

齿轨列车驱动装置通用技术条件

Drive unit for Rack train

2023 - 08 - 22 发布

2023 - 11 - 22 实施

目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 使用条件..... 3

 4.1 环境条件..... 3

 4.2 线路条件..... 3

 4.3 齿轨条件..... 3

5 齿轨驱动装置类型..... 3

6 技术要求..... 4

 6.1 限界..... 4

 6.2 基本要求..... 4

 6.3 性能要求..... 4

 6.4 零部件要求..... 5

7 检验和试验方法..... 8

 7.1 通用检验方法..... 8

 7.2 I型驱动装置试验方法..... 9

 7.3 III型驱动装置试验方法..... 11

 7.4 II型、IV型驱动装置试验方法..... 13

8 检验规则..... 14

 8.1 例行检验..... 14

 8.2 型式检验..... 14

 8.3 检验项目..... 14

9 标志、包装、运输和贮存..... 17

 9.1 标志..... 17

 9.2 包装..... 17

 9.3 运输..... 18

 9.4 贮存..... 18

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖南省市场监督管理局提出。

本文件由湖南省新型城市轨道交通标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中车株洲电力机车有限公司、株洲九方装备股份有限公司、株洲国创轨道科技有限公司、湖南省交通规划勘察设计院有限公司。

本文件主要起草人：陈国胜、沈龙江、张又孔、陈喜红、谢加辉、何桥、陶功安、张冲、廖志伟、姜宇飞、陈宇向、肖黎亚、邱冰、易兴利、邹文辉、祝贺、何烨、李振华、高彬、赖舒平、李春、余妍金戈、谌曦。

齿轨列车驱动装置通用技术条件

1 范围

本文件规定了立式齿轨列车驱动装置（以下简称驱动装置）的使用条件、类型、技术要求、检验方法、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于线路坡度不大于 300‰，齿轨线路上最高速度不大于 40 km/h 的立式齿轨列车驱动装置。卧式齿轨列车驱动装置可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 1348 球墨铸铁件
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 3480.2 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 2 部分：齿面接触强度（点蚀）计算
- GB/T 3480.3 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 3 部分：轮齿弯曲强度计算
- GB/T 3531 低温压力容器用钢板
- GB/T 6391 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命
- GB/T 6404.1 齿轮装置的验收规范 第 1 部分 空气传播噪声的试验规范
- GB/T 6404.2 齿轮装置的验收规范 第 2 部分 验收试验中齿轮装置机械振动的测定
- GB/T 7826—2012 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析（FMEA）程序
- GB/T 7829—1987 故障树分析（FTA）程序
- GB/T 10095.1—2022 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第 1 部分：齿面偏差的定义和允许值
- GB/T 10095.2—2008 圆柱齿轮 精度制 第 2 部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值
- GB/T 15822（所有部分） 无损检测 磁粉检测
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 25343（所有部分） 铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接
- GB/T 25123.2 电力牵引 轨道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/Z 6413.1 圆柱齿轮、锥齿轮和准双曲面齿轮 胶合承载能力计算方法 闪温法
- GB/Z 6413.2 圆柱齿轮、锥齿轮和准双曲面齿轮 胶合承载能力计算方法 积分温度法
- GB/Z 18620.2—2008 圆柱齿轮检验实施规范 第 2 部分：径向综合偏差、径向跳动、齿厚和侧隙的检验
- GB/Z 18620.4—2008 圆柱齿轮检验实施规范 第 4 部分：表面结构和轮齿接触斑点的检验
- GB/Z 36517 滚动轴承一般载荷条件下轴承修正参考额定寿命计算方法

TB/T 1463 机车轮对组装技术条件
TB/T 1465 机车车辆用球墨铸铁件通用技术条件
TB/T 2211 机车车辆用压缩钢制螺旋弹簧
TB/T 2944.1—2019 机车车辆用锻件 第1部分：碳素钢
TB/T 2944.2—2019 机车车辆用锻件 第2部分：合金钢
TB/T 2989 机车车辆牵引齿轮
TB/T 3211—2009 机车车辆用铸钢件射线照相检验参考图谱
TB/T 3246（所有部分） 机车车辆螺栓连接设计准则
DB43/T 1867—2020 齿轨转向架通用技术条件

3 术语和定义

TB/T 3423—2015、DB43/T 1867—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热平衡 heat balance

在同一工况下，齿轮箱在试验台上连续运转，其油池油温在 20 min 内的变化不超过 3℃的状态。

[来源：TB/T 3423—2015，3.2]

