



设计文件

名称	2105 电机驱动系统温度与湿热试验大纲
编号	
版本	

版权专有 违者必究

湖南中车时代电驱科技有限公司

[illegible]

目 录

1 目的和范围.....	1
1.1 目的	1
1.2 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 参考资料.....	1
4 术语和定义.....	1
5 试验设备.....	1
5.1 试验仪器	2
5.2 工具工装	2
6 被试对象.....	3
7 陪试产品.....	3
8 基本环境条件.....	3
9 试验系统连接图.....	3
10 试验注意事项.....	4
11 试验项目	4
11.1 低温贮存与运行试验	5
11.2 高温贮存试验	6
11.3 高温工作试验	6
11.4 稳态湿热试验	7
11.5 湿热循环试验	8

1 目的和范围

1.1 目的

通过试验验证电机控制器、驱动电机或集成驱动电机系统在高温、低温、湿热等环境下是否满足设计及相关标准要求。

1.2 范围

本试验大纲适用于公司开发的 2105 电机集成电机驱动系统，产品低压控制电源为 DC 24V。

其它应用到汽车车辆的电气产品可参照执行。

2 规范性引用文件

规范性引用文件见表 1。

表1 规范性引用文件

序号	标准/文件号	标准/文件名称	备注
1	GB/T 18488-2024	电动汽车用驱动电机系统	
2	GB/T 28046.1-2019	道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定	
3	GB/T 28046.4-2011	道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷	
4	GB/T 42284.1-2022	道路车辆 电动汽车驱动系统用电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定	
5	GB/T 42284.4-2022	道路车辆 电动汽车驱动系统用电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷	
6	GB/T 2423.3-2016	环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验	
7	GB/T 2423.22-2012	环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化	

3 参考资料

被试产品技术规格书。

4 术语和定义

GB/T 18488-2024、GB/T 28046.1-2011 界定的术语和定义适用于本文件。

5 试验设备

5.1 试验仪器

试验仪器/设备见表 2。

表2 试验仪器/设备

序号	名称	数量	性能指标	备注
1	测功机试验台	1套	测功机：与驱动电机匹配 高压电源：与DUT匹配 低压电源：0~36V，0~100A 水冷系统：≥30L/min；-40~65℃	含测功机系统、高低压电源系统、水冷系统、测控系统 (如果被试品含两套驱动电机控制器，则需2台测功机系统)
2	复合环境试验箱	1套	温度：-40~85℃； 相对湿度：30%~100% 容积：与DUT匹配	
3	快速温变箱	1套	温度：-40~65℃； 容积：与DUT匹配	
4	1000V兆欧表	1只	0.5级	用于高压回路绝缘电阻测量
5	万用表	1只	/	用于安全电压测量

仪器设备测量误差及操作给定误差要求：

- (1) 高压电源：±1%
- (2) 低压直流稳压电源：±0.1V
- (3) 电流：±1%
- (4) 转速：±2r/min
- (5) 转矩：±2Nm
- (6) 温度：±0.5℃
- (7) 流量：±0.5L/min
- (8) 时间：0.1级

5.2 工具工装

工具工装见表 3。

表3 工具工装

序号	名称	数量	性能指标	备注
1	低压试验线束	1套	线束规格与DUT要求一致	与DUT配套
2	高压试验线束	1套	线束规格与DUT要求一致； 直流高压线束长度不超过10m； 驱动电机交流线束长度不超过6m； DC/DC、DC/AC输出线束长度不超过10m。	
3	电机试验安装工装	1套		含联轴器，与集成电机驱动系统或 陪试电机配套

