

ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/BL 2025—007

碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护

Remote operation and maintenance of flexible compression molding equipment for carbon fiber composite materials Part 3 Fault diagnosis and predictive maintenance

(征求意见稿)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国机电一体化技术应用协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 故障知识构建	2
6 故障诊断流程	3
7 故障诊断方法选取	3
8 故障等级	3
9 预测性维护方法	4
10 预测性维护流程	4
附录 A (资料性) 基于故障树 (FTA) 的热模压复合材料生产线故障诊断系统	8
附录 B (规范性) 预测模型	12
参考文献	13

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国机电一体化技术应用协会提出。

本文件由中国机电一体化技术应用协会归口。

本文件起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、合肥工业大学、天津市天锻压力机有限公司

本文件主要起草人：赵华、彭仕霖、翟华、张英杰、张井健

引 言

本件用以指导构建碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维服务平台, 推进制造服务新模式的应用。本标准拟由三个部分组成:

- TB-L-2025005 碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第1部分: 系统功能;
- TB-L-2025006 碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第2部分: 状态检测技术规范;

碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护

1 范围

本部分标准规定了碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维的术语和定义、缩略语、故障诊断流程、故障知识构建、故障诊断方式、故障等级、预测性维护方法和预测性维护流程。

本文件适用于热模压复合材料生产线远程运维过程中的故障诊断与预测性维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

下列术语和定义适用于本文件。

GB 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 15706.1-2007 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分：基本术语和方法

GB/T 20921-2007 机器状态监测与诊断 词汇

GB/T 22393-2015 机器状态监测与诊断 一般指南

GB/T 7826-2012 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析(FMEA)程序

JB/T XXXX.1 碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第1部分：系统功能

JB/T XXXX.2 碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第2部分：状态检测技术规范

3 术语和定义

3.1

远程运维 **remote operation and maintenance**

对碳纤维复合材料柔性模压成形装备运行状态进行监测，并通过监测数据对设备装备状态进行评估判断与维护的技术服务。

3.2

故障 **fault**

不能执行某规定功能的一种特征状态。它不包括在预防性维护和其他有计划的行动期间，以及因缺乏外部资源条件下不能执行规定功能。

注1：故障经常作为功能项本身失效的结果，但也许在失效前就已经存在。

[来源：GB 5226.1-2008，定义3.26]

3.3

诊断 **diagnostics**

确定故障(3.2)或失效(3.4)的性质(种类、状况、程度)。

3.4

失效 **failure**

产品丧失执行某项规定功能的能力。

注2：失效后，该功能项有故障。

注3：“失效”是一个事件，而“故障”是一种状态。

注4：本概念作为定义，不适用于仅有软件组成的功能项目。[IEV191-04-01]

3.5

失效模式 failure mode

产品失效(3.4)的表现形式。

3.6

风险 risk

在危险状态下, 可能随上或危害健康的概率和程度的综合。

[来源: GB/T15706. 1-2007, 定义 3.11, 修订]

3.7

预测性维护 predictive maintenance

(1)以热模压复合材料生产线使用状态为依据, 通过对各部件进行定期(或连续)的状态监测(3.6), 判定设备的状态, 预测设备状态未来的发展趋势, 依据趋势和可能的失效模式(3.11), 预先制定维护计划。

注5: 改写 IEC 62342 3.14

(2) 强调对失效(3.8)的预测, 并依据设备的状态采取行动, 以预防失效或劣化的维修。

注6: 改写 ISO 13372 2.13

3.8

预测 prognostics

对故障(3.2)的症状进行分析, 以预言未来的状态和剩余使用寿命。

3.9

点检 point inspection

运用感官或诊断仪器在规定的时间按规定的方法对装备的规定部位进行的预防性检查。

3.10

预估失效时间 estimated time to failure

预估从当前时刻到被监测机器处于失效状态时刻的时间。

3.11

状态监测 condition monitoring

检测与收集反映碳纤维复合材料柔性模压成形装备状态的信息和数据。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

FTA 故障树

Fault Tree

5 故障知识构建

5.1 故障代码

用户可编辑故障代码并向平台提交故障工单。用户可创建故障代码并编辑故障代码、设备类型、设备型号、故障名称和备注等。

5.2 故障工单

用户可创建故障工单并编辑目标设备、故障代码、报修类型、工单名称、执行人和备注等, 同时用户可上传附件。

5.3 维修知识库

用户可创建维修知识库中的知识, 并编辑设备类型、设备型号、故障代码、给出故障诊断报告。故障诊断报告内容包含故障严重程度、性质、原因、位置以及维护措施等内容。维修知识库可作为故障知识库的基础知识。

5.4 故障知识库

故障知识库基于维修知识库、专家知识、工业机理模型或数学模型中的一种或几种融合开发，按照设备型号进行管理，是不同设备型号故障知识的集合，存储同种设备型号的共性故障知识。

