

图|说|科|普|百|科
TU SHUO KE PU BAI KE

更新换代的

新材料

林新杰 主编



测绘出版社

图说科普百科

更新换代的新样材料

林新杰 主编



测绘出版社

· 北京 ·

© 林新杰 2013

所有权利 (含信息网络传播权) 保留, 未经许可, 不得以任何方式使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

更新换代的新样材料/ 林新杰主编. —北京:
测绘出版社, 2013. 6

(图说科普百科)

ISBN 978-7-5030-3021-5

I. ①更… II. ①林… III. ①新材料应用—青年读物
②新材料应用—少年读物 IV. ①TB3-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第114344号

责任编辑	黄忠民	封面设计	高 寒
出版发行	测绘出版社		
地 址	北京市西城区三里河路50号	电 话	010-68531160 (营销)
邮政编码	100045		010-68531609 (门市)
电子邮箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.sinomaps.com
印 刷	天津市蓟县宏图印务有限公司	经 销	新华书店
成品规格	160mm×230mm		
印 张	10.00	字 数	139千字
版 次	2013年7月第1版	印 次	2013年7月第1次印刷
印 数	00001—10000	定 价	29.80元
书 号	ISBN 978-7-5030-3021-5		

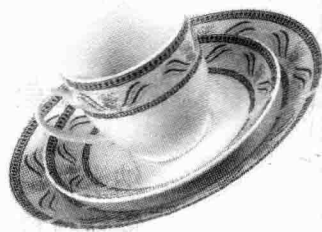
本书如有印装质量问题, 请与我社联系调换。

部分图片由于无法与原作者联系, 稿酬未能寄达, 敬请谅解! 如有发现, 请及时与我们联系, 以赠样书。



第一章 陶瓷与玻璃

- 中国的陶瓷 /2
- 陶瓷的弱点 /3
- 陶瓷的“特异功能” /4
- 压电陶瓷 /5
- 陶瓷滚动轴承 /7
- 气敏陶瓷材料 /8
- 陶瓷的运用 /10
- 不碎玻璃 /11
- 调光玻璃 /13
- 压花玻璃 /15
- 微晶玻璃 /16
- 发电玻璃 /19



第二章 塑料与纤维

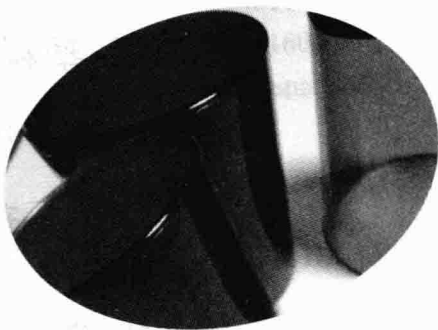
- 塑料薄膜 /22
- 反光塑料 /22
- 压电塑料 /23
- 发光塑料 /24
- 发电塑料 /26
- 工程塑料 /27



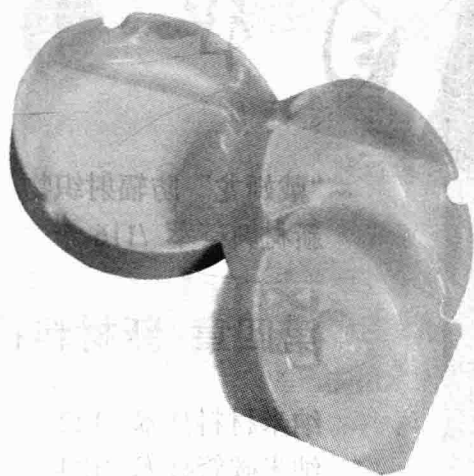
- 环保塑料 /29
- 能导电的塑料 /31
- 塑料风筝 /33
- 变色纤维 /35
- 碳纤维和防燃纤维 /36
- 中空纤维 /38
- 医用纤维 /39
- 光导纤维 /40
- 超细纤维 /42
- 蜘蛛丝纤维 /43
- “凯芙拉”纤维 /45

第三章 新型材料

- 纳米材料 /49
- 镍钛材料 /51
- 超导材料 /53
- 高分子材料 /57
- 自组装机材料 /60
- 复合材料 /62
- 激光材料 /65
- 变色材料 /69
- 生物材料 /70



