

中国与丹麦在区域 供暖领域的经验



前言	3
丹麦区域供暖历史	4
丹麦现代化区域供暖	5
丹麦区域供暖的主要特点	6
公共供暖计划和市场组成现状	8
丹麦区域供暖未来所承担的角色	9
中国的区域供暖和热电联产	11
中国新增供暖区域	12
区域供暖潜力巨大	13
中国区域供暖的未来角色	14
丹麦能源署	15
丹麦区域供暖董事会	

前言

在中国北方城镇地区，大约有两亿五千万到三亿人口需要供暖。这些地区人口密集，其中大约70-80%的居民可以享受集中供暖。1990年至2004年间，中国集中供暖系统覆盖地区增加了十倍。区域供暖在中国占据着重要地位，一半主要城市已经采用了区域供暖系统。然而，这个领域仍然具有开发潜力。

在丹麦，区域供暖的开发和应用在70年代第二次石油危机的余波中加快了步伐。通过对全国范围内各种供热供电方案的全面分析，丹麦决定推广能效优良的热电联产系统。解决方案就是区域供暖。

区域供暖在丹麦的热电基础设施中占据着核心地位。经过几十年的发展，丹麦在热电联产和区域供暖领域获得了宝贵的经验。事实上，早在1904年，为了给一个大型医院供电供暖，丹麦已经设计建造了第一座热电联产电厂。如今，区域供暖系统可以满足丹麦近三分之二的供热需求，超过一半的电力来源于热电联产电厂。而且，六成丹麦用户享受着来自区域供暖系统或热电联产电厂的供热，这使得区域供暖在丹麦热电基础设施中显得至关重要。

过去十几年间，丹麦和中国在清洁能源方面有着密切合作，两国现在为能源政策发展建立了新的合作平台。中国国家可再生能源中心是中丹两国政府为解决能源供给和气候变化的挑战寻找新举措的范例之一。将区域供暖与可再生能源利用相结合是一种双赢的解决方案，可以进行多方位的探讨与研究。中国的区域供暖系统以及可再生能源的进一步应用仍具有巨大潜力。



以对中丹两国区域供暖历史的简要回顾为开端，本刊介绍了中丹两国如何在保证双赢的前提下，开发和改进区域供暖技术，使得它继续成为为居民提供经济可靠、清洁高效的电力热力的最佳解决方案。我对本刊表示热烈欢迎。

丹麦气候能源建筑部部长

丹麦区域供暖历史

丹麦是享誉全球的国家，部分得益于斯堪的纳维亚风格和爱徒生童话，却也和它的高效节能是密不可分的，它是全球能效最高的国家之一。丹麦之所以能在短短几十年间做到提高能效，减少碳排放，其中最重要的原因就是区域供暖（DH）和热电联产（CHP）的广泛使用，而它的实现本身就是个神话。

1903年，丹麦建成了第一座热电联产电站。这是一座垃圾焚烧电站，既可以在处理垃圾的同时不影响环境，又可以给新建的医院供电力、热力供应，从而实现一举两得。

提高燃料效率

20世纪20-30年代期间，人们以当地发电站产生的废热为热源建造了区域供暖系统。区域供暖也向部分城市地区供暖，这占丹麦总供暖量的约4%。在此之后，热电联产区域供暖技术在丹麦各个城市得到广泛应用，20世纪70年代，约30%的家庭得益于区域供暖系统。

在1973、74年能源危机爆发时期，人均能源消耗量急剧增长。这使人们清楚地意识到节约能源的必要性——包括建筑供暖用能，只有这样才能减少对燃料进口的依赖，降低用户的供暖开销。所以人们决定不仅要在丹麦的大型城市兴建节能高效的热电联产系统，也要将其推广到中小型城市。



采用热电联产技术，由于发电产生的余热没有排放到海里或大气中，而是用于区域供暖，所以能实现对燃料的高效使用。

丹麦现代化区域供暖

如今，60%以上的丹麦家庭都使用来自区域供暖的热量采暖，这些热量不仅用于建筑物供暖，还可以用于生活热水。

丹麦拥有6个大型集中区域供暖区域，每年总产热量约为70拍焦耳，此外，还拥有400个小型分散的区域供暖区域，每年总产热量约为60拍焦耳。

2011年，丹麦区域供暖量达到132拍焦耳。76.3%的区域供暖热量来自于热电联产，与独立的供暖和发电系统相比，节省了约30%的燃料。

迄今有近700座热电联产电厂

图1所示为过去20年期间各类型电厂提供的区域供暖的发展情况

如图所示，过去几十年内小型热电联产机组提供的区域供暖热量显著提升。现在丹麦共有约670座集中式和分散式热电联产机组。

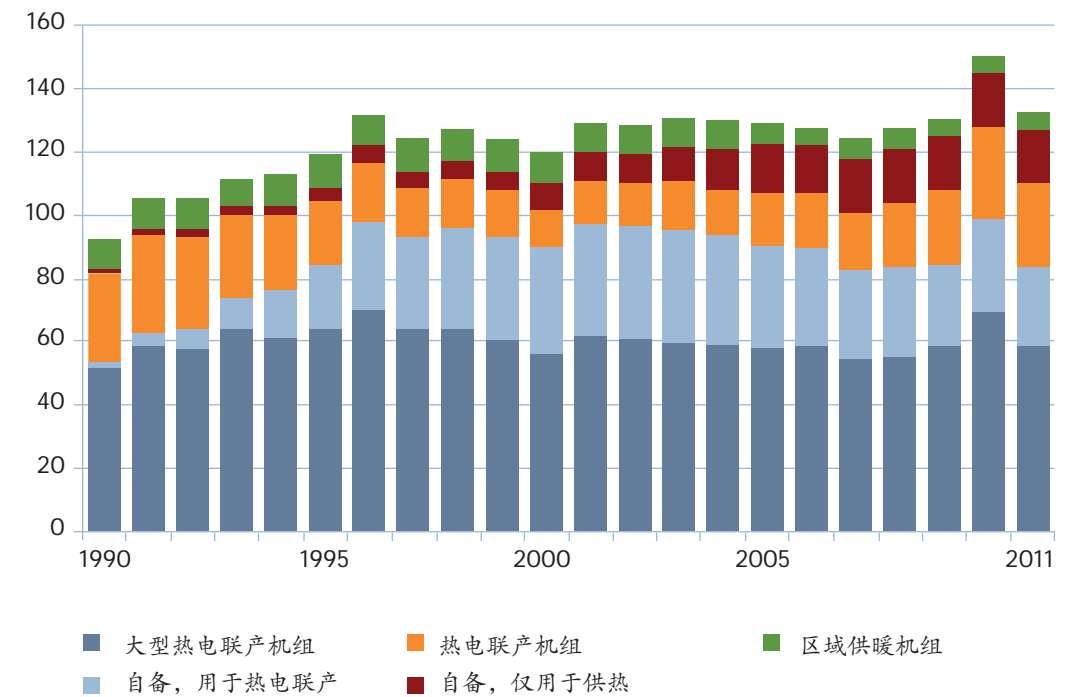


图1：各类型电厂提供的区域供暖产量

丹麦区域供暖的主要特点

通常，丹麦大型的区域供暖区域由传输管网相连的多个输配管网组成。热量产自多种不同类型热源厂，如大型煤、生物质或天然气开采工厂、城市垃圾处理场、工业余热和尖峰负荷锅炉。

比如，下图所示的大哥本哈根区域供暖系统就是一个大型的区域供暖区域系统。它是目前丹麦最大的区域供暖系统，供暖年产量达35拍焦耳焦耳。该套供暖系统东西向长约50千米。

多个分散区域

通常情况下，小型分散式区域供暖区域的单个输送管网供应量不超过1000家热用户。热量由一台基本负荷机组和一台或多台尖峰负荷备用机组产生。通常基本负荷机组指的是一个以天然气为燃料的热电联机组，或以生物质（如秸秆或木屑）为燃料的锅炉，或城市固体废物处理厂，而尖峰负荷备用机组指的是以油或天然气为燃料的简单锅炉，成本投入较少。一些小型电厂近年又安装了太阳能供暖或电热锅炉。

