

中国可再生能源学会标准

T/CRES0033-2025

风力发电机组 齿轮箱润滑油 更换规程

Specification for automatic change of wind turbines gearbox lubricating
oil

2025-03-31 发布

2025-04-30 实施

中国可再生能源学会 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	2
4 一般要求	2
4.1 安全要求	2
4.2 材料要求	2
5 换油流程	3
5.1 齿轮箱预清洗	3
5.2 油品准备	3
5.3 换油装置就位	3
5.4 旧油排放	3
5.5 齿轮箱冲洗	4
5.6 齿轮箱清洗	4
5.7 新油加注	5
5.8 塔上换油人员巡视检查	5
5.9 现场整理	5
5.10 运行 48 小时取样	5
6 换油报告	6
6.1 换油记录:	6
6.2 油液检测报告:	6
6.3 结论	6

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由大连贝麟机电设备有限公司提出。

本文件由中国可再生能源学会归口及发布。

本文件起草单位：大连贝麟机电设备有限公司、中国广核新能源控股有限公司、埃克森美孚（中国）投资有限公司、华锐风电科技（集团）股份有限公司、运达能源科技集团股份有限公司、华润电力山西新能源公司、北京协合运维风电技术有限公司、德力佳传动科技（江苏）有限公司、大连华锐重工集团股份有限公司、华润电力山东新能源公司、江苏华能智慧能源供应链科技有限公司、华能新能源股份有限公司辽宁分公司、西安热工研究院有限公司、中国船级社质量认证有限公司、金风科技股份有限公司、南京高速齿轮制造有限公司、重庆齿轮箱有限责任公司、青岛百恒新能源技术有限公司、浙江盾安新能源发展有限公司、北京金风慧能技术有限公司、明阳智慧能源集团股份公司。

本文件主要起草人：舒尹林、王睿、南铁军、李震领、高煜坤、徐海文、赵晓东、成茜、黄强、孙广、周民强、张艳锋、宋举、杨慧剑、胥佳、贾兴威、董万里、金越、郭志民、蒋章、张海军、耿涛、李海峰、陈利、郑庆天、提威、杨家兴、姚兵印、张小刚、何未雨、傅程、刘芝娜、王晓东、杨敏、陈刘灿、周贺、陈虎、毕显峪、王辉、王永胜、杨磊、郭小军、孟高强、石明礼。

本标准在执行过程中的意见和建议请反馈至中国可再生能源学会标准化工作办公室。

风力发电机组齿轮箱润滑油更换规程

1 范围

本文件规定了风力发电机组齿轮箱润滑油进行更换的一般要求、换油规程以及换油报告要求等。本文件适用于采用自动换油装置的在役风力发电机组齿轮箱润滑油更换。

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 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 387 深色石油产品硫含量测定法（管式炉法）

GB/T 3142 润滑剂承载能力的测定 四球法

GB/T 3535 石油产品倾点测定法

GB/T 3536 石油产品闪点和燃点的测定 克利夫兰开口杯法规范

GB/T 4945 石油产品和润滑剂酸值和碱值测定法（颜色指示剂法）

GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法

GB/T 7304 石油产品酸值的测定 电位滴定法

GB/T 11133 石油产品、润滑油和添加剂中水含量的测定卡尔费休库仑滴定法

GB/T 11137 深色石油产品运动粘度测定法（逆流法）和动力粘度计算法

GB/T 11143 加抑制剂矿物油在水存在下防锈性能试验法

GB/T 12579 润滑油泡沫特性测定法标准

GB/T 17040 石油和石油产品中硫含量的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法

GB/T 17476 润滑油和基础油中多种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

GB/T 33540.3-2017 风力发电机组专用润滑剂_第3部分：变速箱齿轮油

NB/T 10111 风力发电机组润滑剂运行检测规程

DL/T 432 电力用油中颗粒度测量方法

DL/T 666 风力发电场运行规程

DL/T 796 风力发电场安全规程

DL/T 797 风力发电场检修规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作滤芯 Work filter element

