

项目名称：反应堆泄漏检测

项目单位：某高校

所属行业：高等院校

案例描述：此定位装置是野外流动工作平台的重要部分，是检测工作平台和待测目标之间的相对坐标的定位仪器的安装基准。要求此基准能够停留在任意需要的位置，并始终保持水平。通过 Pro/Innovator 的求解，此问题获得了有效的设计方案。

关键词：反应堆、检测、Pro/Innovator

问题描述：

1. 工作原理

此装置为反应堆用蒸汽发生器，该装置起到传热作用，由4000多根U型管进行传热，管内为高压高温有放射性的水，管外为无放射性的二次测水，通过二次测的水将管内高温水的热量带出。U型管壁厚1.2mm，管直径22mm。由于管壁较薄，在高温高压水的作用下极易破裂，现需要检测出破裂U型管。



2. 主要问题

- 2.1 目前检测方法为利用探伤仪进行逐根试探，检测所有的U型管是否破裂。
- 2.2 由于U型管数量很多一般在4000多根，检测效率很低。

3. 问题发生的条件

- 4. 工作时，随时发生泄漏。
检测时，需逐根排查。

5. 待解决的问题

- 5.1. 目前要求停机后检查时方便、可靠；
- 5.2. 进一步要求能过做到在线检测。

解题流程

1 Pro/Innovator 解题流程

Pro/Innovator 包括六个模块（图 1），模块功能即可独立使用，又可相辅相成联合应用。在解决复杂问题时，推荐采用多个模块同时使用的方式。



图 1 功能模块

Pro/Innovator 以 TRIZ 理论为核心，结合现代设计方法学及 IT 技术。固化了 TRIZ 理论的解题流程（图 2），同时储备了丰富的各学科各领域工程解决方案。通过对问题的简化、抽象、求解，发掘工程师最大创新潜能；软件自带的海量知识库和对专利库出色地检索能力，丰富了工程师的专业技术知识，引导工程师产生切实可行的类比方案。

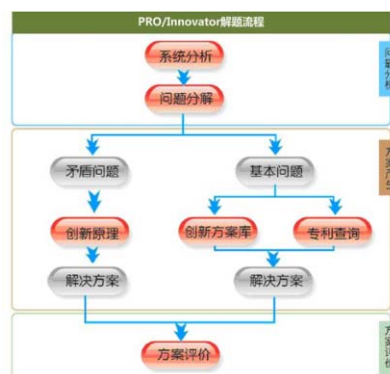


图 2 解题流程

2 Pro/Innovator 求解过程（图 3）

2.1 工况介绍：

规范化的定义方式，完整描述出技术系统的主要功能、工作原理（图）、缺陷或不足产生的原因、结果、条件等。

2.2 系统分析：

以“功能”为核心，引入系统论关于组件、关系、功能的分析方法，并用符号框图建立功能模型。

2.3 组件价值分析：

通过价值工程的方法，进一步实现了从定性分析到定量分析的跨越。

2.4 问题分解：

选择理想度指标最低的组件，进行 RCA 分析。

2.5 解决方案：

以 TRIZ 工具为内核，以知识库（专利库）为支撑，在本体论的引导下，形成解决问题的多组方案。

2.6 方案汇总：

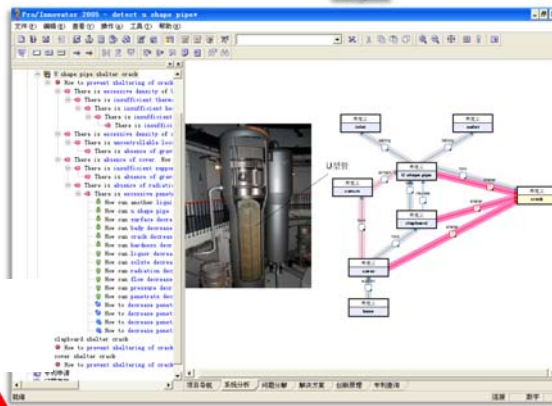
本案运用 Pro/Innovator 的<系统分析>、<问题分解>、<解决方案>、<创新原理>、<专利查询>等模块，引用知识库解决方案 4 个，创新原理解决方案 4 个。产生备

