电压调整器	108
第十节 无级调速系统	115
第十一节 继电器常见故障处理	124
复习思考题	126
第六章 电测仪表及蓄电池	127
第一节 电测仪表	127
第二节 机车前照灯	132
第三节 蓄 电 池	134
复习思考题	142
第七章 其他电器	143
第一节 自动开关	143
第二节 互 感 器	146
第三节 传 感 器	148
第四节 熔断器和功调电阻	153
复习思考题	154
第八章 机车电路图	155
第一节 电路图的一般知识	155
第二节 柴油机启动电路	160
第三节 柴油机启动后的辅助电路	166
第四节 机车走车电路	170
第五节 机车保护电路	183
第六节 试灯的使用及电气动作试验	187
复习思考题	191
第九章 常见电气故障分析判断及处理	193
第一节 柴油机启动前的电气故障	193
第二节 柴油机启动时及辅助电路的电气故障	196
第三节 机车启动及运行中的电气故障	199
第四节 电机及其他常见电气故障	204
复习思考题	206
第十章 机车电传动原理	207
第一节 机车传动装置的功用	207
第二节 牵引发电机的理想外特性	209
第三节 牵引发电机的自然外特性与理想外特性	211
第四节 牵引发电机的调整特性	212
第五节 恒功率调节系统	213
第六节 牵引电动机的速度调节	217
复习思考题	220

第十一章 电阻制动	222
第一节 概 述	222
第二节 DF _{4B} 型内燃机车电阻制动操作及电路	225
第三节 DF _{8B} 、DF ₁₁ 型内燃机车电阻制动装置	230
复习思考题	234
第十二章 机车水阻试验	235
第一节 试验前的准备工作	235
第二节 机车水阻试验	241
复习思考题	247
第十三章 DF _{8B} 、DF ₁₁ 型内燃机车简介	248
第一节 DF _{8B} 型内燃机车电传动装置	248
第二节 DF ₁₁ 型内燃机车电传动装置	259
复习思考题	265
第十四章 现代交流传动技术	266
第一节 概 述	266
第二节 交-直-交流传动机车主电路	271
第三节 交-直-交流传动机车控制策略和基本方法	273
第四节 三相交流牵引电动机简介	275
复习思考题	280
附 录	281
附录一 电传动内燃机车电机电器图形符号	281
附录二 电传动内燃机车电机电器名称及代号	282
参考文献	286

绪 论

本章主要介绍传动装置的分类、DF_{4B}型内燃机车电器及电力传动装置等内容,重点掌握DF_{4B}型内燃机车电力传动装置。本章难点是DF_{4B}型内燃机车电力传动装置。

【关键词】 DF_{4B}型内燃机车;传动装置;分类;机车电器。

第一节 传动装置的分类

内燃机车是由柴油机作为动力的。由于柴油机的特性不能满足内燃机车牵引性能的要求,因此在柴油机曲轴到内燃机车动轮之间设有一个中间环节,这个中间环节称为传动装置。根据其传动特性,传动装置可分为机械传动、液体传动和电力传动三类。但无论何种传动,它们所要完成的任务是一致的,即完成内燃机车柴油机到动轮之间功率的理想传递。传动装置的输入端直接和柴油机曲轴相连,要能适应柴油机工作特性的需要;输出端则通过驱动装置驱动内燃机车的轮对,满足内燃机车理想牵引特性的要求。

一、机械传动

机械传动装置就是一个主摩擦离合器和一个多挡速度的齿轮变速箱的组合。柴油机经主摩擦离合器、变速箱,再驱动内燃机车动轮。这种装置和大多数汽车用的机械传动装置一样,主离合器脱开时,启动柴油机,然后慢慢合上离合器,车子就起步了。运行过程中,不断改变变速箱的挡位,亦即不断改变变速箱的齿轮传动比,就使内燃机车由低速到高速,获得所需的工作速度范围。目前内燃机车不采用机械传动装置。

