



湖南伟力汽车零部件有限公司

无刷冷凝风机接口需求规范

版本： V4

Version: V4

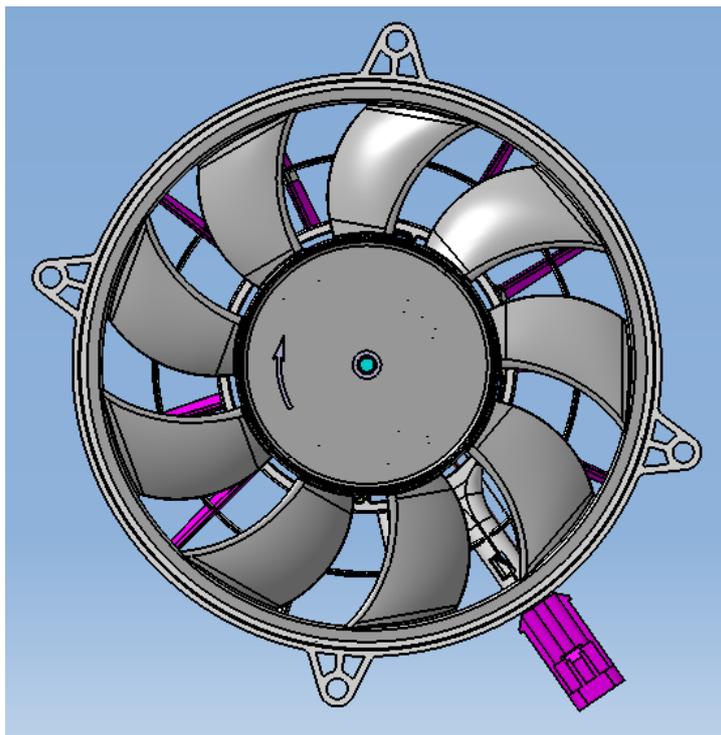
2022 年 02 月 08 日

February 8th 2022

型号： WLNf335P

Type: WLNf335P

湖南伟力汽车零部件有限公司
技术研发中心



目 录

- 一 目的
- 二 公差
- 三 系统描述
- 四 无刷电机控制原理电路图
- 五 电气参数
- 六 功能模式
- 七 硬件功能参数
- 八 驱动接口
- 九. 数字控制的硬件接口： PWM*/E* 引线
- 十. 软件功能

一 目的

本文档对工程机械冷凝风机系统控制单元（ECU）和冷凝风机无刷电机系统之间的接口进行了描述。

二 公差

除非另外说明，本文档允许下列参数的测量结果存在以下公差：

时间测量误差：±1.5% .

速度测量：±1.5% 最小值±50 rpm

电压测量：±0.2 V

电流运行公差：±3.5% 最小值 ±0.5A

控制芯片温度测量 μC ：±10 K

热敏电阻温度测量 NTC：±3 K

三 系统描述

冷凝风机无刷电机控制单元的供电来自电池正极。

冷凝风机无刷电机 由一个输入信号（PWM）控制

冷凝风机无刷电机通讯接口要求可支持双向通讯。在指定的产品上, 电机驱动器可向车辆控制单元（ECU）发送诊断信号。

无刷电机驱动模式

无刷电机驱动有不同工作模式，其主要区别在于消耗电流的不同，无刷电机的驱动模式随着控制输入的占空比变化而变化。

控制器上电后若没有接收到 PWM 信号或者 PWM 信号没达到风机驱动运行所要求的比例，则进入静态模式；如果 PWM 信号的占空比达到风机驱动运行所要求的比例，则启动电机进入运行模式；当运行出现故障时，风机驱动会进入失效模式。

