

如何综合性测试一款电源芯片？

引言

在现代电子系统中，电源芯片是不可或缺的核心组件之一。其性能的优劣直接关系到整个电子设备的稳定性和可靠性。因此，对电源芯片进行综合性的测试至关重要。本文以国科安芯生产的 ASP3605 芯片为例，详细介绍一款电源芯片的综合性测试流程。通过严谨的测试方法和全面的性能评估，确保芯片能够在各种应用场景中稳定运行，满足设计要求。

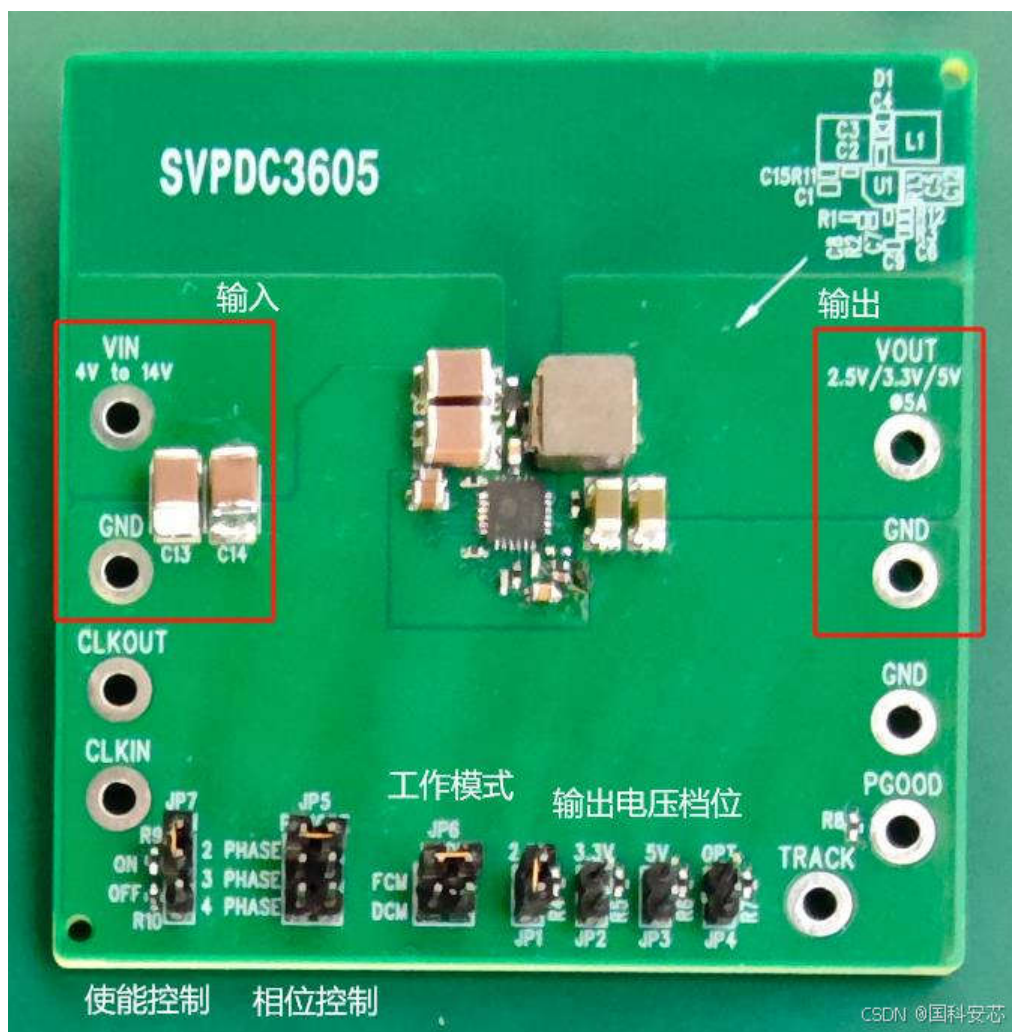
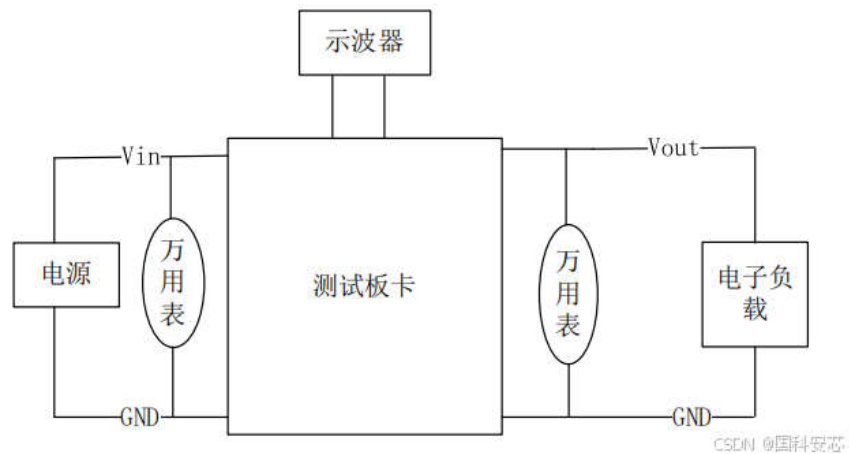
1 芯片概述