二、液体传动

液体传动又可分为液压传动和液力传动两种。

液压传动采用的主要液压元件是容积式液压泵,主要用作小功率内燃机车的主传动和大功率内燃机车的辅助传动,如冷却风扇的传动。

液力传动应用的液力元件是液力变扭器及液力耦合器。

三、电力传动

目前大多数内燃机车的传动装置都采用电力传动装置,因为电力传动装置的内燃机车具有如下特点:

(1)电力传动装置可以使内燃机车牵引力和运行速度的变化范围扩大,以满足列车运行的要求。

(2)在内燃机车最高速度和持续速度范围内,电力传动装置可以使柴油机始终在额定工况下工作,使柴油机的功率能够得到充分利用。

(3)采用电力传动的内燃机车,可以利用牵引电动机的短时过载能力,充分利用内燃机车

的黏着重量。

(4) 电力传动内燃机车可通过改变牵引电动机的旋转方向, 实现内燃机车的换向运行。

(5) 电力传动装置本身的传动效率高, 工作比较可靠。

电力传动内燃机车也有其缺点: 机车重量大, 传动装置耗铜多, 簧下重量大(尤其是半悬挂内燃机车)。不过, 随着电子技术的迅速发展, 已出现了新型的交流电力传动装置, 使电力传动装置的用铜大幅度减少, 机车的重量也得到降低。

电力传动内燃机车工作时, 由柴油机带动牵引发发电机发电, 并经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, 再经过传动齿轮驱动内燃机车的动轮。可见内燃机车电力传动装置中最主要的部件是牵引发发电机和牵引电动机。根据牵引发发电机和牵引电动机所采用电流制的不同, 可分为如下几种传动装置:

1. 直-直流电力传动装置

直-直流电力传动装置是指牵引发发电机是直流的, 牵引电动机也是直流的。DF₃ 型内燃机车采用的就是直-直流电力传动。如图 0-1 所示, 柴油机曲轴驱动直流牵引发发电机 F 的转子, 由发电机 F 把柴油机的机械能转化为电能, 并向直流牵引电动机 M 供电。牵引电动机又将电能转变为机械能, 并通过齿轮变速箱驱动内燃机车的动轮, 实现内燃机车牵引运行。

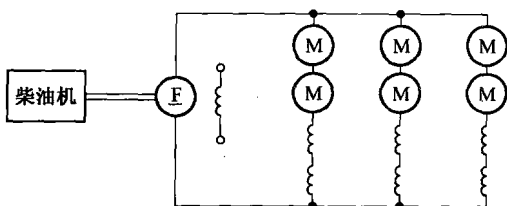


图 0-1 直-直流电力传动装置

牵引发发电机为直流他励发电机。利用直流电机可逆工作原理, 当柴油机启动时, 该发电机可由内燃机车蓄电池供电, 作为串励电动机使用启动柴油机, 能满足柴油机启动要求。

直流电力传动装置的特点是调速简单方便, 通常用改变直流牵引电动机端电压的方法即可达到调速的目的。另外, 在直流电力传动装置中, 牵引电动机一般都是采用直流串励电动机, 它的机械特性比其他形式的电动机更适合内燃机车牵引特性的要求。电阻制动时, 它作为发电机, 将列车的动能转化为电能, 再由制动电阻转化为热能, 消散于大气中。

在内燃机车上, 由于牵引电动机采用的是直流电机, 因而很自然地配用直流牵引发发电机作为电源, 从而形成了直流电力传动型式。自 1925 年由美国制造出第一台电力传动内燃机车至今几十年内都沿用这种传动方式, 目前国外仍有大量这种传动型的内燃机车。例如我国 DF₂ 型、DF₃ 型内燃机车都采用直流电力传动装置。

随着内燃机车不断向单机大功率发展, 柴油机的功率和转速也在不断提高, 由于大功率直流牵引发发电机受换向条件和内燃机车结构尺寸的限制, 直流牵引发发电机的功率很难做到大于 2 200 kW, 因而限制了内燃机车功率进一步的提高。2 200 kW 以上功率的内燃机车就很难采用直-直流电力传动这种形式了。

