

机车电机电器

李桂梅 金晶 主编

JICHE DIANJI DIANQI



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

机车电机电器

李桂梅 金 晶 主编

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书主要分为两篇:第一篇为牵引电机,包括第一至第四章,主要介绍了直流牵引电动机、交流电机、变压器的作用、基本原理、结构和工作特性等方面的知识;第二篇为牵引电器,包括第五、第六章,主要介绍了接触器、继电器、主型电器的基本原理和结构等方面的知识。

本书适用于铁路机车运用和检修相关技术人员,以及铁路职业院校师生参考学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

机车电机电器/李桂梅,金晶主编. —北京:中国铁道出版社,2013.5
ISBN 978-7-113-16267-2

I. ①机… II. ①李… ②金… III. ①机车—牵引电机—基本知识 ②机车—牵引电器—基本知识 IV. ①U260.332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 058512 号

书 名: 机车电机电器

作 者: 李桂梅 金 晶 主编

责任编辑:王明容 电话:(010) 51873138 电子信箱:tdpress@126.com

编辑助理:黄 璐 李慧君

封面设计:郑春鹏

责任校对:孙 玫

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市兴达印务有限公司

版 次:2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.25 字数:354 千

印 数:1~2 000 册

书 号:ISBN978-7-113-16267-2

定 价:40.00 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联系调换。

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

本书主要内容分为两篇:第一篇为牵引电机,包括第一章至第四章,主要介绍直流牵引电动机、交流电机、变压器的作用、基本原理、结构、工作特性等方面的知识;第二篇为牵引电器,包括第五章和第六章内容,主要介绍接触器、继电器、主型电器等电器的基本原理和结构等方面的知识。

本书力求理论联系实际,内容以必需、够用、实用为原则。在基本理论知识部分以“简”为主,以物理、电工学中学过的基础知识来分析电机、电器的基本原理,用以解决实际电机、电器中的问题。在具体介绍电机和电器的作用、结构、特性、工作原理及应用时,以我国铁路目前使用的干线主型机车(如DF4系列内燃机车、韶山系列电力机车、和谐系列交流传动机车、CRH系列动车组)所使用的电机和电器为主。

本书适用于铁路职业院校机车运用和检修专业的在校生及在职培训的机车乘务和检修人员。通过课堂教学和技能演练,使学员能够对机车上所用的电机、电器的作用、结构、工作原理及应用熟练掌握,为学习本专业后续课程做好准备。

本书由吉林铁道职业技术学院李桂梅、金晶主编,参加本书编写的还有陆嘉、关洪亮、尹凤伟、王向才、王颜明。

因编者能力有限,在编写过程中难免存在疏漏与不足,如有不妥之处,肯请各位读者批评指正。

编 者

2013年2月

目 录

牵引电机

第一章 牵引电机概论	3
第一节 机车与牵引电机.....	3
第二节 牵引电动机的传动及悬挂方式.....	6
第三节 牵引电动机的工作条件.....	9
第四节 电动机的定额及额定数据	10
小 结	11
思考题	12
第二章 直流牵引电动机	13
第一节 直流牵引电动机的工作原理	13
第二节 直流牵引电动机的结构	18
第三节 直流牵引电动机的特性	36
第四节 直流牵引电动机的速度调节	40
第五节 直流牵引电动机的电枢反应	42
第六节 直流牵引电动机的换向	45
第七节 直流牵引电动机制动	56
第八节 脉流牵引电动机	60
第九节 典型直流牵引电动机介绍	66
小 结	72
思考题	74
第三章 交流电机	75
第一节 异步牵引电动机	75
第二节 同步牵引发电机	94
第三节 感应子励磁发电机.....	115
第四节 劈 相 机.....	118
小 结.....	126
思考题.....	127

第四章 变 压 器	129
第一节 变压器基本结构、分类及铭牌	129
第二节 变压器的工作原理及运行分析.....	134
第三节 主变压器.....	137
第四节 其他用途变压器.....	142
小 结.....	147
思考题.....	147

牵引电器

第五章 有触点电器	151
第一节 电器概论.....	151
第二节 有触点电器的组成.....	153
第三节 接 触 器.....	163
第四节 继 电 器.....	182
小 结.....	198
思考题.....	198
第六章 主型电器	199
第一节 受 电 弓.....	199
第二节 主(空气)断路器.....	204
第三节 真空断路器.....	211
第四节 高压连接器.....	215
小 结.....	220
思考题.....	221

