

HXD₁C 型

机车构架与运用操作

HXD₁C XING

JICHE GOUJIA YU YUNYONG CAOZUO

陈纯北 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

HXD₁C 型机车构架与运用操作

陈纯北 编著

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

HXD₁C 型电力机车属近年来引进技术消化吸收后自主创新设计生产的新型大功率交流电传动电力机车。本书对该型电力机车构架与运用操作进行了系统介绍,并结合作者所在机务段与外段运用该型电力机车的实际情况,列述了运用中出现的结构性缺陷与操作失当引起的典型故障个例。

本书可作为司乘、地勤质检、验收、机车调度等人员的专业学习读本,并适用于本专业司乘人员培训学习用教材或大专院校辅助性教材。

图书在版编目(CIP)数据

HXD₁C 型机车构架与运用操作/陈纯北编著. —北京:中国铁道出版社,2015.11

ISBN 978-7-113-21051-9

I. ①H… II. ①陈… III. ①电力机车—交流电传动—传动机构 IV. ①U264.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 252693 号

书 名:HXD₁C 型机车构架与运用操作

作 者:陈纯北 编著

责任编辑:王明容

编辑部电话:010-51873138

电子信箱:tdpress@126.com

编辑助理:王佳琦

封面设计:郑春鹏

责任校对:胡明锋

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:三河市宏盛印务有限公司

版 次:2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:32 字数:788 千

书 号:ISBN 978-7-113-21051-9

定 价:85.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

作者作为铁路运输机车运用司乘操作人员经历了蒸汽机车、内燃机车与电力机车牵引时期。在此期间,我国铁路运输动力牵引变迁发生了翻天覆地的变化。以作者所服务的兰新线为例,20世纪70年代蒸汽机车上/下行在6‰限制坡道上牵引1 800/1 600 t。自20世纪80年代起随着运用内燃机车更新换代和线路设备的改造,牵引货物从上/下行的1 800/1 600 t逐渐增到4 000/3 600 t,再到现在电力机车上/下行牵引5 000 t。尽管机车牵引动力与机车设备的变更有相当大的技术进步,机车操作方法也发生了根本性的改变,但列车的操纵方式及相应要求变化并不大。

例如,蒸汽机车是以锅炉蒸汽为动力,即要求始终保持机车锅炉水表水位与汽压的适度平衡,以求机车牵引动力发挥最好效率。否则,锅炉水位太高进入汽缸的蒸汽会不太干燥,甚至会造成“窜水”;锅炉汽压太低,进入汽缸内的单位压强会降低,均会影响机车动力的产生与牵引力的发挥。同时,若不能根据列车编组负载与线路纵断面的变化情况随时调整好汽缸手把位置与汽门的供汽量,即便锅炉内汽足火旺也不能良好地发挥蒸汽机车的动力效率。

内燃机车牵引在机车操作上虽然有了较大变化,机车动力(柴油机)属自动控制,如何调整好柴油机功率输出,并在柴油机功率输出最佳的工况下发挥好机车的牛马特性,充分利用好机车的运用牵引特性,也得根据列车负载与线路纵断面的变化情况和机车运用性能,发挥好内燃机车各系统间功能与部件间的协调,避免盲目操作机车,导致机车运用故障的发生。例如,机车运行中由负载重的上坡道转入负载减轻的缓和坡道时,如未实施好机车操作调节,一味还是在机车柴油机高转速大功率输出下工作,其结果是导致牵引电动机在限压上线运行,致使牵引电动机环火短路“放炮”,牵引电动机损坏,严重时波及到1、2ZL整流柜内整流元件(类似的内燃机车运用操作失当引起的机车运用故障个例,作者在前几本内燃机车运用书籍中均有介绍)。

现代大功率电力机车(特别是交—直—交电传动方式)克服了上述两类机车功率不足与机车操控上已有的各类缺陷,但同样还存在着一定的机车结构性缺陷带来的运用障碍。虽然该类型电力机车具有定速控制等先进的操控技术措施,但机车运用故障同样会发生。若一味地依赖于所谓的机车先进操控系统,未随运用机车类型的改变而转变机车操作方式,任何先进的设备都是运用不好的。例如,电力机车性能中是以AC 25 kV的外动力——接触网电源为基准,经主变流器的

转换,但在电力机车运用中网侧压力因线路区段负载高低的影响,接受到的网侧电压有超 AC 31 kV 与低于 AC 17.5 kV 及以下时,或机车长时间处于高负荷功率域段。因此主变流器内二次谐振波对其部件形成冲击,导致电气/电子设备(电容、模块的“炸壳”、电容“涌液鼓包”接地)发生非正常损坏。若机车操作者能在网侧电压高/低峰域值段,预防性地提前对机车减负,使机车负荷趋于缓和,该类机车运用故障相应也能得到减少或避免发生。

