

政府  
采购  
业务  
印章

合同编号:  
执行书编号:  
预算编号:陕西铁路工程职业技术学院机车车辆综合实训平台项目  
国资处经办人:



采购合同

甲方：陕西铁路工程职业技术学院  
乙方：中车大连机车车辆有限公司

根据《中华人民共和国政府采购法》《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国政府采购法实施条例》等法律法规，甲方通过公开招标，选定乙方为成交单位。甲、乙双方在平等基础上协商一致，达成如下合同条款：

一、合同内容 机车车辆综合实训平台项目      项目编号/包号：采购包 1

序号	产品名称	型号	产地	数量	单价	总价	备注
1	HXD3C 型 电力机车	HXD3C	大连	1	15,885,000.00元	15,885,000.00元	
2	地面供电电 源、100m 供 电滑轨及牵 引小车	DMGD-HXD 3C	大连	1	1,088,000.00元	1,088,000.00元	
3	检修作业平 台	ZYPT-HXD 3C	大连	1	202,000.00元	202,000.00元	
总计（人民币/元）		¥ 17,175,000.00 元（大写：壹仟柒佰壹拾柒万伍仟元整）					

乙方负责按以上确定的产品规格、型号及配套内容进行供货，及时运到甲方指定交货地点安装调试，确保所有产品达到最佳运行状态，负责对甲方操作、维护人员进行培训，指导操作、使用和维修保养，做好售后服务工作。

二、合同价格

合同总价：人民币大写：壹仟柒佰壹拾柒万伍仟元整；¥ 17,175,000.00 元。

合同总价包括：产品的供应费及所发生的运输费、杂费（含保险）、商检费、搬运



费、安装调试费、培训费等，包括从产品供应地点到交货地点所包含的一切费用。合同总价不可变更，不受市场价格变化的影响，不受实际数量变化的影响。

### 三、款项支付

1. 合同签订并生效后 30 日内，支付合同总金额的 30%；
2. 最终验收合格后，乙方持《终验合格单》原件和全额增值税专用发票在甲方处办理合同款支付手续。30 日内，支付合同总金额的 70%。
3. 本合同项下所有费用通过银行转账方式支付。

### 四、完工条件

1. 项目实施地点：陕西铁路工程职业技术学院指定地点。
2. 完工日期：合同签订并生效后 9 个月内。

**五、运输方式：**汽车运输，发生的一切费用全部由乙方承担。

### 六、质量保证

1. 产品的质量保证期为：机车整车质保期为最终验收合格后 36 个月。地面供电电源、100m 供电滑轨及牵引小车、检修作业平台质保期为最终验收合格后 12 个月。
2. 乙方保证所提供的产品质量可靠，进货渠道正常，配置合理，技术性能完全满足招标文件要求；
3. 若产品所用原材料或加工工艺造成的质量和内外观缺陷问题，由乙方负责解决并承担费用。（乙方保证货物是全新的、未曾使用过的、以优质工艺及材料制造，并保证所供产品的完整性，本合同产品为成套供货，合同总价中已包括满足产品完整运行的附件，备件，配套件等，产品质量应符合国标标准和本合同附件的要求，乙方应随机提供产品检验报告。）
4. 质保期内若发生产品质量问题，乙方应立即免费解决；超过质保期的，按照厂家承诺进行。
5. 产品性能未达到技术要求的，乙方限期内进行整改；整改仍达不到要求的，甲方有权解除合同，并保留依法索赔的权利。
6. 知识产权：即乙方应保证甲方在使用成交货物时，不承担任何涉及知识产权法律诉讼的责任。
7. 现场监造：接收甲方专任教师到车间对生产各环节进行现场监造，乙方为教师食宿提供方便。



## 七、安装、调试及技术服务

1. 按照甲方要求，乙方将甲方采购的机车（含随车设备）运输至甲方指定地点，并负责机车的装卸。
2. 机车到达甲方指定地点前，乙方将制定的安装施工方案交由甲方组织通过评审后，派遣售后技术人员到达甲方现场，组织协调装卸手续办理、准备卸车工艺工装等。
3. 在甲方指定地点完成卸车，乙方人员上车进行机车整備，并将随车设备（含工具、备品备件、技术资料等）交付甲方，技术资料包括：机车操纵手册、机车使用保养说明书、机车常见故障处置手册、机车履历簿、机车出厂合格证等其他相关资料。
4. 按照甲方协调安排，乙方人员对机车进行整備，并指导甲方相关人员随车学习。
5. 按照甲方协调安排，乙方现场售后技术人员协助甲方完成地面设备与机车相关设备的调试。
6. 在质保期内（保修起始日为货到验收合格之日起），乙方在接到用户对所购产品进行维修的要求后，24小时内到用户现场进行维修服务，全部费用由乙方支付，若需将产品送回生产厂，由乙方支付维修产品所需的往返费用。
7. 乙方保证产品完全按招标要求提供，若达不到要求，乙方须及时跟甲方沟通协商更换产品，并按照再次验收合格时间相应延长该产品保修期。
8. 技术培训
  - 1) 内容：包括产品原理、使用操作、保养维修技术等，使受训人员达到独立使用、熟练操作的程度。
  - 2) 培训准备：每台设备培训主要操作人员 2—3 人。
  - 3) 地点：设备安装地点（陕西铁路工程职业技术学院）
  - 4) 时间：在收到甲方通知后一周内安排。
  - 5) 服务承诺：按投标文件中的服务承诺执行。
9. 安装调试过程中出现的安全责任问题由乙方全权负责。

## 八、违约责任：

1. 按《中华人民共和国民法典》中合同部分的相关条款执行。
2. 未按合同要求提供产品或产品质量不能满足技术要求，甲方有权终止合同，并保留追究乙方违约责任的权利。
3. 买卖双方造成项目交付时间迟延的，违约方按照每天 1% 向对方承担违约责任。



违约金总计不超过产品总价的 2%。因乙方产品质量问题违约的，除了按照迟延履行计算违约金外，另可以采取退货、换货等方式，由乙方承担一切费用。

4. 乙方不得进行债权转让。

## 九、产品验收

1. 产品到货后，乙方负责安装调试，达到正常运行条件后书面通知甲方验收。

2. 安装完成后应提供详细的安装报告，并详细记录各种指示的实测数据。

3. 提供完整的操作手册和安装、调试、维修手册；提供制造厂家的检验测试报告或产品出厂检测报告。

4. 甲方根据合同要求对产品进行验收、确认产品的产地、规格、型号和数量。验收依据为本合同文本、招标文件和国内相应的标准、规范。

5. 验收合格后，填写产品验收单，并向甲方提交产品所包含的所有资料，以便甲方日后管理和维护。

6. 验收由甲方负责组织或者邀请有关专家、质检机构、采购代理机构共同进行验收，验收须以合同、招标文件、澄清，以及国家相应的标准、规范等为依据。

## 十、售后服务：

1. 机车到达现场后，供货乙方派出售后技术服务人员抵达甲方现场提供售后技术服务。

2. 整车质保期内，机车使用期间发生的质量问题，做到 24 小时内提出处理方案，48 小时内到甲方现场进行处理。

3. 在整车质保期内，乙方负责免费修理和更换由于乙方责任造成的不合格零部件及因此造成扩大破损部分部件，确保不影响机车的正常运用。

4. 在整车质保期内，当发生重大质量问题时，乙方须组织公司内有关部门赴采购方分析调查和处理，同时乙方须组织质量改进工作。

## 十一、合同争议的解决：

合同一经签订，不得随意变更、中止或终止。对确需变更、调整或者中止、终止合同的，应按规定履行相应的手续。

合同执行中发生争议的，甲、乙双方应协商解决，协商达不成一致时，可向甲方所在地人民法院提请诉讼。

本合同一式陆份，甲方肆份，乙方贰份。签字盖章后生效，合同执行完毕自动失





效。(合同的服务承诺则长期有效)。

### 十三、合同附件:

陕西铁路工程职业技术学院机车车辆综合实训平台项目技术协议

### 十四、其他(乙方信息全部为必填项)

甲 方	乙 方
陕西铁路工程职业技术学院 (盖章)	成交单位全称 <del>中车大连机车车辆有限公司</del> (盖章)
地址: 陕西省渭南市站北路一号	地址: 辽宁省大连市旅顺口区兴发路 82 号
邮编: 714099	邮编: 116045
法定代表人: 	法定代表人: 孙荣坤
	被授权代表: (签字) 
电话: 0913-2221151	电话: 0411-66996546
传真: 0913-2221178	传真: 0411-66996635
开户银行: 建设银行陕西省渭南市站北路支行	开户银行: 中国工商银行大连沙河口支行
账号: 61001641208052501776	账号: 3400200709005700177
开户名称: 陕西铁路工程职业技术学院	开户名称: 中车大连机车车辆有限公司
	企业规模: 大型
税号: 126100004369070259	纳税人识别号: 91210200241283929E
日期: 2015年12月12日	日期: 2015年12月12日

(以下无内容)

陕西铁路工程职业技术学院  
机车车辆综合实训平台项目  
技术协议

2025 年 12 月

杨曦亮

# 机车车辆综合实训平台项目技术协议

甲方：陕西铁路工程职业技术学院（以下简称甲方）

乙方：中车大连机车车辆有限公司（以下简称乙方）

经甲乙双方友好协商，甲方从乙方采购 1 套机车车辆综合实训平台项目；甲乙双方现就甲方从乙方采购 1 套机车车辆综合实训平台项目技术条件事宜达成一致意见，并形成本技术协议。甲方从乙方采购的 1 套机车车辆综合实训平台项目应符合以下技术条件：

（详见下页）

# 一、HXD3C 型交流传动电力机车

## 总则

交流传动六轴 7200kW 干线货运电力机车，采用大功率异步牵引电机、卧式牵引变压器、IGBT 元件组成的水冷变流器、单轴控制、微机网络控制系统、微机控制的制动系统、抱轴悬挂转向架、独立通风冷却等技术，机车单轴功率大于等于 1200kW，最高运用速度 120km/h，适应中国铁路使用环境。

机车设计、制造和试验等首先符合本机车技术条件，同时符合 TJ/JW 013 HXD3C 型电力机车总体技术规范，并按序相应符合下列技术规范和标准：

- 1) 中国国家铁路集团有限公司技术标准及标准性技术文件（Q/CR、TJ/JW）；
- 2) 中华人民共和国铁道行业标准（TB）；
- 3) 中华人民共和国国家标准（GB）；
- 4) 国际电工委员会标准（IEC）；
- 5) 国际铁路联盟标准（UIC）；
- 6) 欧盟标准（EN）、德国工业标准（DIN）、日本国家工业标准（JIS）、日本国家铁路标准（JRIS）、法国国家标准（NF）、法国国家铁路标准（NFF）。

关于部分中国国家铁路集团有限公司技术标准的编号按铁总科技[2015]17号《中国铁路总公司关于部分原铁道行业标准转为总公司技术标准的通知》执行。

机车设计寿命 30 年。

本技术条件未做规定的内容，按机车既有方案执行。

## 1 用途及使用环境条件

1.1 用途：铁路干线牵引货运列车。

1.2 机车在下列条件下，能按机车额定功率正常工作。

1.2.1 环境温度（遮荫处） -40℃～+40℃

机车蓄电池充电器、微机控制系统、牵引和辅助变流器及其控制单元、升弓系统部件、空气制动系统等在满足-25℃～+40℃环境下正常运用的前提下，可通过应用加强防寒和预热（可以采用蓄电池供电和接触网供电两种方式）的可选配置方案达到-40℃～-25℃环境下正常运用的要求。

暴露在车外所有橡胶件及阀的低温性能按照-50℃进行考核。

1.2.2 海拔 不超过 2500m

在海拔 1400m/环境温度+40℃，海拔 2500m/环境温度+32.5℃，且连续在最大功率状态下运行时不会出现功率限制。

1.2.3 月平均最大相对湿度（该月月平均最低温度不低于 25℃） 95%

1.2.4 其它

能适应风、沙、雨、雪、盐雾、粉尘、偶有雾霾的侵袭。

2 基本技术参数

2.1 电流制：

25kV/50Hz，网压允许波动范围 17.2kV~31.3kV。

2.2 机车功率发挥基本要求

在 22.5kV~31kV 网压下,机车轮周功率为 7200kW;网压从 22.5kV 到 17.5kV,机车轮周功率从 7200kW 线性减小,网压在 17.5 kV 时,机车轮周功率 5600kW;网压从 17.5kV 到 17.2kV,轮周功率从 5600kW 线性下降到 0；网压从 31kV 到 31.3kV,轮周功率从 7200kW 线性下降到 0。

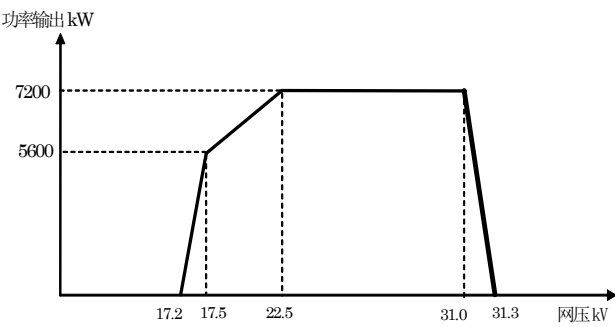


图 2-1 机车功率发挥曲线

在网压允许波动范围内，辅助功率一直有效。

2.3 轨距 1435mm

2.4 轴式 Co-Co

2.5 机车整备重量：

无配重：138<sup>+3%</sup><sub>-1%</sub> t

加配重：150<sup>+1%</sup><sub>-3%</sub> t

2.6 轴荷：

无配重：23t

加配重：25t

机车可以从 23t 轴重转换成 25t，也可以从 25t 轴重转换成 23t，机车交车时轴重为 25t(包括轴重转换所有需要的配件)。

轴重转换过程中，除拆装配重块以外，仅需增减悬挂系统的垫片厚度。

2.6.1 同一机车，每根轴的实际轴重与该机车实际平均轴重之差，不大于该机车实际平均轴重的±2%。

2.6.2 每个车轮轮重与该轴平均轮重之差不超过该轴平均轮重的±4%。

2.6.3 整车左右两侧轮重差之代数和不超过机车总重的±1%。

## 2.7 尺寸限界

2.7.1 机车在受电弓完全降弓和后视镜完全收回时，在平直轨道上，机车外形尺寸符合 GB 146.1-2020《标准轨距铁路机车车辆界限》的电力机车限界要求，并符合客运车站高站台限界的要求。

2.7.2 车钩中心线距轨面高度为(新轮)  $880 \pm 10 \text{mm}$

2.7.3 在牵引时，受电弓滑板距轨面工作高度满足  $5200 \sim 6500 \text{mm}$

2.7.4 齿轮箱底面最低点距轨面高度不小于(新轮)  $120 \text{mm}$

2.7.5 机车排障器距轨面高度(在踏面允许磨耗范围内可调)  $110^{+10}_0 \text{mm}$

2.7.6 转向架扫石器距轨面高度(在踏面允许磨耗范围内可调)  $30 \text{mm}$

2.7.7 受电弓降下时受电弓滑板距轨面高度(新轮)  $\leq 4770 \text{mm}$

## 2.8 主要技术参数

2.8.1 机车轮周牵引功率(持续制)  $\geq 7200 \text{kW}$

2.8.2 机车轮周再生制动功率(持续制)  $\geq 7200 \text{kW}$

### 2.8.3 机车速度

最高运营速度  $120 \text{km/h}$

最高试验速度(新轮)  $132 \text{km/h}$

持续速度

23t 轴重时  $\leq 70 \text{km/h}$

25t 轴重时  $\leq 65 \text{km/h}$

### 2.8.4 牵引特性

机车起动牵引力(0~5 km/h 速度范围内半磨耗的轮周平均牵引力，干燥无油轨面)

23t 轴重时  $\geq 520 \text{kN}$

25t 轴重时  $\geq 570 \text{kN}$

机车持续制牵引力

23t 轴重时  $\geq 370 \text{kN}$

25t 轴重时  $\geq 400 \text{kN}$

恒功率速度范围

牵引 23t 轴重时  $70 \sim 120 \text{km/h}$

25t 轴重时  $65 \sim 120 \text{km/h}$

再生制动 23t 轴重时  $70 \sim 120 \text{km/h}$

25t 轴重时  $65 \sim 120 \text{km/h}$

最大再生制动力(车钩处)

23t 轴重时  $\geq 370 \text{kN}$



25t 轴重时

$\geq 400\text{kN}$

最大再生制动力开始线性下降的速度不高于 15 km/h，再生制动力线性下降至 0 的速度不高于 5km/h。

机车牵引特性曲线如下：

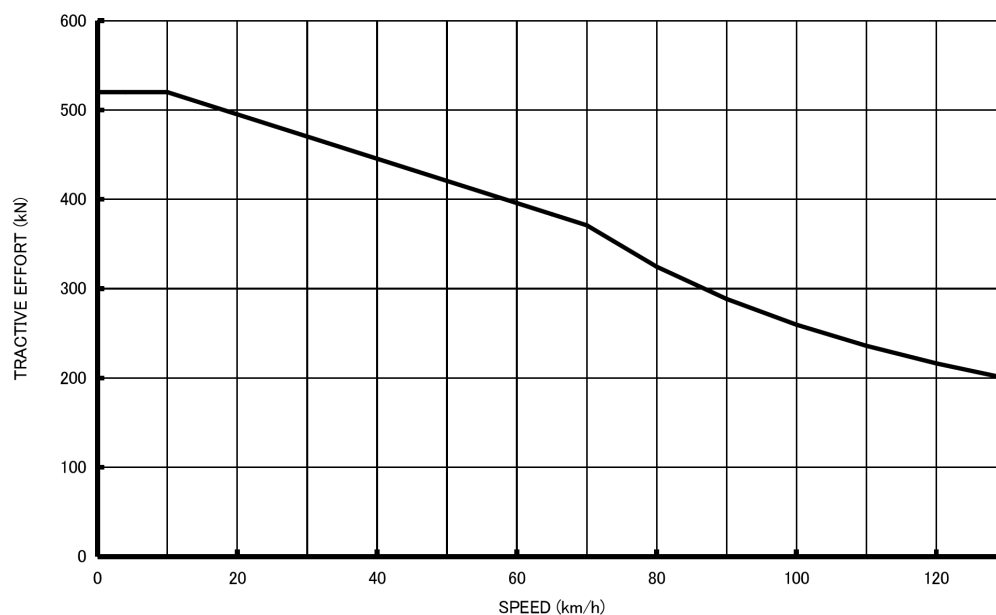


图 2-2 23t 轴重牵引特性控制曲线

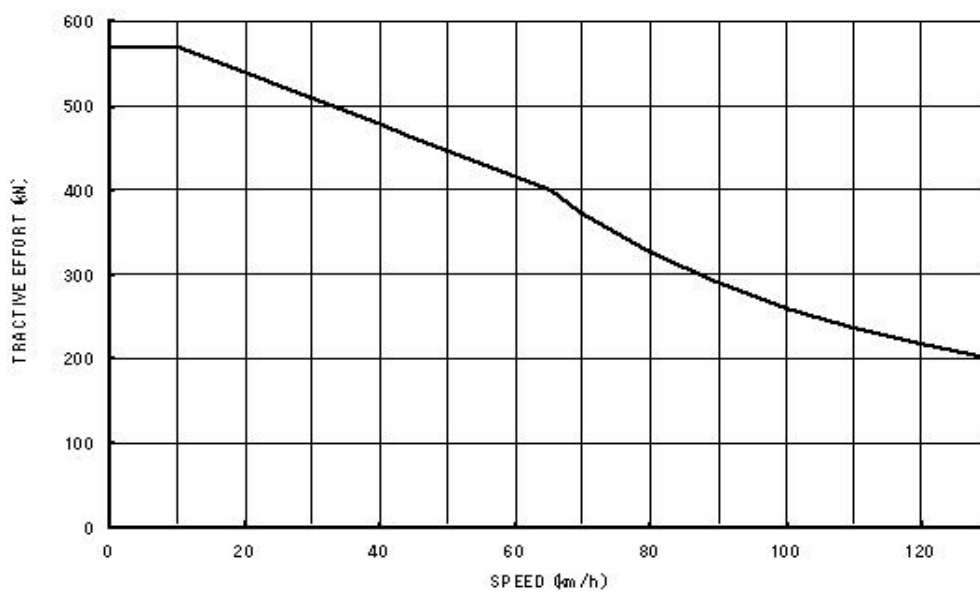


图 2-3 25t 轴重牵引特性控制曲线

机车再生制动特性曲线如下：

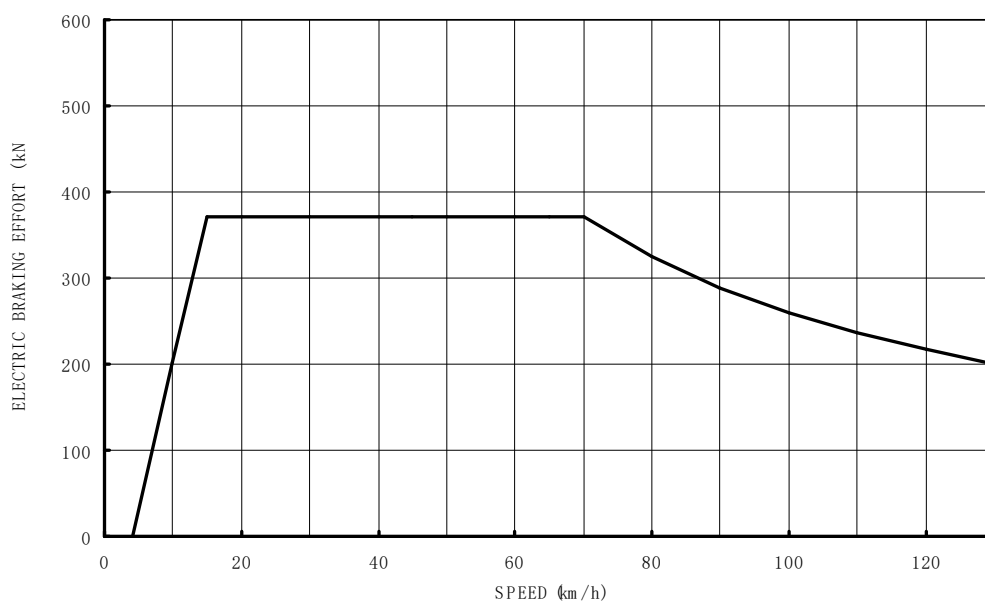


图 2-4 23t 轴重制动特性控制曲线

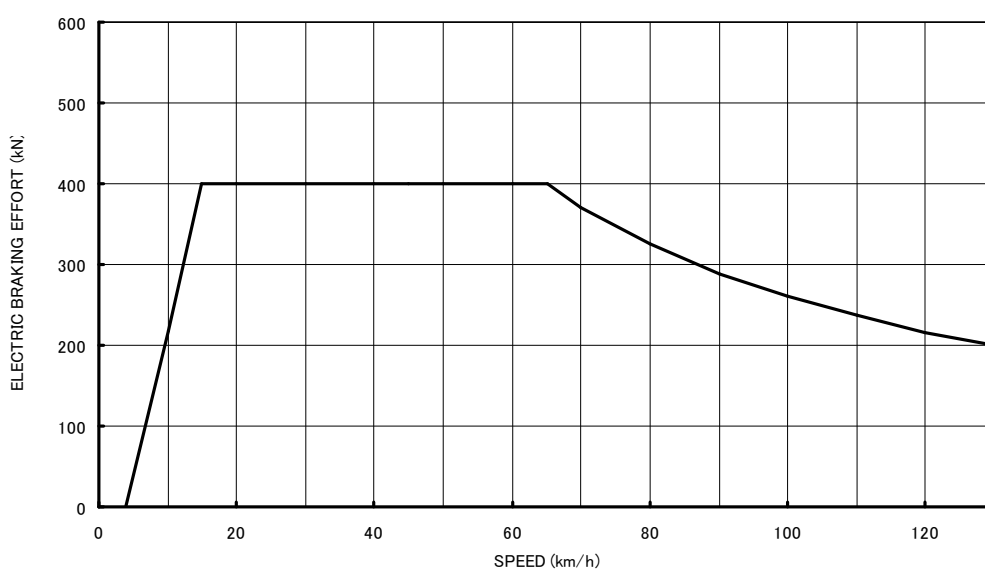


图 2-5 25t 轴重制动特性控制曲线

#### 2.8.5 功率因数( $\lambda$ ) $\geq 0.98$

条件是接触网电压在 22.5~27.5kV（正弦网压）范围内，且机车牵引功率在额定牵引功率的 20%至 100%范围内。

#### 2.8.6 等效干扰电流( $J_p$ ) $\leq 2.5A$

条件是机车在满功率牵引工况，距牵引变电所 10km 处测量，接触网每公里阻抗为  $0.63\Omega$ ， $64^\circ$ 。

### 2.8.7 总谐波电流

100次以下总谐波电流值  $\leq 6A$

三次谐波电流值  $\leq 4.5A$

2.8.8 机车电传动形式：采用“交-直-交”电传动形式。电源侧采用四象限变流器，电机侧采用变压变频式逆变器，牵引电机采用三相异步电机。每个电机由各自的逆变器控制（轴控）。