3.2

额定功率 rated power

驱动装置长期工作（齿轨/黏着模式）允许传递的最大功率。

3.3

最高转速 maximum service rotational speed

驱动装置长期工作（齿轨/黏着模式）允许的最高转速。

3.4

额定转速 rated rotational speed

牵引电机持续工作（齿轨/黏着模式）时的额定输出转速。

3.5

额定扭矩 rated torque

齿轨/黏着模式下相应额定功率、额定转速时驱动装置允许传递的扭矩值。

3.6

黏着线路 wheel-rail adhesive tractive railway section

仅通过钢轮与钢轨之间的黏着力实现车辆有效牵引驱动的路段。

[来源：DB43/T 1867—2020，3.6]

3.7

齿轨线路 rack railway section

在线路上设置齿轨的路段。

[来源：DB43/T 1867—2020，3.7]

3.8

立式齿轨 vertical rack

齿条齿形面与轨面呈垂直布置，采用竖向啮合的齿轨。

[来源：DB43/T 1867—2020，3.3.1]

3.9

齿轨轮 cog wheel

与铺设在轨道上的齿轨相互啮合的安装在转向架上的齿轮。

[来源：DB43/T 1867—2020，3.4]

3.10

带式制动鼓 strap brake drum

将制动带拉力转换为摩擦制动扭矩装置中的圆筒状部件。

4 使用条件

4.1 环境条件

- 4.1.1 海拔高度应不超过 2500 m。
- 4.1.2 环境空气温度（遮阴处）在-25℃～+45℃之间。
- 4.1.3 最大相对湿度应不大于 90%（月平均温度为 25℃时）。
- 4.1.4 应能承受风、沙、雨、雪、盐雾、臭氧、粉尘等的侵袭。
- 4.1.5 应能耐受铁路正常使用清洁剂、喷油和喷脂等腐蚀以及飞石的撞击。

4.2 线路条件

线路条件应符合 DB43/T 1867—2020 中 4.2 的规定。

4.3 齿轨条件

- 4.3.1 齿条的常见安装高度见表 1 所示，超出表 1 的规定应双方协商确定。

表 1 齿轨安装高度

单位为毫米

序号	齿根线距轨面高度	齿顶线距轨面高度	备注
1	15.5	80.5	道岔结构简单，常用于齿轨/黏着混合线路
2	15	70	道岔结构复杂，常用于纯齿轨线路
3	19.3	75	道岔结构简单，常用于齿轨/黏着混合线路

- 4.3.2 齿条齿面硬度宜在 240 HB～320 HB 范围内。
- 4.3.3 齿轨条件的其他项点应符合 DB43/T 1867—2020 中 4.3 的规定。

5 齿轨驱动装置类型

根据齿轨驱动装置的适用线路和功能，立式齿轨驱动装置的类型见表 2。

表 2 齿轨驱动装置类型

类 型	爬坡范围	黏着速度	适用线路	说 明
I 型齿轨驱动装置	≤300%	—	齿轨线路	纯齿轨驱动装置，仅齿轨线路提供牵引和制动力，齿轨轮高度不可调。

表 2 齿轨驱动装置类型（续）

类 型	爬坡范围	黏着速度	适用线路	说 明
II 型齿轨驱动装置	≤300‰	≤80 km/h	齿轨+黏着混合线路	齿轨黏着混合驱动，齿轨和黏着线路均能提供牵引和制动力，齿轨轮高度不可调。适用于黏着段较短的线路。
III 型齿轨驱动装置	≤300‰	—	齿轨+黏着混合线路	纯齿轨驱动装置，仅齿轨线路提供牵引和制动力，齿轨轮高度可调。黏着线路齿轨驱动装置可按最高速度120 km/h随动。
IV 型齿轨驱动装置	≤300‰	≤120 km/h	齿轨+黏着混合线路	齿轨黏着混合驱动，齿轨和黏着线路均能提供牵引和制动力，齿轨轮高度可调。

6 技术要求

6.1 限界

限界应符合 DB43/T 1867—2020 中 6.1 的规定。

6.2 基本要求

- 6.2.1 驱动装置根据不同的类型特点，由牵引电机、联轴器、齿轮箱框架、传动齿轮、轴承、齿轨轮、轮对、带式制动装置、齿轨轮高度可调机构、切换机构等组成。
- 6.2.2 驱动装置及其零部件应符合有关标准的规定，并按本文件和经规定程序批准的产品图样和技术条件制造、检查和验收。
- 6.2.3 驱动装置组装后的齿轮侧隙、轴承游隙应符合经规定程序批准的产品图样或技术条件。
- 6.2.4 螺栓、螺母等紧固件的设计选用应符合 TB/T 3246（所有部分）的规定。
- 6.2.5 齿轮箱应设有在正常安装位置下易于往箱体注入润滑油的注油孔和将箱体内的润滑油排出的排油孔，排油孔处应加装有永久磁性的磁性螺堵，注油孔和排油孔位置螺堵宜有防松防脱措施。
- 6.2.6 齿轮箱应设有油量观察装置，应有油位上下限标志。
- 6.2.7 齿轮箱密封应采用双向密封或其他更好的密封结构，所有密封处在使用过程中不应有泄漏。
- 6.2.8 齿轮箱内齿轮和轴承宜采用飞溅润滑，润滑油换油周期不小于 15 万公里或 12 个月。
- 6.2.9 其他传动轴承宜采用润滑脂润滑，润滑脂补脂周期不小于 8 万公里或 6 个月。
- 6.2.10 输出端的带式制动毂与齿轨轮装置应刚性连接。
- 6.2.11 驱动装置中应集成齿轨轮润滑系统中的基础喷脂（油）装置。
- 6.2.12 齿轨轮上应设置避免油脂飞溅的保护罩。

