

High
Efficiency
Solutions.

CAREL

compendium



医院和医疗中心：
空气加湿及节能

carel.com

本文件依据所述相关标准编制。我们建议您阅读本文提供的信息，并遵循加湿系统安装地所在国有效的标准。

简介

p.5

人体舒适度

p.9

节能和可持续性

p.11

蒸发冷却

p.13

成功案例

p.15

有关医院环境的现行法律法规

p.17

相关国际标准和项目一览

p.21

简介

通常，需要对医疗中心中的空气加湿进行控制和管理，以减少传染风险，确保医护人员、患者和来访者的舒适度。此外，当相对湿度过低时，可能会出现静电放电，对患者构成危害，以及损坏昂贵的医疗设备。

健康第一

低空气湿度影响个人的健康和舒适度。在冬天，当供热室内空间的相对湿度降低时，干燥的空气会导致呼吸问题增多，并对眼睛、皮肤、呼吸道和口腔带来影响。这就是为控制空气温度和湿度，医院病房会使用空调系统的原因。

精准的湿度控制还有助于防止电子设备释放静电，在为医务人员和患者及来访者营造一个更为安全场所的同时，还能保护患者健康。

标准

对于手术室，欧洲指令2002/91/EC和EN ISO 13790：2008、EN 13779：2008、VDI 6022、DIN 1946-4、UNI 11425和ASHRAE 170标准等规定，通风和空调系统必须确保为医务人员提供理想的工作温度和湿度条件，同时满足患者的需求。因此，加湿系统的设计需防止产生和传播污染物，并能方便接近设备、清洁和检查。应特别强调服务的连续性，尤其是手术室工作的连续性：加湿器必须保证连续运转，“不得因维护而停止”。

卫生

自动冲洗和排水循环、产品构造材料的认证和精心选择仅仅是CAREL产品在卫生方面表现出众的重要原因之一。

最佳湿度

40-60%的相对湿度能最大程度上降低细菌和呼吸道感染的影响。较高的相对湿度会引起细菌和其他生物污染物（病毒、真菌、霉菌、尘螨等）的繁殖。

节能

CAREL的目标在于减少废物、最大程度上减少水耗和能耗、避免环境污染。这些是指导我们产品设计-开发-生产的原则。



节水

凭借从加湿领域积累的经验，我们得以开发出精确的软件程序来减少加湿器的用水浪费。对水质、加湿需求、注水和水稀释循环的精确控制都有利于将水耗减小到最低水平。

人体舒适度

人体感到舒适的相对湿度需保持在40%-60%之间。较高的湿度水平会造成不适感，而较低的湿度会使皮肤干燥，龟裂、发炎。

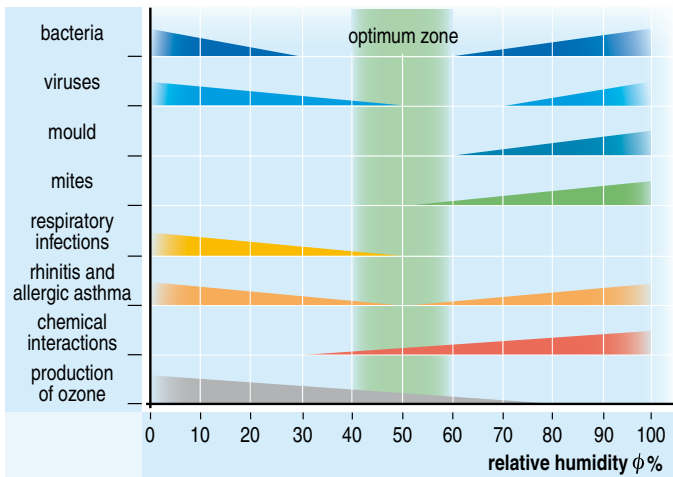
健康和舒适

湿度控制对于保证工作效率和医院内日常工作与就医环境质量的舒适度而言是必不可少的。对建筑和办公室结构的分析还要将居住者舒适度考虑其中，而在医院，这一方面显得尤为重要，因为医院的患者、来访者和医护人员时刻面临受到病菌、细菌和病毒感染的风险。适当的湿度可减少靠空气传播的病原体的增殖和繁殖，使得环境更加安全。

病态建筑综合症（SBS）

室内相对湿度还可能引起眼睛、呼吸道和皮肤刺激，以及出现咳嗽、恶心、困倦和头痛等症状。这些症状是由于建筑本身存在的污染物引起的，这种现象称为病态建筑综合症（SBS）。

有关湿度对建筑中污染物形成影响的多项研究表明：在湿度得到控制的场所，呼吸疾病发病率呈减少趋势状态。下表给出了一些生物种繁殖和疾病发病趋势与相对湿度之间的关系。例如，相对湿度值大时，细菌和病毒（间接）增多，而相对湿度值小时，因黏液变干，气道衰弱，患呼吸道感染、变应性鼻炎、气喘的可能性随之增加。



摘自“有关居住建筑物内人类湿度影响的标准”中的标准图表

有关湿度控制的法规和标准

从表中可以看出最佳的相对湿度（绿色区域）是40%-60%。因此，医院的暖通、空调（HVAC）系统需要使空气相对湿度保持在这个范围内。医院内的湿度非常重要，须根据所在当前的标准，持续控制其质量和数值（相对湿度）。因此，精确的湿度控制不只是一个附加的属性，更是一个法定要求。

加湿系统中的细菌和卫生情况

卫生和安全

细菌的繁殖取决于温度以及作为繁殖基础的养分。

军团菌（嗜肺军团菌）存活温度范围在25-42°C（77-108°F），这种温度通常出现在水暖和空调系统中。通常可以在湖泊、河流等自然环境中找到军团菌，因为这些环境中含有有机物。聚集在粗糙表面上的有机沉淀物、铁锈和物质以及水量分布均有助于军团菌的传播。这就是为什么军团菌疾病会是严重的公共健康问题的代表，尤其是在人群聚集场所中。

由于其规模和菌落性，军团菌可以轻松地随空气中的水份传播很远的距离。因此，如果雾化水中含有细菌，那么用于雾化水的设备（如普通淋浴、水疗按摩浴、喷淋系统等）可能会传播细菌。然而，军团菌污染最主要的来源是空调系统的外侧，因为细菌经常从外侧的新鲜空气带入系统中。