2.8.9 机车总效率  $\geq 0.85$

条件是机车在额定网压下，在牵引工况下发挥持续额定功率。

### 2.9 机车动力学性能

2.9.1 机车动力学性能试验最高试验速度  $132 \pm 2 \text{ km/h}$

2.9.2 线路最小曲线半径为  $300_{-10}^{+20} \text{ m}$ ，试验线路和试验测量条件的其它要求按 TB/T 2360 执行。

2.9.3 机车能以  $5 \text{ km/h}$  速度安全通过  $R=125 \text{ m}$  的曲线，并能在  $R=250 \text{ m}$  的曲线上进行正常摘挂作业。

2.9.4 机车在整个试验速度范围内是稳定的。当构架横向加速度采用  $0.5 \text{ Hz} \sim 10 \text{ Hz}$  带通滤波后，其峰值有连续 6 次及以上达到或超过  $10 \text{ m/s}^2$  时，判定机车横向失稳。

2.9.5 机车安全性指标包括脱轨系数、轮重减载率等，其中脱轨系数、轮轴横向力、轮重减载率等按 GB/T 5599 评定。

2.9.6 机车舒适度指标包括车体垂向和横向振动加速度、垂向和横向平稳性指标，舒适度指标按 GB/T 5599 中的合格指标评定。

2.9.7 机车牵引工况下启动时的最大轴重转移不大于 10%，机车具有轴重转移的持续电气补偿功能。

### 2.10 机车重联控制功能

2.10.1 机车能够由列车控制总线来实现 3 台机车的重联控制。在本务机车上能够显示重联机车的状态及故障信息。

2.10.2 机车制动机具备重联功能，并可与中国铁路机车各型制动系统兼容。

2.10.3 机车预留有安装无线远程动力分布式控制系统的功能接口，预留有安装位置和布线空间。

### 2.11 机车自动过分相控制

机车具有自动通过分相区的功能。自动过分相装置具有动作时间点记录功能。在自动过分相装置故障时，可采用手动或半自动方式通过分相区。

### 2.12 防火及安全

2.12.1 机车各操作部件和功能性部件（包括但不限于总风塞门、停放制动、紧急按钮、无火回送等）有明确的标识和操作指示；高压电气设备具有人身安全防护措施以及警示标识和操作指示。

2.12.2 主要车下设备及走行部悬挂部件的安装采用防脱落设计，必要时设置防脱设备。

2.12.3 机车安装机车车载安全防护系统（6A 系统），包含中央处理平台（含音、视频终端）和空气制动安全监测、防火监控、高压绝缘检测、走行部故障监测、自动视频监控及记录（含拾音器）等子系统。总体技术条件符合 TJ/JW 001 的要求。平台及子系统符合 TJ/JW 001 A~D、F、G 的要求并符合 TJ/JW 061 的要求。

机车安装中国远程监测与诊断系统（CMD 系统），总体及各子系统技术条件符合 TJ/JW 023~026 的要求。

2.12.4 机车具有良好的防火性能，符合 GB/T 6771-2000 的要求，以便最大限度的防止火灾发生。机车所选用的材料、部件的防火要求符合 DIN 5510-2:2003（2 级）的要求。

2.12.5 机车上采用非延燃性材料和防火材料、燃烧后不会产生足以影响人体健康和对环境有害气体的材料，满足 UIC 564 及 DIN 5510 标准相关要求。

2.12.6 机车所使用的电线和电缆是无卤低烟阻燃电缆，符合 GB/T 12528-2008、TB/T 1484-2010 标准要求。

2.12.7 机车配备有水基型灭火器，每台机车 4 具。

## 2.13 外部噪声

2.13.1 机车采取措施来降低机车对其附近的噪音辐射等级至最低，辐射噪声满足 GB 13669-1992 的要求。

2.13.2 当机车升弓状态下静止时，自动控制通风机等设备的运行模式达到了尽量降低噪声的目的。此时的辐射噪声不超过 72dB(A)。

2.13.3 当牵引风机频率不低于 50%额定频率且主空气压缩机关闭时，辐射噪声不超过 75dB(A)。

## 2.14 风笛和电笛

机车每端安装电笛、高音风笛和低音风笛，并可单独控制。

机车风笛和电笛分别符合 TB/T 3051.2-2016 和 TB/T 2325.3-2020 的规定。

2.15 机车具有地面电源移车功能。

2.16 机车高压电器设备采用加强防雾闪设计。

2.17 机车具备行人示警功能。

### 3 电气部分

#### 3.1 主电路概述

机车主电路主要由受电弓、主断路器、受电弓隔离开关、避雷器、主变压器、牵引变流器和牵引电机等组成。机车的 6 台牵引电机分别由各自的逆变器独立控制，以实现最佳粘着利用控制，并在电机或牵引设备发生故障时，影响范围尽可能小，损失的牵引功率最少。机车主电路原理见图 3-1 所示。

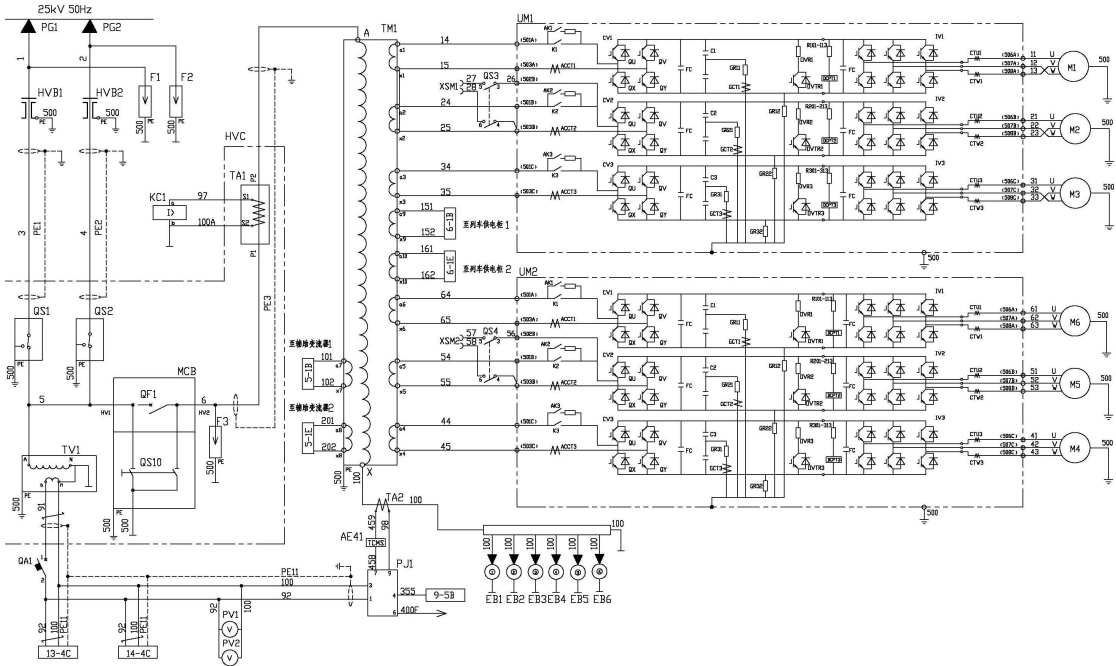


图 3-1 主电路原理图

#### 3.2 机车电气线路

3.2.1 机车主电路采用由 IGBT 模块组成的四象限变流器和逆变器对牵引、再生制动实行连续控制。

3.2.2 机车辅助电源采用由 IGBT 元件组成的辅助变流器，电源制式为 3AC380V/50Hz。

3.2.3 机车控制电源：DC110V。

3.2.4 机车主电路、辅助电路、控制电路在各种工况下均有完善而可靠的短路、接地、过载、过流、过电压、欠压、过热、空转、滑行以及通风、油流系统的故障保护装置，并在司机室微机显示屏上显示故障内容及有关故障处理提示。

3.2.5 机车上保护装置和变流机组在正常运行情况下能承受从故障发生时起到其保护装置起作用时止，这段时间内故障电流或电压的冲击。

3.2.6 当机车局部发生故障时，可自动或由司机方便地在操纵位手动切除有关电路，维持运行。

3.2.7 机车具有智能化诊断功能，能对主电路、辅助电路、控制系统以及空气制动系统的故障进行诊断和安全导向。在重联状态下，重联机车的状态及故障信息能在本务机车显示。

3.2.8 机车设有高压安全联锁保护系统，只有当主断路器断开、受电弓降弓以及接地开关处于接地位置时才能接近车内高压区域、打开高压设备的屏柜门或者车顶门；当高压设备的屏柜门或者车顶门打开时，能防止升起受电弓和闭合主断路器。

3.3 电磁兼容

机车整车及各设备符合 EN 50121 的要求。

3.3.1 机车车载电子设备和电气设备符合 EN 50121-3-2 的要求，避免相互干扰。

3.3.2 车载信号设备符合 EN 50121-3-2 的要求，这些设备不受由机车、供电、钢轨回流、动力电缆和牵引电器设备产生的任何电磁场的影响。

3.3.3 机车电磁兼容满足 EN 50121-3-1 的标准要求，机车上所有部件均不会由于相互干扰而影响功能的发挥。

3.4 高压电器

机车有受电弓、高压电压互感器、受电弓隔离开关、带接地装置的真空主断路器、避雷器、高压电流互感器和接地电流互感器等高压电器。

高压电器具有承受谐波和操作过电压的能力，且具有相应保护措施。

3.4.1 受电弓

每台机车装有两架相同的受电弓。具有弓网故障自动降弓保护装置及分断主断路器的保护功能，受电弓符合 TJ/JW 028 的要求，滑板符合 TJ/JW 029 的要求。

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5～31kV
额定电流	1000A
最大速度	200km/h
静态接触压力	70±10N
滑板长度	1250mm
滑板材料	碳
工作空气压力	400～1000kPa
受电弓支持绝缘子和导电杆支持绝缘子的绝缘爬电距离	≥1000mm

受电弓升降弓时对接触网和车顶不会造成有害冲击。

机车采用单弓受电运行，当运行的受电弓故障时，可通过受电弓隔离开关切除，用另一架受电弓维持运行。

### 3.4.2 高压电压互感器

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5~31kV
输出电压	100V
容量	≥20VA
适用标准	TJ/JW 031

### 3.4.3 高压电流互感器

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5~31kV
适用标准	TJ/JW 031

### 3.4.4 接地电流互感器

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5~31kV
适用标准	TJ/JW 031

### 3.4.5 避雷器

#### 3.4.5.1 车顶避雷器

额定运行电压	42kV
最大残余电压	105kV
放电电流	10kA
伞裙材料	硅橡胶

#### 3.4.5.2 车内避雷器

额定运行电压	43kV
最大残余电压	108kV
放电电流	10kA
伞裙材料	硅橡胶

### 3.4.6 主断路器

机车采用真空主断路器，符合 TJ/JW 030 的要求。主断路器的分断容量和动作时间能在所有条件下提供对相关设备的保护，带有动作次数计数器，同时机车控制系统有分断次数记录。

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5~31kV



额定电流	1000A
最大分断电流	20kA
工作压力	450~1000kPa
机械寿命	≥250000次
电气寿命	20000次（1000A）/30次（分断短路电流）

#### 3.4.7 受电弓隔离开关

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5~31kV
额定电流	400A
峰值耐受电流	8kA
机械寿命	≥3000 次

#### 3.4.8 接地开关

额定电流	400A
驱动形式	手动

#### 3.4.9 车顶绝缘子(含受电弓支持绝缘子)

伞裙采用硅橡胶材质，高度不低于 400mm，爬电距离不小于 1000mm。

3.4.10 车顶高压电器的绝缘水平不低于车顶绝缘子的水平。

#### 3.4.11 高压电缆总成

额定电压	25kV
正常工作电压范围	17.5~31kV
冲击电压（型式试验）	170kV
额定电流	≥400A
额定短路电流	13.6kA/1s（导体）；5kA/1s（屏蔽层）
高压套管爬电距离	≥1100mm
使用寿命	30年（或750万公里）

#### 3.4.12 高压系统安全联锁功能

机车高压安全联锁系统包括三级安全联锁，即第一级安全联锁设备（受电弓气路联锁装置）、第二级安全联锁设备（高压接地开关联锁装置）、第三级安全联锁设备（安全联锁钥匙箱）及相关门锁及钥匙组成组成，符合 TJ/JW 017 的要求。它们具有以下功能：

受电弓气路联锁装置/安全钥匙开关通过对受电弓升弓气路的开通/关闭对受电弓的升弓和降弓动作进行限制；

接地开关能对网侧电路进行接地；

只有受电弓已经降下、受电弓供风中断，并且受电弓供风管路中的风压已

经排出时，接地开关方可从“开”位转到“合”位；

当接地开关处于“合”位时，受电弓供风管路被中断，受电弓不能升起，主断路器不能闭合；

机车车顶门和安装有高压设备的屏柜入口门有可靠的安全装置，并与联锁钥匙箱和接地开关有联锁；

只有当接地开关处于“合”位时，才能打开机车车顶门和安装有高压设备的屏柜入口门进行操作；

当机车车顶门和安装有高压设备的屏柜入口门打开时，接地开关必须保持在“合”位，受电弓不能升起、主断路器不能闭合；

只有当机车车顶门、安装有高压设备的屏柜入口门都关闭后，才能断开接地开关，升起受电弓。

在上述规定基础上，机车设计可实现系统、完善、可靠的高压安全保护。

注：主断路器、接地开关、受电弓隔离开关、原边高压电压互感器、原边高压电流互感器、车内避雷器等高压电器集成安装在机械间的网侧柜内，网侧柜内设备布置如图 3-2 所示。

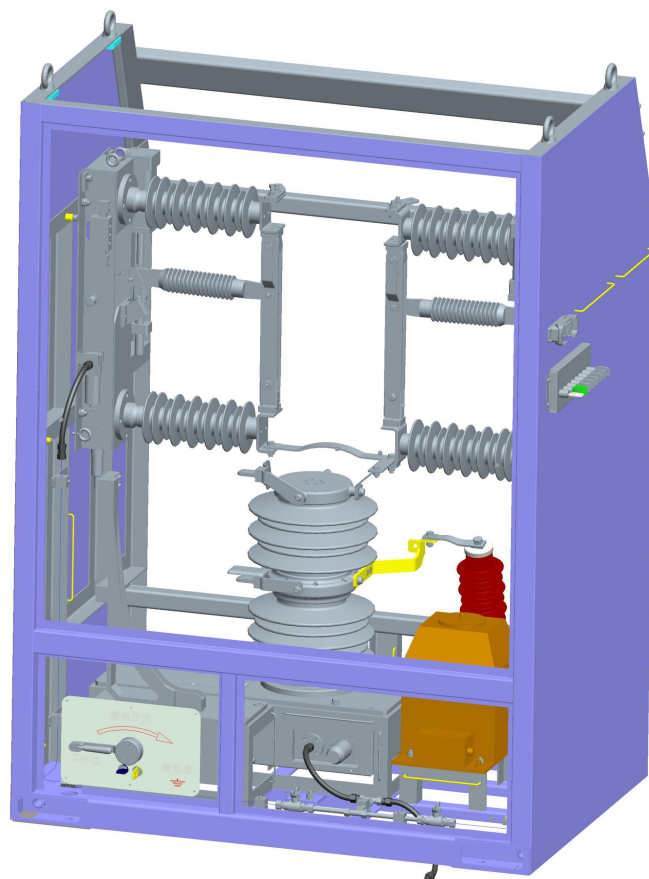


图 3-2 网侧柜

3.5 主变压器设备如图 3-3 所示。

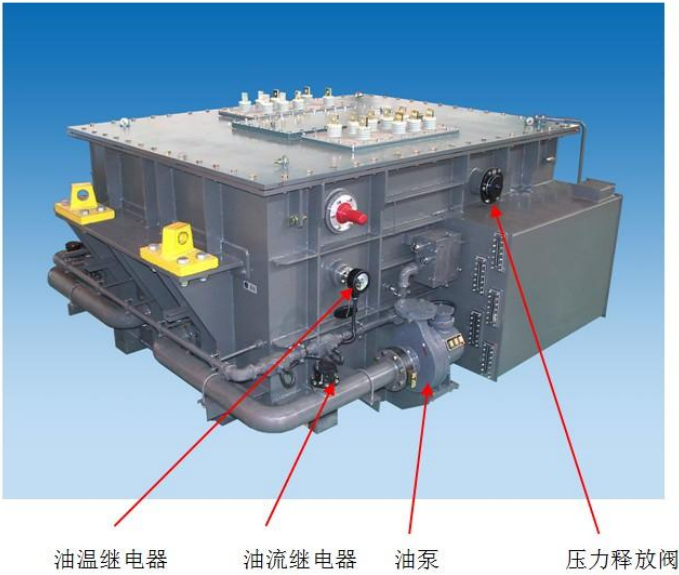


图 3-3 主变压器

主变压器由 1 个原边绕组、6 个次边牵引绕组、2 个辅助绕组构成，采用油循环、强迫风冷方式。

机车主变压器满足标准 IEC 60310 的要求。

3.5.1 主要技术参数

型号	JQFP2-9000/25 (DL)
原边绕组额定容量	9006kVA
额定电压	25kV
额定电流	360A
牵引绕组额定容量	8400kVA
额定电压	1450V
额定电流	6×966A
短路电压	46.7%
短路损耗	225.2kW (总损耗)
辅助绕组额定容量	606kVA
额定电压	399V
额定电流	2×759A
短路阻抗	18%
绝缘等级	A 级
冷却油类型	矿物油
冷却油流量	48m <sup>3</sup> /h

额定效率	$\geq 97\%$
变压器重量	13800kg
其中油重量	3510kg
变压器主要尺寸	3060mm×2760mm×1475mm (L×W×H)
安装方式	固定在车体底架下方

主变压器采用符合 IEC 60296 标准及适合使用环境的矿物油。

### 3.5.2 主变压器保护

#### (1) 油温保护

主变压器具有油温检测功能，设有 1 个温度继电器，检测油路的油温，该温度继电器设置了两级触点，当油温小于 30℃时，屏蔽油流保护；油温大于 30℃时，油流信号参与保护，当主变压器的油温超过 100℃时，温度继电器动作，机车分主断。

#### (2) 油流保护

主变压器具有两路油循环冷却支路，各设有一个油流继电器对油流情况进行监测。当所监测的主变压器油温高于设定的 30℃时，将进行油流保护。如果一个油流继电器检测到无油循环，则该冷却支路对应的 3 组牵引变流器禁止功率输出，机车的牵引功率下降 50%。如果两个油流继电器都检测到无油循环，机车禁止功率输出。

#### (3) 过压保护

主变压器具有过压保护功能，主变压器安装有压力释放阀。当变压器内部压力达到 95±15kPa 时，压力释放阀动作，释放压力，机车分主断，并在显示屏上显示故障信息。

## 3.6 牵引变流器

### 3.6.1 综述

牵引变流器输入端与牵引变压器的牵引绕组相连，通过线路接触器进行分合。牵引变流器主要由四象限变流器、中间直流回路和 PWM 逆变器组成。

牵引变流器设有明显的高压警示标识、高压指示灯，并注明只有专业人员可以打开的标识。

四象限变流器由四象限前级电路和四象限脉冲整流电路两部分组成。四象限前级电路由充电电阻、充电接触器、工作接触器构成，利用脉冲调制电流控制技术，控制整流器的输出电压稳定在直流 2800V，通过调整脉冲调制角，使交流侧电流、电压为同相位，从而使网侧的功率因数接近于 1.0。

牵引变流器的中间直流回路主要由中间回路支撑电容、瞬时过电压限制电路、主接地保护电路等组成。瞬时过电压限制电路用于直流回路的过电压抑制及

停机后的快速放电；主接地保护电路用于变流器主电路接地检测。

牵引变流器的电机逆变器是由 IGBT 元件组成的 PWM 变流器。机车在牵引工况下，6 个电机逆变器通过直-交变换，分别采用变压变频 (VVVF) 方式向 6 台牵引电动机供电，实现了机车的轴控控制；机车在制动工况下，6 个电机逆变器通过交-直变换，向中间直流回路提供电能，将牵引电动机产生的电能回馈给电网。