5.5 故障案例库

故障案例库继承故障知识库的共性故障知识，按照设备名称进行管理，是生产线案例设备的故障知识的集合，存储同种设备型号下的不同案例设备的个性故障知识。

6 故障诊断流程

故障诊断流程需要满足如下内容：

a) 碳纤维复合材料柔性模压成形装备的机械结构数据、液压系统数据和电控系统数据经过预处理后传输至远程运维系统平台上，数据采集功能及规范详见《JB/T XXXX.2 碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第2部分 状态检测技术规范》；

b) 系统平台进行实时数据采集，对不同时刻信息样本进行跟踪分析，动态地反映出生产线运行状态的劣化发展和变化过程，及时发现运行过程中出现的故障；

c) 液压机运行过程中出现故障后，针对设备多类故障特点与其表现不同的形式，在故障的发展过程中进行劣化程度的分析与预估，选取合适的故障诊断方法进行故障诊断，详见第7章；

d) 根据故障现象与故障关系是否明确，进行检索判断：关系明确，与当前工况相似度较高的典型维修知识库进行重用，进入下一步；关系不明确，维修知识库中检索不到可重用的知识，则推理访问故障案例库：推理成功，进入下一步；推理不成功，进行故障知识库和故障案例库重构；

系统向用户提供不断更新的故障处理办法建议。

7 故障诊断方法选取

碳纤维复合材料柔性模压成形装备的故障诊断方法可采用基于模型驱动的分析方法和基于数据驱动的分析方法。故障诊断方法选择主要依赖一下的条件：传感器的布置的合理程度及其数据采集的精准程度；故障部件的复杂性和故障模型的准确程度；装备在正常运行和故障情况下的运行数据充分程度。

8 故障等级

碳纤维复合材料柔性模压成形装备按照故障的风险、可能引起设备的失效程度、性能和功能劣化，对人员生命或肢体损伤程度等将故障等级共分为四级。故障等级划分见表1。

表1 故障等级划分

故障等级	一级故障	二级故障	三级故障	四级故障
风险	高	高	中	低
失效程度	高	中	中	低
人员损害程度	大	大	中	小
性能和功能劣化	系统级	系统级	部件级	部件级
处理方式	系统自动处理	系统自动处理	系统自动处理	系统提示，人工处理。
处理办法	需切断设备所有运动部件动作，关闭主动力电机以及油泵，关闭辅助控制电机以及油泵，关闭冷却电机以及油泵，仅保留电气控制回路和控制器正常工作。	需切断设备所有运动部件动作，关闭主动力电机以及油泵，保留辅助控制电机以及油泵、冷却电机以及油泵、电气控制回路和控制器正常工作。	需切断设备故障部件，保留正常工作部件动作，主动力电机以及油泵、辅助控制电机以及油泵、冷却电机以及油泵、电气控制回路和控制器正常工作。	保留设备动作部件，保留主动力电机以及油泵，辅助控制电机以及油泵、冷却电机以及油泵、电气控制回路和控制器正常工作。部分警告长期存在时进入更高级别报警。

故障严酷程度如图1所示。

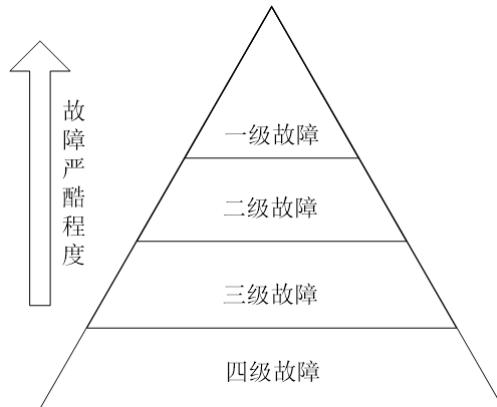


图 1 故障严酷等级

9 预测性维护方法

碳纤维复合材料柔性模压成形装备预测性维护方法包含以下内容：

- 预估失效时间，即预测设备系统、子系统和部件的不同类型故障模式的失效发生时间；
- 预测故障发生概率，即预测在下次检查或维修前设备系统、子系统和部件发生故障的概率大小；
- 预测剩余寿命或可正常使用时间，即预测设备系统、子系统和部件的剩余寿命或可继续正常使用的时间长度。

