



项目计划书

项目名称：纳秒级故障检测仪——大型发电机状态检修的医生

项目类别：互联网+制造业

项目组别：主赛道——“研究生创意组”

申报学校：西南大学

项目成员：于跃强 工程技术学院 2020 级

韩孟媛 工程技术学院 2020 级

陈 宇 工程技术学院 2018 级

李灿灿 经济管理学院 2019 级

闫梓萌 经济管理学院 2019 级

刘 丹 经济管理学院 2019 级

陈 玺 工程技术学院 2019 级

贵 浩 工程技术学院 2017 级

目录

第一章、项目概述 1

1.1 项目简介	1
1.1.1 解释（发电机状态检修）	1
1.1.2 项目起源	1
1.1.3 项目前期准备	2
1.1.4 人员配备及分工	2
1.2 技术简介	3
1.2.1 核心技术	3
1.2.2 技术先进性	4
1.2.3 参与或主导标准制定	4
1.3 项目规划简介	5
1.3.1 发展规划	5
1.3.2 项目发展意愿	5
1.4 项目已获得的成果	6
1.4.1 相关专利	6
1.3.2 相关论文	6

第二章、产品与服务介绍 7

2.1 技术背景介绍	7
2.2 产品设计基本思路	8
2.3 产品细节及功能展示	9
2.3.1 高压脉冲电源样机	9
2.3.2 触发控制程序设计	10
2.3.3 基于深度学习分析同步电机绕组短路故障	11
2.4 实验效果展示	11
2.4.1 有关同步电机绕组短路故障无损检测与分析的实验结果	11
2.4.2 利用深度学习检测电机故障	12
2.5 产品特点	13
2.6 核心优势	13
2.7 相关服务	14

2.7.1 售前服务	14
2.7.2 售中服务	14
2.7.3 售后服务	14
第三章、市场分析	15
3.1 市场综述	15
3.1.1 国外大型电机故障检测技术市场	15
3.1.2 国内大型电机故障检测技术市场	16
3.1.3 大型电机故障检测技术行业分布分析	17
3.1.4 大型电机故障检测技术趋势分析	17
3.2 行业现状及市场痛点解释	17
3.2.1 行业现状	18
3.2.2 市场痛点	18
3.3 目标市场及客户解释	19
第四章、公司管理	21
4.1 项目介绍	21
4.2 团队介绍	21
4.2.1 组织结构	21
4.2.3 核心成员介绍	22
4.2.4 指导顾问	22
4.3 运营模式	23
4.3.1 研发阶段	23
4.3.2 生产阶段	23
4.3.3 销售阶段	23
4.3.4 售后阶段	23
4.4 商业模式	24
4.4.1 价值主张	24
4.4.2 目标受众群体:	24
4.4.3 成本结构:	24
4.5 盈利模式	25
第五章、战略规划	26

5.1 战略愿景	26
5.2 战略目标	26
5.2.1 技术战略	26
5.2.2 产品战略	27
5.2.3 市场战略	27
5.2.4 生产战略	27
5.2.5 财务战略	27
第六章、财务分析	29
6.1 财务规划基本说明	29
6.1.1 分红政策	29
6.1.2 会计准则	29
6.1.3 会计年度	29
6.1.4 记账本位币	29
6.2 财务状况	30
6.3.1 财务预算	31
6.3.2 财务能力分析	33
6.3 财务现状及预期	34
6.3.1 股权结构及融资需求	35
6.6.2 风险与控制	35
第七章、风险管理	39
7.1 风险管理概述	39
7.2 风险管理程序	39
7.3 全面风险管理体系与内部控制	40
第八章、资本退出	42
8.1 风险资本退出方案分析及选择	42
8.1.1 退出策略	42
8.1.2 退出时机	42

第一章、项目概述

1.1 项目简介

1.1.1 解释（发电机故障检测）

发电机故障检测（Condition Based Maintenance for Generator），一般是指对发电机进行状态的监测，发现发电机可能存在的问题，来有计划的进行修理检验，避免出现事故，影响生产生活。需要观察和测试发电机在正常运行的各种状态的数据，然后对数据进行采集，根据特性对数据进行分析，发现异常和不稳定的信息，如果出现这些缺陷的信息，就是故障出现的早期征兆，然后把数据提供给专业的数据分析人员，进行诊断和探讨，并研究出修理的方案。发电机的状态检修系统是对发电机在运行过程的状态进行的数据收集，然后通过分析，来进行综合的排查，预防出现的各种故障及问题。

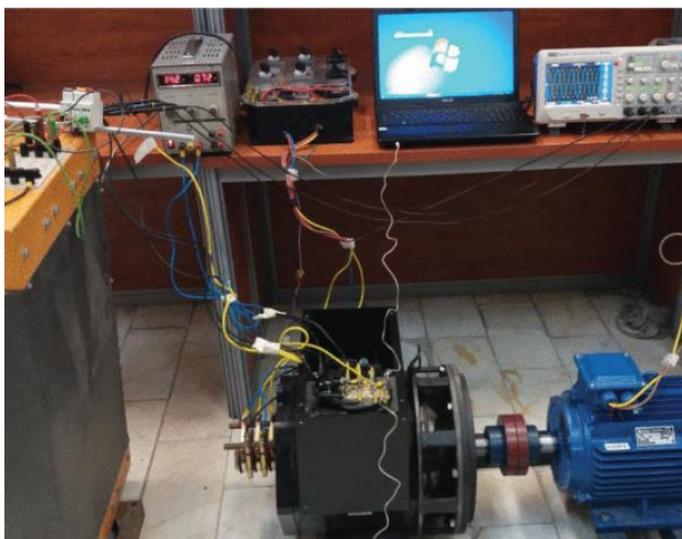


图 1-1 发电机故障检测图

1.1.2 项目起源

电机是实现电能和机械能变换或传递的能量转换装置，应用范围十分广泛，在各种发电方式中，90%的电力均是由同步发电机供应。研究表明，同步发电机在运行过程中需要耐受热应力、电磁应力、机械应力、电磁噪声、振动、转子离

心力、绝缘材料老化等故障因素，可能诱发电机的严重故障。电机故障大体可分为齿轮和轴承故障、定子故障和转子故障。其中，定子绕组的短路故障是典型的发电机故障，发生概率大，诱发后果严重。如 2011 年，贵州大龙电厂一台 300 MW 汽轮发电机发生转子绕组匝间短路事故，非计划停机 60 天，损失发电量约 4 亿。2013 年广西某电站一台 220 MW 发电机出现定子线棒绝缘击穿短路事故，严重影响正常生产进度。定子绕组匝间短路故障发生会引起电磁力分布的改变，电压波形畸变，使得绕组温度过高，电机振动加剧，可能引发一点接地及两点接地故障，以及其他更严重的机械故障，机组被迫停机。

现有检测同步发电机绕组短路故障的方法主要包括直流电阻测量法、分担电压法、交流阻抗与损耗试验法、重复脉冲 RSO 试验法、开口变压器法、探测线圈法和行波法等技术。现有几种常规离线检测技术各自存在灵敏度不高、诊断信息单一、检测需要抽出转子等技术局限，成为严重制约准确检测同步电机状态的瓶颈。因此迫切需要一种新的技术推动电机故障判断领域发展。

1.1.3 项目前期准备

(1) 对项目工作人员进行相关理论知识培训，了解电磁脉冲焊接的相关运行原理、研究进展、应用领域等基本信息。

(2) 进入西南大学工程技术学院实验室参观已成型的产品和正在研发的下一代产品，从外形、操作、实际市场运作等方面获得对产品的进一步了解。

(3) 查阅国内外目前跟电机故障诊断研究有关的文献，整理汇报，分析项目创新性与可行性。

(4) 分析市场前景，研究讨论，初步确定项目主题及方向。

(5) 制定任务计划书，细化任务，落实到小组及个人。

1.1.4 人员配备及分工

根据整个项目的整体计划和版块划分，将整个项目划分为四个部分：产品研发；市场调查；营销策略制定；客户服务。根据不同部分的工作性质，将对应的工作人员进行系统培训使其最大限度地发挥自己的特长以达到预期效果。

表 1-1 人员分工情况

项目分工	人员素质要求	人员配备
产品研发	丰富的知识储备及卓越的科研能力，具备一定的创新性和实践能力。	3
市场调研	对经济学、传媒学等相关知识具有专业基础，具备一定的数据分析能力和思辨能力。	2
营销策略制定	解公司的发展目标、战略规划和市场情况，具备良好的数据分析能力、优秀的资源整合能力和丰富的销售经验。	2
客服服务	具备较强的沟通讲解能力，临场应变能力和亲和力，有法律基础。	1

1.2 技术简介

1.2.1 核心技术

近年来，国外有学者借鉴变压器绕组变形故障的检测方法，提出应用频率响应分析法(frequency response analysis, FRA)检测同步电机绕组的短路故障。FRA法是检测变压器绕组变形故障的主流技术，具有检测灵敏度高、诊断速度快、经济性好、检测过程无损等优点，其基本原理是基于绕组在高频信号作用下可等效为由电容、电阻、和电感组成的宽频等值电路模型，绕组发生短路、变形等故障，势必引起等值电路模型结构和参数的改变，从而绕组的频率响应特性发生变化，据此可推断绕组的故障状态。

而如今获得频率响应特性曲线的方法一般分为两种，一种是基于传统的扫频法获得特性曲线，另外一种是最近才兴起的脉冲频率响应技术来获得特性曲线。而传统的扫频法，需要的分析时间过长，效率过低。而脉冲频率响应技术基于经典的频率响应分析法，但其采用了高压瞬变脉冲信号作为被测对象的激励信号源，相比传统扫频频率响应分析法，**此方法的精确度更高，速度更快。而本项目研制的纳秒级故障检测仪所能提供的高压瞬变脉冲信号为本项目的关键所在。**

随着近几年计算机计算能力与人工智能算法的飞速发展，卷积神经网络算法的改进与更新大大提高了计算机在视觉图像识别领域的作用。卷积神经网络在众多领域的成功运用的先例给本项目在海量的电机频率响应特性曲线数据中提取出电机故障的特征量并对其进行分类判断给予了可能性。

1.2.2 技术先进性

国内外均无公开研究报道关于脉冲频率响应技术在同步电机定子和转子绕组短路故障无损检测的应用，更没有专门针对该方法的故障诊断方案和实例的报道。此项目填补了无任何研究人员对此方面的研究，并提出了一种新型发电机故障检修的技术。

在经济方面，相比于传统电机故障识别技术——利用大量人工进行对电机的数据采集分析以及进行判断，此项目完全解放了人类必须对实时数据的分析。仅需要一台高压脉冲源，然后结合算法对脉冲频率响应的实时特性曲线进行分类判断，大大减少了人力成本的花销。

