



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106996838 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(21)申请号 201710390124.9

(22)申请日 2017.05.27

(71)申请人 中国电子科技集团公司第四十一研究所

地址 266555 山东省青岛市经济技术开发区
区香江路98号

(72)发明人 袁明 李立功 吴寅初 孙福德
闫继送 施斌 于文林 陈晓峰
徐瑞 徐玉华 毕宗义

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张勇

(51)Int.Cl.

G01K 15/00(2006.01)

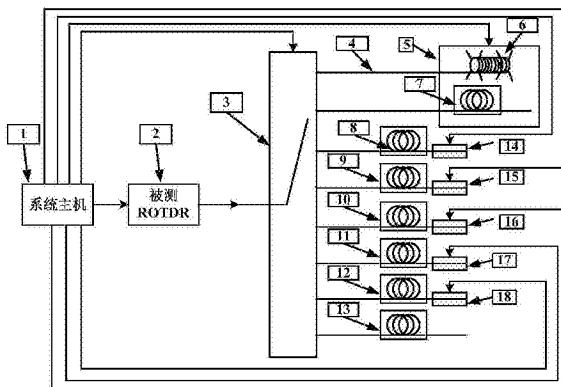
权利要求书5页 说明书13页 附图2页

(54)发明名称

一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法，该系统包括：系统主机，所述系统主机连接被测ROTDR的一端，被测ROTDR的另一端连接 1×8 低损耗光开关，所述 1×8 低损耗光开关的另一端第一通道至第八通道依次分别连接一个光纤温度系数被测光纤、六个不同长度的标准单模或多模光纤和一个标准光纤，所述 1×8 低损耗光开关第三通道至第七通道连接的标准单模或多模光纤的另一端分别连接长度相同或不同的光纤定长加热装置，所述光纤温度系数被测光纤缠绕于变长光纤测温夹具上，所述变长光纤测温夹具和 1×8 低损耗光开关的第二通道连接的标准单模或多模光纤均设置于高低温恒温箱内部，所述高低温恒温箱和光纤定长加热装置分别与所述系统主机连接。



1. 一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,其特征是:该系统包括:

系统主机,所述系统主机连接被测ROTDR,对被测ROTDR进行控制,被测ROTDR的光接口连接1×8低损耗光开关的COM端,所述1×8低损耗光开关的另一端第一通道至第八通道依次分别连接一个光纤温度系数被测光纤、六个不同长度的标准单模或多模光纤和一个标准光纤,所述1×8低损耗光开关第三通道至第七通道连接的标准单模或多模光纤的另一端分别连接长度相同或不同的光纤定长加热装置,所述光纤温度系数被测光纤缠绕于变长光纤测温夹具上,所述变长光纤测温夹具和1×8低损耗光开关的第二通道连接的标准单模或多模光纤均设置于高低温恒温箱内部,所述高低温恒温箱和光纤定长加热装置分别与所述系统主机连接。

2. 如权利要求1所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,其特征是:所述六个不同长度的标准单模或多模光纤包括第一标准单模或多模光纤、第二标准单模或多模光纤、第三标准单模或多模光纤、第四标准单模或多模光纤、第五标准单模或多模光纤、第六标准单模或多模光纤;所述光纤定长加热装置包括第一光纤定长加热装置、第二光纤定长加热装置、第三光纤定长加热装置、第四光纤定长加热装置和第五光纤定长加热装置。

3. 如权利要求1所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,其特征是:所述变长光纤测温夹具包括变长光纤测温夹具主体,所述变长光纤测温夹具主体两端分别设置有变长光纤测温夹具支撑结构;

所述变长光纤测温夹具主体为金属管状结构,所述变长光纤测温夹具主体外表面设置光纤缠绕槽,所述光纤缠绕槽为螺旋半圆浅槽,槽上刻有厘米刻度,在槽中缠绕0.5m~5m长度的被测光纤;所述变长光纤测温夹具支撑结构为圆柱形结构,所述变长光纤测温夹具主体的每端均匀设置四个圆柱形结构的所述变长光纤测温夹具支撑结构,且与所述变长光纤测温夹具主体的水平端面呈一定角度。

4. 如权利要求1所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,其特征是:所述第一光纤定长加热装置、第二光纤定长加热装置和第三光纤定长加热装置采用1m长光纤定长加热装置,所述第四光纤定长加热装置采用2m长光纤定长加热装置,所述第五光纤定长加热装置采用3m长光纤定长加热装置;所述1m长光纤定长加热装置、2m长光纤定长加热装置和3m长光纤定长加热装置,其结构包括:

定长光纤加热装置顶板结构和定长光纤加热装置底板结构,所述定长光纤加热装置顶板结构和定长光纤加热装置底板结构上均设置定长光纤加热装置结构组装螺孔,通过螺钉穿过螺孔进行固定;所述定长光纤加热装置底板结构与定长光纤加热装置顶板结构接触的端面上设置加热电阻丝;所述定长光纤加热装置顶板结构上设置定长光纤固定槽,所述定长光纤固定槽采用螺旋半圆浅槽,槽上刻有厘米刻度,在槽中缠绕1m、2m或3m长度的感温光纤或感温光缆,且进行粘结固定,所述定长光纤加热装置顶板结构与定长光纤加热装置底板结构接触的端面上均匀设置若干温度传感器,所述温度传感器与所述系统主机连接。

5. 一种ROTDR性能指标自动测试校准方法,该方法基于如权利要求1-4任一所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,该方法的具体步骤包括:

(1) 将被测ROTDR的一端通过USB接口或网口与系统主机连接,将1×8低损耗光开关的COM通道光纤接入被测ROTDR的另一端;

(2) 系统主机与被测ROTDR开机,判断系统主机测试与被测ROTDR之间的通信是否正常,

若通信正常,转入步骤(3),若通信失败,转入步骤(9);

(3) 选择测试功能,若选择光纤温度系数测试,转入步骤(4);若选择温度重复性测试,转入步骤(5);若选择温度准确度测试,转入步骤(6);若选择温度空间分辨率测试,转入步骤(7);若选择最长测试距离指标测试,转入步骤(8);

(4) 进行光纤温度系数测试,测试完毕后输出光纤温度系数,转入步骤(9);

(5) 进行温度重复性测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

(6) 进行温度准确度测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

(7) 进行温度空间分辨率测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

(8) 进行最长测试距离指标测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

(9) 测试结束。

6. 如权利要求5所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准方法,其特征是:所述步骤(4)中,光纤温度系数测试的具体步骤为:

(4-1) 将需要测试温度系数的光纤温度系数被测光纤缠绕在变长光纤测温夹具上,缠绕长度为L,L为1m~5m;

(4-2) 在系统主机中设置光纤温度系数被测光纤长度L数值、温度系数测试温度范围下限TL和温度系数测试温度范围上限TH,根据温度系数测试温度范围下限TL和温度系数测试温度范围上限TH的差值计算升温步进TS:

$$TS = \begin{cases} 10, & TH - TL \geq 200 \\ 5, & 100 \leq TH - TL < 200 \\ 2, & 100 < TH - TL \leq 50 \\ 1, & TH - TL < 50 \end{cases}$$