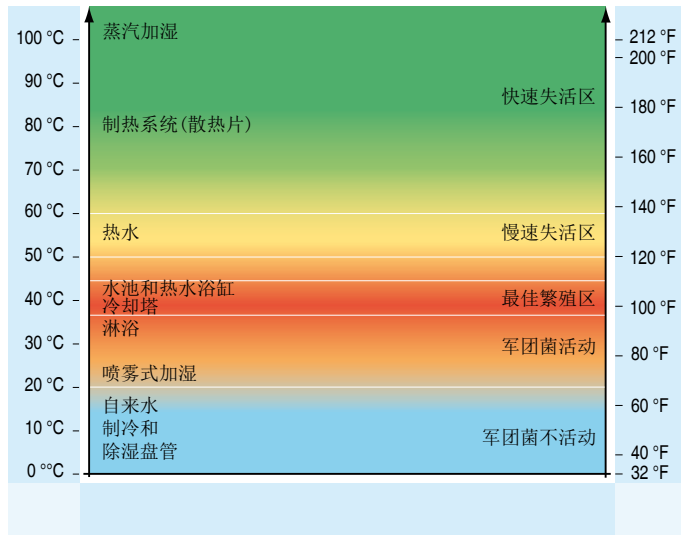


军团菌

预防军团菌

就军团菌或普通的细菌污染而言，采取的主要防范措施会涉及到加湿系统，因为加湿系统只使用自来水供水管路中的可饮用水，因此，不含任何细菌。

还应强调的是，温度高于70°C（158°F）时，军团菌开始被消灭：由于蒸汽加湿器阻断了细菌传播，就细菌繁殖而言，这些加湿器（也称为恒温加湿器）被公认为是安全的。



军团菌的活性：受到温度和典型工作范围的影响

此外，使用可防止纤维脱落、限制尘土聚积的表面加工的材料，如AISI304（或更高级别）不锈钢，还能保证减少细菌群的繁殖。使用紫外线（UV）对加湿器供水进行消毒还能进一步削弱细菌的繁殖。

一般而言，使细菌传播风险降至最低而采取的其它重要措施包括：

- 使用水滴分离器或除雾器来除去空气中没有蒸发的雾滴（不仅是对于喷洒型设备，对于蒸发式加湿器，也可能需要这类设施）；
- 装置停运时，将水排尽。在每个加湿循环结束时，系统应排空加湿器；
- 用直流水定期冲洗内部部件。很明显，即便在系统排空后，残留水仍会截留在小空间里，因此，在有利条件下，这些残留水可能会滞留，而定期冲洗或清洗则会除去这些残留水；
- 避免使用循环水。

防止静电放电

静电放电是因材料接触并随后分离而产生的，例如：相互摩擦两个绝缘材料时，电荷可能从一个材料转移到另一个材料上。如果因分离而产生的电场超过分离它们的介质（如空气）的介电强度，就会出现静电放电。

产生的电场取决于材料的类型和环境的相对湿度。电场强度随相对湿度的减小而增加，当相对湿度<20%时，静电放电可能达到几十千伏的水平。医疗器械和设备使用的电子元件（CMOS、MOSFET、EPROM、JFE……）的阈值灵敏度为几百伏到几千伏。

这表明静电放电可能会引起设备故障和严重损坏，这包括：

- 损坏或破坏部件和医疗电气设备；
- 关停医疗电气设备；
- 导致手术室中使用的测量仪器或器械读数出错；
- 误删仪器内存；
- 在X射线胶片上积累静电。

为避免此类风险，给患者后续带来的医疗费用或问题，应采取措 施，以防止医疗电气设备受到静电放电影响。

正因如此，我们对医院环境中的空气湿度进行控制，从而减少了静电积累的风险。必须将相对湿度控制在35%以上，这是避免静电放电的最小相对湿度值。

人体舒适度

对于“优秀”的医疗中心，患者舒适度是自从建筑物设计阶段起即被视作为医院运营的重点。特别是在各大新型机构中，所有的医院活动都是采用以患者为中心的模式和原则开展的。

对医院环境中舒适度的定义

舒适度有多种不同的定义，但是所有的定义都是以个人在一定环境中的身体感官和精神状态为依据的。在既定的环境中，舒适度的定义可以总结为以下三点：

- 热舒适度：
 - 温度；
 - 湿度；
 - 空气流速；
- 室内空气质量：
 - 空气流入的百分比（体积/小时，升/秒/人次）；
 - CO₂和VOC（挥发性有机化合物）浓度；
 - 微生物；
- 噪声水平。

热舒适度指一个人在热或冷感知方面的良好状态。拥有良好热舒适度的环境指：90%的居住者在这个环境中都处于舒服的状态。实际情况中，医院环境的预期不满意百分比（PPD）必须小于10%（EN 15251二类）。室内适当的相对湿度水平与热舒适度息息相关，因为它会影响人体汗液排出情况和内部能量平衡。

空气湿度控制使患者和医护人员轻松地呼吸，从而避免呼吸道干燥，减少封闭空间里浮尘量。医院的推荐相对湿度范围是：40-60%（同时请参照当地现行标准）。因此，需要使用通风和空调系统为患者在医疗机构就医期间创造的理想温度和湿度条件，从而改善医生和医护人员的工作条件，确保医疗电气设备正常工作。

对于热舒适度而言，良好的室内空气质量也是必不可少的：通常情况下，这受到环境中人类活动的影响，因此，为减少CO₂或有机混合物的含量，需要引入新鲜的空气。由于测量空气质量并非易事，因此，通常会控制每小时空气交换次数或每人呼吸新鲜空气量（按升计算）。

必须在做到这一点的同时尽量降低噪声级，以营造一个听觉舒适的环境。





节能和可持续性

从加湿过程中的节水到高性能的节能解决方案，CAREL都充分利用其在该领域积累的大量可靠经验，保证为每一个系统都提供最佳解决方案。

等温型加湿器的资源节约

凭借在蒸汽加湿领域获得的经验，CAREL开发出精确的软件程序来减少加湿器的水资源浪费。对水质、加湿需求、注水和水稀释循环的精确控制都能将浸入电极式（humiSteam）、电热管式（heaterSteam）和燃气加湿器（gaSteam）的水浪费减少到最小。

如果有气体供应（天然气、丙烷、丁烷等），使用gaSteam加湿器还可以节约更多的成本。对于使用负荷较高的场所，即每天需要蒸汽供应持续多个小时，用气和用电之间的成本差异使gaSteam被视为这类场所的理想选择，每年可以节约数千欧元。对蒸汽流量的连续调节还使得这种解决方案适合于精准的使用环境中。

