DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.06.014

# 汽车制动鼓失效形式与铸造工艺的优化

于翔海[1],陶　磊[1],于伟莉[2],张象中[1],李　建[1],秦鹏鹏[1],江　豪[1]
(1.驻马店中集华骏铸造有限公司,河南 驻马店 463000; 2.珠海格力电器股份有限公司,广东 珠海 519000)

**摘　要**:载重汽车制动鼓的制动面出现纵向裂纹比龟裂纹危害性大。制动面柱状晶短、中心部位等轴晶多而细,能有效避免纵向裂纹的产生。底注铸造工艺使制动鼓上部制动面位置产生成大量的细等轴晶,抑制了下部柱状晶的生长。

**关键词**:皲裂;等轴晶;柱状晶;底注;抗热疲劳
**中图分类号**:TG143; TG113　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)06-0499-03

## Failure Mode and Casting Process Optimization of Automobile Brake Drum

YU Xiang hai[1], TAO Lei[1], YU Weili[2], ZHANG Xiangzhong[1], LI Jian[1], QIN Pengpeng[1], JIANG Hao[1]
(1.Zhumadian CIMC Huajun Casting Co., Ltd., Zhumadian 463000, China; 2. Gree Electric Appliances, Inc.of Guangdong, Zhuhai 519000, China)

**Abstract**: Longitudinal crack on brake surface of truck brake drum is more harmful than network cracks. The short columnar crystal on the braking surface and the fine equiaxed crystal in the center can effectively avoid the generation of longitudinal cracks. The bottom pouring casting process produces a large number of fine equiaxed grains at the upper brake surface of the brake drum, which inhibits the growth of columnar grains at the lower part.

**Key words**: cracks; isometric crystal; columnar crystal; bottom note; resistance to thermal fatigue

随着载货汽车发动机功率越来越大,载货汽车“多拉快跑”成为趋势。载货汽车制动时对制动鼓的冲击也越来越大,对制动鼓的性能有更高要求。根据售后市场反馈:制动鼓失效形式主要有制动面上产生龟裂纹和纵向裂纹两种见图1、图2。纵向裂纹与制动摩擦力方向垂直;龟裂纹没有明显方向。纵向裂纹较龟裂纹发展快,危害性大。作为载货汽车上安全件应避免出现纵向裂纹。从两种裂纹形式失效的制动鼓基体上取样发现:图1制动面柱状晶短,制动臂中心部位等轴晶多而细;图2制动面柱状晶较图1粗大、制动臂中心部位等轴晶少而粗。

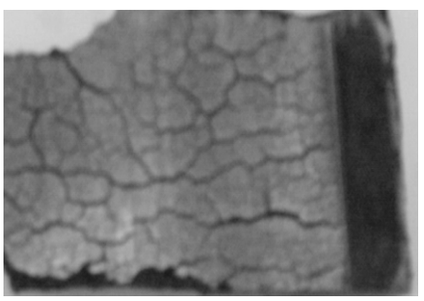

图1 制动鼓表面的龟裂纹
Fig.1 Network cracks on the brake drum surface

**收稿日期**:2020-06-16
**作者简介**:于翔海(1975—),河南驻马店人,工程师.主要从事铸造工艺设计方面的工作.电话:18336191571

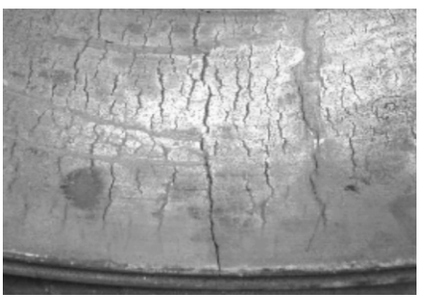

图2 制动鼓表面纵向裂纹
Fig.2 Longitudinal cracks on brake drum surface

不同基体组织直接影响制动鼓的裂纹形式。为实现制动面柱状晶短,制动臂中心部位等轴晶多而细,避免制动鼓出现图2所示纵向裂纹。本文作者从底注与顶注两中不同铸造工艺对基体组织影响,来探讨和优化制动鼓铸造工艺。

## 1　试验

### 1.1　工艺设计

设计铸造工艺时主要考虑能创造有利于生成等轴晶,抑制柱状晶形成和发展的铁液凝固环境,即铁液中非均质晶核数量越多,晶粒游离作用越强,熔体内部越有利于游离晶的残存则形成的等轴晶粒就越细越多[1]。