6 被试对象

DUT 的基本信息及基本参数见型式试验大纲附录 A。

7 陪试产品

(1) 被试品为2105电机，陪试产品为DE10。

8 基本环境条件

试验项目已规定环境条件按规定要求，试验项目未规定环境条件，则试验环境条件按以下要求执行：

- (1) 环境温度：18℃~28℃。
- (2) 相对湿度：10%~90%。
- (3) 气压：86kPa~106kPa。

9 试验系统连接图

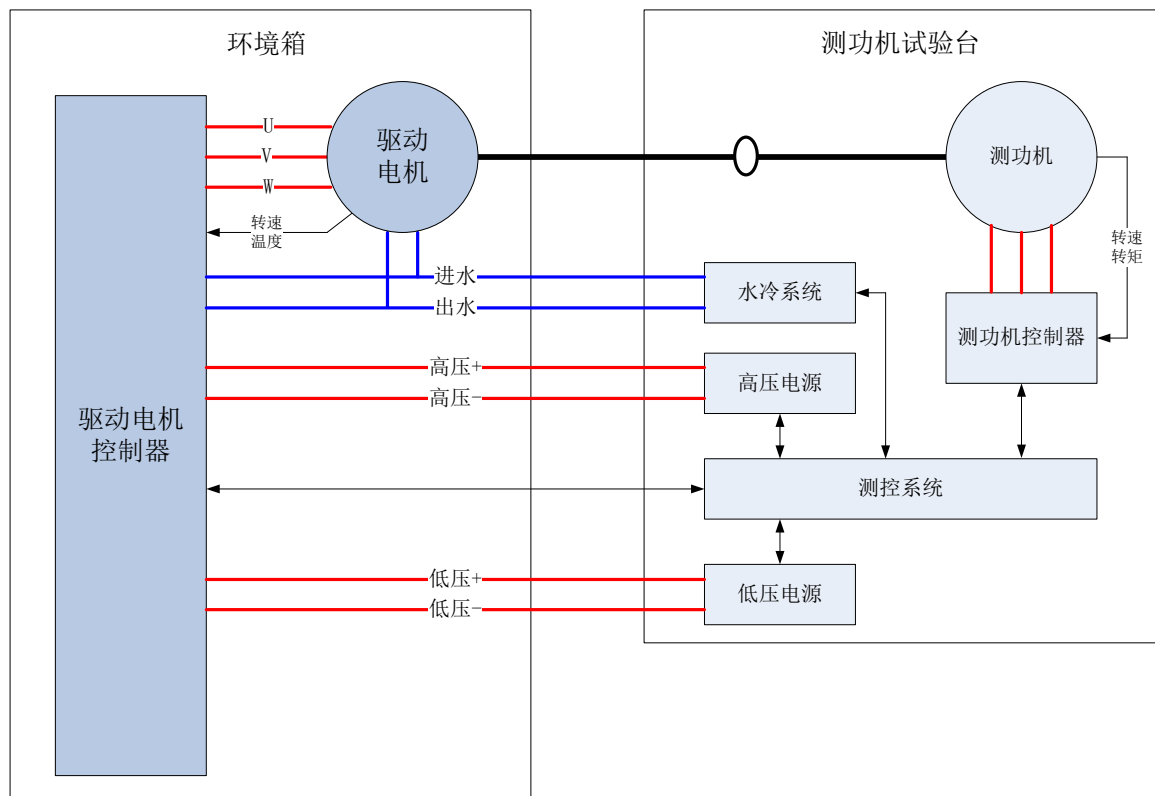


图1 试验系统连接示意

注1：试验连接图按全功能配置，如果DUT不包含其中一项或多项功能，则该项忽略。

注2：试验连接图每项功能可能包含一套以上配置。

注3：DUT的PDU配电输出不接负载，试验中用万用表或其它仪表测量其输出状态。

注4：将DUT置于环境箱中，陪试产品可置于环境箱外。

10 试验注意事项

（1）高、低温贮存和湿热循环试验过程中，电机控制器处于非通电状态，对于液冷式驱动电机及驱动电机控制器，不通入冷却液。

（2）进行高、低温试验过程中，对于液冷式驱动电机及驱动电机控制器，不通入冷却液。

（3）试验过程中注意用电安全，在进行任何接线连接前，必须使用万用表确认正负母线及电力电容的电压低于36V，以防发生触电事故。

11 试验项目

相关试验项目见表 4，试验按表中顺序进行。

表4 试验项目

序号	试验项目	参考标准
1	低温贮存与运行	GB/T 18488-2024, GB/T 42284.4-2022
2	高温贮存	GB/T 18488-2024, GB/T 42284.4-2022
3	高温运行	GB/T 18488-2024, GB/T 42284.4-2022
4	稳态湿热	GB/T 28046.4-2011, GB/T 2423.4-2012
5	湿热循环	GB/T 18488-2024, GB/T 42284.4-2022