设置测试计数I=0,建立计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值数组RTZ[0]~[N],TTZ[0]~[N],N为 $(TH - TL) / TS$ 的取整值;

(4-3) 系统主机控制 1×8 低损耗光开关切换到第一通道,并控制高低温恒温箱温度至 $TL + TS * I$,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当 $TN = TL + TS * I$ 时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

(4-4) 系统主机分析温度分布测试数据MT,读取光纤加热区域反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据,计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值RT,将RT放入数组RTZ[I],TN放入数组TTZ[I];

(4-5) 测试计数I加1,系统主机控制高低温恒温箱温度至 $TL + TS * I$,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当 $TN = TL + TS * I$ 时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

(4-6) 系统主机分析温度分布测试数据MT,读取光纤加热区域反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据,计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值RT,将RT放入数组RTZ[I],TN放入数组TTZ[I];

(4-7) 判定TN是否大于TH,如果TN大于TH,转入步骤(4-5),否则,转步骤(4-8);

(4-8) 根据上述步骤得到的RTZ[0]~[N],TTZ[0]~[N],分析被测光纤温度系数。

7. 如权利要求5所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准方法,其特征是:所述步骤(5)中,温度重复性测试的具体步骤为:

(5-1) 在系统主机中设置温度重复性测试温度范围下限TL和温度重复性测试温度范围上限TH, 计算温度范围中值 $TM = (TH+TL)/2$, 设置测试计数I=0, 高低温恒温箱温度 $TX = TL$;

(5-2) 系统主机控制 1×8 低损耗光开关切换到第二通道, 并控制高低温恒温箱温度至 TX , 不断读取高低温恒温箱温度数据TN, 当 $TN = TX$ 时, 系统主机控制被测ROTDR开始测试, 读取温度分布测试数据MT[I];

(5-3) 测试计数I值加1, 判断I是否小于20, 若I小于20, 转入步骤(5-2), 否则, 转入步骤(5-4);

(5-4) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TLAVE、温度最小值TLMIN和温度最大值TLMAX, 得到TL温度下的温度重复性TLR;

(5-5) 在系统主机中设置测试计数I=0, 高低温恒温箱温度 $TX = TM$;

(5-6) 系统主机控制高低温恒温箱温度至 TX , 不断读取高低温恒温箱温度数据TN, 当 $TN = TX$ 时, 系统主机控制被测ROTDR开始测试, 读取温度分布测试数据MT[I];

(5-7) 测试计数I值加1, 判断I是否小于20, 若I小于20, 转入步骤(5-6), 否则, 转入步骤(5-8);

(5-8) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TMAVE、温度最小值TMMIN和温度最大值TMMAX, 得到TM温度下的温度重复性TMR;

(5-9) 在系统主机中设置测试计数I=0, 高低温恒温箱温度 $TX = TH$;

(5-10) 系统主机控制高低温恒温箱温度至 TX , 不断读取高低温恒温箱温度数据TN, 当 $TN = TX$ 时, 系统主机控制被测ROTDR开始测试, 读取温度分布测试数据MT[I];

(5-11) 测试计数I值加1, 判断I是否小于20, 若I小于20, 转入步骤(5-9), 否则, 转入步骤(5-12);

(5-12) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值THAVE、温度最小值THMIN和温度最大值THMAX, 得到TH温度下的温度重复性THR;

(5-13) 输出TL温度下温度重复性测试值TLR, TM温度下温度重复性测试值TMR, 以及TH温度下温度重复性测试值THR。

8. 如权利要求5所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准方法, 其特征是: 所述步骤(6)中, 温度准确度测试的具体步骤为:

(6-1) 在系统主机中设置温度准确度测试温度范围下限TL和温度准确度测试温度范围上限TH, 计算温度范围中值 $TM = (TH+TL)/2$, 设置测试计数I=0, 高低温恒温箱温度 $TX = TL$;

(6-2) 系统主机控制 1×8 低损耗光开关切换到第二通道, 并控制高低温恒温箱温度至 TX , 不断读取高低温恒温箱温度数据TN, 当 $TN = TX$ 时, 系统主机控制被测ROTDR开始测试, 读取温度分布测试数据MT[I];

(6-3) 测试计数I值加1, 判断I是否小于20, 若I小于20, 转入步骤(6-2), 否则, 转入步骤(6-4);

(6-4) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TLAVE和温度标准差TLSTD;

(6-5) 在系统主机中设置测试计数I=0, 高低温恒温箱温度 $TX = TM$;

(6-6) 系统主机控制高低温恒温箱温度至 TX , 不断读取高低温恒温箱温度数据TN, 当 $TN = TX$ 时, 系统主机控制被测ROTDR开始测试, 读取温度分布测试数据MT[I];

(6-7) 测试计数I值加1, 判断I是否小于20, 若I小于20, 转入步骤(6-6), 否则, 转入步骤

(6-8)；

(6-8) 计算MT[0]～MT[19]数据中的温度平均值TMAVE和温度标准差TMSTD；

(6-9) 在系统主机中设置测试计数I=0，高低温恒温箱温度TX=TH；

(6-10) 系统主机控制高低温恒温箱温度至TX，不断读取高低温恒温箱温度数据TN，当TN=TX时，系统主机控制被测ROTDR开始测试，读取温度分布测试数据MT[I]；

(6-11) 测试计数I值加1，判断I是否小于20，若I小于20，转入步骤(5-9)，否则，转入步骤(5-12)；

(6-12) 计算MT[0]～MT[19]数据中的温度平均值THAVE和温度标准差THSTD；

(6-13) 输出TL温度下温度标准差TLSTD，TM温度下温度标准差TMSTD，以及TH温度下温度标准差THSTD。

9. 如权利要求5所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准方法，其特征是：所述步骤(7)中，温度空间分辨率测试的具体步骤为：

(7-1) 在系统主机中设置温度空间分辨率测试温度范围下限TL和温度空间分辨率测试温度范围上限TH，计算温度范围中值TM=60℃，设置高低温恒温箱温度TX=TM；

(7-2) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第三通道，并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX，不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN，当TN=TX时，系统主机控制被测ROTDR开始测试，读取温度分布测试数据MT；

(7-3) 读取温度分布测试数据MT末端10m长测试数据M10；

(7-4) 分析M10数据波峰位置MPX，以及波峰值MPY，从MPX向前寻找值最接近0.9MPY的位置MPX9，以及值最接近0.1MPY的位置MPX1，计算温度空间分辨率值MSX=MPX9-MPX1；

(7-5) 输出TM温度下的温度空间分辨率值MSX。

10. 如权利要求5所述的一种ROTDR性能指标自动测试校准方法，其特征是：所述步骤(8)中，最长测试距离指标测试的具体步骤为：

(8-1) 在系统主机中设置最长测试距离指标测试温度范围下限TL和最长测试距离指标测试温度范围上限TH，计算温度范围中值TM=60℃，设置高低温恒温箱温度TX=TM；

(8-2) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第四通道，并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX，不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN，当TN=TX时，系统主机控制被测ROTDR开始测试，读取温度分布测试数据MT；

(8-3) 读取第四通道的光纤及加热光纤长度L4，读取温度分布测试数据MT长度L4-20m至L4之间20m长测试数据M20，分析M20数据波峰，得到峰值MPY，如果MPY>50℃，则最长测试距离DM=5000，转入步骤(8-4)，否则，DM=1000，转入步骤(8-10)；

