

# 散热器断裂失效分析的现状及其发展概况

王钊 秦玉英

浙江银轮机械股份有限公司 浙江 台州 317200

**【摘要】**散热器是汽车发动机冷却系统中重要的部件，对发动机的可靠性和动力性有很大作用。根据这一问题，本文就某型号汽车散热器进行超速耐久试验中发生的断裂现象，对其进行宏微观检查、受力分析，并着重分析造成断裂失效的原因，为相关工作提供参考。

**【关键词】**汽车散热器；耐久试验；断裂失效；原因分析

## 1 前言

散热器是汽车发动机冷却装置中的一个部件，对于汽车发动机的动力和性能有一定的作用，进而影响汽车的安全行驶。本文通过对某新型汽车散热器进超速行耐久试验发现，散热器进水口冷却管出现断裂的现象，且断裂周期为180个小时，远低于设计使用寿命，对进水口冷却管的宏观断口、显微形貌、受力状况和安装方式等进行分析，得出发动机散热器断裂的主要原因，并将分析过程进行讨论，做为相关领域的发展提供有力依据。

## 2 散热器出现断裂的原因

汽车发动机散热器在实际使用过程中，进水口出现断裂的原因有很多，且原因比较复杂，常见的原因大致可分为以下几个方面，分别是：

(1) 由于材料缺陷引起的断裂。生产发动机散热器的材料有问题或者没有达标，就会使发动机散热器在使用过程中，受到循环荷载的作用，在材料缺陷处产生裂痕，就此发展成裂纹或者断裂。

(2) 发动机散热器设计不合理引发的断裂。有些断裂原因是由于发动机散热器设计不合理，导致散热器出现应力集中现象，当应力集中作用在进水口冷却管位置时，进而造成发动机散热器在短时间内出现断裂的现象。

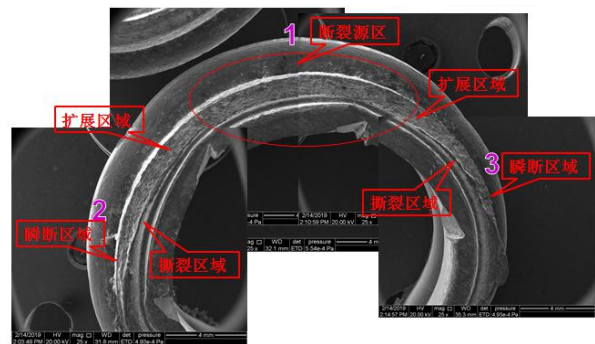
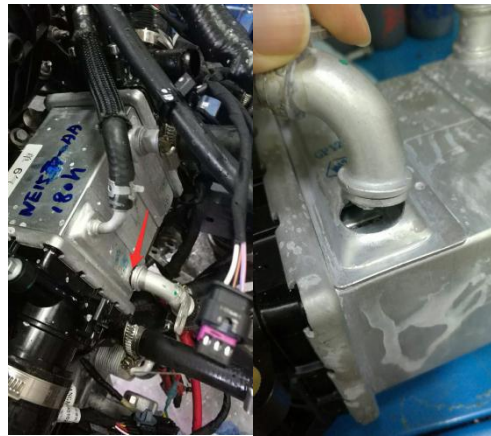
(3) 发动机散热器加工方式、尺寸设计和安装方式不当造成的断裂。在发动机散热器的实际加工过程中，由于加工方式不当、尺寸太大超出材料的承重能力、不合理的安装方式等，都会导致发动机散热器断裂。