使用去离子水的燃气加湿器（gaSteam）和电热加湿（heaterSteam）显著地减少了维护和清洗水路（供水中所含盐分可能会聚积）的需要。从而，运行成本以及因维护而导致的停机时间就极大的减少了。由于采用了气垫绝缘和AISI 304不锈钢结构，避免蒸汽管直接与空气处理机组（AHU）/风管中的空气接触，ultimateSAM系列的蒸汽分配器吸收距离很短，减少了冷凝水的形成，使冷凝水形成量降低30%，从而节约了产生蒸汽的能耗。此外，利用调节阀仅向空气处理机组（或风管）输送其所需的蒸汽，节约了主加压管线中的蒸汽。



病房、公共区域、诊疗室、药房和行政办公室的加湿节能

为实现系统优化和节能，CAREL提供了humiFog，这是一种低能耗解决方案。在法律未硬性规定应使用蒸汽加湿器的场所，可采用绝热技术实现节能。实际上，与蒸汽技术相比，极细小的水滴雾化并进入空气中的过程耗能更少，这是因为每生成1 l/h-升/小时雾化水仅需4W电力，而每生成1 kg/h-千克/小时“蒸汽”，则需耗费大约750W。加湿过程也伴有蒸发冷却，在夏天，可利用其有效降温。另外，加湿器功耗降低意味着装机功率更小以及空调系统功耗峰值更低。连续容量调整功能可使用水量最小化，系统可以仅雾化在任何给定时间内有效的要求的水量。

humiFog采用一种容积式泵来给水加压，而后由特定的不锈钢喷嘴将其雾化。精密的控制系统结合了变频器的功能（变频器能控制速度，从而控制泵的流速），以及一系列电磁阀，仅在需要时才打开喷嘴，这样，系统就能按照各种流速，始终以最理想的压力对水进行雾化处理（高达70 bar）。

另外，可将各不同房间连接到同一个泵装置，这意味着一台中央主机可控制数台不同的独立辅机，从而进一步使投资合理化。

humiFog采用去离子水，其中未添加化学灭微生物剂（如银离子），且适用于所有对卫生要求较高的场所，其卫生性能由以下多重保障：装置停机后排空管线、自动定期冲洗管线、通过了符合VDI6022、VDI3803和DIN1946-4卫生规范要求的外部实验室认证。



冷却器和干冷器的节能

雾化器技术还可用于冷却器和干冷器的节能。空气在雾化水（绝热）蒸发作用下到达冷却盘管或冷凝器之前，ChillBooster使其冷却：气温更低会增加热交换，进而使冷却器或干冷器制冷量提高。盘管上形成一些水滴，随之，水滴会蒸发：这一蒸发过程是通过吸收来自盘管上大量的热量完成的。因此，冷却器和干冷器可在更加有利的条件下运行，使其达到额定容量（干冷器和冷却器的性能可提升最高达40%）。

蒸发冷却

可采用蒸发冷却大量节能。众所周知，蒸发水汽确有使空气降温的效果。

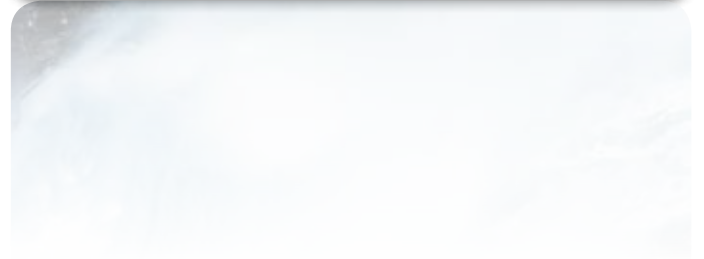
蒸发冷却顾名思义是指水蒸发并使周围空气降温的过程。为使这一过程自主发生（即无需外部能量源介入），需使水雾化、以表面张力比周围空气低得多的极微小水滴的形态进入空气，从而与其“融为一体”。

水蒸发需在一定量的能量帮助下实现。这种能量来自空气——为了吸收水份，空气释放出显热，从而实现降温。每千克蒸发水从空气中吸收0.69kWh热量。这就是蒸发冷却过程能达到加湿和冷却双重效果的原因，在许多空气处理应用中，这两方面都属于理想效果。

蒸发冷却的主要优势在于能量成本极低（其实际上为零）。与其它典型过程（如通过引入热蒸汽进行空气加湿或采用冷却器和冷却盘管进行空气冷却）相比，蒸发冷却的能量成本更低，因而能大量节能。唯一的能耗是需要一台泵为送至喷嘴的水加压。功耗为4-10W/l雾化水，也就是说，所需能量仅为通过电加热蒸发同样量水的2%。

冷却时不会使湿度上升

通过采用一种泵装置，可在冬天为送风加湿，在夏天为进风降温，同时不会提高湿度。从空气处理机组（AHU）排出的同时，排风可降温若干度，同时不受湿度限制。通过热交换器，可采用其冷却容量来冷却新鲜进风，但其效率取决于所采用的热回收装置，且这种冷却容量一般能超过80%！因此，这意味着可降低能耗、缩小冷却盘管和冷却器的尺寸和容量。



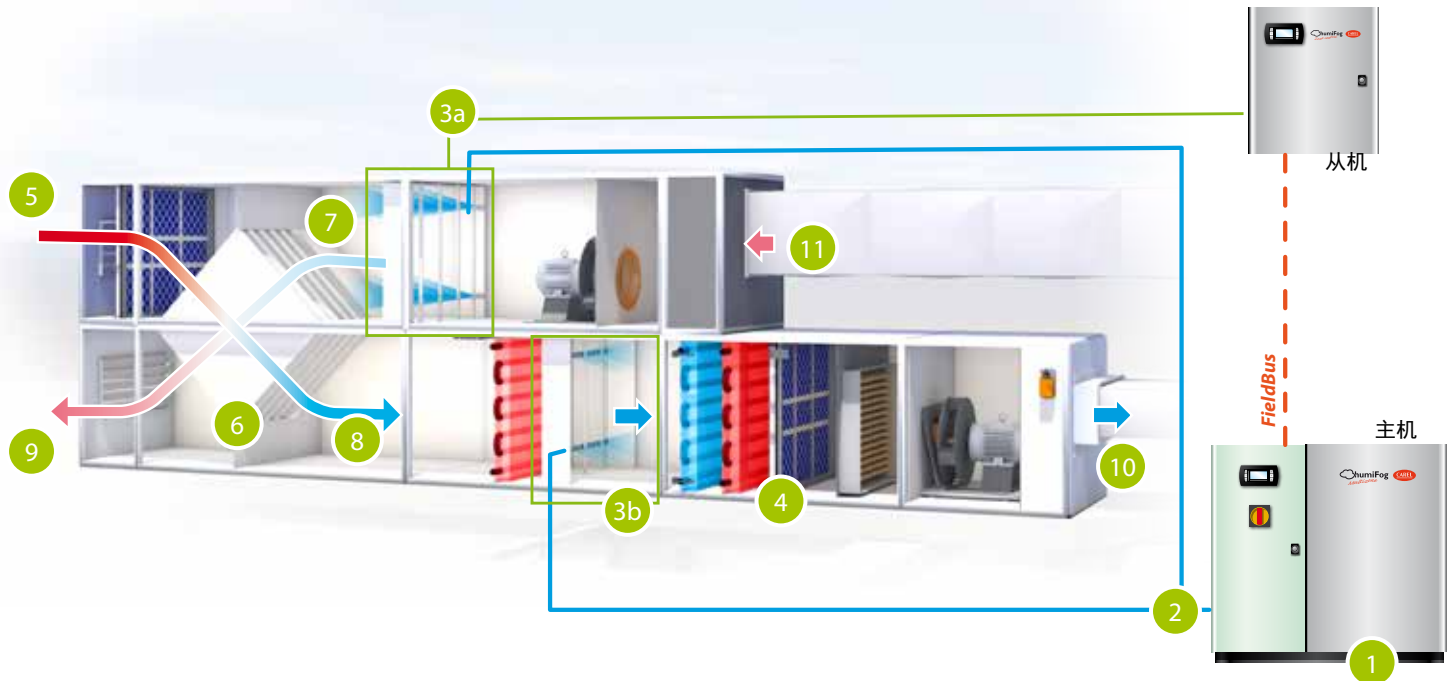
CAREL提供全系列的产品，这些产品充分应用了蒸发冷却原理和所有相关优势。标准机组配置（即humiFog和OptiMist）包括：

- 控制柜，包括：水加压泵、水路和电气连接、供水过滤器、管理系统运行的控制器；
- 雾化喷嘴，在压力要求和流量方面有不同的配置；喷嘴将水雾化成极细小的分子（甚至达到一毫米的百分之几），从而使热交换表面扩大（1升水雾可覆盖170 m²）；
- 分配系统：按照风管内加湿或室内直接加湿用途的不同，由形状和配置各不相同的钢制歧管组成。

加湿器合规性

所有Carel产品都符合VDI6022规定的欧洲卫生标准。特别是，对于采用了蒸发冷却技术的产品，使用了精密电子系统控制分配管路中的排水电磁阀，预防管道内形成积水——积水是造成细菌繁殖问题的主因，以此保证高的卫生标准。另外，对于排水循环，当装置未运行时，Carel产品能按照预定时间间隔，定期自动冲洗分配管路。

另外，还采用了不锈钢材质、去离子水和紫外线消毒灯等措施，最大程度地保证加湿器的卫生性能。



- | | |
|------------------------------|----------|
| 1 泵站 | 6 热交换器 |
| 2 加压水管线 | 7 排风 |
| 3 a: 夏天冷却的喷雾架
b: 送风加湿的喷雾架 | 8 已冷却户外风 |
| 4 水滴分离器 | 9 排风 |
| 5 室外温度 | 10 送风 |
| | 11 回风 |

成功案例

现在，降低医院场所设备系统的功耗目前是可以实现的！
用绝热系统更换蒸汽加湿器案例之意大利罗马“Bambino Gesù”医院

意大利 - 罗马

罗马“Bambino Gesù”儿童医院始建于1869年，该院始终坚持持续发展的信条，以面对新的挑战 and 拓展新的业务。

该医院位于欧洲大陆南部。大约30%的就诊人员来自意大利不同地区。

进行改造的目的是降低能耗，从而扩展电气医疗设备的应用范围，并最终改善服务质量。

由该医院进行的一项分析重点在于如何减少蒸汽加湿器的运行成本。

Carel建议将采用浸入电极式的humiSteam加湿器换成humiFog绝热加湿器。在改装之前，该系统采用了尺寸各异的Carel humiSteam系列加湿器（UE045、UE065、UE090 和 UE130），且其功耗超过了600kW。

为减少能耗，CAREL提出用绝热系统更换蒸汽加湿器。为此，安装了七台humiFog装置、相应的不锈钢制水滴分离器以及两台应用于手术室的燃气式加湿器（gaSteam）。



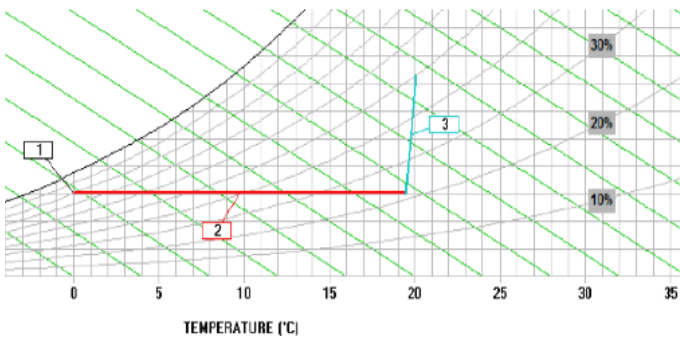
安装的绝热系统：

部门	改造后安装的装置
Giovanni Paolo II 实验室1	UA100HD300 humiFog 100 kg/h RACKSM3161 半组装雾化架不锈钢分滴器
Giovanni Paolo II 实验室2	UA100HD300 humiFog 100 kg/h RACKSM3166 半组装雾化架不锈钢分滴器
Giovanni Paolo V 日间院区	UA100HD300 humiFog 100 kg/h RACKSM3146 半组装雾化架不锈钢分滴器
Giovanni Paolo II 病房	UA320HD310 humiFog 320 kg/h RACKSM3145 半组装雾化架不锈钢分滴器
Spellman 病房	UA100HD300 humiFog 100 kg/h RACKSM3165 半组装雾化架不锈钢分滴器
Gerini 诊疗室	UA320HD310 humiFog 320 kg/h RACKSM3147 半组装雾化架不锈钢分滴器
Ford	UA100HD300 humiFog 100 kg/h RACKSM3144 半组装雾化架不锈钢分滴器
外科手术室	UG090HD001 gaSteam 燃气加湿器 90 kg/h
手术室	UG045HD001 gaSteam 燃气加湿器 45 kg/h