10 预测性维护流程

10.1 碳纤维复合材料柔性模压成形装备预测性维护一般流程

碳纤维复合材料柔性模压成形装备预测性维护流程如图2。

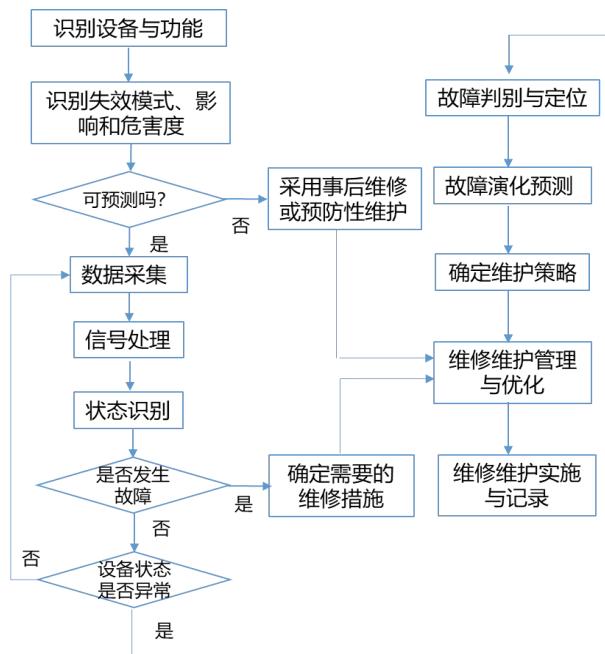


图 2 预测性维护流程

10.2 识别设备与功能

识别要预测的设备或系统的功能、输入、输出、工况、工况的变化范围等。设备或系统包括但不限于热模压复合材料生产线的主机本体、动力机构和电气控制系统等的各功能部件。

10.3 识别失效模式、影响和危害度

失效模式、影响分析应符合 GB/T 7826 的规定。

10.4 数据采集

预测性维护需要收集的数据包括但不限于：

- a) 碳纤维复合材料柔性模压成形装备及部件所有监测参数和特征值；
- b) 设备历史运行数据、维修数据和失效数据；
- c) 未来运行和维修的环境、要求和计划表；
- d) 起始诊断，包括所有现有失效模式的识别；
- e) 统计数据、失效模式的影响因子、所有参数和特征值的失效定义点；
- f) 可靠性、有效性、可维修性和安全性数据；

10.5 信号处理

将数据采集获取的设备运行动态数据经计算或调理后，去除外部干扰或无效信号的数据。提取能表征碳纤维复合材料柔性模压成形装备状态的特征数据。

10.6 状态识别

将特征值与期望值或操作值进行比较，识别机械的状态。

10.7 故障判别与定位

根据第6章故障诊断流程判别和定位故障

10.8 故障演化预测

10.8.1 预测方法

预测方法包括但不限于影响因子分析、多参数分析、趋势分析、基于模型的分析等。

碳纤维复合材料柔性模压成形装备影响因子和影响结果关系示例如表2。

表 2 影响因子和影响结果关系示例

序号	影响因子	影响结果
1	设备工作时间 环境粉尘	油液清洁度
3	油液温度 实际工作压力 设备使用时间	油液寿命
4	冷却工作时间 油液清洁度 油液温度	冷却滤芯更换保养
5	油液温度 加热时间 油液清洁度	加热器更换保养
6	油液工作温度 模压次数 位置偏差检测 工作压力 工作速度	油缸密封寿命
7	模压次数	滑块导板寿命

	位置偏差检测 润滑加注次数	
8	油液工作温度 伸缩次数 位置检测 工作速度	对中油缸密封寿命
9	模压次数 润滑加注次数	对中导板寿命
10	油液工作温度 伸缩次数 位置检测 工作速度	工作台油缸密封寿命
11	模压次数 润滑加注次数 实际载荷	工作台导板寿命
12	运行时间 电机绕组温度 电机轴承温度 工作负载压力	电机润滑保养
13	蓄能器工作压力 蓄能器位置检测	蓄能器氮气补充
14	油箱液位计算容积 油缸计算容积 管道计算容积	油液容量不足
15	工作时间 油液清洁度 油液流量	供油滤芯更换保养
16	供油压力检测 工作时间 供油输出与反馈偏差大	供油比例阀更换
17	模压工作压力 工作时间 伺服阀输出与反馈偏差	伺服阀更换
18	工作压力 工作时间 伺服阀输出与反馈偏差	工作台伺服阀更换
19	工作时间 油液清洁度 油液流量	控制油泵滤芯更换保养
20	控制压力持续过低	控制油泵管道泄漏
21	模压次数 模压压力 模压偏载位置	上梁螺杆螺丝紧固保养
22	运行时间 工作压力 油液清洁度	油泵保养
23	设备工作时间	导板螺丝松动
24	导板螺丝松动	精度偏离

25	精度偏离	缸的磨损
26	缸的磨损	漏油
27	注胶机压力	管路泄漏
28	模具加热	加热器更换保养

10.8.2 预测结果

通过对碳纤维复合材料柔性模压成形装备各项监测检测数据的重要度和时效性的动态评估,对装备的健康状态给出健康值评分。根据碳纤维复合材料柔性模压成形装备全生命周期服役状态,对装备状态做出预测。如图3。