在换油过程中，临时安装在齿轮箱主过滤器中用于过滤冲洗油、清洗油杂质的专用滤芯，工作滤芯应与原齿轮箱运行滤芯同牌号型号。

4 一般要求

4.1 安全要求

- 4.1.1 齿轮箱换油作业，应遵守 DL/T 666、DL/T 796、DL/T 797 及其它相关安全规定。当作业现场不具备安全作业条件时，不得进行换油作业。
- 4.1.2 作业人员应具备登高作业资质和安全生产知识及业务技能。
- 4.1.3 作业前作业人员应相互检查且佩戴好作业所用的安全带、安全帽、防坠器、安全锁扣、防滑手套、安全鞋、双钩、免爬器等安全护具，安全护具应无破损，并采取相关的安全措施。
- 4.1.4 换油操作过程应由塔上作业人员和塔下作业人员密切配合，还应有风电场运维人员配合操作风力发电机组启停和锁止。作业人员应检查调试对讲机等通讯设备电量充足，工作正常。
- 4.1.5 作业人员应熟悉自动换油装置各种功能，熟练掌握自动换油装置操作方法。

4.2 材料要求

- 4.2.1 清洗剂应符合以下要求：
 - a) 清洗剂的粘度等级应与齿轮箱在用油的粘度等级一致，能与在用油兼容共混，且不改变在用油的润滑性能；
 - b) 清洗剂应具有良好的分散污垢的效果且能与齿轮箱内各部件兼容适配。
- 4.2.2 润滑油应符合以下要求：
 - a) 润滑油新油应符合 GB/T 33540.3 风力发电机组专用润滑剂第 3 部分：变速箱齿轮油的要求；
 - b) 更换前后的润滑油不是同一型号时，应由具备相关资质的专业机构出具润滑油兼容性试验报告。润滑油兼容性试验应使用这两种牌号的润滑油新油；
 - c) 更换前后的润滑油是同一牌号，或两种油品已通过兼容性试验时，方可实施换油作业。
- 4.2.3 冲洗油应符合以下要求：
 - a) 冲洗油可以与最终运行使用的润滑油同一型号，也可以是与最终运行使用的润滑油相兼容的专用冲洗油，其 40° C 时运动黏度应与齿轮箱润滑油新油的粘度范围保持一致，根据 GB/T33540.3-2017，冲洗油 40° C 时运动黏度要求为 288~352mm²/s；
 - b) 冲洗油可重复使用，更换频率视其污染程度确定。
- 4.2.4 清洗油应符合以下要求：
 - a) 清洗油应与最终运行使用的润滑油同一型号；
 - b) 清洗油可重复使用，更换频率视其污染程度确定。
- 4.2.5 工作滤芯应符合以下要求：
 - a) 工作滤芯的型号应与最终运行使用的新滤芯同一型号；
 - b) 工作滤芯可重复使用，具体更换频率视其污染程度确定。

5 换油流程

5.1 齿轮箱预清洗

5.1.1 在更换润滑油之前，应先在齿轮箱在用油中添加齿轮箱清洗剂，在齿轮箱运行过程中，使附着在齿轮箱内部的沉积物充分分散溶解。

5.1.2 添加清洗剂后的齿轮箱应随同风力发电机组运行 7 天后才能进行下一步的换油工作，一般情况下不超过 14 天。

5.1.3 齿轮箱预清洗应按以下流程操作：

- a) 风电场运维人员签发工作票并安全交底；
- b) 风力发电机组停机以后，换油人员同风电场运维人员上塔进入机舱；
- c) 从齿轮箱润滑油取样口处，按照 NB/T 10111 的取样要求接取 500mL 在用油油样，存档；
- d) 添加清洗剂前，齿轮箱内润滑油油温应不低于 40℃，有利于清洗剂与润滑油充分混合；
- e) 按清洗剂使用说明书推荐用量，从齿轮箱加油口将清洗剂缓慢添加到齿轮箱中；
- f) 开启齿轮箱油泵电机运转 10min，使清洗剂与齿轮箱在用油充分混合；
- g) 作业人员同风电场运维人员回到地面后，由风电场运维人员启动风力发电机组恢复运行。

