

目 录

第 1 章 前 言..... 1

 1.1 编制目的和背景..... 1

 1.2 规划的依据及基础资料来源..... 1

 1.3 规划范围和规划年限..... 2

第 2 章 规划区域基本概况..... 2

 2.1 行政区划及自然条件..... 2

 2.2 国民经济和社会发展概况..... 4

 2.3 经济社会发展规划..... 4

 2.4 地方规划主要内容..... 6

第 3 章 电网概况..... 7

 3.1 现状电网情况..... 7

 3.2 存在的问题..... 10

第 4 章 电网发展规划..... 11

 4.1 电力电量预测及平衡分析..... 11

 4.2 电网规划的思路与目标..... 17

 4.3 电网规划主要技术原则..... 18

 4.4 电网建设项目重点..... 20

 4.5 电网建设项目规划成果..... 20

第 5 章 变电站布局规划..... 21

 5.1 变电站布局规划原则..... 21

 5.2 变电站典型黄线规划方案..... 21

 5.3 建设资源需求分类汇总..... 26

第 6 章 线路布局规划..... 27

 6.1 线路布局规划原则..... 27

 6.2 线路典型黄线规划方案..... 31

 6.3 线路布局规划成果..... 32

 6.4 电力管网规划..... 32

第 7 章 站址和走廊的保护和管理..... 33

 7.1 布局规划管控职责..... 33

第 8 章 节能减排与环保保护..... 34

 8.1 节能减排..... 34

 8.2 环境保护..... 34

第 9 章 结论与建议..... 40

 9.1 主要结论..... 40

 9.2 政策及组织实施建议..... 40

第 1 章 前 言

1.1 编制目的和背景

随着经济社会持续快速发展，土地资源日益紧张，电网发展规划在实施过程中受用地和廊道等条件制约，经常出现规划变电站站址及线路廊道选择困难、征地拆迁成本高昂等问题，甚至造成部分电网规划项目被迫调整，影响社会发展对用电的需求。为满足近、远期聊城高新区国民经济与社会发展的需要，推动电网建设项目的前期工作，促进聊城高新区电网建设与社会经济和城乡建设协调发展，确保全区电网建设的布置用地和线路架设廊道需求，特编制本规划。

配电网是电网的重要组成部分，是保障电力“配得下、用得上”的关键环节，直接面向终端用户，保证项目落地实施，关系到电网安全稳定和地区经济社会的健康发展，在构建社会主义和谐社会中发挥着举足轻重的作用。

经过“十二五”和新一轮农网改造升级建设，聊城高新区配电网在网架结构、供电能力、供电可靠性等方面得到了一定程度提升。但随着城镇化进程加快，分布式电源快速发展，电动汽车、储能装置等新型用电负荷大量接入，配电网由无源网变为有源网，潮流由单向变为多向，功能由被动变为主动，客户需求由单一变为多元，对配电网发展建设提出更高要求。

编制的主要目的：

(1) 指导聊城高新区2018-2030年配电网建设与改造，确定合理的配电网建设、改造工程量 and 投资规模，为公司投资、决策提供科学依据。保障配电网与其它基础设施建设相适应，并与上级电网协调发展。

(2) 优化高压配电网网架结构，增加110kV变电站布点，提高供电能力和供电质量，满足负荷增长和各类用户用电需求。

(3) 提出安全、可靠、经济、灵活的目标网架，做到近远期目标网架科学、经济合理过渡。做到设备先进、网架结构优化，与社会发展和环境保护协调一致，增强抵御自然灾害等突发事件的能力。

(4) 实现主动控制和优化调节，保障上级电力的有效配送，满足分布式电源的充分消纳和电动汽车等多元化用户的大量接入，为用户提供充足、可靠、优质、经济的电力供应。

1.2 规划的依据及基础资料来源

1.2.1 地方政府指导性文件

《聊城市城市总体规划（2014—2030）》

《聊城市空间战略规划研究(2010—2050)》

《聊城市城市规划管理技术规定（修订稿）》（2011）

《聊城市高新区控制性详细规划（2014-2030）》

1.2.2 法律、法规、国家、行业、国家电网公司制订的电网规划、设计和运行类技术导则和规范，主要包括：

《中华人民共和国城乡规划法》（2015）

《中华人民共和国电力法》（2015）

《城市电力规划规范》（GB/T50293-2014）

《电力设施保护条例》

《电力设施保护条例实施细则》

《城市电力网规划设计导则》（Q/GDW156-2016）

《配电网规划设计技术导则》（Q/GDW1738-2016）

《中低压配电网改造技术导则》（DL/T599-2016）

《农村电力网规划设计导则》（DL/T5118-2016）

《城市电力网规划设计导则》（Q/GDW156-2016）

《电力系统无功补偿配置技术原则》（Q/GDW212-2015）

《农网建设与改造技术导则》（Q/GDW462-2010）

《农村电网改造升级技术原则》（国能新能〔2010〕306号）

《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（国务院599号令）

《新一轮农村电网改造升级项目管理办法》（发改办能源〔201〕671号）

《配电网典型供电模式》（发展规二〔2014〕21号）

《国家电网公司关于加强配电网规划与建设工作的意见》（国家电网发展〔2013〕1012号）

《国家电网公司配电网规划管理规定》（国家电网企管〔2014〕67号，国家电网公司）

《国家电网公司关于印发全面开展配电网标准化建设工作意见的通知》（国家电网运检〔2013〕1323号）

1.2.3 其他电网规划相关参考文件

《城市黄线管理办法》（中华人民共和国建设部令第144号）

《城市工程管线综合规划规范》（GB50298-2016）

《城市规划编制办法》（中华人民共和国建设部令第146号）

1.3 规划范围和规划年限

1.3.1 规划范围

规划范围为聊城市高新区城区。

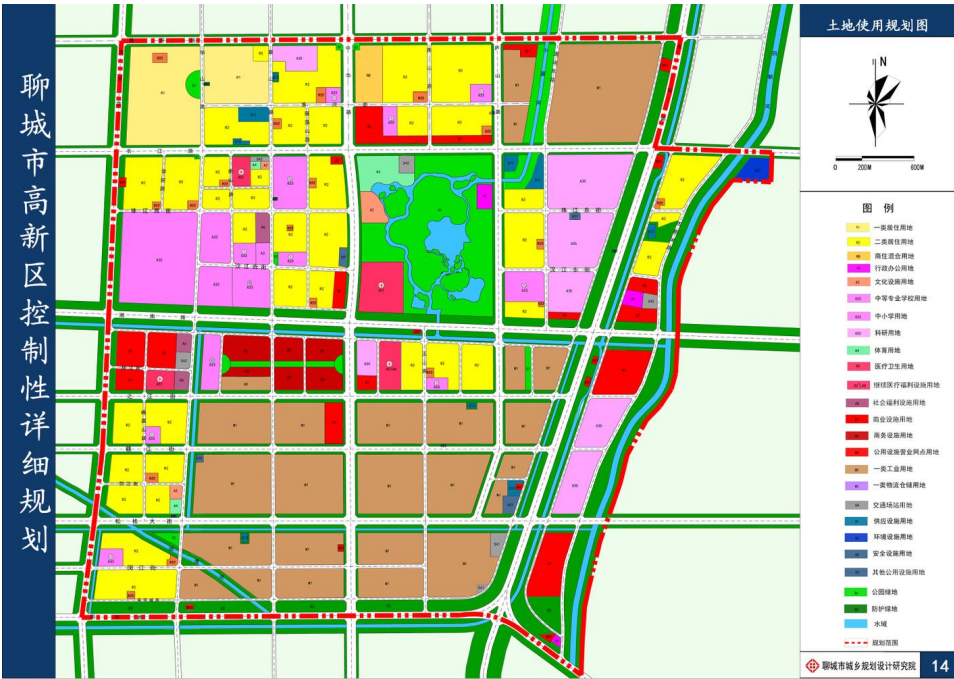


图1-1 土地利用类型图

(1) 区域规模

聊城市高新区位于聊城主城区东南。规划范围北起黄河路，南至南环路，西起光岳路，东至四新河，规划区总面积约为22.94平方公里。

1.3.2 规划年限

本次规划期限为2018-2030年，其中，近期至2020年，远期至2030年。

第2章 规划区域基本概况

2.1 行政区划及自然条件

2.1.1 地理位置

聊城高新区位于聊城市区东部，与主城区隔徒骇河相望。

2.1.2 行政区划

聊城高新区现辖九州街道、许营镇、顾官屯镇和韩集乡4个乡镇（街道），面积206平方公里，共142个行政村。

2.1.3 规划用地现状

规划用地内地势平坦，现状用地以居住用地、商业用地、工厂、村庄用地、农林地、已拆待建用地。

现状居住用地主要是近几年新批的几个居住区和安置区，包括凤凰新城、聊大花园、裕昌九州国际、华建一街区、九州花园、大学城东苑、裕昌国际、张屠安置区、先锋安置区等，现状居住用地约为200公顷。

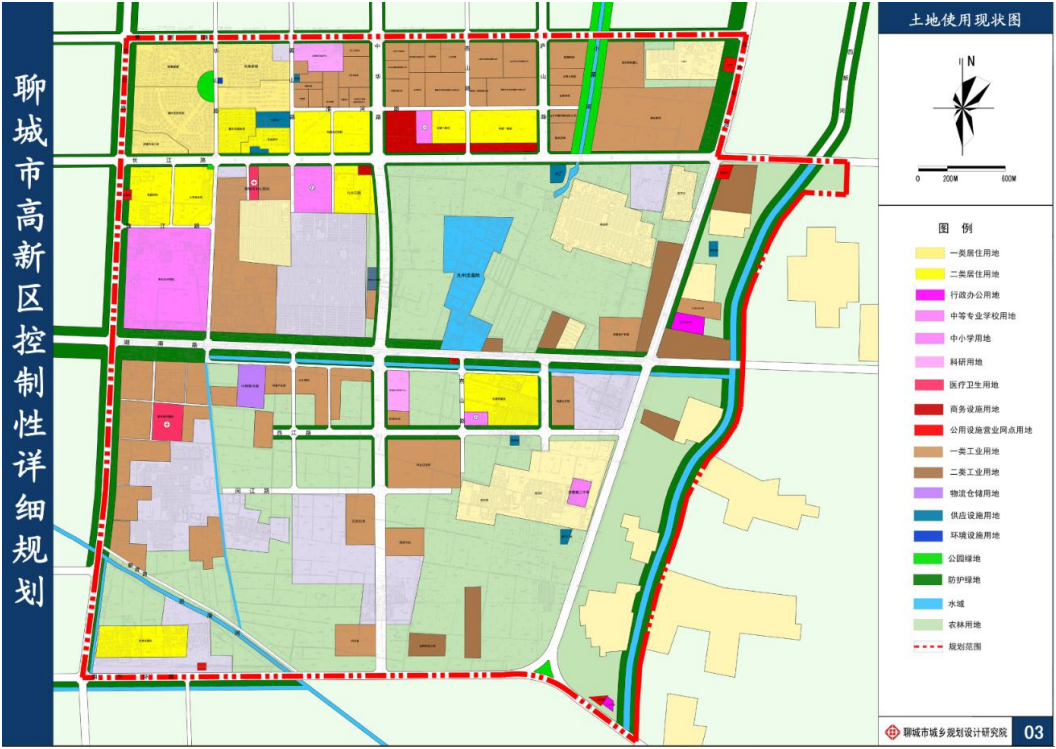
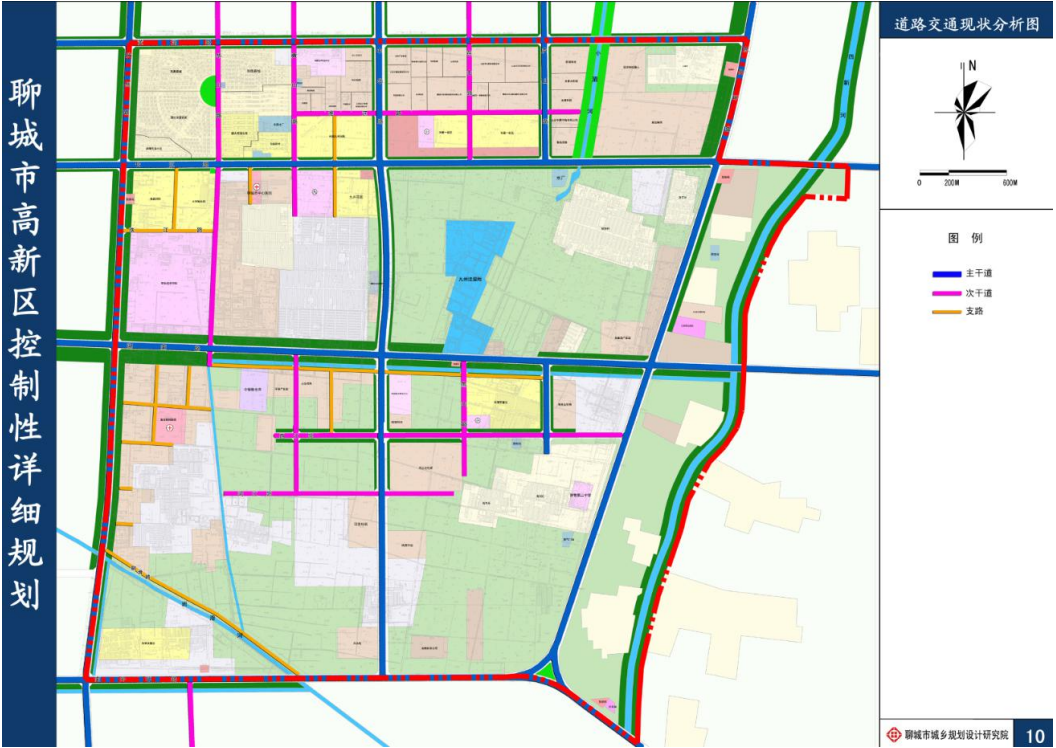
由于高新区重视对公共设施的规划建设，公共管理与公共服务设施的建设已经展开，但有待进一步完善。现状包括：职业技术学院、文轩外国语分校、市妇幼保健院、鲁西骨科医院、高新技术创业中心、高新技术孵化中心等等。现状公共管理与公共设施规划约为170公顷。

规划区内目前还没有形成集中的大型商贸区，现状的商业商务用地主要是长江路与中华路交叉口，华建一街区预留的商业用地。规划区内现状有6座加油站。

规划用地内已落地入园的项目主要有：博奥克生物、宏运达电梯制造、环保科技园、日发纺机、鑫亚公司、诺伯特机器人等。各产业之间相互混杂建设，难以形成规模化聚集的园区。

表2-1 现状用地一览表

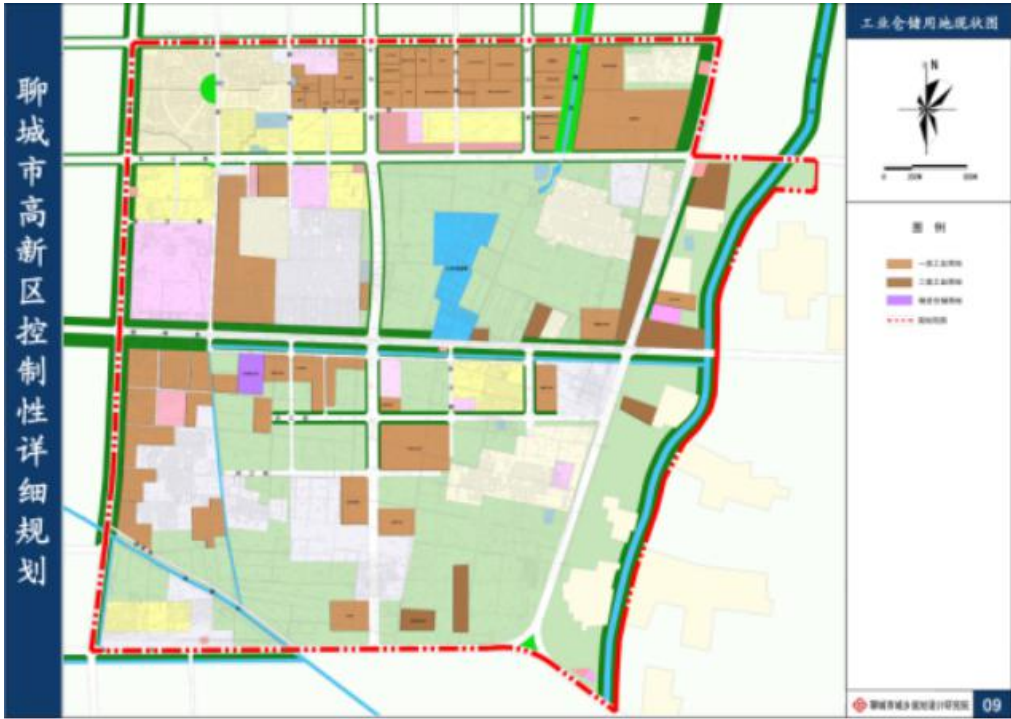
城市建设用地平衡表										
序号			用地代码		用地名称	面积 (ha)	占城市建设用地 (%)			
1	H1					城乡居民点建设用地	1476.5			
	其中	H11					城市建设用地	1089.4	100.00	
		其中	R				居住用地	199.1	18.28	
				R1				一类居住用地	74.2	6.81
				R2				二类居住用地	124.9	11.47
		A					公共管理与公共服务用地	170.7	15.67	
		其中	A1				行政办公用地	3.7	0.34	
			A3				教育科研用地	79.4	7.29	
				A32				中等专业学校用地	49.1	4.51
				A33				中小学用地	17.8	1.63
				A35				科研用地	12.5	1.15
			A5				医疗卫生用地	8.2	0.75	
		B					商业服务业设施用地	17.8	1.63	
			B2				商务用地	14.0	1.29	
			B4				共用设施营业网点用地	3.8	0.35	
		M					工业用地	385.8	35.41	
		其中	M1				一类工业用地	334.9	30.74	
			M2				二类工业用地	50.9	4.67	
		W					物流仓储用地	6.7	0.62	
		S					交通设施用地	157.3	14.44	
		其中		S1				城市道路用地	157	14.41
		U					公用设施用地	7.9	0.73	
		其中	U1				供应设施用地	7.7	0.71	
			U2				环境设施用地	0.2	0.02	
		G					绿地	144.1	13.23	
		其中	G1				公园绿地	14.0	1.29	
			G2				防护绿地	130.1	11.94	
	小计					城市建设用地	1089.4	100.00		
	H14					村庄建设用地 (含已拆迁村庄)	387.1			
2	E					非建设用地	721.7			
	其中	E1				水域	56.0			
		E2				农林用地	761.5			
总计					规划总用地	2294	100.00			



2.1.4 道路交通现状

规划用地内现状道路网架构已基本形成，主干道有：黄河路、长江路、湖南路（济聊一级路）、南外环、光岳路、中华路、东外环，对外交通十分便利，但支路网密度不够，公共交通及慢行交通系统建设有待进一步完善。

现状规划区内过境的公交线路有六条，分别是K2、K329、K28、K346、K147、436路，但公交线路长度不够，可达性差，现状规划区内公交线路总长度约为31.8KM;现状有两处公交始末站，但没有独立的站场，占用了道路用地；



2.1.5 水系现状

规划用地内水系较多，有小湄河、四新河、班滑河、孙堂干渠，湖南路河等，九州洼湿地景观保存较完整，易于后期景观规划的形成建设，现状用地内绿化主要是沿主干道的道路

2.2 国民经济和社会发 展概况

自成立以来，聊城高新区以战略性新兴产业作为突破口，集聚发展化工新材料、高端制造、生物医药、节能环保等高新产业，着力打造先进、绿色、现代的五大园区，即以生物园区、高端制造业园区、化工新材料产业园、九州洼水文化公园和古漯园区，以聊城大学为依托建设鲁西大学科技城园区。五大园区全力推进、竞相发展。2014年以来，高新区财政收入增幅始终保持在40%以上，税收增幅保持在42%以上，税收占比在85%以上。

规划用地内已落地入园的项目主要有：博奥克生物、宏运达电梯制造、环保科技园、日发纺机、鑫亚公司、诺伯特机器人等。各产业之间相互混杂建设，难以形成规模化聚集的园区。

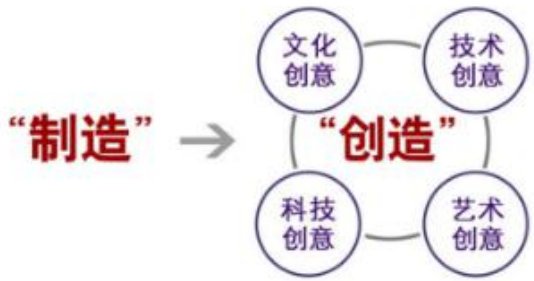
2.3 经济社会发展规划

2.3.1 总体发展战略

区域协调、积极转型
提升层次、弹性发展
优化布局、集聚建设

2.3.2 产业转型——由“制造”到“创造”

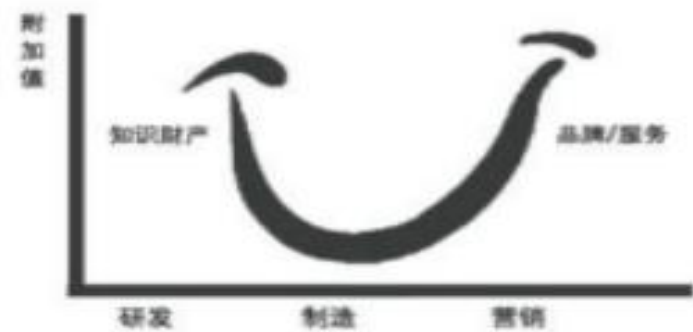
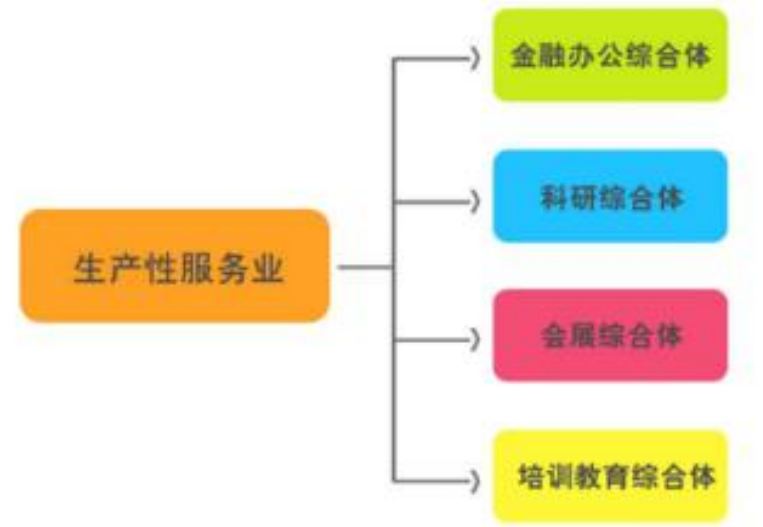
高新区提高产业结构调整 and 升级的主动性，重点放在以自主创新和科技研发为重点的产业内容，即价值链微笑曲线的前端内容，实现从“制造”向“创造”的转型，人才和科技是重点要素。



2.3.3 功能转型——由“生产”到“服务”

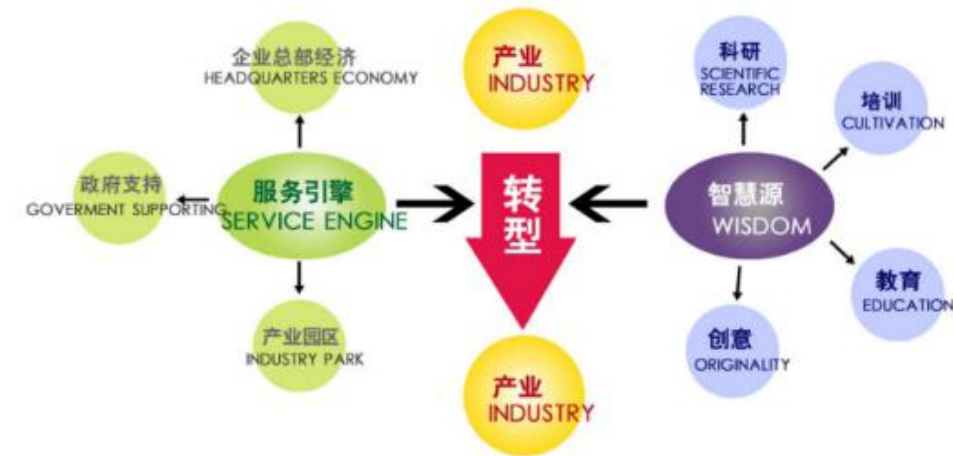
生产性服务业包括了为生产、商务活动提供服务的部门，如金融、保险、银行、法律、大学和科研机构、会展服务机构，培训机构及行业协会等，又可称为厂商服务业或贸易服务业。

建立投融资、人才培养、科研创新、知识产权、外包服务、电子信息等公共服务平台，打造一个开放性国家级公共服务平台。



2.3.4 产业转型服务引擎——智慧源

建立创意创新产业基地、创业促进中心等，在产业升级转型中发挥智慧创新的引领作用。设立培养激发大学生创新潜力的教育、科研环境，促进产学研良性互动，实现由“动手”向“动脑”的劳动模式转型。



2.3.5 产业转型保障——低碳

低碳城市（Low-carbon City）——以低碳经济为发展模式及方向、市民以低碳生活为理念和行为特征、政府公务管理层以低碳社会为建设标本和蓝图的城市。

2.3.6 高新区产业发展布局

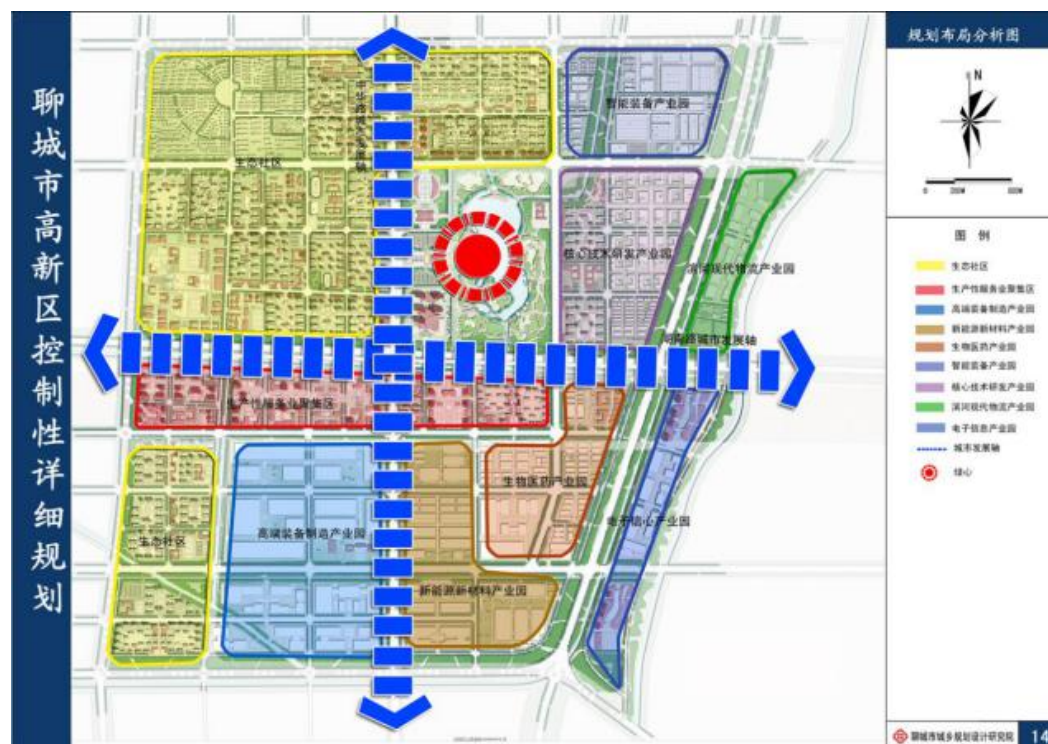
（一） 布局的基本原则

- 1、低碳环保，杜绝污染企业入园；
- 2、产业结构应多元化发展，以高附加的产业为主导，其他各类相关产业并行均衡的发展，形成完整的产业链；
- 3、占地少、集约度高；
- 4、重点扶持自主创新型产业，创意设计产业、生产性服务业；

（二） 产业布局

依托高新区目前产业发展现状布局，形成的七个产业功能聚集园区：

智能装备产业园：位于黄河路以南、长江路以北、庐山路以东、东环路以西、小湄河两侧，面积约为134公顷（含道路）；依托鑫亚公司、诺伯特机器人等项目，主要发展高档数控机床和机器人产业；



核心技术研发产业园：位于长江路以南、庐山路以东、湖南路以北、东环路以西，面积约为163公顷（含道路）；主要以科技研发、企业孵化、创意创新、青年创业基地、企业家俱乐部等功能为主；

现代物流服务产业园：位于长江路以南、东环路以东、湖南路以北、四新河以西，面积约为73.5公顷（含道路）；该区域紧邻四新河绿化带，主要以现代物流、电子商务等功能为主；

高端装备制造产业园：位于中华路以西、南环路以北、华山路以东、西江路以南，面积约为262公顷（含道路）；依托日发纺织机械项目，主要发展高端装备制造业；

新能源新材料产业园：位于中华路以东、南环路以北、西江路以南，面积约为175.5公顷（含道路）；主要发展节能新材料、环保、新型能源等产业；

生物医药产业园：位于东环路以西、湖南路以南、元江路以北，面积约为151.5公顷（含道路）；依托博奥克生物、阿华制药等项目，主要发展生物医药、医疗器械制造等产业；

电子信息产业园：位于东环路以东、湖南路以南、四新河以西，面积约为122公顷（含道路）；主要发展软件开发、信息服务等产业为主；

2.4 地方规划主要内容

规划区总体发展策略：

引领绿色智造、实现产城融合。

规划区总体定位：

低碳化、智慧化、集约化国家级生态高新产业园区。

规划区区域功能定位：

冀鲁豫三省交界地区绿色生态产业示范园、聊城市科技创新基地

第 3 章 电网概况

3.1 现状电网情况

高新区电网是以220kV为主网架，110（35）kV为高压配电网，10kV为中压配电网，400V为低压配电网的输配一体的电网。

表 3-1 2017 年高新区供电企业概况

企业名称	供电面积 (km²)	供电人口 (万人)	全社会用电量 (亿 kWh)	供电可靠率RS-3 (%)	110kV 及以下综合线损率 (%)	10kV 及以下综合线损率 (%)	综合电压合格率 (%)	一户一表率 (%)	用户数 (万户)	户均配变容量 (kVA)
高新区供电公司	206	11	9.03	99.990	2.13	3.05	99.993	100	4.8	2.47

3.1.1 各类供电区概况

依据国网划分标准，合理将高新区分为B、C两类供电区。其中B类供电面积64.51km²，占全区面积的28.5%；全社会用电量4.94亿kWh，占全区的54.7%；用户数1.64万户，占全区的34.2%；C类供电面积161.49km²，占全区面积的71.5%；全社会用电量4.09亿kWh，占全区的45.3%；用户数3.16万户，占全区的65.8%。

2017年高新区供电分区概况见下表。

表 3-2 2017 年高新区供电分区概况

编号	类型	供电面积 (km²)	全社会用电量 (万 kWh)	全社会最大负荷 (MW)	负荷密度 (MW/km²)	供电可靠性		用户数 (万户)	户均配变容量 (kVA)
						RS-3 (%)	户均停电时间 (小时)		
1	B	64.51	49400	80.11	1.24	99.9958	0.707	1.64	/
2	C	161.49	40900	73.89	0.46	99.9870	1.228	3.16	/
3	合计	226	90300	154	0.68	99.990	1.05	4.8	2.47

3.1.2 220kV 电网现状

高新区境内有1座220kV变电站：新河站220kV变电站，容量合计360MVA，电压序列为220/110/35，在B类供电区。

表 3-3 2017 年高新区 220kV 及以上电网变电站情况

电压等级	名称	变比	容量构成	所在分区	公用/专用
220kV	新河 220kV 变电站	220/110/35	2×180	B	公用

3.1.3 110kV 电网现状

（1）变电情况

截至2017年底，高新电网共有110kV公用变电站2座，共有主变4台，变电容量226MVA，10kV出线间隔49个，剩余出线间隔19个。

表 3-4 2017 年高新区 110kV 变电站综合情况

类型	电压等级 (kV)	变电站座数 (座)		公用变电站建设型式 (座)			主变台数 (台)		变电容量 (MVA)		10kV 馈出线间隔(个) (公用)	
		公用	专用	全户内	半户外	全户外	公用	专用	公用	专用	间隔总数	剩余间隔数
合计	110	2	0	0	1	0	4	0	226	0	49	19

表 3-5 2017 年高新区规划范围内 110kV 公用变电站明细表

序号	变电站名称	容量 (台数*MVA)		10kV 出线 间隔 (个)		最大负荷 (MW)	最大负载率 (%)	2017 年 负载率 (%)	无功补偿容量 (组*Mvar)		主变是 否满足 N-1
		规划	现状	规 划	现 状				规划	现状	
1	九州变电站	3	2	42	28	14.1	11.19%	11.19	2	2	是
2	开发区站	3	2	21	21	50.7	50.7	50.7	2	2	是

（2）电网结构

截至2017年底，高新区共有110kV线路14条，长度为112.156km。其中，单链线路13条，双辐射线路1条。

2017年110kV电网结构及分区情况见下表。

表 3-6 2017 年高新区 110kV 电网结构情况

电压等级 (kV)	线路总条数 (条)	链式 (条)			环网 (条)		辐射 (条)	
		三链	双链	单链	双环网	单环网	双辐射	单辐射
110	14	0	0	13	0	0	1	0

(3) 线路设备情况

截至2017年底，高新电网共有14条110kV线路，线路总长度112.156km，架空线路102.586km，电缆线路9.57km。

2017年110kV电网线路设备情况见下表。

表 3-7 2017 年高新区 110 kV 线路情况

电压等级 (kV)	线路条数 (条)	线路总长度 (km)	架空线路长度 (km)	电缆线路长度 (km)	电缆化率 (%)
110	14	112.156	102.586	9.57	8.53

表 3-8 2017 年高新区规划范围内 110kV 公用线路明细表

序号	线路名称	线路长度 (km)		网架结构	最大负荷(MW)	负载率 (%)	是否满足 N-1
		架空长度	电缆长度				
1	蒋开线	6.75	1.7	单链	64.5	68	是
2	新开线	6.167	1.7	单链	14.10	15%	是
3	新州Ⅰ线	0.76	1.73	单链	/	13.58	是
4	新州Ⅱ线	0.76	1.73	单链	/	/	是
5	端南线	8.675	0	单链	57.0	60	是
6	端新线	14.117	0	单链	0	0	是
7	端柳线	4.55	0	单链	32.4	34	是

8	新柳线	9.774	0	单链	44.70	47%	是
9	新南线	12.113	0	单链	58.90	62%	是
10	新化线	10.816	0	单链	0	0	是
11	新徒线	6.849	0.7	单链	85.00	75%	是
12	新屯线	6.957	0.4	双辐射	27	21	是
13	蒋徒线	6.849	0.7	单链	85	75	是
14	蒋松线	7.449	0.91	单链	61	54	是

4、35kV电网现状

(1) 变电情况

截至2017年底，高新区共有2座35kV公用变电站，有1座位于B类供电区，为许营35kV变电站；主变2台；变电容量16.3MVA；有1座位于C类供电区，为顾官屯变电站。

2017年35kV电网变电站综合情况见下表。

表 3-9 2017 年高新区 35kV 公用变电站明细表

序号	变电站名称	供电分 区类型	容量 (台数 *MVA)		10kV 出线间隔 (个)		最大负荷 (MW)	最大负 载率(%)	平均负 载率(%)	主变是 否满足 N-1
			规划	现状	规划	现状				
1	顾官屯变电站	C	3	2	42	28	14.1	11.19	32.04	是
2	许营变电站	B	2	0	8	16	11.6	52.36	54.44	是

(2) 电网结构

截至2017年底，高新区共有7条35kV线路（其中位于B类4条，位于C类2条，D类1条），其中单链线路5条，占线路总数的71.4%；双辐射线路2条，占线路总数的28.6%。

（3）线路设备情况

截至2017年底，高新区共有7条35kV线路，线路总长度59.549km，其中架空线路长度为53.791km，电缆长度为5.758km。

2017年35kV电网线路情况见下表。

表 3-10 2017 年高新区 35kV 线路情况

类型	电压等级（kV）	线路条数（条）	架空线路长度（km）	电缆线路长度（km）
合计	35	7	54.399	5.758
B	35	4	24.625	4.208
C	35	2	23.08	1.00
D	35	1	6.694	0.55

表 3-11 2017 年高新区 35kV 公用线路明细表

序号	线路名称	供电分区类型	导线截面	线路长度（km）		电网结构	最大负荷（MW）	负载率（%）	是否满足 N-1
				架空长度	电缆长度				
1	李于线	B	95	5.534	0.22	单链	0.00	0.00	是
2	南于线	B	240	7.683	0.388	单链	14.56	40.33	是
3	新营 I 线	B	240	5.4	1.8	双辐射	/	/	是
4	新营 II 线	B	240	5.4	1.8	双辐射	/	/	是
5	王顾线	C	240	11.28	0.5	单链	0	0	是
6	耿顾线	C	240	11.8	0.5	单链	8.27	22.91	是
7	曹柳线	D	240	6.694	0.55	单链	3.65	10.11	是

4、10kV电网现状

（1）变电情况

截至2017年底，高新区共有930台公变，容量90070kVA；288台专变，容量49670kVA。2017年配变设备情况见下表。

表 3-12 2017 年高新区 10kV 电网配变设备表

类型	电压等级 kV	配变设施						配变设备			
		配电室		箱变		柱上变		公用配变		专用配变	
		座数 （座）	容量 （MVA）	座数 （座）	容量 （MVA）	台数 （台）	容量 （MVA）	台数(台)	容量(kVA)	台数(台)	容量(kVA)
合计	10	35	1826	5	1300	/	/	930	90070	288	49670

（2）线路情况

①架空网结构

截至2017年底，高新区共有10kV架空线路共16条，分段开关42台，联络开关13台。



图 3-13 10kV 架空线路单辐射结构示意图

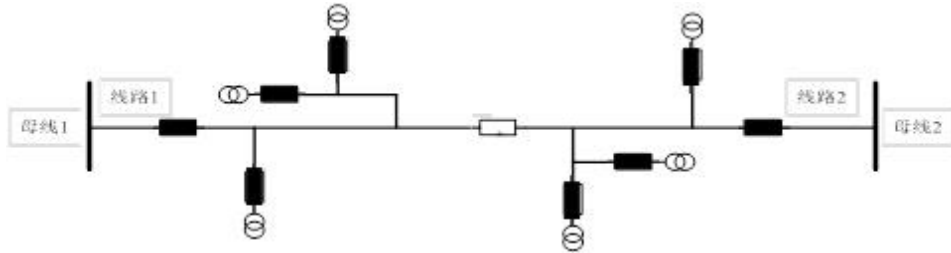


图 3-14 10kV 架空线路单联络结构示意图

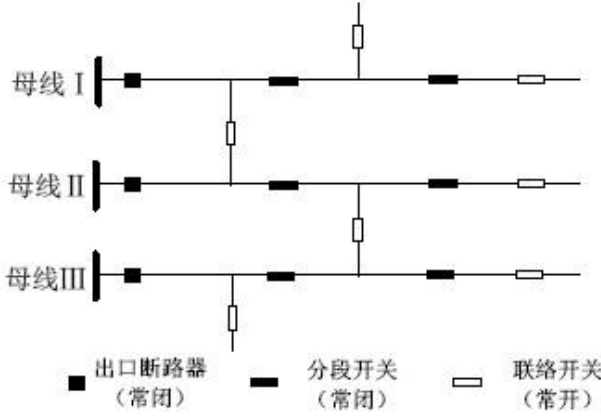


图 3-15 10kV 架空线路多联络结构示意图

3.2 存在的问题

3.2.1 供电能力

10kV/35kV

高新区整体负荷处于发展阶段，随着各类招商引资的推进、新功能转换、人均生活水平的提升，负荷将迎来爆发式的增长。

10kV

中低压环节，还存在重过载情况，电压合格率、供电可靠性未达到A类供电区域增长标准。城区电缆需要下管廊，管廊不足以满足要求还需建设。

3.3.2 建设环境

（1）城乡建设规划、土地利用规划不断调整，电网建设外部环境越来越复杂，配电网规划有序实施难度增大。

（2）110kV变电站预留站址较少，线路走廊落实难度大。

（3）城市规划强调高起点、高标准，限制架空线路的使用，特别是新的城市路网规划中预留架空电力走廊不足问题较为突出。

第 4 章 电网发展规划

4.1 电力电量预测及平衡分析

4.1.1 国民经济发展预测

“十三五”期间，面对新的形势和挑战，聊城市高新区加大改革创新力度，增强经济发展活力。加快产业转型升级，夯实经济发展基础。推动城乡协调发展，增强发展承载能力。积极发展现代农业，加快美丽乡村建设。突出生态文明建设，努力建设美好家园。加强公共文化建设，发展壮大文化产业。着力保障改善民生，推动发展成果共享。

2020年高新区按照“优化第一产业、做强第二产业、提升第三产业”的发展思路，经济结构调整将取得显著进展，高新技术产业显著增加；形成发达的现代产业体系和完善的市场经济机制。至2021-2030年高新区三次产业比例将更加均衡。

（1）用电量及用电负荷预测的意义

用电负荷及用电量的预测是电网规划的基础，是确定电网合理布局、输送容量、规模和变电站、送电线路的经济年限、经济容量裕度等的主要依据，预测不足会使投资不足，阻碍网络的发展，预测过高会使投资过度，投资效益受到损失，应力求准确、合理，本次规划负荷预测的根本目标是以历史数据为基础，尽可能准确地预测出负荷和电量的发展趋势，作为确定电网建设规模和发展的依据，使资金使用经济合理，既能适应电力市场的需求，满足社会用电的需求，又能获得预测的经济效益。

（2）历史数据分析及负荷特性分析

历史数据分析：

2013年至2017年，高新区电力工业快速发展，第二产业发展较为明显。随着国民经济社会发展的持续加速，高新区全社会最大用电负荷和全社会用电量呈现持续增长的趋势。截至2017年底，高新区全社会最大用电负荷达到154MW，同比增长7.34%；全社会用电量达到9.03亿kWh，由此看出高新区电力工业进入又一个快速发展的时期，高新区历史用电情况详见下表。

表 4-1 高新区电量负荷历史数据

年份	全社会最大用电负荷（MW）	全社会用电量（亿 kWh）	三产及居民用电量（亿 kWh）				人均用电量（kWh/人）	人均生活用电量（kWh/人）	农村居民人均生活用电量（kWh/人）
			一产	二产	三产	居民			
2013	116	7.4	0.76	4.07	1.80	0.77	6727.27	702.14	552.73
2014	134.47	8.25	0.87	4.37	2.13	0.88	7500	815.00	641.23
2015	133.56	8.17	0.80	4.45	2.06	0.86	7427.27	781.82	625.46
2016	143.44	8.60	0.83	4.50	2.47	0.90	7818.18	827.28	661.82
2017	154	9.03	0.90	4.68	2.51	0.96	8209.09	918.18	734.54

（3）用电量的预测

①预测方法介绍

电力系统负荷预测是指：在考虑一些重要的系统运行特性、增容决策和自然条件下，利用一套系统的处理过去和未来负荷的方法，在一定精度意义下，决定未来某特定时刻或某些特定时刻的负荷值。电力负荷预测是电力系统规划、运行不可缺少的重要环节，负荷预测的准确程度将直接影响到投资、网络布局和运行的合理性，是实时控制、运行计划和发展规划的前提和重要依据。电力负荷预测结果的准确与否直接关系到电力投资的效益，供电的可靠性，用电需求的正常发展，以及社会的经济效益和社会效益。但要做到预测准确或较准确是很困难的，因为影响电力负荷预测的因素相当多，且由于各地区产业结构和人民生活水平不同，各具体因素对电力负荷预测的敏感度是不一样的，因而电力负荷预测具模糊性。

本规划采用的负荷预测方法简单介绍如下：

产值单耗法

产值单耗法一般将用电量划分为：第一产业用电、第二产业用电、第三产业用电和居民生活用电四大类，将各类用电分别进行预测，然后相加后得到总用电量。

分类负荷预测的优点在于：在某一类负荷中，其增长趋势的不正常情况有可能被发现，并且由于各类负荷都得预测，因此总的负荷结果是比较明确的，缺点是统计信息的搜集工作较大较复杂。

时间序列分析法

时间序列分析法是一种依据负荷过去的统计数据，找到其随时间变化的规律，建立时序模型，以推断未来负荷数值的方法。按照处理方法不同，时间序列法中可用回归分析法和灰色预

测方法。

电力弹性系数法

电力弹性系数kt是指年用电量（或年最大负荷）的年平均增长率kzch（%）与（%）国内生产总值（GDP）年平均增长率kgzch（%）的比值，即

$$k_t = \frac{k_{zch}}{k_{gzch}}$$

电力弹性系数是一个宏观指标，可用作远期规划粗线条的负荷预测。

采用这个方法首先要掌握今后国内生产总值的年平均增长速度，然后根据过去各阶段的电力弹性系数值，分析其变化趋势，选用适当的电力弹性系数。由于电力弹性系数与国民经济结构及发展有关，需对本地区的电力弹性系数资料进行统计分析，找出适合于本地区的电力弹性系数发展趋势。

有了弹性系数及国内生产总值的年平均增长率，就可以计算规划年份所需用的电量，即：

$$A_m = A_0 (1 + k_t k_{gzch})^n$$

式中Am—预测期末的需用电量（或年最大负荷）；

A0—预测期初的需用电量（或年最大负荷）；

kt—电力弹性系数；

kgzch—国内生产总值的年平均增长率；

n—计算期的年数。

电力弹性系数也分为电力生产弹性系数和电力消费弹性系数，前者与装机容量或发电量的增长速度有关，后者与用电量的增长速度有关。

负荷密度指标法

根据规划区各地块的用地性质，采用与其它地区类比的方式确定规划地块单位建筑面积或单位占地面积的负荷大小，进而对规划区负荷加以预测的方法。有以下两种：

负荷密度法这种方法通常指的是单位建设用地面积的用电负荷：

$$P_1 = d_1 * S_1$$

式中d₁—负荷密度，kW / km²； S₁—用地面积， km²。

这种方法适用于预测各功能分区的用电负荷，也适用于开发新区的用电负荷。分类用电综合指标这种方法也是属于负荷密度的范畴，是按分类用地的单位建筑面积的用电负荷：

$$P_2 = d_2 * S_2$$

式中d₂—综合用电指标， W / m²； S₂—建筑面积， m²。

这种方法适用于控制性详规、修建性详规和总图方案或初步设计的负荷预测计算，也可用于经济开发区新区负荷预测。此法在使用时与一般电力负荷计算相同，应计入分类需用系数和总同时率。

a. 人均电量法

人均电量是考察一个国家、一个城市经济发达程度的一个重要参数。

按《城市电力规划规范》， 规划人均综合用电量指标如下表。

表 4-2 城市规划人均综合用电量表

指标分级	城市用电水平分类	人均综合用电量（kW • h/人 • a）	
		现状	规划
I	用电水平较高城市	4501～6000	8000～10000
II	用电水平中上城市	3001～4500	5000～8000
III	用电水平中等城市	1501～3000	3000～5000
IV	用电水平较低城市	701～1500	1500～3000

b. 综合预测法

采用多种方法互相校核，并给定不同的权重进行加权平均，得出预测值，可以综合各种方法的优点，得出较为准确的结果。

②预测思路

2017年为本次负荷预测的基准年，2030年为负荷预测的远期，规划分为二期： 2020年为近期、2021~2030年为远期。

根据高新区社会经济和电力电量的发展情况，高新区近期用电量预测有以下特点：

近期，高新区全社会总体用电量发展较快，其中城区用电量将大幅增长。近期全社会综合用电量预测采用分产业平均增长率法、时间序列法和弹性系数法进行预测，并用人均综合用电量指标法进行校验。

远期全社会用电量采用分产业平均增长率法和电力弹性系数法进行预测用人均综合用电量指标法进行校验，其中2030年负荷仅供参考。

分区用电情况与政府的政策和规划发展息息相关，不适合采用回归法、灰色技术等方法进行预测，采用用地指标法进行预测。

2.1高新区近期（2018~2020年）总体用电量预测思路见下图。

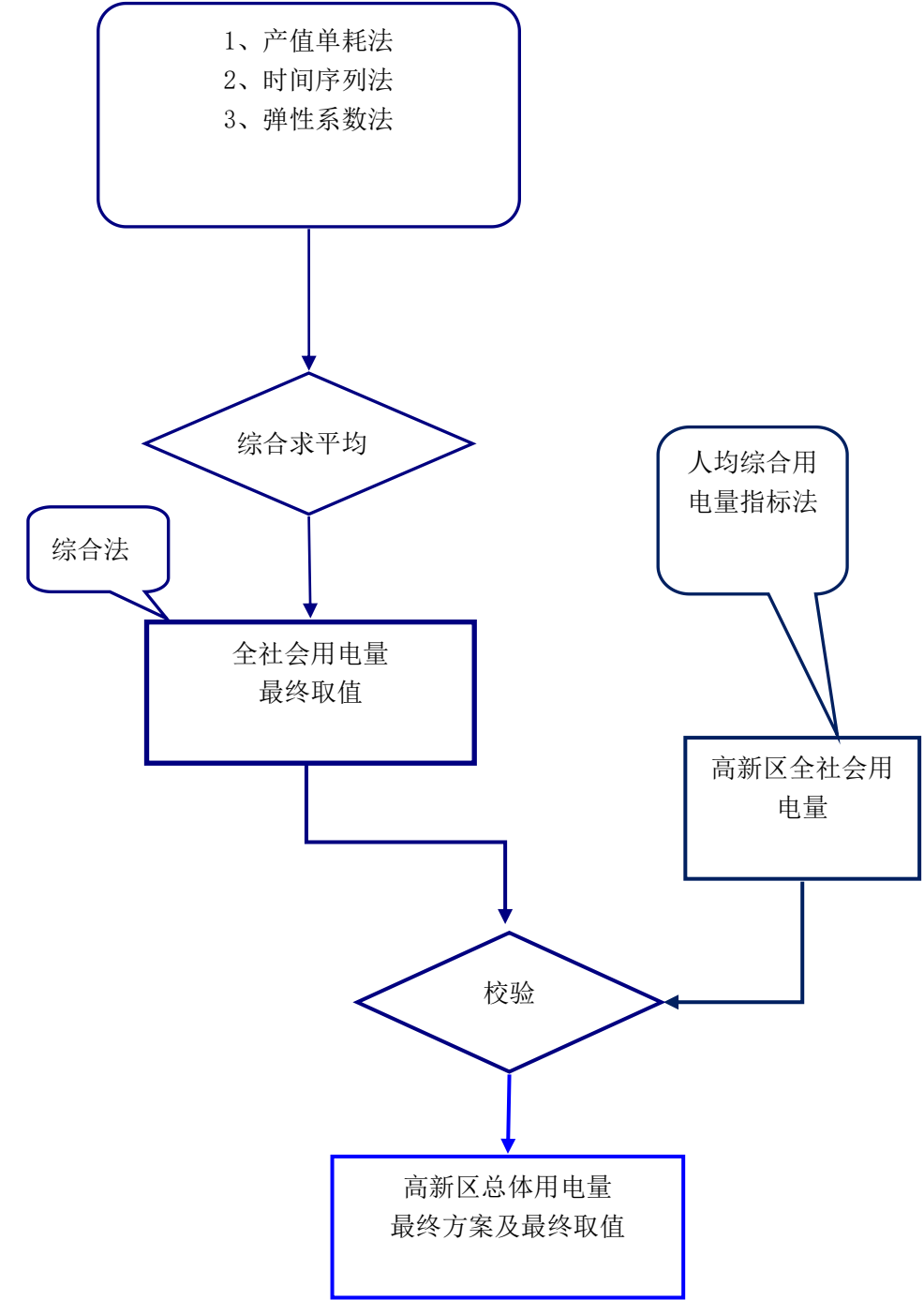


图 4-1 高新区近期总体用电量预测思路

2.2高新区远期（2030年）年全社会综合用电量预测思路见下图。

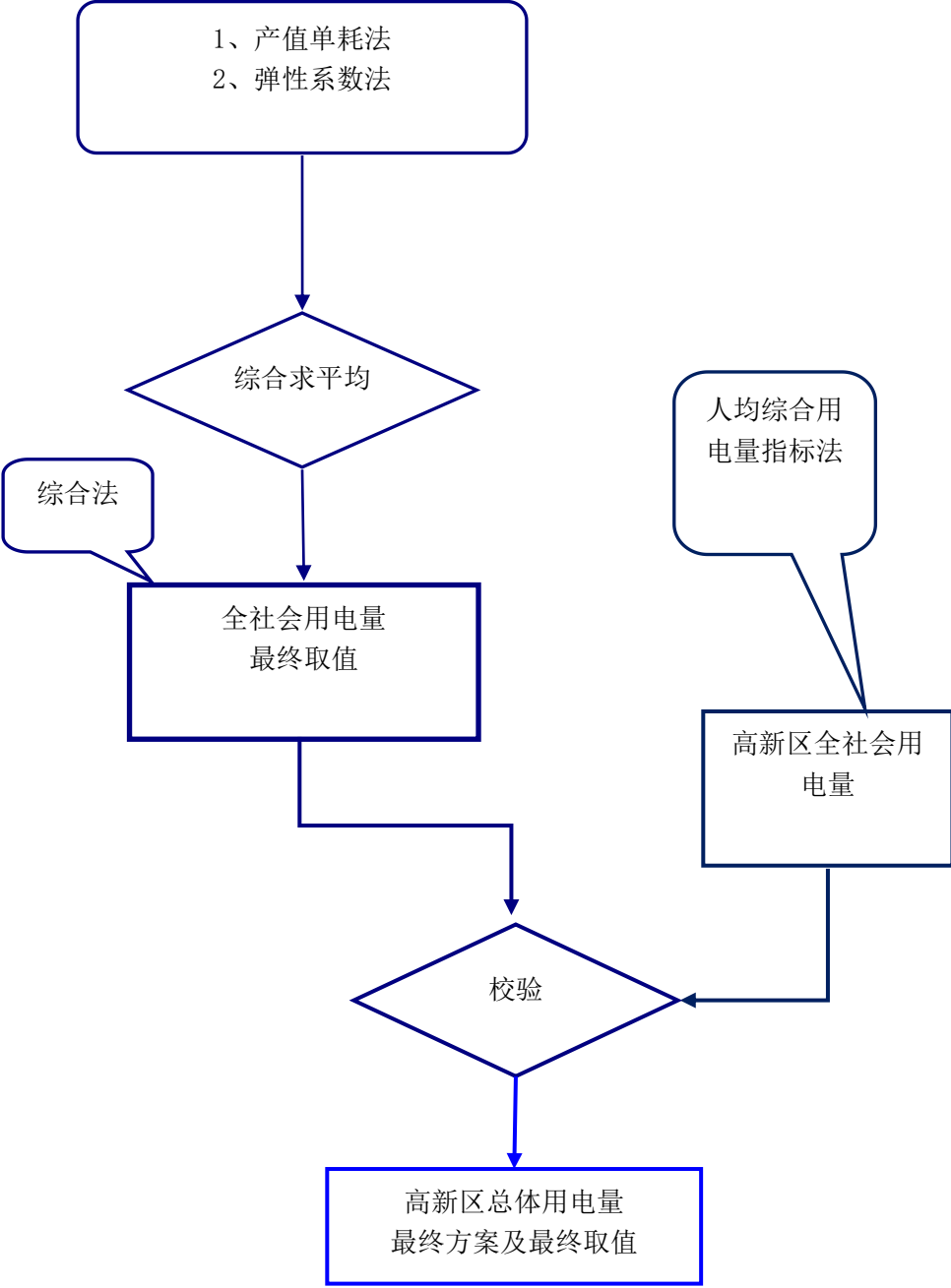


图 4-2 高新区远期总体电力负荷预测思路流程图

预测过程：

a. 产值单耗法

i) 第一产业需电量预测

随着高新区传统农业向现代化农业的转变不断加快，农业生产稳步增长，农业用电量有所波动。但总体来看，农业用电量比较稳定，用电量增幅不是很大。

2013年全区第一产业用电量为0.76亿kWh；2015年全区第一产业用电量为0.80亿kWh；2017年全区第一产业用电量为0.90亿kWh。2013-2017年间年均增减4.3%。

根据高新区第一产业发展情况，预计2017-2020年、2021—2030年期间，第一产业用电量分别以6%、3%的速度增长，具体预测数据见《分产业平均增长率法预测全社会用电量》表。

ii) 第二产业需电量预测

2013年全市第二产业用电量为4.07亿kWh；2015年全市第二产业用电量为4.45亿kWh；2017年全市第二产业用电量为4.68亿kWh。2013-2017年间年均增长3.56%。

根据高新区第二产业实际发展状况，预计2018-2020年、2021—2030年期间，第二产业用电量分别以6%、4%的速度增长，具体预测数据见《分产业平均增长率法预测全社会用电量》表。

iii) 第三产业需电量预测

随着高新区工农业经济的增长以及产业结构的调整，第三产业所占比重不断增大；特别是随着产业结构的不断调整，第三产业在国民经济中的比重不断加大，层次不断提高。

2013年全区第三产业用电量为1.80亿kWh；2015年全区第三产业用电量为2.06亿kWh；2017年全区第三产业用电量为2.51亿kWh。2013-2017年间年均增长8.67%。

根据第三产业所占比重不断加大的发展趋势，预计2018-2020年、2021—2030年期间，第三产业用电量分别以10%、8%的速度增长，具体预测数据见《分产业平均增长率法预测全社会用电量》表。

iv) 城乡居民生活需电量预测

随着经济的不断发展，社会的不断进步，居民生活向小康型、富裕型迈进。城乡居民生活用电保持高速增长的势头，用电量比重越来越大。2013年，全区生活用电量为0.76亿kWh；2015年，全区生活用电量为0.80亿kWh；2018年，全区生活用电量为0.96亿kWh。2011-2018年间年均增长5.67%。

随着居民生活质量的继续提高，大功率电器将不断进入城乡居民家庭，生活用电量也将呈持续增长的趋势。预计“十三五”、2021—2030期间，城乡居民生活用电量分别以6%、3%的

速度增长，具体预测数据见《分产业平均增长率法预测全社会用电量》表。

v) 分产业需电量预测汇总

综合以上分产业及城乡居民生活需电量的完成情况，2017-2020年以及2021—2030年期间，全社会用电量分别以8.36%和5.14%。2020年和2030年用电量分别达到11.49亿kWh 和18.96亿kWh，详见下表。

表 4-3 分产业平均增长率法预测全社会用电量 单位：亿 kWh

项 目	全社会用电量	第一产业	第二产业	第三产业	居民生活用电
2013 年	7.4	0.76	4.07	1.80	0.77
2014 年	8.25	0.87	4.37	2.13	0.88
2015 年	8.17	0.80	4.45	2.06	0.86
2011-2015 年均递增%	5.07	2.59	4.56	6.98	5.68
2016 年	8.60	0.83	4.50	2.47	0.90
2017 年	9.03	0.90	4.68	2.51	0.96
2018 年	9.7	0.96	5.12	2.56	1.06
2019 年	10.28	1.02	5.26	2.86	1.14
2020 年	11.43	1.06	5.90	3.31	1.15
2016-2020 年均递增 (%)	5.2	6	6	10	6
2030 年	19.16	1.44	8.90	7.27	1.55
2021-2030 年均递增 (%)	5.15	3	4	8	3

b 时间序列法

分析高新区2013-2017年全社会用电量，基本呈上升趋势，分别采用一次、二次多项式拟合法和GM(1, 1)模型对2017-2020年电量进行预测，具体结果如下。

表 4-4 时间序列法预测全社会用电量 单位：亿 kWh

年度	历史值	一次多项式	二次多项式	GM(1, 1)模型法	平均值
2013 年	7.4	7.32	7.38	7.52	7.41
2014 年	8.25	8.23	8.26	8.34	8.27
2015 年	8.17	8.14	8.25	8.19	8.19
2016 年	8.60	8.73	8.56	8.68	8.66

2017 年	9.03	9.01	9.08	9.13	9.07
2018 年	/	9.89	9.73	9.81	9.81
2019 年	/	10.3	10.32	10.26	10.29
2020 年	/	10.68	10.72	10.86	10.75

3、电力弹性系数法

表 4-5 2006-2017 年高新区历史电力弹性系数

年份	2015 年	2016 年	2017 年
GDP 增长率 (%)	8	7.4	9.4
电量增长率 (%)	5.15	5.26	5
弹性系数	0.64	0.71	0.53

以历史数值为参照，再综合考虑高新区经济社会发展对电力的需求，本着电力发展适度超前于经济社会发展的原则，通过选取适合的电力弹性系数值。根据对近几年国民经济走势分析及国家宏观政策研究，从长期看电力弹性系数不应大于1。

预测 “十三五” 和2021-2030期间电力弹性系数分别为0.8和0.7。再结合高新区国民经济增长速度预测如下：

表 4-6 弹性系数法预测全社会用电量 单位：亿 kWh

年 份	GDP 增速（%）	电力弹性系数	电量增速（%）	全社会用电量（亿 kWh）
2014 年	/	/	/	8.25
2015 年	/	/	/	8.17
2016 年	/	/	/	8.60
2017 年	/	/	/	9.03
2018 年	9	0.8	7.2	9.68
2019 年	9	0.8	7.2	10.38
2020 年	9	0.8	7.2	11.03
2021 年	8.5	0.7	5.95	11.65

2030 年	7.5	0.7	5.25	18.48
--------	-----	-----	------	-------

近期用电量确定：

近期用电负荷预测值采用分产业平均增长率法、时间序列法和弹性系数法的平均值，详细结果见下表：

表4-7 近期全社会用电量预测汇总表 单位：亿kWh

项目	分产业平均增长率法	时间序列法	弹性系数法	预测值
2018 年	9.7	9.81	9.62	9.71
2019 年	10.28	10.29	10.23	10.27
2020 年	11.43	10.75	11	11.06
2018-2020 年均增%	/	/	/	6.8

近期用电量的校核:2017年底高新区现状总人口11万人，全社会用电量为9.03亿kWh，人均综合用电量指标为8209.1kWh/（人*a），2020年人均综合用电量为8800kWh/（人*年）。

远期用电量确定：

远期用电负荷预测值采用分产业平均增长率法和弹性系数法的平均值。见下表：

表 4-8 远期全社会用电量预测汇总表 单位：亿 kWh

项 目	分产业平均增长率法	弹性系数法	平均值
2030 年	19.16	18.48	18.82
2021-2030 年均增(%)	/	/	5.46

远期用电量的校核:根据《聊城市高新区控制性详细规划》中确定2030年区域总人口约为16万人，2030年人均综合用电量为11763kWh/（人*年）。

（4）用电负荷预测

用电负荷预测是通过预测的需电量和最大负荷利用小时数，从而得到最大负荷预测值。随着产业结构的调整，第二产业用电量比重上升，最大负荷利用小时数呈减少趋势。

高新区历史最大负荷利用小时数变化情况如下：

表 4-9 高新区历史最大负荷利用小时数 单位：h

年份	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
Tmax	6000	5926	5970	5850	5864

根据高新区的经济定位，“十三五”期间主要还是以二、三产业为主，2017年后，最大利用小时数会略有上升并趋于稳定。

预测2018—2020年和2021-2030年间最大负荷利用小时数比较平稳并控制在5000—6000小时之间，由此计算出全网最大负荷。

表 4-10 2018~2020 年高新区最大负荷利用小时数 单位：h

年份	2018 年	2019 年	2020 年
Tmax	5780	5730	5670

表 4-11 2018~2020 年高新区负荷分年度预测结果 单位：MVA、%

年份	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	“十三五”年均增长率
预测结果	143.4 (现状)	154 (现状)	166	180	194	7.7

规划目标年，最大负荷利用小时数和最大负荷见下表：

表 4-12 全口径最大负荷预测表

年度	全社会用电量（亿 kWh）	最大负荷利用小时（h）	最大负荷（MW）
2018 年	9.71	5780	166
2019 年	10.27	5730	180
2020 年	11	5670	194
2015-2020 年递增%	6.3	/	7.7
2030 年	18.82	5187	374
2021-2030 年递增%	5.5	/	6.8

2020 年、2030 年全社会最大负荷分别达 194MW 和 374MW。

4.1.2 电源规划

高新区境内无规划新增常规电厂。

4.1.3 电力平衡分析

依据负荷预测结果，充分考虑 220kV、110kV 电网直供负荷、220kV 直降 35kV 供电负荷、35kV 及以下电源等因素，分析预测 110kV 公用电网供电负荷,具体结果如下表所示。

表 4-13 高新区 110kV 网供负荷平衡表

项目	2020	2030
最大用电负荷	160.6	319.7
电厂家用电	0	0
220kV及以上电网直供负荷	0	0
110kV电网直供负荷	0	0
220kV直降35kV负荷	12.6	18.7
220kV直降10kV负荷	0	0
35kV及以下上网且参与电力平衡发电负荷	0	0
110kV网供负荷	148	301

从上表可以看出，2020年最大用电负荷为160.6MW，110kV网供负荷为148MW；2030年最大用电负荷为319.7MW，110kV网供负荷为301MW。

根据全社会负荷预测结果，配电网规划技术原则，按照网供负荷年均增速进行容载比选取，计算负荷预测推荐方案下主变容量需求值。高新区2018-2030年220kV电网主变容量需求情况详见下表。

表 4-14 高新区 220kV 变电容量需求分析表

年份	2017年	2020年	2030年
最大负荷	135	160.6	319.7
容载比	2.42	2.65	1.96
所需变电容量（MVA）	243-297	289.08-353.32	575.46-703.34
2017 年末变电容量（MVA）	326	326	326
需新增变电容量（MVA）	-83-29	-36.92-27.32	249.46-377.34

根据高新区负荷预测结果，充分考虑220kV、110kV 电网直供负荷、220kV直降35kV供电负荷、35kV及以下电源等因素，分析预测得出110kV公用电网供电负荷。根据配电网规划技术原则，按照网供负荷年均增速进行容载比选取，计算负荷预测推荐方案下主变容量需求值。高新区2018-2030年110kV电网主变容量需求情况详见下表。

表 4-15 高新区 110kV 变电容量需求分析表

年份	2017年	2020年	2030年
网供负荷	125.7	148	301
容载比	2.0	2.0	2.0
所需变电容量（MVA）	251.4	296	602
2017 年末变电容量（MVA）	326	326	326
需新增变电容量（MVA）	-74.6	-30	276

4.2 电网规划的思路与目标

4.2.1 规划思路

在山东省电网和聊城市电网的规划指导下，以市场需求为导向，以电网安全为基础，建设规划科学、结构合理、技术先进、安全可靠、标准统一的坚强电网，做到规划和现状充分结合，在近期规划中要充分利用现状设施，避免重复投资建设，在近期目标的改造建设基础上逐步实现科学、合理、超前的电网规划。

依靠当地政府，充分调动各方面的积极性，使高新区电网的发展与改造尽快的与城市总体规划、土地利用总体规划相协调，并与城乡建设发展同步实施。

正确处理近期计划和远景规划、局部与整体的关系，根据电力生产的特点，解决好电力的输、变、配、用电的综合平衡。

认真分析高新区电力发展与国民经济的相互关系，正确处理城市和乡村发展不平衡的关系，提出供电质量高、供电安全可靠的电网发展方案。

坚持新建与改造、需要与可能相结合，全面规划，综合改造，注重效益，逐步扩大电网的供电能力。坚持远近结合，既重视远期规划的科学、合理、超前性，又要注意近期的可操作性，要加大近期电网建设和改造的力度。要坚持分期实施、重点突破、留有余地的原则，逐步采用新设备、新材料、新技术，尽快实现一个适应现代化城市需要的、供电安全、可靠、经济合理的城市电网规划。

本次规划，注重保护和利用各种资源，明确空间管制要求，确定科学的建设标准和时序。突出4个主要特点：

- （1）本电力专项规划在城市总体规划、城乡一体化规划等上位指导下编制。
- （2）认真贯彻执行国家有关能源政策，优化能源结构，践行生态优先原则，保护生态环境，

力求良好的经济效益、环境效益和社会效益。

（3）服务发展原则，遵循有关技术导则、规范、规程的规定，保持电网的连续性，以安全为基础，引导电网建设，做到电网变电容量建设合理，满足负荷发展需求，贯彻分层分区供电原则，使网架安全稳定并适度超前，具有较强的适应能力。

（4）贯彻工业与民用结合、远期与近期结合、合理布局、统筹安排、分期实施的原则进行规划，规划体系上与城市总体规划、土地利用规划等部门、行业规划紧密衔接，互为补充，与国民经济和社会发展规划以及中长期发展战略相协调，增强规划的可操作性。

4.2.2 规划目标

“十三五”及2021-2030年是高新区经济发展和结构调整的重要时期，也是高新区配电网加速发展的重要战略机遇期。高新区配电网坚持以山东电网发展规划和聊城市电网发展规划为指导，以安全为基础，以市场为导向，以效益为中心，推动电网发展方式转变，建设规划科学、结构合理、技术先进、高效灵活、安全可靠、标准统一的坚强智能电网，通过加大配电网的投资力度和建设规模，实现满足经济发展及人民群众生活水平提高对电力的需求，向社会提供充裕、可靠、优质的电力供应的目标。

（1）加快完善高压配电网架。按照“一主一备”的方式，完善110kV、35kV变电站电源结构，逐步完善变电站的双回线路供电的格局，有条件的尽可能由不同的上级变电站通过不同路径提供电源，形成以独立回路主供，T接线路提供备用的供电模式。在具备条件的区域基本消除单主变、单电源变电站，提高供电质量和可靠性。

（2）适度超前建设，根据城市布局调整和城市发展实际，为中小企业用电和城乡用电负荷发展，尤其是各工业园区用电提供保障。

（3）根据负荷发展优化容量配置。科学编制配网规划，合理划分各变电站供电区域，容载比平衡。

（4）建设“层次分明，结构合理，设备先进，标准统一，运行灵活”的中低压配电网，满足负荷发展需求。

（5）建设安全可靠、接线简单、清晰明了低压配电网。

远景提高主网供电能力；改善网架结构，优化潮流分布，提高安全稳定水平和抗风险能力；加强通道建设，提高电网输送能力，并满足电源送出的需求；加快老旧设备改造升级，推进智能电网技术应用，提高电网整体装备水平。

规划至2030年，高新电网规划范围内将再建设110kV变电站3座。实现规划范围内1座220kV

变电站，5座110kV变电站，届时，电网各项指标将得到较大提升。

规划至2030年，网架完成“双零+双百”的规划目标，即110kV电网单辐射结构占比为零，35kV电网单辐射结构占比为零，110kV线路N-1通过率100%、主变N-1通过率100%。

4.2.3 技术路线

采用问题与目标导向的技术路线，本次电力规划必须坚持电力工业与国民经济协调发展的原则，坚持电力建设与城市规划发展相适应，以市场需求为导向、以经济效益为中心、以科技进步为动力，依托大电网建设，提高供电可靠性，加强110kV主干电网建设，弱化35kV输电网，完善中、低压配电网络结构，满足N-1供电准则要求，使电网容载比保持在标准范围内，不断提高电网装备技术水平和自动化水平，提高电能质量。

做到规划的指标与国家的能源政策相适应，与城市规划相协调，近、远期结合，既能保证近期的实施，又能保障远期的需求，满足高新区国民经济和社会发展对电力的需求，具体技术路线如下：

（1）电源建设方案是电网规划的基础，必须以高新区城市总体规划为依据，从整体效益出发，引导电源建设布局，合理布置高压走廊，满足电力市场发展的需求，规划切合实际，并适度超前，具有较强的适应能力。

（2）按照统一规划的原则，坚持与上一级电网的电力规划相衔接，本次规划侧重于从整体上研究电网规划方案和电网结构，通过多方案技术经济综合比较，推荐规划期内各水平年电网规划方案，提出分阶段输变电项目、建设规模及投资估算。

（3）电网规划设计包括近期、远期两个阶段，并遵循“近细远粗、远近结合”的思路开展工作。近期规划侧重于对近期输变电建设项目的优化和调整；远期规划规划侧重于对电网网架进行多方案的比选论证，推荐电网方案和输变电建设项目，提出合理的电网结构，并对主网架进行战略性、框架性及结构性的研究和展望。

（4）坚持安全可靠、运行灵活、经济合理、节约、高效的原则，简化电压等级，优化电源布点，提高电网的经济效益。

（5）贯彻分层分区的原则，网架结构简明，层次清晰、合理，电网设备达到标准化、规范化、系列化。

（6）无功配置和潮流流向合理，控制系统短路水平符合规范要求。

（7）坚持节约用地、少占农田的原则，综合考虑各方面因素，注重节能减排，以保护生态环境。

4.3 电网规划主要技术原则

4.3.1 容载比

容载比是同一电压等级的主变总容量与对应的供电总负荷之比值，是反映城网供电能力，实现控制变电容量的重要技术经济指标之一，也是规划设计布点，安排变电容量的依据。

容载比过大，将造成电网建设早期投资增大，不经济；容载比过小，电网适应性差，造成供电“卡脖子”现象，影响电网安全供电。

考虑规划区的实际情况和参照导则中的相关规定，结合高新现状，规划区电网容载比规定为：

110kV 电网：取 2.0。

近期的容载比取大数，随着电网的完善和供电能力的提高，逐步减小容载比。正常运行时从满足“N－1”供电安全准则考虑主变的负载率不超过0.65。

根据经济增长和社会发展的不同阶段，对应的配电网负荷增长速度可分为较慢、中等、较快三种情况，总体控制在1.8～2.2范围之内。

表 4-16 110、35kV 容载比区间

负荷增长情况	较慢增长	中等增长	较快增长
年负荷平均增长率 KP	$KP \leq 7\%$	$7\% < KP \leq 12\%$	$KP > 12\%$
110/35 容载比（建议值）	1.8～2.0	1.9～2.1	2.0～2.2

“十三五”期间，高新电网最大负荷年均增长速度为7.7%，属于中等增长情况，容载比选取2.0。

4.3.2 线路主要技术原则

（1）导线截面

导线截面选择应贯彻全寿命周期管理的理念，以一次选定为原则，与远景规划供电负荷及变电站规模相匹配，按经济电流密度选择，并按长期允许发热和机械强度条件进行校验。110kV架空线路主要选用300mm² 导线，若线路有T接变电站，T接点前线路选用2×240mm²、2×300mm² 导线；35kV架空线路主要选用300mm²、240mm² 导线，若线路有T接变电站，T接点前线路选用2×240mm² 导线。变电站出口等需要敷设电缆的地段，电缆选型与架空导线截面相匹配。

（2）线路建设

线路建设以廊道一次到位为原则，架设形式应本着节约土地，少占土地的原则，尽量沿道路、河渠、绿化带架设，路径应短捷、顺直，减少同道路、河流、铁路等交叉、并应避免跨越建筑物。在城区以及建筑物密集区，架空线路的杆塔应适当增加高度，提高导线对地距离。杆塔选型应充分利用线路走廊，可以同塔双回或多回，并与城市环境相协调。

（3）电网结构

110/35kV电网结构：110kV/35kV高压配电网应深入负荷中心；110kV/35变电所电源应尽可能来自不同的220kV变电所；当负荷变距一个电源较近及条件允许时，其电源进线应来自同一电源变的不同母线；为提高供电可靠性，保证220kV变电所之间有一定的转供能力，在距两个电源点电气距离相近的情况下，采用一些“手拉手”形式，或“T”接形式，以考虑电源系统发生故障时，相互间有转供的能力，在正常运行方式时可调节两个电源系统之间的负荷平衡。正常运行方式时，两电源之间分裂运行，负荷变采用备用电源自投方式确保供电可靠性。

10kV中压配电网结构：10kV配网应根据负荷性质选择辐射网或环网供电。辐射网适用无条件实施环网、且负荷密度不高的地区；环网适用于负荷密度较高的中心区。其主要原则为：相邻高、中压变电所之间或同一高、中压变电所的不同母线的线路，应发展环网结线，开环运行（用户专用线路除外）；线路正常运行最大负荷电流应控制在其安全电流的1/2~2/3范围内，超过时，应及时采取分流措施；在实现环网和线路正常运行电流可以控制的前提下，为进一步缩小线路施工、检修及事故停电范围，每条线路宜设置若干个分段开关。线路段数的设置一般以3~5段为宜。中压配电网应有一定的容量裕度，当负荷转移时不致使载流元件过载。当任何一个中压馈电柜停运时，通过倒闸操作，能继续向用户供电；当发生线路故障时，通过倒闸操作，能继续向非故障线路段用户供电，配电线路不过负荷，不限电。③中压配电网应有较大的适应性，主干线截面应按长期规划一次选定，多年不变。在不敷需要时，可另敷新线路或插入新的高压变电所。中压配电网应选用短路容量能满足长期发展需要、可靠性高、体积小、维护工作量少和操作简单的新型设备，如SF6、真空开关、环网单元、小型封闭式配电装置及各种新型熔断器。道路网是配电网建设的依托，每条线路至少应留有一条架空线路路径。主、次干道均应留有电缆敷设位置，有些干道还应留有电缆隧道或排管位置。

4.3.3 变电站主要技术原则

变电站建设应以土建一次建成，变压器可分期建设为原则，根据负荷增速及上下级电网的协调和整体经济性，选择变压器台数、容量和建设时序。

（1）建设型式：采用全户内或半户内站。

（2）容量选择及主变配置

变电站主变台数最终规模按2-4台规划，偏远地区35kV变电站可按2台考虑。

110kV变电站宜设置2-3台主变，单台容量可选31.5，40，50，63MVA。在城市中心区、产业园区等经济发展重点区域采用两圈变，偏远农村地区需要优化35kV网络结构的可采用三圈变。

35kV变电站宜设置2-3台主变，单台容量可选15，20，25，31.5MVA等，负荷密度较低的农村区域可选用10MVA主变。

（3）标准形式与主接线

110kV电网实现以220kV变电站为中心、分片区供电的模式，各供电片区正常工作方式下相互独立，并具备一定的抵御各类事故和自然灾害的能力。110kV变电站按终端变电站设置，接线方式可按照以下表格选择。

表 4-17 高压配电网网络接线方式推荐表

供电区域	推荐网络接线方式
A 类	电缆网：电缆线路支接三个变电站（两侧电源，三台变）、双侧电源双回链式、单侧电源双回供电 架空线：双侧电源双 T、双侧电源双回链式
B 类	架空网：双侧电源双 T、双侧电源三 T、双侧电源双回链式 电缆网：电缆线路支接三个变电站（两侧电源，三台变）、电缆线路支接两个变电站（两侧电源，两台变）、双侧电源双回链式、单侧电源双回路供电
C 类	架空网：双侧电源双 T、单侧电源双 T
D 类	架空网：双侧电源双 T、单侧电源双 T