四 无刷电机控制原理电路图

无刷电机控制器设计单位要求按照系统总成要求，提供详细的控制原理电路图以及产品测试报告
控制器产品详细物料清单

五 电气参数 Electrical parameters

序号	标题	内容
1	输出波形和换向方式	三相正弦波控制+无感换向
2	接线图	参考电路版图纸
3	输入阻抗	-
4	PWM 电压响应范围	16~32V
5	PWM 频率响应范围	50Hz~500Hz 典型值 100Hz
6	PWM 信号与转速对应曲线	参考附图，按实际转速电流设定 PWM 值
7	额定电压	24V
8	低压保护电压	15V
9	低压保护恢复电压	16V
10	工作电压范围	16~32V (端电压)
11	高压保护电压	32.5 V
12	达到最高转速电压	26~32V (端电压)
13	高压保护恢复电压	32 V
14	额定功率	参考 330W，以实际转速对应的功率为准
15	最大功率	360W (参考)
16	额定转速	4200±50RPM (24V)
	最高转速	4350±20RPM (26V~32V)
17	最小转速	参考 600RPM，以实际测试电流对应的转速为准 但最低转速要求≤650rpm (最低启动电压和达到最低占空比启动时)
18	额定电流	参考 13.0A，以实际转速对应的电流为准 但是额定电流要求≤13.5A (24V 状态下)
	最大转速电流	<15A (端电压 DC26V~32V, 占空比 90~97%)
19	堵转电流	18A (参考)
20	从启动信号到来，到锁定转子 1S	
21	转子锁定	转子锁定时间 2S
22	转速爬坡	锁定转子完成到额定转速 5S (参考最终调试结果)
23	达到额定总时间	0 转速达到额定时间 5 秒 (参考最终调试结果)
24	停转，间隔 5 秒之后尝试启动； 间隔时间每次增加 5 秒；增加到 5 次后 时间固定；	23-25 条以第 6 章为准

25	停止尝试并清零间隔时间的条件是:调速信号变为停转、或者断电复位, 停机, 电压值恢复到恢复电压后重新启动	
26	导热系数	2.5W/m·K
27	颜色、硬度、密度	浅黄色、Shore 00: <30、2.7g/cm ³
28	击穿电压、体积电阻	5KV、5.5-e12 ohm·cm
29	长期使用温度、挥发物质量损失率、阻燃性等级	-40~95°C、≤0.5%、V-0
30	产品寿命	40000h (取决于应用环境)
31	从 0 转速达到最高转速时间	≤13s
32	抛负载保护 (脉冲 5b)	65 (脉冲峰值电压 Us* - ISO16750-2:2010)
33	反接保护	ISO 16750-1 Class C ——正确连接后会恢复正常工作
34	工作环境温度范围	-40~95°C
35	转速降额阈值	+85°C
36	储存温度范围	-40~125°C

六 功能模式

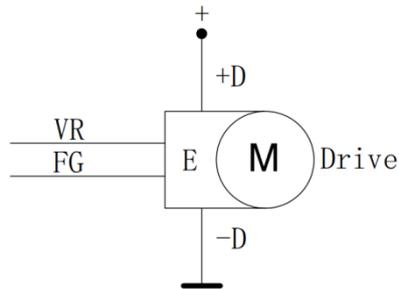
编号	失效模式	故障处理	故障反馈
1	驱动堵转	一旦检测到转子堵转, 如下策略将会执行: 检测到驱动堵转后, 驱动会等待 5 秒, 然后尝试再次启动. 如果仍然失败, 驱动会将等待的时间增加 5 秒, 然后再次尝试启动. 间隔时间会一直增加直至 25 秒, 只要有有效的 PWM 占空比要求驱动运转, 驱动就会采用这个时间间隔持续尝试启动.	显性电平
2	驱动过载	通过检测电流, 一旦发现驱动过载, 风扇将会降低转速工作.	隐性电平
3	驱动过流	一旦电流达到了过流的阈值, 驱动将停止工作.	显性电平
4	驱动过热	当检测到驱动过热(降额温度点), 风扇将降低转速工作; 当超过最大工作温度点, 驱动将停止工作.	超过最大工作点时候: 显性电平
5	过压/欠压	如果电源电压超出了工作电压范围, 驱动将停止工作.	隐性电平
6	内部故障	当在启动自检过程中发现内部故障, 驱动将停止工作.	显性电平
7	缺相保护	当控制器侦测到电机缺相, 即电机三相线与控制器三相全桥之间的硬件连接有故障时, 控制器停止驱动电机并报故障	显性电平

