

中华人民共和国国家标准

GB/T 43336—2023

舵轮控制系统通用技术条件

General specification for the control system of the steering drive wheels

2023-11-27 发布

2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 运行条件 3

5 技术要求 3

6 试验方法 6

7 检验规则 8

8 标志、包装、运输和贮存..... 11

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本文件起草单位：南京晨光集团有限责任公司、江苏金陵智造研究院有限公司、北京机械工业自动化研究所有限公司、清华大学天津高端装备研究院、东莞沃德检测有限公司。

本文件主要起草人：翟国涛、刘国辉、高昕忠、韩国庆、李茂盛、孙洁香、薛靖婉、杨秋影、张振宇、阚凯、谷青明、陈威振、饶彬、林希佳、王博、李鸿向、刘大猛、文喆、关涛、刘明汉。

舵轮控制系统通用技术条件

1 范围

本文件规定了舵轮控制系统的通用技术条件,包括运行条件、技术要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存要求,描述了试验方法。

本文件适用于指导企业设计、制造和使用舵轮控制系统及构成舵轮控制系统的驱动器和舵轮。

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 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 2423.7 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ec:粗率操作造成的冲击(主要用于设备型样品)
GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
GB 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则
GB/T 7345 控制电机基本技术要求
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 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
GB/T 16439—2009 交流伺服系统通用技术条件
GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

舵轮控制系统 control system of the steering drive wheel

以舵轮作为执行机构,使物体的位置(角度)、速度、加速度(或转矩)等状态变量能够跟随输入控制信号目标值(或给定值)任意变化,从而实现物体的行驶和转向等运动功能的自动控制系统。

注:舵轮控制系统由驱动器和舵轮组成。

3.2

舵轮 **steering drive wheel**

以电动机为动力元件,通过传动机构将电动机位置(角度)、速度、加速度(或转矩)等状态变量进行一定比例放大,从而实现物体的行驶和转向等运动功能的执行机构。

注:舵轮由电动机、行驶机构和转向机构组成。

3.3

驱动器 **driver**

根据传感提供的反馈信息,对舵轮的转矩、速度、位置等进行闭环控制,并向其输送功率的接收控制指令的电气装置。

注:按其控制电路和软件的实现方式分为模拟量控制、数字模拟混合控制及全数字化控制。

3.4

额定负载 **rated load**

在保证正常工作性能的条件下,舵轮控制系统所能达到的长时间连续运行的最大负载能力。

注:额定负载包括行驶机构额定负载和转向机构额定负载。

3.5

额定转速 **rated speed**

在额定负载下,舵轮控制系统所能达到的长时间连续运行的最大速度。

3.6

工作区 **duty zone**

由连续工作区(3.7)和短时工作区(3.8)组成的工作区域。

3.7

连续工作区 **continuous workspace**

处于“最大连续转矩 T_N ”“最高运行工作转速 n_{max} ”“额定转速 n_N ”以内的工作区域。(见图 1 中有阴影区域)