注：对于 220kV 网架坚强且中压 10kV 强联络的地区，可简化高压配电网网络接线。

（4）站址选择原则

接近负荷中心，有足够的进出线走廊，交通运输方便。

考虑供电半径的要求，满足供电末端电压降的需求。

占地面积及进出线走廊应按照最终规模确定。并符合总体规划布局要求。

远离多尘、有腐蚀性气体的场所，或避免污染源主导风向的下风向，避开易燃、易爆/严

重污染及避免易积水或潮湿的场所。

远离通信设施，避免电网发生故障时对邻近通信设施产生的影响，注意对周围环境和机场、领航台等邻近设施的影响。

满足防洪、抗震等要求。

（5）变电站的用地面积

变电站用地面积应根据变电站容量、结线和设备选型确定，并按最终规模规划预留。规划新建的 110kV 变电站的用地面积可按下表预留，并结合变电站所在地点的实际用地条件，综合选定。

一般在城市内通过优化设计尽量压缩占地。变电站采用占空间较小的全户内型，有条件的可考虑与其他建筑物混合建设，必要时建设地下变电站。农网变电站可采用户外型或半户外型布置。

表 4-18 变电站规划用地面积控制指标

序号	变压等级 (kV) 一次电压/ 二次电压	主变压器 容量 [MVA/台(组)]	变电所结构型式及用地面积 (m²)		
			全户外式 用地面积	半户外式 用地面积	户内式 用地面积
1	500/220	750-1500/2-4	25000-75000	12000-60000	10500-40000
2	220/110 (, 35)	120-360/2-4	6000-30000	5000-12000	2000-8000
3	110/10	20-63/2-4	2000-5500	1500-5000	800-4500
4	35/10	5. 6-31. 5/2-3	2000-3500	1000-2600	500-2000

4.4 电网建设项目重点

2017-2020年重点以解决现状电网存在问题为主，同时，为现状网架向目标网架发展做好设备与网架的平滑过渡。2020-2030年重点构建目标网架。

1、优化电网结构，加强配电网与主网联系，配电网支撑输电网，各层级电网相互配合，互相支援，形成整体协调、供电能力充裕的电网结构，确保供电可靠性，提高电网运行效率。

2、简化110kV、35kV网络接线，实现110kV、35kV电网以220kV变电站为中心，分片供电模式，并具有一定联络沟通和负荷转移能力。

3、加快城区、中心城镇和产业园区等经济增长热点地区的电网建设，增加110kV变电站布点，提高供电能力。

4、对区域电网中运行年限长，老化现象严重的设备及变电站进行整体改造，减少故障率及损耗，提高供电可靠性。

4.5 电网建设项目规划成果

1、至规划期末新建110kV变电站3座，规划新增110kV变电站用地约12644平方米。

2、新建变配电站及线路的情况详见本说明书第五章、第六章及规划图集。

第 5 章 变电站布局规划

5.1 变电站布局规划原则

5.1.1 变电站选址原则

变电站是电网中变换电压，汇集、分配电能的设施，主要包括不同电压等级的配电装置、电力变压器、控制设备、保护和自动装置、通信实施和补偿装置等。对于现代化的变电站而言，要求容量大、占地少、可靠性高、外形美观、噪音小和建设费用恰当。为保证可靠供电，应在城市外围建设高电压等级的变电站，以构成城乡供电的主网架，对用电量很大，负荷高度集中的市中心高负荷密度区，经技术经济比较论证后，可采用220kV及以上电源变电所深入负荷中心布置，变电站站址的选择，应符合现行国家标准的有关规定，并应符合下列要求：

1、变电站站址的选择应适应电力系统发展规划和布局的要求，应根据本站供电负荷对象、负荷分布、供电要求，变电站本期和将来在系统中的地位和作用，选择比较接近负荷中心的位置作为变电站站址，以便减少电网投资和网损。

2、变电站站址的选择应与城乡规划、土地利用总体规划等地方规划相协调。对于建设发展用地，应提前规划变电站站址并列入地方规划予以控制，具体征地时间视实际情况确定。

3、选择站址应充分考虑节约用地，合理使用土地，同时站址地形、地貌及土地面积应满足近期建设和发展要求。站址选择时，应贯彻以农业为基础的建设方针，节约用地、不占或少占农田，而且要结合具体工程条件，采取阶梯布局、高型布置，必要时采用GIS 结构等方案，因地制宜。

4、站址的选择和布置应方便各电压等级出线，减少交叉跨越及转角，变电站的出口段线路走廊及终端塔应按远景发展要求统一规划预留。

5、交通运输方便，站址选择不仅要考虑施工时设备材料及变压器等大型设备的运输，还要考虑运行、检修的交通运输方便。一般站址要靠近公路，且与公路引接要短，以减少投资。

6、站址不能被洪水淹没及受山洪冲刷，而且地质条件稳定。220kV 及以上变电站标高应在100 年一遇的高水位上；110kV 及以下站标高应在50 年一遇的高水位上。站址应避免断层、滑坡、塌陷区、溶洞等地质条件地带，也不宜选在有矿藏地区。

7、站址应避免让重点保护的 natural 区、风景区、人文遗址及有重要开采价值的矿藏，并满足环境保护的要求。选所应考虑变电站与飞机场、导航台、地面卫星站、地震台、收发信台、军事设施、通信设施及易燃易爆设施等的相互影响和协调，符合现行有关国家标准，并取得有关必

要协议。

8、具有可靠的水源，排水方便施工及运行期间的生活用水、变压器事故排油和调相机冷却用水。

9、应具有适宜的地质条件及地基承载力，并避开地质不良地带及高土壤电阻率地区。

10、应避免有重要地下文物或对变电所有影响的地点，否则应征得有关部门的同意。

11、周围环境宜无明显污秽，如空气污秽时，所址宜设在受污源影响最小处。

12、尽量靠近道路，施工条件方便。

5.1.2 变电站布置原则

1、变电站应根据所在区域特点，选择合适的配电装置形式，抗震设计应符合现行国家标准《电力设施抗震规范》GB50260 的有关规定。

2、高新区中心变电站宜选用小型化紧凑型电气设备。

3、变电站主变压器布置除应运输方便外，并应布置在运行噪声对周边环境影响较小的位置。

4、屋外变电站实地围墙不应低于2.2m，城区变电站围墙形式应于周边环境相协调。

5、变电站内为满足消防要求的主要道路宽度应为4.0m。主要设备运输道路的宽度可根据运输要求确定，并应具备回车条件。

6、变电站的场地设计坡度，应根据设备布置、土地条件、排水方式确定，坡度宜为0.5%～2%，且不应小于0.3%；平行于母线方向的坡度，应满足电气及结构布置的要求，道路最大坡度不宜大于6%，当利用路边明沟排水时，沟的纵向坡度不宜小于0.5%，局部困难地段不宜小于0.3%。电缆沟与其他类似沟道的沟底纵坡不宜小于0.5%。

7、变电站内建筑物的标高，基础埋深、路基和管线埋深，应相互配合。建筑物内地面标高，宜高出屋外地面0.3m，屋外电缆沟壁，宜高出地面0.1m。

8、各种地下管线之间和地下管线与建筑物、构筑物、道路之间的最小净距，应满足安全，检修安装及工艺的要求。

9、变电站站区绿化规划应于周边环境相适应。

5.2 变电站典型黄线规划方案

5.2.1 变电站通用设计选择

本次规划变电站设计方案参照《国家电网公司新一代智能变电站典型设计（110kV-500kV 变电站分册）》（2015年版）和《国家电网公司35kV变电站、线路通用设计》（2015版）执

行。同时，结合各供电区域配电网建设标准、高新区用地实际情况，本次规划新建110kV变电站建设型式推荐（110kV-500kV变电站分册）110kV-A3-2方案和110kV-A3-3方案。由于受地质，规划面积等因素影响，因此，变电站在可研设计中可在以上典型黄线方案的基础上进行合理调整和优化。

1、 110kV-A3-3 方案

①变电站用地标准

110kV-A3-3方案中110kV变电站为半户内变电站，变电站按最终规模一次征地，围墙面积为62.8×38m²。本次电力规划根据高新区实际情况，围墙面积为65×43m²，最终建设规模及布置形式以设计为准。

表 5-1 110-A3-3 方案变电站典型用地标准

110kV	布置规格	半户内布置
围墙面积	2/3×50MVA，110kV 出线 2/3 回，10kV 出线 24/36 回	62. 8m×38m
规划预控面积		64. 8m×40m

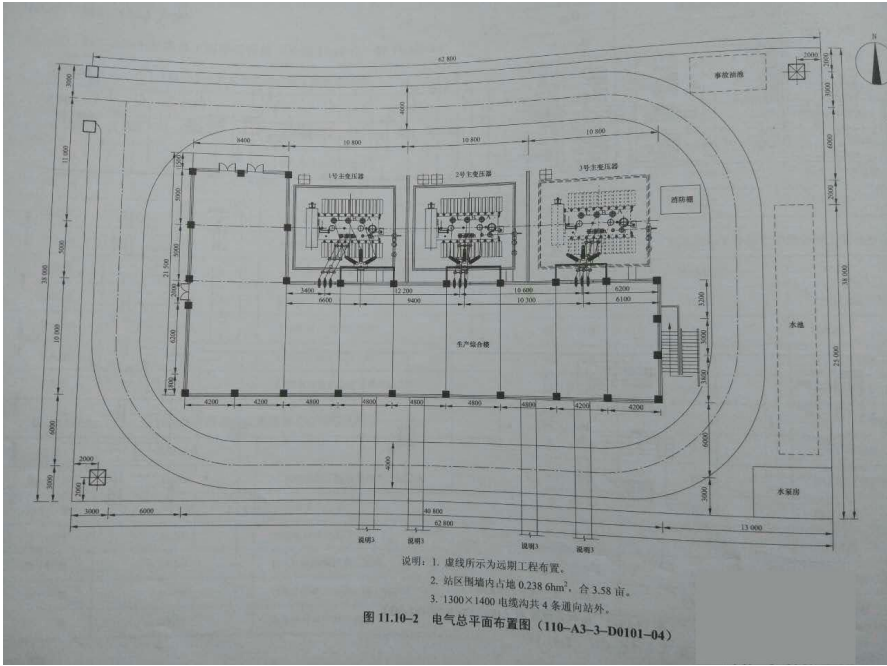


图 5-1 110kV-A3-3 方案总平面布置图

②变电站主变规模

变电站内的主变台数最终规模不宜超过3台，推荐最终规模宜按3台设计，对于城市中心区用地紧张，选址困难地段可按2台考虑。高新区主变规格推荐选取单台容量50MVA与63MVA。同一配电网中相同电压等级的主变压器宜统一规格，单台容量规格不宜超过3种。同一变电站中同一级电压的主变压器应该满足变压器并列运行条件。当变电站内变压器的台数和容量达到规划的台数和容量以后，如负荷继续增长，一般应采用增建新的变电站的方式提高电网供电能力，而不宜在原变电站内超规模扩建。对于规划3台主变的变电站，当主变台数达到2台后，宜先通过新建规划变电站满足负荷增长的需求。

③变电站主接线形式

变电站110kV侧电气主接线：本期内桥，远期扩大内桥接线方式。变电站10kV侧电气主接线：本期单母线分段接线；远期单母线三分段接线。

④变电站出线回路数

变电站110kV侧出线一般3回，对于有新能源接入的变电站，可根据需要优化接线方式，规划3～6回出线。变电站10kV远期出线24或36回。

2、 110kV-A3-4 方案

①变电站用地标准

110kV-A3-4方案中110kV变电站为半户内变电站，变电站按最终规模一次征地，围墙面积为66×40.5m²。本次电力规划根据高新区实际情况，围墙面积为65×43m²，最终建设规模及布置形式以设计为准。

表 5-2 110-A3-3 方案变电站典型用地标准

110kV	布置规格	半户内布置
围墙面积	2/2×50MVA，110kV 出线 2/4 回，35kV 出线 6/9 回，10kV 出线 16/24 回	66m×40. 5m
规划预控面积		68m×42. 5m

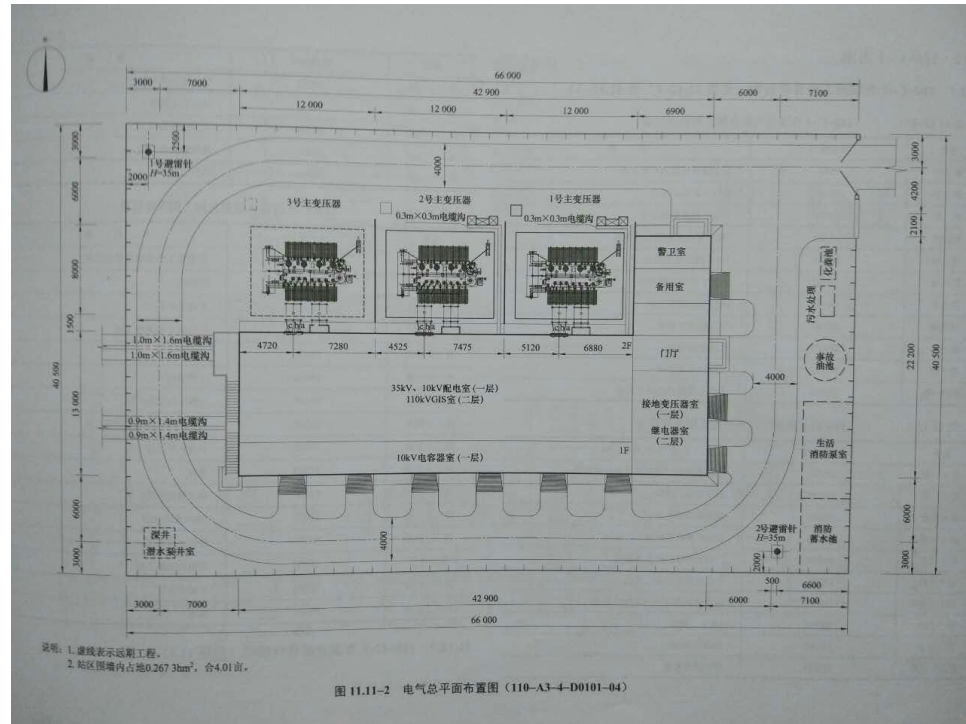


图 5-2 110kV-A3-4 方案总平面布置图

②变电站主变规模

变电站内的主变台数最终规模不宜超过3台，推荐最终规模宜按3台设计，对于城市中心区用地紧张，选址困难地段可按2台考虑。高新区主变规格推荐选取单台容量50MVA与63MVA。同一配电网中相同电压等级的主变压器宜统一规格，单台容量规格不宜超过3种。同一变电站中同一级电压的主变压器应该满足变压器并列运行条件。当变电站内变压器的台数和容量达到规划的台数和容量以后，如负荷继续增长，一般应采用增建新的变电站的方式提高电网供电能力，而不宜在原变电站内超规模扩建。

对于规划3台主变的变电站，当主变台数达到2台后，宜先通过新建规划变电站满足负荷增长的需求。

③变电站主接线形式

变电站110kV侧电气主接线：单母线分段接线方式。变电站35kV侧电气主接线：本期单母线分段，单母线三分段接线方式。变电站10kV侧电气主接线：本期单母线分段，单母线三分段接线方式。

④变电站出线回路数

变电站110kV侧出线一般2回，对于有新能源接入的变电站，可根据需要优化接线方式，规划2~4回出线。变电站35kV远期出线6或9回；变电站10kV远期出线16或24回。

5.2.2 变电站典型黄线规划方案

根据负荷预测结果及变电站建设情况，规划以110kV元江变电站为典型，站址选择规划方案如下。

1、110kV 元江变电站

建设必要性：高新区城区南部是高新区重要的高端产业园和生态社区，现在为该片区供电的工业110kV变电站、110kV九州变电站10kV线路供电均超半径，线路过负荷。另外规划前该地区多农林用地，规划后该地周边建立高端装备制造产业园、生态社区等用电量较规划前大步提升。为适应该地区的经济发展对日益增长的用电需求，计划2020年建设110kV元江输变电工程是十分必要和可行的。

地址：位于规划黄山路以东，闽江路以南。

建设年限：2020年；

变压器容量：3x50MVA；

选址环境：选址点交通便利，现状地势平坦，适合站址建设；

占地面积：规划0.5公顷；

土地性质：供电用地。



图 5-3 110kV 元江站典型黄线图

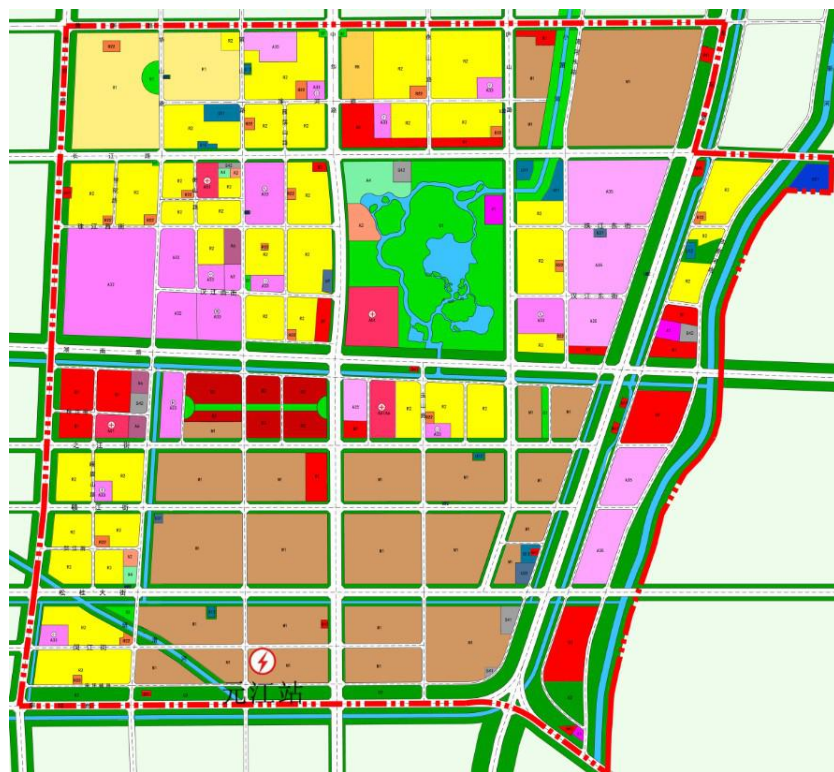


图 5-4 110kV 元江站土地用地性质图

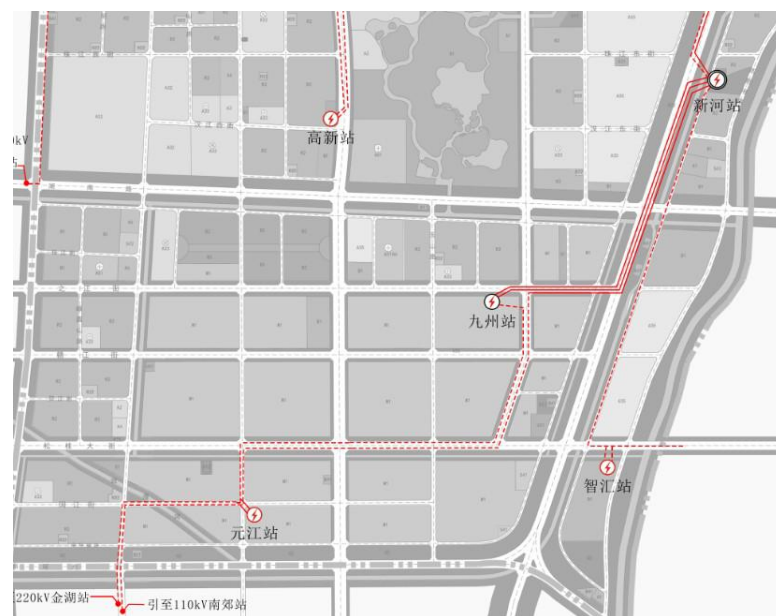


图 5-5 110kV 元江站进出线图

2、110kV 智汇变电站

建设必要性：聊城高新区城区东南部作为智慧谷项目的开发地区，随着智慧谷项目不断推进、高新小镇项目确立及周边企业的不断增加，用电量将大幅度的增长，为满足该地区的发展对用电量的需求，建立 110kV 智汇站是十分必要的。

