

中华人民共和国航空航天工业部航空工业标准

HB 5416—1988

航空非金属材料红外光谱检验方法

1 适用范围

本方法适用于航空非金属材料的化学组份检验。也适用于其它非金属材料的检验。

2 检验原理

用所测试样的红外光谱图和商品标样的红外光谱图进行对照,达到鉴别试样的目的。

3 仪器、器械及化学药品

- 3.1 仪器 红外分光光度计波长范围应不少于 $4000\sim 650\text{cm}^{-1}$,分辨率应不低于 $4\text{cm}^{-1}/1000\text{cm}^{-1}$ 。
- 3.2 器械离心机、试样压机、制样模具、玛瑙研钵液体吸收池, KBr 盐片、盐片抛光工具等。
- 3.3 化学药品 溴化钾、丙酮、苯、氯仿、二氯乙烷、三氯甲烷、甲醇、无水乙醇、乙酸乙酯、甲酸等,均为分析纯或化学纯级。

4 取样

4.1 固体样品 随机选取样品。坚硬样品刮成粉末,其它样品剪成碎块。对含有炭黑、石墨及二硫化钼等黑色填料的固体样品应经预处理后进行取样,样品的预处理方法见 5。其他固体样品均可直接取样。

4.2 液体样品液体样品搅拌均匀后,将少许样品置于称量瓶中。

5 样品的预处理

5.1 溶解法 适用于可溶解的聚合物样品。取 $0.2\sim 0.5\text{g}$ 样品置于良溶剂或混合溶剂中,使其完全溶解。若样品中含有炭黑、石墨及二硫化钼等黑色填料时,溶液应离心分离,取其清液。部分高聚物所用溶剂可参考附表。

5.2 热裂解法 适用于不可溶解的聚合物样品。取约 0.5g 样品碎块置于试管中加热裂解,并收集其液。若裂解产物仅为雾气时,可将盐片置于管口熏涂。

5.3 灰化法 适用于含无机填料的样品。取 $0.5\sim 1.0\text{g}$ 样品或离心分离的沉淀物置于坩埚中灼烧至全灰化,收集剩余物。

6 试样制备

6.1 KBr 压片法 取约 0.5mg 固体样品置于玛瑙研钵中,加入约 100mg KBr 粉末,研细混匀后置于模具中,在压机上压成透明试片,对于难研磨样品可加适量的良溶剂助磨。本方法适用于塑料制品、复合材料、灌注料、绝缘材料、纺织品和无机填料等。

6.2 铸膜法 分离后的清液及聚合物溶液。用不锈钢勺蘸取 2 滴左右液体样品置于 KBr 盐片上,倾斜盐片使样品流成均匀的液膜,在红外线灯下烘烤至溶剂完全挥发。本方法适用于含有炭黑、石墨及二硫化钼等深色填料的涂料、胶粘剂、密封胶、热塑性塑料、透明材料及混炼胶等。

6.3 液膜法 不需处理的较易流失、易挥发的液体及各种粘稠状样品。用不锈钢勺蘸取 2 滴左右样品置于 KBr 盐片上,并用另一块同样大小盐片盖压上,对于粘稠状样品小心地增加压力,必要时可稍加热,使

其在盐片间形成均匀的液膜。本方法适用于不含炭黑、石黑及二硫化钼等浅色填料的涂料,胶粘剂、清漆、合成液压油及润滑脂等。

6.4 涂片法 热裂解法处理得到的液体和量极少的样品。用不锈钢勺蘸取少许样品涂于 KBr 盐片上呈均匀的液膜。本方法适用于碳纤维增强塑料、含有炭黑、石黑及二硫化钼等深色填料的塑料制品及橡胶制品等。

