

南京 220kV 莫愁变电站增容改造技术经济分析

孔丹晖, 张富顺

(江苏省电力设计院, 江苏 南京 211102)

摘 要: 220kV 莫愁变位于城市中心, 所供负荷均为重要负荷。虽几经扩容, 仍无法满足快速增长的负荷需求。容量不足, 设备陈旧, 户外敞开式布置与周边环境越来越不相适应, 已严重制约周边经济发展, 必须对该站进行整体改造。我院响应省公司“增容、升压、换代、优化通道”的电网技术改造指导思想, 对莫愁变进行变压器增容和设备换代的创新设计, 在莫愁站原址成功实施全户外改户内不停电改造, 成为江苏省城市变电站的一个范本, 取得了良好的经济与社会效益。设计创新给莫愁变带来了新的生机与活力, 使莫愁变不再“愁”。

关键词: 城市变电站; 变压器增容; 不停电改造; 技术经济分析

0 前言

南京莫愁 220kV 变电站于 1988 年 4 月建成投运, 运行至今已服役 20 余年。配电装置为全户外敞开式布置, 布置型式已与周边环境越来越不相适应; 主变容量已经过三次扩容, 一次更换, 仍无法满足负荷增长需求。该变电站位于河西新城区, 负荷增长迅速。河西新城区总占地 55.7 km², 规划人口将达到 55 万, 是南京主城区西延发展的主要地区, 也将是南京城市副中心。负荷相对集中, 其北部龙江区域目前中高档住宅、商业、金融、餐饮等设施已成规模, 南京莫愁 220kV 变电站容量不足, 设备陈旧, 已严重制约周边经济发展, 必须对该站进行整体改造。省公司在电网建设中坚持基建与技改并举, 摒弃传统单纯设备更换方式和理念, 战略性提出“增容、升压、换代、优化通道”的电网技术改造思想, 积极推进电网建设跨越式发展、和谐发展。220kV 莫愁变改造正是实现上述战略决策的具体体现。增容: 2×180MVA 更换为 2×240MVA; 换代: 该变电站服役近 20 年, 配电装置为全户外敞开式, 设备陈旧, 现改造为全户内 GIS 设备, 建筑物外墙装饰采用明清风格, 与周边环境协调一致。

优质、高效地改造 220kV 莫愁变电站, 对于河西地区的快速发展, 构建和谐南京有着十分重要的意义。该工程设计的特点是在原址增容改造不新增土地; 难点是不间断供电; 同时还要解决噪声控制、电磁辐射控制、户内站建筑与周边环境相协调、施工不扰民或少扰民等重大技术问题和现实问题。在莫愁站原址成功实施全户外改户内不停电改

造的创新设计为城市变电站探索出一条新的发展模式和设计理念, 经济与社会效益显著。设计创新给莫愁变带来了新的生机与活力, 使莫愁变不再“愁”。

1 建设规模

南京莫愁 220kV 变电站建设规模见表 1。变电站原有电气总平面布置详见附图 1。

表 1 南京莫愁 220kV 变电站建设规模简介

项目名称	增容改造前	增容改造后	
	现状	本期	远景
主变压器	2×180MVA	2×240MVA	3×240MVA
配电装置型式	户外 AIS	户内 GIS	户内 GIS
出线	220kV 4 回	8 回	8 回
回路数	110kV 10 回	12 回	16 回
	35kV 8 回	8 回	12 回
占地面积	m ² 15000	/	8400

2 莫愁变改造设计思想及技术方案

2.1 工程设计思想

以“增容、升压、换代、优化通道”的理念作为改造指导思想, 对莫愁变进行变压器增容和设备换代的建设。

2.1.1 增容

变电站增容, 就是变压器更换改造或变电站整体改造时应同时扩容, 增大单台变压器容量或增加变压器台数, 在不增加变电站数量和不增加土地使用的情况下增加供电能力。变电站整体改造时, 若站址条件允许, 应增加变压器数量, 同时加大单台变压器容量。占地大的原为常规配电装置的变电站整体改造, 经技术经济比较, 可考虑原址改造为采用紧凑型设备, 以采用多台变压器, 扩大变电站规