医用功能材料 /74
绿色材料 /75
智能材料 /78
信息材料 /81
高温超导材料 /84
超塑合金 /85
泡沫金属 /87
储氢金属 /88
生物超导 /90
超导电缆 /91
记忆合金 /93
“智能” 聚合材料 /96
精细陶瓷 /97
柔性陶瓷 /99
“Automend” 新型塑料 /99
可改变形态的新型塑料 /101
自动捆成团的塑料 /102
长于导电的晶体碳膜 /103
二氧化钛晶体 /104
微孔型硅酸 /105
金属高温超导磁体 /106
OLED 显示器 /107
二硼化镁超导体 /108
透明半导体 /109
“生态纤维” /110
橡胶服 /111
智能服装 /112





“戴姆龙”防辐射织物 /115

新材料荟萃 /116

第四章 新材料技术

纳米材料技术 /122

纳米碳管技术 /124

纳米探针技术 /126

纳米微粒制取技术 /129

纳米净水技术 /131

纳米陶瓷技术 /133

纳米军事技术 /134

塑料制衣技术 /136

导电塑料制作技术 /138

膜材料制作技术 /140

超导材料技术 /142

纤维生产技术 /144

梯度材料生产技术 /146

磁悬浮与超导技术 /148

记忆合金制作技术 /150

钽合金制作技术 /152



中国印刷

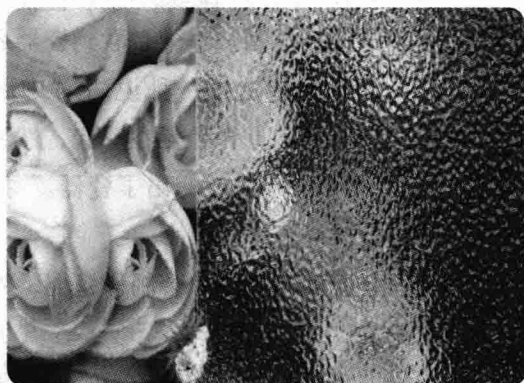
第一章

陶瓷与玻璃

.....

陶瓷和玻璃都属于硅酸盐的产品。由于它们均为硅酸盐产品，所以耐酸耐碱，耐各种腐蚀，均为脆性产品，常温下难以分离。陶瓷的历史极为悠久，品种也极其多样，到了近代，更是开发出许多各具特色的产品。而玻璃发展到现代，各种不同用途、不同功能的玻璃产品也层出不穷。

.....



►中国的陶瓷

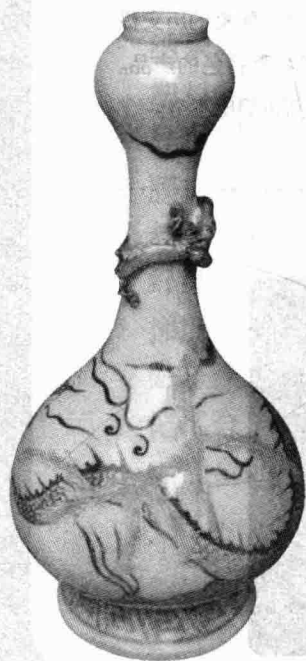
ZHONGGUO DE TAO CI

陶瓷是陶器和瓷器的总称。人类自会使用火以来，就知道了泥土烧过后会变硬且能保持一定形状。考古证明，中国在八九千年前就会制造陶器。最初人们把涂有黏土的篮子进行火烧，形成不易漏水的容器，用来煮东西吃，以后开始用黏土制成各种形状的器具，如盛水的壶、缸、孟；煮食的鼎、釜、罐；储存东西的瓮、坛、尊；洗涤用的盆等，统称为陶器。我国出土的许多新石器时代的陶器，证明我国是世界上会制造陶器最早的国家之一。

在烧制陶器的过程中，有时发现捏好的陶器坯料在高温下烧结时，其中容易熔化的部分会化成玻璃状的黏液把坯料中的小空穴堵死，烧

制成后不会再吸收水分，轻轻敲打能发出清脆的声音，这就是最早的瓷器。但在烧瓷器时，如果温度掌握不好，稍稍过一点，瓷器就会变形或烧裂，所以烧瓷器在当时是一项很难的技术。中国早在商代就会烧制瓷器。尽管中国的瓷器后来传到西方，但没有一个国家会仿制。外国人看到瓷器后非常惊奇，甚至流传这样一种说法：“中国人把石膏、鸡蛋清和贝壳粉混在一起，然后在地下埋 80 ~ 100 年，就变出了瓷器。”把瓷器说得十分神奇。

