

红外热像设备预测性维护方案



福禄克公司成立于1948年，总部设在美国华盛顿州西雅图的爱佛利特市，生产厂分布在美国、欧洲等地，销售服务机构遍布全球100多个国家，雇员达2400人左右。

福禄克公司为各个工业领域提供了优质的测试和检测故障的仪器仪表产品。从工业控制系统的安装调试到过程仪表的校验维护，从实验室精密计量到计算机网络的故障诊断，福禄克产品帮助各行各业的业务正常地运转。无论是技术人员、工程师还是科研、教学人员和计算机网络维护人员，他们通过福禄克产品扩展了个人能力并更出色地完成了他们的工作；同时他们也给予福禄克最好的口碑和信任！

作为电子测试仪器及工具的领导者，福禄克公司在其涉足的领域内都保持着第一或第二的领导地位，福禄克产品也因为紧凑精密、坚固耐用、安全且使用简单及严谨的质量标准而闻名于世，并从而成为所有专业维修人员的首选。

福禄克公司在中文(www.fluke.com.cn)、英文(www.fluke.com) 网站上提供丰富的新闻及产品应用信息，并向客户提供光盘和中文的资料和产品手册。福禄克公司，为您想的更多，为您服务更多。



FLUKE®

值得信赖 全球共识

Contents.

第一部分：设备预测性维护方案	3
一、什么是设备预测性维护	3
二、设备预测性维护的两种基本方法	3
三、设备预测性维护流程	3
四、红外热像仪巡检、点检人员应具备能力	4
五、红外点检流程示意图	4
六、参考案例：某公司年度设备维护点检方案	5
第二部分：红外热像设备巡检、点检操作规范参考	6
一、职责	6
二、红外热像设备巡检、点检的现场条件	6
三、红外热像仪现场操作方法	6
四、红外热像设备巡检制度	7
五、红外热像仪管理	7
第三部分：附录	8
一、部分设备巡检故障判断依据及后续处理方法	8
二、红外热像基本原理	12
三、红外热像仪与红外测温仪（点温仪）的区别	12
四、红外热像仪选型建议	13
五、Fluke红外热像仪主要产品指标	14

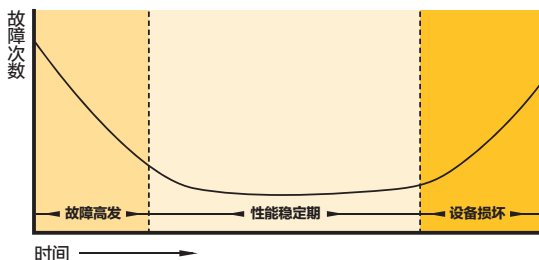
第一部分：设备预测性维护方案

一、什么是设备预测性维护？

预测性维护是一种运转状况驱动和维护程序。

预测性维护不依赖于工业或工厂内平均寿命统计数据（即平均无故障时间）来计划安排维护活动，而是对运转状况、效率、热量分布和其他指标进行直接监视，以确定实际的平均无故障时间或将危害到工厂或设施内所有关键系统装置运转的效率损失。

