

SSJ₃型

交流传动电力机车

崔殿国 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

SSJ₃ 型交流传动电力机车

主 编 崔殿国

副主编 孙喜运 高洪光

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书系统地对 SSJ₃ 型交流传动电力机车概况、设备布置与通风系统、电气线路、牵引变流技术、主变压器、牵引电机辅助机组、机车控制监视系统、低压电器、高压电器、转向架、车体、空气系统、机车例行试验、型式试验等作了详细介绍。可供 SSJ₃ 型交流传动电力机车相关人员学习使用,也可供有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

SSJ₃ 型交流传动电力机车/崔殿国主编. - 北京:中国铁道出版社,
2008.5

ISBN 978-7-113-07844-7

I .S… II .崔 III .交流电力机车 IV .U264.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 066622 号

书 名: SSJ₃ 型交流传动电力机车

作 者: 崔殿国 主编 孙喜运 高洪光 副主编

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: 孙楠 王风雨

封面设计: 冯龙彬

印 刷: 大连机车研究所印刷厂

开 本: 787×1092mm 1/16 印张: 17.375 字数: 40.8 千

版 本: 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000 册

书 号: ISBN 978-7-113-07844-7/U·2050

定 价: 43.00 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,请与本社发行部调换。

编辑部电话: (010)51873139 发行部电话: (010)51873124

编者的话

SSJ₃ 型交流传动电力机车是 2001 年由北车集团组织、铁道部科技司立项,北车集团大连机车车辆有限公司与日本东芝公司为主要合作伙伴研制的国内首台投入运营的时速 120 km 交流传动货运电力机车。

在该机车的研制过程中,广大技术人员对采用水冷 IGBT 的使用、交流异步电动机的矢量控制、轴控机车的黏着控制等技术与国外公司一起进行了大量的研究和实践,并与国内大专院校及科研院所进行了广泛的合作,设计了目前国内装车功率最大的主变压器及牵引电机。该车采用低位牵引技术和轴重转移补偿技术,黏着系数达到了最先进的技术指标;在动力学性能测试试验中,以 25 t 轴重、139 km/h 速度运行,各项性能指标良好。

该车使用了交流传动、再生制动、计算机网络控制、轮盘制动等一系列新技术,机车的功率因数、效率、防空转和滑行等一系列指标均达到了国际先进水平。

本书全面介绍了 SSJ₃ 型交流传动货运电力机车的设计方案和试验情况,不仅对我国机车制造业的产品开发制造起积极作用,同时对使用部门和科研院所了解、使用交流传动技术有一定的帮助和参考价值。

本书各章节的主要编写人员:

第一章 概述

崔殿国

第二章 机车设备布置

刘会岩、孙喜运

第三章 电气线路

姜悦礼

第四章 变流器

王明杰

第五章 牵引变压器

齐林涛、杨朝晖

第六章 牵引电机

钟幼康

第七章 机车控制监视系统

郝凤荣

第八章 低压电器

第一节 操纵台及电器设备

代兴军

第二节 开关电器

王大爽

第三节 电源柜及蓄电池

王大爽

第四节 电度表

张丽红

第五节 传感器

朱 丹

第九章 高压电器

第一节 受电弓

张立臣

第二节 真空主断路器

付 莹

第三节	高压隔离开关
第四节	避雷器
第五节	高压电压互感器
第六节	高压电流互感器
第十章	转向架
第十一章	车体
第十二章	通风冷却系统
第十三章	空气制动系统
第十四章	机车例行试验、整备与操纵
第十五章	型式试验

周俊峰
张丽红
唐伟
唐伟
朱剑林
徐德山
张亚军
曹灏
孙秀玲、王立民
高洪光

本书由史秀雯、赵永安进行整理、校对、审图、汇总成书。

本书的编写过程中,得到北车集团、北车集团科协、同济大学、铁道部科学研究院,永济电机厂、沈阳制动机厂等单位的支持,并得到了奚国华、傅纯力、赵叔东、张洪良、姚陶生、朱仙福、李学峰等对本书编写提供的帮助,特在此表示谢意!

