

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

电动滑板车电机技术规范

Electric Scooter Motor Technical Specification

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国工业环保促进会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 要求 3

 4.1 使用环境条件 3

 4.2 外观及电机外形尺寸 3

 4.3 运转 3

 4.4 装配质量 3

 4.5 引出线和接插件 3

 4.6 轮组脱胎性能 4

 4.7 真空胎装配 4

 4.8 最小充气量 4

 4.9 绝缘电阻 4

 4.10 耐电压 5

 4.11 匝间绝缘 5

 4.12 定子电阻 5

 4.13 定子电感 5

 4.14 电机转子的旋转方向 5

 4.15 空载电流 5

 4.16 电机额定参数和效率 5

 4.17 电机超速 5

 4.18 电机短时过载 6

 4.19 质量 6

 4.20 温升 6

 4.21 防火等级 6

 4.22 低温 6

 4.23 高温 6

 4.24 恒定湿热 6

 4.25 电磁兼容 6

 4.26 噪音 6

 4.27 关键件 6

 4.28 电机轮辋 6

 4.29 冲击 7

 4.30 振动 8

 4.31 防护等级 8

 4.32 盐雾 8

 4.33 非正常堵转 8

 4.34 寿命 8

5 试验方法 8

5.1 试验条件 8

5.2 外观检测 8

5.3 运转检查 8

5.4 装配质量检验 8

5.5 引出线和接插件检验 9

5.6 轮组脱胎性能 9

5.7 轮胎型号 9

5.8 胎压试验 9

5.9 绝缘电阻 9

5.10 耐电压测试 9

5.11 匝间绝缘试验 9

5.12 定子电阻 9

5.13 定子电感 10

5.14 旋转方向 10

5.15 电机空载电流 10

5.16 电机额定参数和效率 10

5.17 电机超速 10

5.18 电机短时过载 10

5.19 质量 10

5.20 温升 10

5.21 防火等级 10

5.22 低温 10

5.23 高温 10

5.24 恒定湿热 10

5.25 电磁兼容性 10

5.26 噪音 11

5.27 关键件 11

5.28 冲击 11

5.29 振动 11

5.30 防护等级试验 11

5.31 盐雾试验 11

5.32 非正常堵转试验 11

5.33 寿命 11

6 检验规则 11

6.1 检验分类 11

6.2 出厂检验 12

6.3 型式检验 12

7 运输和贮存 13

7.1 运输 13

7.2 储存 13

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。

本文件由中国工业环保促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电动滑板车电机技术规范

1 范围

本文件规定了以蓄电池为动力驱动或辅助驱动的电动车用及类似用途的电机的术语和定义、产品型号编制、技术要求、试验方法、检验规则及打码规范、包装、运输和储存的要求。

本标准规定了适用于电动滑板车用电机（包括但不限于轮毂电机、直流有刷电机、直流无刷电机）的生产制造。

本文件不适用于设计时速超过一定限制或者特殊用途的电动滑板车，如有特殊需求，应参考其他相关标准或规定。

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 755 旋转电机 定额和性能
- GB 1971 旋转电机 线端标志与旋转方向
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 4942.1 旋转电机外壳防护分级（IP代码）
- GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机
- GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术
- GB/T 12350 小功率电动机的安全要求
- JB/T 10888 电动自行车及类似用途用电动机技术要求
- GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 1032-2012 三相异步电动机试验方法
- GB/T 1993 旋转电机冷却方法
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 4706.18 家用和类似用途电器的安全 电池充电器的特殊要求
- GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验第16部分：试验火焰50W水平与垂直火焰试验方法
- GB/T 10068 轴中心高为56mm及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值
- GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电机噪声测定方法
- GB/T 12742 自行车检测设备和器具技术条件
- GB/T 14471 中小型同步电机励磁系统基本技术条件
- GB/T 14711 中小型旋转电机通用安全要求
- GB/T 16842 外壳对人和设备的防护 检验用试具（IEC 61032:1997，IDT）
- GB 14023 车辆、船和由内燃机驱动的装置无线电骚扰特性限值和测量方法
- GB/T 17619 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法
- GB/T 18387 电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法
- GB/T 40559 平衡车用锂离子电池和电池组安全要求

