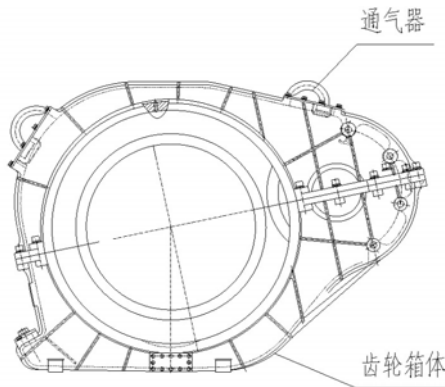
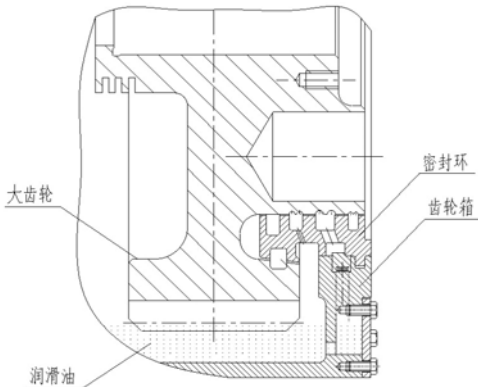
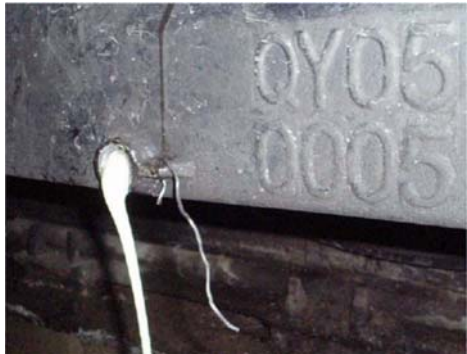


项目名称：齿轮箱防水结构研究	关键词：齿轮箱、密封、Pro/Innovator
项目单位：某公司	
所属行业：铁路	
案例描述：某公司研制的出口哈萨克斯坦电力机车(200km/h)转向架驱动装置采用六连杆空心轴+传动齿轮箱结构。该机车在运行过程中，电机传动端轴承发生烧损故障。通过Pro/Innovator 的求解，此问题得到了有效的解决方案。	
问题描述：	
<ol style="list-style-type: none"> 工作原理 电力机车转向架驱动装置采用六连杆空心轴+传动齿轮箱结构，牵引力传递路线为：电机转矩>小齿轮>大齿轮>六连杆>空心轴>六连杆>车轮；电机传动端轴承通过齿轮润滑油进行润滑，齿轮箱的密封结构（见图1、图2）为：通气器+迷宫密封圈。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="284 947 730 1332">  <p style="text-align: center;">图1 齿轮箱密封结构</p> </div> <div data-bbox="842 947 1321 1332">  <p style="text-align: center;">图2 齿轮箱密封结构</p> </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> 主要问题 该机车在运行过程中，电机传动端轴承发生烧损故障，初步分析是由于齿轮润滑油乳化（见图3）所致。 问题发生的条件 齿轮油乳化发生在冬季，并且是由于雪溶水进入齿轮箱导致。 初步思路或类似问题的解决方案 增加密封装置防止雪水进入齿轮箱。 待解决的问题 齿轮润滑油乳化。 对新技术系统的要求 改进齿轮箱通气器和迷宫密封圈结构，阻止雪溶水进入齿轮箱。 <div data-bbox="922 1594 1390 1946" style="text-align: right;">  <p style="text-align: center;">图3 齿轮润滑油乳化</p> </div>	

解题流程

1 Pro/Innovator 解题流程

Pro/Innovator 包括六个模块（图 4），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。

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 5），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 4 功能模块

2 Pro/Innovator 求解过程（图 6）

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 13 个，专利库解决方案 2 个。产生概念方案 8 个，形成最终方案 1 个，备选方案 2 个。

