



中华人民共和国国家标准

GB/T 19073—2018/IEC 61400-4:2012
代替 GB/T 19073—2008

风力发电机组 齿轮箱设计要求

Wind turbine—Design requirements for gearbox

(IEC 61400-4:2012,

Wind turbine—Part 4:Design requirements for wind turbine gearboxes,IDT)

2018-02-06 发布

2018-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、约定	3
3.1 术语和定义	3
3.2 约定	5
3.2.1 轴承位置的命名	5
3.2.2 轴的命名——典型的风力发电机组齿轮箱结构实例	5
4 符号和缩略语	7
4.1 符号	7
4.2 缩略语	13
5 可靠性设计	15
5.1 设计寿命及可靠性	15
5.2 设计流程	16
5.3 文件	18
5.4 质量计划	18
6 传动链运行工况及载荷	18
6.1 传动链描述	18
6.1.1 概述	18
6.1.2 接口定义	18
6.1.3 明确接口要求	19
6.2 传动链载荷提取	19
6.2.1 风力发电机组载荷仿真模型	19
6.2.2 风力发电机组载荷计算	20
6.2.3 载荷可靠性假设	20
6.3 风力发电机组载荷计算结果	21
6.3.1 概述	21
6.3.2 时间序列	21
6.3.3 疲劳载荷	21
6.3.4 极限载荷	22
6.4 运行工况	22
6.4.1 概述	22
6.4.2 环境条件	22
6.4.3 运行控制策略	22
6.5 传动链分析	23
7 齿轮箱设计、评估以及制造要求	23

7.1	齿轮箱冷却	23
7.2	齿轮	23
7.2.1	齿轮可靠性	23
7.2.2	齿轮评估	24
7.2.3	载荷系数	25
7.2.4	齿轮材料	27
7.2.5	次表面初始的疲劳	27
7.2.6	齿轮精度	27
7.2.7	齿轮制造	27
7.3	轴承	28
7.3.1	概述	28
7.3.2	轴承可靠性	28
7.3.3	轴承钢质量要求	28
7.3.4	设计概要	29
7.3.5	轴承选型技术规范	31
7.3.6	轴承设计	32
7.3.7	轴承润滑	34
7.3.8	轴承评估计算	35
7.4	轴、键、箱体连接件、花键和紧固件	38
7.4.1	轴	38
7.4.2	轴毂连接	38
7.4.3	柔性花键	39
7.4.4	轴封	39
7.4.5	紧固件	39
7.4.6	弹性挡圈(卡环)	40
7.5	结构件	40
7.5.1	简介	40
7.5.2	可靠性因素	40
7.5.3	变形分析	40
7.5.4	强度校核	40
7.5.5	静强度评估	41
7.5.6	疲劳强度评估	44
7.5.7	材料测试	48
7.5.8	文件	48
7.6	润滑	49
7.6.1	概述	49
7.6.2	润滑剂种类	49
7.6.3	润滑剂特性	50
7.6.4	润滑方式	51
7.6.5	油量	52
7.6.6	运行温度	52
7.6.7	温度控制	52
7.6.8	润滑剂状况监测	53

7.6.9	润滑剂清洁度	53
7.6.10	润滑剂过滤器	54
7.6.11	接口	54
7.6.12	液位计	55
7.6.13	磁性油塞	55
7.6.14	空气滤清器	55
7.6.15	流量传感器	56
7.6.16	可维护性	56
8	设计验证	56
8.1	概述	56
8.2	试验计划	56
8.2.1	确定试验标准	56
8.2.2	新设计和实质性变化	56
8.2.3	总体试验计划	57
8.2.4	特殊试验计划	57
8.3	工厂型式试验	57
8.3.1	概述	57
8.3.2	部件试验	57
8.3.3	齿轮箱样机工厂试验	57
8.3.4	润滑系统试验	58
8.4	风场试验	58
8.4.1	概述	58
8.4.2	载荷验证	58
8.4.3	风力发电机组内的齿轮箱型式试验	59
8.5	生产试验	60
8.5.1	验收试验	60
8.5.2	噪声试验	60
8.5.3	振动试验	60
8.5.4	润滑系统注意事项	60
8.5.5	系统温度	60
8.6	鲁棒性试验	60
8.7	润滑剂的温度和清洁度	60
8.8	轴承特性确认	60
8.8.1	设计评审	60
8.8.2	样机验证/确认	61
8.9	试验记录	61
9	运行、服务和维护要求	62
9.1	服务和维护要求	62
9.2	检查要求	62
9.3	运行和跑合	62
9.4	运输、装卸和存储	62
9.5	维修	62

