

北京索德电气工业有限公司 汽车电子产品规格书	文件版本	V1.0
	文件密级	秘密

## BE02C02D801 单管控制器规格书

产品名称	G3-10-3180/ G3-10-3090	对内型号	G3-10-3180/ G3-10-3090
项目名称	汽车 IGBT 模块驱动器	项目代码	BE02C02D801 单管
文件版本	V1.0	电子文件名	
发放范围	总体组、系统组、开发项目组		
拟制人		日期	2019-10-14
审核人		日期	
批准人		日期	2019-10-14

## 文档修改记录

修改日期	版本	修改说明		拟制人
		原来内容	更新内容	
2019-10-14	1.0	新归档		

# 目录

<b>1. 概述</b>	<b>5</b>
1.1 项目概况	5
1.1.1 产品简介	5
1.1.2 产品目标应用行业	5
1.1.3 标杆产品	错误!未定义书签。
1.1.4 产品重要技术功能改进点	5
1.1.5 产品开发类型	5
1.2 规格书编制的依据	6
<b>2. 产品的名称和附件</b>	<b>6</b>
2.1 产品命名说明	6
2.2 整机型号	6
2.3 扩展组件与接口	7
<b>3. 环境条件</b>	<b>7</b>
3.1 使用环境	7
3.2 环境试验项目	8
<b>4. 结构设计</b>	<b>9</b>
4.1 结构竞争力	9
4.2 造型	9
4.2.1 标杆产品	错误!未定义书签。
4.2.2 客户特殊需求（包含铭牌定制需求）	9
4.3 结构	10
4.3.1 系列化设计	10
4.3.2 结构材料以及工艺	10
4.3.3 结构体积要求	10
4.3.4 冷却方式	10
4.3.5 结构件大致成本要求	错误!未定义书签。
4.4 维护方式	10
4.5 包装设计与运输要求	10
<b>5. 产品硬件要求</b>	<b>10</b>
5.1 主控板电路设计要求	10
5.2 电气辅件的配置	11
5.2.1 低压信号端子	11
表9 绝缘监测仪端子	错误!未定义书签。
表10 功率端子	错误!未定义书签。
5.3 用户接线	12
5.3.1 主回路电气图	12
5.2 输出能力曲线	13
<b>7. 产品使用方式</b>	<b>14</b>
7.1 通讯控制模式	14
7.2 产品使用方法	14
<b>8. 功能与告警</b>	<b>14</b>
8.1 功能保护	14
8.2 功能需求	15
8.3 软件的保护处理方法	15
8.4 告警信号与记录	15

<b>9. ROHS 要求</b> .....	<b>15</b>
<b>10. 安规要求</b> .....	<b>15</b>
10.1 产品安规认证要求的条件.....	16
<b>11. EMC 要求</b> .....	<b>16</b>
11.1 EMI 测试项目.....	16
11.2 EMS 测试项目.....	17
<b>12. 可靠性要求</b> .....	<b>17</b>
12.1 可靠性指标要求.....	17
12.2 可靠性试验/分析项目.....	17
<b>13. 项目风险分析</b> .....	<b>19</b>
<b>14. 行业认证</b> .....	<b>19</b>
<b>15. 引用的标准和规范</b> .....	<b>19</b>
<b>附件 1: 模板版本修订记录</b> .....	<b>20</b>

## 1. 概述

### 1.1 项目概况

#### 1.1.1 产品简介

BE02C02D801 单管控制器是基于汽车级单管 IGBT 的定制高压平台控制器。该产品是一款可以匹配 50kw~100kw 电机、适用 280V-420V 工作电压的控制器。该控制器采用英飞凌汽车级单管 IGBT 并联进行设计。每相最多可以并联 5 个 IGBT，不同功率产品增加或减少并联 IGBT 数量即可，该产品成本相对于 IGBT 模块的控制器成本相比有很大优势，外部接线采用过孔连接器，安装更加方便。该产品具有成本低，功率适配灵活等优点。

#### 1.1.2 产品目标应用行业

纯电动物流车

产品应用地区包括：中国

#### 1.1.3 产品重要技术功能改进点

	BE02C02D801 单管压铸控制器
EMC	GB18655-2010，等级3级 预置的EMC磁环位置，更优良的EMC性能
模具设计	2个产品共用一个主要模具
成本设计	单管IGBT并联，降低系统连接器、线束、结构成本
物料	95%汽车级