无论是蒸汽机车、内燃机车还是现在的电力机车在运用上均有继承性,虽然在操作方法上会有所不同,但在机车操作方式要求上是有其相同性的。应根据机车类型的不同,发挥好机车“三力”的具体配合运用,即机车牵引力、机车制动力与机车电(阻)制动力(蒸汽机车无此功能)的理性运用;同时在列车操纵中应注重“三要素”,即在列车操纵中处理好机车性能、列车编组与线路纵断面三者间带来机车牵引力与列车运行阻力的变量关系,充分发挥和掌握好机车“三力”的实施与运用,在保证列车安全运行的同时,提升机车操作技术水平、提高机车的运用效率与效益,对一种新型机车的运用尤其如此。

因此本书突出叙述了 HXD1C 型电力机车运用操作与其相关内容,并系统地在第二章介绍了该型电力机车性能,熟悉此类知识以便于对机车性能运用操作的掌握和发挥;在第二、三章内介绍了机车总体与部分部件的构架知识,以便对机车部件熟悉;在第四、五章系统地介绍了该型机车主、辅系统的主要部件,以便于对该类部件运用性能的了解与掌握;在第六、七章叙述了机车电子控制系统与电空制动机的操作与控制,以求对机车电子控制技术与制动系统有新的认识;在第八章叙述了机车运用操作,对该型电力机车运用操作应有一全新的概念,无论是机车功率的发挥还是机车列车制动力的实施(加),均属指令间接控制,属指令控制就需按程序设置进程的步骤操作,不得盲目操作,否则将对机车操作带来运用障碍(发生机车计算机保护性“死机”)与相应非正常制动(惩罚),严重时,造成电气设备硬(机)件的损坏;在第九章介绍了机车运用故障处理,以求对该型机车存在的结构缺陷与运用操作失当有所认识,能够寻求最佳机车运用操作方法,提高机车操作技能克服机车运用缺陷;在第十章介绍了机车运用典型故障个例,能够补充机车运用者对机车性能运用与操作上的知识不足,便于改进创新机车运用操作技能;在第十一章介绍了机车运用的相关名词、机车运用安全要求与相应规定,以保证在机车运用中的正确运用与安全。

为能提请有关机车设计制造及运用部门改进完善机车性能和规范机车的操作行为,书内提供了部分现场机车运用信息,以使其机车性能更趋完善,运用适应性增强,运用操作更趋合理。HXD1C 型电力机车投入运用才四年多,对于该型机车运用而言,还有不少部(机)件与机车操作控制系统需得到进一步完善与改进。仅就对这一新型机车运用而言,虽然本书内对此有所介绍与揭示,但还很欠缺,该

型机车某类设备与部件在完善改进中,其隐形故障的存在并未在机车运用中暴露,但不等于不存在。本书仅就机车运用操作方面展开介绍,如哪些方面与运用者的运用机车有所区别或叙述不周,请以所运用机车出厂携带技术说明的技术参数为准,或以机车运用业务部门对机车改进措施(文件)为准。

本书在撰写中得到了作者所在单位——乌鲁木齐和哈密机务段各级领导的大力支持。并先后得到了湖东电力机务段马纯勇,襄樊机务段丁明顺,乌鲁木齐机务段吕建光,哈密机务段刘彦龙、刘闯,株洲电力机车厂与株洲电力机车研究所驻哈密机务段服务组的相关同志,以及哈密机务段教育科与技术科档案室周丽君给予的大力协助,在此表示衷心感谢!

由于时间仓促,水平所限,谬误在所难免,对提出的批评指正谨表谢意!

陈纯北

2015年5月于新疆哈密

目 录

第一章 概 述.....	1
第二章 HXD ₁ C 型电力机车构架与性能	7
第一节 HXD ₁ C 型电力机车运用	7
思考题	13
第二节 HXD ₁ C 型电力机车总体总成	13
思考题	24
第三节 HXD ₁ C 型电力机车性能	24
思考题	32
第三章 机车主电路电气设备与性能	33
第一节 主变压器	33
思考题	41
第二节 主变流器	41
思考题	64
第三节 HXD ₁ C 型电力机车外电源授受电气设备	65
思考题	79
第四节 交流牵引电动机	79
思考题	89
第四章 机车辅助系统及电气设备	90
第一节 机车冷却通风系统	90
思考题	99
第二节 机车冷却循环系统	99
思考题	106
第三节 机车辅助电气设备及其他设施	106
思考题	125
第五章 HXD ₁ C 型电力机车电气线路及控制	126
第一节 HXD ₁ C 型电力机车电路原理图标示	126
思考题	136
第二节 机车主电路	136
思考题	147