在技术方面，相比于其他传统方法，此项目大大提高了对于电机故障诊断的精确度与效率——利用传统的方法大约需要 10min 左右对采集数据进行判断分析，然而精确度却只有 80%左右。而利用本项目研发的纳秒级故障检测仪对电机故障进行判断识别的准确度到达了 98.5%，而时间仅仅大概需要 10s。

在另一方面，本项目在研制过程中制造的低损耗、价格低廉、体积小、幅值 4kV、脉冲宽度<1000ns、脉冲上升时间<100ns 的千伏级纳秒脉冲源也对高压脉冲的应用也做出一定的贡献。

1.2.3 参与或主导标准制定

借鉴《DL/T 911 变压器绕组变形频率响应法》并且帮助相关行业制定有关电机绕组变形频率响应（目前还没有任何国家标准有关于电机绕组变形故障）的标准制定。

1.3 项目规划简介

1.3.1 发展规划

初期在各个电机制造厂进行推广并使用。

中期接受电机制造厂工人以及相关研究人员的建议，并对已完成的纳秒级故障检测仪进行改进更新，使其更符合相关领域工作人员的要求。

后期随着政府的政策的实施，逐步推广到各个发电厂进行使用。并得到反馈建议，实时对本项目研制的纳秒级故障检测仪进行实时更新换代。并派出相关工作人员对已购买客户的产品进行维护保养。

1.3.2 项目发展意愿

在方法上，使检测方法逐步代替传统方法对于电机故障诊断的使用，并在现有研究基础上，给出一种新的高效率电机故障检测技术。

在产品上，使其逐渐代替了传统扫频仪器对于电机故障的使用，并将产品广泛运用于电机厂与发电厂代替人工对于故障的判断。

1.4 项目已获得的成果

1.4.1 相关专利



图 1-2 相关专利申请

1.3.2 相关论文

- [1] Detection of power transformer winding deformation using improved fra bas on binary morphology and extreme point variation, IEEE Transactions on Industrial Electronics
- [2] Interpretation of transformer winding deformation fault by the spectral clustering of fra signature, International Journal of Electrical Power and Energy Systems
- [3] The actual measurement and analysis of transformer winding deformation fault degrees by fra using mathematical indicators, Electric Power Systems Research
- [4] Diagnostic of transformer winding deformation fault types using continuous wavelet transform of pulse response, Measurement
- [5] Equivalent Broadband Electrical Circuit of Synchronous Machine Winding for Frequency Response Analysis based on Gray Box Model, IEEE Transaction on Energy Conversion
- [6] Synchronous Machine Winding Modeling Method Based on Broadband Characteristics, Applied science

第二章、产品与服务介绍

2.1 技术背景介绍

随着现代电力系统的建设，发电机组也朝着大型、高效率的方向发展。同步电机作为电力系统的主要发电设施，其安全运行关乎整个电力系统的供电能力及供电可靠性。而同步电机绕组短路故障检测既是一个老问题，也是一个新问题。自从电机发明之初，国内外学者便针对该问题进行了大量的科学研究，也获得了很多具有指导意义的科研成果并实用化，但实际生产中还是出现了许多电机故障的案例，由于现有的检测装置灵敏度不高、诊断信息单一、检测需要抽出转子等技术局限。故迫切地需要一个能快速、准确、有效的装置无损检测同步电机故障。研究表明，同步电机运行过程中易受电磁力、机械力、离心力及外部应力的影响，这些力的共同作用在电机的上，容易诱发电机严重故障。电机故障大致分为定子故障、转子故障、阻尼绕组故障、齿轮和轴承故障，电机故障如图 2-1 所示。



图 2-1 故障电机

定子故障和转子故障则是电机故障中的典型故障。如果在定子、转子故障发生之初，未能及时发现和处理这些故障，后续可能会诱发更严重的电机故障，使得机组损坏，严重威胁电力系统的安全、稳定运行，造成更大的经济损失。本项目旨在解决常规的离线故障检测方法存在灵敏度不高、诊断信息单一、检测需

要抽出转子等技术局限的问题，并且提供一个更加智能、环保、安全、经济、快速、高效的电机故障诊断方式。

2.2 产品设计基本思路

本项目基于脉冲功率发生和测量技术，对同步电机定子和转子绕组短路故障特性、检测和诊断方法等关键基础问题进行深入研究。基本原理如图 2-2 所示。全固态高压脉冲电源主要模块及原理如下：脉冲电源主要由 Marx 主电路、高压功率模块、功率 MOSFET 驱动模块、驱动控制模块、FPGA 触发控制模块等组成。其中 Marx 主电路中的储能电容和快恢复二极管需要分析和确立合适耐压值、耐流值、快关时间等。高压功率模块以注入绕组脉冲电压参数为依据，确立合适的高压直流电源参数。功率 MOSFET 驱动模块中的和控制模块以脉冲信号频率和占空比为依据，确立合适的功率器件参数。并通过仿真分析 Marx 主电路中的杂散电容对脉冲信号的影响，并提出一些减小该影响的布线措施。最后，考虑元件的取值与耐受值进行器件选型及 PCB 制板，搭建试验平台开展样机输出可控可调脉冲电压的性能测试，修正设计不断完善脉冲电源样机。

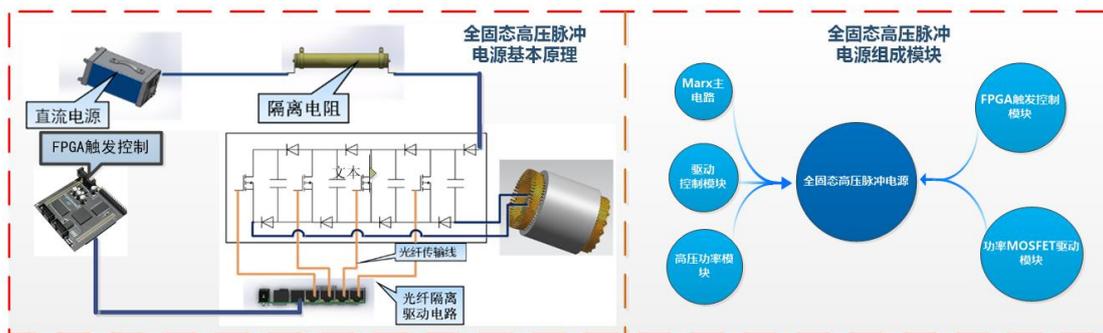


图 2-2 基本原理

其技术路线如图 2-3 所示，数值模拟和算法研究同时进行，由同步电机绕组短路故障模拟试验建立联系。依据同步电机绕组物理结构，建立定转子绕组等值宽频电路模型，获得优化的绕组测量方案，并指导高压脉冲电源样机的研制。在开展大量模拟实验的基础上，利用数学统计提取故障诊断的特征量，再利用卷积神经网络等深度学习算法，判断同步电机绕组是否发生短路以及故障的程度。最后通过绕组故障模拟试验测试神经网络的准确率，进行适当的修正。

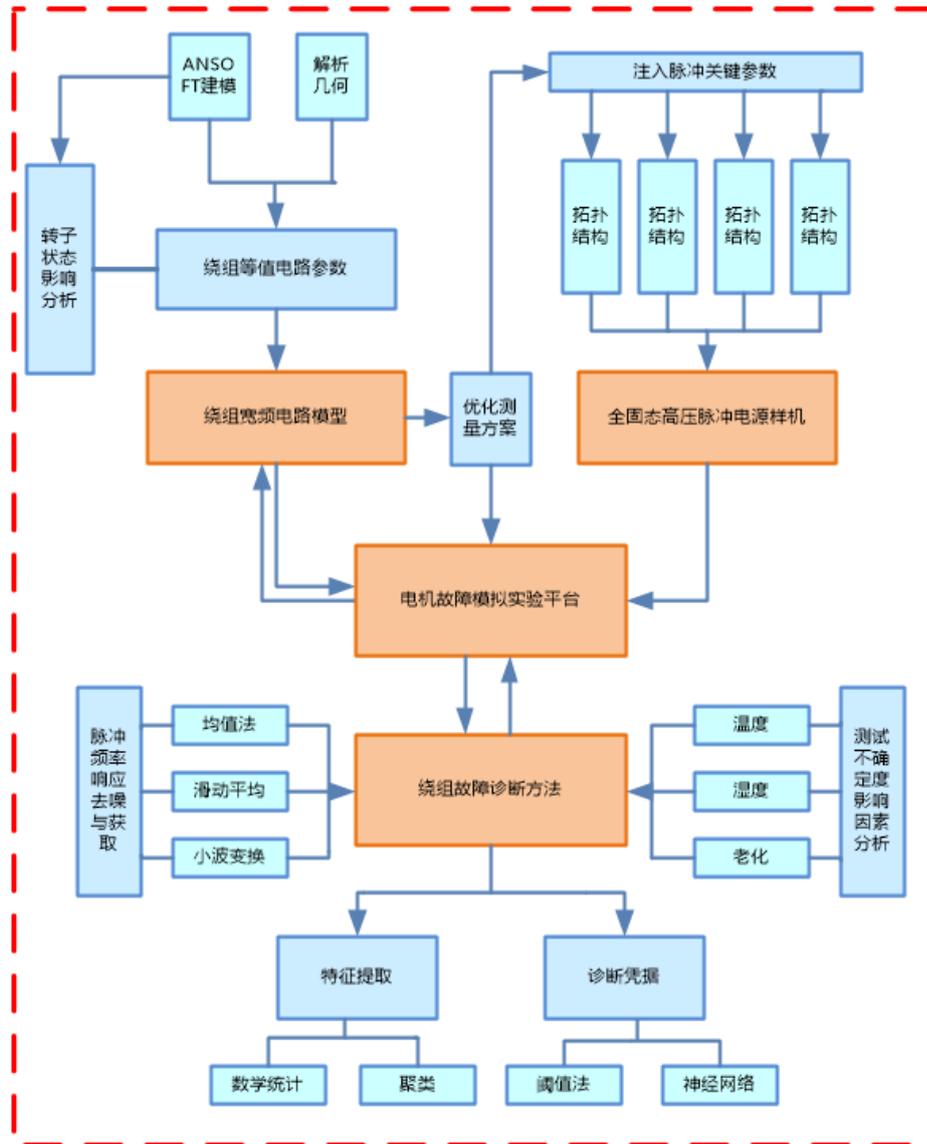


图 2-3 技术路线

2.3 产品细节及功能展示

2.3.1 高压脉冲电源样机

Marx 主电路中的储能电容和快恢复二极管需要分析和确立合适耐压值、耐流值、快关时间等。高压功率模块以注入绕组脉冲电压参数为依据，确立合适的高压直流电源参数。功率 MOSFET 驱动模块中的和控制模块以脉冲信号频率和占空比为依据，确立合适的功率器件参数。并通过仿真分析 Marx 主电路中的杂散电容对脉冲信号的影响，并提出一些减小该影响的布线措施。最后，考虑元件的

取值与耐受值进行器件选型及 PCB 制板，搭建试验平台开展样机输出可控可调脉冲电压的性能测试，修正设计不断完善脉冲电源样机，全固态高压脉冲电源实物如图 2-4 所示。



图 2-4 全固态高压脉冲电源样机

2.3.2 触发控制程序设计

为形成脉冲宽度仅为几百纳秒的控制信号，采用 FPGA 来实现同步触发控制电路的设计。将晶振的基准信号进行分频、并进行脉宽调节，得到频率可调、脉冲宽度为晶振基准信号周期整数倍的触发信号。在 PC 机的用户控制界面设置的同步触发脉冲参数信息经过串口通信数据线传递给 FPGA，FPGA 通过内置的寄存器、频率计数器、脉宽计数器和脉冲个数计数器对基准时钟信号的频率、脉宽和脉冲个数进行调整，并实时输出的初始脉冲信号，其 PC 端控制界面和性能测试如图 2-5 所示。

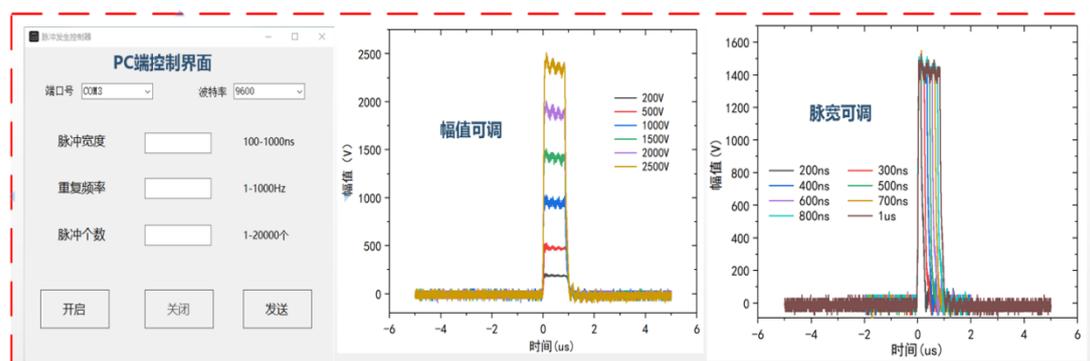


图 2-5 同步触发脉冲控制界面

2.3.3 基于深度学习分析同步电机绕组短路故障

由于同步电机测试时其温度、湿度有所波动会影响测试的重复性，绕组绝缘材料老化也是影响绕组频率响应特性偏移的重要因素，所以需正确分析绕组故障的类型及程度。利用数学统计提取故障诊断的特征量，如脉冲频率响应标准偏差、相关系数、谐振峰谷频率与幅值、面积差异、组合指标等参量。利用卷积神经网络，判断同步电机绕组是否发生短路以及故障的程度。最后通过绕组故障模拟试验测试神经网络的准确率，进行适当的修正，其流程如图 2-6 所示。

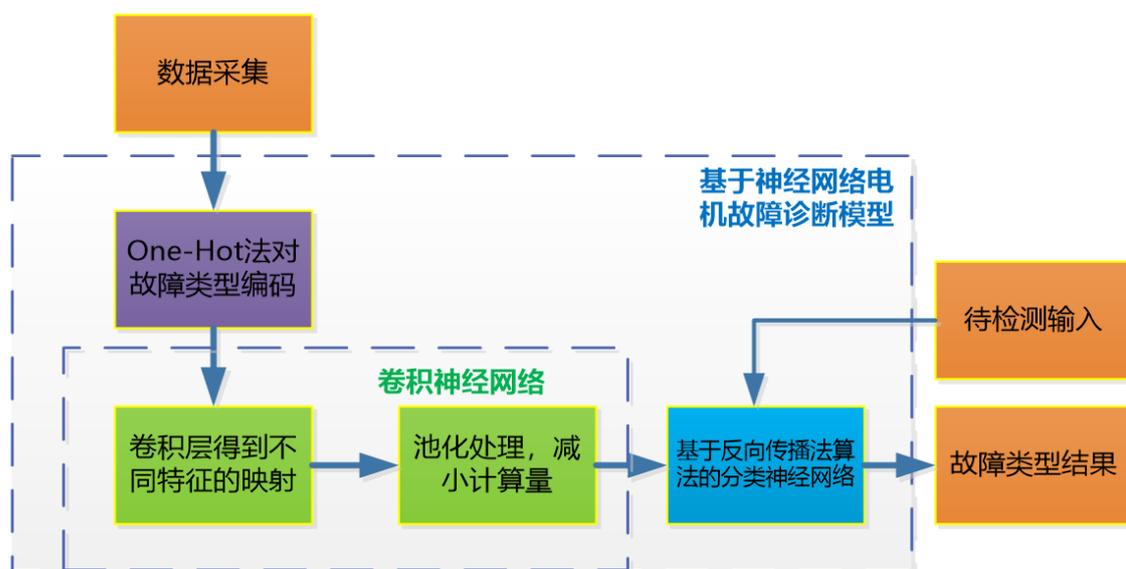


图 2-6 基于深度学习分析同步电机绕组短路故障流程展示

2.4 实验效果展示

2.4.1 有关同步电机绕组短路故障无损检测与分析的实验结果

为了验证该全固态脉冲发生器装置能否正确有效的无损检测电机故障，开展了同步电机绕组故障的前期实验分析，结果如图 2-7 所示。

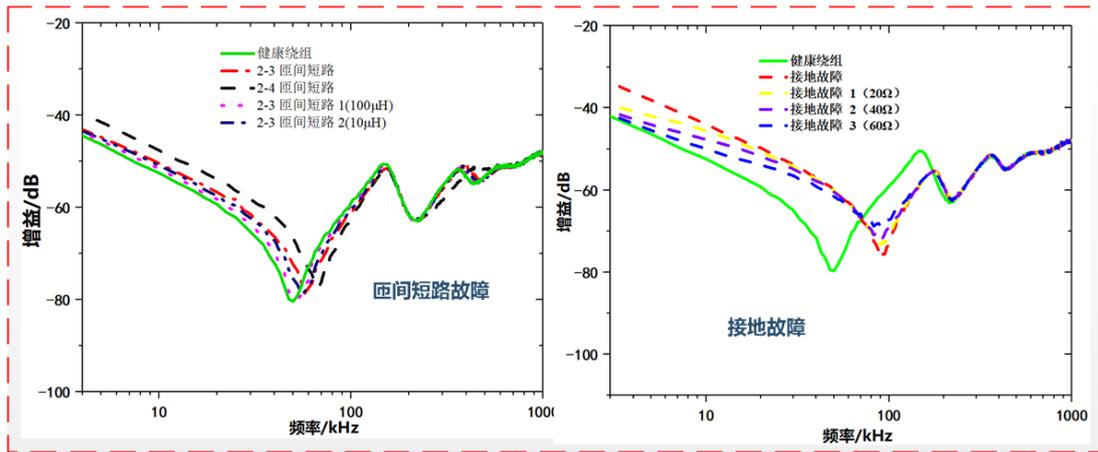


图 2-7 电机故障检测结果

实验结果表明，该全固态高压脉冲电源能成功地检测出定子绕组匝间短路和接地短路故障，未来具有工程应用价值。

2.4.2 利用深度学习检测电机故障

故障标签设置为 10 种不同程度的电机故障，利用大量已做好标签数据训练，在 Matlab 运行环境下训练网络。将数据中随机的 200 个图像作为测试集，最后将测试集输入到已训练好的模型中，得到测试集标签结果。为了使结果更加可视化，其结果表示为混淆矩阵如 2-8 所示：

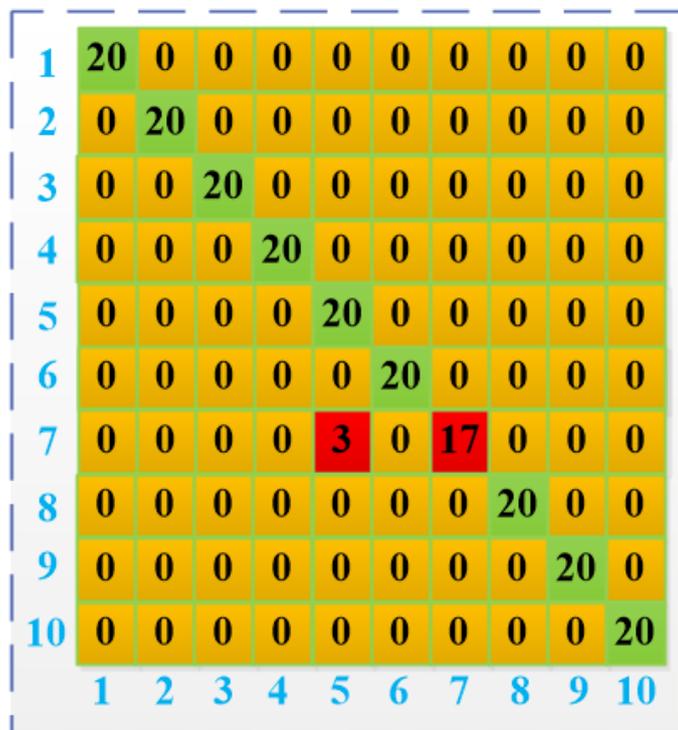


图 2-8 测试集的混淆矩阵

图像下方的标签为模型的预测类型，即模型的输出，左方为真实类型，即正确输出，从图中可以看出第 7 类故障类型有 3 个样本被识别错误，均被识别为了第 5 类故障。模型的准确率达到 98.5%，模型对大多数故障识别效果都较好。

2.5 产品特点

利用全固态高压脉冲电源产生脉冲信号注入同步电机定转子绕组短路故障的无损检测和诊断，突破现有传统离线检测方法灵敏度不高、诊断信息单一、检测需要抽出转子等技术局限，大幅提升故障检测的效率；

在实际测量中，考虑了同步电机工作时的温度、湿度等因素对电机绕组频率响应特性的影响，并利用数学统计提取故障诊断的特征量，再利用卷积神经网络等机器学习算法，大幅提升故障检测的准确率；

该产品操作便捷、简单，并且经卷积神经网络判断得出故障程度及类型，无需专业人士分析，它克服了传统电机故障需要人工判断的缺点；

该产品由各个功能模块集成，当该产品出现故障时，只需更换故障模块，使得维修成本大幅度降低。

2.6 核心优势

1. 脉冲频率响应法具有检测速度快、高频信号丰富，极大提高检测故障效率；
2. 应用该产品检测故障电机，相比较其他方法而言无需抽出转子，在大型电机故障诊断上显示其检测方式优越性；
3. 利用卷积神经网络对脉冲频率响应曲线进行识别判断能准确判断同步电机绕组是否发生短路以及故障的程度；
4. 脉冲源采用先进的 Marx 发生器供能，消耗电能更少，充电时间更少；
5. 设计结构简单，造价便宜，易于大批量生产；
6. “全固态高压脉冲电源”技术先进，存在较高的技术壁垒，短期内很难被复制或者被攻克；
7. 采用可灵活拆解的 Marx 发生器的主电路，可供使用者灵活地选择电压幅值。若主电路发生故障，可简便地更换故障主电路单元。