2. 交-直流电力传动装置

交-直流电力传动装置的牵引发发电机为交流电机, 牵引电动机仍为直流串励电动机, 其示意图如图 0-2 所示。交-直流传动型的内燃机车工作时, 柴油机驱动三相交流发电机 F, 发出三相交流电, 经硅整流器 ZL 整流后, 传给直流牵引电动机 M, 牵引电动机通过传动齿轮驱动内燃机车动轮, 实现内燃机车牵引运行。

这种传动型式, 一方面保留了上述采用直流电动机作为牵引电动机的优点; 另一方面又采用了交流发电机加以整流来取代直流传动装置中的直流牵引发发电机, 以克服制造大功率直

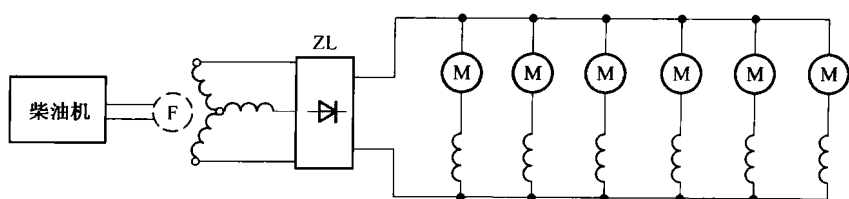


图 0-2 交-直流电力传动装置

流牵引发电机时所出现的困难。由于交流发电机没有换向器,不受换向条件的限制,使电机结构简单、运用可靠、省铜、维护比较方便。与同等功率的直流电机相比,交流牵引发电机的重量只有直流牵引发电机的一半。因此在同等结构尺寸和重量的条件下,它的功率可以做得远比直流牵引发电机大。目前,2200 kW 以上功率的内燃机车都普遍采用交-直流电力传动装置。我国 DF_{4B}、DF₁₁ 等型式的内燃机车就是交-直流电力传动的内燃机车。

3. 交-交流电力传动装置

交-交流电力传动装置的牵引发电机是交流的,牵引电动机也是交流的。由于交流电动机,特别是鼠笼式电动机具有结构简单、运行可靠、体积小、价格低等优点,人们早就想把它用作传动装置。但是,由于交流电动机机械特性较硬,调速困难,与牵引要求不相适应,所以一直很难在内燃机车上应用。直到 20 世纪 70 年代,随着大功率静止逆变器的出现,可以在交流发电机和交流电动机之间建立一个大功率变频调压系统,交流异步电动机用于牵引动力才得以实现。而交流异步电动机真正用于牵引动力是在 1999 年。从 1999 年起,普利沃特工厂掌握了交流电传动内燃机车用的异步牵引电动机的生产技术,研制成第一台 305 kW 的 Π AT305 型异步牵引电动机。从此,交流异步牵引电动机在北美等一些地区逐步得到广泛应用。

交-交流电力传动装置有两种:一种是具有直流环节的,称为交-直-交流电力传动装置;另一种是没有直流环节的,称为交-交流电力传动装置。

(1) 交-直-交流电力传动装置

交-直-交流电力传动装置的示意图如图 0-3 所示。柴油机驱动同步牵引发电机 F,发出三相交流电,经整流器 ZL 整成直流,然后经过逆变器 NB,把直流电变成频率和电压皆能调节的三相交流电,对牵引电动机供电,实现变频调速。逆变后的三相交流电的频率与内燃机车的速度有关,而与同步牵引发电机的转速——即柴油机的转速无关。