6.3 性能要求

- 6.3.1 驱动装置应满足列车最高试验速度、最大试验坡度要求。
- 6.3.2 齿轨轮啮合情况下，驱动装置达到额定功率时，传动效率 $\eta \geq 90\%$ 。
- 6.3.3 驱动装置中各轴承部位的振动有效值不应超过 11.2 mm/s。
- 6.3.4 驱动装置中轴承与润滑油允许的最高温度根据轴承和润滑油特性决定。一般情况下，轴承和润滑油最高允许温度不大于 120℃。

6.3.5 驱动装置在低温环境下应能正常启动。

6.3.6 不考虑齿轨轮啮合状态下的空载驱动试验，距离驱动装置表面 1 m 测点的 A 计权声压级应小于等于 98 dB，测量位置见图 1 所示。

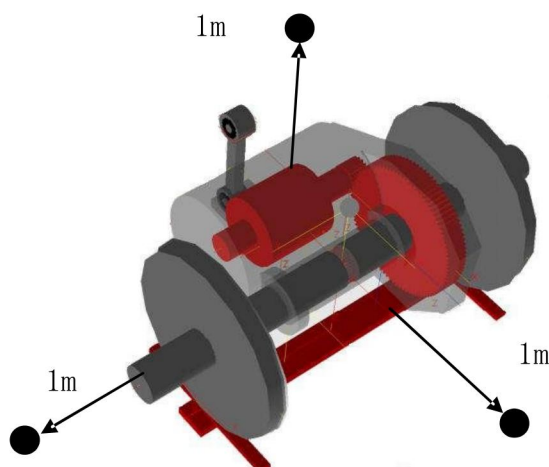


图 1 噪声计测量位置示意图

6.3.7 基础喷脂（油）装置喷嘴距离齿轨轮的位置应可调。

6.3.8 驱动装置型式试验后，不应发生零部件损伤或外观变形，连接处不应出现松动、漏油现象。解体检查，应满足以下要求：

- a) 磁性油堵不应有片状或块状颗粒的吸附物；
- b) 齿轮齿面不应有点蚀、剥落、黏着和裂纹等现象；
- c) 轴承应转动正常，无异常磨损、擦伤和剥落；
- d) 润滑油的性能不应产生明显变化。

6.3.9 在正常使用条件下，驱动装置的主要零部件设计寿命为：

- a) 齿轮箱框架：30 年；
- b) 传动齿轮：20 年；
- c) 齿轨轮：10 年；
- d) 齿轮箱轴承：5 年；
- e) 制动带闸片：5 年。

6.4 零部件要求

6.4.1 齿轮箱框架

6.4.1.1 齿轮箱体采用球墨铸铁制造时，力学性能应满足 GB/T 1348 的要求。采用其他材料制造时，其力学性能应满足相关技术文件的要求。球墨铸铁箱体铸件的表面质量应符合 TB/T 1465 的规定。

6.4.1.2 齿轮箱体、框架部分采用钢板焊接制造时，板材力学性能应符合 GB/T 3531 或 GB/T 1591 的规定。设计选材时，除考虑材料的力学性能外，还应兼顾材料的焊接性能。部分结构件采用铸钢材料时，其力学性能和焊接性能应满足相关技术文件的要求。焊缝质量等级的确定方法应按照 GB/T 25343 的规定执行，焊缝最低质量等级为 CP C2。

6.4.1.3 齿轮箱体、框架重要部位应进行 X 射线探伤或磁粉探伤（具体探伤要求在产品图样或相关技术文件中明确）。球墨铸铁箱体缺陷等级应达到 TB/T 3211—2009 中规定的 A 类Ⅱ级、B 类Ⅱ级、C 类Ⅲ级要求。球墨铸铁箱体重要部位的磁粉探伤按 GB/T 15822 进行，缺陷的类型及级别评定应满足表 3

的要求。

表 3 球墨铸铁齿轮箱箱体磁粉探伤缺陷等级

壁厚 mm	缺陷类型			
	线状显示或点线状显示非线状显示		线状显示或点线状显示非线状显示	
	单个显示长度 mm	累加显示长度 mm	单个显示长度 mm	总面积 mm ²
t≤16	6	10	6	70
16<t≤50	9	18	6	70
t>50	15	30	6	70