(8-4) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第五通道，并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX，不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN，当TN=TX时，系统主机控制被测ROTDR开始测试，读取温度分布测试数据MT；

(8-5) 读取第五通道的光纤及加热光纤长度L5，读取温度分布测试数据MT长度L5-20m至L5之间20m长测试数据M20，分析M20数据波峰，得到峰值MPY，如果MPY>50℃，则最长测试距离DM=10000，转入步骤(8-6)，否则，DM=5000，转入步骤(8-10)；

(8-6) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第六通道，并控制2m长光纤定长加热装置加热至TX，不断读取2m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN，当TN=TX时，系统主机控

制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

(8-7) 读取第六通道的光纤及加热光纤长度L6,读取温度分布测试数据MT长度L6-20m至L6之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果MPY>50℃,则最长测试距离DM=20000,转入步骤(8-8),否则,DM=10000,转入步骤(8-10);

(8-8) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第七通道,并控制3m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取3m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

(8-9) 读取第七通道的光纤及加热光纤长度L7,读取温度分布测试数据MT长度L7-20m至L7之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果MPY>50℃,则最长测试距离DM=30000,否则,DM=20000;

(8-10) 输出TM温度下的最长测试距离DM。

一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于分布式光纤测温装置的技术领域,特别是涉及一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法。

背景技术

[0002] 在分布式光纤测温装置(简称ROTDR)的研制、生产及检验使用过程中,需要对ROTDR设备的空间分辨率指标、测温精度指标、测温重复性指标、测量长度准确性指标等关键性能指标进行测试。

[0003] 目前,对ROTDR进行测试主要通过各种设备进行手动测试。然而,要完成上述空间分辨率指标、测温精度指标、测温重复性指标、测量长度准确性指标等关键性能指标的全面测试需要使用多种设备,步骤复杂,且耗费时间长,影响了ROTDR设备的研制、生产及检验过程中性能指标测试校准效率;同时,在人工手动测试校准过程中,操作复杂,人工操作容易引入操作误差,降低测试校准精度,影响ROTDR设备的测试效果。

[0004] 综上所述,现有技术中对于ROTDR性能指标测试时存在的手动测试步骤复杂、时间长、校准效率低和校准精度低的问题,尚缺乏有效的解决方案。

发明内容

[0005] 本发明为了克服现有技术中对于ROTDR性能指标测试时存在的手动测试步骤复杂、时间长、校准效率低和校准精度低的问题,提供一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下一种技术方案:

[0007] 一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,该系统包括:

[0008] 系统主机,所述系统主机连接被测ROTDR,对被测ROTDR进行控制,被测ROTDR的光接口连接1×8低损耗光开关的COM端,所述1×8低损耗光开关的另一端第一通道至第八通道依次分别连接一个光纤温度系数被测光纤、六个不同长度的标准单模或多模光纤和一个标准光纤,所述1×8低损耗光开关第三通道至第七通道连接的标准单模或多模光纤的另一端分别连接长度相同或不同的光纤定长加热装置,所述光纤温度系数被测光纤缠绕于变长光纤测温夹具上,所述变长光纤测温夹具和1×8低损耗光开关的第二通道连接的标准单模或多模光纤均设置于高低温恒温箱内部,所述高低温恒温箱和光纤定长加热装置分别与所述系统主机连接。

[0009] 进一步的,所述六个不同长度的标准单模或多模光纤包括第一标准单模或多模光纤、第二标准单模或多模光纤、第三标准单模或多模光纤、第四标准单模或多模光纤、第五标准单模或多模光纤、第六标准单模或多模光纤;所述光纤定长加热装置包括第一光纤定长加热装置、第二光纤定长加热装置、第三光纤定长加热装置、第四光纤定长加热装置和第五光纤定长加热装置;

[0010] 进一步的,所述第一标准单模或多模光纤采用0.5km标准单模或多模光纤,所述第

一标准单模或多模光纤与1×8低损耗光开关的第二通道连接；

[0011] 进一步的，所述第二标准单模或多模光纤采用0.5km标准单模或多模光纤，所述第二标准单模或多模光纤与1×8低损耗光开关的第三通道连接，所述第二标准单模或多模光纤另一端与第一光纤定长加热装置连接；

[0012] 进一步的，所述第三标准单模或多模光纤采用5km标准单模或多模光纤，所述第三标准单模或多模光纤与1×8低损耗光开关的第四通道连接，所述第三标准单模或多模光纤另一端与第二光纤定长加热装置连接；

[0013] 进一步的，所述第四标准单模或多模光纤采用10km标准单模或多模光纤，所述第四标准单模或多模光纤与1×8低损耗光开关的第四通道连接，所述第四标准单模或多模光纤另一端与第三光纤定长加热装置连接；

[0014] 进一步的，所述第五标准单模或多模光纤采用20km标准单模或多模光纤，所述第二标准单模或多模光纤与1×8低损耗光开关的第五通道连接，所述第五标准单模或多模光纤另一端与第四光纤定长加热装置连接；

[0015] 进一步的，所述第六标准单模或多模光纤采用30km标准单模或多模光纤，所述第二标准单模或多模光纤与1×8低损耗光开关的第六通道连接，所述第六标准单模或多模光纤另一端与第五光纤定长加热装置连接；

[0016] 进一步的，所述标准光纤采用1km长度标准光纤，所述标准光纤与1×8低损耗光开关的第七通道连接。

[0017] 进一步的，所述变长光纤测温夹具包括变长光纤测温夹具主体，所述变长光纤测温夹具主体两端分别设置有变长光纤测温夹具支撑结构；

[0018] 所述变长光纤测温夹具主体为金属管状结构，所述变长光纤测温夹具主体外表面设置光纤缠绕槽，所述光纤缠绕槽为螺旋半圆浅槽，槽上刻有厘米刻度，在槽中缠绕0.5m～5m长度的被测光纤；所述变长光纤测温夹具支撑结构为圆柱形结构，所述变长光纤测温夹具主体的每端均匀设置四个圆柱形结构的所述变长光纤测温夹具支撑结构，且与所述变长光纤测温夹具主体的水平端面呈一定角度。

[0019] 进一步的，所述第一光纤定长加热装置、第二光纤定长加热装置和第三光纤定长加热装置采用1m长光纤定长加热装置，所述第四光纤定长加热装置采用2m长光纤定长加热装置，所述第五光纤定长加热装置采用3m长光纤定长加热装置；所述1m长光纤定长加热装置、2m长光纤定长加热装置和3m长光纤定长加热装置，其结构包括：

[0020] 定长光纤加热装置顶板结构和定长光纤加热装置底板结构，所述定长光纤加热装置顶板结构和定长光纤加热装置底板结构上均设置定长光纤加热装置结构组装螺孔，通过螺钉穿过螺孔进行固定；所述定长光纤加热装置底板结构与定长光纤加热装置顶板结构接触的端面上设置加热电阻丝；所述定长光纤加热装置顶板结构上设置定长光纤固定槽，所述定长光纤固定槽采用螺旋半圆浅槽，槽上刻有厘米刻度，在槽中缠绕1m、2m或3m长度的感温光纤或感温光缆，且进行粘结固定，所述定长光纤加热装置顶板结构与定长光纤加热装置底板结构接触的端面上均匀设置若干温度传感器，所述温度传感器与所述系统主机连接。

