

程浩忠 姜祥生 著

20kV配电网 规划与改造



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

20kV 配电网 规划与改造

程浩忠 姜祥生 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书介绍了 20kV 电压等级在目前电网中使用的必要性和可行性,并从理论和实践两方面对使用 20kV 配电网引起电网规划变动、具体技术措施和现有 10kV 如何升压为 20kV 进行了详细叙述。

全书共 14 章。第 1 章绪论介绍 20kV 配电网概述与必要性和可行性;第 2 章 20kV 配电网应用现状,介绍 20kV 电压等级国内外的发展历程、应用实践、应用实例;第 3 章介绍配电网供电负荷预测及特性指标分析;第 4 章介绍配电网电压等级序列的选择;第 5 章介绍变电站选址定容;第 6 章介绍配电网经济性评价;第 7 章介绍考虑接线模式的配电网优化规划;第 8 章介绍 20kV 配电网接线方式;第 9 章介绍 20kV 配电网的设备选型;第 10 章介绍 20kV 系统中性点接地方式;第 11 章介绍 10kV 配电网的升压改造;第 12 章介绍 20kV 配电网指标体系;第 13 章介绍考虑分布式发电接入的配电网规划;第 14 章进行了实践与展望。

本书可供高等院校电气工程、自动化专业师生,以及从事城市电网规划、设计、施工和管理等工作的领导和工程师参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

20kV 配电网规划与改造/程浩忠,姜祥生著. —北京:中国电力出版社,2010.1

ISBN 978-7-5083-9742-9

I. ①2… II. ①程…②姜… III. ①配电系统—电力系统规划 ②配电系统—技术改造 IV. ①TM727

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 209266 号

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)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 3 月第一版 2010 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12 印张 255 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

本书成果获得国家重点基础研究发展计划(973计划)

含微网新型配电系统的优化规划

2009CB219703资助

序

我公司于1994年编制中国—新加坡联合开发的中新合作区电网规划时，由于负荷密度比较高，采用了20kV配电电压，在1996年正式投运，为全国率先采用。投运后，引起了供电部门广泛关注，国网公司也数次来苏州考察。继后，辽宁省本溪供电公司在南芬地区也投入了20kV配电电压，2007年江苏省电力公司组织通过了苏州中新区20kV配电网评估，并两次发文，在全省范围内推广应用。现全省13个直辖市范围内都有20kV配电电压等级。

采用20kV电压等级，能够优化供电电压模式，改善配电网结构；提高线路供电能力，增加变电站供电范围，有效减少变电站布点和降低线路通道密度，大大节约土地资源占用；节能降损效益显著，电压质量明显改善；有色金属消耗量减少；降低了设备投资和运行成本，经济效益显著提高，能够以最大的适应性满足负荷从低密度向高密度发展的需要，科学无障碍地向用户提供所需电能，因此采用20kV电压等级是改造现行中压配电网的最佳首选。

在进行电网发展规划编制过程中，应扩大在大、中城市中，低压配电设施过负荷严重地区配电网升级改造的试点，在城市新区积极推广20kV；同时开展农村电网改造中使用20kV的试点。在规划阶段抓住采用新电压等级的时机，经过试点逐步推广。促进电网协调有序发展，是国家实施工业化、城镇化和经济社会发展的必然需要，必将提升配电网技术经济性能，为创造环境友好型社会和保持经济可持续发展贡献力量。

《20kV配电网规划与改造》一书系我公司原总工程师姜祥生与上海交通大学教授程浩忠联合编著。该书从苏州工业园区中新区实际使用20kV配电电压等级规划、设计、施工、运行全过程出发，结合理论进行分析，对20kV电压等级可行性、20kV主设备制造、供电工程设计、中性点接地方式及其对配电系统安全、经济性影响和10kV配电系统升压、改造和过渡等都作了介绍。然后对目前如何使用20kV电压进行了全方位叙述，很有实用价值。愿推荐给供电部门领导和技术人员阅读。

苏州供电公司 总经理



党委书记



二〇〇九年十月于苏州

前 言

随着我国电力电量的不断增长,20kV配电网规划与建设又被提上议事日程。国内很多专家对此做了大量研究,积极呼吁将大中城市高负荷密度区域网配电电压升至20kV,而且1993年国家公布的GB156—1993《标准电压》中,正式将20kV列入标称电压,但说明“为用户要求时使用”,1994年苏州供电局委托苏州市电机工程学会和中国电机工程学会供用电专委会对中国—新加坡联合开发的苏州工业园区采用20kV电压等级进行了论证,论证结果认为采用20kV在技术上是先进的,经济上是合理的。经江苏省电力工业局批准,于1996年4月正式投入运行,迄今已13年,运行一切正常。

