# 刀具磨损、破损状态监测

振动和功率暂时设计为沿用现有的实验测量方案（借陈占营博士生的传感器）：即两个PCB的振动传感器+（深圳）吉兰丁公司的功率传感器+NI采卡输出传感器数据。

融合分析方案设计为前端融合和后端融合两种[1][2]，其中RUL为剩余使⽤寿命(Remaining Useful Life)：



图 1前端融合示意图

如图1所示，前端融合方法为⾸先求出多个RUL，然后通过算法进⾏融合得到更有效的RUL



图 2后端融合示意图

如图2所示，后端融合方法为通过单独的算法求出RUL 在通过融合算法将结果进⾏融合, 得到最终的RUL

设计两种方案都采用，

# 刀具磨损、破损状态特征提取，构建刀具磨损、破损状态的特征模型。信号后处理方法，信号特征识别方法。

设计的第一步为固定切深、固定进给、固定切削速度的走完一把刀，每次加工固定时间测量后刀面磨损量，并根据实验情况调整实验方案。由于有磨损量标记的数据相对于全过程的数据偏少，所以设计采用依据刀具加工后期功率增加速率加快为基础，结合测量数据来最终判断刀具是否磨损。

变工艺参数加工时的切削力、切削功率、主轴振动信号，提取变工艺参数加工带来的切削力、切削功率、主轴振动信号变化特征。可采用结合传统的傅里叶、小波或经验模态分解提取特征与RNN的模型主动识别特征进行对比分析。

针对变工艺、复杂工艺的情况，初步设计为先获取几个单一工艺的刀具磨损情况预估模型，复杂工艺/变工艺时读取对应工艺的磨损曲线进行累加预测。

# 多工艺参数、多特征参数的磨损、破损量预测方法和模型

现今热门的深度学习方法为CNN和RNN。

CNN主要成熟应用于图像等二维数据处理，它的优势是由于图像适当模糊后仍能识别出特征，故可以通过将图像进行模糊处理来极大减少计算量。

RNN主要成熟应用于声音、翻译等一维数据处理，它的优势是能选择性记住/遗忘之前的数据，但由于其计算量较大，目前暂时不如CNN成熟。

如今不少文献在进行一位数据处理时会选择将一维数据二维化，从而采用CNN。但是二维化后的一维数据往往难以解释，而且CNN的记忆性等不如RNN强，故虽然RNN目前不如CNN成熟，但感觉RNN是一维数据处理的方向，所以初期方案设计为CNN和RNN都做，并进行融合。

# 刀具磨损、破损状态监控系统构建及实验

模型：设计为以机床为对象的多输入模型，即输入参数包括加工参数数据、opcua读取的机床各项数据之外，同时将刀具参数也进行量化后输入

加工方法：先选用车进行实验，一是车削的数据更简单；二是由于原理类似，铣削可以采用车削模型的迁移学习，车削所优化的模型对于后续铣削模型的优化具有帮助作用。

被加工材料：9003里面实验室新买一台大机床，上上周将机床移动，截止今天下午，他们的机床已经搬了进去，我们实验室的机床还没挪回去。计划可以做实验后先用现有的刀和材料试切（据王工介绍通常加工下，不加切削液磨损一把刀约半小时）。被加工零件材料选用现成的材料先试验（现成的切削钢的刀和钢材），后续可以考虑换用不锈钢、钛合金等。

刀具：同批次刀具的统一性和刀具的质量对磨损实验较为重要，机床展时刀具部分主要调研了京瓷刀具，计划后期设计中采用京瓷的刀具进行实验，或有实验依托单位后选用对方单位的同款刀具。

传感器：日置的电流电压传感器精度比陈占营博士生的（深圳）吉兰丁电流电压传感器高很多，例如闭口型电流传感器的精度可达振幅±0.05%rdg.±0.01%f.s，远高于国产传感器。由于加工过程中环境干扰等因素，高精度的传感器能更好的反映真实的数据，故希望购买电流钳3台（接三相电机）。

机床工艺参数读取软件：机床展上拿过一份西门子销售经理的名片，之前写邮件没注意名片上的邮箱地址有误，邮件没寄出去。已经问到了西门子负责清华的销售，明天白天去跟销售联系，确定软件采用opencv还是sinucom。

# RNN在生命预测中的应用可视化



图 3信息交互传递融合指数模型状态预测

图所示为[3]中利用RNN对飞行器寿命的预测，其中⿊⾊的竖线表⽰该时刻⽤来表⽰状态粒子滤波的粒⼦，蓝色表示真实状态走向，绿色表示状态预测值。



图 4剩余使⽤寿命预测分布

图4所示为[3]中对飞行器剩余使⽤寿命的概率预测分布，紫⾊的竖线表⽰的是真是的剩余使⽤寿命所在的位置。

# 主要参考文献

[1] Goebel K, Eklund N. Prognostic fusion for uncertainty reduction. AIAA Infotech@ Aerospace

2007 Conference and Exhibit, 2007. 2843.

[2] Xu J, Wang Y, Xu L. Phm-oriented integrated fusion prognostics for aircraft engines based on

sensor data. IEEE Sensors Journal, 2014, 14(4):1124–1132.

[3] 杨春春 多模型融合的飞行器预测与健康管理系统关键问题研究