近年来，人们越来越多地将可再生能源用于区域供暖。部分原因在于某些位于大型区域供暖区域的热电联产电厂已使用生物质代替了化石燃料。下图图3所示为过去20年间区域供暖燃料组成的发展。

电厂所有权

丹麦电厂的所有权有多种形式。大型电厂归大型能源公司所有，小型电厂一般归生产公司、市政府或合作社所有。

丹麦区域供暖区域的供应量均是由实际需求量决定的。用户装置可对流量进行调节，测量实际需求量，由此可激励用户节约用热。用热的费用通常由两部分构成：每个装置定额的部分和按使用量（每千兆焦耳）计算的部分。

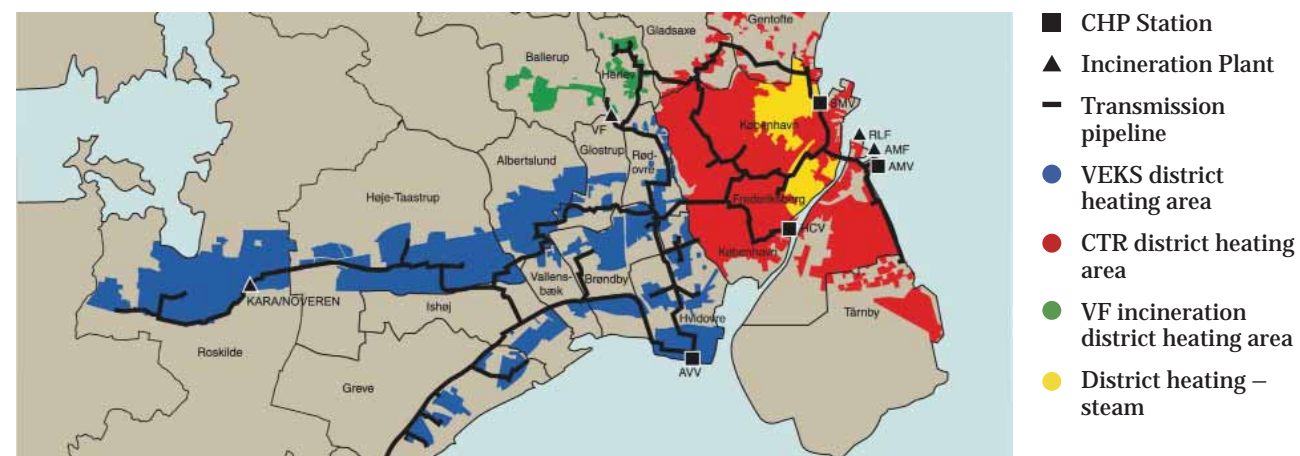


图2：大哥本哈根区域供暖系统——丹麦最大的区域供暖系统

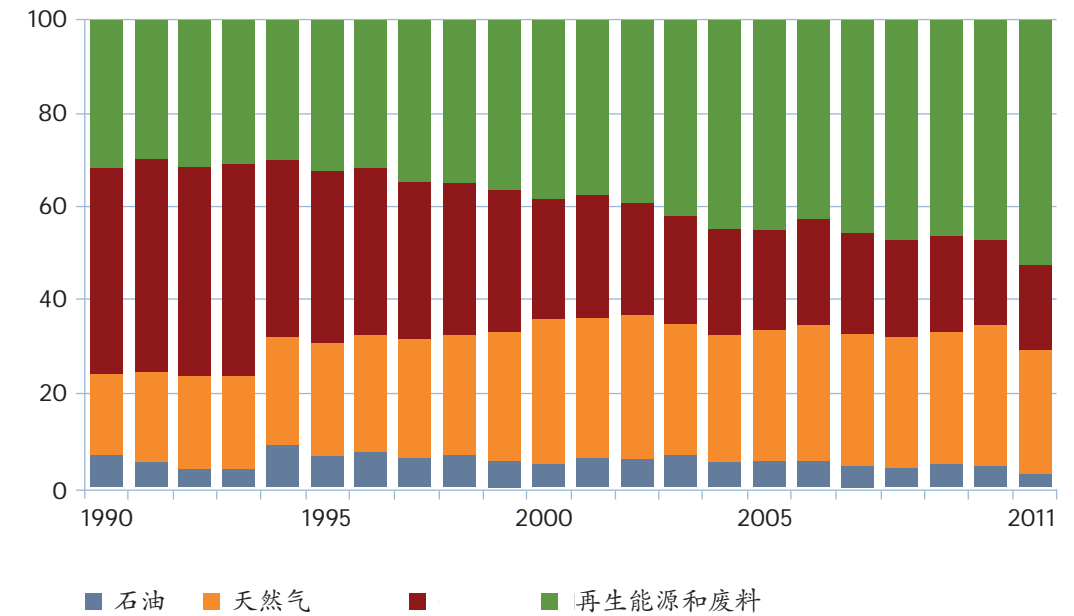


图3：1990-2011年用于区域供暖的燃料组成百分比



蓄热的必要性

对于丹麦的热电联产电厂，无论是集中式的还是分散式的，热储存设备都是其中重要的组成部分。具备了热储存设备，热电联产电厂就可以根据用电需求，调整优化电和热的产量，还能在需要时供暖。

这也意味着热电联产电厂可以在系统产电量相对过剩时减少发电量，而在不足时增加发电量。相应的产热量供过于求时，可进行简单地蓄热，而当产热量供不应求时，则能对蓄热加以利用。

公共供暖计划和市场组成现状

丹麦于1979年通过了第一部供暖法，规定由当地政府部门负责研究该地区具备发展公共供暖的潜力。

自从1979年法律通过后，其他成功的政策也陆续地出台。毫无疑问，规划法在发展初期是最重要的环节，它能够成功地开拓市场。在规划法出台之后，又出台了一些经济刺激性政策，确保为区域供暖/热电联产的持续发展提供经济保证。

现在所有集中式热电联产电厂和大多数分散式热电联产电厂的电价都和市场电价保持一致。因此，电厂必须力图按照现货市场的电价优化生产，而市场电价是每一小时定一次的。这就意味着在电价高时，热电联产电厂要同步产出最多的电和热，而在电价低时，它们尽力减少产量。要做到这一点，就要灵活运用系统里的蓄热器。

为分散式电厂提供补助

除了现货市场上的售电收入外，大多数分散式热电联产电厂可以获得补助。原本该补助是作为一种上网电价补贴，根据电力输送的时间不同有三个等级的补贴，但现在已转变为固定年度补贴。

关于税收方面，因为使用生物质免交供暖税，而使用化石燃料要交税，受此激励，所有丹麦厂商会选择使用生物质作为燃料。此外，对于以生物质为燃料所发的电能，热电联产电厂还可获得在市场电价基础上另加150丹麦克朗/兆瓦时的补贴。

投资成本VS运营成本

与独立的供暖设备相比，建造区域供暖系统要求对基础设施投入大量资金，尤其是区域供暖管网的投资成本很高。但在另一方面，却降低了区域供暖系统的运行成本，减少了对环境的影响。

如果是通过高效节能的热电联产装置产生的热量或使用工厂（如炼钢厂）产生的废热，上述优势则更加明显。

从生命周期角度看

评估区域供暖的可行性时，要考虑到一定年限。从“生命周期”角度看，在许多情况下区域供暖是最可行的，当然这取决于特定地区的供热需求和供热需求的集中度。

虽然前期的基础设施投入较大，但因为此举能够降低后期每年的运营成本，所以若干年后即可将成本收回。高质量的区域供暖设备也是如此，虽然比起劣质设备一次性支付费用较高，但因为维护费用较低，所以成本往往也是可以收回的。

从技术层面考虑，区域供暖系统的使用年限通常可达40~50年。

丹麦区域供暖未来所承担的角色

丹麦区域供暖系统有望在未来实现两大政治目标：

- 2020年，风力发电将占全国供电量的50%
- 2035年，全部使用可再生能源进行发电和供热

实现第一个目标所带来的挑战在于平衡风力发电在整个发电系统中的比例。如果把大量风力发电并入系统中，某些情况下，风力发电仅能满足很小部分的用电需求，而其他一些时候它的发电量却能满足大部分甚至超过用电需求。

使用不同的技术手段可以提高区域供暖/热电联产系统的灵活性，并整合风力发电：

- 蓄热
- 电热锅炉和热泵
- 风轮机旁路

蓄热技术已经在丹麦得以广泛应用。系统中风力发电量较大时，该技术可以在减少热电联产电力产量的同时进行供暖。

区域供暖热源厂可以通过电热锅炉和热泵来用电产热（替代发电）。

通过风轮机利用风轮机旁路，热电联产电厂可以在系统发电量过多时停止发电而只产热，其效率等同于仅用于供暖的锅炉。在整合风力发电的问题上，区域供暖/热电联产系统的灵活性至关重要。

第二个目标涉及可再生能源，要实现该目标就需要在2035年前将所有发电产热所用的燃料转换成可再生能源。区域供暖在这方面大有优势，因为它可灵活使用各种燃料。





中国的区域供暖和热电联产

数十年来区域供暖也是中国能源政策方面的重要话题，而且未来在中国有着巨大的发展潜力。

目前中国有半数主要城市拥有区域供暖系统。从20世纪80年代中期起，区域供暖得到大力发展。如图4所示，现在区域供暖的建筑面积达到近50亿平方米，占中国总建筑面积的30%。

区域供暖在中国取得引人注目的发展是在健全的国家政策和法规的推进下，地方做出大量努力的结果。此外，在一些地区，工业企业已经以区域供暖的方式充分利用了自身的余热，此举受到当地政府的支持，并以不同的形式实现。

不同的系统带来不同的效率
 许多新建住宅小区配备了大型锅炉房以满足建筑供暖的需求。有一些居民区的供暖范围逐渐扩大了，热电联产作为提供基本供暖来源，并和附近的工业企业签订地方协议来取得其余的热量。

虽然某些城市区域采用了最佳区域供暖能力设计和应用，但是许多地方的区域供暖系统却未经优化处理。因此中国不同区域供暖系统存在较大差异，在效率方面也是如此。

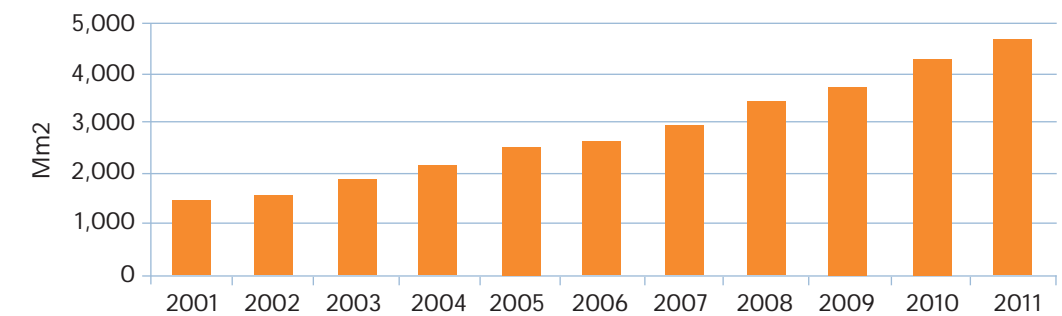


图4：中国区域供暖的建筑面积

中国新增供暖区域

近年来，区域供暖已扩展到上海、江苏、浙江和安徽的城市区域，而这些地区由于地处华南，在此前是未提供室内供暖的。这一发展可能会带来中国开始形成新的供暖区。

住房和城乡建设部也考虑进一步扩大供暖区域，将冬季温度常低于5 °C的华南地区北部区域也纳入其中。这一可能出现的变化将覆盖1亿人口。

因为中国这一地域的气候与丹麦相差不大，未来发展区域供暖所面临的许多障碍和困难也是一样的。丹麦和中国已经建成互利双赢的合作关系，这次合作会是中丹合作史上硕果累累的一章。

热电联产电厂提供超过50%区域供暖。为了提高能效、节省燃料，热电联产电厂提供给区域供暖系统的热量日益增加。目前，中国50%以上的区域供暖是由热电联产电厂提供的。

然而，大型工业行业仍有巨大的热电联产潜力尚未开发。



区域供暖潜力巨大

近年来中国的城市化正以前所未有的速度进行着，这给区域供暖带来了巨大的潜力。目前中国半数人口居住在城区，而在1980年这个数字却只有19%。到2030年，中国可能有10亿城市居民。

短期看来，十二五计划规定了一系列对中国区域供暖行业有影响的目标：

- 区域供暖热源厂中热电联产电厂产量比例由2010年的36%提高到2015年的43%。
- 到2015年，完成北方城市4亿平方米建筑面积的供暖改造，并提高节能目标。
- 全国计划新建1000座以天然气为燃料的热电联产电厂。
- 计划新建1000个地热项目，供暖/制冷面积达到5千万平方米。

因此，中国已为区域供暖行业更多的利用可再生能源铺平了道路。

生物质迅猛发展
除了地热和太阳能供暖，中国的生物质也大有发展潜力。

截至2020年，电厂发电量将达到30GW，约占总发电量4%。相比2010年，一次能耗增长超过450%。部分新电厂可以设计成热电联产电厂，进而促进使用可再生能源的区域供暖的发展。在一些地方，生物质区域供暖也可以代替广泛使用的燃煤锅炉，这种做法可能比较容易实现。生物质的大量供应在物流方面存在挑战，值得人们注意。这种电厂可能会在县城和其他农村大型城镇选址。

中国区域供暖的未来角色

发展中国区域供暖的下一步措施应是出台更加统一的国家政策，激励投资者和决策者更加坚定并树立信心。丹麦在这个领域的经验证明这种做法受益匪浅，利国利民。

国际专家的想法是什么？

世界银行、亚洲发展银行、国际能源署、丹麦区域供暖董事会和其他中国区域供暖业相关人士针对制度、规管和具体政策的变革提出了多项建议。

供暖合理化

- 应制定当地的供暖和商业计划，包括合并区域供暖公司、联合运行、整改陈旧低效技术，使用变流量技术做到按需供给。
- 考虑到能源税并支持区域供暖/热电联产的政策结构将税收用于给高能效的区域供暖/热电联产项目提供资金支持。
- 供暖费制度
定额费用加上不定额费用以刺激用户节省热能。不定额费用指的是用户实际支付热费。
- 收费相关的制度改革
费用上涨应由独立权威机构批准，机构应以实际供暖成本相关的固定规定为根据。部分费用补助应废止，取而代之的是针对低收入用户的补助。为了提高变电站的效率，所有权应转让给由区域供暖公司。

丹麦区域供暖和热电联产行业建立在所有上述条件和其他相关建议的基础上。因此丹麦非常有能力协助中国使区域供暖和热电联产业健康、高效节约地发展。此外，丹麦在这方面的经验，尤其是生物质热电联产和区域供暖方面的经验可以促进将来丹麦和中国之间的合作。



不仅是技术挑战

正如上述建议所指出，不仅应该重视技术问题，还应重视制度改革。中国政府认识到这个需求并制定了一些应对政策。

丹麦区域供暖董事会



丹麦区域供暖协会（DBDH）是一个以绿色城市发展为目标推进区域能源使用的私营机构。DBDH代表丹麦区域供暖业的领军人物。包括：

- 供暖公司、热电联产公司和垃圾焚烧公司
- 热传输和热输送公司
- 营咨询公司、研发机构和培训机构
- 本行业的电厂、系统、构件和产品的生产商
- 承包商

DBDH承办会议、研讨会和展览，让全球都能分享的经验。另外，DBDH与外国区域供暖机构签订合作协议并保持合作关系，旨在交流区域供暖各方面的相关信息。

如需进一步了解DBDH，请登录www.dbdh.dk。

丹麦能源署



丹麦能源署负责处理所有和在丹麦生产、供应、使用能源相关的国家、国际协议和工作。能源署也负责尽力减少温室气体排放，监管法律和政治制度，确保报丹麦能源供应可靠、价格适当并且清洁。

能源署隶属于丹麦气象、能源和建筑部。如需更多信息请登录www.ens.dk。