2.7 相关服务

2.7.1 售前服务

在导购方面，提供产品介绍、导购服务、迅速报价、容易联系等优质服务。以激发顾客购买欲望，强化顾客购买动机如提供各种技术咨询。

在购买之前，会免费派出研究人员对电机使用场地进行现场勘察，然后为消费者用户提供的电机绕组进行建模分析，再之后选取符合所分析要求的纳秒级故障检测仪。争取在产品已有基础上，调试出针对顾客特殊要求与使用电机的产品，确认产品的适用范围与其工作情况。

2.7.2 售中服务

产品在销售过程中提供的服务，如热情接待、为顾客精心挑选产品、解答消费者提出的有关产品的各种疑虑、操作使用的示范表演等，以影响顾客心理感受，增强信赖感，促成交易。

2.7.3 售后服务

- 一是企业培训一批修理服务人员，派到分布在各地的修理服务站；
- 二是维修服务工作委托经销商提供；
- 三是委托专业修理店为特约修理点。

流动服务就是企业的销售服务部门根据销售档案的记载，定期或不定期地派人到各用户走访，检查、修理本厂产品，或根据消费者的要求，上门为顾客提供修理服务。

第三章、市场分析

3.1 市场综述

电机是实现电能和机械能变换或传递的能量转换装置，在全球工业自动化市场中占据举足轻重的地位，广泛应用于冶金、电力、石化、煤炭、矿山、建材、造纸、市政、水利、造船、港口装卸等领域。中电联在《2019~2020 年度全国电力供需形势分析预测》文中统计了截至 2019 年底，全国全口径发电装机容量 20.1 亿千瓦，同比增长 5.8%。其中，水电 3.6 亿千瓦、核电 4874 万千瓦、并网风电 2.1 亿千瓦、并网太阳能发电 2.0 亿千瓦、火电 11.9 亿千瓦。由此可见，电机的市场需求逐年递增。

在各种发电方式中，90%的电力均是由同步发电机供应。研究表明，同步发电机在运行过程中需要耐受热应力、电磁应力、机械应力、电磁噪声等故障因素，可能诱发电机的严重故障。电机故障大体可分为齿轮和轴承故障、定子故障和转子故障。定子和转子绕组的短路故障是典型的发电机故障，发电机损坏事故中有将近 50%是由定子绕组绝缘损坏引起的，发生概率大，诱发后果严重。如 2011 年，贵州大龙电厂一台 300MW 汽轮发电机发生转子绕组匝间短路事故，非计划停机 60 天，损失发电量约 4 亿；又如 2013 年广西某电站一台 220MW 发电机出现定子线棒绝缘击穿短路事故，严重影响正常生产进度。定子和转子绕组匝间短路故障发生之初，并不会明显影响机组的正常运行而常被忽略，如若任由其发展，可能引发更严重的机械故障，机组被迫停机，将引起巨大的经济损失。在我国电力行业蓬勃发展的今天，电机作为现代电力系统生产的关键环节，其安全运行关乎国计民生，因此，国内、国际市场上能够对电机故障进行及时诊断检测的技术应用前景十分广阔。

3.1.1 国外大型电机故障检测技术市场

国外对电机设备故障诊断技术的研究起步较早，但是随着传感器、计算机、光纤等技术的发展与应用，设备在线诊断技术才真正得到迅速发展。加拿大、日本、前苏联等国陆续研制了变压器、发电机的局部放电、泄漏电流等在线监测系

统，其中很多已发展成为正式产品。如 ALL-TEST PRO 33 IND 电机故障检测仪是美国 ALL-TEST 研发生产的一款智能电机故障检测仪，可以实现对电机转子、定子、绕组污染的智能分析；电机故障诊断的职能报告与波形频谱分析；电机供电系统的品质分析和中低压的电能质量监测；电机的疑难故障分析等等，产品使用方便、检测快速，使得电机检测成本更低更方便，自产品推出广受用户好评；美国艾默生公司生产的新一代 AMS 2140 机械健康振动分析仪，突破了市场上更快的数据采集速度，整合了无线传输、高速分析、整合配套产品完成更高难度的作业。采用艾默生的 Peak Vue IM 技术，工作人员能够比用其他设备更早的检测到电机轴承的初期问题。另外，AMS2140 内置的诊断功能能够帮助客户找到设备故障的根源。可见，国外对于电机故障诊断上市场较为成熟。

3.1.2 国内大型电机故障检测技术市场

我国对电机设备故障诊断技术的重要性早已认识，60 年代就提出过不少带电试验的方法，但由于操作复杂，测量结果分散性大而未得到推广。诊断技术的发展稍晚于国外，但自 1983 年原国家经委在《国营工业交通设备管理试行条例》中提出“根据生产需要，逐步采用现代故障诊断与状态监测技术，发展以状态检修为基础的预防性维修”以来，状态监测与故障诊断技术引起了大型工业企业和高等院校极大的重视。

经过自主研制，在一些特定设备的诊断研究方面形成了特色，制造了一批自己的监测诊断产品。以机组为例，引进了安装美国本特利公司或飞利浦公司的振动监视系统，还有华中科技大学研制的“汽轮发电机组工况监测与故障诊断智能专家系统 DEST”、哈尔滨工业大学和上海发电设备成套设计研究所联合研制的“汽轮发电机组故障诊断专家系统 MMD-2”，西安交通大学的“大型旋转机械计算机状态监测与故障诊断系统”。ACEOPM 安铂工业集团研制的 APM-6808 电机故障检测仪，适用于任何型号的单相、三相交流电机、直流电机、变压器、发电机的绕组和单个线圈及电容器的故障检测。检测内容从线圈绕组间和绕组对外壳的绝缘，到绕组本身的匝间短路、开路，三相绕组的平衡和绕组、电容器的相角等；北京西马力检测仪器公司研制的多种电机故障检测仪器，如桑美、米 ta、电机数据采集与智能分析系统-AT5 等等，产品种类多，检测内容广。

近 20 年我国电机故障诊断市场迅猛发展，基于信号处理的故障诊断技术占很大成分，其中有相关函数高阶统计量、频谱分析等。然而这些分析方法局限于电机设备稳态运行的故障诊断，对于电机转动条件下的故障诊断方法以及产品寥寥无几，国内在电机故障诊断方面的研究与市场还需要进一步拓展。

3.1.3 大型电机故障检测技术行业分布分析

从市场规模看，目前国外公司占据着高端检测设备市场，如美国 BAKER、ALLTEST 等，在国内有许多代理商，但是渗透率不高，我国电机故障诊断企业依然以小型企业为主，大型国企占比不到 3%。企业大部分分布于北上广深一线城市以及江浙这些经济较为发达地区。国内电机故障检测市场尚未成熟，并无龙头企业，可综合考量后进入。

3.1.4 大型电机故障检测技术趋势分析

近年来，随着人工智能的发展，诊断自动化，智能化的要求逐渐变为现实，也是现在研究的重点，神经网络技术在诊断中的应用起步较晚，但由于它强大的并行计算能力和自学习功能及联想能力，很适合作故障分类和模式识别，可对大型电机故障进行更准确的预测、诊断，准确的契合了高效节能和智能制造的发展方向。神经网络是基于数值的推理，它擅长大规模的数值计算，具有学习能力，有良好的前景。

随着我国装备制造业向高、精、尖方向发展及工业化、信息化两化融合，电机故障智能诊断将成为市场发展的必然趋势。

3.2 行业现状及市场痛点解释

行业现状：国内外均无公开研究报道关于脉冲频率响应技术在同步电机定子和转子绕组短路故障无损检测的应用，更没有专门针对该方法的故障诊断方案和实例的报道。

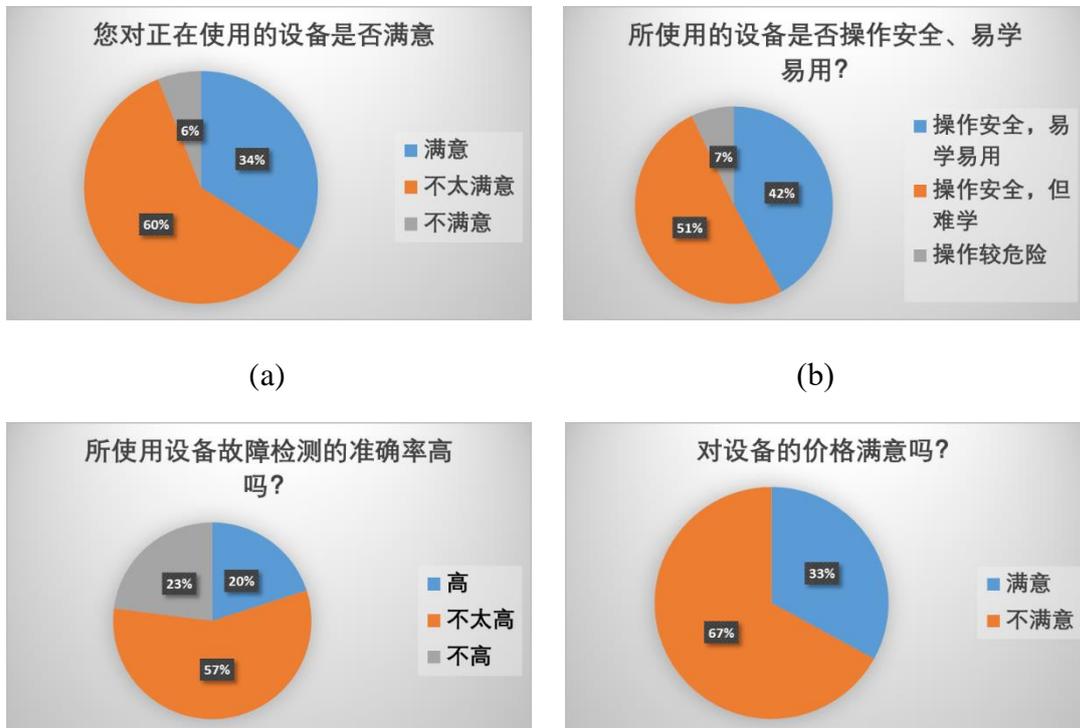
行业痛点：在目前众多检测方法中，都需要人工进行检测判断消耗了大量的人力物力财力，但是判断检测的所需时间较多，精确度较低，效率较低，并且过程繁琐麻烦。