当前我国处在电力发展的又一个春天,将有大量资金投入电力建设,坚强智能电网的建设在积极推进,对每个从事电力事业的工作者都是极大的鼓舞。我国已经确立了2020年将全面进入小康社会的奋斗目标,据预测届时我国电力负荷水平也将达到2007年的两倍以上,同样配电网规划规模也将为2007年的2倍以上。新增配电网是沿用现有模式发展下去,还是乘规模扩大之机,采用新措施是一个很重要的课题。由于20kV规划和运行方式与10kV有所不同,所以在规划与之对应的配电网时,也应当充分考虑20kV与10kV的不同,从而使上级变电站、配电网的接线方式和运行方式尽可能地经济合理。

本书将以20kV特点和中压配电网规划的一般原则为基础,考虑负荷特性、接线方式、设备选型、经济性、升压改造等因素,建立一个适合于20kV配电网的规划体系,本文作者之一姜祥生(教授级高级工程师)为原苏州供电局总工程师,他组织和参与了苏州工业园区20kV电网规划论证、设计、建设、运行的整个工作过程,是我国20kV配电网规划和建设的开拓者和实践者;作者之一程浩忠教授主持参与了国内许多配电网的规划工作,在理论、方法及其应用方面有较多研究,并且在江苏无锡也开展了20kV配电网规划和改造的实践工作。

本书第1、2、8、9、11章和14章由姜祥生教授级高工撰写,第3、4、5、6、7、10、12、13章由程浩忠教授撰写。全书由程浩忠教授负责统稿。写作过程考虑了理论与实践的结合,实用和最新学术成果的结合,注意规划理论、方法的应用及其取得的成果。本书编著过程中参阅和引用了不少前辈和同行的工作成果,使得本书能够比较系统、全面地反映一些有关20kV配电网规划与改造的最新研究成果。上海交通大学的研究生厉达、吴正骅、欧阳武、章文俊、黄磊参加了部分章节的初稿撰写和资料的收集工

作；方欢欢、张慧丽等同志进行了电脑排版中的文字处理。上海交通大学顾洁副教授和苏州供电公司蒋斌总经理、陈玉书书记、沈培锋副总工程师等通读了书稿并提出了许多宝贵意见。上海交通大学傅正财教授审阅了第 10 章内容。苏州供电公司吴烈、姜德宏、马晓东、孙晓麟等同志提供了许多资料和建议。本书通过了中国电力出版社的出版评审，编著者的许多领导和同事、朋友、家人为本书编写创造了条件并给予关心，在此一并向他们致以衷心的感谢。

由于作者水平有限，因此，书中不完善、不正确的地方在所难免。恳望读者谅解，并请予以批评指正为盼！

著 者

2009 年 9 月于上海交通大学和苏州供电公司

序	
前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 概述.....	1
1.2 20kV 电压等级使用的必要性	1
1.3 20kV 电压等级使用的可行性	3
1.4 小结.....	4
参考文献	4
第 2 章 20kV 配电网应用现状	5
2.1 国内 20kV 电压发展历程	5
2.2 国外 20kV 电压应用实践	8
2.3 国内、外 20kV 工程应用实例	9
2.4 小结	13
参考文献.....	13
第 3 章 配电网供电负荷预测及特性指标分析	14
3.1 概述	14
3.2 电力负荷分类及其特性	14
3.3 电力负荷预测的分类及特点	16
3.4 电力负荷预测的一般过程	17
3.5 电力负荷预测的确定性方法	18
3.6 电力负荷预测的不确定性方法	22
3.7 电力负荷预测的经验技术预测方法	24
3.8 电力负荷预测的经典技术预测模型	25
3.9 空间负荷预测	26
3.10 城市中心城区典型供电区域负荷特性指标.....	27
3.11 太湖新城 20kV 供电区域负荷预测方法举例	35
3.12 小结.....	37
参考文献.....	38

