**齿轮箱数据集**

normal\_h30hz0.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

normal\_h30hz10.csv

fault\_b30hz0.csv

fault\_b30hz10.csv

fault\_b30hz20.csv

fault\_b30hz30.csv

fault\_b30hz40.csv

fault\_b30hz50.csv

fault\_b30hz60.csv

fault\_b30hz70.csv

fault\_b30hz80.csv

fault\_b30hz90.csv

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 训练数据（建模） | 测试数据 | 准确率 | 精确率 | 召回率 | F1分数 | 实验目的 |
| 1 | normal\_h30hz0.csv | fault\_b30hz0.csv | 1 | 1 | 1 | 1 | 同工况下故障检测能力 |
| 2 | normal\_h30hz10.csv | fault\_b30hz10.csv | 1 | 1 | 1 | 1 | 同工况下故障检测能力 |
| 3 | normal\_h30hz0.csv | all\_fault | 1 | 1 | 1 | 1 | 单一工况模型对所有故障的检测能力 |
| 4 | normal\_h30hz10.csv | all\_fault | 1 | 1 | 1 | 1 | 单一工况模型对所有故障的检测能力 |
| 5 | normal\_h30hz10.csv | normal\_h30hz10.csv + all\_fault | 1 | 1 | 1 | 1 | 同工况正常数据与故障数据分类能力 |
| 6 | all normal | all fault | 1 | 1 | 1 | 1 | 全工况故障检测能力 |
| 7 | normal\_h30hz0.csv | all data | 0.8428 | 0.7692 | 1 | 0.8696 | 单一工况模型对所有数据的分类能力 |
| 8 | normal\_h30hz0.csv | all normal | 0.6699 | 0 | 0 | 0 | 单一工况模型对不同工况正常数据的泛化能力 |
| 9 | normal\_h30hz10.csv | all normal | 0.3589 | 0 | 0 | 0 | 单一工况模型对不同工况正常数据的泛化能力 |
| 10 | normal\_h30hz20.csv | all normal | 0.2153 | 0 | 0 | 0 | 单一工况模型对不同工况正常数据的泛化能力 |
| 11 | normal\_h30hz30.csv | all normal | 0.2249 | 0 | 0 | 0 | 单一工况模型对不同工况正常数据的泛化能力 |
| 12 | all normal | all normal | 0.9822 | 0 | 0 | 0 | 全工况模型对正常数据的识别能力 |
| 13 | normal\_h30hz0.csv + normal\_h30hz40.csv | other normal | 0.6268 | 0 | 0 | 0 | 部分工况模型对其他工况正常数据的泛化能力 |

正常与故障区分能力：

在相同工况下，模型能完美区分正常与故障数据，准确率=1.0，单一工况模型能准确识别所有工况的故障数据，准确率=1.0。

工况泛化问题：

单一工况模型在识别其他工况正常数据时表现极差，准确率0.2153-0.6699。不同工况间的正常数据特征存在差异显著，模型敏感度高，容易误识别

全工况建模效果：

使用所有工况的正常数据训练，对故障数据识别完美，准确率=1.0。但对正常数据仍有少量误判，准确率=0.9822

故障特征普遍性，故障模式似乎在不同工况下具有共同特征，使得单一工况模型能够检测所有工况的故障。

误报问题，算法在检测故障方面表现出色，召回率高，但容易将不同工况的正常数据误判为故障，精确率低。算法存在敏感度高的问题

**电机数据集**

fault\_1\_1.csv 内圈

fault\_1\_2.csv 外圈

fault\_1\_3.csv 断条

fault\_1\_4.csv 偏心

Normal 正常

**正常数据做训练建模，故障数据做测试**

准确率: 0.9950

精确率: 0.9912

召回率: 1.0000

F1分数: 0.9956

AUC: 0.9995

**江南大学轴承数据集**

fault\_ib600\_2

fault\_ib800\_2

fault\_ib1000\_2

fault\_ob600\_2

fault\_ob800\_2

fault\_ob1000\_2

fault\_tb600\_2

fault\_tb800\_2

fault\_tb1000\_2

normal\_600\_3\_2

normal\_800\_3\_2

normal\_1000\_3\_2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 训练数据（建模） | 测试数据 | 准确率 | 精确率 | 召回率 | F1分数 | 实验目的 |
| 1 | normal\_600\_3\_2 | fault\_ib600\_2 | 0.8603 | 1 | 0.8603 | 0.9325 | 同工况单一故障检测 |
| 2 | normal\_800\_3\_2 | fault\_ob800\_2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 同工况单一故障检测 |
| 3 | normal\_1000\_3\_2 | fault\_tb1000\_2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 同工况单一故障检测 |
| 4 | normal\_600\_3\_2 | 所有600转速故障 | 0.9543 | 1 | 0.9543 | 0.9686 | 同工况多故障类型检测 |
| 5 | normal\_600\_3\_2 | 所有故障数据 | 0.9614 | 1 | 0.9614 | 0.9813 | 跨工况故障检测能力 |
| 6 | normal\_600\_3\_2 | normal\_800\_3\_2 + normal\_1000\_3\_2 | 0.2104 | 0 | 0 | 0 | 工况泛化-正常数据 |
| 7 | normal\_600\_3\_2 | 所有数据 | 0.6996 | 0.6707 | 0.9614 | 0.7902 | 单工况全数据分类 |
| 8 | 所有正常数据 | 所有故障数据 | 0.8016 | 1 | 0.8016 | 0.8623 | 全工况故障检测 |
| 9 | 所有正常数据 | 所有正常数据 | 0.9826 | 0 | 0 | 0 | 正常数据自身分类(误报率) |
| 10 | normal\_600\_3\_2 + normal\_800\_3\_2 | normal\_1000\_3\_2 |  |  |  |  | 部分工况正常数据泛化 |

同工况故障检测表现:

高速工况，800/1000转速下故障检测完美，准确率=1.0

低速工况，600转速下内圈故障检测稍弱，准确率=0.8603

同工况下多故障类型检测表现良好，准确率=0.9543

跨工况能力差异:

用单一工况，600转速，模型检测所有故障效果出色，准确率=0.9614。

但同一模型识别其他工况正常数据失效，准确率=0.2104。

使用所有正常数据建模后，故障检测仍有漏报(准确率=0.8016)

精确率与召回率特点:

多数故障检测实验中精确率=1.0，表明几乎无误报

召回率普遍低于精确率，表明主要问题是漏报

单工况对所有数据分类时实验7，精确率降至0.6707，显示工况差异导致误报

算法对故障特征有很好的敏感性，但对工况变化也敏感

工况泛化问题在正常数据上很严重，这可能是算法判定敏感度过高

模型倾向于将数据判断为故障，高召回率，导致在复杂环境中产生过多报警