



优秀的工艺、产品和员工。
以及他们是如何以令人惊叹的方式
提高工业生产率的。

目录

- 4 **Putting the smarter heat to smarter use.**
本手册主要内容。
- 6 **更快、更好、价格更低。**
感应加热的三大优点。
- 8 **3.4秒内升温到907.5°C,持续不断。**
感应加热的工作原理—以及相对其他替代技术的优势。
- 10 **我们与其它感应加热公司的区别在于,我们拥有先进的应用技术、设备技术、感应线圈设计制造技术、专业材料技术以及本地支持。**
我们的资源、经验和专业技术使得EFD Induction保持行业领先。
- 12 **区别显而易见。有哪些共同之处?**
采用感应加热的行业及其应用。
- 14 **了解我们的产品系列。**
EFD Induction产品概览。
- 16 **在感应加热业务中,最困难的事情是保持冷静。**
关于EFD Induction服务的介绍—有哪些服务,以及您将如何获益。
- 18 **“我马上就开车去。”**
真实的EFD Induction—来自我们服务的一个案例。
- 20 **火热激情**
EFD Induction的故事
我们是谁,我们从哪里来,我们将要到哪里去。
- 22 **专业术语**
解释关键感应加热术语和概念。



Putting the smarter heat to smarter use.

欢迎了解EFD Induction!

在以下的内容里,您将了解到感应加热相对于其它替代加热技术的优势,感应加热如何因其更快的加热而提高生产能力。

您还将了解到感应加热如何改善并维持您所生产、维修或加工的产品质量,以及感应加热在实现上述优势的同时如何降低成本。

另外,您还将了解我们怎样引领全球行业,来发现感应加热极具价值的新应用。

在过去的五十多年里,我们不断地开发新的感应加热解决方案,安装及维护相应的感应加热设备。我们认为感应加热是一个充满活力,具有光明前途的行业。我们相信您会有同感。

更快、更好、价格更低。

感应加热技术带来的三大好处是：提高生产能力,改善产品质量和降低成本。

生产能力

将感应加热设备整合到生产线从而提高生产效率。您可以缩短加工时间,提高生产能力。感应加热比使用明火或炉子加热更快速,精确的可重复性能节省时间,因为您能在第一次就掌握要领。

品质

针对每个工件,您可以为特定的部位预设温度,因此能够提高加热质量。另外,如您所了解的那样,根据具体工件的不同需要,我们可以事先为您量身定制各种感应线圈,以及不同的加热模式。另外精确的热量传递,从而使任何邻接的部件和/或材料在加热过程中不受影响。

成本

加工时间的缩短和生产能力的提高使成本有所降低。集成式的在线感应加热降低了管理和物流成本。产品产量也能得到提升。快速的加热周期,精确的热量传递和高重复精度使时间和材料浪费降低到最小,能源消耗的成本也有所降低,因为您可以只在需要时才启动加热输出一相对传统加热炉而言,热量损失少(EFD Induction的感应电源在降低能耗方面尤其突出,因为它与竞争对手的电源相比有着更高的功率因数和输出效率,已被证明有更高的利用效率)。成本的降低还在于感应加热使您避免有害的气体和明火,从而节约保险费用。

	炉子加热	火焰加热	感应加热
更高的生产能力			
易于集成到生产线	•	••	••••
温升时间短	•	•••	•••••
更高的品质			
加热模式控制	•	•••	•••••
温度控制精确	••••	•••	•••••
温升时间精确控制	•	•••	•••••
保温时间精确控制	•	••••	•••••
重复精度高	•••••	••	••••
更低的成本			
产量	•••	••	•••••
能耗	••	•••	••••
空间	••	••••	••••
安全	••	•	••••
总分	23	30	50

表格中数值为近似值,仅供参考。这三种加热方法的性能等级可依据实际情况的不同而有所变动,依赖于应用领域、加工工件的特性和操作人员的技能等等。

3.4秒内升温907.5°C, 持续不断。

相对于其它替代技术,感应加热拥有无与伦比的优势。

快速

逆变电源瞬间即可生成大量的热能。在小金属件上达到1000°C的统一表面温度,只需不到1秒。

精确

精确输出所需温度,准确满足单个工件所需热量。由于感应加热广泛的频率范围,因此加热深度精确可控。热量分布同样非常精确。我们能够为客户定制感应线圈,以适应任何形状或尺寸的工件。定制化线圈确保了最小能耗下得到最佳的加热模式。