6.5 液体池法 各种易挥发的液体。用微量注射器将液体注入液体池中。本方法适用于燃油、汽油、石油基液压油等。

7 红外光谱图的绘制

7.1 接通电源,使仪器处于工作状态。

7.2 选取波长扫描范围至少应在 $4000\sim 650\text{cm}^{-1}$ 。

7.3 将试样固定在样品架中,插入仪器的样品光路架上。

7.4 调试试样的红外光谱图基线,在 1900cm^{-1} 透过率应控制在 $80\sim 90\%$ 。

7.5 扫描试样光谱图全程,寻找试样的最强吸收谱带,使试样最强吸收谱带的透过率控制在 $5\sim 10\%$,若不在此范围内,应重复 7.4 和 7.5 条操作,重新选取试样厚度。

7.6 打印峰值表。

8 航空非金属材料化学组分红外光谱图的检验。

8.1 将绘制的红外光谱图与航空非金属材料商品的标准红外光谱图进行对照,比较各个吸收谱带的位置、形状和强度是否吻合,图谱吻合则为该种商品材料。

9 试验报告

试验报告应包括如下内容

a 试验材料名称或代号; b 试验材料的来源; c 试验室温度、相对湿度; d 试验结果; e 试验者、复核者; f 试验日期。

附表

部分高聚物在有机溶剂中的溶解性

溶剂	能溶解的聚合物	不溶解的聚合物
丙酮	环氧树脂类、聚丙烯酸酯类、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯醇缩醛类、聚乙烯醚醋酸纤维素、硝化纤维素、醇酸树脂、酚醛树脂过氯乙烯树脂、丁腈橡胶、氯化橡胶、聚硫橡胶。	天然橡胶、聚丙烯腈、聚丁二烯、聚乙烯醇
丁酮	氟橡胶、聚氨酯橡胶、环氧树脂、聚酚氧。	
三氯甲烷	聚丙烯酸酯类、聚苯乙烯、ABS 塑料、醇酸树脂、聚乙烯醇缩醛类、聚乙烯醚类、聚脂、聚碳酸酯、氯丁橡胶。	聚氯乙烯
乙酸乙酯	环氧树脂、醇酸树脂、ABS 塑料、乙基纤维素、硝化纤维素、聚丙烯酸酯类、聚苯乙烯、聚乙烯醇缩醛类、氯化聚氯乙烯、氯丁橡胶、丁腈橡胶。	

溶剂	能溶解的聚合物	不溶解的聚合物
乙醇	环氧树脂、酚醛树脂、醇酸树脂、乙基纤维素、聚乙二醇、聚丙烯酸酯、聚乙烯醇缩丁醛。	聚酰胺、聚丙烯酰胺、聚丁二烯、聚丙烯腈、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚甲醛、聚酯、ABS 塑料、聚亚胺酯、聚乙烯醇、聚氯乙烯、聚偏氯乙烯、氯乙烯、天然橡胶、苯基纤维素。
乙醚	邻苯二甲酸酯类、聚丙烯酸乙酯、聚乙烯丁醚、聚乙烯醇缩丁醛	聚亚胺酯, 聚乙烯醇。
甲醇	酚醛树脂、乙基纤维素、聚甲基丙烯酸酯。	聚乙烯醇缩醛类。
四氢呋喃	聚氯乙烯、聚丙烯酸酯类、聚乙烯醇缩醛类、氯化聚氯乙烯、聚偏氯乙烯、氯乙烯与偏氯乙烯共聚物、氯乙烯与醋酸乙烯酯共聚物、聚苯乙烯、氯化橡胶、聚异丁烯、丁苯橡胶、丁基橡胶、乙丙橡胶	
甲酸	聚酰胺类、聚亚胺酯、聚酰亚胺、三氯氰胺、醋酸纤维素、聚乙烯醇甲醛、三醋酸纤维素。	聚苯并咪唑。
乙酸	醋酸纤维素、乙基纤维素、聚乙烯醇缩甲醛。	
二甲基甲酰胺	聚酯型聚氨酯橡胶、聚丙烯腈、聚碳酸酯、聚亚胺酯、聚氯乙烯、聚甲醛(热)、聚乙烯醇、聚乙烯醇、聚乙烯醇、聚乙烯醇缩甲醛、尼龙-11、聚芳砜。	过氯乙烯树脂
环己酮	聚乙烯醇缩醛类、聚氯乙烯、氯乙烯与偏氯乙烯共聚物、氯乙烯与乙酸乙烯酯共聚物。	聚碳 酯
四氯化碳	乙丙橡胶、氯化橡胶、丁基橡胶丁苯橡胶、天然橡胶。	橡胶盐酸盐、聚乙烯吡唑。
苯	聚异丁烯、聚丁二烯、聚异戊二烯、天然橡胶、丁苯橡胶、丁基橡胶、丁钠橡胶、氯丁橡胶、顺丁橡胶、氯醇橡胶、氯磺化聚乙烯、聚硫橡胶、硅橡胶、聚苯乙烯、氯化聚氯乙烯、聚乙烯醚类、聚乙烯醇缩醛类、聚丙烯酸酯类、乙酸乙烯酯、聚脂。	环氧树脂、醇酸树脂、纤维素醚、聚丙烯酰胺、聚酰胺、聚酯、聚乙烯醇、聚氯乙烯、聚偏氯乙烯、乙酸乙烯酯与氯乙烯共聚物。
甲苯	聚乙烯(热)、聚丙烯(热)、聚苯乙烯、聚三氟氯乙烯(热)、聚乙酸乙烯酯、聚丙烯酸酯类、聚乙烯醇缩醛类、丁基橡胶、丁苯橡胶、天然橡胶、聚硫橡胶、硅橡胶。	
二甲苯	聚乙烯(热)、聚丙烯(热)、聚三氟氯乙烯(热)聚甲基丙烯酸酯类、天然橡胶丁苯橡胶、聚异戊二烯橡胶、硅橡胶。	
水	二氨基胺、甲基纤维素、聚丙烯酰胺、聚乙二醇、聚乙烯醇、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚乙烯醇缩醛类。	

