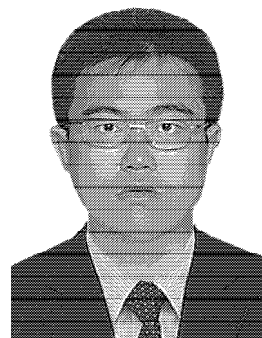


研
究
开
发

出口马来西亚 SDD12 型 内燃机车电气系统

邹浪平¹, 孟玉发¹, 周少云²

(1. 南车资阳机车有限公司 研发部, 四川 资阳 641301;
2. 株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 邹浪平 (1979-) 男, 高级工程师, 长期从事机车电气系统的研究开发工作。

摘要: 从整个 SDD12 型内燃机车电气系统出发, 系统地阐述了 SDD12 型内燃机车电气主传动系统、交流辅助电传动系统、交流列车供电系统和微机控制系统工作原理和功能。运营表明, 该内燃机车电气系统完全能适应马来西亚当地的自然环境和铁路的自身实际状况, 具有持续速度低、持续牵引力大的特点, 适合货运低速重载的工况要求。

关键词: 内燃机车; 电传动; 辅助电传动; 列车供电; 微机控制系统; 马来西亚

中图分类号: U262.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2013)05-0020-05

Electrical System of SDD12 Diesel Locomotive Exporting to Malaysia

ZOU Lang-ping¹, MENG Yu-fa¹, ZHOU Shao-yun²

(1. R&D Department, CSR Ziyang Locomotive Co., Ltd., Ziyang, Sichuan 641301, China;

2. Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: Main and auxiliary AC electric drive system, AC train power supply system and microcomputer control system operation principle and function of SDD12 diesel locomotive electrical system were expounded. Operation showed that the electrical system adapted Malaysia local nature environment and practical condition, and with the characteristics of sustained low speed and high traction force, it suited the freightage requirement of low speed and heavy load.

Key words: diesel locomotive; electric drive; auxiliary electric drive; train power supply; microcomputer control system; Malaysia

0 引言

SDD12 型电传动内燃机车是中国南车资阳机车有限公司根据马来西亚用户要求开发设计的中小功率货运内燃机车, 为内走廊交直流电传动内燃米轨机车, 采用交流辅助电传动系统, 且具有交流列车供电功能。该机车采用 CATER 3512B 型柴油机, 电气系统所有电气元件都是针对马来西亚多盐雾、潮湿的气候环境和马来西亚铁路状况较恶劣的情况进行选型的, 都是非常成熟可靠的产品。

1 主传动系统

该型机车主传动采用交直流电传动, 主要由主发电机、主整流柜、电磁接触器、方向转换开关和 6 台牵引电动机等组成, 机车主电路如图 1 所示。

在牵引工况下, 三相同步交流主发电机在柴油机的带动下输出三相交流电, 主发电机发出的交流电经主整流柜整流后, 分 6 路通过 6 个主接触器的主触头和方向转换开关, 驱动 6 台并联直流串励牵引电动机运行。

电气元件参数:

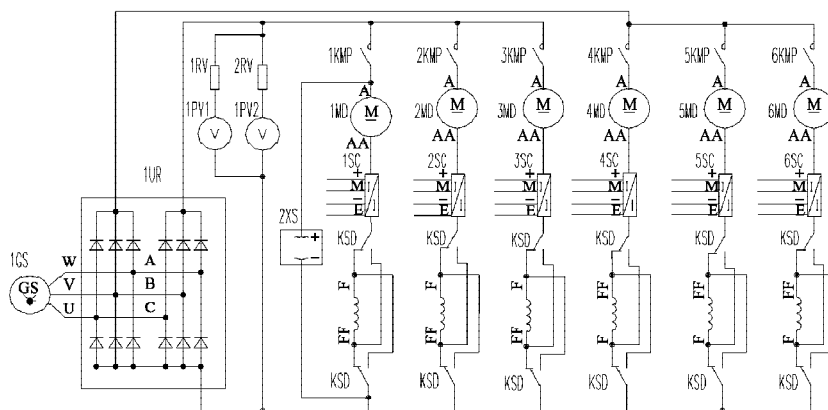


图 1 机车主电路图

绝缘等级(定子/转子)	H/H
工作制	S2
等效功率	≥ 46 kW
瞬间最大功率	184 kW
转向	传动端视为逆时针旋转
冷却方式	径向自通风
质量	720 kg
接线盒位置	传动端视为右
电动机工况:	
蓄电池电压	96 V
启动电流	1 600 A
励磁方式	串励
启动时间	≥ 5 s
启动转矩	电流为1 600 A时 $\leq 2\,700$ N·m 电流为400 A时 ≤ 450 N·m