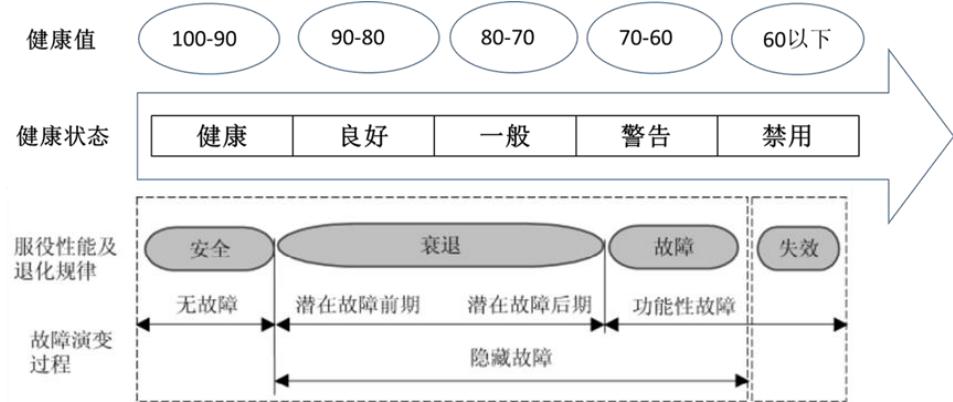


图3 xx 健康状态

10.9 确定维护策略

提供推荐措施和备选方案,包括但不限于:

- a) 维修方式
- b) 维修时间
- c) 维修计划
- d) 维修备件

10.10 维修维护管理与优化

为所有维修活动提供优化组织和管理方案,包括但不限于:

- a) 维修人员派工
- b) 备品备件管理
- c) 维修最优组合
- d) 维修历史记录
- e) 维修效果评价

附录 A (资料性)

基于故障树(FTA)的碳纤维复合材料柔性模压成形装备故障诊断系统

A.1 碳纤维复合材料柔性模压成形装备故障诊断方法

碳纤维复合材料柔性模压成形装备的液压装备故障排查能通过采集PLC的数字量输入或模拟量输入信号值后经过简单的逻辑分析判断给出用户提示信息(数字量信号如压力继电器报警,模拟量如油温传感器值超过允许工作温度),对一种现象(如滑块无回程动作)由多种原因(如电磁铁用断路器跳闸,开关电源损坏,控制电缆松动,电磁阀卡阀等)导致的故障没有有效的处理办法。可针对同一故障的描述,通过系统与用户的信息交换,逐级定位热模压复合材料生产线故障的原因并给出合理的解决方案。图A.1为热模压复合材料生产线故障诊断方法流程图。

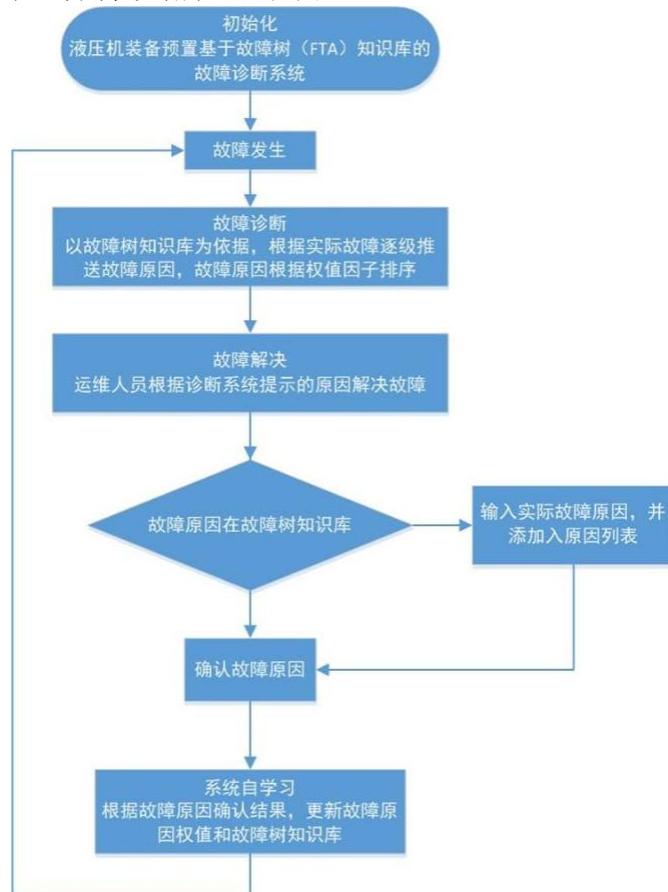


图 A.1 碳纤维复合材料柔性模压成形装备故障诊断方法流程图

碳纤维复合材料柔性模压成形装备故障诊断方法中的故障按基本部件:电机泵组、油箱系统、滑块、顶出装置、工作台、辅助装置、电气系统等分为若干个故障树子集。其工作的步骤如下:

步骤一、故障诊断知识库初始化:液压机装备预置基于故障树(FTA)知识库的故障诊断系统。故障树常用于液压类设备的故障知识建立中。

步骤二、用户故障诊断系统提出故障描述,系统根据故障描述信息访问故障树分析专家知识库并给出各级的推荐解决方案。如图2为典型的工作故障树。

一级中间事件M_x主要包括: (1) 操作原因, (2) 互锁条件不满足, (3) 元件出现故障, 二级以及以后中间事件M_x采用概率统计方法、神经网络分析方法等优选推送, 通过各级中间事件以及用户的现场排查操作的交互式解决方法最终锁定相应的基础事件X_x。

举例说明：用户向系统提出“滑块无法回程”的故障描述后，系统结合接收到的实时状态数据和用户反馈信息，进行如下信息的推送：

(1) 系统推送给一级中间事件用户操作原因信息：检测电机是否启动、旋钮是否打到主机位置，如无误推送下一步信息；

(2) 系统推送给一级中间事件用户互锁条件信息：检测插拔销的位置、工作台位置等，如无误则推送下一步信息；

(3) 系统推送给用户一级中间事件元件故障信息：提示用户按下“滑块回程”按钮后观察现象反馈给系统，检查基础事件管路和密封元件是否有漏油现象，电磁铁是否吸合，如电磁铁不吸合则考虑二级中间事件电气元件故障，如电磁铁吸和则考虑二级中间事件液压元件故障，依次类推直到找到基础事件为止。

