



中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3315—2013

交流传动机车异步牵引电动机

Asynchronous traction motors for AC-driven locomotives

2013-02-20 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

目 次

前 言	Ⅱ
1 范 围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 环境条件	2
5 技术要求	2
6 检验方法	8
7 检验规则	12
8 RAMS 要求	13
9 标志、包装、运输和储存	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由南车株洲电力机车研究所有限公司提出并归口。

本标准主要起草单位：南车株洲电机有限公司、永济新时速电机电器有限责任公司。

本标准参加起草单位：株洲南车时代电气股份有限公司、南车株洲电力机车有限公司、中国北车集团大连机车车辆有限公司、中国北车集团大同电力机车有限责任公司。

本标准主要起草人：吴顺海、孟语灵、尚诗贤。

本标准参加起草人：李益丰、蓝正升、李华湘、张晓东、曹富智。

交流传动机车异步牵引电动机

1 范 围

本标准规定了交流传动机车异步牵引电动机的环境条件、技术要求、检验方法、检验规则、RAMS要求、标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于电压源逆变器供电的交流传动机车用异步牵引电动机(以下简称电动机)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191—2008 包装储运图示标志(ISO 780:1997,MOD)

GB/T 1032—2005 三相异步电动机试验方法

GB 1971 旋转电机 线端标志与旋转方向(GB 1971—2006,IEC 60034-8:2002,IDT)

GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机(GB/T 2900.25—2008,IEC 60050-411:1996,IDT)

GB/T 2900.36 电工术语 电力牵引[GB/T 2900.36—2003,IEC 60050(811):1991,MOD]

GB/T 4942.1—2006 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码)分级(IEC 60034-5:2000,IDT)

GB/T 5465.2—2008 电气设备图形符号 第2部分:图形符号

GB/T 9239.1—2006 机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验(ISO 1940-1:2003,IDT)

GB 10068—2008 轴中心高为56 mm及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值(IEC 60034-14:2007,IDT)

GB/T 10069.1—2006 旋转电机噪声测定方法及限值 旋转电机噪声测定方法(ISO 1680:1999,MOD)

GB/T 21413.1—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分:一般使用条件和通用规则(IEC 60077-1:1999,IDT)

GB/T 21562—2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例(IEC 62278:2002,IDT)

GB/T 21563—2008 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验(IEC 61373:1999,IDT)

GB/T 22715—2008 交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平(IEC 60034-15:1995,IDT)

GB/T 25117.1—2010 轨道交通 机车车辆 组合试验 第1部分:逆变器供电的交流电动机及其控制系统的组合试验(IEC 61377-1:2006,IDT)

GB/T 25117.3—2010 轨道交通 机车车辆 组合试验 第3部分:间接变流器供电的交流电动机及其控制系统的组合试验(IEC 61377-3:2002,MOD)

GB/T 25122.1—2010 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第1部分:特性和试验方法(IEC 61287-1:2005,MOD)

GB/T 25123.2—2010 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(IEC 60349-2:2002,MOD)

GB/T 25123.3—2011 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第3部分:用损耗总和法确定变流器供电的交流电动机的总损耗(IEC 60349-3:1995,IDT)

- TB/T 1704—2001 机车电机试验方法 直流电机
TB/T 2368—2005 动力转向架构架强度试验方法
TB/T 3138—2006 机车车辆阻燃材料技术条件
TB/T 3213—2009 高原机车车辆电工电子产品通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.25、GB/T 2900.36 与 GB/T 25123.2—2010 界定的术语和定义适用于本文件。

4 环境条件

电动机应能在以下环境条件下额定运行：

- a) 海拔不超过 2 500 m；
- b) 环境温度(遮阴处) $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 空气相对湿度：最湿月平均最大相对湿度为 95% (该月月平均最低温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$)；
- d) 电动机在机车正常运行时可能遇到的雨、雪、雾、冰、霜、风、砂以及其他污染物的侵蚀；
- e) 电动机在机车和自身正常运行时可能出现的由于机械和电气的原因引起的振动和冲击。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 电动机应按经规定程序批准的图样和技术文件制造。
- 5.1.2 电动机应采用铜排鼠笼式结构,除非用户与制造商达成协议。
- 5.1.3 电动机采用强迫通风冷却方式,具体风量根据机车要求和电动机冷却要求由电动机设计者与机车设计者协商确定。
- 5.1.4 除非另有规定,电动机的定额采用持续定额。
- 5.1.5 电动机应采用能承受变流器输出特性且热分级不低于 200 的绝缘系统。
- 5.1.6 轴承宜选用绝缘轴承。
- 5.1.7 电动机机座上应设有防脱落安全托。
- 5.1.8 电动机应设有防止内部积水的排水装置。
- 5.1.9 电动机上如设有接线盒时,接线盒的防护等级应满足 GB/T 4942.1—2006 中 IP55 的要求。
- 5.1.10 电动机外壳应设置接地螺栓和标识,外壳接地螺栓的设计应保证与接地导线具有良好的连接和足够的接触面积。
- 5.1.11 在加油嘴附近应有油脂类型、加油量及加油周期的标志。
- 5.1.12 紧固件上应做防松标记。
- 5.1.13 电动机转子应校动平衡,许用不平衡量不应低于 GB/T 9239.1—2006 中 G2.5 级的要求。
- 5.1.14 同型号的电动机整机及主要部件(例如定子、转子和易损件等)均应具有互换性。
- 5.1.15 电动机引接线、绝缘部分应符合 TB/T 3138—2006 中 3.6、3.7 的要求,采用低烟无卤阻燃材料。
- 5.1.16 电动机在室温、热态和受潮后应具有足够的绝缘电阻值,绝缘电阻的测定及考核按 5.3.2 要求。
- 5.1.17 电动机在正常使用中,不应发生有碍安全的电气或机械故障,绝缘不应损坏,连接件不应松动,弹性部件和外壳零部件不应老化失效。
- 5.1.18 电动机机壳上的任何零部件的材料都应能承受正常工作状态时可能发生的高温和机械应力,不会因弯曲、蠕变、变形而导致发生着火和触电的危险。
- 5.1.19 用于支承和固定载流部件的绝缘材料构件,应能阻燃、耐热、耐漏电起痕性、防潮并有足够的

