

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—2025

节能型凉水塔风机设备技术要求

Technical requirements for energy saving cooling tower fan equipment

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	1
4.1 结构与材料要求	1
4.2 制造工艺要求	1
5 技术要求	2
5.1 综合能效比 (IER)	2
5.2 噪声值	2
5.3 振动速度有效值	2
5.4 调速范围	2
5.5 启动电流	2
5.6 电机防护	2
5.7 安全要求	2
5.8 可靠性要求	2
6 试验方法	2
6.1 综合能效比 (IER)	2
6.2 噪声值测试	2
6.3 振动速度有效值	3
6.4 调速范围	3
6.5 启动电流测试	3
6.6 电机防护	3
6.7 安全要求	3
6.8 可靠性试验	4
7 检验规则	4
7.1 检验分类	4
7.2 出厂检验	4
7.3 型式检验	4
8 标志、包装、运输与贮存	5
8.1 标志	5
8.2 包装	5
8.3 运输	5
8.4 贮存	5

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。

本文件由中国工业环保促进会提出。

本文件由中国工业环保促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

节能型凉水塔风机设备技术要求

1 范围

本文件规定了节能型凉水塔风机设备（以下简称“节能风机”）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于工业循环水冷却系统中使用的节能凉水塔风机设备的设计、制造及验收。

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 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级
GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
GB/T 10095.1 圆柱齿轮 ISO齿面公差分级制 第1部分：齿面偏差的定义和允许值
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
HG/T 3132 L型冷却塔风机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

节能型凉水塔风机 energy saving cooling tower fan

通过优化气动设计、采用高效电机及智能控制技术，实现单位冷却水量能耗（ kWh/m^3 ）降低15%以上的凉水塔专用风机。

3.2

振动烈度 intensity of vibration

风机轴承座或机壳表面在三个正交方向（垂直、水平、轴向）测得的振动速度有效值，单位为 mm/s 。

4 一般要求

4.1 结构与材料要求

- 4.1.1 风机应符合 HG/T 3132 中 4.1~4.3 的规定，叶片材质耐腐蚀性应满足 GB/T 6461 中 9 级要求。
- 4.1.2 叶片应采用后掠式、变截面结构等气动优化设计，表面应做防结垢处理，材质为玻璃纤维增强树脂（FRP）或铝合金，厚度均匀且无分层、裂纹缺陷。
- 4.1.3 电机应选用符合 GB 18613 中一级能效的高效异步电机或永磁同步电机，额定功率与风机负载匹配，在额定工况下，效率 $\geq 94\%$ 。
- 4.1.4 传动系统（含联轴器、齿轮箱）应采用低摩擦损耗设计，齿轮箱油浴润滑，齿轮精度不低于 GB/T 10095.1 中的 6 级，传动效率 $\geq 97\%$ 。

4.2 制造工艺要求

- 4.2.1 风机装配后需进行动平衡校正，平衡精度等级不低于 G2.5 级。
- 4.2.2 机架、轮毂等焊接部件应采用二氧化碳气体保护焊，焊缝无气孔、夹渣，焊后进行去应力处理，表面粗糙度不应大于 $6.3 \mu\text{m}$ 。

5 技术要求

5.1 综合能效比（IER）

节能型凉水塔风机的综合能效比(IER)在额定工况下应不低于25立方米每小时每千瓦($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{kW})$)。

