

初赛数据使用说明

一、前言

为促进轨道交通行业 PHM 的发展，吸引越来越学者、工程师和学生加入到相关技术的研究，PHM-Beijing 2024 组委会以地铁列车传动系统故障诊断为背景，组织了此次 PHM Data Challenge。

二、数据集概览

初赛数据集由北京交通大学先进轨道交通自主运行全国重点实验室提供。数据集共包含正常及 16 种轴箱轴承、齿轮箱轴承、齿轮箱驱动齿轮或牵引电机的单一典型故障类。比赛数据是公开的，除竞赛使用外，鼓励参赛者使用它们来验证自己原创的故障诊断算法，并向 PHM-Beijing 2024 会议论文集投稿。使用该数据集请引用以下文献：

- A. Ding, Y. Qin, B. Wang, L. Guo, L. Jia, and X. Cheng, *Evolvable graph neural network for system-level incremental fault diagnosis of train transmission systems*, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 210 (2024) 111175.

三、实验台介绍

数据采集自如图 1 所示的地铁转向架故障模拟实验台，该实验台在真实的地铁转向架基础上以 1:2 的比例进行了缩小和调整。实验台中的单条传动链包含电机、减速齿轮箱、轴箱。传动链由三相异步交流电机驱动。负载通过液压装置进行加载。电机轴承型号为 SKF6205-2RSH；减速齿轮箱的齿轮为斜齿轮，驱动齿轮齿数为 16，从动齿轮齿数为 107；驱动齿轮支撑轴承型号为哈尔滨轴承厂 32305；轴箱轴承型号为哈尔滨轴承厂 352213。



图 1 地铁列车传动系统故障模拟实验台

四、工况设置

如表 1 所示，数据集包含 9 种工况。不同电机速度模拟不同的列车运行速度，不同的横向载荷模拟列车直线行驶和过弯。横向加载为正表示加载方向为被测传动链电机侧方向，负则为被测传动链齿轮箱侧方向。

表 1 工况设置一览表

| 工况 | 电机转速/横向负载 | 工况 | 电机转速/横向负载 |
|-----|------------|-----|------------|
| WC1 | 20Hz/0kN | WC6 | 40Hz/-10kN |
| WC2 | 20Hz/10kN | WC7 | 60Hz/0kN |
| WC3 | 20Hz/-10kN | WC8 | 60Hz/10kN |
| WC4 | 40Hz/0kN | WC9 | 60Hz/-10kN |
| WC5 | 40Hz/10kN | | |

五、采样设置

实验采集了三向振动和三相电流两类信号，共计 21 个通道，每个通道的采样频率均为 64kHz。测点部署情况见图 1。传感器通道对应情况见表 2。

表 2 传感器通道含义对照表

| 通道序号 | 所属部件 | 测点位置 | 信号类型 |
|------|-------|----------|--------|
| CH1 | 牵引电机 | 电机（驱动端） | 三轴加速度值 |
| CH2 | | | |
| CH3 | | | |
| CH4 | | | |
| CH5 | | 电机（非驱动端） | 三轴加速度值 |
| CH6 | | | |
| CH7 | | | |
| CH8 | | 电机线缆 | 三相电流 |
| CH9 | | | |
| CH10 | 齿轮箱 | 齿轮箱输入轴旁 | 三轴加速度值 |
| CH11 | | | |
| CH12 | | | |
| CH13 | | 齿轮箱输出轴旁 | 三轴加速度值 |
| CH14 | | | |
| CH15 | | | |
| CH16 | 轴箱（左） | 轴箱端盖 | 三轴加速度值 |
| CH17 | | | |
| CH18 | | | |
| CH19 | 轴箱（右） | 轴箱端盖 | 三轴加速度值 |
| CH20 | | | |
| CH21 | | | |

六、故障类型

数据集中的部件（电机、齿轮箱驱动齿轮及支撑轴承、轴箱轴承）健康状态包含正常和 16 种典型单一故障，具体如表 3 所示。图 4 展示了实验使用的故障件。

表 3 故障类型表

| 部件 | 标签 | 健康状态 |
|-------|-----|---------|
| 电机 | M0 | 正常 |
| | M1 | 短路 |
| | M2 | 断条 |
| | M3 | 轴承故障 |
| | M4 | 轴弯曲 |
| 齿轮箱 | G0 | 正常 |
| | G1 | 齿根裂纹 |
| | G2 | 齿面磨损 |
| | G3 | 缺齿 |
| | G4 | 断齿 |
| | G5 | 轴承内圈故障 |
| | G6 | 轴承外圈故障 |
| | G7 | 轴承滚动体故障 |
| | G8 | 轴承保持架故障 |
| 轴箱（左） | LA0 | 正常 |
| | LA1 | 轴承内圈故障 |
| | LA2 | 轴承外圈故障 |
| | LA3 | 轴承滚动体故障 |
| | LA4 | 轴承保持架故障 |
| 轴箱（右） | RA0 | 正常 |

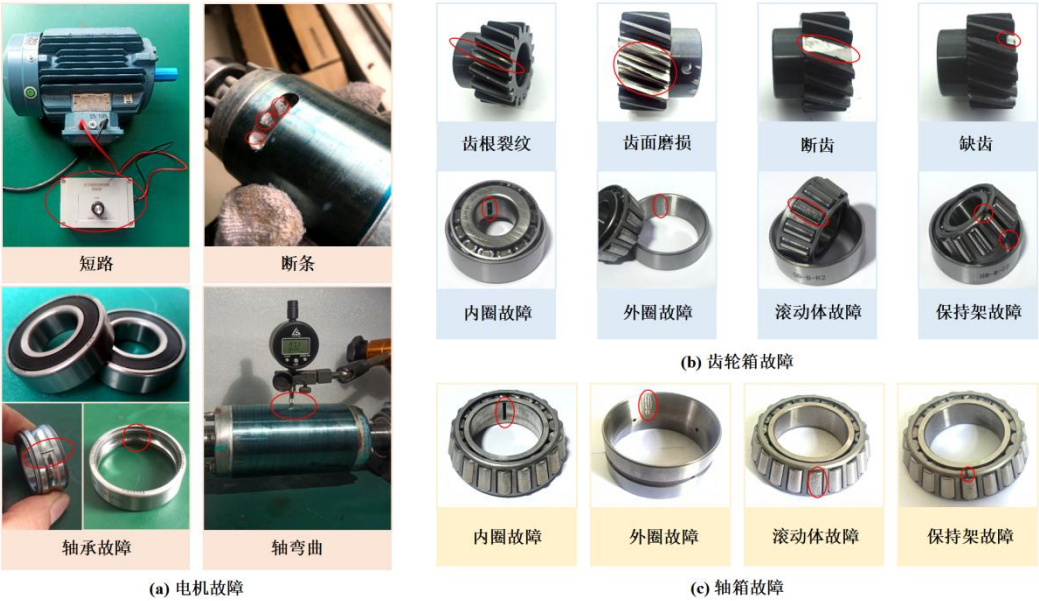


图 2 故障件照片

七、文件夹结构

初赛数据集文件夹结构见下图 3。**Training** 文件夹为训练数据，其子文件夹以列车传动系统健康状态的故障代码命名，初赛阶段的故障代码见表 4。每种健康状态提供若干样本，每个样本文件夹包含 4 个 CSV 文件，分别是牵引电机、减速齿轮箱、两个轴箱的传感器测点数据。**Test** 文件夹为测试数据，不提供健康状态信息。进入 **Test** 文件夹后，将看到若干样本，每个样本文件夹内部结构同训练集样本。**需要说明的是，训练数据和测试数据的工况未知，且测试数据的工况与训练数据不同以增加诊断难度。**