IEC 60335 家用电器及类似电器的安全

ISO 2631-1:1997 机械振动与冲击 人体承受全身振动的评价 第1部分：一般要求 (Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole - body vibration - Part 1: General requirements)

QC/T 413 汽车电气设备基本技术条件

QC/T 792 电动摩托车和电动轻便摩托车驱动用电机及其控制器

3 术语和定义

GB/T2900.25、GB/T2900.33、JB/T10888及以下列术语和定义适用本标准。

3.1

电动滑板车 electric scooter

以蓄电池为动力，由电机驱动，由操纵杆(横管、立管)、车轮、路板等组成的，可踏地滑行的低速车辆。

3.2

一体轮毂电机 Integrated hub motor

轮辋与电机的外壳为一整体的电动机。

3.3

驱动电机系统 Drive motor system

驱动电机、驱动电机控制器及它们工作必须的辅助装置的组合。

3.4

驱动电机 Drive motor

将电能转换成机械能为车辆行驶提供驱动力的电气装置。

3.5

直流母线电压 DC bus voltage

驱动电机系统的直流输入电压。

3.6

额定电压 Rated voltage

直流母线的标称电压。

3.7

最高工作电压 Maximum working voltage

直流母线电压的最高值。

3.8

输入输出特性 Input-output characteristics

驱动电机的转速、转矩、功率、效率、电压、电流等参数间的关系。

3.9

持续转矩 Continuous torque

规定的最大、长期工作的转矩。

3.10

持续功率 Continuous power

规定的最大、长期工作的功率。

3.11

驱动电机系统效率 Drive motor system efficiency

驱动电机系统的输出功率与输入功率的百分比。

3.12

空载转速 No-load speed

驱动电机在额定电压下，不带负载、不加限速时的转速，单位为r/min。

3.13

额定转速 Rated speed

驱动电机在额定电压下，输出额定功率时的转速，单位为r/min。

3.14

最小储气量 Minimum gas storage

轮胎与轮毂匹配，正常骑行无故障的最小储气空间大小，单位mm³。

3.15

防护等级 Protection Class

依据GB 4208-2017标准，用于表明电机外壳对人和内部部件的防护能力等级。

4 要求

4.1 使用环境条件

电机应在下列使用环境条件下正常工作。

- a) 环境温度：-25℃~+60℃；
- b) 相对湿度：45~95%；
- c) 海拔不超过1500m或大气压力86~106kPa；
- d) 周围没有严重腐蚀性气体及影响电气绝缘性能的介质。

4.2 外观及电机外形尺寸

电驱动电机应空转灵活，无定转子相擦或异常响声（如周期性的异响、轴承受损后的异响、微小异物卡滞在转动部位引起的异响等）。

4.3 运转

电机运转时，应平稳轻快，无停滞现象，声音均匀和谐而无有害杂质。

4.4 装配质量

4.4.1 电机轴向间隙

电机的轴向间隙应不大于0.3mm。

4.4.2 轴伸径向圆跳动

内转子电机的轴伸长一半处的径向圆跳动公差应不大于表1所规定的限值。

表 1 内转子电机轴伸径向圆跳动公差限值（单位：mm）

轴伸直径d	6≤d≤10	10<d≤18
径向圆跳动公差	0.030	0.035

4.4.3 径向与端面圆跳动公差

外转子电机的径向与端面圆跳动公差应不大于表2所规定的限值。

表 2 电机径向与端面圆跳动公差限值（单位：mm）

类型	铝合金一体轮	其他
径向圆跳动公差	0.60	0.80
端面圆跳动公差	1.00	1.20

4.5 引出线和接插件

4.5.1 引出线强度

电机引出线强度：每根电机主绕组引出线承受25N拉力，传感器引出线承受9N拉力后，应能保持完整无损。

4.5.2 接插件

接插件：应保证接插件接触电阻不大于 0.1Ω ，其插入力应不大于70N，拔出力不小于20N。

4.6 轮组脱胎性能

轮胎脱出最大力 $>4000\text{N}$ 。适用于橡胶一体轮胎；内胎及PU内胎不适用。

4.7 真空胎装配

常规轮胎与轮辋匹配应符合表3推荐尺寸，未注可参考《GB/T 2983-2008 摩托车轮胎系列》。

表3 常规轮胎与轮辋匹配尺寸（单位：mm）

轮辋尺寸	轮胎型号
6.1*1.45/1.35	9*2 充气胎
6.1*1.7	9.5*2.5 充气胎
6.5*1.65	10*2.5；10*2.75；
6.5*1.85	10*2.5；10*2.75；
6.5*2.36	90/65-6.5；80/65-6.5
6.9*1.65	60/65-6.9
7.0*1.8	11*2.7-7
7.0*2.36	90/55-7
7.0*3.5	125/60-7
7.5*2	70/65-7.5
8.0*1.65	60/90-8
8.0*2.0	12*3.0

