

业务背景

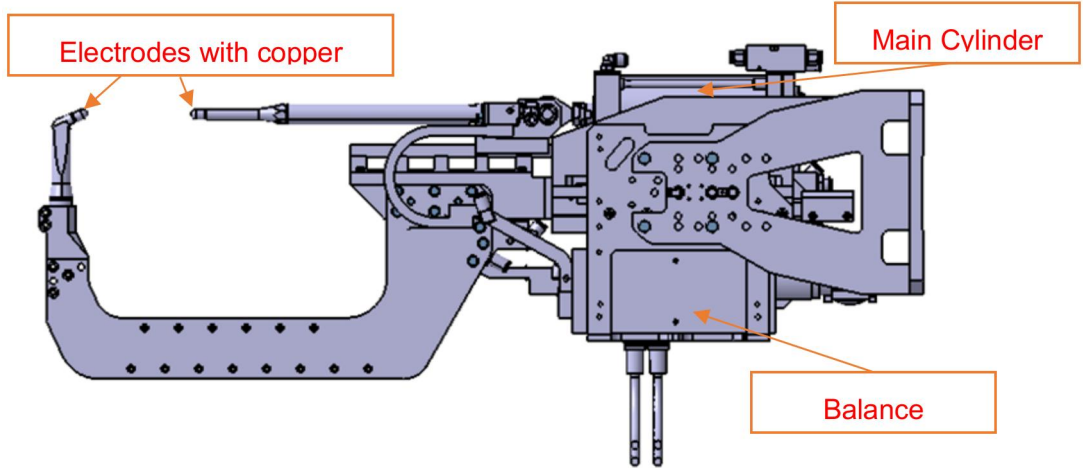
机器人气动伺服点焊枪，电阻焊的一种，用于连接车身钢板材零件。

在 BBA 的铁西厂区和大东厂区，共有将近 2000 把焊枪，根据 PLC 中事先定义好的位置信息和生产节拍，负责白车身的焊接工作。

然而气动焊枪的潜在问题很多，例如，C 类型焊枪的电极臂容易开裂，每年有超过 5 次此故障。电极臂开裂故障发生时，点焊枪无法继续工作，需要更换新的备枪，故障平均修复时间 45 分钟，所以会造成生产线长停。业务想通过实施预测性维护，当电极臂刚刚开裂时，准确触发预警，在非生产时间更换焊枪，避免故障发生，保证生产线的正常运转。

除了与电极臂开裂直接相关的错误代码 E016 之外,系统还内置了多种报错,具体请参见“报错信息”表格。

典型的 C 型焊枪图例：



数据说明

train.zip	解压后，为 train / {date}.csv 数据范围: 04/25 - 05/18 采样频率：每秒一次，但不保证每秒都有数据上报 字段：共计 23 列， W_Error 为故障代码
phd_test.csv	数据范围: 05/19 - 05/21 数据量： 共计 300 万行 焊枪设备：与训练数据中焊枪的设备相同，共计 13 台 字段：共计 22 列， 与训练数据相比，不含故障代码 W_Error
description.txt	训练数据和测试数据的字段描述，详细物理意义参加下表

Column Index	Column	Description (EN)	Description (CN)
1	time	Time of data	数据时间
2	gun_no	Gun number	焊枪号
3	W_Error	Error Code	错误代码
4	C_Cylinder_force	Cylinder force	主气缸压力
5	C_Differential_pressure	Differential pressure	平衡缸压差
6	W_Friction	Friction	摩擦力
7	W_Maximum_aperture	Maximum aperture	最大孔径
8	W_Maximum_electrode_force	Maximum electrode force	最大电极压力
9	W_Start_friction	Start friction	起始摩擦力
10	W_US2	US2 status	US2 电源状态
11	W_Welding_point_count	Welding point count	焊接点数
12	W_position_count	Position count	电极位移次数
13	area	Area	焊接区域
14	in_Counterbalance_pressure	Set counterbalance pressure	平衡缸压力设定值
15	in_Electrode_force	Set electrode force	电极压力设定值
16	in_Electrode_position	Set electrode position	电极位移设定值
17	in_Sheet_thickness	Set sheet thickness	板材厚度设定值
18	in_Velocity	Set velocity	速度设定值
19	in_force_build_up	Set force build up	压力建立状态设定值
20	out_Cap_offset	Real cap offset	实际电极帽偏移量
21	out_Electrode_force	Real electrode force	实际电极压力