第 4 章 配电网电压等级序列的选择	40
4.1 电压等级序列的选择原则	40
4.2 电压等级序列的选择方法	43
4.3 电压序列选择实例	47
4.4 小结	55
参考文献	55
第 5 章 变电站选址定容	56
5.1 电力系统的分层分区原则	56
5.2 变电站容量与供电半径	56
5.3 变电站布点	65
5.4 算例	69
5.5 小结	73
参考文献	73
第 6 章 配电网经济性评价	74
6.1 经济评价概述	74
6.2 资金的时间价值	76
6.3 最小费用法	79
6.4 净现值法	81
6.5 内部收益率法和差额投资内部收益率法	82
6.6 折返年限法及相关算法	82
6.7 财务评价方法	83
6.8 国民经济评价方法	84
6.9 不确定性的评价方法	85
6.10 中压 20kV 电网经济性评价实用方法	85
6.11 小结	87
参考文献	88
第 7 章 考虑接线模式的配电网优化规划	89
7.1 引言	89
7.2 配电网优化规划数学模型	89
7.3 基于模式空间的配电网优化规划	93
7.4 染色体表达方式	94
7.5 算例	96
7.6 小结	97
参考文献	98
第 8 章 20kV 配电网接线方式	99
8.1 20kV 配电网的技术原则	99
8.2 20kV 配电网的开闭所和环网室	99

8.3	架空网络接线方式	100
8.4	电缆网络接线方式	101
8.5	20kV 配电网容量控制	103
8.6	用户接入原则	104
8.7	小结	105
	参考文献	105
第9章	20kV 配电网的设备选型	106
9.1	110/20kV 变电站	106
9.2	主变压器的选择	107
9.3	配电变压器的选择	108
9.4	开关柜的选择	111
9.5	环网柜的选择	114
9.6	电力电缆的选择	114
9.7	架空线路	115
9.8	户外设备	120
9.9	小结	120
	参考文献	121
第10章	20kV 系统中性点接地方式	122
10.1	接地方式的发展和应用现状	122
10.2	中压配电网的接地方式	125
10.3	20kV 接地方式的选择	138
10.4	接地方式的选择实例	140
10.5	小结	146
	参考文献	146
第11章	10kV 配电网的升压改造	148
11.1	10kV 配电网升压总原则	148
11.2	10kV 设备升压的技术措施	148
11.3	配电网升压论证	152
11.4	升压过渡期间	154
11.5	升压实例	156
11.6	小结	157
	参考文献	157
第12章	20kV 配电网指标体系	158
12.1	引言	158
12.2	网架结构	159
12.3	电能质量	160
12.4	可靠性	162

12.5	充裕性	162
12.6	经济性（网损率）	163
12.7	设备选型	163
12.8	节能环保	164
12.9	小结	164
	参考文献	164
第 13 章	考虑分布式发电接入的配电网规划	166
13.1	引言	166
13.2	DG 准入功率	167
13.3	多目标规划模型	168
13.4	多目标优化决策	169
13.5	考虑 DG 接入的配电网规划流程	170
13.6	规划实例	171
13.7	小结	173
	参考文献	173
第 14 章	实践与展望	175
14.1	苏州地区实践	175
14.2	农村电网展望	177
14.3	四点建议	178
14.4	小结	179
	参考文献	179

绪 论

1.1 概 述

电力工业是国民经济的重要支柱和先行行业。电力网络的结构与布局、电网电压等级的确定和组合，尤其是在电力系统与用户之间起着桥梁作用的中压配电电压等级的合理选择及时提高是非常重要的。电压等级标准和电网电压的确定，对一个国家的经济建设发展及现代化程度的提高，既有深远的战略意义，更有重要的现实意义。它们不但会影响网络的结构与布局、电气设备的设计和制造、电力系统的运行和管理，还在相当程度上决定着电力系统的基本建设投资和年运行费用，同时也涉及国民经济的整体布局与城市远景规划，故电压等级的确定和组合是一个牵涉面很广、影响因素很多，既有技术经济性，又含方针政策性的综合课题。

在国家和城市发展目标已经明朗的同时，又遇到大规模基础建设机遇，因此建设现代化配电网势在必行，苏州工业园区 20kV 配电网十余年运行经验和国外 20kV 的使用情况良好，20kV 配电电压必将提到议事日程上来。

