



辐射吊顶系统



像我们团队一样，
我们的激情从未熄灭。

1951 年
公司成立于

超过 **900 名** 员工

每天 **70** 吨黄铜加工量

130,000 m² 的生产工厂

营业额接近 **1.7** 亿欧元

80 % 用于出口

要想做到最好，需要有正确的目标。为了实现这些目标我们的团队在住宅，工业和商业领域中的供暖、空调、卫生用水部件和系统生产上成为当今世界的领导者之一。而且还在向着更高的目标不断发展壮大。



分公司、代表处和独家合作伙伴

- | | | | | |
|-------|-------|-------|---------|-------|
| ① 意大利 | ⑤ 英国 | ⑨ 波兰 | ⑬ 加拿大 | ⑰ 约旦 |
| ② 法国 | ⑥ 比利时 | ⑩ 中国 | ⑭ 捷克共和国 | ⑱ 印度 |
| ③ 西班牙 | ⑦ 瑞士 | ⑪ 巴西 | ⑮ 斯洛伐克 | ⑲ 俄罗斯 |
| ④ 葡萄牙 | ⑧ 德国 | ⑫ 阿根廷 | ⑯ 土耳其 | |

辐射系统： 技术创新带来舒适环境





供暖和制冷系统中的热计量系统及组件。



住宅和商业建筑的温度调节和空气处理：
地板辐射、墙面辐射及吊顶辐射。



生活用水系统组件及设备。



燃气系统安全及输送产品。

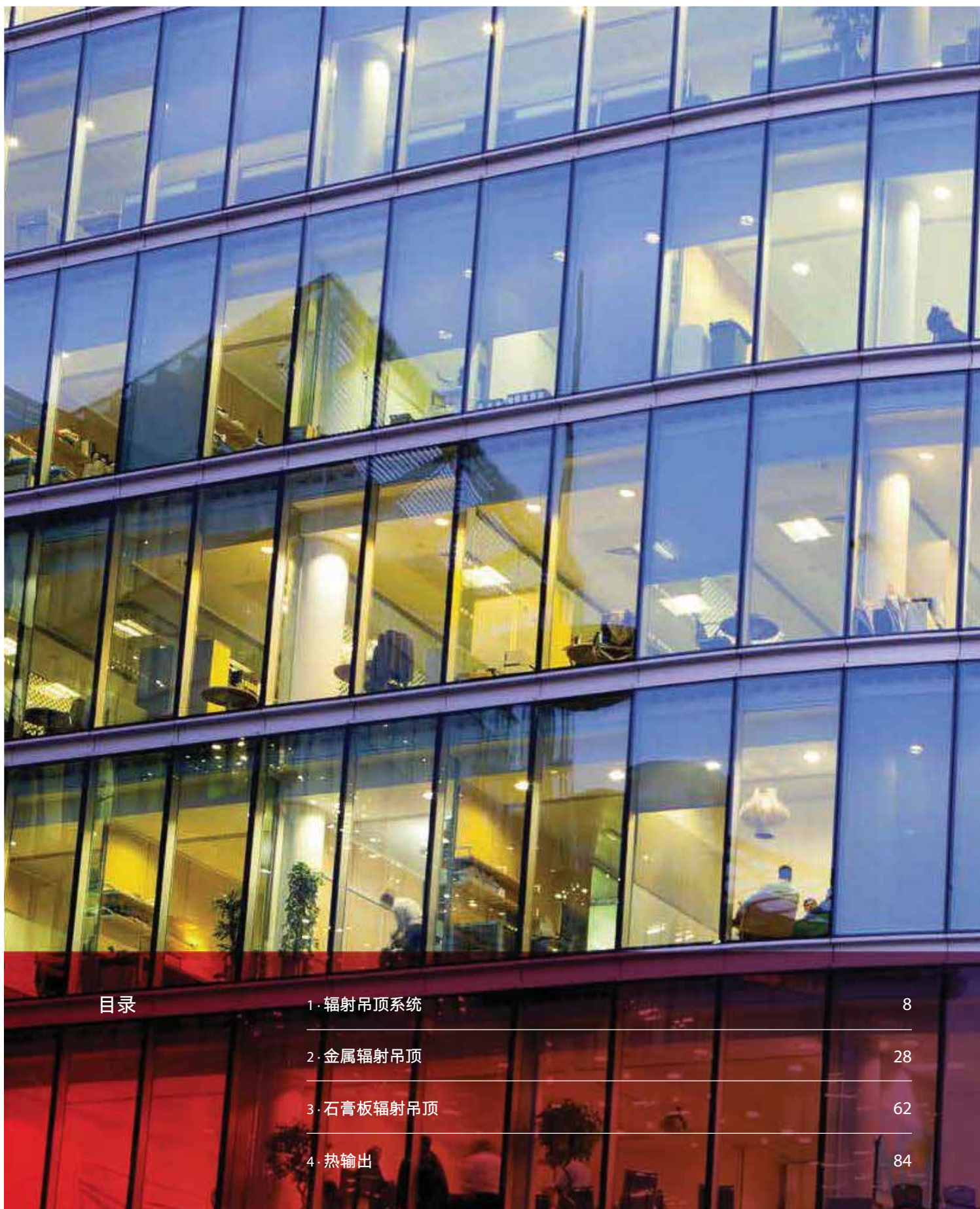


可再生能源利用系统组件。



消防系统产品。






目录

1. 辐射吊顶系统	8
2. 金属辐射吊顶	28
3. 石膏板辐射吊顶	62
4. 热输出	84



5 · 制冷和空气处理	94
6 · 管理控制系统	102
7 · 系统工程项目	118
8 · 介绍说明及检测	128



顶级的舒适性、良好的空气质量与一流的节能性能，使得辐射吊顶系统成为一个明智的选择。



第1章:

辐射吊顶系统

简介

辐射吊顶系统在供暖、制冷和室内装修上是一种高效现代化的解决方案。主要应用在与人们日常生活中息息相关的建筑：如住宅、办公室、学校、展览室、酒店、医院、博物馆等，这些只是其中几个主要应用方向。单从安装角度来说，吊顶辐射系统是调节系统空间温度的水循环系统，通过合理的空气调节和其它辅助系统进行平衡设置，从而保证最合适的通风条件和湿度控制。

吊顶辐射系统与周围环境之间是通过热辐射进行热交换的。

辐射，无处不在又十分陌生

尽管吊顶辐射系统在过去二十年已经有一个稳步的增长，为许多人提供了“辐射”供暖的舒适感体验。但人们仍然都有一个很普遍的偏见，认为：“因为热空气会上升，所以不能从上方进行供热”，在安装时，工人会尽量避免这种方式。但是这只是在供暖领域不擅长的人的想法，是一种错误认知。

辐射吊顶原理十分简单，它只不过是人类从自然现象转化为科学技术的许多成功发明之一。

正如人类通过观察鸟的飞行发明了飞机一样，我们也可以从太阳辐射地球和吊顶辐射系统之间找到原理上的联系。

关键词是：辐射。

但人们怎样才能在没有辐射吊顶系统时体验辐射的感觉呢？

最简单的方法：在晴朗的冬天站在太阳底下，在9-10的气温情况下，只穿一件毛衣，您可以直接感觉到是否温暖舒适？

而且穿不同颜色的毛衣会让人感觉更冷或更暖和。

这就是我们所说的辐射：我们不可能接触到太阳，而空气温度只会让我们更冷，但是辐射的热量高于空气带给我们的低温，最终我们会感觉十分舒适。

当我们将辐射吊顶用于实际生活中的供暖时，我们利用红外线视野进行观察，我们会对供暖效果有一个清晰的认识。如图1.1所示是一个石膏板辐射供暖的房间，辐射板供水回路水温35。黑色和蓝色区域显示的是低温，红色和黄色显示的是高温。