[0021] 本发明为了克服的现有技术中对于ROTDR性能指标测试时存在的手动测试步骤复杂、时间长、校准效率低和校准精度低的问题，提供一种ROTDR性能指标自动测试校准系统

及方法。

[0022] 为了实现上述目的,本发明采用如下一种技术方案:

[0023] 一种ROTDR性能指标自动测试校准方法,该方法基于上述一种ROTDR性能指标自动测试校准系统,该方法的具体步骤包括:

[0024] (1) 将被测ROTDR的一端通过USB接口或网口与系统主机连接,将 1×8 低损耗光开关的COM通道光纤接入被测ROTDR的另一端;

[0025] (2) 系统主机与被测ROTDR开机,判断系统主机测试与被测ROTDR之间的通信是否正常,若通信正常,转入步骤(3),若通信失败,转入步骤(9);

[0026] (3) 选择测试功能,若选择光纤温度系数测试,转入步骤(4);若选择温度重复性测试,转入步骤(5);若选择温度准确度测试,转入步骤(6);若选择温度空间分辨率测试,转入步骤(7);若选择最长测试距离指标测试,转入步骤(8);

[0027] (4) 进行光纤温度系数测试,测试完毕后输出光纤温度系数,转入步骤(9);

[0028] (5) 进行温度重复性测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

[0029] (6) 进行温度准确度测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

[0030] (7) 进行温度空间分辨率测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

[0031] (8) 进行最长测试距离指标测试,测试完毕后输出测试结果,转入步骤(9);

[0032] (9) 测试结束。

[0033] 进一步的,所述步骤(4)中,光纤温度系数测试的具体步骤为:

[0034] (4-1) 将需要测试温度系数的光纤温度系数被测光纤缠绕在变长光纤测温夹具上,缠绕长度为L,L为 $1\text{m} \sim 5\text{m}$;

[0035] (4-2) 在系统主机中设置光纤温度系数被测光纤长度L数值、温度系数测试温度范围下限TL和温度系数测试温度范围上限TH,根据温度系数测试温度范围下限TL和温度系数测试温度范围上限TH的差值计算升温步进TS:

$$[0036] TS = \begin{cases} 10, & TH - TL \geq 200 \\ 5, & 100 \leq TH - TL < 200 \\ 2, & 100 < TH - TL \leq 50 \\ 1, & TH - TL < 50 \end{cases}$$

[0037] 设置测试计数I=0,建立计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值数组RTZ[0]~[N],TTZ[0]~[N],N为 $(TH - TL) / TS$ 的取整值;

[0038] (4-3) 系统主机控制 1×8 低损耗光开关切换到第一通道,并控制高低温恒温箱温度至 $TL + TS * I$,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当 $TN = TL + TS * I$ 时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0039] (4-4) 系统主机分析温度分布测试数据MT,读取光纤加热区域反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据,计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值RT,将RT放入数组RTZ[I],TN放入数组TTZ[I];

[0040] (4-5) 测试计数I加1,系统主机控制高低温恒温箱温度至 $TL + TS * I$,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当 $TN = TL + TS * I$ 时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0041] (4-6) 系统主机分析温度分布测试数据MT,读取光纤加热区域反斯托克斯拉曼数

据与斯托克斯拉曼数据,计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值RT,将RT放入数组RTZ[I],TN放入数组TTZ[I];

- [0042] (4-7) 判定TN是否大于TH,如果TN大于TH,转入步骤(4-5),否则,转步骤(4-8);
- [0043] (4-8) 根据上述步骤得到的RTZ[0]~[N],TTZ[0]~[N],分析被测光纤温度系数。
- [0044] 进一步的,所述步骤(5)中,温度重复性测试的具体步骤为:
- [0045] (5-1) 在系统主机中设置温度重复性测试温度范围下限TL和温度重复性测试温度范围上限TH,计算温度范围中值 $TM = (TH+TL)/2$,设置测试计数I=0,高低温恒温箱温度 $TX = TL$;
- [0046] (5-2) 系统主机控制 1×8 低损耗光开关切换到第二通道,并控制高低温恒温箱温度至TX,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0047] (5-3) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-2),否则,转入步骤(5-4);
- [0048] (5-4) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TLAVE、温度最小值TLMIN和温度最大值TLMAX,得到TL温度下的温度重复性TLR;
- [0049] (5-5) 在系统主机中设置测试计数I=0,高低温恒温箱温度TX=TM;
- [0050] (5-6) 系统主机控制高低温恒温箱温度至TX,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0051] (5-7) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-6),否则,转入步骤(5-8);
- [0052] (5-8) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TMAVE、温度最小值TMMIN和温度最大值TMMAX,得到TM温度下的温度重复性TMR;
- [0053] (5-9) 在系统主机中设置测试计数I=0,高低温恒温箱温度TX=TH;
- [0054] (5-10) 系统主机控制高低温恒温箱温度至TX,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0055] (5-11) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-9),否则,转入步骤(5-12);
- [0056] (5-12) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值THAVE、温度最小值THMIN和温度最大值THMAX,得到TH温度下的温度重复性THR;
- [0057] (5-13) 输出TL温度下温度重复性测试值TLR, TM温度下温度重复性测试值TMR,以及TH温度下温度重复性测试值THR。
- [0058] 进一步的,所述步骤(6)中,温度准确度测试的具体步骤为:
- [0059] (6-1) 在系统主机中设置温度准确度测试温度范围下限TL和温度准确度测试温度范围上限TH,计算温度范围中值 $TM = (TH+TL)/2$,设置测试计数I=0,高低温恒温箱温度TX=TL;
- [0060] (6-2) 系统主机控制 1×8 低损耗光开关切换到第二通道,并控制高低温恒温箱温度至TX,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0061] (6-3) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(6-2),否则,转入