中华人民共和国航空航天工业部航空工业标准

HB 5460—1990

蜂窝构件超声波穿透 C 扫描检测方法

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了超声波穿透 C 扫描成像法检测蜂窝构件的方法原理和分类、环境条件、设备和仪器、耦合剂和对比试块、检测步骤、评定、验收、技术文件和对检测人员的要求。

1.2 适用范围

本标准适用于检测金属蜂窝构件的胶接质量,如检测分层、孔洞、脱粘等缺陷。也适用于检测金属或纤维增强复合材料蒙皮——Nomex 蜂窝构件及层板构件的胶接质量。但本标准不适用于无对称面和形状复杂的构件。

2 引用标准

GJB 593. 1	无损检测质量控制规范 超声纵波和横波检验
HB5358. 1	航空制件超声波检验质量控制标准
ZBY 230	A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件
XBY 231	超声探伤用探头性能测试方法
HB 5357	航空无损检测人员的资格鉴定

3 环境条件

环境条件应符合 GJB593. 1 和 HB5358. 1 的有关规定。

4 方法原理和分类

4.1 检测系统是由二维或多维扫描机构、超声波探伤仪、信号处理和记录系统、探头、水槽及循环水系统等组成,适用于喷水式或水浸式超声波穿透 C 扫描成像方法的检测。

4.2 超声波穿透法 c 扫描系将发射探头和接收探头分别安置在被测构件的两侧,两个探头的声束轴线互相重合并与构件表面垂直。对楔形构件则应与其对称中心面垂直。楔面与中心面间的夹角不得大于 6° 。

当超声波在构件中传播时,由于缺陷部位相对于正常部位的声阻抗的明显差异,从而引起穿透系数的变化。当扫描器作平面扫查时,根据记录接收探头的脉冲幅度变化,就可以得到表示缺陷的平面位置、大小及形状的 C 显示图形。