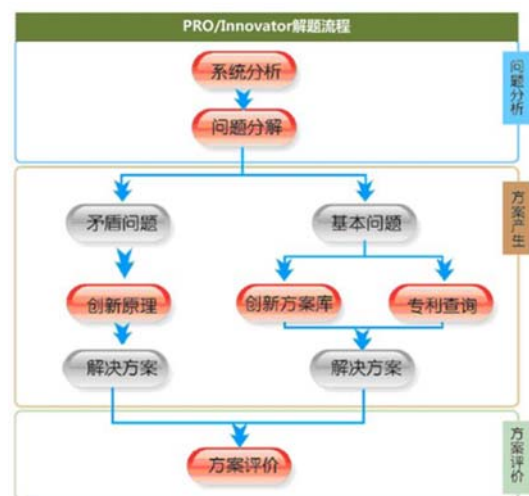


图 5 解题流程

齿轮箱防水结构研究

在求解过程中，Pro/I 提供了：

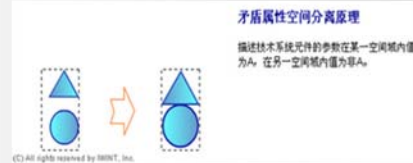
- 11条创新原理
- 13条解决方案
- 2条专利搜索式



解决方案库：



创新原理：



专利搜索：



图6 求解过程

解决方案 (Solution)

1. 润滑油通过密封环回油孔回归齿轮箱，雪融水通过回水孔流入外界。迷宫密封环既需要间隙（相对运动），又不需要间隙（间隙导致润滑油泄漏和水的进入）。采用空间分离原理。

