

咨询辅导项目介绍

目 录

《年度技术顾问服务项目》介绍.....	1 -
《硬件产品白盒测试服务项目》介绍.....	3 -
《物料质量评估服务项目》介绍.....	5 -
《随机偶发故障项目辅导服务项目》介绍.....	7 -
《失效分析与故障排查服务项目》介绍.....	9 -
《系统可靠性工程咨询辅导服务项目》介绍.....	11 -
《设计审核服务项目》介绍.....	13 -

《年度技术顾问服务项目》介绍

瑞迪航科(北京)技术有限公司面向电子产品研发企业提供年度技术顾问服务:按年签约、按月交付,服务项目由客户自由选择组合,并配套日常随机答疑指导。顾问团队由资深工程师组成,通过现场指导、电话、网络咨询等多种形式,帮助企业解决研发技术难题、提升产品可靠性。

一、我们能做什么——年度服务内容

表 1 年度顾问服务内容一览

服务项目	服务内容	关键词
设计评审与整改辅导	对具体设计进行评审并提供咨询建议,对问题产品提供整改建议;辅导设计选型、工程计算、规范审查、电路分析及仿真。	评审 / 整改 / 仿真
测试辅导与白盒测试	测试方法、实验室建设、测试规范制定;白盒测试方案制定与测试实施,含测试用例设计、应力测试、边缘工况、时序与故障注入测试等。	白盒测试 / 测试规范
工艺审查与辅导	工艺文件审核、工艺整改建议,帮助规范生产制造过程。	工艺审核
硬件可靠性审核与 DFMEA	降额、热设计、电磁兼容(EMC)、环境适应性、安规、DFM/DFT、参数容差、器件选型可靠性评估;DFMEA 培训与辅导。	可靠性 / EMC / 降额
故障排查与失效分析	现场工况问询、器件失效分析、模拟测试、试验数据分析,输出故障机理与整改措施并跟踪验证。	失效分析 / 故障定位
工程计算与布局布线辅导	原理图与 PCB 布局布线设计审核、工程计算、信号完整性仿真,并做总结培训讲解。	信号完整性 / PCB 审核
技术培训	线下培训与网络课程:硬件可靠性设计、电磁兼容设计、嵌入式软件可靠性设计、器件选型与工程计算、容差分析等。	培训 / 网络课程

二、我们怎么做——服务方式

按月计划、自由组合:签约后由工程师团队担任年度顾问,按月约定工作内容,服务项目可由客户自行选择组合;协议期内另提供日常随机答疑指导服务。

多种服务形式:以现场指导、电话、网络咨询为主要服务形式;每月派遣顾问到场辅导

培训，客户遇到技术难题时可安排顾问现场或远程指导、排除疑难。

专题项目深度服务：按照“案例交流→现场考察→调研分析→现场交流研讨→根因分析→方案制定→实施验证→辅导答疑”流程，围绕用户研发生产过程中的工程技术问题开展深入技术咨询。

《硬件产品白盒测试服务项目》介绍

白盒测试方案设计与实施：客户提供样品，我司测试团队依据制定的测试用例进行测试，并提供测试结果、原因分析、改进建议措施。

一、硬件白盒测试目的

白盒测试是指在理解产品的实现原理、熟悉产品特性并充分了解产品应用场景的情况下，根据产品内部实现原理、物理特性以及应用要求对产品内部硬件电路及元器件的关键参数进行的测试。

硬件白盒测试是对硬件产品进行内部功能、结构、性能等方面的测试。其主要目的是保证硬件产品的质量，提高产品的稳定性和可靠性，减少硬件产品在使用过程中出现故障的概率。从而更好地保证硬件产品的质量。硬件电路白盒测试针对电路板中单元电路及元器件的电参数和应力进行测试，能有效验证在最坏工况下电路板上单元电路及元器件的工作状态是否与设计相符，寻找产品的可靠性风险。针对测试发现的可靠性风险进行设计改善和优化。

二、硬件白盒测试要求

硬件白盒测试要求排查产品的硬件设计、信号质量等是否满足产品的功能要求和性能要求，是否存在缺陷或不足，最终输出硬件测试报告。

电路白盒测试的基本要求：基于失效机理开展测试。根据可能的失效机理，对可能导致单元电路及元器件发生失效的应力进行测试；在可能出现的最坏条件下进行测试。在可能存在的最坏情况下对内部单元电路和元器件进行测试，获取应力的最大值。基于对目标产品的了解和已有的信息对产品进行风险分析，识别产品的可能存在的风险点。风险分析可以通过电路设计分析、应力分析进行。

三、硬件白盒测试用例的设计实施

白盒测试测试用例设计实施步骤：

1) 找应测点

以活动分解为基本思想确定应测点，对整机系统找接口应测点；对板卡的接口找应测点；板内以功能划分模块，对模块的接口找应测点，以及模块内关键信号和TP点为应测点；将以上应测点列出清单。

