

文章编号:1002-7602(2002)09-0014-04

高速动力综合检测车组

李 义

(沈阳铁路局 机务处,辽宁 沈阳 110001)

摘 要: 简要介绍高速动力综合检测车组的主要技术参数及结构、性能等。该车组集工务、电务及弓网检测于一体,设计时速 200 km,主传动为架控式交-直-交电传动,辅助系统采用交流化,并采用了新型高速转向架及 LONWORKS 控制网络技术。

关键词: 高速;综合检测车组;参数;性能

中图分类号: U266.1 **文献标识码:** B

保障列车运行安全是铁路运输行业永恒的主题。特别是在我国当前面临轴重增加、运输任务日趋繁重、干线不断提速、高速即将实施的新形势下,在列车运行条件下,对各种设备状态进行检测、评价,并及时采取措施消除隐患,更有着显著的经济和社会效益。因此,发展检测技术,研制新的检测车,强化运行安全保障手段,具有极其重要的现实意义。

在电气化铁路上,轨道、接触网通过机车车辆耦合成一个相关系统,轮轨作用与弓网作用之间有着密切联系。轨道几何状态的变化,不仅激扰机车车辆产生振动和滚摆,同时使弓网几何状态和受力状态发生变化。因此,在快速运行条件下,对各种设备状态的检测必须在时间上和空间上同步进行,否则,难以真实检测各种设备实际工作的质量状态。另外,由于铁路行车速度快、密度大,不同专业的检测车各自按不同的周期进行检测,不仅对列车正常运行产生干扰,而且还有检测仪器重叠、检测信息不能共享、难以同步评价、效率低下等诸多缺点。

为顺应上述要求,四方机车车辆厂和沈阳铁路局联合研制了集工务、电务及弓网检测于一体的动力型综合检测车组。该车组设计时速 200 km,主传动为架控式交-直-交电传动,辅助系统采用交流化,并采用新型高速转向架及 LONWORKS 控制网络技术,实现对全列车分布的实时、安全的运行控制和集中数据采集及监控管理。

1 主要技术参数(表 1)

表 1 主要技术参数

传动方式 交-直-交电传动

编组	M+T ₂ 固定编组(M 为动车,T ₂ 为驾拖车,必要时可加挂 1 节拖车)
轴式	B ₀ -B ₀ -2-2
轮径/mm	
动车	1 050
拖车	915
标称功率/kW	2 240
柴油机装车功率/kW	2 100
持续速度/(km·h ⁻¹)	65
最大运行速度/(km·h ⁻¹)	200
最大试验速度/(km·h ⁻¹)	220
启动牵引力/kN	150
持续牵引力/kN	92
牵引齿轮传动比	4.471(76/17)
电阻制动最大轮周功率/kW	1 100
最大轮周制动力/kN	90
动车整备质量(轴重小于或等于 21.5 t)/t	≤86
拖车整备质量(轴重小于或等于 14.5 t)/t	≤58
制动方式	空电联合制动
紧急制动距离(平直道,初速度小于或等于 180 km/h)/m	1 600
启动加速度(平直道上)/(m·s ⁻²)	≥0.5
剩余加速度(平直道上,速度为 200 km/h 时)/(m·s ⁻²)	≥0.05
驾拖车供电制式	AC380 V/50 Hz,三相四线
控制系统	LONWORKS 控制网络
动车组总长/mm	48 278
车体宽度/mm	3 204
车顶距轨面高度(新车状态)/mm	4 050
定员(驾拖车)/人	10

2 平面布置

动车采用内走廊承载式车体,整个上部通过 8 个高圆簧坐落在 2 台二轴转向架上。动车上部由前至后依次为司机室、电气室、动力室、制动辅助室。下部布置 2 台二轴转向架,中间布置燃油箱,燃油箱两侧布置蓄电池。