耐电压强度和机械强度。

5.1.20 电动机接线盒应具有适当的可用体积以容纳接线装置,并使其电气间隙和爬电距离满足 GB/T 21413.1—2008 的要求。

5.2 特性

5.2.1 信息交流

电动机设计者与变流器设计者应相互协作,充分交流技术信息,确保电动机—变流器机组能满足本标准的要求。

变流器设计者应提供以下技术信息:

- 整个应用范围内的机车牵引、制动特性曲线,除非特殊规定,一般提供半磨损车轮的特性曲线;
- 变流器输出的线电压(包括重复峰值电压)、电流(包括最大电流)、基波频率、谐波特性、元件的开关频率、最大 dv/dt 和中间直流电压(包括最大值);
- 速度传感器的参数,包括电源电压、脉冲数、相位以及接地方式等;
- 对于并联运行的电动机还应提供轮径差以及轴重转移量值。

电动机设计者应提供以下技术信息:

- 电动机的等效电路参数,包括定子电阻、转子电阻、定子漏感、转子漏感、激磁电感;
- 整个应用范围内的设计特性曲线,包括输出转矩、定子电压、电流特性、磁化电流、激磁磁通特性、转差频率特性等。

这些信息交流的文件记录应成为电动机和变流器技术条件的一部分。

注1:GB/T 25122.1—2010 中也包括此类信息交流的要求。

注2:应考虑电动机和变流器之间的电缆线的长度以及电动机接线端子上的峰值电压的影响。

5.2.2 基准温度

无论电动机采用何种热分级的绝缘系统,它的所有特性均按绕组基准温度为 150 °C 时绘制,该温度应在特性曲线上注明。

5.2.3 规定特性

规定特性为电动机设计特性,表征规定特性的特性曲线应绘到每个变量设计的运行极限值。

应将电动机的规定特性提交给用户。

5.2.4 典型特性

典型特性为按 6.14 所作型式检验结果而得出并符合 5.3.4 要求的特性。

5.2.5 电动机特性

电动机的规定特性和典型特性应为变流器供电下的变频特性;该特性包括电动机在整个工作范围内电动机的线电压、电流、功率、频率、平均转矩、转差率和效率与电动机转速之间的函数关系。其中电压曲线为基波分量的方均根值与电动机转速之间的函数关系;电流曲线分别为基波分量的方均根值和全部电流分量的方均根值与电动机转速之间的函数关系。

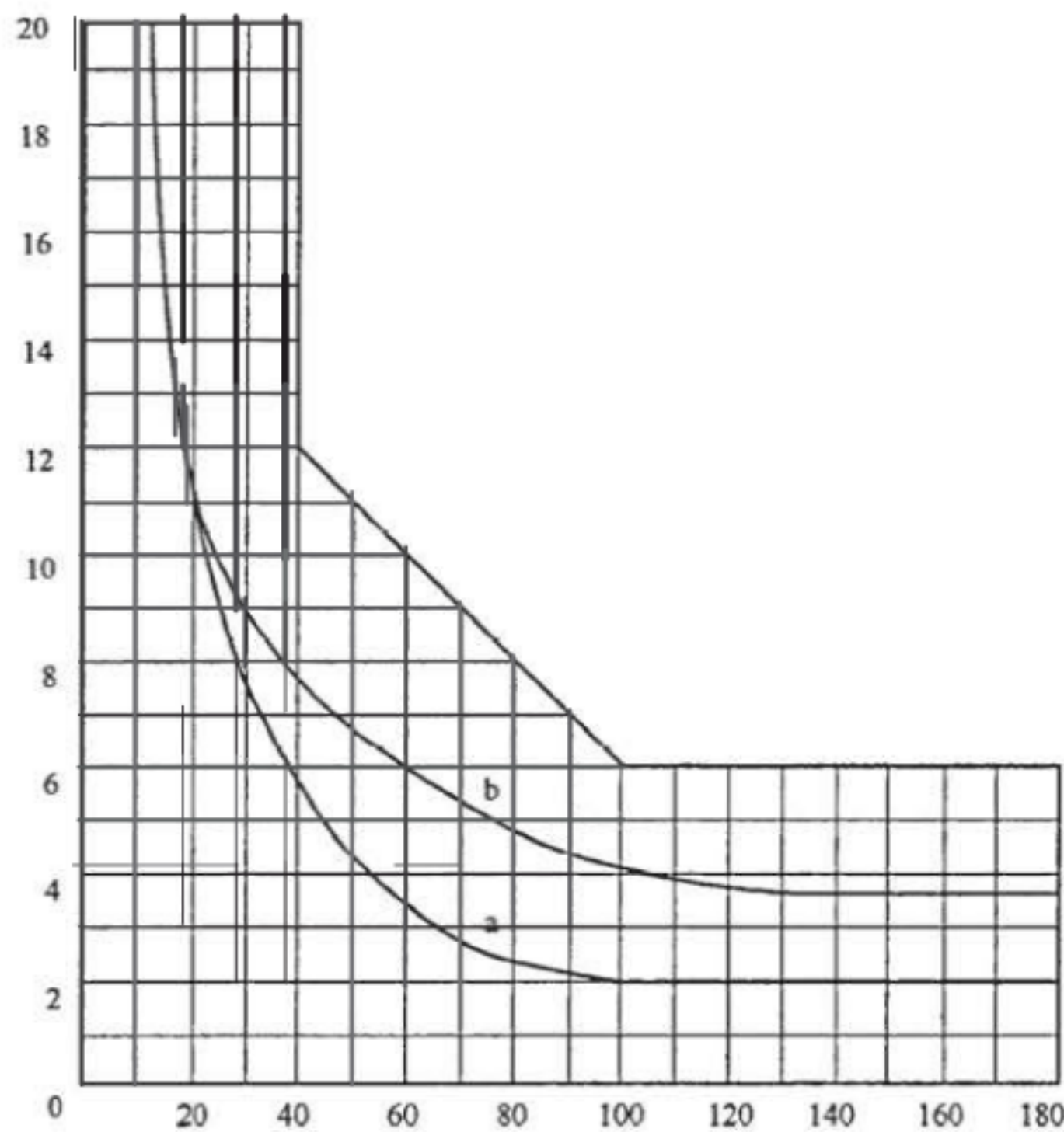
对用于制动工况的电动机,特性为电动机在整个工作范围内,电动机的线电压、电流、输出功率、频率、输入转矩、转差率和效率与电动机转速之间的函数关系。