2) 在应测点上找应测项

对每一个应测点设计应测项目，应测项目的选择涵盖如下几大类：标准工况测试、边缘工况测试、变化率测试、时序测试、启停过渡过程测试、超限测试、单一故障测试等。

3) 在应测项上测试用例做分级

对第2) 条的测试项进行分类分级，确定测试优先级。

4) 设计测试实施方法并实施

四、硬件白盒测试重点测试内容

应测内容包括但不限于以下重点内容：

(1) 电源部分外来输入（含能量）的异常输入条件测试（外来异常输入对电路的影响），如：电压超限输入、电源线单一故障、电源输入波动

(2) 对外输出（含能量）的异常状态测试，如：输入最低电压和最大负载状态下的电压测试，抛负载测试（输入电压向上跳变时的电源输出电压；电源满载和空载之间的快速切换

(3) 应用不同电源的同一功能模块里，电源之间的上电掉电时序

(4) 与Layout布线有关的信号串扰（重点是定量模拟信号、报警信号线、主要控制信号线）

(5) 板板连线的线间串扰信号质量评估

(6) 信号常规测试

(7) 高危易失效器件的针对性测试和分析

(8) 电压信号前后级阻抗匹配误差分析与测试

(9) 热测试与热判据（功率器件，含开关管、整流管、功率电阻、高集成IC）

(10) 测试与降额审查（高压电阻、高压电容、功率器件）

.....

五、过往白盒测试项目

瑞迪航科已完成并成功交付宁德时代某直流转换储能白盒测试项目、某超声波电机驱动硬件白盒测试，在多家航空航天、医疗、民用电子等企业开展白盒测试培训课程，帮助众多企业解决硬件电路中的可靠性技术问题。

《物料质量评估服务项目》介绍

电子产品故障的根因多源于物料、体现在物料。瑞迪航科(北京)技术有限公司面向电子产品研发与制造企业提供物料质量评估技术服务:针对项目所用电子元器件、结构件、关键辅料进行全方位质量与选型评估,结合规格参数、工况适配性、参数裕量、批次稳定性、工艺兼容性、老化寿命、供应链及替代风险,排查选型不合理、参数不足、兼容性差、易失效等隐患,出具物料风险评估报告与优化选型建议,保障量产质量稳定。

一、我们能做什么——服务内容

表 2 物料质量评估服务内容一览

服务项目	服务内容	关键词
物料认证与鉴别评估	对电子元器件、结构件、关键辅料开展认证与鉴别,识别物料隐患,筛选物料品类与厂家;对不得不选用的隐患物料,在设计与工艺上加以防护。	物料认证 / 鉴别筛选
选型合理性评估	结合规格参数、工况适配性、参数裕量、批次稳定性、工艺兼容性、老化寿命、供应链及替代风险,排查选型不合理、参数不足、兼容性差、易失效等隐患。	选型评估 / 参数裕量
认证测试方案制定	制定物料认证测试方案:器件参数清单、不同电路与应力场景的选型注意事项、筛选试验项目与方法及评价指标、一致性检验方法。	认证测试 / 测试方案
批次一致性评估	针对厂家工艺稳定性与物料批次一致性开展统计性验证,识别批量生产中难以单件发现的小概率制造隐患。	批次一致性 / 统计验证
失效机理与替代评估	分析器件潜在隐患、失效机理、失效应力及应用防护措施;按有用、有害、中性参数逐项评价拟替代物料。	失效机理 / 替代评估
物料管理控制辅导	覆盖研发物料选型分析、采购生产商固化、入厂检验、物料储存、生产工艺控制等关键节点的规范与表单辅导。	管理控制 / 规范辅导

二、我们怎么做——服务方式

三方面排查:从器件设计参数、器件生产制程隐患、使用场景应力三个方面排查物料故障,兼顾参数验证、批次统计验证与降额防护,缺一不可。

成果交付: 出具《物料风险评估报告》与优化选型建议, 提供认证测试方案报告及培训讲解(网络会议方式)。

灵活实施: 物料测试可由客户自行实施、向供应商索取或委托专业机构完成, 我方全程提供技术辅导。

《随机偶发故障项目辅导服务项目》介绍

瑞迪航科(北京)技术有限公司面向电子电控产品研发与制造企业提供随机偶发故障项目辅导服务: 专项解决难复现、间歇性、随机偶发类疑难问题, 通过工况还原、环境干扰分析、时序冲突排查、电磁耦合、软硬件配合异常等维度拆解根因, 定制故障复现方法、临时改善措施与长效整改方案, 全程项目化辅导落地, 根治偶发故障反复问题。

