

试验报告

名称	MD2105 电机可靠性试验
编号	2025115-R004
日期	2025/11/20

版权专有 违者必究
湖南中车时代电驱科技有限公司

声 明

- 1、 报告未盖或全文复制未重新加盖报告章或公章无效。
- 2、 报告缺少完整性标识（如：页码、骑缝章等）无效。
- 3、 报告无编制、审核、批准人签名无效。
- 4、 报告经涂改、部分复制使用的无效。
- 5、 报告仅对来样负责。
- 6、 更改、换发报告时，原报告需作回收处理。
- 7、 若报告中注明的“客户提供信息”（含可能影响结果有效性的样品相关参数或数据），由客户负责信息的准确性和真实性，试验部门不负责核实。
- 8、 对报告若有异议，请在收到报告后 5 个工作日内向试验组提出。
- 9、 本报告仅供科研、教学、或内部质量控制使用。

1、基本信息

表 试验基本信息表

试验名称	MD2105 电机可靠性试验		试验时间	2025 年 8 月 20 日-2025 年 11 月 20 日																				
产品图号	/		产品名称	MD2105 电机																				
委托单位	技术中心		检验类别	可靠性试验																				
生产单位	湖南中车时代电驱科技有限公司		生产日期	2025 年 8 月																				
收样单位	研发质量试验部		样品编号	3#、4#																				
收样日期	2025 年 8 月 15 日		检测地点	湖南省株洲市天元区新马金谷 D2 栋																				
样品状态	A 样		样品数量	2 套																				
试验环境	大功率对拖试验台																							
试验方法/ 依据	依据《2105 电机驱动系统耐久性试验大纲》要求及试验标准进行相关性能测试试验。																							
试验内容	转矩循环、转速循环、性能复测																							
试验结论	<div>1、耐久过程中，电机运行平稳，各项性能输出正常，未出现异常通过各项测试要求；</div> <div>2、耐久后对被试样品 A 和陪试样机 B 分别进行性能复测，性能合格。</div> <table><thead><tr><th>项目</th><th>外观</th><th>扭矩最大衰减率%</th><th>三相对机壳绝缘MΩ</th><th>三相对温传绝缘MΩ</th><th>气密性泄露量 Pa</th></tr></thead><tbody><tr><td>被试样机 A</td><td>正常</td><td>2.8</td><td>2990</td><td>4000</td><td>-4</td></tr><tr><td>陪试样机 B</td><td>正常</td><td>3.0</td><td>2660</td><td>4000</td><td>11</td></tr></tbody></table>						项目	外观	扭矩最大衰减率%	三相对机壳绝缘MΩ	三相对温传绝缘MΩ	气密性泄露量 Pa	被试样机 A	正常	2.8	2990	4000	-4	陪试样机 B	正常	3.0	2660	4000	11
项目	外观	扭矩最大衰减率%	三相对机壳绝缘MΩ	三相对温传绝缘MΩ	气密性泄露量 Pa																			
被试样机 A	正常	2.8	2990	4000	-4																			
陪试样机 B	正常	3.0	2660	4000	11																			
建议/备注	/																							
检测人员	彭小春、蔡岳平																							
编制		审核		批准																				

2、检测项目与结果

表 检测项目与结果表

序号	检测项目	标准要求	结果要求	符合性
1	转矩循环	应符合试验大纲文件规定	试验结果详见章节 5.1	符合
2	转速循环	应符合试验大纲文件规定	试验结果详见章节 5.2	符合
3	性能复测	应符合试验大纲文件规定	试验结果详见章节 5.3	符合