平均无故障时间曲线



二、设备预测性维护的两种基本方法：

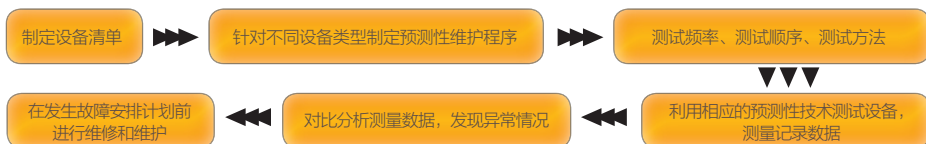
1、一般检测（巡检）

指按时进行巡检，以发现问题点为主要目标，发现后进行及时汇报，并对问题热图进行保存。一般检测基本由设备巡检操作人员完成。

2、精确检测（点检）

指定期对所有需要检测的设备的运行状态进行热图拍摄、保存和分析，尽可能及早把设备存在的隐患排查出。精确检测一般由设备维护工程师或以上级别人员完成。

三、设备预测性维护流程

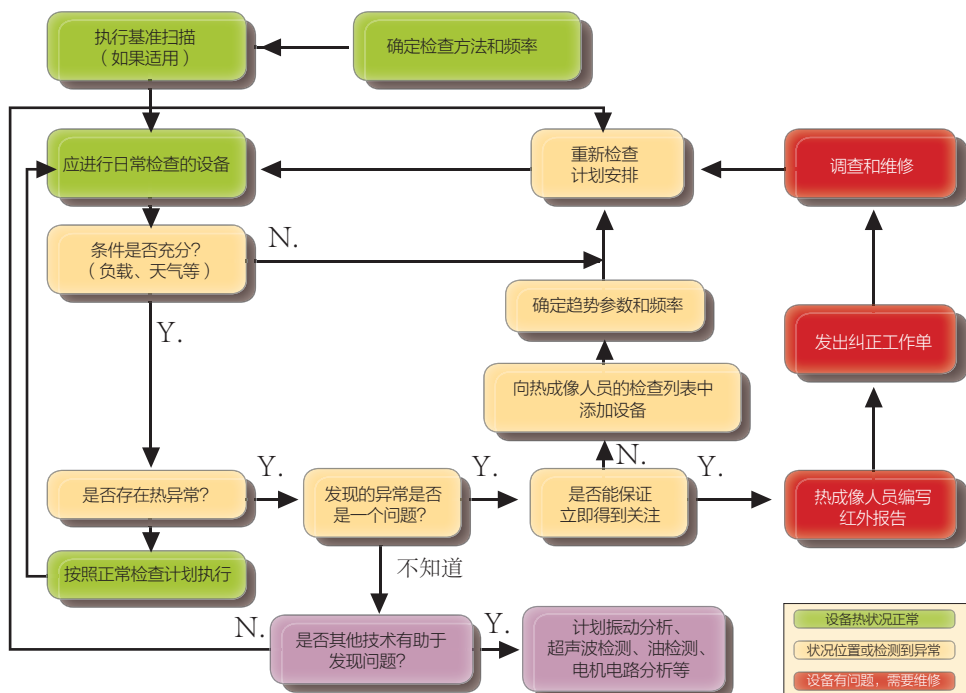




四、红外热像仪巡检、点检人员应具备能力：

- 操作人员须经厂级组织的规程考试及实际操作考核，合格后方能上岗。
- 具有红外热像技术的基本知识，了解红外热像仪基本结构，掌握其基本工作原理、主要性能和操作维护方法。
- 了解巡检、点检设备的结构和工作原理。
- 注意收集整理设备的正常和异常热像图及温度分布，进行归纳分析，寻找热缺陷的成因与异常热图之间的关系，对各种设备根据其结构特点逐一进行分析对比，提出切实可行的检测依据。
- 建立红外热像技术的诊断方法和判断依据。

五、红外点检流程示意图



六、参考案例：某公司年度设备维护点检方案

XX公司2012年度设施设备预防维护点检计划

序号	设备名称	设备代码	区域	2012年												备注
				1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
配电系统																
1	紧急发电机	MC-001	xxx						1						1	
2	高压配电室	MC-002	xxx					1								关键
	-三相母排	MC-002-01	xxx					1								关键
	-变压器	MC-002-02	xxx					1								关键
3	低压配电室	MC-003	xxx	1		1		4		1		1		1		关键
	-接线端子	MC-003-01	xxx	1		1		4		1		1		1		关键
	-断路器	MC-003-02	xxx	1		1		4		1		1		1		关键
4	电容补偿柜	MC-004	xxx	1		1		4		1		1		1		关键
6	不间断电源	MC-005	xxx				1						1			关键
7	电梯	MC-006	xxx	1				1			1				1	
8	照明	MC-007	xxx		1			1			1			1		
水处理系统																
9	储水罐	WS-001	xxx					1					1			关键
10	供水泵	WS-002	xxx	1						1						
HVAC																
12	空调	HV-001	xxx	1			1			1			1			关键
13	回风机	HV-002	xxx					1						1		关键
15	抽风机	HV-003	xxx											1		关键
16	冷冻机	HV-004	xxx		1			2			1			1		关键
压缩空气系统																
18	空压机	CA-001	xxx		1			1			1			1		关键
19	干燥机	CA-002	xxx			1			1			1			1	关键
热水系统																
20	热水锅炉	BO-001	xxx	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	关键
21	燃油供给泵	BO-002	xxx							1						
22	热水泵	BO-003	xxx	1						1						
23	蒸汽凝水泵	BO-004	xxx	1				1				1				
污水系统																
24	污水坦克	WW-001	xxx					1								
25	污水输送泵	WW-002	xxx						1							
消防系统																
26	消防泵	FA-001	xxx		1						1					
27	消防柴油机	FA-002	xxx					1						1		
厂房设施																
28	厂房外墙	CF-001	xxx			1						1				
29	厂房内墙	CF-002	xxx			1						1				
30	室外管路	CF-003	xxx			1						1				