3.2.1 行业现状

在电机故障诊断这个行业中，国内、国外公司研发了很多故障检测的仪器，但故障检测的灵敏性、鲁棒性、可靠性和实用性仍有待提升。相比很多在线监测方法，目前离线检测技术的研究更为深入，且更具有实用价值，但综合来看，现有几种常规离线检测技术各自存在灵敏度不高、诊断信息单一、检测需要抽出转子等技术局限，成为严重制约准确检测同步电机状态的瓶颈，这也直接促成了近年来一些新型检测方法的出现和发展，如利用人工智能结合电机实验平台进行故障判断等等。然而新型方法目前仅在起步阶段，并没有实际应用推广，目前行业正在朝智能化方向发展。

3.2.2 市场痛点

随机对 500 名从事电机以及故障检测行业的人员进行问卷调查，调查结果如图 3-1 所示。



(c)

(d)

图 3-1 从事相关工作调查问卷

可以看到，有 60%的人对目前使用的设备不太满意。百分之 6 的人表示不满意。人们对于设备不满意体现在如下几个方面：

(1) 所使用的设备操作较复杂，不易学。问卷中，有 51%的人认为所使用的设备难学。7%人认为操作危险。这表明设备安全性、简易程度需要提高；

(2) 所使用设备故障检测的准确率不高。有合计 80%的人认为所使用的设备故障检测准确率不高。说明市场上在设备故障检测准确率方面需要亟待提升；

(3) 对设备的价格不满意。有 67%的人对所购买设备的价格不满意。因此设备的成本、价格问题也是需要改善的重点之一；

同时，目前许多电机故障检测设备，单纯的设备故障诊断，对于大多数用户、企业而言，其实并没有太大的价值。因为很多时候，更换一个伺服电机的成本并不高，企业根本无需去检测每个电机的使用情况。与其去花大成本检测电机的使用情况，还不如将电机使用到废了，然后直接更换一个。这样成本更低，效率也更高。虽然目前的技术可能是很有效的，但是对于部分型号电机而言，并没有太大的市场，因为这样的技术并不能给用户带来太大的价值。

而针对大型电机故障检测的设备价格昂贵，且设备维修成本高，对于企业和用户来说都是不小的成本，再者所使用的故障检测设备准确度、操作难度等也需要提高，所以如何给用户提供更物美价廉兼顾准确度的大型电机故障检测设备，是目前众多厂商面临的技术难题。

3.3 目标市场及客户解释

潜在市场范围“TAM”可为适用于拥有大量电机的企业，比如汽车制造产商等。可服务市场范围“SAM”可为本产品目前课适用于电机制造厂与发电厂。目标市场为需要使用电机的化工、水利、钢铁、建材、电力、冶金等行业以及科研院所。

(1)前期（起步时期）

在纳秒级故障检测仪初入市场之时，由于产品的成本限制了产品的价格进一步降低，所以产品的价格会定在一万元左右，但是相对市面上同等功能的电机检测设备价格会低一些。这时产品的受众群体主要是使用大型电机的群体，主要集中于大型企业中。对于这些企业来说他们愿意花费该价格去买一个大型电机故障检测的产品，对他们来说检测电机故障是必不可少的。

(2) 中期（发展时期）

随着产品研发的进一步深入，单位固定成本会进一步地降低，这也会使单位产品成本降低，从而产品的市场价格也会随之降低。这时企业的目标受众群体将会进一步扩大使用小型电机的企业，让他们也能在接受的价格区间内购买电机故障检测设备。

(3) 后期（成熟时期）

随着纳秒级故障检测仪功能的进一步完善以及生产规模的进一步扩大，国内市场会进一步扩大，品牌知名度以及信誉较高，将会考虑将市场扩展到一些发达国家，正式进入国际市场，将目标群体和地域进一步扩大，最后争取在国际市场上挣得一席之地。

第四章、公司管理

4.1 项目介绍

自远古时期的秉烛夜游，到现如今夜晚亮如白昼，“电”是其中转变的重要桥梁。随着人类科学的进步，我国电力行业蓬勃发展，人们对电的依赖性也日益增加。而我们日常生活中的电力来源主要是各大电力公司，电机作为现代电力系统生产的关键环节，其安全运行关乎国计民生。一旦电力公司的发电设备出现问题，后果将不堪设想。技术就是为人类服务的，所以制作出一款可以直接无损检查出设备问题及故障部位的产品便成为了我们共同努力的目标。所以，从前几年开始，我们团队就着手准备该产品的设计与研发，项目也一直在进步完善。

我们的纳秒级故障检测仪采用了脉冲功率发生和测量技术，人工智能识别，卷积神经网络等技术对同步电机定转子绕组短路故障进行无损检测与诊断，并采用了全固态高压脉冲电源。

主要里程碑：21 世纪以来图像识别技术设备和算法领域重大突破，使图像识别花费更少且更精确。

4.2 团队介绍

4.2.1 组织结构

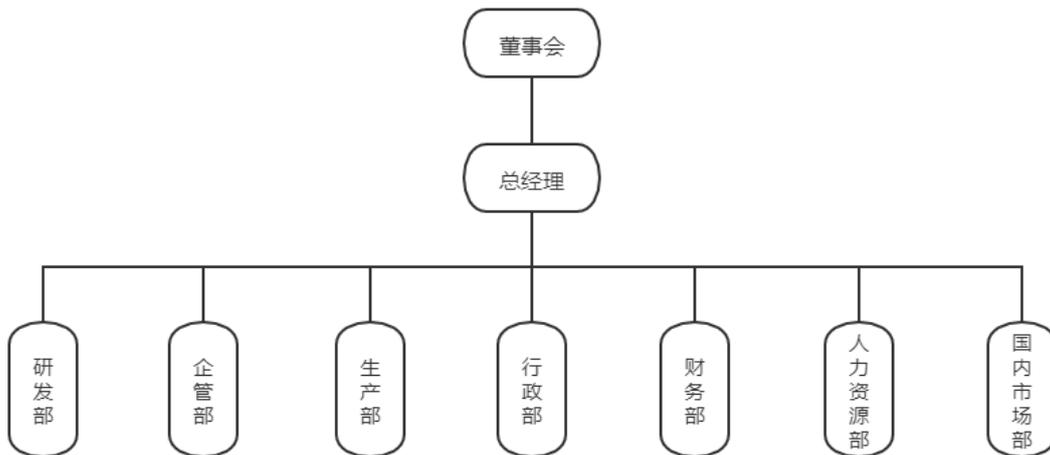


图 4-1 公司结构图

4.2.3 核心成员介绍

绕组匝间和对地短路故障是同步电机常见的故障类型，然而，现有几种常规的离线故障检测方法各自存在灵敏度不高、诊断信息单一、检测需要抽出转子等技术局限，成为严重制约准确检测同步电机状态的瓶颈，我们团队正是在这样的背景下应运而生。我们团队人员专业涉及领域构成丰富，不仅有前沿理工科技术出身的技术顾问，可以从核心技术解决痛点，也有对政策细致研究和理论不断完善的经济学专业的学习者，这样可以更好地把握住用户需求与市场大环境趋势，方方面面的构成大大丰富了我们项目的内涵，我们也不断互相学习，共同为项目而努力。

我们的目标是为了设计出一款可以无损快速检查出电机问题及故障部位的产品。

团队人数：8 人

4.2.4 指导顾问

赵仲勇，博士，副教授，重庆市巴渝学者青年学者，中国电工技术学会高级会员，IEEE TII, IEEE TIM, IET GDT, IET EPA 等期刊审稿人，获省部级技术发明奖一项。2011、2017 年在重庆大学电气工程学院取得电气工程专业学士、博士学位。曾获国家留学基金委资助，2015-2016 年在澳大利亚科廷大学进行博士联合培养。长期从事电气设备绝缘故障状态检测与智能诊断、脉冲功率技术及其应用的研究。近年来主持国家自然科学基金青年基金、重庆市自然科学基金面上项目、重庆市留学回国人员创业创新支持计划、国家电网公司等 6 项科研项目。授权中国发明专利 5 项，共计发表论文 30 余篇，其中 IEEE Trans. Industrial Electronics、IEEE Trans. Power Delivery、IEEE Trans. Dielectrics and Electrical Insulation、IEEE Access 等电气工程领域国内外知名 SCI、EI 期刊论文 10 余篇。

4.3 运营模式

4.3.1 研发阶段

本阶段要注意的是技术上的不断完善和创新，目前已有的几种常规的离线故障检测方法存在各种技术局限，研发阶段由我们的技术部门不断完善产品再适当进行技术创新，采取研发伴随企业终生的运营模式。

4.3.2 生产阶段

本阶段需要注意的是生产适量，保证产品质量过关，与销售情况紧密结合，核心部分由企业内部负责完成，其余的主要部分则是委托代工厂实施加工生产组装。整个阶段由相关部门监督生产，保证出厂产品的质量。我们追求的理想目标是：质量好，效率高，成本划算，产品安全且创新。

4.3.3 销售阶段

线下：主要采取直销方式。企业将生产的产品直接销售给各大电网公司，后续也将逐步与各大汽车公司取得合作。

线上：将在淘宝、京东、拼多多等购物 APP 开设官方旗舰店；设立微信公众号，开设微店铺；官方配套纳秒级故障检测仪 APP 也可销售产品。

另外，销售过程中会逐步建立品牌效应，引领企业良性发展。

4.3.4 售后阶段

相关小程序与 APP 同时并进，建立良好的消费者反馈渠道，及时收集顾客的适用反馈，对购买过的顾客提供售后服务与维修服务，提高客户满意度，建立良好的品牌形象。

4.4 商业模式

4.4.1 价值主张

本项目主张以可以接受的价格，为有电机制造与使用的厂家，为电机故障检测分类而苦恼的相关工作人员提供最快速便利简洁的故障检测服务。如今使用电机的领域较多，特别是在国家的电力基础领域，故障检测刻不容缓，是维持社会经济稳定的重要保证。相关研究人员一直在努力，配套人机交互系统，结合大数据、人工智能以及相关检测技术，让电机检测不再困难，让此问题进一步得到改善，为相关从业人员减轻压力，并且减轻在电机检测相关方面的财力投入。

4.4.2 目标受众群体：

- (1) 消费者市场：需要对电机进行故障检测的相关从业人员。
- (2) 组织市场：需要对大量电机进行故障诊断检测的基础电力领域，以及电机制造商。和未来大量使用电机的新兴行业，比如如今的电动汽车领域。

4.4.3 成本结构：

- (1) 研究阶段：研发支出+应付职工薪酬
- (2) 开发阶段：厂房租金+应付职工薪酬+材料采购与运输费用+加工费用
- (3) 销售阶段：广告费用+网店押金及保证金+应付职工薪酬+材料采购与运输费用

4.4.4 客户关系

实施在线客户服务与支持，与客户建立良好的销售关系，在售后问题上做到最好，随时准确满足客户的需求。定期做客户回访，记录相关使用体验，以收集更多产品改善建议进一步完善和提升产品质量。