任何一个整流器或逆变器失效，只损失相应的动力。

3.6.2 牵引变流器效率 ≥97.5%

3.6.3 控制电压 DC110V

3.6.4 牵引变流器结构特点

牵引变流器由以下主要部件组成：四象限整流器模块、中间支撑电容、逆变器模块、过压保护装置、检测装置、控制装置、开关电器、冷却系统。

牵引变流器内部采用模块化结构，便于实现部件的通用化，减少维修时间，提高可靠性。

牵引变流器的设备布置见图 3-4。

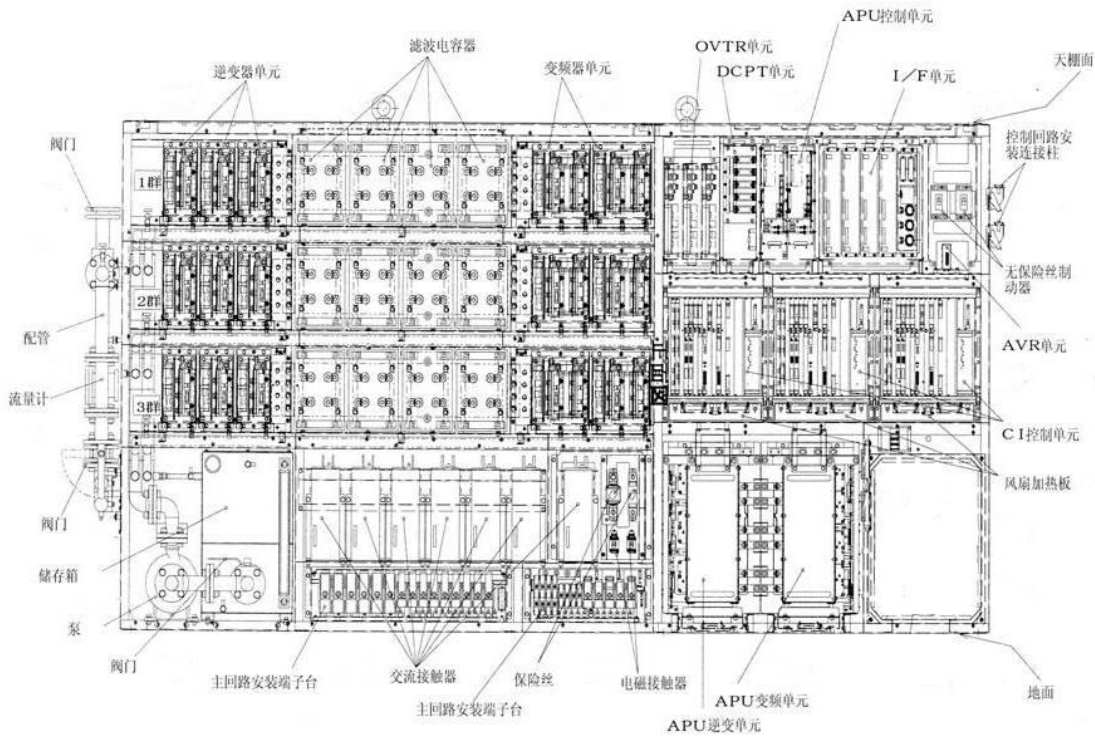


图 3-4 牵引变流器

3.6.5 牵引变流器冷却方式

牵引变流器冷却示意图 3-5。

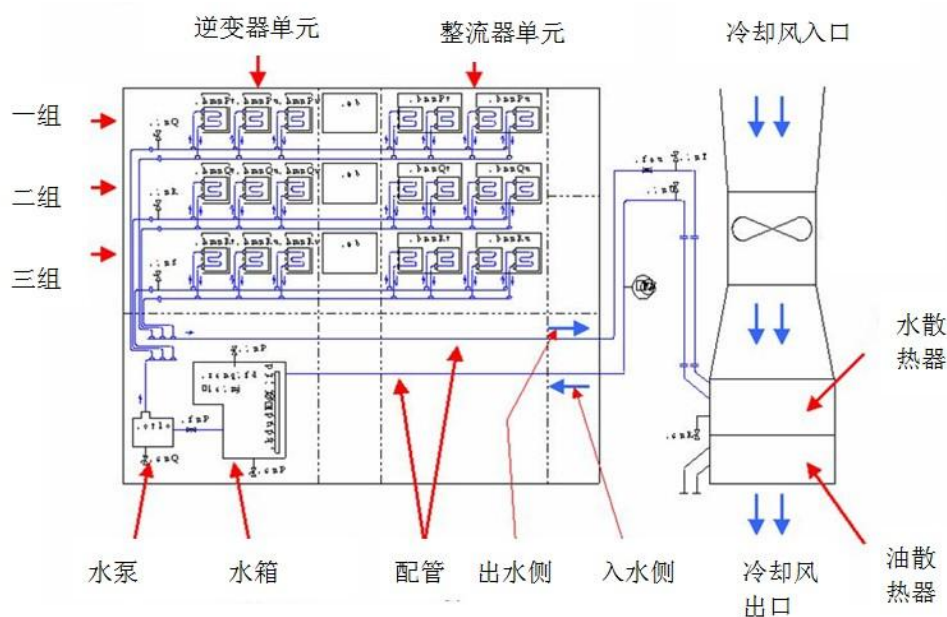


图 3-5 牵引变流器冷却示意图

牵引变流器采用强迫水循环冷却方式，冷却水加有添加剂，冷却系统性能如下：

牵引变流器冷却方式	强迫水循环冷却（有添加剂）
水和添加剂的体积比率	45%：55%
添加剂成份	乙二醇
适应环境温度的措施	低温时用加热器对控制装置进行预热
模块入口水温	$\leq 60^{\circ}\text{C}$
模块出口水温	$\leq 66^{\circ}\text{C}$
每个模块额定水流量	9.5L/min
冷却液满足在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下使用要求。	

冷却液可以采用在专用焚烧炉中焚烧的方法进行处理，焚烧后产生水和二氧化碳，无污染，满足环保要求。牵引变流器冷却系统用屏蔽电泵符合 TJ/JW 016 的要求。

### 3.6.6 牵引变流器保护

牵引变流器设有如下保护功能：

- （1）水冷却系统的保护
- （2）过流和过载保护
- （3）接地保护
- （4）瞬时过电压保护
- （5）IGBT 元件短路保护
- （6）中间直流回路电压过压及欠压保护

- (7) 输入电压过压及欠压保护
- (8) 控制电源保护
- (9) 检修时的安全联锁保护
- (10) 其它保护（如原边过流及短路保护、电机缺相保护、接触器等内部部件故障保护等）
- (11) 柜体采取人身安全防护设计

### 3.6.7 牵引变流器功率模块

牵引变流器功率模块见图 3-6。



图 3-6 功率模块

牵引变流器采用模块化设计，包括四象限变流器模块和逆变器模块。每种模块由 IGBT 元件、触发单元和散热装置等组成。变流器模块安装有快速接头，可以快速插拔，不需排放冷却回路中的冷却液。变流器模块与外围控制电路通过连接器相连，主电路接线端子、控制连接器、快速接头便于接近，打开变流器柜门即可方便地对变流器模块进行拆装、维护。变流器模块更换不需要特殊的工具、工装。

牵引变流器功率模块在车上正常的更换时间不大于 60 分钟。

3.6.8 牵引变流器控制单元符合 TJ/JW 020 的要求。牵引变流器功率模块技术参数如下：

#### (1) 四象限变流器模块

额定电压	1450V
额定电流	927A
最大电流	2350A
质量	30kg
外形尺寸	563mm×270mm×320mm (L×W×H)



IGBT 元件参数	4. 5kV/900A
IGBT 元件开关频率	450Hz
模块在车上正常的更换时间	≤30min

#### (2) PWM 逆变器模块

额定电压	2800V
额定电流	380A
最大电流	1500A
质量	19kg
外形尺寸	563mm×160mm×320mm (L×W×H)

IGBT 元件参数	4. 5kV/900A
IGBT 元件开关频率	450Hz
模块在车上正常的更换时间	≤30min

#### (3) 中间电压保护功率模块技术参数

额定电压	2800V
斩波电阻 (阻值/功率)	7. 8 Ω /6kW
IGBT 元件参数	4. 5kV/900A

#### (4) 支撑电容器技术参数

电容值	6. 4mF
额定电压	3300V
最高可重复电压 (可持续时间)	DC5000V 0. 1s
额定电流	273A
最大可重复电流 (可持续时间)	301A
质量	62kg
单个外形尺寸	230mm×340mm×650mm (L×W×H)

### 3. 6. 9 牵引变流器试验

牵引变流器试验执行 IEC 61287-1 标准。牵引变流器首次装车前, 随牵引电机进行地面联调试验, 试验按照 IEC 61377-3 执行。

#### 3. 6. 10 牵引变流器技术参数

额定输入电压	1450V/50Hz
额定输入电流	927A
额定输入频率	50Hz
中间电压	2800V
额定输出电压	2150V
额定输出电流	380A

最大输出电流	520A
效率	≥97.5%
控制电压	DC110V
外形尺寸	4000mm×1035mm×2050mm (L×W×H)
质量	约 3900 kg (含冷却液)
每台机车使用数量	2

### 3.7 牵引电机

#### 3.7.1 综述

牵引电机见图 3-7 所示。



图 3-7 牵引电机

牵引电机为三相鼠笼式异步牵引电动机。

该电机须根据电压型PWM逆变器供电的特点进行特殊设计，以保证在PWM逆变器的整个输出电压、频率范围内可靠工作，电机的脉动转矩、损耗和噪声均满足相关标准要求。

牵引电机能承受由于机车运行时所产生的振动和冲击，以及由于电气突然短路时产生的短路转矩。

牵引电机能够在规定的条件下（额定载荷、最高和最低网压范围内、轮径变化范围内、最高环境温度）正常运行。

牵引电机机座上设有防落安全托。

牵引电机采用强迫通风冷却，允许温升符合 IEC 60349-2: 2002 的相关规定。

所有牵引电机，在其外形尺寸、安装尺寸和电气性能等方面具有互换性。所有电机的特性允差符合 IEC 60349-2:2002 的相关要求。所有维修期间需更换的

零部件，包括转子、端盖、轴承等具有互换性。

牵引电机滚动轴承符合 TJ/JW 034《交流传动机车转向架滚动轴承暂行技术条件》、TJ/JW 069《交流传动机车牵引电机轴承应用暂行技术要求》的要求。

牵引电机滚动轴承采用脂润滑，设有注油口，用于补加润滑脂。轴承油脂密封采用非接触的迷宫式结构。

机车采用绝缘轴承以防止电蚀。

牵引电机采用滚动抱轴半悬挂。

牵引电机的设计、制造和试验符合 IEC 60349-2：2002 的规定。

3.7.2 牵引电机特性

牵引电机特性满足 IEC60349-2：2002 标准和机车的牵引和再生制动特性的要求。

电机所有特性计算，电阻的参考温度为 150℃。

3.7.3 牵引电机主要技术参数

额定功率	1250kW
最高电压	2150V
额定转速	1365rpm
额定电流	390A
额定频率	46Hz
额定转矩	8806Nm
恒功率转速范围	1365~2662rpm
最大电流（起动时）	520A
起动转矩	11852Nm
最高转速	2662rpm
超速试验（2 分钟）(IEC 60349-2)	3195rpm
额定效率（持续点）	≥94.5%
工作频率范围	0~110Hz
极数	4
绝缘等级	200 级
冷却方式	强迫风冷
轴承计算寿命（L <sub>10</sub> ）	3 × 10 <sup>6</sup> km
牵引电机轴承型号	NU330
	NU320
	QJ318
牵引电机轴承温升	≤55K

牵引电机轴承允许最高温度	≥120℃
润滑脂	铁路机车牵引电机轴承润滑脂
悬挂方式	滚动轴承的抱轴式悬挂
重量	约 2600kg

3.7.4 牵引电机结构、材料和制造要求

(1) 牵引电机结构、材料和制造要求如下：

a) 定子

为了抑制由逆变器运行时的高次谐波电流引起的集肤效应而使交流电阻增大、温度上升的情况，定子线圈采用多并列方式、扁平断面形状。

定子槽口设置通风空间，提高冷却效果。空气间隙比通用电机大，减少尘埃附着。

b) 转子

转子采用短路鼠笼式结构。

转子导条为银铜合金，为了最大限度地抑制热膨胀，采用纯铜端环。

转子导条和端环采用银焊，在端环上安装非磁性保持环，其构造可承受转子的高速旋转，提高可靠性。

在驱动端采用向心圆柱滚子轴承，在非驱动端采用向心圆柱滚子轴承及 3 点接触滚珠轴承。

c) 相应标准如下

IEC60349-2:2002	《铁路机车车辆和公路车辆用旋转电机—第 2 部分：电子变流器供电的交流电动机》
GB/T11352-2009	《一般工程用铸造碳钢件》
GB/T1348-2019	《球墨铸铁件》
GB/T700-2006	《碳素结构钢》
GB/T3077-2015	《合金结构钢技术条件》

(2) 转速检测

牵引电机转速检测方式如下：

速度检测装置由双脉冲式速度传感器和齿轮构成，安装在牵引电机的非驱动端，用来检测牵引电机的转速，并将产生的矩形脉冲信号传送给机车控制系统。

转速传感器型号及基本技术参数如下：

输入电压	12 <sup>+10%</sup> <sub>-20%</sub> V
输入电流	70mA
输出电压	高电平≥10V 低电平≤1.0V

绝缘电阻	500 Ω
对地耐压	AC1200V

双通道输出，输出波形差 90° ±36° 。

(3) 接线方式

接线方式具有防水、防松、防接错措施，三相相序清晰标明，相序的标志满足 IEC60034-8 的规定。牵引电机带有三根功率电缆，电缆与定子绕组间的连接采用铜焊。

(4) 铭牌和标识

牵引电机上带有铭牌，铭牌符合 IEC60349-2：2002 的规定。铭牌置于电机装车后易观察的位置。

牵引电机有接地螺栓和标识。

在加油油嘴附近须有油脂类型、加油量及加油周期的标志。

铭牌和标识清晰、不易磨灭，保证在使用期间内能正确辨认。

3.7.5 牵引电机试验

牵引电机按照 IEC60349-2：2002 的要求进行试验。试验电源采用近似实际装车的变流器。牵引电机首次装车前，随牵引电传动系统进行地面联调试验，试验按照 IEC 61377-3 执行。

3.8 辅助系统

机车辅助系统由辅助变流器和辅助设备，如通风机组、空气压缩机组、空调、油泵、水泵等组成，采用三相电源供电方式。

3.8.1 辅助电源

机车有两组辅助变流器，分别由牵引变压器两个辅助绕组供电。一组辅助变流器输出三相 VVVF 辅助电源，另一组辅助变流器输出三相 CVCF 辅助电源。辅助变流器采用具有空气滤清装置的独立强迫水循环冷却方式，辅助变流器采用 IGBT 模块，模块在车上正常的更换时间≤30min，辅助变流器控制单元符合 TJ/JW020 的要求。

VVVF 辅助变流器主要技术参数

额定输入电压	AC399V
输出电压	三相 2～380V
输出频率	2～50Hz
额定容量	230kVA
波形	正弦波

CVCF 辅助变流器主要技术参数

额定输入电压	AC399V
--------	--------

输出电压	三相 380V
输出频率	50Hz
额定容量	230kVA
波形	正弦波

3.8.1.1 机车辅助电源系统采用冗余设计，在正常情况下，能够分别向辅助系统提供 VVVF 和 CVCf 电源。当一组辅助变流器故障时，另一组辅助变流器能维持机车辅助系统供电，此时该辅助变流器工作在 CVCf 方式。辅助变流器的整流模块和逆变模块的技术参数如下：

额定输入电压	AC399V
额定输出电压	DC750V
额定输出电流	268A
最大输出电流	2400A
质量	45kg
外形尺寸	500mm×273.6mm×650mm (L×W×H)
IGBT 元件参数	1200A/1700V
IGBT 元件开关频率	2150Hz
IGBT 门极驱动消耗功率	6W
IGBT 门极驱动单元原次边绝缘电压	原边 AC2900V-1min
	次边 AC1500V-1min
模块在车上正常的更换时间	≤30min
额定输入电压	750V
额定输出电压	380V
额定输出电流	302A
最大输出电流	900A
质量	45kg
外形尺寸	455mm×680mm×487mm (L×W×H)
IGBT 元件参数	1200A/1700V
IGBT 元件开关频率	2150Hz
IGBT 门极驱动消耗功率	6W
IGBT 门极驱动单元原次边绝缘电压	原边 AC1500V-1min
	次边 AC5400V-1min
模块在车上正常的更换时间	≤30min

辅助变流器的整流器模块与逆变器模块的互换性说明如下：

辅助变流器是由 1 个整流器模块和 1 个逆变器模块构成，整流器模块是由 U、

V 两相构成，逆变器模块是由 U、V、W 三相构成，整流器的每个桥臂是两个 IGBT 元件并联，逆变器的每个桥臂是由单个 IGBT 元件构成，整流器模块和逆变器模块不能互换。但是它们采用的 IGBT 元件是相同的，IGBT 元件可以互换。

3.8.1.2 过载能力要求

机车辅助电源系统具有足够的过载能力，能承受短时间内的负载起动电流冲击；并在负载突变条件下，瞬间输出电压变化不大于 10%，不影响其它电机、电器的正常工作。

3.8.1.3 输出波形要求（滤波后）

输出的交流电压为正弦波。

输出电压谐波限值（THD）	≤5%
电压上升率	≤500V/μs
尖峰电压	≤1000V

3.8.1.4 自动监测功能

机车辅助系统具有自动监测、自诊断和故障记录功能，并能在司机室显示屏上显示辅助系统运行状态及故障情况，便于故障分析和维修。

3.8.1.5 辅助电源系统具有完备的保护，包括过电压、欠电压、过载、接地、过热等保护项目。

3.8.2 辅助机组

3.8.2.1 牵引通风机组

牵引通风机组采用自润滑型轴承。

数量	2
通风能力	5.5m³/s
静态压力	≥3600Pa
电动机功率	35kW
电动机轴承寿命	3 年或 80 万公里
噪声(25Hz)	≤94dB (A)

3.8.2.2 主变压器油泵

工作制式	连续
额定油流量	48m³/h
扬程	≥16m
冷却方式	油浸自冷
轴承使用寿命	10 年（或 250 万公里）
电机额定功率	3.7kW
适用标准	TJ/JW 021



3.8.2.3 复合冷却器

复合冷却器见图 3-8 所示。



图 3-8 复合冷却器

主变压器油散热器

散热功率	$\geq 130\text{kW}$
循环油量	$48\text{m}^3/\text{h}$
入口油温	$85^\circ\text{C}$
出口油温	$\leq 79^\circ\text{C}$
入口空气温度	$57.4^\circ\text{C}$
出口空气温度	$\leq 75^\circ\text{C}$
空气流量	$\geq 7.5\text{m}^3/\text{s}$
材质	铝合金
热传导系数	$71\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

牵引变流器水散热器

散热功率	$\geq 100\text{kW}$
循环水量	$12\text{m}^3/\text{h}$
入口水温	$66^\circ\text{C}$
出口水温	$\leq 60^\circ\text{C}$
冷却空气入口温度	$40^\circ\text{C}$
冷却空气出口温度	$\leq 57.4^\circ\text{C}$
通风量	$\geq 7.5\text{m}^3/\text{s}$

材质	铝合金
热传导系数	75W/m <sup>2</sup> K
3.8.2.4 复合冷却器通风机组	
通风能力	7.5m <sup>3</sup> /s
通风方式	轴流式
静态压力	1495Pa
电机功率	20kW
噪声	≤110dB (A)
轴承使用寿命	3 年或 80 万公里

复合冷却器通风机组的进风方式采用车顶集气间进气，进风口设有滤清装置，防止散热器空气翅片堵塞。散热器空气翅片可以直接用高压水或高压空气冲洗。在进风口处装有离心沉降式过滤器，该滤器过滤精度较高，可有效的防止大颗粒灰尘及杂物的进入。在通风道上设有检查用盖板，可以在机械间内方便地打开，对复合冷却器上的灰尘进行清理和清洗。

#### 3.8.2.5 牵引变流器水泵

送水能力	12m <sup>3</sup> /h
电机功率	3kW
水压	2.5MPa
噪声	≤70dB (A)
轴承使用寿命	3 年或 80 万公里

### 3.9 机车控制电源

#### 3.9.1 机车蓄电池采用阀控密封式的铅酸蓄电池 (Pb)

型号	DLM-170
容量 (10 小时率)	≥170Ah
使用寿命	8 年

#### 3.9.2 蓄电池充电器

额定输入电压	DC750V±10%
额定输出电压	DC110V
额定输出电流	90A

机车蓄电池充电器采用冗余设计，具有充电管理功能，检测蓄电池的各种状态，并能采用相应的充电模式（快速充电、均衡充电、浮充电）对蓄电池进行充电控制，同时具有温度补偿功能。蓄电池和蓄电池充电器能够由开关方便切除。蓄电池安装在机车机械间内部的专用蓄电池箱内，蓄电池柜为框架结构，通风性好。蓄电池处理和安全性符合“TB/T 3061-2016 铁路机车车辆用阀控式

密封铅酸蓄电池”标准要求。蓄电池的两极和连接线都有明显的正负极标识，防止蓄电池和充电器间错误连接。

3.9.3 机车控制电源具有两级低电压报警、保护功能，当蓄电池电压低于88 V时，通过装在操纵台上的微机显示屏及故障显示模块指示灯进行报警显示，提示司机，此时保留升弓容量。当蓄电池电压低于第二级限值（77V）时，进行断电保护。

### 3.10 机车控制系统

3.10.1 机车控制系统实现重要的开/闭环控制和故障诊断功能，结构合理，各部件可靠耐用。机车内部的各电子控制装置或系统，主要通过总线方式进行信息交换，重联机车之间采用通讯网络实现本务机车与重联机车的信息传递，所采用的通信网络符合国际标准。

3.10.2 机车控制系统以及列车通讯网络系统的电磁兼容性符合EN 50121标准，接触网电压和波形变化、邻近机车升降受电弓、通断电路均不影响系统的正常工作。

#### 3.10.3 控制系统功能

机车牵引特性控制；

机车再生制动特性控制；

机车顺序逻辑控制；

牵引变流器控制；

辅助变流器控制；

空电联锁制动控制；

机车重联控制；

空转、滑行保护控制；

轴重转移补偿控制；

轮径修正功能；

机车定速控制；

牵引和制动工况下牵引电机电流最大值限制控制功能；

牵引电机温度保护功能；

机车运行参数显示记忆功能；

微机转储功能；

无人警惕控制；

自动过分相和半自动过分相控制功能；

通风机转速自动控制；

地面电源移车控制；

冗余控制功能，保证在工作单元失效时能自动转换；  
 自动换端控制；  
 接受统一授时功能。

### 3.10.4 控制系统组成

机车网络控制系统由中央处理单元、输入输出接口单元、微机显示屏等部件组成，符合TJ/JW 032要求。

#### 3.10.4.1 机车网络控制系统结构

机车的网络控制系统结构见图 3-9。

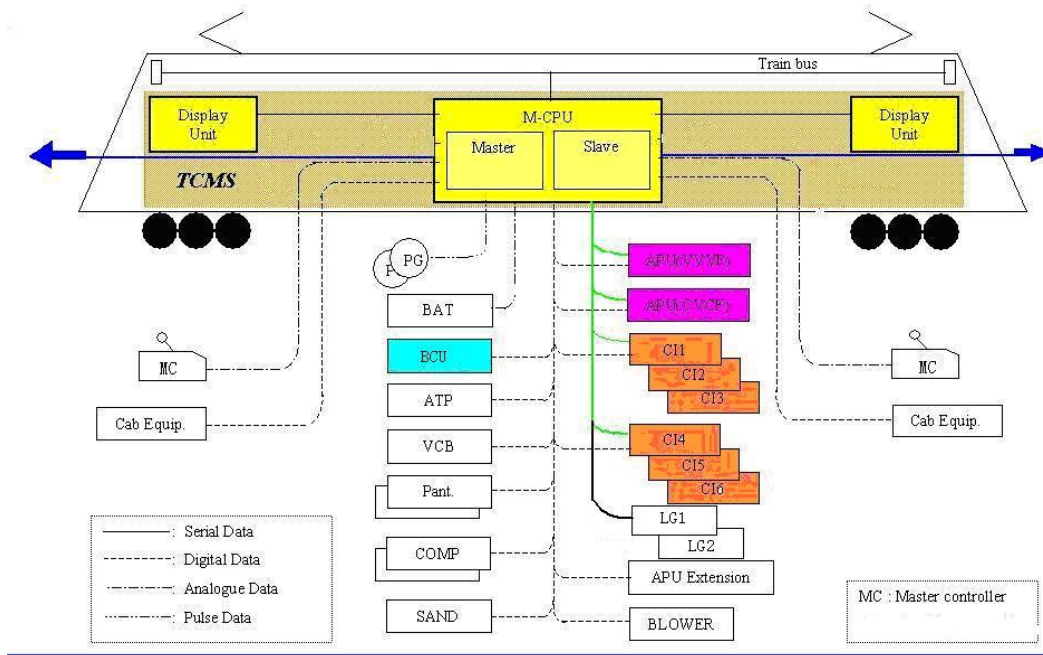


图 3-9 机车的网络控制系统

系统由以下部分组成：

M-CPU：主处理单元（其中 Master：主微机，Slave：辅助微机）

Display Unit：微机显示屏

MC：司机控制器

PG：速度传感器

ATP：监控控制系统

VCB：主断路器

Pant：受电弓

COMP：空气压缩机

SAND：撒沙装置

APU：辅助变流器控制单元

CI：牵引变流器控制单元

BLOWER：通风机组

BAT：蓄电池

LG：列车供电柜（客运预留）

BCU：制动系统控制单元

TCMS：机车控制监视系统（含 M-CPU 和 Display Unit）

#### 3.10.4.2 主要功能单元

机车的网络控制系统各主要功能单元的功能和技术特点如下：

a) 机车控制监视系统 (TCMS)

机车 TCMS 见图 3-10。



图3-10 TCMS

TCMS 采用冗余设计，整个系统由两套相同的控制装置构成，但在运用中只有主微机执行机车全部控制，辅助微机做为热备份，在主微机发生故障时，辅助微机自动投入工作，不影响机车的正常运行。