可控

晶体管逆变电源和流程控制软件使您能够完全控制整个加热过程。温升时间和保温时间可按照您的需求进行预设和重复。设备还可以采用内置测控设备,用于远程诊断和非现场监控。

可重复

采用感应加热,能够精确重复您需要的加热循环(实际上,逆变电源每次所生成的热量变化范围通常小于1-2%)。您可以精确复制所有关键参数,包括: 温度、透入深度、加热模式、温升速度等。

清洁、安全、结构紧凑

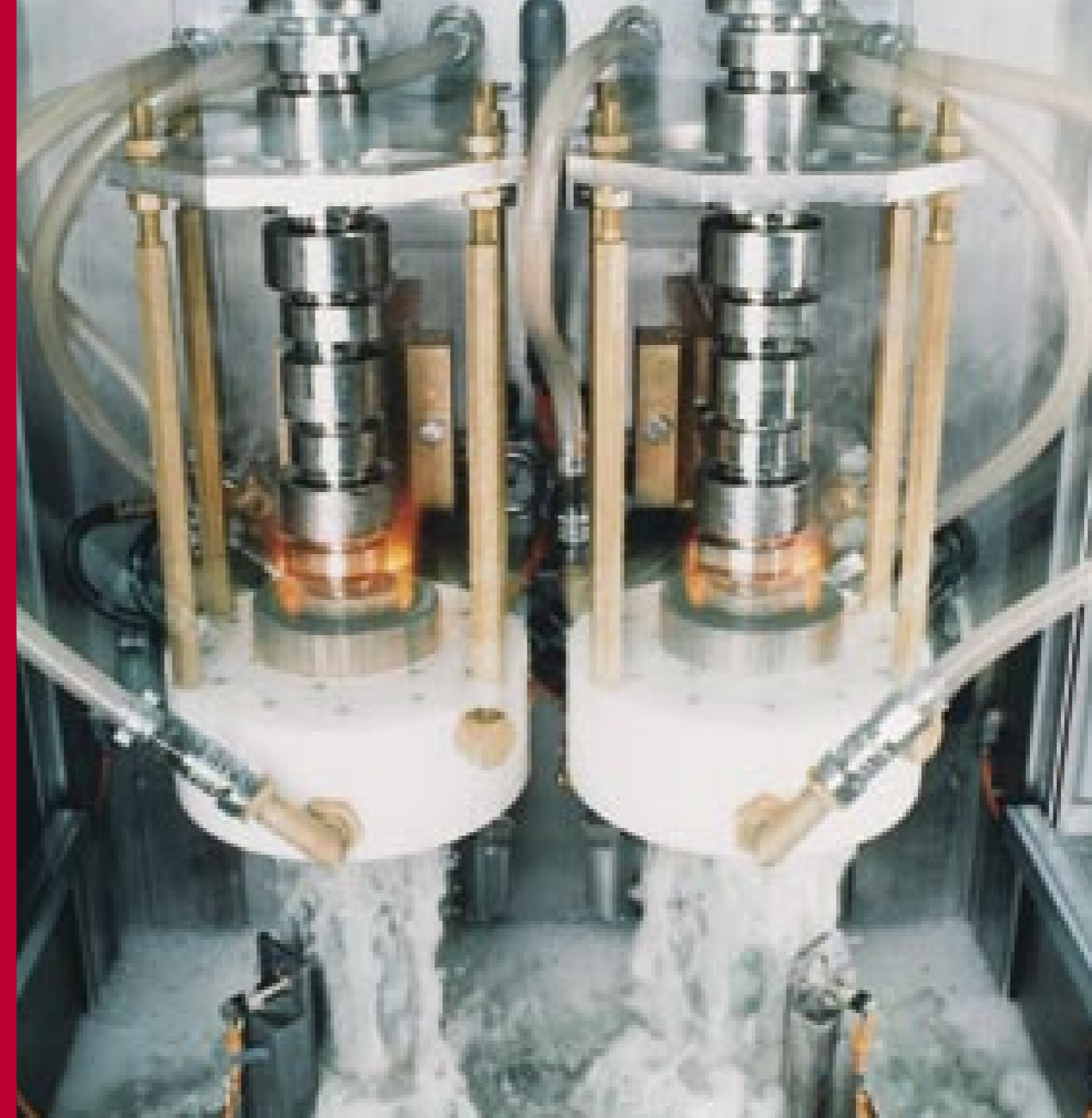
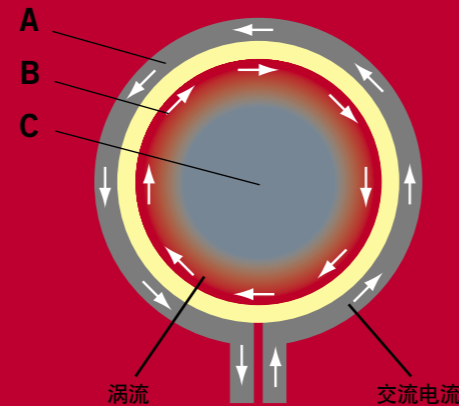
无需气体, 无明火,不会造成环境温度的明显升高,不会由于使用炉子而占用过多空间。

工作原理

感应加热设备由外电源供电,将其转换为适合特定应用的具有特定频率的能量输出,可在任何导电材料上产生可控热量。

能量通过感应线圈作用到工件上。交流电流流过线圈(A),产生磁场(B)。将工件(C)置于磁场内,在工件内部生成涡流。热量只会在涡流场内生成。

不同的逆变电源输出不同的功率和频率。输出功率、感应线圈的形状和工件的特性决定了加热模式。热量透入工件的深度取决于频率: 频率越低,深度越深。



感应加热令人惊奇的事实。

- 输出功率为100 kW 的EFD Induction逆变电源能够以每分钟1米的进给速度对直径60毫米的轴进行淬火,淬硬深度为2毫米(2毫米厚度内达到800°C)。
- 使用我们的便携式逆变电源,您可以在5秒钟内将1公斤钢材从20°C平稳加热到800°C。温升速度达每秒160°C。
- 对于汽车发动机盖的固化粘接,感应加热的效率达到传统加热炉的十倍。固化一件发动机盖需要消耗220 kW能量。采用感应加热,需要输出电源功率340 kW,利用效率为65%;若采用传统加热炉每件发动机盖需要消耗4000 kW能量,利用效率仅为5.5%。

实际使用中的EFD Induction解决方案:专门设计的感应线圈在对双凸轮轴(凸轮和轴承档)进行淬火,加热到950°C只需要5.4秒。

我们与其它感应加热公司的区别在于,我们拥有先进的应用技术、设备技术、感应线圈设计制造技术、专业材料技术以及本地支持。

是什么使得EFD Induction与众不同?

应用技术

到目前为止,EFD Induction已经在75个国家已经安装了超过9500多台设备。其中很大一部分是客户定制化的加热解决方案—满足特定生产需求的特殊设备。这些经验使我们拥有了无与伦比的多行业应用技术,例如退火、固化粘接、感应钎焊、固化、锻造、热装、淬火、矫直校平、回火、焊接、熔炼以及等离子、光纤和玻璃行业应用。

设备技术

EFD Induction专业设计、制造、安装并维护全系列感应加热设备。实际上,我们曾经,并且现在仍在引领固态感应逆变电源的发展。我们专业技术的另一个关键领域是设计生产用于在线安装的多轴数控机床。我们的其它设备领域包括:焊管系统和工业热加工系统,如加热炉、坯料和杆端加热系统。

感应线圈设计制造技术

经过正确设计、制造和维护的线圈对于任何感应加热操作的结果都是至关重要的,毕竟,线圈是向工件实际传递热量的部件。EFD Induction拥有多年的丰富经验,一直从事长寿命线圈的定制设计和生产,以满足不同产品应用和材料的需求。(我们提供先进的计算机线圈应用模拟,以确保您能够得到所需的最佳线圈设计)。我们还拥有成熟的后勤服务系统,确保更换线圈的顺利交货和安装。最大程度地增加线圈使用寿命是EFD Induction的专长,我们的线圈因其使用寿命长而赢得过奖项。

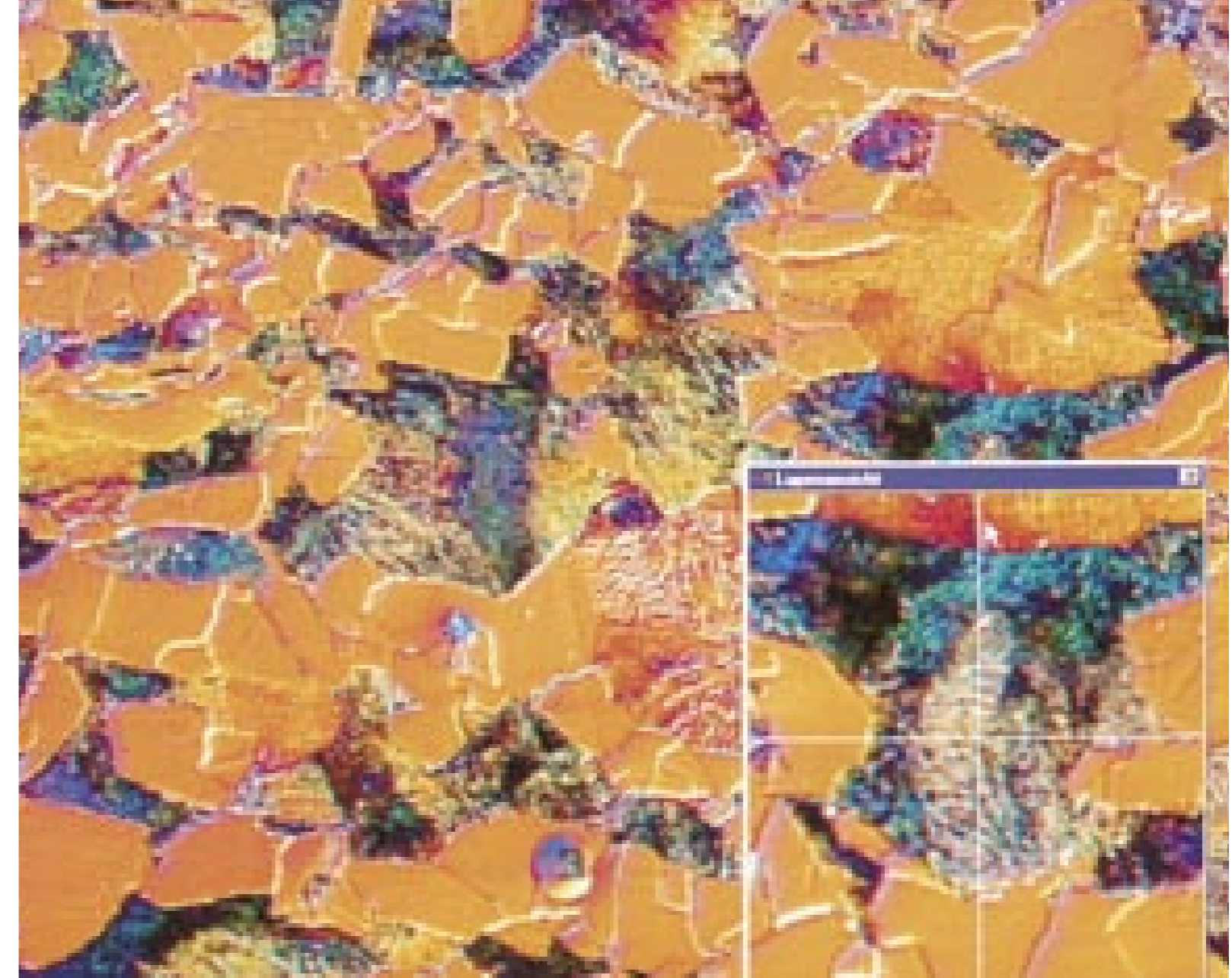
专业材料技术

感应加热技术会如何影响所采用的金属材料? 会给粘合剂带来什么影响? 加热区域邻近材料会受到怎样的影响? 这些只是每天客户向我们的专职材料专家所提问题的一部分。为确保我们的材料专家和工程师能够

给出快速、准确的解答,我们建立了专门的独立研究实验室。因此,我们不但对感应加热技术有着充分的了解,而且还知道这些技术会对您的材料产生哪些影响。

本地支持

无论在何处,您都能在不远的地方找到EFD Induction。这是因为我们除了在德国、挪威、法国、中国、印度和美国的制造工厂以外,还拥有一套全球办公网络机构。我们还在英国、瑞典、西班牙、意大利和奥地利设立了销售和服务公司。



EFD Induction研究实验室的材料分析。
图片所示:C35合金钢显微组织,晶粒大小ASTM6。

区别显而易见。 共同点有哪些？

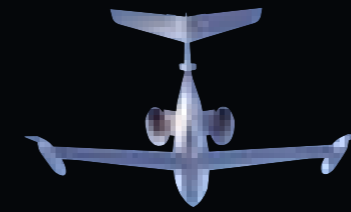
一罐桃子罐头、一艘轮船、一桶酸奶、电站涡轮机、地下电缆、海底管道以及数不尽的火车、飞机和汽车。

感应加热技术将这些不同产品联系在一起,用于它们的制造、维护、维修和回收(对于酸奶桶,感应加热能够将金属箔盖固定在塑料罐体上。对于桃子罐头,感应加热可以帮助在罐头内侧镀锡,从而保存食物不受污染)。

简而言之,我们的感应加热解决方案几乎能够有效应用于任何需要加热的工业应用中。

例如,我们的淬火机床广泛应用于汽车和汽车零配件行业,用于机械部件的表面淬火和回火,如轴、齿轮、车轴和阀门。我们的逆变电源还用于连接车门、发动机盖和行李舱盖的固化粘合。

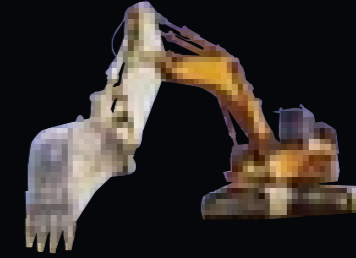
除汽车及汽车配件行业外,EFD Induction设备还广泛应用于电力、冶金和铸造、管材、导线和电缆、航空、造船、制冷行业、玻璃、等离子和光纤行业。



热处理和预热/后热;
固化粘接和接头钎焊。



压缩机部件的钎焊;
冰箱主体的固化粘接;
油漆固化;
管件焊接。



传动装置和发动机部件
(轴、阀等)的淬火和回火;
维修期间的矫直校平。



黄铜部件的钎焊和软钎焊。



传动装置和发动机部件的淬火和回火;
油漆和刹车盘涂层的固化;
主体部件的固化粘接;
排气管管道焊接;
部件的钎焊;
电动机的磁铁固化粘接。



轮环和轴承环的拆卸和热装;
铜部件的钎焊;
矫直校平。



发电机铜部件的钎焊;
热装;
螺栓膨胀;
高压涡轮机的预热/后热和钎焊。



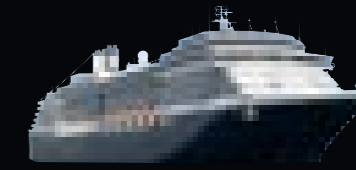
部件的淬火和钎焊;
车身管材焊接。



纵向管材焊接;
预热;
焊缝退火;
涂层固化。



喷涂金属片时的预热/后热;
包锡的重熔。



船体建造过程中的矫直校平;
双层船体船梁的直缝焊接;
油漆清除;
铜部件的钎焊;
大型齿轮、绞盘和链条的淬火;
轴的热处理;
焊接前闸的预热。



预热/后热;
导线周围绝缘层的固化;
光缆的制造。

了解我们的产品系列

无论您的加热需求是什么,EFD Induction都能提供满足您要求的设备。如果您没有明确的目标,我们可以与您共同商讨,设计专属于您的感应加热解决方案。

这一承诺以我们丰富的产品系列以及几十年感应加热行业的经验为后盾。EFD Induction产品系列涵盖从标准加热电源到定制化解决方案,再到完整的制造流程。

在工业电子、冶金和流程控制软件方面,您还可以获得EFD Induction的技术专家支持。此外,我们还拥有进行产品严格测试的独立实验室,能够确保您获得最优解决方案。



HardLine 工业热处理系统

HardLine是一套应用广泛的固定式加热系统,适合各类需要淬火、回火和退火的工件。HardLine包括立式、卧式和定制化设备,配备有CNC多轴数控机床、质量检测 and 自动上料系统。HardLine系统还配备有串联和/或并联补偿型感应电源,能输出各种范围内的功率和频率。



HeatLine 工业热加工系统

HeatLine是一套完善的热加工系统。产品系列包括: 坯料加热器(用于大型或小型坯料部件);熔炉(倾动式、双轴侧倾式、翻转式、可动感应线圈和实验室熔炉);杆端加热器(卧式和立式)。HeatLine系统还用于贵金属加工工业,以及实验室应用。



Minac 便携式感应加热电源

Minac感应加热电源安装及操作极其简便。并且由于采用了自动负载匹配,因此同样适用于非常广泛的应用: 钎焊、热装、淬火、固化、矫直校平、预热/后热、退火等。Minac能输出低或中等功率,适用于车间或工地现场使用。所有Minac系统均可进行感应线圈快速更换。



Sinac 通用型感应加热电源

Sinac是我们的高效固定加热电源产品系列。适用于几乎所有感应加热应用。Sinac采用串联和/或并联补偿型感应电源,能输出各种频率以及低、中、高功率。Sinac产品系列还包括双频输出系列。



Weldac 高效固态高频焊机

Weldac为固态焊机系列,适用于管材的纵向焊接。新一代的Weldac G2焊机采用EFD Induction的专利IGBT驱动技术,使用可靠耐用的IGBT晶体管,能够在高达350 kHz的频率下运行。Weldac G2能够用于生产1/2”到24”英寸的各类焊管。Weldac系列产品具有感应焊和接触焊双功能。

在感应加热业务中， 最困难的事情是保持冷静。

感应加热正常运行,当您需要的时候产生所需热量,从而使您可以专注于您的核心业务。

这正是我们提供涵盖早期计算机模拟、备件发送、为您量身定做的感应加热设备方案和全面维护等全面服务的原因。我们还提供深入细致的培训。

在感应加热领域五十多年的业务经营让我们了解到没有“标准客户”这一概念。有的客户甚至还无法确定是否应当采用感应加热,这种情况下,我们通常为客户建议应用工程服务。在这种服务中,我们应用计算机模拟技术,证明感应加热的确是(事实上也是)客户的最佳选择。我们还提供财务数据表,让客户知道改用感应加热的长期成本核算。

其它服务主要针对已引用感应加热技术的客户。有的客户选择定制化备件发货协议。有的客户向我们寻求设备升级。有的采用我们的远程诊断服务,使用现今的远程诊断技术,避免设备的小问题发展成重大故障。另外还有客户租用我们的设备,处理一次性工作或应对生产高峰。这样的例子举不胜举。

但在所有这些服务背后都有这样一个共同的因素:我们的员工。每一位EFD Induction服务工程师都是我们服务训练营的合格毕业生。为确保他们能够随时为客户提供服务(并了解最新的技术发展),每位工程师都必须通过定期的进修课程。我们还拥有众多专业服务人员,他们在特定的专业和应用方面有很深的功底。

当地客户服务中心、工厂和研发机构而构成的工作网络为我们的现场服务人员提供支持。这一全球网络确保了任何问题都能够得到快速及时的响应和处理。



EFD Induction的服务范围涵盖生产前规划、材料分析以及全面的预防和维护。
上图中,我们的工程师正在为Minac便携式感应加热电源升级。

海上救援: 在2001年,挪威北海石油和天然气平台突发状况,需要紧急维修,他们向EFD Induction寻求感应加热技术的帮助。



“我马上就开车去。”

当时是中午,EFD Induction挪威分公司的技术员Rune Asdal正要去吃午饭。

他的电话响了。

电话中说,一家挪威客户的主泵发生故障,滚柱轴承损坏。他们询问Rune能否去查看一下。

“没问题,” Rune说。“我马上就开车去。”

“恐怕不行,”打电话的人笑着说:“泵在北海的天然气平台上。我想只有搭乘直升机才能去。”

几小时内, Rune就乘上直升飞机,飞往距离挪威海岸240公里的“Sleipner A”天然气和冷凝液(轻油)平台。随身携带的是一台EFD Induction的 Minac 18/25便携式感应逆变电源。

Rune解释说:“实际上,问题非常明确:泵的轴承损坏,必须更换新的轴承。不过,为避免发生爆炸,因此无法使用气焊焊炬或其它明火加热设备。感应加热是唯一的选择。当然,也有别的办法。他们可以将泵运回陆上,不过这样将会耗费高昂费用。”

当Rune抵达210米高的平台后,他马上开始了工作。因为没有泵,平台的生产会出现停顿,而糟糕的是Sleipner的油气田的日产量达9万桶轻油。

“维修工作非常顺利,” Rune说:“在拆卸轴承环之前,我先用Minac对其进行加热。然后,在重新装配前,再用Minac处理新的轴承。我在24小时之内就完成了工作并顺利返回。关于那台泵,上次的维修已经过去了好几年,我最近听说它仍然运行良好。”

火热激情

EFD Induction的故事

1950年9月3日,德国Freiburg(弗莱堡)一家工厂的技工正在对他们的第一台通用感应淬火机床进行最后工作。

工人们感到有些担心。他们的公司,家族企业Fritz Düsseldorf Induktionserwärmung(FDF),一直为当地的Black Forest工业进行淬火加工。但现在他们要进入一个竞争激烈的全球市场。他们能成功吗?

实际上,他们无需担心。机床取得了巨大的成功。不久,FDF就将它的设备出口到欧洲各地(实际上,FDF迅速成长为欧洲顶尖的表面感应淬火公司)。

技术革命

二十世纪七十年代,当FDF公司正发展壮大的时候,在挪威Trondheim(特隆赫姆)迎来了一次感应热处理技术的革命。革命的温床正是特隆赫姆大学,工程师们研制出了用于感应加热的晶体管感应电源。

晶体管感应电源的发明堪称一项重大突破。应用晶体管感应电源后,逆变电源尺寸减小,可控性得到极大的提升,频率范围以及应用范围也得到很大扩展。

1981年,三位挪威工程师创立了ELVA Induksjon公司。当时,这家新公司只有九名员工。Minac系列便携式逆变电源于1983年正式投产。从此以后,再也不需要花费高额费用,将工件送到固定的感应加热系统—现在的加热设备可以直接到达并加热工件。

此后的几年中,ELVA推出了整套系列晶体管感应加热产品,其发展速度非常惊人,这主要归功于ELVA能够提供晶体管感应电源,并将其应用于定制化解决方案。

将加热进行到底

1991年5月,FDF和ELVA的总经理在一次展销会上偶然相遇。他们谈论着,畅想着。FDF是固定感应淬火机床的佼佼者,ELVA是有史以来探寻感应加热技术新应用的杰出革新者。如果这两个公司联合起来会怎样呢?

1996年1月,FDF和ELVA正式合并,创立了EFD Induction(1993年,两家公司组建了欧洲感应加热联盟)。

其后公司业务拓展速度非常快。其中关键的一步就是1998并购Grenoble-based CFEI。作为一家经验丰富的感应加热企业,CFEI当时乃是法国市场的领先者。

CFEI在为法国主要汽车制造企业设计淬火解决方案方面尤为突出,并且在等离子、玻璃和光纤等专业应用领域也非常活跃。



先驱—1950年底,FDF的首台通用淬火机床等候装运。

EFD Induction不断发展。英国和美国的多家公司也被收购,并入新集团。1995,在印度班加罗尔,我们建立了一家制造工厂。2001年,在上海成立了一家全新的制造工厂。

到目前为止,EFD Induction已经在75个国家进行了9500次设备安装。这样惊人的发展完全可以归功于我们卓越的产品和服务。但我们相信,真正的决定因素是更为抽象的方面:我们对感应加热,以及能够实现的感应加热成果的激情。

距第一台淬火机床从Freiburg的工厂发出已经过了半个多世纪,我们对感应加热的热情未曾有过丝毫改变。如果您想了解感应加热能够为您的公司带来怎样的生产力提升,请致电我们。感应加热是我们不变的激情。我们希望能与您一起分享。



几十年来,EFD Induction的设备一直受到世界各地各行各业的广泛应用和充分信赖。在这张拍摄于1986年的照片上,印度加尔各答Garden Reach造船工程有限公司的员工们在测试他们的新ELVA TERAC 16感应加热设备。这套系统用于船体的校平。



1981年,三位挪威工程师创立了ELVA Induksjon公司。一年后,挪威工贸联盟授予他们“挪威最佳新工业企业”奖。照片中是三位(左起:Truls Larsen Knut Fosse Kersten 和 Leif Markegård)创始人参加在奥斯陆举行的颁奖典礼。

专业术语

退火是一种改善材料微观结构的热处理工艺,能够改变材料性质,如强度、硬度等。退火工艺通过将金属加热到合适温度并保持足够时间,然后缓慢冷却,从而达到平衡状态。这一工艺主要用于改善塑性、消除内应力、改善结构并增强冷加工特性。

固化粘接是通过高温下固化的粘合剂连接部件结构的工艺。

钎焊或硬钎焊是指通过将不含铁的填充金属或合金加热到超过450°C(800°F)的熔化温度,以毛细作用的方式在两个或多个紧贴部件之间扩散的焊接工艺。

居里点也可称为,居里温度是指特定的磁性材料发生磁性剧变的温度。说明:材料可以在铁磁体和顺磁体之间改变的温度。当温度高于时,铁磁材料完全转变为顺磁体。

涡流也可称为,傅科电流是因为随时间变化的磁场与导体相对切割或导体在磁场中运动,切割磁力线而产生的电流。

电磁感应是在磁通量不断变化的磁场内导体两侧产生的电位差或电压差。

焊剂用于在钎焊中去除氧气、避免焊接部位氧化或受潮。焊接完成好,应当把多出的焊剂清除。残留在焊接部位的焊剂可能导致腐蚀。

逆变电源是用于提供高频交流电的功率源。用于感应加热的现代逆变电源采用半导体技术。

感应线圈承载高频或中频交流电流,用于在线圈内部工件上产生涡流以加热该工件。感应电流也会产生自己的磁场,与线圈产生的磁场相反,因此能够阻止线圈磁场穿透被加热物体的中心。

感应加热是通过电磁感应来加热导电材料的工艺,在材料内部产生涡流,其电阻导致发热,产生热量。

表面感应淬火是通过仅在材料表面加热的方法对钢材或铸铁的表面进行淬火的工艺,其目的是在淬火后仅被加热表面形成马氏体显微组织。

磁通量指磁场强度与磁力线穿过的正交面积乘积的积分。

正火指加热铁合金到高于转变范围的合适温度,然后在空气中冷却到大大低于转变范围的一个温度。钢材正火的目的是改善粒度,使其结构更为统一,或改善机械加工性能。

透入深度是从表面到电流密度降低到其起始密度的37%这一位置的距离。透入深度随频率的降低而增加。必须根据要加热物体的尺寸和电气性质来选择合适的频率。

后热,焊件的后热在焊接后立刻进行,用于回火、消除应力或提供受控的冷却速度,以避免形成坚硬或脆性结构。

预热在材料加热或进行机械加工之前进行的加热。

淬火冷却通常指金属及合金快速冷却到临界温度以下,从而使其硬化。

软钎焊是使用熔点低于450 °C (800 °F)的焊料进行低温焊接的工艺。

不锈钢是耐腐蚀、耐氧化(生锈)钢合金的总称。通常包括:

- **奥氏体钢**—最大的不锈钢种类,约占总产量的70%。由于奥氏体中所含的大量镍(Ni)以及铬(Cr),奥氏体耐腐蚀,这是不锈钢产品的主要特性。奥氏体不锈钢无磁性,无居里点。
- **铁素体钢**—第二大类不锈钢,约占不锈钢总产量的25%。铁素体不锈钢是纯粹的铬(Cr)钢,几乎不含镍,镍的缺乏导致其耐腐蚀性低于奥氏体钢(铬镍不锈钢)。铁素体不锈钢有磁性,有居里点。
- **马氏体钢**—小类不锈钢,其特点是经过热处理,进行了硬化和强化。马氏体不锈钢是纯粹的铬(Cr)钢,几乎不含镍(Ni)。马氏体不锈钢有磁性,有居里点。

回火是一种预热工艺,能够提高硬化结构(马氏体)的韧性和冲击强度。淬火和回火后钢材的显微组织称为回火马氏体。

焊管是采用感应线圈或电接触,对钢和铝制管材以及剖面进行纵向直缝焊接的方法。原材料盘绕并修剪成带料,其宽度和厚度应符合成品的尺寸。带料被送入成型和焊接生产线,在边沿被焊接起来之前由轧辊压制成型。边沿被加热到锻造温度并挤压在一起,无需使用填充金属,即可完成焊接工序。