4.3 超声波穿透 C 扫描检测法分为喷水式穿透和水浸式穿透两种。

5 设备和仪器

5.1 设备

5.1.1 扫描系统可采用具有二维或多维的立式扫查机构或卧式扫查机构,扫描器可用电气控制,也可用数字电路控制和微机控制。

扫描器的行程范围应大于被测构件的长度,步进范围应大于被测构件的宽度。扫描的行进速度和步进

间距应连续可调或者分成几档固定的数值。

5.1.2 夹持发射探头和接收探头的两根导杆,应保证两探头的轴线对中,并能准确地调整探头与构件表面的垂直度;探头与构件间的距离可调节。

5.1.3 记录方式可采用机械记录器或电子记录器进行 1:1 或成比例的记录,也可采用微机显示、打印或磁盘存储。

5.1.4 水浸式必须配备存放构件的大水槽,便于探头的放置和扫查。喷水式则必须配备循环水箱、水泵、胶皮管和相应的支架。

5.1.5 扫描系统、信号处理和记录系统、水泵等的电源安装必须符合技安要求。

5.1.6 本设备亦适用于水浸式或喷水式脉冲反射 C 扫描法,作单面检测蜂窝构件和层板构件的胶接质量。

5.2 仪器

5.2.1 超声波探伤仪可选用具有发射和接收功能并带有报警监控门的普通超声波探伤仪。探伤仪应满足 ZBY230 技术条件的要求。探伤仪和探头配合使用时,其使用性能应满足 HB5358.1 中的有关要求。

5.2.2 探伤仪的工作频率至少应有 1.0、2.5 及 5MHz 三种工作频率。

5.2.3 探伤仪的衰减器,其最小可调分贝数为 1dB。衰减器的校准方法见 ZBY230。

5.2.4 探伤仪经过修理或使用一年后均应进行校验,其性能仍应满足 ZBY230 的要求,每次测试数据应记录并保存备查。

5.3 信号处理及记录系统

5.3.1 信号处理器是用于 C 扫描灰度记录或彩色记录的电子仪器,是将信号处理成为所需要的记录电平。

5.3.2 如采用报警器,报警器的输出信号必须与信号处理器相匹配,报警器的灵敏度必须留有余量。

5.3.3 采用相应的记录器,进行黑白或彩色图象的记录。

5.4 稳压器

在信号幅度调整到荧光屏垂直极限一半的情况下,如果电源电压的波动使信号幅度的变化超过垂直极限的 $\pm 2.5\%$,则应使用稳压器。

5.5 探头

5.5.1 探头的有效直径可在 10~25mm 范围内。

5.5.2 探头在投入使用前均应编号,并按 ZBY231 所规定的方法测量回波频率、距离振幅特性及声束特性。要求回波频率与标称频率相差在 $\pm 10\%$ 以内;声束特性应在声压最远的极大值处(y_0),沿 $\pm 90^\circ$ 方向测量,不应有明显副瓣;声束的最小直径与最大直径(6dB 点)之比不得小于 0.75:1。用作反射体的钢球直径应为 12.7mm。所测的原始数据保存备查。

5.5.3 对于水浸聚焦探头,除应测试回波频率外,还应测定其焦点直径、焦距和焦柱长度。所用的钢球直径应小于计算的焦点直径。

5.5.4 使用一年后的探头,均应按 ZBY231 方法进行校验。所测的数据应与原始记录对比,指标超过 20% 的探头应予报废。未超过指标,其差值供修正用。所测数据保存备查。

5.5.5 采用喷水式时,探头应与相应的喷水器组合成喷水探头,喷水器在喷水时应无气泡和湍流。

6 耦合剂和对比试块

6.1 耦合剂

6.1.1 水浸式和喷水式均采用水作耦合剂,水质应洁净,无气泡和其它外来物,必要时,可添加防腐剂

和润湿剂,但不得对被测构件及设备有所损伤。水温应控制在 $10\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。水浸时,应保证在探头和构件表面上不产生气泡。

6.1.2 可能条件下,循环水应进行过滤。

6.2 对比试块

6.2.1 对比试块是专门设计和制作带有人工缺陷的试块。它用于调整仪器的灵敏度,以评定缺陷尺寸及保证检验结果的再现。因此应含有要求检出的最小缺陷和仪器能检出的最小缺陷。