5.2 油品准备

5.2.1 检查冲洗油、清洗油、润滑油新油均符合本标准要求。

5.2.2 开启换油装置油品入罐开关，将冲洗油、清洗油和润滑油新油分别从储油罐或油桶中抽取至自动换油装置附属的冲洗油储存罐、清洗油储存罐和新油储存罐。

5.2.3 冲洗油、清洗油、润滑油新油的入罐油量应满足更换一台齿轮箱的换油需要。

5.2.4 室外温度较低时，开启自动换油装置油液加热系统，对储油罐内的冲洗油、清洗油和润滑油新油进行加热，降低油品的粘稠度。油品加热温度不宜超过 50℃。

5.3 换油装置就位

5.3.1 如风力发电机组起吊装置在塔筒内部，换油车及换油装置应正对塔筒门口 15m 到 20m 之间停置；如风力发电机组起吊装置是外吊配置，换油车及换油装置应位于塔筒上风向 20m 左右位置停置。如若场地条件特殊时，应遵从风电场运维要求停置。

5.3.2 换油装置就位后，检查换油装置的电路、油路和过滤系统，确认无异常后，开启换油装置自带的发电系统，调试换油装置，如发现异常，尽快排除。

5.4 旧油排放

5.4.1 排放旧油前应通过让风力发电机组持续运转，使油温达到 40℃ 以上，以降低旧油粘度，利于排净残留旧油。

5.4.2 旧油排空后，应对齿轮箱附属装置进行清洁，恢复原状。同时安装临时工作滤芯，以避免冲洗、清洗过程对新滤芯的污染。

5.4.3 排放旧油应按以下流程操作：

- a) 风场运维人员签发工作票并安全交底；
- b) 风力发电机组停机以后，作业人员同风电场运维人员上塔进入机舱；
- c) 运维人员将风力发电机组停机，并锁定风轮锁止装置；
- d) 塔上作业人员检查齿轮箱各点的密封情况后，再将换油装置的旧油排油管与风力发电机组齿轮箱最低的排油口连接，挂好安全保护绳索，并通知塔下作业人员；

- e) 塔下作业人员开启真空泵，当压力仪表显示达到合适负压值时，压力值推荐为负 0.85Mpa，通知塔上人员先开启齿轮箱上方的换气口，再开启齿轮箱排油阀门，利用旧油罐及管道内的负压，将含添加清洗剂的旧油快速排入旧油罐内；
 - f) 排放过程中，塔上作业人员启动齿轮箱油泵电机以排除油泵及管路内的润滑油。塔下作业人员观察真空泵压力值变化和旧油罐观察口，若负压值持续稳定，旧油罐观察口可见旧油流量，则证明正在排油；
 - g) 当负压值大幅降低时表示管路内的存油已很少，管路内的空气已连通，应通知塔上作业人员关闭齿轮箱油泵电机；
 - h) 塔上作业人员注意观察排油口，当没有流量且出现排空声音后，通知塔下作业人员关闭真空泵。
 - i) 塔上作业人员在齿轮箱排油口下方摆放接油盒，取下排油管。如齿轮箱底部有存油，要取下排油管后伸入可弯曲的软管用便携式手提小型吸油泵将旧油抽吸干净；
 - j) 塔上作业人员关闭齿轮箱排油口阀门；
- 5.4.4 塔上作业人员清洁附属装置应按以下流程操作：
- a) 拆下齿轮箱旁路泄压阀和齿轮箱热交换器/冷却器旁边的软管，使用洁净的吸油棉清洁泄压阀，并将软管内的旧油排净，然后将泄压阀和齿轮箱热交换器/冷却器的软管重新组装；
 - b) 拆下齿轮箱内置磁力棒，用洁净的吸油棉清洁磁力棒上附着的铁屑。铁屑彻底清洁完毕后将磁力棒重新安装到齿轮箱上并施加规定的力矩；
 - c) 用洁净的吸油棉清洁过滤器外壳的油渍及沉积物，打开齿轮箱主过滤器，注意不要损坏过滤器密封圈，若过滤器密封圈老化要进行更换，清洗过滤器前先对旧油取样存档。拆除旧滤芯，排空滤芯罐的残油后，清洗干净罐体内壁；
 - d) 打开过滤器泄压阀和软管，用洁净的吸油棉清洁过滤器泄压阀，排空过滤器软管内旧油。打开过滤器的油压差动器/油压差动开关，使用洁净的吸油棉对其清洁；
 - e) 清洁后的过滤器油压差动器/油压差动开关、过滤器泄压阀、过滤器软管重新组装。同时安装临时工作滤芯；