很明显，左边图像表明，门口的窗户是冷色的，而窗帘上分别显示冷色和受辐射影响两个区域。右边的图片才是重点。它显示了最基本的要素：辐射吊顶板下的地板以最佳的方式接收热量，并反过来加热室内的墙壁和家具。右边的墙也受到这种热交换的影响从而温度升高。辐射的效果是改变使用环境中物体表面的温度：这是根据它们表面的相对位置而独立发生的：显然在相同条件下(如相同的吊顶表面温度、材料、发射率、材料的黑度等等)，相对表面越多，热交换越强烈。

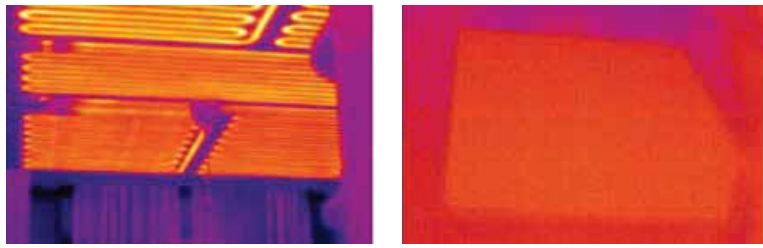


图1.1辐射吊顶的供暖热成像

辐射吊顶的特点

辐射吊顶系统用于供暖和制冷是一种有效的解决方案。它们在保证实现最佳节能目标的同时也赋予了系统高水平的舒适性。相比传统的空调系统，辐射吊顶因其独有的特性而具有极大的优势：

- > 节能
- > 空气品质
- > 空间利用率高
- > 低噪声
- > 维护成本低
- > 反应性
- > 舒适性
- > 模块化和灵活性
- > 安装快捷
- > 预装式辐射板
- > 可检修

节能

使用辐射吊顶系统，能够解决部分显热负荷，从而最大限度的减小空气处理的总风量。因为水的比热容比空气高，相对全空气系统而言，辐射吊顶系统能以更有效的方式传递等量的热能：这是最主要的节能因素，同时能够降低风机耗电量。辐射吊顶所需的供水温度低也是实现节能的一个重要优势。辐射吊顶和室内的换热量由两部分组成，其中对流换热量约占总换热量的25%，辐射换热量约占总换热量的75%。

辐射吊顶和室内空气之间的对流换热量 q_c 表达式为：

$$q_c = \alpha \cdot (T_{\text{room air}} - T_{\text{panel surface}}) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

辐射吊顶和室内所有物体表面之间的辐射换热量 q_1 表达式为：

$$q_1 = 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot \epsilon \cdot F \cdot (T_{\text{surface}}^4 - T_{\text{panel surface}}^4) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

其中：

α = 对流换热系数 [W/m² K]

ϵ = 物体表面发射率函数，无量纲值

F = 辐射吊顶和物体表面之间的角系数，无量纲值

$T_{\text{room air}}$ = 室内空气温度，K

T_{surface} = 物体表面温度的四次方，K

$T_{\text{panel surface}}$ = 辐射板表面温度的四次方，K

该公式清楚地表明辐射板表面温度与供水温度密切相关，在辐射换热期间换热效率提高到四次方。这就是为什么通常辐射吊顶工作时，制冷供水温度在15°C 和供暖供水温度在35°C 的原因。与之相反，传统的空调系统只有通过对流才能发生热交换，其制冷时需要6-7°C的水，供暖时需要50-60°C的水。很显然，在现代供暖及制冷系统中，辐射系统能够充分的利用能源并达到最佳的性能。

最后，检查室内发生的其它变化。除了湿度比外，舒适温度 T_o ，表示为： $T_o = (T_s + T_a)/2$ ，其决定了人体舒适的感觉；换句话说，舒适温度是所有表面平均温度 T_s 与使用环境空气温度 T_a 之间的算术平均数。当系统夏季制冷时，我们期望得到25°C的舒适温度，因为平均表面(地板，吊顶，墙)温度为27°C，所以需要设置室内空气温度

为23°C，才能得到25°C的舒适温度。而辐射吊顶系统平均表面温度为23°C，所以可以设置室内空气温度为27°C，就能实现相同的25°C的舒适温度。很明显，假设室外温度为35°C，当室内空气温度为23°C时，室内外温差更大，消耗更多能源。

同理，冬季亦然。

这说明，辐射吊顶系统是一种完美的解决方案，其在建筑节能上迈出了决定性的一步。

空气品质

辐射吊顶的实际应用范围非常广泛，尤其是在以显热负荷为主，或要求高品质空气的室内环境下：也因此，该系统在医院里应用已经超过15年了。

该系统和通风系统结合使用，可以对空气交换和湿度进行调节，能够保证室内最佳空气质量条件。

在冬季，辐射吊顶的表面温度处于28-30°C，按如上所述的舒适温度计算方法，室内空气温度只需保持在18-19°C，从而降低室内空气的干燥度。

在夏季，除湿机无需分布于建筑的多个地方，完全消除了连接不畅的问题，且不存在维护环节。表冷器和过滤器实际上是细菌和真菌繁殖的理想场所。而相反，这种空气交换和湿度调节的单体式集中系统，通过管道分布提供间接除湿和干空气，并由于其低湿度率能抑制病原体或致敏生物的繁殖。

空间利用率

一些坏习惯证明我们天生就有根深蒂固的倾向性，我们定义为“正常的”和“预期的”，实际上并非如此。

从建造者和住户的角度来看，很显然需要提高空间的经济价值。然而，人们并不理解，实际上使用传统空调系统(全空气或结合风机盘管)大大减少了用户的使用空间。

下面的图片是在相同的室内环境下，分别使用全空气空调系统(图1.2左)和辐射吊顶+空气处理系统(图1.2右)的对比图。

空间高度的节省

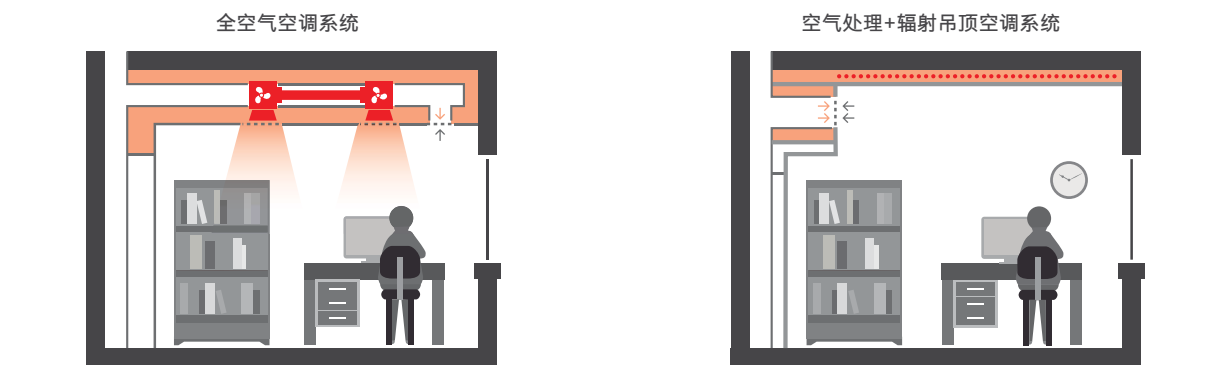


图1.2空间高度的节省

很明显，全空气系统相对于辐射吊顶+空气处理系统需要更大的空间高度；在多层建筑中，尤其是典型的商业区域，这些节省的“技术空间”甚至能达到相当于一个完整楼层的高度。为了容易理解这个概念，试想，如果一个10层的建筑，每个楼层需要50cm的全空气系统，而辐射吊顶只需要20cm：每层节省30cm，则10层楼共节省3m高。同样的，下面的图片也显示了在相同的室内环境中，分别使用风机盘管+空气调节系统(图1.3左)和辐射吊顶+空气调节系统(图1.3右)的区别。