由于编者水平有限,热切希望读者对本书中的错误以及不足之处给以批评指正。

编者

2008年3月28日

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 简 介	(1)
第二节 机车的技术特点	(4)
第三节 机车主要技术参数	(6)
第四节 机车基本特性	(8)
第五节 机车运行性能比较	(12)
第二章 机车设备布置	(16)
第一节 设备布置	(16)
第二节 机车布线	(21)
第三章 电气线路	(25)
第一节 概 述	(25)
第二节 主电路及其保护	(26)
第三节 辅助电路及其保护	(31)
第四节 控制电路	(35)
第四章 变 流 器	(48)
第一节 变流元件、单元及其参数	(48)
第二节 牵引变流器主要环节的控制方法及保护	(51)
第三节 变流器的结构设计	(67)
第四节 变流器的冷却	(73)
第五节 变流技术的先进性	(75)
第五章 牵引变压器	(77)
第一节 概 述	(77)
第二节 牵引变压器的主要技术参数	(78)
第三节 牵引变压器的主要结构与组件	(80)
第六章 牵引电机	(86)
第一节 牵引电机的工作特点和设计要求	(86)
第二节 牵引电机的结构	(88)
第三节 牵引电机的电气性能	(93)
第四节 牵引电机的技术要求	(96)
第五节 牵引电机的型式试验和出厂试验	(98)
第六节 牵引电机维护保养、故障诊断和检修	(99)
第七章 机车控制监视系统(TCMS)	(105)
第一节 机车控制监视系统 TCMS 的组成	(105)
第二节 微机显示屏的界面设计	(109)
第三节 机车控制监视系统 TCMS 的对外接口及通信方式	(121)

第四节 机车控制监视系统 TCMS 的控制与保护	(127)
第八章 低压电器	(132)
第一节 操纵台及电器设备	(132)
第二节 开关电器	(137)
第三节 电源柜及蓄电池	(140)
第四节 电 度 表	(144)
第五节 传 感 器	(144)
第九章 高压电器	(151)
第一节 受 电 弓	(151)
第二节 真空主断路器	(153)
第三节 高压隔离开关	(158)
第四节 避 雷 器	(161)
第五节 高压电压互感器	(162)
第六节 高压电流互感器	(164)
第十章 转 向 架	(166)
第一节 转向架综述	(166)
第二节 转向架构架	(169)
第三节 轮对装配	(170)
第四节 一系悬挂系统	(171)
第五节 电动机悬挂装置	(174)
第六节 基础制动装置	(175)
第七节 二系悬挂系统	(176)
第八节 牵引装置	(178)
第十一章 车 体	(180)
第一节 概 述	(180)
第二节 部件结构设计	(181)
第三节 车体配重	(187)
第十二章 通风冷却系统	(189)
第一节 通风冷却系统	(189)
第二节 牵引电机通风机组	(193)
第三节 复合冷却器及通风机组	(195)
第四节 空调机组	(197)
第十三章 空气管路系统	(200)
第一节 概 述	(200)
第二节 系统组成	(200)
第三节 结构设计及安装	(212)
第四节 检查和调试	(213)
第十四章 机车例行试验、整備与操纵	(216)
第一节 例行试验	(216)
第二节 机车整備与操纵	(226)

第十五章 机车型式试验	(235)
第一节 概 述	(235)
第二节 机车阻力、起动牵引力和加速性能	(236)
第三节 牵引、制动性能、防空转、效率试验	(241)
第四节 动力学性能试验	(249)
第五节 制动性能试验	(259)
第六节 司机室噪声、主变压器和牵引绕组温升试验、网端功率因数及 谐波试验	(265)

第一章 概述

第一节 简介

SSJ₃ 型大功率交流传动电力机车是 2001 年由铁道部科技司立项,由北车集团大连机车车辆有限公司在 2004 年研制成功具有我国自主知识产权,适应我国铁路现代货运需求的大功率交流传动电力机车。SSJ₃ 型电力机车的研发是基于我国铁路货运重载和快速的客观要求而提出的。货运重载、快捷化是实现铁路发展目标和适应国民经济发展的必然选择。要实现以上目标,根据铁路《“十五”及 2015 年铁路主要技术装备发展规划》、2004 年发布的《铁路主要技术政策》、国务院原则批准的《中国长期铁路网规划》等文件的精神,加快电气化铁路的新建与改造和大力发展以先进的交流传动电力机车为牵引动力就成为实现铁路现代化、和谐发展的重要举措。