#### 1.1.4 产品开发类型

表 1 产品开发类型

项目类型	类型定义	选择	备注
新平台项目	核心平台全新的系列产品开发；或者新领域的系列产品开发项目	<input type="checkbox"/>	
行业专机或平台优化项目	依托原有设计平台，针对某特定行业，属于功能或功率方面的扩展，需在软、硬件方面进行重新设计的项目	<input checked="" type="checkbox"/>	
客户定制或专机优化项目	基于行业专机的基础上，针对行业内某个客户开发的产品。如客户定制项目的本质是行业专机，则需要纳入行业专机项目	<input type="checkbox"/>	

非标项目	基于已经转产的成熟产品，根据客户特殊要求，少量更改的项目	<input type="checkbox"/>	
------	------------------------------	--------------------------	--

## 1.2 规格书编制的依据

本规格书依据行业标杆产品、对行业运用要求而编制。

## 2. 产品的名称和附件

### 2.1 产品命名说明

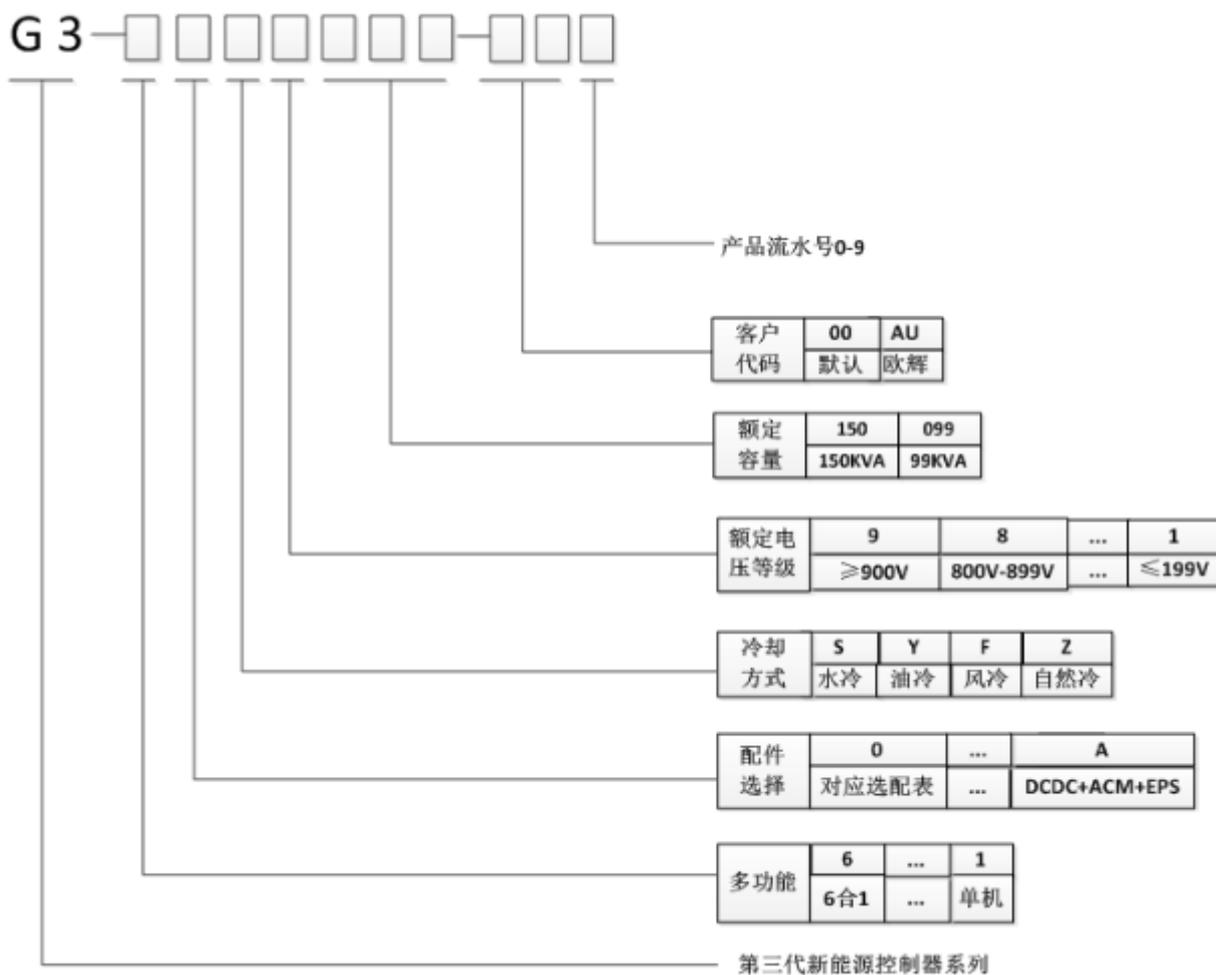


图 1 命名规则

### 2.2 整机型号

表 2 整机命名

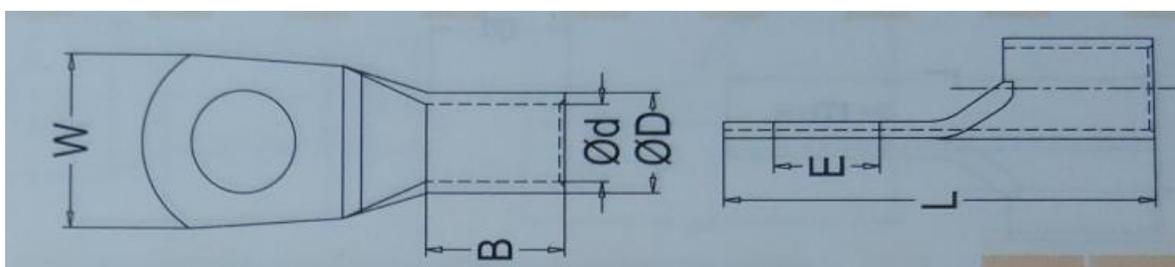
项目	整机对外型号	整机对内型号	国标型号	编码
BE02C02D801 单管	G3-10-3160	G3-10-3160	KTZ36X42S000	

## 2.3 扩展组件与接口

表3 控制器外部接口

名称	型号	功能	备注
23pin端子	GVT03-RS013-23	CAN和12V, 端子控制信号, 旋变信号, 电机温度	国威通
电池正\负		高压电池输入	50mm <sup>2</sup>
U\V\W		三相交流输出	35mm <sup>2</sup>

推荐高压线鼻子:



型号 Item	尺寸 DIMENSION					
	E	D φ	d φ	W	B	L
SC50-8	8.4	12.4	9.5	17.8	16.0	45
SC35-8	8.4	10.4	8.2	16.0	14.0	38

其他附件:

1. 《BE02C02D801 单管控制器产品使用说明书》（出产品后再根据实际样机编制）
2. 调试工具、后台监控软件（出产品后再根据实际样机编制）

## 3. 环境条件

### 3.1 使用环境

表 5 环境条件

阶段	工作/使用阶段			运输/存贮阶段			
环境情况	<b>产品/工作环境:</b>	<b>是</b>	<b>否</b>	<input type="checkbox"/> I 带包装，独立运	<input type="checkbox"/> L 存储环境有		