在特性曲线中,可用轮周牵引力和机车车辆速度分别替代电动机的转矩和转速,但要标明传动比、轮对直径和传动损耗,如果采用传动损耗,则约定值应符合图 1 的规定。

5.3 性能要求

5.3.1 温升限值

电动机由与之配套的逆变器供电,在持续定额下进行温升试验。表 1 给出当试验台的空气温度在 10 °C ~ 40 °C 之间时,电动机采用不同热分级的定子绕组和其他部件在试验台上测得的高于冷却空气温度的温升允许限值。



说明：
曲线 a——平行轴传动装置的每一级减速的损耗；
曲线 b——正交轴传动装置的每一级减速的损耗；
纵坐标——电动机的损耗(用电动机输出功率%表示)；
横坐标——电动机输出功率(用电动机保证定额%表示)。

图 1 牵引电动机传动损耗的约定值
表 1 持续定额的温升限值

电动机部件	测量方法	热 分 级		
		200	220	250
定子绕组	电阻法*	200 K	220 K	250 K
轴承	温度计法或埋置检温计法	见 5.4.5		
鼠笼转子	电温度计法	温升以不损害任何绕组或其他部件为限		

* 新研制的电动机还需采用埋置检温计法进行温升分布情况测试和判断,判据在电阻法的基础上允许提高 10 K。

若电动机直接或间接受到发动机或任何其他热源的影响,用户和制造商之间可以协商采用低于表 1 规定的温升限值。

当试验地点海拔(H_T)与运行地点海拔(H)不同时,电动机定子绕组温升(电阻法)限值(θ_T)可按以下修正：

当 $1\,000\text{ m} < H \leq 4\,000\text{ m}$, $H_T < 1\,000\text{ m}$ 时,

$$\Delta\theta_T = (\theta - \theta_c) [1 - (H - 1\,000)/10\,000] + \theta_{CT}$$

当 $H < 1\,000\text{ m}$, $1\,000\text{ m} < H_T \leq 4\,000\text{ m}$ 时,

$$\Delta\theta_T = (\theta - \theta_c) [1 + (H_T - 1\,000)/10\,000] + \theta_{CT}$$

当 $1\,000\text{ m} < H \leq 4\,000\text{ m}$, $1\,000\text{ m} < H_T \leq 4\,000\text{ m}$ 时,

$$\Delta\theta_T = (\theta - \theta_c)[1 + (H_T - H)/10\,000] + \theta_{CT}$$

式中:

θ_c ——运行地点冷却空气温度;

θ_{CT} ——试验地点冷却空气温度。

5.3.2 绝缘电阻

5.3.2.1 定子绕组绝缘电阻

电动机在热态下定子各绕组间及绕组对机座的绝缘电阻(R)不应低于下式计算值:

$$R = U/(1\,000 + P/100) \text{ M}\Omega$$

式中:

P ——电动机持续功率,单位为千瓦(kW);

U ——表2中交流电试验项的最高电压,单位为伏特(V)。

在实际冷态下绝缘电阻不应低于100 M Ω 。型式检验时,电动机应测量冷态和热态下的绝缘电阻;出厂检验时,允许只测量冷态下的绝缘电阻。

5.3.2.2 温度传感器(若有)绝缘电阻

若电动机安装有温度传感器,温度传感器引出线对其外壳的绝缘电阻不应低于100 M Ω (用直流500 V兆欧表测量)。

5.3.2.3 速度传感器(若有)绝缘电阻

若电动机带有速度传感器,速度传感器电子元器件及其引出线对其外壳的绝缘电阻不应低于100 M Ω (用直流500 V兆欧表测量),且测量过程中绝缘电阻不下降,输出信号正常。

5.3.3 振动限值

电动机自由放置试验台上。

当电动机转速小于或等于3 600 r/min时,其振动速度不应超过3.5 mm/s;当电动机转速大于3 600 r/min时,其振动速度不应超过5.25 mm/s。

5.3.4 特性容差

5.3.4.1 转矩容差

在规定的特性曲线上,最大转矩所对应的转速与90%最高转速之间任一点输入电功率时的典型转矩不应小于95%的规定值,并应满足机车设计要求。

5.3.4.2 损耗容差

在持续定额时测得的电动机损耗不应超过从规定特性曲线推导出的值的15%。

5.3.4.3 空载电流容差

电动机空载运行,施加使电动机在典型曲线上10%~100%最高转速之间出现最大磁通的电压,在该电压下电动机的空载电流应在典型值的-10%~+10%范围内,其中典型值为最初4台电动机(其中1台是经过型式检验的)确定的平均值。