- 6.4.1.4 齿轮箱体、框架部分采用钢板焊接制造时，焊缝的检验等级应符合 GB/T 25343 的规定。
- 6.4.1.5 齿轮箱体上宜设置通气器和观察孔，观察孔的宽度不应小于牵引齿轮宽度的二分之一。
- 6.4.1.6 齿轮箱框架上应设有起吊耳或吊环螺钉孔。
- 6.4.1.7 齿轮箱体应进行渗漏检验，不应出现渗漏。
- 6.4.2 传动齿轮
- 6.4.2.1 齿轮材料宜选用渗碳合金钢，常用牌号及其要求应符合 TB/T 2989 的规定。选用其它牌号的齿轮其要求由供需双方协商确定。
- 6.4.2.2 齿轮接触承载能力计算应符合 GB/T 3480.2 的规定，齿轮弯曲承载能力的计算应符合 GB/T 3480.3 的规定。
- 6.4.2.3 齿轮胶合承载能力的计算应符合 GB/Z 6413.1 或 GB/Z 6413.2 的规定。
- 6.4.2.4 瞬时超载时的齿轮承载能力按 GB/T 3480 中规定的静强度计算方法进行计算，瞬时超载时的载荷为电机短路扭矩。若采用短路扭矩保护装置时，则可用相应的保护扭矩进行校核验证。
- 6.4.2.5 齿轮精度不应低于 GB/T 10095.1—2022、GB/T 10095.2—2008 中的 6 级要求。
- 6.4.2.6 齿轮接触斑点的百分比数值应符合 GB/Z 18620.4—2008 中 9.3.2 的规定。对于采用设计齿形和设计齿线时，接触斑点的百分比数值应符合经规定程序批准的产品图样或技术文件。
- 6.4.3 齿轨轮
- 6.4.3.1 齿轨轮模数、压力角应符合 DB43/T 1867—2020 中 6.3 的规定。
- 6.4.3.2 齿轨轮材料宜选用渗碳合金钢，常用牌号及其要求应符合 TB/T 2989 的规定。选用其它牌号的齿轮其要求由供需双方协商确定。
- 6.4.3.3 齿轨轮弯曲承载能力的计算应符合 GB/T 3480.3 的规定，额定工况下平行于齿条的单位齿宽啮合力应小于等于 900 N/mm。
- 6.4.3.4 瞬时超载时的齿轨轮承载能力按 GB/T 3480 中规定的静强度计算方法进行计算，瞬时超载时的载荷为扭矩保护装置的过载保护扭矩。
- 6.4.3.5 齿轨轮精度不应低于 GB/T 10095.1—2022、GB/T 10095.2—2008 中的 8 级要求。
- 6.4.3.6 齿轨轮上应有方便检测齿轮磨损的永久性标记。
- 6.4.4 轴承
- 6.4.4.1 轴承寿命计算采用的加速度应按 GB/T 21563 的规定值。
- 6.4.4.2 轴承应按照 GB/T 6391 和 GB/Z 36517 进行寿命计算和修正。

6.4.5 齿轨轮高度可调机构（Ⅲ型、Ⅳ型）

- 6.4.5.1 齿轨轮高度可调机构宜采用偏心轮旋转可调结构。
- 6.4.5.2 可调机构应方便车辆在地沟环境下调节。
- 6.4.5.3 齿轨轮高度调节间隔宜为 5 mm。
- 6.4.5.4 制动带应能适应齿轨轮高度可调机构。
- 6.4.5.5 可调机构应设置可靠的锁紧机构。
- 6.4.5.6 可调机构在调整过程中应灵活可靠。

6.4.6 切换机构（Ⅱ型、Ⅳ型）

- 6.4.6.1 切换机构在齿轨和黏着切换过程中应灵活可靠。
- 6.4.6.2 切换机构应设置可靠的锁紧机构。
- 6.4.6.3 切换机构动力源宜采用电动或液压装置。

6.4.7 带式制动装置

带式制动装置应符合 DB43/T 1867 的规定。

6.4.8 联轴器

- 6.4.8.1 联轴器应带有扭矩过载保护功能。
- 6.4.8.2 联轴器内鼓形齿宜采用润滑脂润滑。

6.4.9 牵引电机

- 6.4.9.1 牵引电机应符合 GB/T 25123.2 的规定。
- 6.4.9.2 对于Ⅱ型、Ⅳ型驱动装置，牵引电机宜设置有齿轨特性和黏着特性两种特性曲线。