注：如果 DUT 不包含 PDU、DC/DC、DC/AC 等功能，则相应功能在以下具体试验项目中忽略。

11.1 低温贮存与运行试验

11.1.1 试验目的

模拟电机不带电状态对暴露在低温贮存环境的适应性。

11.1.2 试验方法

(1) 将DUT置于环境箱中，陪试产品、试验设备置于环境箱外，按试验连接图正确连接高低压电缆、冷却回路等，驱动电机可靠固定，驱动电机输出轴与测功机可靠连接。

(2) 调节环境箱温度和冷却液温度至-40℃，冷却液流量按管道压力安全范围内设定，温度稳定后保持12h。

(3) 低温贮存12h后，按照绝缘电阻的试验方法在环境箱内复测绝缘电阻，复测绝缘电阻期间，环境箱内温度和冷却液温度应保持在-40℃。

(4) 环境箱内温度和冷却液温度继续保持在-40℃，给DUT按额定电压接通低压控制电源和高压动力电源630V。

(5) 开管后启动测功机并工作在转速控制模式，调节测功机至DUT额定转速2122rpm。

(6) 正常启动后DUT并工作在转矩控制模式，调节DUT转矩给定至额定转矩1800Nm，持续运行30min。

(7) 停止DUT输出，关闭测功机，关闭环境箱制冷，同时调整冷却液温度至23±5℃。

(8) 等DUT温度恢复到常温后，按额定电压接通高压630V，低压电24V，按额定流量30L/min，调节测功机至DUT峰值转矩对应的最高转速1790rpm；启动DUT的电机控制器并调节输出至峰值转矩3200Nm，持续运行30 s。

11.1.3 判定标准

(1) 环境箱内复测绝缘电阻不应小于DUT技术条件规定的绝缘电阻值，但最低不能小于1 MΩ。

(2) 低温情况下，DUT能正常启动，并在额定点正常运行。

(3) 恢复到常温后，DUT能正常启动，电机驱动系统工作正常。

11.2 高温贮存试验

11.2.1 试验目的

模拟电机暴露在高温不带电工作状态的环境适应性。

11.2.2 试验方法

(1) 将DUT置于环境箱内，按试验连接图正确连接高低压电缆、冷却回路等，驱动电机可靠固定，驱动电机输出轴与测功机可靠连接，DUT不接通高、低压电，不通入冷却液。

(2) 调节环境箱温度，使箱内温度升至85℃，温度稳定后保持12 h。

(3) 高温贮存12h后，按照绝缘电阻的试验方法在环境箱内复测绝缘电阻，复测绝缘电阻期间，环境箱内温度和冷却液温度应保持在85℃。

(4) 关闭环境箱加热，DUT自然恢复到常温。

(5) 等DUT温度恢复到常温后，DUT按额定电压接通高压630V，低压电24V，按额定流量30L/min通入冷却液，同时调整冷却液温度至23±5℃。

(6) 启动测功机，调节测功机至DUT峰值扭矩对应的最高转速1790rpm；启动DUT的电机控制器并调节输出至峰值扭矩3200Nm，持续运行30 s。

11.2.3 判定标准

(1) 环境箱内复测绝缘电阻不应小于DUT规定，但最小应不小于1 MΩ。

(2) 恢复到常温后，电机驱动系统工作正常。

11.3 高温工作试验

11.3.1 试验目的

模拟 DUT 暴露在高温带电工作状态的环境适应性。

11.3.2 试验方法

(1) 将DUT置于环境箱内，按试验连接图正确连接高低压电缆、冷却回路等，驱动电机可靠固定，驱动电机输出轴与测功机可靠连接，调节环境箱温度，使箱内温度升至85℃。

(2) DUT按额定流量通入冷却液，同时调整冷却液温度至50℃，按额定电压接通高压630V，低压电24V，按额定流量30L/min通入冷却液。

(3) 等DUT温度稳定后, 启动测功机和DUT, 调节测功机至DUT对应的额定转速2122rpm, 调节DUT输出至持续转矩1800Nm。

(4) 全部功能启动后持续运行2h。

(5) 停止DUT输出, 关闭测功机, 关闭试验电源及液冷系统, 按照绝缘电阻的试验方法在环境箱内复测绝缘电阻, 复测绝缘电阻期间, 环境箱内温度和冷却液温度应保持在最高工作温度。

(6) 关闭环境箱加热, DUT自然恢复到常温。

(7) 等DUT温度恢复到常温后, DUT按额定电压接通高、低压电, 按额定流量通入冷却液, 同时调整冷却液温度至 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

(8) 启动测功机, 调节测功机至DUT峰值扭矩对应的最高转速1790rpm; 启动DUT的电机控制器并调节输出至峰值扭矩3200Nm, 持续运行30 s。

11.3.3 判定标准

(1) 高温条件下, DUT应能正常启动并持续工作2 h, 电机驱动系统工作正常。

(2) 环境箱内复测绝缘电阻不应小于DUT规定, 但最小应不小于1 M Ω 。

(3) 恢复到常温后, 电机驱动系统工作正常。

11.4 稳态湿热试验

11.4.1 试验目的

模拟 DUT 用于高湿条件下的适应能力。

11.4.2 试验方法

(1) 将DUT置于环境箱内, 按试验连接图正确连接高低压电缆、冷却回路等, 驱动电机可靠固定, 驱动电机输出轴与测功机可靠连接; DUT不通高、低压电, 不通冷却液。