一、我们能做什么——服务内容

表 3 随机偶发故障项目辅导服务内容一览

服务项目	服务内容	关键词
偶发故障机理诊断	专项解决难复现、间歇性、随机偶发类疑难问题; 从工况还原、环境干扰分析、时序冲突排查、电磁耦合、软硬件配合异常等维度拆解根因。	根因分析 / 机理诊断
六方面系统性排查	根据器件设计原理、器件批次一致性、PCBA 原理设计、布局布线、制造工艺可靠性、用户现场应力异常多个方面逐一排查。	多方面排查 / 故障定位
故障分类与对策制定	区分批产偶发损坏故障与单台偶发可恢复故障, 针对性采用供应商替换、器件筛选、额定参数调整、滤除纹波、抑制干扰源或限制干扰路径、增强抵抗力等措施。	分类处置 / 对策制定
参数特征与工程计算	倒推与故障相关参数, 测试隐患参数特征分布并做统计数据分析, 计算超差概率; 运用均值±标准差方法评估物料离散性与批次质量水平。	工程计算 / 统计分析
故障复现与测试排查	定制故障复现方法, 人为制造大意外工况, 测量临界或超差参数; 开展信号质量、电源、时序、高频特性等专项测试排查。	复现方法 / 专项测试
整改方案与落地辅导	输出临时改善措施与长效整改方案, 覆盖设计改进、供应商替换、布局布线工艺、生产工艺等, 全程项目化辅导落地。	整改方案 / 项目辅导

二、我们怎么做——服务方式

项目化流程: 按照“故障现象罗列→主攻问题排序→提供计算分析与测试方法→测试实施验证→数据分析→提供建议措施→措施验证”的流程推进, 双方全程协同。

成果交付: 输出会议记录与分析报告, 内容涵盖分析方法、计算过程、测试数据、验证

结果及措施方案。

专业协同：必要时推荐失效分析并协调第三方专业机构实施，我方负责数据分析与整改方案辅导。

《失效分析与故障排查服务项目》介绍

瑞迪航科(北京)技术有限公司面向电子产品研发与制造企业提供失效分析与故障排查技术服务: 针对整机、板卡、核心部件软硬件失效问题, 开展专业故障定位与失效分析, 结合实测验证、日志分析、对比测试、环境模拟、机理分析, 精准区分设计问题、物料失效、工艺缺陷、使用环境、操作异常等根因, 提供整改方案、预防措施及标准化改善建议, 快速止损降本。

一、我们能做什么——服务内容

表 4 失效分析与故障排查服务内容一览

服务项目	服务内容	关键词
失效机理分析与根因定位	针对整机、板卡、核心部件软硬件失效问题开展专业故障定位与失效分析; 结合实测验证、日志分析、对比测试、环境模拟、机理分析, 精准区分设计问题、物料失效、工艺缺陷、使用环境、操作异常等根因。	故障定位 / 根因分析
六方面系统性排查	沿器件设计原理、器件批次一致性、PCBA 设计原理、布局布线、工艺可靠性、工作应力异常等各个方面逐项取证排查, 确认或排除各类失效可能。	多方面排查 / 机理分析
器件级失效分析测试	根据需要开展 I-V 曲线、通断测试、外观检查、X-ray 透视、超声波扫描、开封观察、SEM 微观分析、去层观察、EMMI、FIB 定点分析等测试, 定位失效位置与模式。	I-V 曲线 / 无损分析
对比测试与一致性分析	良品与故障品 I-V 曲线对比测试、50 只样品统计一致性测试、参数分布分析, 识别批次与参数离散等潜在风险。	对比测试 / 一致性
现场波形测试与整改验证	测试点标记与原始波形测量; 实施整改措施并实测验证效果。	波形测量 / 整改验证
整改方案与改善建议	输出整改方案、预防措施及标准化改善建议, 覆盖供应商替换、参数筛选、保护电路设计、优化功率回路等, 快速止损降本。	整改方案 / 预防措施

二、我们怎么做——服务方式

项目化流程: 需求沟通与样品准备(故障样品、良品、器件数据手册、波形数据)→失

效分析测试→数据分析→出具分析报告与整改建议，全程技术协同。

测试与协作：常规测试由我方实施，专项测试可协调第三方专业机构并做好技术对接；补充测试由客户配合实施，我方提供测试方法并负责数据分析。

周期与交付：常规测试收到样品后 14 天内完成；输出含测试数据、失效机理与整改建议的分析报告。

《系统可靠性工程咨询辅导服务项目》介绍

瑞迪航科(北京)技术有限公司面向电子产品研发与制造企业提供系统可靠性工程咨询辅导技术服务:围绕产品全生命周期,提供可靠性体系化咨询与落地辅导,包含容错设计、冗余防护、极限工况适配、寿命评估、应力分析、故障闭环机制、可靠性指标拆解与落地优化,帮助客户建立可靠设计规范,提升整机长期运行稳定性与环境适应能力。