在任何情况下, 当驱动接收到要求驱动运行的有效 PWM 信号后, 驱动必须努力从故障中恢复

七 硬件功能参数

7.1 风机驱动

风机驱动简图如下



E 代表整个电路部分，M 代表电机。Drive 代表电机和电路的集成。

7.2 无刷风机驱动的各引线功能

驱动器的电路部分包含四条引线：

电源引线：

- 电源正极： +D
- 电源负极： -D

信号引线：

- 输入： 高电平有效数字 PWM : PWM/E
- 输出： 高电平有效反馈输出： F0

信号引线 PWM/E 用来控制驱动模式，即控制输入端。

信号引线 F0 用于反馈电机的运行状态

八 驱动接口

A 驱动接口，就是 CCU 和风机驱动模块的接线图如下图所示，CCU 的电路和风机驱动电路通过两条单向性的线束连接。

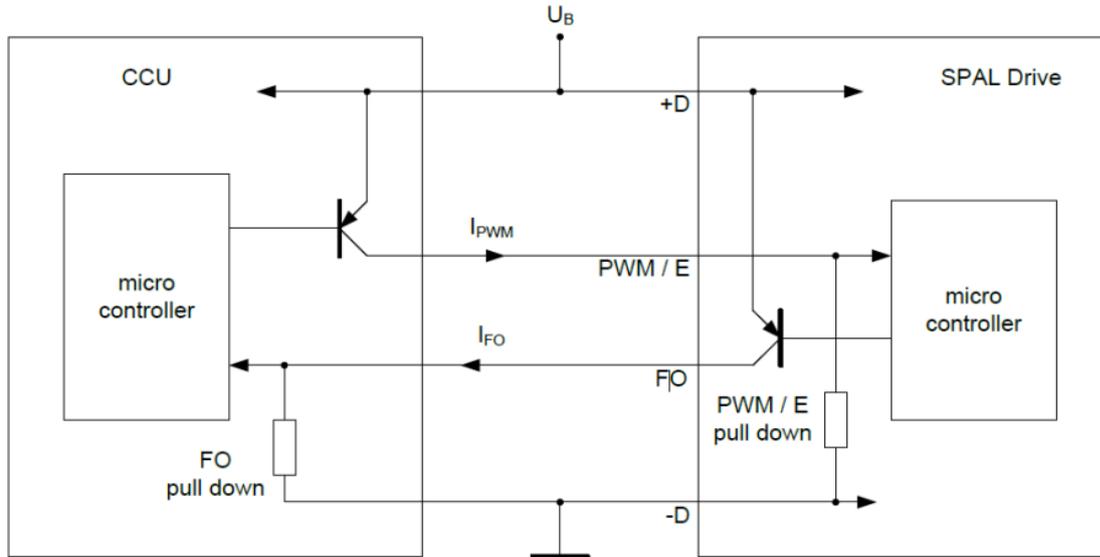
B 输入 PWM/E 线的 PWM 信号来自于 CCU，并且在风机驱动电路端加入了下拉电阻(PWM/E 下拉)来确定隐性电平。

这个下拉电阻接到了输入电源的负极： -D/GND。

C 输入引脚 PWM/E 的显性（有效）电平为高电平，该高电平由 CCU 内部 pnp 型三极管导通时所提供（如图 所示）。

D 输出的 F0 来自于风机的驱动电路，且在 CCU 的电路端中加入了一个下拉电阻(F0 下拉)。

E 输出引脚 F0 的显性（有效）电平为高电平，该高电平由驱动内部 PNP 型三极管导通时所提供（如下图所示）。



九. 数字控制的硬件接口： PWM*/E* 引线

9.1 输入 PWM/E 将风机驱动从静态模式中激活。任何 PWM 占空比只要保证输入的显性电平时间超过 T_{wakeup} 都将激活风机驱动。

必须指出的是电路激活电平 U_{Eact} 和 PWM 阈值 U_{PWMH} 、 U_{PWML} 是相互独立的(见如下表)

参 数	最小值	典型值	最大值	单 位	代 号
PWM/E 频率范围	50	100	500	Hz	f_{pwm}
PWM/E 占空比范围	0		100	%	$Dc_{min} \sim dc_{max}$
PWM 高电平	15.5~16			V	U_{PWMH}
PWM 低电平			1	V	U_{PWML}
PWM/E 分辨率		1		%	Dc_{resol}
PWM/E 准确度		1		%	Dc_{accu}
PWM/E 电流	-10%	5	+10%	mA	I_{pwm}
PWM/E 泄漏电流 (静态)			120	μA	
PWM/E 唤醒脉冲	150			μs	T_{wakeup}
PWM/E 下拉电阻		4.7		K Ω	

9.2 高电平有效反馈输出： 引线 FO

参数	最小值	典型值	最大值	单位	代号
FO 有效电平	$U_b - 2V$		U_b	V	U_{fo}
FO 电流			50	mA	I_{fo}

十 软件功能

10.1 驱动模式

风机驱动有四种工作模式，其主要区别在于消耗电流的不同：

1. 静态模式
2. 激活模式
3. 运行模式
4. 失效模式

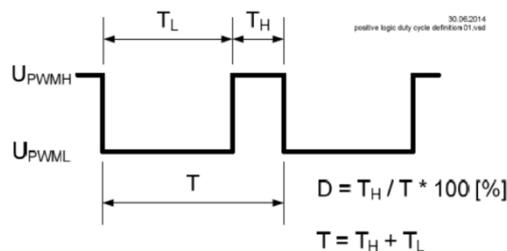
风机的驱动模式随着控制输入引脚 PWM*/E*的占空比和引脚 A 的模拟输入电压电平变化而变化