4.5 盈利模式

商品直销：所有线下的商品的直接销售，或是与商家合作代销。

电子商务：通过线上的电子商务平台如淘宝、京东等销售和宣传产品。

国家政策扶持：国家政府提供资金进一步开辟市场，使产品推广用于电机厂与发电厂。

第五章、战略规划

5.1 战略愿景

由于电机作为现代电力系统生产的关键环节，所以其安全运行关乎国计民生。现有几种常规的离线故障检测方法各自存在灵敏度不高、诊断信息单一、检测需要抽出转子等技术局限，严重制约了准确检测同步电机的状态，为了更加快速、便捷地检测出电机的问题及其故障部位，一款可以直接无损快速检测出设备问题及故障部位的纳秒级故障检测仪将会引领电机检测进入快速便捷的新时代。纳秒级故障检测仪的成功运用，将有效降低各大电网公司的检测设备的成本和时间，也极大地便捷了我们的生活。我们希望我们的产品能给现代社会生活带来极大的便利。

本公司的宗旨是立足重庆、服务全国、走向世界。公司力争在十年之内，打造成为针对电力行业中电机故障检测技术成套设备系统的权威供应商，在深入研究和开发核心技术的基础上，力争使本公司成为全球领先的电机故障检测仪的提供商。

5.2 战略目标

5.2.1 技术战略

表 5-1 产品技术战略

技术战略	全面成本领先	差异化战略	集中战略	集中差异化
产品技术变革	通过产品开发降低产品成本，主要手段是减少材料用量、增强可制造性、简化后勤要求等。	通过产品开发提高产品质量、特性、可交付性或转化成本	通过产品开发设计恰好达到该市场区间能够接受的性能安水。	产品设计能够满足某特殊市场区间的应用要求。
工艺技术变革	提高学习曲线效应。进行工艺开发，提高规模经济。	通过工艺开发达到更高的偏差容量、更好的质量控制、更可靠的进度，对定单更快的反应速度，或提高其他执行能力。	通过工艺开发调整生产和交付系统恰好达到该市场区间的要求，以尽可能降低成本。	通过工艺开发调整生产和交付系统，提高生育钩，达到该市场区间的要求。

5.2.2 产品战略

保证产品在发售之后有较高的购买率和较好的评价，做好产品细节，与客户建立长久合作关系。后期与知名电器企业进行合作，稳定与美化产品形象。

5.2.3 市场战略

2021年—2023年，初步免费推广于合作电机制造厂，收集相关意见，并针对相关意见，研究人员对项目产品进行更新改进。

2024年—2025年，在产品进行足够的优化之后，保证能提供较优质的产品与销售服务后，可以在市场上进行流通。可进行一系列的营销手段，推广于发电厂于电机制造厂。并且继续收集大量的产品使用意见，为下一代产品优化更新做出准备。

2026年—2027年，研发人员继续优化产品，使产品越发成熟，初步在市场上占有一定份额。

2028年—2030年，加大推广力度，使有关电机的产业链了解我们的产品，并将其发展为我们的长期购买用户。

2031年—2035年，保证研发优化水平，之后不断稳定和开发国内市场，保证长期下去本产品都在市场上占有大量份额，国内范围开辟完全。

2036年之后，开辟国际市场，走向全球。并根据新型产业对于电机的需求，开发更多有关于故障检测的设备。

5.2.4 生产战略

涉及到产品的核心检测程序的芯片由团队内部进行加密拷贝，其余电路板以及元件安装全由其他代理商完成。

5.2.5 财务战略

2021年—2026年，采取扩张型财务战略，大部分保留利润，筹借外部资本。

2026 年—2031 年，采取稳增型财务战略，在不降低产品质量的条件下，缩减成本，减少费用，提高利润，将利润积累作为实现公司资产规模扩张的基本资金来源。

2031 年之后，采取防御型财务战略，保持当下的或适当调整现有资产负债率和资本结构水平，维持现行股利政策。

第六章、财务分析

6.1 财务规划基本说明

6.1.1 分红政策

公司营运起前三年暂时不分红，以后年度公司净利润的 20%作为公司的盈余公积，剩余利润股东按出资比例股份分红。

6.1.2 会计准则

公司执行任务 2006 年由中华人民共和国财政部颁发的《企业会计准则》。

6.1.3 会计年度

每年公历 1 月 1 日-12 月 31 日为一个会计年度。

6.1.4 记账本位币

以人民币为记账本位币。

6.2 财务状况

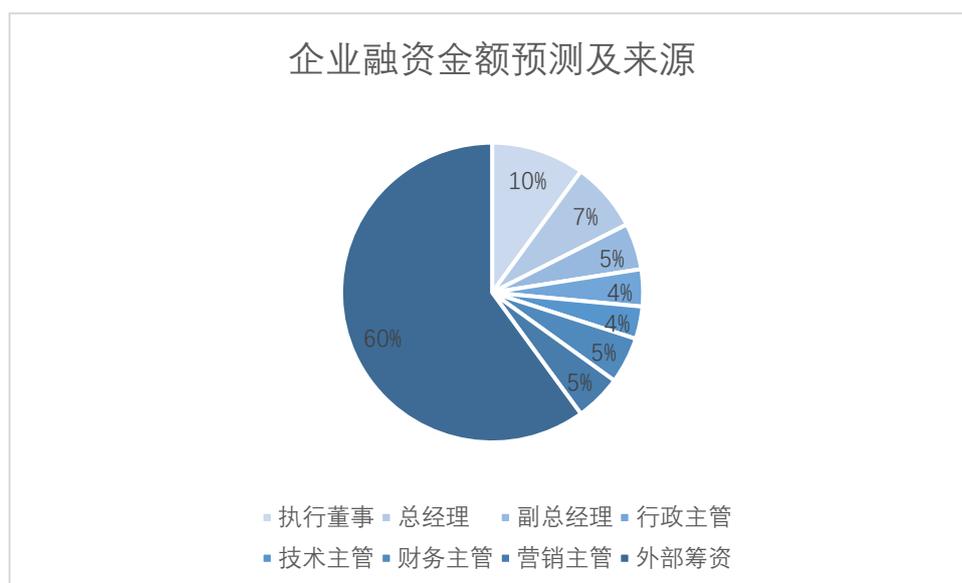


图 6-1 财务状况

表 6-1 企业融资金额及来源

单位：万元

融资来源	融资金额
股东出资	执行董事：20
	总经理：15
	副总经理：10
	行政主管：8
	技术主管：7
	财务主管：10
	营销主管：10
外部筹资	120
合计	200

6.3.1 财务预算

表 6-2 预计前三年利润表

单位：元

项目	第一年	第二年	第三年
一、营业收入			
营业收入	900000	1500000	2700000
减：营业成本	310000	510000	910000
税金及附加	120000	145000	198000
销售费用	250000	310000	410000
管理费用	158000	188000	256000
研发费用	245000	280000	318000
财务费用	57000	57000	57000
二、营业利润	-240000	10000	551000
加：营业外收入	500000	300000	-
减：营业外支出	-	-	-
三、利润总额	260000	310000	551000
减：所得税费用	65000	77500	137750
四、净利润	195000	232500	413250

附表一：三年营业收入预算：

年份	第一年	第二年	第三年
营业收入	900000 元	1500000 元	2700000 元

附表二：三年营业成本预算

年份	第一年	第二年	第三年
营业成本	310000 元	510000 元	910000 元

附表三：税金及附加(营业收入的 3%)

年份	第一年	第二年	第三年
税金及附加	120000 元	145000 元	198000 元

附表四：三年销售费用预算

年份	第一年	第二年	第三年
销售费用	250000 元	310000 元	410000 元

附表五：三年研发费用预算

年份	第一年	第二年	第三年
研发费用	245000 元	280000 元	318000 元

6.3.2 财务能力分析

(1)、偿债能力分析

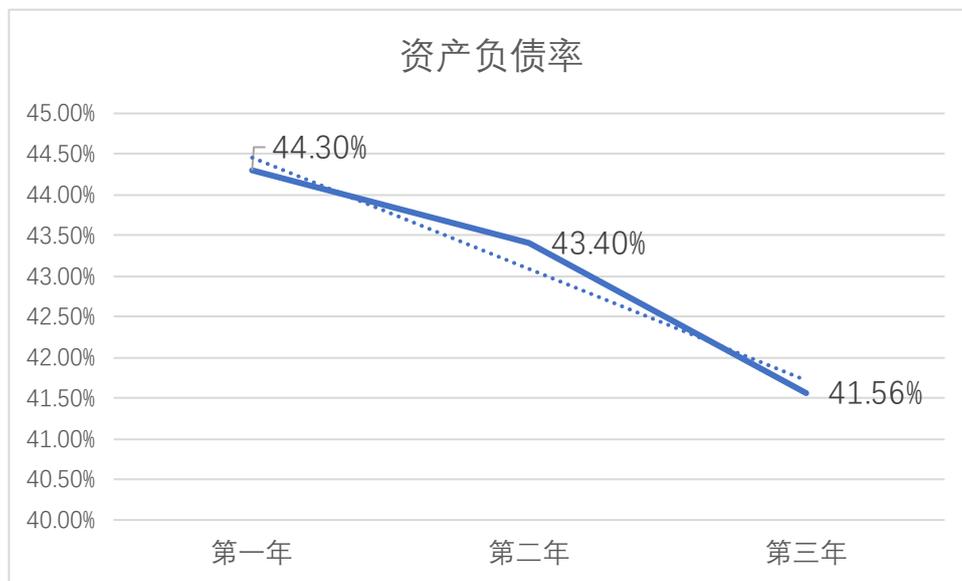


图 6-2 偿债能力分析

资产负债率：反映企业中的资产总额中有多大比例是通过举债获得的，资产负债率=负债总额/资产总额*100%。企业营业前三年的资产负债率分别为 44.30%、43.40%、41.56%，该比率呈下降趋势，说明企业的偿债能力在逐渐增强。