5.2 噪声值

设备运行噪声值在距设备1 m处、额定转速条件下应不超过75 (dB) A。

5.3 振动速度有效值

风机叶片通过频率下的振动速度有效值应控制在4.5 mm/s以内。

5.4 调速范围

智能调速系统应实现30%~110%额定转速的无级调节功能，调速响应时间不得超过5 s，转速波动 $\leq \pm 1\%$ 。

5.5 启动电流

电机启动电流在软启动模式下应限制在3倍额定电流以内；直接启动时，启动电流不应大于5倍额定电流。

5.6 电机防护

电机防护等级不低于IP55，绝缘等级不低于F级，接线盒密封良好，具备防潮、防盐雾功能。

5.7 安全要求

5.7.1 电气安全

设备应设置可靠接地保护，接地电阻不应大于4 Ω ，配置过流、过压、缺相保护装置，紧急停机按钮响应时间不应大于0.5 s。

5.7.2 机械安全

叶片、联轴器等旋转部件应设置防护罩，防护罩强度满足GB/T 8196-2018中防护装置要求，可拆卸且不影响日常巡检。

5.7.3 运行安全

设备应具备振动超限 ($\geq 5.0 \text{ mm/s}$)、温度超限（电机绕组 $\geq 130 \text{ }^\circ\text{C}$ ）自动停机保护功能，并输出报警信号。

5.8 可靠性要求

叶片疲劳寿命 $\geq 5 \times 10^6$ 次循环，试验后无裂纹、断裂或变形，变形量不应大于0.5%弦长。

轴承设计寿命 $\geq 80,000 \text{ h}$ （L10寿命），润滑脂耐温范围 $-40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$ ，换脂周期 ≥ 2000 小时。

整机连续运行试验 $\geq 720 \text{ h}$ （模拟额定工况），故障率 $\leq 0.5\%$ （故障定义：因设备自身原因导致的非计划停机）。

6 试验方法

6.1 综合能效比（IER）

在额定工况下（设计风量、冷却水温差及循环水量），采用超声波流量计测量循环冷却水量(m^3/h)，通过功率分析仪测量电机输入有功功率(kW)，按公式（1）计算综合能效比，取3次测量平均值，应不低于25 $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{kW})$ 。

$$\text{综合能效比 IER} = \text{冷却水量}/\text{输入功率} \dots\dots\dots (1)$$

6.2 噪声值测试

设备运行至额定转速稳定后，使用精度不低于1级的声级计，在距设备水平1 m、高度1.5 m处（避开反射面）布置4个测点（前、后、左、右），每个测点测量3次A计权声压级，取平均值应不超过75 dB(A)。

6.3 振动速度有效值

采用振动测量仪（加速度传感器+电荷放大器+数据采集器），在风机轴承座或机壳表面的垂直、水平、轴向三个正交方向布置测点，测量叶片通过频率下的振动速度有效值，取各方向最大值不应大于4.5 mm/s。

6.4 调速范围

通过智能调速系统分别设置30%、70%、110%额定转速目标值，记录从当前转速调节至目标转速的时间（响应时间），并在稳定运行10 min内监测转速波动值（±1%以内），验证是否满足30%~110%无级调节要求。

6.5 启动电流测试

6.5.1 软启动模式

使用电流互感器监测电机启动过程中的峰值电流，应符合5.5的规定。

6.5.2 直接启动模式

同样方法测量启动峰值电流，应符合5.5的规定。

6.6 电机防护

6.6.1 防护等级

按GB 4208的规定执行。

6.6.2 绝缘等级

使用绝缘电阻测试仪测量电机绕组绝缘电阻（ $\geq 100 \text{ M}\Omega$ ），并通过耐电压试验（2000 V/1 min无击穿）验证不低于F级。

6.6.3 防潮防盐雾

按GB/T 2423.3进行恒定湿热试验（测试条件为40 °C/93%RH，48 h），按GB/T 2423.17进行盐雾试验（测试条件为5%NaCl，48 h），试验后无电气性能下降或腐蚀痕迹。