“Ford”节能估测

设定值	冬天外界条件 (意大利 - 罗马)
相对湿度: 50% RH;	相对湿度: 80% RH;
温度: 20 °C	温度: 0 °C

浸入电极式加湿器

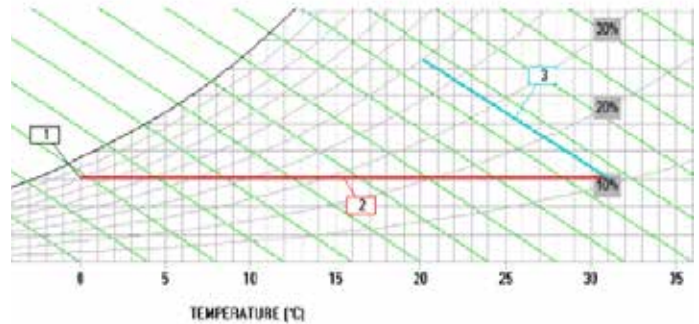


燃气预热用能量 (转化 2) = 100 kW
预热成本 = 8.5 €/h

蒸汽加湿器消耗电力 (转化 3) = 54 kW
电力成本 = 8.1 €/h

总能耗成本 = 16.6 €/h

绝热加湿器



燃气预热用能量 (转化 2) = 150 kW
预热成本 = 12 €/h

绝热加湿器消耗电力 (转化 3) = 1 kW
电力成本 = 0.15 €/h

总能耗成本 = 12.15 €/h

计算期间考虑的值:

电力成本: 0.15 €/kWh

1m³ 燃气的成本: 0.8 €/m³

燃气的总热值: 34 MJ/m³

运行每小时可节约费用为€4.45 (仅限于“Ford”区)。若在一年之中每天以额定容量运行四个小时, 则仅 “Ford” 节约的费用将超过 €6000。

很显然, 绝热加湿器的成本效益比电的等温加湿器高得多。

由于在加湿功耗上的巨大差异 (例如: 在“Ford”区中: 等温加湿器功耗为54 kW, 而绝热加湿器的功耗为1kW)。在绝热加湿过程, 由于存在空气冷却效应, 如要达到同样的最终设定值, 则需进行更长时间的预热。但是, 由于此类热量是由燃气提供的, 这只会稍微增加成本。但与实际加湿过程的大量节省成本相比, 这一成本是可以忽略的。

对于humiFog装置和水滴分离器的安装以及每个空气处理机组 (AHU) 上加湿器室的调节, CAREL通过其位于罗马的授权服务中心提供技术支持。

位置: 意大利 (罗马)
CAREL agent: STUDIO D'ANGELO
CAREL service centre: Acquapoint s.r.l.
CAREL contact person: Emanuele Pittarello

有关医院环境的现行法律法规

关于医疗中心不同部门必须满足的环境条件数值，已建立了相关标准来确定。正确的空气加湿其主要要求涉及到温度值和湿度值以及换风量。本文列示出了总体信息和一些国家标准。

在手术室中进行的手术使患者和医护人员都面临固有风险。这就是为什么国际标准要对手术室空气质量和安全做非常清晰和精确的规定。

按照这些标准，CAREL仅推荐使用洁净、饱和或过热的蒸汽来对手术室进行加湿处理。

为了避免空气处理机组中形成冷凝水，以及由此而导致的微生物夹带和繁殖，CAREL加湿器不仅设计了连接湿度控制传感器，而且还连接了一个限值传感器，以进行调节控制。该限值传感器为比例式，换言之，即：基于已测量的湿度，限制加湿器的有效输出，并在当湿度超出最大限值（该值可设定，但VDI 6022建议相对湿度为90%）时这种必要情况下停止操作。使用比例式限值传感器而不是限值开关，避免了因打开/关闭操作而引起的湿度波动，由此避免了加湿器恢复运行时风管中形成冷凝水的风险。这也就是说，比例式限值传感器在防止通风管内部形成冷凝水风险的同时，确保了最佳湿度控制。此外，在通风系统发生故障时，将激活安全功能，如：“远程开/关”以停止蒸汽传送(humiSteam, heater Steam, gaSteam)或关闭ultimateSAM系列分配器上的蒸汽流量调节阀。

相关标准规定了手术室中所需的参数值，主要涉及到空气的洁净度、压力、温度和湿度设定值，以及每小时换风量。

根据ISO 14644，空气质量分为不同的洁净等级；该分类以大于或等于既定值（0.1 - 5 μm ）的粒子最多数量为依据。就手术室而言，通常采用ISO 5到ISO 8等级（与手术室中进行的手术类型密切相关）。送风天花（层流天花）的使用呈上升趋势。这是因为需要确保手术室内达到至少ISO 5等级的空气质量，从而为患者提供最大程度的保护。与洁净等级不同的相邻房间相比，手术室的超压平均值必须为15 Pa（该值的范围从2.5 Pa（0.4 \times 10⁻³ PSI）~30 Pa（4.3 \times 10⁻³ PSI）不等，可参考当地现行标准）。



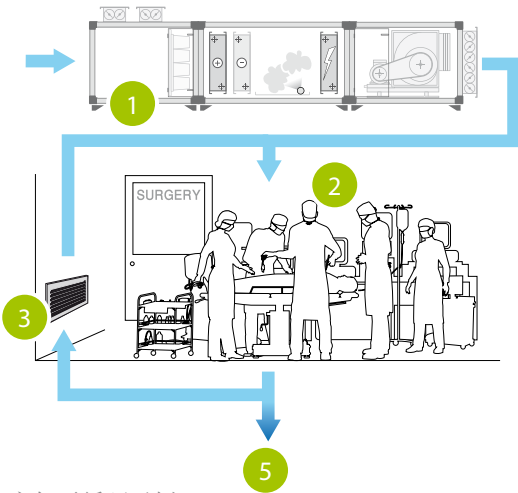
手术室平均设定值(可参考当地现行标准)：

温度：17-27℃ (62°-80 °F)

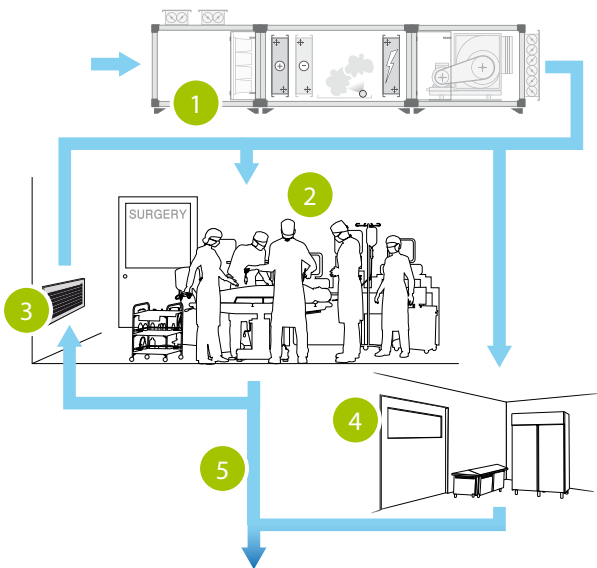
相对湿度：40-60%

为了限制室内污染物，并持续稀释污染物量，每小时换风量必须在5-20 v/h之间，这取决于所在国家的标准（可参考当地现行标准）。在某些情况下，标准指的是手术室中每位工作人员每小时需要多少立方米的新鲜空气。

