

金属壳线型炸药的射线照相检测技术

徐立学 游开兴 郁卫飞

(中国工程物理研究院化工材料研究所, 成都 610003)

摘要 用X射线和中子射线照相技术,研究了金属与炸药结构件的模拟缺陷。目前这种技术用于包壳外径约为2 mm银管内炸药线上人工点状缺陷的检测精度约为0.1 mm。为小型复合结构件中微缺陷的检测技术的应用提供了依据。但中子射线照相技术的广泛应用受到中子源的限制。

关键词 射线照相 线型炸药

1 引言

用X射线(包括 γ 射线等)照相技术,检测金属元器件中的宏观缺陷,国内外从仪器设备到相关标准都是比较成熟的。由于特殊工件的需要,与X射线照相相补充的中子射线照相技术得到了应用和发展,而且在一些发达国家已商业化。然而目前用X射线和中子射线照相技术检测元器件中的微缺陷还比较困难^[1]。国外虽有微焦点CT技术能检测出陶瓷件中10 μ m缺陷的报道^[2],但陶瓷毕竟是单一材质。1974年,Menz等人^[3]用中子照相技术检测多点起爆器的炸药线上的裂纹间隙大小,但要检测银壳柔爆索这种外包壳为高密度金属,内装低密度炸药的小型复合结构件中炸药内微缺陷的性质、尺寸等就更有一定的难度。为了适应起爆装置小型化的需要,目前我们应用小焦点X射线机和核反应堆中子源,进行了柔爆索照相检测实验研究。结果表明,金属与炸药复合结构件中微缺陷的射线照相检测技术是可行的。

2 照相检测装置及方法

2.1 检测装置

X射线照相装置由射线源、被照物体、胶片暗匣及X光胶片构成。中子射线照相装置见图1。

2.2 检测方法

本实验中,采用高反差、高清晰度X射线胶片显影配方,应用X射线照相来检测银管中高于炸药密度的杂质,应用中子照相来检测银管内炸药线中的断裂(模拟)和气孔(模拟)。

中子射线照相是采用直接曝光法,还是间接曝光法,这要根据被检对象的精度要求和被检物体是否被活化来确定。对于那些检测精度要求高而又容易被活化的对象,就不宜用

直接曝光法,因为活化体放出的次级射线使胶片感光,干扰分辨率。我们采用了直接曝光法。

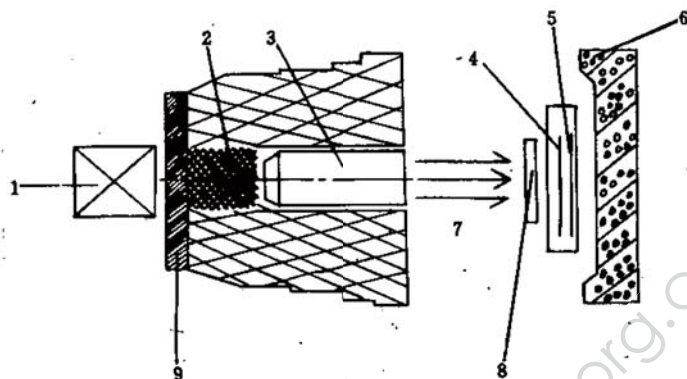


图1 中子射线照相装置示意图

- 1——中子源; 2——慢化体; 3——准直器; 4——胶片;
5——转换屏; 6——中子防护体; 7——中子束;
8——样品; 9——过滤器。

Fig. 1 Schematic diagram of neutron photographic device

- 1——Neutron source, 2——Moderator, 3——Collimator,
4——Film, 5——Transfer, 6——Neutron protector,
7——Neutron beam, 8——Sample, 9——Filter.