4.8 最小充气量

滑板车电机最小充气体积在 780000mm^3 。

4.9 绝缘电阻

电机和控制器的绝缘电阻应符合表4的规定。绝缘电阻用兆欧表测定，兆欧表的电压按表5规定。

表4 绝缘电阻（单位： $\text{M}\Omega$ ）

需测试的部位	常温	低温	高温	恒定湿热
电机绕组与机壳之间	≥ 20	≥ 20	≥ 1	≥ 1
控制器电源的地与机壳或散热器之间	≥ 20	≥ 20	≥ 1	≥ 1

表5 兆欧表电压（单位：V）

额定电压	兆欧表电压值
≤ 36	250
$> 36 \sim 500$	500

4.10 耐电压

参照GB/T 12350技术规定对电机的绕组与机壳之间、控制器电源的地与机壳或散热器之间，都应能承受如下耐电压试验：

- a) 交流电频率为50Hz, 波形为实际正弦波；
- b) 试验设备的容量不小于0.5 kV · A；
- c) 试验电压（有效值）为500V+2倍额定电压；
- d) 试验历时1min。

试验过程中，跳闸电流应不大于5mA。试验过程中不得发生击穿或飞弧现象。

一般不对同一台电机重复进行本项试验。如确有需要重复进行本项试验，第2次试验时所用试验电压为上述规定试验电压的80%。批量生产的电机进行绝缘介电强度试验时，试验电压允许使用800V，试验时间相应缩短至1s。

（注：电动滑板车出口时，除需符合国内标准 GB/T 12350 外，还需满足目标市场的国际标准要求。欧盟：需符合 EN 17128:2020《Personal light electric vehicles (PLEVs)》及电磁兼容指令（如 EN 301 489 系列）。

美国：需通过 UL 2272《Standard for Electrical Systems for Personal E-Mobility Equipment》认证。

日本：需符合 JIS D 0101《Road vehicles - Safety requirements》及电波法（针对电磁兼容性）。

其他地区：如澳大利亚（AS/NZS 1910）、加拿大（CSA C22.2 No. 60335-2-29）等，需根据当地法规进行调整。）

4.11 匝间绝缘

电机绕组应能承受冲击试验电压（峰值）为1.4倍工频耐压试验值的匝间绝缘试验。也允许用额定电压 130%的短时升高电压法、历时3min的试验代替。

4.12 定子电阻

依据GB/T 755《旋转电机定额和性能》规定，绕组电阻值应符合设计文件要求，公差通常为 $\pm 5\%$ 。电动滑板车电机定子电阻与电机功率、电压等级及绕组材料（铜或铝）密切相关，需由设计文件具体规定。

4.13 定子电感

电机各相定子绕组在频率1kHz下的电感应应在技术文件所规定的范围内。

4.14 电机转子的旋转方向

参照GB 1971规定，单边出线的电机逆时针（一体轮轮毂电机从出线端看，内转子电机从轴伸端看）为正方向。

4.15 空载电流

电机在额定电压下空载运行5min后保持空载，绕组的输入电流不得大于技术文件所规定的限制。

4.16 电机额定参数和效率

4.16.1 额定参数

参照GB/T755的规定试验方法来测试电机的额定转矩、额定转速和额定输出功率。额定电压、额定转矩工况下，电机的转速和输出功率应分别在技术文件所规定的偏差范围内。

4.16.2 效率

额定电压、额定转矩工况下，额定转速 $\geq 300\text{r/min}$ 的电机效率应不低于75%，额定转速 $< 300\text{r/min}$ 的电机效率应不低于60%。

