



## 全球制冷技术创新大奖赛评奖标准

全球制冷技术创新大奖赛的评奖标准基于技术最终性能，确保任何技术均有获奖的可能。评奖标准包括两大主要标准（气候影响和经济性）和补充标准，所有参赛技术都应满足这些标准。

所有的性能指标都将与基准机型进行对比。基准机型是 1.5 冷吨 (TR)、定频、制冷能效比 (EER) 为 3.5、使用全球变暖潜能值 (GWP) 为 2088 的 R410A 作为制冷剂的分体式空调机。根据落基山研究所对印度新德里一套东南朝向 90 平方米的公寓进行的能耗模拟，基准空调机型的年耗电量为 2969 千瓦时。

基准机型以 2018 年市场最常见、能效为平均值的房间空调器为参照。2018 年，定频空调机组占印度住宅空调市场的绝大部分比例。通过研究报告和制造商网站信息，我们发现定频、EER 为 3.5、制冷剂为 R410A 的分体式空调是 2018 年市场上最具代表性的销售机型。

### ➤ 主要标准

#### 1. 气候影响

气候影响（能耗与制冷剂排放）必须减少至基准机型的 1/5。

##### 1.1 详细说明

该制冷解决方案必须能够将气候影响相比基准机型降低至少 80%。对气候影响的评估会综合考虑电力消耗的减少和所使用制冷剂全球变暖潜能值 (GWP) 的下降。制冷解决方案对用电量节约和制冷剂性能的评估在总体气候影响评判中的权重为 80: 20。电力消耗的减少还需要通过实验室和实际环境的双重测试。

##### 1.2 原理阐述

新兴经济体的制冷需求有望在未来 30 年内增长到现在的 5 倍。为了抵消制冷需求激增造成的温室气体 (GHG) 排放的增加，世界亟需一种气候影响降低至当前 1/5 的制冷解决方案 (5X 解决方案)。我们相信 5X 解决方案是一种可行的，然而尚未被实现的突破性技术。当前最佳水平的空调机型已经能够将气候影响降低至基准水平的 1/3.5。通过研究一系列突破性技术，我们得出了一条结合当前现有技术即可实现电网电力消耗量降低 80% 的理论制冷技术路径。如果同时使用全球变暖潜能值 (GWP) 更低的制冷剂，我们完全能够超越 5X 气候影响力的要求。

落基山研究所的模型以及技术和经济评估小组 (TEAP) 于 2018 年发布的报告显示，考虑到新兴经济体市场电网排放强度因子，制冷剂排放和运行排在房间空调器寿命周期内温室气体排放总量中的占比分别约为 20% 和 80%，因而确定了耗电量和制冷剂的权重比例。

##### 1.3 评估与得分

要实现 5X 气候影响力，综合考虑用电消耗和制冷剂全球变暖潜能值 (GWP) 的气候影响需要比基准值降低 80%。例如，如果一项技术在耗电量基准值基础上实现了 75% 的节约，并使用了一种 GWP 值为 0 的制冷剂，即在 GWP 基准值 (R410A 的 GWP 值为 2088) 基础上降低 100%，那么按照 80: 20 的权重比例计算，该技术的总体气候影响下降 80%。在基准值基础上降低的百分比将被转换为相应的分数。在基准值基础上降低 0% 的技术将得到 0 分。在基准值基础上降低 100% 的技术将得到 100



分。降低幅度在 0%到 100%之间的任意百分比将按比例换算为 0-100 的分数。

如果参赛团队可以证明其参赛技术能够通过单独设备性能提升和相关联系统能耗降低（例如降低生活热水的能耗）相结合的方式实现 5X 气候影响力，技术评审委员会可以考虑该方案满足气候影响评判标准。在这种情况下，技术评审委员会将考虑相应的增量气候影响并给予方案合理的额外分数。