水平空间的节省

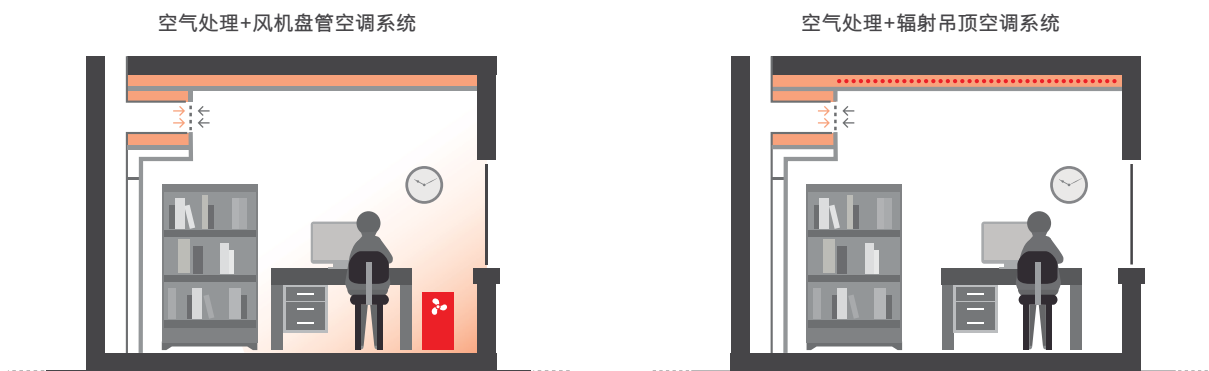


图1.3使用可节省空间

其次，可以轻易扩展使用散热器和风机盘管的住宅型建筑的空间。

从图片中可以看出(图1.3左)供暖终端的安装减少了室内空间：包括末端设备的大小，保证正常运行所需的安全距离及防止居住者感到不适而保持的距离。

而辐射吊顶却不会从使用区域和墙壁上减少使用空间。

而且上面给出的例子都会安装传统的吊顶，因此很容易推断出辐射吊顶不会以任何方式影响空间的利用率。

降低噪声

显而易见，在同等室内环境条件下，噪音越大人们感觉越不舒适。很多人在宾馆过夜的时候，因为风机盘管不干净，产生很大的噪声，而半夜给前台打电话要求他们关掉空调。

相对于传统空调系统所需的空间，辐射吊顶需要的通风量大减少，且远程控制管理，形成一个低噪声水平的空气处理系统。让人们能够体验安静和轻松的生活。

降低维护成本

辐射吊顶能显著降低维护相关的成本：无机械运行部件，无末端设备，无需更换过滤器或电机，且与传统空调系统相比具有更长的使用寿命。

反应性

辐射吊顶的特点是快速传热。

当使用金属辐射板时，其热惯能与内部流动的水相同；而石膏板的热惰性导致石膏板具有一个过渡期。

利用红外热成像仪我们能看到热跃迁的发生。下面的图片清晰地显示了金属辐射吊顶和石膏板吊顶的热活动阶段。当然，其热量转换具有相同的特性。

这两种情况都清楚地表明系统的高反应性水平。



fig. 1.4 热红外成像仪

金属辐射吊顶:

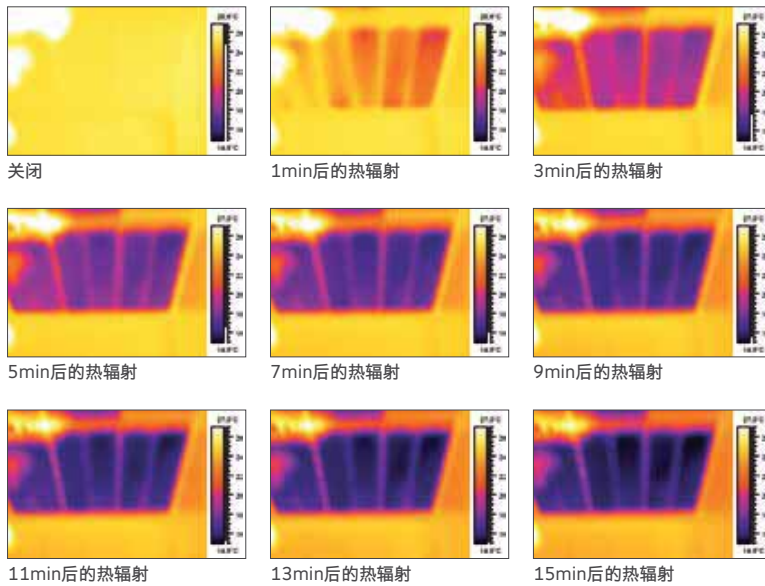


图1.5金属辐射吊顶的热跃迁

石膏板辐射吊顶:

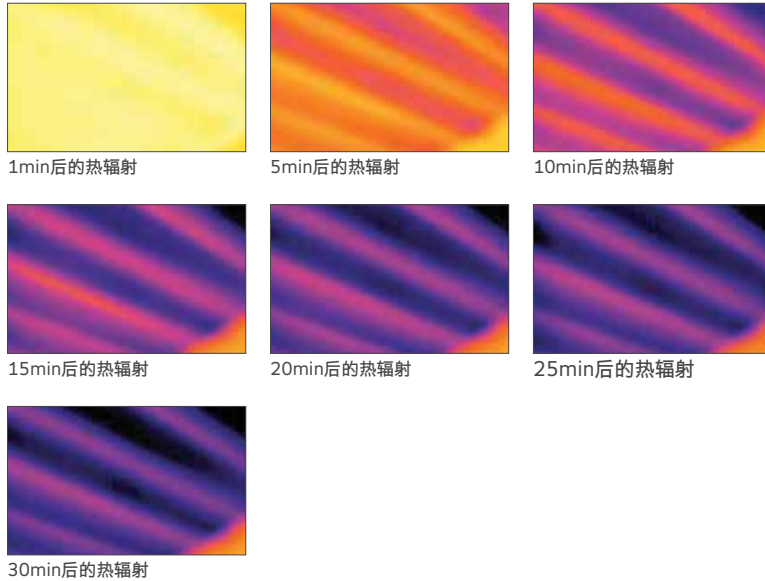


图1.6石膏板辐射吊顶的热变化

舒适性

辐射吊顶系统是实现高舒适度的最佳安装解决方案。

舒适性的概念在上世纪末已经得到了广泛的调查研究。然而实际上，在日常生活中，我们很少关注别人的伟大科学成果，在“分析性报道”实际上成为真正的实践之前，通常还需要花费几年时间。

如果我们设想一个舒适的气候环境，通常将重点放在冷，热和湿度上。但想像一下 - 例如 - 在一家餐厅用晚餐，但坐在一个靠近冷气出风口的时候，人体感觉是十分不舒服的。

这些都是有效并且正确的观察方法，舒适的概念是十分广泛的—我们可以通过阅读前面降噪的段落来进行猜测。

现在，我们可以依靠客观的工具和方法来实际量化舒适的概念，而不仅仅是根据空气质量，环境的舒适度来描述它。

参考条例：

- > EN ISO 7730: 使用PMV和PPD的计算方法进行分析测定并解释热舒适性
- > EN 15251: 室内环境的标准，包括温度，室内空气的质量，光线和噪音
- > EN 13779: 非住宅建筑的通风。通风系统和室内空调系统输出要求