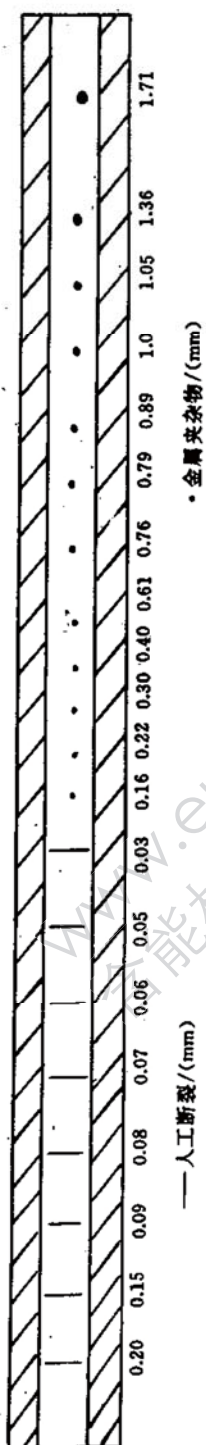
3 样品制备

将空银管沿轴线对开成两半块,分别装上炸药腻子(PETN/热固树脂 80/20)^[4],用塞尺在半块炸药上做成断裂,在另外半块炸药线上镶上已量好尺寸的焊锡球,再将两半块合二为一。

样品中微缺陷是很难制作的,如要求样品具有一定的真实性,在原材料和规格上都要接近真实的工件,这就增加了样品的制作难度。为了制作方便,同时又能制作出两种以上缺陷,首批样品采用外径为7mm,壁厚为1mm的银管做成。图2即为该样品的缺陷规格及实验结果(由于翻拍效果欠佳,未能再现所有的金属球象),

4 实验结果

由两种照相检测结果(图2)可知:X射线照相能检出所有金属球,而所有的断裂一条也未检测出来;中子射线照相能检测出所有的断裂,金属球中较大的10枚清晰可见,而较小的两枚不太清楚。在中子射线照相底片上,断裂和金属球所生成的潜像都是黑的,就象是类同形异的缺陷,而实质是两类性质的缺陷,这正是中子射线照相的特点所在。



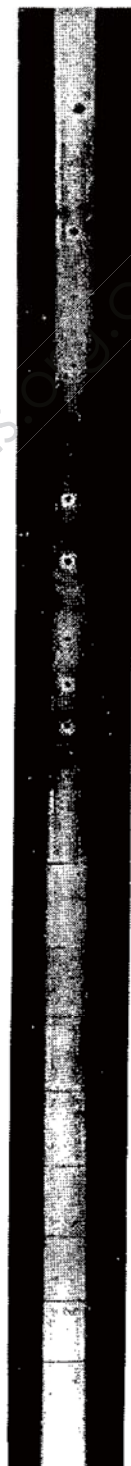
(a) 样品人工缺陷分布情况

(a) Distribution of man-made defects in specimen



(b) X 射线照片

(b) X-Ray photograph



(c) 中子射线照片

(c) Neutron ray photograph

图 2 样品及实验结果

Fig. 2 Specimen and test results

5 结 论

用X射线照相和中子射线照相检测相结合的方法,可检测出包壳外径为2mm的银管内炸药线上人工断裂宽度为0.03mm,人工点状大小为0.1mm的缺陷物,克服了只用一种射线照相手段的不足(X射线照相检测不出断裂和气孔等,中子射线照相分不清部分点状金属夹杂物),可提供缺陷的定性、定量结果。

由于目前除反应堆中子源以外的中子源价格昂贵,限制了中子射线照相的广泛应用。

参 考 文 献

- 1 张俊哲.无损检测技术及其应用.北京:科学出版社,1993.
- 2 张家骏.无损检测技术发展的新动向.无损检测,1993(1).
- 3 Menz F L, et al. The Navy Injection-molded Explosive (PBXC-303-1). Proc. 8th Symp. on Explosives and Pyrotechnics, 1974.
- 4 董海山,周芬芬.高能炸药及相关物性能.北京:科学出版社,1993. 344~352

RAY PHOTOGRAPHIC DETECTION OF METAL-CASED LINEAR EXPLOSIVE CHARGE

Xu Lixue You Kaixing Yu Weifei

(Institute of Chemical Materials, CAEP, Chengdu 610003)

ABSTRACT This report describes the principle, method and characteristic of qualitative and quantitative nondestructive detection of defects in metal-cased linear explosive charge, and a comparison between x-ray and neutron photography is made as well. Some microdefects were deliberately made in the linear explosive charge cased in a silver tube with OD 7mm and ID 6mm to simulate the nondestructive detection of mild detonating fuse(MDF) and work out a detection procedure which can be used to examine the dot defects in MDF of OD 2mm with distinguish ability of 0.1mm. But the application of neutron photography is limited because the neutron source is very expensive except nuclear reactors.

KEYWORDS ray photograph, linear explosive charge.