

干热干冷环境对车用易熔合金影响研究

詹志炜¹, 韩 艳²

¹江西省检验检测认证总院, 江西 南昌

²江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院, 江西 南昌

收稿日期: 2022年10月20日; 录用日期: 2022年12月17日; 发布日期: 2022年12月23日

摘 要

新能源汽车目前使用最多的区域是我国西北、东北及国外的中亚、南亚、西亚等自然环境干热及干冷的环境。在自然环境干热干冷的条件下, 易熔合金会发生变化甚至失效, 导致各类汽车泄漏甚至自燃事故。通过研究自然干热干冷环境下的易熔合金性能变化, 调整其熔化温度, 可以有效减少相关事故发生。

关键词

易熔合金, 干热, 干冷, 动作温度

Study on the Influence of Dry Hot and Cold Environment on Vehicle Fusible Alloys

Zhiwei Zhan¹, Yan Han²

¹Jiangxi General Institute of Testing and Certification, Nanchang Jiangxi

²Special Equipment Inspection and Testing Institute of Jiangxi General Inspection and Testing Certification Institute, Nanchang Jiangxi

Received: Oct. 20th, 2022; accepted: Dec. 17th, 2022; published: Dec. 23rd, 2022

Abstract

At present, the regions where new energy vehicles are most used are the dry hot and dry cold natural environments in the northwest and northeast of China, as well as in Central Asia, South Asia and West Asia abroad. Under the condition of dry heat and cold in the natural environment, fusible alloys will change or even fail, leading to various types of automobile leakage and even spontaneous combustion accidents. By studying the performance changes of fusible alloys under natural dry heat and cold environment and adjusting their melting temperature, the occurrence of related accidents can be effectively reduced.

Keywords

Fusible Alloy, Dry Heat, Dry and Cold, Action Temperature

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新能源汽车在国内外占比越来越大, 受到了广泛的关注和各国政府持续的扶持。但新能源汽车使用的区域主要集中在我国的西北和西南、亚洲的中亚和西亚等自然环境比较恶劣的区域。特别是夏天环境特别干热, 部分地区干热和干冷环境问题突出。在此环境下使用的汽车, 其汽车用气瓶上的关键材料的性能, 就显得尤为重要, 特别是车用易熔合金的性能, 直接影响到汽车的安全运行。

新疆是我国最大的天然气汽车使用的省份, 当地夏天的大部分区域, 其汽车在最热时的车厢内温度都超过了 110 摄氏度, 而我国其他地区则不会超过 90 摄氏度。极端干燥的高温环境, 甚至会造成易熔合金熔化失效。因此, 在这些环境干热的地区和国家, 经常发生该类汽车自燃的现象, 实际上就是跟车用的易熔合金有关。同时, 在某些区域, 不仅干热的环境对材料损伤很大, 干冷的环境同样影响了材料的性能。在东北等地, 经常发生冬季极寒天气下的汽车漏气及气瓶失效的现象[1]-[6]。

本文通过对干热干冷环境下的易熔合金性能开展研究, 为新能源汽车的安全运行提供参考。

2. 试验对象

本文研究的是熔化温度为 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 用于车用压缩天然气气瓶的易熔合金。Bi-Pb-Sn-Cd 易熔合金的熔点低、熔化范围窄, 且具有良好的钎焊性能, 常用于制作电器、消防、火灾报警等装置中的感温和热敏元件。而感温和热敏元件的灵敏性和稳定性取决于易熔合金的熔点, 因此研究易熔合金的成分, 对易熔合金的应用具有重要的价值。

项目开展前, 我国各家企业使用的易熔合金的配方见表 1。配方确定后, 按配方的比例称量, 并按铋、铅、锡、镉的顺序依次熔化成液体。在铋和铅的混合过程中, 温度不宜超过 371°C ; 在添加锡和镉时, 温度不宜超过 260°C 。每炉易熔合金的浇铸应在同一班连续进行。浇铸时, 浇铸温度应高于易熔合金的流动温度, 并在每次浇铸前, 先将浮在液体表面上的渣、污物、金属氧化物等杂质清除干净。

Table 1. Original fusible alloy formula

表 1. 原有的易熔合金配方

合金重量百分组成, %				熔化区域温度, $^{\circ}\text{C}$			备注
Bi	Pb	Sn	Cd	开始点	终结点	自重流动点	
54.4	43.6	1.0	1.0	104	115	112	非共晶