9.6 安装和更换	62
9.7 状态监测	63
9.8 润滑	63
9.8.1 润滑剂类型要求	63
9.8.2 润滑系统	63
9.8.3 油品测试和分析	63
9.9 运行和维护说明书	63
附录 A (资料性附录) 传动链接口及载荷规范实例	64
附录 B (资料性附录) 齿轮箱设计和制造中的考虑因素	74
附录 C (资料性附录) 轴承选型考虑因素	77
附录 D (资料性附录) 齿轮箱结构部件设计的注意事项	101
附录 E (资料性附录) 风力发电机组关于风力发电机组齿轮箱润滑剂性能的建议	104
附录 F (资料性附录) 设计认证文档	118
附录 G (资料性附录) 轴承计算文件	121
参考文献	129

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 19073—2008《风力发电机组 齿轮箱》，与 GB/T 19073—2008 相比，主要技术差异如下：

- 修改了标准名称；
- 规范性引用文件增加了引用的 ISO 标准及 DIN 标准(见第 2 章)；
- 增加“术语和定义、约定”(见第 3 章)；
- 增加“符号和缩略语”(见第 4 章)；
- 增加“可靠性设计”(见第 5 章)；
- 增加“传动链运行工况及载荷”(见第 6 章)；
- “设计验证”代替“试验方法和检验规则”(见第 8 章,2008 年版的第 4 章)；
- “运行、服务和维护要求”代替“齿轮箱在机组中的安装和使用”“标志、使用说明书”及“包装、运输、贮存”(见第 9 章,2008 年版的第 5 章~第 7 章)；
- “传动链接口及载荷规范实例”代替“齿轮箱主要零件的强度评定指南”(见附录 A,2008 年版的附录 A)；
- “齿轮箱设计和制造中的考虑因素”代替“润滑与监控”(见附录 B,2008 年版的附录 B)；
- “轴承选型考虑因素”代替“轴承选型与配置形式”及“轴承应力计算”(见附录 C,2008 年版的附录 C)；
- “齿轮箱结构部件设计的注意事项”代替“轴承应力计算”(见附录 D,2008 年版的附录 D)；
- “风力发电机组关于风力发电机组齿轮箱润滑剂性能的建议”代替“质量保证”(见附录 E,2008 年版的附录 E)；
- 增加“设计认证文件”(见附录 F)；
- 增加“轴承计算文件”(见附录 G)。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61400-4:2012《风力发电机组 第 4 部分:齿轮箱设计要求》(英文版)。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 3505—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数(ISO 4287:1997, IDT)
- GB/T 4662—2012 滚动轴承 额定静载荷(ISO 76:2006, IDT)
- GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第 2 部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法(ISO 5725-2:1994, IDT)
- GB/T 6404.1—2005 齿轮装置的验收规范 第 1 部分:空气传播噪声的试验规范(ISO 8579-1:2002, IDT)
- GB/Z 6413.1—2003 圆柱齿轮、锥齿轮和准双曲面齿轮胶合承载能力计算方法 第 1 部分:闪温法(ISO/TR 13989-1:2000, IDT)
- GB/Z 6413.2—2003 圆柱齿轮、锥齿轮和准双曲面齿轮胶合承载能力计算方法 第 2 部分:积分温度法(ISO/TR 13989-2:2000, IDT)
- GB/T 10095.1—2008 圆柱齿轮 精度制 第 1 部分:齿轮同侧齿面偏差的定义和允许值(ISO 1328-1:1995, IDT)

