附件

天津市分散式风电发展规划

（2018-2025 年）

2018 年 12 月

目录

一、规划总则 1

（一）规划背景 1

（二）规划依据 3

（三）规划范围 4

（四）规划期 5

二、发展基础和意义 6

（一）政策基础 6

（二）国内外发展现状 10

（三）资源条件 13

（四）发展意义 31

三、发展思路和目标 34

（一）指导思想 34

（二）基本原则 34

（三）发展目标 35

四、项目开发条件 36

（一）选址条件 36

（二）电网接入条件 36

五、开发规模与布局 38

（一）中心城区.....38
（二）环城四区.....39
（三）武清区.....42
（四）宝坻区.....43
（五）静海区.....44
（六）宁河区.....46
（七）蓟州区.....47
（八）滨海新区.....48
六、规划实施效果.....51
（一）投资估算.....51
（二）环境、社会效益分析.....51
七、重点任务.....52
（一）加强电网规划建设，提升系统接纳风电能力.....52
（二）推动技术自主创新，提高风电开发技术水平.....52
（三）优化产业空间布局，推动产业服务体系建设.....53
（四）探索互补发展机制，拓展风电就地利用方式.....53
（五）创新风电交易模式，探索商业开发投资途径.....54
八、保障措施.....55
（一）加强规划管理.....55

（二）强化组织协调.....55
（三）创新体制机制.....55
（四）优化行业管理.....56
九、环境影响评价.....57
（一）规划风电场环境影响评价.....57
（二）环境保护对策与措施.....59
（三）环境管理与环境监测.....62
（四）评价结论.....62

一、规划总则

（一）规划背景

我国当前经济社会发展既面临日趋强化的资源环境制约，也面临应对全球气候变化的挑战。习近平总书记多次强调“绿水青山就是金山银山”，要把生态文明建设融入经济、政治、文化和社会建设的全过程。党的十九大报告进一步提出，要把发展清洁能源作为推动生态文明建设的重要内容，强调要推进绿色发展，壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。面对能源供需格局新变化、国际能源发展新趋势，为了进一步保障国家能源安全，积极推动能源生产和消费革命已成为我国经济社会发展的长期战略选择。

能源供给方面，近年来，我国坚持非化石能源规模化发展，大力推进技术进步和产业升级，促进布局优化和提质增效，已逐步建立了绿色多元的能源供应体系。在众多可再生能源中，风能资源是较为成熟的能源类型，其规模化开发和分散式开发均具有较好的发展前景。我国在风能大规模开发利用、装备研制等方面已经取得了重大成绩，风力发电产业和利用规模均居世界第一，但受限于现有电网资源与运行管理机制，风能产业的健康可持续发展仍面临一系列突出问题，大规模风电并网存在较大制约，弃风限电问题依旧严峻。

为此，国家能源局于2011年发布《国家能源局关于分散式接入风电开发的通知》（国能新能〔2011〕226号），首次指出要“探索分散式风电开发的新模式”，标志着风电开发

转向“规模式集中开发”与“分散式开发”并重的新模式。此后，国家陆续发布《关于印发分散式风电项目开发建设指导意见的通知》（国能新能〔2011〕374 号）、《国家能源局关于加快推进分散式接入风电项目建设有关要求的通知》（国能发新能〔2017〕3 号）以及《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》（国能发新能〔2018〕30 号），规范并指导分散式风电开发。我国《可再生能源发展“十三五”规划》中也明确提出，要按照“因地制宜、就近接入”的原则，推动分散式风电建设，探索与其他分布式能源相结合的发展方式，着力推进分散风能资源的就地开发和高效利用。

分散式应用模式是解决风电就地消纳、提升风资源利用率的有效方案。分散式风电项目是指所产生的电力可自用，也可上网且在配电系统平衡调节的风电项目。项目多位于负荷中心附近，不以远距离大规模输送电力为目的，所产生的电力就近接入当地电网进行消纳。天津市能源消费总量大，随着经济社会的发展和城市化进程的推进，资源环境压力持续增加，能源供需矛盾突显，传统集中式的供能方式逐步难以满足多元化的能源消费需求，推进区域能源转型发展必要而急迫。我市风能资源丰富，且电力负荷稳定，在传统集中化开发的基础上，深入推进分散式风电开发，可进一步优化能源结构、减少煤炭消耗、促进节能减排、提升环境质量，对保障我市能源和经济社会的可持续发展有着重要的战略和现实作用。

为有序推进全市分散式风电开发利用，促进风电产业发

展，特编制本规划。

（二）规划依据

1. 国家政策与规划

1）《中华人民共和国可再生能源法（修正案）》；

2）《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》；

3）《能源发展“十三五”规划》（发改能源〔2016〕2744号）；

4）《可再生能源发展“十三五”规划》（发改能源〔2016〕2619号）；

5）《电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）》（发改能源〔2016〕2321号）；

6）《风电发展“十三五”规划》（国能新能〔2016〕314号）；

7）《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》（国办发〔2014〕31号）；

8）《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》；

9）《国家能源局关于分散式接入风电开发的通知》（国能新能〔2011〕226号）；

10）《关于印发分散式风电项目开发建设指导意见的通知》（国能新能〔2011〕374号）；

11）《国家能源局关于加快推进分散式接入风电项目建设有关要求的通知》（国能发新能〔2017〕3号）；

12）《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》（国能发

新能〔2018〕30 号）。

2. 地方政策与规划

1）《天津市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（津政发〔2016〕2 号）；

2）《天津市城市总体规划（2015~2030 年）》；

3）《天津市能源发展“十三五”规划》（津发改规划〔2017〕898 号）；

4）《天津市可再生能源发展“十三五”规划》（津发改能源〔2016〕1154 号）；

5）《天津市电力发展“十三五”规划》（津发改规划〔2017〕921 号）；

6）各区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要;

7）《天津市能源生产和消费革命实施方案（2016-2030）》（津发改能源〔2017〕553 号）。

3. 行业规程

1）《风电场接入电力系统技术规定》 GB/T 19963;

2）《分布式电源并网技术要求》 GB/T 33593;

3）《风电场接入电网技术规定》 Q/GDW 1392;

3）《分散式风电接入电网技术规定》 Q/GDW 1866;

4）《分布式电源接入电网技术规定》 Q/GDW 480;

5）《风电场风能资源评估方法》 GB/T 18710。

（三）规划范围

根据我市城市总体规划和发展趋势，确定本次规划的范围为全市 16 个区，重点规划区域为西青区、津南区、北辰

区、武清区、宝坻区、静海区、宁河区、蓟州区和滨海新区等。

（四）规划期

本规划适用期限为 2018 年至 2025 年。

二、发展基础和意义

（一）政策基础

根据《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》（国能发新能〔2018〕30 号），分散式风电项目是指所产生电力可自用，也可上网且在配电系统平衡调节的风电项目。项目建设应满足以下技术要求:

（1）接入电压等级应为 110 千伏及以下，并在 110 千伏及以下电压等级内消纳，不向 110 千伏的上一级电压等级电网反送电。

（2）35 千伏及以下电压等级接入的分散式风电项目，应充分利用电网现有变电站和配电系统设施，优先以 T 或者 π 接的方式接入电网。

（3）110 千伏（东北地区 66 千伏）电压等级接入的分散式风电项目只能有 1 个并网点，且总容量不应超过 50 兆瓦。

（4）在一个并网点接入的风电容量上限以不影响电网安全运行为前提，统筹考虑各电压等级的接入总容量。

可以看出，与传统的规模化集中开发模式相比，分散式风电更强调就近接入、配网消纳，原则上应位于负荷中心附近，采用多点或单点接入、统一监控的并网方式，装机容量原则上不应高于接入变电站的最小负荷水平。分散式风电的提出，旨在解决传统集中式风电开发过程遇到的并网难、消纳难等问题，有利于提升风电利用率，已成为未来风电开发的重要方向。

目前，国家关于分散式风电的政策指导文件主要有以下4项。

1.《国家能源局关于分散式接入风电开发的通知》（国能新能〔2011〕226号）

2011年7月20日，国家能源局下发《国家能源局关于分散式接入风电开发的通知》（国能新能〔2011〕226 号），该文件首次指出“规模化集中开发大型风电场的同时，因地制宜、积极稳妥地探索分散式接入风电的开发模式，对于我国风电产业的可持续发展意义重大”，并对分散式风电的开发思路和边界条件提出了具体要求，主要归纳如下

（1）分散方式多点接入低电压配电系统;

（2）宜采用分地区或分县域打捆开发的方式，初期适当限制投资方数量，确保项目开发的有序进行和电力系统的运行安全;

（3）初期阶段仅考虑在110千伏（东北地区66千伏）、35千伏和10千伏3个电压等级已运行的配电系统设施就近布置、接入风电机组，不考虑新建输、变电系统，装机容量原则上不高于接入变电站的最小负荷水平;

（4）电网企业对分散式多点接入系统的风电发电量应认真计量全额收购，风电发电量的电价补贴执行国家统一的分地区补贴标。

文件提出的以上四项基本要点，对分散式风电项目的定义、开发方式、电压等级及接入方式、装机容量、电量收购及电价政策作出了明确的指导。自此，我国的分散式风电项

目开发已进入了具备实施依据及权威解释的时代。

2.《关于印发分散式风电项目开发建设指导意见的通知》（国能新能〔2011〕374 号）

2011 年 11 月 17 日，经过水规总院、电规总院以及电网公司等相关单位研究并提出分散式风电接入系统相关技术标准规范要点后，国家能源局发布了《关于印发分散式风电项目开发建设指导意见的通知》（国能新能〔2011〕374 号），进一步强调分散式风电项目的接入条件和边界，即："原则上不新建高压送出线路和 110 千伏、66 千伏变电站，接入当地电力系统110千伏或者66千伏降压变及以下电压等级的配电变压器。"

另外，该文件对分散式风电项目的装机容量限制首次作出了明确，即"统筹考虑各电压等级的接入总容量，鼓励多点接入，单个项目不超过 5 万千瓦。"

374 号文除了上述的开发边界和技术要求外，也对分散式风电项目开发的审批单位及相关流程等方面进行了明确。

3.《国家能源局关于加快推进分散式接入风电项目建设有关要求的通知》（国能发新能〔2017〕3 号）

为提高分散式风能资源利用效率，优化风电开发布局，切实做好分散式接入风电项目建设，探索有利于推动分散式接入风电项目发展有效模式，国家能源局下发《国家能源局关于加快推进分散式接入风电项目建设有关要求的通知》（国能发新能〔2017〕3 号）。

文件中指出："各省级能源主管部门按照有关技术要求

和并网规定，结合前期区域内风能资源勘察的成果，在认真梳理区域内电网接入条件和负荷水平的基础上严格按照‘就近接入、在配电网内消纳’的原则，制定本省（区、市）‘十三五’时期的分散式风电发展方案。各省级能源主管部门应结合实际情况及时对规划进行滚动修编，分散式接入风电项目不受年度指导规模的限制。已批复规划内的分散式风电项目，鼓励各省级能源主管部门研究制定简化项目核准程序的措施。红色预警地区应着力解决存量风电项目的消纳问题，暂缓建设新增分散式风电项目。”

〔2017〕3 号文的发布，从加快推动分散式风电开发、规范建设标准、加强规划管理、有序推进项目建设、加强并网管理、加强监督工作等六个方面提出具体要求，明确要按照“统筹规划、分步实施、本地平衡、就近消纳”的总体原则推进分散式接入风电项目开发建设。

4.《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》（国能发新能〔2018〕30 号）

为加快推进分散式风电发展，完善分散式风电的管理流程和工作机制，2018 年 4 月 3 日，国家能源局发布《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》（国能发新能〔2018〕30 号），对分散式风电的建设边界条件进行了进一步明确。

同时，该文件指出：“鼓励分散式风电项目与太阳能、天然气、生物质能、地热能海洋能等各类能源形式综合开发，提高区域可再生能源利用水平；与生态旅游、美丽乡村、特色小镇等民生改善工程深入结合，促进县域经济发展；与智

慧城市、智慧园区、智慧社区等有效融合，为构建未来城市（社区）形态提供能源支撑；与海岛资源开发利用充分结合，促进发展海洋经济、拓宽发展空间。”

通过以上文件的梳理可以看出，从 2011 年第一份文件发布至今，我国风电技术和开发经验不断完善，政策规范也愈发具体。如今，分散式风电的定义范围十分清晰、边界特征十分明确、管理办法十分具体，已具备了完整的政策基础，具备开发实施条件。

（二）国内外发展现状

1. 国外发展现状

国外在风电开发上一般根据资源、电网、负荷条件等情况，确定风电场的开发规模，并接入合适的电压等级。丹麦、德国等欧洲国家较早开展小规模风电开发，接入配电网并鼓励就地消纳，类似于我国的分散式风电开发。

欧洲和美国是最早发展分散式风电的地区。丹麦风电机组主要并入配电网，接入 20 千伏或更低电压配电网的风电装机容量约占全国风电装机容量的 86.7%，接入 30 千伏至 60 千伏电网的约占 3.1%。主要有两方面原因，一是其风电起步较早（20 世纪 70 年代），当时受技术限制，机组规模较小，所以一般就近接入配电网；另一个原因是丹麦早期的各种优惠政策鼓励个人联合投资开发，且在风电开发过程中注重风电机组对城市规划及自然景观的影响，因此社区周围分散且规模较小的风电场较常见。

英国政府一直试图通过能源效率最佳方案计划

（EEBPP）促进风光互补分布式能源的发展。在过去 20 年间，已有超过 1000 个类似的能源系统被安装在英国的农场、机场、港口和海岛等场所。尤其在农场，农场主只需提供出一块地皮，自己不用投资就可以无偿使用清洁能源，而投资商则可以通过电价补贴获得自身利益。德国陆地风电场装机规模较小，基本接入到 6 千伏至 36 千伏或 110 千伏电压等级的配电网，以就地消纳为主。

美国是分散式风电应用发展速度较快的国家之一，取得快速发展的主要因素包括：第一，分散式风力发电项目获得美国社会各界的大力支持；第二，美国承诺 2020 年温室气体排放量在 2005 年的基础上减少 17%，并预测 2030 年全美国所需电量的 20%将由风电提供；第三，分散式风力发电项目的规模多样，从 50 千瓦的小型机组到兆瓦级的大型并网型机组，以固定电价来满足不同种类用户的电力需求；第四，分散式风电场的开发流程简单，从风场评估到商业运行的周期较短；第五，分散式风电场可直接通过当地配网实现电网接入。

政策方面，欧洲风电大国对风电的发展政策主要实行强制回购（Feed-in Tariff）、净电量结算（Net Metering）和投资补贴（Capital Subsidies）相结合。强制回购政策流行范围较广，欧洲大部分风电大国都采用强制回购政策；净电量结算也是卓有成效的政策，丹麦使用的就是该政策。德国、西班牙和丹麦等国都建立了可再生能源配额制，可再生能源发电量占比标准对于吸引分散式风电项目的投资起到了积极作

用。

美国的风电激励政策也适用于分散式风电场。此外，联邦政府还专门针对小型分散式风力发电项目量身订制了详细的政策。其中包括：可再生能源配额制、税收抵免政策、新能源补贴、净电量交换政策、清洁可再生能源债券和节能债券、设立分散式风电项目专项基金用于风电场评估及项目前期开发、制定分散式风力发电的接入电网标准等。

2. 国内发展现状

我国在分散式风电开发利用方面落后于国外风电大国，到目前为止，开发规模仍相对有限。近年来，在国家相关政策的指引下，风机技术显著提升，开发规模逐渐增大，使用的领域也逐渐扩大。我国近期建成的分散式风电项目均具有较好的灵活性和适应性，可做到就地消纳，有效减小弃风电量；风电场的控制、管理以及后期维护也更加简便。分散式风电将成为清洁能源分布式利用的一种极具潜力的模式。

截至目前，我国分散式风电项目已遍布二十余个省（区、市），合计装机约 400 万千瓦。其中，华能定边狼尔沟风电分散式示范风电是我国第一个分散式风电项目，一期容量为 0.9 万千瓦，二期容量 0.9 万千瓦，累计容量 1.8 万千瓦。狼儿沟风电场年平均风速 6.54 米/秒，年等效可利用小时达到 2546.82 小时，领先当地集中式风电平均水平近 200 小时。

近几年我国也建起数座以风电为主、多能源互补的分布式微电网系统，如金风科技股份有限公司以大型风电机组为主的分布式智能微网示范项目——江苏大丰商业园区分布

式微电网示范项目，每度电成本达到 0.48 元，单位电价低于电网，每度电可节省 0.11 元左右，为园区提供了 37%的电力供应。国网浙江电力公司电力科学院承建的舟山东福山岛风光储柴微网发电系统，全岛负荷用电基本由新能源提供，可进行独立供电，为偏远地区供电提供了一种新模式。

（三）资源条件

1. 风资源分析

（1）总体情况介绍

天津市位于中纬度欧亚大陆东岸，主要受季风环流的支配，是东亚季风盛行的地区，属温带季风气候。冬季受蒙古冷高压控制，盛行偏北风; 夏季受西太平洋副热带高压影响，多偏南风，年平均风速为 2~4 米/秒。天津属于暖温带半湿润半干旱季风气候区，主要为大陆性气候特征，但受渤海影响，沿海地区有时也表现出海洋性气候特征，海陆风现象明显。天津市属于风能较丰富区，渤海湾的风资源分布情况详见图 2-1、图 2-2 所示。

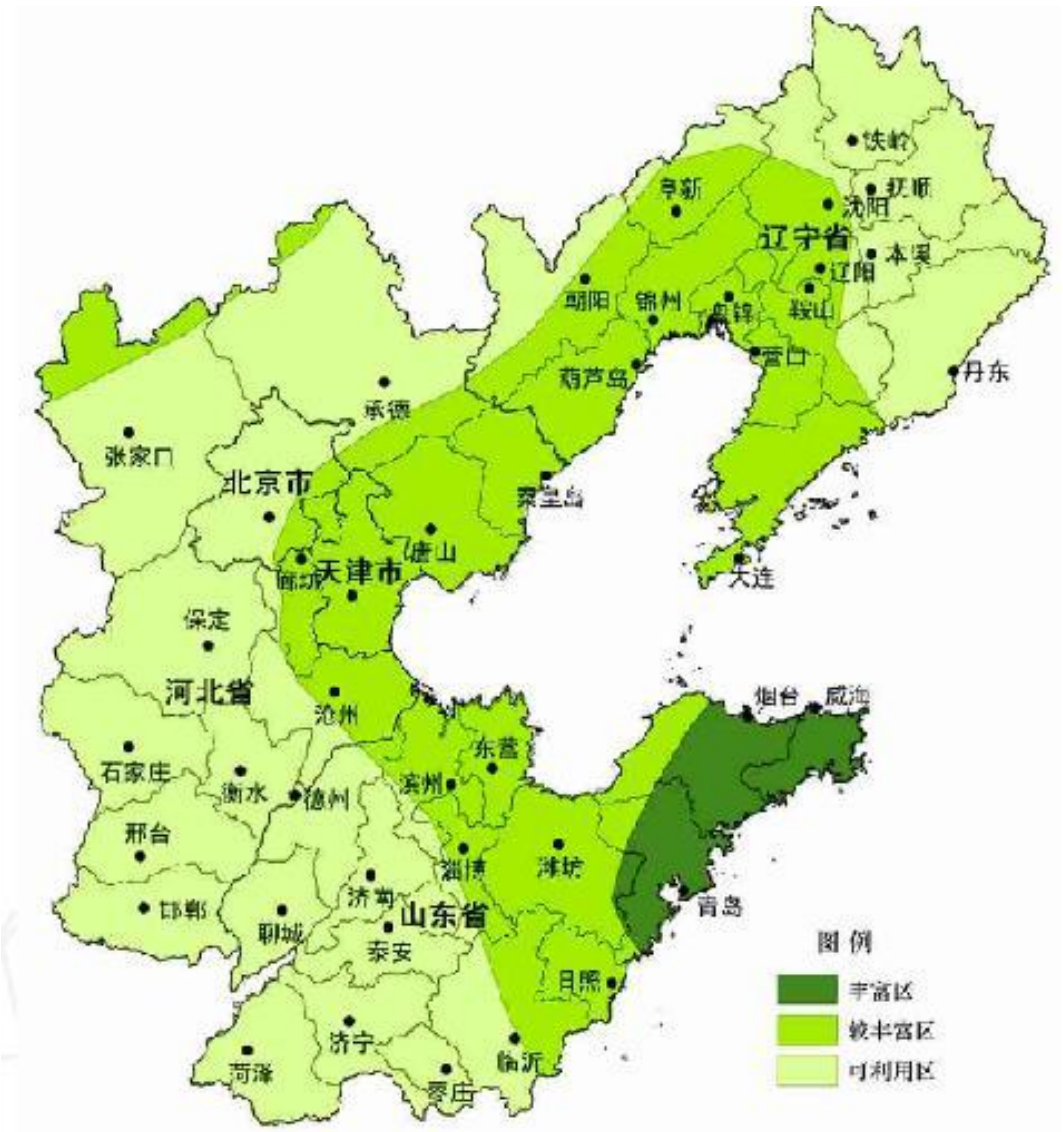


图 2-1　渤海湾风资源分布示意图（一）

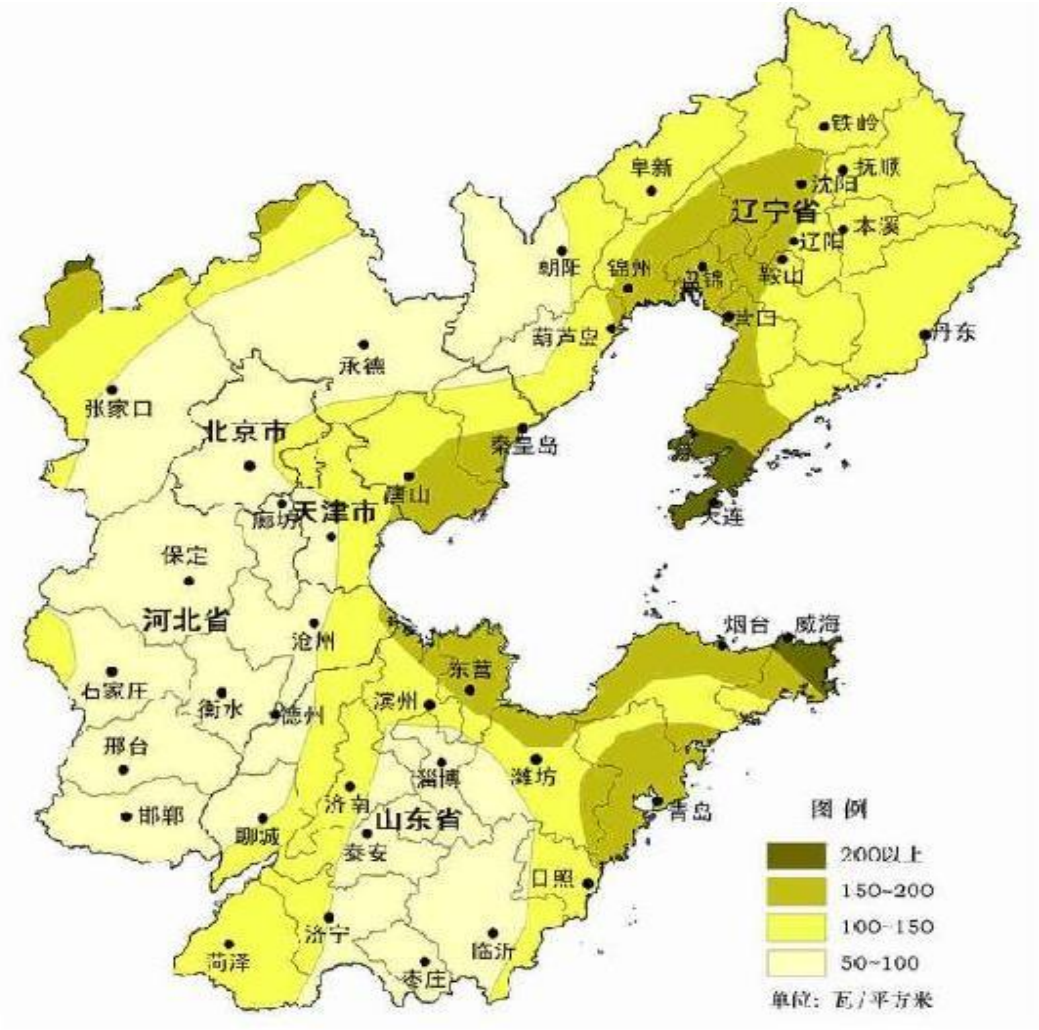


图 2-2　渤海湾风资源分布示意图（二）

（2）天津市风能资源情况

天津市总体温度适宜，年平均气温为 12.2℃，空间分布呈南高北低分布，气温最高的市区为 12.9℃，气温最低的宝坻为 11.4℃；天津属于暖温带半湿润半干旱季风气候区，冬冷夏热，四季分明：春季多风，干旱少雨；夏季炎热，雨水集中；秋高气爽，冷暖适宜；冬季严寒，降水稀少。天津市降水量具有明显的阶段性特点，夏季最多，秋季次之，冬季最少。天津市降水集中在夏季，占全年降水量的 71.4%。

天津风能资源分布状况为东部沿海地区的塘沽、大港和

汉沽比较丰富，平均风速大，风功率密度值高，有效小时数较多；内陆地区的宁河、汉沽、东丽、津南以及静海、蓟州、武清、宝坻、西青、北辰、市区风能资源状况一般或比较贫乏，平均风速较小，风功率密度值偏低，有效小时数较少。造成这样风能资源分布状况的原因与天津地理环境和大气环流、天气系统有关。

天津地区的风场主要受东亚季风环流的支配及与其相配合的天气系统的影响。冬季的蒙古冷高压在向东南方向扩散时，从西北或东北路径影响天津市，常产生较大偏北风。春季东北低压频繁出现，天津处在低压的东南部，受其影响使得西南风较大；在气压场上，华北平原的地形槽易在春季形成，也对天津的西南风起到一定的增幅作用；春季大陆上的变性冷高压东移入海后，叠加在较冷的海面上，使其再度加强，天津市处在入海高压的西部，往往造成较大的西南风。夏季，西北太平洋副热带高压不断西进、北抬，天津处在其西北部边缘，形成南高、北低的气压场分布，此时多为弱偏南风；盛夏季节，由于海洋与陆地的温度差较大，东部沿海地区海陆风的特征十分明显，也使得天津的东南风偏多。秋季是从夏到冬的过渡季节，时间短，且多风和日丽的天气，往往在秋末冬初有寒潮爆发时，偏北风较大。

近 50 年来，天津大风日数呈显著减少趋势。大风分布的地区差异显著，沿海多于内陆，平原多于山区。天津的年平均大风日数为 7~48 天，其中塘沽最多，蓟州最少。大风的季节特征明显，春季大风日最多，占全年的 30%以上，冬

季次之，秋季、夏季大风依次减少。

（3）数值模拟计算结果统计分析

根据《天津市风能资源详查和评估报告》，并采用中尺度卫星数据与同期测风塔的观测资料对比，对天津风能资源进行分析。长期风能资源数值模拟时段为1988~2017年，通过风能资源气候学数值模拟方法得到30年平均的风能资源分布，结合风资源分析软件建模计算，得到风能资源技术开发量。

天津地区的风速的空间分布主要受地形影响，天津地处渤海湾西部，受海陆热力差异影响，沿海地区风速较大，内陆风速较小，造成了风速从沿海向内陆递减的特征。同时，由于海陆地表粗糙度的差异，导致风从海上进入陆地后迅速衰减，因此海岸线附近风速分布较密集。

天津地区风资源的季节变化明显，春季风速最大，夏季最小。冬季受蒙古冷高压影响，常产生较大偏北风；春季东北低压频繁出现，使得西南风较大；夏季，西北太平洋副热带高压不断西进、北抬，此时多为弱偏南风；秋季是从夏到冬的过渡季节，时间短，且多风和日丽的天气，往往在秋末冬初有寒潮爆发时，偏北风较大。

从模拟结果来看，基本与本地气候特征一致，也与滨海新区测风塔观测年度得结果一致，这说明模拟结果基本可以反映本地风况特征，模拟结果较为合理。

图2-3给出了天津50、70、100米高度的多年平均风速，可看出天津多年平均风速从沿海向北部山区递减，且沿海

地区随高度层增加风速增大。50米高度上，海岸附近地区风速为5.5~6.0米/秒，零星地区风速达到6.0~6.5米/秒，内陆地区风速较小，大部地区为4.0~4.5米/秒，北部山区零星地区风速较大，可达5.5~6.5米/秒。70米高度上，沿海地区风速较50米增大，海岸附近地区风速达到6.0~6.5米/秒，零星地区可达6.5~7.0米/秒。100米高度海岸附近地区达到6.5~7.0米/秒。但北部山区的风速却随高度层的增加略有减小。

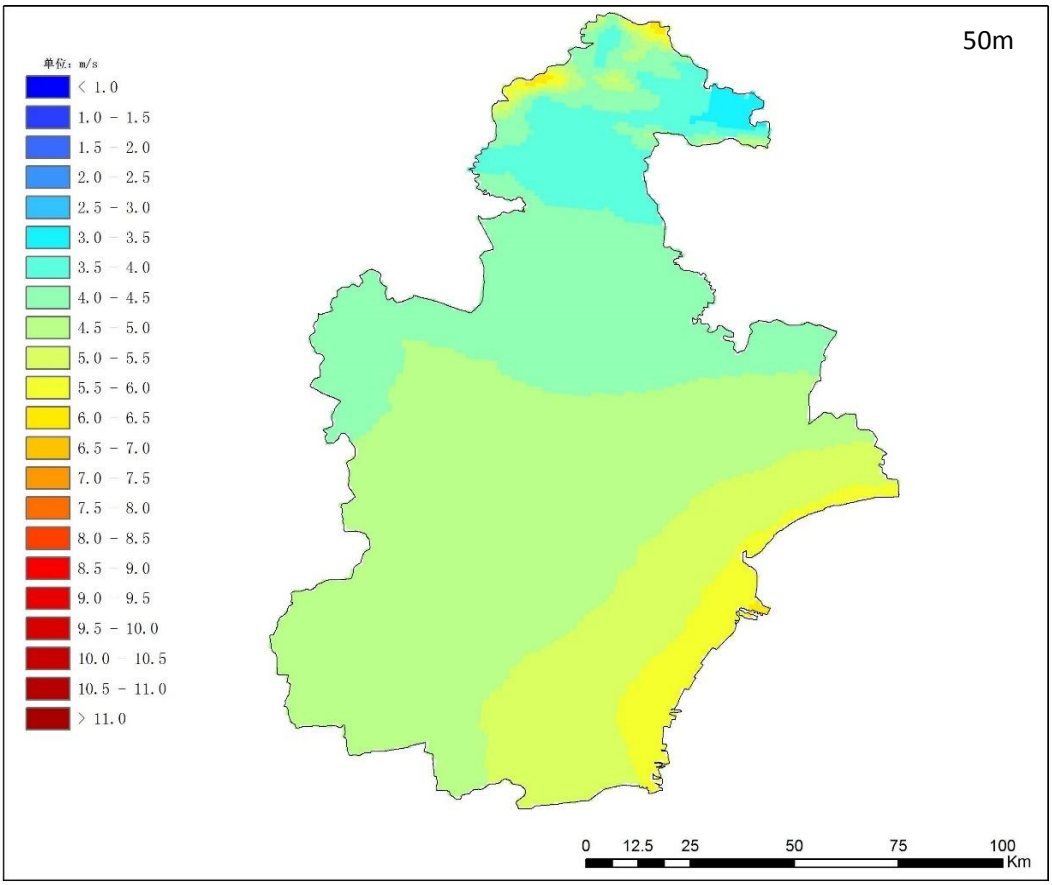
多年平均风功率密度如图2-4所示，其变化与平均风速一致。50米高度上，沿岸地区风功率密度为200~250瓦/平方米，零星地区达到250~300瓦/平方米，内陆大部地区为150~200瓦/平方米。70米高度上，风功率密度达到200瓦/平方米以上的区域明显扩大，沿岸地区达到250~300瓦/平方米，零星地区达到300~350瓦/平方米。100米高度上，除北部山区外，其他地区的风功率密度基本均达到200瓦/平方米以上，沿海大部地区在300瓦/平方米以上，塘沽和大港沿岸达到350瓦/平方米以上。北部山区的风功率密度随高度层增加略有减小，50米高度部分地区可达250瓦/平方米以上，而100米高度上250瓦/平方米以上的区域明显减少。

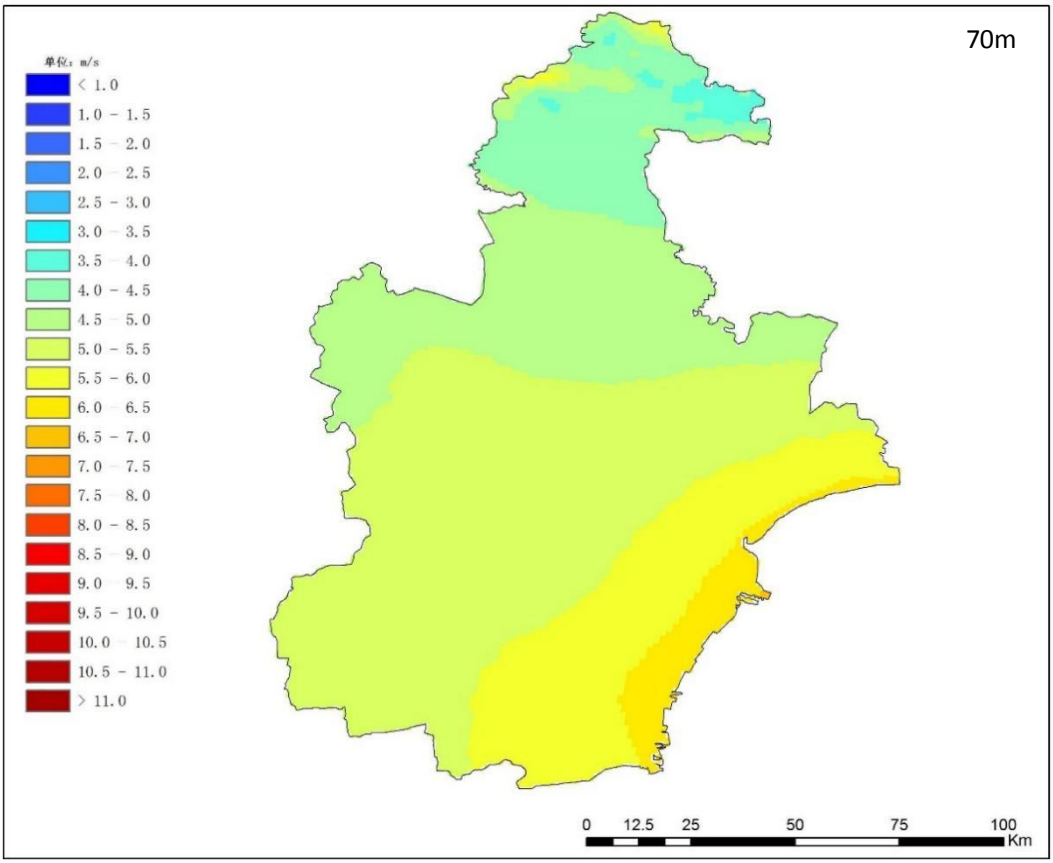
天津濒临渤海，受海陆热力差异影响，沿海地区风速较大，风功率密度较高，具有较大的开发潜力，尤其是大港沿岸地区，风能资源的技术可开发面积最大，利于风电开发。表2-1给出了风能资源可利用标准分别为200瓦/平方

米、250瓦/平方米、300瓦/平方米和400瓦/平方米的技术开发量和开发面积：大于200瓦/平方米的技术开发面积为209平方公里，技术开发量为91万千瓦；大于300瓦/平方米的技术开发面积为133平方公里，技术开发量为56万千瓦，风能资源良好，发展前景广阔。

表 2-1 天津 70 米高度技术开发量和技术开发面积

	≥400 瓦/平方米	≥300 瓦/平方米	≥250 瓦/平方米	≥200 瓦/平方米
技术开发量（万千瓦）	0	56	70	91
技术开发面积（平方公里）	0	133	156	209





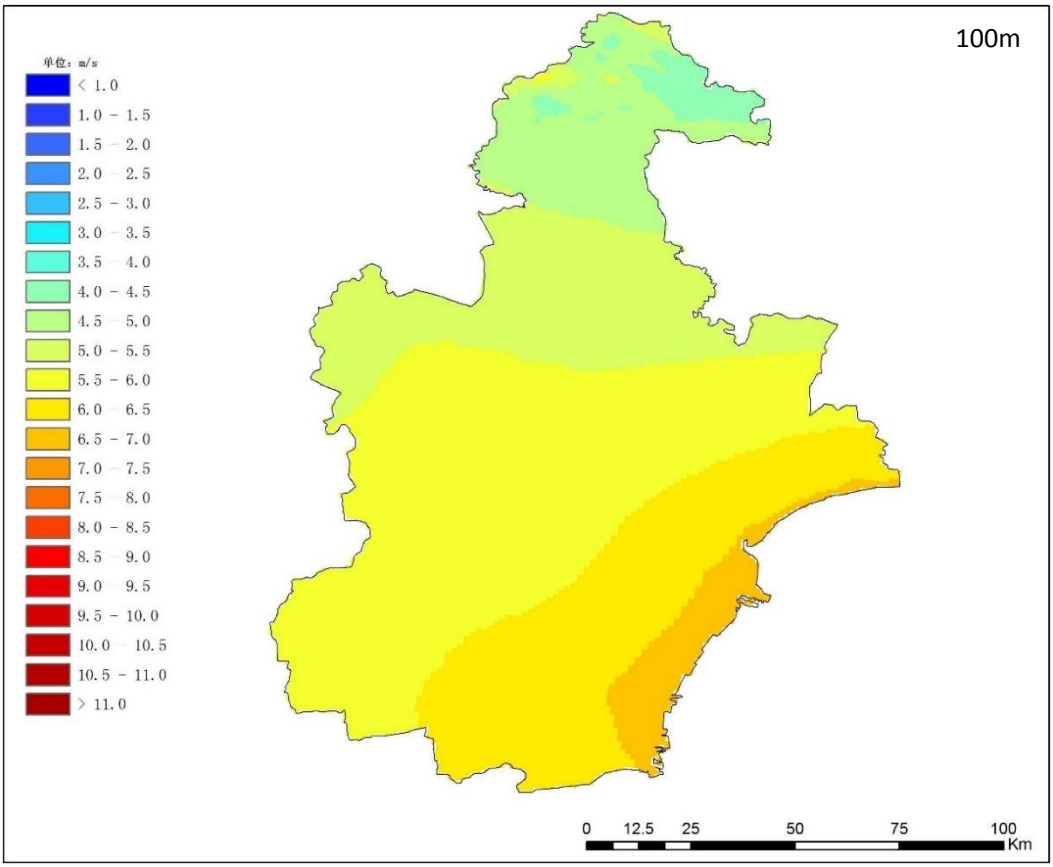
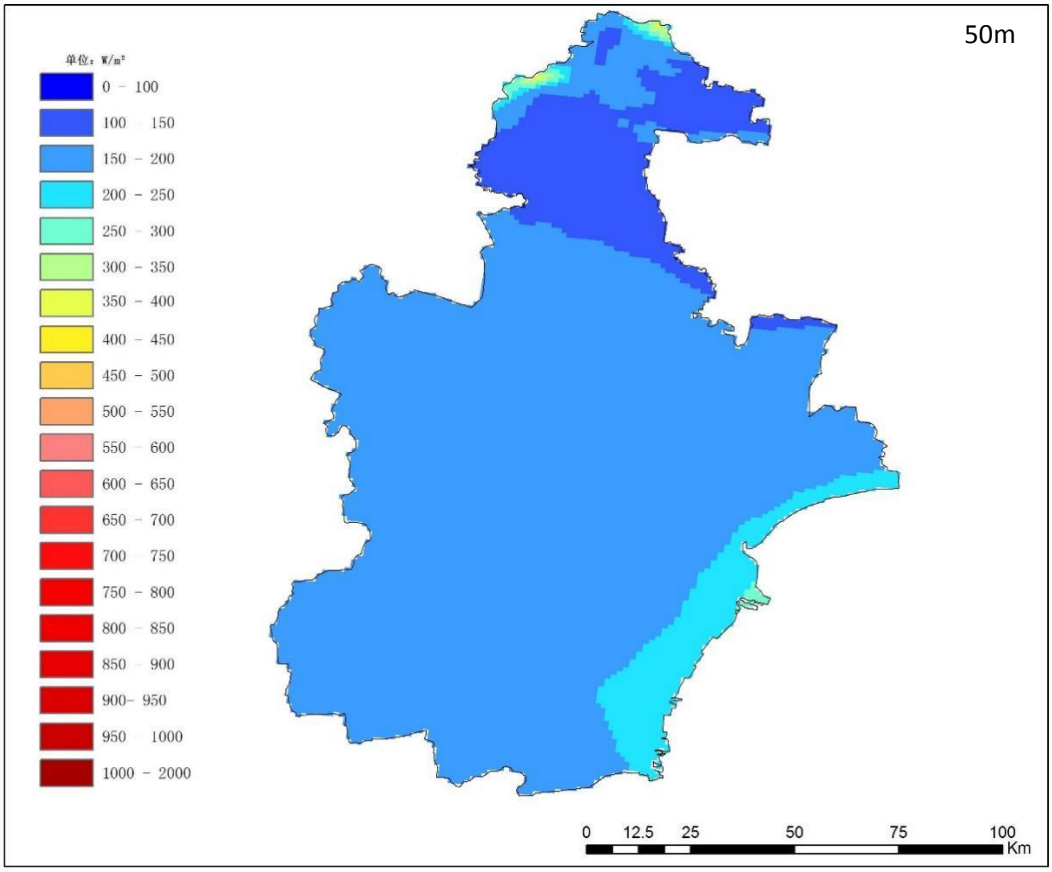
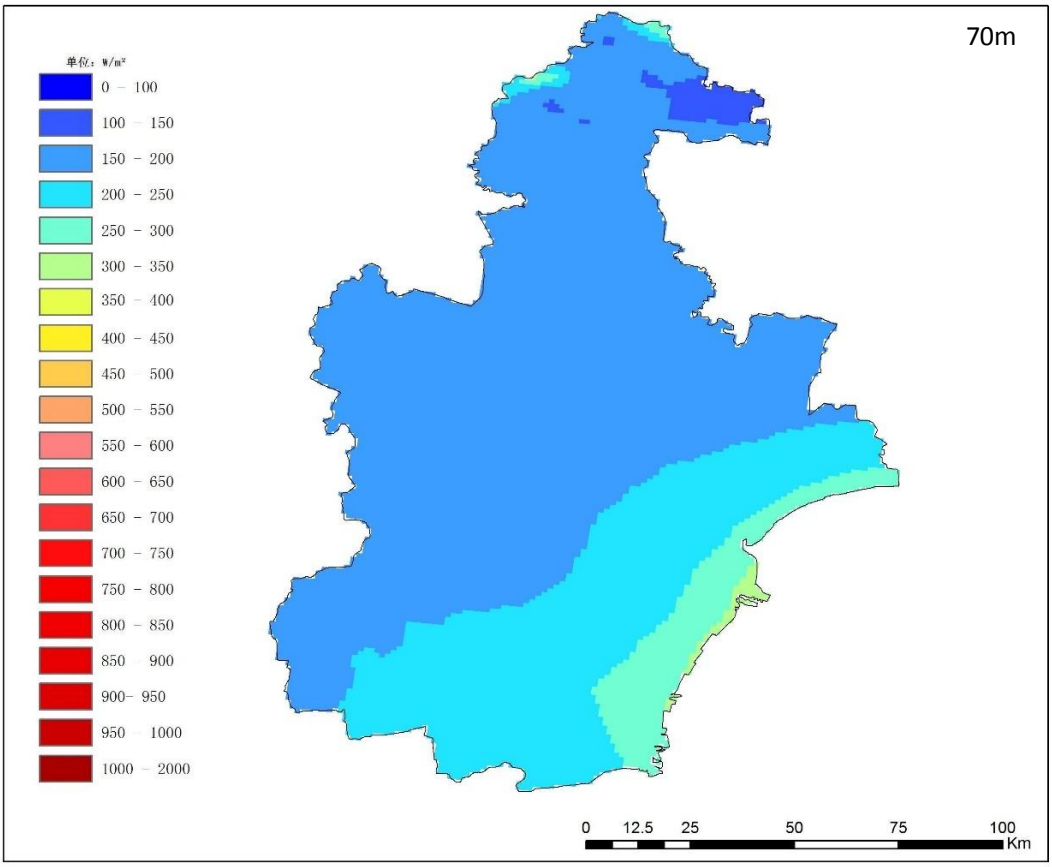


图 2-3　50、70、100 米高度年平均风速分布模拟图


50m
单位：W/m²
0 - 100
100 - 150
150 - 200
200 - 250
250 - 300
300 - 350
350 - 400
400 - 450
450 - 500
500 - 550
550 - 600
600 - 650
650 - 700
700 - 750
750 - 800
800 - 850
850 - 900
900- 950
950 - 1000
1000 - 2000
0 12.5 25 50 75 100
Km


70m
单位：W/m²
0 - 100
100 - 150
150 - 200
200 - 250
250 - 300
300 - 350
350 - 400
400 - 450
450 - 500
500 - 550
550 - 600
600 - 650
650 - 700
700 - 750
750 - 800
800 - 850
850 - 900
900- 950
950 - 1000
1000 - 2000
0 12.5 25 50 75 100
Km

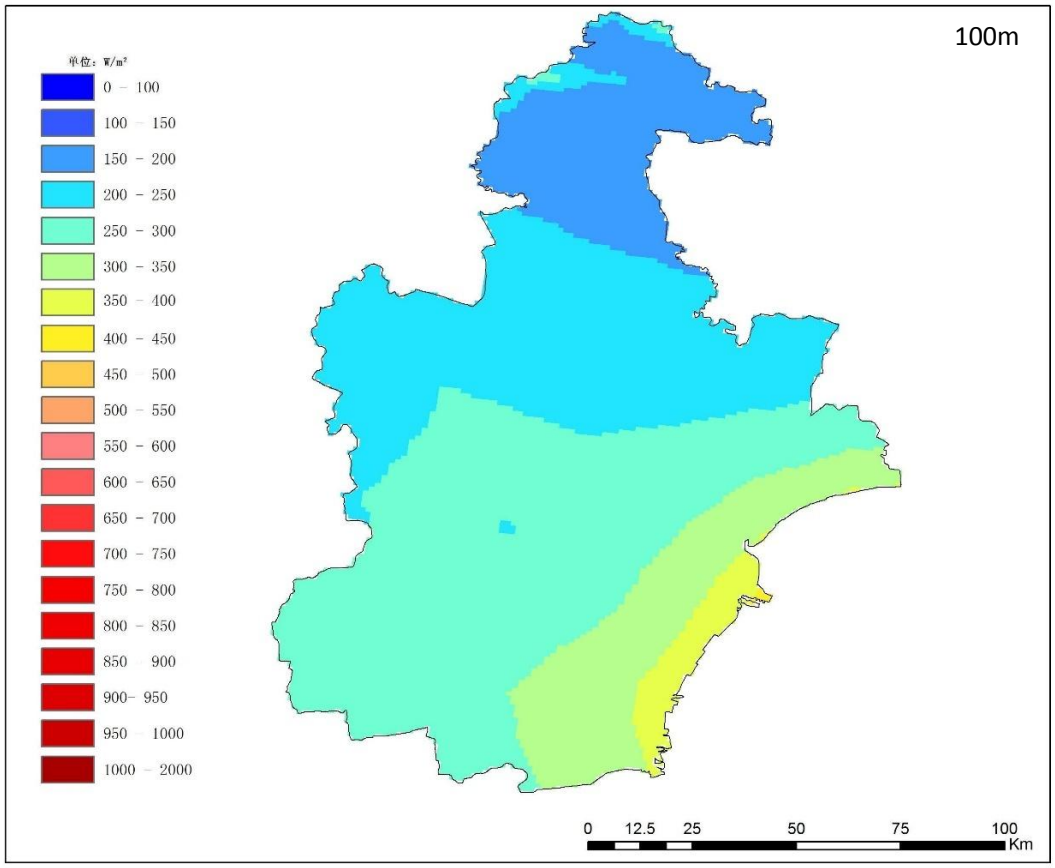


图 2-4　50、70、100 米高度年平均风功率密度分布模拟图

2. 土地资源分析

（1）总体情况介绍

天津市位于华北平原东北部，地处渤海西岸，海河水系与蓟运河水系尾闾，是海陆交互作用强烈地带，为典型的粉砂淤泥质平原海岸。其范围东起陡（涧）河口，南至岐口，从最高潮线向陆域推进 10 公里，至海域负 20 米等深线。位于北纬 38°20'~39°30'，东经 117°17'~118°20'。海岸线延伸方向是呈西北弯凸的弧形，全长 153.33 公里。海岸带总地势自北、西、南向渤海缓倾，坡降 0.1‰~0.6‰，面积 6867.44 平方公里。海岸带主要由陆域堆积平原、潮间带（滩涂）、水下岸坡 3 个地貌基本单元组成。天津海岸带是具有巨大开发潜力的“黄金海岸”。海岸带是联系东北、西北、华东的咽

喉要道及枢纽，是对外开放的门户，具有优越的地理位置；有广阔的海岸环境容量，丰富的渔业、矿产、海水等资源；以京津两大城市为依托，有雄厚的海洋化工、石油化工、港口海运、机械加工、电力、化学纤维等工业基础，是推动天津经济发展，发挥首都门户作用的重要条件。

天津地区地质构造复杂，大部分被新生代沉积物覆盖。地势以平原和洼地为主，北部有低山丘陵，海拔由北向南逐渐下降。北部最高峰九顶山海拔 1078.5 米，最低处大沽口海拔为零。地貌总轮廓为西北高而东南低。地貌类型可划分为山地、丘陵、平原、海岸带四类。山地面积约 651 平方公里，占总面积的 5.75%，主要分布在蓟州北部。丘陵海拔在 200 米以下，相对高度 50~100 米，分布在蓟州的燕山南侧。平原是天津陆地的主体部分，有 10664 平方公里，占总面积的 94%，分布在燕山之南至渤海之滨的广大地区。

（2）天津市地形地貌情况

天津市在地貌上处于燕山山地向滨海平原的过渡地带，北部山区属燕山山地，南部平原属华北平原的一部分，东南部频临渤海湾。总的地势北高南低，由北部山地向东南部滨海平原逐级下降。西部从武清永定河冲积扇尾部向东缓缓倾斜，南从静海南运河大堤向海河河口逐渐降低，地貌形态呈簸箕状。新构造运动使山区不断隆起上升，形成了以剥蚀为主的山地地貌，平原地区新生代以来大面积缓慢下降，接受巨厚的松散沉积层。

根据地貌基本形态和成因类型，划分为山地丘陵、堆积平原、海岸潮间带三个大的形态类型区和八个次级成因形态类型:

山地丘陵区：山地丘陵区面积 727 平方公里，占全市面积的 6.0%，按成因和形态可分为构造侵蚀中低山、构造剥蚀低山丘陵和剥蚀堆积山间盆地三种类型。

堆积平原区：平原区面积 11192.7 平方公里，约占全市总面积的 93%。按成因由北而南和自西北向东南可分为冲积洪积倾斜平原、洪积冲积平原、冲积平原、海积冲积低平原和海积低平原几种类型。

海岸潮间带区：潮间带位于海积平原至水下岸坡之间，指特大潮线以下地区，为潮汐作用形成的近岸海底地形。渤海湾属淤泥质海岸。自陆地向海面可分潮间浅滩、河口浅滩和水下岸坡三种类型，具有明显的分带性。

（3）土地利用总体规划情况

土地利用总体规划主要指标包括耕地保有量、基本农田保护面积、建设用地规模等。其中，建设用地规模包括城乡建设用地规模、交通水利及其他用地规模。耕地保有量、基本农田保护面积、城乡建设用地规模为约束性指标，交通水利及其他用地规模为预期性指标。规划期内，各项约束性指标不得突破。

依据《天津市土地利用总体规划（2015-2020 年）》，我市建设用地总规模控制在 4407 平方公里以内，其中：城乡建设用地规模控制在 3368 平方公里以内；耕地保有量不

低于 3340 平方公里（501 万亩），基本农田保护面积不低于 2847 平方公里（427 万亩）。

各项土地开发利用活动不得突破土地利用总体规划确定的用地规模和总体布局安排。国土资源行政主管部门开展建设用地预审、编制土地利用计划、开展建设用地审查报批、划定基本农田等工作，应当以土地利用总体规划为依据，确保规划目标的落实。

（4）风电项目开发限制性条件

基于现有风机制造技术及施工建设条件，天津整体地形、地质大多符合风机建设要求，其选址建设方面的限制性条件主要包括以下几方面:

1）基本农田

国家实行基本农田保护制度。经依法划定的基本农田，任何单位和个人不得改变或者占用。我市共划定基本农田保护红线面积427万亩（2847平方公里），占市域面积约25.2%。

我市已形成“一环四片”的基本农田布局。“一环”为中心城区外围环状布局基本农田，限制城镇建设用地蔓延;“四片”分别为静海-大港、武清-宝坻西部、宝坻东部-宁河、蓟州等4片布局集中连片的基本农田重点保护区域。

根据《基本农田保护条例》，基本农田应受到严格保护。划定永久基本农田保护区，确保区内基本农田总量只增不减，实现优质农田资源的永久保护。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区、需要占用基本农田、涉及农用地转用或者征用土地的，

必须经国务院批准。

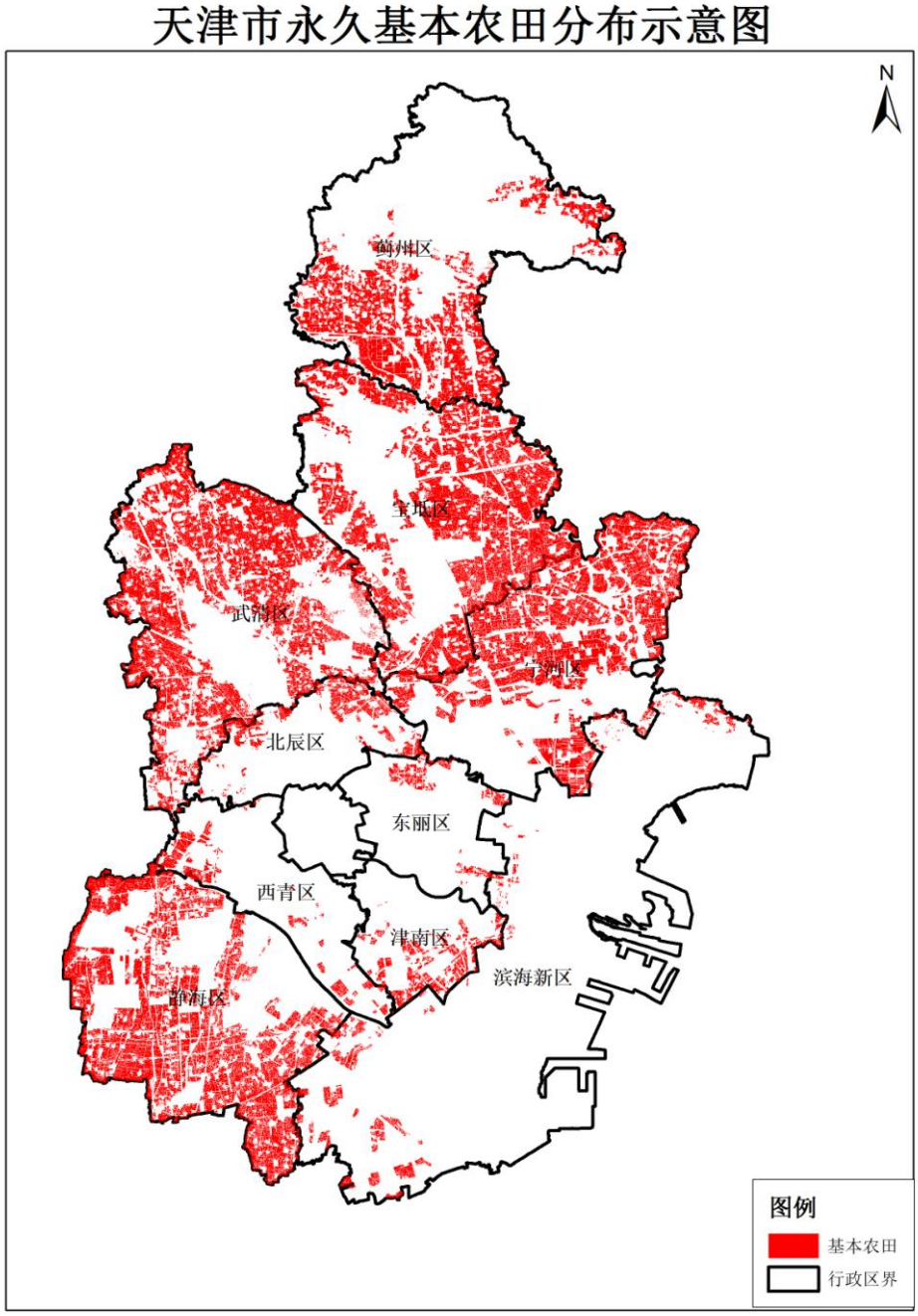


图 2-5　天津市永久基本农田分布示意图

2）永久性保护生态区域

根据《天津市城市总体规划（2015-2030年）》，永久性保护生态区域分为红线区、黄线区，实行分级管控。

红线区面积约1900平方公里，包括各类保护区的核心区和缓冲区，河道控制线及以外每侧一般不小于25米的范围，水库控制线及以外一般不小于25米的范围，以及上述山地、公园、林带保护范围。在永久性保护生态区域红线区内，除已经市人民政府批复和审定的规划建设用地外，禁止一切与保护无关的建设活动。红线区内现有镇、村由区政府组织编制相关规划，报经市政府批复后，逐步实施迁并。包括八仙山、盘山、蓟州中上元古界等3处山地自然保护区，九龙山国家森林公园，蓟州国家地质公园内的黄崖关断崖、九山顶石英砂岩峰林、府君山地质构造遗迹3处景区，引滦、引黄、南水北调输水河道和干线，以及海河、独流减河等19条一级河道，于桥水库、团泊鸟类自然保护区、北大港湿地保护区等11处水库水面，汉沽盐田等1处盐田，天津古海岸与湿地国家级自然保护区和大黄堡湿地2处湿地自然保护区，青甸洼、黄庄洼等洼淀，16处郊野公园、33处城市公园，中心城区外环线绿化带、中心城市3条生态隔离廊道，西北防风阻沙林带、沿海防护林带、铁路和高速公路防护林带等。

黄线区面积约1080平方公里，为永久性保护生态区域中红线区以外的其他地区。黄线区按照相关法律、法规的规定实施管理，从事建设活动应当经市人民政府审查同意。

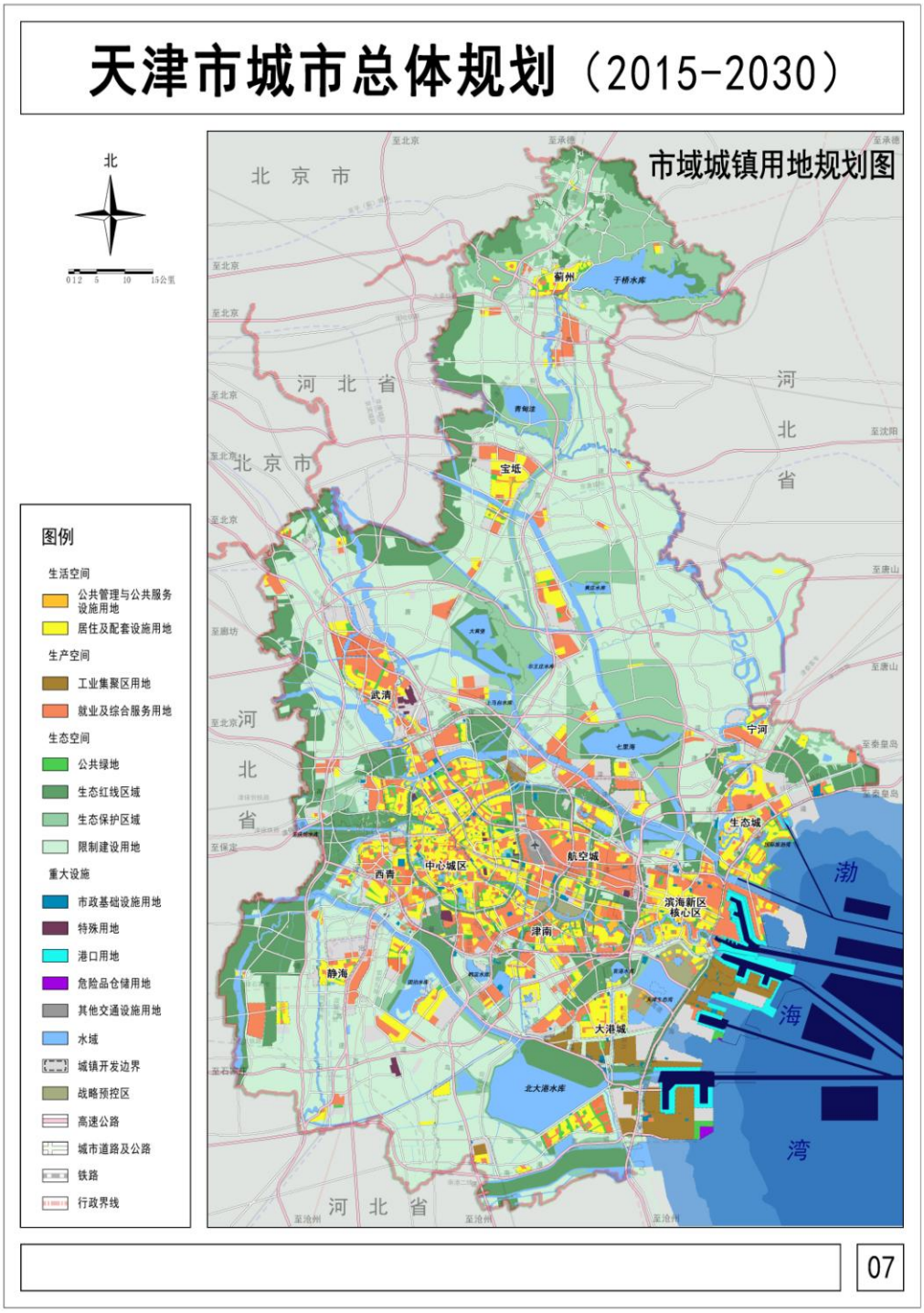


图2-6　天津市城市总体规划（2015-2030年）

3）城镇开发边界

城镇开发建设区由城镇规划建设区、重大战略发展预留区、土地利用规划有条件建设区等构成。市域范围内城镇开

发边界面积3410平方公里，其中中心城市范围内开发边界2350平方公里。城镇开发边界实施市级与区级两级管控。市级管控边界包括中心城市开发边界、外围城区和功能组团开发边界，管控规模为3060平方公里。区级管控边界为外围五区范围内的建制镇、园区和独立选址项目的开发边界等，规模为350平方公里，具体布局需在避让永久生态保护区域、基本农田等限制性要素基础上，由各区总体规划具体落实。

严格控制城镇开发边界外的各项建设活动，除重大交通设施、必要的市政公用设施、旅游设施和公园外，原则上不得在城镇开发边界外安排城镇用地指标、不得作出建设用地规划许可。在城镇开发边界内，因经济社会发展需要，确需突破城镇建设用地范围的，应按照相关要求，进行专题修改论证，且保障城镇建设用地规模总量平衡。

3. 电网资源分析

天津电网是华北电网的重要组成部分，担负着向我市供电的重要任务，具有城市电网的特点。

截至 2017 年底，天津电网共有 1000 千伏变电站 1 座，变电容量 600 万千伏安；500 千伏变电站 8 座，变电容量 1725.3 万千伏安；220 千伏公用变电站 73 座，变电容量 3057.6 万千伏安；110 千伏公用变电站 154 座，变电容量 1591 万千伏安；35 千伏公用变电站 268 座，变电容量 1080 万千伏安。

天津 500 千伏输电网络已形成南蔡-北郊-吴庄-板桥-滨海单回环网结构，北郊-东丽-滨海-芦台、板桥-海河-静海双环网结构，通过南蔡、北郊、东丽、吴庄、滨海、芦台、板

桥、静海 8 座 500 千伏站向 220 千伏电网供电。

天津 220 千伏电网形成北郊-吴庄甲、静海-吴庄乙、东丽-板桥乙、滨海-板桥甲、南蔡、芦台、蓟州 7 个供电分区。

天津 110 千伏、35 千伏电网结构以双辐射结构为主，部分采用单链或双链结构。

截至 2017 年底，天津电网装机总容量 1418 万千瓦，其中煤电装机容量为 985.9 万千瓦，占 69.5%；气电装机 303.5 万千瓦，占 21.4%；可再生能源装机 112.1 万千瓦，占 7.9%，其中风电装机容量 34.75 万千瓦，占 2.5%。预计“十三五”期间，天津地区将新增电力装机共计 600 万千瓦左右，其中包括：燃煤机组 291 万千瓦，燃气机组 167 万千瓦，可再生能源发电装机 141.8 万千瓦。规划至 2020 年底，天津电网总装机容量达到 1960 万千瓦左右，其中包括：燃煤机组 1277 万千瓦，燃气机组 471 万千瓦，可再生能源发电装机 196 万千瓦，其他 16 万千瓦。

2017 年天津电网最大负荷 1515.5 万千瓦，2020 年天津电网最大负荷预计达 1950 万千瓦，2025 年天津电网最大负荷预计达 2378 万千瓦，“十三五”期间年均增长 7.96%，“十四五”期间年均增长 4.05%。

2017 年天津地区全社会用电量 805.6 亿千瓦时，其中本地机组发电量 595.8 亿千瓦时，由外省市净调入 209.8 亿千瓦时，外购电比重 26.0%。预计到 2020 年达到 970 亿千瓦时，“十三五”期间年均增长 3.91%。展望到 2025 年达到 1150 亿千瓦时，2021-2025 年年均增长率 3.46%。

表 2-2　天津电网最大负荷预测结果

时间	负荷（万千瓦）
2015 年实际	1329.9
2016 年实际	1391.7
2017 年实际	1515.5
2018 年预计	1620
2019 年预计	1780
2020 年预计	1950
2025 年预计	2378
“十三五”年均增长率	7.96%
“十四五”年均增长率	4.05%

（四）发展意义

优化能源结构，提高非化石能源占比。党的十九大报告提出把发展清洁能源作为推动生态文明建设的重要内容，强调要推进绿色发展，壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。我市能源消费结构长期以煤炭为主，非化石能源消费比重偏低，规划到 2020 年，非化石能源消费比重及非水可再生能源电力消纳占全社会用电比重均需有较大提升，发展任务十分艰巨，需进一步加快可再生能源的建设发展，但集中式风电开发在电网接入、送出、消纳以及土地等方面的瓶颈制约开始显现，迫切需要优化风电开发模式与布局。发展分散式风电有利于进一步提高非化石能源消费比重，是优化能源结构，构建安全、稳定、经济、清洁的

能源产业体系的关键之一，是能源转型的战略选择，对于转变能源供给方式、促进生态文明建设具有重要意义。

提高电力系统运行灵活性，经济和社会效益突出。分散式风电不仅解决了远距离输送带来的能源损耗问题，同时有助于解决风电接入对大电网的安全问题，且由于项目位于负荷中心，利于消纳，可以避免“弃风”问题，加之可以与其他能源品种及配电网实现融合互动、优势互补，将大大提高系统的灵活性及整体能源效率。分散式接入风电可促进地方低碳能源发展，并带动相关产业，有利于促进地方产业结构调整，减轻环保压力，推动建设新农村新能源新生活。此外，分散式风电对并网的负荷水平、短路容量和装机容量要求不高，运行维护成本低，同时占地面积小，投资规模小、建设周期短、收益稳定，更容易吸引民间资本参与，带动投资主体向多元化方向发展。

提高风能利用效率，创新能源发展模式。我市集中式风能资源主要分布在滨海新区沿海区域，其他地区开发价值不大。根据“十三五”规划布局，到 2020 年风电达 100 万千瓦，可开发空间已日趋饱和。与集中式风电相比，分散式风电可以优化分散风能资源，把分散的、不够集中的风能资源利用起来，因地制宜提高风能利用效率，是风电产业可持续发展的重要补充。分散式风电与其他品类分布式能源具备一定互补性，可与太阳能、天然气、生物质能、地热能、海洋能等各种能源形式综合开发并实现良好互动，提高区域可再生能源利用水平，有利于推动多能互补、微电网等新型能源

系统的发展，促进能源开发模式创新。发展分散式风电还可推动分布式发电市场化交易试点，并促进低风速风电系统技术、成套设备技术及相关产业环节技术的深度融合发展。

三、发展思路和目标

（一）指导思想

全面贯彻落实党的十九大精神和习近平新时代生态文明建设思想，牢固树立“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，遵循“四个革命、一个合作”的能源发展战略思想，以转变能源供给方式、优化能源消费结构、推动清洁能源消纳为目标，以提高能源综合利用效率、实现节能减排为发展方向，以国家和我市能源发展总体规划为指导，结合我市风能资源禀赋，优化风电建设布局，大力推动风电就近消纳，加强低风速风电产业发展和技术进步，鼓励分散式风电与其他分布式能源融合发展，切实践行“绿水青山就是金山银山”的理念，为构建清洁低碳、安全高效、多元化的现代能源利用体系，保障社会经济可持续发展提供坚强保障。

（二）基本原则

统筹规划，分步实施。统筹风能资源、能源需求、环境保护和经济效益，科学制定发展规划，优先开发消纳条件好的区域，确保分散式风电健康、有序发展。

消纳优先，就地利用。优化电源布局，合理控制开发节奏，完善电力交易机制，确保优先消纳，强化政策引导，形成有利于风电消纳的体制机制。

因地制宜，发挥优势。紧密结合城市规划和风资源条件，综合考虑接网、环保、土地等关键因素，优化系统配置，发挥分散式风电开发的灵活性优势。

创新驱动，开放合作。创新分散式风电政策环境和机制，

支持分散式风电技术研发、设备生产、工程建设及运营，鼓励与其他分布式能源融合发展，建立促进分布式能源健康发展的长效机制。

（三）发展目标

结合我市总体发展规划以及土地、电网、风资源条件落实情况，到 2025 年分散式风电装机容量力争达到 78 万千瓦。

四、项目开发条件

（一）选址条件

1. 分散式风电项目不得占用永久基本农田。对于占用其他类型土地的，应依法办理建设用地审批手续；在原土地所有权人、使用权人同意的情况下，可通过协议等途径取得建设用地使用权。

2. 在满足国家环保、安全生产等相关要求的前提下，开发企业可使用本单位自有建设用地（如园区土地），也可租用其他单位建设用地开发分散式风电项目。

3. 分散式风电项目用地应符合城市规划及各专项规划，应避让生态保护红线区域及蓄滞洪区。在河道等水利设施范围建设的，应符合相关文件规定并征得主管部门同意。

（二）电网接入条件

1. 接入电压等级应为 110 千伏及以下，并在 110 千伏及以下电压等级内消纳，不向 110 千伏的上一级电压等级电网反送电。

2. 35 千伏及以下电压等级接入的分散式风电项目，应充分利用电网现有变电站和配电系统设施，优先以 T 或者 π 接的方式接入电网。

3. 110 千伏电压等级接入的分散式风电项目只能有 1 个并网点，且总容量不应超过 50 兆瓦。

4. 在一个并网点接入的风电容量上限以不影响电网安全运行为前提，统筹考虑各电压等级的接入总容量。

5. 通过 110 千伏电压等级接入的分散式风电项目，应满

足国家标准 GB/T 19963《风电场接入电力系统技术规定》及其他国家/行业相关标准的技术要求；通过 35 千伏及以下电压等级接入的分散式风电项目，应满足国家标准 GB/T 33593《分布式电源并网技术要求》及其他国家/行业相关标准的技术要求。

6. 分散式风电项目应满足接入公共电网运行、接受电力调度机构统一调度的要求。应进行电能质量和无功电压特性评估，并根据评估结果，配置必要的补偿装置。接入 110 千伏、35 千伏电压等级的分散式风电应根据电网的需要装设无功电压控制装置（AVC），配合开展电网的无功电压调整控制。

五、开发规模与布局

根据各区变电站主变容量、容载比、最大峰谷差系数等折算得到低谷负荷水平，核算各区消纳能力。同时综合考虑土地、风资源条件落实情况以及各区项目建设需求，确定天津市分散式风电规划开发规模为 78 万千瓦。

根据接网条件及土地利用现状，确定各区重点开发区域，同时鼓励各区在满足国家环保及相关土地政策的基础上，挖掘剩余区域开发潜力，利用闲散用地积极开展分散式风电建设。

各区规划开发规模与布局如下。

（一）中心城区

1. 区域定位

天津市中心城区主要包括和平区、南开区、河西区、河东区、河北区和红桥区六个行政区，规划范围为 475 平方公里，定位为国际化商贸服务中心、文化旅游中心、科教创新中心、天津行政文化中心和反映中国近代史的历史文化名城。

2. 开发条件

电网方面，中心城区以居民、商业负荷为主，用电负荷水平较高，负荷分布较为均衡，网架结构较为完善，电网消纳条件较好。截至 2017 年底，为和平电网供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 6 台，总容量 90 万千伏安，35 千伏系统站 10 座，主变 24 台，总容量 48.8 万千伏安；为河西电网供电共有 220 千伏系统站 3 座，主变 9 台，总容量 135 万千

伏安，110 千伏系统站 1 座，主变 2 台，总容量 6.3 万千伏安，35 千伏系统站 13 座，主变 30 台，总容量 60 万千伏安；为南开电网供电共有 35 千伏系统站 17 座，主变 40 台，总容量 80 万千伏安；为河东电网供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 96 万千伏安，110 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 20 万千伏安，35 千伏系统站 14 座，主变 34 台，总容量 66 万千伏安；为河北电网供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 78 万千伏安，35 千伏系统站 10 座，主变 24 台，总容量 46 万千伏安；为红桥电网供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 78 万千伏安，110 千伏系统站 1 座，主变 2 台，总容量 10 万千伏安，35 千伏系统站 6 座，主变 15 台，总容量 30 万千伏安。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：市内六区 70 米高度平均风速为 6.0~6.5 米/秒，风功率密度 280~300 瓦/平方米，风资源分布较为均匀。

土地资源方面，中心城区土地资源紧张，不具备大规模开发分散式风电的条件。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，中心城区暂不规划开发分散式风电项目。

（二）环城四区

1. 区域定位

环城四区包括东丽区、西青区、津南区和北辰区四个行政区，是中心城区的拓展发展空间，也是中心城区未来人口

转移的主要接纳地。

东丽区位于天津市中心城区和滨海新区之间，全境东西长 30 公里，南北宽 25 公里。发展定位为京津冀重要的临空产业基地，以空港为核心的现代综合服务区，高端制造协同创新中心、国际文化交流中心、智慧生态城区。

西青区位于天津市西南部，东与红桥区、南开区毗邻，南靠独流减河与静海区隔河相望，西与武清区和河北省霸州接壤，北依子牙河，南北长 48 公里，东西宽 11 公里，全区总面积 545 平方公里。发展定位为中国北方的电子信息与汽车产业基地，科技商务服务中心与综合交通枢纽，文化生态宜居城区。

津南区东临天津港，西连市中心城区，南接大港石化工业区，北依海河，占海河综合开发全长 72 公里的中下游 32 公里，处于天津市经济发展的主轴上，是承接中心城区城市功能和滨海新区产业功能的重要地区，总面积 420.72 平方公里。津南区发展定位为国家级高职高教基地，电子信息产业基地，生态宜居城区。

北辰区位于中心城区北部，南北纬宽 20.8 公里，东西经长 43.2 公里，总面积 478.48 平方公里。发展定位为北部中心活力区，京津走廊科技创新基地，商贸流通基地，生态宜居城区。

2. 开发条件

电网方面，环城四区负荷类型多样，用电负荷水平较高，网架结构较为完善，电网消纳条件较好。截至 2017 年底，

为东丽电网供电共有 220 千伏系统站 8 座，主变 18 台，总容量 330.6 万千伏安，110 千伏系统站 12 座，主变 25 台，总容量 125 万千伏安，35 千伏系统站 21 座，主变 48 台，总容量 90.8 万千伏安；为西青电网供电共有 220 千伏系统站 11 座，主变 23 台，总容量 444 万千伏安，110 千伏系统站 18 座，主变 38 台，总容量 182.6 万千伏安，35 千伏系统站 13 座，主变 27 台，总容量 53.2 万千伏安；为津南电网供电共有 220 千伏系统站 3 座，主变 6 台，总容量 120 万千伏安，110 千伏系统站 12 座，主变 24 台，总容量 120 万千伏安，35 千伏系统站 10 座，主变 21 台，总容量 39.6 万千伏安；为北辰电网供电共有 220 千伏系统站 5 座，主变 10 台，总容量 198 万千伏安，110 千伏系统站 8 座，主变 16 台，总容量 80 万千伏安，35 千伏系统站 21 座，主变 46 台，总容量 90.4 万千伏安。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：东丽区 70 米高度平均风速为 6.0~6.6 米/秒，风功率密度 280~310 瓦/平方米，风资源东南部优于西北部；西青区 70 米高度平均风速为 6.0~6.6 米/秒，风功率密度 280~310 瓦/平方米，风资源东南部优于西北部；津南区 70 米高度平均风速为 6.0~6.6 米/秒，风功率密度 280~310 瓦/平方米，风资源分布较为均匀；北辰区 70 米高度平均风速为 6.0~6.5 米/秒，风功率密度 280~300 瓦/平方米，风资源分布较为均匀。

土地资源方面，环城四区一般农业用地较少，工业园区

较多，受土地资源和城市空间影响较大。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，东丽区视具体接网条件及土地利用现状，适时择优开发分散式风电项目；西青区分散式风电规划开发规模 9 万千瓦，重点在王稳庄、辛口、精武等镇优先布局；津南区根据区域规划实际和发展需要适时开发，预留分散式风电开发规模 5 万千瓦；北辰区分散式风电规划开发规模 7 万千瓦，重点在双街、西堤头等镇优先布局。

（三）武清区

1. 区域定位

武清区位于天津市西北部，北与北京市通州区、河北省廊坊市香河县相连，南与天津市北辰区、西青区、河北省霸州市比邻，东与天津市宝坻区、宁河区搭界，西与河北省廊坊市安次区接壤，是京、津两大直辖市的中心点，总面积 1574 平方公里。发展定位为京津冀协同发展的重要支点，国家大学协同创新基地，高端制造研发和现代服务业聚集区，生态文明先行示范区。

2. 开发条件

电网方面，武清地区用电负荷水平较高，网架结构较为完善，电网消纳条件较好。截至 2017 年底，为武清电网供电共有 220 千伏系统站 4 座，主变 8 台，总容量 156 万千伏安；110 千伏系统站 21 座，主变 46 台，总容量 224.4 万千伏安；110 千伏用户站 3 座，主变 6 台，总容量 29 万千伏安；

110 千伏线路 34 条，总长度 518.8 千米；35 千伏系统站 18 座，主变 36 台，总容量 64.4 万千伏安；35 千伏用户站 22 座，主变 58 台，总容量为 29.205 万千伏安；35 千伏线路 53 条，总长度 535.27 千米。2017 年武清电网供电最大负荷 110.58 万千瓦，同比增长 7.3%；供电量 56.96 亿千瓦时。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：武清区 70 米高度平均风速为 5.5~6.0 米/秒，风功率密度 220~260 瓦/平方米，风资源南部优于北部。

土地资源方面，武清区建设用地及产业园区较多，包括武清开发区、武清商务区、京津科技谷产业园、汽车零部件产业园、京滨工业园和京津电子商务产业园等；区内共有 4 条一级河道和 7 条二级河道，水域资源良好。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，武清区分散式风电规划开发规模 10 万千瓦，重点在武清东部上马台、崔黄口、曹子里、梅厂等镇优先布局。

（四）宝坻区

1. 区域定位

宝坻区位于天津市中北部、华北平原北部、燕山山脉南麓，属于华北平原北部的一部分，地处京、津、唐三角地带，临近渤海湾。发展定位为京唐秦发展轴上的科技创新转化基地、节能环保产业基地，商贸物流服务基地，历史文化城区。

2. 开发条件

电网方面，宝坻地区用电负荷水平一般，但增长势头较

为明显，电网消纳条件一般。截至 2017 年底，为宝坻电网供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 72 万千伏安；110 千伏系统站 7 座，主变 16 台，总容量 76.3 万千伏安；110 千伏线路 12 条，总长度 241.9 千米；35 千伏系统站 20 座，主变 39 台，总容量 66.26 万千伏安；35 千伏线路 47 条，总长度 528.3 千米。2017 年宝坻电网供电最大负荷 49.39 万千瓦，同比增长 12.75%；供电量 21.68 亿千瓦时，同比增长 12.51%。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：宝坻区 70 米高度平均风速为 5.5~6.0 米/秒，风功率密度 220~260 瓦/平方米，风资源南部优于北部。

土地资源方面，宝坻区境内河流纵横交错，水网交织，东部坑塘水面较多，一级行洪河道 6 条，二级河道 8 条，87 条干渠，508 条支渠；有两个省（直辖市）级开发区即宝坻经济开发区、九园工业园区，两个市级示范工业园区即塑料制品工业区、马家店工业园区。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，宝坻区分散式风电规划开发规模 9 万千瓦，重点在宝坻东南部八门城、黄庄等镇以及宝坻经济开发区、九园工业园区等地优先布局。

（五）静海区

1. 区域定位

静海区东北、东南分别与天津市西青区及滨海新区接壤，西北部与河北省霸州市交界，西部和西南部分别与河北

省文安县、大城县相接，南部是河北省的青县和黄骅市。静海区是国务院批准的沿海开放区之一。发展定位为国家循环经济示范区、京津冀健康产业基地、先进制造和物流基地，建设成为生态宜居示范区。

2. 开发条件

电网方面，静海地区用电负荷水平较高，网架结构较为完善，电网消纳条件较好。截至 2017 年底，为静海电网供电共有 220 千伏系统站 3 座，主变 9 台，总容量 174 万千伏安；110 千伏系统站 18 座，主变 39 台，总容量 195 万千伏安；110 千伏用户站 6 座，主变 10 台，总容量 33.9 万千伏安；110 千伏线路 32 条，总长度 489.005 千米；35 千伏系统站 20 座，主变 44 台，总容量 71.2 万千伏安；35 千伏用户站 56 座，主变 150 台，总容量 78.185 万千伏安；35 千伏线路 73 条，总长度 640.2658 千米。2017 年静海电网供电最大负荷 115.1 万千瓦，同比增长 9.9%；供电量 64.42 亿千瓦时，同比增长 1.32%。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：静海区 70 米高度平均风速为 6.0~6.6 米/秒，风功率密度 250~310 瓦/平方米，风资源东南部优于西北部。

土地资源方面，静海区地势较平缓但多洼淀，区内基本农田相对较多，生态保护区较少，工业园区较多。

3. 规模布局

静海区总体具备分散式风能资源利用条件，可视具体接网条件及土地利用要求，根据区域规划实际和发展需要适时

开发，预留开发规模 4.5 万千瓦。

（六）宁河区

1. 区域定位

宁河区位于天津市东北部，地处京津唐大城市群中间地带，面向广阔的华北、东北平原，总面积 1414 平方公里。发展定位为京津唐地区的生态涵养区，津唐协作的重要支点，商务休闲和旅游服务基地、先进制造业基地。以蓟运河为依托，打造文化休闲旅游带，塑造宁河生态城市特色；以未来科技城（清河农场），芦台经济技术开发区（芦台农场）与大北镇为载体，推进京津冀合作，创建协作示范区，提升宁河的产业发展水平。

2. 开发条件

电网方面，宁河地区用电负荷水平一般，电网消纳条件较差。截至 2017 年底，为宁河电网供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 72 万千伏安；110 千伏系统站 8 座，容量 80.75 万千伏安；110 千伏用户站 3 座，总容量 28.15 万千伏安；35 千伏系统站 18 座，总容量 48.025 万千伏安；35 千伏用户站及水利站 33 座，总容量 35.975 万千伏安。2017 年宁河电网夏季供电最大负荷 41.2 万千瓦，同比增加 2.11%；冬季供电最大负荷 45.1 万千瓦，为历史最大。现状宁河区光伏发电项目已并网容量为 6.6 万千瓦，已批复接入系统方案容量为 42.3 万千瓦；风力发电项目已批复接入系统方案容量为 17.8 万千瓦。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软

件模拟可知：宁河区 70 米高度平均风速为 5.8~6.7 米/秒，风功率密度 230~320 瓦/平方米，风资源东南部优于西北部。

土地资源方面，宁河区内有 5 条一级河道，12 条二级河道，水域资源良好；区内共有 7 个产业园区，包括宁河现代产业园区、宁河经济开发区、潘庄工业区、七里海工业区、大北工业区，京津未来智慧城和东棘坨工业园区；区内有七里海生态保护区为禁止开发区域。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，宁河区分散式风电规划开发规模 12.5 万千瓦，重点在宁河北部东棘坨、廉庄、苗庄、岳龙、丰台、板桥、潘庄等镇优先布局。

由于宁河电网薄弱，村镇存在分散式风电消纳能力不足的风险，在安排风电项目建设时应考虑“小容量、多布点”的方式。

（七）蓟州区

1. 区域定位

蓟州区位于天津市最北部，地处京、津、唐、承四市之腹心，被列为全国生态示范区、全国首家绿色食品示范区、第一批国家新型城镇化综合试点地区，全区总面积 1590.22 平方公里。发展定位为发展定位为京津冀休闲之都、历史文化名城和现代化旅游城市。

2. 开发条件

电网方面，蓟州地区用电负荷水平一般，且网架结构尚待完善，电网消纳条件一般。截至 2017 年底，为蓟州电网

供电共有 220 千伏系统站 2 座，主变 4 台，总容量 72 万千伏安；110 千伏系统站 9 座，主变 18 台，总容量 86.3 万千伏安；110 千伏用户站 2 座，主变 5 台，总容量 26 万千伏安；35 千伏系统站 21 座，主变 43 台，总容量 74 万千伏安；35 千伏用户站 16 座，主变 27 台，总容量 11.325 万千伏安。2017 年蓟州电网供电最大负荷 45.6 万千瓦，同比增长 13.15%；供电量 18.57 亿千瓦时，同比增长 5.69%。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：蓟州 70 米高度平均风速为 3.5~6.7 米/秒，风功率密度 100~320 瓦/平方米，风资源山区优于平原区域。

土地资源方面，北部山区生态红线较多，分散式风电可与区内旅游资源相结合；南部平原土地资源较丰富。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，蓟州区分散式风电规划开发规模 8 万千瓦，重点在蓟州东部西龙虎峪、别山等镇优先布局。

（八）滨海新区

1. 区域定位

滨海新区位于天津东部沿海地区，环渤海经济圈的中心地带，总面积 2270 平方公里，常住人口 297 万，是国家级新区和国家综合配套改革试验区、国务院批准的第一个国家综合改革创新区，是中国北方对外开放的门户、高水平的现代制造业和研发转化基地、北方国际航运中心和国际物流中心、宜居生态型新城区。发展定位为我国北方对外开放的门

户，北方国际航运核心区和金融创新运营示范区，京津冀区城高水平的现代制造业和研发转化基地。

2. 开发条件

电网方面，滨海新区用电负荷水平较高，网架结构较为完善，电网消纳条件较好。截至 2017 年底，国网天津滨海供电公司负责维护的 110 千伏系统站 35 座，主变 70 台，总容量 347.05 万千伏安；110 千伏用户站 38 座，主变 85 台，总容量 289.85 万千伏安；35 千伏系统站 38 座，主变 79 台，总容量 138.29 万千伏安；35 千伏用户站 160 座，主变 520 台，总容量 369.0493 万千伏安。2017 年，滨海电网供电最大负荷 324.317 万千瓦，同比增长 9.27%。现状滨海新区光伏发电项目已并网容量为 38 万千瓦，已批复接入系统方案容量为 112 万千瓦；风力发电项目已并网容量为 52 万千瓦，已批复接入系统方案容量为 28 万千瓦。

风能资源方面，根据已有气象资料并通过风资源计算软件模拟可知：滨海新区 70 米高度平均风速为 6.5~7.0 米/秒，风功率密度 250~400 瓦/平方米，风资源沿海区域优于其他区域。

土地资源方面，滨海新区土地资源充沛，工业园区较多，但风电开发需符合当地规划政策。滨海新区于 2016 年印发了《滨海新区风力与光伏发电专项规划（2016-2030 年）》，其中规定风电场建设仅可在控制建设区进行。分散式风电建设原则上应符合以上专项规划要求。

3. 规模布局

根据土地、电网及风资源条件落实情况，滨海新区分散式风电规划开发规模 13 万千瓦，重点在滨海新区南部海滨街道、小王庄镇、太平村镇等地优先布局。

滨海新区现状新能源开发集中的区域存在分散式风电消纳能力不足的风险，在安排风电项目建设时应考虑“小容量、多布点”的方式。

六、规划实施效果

（一）投资估算

2018-2025 年,全市分散式风电新增装机容量 78 万千瓦，静态总投资约 63 亿元。

（二）环境、社会效益分析

按照到 2025 年全市分散式风电装机容量约 78 万千瓦的发电量测算，可节约标准煤约 64 万吨左右；可减少二氧化碳排放约 110 万吨，二氧化硫排放约 5600 吨，氮氧化物排放约 4900 吨，环境和社会效益显著。

七、重点任务

（一）加强电网规划建设，提升系统接纳风电能力

加强电网规划建设，补强电网薄弱环节。将电网规划建设与风电发展相结合，统筹协调项目建设时序，重点加强风电项目集中地区的配套电网规划和建设，有针对性地对重要送出断面、枢纽变电站进行补强和增容扩建，逐步完善电网网架结构，合理提升电网密度，减小风机并网线路长度，提升风电接入能力。

优化调度运行管理，提升风电接纳潜力。加强需求侧管理和用户响应体系建设，鼓励电力用户优化用电负荷特性，提升低谷时段用电负荷水平。优化风电调度运行管理，提高风电功率预测精度并加大考核力度。充分挖掘电力系统调峰潜力，推动火电机组灵活性改造，合理安排常规电源开机规模和发电计划，将风电纳入电力平衡和开机组合。探索建立辅助服务市场，鼓励风电机组通过参与市场辅助服务和实时电价竞争等方式，逐步提高系统消纳风电的能力。

（二）推动技术自主创新，提高风电开发技术水平

促进产业技术自主创新，全面提升风电机组性能和智能化水平。加强国内外风电企业技术交流与合作，充分发挥大型企业的龙头带动作用，提升关键部件设计制造技术，推动风电产业向高端环节发展。着力研究风电机组的降载优化、智能诊断、故障自恢复技术，探索基于物联网、云计算和大数据分析的风电场智能化运维技术，提升风电场多机组、风电场群的协同控制技术。鼓励企业利用新技术，降低运行管

理成本，提高存量资产运行效率，增强市场竞争力。

增强分散式风电开发技术能力，提升低风速区域风能资源利用水平。加强风能资源勘测和评价，明确风电可开发范围及容量。总结国内外分散式风电开发经验，加大低风速风机研制力度，提高微观选址技术水平。针对不同的资源条件，研究采用不同机型、塔筒高度以及控制策略的设计方案。加强设备选型研究，探索适用于沟渠、水面等非常规地形的风机基础技术。

（三）优化产业空间布局，推动产业服务体系建设

推进咨询服务业务发展。通过市场机制培育分散式风电项目规划设计、工程建设、评估认证、运行维护等环节的专业化服务能力，满足分散式风电项目多元化参与主体的技术需求。鼓励通过市场竞争提高咨询服务质量。积极发展运行维护、技术改造、电力电量交易等专业化服务，做好市场管理与规则建设。

优化风电产业空间布局。进一步加强配套服务能力，推动实施一批风电机组、新型叶片等研发及产业化项目，推进大型风电装运基地建设，打造可再生能源产业聚集区。大力引进高端项目、技术、人才等战略资源，与企业、高校、研究机构联合开展人才培养，健全产业服务体系。

（四）探索互补发展机制，拓展风电就地利用方式

鼓励开展多能互补。引导分散式风电项目与太阳能、天然气、生物质能、地热能、海洋能等各类能源形式综合开发，提高区域可再生能源利用水平。探索风电制氢、风电淡化海

水等新型就地消纳示范。鼓励微电网形式的风电资源利用方式，推进风光储互补的新能源微电网建设。

全面拓宽应用领域。探索与生态旅游、美丽乡村、特色小镇等民生改善工程深入结合，促进县域经济发展；与智慧城市、智慧园区、智慧社区等有效融合，为构建未来城市（社区）形态提供能源支撑；与海岛资源开发利用充分结合，促进发展海洋经济、拓宽发展空间。

（五）创新风电交易模式，探索商业开发投资途径

鼓励开展市场化交易试点。鼓励项目所在地开展分散式风电电力市场化交易试点，允许分散式风电项目向配电网内就近电力用户直接售电。充分发挥分散式风电项目贴近负荷、运行灵活等特点，丰富电力市场化交易形式、改进电价形成机制，提升分散式风电项目经济收益。

创新风电商业开发新模式。鼓励将征地补偿费和租用农用地费作为资产入股项目并形成集体股权，农村集体经济组织为股权持有者，其成员为集体股权受益主体，推动实现共享发展。鼓励社会资本采取混合所有制、设立基金、组建联合体等多种方式，以 PPP 合作模式参与地方政府主导的分散式风电项目投资建设。

八、保障措施

（一）加强规划管理

强化规划的约束与引导。依据发展规划，研究制定分散式风电开发方案，加强规划布局与开发实施的统筹协调，规范有序开展分散式风电项目建设。建立并完善规划实施跟踪评价和定期评估制度，加强对本规划实施中重大问题的后评估，同时结合实际情况及时对规划进行滚动修编。管理部门要发挥主体作用，深入开展研究论证，做好与城乡规划、土地利用、生态保护、乡村发展、电网建设等相关规划的有效衔接，完善工作机制，推动规划任务的具体落实。

（二）强化组织协调

加强顶层设计，强化组织领导，明确责任人，形成分工合理、运行协调的组织协调机制。积极探索创新管理方式，建立国土、住建、规划、水利、环保等多部门高效协调的管理工作机制，统筹协调做好规划落实工作，加强对分散式风电的宏观指导和服务，提高行业发展水平。电网企业应按照简化程序办理电网接入，为接入系统工程建设开辟绿色通道，提供便捷、及时、高效的接入电网咨询、调试和并网验收等服务，并应当全额保障性收购其电网覆盖范围内符合并网技术标准的分散式风电项目的上网电量。

（三）创新体制机制

鼓励各类企业、社会机构、农村集体经济组织和个人参与投资分散式风电项目，实现投资主体多元化。鼓励银行等金融机构，在有效防控风险的前提下，综合考虑社会效益和

商业可持续性，积极为分散式风电项目提供金融服务，探索以项目售电收费权和项目资产为质押的贷款机制。在确保不增加地方政府隐性债务的前提下，鼓励合法合规地采用融资租赁方式为分散式风电项目提供一体化融资租赁服务，鼓励各类基金、保险、信托等与产业资本结合，探索建立分散式风电项目投资基金。

（四）优化行业管理

积极探索创新分散式接入风电管理方式，进一步简化项目核准流程，建立简便高效规范的核准管理工作机制，合理下放审批权限。鼓励开发企业将位于同一变电区域的多个电网接入点的风电机组打捆成一个项目统一开展前期工作，办理相关支持性文件，进行项目核准和开发建设。分散式风电项目申请核准时可选择“自发自用、余电上网”或“全额上网”中的一种模式，其中自发自用部分电量不享受国家可再生能源发展基金补贴，上网电量由电网企业按照风电标杆上网电价收购。

九、环境影响评价

（一）规划风电场环境影响评价

1. 生态环境影响

（1）对植被的影响

风电场建设对植被的影响主要来自于工程永久、临时占压以及工程施工的扰动。对植被破坏区域采取一定的植被恢复措施后，可弥补施工所造成的生物量损失，使工程实施对区域植被的影响减至最小。

（2）对动物的影响

风电场的建设、施工便道的建设、施工机械和施工人员进场以及土料堆积等活动均可能对现有野生动物的生存环境产生影响，导致动物栖息地环境发生变化，对该区域的野生动物将产生暂时不利影响，当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地，因此影响只是暂时的，不会危及这些动物的生存。

风电场的建设也会影响候鸟的迁徙。候鸟在迁徙途中栖息和觅食时，飞行高度一般低于 100m，当风力机安装在鸟类飞行通道上，风机的运转会对鸟类造成伤害，特别是对夜间迁徙的候鸟，并且风机的运转也妨碍附近鸟类的繁殖和栖居。

2. 水环境影响

施工期废水包括生产废水和生活污水。生产废水主要为混凝土施工废水和施工机械冲洗废水，拟沉淀后回用于场地洒水降尘，不外排。生活污水在施工期有少量产生，为保护

河流水质，生活污水处理后回用于绿化浇灌。

运行期主变压器发生突发事故或机组检修时，可能会有少量的漏油和油污水，主要污染物为石油类。油污水经事故油管排至事故油罐，一旦产生油污水立即外运处理，不会对风电场周边水体水质造成影响。

3. 大气环境影响

施工期对环境空气质量的影响主要是机械燃油、施工土石方开挖、车辆运输等施工活动产生，污染物主要有燃油废气（SO2、CO、NO2 和烃类等）、粉尘、扬尘。由于废气、扬尘和粉尘的产生量较小，且施工时间较短，采取一定的处理措施后，对施工区周围环境和人员健康影响较小。

4. 噪声影响

施工期噪声源主要包括桩基打桩和施工机械，其中桩基打桩噪声影响最大。施工期噪声可能会对周边动物产生短期的有害影响，当施工作业完成或滋扰减少时，大多数动物会恢复其原来的活动范围。

运行期的影响主要是风力发电机所发出的噪音，根据风力发电机组的特性，风力发电机组噪声具有指向性，即在顺风向的风机两侧噪声较大，垂直风向的风机叶片两侧噪声较小；而风机布置时为尽可能减小风机之间的尾流影响，控制湍流发生，一般在垂直于主风向上布置风机较多且间距较窄，而在主风向上布置的排数少且排距大，因此风力发电机组间噪声叠加影响非常小，多台风机间仅是影响范围的扩大，基本不增加影响程度。运行期噪声经距离衰减后不会对

周边居民的日常生活造成影响。

5. 电磁影响

（1）电缆电磁影响

风场内集电线路多采用电缆，且敷设于地下，土壤对电磁场有一定的屏蔽作用，电缆产生的电磁场对周边环境的影响较小。

（2）升压站电磁影响

类比其他风电场工程，由于升压站电气设备均布置在室内，经过建筑物的屏蔽，电气设备室外工频场强值基本与周围环境本底值接近，故升压站对电磁环境影响很小。

6. 社会环境影响

风电场的建设极大的促进当地的国民经济发展和社会进步，相关配套设施的修建以及大量的施工人员和风电场管理人员的进入会促进当地餐饮、住宿等相关产业的发展，修建的施工道路，也将改善当地的交通状况。

（二）环境保护对策与措施

1. 生态环境保护措施

（1）陆生生态保护措施

应采取严格的施工管理措施，确定施工用地范围，进行标桩划界，尽量减少对陆生动物栖息环境的破坏；加强教育，减少人为活动干扰，严格禁止非法猎捕等活动。在工程永久占地区及周边区域，做好绿化工作；施工结束后临时占地区将对裸露的地面及时采取人工辅助措施恢复植被。对施工场地采取拦挡、护坡、排水等工程措施，工程完建后进行土地

整治，恢复植被或复垦。

（2）鸟类保护措施

在风机上采用不同色彩搭配，如旋转时形成图案，促使鸟类产生趋避行为，降低撞击风险；安装鸟类警示驱避器等防撞设备。同时，实施鸟类观测计划。

2. 水环境保护措施

混凝土施工废水采取絮凝沉淀法处理，施工机械冲洗废水采取隔油沉淀法处理，废水经处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。生活污水经化粪池处理后回用于绿化浇灌。

运行期对风机及相关设备进行维护时应防止油类的跑、冒、漏、滴，废油应储存在专设的废油箱中。含油的连通软管和其他含油废物应统一存放，妥善保管。维护结束后，应将废油、含油废物等一并交由危废处理单位处理，避免污染项目区附近水环境。

3. 大气环境保护措施

（1）水泥在装卸、运输、存储时均应密闭进行，防止散落，对储运设备要定期检修、保养。

（2）混凝土拌和设备一般都配有防尘设备，施工人员在使用设备时要按操作规程进行维护、保养，若有故障，检修要及时，保证除尘装置正常运行。

（3）施工期间，对于尾气排放量与污染物含量相对较高的车辆，需安装尾气排放净化器，保证尾气达到排放标准，并加强设备维修、保养，保持发动机在正常、良好状态下工作降低废气污染程度。

（4）租赁洒水车用于施工区洒水降尘，施工期每日早、中、晚在工区定时来回洒水，以减少扬尘污染影响。

（5）施工区内施工人员应加强个人防护，佩戴防尘口罩等个人防护用品。

4. 噪声防治措施

（1）施工单位须选用符合国家有关环境保护标准的施工和运输机械，尽量选用低噪声设备和施工工艺。

（2）尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。

（3）加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。

（4）结合施工区环境状况制定道路交通管理法规，在危险路段、降噪路段设执勤人员；车辆在通过居民点和施工生活区时应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭；合理安排施工时间，控制夜间施工，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行。

（5）风电机组的主要部件安装于机舱内部，这些部件产生的振动直接传递给机舱，引起机舱振动并辐射产生噪声。为降低风机噪声源强建议可以在机舱内表面贴附阻尼材料对机舱进行表面自由阻尼处理，减缓振动，降低结构辐射噪声，同时隔离机舱内部的噪声向外传播。

5. 电磁影响防治措施

（1）电缆应尽可能在 2m 以下深埋。

（2）选用带有金属罩壳的电气设备，对裸露电气设备

采取设置安全遮拦或金属栅网等屏蔽措施。

（3）安装高压设备时，应减少设备及其连接电路相互间接触不良而产生的火花放电。

（4）加强工作人员有关电磁辐射知识的培训，减少工作人员在高电磁场区域的停留时间。

（三）环境管理与环境监测

1. 环境管理

施工期环境管理工作应由建设单位、监理单位和施工单位共同承担。运行期间，环境管理职能由项目运营方承担，安排专职人员对风电场运行期环境保护工作统一管理、并配合地方环保部门共同做好工程运行期环境管理，包括鸟类活动及撞机情况观测、电磁辐射观测等的监督和检查工作。

2. 环境监测规划

为做好环境保护工作，验证环境影响预测评价结果，同时为规划工程施工期和运行期环境污染控制和环境管理的环境保护提供科学依据，及时掌握工程施工期及运行后生态环境的变化情况，结合工程区的环境特征，拟定风电场环境监测规划如下：监测内容主要包括河流水质监测、水文监测、鸟类监测与调查、陆生生态监测与调查等。通过监测，掌握工程区域各主要环境要素的变化情况和规律，并监督、检查风电施工过程中各项环境保护措施的实施情况和效果。

（四）评价结论

本规划是清洁能源的开发利用项目，符合能源产业政策、城市总体发展规划和环境保护要求，有助于改善我市能

源结构，具有明显的环境效益。规划所涉及风电场不涉及自然保护区、森林公园、风景名胜区、地质公园、湿地公园等环境敏感区，也不涉及我市生态保护红线。工程建设和运行存在的主要环境问题是对鸟类的不利影响，可通过风机上加设防范措施予以减轻。工程施工废水、废气、噪声、临时占压对周边环境的影响是短期可逆的，通过采取环境保护措施可减轻或消除。因此，从环境影响的角度评价，本规划是可行的。

在规划实施过程中，应切实做好环境保护相关工作，强化监管、统筹兼顾，在实现环境生态保护的同时实现风能资源的集约化开发利用。