这种评分方式将用来评估参赛方案的《申请技术详细说明表》并选出前十名入围团队。如果入围团队总数不到 10 个，技术评审委员会可能会邀请参赛技术方案满足如下条件的团队开发样机并进行测试：1) 参赛技术方案满足除“气候影响”之外其他所有标准；2) 目前参赛技术方案的气候影响已在基准值基础上实现至少 64%降低；3) 参赛技术方案展示出未来能够实现气候影响降低 80%以上的潜力。

在对基准机型和参赛解决方案进行实验室测试和实地测试后，前十名制冷解决方案将依据评分标准重新打分。

#### 1.4 举例

如果一项技术能够在耗电量基准值基础上实现 75%的节约，并使用一种 GWP 值为 0 的制冷剂，即在 GWP 基准值基础上降低 100%，那么按照 80: 20 的权重比例计算，该技术的气候影响下降百分比为 80%，因此可获得 80 分。类似地，如果一项技术完全利用集成在设备之内的太阳能光伏设备供电，并且体积大小不超过尺寸要求，同时使用 GWP 值为 0 的制冷剂，则这项技术可以在基准值基础上降低 100%，因此可获得 100 分。

## 2. 经济性

必须证明在规模化生产时的成本不会高于基准机型成本的 2 倍。

### 2.1 详细说明

参赛方案在生产规模下的前期成本必须不超过基准解决方案成本的 2 倍。参赛技术的前期成本将由工业工程专家组以 10 万台产量的生产规模进行评估。该工业工程专家组将使用参赛团队所提交的物料清单计算评估成本。评估成本再加上标准分销成本和利润将得出消费者的不含商品和服务税（GST）的购买成本。

如果参赛方案在设计中需要任何可再生能源发电以实现 5X 气候影响力，则该部分可再生能源发电成本也将被计入总成本之中，即包括可再生能源发电成本的总成本不得超过基准空调机型成本的 2 倍。

下文提供的 2017-2018 年度基准机型的消费者成本将作为参考，帮助参赛团队确定其样机的目标成本。基准机型的成本将由技术评审委员会根据前一年市场占有率最高的厂家提供的 1.5 TR、定频、能效 3 星分体式空调的平均成本确定。

### 2.2 原理阐述

我们研究了 2017 年度印度室内空调市场报告并确定了市场占有率最高厂商提供的 1.5 TR、定频、能



效 3 星分体式空调的平均成本。根据 2017-2018 年度市场平均真实价格的研究所确定的成本为 35,600 卢比（按照印度储备银行 2017 年美元兑卢比的平均汇率计算为 546 美元）。

落基山研究所的分析显示，即使消费者的成本提高 1 倍，5X 气候影响力制冷解决方案仍能为消费者节约成本，投资回收期还不到 3 年。分析显示，按照每千瓦时 6 卢比的住宅用户电费水平（德里的普通水平）计算，消费者在 10 年空调寿命期限内的总节约净现值可达 1,500 美元左右。

### 2.3 评估与得分

参赛制冷技术将根据成本评估得到相应的分数。假设成本为 0 的技术将得到 40 分，基准机型成本 5 倍水平的技术将得到 0 分。任何在 0 和基准水平 5 倍之间的成本都将按比例得到相应的分数。（一倍成本得 32 分，两倍成本得 24 分，三倍成本得 16 分，四倍成本得 8 分）

如果一项参赛技术无法满足成本增加不超过 1 倍的标准，但参赛团队可以证明其参赛制冷技术能够降低相关联系统成本，技术评审委员会可以考虑该方案满足经济性评判标准并认可其相关成本节约。

### 2.4 举例

如果一项技术（在 10 万台生产规模下）的评估成本与基准成本相同，也就是 35,600 卢比，那么这项技术将得到 32 分。如果一种解决方案的成本是基准水平的 2 倍，即 71,200 卢比，按照上文介绍的计算方法，这种解决方案将得到 24 分。