## 3 对某汽车发动机散热器进水口冷却管进行检验的结果

### 3.1 宏观断口

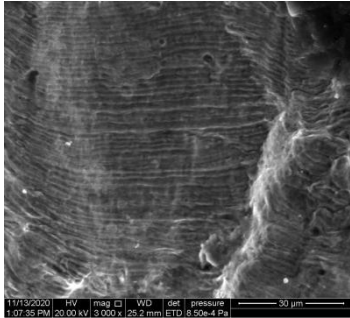
经过检验，该发动机散热器断裂事故进行超速耐久试验，

使用时间180个小时。对进水管断口进行宏观断口分析。发现断口由上端首先开始发生断裂，向左右扩展形成撕裂断口。且断口从进水管外侧向内侧扩展。

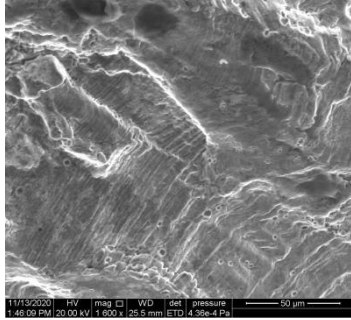


### 3.2 显微断口

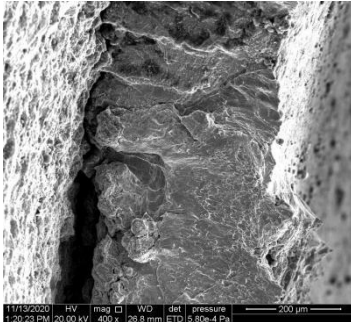
采用乙醇超声清洗方式和紫外臭氧清洗方式，对断裂口进行清洗，并通过扫描电镜对经过处理的断裂口进行微观检测。检测发现断裂源区在散热器冷却管表面，呈现线源特征呈连续状由断裂源区向冷却管另一侧扩展，最终形成瞬断区域。断裂源区与裂纹扩展区域存在典型的疲劳辉纹，瞬断区域存在典型的撕裂韧窝。



断裂源区



扩展区域



瞬断区域

### 3.3 受力状况和安装方式

对该发动机散热器的受力状况与安装方式进行分析。在整车安装中,散热器进水口在散热器侧面位置,管口朝下安装。进水口冷却管与管路相连,且承受较多相连零部件自身重量的作用。因此,进水口冷却管与散热器箱体连接处存在应力集中现象,且应力作用方向垂直向下。此外,该发动机散热器进行超速耐久试验过程中,受到流体的交变应力的作用与高温的冲击,加速了冷却管的断裂裂纹的扩展,大大缩短了散热器的使用寿命。

### 参考文献:

- [1] 张丽英. 汽车散热器耐压力交变疲劳性研究[J]. 时代汽车, 2018, 000(012):143-146.
- [2] 刘凤青, 张井海. 某车型排气系统隔热罩开焊问题分析及解决[J]. 内燃机与配件, 2018, 000(024):31-32.
- [3] 罗寅. 发动机散热器压力载荷失效分析[J]. 汽车实用技术, 2019, 281(02):118-119.

## 4 造成断裂原因的分析

### 4.1 存在应力集中

断裂口开裂方向与冷却管所受应力方向基本一致,冷却管安装以后一直承受着较大的应力作用,该应力主要来自于设计不合理与安装方式不到位,把接管以及其他零部件的自身重量产生的作用力强加到了冷却管上。致使冷却管承受了较大的拉扯力。而该发动机散热器进行超速耐久试验时,一方面受到超速试验带来的冲击,远远超出正常运转的附加载荷,形成循环交变应力。另一方面,超速耐久试验带来的高温状态使冷却管承受能力变弱。裂纹也由冷却管上侧表面开始产生,慢慢的向冷却管内壁扩展,发展形成破坏性的整体断裂,最终形成冷却管断裂的主导原因。

### 4.2 疲劳性断裂的原因分析

发动机散热器在正常使用过程中,会受到循环交变载荷的作用力。通常情况下,汽车出现加减速度变化时,散热器进水口负载变化也会随之变化,发动机散热器所承受的应力也是没有规律的,这正是影响发动机散热器发生疲劳断裂的直接因素。发动机散热器在整车运行过程中,会受到震动、冷热循环、流体压力脉冲等复杂的多重应力作用。在多重循环交变应力作用下,散热器的不同受力点会承受相应的循环交变应力。在上述散热器进行超速耐久试验时,其承受的循环交变应力远远的大于设计要求,构成了疲劳断裂的主要条件。与此同时,随着温度的逐渐升高,散热器材料的抗疲劳强度也有很大程度的变弱。最终,散热器冷却管的进水管发生以疲劳开裂模式的失效现象。

## 5 结语

经过分析可知,对于汽车发动机散热器断裂进行原因分析是非常必要的,能够发现问题原因所在,尽量避免由于发动机散热器断裂引发的安全事故。而对于造成发动机散热器断裂的因素有很多种,需要根据实际检测情况进行分析。目前我国针对汽车发动机散热器断裂原因的分析过程仍存在不足之处,这就需要在未来的学习研究中更新相关专业技术,尽量弥补不足,使该领域朝良好的方向快速发展。