

专题讨论——EMI(焊接环境下的电磁场对焊接操作者的影响)

焊接电磁环境研究及评估的重要概念和依据

中国焊接学会焊接环境、健康与安全专业委员会

(中国焊接学会焊接环境、健康与安全专业委员会,甘肃 兰州 730050)

摘要:焊接环境下电磁场对操作人员健康及安全的影响是近年来国内外工业界与学术界共同关注的热点。在此所列出的重要概念和依据有助于加深对该领域研究工作及评估技术应用的认识,从而为建立符合我国国情的焊接电磁环境标准及评估工作的开展起到积极的促进作用。

关键词:电磁环境;生物效应;焊接电磁场;评估

中图分类号:TG40

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2007)02-0001-03

Some conception and foundation to study and evaluate electromagnetic fields in welding

Welding Environment, Health and Safety Committee

(Welding Environment, Health and Safety Committee, Lanzhou 730050, China)

Abstract: The effects of welders in the electromagnetic environment on health and safety are the common interesting point both in industrial and academic circles. Some conception and foundation are reviewed to get a deeper understanding for the study and the evaluation of EMF in welding, and also for the establishment of the Chinese own standard.

Key words: electromagnetic environment; biological effects; EMF in welding; evaluation

1 电磁兼容与电磁环境^[1]

电磁兼容一般是指电气及电子设备在共同的电磁环境下能执行各自功能的共存状态,即要求在同一电磁环境下的各种电子设备都能正常工作又互不干扰所达到的一种“兼容”的状态。

电磁环境对人类及生物的影响已不属于各个电子设备之间的问题,而是涉及到生命现象及系统的本身。因此,必须注意到生命现象及系统的两大特征:其一是开放性,生命系统是不间断地与外界进行能量与物质交换的开放系统;其二是演变性,人体细胞随时间在发生变化,是一个不断演变和进化的结果。在开展焊接条件下电磁辐射对操作人员影响的工作中不仅需要检测其“短时效应”,而且需要注重其时间的“滞后与累积效应”。

2 焊接电磁辐射的生物效应与人体作用机理^[1-3]

焊接条件下产生的时变电磁场与生命体的耦合机制主要有三种形式:低频磁场的耦合、低频电场的耦合、高频电磁场的能量吸收。

由直流到大约 100 kHz(小于 100 kHz)的电磁波对生物体的作用主要以感应或传导的方式进行的。在这一区域中,感应电流和电场可以直接刺激神经和肌肉并引起神经和肌肉的痉挛和颤动,但并不发热。神经和肌肉的紧张状态主要是由磁场引起,磁场的磁通密度(磁感应强度 B)变化率和感应电流回路半径决定了体内感应电流密度(Current density J)。该频段电磁场之所以能够产生显著的生物效应,是有其客观的生理和物理基础的,因为心电、脑电和肌电(及衍生的磁)节律都落在此范围内,容易产生

收稿日期:2007-01-28



相干的和协同的频率效应。在上述电磁波长范围内,低频电磁场(约几 Hz 到几十 Hz)辐射是生物效应研究的重点,作用于人体会在表面及体内产生感应电流,此感应电流对神经细胞、组织细胞、心脏有刺激作用,当达到一定强度时将引起电击及灼热感。作业人员特别是手工焊人员长期处于高场强区,在低频时变磁场的作用下可能引起生理和病变。

3 电磁辐射的热效应^[1-3]

电磁场的能量吸收会导致人体器官组织温度升高即热效应。通常,人体对低频电磁场的能量吸收比较小,不能引起明显的温升。随着频率的增加(大于 100 kHz),长期暴露于高频电磁场会使人体产生不均匀的能量沉积和吸收,所吸收的电磁波和人体组织作用使得全身或局部发热,称为电磁辐射的热效应,用比吸收率(SAR)来衡量。比吸收率定义为单位质量的人体组织吸收的电磁波功率,计量单位为 W/kg。但是人体组织对电磁辐射的吸收是个很复杂的过程,由生物组织介电常数、电导率、电磁场频率、电磁波功率密度、电磁波进入机体角度(入射角)、电流形式等因素决定。一般来讲,含水量较低的组织(比如骨骼、脂肪大约 50%的含水量)其介电常数低于含水量高的组织(比如血液、脑髓高于 90%)。生物组织的介电常数和电导率明显的受组织温度的影响,从而又影响了电磁波在组织内的传播与吸收。因此电磁波在体内的穿透深度随时间迁移是变化的,其热效应也是变化的。