ASP3605 是一款高效同步降压调节器，支持多个调节器异相运行，适用于双锂离子电池输入以及 12V 或 5V 负载端电源应用。该芯片具有以下主要特性：最高效率可达 94%，输出电流为 5A，输入电压范围为 4V 至 15V，集成功率 N 沟道 MOSFET，可调频率范围为 800kHz 至 4MHz，最多支持 12 相级联，输出跟踪功能，0.6V 参考精度为 $\pm 1\%$ ，纹波典型值小于 4.5mV，且通过了车规认证（AEC-Q100Grade1）和企业航天级认证（SEU $\geq 75\text{Mev.cm}^2/\text{mg}$ 或 10^{-5} 次/器件.天，SEL $\geq 75\text{Mev.cm}^2/\text{mg}$ ）。

2 测试环境搭建

2.1 测试环境示意图

测试环境的搭建是确保测试结果准确性的基础。测试环境连接关系如下图所示，包括测试板卡、电源、电子负载、示波器和万用表等设备。测试板卡用于承载被测芯片，电源提供输入电压，电子负载模拟实际应用场景中的负载变化，示波器用于测量电压和电流波形，万用表用于测量静态电流和阻抗等参数。



2.2 测试设备

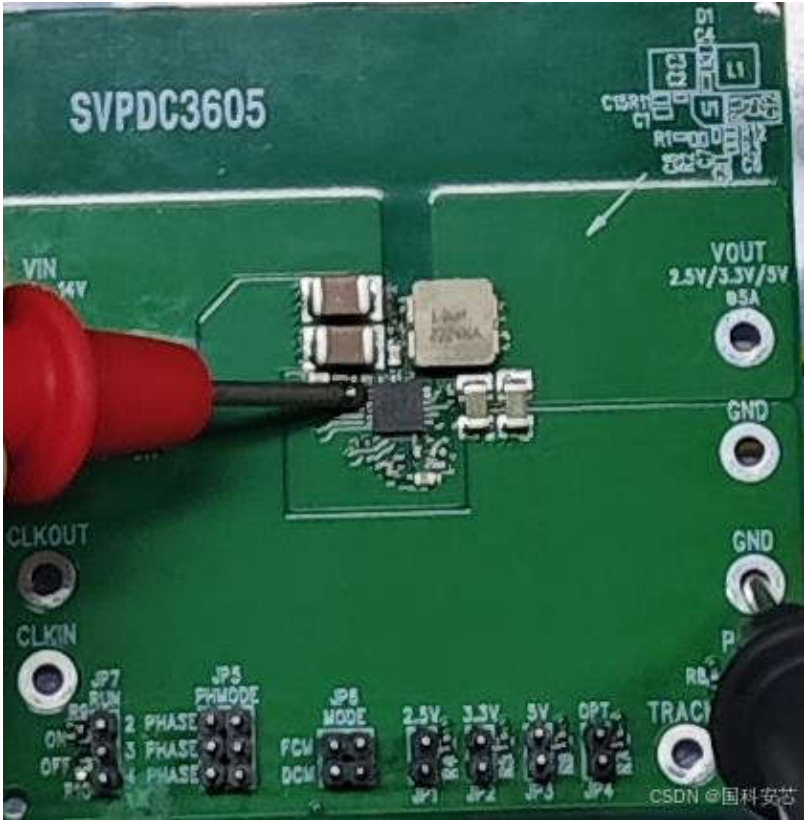
测试过程中使用的设备必须经过校准，以确保测试结果的准确性。本次测试使用的设备包括：