第三节 辅助电气系统控制电路	147
思考题	160
第四节 机车控制系统与电气设备控制操作	160
思考题	181
第六章 电子控制系统及机车安全运用	182
第一节 机车计算机网络控制系统	182
思考题	195
第二节 机车主要控制功能	195
思考题	208
第三节 机车系统安全及连锁	208
思考题	214
第四节 列车分布动力控制系统 LOCOTROL	214
思考题	225
第七章 CCB II 电空制动机	226
第一节 CCB II 电空制动机构架	226
思考题	238
第二节 CCB II 电空制动机控制关系	238
思考题	249
第三节 空气管路系统	249
思考题	259
第四节 CCB II 电空制动机设置与检查/运用操作	260
思考题	272
第八章 HXD1C 型电力机车运用操作	273
第一节 HXD1C 型电力机车整备/启动	273
思考题	284
第二节 HXD1C 型电力机车出段前重点检查	284
思考题	291
第三节 HXD1C 型电力机车启动与牵引操作	292
思考题	311
第四节 列车分布式动力控制系统操作	311
思考题	319
第九章 HXD1C 型电力机车运用故障处理	320
第一节 HXD1C 型电力机车运用常见故障	320
思考题	328
第二节 HXD1C 型电力机车计算机诊断故障处置	328

思考题	365
第三节 机车制动系统应急故障处置	365
思考题	375
第四节 机车运行应急故障处置	375
思考题	387
第十章 HXD ₁ C 型电力机车运用典型故障个例分析	388
第一节 主变流器 TCU 运用故障分析	388
思考题	405
第二节 辅助变流器 ACU 运用故障分析	406
思考题	413
第三节 机车驱动装置运用故障分析	413
思考题	423
第四节 CCBⅡ电空制动机运用故障分析	423
思考题	434
第五节 HXD ₁ C 型电力机车运用中其他故障分析	434
思考题	449
第六节 HXD ₁ C 型电力机车主变流器故障成因分析	449
思考题	456
第十一章 HXD ₁ C 型机车运用操作相关名词与规定	457
第一节 HXD ₁ C 型电力机车运用相关名词	457
思考题	474
第二节 HXD ₁ C 型电力机车运用安全	474
思考题	488
第三节 电力机车运用相关规定	488

第一章 概 述

2004 年,国家通过了《中长期铁路网规划》,并对研究通过的铁路机车车辆装备现代化实施方案明确指出,“加快我国铁路运输装备现代化,要按照引进先进技术、联合设计生产、打造中国品牌的总体要求”。根据上述方针,国家发改委与原铁道部于 2004 年 7 月联合下达了《大功率交流传动电力机车技术引进与国产化实施方案》。HXD₁C 型电力机车是在 HXD₁、HXD₁B 型电力机车技术引进的基础上,掌握了大功率交流传动机车的系统集成及相关配套技术,形成了一套适应中国铁路运输需要的技术体系,自主研制的六轴 7 200 kW 交流传动货运电力机车。即在前两型引进电力机车优点的基础上,克服相应缺点,适应我国现有线路单机在 6% 的坡道上牵引 5 000 t 货物列车的要求。该型机车最大轮周牵引力/电制动功率 7 200 kW,最高运行速度 120 km/h。

一、HXD₁C 型电力机车性能/总成与主电路

1. 机车性能

机车性能是指机车牵引特性与制动特性及其相应部件的主要技术参数。HXD₁C 型机车运用性能是根据机车构架构成的系统所发挥的机车综合性运用功能,来体现机车牵引特性、电制动与制动特性集成技术在系统控制下的综合体现。

2. HXD₁C 型电力机车构架总成

机车构架是指机车主要构成部件的总成。HXD₁C 型为六轴交流电力机车,轴式为 C₀-C₀,属于交一直一交传动的范畴,采用前后双端司机室顺向操纵,它由接触网供给高压交流电,属外动力电源,由机车车顶受电弓导入,在机车上经主变压器降压,再经机车主变流器四象限整流并通过中间直流环节转变成直流电,然后再经牵引逆变器、辅助逆变器将直流电转换成三相交流电,用来驱动交流牵引电动机及其他辅助装置的三相交流电机,完成机车的牵引任务。

机车内机械间纵向采用三个间隔,即前后 I 端司机室、机械间与 II 端司机室。其中 I、II 端司机室布置基本相同,机械间设备采用靠边对称布置,中间是走廊。机车外形纵向从左向右为 I 司机室外墙、机械间外墙与 II 司机室外墙横向从上到下为机车车顶、车体与走行部。在第三章第三节分别叙述了 HXD₁C 型电力机车运用、总体总成与附属装置。

3. 机车主电路

HXD₁C 型电力机车主电路电气设备主要由外来电源授受电器,降压变换装置——主变压器,交一直一交流变换装置——主变流器与逆变驱动器及牵引电动机与相应辅助控制、测量与保护装置所组成。在第三章第四节分别介绍了机车主变压器、主变流器、外来电源授受电气设备与交流牵引电动机。

(1) 机车电气设备

HXD₁C 型电力机车接受接触网(外来)电源经主变压器降压与主变流器变换控制,转换成机车的动力源,驱动机车牵引列车运行。其外来电源授受电气设备均属高压电器,主要有受电弓、真空断路器、接地开关、高压隔离开关、高压电压互感器、原边电流互感器、避雷器和高压电