由于只有中国才会制作瓷器，外国人把它称为“中国器具”，至今，西方仍把瓷器叫做“china”。“China”在英文中就是中国



的意思。由于中国的瓷器质量优良，曾远销世界各国，20世纪70年代末，在韩国木浦湾发现了一艘几百年前的沉船，沉船中就有大量中国元朝时期的古瓷。

陶器和瓷器的主要区别：一是原料不同；二是烧结温度不同。陶器的烧制温度低，在 $900 \sim 1\,200$ 摄氏度就能烧成，有的甚至只在 700 摄氏度烧制，瓷器则要在 $1\,300$ 摄氏度以上。陶器的原料以黏土为主，加入适量的长石和石英。瓷器的原料按坯体中的主熔剂分为：长石质瓷器（即长石、石英和高岭土），绢云母质瓷器（即绢云母、石英和高岭土），骨灰瓷（即磷酸盐、长石、石英和高岭土）和滑石质瓷（即滑石、长石和高岭土）等。陶器的断面粗糙、疏松、气孔率大，而瓷器的断面光洁致密。

► 陶瓷的弱点

TAOCI DE RUODIAN

陶瓷给人的印象总是脆弱得很，一只瓷碗，掉在地上，就会“粉身碎骨”。



近年来，科学家们在对陶瓷进行悉心研究后发现，它之所以如此脆弱，主要有两个原因：第一，由于陶器的烧成温度比较低，通常为 $800 \sim 1\,000$ 摄氏度，因此气孔率比较高。在陶器碎片的断面上，读者不难看到许多小孔洞，且组成陶器的颗粒也比较粗大。瓷器的烧成温度虽然要比陶器高得多（通常为 $1\,200 \sim 1\,400$ 摄氏度），组成的结构也比陶器细密多了，读者用肉眼可能看不出有什么细微的缺陷。但是，如果你通过显





显微镜进行观察，在瓷器碎片的断面上，就可以看到有许许多多细微的伤痕、裂纹、气孔和夹杂物。如果你把瓷器碎片放在倍数更大的电子显微镜下，那么，你还可以发现瓷器在晶体结构方面的缺陷，例如空位、位错等。而所有这些细微的裂纹、气孔、夹杂物、晶体缺陷和表面伤痕，都可能成为瓷器裂纹的发源地。

第二，由于陶瓷属于脆性材料，一旦出现裂纹，它不像金属那样具有塑性变形能力，至于在热冲击的条件下，由于陶瓷的导热性较差，热膨胀系数大，热应力由此增加，因此，裂纹的扩展速度会更进一步加剧。在日常生活中，如果我们用砂锅炖（煮）食物，只能用文火慢慢加温，如果一开始就用猛火急烧，就会使砂锅炸裂。即使是烧好后，也不能用水急冷。

► 陶瓷的“特异功能”

TAOCI DE “TEYI GONGNENG”

到了现代社会，陶瓷已经得到更大地发展，并在工业和科学技术中有着极为广泛的用途。这些陶瓷称为先进陶瓷或精细陶瓷。它们代表陶瓷发展的第二个阶段。也就是说，先进陶瓷的主要成分和传统陶瓷的主要成分硅酸盐化合物不同，是指用氧化物、碳化物、氮化物、硼化物、硅化物、硫化物和其他无机非金属材料制作的陶瓷。先进陶瓷有许多“特异功能”，比如有的具有良好的绝缘性，有的则具有半导体性能，有些还能导电，有些甚至在一定温度下具有超导性，即完全没有电阻。有些陶瓷有一种奇特的性能，在它上面加上压力，它就能产生电压，称为压电陶瓷。

还有一些陶瓷对电、磁、光线、





声音、温度冷热、潮湿等外界条件的变化很敏感，称为敏感陶瓷，可用来制造各种传感器元件。先进陶瓷还具有一般陶瓷通常具有的耐热、耐磨、高硬度、抗氧化等性能。先进陶瓷的成分也和用天然无机化合物（如硅酸盐化合物，陶土、瓷土等）烧结出的传统陶瓷有很大不同。而它是以精制的高纯度人工合成的无机化合物（如各种氧化物、碳化物、氮化物、硼化物、硅化物和其他无机非金属）为原料，采用精密控制的工艺方法烧结出来的。