3. 试验场地

本文选取了三个场地开展极端自然环境的易熔合金性能对比研究。选取了三家企业的产品, 分别放置到三个不同的自然环境, 经过一年和两年的放置后开展测试。

极端干热环境选取了新疆吐鲁番的国家自然干热环境检验检测中心开展研究。该地区夏季温度极端干热。在此环境下, 新能源汽车的后部密封空间温度极高。当地曾测量到吐鲁番地区的车厢内环境温度最高达到 116℃, 已经超过了车用压缩天然气气瓶的易熔合金的最高熔点。吐鲁番地区夏季极端温度高, 且湿度很小, 处于极端干燥炎热的状态, 导致大量的汽车在西北地区投入使用后, 出现门窗、座椅等非金属材料的熔化、变形、损坏, 间接导致各类事故的发生。

极端干冷环境测试, 放置在内蒙古锅炉压力容器检测院的车用 CNG 气瓶检测中心开展。我国东北等地, 面临着冬天温度极低及干燥的干冷自然环境。本次试验选择的内蒙呼和浩特, 冬季极端最低温度达到-33℃。四季气候变化明显, 差异较大, 其特点冬季漫长严寒, 夏季短暂炎热, 春秋两季气候变化剧烈。同时, 冬季不仅温度低, 且非常干燥, 导致很多汽车零配件出现被冻坏的状况。车用气瓶上的易熔合金, 在此类干冷自然环境下长期使用, 是否会出现性能下降, 需要进行研究。同时, 内蒙古是我国新能源汽车拥有量第二大省(自治区), 因此本次试验选择内蒙古作为干冷环境的试验场地。

常规自然环境的测试, 放置在上海的国家气瓶阀门质量检验检测中心开展研究。上海市作为我国地理位置较为优越的地区, 其自然环境属于我国比较平均的区域, 因此选择上海作为中等地区的样板, 对样品进行自然环境测试。

4. 数据分析

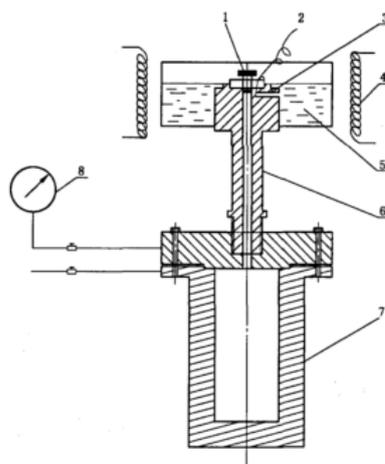
在三个自然环境迥异的实验场地, 准备了三家企业的产品进行了对照实验。经过一年的自然放置后, 选取三家企业各三个样品进行观察和测试。然后又经过两年放置后, 将剩余的三个样品进行观察并进行测试。

经过一年和两年的自然环境放置, 吐鲁番的易熔合金出现了明显的鼓包等外观变化, 表明在自然干热环境下, 其自然环境的车厢温度已经超过了其熔点, 易熔合金已经发生了流动, 在后期温度下降后冷却, 最终出现鼓包现象。

内蒙呼和浩特的干冷环境放置的样品经过一年和两年的环境放置, 未出现明显的表面变形等变化。

上海常规自然环境放置一年和两年的样品, 未出现明显的表面变形等变化。

对三家工厂的样品, 分别对其初始样品、自然环境下一年放置的样品和两年放置的样品, 按照 GB/T 8337 的要求开展易熔合金动作温度试验。易熔合金动作温度的测试设备见图 1。



1、易熔合金试样, 2、测温仪, 3、测完连接孔, 4、加热器, 5、甘油槽, 6、压力通道, 7、空气罐, 8、压力表

Figure 1. Schematic diagram of fusible alloy action temperature device

图 1. 易熔合金动作温度装置示意图

试验要求为：将试样拧紧在试验装置的支座上，与 CNG 汽车上的气体接触的一端朝下，并对该端通入压缩空气，其压力不得小于 0.02 MPa。将试样浸入甘油槽内，甘油浴的温度应在规定的最低动作温度以下 3℃ 以内，在此压力和温度下保持至少 10 min，应无泄漏。然后升高甘油浴的温度，升温速率不超过 0.6℃/min，在此期间，压力可以增加不超过 0.35 MPa，当试样中的易熔合金挤出泄漏时，记录下甘油浴的温度作为易熔合金的动作温度。