对于将舒适性作为一种热感觉的重要因素，而不考虑诸如气味，灯光和噪声等因素的规则，是由EN ISO 7730提出的，这个规则于1994年第一次出现随后被完善¹。

简言之，热舒适水平由预测不满意百分比-PPD表示。

为了更好地理解PPD这个变量，我们可以想象一群人站在一个房间里，他们在房间里的舒适感有什么不同：一些人将会感到热，一些人将会感觉太热，其他人可能有点冷...这样，我们就赋予了PPD这个变量一个概念。

这个评价是通过预测平均指数-PMV给出的，PMV参数范围是包括中心零点，从-3(极冷)到+3(极热)的分级标度，其表示人们所感知的热健康水平。

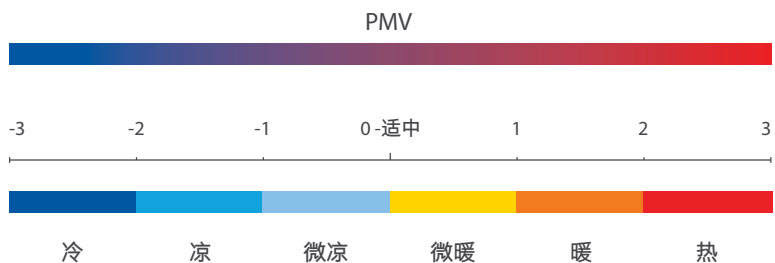


图1.7预测平均指数

热舒适的PPD参数基于PMV表示²，并通过一组参数方程确定，其中包含了表征舒适性的物理因素——代谢活动，湿球和干球温度，相对湿度，空气速度，平均表面温度，工作温度。

注意

¹ UNI EN ISO 7730: 2006, 热环境的人体工程学 - 通过计算PMV和PPD指数和当地热健康标准来分析测定并解释热健康。

² $PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0.03353 \cdot PMV^4 - 0.2179 \cdot PMV^2)$

除了PMV这个主要指标，热舒适的PPD还考虑了造成局部不舒适的因素：

- > 气流 (DR% - 通风率)
- > 空气温度垂直失调
- > 非对称热辐射
- > 地板温度

并将热舒适分为三类：A、B和C，下表总结了根据UNI EN ISO 7730: 2006的舒适度评价标准。

注意
有关上述所说指标的详细定义，请参考UNI EN ISO 7730: 2006

类别	整体舒适度			局部不适		
	PPD %	PMV	DR %	空气温度垂直失调 [°C]	地板的冷热[°C]	非对称热辐射 [°C]
A	<6	-0.2 < PMV < 0.2	<10	<3	<10	<5
B	<10	-0.5 < PMV < 0.5	<20	<5	<10	<5
C	<15	-0.7 < PMV < 0.7	<30	<10	<15	<10

B类要求PPD指数低于10%，它包括大多数住宅和适合辐射吊顶的商业建筑：

同时也代表了新建筑和现有遗留建筑舒适性的目标。

关于空间垂直温差，以及显示辐射现象的热图像。下图能够清晰的显示出来：

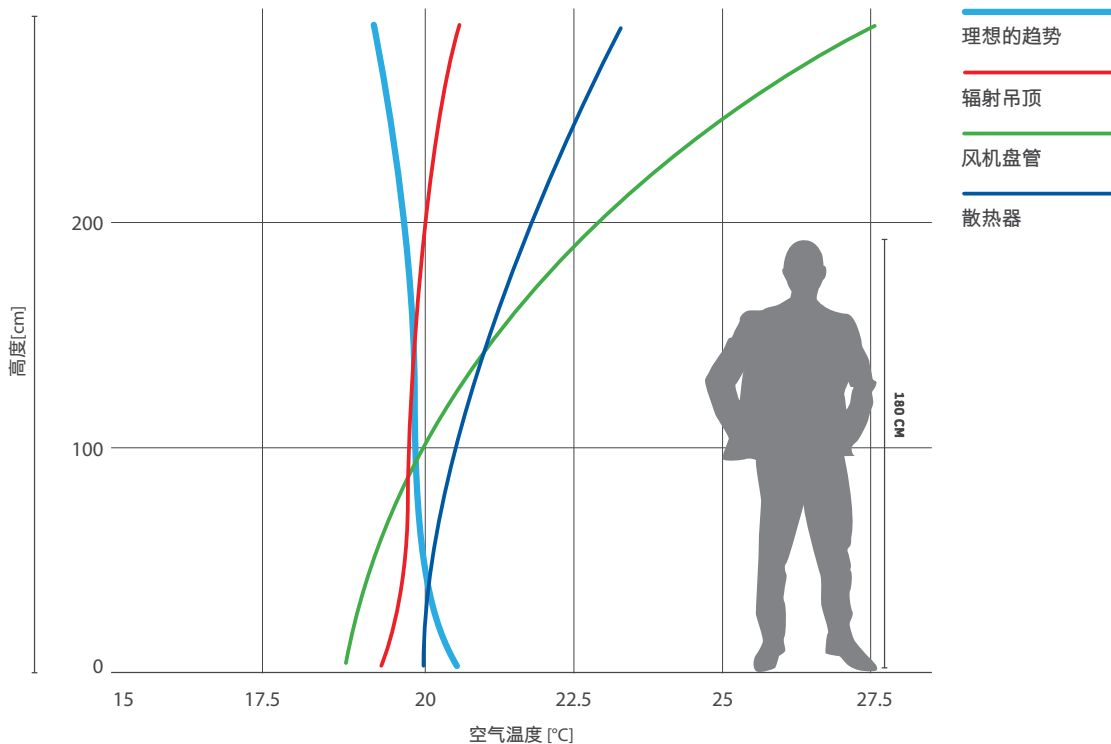


图1.8典型供暖系统的空气温度垂直失调

这幅图清楚地显示了辐射吊顶在供暖时没有任何垂直温差分层。辐射吊顶部位和地面部位的空气温差能够很好的控制，并且远低于使用传统供暖系统的温差。

这个特点是减少空气运动的重要因素，能够进一步减少向墙壁的热扩散，显著地增加了舒适性水平：环境温度的理想变化趋势和辐射吊顶的温度垂直剖面之间有着极大的相似性，这一点十分明显。这个结果，表明之前先入为主的观念是错误的。

以下是来自GiacominiS.p.A.的实验测试的具体结果，作为辐射吊顶合理舒适性的强力证明。

舒适度测试：会议室

第一个环境是测试一个复杂场地的辐射吊顶系统：一间会议室，因为拥挤的环境，其潜负荷可能会导致所需空气流量高达4-5 vol / h，远远大于普通办公室通常所需的2 vol / h - 这是最初测试的一种情况，其目标是PPD指数低于10%，且没有空气流动。

在测试期间，房间一直正常使用。为了测试在一个环境中长时间使用后的舒适度评价，测试的时间选择在了使用之后的一段时间。

该试验在7月的一天进行，当天室外温度变化范围是夜间温度17，下午32。

必须指出，辐射吊顶从上午8：30至下午6：30持续运行。而在这期间，通风系统仅有一次风通风，且进入的空气与室内设定温度相同。



图1.9用于舒适度测试的会议室

测试结果十分理想，如下所示：

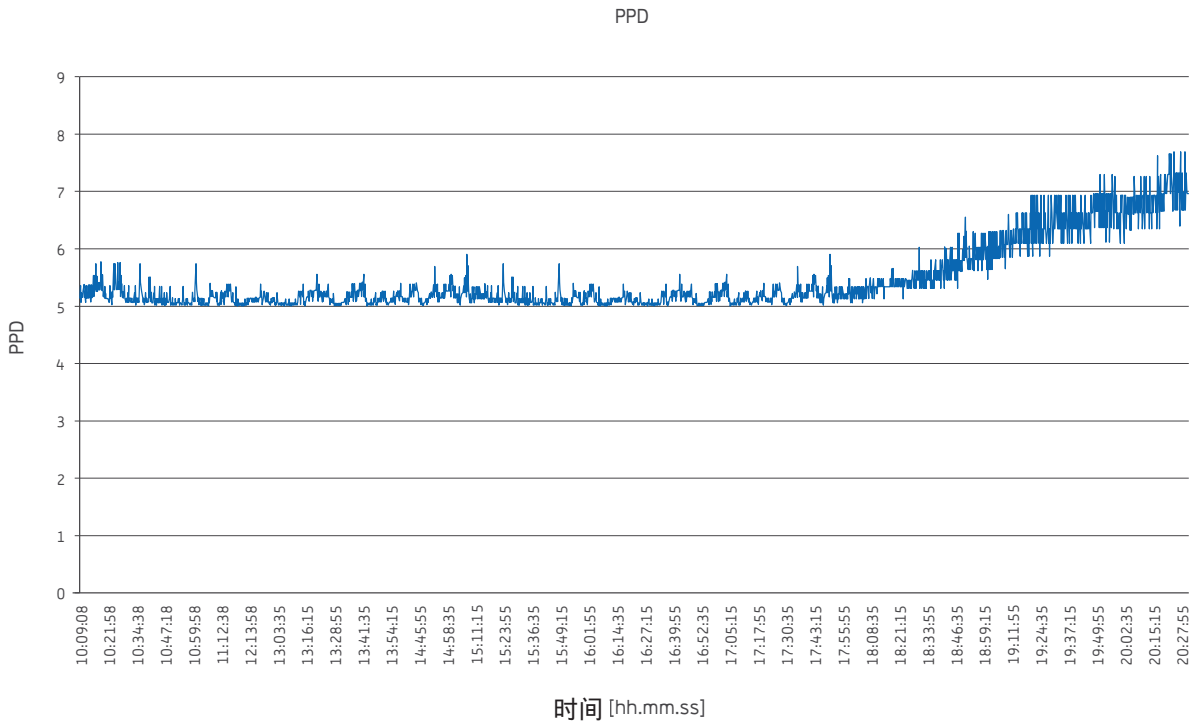


图1.10 PPD趋势

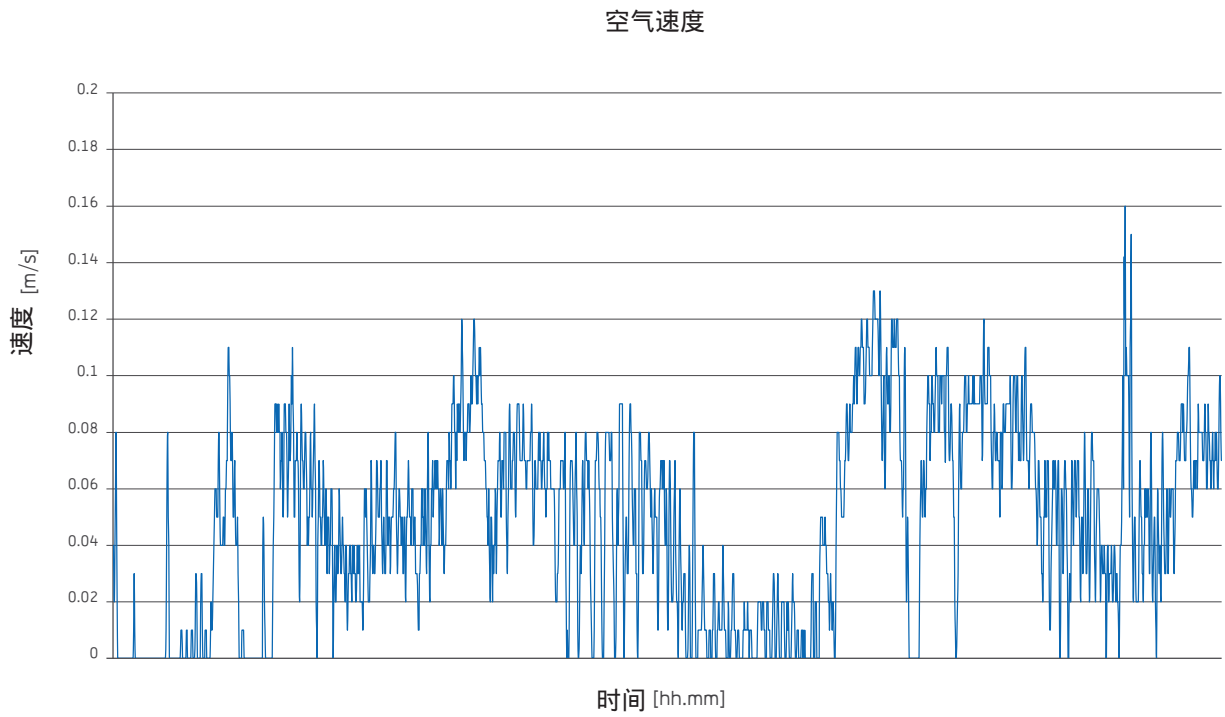


图1.11 空气速度趋势

PPD的趋势清楚地显示了使用辐射吊顶系统获得的舒适度。我们从下午6:30开始关闭系统，之后舒适率逐步降低。

根据所记录的PPD图线来看，在试验空间中，空气速度降低了：除了人们在敏感仪器附近移动时造成的速度峰值外，图形所表示的速度实际上低于0.1m/s。

并且如房间图像所显示，在有新风进入的情况下，可以看出没有明显的风口，这是极大的改进。

使用微穿孔吊顶板对进入新风很重要，并能提高安装质量，因为它改善了吸声效果，并降低了使用区域中的空气速度。相较于传统系统，仅仅只有0.25m/s的速度。

模拟测试：从舒适性理论到最终项目

第二个测试是在测试房间中进行深入的分析，模拟一间办公室，其带有直接受到太阳辐射的窗户，根据目标要求的舒适度找出最合适的辐射板，并在窗户附近引入通风。

这是一个具有舒适度限制的安装规划示例。

模型环境和实验测试模拟实现的关键是选择最合适解决方案。

下图显示了测试环境的设置，温度设定在24°C。

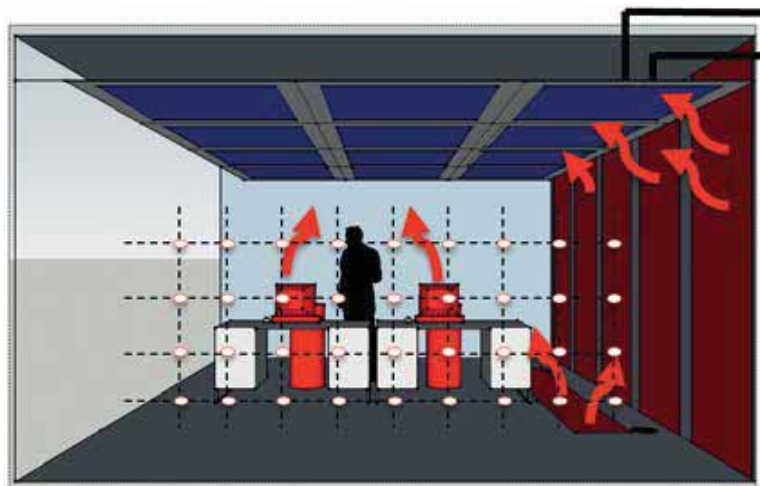