根据《中长期铁路网规划》,到 2010 年将建成的铁路运营里程达 8.5 万 km,电气化 3.5 万 km;到 2020 年达 10 万 km,复线率和电化率均达到 50%。在全国形成南北以哈大、京沪、京九、京广、焦枝为骨干,东西以京沈、石德、侯月、新焦、新荷、兖石、徐郑、汉丹、石长、宁西等线相连的重载线路,并实现客货分运。通过扩大铁路网规模,完善结构,提高质量,来快速扩充铁路运输能力,使运输能力能够满足国民经济和社会发展需要。铁路电气化里程的发展必然要求有与之相适应的牵引动力电力机车配套。根据铁道部规划,我国重载货运列车主要为 5 000 t 级和 10 000 t 级,其最高运营速度要求达到 120 km/h。目前我国货物列车的最大运营速度为 80 ~ 100 km/h,要求货运机车向大功率发展,牵引动力大约平均要求增长 1.5 倍,根据铁路机务部门的动力配置和操作习惯,必须要以交流传动取代传统的交直传动,实现以 6 轴交流传动电力机车取代 8 轴交直传动电力机车,以 8 轴交流传动的电力机车取代双节 6 轴交直传动的电力机车。为实现这一目标,可采取多种形式加快自主创新步伐。SSJ₃ 型电力机车采取了在保证我方总体集成的优势的前提下,对于暂时不适应当前要求的一些部件,采取引进、合作、外购予以解决,以尽快适应铁路发展的需求。SSJ₃ 型大功率交流传动电力机车的逆变器采用与日本东芝公司合资的产品。SSJ₃ 型大功率交流传动电力机车研制成功,标志着大连机车车辆有限公司的现代电力机车技术研发力量日臻成熟,并取得可观的技术经济效益。以 SSJ₃ 型大功率交流传动电力机车为原型车,大连机车车辆有限公司与日本东芝公司合作,获得 240 台 6 轴大功率交流传动电力机车的订单,合同总金额近 50 亿元,该型机车是中国铁路第 6 次大提速货运的主型机车之一。

一、交流传动电力机车的历史回顾

电力牵引自 1879 年以来,至今已有 120 年的历史,期间出现过多种多样的电力机车车辆。但一百多年来,占主流的是直流电力机车、交流整流子电动机电力机车、交流整流器式电力机车。只是最近的十多年,交流传动电力机车才得到普及。这是由于变流技术、异步电动机的

控制技术、电子技术和计算机技术等用于交流电动机控制的结果。这些技术近年来都得到迅猛发展。就变流技术来说,变流元件从不控的二极管、半控晶闸管,发展到全控的 GTO、IGBT、IGCT,容量不断加大,开关频率不断提高,使得脉宽调制技术成为可能,逆变器的输出具有平滑调节供电频率和电压的性能。交流牵引电机由这种变流器供电,就可得到极好的调速特性。从交流电动机的控制技术看,从原来的开环控制,到今天广泛使用的矢量控制、直接转矩控制,使得交流电动机具有极好的控制特性和动态性能。电子技术和计算机技术更是上述技术的基础。

目前交流传动电力机车已成为机车的主流,世界上许多国家已停止直流传动机车的生产,我国在近期内也将停止生产韶山型直流传动电力机车。

交流传动电力机车成为主流的原因在于:

1. 由于异步电机轴功率大、体积小,使得机车具有适合低速大牵引力,以较少的动轴保证列车高速运行时所需的功率。因此在某些国家,生产具有客货通用性能的机车。

2. 与同样功率等级的直流电机比较,异步电机的质量低 30% 左右,因此减小了簧下质量,减小了对线路的作用力。对采用抱轴式悬挂的货运机车来说,其最高速度可达到 140 km/h。如果采用直流电动机,机车的最高速度受簧下质量的严重制约。此外,由于异步电机轴体积小,因而缩短了转向架固定轴距,提高了机车曲线通过性能。