注：该方案列举了部分典型设备的点检计划，仅供参考，具体的设备维护点检计划需要根据现场实际情况制定。

第二部分：红外热像设备巡检、点检操作规范参考

一、职责

- 技术管理部负责编制、修订设备点检管理手册。
- 生产部负责生产设备点检的计划、实施、检查考核、统计和分析。
- 设备副部长主管生产设备的点检工作，负责点检的运行管理、检查考核和检修计划的审核。
- 设备技术员负责设备点检技术工作，负责编制设备点检计划、制定和检查设备检修计划、点检记录的管理、统计和分析；必要时参与设备点检。
- 设备操作工负责所操作设备的点检。
- 维修班组负责全线设备的点检和巡检。

二、红外热像设备巡检、点检的现场条件：

- 被检设备应尽量避免视线中的封闭遮挡物，如门和盖板等；
- 环境温度一般不低于5℃，相对湿度一般不大于85%；天气以阴天、多云为宜，夜间图像质量为佳；不应在雷、雨、雾、雪等气象条件下进行，检测时风速一般不大于5m/s；
- 户外晴天要避免阳光直接照射或反射进入仪器镜头，在室内或晚上检测应避免灯光的直射，宜闭灯检测；
- 检测电气设备，最好在高峰负荷下进行。否则，一般应在不低于30%的额定负荷下进行，同时应充分考虑小负荷电流对测试结果的影响。

三、红外热像仪现场操作方法

- 仪器在开机后需进行内部温度校准，待图像稳定后即可开始工作。
- 一般先远距离对所有被测设备进行全面扫描，发现有异常后，再有针对性地近距离对异常部位和重点被测设备进行准确检测。
- 仪器的调色板温度量程宜设置在环境温度加10℃~20℃左右的温升范围。
- 尽量选择高对比度显示方式，调节图像使其具有清晰的温度层次显示。
- 被测设备的发射率一般设置为0.95，对电气设备检测时发射率一般设置为0.90。



四、红外热像设备巡检制度

- 按规定认真对所管辖设备巡检，频次不得少于1次/班，巡检期间按《巡回检查制度》要求执行。
- 班长应将每天巡检情况记录作好，以备查阅和月底工时统计。
- 确保巡检路线畅通安全。
- 巡检发现事故隐患，重点观察做好跟踪记录。
- 针对巡检中发现的设备缺陷、隐患，提出应安排检修的项目，纳入检修计划。
- 发现设备缺陷，必须在1小时内上报给班组长，三天内必须出检测报告书。
- 巡检中发现的设备缺陷，必须立即处理的，由当班的生产指挥者即刻组织处理；本班无能力处理的，由厂领导确定解决方案。