5.5 齿轮箱冲洗

- 5.5.1 齿轮箱排出旧油后，应使用冲洗油对齿轮箱内部进行冲洗，以排出齿轮箱内残存的旧油。
- 5.5.2 冲洗齿轮箱应按以下流程操作：
- a) 塔上作业人员检查齿轮箱各点的密封情况后，卸下排油管，换上清洗油管（在齿轮箱清洗和冲洗流程中，冲洗油与清洗油共用一根管路），同时开启齿轮箱排油口阀门后通知塔下作业人员；
 - b) 塔下作业人员开启自动换油装置冲洗功能，设定冲洗油加注量，为齿轮箱制造商推荐油量的 70%，冲洗油经过滤后通过清洗油管路被泵送至齿轮箱内；
 - c) 冲洗油泵送完毕后，风电场运维人员解除风力发电机组锁止及制动系统，开启油泵电机，启动风力发电机组齿轮箱运行，冲洗油对齿轮箱内部进行冲洗。冲洗时间宜不少于 15 分钟。
 - d) 由风电场运维人员关停油泵电机，停机并锁定风轮；
 - e) 塔下作业人员开启冲洗油回收系统，将冲洗油回收至冲洗油存储罐；
 - f) 塔下作业人员关闭自动换油装置冲洗功能，齿轮箱冲洗操作完毕；

5.6 齿轮箱清洗

- 5.6.1 齿轮箱冲洗后，应使用清洗油再对齿轮箱内部进行一次清洗，以排出残存的冲洗油。
- 5.6.2 清洗齿轮箱应按以下流程操作：
- a) 塔下作业人员通知塔上作业人员后，开启自动换油装置清洗功能，设定清洗油加注量，一般为齿轮箱制造商推荐油量的 70%，清洗油经过滤后通过清洗油管路被泵送至齿轮箱内；

- b) 清洗油泵送完毕后，风电场运维人员解除风力发电机组锁止及制动系统，开启油泵电机，启动风力发电机组运行，清洗油对齿轮箱内部进行清洗。清洗时间宜不少于 15min；
- c) 风电场运维人员关停油泵电机，停机并锁定风轮；
- d) 塔下作业人员开启清洗油回收系统，将清洗油回收到清洗油存储罐；
- e) 塔下作业人员关闭自动换油装置清洗功能，齿轮箱清洗操作完毕。