缆总成等。该类电气设备有专项授受性电器(如受电弓)、专项控制电器(如高压隔离开关)、保护性电器(如接地开关、避雷器)、控制兼保护性电器(如真空断路器)、测量电器(如电压、电流互感器),以及连接性电器(如高压电缆等),其特点是均处在机车外电源的高压电路中。

(2) 牵引电动机

牵引电动机是机车进行机械能和电能相互转换的重要部件。它安装在机车转向架上,通过传动装置与轮对相连。机车在牵引状态时,牵引电动机将电能转换成机械能,驱动机车运行。当机车在电气制动状态时,牵引电动机将列车的机械能转化为电能,产生列车制动力。21 世纪之前,我国机车牵引电动机主要采用直流电机。随着电力电子技术的发展,异步电机在控制系统的支撑下具有了与直流电机媲美的调速特性,异步电机还有比直流电机体积小、功率大、效率高、恒功范围宽、维护量小等优点,因此世界各国都在推广异步牵引电动机的运用。20 世纪后期,西门子、庞巴迪、三菱重工等国际大公司已广泛采用异步电机作为铁路机车的牵引动力,进入 21 世纪,我国采用引进国际大公司异步传动技术的方式,开始大力推广异步牵引电动机的运用。

(3) 异步电机运行

异步电机的主要运行原理:定子接通三相交流电后,在气隙中产生旋转磁场,该磁场切割转子导条后在转子导条中产生感应电流,带电的转子导条处于气隙旋转磁场中将产生电动力,使转子朝定子旋转磁场的同一方向旋转。改变定子频率即可改变电机转速,随着定子频率的增加,电机转速相应增加,如果电压不增加,将导致电机磁场减弱,电机转矩将降低,电机磁场降到很低时,电机不能输出足够的转矩,不能满足负载要求。另一方面,低频启动时,如果电压很高,将导致电机过分饱和。因此异步电机变频时,电压也应在一定范围内保持一定比例的变化,这种调速方式称之为变频变压调速。

(4) 异步电机牵引/电制动

异步电机牵引与再生制动原理:在 $1 > S > 0$ 的范围内,电磁转矩与转子转向相同,它拖动转子旋转,电机从逆变器吸收电能转换为机械能,克服机车阻力驱动机车运行,处于电动机运行状态。 $S=1$ 为启动运行状态。在 $S < 0$ 的范围内,转子转向与定子旋转磁场一致,转子转速 n 大于电机同步转速 n_1 ,电磁转矩与转子转向相反,它阻碍转子旋转,电机将机车机械能转换为电能传送给逆变器。对机车产生制动转矩,电机处于发电机运行状态,称之为再生电气制动,简称电制动。

二、机车辅助电气设备/电路与控制系统

HXD1C 型电力机车辅助电气设备由集成在主变压器内的牵引(辅变)绕组供电。两台辅助逆变器分别从两台辅助变流器的中间直流环节获得供电,通过辅助变压器和一组滤波电容器滤波后向 2 套三相支路供电。单相交流支路由一台变压器从三相恒频恒压支路取电。直流负载支路由蓄电池经充电后供电(或蓄电池单独供电,但供电时间受限)。除卫生间、微波炉、冰箱等生活设施全车只有一套外,HXD1C 型电力机车具有完全相同的两套辅助电气系统。在第四章第三节叙述了该型机车辅助系统及相应电气设备,即机车冷却系统,机车冷却循环系统与辅助电气设备及其他设施。

1. 机车辅助电气设备

HXD1C 型电力机车装备有两台结构一样、功能完全相同冷却塔,在机械间内对称安置,

用来冷却主变流器和主变压器中相应的冷却剂(水、油)。该型机车的两个冷却循环系统就是冷却塔的两个具有独立的冷却回路。即主变流器水冷却液回路,主变压器油冷却液回路。

HXD1c 型电力机车的 2 台辅助变流器单独由主变压器中的辅变绕组供电,在正常状况下,这个辅助变流器一个工作在变频变压模式,一个工作在恒频恒压模式。辅助变流器供电采用冗余设计,两台辅助变流器的输出接触器之后设置了一个故障转换用接触器,当一台辅助变流器出现故障时,系统重新配置,故障辅助变流器后面的输出接触器断开,故障转换用接触器闭合,另一个辅助变流器将承担所有负载。此时所有辅助设备都以恒频恒压方式工作,负载投入不受限制。

2. 机车电气线路

电气线路是将各种电气设备连接起来,构成一个有机的整体,以实现一定的功能。HXD1c 型电力机车的电气线路按其作用分为主电路、辅助电路和控制系统电路三大部分。

(1) 主电路

主电路是将产生机车牵引力和制动力的各种电气设备连成一个电气系统,以实现功率传输的主体电路,或称动力电路。它包括受电弓、主断路器、主变压器、主变流器(包括四象限整流器、中间直流电压回路和脉宽调制逆变器)及三相牵引电动机。

(2) 辅助电路

辅助电路是机车上为主电路电气设备服务的各种辅助电气设备和辅助电源连成一体的电气系统。辅助电路包括辅助变流器、各种电动机(冷却风机、压缩机、油泵、水泵的电动机)、蓄电池充电器、空调及加热装置等。

(3) 控制系统电路

控制系统就其功能而言是主令系统,司机通过控制系统发出指令来间接控制机车主电路及辅助电路,以完成各种工况的操作。HXD1c 型机车的控制系统是通过采用国外铁路自动化电子控制系统(在此基础上有所改进)和制动控制单元(CCB II)连接在一起,整个系统集成成了机车重要的开环/闭环控制及故障诊断功能。该类控制系统通过电磁、电空、或机械传动等方式互相联系,配合动作,以实现机车的运行。在第五章第四节介绍了该型机车电气线路位置标示,部分主要主电路、辅助电路、控制电路及相应间的控制关系。

3. 机车电子控制系统

HXD1c 型电力机车控制系统不仅是单纯的电路控制,还接受有线电路、网络通信联络与计算机管理下的控制,并以计算机显示屏为警示装置的综合性控制系统。它的每项控制(主电路、辅助电路、控制电路及其他辅助性和生活性设施)不仅有电路控制,也是在机车计算机系统管理下的网络综合控制。在第六章第四节介绍了机车计算机网络控制系统;机车主要控制功能、机车系统安全及连锁与列车分布式动力控制系统;机车计算机网络控制系统,中央控制系统,牵引控制单元,计算机显示器,远程监控及无线重联系统,电空制动控制单元,定速控制等。它们控制的机车系统不同,其功能作用也不尽相同。即有 TCN 通信网络,机车中央控制管理系统 CCU 与牵引/制动(电制)控制系统 TCU,计算机显示器监视系统。机车远程监视与诊断系统 CMD 和机车无线重联系统 MTC 或 LOCOTROL 列车分布式动力控制系统(对该型电力机车此类无线控制技术装置仅为简单介绍),电空制动控制单元 CCB II,机车自动操作定速控制装置等均属机车电子控制系统。HXD1c 型机车计算机网络控制功能主要由 CCU、TCU

等智能控制系统完成。CCU 以及机车智能控制系统通过列车网络交换过程数据、消息数据和监督数据来实现对机车的控制、故障诊断以及机车状态评估。计算机网络控制系统可以实现高压回路控制、牵引/电制动控制、机车速度控制、故障诊断保护。

机车系统安全及连锁是为了保证机车运用中的安全。当机车需要检查检修作业或机车运行需要对机车车顶进行故障处理时,系统安全及连锁起到了相应的保护作用。它们对机车保护功能各有不同,当机车运行中发生相应主要部件运用故障时,而产生牵引封锁;当机车运行中作为一种警惕装置提醒司机正确操作,避免因精力不集中所造成的操作过失;当机车停留时,为避免机车溜逸而采取的一种制动措施;当机车运用中发生车顶电气部件故障时,为确保在机车无电的情况下进行检查检修所采取的一种人身安全保护措施。同时,远距离无线控制技术装置或 LOCOTROL 列车分布式动力控制系统在该型电力机车绝大多数未装配运用,但作为远期机车运用(如万吨及以上组合列车开行)会相应得到装备。因此也对此项机车运用操作技术在独立章节作为了解知识有所介绍。

三、机车 CCB II 制动机与运用操作

HXD1C 型电力机车装配 CCB II 电一空制动机,在第七章内仅对 CCB II 制动机系统与控制关系,和机车运用中的正确操作与结构缺陷及操作不当引起的运用故障进行了相应介绍。

1. CCB II 电一空制动机

HXD1C 型电力机车使用的 CCB II 空气制动系统是一个基于网络的电一空制动系统,它由 4 个部分组成,即由自动制动、单独制动、后备制动与停车制动。该制动机利用现场可替换单元设计形成一种分布式结构,每个可替换的单元模块包含自动诊断功能。制动机具备多项冗余功能,具有识别、重新组合和发生故障时备份关键部件的功能。CCB II 电一空制动机设计利用网络技术互联每个可替换单元,这些单元互相实时通信,实现各种制动功能的控制。

HXD1C 型电力机车有一个完整的压缩空气供应系统,由两台主压缩机、空气干燥器、压力控制器、总风缸、止回阀、安全阀和主空气管路等组成。空气供应系统产生的压缩空气供给空气制动系统和辅助气动设备使用。空气供应系统安装有一个低压保护装置,当总风缸压力低于 500(600)kPa 时,低压保护装置经制动显示屏发送一个信号给司机操纵台计算机显示屏告知司机。与此同时,也发送一个信号切断牵引电源并投入常用制动。

2. 基本设置与检查/运用操作

CCB II 型电一空制动机基本设置与检查/运用操作,包括 CCB II 制动系统在机车运用前的设置,机车出段前进行制动机五步闸试验,CCB II 型电一空制动机的具体操作设置,以及制动系统运用中的注意事项。在实际运用中,因机车制动系统设计制造理念与现场运用存在一定差距。特别是对于内燃机车司乘人员转轨于电力机车运用是有较大区别的。加之现场对运用人员在制动系统培训不到位,与运用人员学习、运用操作及故障判断处理方面存在诸多误区。因此,时有发生人为操作不当导致制动系统故障或对制动故障判断处置失当,发生机车运用故障,造成机车运行途停机、堵塞正线的事件屡屡发生,严重影响了机车的正常运用。

