

文章编号: 2096-1618(2019)02-0127-04

基于 TRIZ 理论气温传感器检定辅助设备创新设计

张晶瑜¹, 黄小静²

(1. 成都信息工程大学研究生处, 四川 成都 610225; 2. 四川省气象探测数据中心, 四川 成都 610072)

摘要:基于 TRIZ 理论的物-场模型提出了气温传感器检定辅助设备的初步方案。基于初步方案进行效果分析, 运用 TRIZ 理论技术中的冲突矩阵理论, 对其进行进一步完善, 最终得到改进方案。该改进方案满足辅助气温传感器室内检定的基本需求, 同时实现了多种型号传感器的通用性, 可提高检定工作的效率, 降低检定资源的浪费。

关键词:TRIZ 理论; 物-场模型; 技术冲突矩阵; 气温传感器

中图分类号:TP212.9

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2019.02.005

0 引言

根据气象用温度传感器检定规程, 传感器检定时需要液体恒温介质来保证检定所需稳定温度环境^[1]。然而气温传感器正常工作环境是在大气中, 因此需要辅助设备在保证传热性能和恒温性能的同时, 对气温传感器起到支撑和隔离的作用, 防止恒温槽液体对其腐蚀。辅助设备对气象用气温传感器检定效率、准确性均有重大影响。行业目前使用的气温传感器具有多种型号, 结构上存在一定差异, 辅助设备需满足新型多种气温传感器的检定需求。另外, 辅助设备结构设计应避免浪费空间严重, 造成气象用气温传感器检定效率极低, 能源、设备、人力浪费严重。

在实际的改进设计中, 传统的设计方法往往只能实现一方面的功能, 即使能满足部分气温传感器检定需求, 也仍存在一些问题。由于考虑功能参数较多, 利用传统的设计方法很难得到针对这种特定需求的设计方案。以 TRIZ 理论为指导, 将物-场理论、矛盾/冲突矩阵等知识库结合应用于气象用气温传感器的设计中, 最终通过分析获得了满足需求的改进方案。

1 TRIZ 理论

发明问题解决理论简称 TRIZ, 由 G. S. Altshuller 等^[2]提出。TRIZ 理论揭示了创造发明过程中的内在规律, 通过强调和分析系统中存在的矛盾, 进一步建立模型、获得理想解, 从而解决矛盾, TRIZ 理论提供了发明技术系统演变过程中的模式、发明原理和工程技术

参数等工具, 同时还提供了冲突矩阵、物-场分析等发明工具, 能够帮助解决发明过程中所遇到的实际问题。

在实际工程应用中, 依据 TRIZ 的发明问题解决过程如下。首先, 将领域问题转变为 TRIZ 标准问题; 然后, 利用创新原理、标准解和效果等工具, 确定 TRIZ 的通用解; 最后通过解的类别及时间经验确定领域解的方案。针对特定发明问题的求解过程模型见图 1^[3]。

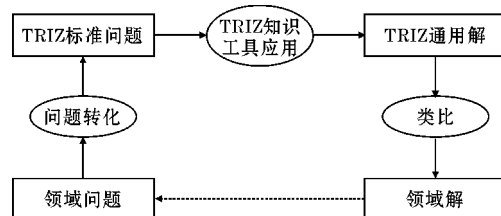


图1 发明问题解决过程模型

2 问题改进一

2.1 问题描述

根据《检定规程》的检定方法, 被检传感器和标准器同时置入装有恒温介质(水或酒精)的恒温槽进行检定。检定系统通过加热和冷却恒温槽液体来提供被检传感器和标准器按《检定规程》所需的实验温度环境。然而, 新型气温传感器的正常工作环境是常压大气, 液体工作环境会造成仪器损坏, 并不适宜。标准器虽然可以工作在液体中, 但长时间的液体浸泡会使其性能下降。特别是酒精有强烈的腐蚀作用, 标准器使用频繁, 加上每次检定耗时长, 很容易不再符合《检定规程》标准器性能要求, 造成资源浪费和实验成本上升。

2.2 问题分析

根据 TRIZ 理论物-场模型理论,任何功能系统都可以分为三部分^[4]:物质 S1,物质 S2 和场 F,如图 2 所示。物质可以是工件或工具或材料,取决于每个具体应用系统,可以是单元物质的物质,也可以是复杂系统。场是能量形式,是指不同物质之间的相互作用或影响,包括机械场、化学场、热场、电场、磁场等。