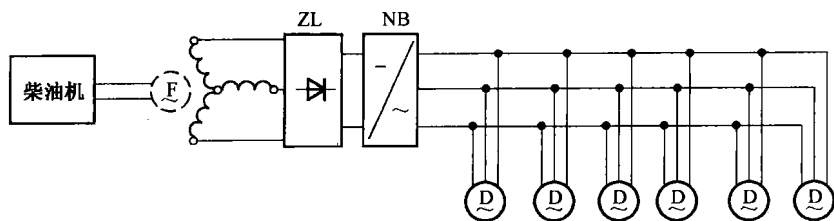


图 0-3 交-直-交流电力传动装置

交流牵引电动机结构简单,运行可靠,外形尺寸小,价格低,内燃机车检修方便,这给制造大功率内燃机车创造了条件。

(2) 交-交流电力传动装置

交-交流电传动装置示意图如图 0-4 所示。柴油机驱动同步牵引发电机 F, 发出三相交流电, 经过一个或数个变频器 BP, 直接成为三相变频电源, 对交流牵引电动机供电。采用交-交流变频方案时, 变频后的三相交流电的频率与交流牵引发电机所发出的三相交流电的频率有一定的关系。

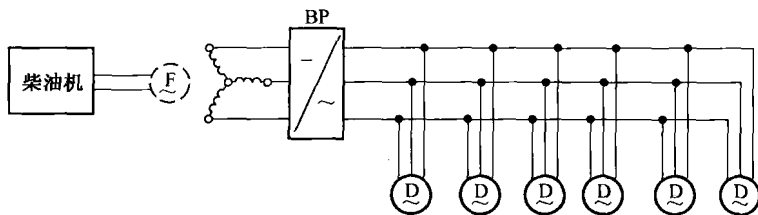


图 0-4 交-交流电力传动装置

目前在大功率内燃机车上采用交-交流电力传动装置, 在技术上还有许多困难和问题, 但随着电子技术的发展, 这些问题(如控制系统复杂、成本高、可靠性不够等)将逐步解决。这种交-交流电力传动的内燃机车将成为一种很有价值的新型内燃机车。

第二节 DF_{4B}型内燃机车电力传动装置

中国第一台自己制造的内燃机车是 1958 年大连机车车辆工厂仿照前苏联的内燃机车试制成功的。它就是“巨龙”号内燃机车, 后经过改进设计定型, 命名为 DF 型并成批生产。DF 系列是电传动内燃机车, 也是中国内燃机车的主力, 保有量占国产内燃机车总数的一半以上。“DF”是个大家族, 有 DF₁、DF₂、DF₃、DF₄、DF₅、DF₆、DF₇、DF₈、DF₉、DF₁₀、DF₁₁ 等型号, 其中 DF_{4B}型内燃机车是干线客、货运内燃机车。

如图 0-5 所示为 DF_{4B}型内燃机车电力传动装置主要电气系统示意图。

同步发电机 F 的转子轴端通过弹性联轴器与柴油机 C 相连, 电机座端与柴油机连接箱连接, 电机轴伸为锥度结构, 它通过带有橡胶减震装置的万向联轴节经变速箱增速后带动启动发电机 QF 和感应子励磁机 L 以及测速发电机 CF 等运转。

内燃机车的前转向架装有 1~3D 三台牵引电动机, 后转向架装有 4~6D 三台牵引电动机。同步主发电机 F 产生的三相交流电经整流柜 1ZL 三相桥式全波整流后, 输送给六台并联的牵引电动机(图中只标出 2D 和 5D 两台牵引电动机), 再由牵引电动机通过传动齿轮驱动车轮转动, 从而使内燃机车运行。

由启动变速箱驱动的直流启动发电机 QF, 它有两套励磁绕组。柴油机启动工况下, QF 作为直流串励电动机, 由 XDC 组供电, QF 转动, 并驱动柴油机—发电机组启动运转; 柴油机在运转工况下, QF 又作为他励直流发电机工作, 由 XDC 组供励磁电流, 在柴油机驱动下, 经电压调整器 DYT 自动控制励磁电流, 使其发出 110 V 直流电。QF 发出的直流电, 一方面向 XDC 充电, 另一方面向控制电路、照明电路以及 1~2YD 等辅助电路供电。

