

红外热像技术在房屋建筑检测中的应用分析

肖锦涛

身份证号码: 36082619961103901X 江西省吉安市泰和县沿溪镇湫溪村下陂头组 8 号

摘要:近几年,伴随着我国建筑业的快速发展,建筑物的能源消耗也随之快速增加。为了构建节约型与环境友好型的社会,地处夏热冬冷的上海,当前的建筑节能工作正在有条不紊地进行,相关的技术政策与节能标准也在逐步完善,建筑节能技术水平也在快速提升。但是,与此相伴而来的问题是,在建筑节能分项验收的时候,仅仅依靠阅读工程节能施工记录,并不足以对建筑物的整体外立面是否存在漏设保温层或隔热材料受损受潮等产生的建筑节能热工缺陷进行判断。如果使用通常的现场抽检的方式,那么发现缺陷的准确率就会很低,在检测操作时还会存在一定的安全风险。此外,还会对已完工的建筑外墙造成破坏,影响外观,如果修复不当,还会产生新的热工缺陷。红外热成像技术以其高效率、高灵敏度、大范围、直观、非接触等优势,成为当前国际上最先进、最高效的检测手段之一。在房屋建筑的检测中,红外热像技术是一种较为先进的检测技术,它具有快速、准确的特点,因此在房屋建筑行业中被广泛地使用,在每一个检测环节中都会有它的运用,本文将以外墙渗漏检测等为例,通过对具体实例的分析,对红外热像技术的应用效果进行讨论,希望能给有关研究者们带来一些参考。

关键词: 红外热像; 建筑外墙; 渗漏检测

1 引言

红外热像技术主要是利用红外热成像仪来对房屋建筑进行非接触式的检测,它能够迅速地对大范围内的房屋建筑进行检测,从而对建筑物各部分的施工状况有一个全面的了解,这对于企业对房屋建筑的质量以及建筑中存在的问题有一定的帮助。在房屋建造的过程中,因为施工不合理,经常会造成房屋出现一些瑕疵,而这种瑕疵并不能从外表上完全区分出来,也不能从外表上去理解,因为房屋建筑瑕疵的存在,会影响到房屋的使用品质和寿命,所以在建造房屋的过程中,要特别注意对房屋瑕疵进行检测,并对相关的瑕疵进行及时地修复。由于建筑物损坏具有很强的隐蔽性,所以在建造建筑物的时候,一定要选择合适的非破坏测试方法。文章对红外热成像技术在建筑物探测方面的应用进行了分析与介绍。

2 红外热像技术概述

2.1 原理

红外热像指的是通过红外探测器,接收到被测对象的红外辐射能量,并将这些能量分布转化成视频图像,这就是红外热像图,它的颜色与被测对象表面的温度一致。在热传递过程中,同样材质的物体在热传导时呈现在热像图中的颜色也是一样的。但是,如果在热传导过程中存在阻滞,那么被测物表面温度就会呈现出不同颜色的图像,进而可以评估其热传导的质量或状态[3]。

2.2 检测方法

根据 DG/TJ08-2038-2008 《建筑围护结构节能现场检测技术规程》的要求,并根据作者在该领域的工作经历,得出了以下几个

具体的照片。

(1)在进行测试之前,需要阅读与被测试物有关的节能设计图,对被测试物有一个基本的认识。要根据被检测建筑的高度和宽度,相邻建筑的高度和宽度,以及检测角度和距离,来决定可利用的相邻建筑的屋顶、消防楼梯、露台和窗台,来决定进行检测的最佳位置。

(2)将仪表放置在合适的地方,仪表应能正常使用;通常情况下,拍摄的距离为 10-50 米,俯仰角为 45 度,水平倾角为 30 度。

(3)在建筑的外墙上,应按不同的面积拍摄,上下或左右邻接的照片,要有重叠的部位。

(4)用红外线热成像设备进行摄像时,需对被测区域进行摄像,并记录下摄像的位置及数字。

(5)对外部防护结构表面同一位置进行红外热成像,并对同一位置进行等距、不同方向的扫描。

(6)在使用红外线成像器探测围护结构前,必须先对围护结构进行一般测量,再对可疑部分进行细致探测,以确定其温度数值。

(7)根据现场测得的红外图像,对异常位置进行分析判断,通常以主体面积的平均值为依据,若温差超过 0.5℃,不是由于围护结构的设计,也不是由于热(冷)源、试验干扰因素、试验条件和试验方法等引起的,就可以认为是热工缺陷。

(8)根据所测得的红外图像,对其进行分析判断,判断其有无热缺陷,缺陷的种类(如缺少隔热材料,隔热材料受潮,空气渗入等)及其严重性,可以根据参照的红外图像进行计算判断。在需要的时候,可以通过取样等方式来确定。

3 红外热成像技术在建筑外墙渗漏检测中的应用

3.1 建筑外墙的应用

红外遥感数据与其所处时间区域相比,存在着很大的偏差,同时还存在着一些质量问题。在 15:30 时观察到的温度差为最小,探测的敏感性也最强,探测的有效性也最好。早晚温差较小时,很难将其区别开来。因此,在利用红外热像仪来探测建筑外墙时,要根据建筑表面的朝向来确定探测时刻。建筑外墙的红外检测灵敏度除与外墙的光亮有关外,还与环境湿度、拍摄角度、拍摄距离、外墙材质和仪器的准确度等因素有关。

由于外墙的红外探测主要是接收外墙的红外辐射,因此,测量的效果不但与分析的测量周期、环境湿度、拍摄角度、距离有关,还与天气、外墙状况有关。

例如,不能探测到下雨的天气。在阳光明媚的日子里,正常零件与有质量问题零件之间的温度差不得大于 0.5 摄氏度。这时,红外线检测就会出错。由于外墙表面不均匀,雨水会渗透到墙体的空心部位,此时,外墙的红外特性差异较大,不易发现其中的缺陷。

在降水的蒸发期进行测定还可能引起误解。雨过天晴后,墙面会彻底干透,然后进行检验。测试时间为三日,测试时要注意测试条件,如有需要,可以用其他方法确认。如上所述,当使用红外热成像设备对外墙进行探测时,如果外部探测条件好,就可以选择适当的时间段,并且可以获得可靠的探测结果[5]。

3.2 渗漏检测中的应用

酒店上下层和卫生间都没有漏水,洗手间外就是饭店的过道。经过分析,我们认为酒店楼上的房间并未浸在水中。卫生间的地面是防水的,说明质量比较好,淋浴房前防水的施工质量还不能保证,所以将宾馆的室内温度调整到 28℃ 左右,这样室内的温度就会与室外的温度保持一致。用清水冲洗 2 分钟,然后以干燥的抹布擦拭。

在室温 28 摄氏度的情况下,马桶的装饰物会出现红光,但是在 15 摄氏度的情况下,就会出现蓝光,而在室温下,则会呈现蓝色。本发明是一种在地板渗漏后,用抹布将地板上的水渍擦拭干净,起到防水作用,不会吸收水分,气温稍降,呈橘黄色。只有少量的冰水滴到了地板上。然而,在渗漏点附近的红外线热成像显示出绿色,此时,地板表面已完全干燥,表明在地板附近的地板下面,存在着大量的水分[6]。水温在短期内不会升高,也不会到达室温。其结果是,渗漏圆周仅大于 15 摄氏度,这说明地表渗漏并未被封闭在防水或排水口内,而是在地表渗漏附近的胶结层上留下了积水,并向四周蔓延。因此,推测厕所和浴室的出口在施工时没有封闭。一旦有很大的排水量,由于排得不够快,水就会从浴室的水口流出来,把浴室与浴室之间的空隙给埋没。卫生间的地面做了防水,因此积