► 压电陶瓷

YADIAN TAOCI

说到能量转换，读者大都容易理解。例如，电灯把电能转化成为光能和热能；电动机带动水泵把水抽到山坡的梯田上，是电能转化为机械能；大坝下的水轮机带动发电机发电，是把机械能转化为电能……然而，你可知道，有一种压电陶瓷，它能使机械能和电能互相转换，为我们做许许多多有益的事情呢！

压电现象是 100 多年前居里兄弟研究石英时发现的。我们在上面提到的压电陶瓷，是一种先进功能陶瓷，它具有压电效应。

那么，什么是压电效应呢？

当你在点燃煤气灶或热水器时，就有一种压电陶瓷已悄悄地为你服务了一次。生产厂家在这类压电点火装置内，藏着一块压电陶瓷，当用户按下点火装置的弹簧时，传动装置就把压力施加在压电陶瓷上，使它产生很高的电压，进而将电能引向燃气的出口放电。于是，燃气就被电火花点燃了。压电陶瓷的这种功能就叫做压电效应。

压电效应的原理是，如果对压电陶瓷施加压力，它便会产生电位差（称之为正压电效应），反之施加电压，则产生机械应力（称为逆压电效应）。如果压力是一种高频振动，则产生的就是高频电流。而高频电信

号加在压电陶瓷上时，则产生高频声信号（机械振动），这就是我们平常所说的超声波信号。也就是说，压电陶瓷具有机械能与电能之间的转换和逆转换的功能。

压电陶瓷的用途十分广泛。据粗略统计，压电陶瓷至少有 20 多种用途。让我们仅举几例：近年来，煤气公司出售的一种新式的电子打火机，就是应用压电陶瓷的压电效应制成的。有些读者朋友如果自己做过饭，你一定有这方面的经验，只要用大拇指压一下打火机上的按钮，压电陶瓷即产生高电压，形成火花放电，从而点燃煤气。当压电陶瓷把机械能转换成电能放电时，陶瓷本身不会消耗，也几乎没有磨损，可以长久使用下去。所以，压电打火机使用方便，安全可靠，寿命长。据煤气公司销售人员介绍，一把压电打火机可使用 30 万次以上。以每年使用 3 000 次计算，约可以使用 100 年。地震这一自然现象，一直显得异常可畏。地球每年发生的地震大约有几百万次，其中人能感觉到的约为几次，约占 1%。20 世纪以来，全世界范围内已发生 10 次破坏性大地震，其中有 4 次发生在中国。



大地震一旦发生，对人类造成的灾难是毁灭性的，因此，地震预报十分重要。由于压电陶瓷的压电效应非常灵敏，能精确地测出地壳内细微地变化，甚至可以检测到 10 多米外昆虫拍打翅膀引起的空气振动，所以，压电地震仪能精确地测出地震强度。由于压电陶瓷能测定声波的传播方向，因此，压电地震仪还能告诉人们地震的方位和距离。用压电地震仪来预报地震，人们大可以放心了。

在军事上，人们在制造穿甲弹的时候，常常把压电陶瓷安装在弹头部位。只要穿甲弹击中坦克，炸药就会被压电陶瓷产生的高压电点燃而爆炸，把坦克炸得粉碎。



此外,通过正压电效应,把机械振动转换为交流电信号,可用来制造压电拾音器、扬声器、蜂鸣器、超声波接收探头等,其中电子音乐贺卡就是这种器件的实例。反之,通过逆压电效应,将交流电信号转换为机械振动,可用于制造超声波发射仪、压电扬声器、录像机和录音机的传动装置以及超声波清洗剂。另外,许多高转换效率、高灵敏度的声波发射和接收的压电器件正应用于超声波的水下探测仪、材料的超声波无损探伤仪、探测海洋中鱼群的规模、种类、密集程度、方位和距离、潜水艇位置的水下声纳、超声波断层摄影装置、大功率超声波碎石仪等各种仪器。