3. HXD1C 型电力机车运用操作

HXD1C 型电力机车运用操作一般按四个步骤进行。一是在日常检查满足该型机车整备条件后,并在机车重要部件检查符合运用条件和机车牵引要求状况下才能对其进行运用操作。即机车出段前的条件必须是满砂、满水以及轮轨润滑装置加润滑脂,称之为机车准备阶段。二

是在符合机车运用相关运用规定要求的情况下,司乘人员才可对机车进行日常检查操作,机车日常检查操作应针对保护装置、控制电源、控制装置、解锁钥匙以及机车制动系统等重点设备进行,称之为检查阶段。三是经上述检查在符合机车牵引要求后,再进行相应的机车重点部件检查作业试验操作项目。它包括机车高压整备试验与空气制动试验和低压柜开关检查,通过此类检查与相应试验使机车的控制系统能符合机车运用条件的要求,力求将机车运用隐形故障消除在机车出段之前,以保证机车运用中的良好性能。HXD1c 型电力机车启动是在机车出段前检查作业完毕后,并具备机车启动的条件下才能进行的操作,它与机车的运用性能要求极为相关,统称为检查试验操作阶段。四是机车牵引操作是在机车启动运转正常后,机车出段挂车及线路牵引列车运行的操作,称之为机车运用线路操作(纵)阶段。同时机车运用操作又属一项技术要求相当强而复杂的操作技能,在第八章第四节详尽介绍了 HXD1c 型电力机车整备/启动,机车重点检查部件要求,机车启动与牵引操作与列车分布式动力操作。

四、机车运用故障处置与典型故障个例分析

HXD1c 型电力机车运用故障有多方面的因素,主要分为两大类,即设备部件结构缺陷引起的机车运用故障,与操作过程中呈现的故障和人为操作失当引起的机车运用故障。前者故障表现主要呈现在部件的运用暂时性与永久性失效而不能恢复;后者故障表现主要呈现在对机车操作失效(计算机控制系统“死机”),一般通过对计算机控制系统的复位(或网络复位与大复位)故障均能得到恢复。机车运用中的故障处理只能属权宜之策,对此类机车运用操作人员的职责是应维持机车运行到目的地站,或尽可能维持机车运行到前方站停车处置,避免机车运行中途停事故的发生,并详尽提供机车信息,这是机车运用故障处理的宗旨。

机车运用故障的处理是以运用者对运用机车部件性能熟知为基础,并尊重机车运用性能与客观的机车运用规律,避免盲从与盲目,按机车部件运用的规定与要求操作好机车。即使在机车运用中发生相应的机车运用故障时,也能按机车运用与计算机程序设计要求循序去处理好,机车运用中应预防第一,处理次之。在各种复杂的机车运用条件下,电力机车经过一段时间的运行后,不可避免地会出现一些损失,即各种零部件会发生不同程度的自然磨损、变性,电气装置还会发生断线、接地及绝缘老化与电子元件运用老化,从而造成各种机车运用故障,应尽可能迅速排除故障,维持机车运行,避免机车运用故障发生。在第九章分层次介绍了该型机车几类运用故障及在非正常情况应急操作和处理方法,由于故障往往不是由单个因素造成的,机车运用故障原因并不一定是唯一的,处理办法也可能有多种。在第九章分四节主要介绍了该型机车运用中常见故障,机车计算机系统故障诊断处理,空气制动系统应急故障处理与机车运用应急故障处置。

任何先进的运用工具均有结构缺陷与运用性操作失当行为存在,没有发生或未被发现仅是未暴露而已,众多的机车运用经验告诉运用者,因此而带来的设备及部件运用故障是存在的。作为机车运用铁路运输的主要移动设备,其设备部件发生故障的突发性也相对特殊,因此要求运用者对该类设备部件有较高的认识,有较高的操作技能,并具有较高水准的判断机车运用故障的能力及应急处理的方法,避免机车运用中途停堵线和打乱行车秩序的事件发生。

HXD1c 型电力机车主变流器 TCU 属该型机车动力控制输入/输出装置,它在机车运用中的故障主要发生在输入控制装置,即电源输入接口装置与接触器;电源变换装置,即四象限整流器装置;辅助支撑装置,即模块支撑电容与中间电容及辅助接触器;逆流变换驱动装置,即脉