### 1.2　试验条件

选择铸件是我公司生产HT250制动鼓,铸件重

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

74 kg/ 件，主要壁厚 23 mm。用 KW 静压线造型，一箱两件，浇注重 179 kg/ 箱，砂型硬度 85~90。6 T 中频电炉熔炼，炉料配比：废钢 46%、回炉料 35c、机加灰铁铁屑 15%、增碳剂 4%。根据炉前化验成分，出铁时在包内加入合金冲熔及硅铁孕育。浇注温度1 350~1 390 ℃。化学成分 $w$(%)为：3.3~3.5 C、1.7~1.9 Si、0.6~0.9 Mn、0~0.05 P、0.08~0.11 S。采用顶注与底注两种工艺。

## 2 顶注与底注工艺金相、力学性能对比

图 3 为顶注工艺，在制动面处金相组织为：A 型石墨为主，石墨长度 4 级 见图 4；基体组织珠光体 98%，碳化物 1% 见图 5；晶粒度 6 级 见图 6。

图 7 为底注工艺，在制动面处金相组织为：A 型石墨为主，石墨长度 3~4 级 见图 8；基体组织珠光体 98%，碳化物 1% 见图 9；晶粒度 5 级 见图 10。

顶注浇注工艺比底注浇注工艺的石墨长度稍微长一些；底注浇注工艺比顶注浇注工艺晶粒度更细小。顶注工艺比底注工艺抗拉强度稍低见表 1。

**表1 顶注和底注两种浇注工艺力学性能**
**Tab.1 Mechanical properties of top pouring and bottom pouring**

| 取样编号 | 顶注抗拉强度 /MPa | 底注抗拉强度 /MPa |
|---|---|---|
| 1 | 267 | 281 |
| 2 | 272 | 273 |
| 3 | 265 | 277 |
| 平均值 | 268 | 277 |

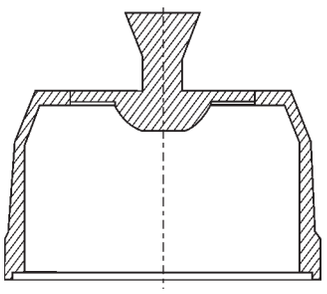

图 3 顶注
Fig.3 Top pouring

## 3 工艺分析

顶注工艺(如图 4)：铁液进入型腔后铁液就在底部静止下来，制动部位温度低，有利于游离晶的残存，但产生游离晶的数量较少。

底注工艺(如图 7)：铁液由底部进入型腔，产生从下向上的液流。由于型壁强烈激冷作用，在型壁附近很快生长出柱状枝晶，这时的枝晶附着不牢固且脆弱，很容易被自下而上的铁液冲断或冲碎，在铁液中形成游离的晶核。并且制动部位在上部铁液温度较低，有利于游离晶核的残存(即型腔内温度下