5.7 新油加注

- 5.7.1 加注新油前，应先拆下工作滤芯，换上新滤芯。
- 5.7.2 加注新油操应按以下流程操作：
 - a) 塔上作业人员检查齿轮箱各点的密封情况后，卸下清洗油管，换上新油加注管，然后通知塔下作业人员；
 - b) 塔下作业人员开启自动换油装置新油加注功能，设定新油加注量，加注量为齿轮箱制造商推荐油量，新油经过滤后泵送至齿轮箱内；
 - c) 塔下作业人员观察中控面板，显示新油加注完毕后，关闭新油加注系统，然后通知塔上作业人员；
 - d) 塔上作业人员拆下新油管，关闭齿轮箱排油口阀门，关闭齿轮箱换气口；
 - e) 塔上作业人员观察齿轮箱液位镜显示油量是否正常，检查各部位有无泄漏等异常情况。
 - f) 塔上作业人员取新油样存档；
 - g) 齿轮箱润滑油需要静置 30min 至 60min 消泡，塔上作业人员通过齿轮箱观察孔观察润滑油，等待气泡完全消除后，风电场运维人员解除风力发电机组锁止及制动系统；
 - h) 风力发电机组齿轮箱运转 30min 后，风电场运维人员停机并锁定风轮，观察齿轮箱液位计，检查油液位置；
 - i) 液位计油液位置检查完毕后，风电场运维人员解除风力发电机组锁止及制动系统；
 - j) 塔上作业人员清点工具，整理现场，清除油渍和垃圾，保持环境卫生；

5.8 塔上作业人员巡视检查

- 5.8.1 检查齿轮箱润滑油油位是否正常。
- 5.8.2 检查管路、连接处、密封和端盖处是否漏油。
- 5.8.3 检查散热器及通风管道是否被尘土、棉絮等异物堵塞。
- 5.8.4 检查主齿轮箱呼吸器的干燥滤芯是否完好，当干燥滤芯被油浸湿或一半以上的干燥材料变色失效时，更换此滤芯。

5.9 现场整理

- 5.9.1 换油过程中所涉及的所有螺栓及阀门都要拧紧和恢复原状。
- 5.9.2 换油过程中所有涉及的工作台面及脚踏板上的残留油渍，应清理和擦拭干净。
- 5.9.3 换油过程中所产生的垃圾和废弃物，应打包收集下塔后，统一处理。
- 5.9.4 其他需要恢复原状的，应恢复原状。
- 5.9.5 清点整理所有工具。
- 5.9.6 齿轮箱润滑油换油程序完毕，作业工作人员应告知风电场运维人员风力发电机组可以恢复运行。

5.10 运行 48 小时取样

风力发电机组连续运行 48h 后，在主齿箱压力循环润滑系统的过滤器之前的专用取样接口取油样至少 200mL，并注明风力发电机组编号、取样部位、润滑油类型、取样日期和“48h 在用油样”字样等油样信息，送专业检测机构进行检测。

6 换油报告

6.1 换油记录

- a) 换油记录应由封面、设备与润滑点信息、换油相关记录、风力发电机组运行情况，换油现场相关图片、换油总结与建议组成。
- b) 封面注明风电场名称、风力发电机组编号、换油时间等信息。
- c) 设备与润滑点信息包括风力发电机组厂商、风力发电机组型号、齿轮箱制造商、齿轮箱型号等信息。
- d) 换油相关记录应包含换油起止时间、原用润滑油牌号、更换后润滑油牌号、加注新油量、清洗时长、换油人员等信息。
- e) 风力发电机组运行情况应包含油位镜、油位高度、是否异常振动、是否异常噪声等相关信息。
- f) 换油现场相关图片应至少包含风力发电机组编号照片、齿轮箱铭牌照片、旧油位照片、新油位照片、清洗前滤芯照片、换油完成现场照片等。

6.2 油液检测报告

- a) 换油连续运行 48h 后的风力发电机组齿轮箱润滑油油样应送往专业检测机构检测。
- b) 油液检测报告应注明风电场名称、风力发电机组编号、油品牌号、取样时间等。
- c) 油液检测项目应包括外观、运动粘度 40℃、运动粘度 100℃、水分、黏度指数、总酸值、颗粒数、元素测定、PQ 指数等。
- d) 油液检测报告应根据检测项目结果进行判定，判定标准为 NB/T 10111 风力发电机组润滑剂运行检测规程。

6.3 结论

结论中应对换油工程整体进行总结并结合油液检测报告，对风力发电机组齿轮箱的工况以及以后的运维做出建议。