6.4.10 轮对

轮对的设计、制造应符合 TB/T 1463、经规定程序批准的产品图样及相关技术文件的规定。

6.4.11 其他部件

- 6.4.11.1 空心轴、齿轨轮毂等锻件属于 TB/T 2944.1—2019 或 TB/T 2944.2—2019 中规定的Ⅱ类锻件。
- 6.4.11.2 空心轴宜选用碳素钢，常用牌号及其要求应符合 TB/T 2944.1—2019 的规定。
- 6.4.11.3 齿轨轮毂宜选用合金钢，常用牌号及其要求应符合 TB/T 2944.2—2019 的规定。
- 6.4.11.4 切向弹簧材料宜采用钢制弹簧，钢弹簧应符合 TB/T 2211 的规定。
- 6.4.11.5 基础润滑装置喷嘴宜采用扇形喷嘴。
- 6.4.11.6 齿轨轮保护罩宜采用钢板焊接制造。

6.5 RAMS 要求

6.5.1 可靠性

6.5.1.1 可靠性指标要求

每套驱动装置平均故障间隔时间 MTBF (Mean Time Between Failures) 不应小于 30×10^4 h。其中 MTBF 按公式 (1) 计算：

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{r} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

n ——产品总数，单位为件；

t_i ——第 i 个产品的工作时间，单位为小时（h）；

r ——累积故障次数，单位为次。

6.5.1.2 可靠性设计要求

6.5.1.2.1 应将可靠性设计与可维修性、安全性、可用性综合考虑。

6.5.1.2.2 在满足可靠性要求的条件下，应按简单、可靠的原则，把零部件的品种、规格数量减少到最少，并力求规范化、通用化、系列化，提高标准化系数。

6.5.1.2.3 应充分考虑继承性，并采用成熟技术。在必须采用新设计方案、新技术时，其可靠性应有必要的保证。

6.5.1.2.4 应按照 GB/T 7826—2012 的规定进行故障模式及危害性分析。

6.5.1.2.5 应按照 GB/T 7829—1987 的规定进行故障树分析。

6.5.2 可维修性

现场更换单元平均修复时间 MTTR 不应大于 0.5 h。车间更换单元平均修复时间 MTTR 不应大于 24 h。其中，MTTR 按公式（2）计算：

$$MTTR = \frac{\sum_{j=1}^k \lambda_j T_j}{\sum_{j=1}^k \lambda_j} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

λ_j ——导致第 j 个维修项目的产品的故障的故障率；

T_j ——第 j 个维修项目每次的平均维修工时，单位为小时（h）；

k ——全部修复性维修项目，单位为个。

6.5.3 可用性

驱动装置固有可用度 A_i 不应小于 99%。其中 A_i 按公式（3）计算：

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots\dots\dots (3)$$

6.5.4 安全性

每套驱动装置平均危险故障间隔时间 MTBF（H）不应小于 300×10^4 h，计算方法与 MTBF 一致。

7 检验和试验方法

7.1 通用检验方法

7.1.1 无损检测

- 7.1.1.1 球墨铸铁齿轮箱体按 GB/T 15822（所有部分）进行磁粉探伤检验，并按 TB/T 1465 进行 X 射线探伤检验。
- 7.1.1.2 焊接齿轮箱体、框架按照 GB/T 15822（所有部分）进行磁粉探伤检验，焊缝检验按 GB/T 25343（所有部分）的规定执行。
- 7.1.1.3 传动齿轮、齿轨轮、轴承座、齿轨轮毂、空心轴照 GB/T 15822（所有部分）进行磁粉探伤检验，并按 TB/T 1465 进行 X 射线探伤检验。

7.1.2 箱体渗漏检验

齿轮箱体内侧浸煤油 24 h 后，目视检验箱体外侧的渗油情况。

7.1.3 力学性能检验

传动齿轮、齿轨轮、齿轨轮毂、空心轴、齿轮箱体、框架材料的拉伸试验按 GB/T 228.1 的要求进行检验，冲击功 Akv 应按照 GB/T 229 规定的方法进行检验。

7.1.4 齿轮副啮合侧隙测量

齿轮副啮合侧隙测量按照 GB/Z 18620.2—2008 的规定执行。

7.1.5 轴承游隙测量

圆锥滚子轴承组装后，通过固定圆锥滚子轴承的内环或外环部分，按照图样或技术文件中规定的载荷推拉轴承的外环或内环部分，测量轴承的轴向运动距离。

7.1.6 齿轨轮高度可调验证（III型、IV型）

在车间或地沟环境、驱动装置断电状态下，脱开齿轨轮高度调节的锁紧装置，旋转调节盘使对应的锁紧孔与框架上的固定孔位置一致，然后合上齿轨轮高度调节的锁紧装置。齿轨轮高度可调验证时，需要验证到每一个分度档位。

7.2 I 型驱动装置试验方法

7.2.1 跑合试验

跑合试验按照表 4 中规定的转速及时间进行，正反转各做一次。试验过程中允许用 5 m/s 的风速对驱动装置发热部件进行风冷。试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏，检查齿轮箱磁性油堵上的吸附物。