	A 车载使用	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	输存储	温湿度控制		
	B 是否有振动源	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> J 带包装，堆码运	<input checked="" type="checkbox"/> M 存储环境无		
				输存储	温度控制，有简		
	C 是否有发热源	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> K 带包装，作为附	易遮蔽防护		
				件，随其他有包装产	<input type="checkbox"/> N 其它：(请		
				品运输存储	在此说明)		
	D 安装方向	<input checked="" type="checkbox"/> 水平		<input type="checkbox"/> 垂直	<input type="checkbox"/> 其他		
	E 使用车辆	<input type="checkbox"/> 混合动力		<input checked="" type="checkbox"/> 纯电动	<input type="checkbox"/> 其他		
F 使用车辆	<input checked="" type="checkbox"/> 乘用车	<input type="checkbox"/> 商用车	<input type="checkbox"/> 叉车	<input type="checkbox"/> 其他			
G 安装位置	<input checked="" type="checkbox"/> 框架	<input type="checkbox"/> 发动机	<input type="checkbox"/> 变速箱	<input type="checkbox"/> 其他			
H 防护等级	<input type="checkbox"/> IP55	<input type="checkbox"/> IP66	<input checked="" type="checkbox"/> IP67	<input type="checkbox"/> 其他			
环境参数	工作温度范围：-40~85℃ A、典型工作区：-25℃—55℃ B、短时稳态工作：-40℃—-25℃； 55℃—60℃ C、极限瞬态工作；60℃—85℃ 湿度要求：在相对湿度不超过 95%的情况下能正常工作，应在其表面温度低于露点的情况下，即电机及其控制器在表面产生冷凝也能安全工作 海拔高度：2000 米 防护等级：IP67			运输存贮温度要求：-40~85℃ 运输存贮湿度变化范围：0~95%，有凝露			

### 3.2 环境试验项目

表 6 环境试验项目

序号	试验项目	开发阶段	说明
1	低温工作试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
2	高温工作试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
3	低温贮存试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
4	高温贮存试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
5	交变湿热试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
6	振动试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
7	碰撞（冲击）试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
8	跌落	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
9	水平撞击/斜面冲击		<input checked="" type="checkbox"/> 适用于托盘类包装产品

序号	试验项目	开发阶段	说明
10	IP 防护	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
11	化学腐蚀		<input checked="" type="checkbox"/> 选做项
12	盐雾试验	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
13	低气压试验		<input checked="" type="checkbox"/> 适用高原使用或要空运产品、
14	壳体强度	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
15	太阳光辐射		<input checked="" type="checkbox"/> 选做项
16	水试验		<input checked="" type="checkbox"/> 选做项
17	凝露	√	<input checked="" type="checkbox"/> 基本试验项目，必做
备注	型式试验中的项目选择首先依据国标或行业标准要求选择； 试验条件和方法参见《索德技术汽车电子环境试验规范》		

## 4. 结构设计

### 4.1 结构竞争力

表 7 设计指标

序号	指标	标杆产品	权重	备注
1	外观	自制	10%	
2	体积	320*220*109mm	10%	
3	成本	单管并联，优化连接器成本	40%	
4	可安装性	1、供应链易于组装生产 2、客户端产线易于吊装整车安装	30%	
5	可维护性	易损件便于拆装不影响核心部件	10%	
6	合计		100%	

### 4.2 造型

#### 4.2.1 客户特殊需求（包含铭牌定制需求）

本产品铭牌按客户定制需求。



图 2 结构外观图（正面）

## 4.3 结构

### 4.3.1 系列化设计

每相最多 5 个 IGBT 并联，减小功率仅需要减少并联数量。

### 4.3.2 结构材料以及工艺

箱体设计采用压铸件方式。

### 4.3.3 结构体积要求

外形尺寸：320\*220\*109mm

重量：5.2Kg

### 4.3.4 冷却方式

水冷，水流量 $\geq 8\text{L/min}$ (推荐 50%水 50%乙二醇混合液)，进水口温度 $\leq 65^\circ\text{C}$

## 4.4 维护方式

我司负责整机更换或服务人员处理。  
严禁未经培训人员随意开舱维护

## 4.5 包装设计运输要求

参考《北京索德技术包装设计规范》  
包装箱图案参考《北京索德包装版面设计方案示例》

## 5. 产品硬件要求

### 5.1 单板电路设计要求

#### 1、电机控制板

需求项	特性
DSP	使用英飞凌 TC1797 作为主控芯片
供电电源	低压电源工作范围为 6~16V，6V~9V 仍可保持 CAN 通讯，9V 以下为低压电源欠压故障
外部通讯方式	采用 CAN 总线通讯，2 路，默认有 120 $\Omega$ 的终端电阻，一路作烧录、监控用，一路作 VCU 通讯用
EMC	BCI、ESD、辐射、传导满足产品线平台标准
旋变	默认旋变变比为 0.286，可硬件设置，励磁信号负载能力为 120mA，具有掉线保护功能
电机温度检测	精度为 3%，具有电机过温保护功能

相电流检测	U、W 两相，具有掉线保护功能
逐波限流	
过流保护	

## 2、驱动板

需求项	特性
供电电源	19V、5V
EMC	BCI、ESD、辐射、传导满足产品线平台标准
温度采样	3 路 IGBT 温度采样
高压检测	母线高压检测
放电功能	兼容放电电路
连接	板对板连接器
隔离	隔离电压 3000VDC