在机车重联运行时，本务机车的 TCMS 做为重联机车的主微机，执行司机的各种控制指令，并通过以太网列车总线向重联机车的 TCMS 发出控制命令和整定值。重联机车的 TCMS 通过 RS485 总线传递命令和整定值到它们的子系统，从而保证在重联时即使每台机车只有 1 套微机可用，也可以照常运行。

b) 牵引控制单元

机车装有 2 组变流柜，每组变流柜含有 3 组牵引变流器和 1 组辅助变流器。牵引控制单元实现对牵引变流器中的四象限整流器、中间直流环节和逆变器等的控制。机车 6 组牵引变流器分别对应 6 组独立的牵引控制单元，实现牵引电机的独立控制。这样，机车的 6 根动轴的轮径差、轴重转移及空转等可能引起的负载分配不均匀，均可以通过牵引控制单元的控制进行适当的补偿，最大限度地发挥机车牵引力。

牵引控制单元具有闭环控制和监控机车牵引设备的功能，作为牵引系统的一个部分，主要具有下列功能：

- 1) 设定牵引力和再生制动力闭环控制的给定值；
- 2) 四象限整流器控制：含 PWM 运算控制，中间直流电压控制，电源相位同步控制等；
- 3) 逆变器控制：含矢量控制，功率限制控制，PWM 运算控制，牵引再生模式转换控制，防空转/防滑行保护控制等；
- 4) 开关装置的控制（例如预充电接触器、线路开关）；
- 5) 监视变流器、牵引电机和其他牵引设备；

6) 提供和储存牵引有关的诊断数据;

7) 通过 RS485 通讯总线, 进行牵引控制单元与 TCMS 及其他控制单元之间的数据交换。

c) 辅助变流器控制单元

辅助变流器控制单元完成辅助变流器及辅助系统接触器的控制, 并向蓄电池充电器提供辅助变流器的状态指令, 确认由其中一组辅助变流器向蓄电池充电器提供输入电源。

d) 制动系统控制单元

制动控制系统是基于微机网络控制的电空控制系统。制动系统的各种逻辑控制都是通过制动系统控制单元完成的。电子制动阀采用 Longworks 网线总线方式, 将司机的制动控制指令传递给制动控制单元进行处理, 制动控制单元再通过网络传递指令给电空制动单元, 实现对各类制动模块的控制。制动系统控制单元通过继电器接口模块与机车控制系统进行数据交换, 完成整车制动系统的控制、空电联锁控制、制动故障信息显示及故障诊断等功能。

e) I/O 接口单元

I/O 接口是用来将机车外部的各类开关量信号及模拟量信号经过处理转换, 变成微机网络控制系统可识别的控制信号; 将网络控制系统输出的数字量信号或模拟量信号经过处理转换, 用来驱动机车外部控制装置。由于机车采用分布式网络控制系统, 因此机车控制监视系统 TCMS、牵引变流器控制单元、辅助变流器控制单元和制动控制单元内均设有开关量输入、输出 I/O 接口板及模拟量输入、输出 I/O 接口板。

f) 微机显示屏

每个司机室设有一个触摸式微机显示屏, 在不同页面和区域显示运行信息和故障信息。TCMS 将机车牵引变流器、辅助变流器、控制电器柜和司机室控制开关等电器的信息汇总, 并通过 RS485 总线传递给微机显示屏进行各种信息的显示。

### 3.10.5 冗余设计

控制系统采用冗余设计, 通讯网络通过本身两个通道进行冗余, 重要的 I/O 采用双份, 冗余切换过程将在尽量短的时间内进行, 并不影响机车的运用。

3.10.6 中央控制单元设有两套以热备方式工作的控制环节, 一套为主控制环节(主控机), 一套为备用控制环节(辅控机)。当主控机发生故障时, 系统将自动切换到辅控机上, 切换完成后能恢复机车原来工作状态, 不损失功能和动力。

### 3.10.7 中央控制单元与牵引变流器和辅助变流器之间以通讯总线方式实

现信息的传递。当中央控制单元正常工作时，发送给牵引变流器和辅助变流器的信息数据均来自主控机；当主控机故障时，系统将自动切换传输通路，转由辅控机提供信息数据。

### 3.10.8 监测与诊断

#### 3.10.8.1 微机显示屏正常运行时主画面显示下列信息：

手柄级位、运行工况、日期等；

网压、原边电流、控制电压；

主断路器状态、受电弓状态及机车运行方向；

轮周牵引力或再生制动力；

故障信息。

#### 3.10.8.2 对下述状态进行监测：

(i)控制系统对外接口的状态；

控制系统对外接口的状态通过界面切换，可以实时显示出来，有清晰的信号名称和状态量。

(ii)控制单元的状态信息；

各控制单元的状态信息，通过界面切换，可以在机车显示屏上实时显示出来，有清晰的单元名称和状态指示。

(iii)机车重要运行数据的状态；

机车的重要数据，通过界面切换可以在微机显示屏上实时显示出来。

(iv)对牵引变流器、辅助变流器的监测；

微机显示屏对牵引变流器和辅助变流器设有单独的界面，可以对其运行工况进行实时监测；

(v)对与机车运行控制有关的司机操作指令的监测。

#### 3.10.8.3 机车的故障诊断

机车控制系统具有自诊断功能，自诊断信息可在微机显示屏上进行显示。

机车的各种故障进行实时记录，所记录的数据采用先进先出模式，总是保持最新的记录，同时自动消除无效记录，记录故障信息的容量为 4M（约 300 条信息），故障信息包含代码、故障名称、故障发生时间及故障发生时的网压、原边电流、机车方向和机车速度等相关数据。故障发生时显示出相应的故障处理指南，以帮助司乘或维护人员检查并清除故障。

3.10.8.4 机车主要信息由微机显示屏显示，对不同类别的显示信息采用色彩予以分开。电动仪表等显示信息对微机显示信息进行补充。

3.10.8.5 机车微机显示屏亮度可进行调节。

3.10.8.6 机车控制系统能实现机车状态信息、故障信息的诊断和记录，而

且状态信息、故障信息和故障记录的具体信息都能通过不同界面查阅。

#### 3.10.8.7 机车故障信息包括：

- (1)主电路接地故障；
- (2)欠压/过压；
- (3)牵引变流器故障；
- (4)辅助变流器故障；
- (5)制动系统故障；
- (6)蓄电池充电器故障；
- (7)主变压器故障；
- (8)牵引电机故障；
- (9)辅助电路接地故障；
- (10)控制电路接地故障。

#### 3.10.9 信息采集及转储

机车控制监视系统、牵引变流器及辅助变流器采用专用的转接电缆和读取软件，通过以太网或 USB 接口进行信息采集和转储。采用中文 Windows 操作系统环境的软件进行转储和分析。

#### 3.10.10 无人警惕控制

(1) 司机警惕装置功能启动的速度条件：当机车速度 $\geq 3\text{km/h}$ ，并且司机控制器的方向手柄不在零位。

(2) 有效操作部件包括以下部件：

警惕脚踏和按钮开关、司控器、制动手柄、撒砂脚踏开关、鸣笛按钮。

(3) 报警间隔周期

间隔 60 秒，无人警惕控制装置开始启动声音报警，采用语音箱发声，报警音为“无人警惕”，且在微机状态显示屏显示提示信息，10 秒无操作，司机警惕装置实施制动。

(4) 司机警惕装置实施的制动为：常用全制动。

(5) 司机警惕装置在故障状态可以隔离，隔离后机车可正常运行，机车具有故障/隔离记录功能，可在显示屏查询，并可进行转储和地面分析。

(6) 司机警惕装置具备在机车静止状态下的试验功能。

(7) 来自监控装置或无人警惕装置的停车命令都将实施制动，来自监控装置的紧急制动指令优先于无人警惕装置。

#### 3.10.11 机车牵引力和再生制动力变化率控制

机车具有牵引力和再生制动力变化率控制功能，通过优化机车牵引力和再生制动力的变化率控制曲线，在司机操作加减载或是机车过分相区时，尽量减



小纵向冲击力。

3.11 机车照明

3.11.1 头灯照明符合 TB/T2325.1-2013 标准要求，采用 2×50W 氙灯，具有减光功能。灯座采用 D2C 或与其兼容的型号，保证不同车型灯泡的互换性。

工作电压	DC 110V
额定电流	1.4A
启动电流	<3.7A
电磁兼容标准	EN55015

3.11.2 辅照灯/标志灯：符合 TB/T2325.2-2013 的规定，机车前窗下部左右两侧各设有一个辅照灯和一个标志灯。每个标志灯由可分别显示红、白色的 LED 组成，灯光控制按技规执行。机车辅照灯具有光闪功能，此功能可通过辅照灯多位置开关进行切换。

3.11.3 机车走廊和机械室均具有良好照明，并设有检查用行灯插座（DC110V）。

3.12 机车设有运行位、低压试验位、外接辅助电源位的电气转换开关和库用开关，库用开关安装在与安全钥匙箱有安全联锁的电器柜内。

3.13 在每台机车车体外两侧适当位置装有如下插座：

两个（每侧各一个）供库内动车用的DC 600V插座及一个车内辅助电机用电的外接3AC 380V辅助电源插座。

一个供蓄电池充电和库内低电压试验用电的外接电源插座。

采用标准：GB/T34119-2017

3.14 机车上的所有电器和风动装置能在 0.7 倍的额定电压（DC 110V）及 0.75 倍额定风压（700kPa）下可靠工作。

3.15 车上各种设备承受振动加速度和冲击加速度的能力符合 IEC 61373 标准。

3.16 机车上各种计量仪表（包括风表）的精度不低于 2.5 级。

3.17 机车耗电量计量装置能分别计量机车牵引耗电量及再生制动反馈电量，同时能够与 6A 系统进行信息传输。

3.18 电缆

卤酸含量	≤5mg/g
PH 值	≥4.3
烟密度(透光率)	≥80%
电导率	≤10 μ S/mm

电缆屏蔽层为细柔镀锡铜丝，编织密度>80%，能阻止脉冲对信号传输的干

扰，并不会对外产生磁场。

3.19 线槽中所有导电母排和导线端部都有持久、清晰可见的统一顺序的线号标志。机车所有装置和配件都有清晰可见的代号及中文铭牌。

## 4 机械部分

### 4.1 机车车体

#### 4.1.1 基本要求

4.1.1.1 车体符合中华人民共和国国标GB 146.1-2020电力机车限界的要求，并符合客运车站高站台限界的要求。

4.1.1.2 车体采用整体承载的框架式焊接结构。顶盖为可拆卸顶盖，以便于车内设备吊装，密封结构可多次重复使用并保持其密封性能，车内设备布置考虑了尽量避免拆卸顶盖。

4.1.1.3 车体结构符合标准化、系列化、模块化设计原则并满足可靠性、可用性、可维护性与安全性的要求。

4.1.1.4 车体及安装在车体外部的各种设备和门、窗、盖等均良好密封，以防止雨雪等对车内设备的侵袭。

4.1.1.5 为实现机车25t轴重所加的配重块全部安装在机械间内，最重配重块约2.1吨。

#### 4.1.1.6 主要技术参数

车体长度（两端面间）	20050mm
车体长度（车钩中心线）	20846mm
车体底架长度	19630mm
车体宽度	3100mm
车体宽度（扶手杆处）	3318mm
车体顶盖距轨面高度	4100mm
车钩中心线距轨面高度	880±10mm

#### 4.1.2 载荷及强度要求

4.1.2.1 车体（包括司机室）承载能力按UIC 566:1990确定，但其纵向压缩载荷取3000kN，纵向拉伸载荷取2500kN。

4.1.2.2 车体通过有限元方法进行疲劳强度校核，评价方法根据标准EN 12663 和ERRI-B12/RP17，8th“带底架的货车钢制车体及底架的试验大纲”。

4.1.2.3 车体设计保证机车在运用时，在各种载荷条件下，车体的自振频率不同于转向架点头和浮沉振动频率，保证在整个速度范围内无共振发生。通过车体模态分析说明车体在5~40Hz 频率范围内车体振动形式的特性，并通过模态试验验证，满足整备状态车体弯曲自振频率与转向架点头和浮沉振动频率的比值不小于1.4。在没有检测转向架点头和浮沉振动频率时，整备状态车体最低弯曲自振频率不低于10Hz。

4.1.2.4 车体排障器中央的底部能承受140kN的静压力而不产生永久性变

形，符合GB/T 3317-2006的规定。

4.1.2.5 车体内部件及其紧固件承受的运用载荷，按UIC 566：1990中2.2.1确定，并按UIC 566：1990中相应评价方法评价。

4.1.2.6 在设计车体紧固件时，冲击载荷按作用于部件自身质量的惯性力计算。冲击加速度按UIC 566：1990中2.1.4确定，并按UIC 566：1990中相应评价方法评价。

4.1.2.7 结构的承载能力按强度、变形、频率和疲劳强度及寿命等项指标进行评价。

#### 4.1.3 车体结构与材料要求

车体结构见图4-1。

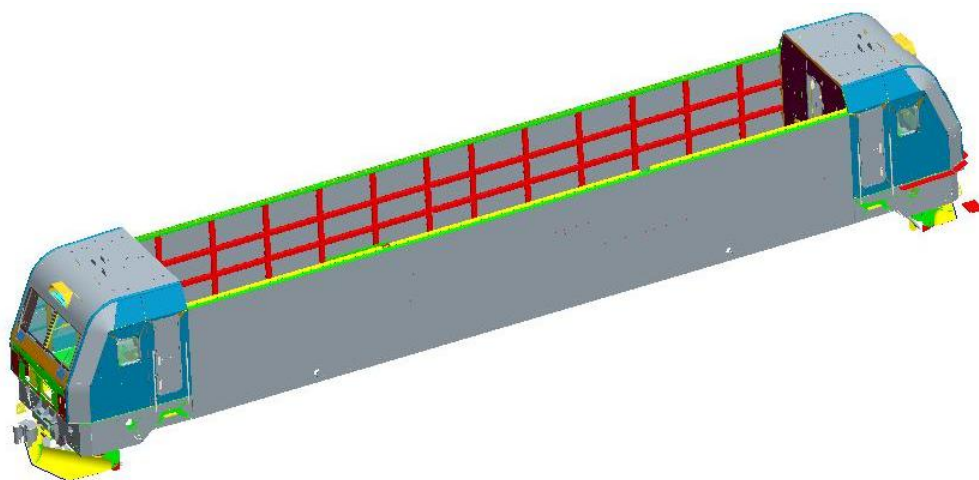


图 4-1 车体结构图

4.1.3.1 车体为整体承载结构，由底架、侧墙、车顶、两端司机室、司机隔墙等组成一个整体。采用可拆卸的活动顶盖，在机车检修库内，天车吊钩距轨面高度不超过9000mm条件下，能把车体内各屏柜、各机组等单独吊出和吊入。

4.1.3.2 车体内的设备布置，人员易于接近，以便进行检修作业，机组各屏柜便于单独吊入、卸出，机械室设有宽敞的直通式走廊，走廊宽度不小于600mm，以便于运行中巡视，走廊地板要平整、防滑。

4.1.3.3 车体采用底架与车内设备安装骨架焊接的一体化结构。车体钢结构主要由司机室装配、底架装配、侧墙以及连接横梁等结构组成一个封闭的框架式箱形构体。车体底架见图4-2。

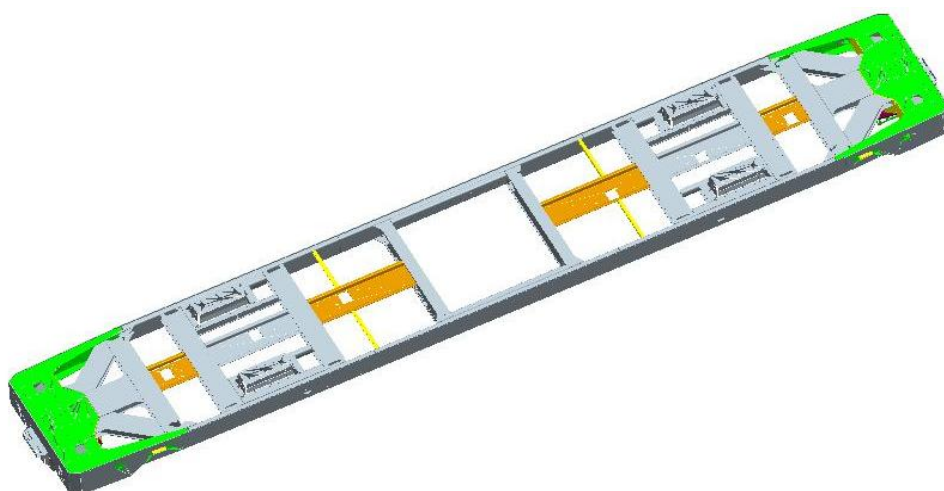


图 4-2 车体底架图

变压器安装在车下，安装在与车体底架一体的承载结构之上；

车内设备都设有独立的设备安装骨架，安装骨架主要采用压型槽钢预埋螺母、预焊安装导轨、安装面螺栓紧固等几种方式。具体如下：

- 1) 采用压型槽钢预埋螺母的方式，例如：CI 柜安装骨架等；
- 2) 采用预焊安装轨道方式，例如：卫生间、复合冷却器、管路柜安装骨架等；
- 3) 采用安装面螺栓紧固方式，例如：牵引通风机、操纵台安装骨架等。

4.1.3.4 底架侧梁上设有四个强度足够的吊车销孔，并在前后端牵引梁上设有四个救援用的吊车销孔（带一个转向架起吊，另一个转向架留在轨道上）。

4.1.3.5 底架侧梁底部设有四个架车支承座和供检修用的四个支承点，在车体支承座架起距轨面高度不超过2500mm的条件下，转向架和牵引变压器可自车体下推出，其位置不妨碍架车作业。

4.1.3.6 车体与转向架之间设有备用的联接装置，以便在需要时将车体同转向架一并吊起。在转向架低速脱轨时，使转向架的吊钩或其他用来连接车体的构件损坏的可能性最小，保证救援时可以正常使用这些装置。

4.1.3.7 车体两端前下部安装排障器，排障器能方便进行上下调节。

4.1.3.8 车体前端结构能保证在不拆除排障器的情况下能方便地更换车钩及缓冲器。

4.1.3.9 机车的两端设有调车员脚踏板，并有相应的扶手，机车两端设有走台板，方便玻璃清洗。

4.1.3.10 每个司机室侧面设有两个带锁的入口门，每个入口两端设有扶手，扶手顶端距司机室地板面高度不小于1400mm，下端距轨面高度不大于1350mm（新轮）。第一级脚蹬上平面距轨面高度为不超过450mm（新轮）。

4.1.3.11 车顶面由胶粘剂固定的均匀分布的颗粒状防滑材料形成防滑层，同时在车顶设有安全绳挂钩，确保车顶作业人员安全。

4.1.3.12 车体材料

车体钢结构材料具有良好的使用性能，6mm（含6mm）以下钢板采用冷轧钢板，6mm以上钢板采用热轧钢板。

车体钢结构材料具有良好的低温性能。

机车车体材料的牌号、机械性能如下：

牌号	Q345E
符合标准	GB/T1591-2018
最小拉伸极限	470～630MPa
屈服极限	345MPa
牌号	09CuPCrNi
符合标准	TB/T1979-2014
最小拉伸极限	480MPa
屈服极限	345MPa
牌号	Q235B
符合标准	GB700-2006
最小拉伸极限	375～500MPa
屈服极限	235MPa

材料主要应用范围

司机室骨架、底架、侧墙方管等为 Q345E

顶盖骨架板梁、机械间内设备台架为 Q235B

司机室蒙皮、侧墙蒙皮、顶盖蒙皮为 09CuPCrNi

4.1.3.13 车体焊接遵循的标准

车体焊接结构设计全部采用 EN 15085 标准进行设计，焊接接头的设计、焊缝的标注和检验等完全符合 EN 15085 标准要求。

4.1.4 制造技术

4.1.4.1 首件焊接要求

（1）对首件车体和其他重要结构件的所有高应力焊缝和高应力焊区进行超声波探伤。

（2）高应力焊缝和高应力焊区根据有限元分析和/或强度试验的结果确定，临界疲劳焊区和焊缝单独标注。

（3）X射线探伤采用的标准为：GB/T 3323。超声波探伤执行的标准为：EN ISO 17640：2010，EN ISO11666：2010。

#### 4.1.4.2 批量焊接要求

(1) 所有焊缝均进行目视检查。所有高应力焊缝进行磁粉或着色探伤检查。对车体底架、边梁与端梁的连接焊缝进行100%超声波探伤检查，并采用X射线探伤抽查，抽查比例为2%。

(2) 车体上的焊缝无气孔、夹渣、裂纹等缺陷，并符合相关标准的焊接要求。

(3) 磁粉探伤执行的标准为：EN ISO 17638、EN ISO 23278；着色探伤执行的标准为：EN ISO 3452-1：2013，EN ISO 23277：2009。

##### X射线探伤

设备型号及名称：便携式X射线探伤机

执行标准：GB/T 3323-2005 《金属熔化焊焊接接头射线照相》

##### 焊前准备

制定焊接计划文件，包括工作计划、焊接顺序计划以及焊接工艺规程等。

焊接部件严格按图纸要求制作，机械加工表面无缺口和裂纹。焊缝区域的表面无锈斑、污物以及其它影响焊接质量的杂物。

焊工在上岗前，根据焊缝形式进行技能培训，考核通过后，持证上岗。

##### 焊接过程的实施

焊接过程中采用专用工装，尽量使焊缝在平位置进行焊接。

焊接过程严格按照焊接工艺规程实施。

进行过程检查。实施焊前检查、过程检查以及焊后检查三次检查过程，并在相应的检查文件中记录，以实现可追溯性。

##### 焊接修复

根据焊缝的设计以及使用要求，编写焊接修复工艺文件。

返修焊缝进行100%外观检查，重要焊缝采用指定的无损检测手段，并在相应的检查文件中记录，实现可追溯性。

(4) 买方可随机选取高应力焊缝进行抽检。

#### 4.1.5 车体检测

4.1.5.1 车体钢结构焊接完成后，底架有合适的上挠度，控制上挠度的范围以确保在设备安装后底架保持一定的上挠度。车体钢结构总成后：1) 左右两侧二系弹簧安装面：高度差不大于2mm，纵向中心距之差不大于3mm；2) 同转向架左右对应二系弹簧安装座中心：距车体中心线横向间距之差不大于2mm，横向间距与设计标称值之差不大于3mm。侧墙组焊时，其上挠度与车体上挠度相适应；组焊后，墙板外表面平面度每平方米不大于2mm，总长范围内不大于4mm。

4.1.5.2 机车落成后，在平直道上，车体前后水平差不大于10mm(在车钩纵

平面参考点处测量，测点以底架端面处为准)；左右侧水平差不大于6 mm(在前后转向架中心、车体中心等横向平面参考点处测量，测点以底架侧梁下平面处为准)。

4.1.6 车体油漆

符合Q/CR 978-2023《铁路机车用涂料技术条件》标准的要求。

车体涂装后保证6年内没有基材锈蚀、漆膜掉块等现象。

4.2 车钩及缓冲器

车钩及缓冲器见图4-3。

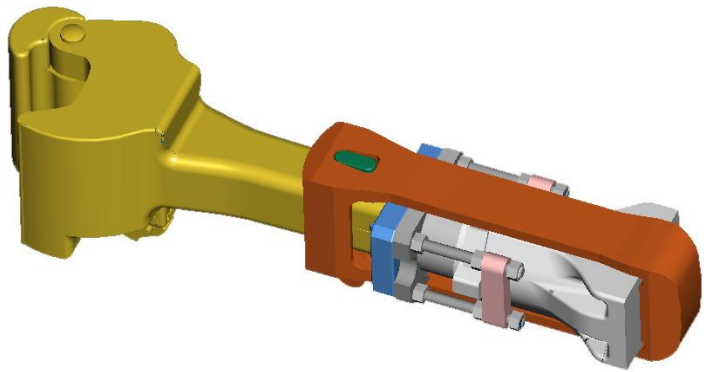


图 4-3 车钩及缓冲器

4.2.1 车钩及缓冲器的牵引能力与车体强度相符合。

4.2.2 车钩采用100型车钩，符合TJ/JW 033《交流传动机车车钩缓冲装置暂行技术条件》的要求。

4.2.3 车钩装有下列作用式单侧手提杆，并能与TB/T 456.2-2019规定的车钩相联挂。

4.2.4 缓冲器采用大容量缓冲器，其容量为100kJ，此时的阻抗力为2500kN。

4.2.5 在缓冲器和车体间设有吸能装置或超载保护装置。吸能装置安装在车钩缓冲器尾部和车钩箱后从板之间，通过发生塑性变形起变形吸能作用，从而起到保护车体结构及车上设备的目的。