各易熔合金动作温度的结果见表 2。

Table 2. Operating temperature test results of fusible alloy samples under different conditions

表 2. 不同条件下易熔合金样品动作温度试验结果

样品状态	放置区域	样品编号	厂家一	厂家二	厂家三
初始样品		1	111	107	108
		2	110	107	108
		3	112	108	108
一年样品	吐鲁番	1	112	常温泄漏	常温泄漏
		2	112	常温泄漏	常温泄漏
		3	111	常温泄漏	常温泄漏
	内蒙	1	112	107	109
		2	110	108	108
		3	111	109	108
	上海	1	111	108	108
		2	112	108	108
		3	110	110	108
二年样品	吐鲁番	1	常温泄漏	常温泄漏	常温泄漏
		2	常温泄漏	常温泄漏	常温泄漏
		3	常温泄漏	常温泄漏	常温泄漏
	内蒙	1	111	常温泄漏	108
		2	111	常温泄漏	109
		3	110	常温泄漏	108
	上海	1	106	常温泄漏	常温泄漏
		2	107	常温泄漏	常温泄漏
		3	107	常温泄漏	常温泄漏

从表 2 可以看出，吐鲁番由于自然环境温度过高，其一年放置的部分样品的易熔合金已经熔化，虽然有一家企业的产品未熔化，但全部产品在两年后都出现了熔化的问题。

而其他地区的易熔合金, 经过两年, 基本上也出现了泄漏的问题, 根本原因是常年的使用中, 热胀冷缩导致易熔合金与铜基体之间出现了脱离的现象。

建议增加易熔合金与铜合金基体的润湿能力, 减少脱离。同时, 需要减少使用年限。

5. 易熔合金调整

原有的配比, 在高温下容易发生熔化变形, 且与铜基体的结合性能略低。通过增加增强相的成分, 增加结合相的成分, 可以缩小熔合区, 提高与铜基体的结合强度。

经过配比的易熔合金见表 3, 在接近共晶合金的状态下, 其温度稳定性相对行业原有产品有一定提高, 使用安全性相对提高。

Table 3. Adjusted fusible alloy formula

表 3. 调整后的易熔合金配方

合金重量百分组成, %				熔化区域温度, °C		
Bi	Pb	Sn	Cd	开始点	终结点	自重流动点
54.5	43.4	1.0	1.1	105	115	112

在使用了表 3 的调整后的易熔合金后, 经过两年的观察, 在新疆和内蒙的 CNG 汽车的燃气泄漏事故大幅度下降, 表明该配方适合我国目前的自然环境。

6. 结论

通过对汽车用易熔合金事故的分析, 认为干热干冷的自然环境对其性能有影响, 可能导致汽车漏气甚至自燃。

通过新疆、内蒙及上海的干热、干冷和相对正常的自然环境的样品放置, 发现干热环境会导致大部分易熔合金熔化失效, 干冷环境会导致易熔合金在使用 2 年后出现与铜基体的脱离。

通过调整配方, 可以减少相关事故发生。

参考文献

- [1] 吴红, 翁国栋, 秋长鏊, 等. GB/T 8337, 气瓶用易熔合金塞[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [2] 金明, 哲荆博, 谢飞, 等. 爆破片-易熔合金泄压装置在 CNG 长管拖车火灾环境下的响应行为研究[J]. 中国特种设备安全, 2018(9): 15-19.
- [3] 杨添淇, 赵修臣, 程荆卫, 等. Cu 和 Sb 元素添加对 Sn-Bi 共晶合金性能的影响[J]. 稀有金属材料与工程, 2021(2): 621-626.
- [4] 孙丽娜, 杨丽芬, 王颖, 等. 高压气瓶用安全装置的优化设计及应用[J]. 化工装备技术, 2020(5): 7+8-14.
- [5] 候天睿, 邢玉明, 郝兆龙, 等. 低熔点合金相变热控数值模拟与实验研究[J]. 工程热物理学报, 2021(9): 2352-2360.
- [6] 刘雪扬, 孙连娇, 曹先洪. 低熔点合金界面填充材料减少电连接接触电阻的研究[J]. 东北电力技术, 2022(2): 20-24.