

奥运建筑节能 带给北京能源结构调整的思考

□马重芳 刘中良 吴延鹏 陈永昌

能源与环境是保证人类社会可持续发展的基础和关键，是当今世界各国关注的热点问题。这一方面是因为我们人类社会进步与发展所依赖的能源是有限的，正在面临着枯竭的危险，另一方面是因为人类能源消费过程几乎不可避免地对我们的环境造成一定的影响。实际上，环境污染问题的产生大多与用能过程有关。所以，如何提高用能水平，减少能源消费给环境带来的污染，改善我们的生存环境已经成为迫在眉睫的硬任务。

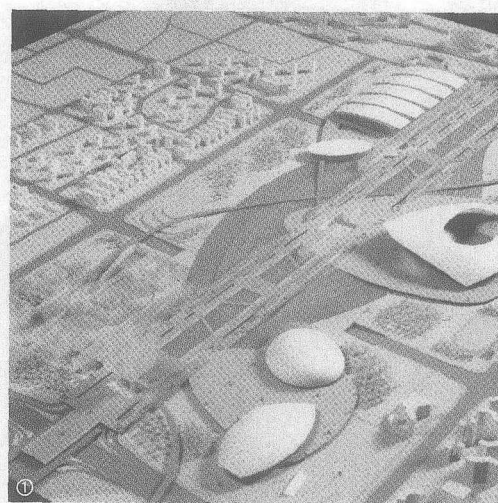
北京市是一个拥有1200多万人口的国际大都市，由于自然、经济和历史条件的限制，尽管市政府一直对北京的能源与环境问题给予了高度的重视，采取了一系列卓有成效的政策和措施，但北京市的环境和能源结构仍然存在着非常严重的问题。这主要表现在两个方面，一是环境状况不容乐观，北京仍然是世界上10个污染最为严重的城市之一，二是能源结构不合理，煤炭消费量在2000年全市能源总消费量所占的比重仍然高达66%，而在燃料消费中煤炭（含焦炭）所占比重竟然高达74.2%。而以煤为主的能源结构和直接燃用原煤，尤其是民用燃煤必然会造成严重的大气污染问题，这正是北京大气环境问题的症结所在。

2001年北京申办2008年奥运会成功既为我们首都北京的快速发展提供了千载难逢的好机会，也带来了严峻的挑战。北京市环境治理成为我们必须限期完成的硬任务。根据国务院和北京市政府的要求和申奥报告对环境保护的承诺，在污染

物排放总量逐年降低的基础上，2005年大气环境质量应达到国家二级标准，2008年北京市区大气环境质量应接近世界卫生组织的指导值或发达国家大城市的平均水平。为此，市政府做出了进行全面能源结构调整的重大决策：在2008年前将目前以原煤为主的污染型能源结构逐步转变为以天然气、电力等优质能源为主的清洁型能源结构。与此同时，大力开发利用太阳能、风能、地热能和各种生物质能等可再生能源，提高能源利用率，加强节能技术的研发和应用。到2008年，优质能源在终端能源消费结构中的比重要达到80%以上，煤炭所占比重下降到20%以内，在燃料消费结构中煤炭的比重控制在48%以内，并且全面取消终端燃煤。

能源结构调整是改善北京市大气环境质量的关键，也是实现大气质量根本好转的关键。然而，值得注意的是，英国等西方发达国家实现这一结构转变用了30多年的时间，而我们首都北京大规模实行能源结构调整至今只有5年左右的时间。所以，要想在如此短的时间内完成如此艰巨的能源结构的调整任务，当然是一靠政策，二要有足够的资金支持，但最重要的是必须开发并依靠高新能源环境技术。只有依靠高新技术才能解决我们在能源结构调整中所遇到的问题，才能保证用不到10年的时间完成西方发达国家30年才完成的任务。

北京市能源结构调整的内容是多方面的。但是，用天然气和电等优质能源去代替民用一次能源（主



要是煤炭)的消费对于从根本上提高北京的大气环境质量具有举足轻重的意义。这是因为，就目前而言，北京市的煤炭消费中有一部分是民用消费，而民用煤炭消费不仅效率低而且对环境造成的污染最为严重。