6.7 安全要求

6.7.1 电气安全

6.7.1.1 接地电阻

使用接地电阻测试仪测量设备接地端与接地体间的电阻。

6.7.1.2 保护装置响应

模拟过流（1.2倍额定电流）、过压（1.1倍额定电压）、缺相（断开一相电源）工况，记录保护装置动作时间。

6.7.1.3 紧急停机

触发紧急停机按钮，测量设备从触发至完全停止的时间。

6.7.2 机械安全

6.7.2.1 防护罩强度

按GB/T 8196进行静态负载试验（施加500 N力持续10 s），无变形或断裂。

6.7.2.2 可拆卸性

通过人工操作验证防护罩拆卸/安装时间，且不影响巡检操作。

6.7.3 运行安全

6.7.3.1 振动超限保护

通过激振器模拟振动速度有效值超过5.0 mm/s工况，验证设备自动停机并输出报警信号。

6.7.3.2 温度超限保护

使用加热装置将电机绕组温度升至130 ℃，验证设备自动停机并输出报警信号。

6.8 可靠性试验

6.8.1 叶片疲劳寿命

按GB 50153的规定执行（循环频率模拟实际运行频率，载荷为额定工况1.2倍），累计循环次数超过 5×10^6 次后，检查叶片表面有无裂纹、断裂，测量变形量。

6.8.2 轴承寿命

按GB/T 6391进行L10寿命试验（额定载荷、额定转速下运行），验证轴承设计寿命；润滑脂耐温试验：在-40 ℃和150 ℃环境下各放置24 h，观察无硬化或流淌现象；换脂周期验证：连续运行2000 h后检查润滑脂性能。

6.8.3 整机连续运行

模拟额定工况（温度、湿度、负载）连续运行720 h，记录非计划停机次数，按公式（2）计算故障率。

$$\text{故障率} = \text{故障次数} / \text{总运行时间} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验范围

每台节能型凉水塔风机设备出厂前应进行出厂检验，检验合格并附产品合格证后方可出厂。

7.2.2 检验项目

出厂检验项目包括：噪声值、调速范围、电机防护等级、电气安全、机械安全。

7.2.3 判定规则

若任一项目不合格，应进行返修，返修后重新检验，合格后方可出厂。

7.3 型式检验

7.3.1 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制或老产品转厂生产；
- b) 产品结构、材料、工艺有重大变更，可能影响性能；
- c) 停产1年以上恢复生产。

7.3.2 抽样规则

型式检验应从出厂检验合格的产品中随机抽取2台（套）；若批量不足2台（套），则全数检验。

7.3.3 检验项目

型式检验项目应覆盖本文件第5章全部技术要求。

7.3.4 判定规则

若型式检验中1台（套）产品有1项及以上不合格，应加倍抽样复检；复检仍有不合格项，则判定该批产品型式检验不合格。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 设备本体应在明显位置设置固定金属标牌，标牌内容应包括：

- a) 产品名称及型号；
- b) 制造厂名称、地址及联系方式；
- c) 出厂编号及制造日期；
- d) 额定功率、额定转速、综合能效比（IER）等主要技术参数；
- e) 执行标准编号；
- f) “禁止倒置”“防潮”“防碰撞”等安全警示标志。

8.1.2 随机文件（合格证、使用说明书、检测报告等）应标注产品型号、出厂编号及对应技术参数。

8.2 包装

8.2.1 设备包装应采用防潮、防震、防碰撞的防护措施，整体包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.2 叶片、电机、传动部件等关键组件应分类包装：

- a) 叶片采用专用泡沫或橡胶衬垫固定于木箱内，叶尖与箱体间距不小于 50 mm；
- b) 电机、齿轮箱等精密部件使用防潮塑料袋密封，内部放置干燥剂，外层包裹缓冲材料后固定于金属框架箱；
- c) 螺栓、垫片等零散件应装入密封袋并标注名称，集中放置于附件箱。

8.2.3 包装箱外应标注：

- d) 收发货单位名称、地址及联系方式；
- e) 产品型号、数量；
- f) “向上”“小心轻放”“怕雨”等储运图示标志。

8.3 运输

8.3.1 运输方式可采用公路、铁路或水路运输，运输工具应具备防雨、防晒设施，避免设备露天暴露。

8.3.2 装卸时应使用软吊带或专用吊具，禁止直接吊装叶片或电机轴端；吊装重心应与设备重心一致，倾斜角度不超过 15°。

8.4 贮存

8.4.1 设备应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的室内仓库，地面应平整、坚实，避免阳光直射。

8.4.2 设备放置时应使用专用支架，叶片与地面间距不小于 300 mm，禁止叠压或倾斜存放；电机、齿轮箱等精密部件应覆盖防尘布。

8.4.3 贮存期超过 12 个月的设备，出厂前应重新进行出厂检验，合格后方可交付使用。