内燃机车工况(牵引、制动)的选择和运行方向(前进、后退)的选择都是由司机控制器 SK 的换向手柄来操纵的。

内燃机车处于牵引工况下, 工况转换开关 1~2 HK_g 动断触头闭合, 动合触头断开, 将六台牵引电动机接成串励直流电动机电路。内燃机车在电阻制动工况下, 1~2 HK_g 将牵引电动机改接成他励直流发电机, 六台牵引电动机的励磁绕组串联在一起, 由同步发电机 F 经牵

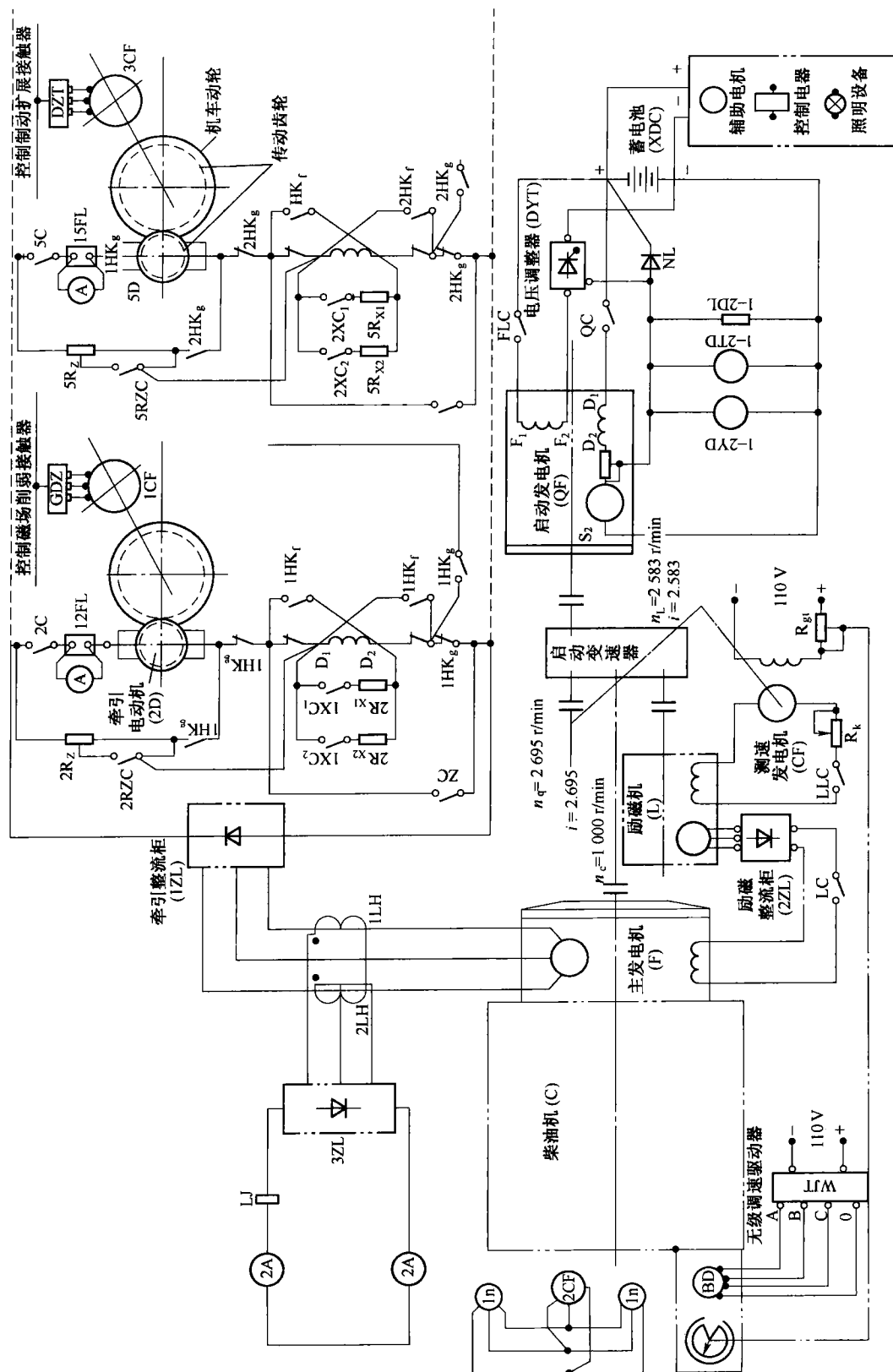


图 0-5 DF_{4B} 型内燃机车电力传动装置主要电气系统示意图

引整流柜 1ZL、制动电空接触器 ZC 提供励磁,而电机转子通过传动齿轮由轮对驱动,将列车运行的动能转化成电能,并分别输送到制动电阻 $1\sim 6R_z$,通过电阻转化为热能并散发到大气中,从而实现电阻制动。

当 $1\sim 2\text{HK}_f$ 动断触头闭合,动合触头断开时,控制六台牵引电动机励磁绕组 (D_1D_2) 的电流方向,使内燃机车处于前进工况。当其动合触头闭合,而动断触头断开时,改变了六台牵引电动机励磁绕组电流方向,从而改变牵引电动机旋转方向,则内燃机车处于后退工况。

同步主发电机的励磁电流是由励磁机 L 发出的三相交流电经励磁整流柜 2ZL 整流后提供的,励磁机的励磁电流是由测速发电机 CF 提供的,测速发电机的励磁是由启动发电机 QF 提供的。

柴油机的转速控制是通过设在操纵台上的司机控制器主手柄来控制调速驱动装置 WJT,以控制柴油机联合调节器的步进电动机 BD 旋转,实现柴油机无级调速。

