

ICS 17.040.30
C 39

团体标准

T/HIS 001—2022

红外热电堆传感器

Infrared Thermopile Sensor

2022-04-24 发布

2022-05-25 实施



河南省仪器仪表学会发布

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由河南省仪器仪表学会团体标准委员会提出并归口。

本标准起草单位：汉威科技集团股份有限公司、郑州炜盛电子科技有限公司、河南汉威智慧安全科技有限公司、河南中敏传感器技术研究院有限公司、山东大学、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、苏州能斯达电子科技有限公司、山西腾星传感技术有限公司、郑州畅威物联网科技有限公司、四川优可得医疗器械有限公司、上海钧正网络科技有限公司、深圳科比微半导体有限公司

本标准主要起草人：任红军、金贵新、武传伟、古瑞琴、高胜国、强克迪、杨志博、郭海周、王瑞铭、汪静、王利利、郭琦、陈伟、渠娜娜、史珊珊、陶继方、李铁、王翊、周震、闵行政、陈彬、罗金龙、葛彦磊、谢伟峰

红外热电堆传感器

1 范围

本文件给出了红外热电堆传感器（以下简称热电堆传感器）术语和定义、分类、基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于红外热电堆传感器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13584 红外探测器参数测试方法

GB/T 13965 仪表元器件术语

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cad：恒定湿热试验

GB/T 2423.7 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec：粗率操作造成的冲击

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：正弦

GB/T 25457 工业自动化仪表术语 温度仪表

GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 4475 敏感元器件术语

GB/T 6148 精密电阻合金电阻温度系数测试方法

GB/T 7665 传感器通用术语

JB/T 13358 光学薄膜带通干涉滤光片

JB/T 9476 热敏电阻器通用技术条件

JJF 1107 测量人体温度的红外温度计校准规范

JJF 1188 无线电计量名词术语及定义

T/CMIF 116-2020 热电堆红外传感器芯片

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 红外热电堆传感器 Infrared thermopile sensor

能够吸收红外辐射，并以热电堆方式将所吸收的辐射转换为可用输出信号的传感器。

3.2 MEMS 热电堆 MEMS thermopile

利用微机电（Micro-electro-mechanical Systems）工艺，将两个以上的热电偶串联组成，各热电偶输出电势互相叠加。（参考 T/CMIF 116—2020 3.2）

3.3 热电堆芯片 Thermopile chip

从采用 MEMS 工艺制备的含有热电堆测量电路阵列和相关微型结构的晶片上分割的至少能够包含有一个热电堆测量电路和一个相关微型结构的部分。（参考 T/CMIF 116—2020 3.4）