具体结构、方式如下：

车钩箱内从板座与车钩箱侧立板采用 M30 螺栓过盈配合安装，每侧前从板座由 11 个螺栓固定，每侧后从板座由 13 个螺栓固定。超载时，安装螺栓受到剪切先行断裂，达到保护车体目的。

4.2.6 车钩材料

牌号	E级钢
符合标准	TB/T 2942.1-2020
材料最小拉伸极限	830MPa
屈服极限	690MPa



#### 4.2.7 车钩强度

钩体最小破坏载荷 4005kN

钩体最大永久变形 加载3115kN时 $\leq 0.8\text{mm}$

钩舌最小破坏载荷 3430kN

钩舌最大永久变形 加载1780kN时 $\leq 0.8\text{mm}$

4.2.8 在有地沟和必要的工装前提下，车钩及缓冲器能在不架起车体时进行拆装检修。

#### 4.3 转向架

转向架装配见图4-4。

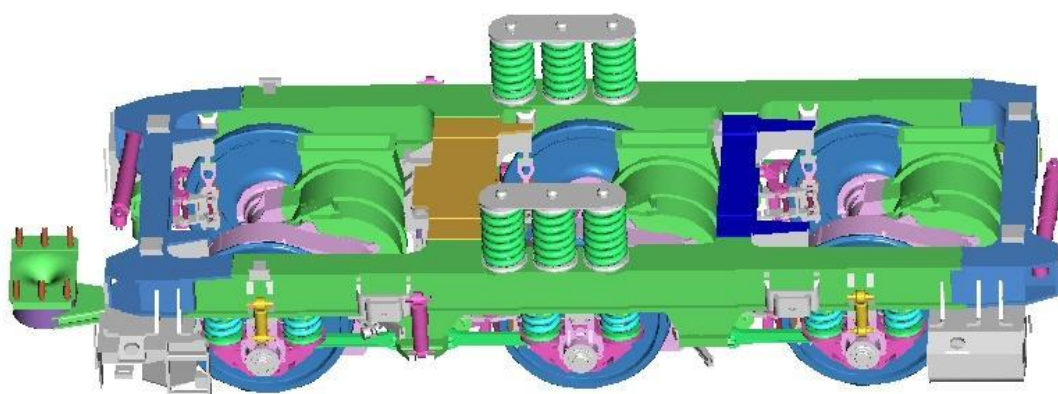


图 4-4 转向架装配图

##### 4.3.1 基本要求

4.3.1.1 采用三轴转向架。除轴箱安装的传感器或其它小的附件以外，两个转向架能整体互换。转向架的零部件可以通用和互换。转向架在允许速度范围内运行时，不会与车体或其它部件发生不正常的接触和碰撞。

4.3.1.2 转向架采用标准化、系列化、模块化设计，符合可靠性、可用性、可维护性与安全性的规定，基本达到无磨损、免维修的要求。转向架便于从车体下推出，轮对轴箱装置便于更换。

4.3.1.3 转向架主要由构架、轮轴驱动系统、一系悬挂系统、二系悬挂系统、牵引装置、电机悬挂装置、基础制动装置、空气管路、附属装置等组成。

4.3.1.4 车轮踏面外形采用TB/T 449-2016标准中的JM3型磨耗踏面。

4.3.1.5 转向架采用低位牵引杆传递牵引力，保证机车有良好的粘着性能。

4.3.1.6 为防止转向架在维护车间移动时受到损坏，在构架端部设置纵向防撞结构，避免转向架及其管路在维护车间移动时受到损坏。

4.3.1.7 钢弹簧符合TJ/JW 035《交流传动机车悬挂装置钢制螺旋弹簧暂行

技术条件》的要求，并有工作载荷下的工作高度及自由高数值的永久性标记，运用200万公里后，其自由高变形量不大于1%。钢弹簧采用一次绕制成形工艺制造。

一系悬挂、二系悬挂、牵引装置、电机悬挂装置中所有橡胶件符合TJ/JW036《交流传动机车悬挂装置橡胶件暂行技术条件》的要求。

4.3.1.8 机车落成后，在平直道上，每个转向架纵向水平差不大于5mm，测量基准为构架轴箱拉杆座下平面。

4.3.1.9 主要技术参数	
轮对内侧距（未落车状态）	1353 <sup>+0.5</sup> <sub>-1</sub> mm
轮径（新/半磨耗/磨耗）	1250/1200/1150mm
转向架固定轴距	2250+2000mm
转向架自重	30263kg
每轴簧下质量	5800kg
转向架装配检查符合 TJ/JW 068《交流传动机车转向架装配检验暂行技术条件》的要求。	

4.3.2 主要性能

4.3.2.1 转向架符合本技术条件对机车的运行稳定性、平稳性、舒适度等动力学性能的要求。

4.3.2.2 转向架与车体有良好的耦合，能通过悬挂系统抑制冲击和振动激励对车体的影响。

4.3.2.3 转向架产生频率能够避免与车体固有频率相同或相近的振动。

4.3.2.4 转向架构架静强度和疲劳强度符合TB/T 3549.1标准要求；弹簧、轮轴等主要零部件强度符合相关UIC标准要求；并根据运用条件进行结构强度分析。

4.3.2.5 在设计转向架紧固件时，冲击载荷及强度评价方法按UIC615-1:2003中4.2确定。

4.3.2.6 转向架具有良好的轮轨匹配性能，以使轮轨磨耗最小。

4.3.3 构架

构架示意图4-5。

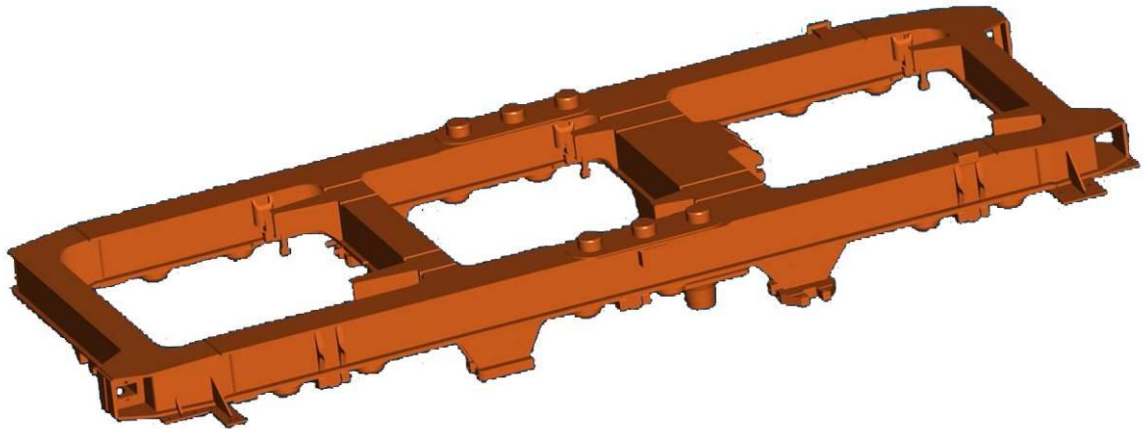


图 4-5 构架示意图

4.3.3.1 构架采用高可靠性结构。构架由两个侧梁、一个牵引梁、一个横梁和两个端梁组成。各梁均采用箱形焊接结构。高应力连接点、连接面均进行加工。在构架上焊有电机吊座、制动器吊座、减振器安装座等。

4.3.3.2 构架为钢板焊接结构，每台转向架构架进行整体退火以降低焊接应力。

4.3.3.3 构架材料在-40℃时保证良好的低温性能。

4.3.3.4 构架采用有限元分析和结构模态计算进行应力分布、结构固有频率、动力响应及耐久性等分析，对焊缝进行疲劳强度评估，对电机吊座结构及其附近的结构强度进行重点分析。

4.3.3.5 通过构架结构强度试验确认其在运行中受组合作用力时不会产生永久变形和裂损的危险，确认构架的实际疲劳性能、可能存在的薄弱环节及其安全系数。

4.3.3.6 构架加工完成后，保留明显的水平基准标志，并用钢印打上构架型号和代号。构架的材料牌号、机械性能及焊接遵循的标准如下：

构架的材料牌号、机械性能

构架材料牌号 Q345E

符合标准 GB/T1591-2008

材料最小拉伸极限 470-630MPa

屈服极限 345MPa

焊接标准

EN15085 《铁路应用-铁路车辆及部件的焊接》

焊接材料：选用符合 GB/T 8110-2020 标准的焊丝，可适宜较宽的焊接电流范围，采用富氩保护气体进行焊接，适用于碳钢及 500MPa 级低合金钢的单道及多道焊。

4.3.3.7 防腐与油漆满足气候环境和运用条件的要求。

4.3.3.8 转向架构架和轮轴之间有良好的绝缘，并通过设置接地装置实现轮轴与转向架之间良好的导电性能，从而避免轴承的电腐蚀。

#### 4.3.4 轮轴驱动系统

轮轴驱动系统见图4-6。

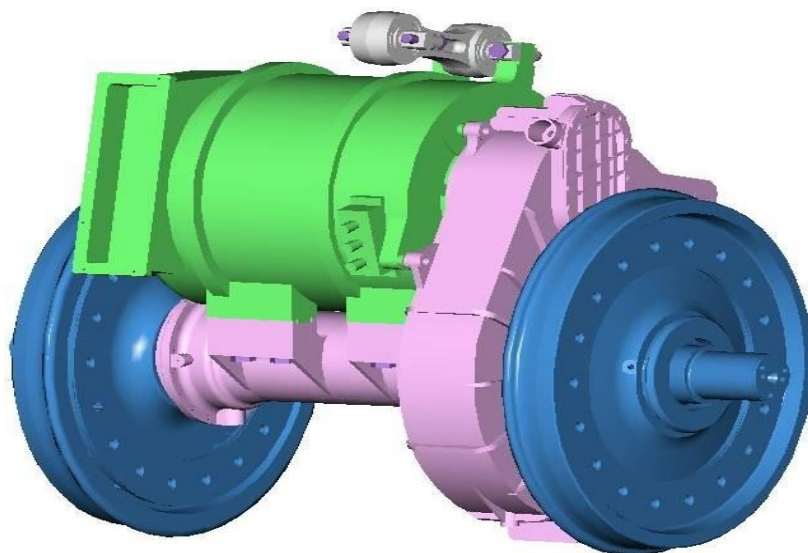


图4-6 驱动装置

4.3.4.1 轮轴驱动系统由驱动装置（含齿轮箱、抱轴箱）、轮对、轴箱和牵引电机等部件组成。

4.3.4.2 轮轴驱动系统根据机车的动力学性能、可靠性、维修性进行了科学合理的系统设计。

4.3.4.3 驱动装置和牵引电机组成一个刚性组件。一端通过安装于抱轴箱内的两个滚动轴承支承在车轴上，另一端通过一个吊挂点悬挂于转向架构架上。

4.3.4.4 转向架轮轴驱动系统作为完整的系统，在转向架落成前，先完成该系统的集成，并进行该系统的联调。

#### 4.3.5 轮对

4.3.5.1 轮对由车轮、车轴、制动盘等组成。轮对具体结构见图4-7所示。

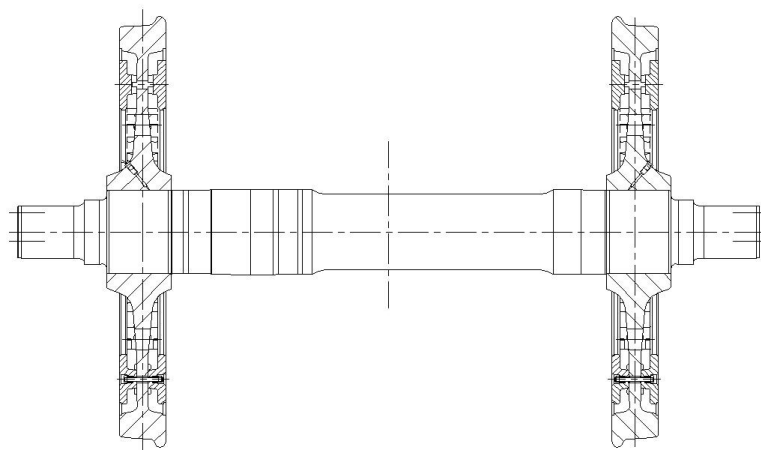


图4-7 轮对

#### 4.3.5.2 车轮

车轮装配见图4-8。



图4-8 车轮装配

车轮采用整体辗钢车轮。符合TJ/JW 038《交流传动机车车轮暂行技术条件》的要求。

车轮踏面外形符合TB/T449-2016要求。在使用限度内，不会出现断裂、掉块、剥离。

车轮残余静不平衡值不大于 $75\text{g} \cdot \text{m}$ 。

车轮逐个进行探伤检查。

车轮适用标准、材料牌号及机械性能：

a) 车轮执行的标准如下

车轮踏面外形符合 TB/T449-2016 要求；

车轮符合 TJ/JW 038《交流传动机车车轮暂行技术条件》的要求。

b) 车轮材料的牌号、机械性能如下

车轮材料	J11或J2
J11材质车轮机械性能	
抗拉强度	900~1050N/mm <sup>2</sup>
延伸率	≥13%
断面收缩率	≥14%
硬度	踏面下30mm处≥250HB
轮辋硬度差	≤20HB
轮辋表面硬度	269~321HB
轮缘中部硬度	≥321HB
J2材质车轮机械性能	
抗拉强度	820~940N/mm <sup>2</sup>
延伸率	≥13%
断面收缩率	≥14%
硬度	踏面下35mm处≥250HB
轮辋硬度差	≤20HB
轮辋表面硬度	255~320HB
车轮质量	692kg

#### 4.3.5.3 车轴

车轴有良好的几何形状，有足够的刚度和抗疲劳的能力。车轴设计寿命达到400万公里，符合TJ/JW 037《交流传动机车车轴暂行技术条件》和EN 13104《铁路运用-轮对和转向-动车车轴设计方法》的要求。

车轴坯采用锻制，并进行时效处理；车轴表面圆弧过渡处进行强化处理；成品轴探伤检查；车轴采取防止运行时激起异物打击造成损坏的措施；轴端用钢印打上轴号。

车轴适用标准TJ/JW 037《交流传动机车车轴暂行技术条件》。

车轴材料牌号、机械性能：

车轴材料牌号	JZ50钢材
上屈服强度	≥345N/mm <sup>2</sup>
抗拉强度	≥610N/mm <sup>2</sup>
延伸率	≥19%
断面收缩率	≥35%

#### 4.3.5.4 轮对组装

轮对组装见图4-9。

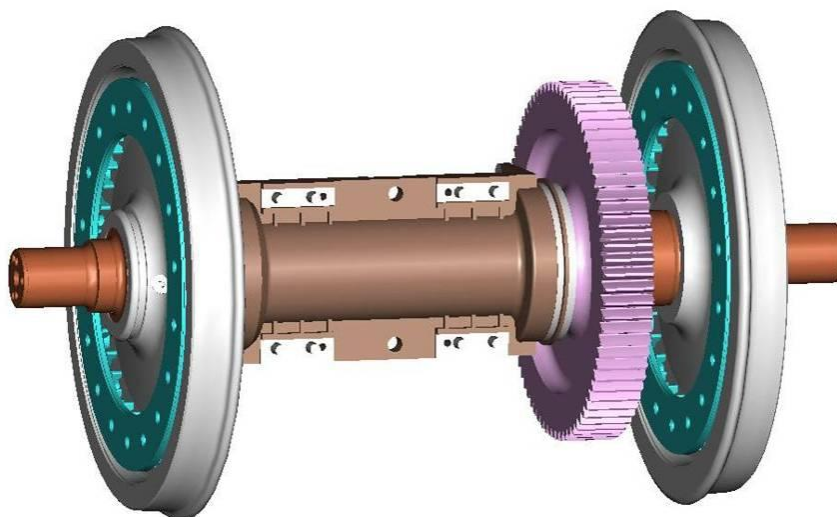


图4-9 轮对组装

车轮与车轴采用压装配合，压装过盈量为 $0.26\sim 0.33\text{mm}$ 。

在轮毂根部和大齿轮根部处设有压油孔，以便使用液压油泵辅助推出。

轮对组装执行TB/T 1463-2015《机车轮对组装技术条件》要求。

#### 4.3.6 轴箱

4.3.6.1 轴箱采用无导框独立悬挂结构，由轴箱体、轴承、前端盖和后端盖等组成，端轴轴承自由横动量为 $0\text{mm}$ ，中间轴轴承自由横动量为 $\pm 15\text{mm}$ 。具体结构见图4-10。

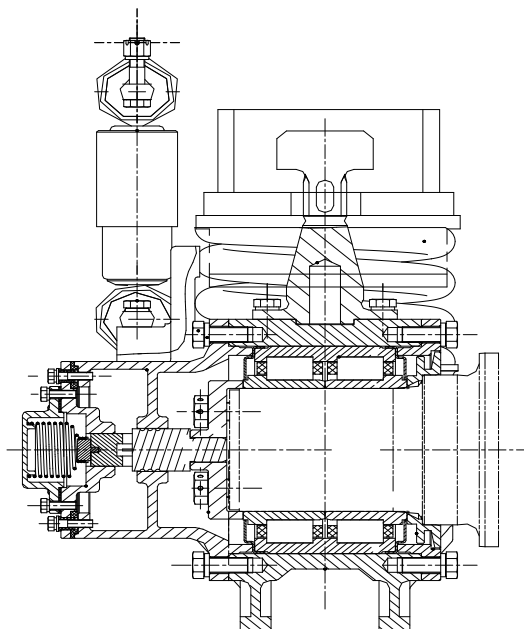


图4-10 轴箱装配

4.3.6.2 轴箱有良好的承载能力和密封性能。轴箱满足接地装置和速度传



传感器的安装要求。轴箱体材料的牌号：C 级铸钢。

抗拉强度	$\geq 620\text{MPa}$
屈服强度	$\geq 415\text{MPa}$
延伸率	$\geq 22\%$
断面收缩率	$\geq 45\%$
冲击韧性	$\geq 20\text{J}/\text{cm}^2$

4.3.6.3 轴箱内装有带密封装置的整体轴承，符合TJ/JW 034《交流传动机车转向架滚动轴承暂行技术条件》的要求，轴承在正常条件下产生的温升及轴承能够正常工作所允许的最大温升如下：

轴承在正常条件下产生的温升	不大于 40K
轴承能够正常工作所允许的最高温度	120℃

4.3.6.4 每个轮对的一端轴箱设有接地装置，接地装置易于安装和拆卸，能确保机车接地良好，避免轴承出现电蚀现象。接地装置安装方式、接地电阻以及接地电刷与滑环磨耗量的比值如下：

安装方式	用螺栓固定在每个轮对的一端轴箱上
接地电刷与滑环磨耗量的比	$\geq 10$
接地电阻	$\leq 500\ \mu\ \Omega$

4.3.6.5 机车速度传感器的安装位置在每个转向架的中间轴一端轴箱上，速度传感器易于安装和拆卸。

4.3.7 一系悬挂系统

4.3.7.1 一系悬挂系统由轴箱拉杆、橡胶件、弹簧、油压减振器等组成。

转向架的每个轴箱通过 1 个轴箱拉杆、2 个弹簧与构架连接；在端轴上设一系垂向减振器，减振器安装在车轴中心线上，两端分别连接轴箱与构架侧梁。在轴箱体上设置了 T 型吊钩和构架下盖板相连接。

一系圆弹簧的型号、数量、刚度曲线、静挠度值如下：

型号	8U7Z02010010
数量	24 个
刚度	825.6N/mm
挠度（弹簧+减振垫）	

23t 轴重：	43.5+5.6mm
25t 轴重：	48.6+5.6mm

刚度曲线见图 4-11。



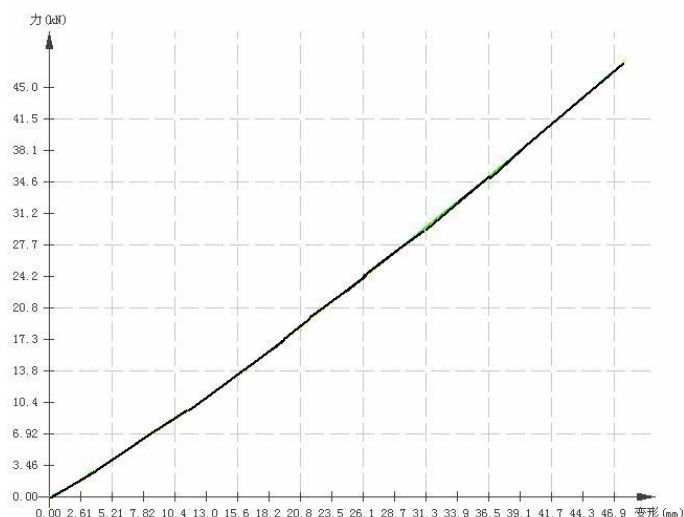


图 4-11 一系刚度曲线

一系垂向减振器	
数量	8 个
阻尼特性	5.1kN/0.1m/s 或 9.7kN/0.3m/s
行程	70mm
两端允许偏转角	max. $\pm 15^{\circ}$

4.3.7.2 转向架轮对与构架通过T型吊钩实现轮对与转向架整体起吊。

### 4.3.8 二系悬挂系统

4.3.8.1 二系悬挂系统由弹簧、橡胶垫和减振器等组成。每个转向架通过6个螺旋弹簧与车体连接，弹簧安置在构架侧梁上。每转向架有2个横向和2个垂向减振器连接车体与转向架。

4.3.8.2 为了实现车体与转向架整体起吊，在每个转向架构架和车体底架的对应部位各设置有4个整体起吊安装座。当需要进行整体起吊时，把8块联结板用圆销固定在安装座上。