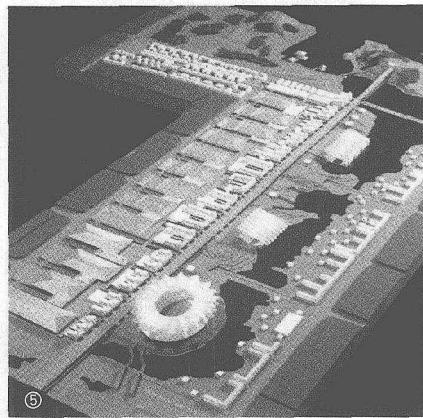
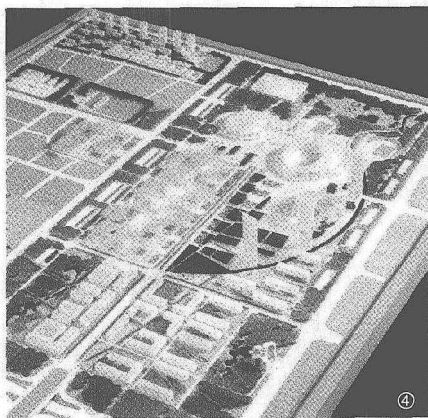
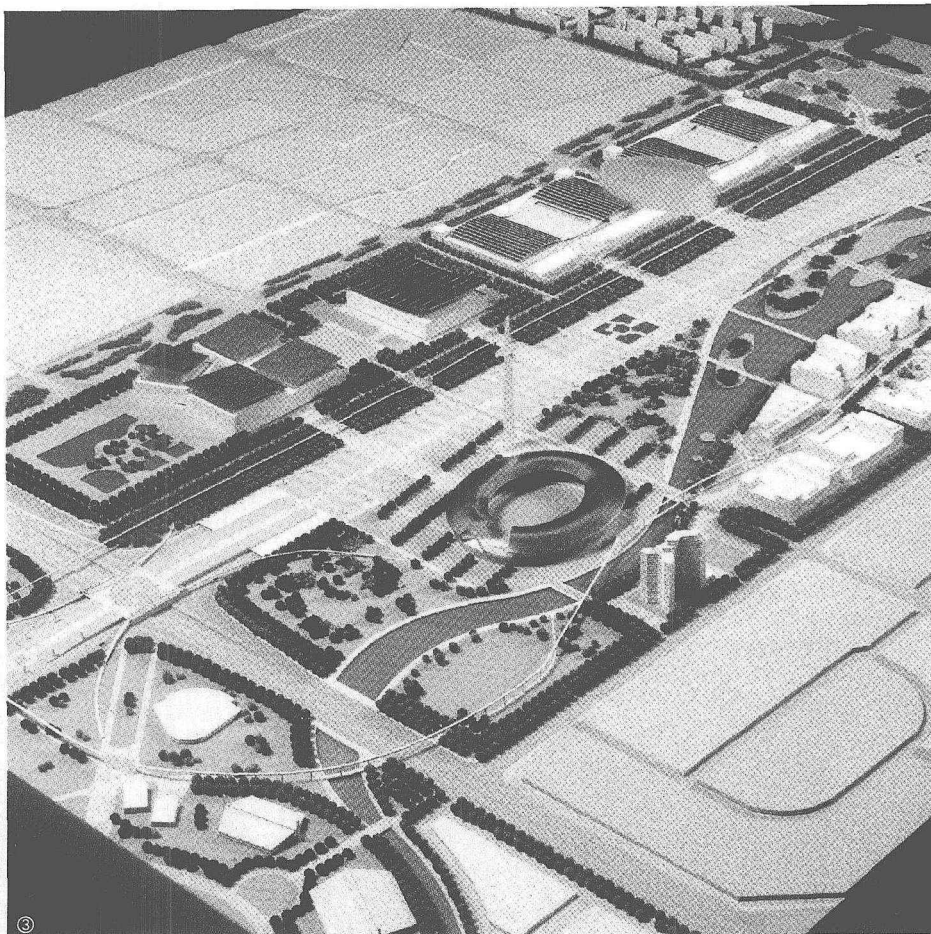
天然气和电都是高品位的优质

能源。用这类优质能源去取代煤等劣质污染型能源对于改善首都北京的大气环境质量无疑具有重要的作用。但是，如果将这些优质能源直接用于民用供热取暖，由于其成本非常高，普通居民根本负担不起。根据初步核算，天然气锅炉供暖运行成本和电热直接供暖的成本大致相当，是燃煤锅炉供暖成本的4~5倍。所以说，如何降低天然气和电等优质能源民用消费的成本，提高能源利用率，是实现首都北京能源结构调整目标的关键。

还应该看到，目前以煤炭为主的化石能源的使用，不仅造成了严重的环境问题，而且这些化石能源都是有限、不可再生的资源。根据目前国际上通行的能源预测，全世界石油资源将在40年内枯竭，天然气将在60年内用完，而煤炭资源至多也只能使用220年。而太阳能、地热能、风能等新能源是可再生的，是环境友好的，是21世纪的绿色能源。我们必须未雨绸缪，大力推进新能源的开发与利用，提高新能源的利用水平。

我国2000年建筑用能已达到全社会终端能源消费量的27.8%，达到3.56亿吨标准煤。同时，由于我国社会经济水平较低，长期以来，对建筑节能重视远远不足，建筑能耗高出同纬度发达国家的3倍左右。北京市住宅面积已经达到1.9亿平方米。2001年住宅竣工面积2500万平方米，是整个欧洲同期住宅竣工面积的2.2倍。以现有住宅面积计算，如果能耗量能平均下降20%，年节能即可达到7.6亿元，由此减少的环境污染及所产生的社会效益也是十分可观的。

从前面的论述我们可以看出，建筑节能不仅在能源节约工作中占有重要的地位，是我们的国策，而且对于保证实现北京市能源结构的调整和“绿色奥运，科技奥运，人文奥运”的目标具有重大意义。因此，搞好奥运村建筑的节能工作，不仅是利用2008年奥运会向世界展



- ①日本国株式会社佐藤综合计画（日本）/Ingerosec Corporation(日本) 规划设计方案。
 ②北京市城市规划设计研究院/DEM AUST PTY 有限公司规划设计方案。
 ③北京奥林匹克公园规划设计方案（美国SASAKI公司/天津华汇工程建筑设计有限公司）。
 ④北京大学城市规划设计中心/北京大学景观规划设计中心规划设计方案。
 ⑤法国AREP公司规划设计方案。

示我国科技尤其是能源科技水平的需要，也是推动我国建筑节能工作，提高建筑用能水平的需要，具有重要的示范作用。所以，我们一定要搞好奥运村的规划与建设。

作为奥运村的建筑，与目前普通建筑相比，至少具有下述特点：(1)它必须是节能型的：其能耗要低于我国现行节能建筑标准，接近西方发达国家的现行节能标准；(2)它必须是以人为本的：居住环境(室内环境)健康，舒适，便利；强调人与自然的和谐统一；(3)它必须是绿色的：最大限度减少由于建筑用能而造成的环境污染，最大限度地使用绿色能源或可再生能源；(4)它必须是高技术的：将最新科

学技术用于奥运村建设，包括：信息技术、材料技术、能源技术、环保技术等。关于奥运村建筑，我们认为应该特别强调如下几点：

对建筑围护结构进行高水平的隔热保温，以大幅度降低能耗。在现行节能建筑标准的基础上，通过围护结构的合理设计和优化，进一步提高节能标准要求。例如，对于奥运村居住类民用建筑，其耗热量指标可以在《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ26-95的基础上再降低30%到50%，从而接近西方发达国家现行建筑节能标准要求；窗户可以采取多层窗、中空玻璃、低发射率玻璃、填充惰性气体等方法，使整窗的传热系数

降低至 $2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以下；外墙可以采用优质隔热材料，加强保温隔热，特别是要采用外保温，使外墙传热系数降低至 $0.5 \sim 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；在围护结构保温隔热良好的情况下，室内用各种重质材料建成厚重结构，以利于蓄存室内热能，调节室温。

为了减少我国建筑能耗，必须大力推广采用可持续发展能源技术和各种节能技术。西方发达国家已经研发了多种先进环境能源技术，并进行了大规模的推广，从而使其建筑能耗从20世纪70年代开始有了大幅度的降低，并达到50%以上。因此，在奥运建筑中要注意采用先进供能技术，充分利用可再生能源

北京市建筑设计研究院奥林匹克公园规划设计方案。



如太阳能、地热能、风能等，调整优化建筑能耗结构，最大限度地减少建筑对常规能源的消耗，建成真正的低能耗建筑。近年来，可持续能源技术呈现出多元化的发展趋势，出现了大量的先进建筑供能技术。在奥运建筑中，我们认为应该优先考虑采用下述先进技术：

采用先进的围护结构节能技术及绿色建材：如采用外墙保温技术、外遮阳技术及绿色建材使建筑物具有良好的保温隔热性能，降低单位建筑面积的耗能量（包括耗热量和耗冷量），减小建筑围护结构的传热系数；

采用余热回收技术：采用余热回收技术不仅可以最大限度地提高建筑用能效率，而且还可以有效地减少建筑用能对环境造成的污染，改善室内空气质量；采用先进的室内空气处理技术合理控制新风量，提高供暖空调系统的效率；

推广先进热泵技术：热泵不仅是一种先进的供能设备和技术，而且也是一种基于热力学原理的解决人类对能源过度消费问题的有效方案，可以说，热泵是我们人类的“第二能源”。这是因为，根据热力学原理，热泵是唯一可以通过消耗一定量的高品位能量（如电能）从环境中提取能量（在热力学中将这部分能量称之为“不可用能”或“火无”），并提高其品位，供人们使用的热力学装置。而环境中的“能量”是无限的。此外，许多低品位的可再生能源，如城市污水的废热能、浅层水及土壤热能等也只有通过热泵才能得到高效利用。热泵在建筑节能中的作用和意义是不可低估的。因此，在奥运建筑中，一定要大力推广使用各种先进热泵技术，尤其是无污染的高效地源热泵供热/空调技术，提高一次能源利用率；

热电冷三联供技术：天然气是优质高品位能源，所以，应该尽量避免直接用天然气供暖。为了最大限度地提高天然气的一次能源效

率，应积极推广热电冷三联供技术，同时大力发展天然气催化燃烧技术，提高燃烧效率，降低排放污染；

建筑设计中充分利用自然通风技术，降低空调能耗，争取在过渡季节可以完全依靠自然通风来维持室内舒适的居住条件，营造一个更加健康的人居环境；

绿色照明技术：照明估计要占商业建筑能耗的30%左右，对于奥运建筑照明所占的比重将会更大。对于体育建筑来说，室内热湿负荷主要是照明和人员负荷。所以，一定要最大限度地采用绿色高效照明技术，这可能包括：(a)充分利用自然光源：除设计时要充分考虑采光要求外，白天可采用先进技术（如光导管技术）将太阳光引入室内直接照明；(b)采用各种高效节能光源；

鼓励采用先进蓄热蓄冷技术，以降低建筑用能成本。蓄热蓄冷技术不仅对于解决首都北京民用用能过程造成的环境污染和新能源利用中的关键技术问题有着重大的现实意义，而且也具有重大的经济意义和巨大的市场潜力。这是因为，随着电量消费的增加，电力供应的“峰-谷”矛盾越来越突出。采用蓄热蓄冷技术可以有效地均匀电力负荷，提高电力系统的运行效率，减小电力建设规模。

(三) 保持良好的室内空气品质。毫无疑问，奥运建筑对室内空气质量有更高的要求。但是，室内空气质量的提高往往与建筑能耗的降低相矛盾。为了解决这一矛盾，在奥运建筑中就必须采用最新材料和最先进的室内空气处理技术，从而在改善室内空气质量，减少环境污染的同时，降低建筑能耗。例如，可以采用太阳能纳米光催化技术包括采用具有自洁、杀菌和降解空气中有害气体作用的瓷砖、地板砖、卫生陶瓷、壁纸等来改善室内空气品质。

(四) 搞好可持续能源技术的

示范工程。前已叙及，建筑供能技术呈现出多元化的发展趋势，同时，西方发达国家已经研发了多种先进环境能源技术，并进行了大规模的推广。但这些要引进这些先进能源技术，就必须结合我国各地实际情况，将先进供能技术与我国建筑以及气候与地理特征相结合，创新性地二次开发和推广，为各种技术提供本土化的基础数据。因此，在奥运建筑中，应该注意建立若干个将多种能源利用技术集成应用的示范工程，这一方面是推广各种建筑节能技术的需要，同时也可以成为贯彻“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”指导方针，向世界展示我国先进能源技术的窗口。

