

国家电网公司



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

输变电设备技术改造指导意见

国家电网公司 发布



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

国家电网公司



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

输变电设备技术改造指导意见

国家电网公司 发布



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为了加强和规范输变电设备技术改造工作,提高技术改造的有效性和计划性,国家电网公司组织输变电设备运行、检修、科研、试验等方面的专家,编写了《输变电设备技术改造指导意见》。

本指导意见包括架空输电线路、油浸式变压器(电抗器)、高压断路器、气体绝缘金属封闭开关、高压隔离开关、电压互感器、电流互感器、消弧线圈装置、避雷器、变电站直流电源系统、高压支柱瓷绝缘子、并联电容器装置技术改造指导意见和干式电抗器技术改造指导意见。

本指导意见可供电力企业从事输变电设备运行、检修、科研、试验的工程技术人员及管理人员使用,也可供其他相关人员参考。

输变电设备技术改造指导意见

*

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

*

2006年4月第一版 2006年4月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 13印张 312千字

印数 0001—3000册

*

统一书号 155083·1355 定价 43.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

建设坚强电网是确保电网安全运行的物质保障。要实现这一目标，一方面要加强电网建设，另一方面要提高和改善现有电网设备的生产能力和技术水平。电网设备覆盖面广、数量庞大，提高现有设备的生产能力、节能降耗水平、技术水平和环境保护，对于建设节约型社会、环境友好型社会具有重要意义。

长期以来由于受体制、管理方式的影响，国家电网公司输变电设备技术改造工作一直由各网、省公司自行管理，工作开展不平衡，缺乏全网统一的标准指导，不利于装备整体水平的提高，不利于规范化管理水平的提高。

为了加强和规范输变电设备技术改造工作，提高技术改造的有效性和计划性，国家电网公司组织了公司系统输变电设备运行、检修、科研、试验等方面的专家，用近一年的时间，在深入调研、反复讨论、反复修改、广泛征求意见的基础上，形成了架空输电线路、油浸式变压器（电抗器）、高压断路器等 13 类主要输变电设备技术改造指导意见（简称指导意见）。

指导意见的依据是国家产业政策、环保政策、节能政策和有关电力法律法规；国家、行业现行的有关标准和规程；企业现行的有关标准、规范、反事故措施以及国家电网公司 2002 年～2004 年设备现状调查情况。按照科学、全面、协调、可持续发展的要求，遵循统一规划、因地制宜、安全第一、技术经济和统筹协调原则编制。

国家电网公司系统各单位应认真学习指导意见，结合自身实际，确定本单位技术改造的原则和急需解决的问题，制订本单位输变电设备技术改造三年计划，使输变电设备技术改造工作具备科学的前瞻性和计划性，提高输变电设备安全运行水平和经济运行水平。

指导意见在编制过程中得到了各区域电网公司，各省、自治区、直辖市电力公司的大力支持，在此，谨向这些单位及有关专家表示诚挚的感谢。

关于印发输变电设备技术改造指导意见的通知

国家电网生〔2006〕51号

公司系统各区域电网公司、省（自治区、直辖市）电力公司：

技术改造工作是提高和改善现有设备生产能力和技术水平，淘汰或改善落后设备的有效手段。为了加强和规范输变电设备技术改造工作，提高技术改造的有效性和计划性，公司组织输变电设备运行、检修、科研、试验等方面的专家，在近一年的时间里，经过全体起草人员的辛勤工作，在深入调研、反复讨论修改、广泛征求意见的基础上，形成了架空输电线路、变压器等13类主要输变电设备技术改造的指导意见（以下简称“指导意见”，详见附件）。

现将“指导意见”印发给你们，请各单位结合本单位输变电设备的现状，认真进行设备评估评价，对照“指导意见”，确定本单位技术改造的原则和急需解决的问题，积极采用先进成熟技术，制订本单位输变电设备技术改造的三年计划，提高输变电设备技术改造工作的前瞻性和计划性，提高输变电设备安全运行水平和经济效益。