牽

引

電

機

第一章 牵引电机概论

第一节 机车与牵引电机

电力机车、电传动内燃机车、动车组、地铁车辆、工矿电力机车和城市电车等各种电传动机车车辆都使用牵引电机来完成机车车辆的牵引运行。因此可概括认为,凡是用作牵引功能的电机都称为牵引电机。牵引电机运行性能直接影响机车车辆的性能及经济技术指标,它是机车和动车组等电传动机车车辆上的关键设备。

在各种电力牵引系统中,配有各自的牵引电机。因此,首先介绍一下各种电传动系统,再着重讨论有关牵引电机的问题。目前,国内外铁道机车车辆电传动系统按所采用的电流制不同可分成下列四类。

一、直—直流电传动

直—直流电传动系统是由直流电源直接给直流牵引电动机供电,以驱动机车运行,如图 1-1 所示。

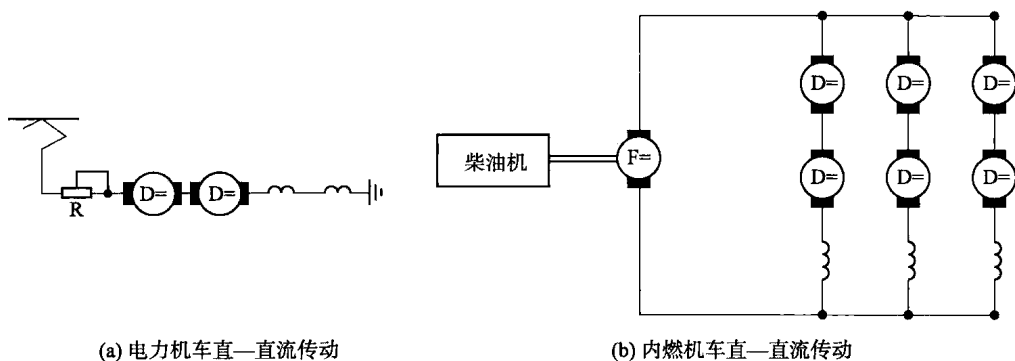


图 1-1 直—直流电传动系统

图 1-1(a)为电力机车直—直流传动,其牵引网上的电流是直流电,供给直流牵引电动机。图 1-1(b)为内燃机车直—直流传动,柴油机直接带动直流牵引发电机 F,把柴油机的机械能转变为电能,再供给直流牵引电动机 D,牵引电动机又把电能转变为机械能,并通过传动齿轮驱动机车动轮。

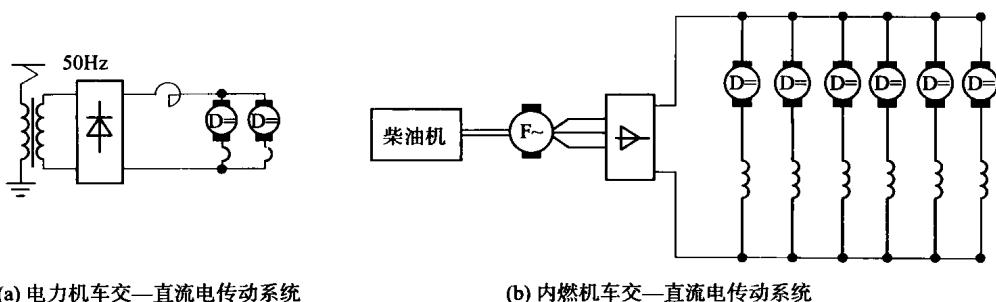
直流电传动系统是机车牵引中应用最早的一种传动方式。在这种传动系统中,牵引电动机一般都采用直流串励电动机,这是由于它具有牵引性能良好、调速范围广、控制方便、系统简单可靠等优点。因此,直流传动系统曾被普遍用于电力机车、内燃机车、地铁、工矿机车和城市电车上,尤其在地铁、工矿机车和城市电车中至今仍占主导地位。在直流传动系统中,采用晶闸管斩波器对电动机的电压进行连续平滑地调节,可改善启动性能和减少能耗,这对现有的工矿电力机车和城市电车来说仍是一种改进和发展的方向。

但是,随着铁路运输的发展,要求机车功率越来越大、运行速度越来越高,过去这种直流传动方式已不能适应发展要求,其主要原因是受到接触网电压或牵引发电机容量、电机换向条件、机车限界尺寸和轴重的限制。目前我国铁路干线电力机车和大功率电传动内燃机车都不采用这种直流传动方式,只有一些早年生产或进口的中等功率的内燃机车还在干线上继续运行,例如 DF 型、DF₃ 型和进口的 ND₂ 型等内燃机车。