表 4 跑合试验转速时间表

单位为 min

试验转速	额定转速的 25%	额定转速的 75%	额定转速	最高转速
跑合时间	5	10	30	5

7.2.2 空载试验

- 7.2.2.1 在额定转速下运转，直到温度达到热平衡。
- 7.2.2.2 在最高转速下运转，时间不少于 15 min。
- 7.2.2.3 试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱

各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

7.2.3 加载试验

7.2.3.1 允许用试验大齿轮将齿条的直线运动转换为旋转运动来模拟齿轮齿条啮合加载试验。

7.2.3.2 在加载试验过程中，对驱动装置施加工况模拟，工况模拟包含车轴承受的轴重、牵引电机承受的横向力、驱动装置的垂向激振。

7.2.3.3 额定转速加载试验，试验转速缓慢升至电机额定转速后，按额定扭矩的 25%、50%、75%、100%逐级加载运转，运转时间每级 10 min，在额定扭矩工况下持续运行 4 h。

7.2.3.4 最高运营转速加载试验，试验转速缓慢升至电机最高运营转速后，按其相对应的扭矩的 25%、50%、75%、100%逐级加载运转，运转时间每级 10 min，在最高转速对应的扭矩工况下持续运行 1 h。

7.2.3.5 试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

7.2.4 温升试验

试验转速缓慢升至最高转速后，按额定功率的 25%、50%、75%、100%逐级缓慢加载，当加载至额定功率后，试验台连续运转至热平衡后 2 h 为止。测量并记录齿轮箱的油池温度、轴承的温升曲线。

7.2.5 噪声测试

在不考虑齿轨轮啮合的空载状态、最高转速的 30%、60%、85%、100%工况下，按 GB/T 6404.1 测量驱动装置噪声。各速度等级下正反转分别测试。

7.2.6 振动测试

在额定转速、空载（或轻负荷）工况下，按 GB/T 6404.2 的要求测定齿轮箱的振动情况。

7.2.7 传动效率测试

试验转速缓慢升至额定转速后，按额定扭矩的 25%，50%，75%，90%，100%五级加载运转，应在试验驱动齿轮箱达到热平衡后，进入下一级载荷，每 10 min 记录一次扭矩、效率，根据每级热平衡时测出的扭矩、效率作出扭矩—效率关系曲线。

7.2.8 超负荷试验

在额定转速下，按额定扭矩的 110%和 120%进行台架试验，分别运转 10 min。试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

7.2.9 油量油位试验

空载工况下，在最高油位及最低油位分别以最高转速正反转运行，达到热平衡。试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

7.2.10 倾斜试验

空载工况下，模拟齿轨线路的不同坡度和超高，在高油位及低油位分别按照表 5 中规定的转速及时间进行，正反转各做一次。试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试

验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

表 5 倾斜试验转速时间表

试验转速	额定转速的 50%	额定转速	最高转速的 75%	最高转速
跑合时间 min	30	30	30	30

7.2.11 超速试验

以最高转速的 1.1 倍进行超速试验，正反转各持续运行 10 min。试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

7.2.12 耐久性试验

在额定转速、额定扭矩下，正反转连续运行各一次，每次试验时间不应低于高速轴齿轮 5×10^7 应力循环次数，亦可以用相当的强化试验代替。试验中监测驱动装置有无异常声音，测量轴承温升和齿轮箱的油池温升；试验后检查齿轮箱各动密封处和静密封处有无润滑油泄漏。

7.2.13 低温启动试验

在-25℃条件下，进行低温启动试验，并按车辆设计启动加速度加速至最高速度后，持续运转不少于 30 min，检查驱动装置运转情况。试验条件不具备时，允许用润滑油（脂）的特性说明替代。

7.2.14 制动工况试验

在车辆允许的最大齿轨下坡速度工况下，驱动装置上的带式制动连续 3 次施加制动，每次制动时间 2 min，正反向间隔 20 min 各做一次。试验过程中允许用 5 m/s 的风速对驱动装置发热部件进行风冷。检查制动工况下的驱动装置各部件运转情况，以及带式制动鼓周边区域的温升情况。

7.2.15 分解检查

型式检验后，应对驱动装置进行解体检查，检查项目如下：

- a) 放出齿轮箱箱体内润滑油，对润滑油进行油样分析；
- b) 检查齿轮箱磁性油堵吸附物情况；
- c) 检查齿轮、齿轨轮齿面状态；
- d) 齿轮表面接触斑点的测定按照 GB/Z 18620.4—2008 的规定执行；
- e) 检查轴承表面状态；
- f) 对重要受力结构件进行探伤检查。