## 5.2 电气辅件的配置

### 5.2.1 低压信号端子

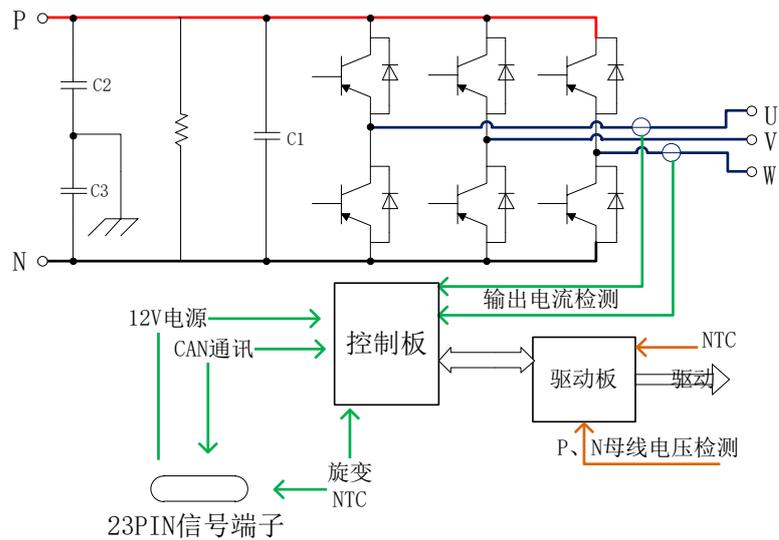
表 7 23pin 低压信号端子定义

控制器端：GVT03-RS013-23			客户端：GE01-P008-23NNB-Y01
序号	信号定义	规格要求	备注
1	点火信号	0.5 平	
2	调试 CANH	0.5 平	与调试 CANL 使用一对双绞线
3	/		
4	REF-	0.5 平	与 REF+使用一对双绞线
5	SIN-	0.5 平	与 SIN+使用一对双绞线
6	COS-	0.5 平	与 COS+使用一对双绞线
7	/		
8	电机温度负	0.5 平	
9	12V 电源负	0.5 平	
10	整车 CANL	0.5 平	与整车 CANH 使用一对双绞线
11	REF+	0.5 平	与 REF-使用一对双绞线

12	SIN+	0.5 平	与 SIN-使用一对双绞线
13	COS+	0.5 平	与 COS-使用一对双绞线
14	/		
15	电机温度正	0.5 平	
16	12V 电源正	0.5 平	
17	调试 CANL	0.5 平	与调试 CANH 使用一对双绞线
18	整车 CANH	0.5 平	与整车 CANL 使用一对双绞线
19	/		
20	两路 CAN 屏蔽线	屏蔽线	
21	旋变屏蔽线	屏蔽线	
22	/		
23	/		

### 5.3 用户接线

#### 5.3.1 主回路电气图



#### 5.3.2 信号端口

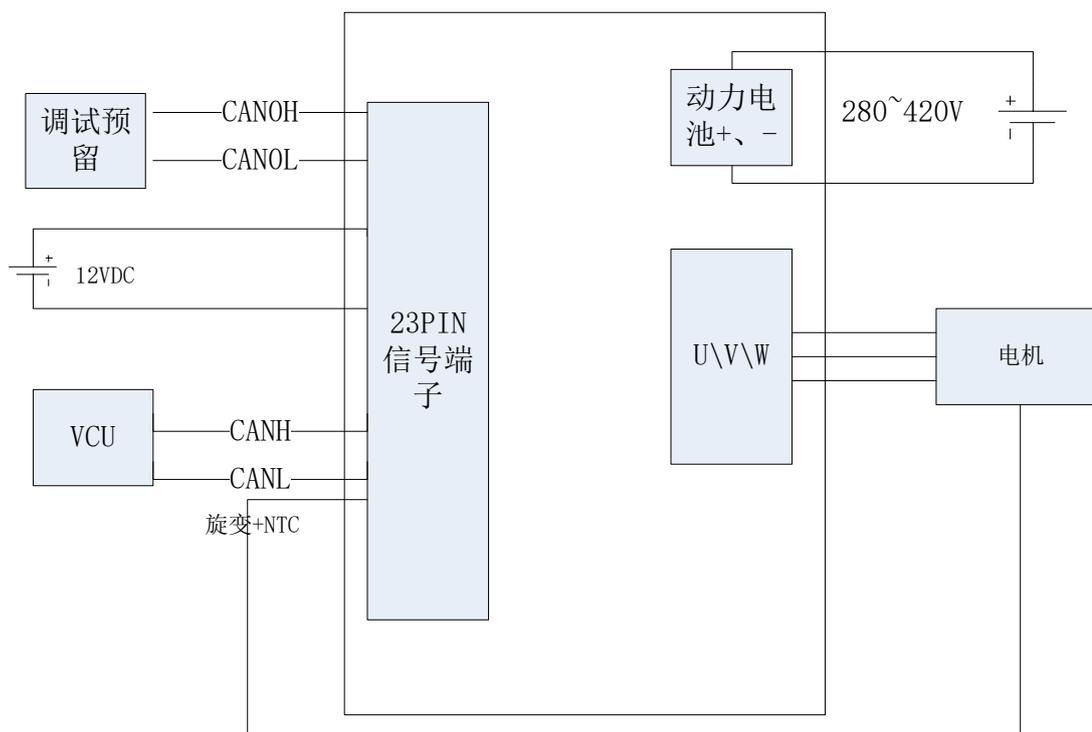


图 5 外接端子接线图

## 6. 技术规格要求

### 6.1 基本参数

表 11 G3-10-3180 控制器技术规格

技术参数	主电机控制器
额定功率 (KVA)	80
峰值功率 (KVA)	160
额定输出电流 (A)	210
峰值输出电流 (A)	420
峰值电流运行时间 (s)	60
载频范围	10K
额定条件驱动器效率 (%)	≥97%
驱动器输入电压范围 (V)	280-420VDC (额定 360VDC)
输出频率(Hz)	≤800

### 6.2 输出能力曲线

额定输入电压条件下，环境温度 65℃，控制器可以持续满载输出，持续过载电流，控制器输出电流需要降额。

## 7. 产品使用方式

### 7.1.1 通讯控制模式

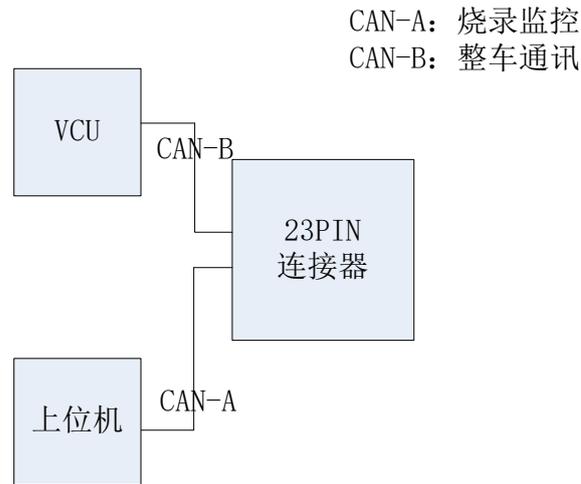


图 8 CAN 通讯控制模式示意图

### 7.2 产品使用方法

请参考《BE02C02D801 单管控制器使用说明书 V1.0》

## 8. 功能与告警

### 8.1 功能保护

电机控制器应具有致命故障如：过温保护、过电流、过电压、欠电压、工作时瞬间卸载（如主接触器断开时，电机控制器不会因为瞬间过压导致损坏）等即时停机保护系统不受损坏功能，避免电机及其控制器因过热、过流、过载、过压等现象而造成的损坏。

电机过载曲线开放反时曲线设置，可根据电机裕量和客户要求通过功能码进行修改。

项目	说明		
IGBT 过温保护	85℃ 正常满载输出	85~90℃ 线性降功率	90℃ 关机
低压过压保护	该保护由 BMS 设置低压过压点		
低压欠压保护	8V 满功率输出		

高压过压保护	450V 过压	420V 恢复	±5V
高压欠压保护	280V 欠压	290V 恢复	±5V
CAN 通讯故障	通讯延迟故障		
过流保护	800A (峰值) 过流	750A (峰值) 逐波限流	±10A

## 8.2 功能需求

作为执行机构，按 VCU 指令执行

与 VCU 的 CAN 通讯协议

## 8.3 软件的保护处理方法

请参考《BE02C02D801 单管控制器软件概要-详细设计说明书 V1.0》

## 8.4 警告信号与记录

请参考《BE02C02D801 单管控制器软件概要-详细设计说明书 V1.0》

## 9. ROHS 要求

本控制器系列产品要求满足 ROHS 环境指标要求。

表1：产品满足ROHS 指令 .