序号	名称	数量	型号	状态
1	稳压电源	2	安捷伦-N5769A, GWINSTEK-GPD4303S	已校准
2	电子负载	1	ITECH-IT8514C+	已校准
3	示波器	1	KEYSIGHT-DSOX3104T	已校准
4	万用表	1	FLUKE-17B+	已校准

3 测试项目

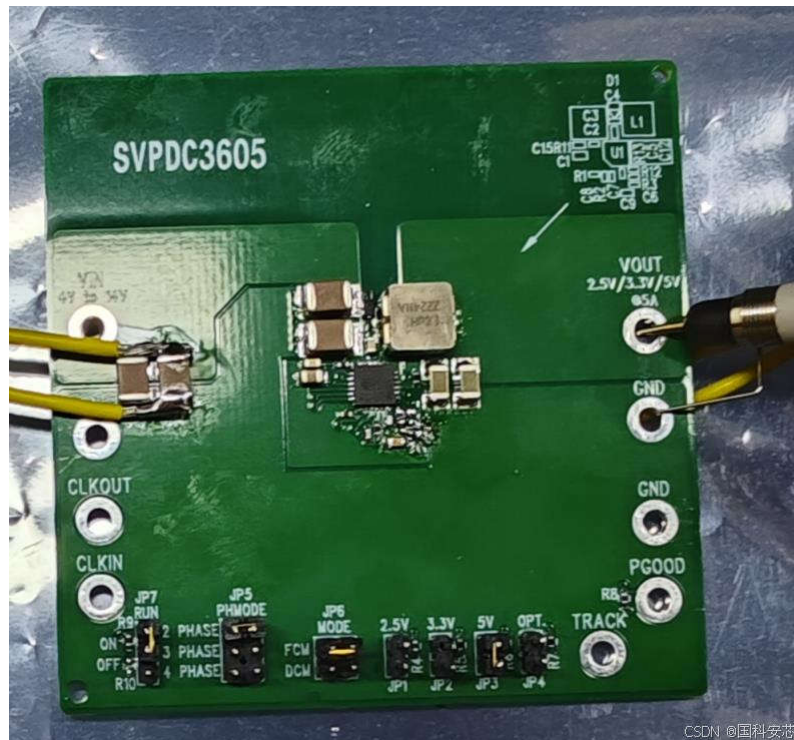
3.1 引脚对地阻抗与 OS 电压

引脚对地阻抗和 OS 电压的测试是评估芯片引脚电气特性的重要步骤。在断电状态下，使用万用表测量所有引脚的阻抗和 OS 电压。



3.2 电源纹波

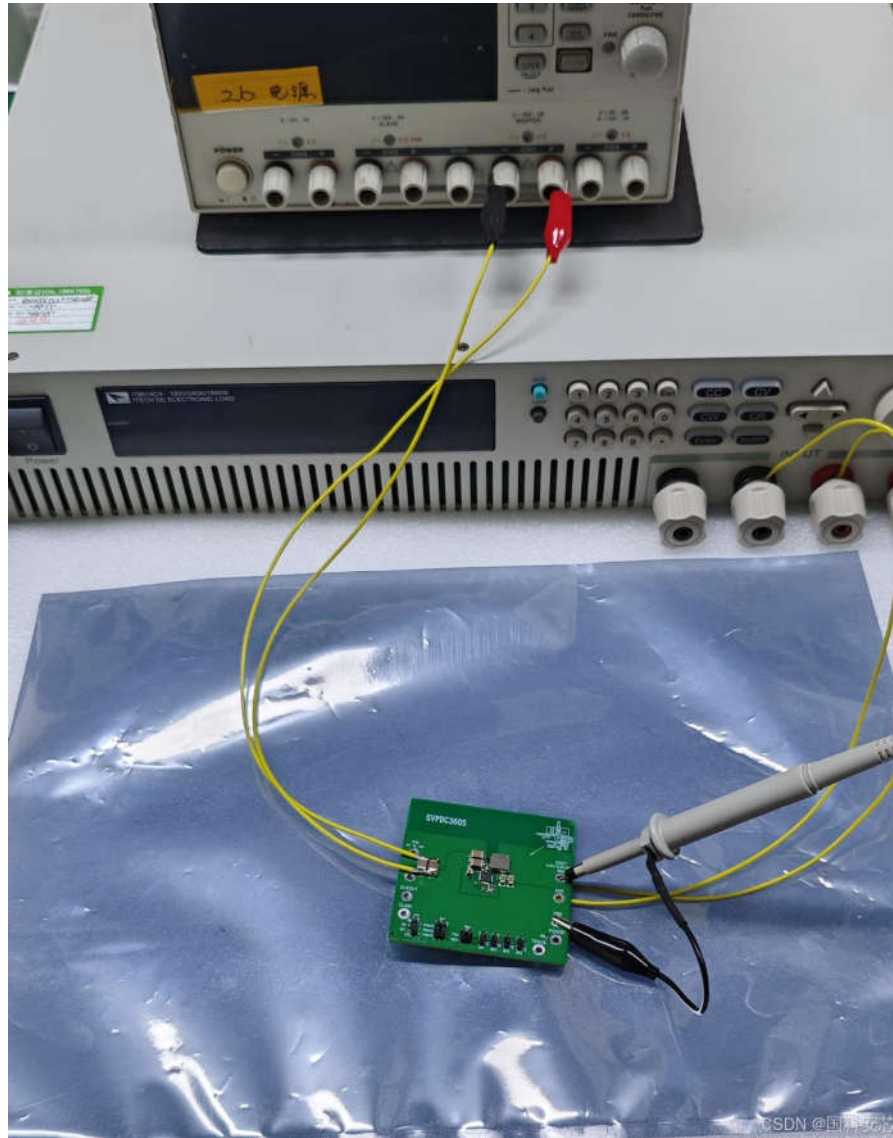
电源纹波是衡量电源稳定性的重要指标。使用示波器测量 VOUT 和 GND 引脚之间的电压纹波。测试条件为交流耦合，20MHz 带宽，FCM 模式。



3.3 芯片效率、负载调整率与线性调整率

芯片效率是衡量电源芯片性能的关键指标之一。通过测量输入电压、输入电流、输出电压和输出电流，计算芯片效率。负载调整率和线性调整率分别衡量输出电压在不同负载和输入电压条件下的稳定性。测试方法如下：

- **效率：**使用示波器测量输入电压和电流，输出电压和电流，计算效率。
- **负载调整率：**测量不同负载电流下的输出电压，计算负载调整率。
- **线性调整率：**测量输入电压变化过程中最大负载电压与最小负载电压的差值。