DF_{4B}型内燃机车上安装有电阻制动控制箱 DZT。为充分发挥制动功率,在内燃机车一定速度范围内,通过控制励磁机的励磁电流来自动调整牵引电动机的励磁电流,实现制动电流的恒流控制。通过改变柴油机的转速能控制制动电流的恒流值,即随柴油机转速的升高制动功率也随之增加。牵引电动机最大励磁电流的稳定也是根据柴油机的转速信号,以保证电阻制动工况下的牵引电动机通风冷却要求。在最大制动电流限制下,为提高内燃机车低速区段的制动力,内燃机车还具有制动功率扩展功能,以内燃机车速度为信号能自动进行二级电阻制动的控制,使内燃机车在低速区段具有较高的电阻制动性能。

DF_{4B}型内燃机车具有自负载试验功能。内燃机车在静止状态下,通过操纵自负荷闸刀开关 $1\sim 6\text{ZFK}$ 将六个制动电阻元件并联起来,直接接在牵引整流柜输出端作为柴油机的自负荷电阻,而自负荷的工作点将在同步主发电机的恒功率外特性上,因此可通过自负荷试验方便地检测到柴油机各转速下的牵引功率。

因同步发电机受最高电压限制,为扩大内燃机车的恒功率速度范围,对牵引电动机进行两级磁场削弱。由装在内燃机车第二轴上的测速发电机 1CF 提供速度信号,过渡控制装置得到信号后自动控制磁场削弱接触器 ($1\sim 2\text{XC}$) 的动作,达到两级磁场削弱的目的。磁场削弱接触器为组合式,共有两台,每台可同时控制同一台转向架上的三台牵引电动机的一级和二级磁场削弱。

DF_{4B}型内燃机车电力传动装置还设有保护装置,如:主电路接地保护、主发电机过流保护、电阻制动过流保护、电阻制动失风保护、轮对空转保护、柴油机防爆保护、柴油机冷却水温度保护、柴油机高转速下滑油压力保护、柴油机低转速下滑油压力保护等,以保证内燃机车正常、安全地运行。

同步主发电机 F 的电流测量和过电流保护是通过 V 形连接的两个穿心型电流互感器 $1\sim 2\text{LH}$ 来实现的。其副边由整流装置 3ZL 整流,其输出接两块电流表 2A 和过流继电器 LJ。