5.3.4.4 堵转电流容差

堵住转子,加上一个能产生接近持续电流的电压,该电压值应在被试的第一台电动机中确定,并在随后的所有电动机试验中采用。

堵转电流应在典型值的-5%~+5%范围内,其中典型值为最初4台电动机(其中1台是经过型式检验的)确定的平均值。

5.3.5 对地耐压要求

5.3.5.1 定子绕组对地耐压要求

定子绕组对地耐压试验一般使用工频正弦交流电(也可采用近似正弦波的交流电,频率为25 Hz~100 Hz)。如果订货前经供需双方同意,也可以使用直流电。

试验时应在每个绕组和机座之间依次施加试验电压,而非被试绕组均与机座相连,仅对所有部件

与正常工作条件一样安装到位的新电动机才施加满值电压。

根据所选用的试验方法,试验电压为表2所列出电压值的最大值。试验后不应出现击穿和闪络现象。

如果直流环节和电动机绕组都没有正规接地点,如电路的任一点接地时,则 U_{dc} 、 U_{rp} 应取在各个电路上可能出现的最高对地电压。

表2 定子绕组对地耐压电压

试验方法	试验电压 V
交流电试验	$2U_{dc} + 1\,000$ 或 $(2U_{rp}/\sqrt{2}) + 1\,000$ 或 $(U_{rpb}/\sqrt{2}) + 1\,000$
直流电试验	$3.4U_{dc} + 1\,700$ 或 $2.4U_{rp} + 1\,700$ 或 $1.2U_{rpb} + 1\,700$
注: U_{dc} ——可能施加在直流环节的最高对地平均电压,此时供电网网压为最高电压,电动机处于牵引状态; U_{rp} ——可能施加在电动机绕组上的最高对地重复峰值电压,此时供电网网压为最高电压,电动机处于牵引状态; U_{rpb} ——可能出现在绕组上的最高对地重复峰值电压,此时电动机处于制动状态。	

5.3.5.2 海拔修正

当电动机的使用地点海拔与试验地点海拔不同时,除非另有规定,试验的海拔修正系数应符合表3要求。

表3 工频耐电压和冲击耐电压的海拔修正系数

产品使用地点海拔 m		1 400	2 500	4 000	5 100
产品试验地点 海拔 m	1 400	1	1.145	1.376	1.575
	2 500	0.874	1	1.202	1.376
	4 000	0.727	0.832	1	1.145
	5 100	0.635	0.727	0.874	1
注:试验电压为常规型产品标准规定值与海拔修正系数 K_a 的积($K_a = e^{(H_1 - H_2)/8\,150}$), H_1 为使用地点海拔,单位为米(m); H_2 为试验地点海拔,单位为米(m)。					

5.3.5.3 温度传感器(若有)对地耐压要求

温度传感器(若有)施加500 V工频正弦交流电1 min,应无击穿和闪络现象。

5.3.5.4 速度传感器(若有)对地耐压要求

速度传感器(若有)施加500 V工频正弦交流电1 min,应无击穿和闪络现象。

5.3.6 定子绕组耐冲击电压水平

5.3.6.1 定子线圈匝间绝缘耐冲击电压水平

在定子线圈的两引出端之间施加电压,进行匝间绝缘的冲击试验。

利用电容器的阻尼振荡放电作为匝间试验电压,电容器放电次数为5次,第一次电压峰值的视在波前时间为0.2 μ s,容差为-0.1 μ s ~ +0.3 μ s。

匝间耐冲击电压峰值为 $0.65(4U + 5\,000)$ V。

5.3.6.2 定子线圈对地耐冲击电压水平

定子线圈对地耐冲击试验应在线圈引出端与地之间施加电压。

用冲击电压发生器提供对地绝缘试验电压,其冲击电压的波前时间为1.2 μ s,冲击波次数为5次。

定子线圈主绝缘对地冲击电压峰值为 $(4U + 5\,000)$ V。

5.3.6.3 海拔修正

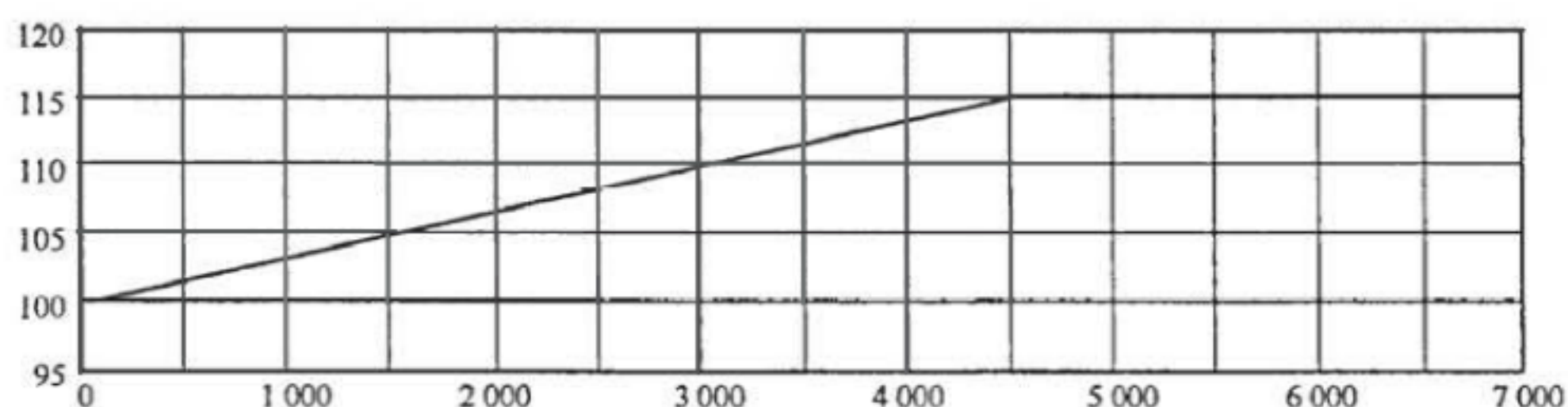
当电动机的使用地点海拔与试验地点海拔不同时,除非另有规定,试验的海拔修正系数应符合表3要求。