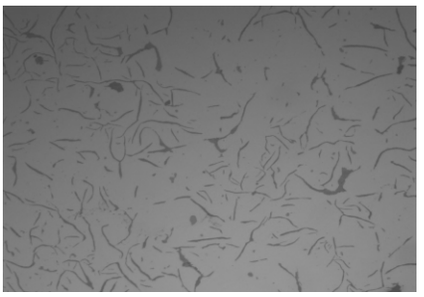

图 4 制动面石墨形态 ×100
Fig.4 Graphite morphology of brake surface

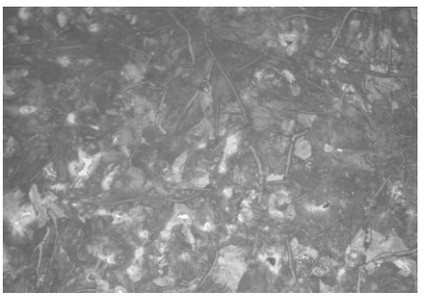

图 5 制动面基体组织 ×100
Fig.5 Matrix structure of brake surface

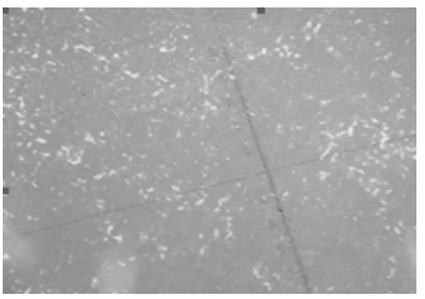

图 6 制动面共晶团 ×50
Fig.6 Eutectic cluster of brake surface

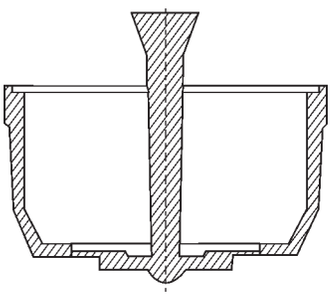

图 7 底注
Fig.7 Bottom pouring

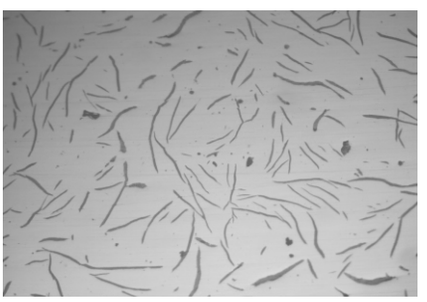

图 8 制动面石墨形态 ×100
Fig.8 Graphite morphology of brake surface

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

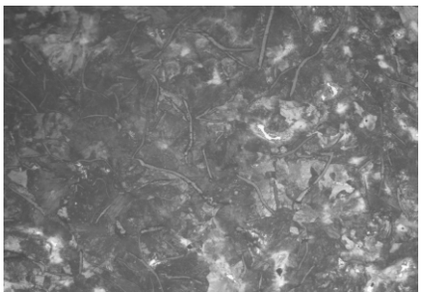

图 9 制动面基体组织　×100
Fig.9 Matrix structure of brake surface

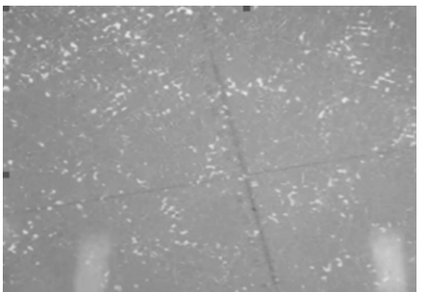

图 10 制动面共晶团　×50
Fig.10 Eutectic cluster of brake surface

高上低，上部游离晶核不被铁液熔化）。众多的游离晶核为等轴晶的产生创造条件，由于游离晶核多产生的等轴晶也多，游离晶周围供晶粒长大的铁液少，从而抑制了等轴晶的长大，细化了晶粒。制动面在上部，为制动面性能的提高创造了条件。附着在型壁上生长的柱状晶被向上的铁液冲断，重创了其顶端生长优势。柱状晶的长度减短了。

## 4 结语

底注工艺优于顶注工艺，能促使大量游离晶核的生成和晶格细化，为制动面上产生较多的细等轴晶创造有利条件。同时配以适当瞬时孕育处理及低温浇注更有利于细等轴晶生成。

**参考文献：**

[1] 安阁英. 铸件形成理论[M]. 北京：机械工业出版社，1990.


## 《铸造技术》杂志优秀企业、先进人物专访通告

《铸造技术》杂志开展专访活动，旨在通过专访这一内涵深邃、读者喜闻乐见、欣赏韵味独特的交流方式，深度挖掘铸造界人文财富，倾心打造行业精深资讯，进而从独有的精神与文化之角度施力，推动中国铸造业的科学振兴和健康发展。

《铸造技术》基于“榜样的力量是无穷的”以及“益言可以兴邦”的基本理念和初衷，《铸造技术》杂志社记者与业界企业家、专家学者、工程技术人员等先进人物近距离接触、多层面无障碍恳谈，从而接地气地见识与领略中国铸造业界深邃浩瀚的人文资源、鲜活生动的真人与实事，在第一时间得到启迪与感悟，进而把这发自心灵的收获通过专访报道奉献给读者朋友。

《铸造技术》专访笃信“唯有真情可以感人”。能感动人的专访报道，必然是被访者真实生活的经历、体验和独特感受，高尚人格的彰显。专访报道中的所有感人之处，无不源于被访者独有的生活经历加上独到的见解。不可复制的人生阅历之润养、对生活的挚爱、对事业的全身心投入，是每一位被访者能够超越现实与自我而永葆充沛生命力的秘诀。从自己挚爱的事业那里领悟人生的真谛，激发爱与美相交融的情感。被这真实的情感所感染，使人情不自禁地用看似清淡的笔墨，仰仗倾情产出令人心颤的专访报道。

《铸造技术》专访对“说理”情有独钟。信奉“唯有讲理可以服人”。因“至”即无限趋近高端，故“至理”系高度符合科学规律的道理。“科学”乃说理的学问，科学是迄今全人类生产及社会实践的顶级智慧结晶，科学是全人类的共同财富，科学是人类从必然王国走向自由王国的桥梁。唯科学之理能使人们正确认识世间万物、尤其包括认识者自己。《铸造技术》专访已延续多年，读者不难发现，所有被访者的感人之处无不根源于其自觉或不自觉地遵循了科学的思维与行为的准绳。

《铸造技术》专访所追求的是，以优秀传统文化底蕴为基石，以高尚道德操守与精神境界为标杆，倾力打造铸造专访的精到内涵和独特风格，倾心为读者朋友打造理性思考的空间，竭力实现被访者—读者的理性与情感的惊人共鸣。


(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net