3、现场照片

台架搭建照片：

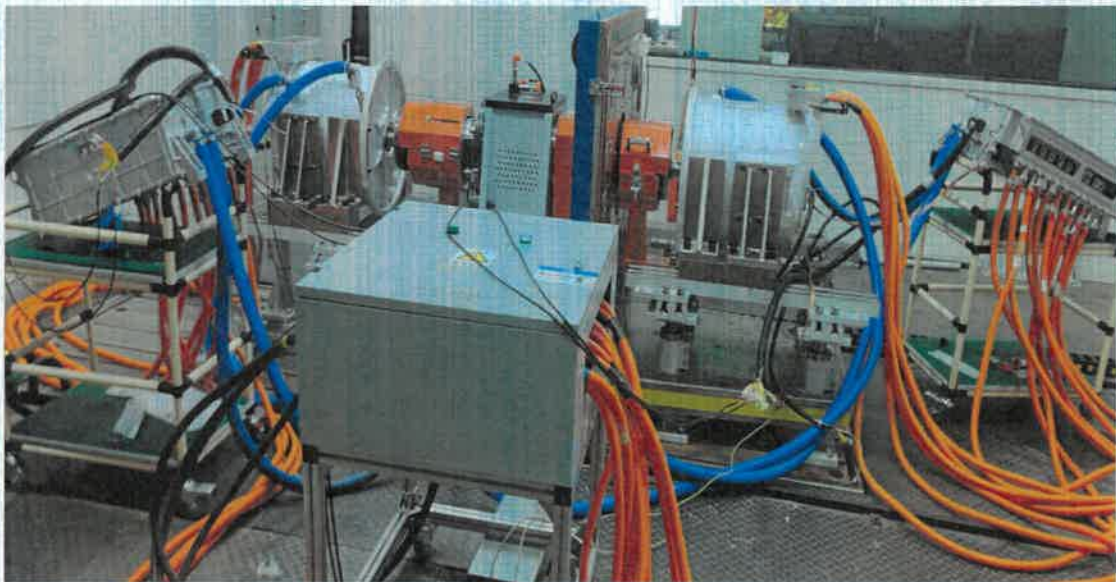


图 台架搭建照片

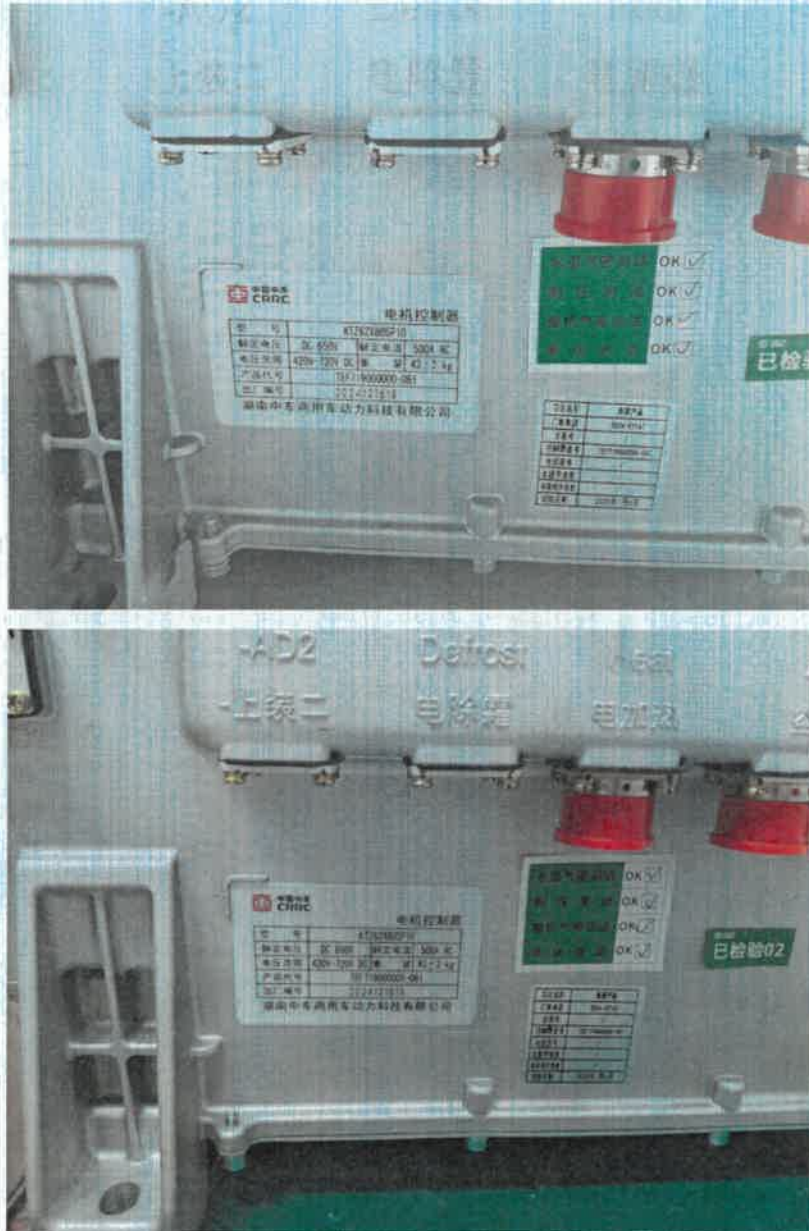


图 陪试控制器

4、样品参数

表 样品参数表

型号		MD2105		
重量 (kg)		电机：337.8		
工作条件	额定工作电压 (V)	DC630	工作电压范围 (V)	DC450~750
	控制电源电压 (V)	DC24	控制电源电压范围 (V)	DC16~32

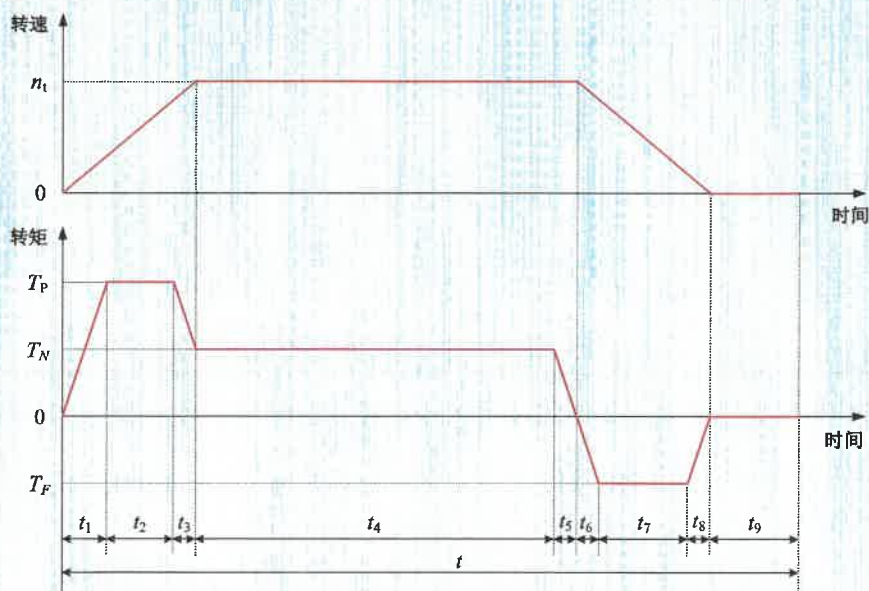
	冷却介质	车用冷却液	冷却介质流量 (L/min)	≥30
	冷却介质最高温度 (°C)	65	/	/
	工作环境温度范围 (°C)	-40~85	海拔高度范围 (m)	≤3000
	安装位置	电机: 车身 (带悬置) 控制器: 车身		
驱 动 输 出 特 性	额定工作制	S1	/	/
	60min持续功率 (kW)	400	60min持续转矩 (Nm)	1800
	峰值工作制	S2-60s	/	/
	峰值功率 (kW)	600	峰值转矩 (Nm)	3200
	长时持续功率 (kW)	400	长时持续转矩 (Nm)	1800
	额定转速 (r/min)	2122	最高工作转速 (r/min)	3500
	控制器降功温度 (°C)	75	控制器停机温度 (°C)	/
	电机降功温度 (°C)	160	电机停机温度 (°C)	165
	绝缘电阻 (MΩ)	电机: ≥20 控制器: ≥20		
	防护等级	IP68/IP6KX/IPX9K		
	电机噪声 (dB)	≤85		

5、试验结果

5.1 转矩负荷循环:

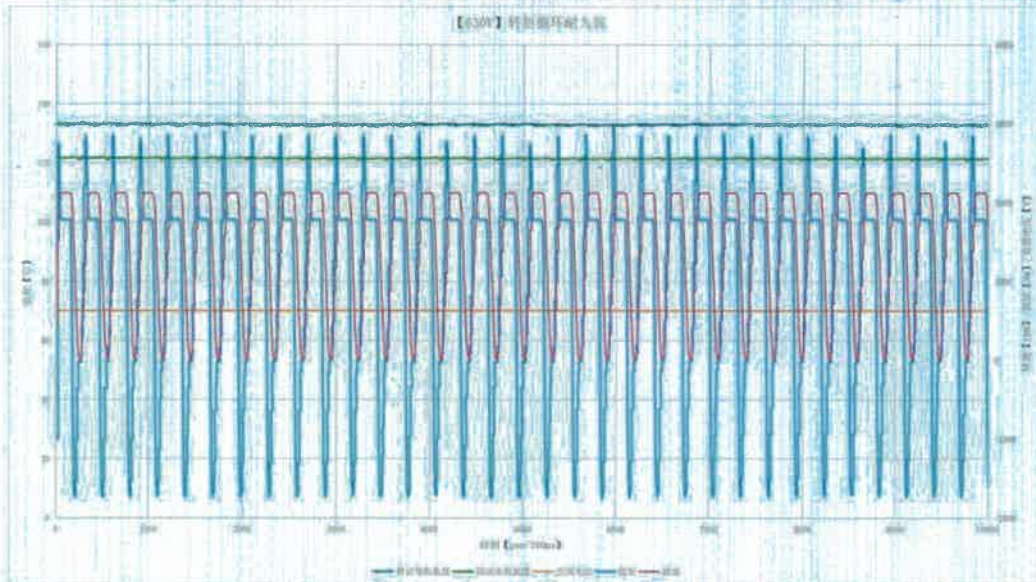
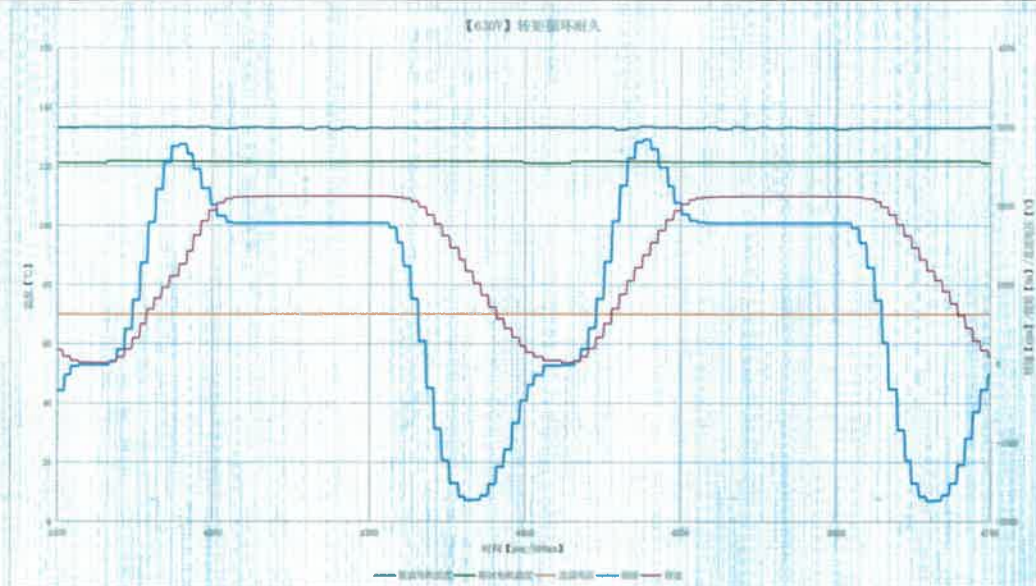
试验要求:	转矩负荷循环按图 3 和表 7 进行, 试验总循环数及其所包含的各电压下的试验循环次数根据表 8 确定, 循环中要求转矩转速同时变化, 单次循环共分为四阶段。设计寿命确定试验总循环数为 100000 循环。
-------	---

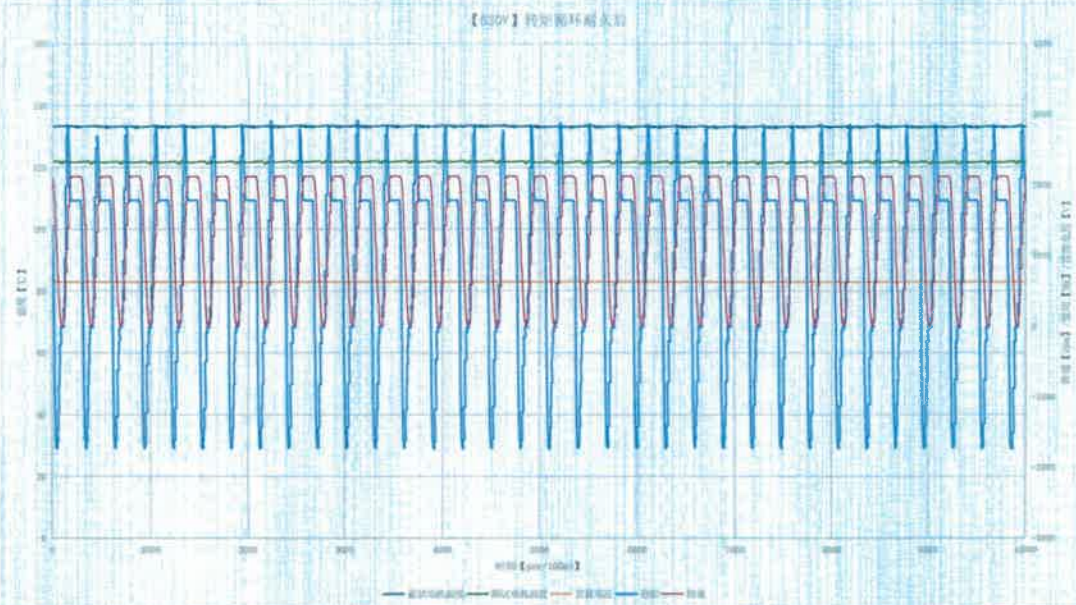
- (1) 在第一阶段, 转速由 0 升至额定转速 2122rpm, 在该时间段内, 转矩发生变化。
 - a. 转矩由 0 升至峰值扭矩 3200Nm, 所用时间 $t_1=3$ s;
 - b. 保持峰值扭矩 3200Nm, 所用时间 $t_2=1$ s;
 - c. 峰值扭矩降至持续转矩 1800Nm, 所用时间 $t_3=2$ s
- (2) 在第二阶段, 转速保持额定转速 2122rpm, 在该时间段内, 转矩发生变化。
 - a. 保持持续转矩 1800Nm, 时间 $t_4=12$ s;
 - b. 转矩由持续转矩匀速下降至 0, 所用时间 $t_5=1.5$ s。
- (3) 在第三阶段, 转速由额定转速 2122rpm 下降至 0, 在该时间段内, 转矩发生变化。
 - a. 转矩由 0 继续下降至馈电状态下的持续转矩-1800Nm, 所用时间为 $t_6=1.5$ s;
 - b. 保持馈电状态下持续转矩-1800Nm, 所用时间 $t_7=3$ s;
 - c. 转矩由馈电状态下持续转矩-1800Nm 变为 0, 所用时间 $t_8=2$ s。
- (4) 在第四阶段, 转速、转矩均为 0, 所用时间 $t_9=4$ s。
- (5) 至此完成一个循环。
- (6) 重复以上 4 个阶段, 直到完成全部循环次数。