现代化的配电网，必须具备满足用电需求、电能质量可靠、省地环保、运行管理高效和技术经济可持续发展好的五个功能要求，而 20kV 配电比其他配电电压更容易达到。

1.2 20kV 电压等级使用的必要性

现阶段我国大都采用 10kV 中压配电网作为联系高、低压配电网的中间环节。在配电网中承上启下的 10kV 电压等级的确定、采用和推广，在我国的电网发展过程中起过重要的促进作用。它是在 20 世纪 50 年代中期开始到 70 年代末期结束的电网升压改造工程中，逐步改造得来的，是将多种繁复的配电电压（如 2.3、3.3、6.6kV 和 13.2kV 等），统一到当时标准配电电压。这对配电电压的提高和配电网技术改造的直接效果是扩大了对用户的配电能力，改善了电压质量，大大降低了供配电系统的线路损失，各个大中城市供电部门线损率的平均水平从 11%~12%降为 7%~8%，平均降低了 3.5 个百分点，效果显著，同时也统一了设备标准，简化了系统。实践证明，这一重要举措有力地加快了电网自身的发展，极大地促进了国家经济建设，但是当时城市负荷密度普遍

不高，因此没有提出 20kV 配电电压等级。可是到 20 世纪 70 年代后，随着改革开放，城乡用电事业大为发展，负荷密度与用电量已有很大增长，在这种情况下，10kV 配电网不能适应形势发展要求的趋势已日渐暴露出来。特别是“八五”期间，城市负荷增长很快，城市居民用电和工业用电增长率为 14.8%~18%，其中上海、广州市繁华地区最大负荷密度分别达到 54MW/km² 和 31MW/km²。例如深圳是发展很快的特区城市，1980 年电力负荷仅 10MW，到 1993 年增加到 1485MW，2000 年高达 4500MW，负荷密度达 11.8MW/km²，深圳市由于受 10kV 配电距离和供电能力限制，为满足用电的需求迫使增建过多的上一级变电站，当时已建 220kV 变电站 7 座，110kV 变电站 70 座之多，且还需建造更多的 110、220kV 变电站。在负荷密度更高的地区，当达到 30~50MW/km² 时，每 1~2km² 就要求建一座 110kV 变电站，这对设备投资、基建占地、线路走廊、运行管理以及降损节能等来说，都不可避免地会出现许多难题。

用一个简单例子说明：一个 110kV 变电站，如果用 10kV 配电电压，站内设三台 31.5MVA 变压器，可出线约 24 回，可供容量“N-1”准则，容量为 63MVA，而如果用 20kV 配电电压，站内可设三台 63 MVA 主变压器，出线仍为 24 回，可供容量则为 126 MVA，则可增加 1 倍。

以苏州工业园区中新合作区目标网架为例，采用 20kV 共需建设 17 座 110/20kV 变电站，采用 10kV 则需 32 座 110/10kV 变电站，折合计算，20kV 比 10kV 节约土地 39.7%，约 66.5 亩。

20 世纪 80 年代以后全国线损率一直在 8% 左右徘徊，比发达国家高出 1%~2%。全国线损率 1980 年为 8.9%，1990 年为 8.06%，1995 年为 8.77%，2000 年为 7.8%，2005 年为 7.3%。其中全国城网 110kV 及以下配电网线损电量约占总线损电量的 60%，从目前情况来看，部分城市居高不下，在较发达地区，再增加 220、110kV 变电站布点，对降损效果不显著，因此关键在中压配电网。

以中新区目标网架为例，20kV 方案线损率比 10kV 方案降低了 0.723%。

2005 年，苏州地区 10kV 线损率为 6.25%，而 20kV 线损率为 4.25%，20kV 售电量为 19.5 亿 kWh，比用 10kV 节约 0.43 亿 kWh，相当于节约标准煤约 1.7 万 t。

由于 10kV 用户可装接容量在颁布的《全国供用电规则》、《电力供应与使用条例》中均未详细规定具体数字，各城市供电部门根据各自电网特点，纷纷指定了适合自己特点的装接容量。采用 10kV 的可装接容量广州市为 20 000kVA，太原市为 10 000kVA，上海市为 6300kVA，长沙市为 15 000kVA，深圳市为 30 000kVA 等，超过装接容量，就要用更高电压 35kV 或 110kV 供电。改革开放以来，城市中高楼大厦像雨后春笋一样建造起来，而用户装接容量均在 10 000kVA 以上，有的甚至达到 20 000kVA 以上。如果 10kV 供电需 2~3 路，甚至 4 个回路。这样对用户主接线、正常运行维护操作和线路走廊都不可避免地出现许多问题，有些问题以至无法解决。

中新区内用户平均报装容量每户为 5000kVA，用 10kV 则一条 10kV 线路只能供 2~3 个用户，而 20kV 可供 4~6 个用户，提高了线路利用率，20kV 目前最大装接容量为 75 000 kVA，迄今为止，还没有出现过 110/20kV 用户变电站。