7.3 III型驱动装置试验方法

7.3.1 跑合试验

跑合试验方法按 7.2.1。

7.3.2 空载试验

空载试验方法按 7.2.2。

7.3.3 加载试验

加载试验方法按 7.2.3。

7.3.4 温升试验

温升试验方法按 7.2.4。

7.3.5 噪声测试

噪声测试方法按 7.2.5。

7.3.6 振动测试

振动测试方法按 7.2.6。

7.3.7 传动效率测试

传动效率测方法按 7.2.7。

7.3.8 超负荷试验

超负荷试验方法按 7.2.8。

7.3.9 油量油位试验

油量油位试验方法按 7.2.9。

7.3.10 倾斜试验

倾斜试验方法按 7.2.10。

7.3.11 超速试验

超速试验方法按 7.2.11。

7.3.12 耐久性试验

耐久性试验方法按 7.2.12。

7.3.13 低温启动试验

低温启动试验方法按 7.2.13。

7.3.14 制动工况试验

制动工况试验方法按 7.2.14。

7.3.15 黏着随行试验

齿轨轮非啮合状态、驱动装置被动模式工况下，试验按表 6 中的车速及时间进行，正反转各做一次。试验过程中监测轴承温升；监测有无异常声音。

表 6 黏着随行试验速度时间表

列车黏着速度（新轮）	最高车速的 25%	最高车速的 50%	最高车速的 75%	最高车速	最高车速的 110%
跑合时间 min	10	60	120	60	10

7.3.16 分解检查

分解检查按 7.2.15。

7.4 II 型、IV 型驱动装置试验方法

7.4.1 跑合试验

跑合试验方法按 7.2.1，分电机齿轨特性曲线模式和电机黏着特性曲线模式分别试验。

7.4.2 空载试验

空载试验方法按 7.2.2，分电机齿轨特性曲线模式和电机黏着特性曲线模式分别试验。

7.4.3 加载试验

加载试验方法按 7.2.3，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.4 温升试验

温升试验方法按 7.2.4，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.5 噪声测试

噪声测试方法按 7.2.5，分电机齿轨特性曲线模式和电机黏着特性曲线模式分别试验。

7.4.6 振动测试

振动测试方法按 7.2.6，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.7 传动效率测试

传动效率测试方法按 7.2.7，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.8 超负荷试验

超负荷试验方法按 7.2.8，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.9 油量油位试验

油量油位试验方法按 7.2.9，分电机齿轨特性曲线模式和电机黏着特性曲线模式分别试验。

7.4.10 倾斜试验

倾斜试验方法按 7.2.10，分电机齿轨特性曲线模式和电机黏着特性曲线模式分别试验。

7.4.11 超速试验

超速试验方法按 7.2.11，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.12 耐久性试验

耐久性试验方法按 7.2.12，分齿轨驱动模式和黏着驱动模式分别试验。

7.4.13 低温启动试验

低温启动试验方法按 7.2.13，分电机齿轨特性曲线模式和电机黏着特性曲线模式分别试验。

7.4.14 制动工况试验

制动工况试验方法按 7.2.14。

7.4.15 切换机构试验

空载工况下，分别以 5 km/h、10 km/h、15 km/h、20 km/h 速度模拟黏着模式和齿轨模式的切换，分别进行双向切换试验，监测有无异常声音，检查锁紧机构状态。

7.4.16 分解检查

型式检验后，应对驱动装置进行解体检查，检查项目如下：

- a) 放出齿轮箱箱体内存润滑油，对润滑油进行油样分析；
- b) 检查齿轮箱磁性油堵吸附物情况；
- c) 检查齿轮、齿轨轮齿面状态；
- d) 齿轮表面接触斑点的测定按照 GB/Z 18620.4—2008 的规定执行；
- e) 检查轴承表面状态；
- f) 对重要受力结构件进行探伤检查；
- g) 检查切换机构表面状态，检查锁紧机构状态。

8 检验规则

8.1 例行检验

每个新出厂的驱动装置均应进行例行检验，所有检验项目经质量检验部门确认合格后，方可装车或出厂。

8.2 型式检验

驱动装置在在下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品试制完成时；
- b) 转厂生产的产品试制完成时；
- c) 驱动装置生产体系停止运行 5 年以上恢复生产时，且不能证明产品性能、质量一致性的；
- d) 驱动装置结构、工艺或材料的改变可能影响驱动装置某些性能时，应部分或全部进行型式检验。

8.3 检验项目

通用检验项目及要求见表 7，I 型驱动装置的试验要求见表 8，III型驱动装置的试验要求见表 9，II 型、IV型驱动装置的试验要求见表 10。

表 7 通用检验项目及要求

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	例行检验
1	无损检测	6.4.1.3 6.4.1.4	7.1.1	√	√
2	箱体渗漏检验	6.4.1.7	7.1.2	√	√
3	力学性能检验	6.4.1.1 6.4.1.2	7.1.3	√	—

表 7 通用检验项目及要求（续）

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	例行检验
4	齿轮副啮合侧隙测量	6.2.3	7.1.4	√	√
5	轴承游隙测量	6.2.3	7.1.5	√	√
6	齿轨轮高度可调验证（III型、IV型）	6.4.5.4 6.4.5.5 6.4.5.6	7.1.6	√	√
注 1：标有“√”为必检项目。 注 2：标有“—”的检验项目取决于用户与制造商之间的合同要求。					