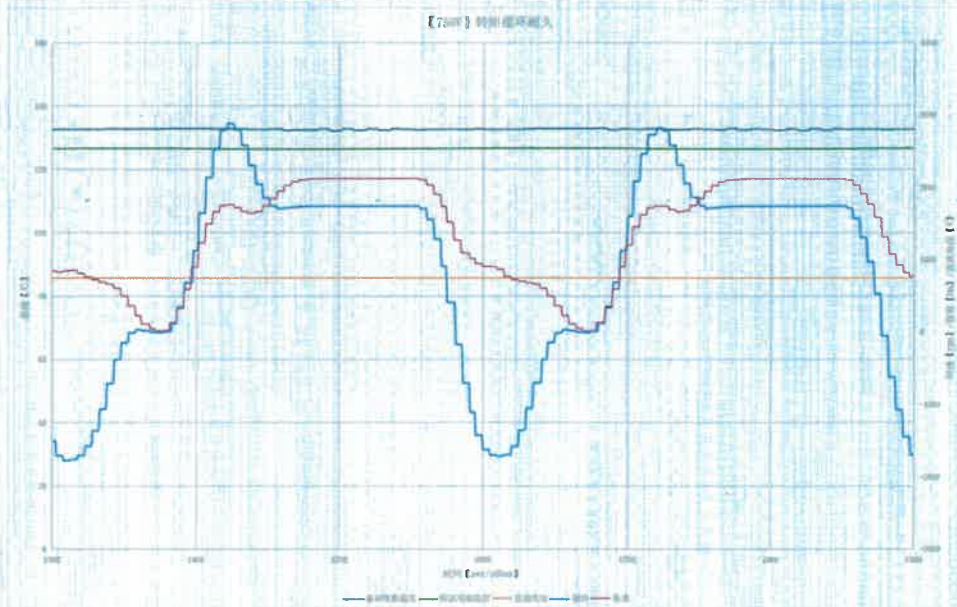
等级	额定电压循环次数 630V	最高工作电压循环次数 750V	最低工作电压循环次数 450V	总循环次数
B	80 000	10 000	10 000	100 000

