

# 故障树分析法在码头设备故障分析诊断中的应用

蛇口集装箱码头有限公司 冯日权

**摘要：** 本文论述的是利用故障树分析法，采用 VB 编程语言，结合我们码头设备结构特点进行开发的故障树分析诊断系统，通过该系统能更直观的了解码头起重设备的结构特点及控制系统，能更迅速的排除设备故障根源，同时对故障的相关资料、备件图片及维修经验等能方便的进行查找及归整。

**关键字：** 故障树 故障分析法 诊断 快速

## 一、 引言

自从改革开放以来我国的水运行业发展迅速，随着港口吞吐量和机械化程度的增加，对港口设备的要求也越来越高，随之港口的大型机电设备的自动化程度也日益提高，现代码头起重设备大量采用 PLC 控制、变频器驱动，虽然可靠性越来越高，但由于系统多，对维修时间要求高，因而对故障诊断技术要求高，现场维修人员不仅要有实际工作经验，还要有丰富的理论知识，如何提高抢修效率、缩短维修时间成为维修的重点和难点，为适应这种需求，有必要采用新的方法来提高故障诊断效率，迅速排除故障，对港口机电设备故障诊断技术的研究成为港口业的一项迫切的重要任务，而故障树分析法是故障预测和故障诊断的有效方法，在此基础上，结合抢修工作的情况，用 VB 编程语言，自主开发了故障树分析诊断系统，故障树分析法就是在这种情况下产生的。

## 二、目前码头设备故障的传统诊断排除方法

### 1、目前的方法：

目前码头设备故障的传统诊断排除方法通常是设备根据设备上安装的故障显示屏显示的故障代码或信息，再通过查看故障代码表的信息内容或是查看设备程序进行搜索判断，锁定一定范围后再逐步排除。

### 2、存在的问题：

- 1) 如果此过程中涉及到一些疑问、或是一些驱动器参数、或是新的故障需要进行查找相关资料时，一般都需要再回资料室查找或在电脑上储蓄的资料进行

逐个查找，这经常很费时；

- 2) 我们码头的设备系统多又杂，所使用的备件型号也各不一致，故障后如需要更换备件时，一般我们会按照其中的型号或是一些老师傅的经验记忆再回来在 EAM 系统进行查找，但备件中的型号不一定每个都可以看到，而且特别对于一些从未处理过此问题的新同事，备件的查找与确定也同样费时；
- 3) 而且我们对码头设备的多年维修宝贵经验虽然是已经得到了一些总结，但其中的储存归档都比较零散，查找与翻阅都不方便。

在当下行业形势，客户对码头操作效率要求日益提高，设备故障长时间的停滞将不能满足作业生产的需求，因此需要系统的整合码头设备故障情况及维修技术经验，优化传统的故障抢修方式。

### 三、新的故障树诊断系统的开发实现

#### 1、故障树诊断系统的研究开发理论基础

故障树分析(Fault Tree Analysis, FTA)故障树分析(FTA)技术是美国贝尔电报公司的电话实验室于 1962 年开发的，它采用逻辑的方法，形象地进行危险的分析工作，特点是直观、明了，思路清晰，逻辑性强，可以做定性分析，也可以做定量分析。体现了以系统工程方法研究安全问题的系统性、准确性和预测性，它是安全系统工程的主要分析方法之一。故障树其核心是指用于表示系统内可能产生故障的部位及其相互关系和影响的树状图。

#### 2、码头起重设备的故障树的基本结构及实现方案

岸吊及场桥电气控制故障诊断系统是一个相当复杂的系统，按照机构类别分为起升故障、小车故障、大梁故障、大车故障，电源故障、吊具故障、驱动机构故障、PLC 故障、发动机故障、防摇故障、倾转故障、照明故障、驾驶室类故障、高压系统故障、应急机构故障、市电供电系统故障等 21 个大类，58 个小类。工程部设备所用的电控系统多样化，有 GE 系统、安川系统、ABB 系统、西门子系统、富士系统等，资料多，使用的元件品牌型号及种类纷杂。

#### 3、故障树诊断系统的具体实现

##### 3.1 具体的程序实现原理及过程

针对设备的基本结构及特点情况，要求故障树系统能把故障树的应用角度出发，以码头起重设备的机构分类，将传统故障树的分析与计算机数据库紧密结合

起来，同时将故障相关的原理图、相关的资料，或称热点资料，相应的元件备件型号或图片，故障的处理经验及资料模糊查询相结合，当点击任一故障树的结点，可在在文本栏中显示该结点的注解字，查看热点资料或用模糊查询硬盘中所有的资料。这个查询器的速度相当的快，检索过程几乎是瞬间中就可完成，增强检修和对故障分析过程中的实用性。

SCT设备有三大类，流机设备，岸吊设备和场桥设备，这就要对众多目录树进分类，方便查找，所以本程序采用两级目录树，左上是第一个树控件，显示数据库中含有的故障数的目录，就像一本书开头的目录作用。目录分大类和小类二层，这个目录树与一个名为《工程部故障定义目录树》的数据库绑定，单击目录的每个结点，都会触发动作去调用数据库，并将与节点相对应的内容用LISTVIEW控件来显示。如下图1所示

程序界面设计如下图

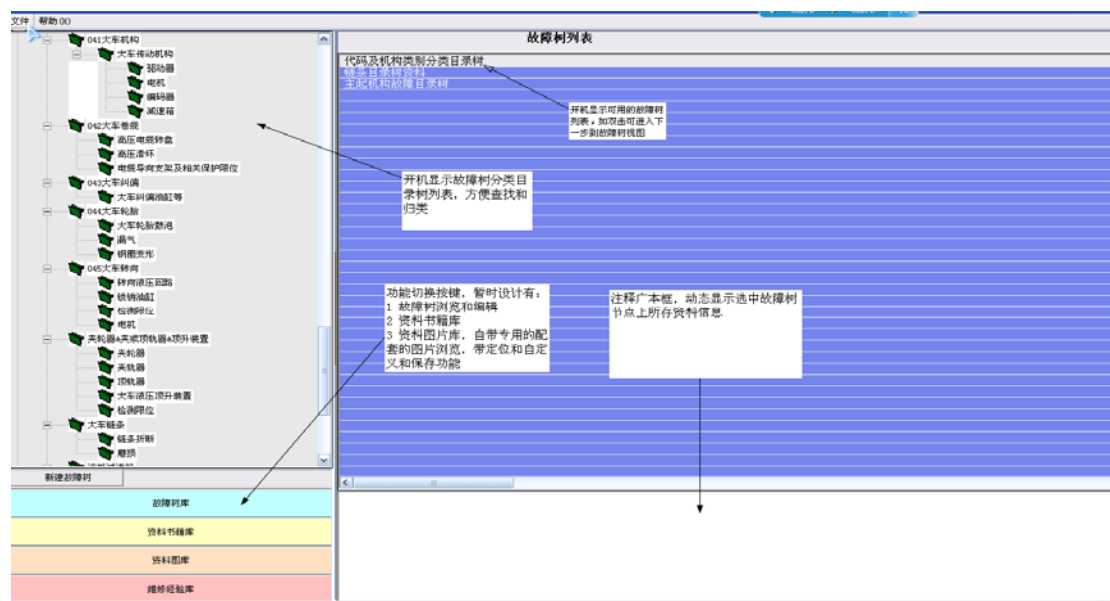
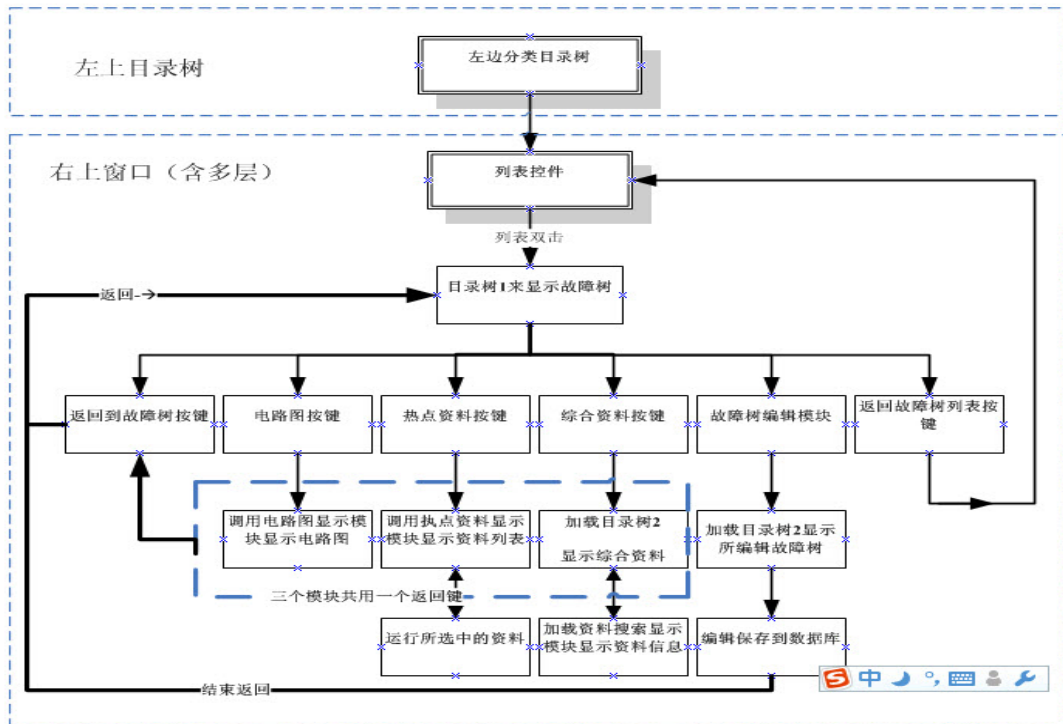


图1

界面左上部分是主显示窗口，为了充分的利用空间，这里设计成多层窗口，每层的显示与否由所执行的功能决定，功能切换键设在左下方，与窗口相配合共同完成：故障树新建/加载/显示/编辑功能，图片显示功能，数据查询功能等，达到本软件的设计目的，多层窗口的构成由以下控件和模块来完成。如下图所示：



码头起重设备故障树诊断系统,对故障用图形化清晰显示出来,还将检修过程中常用的资料数据,故障的原因分析和处理方法等通过数据库紧密的结合在一起,还预留了后续开发的空,如将故障所要用的备件详细信息结合起来,做到指引查找故障,查到故障的备件参数、备件仓库ID码、存放地点,缩短取备件的时间,对提高设备的抢修效率有很大的帮助。

故障树还有另一个好用的图片浏览器,它自带有一个简单记录库,可记录图片定位数据,使用者可编辑和存储定位信息,准确显示图片,打个比方,有一幅中图地图的,而浏览器窗口每次只显到一个省,那么你就可为第每一个省在下拉列表中定义,以后点击那一个省就会显示那个省的地图,它是本故障树的一个组成部分,是针对故障树软件显示程序图,定位显示那一个程序断的那一个程序而独立开发的一部分,解决了维护人员看程序图的需求。

故障树的使用简介如下:

- a、进入软件后,在左边窗口上的目录树中选“大车故障”下的“大车机构”。
- b、点击“新建故障树”按钮。就进入了故障树窗口。

输入“大车没动作,其它机构有动作”,就建立了名为“大车没动作,其它机构有动作”的故障树顶节点。

最右边窗口有“故障原因”，“故障处理”输入框，两个框中输入故障原因和故障处理的内容，树节点保存后，这两个框的内容就会保存到数据库。以后每次打开这个故障树时，选中一个故障节点，相应的内容就会显示出来，供维修指导和经验参考。

c、窗口左上“新建”按钮单击

d、“新建子节点”按钮

输入“激光测距开关”，就建立名为“激光测距开关”的第二层节点。

e、鼠标选中“激光测距开关”故障树，可选“激活前”、“激活后”，“建子节点”、“删除”等等，故障树建完后，选“保存”，故障树就建好。

这时返回到在边目录树，点选“大车故障”下的“大车机构”，就会跳出列表框画面，并在列表中看到“大车不会动，其它机构能动”的故障树名，双击它就会加载和显示故障树。实现了故障树管理和故障树建立的双重作用，在加载进故障树的同时，也把“故障原因”，“故障处理”的内容一同加载和显示。

### 3.2 故障树使用实例及与传统模式对比

下面这段是在抢修工作中，对“场桥大车没动作”的故障原因分析总结，用一般文字描述和用故障树描述分别展示和比较。

文字描述：

场桥大车没动作，其它机构正常的原因，根据我在设备维修中的经验总结如下：

a 激光测距开关

a-1大车跑偏，激光开关动作

a-1.1大车跑偏，叫司机按旁通开关大车没动作，需要维修人员到现场按住滑电小车电控箱上的旁通按钮才能走大车。

a-2大车没跑偏

a-2.1激光开关松引起位移，射出挡板外。

a-2.2激光开关接头或电缆坏引起

a-2.3大车轮胎气压不足致使整车下移，或小车在第一列，吊具吊着箱。

b 大车防撞杆限位开关

b-1车跑偏，防撞开关动作

- b-2 大车防撞杆松，走大车晃动引起
- b-3大车防撞限位开关接线盒引出线处断
- c 发动机平台或折叠门开关
  - c-1 发动机拆叠门未收好
  - c-2 发动机伸缩平台门未收好
  - c-3 发动机伸缩平台收好啦，平台门限位开关底盒进水，引起开关锈蚀开路
- d 大车零位开关
  - d-1 大车零位接近开关
    - d-1.1接近开关坏
    - d-1.2 接近开关接头电缆坏
  - d-2大车轮胎不在零位
  - d-3 大车立轴轴承磨损，引起间隙过大，360度行走时开关感应不到
- e 吊具处于着箱状态，大车没有动作。这是防止司机拉坏钢丝绳的一个技术措施。
- f 大车电机编码器
  - f-1 编码器缓冲胶坏或是PG联轴器坏
  - f-2 编码器坏
  - f-3 编码器线断
  - f-4 编码器转接板坏
  - f-5变频器中的PG板坏
- g 起升大车切换电路，检查切换开关是不良好，或叫司机起升和大司切换一次
- h 滑电小车
  - h-1滑电小车换电区限位开关进水，用电气清洗济清洗并干燥
  - h-2 滑电小车伸缩感应开关感应不到
    - h-2-1 小车伸不到位
    - h-2-2小车感应开关坏
    - h-2-3 小车感应开关到控制箱的电缆断线或电缆内部导线间漏电。

h-3 一个方向进喇叭口，大车就没有动作，但是大车向另一个方向进场就没有问题

故障原因分析：滑电小车一组有一相碳刷过度磨损或碳刷相互间造成缺相。注意：此时还是在用发动机电而不是用市电的。原因是碳刷护套加装了螺丝突出造成碳刷卡滞向上伸不到位而缺相，PLC程序联锁造成大车不能动。但这轻微的卡滞用肉眼很难察觉到，容易误判为碳刷坏，更换碳刷后还不杆，还延误了不少的时间。

故障处理：将两个螺丝中的一个去掉，碳刷间不会出现卡滞现象，故障就排除了。

这段故障在故障树表示如下图：

i 变频器故障

i-1 电机接地

i-2 PG开路

i-3BUS通讯故障

i-4 内部线路板坏

i-5 内部连接线绝缘皮磨破漏电引起

i-6 电源互感器不良引起

i-7 变频器保险烧

i-7.1 只是烧保险，过负荷或市电瞬间过压引起

i-7.2 触发板坏引发IGBT损坏，或是IGBT损坏顺带触发板损坏。

提示：触发板和IGBT板要一起更换，一组IGBT损坏，最好是三组都要换。

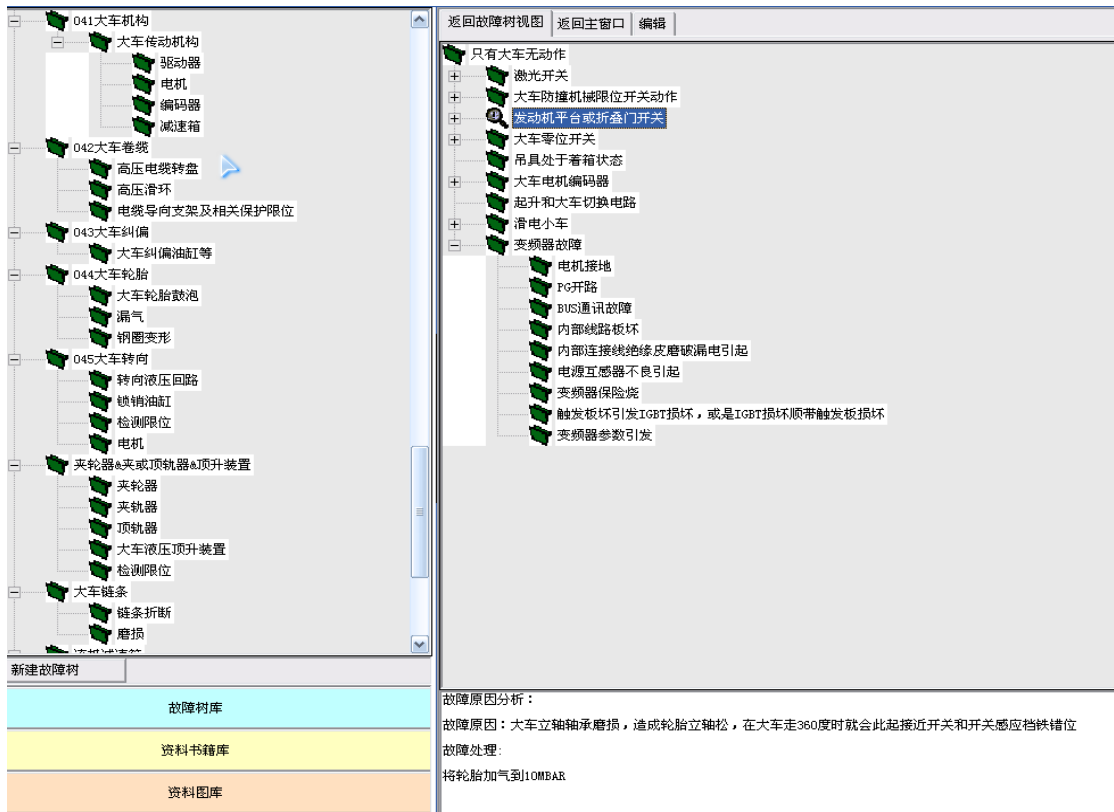
i-8 大车参数引发，如安川686变频器，将PG改开环后，F1参数和F9参数恢复厂家设定，这一点值得关注。

j 大车刹车反限位开关

j-1 大车刹车限位开关坏

j-2 大车刹车限位开关松

以上为大车故障以故障树形式分解汇总情况，导入系统后运行效果情况如下图所示：



现场技术人员在使用时根据现场故障情况，在系统中找到相应故障机构，可快速根据展开机构控制逻辑，快速定位故障点，从而使故障能在最短时间内修复，减少作业中断时间。

另外在构建故障树库的同时，同时将设备资料口同时并行进行了构建，使之使用配合的天衣无缝，辅助在故障维修时查询支持使用，设备资料库功能如下图



所示:

文件(F) 帮助(H)

蛇口集装箱工程部资料

场桥资料

电气方面

变频器资料

安川

变频器的基本原理.doc

ASKAWA系统位置控制原理.doc

G5中文.pdf

安川变频器维护以及参数设定.htm

安川变频器维护要点.doc

676H5内部结构组成.doc

西门子

富士

PLC资料

电路原理图资料

RT031到RT047电路原理图资料

RT048到RT057电路原理图资料

RT060到RT071电路原理图

RT072到RT081电路原理图

RT082到RT083电路原理图

RT084到RT095电路原理图

RT096到RT105电路原理图

RT106到RT112电路原理图

机械方面

单击选中它

返回故障树视图 | 返回主窗口 | 编辑

只有大车无动作

- 激光开关
- 大车防撞机械限位开关动作
- 发动机平台或折叠门开关
- 大车零位开关
- 吊具处于着箱状态
- 大车电机编码器
- 起升和大车切换电路
- 滑电小车
- 变频器故障
- 电机接地
- PG开路
- BUS通讯故障
- 内部线路板坏
- 内部连接线绝缘皮磨损漏电引起
- 电源互感器不良引起
- 变频器保险烧
- 触发板坏引发IGBT损坏,或是IGBT损坏顺带
- 变频器参数引发

新建故障树

故障树库
资料书籍库
资料图库
维修经验库

故障原因分析:  
故障原因: 大车立轴轴承磨损,造成轮胎立轴松,在大车走360  
故障处理:  
将轮胎加气到10MBAR

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 工具(T) 帮助(H)

名称 & 位置\* 大小 & 日期 高级\*

名称(N): G5中文.pdf

扩展名(E): .pdf

位置(L): 任何位置

名称 修改日期 位于文件夹

G5中文.pdf

K:\资料收集与管理\资料收集与管理\treeview\蛇口集装箱工程部资料\场桥资料\电气方面\变频器资料\安川

M:\数据库\file\资料数据库\资料数据库\Support\场桥资料\变频器相关资料\TASKAWA变频器\G5中文

在K盘和M盘下有  
两本, 双击就可

对比以上两种表示手法的对比中可看出，用文字表述，不直观明了，重点不突出，用故障树来表示，有如下特点：可以图文并茂，故障树的顶层事件到底层事件的因果关一目了然，思路清晰，逻辑性强，它还能为你所关心故障事件实时提示，当用鼠标单击任何一节点事件，软件就会自动去搜索该节点对应存放在数据库中的内容，并在右边窗口同步显示故障事件的原因分析和故障处理方法，实用性强

#### **四、故障树系统应用在码头故障诊断情况综述**

本故障树集数据分类管理，故障树新建，编辑，修改，故障树各事资料信息的录入，保存和调用功能，能图形化的，数据化的显示故障维修进程和所用到的维修数据，将故障透明化，逻辑化，是维修工作的得力助手。

故障树的设想方案提出，障故树设计，是在工程部领导设定的一项科题，有本人有幸参与其中，受益非浅。

本故障树要把效力发挥最大化，还有待各方不断对故障库和知识库进行补充和完善，可以预测，故障库内容越丰富，它对我司工程技术人员的作用就越大，对掌握设备与设备故障的基本概念，全面、深入了解设备故障的概念、原因、机理、类型、模式、特性、分析及管理；了解设备故障诊断的基本方法和分类；熟知设备维修方式的发展与状态维修，认识设备故障诊断技术与状态维修的“因果”关系。故障树应用，能为维修人员掌握设备运行状态，判定产生故障的部位和原因，并预测、预报设备未来的状态，从而找出对策，掌握设备故障信息获取和检测方法的框架知识。

#### **五、结束语**

故障树诊断方法是提高系统可靠性的一种设计方法，文中将它应用于故障诊断中，通过故障树建立的故障诊断模型清晰地显示出了故障现象和故障原因之间的复杂关系，从而能够更好地设计出故障诊断系统，并取得良好的控制效果，系统诊断现象，诊断原因和解决的方法。

该界面实现了由不同的故障现象分析得出产生于这种故障现象的故障原因，并给出解决此种故障的方法及功能。