为了减少能耗，允许空气再循环（只要是采用来自同一手术室的空气即可），以避免不同房间之间可能出现的互相污染，同时，仍需以处理和过滤室外新鲜空气的方式来处理和过滤空气（可参考当地现行标准）。



手术室空气再循环示例



手术室和辅室空气再循环示例

- 1 空气处理机组
- 2 手术室
- 3 再循环
- 4 辅室
- 5 排风



意大利标准：医院病房和手术室中的加湿(意大利总统法令14/01/1997和UNI 11425号标准)

该些标准规定了手术室中（于2011年9月颁布的第11425号意大利标准“污染控制的通风和空气调节系统（VCCC）-设计、施工、试运行、资质认定、管理和维护”）所需的参数值，主要涉及洁净等级、压力、温度和湿度设定值以及每小时换风量的主要要求进行了解释。

就手术室中的加湿来说，UNI 11425号标准特别规定使用洁净的、饱和或过热的蒸汽。此外，该标准还建议避免通风系统中形成冷凝水，并通过通风系统的正确运行(无流量连锁、最大湿度输出连锁、出口处反馈控制、主电源故障时关闭等)连锁蒸汽传送。

与洁净等级不同的相邻房间（针对受感染患者，手术室内的压力比周围房间低）相比，手术室的超压平均值必须为15 Pa。

手术室的设定值：

温度：20-24℃

相对湿度：40-60%

特征	手术室		
	空气质量非常高	空气质量高	标准空气质量
温度 (°C):	冬天: ≥20 夏天: ≤24		
相对湿度 (%)	冬天: ≥40 夏天: ≤60		
来自外部的超压(Pa)	15		
换气 (vol/h)	15		
再循环的空气	是	是	-
ISO14644-1 洁净度等级	ISO5	ISO7	ISO8
最终过滤等级	H14		
声压等级(dBA)	45		

手术室要求(摘自UNI 11425号意大利标准)

为了限制室内污染物，并持续稀释污染物量，每小时换风量必须为15 v/h。为了减少能耗，允许空气再循环（只要是采用来自同一手术室的空气即可），以避免不同房间之间可能出现的互相污染，同时仍需以处理和过滤室外新鲜空气的方式来处理和过滤空气。

以下是1997年1月14日颁布的意大利总统法令规定的房间空气调节要求列表“关于特兰托和博尔扎诺的自治区和自治省有关运营公共和私人医疗中心在施工设计、技术和组织方面的最低标准的指导及协调文件的批复”。

手术室

系统最低要求

手术室必须具有空气调节系统，以确保温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：20-24°C
- 冬天和夏天相对湿度：40-60%
- 每小时换风量（非再循环的室外空气）：15 v/h
- 空气过滤：99.97%

产科病房-生育中心机构

产科病房必须具有空气调节系统，以确保温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：20-24°C
- 冬天和夏天相对湿度：30-60%
- 每小时换风量（非再循环的室外空气）：6 v/h

重症监护室

重症监护室必须具有空气调节系统，以确保温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：20-24°C
- 冬天和夏天相对湿度：40-60%
- 每小时换风量（非再循环的室外空气）：6 v/h

药房和医疗用品储备室

温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：20-26°C；
- 相对湿度：±5 - 50%；
- 每小时换风量（室外空气）：2 v/h；
- 过滤等级 • 中效过滤器。

灭菌服务室

灭菌服务室必须具有空气调节系统，以确保温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：20-27°C
- 冬天和夏天相对湿度：40-60%
- 每小时换风量（室外空气）：15 v/h

消毒服务室

消毒服务室必须具有空气调节系统，以确保温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：20-27°C
- 冬天和夏天相对湿度：40-60%
- 每小时换风量（室外空气）：15 v/h

太平间

系统最低要求

太平间必须具有空气调节系统，以确保温度和湿度情况满足：

- 冬天和夏天室内温度：停尸房不超过18°C；
- 冬天和夏天相对湿度：±5 - 60%；
- 每小时换风量（室外空气）：15 v/h

英国标准：卫生技术备忘录HTM 03-01：医疗场所专用通风设备

卫生技术备忘录(HTM)于2007年11月出版，并针对所有类型的医疗场所中专用通风设备的法律要求、设计问题、维护和操作，给予了全面的建议和指导。

手术室：

- 建议温度：18 - 25°C
- 空气过滤：F7
- 室内压力：25Pa
- 建议的换气率：25
- 湿度等级：35 - 60%

分娩室：

- 建议温度：18 - 25°C
- 空气过滤：G4
- 建议的换气率：15
- 湿度等级：35 - 60%

重症监护室：

- 重症监护室标准（2007）
- 建议温度：16 - 27°C
- 空气过滤：99%的效率，降至5微米
- 建议的换气率：55
- 湿度等级：25 - 95%

UCV(超洁净通风) 手术室：

- 建议温度：18 - 25°C
- 空气过滤：H10
- 室内压力：25Pa
- 建议的换气率：25
- 湿度等级：35 - 60%

制药无菌室：

- 建议温度：18 - 22°C
- 空气过滤：H14
- 建议的换气率：20
- 湿度等级：35 - 60%

中国标准：《医院洁净手术部建筑技术规范 (GB50333-2013)》(中华人民共和国标准) (针对手术部用空气加湿)

中国立法部门规定了医院手术部在规划设计和建设过程中需采用的主要参考值。

此类要求涉及温度和相对湿度设定值、每小时换风量，以及手术室净化时间限值和允许的噪音等级。

手术室设定值：

- 温度：22 - 25 °C
- 相对湿度：35 - 60°C (取决于手术室类型)