5.3.7 超 速

电动机在热态下,按1.2倍最高工作转速运转2 min。试验后,电动机应无有害变形。

5.3.8 噪声限值

电动机的噪声限值不应超过图2规定的限值。



说明:

纵坐标——噪声限值[dB(A), 声功率级];

横坐标——电动机转速(r/min)。

图2 噪声限值

5.3.9 速度传感器功能检查要求

速度传感器应满足电动机使用中提出的技术要求。安装在电动机上后应检查其工作电压、相位差、输出电平、绝缘电阻、接地方式等,同时在机械上应检查传感器头与测速齿盘轴向位置、测量间隙等。

5.3.10 冲击和振动要求

若用户和制造商达成协议,电动机可根据 GB/T 21563—2008 进行冲击和振动试验。其中试验等级如下:

- 抱轴悬挂电动机为3类;
 - 架悬式(含体悬式)电动机为2类。
- 若试验条件不满足,可装车来进行考核。

5.3.11 正弦供电下的温升容差

在规定试验条件下的温升不应偏离最初型式检验测量值的 $\pm 8\%$ 或 $\pm 10\text{ K}$ (取最大值)。

5.3.12 重量限值

除非另有规定,电动机重量应在给定值的 $-3\% \sim +3\%$ 范围内。

5.4 电动机轴承要求

5.4.1 电动机轴承的润滑可采用润滑油或润滑脂,对于润滑油飞溅润滑方式,根据机车的驱动形式,在整个电动机轴承润滑结构中应采用必要措施,保证润滑油的清洁度。

5.4.2 电动机应具有可靠的轴承密封结构。电动机通风结构设计应避免将外界环境中的粉尘吹入轴承润滑油、脂中。

5.4.3 仅承受轴向载荷的电动机轴承,轴承结构、安装结构和安装工艺应避免轴承承受额外的径向载荷。

5.4.4 电动机轴承在正常运用及维护条件下的寿命不应小于 $100 \times 10^4\text{ km}$ 。

5.4.5 电动机轴承温升应满足:脂润滑方式小于或等于 55 K ,油润滑方式小于或等于 80 K 。电动机轴承允许最高温度大于或等于 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 。

5.4.6 电动机轴承应完成总模拟走行里程至少为 $60 \times 10^4\text{ km}$ 的台架耐久试验。

5.5 电动机悬挂结构强度要求

5.5.1 在 6.23.1 所述的载荷下,电动机及其悬挂结构应力不应超过材料屈服极限。

5.5.2 在 6.23.2 所述的载荷下,电动机及其悬挂结构参照 TB/T 2368—2005 中特殊运营载荷评定方法进行评估。

5.6 电动机疲劳试验要求

5.6.1 电动机在经过实验室疲劳试验后,电动机壳体、悬挂结构等不应出现裂纹。

5.6.2 电动机线路动应力试验根据 Palmgren-Miner 线性累积损伤理论进行评估。

6 检验方法

6.1 检验要求

6.1.1 总 则

电动机的检验方法应根据下述原则加以确定:

a) 凡本标准有规定者,应符合本标准;

b) 凡本标准未规定者,按 GB/T 25123.2—2010 和 GB/T 1032—2005 进行。

6.1.2 试验电源及要求

6.1.2.1 采用装车使用的变流器电源

当采用变流器电源进行试验时,应采用装车使用的变流器,也可以采用与实际运行时的电压波形和谐波分量非常类似的电源供电。

如用户有要求,制造商应证明试验电源与实际运行时的电源是类同的,并说明它们之间任何差异对电动机性能可能产生的影响。

6.1.2.2 采用正弦波电源

当采用正弦波电源进行试验时,试验电源的要求应满足 GB/T 1032—2005 的要求。

6.1.3 测量仪器

当采用变流器进行相关试验(如温升试验、特性试验、效率测量)时,测量仪器的准确度应满足 GB/T 25117.1—2010、GB/T 25117.3—2010、GB/T 25123.3—2011 的要求。

其他测量仪器应满足 GB/T 1032—2005 中 4.3 的要求。

6.1.4 测量要求

测量要求应满足 GB/T 1032—2005 中 4.4 的要求。

6.1.5 试验注意事项

6.1.5.1 在任何试验中,在读取一系列逐步增加或逐步减少的数据时,应注意不得改变增加或减少的操作顺序,以避免颠倒试验的进行方向。

6.1.5.2 由于涉及到危险的电流、电压和机械应力,对所有试验应采取安全预防措施。所有试验应由有相关知识和经验的人员操作。

6.2 外观检查

外观检查包括:

a) 产品的外观和装配质量检查。包括电动机的外形与安装尺寸、零部件装配的正确性、金属镀层、表面涂层等。

b) 标志内容正确性检查。

6.3 定子绕组直流电阻测量

定子绕组直流电阻的测量和计算按照 GB/T 25123.2—2010 或 GB/T 1032—2005 进行。测量冷态电阻时,将温度计测出的绕组表面温度作为绕组直流电阻的测量温度,该温度与冷却空气温度差值不超过 4℃。三相电阻值与三相电阻的平均值之差不大于平均值的 2%,否则应检查电动机接线是否正确。