如图A.2为滑块无回程动作故障树部分故障列举图，图A.3为滑块无回程动作的交互知识。

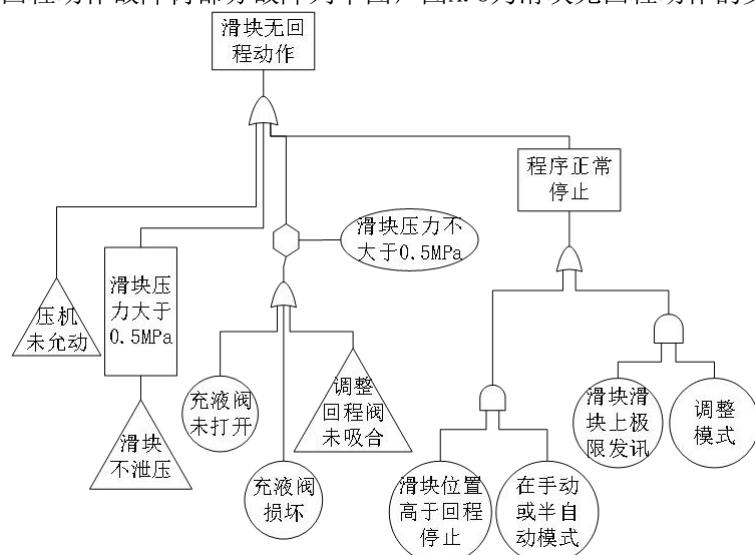


图 A.2 滑块无回程动作故障树部分故障列举图

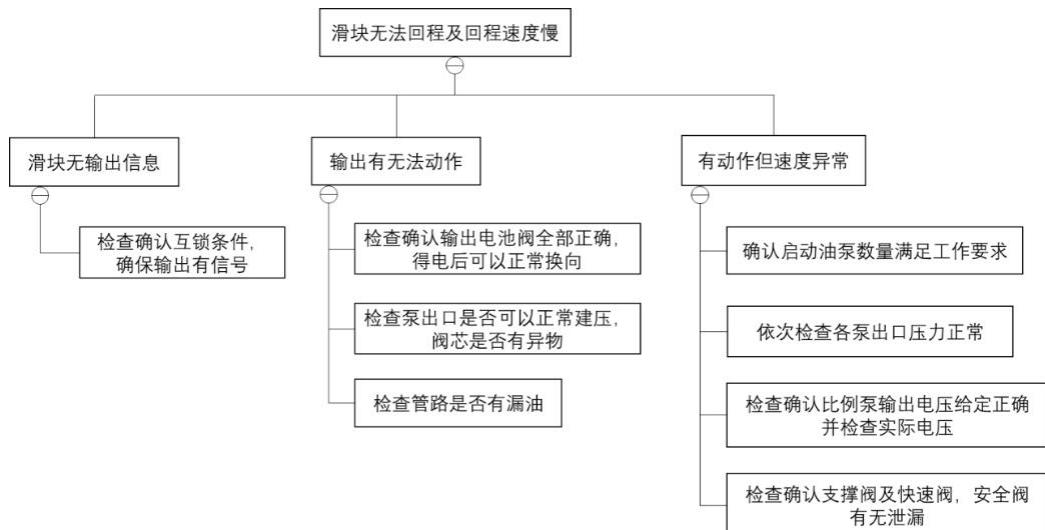


图 A.3 滑块无回程动作的交互知识

步骤三、确认故障的基础事件Xx后，系统搜索专家解决方案知识库给出用户相应的故障解决方法。

步骤四、用户排除故障后反馈给故障诊断系统确认故障解决方法有效，系统将反馈信息记录到专家解决方案知识库。用户如未能处理故障，平台将故障信息及时反馈系统管理员。

步骤五、系统自学习：碳纤维复合材料柔性模压成形装备故障原因确认之后，采用贝叶斯网络建模方法，根据确认情况自动更新所有的故障原因的权值因子。如图A.4所示，故障树每个节点上设有故障原因和相应的权值因子，各子节点也相应设置有故障原因和权值因子。

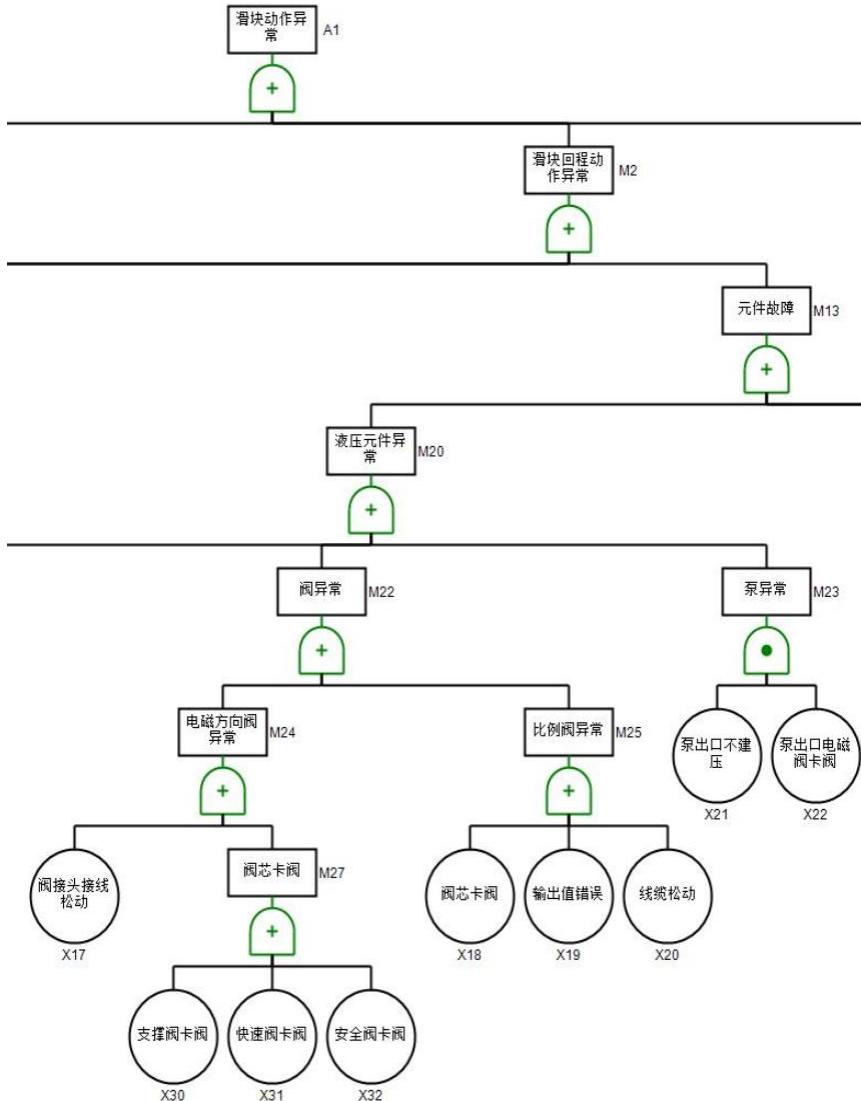


图 A.4 每个节点的故障原因和权值因子示意图

例如：系统预置电磁方向阀异常的故障概率是：阀接头接线松动概率60%，支撑阀卡阀概率25%，快速阀卡阀7%，安全阀卡阀8%。

采用贝叶斯网络建模方法：第一阶段，基于专家知识和先验数据，选取电磁方向阀异常的重要影响因子作为电磁方向阀异常情况的关键指标和网络节点，确定系统中变量之间的依赖关系，建立贝叶斯网络结构；第二阶段，在确定的网络结构下，利用数据集进行参数学习、模型训练，并验证建立的模型是否满足要求。模型的参数学习是两阶段法建模方法的第二阶段，主要是利用样本数据集对给定的网络结构进行模型训练，确定网络各节点的条件概率分布。