采用 20kV 配电网不仅能很好地满足大客户需求，而且建设投资远小于 35、110kV 配电网，运行费用与 10kV 基本相当。同时 20kV 方案也可降低供电公司的投资，取消 35、10kV 二级降压，减少运行成本。

综上所述，20kV 配电网不但受供电公司欢迎，也受到政府部门和电力用户的欢迎。

⚡ 1.3 20kV 电压等级使用的可行性

20kV 设备价格为 10kV 价格的 1.1~1.4 倍，而供电能力成倍增长是 20kV 电压等级的优越之处。为了推广 20kV 电压等级，1996 年苏州供电局在江苏省电力工业局的安排下完成了所有设备试制任务，将其投入了运行，再加上 2007 年江苏省电力公司决定推广 20kV 电压等级，分别于 2007 年、2008 年制定了企业标准。同时，为推广作准备的南方电网公司也制定了企业标准，这些都为制造部门提供了技术支撑。问题在于往常开发一个电压等级变配电设备和装置的系列产品，其中有关绝缘配合、测试标准都应该由输变电制造行业和电力行业的归口部门组织研究协调确定，这次 20kV 系列产品的组织开发仅限于江苏省电力公司和南方电网公司确定其规格、绝缘配合和有关试验参数，难以涵盖各个不同地区的特点和不同要求，因此尚需加强行业引导，组织开发，以适应市场需求。

苏州工业园区中新区 20kV 配电网已有十余年运行经验，并于 2007 年经东南大学与苏州市电机工程学会评估认为“技术上可行，并在降损、节约土地资源等方面具有明显优势”。中新区为全电缆系列，为了对架空线路方面也积累经验，于 2007 年投入 9.7km 架空线路，运行一切正常。因此江苏省电力公司二次发文推广 20kV 电压等级。

2003 年辽宁省本溪供电公司南芬地区也投入 20kV 架空线路运行，运行正常。他们通过降损方法，已收回全部投资，也可供借鉴。

苏州工业园区 20kV 使用电价，参照 1976 年原水利电力部文件，20kV 电价按照 35kV 电价，其原因是当时 20kV 是作为输电电压来处理，比 10kV 电价低 0.015 元。现 20kV 作为配电电压，电价应在 10kV 和 35kV 之间。为了配合 20kV 配网发展，国家发展改革委员会正式以发改办价格 [2007] 2171 号文件批复江苏省增设 20kV 电压等级销售电价有关问题。20kV 电价按 10kV 和 35kV 电价插入法进行计算：2008 年江苏省电网销售电价表见表 1-1。

表 1-1 2008 年江苏省电网销售电价表 (元/kWh)

用电分类	电 量 电 价						基 本 电 价	
	不满 1kV	1~10 kV	20~35kV 以下	35~110kV 以下	110kV	220kV 及以上	最大需量 [元/(kW·Y)]	变压器 [元/(kVA·Y)]
一、城乡居民生活用电	0.528 3	0.518 3						
二、一般工商业及其他用电	0.813	0.798	0.792	0.783				

续表

用电分类	电 量 电 价						基 本 电 价	
	不满 1kV	1~10 kV	20~35kV 以下	35~110kV 以下	110kV	220kV 及以上	最大需量 [元/(kW·Y)]	变压器 [元/(kVA·Y)]
其中：1. 中小化肥	0.370	0.355	0.349	0.340				
2. 限制类高耗能	0.863	0.848	0.842	0.833				
3. 淘汰类高耗能	1.103	0.998	0.992	0.983				
三、大工业用电		0.602	0.596	0.587	0.572	0.557	38	28
其中：1. 离子膜法氯碱		0.584	0.578	0.569	0.554	0.539	38	28
2. 中小化肥		0.232	0.226	0.217	0.202		30	21
3. 限制类高耗能		0.652	0.646	0.637	0.622	0.607	38	28
4. 淘汰类高耗能		0.802	0.796	0.787	0.772	0.757	38	28
四、农业生产用电	0.440	0.430	0.424	0.415				
其中：贫困县农业排灌用电	0.294	0.292	0.290	0.288				

2008年7月1日抄见电量起执行

由于20kV电价合理，将推动20kV电压等级发展。

国外许多国家都采用20kV作为配电电压，已取得成功经验，特别是法国采用的220kV直降20kV和新加坡采用220、66、20kV三级电压，都可借鉴。

1.4 小 结

本章叙述了为满足目前城市中负荷大量增长以及今后发展需要，必须提出配网升级问题以适应现代化城市发展，并且考虑到20kV设备制造国内都已解决，20kV电价也作了合理调整，提出首选20kV配电电压。

参 考 文 献

- [1] 孙西骅, 樊祥荣. 城市中压配电网改造应首选20kV电压等级 [J]. 浙江电力, 1996. 6.
- [2] 孙西骅, 许颖. 关于城市电网改造与推广20kV中压配电的问题 [J]. 电网技术, Vol. 20 (3), 1996.
- [3] 姜祥生, 孙西骅. 再谈采用20kV电压一次配电和城市电网改造问题 [J]. 电网建设, 1999. 7.