二、交—直流电传动

交—直流电传动系统采用交流电源供电、牵引电动机仍为直流电机,中间需经半导体整流器整流,如图 1-2 所示。它既保持了具有良好牵引性能的直流串励牵引电动机,又克服了上述直—直流传动受网压或直流牵引发电机容量限制等困难。

图 1-2(a)为电力机车交—直流电传动系统。从 20 世纪 50 年代起,世界各国大多采用单相工频 25 kV 交流电力牵引系统,在这种传动系统中,必须设有整流装置,由于大功率硅整流器件发展迅速,使这种传动系统中的整流装置日趋完善,因而交—直流电传动的电力机车也得到了相应地发展。



(a) 电力机车交—直流电传动系统

(b) 内燃机车交—直流电传动系统

图 1-2 交—直流电传动系统

我国 20 世纪 60 年代研制的 SS₁ 型电力机车,是有级调压的硅整流交—直流传动电力机车。这种类型的机车在六、七十年代已成为世界许多国家的主型机车。这是因为交—直流传动具有系统简单、技术可靠、电网功率因数高、谐波干扰小、成本低等优点的缘故。随着大功率电力电子技术的迅速发展,一种采用晶闸管相控调压的交—直流电力机车也相应发展起来。80 年代我国自行研制生产的 SS₄ 型电力机车,采用不对称四段经济半控桥式整流电路,是多段桥相控交—直流电力机车。相控调压的电力机车自动化控制程度高,可实现各种闭环控制,还可实现平滑启动、无级调速,省去了大量有触点电器,并改善了机车的黏着性能。采用多段桥相控还可改善电网功率因数和减小谐波干扰。

上述交—直流传动系统,不论是硅整流电力机车或是晶闸管相控整流电力机车,都存在一个共同的问题,这就是单相工频交流电源经整流后,加在牵引电动机两端的电压实际上是一个脉动电压,通过电动机的电流为脉动电流,这种方式供电的牵引电动机称为脉流牵引电动机,其本质也是直流牵引电机。

图 1-2(b)为内燃机车交—直流电传动系统。这种传动系统是由柴油机拖动三相交流牵引发电机,通过大功率硅整流器整流后向直流牵引电动机供电。由于交流发电机无换向器,故结构简单。且运行可靠、质量轻、造价低、维修保养简便、容量可大大增高。目前国内外生产的

大功率电传动内燃机车普遍采用交—直—交流传动方式。例如我国 DF₄ 型、DF₅ 型至 DF₁₁ 型国产内燃机车和进口的 ND₄ 型、ND₅ 型等内燃机车。

在内燃机车交—直—交流传动系统中,经整流后的直流电也是脉动的,通过牵引电动机的电流也是脉流。但由于它是三相整流电路。因而电流的交流分量幅值较小,因此,在内燃机车上一般都不称为脉流牵引电动机。

三、交—直—交流电传动

三相交流传动系统有两类,一类称为交—直—交流电传动,另一类称为交—交流电传动。这两类传动系统都是由交流电源供电(交流接触网或交流牵引发电机),其牵引电动机都是采用交流电机,目前除少数国家外,普遍采用三相交流异步牵引电动机。

直流串励牵引电动机虽然具有良好的调速性能,但它的主要缺点是必须有换向器,这不仅使得机身质量和尺寸大、费铜,而且电机故障率高、维修保养工作量大。异步电动机的转速主要决定于它的供电电源的频率,当电源频率一定时,它的转速变化范围很小,要把它作为牵引电动机时,必须对其供电电源频率作大范围的调节,才能适应机车速度在宽广范围内变化的要求。因此,交流传动的关键是在交流供电电源和交流牵引电动机之间设置一个大功率、宽调频的变频装置。

具有中间直流环节的交流电传动系统又称为交—直—交流电传动。如图 1-3 所示,它是先将交流电整流成直流,经过中间直流电路环节,再经逆变器变为频率可调的三相交流电,供给三相交流异步牵引电动机驱动机车行驶。

德国 ICE 动车组、法国 TGV 动车组、日本新干线动车组、我国南车株洲电力机车有限公司生产的 HXD₁ 型、HXD_{1B} 型电力机车,中国北车集团大同电力机车有限责任公司生产的 HXD₂ 型、HXD_{2B} 型电力机车,中国北车集团大连机车车辆有限公司和北京二七轨道交通装备有限责任公司生产的 HXD₃ 型电力机车,中国北车集团大连机车车辆有限公司生产的 HXD_{3B} 型电力机车和 HXN₃ 型内燃机车,以及南车戚墅堰机车有限公司生产的 HXN₅ 型内燃机车都属于交—直—交流电传动。