收稿日期:2002-05-30

作者简介:李 义(1947-),男,工程师。

驾拖车设司机室、综合检测间、4 个包间、1 个会议室、2 位端设有通过台、小走廊、配电室、配餐室、洗手

间、厕所、辅助室。下部布置 2 台二轴无摇枕转向架。动力型综合检测车组平面布置见图 1。

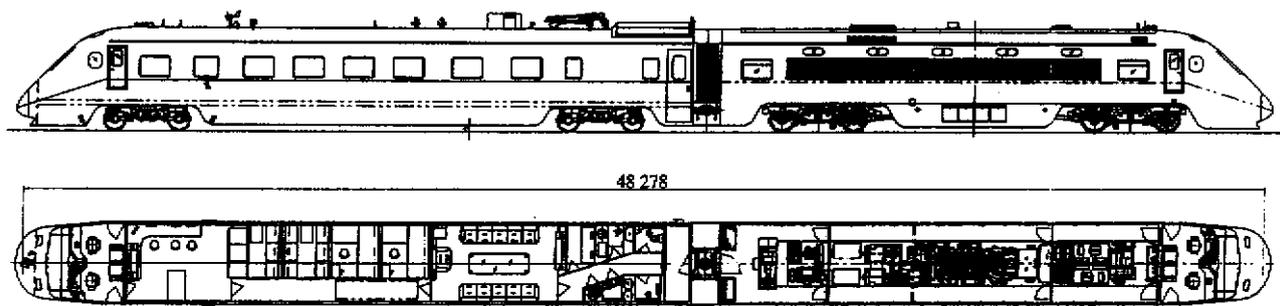


图 1 动力型综合检测车组平面布置

3 机械部分

3.1 空气动力学性能

该车是按 220 km/h 的最高速度设计的,为使列车高速运行时具有更好的空气动力学性能,降低列车运行气动阻力和交会压力波,车体采用了流线化腰鼓形断面,流线型列车头部采用了扁梭形造型,并对列车底部除转向架外全部包封。本车造型美观、流畅,具有强烈的现代感。

传统的曲线、曲面设计多采用 Coons、Bezier 以及样条曲线、曲面等方法,难以精确表达各种解析曲线、曲面,更难以统一表达它们和自由曲线、曲面的组合。NURBS 曲线、曲面则可克服这一缺点,能用一个统一的表达式同时精确表达包含标准的解析形体和自由曲线、曲面在内的复杂形体。NURBS 算法稳定,具有线性变换下的几何不变性,要修改曲线、曲面的形状,既可调整控制顶点,也可调整权因子或节点向量,具有较大的灵活性。正因如此,NURBS 方法已逐渐取代传统方法,成为目前列车头部外形设计的主要造型方法。在该车头部外形设计中,使用各种 NURBS 技术生成曲面以描述整个列车头部外形,并求出了偏移距离为 110 mm 的内包络面(见图 2)。曲面具有 C2 连续性,并能满足光顺性要求,这在实际生产当中具有非常重要的意义。它不仅方便了数控板梁的设计,提高了有限元建模的质量和效率,而且使列车头



图 2 头部外形内外包络面网格图

部内装修的设计尺寸能够得到准确控制,从而极大地提高生产效率和产品质量。

3.2 车体

在优化车头造型的同时,对车体的结构形式进行了功能和成本的优化。采用框架式承载车体,车体断面形状为鼓形断面,司机室头部采用流线型结构,在计算和试验的基础上,对车体结构采用全新的设计,既要满足 200 km/h 的气动性能要求,保证足够的强度、刚度等,又要充分减重,满足轴重要求。

司机室头部流线曲面部分采用切割板梁结构,板梁厚度采用 4 mm、8 mm 2 种,司机室外皮采用厚 2 mm 的耐候钢板。大面积自由表面的司机室外皮与前窗周围的 4 根压型梁以及司机室侧门柱共同构成司机室的主要承载框架,而其他梁件均采用轻巧的板梁。该结构易于成型,工艺性好,既能减重,又能保证强度。

底架钢结构采用中梁承载结构,侧梁采用厚 8 mm 的压型槽钢,主横梁采用箱形结构,两主横梁之间设 2 根 28B 型槽钢作为中梁,车上各主要部件的布置均经过精心安排,大多坐落在中梁上。同时,在车架中部采用鱼腹结构,将油箱、蓄电池箱置于此处与车体成为一体,以增大底架的刚度,减轻车体自重。

侧墙、车顶板用厚 2 mm 的耐候钢板,并采用通长板涨拉蒙皮工艺。

该车采用轻型结构,经过多次优化后各部件在功能、轻型结构、制造费用方面能充分利用材料并达到优化设计,车体的振动特性得到进一步改善。车体应力分布见图 3。

3.3 气密性能

在完成整备和关闭通过门及设备的开孔时,人工产生的 4 000 Pa 内压在 50 s 内应不致降到 1 000 Pa 以下。为此,车体钢结构尽量少开孔,在有开孔和可能

漏气的部位采取涂密封胶加橡胶垫等措施。列车以最高速度(200 km/h)行驶时,包间、会议室、检测室的A级声值不超过65 dB,其他工作间不超过68 dB;脚踏门、通过台不超过80 dB,厕所不超过75 dB。