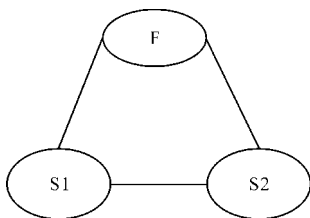


图2 物-场模型

按一般解决思路,首先要确定物-场模型的元素。此问题中的物质很明显,恒温介质是物质 1,传感器是物质 2,恒温介质包括水和酒精,传感器包括被检气温传感器和标准器。此问题中物质之间相互作用的场并不是单纯一种。首先是热场,恒温介质通过热场给传感器提供实验温度环境。恒温介质、传感器和热场组成了一个元素齐全且能实现功能的完整物-场模型,如图 3 所示。除了热场外,恒温介质与传感器之间还存在着另外一个场,化学场。恒温介质、传感器和化学场组成了另一个完整的物-场模型,因为化学场在这里对系统功能是有利的,因此模型是有害完整物-场模型。除了热场和化学场外,恒温介质与传感器之间还存在浮力作用,但机械场的强度还远远不能达到目标需求,未起到稳固支撑作用。因此恒温介质、传感器和机械场还组成了非有效完整物-场模型。

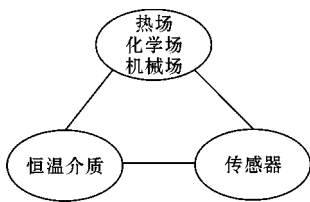


图3 温度传感器检定恒温系统物-场模型

2.3 解决方案

TRIZ 中关注了 3 种非正常物-场模型:不完整模型、非有效模型和有害完整模型,并提出了物-场模型的一般解法和 76 个标准解法。此问题涉及的主要是有害完整模型和非有效模型^[5]。

有害的完整模型具有的一组完整元素,但是 S1 和 S2 之间的相互作用导致了有害的或不期望得到的结果。第一种一般解法是增加另外一个场 F2 来抵消原来的有害场 F1 的效应。在挖掘和利用其他知识性工

具的基础上,发现此问题中的有害化学场通过另外一种场来抵消在原理和技术上都难实现。第二种一般解法是加入第 3 种物质 S3 来阻止有害作用。S3 可以是新增或通过 S1 或 S2 改变而来,或 S1、S2 共同改变而来。按此思路,可以将 S1 恒温介质从液体更换成气体,这样被检传感器工作在常用环境中,问题解决,但会有两个弊端:(1)检定方法之所以选择液体来恒温,是因为其比气体的稳定效果好,更容易实现《检定规程》对检定温度环境的要求。(2)改变恒温介质,整个恒温设备都需要更换。而且气体恒温介质达到《检定规程》中恒温环境的技术难度大。因此,这种方案不可行。另外一种方案是增加一种辅助设备,将传感器和恒温介质隔离开。但在隔离传感器和恒温介质的同时,不能影响恒温介质对传感器的热传递功能。也就是说即使隔离开,传感器所处环境空气温度应该和恒温介质的温度一致。因此,隔离设备的材质需要很好的传热性能。查询资料发现实现这种传热性能的很多,如钢铁、塑胶等。隔离设备还需要将传感器所处的环境空气和实验室环境空气隔离,不然恒温性能会严重受到影响,检定实验无法进行。这种方案无需对原有系统结构改变,新增隔离部分从原理上来说可实现,因此具有可行性。

效应不足的模型的元素是完整的,但有利的场 F 效应不足。第一种一般解法是用另一个场 F2 (或 F2 和 S3 一起)代替原来的场 F1 (或 S2)。第二种一般解法是增加另外一个场 F2 来强化有利的效应。第三种一般解法是加入一个物质 S3 并引入另一个场 F2 来提高有用效应。此问题中,因为恒温介质是不可变的,因此用新的场和物质替代原来的不可行。事实上,传感器除了需要垂直方向上的支撑,也需要水平方向的固定,以利于检定时传感器在恒温槽内的置放。因此,按第三种方案,可以增加物质 S3,提供新的机械场来固定传感器。物质 S3 对传感器的作用除了支撑还有分离作用,其对传感器在恒温槽内的分布起到决定作用。传感器在恒温槽的分布又决定了一次检定过程可以检定传感器的数量,进而影响到工作效率和资源利用率。因此,增加物质 S3 的方案可行,但还需要参考恒温槽口大小、传感器结构尺寸、传感器插入深度等因素。

根据问题分析中检定系统设备存在的两种功能缺陷对应的物-场模型,得到的解决方案都是增加物质 S3,但又需要考虑不同因素。如果综合这些因素,就可以只增添一种物质解决上面两个物-场模型问题。综合 2 个模型,物质 S3 需要实现的功能如下:传热;隔离;支撑固定。而需要考虑的详细因素如下:材质的传热性能;结构与传感器的贴合;整体的封闭性;稳固性。综合功能需求和详细考虑因素,得到物质 S3—气温传感器检定辅助设备解决方案一如图 4 所示。

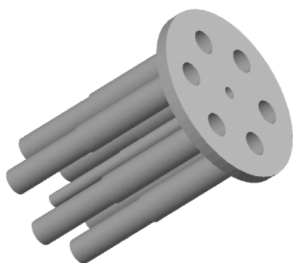


图 4 问题解决方案一

2.4 效果评价

根据 TRIZ 物-场模型得到了问题的解决方案,该方案在保持恒温介质对传感器热传递的同时,有效地消除了恒温介质对传感器的腐蚀作用,并增添了支撑固定的功能,能够满足辅助气温传感器在实验室检定的需求。

3 问题改进二

3.1 问题描述及分析

目前,气象用气温传感器有多种型号,不同型号具

有不同的结构。按改进方案一设计的检定辅助设备对于不同型号的气温传感器检定辅助设备不通用,检定时需要更换。特别是若检定辅助设备通用,不同型号的气温传感器可以一次检定。这样,当批次传感器含有不同型号传感器但其数量不超过检定辅助设备可检定最大容量时,可以节约检定资源的耗费,缩短检定时间,提高工作效率。另外如果新型气温传感器应用时,检定辅助设备需要重新再次设计。

问题改进一得到的解决方案存在的问题是形状太专用,不具有通用性,不能解决上面的问题。根据 TRIZ 冲突理论,分析此问题的实质是形状和通用性的技术冲突^[6]。用 TRIZ 理论对该技术矛盾定义如下。改善:形状;恶化:多用性。多用性 vs 形状。根据 TRIZ 理论的 39 个工程参数可知,劣化工程参数(多用性)为第 35 条,改进工程参数(形状)为第 12 条。因此,可以找到对应冲突矩阵(表 1)。

3.2 解决方案

如表 1 所示,TRIZ 理论提供的创新原理为第 1 条,第 15 条和第 29 条。对序号 1、15、29 条发明原理进行分析。

表 1 冲突矩阵

改进特性	恶化特性				
	...	34 可维护性	35 适应性及多用性	36 装置的复杂性	...
...
11 应力、压强	...	2	35	19,1,35	...
12 形状	...	2,13,1	1,15,29	16,29,1,28	...
13 稳定性	...	2,35,10,16	35,30,34,2	2,35,22,26	...
...

第 1 条分割原理:(1)将目标分割成独立的部分;(2)将目标分割成易于组装和拆卸的部分;(3)提高目标的可分离性。

第 15 条动态特性:(1)对物体或环境的性能提出挑战,使其工作各个阶段达到最佳性能;(2)对物体进行分割,使各部分可以改变其相对位置;(3)物体整体静止,使部分可移动。

第 29 条气压和液压机构:用气体或流体代替物体的固体部分,如充气结构、充液结构、气垫、液体静力结构和流体动力结构。

经分析发现,第 1 条分割原理中第(2)项“将物体分成容易组装和拆卸的部分”,第 15 条动态特性中第(1)项“调整物体或环境,使其在工作的各阶段达到最优状态和原理”和第(3)项“物体整体静止,使部分可移动”,这三项具有一定可行性。

根据第 1 条分割原理中第(2)项和第 15 条动态

特性中第(3)项,得到解决方案二。解决方案二基本保持改进解决方案一,支撑部分保持不变,但插管部分分离出来。插管材料不变,但插管形状与不同型号传感器结构匹配,检定时传感器放入专用插管后再放入检定辅助设备的预留插孔中。

根据第 15 条动态特性中第(1)项,得到的解决方案三。解决方案三整体保持改进解决方案一,支撑部分保持不变,插管也仍固定在支撑部分,但插管的材质改变。插管的材质选择可伸缩的塑胶管,这样可以随传感器形状改变,与其匹配。特别是在支撑平台插孔四周塑胶管厚度需增加,以方便插入不同型号的传感器。

3.3 效果评价

根据 TRIZ 技术矛盾矩阵理论提出了两种解决问题的方法,两种解决方案都可以很好地解决校准辅助设备的通用性问题。方案 1 和 2 采用匹配插管组合,

根据不同类型传感器的需要实现所需功能,不造成成本和空间的浪费,适用于多种类型传感器的使用。

4 结束语

TRIZ 理论显示了通过相对简单的逻辑思维解决发明问题的复杂过程,从而可以简化发明问题的解决方案。利用 TRIZ 理论中提供的矛盾/冲突分析矩阵等工具,创新性地设计了温度传感器校准辅助设备。在不增加复杂系统的情况下,解决了辅助设备的普遍性不足和辅助设备校准造成的空间和成本浪费的问题。

致谢:感谢成都信息工程大学校选项目(CRF201620)对本文的资助

参考文献:

- [1] JJG(气象)002-2015 自动气象站铂电阻温度传感器[S]. 北京:中国气象局,2015:6-26.
- [2] 李彦,李文强. 创新设计方法[M]. 北京:科学出版社,2017.
- [3] Altshuller G S. And Suddenly the Inventor Appeared:Triz, the Theory of Inventive Problem Solving[M]. Technical Innovation Center, Inc. Worcester,2004.
- [4] 黄秀芳,王琪. TRIZ 的基本理论及实践[J]. 机械设计与制造,2003(5):128-130.
- [5] Kai Yang, Hongwei Zhang. A Comparison of TRIZ and Axiomatic Design[J]. TRIZ Journal,2000.
- [6] Altshuller G S. The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity [R]. Worcester:Technical Innovation Center,1999.
- [7] 高常青,黄克正,张勇. TRIZ 理论在产品创新设计中的应用[J]. 机械科学与技术,2006,25(4):501-504.
- [8] 郑称德. TRIZ 理论及其设计模型[J]. 管理工程学报,2003,17(1):84-87.
- [9] 卢希美,张付英,张青青. 基于 TRIZ 理论和功能分析的产品创新设计[J]. 机械设计与制造,2010(12):255-257.
- [10] 熊开封,张华,崔鹏. 我国 TRIZ 理论研究综述[J]. 包装工程,2009(11):221-223.
- [11] 吕欣. 基于 TRIZ 理论中 39 矛盾矩阵与 40 创新原则的产品创新设计研究[J]. 包装工程,2009,30(5):211-213.
- [12] Michael A. Orloff. Inventive Thinking through TRIZ[M]. Berlin:Springer,20106.
- [13] Narasimhan K. Inventive Thinking through TRIZ: A Practical Guide[J]. Tqm Magazine,2006,18(3):312-314.
- [14] Martín J L, Zuloaga A, Cuadrado C, et al. Systematic innovation: an introduction to TRIZ[J]. 中国农业科学(英文版),1998,10(3):423-430.
- [15] 檀润华,王庆禹. 发明问题解决理论:TRIZ—TRIZ 过程、工具及发展趋势[J]. 机械设计,2001,18(7):7-12.

Design of the Temperature Sensor Calibration Auxiliary Equipment based on TRIZ Theory

ZHANG Jingyu¹, HUANG Xiaojing²

(1. Graduate Student Department, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Sichuan Provincial Meteorological Observation Data Center, Chengdu 610072, China)

Abstract: Based on the TRIZ theory, a preliminary scheme of temperature sensor calibration AIDS is proposed. Based on the effect analysis of the preliminary scheme, the preliminary scheme is further improved by using the technology conflict matrix theory of TRIZ, and finally the improved scheme is obtained. The improved scheme not only meets the basic requirements of indoor calibration of auxiliary temperature sensors, but also realizes the versatility of various types of them. It can improve the efficiency of calibration and reduce the waste of calibration resources.

Keywords: TRIZ theory; material-field model; technology conflict matrix; temperature sensors