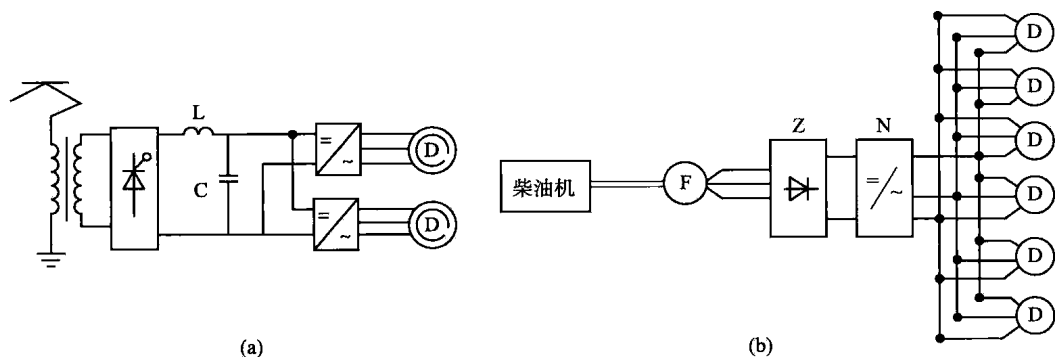


图 1-3 交—直—交流电传动系统

近几十年的长期运行实践证明交—直—交流电传动系统具有许多突出优点。如机车启动牵引力大,恒功调速范围宽、防空转性能好,对通信干扰小。采用三相异步牵引电动机可做到功率大、体积小、质量轻、结构简单、运行可靠,单电机功率可提高到 1 500 kW 左右。

四、交—交流电传动

交流电传动系统的另一类型式称为交—交流电传动。它没有中间直流环节,而是将单相或三相交流电直接变换为频率可调的三相交流电,供给三相交流牵引电动机,如图 1-4 所示。

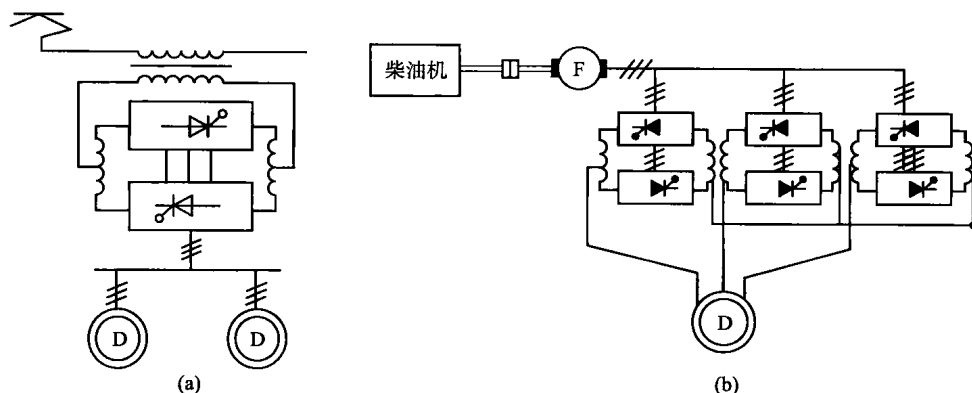


图 1-4 交—交流电传动系统

交—交流变频系统只有一次功率变换,它借助电源电压和电机的感应电势实现所谓自然换流,故可做到线路简单、损耗小、效率高。

牵引电动机是电传动机车的重要部件,它的性能好坏直接影响机车的运行。牵引电动机有许多类型,诸如直流牵引电动机、脉流牵引电动机、变频交流异步牵引电动机和晶闸管同步牵引电动机等,它们分别应用于上述各类不同的传动系统中。目前,国内外电传动机车虽然仍广泛采用直流或脉流串励牵引电动机,但由于交流电动机具有结构简单、单位功率体积小等优点;因此随着大功率晶闸管变频装置及其控制技术的不断完善,应用交流电动机作为机车牵引电动机,已成为牵引传动发展的一个重要方向。

第二节 牵引电动机的传动及悬挂方式

牵引电动机安装和一般常见的电机不同,不是用地脚螺钉固定在基础上,而是用悬挂的方式装在电传动机车上,并通过齿轮传动装置驱动机车轮对使机车行驶。因此必须考虑到机车结构特点和运行要求,合理地选择传动方式和悬挂方式。同时也须指出:传动和悬挂方式也对牵引电动机的总体结构和外形尺寸起着制约作用。