4.17 电机超速

电机在1.2倍额定电压下空载超速运行2min,不得发生机械形变或发出异响声响。

4.18 电机短时过载

电机在额定电压下应能承受2.5倍额定转矩（持续1min），重新启动后应仍然能正常运转。

4.19 质量

依据GB/T 755《旋转电机定额和性能》未直接规定质量限值，但要求质量符合设计文件，公差通常为±3%。

4.20 温升

依据QC/T 792《电动摩托车和电动轻便摩托车用电机及控制器技术条件》，B级绝缘温升限值为80K，F级为105K。

4.21 防火等级

电机内部电路板、非金属外壳的可燃性分级不低于GB/T 5169.16中V-1级，以此防范电机故障时因高温或电火花引发火灾事故。

4.22 低温

当环境温度在 $-25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内。冷态持续2h后，电机的绝缘电阻应仍能符合4.9所规定的要求，电机仍能空载启动。

4.23 高温

当环境温度在 $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内，电机持续空载运行2h后仍应正常工作，绝缘电阻应仍能符合4.9的要求。

4.24 恒定湿热

电机应能承受 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度90%~95%、历时48h的恒定湿热试验，试验后空载电流仍应符合4.15的要求，绝缘电阻仍应符合4.9的要求，外观锈蚀不得影响正常工作。

4.25 电磁兼容

4.25.1 电磁辐射

电机和控制器在运行中产生的电磁辐射应符合GB/T 18387、GB 14023的要求。

4.25.2 抗干扰性

按GB/T 17619表1规定的抗干扰性电平限值进行试验，电机和控制器应能正常工作。

4.26 噪音

电机在运行条件符合4.1的规定时，在额定电压下，空载运行时噪声平均声功率级不大于65dB(A)。

4.27 关键件

4.27.1 磁钢

- a) 磁钢的外形尺寸应符合图样规定的规定；
- b) 单片磁钢正反磁通量之差应符合图样规定；
- c) 磁钢的表面抗腐蚀大于GB/T 6461《金属基体上金属和其它无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级》7级，不能出现锈迹、起泡、裂纹、镀层脱落、粉化等现象及任何形式分离；
- d) 对于极弧系数为1的电机，磁钢摆圈后的间隙 $\leq 0.3\text{mm}$ ；
- e) 磁钢的粘结性能：磁钢固化后，剪切力 $\geq 2000\text{N}$ 。对采用粉末冶金材料制作的铁圈，必须经过去油处理；
- f) 磁钢退磁：参考GB/T 13560中高稳定性磁钢的要求，磁钢升温到磁钢牌号所规定的温度后保温2h，退磁率应 $\leq 5\%$ ；

g) 其他性能应符合GB / T 13560规定。

4. 27. 2 定子

- a) 定子材料：应符合图样要求的规定；
- b) 定子厚度：应符合图样要求的规定。

4. 27. 3 电机轴

- a) 电机轴的尺寸应符合图样的规定；
- b) 材质要求应符合图样的规定，原材料进厂应有材质证明书，化学成分和机械性能应符合GB/T 3077《合金结构钢》的规定；
- c) 轴的最大设计负荷应符合表6的规定；
- d) 轴表面应光洁平滑，不应有锐边、毛刺、裂纹、冷隔等影响强度缺陷存在；
- e) 轴的表面处理：表面应进行镀锌或电泳处理。

表 6 轴的最大设计负荷

轴直径（mm）	最大设计负荷（N）	冲击质量（kg）
12	1000	120
14	1200	145
16	1400	170
注：冲击试验时，轴的冲击载荷应为最大负荷的1.2倍		

4. 27. 4 电机端盖

- a) 电机端盖尺寸应符合图样的规定；
- b) 材质要求应符合图样的规定，原材料进厂应有材质证明书，化学成分和机械性能应符合ADC12或具有相同性能的材料；
- c) 端盖静压压力要求如下：端盖不低于 5 kN，轂盖、碟刹盖不低于 7.5 kN。
- d) 铸件表面不允许有裂纹、缩孔、夹渣、穿透性气孔及加工后不能消除的铸造缺陷；
- e) 铸件应清理干净，外表面需经抛丸处理；铸件非加工面光洁；铸件所有锐角、毛边均需去除。