步骤(6-4)；

- [0062] (6-4) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TLAVE和温度标准差TLSTD；
 - [0063] (6-5) 在系统主机中设置测试计数I=0,高低温恒温箱温度TX=TM；
 - [0064] (6-6) 系统主机控制高低温恒温箱温度至TX,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT[I]；
 - [0065] (6-7) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(6-6),否则,转入步骤(6-8)；
 - [0066] (6-8) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TMAVE和温度标准差TMSTD；
 - [0067] (6-9) 在系统主机中设置测试计数I=0,高低温恒温箱温度TX=TH；
 - [0068] (6-10) 系统主机控制高低温恒温箱温度至TX,不断读取高低温恒温箱温度数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT[I]；
 - [0069] (6-11) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-9),否则,转入步骤(5-12)；
 - [0070] (6-12) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值THAVE和和温度标准差THSTD；
 - [0071] (6-13) 输出TL温度下温度标准差TLSTD, TM温度下温度标准差TMSTD,以及TH温度下温度标准差THSTD。
- [0072] 进一步的,所述步骤(7)中,温度空间分辨率测试的具体步骤为:
- [0073] (7-1) 在系统主机中设置温度空间分辨率测试温度范围下限TL和温度空间分辨率测试温度范围上限TH,计算温度范围中值TM=60℃,设置高低温恒温箱温度TX=TM；
 - [0074] (7-2) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第三通道,并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT；
 - [0075] (7-3) 读取温度分布测试数据MT末端10m长测试数据M10；
 - [0076] (7-4) 分析M10数据波峰位置MPX,以及波峰值MPY,从MPX向前寻找值最接近0.9MPY的位置MPX9,以及值最接近0.1MPY的位置MPX1,计算温度空间分辨率值MSX=MPX9-MPX1；
 - [0077] (7-5) 输出TM温度下的温度空间分辨率值MSX。
- [0078] 进一步的,所述步骤(8)中,最长测试距离指标测试的具体步骤为:
- [0079] (8-1) 在系统主机中设置最长测试距离指标测试温度范围下限TL和最长测试距离指标测试温度范围上限TH,计算温度范围中值TM=60℃,设置高低温恒温箱温度TX=TM；
 - [0080] (8-2) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第四通道,并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT；
 - [0081] (8-3) 读取第四通道的光纤及加热光纤长度L4,读取温度分布测试数据MT长度L4-20m至L4之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果MPY>50℃,则最长测试距离DM=5000,转入步骤(8-4),否则,DM=1000,转入步骤(8-10)；
 - [0082] (8-4) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第五通道,并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT；
 - [0083] (8-5) 读取第五通道的光纤及加热光纤长度L5,读取温度分布测试数据MT长度L5-

20m至L5之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果MPY>50℃,则最长测试距离DM=10000,转入步骤(8-6),否则,DM=5000,转入步骤(8-10);

[0084] (8-6) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第六通道,并控制2m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取2m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0085] (8-7) 读取第六通道的光纤及加热光纤长度L6,读取温度分布测试数据MT长度L6-20m至L6之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果MPY>50℃,则最长测试距离DM=20000,转入步骤(8-8),否则,DM=10000,转入步骤(8-10);

[0086] (8-8) 系统主机控制1×8低损耗光开关切换到第七通道,并控制3m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取3m长光纤定长加热装置温度传感器数据TN,当TN=TX时,系统主机控制被测ROTDR开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0087] (8-9) 读取第七通道的光纤及加热光纤长度L7,读取温度分布测试数据MT长度L7-20m至L7之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果MPY>50℃,则最长测试距离DM=30000,否则,DM=20000;

[0088] (8-10) 输出TM温度下的最长测试距离DM。

[0089] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0090] 本发明提出了一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法,该系统包含一种小型变长光纤测温夹具以及光纤定长加热装置,该方法基于该系统对ROTDR设备的空间分辨率指标、测温精度指标、测温重复性指标、测量长度准确性指标等关键性能指标的自动测试,降低ROTDR设备测试校准的难度与复杂度,提升ROTDR研制、生产及检验使用过程中设备测试校准效率,提高生产效率,同时降低人工手动测试校准过程中由于人为操作引入的测试误差,提升测试校准精度。

附图说明

[0091] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0092] 图1为本发明一种ROTDR性能指标自动测试校准系统的结构示意图;

[0093] 图2为本发明变长光纤测温夹具的结构示意图;

[0094] 图3为本发明光纤定长加热装置的结构示意图;

[0095] 其中:1-系统主机;2-被测ROTDR;3-1×8低损耗光开关;4-光纤温度系数被测光纤;5-高低温恒温箱;6-变长光纤测温夹具:601-变长光纤测温夹具支撑结构,602-变长光纤测温夹具主体,603-光纤缠绕槽;7-第一标准单模或多模光纤;8-第二标准单模或多模光纤;9-第三标准单模或多模光纤;10-第四标准单模或多模光纤;11-第五标准单模或多模光纤;12-第六标准单模或多模光纤;13-标准光纤;14-第一光纤定长加热装置;15-第二光纤定长加热装置;16-第三光纤定长加热装置;17-第四光纤定长加热装置;18-第五光纤定长加热装置;1801-定长光纤加热装置顶板结构,1802-定长光纤加热装置底板结构,1803-定长光纤加热装置结构组装螺孔,1804-加热电阻丝,1805-定长光纤固定槽,1806-温度传感器。

具体实施方式：

[0096] 应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0097] 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0098] 在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0099] 实施例1：

[0100] 正如背景技术所介绍的，现有技术中存在对于ROTDR性能指标测试时存在的手动测试步骤复杂、时间长、校准效率低和校准精度低的问题，提供一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法。

[0101] 本申请的一种典型的实施方式中，采用如下技术方案：

[0102] 如图1所示，

[0103] 一种ROTDR性能指标自动测试校准系统，该系统包括：

[0104] 系统主机1，所述系统主机1通过网络/串口/USB/WIFI等方式连接被测ROTDR2，对被测ROTDR2进行控制，被测ROTDR2的光接口连接1×8低损耗光开关3的COM端，所述1×8低损耗光开关3的第一端第一通道至第八通道依次分别连接一个光纤温度系数被测光纤4、六个不同长度的标准单模或多模光纤和一个标准光纤13，所述1×8低损耗光开关3第三通道至第七通道连接的标准单模或多模光纤的另一端分别连接长度相同或不同的光纤定长加热装置，所述光纤温度系数被测光纤4缠绕于变长光纤测温夹具6上，所述变长光纤测温夹具6和1×8低损耗光开关3的第二通道连接的标准单模或多模光纤均设置于高低温恒温箱5内部，所述高低温恒温箱5和光纤定长加热装置分别与所述系统主机1连接。

[0105] 在本实施例中，所述六个不同长度的标准单模或多模光纤包括第一标准单模或多模光纤7、第二标准单模或多模光纤8、第三标准单模或多模光纤9、第四标准单模或多模光纤10、第五标准单模或多模光纤11、第六标准单模或多模光纤12；所述光纤定长加热装置包括第一光纤定长加热装置14、第二光纤定长加热装置15、第三光纤定长加热装置16、第四光纤定长加热装置17和第五光纤定长加热装置18；

[0106] 在本实施例中，所述第一标准单模或多模光纤7采用0.5km标准单模或多模光纤，所述第一标准单模或多模光纤7与1×8低损耗光开关3的第二通道连接；

[0107] 在本实施例中，所述第二标准单模或多模光纤8采用0.5km标准单模或多模光纤，所述第二标准单模或多模光纤8与1×8低损耗光开关3的第三通道连接，所述第二标准单模或多模光纤8另一端与第一光纤定长加热装置14连接；

[0108] 在本实施例中，所述第三标准单模或多模光纤9采用5km标准单模或多模光纤，所述第三标准单模或多模光纤9与1×8低损耗光开关3的第四通道连接，所述第三标准单模或多模光纤9另一端与第二光纤定长加热装置15连接；

[0109] 在本实施例中，所述第四标准单模或多模光纤10采用10km标准单模或多模光纤，所述第四标准单模或多模光纤10与1×8低损耗光开关3的第四通道连接，所述第四标准单模或多模光纤10另一端与第三光纤定长加热装置16连接；

[0110] 在本实施例中，所述第五标准单模或多模光纤11采用20km标准单模或多模光纤，所述第二标准单模或多模光纤8与1×8低损耗光开关3的第五通道连接，所述第五标准单模或多模光纤11另一端与第四光纤定长加热装置17连接；