3.4 热电堆传感器内阻 Thermopile sensor resistance

传感器中与热电堆芯片两个信号输出端相连接的两个引脚之间的电阻。

3.5 传感器响应率 Responsivity

传感器的输出电压信号与输入的红外辐射能量的比值。

3.6 传感器噪声 Sensor noise

测试目标物体和测试环境温度完全一致，即热电堆芯片冷热端无温差时，传感器连接芯片信号输出端两引脚输出的信号值。

3.7 噪声等效功率 Noise equivalent irradiation power

热电堆传感器产生与本身噪声输出大小相等的信号所需要的入射光辐射功率；

3.8 探测率 Detectivity

单位辐射功率作用在传感器单位面积上，在放大电路单位带宽条件下所获得的信噪比。

探测率又称归一化探测率。

3.9 时间常数 Time constant

传感器信号上升到最大值的 63.2%时所对应的时间。（参考 GB/T 13584-2011 3.9）

3.10 负温度系数(NTC)热敏电阻 Negative temperature coefficient thermistor

在工作温度范围内，零功率电阻值随温度增加而减小的热敏电阻。（参考 GB/T 4475 2.2.1.4）

3.11 热敏电阻阻值 Thermistor resistance

传感器内部 NTC 电阻在 25℃ 条件下的零功率阻值。

3.12 热敏电阻 B 值 Thermistor B value

B 值是负温度系数热敏电阻的热敏指数，为两个温度下零功率电阻值的自然对数之差与两个温度倒数之差的比值。

注：除非特别指出，B 值是由 25℃（298.15K）和 50℃（323.15K）的零功率电阻值计算而得到的。（参考 JB / T 9476-2015 5.7）

3.13 电阻温度系数 Temperature coefficient of resistance

当传感器工作温度改变 1℃ 时，热电堆传感器 NTC 电阻值（ R_{tm} ）的变化率，单位为 %/℃。

3.14 视场角 Field of view

旋转传感器测试目标物体，其信号电压大于 50% 的旋转视角范围。

3.15 红外滤光片 Infrared filter

仅透过所需波段红外光的光学材料。

注：红外滤光片有带通滤光片，短波通滤光片和长波通滤光片。

3.16 峰值透过率 Peak transmittance

带通滤光片光谱通带区域内光谱透射率的最大值。（参考 JB / T 13358-2018 3.2）

3.17 半峰宽 Full width at half maximum

带通滤光片 T_{max} 的一半处的光谱宽度。

设光谱透射率为 $0.5T_{max}$ 处对应的两个波长分别为 λ_1 和 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)，则半峰宽 $\Delta\lambda_{0.5} = \lambda_2 - \lambda_1$ 。

（参考 JB / T 13358-2018 3.4）

3.18 中心波长 Center wavelength

带通滤光片光谱通带中心的波长值。表征带通滤光片的通带光谱位置。

数值上等于光谱透过率为 $0.5T_{max}$ 时对应的两个波长值 λ_1 和 λ_2 的平均值，计算公式为 $\lambda_0 = (\lambda_1 + \lambda_2) / 2$ 。（参考 JB / T 13358-2018 3.5）

3.19 通道 Channel

热电堆传感器包含的测试和参比敏感源的数量。

4 符号和单位

红外热电堆传感器的参数符号、名称和单位见表1。

表 1 热电堆传感器参数表

符号	名称	单位
B	热敏电阻B值	K
CWL	中心波长	nm
D*	探测率	$\text{cmHz}^{1/2}/\text{W}$
FOV	传感器视场角	°
FWHM	滤光片半峰宽	nm
NEP	噪声等效功率	$\text{nW}/\text{Hz}^{1/2}$
Rbb	传感器传感器电压响应率	V/W
Rtp	热电堆传感器内阻	Ω
Rtm	热敏电阻阻值	Ω
TP	滤光片峰值透过率	%
Vn	传感器噪声	$\text{nV}/\text{Hz}^{1/2}$
τ	时间常数	ms

5 技术要求

5.1 正常工作环境条件

温度：-20~85℃；

相对湿度：≤85%；

大气压力：86~106kPa。

5.2 外观

传感器表面应清洁、光滑、无划痕和锈蚀，引脚整齐、无变形，标志位正确。

滤光片表面无划痕、溢胶、破损。

5.3 尺寸

热电堆传感器的外形尺寸、引脚分布及引脚定义应符合产品图样的要求，且应符合公差要求。

5.4 传感器的封装

传感器在氮气环境下封装，密封良好，泄漏率小于 $5 \times 10^{-8} \text{Pam/s}$ ；

根据产品设计，传感器可以采用TO封装，SMD封装及QFN等封装方式；

传感器通道数量可以是单通道，双通道及多通道；

引脚定义，对应视场角均需特别注明，且与产品图样一致；

传感器光学窗口中心和热电堆芯片中心连线和管座垂直；

5.5 信号输出类型

模拟信号输出：传感器内部不做任何信号处理，直接输出原始电压信号；

数字信号输出：传感器内部集成数字处理芯片，通过IIC进行信号传输；

5.6 技术参数

5.6.1 传感器输出性能测试

热电堆传感器的技术性能参数应符合表2的规定。

表 2 热电堆传感器技术性能参数表

电压响应率 (R _{bb}) V/W	传感器噪声 (V _n) nV/Hz ^{1/2}	噪声等效功率 (NEP) nW/Hz ^{1/2}	NTC 电阻 B 值常数 %/°C	探测率 (D*) cmHz ^{1/2} /W	时间常数 (τ) ms
>80	<50	≥0.2	<0.1	>0.8×10 ⁸	≤25