下表为适用于手术部的参数值：

	部门							
	专用手术室	标准手术室	常规手术室	护士站	准备室(消毒室)	预麻醉室	洁净区走廊	更衣室
温度 (°C)	22 - 25			21 - 27		23 - 26	21 - 27	
相对湿度 (%)	40 - 60		35 - 60	≤60		30 - 60	≤60	30 - 60
最小换气次数 (次/h)	-	24	12 - 18	10	8	10	8	8 - 10
最少新鲜空气 (m³/h · m²)	15-20				(1)			
自清程序时间 (最短) (分钟)	10	20	30	-				
噪音 dB(A)	≤51	≤49		≤55	≤60	≤55	≤52	

手术部环境参数 (摘自中国国家标准GB 50333-2013)

(1)平均风速指集中送风区地面上1.2m界面的平均风速。

相关国际标准和项目一览

有关医院环境空气质量的主要国际标准列示见下。本文的主要指南亦摘自这些标准。尽管如此，还是必须遵循系统安装所在国的标准。

DIN 1946-4	通风和空调设备—第4部分：医院通风设备（VDI通风规则）
NFS 90351	Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Exigences relatives pour la maîtrise de la contamination aéroportée
SWKI 993-F	Installation de chauffage, ventilation et climatisation des hôpitaux.
ÖNORM H 6020-1	医院场所的通风和空调设备 - 设计、施工和检验
GOST R 52539	医院空气洁净度 - 一般要求
VDI 6022	通风和空调系统与装置的卫生要求
EN 13779	非住宅建筑物通风 - 通风和室温调节系统性能要求
ASHRAE	医院和诊所暖通与空调设计手册
ASHRAE	大型医院高级节能设计导则（与零能耗建筑物相比，可节能50%）
ASHRAE	小型医院和医疗中心高级节能设计导则（与零能耗建筑物相比，可节能30%）
UNI 11425	Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata (VCCC) per il blocco operatorio. Progettazione, installazione, messa in marcia, qualifica, gestione e manutenzione.
HTM03-01	医疗技术备忘录： ventilazione specializzata per ambienti sanitari
GB50333-2013	基于中华人民共和国建设部颁布的第85号文件：手术部技术规范（2002）



医院环境（手术部）中最常用空气处理标准比较表

		UNI 11425:2011	ASHRAE, Std 170, 9/05	DIN 1946-4	
温度湿度条件	送风温度、相对湿度	冬天 $\geq 20^{\circ}\text{C} \geq 40\% \text{RH}$; 夏天 $\leq 24^{\circ}\text{C}, \leq 60\% \text{RH}$	可调节范围17-27 °C, 45 - 55% RH	可调节范围19-26 °C、RH依照DIN 13779	
	送风温度和室温的最大差值 Δt	$-0.5 < \Delta T < -2^{\circ}\text{C}$	未规定	未规定	
清洁等级	需达到ISO等级	3个清洁等级：ISO 5、ISO 7、ISO 8	未规定	按照 RKI分类：等级 la、lb、II	
	污染测量	连续六个月监测清洁等级（ISO 14644-3）	未规定	细菌和微粒数量	
换风和再循环	允许再循环吗?	是，采用来自同一手术室的空气	是	是，但采用来自同一组房间的空气	
	与外部空气换风	15 vol/h	“采用再循环时最少换气量：5 vol/h、未采用再循环时最少换气量 15 vol/h”	1200 m ³ /h 外部空气	
过滤器	过滤器要求	3个过滤级别：标准(H12)、高(H13)、特高(H13/H14)	移植和整形外科(7、8、17)；手术室(8和14)(标准等级-ASHRAE 52.2-1999)	在房间0.5m范围内，在第一阶段采用F5(建议采用F7)、第二阶段采用F9、第三阶段采用H13	
	过滤器位置	高效过滤器位于手术室中	位于AHU上游且在第二个阶段位于AHU下游、高效过滤器在手术室中	第一个阶段位于AHU上游，第二个阶段位于送风口、第三个阶段位于送风口	
净化时间规范		ISO 14644-3	未规定	未规定	
气流类型	建议气流	湍流或单向的混合气流	向下单向气流、下部进气口	A类房间单向气流、B类房间单向或混合气流	
	需专用装置	未规定	未规定	未规定	
风速	手术室中的最大允许湍流	未规定	未规定	未规定	
	手术室中气流速度限制	未规定	未规定	未规定	
	出口/扩散器处空气流速	旨在防止扰乱单向气流	建议在过滤器后为0.15 m/s	在过滤器后最低为0.23 m/s	
区域细分	手术室细分	按照功能进行房间结构细分	未规定	参见表2的标准	
	区分清洁等级各不相同的区域	按照无菌状态，污染级各不相同的区域	未规定	I级区域、大量细菌控制要求（手术室）	
	污染控制方法	手术室区域压力差异 ≥ 10 Pa、手术室内压力差异为15-20 Pa	关上门时，超压为2.5 Pa	房间之间的气流相互交叉，共同形成气流方向	
风口位置	进风口	未规定	在顶棚上、单向	未规定	
	回风口	未规定	地面附近至少有2个风口（距离地面75 mm）	在顶部(再循环)和底部(排风)	
麻醉气体	手术室浓度限值	N ₂ O: '89前调整至<100 ppm、'89后修复至<50 ppm、'89后调整至<25 ppm、新房间中为<2 ppm	未规定	N ₂ O= 25 ppm；卤代物 = 2 ppm 天花板(NIOSH值)	
备用状态下最低流速		15 vol/h	未规定	在备用状态下，HEPA过滤器前部的风管内最小流速为2 m/s	
最大允许噪音级		手术室中<45 dB手术室(若ISO 5 <48 dB的话)	未规定	48 dB(A)	