随着时间的累计，每种故障的先验概率会随着事件的增多而变化，如果后续出现电磁方向阀的异常，通过网络推导，发现预置的快速阀卡阀概率可能会降低、支撑阀卡阀概率会上升。

故障解决之后，运维人员确认故障原因，若实际故障原因不在列表内，系统允许运维人员手动输入自定义原因。故障诊断系统根据与用户交互的和反馈的信息，统计某种故障出现的次数并调整该故障出现的概率，便于以后优先推送给用户。

A. 3 测试用例分析

3.1 建立碳纤维复合材料柔性模压成形装备油温异常故障树

依照前述方法,针对重型液压机油温异常建立故障树,引起油温异常的故障主要包括“循环泵”未启动、换热器故障、“循环过滤器堵塞”等内容,其中造成“循环泵”未启动的因素可能包括“循环泵启动”PLC无输出,则须修改程序,或者“循环泵启动”PLC有输出,则可能是线路问题或者“循环泵”未合闸。图A.5为碳纤维复合材料柔性模压成形装备油温异常故障树部分故障列举。

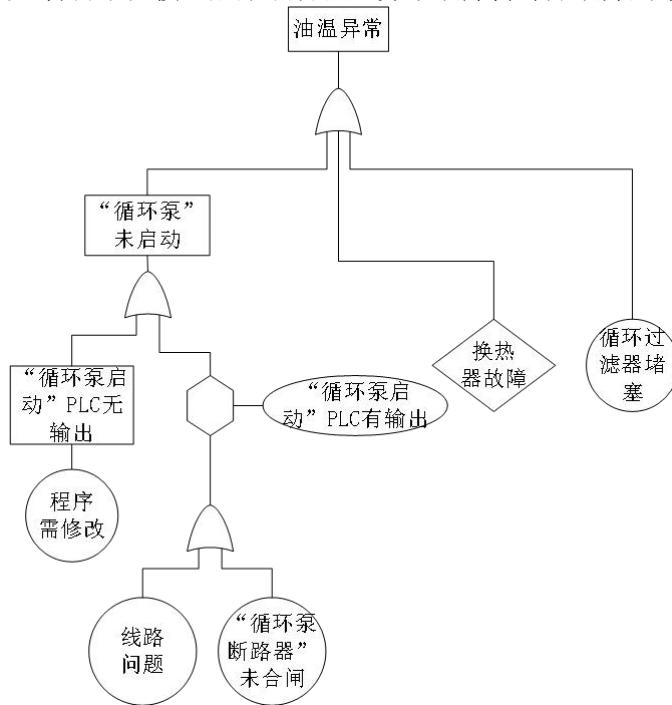


图 A.5 油温异常故障树部分故障列举图

附录 B (规范性) 预测模型

- B. 1 远程运维系统应给出碳纤维复合材料柔性模压成形装备各关键部件和易损部件的提示维保时间。
 - B. 2 如果开机时间长且使用频繁，则提示维保时间会缩短。
 - B. 3 提示维保时间可结合点检日志做调整，如在点检日志中频繁出现导轨面划痕，则提示维保时间会缩短。

式中: $1 \leq i \leq a, i \in \text{整数}, i = i + 1$

式中: $1 \leq n \leq b, n \in \text{整数}, n = n + 1$

$$T_{pro} = f(T_a, T_b, R(b)) \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

T_{pro} ——预估失效时间

a ——点检周期

b ——故障预估基准时间

$R(b)$ ——点检结果

参 考 文 献

- [1] GB/T 22393—2015 机器状态监测与诊断 一般指南
- [2] GB/T 23713.1—2009 机器状态监测与诊断 预测 第1部分：一般指南

团体标准《碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维

第3部分 故障诊断与预测性维护》

编制说明

1. 工作简况

根据中国机电一体化技术应用协会《关于准予<工业机器人传感器性能可靠性技术要求>等9项团体标准立项的通知》(中机电标协[2025]5号),团体标准《碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护》以正式立项,立项编号为TB-L-2025007。归口单位中国机电一体化技术应用协会(以下简称“机电一体化协会”),标准牵头起草单位为机械工业仪器仪表综合技术经济研究所。

1.1 任务来源

本标准是工业和信息化部高质量专项“2022年碳纤维复合材料柔性模压成形装备”(以下简称“碳纤维模压装备”)项目研究成果。建立团体标准《碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护》能够规范远程运维系统建设过程所应遵循的系故障诊断与预测性维护,从而推进碳纤维复合材料柔性模压成形装备行业制造服务新模式的应用。以达到对行业行为进行规范的目的,提高行业的整体水平并为标准使用者带来实质性的利益和竞争优势。

1.2 起草过程

1) 起草人员及分工

本标准机械工业仪器仪表综合技术经济研究所为负责起草单位,本文件起草工作组由以下单位和人员组成:

- 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所: 赵华、彭仕霖
- 合肥工业大学 翟华、张英杰
- 天津市天锻压力机有限公司 张井健

2) 主要起草过程

项目牵头单位在2023年2月在中国机械总院轻量化院德州分公司召开了项目启动

会，会议讨论了项目研究内容、任务分解、各单位分工、考核指标、进度计划、完成时间等。同年5月，仪综所与天津市天锻压力机有限公司、合肥工业大学等单位组建标准工作组对标准框架结构进行了讨论。

2023年7月10日，标准工作组赴天津天锻压力机有限公司进行调研，了解该公司重型锻造装备、复材成形装备相关系统情况，包括其生产制造方法、控制系统、终端用户和产品等方面的经验。

2023年9月11日，在北京召开了标准第一次工作组会，采用腾讯会议方式，标准工作组汇报了《碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护》标准研究制定过程，经过认真讨论后对标准提出修改意见，包括界定标准研究对象碳纤维复合材料柔性模压成形装备；明确碳纤维复合材料柔性模压成形装备运维模式，以及远程运维系统故障诊断与预测性维护技术内容。

2024年5月17日，牵头单位在山东省德州市德州分公司召开了项目阶段性会议，我单位代表工作组介绍了标准研究的进展情况和主要问题。

2024年6月-9月标准工作组进一步修改完善标准草案，并与2024年9月19日召开了标准讨论的腾讯会议，完善该专项标准试验验证平台的建设方案的内容，讨论标准验证环境、验证方法，并对标准文本进行规范性修改。

2024年10月31日，在北京市怀柔区中国机械科学研究院集团怀柔科技创新基地召开阶段项目会，牵头单位要求标准工作组尽快进行标准团标立项，会后我单位形成标准立项建议书，并与2024年12月，报请中国机电一体化技术应用协会审查。

2025年3月26日，中国机电一体化技术应用协会召开团体标准立项审查会，发布了关于准予标准团标立项的通知。

2. 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本文件严格按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则编制。紧密结合工程任务实践，注重标准的科学性、适用性和可操作性。

2.2 文件主要内容

《碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护》标准本文件规定了碳纤维复合材料柔性模压成形装备的术语和定义、缩略语、故障诊断流程、故障知识构建、故障诊断方式、故障等级、预测性维护方法和预测性维护流程。适用于运维过程中的故障诊断与预测性维护。本标准用以指导构碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维服务平台，推进行业制造服务新模式的应用。

3. 主要试验（或验证）情况分析

本标准规定了碳纤维复合材料柔性模压成形装备的术语和定义、缩略语、故障诊断流程、故障知识构建、故障诊断方式、故障等级、预测性维护方法和预测性维护流程。适用于运维过程中的故障诊断与预测性维护。参编单位在标准编制和系统应用上具有丰富的经验和较为成熟的技术基础，能够支撑本标准的制修订工作。

4. 标准涉及专利情况

本标准不涉及专利。

5. 预期达到的社会效益

随着碳纤维复合材料在航空航天、汽车制造、新能源等高端领域的广泛应用，碳纤维复合材料柔性模压成形装备作为其关键制造设备，市场需求日益增长。然而，该类装备结构复杂、技术集成度高，传统运维模式存在响应慢、成本高、效率低等问题，难以满足现代工业生产对设备可靠性和生产效率的要求。远程运维技术融合物联网、大数据、人工智能等先进技术，为解决上述问题提供了有效途径，但目前行业内缺乏统一的标准规范，制约了远程运维技术的推广应用。因此，开展碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维相关标准研究具有重要的现实意义。

本标准规定了碳纤维复合材料柔性模压成形装备的术语和定义、缩略语、故障诊断流程、故障知识构建、故障诊断方式、故障等级、预测性维护方法和预测性维护流程。适用于运维过程中的故障诊断与预测性维护。对于提升我国制造业高质量发展具有重要意义。

6. 采用国际标准情况

本标准为自主制定，没有采用国际标准。

7. 标准协调性说明

本标准与现行法律、法规、强制性标准等无冲突。

8. 重大分歧意见的处理

本标准制定过程中，无重大分歧意见。

9. 标准性质的说明

9.1 适用范围

规定了碳纤维复合材料柔性模压成形装备的术语和定义、缩略语、故障诊断流程、故障知识构建、故障诊断方式、故障等级、预测性维护方法和预测性维护流程。适用于运维过程中的故障诊断与预测性维护。本标准适用于碳纤维复合材料柔性模压成形装备系统运维过程中的故障诊断与预测性维护。

9.2 标准属性

建议作为推荐性团体标准执行。

10. 贯彻标准的要求和措施建议

无

11. 废止现行相关标准的建议

无。

12. 其他应予说明的事项

无。

《碳纤维复合材料柔性模压成形装备远程运维 第3部分 故障诊断与预测性维护》

起草工作组

2025年7月29日