3. 近年生产的交流传动电力机车,网侧采用了四象限脉宽调制整流器。使得机车不论在额定功率,还是小负载时,在牵引或再生制动工况,机车的功率系数都在 0.98 以上。这就意味着铁路电网所需提供的无功功率很小,接触网上的损耗就很小。那么在给定的电网功率下,使用一定功率的机车就越多。与此相对,20 世纪 60 年代发展起来的整流器式机车,即使在额定功率时,机车的功率系数也仅为 0.84 左右。此外,采用四象限脉宽调制整流器后,可使等效干扰电流小于 2 A;而整流器式机车在该功率等级时,等效干扰电流将大于 9 A。由上可见,这种机车对电网有很好的特性。

4. 现今的交流传动电力机车都采用再生制动技术,当列车需要制动时,机车将列车的动能变为电能,反馈至接触网,节约了能耗。以前,部分整流器式机车虽然也有再生制动功能,但其功率系数在 0.3~0.4 左右,需由电网供给大量的无功功率,节约能耗的效果并不明显,同时,还恶化了电网的供电指标,因此未能得到普及。

5. 交流传动电力机车在整个生命周期中,成本最低。整个生命周期的成本由制造成本、维修成本、运行费用等组成。由于前面所述交流电机特点以及整流元件的模块化,没有有接点电器等因素,大大节省制造成本。交流电力机车的维修工作量小,维修周期长,再生制动能耗低,都大大节省了维修和运行成本。

二、SSJ₃ 型电力机车的决策

在现今机车发展的世界潮流下,大连机车车辆有限公司在决策电力机车的研制方向时,有下列的考虑:

1. 以交流传动电力机车为目标,并采用目前最流行的交流传动系统(即四象限脉宽调制整流器、逆变器、鼠笼型交流电机系统),以使机车具有良好的牵引特性、优异的电能指标,维修运用成本低。并且以目前世界先进水平作为追赶的目标。

2. 由于大连机车车辆有限公司在交流传动技术上还缺乏技术储备,决定选择日本东芝公司作为合作伙伴,在得到高质量产品的同时,达到提升技术、培养人才的目的。选择日本东芝

公司的原因是:大连机车车辆有限公司曾与东芝公司合作过城市快轨动车组;东芝公司是日本 700 系高速列车电气传动部分的主要承担单位,生产过 EH500 型交流传动货运电力机车;在电梯、轧钢机、直流输电方面的交流传动技术各有建树。可以说东芝公司在变流技术和交流传动技术方面都处于世界前列。

3. 在 20 世纪 90 年代,株洲电力机车厂曾引进 SIMENS 公司的 8 轴货运机车(功率 6 400 kW)。大连机车车辆有限公司决定以 6 轴货运电力机车作为主攻方向,以填补国内 6 轴交流传动货运机车的空白。从国内大部分铁路线看,6 轴电力机车有更大的市场需求。大连机车车辆有限公司还可以此技术为基础,发展其他轴式的机车,并组成系列。

4. 大连机车车辆有限公司认为,在提升 6 轴交流传动货运机车的性能后,在一级铁路干线上,单机就可以达到牵引 5 000 t 货物列车的需要,从而代替现有直流传动的韶山₄ 型 8 轴电力机车。并且让 6 轴交流传动货运机车具有多机重联功能,重联后,同样能满足万吨级及以上重载货运牵引的需要。

三、SSJ₃ 型电力机车技术方案的思考

大连机车车辆有限公司在上述决策下,对机车具体设计方案,有下列考虑:

1. 采用单轴独立控制。即每一轴的牵引电机由各自的四象限脉宽调制整流器、逆变器供电。采用这种方式,原因有三:

(1) 当一台牵引电机或一组变流器故障时,机车仍能保留 5/6 的牵引力,在非限制坡道,机车能继续牵引货物列车,不会因机车故障,产生机破停运事故。

(2) 交流电机的特性硬,这一特点会使各轴的负载不同,特别是各轮对的轮径不同时更甚。对单轴独立控制来说,即使轮径不同,也可通过控制,达到负载均匀。这样可以减少旋轮的次数,延长维修周期。