模，以较大幅度增加供电能力。变电站增容改造应积极采用大容量变压器。

本工程原为常规配电装置的变电站，建设规模为 2 台 180MVA 主变压器；本期在原址改造为全户内 GIS 变电站，建设规模为 3 台 240MVA 主变压器，充分体现了变电站整体改造时应同时扩容的电网技术改造指导思想。

2.1.2 换代

“换代”就是要通过改造，推广使用先进成熟的新技术、新设备、新工艺，提高电网规划建设和生产运行的科技水平和管理水平，促进电网升级换代。

换代包括技术换代、设备换代、设计换代和建设换代，是系统性和整体性换代。技术换代、设备换代就是淘汰老旧设备，积极采用先进成熟的新技术、新设备，大力推广应用同塔多回、紧凑型线路、大截面导线、耐热导线、大容量变压器、组合电器、非晶合金、单相变压器等先进、节能、环保技术和

设备。设计与建设换代就是实行典型设计、典型造价，采用标准化设计、模块化组合、工厂化生产、集约化施工。

本工程改造采用大容量变压器和组合电器，充分体现了技术换代和设备换代的指导思想。

2.2 实施不停电过渡改造方案

2.2.1 可行性研究阶段不停电过渡改造方案

为保证莫愁变的正常供电，工程改造必须实施不停电过渡方案。我院于 2006 年 3 月完成莫愁 220kV 变电站增容改造工程可行性研究报告。根据变电站的现状 & 改造限制性条件，提出改造工程四个平面布置及过渡方案，见表 2。

经现场了解，莫愁变西面地块已被征用，东面为市民广场，东南面有空地，地属路政管理局，但其东西向场地狭小，无法布置新建变电站，莫愁变南面目前为多栋一、二层民房，见图 1、2、3 照片，拆迁难度较大。

表 2 方案对比表

方案	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
改造内容	将原 220kV 变电站的 220kV 线路在所外搭接，110kV、35kV 负荷全部转移，变电站完全停运后在原地拆掉重建。该方案新建变电站的布置在原变电站内进行，场地宽敞，变电站的布置可根据需要进行，各方面的工艺较为合理。待建成后，将 220kV 及 110kV 线路零档线通过电缆接入。 本方案 220kV 下关 2 回及双闸 2 回出线需在所外搭接，另外还需提供至 220kV 安品街变电站 2 回线的电源，因变电站西面地块已被其他单位征用，临时搭接至安品街的线路电缆终端可能需在莫愁变西侧围墙内设置。	将原 220kV 变电站的 220kV 线路在所外搭接，35kV 负荷全部转移，原 220kV 配电装置、主变场地及 35kV 配电装置均可拆除，在拆出来的空地上布置变电站，110kV 可转移部分负荷，维持运行。该方案新建变电站布置在原变电站内进行，场地较宽敞，变电站平面布置可同方案 1。	维持现有变电站正常运行。在变电站南面约 97.6m×79m 的场地上新建 1 座全新的变电站，变电站平面布置同方案 1。待建成后，将 220kV 及 110kV 零档线通过电缆接入。 若采用此方案，可采用先占地，待变电站建成后再在原变电站处归还相同面积场地的方法。	在莫愁变西南角约 40m×20m 空地建设 220kV 开关站，为一栋建筑，全部电缆出线，原 220kV 下关-双闸双回线电缆接入新建的 220kV GIS。开关站建成后 220kV GIS 通过临时电缆连接原 180MVA 主变，110kV、35kV 配电装置保持供电，负荷不转移。 莫愁变原 220kV 配电装置拆除，110kV GIS、35kV 开关柜室及主变压器、无功补偿等在拆除的场地上建设，建成后再将主变接入 220kV 开关站系统，原莫愁变退出。
优缺点	本方案在改造初期需将 220kV 线路搭接，110kV、35kV 负荷全部转移，工作量很大，且 110kV、35kV 负荷全部转移的周期可能较长，对莫愁变改造工程后期的顺利开展会有一定影响。	本方案 110kV 负荷不需全部转移，因此在工作量和负荷转移周期方面较方案 1 有优势。	该方案在改造期内对原变电站的正常运行无影响，过渡较为方便。	本方案在变电站内改造，有利于莫愁变改造工程后期工作的顺利开展。但因莫愁变西南角范围有限，且该变电站内在莫愁变改造完成前，有两套控制系统在运行，运行管理十分复杂。



图 1 改造前户外站鸟瞰图



图 2 改造前 220kV 户外配电装置



图 3 ①为改造后户内 GIS 室，②为改造后生产综合楼

2.2.2 初步设计阶段不停电过渡改造方案

我院于 2007 年 10 月完成莫愁 220kV 变电站增容改造工程初步设计。采用原地改造莫愁变，改造前在原莫愁变电站西南角空场地上实施不停电过渡方案。根据过渡方案及出线方向要求，布置了三个方案平面。

方案 1：220kV 采用户内 GIS 布置在南侧；由南向北依次布置二次设备室及功能用房、主变场地、110kV 及 35kV 配电装置室、无功补偿室。变电站大门设在站区北侧，与站内环道连接。

方案 2：220kV 采用户内 GIS 布置在南侧；无功补偿室布置在站区北侧。220kV GIS 室和无功补偿室之间由东向西依次布置二次设备室及功能用房、主变场地、110kV 及 35kV 配电装置室。变电站大门设在站区北侧，与站内环道连接。

方案 3：220kV 采用户内 GIS 布置在南侧；其余部分布置在 220kV GIS 北侧，由东向西依次布置主变压器室、110kV 及 35kV 配电装置室、二次设备室、功能用房及无功补偿室、水工用房。变电站大门设在站区北侧，与站内环道连接。

莫愁 220kV 变电站增容改造工程初设报告于 2008 年 6 月通过评审，经会议讨论，三个方案总平面布置均较合理、功能分区明确。其中方案 1、方案 2 布置分散，各配电装置室采光通风条件好，方案 3 为联合建筑，采光通风条件差，但方案 3 主变压器为户内布置，可有效降低主变噪声，且其联合建筑风格与周围建筑物相协调，充分体现了城市变电站的特色。因此会议评审确定总平面布置方案 3 为变电站最终改造方案。

变电站改造后的电气总平面布置详见附图 2。

2.3 建筑物建筑设计

根据评审确定的不停电过渡方案，本工程需建 220kV GIS 室及综合楼两栋建筑物，工程组在对周

边环境进行调研的基础上，建筑风格力求既简洁朴素又能与周边环境有机融合，提升及亮化所在区域城市形象。

由于在原莫愁变西南角建设 220kV 开关站的场地仅有 40m×20m，场地狭小，与原主控制楼及 220kV 配电装置场地距离很近，按常规结构施工难以实现。经评审，建筑物结构型式采用钢结构+ALC 板装配式结构。钢结构建筑具有强度高、质量轻、延性好，空间布局灵活、构件小而有效使用面积大、工厂化生产、标准化施工等优点。采用装配式结构后，省却了支模、搭设脚手架等工序，构件工厂预制，现场吊装，大大节约了工期。

3 工程投资分析

本工程初步设计批准概算静态投资 17748 万元，与可研批复、同类型工程以及同类敞开式工程投资对比见表 3。

4 社会效益

莫愁 220kV 变电站增容改造工程于 2011 年 6 月正式投运，成为全省第一座在原址成功实施全户外改户内不停电改造的 220kV 城市变电站，莫愁站位于城市中心，所供负荷均为重要负荷，且土地为不可再生资源，其不停电改造、大容量主变压器的采用及紧凑型的户内布置，成为我省城市变电站不停电改造的一个范本，经济效益与社会效益显著。

(1) 莫愁 220kV 变电站为原址不停电改造，由户外布置改为全户内设计，应用最先进的小型化组合电器及大容量主变压器等先进设备，远景供电能力达到 72 万千伏安，比原来翻了一番；

(2) 土地是不可再生的资源，节约土地是我国的国策，原址改造占地由原来的 15000m²缩减为 8400 m²，节约土地近 6600 m²，节省投资 2000 万元；

(3) 本工程位于城市中心，建筑风格力求简洁朴素，与周边地区现代时尚的建筑群相呼应，提升及亮化所在区域城市形象，体现电力公司为创建和谐城市的社会责任；

(4) 严格遵守市政规划红线及设计要点，变电站建筑退让各项距离均满足市政规划要求，确保周围居民的日照、采光及通风等环境卫生要求；

(5) 变电站建设严格执行国家有关环境保护规范及程序。建设前进行环境评估，建成后进行噪

声与电磁辐射监测，各项指标可控、在控。

表 3 工程投资对比分析表

项目	详细对比内容
与可研批复投资对比	本工程可研批复静态投资 17000 万元，初步设计增加投资 748 万元，主要增加原因如下： 本变电站地处河西负荷中心，近几年负荷增加较快，根据负荷发展的需要，充分利用改造变电站的资源，220kV 出线规模由 6 回调整为 8 回，新增 2 个 220kV GIS 出线间隔，新增投资 860 万元； 本变电站可研阶段采用的常规砖混结构，而初步设计阶段调整为钢结构+ALC 板结构，增加投资约 500 万元； 以上两项合计增加投资 1360 万元，而实际本工程增加 748 万元，扣除上述原因，实际投资较可研批复节约 612 万元，故本工程造价在可研批复范围以内。
与同类型（GIS）工程对比	以苏州某城市变电站为例，规模调整到与本工程一致后，工程静态投资约为 22000 万元，较本工程高出约投资 4250 万元（征地、拆迁和地基处理）。如与区域位置好、拆迁补偿难度大、费用高的工程相比，节约投资将会更多。
与同类敞开式（AIS）工程对比	敞开式（AIS）工程建设规模调整到与本工程一致后，工程静态投资约为 13500 万元，本工程（GIS）增加约投资 4248 万元。 主要增加原因： 1、本工程 220kV 采用全户内 GIS 设备，430 万元/间隔，而敞开式（AIS）190 万元/间隔，增加 240 万元/间隔，12×240 万元/间隔，增加 2880 万元； 2、本工程 110kV 采用全户内 GIS 设备，120 万元/间隔，而敞开式（AIS）60 万元/间隔，增加 60 万元/间隔，17×60 万元/间隔，增加 1020 万元； 3、常规变电站采用砖混结构，而本工程采用钢结构+ALC 板结构，增加投资约 500 万元。 以上 1~3 合计为 4400 万元，大于 4248 万元。

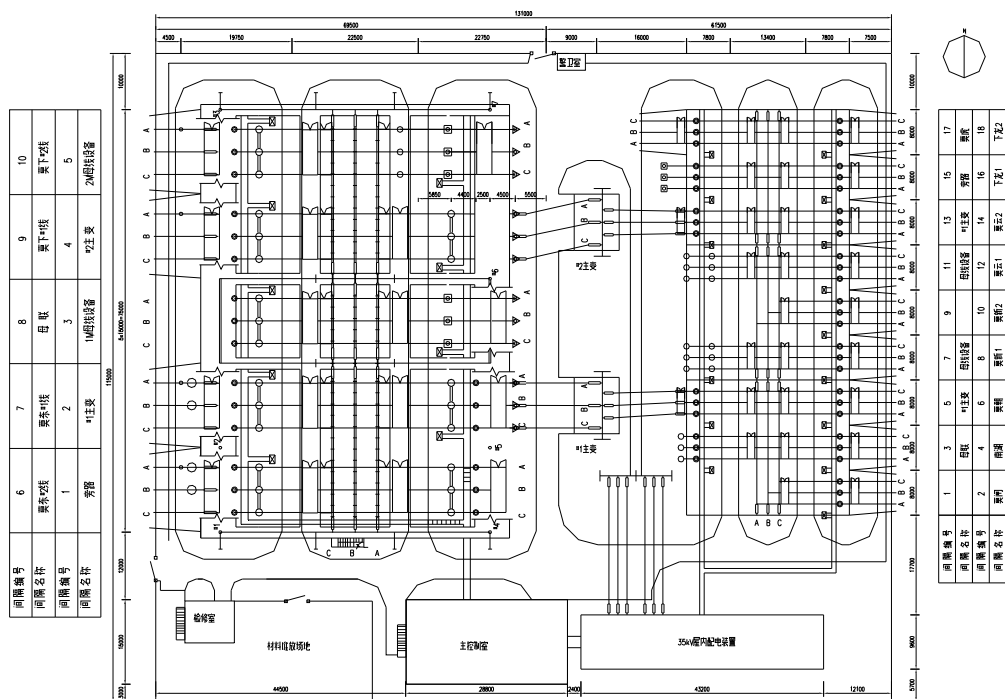
5 结束语

2011 年是“十二五”开局之年，“十二五”期间，江苏电网建设预计投入 2050 亿元。内容包括建设一批 220kV 智能变电站，增容改造服役到期的 220kV 变电站 66 座，电网建设任务更加繁重，控制工程造价任务更加艰巨，我们要用设计创新的理念，以莫愁变增容改造为契机，不断优化设计方案，

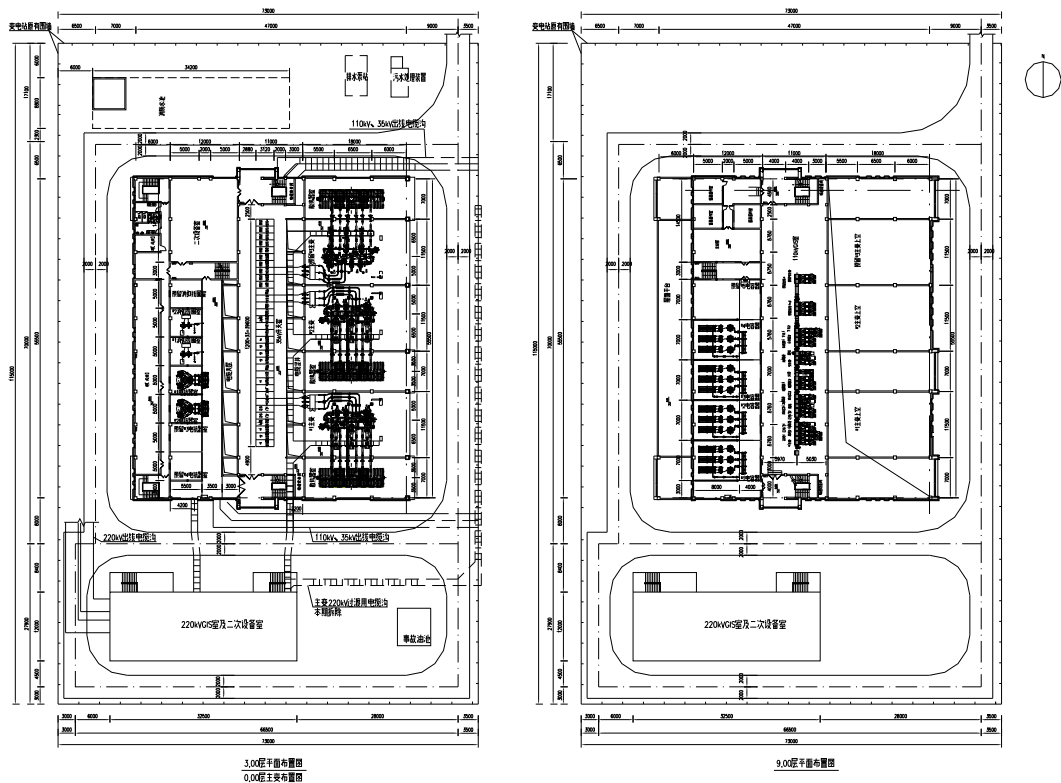
拓展设计思路，编制高质量的工程设计文件，确保完成“十二五”电网建设与改造任务。

作者简介：

孔丹晖（1974-），女，江苏南京人，高级工程师，从事变电站工程设计工作；
张富顺（1955-），男，江苏南京人，高级工程师，从事电网工程造价管理工作。



附图 1 变电站原有电气总平面布置



附图 2 变电站改造后的电气总平面布置