## ➤ 补充标准

### 3. 功率

制冷功率不超过 700 瓦。

#### 3.1 详细说明

参赛方案在标准条件以及实验室和实际环境测试中提供 1.5 冷吨额定制冷量的同时，其功率不应超过 700 瓦。最大或峰值功率的计算将使用需量电表以极高频率（几分之一秒）在特定时间段内进行测量。功率如达到 700 瓦，将比基准水平低 60%，比当前市场上现有的高性能机型水平低 30%。

#### 3.2 原理阐述

降低功率需求可以避免为了满足制冷需求提高所需的新建发电设施和配电系统。根据我们利用国家可再生能源实验室 BEOPT 工具进行的分析以及对当前现有空调技术的研究，我们相信功率下降 60% 是可行的。我们的研究还显示，功率降低 1/2 对应的能耗降低量为 2/3。根据这样的关系反推能耗降低 80% 对应的功率降低 60% 是可行的。

当前市场现有的高性能空调机型最大功率为 1000-1200 瓦，例如格力 1.5 TR Hyper Hi-wall 变频热泵（型号 GWH18QE-K6DNC8D）和富士通 1.5 TR 单独区域小型分体式热泵（型号 18RLXFW1）。

此外，太阳能光伏（PV）、电池储能和外太空辐射制冷等替代技术都能够提供降低最大功率的机会。

### 4. 用水量

如果运行需要用水，每天的用水量不应超过 14 升。



#### 4.1 详细说明

制冷解决方案每日运行所需的现场用水量应少于 14 升。

#### 4.2 原理阐述

制冷技术应做到用水量无增长，即技术的用水量不得超过自身通过节能所节约的水量。此外，新的空调机型用水量不得超过一户家庭生活用水总量的 10%。

印度电力部门 2014 年每生产 1 千瓦时电力的平均耗水量为 2.1 升（2.1 升/千瓦时）。由于新空调机型气候影响为基准值的 1/5，效率的提高每天可以节水 28 升（夏季）。

保守计算，在可再生能源占电网高比例情景下，到 2030 年电力部门每生产 1 千瓦时电力的用水量将为 1.57 升。使用这一数字，更高效空调机型在夏季能够每天节水 20 升。一个印度家庭平均每天的生活用水量为 400 升。

### 5. 排放

不应包含任何以化石能源为燃料的场内自备电源或热源

#### 5.1 详细说明

该制冷解决方案不应通过采用任何场内化石能源为空调机的运行生产热力或电力。

#### 5.2 原理阐述

该制冷解决方案不应使用任何场内化石能源作为燃料来运行空调机。分布式燃烧源不但会对住宅造成安全隐患，并且不利于提高可再生能源上网比例以及降低电网排放强度。

### 6. 制冷剂

方案应使用臭氧消耗潜能值（ODP）为 0，毒性较低（A 级）并符合 IEC 60335-2-40 或 ISO 5149 标准要求的制冷剂。

#### 6.1 详细说明

制冷解决方案应按照蒙特利尔议定书要求使用 ODP 为 0 的制冷剂。

制冷解决方案应按照 ISO 817:2014 标准的要求使用毒性较低（A 级）的制冷剂。

制冷解决方案应能够满足测试所在市场的规范，如果测试所在市场没有成文规范，则应满足国际指导性 IEC 60335-2-40（2018 版或最新修正版）或 ISO 5149:2014 中有关使用易燃制冷剂系统安全性和环保性的规定。

除以上要求，包括气候影响计算中对制冷剂 GWP 值的要求外，技术评审委员会还会对与基准机型不同的制冷剂加注量进行特别考虑。



## 6.2 原理阐述

为了减轻制冷需求的环境影响，制冷技术所使用的制冷剂应遵守蒙特利尔议定书对于 0 臭氧消耗潜力的要求。所使用的制冷剂还应该符合 A 级毒性标准，并符合测试市场或国际安全标准，从而确保制冷技术可以在住宅空调行业得到安全应用。

## 7. 可规模化

可应用于现有住房，不需要特别的工程设计解决方案。

### 7.1 详细说明

该制冷解决方案的安装不需要任何重要基础设施升级或对现有住宅的结构性改变。例如，超高效且气候友好空调机的安装不得要求现有多户公寓建筑更换外墙或进行主要结构、电气或管道系统升级。如果参赛方案为分体式空调，室外机体积不得超过 0.27 立方米，室内机体积不得超过 0.15 立方米。如果参赛方案为一体式空调机，其最大体积不得超过 0.42 立方米。解决方案设备的体积大小应包含方案内的任何专用可再生能源发电电源的大小。

### 7.2 原理阐述

该制冷解决方案需要能够安装在新建建筑以及现有建筑中。因为现有蒸汽压缩空调技术不需要公寓内的主要电气或管道工程，所以新的超高效且气候友好空调机型也应能够在相同市场条件下得到规模化应用。

该制冷解决方案应具备合理的尺寸，从而可以被方便地运输和安装于多数建筑。为了确保可行解决方案具备广泛适用性，其体积大小不得超过普通空调机型的 2 倍。参考尺寸机型为 2018 年 7 月市面有售的 1.5 TR 定频 Voltas 小型分体式空调机，型号为 Voltas Split AC 183 JZJ1。

室内机：990 x 315 x 242 mm (长 x 高 x 宽) = 0.0755 m<sup>3</sup>

室外机：840 x 540 x 300 (长 x 高 x 宽) = 0.136 m<sup>3</sup>

## 8. 材料

参赛制冷解决方案应尽量减少使用隐含碳或稀土材料含量高的材料。

### 8.1 详细说明

全球制冷技术创新大奖赛对参赛技术材料使用隐含碳和稀土材料没有绝对要求，但在最终评奖过程中，技术评审委员会将依据他们的判断，对使用了高含量碳材料或稀土材料的解决方案进行全寿命周期影响评估。

### 8.2 原理阐述

该制冷解决方案不应由于采用了含有高隐含碳材料或使用大量稀土材料而在未来造成不良后果。对技术的全寿命周期影响评估可以更深入地了解这些后果。因此，该制冷解决方案应在开发下一代创新空调解决方案的过程中优化材料，并在可能的条件下尽量减少此类材料的使用。

## 9. 运行要求

该解决方案应能够在标准室外条件下提供 1.5 TR 制冷量，并在测试期间能够维持低于 27 摄氏度的



室内干球温度和 60%的室内相对湿度。

### 9.1 详细说明

该解决方案应该能够依据 IS 1391（第一部分）：2017、IS 1391（第二部分）：2018 和 ISO 1638:1–2013 的要求，在 35 摄氏度干球温度（DBT）和 24 摄氏度湿球温度（WBT）的标准测试条件下提供 1.5 TR 制冷量。IS 1391 标准将被用于样机（例如一体机或分体机）设计测试。

在实验室和实际公寓测试中，制冷解决方案（样机）应该能够在测试阶段的不同室外条件下维持室内低于 27 摄氏度的干球温度和 60%的相对湿度。样机和基准机型都将在测试期间全天候进行连续性运行，从而确定它们的能耗，同时评估它们维持理想室内环境的能力。由于样机启动需要时间，并且样机的操作精度可能不及开发完善的基准机型，我们允许一定的“未满足条件小时数”。请查看“测试协议”页面了解更多有关测试方法的细节。

### 9.2 原理阐述

为了维持舒适和健康的室内环境，湿度必须得到控制。同样地，27 摄氏度越来越多地在国际上被设定为空调的标准室内目标温度。由于基准机型已开发数年，能够在不同运行条件下提供稳定的性能输出。因此我们设计了“未满足条件小时数”来反映参赛样机在开发初级阶段可能遇到的性能上的小问题。