3.4 输出动态负载测试

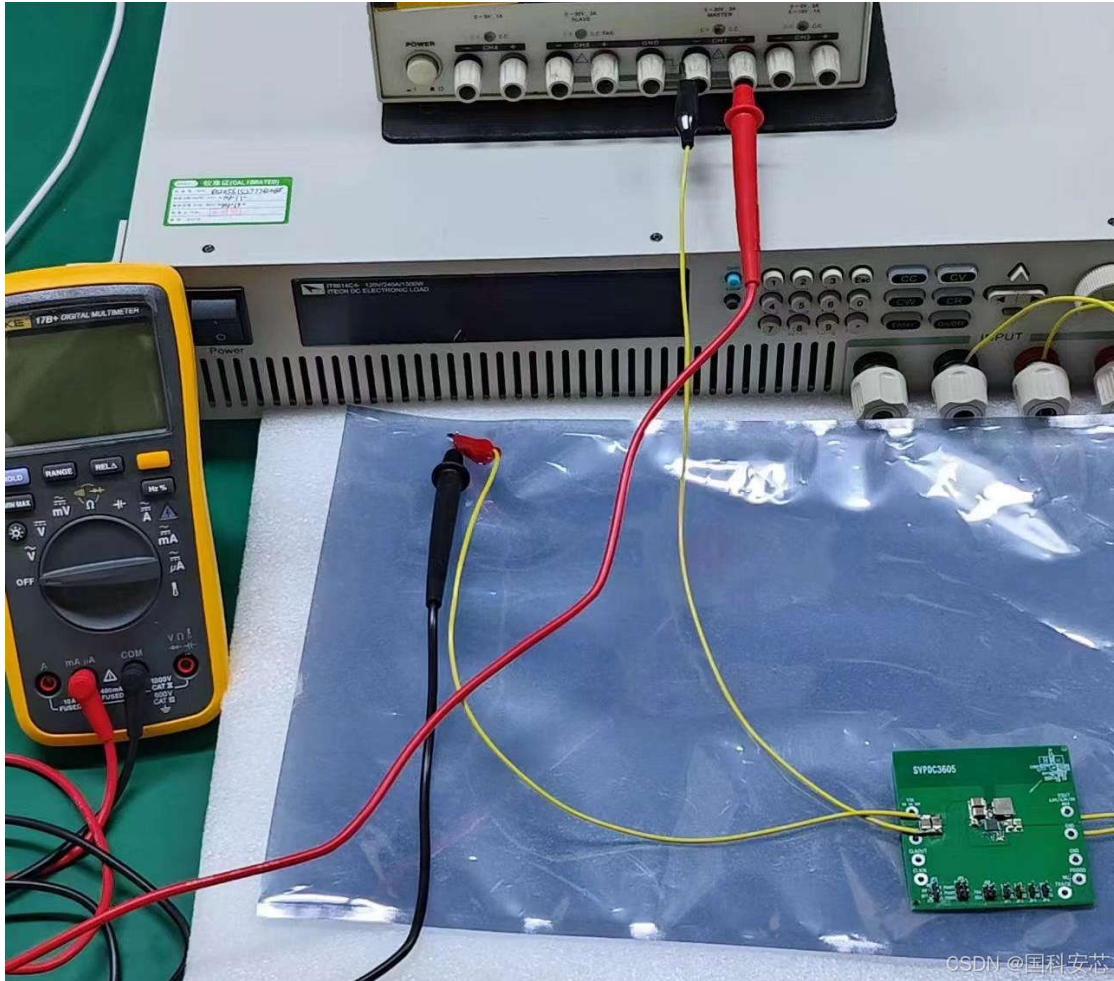
输出动态负载测试用于评估芯片在负载快速变化时的响应能力。使用电子负载动态测试功能，使负载在 2A 和 4A 之间以 $1\text{A}/\mu\text{s}$ 的变化率变化，使用示波器测量 V_{OUT} 。

3.5 静态电流与关机电流

静态电流和关机电流是衡量芯片功耗的重要指标。测试方法如下：

- **关机电流：**将 RUN 引脚短接到 GND，加电后测量电流。
- **静态电流：**将 RUN 引脚悬空，不加负载，加电后测量电流。

测试条件为 $V_{IN}=12V$ ， $V_{OUT}=1.2V$ 。



3.6 软启动时间

软启动时间是衡量芯片启动特性的重要指标。使用示波器测量 V_{OUT} 上升沿的时间。测试条件为 FCM 模式， $I_{OUT}=0A/4A$ 。

3.7 RT 调频

RT 调频用于评估芯片的频率调节能力。使用示波器测量 CLKOUT 在不同 RT 档位下的波形。测试条件为 $V_{IN}=5V$ ， $V_{OUT}=3.3V$ ，空载。