(3) 采用单轴控制,可对轴重转移予以充分补偿。

2. 轴功率的选择。按牵引计算,货物列车在满足黏着的优先条件下,列车的单轴功率应不大于 1 100 kW。比照现有世界上的几种货运机车,轴功率也应在 1 100 kW 左右。如德国 SIMENS 公司为丹麦设计的 EG3100 机车(最高速度 140 km/h)单轴功率为 1 100 kW,ALSTOM 公司设计的货运机车,牵引电机功率为 1 050 kW,俄罗斯国铁的电力车型谱中规定,货运机车的单轴功率为 1 000 ~ 1 050 kW。但对交流传动来说,目前轴功率已达到 1 700 kW,增大轴功率不会困难。考虑到我国重载货运的要求,使机车有更好的加速性能,货运机车的单轴功率选定为 1 200 kW。

3. 为保证货运机车的牵引力,就应该发挥最佳黏着性能。为此在转向架的设计上,尽可能减小轴重转移,采用低位牵引杆的牵引装置。同时对轴重予以电气补偿。东芝公司在研制 700 系列高速列车时,极为重视黏着的高要求,在防空转和防滑行技术方面,有较高的技术储备。为此在研制货运机车时,也充分利用东芝公司的这些技术,在充分利用黏着质量的同时,尽量减少轮对踏面的磨损。在上述技术支持下,最大黏着力选定为 560 kN。启动时每轴的计算黏着系数为 0.38(轴重 25 t),从而更好地发挥货运机车的牵引能力。

4. 机车采用再生制动技术,可以最大限度地减少机车能耗。按国外经验,交流机车的再生制动具有较高的可靠性。

5. 为保证我国铁路重载运输的要求,机车设有重联装置,可保证多台机车重联控制的要求。

6. 为保证机车故障下的运行要求,机车的辅助系统采用冗余设计,设有两组辅助变流器,一组辅助变流器即能保证所有辅助设备的供电。该辅助电源还考虑到低网压时的供电要求。

大连机车车辆有限公司在力图提高机车牵引性能和制动性能的基本要求下,还大大提高机车的可靠性和节能性,减少维修。具有上述特点的电力机车,肯定能适应我国铁路干线重载、快捷货物运输的高标准要求。

第二节 机车的技术特点

一、机车总体结构

SSJ₃ 型交流传动电力机车为 6 轴货运机车, C₀—C₀ 轴式;轴重为 23 t,加上压车铁后,可改造成轴重 25 t 的货运机车;机车额定功率为 7 200 kW,最高运行速度 120 km/h。总体设计采用高度集成化、模块化的设计思路。

机车两端各设一个司机室,司机室的结构和设备布置符合规范化司机室的要求,司机室内噪声不超过 78 dB(A)。司机室内设有空调和采暖装置。在环境温度为 40 ℃ 时,司机室内温度不高于 30 ℃;在环境温度为 -25 ℃ 时,司机室内温度不低于 18 ℃。司机室的通风应满足司机室在密闭情况下,新鲜风量不小于 60 m³/h;司机室内平均微风速度不超过 0.3 m/s。

机车中部为设备间,设备间采用中间直通走廊,走廊宽度不小于 600 mm。走廊地板下,布设空气管路和部分电线。电气屏柜和各种辅助机组斜对称布置在中间走廊的两侧,达到设备质量均衡分布。

二、电气部分

(一) 机车电气线路

主电路由主变压器、四象限脉冲整流器、中间直流环节、电压型 PWM 逆变器、鼠笼型异步牵引电机及开关设备组成。变流机组采用 IGBT 元件,水循环冷却,牵引电机功率达 1 200 kW,具有大转矩、恒功率速度范围宽的特点,使机车具有起动(持续)牵引力大、黏着性能好、功率因数高等特点。动力制动为再生制动。

辅助电气系统采用两组辅助变流器,能分别提供 VVVF 和 CVCVF 三相辅助电源,对辅助机组进行分类供电。该系统冗余性强,一组辅助变流器故障后,可由另一组辅助变流器对全部辅助设备供电。辅助电机采用三相 380 V 异步电机。