为了在司机室内显示柴油机转速,采用与柴油机凸轮轴相连的测速发电机 2CF,其输出交流电经整流后的电压信号使表针指示柴油机转速。

第三节 DF_{4B}型内燃机车电器

在内燃机车上,牵引电器用来对内燃机车柴油机、牵引发电机、牵引电动机和其他辅助装置进行操纵、控制、保护、调节和监测,以保证各个部分能正常、协调地进行工作,确保内燃机

车安全、可靠地运行。

为了充分地利用空间,保证安全与检修方便,绝大部分自动电器集中安装于电器柜内,而绝大部分手动电器安装在司机操纵台上,另有少量电器分布于动力室等地方。

DF_{4B}型内燃机车上采用的电器种类很多,大致可分为六类:

(1)组合式电器,如司机控制器、转换开关、组合接触器等。

(2)接触器,如电空接触器、电磁接触器等。

(3)半导体装置,如时间继电器、过渡装置、电压调整器、无级调速驱动器、自动停车装置、电阻制动控制箱等。

(4)继电器,如接地、过流、空转、油压、水温、中间继电器等。

(5)电阻,如磁场削弱电阻、充电电阻、限流电阻、制动电阻及各种珙琅电阻等。

(6)仪表,如电流表、电压表、电测压力表、电测温度表、柴油机转速表、机车速度表等。

本书中讨论的仅是在内燃机车上起开关作用的远程控制电器,其中有的是专用电器,有的是通用系列电器,归纳起来可以分为有触点电器和无触点电器两大类。

DF_{4B}型内燃机车上的电空接触器、电磁接触器、组合接触器、司机控制器、转换开关、接地继电器、过流继电器、空转继电器、中间继电器、油压继电器、水温继电器等属于有触点电器;而时间继电器、过渡装置、电压调整器、无级调速驱动器等属于无触点电器。

过电流保护对应的电路单元为:

1RD——蓄电池充放电;

2RD——辅助发电;

3RD——启动泵电动机;

4~5RD——空压机电动机;

1DZ——启动发电机励磁电路;

2DZ——励磁机励磁电路;

3~4DZ——1~2RBD 电动机电路;

5DZ——24 V 电源;

6DZ——自动过渡控制电路;

7DZ——电表照明电路;

8~10DZ——1~3KJ 线圈电路;

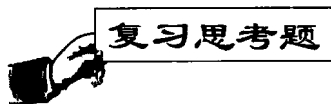
11DZ——冷却室、左车体灯电路;

12DZ——右车体灯电路;

13DZ——车底灯、型号灯电路;

14DZ——电器柜照明灯电路。

动力室其他位置装配的电器装置有:侧墙上设有自动开关 31DZ、32DZ(1TD、2TD 的过流保护),柴油机连接箱旁设有转轴联锁 ZLS 和接线盒,柴油机两侧有 1~4YJ,动力室后墙上有 CS、WJ 等。



1. 何为内燃机车电力传动装置? 分为几类?

2. 为什么要引入电力传动装置？有何优缺点？
3. 简述 DF_{4B}型内燃机车电力传动装置工作原理。
4. 内燃机车电器如何分类？
5. DF_{4B}型内燃机车电力传动装置设有哪些保护装置？

第一章 直流牵引电机

本章主要介绍内燃机车用 ZQDR-410 型直流牵引电动机和 ZQF—80 型启动发电机的结构、工作原理、维护保养和主要参数,以及电枢反应、电机换向、改善换向的措施等内容。重点掌握电机的结构、工作原理、维护保养、换向及其改善措施。本章难点是电机的结构、换向及改善措施等内容。

