

能源效率

通过建筑通风自然制冷

越来越严格的环境法规正推动燃煤电厂进一步提高能源效率，而电力和锅炉建筑的通风系统会使其中许多法规变得灵活。

文 | Brandon Bell



图 1 控制燃烧系统栈压差的作用力同样适用于锅炉建筑通风

涵盖原有发电厂的清洁能源计划规划则终稿已于 2014 年夏天发布，工厂升级、提高能源效率、燃料转换和促进可再生能源发展只是其中一部分。遵循这些方案，那些期望燃煤发电机组有长期运行的发电厂需要开始评估所有电厂系统，帮助了解辅助动力节约的潜力。

在火力发电厂生产的电力中，有一部分电力要用来运行发电厂的辅助系统。

这些包括风扇、水泵、压缩机、甚至发电厂的照明。随着发电厂辅助系统的改进，有更多电能可供消耗，使工厂运作效率更高，碳污染进一步减少。

在评估系统的节能潜力时，要考虑锅炉建筑的通风系统。在火力发电厂，燃烧过程会释放大量热能，这个过程的目的将来自燃烧流程的热能转移到将用于发电的工作流（水和蒸汽）。为了在锅炉中容纳更多热能，锅炉壳上有一层厚厚的绝缘层，以保留工作流中的热能。

可惜，绝缘层无法容纳所有热能，一些热能转移到锅炉建筑内部环境。除了燃烧生热外，这些建筑还存在其他许多发热形式。发电厂运行所需的所有风扇、泵和压缩机由电动机或汽轮机驱动。电动机将电能转换为机械能，这种能量转换并不理想，而较低的效率导致向环境排放许多热量。汽轮机驱动的锅炉面临着相同的问题，绝缘层无法容纳所有热能。

冷却方案

如果不控制，锅炉建筑所有来源的热量损失会增加内部环境温度，由于安全原因，工人无法进入建筑。为了处理燃烧和设备产生的大量热量，锅炉构筑物都配备非常大的通风系统，不断从外部吸收冷空气，排出建筑内部的热空气。

在多数燃煤锅炉建筑内，强制通风系统用于将热空气从构筑物排出，吸入温度较低的空气。大风扇安装在屋顶，而进风百叶窗位于构筑物底部来接纳所需通风。因为大量的空气排出，对于一些锅炉建筑的通风系统，每个锅炉可能需要超过 450 kW 的运行功率。

除了需要使用辅助动力，强制通风系统还需要定期维护才能持续运行。日常维护工作包括皮带更换、电机倒带、轴承更换和风机调整。当前一些系统还可能包含一些众所周知的有害物质，例如，石棉绝缘层或铅涂料。随着时间推移，石棉绝缘层会变质和脱落，含铅油漆开始从表面起皮或脱落。这些物质对于工人来说是危险的，需要一个特殊的、高成本的清除过程。

但是，强制通风系统也能被取代，同时减少了辅助加载和持续维护活动的必要性。自然通风系统，有时被称为重力通风系统，通常作为强制通风系统的替代系统。它在设计上非常简单，活动部件很少，基本无须维护。

利用烟囱效应

在自然通风系统中，构筑物屋顶的大开口用于代替大多数强制通风系统采用的小开口。这些较大的开口促进热量

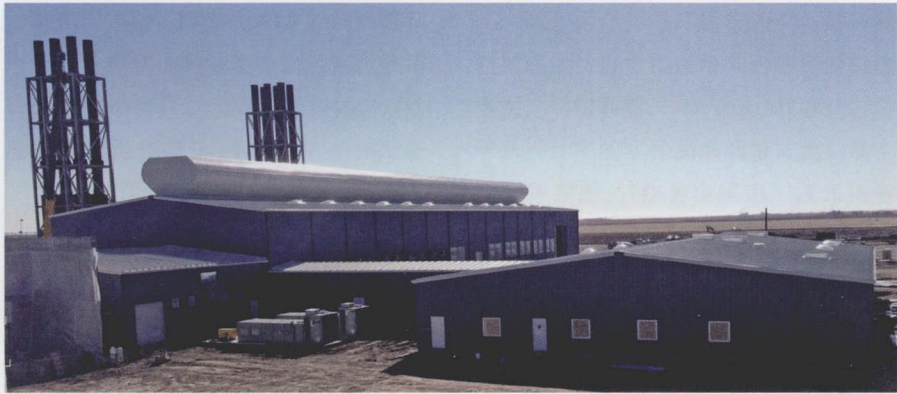


图2 屋脊式通风口的原理与翻盖式一样，但是更小一些，外形略有不同

动力，在构筑物外部产生空气浮力，导致烟囱效应。锅炉大楼内多个排热源将驱动环境空气温度上升，直到建筑外部温度高于环境温度。

温差导致空气密度和气压差异。由于锅炉大楼内的热空气比外部的冷空气密度低，所以产生压差，使锅炉建筑外的压力更高一些。

由于压差提高和温度降低，户外环境空气会自然渗透构筑物的下半部分，试图平衡内部/外部气压。在强制通风系统中，风扇诱发大量的压差，驱使空气流动。由于压差很大，屋顶仅需一个小开口。与强制通风系统相比，自然通风系统压差小得多。因此，增加锅炉建筑顶部的开放面积需要减少流量限制和弥补压差损失。

各种商业产品也可以用来妥善解决所需额外开放屋顶面积。根据建筑和周围环境的热量分布，一个简单的百叶窗可能就足够了。这将为建筑提供更多开放屋顶空间，同时保护建筑内部免于承受雨水等天气因素影响。百叶窗可以是手动或电动的，用来调整屋顶的开口面积，保证足够通风。

对于要求较高气流运动的结构来说，翻盖式自然通风器也许是最合适的解决方案。翻盖式自然通风器和百叶窗的用途一样，但是背风面积与迎风面积的比率更高一些。

对于一个装有百叶窗板的结构，背风面积与迎风面积的比率范围一般为

50% ~ 60%。通过一个翻盖式自然通风器，背风面积与迎风面积的比率为100%。这相当于增加等效屋顶开放面积，同时保护室内免受室外天气的影响。类似于一个装有百叶窗板的结构，翻盖自然通风器内部的阻尼器可以打开或关闭，使构筑物内有适量气流，人工链式驱动器或电机执行器可用于实现这个功能。

风力通风

风在改善自然通风系统效率的过程



图3 建筑四周有许多百叶窗，可以利用风冷作用

中也扮演着一个角色。当一栋建筑暴露在风中，构筑物的迎风面承受的环境压力将增加，而背风侧的环境压力将减少。这类似于会导致烟囱效应的浮力，构筑物迎风和背风侧的压力会试图达到平衡。锅炉建筑内有足够大的开口可以实现额外的空气流动，从而降低室内环境温度。

其他考虑因素

自然通风系统可以被设计成非电力运行。在某些情况下可能需要利用功率来调整屋顶有效开放空间，但对大多数系统的运行来说，设备是静态的，从而使组件磨损最小。

然而，对于所有燃煤发电机组来说，自然通风改造可能不太实际。为了确定构筑物中自然通风所需的有效面积，有必要进行可行性和成本/效益分析。由于现有屋顶配置要求的面积可能无法实现，在这种情况下，至少进行一部分改造。

有些发电厂无须担心这个问题，目前有许多燃煤发电机组（位于“天气晴朗”

的州）建在室外。这种“开放型”建设意味着没有锅炉、汽轮机以及辅助系统外部没有建筑，因此不要求安装通风系统。

考虑到只有最节能的燃煤电厂才能完成清洁能源计划，为了增长继续运营的可能性，必须节约任何辅助动力。从强制通风系统转换到自然通风系统，这将使纯粹强制通风系统所消耗的电量节约90%左右。对于一个典型的600 MW发电厂，这相当于节约400 kW左右的电量。

即使没有监管方面的考虑，现有的强制通风系统也会继续老化，越来越不可靠，而且替换零件将越来越难找到。总之，未来设施应考虑安装一种使用天然气量的锅炉建设通风系统。MM