牵引电动机的传动方式通常可分为个别传动和组合传动两种。

一、个别传动

个别传动是目前国内外应用最广的传动方式。所谓个别传动是指一台牵引电动机只驱动一个轮对,它是借电机输出轴上的小齿轮驱动轮对轴上的大齿轮来实现机车牵引运行的。其主要优点是当一台电动机发生故障不能运行时,可以单独切除而不致影响其他电机工作,但是,由于各轮轴间没有机械上的联系,个别轮对容易空转,从而使整台机车的黏着牵引力降低。

个别传动牵引电动机有三种悬挂方式。

1. 抱轴式悬挂

抱轴式悬挂是通过牵引电动机一侧的滑动轴承抱在机车动轮轴上,电机的另一侧是通过弹性缓冲装置悬挂在机车转向架的横梁上,如图 1-5 所示。其实,这种悬挂方式只有一半是通过弹性缓冲装置悬吊起来的,因此也叫做半悬挂。

抱轴式悬挂结构简单、工作可靠、制造容易、成本较低、检修方便,但这种悬挂方式约有一半牵引电动机的质量直接压在机车轮轴上,簧下质量大,通常为 4~5 t/轴,轮轨动载荷大;且呈刚性连接,直接承受来自线路的冲击,使车轮与钢轨之间的动力作用加剧,会直接影响电动机的工作。此外,齿轮传动比由于受电机轴和轮轴之间中心距离的限制,使电机尺寸也不能任意选择,这就限制了机车功率和速度的提高。一般适用于机车构造速度不超过 120 km/h 的机车,例如我国 SS₃ 型电力机车和 DF₄ 型内燃机车均采用抱轴悬挂方式。

2. 架承式悬挂

对于运行速度较高的客运机车和电动车辆,抱轴式悬挂方式已不能适应运行要求,通常要采用架承式悬挂。所谓架承式悬挂就是将牵引电动机完全固定在机车转向架上,这样,牵引电动机的全部质量都成为转向架减振弹簧之上的质量,即成为簧上质量,簧下质量小,通常为 2~3 t/轴。因此,线路动力作用对牵引电动机工作的不良影响将大为减小,克服了抱轴式悬挂的缺点。但这种悬挂方式由于牵引电动机是簧上部分在行车过程中牵引电动机的转轴中心线与机车动轴中心线会产生较大的相对移动。为此,必须改变传动结构,使牵引电动机转轴和机车动轮轴之间装置弹性的或联轴节式的传动构件。通常不再将小齿轮(主动齿轮)直接装在电机转轴上,而是通过两个滚柱轴承装在齿轮箱上,并与装在机车动轮轴上的大齿轮相啮合。这时,牵引电动机的转轴和小齿轮之间必须采用联轴节传动。

下面介绍两种架承式悬挂:

(1) 采用球面齿式联轴节的架承式悬挂,如图 1-6 所示。这种传动方式多应用在我国地铁车辆上。牵引电动机全部悬挂在机车转向架上,在牵引电动机机座一侧的上方有两个悬臂,下方有一个支承,均用螺钉固定在转向架上,呈三点半边悬挂。可见,电动机在转向架上的悬挂结构比较简单。牵引电动机转轴传动端与球面齿式联轴节相连,即电机转轴上安装球面齿轮,该球面齿轮传动联轴节的内齿圈,内齿圈又传动小齿轮轴上的球面齿轮,再传动小齿轮(装在齿轮箱内),最后传动大齿轮以驱动机车行驶。这种传动方式的优点是不仅解决了机车运行中牵引电动机转轴相对机车动轮轴有位移而影响传动的问题,同时由于小齿轮不直接装在电机转轴上,故小齿轮和它的轴可以做