6.4 相序和旋转方向检查

按电动机出线端标志接线,当出线端标志的字母顺序与三相电源的电压相序相同时,从传动端视之,电动机应为顺时针方向旋转。出厂检验时所有电动机的转向应一致。

6.5 进风口静压力头与通风空气量关系的测量

电动机进风口静压力头与通风空气量关系的测量按 TB/T 1704—2001 第 5 章进行。

6.6 定子绕组、温度传感器(如有)、速度传感器(如有)绝缘电阻的测量

定子绕组、温度传感器(如有)、速度传感器(如有)绝缘电阻的测量按 GB/T 1032—2005 中 5.1 进行。其中测量温度传感器(如有)、速度传感器(如有)的绝缘电阻选用 500 V 的兆欧表。测量定子绕组绝缘电阻时,按 GB/T 1032—2005 中表 1 来选择兆欧表,但其中的“额定电压”用“最高中间回路电压”替代。

6.7 温度传感器(如有)对地耐压试验

给温度传感器施加 500 V 工频电压。该电压应逐渐地施加上去,初始电压不应超过 160 V,直至达到 500 V,并保持 60 s。试验后不应出现击穿和闪络现象,可在产品验收时进行。

6.8 速度传感器(如有)对地耐压试验

给速度传感器施加 500 V 工频电压。该电压应逐渐地施加上去,初始电压不应超过 160 V,直至达到 500 V,并保持 60 s。试验后不应出现击穿和闪络现象,可在产品验收时进行。

6.9 速度传感器(如有)功能检查

6.9.1 外观与尺寸检查

目测及用游标卡尺进行测量。传感器外观质量应良好,外表面应无影响使用的缺陷,铭牌、标志、钢印字迹清楚、不能擦除;传感器尺寸应满足相关图纸要求。

6.9.2 速度传感器功能检查

将速度传感器安装在电动机上,外接工作电压的直流电源,电动机在适当转速下运转,将输出信号接示波器,传感器的输出信号应符合 5.3.9 的相关要求。

以上为出厂检验时速度传感器的功能检查项目,型式检验时,速度传感器供货商应提供满足 5.3.9 全部技术要求的第三方检测报告。

6.10 空转试验

空转试验的试验电源为正弦波电源或变频电源。

给电动机通电,使电动机在低速(如 200 r/min)运行 20 min,以保证轴承充分初始润滑。以后升高电压或频率,电动机在持续定额转速下运行 1 h。

在运转过程中,应监控轴承的运转状态,要求轴承运转均匀,无明显的杂音。

6.11 空载特性试验

空载特性试验电源为正弦波电源。试验从冷态开始。

型式检验应测量空载特性曲线(空载电压、空载损耗、功率因数与空载电流之间的关系),并分离出铁耗和风摩耗。

出厂检验只需测量 5.3.4.3 所规定的电压下的空载电流、空载损耗和功率因数。

试验按 GB/T 1032—2005 中第 6 章进行。其中 GB/T 1032—2005 中第 6 章中的“额定电压”用 5.3.4.3 所规定的电压代替。

若试验条件允许,可以测量不同频率下的空载特性曲线。

6.12 堵转特性试验

堵转特性试验的电源为正弦波电源。

型式检验应测量堵转特性曲线(堵转电压、损耗、功率因数与堵转电流之间的关系),其中应精确测量产生额定电流时的电压。

试验从冷态开始。堵住转子,调节电动机电压,使电动机产生 1.3 倍额定电流的电压,然后逐步降低电压。测取 5~7 点的堵转电压、堵转电流、输入功率、功率因数,其中产生额定电流的电压应精确测

量,该电压作为以后电动机的堵转电压。

出厂检验时只需测量产生额定电流时的电压处的损耗、功率因数与堵转电流。

若试验条件允许,可以测量不同频率下的堵转特性曲线。

6.13 温升试验

6.13.1 持续定额温升试验

持续定额温升试验与系统组合试验一起进行。

持续定额温升试验的电源应采用装车使用的变流器,也可以采用与实际运行时的电压波形和谐波分量非常类似的电源供电。

额定机械输出功率可以直接或间接在电动机轴上测得,也可通过给电动机加上对应于典型曲线上产生额定机械输出功率的电压、电流和频率来获得。

在持续定额试验时,可通过在试验起始阶段增加负载或减少电动机的通风量,来缩短达到稳定温度的时间,但在起始阶段之后,额定条件至少要维持 2 h,并维持到由合适的方法证明已达到稳定的温度为止。稳定温度是指在试验结束前的最后 1 h 内温升的变化小于 2 K。

试验时应具有与实际使用时相同的通风布置,即影响电动机温升的所有部件,包括作为机车车辆部件的风道和滤尘器均应在位,或者是在提供等效条件的布置下进行。

一般情况下,不提供相应于由机车车辆运行时所产生的冷却。但在特殊情况下(例如对全封闭式牵引电动机),该冷却作用特别重要时,可按照用户和制造商达成的协议提供这种冷却。