(2) 先调整环境箱温度至 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 环境箱内温度达到设定温度后, 再调整环境箱湿度至相对湿度90%~95%。

(3) 环境箱相对湿度达到设定湿度后, 持续时间为48h。

(4) 启动测功机, 调节测功机至DUT峰值扭矩对应的最高转速1790rpm; 启动DUT的电机控制器并调节输出至峰值扭矩3200Nm, 持续运行30 s。

11.4.3 判定标准

试验前后电机能在额定电压下, 在峰值扭矩、峰值功率正常运行。

绝缘电阻满足要求

外观无异常，物理分析 零部件，结构无破损、摩擦、损坏、破裂等现象紧固件无松脱

11.5 湿热循环试验

11.5.1 试验目的

模拟 DUT 用于高湿条件下的适应能力。

11.5.2 试验方法

(1) 将DUT置于环境箱内，不连接任何电缆和液冷回路，DUT电缆接口做封闭防护，DUT液冷回路中不能残留冷却液。

(2) 按图2（虚线部分）规定的温度、湿度值和变化规律，调节环境箱温度和湿度，单次循环时间300 min。

(3) 重复循环5次。

(4) 湿热循环结束后，在常温条件下，检查DUT外观，并检测DUT绝缘电阻。

(5) 按试验连接图正确连接高、低压电缆、冷却回路等，高低压电源电压、冷却液流量按DUT额定值或标称值给定，冷却液温度设定 $23\pm5^{\circ}\text{C}$ 。

(6) 开启高低压电源和测功机，启动测功机，调节测功机至DUT峰值扭矩对应的最高转速1790rpm；启动DUT的电机控制器并调节输出至峰值扭矩3200Nm，持续运行30 s。

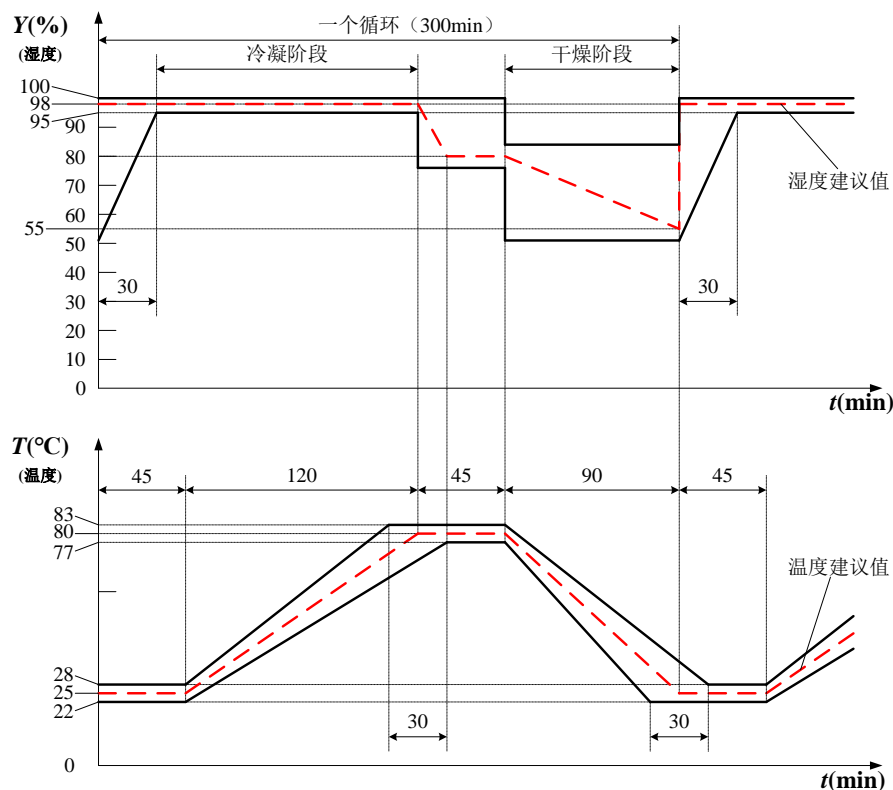


图2 湿热循环阶段

11.5.3 判定标准

- (1) 湿热试验后，应无明显的外表质量问题及锈蚀现象。
- (2) 试验前后电机能在额定电压下，在峰值转矩、峰值功率正常运行。
- (3) 绝缘电阻满足要求
- (4) 外观无异常，物理分析 零部件，结构无破损、摩擦、损坏、破裂等现象紧固件无松脱试验结束。

试验完毕后，恢复试验平台，整理好试验设备和对象；整理试验数据，完成试验报告。