[0111] 在本实施例中，所述第六标准单模或多模光纤12采用30km标准单模或多模光纤，所述第二标准单模或多模光纤8与1×8低损耗光开关3的第六通道连接，所述第六标准单模或多模光纤12另一端与第五光纤定长加热装置18连接；

[0112] 在本实施例中，所述标准光纤13采用1km长度标准光纤13，所述标准光纤13与1×8低损耗光开关3的第七通道连接。

[0113] 在本实施例中，如图2所示，

[0114] 所述变长光纤测温夹具6包括变长光纤测温夹具主体602，所述变长光纤测温夹具主体602两端分别设置有变长光纤测温夹具支撑结构601；

[0115] 所述变长光纤测温夹具主体602，典型尺寸为直径10cm，长度20cm，管壁厚为5mm的金属管，管材质为铝合金，可进行导热喷涂；

[0116] 所述变长光纤测温夹具主体602外表面设置光纤缠绕槽603，所述光纤缠绕槽603为螺旋半圆浅槽，槽间距5mm深3mm，槽上刻有厘米刻度，在槽中缠绕0.5m~5m长度的被测光纤；可将光纤温度系数被测光纤4沿槽缠绕，根据测试实验的要求，在槽中缠绕不同长度的光纤温度系数被测光纤4，实现对0.5m~5m长光纤温度系数被测光纤4的缠绕，将此夹具放置与高低温恒温箱5中，可实现被缠绕光纤温度系数被测光纤4的均匀受热，提高光纤受热均匀度，且光纤温度系数被测光纤4缠绕长度可变，一套系统即可进行不同长度光纤测试。

[0117] 所述变长光纤测温夹具支撑结构601为圆柱形结构，所述变长光纤测温夹具主体602的每端均匀设置四个圆柱形结构的所述变长光纤测温夹具支撑结构601，且与所述变长光纤测温夹具主体602的水平端面呈一定角度。

[0118] 在本实施例中，如图3所示，

[0119] 所述第一光纤定长加热装置14、第二光纤定长加热装置15和第三光纤定长加热装置16采用1m长光纤定长加热装置，所述第四光纤定长加热装置17采用2m长光纤定长加热装置，所述第五光纤定长加热装置18采用3m长光纤定长加热装置；所述1m长光纤定长加热装置、2m长光纤定长加热装置和3m长光纤定长加热装置，其结构包括：

[0120] 定长光纤加热装置顶板结构1801和定长光纤加热装置底板结构1802，定长光纤加热装置顶板结构1801和定长光纤加热装置底板结构1802的材质均为绝缘导热材质；

[0121] 所述定长光纤加热装置顶板结构1801和定长光纤加热装置底板结构1802上均设置定长光纤加热装置结构组装螺孔1803，通过螺钉穿过螺孔进行固定；所述定长光纤加热装置底板结构1802与定长光纤加热装置顶板结构1801接触的端面上设置加热电阻丝1804，为定长光纤加热装置提供加热；所述定长光纤加热装置顶板结构1801上设置定长光纤固定槽1805，槽间距5mm深3mm，所述定长光纤固定槽1805采用螺旋半圆浅槽，槽上刻有厘米刻度，在槽中缠绕1m、2m或3m长度的感温光纤或感温光缆，通过耐高温环氧树脂胶/高温固化胶或紫外固化胶等粘结固定，所述定长光纤加热装置顶板结构1801与定长光纤加热装置底

板结构1802接触的端面上均匀设置若干温度传感器1806，所述温度传感器1806与所述系统主机1连接。为定长光纤加热装置提供温度反馈，以实现定长光加热装置的温度稳定，提高其均匀性。

[0122] 在本实施例中，制作1m长光纤定长加热装置，将一段传感光纤末端1m长的感温光纤放入光纤固定槽，沿光纤使用高温固化胶等胶水进行粘结固定；

[0123] 制作2m长光纤定长加热装置，将一段传感光纤末端2m长的感温光纤放入光纤固定槽，沿光纤使用高温固化胶等胶水进行粘结固定；

[0124] 制作3m长光纤定长加热装置，可将一段传感光纤末端3m长的感温光纤放入光纤固定槽，沿光纤使用高温固化胶等胶水进行粘结固定。

[0125] 一种ROTDR性能指标自动测试校准方法，该方法基于上述一种ROTDR性能指标自动测试校准系统，该方法的具体步骤包括：

[0126] (1) 将被测ROTDR2的一端通过USB接口或网口与系统主机1连接，将 1×8 低损耗光开关3的COM通道光纤接入被测ROTDR2的另一端；

[0127] (2) 系统主机1与被测ROTDR2开机，判断系统主机1测试与被测ROTDR2之间的通信是否正常，若通信正常，转入步骤(3)，若通信失败，转入步骤(9)；

[0128] (3) 选择测试功能，若选择光纤温度系数测试，转入步骤(4)；若选择温度重复性测试，转入步骤(5)；若选择温度准确度测试，转入步骤(6)；若选择温度空间分辨率测试，转入步骤(7)；若选择最长测试距离指标测试，转入步骤(8)；

[0129] (4) 进行光纤温度系数测试，测试完毕后输出光纤温度系数，转入步骤(9)；

[0130] (5) 进行温度重复性测试，测试完毕后输出测试结果，转入步骤(9)；

[0131] (6) 进行温度准确度测试，测试完毕后输出测试结果，转入步骤(9)；

[0132] (7) 进行温度空间分辨率测试，测试完毕后输出测试结果，转入步骤(9)；

[0133] (8) 进行最长测试距离指标测试，测试完毕后输出测试结果，转入步骤(9)；

[0134] (9) 测试结束。

[0135] 进一步的，所述步骤(4)中，光纤温度系数测试的具体步骤为：

[0136] (4-1) 将需要测试温度系数的光纤温度系数被测光纤4缠绕在变长光纤测温夹具6上，缠绕长度为L，L为1m~5m；

[0137] (4-2) 在系统主机1中设置光纤温度系数被测光纤4长度L数值、温度系数测试温度范围下限TL和温度系数测试温度范围上限TH，根据温度系数测试温度范围下限TL和温度系数测试温度范围上限TH的差值根据表1的TS取值表计算升温步进TS：

[0138] 表1

	TH-TL	TS
[0139]	$TH-TL \geq 200^{\circ}C$	$10^{\circ}C$
	$200^{\circ}C > TH-TL \geq 100^{\circ}C$	$5^{\circ}C$
	$100^{\circ}C > TH-TL \geq 50^{\circ}C$	$2^{\circ}C$
[0140]	$50^{\circ}C > TH-TL$	$1^{\circ}C$