### 4.3.8.3 二系弹性元件

二系高圆弹簧

二系高圆弹簧型号 8U7Z04000010

数量 12 个

高圆弹簧刚度曲线见图 4-12。

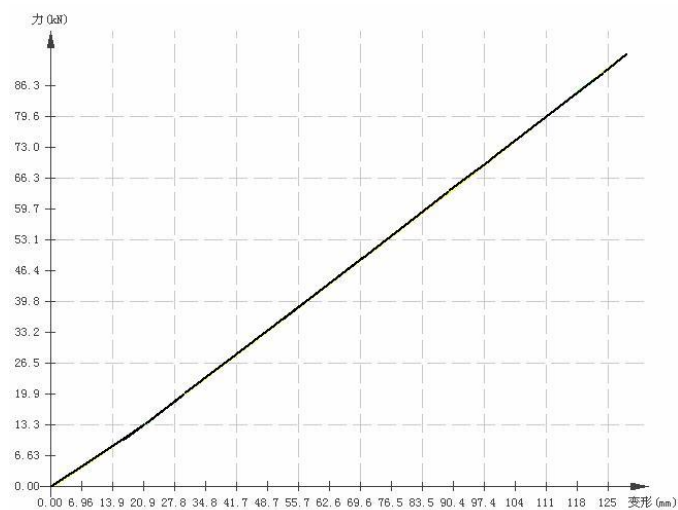


图4-12 二系刚度曲线

橡胶减振垫的型号

8U7Z04010000

数量

24 个

橡胶减振垫刚度曲线见图 4-13。

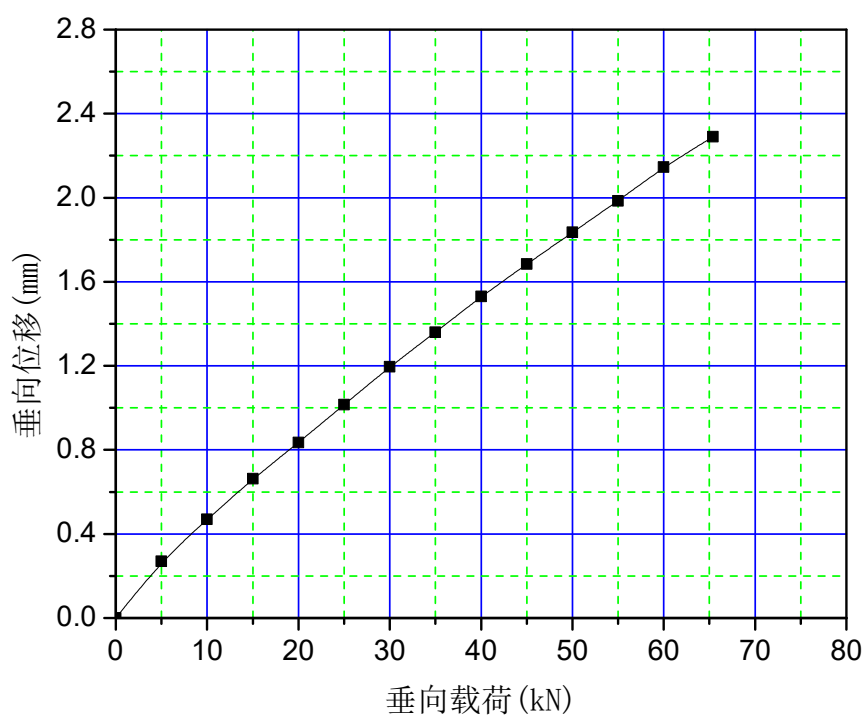


图4-13 二系减振垫刚度曲线

挠度（弹簧+减振垫）

23t 轴重：90.3+2.9mm；25t 轴重：104.2+3.3mm

4.3.8.4 二系减振器

二系垂向减振器

数量

4 个

阻尼特性	12kN/0.1m/s 或 22kN/0.3m/s
行程	240mm
两端允许偏转角	max. $\pm 15^{\circ}$
二系横向减震器	
数量	4 个
阻尼特性	5kN/0.05m/s 或 9.6kN/0.1m/s 或 16kN/0.2m/s
行程	570mm
两端允许偏转角	max. $\pm 12^{\circ}$

4.3.8.5 每个轴箱钢弹簧与二系钢弹簧上有工作载荷下的工作高度及自由高数值的永久性标记，运用 200 万公里后，其自由高变形量不大于 1%。钢弹簧采用一次绕制成形工艺制造。

#### 4.3.9 牵引装置

4.3.9.1 采用低位、无磨损牵引杆，通过橡胶关节分别与车体和构架的牵引销相连接，连接部位有可靠的防松、防脱措施，具体措施如下：

牵引杆采用高强度长螺栓并涂抹防松胶，然后按力矩要求进行紧固；

牵引杆上有防落钢丝绳，分别吊挂在构架及车体上防止脱落；

牵引杆压盖螺栓采用钢丝串联整体防松。

4.3.9.2 牵引装置能承受转向架质量乘 $30\text{m/s}^2$ 的纵向载荷而不发生永久变形，承受转向架质量乘 $50\text{m/s}^2$ 的纵向载荷而不发生损坏（允许永久变形）。

牵引装置结构型式见图 4-14。

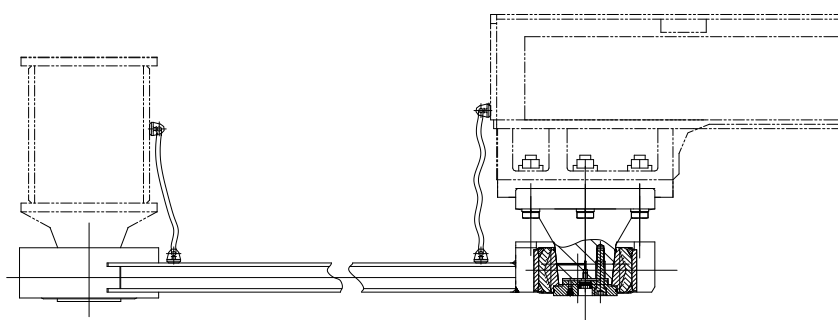


图 4-14 牵引装置结构

牵引橡胶节点各向刚度为：径向  $100 \pm 20\%$  kN/mm；轴向在 10kN 载荷作用下，挠度值约 0.61mm（参考值）。

#### 4.3.10 驱动装置

4.3.10.1 驱动装置由齿轮、齿轮箱、抱轴箱、密封件等零部件组成。

齿轮箱符合 TJ/JW 065 《交流传动机车球墨铸铁齿轮箱体暂行技术条件》的要求。

抗拉强度 $\sigma_b$	$\geq 500\text{MPa}$
屈服强度 $\sigma_{0.2}$	$\geq 320\text{MPa}$
伸长率 A	$\geq 8\%$
驱动装置结构型式见图4-15。	

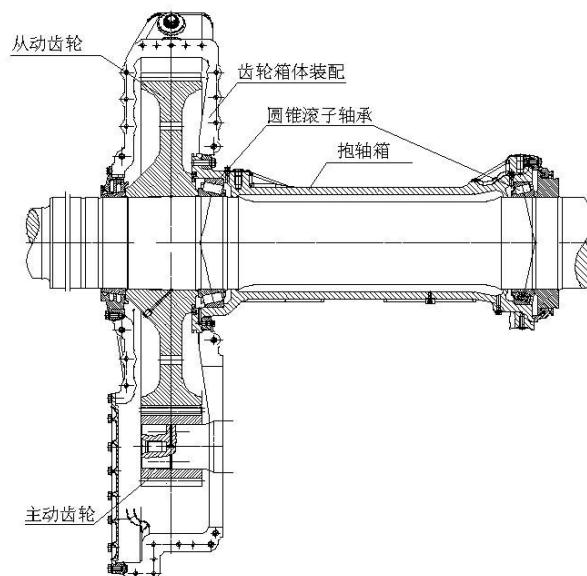


图 4-15 驱动装置

4.3.10.2 驱动装置轴承（含抱轴承）符合TJ/JW 034《交流传动机车转向架滚动轴承暂行技术条件》的要求。

轴承在正常条件下产生的温升	不大于 55K（脂润滑）
轴承能够正常工作所允许的最高温度	120℃
计算寿命	大于 300 万公里

4.3.10.3 驱动装置能承受机车运行过程中的所有载荷，包括牵引和制动产生的扭矩、牵引电机在短路条件下的扭转振动和冲击扭矩、惯性力和内应力等。

4.3.10.4 驱动装置设有加油孔、排油孔，在落车状态下，借助排油孔能将齿轮箱体内的润滑油全部排尽。

4.3.10.5 能观察驱动齿轮箱的油量。

观察驱动齿轮箱的油量，具体方法、结构及防护措施为：

驱动齿轮箱设有加油堵，可以通过打开加油堵来检查齿轮箱内的油位，在机车正常使用状态下，加油堵本体下顶点为油位下限，无需特殊防护。首次注油后，按检修规程对齿轮箱定期补油，在齿轮箱表面有明显漏油痕迹时需打开加油堵检查油位。

4.3.10.6 驱动装置采用迷宫密封，以防止外界污染物、水进入齿轮箱内（仅限于飞溅的水），并保证齿轮箱内部的润滑油不泄漏。

4.3.10.7 齿轮采用飞溅润滑，在规定的环境中和使用条件下，保证齿轮润

滑充分。

4.3.10.8 牵引齿轮采用优质合金钢制成。

主要参数如下：

传动比	4.8095
齿数	101/21
模数	9
螺旋角	8°
压力角	20°

齿轮材料的牌号、机械性能及齿轮油型号如下：

材质	18CrNiMo7—6
延伸率	大于10%
冲击韧性	大于35J/cm <sup>2</sup>
表面硬度	680-760HV1
齿轮油型号	Mobil Delvac Synthetic Gil 75W-90或BP-Energear SHX-LS75W/90

4.3.10.9 在机车发生事故需要大小齿轮脱开时，保证大小齿轮方便脱开，维持机车安全运行。

4.3.10.10 齿轮润滑油正常换油周期：大于1年或20万公里（以先到者为准）。

4.3.10.11 齿轮箱的拆卸方案如下：

- 1) 将轮对电机从车上落下后吊放到齿轮箱装配支架上；
- 2) 放油，将齿轮箱中使用过的齿轮油排放干净；
- 3) 松开齿轮箱外露工艺孔；
- 4) 依次用扭矩扳手和拆卸扳手松开齿轮箱与电机连接螺栓、抱轴箱连接螺栓；
- 5) 拆卸齿轮箱上下箱体间螺栓，卸下齿轮箱。

4.3.11 基础制动装置

转向架安装有基础制动装置，基础装置采用轮盘式制动。

基础制动装置及撒砂装置的技术要求见制动及供风系统部分。

基础制动装置的布置及安装方式如下：

每个车轮都有一套制动器，制动器通过两个吊杆和闸调器的吊座连接到转向架的构架上，其中第一、六轴安装带弹簧停车装置的制动器。

撒砂装置的布置及安装方式如下：

每个转向架的四角各有一个砂箱，通过螺栓吊挂在构架上；每个砂箱容量不

小于 50L。

#### 4.3.12 附属装置

##### 4.3.12.1 轴箱与构架之间设有垂向、横向止挡。

1) 横向止挡设置在轴箱的端盖与构架间, 各轴横向止挡间隙均为 $\pm 10\text{mm}$ ;

2) 垂向止挡设置在轴箱体的顶部和构架间, 垂向止挡间隙为 30mm。

##### 4.3.12.2 转向架构架与车体之间设有垂向、横向、摇头及点头等止挡。

1) 转向架构架顶面与车体对应位置设有垂向止挡, 间隙为 45mm。

2) 转向架构架中部的侧面与车体对应位置分别设置带弹性的横向止挡, 自由横向间隙为 $\pm 20\text{mm}$ ; 弹性横向间隙为 $\pm 5\text{mm}$ 。

3) 转向架构架顶面两外侧 (靠近构架一端) 和车体的对应位置设置摇头止挡, 间隙为 $\pm 98.5\text{mm}$ 。

4) 转向架构架顶面与车体对应位置分别设置点头止挡, 两止挡间隙为 45mm。

##### 4.3.12.3 转向架的前端安装扫石器以清扫轨面。转向架扫石器距轨面高度 30mm (可调)。

扫石器安装结构如下:

在转向架的前端安装有扫石器, 它是两个压型钢板用螺栓连接在前端梁下部, 压型钢板端部通过支架连接, 装有可调节高度的橡胶板。

##### 4.3.12.4 转向架上装有湿式轮缘润滑装置, 符合TJ/JW 098的要求。在轮缘润滑装置正常使用的情況下, 保证机车轮缘磨耗 $<0.3\text{mm}/10^4\text{km}$ 。

轮缘润滑装置的布置方式、结构型式如下:

装用HB-2型轮缘润滑装置, 该装置安装在转向架构架上, 分别布置在机车的第一、六轴位; 其结构型式为: 通过压缩空气将油脂罐中的润滑油脂输送到喷头, 再经喷头将油脂喷涂在轮缘根部, 对机车轮缘进行润滑。

#### 4.3.13 制造技术

##### 4.3.13.1 材料

(1) 转向架所用材料均符合相关标准, 并满足环保要求。

(2) 车轮材质的选用除考虑车轮强度和韧性指标外, 考虑轮辋硬度与钢轨硬度的匹配, 以减少轮轨的磨耗。

(3) 牵引齿轮采用高强度合金钢。

##### 4.3.13.2 首件焊接要求

(1) 对首件转向架构架和其他重要结构件的所有高应力焊缝和高应力焊区进行X射线或超声波探伤。

(2) 高应力焊缝和高应力焊区根据有限元分析或强度试验的结果确定, 临界疲劳焊区和焊缝单独标注。

(3) X射线探伤执行的标准为: GB/T 3323。超声波探伤执行的标准为: EN ISO 17640: 2010, EN ISO 11666: 2010。

#### 4.3.13.3 批量焊接要求

(1)所有焊缝均进行目视检查。对所有高应力焊缝进行磁粉或着色探伤检查。对每台构架的疲劳负载焊缝在整体构架状态下进行探伤检查。其中个别因X射线探伤设备无法检查的焊缝采用超声波探伤检查外,左右侧梁、横梁、牵引横梁、前后端梁的连接焊缝均采用X射线探伤。

(2)构架上的焊缝无气孔、夹渣、裂纹等缺陷,并符合相关标准的焊接要求。

(3)磁粉探伤执行的标准为: EN ISO 17638、EN ISO 23278;着色探伤执行的标准为: EN ISO 3452-1: 2013, EN ISO 23277: 2009。

控制焊缝质量及焊缝强度的措施如下:

##### 1) 焊前准备

制定焊接计划文件,包括工作计划、焊接顺序计划以及焊接工艺规程等。

焊接部件严格按图纸要求制作,机械加工表面无缺口和裂纹。焊缝区域的表面无锈斑、污物以及其它影响焊接质量的杂物。

焊工在上岗前,根据焊缝形式进行技能培训,考核通过后,持证上岗。

##### 2) 焊接过程的实施

焊接过程中采用专用工装,尽量使焊缝在平位置进行焊接。

焊接过程严格按照焊接工艺规程实施。

进行过程检查。实施焊前检查、过程检查以及焊后检查三次检查过程,并在相应的检查文件中记录,以实现可追溯性。

##### (3) 焊接修复

根据焊缝的设计以及使用要求,编写焊接修复工艺文件。

返修焊缝进行100%外观检查,重要焊缝采用指定的无损检测手段,并在相应的检查文件中记录,实现可追溯性。

严格执行焊接标准,选用符合GB/T 8110-2020标准的焊接材料,以保证焊缝强度。

(4)买方可随机选取高应力焊缝进行抽检。

#### 4.3.13.4 转向架组装几何尺寸及公差

(1)新造机车车轮轮径差:同轴 $\leq 0.5\text{ mm}$ ,同转向架 $\leq 1.0\text{ mm}$ ,同车 $\leq 2.0\text{ mm}$ ;

(2)使用限度允许机车车轮轮径差:同轴 $\leq 2\text{ mm}$ ,同转向架 $\leq 12\text{ mm}$ ,同车 $\leq 32\text{ mm}$ 。

(3)在同一转向架相邻轴左侧与右侧所测得的轴中心距偏差不大于 $1.5\text{ mm}$ 。

(4)在机车额定载荷下,同一轮对所有轴箱簧高度差不大于 $1\text{ mm}$ ;同一转向架轴箱簧高度差不大于 $2\text{ mm}$ ;同一转向架二系钢弹簧高度差不大于 $3\text{ mm}$ (如采用橡

胶堆，高度差不大于1.5mm）。

（5）转向架每轴上测得的轴重，与标称轴重相差不超过 $\pm 2\%$ 。转向架任一侧各车轮上测得的轮重与在同侧测得的轮重平均值之差，不超过 $\pm 2\%$ 。每个车轮上测得的轮重与该轴两轮平均轮重之差，不超过 $\pm 2\%$ 。

（6）转向架在专用的工装设备上施加额定载荷后测量上述第（3）和第（5）项的参数。

（7）测量基准标识清楚、易于接近。

#### 4.3.13.5 转向架的总成要求

（1）转向架的组装在专用的工装设备（可施加额定载荷）上进行，以保证组装精度。

（2）转向架在车体给定的重量下进行静载荷试验。

（3）静载荷试验能给出转向架的每一轮重、轴重及轮重差。

### 4.4 机车通风系统结构

4.4.1 机车通风系统采用独立通风方式。

4.4.2 机车通风冷却的主要部件有牵引电机、油水散热器（主变压器油散热器和主变流器的纯水/防冻剂混合液散热器）和主压缩机等。

4.4.3 机车的通风支路包括：牵引电机通风支路、冷却塔通风支路、压缩机通风散热支路和机械间散热通风支路等。

4.4.4 机车机械间维持50Pa~150Pa的正压。

4.4.5 机车通风具有冬夏季转换功能。



## 5 制动及供风系统

制动及供风系统主要包括风源及干燥系统、制动控制系统（含司机室主要设备）、基础制动系统和撒砂系统及辅助系统中的空气压缩机系统。

### 5.1 总体要求

5.1.1 采用基于AAR规则的机车制动系统，当环境温度高于-25℃时，制动控制系统的电气系统可以在100秒内投入运行，机车制动系统在-40℃～-25℃的情况下启动，系统可在加强防寒措施或预热后运行。

### 5.1.2 引用的标准

空气制动系统及其备件的整个设计、制造及检验过程，遵循机车技术规范及相关标准。机车微机控制空气制动系统符合TJ/JW 100的要求。

### 5.1.3 紧急制动距离要求

在平直道上，制动初速120km/h时

25t轴重	≤1100m
-------	--------

23t轴重	≤1000m
-------	--------

在平直道上，制动初速90km/h时	≤800m
-------------------	-------

5.1.4 每个制动模块或部件上有中文标识。

### 5.1.5 机械要求

所有部件具有耐腐蚀性，能够避免湿气或灰尘的侵入。空气管路使用不锈钢管，空气压缩机至干燥器间的管路采用软管。

安装连接螺栓和螺纹采用ISO公制标准。连接机车管路的空气管螺纹采用ISO 228标准，除非部件标准中有专门规定。机车管路符合GB/T 14976的相关要求。

管路如使用快装接头，须使用卡套式（非橡胶密封）快装接头。

塞门的手柄按下列规定安装：在机车正常工作位置时手柄与管路平行，且能方便操作。

软管设计寿命至少6年。

不同的材料组合在一起不会发生接触腐蚀等情况。所有的安装表面有防腐保护。

### 5.1.6 防护等级

安装在车体外部的所有部件/模块，其防护等级不低于IP65。

安装在机械室、司机室内的所有部件、模块，其防护等级满足制动系统设计和使用要求。

### 5.1.7 可维护性

5.1.7.1 在系统设计、原材料选择以及质量流程中，充分考虑了检查、维护、测试以及维修的时间和费用。

5.1.7.2 易磨损的零部件无须专门工具就能容易地接近和拆卸。部件易于检查、更换。

5.1.7.3 同一车型上同一型号的部件能够相互替换。

5.2 风源及干燥系统

风源及干燥系统主要包括：主空气压缩机、主空气干燥器和过滤器、总风缸、辅助空气压缩机、过滤器、辅助风缸等。

5.2.1 主空气压缩机组

每台机车装有两台容积流量不小于2400 L/min的空气压缩机。压缩空气进入制动系统前，经过干燥装置处理。

空气压缩机出口的压缩空气质量符合ISO 8573-1：2010固体颗粒3级，油4级的要求。

经过干燥装置和过滤器处理后进入制动系统的压缩空气质量符合ISO 8573-1：2010中规定的固体颗粒2级、湿度等级2级、含油量2级的要求。

5.2.1.1 主空气压缩机组采用螺杆式空气压缩机，见图5-1。

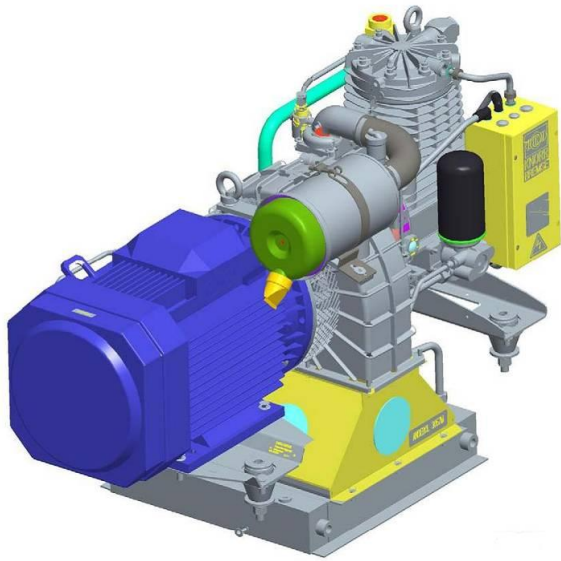


图 5-1 主空压机

工作方式	可以连续工作
容积流量	≥2400L/min
额定压力	1000kPa
噪音	≤102dB(A)
空气压缩机机械振动烈度	满足GB/T 7777-2003规定
排气温度	比环境温度（0～+50℃时）高15℃以下
防护等级	不低于IP54
空气压缩机滤清器要求：保证吸入的空气干净、无尘埃，滤清器指示器有故	

障显示功能。

空压机其它主要技术参数如下：

型号	SL22 或 TSA-230AVI-II 或 BT-2.6/10AD3
驱动电机额定转速	2920r/min /2955r/min /2940r/min
驱动电机额定功率	<25kW
排气含油量	≤5ppm
润滑油型号	Andero3057M
排气温度	环境温度在 0~+50℃时，出口温度不高于环境温度+15℃

5.2.1.2 空气净化干燥装置

型式	吸附式干燥器，双塔
容量	与空压机容积流量配套

干燥剂要求：干燥剂的正常使用期限内，干燥器能保证其出口空气质量满足技术条件要求。

再生耗气率、干燥器进气口到出气口之间压力损失符合 Q/CR 315-2014 《机车、动车用吸附式空气干燥器》的规定。

防护等级	不低于IP54
------	---------

空气干燥器主要技术参数如下：

工作压力	不大于1000kPa
工作方式	双塔交替，可间歇或连续工作
干燥剂	分子筛或活性氧化铝，更换周期不低于60万公里
空气处理量	≥2.4m³/min
再生耗气率	不大于18%

5.2.2 空气压缩机启停控制

当总风压力低于680±20kPa，起动两台空气压缩机工作，压力达到900±20kPa时停止工作；

当总风压力低于750±20kPa但不低于680±20kPa时，启动一台空气压缩机工作，压力达到900±20kPa时停止工作。

两台空压机按合理周期定期轮换工作。

5.2.3 总风安全阀设定值

空气压缩机出口后总风管路安全阀设定值	950±20kPa
--------------------	-----------

5.2.4 机车总风缸

总容积	≥1600L
-----	--------

总风缸为钢质材料，焊接工艺和检查满足相关标准要求，满足TB/T 304 《机车用总风缸技术条件》的相关要求。

每个总风缸都装有排水装置，总风缸排水阀安装在机械间内。

在总风缸至制动控制的管路上设置滤尘装置。

### 5.2.5 总风空气管系的漏泄量

在900 kPa总风压力下，机车总风空气管系的漏泄量不大于20kPa/5min。

### 5.2.6 总风压力低保护

当总风压力低于 $500 \pm 20$  kPa时，禁止牵引力输出。

### 5.2.7 辅助空气压缩机系统

每节机车设有一台辅助空气压缩机，并配备滤尘、干燥设施。推荐采用连续工作制的无油空气压缩机。

额定排气压力	$\geq 800$ kPa
额定排气量	$\geq 50$ L/min
排气量	$\geq 0.05$ m <sup>3</sup> /min
额定排气压力	800 kPa
电机功率	$\leq 860$ W
连续工作时间	$\leq 10$ min

配备有对压缩空气进行滤尘、干燥等设施。

机车设有50L的升弓风缸，风缸储存 $\geq 800$  kPa压缩空气在24小时后，泄漏不大于50 kPa，风缸装有排水阀。

## 5.3 制动控制系统

### 5.3.1 系统概述

#### 5.3.1.1 系统漏泄

600 kPa压力条件下，在机车制动系统完全充满风后，切断列车管的补风，列车管漏泄量不大于10kPa/5min。

#### 5.3.1.2 机车制动系统具有以下制动功能：

动力制动

自动空气制动

单独制动

紧急制动

采用弹簧储能的停放制动

#### 5.3.1.3 列车管定压设置及阶段缓解/一次缓解选择

列车管压力设定值可以选择500kPa或600kPa，并且机车制动控制系统在这两个定压下均能正常工作。

制动控制系统具有阶段缓解和一次缓解的选择功能，具有自动保压、自动补风作用，也可根据需要取消自动补风。

#### 5.3.1.4 控制手柄

制动作用可以通过操纵三个手柄实施，制动手柄的动作方便操作、可靠。

机车动力制动的功能由司机主控制器控制。

自动制动的功能由自动制动手柄控制，该手柄控制列车管压力，进而控制全列车的空气制动。

单独制动的功能由单独制动手柄控制。

#### 5.3.1.5 空气制动和动力制动联合作用功能

机车制动控制系统具有将空气制动和动力制动联合应用的功能。

制动控制系统能实现自动制动手柄的指令与机车主控制系统之间进行通信，以使机车的动力制动能根据自动制动手柄的指令来实施。

当用自动制动手柄实施列车常用操作时，机车动力制动与车辆空气制动可同时使用，机车动力制动力的大小与自动制动手柄对应的列车管减压量所产生的机车空气制动力相匹配。机车施行动力制动时，机车自动空气制动被切除，制动缸不会有压力。