4. 27. 5 电机轮辋

- a) 电机轮辋尺寸应符合图样的规定；
- b) 材质要求应符合图样的规定，原材料进厂应有材质证明书，铁轮辋化学成分和机械性能应符合图样规定；铝轮辋化学成分应符合图样规定，机械性能应符合图样规定；导磁环化学成分应符合图样规定；
- c) 轮辋机械性能应符合GB/T 22435规定；
- d) 铁轮辋焊接处牢固，无气孔、裂缝、缺料、飞渣、凹凸明显等现象，焊缝无不透熔蚀等缺陷；铝轮轮辋表面不允许有裂纹、缩孔、夹渣、穿透性气孔及加工后不能消除的铸造缺陷；
- e) 轮辋成型轮廓清晰，表面应光洁平整、无划伤、锈蚀、斑点等缺陷。

4. 28 冲击

电机固定在试验台上，按表7规定的条件进行冲击试验，试验过程中不得出现零部件松动或损坏。试验后测试空载电流仍应符合4. 15的要求。

表 7 冲击试验条件

峰值加速度m/s²	脉冲持续时间	波形	某一轴线方向上的冲击次数	三个互相垂直轴线正反方向上冲击总次数
150	11	半正弦	3	18

4.29 振动

电机固定在试验台上，按QC/T413表3规定的条件（三个振动方向中有一个为电机轴线方向）进行振动试验。试验过程中不得出现零部件松动和损坏。试验后测试空载电流应符合4.15的要求。

4.30 防护等级

电机的防护等级应符合技术文件所规定的要求。一般不低于IP34。

4.31 盐雾

电机盐雾要求应符合技术文件所规定的要求。盐雾试验后，电机应仍能正常运行，无有害变形或异音现象，电机内部相关部件不应潮湿。

4.32 非正常堵转

电机空载运行30s、堵转3s为一个循环，持续50个循环后电机仍能正常运行，性能参数仍能符合4.15的要求。

4.33 寿命

电机寿命应不小于2000h。

寿命试验后电机的额定参数仍能满足4.15的要求。

5 试验方法

5.1 试验条件

5.1.1 正常试验条件

- a) 环境温度为5℃~30℃；
- b) 相对湿度为45%~95%；
- c) 大气压力为86kpa~106kpa；
- d) 电参数测试仪表准确等级应不低于0.5级；
- e) 测功机精度应不低于1%，测速仪精度应不低于1%；
- f) 直流电源纹波因数应不大于5%；
- g) 声级计精度为0.01dB；
- h) 百分表精度为0.01mm。

5.2 外观检测

目测，应符合4.2的要求。

5.3 运转检查

目测，应符合4.3的要求。

5.4 装配质量检验

5.4.1 轴向间隙检查

将电机以轴向水平位置牢固地安装，百分表测量头置于轴伸顶端，沿着轴线施加100N推力在轴上，先向一个方向，然后向相反方向，百分表两次读数之差为轴向间隙，其最大值应符合4.4.1的规定。

5.4.2 轴伸径向圆跳动公差检验

固定电机机壳，缓慢转动电机轴。用百分表测量，应符合4.4.2的要求。

5.4.3 径向与端面圆跳动公差检验

端面圆跳动检查：将轴固定，缓慢地转动外壳，用百分表在轮毂电机轮毂装胎面或辐条轮辐条孔中心线外缘上测取三点跳动值，其最大值应符合4.4.3的规定。

5.5 引出线和接插件检验

5.5.1 引出线的强度

将轴向（径向）出线的电机的轴置于垂直（水平位置），引出线的引脚端朝下，在引出线端部施加拉力，逐渐增加至下述规定值。

- a) 电机主绕组引出线在任意方向上应承受25N拉力，持续1min，引出线应完好无损；
- b) 传感器引出线在任意方向上应承受9N拉力，持续1min，引出线应完好无损。

5.5.2 接插件要求和规格

应使用通用量具检验接插件尺寸；必须采用双壁电桥或同等准确度并能消除测量用导线和接触电阻影响的仪器检查接插件的接触电阻；用插拔力测试仪检测第一次的插入力与第六次的拔出力，均应符合4.5.2的要求。

5.6 轮组脱胎性能

将轮组放里程试验机上跑1 h，速度25km/h，负荷75kg，无障碍块。常温静置3h后，装万能试验机上，使用宽50mm厚16mm尺寸压头，压头距离胎圈10mm，下压压头，下压速度30mm/min，测试轮胎脱出最大力应符合4.6要求。