各单位在执行“指导意见”过程中有何意见和建议，请及时向国家电网公司生产部反映。

- 附件1. 架空输电线路技术改造指导意见
- 附件2. 油浸式变压器（电抗器）技术改造指导意见
- 附件3. 高压断路器技术改造指导意见
- 附件4. 气体绝缘金属封闭开关技术改造指导意见
- 附件5. 高压隔离开关技术改造指导意见
- 附件6. 电压互感器技术改造指导意见
- 附件7. 电流互感器技术改造指导意见
- 附件8. 消弧线圈装置技术改造指导意见
- 附件9. 避雷器技术改造指导意见
- 附件10. 变电站直流电源系统技术改造指导意见
- 附件11. 高压支柱瓷绝缘子技术改造指导意见
- 附件12. 并联电容器装置技术改造指导意见
- 附件13. 干式电抗器技术改造指导意见

国家电网公司（印）

二〇〇六年二月五日

目 录

前言

关于印发输变电设备技术改造指导意见的通知 国家电网生[2006] 51 号	
架空输电线路技术改造指导意见	1
油浸式变压器（电抗器）技术改造指导意见	15
高压断路器技术改造指导意见	41
气体绝缘金属封闭开关技术改造指导意见	59
高压隔离开关技术改造指导意见	77
电压互感器技术改造指导意见	89
电流互感器技术改造指导意见	103
消弧线圈装置技术改造指导意见	117
避雷器技术改造指导意见	127
变电站直流电源系统技术改造指导意见	143
高压支柱瓷绝缘子技术改造指导意见	159
并联电容器装置技术改造指导意见	171
干式电抗器技术改造指导意见	183

国家电网公司



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

架空输电线路技术改造 指 导 意 见



目 次

1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
3.1 老旧设备.....	3
3.2 老化设备.....	3
3.3 与周围环境不相适应设备.....	4
3.4 整体线路改造.....	4
3.5 升压线路.....	4
4 总则.....	4
4.1 制订目的.....	4
4.2 制订依据.....	4
4.3 基本原则.....	4
5 线路状况分析.....	4
5.1 线路现状分析的要求.....	4
5.2 目前公司系统线路存在的主要问题.....	5
5.3 结论.....	5
6 线路技术改造原则及内容.....	6
6.1 线路技术改造的原则.....	6
6.2 线路技术改造的内容.....	6
6.3 线路技术改造的新技术应用.....	8
6.4 线路技术改造的评估.....	9
附录 A 线路现状分析.....	10



1 范围

本指导意见规定了架空输电线路（简称“线路”）技术改造的原则和内容。

本指导意见适用于国家电网公司系统 110（66）kV～500kV 线路的技术改造工作，各区域电网、省（市）电力公司可根据本指导意见，结合本地区实际情况制订相应的设备技术改造规划和计划。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指导意见的引用而成为本指导意见的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本指导意见，然而，鼓励根据本指导意见达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本指导意见。

GB 50061—1997 66kV 及以下架空电力线路设计规范

GB 50233—2005 110～500kV 架空送电线路施工及验收规范

DL 5009.2—2004 电力建设安全工作规程 第 2 部分：架空电力线路部分

DL/T 626—2005 劣化盘形悬式绝缘子检测规程

DL/T 741—2001 架空送电线路运行规程

DL/T 864—2004 标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则

DL/T 5092—1999 110～500kV 架空送电线路设计技术规程

电力生产设备评估管理办法（国家电网公司生产输电〔2003〕95 号）

110（66）kV～500kV 架空输电线路技术标准（国家电网生〔2004〕634 号）

预防 110（66）kV～500kV 架空输电线路事故措施（国家电网生〔2004〕641 号）

国家电网公司电力安全工作规程（电力线路部分）（试行）（国家电网安监〔2005〕83 号）

关于开展先进适用技术研究示范和推广应用的实施意见（国家电网生技〔2005〕129 号）

关于开展电网运行管理控制技术研究和推广应用的实施意见（国家电网生技〔2005〕129 号）

110（66）kV～500kV 架空输电线路运行规范（国家电网生技〔2005〕172 号）

110（66）kV～500kV 架空输电线路检修规范（国家电网生技〔2005〕173 号）

110（66）kV～500kV 架空输电线路技术监督规定（国家电网生技〔2005〕174 号）

国家电网公司十八项电网重大反事故措施（试行）（国家电网生技〔2005〕400 号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指导意见。