控制电路电压为直流 110 V,采用阀控密封式铅酸蓄电池。

采用微机控制系统,该系统具有如下功能:

- (1) 机车顺序逻辑综合控制;
- (2) 机车牵引力和制动力控制;
- (3) 机车空电联合制动控制;
- (4) 机车网络重联控制;
- (5) 机车轴重转移补偿控制;
- (6) 机车定速控制;
- (7) 机车主、辅电路过流、过压、欠压、接地等保护控制;
- (8) 停车状态下,微机控制系统自诊断功能;

(9) 行驶过程中对被控对象进行实时在线监测诊断功能;

(10) 故障信息的记录、保存和显示功能,故障记录的转储功能。

(二) 电器部件

1. 受电弓

每台机车装有两架相同的受电弓。在受电弓与主断路器之间分别安装高压隔离开关,在运行中,当其中一架损坏时可将其切除,并由另一架维持运行。受电弓滑板既可用于铜接触导线,也可用于钢铝接触导线。

2. 牵引断路器

主断路器采用真空断路器。主断路器额定开断容量 $\geq 250 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 。

3. 牵引变压器

采用下悬式安装方式的一体化多绕组(全去耦)变压器,具有高阻抗、质量轻等特点,并采用强迫导向油循环风冷技术。冷却方式为强迫导向油循环风冷。

4. 变流器

机车共有 6 组牵引变流器和 2 组辅助变流器,分别安装于 2 台机柜内。每组牵引变流器包括四象限脉冲整流器、中间直流环节、牵引逆变器、驱动控制单元和相应的检测单元等。冷却方式为水冷 + 强迫风冷方式。

5. 牵引电机

采用四极三相鼠笼型牵引电机,效率达 0.954,冷却方式为强迫风冷。

三、机械部分

1. 车体

车体除侧梁外,还有中梁,为整体承载的框架式结构,有利于提高车体的强度和刚度。沿车钩中心线水平位置施加 1 960 kN 的纵向静压力时,不允许产生永久性变形。车体侧梁外侧设有 4 个检修作业用的吊车销孔,车体侧梁下设有 4 个供检修用的架车支承座。车体前后牵引梁两旁设有救援用的吊车销孔。车体和转向架之间设有备用连接装置,以便在需要时,将车体连同转向架一并吊起。车体和转向架整体或一端吊起时,车体各部分不产生永久变形和导致其他型式的损坏。

2. 转向架

机车有两台 3 轴转向架,转向架构架侧梁及横梁均由钢板焊接而成,并组成箱形梁结构;牵引电机采用滚动抱轴承悬挂;牵引力的传递采用低位牵引杆方式,保证机车具有良好的黏着性能;采用整体碾钢车轮;轴箱为整体轴箱,采用单侧拉杆和圆弹簧与构架相连,轴承采用单元轴承;一系悬挂系统采用圆弹簧 + 垂向油压减振器结构,二系悬挂系统采用高圆弹簧 + 抗蛇行油压减振器 + 垂向油压减振器结构;基础制动装置采用轮盘制动器,停车制动采用弹簧储能制动器,可使机车在 20‰坡道上保持静止;转向架上装有轮缘润滑装置。

四、机车通风系统

采用独立通风冷却技术。牵引电机的冷却采用独立通风方式,冷却风由侧墙百叶窗进入,经牵引电机排入大气;牵引变流器采用水冷,牵引变压器采用油冷,水和油经各自的复合型全铝板翅式冷却器,由车顶直接进风冷却;辅助变流器有自己的独立风道,采用车外进风的冷却方式;另外还考虑了多种措施,如司机室的换气,保证司机有新鲜空气;让机械间有微小

的正压,防止灰尘进入机械间等。

五、空气制动系统

采用了集成化的空气制动系统,具有空电联合制动功能。采用了新型的膜式空气干燥器、螺杆式空气压缩机,有利于压缩空气的干燥,减少制动系统阀件的故障率。

机车装有两台空气压缩机组,一台辅助空气压缩机组。空气制动机型号为 DK-1。压缩空气进入总风缸前,经过净化干燥处理。

六、机车安全设备

机车装有 SJ93 型通用制式机车信号及 LKJ2000 型列车运行监控记录装置。机车装有双指针式速度表。

七、机车动力学性能

机车能以 5 km/h 速度安全通过半径为 125 m 的曲线,并能在半径 250 m 的曲线上进行正常摘挂作业。机车动力学其他性能、参数符合 TB/T 2360—1993 的有关要求。

