



# 江苏省地方标准

DB32/T 4487—2023

## 制动电机动态力矩测试方法

Test method for dynamic torque of brake motor

2023-05-13 发布

2023-06-13 实施

江苏省市场监督管理局 发布  
中国标准出版社 出版

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 仪器装置 .....2

5 测试条件 .....2

6 测试程序 .....3

7 测试报告 .....5

附录A（资料性） 制动电机动态力矩曲线 .....6

附录B（资料性） 制动电机动态力矩测试记录表 .....7

参考文献 .....8

## 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。

本文件由江苏省市场监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：江苏省特种设备安全监督检验研究院、无锡市恒鑫机电制造有限公司、无锡新大力电机有限公司。

本文件主要起草人：苏文胜、孙培江、谢一麟、许晨旭、李云飞、王欣仁、王勤生、丁新其、马龙、范雪骐、黄正宏、赵卫国、王松雷、胡东明、巫波、陈晓丹、薛志钢、徐鹏程、杨小姜、高良。

# 制动电机动态力矩测试方法

## 1 范围

本文件描述了采用加速度法测量制动电机动态力矩的测试方法。  
本文件适用于锥形转子电机、带电磁圆盘式制动器的制动电机动态力矩测试。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**制动器 brake**

具有使运动部件或运动机械减速、停止或保持停止状态等功能的装置。  
[来源:GB/T 26665—2011,2.1]

### 3.2

**制动力矩 braking torque**

制动部件与运动部件(或运动机械)间产生的直接迫使运动机械减速、停止的力矩。  
[来源:GB/T 26665—2011,4.2,有修改]

### 3.3

**转动惯量 moment of inertia**

物体的各个质点的质量与质点到规定轴线的距离(半径)平方乘积的总和(积分)。  
[来源:GB/T 755—2019,3.24]

### 3.4

**制动转速 braking rotational speed**

开始制动时,运动部件(或运动机械)的转速。  
[来源:GB/T 18276—2017,3.1]

### 3.5

**锥形转子电动机 conical rotor motor**

转子呈圆锥台形的电动机。  
[来源:GB/T 2900.25—2008,411-33-29]

### 3.6

**电磁圆盘式制动器 disk electromagnetic brake**

借助电磁力的作用,用圆盘的端面作为摩擦副接触面,产生或消除制动功能的制动器。

### 3.7

**制动电机 brake motor**

具有附加圆盘式制动器的三相异步电动机。

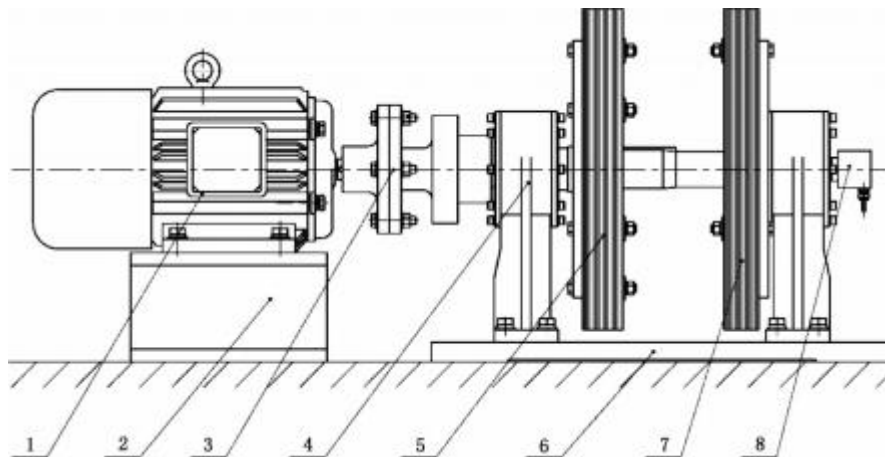
## 4 仪器装置

### 4.1 光电编码器

通过光电转换将输出轴上的机械几何位移量转换成脉冲或数字量的传感器,通过计算每秒光电编码器输出脉冲的个数就能反映当前电动机的转速。其性能应能够保证可以对测试装置的转速进行实时采集,其数据采集频率不低于 50 Hz。

### 4.2 测试装置

制动电机动态力矩测试装置见图 1,其构成至少应包括底座,轴器,轴承支撑座,惯量盘,光电编码器,电机控制系统、转速采集、计算和显示系统。



标引序号说明:

- 1——被试制动电机;
- 2——制动电机安装底座;
- 3——联轴器;
- 4——轴承支撑座;
- 5——惯量盘(已配置);
- 6——测试装置底座;
- 7——惯量盘(未配置);
- 8——光电编码器。

图 1 制动电机动态力矩测试装置

## 5 测试条件

### 5.1 环境要求

制动电机动态力矩测试环境符合以下要求:

- a) 温度:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 海拔不应超过 1 000 m;
- c) 环境中不应有易燃、易爆的气体 and 介质。

### 5.2 安全要求

制动电机动态力矩测试过程中相关操作符合以下安全要求:

- a) 测试作业场地应干燥,并设置警示隔离区和警示牌;
- b) 电磁铁励磁线圈绝缘电阻在冷态下不应小于 20 MΩ;
- c) 电磁铁励磁线圈应能承受历时 1 min 的耐电压试验而不发生击穿,试验电压的频率为 50 Hz,并尽可能为正弦波形,电压有效值参照表 1,此时,整流元件应脱开进行。

表 1 介电试验电压

额定励磁电压( $U_1$ ) V	介电试验电压(交流、有效值)( $U_2$ ) V
$U_1 \leq 60$	1 000
$60 < U_1 \leq 300$	2 000
$300 < U_1 \leq 660$	2 500

6 测试程序

6.1 测试安装

制动电机通过联轴器安装在测试装置上,安装水平度要求为 0.05 mm/m~0.1 mm/m。

6.2 单次制动功计算

根据被试制动电机规格选择制动初转速,计算许用单次制动功,按式(1)计算:

$$W = \frac{\pi n_0 M_d}{60} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $W$  ——许用单次制动功,单位为焦耳(J);
- $n_0$  ——制动初转速,单位为转每分(r/min);
- $M_d$  ——额定制动力矩,单位为牛米(N·m)。

6.3 拟配置惯量计算

根据计算所得许用单次制动功,计算拟配置惯量大小,按式(2)计算:

$$\sum J_1 = 182 \frac{W}{n_0^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\sum J_1$ ——制动轴上拟配置的转动惯量,单位为千克平方米(kg·m<sup>2</sup>)。

6.4 实际配置惯量计算

制动电机动态力矩测试实际配置惯量按照以下方式计算。

- a) 实际配置转动惯量时,依据  $\sum J_1$  的大小、测试装置自身惯量  $\sum J_2$  和测试装置实际惯量盘的设计要求,配置实际增加惯量  $\sum J_3$ 。
- b) 测试装置总转动惯量  $\sum J$ ,按式(3)计算:

$$\sum J = \sum J_2 + \sum J_3 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\sum J_2$ ——测试装置自身的转动惯量,单位为千克平方米(kg·m<sup>2</sup>);

$\Sigma J_3$ ——制动轴上实际配置的转动惯量,单位为千克平方米( $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ )。

c) 实际配置总转动惯  $\Sigma J$  满足式(4)的要求:

$$\left| \frac{\Sigma J - \Sigma J_1}{\Sigma J} \right| \times 100\% \leq 5\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

## 6.5 动态力矩测试

### 6.5.1 跑合试验

依据 6.4 的计算,将惯量  $\Sigma J_3$  配置到测试装置中,进行不超过 20 次的跑合试验,使制动器摩擦片受力均匀。

### 6.5.2 数据采集

制动电机动态力矩测试数据采集按照如下要求:

- 根据制动电机性能,将制动电机加速到额定转速  $n_1$ ;
- 制动电机达到额定转速并保持稳定后,断电制动,光电编码器同时采集制动电机速度变化,一直到速度降为 0,数据采集完成。

### 6.5.3 数据计算

制动电机动态力矩测试数据计算按照如下要求:

- 动态力矩采用加速度法计算;
- 整个测试过程中的转速由编码器测试并由计算机等间隔不断采集转速信号  $n_0, n_1, n_2, n_3, \dots, n_{n-1}, n_n$ ; 计算机运算模型如下:

$$M_{bd1} = \frac{\Sigma J(n_0 - n_1)}{9.55t} \eta \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$M_{bd2} = \frac{\Sigma J(n_1 - n_2)}{9.55t} \eta \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$M_{bd3} = \frac{\Sigma J(n_2 - n_3)}{9.55t} \eta \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$M_{bdn} = \frac{\Sigma J(n_{n-1} - n_n)}{9.55t} \eta \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$M_{bd1}, M_{bd2}, M_{bd3}, \dots, M_{bdn}$  ——第 1 段,第 2 段,第 3 段,……,第  $n$  段平均制动力矩,单位为牛米( $\text{N}\cdot\text{m}$ );

$n_0$  ——制动初转速,单位为转每分( $\text{r}/\text{min}$ );

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$  ——第一段,第二段,第三段,……,第  $n$  段末转速,单位为转每分( $\text{r}/\text{min}$ );

$t$  ——第一段,第二段,第三段,……,第  $n$  段时间取值,采样频率为  $f$  时  $t = 1/f$ ,单位为秒( $\text{s}$ );

$\eta$  ——试验台总轴承效率,取 0.98。

c) 进行三次动态力矩测试,取平均值作为测试结果。

### 6.5.4 结果验算

验算每次试验的实际平均制动力矩,按式(6)计算:

$$M_{d0} = \frac{n_0 \Sigma J}{9.55t_s} \eta \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$M_{d0}$  ——动态制动力矩，单位为牛米(N·m)；

$t_s$  ——有效制动时间，单位为秒(s)。

6.5.5 力矩曲线生成

依据 6.5.3 的数据，由计算机生成动态力矩曲线。仅供参考的力矩曲线样式见附录 A。

7 测试报告

测试报告至少应给出以下几个方面的内容：

- a) 被测试制动电机型号规格；
- b) 测试时间；
- c) 制动电机额定力矩；
- d) 测试结果。

仅供参考的测试报告样式见附录 B。



附 录 A  
(资料性)  
制动电机动态力矩曲线

制动电机动态力矩曲线见图 A.1。

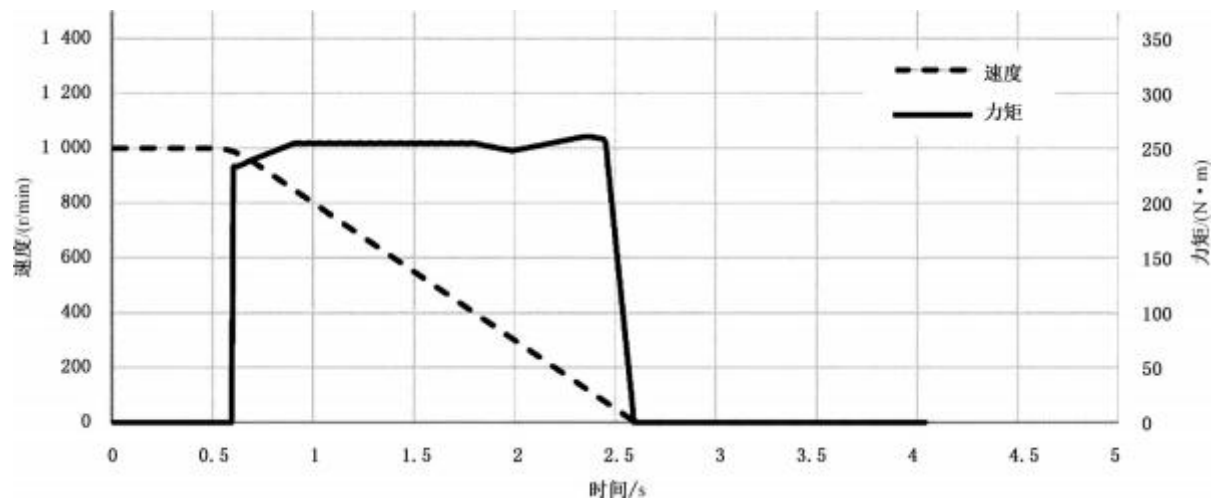


图 A.1 制动电机动态力矩曲线

附 录 B  
(资料性)  
制动电机动态力矩测试记录表

制动电机动态力矩测试记录表见表B.1。

表 B.1 制动电机动态力矩测试记录表

产品信息			
企业名称			
产品名称			
型号规格		产品编号	
额定励磁电压		额定初转速	
额定制动力矩		测试日期	
测试数据			
动态力矩 1		绝缘电阻	
动态力矩 2		耐电压测试	
动态力矩 3		平均动态力矩	
<div>动态力矩测试曲线 1；</div> <div>动态力矩测试曲线 2；</div> <div>动态力矩测试曲线 3；</div>			
备注			

参 考 文 献

- [1] GB/T 755—2019 旋转电机 定额和性能
  - [2] GB/T 2900.25—2008 电工术语 旋转电机
  - [3] GB/T 26665—2011 制动器术语
-