- [0141] 设置测试计数I=0,建立计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值数组RTZ[0]～[N],TTZ[0]～[N],N为 $(TH-TL)/TS$ 的取整值;
- [0142] (4-3) 系统主机1控制1×8低损耗光开关3切换到第一通道,并控制高低温恒温箱5温度至 $TL+TS*I$,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当 $TN=TL+TS*I$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;
- [0143] (4-4) 系统主机1分析温度分布测试数据MT,读取光纤加热区域反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据,计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值RT,将RT放入数组RTZ[I],TN放入数组TTZ[I];
- [0144] (4-5) 测试计数I加1,系统主机1控制高低温恒温箱5温度至 $TL+TS*I$,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当 $TN=TL+TS*I$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;
- [0145] (4-6) 系统主机1分析温度分布测试数据MT,读取光纤加热区域反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据,计算反斯托克斯拉曼数据与斯托克斯拉曼数据比值RT,将RT放入数组RTZ[I],TN放入数组TTZ[I];
- [0146] (4-7) 判定TN是否大于TH,如果TN大于TH,转入步骤(4-5),否则,转步骤(4-8);
- [0147] (4-8) 根据上述步骤得到的RTZ[0]～[N],TTZ[0]～[N],分析被测光纤温度系数。
- [0148] 进一步的,所述步骤(5)中,温度重复性测试的具体步骤为:
- [0149] (5-1) 在系统主机1中设置温度重复性测试温度范围下限TL和温度重复性测试温度范围上限TH,计算温度范围中值 $TM=(TH+TL)/2$,设置测试计数I=0,高低温恒温箱5温度 $TX=TL$;
- [0150] (5-2) 系统主机1控制1×8低损耗光开关3切换到第二通道,并控制高低温恒温箱5温度至TX,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0151] (5-3) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-2),否则,转入步骤(5-4);
- [0152] (5-4) 计算MT[0]～MT[19]数据中的温度平均值TLAVE、温度最小值TLMIN和温度最大值TLMAX,得到TL温度下的温度重复性TLR;
- [0153] (5-5) 在系统主机1中设置测试计数I=0,高低温恒温箱5温度 $TX=TM$;
- [0154] (5-6) 系统主机1控制高低温恒温箱5温度至TX,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0155] (5-7) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-6),否则,转入步骤(5-8);
- [0156] (5-8) 计算MT[0]～MT[19]数据中的温度平均值TMAVE、温度最小值TMMIN和温度最大值TMMAX,得到TM温度下的温度重复性TMR;
- [0157] (5-9) 在系统主机1中设置测试计数I=0,高低温恒温箱5温度 $TX=TH$;
- [0158] (5-10) 系统主机1控制高低温恒温箱5温度至TX,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];
- [0159] (5-11) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-9),否则,转入步骤(5-12);

[0160] (5-12) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值THAVE、温度最小值THMIN和温度最大值THMAX,得到TH温度下的温度重复性THR;

[0161] (5-13) 输出TL温度下温度重复性测试值TLR, TM温度下温度重复性测试值TMR, 以及TH温度下温度重复性测试值THR。

[0162] 进一步的,所述步骤(6)中,温度准确度测试的具体步骤为:

[0163] (6-1) 在系统主机1中设置温度准确度测试温度范围下限TL和温度准确度测试温度范围上限TH,计算温度范围中值 $TM = (TH+TL)/2$,设置测试计数I=0,高低温恒温箱5温度TX=TL;

[0164] (6-2) 系统主机1控制1×8低损耗光开关3切换到第二通道,并控制高低温恒温箱5温度至TX,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当TN=TX时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];

[0165] (6-3) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(6-2),否则,转入步骤(6-4);

[0166] (6-4) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TLAVE和温度标准差TLSTD;

[0167] (6-5) 在系统主机1中设置测试计数I=0,高低温恒温箱5温度TX=TM;

[0168] (6-6) 系统主机1控制高低温恒温箱5温度至TX,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当TN=TX时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];

[0169] (6-7) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(6-6),否则,转入步骤(6-8);

[0170] (6-8) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值TMAVE和温度标准差TMSTD;

[0171] (6-9) 在系统主机1中设置测试计数I=0,高低温恒温箱5温度TX=TH;

[0172] (6-10) 系统主机1控制高低温恒温箱5温度至TX,不断读取高低温恒温箱5温度数据TN,当TN=TX时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT[I];

[0173] (6-11) 测试计数I值加1,判断I是否小于20,若I小于20,转入步骤(5-9),否则,转入步骤(5-12);

[0174] (6-12) 计算MT[0]~MT[19]数据中的温度平均值THAVE和温度标准差THSTD;

[0175] (6-13) 输出TL温度下温度标准差TLSTD, TM温度下温度标准差TMSTD, 以及TH温度下温度标准差THSTD。

[0176] 进一步的,所述步骤(7)中,温度空间分辨率测试的具体步骤为:

[0177] (7-1) 在系统主机1中设置温度空间分辨率测试温度范围下限TL和温度空间分辨率测试温度范围上限TH,计算温度范围中值 $TM = 60^{\circ}\text{C}$,设置高低温恒温箱5温度TX=TM;

[0178] (7-2) 系统主机1控制1×8低损耗光开关3切换到第三通道,并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器1806数据TN,当TN=TX时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0179] (7-3) 读取温度分布测试数据MT末端10m长测试数据M10;

[0180] (7-4) 分析M10数据波峰位置MPX,以及波峰值MPY,从MPX向前寻找值最接近0.9MPY的位置MPX9,以及值最接近0.1MPY的位置MPX1,计算温度空间分辨率值 $MSX = MPX9 - MPX1$;

[0181] (7-5) 输出TM温度下的温度空间分辨率值MSX。

[0182] 进一步的,所述步骤(8)中,最长测试距离指标测试的具体步骤为:

[0183] (8-1) 在系统主机1中设置最长测试距离指标测试温度范围下限TL和最长测试距离指标测试温度范围上限TH,计算温度范围中值 $TM=60^{\circ}\text{C}$,设置高低温恒温箱5温度 $TX=TM$;

[0184] (8-2) 系统主机1控制 1×8 低损耗光开关3切换到第四通道,并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器1806数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0185] (8-3) 读取第四通道的光纤及加热光纤长度L4,读取温度分布测试数据MT长度L4-20m至L4之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果 $MPY>50^{\circ}\text{C}$,则最长测试距离 $DM=5000$,转入步骤(8-4),否则, $DM=1000$,转入步骤(8-10);

[0186] (8-4) 系统主机1控制 1×8 低损耗光开关3切换到第五通道,并控制1m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取1m长光纤定长加热装置温度传感器1806数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0187] (8-5) 读取第五通道的光纤及加热光纤长度L5,读取温度分布测试数据MT长度L5-20m至L5之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果 $MPY>50^{\circ}\text{C}$,则最长测试距离 $DM=10000$,转入步骤(8-6),否则, $DM=5000$,转入步骤(8-10);

[0188] (8-6) 系统主机1控制 1×8 低损耗光开关3切换到第六通道,并控制2m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取2m长光纤定长加热装置温度传感器1806数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0189] (8-7) 读取第六通道的光纤及加热光纤长度L6,读取温度分布测试数据MT长度L6-20m至L6之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果 $MPY>50^{\circ}\text{C}$,则最长测试距离 $DM=20000$,转入步骤(8-8),否则, $DM=10000$,转入步骤(8-10);

[0190] (8-8) 系统主机1控制 1×8 低损耗光开关3切换到第七通道,并控制3m长光纤定长加热装置加热至TX,不断读取3m长光纤定长加热装置温度传感器1806数据TN,当 $TN=TX$ 时,系统主机1控制被测ROTDR2开始测试,读取温度分布测试数据MT;