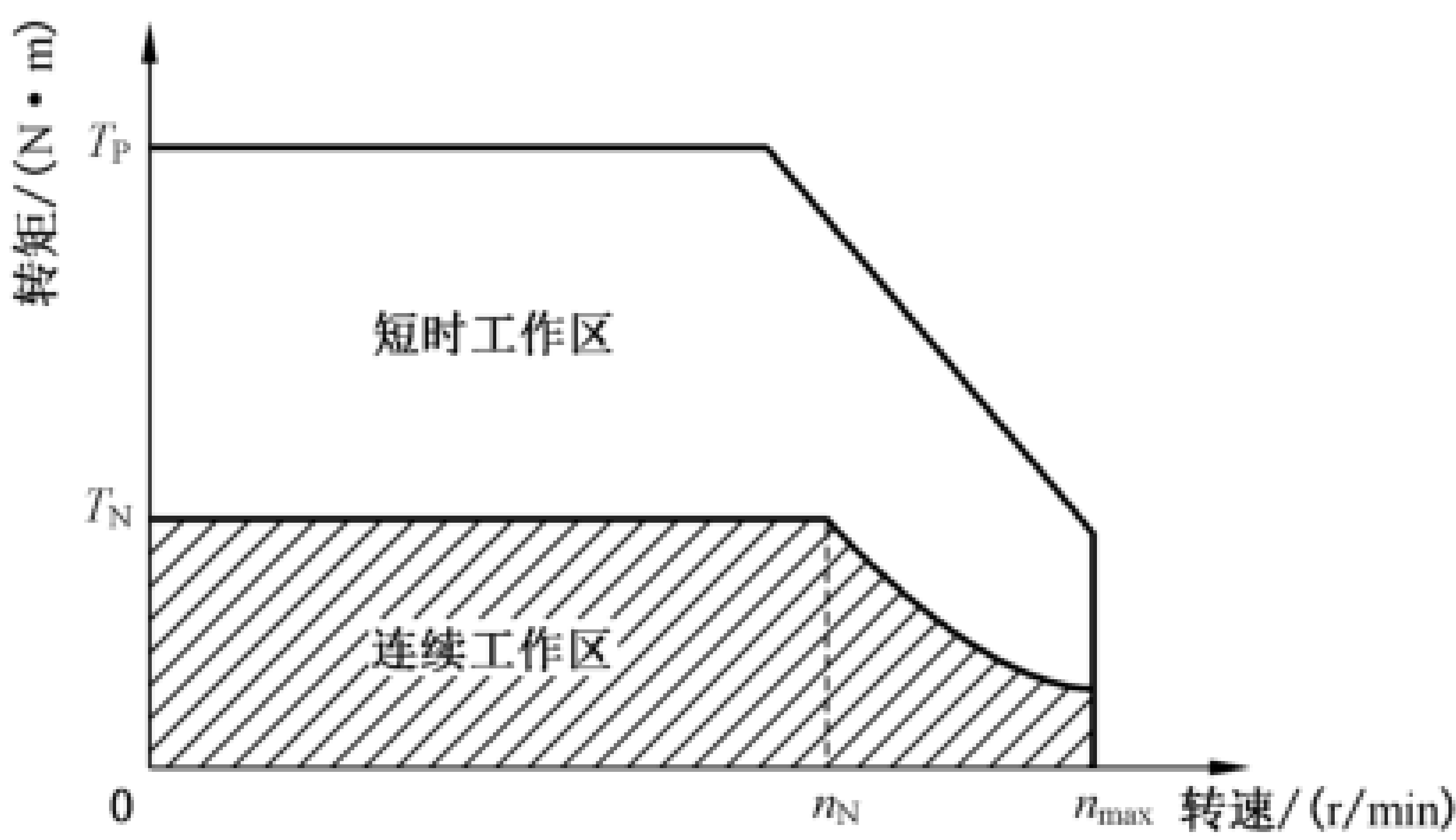


图 1 工作区示意图

3.8

短时工作区 **short-term workspace**

处于峰值转矩 T_P 以下,最大连续转矩 T_N 以上的工作区域。(见图 1 中无阴影区域)

注:在该区域短时工作,舵轮在一定时间内不会被损坏,驱动器在一定时间内亦能正常工作。

3.9

速度控制 **speed control**

以速度为被控量的控制模式。

3.10

稳态位置跟踪误差 dynamic position tracking error

舵轮控制系统对输入信号的瞬态响应结束以后,稳态运行时位置指令值与位置反馈值之差。

4 运行条件

4.1 使用环境条件

舵轮控制系统的使用环境条件应符合下列规定。

- a) 环境温度:0℃~40℃。
- b) 相对湿度:5%~85%,无凝露。
- c) 大气压强:86 kPa~106 kPa。
- d) 污染等级:空气中不应有过量的尘埃、酸、盐、腐蚀性及爆炸性气体。