蓄 电 池	
型号	GNC-190
额定容量(C10)	190 A·h
单节电池电压	1.2 V
电池数量	80节
总电压	96 V

3 交流辅助传动系统

辅助传动系统采用交流电传动系统。辅助传动系统由1台400 kVA交流辅助发电机、1台75 kW冷却风扇电机、2台45 kW牵引通风机电机、1台辅助变流柜组成。

牵引工况时,牵引通风机电机由交流辅助发电机直接驱动。冷却风扇电机由变流器驱动,变流器根据柴油机冷却水温的变化控制冷却风扇电机变频运转。当变流器故障时,冷却风扇电机改由交流辅助发电机直接驱动。

当电机故障时,辅助变流柜向微机送出电机故障信号,由微机驱动司机室操纵台上彩显中的状态指示

灯。变流器记录各电器及变流器的工作状态和参数,并可下载进行分析,也可通过网络和硬连线实时传送到机车微机。交流辅助传动主电路见图3所示。

电气元件参数:

交流辅助发电机

电机型号	JF417SX2
额定容量	400 kV A
额定电压	480 V
额定功率因数	0.85
额定电流	385 A
额定转速	2 769 r/min
额定频率	92.3 Hz
极对数	2
接线方式	Y
旋转方向	面对轴伸端为逆时针
电机接线盒	面对轴伸端的左侧
绝缘等级	H/H
防护等级	IP23
工作制	连续
相数	3
冷却方式	自通风
励磁方式	他励(无刷)
额定效率	$> 92\%$
励磁电压	≤ 50 V
励磁电流	≤ 5 A
安装方式	卧式安装
电机支撑方式	双轴承支撑
电机与驱动设备间的联接方式	联轴节传动