[0191] (8-9) 读取第七通道的光纤及加热光纤长度L7,读取温度分布测试数据MT长度L7-20m至L7之间20m长测试数据M20,分析M20数据波峰,得到峰值MPY,如果 $MPY>50^{\circ}\text{C}$,则最长测试距离 $DM=30000$,否则, $DM=20000$;

[0192] (8-10) 输出TM温度下的最长测试距离DM。

[0193] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0194] 本发明提出了一种ROTDR性能指标自动测试校准系统及方法,该系统包含一种小型变长光纤测温夹具6以及光纤定长加热装置,该方法基于该系统对ROTDR设备的空间分辨率指标、测温精度指标、测温重复性指标、测量长度准确性指标等关键性能指标的自动测试,降低ROTDR设备测试校准的难度与复杂度,提升ROTDR研制、生产及检验使用过程中设备测试校准效率,提高生产效率,同时降低人工手动测试校准过程中由于人为操作引入的测试误差,提升测试校准精度。

[0195] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并非对本发明保护范围的限制,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改、等同替换或变形仍在本发明的保护

范围以内。

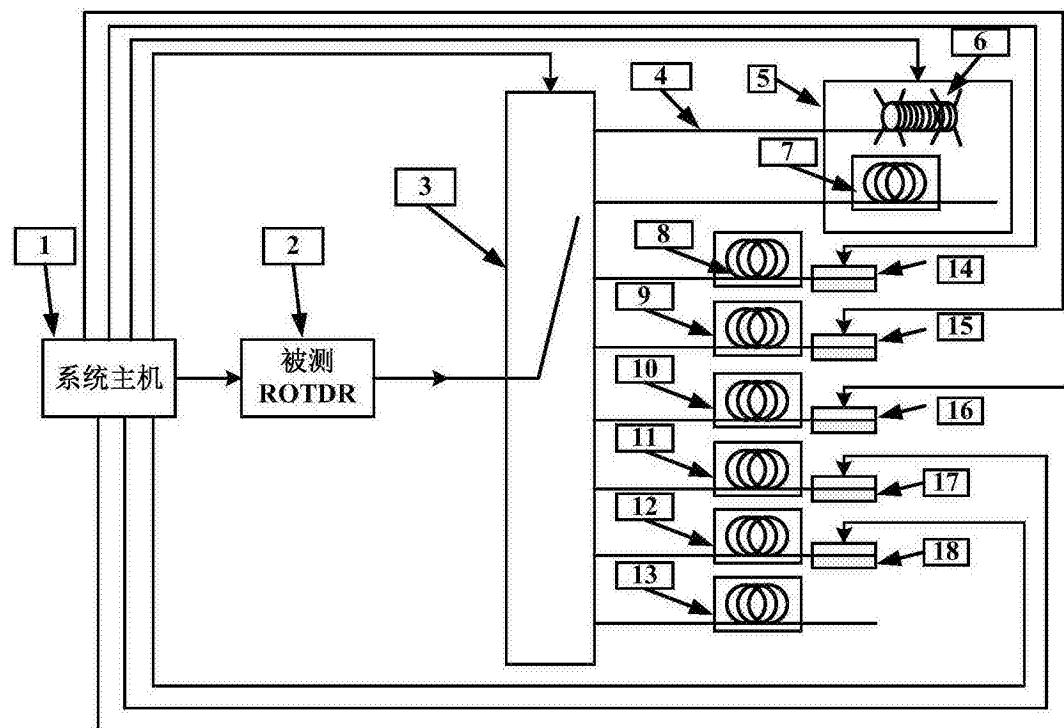


图1

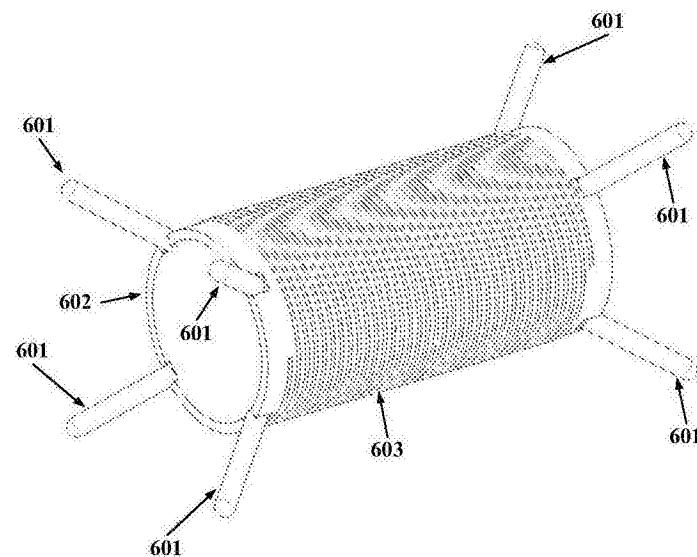


图2

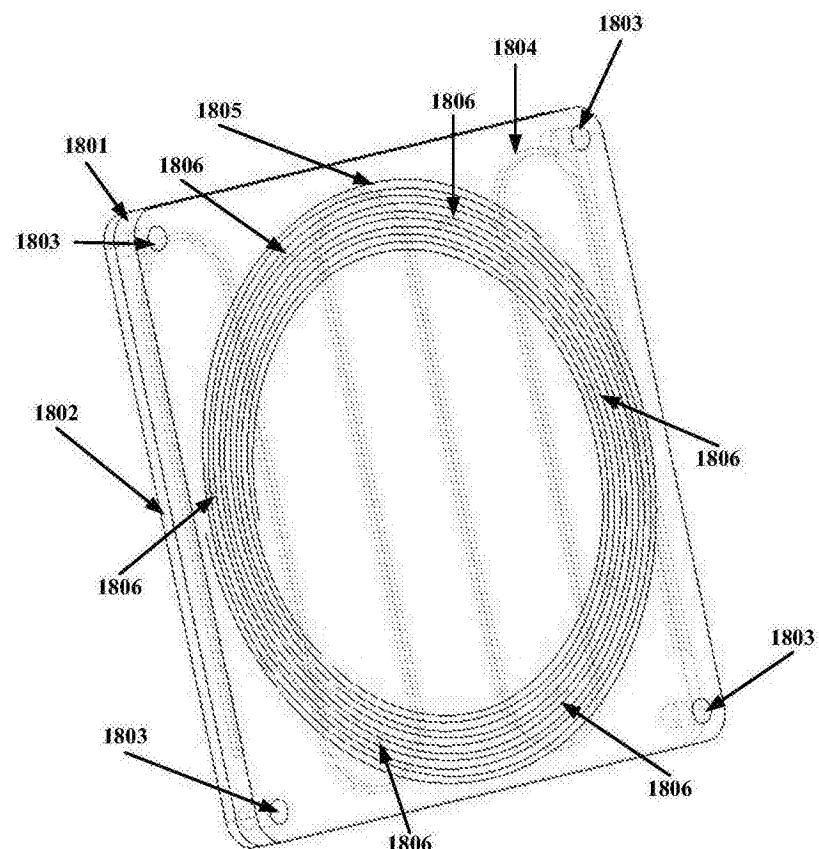


图3