图1.12办公室冷却实验

以下所有测量显示了在“使用区”的不同点的主要物理因素。如图所示，结果非常理想。

注意
* 根据EN13779

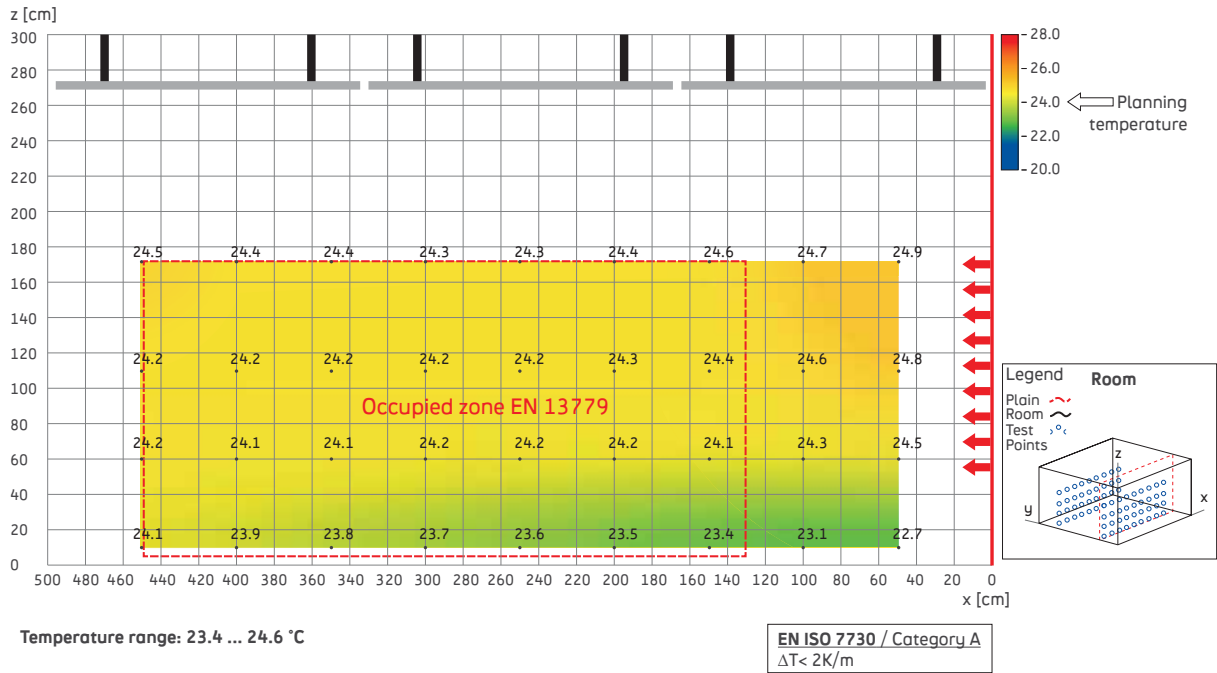


图1.13温度分布 - 制冷

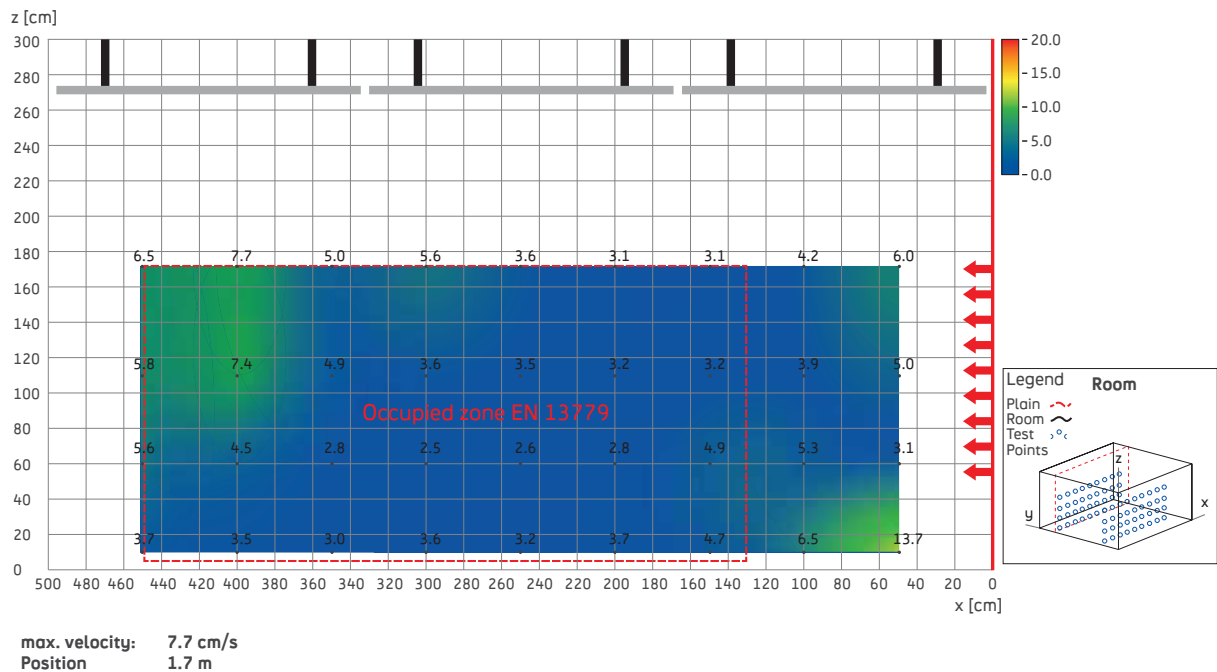


图1.14空气速度趋势

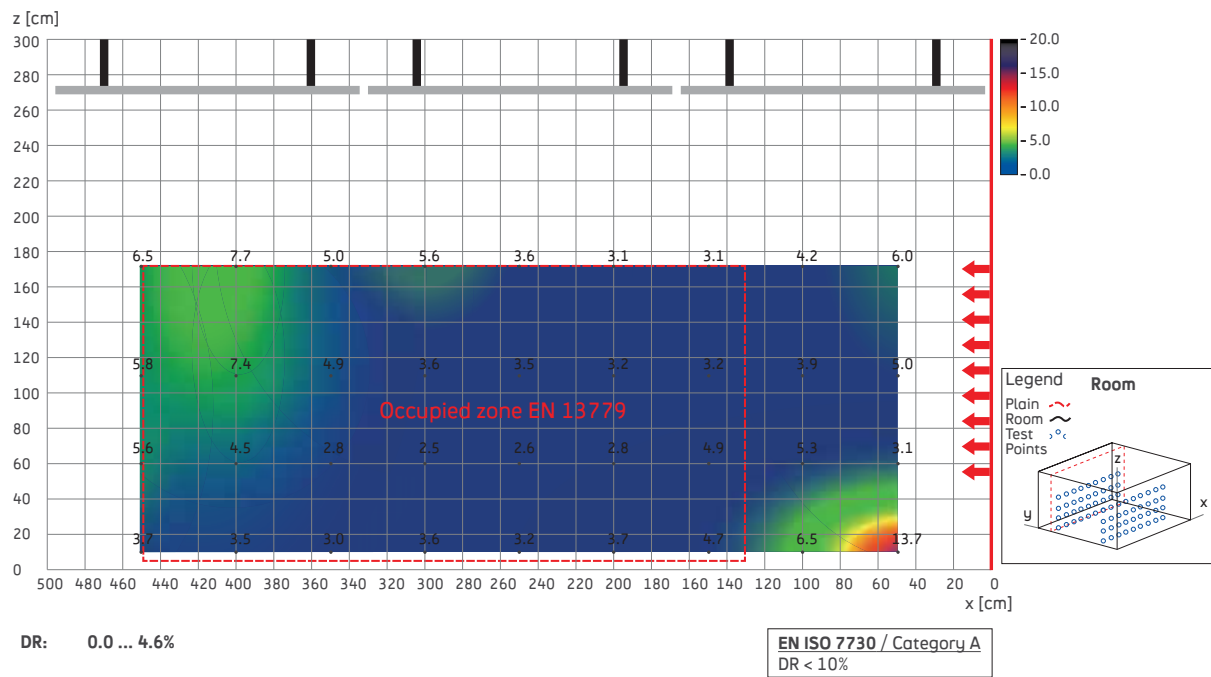


图1.15通风率—气流

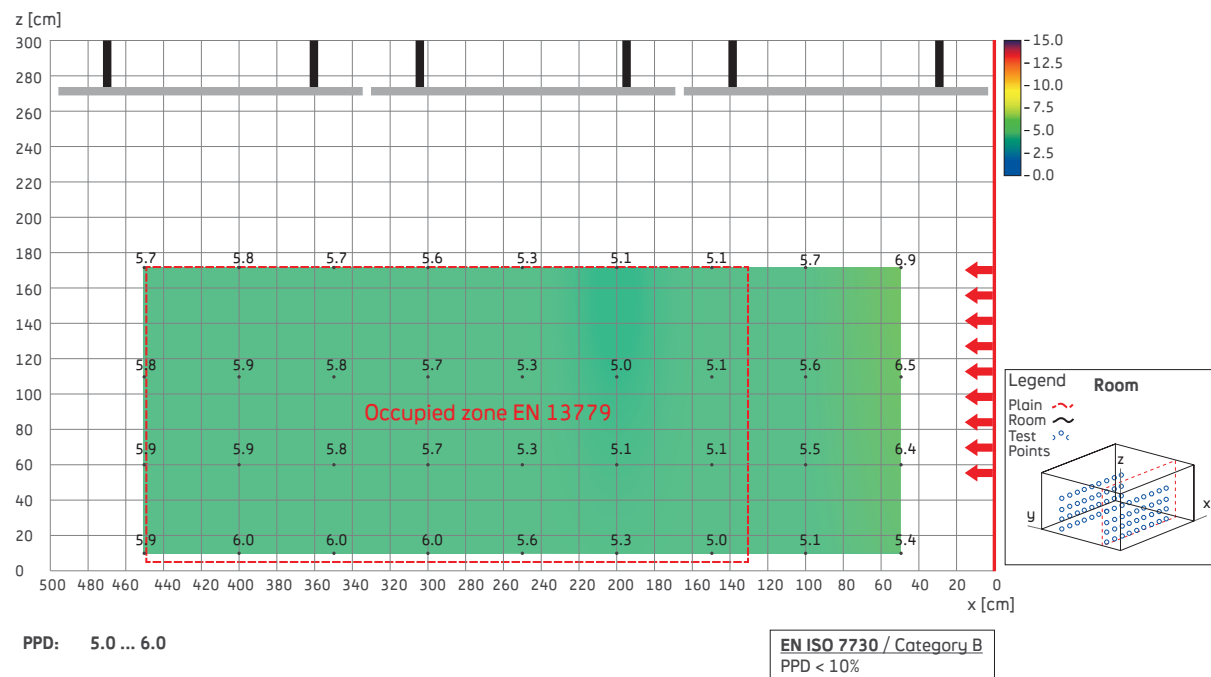


图1.16PPD—制冷

供暖试验的结果与制冷非常相似。下面仅展示出空气温度分布(设置温度21°C)和PPD。

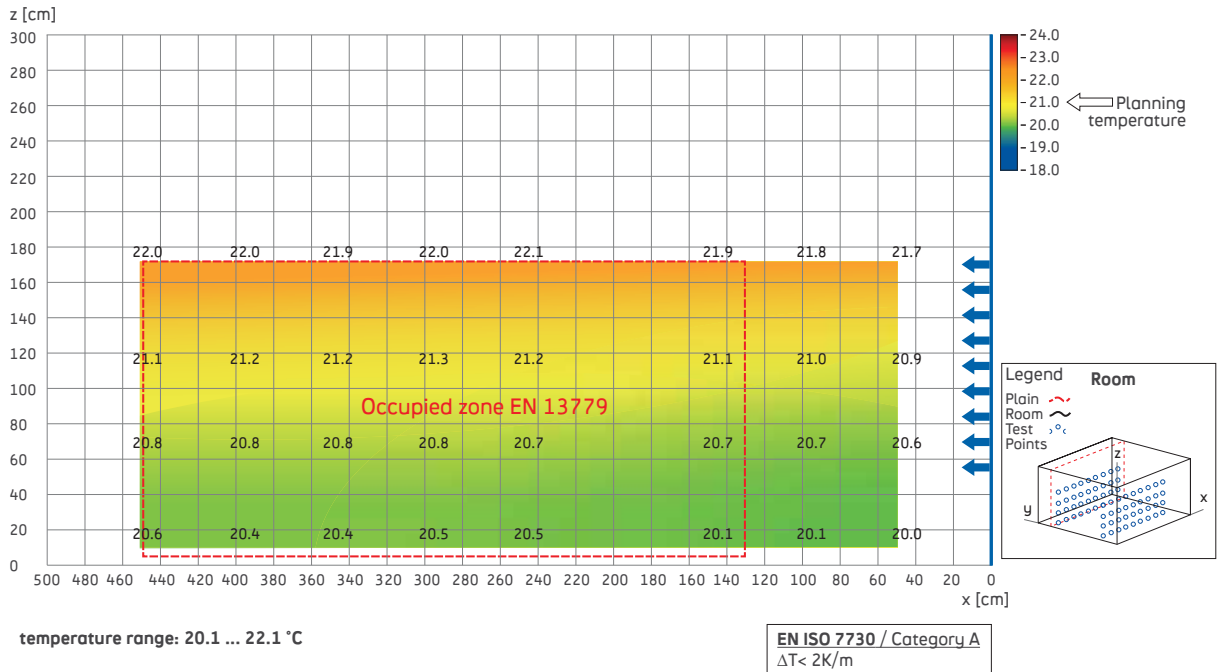


图1.17温度分布——供暖

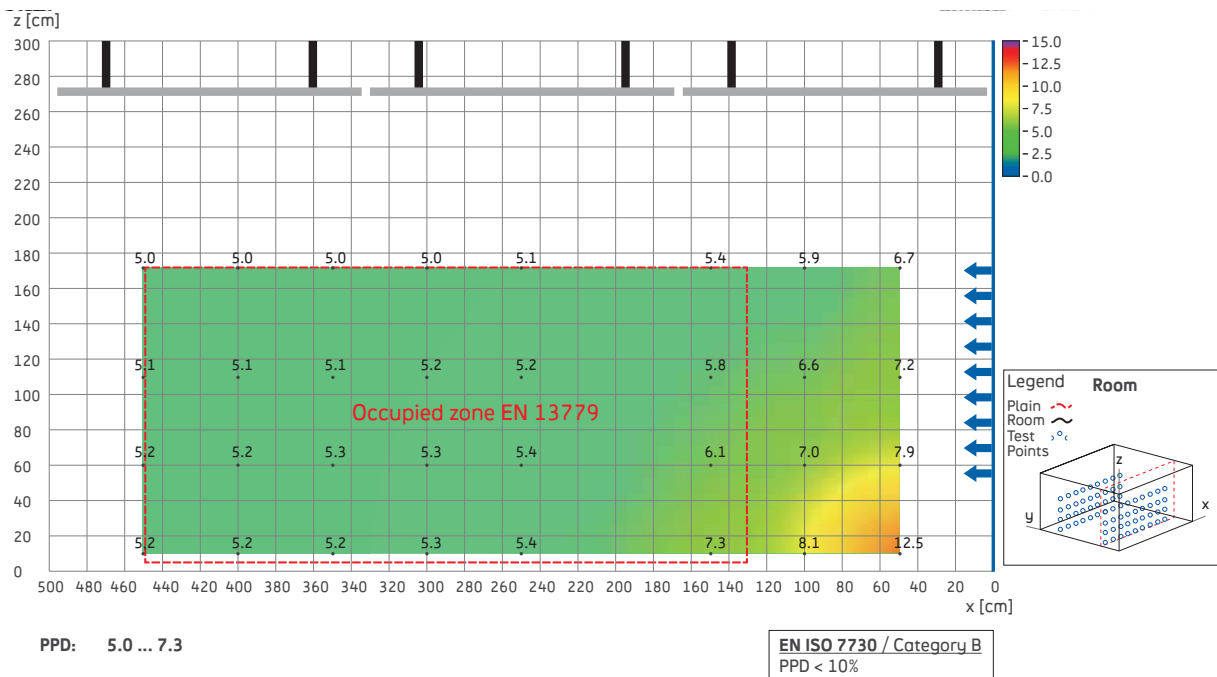


图1.18——PPD——供暖

我们比较这些实验分析的结果，可以很明显地看出，由于辐射吊顶系统的智能化，它对不同的应用提供了相同水平的舒适度。

模块化和灵活性

显然，辐射吊顶在节能方面作用突出，同时能提供最高的舒适度和空间利用率，毫无疑问它值得人们高度重视。

然而，还有另一个关键的特征使得辐射供暖和制冷系统值得大力推广：辐射板的灵活性为设计者提供了更多的选择性，来设置空间方位和灵活规划。

由于辐射板的种类和尺寸范围很广泛，因此可满足最高的建筑和安装需求。

快速安装

支撑结构部件装配有配套的螺栓或接头，以便快速准确地安装。分集水器与快速接头和塑料管，或特殊的预组装套件进行连接，使整个系统非常可靠和容易安装。