宽调制逆变器;以及在上述电气/电子设备内的通信装置与相应接口的故障。在该类故障中有设备结构缺陷,有机车运用外部环境不利因素,也有司乘人员操作失当与机车电气设备发生故障后处理失误等机车操作技术问题,在第十章内均有介绍。一般而言,顶级先进设备也有其缺陷存在,只不过其隐藏在电气设备内未使用到其极限未暴露而已,未发生不等于问题不存在。发生该类故障表象均为主断路器断开,主回路接地等,在计算机屏显上均有提示,但在机车运行中均得靠司乘人员正确判断与处置。该类故障主要分为电气设备硬件故障与非器质软件故障,其中前者属硬件设备损坏,机车运行中一般是无恢复条件的,只能更换器件或将相应故障设备切除;后者属软件故障,在此可能是电子设备结构缺陷,可能是受电气设备工作的环境与环温(电磁温升与环境温度)影响,可能是工作负荷超载,也可能是司机操作不当等类因素影响,本可通过计算机、网络与大复位的处置方法得到相应解决,但由于司乘人员处置不当,将本可解决的故障未能妥善处置,甚至将故障扩大,多数情况下属盲目操作。

五、HXD1C 型电力机车运用相关名词与规定

对新的一项设备或运用新一种机车类型,投入运用均存在于一个认知了解过程,在铁路运输业中尤其如此。在此过程中除对相应的新设备(部件)熟悉运用条件外,更应对其认识清楚,熟练掌握。因此应对新设备的运用与其部件和运用条件熟知,而掌握运用好此类知识必要条件,即熟知设备名称与设备安全运用条件,同时也得有相关规章制度与操作制度要求作保证。否则,避免不了机车运用中发生的盲目操作,给机车运用带来的诸多负面影响,而影响机车运用效率的发挥。因此在第十一章介绍了 HXD1C 型电力机车作为一种新型电力机车投入运用需要了解的相应的相关名词,与一定的安全运用条件,并应有相应的规章制度为限制保障。所以对此类因素的认识与机车投入运用同等重要,第十一章分三节列述了 HXD1C 型电力机车运用操作相关名词、该型电力机车安全运用条件与相关的规章制度规定要求。

HXD1C 型电力机车因属微机系统控制,具体指令的实施传达为网络通信,机车运用操作自动化程度较高。因此在机车运用操作中变得较为便利与简捷,这样在机车运用实际操作中存在与发生的问题较少,主要为机车操作认识问题,往往是因对机车操作设备与具体操作程序(步骤)认识不清带来机车运用操作的盲目操作。为避免机车操作的盲目性,为此编写了与机车运用操作有关的主要词汇,即机车电气设备,机车电子控制设备, HXD1C 型电力机车制动系统,机车操作等方面的名词词汇,供该类型机车运用者在机车运用操作中掌握。

机车运用安全有方方面面,主要体现在作业中的环境安全与作业中的操作安全。前者主要指作业者在操作中对人身的伤害安全环境;后者主要指作业中操作时设备对人身伤害或设备损坏对人身带来的危害。在电力机车运用中,不仅要尊重机车运用性能操作好机车,也应遵守机车运用的安全运用守则运用好机车,更应遵守机车运用管理部门与业务相关部门制定的运用管理规章制度及相关的规定,管理运用好机车。机车运用相关规定是承继相关规章制度的沿续,也是对相关规章制度的延伸。中国铁路总公司(原铁道部)规章制度有规程,其业务部门与铁路局有规则(包括路局行规),站/段有细则,这些均属机车运用人员应知应会,其中有些重点必须是熟知与掌握的,否则稍有疏忽,将可能酿成行车中的事故。因此机车运用中的相关规定是对规章制度补充的重要环节,在本章内也列叙了总公司、作者所在铁路局与机务段的电力机车运用相关规定,重申电力机车运用中对执行规章制度的重要性,是电力机车运用中避免行车事故发生的保障线。

第二章 HXD₁C 型电力机车构架与性能

HXD₁C 型电力机车构架是指该型机车主要构成部件的总成;机车性能是指机车牵引特性与制动特性及其相应部件的主要技术参数。本章分三节,主要介绍了 HXD₁C 型电力机车运用的主要特点,机车总成与机车运用性能。该型机车是在 HXD₁ 型与 HXD₁B 型电力机车的基础上设计的, HXD₁C 型电力机车与上述两款电力机车的构架与运用性能有诸多的相似之处。如外电源输入的结构方式,机车电气设备性能与设备布置的对称性基本相同,因此带来的机车运用性能的基本相同。

第一节 HXD₁C 型电力机车运用

2004 年,国家通过了《中长期铁路网规划》,并对研究通过的铁路机车车辆装备现代化实施方案明确指出,“加快我国铁路运输装备现代化,要按照引进先进技术、联合设计生产、打造中国品牌的总体要求”。根据上述方针,国家发改委与原铁道部于 2004 年 7 月联合下达了《大功率交流传动电力机车技术引进与国产化实施方案》,正式开始了新型交流传动电力机车的采购过程。2004 年 12 月,南车株洲电力机车有限公司和德国西门子交通集团获得了 180 台 HXD₁ 型双节八轴 9 600 kW 大功率交流传动电力机车的订单。2007 年 8 月,南车株洲电力机车公司和西门子公司再次合作,获得了 500 台 HXD₁B 型单节六轴 9 600 kW 交流传动货运电力机车的订单。