五、红外热像仪管理

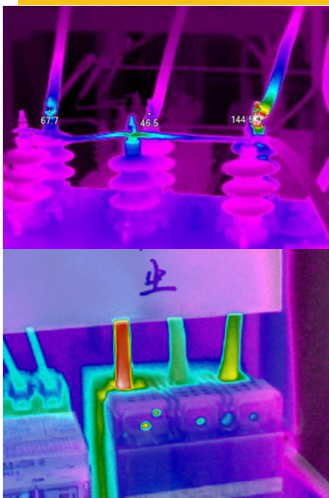
- 仪器应有专人负责保管，有完善的使用管理规定。
- 仪器档案资料完整，具有出厂报告、合格证、使用说明、质保书和操作手册等。
- 仪器存放应有防潮措施和干燥措施，使用环境条件、运输中的冲击和震动应符合厂家技术条件要求。
- 仪器不得擅自拆卸，有故障时须到仪器厂家或厂家指定的维修点进行维修。
- 仪器应定期进行保养，包括通电检查、电池充放电、存储卡存储处理、镜头的检查等，以保证仪器及附件处于完好状态。

第三部分：附录

一、部分设备巡检故障判断依据及后续处理方法

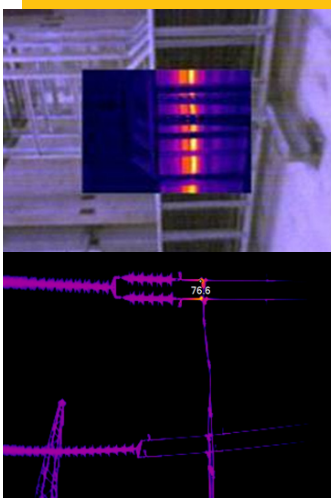
1 电气线路

序号	设备名称	故障状态	可能故障	建议进一步措施
1	线路	线路接头过热， 热点温度 > 70℃	接头接触不良、 氧化腐蚀、过紧	重新连接接头，处理完毕后， 热像仪复查
2	线路	单相线路整体过热， 相对温差 > 20%	过载、 三相不平衡或谐波	用DMM/钳表/功率分析仪检测过 载；用DMM/钳表/电能质量测试 仪检测三相不平衡还是谐波；处理 后用DMM/钳表和热像仪进行复查
3	线夹	线夹与线路连接处过热， 热点温度 > 70℃	线夹接头接触不良、 氧化腐蚀、过松	用DMM/钳表进行确认，处理完毕 后用钳表/DMM和热像仪复查
4	线夹	线夹整体过热， 相对温差 > 80%	过载、三相不平衡	使用DMM/钳表/功率分析仪检测 过载；使用DMM/钳表/电能质量 测试仪检测三相不平衡；处理后用 DMM/钳表和热像仪进行复查