5.6.2 热电堆传感器内阻

热电堆传感器电阻宜从表3中进行选取。

表 3 热电堆传感器内阻参数选取表

热电堆传感器内阻	40kΩ, 45kΩ, 50kΩ, 55kΩ, 60kΩ, 65kΩ, 70kΩ, 75kΩ, 80kΩ, 85kΩ, 90kΩ, 95kΩ, 100kΩ, 120kΩ, 140kΩ, 150 kΩ
阻值允许偏差	电阻波动小于±2%

5.6.3 滤光片性能参数

传感器窗口截止滤光片的性能参数宜从在表4中进行选择。

表 4 截止滤光片参数性能表

滤光片类型	截止波长	红外透过透过率		阻断	
	截止波长 nm	透过波长范围 μm	平均透过率 %	范围 μm	透过率 %
光学参数	3.5	4-6.0	≥80	~3.0	≤0.1
	5	7.5-13.0	≥75	~4.0	≤0.1
	5.5	7.5-13.0	≥75	~4.5	≤0.1
	6.6	7.5-13.0	≥75	~6.0	≤0.1
	7.7	8.0-13.0	≥75	~6.5	≤0.1
	8	9.0-13.0	≥75	~7.0	≤0.1
厚度公差	+/-0.10 mm; +/-0.050 mm; +/-0.010 mm				
表面洁净度	S/D(scratch/dig): 60-40; 40-20				

带通滤光片根据测试目标气体种类，但需要注明表5中的参数。

表 5 带通滤光片参数性能表

光学参数	中心波长及偏差 (CWL) nm	半峰宽 (FWHM) nm	峰值透过率 (TP) %	阻断范围 μm	测试目标
	4260±30nm	180±20nm	≥75	1.5-10 μm	CO ₂
	4260±30nm	90±20nm	≥75	1.5-10 μm	CO ₂

	3910±30nm	90±20nm	≥75	1.5-10 μm	参比
	3400±30nm	120±20nm	≥75	1.5-10 μm	C-H 键
	3330±30nm	180±20nm	≥75	1.5-10 μm	CH ₄
厚度公差	+/-0.10 mm; +/-0.050 mm; +/-0.010 mm				
表面洁净度	S/D(scratch/dig): 60-40; 40-20				

5.6.4 热敏电阻参数

热电堆传感器所用NTC的主要参数参见表6。

表6 热敏电阻 NTC 性能参数

规格	标称电阻 (R _{tm} 25°C) KΩ	25°C时电阻误差	B 值常数	B 值测量温度 °C	工作温度 °C
低精度	100	3%	3950	25/60	-30-120
常规	100	1%	3950	25/60	-30-120
高精度	100	0.5%	3950	25/60	-30-120

5.7 高低温不通电贮存

高低温不通电贮存实验后，传感器恢复到5.1规定的条件下保持2h，测试热电堆传感器的参数应符合5.6.1的要求，实验前后传感器内阻的偏差应满足5.6.2的要求，NTC参数应满足5.6.4的要求，检测热电堆传感器外观，结果应符合5.2的要求。

5.8 恒定湿热

恒定湿热实验后，传感器恢复到5.1规定的条件下保持2h，测试热电堆传感器的参数应符合5.6.1的要求，实验前后传感器内阻的偏差应满足5.6.2的要求，NTC参数应满足5.6.4的要求，检测热电堆传感器外观，结果应符合5.2的要求。