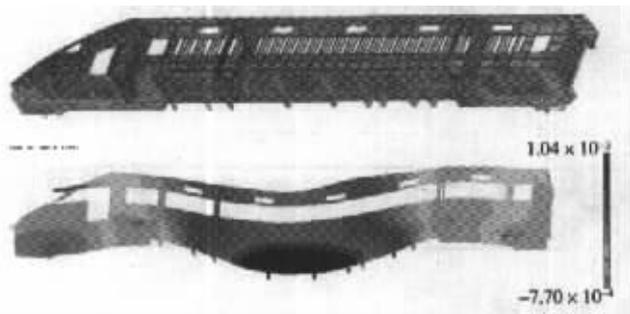


图3 车体应力分布

3.4 转向架

转向架结构坚固,具有良好的动力学特性,粘着性能良好,满足了横向间隙增大和轮缘磨损情况下的工作要求。

动车转向架构架采用“目”型焊接结构,构架中部设牵引电机风道。构架组焊后进行整体退火并喷丸处理,以减少焊接残余应力,提高表面质量。由于转向架的质量和惯量对高速运行稳定性有较大的影响,因此,构架尽可能轻量化。驱动装置采用轮对空心六连杆驱动装置。牵引电机、齿轮箱、空心轴套组成的传动系统整体悬挂在构架上。为了适应动车组高速运行的需要,悬挂系统的总静挠度不小于140 mm。由于采用了轮对空心六连杆驱动装置,一系的静挠度不大于15 mm。每个轮对设2个一系垂向减振器。二系悬挂装置中,每台转向架设4个高圆簧及8个橡胶垫,二系设2个横向油压减振器、2个垂向减振器和2个抗蛇行减振器,以遏制动车高速运行时的蛇行等。牵引装置采用中间推挽式低位牵引装置,牵引关节与牵引杆间采用焊接结构,牵引杆的布置尽可能降低牵引点的高度,并缩短焊接在车体上的牵引座悬臂高度。牵引齿轮及电机驱动端轴承采用双曲线齿轮油润滑。车轮采用整体轮,以适应高速运行的需要,保证运行的安全性。基础制动装置中,动车1位、4位轴采用XFD—1型制动单元,2位、3位轴采用XFD—2型带储能制动的制动单元。各个轴箱上均设传感器。

驾拖车转向架采用SW—220型二轴转向架。该转向架由H型焊接构架、转臂式轴箱悬挂及定位装置、无摇枕中央空气弹簧悬挂装置、牵引拉杆装置、抗蛇行减振器、轴盘(3盘)式基础制动装置等组成。车轮选用200 km/h的全加工整体辗钢车轮。空气弹簧采用上进气式,附加气室仍为构架横梁中腹和构架辅助梁腹腔。

空气弹簧各管路均安放在车体上,从而使车体与转向架之间不需用软管连接,减少了起落车时的工作量。空气弹簧中设有新型节流阀以提供二系垂向阻尼。横向减振器安装在构架和牵引拉杆装置的牵引横梁之间。采用每轴3套轴盘式制动装置。采用双排圆柱滚动轴承,轴箱上设轴温报警传感器、防滑器传感器以及车辆速度传感器。基础制动采用盘形制动单元。驾拖车前转向架2位端留出工务检测设备的安装位置,并充分考虑了加装检测设备所引起的轴重问题。

4 电气系统

4.1 主传动系统

采用架控式交-直-交电传动,主传动系统主要由交流主发电机、主整流器、牵引逆变器(2台)、交流牵引电机(4台)及制动电阻组成。牵引工况下,柴油机驱动三相同步主发电机发出三相交流电,经三相全波桥式整流后,向牵引逆变器供给稳定的直流电,由逆变器将直流电变换成幅值、频率可调的三相交流电,供给异步牵引电机,实现电机的变频调速,从而控制动车的速度和牵引力。主发电机的励磁电流由主传动控制模块将DC110 V控制电源经斩波调节后供给,通过调节主发电机的励磁电流来控制主发电机的输出电压,从而控制中间直流回路的电压。电阻制动工况下,由主发电机提供初始励磁后,主传动控制模块将主发电机的励磁下降至零,中间电压由逆变器通过制动斩波器进行控制,使中间电压维持DC1500 V,同时,逆变器根据电阻制动力的信号,通过调节牵引电机的滑差控制电阻制动功率。

4.2 控制系统

动车组网络控制总线系统由列车总线和多功能车辆总线组成。列车总线和车辆总线均采用LONWORKS技术。动车组列车总线由2组双绞线贯通整个列车,列车两侧分别排放1组双绞线,2组双绞线(4根线)均连接到网络节点模块上。列车网络正常时(无开路短路),使用其中一组通讯,当通讯故障时,网络节点自动使用另一组网络线通讯,并且显示屏显示故障提示。动车车辆总线由1组双绞线贯通动车,连接显示模块、主控模块、变流器控制单元、AC380 V供电控制模块、辅发控制模块、柴油机控制模块、制动控制模块。各控制模块的控制内容按系统功能进行划分,尽可能使网络通讯内容减少。