牵引通风机电机

型号	JD803
额定功率	45 kW
额定电压	480 V
额定电流	73 A

额定转速

2 740 r/min

额定频率 92.3 Hz

额定效率 92%

功率因数 0.9

极数 4

接线方式 Y

防护等级 IP23

绝缘等级 H

通风方式 自通风

供电方式

PWM或辅发供电

工作制 连续

冷却风扇电机

型号 JD804

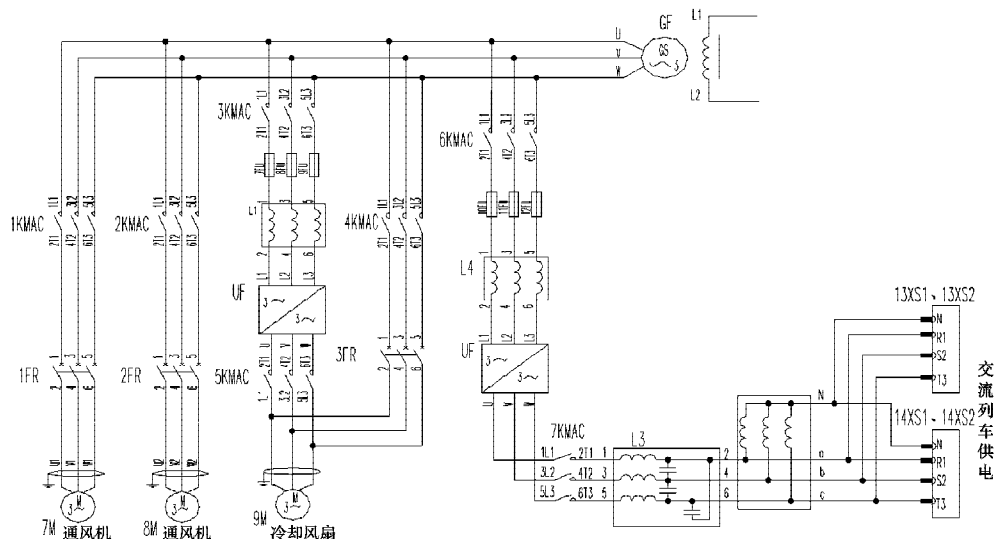


图3 交流辅助传动系统和列车供电系统主电路

额定功率	75 kW	控制输入电压	DC 110 V (77~137.5 V)
额定电压	480 V	输出电压	三相380(1±5%)V/50 Hz
额定电流	105 A	额定电流	150 A
额定转速	1 369 r/min	输出波形	SPWM, THD < 8% (53次以下总谐波含量)
额定频率	92.3 Hz	三相电压不平衡度	<1%(负载平衡时)
额定效率	92%	效率	>90%(额定负载时)
功率因数	0.86	供电方式	三相四线制供电, N线接车体。 由机车与动车或拖车连接端的 电力连接器向拖车供电
极数	8		
接线方式	Y		
防护等级	IP23		
绝缘等级	H		
通风方式	自通风		
供电方式	PWM或辅发供电		
安装方式	立式		
电机转向	面向轴伸顺时针		
工作制	连续		
质量	≤400 kg		
辅助变流柜			
型号	OCPI4H		
主输入电压	三相160 V/30.7 Hz~480 V/92.3 Hz		
控制输入电压	DC 110 V (77~137.5 V)		
输出电压	三相0~480 V/92.3 Hz可调		
额定电流	150 A		
输出波形	SPWM, THD<8% (53次以下总谐波含量)		
三相电压不平衡度	<1%(负载平衡时)		
效率	>90%(额定负载时)		

4 列车供电系统

当动车组出现故障时, 需要由机车牵引, 并且由机车提供列车供电功能, 因此在机车中设置1台列车供电柜, 通过交流辅助发电机给动车组提供三相四线制 AC 380 V、50 Hz、75 kW交流电源, 采用双插座供电, 型号为KC8-4A_Z^P-00。当司乘人员通过机车司机室操作台上的“列车供电”开关发出供电指令, 微机系统和列车供电柜同时接收到该指令, 微机检测到此时柴油机转速不低于1 450 r/min时(交流辅助发电机对应的输出电压不低于380 V), 微机给列车供电柜发出供电指令, 此时列车供电柜开始工作, 输出380 V、50 Hz三相交流电。当司乘人员发出“列车供电”指令, 微机检测到柴油机转速低于1 450 r/min时, 此时微机通过柴油机油门信号指令把柴油机转速升至1 450 r/min, 并确认此柴油机转速已升至1 450 r/min, 再发出供电指令给列车供电柜, 供电柜开始工作输出380 V、50 Hz交流电。列车供电系统主电路见图3。

电气元件参数:

型号	OCPD12
主输入电压	三相380~480 V

5 机车控制系统

微机控制系统由微机箱、电源滤波装置、信号转换装置、传感器、微机显示屏等组成。机车微机控制系统对本机车控制包括: 恒功励磁、辅助发电控制等。机车重联时, 机车微机控制系统采用LONWORKS网通信方式实现本车与他车各种信息、故障代码的交换及传递。系统设大屏幕彩色显示屏, 可以显示本车和他车的机车和柴油机的运行状态参数以及机车各系统的故障信息, 并设有人机对话功能。

控制系统功能:

①恒功率特性控制: 在不同的柴油机转速下, 控制主发电机工作于理想的外特性曲线上并具有限压限流的特性, 保证机车柴油机的合理运用。

②主发电机励磁控制: 机车在牵引工况和水阻试验时, 微机系统完成在各挡柴油机转速下的牵引主发电机的励磁控制。

③辅助发电机励磁控制: 启动发电机在发电工况其励磁电流受微机中电压调整器控制, 柴油机转速在600~1 800 r/min范围内变化时, 发电机输出电压稳定在(110±2) V的范围内, 并具有超压保护, 当辅发电压大于125 V时, 自动停止辅助发电。

④防空转控制: 通过检测牵引电动机各支路电流, 根据电流分配情况判定空转的程度, 采取撒砂或降低主发电机输出电压的措施, 消除空转, 提高机车的粘着利用。

⑤机车换向保护: 机车只有在速度为零时才能换向牵引。

⑥风压保护: 在列车管风压不足或紧急制动时, 风压继电器断开, 使机车牵引功率减为零。

⑦机车信息显示: 通过彩色液晶显示屏显示机车运行的各种参数, 通过按键设置机车励磁调节参数、系统时钟。

⑧故障诊断: 当机车发生故障时, 微机报警, 并自动显示故障名称。微机系统还具有故障存储功能, 并可通过按键查询, 方便用户分析、查找机车故障原因。

⑨电气保护: 微机还可对主发电机过压、主发电机过流、主发电机励磁过流、牵引电动机过流、主电路

接地和漏电、机车空转和滑行进行保护。

⑩柴油机调速控制: 柴油机转速调节由电子喷射器控制, 调速信号为4~20 mA的电流信号, 4 mA时对应600 r/min, 20 mA时对应1 800 r/min。司机调速手轮的挡位信号送入微机, 微机将其挡位信号转化为4~20 mA的电流信号送给柴油机电子喷射器供柴油机转速调节用。