GB/T 19073—2018/IEC 61400-4:2012

- GB/T 10610—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法(ISO 4288:1996, IDT)
- GB/T 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号(ISO 4406:1999, MOD)
- GB/T 17879—1999 齿轮磨削后表面回火浸蚀检验(idt ISO 14104:1995)
- GB/Z 18620.3—2008 圆柱齿轮 检验实施规范 第3部分:齿轮胚、轴心距和轴线平行度的检验(ISO/TR 10064-3:1996, IDT)
- GB/Z 19414—2003 工业用闭式齿轮传动装置(ISO/TR 13593:1999, IDT)
- GB/Z 25426—2010 风力发电机组 机械载荷测量(IEC/TS 61400-13:2001, MOD)
- GB/T 31517—2015 海上风力发电机组 设计要求(IEC 61400-3:2009, IDT)

本标准作了如下编辑性修改:

- 修改了标准名称;
- 修正第2章中遗漏的引用标准 ISO 10474、EN 10204、ISO 8579-1 和 ISO 8579-2。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会(SAC/TC 50)归口。

本标准起草单位:南京高速齿轮制造有限公司、沈阳工业大学风能技术研究所、重庆齿轮箱有限责任公司、杭州前进齿轮箱集团股份有限公司、浙江运达风电股份有限公司、东方电气风电有限公司、国电联合动力技术有限公司、歌美飒风电(天津)有限公司。

本标准主要起草人:何爱民、孙义忠、张合超、张波、王金娟、毛宏璞、姚兴佳、吕和生、高博、宣安光、李兴亚、陈棋、陈景新、刘桦、董礼、孙黎、程晓慧、刘铮。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 19073—2003、GB/T 19073—2008。

风力发电机组 齿轮箱设计要求

1 范围

本标准适用于额定功率大于 500 kW 的水平轴式风力发电机组动力传动链的闭式增速齿轮箱。本标准适用于安装在陆上或海上的风力发电机组齿轮箱。

本标准对风力发电机组中所设计的齿轮和齿轮箱零部件载荷分析提供指导。

本标准适用的齿轮件包括：主传动链中的平行轴和行星传动的齿轮，诸如直齿轮、斜齿轮或人字齿轮。本标准不适用于齿轮取力装置(PTO)。

本标准基于使用滚动轴承的齿轮箱设计。使用滑动轴承允许参照本标准，但是本标准不包括对滑动轴承的使用评定。

本标准还对全集成化设计中的轴、轴与轮毂接口、轴承和齿轮箱箱体结构进行工程性指导，以便满足其恶劣的运行工况。

除了型式试验和产品试验以外，本标准还包括传动装置的润滑。最后，本标准还对齿轮箱的运行和维护提供指导。

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 3480.5—2008 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 5 部分：材料的强度和质量(ISO 6336-5:2003, IDT)

GB/T 6391—2010 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命(ISO 281:2007, IDT)

GB/T 18451.1—2012 风力发电机组 设计要求(IEC 61400-1:2005, IDT)

GB/T 19936.1—2005 齿轮 FZG 试验程序 第 1 部分：油品的相对胶合承载能力 FZG 试验方法 A/8.3/90(ISO 14635-1:2000, IDT)

GB/T 24611—2009 滚动轴承 损伤和失效 术语、特征及原因(ISO 15243:2004, IDT)

IEC 60050(所有部分) 国际电工词汇(International electrotechnical vocabulary), 引自 <http://electropedia.org>

IEC 61400-3 风力发电机组 第 3 部分：海上风力发电机组设计要求(Wind turbines—Part 3: Design requirements for offshore wind turbines)

IEC/TS 61400-13:2001 风力发电机组 第 13 部分：机械载荷测量(Wind turbine generator systems—Part 13: Measurement of mechanical loads)

IEC 61400-22:2010 风力发电机组 第 22 部分：一致性测试和认证(Wind turbines—Part 22: Conformity testing and certification)

ISO 76 滚动轴承额定静载荷(Rolling bearings—Static load ratings)

ISO 683(所有部分) 热处理钢、合金钢和易切削钢(Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels)

ISO 1328-1 圆柱齿轮 ISO 制齿面公差分类 第 1 部分：齿轮齿面偏差的定义和允许值(Cylindrical gears—ISO system of accuracy—Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant