

Sensing Technologies

传感技术

可靠性： 选择DC/DC稳压器时的另一个参数

Reliability: The Other Parameter When Selecting a DC/DC Regulator

■ 凌力尔特公司DC/DC 微型模块产品部产品市场经理 Afshin Odabae
凌力尔特公司高级可靠性工程师 Kevan Tan

DC/DC 稳压器基本上都是密封在类似 IC 那样的一个封装中的完整 DC/DC 稳压器电路。假定用户已经研究了对几家厂商提供的产品进行选择的问题，而且所有这些产品都或多或少地提供了电源转换功能，并满足用户的大部分需求。接下来应如何决定哪一款是适合设计的最佳产品？对于开发和生产的最终产品，选择时要考虑客户重视的是什么？哪些 DC/DC 稳压器参数决定了性能？

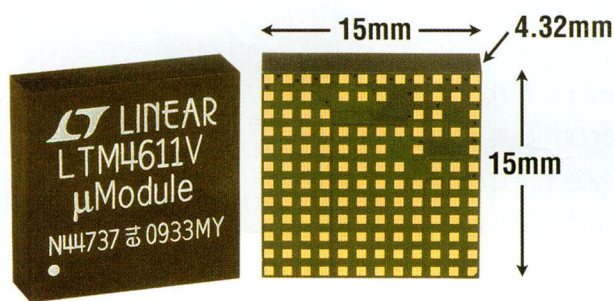


图1 DC/DC 微型模块稳压器是一种含有电感器和具有高可靠性的密封型完整电路

在进行选择时，请记住另一个参数：研究每一款 DC/DC 稳压器的可靠性报告。注意那些经过严格测试以及由性能和可靠性声誉卓著的公司生产的产品。

既然在探讨密封的 DC/DC 系统，那么本篇使用说明将仔细研究凌力尔特公司对其 DC/DC 微型模块 (μModule) 稳压器产品所做的深入和详尽的可靠性测试 (图 1)。以下网址可以看到完整的可靠性测试报告：<http://cds.linear.com/docs/Reliability%20Data/R504a.pdf>。

还可以访问 www.linear.com.cn。

cn，输入特定的微型模块稳压器器件型号，下载可靠性

RELIABILITY DATA					
LTM4600 / LTM4601 / LTM4601A / LTM4602 / LTM4603 / LTM4604 / LTM4605 / LTM4606 / LTM4607 / LTM4608 / LTM4609 / LTM4612 / LTM4614 / LTM4615 / LTM4616 / LTM4619 / LTM9001 / LTM9002 / LTM9003					
2/2/2010					
* OPERATING LIFE TEST					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	DEVICE HOURS ⁽¹⁾ EQV to +125°C	NUMBR OF (2)(3) FAILURES
LGA 15mmx15mm	1,232	0452	0904	847,385	0
LGA 15mmx9mm	711	0634	0740	711,000	0
LGA 11.25mmx11.25mm	77	0738	0738	77,000	0
LGA 15mmx11.25mm	231	0722	0919	231,000	0
	2,020			1,635,385	0
* J-STD-020 LEVEL 3 PRECONDITIONING (192 HOURS 30°C/60%RH + 3X IR REFLOW +245°C)*					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	DEVICE HOURS AT +30°C	NUMBER OF FAILURES
LGA 15mmx15mm	10,438	0332	0910	2,004,096	0
LGA 15mmx9mm	1,259	0634	0849	241,728	0
LGA 11.25mmx11.25mm	1,027	0736	0912	197,184	0
LGA 15mmx11.25mm	300	0841	0850	57,600	0
	13,024			2,500,608	0
* TEMP, HUMIDITY BIAS (85°C/85%RH) AFTER J-STD-020 LEVEL 3 PRECONDITIONING					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	DEVICE HOURS AT +85°C	NUMBER OF FAILURES
LGA 15mmx15mm	125	0513	0632	446,400	0
	125			446,400	0
* POWER CYCLE FROM +50°C to +100°C					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	DEVICE CYCLES	NUMBER OF FAILURES
LGA 15mmx9mm	102	0712	0730	5,100,000	0
LGA 15mmx15mm	266	0513	0941	13,475,540	0
	368			18,575,540	0
* TEMP CYCLE FROM -40°C to +125°C AFTER J-STD-020 LEVEL 3 PRECONDITIONING					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	DEVICE CYCLES	NUMBER OF FAILURES
LGA 15mmx15mm	781	0452	0710	1,078,000	0
LGA 15mmx9mm	153	0713	0713	153,000	0
LGA 15mmx11.25mm	656	0841	0852	631,630	0
	781			1,078,000	0
(1) Assumes Activation Energy = 1.0 Electron Volts					
(2) Failure Rate Equivalent to +55°C, 60% Confidence Level = 1.17 FITS					
(3) Mean Time Between Failures in Years = 97,296					
(4) LTC Dry Packs This Product. LEVEL 3 per J-STD-020 Floor Life is 192 Hours at 30°C/60%RH. If This Time Limit is Exceeded, Dry Bake is Recommended.					
Note: 1 FIT = 1 Failure in One Billion Hours.					

图2a DC/DC 微型模块产品的可靠性测试报告 (仅显示了第一页，下载)

* OPERATING LIFE TEST					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	DEVICE HOURS ⁽¹⁾ EQV to +125°C	NUMBR OF (2)(3) FAILURES
LGA 15mmx15mm	1,232	0452	0904	847,385	0
LGA 15mmx9mm	711	0634	0740	711,000	0
LGA 11.25mmx11.25mm	77	0738	0738	77,000	0
LGA 15mmx11.25mm	231	0722	0919	231,000	0
	2,020			1,635,385	0

图2b DC/DC 微型模块产品可靠性测试报告中的一个详尽的测试例子

数据。图 2a 是共有 6 页的测试报告的第一页。图 2b 显



示该报告中工作寿命 (Operating Life) 测试部分的详细信息。测试结果在长达 1,635,385 的器件运行中没有发生故障。

一系列免费可供参考的测试资料

就 DC/DC 微型模块产品共进行了 18 项测试, 其中有几项测试是在不同温度情况下进行的。这些数据是累计的, 即自这些产品 3 年半以前推出以来, 凌力尔特公司一直在监视和更新这些数据。凌力尔特公司严格更新这份报告, 而且可在线提供报告副本。凌力尔特公司以这种方式支持其高性能微型模块产品线, 其中包括 DC/DC 系列 (除了 DC/DC 产品, 还提供混合信号微型模块器件, 如 LTM9003 和 LTM2881)。

剖析 DC/DC 微型模块稳压器的可靠性测试报告

需要特别提到的第一件事是, 微型模块产品的可靠性测试显示, 故障为零。

尽管这个数字非常好, 但凌力尔特公司会继续监视不同型号和不同封装尺寸器件的生产记录, 直到遇到一个或多个故障为止, 如果出现故障, 将产生一份分析故障原因的测试报告。迄今为止积累的这类数据证明了微型模块产品的封装、组装和电气性能的坚固性。

该报告包含以下测试:

1. 工作寿命
2. 预处理
3. 温度、湿度偏置
4. 电源周期
5. 温度周期 (各种不同的温度范围)
6. 热冲击 (各种不同的温度范围)
7. 焊接冲击
8. 高温烘烤 (各种不同的温度范围)
9. 机械冲击
10. 可变振动频率
11. 电路板安装 / 温度周期 (各种不同的温度范围)

凌力尔特公司将对这些测试结果进行持续监视, 而且每个季度都会更新一次数据, 然后在网上提供新的测试报告。

以下是每次就 DC/DC 微型模块产品进行的可靠性测试的简短描述:

1. 工作寿命: 1,635,385 器件小时, 零故障

- a. 用该产品在测试环境下的绝对最大电压额定值偏置后进行测试
- b. 将环境温度提高到 125°C 以加速测试
2. 预处理: 2,500,608 器件小时, 零故障
 - a. 按照 JEDEC 245°C 标准 (J-STD-020 湿度等级 3) 进行 192 小时的 30°C /60% 相对湿度 + 3 次 IR 回流焊
 - b. 模拟电路板装配条件
 - c. 具有更为潮湿环境
 - d. 查看封装完整性和脱层
3. 温度、湿度偏置: 446,400 器件小时, 零故障
 - a. 查看枝晶生长和腐蚀情况
 - b. 在潮湿环境中施加数值为被测产品最大额定电压的偏压
4. 电源周期: 18,575,540 器件小时, 零故障
 - a. 通过接通和断开对产品进行测试
 - b. 结温范围为 50°C 至 100°C
5. 温度周期 -40°C 至 125°C: 1,078,000 器件小时, 零故障
6. 温度周期 -55°C 至 125°C: 4,406,436 器件小时, 零故障
7. 温度周期 -65°C 至 125°C: 7,402,790 器件小时, 零故障
 - a. 在多种尺寸的封装上进行
 - b. 空气对空气或室
 - c. 在 500 和 1,000 个读出点上, 对器件进行电气完整性测试
8. 热冲击 -55°C 至 125°C: 4,648,000 器件小时, 零故障

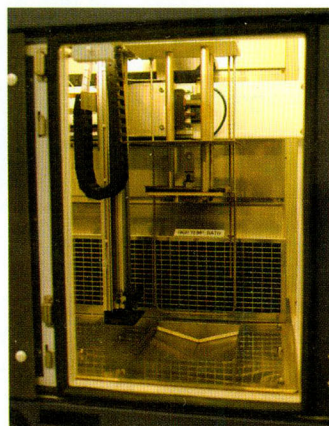


图3 热冲击浴槽系统



9. 热冲击 -65°C 至 150°C : 5,818,300 器件小时, 零故障
10. 热冲击 -40°C 至 125°C : 733,000 器件小时, 零故障
 - a. 热液体至冷液体浸浴测试 (图 3)
 - b. 遵照 J-STD-020 LEVEL 3 标准
 - c. 在两个终点 (500 和 1,000 次循环) 之后进行电测试
11. 焊接冲击 245°C : 2,278 个单位样本规模, 零故障
 - a. 浸入熔化的焊料中;
 - b. 浸没 10 秒钟。
12. 高温烘烤 175°C : 154,000 器件小时, 零故障
13. 高温烘烤 150°C : 3,202,874 器件小时, 零故障
 - a. 验证封装连接线上金属间化合的生长
 - b. 1,000 小时后进行封装连接线牵拉测试
 - c. 不同的封装连接线厚度和长度
 - d. 牵拉以记录断裂模式
 - e. 监视 500 和 1,000 小时的情况



图4 菊花链监视器测试单元

14. 机械冲击
 - a. 1,500g 峰值冲击测试
 - b. 按照 JESD22B104 条件 B
15. 可变振动频率

- a. 20g 峰值加速度
 - b. 按照 JESD22B103 条件 A
16. 菊花链式电路板安装 / 温度周期 : 211,500 器件周期, 零故障
 - a. 对焊料接合完整性进行测试 (图 4)
 - b. 0°C 至 100°C , 具实时监视的菊花链单元
 - c. 在菊花链电路板上执行测试
17. 电路板安装 / 温度周期 -40°C 至 125°C : 1,689,000 器件周期, 零故障
18. 电路板安装 / 温度周期 -55°C 至 125°C : 211,500 器件周期, 零故障
 - a. 焊料接合完整性测试
 - b. 在 ATE (图 4) 或在工作台上接受测试

结论

不是每一位系统设计师都选择或需要高端、高可靠性 DC/DC 稳压器。这些产品的高性能导致的额外成本常常令设计师们望而却步。那么有时会忘记的一件事是, 设计师花费了大量的时间和资源来完善系统复杂的数字组成部分, 之后却不知道如何为该设计选择合适的 DC/DC 稳压器。当务之急是, 仔细研究厂商的可靠性测试方法, 以避免以后需要修改设计并花力气调试电路板的电源管理部分, 这会造成很大的损失。信任厂商是正常的, 但是除了解 FIT 率和表面数字外, 验证和比较可靠性数据是明智的。

凌力尔特公司为其 DC/DC 微型模块稳压器产品提供极其详细的可靠性测试结果。可靠性报告每季度更新, 并包括不同封装尺寸、批次和不同产品的测试数据。这份可靠性测试报告非常易于理解: 它是在线提供的, 所有想查看的人都可以得到, 而且无需许可就可阅读。对于那些想尽力提供富有竞争力产品的系统设计师来说, 选择一个由严格和系统化的可靠性测试计划支持的高端 DC/DC 稳压器, 将确保良好的系统级可靠性以及在最终用户那里有良好的产品信誉。GBC