水 30 厘米深。湿气会从卫生间的门缝里漏出来。在沐浴过程中,发现墙砖粘在浴缸底部因此对竖向防水构造进行质量检测。把浴缸拆了,往前看了看。由于该防水层使用的是 K1L 型聚合胶砂,其外表与一般的胶砂类似,故未见明显的防水层缺陷,无法判断该防水层是否已按照设计图做过防水处理。通过红外线检测可以得知,该建筑的顶墙砖和铁锥是红色的,它的温度接近于室温,而下墙砖的红外热像显示为红、橙、黄、绿。

在铁锥体的高低反差下,墙体垂直方向上存在 20-30 厘米左右的橘黄色地带,且气温呈递减趋势。能判断出 20 米至 30 米的高度。水泥砂浆不会吸收水分,其中心部位的温度明显高于周围,主要为青绿色。由于冰冷的水渗入了水泥中,水泥的温度很快就降低了。蓝色表示砂浆中有孔隙或瑕疵,可导致砂浆中有大量的水份。淋浴室外面的走廊出现水渍,最主要的原因是淋浴室地板上没有铺上防水布。红外热成像系统可以精确地检测出宾馆卫生间的漏水情况,并对漏水进行修补。

利用红外热成像技术,可以精确地找到渗水的位置,从而达到降低损失的目的。红外线热像仪可以直接显示出优异的差值,因为防水层的外表与周边环境保持一致,所以不会产生渗漏。红外热成像探测泄露的问题并不局限于洗手间。它还可以用于隧道,地下建筑物,大型建筑物的外墙,以及爆破用的冷水管道。

4 红外热成像检测应用实例——火灾后房屋安全检测鉴定

4.1 工程概况

失火事故发生在一栋六层高的框架-剪力墙建筑中,它的用途是酒店。该工程完工时间大约在 10 年前,根据建筑施工图纸可知,该工程的混凝土强度是 C30,梁配筋是 3 ϕ 25 和 3 ϕ 20,配筋是 3 ϕ 8@200,截面大小是 500 mm \times 350 mm;楼面混凝土的配筋率为: Φ 8@140;钢筋混凝土剪力墙的配筋率为: Φ 14@150;柱子采用 4 ϕ 25 钢筋,400 mm \times 400 mm 的截面。占地约六千七百平米。保护层的厚度为 20-15-15。

据火情调查,起火地点是在五层的一个仓库里,易燃物是化纤,棉布和木质家具。火势从五楼向上蔓延至六楼,并在二楼的大部分空间中蔓延,经过 90 分钟的消防喷酒后才被扑灭。木质设备和化纤,棉布完全燃烧殆尽,铝质门窗扭曲,窗子玻璃爆裂。

4.2 火灾现场勘察情况

五楼发生火灾的仓库外墙涂料已经脱落,大梁上的防护罩也出现了裂痕。有些地方的混凝土保护层已经爆裂,露出了钢筋。现浇楼板外墙面漆完全脱落,多个保护层爆裂,暴露出配筋。六层的水泥部件因烟雾而显露出深棕色,多个油漆层被炸裂,最大的一块约占 35%,二层圆柱的损坏程度看起来比较轻微。利用 NEC 红外热

成像技术,我们很快将损伤最严重的部位划分为5个层状结构(②-⑤)/C-D),这与我们肉眼观测到的损伤情况相符合。

5 受损构件安全程度检测鉴定

为了给在灾后的维修工作提供一个科学、高效、准确的鉴定依据,检测人员利用红外热像-电化学方法,对损坏比较严重的区域的梁、板、柱、剪力墙等垂直和水平的承重构件进行了检测鉴定。

表1中列出了红外线热像仪的测试结果。此外,利用钢筋电分布比例尺检测仪,对损伤较重的部分构件中的钢筋的各个电化学参数进行了测定,由此推断出构件中的钢筋的损伤程度,其中一些测定结果如表2所示。以我国现在的专家经过多次实验得到的成熟的计算模型 $C30y_2 = f(t)[-110740x + 216235(400 \sim 900)]$ $^{\circ}C$ $C20y_2 = f(t)[-019847x + 213991(400 \sim 900)]$ $^{\circ}C$ 式中, X 是混凝土热像平均温升, y₂ 是混凝土的抗压强度比值, f(t) 是与过火时间、构件类型等相关的系数。

