

Abstract

County seat is the basic unit of our country's administrative area since Chunqiu and Warring States Period. There are at all 2861 county seats in our country at present. Their area, population and GDP are respectively above 94%, 73% and 52% of total nation's. These years, the work of "three Nong" (that is farmers, countryside, agriculture) is attached great importance by the nation, and thus the economy of county seat develops rapidly, the demand of electric energy is becoming more and more, and substantive capital is required to strengthen the construction of electric power network every year. So the county power network planning is vital to ensure the sequenced development of the county power network and meet the county economy.

There are already much research works on power system planning and great application achievements are obtained. Now in county power network researching field, it is a key subject to make theoretic research achievements more implementable by multi-angle and full-orientation studies on county power network planning utilizing advanced scientific methods and former research achievements.

In county power network planning, the problems of load forecasting, substation location and transmission network planning are the most important and difficult. Load forecasting is foundation of county power network planning, and exact load forecasting is propitious to decide reasonable transmission and distribution network construction plan so as to improve the stability of power network safe operation, guarantee the electric power demand and better the reliability of power supply. Substation is the junction of county power network, so if the location of substations can be programmed scientifically and reasonable locations are choosed on the base of reasonable number and capacity of planning substations, it can has a great influence on the rationality of whole network construction and the reliability, security and economic efficiency of its operation. Transmission network is the bridge of county power network. The goal of transmission network expanding and optimizing is to seek the optimal power network investment decision, which is to fix the optimal power network struction

according to the result of load forecasting and substation planning project, so as to guarantee the whole power system safe, reliable and stable development for long term.

The main work of this paper is discussing how to make load forecasting exact and solving optimization planning of substation locating and the problem of optimizing transmission network structure imploying the examle of Linan county power network planning. From the viewpoint of reliability and economic efficiency, how to plan a reasonable power network construction, which not only can adapt the request of county economy development and the reliablity and security of power network, but also the investment fund of county power network construction must be minimized, is also studied in this paper.

Key words: county power network planning, load forecasting, transmission and distribution network planning, investment benefit.

第 1 章 绪论

电力工业是县域国民经济的重要基础产业，也是重要的公共事业。电力发展，电网先行。随着经济的不断发展和用电趋势的增长，电网建设不仅要与电源、负荷协调发展，还要具有适度超前意识。但是由于一些体制、政策、技术和历史上的原因，我国县域经济电网规划发展不合理，导致高压电网网架脆弱、中低压配电网容量不足；供电可靠性不高；线损率高；电压质量不高等一系列问题，不仅阻碍了县域经济的发展，还造成了资源的严重浪费。

电网规划作为电力工业发展的龙头既关系到电力系统的正常运行，又关系到电力产业的可持续发展。因此，做好电网规划工作，构建“安全、可靠、经济、高效、开放、灵活”的电网是当前电力工作和研究人员的重要工作。

通常，电网规划工作的内容主要包括以下几个方面。

- (1) 分析电网布局与负荷分布的现状，进行负荷需求预测；
- (2) 分别进行总体、分层、分区的电力电量平衡；
- (3) 进行电源点（电厂、变电站）的容量、数量规划和布点工作；
- (4) 对电网结构进行整体规划；
- (5) 对规划水平年的城市电网进行经济性、可靠性、安全性分析。

面对县域国民经济发展的要求，顺迎时代发展的形势，县域电力系统规划受到新观念、新技术、新理论、新方法的启迪和激励，目前国内外已有许多电力系统规划的科学方法和研究成果，并且应用成果显著。应用先进的科学方法和研究成果，对县域电网进行多角度、全方位的思考和认识，使理论研究成果在具备科学性、先进性的同时，兼具可实施性是县域电网研究领域的一个重点课题。

1.1 立题意义

县域电网规划研究以其庞大复杂性、多重约束、多目标性等特点在整体电网规划中占据着重要的地位。在县域电网规划中，负荷预测、变电站布点问题和输电网络规划是其中的重点与难点。

变电站作为电力系统的重要组成部分，既是上级电网（电厂）的负荷点，又是下级电网的电源点，在研究确定规划变电站数量和容量的基础上，对变电站址进行科学地规划，选择合理的布点位置，对保证电网整体建设的合理性与其运行的可靠性、安全性和经济性都有着重要影响。

负荷预测是县域电网规划等工作的重要基础，准确的负荷预测有利于确定合理的输变电网络的建设计划，提高电网运行的安全稳定性，有效地降低发电成本，保证用电需求，增强供电可靠性，从而提高电力系统的经济效益和社会效益。

输电网络（本文是指 220kV、110kV 和 35kV 电压等级）是连接电源（变电站）和下一级配电网（负荷）的枢纽。输电网络扩展优化的目标是寻求最佳的电网投资决策以保障整个电力系统长期最优、安全、可靠、稳定地发展，即根据规划水平年的负荷预测结果及变电站规划方案，确定相应最佳的电网结构。

做好县域电网规划工作的具体意义如下：

县域，自春秋战国时期以来，一直是我国行政区划的基本单位。县域经济是国民经济中具有综合性和区域性的基本单元。至 2005 年末全国县级行政区划有 2861 个（香港特别行政区、澳门特别行政区、台湾省除外），其中：市辖区 845 个，县级市 374 个，县 1470 个，自治县 117 个，旗 49 个，自治旗 3 个，特区 2 个，林区 1 个。全国县域经济（市辖区和福建省金门县除外）的面积占国土面积的 94%以上，人口占全国总人口的 73%以上，GDP 占全国 GDP 的 52%以上。

近几年来，党中央国务院十分重视“三农”工作，做出了建设社会主义新农村的战略部署，农村经济社会得到了快速发展，县域经济的发展对电能的需求越来越大，国家每年都要投入大量的资金来加强电力建设，以保证用户需求，对这些投资若能节约一个较小的百分数，其绝对值就相当可观。而电力系统是一个有机的整体。任何电厂、变电站或高压输电线路的投运，都将在不同程度上影响电力系统的运行和今后的发展。因此，做好县域电网规划工作中的变电站和输电网络规划，无论从经济上还是技术上都具有非常重要的意义。

在县域电网规划中，单项问题的优化规划是整体电网优化规划的基础。科学合理地确定确定站的容量、位置及供电范围，有利于电力系统的运行管理，减少系统跨区域交叉供电，提高电力系统管理和运行的效率。而对输电网络结

构进行优化规划，可以提高电网整体的供电可靠性和供电质量，为下一级配电网的优化提供良好的基础。另外，高压变电站站址的优化规划是输电网优化规划的前提与基础，前者的优化规划可为后者的优化规划工作带来很大的方便，当然两者也可以结合在一起进行统一优化。

1.2 国内外研究动态

电网规划中存在着大量不确定和不知道的因素，难以用数学模型描述，许多时候只能依靠规划工作人员的经验来完成工作，规划工作缺乏科学性。因此在电网规划中运用科学、先进的理论方法和研究成果，不仅可以大大减少电网规划人员的工作量，还保证了规划成果的科学性、准确性。目前，国内外有许多关于电网规划的文献和理论研究成果，专家们已逐步将计算机、数学、地理信息技术、智能优化算法等先进的科学技术应用到实际规划工作中。

国内外已有的相关理论和应用如下。

1.2.1 计算机技术的应用

在进行电网规划之前，需要收集大量有关电网和电力系统发展的历史数据，如需要电网现状分析、规划地区未来规划发展方向等，并对这些信息加以分析。完全依靠规划工作者的经验规划未来电网，不仅会造成大量的时间和人力资源的浪费，而且传统的规划方法已经不能满足现代化建设的要求。为保证规划工作的科学性和规范性，迫切要求研究满足实际要求的电网规划理论，开发高效、方便、实用的具有智能决策功能的电网规划计算机辅助决策系统。计算机技术的应用既是我国现代电网建设当前的迫切需要，也是今后长期发展必要的科学手段。

目前，国内外的一些电力部门和软件公司已经共同开发研制出了一些电网规划软件，这为提高电网规划工作的水平发挥了重要的作用，同时也为计算机技术在电网规划工作中的应用积累了宝贵的经验。

1.2.2 地理信息系统的应用

地理信息系统 (Geographical Information System, 简称 GIS) 是计算机、地理学、测量学、地图学等多门学科综合的技术, 其核心技术是计算机科学, 基本技术是数据库、地图可视化及空间分析, 是处理地理数据的输入、输出、管理、查询、分析和辅助决策的计算机系统。同时, GIS 也是一种特定而又十分重要的空间信息系统, 它不仅研究如何采集、存储、管理和描述整个或部分地球表面与空间地理分布有关的信息, 更注重研究计算机技术与空间地理分布数据的结合, 通过一系列空间操作和分析方法, 为地球科学、环境科学和工程设计, 乃至对企业经营提供规划、管理和决策所需的信息。随着计算机软硬件技术的发展与普及, GIS 进入了全面发展和应用的阶段。近年来, 在电网规划方面, 应用 GIS 进行变电站站址的寻优定位在实际规划工作中发挥了较大的作用。

1.2.3 各种优化方法的应用

近几十年来, 对电网规划优化方法的研究已取得了很大的进展, 国内外有很多文献报道了各种优化方法在规划工作中的应用, 这些方法可大致分为启发式优化方法、传统数学优化方法和智能优化算法等, 具体如下所述。

(1) 启发式优化方法。该方法是以直观分析为依据的算法, 通常基于系统某一性能指标对可行路径上一些线路参数的灵敏度, 根据一定的原则, 逐步迭代直到得到满足要求的方案为止。这种方法直观、灵活、计算时间短, 便于人工参与决策, 且能给出符合实际工程的较优解。缺点是难以选择既容易计算又能真正反映规划问题实质的性能指标, 并且当网络规模大时, 对于任何一组方案其差别都不大, 难以优化选择, 得到的最优解或者缺乏数学意义上的最优性或者只是局部最优解。在输电网规划中常用的启发式方法有灵敏度分析法、支路交换法和专家系统等。

专家系统 (Expert System, 简称 ES) 在电力系统中的应用研究自 1980 年以来已逐步形成一个热门研究课题。它主要是由规则库和推理机组成, 规则库中存储着规划专家在实际规划工程中积累的大量经验或建议, 推理机则具有

推理的能力，即能够根据规则库进行分析和判断，并推导出结论。专家系统的特点在于其符号表达、逻辑推理及渐进式搜索能力。目前已被规划部门应用于实际规划工程中，并充分显示了优越性。但专家系统由于获取信息的不完全导致其可靠性不高，因而在实际应用中具有一定的局限性。

(2) 传统数学优化方法。数学优化方法是将输电网规划问题用数学优化模型进行描述，然后通过一定的算法求解，从而获得满足系统要求的最优规划方案。这种方法由于考虑了电网的决策变量与运行变量等之间的相互关系，并将实际规划问题采用优化方法求解，因而在理论上更严格，并保证了方案的最优性。但由于规划问题属于大规模的组合数学问题，计算时间长、占用计算机内存大，对于实际的大规模系统求解困难很大。因此，优化方法在建立模型时不得不对具体问题作大量简化。此外，有些规划决策因素难以用数学模型来表达，所以由优化方法求出的数学意义上的最优解未必是符合实际的最优方案。数学优化方法可分为确定性优化方法及不确定性优化方法。前者包括线性规划法、非线性规划法、动态规划法、整数规划法、图论及网络流法等；后者则包括随机规划法、模糊规划法等。相对来讲，确定性方法已难以适应新的环境，因此出现了可以较为有效地处理随机因素和模糊因素的不确定性方法。

随机规划法：将以往的经验 and 规律采用统计参数来表示，然后在随机环境中对未来环境和参数采用概率方法进行处理，通过运行模拟的方法得到评价指标，为随机规划提供数据。由于随机规划法对不确定性因素的处理需要大量的原始数据，同时其计算量大、所费机时较长等缺陷限制了其应用的广泛性。为弥补这些不足，出线了一些改进的方法，如随机动态规划方法等。

模糊规划法：在进行规划之前对各种数据、专家经验和语言规则等资料进行模糊化处理，对输入输出之间的关系通过模糊规则来描述。将模糊集理论与专家系统、决策支持系统等结合起来，以及利用模糊集理论改进了传统规划方法的柔性和强壮性，被证明是行之有效的。

(3) 智能优化算法。启发式优化方法和传统数学优化方法等传统的规划方法在理论研究方面已经比较成熟，在工程应用中也取得了较好的经济效益和社会效益。在近二十年的优化领域中，基于随机化技术的智能优化算法正在迅速发展，并得到日益广泛的应用，实践证明这些方法普遍来说具有比较传统优

化方法更好的全局优化能力。

遗传算法 (Genetic Algorithm, 简称 GA): 是模仿生物进化过程的一种方法, 由于其独特的优越性在电力系统的许多领域中得到了应用。其主要思想是通过列出或随机产生一组待选规划方案作为祖先, 经编码后生成一个个“染色体”, 评价其中各方案的好坏, 并通过交叉、变异等多次作用, 产生出具有更好品质的子代、孙代, 直到取得最优的结果为止。与传统方法相比, GA 具有多路径搜索、隐含并行性、随机操作等特点, 同时它对数据的要求低, 基本上不要探索空间的知识或其他辅助信息, 采用概率变迁规则来指导搜索方向, 使其具有明确的搜索防线, 提高了算法的鲁棒性。遗传算法已在输电网规划中得到了一定的应用。

进化规划算法 (Evolutionary Programming, 简称 EP): 不需要对变量进行编码和解码, 与遗传算法相比, 更适合连续优化问题。采用该方法进行输电网规划时, 需在所要考虑的电网中列出所有的待选线路, 计算出最为合理的潮流分布, 去掉潮流小于某一阈值的支路后得到的网络方案即为所求的最优方案, 其处理的是支路潮流这一连续变量。进化规划与遗传算法的主要区别是, 进化规划采用控制参数而不是它们的编码; 进化规划每代的选择过程是竞争和变异, 而遗传算法是复制、交叉和变异。采用进化规划的缺点是计算量大、计算时间较长。

模拟退火算法 (Simulated Annealing, 简称 SA): 是基于金属退火的机理而建立起来的一种全局优化方法, 以马尔柯夫链的遍历理论为基础的一种适于大型组合优化问题的随机搜索技术, 能够以随机搜索技术从概率的意义上找到目标函数的全局最优解。算法的核心在于模仿热力学中液体的冻结与结晶的冷却和退火过程, 采用 Metropolis 接受准则避免落入局部最优, 渐近收敛于全局最优。但 SA 为使每一冷却步的状态分布平衡很耗费时间, 而且属于单点寻优, 对存在多个最优解的问题不具有遗传算法的优势, 还需要改进。模拟退火算法在电网规划中的应用起步较早, 并已得到了一定的应用。

禁忌搜索算法 (Tabu Search, 简称 TS): 是一种高效的用于解决组合优化问题的启发式搜索算法, 其特点是采用了禁忌技术, 用一个禁忌表记录已经到达过的局部最优点, 在下次搜索中, 利用禁忌表中的信息不再或有选择地搜

索这些点，以此来避免落入局部最优解。虽然在数学上还不能严格证明该算法一定能够达到最优解，但是通过在输电网规划中的应用，均取得了令人满意的结果。

蚁群优化算法（Ant Colony Optimization，简称 ACO）：是意大利学者 M. Dorigo 受蚂蚁觅食行为的启发而提出的一种新型组合优化算法，具有正反馈、分布式计算等特点，已在输电网规划中得到了初步的应用。

人工神经网络方法（Artificial Neural Network，简称 ANN）：具有天生并行处理的优势，但其训练非常复杂耗时，并且易陷于局优解，对完全没有学习过的复杂网络其求解结果更不理想，因此在输电网规划中的应用不多。

1.2.4 多目标规划理论的应用

多目标电网规划是将电网规划的经济性和可靠性有机地结合，使优化方案的综合效益达到最佳，适应了现代电网规划的实际需要。同时，多目标电网规划以供应方开发成本最小和需求方缺电成本最小为优化目标，兼顾供需双方的利益，提高了规划方案的综合社会效益。另外，还可以对规划方案的经济性和可靠性进行灵活地评价和比较，并能正确地反映投入资金与可靠性指标增幅之间的确定关系，从而使电网规划的成本计算更为准确，为今后在市场机制下合理地制定电价奠定了基础，更加适应了电力市场发展的需要。目前，综合考虑经济性和可靠性的多目标电网规划方法大致可分为以下 3 类：

- （1）以可靠性为目标的规划方法。如灵敏度分析法等，这类方法能够体现可靠性指标的改善与资金投入之间的关系，但实用性较差，一般只能用于网架的局部扩展设计，不适用于大规模的输电网规划设计。
- （2）将可靠性指标作为约束条件加入优化问题得到满足一定可靠性要求的规划方案。常用的可靠性约束是“N-1”准则，在更为严格的条件下，可采用“N-2”甚至“N-K”。但该方法不能灵活地处理规划方案的经济性和可靠性之间的关系，无法获得综合效益最佳的优化方案。
- （3）在目标函数中综合考虑经济性和可靠性要求，将可靠性指标转化成经济形式加入目标函数，求得综合成本最低的网架方案。

1.2.5 不确定性理论的应用

不确定性条件下的规划已在电力系统各领域的研究取得了一定的进展。随着时间的推移和计算机技术的更新换代,优化问题的主要矛盾不在于运行速度而在于建立问题的数学模型和求解算法,不确定规划理论的建立和发展正是当前这一方面的国际研究潮流的具体体现。目前,不确定性条件下输电网网络规划还未有深入的研究,这也是一个非常值得研究的课题。

1.3 本文主要工作

县域经济发展带动电力需求的不断增长是县域电网发展的原动力。县域电网的规划建设,起着承上启下的作用,一方面要接受上一级输电网或地方电厂的电力,另一方面还要起着向下一级中低压配电网提供电源的作用。如何保证县域高压配电网既有充足的接受电力的能力,又能安全可靠地给下一级中低压配电网提供优质可靠的电源,是县域高压配电网规划所要解决的主要任务。

本毕业论文的主要工作是以临安电网为实例探讨如何根据设计区域内的县域经济需求及其发展情况确定负荷、合理的变电站站址、容量和输电网系统结构,具体如下:

- 1) 充分考虑电力需求的增长以及负荷的空间分布,进行电力需求的正确预测;
- 2) 分层确定规划区内目标年及中间年的高压变电站站的位置、容量;
- 3) 进行现状年输变电网的分析,规划目标年及中间年的输电网;提前预留线路走廊和站址,为今后发展留有余地。
- 4) 对规划的输变电网进行可靠性和经济性分析。

论文的主要工作是以临安电网为实例解决负荷的准确预测、变电站站址寻优问题和输电网网架结构优化问题。从可靠性和经济性分析出发,研究如何做到既能适应现代建设发展和用电负荷逐步增长的要求,又能满足电网可靠性、安全性的要求,同时,还可以使电力部门的投资费用最小化。

第 2 章 县域电网规划的理论与方法

2.1 县域电网规划的基本内容

2.1.1 分析县域电网现状并明确存在的问题

分析县域电网现状，明确存在的问题，这是县域电网规划的基本出发点。我国县域电网的现状共性的特点是：电网发展较快，但用电水平较低；电网有较大发展，但电力网机构仍十分薄弱；水利资源丰富，但开发利用程度较低；电力技术装备有较大进步，但仍落后于世界先进水平；电网的供需矛盾仍比较突出；动力资源的分布与用电用户的分布很不协调。认真地研究和分析县域电网的现状，找出存在的主要问题，并根据县域经济的发展战略目标寻找切实可行的解决县域电网发展的主要问题的措施，既是县域电网规划的出发点，也是县域电网规划的基本内容。

2.1.2 预测县域需要的电力电量、负荷及区域分布

县域国民经济和人民物质文化生活对电力电量的需求的不断增长是县域电网发展的基本推动力和基本依据。因此，准确地预测用户对电力电量的需要量及其特性，是县域电网规划的基础工作。由于种种原因，负荷预测的准确度难以把握，而且预测工作本身也十分复杂，尤其是对比较远景的负荷需求进行预测困难更大，所以，在县域电网规划工作中，应该化很大的力量开展负荷预测工作。目前，用于负荷预测的方法较多，但是没有任何一种方法能保证在任何条件下均能获得满意的预测结果。因此，在具体做县域电网规划时，往往需要同时采用几种方法进行预测，将不同方法的预测结果加以比较，然后，规划人员或有经验的预测人员根据获得的有关信息和个人的经验对预测的结果进行分析，并作出必要的调整。

2.1.3 确定县域电网建设的目标和基本任务

一般在县域电网规划中要明确下列目标和任务

1) 确定县域电网建设规模。根据负荷预测和对电力建设条件的分析,确定县域各区块各个时期电力建设的总规模,及主要电力项目的建设规模。

2) 制定县域电网建设原则。应根据本县域的地理环境和县域经济的发展战略等条件,在县域电网规划中制定本县域的电网建设原则。

3) 规划主电力网网架。根据电源布局和电力负荷的分布,规划好主电力网网架,电力网络机构,枢纽变电所的主接线方式。

4) 提出应用新技术和新设备的要求。在县域电网规划中应提出主要的送、变、配电设备的技术要求和引用国内外先进电力科技的要求。

5) 部署县域电网建设工作计划。根据县域电网规划的目标,制定出县域电网建设各工程项目的建设计划,从而有序地开展各电网建设项目的前期工作。

6) 投资预测和资金筹措。根据规划项目估算投资总额,预测资金来源,对重大项目应论证其投资效益及项目偿还投资的能力。

2.2 负荷预测的理论与方法

2.2.1 负荷预测经验技术与经典技术

1) 专家预测法。专家预测法分为专家会议法和专家小组法。专家会议法通过召集专家开会,面对面地讨论问题,每个专家能充分发表意见,并听取其他专家的意见。专家小组法是专家们不通过会议形式,而是通过书面形式独立地发表个人见解,专家之间相互保密,经过多次反复,给专家以重新考虑并修改原先意见的机会,最后综合出预测结果。相比之下。专家小组法克服了专家会议法的不足缺点,节约专家们的时间和行程费用,专家们可以方便地安排时间、思考问题。

2) 类比法。类比法是对类似事务作对比分析,通过已知事物对未知事物或新事物作出预测。在用类比法的时候,用于比较的两个事物对研究的问题要具有相似的主要特征,这是比较的基础。

3) 主观概率预测法。主观概率预测法是请若干专家来估计某特定事件发生的主观概率, 然后综合得出该事件的概率。

4) 单耗法。单耗法即单位产品电 5 日日耗法, 是通过某一工业产品的平均单位产品用电量以及该产品的产量, 得到生产这种产品的总用电量。

5) 负荷密度法。负荷密度法是从某地区人口或土地面积的平均耗电量出发作预测。

6) 比例系数增长法。比例系数增长法假定今后的电力负荷与过去有相同的增长比例, 用历史数据求出比例系数, 按比例预测未来发展。

7) 弹性系数法。由以往的用电量和国民生产总值来求出它们的平均增长率, 从而求得电力弹性系数, 再根据未来的国民生产总值的增长率来求得未来电力需求增长率。

2.2.2 电力负荷回归模型预测技术

电力负荷回归模型预测技术就是根据过去的历史资料, 建立可以进行数学分析的数学模型, 对未来的负荷进行预测。从数学上坎, 就是用树立统计中的回归分析方法, 即通过对变量的观测数据进行统计方向, 确定变量之间的相互关系, 从而实现预测的目的。

三项内容:

1) 参数拟合

2) 预测可信度分析 (回归估计)

3) 预测误差分析 (置信区间计算)

■ 一. 线性回归法

$$Y_i = a + bX_i + \xi_i; \quad \xi_i: \text{随机误差}$$

$$\hat{Y}_i = a + bX_i$$

规范化:

$$Y_i = a + b(X_i - \bar{X}) + \xi_i = \hat{Y}_i + \xi_i$$

$$\text{其中: } \hat{Y}_i = a + b(X_i - \bar{X}); \quad \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i$$

1. 参数拟合

$$Q = \sum \xi_i^2 = \sum [Y_i - a - b(X_i - \bar{X})]^2$$

使得 $\frac{\partial Q}{\partial a} = 0, \frac{\partial Q}{\partial b} = 0$, 可得:

$$\frac{\partial Q}{\partial a} = 0 \Rightarrow \sum [-2(Y_i - a - b(X_i - \bar{X}))] = 0$$

$$\Rightarrow \sum Y_i = \sum a + b \sum (X_i - \bar{X}) = Na$$

$$\because \sum (X_i - \bar{X}) = 0 \quad \Rightarrow \quad a = \bar{Y}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b} = 0 \Rightarrow \sum (X_i - \bar{X}) [Y_i - a - b(X_i - \bar{X})] = 0$$

$$\text{或 } \sum (X_i - \bar{X}) \xi_i = 0 \quad \Rightarrow \quad b = \frac{\sum Y_i (X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\because \sum (X_i - \bar{X}) a = 0$$

2. 回归估计

R 平方系数估计—描述的是预测结果的可信性

$Y_i - \bar{Y} = (Y_i - \hat{Y}_i) + (\hat{Y}_i - \bar{Y})$, 两边平方求和后得

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + 2 \sum (Y_i - \hat{Y}_i)(\hat{Y}_i - \bar{Y})$$

交叉项:

$$\begin{aligned} & 2 \sum \xi_i (a + b(X_i - \bar{X}) - \bar{Y}) \\ &= 2a \sum \xi_i + 2b \sum \xi_i (X_i - \bar{X}) - 2\bar{Y} \sum \xi_i = 0 \end{aligned}$$

$$\because \sum \xi_i = 0, \quad \sum \xi_i (X_i - \bar{X}) = 0$$

$$\therefore \sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (1)$$

方程 (1) 中左边为 Y 的总方差, 右边第一项为残余方差, 第二项为被注释方差。

$$\text{定义: } R^2 = \frac{\text{被注释方差}}{\text{总方差}} = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

可见 R^2 越大, 残余方差减小, 结果越好。通常要求 $R^2 \geq 0.9$

3. 置信区间

a 真实值=a 计算值±a 的置信区间 → $a=\bar{Y}$

b 真实值=b 计算值±b 的置信区间

b 置信区间= $K_b\xi_b$

其中: K_b 是标准参数 ξ_b 是标准差

$$\xi_b = \frac{\sigma}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2}} \quad \sigma^2 = \frac{1}{N-2} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

通常, 认为预测值满足正态分布

置信度%	50	90	95	98
Kb	0.66	1.65	1.96	2.33

当历史数据较少, 预测值满足学生分布:

自由度(N-2)	5	10	15	20]
95%置信度时 Kb	2.57	2.23	2.1	2.09	1.96
95%置信度时 Kb	2.02	1.81	1.75	1.73	1.65

二. 多元线性回归

设变量 Y 与多个变量 X_1, X_2, \dots, X_p 有关, 可用线性拟合

其相关性: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \xi$

系数的拟合采用最小二乘法。

拟合曲线为: $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p$

设有历史数据: $Y(t), X_1(t), X_2(t), \dots, X_p(t) \quad t=1, 2, \dots, n$

$$\begin{aligned} \text{则误差平方和 } Q &= \sum_{i=1}^n \xi_i^2 = \sum_{i=1}^n [Y(t) - \hat{Y}(t)]^2 \\ &= \sum_{i=1}^n [Y(t) - \beta_0 - \beta_1 X_1(t) - \dots - \beta_p X_p(t)]^2 \\ \text{由 } \frac{\partial Q}{\partial \beta_0} &= 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial \beta_j} = 0, \quad j=1, \dots, p \end{aligned}$$

计算可得矩阵如下:

$$\begin{bmatrix} N & \sum X_1(t) & \sum X_2(t) & \cdot & \sum X_p(t) \\ \sum X_1(t) & \sum X_1^2(t) & \sum X_1(t)X_2(t) & \cdot & \sum X_1(t)X_p(t) \\ \sum X_2(t) & \sum X_1(t)X_2(t) & \sum X_2^2(t) & \cdot & \sum X_2(t)X_p(t) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sum X_p(t) & \sum X_1(t)X_p(t) & \sum X_2(t)X_p(t) & \cdot & \sum X_p^2(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \beta_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y(t) \\ \sum X_{1(t)}Y(t) \\ \sum X_{2(t)}Y(t) \\ \cdot \\ \sum X_{p(t)}Y(t) \end{bmatrix}$$

$$\text{定义} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{p1} & X_{p2} & \cdots & X_{pp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \cdots & X_{p1} \\ 1 & X_{12} & \cdots & X_{p2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1p} & \cdots & X_{pp} \end{bmatrix} = X^T X$$

$$\text{则上式可写成 } X^T X B = X^T Y \Rightarrow B = (X^T X)^{-1} X^T Y = X^{-1} Y$$

$$\text{复相关系数} R = \sqrt{\frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad \text{标准差} \delta = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2 - \sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{N}}$$

2.2.3 电力负荷灰色预测技术

一个系统内部关系明了的，称为白色系统，完全不清楚的称为黑色系统，部分清楚，部分不清楚的称为灰色系统。灰色系统理论认为任何随机过程都是在一定幅值范围、一定时区内变化的灰色量，称随机过程为灰色过程，在处理技术上，灰色过程是通过原始数据的整理来寻找数的规律的，这叫数的生成，这是一种就数找数的现实规律的途径。

负荷预测问题是灰色系统问题。

■ 灰色预测步骤如下：

1) 原始数据处理:如给定 $x(0)=(x_1(0), x_2(0), \dots, x_n(0))$

首先累加：

$$X_{(j)}^{(1)} = \sum_{i=1}^j (X_{(i)}^{(0)}) = X_{(j-1)}^{(1)} + X_{(j)}^{(0)} \quad j=1,2,\dots,n$$

2) 建立微分方程 GM(n,h) n:方程阶数,h:变量数

考虑一个变量一阶的情况即 $n=h=1$

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b$$

2.2.4 电力负荷预测技术的新发展

1) 优选组合预测技术。优选组合预测有两类概念，一是指将几种预测方法所得的预测结果，选取适当的权重进行加权平均的一种预测方法；二是指在几种预测方法中进行比较，选择拟合优度最佳或标准离差最小的预测模型作为最

优模型进行预测。

2) 专家系统预测技术。专家系统是一个用于基于知识的程序设计方法建立起来的计算机系统,它拥有某个特殊领域内专家的知识 and 经验,并能像专家那样运用这些知识,通过推理,在那个领域内作出智能决策。它由知识库、推理机、知识获取部分和解释界面组成。

3) 神经网络预测技术。神经网络预测技术模仿人脑的智能化处理,对大量非结构性、非精确性规律具有自适应功能,具有信息记忆、自主学习、知识推理和优化计算的特点,特别的,其自学习和自适应功能是常规算法和专家系统技术所不具备的。

4) 小波分析预测技术。小波分析是一种时域——频域分析方法,它在时域和频域上同时具有良好的局部化性质,并且能根据信号频率高低自动调节采样的疏密,它容易捕捉和分析微弱信号以及信号、图像的任意细小部分。

2.3 规划的理论与方法

县域电网规划的一般工作方法可概括为:认真进行调查研究,认识县域电网的客观规律;应用辩证唯物主要基本原理和数理统计方法,进行系统的分析和论证;定性分析与定量计算相结合,局部寻优与整体寻优相结合;搞好综合平衡。

2.3.1 调查研究

调查研究,掌握县域电网发展所必须的基本数据和资料,是县域电网规划的基础工作。

不同的规划阶段,目标和准确度要求均不尽相同,因此,所要求收集的资料的内容和深度也不相同。

对于长远规划来说,要求调查收集的资料主要有:规划期末县域国民经济的发展目标(如国民经济总产值工农业总产值,国民收入等数据);规划期内县域国民经济构成及其变化;能源利用效率及用电比重的变化;人口预测资料;人均收入水平;国家规划期对能源基地、重工业基地及其它战略项目的发展意图

和布局；国家有关经济及能源政策；能源资源的条件；国外经济及能源形势发展变化统计预测资料等等。

对于中期规划，除进一步获取上述资料外，还应收集下列各种资料：各类工业的布局；各类工业用户的生产规模、生产量，产品种类及时间分布；能源基地的建设规模，生产规模，生产量；交通运输能力及各地区运输能力的平衡情况；上级在电力部门的投资规模及投资时间分布的估计数字；各电力用户的用电水平指标；电力设备的情况及科技的发展情况等等。

对于近期规划，除继续收集中、长期规划中应掌握的资料外，还需进一步明确下列情况：大用户和新增用户的用电申请；新建企业的布局、产品种类、生产能力和投产时间；新建企业和改建企业的生产方式和工艺特点；原有企业扩建或产量自然增长的情况；电力工业内部人力、物力利财力的情况；现有电力企业的生产能力及设备完好情况；电力网中存在的主要薄弱环节等等。

2.3.2 应用辩证唯物主义基本原理和数理统计方法进行系统地分析和论证

由于调查研究得来的资料是大量的、零散的，可靠性很低，因此，应用辩证唯物主义基本原理对这些原始的资料进行去伪存真，由表及里的分析整理，揭示事物之间的内在联系和规律性。由于县域电网与县域国民经济各部门的关系极为密切，而且错综复杂，因而，这种辩证的分析就更为重要。为此，在县域规划中应着重强调以下几点。

1. 应该尊重电力工业的客观规律，切忌主观臆断

电力工业的发展与其它任何客观事物一样，有其规律可循。譬如，电力工业的发展速度，在不同的历史时期是不相同的，它受多种因素的影响，包括政治条件、经济政策、经济发展阶段和水平、科技发展水平及人民物质生活水平，其它社会经济条件等的影响，甚至与国际环境也有一定的关系。只有实事求是地分析这些因素的变化及对电力工业发展的影响，才有可能得出比较科学的、反映电力工业发展规律的结论，并用以指导未来电力工业的实践。当然，在作这种分析时，一方面可以参考国外的类似经验，另一方面应该尽可能应用数量

经济的方法。

2·应用发展的观点看待规划中的问题

任何客观事物都是在一定条件下存在、变化和发展的。我们在分析研究电力工业的历史材料时得出的那些带有规律性的结论和方法，只能反映过去的历史经验，是在过去的历史条件下形成的。条件变化了，这些结论也会部分地或全部地发生变化，因此，应该花大力气去收集分析研究电力工业未来的各种可能的变化信息，以便正确地检验和修正已往的那些结论和方法，使之适应变化了的情况，而不能简单地将过去的结论和方法生搬硬套地用到未来的电力规划中去。

3·要全面地分析问题，切忌片面性

事物的发展有其推动因素，也有其限制因素。因此，在规划其发展时，应充分认识并研究这些有利条件和不利条件，并采取切实可行的措施，以促成事物向好的方向发展。

4·规划方法应能适应未来情况的不断变化和发展

过去每隔五年做一次规划，实际情况的变化对规划的影响主要是通过年度计划来进行调整。这种方法可称为静态法。用这种方法做出的规划适应变化的能力较差。近年来，借鉴西方国家的经验提出了滚动法，即随着时间而滚动，每一个新的规划均收集了变化了的情况和新的信息。

2.3.3 定性分析与定量计算相结合

县域电网规划中，凡能获得较多信息的问题，尤其是能用具体数字反映的情况，应尽可能采用数量经济的方法进行分析和处理，并得出定量的解答。而对于那些难以量化的问题，则较多的依靠定性分析，甚至于主要依靠专家的经验来处理。只有很好地应用定性定量相结合的方法，才有可能解决电力规划中的问题。宏观经济上的问题定性分析多些，而微观经济方面的问题则主要依靠定量分析方法。

2.3.4 局部寻优与整体寻优

过去做规划偏重于每一个项目、一项工程的决策达到最优化，而忽略了或很少考虑整体规划的最优化。这样就很难实现整体系统的优化。实际上，整个县域电网规划是一个有机的整体，其中每一个局部之间有着密切而又复杂的联系。如果不注意从整体上去把握规划的内容，即使每个部分（每条线路、每个变电所）是最优的，也无法保证整个规划的最优化。因此规划时，不仅要在个别项目的论证上达到最优化，而且更为重要的是把握每个个别项目之间的联系，要从局部之间的关系上去寻求整体的优化。目前已开始在县域电网规划中研究采用系统分析的方法，以实现整体最优的目标。

2.3.5 综合平衡

规划的过程就是个平衡的过程。在县域电网规划中必须进行综合平衡。综合平衡的内容包括：县域电网的发展速度必须与县域国民经济的发展速度相适应，即县域电网的发展必须是有计划按比例的发展，这种平衡关系是不能破坏的；能源与资金的平衡；县域电网的各种比例关系，即县域电网内部的各种平衡（如发、送、变、配电比例关系，有功平衡，无功平衡，内部资金平衡）；供需平衡即电力电量平衡。全部规划就是在上述各种平衡基础上制定的。

第3章 临安市域概况和电网现状

3.1 基本概况

临安市位于浙江省西北部，东经 $118.51^{\circ} \sim 119.52^{\circ}$ ，北纬 $29.56^{\circ} \sim 30.23^{\circ}$ ，东邻杭州市区，西接安徽黄山，南连富阳、桐庐和淳安，北靠安吉。全市东西长 100 公里，南北宽 50 公里，总面积 3126.8 平方公里，是浙江省陆地面积最大的县级市，属七山二水一分田的构成模式。

全市辖 4 个街道办事处、22 个乡镇，661 个行政村，总人口 522546 人，其中农业人口 416639 人，非农业人口 105907 人，人口密度 167 人/ km^2 。

临安市城关锦城镇地处临安市东部，是全市的政治、经济、文化中心。2005 年底市区建成区面积 20 平方公里，人口 15 万人。

3.2 经济和社会发展情况

改革开放以来，临安市的经济和社会发展有了很大的进步，全市国民经济与社会事业得到了持续、快速、健康的发展，综合经济实力迅速提高，人民生活水平得到了较大的改善。临安多次进入全国综合实力百强县(市)和全国县域经济基本竞争力百强县(市)行列，2004 年跻身全国综合发展百强第 86 位和县域经济基本竞争力百强第 81 位，2005 年跻身全国综合发展百强第 75 位，是浙江省首批小康县(市)、中国竹子之乡、中国山核桃之乡、全国农业综合开发示范市、浙江省卫生城市、浙江省文明城市、全国科技进步先进市、中国民间书画艺术之乡、全国生态示范区和中国优秀旅游城市。

临安市的经济建设和社会的发展取得了崭新的发展，1978 至 2005 年，全市生产总值(GDP)年均增长 14.27%。

1995 年临安市的生产总值为 48.37 亿元(当年价，下同)，其中第一产业 8.24 亿元，第二产业 28.7 亿元、第三产业 11.43 亿元，“八五”期间 GDP 年均

增长率为 29.29%，其中第一产业年均增长 5.07%，第二产业年均增长 43.75%，第三产业年均增长 20.88%。

2000 年临安市的生产总值达到了 67.52 亿元，其中第一产业 11.61 亿元，第二产业 37.15 亿元，第三产业 18.76 亿元，“九五”期间 GDP 年均增长 8.51%，其中第一产业年均增长 2.97%，第二产业年均增长 9.45%，第三产业年均增长 8.63%。“九五”期间，受国家经济宏观调控的影响，临安市的经济发展速度有所放慢。

2005 年临安市的生产总值达到了 135.27 亿元，其中第一产业 16.87 亿元，第二产业 75.91 亿元，第三产业 42.49 亿元，“十五”期间 GDP 年均增长 14.04%，其中第一产业年均增长 6.87%，第二产业年均增长 15.16%，第三产业年均增长 15.89%。“十五”期间在国家扩大内需、发展经济的政策下，临安市的经济又出现了快速的增长，一方面是由于国际市场复苏，出口需求大幅上升；另一方面由于政府不断出台技改贴息等优惠政策，极大地激发了企业的技改和创业热情，结构调整的效益进一步显现。

《临安市第十二次党代会报告》提出今后几年全市主要的奋斗目标是：全面完成“十一五”规划目标，生产总值年均增长 11%以上，到 2011 年达到 300 亿元，人均达到 6000 美元以上；工业销售产值年均增长 18.3%，到 2011 年超过 1000 亿元；财政总收入年均增长 16.5%，在翻一番的基础上，力争到 2011 年突破 30 亿元，其中地方性财政收入达到 15 亿元以上；城镇居民人均可支配收入和农民人均纯收入年均分别增长 9%；资源利用效率明显提高，单位生产总值能耗年均下降 4%。

3.3 电源情况

至 2005 年底，临安电源装机容量共 32.2496 万千瓦，其中小水电装机容量 19.0855 万千瓦，占 59.18%，小火电装机容量 13.1641 万千瓦，占 40.82%。

6000 千瓦及以上小水电厂装机容量为 12.5 万千瓦，以 110 千伏电压等级并网；6000 千瓦及以上小火电厂装机容量为 6 万千瓦，以 35 千伏电压等级并网；6000 千瓦以下小水电厂装机容量为 6.5855 万千瓦，以 35 千伏及以下电压等级

并网；6000 千瓦以下小火电厂装机容量为 7.1641 万千瓦，以 10 千伏电压等级并网。2005 年临安小水、火电装机容量情况详见表 3.3-1。

表 3.3-1 2005 年临安小水、火电装机容量情况 单位：万千瓦

电厂	调度关系	6000kW 及以上电厂		6000kW 以下电厂	
		水电	火电	水电	火电
青山殿电站	市调	4.0			
华光潭一二级	市调	8.5			
华光潭三级	县调			0.5	
鱼跳一级电站	县调			0.24	
鱼跳二级电站	县调			0.1	
里畎电站	县调			0.25	
水涛庄电站	县调			0.2	
欧锦热电	县调		2.4		
华能热电	县调		1.2		
超亚热电	县调		2.4		
其他 6000kW 以下小水电	县调			5.2955	
其他 6000kW 以下小火电	县调				7.1641
合计		32.2496			

3.4 变电设备情况

至 2005 年底，临安电网拥有 220 千伏变电所 1 座，主变 2 台，总容量 30 万千伏安，即青云变；

110 千伏公用变电所 9 座，主变 14 台，总容量 45.5 万千伏安；

35 千伏公用变电所 14 座，总容量 16.45 万千伏安。

各电压等级的主变情况详见表 3.4。

表 3.4 各电压等级主变情况

序号	名 称	座数	容量（万千伏安）
1	220 千伏公用变电所	1	30
2	110 千伏公用变电所	9	45.5
3	35 千伏公用变电所	14	16.45
35 千伏及以上合计			91.95

3.5 线路情况

截止 2005 年底，全区 220kV 线路 2 条，长度合计 67.712km（考虑线路始末的长度）；110kV 线路 19 条，长度合计 285.337km；35kV 线路 36 条，长度合计 287.318km。其中 35 千伏及以上线路情况详见表 3.5-1。

表 3.5-1 35 千伏及以上线路情况表 单位：公里

序号	线路名称	线路型号及长度	投产日期
1	瓶青 2425 线	LGJ-500/33.393	1996.12
2	杭青 2402 线	LGJ-500/28.319	2003.8
3	水昌 1125 线	LGJ-240/31.619	1999.12
4	水昌 1125 线青山殿支线	LGJ-240/6.58	1998.5
5	杭临 1185 线	LGJ-185/20.863	1980.09
6	杭临 1185 线金圆支线	LGJ-240/8.672	2005.12
7	杭临 1185 线青山支线	LGJ-240/1.031	1995.7
8	青於 1123 线	LGJ-240/29.016	1996.12
9	青临 1127 线	LGJ-240+电缆/7.485+2.82	1996.12
10	昌於 1124 线	LGJ-240/18.948	1994.2
11	青山 1184 线	LGJ-240+电缆/29.551+2.82	1997.5
12	青山 1185 线石泉支线	LGJ-240/0.78	2005.6
13	青山 1186 线青山支线	LGJ-240/0.364	1997.5
14	青珑 1129 线	LGJ-240/3.58	1999.2
15	於潜 1126 线	LGJ-240/33.007	2001.4
16	青电 1120 线	LGJ-240/5.439	1998.5
17	青南 1061 线	LGJ-240+电缆/18.412+3.42	2001.12
18	青虹 1063 线	LGJ-240/9.484	2003.3
19	华电 1128 线	LGJ-300/28.132	2004.4
20	青秀 1065 线	LGJ-240/10.198	2004.12
21	华联 1121 线	LGJ-240/13.121	2005.5
22	横畈 3561 线	LGJ-120+185+150+电缆/15.041+0.868	1995.8
23	昌地 3565 线	LGJ-185+电缆/10.5+0.27	1999.1
24	青畈 3785 线	LGJ-185/8.606	1996.12

25	里畈电站支线	LGJ-120	1997. 7
26	於太 3563 线	LGJ-185/9. 123	2000. 1
27	太昌 3786 线	LGJ-185+电缆/9. 289	2000. 1
28	昌北 3568 线	LGJ-120/24. 2	1982. 8
29	鱼跳一级支线	LGJ-120/0. 71	1997. 6
30	鱼跳二级支线	LGJ-120/0. 215	1984. 5
31	化肥 3569 线	LGJ-120+电缆/0. 545+0. 123	1991. 1
32	青云 3672 线	LGJ-120+185+电缆/5. 791+0. 051	1996. 12
33	轧钢 3673 线	LGJ-120+电缆/1. 017+0. 39	1991. 12
34	华一 3674 线	LGJ-120+电缆/1. 897+0. 39	1991. 1
35	华二 3675 线	LGJ-120+电缆/2. 678+0. 15	1991. 1
36	高湾 3676 线	LGJ-185/8. 337	1996. 8
37	潜川 3677 线	LGJ-185/14. 052	1996. 3
38	锦一 3781 线	LGJ-185/3. 964	1996. 12
39	锦二 3782 线	LGJ-185/3. 965	1996. 12
40	临超 3788 线	LGJ-240+电缆/0. 609+0. 106	1997. 12
41	临亚 3789 线	LGJ-240+电缆/0. 609+0. 122	1997. 12
42	颊口 3566 线	LGJ-120/10. 358	1997. 9
43	青石 3679 线	LGJ-120+电缆/2. 317+0. 112	1997. 4
44	藻溪 3562 线	LGJ-185/9. 62	1994. 7
45	青夏 3784 线	LGJ-185/8. 89	2001. 1
46	夏禹 3671 线	LGJ-70+50+120/15. 426	1965. 4
47	水夏 3797 线	LGJ-185+电缆/4. 372+0. 12	2004. 12
48	白鹤 3790 线	LGJ-150/13. 526	2000. 9
49	吕湍 3792 线	LGJ-150+电缆/19. 06+0. 42	2000. 12
50	畈龙 3780 线	LGJ-185+电缆/8. 945+0. 11	2000. 12
51	锦江 3783 线	LGJ-185+电缆/3. 392+0. 911	2001. 2
52	高虹 3793 线	LGJ-150+电缆/3. 552+0. 14	2003. 5
53	虹涛 3794 线	LGJ-120+电缆/3. 308+0. 175	2003. 7
54	昌地 3565 线	LGJ-185+电缆/9. 15+0. 225	2004. 6
55	青畈 3785 线	LGJ-185+电缆/0. 03+0. 065	2004. 9

56	里畝电站支线	LGJ-185+电缆/9.56+0.46	2005.1
57	於太 3563 线	LGJ-185+电缆/19.116+0.27	2005.8
合计		634.367	

3.6 电力生产情况

3.6.1 用电量情况

2004 年临安市供电量为 12.385 亿千瓦时，比 2003 年增长 11.92%；2005 年供电量为 14.533 亿千瓦时，比 2004 年增长 17.27%。

从分产业用电情况来看，2004 年第一产业用电量 0.122 亿千瓦时，占 0.99%，第二产业用电量 9.645 亿千瓦时，占 77.87%，第三产业用电量 1.076 亿千瓦时，占 8.69%，居民生活用电量 1.542 亿千瓦时，占 12.45%。2005 年第一产业用电量 0.155 亿千瓦时，占 1.07%，第二产业用电量 11.542 亿千瓦时，占 79.42%，第三产业用电量 1.169 亿千瓦时，占 8.04%，居民生活用电量 1.667 亿千瓦时，占 11.47%；与 2004 年相比，第一产业用电量增长率为 27.13%，第二产业用电量增长率为 19.67%，第三产业用电量增长率为 8.46%，居民生活用电量增长率为 8.08%。

3.6.2 用电负荷情况

2004 年临安市最高负荷为 19.65 万千瓦，比 2003 年增长 21.59%；2005 年最高负荷 25.46 万千瓦，同比增长 29.57%。

全社会用电增长的主要特点和原因：

1) 国家宏观经济继续看好，临安国民经济呈现出投资、消费、出口三大需求共同拉动的局面。工业经济的稳步增长是电力需求增长的最直接原因，主要表现为第二产业的用电增长。

2) 工业经济“第一经济”和招商引资“一号工程”日益突出，随着结构调整、技术进步、企业改革、扩大开放等各项工作的深化，工业生产快速增长。工业用电稳步增长，且比重继续上升。

3) 随着电源项目的加快建设、电力供给能力的逐步增强,城农网改造为居民生活用电创造的良好条件将逐步得到体现,并随着居民峰谷电价实施范围的进一步扩大、城乡居民生活水平的不断提高,居民生活用电得到较快的增长。

3.7 存在问题

临安电网由 220 千伏高压输电网、110 千伏和 35 千伏高压配电网、10 千伏中压配电网以及低压电网组成。

临安市地域广阔、面积大、地理条件差,其电网特点呈现为变电所布点东部密集、西部稀疏的现状,供电线路长、线径小,与上级电网连接口子少,网架单薄,抗自然灾害能力低,供电可靠性低、电能质量差。具体表现为:

3.7.1 网架结构薄弱

临安市现有 220 千伏变电所 1 座,即青云变电所,220 千伏电网通过青云—杭变、青云—瓶窑与系统相联,通过 500 千伏瓶窑、220 千伏杭州变电所构建成瓶窑供区的单环网,网架薄弱。2005 年 4 月 5 日青云—杭变线计划检修,由于森林火灾引发了瓶窑—青云线发生跳闸,导致了 220 千伏青云变全所失电。

现有的大部分 110 千伏变电所都为单线单变供电的模式,如石泉、锦南、高虹、玲珑、秀水等变电所;同时西部的於潜、昌化、华光潭一二级、青山殿等 5 个厂站通过青於 1123、於潜 1126 输电线与系统相连,其 110 千伏网架也相对较薄弱。

“N-1”问题严重,负荷转供的能力较差,不能提供正常的事故、检修备用,调度运行的灵活性较低。给检修、事故处理及管理带来诸多不便。同时,目前临安市 220 千伏电源布点的不足,造成了 110 千伏线路供电半径大,线路故障率增加,已经成为制约中西部电网发展及供电可靠性的主要因素。

3.7.2 变电容量不足仍然存在

由于负荷分布的不均衡性，存在局部地区电网供电能力不足的潜在现象。特别是经济发展相对较快的区块，如发展条件较优越的东部锦城区域。

如下表 2.7.2-1 所列。

表 3.7.2-1 2005 年临安市相关变电所容载比情况

序号	变电所名称	最高负荷	容载比
1	220kV 青云变	230MW	1.30
2	110kV 临安变	49.8MW	1.26
3	110kV 青山变	19.0MW	1.28
4	110kV 秀水变	21.7MW	1.44
5	35kV 藻溪变	7.1MW	1.12
6	35kV 畈龙变	13.9MW	1.15
7	35kV 夏禹变	12.1MW	1.32

3.7.3 电压质量有待提高

临安电网供电半径大，潮流受季节影响起落较大，电压波动较大，影响用户的电能质量。

2005 年临安电网的 220 千伏电压质量合格率为 98.26%，110 千伏母线电压合格率为 99.5%，35 千伏母线电压合格率为 98.1%，较 2004 年均有所提高，但相对杭州电网的其他县市，电压质量合格率仍然较低。

3.7.4 局部小水电送出存在问题

临安西部水利资源丰富，水电开发的进度较快，目前已有水电装机 19.0855 万千瓦，除青山殿、华光潭电站以 110 千伏电压等级上网，其余均以 35 千伏及以下电压等级上网；而临安 110 千伏网架均较薄弱，存在因主变容量或导线截面限制而导致在丰水期有电难以送出的情况，例如：110 千伏青於 1123、於潜

1126 线路导线截面仅为 240mm²，水电大发时除了需送出青山殿、华光潭电站电力外，另有 3.0 万千瓦左右的小水电电力需通过昌化变向系统倒送，110 千伏青於 1123、於潜 1126 线难以满足线路“N-1”的要求，已在於潜变侧加装线路过载切机装置。

第4章 负荷预测

4.1 社会经济发展预测

“十一五”临安市的国民经济和社会发展总体思路及目标为：坚持以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，全面贯彻党的十六大和十六届三中全会精神，牢固树立和落实科学发展观，好中求快、稳中求进，以转变经济增长方式为主线，加快结构调整、区域合作和国际化步伐，全面提升中心城市功能和区域综合竞争力，到2010年全面建成小康社会、基本实现现代化，为经济社会发展迈向中等发达国家和地区水平奠定坚实基础。

到2010年，临安市国民经济和社会发展主要预期指标初步建议为：

(1) 经济持续快速健康发展。全市生产总值年均增长11%，2010年人均生产总值达到42800元。

(2) 经济增长质量继续提高。坚持“经济生态化、生态经济化”的发展模式，推进国家级生态市的建设。以信息化带动工业化，走新型工业化道路，优化产业结构，提升产业层次，三次产业结构比例调整为7:55:38。

(3) 人民生活更加富足，生活质量继续提高。城镇居民年人均可支配收入达到22860元，农村居民人均纯收入达到11072元；城镇登记失业率控制在4.5%以内；人民生活由全面小康宽裕进入初步富裕阶段，初步成为国内具有较高生活品质的城市。

临安市东、中、西部各产业区块定位如下：

东部：强化与杭州市区的联系，加快青山省级经济开发区和玲珑、高虹等重点工业功能区的建设发展，承接市区的产业梯度转移，推进企业集聚、产业集群发展，发展成为杭州市西部集工贸、旅游于一体的综合经济区。

中部：作为东、西经济区之间的过渡区域，加快中心镇於潜镇的发展建设，重点建设於潜的社会服务设施，以轻纺、五金、电子、农林产品加工为主的综合工业区，加强生态建设，形成中心城镇职能突出、区内城镇各具特色，集旅游、工业于一体的综合经济区。

西部：强化昌化镇的中心城镇功能，积极发展生态旅游业、农林产品加工业，重点建设旅游服务设施、社会服务设施和以农特产品加工为特色的工业区，突出生态建设，发展成为生态环境优美，社会设施齐全，以生态旅游、农林产品加工、生态农业为特色的经济区。

随着社会经济的不断发展，对电网的供电能力也提出了更高的要求，在今后一段时间内，临安市的用电量和供电负荷将保持较快速度的增长。下面就临安市用电需求进行了近、远景的预测分析。

4.2 电量预测

在本研究中，将采用产业产值单耗法、曲线回归法、时间序列法、弹性系数法等方法分别对临安市 2006-2020 年的用电量进行预测。

4.2.1 产业单值法

第一产业：

1998 年临安市的第一产业产值为 11.52 亿元（当年价，下同），占全年生产总值的 19.6%，用电量为 0.399 亿千瓦时，用电比例占全年全社会用电量的 8.3%。按可比价计算，产值单耗为 371kWh/万元。随着农业和农村现代化的建设，农业机械化程度的提高，其产值单耗总体上呈逐年下降，其用电比例也基本上呈下降趋势。2000 年，临安市的第一产业产值为 11.61 亿元，占全年生产总值的 18.4%，其产业用电量为 0.286 亿千瓦时，占全社会用电量的 4.8%，产值单耗为 256kWh/万元；2005 年，临安市的第一产业产值为 16.87 亿元，占全年生产总值的 12.5%，其产业用电量为 0.155 亿千瓦时，占全社会用电量的 1.1%，产值单耗为 92kWh/万元。

第二产业：

1998 年临安市的第二产业产值为 31.92 亿元，占全年生产总值的 54.2%，其产业用电量为 3.103 亿千瓦时，用电比例占全年全社会用电量的 64.8%。按可比价计算，产值单耗为 1061kWh/万元。随着“十五”期间产业结构的调整和市

场环境的变化，一批高能耗的企业相继建成投产，导致第二产业的产值单耗有所上升。2000 年，临安市的第二产业产值为 37.15 亿元，占全年生产总值的 55.0%，其产业用电量为 3.851 亿千瓦时，占全社会用电量的 64.7%，产值单耗为 1051kWh/万元；2005 年，临安市的第二产业产值为 75.91 亿元，占全年生产总值的 56.1%，其产业用电量为 11.542 亿千瓦时，占全社会用电量的 79.4%，产值单耗为 1520kWh/万元。

第三产业：

1998 年临安市的第三产业产值为 15.45 亿元，占全年生产总值的 26.2%，其产业用电量为 0.333 亿千瓦时，用电比例占全年全社会用电量的 6.9%。按可比价计算，产值单耗为 203kWh/万元。随着城市和社会的发展，服务行业的前景广阔，必将使第三产业的产值及用电比例进一步增长。2000 年，临安市的第三产业产值为 18.76 亿元，占全年生产总值的 27.8%，其产业用电量为 0.395 亿千瓦时，占全社会用电量的 6.6%，产值单耗为 199kWh/万元；2005 年，临安市的第三产业产值为 42.49 亿元，占全年生产总值的 31.4%，其产业用电量为 1.169 亿千瓦时，占全社会用电量的 8.0%，产值单耗为 275kWh/万元。

根据国民经济的发展预测，2010 年临安市生产总值达到 223.7~257.8 亿元左右，2015 年将达到 341.0~424.7 亿元左右，2020 年将达到 496.5~653.5 亿元左右。

经计算分析，2010 年临安市全社会用电量将达到 22.91~26.40 亿千瓦时，2015 年将达到 33.22~41.37 亿千瓦时，2020 年将达到 47.17~62.08 亿千瓦时。详细的预测结果见表 4.2.1-1~3。

表 4.2.1-1 产值单耗法预测结果（高方案）

	电量实绩			预测电量		
	1998 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
国内生产总值	58.89	67.52	135.27	257.81	424.73	653.49
第一产业产值	11.52	11.61	16.87	21.91	25.48	32.67
第二产业产值	31.92	37.15	75.91	140.51	229.35	346.35
第三产业产值	15.45	18.76	42.49	95.39	169.90	274.47
国内生产总值单耗	857	874	1074	1024	974	950
第一产业产值单耗	371	256	92	77	70	60
第二产业产值单耗	1061	1051	1520	1470	1400	1380

第三产业产值单耗	203	199	275	322	340	350
全社会用电量	4.792	5.953	14.533	26.40	41.37	62.08
第一产业用电量	0.399	0.286	0.16	0.17	0.18	0.20
第二产业用电量	3.103	3.851	11.542	20.65	32.11	47.80
第三产业用电量	0.333	0.395	1.169	3.08	5.78	9.60
居民生活用电	0.957	1.421	1.667	2.50	3.30	4.48

注：表中的生产总值及产业产值均为当年价，单位为：亿元；产值单耗单位为 kWh/万元；用电量单位为亿千瓦时（下同）。

表 4.2.1-2 产值单耗法预测结果（中方案）

	电量实绩			预测电量		
	1998 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
国内生产总值	58.89	67.52	135.27	240.76	382.89	574.99
第一产业产值	11.52	11.61	16.87	20.46	22.97	28.75
第二产业产值	31.92	37.15	75.91	131.22	206.76	304.74
第三产业产值	15.45	18.76	42.49	89.08	153.16	241.50
国内生产总值单耗	857	874	1074	1024	974	950
第一产业产值单耗	371	256	92	77	70	60
第二产业产值单耗	1061	1051	1520	1470	1400	1380
第三产业产值单耗	203	199	275	322	340	350
全社会用电量	4.792	5.953	14.533	24.65	37.29	54.62
第一产业用电量	0.399	0.286	1.555	0.16	0.16	0.17
第二产业用电量	3.103	3.851	11.542	19.29	28.94	42.05
第三产业用电量	0.333	0.395	1.169	2.87	5.21	8.46
居民生活用电	0.957	1.421	1.667	2.33	2.98	3.94

表 4.2.1-3 产值单耗法预测结果（低方案）

	电量实绩			预测电量		
	1998 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
国内生产总值	58.89	67.52	135.27	223.70	341.05	496.49
第一产业产值	11.52	11.61	16.87	19.01	20.46	24.82
第二产业产值	31.92	37.15	75.91	121.92	184.17	263.14
第三产业产值	15.45	18.76	42.49	82.77	136.42	208.53
国内生产总值单耗	857	874	1074	1024	974	950
第一产业产值单耗	371	256	92	77	70	60
第二产业产值单耗	1061	1051	1520	1470	1400	1380

第三产业产值单耗	203	199	275	322	340	350
全社会用电量	4.792	5.953	14.533	22.91	33.22	47.17
第一产业用电量	0.399	0.286	1.555	0.15	0.14	0.15
第二产业用电量	3.103	3.851	11.542	17.92	25.78	36.31
第三产业用电量	0.333	0.395	1.169	2.67	4.64	7.30
居民生活用电	0.957	1.421	1.667	2.17	2.65	3.41

4.2.2 曲线回归法

本方法是以时间为自变量，年用电量为因变量，根据历史数据选用一定的数学模型来表达其电量的变化趋势。根据临安市 1990~2005 年的全社会用电量，考虑到临安经济的发展和电量的增长情况，现采用 S 曲线进行预测，其数学模型为：

$$W = \frac{K}{1 + 10^{ai+b}}$$

经过数学变换，可将原非线性回归方程转化成线性回归方程：

$$W' = ai' + b$$

$$\text{其中： } W' = \lg\left(\frac{K}{W} - 1\right)$$

$$i' = i$$

经过计算可得：K=68，a=-0.058，b=1.496。

根据以上各参数，可得如表 3.2.2 所示的电量预测结果，其中 95%置信度区间的上限值作为规划的高方案，其下限作为规划的低方案，非线性回归得出的预测值作为规划的中方案。

表 4.2.2 S 曲线回归电量预测结果 单位：亿千瓦时

年份	电量实绩	年份	电量预测结果		
			低方案	中方案	高方案
1990	2.37	2006	13.03	16.15	19.28
1991	2.76	2007	14.67	17.86	21.05
1992	3.18	2008	16.42	19.68	22.94

1993	3.79	2009	18.27	21.61	24.94
1994	4.58	2010	20.21	23.63	27.04
1995	4.51	2015	30.80	34.68	38.56
1996	4.60	2020	41.17	45.59	50.01
1997	4.59				
1998	4.79				
1999	5.19				
2000	5.95				
2001	7.37				
2002	8.81				
2003	11.07				
2004	12.39				
2005	14.53				

4.2.3 时间序列法

2000 年临安市的全社会用电量为 5.95 亿千瓦时, 2005 年临安市的全社会用电量达到了 14.53 亿千瓦时。“十五”期间国家启动了新一轮的经济增长, 相继出台了一系列加大基础建设投资、扩大内需的政策和措施, 对临安市扩大生产和启动国内市场产生了积极的影响。如对住房、汽车及其他耐用消费品实行了信贷消费政策、支持住房建设和消费的货币金融政策、打击走私、大规模的农林水利交通建设和城乡电网改造、大力提高中低收入阶层的工资等, 有效地刺激了消费, 搞活了市场; 同时, 企业加大改革力度调整产业结构, 一批不景气的国有、城镇集体企业或破产, 或被兼并重组, 一批乡镇企业产权进一步明晰, 体制活力显著增强。用电需求随着国民经济的增长而大幅度上升。

应该看到, 临安市作为承接市区的产业梯度转移县市之一, 且国家宏观调控的这一政策在近期不会改变, 经济的恢复性增长必将持续一段时间, 一大批企业的活力刚刚得到体现。同时, 城农网改造及电价改革使得用电消费的增长潜力尚未得到充分的挖掘。因此在近期的一段时间内, 临安市的用电量必将仍保持较高速度的增长。预计 2010 年之前将保持 12.08~17.86% 的增长速度, 2015

年将保持 5.95~9.65%的增长速度, 2020 年之前将保持 5.80~7.30%的增长速度。各水平年临安市全社会用电量预测结果见表 3.2.3。

表 4.2.3 时间序列法电量预测结果 单位: 亿千瓦时、%

		2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
高 方 案	用电量	14.53	33.06	52.40	74.53
	增长率	5.29	17.86	9.65	7.30
低 方 案	用电量	14.53	25.70	34.31	45.49
	增长率	5.29	12.08	5.95	5.80

4.2.4 弹性系数法

1995 年临安市的国内生产总值为 48.37 亿元(当年价), 2000、2005 年分别为 67.52、135.27 亿元。按可比价计算, “九五”期间年均增长 8.52%, “十五”期间年均增长 14.04%。相应地, 1995 年临安市的全社会用电量为 4.51 亿千瓦时, 2000 年为 5.95 亿千瓦时, 2005 年为 14.53 亿千瓦时, “九五”期间年均增长 5.29%, “十五”期间年均增长 19.54%。因此, “九五”期间的弹性系数为 0.62, “十五”期间的弹性系数为 1.39。

2010 年临安市的国内生产总值达到 223.7~257.8 亿元左右, 2015 年将达到 341.0~424.7 亿元左右, 2020 年将达到 496.5~653.5 亿元左右。

因此, 可得如表 4.2.4 所示的电量预测结果。

表 4.2.4 弹性系数法电量预测结果

		2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
高方案	用电量(亿 kWh)	5.95	14.53	29.95	47.04	68.01
	用电量增长率(%)	14.77	17.35	15.56	9.5	7.7
	GDP 增长率(%)	10.8	17.1	13.77	10.5	9.0
	弹性系数	1.37	1.01	1.13	0.90	0.85

中方案	用电量(亿 kWh)	5.95	14.53	27.74	42.20	59.74
	用电量增长率(%)	14.77	17.35	13.81	8.8	7.2
	GDP 增长率(%)	10.8	17.1	12.22	9.72	8.47
	弹性系数	1.37	1.01	1.13	0.90	0.85
低方案	用电量(亿 kWh)	5.95	14.53	25.55	37.41	51.56
	用电量增长率(%)	14.77	17.35	11.95	7.9	6.6
	GDP 增长率(%)	10.8	17.1	10.58	8.8	7.8
	弹性系数	1.37	1.01	1.13	0.90	0.85

4.2.5 电量预测小结

根据上述 4 种预测方法得到的各规划期临安市的全社会用电量, 综合分析并确定各规划年的电量见表 4.2.5。

从计算分析的结果看,在各类预测方法中,产业产值单耗法及弹性系数法与国民经济的发展预测结果有较大的关系,因此国民经济发展预测的准确性直接影响到电量预测的结果。曲线回归法应用的是一种数学曲线的拟合,其预测的结果不仅与选取的数学模型有关,而且在反映国家政策调控等因素上也具有一定的局限性。

表 4.2.5 临安市电量预测结果比较表 单位:亿千瓦时

		2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
高方案	产业产值单耗法			26.40	41.37	62.08
	S 曲线回归法			27.04	38.56	50.01
	时间序列法			33.06	52.40	74.53
	弹性系数法			29.95	47.04	68.01
	电量综合	5.95	14.53	30.81	48.64	70.82
中方案	产业产值单耗法			24.65	37.29	54.62
	S 曲线回归法			23.63	34.68	45.59
	时间序列法			29.38	43.36	60.01
	弹性系数法			27.74	42.20	59.74
	电量综合	5.95	14.53	27.66	41.96	60.27

低方案	产业产值单耗法			22.91	33.22	47.17
	S 曲线回归法			20.21	30.80	41.17
	时间序列法			25.70	34.31	45.49
	弹性系数法			25.55	37.41	51.56
	电量综合	5.95	14.53	24.52	35.28	49.73

4.3 负荷预测

在本研究中，将采用时间序列法和负荷利用小时法分别对临安市 2010-2020 年的供电负荷进行预测。

4.3.1 时间序列法

改革开放以来，特别是九十年代前期，国民经济的快速发展，使得临安市的用电量持续稳定增长，供电负荷也不断上升。1990 年临安市最高供电负荷为 3.95 万千瓦，1995 年达到了 9.9 万千瓦，2000 年达到了 9.41 万千瓦。“八五”期间的年均增长率为 20.17%。“九五”受国家宏观调控的影响，经济增长速度有所放慢，最高供电负荷呈现出较大的上下波动，“九五”期间的年均增长率为-1.01%。

“十五”期间国家扩大内需、拉动经济的政策使得社会的发展对电力的需求急剧增加，临安市的最高供电负荷保持着较高速度的增长达到了 22.03%。预计 2010 年之前将保持 12.20~17.70%的增长速度，2015 年之前将保持 6.35~9.85%的增长速度，2020 年之前将保持 6.20~7.60%的增长速度。各水平年临安最高供电负荷预测结果见表 4.3.1。

表 4.3.1 时间序列法最高供电负荷预测结果 单位：万千瓦

		2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
高方案	供电负荷	25.46	57.5	92.0	132.7

	增长率	22.03	17.70	9.85	7.60
低方案	供电负荷	25.46	45.3	61.6	83.2
	增长率	22.03	12.20	6.35	6.20

4.3.2 负荷利用小时法

1990 年临安市的最高供电负荷为 3.95 万千瓦,全社会用电量 2.37 亿千瓦时,负荷利用小时数为 6000 小时;1995 年临安市的最高供电负荷为 9.9 万千瓦,全社会用电量 4.51 亿千瓦时,负荷利用小时数为 4556 小时;2000 年临安市的最高供电负荷为 9.41 万千瓦,全社会用电量 5.95 亿千瓦时,负荷利用小时数为 6326 小时。从整体上看,在“八五”、“九五”期间,临安市的负荷利用小时数呈下降趋势;在“十五”期间,临安市的负荷利用小时数呈上升趋势。

一般来讲,当供用电相对缓和时,负荷的利用小时较低,而在供用电紧张时,负荷利用小时数就较高。因此,“十一五”期间在对电力需求急剧增加的情况下,必然导致负荷利用小时的增加。但是,随着生活用电比例的不断上升及第三产业的迅速发展,平均负荷率将有所降低,负荷利用小时也随之下降。

根据前述电量预测的结果,考虑 2010 年负荷利用小时为 5650~5690 小时,2015 年负荷利用小时为 5100~5200 小时,2020 年年负荷利用小时为 5000~5100 小时,可得 2006~2020 年临安市的最高供电负荷预测结果见表 4.3.2。

表 4.3.2 负荷利用小时法最高供电负荷预测结果

		2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
高方案	最高供电负荷(万千瓦)	9.41	25.46	54.53	95.37	141.65
	全社会用电量(亿千瓦时)	5.95	14.53	30.81	48.64	70.82
	负荷利用小时(小时)	6326	5708	5650	5100	5000
中方案	最高供电负荷(万千瓦)	9.41	25.46	48.79	81.47	119.35
	全社会用电量(亿千瓦时)	5.95	14.53	27.66	41.96	60.27
	负荷利用小时(小时)	6326	5708	5670	5150	5050
低方案	最高供电负荷(万千瓦)	9.41	25.46	43.09	67.85	97.51
	全社会用电量(亿千瓦时)	5.95	14.53	24.52	35.28	49.73
	负荷利用小时(小时)	6326	5708	5690	5200	5100

4.3.3 负荷预测小结

根据上述 2 种预测方法得到的各规划期临安市的最高供电负荷, 综合分析并确定各规划年的负荷见表 4.3.3。

表 4.3.3 临安市负荷预测结果比较表 单位:万千瓦

		2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
高方案	时间序列法	9.41	25.46	57.5	92.0	132.7
	负荷利用小时法	9.41	25.46	54.53	95.37	141.65
	负荷综合	9.41	25.46	55.43	94.36	138.96
中方案	时间序列法	9.41	25.46	51.39	76.79	107.94
	负荷利用小时法	9.41	25.46	48.79	81.47	119.35
	负荷综合	9.41	25.46	49.57	80.07	115.92
低方案	时间序列法	9.41	25.46	45.3	61.6	83.2
	负荷利用小时法	9.41	25.46	43.09	67.85	97.51
	负荷综合	9.41	25.46	43.75	65.97	93.22

4.3.4 人均用电量预测法

临安近几年人均用电量及与相应国家地区比较情况详见下表 4.3.4-1、2。

表 4.3.4-1 临安近几年人均用电量情况

年份	2001	2002	2003	2004	2005
人口(万人)	51.64	51.73	51.49	51.89	52.25
自然增长率	1.001	1.002	0.995	1.008	1.007
供电量(亿 kWh)	7.37	8.81	11.07	12.39	14.53
人均用电量(kWh/人)	1428	1704	2151	2387	2782

表 4.3.4-2 人均用电量同国外比较表

杭州地区	2654 (2000)	4181 (2005)	6730 (2010)
美国	12309 (1996)	法国	6582 (1996)
新加坡	2876 (1980)	4524 (1987)	9769 (2000)
上海	4800 (2000)	6000 (2005)	
杭州老市区	3733 (2000)	5826 (2005)	8364 (2010)

根据临安总体规划, 人口增长情况详见下表 4.3.4-3。

表 4.3.4-3 临安人口预测

	2005	2010	2015	2020
临安人口 (万人)	52.25	54.10	56.02	58.01

从人均用电量水平分析, 临安处于杭州地区的平均水平偏下, 与老市区大致有五年的差距, 因此, 初步估计临安 2010 年的水平将达到 5100 千瓦时/人。到 2020 年将达到一个相对饱和的时期, 将达到中等发达国家水平, 2020 年临安人均用电量将达到 10400 千瓦时/人·年的水平。

可得临安市 2020 年用电量为 60 亿千瓦时, 考虑最大负荷利用小时数按 5200 小时左右计, 则 2020 年的临安市最高负荷将达到 116 万千瓦左右, 届时人均最高负荷水平为 2.0 千瓦。

4.4 电力电量预测结果

据初步统计资料 2006 年临安市用电量为 16.71 亿千瓦时, 最高负荷为 29.05 万千瓦。

根据上述的预测分析可得 2010~2020 年临安市电力电量的预测结果如表 4.4-1 所示。

高方案：“十一五”期间临安市用电量、用电负荷增长率分别为 16.22%、16.84%，2010 年临安市用电量将达到 30.81 亿千瓦时，最高负荷将达到 55.43 万千瓦；“十二五”期间年用电量、负荷增长率分别为 9.56%、11.23%，2015 年临安市用电量将达到 48.64 亿千瓦时，最高负荷将达到 94.36 万千瓦；“十三五”期间年用电量、负荷增长率分别为 7.80%、8.05%，2020 年临安市用电量将达到 70.82 亿千瓦时，最高负荷将达到 138.96 万千瓦。

中方案：“十一五”期间临安市用电量、用电负荷增长率分别为 13.74%、14.25%，2010 年临安市用电量将达到 27.66 亿千瓦时，最高负荷将达到 49.57 万千瓦；“十二五”期间年用电量、负荷增长率分别为 8.69%、10.07%，2015 年临安市用电量将达到 41.96 亿千瓦时，最高负荷将达到 80.07 万千瓦；“十三五”期间年用电量、负荷增长率分别为 7.51%、7.68%，2020 年临安市用电量将达到 60.27 亿千瓦时，最高负荷将达到 115.92 万千瓦。

低方案：“十一五”期间临安市用电量、用电负荷增长率分别为 11.03%、11.44%，2010 年临安市用电量将达到 24.52 亿千瓦时，最高负荷将达到 43.75 万千瓦；“十二五”期间年用电量、负荷增长率分别为 7.55%、8.56%，2015 年临安市用电量将达到 35.28 亿千瓦时，最高负荷将达到 65.97 万千瓦；“十三五”期间年用电量、负荷增长率分别为 7.11%、7.16%，2020 年临安市用电量将达到 49.73 亿千瓦时，最高负荷将达到 93.22 万千瓦。

本研究根据上述规划中方案、并结合临安市各乡镇用地情况，对临安市分区块进行近远景用电负荷预测（详见表 4.4-2 所示）。

表 4.4-1 2010~2020 年临安市电力电量预测结果表

		2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年	“十一·五” 增长率	“十二·五” 增长率	“十三·五” 增长率
高方案	用电量	5.95	14.53	30.81	48.64	70.82	16.22	9.56	7.80
	负荷	9.41	25.46	55.43	94.36	138.96	16.84	11.23	8.05
中方案	用电量	5.95	14.53	27.66	41.96	60.27	13.74	8.69	7.51
	负荷	9.41	25.46	49.57	80.07	115.92	14.25	10.07	7.68
低方案	用电量	5.95	14.53	24.52	35.28	49.73	11.03	7.55	7.11
	负荷	9.41	25.46	43.75	65.97	93.22	11.44	8.56	7.16

注：用电量单位为亿千瓦时，负荷单位为万千瓦。

表 4.4-2 临安市分区块近远景用电负荷预测

		2010 年 用地面积 (ha)	2020 年 用地面积 (ha)	2010 年 用电负荷 (万千瓦)	2020 年 用电负荷 (万千瓦)
东部	锦城街道	217	217	3.7	6.3
	上甘街道	1146	1146	15.3	24.6
	玲珑街道	1071	1071	15.3	25.3
	青山街道	849	849	8.5	29.6
	横畈镇	80	144	0.8	1.9
	高虹镇	76	105	1.3	2.3
	太湖源镇	143	218	1.4	3.2
	板桥镇	159	232	2.7	5.5
	三口镇	21	21	0.2	0.4
	小计	3762	4003	39.4	89.3
中部	西天目乡	41	68	0.4	0.9
	藻溪镇	66	99	0.6	1.5
	横路乡	31	45	0.3	0.7
	千洪乡	21	38	0.2	0.5
	於潜镇	874	985	5.8	11.4
	潜川镇	74	145	0.5	1.9
	乐平镇	95	174	0.6	2.1
	太阳镇	105	155	0.7	1.9
	小计	1307	1708	7.3	18.8
西部	吕化镇	223	336	1.7	3.9
	河桥镇	65	95	0.4	1.1
	湍口镇	35	61	0.3	0.8
	龙岗镇	211	253	1.5	3.1
	岛石镇	44	63	0.4	0.8
	新桥乡	10	14	0.1	0.2
	马啸乡	10	14	0.1	0.2
	清凉峰镇	34	67	0.3	1.0
	大峡谷镇			0.1	0.2
	小计	632	904	3.9	10.2
合 计		5700	6616	49.6	115.9

4.5 新增电源建设计划

根据已掌握的资料,临安市境内除部分规划投产的小水电机组(装机容量约为24810kW,全为径流式水电)外,无其它新建电源计划。2006-2010年,临安市新增水电装机容量2.481万千瓦,新增小水电机组情况详见下表4.5.1-1。根据相关电源建设安排,临安市电厂装机容量情况详见表4.5.1-2。

表 4.5.1-1 2006-2010 年临安市主要电源投产情况表

电厂名	容量	上网电压	调度性质	投产时间
石门潭水电站	3000kW	35kV	县调	2006
马啸岭一级水电站	1600kW	10kV	县调	2006
山边水站	630kW	10kV以下	县调	2006
良源二级水电站	1890kW	10kV	县调	2006
二村二级电站	630kW	10kV以下	县调	2007
华光潭四级电站	3000kW	35kV	县调	2007
都林山电站	1600kW	10kV	县调	2007
李子坑电站	500kW	10kV以下	县调	2008
岭坑电站	630kW	10kV以下	县调	2008
黄岭后电站	800kW	10kV以下	县调	2008
金浪电站	1260kW	10kV	县调	2008
塘源电站	800kW	10kV以下	县调	2008
云浪电站	3000kW	35kV	县调	2008
临里电站	640kW	10kV以下	县调	2009
双溪口电站	3200kW	35kV	县调	2009
大源塘电站	630kW	10kV以下	县调	2009
赵家电站	1000kW	10kV	县调	2010
合计	24810kW			

表 4.5.1-2

临安市电厂装机容量表

单位：万千瓦

名称	并网电压	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
青山殿	110 千伏	4	4	4	4	4	4
华光潭一二级	110 千伏	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
华光潭三级	35 千伏	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
鱼跳一级	35 千伏	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
鱼跳二级	35 千伏	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
里畈	35 千伏	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
水涛庄	35 千伏	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
石门潭	35 千伏		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
华光潭四级	35 千伏			0.3	0.3	0.3	0.3
云良	35 千伏				0.3	0.3	0.3
双溪口	35 千伏					0.32	0.32
欧锦热电	35 千伏	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
华能热电	35 千伏	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
超亚热电	35 千伏	2.4					
其他小火电	10 千伏及以下	7.1641	7.1641	7.1641	7.1641	7.1641	7.1641
其他小水电	10 千伏及以下	5.2955	5.7075	5.9305	6.3295	6.4565	6.5565
总计		32.2496	30.5616	31.0846	31.7836	32.2306	32.3306
其中：6000kW 及以上小水电		12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
6000kW 及以上小火电		6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
6000kW 以下小水电		6.5855	7.2975	7.8205	8.5195	8.9665	9.0665
6000kW 以下小火电		7.1641	7.1641	7.1641	7.1641	7.1641	7.1641

4.6 电力平衡

针对临安市电网的实际情况，本研究着重分析了临安市 220 千伏及 110 千伏电网的电力平衡。本研究按以下两种方式进行电力平衡。

临安地区水电资源丰富，预计 2010 年水电装机总容量将达 21.57 万千瓦。

1) 枯水峰荷

临安市电网虽然拥有大量的小水电，但大部分为径流电站，小部分为有季调节能力、不完全年调节能力的小水电站。临安汛期一般出现在 4~6 月份，全年最高负荷一般出现在 7、8 月份及 10~12 月份，经常面临夏季用电高峰时水电无水可发的情况，本研究对枯水峰荷水电全部停发时的临安 220、110 千伏电网进行了电力平衡分析。

2) 丰水峰荷

本研究对丰水峰荷时的临安 220、110 千伏电网也进行电力平衡分析，以校核 220 千伏主变容量安排的合理性。平衡时，临安电网负荷取全年最高负荷；由于临安电网内有部分为不完全年调节能力的小水电站，平衡时全网 6000 千瓦及以上、以下小水电分别按 60%、40%出力考虑。

在电力平衡中，6000 千瓦及以上的小火电按 50%的容量参与平衡，6000 千瓦以下小火电按 10%的容量参与平衡。

临安市 220 千伏、110 千伏电网枯水峰荷、丰水期峰荷电力平衡详见表 4.6-1~4。

表 4.6-1 临安市 220 千伏电网电力平衡表一 单位: 万千瓦

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
临安供电最大负荷	25.46	29.89	34.74	39.62	44.55	49.57	80.07	115.92
小水电容量(6000kW 以上)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
小火电容量(6000kW 以上)	6.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
小水电容量(6000kW 以下)	6.6	7.3	7.8	8.5	9.0	9.1	9.1	9.1
小火电容量(6000kW 以下)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	0.0	0.0
地区供电能力		2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	1.80	1.80
需 220kV 电网供电负荷		27.38	32.23	37.11	42.03	47.05	78.27	114.12

注: 本表为枯水峰荷平衡表。

表 4.6-2 临安市 220 千伏电网电力平衡表二 单位: 万千瓦

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
临安供电最大负荷	25.46	29.89	34.74	39.62	44.55	49.57	80.07	115.92
小水电容量(6000kW 以上)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
小火电容量(6000kW 以上)	6.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
小水电容量(6000kW 以下)	6.6	7.3	7.8	8.5	9.0	9.1	9.1	9.1
小火电容量(6000kW 以下)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	0.0	0.0
地区供电能力		12.94	13.14	13.42	13.60	13.64	12.93	12.93
需 220kV 电网供电负荷		16.96	21.60	26.20	30.95	35.93	67.14	103.00

注: 本表为丰水峰荷平衡表。

表 4.6-3 临安市 110 千伏电网电力平衡表一 单位: 万千瓦

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
临安供电最大负荷	25.46	29.89	34.74	39.62	44.55	49.57	80.07	115.92
小水电容量(6000kW 以上)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小火电容量(6000kW 以上)	6.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
小水电容量(6000kW 以下)	6.6	7.3	7.8	8.5	9.0	9.1	9.1	9.1
小火电容量(6000kW 以下)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	0.0	0.0
地区供电能力		2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	1.80	1.80
35kV 直供负荷*		3.10	4.05	4.75	5.45	6.15	7.80	9.50
110kV 用户变		2.50	2.50	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
需 110kV 电网供电负荷		21.8	25.7	28.8	33.0	38.6	73.0	104.6

注: 1. 本表为枯水峰荷平衡表。

2. *指 220 千伏变电所直供的负荷。

表 4.6-4 临安市 110 千伏电网电力平衡表二 单位: 万千瓦

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
临安供电最大负荷	25.46	29.89	34.74	39.62	44.55	49.57	80.07	115.92
小水电容量(6000kW 以上)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小火电容量(6000kW 以上)	6.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
小水电容量(6000kW 以下)	6.6	7.3	7.8	8.5	9.0	9.1	9.1	9.1
小火电容量(6000kW 以下)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	0.0	0.0
地区供电能力		5.44	5.64	5.92	6.10	6.14	5.43	5.43
35kV 直供负荷*		3.10	4.05	4.75	5.45	6.15	7.80	9.50
110kV 用户变		2.50	2.50	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
需 110kV 电网供电负荷		18.9	22.5	25.4	29.4	35.0	69.3	101.0

注: 1. 本表为丰水峰荷平衡表。

2. *指 220 千伏变电所直供的负荷。

从电力平衡的结果可以看出:远景临安电网受电主渠道仍考虑 220 千伏电网。

2020 年临安电网需 220 千伏网供电约 103~114.12 万千瓦。单从所需的降压功率来看,2020 年临安电网所需的 500 千伏变电容量约 180 万千瓦安左右;但结合现有及远景规划的杭州 500 千伏电网情况来看,在临安市域外的东北方向约 20 公里左右已有建成的 500 千伏瓶窑变电所(主变容量为 3×75 万千瓦安)、在临安市域外的东南方向约 15 公里左右已有建成的 500 千伏富阳变电所(远景主变容量为 4×75 万千瓦安)、在临安市域外的中南约 15 公里左右将规划建设 500 千伏富西变电所(主变容量为 4×100 万千瓦安),即临安周边将有 3 个 500 千伏变电所布点,可以考虑通过建设 6~8 回 220 千伏输电线路与周边 500 千伏变电所供区相连来满足临安市的供电需要。

因此,结合杭州整体 500 千伏电网布局,本本研究不考虑在临安市境内新增 500 千伏变电所落点,仍保持从邻近 500 千伏变电所供区通过 220 千伏线路受电的模式,根据市域内各区块的负荷性质和建设条件进行网架结构规划。

目前,临安电网主要依靠 220 千伏线路从瓶窑供区受电;随着临安负荷增长,周边 500 千伏变电所的逐步落点,适时考虑增加从其他相邻 500 千伏变电所供区的受电线路通道,以满足供电要求。

第 5 章 电网发展规划目标

5.1 电网发展规划目标

目前，临安市的社会经济正处于新一轮增长的时期，工业结构的调整已初步完成，投资环境也得到了较好的改善，国民经济对用电需求的增长势头较为明显，且在今后一段时间内仍将保持健康的发展趋势。

因此，本次电网调整规划在原有电网规划的基础上，分析目前电网存在的不足，分析近期内电网可能出现的问题，明确今后若干年内电网建设的工作重点，是很有必要的，目的是为了能够使电网通过建设和改造迅速适应国民经济快速发展的需要，更好地服务于社会经济的繁荣，同时也能够适时地调整和修正自身的电网发展规划，以达到高效、经济的目的。

5.1.1 规划思路 and 原则

电网规划的目的是为了加强电网的供电能力，提高电网的供电可靠性，保证电网的安全稳定运行，满足电网建设合理性、电网运行经济性的要求，从而保证国民经济健康持续发展和满足居民生活水平不断提高后对电力的需求。

电网规划应认真分析社会经济发展对用电的远景需求，研究和制定电网的整体和长远发展目标，优化电网结构，提高电网的供电能力和适应性；并从调查研究现有电网入手，解决电网的薄弱环节，重视电网建设的过渡和衔接。远期规划是近期规划的发展目标，近期规划是远期规划的基础。

电网规划必须坚持统一规划，以安全可靠为基础，适度超前，突出整体经济效益，电网建设、改造项目的设计、建设都应符合电网总体规划的要求。电网规划还应合理利用现有的电网资源，充分考虑城市规划对电力建设的需求和有关要求，认真分析规划实施的可行性。

针对临安经济的发展及电力系统的现状，“十一五”期间要进一步加强电网建

设，以逐步解决在局部地区已经存在的供需矛盾问题，并本着开发与节约并重的原则，适度超前，留有一定的裕度。

各电压等级的电网应根据用电的需求，合理规划变电容量和电网结构，充分考虑建设坚强电网的要求。在满足电网安全、稳定、灵活运行的基础上，减少电磁环网，避免重复投资。

5.1.2 规划技术原则

根据差异化发展原则，电网规划时确定变电容载比的具体范围可参照《浙江省城市电网规划技术原则》中各电压等级容载比选择范围所列，如下表 5.1.2 所示。根据近期电网发展快速的特殊情况，允许在短时期内超过下述范围。

表 5.1.2 各电压等级容载比选择范围

负荷增长情况	较慢增长	中等增长	较快增长
年负荷增长率	小于 7%	7~12%	大于 12%
500kV 及以上电网	1.5~1.8	1.6~1.9	1.7~2.0
220~330kV 电网	1.6~1.9	1.7~2.0	1.8~2.1
35~110kV	1.8~2.0	1.9~2.1	2.0~2.2

5.1.3 电网结构

电网结构的优化应重点考虑以下主要原则：

1) 规划的电网应具有充足的供电能力，能适应负荷和电源建设发展的长远需要。

2) 在网络满足 N-1 原则的基础上，对重要的变电所应按照 N-2 带全负荷的标准供电，对重要的输电通道也应能够满足 N-2 的校核。

3) 网络的规划应贯彻分层分区的原则，做到调度灵活，便于事故处理，在结构上避免大面积停电事故及电压崩溃的可能性。

4) 220 千伏电网结构以 500 千伏瓶窑、富阳等变电所为供电电源，在实现分片供电的基础上，在相邻供区电网之间应具备事故情况下相互支援的能力，220 千伏网络具体接线方式如图 5.1.3-1 所示。

5) 在运行安全可靠和保证供电质量的前提下，推行电网接线规范化和设施标

准化。

6) 根据临安负荷密度和用电性质, 将临安电网 110 千伏供电范围划分为两类区域。

a. 临安城区及青山等一级工业经济技术开发区等, 简称一般城区。

一般城区主要特点是城市负荷密度较高且用电性质较重要, 供电半径为 2.0~5.0km, 以第二、三产业用电为主, 主要依靠电网受电。110kV 变电所主变台数一般采用 2~3 台 50MVA 主变, 110kV 变电所一般采用户内布置, 电缆、架空混合进出线。

为提高供电可靠性, 在距两个电源点电气距离相近的情况下, 宜采用双侧电源进线形式, 以考虑电源系统发生故障时, 相互间有转供能力, 在正常运行时还可以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, 规划网架典型接线以双电源接线为主。

b. 农村区域

农村区域主要特点是城市负荷密度较低; 供电半径为 5.0~10.0km, 用电主要以乡镇工业、农业、居民生活等为主; 内部电厂以小水电为主; 110kV 变电所主变台数一般采用 2 台 50 (31.5、40) MVA 主变, 110kV 变电所一般采用户外布置, 架空进出线。

由于地处边缘山区等低负荷密度区, 不具备两个 220 千伏电源点时, 规划网架典型接线以单端电源辐射接线为主。

110 千伏网络具体接线方式如图 5.1.3-2 所示。

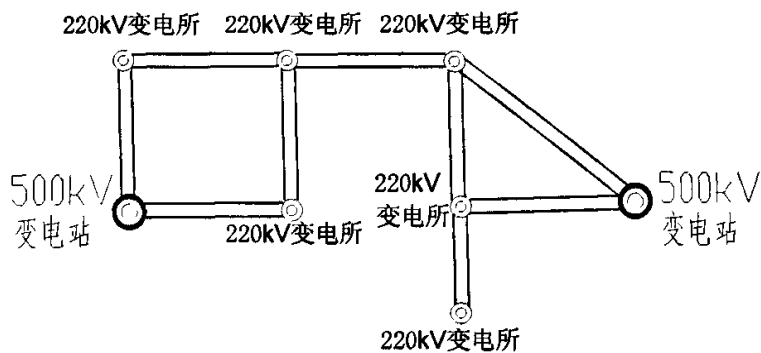


图 5.1.3-1 220 千伏网络接线示意图

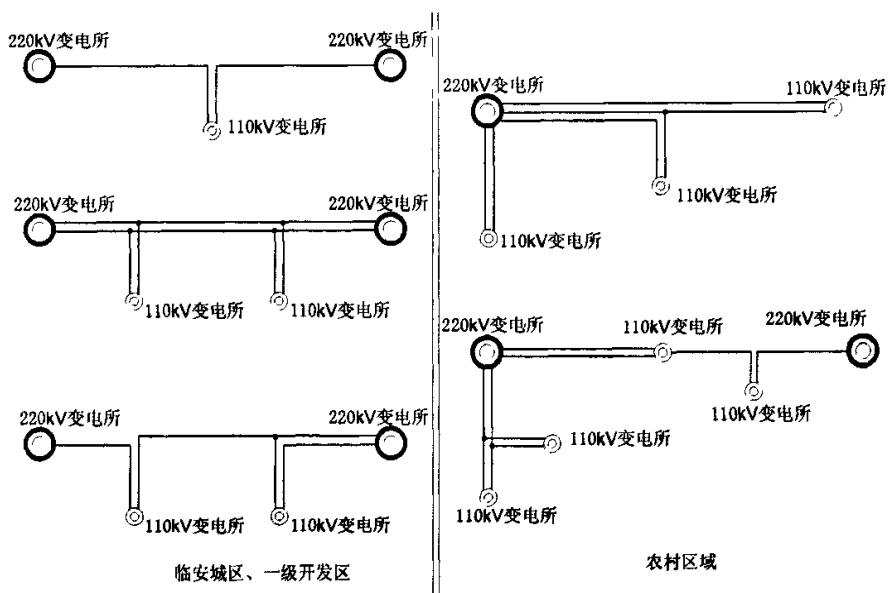


图 5.1.3-2 110 千伏网络接线示意图

5.1.4 规划远景目标

由前述电力平衡的结果可知：

2020 年，临安市最高负荷为 115.9 万千瓦，需大网供电约 103~114.12 万千瓦，届时需拥有 5 座左右的 220 千伏变电所，主变容量约 228 万千伏安。

考虑到临安电网大致呈东、中、西部三片，其负荷比例约 76%: 16%: 8%，且中西部水电资源丰富，因此，中西部电网由 220 千伏方元变电所（主变容量为 3×18 万千伏安）提供供电电源即可满足要求。东部电网则考虑 174 万千伏安左右的主变降压容量，容载比约 2.0~2.21。详见下表 5.1.4-1。

临安的 110 千伏电网则紧紧围绕各 220 千伏变电所，合理布局网络结构，加强各供区之间的负荷转供能力，提高电网供电的可靠性。根据用电的需要，至 2020 年需 110 千伏降压容量 230 万千伏安左右，容载比约 2.2~2.28。详见下表 5.1.4-2。

表 5.1.4-1 220 千伏变电所容载比情况 单位：万千瓦、万千伏安

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2015年	2020年
临安市最高负荷	25.5	29.9	34.7	39.6	44.6	49.6	80.1	115.9
地区电厂出力(枯水)		2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	1.80	1.80
地区电厂出力(丰水)		12.94	13.14	13.42	13.60	13.64	12.93	12.93
地区电厂出力(平水)		7.73	7.83	7.97	8.06	8.08	7.36	7.36
220kV变电所负荷(枯水)		27.38	32.23	37.11	42.03	47.05	78.27	114.12
220kV变电所负荷(丰水)		16.96	21.60	26.20	30.95	35.93	67.14	103.00
220kV变电所负荷(平水)		22.2	26.9	31.7	36.5	41.5	72.7	108.6
容载比(枯水)		1.42	1.77	1.78	1.78	1.79	1.99	2.00
容载比(丰水)		2.30	2.64	2.52	2.42	2.34	2.32	2.21
容载比(平水)		1.76	2.12	2.09	2.06	2.02	2.15	2.10
220千伏降压容量	30	48	66	66	84	84	156	228
青 云	30	30	30	30	30	30	30	30
岗 阳		18	36	36	36	36	54	54
方 元					18	18	36	54
柯 家							36	54
青 山								36

注：2010 年前，当年投产的变电容量按一半计。

表 5.1.4-2 110 千伏变电所容载比情况 单位: 万千瓦、万千伏安

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2015年	2020年
临安市最高负荷	25.5	29.9	34.7	39.6	44.6	49.6	80.1	115.9
地区电厂出力(枯水)		2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	1.80	1.80
地区电厂出力(丰水)		6.89	7.21	7.63	7.90	7.96	7.24	7.24
地区电厂出力(平水)		3.98	4.08	4.22	4.31	4.33	3.61	3.61
35kV 直供负荷		3.10	4.05	4.75	5.45	4.90	5.30	9.50
110kV 用户		2.50	2.50	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
110kV网供负荷(枯水)		21.8	25.7	28.8	33.0	38.6	73.0	104.6
110kV网供负荷(丰水)		18.9	22.5	25.4	29.4	35.0	69.3	101.0
110kV网供负荷(平水)		20.3	24.1	27.1	31.2	36.8	71.2	102.8
容载比(枯水)		2.32	2.30	2.44	2.56	2.52	2.22	2.20
容载比(丰水)		2.68	2.62	2.76	2.88	2.78	2.33	2.28
容载比(平水)		2.49	2.45	2.59	2.71	2.64	2.27	2.24
110千伏降压容量	45.5	55.65	62.65	77.65	91.65	102.65	161.65	230.05
临安	6.3	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.3
吕化	5.15	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.3
於潜	6.3	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.3	6.3
青山	6.3	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	10
玲珑	6.3	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	10
锦南	4	4.00	4.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
高虹	4	4.00	4.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
秀水	3.15	3.15	3.15	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15
石泉	4	4.00	4.00	4.00	9.00	9.00	9.00	9.00
平山		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	10	10
龙岗		4	4.00	4.00	4.00	4.00	8	8
板桥			5.00	5.00	5.00	5.00	10	10
塔山			2.00	2.00	2.00	4.00	8	8
杨岭					4.00	4.00	8	8
锦城					5.00	5.00	10	10
江家						5.00	10	10
化龙						4.00	8	8
潜阳							4	8
雅观							5	10
后浪							5	10
市坞							5	10
藻溪							4	8
清凉峰								8

夏禹								10
上东								10
石林								10

注：2010 年前，当年投产的变电容量按一半计。

5.1.5 规划的近景目标

根据上述临安市的电力平衡可知：到 2010 年，临安市需大网供电约 35.93～47.05 万千瓦。到 2010 年，青云变（2×15 万千伏安）、岗阳变（1×18 万千伏安）的主变容量将难以满足安全可靠供电要求。因此，在“十一五”期间，考虑扩建岗阳变二期工程（新增主变容量为 18 万千伏安），同时新建临安的第 3 座 220 千伏变电所（方元变，主变容量为 18 万千伏安），为完善中西部 110 千伏网架、降低网损、提高电网运行的经济性，方元变电所落点于临安中西部区域。

同时，根据用电需要，在“十一五”期间临安市需新增 110 千伏变电所主变容量 57.15 万千伏安（含 2006 年建成投产的 10.15 万千伏安）。

到“十一五”末，临安市将形成以 220 千伏青云、岗阳、方元变电所为中心，110 千伏电网为主网的供电布局，特别是临安中西部地区的供电可靠性有了较大幅度的提高。

东部区域随着用电的增长计特点考虑逐步取消 35 千伏电压等级供电模式，西部地区由于供电范围大、区域用电水平尚未达到一定规模，35 千伏网络在相当长的一段时期内还将保留。

5.2 高压输电网规划

5.2.1 “十一五”期间电网规划

从前述 2010 年规划的近景目标可知：就临安市的电力需求来看，临安电网需大网供电 35.9～47.05 万千瓦，需 220 千伏主变降压容量 84 万千伏安，其中临安中西部地区的全社会最高负荷将达到 11.2 万千瓦左右（不考虑水电站出力），需新增 220 千伏降压容量 18 万千伏安左右。

1、从表 6.3-1 可以看出，从 220 千伏变电所的供电能力来看，同时为提高电

网运行的经济性、可靠性，避免远距离输送电力，需在“十一五”末新建 220 千伏方元变电所，来缓解 220 千伏青云变的压力。新增主变容量 18 万千伏安，考虑通过新建 1 回青云～方元输电线或岗阳～方元输电线接入系统。

2、为了满足临安电网的安全、稳定运行，根据杭州电网规划，将实施临安电网电源补强工程：建设第 2 回 220 千伏杭州—岗阳输电线路，分别扩建杭州变、岗阳变 1 个 220 千伏间隔，计划于 2007 年实施。

3、随着临安市负荷的增长，2009 年临安电网需要大网供电 30.9~42 万千瓦，当枯水峰荷时瓶窑～杭变的 1 回故障，瓶窑～青云单线输送容量达到了 30 万千瓦左右。因此为满足临安市安全可靠供电，考虑在 2009 年左右建设第 2 回 220 千伏瓶窑～青云输电线路。

2010 年临安电网地理接线图见附图表 4.3.1-3。

5.2.2 后 10 年的电网规划

1. “十二五”期间工程

根据负荷预测，2015 年左右，临安市的全社会最高供电负荷达到 80.1 万千瓦，扣除小水电平衡的部分负荷后需大网供电 67.14~78.27 万千瓦。“十二五”期间需要新增 220 千伏主变容量 72 万千伏安左右，全市容载比可达到 1.99~2.32。

(1) 220 千伏青云变的 110 千伏出线间隔规模有限，临安市东南部的电网发展受到限制，不仅原有的输电线路难以满足负荷继续增长的需要，而且新建的 110 千伏变电所也无法考虑接入。

因此，在临安上甘区域应再考虑新建一座 220 千伏变电所，即 220 千伏柯家变，主变容量为 18 万千伏安，通过将岗阳～方元输电线开口环入。

(2) 为满足岗阳变供区的供电要求，考虑扩建 220 千伏岗阳变第 3 台主变，容量为 18 万千伏安，同时建设岗阳-青云的第 2 回输电线路。

(3) 适应临安市东南部的电网发展需要，改善 220 千伏柯家变的供电可靠性，满足主变 N-1 的要求，考虑扩建 220 千伏柯家变第 2 台主变，容量为 18 万千伏安，

并新建柯家~岗阳第 2 回输电线。

(4) 为增强临安市电网的供电可靠性, 结合杭州 500、220 千伏电网建设规划及分层分区设想, 考虑建设临安市 220 千伏电源的第 3 个受电方向通道, 将原 2 回杭州~新安江(500 千伏富西输变电建成后改接为杭州~富阳或富西)输电线路改接为柯家~富阳(或富西)2 回输电线。

(5) 适应临安市西部的电网发展需要, 改善 220 千伏方元变的供电可靠性, 满足主变 N-1 的要求, 可考虑扩建 220 千伏方元变第 2 台主变, 容量为 18 万千伏安, 并新建第 2 回方元~柯家输电线路。

2015 年临安电网地理接线图见附图表 4.3.1-4。

2. “十三五”期间工程

根据负荷预测, 2020 年左右, 临安市的全社会最高供电负荷达到 115.9 万千瓦, 扣除小水电平衡的部分负荷后需大网供电 103~114.12 万千瓦。十三五”期间需要新增 220 千伏主变容量 72 万千伏安左右, 全市容载比可达到 2.0~2.21。

(1) 适应临安市东南部的电网发展需要, 新建 220 千伏青山输变电工程, 容量为 18 万千伏安, 将 220 千伏岗阳-柯家线开口环入。

(2) 为满足临安市东南部的电网发展需要, 增强 220 千伏青山变的供电可靠性, 满足主变 N-1 的要求, 可考虑扩建 220 千伏全青山变第 2 台主变, 容量为 18 万千伏安。

(3) 按照分层会区的原则, 分片之间通过设联络线以保障有一定的负荷转移能力, 加强 500kV 供区内的环网建设, 提供电网供电可靠性, 建设临安市 220 千伏电源的第 4 个受电通道, 将另外 2 回杭州~新安江(500 千伏富西输变电建成后改接为杭州~富阳或富西)输电线路改接为青山~富阳或富西 2 回输电线。

通过 2006-2020 年 220 千伏电网的建设, 临安市的 220 千伏电网供电能力及供电可靠性可以得到很大的提高, 供电质量将得到有效的保障。

2020 年临安电网地理接线图见附图表 4.3.1-5。

5.3 高压配电网规划

在本节中主要对“十一五”期间临安 110 千伏、35 千伏电网的建设作出具体的规划，并对 2010 年以后的高压配网作初步的规划展望。形成以 220 千伏变电所为电源点、结构合理、调度灵活、供电可靠、经济高效的供电网架。

5.3.1 110 千伏电网规划

1. “十一五”期间的电网建设

从前述 2010 年规划的远景目标可知：就临安市的电力需求来看，临安电网需 110 千伏电网供电 35.0~38.6 万千瓦，安排 110 千伏主变降压容量约 102 万千伏安。

(1) 220 千伏岗阳变的 110 千伏线路配套送出，110 千伏岗阳~平山、临安、青山、石泉、金园等 6 回输电线。

(2) 为满足锦城镇城北区域的供电，110 千伏平山输变电工程已于 2006 年建成投产，变电所最终主变规模为 2X5 万千伏安，一期主变规模为 1X5 万千伏安，通过将 110 千伏青云~青山线开口环入。投资不列入本规划。

(3) 为满足临安市西部片的昌化镇以西的龙岗、颊口等 13 个乡镇经济的发展和人民生活水平的提高，并提高 35 千伏颊口、岛石等变电所的供电可靠性，降低电网运行损耗，考虑利用原 35 千伏龙岗变的部分场地就地升压改造建设 110 千伏龙岗变电所。变电所最终主变规模为 2X4 万千伏安，本期主变规模为 1X4 万千伏安，本期通过新建 1 回线 T 接于 110 千伏於潜—昌化线上。投资不列入本规划。

(4) 由于塔山工业集聚区、潜川电子工业小区的建设，为满足该区域供电需求。计划于 2007 年 1 月建设 110 千伏塔山临时变，容量为 2 万千伏安，建设 1 回临时变至昌化~分水线的 T 接线。

(5) 随着新一轮乡镇规划发展，三口、板桥区域引进了的诸多造纸、水泥、铁附件加工、畜牧业加工等企业，用电负荷将急剧上升。为满足用电需求的不断增长，配合乡镇的总体规划，规划考虑于 2007 年将 35 千伏板桥变易地升压改造。变电所最终主变规模为 2X5 万千伏安，本期主变规模为 1X5 万千伏安，考虑通过

新建 1 回 110 千伏线路接至岗阳变。

(6) 根据临安市城镇规划,随着城区建设的进一步扩大,锦城镇建设向南扩展,区域负荷增长迅速,增强供电可靠性,规划考虑于 2008 年扩建锦南变第 2 台主变,容量为 1X5 万千伏安;并考虑将一期的 4 万千伏安主变与秀水二期的 5 万千伏安主变更换,届时锦南变的主变容量为 2X5 万千伏安。

(7) 高虹镇系临安市的工业经济重镇,节能灯工业起步早,被誉为“灯光之乡”,随着临安高虹节能灯工业集聚点的全面启动,该片负荷增长加快,规划考虑于 2008 年扩建高虹变第 2 台主变,容量为 5 万千伏安,并建设第 2 回青云—高虹输电线路。

(8) 随着玲珑工业园区建设的不断完善,入园的企业增加迅猛,负荷增长快速,110 千伏秀水变为单线单变供电,可靠性相对较差,规划考虑于 2008 年扩建秀水变第 2 台主变,容量为 5 万千伏安;该 5 万千伏安主变将与锦南变一期的 4 万千伏安主变更换,届时秀水变主变规模为 7.15 万千伏安。建设 1 回秀水至青云~於潜的 T 接线。

(9) 随着杨岭、临目镇该区域经济社会的发展,仅靠 35 千伏畈龙变、杨岭临时变供电能力日渐不足,供电质量将影响到城市的建设和发展,因此规划考虑于 2009 年新建 110 千伏杨岭变电所。变电所主变最终规模为 2×4 万千伏安,本期主变规模为 1×4 万千伏安,考虑新建 1 回青云~杨岭输电线路。

(10) 临安市作为承接杭州市区的产业梯度转移县市之一,临安市工业园区正在承接:杭州制氧集团、杭州机床集团、锦江纸厂高档新闻纸、中天集团、杭州奥斯卡亚历山大纺织等整体搬迁新建项目,负荷已经呈现出大幅度增长趋势。为满足负荷激增的需要,提高供电可靠性,规划考虑于 2009 年扩建石泉变第 2 台主变,容量为 5 万千伏安,并建设第 2 回岗阳—石泉输电线。

(11) 为满足锦城镇区域的供电,规划考虑于 2009 年将 35 千伏锦城变升压改造成 110 千伏锦城变,变电所最终主变规模为 2X5 万千伏安,本期主变规模为 1X5 万千伏安,本期考虑 1 回锦城至青云~临安的 T 接线。

(12) 随着青山工业园区的负荷迅速增长,提高供电可靠性,规划考虑于 2010 年新建 110 千伏江家变,变电所最终主变规模为 2X5 万千伏安,本期主变规模为 1X5 万千伏安,本期考虑 1 回岗阳—江家输电线。

(13) 随着塔山工业集聚区、临安潜川电子工业小区建设的逐步完善, 该区域供电需求增长快速。规划考虑于 2010 年新建 110 千伏塔山变, 变电所最终主变规模为 2X4 万千伏安, 本期主变规模为 1X4 万千伏安, 本期通过 1 回方元~塔山输电线路接入。

(14) 随着玲珑工业区建设的完善, 该区域供电需求增长快速。规划考虑于 2010 年新建 110 千伏化龙变, 变电所最终主变规模为 2X4 万千伏安, 本期主变规模为 1X4 万千伏安, 本期考虑 1 回化龙至青云~秀水的 T 接线。

通过 2006-2010 年 110 千伏电网的建设, 临安市的 110 千伏电网供电能力及供电可靠性可以得到较大的提高, 供电质量将得到有效的改善。临安市分区域的 110kV 变电所容载比逐渐达到比较高的水平, 已经能够满足社会经济发展的需要。

2010 年临安电网地理接线图见附图表 5.3.1-3。

2. 后 10 年的电网规划

1) “十二五”期间工程

根据负荷预测, 2015 年左右, 临安市的全社会最高供电负荷达到 80.1 万千瓦, 扣除小水电平衡的部分负荷后需 110 千伏电网供电 69.3~73.0 万千瓦。“十二五”期间需要新增 110 千伏主变容量 59 万千伏安左右, 全市容载比可达到 2.22~2.33。

- (1) 110 千伏平山变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;
- (2) 110 千伏龙岗变主变扩建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;
- (3) 110 千伏板桥变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;
- (4) 110 千伏杨岭变主变扩建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;
- (5) 110 千伏锦城变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;
- (6) 110 千伏江家变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;
- (7) 110 千伏塔山变主变扩建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;
- (8) 110 千伏化龙变主变扩建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;
- (9) 110 千伏潜阳变新建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;
- (10) 110 千伏雅观变新建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;
- (11) 110 千伏后浪变新建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;

(12) 110 千伏市坞变新建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;

(13) 110 千伏藻溪变新建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安。

2015 年临安电网地理接线图见附图表 4.3.1-4。

2) “十三五”期间工程

根据负荷预测, 2020 年左右, 临安市的全社会最高供电负荷达到 115.9 万千瓦, 扣除小水电平衡的部分负荷后需大网供电 101~104.6 万千瓦。十三五”期间需要新增 110 千伏主变容量 68.4 万千伏安左右, 全市容载比可达到 2.20~2.28。

(1) 110 千伏青山变主变增容工程, 新增主变容量 3.7 万千伏安;

(2) 110 千伏玲珑变主变增容工程, 新增主变容量 3.7 万千伏安;

(3) 110 千伏潜阳变主变扩建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;

(4) 110 千伏雅观变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;

(5) 110 千伏后浪变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;

(6) 110 千伏市坞变主变扩建工程, 新增主变容量 1X5 万千伏安;

(7) 110 千伏藻溪变主变扩建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;

(8) 110 千伏清凉峰变新建工程, 新增主变容量 1X4 万千伏安;

(9) 110 千伏夏禹变新建工程, 新增主变容量 2X5 万千伏安;

(10) 110 千伏上东变新建工程, 新增主变容量 2X5 万千伏安;

(11) 110 千伏石林变新建工程, 新增主变容量 2X5 万千伏安。

应该指出的是临安东部的电网受经济发展的影响较大, 所需的输变电工程宜根据园区的总体规划统筹安排, 具体的实施过程可根据工业园区的建设进度进行调整。

2020 年临安电网地理接线图见附图表 5.3.1-5。

5.3.2 35 千伏电网规划

目前临安市特别是中西部的 35 千伏电网相对比较发达, 由于单座 35 千伏变电所的容量相对较小, 各方面的不确定因素较难预测, 因此, 本规划对“十一五”期间的建设项目进行了具体的分析, 主要的原则是: 根据各片社会经济以及用电

负荷的增长情况，对 35 千伏变电所的容量进行合理安排，并努力提高电网的供电可靠性，降低损耗，提高电网运行的经济性。局部区域由于负荷增长需要，为满足电力发展需要，对部分 35 千伏变电所进行升压改造。负荷较大的用户宜采用 35 千伏电压供电，可考虑从 220 千伏变电所的低压侧引接电源。

- 1、35 千伏潜川变扩建工程，新增主变容量 1×0.8 万千伏安；
- 2、35 千伏藻溪变扩建工程，新增主变容量 1×0.8 万千伏安；
- 3、35 千伏岛石变扩建工程，新增主变容量 1×0.5 万千伏安；
- 4、35 千伏颊口变扩建工程，新增主变容量 1×0.5 万千伏安；
- 5、35 千伏渔村变扩建工程，新增主变容量 1×0.8 万千伏安；
- 6、35 千伏西天目变扩建工程，新增主变容量 1×0.5 万千伏安；
- 7、35 千伏湍口变扩建工程，新增主变容量 1×0.5 万千伏安；
- 8、35 千伏三口变新建工程，新增主变容量 1×1.6 万千伏安；
- 9、35 千伏乐平变新建工程，新增主变容量 1×1.6 万千伏安；

2006-2010 年 35 千伏电网的建设项目基本能够满足负荷增长的需要，5 年内共减少 35 千伏变电容量 1.85 万千伏安。“十一五”期间 35 千伏电网容载比情况详见表 4.3.2-1。

2006、2007、2010 年临安市 35 千伏及以上电网地理接线图见图 5.3.1-1~3；

2015 年临安市 110 千伏及以上电网地理接线图见图 5.3.1-4；

2020 年临安市 110 千伏及以上电网地理接线图见图 5.3.1-5。

表 5.3.2-1 临安市 35 千伏容载比情况表 单位：万千瓦、万千伏安

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
全社会最高供电负荷	25.5	29.9	34.7	39.6	44.6	49.6
小水电平衡负荷	2.83	3.00	3.09	3.25	3.30	3.34
110千伏变电所直供		18.80	23.30	28.80	34.00	38.50
35千伏网供负荷		8.09	8.35	7.58	7.25	7.73
容 载 比		2.10	2.06	2.07	2.01	1.89
35千伏降压容量	16.45	17.55	16.80	14.60	14.60	14.60
龙岗变	1.00				0.00	0.00
夏禹变	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.00
畈龙变	1.60	1.60	1.60	1.60	0.00	0.00
锦城变	3.20	3.20	3.20	0.00	0.00	0.00
藻溪变	0.80	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
潜川变	0.80	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
板桥变	2.05	2.05			0.00	0.00

颊口变	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
太阳变	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
横畈变	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
西天日变	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
湍口变	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
岛石变	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
渔村变	0.80	0.80	1.60	1.60	1.60	1.60
三口变					1.60	1.60
乐平变						1.60

注： 1) 容载比的计算按当年投产容量计一半考虑。

5.4 中低压配电网规划

配电网规划的一个特点是其期限一般较短。一方面它与用户的实际分布有关,另一方面配电规划的实施期也比较短。一般以 5~15 年的中、短期规划为主。配电网规划的另一个特点是配电设施面广、点多,每个设施单位较小但数量很多,设施场所与居民、用户有直接接触。

5.4.1 配电网规划建设的目标

根据临安市城区社会经济发展情况、城市总体规划和临安市城区用电负荷发展预测,并结合临安市配电网的现状,确定配电网规划建设目标如下:

1. 电网各项运行指标力争达到国内先进水平
 - (1) 配电网中压用户供电可靠性指标 RS1 达到 99.99%及以上。
 - (2) A 类电压合格率达到 99%以上,综合电压合格率达到 99%以上。
 - (3) 110kV 及以下电网理论线损率控制在 4%以下,达到国内先进水平。
2. 中压配电网的供电能力应满足城区负荷现状和未来发展的需求。
3. 中压配电网采用环网结构开环运行,在高负荷密度地区加强网架结构,增强互供能力,提高供电可靠性。配电网网架结构应满足系统安全和经济的要求,调度运行方式灵活。
4. 各级电压网络的输电容量、主变容量和有功、无功容量之间的比例协调,形成层次分明、结构合理的配电网网架结构。杜绝由于配网结构、运行方式及保护不正确等原因引起的大面积停电事故。
5. 改善投资环境,基本做到按用电需要配置配电变压器的数量和容量,对投资热点和重要区域做到电力先行。
6. 促进电网建设与环境保护的协调发展,电力设施应符合临安市总体规划,设备噪音应控制在国家标准之内,电力设施、建筑物应与周围环境协调一致。电力设施要满足城市消防的需要。
7. 积极采取有效措施消除“谐波污染”,使电能质量满足国家标准规定。

5.4.2 配电网规划技术原则

临安中心城区配电网规划是依据原能源部、建设部颁发的《城市电力网规划设计导则》，浙江省电力公司发布的《浙江省城市电网规划技术原则》和《浙江省城市中低压配电网建设与改造技术原则》所规定的技术原则进行的。

1. 中压配电网应根据 110kV 高压变电站的布点、负荷密度和营运管理的需要划分成若干相对独立的供电分区，通常分区以高压变电站为中心，分区之间不应交叉供电。若随着负荷的发展有新的高压变电站出现，则相关变电站供电分区应重新计算和调整，所涉及的 10kV 线路应根据供电范围进行相应的切改。

2. 中、低压电网规划、建设与改造要积极采用新技术、新设备、新工艺、新材料。设备选择要注意小型化、自动化、免维护或少维护。

3. 配网建设与改造要符合环保要求，应做到配电网建筑物与环境协调一致。线路杆塔、配电站等的外形、色调应与周围环境协调。

4. 中压配电网的供电可靠性应满足“电网供电的 N-1 安全准则”和“满足用户用电程度的规定”。

5. 中压配电网应有较强的适应性，新建的主干线、开闭所和配电站的土建均应按 10 年到 20 年发展需要的规模一次建成。

6. 城市道路网是城市配电网建设的依托，每条道路至少应留一条线路路径。城市主、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。道路交叉处可按规划线路数敷设足够数量的电缆管。

7. 电缆网络供电模式以单环供电模式为主；采用架空线路时，可采用多分段两联络模式或多分段单联络供电模式。

8. 临安中心城区中压配电线路供电半径一般控制在 3km 以内，边缘地区一般控制在 5km 以内。

9. 电缆线路的组网原则

(1) 对环网接线方式，为减少主回路成环的建设周期，减少主回路电缆迂回，节约电缆投资，主回路的环网节点不宜过多，环网节点一般为开闭所、环网节点配电站或具有小型开闭所及配电站功能的中心配电站。

(2) 其他负荷点可按照负荷重要程度，由不同环网节点引出的分支线组成小环或辐射状的分支线。辐射状的分支线不宜超过两级。

10. 电缆应选用符合国家标准的产品。根据临安中心城区的具体情况, 电缆主干线路以 YJV22—3X300mm²/8.7kV/15kV 或 YJV22—3X240mm²/8.7kV/15kV 双拼电缆为宜, 次干线截面为 3X150mm², 分支电缆应根据负荷大小选定, 一般截面不小于 3X50mm²。

11. 中心城区地下电缆线路路径应与城市其它地下管线统一规划, 预留出充足的通道, 在变电站进出线部分的通道, 尽可能按最终规模一次实施。电缆敷设方式应根据最终条数、施工条件及初期投资等因素确定。采取的方式主要有电缆排管敷设和沟槽敷设。

12. 新安装的配电变压器应采用 S9 型及以上型号低损耗变压器, 现在运行的高损耗变压器应逐步更换。

13. 对防火安全要求较高的场所, 可使用高燃点油配电变压器; 当不满足防火安全要求时, 应考虑安装干式变压器。

14. 中压 10 千伏配电变压器的负荷率通常宜控制在不低于 60% 水平。

15. 配电站根据其接入配电系统的方式可分为三类, 第一类为辐射形接入系统的终端配电站, 第二类为环网接入系统的环网点配电站, 第三类为具有小型开闭所和配电站双重功能的中心配电站。配电站的接线应力求简化, 中压 10kV 结线应采用单母线(终端配电站和环网配电站)或单母线分段接线(中心配电站), 0.4 kV 通常采用单母线或单母线分段。

16. 临安城区 10 千伏开关站主要功能: ①. 减少高压变电所 10kV 出线开关柜及相同路径的电缆条数, 实现负荷的再分配; ②. 作为 10kV 配电网络的分断点和联络点, 增强调度的灵活性; ③. 作为远期变电站建设的过渡方案。

17. 配电站应尽量位于负荷的中心, 以减少低压电网的损耗。

18. 配电站、中心配电站和环网节点配电站按最终规模设计, 建设初期按设计负荷选装变压器。新建开关站、中心配电站、环网点配电站所选设备均应具有配电自动化接口, 开关设备应配置直流电动操作机构和可靠的直流电源, 为以后配网自动化打下基础, 配电站土建设计还应考虑留有配电自动化设备(FTU 等)的安装位置。

5.4.3 临安城区配电网络规划总体思路

本规划依据临安城区发展的定位和城市总体规划的情况，将中心城区的中压网规划分为两个阶段，即 2010 年以前的近期规划和 2020 年的远景规划。中压网络规划总体思路如下：

1. 首先根据 2020 年远景的负荷分布预测结果和变电站选址方案，根据本节确定的规划目标和技术原则，按照理想的供电模式和网架结构规划出 2020 年的目标网架，该网架是 2020 年远景的 10 千伏规划，只进行主干网架和开闭所的规划，并不涉及分支线路，而且该规划方案是一种优化的理想模式，是城区未来中压网架发展的目标。

2. 以 2020 年远景网架为目标，以现状网络为基础，根据中间年负荷预测的结果进行中间年的网络规划。该规划阶段的重点是根据现状网络存在的问题，结合中间年负荷预测和变电站选址的结果，尽量考虑中间年网络到 2020 年目标网架的过渡问题，规划出一种既可满足中间年负荷发展的需求，又可使现状配网存在的问题得到解决的网络方案，中间年规划方案中供电模式的选择、线路的路径和开闭所的选址都应尽量考虑与 2020 年目标网架的过渡和衔接，尽量减少重复投资。

第 6 章 投资估算和经济分析

6.1 电网建设投资

根据临安电网电力建设计划,“十一五”期间 220 千伏输变电工程投资 24384 万元,110 千伏输变电工程投资 26040 万元,35 千伏工程投资 9630 万元,总计共 60054 万元。临安电网 35 千伏及以上电网建设项目分年投资情况见表 6.1。

表 6.1 临安 35 千伏及以上电网“十一五”建设投资 单位: 万元

	2006	2007	2008	2009	2010	小计
220kV 输变电工程	0	5834	0	3750	14800	24384
110kV 输变电工程	1400	2680	3800	8440	9720	26040
35kV 输变电工程	2900	1430	2100	1600	1600	9630
合计	4300	9944	5900	13790	26120	60054

6.2 经济评价结果

现按照原电力部电计[1998]134 号文颁发的《电网建设项目经济评价暂行办法》对临安电网建设项目进行经济评价,计算所采用的有关参数见表 6.2-1,经济评价结果详见表 6.2-2。

表 6.2-1 经济评价参数表

项 目	指 标	备 注
1 项目计算年限	23	
其中:建设期	3	
经营期	20	
2 资本金比例	20%	
3 流动资金比例	0.0%	
4 固定资产形成率	100%	
5 固定资产残值率	5%	
6 折旧年限	15	直线折旧
7 运行维护费率	1%	以固定资产原值为基础
8 贷款名义利率	5.81%	
9 还贷期	8	本息等额还贷方式
10 物价指数	0%	
11 增值税率	17%	
12 所得税率	33%	
13 公积金率	10%	
14 公益金率	5%	
15 社会贴现率	8%	
16 城市建设维护费	7%	
17 教育附加费	3%	

表 6.2-2 临安电网建设项目经济效益指标一览表

项 目	指标	单位
1. 输变电工程静态投资	60054	万元
2. 输变电工程动态投资	61554	万元
3. 基准内部收益率	6	%
4. 内部收益率(全部投资)	8.51	%
5. 净现值(全部投资)	9042	万元
6. 投资回收期(全部投资)	12.62	年
7. 内部收益率(资本金)	8.00	%
8. 净现值(资本金)	2750	万元
9. 投资回收期(资本金)	22.52	年
10. 投资利润率	3.49	%
11. 投资利税率	5.28	%
12. 资本金利润率	11.98	%
13. 售电量平均加价(含增值税)	0.032	元/kWh
14. 售电量平均加价(不含增值税)	0.038	元/kWh

第 7 章 总结与展望

7.1 总结

对电力系统进行科学规划，是目前电力发展研究的热点问题之一。电力系统规划作为电力企业重要的工作任务，对未来电网的可靠性，经济性和安全性都具有决定性的影响。因此本文对临安电网的负荷进行预测、对临安未来电网变电站布点规划和输电网络扩展规划进行科学研究具有重要的实际意义。

目前，临安电网仍存在着电源供给能力不足、变电容量不足、局部区域电网结构仍然薄弱、电压质量有待提高、电网网损有待降低等问题。针对临安经济发展及电力系统的现状，“十一五”期间要进一步加强电网建设，以逐步解决在局部地区已经存在的供需矛盾难以得到较好平衡的问题，并本着开发与节约并重的原则，适当超前，留有一定的裕度。

根据负荷预测结果，远景 2020 年临安电网最高负荷将达到 115.9 万千瓦，届时人均最高负荷水平约 2.0 千瓦。

“十一五”期间临安电网建设规模为：220 千伏变电容量 54 万千伏安，220 千伏线路 130 公里；110 千伏变电容量 57.15 万千伏安，110 千伏线路 127 公里。

经过“十一五”期间的电网建设，临安电网的供电能力和供电可靠性均可有较大幅度的提高，各 220 千伏、110 千伏线路的输送潮流合理，N-1 方式下均可控制在线路的极限输送容量以内。

“十一五”期间，临安 35 千伏及以上电网建设项目总投资为 60054 万元，其中 220 千伏建设项目投资 24384 万元，110 千伏建设项目投资 26040 万元，35 千伏建设项目投资 9630 万元。

按照电网建设项目经济评价的暂行办法，临安电网建设项目全部投资的内部收益率为 8.51%，财务净现值为 9042 万元，投资回收期为 12.62 年，资本金的内部收益率为 8.0%，财务净现值为 2750 万元，投资回收期为 22.52 年，电量加价（含税）为 0.038 元/kWh。

7.2 展望

电网规划是电网建设中的重要一环，与经济的发展、地方的规划密切相关，许多的外部环境因素也存在着变化、调整的可能性，电源建设的具体实施方案、建设进度也存在着不确定性，这就要求在电网发展、建设过程中，应密切关注社会经济发展的状态、外部环境因素的变化，充分协调与地方规划的关系，并及时地滚动、修正电网规划，以便电力建设能够更好地服务于社会、服务于地方经济。

第8章 参考文献

- [1] 王仲鸿, 韩英铎, 童陆园, 祁达才, 输电网的中长期规划 (I) ——支路追加法, 清华大学学报 (自然科学版), 1989年, 第29 (1): 47~54
- [2] 祁达才, 王仲鸿, 韩英铎, 童陆园, 输电网的中长期规划 (II) ——后向混合整数规划法, 清华大学学报 (自然科学版), 1989, 年, 第29卷, 第1期: 55~61
- [3] 高中文, 杜德生, 输电网优化规划中长运算问题的分析, 电力系统自动化, 1993年5月, 17 (5): 12~15
- [4] 王晓峰, 高中文, 网络流优化及其在输电网规划中应用, 湖北电力技术, 1993年第3期: 2~6
- [5] 王竹萍, 焦秀煜, 线形规划在电力系统规划中的应用, 应用科技, 1994年第2期: 53~60
- [6] 周勤慧, 吴耀武, 侯煦光, 输电网规划协调优化模型及其应用, 水电能源科学, 1996年6月, 14 (2): 108~112
- [7] 赵凤治, 输电网最优设计, 深圳大学学报 (理工版), 1997年9月, 14 (2-3): 1~7
- [8] 毛玉宾, 王秀丽, 王锡凡, 多阶段输电网最优规划的遗传算法, 电力系统自动化, 1998年12月, 22 (12): 13~15
- [9] 金 明, 遗传算法在输电网中长期规划中的应用, 青岛大学学报, 1998年3月, 11 (1): 75~79
- [10] 金 明, 基于模拟退火算法在输电网中长期规划研究, 青岛大学学报, 1999年3月, 12 (1): 80~85
- [11] 周乐荣, 伍 力, 综合智能控制技术在电网规划中的应用, 广东电力, 1999年6月, 12 (3): 4~6
- [12] 陈根军, 王 磊, 唐国庆, 基于蚁群最优的输电网扩展规划, 电网技术, 2001年6月, 25 (6): 20~24
- [13] 林娇燕, 运用改进遗传算法的输电网规划, 华南理工大学学报 (自然科学版), 2002年8月, 30 (8): 36~39

- [14] 翟海保, 程浩忠, 陈春霖, 江峰青, 房领峰, 基于改进蚁群算法的输电网络扩展规划, 中国电力, 2003年12月, 36(12): 49~52
- [15] 段日新, 基于遗传算法的输电网络规划模型, 西北电力技术, 2003年1月: 39~40
- [16] 翟海保, 程浩忠, 吕干云, 陈春霖, 江峰青, 房领峰, 多阶段输电网络最优规划的并行蚁群算法, 电力系统自动化, 2004年10月, 28(20): 37~42
- [17] Hong-Tzer, Yang, Pai-Chuan Yang, Ching-Lien Huang, A Parallel Genetic Algorithm Approach to Solving the Unit Commitment Problem: Implementation on the Transputer Networks, IEEE Transaction on Power System, May 1997, 12(2): 661~668
- [18] Yoshikazu Fukuyama, Hsiao-Dong Chiang, A Parallel Genetic Algorithm For Generation Expansion Planning, IEEE Transaction on Power System, 1996, 11(2): 1~8
- [19] Nordine Melab, El-Ghazali Talbi, A Parallel Genetic Algorithm for Rule Mining, IEEE, 2001
- [20] David C. Walters, Gerald B. Sheble, Genetic Algorithm Solution of Economic Dispatch With Value Point Loading, IEEE Transaction on Power System, August 1993, 8(3): 1325~1332
- [21] Günter Rudolph, Convergence Analysis of Canonical Genetic Algorithms, IEEE Transaction on Power System, January 1994, 5(1): 96~101
- [22] V. Miranda, J. V. Ranito, L. M. Proenca, Genetic algorithms in optimal multistage distribution network planning, IEEE Transaction on Power System, November 1994, 9(4): 1927~1933
- [23] D. Skrllec, S. Krajcar, B. Pribicevic, etc., Exploiting the power of genetic algorithm in optimization of distribution networks, Proceedings of the 8th Mediterranean Electrotechnical Conference, 1996, 1607~1610
- [24] J. L. Ceciliano, R. Nieva, Transmission network planning using evolutionary programming, Proceedings of Evolutionary Computation, 1999, vol. 3: 1796~1803

- [25] Nara K, Kuwababa H, et al, Algorithm for Expansion Planning in Distribution System Taking Faults into Consideration, IEEE Ttans, on Power Systems, Feb, 1994
- [26] Srinicas M, Adaptive Probability of Crossover and Mutation in Genetic Algorithms, IEEE Ttans, on SMC, Apr. 1994
- [27] 王 凌著, 智能优化算法及其应用, 北京: 清华大学出版社, 2001
- [28] 文劲宇等, 遗传算法在电力系统中的应用, 电力系统自动化, 1996, 10
- [29] 王锡凡主编, 电力系统优化规划. 水利电力出版社, 1990, 3
- [30] 王成山, 魏海洋, 肖 峻, 谢莹华, 王凯军.变电站选址定容两阶段优化规划方法[J].电力系统自动化, 2005, 29 (4): 62-66.
- [31] 杨丽徙, 贾德峰, 任 群, 陈根永.数据融合技术在变电站选址中的应用[J].电力自动化设备, 2003, 23 (8): 57-59.
- [32] 夏远福, 吴国英.基于综合费用最低的变电站站址优化方法[J].浙江电力科学发展: 218-221.
- [33] SATTY T L. The Analytic Hierarchy Process. New York:McGraw-Hill,1980.
- [34] 《城市电力网规划设计导则》 (2006)
- [35] 《城市电力网规划设计导则》 (2006)
- [36] 《城市电力规划规范》 (GB/50293-1999)
- [37] 浙江省城市电网规划技术原则》 (Q/ZDJ04-2001)
- [38] 《浙江省电力公司企业技术标准》 (Q/ZDJ 04-1999)
- [39] 《临安市国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》
- [40] 《临安经济开发区控制性详细规划》(2002 年)
- [41] 《杭州城市电网“十一五”规划》(2005 年)
- [42] 《杭州电网目标网架规划》(2006 年)

第 9 章 致谢

本论文是在导师黄民翔教授的悉心指导下完成的。黄老师求实的作风、渊博的知识、严谨的治学态度、敏捷活跃的思维以及崇高的敬业精神和道德风范给我留下了深刻的印象，这些必将是我未来工作和学习的榜样。进行毕业论文一类年来导师对我孜孜不倦地教诲使我受益终身，给予我的关怀和鼓励令我深受感动并难以忘怀，值此论文完成之际，谨向黄老师表示衷心的感谢和诚挚的敬意！

在浙江大学电气工程学院 3 年的学习生活，为我今后的工作与学习打下了扎实的基础，在此感谢浙江大学 2003 电气工程硕士班的吴国忠及其他所有老师和同学对我的帮助！感谢陪我一起共同学习的 37 位同学，我们的友谊天长地久！谢谢你们对我的关心和照顾！

感谢所有关心过我、帮助过我的人！

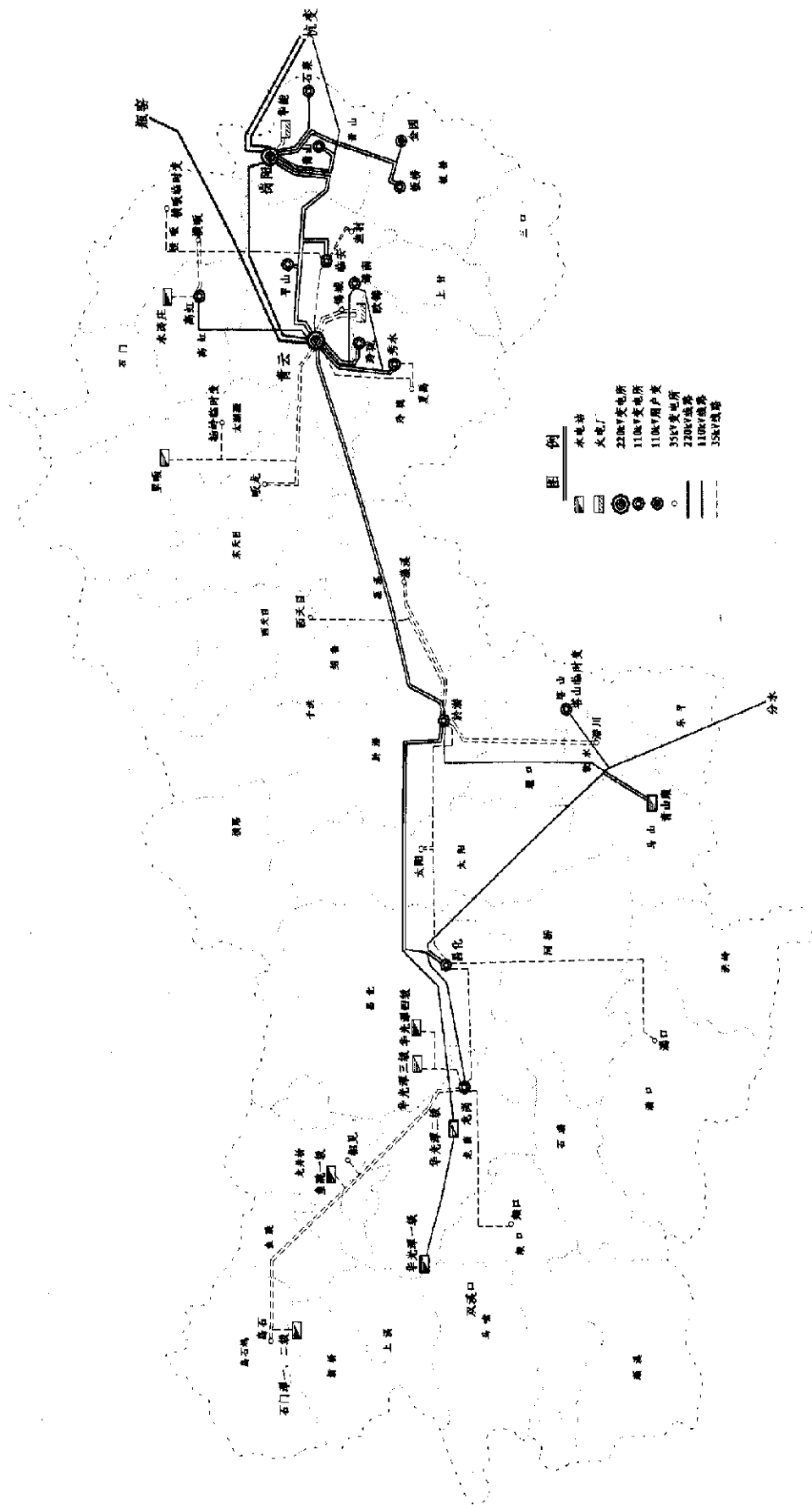


图 5.3.1-2 2007 年临安电网地理接线图

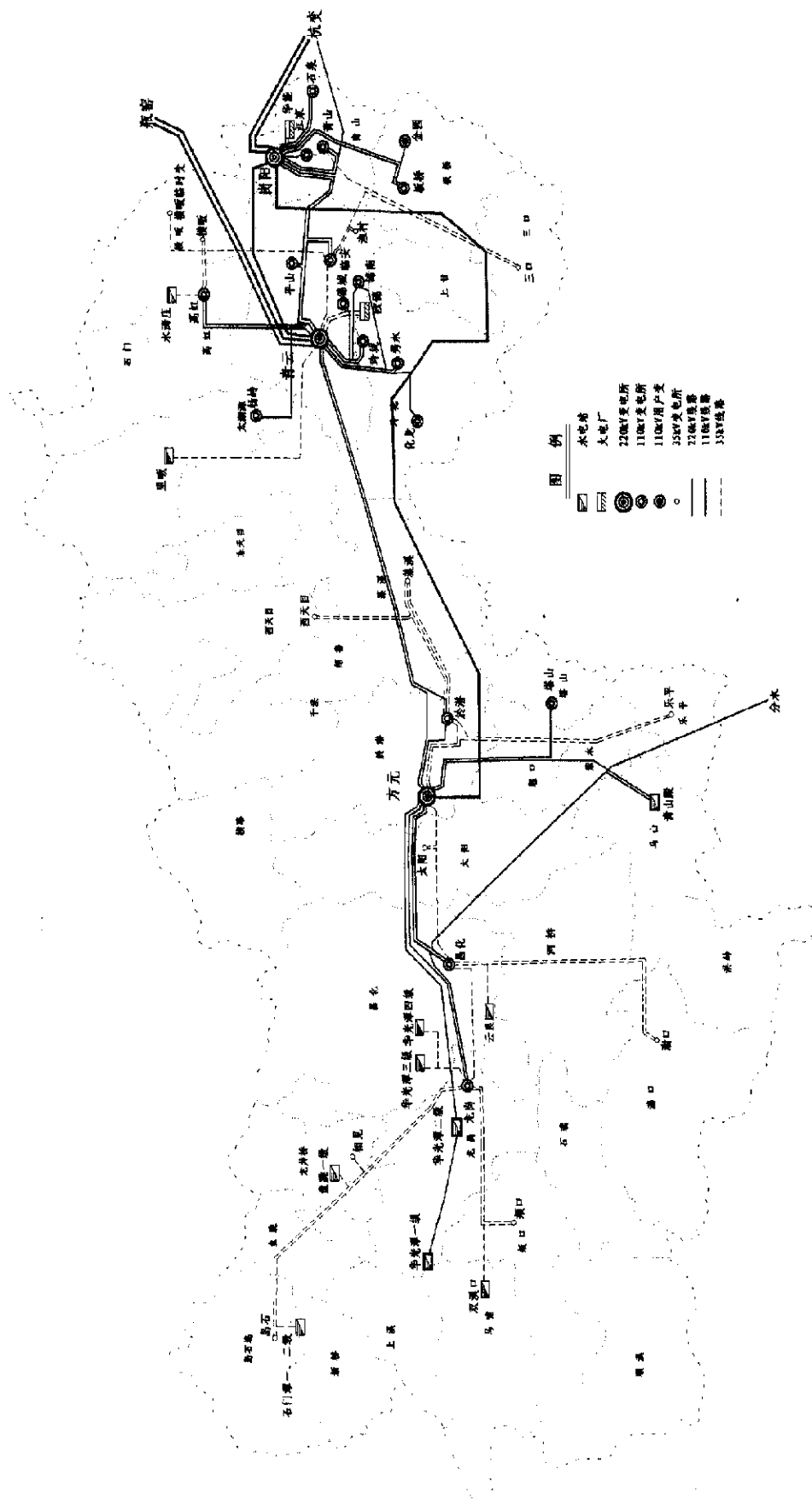


图 5.3.1-3 2010 年临安电网地理接线图

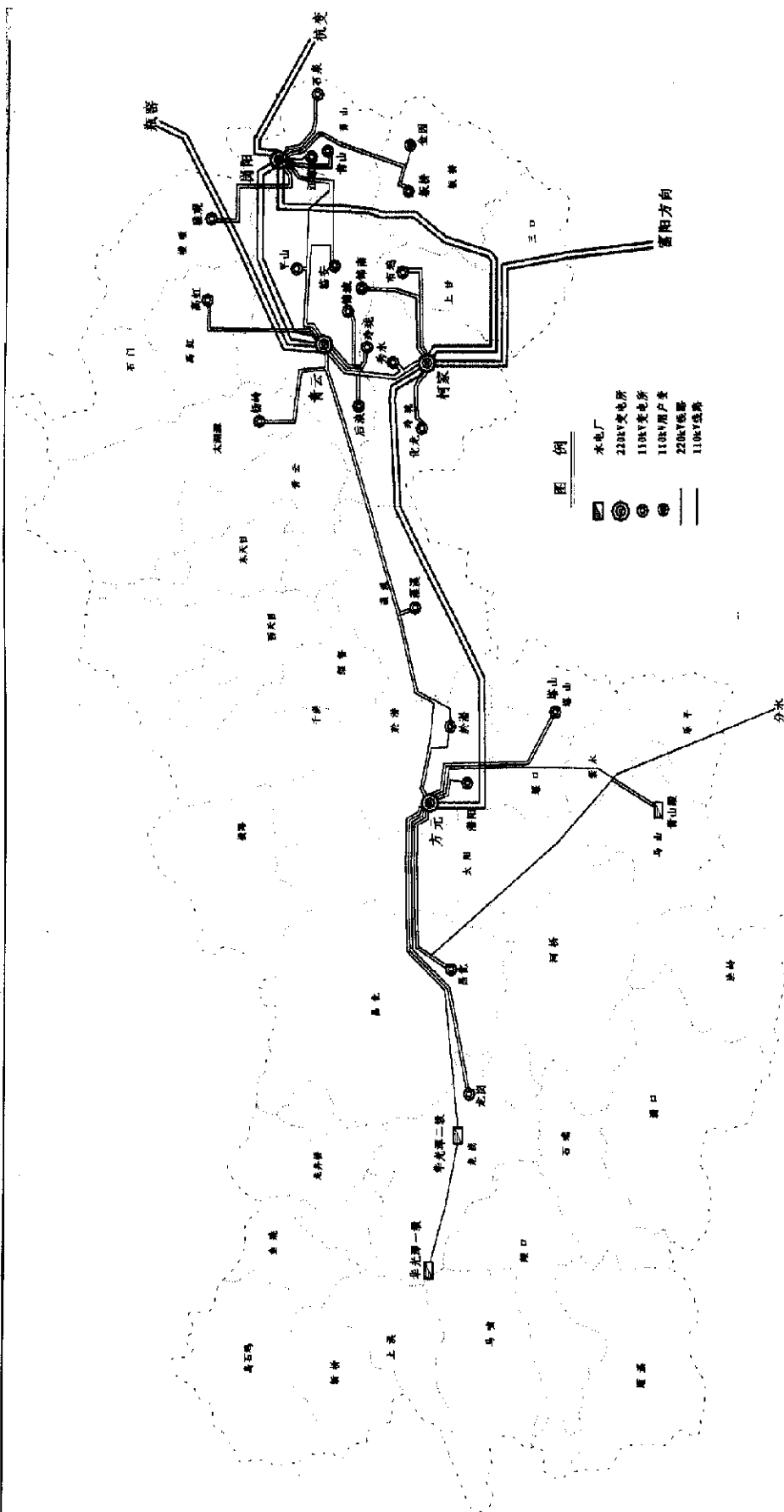


图 5.3.1-4 2015 年临安电网地理接线图

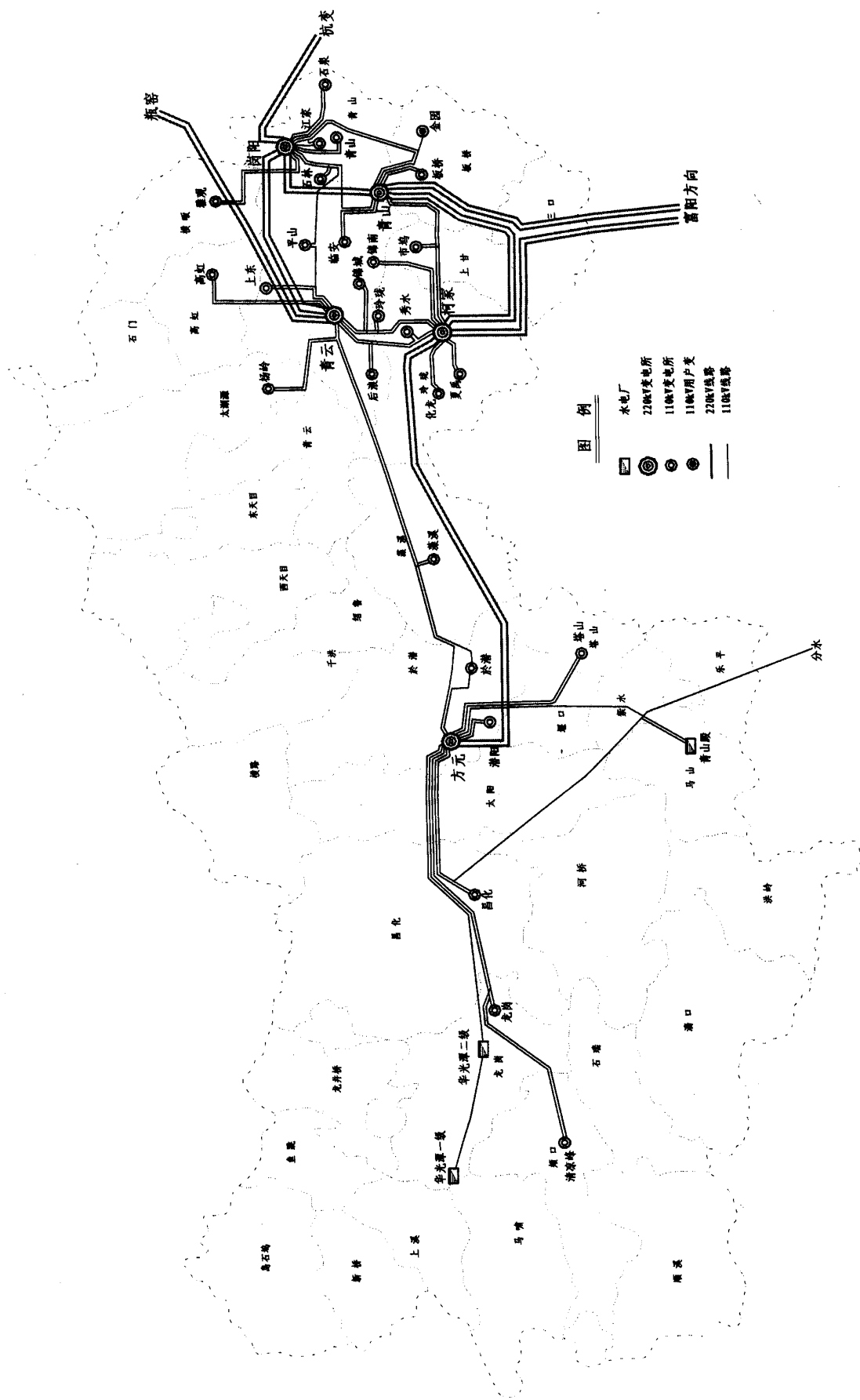


图 5.3.1-5 2020 年临安电网地理接线图