电气连接过热

三相不平衡

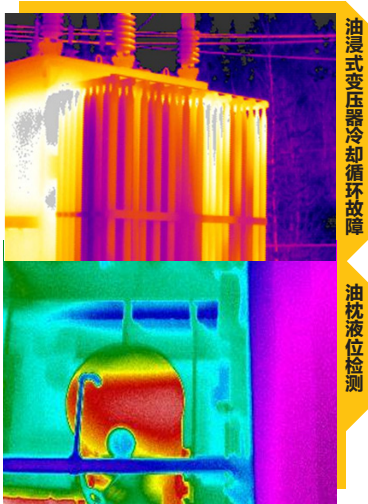


线路过载

线夹发热

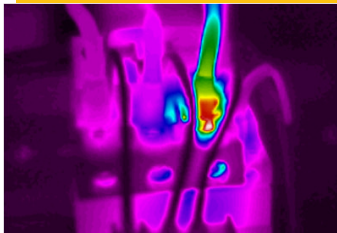
2 变压器

序号	设备名称	故障状态	可能故障	建议进一步措施
1	油浸变压器器身过热	热像特征是以漏磁穿过区域为中心，层次分明的不规则圆环。	因涡流损耗所造成的箱体发热	其温度一般不得超过95℃，如果超温，需对变压器进行停运检修，这种缺陷可以通过采用加装短路环的方式来消除漏磁现象。处理后用热像仪进行复查
		热图不具有环流形状，且该缺陷如热源过温多同时伴有变压器油的气化	变压器内部因接触不良或其它原因而引起发热	可以结合油色谱分析加以具体判断，处理后用热像仪进行复查
		热谱图是以缺陷部位为中心的局部温度升高	因铁芯绝缘不良引起的发热	使用绝缘测试仪进行确认，对变压器进行检修、维护。然后用热像仪和绝缘测试仪进行复查
		变压器一侧过热	谐波	使用谐波分析仪进行确定，如果有谐波，变压器降载，加谐波滤波器
2	油浸变压器器身局部温度低于其他部位	器身局部温度低，其他部位温度高	堵塞部分的管道或散热器因未参加油循环而呈现低温区，其它部分温度相对较高	对变压器进行检修、维护；然后使用热像仪进行复查
3	油浸变压器套管、油枕	套管、油枕液位过低	油路堵塞	对变压器进行检修、维护，处理后用热像仪进行复查
4	变压器绝缘套管	接头过热，热点温度 > 70℃	接头接触不良、氧化腐蚀、过松	重新连接接头，处理完毕后，热像仪复查
5	变压器绝缘套管	整体过热，热点温度 > 55℃	三相不平衡、过载	使用DMM/钳表/功率分析仪检测过载；使用DMM/钳表/电能质量测试仪检测三相不平衡；处理后用DMM/钳表和热像仪进行复查
6	干式变压器铁芯、绕组	过热，热点温度 > 130℃	谐波或绝缘绕组损坏	用DMM/钳表、谐波分析仪确定谐波；使用绝缘测试仪测试绝缘绕组损坏；处理后用热像仪复查

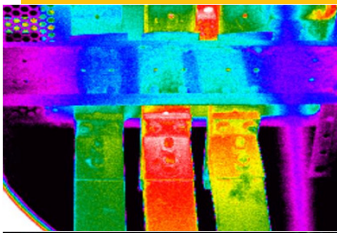


3 配电盘/开关柜

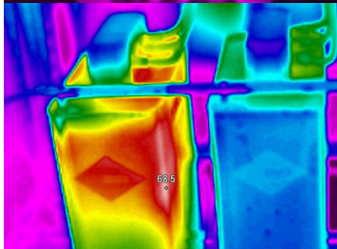
序号	设备名称	故障状态	可能故障	进一步措施
1	断路器	过热， 热点温度 > 55℃	过载、谐波	使用DMM/钳表/功率分析仪检测过载；使用DMM/钳表/电能质量测试仪检测谐波；处理后用DMM/钳表和热像仪进行复查
2	电容器	过热， 热点温度 > 55℃	过载、谐波	使用DMM/钳表/功率分析仪检测过载；使用DMM/钳表/电能质量测试仪检测谐波；处理后用DMM/钳表和热像仪进行复查
3	母排	连接处过热， 热点温度 > 90℃	接触不良、过紧、氧化腐蚀	重新连接接头，处理完毕后，热像仪复查
4	母排	单相过热， 相对温差 > 80%	三相不平衡、过载	使用DMM/钳表/功率分析仪检测过载；使用DMM/钳表/电能质量测试仪检测三相不平衡；处理后用DMM/钳表和热像仪进行复查
5	导线	接头过热， 热点温度 > 70℃	接头接触不良、氧化腐蚀、过紧	重新连接接头，处理完毕后，热像仪复查
6	导线	整体过热， 相对温差 > 80%	三相不平衡、过载、谐波	使用DMM/钳表/功率分析仪检测过载；使用DMM/钳表/电能质量测试仪检测三相不平衡还是谐波；处理后用DMM/钳表和热像仪进行复查
7	熔断器	接头过热， 热点温度 > 70℃	接触不良、过紧、氧化腐蚀	重新连接接头，处理完毕后，热像仪复查
	熔断器	整体过热， 相对温差 > 80%	过载，三相不平衡	使用电流钳表、功率计/相序表检测过载；使用电流钳表、电能质量测试仪检测三相不平衡；处理后用电流钳表和热像仪进行复查
	熔断器	温度过低	断开	取出后用DMM检测，处理后使用热像仪进行复查
8	接触器	接头过热， 热点温度 > 70℃	接触不良、过紧、氧化腐蚀	重新连接接头，处理完毕后，热像仪复查