一、我们能做什么——服务内容

表 5 系统可靠性工程咨询辅导服务内容一览

服务项目	服务内容	关键词
可靠性设计审核与工程计算	对原理图、PCB 开展综合评审:器件参数选型工程计算、器件可靠性应用规范审查、热设计审查、电缆设计审查、MTBF 评估、接地评估、波形诊断测试评估、嵌入式软件可靠性审查,输出审核报告并给出电路修改与元件选型建议。	设计审核 / 工程计算
全生命周期体系化咨询	围绕产品全生命周期,涵盖容错设计、冗余防护、极限工况适配、寿命评估、应力分析、故障闭环机制、可靠性指标拆解与落地优化,帮助客户建立可靠设计规范。	容错设计 / 冗余防护
设计辅导与规范输出	开展应用场景调查、原理图设计、PCB 设计、结构设计、软件可靠性设计规范等辅导,输出设计规范与审核报告。	设计辅导 / 规范输出
测试能力建设辅导	辅导硬件白盒测试与测试用例设计(应力测试、极限应力组合、瞬态、时序、全覆盖等)、软件测试(白盒黑盒、故障注入、边缘场景)及测试数据分析。	测试用例 / 白盒测试
物料与生产管控	辅导物料失效机理、一致性排查、采购管控、来料检验方法;开展工艺过程 PFMEA 分析、代工厂审核评估及现场环境整改审核。	PFMEA / 物料管控
故障闭环与人才培养	售后投诉故障根因分析与整改,可靠性指标(MTBF、CPK、故障率等)拆解与落地优化;工程师培训与考核,建立内部可靠性体系。	故障闭环 / 人才培养

二、我们怎么做——服务方式

项目化分阶段实施：启动会→分阶段辅导推进（设计审核与规范→测试能力建设→物料与生产管控→查漏补缺），过程答疑辅导随时穿插，分阶段考核与付款。

顾问团队与协作：项目经理统一协调，测试等技术顾问提供现场或非现场支持，必要时协调失效分析、工艺、信号完整性等专题技术专家。可按需提供评审答疑讲解培训；输出审核报告、设计规范、测试用例设计报告等。

《设计审核服务项目》介绍

瑞迪航科(北京)技术有限公司面向电子产品研发与制造企业提供原理图、PCB图设计审核技术服务: 客户提供开发任务书电路原理图、PCB图、布局布线图、物料清单、程序流程图, 我方专家老师审核原理图和PCB设计方案、布局布线干扰串扰、接地风险、物料风险、工程计算、软硬件接口、单一故障风险防护、故障概率评估等。

一、我们能做什么——服务内容

表 1 设计审核服务内容一览

服务项目	服务内容	关键词
设计方案审核	审核设计方案、功能框架与电路原理图, 评估电路功能完备性与设计合理性; 覆盖软硬件接口、单一故障风险防护、物料风险与故障概率评估。	方案审核 / 故障概率
原理图与器件审核	器件参数选型工程计算、降额设计、热设计审查、器件可靠性应用规范审查、嵌入式软件可靠性审查、MTBF评估, 给出器件失效风险与改进措施。	工程计算 / 降额设计
布局布线审核	PCB布局布线评审: 电源地线分区、单点串并联接地、环路、干扰线与敏感线布线、EMC设计规则、工艺评审及信号完整性、电源完整性分析。	布局布线 / 信号完整性
功能安全与失效模式分析	DFMEA评审、潜通路分析、故障模式分析、软硬件接口与单一故障防护检查。	DFMEA
测试方案与故障概率评估	特定工况测试用例设计(基于失效机理的应力测试、组合应力、时序测试、波形诊断等), 并对设计问题给出故障概率评估。	测试用例 / 故障评估
环境与接口适配审核	使用环境调查(气候环境、电磁环境、人机接口、互连设备接口), 评估环境适应性与接口匹配风险。	环境调查 / 接口适配

二、我们怎么做——服务方式

专家团队现场审核: 电子可靠性、信号完整性、功能安全等领域专家组成审核组, 按审核规范准则逐项检查, 现场与设计人员深入交流、澄清确认问题清单。

项目化流程: 客户提供开发任务书、原理图、PCB图、物料清单、数据手册等资料→专家逐项审核→输出审核报告(含敏感点描述、故障机理、建议措施、故障概率)→召开评

审会确认。

周期与交付: 设计评审收到资料后 20 个工作日内完成, 可按需提供评审答疑讲解培训; 问题按高、中、低、参考分级, 输出原理图评审报告、布局布线评审报告等。