温度的测量按照 GB/T 25123.2—2010 附录 A 进行。

6.13.2 正弦供电条件下的温升试验

电动机在由制造商确定的定额下的正弦供电条件下的温升试验。

试验时的电压、频率、转矩、通风以及试验时间可根据制造商的具体情况来确定,但试验时间不应小于 1 h,且试验负荷的选择不应使电动机超过实际运行时所承受的负荷。

试验参数应固定不变并用于后续该种设计的电动机的出厂检验。

温度的测量按照 GB/T 25123.2—2010 附录 A 进行。

6.14 特性试验

特性试验与系统组合试验一起进行。

可通过测量电动机输入电功率和输出机械功率来验证其与规定特性的一致性。输出的机械功率可以直接测量,或者通过测量一台已知效率的被驱动电动机的输出功率来推算求得。

如果用户和制造商双方商定,也可用损耗总和法推导出被试电动机的输入或输出功率。

负载试验应在电动机的温度大约为基准温度时进行,如果修正量较明显,则应将试验结果修正至基准温度。在试验时,应读取足够数量的试验数据,以便能绘制出电动机的典型特性曲线。

特性试验具体方法按 GB/T 25117.1—2010 或 GB/T 25117.3—2010 的 7.5 进行。

6.15 效率测量

如果需要测量损耗,则应在持续温升试验结束时进行。该损耗可以通过对电动机输入功率和机械输出功率的测量而得到。

机械输出可直接在电动机轴上测出(转矩测量仪)或间接在电动机轴上测出(校准电动机)。

如果用户和制造商双方同意,机械输出量可根据 GB/T 25123.3—2011 所规定的损耗总和法而得出。

电动机效率为输出功率除以输入功率。

6.16 定子绕组对地耐压试验

试验时应在定子绕组和机座之间施加试验电压,且应在电动机处于热态时进行。

根据所选用的试验方法,试验电压为表 2 所列出电压值的最大值。试验电压应逐渐地施加上去,初始电压不应超过最终值的 1/3,直至达到最终值。达到最终值后,应保持 60 s。

型式检验时,电动机应为热态;出厂检验时,允许在实际冷状态下进行该试验。

进行该试验时应注意对速度传感器进行保护或拆下速度传感器。

6.17 定子绕组耐冲击电压试验

定子线圈匝间耐冲击电压试验在每台电动机的制造过程中进行,试验电压值按 5.3.6.1;定子线圈绕组对地耐冲击电压试验在型式检验时进行,试验电压值按 5.3.6.2,具体试验方法按 GB/T 22715—2008。

6.18 振动测量

型式检验应采用装车使用的或与其类似的变流器供电,出厂检验可采用其他变流器供电。

振动测量方法按 GB 10068—2008 进行。

试验安装中的共振有可能引起振动速度超过限值,在这种情况下,只要它们不与某个具体工作转速重合,并且在整个转速范围内的振动速度的总体水平在限值之内,则这种共振现象可忽略不计。但是如果电动机在某个工作转速下产生共振,则试验可以在另一种安装情况下重做。

6.19 噪声测量

噪声的测量按 GB/T 25123.2—2010 附录 C 进行。

若制造商与用户达成协议,可按 GB/T 10069.1—2006 进行噪声测量。其中测量条件为:

- 最高转速;
- 空载;
- 供电电源采用装车使用的变流器或类似的变流器。

6.20 超速试验

电动机在热态下,按 1.2 倍最高工作转速运转 2 min。试验程序如下:

- a) 测量实际冷状态下转子端环(如有护环,则测量护环)尺寸,宜在传动端和非传动端圆周方向均匀各取 4 点,并对测量点作标识;
- b) 电动机组装;
- c) 热态下超速;
- d) 电动机解体;
- e) 测量实际冷状态下 a) 中规定的标示点的转子端环(如有护环,则测量护环)尺寸;
- f) 标示点的转子端环(如有护环,则测量护环)尺寸的比较。

该试验也可以在转子装配到定子前进行,只要能采取合适的方法将转子加热到接近持续定额温升试验结束时的同一温度。试验前后测量转子的尺寸,具体方法同上。

6.21 冲击和振动试验

按 GB/T 21563—2008 进行,在合适的振动试验台上进行试验。电动机应稳妥安装在振动台上,试验样机数为一台。

6.22 称重

对电动机的整机应进行称重,重量在允差范围内。

6.23 电动机悬挂结构强度试验

6.23.1 在电动机质量乘以下述加速度的载荷下进行试验:

- a) 纵向加速度: $\pm 5g$;
- b) 横向加速度: $\pm 1g$;
- c) 垂向加速度: $\pm cg$ (包括重力加速度, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$,抱轴式 $c = 4.5$,架悬式 $c = 2.5$)。

6.23.2 在电动机质量乘以下述的加速度载荷下进行试验:

- a) 纵向加速度: $\pm 0.25g$;
- b) 横向加速度: $\pm 0.15g$;
- c) 垂向加速度: $\pm 0.2g$ (同时应有重力作用, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)。

对于抱轴悬挂结构,可以适当加大载荷。

6.24 电动机实验室疲劳试验

电动机实验室疲劳试验应按 6.23.2 载荷幅值、2 Hz ~ 7 Hz 频率或经验证的电动机载荷谱进行,试验循环次数为 10^7 。

6.25 电动机线路动应力试验

电动机线路动应力试验随机车整车进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

电动机的检验分为型式检验、出厂检验、研究性试验和装车运行试验。

7.2 型式检验

7.2.1 总 则

型式检验用以验证电动机的定额、特性和性能。

在下列情况之一时,要选取一台电动机做试验。除非另有协议,被试电动机应在首批制造的 10 台电动机中选取:

- a) 新产品试制完成时;
- b) 产品的结构、工艺或材料的变更影响到电动机的某些特性或参数变化时,应部分或全部试验;
- c) 出厂检验结果与以前进行的型式检验结果发生不可允许的偏差时;
- d) 转厂生产或停产 2 年以上重新生产时;
- e) 批量生产时的定期抽试(1 次/2 年)。