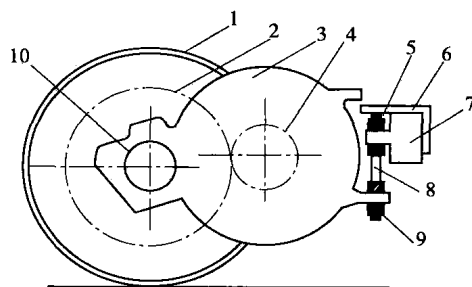


图 1-5 抱轴式悬挂

- 1—机车动轮;2—大齿轮;3—牵引电动机;
4—小齿轮;5—橡胶件;6—安全托板;
7—枕梁;8—拉杆;9—橡胶件;
10—车轴

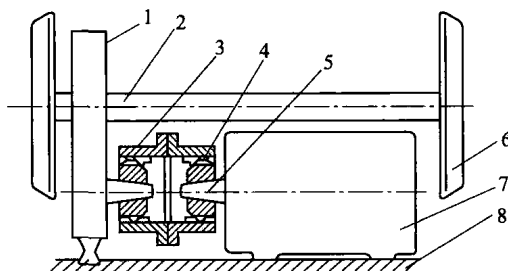


图 1-6 球面齿式联轴节的架承式悬挂

- 1—齿轮箱;2—动轮轴;3—内齿圈;
4—球面齿轮;5—电机轴;6—小齿轮;
7—电动机;8—转向架

成一个整体,从而可减少小齿轮的齿数以提高电动机的转速,从电机设计可知,在容量相同的情况下,提高电动机转速可减轻电机的质量。这种传动方式的缺点是由于联轴节占用了空间,使电机的轴向尺寸缩短。

(2)采用电动机空心轴传动的架承式悬挂,如图 1-7 所示。这种传动方式是将牵引电动机的转轴做成空心的,该空心轴通过球面齿式联轴节与传动轴相连,传动轴穿过空心轴的内腔,将转矩传给小齿轮(装在齿轮箱内)。这种传动方式实质上也是采用球面齿式联轴节的传动,其特点是电机转轴做成空心,故称为空心轴传动。由于它利用了电机空心轴内腔的空间,节省了联轴节所占据的空间,故电机可充分利用轴向长度尺寸。因此,这种架承式悬挂适用于大功率高速机车,一般适用于机车最大运行速度为 140~200 km/h 的机车,例如我国 SS8 型电力机车和 DF11 型内燃机车均采用架承式悬挂方式。

3. 体承式悬挂

对于机车最大运行速度在 200~250 km/h 以上的高速机车,为了减轻转向架构架的质量,进一步改善机车动力学性能,以提高转向架的蛇行稳定性,把牵引电动机移至车体上,使其成为二系弹簧以上的质量,成为体承式牵引电动机。

体承式悬挂簧下质量小,转向架质量及绕中心的转动惯量小,因而转向架的蛇行稳定性好,机车的蛇行临界速度高,对减轻轮轨的垂向及横向动载荷也有所帮助,适用于高速机车。但牵引电动机输出端至轮对之间传递力矩所用的驱动装置结构比架承式悬挂复还要复杂,制造更难,成本更高。

图 1-8 所示为法国 TGV 动力车的驱动装置。牵引电动机悬挂在车体上,其扭矩通过齿轮箱(装在车体上)、万向轴、小齿轮、大齿轮传至轮对。

为了高速运行,牵引电动机体承式是必要的。为此驱动装置必须适应车体与转向架之间的相对运动以及转向架与轮对之间的相对运动。万向轴关节联轴器就是用来适应车体与轮对之间的相对运动,包括垂向、横向及回转方向的相对位移。此传递扭矩的万向轴必须制成长度能伸缩,以适应车体与轮对之间较大的相对运动。