ROHS指令	产品要求 (选择是/否)	注释remark
R5	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	ROHS compliance Materials + lead solder
R6	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	ROHS compliance Materials + lead free solder
No ROHS	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	

备注：双击方框后默认值选择“选中”或“未选中”。

应符合GB/T30512《汽车禁用物质要求》与GB/T26988-2011《汽车部件可回收利用标识》的要

## 10. 安规要求

(注：请根据实际应用选择对应的测试项目，选“”or“”。)

产品应该满足如下安规认证或审查

认证	安规标准	标准检查
----	------	------

中国	GB/T18488.1	<input type="checkbox"/> 获得第三方认证; <input checked="" type="checkbox"/> 通过整车公告; (整机耐压测试, 无绝缘监测仪)
欧洲	EN61800-5-1	<input type="checkbox"/> 获得第三方认证; <input type="checkbox"/> 自我宣称; <input checked="" type="checkbox"/> 通过公司内部审查; (PCB、结构件)

### 10.1 产品安规认证要求的条件

项目	名称	额定	测试条件	备注
热态绝缘电阻	带电部分-外壳(保护接地)	$\geq 2 \times 10^7 \Omega$	环境温度: 40°C 相对湿度: 95%, 测试电压: 1000VDC	
耐压		<input checked="" type="checkbox"/> 带电部分-其他电路: 能承受 2800V DC, 持续 1分钟; <input checked="" type="checkbox"/> 带电部分-外壳: 能承受 2800V DC, 持续 1分钟; <input type="checkbox"/> 其它: 增加标准描述		没有拉弧或者击穿, 漏电流小于 2mA.
控制器壳体机械强度		<input checked="" type="checkbox"/> 控制器壳体 30 cm x 30 cm 面积上应能承受 100 kg 物体产生的重力, 而不发生明显的塑性变形		
安全接地检查	可导电部分与外壳接地点	电阻 < 0.1Ω		测试电流 30A, 时间 120S
接触电流	设备的接地外壳或主接地端子	<input checked="" type="checkbox"/> 热态接触电流小于等于 5mA		
过流保护装置	DC/DC&助力转向直流输入侧	<input type="checkbox"/> 保险丝; <input type="checkbox"/> 其他:		
	交流输出侧	<input type="checkbox"/> 50A 保险丝; <input type="checkbox"/> 其他:		

## 11. EMC 要求

满足 GB/T18488.1-2006 《电动汽车用电机及其控制器-----技术条件》中关于 EMC 部分的要求

### 11.1 EMI 测试项目

序号	测试项目	测试标准或依据	限值	备注
1.	传导及辐射发射 14V 输入、14V 输出 传导发射	GB/T18655-2010	Class 3	
	整机辐射发射	GB/T18655-2010	Class 3	

## 11.2 EMS 测试项目

序号	测试项目		测试标准或依据	限值	备注
1.	ESD	上电测试	GB/T 19951-2005 第5节	±6kV,(Contact Discharge) ±8kV,(Air Discharge)	B
		不上电测试	GB/T 19951-2005 第7节	±6kV,(Contact Discharge) ±15kV,(Air Discharge)	B
2.	零部件抗干扰	自由场法	ISO 11452-2-2004	80 - 1000MHz, 50V/m,	A
		大电流注入	ISO 11452-4-2005	1M-400M 50mA	A
3.	瞬态脉冲		ISO 7637-2-2004	Pulse 1: -600V/500 个/0.5s	D
				Pulse 2a: 50V/500 个/0.2s	D
				Pulse 2b: 20V/10 个/0.5s	D
				Pulse 3a/3b: -200V/1h/90ms	D
				Pulse 5b: 38V/1 个/Td	
4.	EFT		GB/T17626.4-2008	动力线 4kV (5kHz/100kHz), 信号线 1kV (5kHz/100kHz)	B

## 12. 可靠性要求

### 12.1 可靠性指标要求

环境试验和可靠性试验要求

可靠性指标	要求	评估条件	
平均故障间隔时间 (MTBF: Mean time between failure)	<input type="checkbox"/> >5万小时 <input checked="" type="checkbox"/> >10万小时	30°C, 80%负载	
首次故障前平均时间 (MTTF/ MTTF: Mean time to first failure)	<input checked="" type="checkbox"/> >3000小时 <input type="checkbox"/> >10000小时	50°C 额定工况	
平均修复时间(服务人员还是公司维修人员) (MTTR: Mean time to repair)	<input checked="" type="checkbox"/> <2小时 <input type="checkbox"/> <8小时 <input type="checkbox"/> <24小时	必备工具: 万用表、烙铁、螺丝刀等 人员数量: 1 其它:	
年返修率 (ARR: Annual Return Rate)	<input type="checkbox"/> <5% <input checked="" type="checkbox"/> <1% <input type="checkbox"/> <0.1%	40°C, 额定工况	