压电陶瓷具有加工成型方便、成本低、压电特性便于控制等特点,应用范围正在不断扩大,前景不可估量。

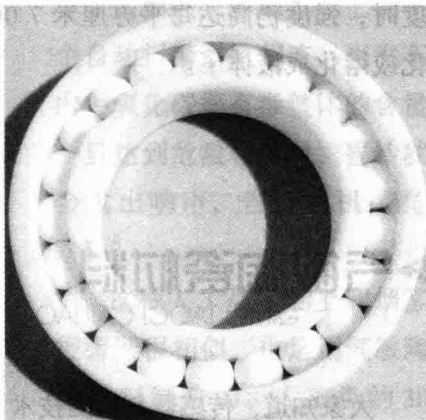
► 陶瓷滚动轴承

TAOCI GUNDONG ZHOUCENG

轴承可分为三种:滚动轴承、滑动轴承和电磁轴承。滚动轴承是一种高度标准化的机械零件,有着多种尺寸规格和精度等级的系列型号,可以在相当大的范围内满足各种机械对轴承的要求。由于滚动轴承的维护十分简便,因此得到了非常广泛地应用。

滚动轴承结构的最大特征是,在有相对运动的两个套圈之间放置有滚动体,因此,滚动轴承较之滑动轴承具有摩擦系数小、消耗功率少、效率高的优点。

滚动轴承一般由外圈、内圈、滚动体和保持架四部分组成,过

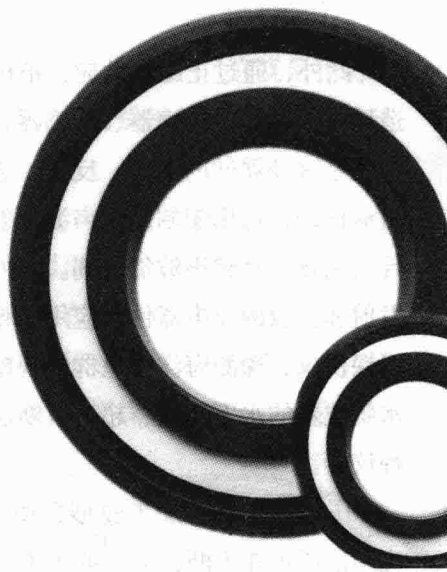




去通常用合金钢制造。20 世纪 90 年代中期，陶瓷滚动轴承已经问世。经实践表明，陶瓷滚动轴承具有以下优点：第一，由于陶瓷几乎不怕腐蚀，所以，陶瓷滚动轴承适宜于在布满腐蚀性介质的恶劣条件下作业；第二，由于陶瓷滚动小球的密度比钢低，重量更要轻得多，因此转动时对外圈的离心作用可降低 40%，进而使用寿命大大延长；第三，陶瓷受热胀冷缩的影响比钢小，因而在轴承的间隙一定时，可允许轴承在温差变化较为剧烈的环境中工作；第四，由于陶瓷的弹性模量比钢高，受力时不易变形，因此有利于提高工作速度，并达到较高的精度。

国外已开发成功了在高温条件下采用固体润滑剂的陶瓷滚动轴承，也有利用液体或油脂润滑的特种钢与陶瓷组合而成的滚动轴承或全陶瓷滚动轴承。

陶瓷滚动轴承的制造材料，主要采用氮化硅陶瓷。据有关资料报道，现代陶瓷中崛起的两颗新星——氮化硅和碳化硅，都具有惊人的耐高温性能。氮化硅陶瓷在 1 400 摄氏度，碳化硅陶瓷在 1 700 摄氏度时，强度仍高达每平方米 7 000 千牛，而大多数金属这时早已软化或熔化成液体了。



► 气敏陶瓷材料

QIMIN TAOCI CAILIAO

大家知道，传感器是检测技术、自动控制、遥感技术必不可少的敏



感元件。敏感元件主要依靠一类叫敏感陶瓷材料来制造。敏感陶瓷材料品种繁多，难以数计。有电敏、光敏、声敏、磁敏、热敏、气敏、湿敏陶瓷材料等多种类型。它们是获得各种信息、感知并传递信息的关键材料，是实现自动控制的重要物质基础。敏感陶瓷材料在自动控制仪表中就相当于人的五官，有视觉、嗅觉、味觉、听觉和触觉的作用。在防止火灾、煤气中毒、工程事故中有十分重要的作用。