在制动过程中，允许司机通过司机控制器增加动力制动。动力制动力可以通过不同的方式获得（自动制动手柄或司机控制器），数值较高者有效。

在制动过程中，当动力制动失效时，动力制动将被切除，动力制动和空气制动的联锁功能失效，空气制动根据制动手柄的制动指令自动起作用。

当用单独制动手柄实施机车制动操作时，执行空气制动。

当机车通过自动制动施加动力制动时，可以通过单独制动手柄施加单独空气制动，当制动缸压力达到90kPa时，切除动力制动。

#### 5.3.1.6 设有动力制动和空气制动的联锁功能

动力制动和空气制动不会同时作用于机车上（单独制动产生的制动缸压力低于90kPa除外）。

如果机车首先使用了动力制动，①当操纵使用自动制动时，机车本身的自动空气制动作用被阻止。②当使用单独制动时，在机车制动缸压力达到规定值（90kPa）时，动力制动将被切除。

如果首先使用了自动制动，当机车操纵使用动力制动时，机车的空气制动缓解。

如果机车首先使用了单独制动，当机车制动缸压力超过规定值后，操纵使用动力制动无效。

#### 5.3.1.7 与使用其他机车制动系统的兼容

机车制动系统能与26-L、JZ-7、EL-14、DK-1、DK-2、CCB II、FAIVELEY、CAB-A、CAB-B、JZ-8型制动系统兼容，通过制动缸平均管与装有上述制动系统的机车可

以重联操作。

#### 5.3.1.8 具有断钩保护作用

当列车分离时，机车制动控制系统能迅速准确判断，产生紧急制动作用，同时立即切断总风向列车管的补风作用，并切断机车牵引动力。同时能够防止机车总风缸的压缩空气快速流失。

#### 5.3.1.9 列车管折角塞门

采用防关折角塞门，手把从开放位移至关闭位的排风性能符合TB/T 3217-2009 标准的规定。

#### 5.3.1.10 冗余设计

机车制动控制系统中的主要部件和功能具有冗余特性。

#### 5.3.1.11 制动信息显示

风表显示见图5-2。

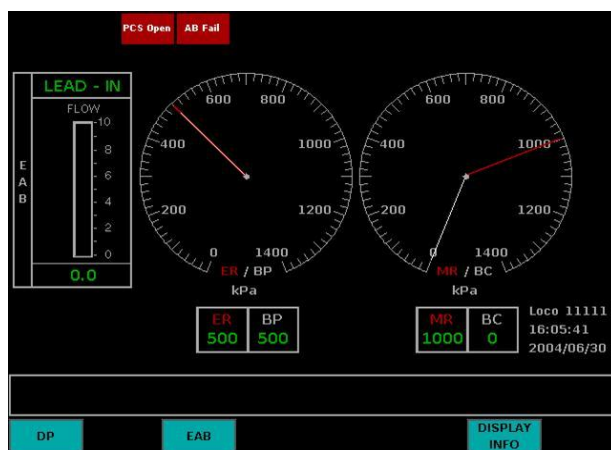


图 5-2 风表显示

配有显示屏能显示总风缸、均衡风缸、列车管、制动缸压力和列车管充风流量的信息，以及故障诊断和报警信息。

制动信息内容以中文显示。

#### 5.3.1.12 系统自诊断与故障记录

系统具有自诊断功能。

系统具有事件及故障记录、分析功能，能够记录事件或故障发生时的系统各状态数据，记录的状态数据能满足机车维护时的需要。并能提供事件和故障记录、分析的详细内容。

系统具有良好的人机界面（中文）和数据下载接口，用于诊断和记录信息的下载。

下载的数据、文件能在中文WINDOWS环境下进行处理，所有分析结果都能以

中文方式显示。

#### 5.3.1.13 防撞塞门

机车车体两端前端板内侧，在总风管、列车管和制动缸平均管上安装截断塞门，在车体端部外侧折角塞门受撞击损坏后，使用该塞门仍能运行机车。

#### 5.3.2 制动操作模式

##### 5.3.2.1 由主司机控制器给出的动力制动

操纵主司机控制器到制动位，施加机车的动力制动，动力制动力的大小与主司机控制器的制动级位成正比。

##### 5.3.2.2 自动制动手柄的常用制动

自动制动具有如下空气制动性能：

充风缓解作用：自动制动手柄维持在运转位时，实现列车管的定压充风及机车制动缸的完全缓解。

在紧急制动后使用运转位充气缓解时，机车列车管压力从零升至480kPa（500kPa定压）或升至580kPa（600kPa定压）的时间小于9s或11s。

在一次缓解时，机车制动缸压力从常用制动最高压力降至40kPa的时间小于7s（500kPa定压）或8.5s（600kPa定压）。

常用制动作用：列车管最小减压量为50kPa，机车制动缸压力为100kPa±15kPa。

常用制动可持续减压至常用全制动减压量。

定压为500kPa时：列车管常用全制动减压量140kPa，机车制动缸最大压力为360 kPa±15kPa，上升至95%最大压力的时间为6～8s。

定压为600kPa时：列车管常用全制动减压量170kPa，机车制动缸最大压力为420 kPa±15kPa，上升至95%最大压力的时间为7～9.5s。

机车制动缸压力与列车管减压量成线性比例关系。

机车均衡风缸的减压速度：从500kPa降至360kPa的时间为5～7s；从600kPa降至430kPa的时间为6～8s。

有过量减压作用，能够进行超出列车管常用全制动减压量的减压作用。

##### 5.3.2.3 单独制动

单独制动具有如下空气制动性能：

操作单独制动手柄能控制机车的单独制动和单独缓解，而不会影响列车管的压力变化。

当单独制动手柄处于制动区时，机车执行空气制动作用。

单独制动全制动时，机车制动缸的最高压力为300kPa±15kPa，制动缸压力从零升至285kPa的时间为2～4s。

当单独制动手柄处于运转位时，机车缓解制动。全缓解时，机车制动缸压力从300kPa降至40kPa的时间为3~5s。

单独制动手柄具有单缓功能，能缓解机车因自动制动产生的制动作用，单独制动手柄单缓后自动复位。

常用制动的制动缸压力，在单缓后不能恢复。

紧急制动的制动缸压力，在单缓后允许恢复。

#### 5.3.2.4 紧急制动

紧急制动可以有以下几种方式产生：（1）自动制动手柄在紧急位（2）监控紧急制动（3）紧急制动排风阀（4）列车分离等其它原因造成的紧急制动。

任何紧急制动作用，机车均执行空气紧急制动，但同时保证机车动力制动处于可随时投入状态。当司机投入动力制动，在动力制动力达到40kN左右时开始缓解机车空气制动。当动力制动失效时，动力制动将被切除，空气紧急制动能立即恢复。在动力制动工况时实施空气紧急制动，机车能解除动力制动，实施空气紧急制动作用，但动力制动仍可随时投入。

紧急制动作用和发生，都能立即切断机车的牵引作用。

列车分离和紧急制动排风阀排风（列车管减压速率 $>80\text{kPa/s}$ ）时，能够触发紧急制动作用。紧急制动排风阀符合TJ/JW 045的要求。

紧急制动电磁阀得电触发紧急制动作用。

在任何紧急制动时，机车制动系统会切断列车管的补风作用。

任何紧急制动作用保持至机车完全停止。紧急制动发生后，机车停车60s后且自动制动手柄在紧急位方可缓解紧急制动作用。

各种紧急制动时，机车在15~80km/h 速度范围内自动撒砂。

空气紧急制动时，紧急制动制动缸的升压速率不低于常用制动时的升压速率。

单机紧急制动时，列车管从定压降至0的时间小于3s。机车制动缸最高压力： $450\text{kPa}\pm 20\text{kPa}$ 。

#### 5.3.2.5 停放制动

停放制动只用于机车完全停止状态。

停放制动靠停放制动器的储能弹簧动作而实施，通过压缩空气缓解。

停放制动能够手动操作缓解。

通过操作停放制动按钮，可进行停放制动的实施和缓解。机车控制电源（电钥匙）断电后，停放制动能自动实施。

机车运行过程中，停放制动力与机车制动缸空气压力不可叠加实施。

停放制动需要有明确的状态指示，绿色显示时为缓解状态，红色显示时为制



动状态。

机车主控系统能监测并诊断停放制动的状态。

停放制动可通过带开关的截断塞门切除，机车主控系统能读取该塞门位置状态。

在停放制动实施状态，当机车方向手柄离开“0”位后，机车显示屏醒目显示警告，同时封锁机车牵引作用。

#### 5.3.2.6 重联机车的操作

机车制动机具备重联功能。

重联机车或双司机室机车的非操作端在设置为重联位后，自动制动手柄除紧急制动位外，失去其它控制功能；单独制动手柄在任何位置均失去控制功能。

当机车设置为重联机车后，在该机车上指示。

在制动平均管的作用下，本务机车制动控制系统能实现对重联机车的制动和缓解控制，以及作为重联机车通过制动平均管响应本务机车的制动和缓解操作控制。重联机车的制动缓解作用与本务机车的制动缓解协调一致。

#### 5.3.2.7 无动力回送

使用无动力回送装置，机车能够实现与中国铁路车辆混编，并且在无动力回送过程中不会影响制动系统的正常工作。

在无动力回送过程中，当制动时，回送机车的最高制动缸压力为200kPa～250kPa。

#### 5.3.2.8 故障安全导向

制动系统具有故障安全导向功能。

当制动系统失电时产生常用全制动的制动作用，而不是采取紧急制动作用的处理方式。

### 5.3.3 司机室内装置

#### 5.3.3.1 主司机控制器

主司机控制器控制机车动力制动。

#### 5.3.3.2 制动手柄

制动控制器见图5-3。



图 5-3 制动手柄

空气制动控制器包括自动制动手柄和单独制动手柄。制动控制器符合TJ/JW 046的要求。

自动制动手柄和单独制动手柄安装在台面上。

两个手柄均以远离司机(推)的方向移动作为增加制动作用,以靠近司机(拉)的方向移动为减小制动(缓解)作用。

制动手柄在操作时作用力度适宜,并且在机车有震动和冲击的情况下仍能保持制动手柄所处位置的稳定。

自动制动手柄在操作时有明显的位置感,有运转位、初制动位、常用制动区、全制动位、抑制位、重联位及紧急制动位,自动制动手柄具有空气的紧急制动排风功能。

单独制动手柄在操作时有明显的位置感,有运转位、制动区和全制动位。

单独制动手柄具有单缓操作功能,并且单缓后手柄能自动复位。

#### 5.3.3.3 紧急制动阀

紧急制动动作还能够通过执行司机室内独立的紧急制动阀(带手把)进行,紧急制动阀能大通量地排出列车管的压力空气,触发机车紧急制动作用。

紧急制动阀设置在司机室后墙,方便司机紧急情况下操作。

#### 5.3.3.4 显示器

制动显示器见图5-4。



图 5-4 制动显示屏

在机车司机操纵台上设有显示器显示制动系统的相关信息。

与制动相关的诊断功能、自检、校准、故障和事件标记通过显示器来执行。

I、II 端制动显示屏具有互换性。

#### 5.3.3.5 压力表

机械压力表用于在司机室的显示，能够分别显示总风缸、列车管和制动缸等压力。

压力表在检定使用期限内的测量数据正常显示。压力表精度不低于 2.5 级。

压力表带有夜间灯光照明。

#### 5.3.4 接口

##### 5.3.4.1 机械及管路接口

制动控制器在司机台上的机械安装、制动柜的机械安装及管路接口同种车型保持一致。

制动系统与机车其它管路（如风管、气动雨刷系统等）的接口同种车型保持一致。

机车制动系统的总风管、列车管、制动平均管接口满足相关标准要求。总风管折角塞门和总风软管组成连接的接头形式采用 Rc1；列车管折角塞门和列车管软管组成连接的接头形式采用 Rc1 $\frac{1}{4}$ 。

车端列车管从前端板伸出后具有固定装置，提高防松、防拔脱性能，便于维护。

机车管路接头具有防缓标记。

##### 5.3.4.2 电气接口

设有一路数字开关信号输入，用以实现空气制动与动力制动互锁。当机车使用动力制动时由机车主控制系统输出一个高电平电压信号给制动系统。

设有一路数字开关信号输出，用于牵引动力切除，如用于紧急制动或惩罚制动发生时，输出指令。

设有一路数字开关信号输入，当机车速度为逻辑零时则输入高电平给制动系统。

设有其它数字开关信号输入，用以满足LKJ监控装置和无人警惕装置紧急及惩罚制动的要求。LKJ监控装置常用制动要求两个减压模式，分别为执行减压80kPa和减压120kPa（货运）或130kPa（客运）常用制动；无人警惕惩罚制动要求执行常用全制动减压。

#### 5.3.4.3 网络通讯接口

制动系统与机车主控制系统有网络通讯接口，以实现相关信息的传输。网络通讯采用满足TCN标准的协议，通过MVB总线与机车总控制系统进行通讯，介质为ESD+或EMD，执行标准IEC 61375。

#### 5.3.4.4 机车无线远程控制系统安装接口

制动系统预留了机车无线远程控制系统的安装空间。

如果安装无线远程动力分布式控制系统，无论其是否工作，都能确保制动系统所有必需的功能。

### 5.4 基础制动系统

#### 5.4.1 基础制动形式

基础制动采用轮盘制动方式。

轮盘制动装置由制动盘、制动单元、夹钳和闸片等组成。

制动盘符合TJ/JW 042的要求，闸片符合TJ/JW 040《交流传动机车合成闸片暂行技术条件》的要求，制动夹钳单元符合 TJ/JW 043的要求。

#### 5.4.2 制动单元

制动单元外形结构见图5-5。

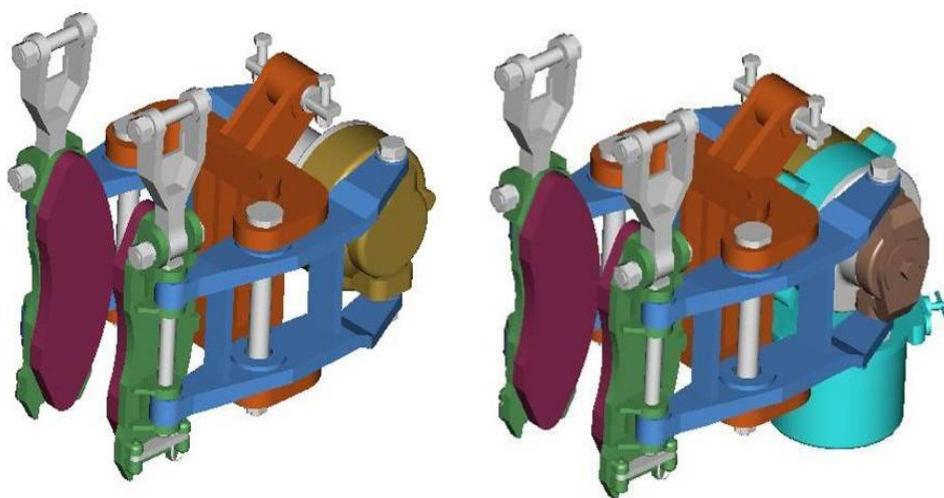


图 5-5 制动单元外形结构

制动单元（包括带储能停放制动器）带有闸片间隙自动调整装置。

制动闸片的更换简便。

基础制动装置的传动效率（紧急制动时，制动缸压力450kPa）： $\geq 85\%$

停放制动实施时，保证机车在30‰坡道上安全停放。

1) 制动单元

数量×直径	4×203mm（1、6轴） 8×254 mm（2、3、4、5轴）
制动倍率	3.23(缸径为203mm) 2（缸径为254mm）

机车空气制动率（23t轴重，紧急制动时）25.37%

2) 蓄能停放制动器（与1、6轴制动单元一体）

数量	4个
停放制动率	18%(能保证机车在30‰坡道上安全停放)

5.4.3 制动闸片

闸片材料	合成闸片
闸片的平均摩擦系数	0.35
闸片磨耗限值（mm）	19
闸片温度限值（℃）	400

5.4.4 轮装制动盘

制动盘材质	合金铸铁
制动盘形式	整体夹嵌式
制动盘的温度限值（℃）	$\geq 400$

5.5 撒砂系统

5.5.1 砂箱的数量和布置

机车对应每台转向架布置4个砂箱，每个砂箱容量不小于50L，砂箱严密防潮，能防止雨雪侵入。

每个转向架的四角各有一个砂箱，通过螺栓吊挂在构架上。

5.5.2 撒砂管出口

撒砂管出口部分采用橡胶管，出砂口位置符合TJ/JW 022的要求。

5.5.3 使用砂子的规格要求

砂子符合TB/T3254-2019中的相关规定。

5.5.4 撒砂控制

撒砂量和紧急制动停止自动撒砂速度符合TJ/JW 022的要求。

在任何天气条件下撒砂使用时能正确可靠地下砂。

撒砂喷嘴的位置和形状保证砂砾能正确撒在车轮踏面与钢轨相交处。

机车撒砂系统可与空气制动、防空转滑行等装置配合动作。  
可以通过司机室里撒砂脚踏板实施撒砂。

## 6 司机室

每台机车有两个具有同样操作功能的司机室，分别设在机车两端。司机室的结构和设备布置符合人体工程学的要求，适应单司机操作，具有良好的瞭望条件，符合UIC651的有关规定，并便于司机日常的检查维修。

### 6.1 司机室设备布置

司机室结构满足UIC 651:2002中2.2的相关要求。

司机室的尺寸满足UIC 651:2002中2.1的相关要求。

司机室瞭望条件满足GB/T 5914.1中的相关要求。

司机室内操纵台、侧墙、车门、地板和顶棚的色彩反射系数符合UIC 651:2002中2.12的相关要求。司机室环境符合TJ/JW 063的要求。

#### 6.1.1 司机操纵台布置

司机操纵台布置见图6-1。

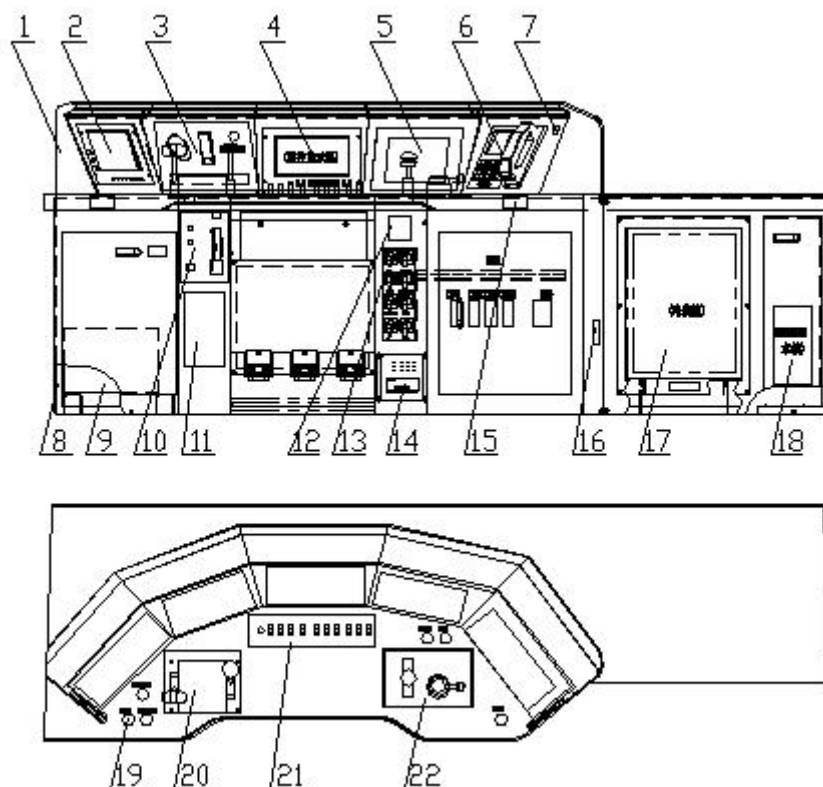


图 6-1 操纵台布置图

1—面板，2—制动显示屏，3—多功能状态仪表模块，4—监控显示屏，5—微机显示屏，6—无线通讯装置，7—列车供电钥匙开关（客运预留位置），8—柜体，9—空控制箱，10—重联电话，11—监控受话器，12—空调控制面板，13—万转开关，14—打印机，15—烟灰盒，16—五孔插座，17—冷藏箱，18—刮雨器水箱（含水泵），19—按钮，20—电控制动控制器，21—扳键开关组，22—司机控制器

##### 6.1.1.1 布置总则

操纵台的设计考虑了乘务人员的身材尺寸及其所执行的操作任务（操纵设备及监视仪表）。

操纵台的结构布置能方便司机就坐，并且能使双腿和膝关节行动自如，还能随时能让司机站着操纵。

操纵台上司机频繁接触的零部件采用了舒适性材料。

6.1.1.2 所有与运行有关的操纵装置、仪表、显示屏、操控开关、带转换、调节性的开关以及各种按钮、超速防护显示装置等均布置在操纵台主台面上；其它控制开关、辅助开关、转换开关可布置在操纵台主台司机右侧立柱面板上或司机室后壁上或司机上方车壁上；操纵台副台台面上设置一风笛按钮。

6.1.1.3 操纵台/座椅配合尺寸采用UIC 651中附录H的配置方案。

6.1.1.4 操纵台台面的材质采用环保材料。

6.1.1.5 操纵台的表面结构不会产生镜面效果，显示器应不会受到外来光线的影响，任何时候显示器都清晰可见。

6.1.2 司机室内宽敞明亮。司机室的顶棚、侧墙、地板具有隔热保温性能。司机室设有具有空气净化和新风补偿功能的空调装置及取暖装置，该装置符合UIC651标准。

6.2 司机室的噪音按照UIC 651规定的检测方法测试，司机室的噪音不超过75 dB(A)。

6.3 所有司机室的开口具有良好的密封。司机室具有良好的隔音，隔热，降噪功能。

#### 6.4 司机室照明

6.4.1 司机室照明系统的亮度能保持地板上30lx，司机控制台60lx。司机室保持足够的亮度使乘务员能方便的走动与观察。

6.4.2 仪表灯的亮度及记点灯不会使人炫目并区别于总照明。当额外的灯光被使用时，司机不会感到刺眼。

6.4.3 除上述要求外，照明满足UIC 651：2002中2.8的要求。

6.4.4 司机操控、观察有关的设备均有夜光功能。

#### 6.5 司机室设备

##### 6.5.1 司机操控设备

6.5.1.1 司机操纵台小容量（ $\leq 2A$ ）的扳钮、按钮及万转开关触点防护等级要求为IP60。万转开关的前端防护等级为IP60，后端装在屏柜内部，防护等级为IP30。

6.5.1.2 司控器设计执行GB/T 34573-2017。

6.5.1.3 司机控制器主控制手柄为避免误操作，设有锁闭设置，在主控制



手柄头部设置锁闭按钮，从“制动”向“牵引”区操纵时，需在“0”位按下主控制手柄锁闭按钮，从“牵引”向“制动”区操纵时，则可直接进行操纵。

6.5.1.4 司控器的触点防护等级采用IP60。

#### 6.5.2 前挡玻璃

6.5.2.1 采用分层电加热玻璃，有除霜、加热功能，玻璃与钢结构采用胶粘接。

6.5.2.2 前窗玻璃可以避免反射和高热量传递，不会使观察景象畸变，同时具有良好的隔热以防止正常情况下凝结和结冰。

6.5.2.3 在前窗上具有可调的遮阳帘。

6.5.2.4 玻璃采用安全防碎玻璃，性能要求如下：

(1) 除霜试验，模拟-25℃气候温度状态、玻璃内外表面1mm结霜厚度时；能满足30分钟以内消除冰霜的要求。

(2) 冲击阻力振动阻力测试，依据标准GB/T 21563《轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验》。