表 8 试验项目及要求（I 型驱动）

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	例行检验
1	跑合试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.2.1	√	√
2	空载试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.2.2	√	—
3	加载试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.2.3	√	—
4	温升试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.2.4	√	—
5	噪声测试	6.3.6	7.2.5	√	—
6	振动测试	6.3.3	7.2.6	√	—
7	传动效率测试	6.3.2	7.2.7	√	—
8	超负荷试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.2.8	√	—
9	油量油位试验	6.2.7 6.3.1	7.2.9	√	—
10	倾斜试验	6.2.7 6.3.1	7.2.10	√	—
11	超速试验	6.2.7 6.3.1	7.2.11	√	—
12	耐久性试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.2.12	√	—
13	低温启动试验	6.3.5	7.2.13	√	—
14	制动工况试验	6.3.1 6.4.7.1	7.2.14	√	—
15	分解检查	6.3.8	7.2.15	√	—
注 1：标有“√”为必检项目。 注 2：标有“—”的检验项目取决于用户与制造商之间的合同要求。					

表 9 试验项目及要求（III型驱动）

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	例行检验
1	跑合试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.3.1	√	√
2	空载试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.3.2	√	—
3	加载试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.3.3	√	—
4	温升试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.3.4	√	—
5	噪声测试	6.3.6	7.3.5	√	—
6	振动测试	6.3.3	7.3.6	√	—
7	传动效率测试	6.3.2	7.3.7	√	—
8	超负荷试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.3.8	√	—
9	油量油位试验	6.2.7 6.3.1	7.3.9	√	—
10	倾斜试验	6.2.7 6.3.1	7.3.10	√	—
11	超速试验	6.2.7 6.3.1	7.3.11	√	—
12	耐久性试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.3.12	√	—
13	低温启动试验	6.3.5	7.3.13	√	—
14	制动工况试验	6.3.1 6.4.7.1	7.3.14	√	—
15	黏着随行试验	6.3.1	7.3.15	√	—
16	分解检查	6.3.9	7.3.16	√	—
注 1：标有“√”为必检项目。 注 2：标有“—”的检验项目取决于用户与制造商之间的合同要求。					

表 10 试验项目及要求（II型、IV型驱动）

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	例行检验
1	跑合试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.4.1	√	√
2	空载试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.4.2	√	—
3	加载试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.4.3	√	—

表 10 试验项目及要求（Ⅱ型、Ⅳ型驱动）（续）

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	例行检验
4	温升试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.4.4	√	—
5	噪声测试	6.3.6	7.4.5	√	—
6	振动测试	6.3.3	7.4.6	√	—
7	传动效率测试	6.3.2	7.4.7	√	—
8	超负荷试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.4.8	√	—
9	油量油位试验	6.2.7 6.3.1	7.4.9	√	—
10	倾斜试验	6.2.7 6.3.1	7.4.10	√	—
11	超速试验	6.2.7 6.3.1	7.4.11	√	—
12	耐久性试验	6.2.7 6.3.3 6.3.4	7.4.12	√	—
13	低温启动试验	6.3.5	7.4.13	√	—
14	制动工况试验	6.3.1 6.4.7.1	7.4.14	√	—
15	切换机构试验	6.4.6.2	7.4.15	√	—
16	分解检查	6.3.9	7.4.16	√	—
注 1：标有“√”为必检项目。 注 2：标有“—”的检验项目取决于用户与制造商之间的合同要求。					

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 驱动装置各主要部件应有在整个使用期内保持清晰的标记。标记至少应包含以下内容：

- a) 制造商名称或代号；
- c) 产品序列号；
- d) 制造日期。

9.1.2 对于牵引电机等有触电危险的部件应具有明显的安全标识。

9.2 包装

9.2.1 驱动装置应在全部检验完成后按供需双方的约定进行包装。

9.2.2 每个包装上应标出毛重、净重等。

9.2.3 每个包装应附有以下资料：

- a) 产品合格证；
- b) 出厂检验记录；

c) 外型尺寸及重量。

9.3 运输

9.3.1 在运输时，吊装前应将活动件固定牢靠，防止脱落事故和其他伤害。

9.3.2 驱动装置在运输中应妥善固定，并防止雨淋和水浸。

9.4 贮存

9.4.1 驱动装置应存放在防水、防雨、通风、无腐蚀环境的干燥场所。并采用止动措施防止自动溜逸。

9.4.2 牵引电机通风口应封闭防护，防止雨水、物体和灰尘等进入。

9.4.3 齿轨轮齿部应涂抹防锈油。

9.4.4 驱动装置存放3个月以上时，至少每3个月要滚动10 m以上的距离，且转动齿轨轮10圈以上，防止轴承某个滚子长期受力。