数据来源：AICARR

	NF S 90 351	SWKI 99-3F	ONORM H 6020-1	GOST R 52539/2006
	19 - 26 °C, 45 - 65% RH	可调节范围18 -24 °C、30- 50% RH	可调节范围22 -26 °C ±1 °C、40-60% RH	18 -24 °C ±1 °C、22 °C时最小值30% RH
	未规定	最大ΔT 为1 °C, 最大送风温度偏差±1 °C	未规定	未规定
	ISO 5 B10 (区域 4)、ISO7 B10(区域 3)、ISO 8 B100(区域 2)	无需分类	4个纯度级别: A 和 B= ISO 5, C=ISO 7, D= ISO 8	风险分为5级风险, 最高级为ISO 5级
	ISO等级、动力净化等级、细菌等级(CFU/m ³)	微粒数量及样本来源(CFU/m ³ 分类无效)	CFU/m ³ : 室内空气限值和不同等级的房间: I、II、III、IV、等级I	在距离手术台30cm处测量的微粒数量
	是, 但采用来自同一组房间的空气	是	是, 采用经高效过滤器过滤的空气	是, 采用来自同一手术室的空气
	≥6 vol/h	外部空气100 m ³ /(h*pers):	每平方米表面面积上外部空气流速20 m ³ /h	100 m ³ /h p.p. ; >12 vol/h 手术室
	第一阶段采用F6(外部空气)、第二阶段采用F7、第三阶段采用H13、进风口最低采用F5	第一阶段采用 F5(外部空气)、第二阶段采用F9、第三阶段采用 H13	“对于等级I和II: F7、F8、H13; 提取F6”	3 个过滤级别: F7、F9、H14 (这个级别可直接应用于房间)
	第一阶段位于 AHU上游、第二阶段位于加湿器上游、一般位于受控区域入口	第一阶段位于 AHU上游、第二阶段位于送风口、第三个阶段位于送风口	第一阶段位于 AHU上游、第二阶段位于送风口、第三个阶段位于送风口	第一阶段位于 AHU上游、第二阶段位于送风口、第三个阶段位于送风口
	将各区域污染物浓度减少90%所需时间	未规定	未规定	未规定
	区域4内单向气流、区域3内混合气流、其他区域湍流	占用区上方单向气流	等级I: 低湍流的送风流	大多数关键应用采用单向气流、其他应用并不采用单向气流
	未规定	未规定	是, 在I和II级房间中	未规定
	未规定	高度达到1.5m时最大: 10%	未规定	未规定
	未规定	未规定	对于 I 和II级手术室, 为0.45m/s	未规定
	冷却盘管附近空气流速 <3m/s	送风流速 0.24 m/s、平均空气流速 0.2 m/s	未规定	0.24 - 0.30 m/s
	未规定	未规定	未规定	未规定
	其中有4个区域, 不必将其在结构上划分为手术室和服务室	污染级各不相同的区域, 不必在结构上进行划分	不同房间结构性划分	不同房间结构性划分
	空气流速>0.2 m/s或压力>15 -20 Pa	气流垂直向下区域的动态保护	DP>30 Pa且提取系统关闭时, 用于关闭风管的风门。	相邻房间之间DP>10 Pa、连续控制超压
	未规定	过滤天花板 >9 m ²	未规定	单向天花板扩散器 >9 m ²
	未规定	天花板/墙面上风口均匀分布	顶部和底部、从底部和顶部分别抽气75%和25%	顶部回风>50%(天花板和墙壁)
	未规定	未规定	未规定	未规定
	最小换气流速: 6 vol/h	未规定	未使用时关闭系统, 提前30分钟重新启动	未规定
	未规定	距离地面1.75m 时为48 dB(A)	手术室中为45 dB(A)、无菌存储室和其它房间为35 dB(A)	未规定

CAREL项目一览

Carel部分医疗行业项目列表

国家	城市	项目名称	加湿器类型
英格兰	伯明翰	"Queen Elizabeth" 医院	humiSteam
苏格兰	因弗内斯	"Raigmore" 医院肿瘤科	humiSteam
英格兰	纽卡斯尔	"Royal Victoria" 医务室	ultimateSteam
英格兰	彭伯里	"Pembury" 医院	humiSteam
英格兰	朴茨茅斯	"Portsmouth" 医院	ultimateSteam
沙特	塔伊夫	"AL HADA" 医院	mc multizone
挪威	奥斯陆	"Radiumhospitalet" 医院	heaterSteam
爱沙尼亚	塔林	"北爱沙尼亚医疗中心"	heaterSteam
伊拉克	苏利马尼亚	"SULYMANIA" 医院	heaterSteam
科威特	-	"AL SALAAM" 医院	ultimateSteam
波兰	华沙	"Medicover" 医院	heaterSteam
捷克	捷克布杰约维采	"České Budejovice" 医院	humiSteam
瑞典	哥德堡	"Sahlgrenska sjukhuset" 医院	heaterSteam
中国	北京	"中国301"军医院	heaterSteam 和 ultimateSteam
德国	希尔德斯海姆	Hildeseim "Krakenhouse" 医院	humiFog
哈萨克斯坦	阿斯塔纳	"Multi-hospital" 医院	heaterSteam
中国	北京	北京大学医学部眼视光中心	humiSteam
中国	上海	上海新华医院	humiSteam
中国	北京	北京协和医院	heaterSteam
中国	杭州	杭州邵逸夫医院（浙江大学医学院附属邵逸夫医院）	humiSteam
意大利	斯基奥/蒂恩	Schio 医院	humiFog
意大利	巴列塔	Barletta 医院	humiFog
意大利	都灵	Turin 医院	humiFog
意大利	佛罗伦萨	"Careggi" 医院	humiFog
意大利	罗马	"Bambino Gesù" 儿童医院	humiFog
美国	州朗霍恩	"St Mary" 医院	ultimateSteam
美国	滨州好时	"Hershey Medical Center" 医疗中心	ultimateSteam
美国	纽约	"Cornell" 医院	compactSteam
美国	滨州黎巴嫩	Good Samaritan" 医院	humiSteam 和 ultimateSteam
美国	滨州黎巴嫩	"VA" 医院	humiSteam 和 ultimateSteam
法国	巴黎	"Necker-Enfants malades" 儿童医院	ultimateSAM
法国	拉瓦尔	"Chu Laval" 医院	heaterSteam
法国	利摩日	"Chenieux" 诊所	heaterSteam
法国	佩里格	"Ch Perigueux" 医院	heaterSteam
法国	贝桑松	"Chu Besancon" 医院	humiSteam

Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES HQs
Via dell'Industria, 11
35020 Brugine - Padova (Italy)
Tel. (+39) 0499 716611
Fax (+39) 0499 716600
carel@carel.com

Sales organization

CAREL Asia
www.carel.com

CAREL Australia
www.carel.com.au

CAREL China
www.carel-china.com

CAREL Deutschland
www.carel.de

CAREL France
www.carelfrence.fr

CAREL Iberica
www.carel.es

CAREL India
www.carel.in

CAREL HVAC/R Korea
www.carel.com

CAREL Russia
www.carelrussia.com

CAREL South Africa
www.carelcontrols.co.za

CAREL Sud America
www.carel.com.br

CAREL U.K.
www.careluk.co.uk

CAREL U.S.A.
www.carelusa.com

Affiliates

CAREL Czech & Slovakia
www.carel-cz.cz

CAREL Korea (for retail market)
www.carel.co.kr

CAREL Ireland
www.carel.com

CAREL Thailand
www.carel.co.th

CAREL Turkey
www.carel.com.tr