3.8 SW 波形

SW 波形测试用于评估芯片的开关特性。使用示波器测量 SW 引脚波形。

3.9 IPGOOD (PGOOD 漏电流)

IPGOOD 漏电流测试用于评估 PGOOD 引脚的漏电流。使用万用表测量 PGOOD 和

GND 之间的电流。测试条件为 FCM 模式。

3.10 tON&tOFF（最小接通时间与最小关断时间）

tON 和 tOFF 是衡量芯片开关特性的重要参数。使用示波器测量 SW 引脚波形，计算最小接通时间和最小关断时间。

3.11 保护测试

保护测试是评估芯片在异常条件下的保护功能。测试项目包括输出短路保护、输入欠压阈值、使能电压阈值、输出过流保护和输出过压/欠压保护。

3.11.1 输出短路保护

使用电子负载模拟短路功能，使用示波器测量 VOUT 和输入电流。测试条件为 FCM 模式。

3.11.2 输入欠压阈值

将 VIN 从 12V 缓慢降低，直到 VOUT 没有输出，记录当前电压值。测试条件为 VOUT=1.2V/3.3V/5V，IOUT=0A，FCM 模式。

3.11.3 使能电压阈值

断开板卡上 RUN 连接，使用电源单独给电压，缓慢升高电压，直到 VOUT 有输出，记录当前电压值。测试条件为 FCM 模式。

3.11.4 输出过流保护

调节电子负载，缓慢升高负载电流，直到 VOUT 没有输出，记录当前电流。测试条件为 FCM 模式。

3.11.5 输出过压/欠压保护

去电 FB 电阻，使用电源单独给 FB 供电 0.6V，缓慢升高输入电压，直到 PGOOD

电压变为 0，记录此时 FB 电压值为过压保护值；缓慢降低输入电压，直到 PGOOD 电压变为 0，记录此时 FB 电压值为欠压保护值。测试条件为 FCM 模式。

3.12 相位测试

相位测试用于评估芯片的相位控制功能。使用示波器测量 SW 与 CLKOUT 波形的相位差。测试条件为 FCM 模式。

3.13 结温测试

结温测试用于评估芯片在不同温度条件下的性能。测试步骤如下：

- 选择评估板，测试损耗、效率等基本电性能。
- 常温下测试用 Vin 起机的 Vout 起机性能（空载，满载），记录数据。
- 评估板接好输入输出，控制，测试信号，放入温箱。
- 温箱设置-40℃，保温 1 小时。
- 测试用 Vin 起机的 Vout 起机性能（空载，满载），记录数据。
- 温箱设置-55℃，保温 1 小时。
- 测试用 Vin 起机的 Vout 起机性能（空载，满载），记录数据。
- 温箱设置 125℃，保温 1 小时。
- 测试用 Vin 起机的 Vout 起机性能（空载，满载），记录数据。
- 回到常温，测试是否可以起机，试验完成。

备注：低温起机输出电压波形出现台阶，但可正常起机。第二次低温复测调高输入限流后输出台阶消失。

4 测试结果分析

通过对 ASP3605 芯片的综合测试（详细数据见测试报告附件），我们可以从以下角度得出结论：

- **引脚对地阻抗与 OS 电压：**所有引脚的阻抗和 OS 电压均在设计范围内，表明芯片的引脚电气特性良好。
- **电源纹波：**在不同输入电压和负载条件下，电源纹波均小于设计要求的 4.5mV，表明芯片的电源稳定性良好。
- **芯片效率、负载调整率与线性调整率：**芯片在不同输入电压和负载条件下的效率均高于 90%，负载调整率和线性调整率均在设计范围内，表明芯片的输出电压稳定性良好。
- **输出动态负载测试：**芯片在负载快速变化时的响应能力良好，输出电压无明显超调或振铃现象。
- **静态电流与关机电流：**静态电流和关机电流均在设计范围内，表明芯片的功耗控制良好。
- **软启动时间：**软启动时间符合设计要求，表明芯片的启动特性良好。
- **RT 调频：**实际输出频率与设定频率的偏差在允许范围内，表明芯片的频率调节能力良好。
- **SW 波形：**SW 波形的开关特性良好，无明显异常。
- **IPGOOD 漏电流：**IPGOOD 漏电流在设计范围内，表明芯片的保护功能良好。
- **tON&tOFF：**最小接通时间和最小关断时间均在设计范围内，表明芯片的开关特性良好。

- **保护测试：**芯片在输出短路、输入欠压、使能电压、输出过流、输出过压/欠压等异常条件下均能有效保护，表明芯片的保护功能完善。
- **相位测试：**实际相位与理论值的偏差在允许范围内，表明芯片的相位控制功能良好。
- **结温测试：**芯片在不同温度条件下的性能稳定，表明芯片的温度适应性良好。

5 结论

通过对 ASP3605 芯片的综合性测试，我们全面评估了其电气特性、稳定性、效率、保护功能和温度适应性。