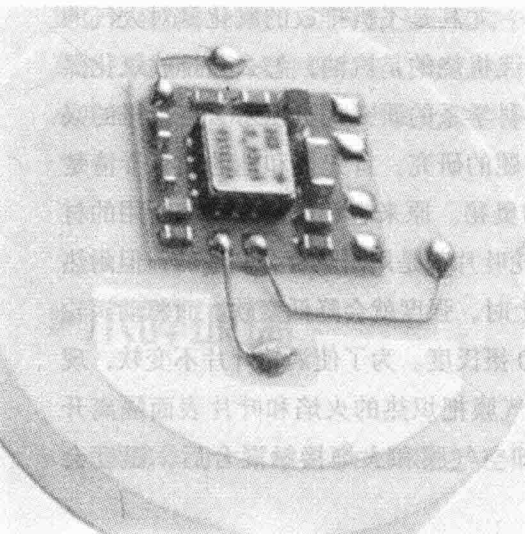
1990年11月4日，《北京晚报》报道了一条消息，原苏联大马戏团来京演出时，住在北京国际饭店，马戏团招募的一名工作人员在客房内吸烟，随手把未熄灭的火柴梗扔进纸篓后离去，结果引着了地毯，幸亏装在室内的烟雾报警器鸣叫，才避免了一起重大的火灾。

烟雾报警器为什么能报警呢？靠的就是烟雾传感器中气敏陶瓷材料。它的特点就是只要它与一氧化碳和烟雾一类的气体接触，其电阻就立即发生显著变化。人们利用这一特点，把气敏陶瓷材料做的传感器装在室内或厨房，并和一个报警电路连接起来，当室内的烟雾达到千分之几的时候，电路中的电阻就会发生变化而自动接通报警器。

20世纪50年代末，在英国发生了一场特大的暴风雪，一辆在中途抛锚的汽车被困在暴风雪中等待救援时，司机为了取暖就用发动机开暖气。不料由于发动机内的燃料燃烧不充分，排出的废气中有一氧化碳进入车内，结果司机和乘客全部中毒而死。为了防止类似的事件发生，

英国运输部门研究了一种人工鼻。这种人工鼻和汽车上的一个自动报警系统相连，当汽车内一氧化碳等有毒气体的含量一旦达到危险程度时，警铃就会发出响声，告诉司机：“危险！”

这种人工鼻实际上和烟雾报警器很相似，也是用气敏陶瓷材料制造的。人工鼻约30



厘米长，对一氧化碳一类有毒气体的嗅觉灵敏度甚至超过嗅觉非常灵敏的狗和猪。气敏陶瓷材料除在汽车上使用外，也可以安装在住宅、工厂和其他车辆中，以监测有毒气体对人类的危害。气敏陶瓷材料中最敏感的是二氧化锡，它一遇到一氧化碳或烟雾，其电阻率就发生变化。有些气敏陶瓷材料，如氧化锌、氧化铁对液化气中的主要成分丁烷、丙烷及天然气中的主要成分甲烷也很灵敏。在厨房中装上用氧化物陶瓷制成的煤气泄漏报警器，就可以防止因煤气泄漏引起的危险。

► 陶瓷的运用

TAOCI DE YUNYONG

1988年，欧洲共同体国家为了响应联合国环境规划署的倡议，经过长达六年的协商后，一致同意各国共同努力减少大气污染，其中包括减少有害气体氧化氮的排放。特别是英国、法国、德国、意大利、西班牙、荷兰、比利时、丹麦、爱尔兰、希腊、卢森堡等十二个国家还签订了保证书，保证到1998年要使氧化氮的排放量比1980年减少33%。

英国是工业发达国家，汽车、飞机和各种火力发电厂在这个面积不大的国家排放出大量有害气体。尤其是飞机排放的氧化氮对大气的影响不可轻视。人们或许奇怪，飞机烧的是汽油，怎么会排放氧化氮呢？这引起了英国剑桥大学材料科学系的研究人员比尔·克莱格的兴趣，并参与了弄清和解决这一问题的研究。首先他和他的同事弄清楚了飞机烧汽油会排放出氧化氮的奥秘。原来它和航空发动机所用的材料有关。一般的航空发动机的涡轮叶片都是用耐热合金制造的，但耐热合金在温度达到1000摄氏度以上时，强度就会降低变软。而驱动涡轮叶片的火焰气体温度却高达2000摄氏度。为了使涡轮叶片不变软，现在采用的方法是设置一层冷却空气膜把炽热的火焰和叶片表面隔离开来，同时冷却叶片。但是在冷却空气膜和火焰接触混合后，温度会