内部预组装

辐射板在内部预装配，这样能极其容易和快速的安装。



图1.19内部装配的辐射板

可检修性

金属辐射吊顶的最有利的特性之一是它们的可检修性，检查系统或在吊顶上面的空间进行工作时可以不关闭系统，这种特点非常实用，方便和安全。

实际使用中，进入吊顶和吊顶内的系统，去改装或维修电路、智能设备、照明、音响和其他的设施是十分方便的。

所有维护可以有针对性和选择性的进行。

而石膏板辐射系统可以通过专用的检修口实现对分集水器的检查。

辐射吊顶的种类

在应用领域方面，嘉科米尼提供各种各样能够满足不同规划和应用领域的辐射吊顶系统。

整个辐射吊顶家族由两种类型的产品组成：

金属板：一般用于医院和商业建筑；

石膏板：专为住宅建筑而设计。

接下来的两章深入介绍了嘉科米尼的所有辐射吊顶系统，以便更好地指导专业人员根据他们的需要确定最合适的解决方案。







现代商业建筑：开放型的建筑空间，建筑面积和体积的共同增值，最大的健康性和一流的舒适性。最后则是有效的节能。



第2章

金属辐射吊顶

简介

金属辐射吊顶的类别包括两个基本解决方案，在下表详细列出：

类型	系列	模块化 [mm x mm]	辐射板
GK	GK60	600x1200	C75 - A220
	GK120	1200x1200	C75 - A220
GK PSV	GK60x60 PSV	600x1200	C75 - A220
	GK60x120 PSV	600x1200	C75 - A220

图2.1金属辐射吊顶的种类

在分析每个金属辐射吊顶系统之前，我们先描述这个系统的核心。

GK 和 GKPSV辐射板类型