第三节 机车主要技术参数

一、用途及使用环境条件

用途

铁路干线货运牵引

机车在下列环境下,应能按机车额定功率正常工作:

海拔高度 $\leq 1\,500\text{ m}$

环境空气温度(遮荫处) $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$

(机车在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可正常存放,采取防寒措施后,

可在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可正常工作)

最湿月月平均最大相对湿度 $\leq 95\%$

(该月月平均最低温度为 $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

机车应能承受风、沙、雨、雪的侵袭。

机车供电方式:

电流制 单相交流 50 Hz

额定工作电压 25 kV

其中 22.5 ~ 29 kV 范围内机车应能满功率运行。在 22.5 ~ 19 kV 和 19 ~ 17.5 kV 范围内机车功率按不同斜率折线下降,在 17.5 kV 时功率为零;在 29 ~ 31 kV 范围内机车功率线性下降至零。

二、主要技术参数

轨距 1 435 mm

轴式 C_0-C_0

机车质量:

23 t 轴重	$138 \times (1^{+3\%}_{-1\%}) \text{ t}$
25 t 轴重	$150 \times (1^{+1\%}_{-3\%}) \text{ t}$
轴重	$(23 + 2) \text{ t}$
电传动方式	交—直—交传动
机车额定功率(持续制)	7 200 kW
机车起动牵引力:	
23 t 轴重	515 kN
25 t 轴重	560 kN
机车持续牵引力(半磨耗)	480.9 kN
机车运行速度:	
持续速度	53.9 km/h
最高速度	120 km/h
恒功率速度范围(机车在牵引工况下)	53.9 ~ 120 km/h
制动方式	再生制动
电制动功率(轮周):	
23 t 轴重	7 200 kW(86.4 ~ 120 km/h)
25 t 轴重	7 200 kW(79.8 ~ 120 km/h)
最大电制动力:	
23 t 轴重	300 kN(4.7 ~ 86.4 km/h)
25 t 轴重	325 kN(5.1 ~ 79.8 km/h)
机车主要尺寸:	
机车前、后车钩中心距	20 846 mm
机车车体底架长度	19 630 mm
机车车体宽度	3 100 mm
机车车体高度(新轮)	4 100 mm
机车全轴距	14 700 mm
转向架固定轴距	2 250 + 2 000 mm
车轮直径:	
新轮	1 250 mm
半磨耗	1 200 mm
全磨耗	1 150 mm
车钩中心线距轨面高度(新轮)	$(880 \pm 10) \text{ mm}$
受电弓降下时,受电弓滑板顶面距轨面高度(新轮)	$(4\,700 \pm 30) \text{ mm}$
受电弓滑板距轨面工作高度	5 200 ~ 6 500 mm
机车排障器距轨面高度(在车轮磨耗范围内可调)	$(110 \pm 10) \text{ mm}$
功率因数(当机车发挥 25% 及以上额定功率时)	≥ 0.98
等效干扰电流(Jp):	
额定功率时,机车在持续制牵引工况下,	
距牵引变电所 10 km 处测量	$\leq 2 \text{ A}$
额定网压下,在牵引工况发挥持续制功率时的	

机车总效率

≥ 0.84

机车单机以 120 km/h 速度于平直道上施行紧急空气制动时,最大制动距离:

23 t 轴重

≤ 800 m

25 t 轴重

$\leq 1\,400$ m

第四节 机车基本特性

一、机车基本单位阻力

根据型式试验,SSJ₃ 型电力机车的基本单位阻力为:

$$25\text{ t 轴重} \quad \omega_0' = 1.03 + 0.001\,1v + 0.000\,265v^2 \quad (\text{N/kN})$$

$$23\text{ t 轴重} \quad \omega_0' = 1.16 + 0.004\,5v + 0.000\,242v^2 \quad (\text{N/kN})$$