5.9 冲击

恒定湿热实验后，传感器恢复到5.1规定的条件下保持2h，测试热电堆传感器的参数应符合5.6.1的要求，实验前后传感器内阻的偏差应满足5.6.2的要求，NTC参数应满足5.6.4的要求，检测热电堆传感器外观，结果应符合5.2的要求。

5.10 振动

振动实验后，传感器恢复到5.1规定的条件下保持2h，测试热电堆传感器的参数应符合5.6.1的要求，实验前后传感器内阻的偏差应满足5.6.2的要求，NTC参数应满足5.6.4的要求，检测热电堆传感器外观，结果应符合5.2的要求。

5.11 跌落

跌落实验后，传感器恢复到5.1规定的条件下保持2h，测试热电堆传感器的参数应符合5.6.1的要求，实验前后电阻值的偏差应满足5.6.2的要求，NTC参数应满足5.6.4的要求，检测热电堆传感器外观，结果应符合5.2的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 除环境试验或有关标准中另有特殊要求，应在下列条件中进行

温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

相对湿度：50%~80%

大气压力：86 kPa ~ 106kPa

应无影响测试的干扰气体，实验应在不低于10万级的净化车间进行。

6.1.2 测试系统要求

测试系统由黑体辐射源，机械斩波器，信号收集及放大电路，数字示波器及测试夹具构成（如图1）；测试仪表应符合GB/T13584-2011中6.1.3的规定。

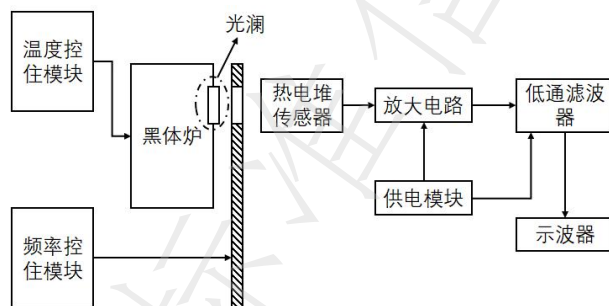


图1. 热电堆传感器测试系统示意图

6.2 外观

热电堆传感器通过目检方法进行检查。结果应符合4.2的要求。

6.3 热电堆内阻

使用万用表测量热电堆传感器上连接热电堆芯片两引脚之间的阻值。

6.4 电压响应率

按GB/T 13584-2011中6.1.4的规定进行试验，按照6.1.5.3计算在黑体辐射下的电压响应率。

6.5 传感器噪声

按GB/T 13584-2011，6.2中方法1020的规定进行试验和计算。

6.6 噪声等效功率

按GB/T 13584-2011，6.5中方法1050的规定进行试验和计算。

6.7 电阻B值常数

B值通过测量在25℃和50℃时的零功率电阻值后进行计算。B值与产品电阻温度系数正相关。(测试设备和电路参照JB/T 9476-2015中6.8的要求执行)

6.7.1 测试步骤

- 1) 按选用的方法接通电路，通电预热，使装置处于正常工作状态；
- 2) 将热电堆传感器全部浸没在恒温槽液中（做好连线的防水密封），首先在25℃测定初始电阻值，然后将传感器移入到另外一个50℃的恒温水槽中，需待热电堆传感器阻值稳定后保温10min方可测量，并记录温度及相应的电阻值；
- 3) 为检测热电堆传感器电阻的稳定性，再次在25℃测定电阻值，其相对变化应不大于 1×10^{-5} ，否则应重测。

6.7.2 计算

NTC电阻B值常数按照式（1）进行计算：

$$B = T_a T_b \ln(R_a/R_b)/(T_b - T_a) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