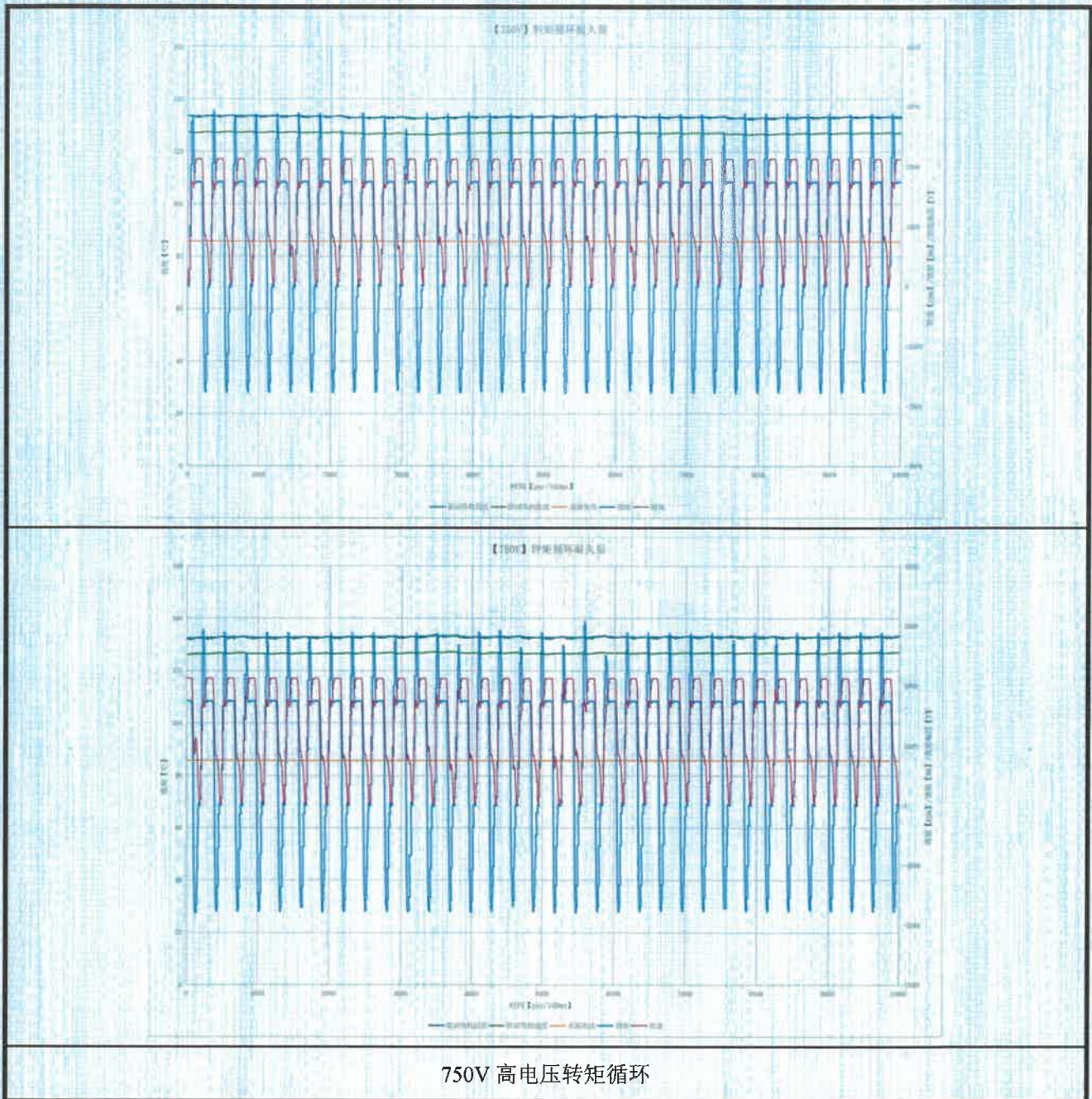
最低工作电压下, DUT输出最大转矩允许根据产品设计要求降低。

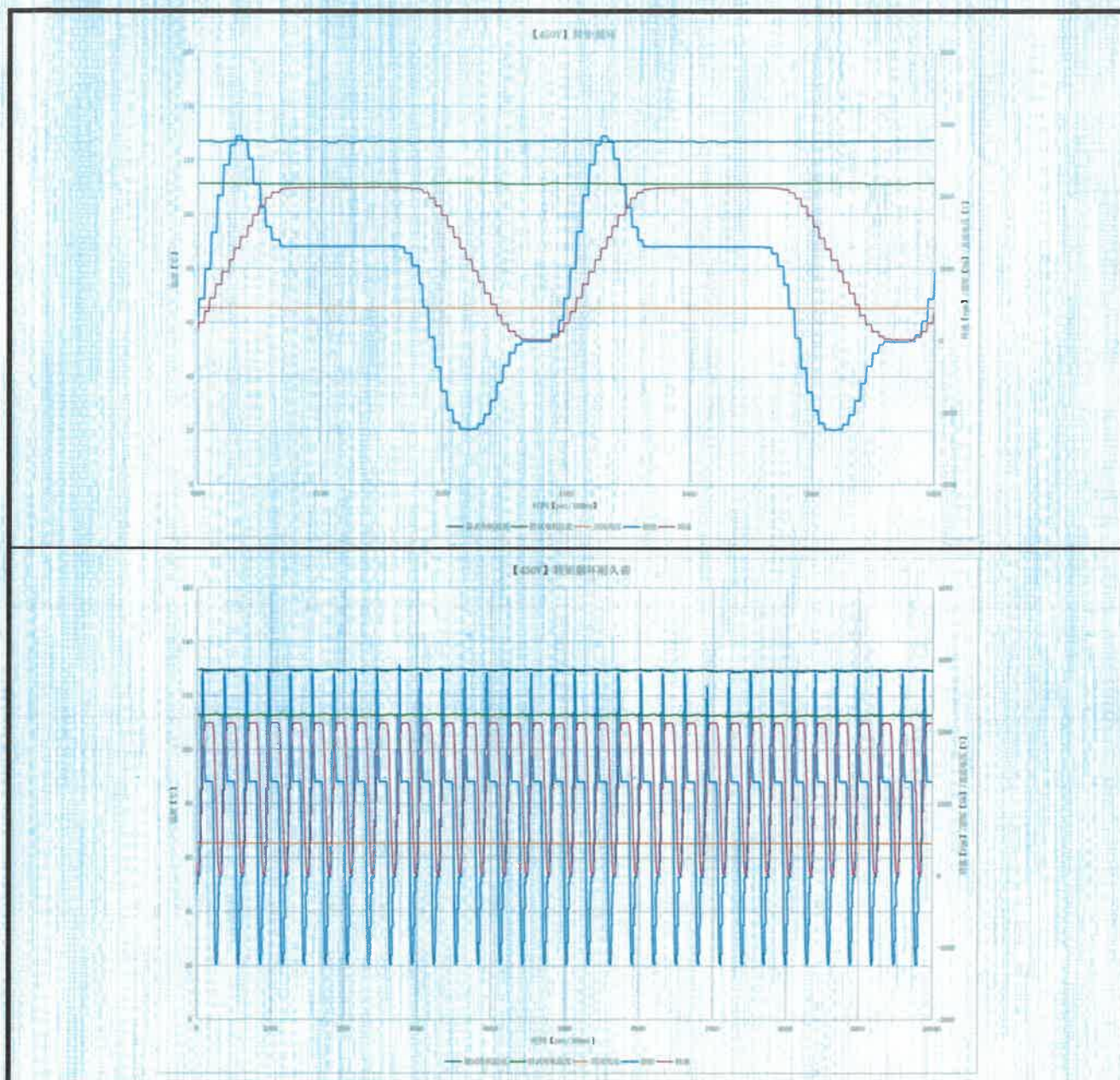


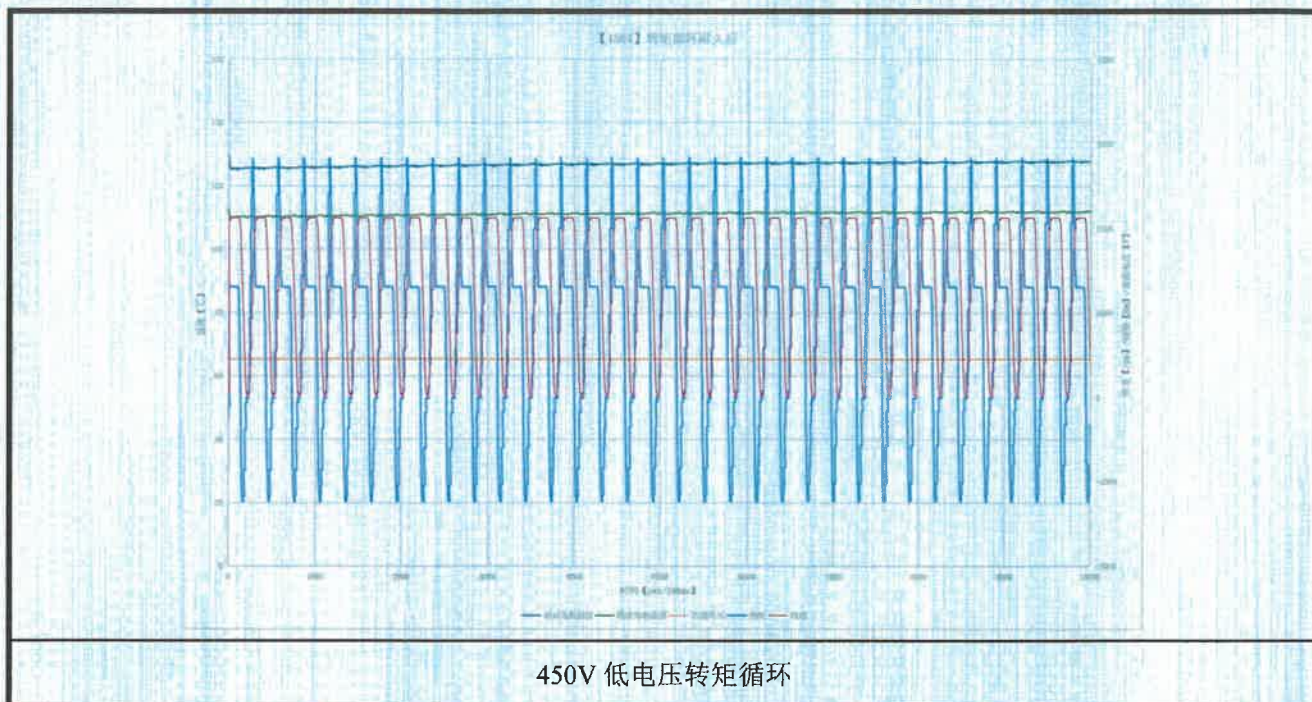


630V 额定电压下转矩循环





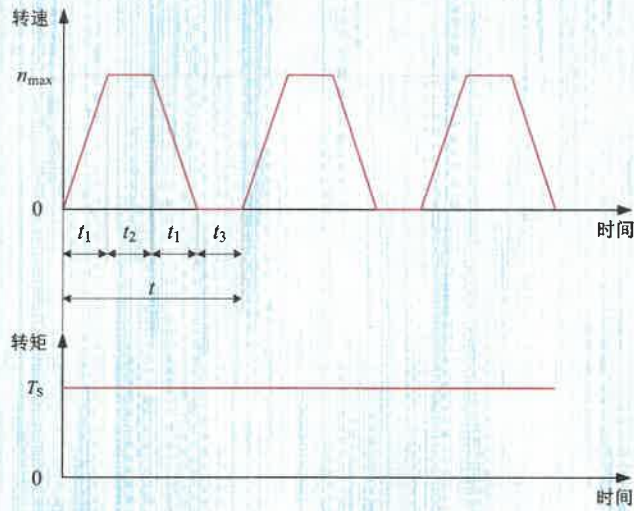




5.2 转速升降循环

试验要求:

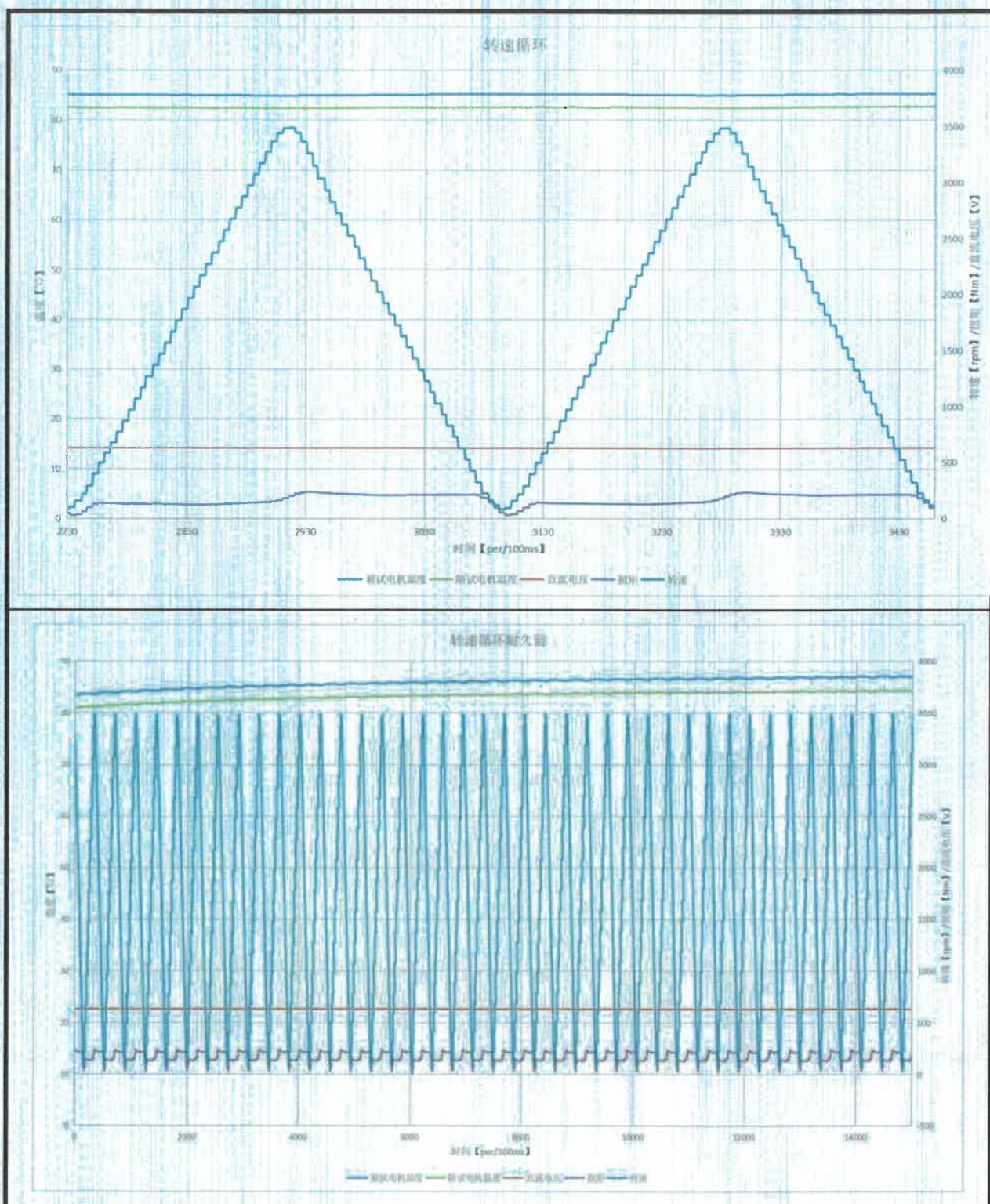
- 转速升降循环按下图和下表进行, 试验电压为额定电压 630V。设计寿命确定试验总循环数为 60000 循环。
- (1) 将试验转矩 TS 设置为 DUT 的 5%~10%额定转矩, 即 180Nm。
 - (2) 在试验转矩下, 转速由 0 匀速上升至 DUT 最高工作转速 3500rpm, 上升速率 200rpm/s。
 - (3) 在最高工作转速 3500rpm 保持 $t_2=1s$, 之后转速匀速下降到 0, 要求下降时间与升速时间相同。
 - (4) 转速降至 0 后, 保持 $t_3=1s$, 完成一次循环。
 - (5) 重复以上 (2)、(3)、(4) 步, 直到完成全部循环次数。