【关键词】 DF_{4B}型内燃机车;牵引电动机;启动发电机;结构;工作原理;换向;改善措施。

第一节 概 述

DF_{4B}型内燃机车上共装有 32 台电机,其中除同步牵引发发电机、牵引励磁机和三台交流测速发电机为交流电机外,其余都是直流电机。这些电机归纳起来大致有如下三种类型:第一类为内燃机车上的专用电机,它们是根据内燃机车电传动的性能与内燃机车结构上的特殊要求而专门设计的,包括牵引发发电机、牵引电动机、牵引励磁机、启动发电机以及空气压缩机电动机;第二类为系列产品的通用电机,如启动滑油泵电动机、燃油泵电动机等;第三类为微型电机,这些电机功率较小,如车体通风机电动机、司机室风扇电动机、热风机电动机、各种测速发电机等。DF_{4B}型内燃机车用电机的型号、参数及数量见表 1-1。

表 1-1 DF_{4B}型内燃机车电机一览表

序号	名 称	符号	电机型号	主要额定参数		数量
1	牵引发发电机	F	三相同步交流发电机 TQFR-3 000	容量(kV·A)	2 985	1
				电压(V)(线电压)	438/613	
				电流(A)	3 936/2 805	
				转速(r/min)	1 100(实际装车 1 000)	
				频率(Hz)	165(实际装车 150)	
				励磁方式	他励	
2	牵引电动机	D	直流牵引电动机 ZQDR-410 及 ZQDR-410C	功率(kW)	410 480(C 型,下同)	6
				电压(V)	550/770 645/870	
				电流(A)	800/570 800/590	
				转速(r/min)	640 757	
				最大恒功率转速(r/min)	1 830 1 885	
				最大转速(r/min)	2 365 2 350	
				最大电流(A)	1 080 1 110	
				励磁方式	串励 串励	
3	启动发电机	QF	启动发电机 ZQF-80	功率(kW)	80	1
				电压(V)	110	
				电流(A)	728	
				转速(r/min)	2 730/1 115	
				励磁方式	发电机工况为他励 电动机工况为串励	

续上表

序号	名 称	符号	电机型号	主要额定参数			数量
4	励磁机	L	感应子励磁机 GQL-45	容量(kV·A)	45/36		1
				电压(V)	105/94		
				电流(A)	248/221		
				转速(r/min)	2 625/1 175		
				频率(Hz)	525/235		
				励磁方式	他励		
5	空气压缩机 电动机	YD	直流电动机 Z ₂ -82 (ZD303) (ZTP-82A)	功率(kW)	22	(22) (22)	2
				电压(V)	110	(110) (110)	
				电流(A)	238	(240) (250)	
				转速(r/min)	1 000	(1 000/980) (1 000)	
				励磁方式	他励	串励 串励	
6	司机室风扇 电动机	SD	直流电动机 DYF-300	功率(W)	33		4
				电压(V)	110		
				电流(A)	0.4		
				转速(r/min)	大于 1 350		
				励磁方式	串励		
7	热风机电动机	RFD	直流电动机 DYF-300	功率(W)	33		2
				电压(V)	110		
				电流(A)	0.4		
				转速(r/min)	大于 1 350		
				励磁方式	串励		
8	测速发电机	CF	直流电动机 Z ₂ -12 (ZTP-12)	功率(kW)	0.6		1
				电压(V)	110		
				电流(A)	7.68		
				转速(r/min)	2 680		
				励磁方式	他励		
9	动力室通风机 电动机	TD	直流电动机 ZTP-12	功率(kW)	1.1		2
				电压(V)	110		
				电流(A)	12.97		
				转速(r/min)	3 000		
				励磁方式	并励		
10	燃油泵电动机	RBD	直流电动机 Z ₂ -12 (ZTP-12)	功率(kW)	0.60		2
				电压(V)	110		
				电流(A)	7.68		
				转速(r/min)	1 500		
				励磁方式	并励		
11	启动滑油泵 电动机	QBD	直流电动机 Z ₂ -41 (ZTP-41)	功率(kW)	4.5		1
				电压(V)	110		
				电流(A)	57.8		
				转速(r/min)	2 200		
				励磁方式	并励		
12	预热锅炉燃油泵 电动机	YRD	直流电动机 S _{bb1} U	功率(kW)	0.20		1
				电压(V)	110		
				电流(A)	不大于 2.6		
				转速(r/min)	3 000		
				励磁方式	并励		