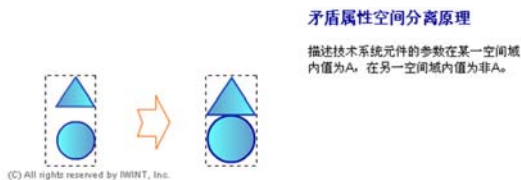


图7 空间分离原理

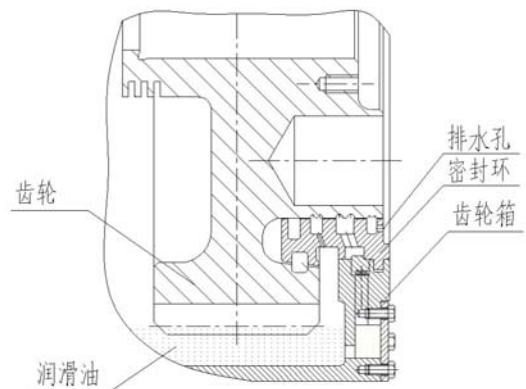


图8 备选方案1

2. 在迷宫中添加摩擦环。采用空间分离原理（参见图7）。

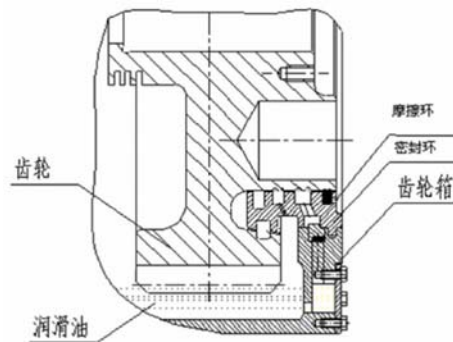


图9 备选方案2

3. 大齿轮侧面开抛物线槽

采用软件提供的知识库方案。



图 10 方案库方案

4. 从车内引入干燥的高压空气到密封环回油孔（高压槽）



图 11 方案库方案

5. 引入一种装置或一种物质将空气和水分离

通气器既要释放齿轮箱压力，又要防止负压时雪融水进入齿轮箱。

6. 采用单向阀式通气器

7. 齿轮箱回油腔内加水溶性聚合物或带毛细结构的烧结产品将水分离。采用软件提供的知识库方案。

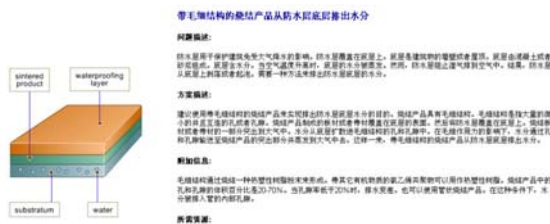


图 13 方案库方案

8. 在齿轮箱内润滑剂浸润部位增加加热装置

在齿轮箱内底部设置一个电阻加热器；或者在齿轮箱体上缠上线圈，利用涡流感应加热



图 15 方案库方案

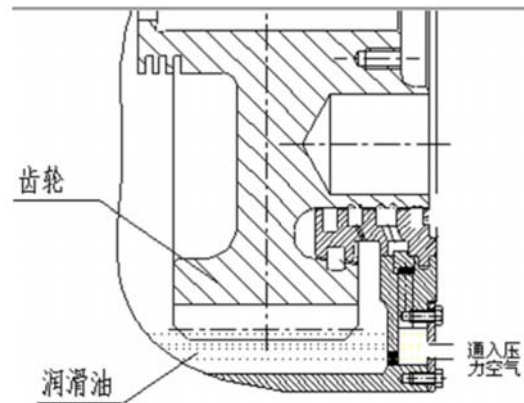


图 12 备选方案 4

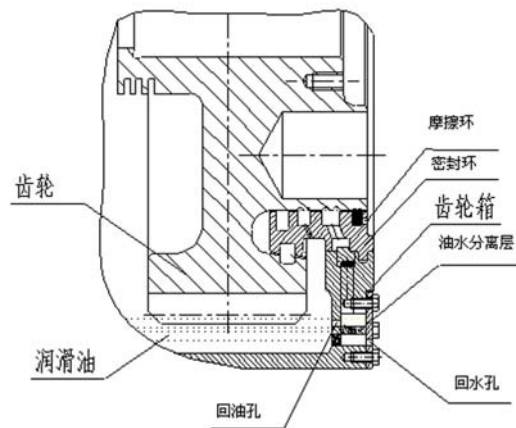


图 14 备选方案 7

采用方案

从车内引入干燥的高压空气到密封环回油孔
(高压槽)

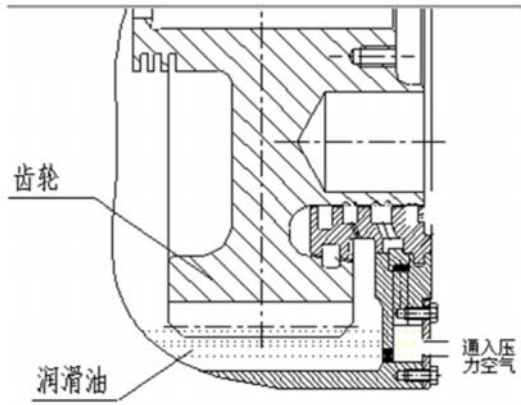


图 16 采用方案

贮备方案

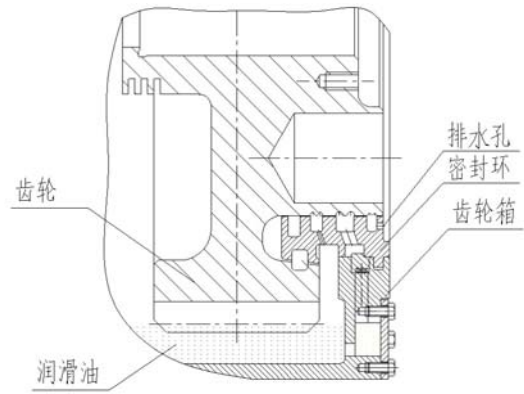


图 17 贮备方案 1

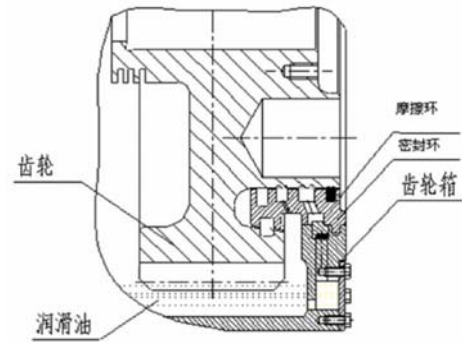


图 18 贮备方案 2