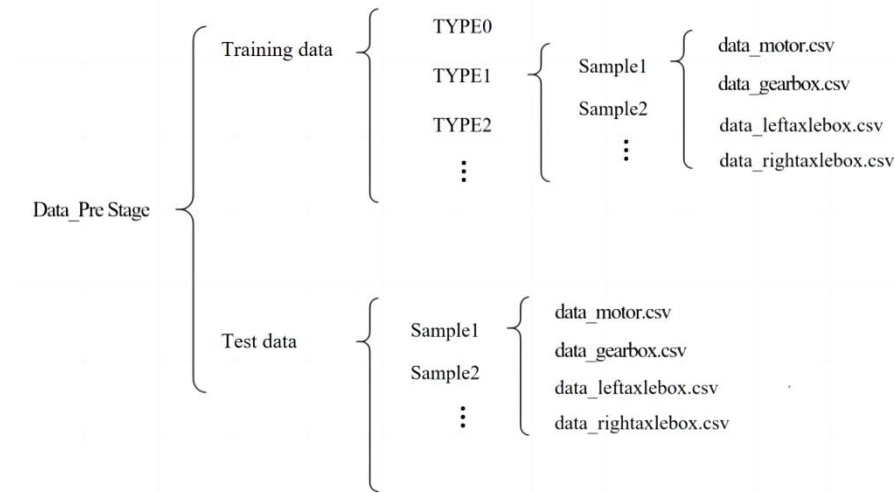


图 3 数据集文件夹结构

表 4 故障代码表

| 故障代码 | 牵引电机 | 齿轮箱 | 轴箱（齿轮箱端） | 轴箱（电机端） |
|--------|------|-----|----------|---------|
| TYPE0 | M0 | G0 | LA0 | RA0 |
| TYPE1 | M1 | G0 | LA0 | RA0 |
| TYPE2 | M2 | G0 | LA0 | RA0 |
| TYPE3 | M3 | G0 | LA0 | RA0 |
| TYPE4 | M4 | G0 | LA0 | RA0 |
| TYPE5 | M0 | G1 | LA0 | RA0 |
| TYPE6 | M0 | G2 | LA0 | RA0 |
| TYPE7 | M0 | G3 | LA0 | RA0 |
| TYPE8 | M0 | G4 | LA0 | RA0 |
| TYPE9 | M0 | G5 | LA0 | RA0 |
| TYPE10 | M0 | G6 | LA0 | RA0 |
| TYPE11 | M0 | G7 | LA0 | RA0 |
| TYPE12 | M0 | G8 | LA0 | RA0 |
| TYPE13 | M0 | G0 | LA1 | RA0 |
| TYPE14 | M0 | G0 | LA2 | RA0 |
| TYPE15 | M0 | G0 | LA3 | RA0 |
| TYPE16 | M0 | G0 | LA4 | RA0 |

八、CSV 数据文件

初赛数据集的传感数据 CSV 文件列表示传感器通道，CSV 文件行表示采样点。通道序号含义已于表 2 给出。图 4 展示了某电机传感器数据示意，其他 CSV 文件与之类似。

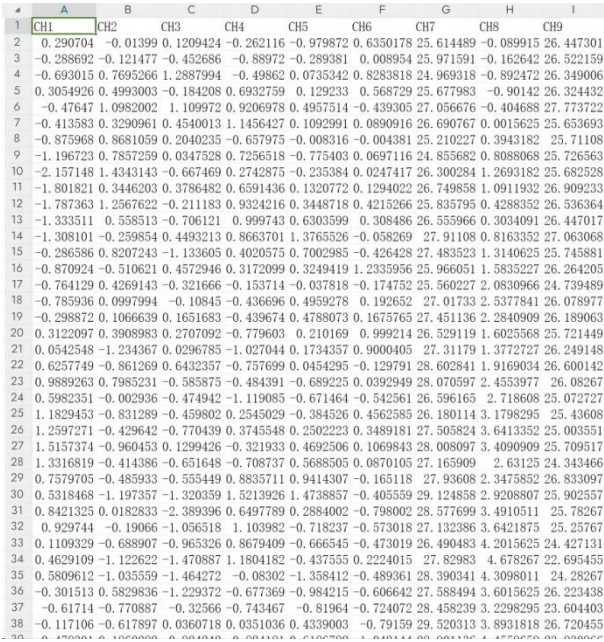


图 4 某电机传感器数据 CSV 文件示例

九、联系方式

数据使用过程中如有疑问，欢迎随时咨询。

组委会工作邮箱：data_challenge2024@outlook.com

赛事网站：<https://www.icphm.org>