R_a —在温度 T_a [单位为K]下测定的零功率电阻，单位为 Ω ；

R_b —在温度 T_b [单位为K]下测定的零功率电阻，单位为 Ω ；

一般情况下 T_a 、 T_b —分别选取298.15K（25℃）和333.15K（60℃），单位为K；

6.8 探测率

按GB/T 13584-2011，6.4中方法1040的规定进行试验，按照6.4.5.1计算在黑体辐射下的探测率。

6.9 时间常数

按GB/T 13584-2011，6.6中方法1060的规定进行试验。

6.9.1 测试步骤

在示波器上直接读出上升或下降时间，按定义确定出被测热电堆传感器的响应时间。

6.10 滤光片性能测试

按照JB/T 8226.1的规定使用光谱仪器进行检验。

6.11 低温贮存

按GB/T 2423.1—2008试验A：Ab低温试验方法进行。在温度为 $(-20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 条件下，持续时间16h。热电堆传感器非包装，不通电，不进行中间检测。

6.12 高温贮存

按GB/T 2423.2—2008中试验B: Bb高温试验方法进行。在温度为 $(85 \pm 3)^\circ\text{C}$ 条件下, 持续时间16h。热电堆传感器非包装, 不通电, 不进行中间检测。

6.13 恒定湿热

按GB/T 2423.3—2008中试验Ca: 恒定湿热试验方法进行。温度控制在 $60^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 范围, 相对湿度控制在 $90 \pm 2\%$, 持续时间12h。热电堆传感器非包装, 不通电, 不进行中间检测。

6.14 冲击

传感器在不包装, 不通电的情况下, 按GB/T2423.5-2019中试验Ea规定的方法进行。严酷等级: 峰值加速度半正弦波 300m/s^2 ; 持续时间18ms; 冲击次数: 沿传感器3个相互垂直的轴线, 每个轴线2个方向, 每个方向冲击3次, 共18次。

6.15 振动

按GB/T 2423.10-2008中试验Fc: 振动(正弦)试验方法进行。严酷等级: 频率范围(10~150) Hz; 正弦振幅值1.5mm; 频程: 1个OCT; 沿着传感器相互垂直的3个轴线, 每个轴线扫频15次, 试验中不通电。

6.16 跌落

按GB/T 2423.7-2018中试验Ec: 粗率操作造成的冲击试验方法进行, 严酷等级: 跌落高度为0.5m, 自由落向平滑、坚硬的混凝土面上共2次。传感器非包装, 不通电, 不进行中间检测。

7 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验, 检验项目和检验顺序见表7。

表7 检验项目和检验顺序

序号	检验项目	要求 章条号	试验方法 章条号	出厂检验 项目	型式检验 项目
1	外观	5.2	6.1	√	√
2	热电堆内阻	5.6.2	6.3	√	√
3	信号电压	5.6.1	6.4	√	√
4	电压响应率	5.6.1	6.4	—	√
5	噪声	5.6.1	6.5	—	√
6	噪声等效功率	5.6.1	6.6	—	√
7	电阻B值常数	5.6.4	6.7	—	√
8	探测率	5.6.1	6.8	—	√
9	时间常数	5.6.1	6.9	—	√

10	滤光片参数	5.6.3	6.10	—	√
11	低温贮存	5.7	6.11	—	√
12	高温贮存	5.7	6.12	—	√
13	恒定湿热	5.8	6.13	—	√
14	冲击	5.9	6.14	—	√
15	振动	5.10	6.15	—	√
16	跌落	5.11	6.16	—	√
注：“√”为检验项目，“—”为不检验项目。					

7.1 出厂检验

7.1.1 抽样、判定规定

出厂检验按表5逐项进行，热电堆传感器均应质量检验部门检验合格方能出厂，并附有质量合格证。

出厂检验为逐批抽样检验。按GB/T 2828.1-2012正常检验一次抽样方案，一般检验水平II进行抽样，AQL值为1.0。

7.1.2 合格判定

逐批检验合格，该检验批所包括的批次产品属性合格品。如果逐批检验不合格，应按不合格项目对该批次进行100%的筛选，然后按规定再次验收。再次验收不合格的，该批次判定为不合格。