表 1

构件名称	部位	损伤深度推定/mm	混凝土剩余强度 %	钢筋损伤率 %	综合评定损伤等级	备注
梁	③/A B 5F ④/A B 5F	15	85	17	II	
柱	③/B 5F ④/C 5F	8	88	12	II	
楼层板	2 3/A B 5F	12	79	23	II	

表 2

构件名称	部位	E _{corr} (mV) 腐蚀电位	I _{corr} (mA/cm ²) 腐蚀电流密度	R _p (KΩ·cm)	推定过火温度	备注
梁	③/A B 5F	364	01551	3400	>=500℃	
	④/A B 5F	372	01852	1125		
柱	③/B 5F	353	01016	8823	>=500℃	
	④/C 5F	335	01224	2267		
楼层板	2 3/A B 5F	310	11895	2153	>=500℃	
剪力墙	A E 5F	163	11423	4468	>=500℃	

在此基础上,结合红外热像仪和电化学检测的鉴定结果,依据所建立的评价模式,对建筑物内各部位的损坏程度进行了评定。同时,依据评估结果,为委托方提供了一套既经济又可行的加固修补方案。

6 结语

本项目提出的红外热像法是未来建筑无损检测技术的发展趋势,既可应用于灾害后房屋的安全性评价,又可应用于外墙饰面砖的粘接强度和缺陷,还可应用于屋顶和外墙渗漏、地暖漏水和电气设备短路的检测和鉴定。它以其安全、非破坏性和较少的局限性,在今后的研究中将会得到更广泛的应用。

红外热像探测技术具有探测灵敏度高、探测结果可靠等特点;在费用方面,该方法具有覆盖面广、无损伤、高效等优点;而且它是无接触的,可以有效地防止在测试时出现安全问题。

参考文献:

[1]周庆宇.红外热像技术在房屋建筑检测中的应用分析[J].安徽建筑,2022,29(03):155-156.DOI:10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.03.070.

[2]李小静.红外热像技术在房屋建筑检测中的应用探讨[J].建筑与预算,2022(02):55-57.DOI:10.13993/j.cnki.jzys.2022.02.019.

[3]曹曦艳.红外热成像技术在建筑工程无损检测方面的应用探索[J].中国设备工程,2020(04):131-132.

[4]何慧敏.浅谈红外热像法在建筑工程渗漏检测中的应用[J].价值工程,2019,38(09):90-92.DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2019.09.031.

[5]张凤玲.红外热像技术在建筑外墙饰面质量检测的应用[J].建材与装饰,2017(14):85-86.

[6]曹平华.红外热成像技术在建筑外墙检测中的应用[J].无损检测,2017,39(02):26-29+33.

[7]李昂.探析红外热像仪在建筑节能检测中的应用方法[J].建材与装饰,2016(53):52-53.

[8]李亚玲,黄俊杰,罗峻,孟海.红外热像法在建筑外立面石材粘结质量的检测应用[J].建筑技术开发,2016,43(11):147-148.

[9]饶悦.红外热像技术在房屋渗漏检测中的应用[J].建材与装饰,2019(12):59-60.

[10]范卫东.红外热像法在保障房外保温检测中的应用[J].住宅科技,2019,39(07):55-58.

[11]曹曦艳.红外热成像技术在建筑工程无损检测方面的应用探索[J].中国设备工程,2020,44(04):138-139.

[12]张剑峰.红外热成像技术在建筑外墙热工缺陷及节能建筑评估中的应用技术研究[D].西南交通大学,2019.

[13]朱伯龙等.高温(火灾)下混凝土与钢筋的本构关系[J].四川建筑研究,1990.

[14]时志洋,郑帆,邢锋,董必钦.锈蚀速率对混凝土中锈蚀产物渗透的影响[J].深圳大学学报(理工版),2023,40(03):320-325.

[15]杜红秀,张雄,韩继红,李旭峰.混凝土火烧损伤的红外热像检测与分析[J].建筑材料学报,1998(03):25-28.