二、机车牵引特性和效率

机车的牵引特性是指机车轮周牵引力与机车速度之间的关系 $F = f(v)$ 。SSJ₃ 型电力机车的牵引特性采用恒牵引力(制动力)、准恒速特性控制方式。

(一) 牵引特性控制要求

采用恒牵引力、准恒速特性控制;

牵引控制司机控制器手柄为 13 级,级间能平滑调节;

每级牵引力变化设定为 $\Delta F = 80$ kN。

控制要求:

$$F = \left\{ \begin{array}{l} 515 \\ 80N \\ 640N - 64v \\ 515 - 0.623\,7v \quad (v < 53.9) \\ 25\,920/v \quad (v \geq 53.9) \end{array} \right\} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 515 \\ 80N \\ 640N - 64v \\ 515 - 0.623\,7v \quad (v < 53.9) \\ 25\,920/v \quad (v \geq 53.9) \end{array}} \right\} \text{取最小值(23 t 轴重)}$$
$$F = \left\{ \begin{array}{l} 560 \\ 80N \\ 640N - 64v \\ 560 - 1.467\,5v \quad (v < 53.9) \\ 25\,920/v \quad (v \geq 53.9) \end{array} \right\} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 560 \\ 80N \\ 640N - 64v \\ 560 - 1.467\,5v \quad (v < 53.9) \\ 25\,920/v \quad (v \geq 53.9) \end{array}} \right\} \text{取最小值(25 t 轴重)}$$

式中 F ——机车轮周牵引力, kN;

v ——机车速度, km/h;

N ——手柄级位, 分 13 级。

(二) 机车牵引特性控制曲线

机车牵引特性控制曲线见图 1-1(23 t 轴重)、图 1-2(25 t 轴重)。

型式试验结果表明:

机车牵引特性完全满足设计要求。对应于各手柄级位,可以得到图示的控制特性。

机车牵引特性的限制曲线可由三段曲线组成,机车可在限制曲线内的任一点工作,并可平滑调节。三段曲线的数学表达式如下:

25 t 轴重机车:

$$F = \begin{cases} 481 - 1.466(v - 53.9) \\ \frac{3.6 \times 7\,200}{v} \end{cases}$$

$$v = 120$$

23 t 轴重机车:

$$F = \begin{cases} 481 - 0.631(v - 53.9) \\ \frac{3.6 \times 7\,200}{v} \end{cases}$$

$$v = 120$$

(三) 机车的总效率

机车的总效率是指机车牵引工况时,机车轮周功率与输入机车的有功功率之比。输入机车的有功功率除轮周功率外,还有机车主传动各部件的功率损耗,辅助设备的功率消耗。

根据型式试验,牵引工况时,当机车速度大于 55 km/h 时,SSJ₃ 型电力机车的总效率在 0.847~0.869 之间变化,绝大部分为 0.855~0.865。额定工况时,机车的总效率为 0.868,满足原设计任务书中规定的 0.84 的要求。

三、机车制动特性

机车的制动特性是指机车轮周制动力与机车速度之间的关系 $B = f(v)$ 。SSJ₃ 型电力机车的制动特性采用恒制动力、准恒速特性控制方式。

(一) 控制要求

采用准恒速特性控制;

制动控制司机控制器手柄为 12 级,级间能平滑调节;

每级速度变化 $\Delta v = 10$ km/h。

控制要求:

$$B = \begin{cases} 300 \\ 64v - 640N \\ 25\,920/v \end{cases} \text{ 取最小值 (23 t 轴重)}$$

$$B = \begin{cases} 325 \\ 64v - 640N \\ 25\,920/v \end{cases} \text{ 取最小值 (25 t 轴重)}$$

式中 B —— 机车制动力, kN;

v —— 机车速度, km/h;

N —— 手柄级位, 分 12 级。

(二) 机车制动特性

机车制动特性曲线见图 1-1(23 t 轴重)、图 1-2(25 t 轴重)。

型式试验结果表明:机车制动特性完全满足设计要求。对应于各手柄级位,可以得到图示的控制特性。

机车制动特性的限制曲线可由四段曲线组成,机车可在限制曲线内的任一点工作,并可平滑调节。四段曲线的数学表达式如下: