

# 风力发电机组 制动系统 第1部分：技术条件 (JB/T 10426.1-2004)

## 1 范围

本部分规定了水平轴并网型风力发电机组制动系统的组成形式、工作条件、基本性能，试验方法、检验规则、标志和包装运输等基本要求。

本部分适用于水平轴并网型风力发电机组由空气制动装置联合传动系统中机械制动装置组成的制动系统，以及由传动系统中低速轴机械制动装置联合高速轴机械制动装置组成的制动系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过JB/T 10426的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓(GB/T 1228-1991，neq ISO 7412：1984)

GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母(GB/T 1229-1991，neq ISO 4775：1984)

GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈(GB/T 1230-1991，neq ISO 7416：1984)

GB/T 1239.4 热卷圆柱螺旋弹簧技术条件(GB/T 1239.4-989，neq JIS 2702：1987)

GB/T 2900.53 电工术语风力发电机组(GB/T 2900.53-2001，idt IEC 60050-415：1999)

GB/T 4942.1 旋转电机外壳防护分级(IP代码)(GB/T 4942.1-2001，idt IEC 60034 - 5：1991)

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB18451.1 风力发电机组安全要求(GB18451.1-2001，idt IEC61400-1：1999)

JB/T 3063 烧结金属摩擦材料技术条件

JB/T 6540 制动器术语

JB/T 7019 盘式制动器制动盘

JB/T 10300 风力发电机组设计要求

JB/T 10426.2 风力发电机组制动系统第2部分：试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 2900.53和JB/T 6540中确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

### 3.1

制动系统braking system

风力发电机组中起制动作用的装置的总称，一般包括气动制动装置和机械制动装置。

### 3.2

### 工作方式operation mode

指制动系统中制动装置的投入顺序和投入方法，一般分为正常制动方式和紧急制动方式。

#### 3.3

### 控制方式control mode

指与制动系统相关的控制逻辑和控制方法一般分为正常控制逻辑和安全控制逻辑。

#### 3.4

### 制动系统额定静态制动力矩static rated braking torque of braking system

在制动系统处于正常制动状态和被制动装置保持静止的条件下，制动系统可以产生的最大制动力矩。

#### 3.5

### 所需最小静态制动力矩required minimum static braking torque

使风力发电机组的相关系统保持稳定静止状态所需要的最小静态制动力矩。

#### 3.6

### 制动系统额定动态制动力矩dynamic rated braking torque of braking system

在制动系统的正常制动状态和被制动装置保持匀速运动的条件下，制动系统可以产生的有效制动力矩。

#### 3.7

### 所需最小动态制动力矩required minimum dynamic braking torque

保证风力发电机组相关系统的制动满足设计要求所需的有效制动力矩。

#### 3.8

### 最大许用制动力矩maximum permissible braking torque

保证风力发电机组相关系统安全制动所允许使用的最大有效制动力矩。

#### 3.9

### 机械制动额定静态制动力矩static rated braking torque of mechanical brake

在保持制动器摩擦副相对静止的条件下，摩擦副可以产生的最大静态制动力矩。

#### 3.10

### 机械制动额定动态制动力矩dynamic rated braking torque of mechanical brake

在保持制动器摩擦副相对匀速运动的条件下，摩擦副可以产生的有效制动力矩。

#### 3.11

### 柔性加载方式soft-load mode

在制动系统的制动力矩增加过程中，没有制动力矩增长加速度突变的加载方式。

### 3.12

半刚性加载方式semi-rigid-load mode

在制动系统的制动力矩增加过程中，没有制动力矩增长速度突变的加载方式。

### 3.13

阶梯形加载方式step-load mode

在制动系统的制动力矩增加过程中，存在制动力矩突变的加载方式。

## 4制动系统的技术要求

### 4.1组成形式

4.1.1对于定桨距风力发电机组，制动系统一般采用下列形式之一：

- a)叶尖制动联合传动系统中的高速轴机械制动；
- b)传动系统中的低速轴机械制动联合高速轴机械制动；
- c)叶尖制动联合传动系统中的低速轴机械制动。

注：推荐采用a)类形式。

4.1.2对于变桨距风力发电机组，制动系统一般采用下列形式之一：

- a)顺桨制动联合传动系统中的高速轴机械制动；
- b)顺桨制动联合传动系统中的低速轴机械制动

注：推荐采用a)类形式。

4.1.3制动系统的组成形式，应符合下列组成原则：

- a)按正常工作方式下的投刀F序分为一级制动、二级制动等；
- b)制动系统至少应设计有一级制动装置和二级制动装置；
- c)各级制动装置既可独立工作又要在切入时间或切入速度上协调动作；
- d)至少应有其中的某一级为具有失效保护功能的机械制动装置；
- e)属于同一级的制动装置应既可独立工作又要在切入时间或切入速度上协调动作；
- f)除制动装置外，在适当位置应设有风轮的锁定装置。

### 4.2工作条件

4.2.1采用电气驱动的制动系统，工作电源应与风力发电机组的电源系统相匹配。

4.2.2采用液压驱动的制动系统，工作压力应与风力发电机组的液压系统相匹配。

4.2.3设有状态反馈的制动系统，制动状态反馈信号应与风力发电机组的控制系统相匹配。

4.2.4制动系统零部件的适用温度条件应与风力发电机组的使用温度条件一致。

4.2.5制动系统零部件的表面处理和防护性能应适应风力发电机组的工作环境条件

4.2.6制动系统零部件的尺寸应与风力发电机组相应部分的设计尺寸相匹配。

4.2.7制动系统零部件的安装方式应符合风力发电机组的设计要求。

#### 4.3性能要求

4.3.1制动系统应具有失效保护功能，当出现重大故障或驱动机构的能源装置失效时，制动系统能够使风力发电机组处于安全制动状态。

4.3.2制动系统应采用冗余控制方式，至少应设计有制动系统的正常控制逻辑和安全控制逻辑，并应规定各种控制逻辑的触发条件。

4.3.3制动系统应设定工作方式类型，至少应设计有正常制动方式和紧急制动方式，并应规定各种工作方式下制动装置的投刀顺序。

4.3.4制动系统应适应操作模式选择，风力发电机组一般设有手动操作模式和自动控制模式，并可根据需要随时切换操作模式。

4.3.5制动系统的正常控制逻辑至少应可起动正常制动方式和紧急制动方式，并可根据不同的风力发电机组运行状态投入相应的工作方式。

4.3.6制动系统的安全控制逻辑至少应可起动紧急制动方式。一定条件下可自动触发并使制动系统按预定程序投入制动状态

4.3.7在任何控制逻辑下，同一种工作方式应具有 consistency，但不同的控制逻辑可选择不同的制动工作方式。

4.3.8在同一控制逻辑下，可从低级制动方式向高级制动方式转移，即可从正常制动方式向紧急制动方式转移。

4.3.9在各种控制逻辑中，高级别的控制逻辑应对低级别的控制逻辑具有保护作用，即在正常控制逻辑失效时可以触发安全控制逻辑。

4.3.10在任何条件下不能同时触发不同的控制逻辑，一个制动过程在同一时刻只能从属于多种控制逻辑中一种特定的控制逻辑。

4.3.11在正常制动方式下，制动装置应采用分时分级投入方式。按预定程序先投入一级制动装置，达到一定条件时，再按预定程序投入二级制动装置，……。

4.3.12在紧急制动方式下，一级制动装置和二级制动装置应同时按预定程序投入制动状态实现对风力发电机组的安全制动。

4.3.13在任何工作方式下，同一级的各制动装置应能按预定程序投入制动状态并保持制动状态的稳定。

4.3.14在任何条件下不能同时起动不同的工作方式，一个制动过程在同一时刻只能采用多种工作方式中一种特定的工作方式。

4.3.15在手动操作模式下，可根据风力发电机组的起动和停机需要人为地使制动系统投入制动状态或解除其制动状态。

4.3.16在自动控制模式下，只有控制系统能够根据相关条件，使制动系统投入制动状态或解除其制动状态。

4.3.17在任何条件下风力发电机组制动系统不能同时从属于两种操作模式，在同一时刻只能从属于一种特定的操作模式。

4.3.18在同等条件下选择制动方式时，紧急制动方式应具有较高的优先级，即使在正常制动过程中也可根据需要过渡到紧急制动方式。

4.3.19在同等条件下选择控制方式时，安全控制逻辑应具有较高的优先级，即使在正常制动控制逻辑下的制动过程中也应可以转移到安全控制逻辑。

4.3.20在同等条件下选择操作模式时，人工操作模式和自动控制模式应具有相同的优先级，最后设置的操作模式为当前操作模式。

4.3.21人工操作模式和自动控制模式应是相互独立的，但应在控制系统中设置自动控制模式的屏蔽装置。

4.3.22在风力发电机组的解缆状态下不应解除制动状态，应在解缆状态结束并且相关的条件满足后方可解除制动状态；在制动状态下方可进入解缆过程。

4.3.23在风力发电机组的正常偏航状态下，满足条件时应可进入制动状态；在风力发电机组的制动状态下，满足条件时应可进入偏航状态。

4.3.24制动系统的额定静态制动力矩应大于风力发电机组的所需最小静态制动力矩所需最小静态制动力矩的确定应以极限工况为准。

4.3.25在制动系统具有多个摩擦副的情况下，同一级制动装置各个摩擦副之间的最大静态制动力矩的差值不应大于10%。

4.3.26制动系统的额定动态制动力矩应大于风力发电机组的所需最小动态制动力矩并小于风力发电机组的最大许用制动力矩。

4.3.27在制动系统具有多个摩擦副的情况下，同一级制动装置各个摩擦副之间的动态制动力矩的差值不应大于5%。

4.3.28制动系统的制动力矩在正常工作方式下宜采用柔性加载方式，也可采用半刚性或阶梯形加载方式。制动力矩曲线如图1、图2和图3所示。

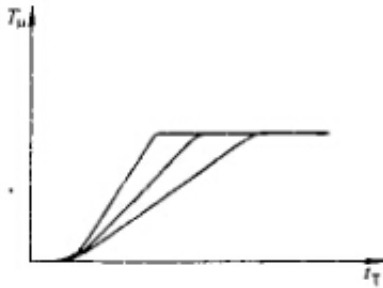


图1 柔性加载方式的摩擦转矩曲线

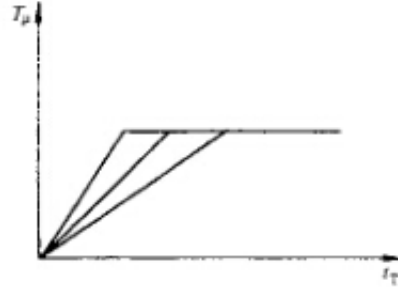


图2 半刚性加载方式的摩擦转矩曲线



图3 阶梯加载方式的摩擦转矩曲线

4.3.29气动制动(叶尖制动或顺桨制动)联合机械制动的制动系统，气动制动装置应作为风力发电机组的一级制动装置，机械制动装置作为二级制动装置。

4.3.30低速轴机械制动联合高速轴机械制动的制动系统，低速轴机械制动装置应作为一级制动装置，高速轴机械制动装置作为二级制动装置。

4.3.31制动系统应符合GB18451.1相关条款的规定

#### 4.4设计要求

4.4.1制动系统的总体设计应符合JB/T 10300相关条款的规定。

4.4.2制动系统的设计性能指标应根据系统的组成按相关标准进行计算并验证。

4.4.3制动系统零部件的设计应符合制动系统的设计要求和条件，并符合相关标准。

4.4.4制动系统的设计或选型应以风力发电机组的下列参数为依据：

- a)设计环境温度；
- b)运行环境湿度；
- c)额定机械功率；
- d)风轮转速；
- e)制动盘转速；
- f)制动盘最大转速；
- g)制动盘的规格尺寸及材料要求；
- h)所需最小动态制动力矩；

- i)所需最小静态制动力矩；
- J)许用最大动态制动力矩；
- k)正常停机制动时间；
- l)紧急停机制动时间；
- m)超速停机制动时间；
- n)制动器最大响应时间；
- o)风轮及传动系统，发电机转子的转动惯量；
- P)装配空间限制条件及装配尺寸要求；
- g)驱动装置的形式及接口要求。

#### 4.5制造要求

- 4.5.1制动系统的专用零部件应按照经规定程序批准的图样及技术文件进行制造。
- 4.5.2制动系统的通用零部件应符合现行技术标准和技术文件的规定
- 4.5.3制动系统的装配和安装调试应符合经规定程序批准的图样及技术文件的规定。
- 4.5.4固定用高强度螺栓应符合GB/T 1228的要求。
- 4.5.5固定用高强度螺母应符合GB/T 1229的要求。
- 4.5.6固定用高强度垫圈应符合GB/T 1230的要求。

#### 5制动装置的技术要求

##### 5.1结构形式

- 5.1.1制动装置一般采用气动制动装置和机械制动装置。
- 5.1.2气动制动装置分为叶尖制动装置和叶片顺桨制动装置。
- 5.1.3机械制动装置宜采用钳盘式制动装置，并应具有力矩调整、间隙补偿、随位和退距均等功能。

##### 5.2性能要求

- 5.2.1制动装置可根据需要进行选型和设计应符合相关的技术标准。
- 5.2.2制动装置的制动性能指标应满足风力发电机组的设计要求。
- 5.2.3制动装置的安装方式、外形尺寸应符合风力发电机组的设计要求。
- 5.2.4制动装置的零部件应具有足够的刚度和强度。
- 5.2.5制动装置应具有失效保护功能。
- 5.2.6钳盘式机械制动装置的制动钳数量一般不应少于两个，以确保制动的安全可靠。

- 5.2.7机械制动装置的额定静态制动力矩应根据系统额定静态制动力矩和设计结构确定。
- 5.2.8机械制动装置的额定动态制动力矩应根据系统额定动态制动力矩和设计结构确定。
- 5.2.9机械制动装置应允许将制动力矩调整至(0.7-1倍的额定值范围内使用)。
- 5.2.10机械制动装置的响应时间应不大于0.2s。
- 5.2.11摩擦副应进行热平衡计算，给出连续两次制动的最小时间间隔，并满足风力发电机组的各种设计工况。
- 5.2.12对电磁驱动的机械制动装置，在50%的弹簧工作力和额定电压的条件下。按驱动装置的额定操作频率操作，应能灵活地闭合；在额定制动力矩时的弹簧力和85%的额定电压下操作，制动装置应能灵活地释放。
- 5.2.13对液压驱动的机械制动装置，在50%的弹簧工作力和额定液压压力条件下，按驱动装置的额定操作频率操作，应能灵活地闭合；在额定制动力矩时的弹簧力和85%的额定液压力下操作，制动装置应能灵活地释放。
- 5.2.14在额定工作压力和制动衬垫温度在250 以内的条件下，制动装置的制动力矩应满足风力发电机组所需最小动态制动力矩的要求。
- 5.2.15空气制动装置的设计按JB/T 10300的相关条款进行。
- 5.2.16叶尖制动和顺桨制动装置动作应及时准确、灵活可靠、协调一致。
- 5.2.17空气制动装置的叶尖或叶片转角一般应小于90°。
- 5.2.18制动盘应符合JB/T 7019的规定。
- 5.2.19制动弹簧应符合GB/T 1239.4的规定。
- 5.2.20摩擦材料应符合JB/T 3063的规定。
- 5.2.21摩擦衬垫的许用磨损量应予以规定，超过规定值时应及时更换。
- 5.2.22制动钳和制动盘的固定应采用高强度螺栓，固定力矩应符合设计要求。
- 5.3机械制动装里的精度要求
- 5.3.1在制动状态下，摩擦副工作表面的贴合面积应不小于有效面积的80%。
- 5.3.2在非制动状态下，摩擦副的调整间隙在任何方向向上均应在0.1mm-2mm之间。
- ## 6驱动机构的技术要求
- ### 6.1结构形式
- 6.1.1驱动机构的选型和设计应易于实现风力发电机组制动系统的自动控制功能。
- 6.1.2驱动机构的力学性能应与制动系统的设计要求一致。
- 6.1.3驱动机构的形式宜采用电磁驱动机构或液压驱动机构。
- ### 6.2性能要求
- 6.2.1驱动机构产生的推力值的变化不应超过额定值的5%。



6.2.2如果没有特别说明，驱动机构的响应时间不应大于0.2s。

6.2.3驱动机构中传递力和力矩的零部件应有足够的强度和刚度。

6.2.4液压驱动机构的管路连接和密封部位应具有可靠的密封性能。

6.2.5驱动机构的动作应灵活可靠，准确到位。

6.2.6电磁驱动机构，其电器外壳的保护等级不应低于GB/T 4942.1中规定的IP54级。

## 7检验规则

### 7.1检验类别

产品检验分为出厂检验和型式检验。

#### 7.1.1出厂检验

产品出厂前应由质量检验部门进行出厂检验并做好质量检验记录；质量检验记录应作为产品合格证的支持文件。

#### 7.1.2型式检验

7.1.2.1有下列情况之一者，应进行型式检验：

- a)新产品定型或老产品转厂试制鉴定时；
- b)产品的设计、材料、工艺有重大改变时；
- c)产品长期停产达两年以上恢复生产时；
- d)产品正常生产时，每两年进行一次型式检验；
- e)国家质量技术监督部门提出型式检验要求时。

7.1.2.2型式检验按下列方法进行抽样：

- a)7.1.2.1中a)、b)两种情况的抽样方法为：在试制的产品中，抽取1-2台样机；
- b)7.1.2.1中c)、e)两种情况的抽样方法为：在生产的产品中，抽取1-2台产品；
- c)7.1.2.1中d)种情况的抽样方法为：在生产的产品中，由有关部门确定抽样方式。

## 7.2检验项目

### 7.2.1出厂检验

7.2.1.1外观检查包括：

- a)系统各零部件的表面状况；
- b)系统各零部件的装配状况；
- c)电气系统的绝缘和保护状况；
- d)液压系统的密封和渗漏状况等。

7.2.1.2 装配质量包括：

- a) 关键部位的紧固力矩；
- b) 关键部位的装配精度；
- c) 机械机构的运动状况；
- d) 叶尖制动装置的装配检验记录。

7.2.1.3 空载试验包括：

- a) 液压系统的工作状况；
- b) 电气系统的工作状况；
- c) 各种操作模式的有效性；
- d) 制动控制逻辑的有效性；
- e) 各种制动方式的有效性。

7.2.2 型式检验

7.2.2.1 操作模式试验包括：

- a) 人工操作模式下制动系统的响应；
- b) 自动控制模式下制动系统的响应；
- c) 操作模式的切换和屏蔽。

7.2.2.2 控制方式试验包括：

- a) 正常控制逻辑下的制动系统响应；
- b) 安全控制逻辑下的制动系统响应；
- c) 控制逻辑的触发和保护。

7.2.2.3 工作方式试验包括：

- a) 正常制动方式的制动过程；
- b) 紧急制动方式的制动过程；
- c) 制动方式的兼容性。

7.2.2.4 制动性能试验包括：

- a) 正常制动方式的制动时间；
- b) 紧急制动方式的制动时间。

7.2.2.5 协调性试验包括：

a)偏航状态下的协调性；

b)解缆状态下的协调性。

### 7.3试验方法

按JB/T 10426.2的规定进行；

### 7.4判定准则

对本标准规定的检验项目应按其检验类别全部进行检验；检验项目的技术状态应符合其原设计要求和相关标准；检验时可对检验项目的技术状态进行调试使其达到要求；如果调试后仍不能符合设计要求时，此项目判为不合格。

## 8标志

8.1制动系统的各部件或总成，应具有产品铭牌，一般应包含以下内容：

a)产品名称；

b)注册商标；

c)企业名称；

d)详细地址；

e)制造日期；

f)产品编号；

g)产品型号；

h)产品重量；

i)额定参数。

8.2其他元件，应在醒目位置上做出与设计制造代码相应的永久标志。

## 9包装运输

若合同规定作为总成或零部件供货时，应分别包装。

9.1包装物上应标明：

a)产品名称；

b)产品数量；

c)执行标准；

d)搬运标记。

9.2包装应随附下列文件：

a)合格证书；

b) 备件清单；

c) 使用说明书。

9.3 运输过程要求：

a) 产品在运输和吊装过程中严禁倒置、磕碰、冲击；

b) 产品在运输和吊装过程中应能防止雨、雪、水的侵蚀和阳光曝晒。

9.4 其余按GB/T 13384的规定执行。

## 10 质量保证

制造厂家应保证所供应的制动系统的零部件在用户妥善保管和正确使用的条件下，从使用之日起24个月内能正常工作，否则制造厂家应无偿给予修理或更换。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/86223.html>