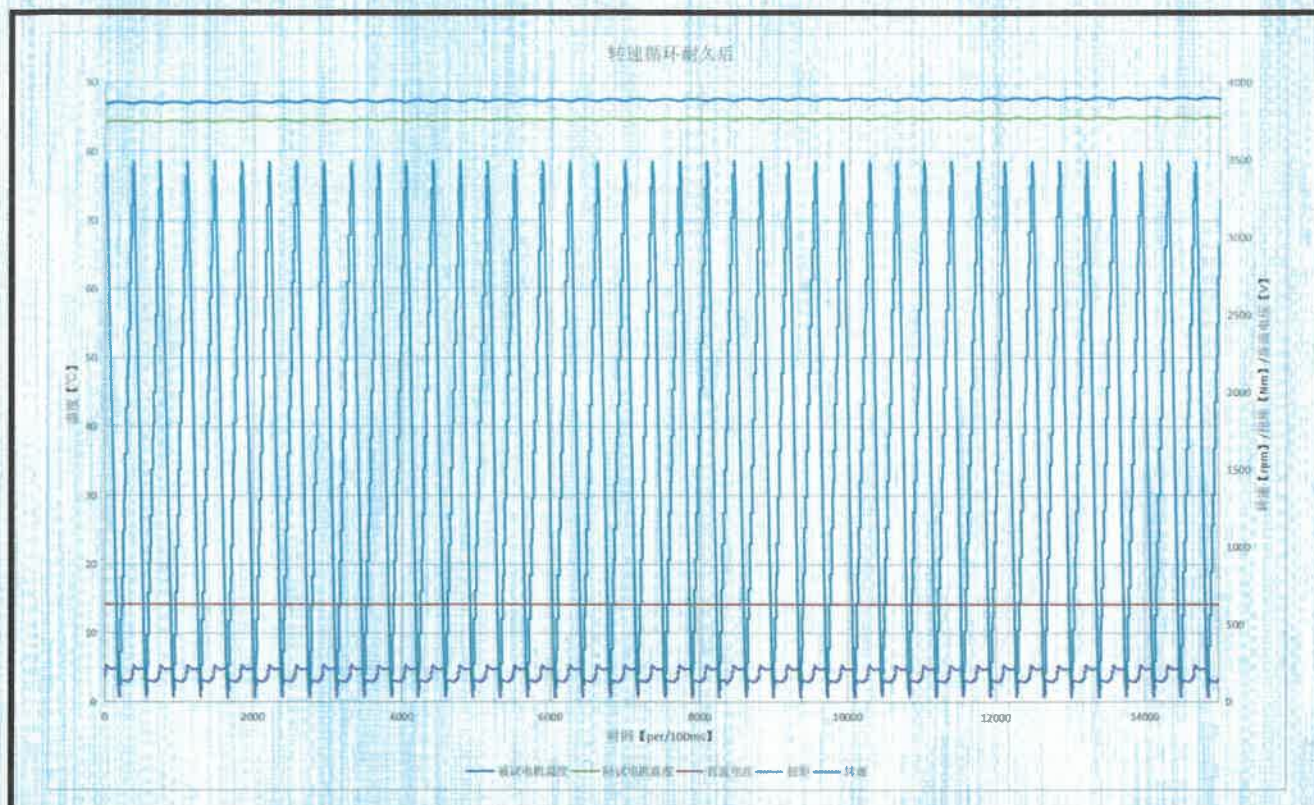


序号	试验转速	负载转矩	运行时间
1	0 过渡到 n_{\max}	试验转矩 $180Nm$	17.5s
2	最高工作转速 n_{\max}		$t_2=1s$
3	n_{\max} 过渡到 0		17.5s
4	0		$t_3=1s$

1. 转速变化速率宜与实车一致。若技术文件对转速上升率有明确规定, 则按规定数值设定。否则可根据推荐数值进行试验。若 $n_{\max} \leq 6000\text{rpm}$, 转速上升率推荐 200rpm/s ; 若 $6000 < n_{\max} \leq 15000\text{rpm}$, 转速上升率推荐 500rpm/s 。
2. t_2 和 t_3 的设定参考测试设备的响应时间, 在设备响应足够快的情况下可以尽量小。