选方案 4 个。

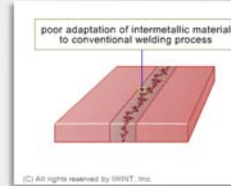
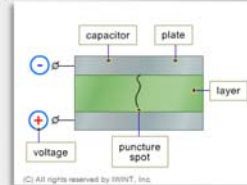
IWINT Internal Case Study 反应堆泄漏检测

在求解过程中，Pro/I 提供了：

- 4条创新原理
- 4条解决方案



解决方案库：



创新原理：

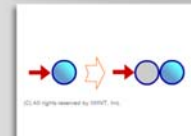
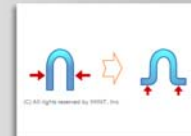
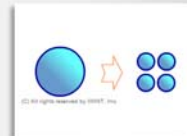


图 3 求解过程

解决方案 (Solution)

定义矛盾：应力,压强 - 控制和测量的复杂性
获得创新原理：

错误！超链接引用无效。、错误！超链接引用无效。、错误！超链接引用无效。

分离原理



- A. 把一个物体分成相互独立的部分；
- B. 将物体分成容易组装和拆卸的部分；
- C. 提高物体的可分性。

相变原理



利用物质在一定条件下产生的某种效应，按目标改变，使物热或致热。

热膨胀原理



- A. 利用材料的热膨胀或热收缩；
- B. 组合使用不同热膨胀系数的几种材料。

1. 方案 1,

根据抽取原理所属的范例, 解决方案[错误! 超链接引用无效。]的启发获得方案:
通过声音检测破裂处

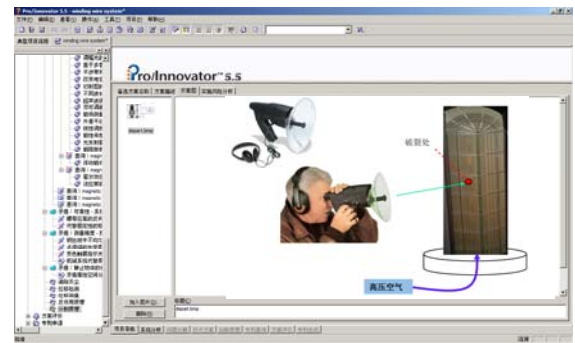


图 1 备选方案 1

2. 方案 2,

根据抽取原理所属的范例, 解决方案[错误! 超链接引用无效。]的启发获得方案:
用声音定位故障

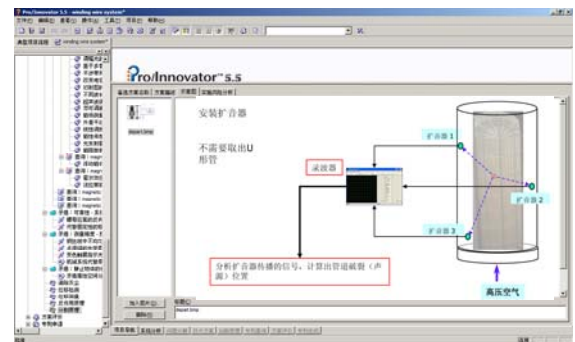
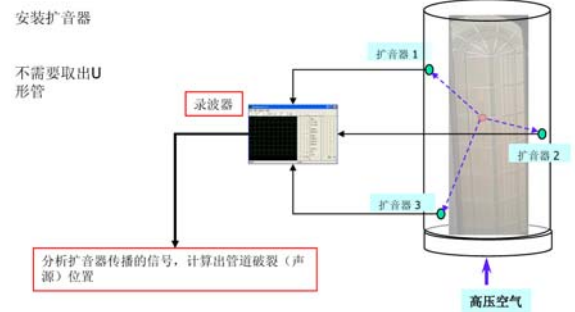