22	out_Electrode_position	Real electrode position	实际电极位移
23	out_force_build_up	Real force build up	实际压力建立状态

表：字段说明

算法题

1. 故障检测

对于测试数据中每一条数据（当前数据产生时间 T ，为 unix timestamp），预测该设备是否会在未来 10 分钟之内（ $[T, T+600]$ ）发生故障。

* 未来 10 分钟内，相同设备（焊枪号相同）会产生至少一条故障代码 W_Error 不为 0 的数据。

提交数据格式

文件名	predict_error.csv
格式	每条测试数据的预测结果单独一行， 共计 300 万行 预测取值为 0：未来 10 分钟内无故障 1：未来 10 分钟内有故障（含当前）

2. 重大故障检测

对于测试数据中每一条数据，预测该设备是否会在未来 10 分钟之内发生代码为 E016 的故障。

提交数据格式

文件名	predict_e016.csv
格式	每条测试数据的预测结果单独一行， 共计 300 万行 预测取值为 0：未来 10 分钟内无 E016 故障

	1: 未来 10 分钟内有 E016 故障 （含当前）
--	-----------------------------

3. 设备剩余使用时间预测

对于测试数据中每一条数据，预测该设备距离下一次发生停机故障 (代码为 E016)的时间。
剩余使用寿命 (RUL)：整数，单位 s，最长的剩余使用寿命为 5 天（432000 秒）

提交数据格式

文件名	predict_rul.csv
格式	每条测试数据的预测结果单独一行， 共计 300 万行 预测取值范围 [0, 432000]

4. 打分规则

问题 1：故障检测	$F2_score = 5 * Precision * Recall / (4 * Precision + Recall)$
问题 2：重大故障检测	$F2_score = 5 * Precision * Recall / (4 * Precision + Recall)$
问题 3：设备剩余使用时间预测	MSE (mean square error)
总分规则	问题 1 总分：35 分 问题 2 总分：35 分 问题 3 总分：30 分 每个队伍按照每个问题排名计分，总和为队伍总分 排名第一的队伍：35 排名第二的队伍：25 排名第三的队伍：15 排名第四的队伍：5 未提交结果： 0

创意题

1.产品设计展示

请用任意语言搭建一个用户终端系统，让使用者（设备维修人员）能够得到算法的推荐，迅速定位有问题的设备，并且尽可能给错误原因等其他信息。

2.发散思维展示

当前的场景数据源比较单一，请根据题目场景设计一套实际可落地的解决方案，可以添加数据源，使用 AI 手段等等，阐述如何实现设备的预测性维护。

创意题参考计分方式：

重点考察：

- 参赛者对业务流程的理解程度；
- 怎样利用多维度数据，提取关键信息，达成预测性维护的目标；
- 考察对数据架构的理解和运用。

参赛者交付的其实是一个面向用户的产品。以下关键点，都可适当加分：

- 能够解决用户需求
 - 对目标用户的理解；
 - 恰到好处的辅助。
- 用户体验良好
 - 让用户付出最小成本，获得最大价值。用户付出的成本可以分为时间成本，学习成本，使用成本等多个维度。在产品上的体现则包括产品细节、框架结构、功能流程、页面设计、交互样式、使用场景等多个维度，其中「易用性」就可以归纳到用户体验中。
- 可以创造价值
 - 对用户来说，解决需求的同时是否获得了超预期的价值。
 - 对企业的价值，企业价值并不仅仅指产品收益，还包括产品流量，产品产生的社会价值等。
 - 技术上可实现
- 可实现；