7.2 型式检验

7.2.1 检验原则

热电堆传感器具备下列情况之一时，应进行型式检验。

- 新产品或老产品转厂生产的试验定型鉴定；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺等有重大改变；
- 正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期性地进行检查，检验周期一般应为半年；
- 产品停产一年以上，恢复生产时；
- 同类型产品进行比对时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.2.2 抽样、判定规定

型式检验的抽样按GB/T 2829—2002相应条款执行，以不合格品数为判断依据。样本量 $n=10$ ，采用判别水平I的一次性抽样方案，采用不合格质量水平 $RQL=20$ ，判定数组 $Ac=1$ 、 $Re=2$ 。

项目判定每只样品有1个B类不合格或3个C类不合格，结果判定该样品合格。10只样品中有1只不合格判定该批产品合格；有2只以上（含两只）不合格，判定该批产品不合格。

判定数组样本共10只，由质量检验部门按随机的方式抽取，生产部门提供的样品基数应大于2倍样品数量。

7.2.3 对不合格判定的处理

检验结果被判定为型式检验不合格时，按GB/T 2829—2002中的规定进行处理。

7.2.4 对型式检验后的样品的处理

经型式检验后的样品，按GB/T 2829—2002中的规定进行处理。

8 包装、贮运和标志

8.1 包装

8.1.1 热电堆传感器包装

热电堆传感器的包装应符合设计文件要求，包装的图示标志应符合GB/T 191—2008的规定。热电堆传感器应采用防尘、防划伤、防静电的专用包装盒进行包装，包装盒外部应采用防震、防雨、防潮气聚集的塑料薄膜包裹，顶部、底部及产品四角应按需衬垫泡沫层；技术文件如使用说明书、合格证明书和保修单等应进行密封防潮包装，固定在包装箱内部明显的位置。

8.1.2 随箱文件

随箱文件包括：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 使用说明书；
- d) 其它相关文件资料。

8.2 贮运

8.2.1 贮存

热电堆传感器应存放在-40℃~80℃、相对湿度不大于75%、无扬尘，环境内空气中不得含有腐蚀性气体。

8.2.2 运输

包装成箱的热电堆传感器运输应严格遵照包装箱上注明的条件。运输方式按订货合同上说明的要求执行。

8.3 标志

8.3.1 热电堆传感器包装盒

在热电堆传感器包装盒上应标明：

- a) 产品型号和名称、商标、
- b) 生产厂家和执行标准
- c) 生产批次号。

8.3.2 热电堆传感器外包装箱（盒）

在热电堆传感器的外包装箱（盒）外表上应有运输标志，并标明：

- a) 产品名称及型号规格；
- b) 收货单位；
- c) 发货单位；
- d) 装箱日期。

参考文献

- [1] GB/T 13584 红外探测器参数测试方法
 - [2] GB/T 13965 仪表元器件术语
 - [3] GB/T 191 包装储运图示标志
 - [4] GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温
 - [5] GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温
 - [6] GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cad：恒定湿热试验
 - [7] GB/T 2423.7 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ec：粗率操作造成的冲击
 - [8] GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：正弦
 - [9] GB/T 25457 工业自动化仪表术语 温度仪表
 - [10] GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
 - [11] GB/T 4475 敏感元器件术语
 - [12] GB/T 6148 精密电阻合金电阻温度系数测试方法
 - [13] GB/T 7665 传感器通用术语
 - [14] JB / T 13358 光学薄膜带通干涉滤光片
 - [15] JB / T 9476 热敏电阻器通用技术条件
 - [16] JJF 1107 测量人体温度的红外温度计校准规范
 - [17] JJF 1188 无线电计量名词术语及定义
 - [18] T/CMIF 116 热电堆红外传感器芯片
-

河南省仪器仪表学会

团体标准

红外热电堆传感器

T/HIS 001—2022

河南省仪器仪表学会标准化专家委员会编印

郑州市高新区莲花街 100 号（450000）

电话：0371-67758206

网址：<http://www.yqybxh.com>

邮箱：hnyqybxh@126.com

版权专有 侵权必究