(2)、运营能力分析

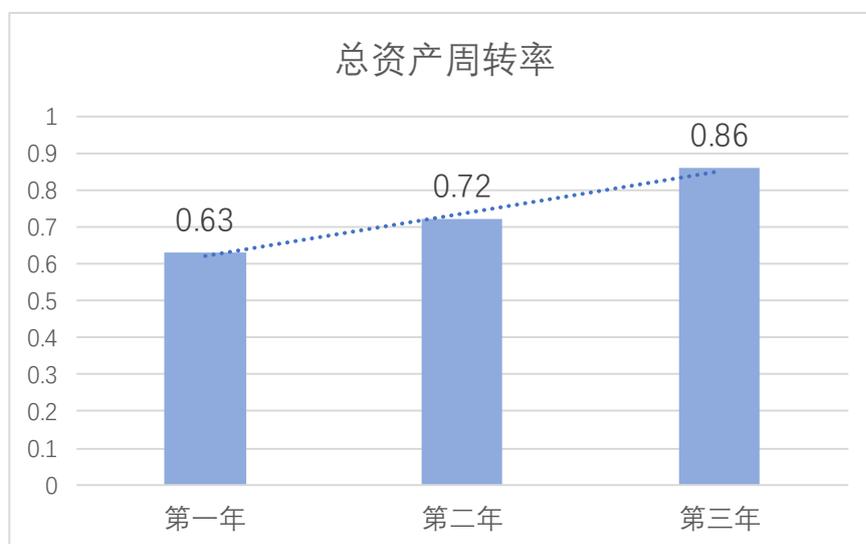


图 6-3 运营能力

总资产周转率：用于分析企业全部资产的使用效率，总资产周转率=销售收入/资产平均总额。企业营业前三年的总资产周转率分别为 0.63、0.72、0.86，该比率较高，说明了企业利用资产进行经营的效率较高，销售能力较强，资产投资效益较好，在一定程度上保障了企业的盈利能力；同时，企业的总资产周转率呈逐年上升趋势，说明企业销售情况趋势良好。

(3)、盈利能力分析

销售净利率：用来评价企业通过销售赚取利润的能力，销售净利率=净利润/营业收入净额*100%。企业营业前三年的销售净利率分别为 2.55%、2.62%、2.96%，该比率较低，说明企业通过扩大销售获取报酬的能力较差，但该比率呈逐年上升趋势，说明企业通过扩大销售获取报酬的能力在逐渐增强；同时，想要进一步增加销售净利率，应加强资产的管理以及加强营销管理。

资产净利率：用于评价企业对股权投资的回报能力，资产净利率=净利润/资产平均总额*100%。企业营业前三年的资产净利率分别为 6.67%、7.93%、10.06%，该比率较低，说明企业股权投资的回报率较低，但比率逐年上升，说明企业经营效率在逐渐增强；同时，企业想提高资产净利率，应该调整经营方针，加强经营管理，提高资产的利用效率。

股东权益报酬率：反映了企业股东获取投资报酬的高低，股东权益报酬率=净利润/股东权益平均总额*100%。企业营业前三年的股东权益报酬率分别为 7.59%、16.13%、22.34%，该比率较低，说明企业的盈利能力较弱，但该比率呈逐年上升趋势，说明企业的盈利能力在逐渐增强；同时，企业想要提高股东权益报酬率，应通过增收节支，提高资产利用率来提高资产净利率，从而提高股东权益报酬率。

6.3 财务现状及预期

根据企业预测的利润表等相关财务信息，我们进行了企业多种财务能力的分析，如表 6-3 所示。

表 6-3 财务能力的分析

	第一年	第二年	第三年
资产负债率	58.17%	55.92%	54.07%

总资产周转率	1.22	2.64	3.40
资产净利率	3.11%	6.93%	10.06%
股东权益报酬率	7.59%	16.13%	22.34%
销售净利率	2.55%	2.62%	2.96%
销售增长率		66.70%	80.00%
资产增长率	3.15%	4.02%	3.43%
股权资本增长率	7.89%	9.60%	7.78%
利润增长率		19.20%	77.70%

通过对企业的预测财务数据进行分析后，我们可以得出：在这三年间，企业的偿债能力在逐渐增强；企业的总资产周转率呈逐年上升趋势，说明企业销售情况趋势良好；企业通过扩大销售获取报酬的能力较差，但该比率呈逐年上升趋势，说明企业通过扩大销售获取报酬的能力在逐渐增强；企业第二年的销售增长率仅为 66.7%，说明企业初期发展较慢，但其发展能力强，第三年的销售增长率有所上升，企业发展迅速，发展能力逐渐增强，发展趋势良好，有较大的提升空间。

6.3.1 股权结构及融资需求

企业的注册资本预计为 200 万，其中股东出资 80 万元，外部筹资 120 万元。主要用于购置纳秒级故障检测仪的生产原料和技术的研发，以及企业的营销活动。

在企业经营的前三年，企业按照营业收入的具体情况按照一定比例计划研发费用、营销费用。在企业发展前期，由于检测仪技术不够成熟，市场经验缺乏，行业情景不够明朗，企业为尽可能规避风险，仅拟引入 120 万的长期借款。三年后，待企业基本上掌握市场相关情况、摸清行业发展趋势，同时纳秒级故障检测仪的技术与相关功能较为完善后，企业将会引入较大数量的风险投资和长期借款，用于检测仪的进一步研发；同时，加大营销力度，提高产品业内知名度，吸引潜在客户；最后，企业也将筹备公共关系宣传：建立校企合作，尝试将产品设备应用于高校电类专业教学辅助工作中。建立企业联盟，形成企业与客户（本产品的客户主要以企业为主体）良性交流反馈，实现需求推动创新与发展。

6.6.2 风险与控制

按照风险来源，结合团队实际情况，企业所面临风险大致分为两个方面：

一、技术风险（内部）；二、市场风险（外部）。

由于创业环境的不确定性，创业机会与创业公司的复杂性，而且本次的创业团队中的成员大多数在读本科生，虽然人员构架、专业配置合理，但是企业因为资金和人才等因素的限制暂未组建起专业技术团队，所以本次创业团队与投资者的能力有限的。考虑到产品所属科技行业发展日新月异的特点，随着企业规模的扩大，企业必然面临技术的深度研发和革新的问题，若不能及时组建专业研发团队给企业发展带来巨大不利影响。为了控制该项风险，团队给出以下方案：进一步完善、提高纳秒级故障检测仪产品的性能，增强市场竞争力；广纳贤才，在业内知名平台发布信息，吸引有兴趣、有能力的人才加入团队；建立内部技术创新奖励机制，一方面提高检测系统的技术创新积极性，同时也能增强技术人员对公司的向心力。

企业初创，囿于资金等因素的限制，前期无法负担高额的营销成本，不能做到大力度营销，产品可能无法较好被市场关注。为了控制该项风险，团队给出以下方案：多渠道、多平台宣传，增加产品曝光度；加强运营管理，建立市场信息反馈体系；从技术层面提高产品质量，形成业内口碑，树立良好企业形象；建立售后机制，组建团队针对客户机型完成故障检测仪个性化定制与调试，提高服务综合竞争力，增加产品适应市场变化的能力。

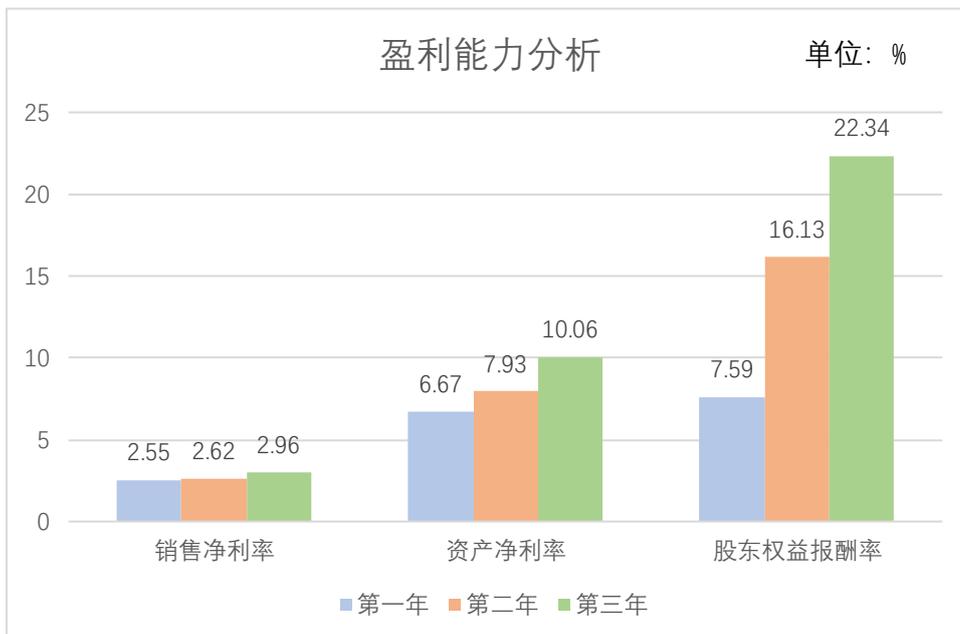


图 6-4 盈利能力分析

(4)、发展能力分析

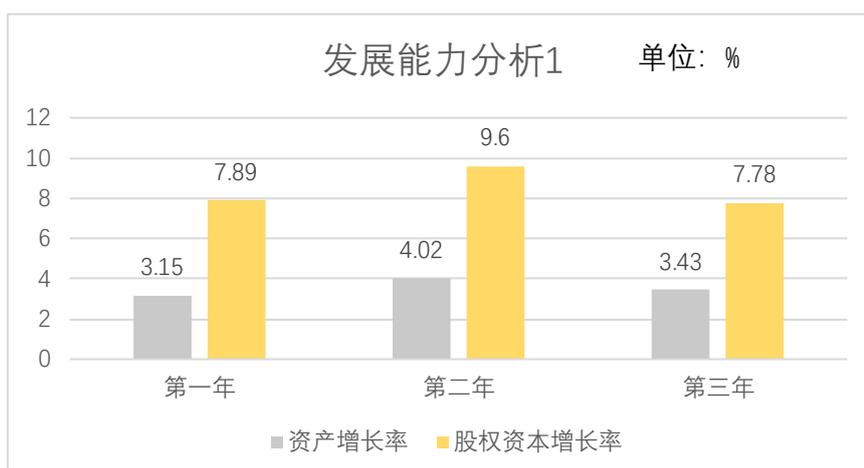


图 6-5 发展能力分析 1

资产增长率：反映了企业本年度资产规模的增长情况，从企业资产规模扩张方面来衡量企业发展能力， $\text{资产增长率} = \text{本年资产增长额} / \text{年初资产总额} * 100\%$ 。企业营业前三年的资产增长率分别为 3.15%、4.02%、3.43%，平均资产增长率为 3.53%，该比率较低，说明企业资产规模增长的速度较慢，企业的竞争力较弱；同时，想要提高资产增长率，企业应该在提高产品销量的同时，降低成本，做到可持续增长，但不能盲目扩大生产规模。

股权资本增长率：反映了企业当年股东权益的变化水平，是评价企业发展潜力的重要财务指标， $\text{股权资本增长率} = \text{本年股东权益增长额} / \text{年初股东权益总额} * 100\%$ 。企业营业前三年的股权增本增长率分别为 7.89%、9.60%、7.78%，平均股权资本增长率为 8.42%，该比率较低，说明企业资本累积能力较弱。