3.1 老旧设备

老旧设备一般指运行年限长、设计标准低且设备健康水平下降并影响安全运行的线路设备。

3.2 老化设备

老化设备是指因材质、外界环境、运行年限等因素影响，导致机械、电气性能达不到其设计要求的线路设备。

3.3 与周围环境不相适应设备

与周围环境不相适应设备是指线路附近环境发生变化,导致与线路运行要求不相适应的设备。

3.4 整体线路改造

整体线路改造是指对整条或某段线路全部设备进行的改造。

3.5 升压线路

升压线路是指较低电压等级线路通过部分改造升为较高电压等级的线路。

4 总则

4.1 制订目的

为提高线路安全经济运行水平和技术水平,确保电网安全稳定运行和经济效益,有计划、有重点、有步骤地实施线路的技术改造,制订本指导意见。

4.2 制订依据

本指导意见依据国家有关法律法规,产业政策、环境保护政策、节约能源政策,现行的有关国家、行业标准和规程,我国电力工业“十一五”规划,企业现行的有关标准、制度、规定、规范、导则、预防事故措施以及国家电网公司 2002 年~2004 年线路现状调查情况制订。

4.3 基本原则

按照科学、全面、协调、可持续发展的要求,线路技术改造应遵循以下基本原则:

- a) 统一规划原则。由国家电网公司制订统一的阶段性线路技术改造指导意见,在总体上明确线路技术改造原则和方向,全面指导线路技术改造工作的开展。
- b) 因地制宜原则。各网、省公司根据公司整体技术改造指导意见,结合本地区特点,制订符合实际的线路技术改造发展规划,切实提高技术改造的针对性和有效性。
- c) 安全第一原则。通过对线路运行状况评价,针对线路存在的问题和隐患,确定技术改造方案,合理安排技术改造计划。构筑网架坚强、设备可靠的电网,确保电网安全可靠运行。
- d) 技术经济原则。以技术进步为先导,以经济效益为中心,积极采用先进适用的新技术、新产品、新材料、新工艺和电网运行管理控制技术,重点解决影响电网运行的关键因素和突出问题,并通过技术经济比较,适度考虑发展,制订优化技术改造方案。
- e) 统筹协调原则。根据电网发展需要,统筹考虑线路技术改造规划的制订实施。既考虑线路整体的安全经济运行水平,又要保证有重点的发展;既考虑提高生产能力,又要突出技术进步。根据轻重缓急和技术改造资金规模,统筹安排,综合平衡,滚动发展,确保规划有步骤、有计划的实施。

5 线路状况分析

5.1 线路现状分析的要求

在制订线路技术改造计划前,首先需要对线路现状进行分析,主要包括以下基本内容。

5.1.1 基本情况

基本情况包括按电压等级划分的规模、输送能力、运行年限、环境因素、缺陷故障情况



和各种配置,如绝缘等。

5.1.2 各类运行指标

各类运行指标包括完好率、跳闸率、线损率、可用率、非计划停运率等。

5.1.3 存在的主要问题和薄弱环节

存在的主要问题和薄弱环节包括老旧设备、老化设备、设计标准低、环境的变化、外力影响、施工及产品质量、管理手段及生产装备等方面。

5.2 目前公司系统线路存在的主要问题

通过 2002 年~2004 年线路现状分析(见附录 A),主要问题如下。

5.2.1 设备老旧

线路运行时间长,设计标准低,抵御自然灾害能力差,如混凝土杆有超标裂纹、锈蚀、露筋;拉线塔拉棒锈蚀、稳定性差;导地线严重锈蚀、断股;金具磨损、锈蚀;绝缘子劣化率高、淘汰型产品、机械强度明显降低;铁塔基础出现上拔或混凝土表面严重脱落、露筋、钢筋锈(腐)蚀和装配式铁塔基础松散等导致杆塔失稳;接地网严重锈蚀、断裂和接地电阻阻值增大等。

5.2.2 设备老化

线路部件老化,机械强度及电气性能明显下降,抵御外力能力差,如复合绝缘子老化、瓷质绝缘子电气及机械强度下降、塔材锈蚀、混凝土杆裂纹、导地线老化严重锈蚀、断股。

5.2.3 设计标准低

规划设计的深度不够,设计标准偏低,基础杆塔结构不合理,多雷区、强风区、重冰区、易舞动区、重污区、鸟害频发区等特殊区域线路满足不了安全运行要求。

5.2.4 环境的变化

城市化进程加快,交叉跨越变化,地形变化,引起导线对地以及交叉跨越距离不够;污染源变化、转移,绝缘配置满足不了防污要求;山体滑坡,洪水冲刷,地基塌陷(沉降),采空区扩大等导致杆塔及其基础失稳;植树造林引起导线对树距离不足。

5.2.5 外力影响

线路附近开山采石、存放易燃易爆物品,保护区内施工作业、种植树竹、搭建房屋(塑料大棚)等违章建筑和偷盗线路器材。

5.2.6 施工及产品质量问题

杆塔基础保护范围不够,产品材质选择不当,连接金具变形开裂、压接不良,拉线金具断裂、连接螺栓缺损,防振锤、间隔棒安装工艺和产品质量不良,绝缘子劣化率(自爆率偏高)、复合绝缘子憎水性明显下降、芯棒串位、酸蚀,端部密封不良,瓷质绝缘子钢帽与瓷件脱落,导地线损伤、弛度偏差过大等施工及产品质量不能满足安全运行要求。

5.2.7 管理手段落后,生产装备技术水平滞后

地理信息系统(GIS)、在线监测技术、故障预警系统、智能巡线系统、直升机巡线技术等没有得到广泛应用,交通、通信、检测、故障诊断手段落后、检修工器具滞后。

5.3 结论

根据对以上问题的事故统计和分析,线路须进行整体改造的多为运行时间长、故障率高的设备;近年自然灾害、人为外力破坏对线路健康情况影响较大;管理手段落后与生产装备技术水平滞后也是影响线路安全经济运行的重要因素。

6 线路技术改造原则及内容

6.1 线路技术改造的原则

线路的技术改造应坚持因地制宜原则，重点解决影响电网安全运行的关键问题和突出问题。如长期得不到更新改造的老旧设备、老化设备、技术水平偏低线路，与电网发展、环境保护、输送能力、自然气候变化、抗外力破坏等不相适应的设备均为技术改造的重点内容。改造原则如下。

6.1.1 加快改造老旧设备

对运行年限长、故障率高的老旧设备进行全面评估分析，针对线路存在的问题和隐患，有计划、有步骤地进行技术改造，全面提高线路的安全经济运行水平。

6.1.2 及时改造老化设备

加强对线路状况的诊断，对于存在老化现象的线路，分析老化原因，制订改造方案，消除设备隐患。

6.1.3 逐步改造技术水平偏低线路

对于设计、制造、施工水平偏低设备，不能满足现有运行标准和环境要求，应有针对性地进行部件更新或整体改造。对于输送容量小、线损大，不能适应当前大容量输送要求的设备进行科学合理的增容改造。

6.1.4 因地制宜改造抵御自然灾害能力较低线路

随时掌握线路受自然灾害影响的状况，针对有问题线路采取相应的改造措施，全面提高线路抵御自然灾害能力。

6.1.5 有效改造易受外力破坏线路

及时掌握线路易受外力破坏情况，采用有效防护措施，提高线路防外力破坏的能力。

6.1.6 合理改造与周围环境不相适应的设备

加强运行管理，及时掌握周围环境变化情况，对不相适应的线路，分轻重缓急逐步改造。

6.1.7 改善管理手段，提高生产装备水平

采用科学的管理手段和先进生产装备，完善诊断技术，建立预警系统，及时、准确地掌握线路状况，提高管理水平。

6.2 线路技术改造的内容

线路技术改造的内容分为整体改造和部分改造。

6.2.1 整体改造

- a) 对于运行时间长、设计标准低、设备普遍老化以及升压线路安全性不能满足安全运行要求或老旧线路输电能力不足，应进行有计划的全线整体改造。
- b) 对于地处特殊区域（洪水冲刷区、严重污秽区、采石采矿区、采空塌陷区、重冰区、山体滑坡易发区等），无法采取有效防范措施且反复发生故障的线段，应进行区段性整体改造。

6.2.2 部分改造

线路部分改造主要针对线路的组成部分，包括基础、杆塔、导地线、绝缘子、金具、接地装置等进行技术改造。



6.2.2.1 基础技术改造

基础的技术改造以提高稳定性、牢固性和增强抵御外力的能力为目的。

- a) 对于可能遭受洪水、冰凌、暴雨冲刷的杆塔基础，应根据线路所处的环境及季节性灾害发生的规律和特点，因地制宜地采取可靠的防冲刷措施，加固杆塔基础的防护设施。必要时可根据实际情况采取迁移塔位、基础改型（如普通基础改为灌注桩基础或锚桩基础等）等措施。
- b) 对处于采矿塌陷区（采空区）的线路，应设法了解矿区采掘规划与计划（如采掘方向、进度等），及时进行杆塔基础处理（或增加拉线），必要时改变基础型式或改迁路径。
- c) 对处于山坡上可能受到水土流失、山体滑坡、泥石流冲击危害的杆塔与基础，应采取加固基础、修筑挡墙、截（排）水沟等措施，必要时改迁路径。
- d) 当金属基础出现严重腐蚀、变形、上拔、下沉等现象时，应及时进行加固改造，严寒地区金属基础逐步改造为混凝土基础。
- e) 严寒地区基础出现冻胀问题，应采取换土、加固等有效措施进行处理，严重情况予以更换。

6.2.2.2 杆塔技术改造

杆塔改造主要考虑提高稳定性，解决交叉跨越和对地距离不足问题。

- a) 对处于自然条件恶劣、强风区、重冰区、导线易舞区、采矿塌陷区等特殊区域且不满足运行要求的杆塔，应根据实际情况缩小档距、提高杆塔强度。
- b) 220kV 及以上电压等级线路拉 V 塔或拉猫塔连续基数超过 3~5 基，应逐步进行改造，减少连续使用的数量；在人口密集区和重要交叉跨越处的拉线塔和混凝土杆应改造成自立式杆塔。
- c) 导线对交叉跨越物距离、对地距离不足时，应加高杆塔或更换为高塔。
- d) 对盗窃多发区应提高或改善铁塔的防盗能力，拉线棒采取防锯割措施。
- e) 在风口地带或季风较强地区，应考虑采取防松措施，必要时可增加防风拉线。
- f) 对锈蚀严重、主材开裂的铁塔，锈蚀严重的拉线棒等应及时更换。
- g) 对于易撞杆塔及拉线，采取防撞措施。
- h) 混凝土杆钢圈严重锈蚀，杆体超标裂纹、主筋外露，应及时更换。
- i) 杆塔倾斜超过运行标准，应采取加固补强措施，必要时进行整体更换。

6.2.2.3 导地线技术改造

导地线的改造应主要考虑提高输送能力，适应不同区域机械强度和耐腐蚀性能需求。

- a) 对于导地线因质量问题出现多处严重断股，长期运行出现严重锈（腐）蚀、散股、断股、表面严重氧化现象时应考虑换线。
- b) 对于导线截面积不能满足输送容量要求的考虑换线。
- c) 在腐蚀严重地区，对于老化锈蚀严重的导地线应更换改造成耐腐蚀型导地线。
- d) 对于引流线使用的并沟线夹出现过热现象，应采用压接工艺进行连接。
- e) 线路下方新出现重要交叉跨越，档内导地线有接头应进行改造。
- f) 在导线易舞区（包括大跨越段），对已发生舞动或存在舞动可能性的线路，应进行防舞设计，加装防舞装置。对大跨越段线路发现动弯应变值超标时应及时进行分析，采取防振措施进行改造。

g) 位于多雷区无避雷线或使用单根避雷线的线路, 有条件的应改造为双避雷线。

h) 导地线因微风振动引起多处严重断股时应予以更换, 改善防振措施, 例如放松应力等。

6.2.2.4 绝缘子技术改造

绝缘子的技术改造主要考虑提高线路的绝缘水平、防雷防冰防污效果。

a) 当线路外绝缘配置不满足所处地区污秽等级要求时, 应根据线路的轻重缓急进行调爬改造并留有裕度。

b) 对于劣化率(自爆率)高的绝缘子, 应及时更换。

c) 易发生绝缘子覆冰闪络地区, 应采取在绝缘子串之间插入大盘径绝缘子或倒 V 串改造等防冰闪措施。

d) 线路重要交叉跨越应采用双串绝缘子和双线夹悬挂导线改造, 悬挂方式应采用双挂点。

e) 强风区线路杆塔进行防风偏改造时可考虑采用 V 型串、倒 V 串或加装重锤, 对于耐张塔跳线没有安装绝缘子的, 考虑加装绝缘子串。

f) 干字型耐张塔的跳线宜采用两个独立挂点的双串绝缘子悬挂, 并保持一定张力。

6.2.2.5 金具技术改造

金具的技术改造应主要考虑提高强度, 节能、耐腐蚀、耐磨性能。

a) 在风振严重地区, 导地线线夹应更换为高强度耐磨型线夹。

b) 在大跨越、重冰区、导线易舞动区、风口地带和季风较强地区等特殊区域, 发现金具磨损严重时应及时予以更换。

c) 在易腐蚀地区, 发现金具严重腐蚀时, 应及时更换为耐腐蚀型金具。

d) 分裂导线间隔棒为刚性间隔棒或出现普遍性缺陷, 应进行更换改造。

6.2.2.6 接地装置技术改造

接地装置的技术改造主要考虑降低接地电阻, 提高防腐能力。

a) 当接地装置不符合要求时, 应进行改造。在土壤电阻率较高的地段, 可采用增加垂直接地体、加长接地带、改变接地形式、换土或采用接地新技术(如接地模块、阴极保护阳极接地)等措施。

b) 在腐蚀较严重的地段, 接地装置改造适当考虑加大接地体截面积, 并选用耐腐蚀性材料或采取防腐措施。

6.3 线路技术改造的新技术应用

线路技术改造应积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备, 坚持科学化、合理化, 保证安全性、适用性、经济性。

a) 采用科学的管理手段, 逐步建立完善的线路地理信息系统、故障预警系统、雷电定位系统、智能巡检系统等。

b) 采用先进生产装备和检测技术, 如绝缘子零值检测、盐密测试、接地电阻测量、红外测温、紫外探测、金具探伤、高空防坠落装置、流动带电作业工具车、直升机巡线、抢修塔等。

c) 采用新产品、新工艺, 如高强度耐热铝合金线、新型合成导线、节能金具、线路避雷器、绝缘杆塔、紧凑型杆塔、高强度杆塔、同塔多回线路、高强钢、绝缘子倒 V 型改造、新型防鸟器、防盗技术等。

d) 采用导线运行温度、导地线振动水平、导地线覆冰、绝缘子泄漏电流、杆塔受力、杆



塔倾斜、气象参数、危险点视频监控等在线监测系统。

- e) 采用先进适用新技术，如提高导线温升技术、铁塔采用高强钢技术、大截面耐热导线技术、带电更换检修高压送电线路 OPGW 技术等。

6.4 线路技术改造的评估

线路技术改造的评估包括线路技术改造前评估和线路技术改造后评估。

线路技术改造前评估主要针对线路现有状态，进行项目的必要性、可行性、技术经济性分析，确定技术改造方案，预测技术改造的效果。

线路技术改造后评估主要针对线路改造后的状态，对技术改造工作的安全性、经济性、改造质量、是否达到预期效果进行评价。

6.4.1 主要经济技术指标

6.4.1.1 运行指标

运行指标包括跳闸率、可用率、非计划停运率、强迫停运率、事故率等。

6.4.1.2 经济指标

经济指标包括线损率、维护和检修费用、改造成本、输送能力等。

6.4.2 经济效益和社会效益

线路技术改造可以全面提高线路的安全经济运行水平和技术水平，必然给电网运行带来明显的经济效益和社会效益。

通过提高供电量，降低检修维护成本，线损率下降等可分析测算直接经济效益；通过提高供电可靠性和输送能力，并按单位电量的社会产值来评估社会效益。

附录 A

线路现状分析

A.1 110 (66) kV~500kV 线路总体状况

截止 2004 年 12 月, 国家电网公司 110 (66) kV~500kV 输电线路总体情况及运行年限所占比例分别见表 A.1~表 A.2。

表 A.1 国家电网公司 110 (66) kV~500kV 输电线路总体情况

电压等级 kV	线路条数 条	线路长度 km	完好率 %
500	343	35122	100.00
330	127	10498	100.00
220	3733	110422	99.56
110 (66)	10037	150035	98.95
合计	14240	306077	

表 A.2 各电压等级输电线路运行年限所占比例 (%)

电压等级 kV	2001 年~2004 年	1991 年~2000 年	1981 年~1990 年	1971 年~1980 年	1970 年 及以前
500	47.37	33.62	19.01	0.00	0.00
330	34.37	39.74	15.42	6.96	3.51
220	24.83	35.51	25.10	10.70	3.85
110 (66)	25.04	29.80	19.98	16.48	8.69

A.2 110 (66) kV~500kV 线路区域分布状况

A.2.1 东北电网 (见表 A.3~表 A.4)

表 A.3 各电压等级线路状况

电压等级 kV	线路条数 条	线路长度 km	完好率 %
500	50	5911.147	100.00
220	661	24880	100.00
110 (66)	1854	28576	99.83

表 A.4 各电压等级运行年限所占比例 (%)

电压等级 kV	2001 年～ 2004 年	1991 年～ 2000 年	1981 年～ 1990 年	1971 年～ 1980 年	1930 年～ 1970 年
500	26.19	54.81	19.00	0.00	0.00
220	11.85	30.98	33.95	11.18	12.04
110 (66)	12.63	24.63	18.18	23.91	20.65

A.2.2 西北电网 (见表 A.5～表 A.6)

表 A.5 各电压等级线路状况

电压等级 kV	线路条数 条	线路长度 km	完好率 %
330	126	10448	100.00
220	97	3748	100.00
110 (66)	1165	25907	99.79

表 A.6 各电压等级运行年限所占比例 (%)

电压等级 kV	2001 年～ 2004 年	1991 年～ 2000 年	1981 年～ 1990 年	1971 年～ 1980 年	1930 年～ 1970 年
330	34.51	39.94	15.04	7.00	3.52
220	24.56	26.51	28.26	19.47	1.20
110 (66)	36.24	27.88	16.57	14.14	5.17

A.2.3 华北电网 (见表 A.7～表 A.8)

表 A.7 各电压等级线路状况

电压等级 kV	线路条数 条	线路长度 km	完好率 %
500	89	9492	100.00
220	1046	26189	98.28
110 (66)	2367	27811	97.20

表 A.8 各电压等级运行年限所占比例 (%)

电压等级 kV	2001 年～ 2004 年	1991 年～ 2000 年	1981 年～ 1990 年	1971 年～ 1980 年	1930 年～ 1970 年
500	44.41	38.84	16.76	0.00	0.00
220	25.44	45.17	20.99	8.40	0.00
110 (66)	25.49	36.74	20.23	12.24	5.29