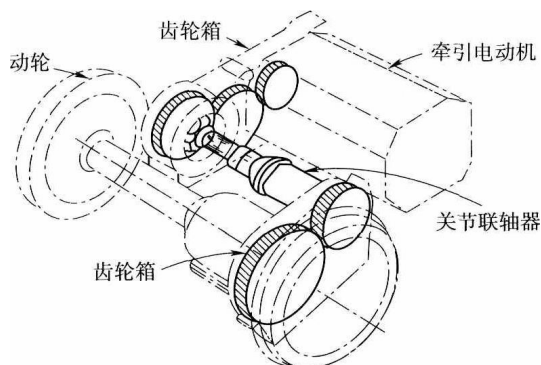


图 1-8 法国 TGV 动力车驱动装置

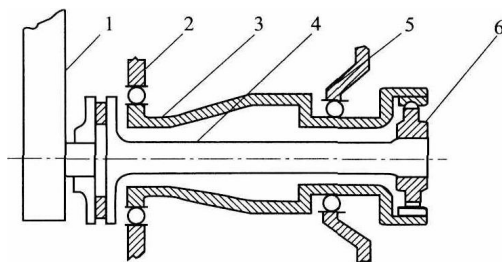


图 1-7 电枢空心轴架承式悬挂

- 1—传动齿轮箱;2、5—电机端盖;
3—电枢空心轴;4—传动轴;
6—球面齿式联轴节

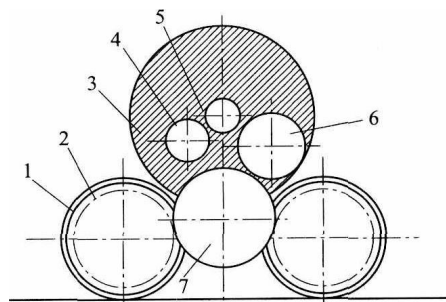


图 1-9 电机两轴转向架组合传动

- 1—车轮;2—大齿轮;3—电动机;4、6—变速齿轮;
5—电机轴上小齿轮;7—中间齿轮

二、组合传动

组合传动就是每个转向架上只安装一台牵引电动机(这种转向架称为单电机转向架),通过变速齿轮装置传动该转向架的每一根机车动轮轴。也就是说一台转向架的各种轴组合在一起由一台牵引电动机驱动,如图 1-9 所示。组合传动装置的结构比个别传动复杂,但由于组合传动有其特点而受到重视。随着铁路运输重载高速的不断发展,要求充分利用机车每一个轮对的黏着质量,以实现大的黏着牵引力,在这种情况下,就倾向采用组合传动。组合传动还有利于降低牵引电动机单位功率的质量,因为这种传动方式相当于把几个轮对上的较小功率的牵引电动机合并为一台大功率的电机,电机功率越大,其质量指标(即每一千瓦功率的质量)越低,在相同容量下,电机的造价也将降低。此外,采用组合传动还可以将传动齿轮进行不同的搭配来改变传动比,这样就可实现同一台机车既可成为高速客运机车,又可作为牵引力大的低速货运机车,从而使机车和牵引电动机具有通用性。

第三节 牵引电动机的工作条件

牵引电动机的工作原理和普通电动机是一致的,其基本结构和普通电动机也是相似的。但是,牵引电动机的工作条件与普通电动机相比则有很大区别,因此牵引电机在设计、结构、材料、绝缘、工艺等方面都要作慎重考虑。

牵引电动机工作条件的主要特点是:

(1)由于机车既要求有大的牵引力,又要求能高速运行,因此加到电动机上的电压与电流变动幅度较大,故要求电动机能适应较大的调压比,并有一定深度的磁场削弱能力。

(2)牵引电动机在露天工作,环境恶劣,经常受到风沙、雨雪的侵袭,运用地区海拔高度、环境温度的差别很大,空气中的湿度、盐分(海滨区热季)和含尘量也不相同,这些都能使电动机绝缘变差。因此,牵引电动机的绝缘材料和绝缘结构应具有较好的防尘、防潮能力。

(3)由于牵引电动机在运行中经常启动、制动、过载和磁场削弱,且机车运行时电动机受到冲击和振动都比普通电动机严重,因此,无论是电磁原因或是机械原因都会造成牵引电动机换向困难,换向器上经常产生火花甚至会形成环火。尤其要指出的是,在脉动电压下工作的牵引电动机,其换向和发热更为困难,因此对脉流牵引电动机的结构选择还要考虑这方面的特殊问题。运行中的冲击和振动除造成换向恶化外,还易使电动机的零部件损坏,因此要求牵引电动机的零部件必须具有较高的机械强度。

(4)牵引电动机安装空间尺寸受到限制。由于牵引电动机是悬挂在机车转向架上,电机结构必须考虑传动和悬挂两方面的问题,它的径向尺寸受轮对直径的限制,轴向尺寸受轨距的限制,还受到轮对中心线与机车走行部分其他构件之间距离的限制,因此,要求牵引电动机结构紧凑,通常都采用高等级绝缘材料和性能良好的导磁材料。

第四节 电动机的定额及额定数据

一、牵引电动机的定额

电动机是完成机械能、电能量转换的机械,因此要有各种电与机械的量值来表征其运行性能。电动机的定额是电机制造厂根据国家技术标准的要求,对电动机全部电量和机械量的数值以及运行方式所做的规定,它表示了电动机的运行特点和工作能力。电动机的定额既是制造厂对电动机进行性能分析和验证设计合理性的依据,也是运用部门正确使用电机的依据。

