

电子束扫描宽度改进与扫描宽度上的剂量分布

莫燕 张兴宝 张亚群

(四川省原子核应用技术研究所 成都 610066)

摘要 对一台 GJ-2 型电子加速器的扫描装置作了技术改造,产品上的扫描宽度增加 58%。对扫描宽度、辐照功率和吸收剂量等做了测试并对辐照工艺进行了研究。结果表明,生产效率提高了 69%。

关键词 束扫描宽度, 剂量率, 吸收剂量

中图分类号 TL25

电子束辐射加工的能力主要依赖于电子束功率、辐照效率及合理的辐照工艺。其中电子束功率的利用率尤为重要。

本工作的加速器为国产高频高压 GJ—2 型电子加速器。在生产加工过程中发现,原设备在安装设计上存在一点问题。首先是辐射加工受到某些产品几何尺寸的限制;其次,在对某些产品的辐射加工中,传输系统的传送速度与电子束功率不匹配,传输速度限制了电子束功率的利用达到最佳状态,降低了加工能力。为充分利用其电子束辐射功率,对于加速器扫描装置做了相应的调整,将扫描装置与传输装置由原来的 45° 夹角调整为 90° 夹角,从而改变了扫描电子束在被照物上的扫描宽度。

辐射加工不仅要充分利用辐射功率,而且辐照产品产生的辐射效应与其吸收能量也有着一定的关系^[1]。因此,扫描装置调整后,工艺参数最大改变是辐照小车上横向电子束扫描宽度发生了变化,电子束扫描宽度的改变对辐照产品的吸收剂量有否影响?影响多大?这些工艺参数都关系到辐照加工产品的质量。因此,被照物上电子束扫描宽度的改变,而造成的辐照产品上吸收剂量的变化是本职工作探讨的重点。

1 横向剂量分布测试

电子束射程短、剂量率高、剂量分布梯度大,热效应严重和电荷积累等一系列特殊问题^[1],横向剂量分布的测量本文采用电子束剂量测定法,薄膜剂量计作为日常工作剂量计。被照物上横向剂量分布测试的工作剂量计选择的是国产的三醋酸纤维素薄膜剂量片,剂量范围 5—200 kGy;精密密度为 3.5%^[2];钛窗上束扫描宽度选用蓝色赛路芬薄膜,剂量范围 10—160 kGy,精密密度为 6.0%^[2]。剂量测

量通过上海市剂量测试技术研究院的尼龙基薄膜剂量计的比对,比对结果相对偏差为 0.3%—5.4%。

为减少其它因素的影响,我们将测量条件尽量一致,扫描装置调整前后对辐照小车上扫描宽度的测试时,加速器运行参数均设定为:电子束能量为 1.64 MeV,流强为 8 mA,束斑为 2.0 cm,扫描窗下束扫描宽度为 99.8 cm,小车距钛窗高度约 27 cm;小车运行速度为 3.81 m/min,照射方式为一次照射。

图 1 和图 2 分别是扫描装置调整前后,辐照小车上横向剂量分布情况,由图 1 和图 2 可以看出,小车上横向剂量宽度在扫描装置调整后明显变宽,由调整前的 700 mm 增至调整后的约 1100 mm,增幅约 58%。扫描装置调整前后的横向剂量分布形态及均匀性基本一致。