5.7 轮胎型号

轮胎型号与轮辋匹配应符合4.7的要求。

5.8 胎压试验

5.8.1 充气试验

真空胎装配后静置1天测量初始胎压；随后静置3天，前三日泄漏量不大于0.6psi/天，第四天泄漏量为0.4psi/天，依次递减到第六天之后，每天泄漏量0.1psi/天。

5.8.2 不充气试验

a) 静态测试：

将未充气的轮胎安装至对应轮辋，检查是否存在松动、脱落或异常间隙。

参考 GB/T 2983，使用专用量具测量轮胎与轮辋的贴合度，贴合间隙应 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

b) 动态测试：

将未充气的轮组装至电动滑板车，模拟空载行驶5km（速度 $\leq 10\text{km/h}$ ）。试验后检查轮胎是否出现破裂、分层或轮辋变形。

c) 抗冲击测试：

在未充气状态下，对轮胎施加垂直载荷（建议为额定负载的1.5倍），持续1分钟后卸载。检查轮胎是否出现永久性变形或结构损坏。

5.9 绝缘电阻

用兆欧表测量，测量后应符合4.9的要求。

5.10 耐电压测试

按GB/T 1311的有关方法进行试验，试验后应符合4.10的要求。

5.11 匝间绝缘试验

按照JB/T 9615.1和JB/T 9615.2规定的方法进行试验，试验后应符合4.11的要求。

5.12 定子电阻

用直流电桥或满足精度要求的其他仪表测量电机各定子绕组的电阻，测试后应符合4.12的要求。

5.13 定子电感

用电感电桥测量电机各相定子绕组在频率1kHz下的电感，测试后应符合4.13的要求。

5.14 旋转方向

正确连接电机、控制器，通电后目测电机的旋转方向，检测后应符合4.14的要求。

5.15 电机空载电流

电机在额定电压下空载运行5min后，测取电机绕组输入电流极为电机空载电流，试验后应符合4.15的要求。

5.16 电机额定参数和效率

将电机固定在测功机上，正确连接电机和控制器，对控制器施加额定电压。调整额定参数及加载量，点击自动测试按钮。待电机空转运转平稳后，再点击加载按钮直至电机停止测试结束。软件会自动输出曲线及报表。试验后应符合4.16的要求。

5.17 电机超速

电机在1.2倍额定电压下空载运转2min，试验过程中无异常声音，试验后目测确认无异常变形。

5.18 电机短时过载

将电机固定在测功机上，正确连接电机和控制器。给控制器施加额定电压，调整调节指令使电机以空载转速空载运转。运转稳定后操纵测功机逐渐增加电机转矩，直至达到技术文件所规定的额定转矩的2.5倍，持续运转运行1min。试验后目测电机有无有害变形、能否重新启动、启动后运转是否正常。

5.19 质量

用感量为1%的衡器，称取电机的质量。

5.20 温升

将电机安装在支架上，室温放置。温度平衡后测量电枢绕组的直流电阻，并记下当时室温，然后再额定电压下使电机以额定工况下运行一定时间。待温度平衡后（30min内温度变化不超过1℃），切断电源，测试同一绕组的直流电阻，并记录此时的室温。

按GB/T 5171中6.2.2.1的规定计算电机的工作温升。温升应符合4.20的要求

5.21 防火等级

阻燃测试应符合4.21的要求。

5.22 低温

将电机安装在试验支架上，不通电。放在试验箱中。逐渐降低箱温至 $-25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，保持2h。之后在箱内测取电机的绝缘电阻，并检查电机能否空载启动。

5.23 高温

将电机安装在试验支架上，放在试验箱中。额定电压下空载运转。逐渐升高箱温至 $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，保持2h，监测电机的运转情况。之后在箱内测取电机的绝缘电阻应符合4.23的要求。

5.24 恒定湿热

电机的安装配合面都涂以防锈脂后，置于 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度90%~95%的试验箱内，历时2d后，测取空载电流和绝缘电阻，测试后应符合4.24的要求。

5.25 电磁兼容性

5.25.1 电磁辐射

电磁辐射按GB/T 18387、GB 14023规定的方法进行试验。

5.25.2 抗干扰性

抗干扰性按GB/T 177619中第9章规定的测量方法进行试验。

5.26 噪音

电机悬持在弹性元件上，在额定电压下空载运行，按GB/T 10069.1所规定的方法进行噪音试验。

5.27 关键件

检测依照4.27应符合对应规定。

5.28 冲击

将电机固定在试验台上，按GB/T 2423.5规定的方法进行试验。峰值加速度、脉冲持续时间、波形、冲击次数按本标准6的规定。试验过程中，电机在额定电压下空载运行。