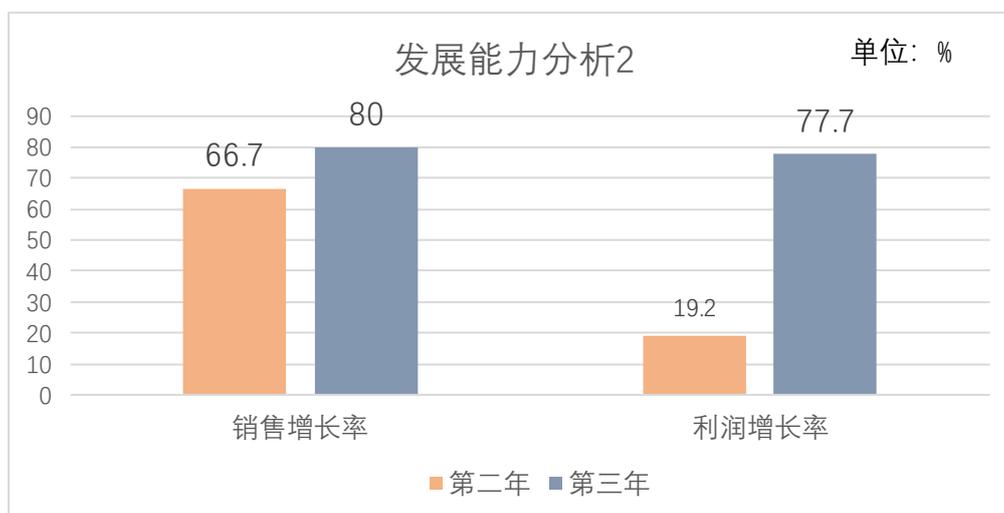


图 6-6 发展能力分析 2

销售增长率：反映了企业营业收入的变化情况，是评价企业成长性和市场竞争力的重要指标， $\text{销售增长率} = \frac{\text{本年营业收入增长额}}{\text{上年营业收入总额}} \times 100\%$ 。企业营业第二年、第三年的销售增长率分别为 66.7%、80%，从该数据可以看出，企业第二年的销售增长率仅为 66.7%，说明企业初期发展较慢，但其发展能力强，第三年的销售增长率有所上升，企业发展迅速，发展能力逐渐增强，发展趋势良好，有较大的提升空间。

利润增长率：反映了企业盈利能力的变化， $\text{利润增长率} = \frac{\text{本年利润总额增长额}}{\text{上年利润总额}} \times 100\%$ 。企业营业第二年、第三年的利润增长率为 19.2%、77.7%，该比率呈逐渐增长的态势，说明企业的盈利能力、成长性较好，发展能力较强。

第七章、风险管理

7.1 风险管理概述

风险管理(risk management)是经济单位通过对风险的认识、衡量和分析,以最小的成本取得最大安全保障,实现经济单位价值最大化的管理方法。风险管理的成本是指经济单位在风险管理过程中,各项经济资源的投入,其中包括人力、物力和财力,乃至放弃一定的收益机会。风险管理是人们对于各种风险认识、控制和处理的主体行为。

创业环境的不确定性,创业机会与创业公司的复杂性,创业者、创业团队与投资者能力的有限性,将会导致创业活动偏离预期目标的可能性及其后果。由于内外部环境变化的不确定性是客观存在,这使创业风险同样也客观存在;缺乏固定的销售渠道、技术人员跳槽等可能性,使创业风险存在不确定性;同时通过定性和定量的方向和工具对其进行评估,这又使创业风险具有可预测性。

创业风险的以上特性促使每一位创业者都极其重视对风险的评估和量化,以此来更好的控制风险,从而尽最大可能的降低股东和债权人的损失。本项目风险分析是在市场分析、营销策略、公司管理和财务分析等论证的基础上,进一步综合分析识别项目在建设和运营中潜在的主要风险因素,对损失发生前和损失发生后的情况提示风险来源,提出规避风险对策,以降低风险造成的损失。

7.2 风险管理程序

7.2.1 风险识别

风险识别是指经济单位对面临的潜在风险加以判断、归类整理并对风险性质进行判定的过程。风险识别,是风险管理的第一步,也是风险管理的基础。风险识别过程包含感知风险和分析风险两个环节。

在本次创业活动中,创业团队主要通过风险列举法分析市场环境、政治环境以及经济环境等,识别出以下主要风险:技术风险、市场风险、财务风险、管理风险、环境风险。

7.2.2 风险评估与管理

1. 风险量化

对风险的量化主要通过以下几种方法进行：

(1) 期望资金额。期望资金额是风险的一个重要指标。

(2) 统计数加总。统计数加总是将每个具体工作课题的估计成本加总以计算出整个项目的成本的变化范围。

(3) 模拟法。模拟法运用假定值或系统模型来分析系统行为或系统表现。较普通的模拟法模式是运用项目模型作为项目框架来制作项目日程表。

(4) 决策树。决策树是一种便于决策者理解的，来说明不同决策之间和相关偶发事件之间的相互作用的图表。

2. 风险管理方法

(1) 控制型方法

a) 避免。由于制造业相关活动存在极大的风险性，会对研发人员、制造人员及周边建筑等存在巨大伤害风险的情况下可以选择避免。

b) 控制。通过降低损失频率或者减少损失程度来控制风险。

c) 隔离。隔离是指把风险单位进行分割或复制，尽量减少经济单位对某种特殊资产、设备或个人的依赖性。其主要包括分割风险单位和复制风险单位。

(2) 财务型方法

a) 自留。通过主动自留或被动自留用内部资金的融通来弥补损失。

b) 转移。转移风险的后果给第三方，通过出售、购买保险、签订保证合同、签订融资租赁合同、签订免除责任协议等，由保证策略或者供应商担保。

7.3 全面风险管理体系与内部控制

根据我们对企业识别出来的风险进行分析与评估，以及提出了相应的风险控制方法。

表 7-1 风险管理体系

风险类型	风险机率	应对措施
------	------	------

<p>技术风险：技术开发风险、技术转化风险、技术寿命风险、科学研发人员的缺乏及流失等。</p>	<p>大</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 挖掘科研人员潜力,为解决纳秒级故障检测仪的技术寿命问题,需要针对已有的突破性基础研究进行进一步的开发,发展迭代产品,有节奏的不断推新; ● 吸引顶尖人才进入团队,紧盯当前科技发展前沿,不断引入新的开发理念和思路以适应消费者的需求; ● 及时申报知识产权,同时做好防范其他市场进入者的准备方案; ● 建立良好的技术创新奖励机制,一方面提高技术创新积极性,另一方面增强技术人员对公司的粘着度。
<p>市场风险：商品价格风险、新产品与市场需求不适应,市场接受时间和产品市场扩散速度的不确定性,以及新产品的生产能力与市场容量不匹配等。</p>	<p>中</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 加强宣传的同时,建立一套完善的市场信息反馈体系,针对核心客户进行针对性服务,根据客户关系管理(CRM),应当将客户的期望值维持在适当水平; ● 对后进入者设置门槛;实行品牌战略,以优质的产品稳定客户和价格,消除市场波动对企业价格的影响; ● 后期争取技术革命和其他相关功能的开发,实现产品技术的进一步改进并形成技术壁垒,树立起企业较强的竞争优势与企业形象。
<p>财务风险：公司财务结构不合理,筹资风险,投资风险,融资不当风险,存货管理风险,流动性风险。</p>	<p>大</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 随着经营规模的扩大,对资金需求迅速膨胀,需及时获得后续资金的支持; ● 提高创新者的财务风险意识,保证财务管理的合理合法,建立科学的财务预测机制,提前安排融资计划,使融资和筹资相联系。; ● 创业公司要快速具备一定的资产流动性,才能不断地获取项目在高成长阶段的利润;
<p>管理风险：因管理中创业者的素质、企业决策、企业文化、组织结构等问题而导致信息不对称、管理不善、判断失误等。</p>	<p>中</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立企业文化对公司产生正面的柔性影响,稳定核心创业者团队; ● 提高信息流的效率,提高组织效率,保证沟通的灵活性和开放程度,为创业团队人员发展提供清晰的思路; ● 聘请专业人员作为管理顾问,为公司管理中可能出现的问题及管理前景进行指导; ● 根据创业公司运营和融资情况,在合适的条件下可以通过现金和股份形式激励和凝聚创业团队。
<p>其他环境风险：社会环境、政府政策、法律制定、国际贸易环境、自然灾害发生的变化导致的风险。</p>	<p>中</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究相关法律法规政策的变化,及时准备应对措施; ● 建立自己的信息情报系统,由于面对客户以国有独资公司和工业企业为主,在环境保护为主旋律的背景下,容易受到贸易政策打击; ● 加强企业的公关能力,以应对未来出现的各类问题和负面舆论; ● 做好产品使用风险提示,适当及时投保产品质量保险和产品责任保险等险种。

第八章、资本退出

8.1 风险资本退出方案分析及选择

8.1.1 退出策略

结合现如今外部环境和创业团队的资金与技术分析后，了解到技术人员研发的纳秒级故障检测仪具有先进性和独创性优势，且存在明晰的市场针对性。由于团队人员分工明确，人员专业技能较强，以前沿科技研究成果和人工智能为依托，较为符合社会发展潮流再加之充足的市场需求。

同时考虑到主要目标客户为国家电网、南方电网等大型国有独资企业，故将考虑以下方式退出资本：

- (1) 兼并退出。企业将以兼并退出为资本退出的首选策略，如果企业无法在短期内发展成上市规模，则很可能被大公司以股权转让的方式收购，以收回创业企业自己的投资并获取收益。数据显示，股权转让退出给私募股权基金带来的收益约为 3.5 倍，仅次于 IPO 退出。由于创业企业规模限制，难以 IPO 上市，故以兼并退出为主要方案；
- (2) 回购退出（MBO）。企业的管理层购回投资者手中的股份，将之前稀释出去的股份予以回收。前提条件是企业有足够的资金回购，且有充足的现金流，故不以此作为首选的风险资本退出策略。
- (3) 清算退出。在创业投资不成功时迅速离场将损失减少到最低。

8.1.2 退出时机

风险资本退出的时机要考虑行业自身成长特点、退出效率、现实业绩、回报潜力和创业投资者与创业企业家的配合程度等因素。

制造业行业相关产品研发阶段投入成本较高，特别是中后期产品更新迭代需要的投资规模大。这些行业进入门槛高，公司数量少，很容易受到投资者的追捧，而普通投资者很难与上市企业竞争。因此，应该于成长期，最迟在扩张期退出。

一方面，随着企业生产规模不断扩大，技术逐步成熟，另一方面，其他竞争者进入本行业，造成行业竞争加大，市场的需求量将会逐渐趋于饱和，想要进一步提升市场份额，将会花费企业较大的营销成本和研发费用，对于企业本身来说是很不合理的。在这时企业将会进行招标，采取兼并退出的策略退出资本，在最大程度上保证债权人和股东的利益。