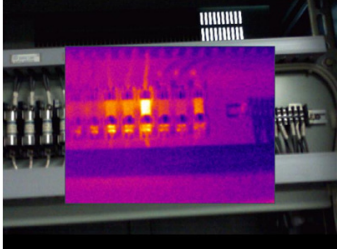
断路器接头过热



接线排口相过热



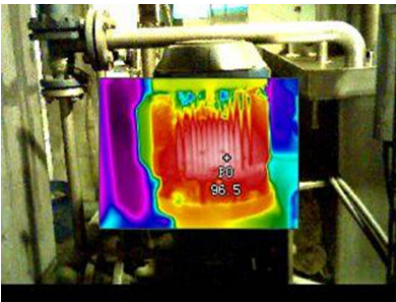
电容器老化



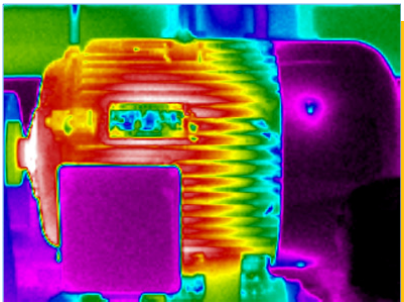
熔断器过载

4 电机

序号	设备名称	故障状态	可能故障	进一步措施
1	电气接线盒 外壳	接线端子过热， 热点温度 > 70℃	接触不良、 过紧、氧化腐蚀	重新连接接头，处理完毕后，热像仪复查
2	线缆	整体过热， 相对温差 > 80%	三相不平衡、 过载、谐波	使用DMM/钳表/功率分析仪检测过载；使用DMM/钳表/电能质量测试仪检测三相不平衡还是谐波；处理后用DMM/钳表和热像仪进行复查
3	电机外壳	局部过热，热点 温度 > 90℃	内部铁芯、绕组 因绝缘层老化或 损坏导致短路	确定绝缘处，使用绝缘测试仪检测，处理后用绝缘测试仪和热像仪进行复查
4	电机外壳	整体温度过高， 热点温度 > 90℃	空气流动不充分 导致散热故障	如果停机时间短，则只对电机空气进口格栅进行清洗；并在下一次有计划的停机检修中，安排一次彻底的电机清洗。处理后使用热像仪进行复查
5	轴承、连轴 器	过热，最高温度 点出现在轴承或 连轴器上	润滑不良或轴未 对中	检查润滑情况或对轴进行调整，如果有轴承振动仪，使用振动仪进行检测，处理后使用热像仪和振动仪进行复查



电机老化过热（超过90℃）

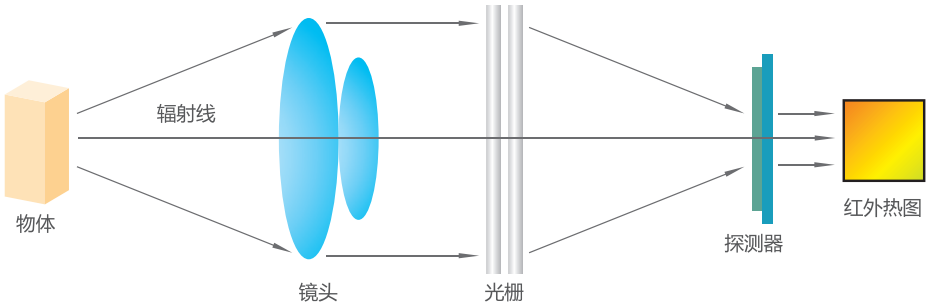


电机轴润滑不良
（最高温度出现在轴上）

二、红外热像基本原理

红外热像仪是一种新型的光电探测设备，可将被测目标表面的热信息瞬间可视化，快速定位故障，并在软件的帮助下进行具体分析，完成设备安全检测预防性维护工作。

热像仪由光学器件和探测器两个部分组成：光学器件将检测目标发出的红外辐射能量聚集到探测器上，探测器把入射的辐射转换成电信号，进而被处理成可见图像，即红外热像图。



三、红外热像仪与红外测温仪（点温仪）的区别

● 红外测温仪采样面积大，容易造成漏检

红外点温仪受光学系统的限制，其光学分辨率较小，即在相同距离采样点的直径比红外热像仪像素点的采样直径大很多，以Fluke红外点温仪为例，其最小的采样直径为6毫米，这样会造成较小的温度异常点的漏检，从而引发事故；而热像仪的像素点采样直径通常小于1毫米，可以检测细微的目标温度，避免漏检的产生。

