

车用零部件静电浪涌设计与测试



上海雷卯电子科技有限公司



Leiditech



目 录

01

车载静电浪涌标准解读

02

车载零部件设计需求

03

保护方案与发展方向

04

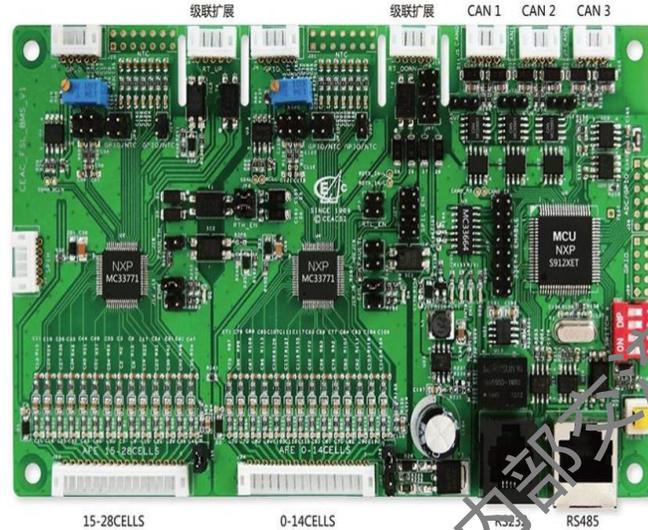
EMC的实验室服务

EVCP2021工业报告仅限于内部交流，请保密勿外传！



Leiditech

汽车电子损坏现象



电源芯片故障

传感芯片故障

转换芯片故障

IC芯片故障

无保护电路损失



产品失效（产品不可靠，不良率）



高返修率



客户抱怨

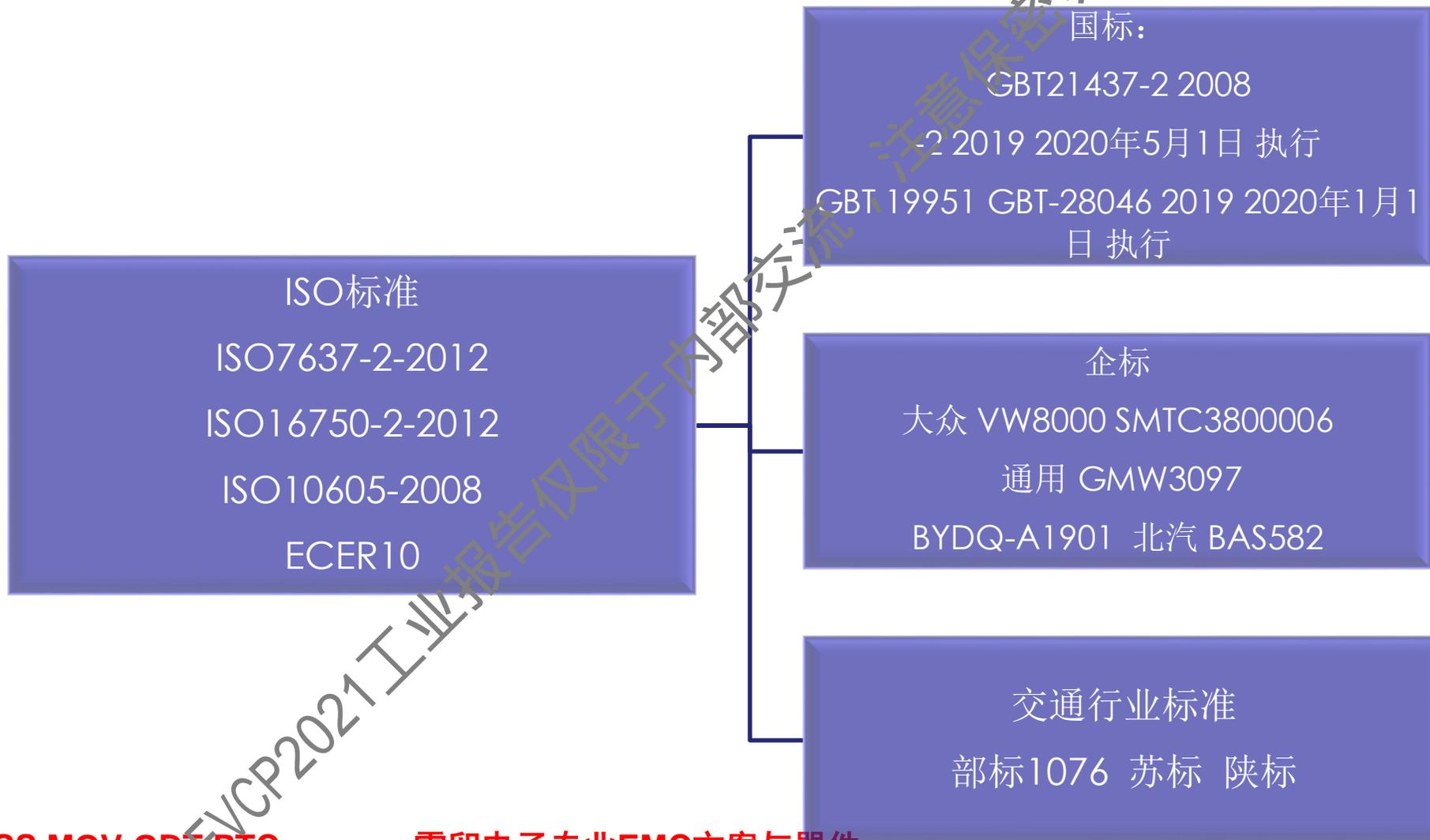


利润降低，品牌降低

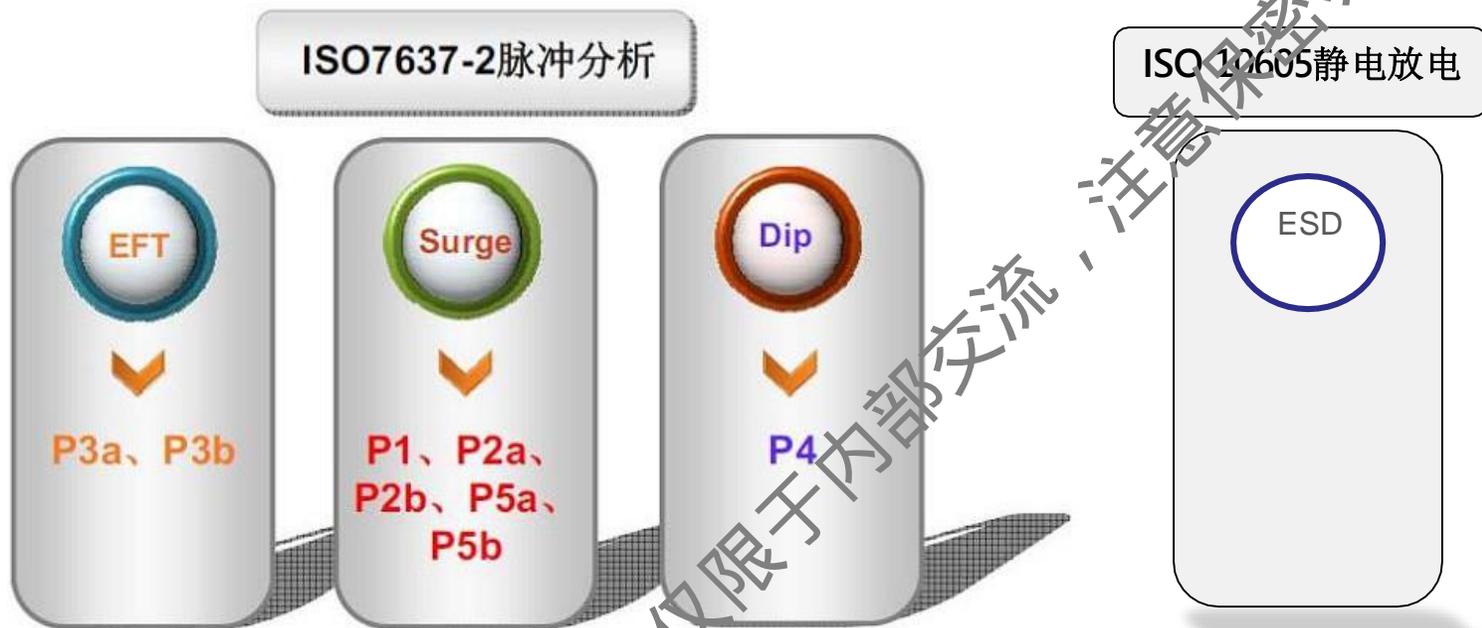
注意保密勿外传！

EVCP2021工业报告仅限于内部交流

汽车电子最新测试标准

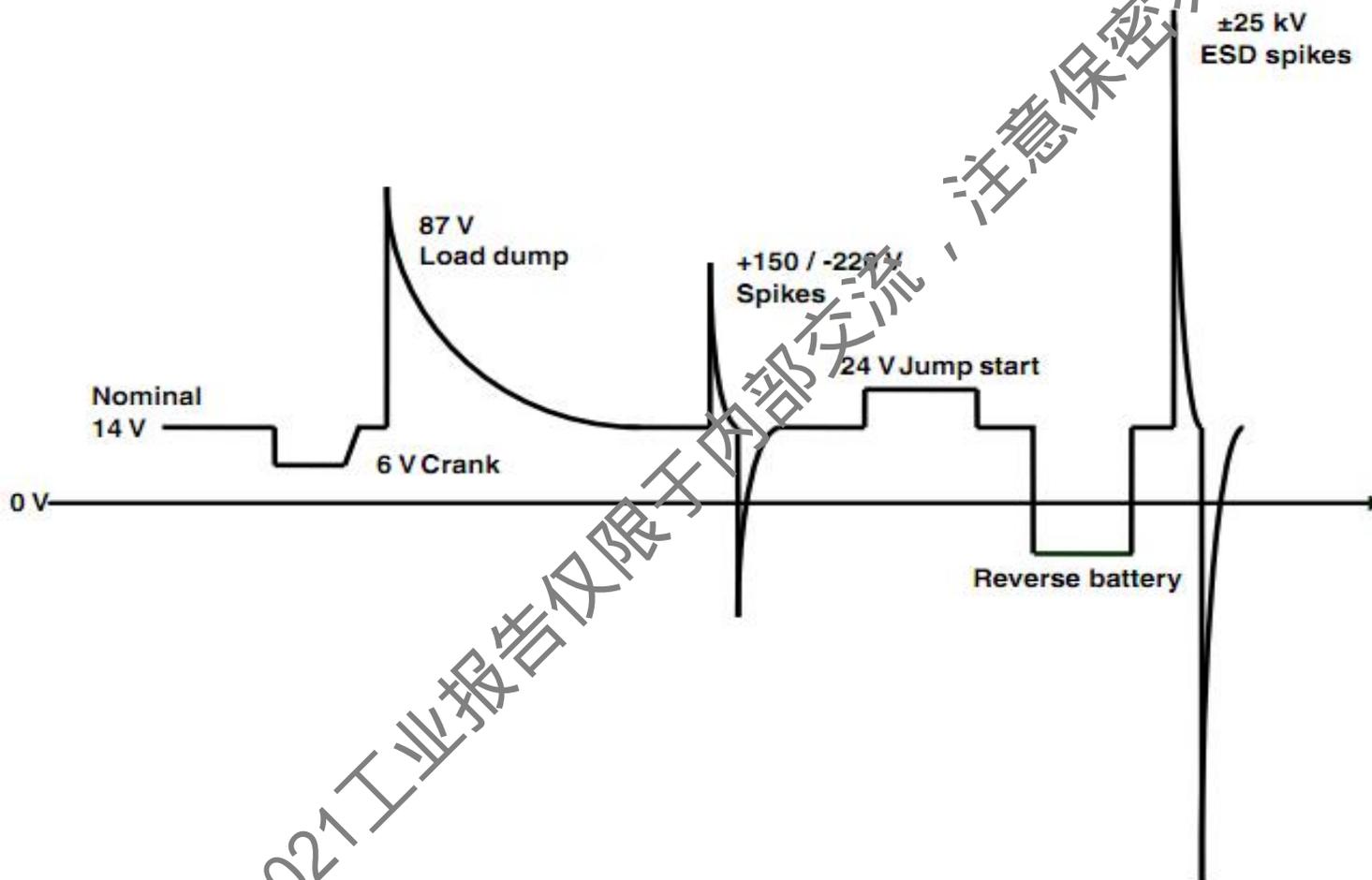


汽车电子主要抗扰度测试标准



测试部位：电源线 信号线

汽车电源线波动电压



电压突变曲线分析

“6 V Crank”是由汽车起动引起的。
暂降的能量需发动机使电源电压下降到6 V。

“87V Load dump”抛负载是由于放电电池与发电机断开而引起的，
当交流发电机产生充电电流时。

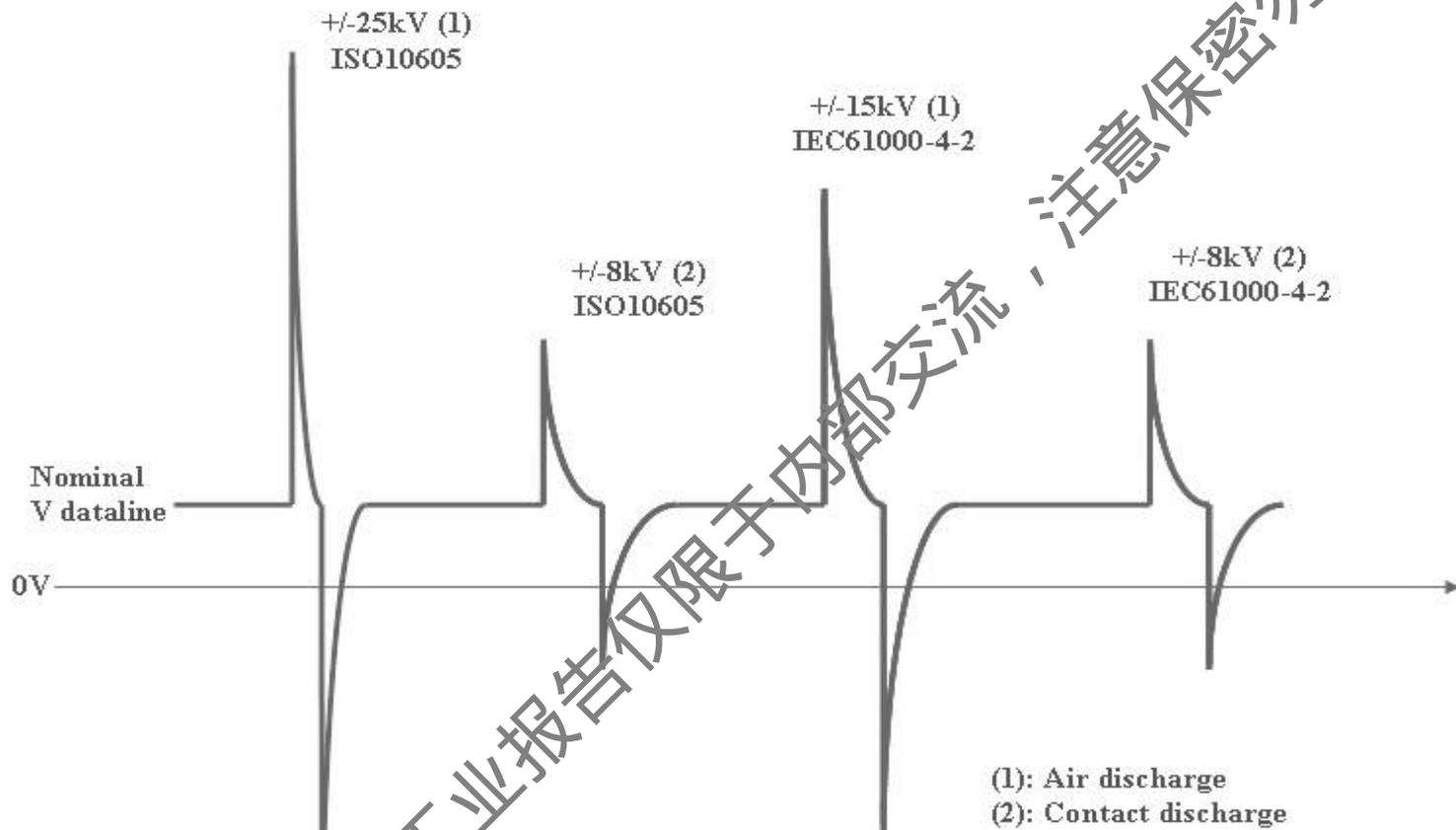
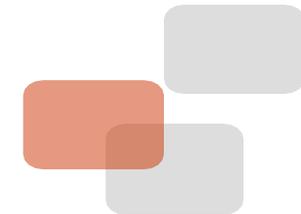
“+ 150 - 220 V Spikes”是由于点火系统点燃汽油混合物必须的电压，
这个尖峰的频率取决于发动机的转速和气缸数。

“24 V Jump start”的结果是临时应用过电压超过了电池电压，
电路电源可能遭受暂时过电压。

“Reverse battery”是电池反转的结果。

“25KV ESD Spikes”是静电放电（ESD）的结果。

数据线抗干扰测试标准



测试标准分解

ISO7637-2 Pulse 1

模拟感性[断开电扇、车窗、座椅马达]

ISO7637-2 Pulse 2a&2b

模拟感性关断电刷马达、断开点火开关

ISO7637-2 Pulse 3a&3b

模拟开关门窗驱动、喇叭、中控门锁

ISO7637-2 Pulse 4

模拟开空调

ISO16750-2 Pulse 5a&5b

供电电池被断开的同时发电机仍然在供应充电电流，此时其他负载还处于发电机供电电路中工作

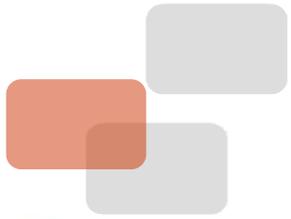
ISO10605 ESD

设备工作状态下的静电放电测试



Leiditech

车用零部件设计需求



发动机电子系统

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 发动机管理ECU 蓄电池 发电机 起动机 温度传感器 爆震传感器 氧气传感器 发动机线束 | <ul style="list-style-type: none"> 冷却系统 -冷却风扇 -节温器 -水泵 点火系统 -分电器 -火花塞 -高压点火线 | <ul style="list-style-type: none"> 进排气系统 -进排气温度传感器 -电子增压器 变速传动系统 -档子换挡器 -档位传感器 -电磁阀 -轴传感器 |
|---|--|---|

底盘电子系统

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 转向系统 -EPS/EHPS ECU -转向阻力电机 -扭矩传感器 悬架系统 -车高传感器 -电子减震器 -悬架电控单元 | <ul style="list-style-type: none"> 轮毂电机 制动系统 -智能辅助电机 -电子真空泵 -ABS传感器 -车速传感器 -ABS ECU -ESC ECU |
|---|--|

自动驾驶系统

- 毫米波雷达
- 单目摄像头
- 激光雷达
- 固态激光雷达
- 机械旋转激光雷达
- AI芯片
- ECU
- CPU
- FPGA
- 超声波雷达
- 多目摄像头
- 夜视系统
- 360°全景影像

车身电子电器

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> BCM 续电器/保险丝 地板线束 车门线束 顶篷线束 仪表台线束 USB/HSMI线 电动后视镜 车窗升降电机 尾门电动撑杆 门窗开关 雨刮电机 天窗电机 车辆诊断OBD 一键启动开关 | <ul style="list-style-type: none"> 照明系统 -前大灯 -尾灯 -高位刹车灯 -牌照灯 -阅读灯 -LED灯 -转向信号灯 开关 -组合开关 -顶篷开关 -ACC开关 |
|--|--|



安全舒适系统

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 安全系统 -安全气囊控制单元 -碰撞传感器 -乘员感应在传感器 座椅调节电机 座椅加热装置 主动降噪单元 电喇叭 | <ul style="list-style-type: none"> 空调系统 -HVAC -冷凝器 -鼓风机 -空调控制单元 -温度传感器 -空调控制面板 |
|---|---|

信息娱乐与网联系统

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 以太网 CAN总线 T-Box 天线 蓝牙模块 GPS模块 射频模块 遥控钥匙 | <ul style="list-style-type: none"> HMI -车载信息娱乐系统 -中控显示屏 -后排座椅显示屏 -组合仪表 -HUD -流媒体后视镜 -车载音响 |
|--|---|

EVCP2024 行业报告仅供内部交流

数据保密勿外传!

新能源车的三纵三横



注意保密勿外传！

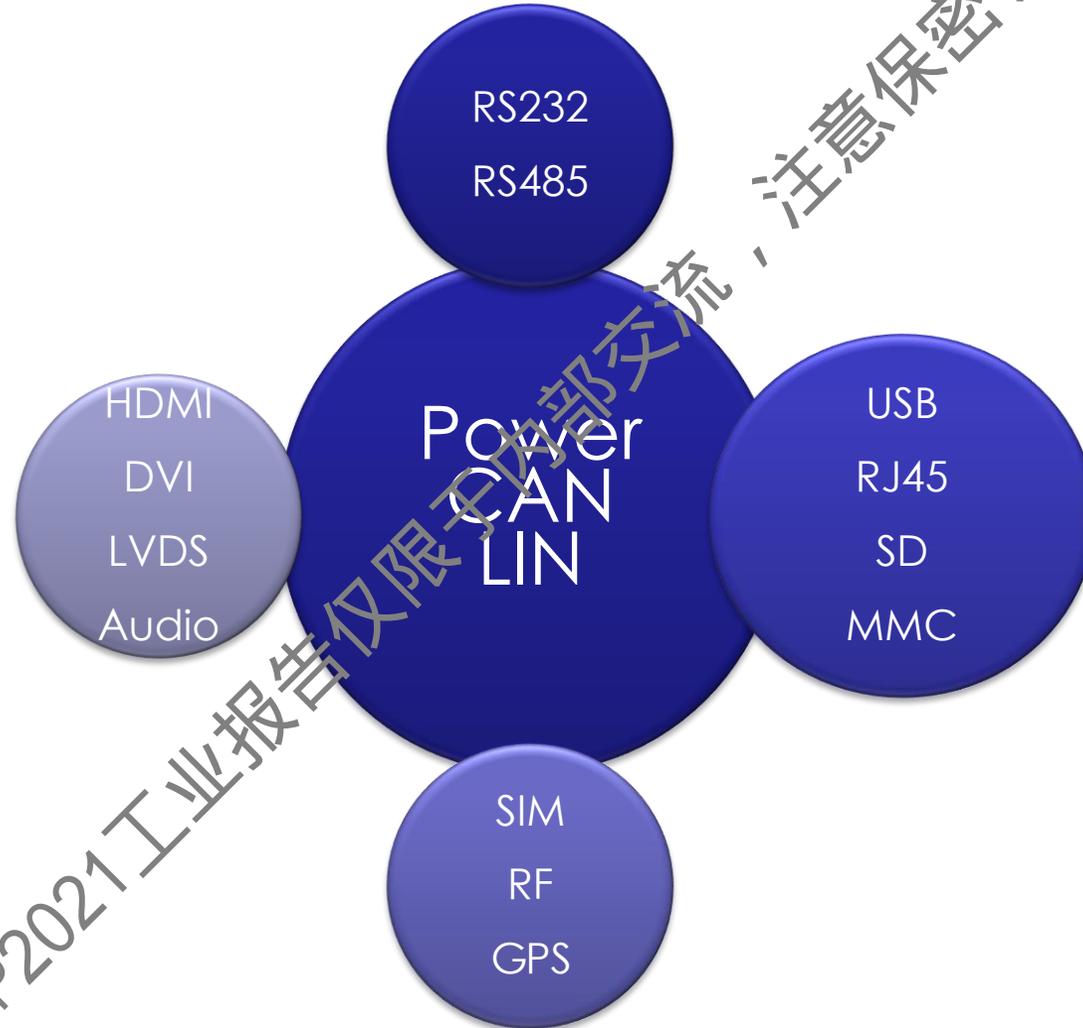
新能源的三电系统
电磁兼容是新的考验
高压和充电

图2 电动汽车“三横三纵”研发布局示意

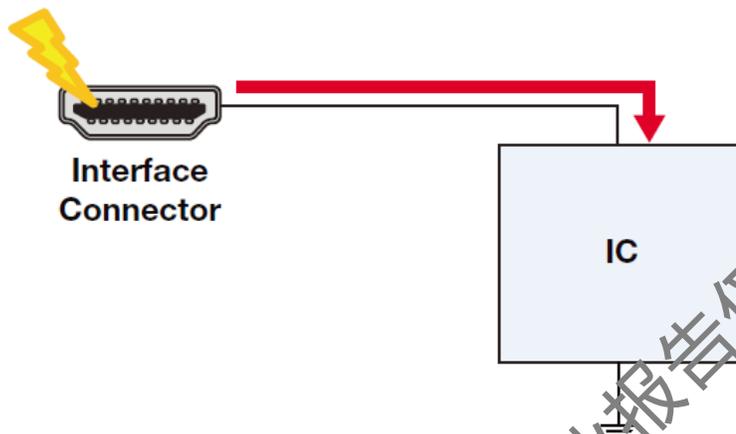
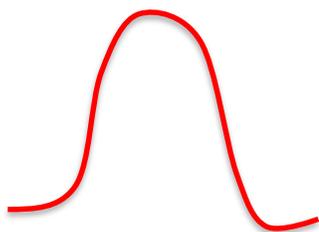


Leiditech

汽车电子接口类型



箝位型器件工作原理



ESD strike without protection.

工业报告仅限于内部交流，注意保密勿外传！

Electrical Characteristics (TA=25°C unless otherwise specified)

Part Number	Device Marking	V_{RWM} (V)	V_{BR} (V)	I_T (mA)	V_c @1A	V_c		I_R μ A (Max)	C (Pf) (Typ.)
						(Max)	(@A)		
LC3311CCW	CA1	3.3	3.5		6	15	10	0.05	1

工作电压

击穿电压

钳位电压

保护电流

泄露电流

寄生电容



Leiditech

参数特性介绍



EVCP2021工业报告仅限于内部交流，注意保密勿外传！

工作电压

击穿电压

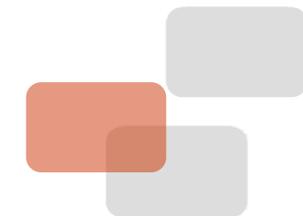
钳位电压

保护电流

泄露电流

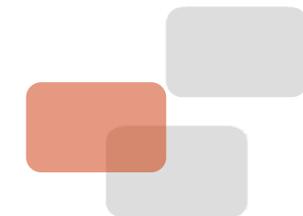
寄生电容

通信接口列表及器件选型一



序号	接口名称	传输速度 Mbit/S	电容要求 pf	推荐保护器件		
				一级保护	二级保护	三级保护
1	USB2.0接口	480	<5			SR05/SRV05-4
2	USB3.0接口	4800	<1			ULC3314P10
3	USB3.1接口	10000	<0.5			ULC3324P10/ULC052010P5
4	TYPE-C接口	10000	<0.5			ULC3324P10/ULC052010P5
5	快充USB接口	480	<3			ULC1654N
6	快充电源接口	-	-			ESD1285WP
7	100M网络接口	100	<5	3R090-5S	HL60-025	SLVU2.8-4/SRV05-4
8	1000M网络接口	1000	<3	3R090-4S	HL60-025	LC3311CCW
9	10000M网络接口	10000	<1	3R090-3S	HL60-025	ULC0542T
10	POE	100	<5	3R090-5S	HL60-025	SLVU2.8-4/SMCJ68CA
11	HDMI1.3接口	10200	<1			ULC0524P
12	HDMI1.4接口	10200	<1			ULC0524P
13	HDMI2.0接口	18000	<0.5			ULC0514P10/ULC0544P10
14	DISPLAY视频接口	5400	<1			ULC0524P
15	VGA模拟视频接口	162	<1			ULC0524P
16	DVI数字视频接口	3960	<1			ULC0544M
17	xDSL接口	2	<100			SR70
18	eSATA接口	6000	<1			ULC0524P
19	SIM卡接口	7.2	<10			SRV05-4
20	Audio 耳机和麦克风	1.5	<100			SDA05W5/ULC0511CDN
21	I2C接口	3.4	<100			SD05C

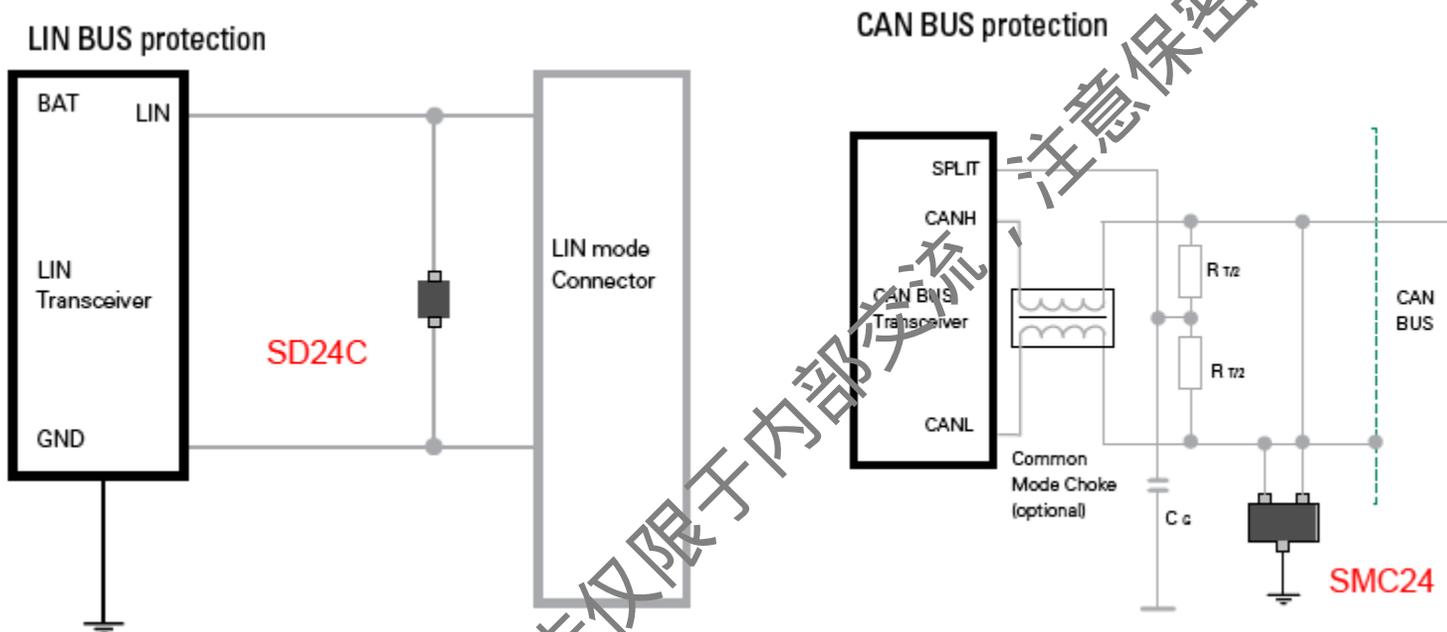
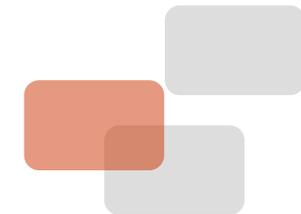
通信接口列表及器件选型二



序号	接口名称	传输速度 Mbit/S	电容要求 pf	推荐保护器件		
				一级保护	二级保护	三级保护
22	T1 E1接口	1.544	<100	P2300SC	HL250-120	SRV05-4
23	LVDS接口	655	<10			ULC0524P
24	SD卡接口	10	<10			SRV05-4
25	MMC卡接口	10	<10			SRV05-4
26	RS485接口	10	<50	3R090-5S	SMD1812P050TF	SM712
27	RS232接口	0.2	<50			SD12C/SMC12
28	RF /GPS天线接口	1000	<1	SMD4532-090		ULC0511CDN
29	Can-BUS总线接口	1	<50	3R090-5S	SMD1812P050TF/24	SMC24/SD24C
30	Lin-BUS总线接口	1	<50	3R090-5S	SMD1812P050TF	SMC24/SD24C
31	12V直流电源接口	-	<1000			SMBJ12CA/SMCJ12CA
32	12V汽车电源接口	-	<1000			SMCJ22CA/SM8S22A
33	24V汽车电源接口	-	<1000			SMCJ36CA/SM8S36CA
34	48V电源接口	-	<1000			SMCJ48CA
35	GPIO 3V 接口保护	-	-			LBZT52C3V0
36	GPIO 3.3V 接口稳压保护	-	-			LBZT52C3V3
37	GPIO 5V 接口稳压保护	-	-			LBZT52C5V1
38	天线端口ESD防护	-	<0.5			ULC3324P10/ULC052010P5
39	5V直流电源接口	-	-			SMBJ5.0CA
40	220V电源接口	-	<1000		2R600-8L	20D561KJ

注：一级保护和二级保护适用于室外保护

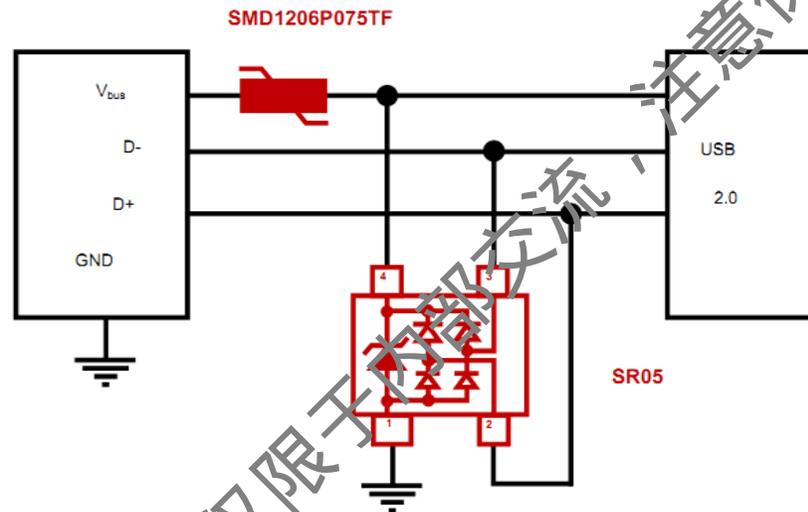
CAN-BUS总线接口保护方案



LIN: SD24C
 封装: SOD-323
 特性: 30KV静电测试 AEC-Q101

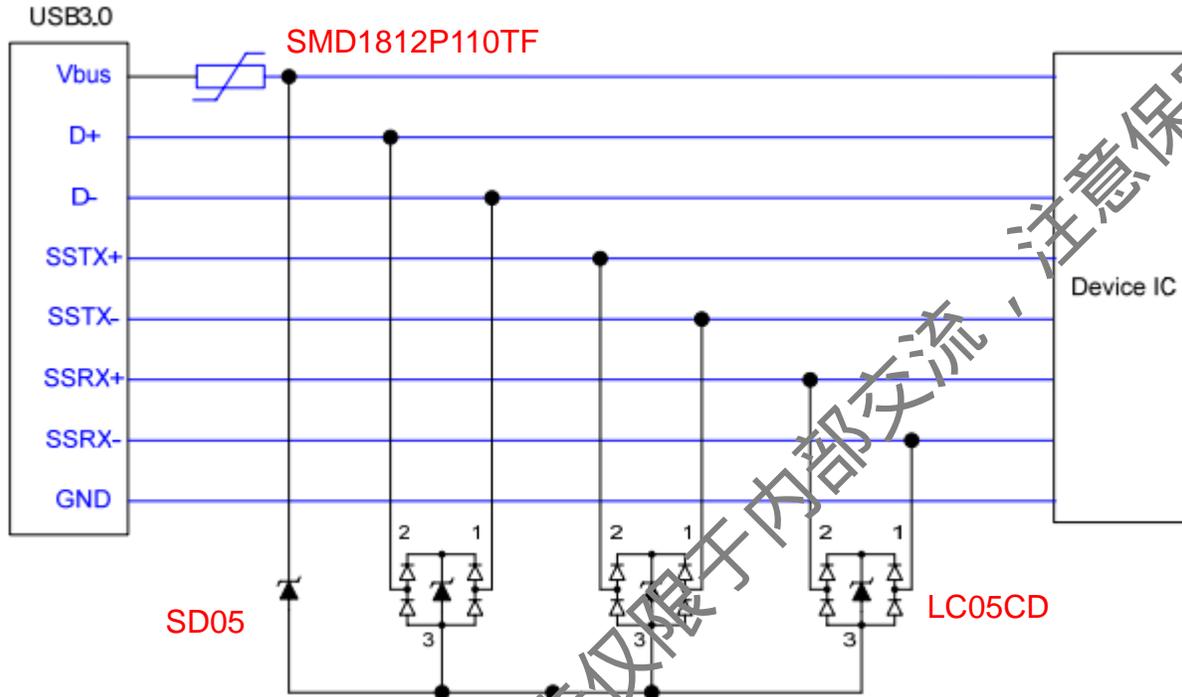
CAN: SMC24
 封装: SOT-23
 特性: 30KV静电测试 AEC-Q101

USB2.0接口保护案例



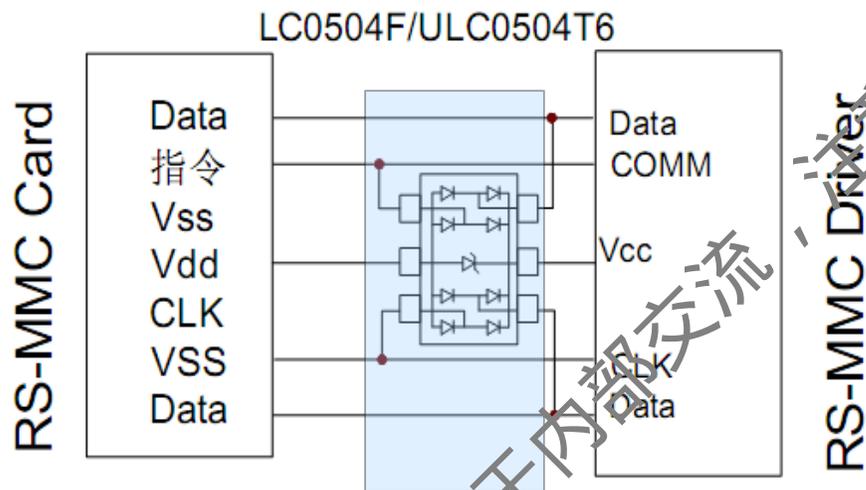
上行USB2.0采用单颗SR05,双路保护
下行双USB2.0采用单颗SRV05-4,四路保护
此方案优点:集成器件保护,满足接触8KV 空气15KV放电测试

USB3.0接口保护案例



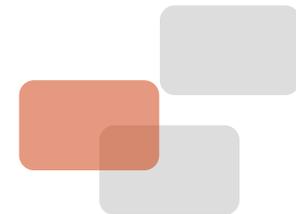
采用LC05CD 3颗保护6条高速数据线
SD05和SMD1812P110TF保护Vbus
此方案优点：超小封装集成器件保护，SOT-23,电容0.4pF
满足接触8KV 空气15KV放电测试,眼图测试

MMC卡接口保护案例

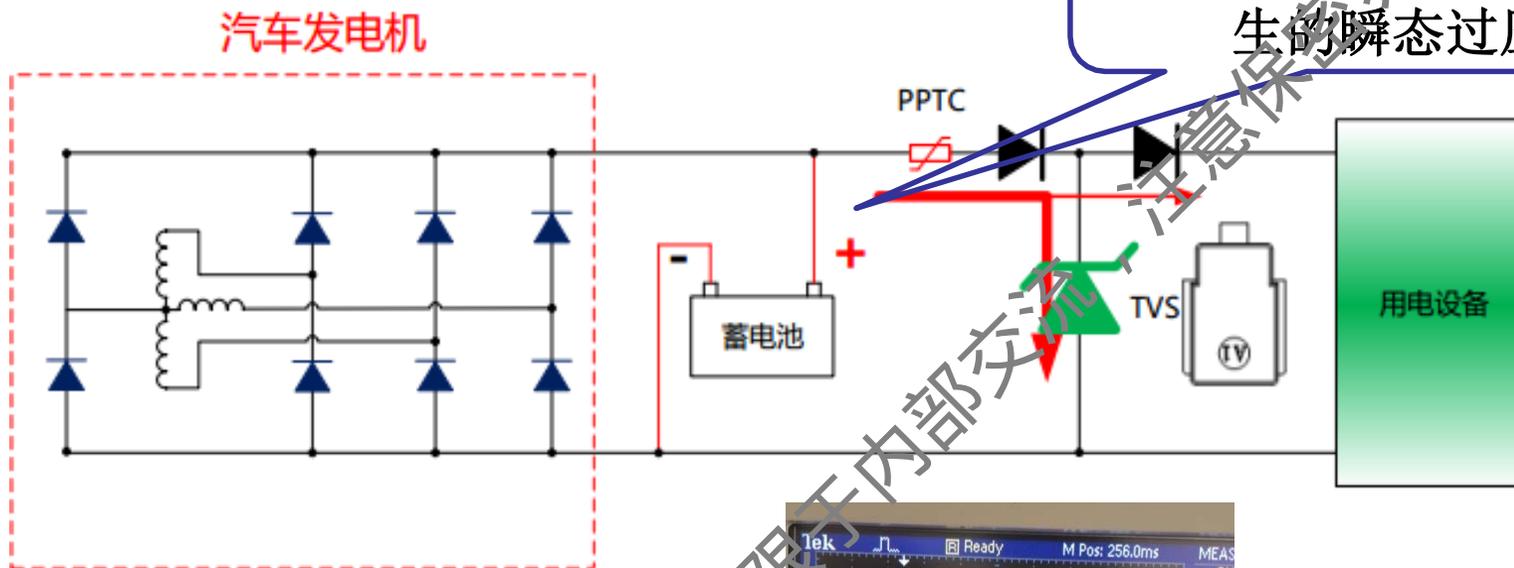


采用LC0504F SOT-363或ULC0504T6 SOT-563 1颗保护4路高速信号线，
超低电容0.8PF
此方案优点：集成封装，满足8KV/15KV 静电测试

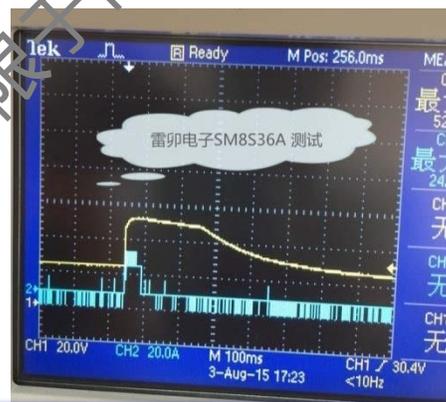
汽车电源12/24V保护方案



ISO7637 P5A模拟
该处瞬间断开所产生的瞬态过压



P5A测试

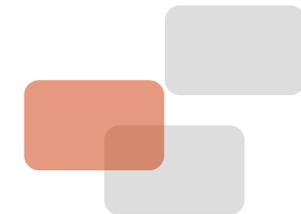


型号: SMD1812P050TF/24 SM8S22A或SM8S36A

优点: 二级保护, 动作时间互补, 满足7637-2测试

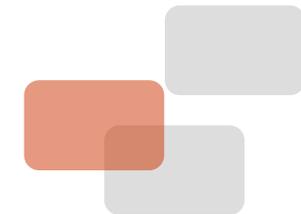
TVS ESD TSS MOV GDT PTC-----雷卯电子专业EMC方案与器件

最严格的项目P5A测试指标



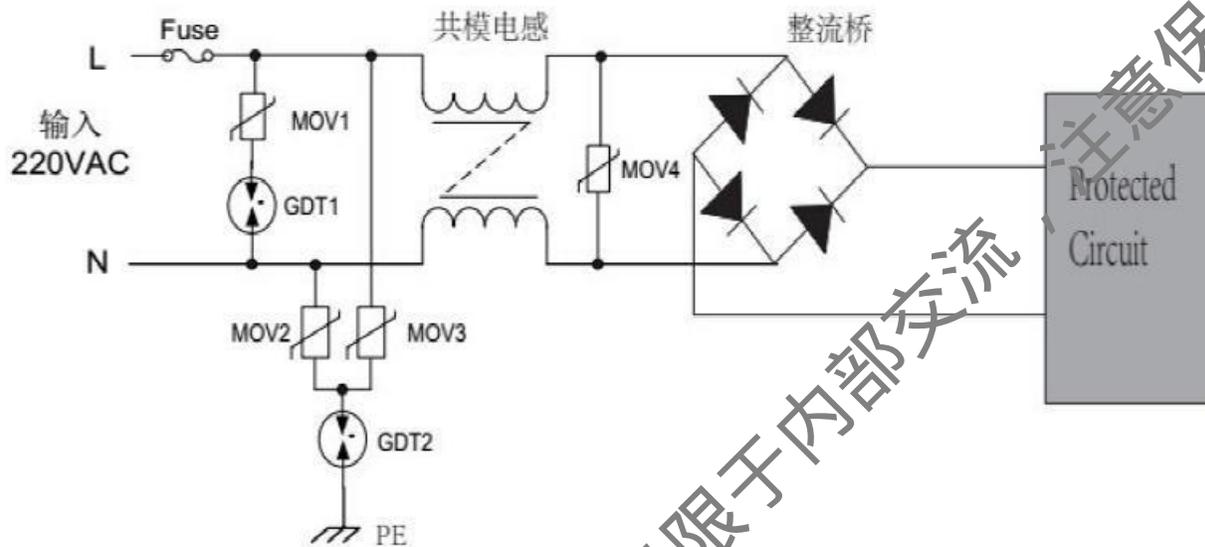
项目	ISO 7637 Test Pulse 5a					
	12V system					
UA/B	13.5V					
US	87V	87V	87V	87V	80V(JASO标准)	87V
Ri	4	2	2	2	0.8	0.5
td	100ms	50ms	150ms	400MS	200ms	400ms
pulses	10次	10次	10次	10次	10次	10次
Leiditech Auto TVS Solution	SMDJ24A SMDJ22A	5.0SMDJ22A 5.0SMDJ20A	6.6SMDJ22A 6.6SMDJ20A	P8S22CA SM8S22A	P8S24CA	P8S24CA

最严格的项目P5A测试指标



项目	ISO 7637 Test Pulse 5a						
	24V system						
U/A/B	27V						
US	123V	123V	174V	174V	174V	174	174
Ri	4	2	4	2	1	1	1
td	350ms	350ms	350ms	350MS	100MS	200MS	350MS
pulses	10次	10次	10次	10次	10次	10	10
Current(A)	31A	61.5A	43.5A	87A			
TVS Solution	5KP36CA 5.0SMDJ36CA	P5S36CA	P8S33CA SM8S36A	P8S33CA SM10S36A	P10S33CA	P12S33CA	P15S33CA

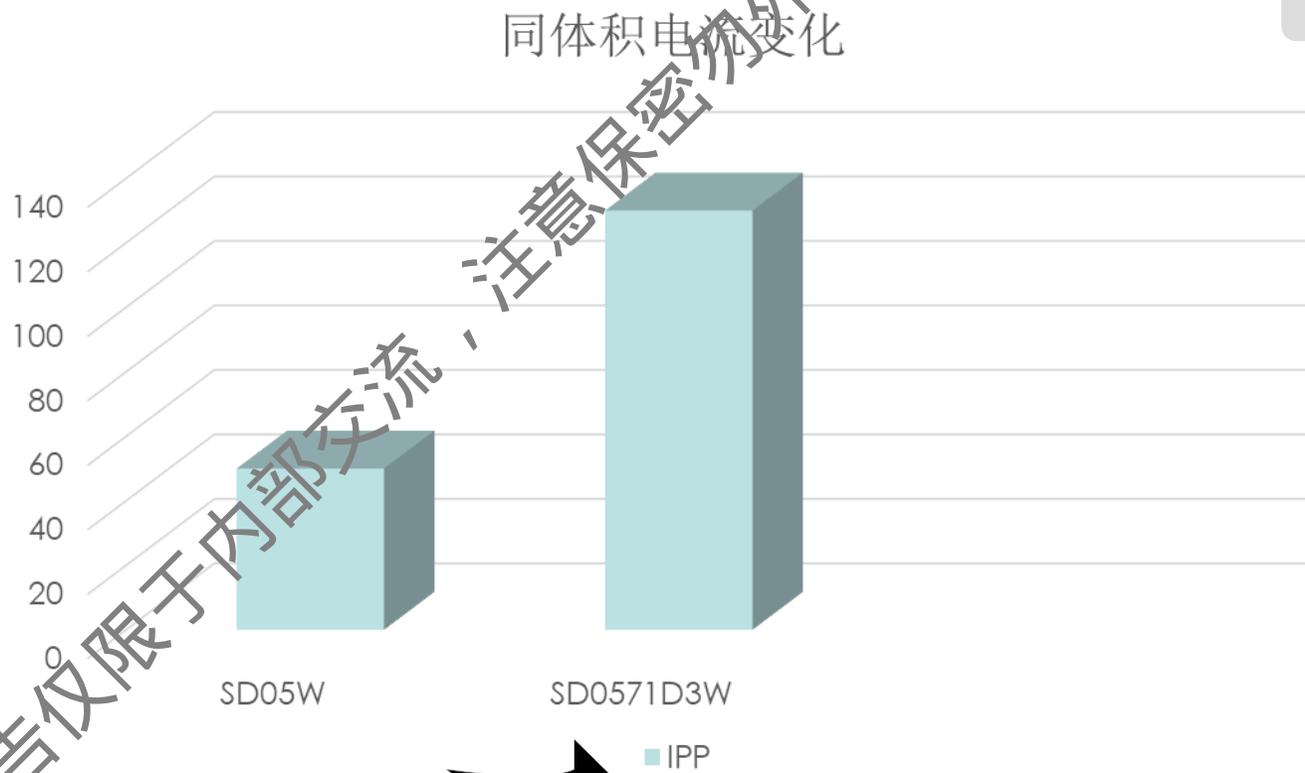
充电桩220V电源接口保护案例



型号：2R600-8L 20D561KJ

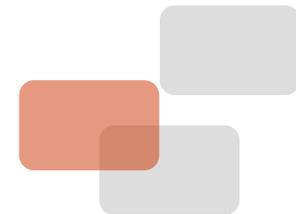
优点：满足绝缘耐压2KV 和雷击浪涌共模、差模3KA测试

ESD大电流小型化

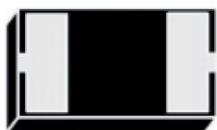


电流为原来的**2.6倍**

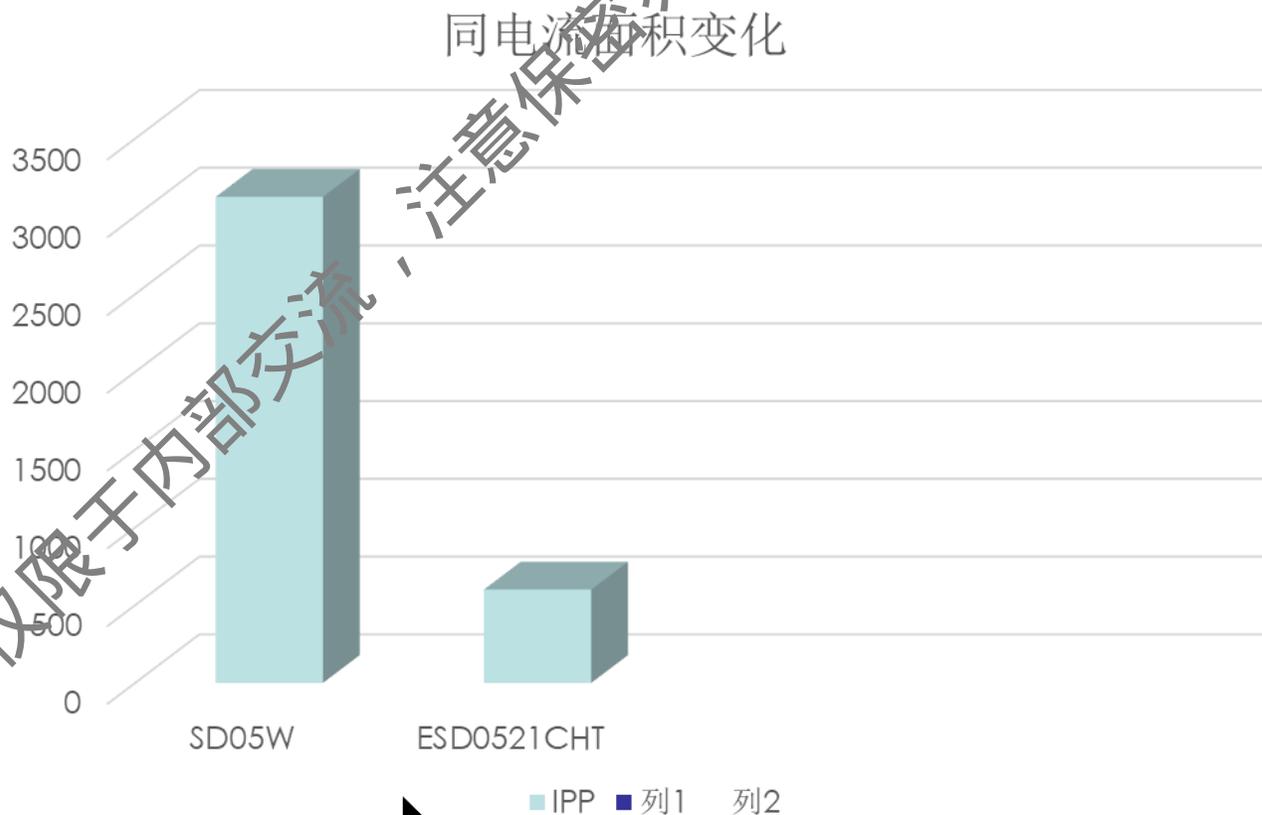
ESD大电流小型化



PCB面积 $2.5 * 1.25 = 3.125$



DFN1006-2L (Bottom View)



节约PCB面积80%



高新技术企业



静电协会理事



电源协会会员



汽车电子联盟会员



ISO9001-2015



IATF-16949



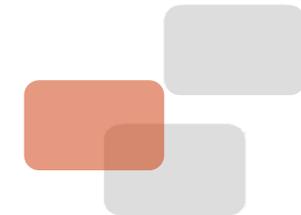
多项专利，软著和发明



出版三期
《电磁兼容百问百答》

TVS ESD TSS MOV GDT PTC-----



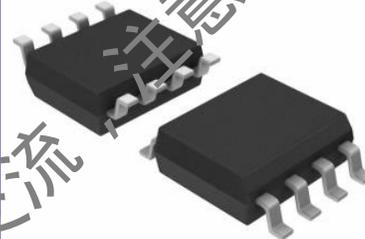


防静电元件

TVS ESD
TSS OVP



过流保护
PPTC



LED
开路保护元件



浪涌保护
元件
GDT MOV

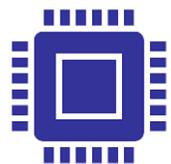


MOS
肖特基





Leiditech



国产替代

- Semtech Littlefuse Vishay
- TI Onsemi NXP Protek
- Infineon Diodes
- Rohm Toshiba Murata
- Nexperia Amazing

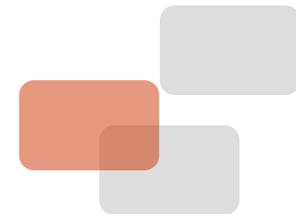


应用设计

- TYPE-C USB 2.0 USB3.0 1000M RF
- HDMI DVI TF 音视频接口保护
- CAN LIN RS232 RS485 GPIO 串口
- LVDS MIPI等屏幕保护
- DC5V 12V 24V 48V 和车载电源保护
- 开发板整体外围设计

EVCP2021 内部交流，注意保密勿外传！

雷卯实验室可以为硬件研发提供服务



设计选型

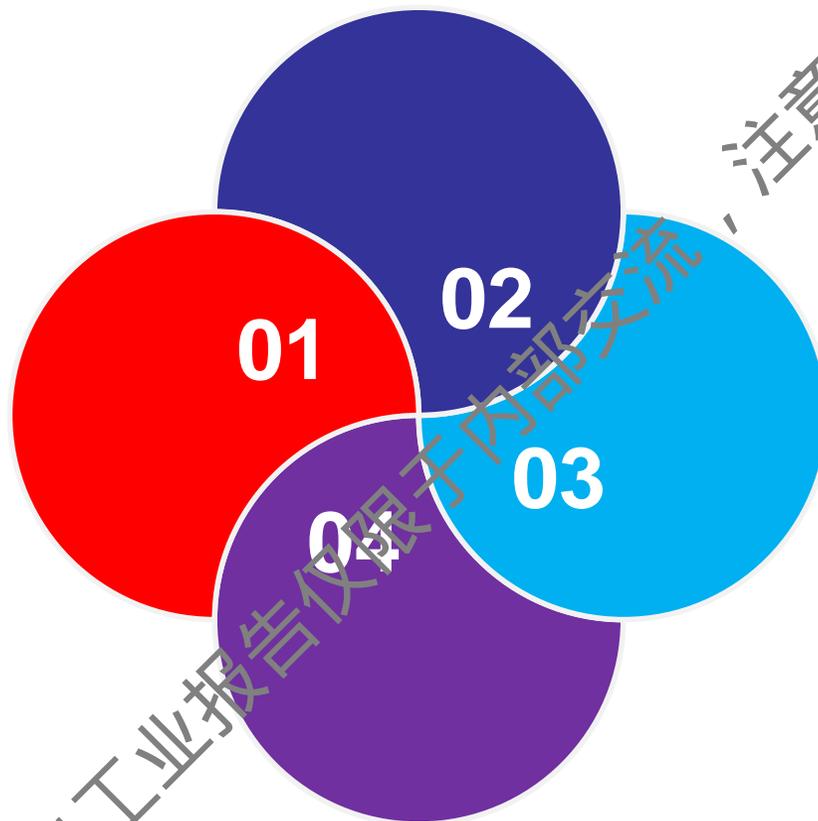


电路分析



帮助整改

免费测试



注意保密勿外传!

雷卯部分汽车电子客户—助力国产化



中国一汽



DFV



北汽集团
BAIC Group



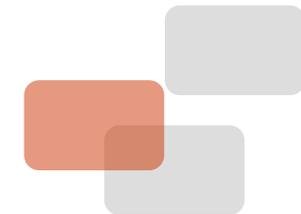
长安汽车
CHANGAN



陕汽重卡
品质成就未来



裕隆汽车



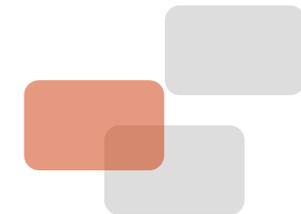
个人微信:



雷卯电子微信
公众号:



EVCP2021工业报告仅限于内部交流，注意保密勿外传！



谢谢聆听Q&A

高效工作 智慧生活

上海雷卯电子科技有限公司

电话：021-50828806

手机：18016225001

邮箱：andy@leiditech.com

地址：上海浦东张江科技园康杉路518号

网址：www.leiditech.com