4 焊接电磁环境测量和基本限值^[2-5]

电磁场和电磁波作为一种物质形态主要用场强分布、频率、波长、波形、功率密度和作用时间等参数描述。因此,电磁辐射的生物效应与电磁波的场强、频率、波长、波形、功率密度和作用时间等因素有关。

低频电磁场环境直接和已确定的健康影响相关的是感应电流密度;而高频电磁场用比吸收率和功率密度等参数来衡量。这类直接影响人体安全与卫生的参数通常叫做基本限值,即如果超过某个限值会产生不利影响。根据频率的不同,基本限值用以下物理参数表示:电流密度、比吸收率 SAR、功率密度。参考准则是对基本限值加以一定安全裕度得到的,满足参考限值可以保证基本限值不超标。如果

不符合参考标准,那么不表示其一定超出基本限值,是否超出应该另行测量。

研究表明,在 4 Hz 至 1 kHz 范围内电流密度达到 100 mA/m² 时,中枢神经系统会发生急剧变化和其他严重反应,此频段内基本限值是 10 mA/m²,标准所规定的基本限值也包含适当的安全因子。为了避免心血管和中枢神经系统遭受威胁,规定直流 1 Hz 范围内各频率的限制标准通常给出电流密度限值。在 1 Hz 至 10 MHz 频段内,电流密度限定值是为了保护中枢神经系统功能。大于 100 kHz 时,所规定的比吸收率限值是为了避免人体组织温度的过分升高,而电流密度限定值用来保护头和躯干部分的中枢神经系统组织免受剧烈的刺激。

在不同的高低频段内应采取不同的测量方法,因为比吸收率与热效应有关,测量应采取一段时间内取平均值的方法,而电流密度的测量则不能计算平均值。

5 焊接电磁环境的研究热点

随着焊接装备技术的发展,交变电磁场功率越来越大,其频率、波形和调制方式也出现多样化。一些基本和迫切的问题如生物组织的电磁性质、极低频电磁场的危害性、辐射剂量技术、焊接操作电磁安全卫生标准等成为目前研究的重点。基于解剖学模型的人体三维建模及数值模拟方法可实现对体内不同组织电流密度的精确计算,该技术有望用于焊接电磁场对人体影响的安全评估。

6 国内外的相关标准

国际非电离辐射防护委员会(ICNIRP)给出了不同频段的电磁暴露的基本限值和参考值^[2];欧盟对弧焊和点焊的电磁场已制定并正试行的标准“ The European Directive on EMF(204/40/EC)standards for both arc and resistance welding”以及正在起草配套的三个子标准:prEN 50445,弧焊、电阻焊设备符合人体电磁暴露基本限值的相关产品标准;prEN 50444,由弧焊设备导致的人体电磁暴露安全评估标准;prEN 50XXX,由电阻焊设备导致的人体电磁暴露安全评估标准等。

我国目前尚未制定焊接电磁环境下的评估与安全标准。现有的相关标准有:GB16203-1996 作业场所工频电场卫生标准;GB8702-88 电磁辐射防护规定;GB10437-89 作业场所超高频