编号	驱动模式	电流消耗	驱动转速
1	静态模式	< 100 μ A	0
2	激活模式	< 40 mA	0
3	运行模式	取决于所需要的转速以及负载状况	取决于 PWM 信号的占空比或模拟输入电压电平
4	失效模式	< 40 mA	取决于故障/报警

- A 当 PWM*/E*接收到 100%占空比信号时风机驱动进入静态模式, 风机驱动进入静态模式的时间依赖于实际的 PWM 基频和真实性检查的采样数(参见 14.3 章). 在检测到 PWM 信号为隐性电平后需要再等 2 秒，驱动才会进入静态模式.
- B 当 PWM 占空比在 0 到 100%(不包括 100%)的任何值, 且满足条件时, 风机驱动将进入激活模式.
- C 如果 PWM 信号的占空比达到风机驱动运行所要求的比例, 风机驱动就会进入运行模式, 参见 如下章节
- D 如果运行出现故障时, 风机驱动会进入失效模式.

10.2 数字控制：传递函数 PWM 输入

传递函数指的是驱动转速和 PWM*/E*信号线接收到的 PWM 信号占空比的关系，且为高电平有效.



上图的占空比定义又叫做正逻辑占空比

参考下面的定义：

- 连续的低电平状态即为 0%的占空比（隐性电平）；
 - 连续的高电平状态即为 100%占空比（显性电平）；
- 基于占空比定义， PWM 输入传递函数如下图所示.

10.3 数字控制的驱动速度设置点

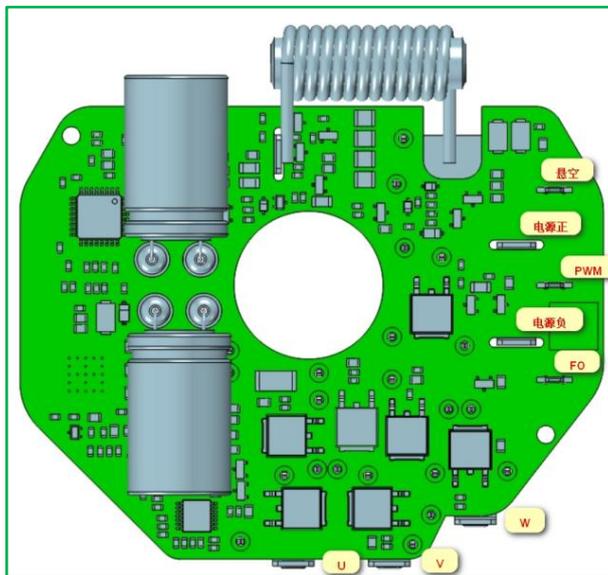
驱动的电子电路会检查控制输入信号 PWM*/E*上的 PWM 信号. 为了改善信噪比, 只有在 PWM 信号是有效的, 且足够多的连续的占空比是相同的情况下才会设定驱动的转速.
真实性检查会轻微的延迟驱动对 PWM 占空比值改变的响应, 占空比值改变的响应. 延迟的时间为 0.2s 或者更少.

10.4 标准以及应用要求

编号	项目	单位	要求
1	符合		72/245/EC 及更新内容 - 机动车电磁兼容指令
2			ECE Reg. 10-03 及更新内容 - 关于电磁兼容性方面的车辆批准的统一规定
3			2002/95/EC RoHS - 有害物质限用指令
4			2000/53/EC 及更新内容 - 报废车辆(ELV) 指令
5	防护等级		IP68, IP6K9K
6	允许的最大电源纹波系数	rms	1% - 特殊需求请联系 WL
7	保险丝		根据 IS08820 第 3 部分的规定, 线路中必须使用规定的保险丝。

10.5 控制器引脚定义

控制器外形尺寸以及引脚位置要求应该按照电机结构要求
(控制器外形尺寸以及引脚位置要求和 343 一致)



10.6 测试条件

除非另外有说明, 如下为无刷风机测试条件 T (温度) = 20°C ± 10°C (或者为室温环境)
且 U = 26.0V ± 0.2V (无刷风机连接器端电压)

10.7 WLNf335P 运行控制逻辑图