寿命 (Life)	<input type="checkbox"/> ≥5年或10万公里 <input checked="" type="checkbox"/> ≥10年 <input type="checkbox"/> ≥20年	65°C, 额定负载	
保修期 (Guarantee)	<input checked="" type="checkbox"/> ≥5年或15万公里 (2者先到为准)	物料成本 人工成本	

## 12.2 可靠性试验/分析项目

项目	开发	量产	选择原则
<b>1、加速试验</b>			
高温步进应力极限试验		√	<input checked="" type="checkbox"/> 系列产品的原型 <input checked="" type="checkbox"/> 有较高可靠性要求的重要产品 <input type="checkbox"/> 产品应用环境复杂 <input type="checkbox"/> 客户要求 <input type="checkbox"/> 海外发货产品
低温步进应力极限试验		√	
快速温度循环极限		√	
振动步进应力极限试验		√	
快速温度循环+振动综合应力试验			
<b>2、可靠性验证试验</b>			
可靠性 (MTBF、MTTF) 验证试验			<input checked="" type="checkbox"/> 产品产量较大 (年发货量 > 10万台) <input checked="" type="checkbox"/> 客户要求定量评估 <input type="checkbox"/> 海外发货产品
维修性 (MTTR) 验证试验			
GB/T x—200x 可靠性试验			
<b>3、耐久性试验</b>			
长期温度冲击试验			<input checked="" type="checkbox"/> 产品长期工作在特殊环境条件下 <input checked="" type="checkbox"/> 法律规定有召回要求产品 <input type="checkbox"/> 重要客户使用的产品
长期温度循环试验			

项目	开发	量产	选择原则
长期高温高湿工作试验			
三综合试验			

#### 4、可靠性分析项目

失效模式影响分析FMEA	√		<input checked="" type="checkbox"/> 有可靠性指标要求的重要产品 <input type="checkbox"/> 新领域产品 <input checked="" type="checkbox"/> 新技术平台产品 <input type="checkbox"/> 海外发货产品
故障树分析FTA			
可靠性预计分析			
寿命周期成本分析			

### 13. 项目风险分析

编号	风险描述	应对策略	备注

### 14. 行业认证

18488 强检报告（电机及其控制器系统检测认证测试）或者按照客户要求满足整车国家公告。

### 15. 引用的标准和规范

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第1部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3-2006 电工电子产品环境试验 第3部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热方法

GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第10部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)

GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第17部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 2423.18-2000 电工电子产品环境试验 第18部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 2423.56-2006 电工电子产品环境试验 第 56 部分：试验方法 试验 Fh：宽带随机振动(数字控制)和导则

GB/T 2900.33-2004 电工术语 电力电子技术

GB/T 3797-2005 电气控制设备

GB/T 12113-2003 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB/T 13422-1992 半导体电力变流器电气试验方法

GB/T 19596-2004 电动汽车术语

GB 14023-2011 车辆、船和内燃机无线电骚扰特性 用于保护车外接收机的限值和测量方法

GB/T 17619-1998 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法

GB/T 18387-2008 电动车辆的电磁场辐射强度的限值和测量方法，宽带，9kHz~30MHz

GB/T 18488.1-2006 电动汽车用电机及其控制器 第 1 部分：技术条件

IEC 61000-4series: 2004 电磁兼容性(EMC).第 4 部分：试验和测量技术

IEC 61800-3: 2004 可调速电力传动系统 第 3 部分：电磁兼容要求和特定试验方法

IEC 61800-5-1: 2007 可调速电力传动系统.第 5-1 部分：安全要求.电、热和能量

ISO 20653:2006 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP 代码）

ISO 16750-3:2007 道路车辆 电气和电子设备的环境条件和试验 第 3 部分：机械负荷

ISO 16750-4:2006 道路车辆 电气和电子设备的环境条件和试验 第 4 部分：气候负荷

## 附件 1：模板版本修订记录

修改日期	版本	主要修改说明	拟制人