6.2.2 不同结构和不同尺寸的构件,应该有不同的对比试块。对比试块应该用与被测构件相同的材料、结构形式及制作工艺制作,使其声学特性与被测构件相同。

6.2.3 对比试块也可采用具有自然缺陷的产品或部件,但是,其缺陷的尺寸和分布必须是有关各方确认的。

7 检测程序

7.1 扫描参数的选择

7.1.1 扫描速度和步进间距可根据蜂窝芯尺寸的不同予以选择,在保证发现最小缺陷能清晰再现时,可选用最大允许范围的速度。步进间距的选择应使拒收的最小缺陷至少能被扫查出三次。

7.2 灵敏度的调整

7.2.1 按一定方式将对对比试块牢固地装卡在试样支架上,置两探头之间的声轴(或水柱)重合并垂直于试块的中心面。当探头指向试块优区部位时,调节仪器使接收回波具有满刻度的幅度。

7.2.2 启动扫描机构,当探头指向对比试块的缺陷中心部位时,仪器的接收回波幅度近似为零。

7.2.3 调整仪器的监控门及记录灵敏度,记录接收回波的幅度变化。当得到确认的缺陷图象时,此时仪器的灵敏度即为检测灵敏度。试块和图象均应编号,保存备查。

7.3 构件的检测

7.3.1 被测构件在设计部门有要求时应进行负压处理。

7.3.2 首先对被测构件进行外观检查,构件表面应无碰伤、灰尘、杂质、污染物。对不影响使用的异常处应作记录。

7.3.3 为防止水的渗入,没有密封的构件周边和暴露在外的有孔蜂窝边缘区均应予以密封。

7.3.4 按一定方式安装被测构件,用 7.2.3 确定的对应位置的灵敏度对构件进行检测。

7.3.5 在检测过程中,如发现探伤仪、记录器的灵敏度发生变化,探头或喷水器不正常和其它原因对检测结果有怀疑时,应重新进行调整,经调整至正常检测灵敏度后,对调整前检验过的构件,应重新进行检测。

7.3.6 必要时,对检测结果出现异常的部位,可借助其它手段进行检测和分析。

7.3.7 对一次不能扫查完毕的大型构件,应分段进行扫查。并应在被测构件的检测部位和记录结果上作出标记。

7.3.8 扫查完的构件,应立即从水槽里或支架上取出并彻底弄干表面,便于构件存放和储藏,但不得损伤构件。

8 缺陷的评定

8.1 根据 C 扫描记录结果,确认被测构件上的相应的方向和部位。

8.2 如发现缺陷应作如下处理:

a. 判定缺陷在构件上的纵向、横向位置,以及借助其他检验方法判定缺陷在构件的哪一面。

b. 如有要求,可用色笔将缺陷的轮廓较准确地标记在构件表面,但不得对构件表面带来损伤。

c. 尽可能地采用多种方法对缺陷类型进行评定。

9 验收

有关缺陷级别和验收标准,应由该构件的技术条件、文件资料或工程图纸提供,并作为验收的依据。

10 技术文件

10.1 检验说明图表

10.1.1 对于每一类型的被测构件,均应编写一份超声波检验说明图表,其内容包括:

- a. 检验单位名称;
- b. 图表编号及编制和修改日期;
- c. 被测构件名称、编号及工序号;
- d. 被测构件的草图上应标明超声波检测部位、等级和验收条件;
- e. 探伤仪、探头的型号和类别、编号及有关使用参数;
- f. 扫描速度和步进间距;
- g. 检验结果。

10.1.2 超声波检验说明图表须经本专业的 III 级人员或工程师审核,经有关部门批准后生效。

10.2 检验记录

10.2.1 检测记录的内容应包括:送检部门、检测日期、构件名称及件号、所用检测说明图表的编号、工序号和其他认为有必要记录的内容。检测记录应有检验人员的签字。

10.2.2 超声波检验的 C 扫描图象应编号保存,保存期限按有关单位的规定执行。除另有规定外,保存期一般为三年。

11 人员

11.1 从事超声波检验的人员必须按 HB5357 取得技术资格证书。

11.2 各级人员只能从事与本人技术资格等级相应的技术工作。