5.29 振动

将电机固定在振动试验台上并处于正常安装位置，同时将与电机连接的软管或其他附件安装并固定好，按GB/T 2423.10的规定进行试验。试验中电机处于不工作状态。

5.30 防护等级试验

电机外壳防护等级试验按照GB/T 4942.1进行，应符合4.30的要求。

5.31 盐雾试验

将电机固定在盐雾试验箱中，按照GB/T 2423.17的要求进行，试验后应符合4.31的要求。

5.32 非正常堵转试验

固定电机，使电机在额定电压下空载运行，待电机运行稳定后，以运行30s、堵转3s 为一个循环的方式进行堵转测试，持续进行50个循环。试验后应符合4.16的要求。

5.33 寿命

- a) 电机固定于测功机，样机绕组需热电偶插头(温度传感器)，连接热电偶温度计；
- b) 以额定电流运行；
- c) 待电机绕组热稳定后，记录此时的绕组温度 T1；
- d) 逐步提高扭矩从而提高绕组热稳态温度。
- e) 记录最终热稳态温度 T2(绕组温度不得超过 100℃)；
- f) 寿命测试在电机达到最终热稳态后开始计时，测试时间计算公式为： $t=2000/2a$ ， $a=(T2-T1)/10$ 。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分出厂检验和型式检验。
电机检验项目见表8。

表 8 电机检验项目

序号	检验项目		技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观及尺寸		4.2	5.2	√	√
2	运转检查		4.3	5.3	√	
3	装配质量	轴向间隙	4.4.1	5.4.1	—	

		轴伸径向圆跳动	4.4.2	5.4.2	—	
		径向与端面圆跳动	4.4.3	5.4.3	√	
	引出线和插接件	引出线的强度	4.5.1	5.5.1	√	
		接插件要求和规格	4.5.2	5.5.2	√	
5	轮组脱胎性能		4.6	5.6	—	√
6	绝缘电阻		4.9	5.9	√	
7	耐压测试		4.10	5.10	√	
8	匝间绝缘试验		4.11	5.11	√	
9	定子电阻		4.12	5.12	—	
10	定子电感		4.13	5.13	—	
11	旋转方向		4.14	5.14	√	
12	电机空载电流		4.15	5.15	√	
13	电机额定参数和效率		4.16	5.16	√	
14	电机超速		4.17	5.17	—	
15	电机短时过载		4.18	5.18	—	
16	质量		4.19	5.19	—	√
17	温升		4.20	5.20	—	
18	防火等级		4.21	5.21		
19	低温		4.22	5.22	—	
20	高温		4.23	5.23	—	
21	恒定湿热		4.24	5.24	—	
22	电磁兼容	电磁辐射	4.25.1	5.25.1	—	
		抗干扰性	4.25.2	5.25.2	—	
23	噪音		4.26	5.26	—	
24	关键件		4.27	5.27	—	
25	冲击		4.28	5.28	—	
26	振动		4.29	5.29	—	√
27	防护等级		4.30	5.30	—	
28	盐雾试验		4.31	5.31	—	
29	非正常堵转试验		4.32	5.32	—	
30	寿命		4.33	5.33	—	

6.2 出厂检验

电机经品控中心质量检验部门逐台检验合格，并附合格证后方可出厂。

6.3 型式检验

6.3.1 在下条件之一时应进行型式检验

- a) 新产品设计定型时；
- b) 更换材料和工艺以致影响性能时；
- c) 正常生产2年。

6.3.2 抽样规则

型式检验应从出厂检验合格的产品中抽取。共抽6台，其中2台做寿命试验、2台做其他各项试验项目、2台为复检备用。

6.3.3 判定规则

型式检验中有1台产品一个项目不合格，允许用备检样品加倍复验该项目，如仍有1台不合格，则判型式检验不合格。

7 运输和贮存

7.1 运输

产品运输过程中不得受剧烈冲撞、雨淋，轻搬轻放，严防重压。

7.2 储存

产品应储存在通风良好无腐蚀性物质的库房内。