地址：松桂大街与四新河路交叉口西南；

建设年限：2021 年；

变压器容量：3x50MVA；

选址环境：交通便利，地势平坦；

占地面积：3822 平方米；

土地性质：供电用地。



图 5-6 110kV 智汇站典型黄线图

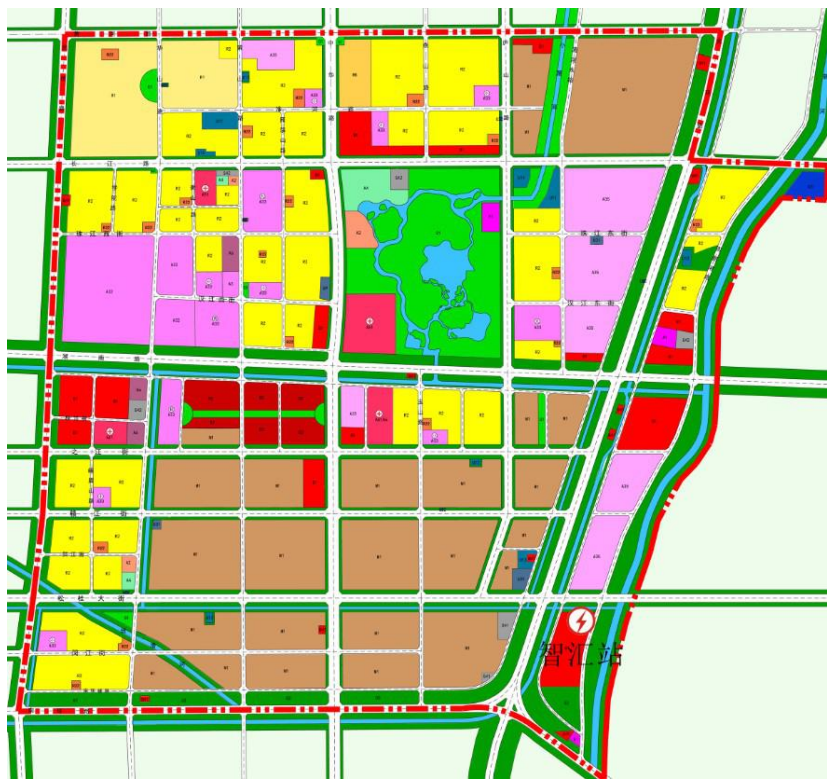


图 5-7 110kV 智汇站土地用地性质图

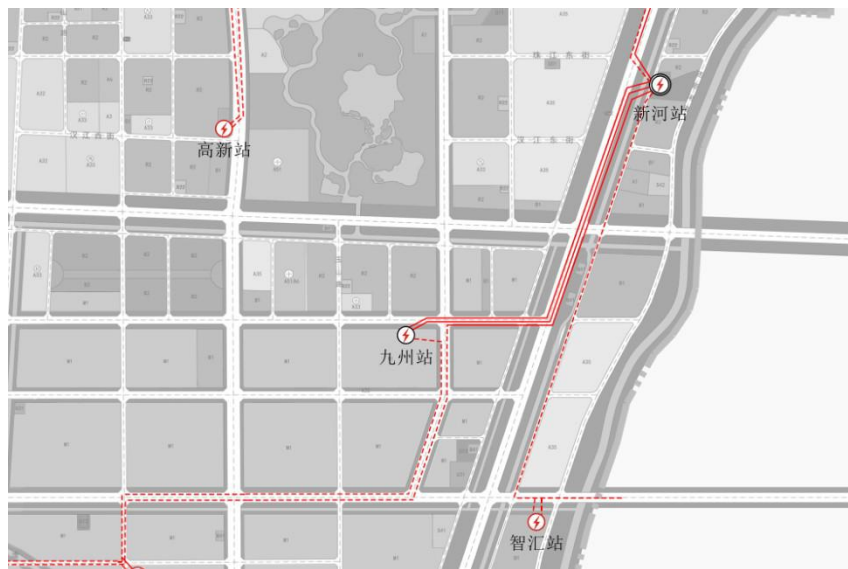


图 5-8 110kV 智汇站进出线图

3、110kV 高新变电站

建设必要性：十三五期间，高新区经济发展迅速，用电负荷也在不断攀升，九州 110kV 变电站附近除九州花园等小区外不断建设九州新城等生态社区和工业园区，九州 110kV 变电站供电能力将不能满足社会用电需求。无法解决孝周边负荷增长。因此建设 110kV 高新区变电站是十分必要的。

地址：湖南路与中华路交叉路口以西；

建设年限：2030 年；

变压器容量：3x50MVA；

选址环境：交通便利，地势平坦；

占地面积：3822 平方米；

土地性质：商业用地（需调节）。



图 5-9 110kV 高新站典型黄线图

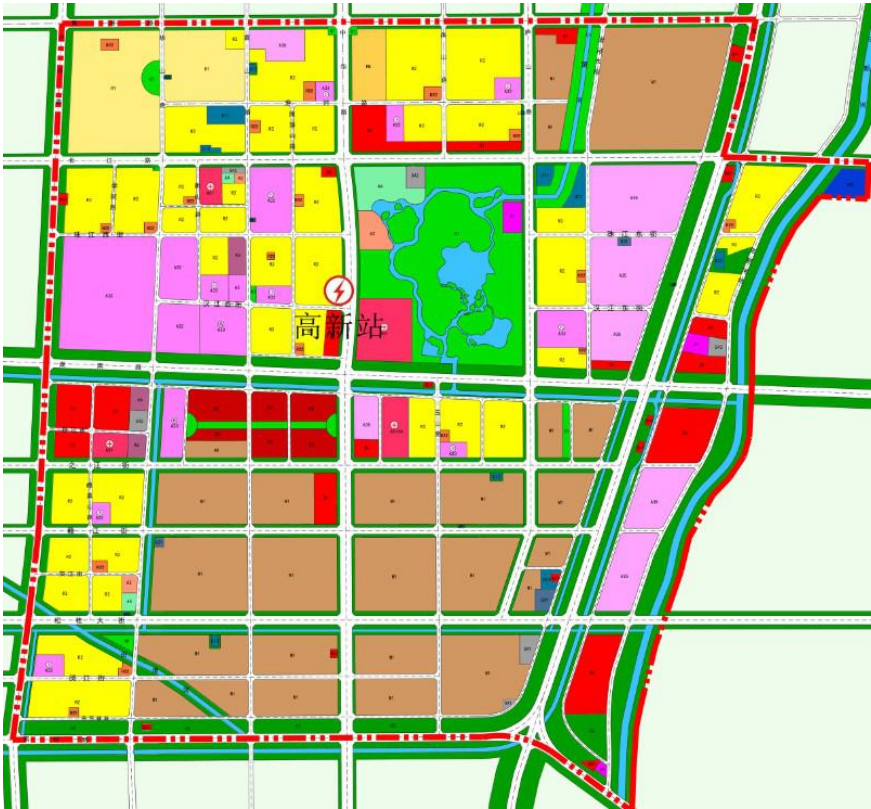


图 5-10 110kV 高新站土地用地性质图

5.3 建设资源需求分类汇总

建设 110kV 变电站 3 座，总占地面积 12644 平方米，。详细情况见下表：

表 5-3 规划期末建设资源需求表

序号	电压等级 kV	变电站名称	主变容量（MVA）	占地面积 m²	建设内容	实施年限
1	110	元江站	3×50	5000	新建	2020
2	110	智汇站	3×50	3822	新建	2021
3	110	高新区站	3×50	3822	新建	2030



图 5-11 110kV 高新站进出线图

第 6 章 线路布局规划

6.1 线路布局规划原则

6.1.1 架空线路路径选择原则

220kV 线路和 110kV 线路、35kV 线路必须预留架空线路走廊，并应加以控制和保护。架空线路尽可能沿高压走廊集中架设。

路径选择宜采用卫片、航片、全数字摄影测量系统和红外测量等新技术；在地质条件复杂地区，必要时宜采用地质遥感技术；综合考虑线路长度、地形地貌、地质、冰区、交通、施工、运行及地方规划等因素，进行多方案技术经济比较，做到安全可靠、环境友好、经济合理。

路径选择应避开军事设施、大型工矿企业及重要设施等，符合城镇规划，与路网规划相结合，架空线路尽量避开成块的建设用地，为规划的国道、高速公路、铁路预留有足够空间，尽量相向而行，跨越高速公路、铁路时尽量采用电缆穿越，不能采用电缆时采用高跨方式。

路径选择宜避开不良地质地带和采动影响区，当无法避让时，应采取必要的措施；宜避开重冰区、易舞动区及影响安全运行的其他地区。新建架空线路走廊位置不应选择在极具发展潜力的地区，应尽可能避开现状发展区、公共休憩用地、原始森林、自然保护区和风景名胜区、环境易受破坏地区或严重影响景观的地区。超高压以上等级电力架空线路经过省级以上风景名胜区时原则上应避开核心景区。

路径选择应考虑与电台、机场、弱电线路等邻近设施的相互影响。线路廊道应避开有气体或液体及烟尘腐蚀物污秽的区域，选择这类地段的上风方向通过。在平原大面积湖泊水面或沼泽湿地时应结合冬季主导风向。沿上风方向侧走线，以避免湿度过大造成覆冰。

架空线路应避开易燃危险区。送电线路与甲类火灾危险性的生产厂房、甲类物品库房、易燃易爆材料堆场以及可燃、易爆液（气）体存储罐防火间距不应小于杆塔高度的 1.5 倍。线路廊道经过地区水文地质条件的好坏，直接影响到杆塔基础的稳定性和线路的安全运行。为此塔位应尽可能避开洼地、泥塘、水库、冲沟、断层等水文、地质条件恶劣的处所。

路径选择宜靠近现有国道、省道、县道及乡镇公路，充分使用现有的改善交通条件，方便施工和运行。

大型发电厂和枢纽变电所的进出线、2 回或多回路相邻线路应统一规划，在走廊拥挤地段宜采用同杆塔架设。对于采用电缆进出线的变电站，也应统一规划电缆进出线通道。

适当合并高压走廊，规划走廊中同一方向的 2 回线路或多回路线路，要根据技术经济比较

及安全运行因素，确定是否推荐采用同塔架设，同一方向的 2 回线为节约走廊资源宜采用同杆塔架设。

通道布置中应考虑城区中现有高压线路未来入地的通道要求。

线路廊道应根据地形地貌考虑杆塔塔位布置及档距的大小分布，避免出现大档距、大高差地段和档距过小的现象，当无法避免时应采取必要的措施，提高安全度。选线应有足够的施工基面和施工条件，尽量减少土石方的开挖量。

有大跨越的输电线路，路径方案应结合大跨越的情况，通过综合技术经济比较确定。

架空电力线路的路径选择，应符合下列规定：根据地形、地貌特点和道路网规划，尽量沿道路、河渠、绿化带架设。导线对地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路的距离，应根据导线运行温度+40℃（若导线按允许温度+80℃设计时，导线运行温度取+50℃）情况或覆冰无风情况求得的最大弧垂计算垂直距离，根据最大风情况或覆冰情况求得的最大风偏进行风偏校验。

高压线路建设时，充分考虑线下绿化树木的影响，绿化树采用低矮树种，跨越时采用高跨方式，城区经论证后可以采用电缆敷设。

导线对地面的最小距离，以及与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离应符合以下规定：

表 6-1 在最大计算弧垂情况下，架空电力线路导线对地面的最小距离（m）

线路经过地区	标称电压（kV）		
	35	110	220
居民区	7.0	7.0	7.5
非居民区	6.0	6.0	6.5
交通困难地区	5.0	5.0	5.5

输电线路通过居民区宜采用固定横担和固定线夹。

输电线路不应跨越屋顶为燃烧材料做成的建筑物。对耐火屋顶的建筑物，如需跨越时应与有关方面协商同意。导线与建筑物之间的距离应符合以下规定：

表 6-2 在最大计算弧垂情况下，导线与建筑物之间的最小垂直距离（m）

标称电压（kV）	35	110	220
垂直距离	4.0	5.0	6.0

表 6-3 在最大计算风偏情况下，边导线与建筑物（含规划建筑）之间的最小距离（m）			
标称电压（kV）	35	110	220
距离	3.5	4.0	5.0

表 6-4 在无风情况下，边导线与建筑物之间的水平距离（m）			
标称电压（kV）	35	110	220
距离	1.75	2.0	2.5

输电线路经过经济作物和集中林区时，宜采用加高杆塔跨越不砍通道的方案。当砍伐通道时，通道净宽度不应小于线路宽度加通道附近主要树种自然生长高度的 2 倍。通道附近超过主要树种自然生长高度的非主要树种树木应砍伐。并符合下列规定：

表 6-5 架空电力线路导线与树木之间最小垂直距离（考虑树木自然生长高度）			
线路电压 (kV)	35	110	220
最小垂直距离 (m)	4.0	4.0	4.5

表 6-6 在最大计算风偏情况下，输电线路通过公园、绿化区或防护林带，导线与树木之间的最小净空距离			
线路电压 (kV)	35	110	220
最小垂直距离 (m)	3.5	3.5	4.0

表 6-7 输电线路通过果树、经济作物林或城市灌木林不应砍伐出通道。导线与果树、经济作物、城市绿化灌木以及街道行道树之间的最小垂直距离			
线路电压 (kV)	35	110	220
最小垂直距离 (m)	3.0	3.0	3.5

输电线路跨越弱电线路（不包括光缆和埋地电缆）时，输电线路与弱电线路的交叉角应符合表 6-8 的规定。

表 6-8 输电线路与弱电线路的交叉角			
弱电线路等级	一级	二级	三级
交叉角（度）	≥45	≥30	不限制

输电线路与甲类火灾危险性的生产厂房、甲类物品库房、易燃、易爆材料堆场以及可燃或易燃、易爆液(气)体贮罐的防火间距不应小于杆塔高度加 3m，还应满足其他的相关规定。

在通道非常拥挤的特殊情况下，可与相关部门协商，在适当提高防护措施，满足防护安全要求后，可相应压缩《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》中第 13.0.8 条中的防护间距。

输电线路跨 220kV 及以上线路、铁路、高速公路、一级等级公路、一、二级通航河流及特殊管道等时，悬垂绝缘子串宜采用双联串，或两个单联串。

输电线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的基本要求，应符合表 6-9 的规定。

项目		铁路				公路		电车道(有轨及无轨)					
导线或地线 在跨越档内接头		标准轨距：不得接头窄轨：不得接头				高速公路、一级公路：		不得接头					
						不得接头							
						二、三、四级公路：不限制							
邻档断线情况的检验		标准轨距：检验窄轨：不检验				高速公路、一级公路：		检验					
						检验							
						二、三、四级公路：不检验							
邻档断线情况 的最小垂直距 离(m)	标称电压 (kV)	至轨顶			至承力索或 接触线	至路面		至路面	至承力索 或接触线				
	110	7.0			2.0	6.0		——	2.0				
最小垂直距离 (m)	标称电压	至轨顶			至承力索或接触线	至路面		至路面	至承力索 或接触线				
	(kV)	标准轨	窄轨	电气轨									
	110	7.5	7.5	11.5						3.0	7.0	10.0	3.0
	220	8.5	7.5	12.5						4.0	8.0	11.0	4.0
最小水平距离 (m)	标称电压 (kV)	杆塔外缘至轨道中心				杆塔外缘至路基边缘		杆塔外缘至路基边缘					
						开阔地区	路径受限 制地区	开阔地区	路径受限 制				
	35	交叉：塔高加 3.1m,无法满足要求时可适当减小，但不得小于 30m 平行：塔高加 3.1m,困难时双方协商确定				交叉：8m 平	5.0	交叉：8m	5.0				
	110					行：最高杆		平行：最					
	220					(塔)高		高杆(塔)					

附加要求	不宜在铁路出站信号机以内跨越	高速公路路基边缘指公路下缘的排水沟	——	——
备注	——	城市道路分级可参照公路的规定	——	——

表 6—10 输电线路与铁路、公路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的基本要求
(续表)

项目		通航河流		不通航河流		弱电线路		电力线路		特殊管		索道	
导线或地线在跨越档内接头		一、二级：不得接头 二、三级及以下：不限制		不限制		不限制		110kV 及以上线路：不得接头 110kV 以下线路：不限制		不得接头		不得接头	
邻档断线情况的检验		不检验		不检验		Ⅰ级：检验 Ⅱ、Ⅲ级：不检验		不检验		检验		不检验	
邻档断线情况的最小垂直距离（m）	标称电压（kV）	——				至被跨越物		——		至管道任何部分		——	
	110	——				1.0		——		1.0		——	
最小垂直距离（m）	标称电压（kV）	至五年一遇洪水水位	至最高航行水位的最 高船桅顶	至百年一遇洪水水位	冬季至冰面	至被跨越物		至路面		至管道任何部分		至索道任何部分	
	35	6.0	2.0	6.0	2.0	3.0		3.0		4.0		3.0	
	110	7.5	7.5	11.5	3.0	3.0		3.0		4.0		3.0	
	220	8.5	7.5	12.5	4.0	4.0		4.0		5.0		4.0	
最小水平距离（m）	标称电压（kV）	边导线至斜坡上缘(线路与拉纤小路平行)				与边导线间		与边导线间		边导线至管、索道任何			
						开阔	路径受	开阔地区	路径受限制地区	开阔地	路径受限制		
	35	最高杆(塔)高				平行	4.0	平行时：最	5.0	平行时：	4.0		

	110			4.0		5.0		4.0
	220			5.0		7.0		5.0
附加要求	最高洪水位时,有抗洪抢险船舶航行的河流,垂直距离应协商确定。		输电线路应架设在上方	电压较高的线路一般架设在电压较低线路的上方。同一等级电压的电网公用线应架设在专用线上方。		①与索道交叉,若索道在上方,索道的下方应装保护措施;②交叉点不应选择在管道的检查井(孔)处;③与管、索道平行、交叉时,管、索道应接地。		
备注	②次要通航河流对接头不限制 ③并需满足航道部门协议的要求		——	括号内的数值用于跨越杆(塔)顶公路的规定		一部分; ②特殊管道指架设在地面上输送易燃、易爆物品管道。		

架空线路走廊规划宽度：

综合考虑气象条件、导线最大风偏、边导线与建筑物之间安全距离、导线最大弧垂、导线排列方式以及杆塔形式、杆塔等因素后，并通过技术经济比较，以及结合规划要求后确定如下走廊宽度。

表 6-11 架空输电线路规划走廊宽度

序号	线路电压等级（kV）	规划走廊宽度（m）	备注
1	500	60-75	单、双回
2	220	30-40	单、双回
3	110	15-25	单、双回
4	35	15-20	单、双回

6.1.2 电缆线路路径路选择原则

鼓励在新区建设和旧城改造中由政府出资建设综合管廊，实施电网入地。

电缆线路路径应与城市总体规划相结合，应与各种管线和其他市政设施统一安排，且应征得城市规划部门的认可。

电缆敷设路径应综合考虑路径长度、施工、运行和维修方便等因素，统筹兼顾，做到经济合理，安全适用。

供敷设电缆用的通道及工作井宜按电网远景规划并预留适当预度一次建成。

供敷设电缆用的地下设施或直埋敷设的电缆不应平行设于其他管线的正上方或正下方。

电力电缆相互间允许最小间距以及电力电缆与其他管线、构筑物基础等最小允许间距应满足表 6-13 的规定，如局部地段不符合规定者，应采取必要的保护措施。

表 6-12 电力电缆相互之间以及电力电缆与其他管线、构筑物等的允许最小间距

直埋电缆周围状况	允许最小间距	
	平行	交叉
电力电缆相互之间中心间距	0. 20	0. 50a
与不同部门使用的电力电缆之间净距	0. 50a	0. 50a
与热力管及热力设备之间净距	2. 00	0. 50a
与煤气、输油管道及地下储油罐、储气罐之间净距	1. 00	0. 50a
与自来水以及其他管道之间净距	0. 50	0. 50a
与铁路路基之间净距	3. 00	1. 00
与建筑物基础之间净距	0. 60	---
与配电线杆、路灯杆、电车拉线杆、架空通信线杆之间中心距	1. 00	---

与树木的主干中心距	0. 70	---
与排水沟边之间净距	1. 00	0. 50
与公路边之间净距	1. 50	1. 00a
与弱点通信或信号电缆之间净距	按计算决定 b	0. 25

a、用隔板分隔或电缆穿管时净距可减小至一半。

电力电缆与弱点通信或信号电缆的允许最小净距按电力系统单向接地短路电流和平行长度计算决定。

电缆跨越河流宜优先考虑利用城市交通桥梁或交通隧道敷设。

利用城市交通桥梁或交通隧道敷设电缆，应在不影响桥梁结构或隧道结构前提下，征得桥梁或隧道设计和管理部門認可。

在电缆敷设路径附近如无交通桥梁或交通隧道可利用者，则宜考虑采用非开挖技术敷设或建设电缆专用桥、专用隧道。

平面、竖向线形应满足电缆敷设最小转弯半径要求，同时满足区间施工要求，尽量能保持顺直，减少转折井、高差井的设置，为高等级大截面电缆敷设创造良好条件。

电缆隧道工作井同时兼顾电缆中间接头及送、排风的功能，其设置长度不宜大于 600m，井口及送、排口宜设置在绿化带上，应尽量减少对交通和周边环境的影响。

两回以上的 110kV 电缆通道宜考虑隧道方式建设，两回及以下 110kV 电缆通道宜考虑管群及电缆沟方式建设。

隧道的布置主要依托 110kV 电缆线路路径进行合理化布置，同时也为 35kV 及以下电缆保留足够的通道，并适当留有预留。

通道布置中应考虑市区中现有高压线路未来入地的通道要求。

隧道尽量避免布置在中心城区地下管线较多的道路上，如必须要在其上布置，则采用暗挖施工方式。

电力隧道与现有构筑物的有桩基础相交叉，穿越轨道交通线工程、重要管线、下立交、地下构筑物时，结构净距一般控制在 2. 0m 以上。特殊条件下，净距不得小于 1. 5m。

电力隧道平面最小曲线半径为≥650m（顶管法施工）。

电力隧道竖向最小曲线半径为≥3000m。

电力隧道纵坡设置应满足其内排水要求，其最小纵坡≥1‰，同时考虑施工机具动力要求，一般为 1‰-30‰。

电缆隧道断面尺寸电根据《城市电力电缆线路设计技术规定》（DL/T5221-2005）中关于

电缆支架的层间垂直距离、隧道净高度、隧道净宽的有关规定以及电缆支架的长度确定。可按下表选取。

表 6-13 电缆通道规划尺寸

序号	电缆回路数	通道类型	通道尺寸（m）
1	24	电缆隧道	2.0×2.05（B×H）
2	20	电缆主干沟	1.4×1.55（B×H）
3	8	电缆支线沟	1.08×1.3（B×H）

6.2 线路典型黄线规划方案

6.2.1 高压架空线路典型黄线方案

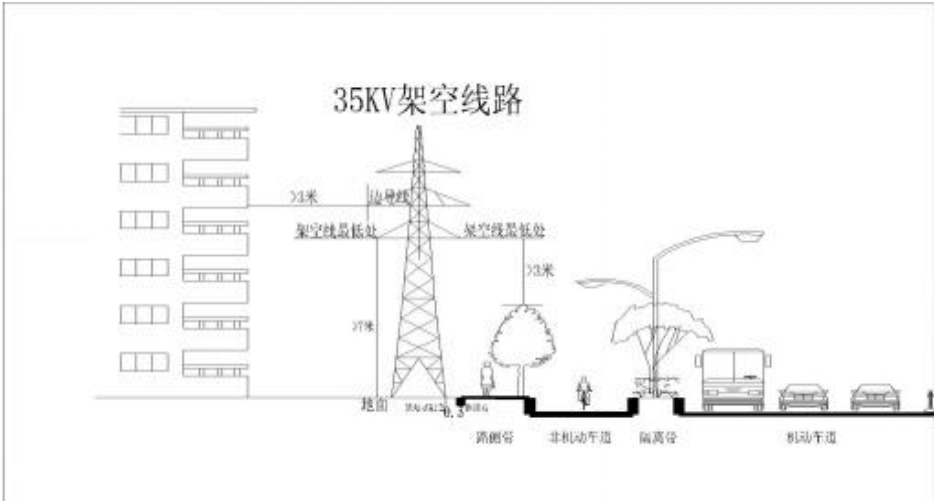


图 6-1 高压输电塔与建筑物安全距离

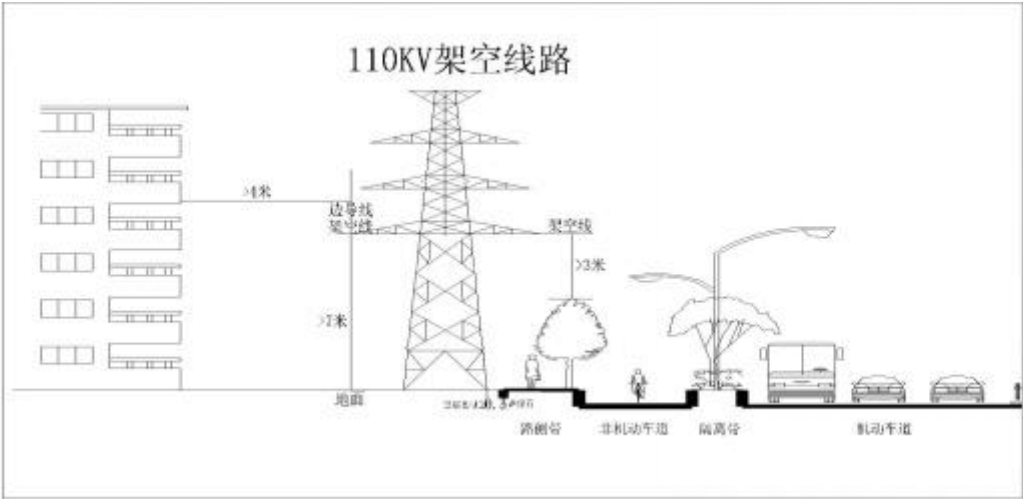


图 6-2 110kV 高压输电塔与建筑物安全距离

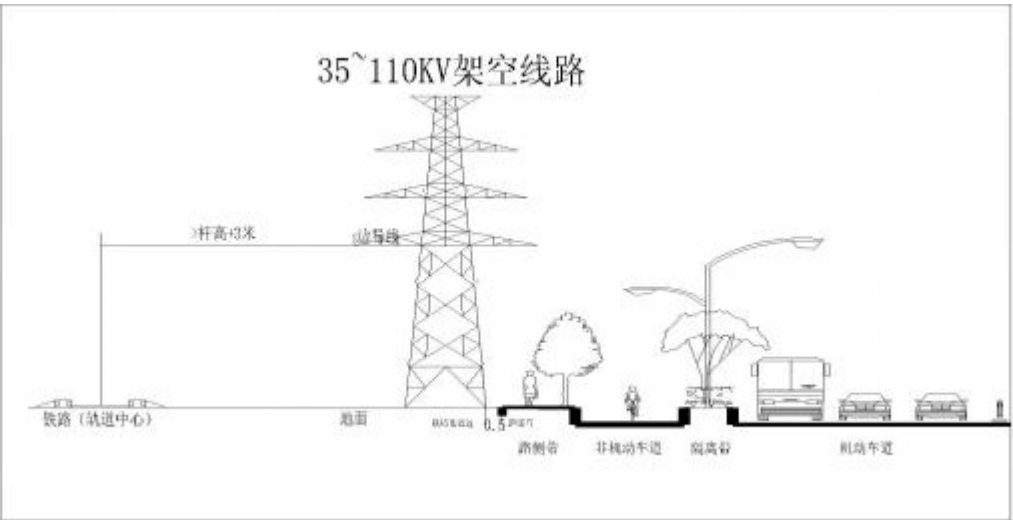
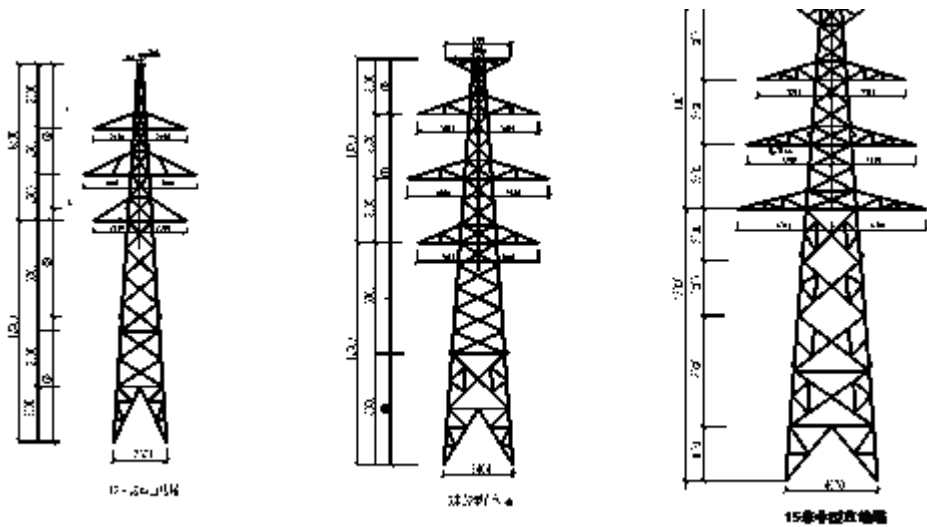


图 6-3 35~110kV 高压输电塔与铁路(轨道交通)安全距离



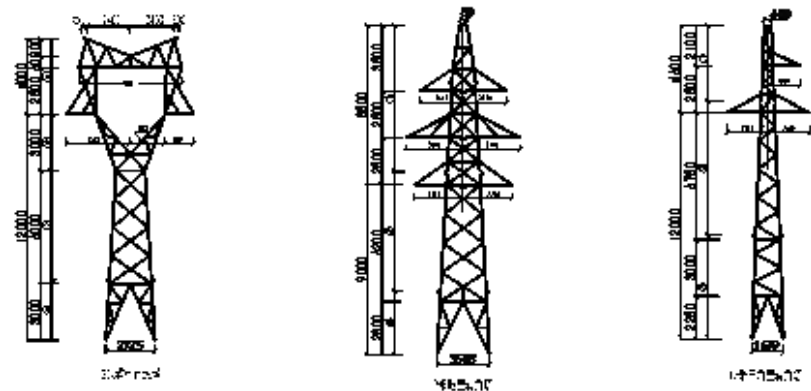
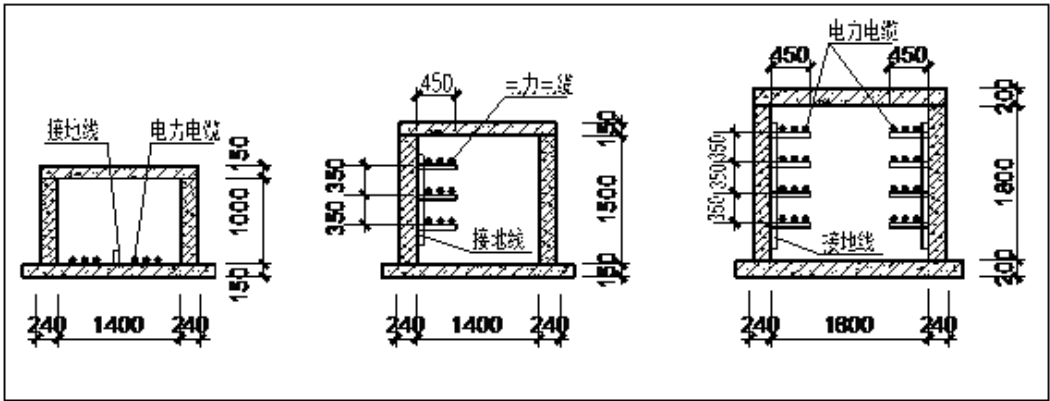


图 6-4 35~110kV 高压输电塔与铁路(轨道交通)安全距离

6.2.2 高压配电电缆线路的设计应符合下述要求:

(1)城市高压配电电缆线路，根据实际情况分以下三种电缆沟方式敷设:



(a) 无支架电缆沟 (b) 单侧支架电缆沟 (c) 双侧支架电缆沟

图 6-5 电缆沟敷设方式

(2)城市高压配电电缆线路，在城市综合管廊二种敷设方式:

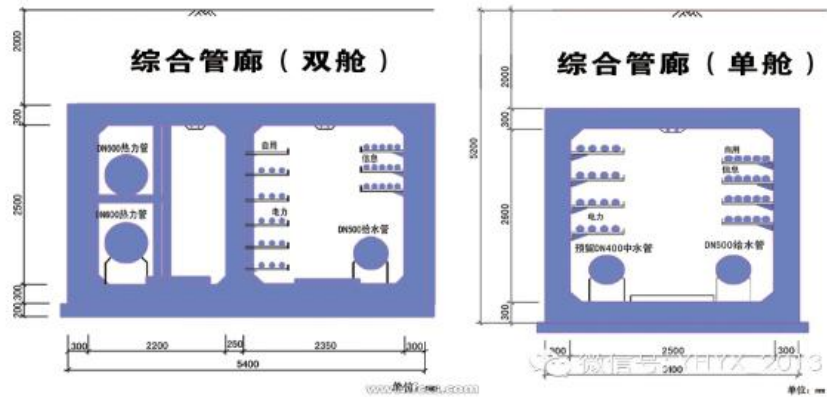


图 6-6 综合管廊敷设方式

6.3 线路布局规划成果

根据高新区现状及变电站布局 110kV 线路共增加 7 条，规划元江站双 T 接新河站，规划高新站一回路接新河站，一回路接金湖站，规划智汇站开新蒋线，规划范围外规划东湖站一路接新河站；10kV 线路共增加 66 条，九州站 13 条，开发区站 5 条，规划元江站新建 28 条，规划高新站新建 20 条。

6.4 电力管网规划

根据聊城高新区地下综合管廊专项规划，原有建设管廊为杭州路路段，新建设管廊 4 处。

表 6-14 综合管廊规划及现状表

序号	路段	类型	备注
1	杭州路	原有	/
2	长江路	新建	/
3	湖南路	新建	/
4	庐山路	新建	/
5	松桂大街	新建	/

规划区电网采用 220/110/10/0.4 千伏四个电压等级。规划区的中压配电网等级为 10kV，10kV 中压配网采用环网供电方式，充分提高供电质量和供电可靠性。

规划区 10kV 电力线沿规划区道路布置，规划 10kV 电力线路全部采用地下电缆直埋敷设。原有的中压配电网随总体规划的实施作相应的调整、更新、改造，由架空逐步向地下埋设过渡。

原则上，同一路段上的各级电压电缆线路，宜同沟敷设。电力、电信线路分设道路两侧，电力线路敷设在城市道路的东侧和南侧。

第 7 章 站址和走廊的保护和管理

《电力设施保护条例》根据 1998 年 1 月 7 日《国务院关于修改〈电力设施保护条例〉的决定》进行修改并已发布实施。根据《电力设施保护条例》中第三十一条的规定，《电力设施保护条例实施细则》进行了修改，并发布实施。

城市电力设施属于城市基础设施的一部分，是城市经济、社会发展的支撑，其完善程度直接影响城市生活、生产等各项活动。电力设施的滞后或配置不合理将严重阻碍城市的发展，而适度超前，布局合理的电力设施不仅能够满足城市各项活动的要求，而且有利于带动城市建设和城市经济持续健康的发展。因此，2006 年 3 月开始施行的《城市黄线管理办法》十分明确的将发电厂、变电站、高压线走廊等电力设施划入城市黄线内容。

所谓城市黄线，是指对城市发展全局有影响的、城市规划中确定的、必须控制的城市基础设施用地的控制界线。在管理办法中明确规定：任何单位和个人都有保护城市基础设施用地、服从城市黄线管理的义务，有监督城市黄线管理、对违反城市黄线管理的行为进行检举的权利。

城市黄线应当作城市规划的强制性内容。城市黄线一经批准，不得擅自调整；在城市黄线内进行建设活动，应当贯彻安全、高效、经济的方针，处理好近、远期关系，根据城市发展的实际需要，分期有序实施。在城市黄线范围内禁止进行下列活动：

违反城市规划要求，进行建筑物、构筑物及其他设施的建设；

违反国家有关技术标准 and 规范进行建设；

未经批准，改装、迁移或拆毁原有城市基础设施；

其他损坏城市基础设施或影响城市基础设施安全和正常运转的行为。

在城市黄线内进行建设，应当符合经批准的城市规划。因建设或其他特殊情况需要临时占用城市黄线内土地的，应当依法办理相关审批手续。

规划的调整修编

在城市发展规划中应统一考虑城市电网发展规划，落实城网建设规划用地。目前在城市总体规划中，在负荷集中地区（一般其商业价值也较高）进行变电站选址非常困难，且电力线路走廊的审批难度更大，直接影响了城网工程的实施。此外，由于电力项目只能在批准之后才能办理土地使用手续，如果不能及时取得土地使用权，可能对城网工程的进度及用户的供电造成影响。

城市电网作为城市的一项基础设施，应作为城市规划的组成部分统一考虑，在城市规划特别是老城城区改造规划中，应将变电站用地及线路走廊纳入规划统一考虑。按国家现行政策规

定，电网建设用地属公用事业用地，应按划拨处理。同时为保证工程进度，应简化土地使用权办理手续。

在城市规划进行重新编制或城市建设及电网建设发生重大变化时，应适时安排电力设施布局规划的调整或重新编制工作。

7.1 布局规划管控职责

1、规划部门的管控职责规划部门主要负责城市电力设施国有土地使用权的出让、转让；规划选址、建设用地和建设工程的规划管理工作；对电力设施项目进行核发《建设项目选址意见书》、《建设用地规划许可证》、《建设工程规划许可证》等工作。

2、土地部门的管控职责

（1）结合贯彻土地管理法律法规，积极宣传贯彻电力法律法规。

（2）严格审批在电力设施保护区内的有关土地征用和涉及电力设施安全的建房用地等申请，依法查处在电力设施保护区内违法用地行为。

（3）积极协助公安、电力管理部门和电力企业依法查处对非法侵占电力建设依法征用的土地的行为。

（4）对依法确定的电力设施保护区内，在审批新建、改建和扩建项目征用、占用输电线路走廊，应征得电力部门的同意。

3、电力部门的管控职责负责对电力设施保护工作的指导和监督，行使行政管理职权，依法对违反电力法律法规的行为实施行政处罚。负责协调相关行政机关，解决电力设施保护工作中存在的问题。负责审批单位或个人在电力设施保护范围内作业或开展可能影响电力设施安全的活动，并认真督促业主采取安全措施后，方可实施。

第 8 章 节能减排与环境保护

8.1 节能减排

8.1.1 系统、变电部分节能减排的主要措施

- 1、变电站选择高性能主变；
- 2、主变增设无功补偿装置，提高系统功率因数。

8.1.2 线路节能减排的主要措施措施

- 1、为了节约电能，减少线路电能损耗，可以考虑适当加大线路截面和降低变压器的负载率。

- 2、导、地线悬垂线夹采用预绞式，跟普通型式的悬垂线夹相比，它具有以下几个突出特点：

（1）最佳的应力分配：将导线所受应力分布在一个较大的区域，使弯曲、剪切、拉伸等静态应力对导线的影响大大减少，极大提高了导线承受应力的能力。

（2）最低的磨损：预绞式悬垂线夹的护线条在悬垂点两侧紧握导线，可以承受较高的不平衡荷载，从而避免了导线滑移，因此把导线的磨损降至最低限度。

（3）防老化及松动：预绞式悬垂线夹的护线条由与导线材质相符的材料制成，同时又具有较好的弹性和韧性，与普通刚性较强的硬铝护线条相比，较好的防老化性能和防松动性，可以长年安全使用；

（4）极佳的电气性能：预绞式悬垂线夹由于其平滑的外轮廓及独特的尾端鹦鹉嘴处理工艺，避免了电晕现象的发生，降低了电磁损耗。

（5）导、地线采用节能型 FDZ 型防振锤，能有效抑制导、地线的振动，避免了由于振动导致的导线股的疲劳破坏和金具、绝缘子的损伤。同时，由于其采用稀土铝合金镀锌高强度钢绞线以及锤体套管热镀锌，最大限度地减少了防振锤的机械、化学磨损，有利于握力的稳定，不松动，提高了使用寿命，还基本消除了电磁损耗，节能效果明显，而且其平滑的外轮廓使电晕放电大大降低。

8.1.3 建筑节能减排的主要措施

- 1、建筑物及房间的朝向设置：配电装置楼朝向取南北朝向，建筑物面向主导风向充分利用自然通风降温；

- 2、门窗节能：在保证日照、采光、通风等要求后，尽量少开建筑物的外门窗，有效控制

窗墙比；提高外门窗的气密性，减少空调外渗，提高外门窗的隔热性能。减少外门窗本身的散热量，使用中空玻璃，改善门窗的隔热性能；

- 3、外墙节能：本工程外墙采用 240mm 厚多孔空心砖作为节能墙体，墙内侧抹水泥砂浆，墙外侧抹水泥砂浆后刷白色外墙涂料。降低外墙的吸热性能，提高外墙的隔热性能；

- 4、屋面节能：配电装置楼屋顶采用铺设 50mm 厚水泥聚苯板作屋顶保温层，以满足本地区的保温隔热要求。

8.2 环境保护

8.2.1 环境保护相关规范

- 1、电磁环境影响

（1）变、配电网的电磁环境影响应符合现行国家标准《电磁辐射防护规定》GB8702、《环境电磁波卫生标准》GB9175 和《高压交流架空送电线无线电干扰限制》GB15707 等有关规定。

（2）在变配电站设计中宜选用电磁场水平低的电气设备和采用带金属罩壳等屏蔽措施的电气设备。

- 2、噪声控制

变配电站噪声对周围环境的影响必须符合现行国家标准《工业企业厂界噪声排放标准》GB12348 和《城市区域环境噪声质量标准》GB3096 的有关规定。主变压器距离周边住宅、学校、医院等敏感建筑的距离宜大于 30 米以上，各类区域噪声标准值其取值不应高于表 8-1 规定的数值。

表 8-1 各类区域噪声标准值（Leq[dB（A）]）

类别	昼间（6：00-22：00）	夜间（22：00-6：00）
0	50	40
I	55	45
II	60	50
III	65	55
IV	70	55

注：1 各类标准适用范围由地方政府划定。

2 0 类标准适用于疗养区、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静的区域；

3 I 类标准适用于居住、文教机关为主的区域；

- 4 II类标准适用于居住、商业、工业混杂区及商业中心；
- 5 III类标准适用于工业区；
- 6 IV类标准适用于交通干线道路两侧区域。

变配电站宜选用低噪声设备。本体与散热器分开布置的主变压器，其本体的噪声水平，35kV-110kV 主变本体宜控制在 65dB（A）以下，散热器宜控制在 55dB（A）以下，整个变配电站的噪声水平应符合规范的规定。

变配电站在总平面布置中应合理规划，充分利用建（构）筑物、绿化等减弱噪声的影响。也可采取消声、隔声、吸声等噪声控制措施。

对变配电站运行时产生振动的电气设备、大型通风设备等，宜采取减振措施。

户内变配电站主变压器的外形结构和冷却方式，应充分考虑自然通风散热措施，根据需要确定散热器的安装位置。

3、污水排放

变配电站的废水、污水对外排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB8978 的有关规定。生活污水应排入城市污水系统，其水质应符合国家现行标准《污水排入城市下水道水质标准》CJ3082 的有关规定。

变配电站内可设置事故油坑。油污水应经油水分离装置处理达标后排放，其排放水质应符合国家现行标准《污水排入城市下水道水质标准》CJ3082 的有关规定，经油水分离装置分离出的油应集中储存、定期处理。

4、线路安全距离标准

（1）架空线路

a 在导线最大计算弧垂情况下，各等级架空电力线路导线与建筑物之间垂直距离不应小于下表的规定值。

表 8-2 架空电力线路导线与建筑物之间垂直距离

线路电压（kV）	1-10	35	110	220	500
垂直距离（m）	3.0	4.0	5.0	6.0	9.0

b 在最大风偏情况下，各等级架空电力线路边导线与建筑物之间安全距离不应小于下表的规定值。

表 8-3 架空电力线路边导线与建筑物之间安全距离

线路电压（kV）	1-10	35	110	220	500
安全距离（m）	1.5	3.0	4.0	5.0	8.5

c 输电线路的电磁场应避免对短波无线电台（站）的电磁干扰。各电压等级的电力线路与短波无线电（站）间的距离应满足下表要求：

表 8-4 电力线路与短波无线电（站）间的距离

无线电干扰源或障碍物名称	电压等级（kV）	保护距离（m）
高压架空送电线（单回路）	500	2000
	220-330	1600
	110	1000
	≤35	600
220-380 架空配电线		500

d 不同电压等级的架空线电力线路，与各级调幅广播收音台间的防护间距，应符合下表规定：

表 8-5 架空线电力线路与各级调幅广播收音台间的防护间距

防护间距	电压等级（kV）			
收音台等级	35	110	220-330	500
一级台	600	800	1000	1200
二级台	300	500	700	900
三级台	100	300	400	500

e 不同电压等级的架空电力线路与各级监测台（站）的防护间距应符合下表规定：

表 8-6 架空电力线路与各级监测台（站）的防护间距

防护间距	电压等级（kV）			
监测台等级	35	110	220-330	500
一级台	1000	1400	1600	2000
二级台	600	600	800	1000
三级台	100	300	400	500

（2）电缆线路

埋地电缆与其他管线平行或交叉的安全距离应满足现行《城市工程管线综合规划规范》（GB50289-2016）的要求。

表 8-7 工程管线的最小覆土深度（m）

序号		1		2		3	4	5	6	7	8
管线名称		电力管线		电信管线		直埋 热力 管线	燃气 管线	给水 管线	排水 管线	再生 水管 线	管沟
		直埋	保护管	直埋 及塑 料管	钢管						
最小覆 土深度 （m）	非机 动车 道 机 动 车 道	0.70 1.00	0.50 0.50	0.60 0.90	0.50 0.60	0.70 1.00	0.60 0.90	0.60 0.70	0.60 0.70	0.60 0.70	— 0.50

表 8-8 工程管线之间及其建（构）筑物之间的最小水平净距（m）

序号	管线名称			1	2		3	4				5		6		7		8	9	
				建 筑 物	给水管		污 水 雨 水 排 水 管	燃气管				热力 管		电力 电缆		电信 电缆		乔 木 及 ＜ 10k V	通 信 照 明 及 ＜ 10k V	
					d≤ 200 mm	d>2 00 mm		低 压	中压		高压		直 埋	地 沟	直 埋	缆 沟	直 埋			管 道
									B	A	B	A								
1	建筑物				1.0	3.0	2 . 5	0.7	1.5	. 0	4 . 0	6. 0 5	2 . 5	0. 5	0.5		1. 0	1. 5	3 . 0	
2	给 水 管	d≤200mm		1.0			1 . 0	0.5				1 . 5 0	1.5	0.5	0.5	1s.0		1 . 5	0.5	
		d>200mm		3.0			1 . 5													
3	污水雨水排水管			2.5	1.0	1.5		1.0		1 . 2	1 . 5	2. 0	1.5		0.5	1.0		1 . 5	0.5	
4	燃 气 管	低 压	P≤0. 05MPa	0.7	0.5		1 . 0	DN>300mm0.5				1.0		0.5	0. 5	1 . 0	1 . 2	1 . 0		

		中压	0.005 MPa<P ≤0.2 MPa	1.5		1 · 2				1	1								
			0.2MP a<p≤ 0.4MP a	2.0						· 0	· 5								
		高压	0.4MP a<p≤ 0.8MP a	4.0						1.0	1 · 5					1	2 · 0	1.0	1.0
			0.8MP a<p≤ 1.6MP a	6.0						1.5	2 · 0					2 · 0	4 · 0	1.5	1.5
5	热 力 管 线	直埋	2.5	1.5	1 · 5	1.0	1.0	· 5	2.0		2.0	1.0		1.5					
	地沟	0.5	0.5				· 0	4.0											
6	电 力 电 缆	直埋	0.5	0.5	0 · 5	0.5	0.5	1	1.5	2.0		0.5		1.0					
	缆沟							· 0											
7	电 信 电	直埋	1.0	1.0	1 · 0	1.0	0.5	· 0	1.5	1.0	0.5	0.5	1 · 0	1.0					

		管道	1.5				1.0						1.5	
8	乔木		3.0	1.5	1.5	1.2			1.5	1.0	1.0	1.5		
9	灌木		1.5		5						1.0			
10	地上杆柱	通信照明<10kV		0.5	0.5	1.0			1.0	0.6	0.5		1.5	
		高压铁塔基础边	≤35kV	3.0	1.5	1.0			2.0		0.6			
			>35kV		5	5.0			3.0		6			
11	道路侧右边缘			1.5	1.5	1.5	2.5		1.5	1.5		1.5	0.5	
12	铁路钢轨（或坡脚）		6.0	5.0					1.0	3.0	2.0		2.0	

表 8-9 工程管线交叉时的最小垂直净距 (m)

序 号	管线名称	1	2	3	4	5	6		7	
		给水管	污、雨水排	热力管	燃气管	再生水	电信管线		电力管线	
		线	水管线	线	线	管线	直埋	保护管 及通道	直埋	保护管
1	给水管线	0.15								
2	污、雨水排水管线	0.40	0.15							
3	热力管线	0.15	0.15	0.15						
4	燃气管线	0.15	0.15	0.15	0.15					

5	再生水管线		0.50	0.40	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.50	0.25
6	电信管线	直埋	0.50	0.50	0.25	0.50		0.25	0.25		
		保护管及管道	0.15	0.15	0.25	0.15		0.25	0.25		
7	电力管线	直埋	0.50	0.50	0.50	0.50		0.50	0.50	0.50	0.25
		保护管	0.25	0.25	0.25	0.15		0.25	0.25	0.25	0.25
8	管沟		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25	0.25	0.50	0.25
9	涵洞（基底）		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25	0.25	0.50	0.25
10	电车（轨底）		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	铁路（轨底）		1.00	1.20	1.20	1.20	1.00	1.50	1.50	1.00	1.00

8.2.2 变电站环境影响分析及措施

1、降低电磁辐射对环境影响的措施

变电站设计中，应尽量多采用三相设备，减少分相设备的使用，高压设备多选择 GIS 成套装置。

选择恰当的接入系统方式和地理位置。城区变电站的进出线在穿越居民区和人口稠密的地段时，应尽量采用电力电缆的方式或三相架空屏蔽线的方式，来降低电磁辐射。在变电站选址时，要充分考虑电磁辐射对环境的影响，尽量避开敏感区。

保证变电站与周边建筑物的距离满足低于电磁辐射影响的标准规定的限值的要求。在满足城市规划要求的前提条件下，结合自身特点，经可能与周边建筑物保持充裕的安全距离。

选择技术性能先进、产品质量优、节能型、符合环境保护规定、尽可能无油化的电气设备。采用综合自动化微机监控的无人值班运行方式。

在高压变电站周围种植绿化带。

2、变电站噪音污染的防治措施

噪音源：变电站噪声主要是变压器运行时产生的电磁噪声和机械噪声。电磁噪声主要是由硅钢片的磁致伸缩和绕组中的电磁力引起的，机械噪声则是设备振动、冷却风扇运转引起的。

预防措施：合理选择相导线结构以降低可听噪声水平，选用噪声水平达到国家规定允许的范围内的设备；

治理途径：新建变电站采用低噪声设备，在有条件的情况下，将现有的高噪声变压器逐步

更换为低噪声变压器，也可采取其他治理技术降低噪声对环境的影响噪声治理主要分 3 种情况，即噪声源治理、传播途径治理和个人防护。变电站噪声一般从噪声源和传播途径两方面进行治疗，降低变压器本身的噪声是最有效、最彻底的治理途径，但噪声源治理技术难度大，甚至需要设备的技术改进和优化；传播途径治理主要是采取隔声、吸声技术，在变压器外部采取消声或隔声措施，使噪声在传播到受声点的过程中衰减，降低到达受声点的噪声强度。

3、变电站建筑物与环境的协调

根据《城市电力规划规范》规定“城市变电站的外型，建筑风格应与周围环境、景观、市容风貌相协调”，变电站建筑特别是处于城市中心的室内站还需要与周围建筑、道路相呼应配合，考虑和地形、绿化等基地环境的协调一致，使建筑物与周边环境完整统一、配置适当，满足城市规划的总体需要。

城市环境是目前人民群众十分关心的问题，环境质量也越来越被公众所重视，因此变电站的环境设计在城市规划和建筑设计中也具有重要的地位。变电站的环境设计任务，就是根据国家现行的设计规范和电力行业的设计规程，按照经济、实用和安全的原则，在设计中应对废水、噪声、电磁辐射等污染采取必要的防范措施，减少其对环境的影响，从生理和心理两方面满足人们物质生活和精神生活的要求，其核心问题即协调人一变电站建筑—环境这三者间的相互关系。

8.2.3 电力线路环境影响分析及措施

1、输电线路的环境影响：

输电线路在运行过程电磁场对环境影响因素主要有下列三个方面：

输电线路下方及附近的电磁场对人、动植物的影响；

输电线路干扰波对邻近无线电装置产生影响；

高压线路电晕可听噪声。

另外，高压线路也对外部环境美观产生影响，同时，在线路施工中，也会对环境、水土、土地占用产生影响。

2、输电线路电磁辐射防治措施

输电线路电磁辐射防治的相关要求

《城市电力规划规范》的规定：“规划新建的 66kV 及以上高压架空电力线路不应穿越城市中心地区或重要风景旅游区；不应在城市中心地区、高层建筑群区、市区主干道、繁华街道等处建设。”架空线穿越居民区或跨越房屋时必须有：导线对地面最小距离 7.0m(110kV)/7.5m

（220kV）、导线与建筑物之间最小垂直距离 5.0m（110kV）/6.0（220kV）以及边导线与建筑物之间最小距离（水平）4.0m（110kV）/5.0（220kV）的限制。500kV 线路禁止穿越居民区或跨越房屋，其边导线垂直投影下两侧 5 米范围内房屋必须拆迁。若在建设中无法避开居民区，可以考虑铺设地下电缆，或则把杆塔设计高度至少达到国家标准。

预防措施：线路尽可能远离或避开居民区、环境敏感区；综合比较，合理选择路径方案，使所选路径环境影响最小；在线路设计中严格按规程执行，适当选用塔型、塔高，以尽量减少路径走廊宽度及降低线路走廊下的电磁场强度；选用先进施工方法以减少树木的砍伐。

治理途径：对工程设计中或建成投运后，仍不能满足要求的，应加隔离墙。

3、输电线路水土保持、减少占地面积的措施

在工程中尽量减少降基，做到塔腿基面零开挖。在设计中对杆塔尽量采用全方位高低腿。对于坡度较大地形，高低塔脚已用到最大高差，仍不能平衡地面高差时，可在基础设计中采用基础主柱升高的方式来适应塔位地形。基本做到基面不开挖土石方而维持原地形地貌。同时为减少土方开挖量，避免基坑大开挖，在基础设计中尽量采用原状土基础。

基础大量开挖后，不但破坏了塔位原有的天然植被，而且使原稳定土体受到扰动。为此对边坡保护范围内不够的回填土作挡土墙，对自然坡面易风化的做护面，对土坡和排水不畅的做排水沟，避免塔位冲刷；对处理基面易冲刷和流失的塔位在上述方法仍不能满足要求的，采用基面重新植被，大规模的护面以及喷浆的方法处理基面；

4、架空线路与环境的协调

架空线路更要注意其外观对环境美感的影响。国际大电网会议第 22 研究委员会报告的最终版本《输电线路与环境》中指出：架空输电线路对环境不会造成太大的威胁，因为它不污染空气，土地和水。问题主要在于线路本身的直观美感。在欧美发达国家，社会舆论反应最为强烈的则是架空线路的外部造型。因此国外设计架空线路时，力求使架空线路的杆塔、导线和绝缘子串因地制宜，通环境景物巧妙的协调，不至破坏当地风景。因此可以考虑在布局规划中考虑采用美观的杆塔外形（如钢管杆、钢管组合塔、窄基塔）。

第 9 章 结论与建议

9.1 主要结论

(1) 本次城乡电网规划通过对现状电网进行分析和负荷预测,并结合山东省电网及济南市电网的相关规划,提出了城市配电网规划的各项技术要求,确定了规划年配电网规划方案,确定了变电站占地和电力线路走廊,并对电力网的建设改造规模进行了汇总。

(2) 满足社会经济发展的需要。

规划实施后,能够满足城区经济发展对供电的要求,为经济发展和城市的发展奠定良好的基础。

(3) 网架结构更加合理。根据规划,电网将逐步形成结构清晰合理的骨干网架,适应性强。方案实施后,配电网络的运行完全满足安全、稳定、经济的要求,调度方式灵活。供电可靠性的提高,保障了社会和经济稳定发展。

(4) 电能质量进一步提高。随着网络结构日益完善,电网线路长度大为缩短,线路截面分布情况合理,将使电网电压质量得到明显提高,无论对保证企业用电的安全,还是促进居民生活水平的提高,都起到一定的作用。

(5) 符合城市总体规划,符合城市定位

本规划以城市总体规划为依据,统筹安排、综合协调各项电力设施在城市空间中的布局。规划实施后,城乡电网供电设施满足城乡电网要求,并与市容环境相协调,适应城市建设的特点,符合城市定位。

9.2 政策及组织实施建议

(1) 将电网规划纳入地方国民经济发展总体规划、城市总体规划中,将电网规划和市政建设规划有机的结合,按规划预留站址和线路走廊,需要各级政府,尤其是规划、土地、环保等部门的大力支持。及时将电网规划项目的用地指标与土地总体利用规划衔接,城乡规划修编时,应与电网规划相结合进行同步调整。

(2) 各级政府及部门应切实维护电网规划的严肃性,对纳入城乡各级规划的电力线路廊道,予以严格保护,不得擅自变更,不得在电力线路廊道内审批影响电力线路施工、安全运行的其他建设项目。

(3) 电网规划经人民政府批准发布,并纳入城市总体规划及土地利用总体规划后,任何公民、法人或者组织不得非法占用已规划用于电力设施建设的土地,不得随意改变其使用性质。

(4) 高压线路廊道的规划控制管理是一件十分重要的工作,涉及到市、区各级政府和规划、国土、水利、环保、交通等职能部门,需要各级相关部门的通力协作,才能确保该项工作顺利开展。建议建立以分管市长为组长,各相关职能部门一把手为成员的领导小组,同时设立以供电公司分管领导为组长,各相关职能部门专业人员为成员的工作小组,并建立周例会沟通机制,及时解决工作过程中发现的问题,确保该项工作顺利进展。