在牵引工况下,比较中间电压给定值与中间电压反馈值,其偏差值经过PID调节输出,产生PWM主发励磁调节控制信号,经电路放大后驱动主发励磁线

圈,保证中间直流电压符合设计要求。在电阻制动工况下,将中间电压建立到给定值后,由斩波器将主发励磁输出降为零,中间电压由牵引逆变器负责控制。

电阻制动工况下,由主发电机提供初始励磁,当中间电压达到给定值后,主传动控制模块将主发电机的励磁切断,中间电压由逆变器通过制动斩波器进行控制,使中间电压维持 DC1 500 V,同时,逆变器根据电阻制动力的信号,通过调节牵引电机的滑差控制电阻制动功率。当实施电阻制动时,主传动模块将动车速度、给逆变器的档位电阻制动力、逆变器检测到的滑行信号传送给动车制动控制模块。

5 综合检测设备

综合检测设备包括轨道检测设备、通讯及信号检测设备以及弓网检测设备。综合检测设备的安装与布线充分考虑了各种干扰,采取了有效的低通滤波和屏蔽措施,尽量消除配电线、信号线的导线干扰以及各种辐射干扰。对综合检测的各套设备分开走线,尽量拉开距离。并将每套设备的电源线、高电平控制线、低电平控制线分为 3 组,除电源线外,其余 2 组线用导线管加强导线屏蔽。高电平控制线与低电平控制线之间距离 450 mm 以上,低电平控制线与一般线路之间应距离 50 mm 以上。为消除公用电源的干扰,各套设备有单独的供电电源,独立使用三相电源的 U、V、W 相,并设有单独的中性线 N。设隔离电源变压器,变压器初级线圈和次级线圈之间进行严格的静电屏蔽,外部加电磁屏蔽,变压器磁轭上加铜短路环。各供电线布置在顶板上,其他线敷设在地板上,电源插座从上垂直向下引出,与弱信号线过线时垂直交叉,尽量避免平行;平行时,距离 1 m 以上,平行部分尽可能短。电源变压器远离检测设备,减少工频磁干扰,并有有效的接地措施。驾拖车每个转向架均设置 1 个接地轴,确保良好的电气接地。

6 主要技术特点

该车组集工务、电务及弓网检测于一体,设计时速 200 km,采用交-直-交传动系统,传动效率高,牵引性能得到了提高。各档位启动牵引力及电阻制动时的最大制动力可控制,减小了牵引、制动时的纵向冲击。交流电机无换向,体积小,转速高,硬特性、防空转性能好。由于取消了交直流牵引电机接触器、换向器、工况开关及磁场削弱接触器,实现了主电路的无触点化,大大提高了可靠性。主发电机采用三相凸极式无刷励磁同步发电机,不用更换、检修主发电机的碳刷、滑环,减小了维护、检修工作量。风扇传动由静液压系统改为变极电机驱动,使静液压系统高压油管破裂、漏油,静液压泵及静液压马达轴承烧损等故障得到根除。同时,因取消了静液压系统传动箱、万向轴及大量的静液压管路,使得柴油机自由端及冷却室下部的维修可接近性得到很大程度的提高。通风机采用交流电机驱动,在柴油机空转时可自动切除通风机,大大降低了机车的辅助功率,节约大量的燃油。而且,采用 LONWORKS 控制网络技术,实现对全列车分布的实时、安全运行控制和集中数据采集及监控管理。由于总风缸布置在车下,使得空气干燥器出现故障时,因总风缸布置在机器间内温度过高而导致的制动系统管路出水、结冰的故障得到根除。采用了螺杆式空气压缩机,提高了制动系统的可靠性。电气柜布置在电气室内,由通风机通过车体滤清窗从车外吸入新鲜空气对电气室内电气件进行冷却,解决了电气柜布置在司机室后端而造成的电气间温度过高的问题。微机装置布置在司机室内,改善了微机装置的工作环境,有利于提高微机的可靠性。高速双侧六连杆、轮对空心轴转向架及 SW—220 型转向架的成功研制,为 200 km/h 高速动力综合检测车组打下了坚实的基础。

(编辑:田玉坤)

中国铁道学会铁道车辆委员会 2002 年学术活动计划

序号	会议名称	内容	时间	地点
1	城市轨道交通车辆学术研讨会	主要对城市轨道交通车辆的设计、工艺、检修、标准等方面进行学术交流和研讨	3 季度	长春
2	青藏铁路高原客车设计专家研讨会	主要组织有关专家对青藏铁路高原客车的密封、供氧、空调和环保等要求进行研讨	3 季度	待定
3	特种货车研讨会	主要研讨新世纪特种货车的新发展	4 季度	待定
4	轴重 25 t 低动力作用四轮货车学术研讨会	该研讨会与铁道重载专业委员会联合举办,针对已在运用的该货车存在的问题研究解决对策	下半年	大同

(中国铁道学会铁道车辆委员会 包耀慈 供稿)