(3) 硬片阻力（抗道砟）实验，实验方法依据标准 TB/T 1451-2022。

(4) 耐冲击试验，实验方法依据标准TB/T 1451-2022中5.3.1进行。

(5) 抗老化试验，依据标准TB/T 1451-2022。

#### 6.5.3 刮雨器

刮雨器符合Q/CR 337-2019的规定，采用下置式安装，带有喷淋装置，具备间歇动作功能，基本参数如下：

a) 额定电压为DC 110V；

b) 刮雨器驱动电机额定功率为不大于125W；

c) 喷淋系统电机功率为不大于50W；

d) 一个司机室的左右刮雨器共用一套喷淋系统，其水箱容量不小于15L。

刮刷面积符合司机视野要求。

#### 6.5.4 侧窗

侧窗采用安全防碎玻璃。侧窗开启的时候，司机可以探身出去观察列车。在紧急情况下，司机能够打破侧窗玻璃经侧窗逃离司机室。

#### 6.5.5 后视镜

后视镜装在司机室侧窗外适当位置，后视镜可以展开或者折叠。

#### 6.5.6 司机室门锁装置

每个司机室两侧设有带锁的入口门，门锁和手柄为联动式，车门由本车专用的钥匙才能打开，且4个入口门使用1把钥匙打开。司机室通过走廊门与机械间相连接，走廊门锁为紧急安全锁，未设置开门钥匙，紧急情况下从司机室侧或从机

械间走廊侧按压把手，均可即时开门，走廊门（铰链侧）具有防夹措施。入口门及走廊门符合机车密封性要求。司机室门尺寸符合UIC 651中的相关规定。

#### 6.5.7 司机座椅

6.5.7.1 每个司机室内设有2个司机座椅，该座椅具有足够的稳定性，能进行上下、前后及转动的调节，并在转动范围不会碰及其他设备。

6.5.7.2 司机座椅的设计能够让司机在必要时迅速离开司机室。司机座椅的设计也能够允许司机根据需要站着操纵。

6.5.7.3 司机室内需提供两把固定式折叠座椅（添乘座椅），置于司机室后墙上。

#### 6.5.7.4 座椅主要性能满足以下要求：

（1）座椅面料阻燃性能试验，满足TB/T 3138试验要求。座椅护面材料的透气性，满足GB/T 5453规定的要求。座椅衬垫材料的性能，满足QC/T 56的规定。座椅面料色牢度试验，满足GB/T 3920 纺织品色牢度试验要求。

（2）座椅升降机构及前后运动滑轨试验，符合标准QC/T 805《乘用车座椅用滑轨技术条件》中规定。

（3）座椅旋转调节稳定性试验，符合标准Q/CR 295-2014《机车司机室座椅》规定。

（4）扶手强度试验，满足标准Q/CR 295-2014的规定。

（5）扶手疲劳强度试验。扶手水平安装，距离前边缘60mm，对其施加一个周期性600N的力，力的方向45°向外并向下，频率20次/分钟，循环周期20000次，要求试验过程中扶手不得有变形，永久变形量不得大于5mm。

（6）座椅靠背及其调节装置的强度试验依据标准GB 15083《汽车座椅 座椅固定装置及头枕强度要求和试验方法》。

（7）座椅靠背角度调节寿命试验。对完整座椅上部做10000次循环（一个循环为靠背在最大角度，释放调节手柄，使靠背逐级回弹到最小角度，释放调节手柄，将靠背再调整到最大角度），频率为2个循环/分钟。要求试验过程中不得发生任何裂纹，断裂情况，座椅不得产生异音。

（8）冲击振动测试 符合标准 GB/T 21563《轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验》中 1 类 A 级规定。

（9）座椅出厂后，在正常使用条件下，在装车使用三年时间或运用六十万公里（以先到为准），如出现由于产品质量引起的损坏，生产厂家免费为用户修理直至更换。

6.5.7.5 满足上述要求之外，按照UIC 651：2002中5的相关要求执行。

#### 6.5.8 空调装置(制冷+加热)

司机室温度符合UIC 651的规定。司机室设有空调、取暖装置，空调具有制冷、加热、空气过滤和补新风作用。双端司机室空调可同时工作，单独控制。

除满足上述要求之外，还符合UIC 651：2002中2.9的相关要求。

司机室空调和加热装置独立控制。

6.5.8.1 空调机

额定输入功率(制冷 / 制热)	≤3.5 / 6.5kVA
电压	3AC380V/50Hz
制冷量	4.5kW
制热量	5.1kW
数量	1台(每端司机室)
新风换气量	60m <sup>3</sup> /h

6.5.8.2 司机室加热装置

脚炉：

数量	1台(每端司机室)
功率	0.4kW

后墙暖风机：

数量	2台(每端司机室)
功率	1.5kW

6.5.8.3 司机室空调和加热装置的控制可独立控制。

6.5.9 机车语音箱

机车司机室配备语音箱，采用双端司机室布置方案，实现以下主要功能：

(1)司机室各种设备语音提示、报警的集中管理和规范发声。

(2)按标准、规范的通信规程、数据格式与各种需要语音提示、报警的设备进行通信联系。及时响应、调度各种设备的语音提示及报警请求。

(3)按语音编码自动生成各种提示、报警语音。并能根据特殊编码要求，自动生成多种提示、报警声音。

(4)按机车上各设备和语音内容对司机操作的重要程度排列优先级别，按要求依次发出相应的提示、报警语音和音响。

## 7 其它

7.1 不锈钢制中国铁路路徽安装在机车两端外部正中央。机车标识符合GB/T 25333-2010。机车涂装方案由甲方后续提供。

7.2 机车所有同类型的零部件有互换性。

7.3 机车上的螺钉、螺栓及其它紧固件均符合ISO公制系统。

### 7.4 机车车载卫生间

机车车载卫生间符合Q/CR 17-2014或Q/CR 561-2017的要求。机车车载卫生装置是集洗手、集便、排风、低温加热为一体的机车设备，采用非直排式结构，排泄物独立收集处理，框架式结构卫生间，具有集便器、水箱、水箱液位检测开关和加热防冻装置、污物箱、状态显示面板及故障报警装置、取暖器、通风排气扇、洗手台、节水水龙头、照明灯、废物收集装置、地漏、冲洗开关、排气照明开关、扶手等设施；

内部净空高度不小于1800mm。

主门宽度不小于450mm，高度不低于1700mm；

卫生间箱体采用框架式结构，能满足整体吊装、拆卸和机车正常运行工况的强度及刚度要求，整体起吊时结构无塑性变形，弹性变形不大于3mm；

卫生间框架壳体要满足保温及隔音要求；

在实现收集污物的同时，还具有面板状态显示、照明、排风、取暖、加热器加热、排污管加热、集便器故障和污物箱满载报警功能；

上水管注水口要求：上水管注水口如图7-1所示，材料为不锈钢；

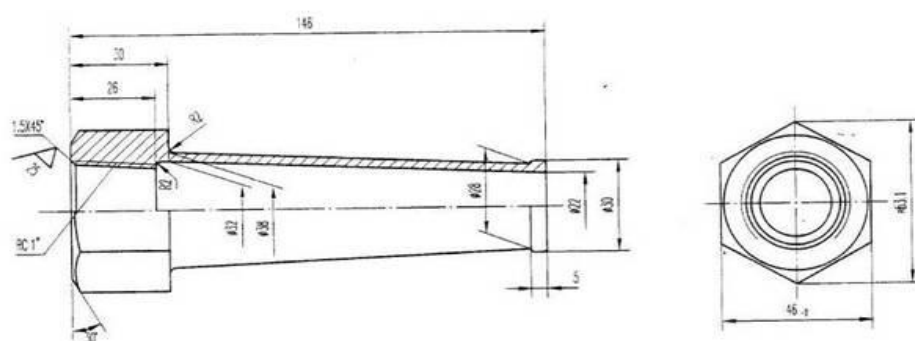


图7-1 上水管注水口

卸污口要求：卸污口采用不锈钢材质，卸污口接头型式尺寸符合EN 14420-7:2013的表A.1中DN 65的要求；

卫生装置内的各部件表面不易污染并易于清洗，采用的非金属材料阻燃性符合TB/T 3138-2018中的相关规定；

水箱、污物箱容量要求：一次整备后至少可连续使用40次；

卫生间通风方式要求废气直接排出车外。

### 7.5 生活设施

机车设有一台转波式微波炉、一台冰箱和一个电水壶。

两端司机室内均设有四个衣帽钩，采用不锈钢材质，布置在司机室后墙上适当的位置，衣帽钩悬挂物体重量按10kg考虑，强度按车体紧固件冲击载荷计算。

两端司机室内均设有烟灰缸。烟灰缸设在司机易于触及的地方。

7.6 乙方负责机车的加装、改造项目的设计、采购及装车，具体要求如下：

（1）LKJ型列车运行监控记录装置。（LKJ-2000型 时代电气）

（2）机车综合无线通信设备(CIR)。（WTJZ-I型，双控 712厂产品）

（3）机车信号设备（JT-C 山西润泽丰公司产品）

（4）机车电子履历符合 TJ/JW 095《交流传动机车电子履历暂行技术条件》的要求。

## 二、地面供电电源

### 1. 设备基本描述

地面供电电源柜是HXD3C型交流传动电力机车在静止状态下调试过程中，通过该设备向机车提供DC600V\DC110V\AC380V电源的供电装置。地面供电电源柜采用可控硅技术把交流电进行整流调压，变换成电压可调的直流电的整流电源，同时也可以作为一般工业用电阻性负载的稳压稳流可调直流电源。其中DC600V电源为一个输出柜体，用于为机车提供DC600V电源；DC110V与AC380V为一个输出柜体，用于为机车提供DC110V电源和AC380V电源（这两种电源需要分别启动试验，不可以同时启动）。

供电柜设有电流反馈环节和电压反馈环节形成闭环控制，采用了数字控制系统，稳压稳流精度高，可根据生产工艺调节稳压电压值，同时具有完善的故障、报警检测和保护功能（实时检测过流、过压、控制板内部故障，设有开机软启动、截流、截压、急停等保护，发生故障时，可使交流侧跳闸，并发出声光报警，保证了设备运行的可靠性）。良好的人机界面和良好的开放性能。

### 2. 设计规范与标准

地面供电电源柜满足以下的标准与要求：

GB/T25890.7-2010	《轨道交通 地面装置 直流开关设备 第7-1部分：直流牵引供电系统专用测量、控制和保护装置 应用指南》
GB3859.1-93	《半导体变流器 基本要求的规定》
GB3859.2-93	《半导体变流器 应用导则》
GB3859.3-93	《半导体变流器 变压器和电抗器》
JB/T 9689—1999	《牵引变电站用整流器》
GB/T 20138	《电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK代码）》
GB1094.1-2007	《电力变压器 第1部分 总则》
GB1094.11-2007	《电力变压器 第11部分 干式变压器》
GB/T10228-2008	《干式电力变压器技术参数和要求》
GB4208-2008	《外壳防护等级（IP代码）》

### 3. 供电柜1（DC600V）

供电柜1：DC600V柜子一台（包含安装调试），输出DC600V直流电源，实现大功率机车库内动车功能，含线缆及与机车配套连接器，输出线缆长度不少于100m。

#### 3.1 工作环境

供电条件：三相交流电，380V±10%，50Hz；

环境温度：-25℃～50℃；

相对湿度：≤100%；

设备在我国境内气候条件下能连续稳定工作24小时，并保持各项电参数无波动；  
外壳防护等级达到IP20，结构符合整体布置要求。

### 3.2 主要技术规格：

交流输入标称电压：AC380V $\pm$ 10%；

环境温度：-25℃ $\sim$ 50℃；

相对湿度： $\leq$ 100%；

装机容量：DC0V $\sim$ DC850V（其中额定DC600V, 250KVA）；

额定频率:50Hz；

负载等级：V级；

整流方式：单台整流器包含一个整流电源；

显示方式：3位半数显电压/电流；

整流类型：可控硅整流；

冷却方式：户内、自然冷却；

输出电压：DC600V $\pm$ 1%；

接地电阻 $\leq$ 4 $\Omega$ ，绝缘电阻 $\geq$ 20 兆欧。

### 4. 供电柜2（DC110V/AC380V ）

供电柜2：DC110V柜子一台（含380V转换柜）（包含安装调试）。DC110V柜输出DC110V直流电源，实现大功率机车蓄电池充电功能；AC380V转换柜实现大功率机车辅助系统AC380V供电功能，实现大功率机车辅助系统试验测试功能。DC110V柜子一台（含AC380V转换柜）含线缆及与机车配套连接器，输出线缆长度各不少于100m。

#### 4.1 工作环境

供电条件：三相交流电，380V $\pm$ 10%，50Hz；

环境温度：-25℃ $\sim$ 50℃；

相对湿度： $\leq$ 100%；

设备在我国境内气候条件下能连续稳定工作24小时，并保持各项电参数无波动；  
外壳防护等级达到IP20，结构符合整体布置要求。

#### 4.2 工作环境

##### 主要技术规格

交流输入标称电压：AC380V $\pm$ 10%；

环境温度：-25℃ $\sim$ 50℃；

相对湿度： $\leq$ 100%；

装机容量：DC0V $\sim$ DC150V（其中额定DC110V, 15KVA）；

额定频率:50Hz；

负载等级：V级；

整流方式：单台整流器包含一个整流电源；

显示方式：3位半数显电压/电流；

整流类型：可控硅整流；

冷却方式：户内、自然冷却；

输出电压：DC110V $\pm$ 1%；AC380V $\pm$ 10%；

接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ ，绝缘电阻 $\geq 20$  兆欧。

## 5. 设备构成

供电柜主要由DC600V电源柜体、DC110V电源柜体（包含AC380V）、干式升压变压器、整流调压可控硅、数字化触发器、滤波电抗器、滤波电容器，数字化仪表、100m直流受电滑线、受电滑线牵引小车等部分组成。

供电柜实物参考照片如下图所示。



地面供电电源柜实物参考照片

## 6. 供电滑轨

长度100m；支撑立柱高度2m。

## 7. 牵引小车

牵引小车取电方式为滑触线方式，满足现场供电柜电源耐压要求。

供电滑轨及牵引小车实物参考照片如下。





供电滑轨及牵引小车实物参考照片

#### 8. 其他

- (1) 地面电源供电柜包含现场安装及调试服务。
- (2) 增加一套牵引变流柜面板，与原车HXD3C型电力机车牵引变流柜面板尺寸一致，材质为耐磨透明亚克力材料，厚度不低于3mm。
- (3) 地面供电电源采用大连交通大学研制的DMGD-HXD3C型号产品。

### 三、检修作业平台

#### 1. 设备用途

适用机车检修作业，方便作业人员进出机车内部以及对车顶设备进行检查、检测、清洁保养，保证作业人员上下机车的安全和防护。

#### 2. 设备工作环境

海拔：≤1000m

工作环境温度：-25℃～50℃

工作相对湿度：≤95%

#### 3. 设备构成

三层作业平台由二层平台、三层平台、立柱、爬梯、栏杆、安全门、立柱式防坠护网等组成。

#### 4. 执行标准

检修作业平台的设计、制造、试验、安装、验收等均符合国家现行的有关技术标准、设计验收规范。设备运行安全、机构合理、操作简单、维修方便。引用标准如下：

机械设计、制造及安装执行的标准

- (1) GB700-88 碳素结构钢
- (2) GB699-88 优质碳素结构钢
- (3) GB709-88 热轧钢板
- (4) GB707-88 热轧槽钢
- (5) GBJ17-88 《钢结构设计规范》
- (6) GB/T14092.5 《机械产品环境条件工业腐蚀》
- (7) GB/T5994 《装配通用技术条件》
- (8) GB50213-98 机械设备安装工程施工及验收通用规范

电气控制系统设计、制造及安装执行的标准

- (1) GB1497 《低压电气基本标准》
- (2) GB4728 《电气图用图形符号》
- (3) GB6988 《电气制图》
- (4) GB/T75 《电机基本技术要求》
- (5) GB4949.2 《低压电器外壳防护等级》
- (6) GB50055 《通用用电设备配电设计规范》

#### 5. 技术参数

作业平台长度：25m

作业平台二层宽度：1m（依据大库结构与机车限界调整）

作业平台三层宽度:	1.1m (依据大库结构与机车限界调整)
作业平台二层标高:	1.8m
作业平台三层标高:	4.1m
作业平台中层防护栏杆高度:	1.05m
作业平台顶层防护栏杆高度:	1.2m
平台均布载荷:	$\geq 200\text{kg/m}^2$

(以上尺寸参数均为参考, 在项目设计联络阶段最终确定)

## 6. 主要技术说明

(1) 检修作业平台由平台台面、平台立柱、扶梯、安全网栏、落地护栏(含翻板)等组成。

(2) 设备为全钢结构, 主要受力构件为 H 型, 采用模块化设计, 便于现场安装。

(3) 作业平台台面几何尺寸误差 $\leq \pm 2.5\text{mm/m}$ 。作业平台承受最大均布荷载不小于  $2.0\text{ kN/m}^2$ 。

(4) 顶层作业平台用于车顶设备的安装和维修作业, 使用全钢结构, 台面采用防滑花纹钢板。顶层作业平台两侧采用防护固定式护栏, 并在车顶设备处设置开门, 方便检修人员进出车顶作业区域。平台上所有护栏底板外边缘均设置 100mm 踢脚挡板, 以防工具、零件滑落。

(5) 中层作业平台用于车窗和车辆内部的安装、清洁和检查, 使用全钢结构, 台面采用防滑花纹钢板。中层作业平台两侧采用固定式防护栏, 单侧平台临近车辆一侧设置开门位置, 开门位置与车门对应, 以方便检修人员进出车辆内部。平台上所有护栏底板外边缘均设置 100mm 踢脚挡板, 以防工具、零件滑落。平台边缘距离车辆轮廓线的安全距离满足相关规范要求。

(6) 立柱采用 H 型钢和筋板的焊接结构, 立柱与地面基础牢固连接。

(7) 扶梯采用碳钢焊接结构。每组平台设上下爬梯, 爬梯净宽 650mm, 爬梯踏板设置防滑。地面到中层爬梯数量为 2 个, 设置在两端; 中层到顶层爬梯单侧平台数量 1 个, 爬梯设在中间。

(8) 检修作业平台设置照明系统, 设置在顶层平台和中层平台底部。

(9) 落地护栏、顶层作业面在与顶层作业面等高位置水平设置防跌落安全防护装置, 该装置设计为翻板结构, 与车体水平方向间隙贴近车辆限界, 以有效避免人体滑落。

(10) 平台上车顶爬梯设置安全门。

(11) 平台设置门体、门框以及门禁。

(12) 检修作业平台采用大连交通大学研制的 ZYPT-HXD3C 型号产品

#### 四、随车工具、备品、易耗件、随车提供资料清单

##### 1、随车专用工具（包括但不限于）

序号	品名	数量
1.	检查行灯（带绝缘导线长 3m）	6 个
2.	刻丝钳（带绝缘套）	1 把
3.	尖嘴钳（带绝缘套）	1 把
4.	电工刀（可开闭）	1 把
5.	一字及十字螺丝刀（4x75mm）	各 1 把
	一字及十字螺丝刀（6x150mm）	各 1 把
	一字及十字螺丝刀（6x200mm）	各 1 把
6.	套筒扳手（8mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（10mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（13mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（16mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（18mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（24mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（30mm、1/2"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（36mm、3/4"棘轮扳手）	1 个
	套筒扳手（46mm、3/4"棘轮扳手）	1 个
	棘轮扳手（1/2"）	1 把
	棘轮扳手（3/4"）	1 把
7.	双开扳手（5.5x7）	1 把
	双开扳手（6x7）	1 把
	双开扳手（8x9）	1 把
	双开扳手（8x10）	1 把
	双开扳手（10x12）	1 把
	双开扳手（16x18）	1 把
	双开扳手（20x22）	1 把
	双开扳手（22x24）	1 把

序号	品名	数量
	双开扳手（30x32）	1 把
	活动扳手（100mm）	1 把
	活动扳手（200mm）	1 把
	活动扳手（300mm）	1 把
8.	内六角扳手（6mm）	1 把
	内六角扳手（8mm）	1 把
	内六角扳手（10mm）	1 把
	内六角扳手（14mm）	1 把
	内六角扳手（17mm）	1 把
9.	手锤（0.75kg）	1 把
10.	扁锉（3 号锉纹、150mm、带手柄）	1 把
	尖头扁锉（2 号锉纹、200mm、带手柄）	1 把
	圆锉（2 号锉纹、150mm、带手柄）	1 把
11.	带嘴油壶（3L）	1 只
12.	手动油枪（A200cm <sup>3</sup> 、三爪式注油嘴）	1 把
	手动油枪（A100cm <sup>3</sup> 、三爪式注油嘴）	1 把
13.	油桶（15L）	1 个

## 2、随车提供的备品（包括但不限于）

序号	品名	数量
1.	带盒信号旗（一红、一绿）	1 套
2.	可充电手持信号灯（红、绿、白转换）	1 个
3.	干粉灭火器	4 个
4.	接地杆、验电杆	1 套
5.	止轮器	2 个
6.	橡胶绝缘手套（25kW 以上）	1 付
7.	绝缘垫板（1000 $\times$ 1000 $\times$ 2 橡胶板）	1 块
8.	电热水器	2 个
9.	25 升塑料桶	2 个
10.	大功率机车车模（HXD3C，1:68）	10 个

序号	品名	数量
11.	安全帽	10 套
12.	登顶安全带	10 套
13.	保健箱	1 个
14.	轨道电路短接线	1 根

### 3、随车提供的易耗件（包括但不限于）

序号	品名	数量
1.	各种照明灯泡（包括头灯）	各 2 个，与整车匹配
2.	各型熔断器	各 2 只
3.	总风软管连接器总成（带接头）	2 根
	列车软管连接器总成（带接头）	2 根
	平均软管连接器（带接头）	2 根
	车体与转向架连接软管	每种 2 根
4.	轮缘润滑脂	5 升
5.	各种电机碳刷	每种 4 付
6.	火炬（插式）	按现行标准
	响墩 75-1 型	按现行标准
	无火回送标志牌	按现行标准

### 4、救援专用工装、工具（包括但不限于）

序号	品名	数量
1.	复轨器（左、右）	每车一套
2.	钢轨急救器	1
3.	大小齿轮脱开专用工具（如有）	1
4.	整体起吊连接装置（包括车体和转向架间活动连接件）	1

### 5、机车随车提供的资料（包括但不限于）

序号	图样名称	单位	数量
----	------	----	----

1.	主电路图	份	2
2.	辅助电路图	份	2
3.	控制电路图	份	2
4.	微机及网络控制系统图	份	2
5.	空气制动系统总图	份	2
6.	空气制动系统原理图	份	2
7.	电气线路说明书	份	2
8.	空气制动系统说明书	份	2
9.	机车操纵手册	份	2
10.	机车使用保养说明书	份	2
11.	机车履历簿	份	1
12.	教学故障设定说明书	份	2

## 五、附则

1. 未尽事宜由甲乙双方协商解决。
2. 本技术协议一式陆份，甲方肆份，乙方贰份；经甲乙双方代表签字、盖章后生效。

甲方（盖章）：  
陕西铁路工程职业技术学院

甲方代表签字：



地址：  
陕西省渭南市站北街东段一号

电话：0913-2221151

日期：2015 年 12 月 12 日

乙方（盖章）：  
中车大连机车车辆有限公司

乙方代表签字：

地址：  
辽宁省大连市旅顺经济开发区兴发路82号

电话：0411-66996570

日期：2015 年 12 月 12 日

（以下无内容）