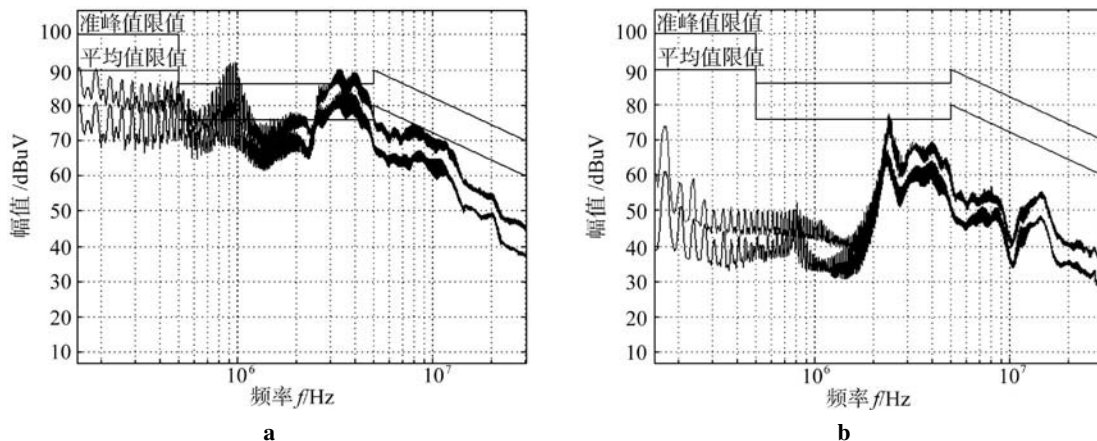


图 5 不同滤波器下的传导骚扰发射

Fig.5 Comparison of conducted disturbances suppression with different filter

持平行；或使两个载体彼此尽量靠近在同一面上，印制板的另一面则作为“地”，这样使两种载体所产生的外部磁场趋于相互抵消。

(3)二次回路的改善。

二次回路中二极管的反向恢复现象，使得开关管截止瞬间出现了短暂的反向导通电流，对于快恢复的二极管，由于电流的陡变，有很高的 di/dt 值，因而，产生了辐射的能量。为了抑制这种辐射，可以在变压器输出引出线到整流二极管的馈线中使用磁珠，并在二极管的两端跨接电容，或使用软恢复二极管。

(4)改善开关波形。

通过对开关波形的“整形”，抑制 di/dt 的变化，对于辐射噪声的减少也有好处。

4 结论

(1)弧焊电源工作时产生的电磁干扰不仅对周

边设备产生影响，还会对操作人员产生危害，应该加强焊工的电磁干扰防护工作。

(2)根据焊机类型的不同，应选用相应的谐波抑制技术。

(3)根据弧焊电源中传导骚扰电流的成分不同，选择适当的滤波器拓补结构和元件参数，可以很好地对传导骚扰发射进行抑制。

参考文献：

- [1] 黄石生,李远波,吴祥森,等.大功率弧焊逆变器的电磁兼容性设计研究[J].电焊机,2003,33(5): 11-13.
- [2] 邓集杰,路登平,刘建屏,等.国内弧焊设备电磁兼容性研究进展[J].电焊机,2003,33(9): 1-4.
- [3] IEC 60974-10:2002, Arc welding equipment-Part 10: Electromagnetic compatibility(EMC).
- [4] 陈树君,曾华,杜利,等.A novel arc welding inverter with unit power factor based on DSP control[J].China Welding, 2006, 15(1): 53-56.
- [3] Directive 2004/40/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents(electromagnetic fields)(18th individual Directive within the meaning of Article 16(1)of Directive 89/391/EEC), Official Journal L159, 30/04/2004 p.0001 0026.
- [4] IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz, USA, April, 27, 1992.
- [5] IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz, USA, April, 27, 1992.

Page 2 辐射卫生标准;GB18555-2001 作业场所高频电磁场职业接触限值;HJ/T10.2-1996 辐射环境保护管理导则-电磁辐射监测仪器和方法;HJ/T10.3-1996 辐射环境保护管理导则-电磁辐射环境影响评价方法与标准等。

参考文献：

- [1] 刘亚宁.电磁生物效应[M].北京:北京邮电大学出版社,2002.
- [2] ICNIRP Guidelines 1998.International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection,Guidelines for limiting exposure in time-varying electric,magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz), 1998.