金属板有辐射型和非辐射型的。辐射板连接辐射系统能够进行辐射换热，非辐射板只具有美观功能。这两种类型的辐射板都是用镀锌钢板制成的，并分为光面板和微穿孔板两种类型；根据R2516标准，微穿孔特点是在整个辐射板表面除了周边15mm宽的边缘空白以外，其它部分布满直径为2.5mm的孔洞。

穿孔率16%，即辐射板表面的16%由孔制成。其他类型的穿孔可根据要求来提供。

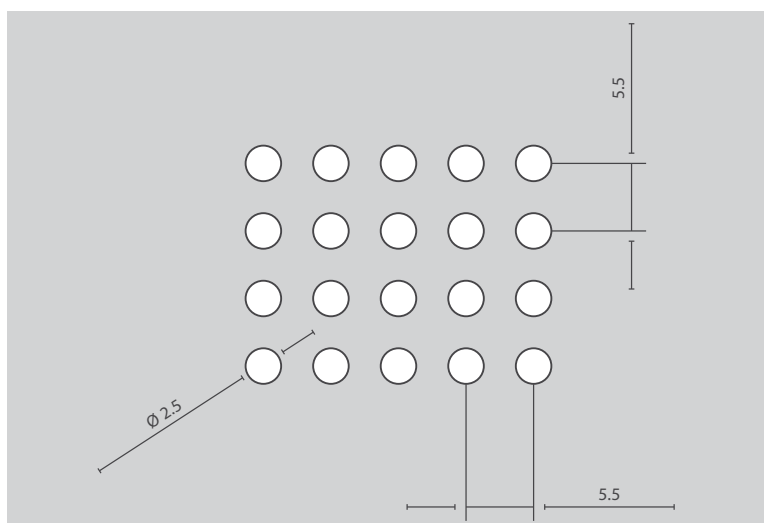


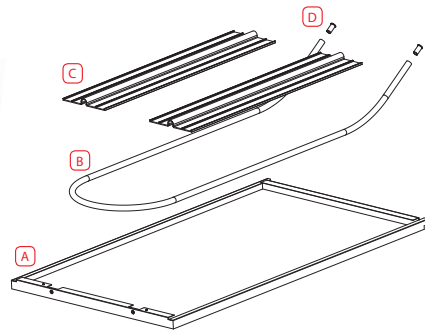
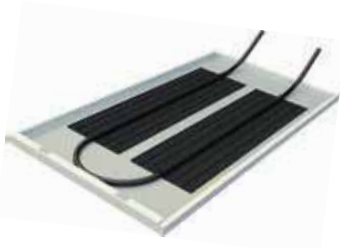
图2.2 R2516微穿孔金属板

辐射系统

金属辐射板有两种不同的辐射系统，每种辐射系统适用于特定的应用领域。产品技术资料更详细地描述了每一个辐射板的辐射类型，在这里，我们用GK60辐射板来说明这两个系统的性质。

A型辐射板

在A220辐射板中，热交换是通过一根具有阻氧功能的16×1.5mm塑料管结合一对220×700mm的散热翅片来进行的。辐射板热交换系统是预装型的。

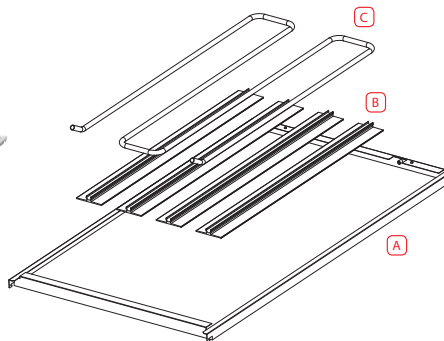
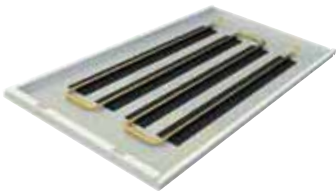


- (A) 板面
- (B) 塑料管
- (C) 散热翅片
- (D) 紧固衬套

图2.3金属辐射吊顶系统：A型辐射板

C型辐射板

在C75辐射板中，热交换是通过一根12×1mm的铜管盘管构成回路并结合一套四个75×700mm的散热翅片来进行的。辐射板热交换系统也是预装型的。



- (A) 板面
- (B) 散热翅片
- (C) 铜制盘管

图2.4金属辐射吊顶系统：C型辐射板