⑪微机系统通过RS485串行通信方式分别与辅助变流柜、列车供电柜进行通信, 采集辅助变流柜、列车供电柜的相关信息并显示在微机显示屏上。柴油机滑油压力低及柴油机水温高和油温高等柴油机故障由柴油机系统自身进行保护, 同时柴油机相关信息(包括故障信息)通过J1939通信协议给微机系统, 并显示在微机显示屏上。

⑫微机与辅助逆变器进行RS485通信, 读出交流辅助发电机电压信号、冷却风扇转速、柴油机高温水出口温度等状态信息并送到微机显示屏上显示。当辅助逆变器工作正常时, 辅助逆变器故障信号线输出高电平, 此时微机接管辅助逆变器控制信号输出高电平(此时并没有接管); 当辅助逆变器IGBT故障而微机与辅助逆变器通信正常时, 辅助逆变器故障信号线输出高电平, 此时微机接管辅助逆变器控制信号输出高电平(此时并没有接管), 冷却风扇的直投由辅助逆变器PLC控制; 当辅助逆变器PLC工作正常而与微机通信不正常时, 此时微机接管辅助逆变器信号输出高电平, 辅助逆变器故障信号线输出高电平, 此时辅助系统仍由辅助逆变器控制; 当辅助逆变器PLC故障时, 辅助逆变器故障信号线输出低电平, 此时微机接管辅助逆变器信号输出低电平, 牵引通风机和冷却风扇的直投由辅助逆变器内故障控制模式控制, 并分时启动。

⑬机车重联时, 与他车微机系统通过LONWORKS网通信, 完成数据交换、故障信息记录和报警显示。

⑭当机车救援动车组时, 司机发出列车供电指令后, 微机将柴油机转速升至1 450 r/min, 保证此时列车供电输出380 V、50 Hz、75 kW交流电, 同时调节主发电机励磁电流, 控制主发电机输出功率, 保证此时机车

牵引轮周功率不高于动车的牵引轮周功率, 保证机车牵引动车组时不会发生超速情况。

6 机车牵引特性曲线

机车牵引特性曲线如图4所示, 机车启动牵引力492.6 kN, 机车持续牵引力261.6 kN, 持续速度13.7 km/h。该机车可以充分发挥启动牵引力, 具有持续速度低、持续牵引力大的特点, 适合货运低速重载的工况要求。

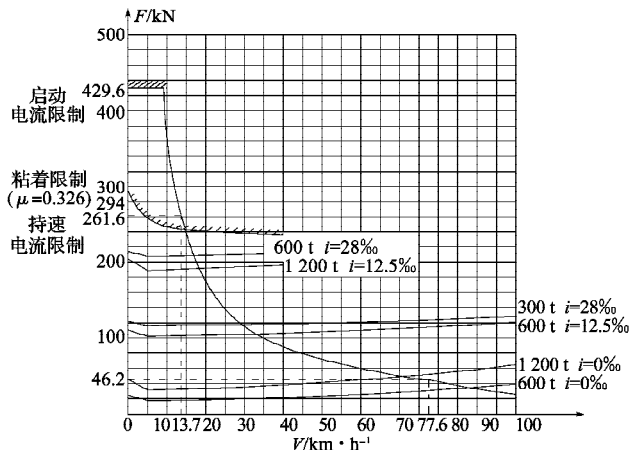


图4 牵引特性曲线

7 结语

出口马来西亚的内燃机车电气系统完全能适应马来西亚当地的自然环境和铁路的自身实际状况, 并且质量可靠, 安全性能好。现在该车已经运行在马来西亚的铁路线上, 运用情况良好, 得到用户的肯定。

参考文献:

- [1] 孟玉发. 出口土耳其SDD₁₀型内燃调车机车电气系统的优化设计[J]. 铁道机车车辆, 2009(6): 19-22
- [2] 王平华, 孟玉发. 出口巴西SDD₈型内燃机车交流辅助传动系统[J]. 机车电传动, 2009(1): 33-35.
- [3] 邹浪平. DF_{8D}型内燃机车交直交电传动系统[J]. 机车电传动, 2010(4): 13-16.