7.2.2 重复型式检验

如达成了协议,并且在正弦供电下的型式检验结果和出厂检验结果在先前的同型号电动机既定容差范围内,制造商又能提供一份具有相同电磁设计的电动机在以相同或更高的定额下进行检验的检验报告,则不需要进行全部的型式检验项目。

7.3 出厂检验

除了正弦供电条件下的温升试验,每台电动机应进行出厂检验。

每批电动机按 1% 抽样(不应少于 2 台)进行正弦供电条件下的温升试验。

出厂检验应在一个旋转方向上进行,试验时使用正弦电源,其频率可以是电网频率或运行时的频率。

不同的试验(例如空载和堵转试验)所采用的频率不必相同,但一经采用,则不应变更。为了减少温度变化所带来的影响,对所有的电动机均应按相同顺序进行试验。

7.4 研究性试验

研究性试验是为了获得产品性能的补充信息而进行的特殊试验。研究性试验可在个别产品上进行。试验结果不作为产品交付的依据。

7.5 装车运行试验

新产品在型式检验后进行装车运行试验,在运行区间内应能安全可靠地工作,零部件状态正常。

7.6 检验项目

电动机的检验项目见表 4。

表 4 电动机的检验项目

序号	检验项目	检验分类		技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
1	外观、外形及安装尺寸检查	√	√	6.2	6.2
2	定子绕组直流电阻的测定	√	√	6.3	6.3

表 4(续)

序号	检验项目	检验分类		技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
3	相序和旋转方向的检查	√	√	6.4	6.4
4	进风口静压力头与通风空气量关系的测量	√	—	6.5	6.5
5	定子绕组绝缘电阻的测量	√	√	5.3.2.1	6.6
6	温度传感器(若有)绝缘电阻的测量	√	√	5.3.2.2	6.6
7	速度传感器(若有)绝缘电阻的测量	√	√	5.3.2.3	6.6
8	温度传感器(若有)对地耐压试验	√	√	5.3.5.3	6.7
9	速度传感器(若有)对地耐压试验	√	√	5.3.5.4	6.8
10	速度传感器(如有)功能检查	√	√	5.3.9	6.9
11	空转试验	√	√	6.10	6.10
12	空载特性试验	√	√	5.3.4.3	6.11
13	堵转特性试验	√	√	5.3.4.4	6.12
14	变流器供电下的温升试验	√	—	5.3.1	6.13.1
15	正弦供电下的温升试验	√	√	5.3.11	6.13.2
16	特性试验	√	—	5.3.4	6.14
17	效率测量	√	—	5.3.4	6.15
18	定子绕组对地耐压试验	√	√	5.3.5.1	6.16
19	定子绕组耐冲击电压试验	√	√	5.3.6	6.17
20	振动测量	√	√	5.3.3	6.18
21	噪声测量	√	—	5.3.8	6.19
22	超速试验	√	—	5.3.7	6.20
23	冲击和振动试验	√	—	5.3.10	6.21
24	称重	√	—	5.3.12	6.22
25	轴承台架耐久试验*	√	—	5.4.6	
26	电动机悬挂结构强度试验	√	—	5.5	6.23
27	电动机实验室疲劳试验	*	—	5.6.1	6.24
28	电动机线路动应力试验	√	—	5.6.2	6.25
注:“√”为应做的项目;“—”为不需要做的项目;“*”为研究性试验。					
* 可由轴承厂家提供试验报告或已完成该试验的证明。					

8 RAMS 要求

- 8.1 产品制造商应按照 GB/T 21562—2008 进行 RAMS/LCC 分析,并提供分析报告。
- 8.2 应通过建立可靠性模型,定义产品的可靠性指标,失效率(λ)不应大于机车可靠性指标分配值。
- 8.3 应制定满足机车可维护性要求的产品维修性指标,规定产品的平均修复时间 MTTR(按小时或天)并提出在线可更换单元(LRU)清单。

9 标志、包装、运输和储存

9.1 标志

9.1.1 总 则

电动机上所有标志应保证清晰、耐用,在使用期内不易磨损和脱落。

所有标志应方便在地面和安装在车辆时方便辨识。

9.1.2 铭 牌

电动机的铭牌至少应包含下列数据:

- a) 制造商名;
- b) 电动机型号;
- c) 电动机序号;
- d) 制造年份。

另外在每台电动机的定子和转子上应打印相应的序号。

9.1.3 接线端和引线标志

除非另有协议,接线端和引线标志应符合 GB 1971 的规定。

9.1.4 接地标志

接地标志符号应符合 GB/T 5465.2—2008 的规定。

9.2 包装、运输与储存

9.2.1 装箱的每台电动机应附有产品合格证及履历本。在产品合格证和履历本上应分别填写出厂检验的主要数据。

9.2.2 电动机轴伸端应有防锈和防护措施。

9.2.3 电动机应安装运输保护工装。

9.2.4 在正常运输时,电动机不应因包装不善而受潮、污染与损坏。

9.2.5 包装箱外壁的文字和标志应清楚整齐,内容如下:

- a) 发货站及制造商名称;
- b) 收货站及收货单位名称;
- c) 电动机型号和产品序号;
- d) 电动机的净重及连同箱子的毛重;
- c) 箱子的外形尺寸;
- f) 在箱子的适当位置应标有“小心轻放”、“防潮”等字样,其图形应符合 GB/T 191—2008 的规定。

9.2.6 电动机储存时应放在干燥、清洁、无酸碱及腐蚀性气体的场地,放置应平稳可靠,勿倒置,电动机上不应放置重物或带尖棱的物品。

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
交 流 传 动 机 车 异 步 牵 引 电 动 机

Asynchronous traction motors for AC-driven locomotives
TB/T 3315—2013

*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中国铁道出版社印刷厂印刷
版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1.25 字数:28 千字
2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

*