电动机定额分为连续定额、小时定额和断续定额三种。连续定额是指电动机在所规定的电压和磁场的条件下连续运转,而各部件的温升不超过允许的限值时所能承受的电流和其他相应的定额数值。小时定额是指电动机在所规定的电压和磁场下,从冷态开始运行 1 h 后各部件温升不超过允许的限值时所能承受的电流和其他相应的定额数值。断续定额是指电动机时断时续地运行,而温升不超过允许的限值时所能承受的电流和其他相应的定额数值。

在规定定额的情况下,制造厂对电机的每单个电量或机械量所规定的数值,称为电动机的额定值。如额定功率、额定电压、额定电流、额定转速和额定励磁电流等。

二、电动机的额定数据

1. 额定连续功率

当电动机在连续定额功率下工作,经过长时间运行电机温升在允许范围内不再增加,这个功率称为额定连续功率,也称为额定持续功率。

2. 额定小时功率

额定小时功率是在规定的通风条件下,电机从冷态开始运行 1 h,各部件的温升不超过允许值,这种情况下电动机轴上输出的机械功率。

3. 额定电压

电动机正常工作时加在它两端的电压称为额定电压。额定电压受绝缘耐压强度和换向条件的限制,它是设计电动机时的计算电压。

需要指出的是,在电传动内燃机车中,牵引电动机的额定电压有两个值,例如 DF4 型内燃机车的牵引电动机额定电压为 550 V/770 V,这是因为对于内燃机车的电力传动装置来说,其核心任务是要能充分利用柴油机的功率,因而要求对牵引电动机供电的牵引发电机应具有恒功率的理想外特性,这个外特性曲线有较宽的电压变化范围,其额定值有两个,即额定低电压和额定高电压,因此牵引电动机也对应有两个额定电压值。

4. 额定电流

电动机在额定电压下以额定功率运行时允许从电源输入的电流称为额定电流。额定电流一般是电动机最大安全电流,超过了便可能过热,这是针对电动机的绝缘等级规定的温升限值而言的。

在电力机车牵引电动机中,与额定连续功率相对应的电流称为额定连续电流,与额定小时功率相对应的电流称为额定小时电流。

在内燃机车牵引电动机中,与加在牵引电动机上两个额定电压相对应也有两个额定电流值,

分别称为低压额定电流和高压额定电流,例如 DF₄ 型机车牵引电动机的额定电流为 800 A/570 A。

5. 额定转速

电动机在电压、电流和功率都为额定值时的转子旋转速度,称为额定转速。额定转速为每一电机最有利的转速,在此转速下运行可以保证电机有效材料的充分利用。牵引电动机在连续定额和小时定额下分别有相对应的额定转速。

对于电传动内燃机车的牵引电动机,其额定转速是指在低压额定电流(或持续电流)下运行时的转速,也称为持续转速。

除上述额定数据外,在牵引电动机铭牌上还有励磁方式、通风量、绝缘等级等数据。

三、产品型号及铭牌

我国牵引电机型号是根据机械工业部颁发的电工产品型号编制办法统一编制的,由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。

直流牵引电动机型号用“ZQ×××”表示,其中 Z 表示直流,Q 表示牵引电动机。例如 ZQ800-1 为 SS₃ 型电力机车用脉流牵引电动机,数字表示其额定功率为 800 kW。

电传动内燃机车的牵引电机分别用 ZQFR 表示牵引发电机(Z——直流,Q——牵引,F——发电机,R——“热”力机车,因内燃机车为热力机车之一),用 ZQDR 表示牵引电动机(D——电动机,其他文字符号同牵引发电机)。例如 ZQDR-410 为 DF₄ 型内燃机车的牵引电动机型号,它表示热力机车用直流牵引电动机,额定功率为 410 kW。

每台牵引电机机座上都标注有一块铭牌,现以 SS₃ 型机车的牵引电动机为例,铭牌式样如图 1-10 所示。

脉流牵引电动机

型号	ZQ800-1		连续定额	小时定额	最 大
绝缘等级	定子/电枢 H/F	功率	720 kW	800 kW	
励磁方式	串励	电压	1 550 V	1 550 V	1 800 V
额定磁场	95%	电流	495 A	550 A	830 A
技术条件		转速	945 r/min	920 r/min	
序 号		质量	3 960 kg		
××制造厂					年 月 日

图 1-10 铝牌式样

小 结

机车电传动系统按所采用的电流制不同可分成下列四类:直一直流传动、交一直流电传动、交一直一交流电传动、交一交流电传动系统。

牵引电动机的传动方式分为个别传动和组合传动两种。个别传动是一台牵引电动机只驱动一个轮对,其主要优点是一台牵引电动机发生故障时可切除,并不影响其他电机工作,提高