● 红外测温仪无法进行目标整体温度分布的分析，检测效率低

红外点温仪只能显示一定范围内的一个平均温度，故不能检测整个面的温度分布情况，通常需要人工进行扫描检测以找到温度异常点，检测效率低。

红外热像仪可进行目标整体的温度分布检测，一般数秒钟即可判断目标的温度状态，检测效率高。



红外测温仪身上的光路图

四、红外热像仪选型建议

1 一般检测（巡检）用红外热像仪选型建议：

像素：160×120及以上

测温量程：-20~250℃及以上

热灵敏度：不大于0.1℃

功能要求：操作简单，有存储、温度显示功能即可；因现场复杂，建议热像仪具有防摔功能。



2 精确检测（点检）用红外热像仪选型建议：

像素：160×120及以上，建议使用240×180以上像素

测温量程：-20~350℃及以上

热灵敏度：不大于0.08℃

功能要求：除基本显示外，还具有高、低温自动捕捉、中间框等功能，部分现场

（如远距离检测接头等小目标和近距离拍摄大型设备）还应具有长焦和广角镜头选配。



五、Fluke红外热像仪主要产品指标

	Ti125	Ti110	Ti100
像素	160×120		
热灵敏度（30℃）	≤0.1℃		
测温范围	-20~+350℃	-20~+250℃	
精度	±2℃或2%（取二者中较大者）		
发射率校正	配备		
视场角	22.5°×31°		
调焦方式	手自一体		1.2米外定焦
视频输出及录像功能	USB视频输出，带温度信息的IS3格式单次最长5分钟录像	单次最长5分钟视频格式录像	-
语音标注	配备		-
IR-Fusion	配备		-
激光瞄准和照明功能	配备		仅激光瞄准
显示屏	3.5英寸VGA（640×480）LCD，竖屏		
锂电池	两块	一块	
跌落测试	2m		
重量	0.726Kg		
保修期	2年		
分析和报告软件	免费提供Smartview分析和报告软件		

	Ti32	Ti29/27	Ti25	Ti10	Ti9
像素	320×240	280×210/240×180	160×120		
热灵敏度（30℃）	≤0.045℃	≤0.05℃	≤0.09℃	≤0.13℃	≤0.13℃
测温范围	-20~+600℃	-20~+600℃	-20~+350℃	-20~+250℃	-20~+250℃
精度	±2℃或2%（取二者中较大者）				±5℃或5% （取二者中较大者）
发射率校正	配备			-	-
背景温度补偿	配备			-	-
视场角	23° × 17°				
标准镜头空间分辨率	1.25mRad	1.43mRad/1.67mRad	2.50mRad		
长焦镜头11.5° × 8.7°	0.63mRad	0.72mRad/0.84mRad	-	-	-
广角镜头46° × 34°	2.50mRad	2.86mRad/3.34mRad	-	-	-
IR-Fusion	配备	配备	配备	配备	-
显示屏	3.7英寸VGA（640×480）LCD				
电池	两块智能可充电锂电池		内置可充电电池		
跌落测试	2m				
重量	1.05Kg		1.2Kg		
保修期	2年				
分析和报告软件	免费提供Smartview分析和报告软件				

红外热像检测配套产品 红外窗口

为什么使用红外窗口？

利用红外视窗可以解决由于密闭的导致无法检测
高压开关柜，加热炉等内部部件的工作状态。

红外窗口的检测优势

安全

在打开电气柜情况下对带电装置进行红外检查，将会大大增加伤害的危险，通过福禄克的红外窗口，维护人员可安全完成高压设备检测。

快速

可在满载下进行检查，无需断电，大大节约了生产和维护成本。

使用步骤：

Step1:

切割窗口，安装

Step2:

对准窗口检测，拍摄

Step3:

在热像仪上或软件中修正“透射率”
参数至70%



福禄克红外窗口通过下列认证：

CLKTD系列

美国保险商实验室（UL）认证		✓
UL50环境		3/12类
UL746C		N/A（无聚合物）
UL94		N/A（无聚合物）
加拿大标准协会（CSA）认证		✓
环境		3/12类
KEMA（电弧测试）		配备
ANSI C37.20.7		50KA，30个循环@60Hz
EEMACS 14-1 Type-B		40KA，30个循环@60Hz
ASTA（电弧测试）		1.05Kg
IEC 62271		20KA，5个循环@50Hz
TUV		
承受循环湿度		✓
承受振动		✓
NEMKO		
绝缘材料电阻，高达100℃		✓
绝缘材料电阻，球压试验（布氏）		✓
灼热丝试验，650℃		✓
Lloyds Register		
高达11kV船舶开关柜，室内或室外		✓

CLKTO系列

美国保险商实验室（UL）认证		✓
UL50环境		3/12类
UL746C		N/A（无聚合物）
UL94		N/A（无聚合物）
TUV		
循环湿度和振动承受能力		✓
IP等级		IP65
NEMA等级		I类（UL第三方认证）
振动等级		IEC60068-2-6
湿度等级		IEC60068-2-3

应用场所

- 中压和高压开关柜
- 低压开关柜
- 电机接线盒
- 变压器接线盒
- 电机控制中心
- 发电机
- 母线系统

红外热像认证工程师培训

——助您打开红外热像应用宝库的钥匙



www.ti-certificate.com

参加人员：

- 已购买红外热像仪的使用者或工矿企业设备主管人员
 - 未购买红外热像仪但有使用计划的工程技术人员或科研院所技术人员
- 完成培训并通过考试者将颁发人力资源和社会保障部教育培训中心“红外热像认证工程师中级”岗位培训资格证书。

报名方式：

拨打电话：400-810-3435 发邮件至：jianxiang.shen@fluke.com



交货培训

- 针对代理商销售人员的一级培训（热成像基本原理、产品及应用）
- 针对最终用户的培训（热像仪的操作及SmartView 软件使用）



关爱计划

www.fluke.com/careplans

福禄克还提供延长于标准保修期之外的热像仪关爱服务（金牌、银牌、铜牌）来保证您的仪器始终处于最佳工作状态，并帮助您降低和控制总维护成本。您可在订购产品或使用产品的任何时候填写登记表，购买关爱服务。

关爱服务的分类比较	金牌	银牌	铜牌
在标准保修期之外再提供延长保修	•	•	•
超时未能修复仪器时，提供替代仪器借用	•		
在延长保修期内，提供一次可溯源校准	•		
在延长保修期内，提供一次性能检查		•	
每次实际维修后都进行可溯源校准或性能检查	可溯源校准	性能检查	性能检查
对于关爱服务外的维修，例如意外的跌落或使用不当引起的故障，提供15%折扣	•		
提供首位优先处理服务	•	•	•
在标准保修期和延长保修期内，对于您额外要求的性能检查或可溯源校准，提供20%折扣	•	•	•
您每年可以续买关爱服务（每年的关爱服务期不可间断）	•	•	•
依据福禄克产品变更通知单，提供软件固件和相关硬件的免费更新	•	•	•
针对校准到期、关爱服务到期和产品更新等，提供通知服务	•	•	•

福禄克中国客户服务中心热线
 免费上门演示预约电话
400-810-3435
 福禄克测试仪器(上海)有限公司
 网址：www.fluke.com.cn/Ti

FLUKE®

值得信赖 全球共识

©2012 Fluke Corporation
 规格如有变更，恕不另行通知。
 未经Fluke Corporation 书面许可，
 不得修改本文件。
 样本编号：G0001A03