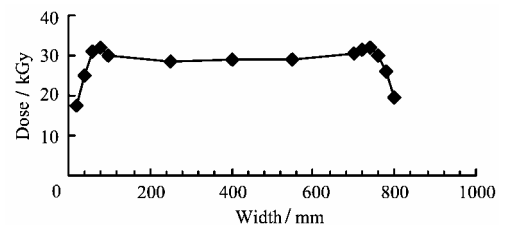


Fig.1 Dose distribution along the scan width before improvement

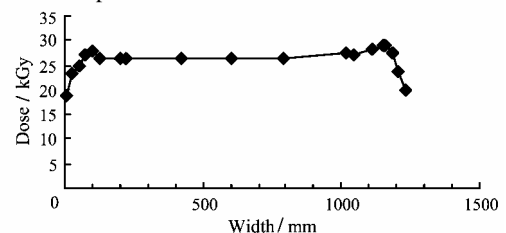


Fig.2 Dose distribution along the scan width after improvement

2 被照物上扫描宽度变化与吸收剂量的关系

平台剂量宽度及平台平均剂量这两个参数的变

四川省科技攻关项目(02GG21-018)资助

第一作者:莫燕,女,1957年12月出生,1982年毕业于成都理工大学核技术应用专业,副研究员,现从事加速器与⁶⁰Co辐照加工工艺与剂量的研究

收稿日期:初稿 2004-12-10,修回 2005-07-21

化对研究、掌握扫描装置调整后辐照加工工艺参数,引导正确的设置加工工艺参数有着十分重要的意义。

图1和图2分别为扫描装置调整前后被照物吸收剂量的分布情况。由图1和图2可见,扫描装置调整前后剂量分布曲线形态基本相同,以小车中心点向两边扩展,吸收剂量都有着基本均匀的平台展现。经统计计算,调整前吸收剂量平台的平均剂量值为30.3 kGy,调整后平台平均吸收剂量为23.4 kGy。图3是扫描装置调整前后平台平均剂量的对比,通过图3分析发现,扫描装置调整前后平台平均剂量发生了明显的变化,调整后平台平均剂量比调整前平台平均剂量降低了约23%,由此可见,辐照小车上横向剂量宽度发生改变后,平台剂量范围内剂量率发生了相应的变化,即横向剂量宽度增加,平均剂量率减小。分析认为^[3]:虽然扫描装置在调整前后钛窗上的扫描宽度没有变化,但电子束扫描到被照物上的束扫描宽度发生了改变。由于电子束在小车上的扫描面积增加了,扫描范围内单位时间、单位面积内的电子密度减小(这两次测量是在运行参数与工艺参数未改变的情况下进行),从而导致小车上平均剂量率的减小。反之可推辐照小车上电子束扫描宽度减小则平均剂量率增加。其变化趋势可认为是呈反比关系,即辐照小车上平均剂量率随电子束扫描宽度的增加而果可见减小;随电子束扫描宽度的减小而增加。由实验测量结果可见:小车上电子束扫描宽度增加了约58%;有效剂量则下降了约23%。而电子束扫描宽度的变化与吸收剂量的变化呈何种函数关系?由于本次工作主

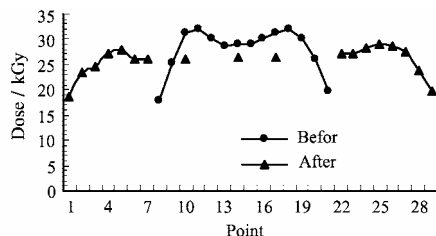


Fig.3 The width of absorbed dose in front and back

要是为提高生产效率而进行,在探索研究方面工作数据有限,要推导出有关函数关系还需做进一步的工作。

3 结论

加速器扫描装置调整后,由于辐照小车上电子束扫描宽度增宽了58%,改善了辐照加工中某些几何尺寸较宽产品的辐照质量。由于辐照面积的增加,提高了单次辐照加工的能力。

虽然剂量下降了23%,在对原有工艺参数做了相应调整后,可以在充分利用加速器辐照功率的前提下,改善了原传输系统与辐照功率的匹配程度。经统计,该加速器技术改造后,被照物上电子束扫描宽度增加了58%,辐照加工的生产效率平均提高了69%,在提高了生产效率的同时,又保证了辐照加工质量。

参考文献

- 1 李承华. 电子束辐照加工剂量学, 中国计量科学研究院, 1993, 49-53
LI Chenghua. Electron beam dose in irradiation process, China Measurement Academy of Science, 1993, 49-53
- 2 上海计量技术研究所. 电子束吸收剂量测试技术研究总结, 1989
The Shanghai Institute of Measurement and Testing Technology. The Study of Testing Technology on Electron Beam Dose, 1989
- 3 张兴宝, 曾和平, 李春宏, 等译. 国际辐射单位与测量委员会(ICRU)第35号报告, 1—50 MeV 电子束辐射剂量学. 北京: 原子能出版社, 1994. 49-76
ZHANG Xingbao, ZENG Hepeng, LI Chunhong *et al* Translators. International Commission on Radiation Unit and Measurements, 1-5MeV electron beam irradiation dose, Beijing: Atomic Energy Press, 1994. 49-76

Dose distribution along an increased scan width of electron beams

MO Yan ZHANG Xingbao ZHANG Yaqun

(Sichuan Institute of Nuclear Technology Application, Chengdu 610066)

ABSTRACT The beam scan of a GJ-2 electron beam accelerator was improved with a 58% increase in the scan width. Dose distribution along the scan width and the irradiation technology were studied. The production efficiency has been improved to about 69%.

KEYWORDS Electron beam scanning width, Dose rate, Absorbed dose

CLC TL25