性能、运行速度、稳定性。

附录

报错信息

Error Code	EN	CN	建议解决方式
E001	measuring system error	检测系统错误	●检查气缸电缆 ●更换气缸
E003	no pressure supply	没有供气	●检查气源以及气管是否插对 (1,21 口) ●检查节气阀线缆是否松动或损坏 (灯不亮) ●检查主缸锁紧阀线缆是否损坏 (灯不亮)
E004	maximum cylinder force exceeded	超过最大气缸力	●检查最大的气缸输出力 ●检查是否有障碍物阻挡
E005	internal memory error	内部存储错误	●报错不能被消除，需联系 festo
E006	position not reachable, specified position beyond the stroke of the cylinder	位置无法到达，超出气缸行程	●检查设定值是否在允许范围之内（最大开度） ●检查是否碰到行程限位
E007	pressure sensor in cylinder is faulty	气缸内部压力传感器错误	●更换气缸/联系 festo ●检查气缸电缆
E008	invalid force setpoint	无效的夹紧力设定	●检查设定值是否正确 ●检查“最大气缸力”的参数设置
E009	position timeout, position was not reached	定位超时，无法到达设定位置（10s）	●检查是否有障碍物阻挡电极移动 ●检查气缸电缆
E010	force was not reached(timeout)	夹紧力无法到达（超时）（2s）	●检查供气压力 ●检查比例阀

E011	direction of motion error, cylinder moving in the wrong direction	主气缸运动方向错误	●检查主阀 MPYE 的气管是否插对
E012	counterbalance pressure was not reached(timeout)	平衡缸压力未到（超时）(2s)	<ul style="list-style-type: none"> ●检查气源压力 ●检查平衡缸接头是否漏气 ●压差阀信号线松动 ●平衡缸标定错误
E013	parameter error	参数错误	●错误不能被清除
E015	calibration of force	力的标定	●检查是否有外部力传感器接在 X8 接口上
E016	electrode broken/missing	电极帽破损/丢失	<ul style="list-style-type: none"> ●更换新的电极帽后重新做一次行程标定 ●检查电极杆和电极臂是否有损坏 ●修改形变量参数 ●查看轴是否过紧（X 枪），是则需要松轴 ●修改 Homing pressure 大小 (Expert 模式) ●更换气缸或焊枪
E017	system friction below min. limit	系统摩擦力低于下限	●找出为何摩擦力会过小
E018	system friction above max. limit	系统摩擦力高于上限	●找出为何摩擦力会过大/是否需要重新润滑
E019	sheet thickness error	焊板厚度错误	●在力模式下，焊接力在电极到达开度（焊板厚度）之前就已经到达
E020	short circuit at output0	输出 0 短路	●消除短路
E021	short circuit at output1	输出 1 短路	●消除短路
E022	short circuit at output2	输出 2 短路	●消除短路
E023	short circuit at output3	输出 3 短路	●消除短路
E026	closed-loop controller parameters the closed-loop controller gain is 0	控制器闭环参数错误，增益是 0	●更改控制器闭环参数

E027	cylinder extended cylinder reached its advanced end position during force build-up	在力模式下，气缸位置超过其前端限位	● 检查焊枪机械结构
E028	Unwanted movement	气缸非正常运动（气缸到位之后，没有接收到定位指令的情况下，气缸位移量超过行程 6.5%）	<ul style="list-style-type: none"> ● 检查气管接头和主气缸是否漏气 ● 检查 MPYE 是否正常 ● 重新标定位移
E029	Drift	气缸漂移（US2 断开后，气缸漂移速度大于 5mm/min）	<ul style="list-style-type: none"> ● 主气缸漏气 ● 主气缸锁紧模块损坏 ● 供气和控制主气缸电磁阀信号线接反