设计寿命	等级	总循环次数
60 万 km 等级	B	60 000

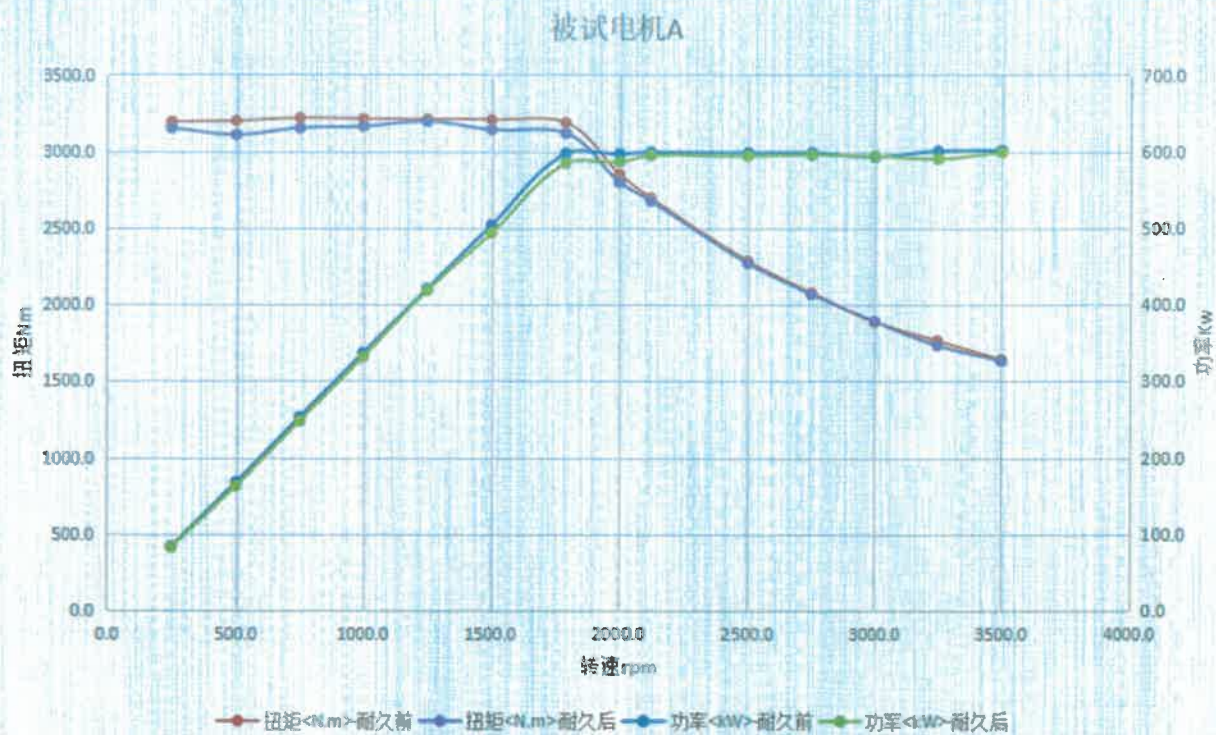




5.3 性能复测

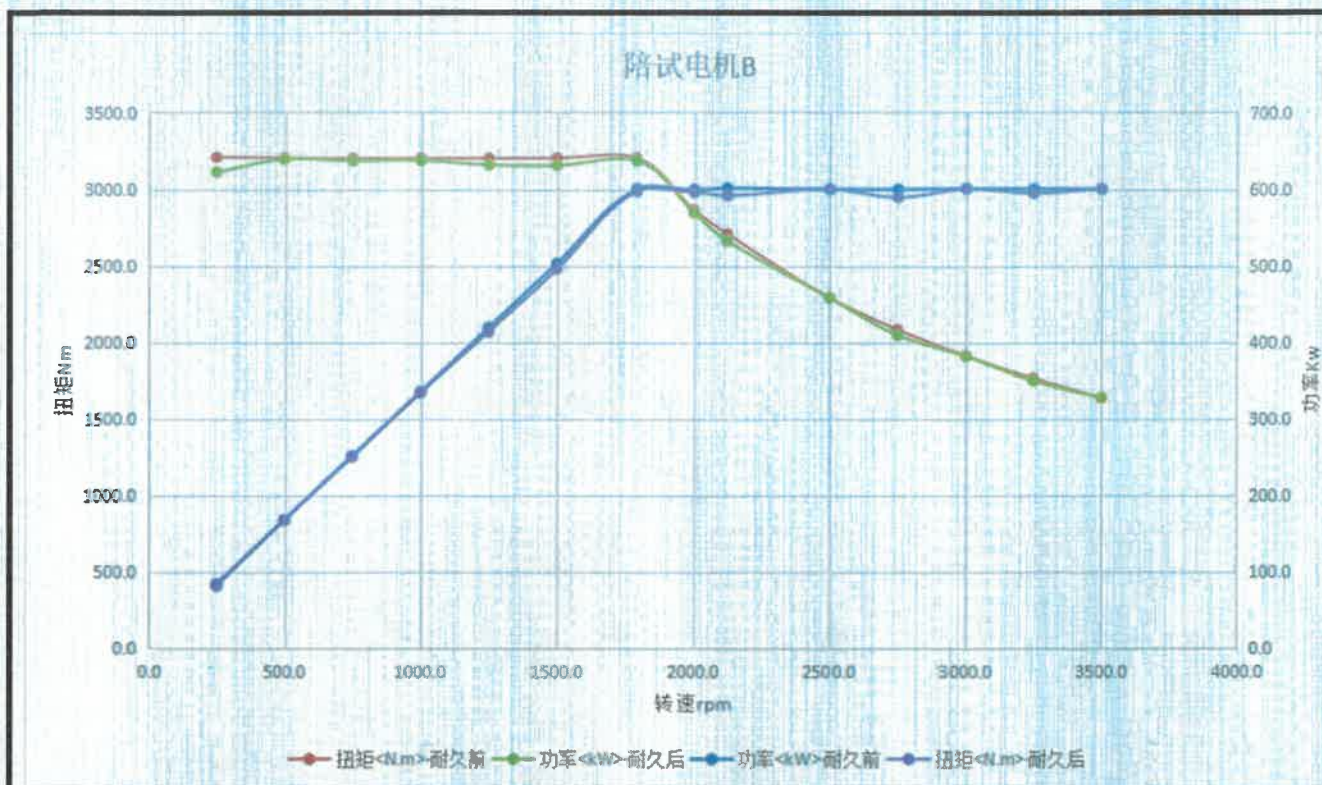
试验要求:

- 1) 测试过程中, 无故障发生;
- 2) 测试完成后, 对电机及电机控制器进行绝缘电阻测量, 三相线对机壳(1000Vdc)>20M Ω , 三相线对温度传感器(1000Vdc) 100M Ω ;
- 3) 电机系统外特性曲线及功率曲线, 各项性能指标衰减度小于 5%;
- 4) 气密性检查, 满足泄漏量<15ml/min;
- 5) 目视检查无异常。



A 样机耐久前后性能

电机转速_WT<r/min>	功率>-耐久前	扭矩-耐久前	功率<kW>-耐久后	扭矩-耐久后	衰减率
250.1	83.6	3193.0	82.6	3151.7	1.3%
500.1	167.5	3199.2	162.8	3108.9	2.8%
749.9	252.7	3217.9	247.6	3152.9	2.0%
1000.0	336.5	3213.6	331.3	3164.0	1.5%
1250.0	420.4	3211.7	418.5	3197.1	0.5%
1499.9	503.9	3207.8	493.5	3141.7	2.1%
1790.0	597.4	3187.2	584.8	3119.7	2.1%
2000.1	597.1	2850.8	586.4	2799.9	1.8%
2122.0	599.1	2696.1	595.0	2677.4	0.7%
2500.1	598.4	2285.7	594.3	2270.2	0.7%
2750.0	598.5	2078.4	595.9	2069.4	0.4%
3000.0	593.4	1888.9	594.3	1891.7	-0.1%
3249.9	601.1	1766.3	590.8	1736.0	1.7%
3500.0	601.4	1640.8	598.9	1633.9	0.4%



B 样机耐久前后性能					
转速<r/min>	功率<kW>-耐久前	扭矩<N.m>-耐久前	功率<kW>-耐久后	扭矩<N.m>-耐久后	扭矩衰减率
250.2	84.0	3207.7	81.5	3111.6	3.0%
500.0	167.7	3203.6	167.3	3196.3	0.2%
750.0	251.3	3199.7	250.2	3185.4	0.4%
1000.0	335.3	3201.5	333.9	3187.5	0.4%
1250.0	419.0	3201.0	413.5	3158.9	1.3%
1499.8	502.9	3201.8	495.5	3154.9	1.5%
1790.0	600.3	3202.4	597.3	3186.1	0.5%
2000.0	599.6	2862.8	596.1	2845.8	0.6%
2121.8	601.5	2707.0	591.8	2663.2	1.6%
2500.2	600.0	2291.8	599.9	2291.6	0.0%
2750.0	599.9	2083.0	589.5	2047.0	1.7%
3000.0	600.7	1911.9	600.0	1909.9	0.1%
3250.0	600.4	1764.0	594.7	1747.5	0.9%
3500.2	600.3	1637.7	600.3	1637.8	0.0%



被试样机 A 绝缘电阻



被试样机 B 绝缘电阻



被试电机 A

陪试电机 B

试验结论

- 1) 测试过程中, 无故障发生;
- 2) 测试完成后, 对电机及电机控制器进行绝缘电阻测量, 三相线对机壳(1000Vdc)>20M Ω , 三相线对温度传感器(1000Vdc)>100M Ω ;
- 3) 电机系统外特性曲线及功率曲线, 各项性能指标衰减度小于 5%;
- 4) 气密性检查, 满足泄漏量<15ml/min;
- 5) 目视检查无异常。

附录 A 测量设备信息

表 A 测量设备信息表

序号	设备名称	设备编号	设备校准有效期
1	测控系统	TC16-001	2026-04-09
2	扭矩传感器	TC16-002	2026-04-09
3	功率分析仪	TC16-003	2026-04-09
4	电流传感器	TC16-004	2026-04-09
5	电流传感器	TC16-005	2026-04-09
6	电流传感器	TC16-006	2026-04-09
7	电流传感器	TC16-007	2026-04-09