图 2 备选方案 2

3. 方案 3,

根据抽取原理所属的范例，解决方案[有害发光橡胶的隔离防止婴儿中毒的危险]的启发获得方案：

超紫外线光源

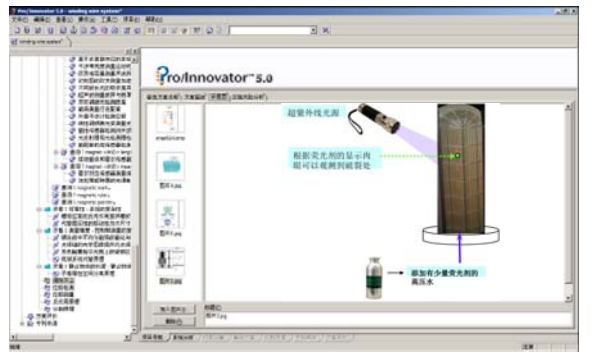
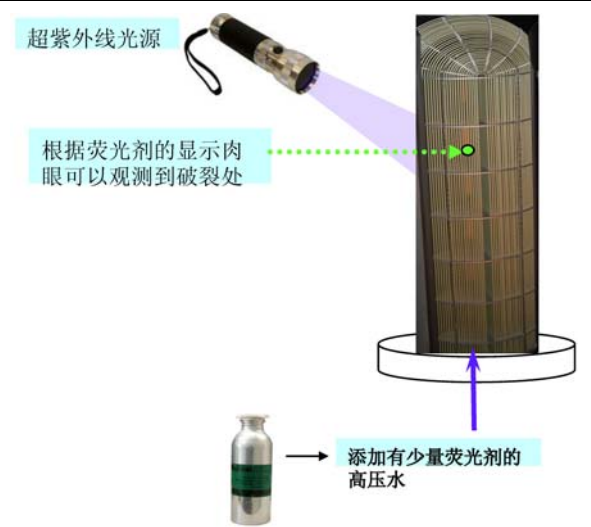


图 3 备选方案 3

定义矛盾：

信息损失 - 物质的量

获得创新原理：

- 错误！超链接引用无效。
- 错误！超链接引用无效。
- 错误！超链接引用无效。

借助中介物原理

- A. 使用中介物实现所需动作。
- B. 把一物体与另一容易去除的物体暂时结合。



(C) All rights reserved by IWINTECH, Inc.

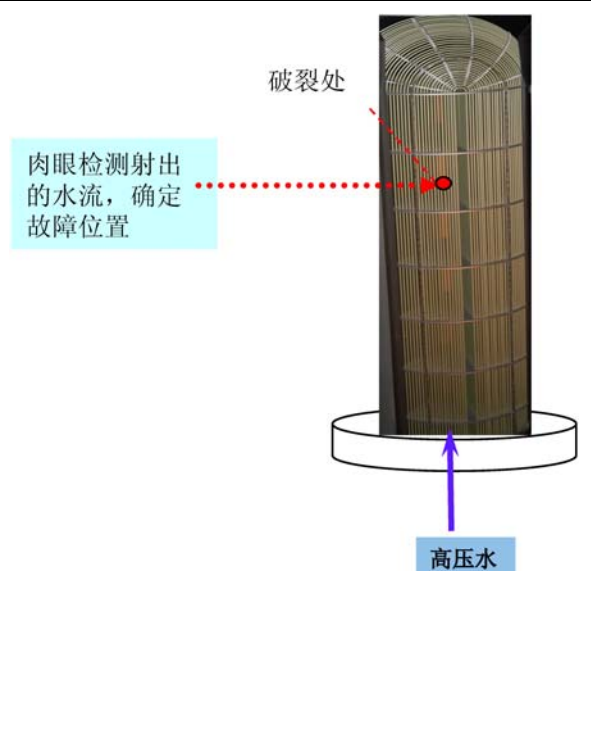


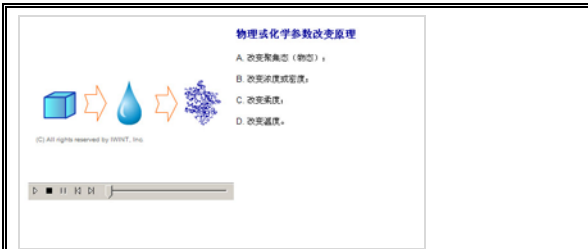
机械系统代替原理

- A. 用光学系统、声学系统、电磁学系统或影响人类感觉的系统来代替机械系统。
- B. 使用与物体相互作用力的电场、磁场、电磁场。
- C. 用运动场代替静止场，对变换代替物场，经数字化代替目前数字化场。
- D. 利用带电微粒子的场作用。



(C) All rights reserved by IWINTECH, Inc.