一、HXD₁C 型电力机车诞生

南车株洲电力机车公司通过上述 HXD₁、HXD₁B 型电力机车的技术引进,掌握了大功率交流传动机车的系统集成技术和车体、转向架、轮轴驱动、电机、变压器等九大关键技术及相关配套技术,形成了一套适应中国铁路运输需要的技术体系,同时搭建了具有国际先进水平的制造和产品技术平台,为自主研制的 HXD₁C 型六轴 7 200 kW 交流传动货运电力机车奠定了基础。

2008 年 10 月,原铁道部正式向南车株洲电力机车公司下达了六轴 7 200 kW 交流传动货运电力机车的研制任务,新机车被定型为 HXD₁C 型,其中“HX”是“和谐”的汉语拼音首字母缩写、“D”代表电力机车、“1”代表株洲电力机车公司的生产厂商代号,通称为“和谐”1C 型电力机车。HXD₁C 型电力机车是在 HXD₁、HXD₁B 型电力机车设计制造技术平台的基础上,为满足中国铁路重载货运需要而研发的大功率交流传动干线货运六轴电力机车,牵引系统采用交—直—交流电传动、水冷 IGBT 变流器、牵引逆变器、变频异步牵引电动机、分布式网络控制系统,单轴功率 1 200 kW,额定总功率为 7 200 kW,能够在线路坡度不超过 12‰ 的平原地区单机牵引 5 000~5 500 t 货物列车,最高运行速度为 120 km/h。HXD₁C 型电力机车采用了我国自主研制的国产牵引变流系统,其中牵引变流器、辅助变流器及网络控制系统均由株洲南车时代电气股份有限公司、南车株洲电力机车研究所开发研制,机车国产化率超过 90%。

2009 年 4 月 30 日,首台 HXD₁C 型电力机车在南车株机公司落车;同年 6 月 12 日正式下

线,机车从设计到竣工用了不到 6 个月。2009 年 6 月 22 日,中国铁道部与中国南车集团在四川成都签订了 400 台 HXD1C 型大功率交流传动电力机车的购销合同。其中 280 台机车由南车株洲电力机车有限公司生产,其余 120 台由南车资阳机车有限公司分包生产,车号由 6001 起排序。根据原铁道部与四川省政府于 2008 年 7 月 2 日签署的《加快推进四川省灾后铁路恢复重建部省会谈纪要》,确定支持资阳机车有限公司生产和谐型大功率交流传动电力机车,至 2009 年 4 月底,HXD1C 型电力机车技术图纸完成转移到资阳机车公司;同年 5 月底,六轴电力机车项目生产平台基础建设基本完工,同年 6 月底投入使用。

前两台 HXD1C 型机车(0001、0002)出厂后被送往中国铁道科学研究院北京环形铁道试验基地,于 2009 年 6 月 26 日开始进行型式试验和综合性能试验。2009 年 9 月,两台机车在成都铁路局管内成渝铁路进行了动力学性能试验,机车在成渝线上 R300 多小曲线半径的复杂线路条件下,完成通过 23 t、25 t 轴重状态下的试验,总试验运行里程达 7 000 km。2009 年 9 月 27 日,首台由南车资阳机车公司生产的 HXD1C 型机车(6001)竣工下线。

二、HXD1C 型电力机车实地运用

首批 2 台 HXD1C 机车于 2009 年 9 月 30 日正式交付成都铁路局重庆机务段(图 2-1),至同年年底重庆机务段已接收 60 台机车。按照原铁道部安排,重庆机务段的 HXD1C 型机车主要用于担当襄渝线的货运牵引任务,以应对襄渝铁路二线开通后运量增长的需要,而替换下来的 SS₃型电力机车调拨到成都机务段并投入达成铁路使用。西安铁路局安康机务段和武汉铁路局襄樊北机务段(2011 年 6 月改称襄阳机务段)也分别于 2009 年 10 月和 11 月起,开始共同支配运用重庆机务段的 HXD1C 型电力机车。



图 2-1 停于重庆南机务段的 HXD1C 型电力机车

2009 年 10 月 31 日,襄渝铁路二线全线通车。襄渝铁路为山区铁路,部分路段曲线半径小、线路坡度大,麻柳至巴山之间更有长达 23 km 的持续大坡道,最大坡度达到 13‰,为此原铁道部决定在襄渝线使用 HXD1C 型电力机车双机重联的牵引方式。2009 年 11 月 7 日至 8 日,原铁道部运输局组织成都铁路局、西安铁路局、武汉铁路局,在襄渝线进行跨局长交路货物列车牵引试验(图 2-2)。

测试 HXD1C 型电力机车的牵引性能、制动性能和动应力,并将试验列车各区间运行时分与现行标尺比较,以验证 HXD1C 型机车在襄渝线牵引 4 500 t 货物列车的可行性。2011 年 12