4.2 储存运输环境条件

舵轮控制系统的储存运输环境条件应符合下列规定。

- a) 环境温度:−25℃~+55℃。
- b) 相对湿度:5%~95%,无凝露。

5 技术要求

5.1 外观

- 5.1.1 舵轮控制系统的外表面及结构零部件不应有锈蚀、碰伤、变形和涂覆层剥落。
- 5.1.2 舵轮包胶表面应平整、厚度均匀且无裂纹,包胶无明显杂质。
- 5.1.3 引出线或接线端应完好无损、无松动。
- 5.1.4 紧固件应连接牢固。

5.2 外形及安装尺寸

舵轮控制系统的外形及安装尺寸(包括尺寸公差)应符合产品专用技术条件的规定。

5.3 介电性能

舵轮控制系统所包括的驱动器介电强度应符合 GB/T 16439—2009 中 5.5.1 的规定,试验时驱动器应无电击穿或闪络现象。所包括的舵轮的介电强度应符合 GB/T 7345 的相关规定。

5.4 绝缘电阻

舵轮控制系统所包括的驱动器绝缘电阻应符合 GB/T 16439—2009 中 5.6.1 的规定。所包括的舵轮的绝缘电阻应符合 GB/T 7345 的相关规定。

5.5 运行方向

当接收到行使正指令时,舵轮控制系统运行方向定义为前进;当接收到行使负指令时,舵轮控制系统运行方向定义为后退;当接收到转向正指令时,舵轮控制系统运行方向定义为左转;当接收到转向负指令时,舵轮控制系统运行方向定义为右转。舵轮控制系统运行方向应符合产品专用技术条件的要求。

5.6 系统功能

- 5.6.1 舵轮控制系统应具备控制功能、保护功能、监控功能。
- 5.6.2 舵轮控制系统保护功能应包括过流保护、过载保护、过热保护、过压保护、欠压保护、传感器故障保护等。

5.7 温升

舵轮控制系统在额定负载、额定转速下连续运行,当到达稳定温度时(当温升率不大于 2 ℃/h 时,则认为达到最终稳定温度),舵轮控制系统壳体表面温升不应大于 60 K。

5.8 工作区

5.8.1 连续工作区

舵轮控制系统在不同转速、不同负载扭矩下运行时,结果应符合产品专用技术条件的要求。

5.8.2 短时工作区

舵轮控制系统按照产品专用技术条件规定的短时工作时间和短时允许的过载倍数,在不同转速下运行时,结果应符合产品专用技术条件的要求。

5.9 转速波动系数

舵轮控制系统行驶机构的转速波动系数应不大于 1%。

5.10 稳态位置跟踪误差

舵轮控制系统转向机构的稳态位置跟踪误差应不大于 0.2°。

5.11 制动性能

舵轮控制系统在制动状态下,电动机输出额定力矩时应不改变其制动状态。

5.12 防水等级

舵轮控制系统采用伺服电机作为动力元件时,防水等级应不低于 IPX4。具体防水等级应符合产品专用技术条件的要求。

5.13 防尘等级

舵轮控制系统采用伺服电机作为动力元件时,防尘等级应不低于 IP5X。具体的防尘等级应符合产品专用技术条件的要求。

5.14 噪声

舵轮控制系统在额定电源电压下空载运行时,其 A 计权声功率级的噪声值应不大于 68 dB。

5.15 低温

5.15.1 低温工作

舵轮控制系统应能承受产品专用技术条件规定的极限工作低温试验。达到规定的稳定温度后,舵轮控制系统应能正常工作。

5.15.2 低温贮存

舵轮控制系统应能承受产品专用技术条件规定的温度时的低温贮存试验,试验时间为 2 h。恢复到正常试验大气条件后,舵轮控制系统应能正常工作。

5.16 高温

5.16.1 高温工作

舵轮控制系统应能在产品专用技术条件规定的最高工作环境温度下连续运行 48 h,试验中、试验后舵轮控制系统应能正常工作。

5.16.2 高温贮存

舵轮控制系统应能承受产品专用技术条件规定的温度时的高温贮存试验,试验时间为 2 h。恢复到正常试验大气条件后,舵轮控制系统应能正常驱动电动机在额定转速下空载运行。

5.17 振动

舵轮控制系统在三个轴向上应能承受产品专用技术条件规定的振动试验。

5.18 恒定湿热

5.18.1 舵轮控制系统应能承受温度 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(93\pm 2)\%$ 、历时 2 d 的恒定湿热试验。

5.18.2 试验后立即测量驱动器和电动机的绝缘电阻,阻值应不小于 $1\text{ M}\Omega$,外观应无明显质量变坏及影响正常工作的锈蚀现象。

5.18.3 舵轮控制系统在正常大气条件下恢复 12 h 后通电,应能正常工作。

5.19 自由跌落

5.19.1 舵轮控制系统在包装良好条件下应符合 GB/T 2423.7 描述的自由跌落试验的规定。

5.19.2 试验后舵轮控制系统电气性能应不受影响,且无机械上损坏、变形的紧固部位的松动现象,通电后应能正常工作。

5.20 电磁兼容性

5.20.1 抗扰度

5.20.1.1 舵轮控制系统应具有抗干扰的能力,试验项目应符合 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6 及 GB/T 17626.29 的规定。

5.20.1.2 试验时舵轮控制系统在额定转速下空载运行,工作特性应未有明显的变化,在规定的允差内正常工作。

5.20.2 发射

按照舵轮控制系统的使用环境,端子骚扰电压限值和电磁辐射骚扰限值应符合 GB 4824 中 1 组 A 类或 B 类设备的规定。舵轮控制系统的电源骚扰电压值和电磁辐射骚扰限值应不超过规定的限值。

5.21 寿命

舵轮控制系统使用寿命应符合产品专用技术条件的规定。

5.22 质量

舵轮控制系统质量应符合产品专用技术条件的规定。

6 试验方法

6.1 外观

目测检查。

6.2 外形及安装尺寸

常温条件下,产品处于非工作状态时,用合适量具测量。

6.3 介电性能

舵轮控制系统所配套驱动器和电动机应以单机形式进行该试验,舵轮控制系统不再进行。

6.4 绝缘电阻

舵轮控制系统所配套驱动器和电动机应以单机形式进行该试验,舵轮控制系统不再进行。

6.5 运行方向

在额定电源电压下,通过外部模拟装置检查舵轮控制系统运行情况。

6.6 系统功能

在额定电源电压下,通过外部模拟装置检查舵轮控制系统的各种功能。

6.7 温升

在额定负载和额定转速下,舵轮控制系统连续运行直至到达稳定温度,通过外部测温装置监测舵轮控制系统主要发热点处温度值。

6.8 工作区

6.8.1 连续工作区

舵轮控制系统在速度控制方式下,施加对应的负载转矩,选择 $n_N/2$ 、 n_N 、 n_{max} 三点转速运行。

6.8.2 短时工作区

舵轮控制系统在速度控制方式下,按照规定的短时工作时间和短时允许的过载倍数,选择 $n_N/2$ 、 n_N 、 n_{max} 三点转速运行。

6.9 转速波动系数

舵轮控制系统行驶机构工作在速度控制方式下,在额定转速、额定负载条件下,测量并记录转速,找出转速最大值 n_{max} 与转速最小值 n_{min} ,按公式(1)计算转速波动系数。

$$K_{fn} = \frac{n_{max} - n_{min}}{n_{max} + n_{min}} \times 100\%$$

.....(1)

式中：

K_{fn} ——转速波动系数；

n_{max} ——转速最大值；

n_{min} ——转速最小值。

6.10 稳态位置跟踪误差

舵轮控制系统转向机构在位置控制模式(即以位置为被控量的控制模式)下,输入位置指令值,测量位置反馈值,计算稳态运行时的位置指令值与位置反馈值之差。

6.11 制动性能

在舵轮控制系统制动状态下,运行电动机使其输出额定扭矩,车轮不应发生转动,应保持制动状态不变。

6.12 防水等级

按 GB/T 4208 规定的方法进行防水等级测试。

6.13 防尘等级

按 GB/T 4208 规定的方法进行防尘等级测试。

6.14 噪声

按 GB/T 10069.1 规定的方法进行试验。

6.15 低温

6.15.1 低温工作

舵轮控制系统置于温度箱内,按 GB/T 2423.1 的 Ad 方法进行试验,温度降至极限工作温度,温度达到稳定后,舵轮控制系统启动工作,在额定转速下空载连续运行不少于 2 h。

6.15.2 低温贮存

舵轮控制系统不通电置于温度箱内,按 GB/T 2423.1 的 Ad 方法进行试验,温度降至产品专用技术条件规定的温度并保持 2 h 后,恢复到正常试验大气条件,然后通电,观察舵轮控制系统在额定转速下是否正常空载运行。

6.16 高温

6.16.1 高温工作

舵轮控制系统置于温度箱内,按 GB/T 2423.2 的 Bd 方法进行试验,温度升至产品专用技术条件规定的温度,温度达到稳定后,舵轮控制系统启动工作,在额定转速下空载连续运行不少于 2 h。

6.16.2 高温贮存

舵轮控制系统不通电置于气候箱内,按 GB/T 2423.2 的 Bd 方法进行试验,温度升到产品专用技术条件规定的温度,达到热平衡并保持 2 h 后,恢复到正常的试验大气条件,然后通电,观察舵轮控制系统在额定转速下是否正常空载运行。

6.17 振动

按照产品专用技术条件规定的方法,在舵轮控制系统三个轴向上进行。

6.18 恒定湿热

驱动器不通电置于气候箱内,按 GB/T 2423.3 规定的方法进行试验。

6.19 自由跌落

舵轮控制系统在包装良好条件下,按 GB/T 2423.7 规定的方法进行自由跌落试验,跌落次数按产品专用技术条件的规定执行。

6.20 电磁兼容性

6.20.1 按 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6 及 GB/T 17626.29 规定的方法进行抗扰度试验。

6.20.2 按 GB 4824 规定的方法进行发射试验。

6.21 寿命

在额定负载、额定转速条件下,舵轮控制系统按照其工作制进行长时间运行。

6.22 质量

用相对精度不低于 1% 的衡器称量产品。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

7.2 鉴定检验

7.2.1 鉴定检验条件

有下列情况之一时,应进行鉴定检验：

- a) 新产品设计确认前；
- b) 已鉴定产品设计或工艺变更后；
- c) 已鉴定产品关键原材料、元器件变更；
- d) 产品制造场所改变。

7.2.2 鉴定检验样机数量

从能代表相应生产阶段的产品批中抽取 3 台,其中 2 台作为试验样机,1 台存放用于对比。

7.2.3 检验程序

鉴定检验项目、基本顺序、样机编号见表 1。

表 1 检验项目及基本顺序

序号	检验项目		技术要求 章条号	试验方法 章条号	鉴定试验 样机编号	鉴定检验	质量一致性检验	
							A 组检验	C 组检验
1	外观		5.1	6.1	1,2	√	√	√
2	外形及安装尺寸		5.2	6.2	1,2	√	√	√
3	介电性能		5.3	6.3	1	√	—	√
4	绝缘电阻		5.4	6.4	1,2	√	√	√
5	运行方向		5.5	6.5	1,2	√	√	√
6	系统功能		5.6	6.6	1	√	—	√
7	温升		5.7	6.7	1	√	—	√ ^a
8	工作区	连续工作区	5.8.1	6.8.1	1,2	√	√	√
9		短时工作区	5.8.2	6.8.2	1	√	—	√
10	转速波动系数		5.9	6.9	1,2	√	√	√
11	稳态位置跟踪误差		5.10	6.10	1,2	√	√	√
12	制动性能		5.11	6.11	1	√	—	√ ^a
13	防水等级		5.12	6.12	1	√	—	√ ^a
14	防尘等级		5.13	6.13	1	√	—	√ ^a
15	噪声		5.14	6.14	1	√	—	√
16	低温	低温工作	5.15.1	6.15.1	1	√	—	√
17		低温贮存	5.15.2	6.15.2	1	√	—	√
18	高温	高温工作	5.16.1	6.16.1	1	√	—	√
19		高温贮存	5.16.2	6.16.2	1	√	—	√
20	振动		5.17	6.17	1	√	—	√
21	恒定湿热		5.18	6.18	1	√	—	√
22	自由跌落		5.19	6.19	1	√	—	√
23	电磁兼容	抗扰度	5.20.1	6.20.1	1	√	—	√ ^a
24		发射	5.20.2	6.20.2	1	√	—	√ ^a
25	寿命		5.21	6.21	1	√	—	√ ^a
26	质量		5.22	6.22	1	√	—	√ ^a
注：“√”表示进行该项检验；“—”表示不进行该项检验。								
^a 表示在定期进行的例行检查中可免试。								

7.2.4 检验结果的评定

7.2.4.1 合格

鉴定检验用样机的全部项目检验符合要求，则鉴定检验合格。

7.2.4.2 不合格

只要有一台样机的任一项目不符合要求,则鉴定检验不合格。

7.2.4.3 偶然失效

当鉴定部门确定某台样机某一不合格项目属于孤立性质的偶然失效时,可在每次提交的样机中取一台备用样机代替失效样机,并补做失效发生前(包括失效时)该台样机的所有项目。然后继续试验,若再有一台样机的任一个项目不符合要求,则鉴定检验不合格。

7.2.4.4 性能降低

样机经环境试验后,可出现不影响其使用的性能降低,性能降低的允许值按产品专用技术条件的规定。

7.2.4.5 环境试验期间和试验后的性能严重降低

样机在环境试验期间和试验后,出现影响其使用的性能严重降低,鉴定部门或者认为鉴定不合格,或者当一台样机出现失效时,可用新的两台样机代替,并补做失效发生前(包括失效时)的所有试验,然后补足原样机数量继续试验,若再有一台样机的任一个项目不合格,则鉴定试验不合格。

7.3 质量一致性检验

7.3.1 分类

质量一致性检验分为:

- a) A 组检验是为了证实产品是否满足常规质量要求所进行的交付试验;
- b) C 组检验是周期性的例行试验。

7.3.2 A 组检验

A 组检验应逐台进行,检验项目及基本顺序见表 1,若有一项或一项以上不合格,则该产品为不合格。

7.3.3 C 组检验

7.3.3.1 检验项目

C 组检验项目及基本顺序见表 1。

7.3.3.2 检验条件

7.3.3.2.1 有下列情况之一时,应进行 C 组检验:

- a) A 组检验结果与鉴定检验结果发生较大偏差;
- b) 产品专用技术条件规定的周期性检验;
- c) 有关市场监管部门或用户要求。

7.3.3.2.2 C 组检验周期为每两年至少进行一次。

7.3.3.3 检验要求

7.3.3.3.1 C 组检验样机从已通过 A 组检验的产品中抽取,对未做过 A 组检验的样机应补做 A 组检验项目的试验,待合格后方能进行 C 组检验。

- 7.3.3.3.2 C 组检验样机数量及检验结果评定应符合 7.2.2 和 7.2.4 的相关规定。
- 7.3.3.3.3 C 组检验不合格,由制造商消除不合格原因后,重新进行 C 组检验。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

舵轮控制系统的铭牌、标志应符合 GB/T 7251.1—2013 中 6.1 的规定。

8.2 包装

包装应符合 GB/T 13384—2008 的规定。

8.3 运输

包装的舵轮控制系统在运输过程中应小心轻放,避免碰撞和敲击,严禁与酸碱等腐蚀性物质放在一起。

8.4 贮存

- 8.4.1 舵轮控制系统应贮存在清洁、通风良好的库房内,空气中不应含有腐蚀性气体。
 - 8.4.2 贮存期应符合产品专用技术条件的规定。
-