4. 方案 4,

根据借助中介物原理所属的范例, 解决方案[中介液压放大器增大压电振动器的振幅]的启发获得方案:

高压水检测



图 4 备选方案 4

5. 方案 4,

根据借助中介物原理所属的范例, 解决方案[气泡层减小船的阻力]的启发获得方案:

气泡检测方法



错误! 超链接引用无效。

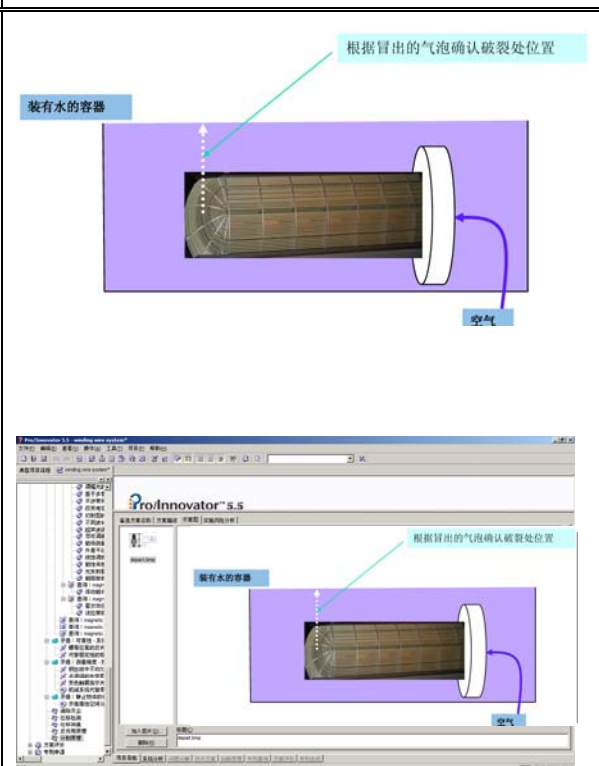


图 4 备选方案 4

6. 方案 6,

根据借助中介勿原理所属的范例, 解决方案[气泡层减小船的阻力]的启发获得方案:

气泡检测方法

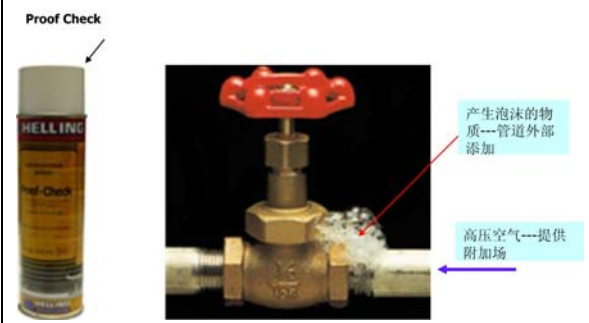


图 6 备选方案 6

7. 方案 7,

根据借助中介勿原理所属的范例, 解决方案[错误! 超链接引用无效。]的启发获得方案:

利用隔板分排检测

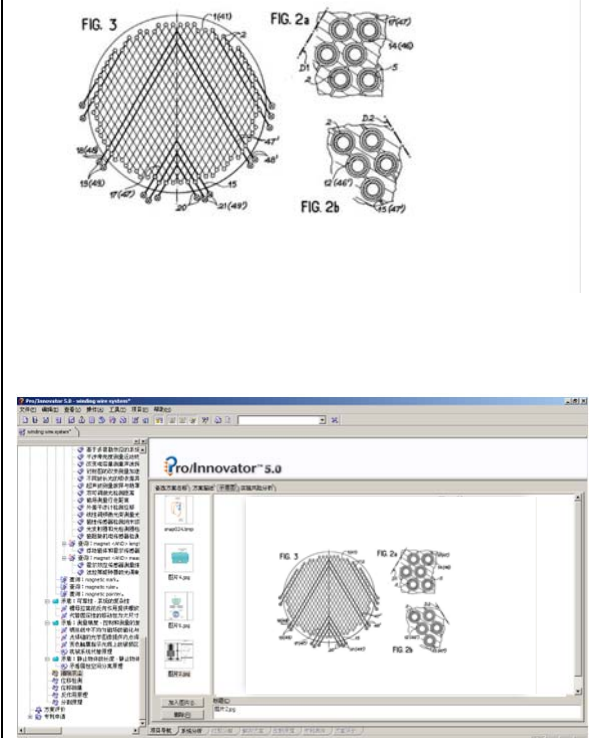


图 7 备选方案 7