20kV 配电网应用现状

2.1 国内 20kV 电压发展历程

中压配电网电压等级与国民经济的发展密切相关，随着用电水平的不断提高，电力负荷密度不断增大，中压配电网电压也随之提高。在苏州地区，20 世纪 50 年代初，中压配电电压为 2.3kV，到 60 年代中期已提高到 6kV，70 年代统一配电电压为 10kV。在配电网中承上启下的 10kV 电压等级的确定、采用与推广，在我国电网的发展过程中确实起过重要作用。50 年代我国各地配电网电压有 2.3、3.3、4、5.25、6.6kV 及 13.2kV 等多种，到 60~70 年代，我国大部分地区的配电网完成了改造。此后实例证明，这一重要举措有力地加快了电网自身的发展，极大地促进了国家经济建设。但事物的发展都有它的规律，在一定条件与历史时间内起过积极作用，当发展到另一更高阶段的层次就不一定适合。20 世纪 70 年代后期，我国已将工作重心转移到经济建设轨道上来，在负荷密度与用电量已有很大增长的新情况下，10kV 配电网已显出供电能力的不足。

新中国成立初期，我国部分电网也曾采用 20kV 电压等级，电力部 1959 年颁布的有关规程中都列有 20kV 电压有关条款。但鉴于当时的负荷水平和统一配电电压的需要，是作为送电线路的。1976 年颁发的有关规程和标准才删掉了 20kV 的相关部分。

我国自 1981 年开展城市配电网规划改造以来，电压等级已初步归纳为 220/110 (63、35) /10/0.38kV，对一个地区或一个城市的部分地区 220kV 和 10kV 之间只选择一级电压，以减少变电层次。如广州、深圳、郑州、苏州等地，确定采用 220/110/10/0.4kV 制。上海、天津两市经过反复论证，确定高压配电保留 35kV 与 110kV 两级，但对某一地区内发展其中一种（即 35kV 与 110kV 不同时出现）。实际情况是，虽然对 35kV 电压等级采取了限制措施，但当用户装接容量达不到 110kV 供电和 10kV 需要多条情况下，也出现了许多 35kV 用户变电站，如苏州新区采用了 220/110/10/0.4kV 制，但后来由于用户需求，第二座 220 kV 变电站，不得不采用 220/110/35kV 电压等级，35kV 专供用户。

根据当时负荷情况和专家意见，1980 年 3 月电力部就以（80）电技字第 14 号文对 GB 156—1980《额定电压》（草案）的意见提出了“目前东北、华北、华东地区大城市高密度用电区，希望能采用 20kV 配电电压，这样就能使设备小型化，投资比较经济。

如条件允许建议可将 20kV 级电压列入草案”，因此在随后发布的电压等级国家标准 GB 156—1980《额定电压》中，该电压等级并未纳入标准。当然这不能认为当时建议不正确，只能说时机不成熟，相反，此举更引发了广大工程技术人员对研究这一电压等级的兴趣和积极性。

针对 10kV 配电网的不适应形势的情况日渐严重，1984 年中国电机工程学会农电分专委会首先提出并讨论了 20kV 的使用问题。当时的郑州工学院等单位在理论上做了大量论证，经过了数年努力，基本上得出了“110/20kV 电压制为农网电压等级的优化组合方案”，发出了“必须减少变电层次，简化电压等级，确立 20kV 为配电电压并列为国家标准等级”的呼吁，但此后没有正式实施。

1991 年武汉高压研究所在科学技术报告《国标〈电压标准〉内增加 20kV 电压等级的可行性论证》中提出了如下结论：①中压配电采用 20kV 电压等级能减少电压层次，降低运行费用，在世界范围内已得到日益广泛的应用，该电压等级已列入 IEC 标准；②根据我国电网的实际情况，采用 20kV 作为中压配电网具有明显的经济效益，建议将 20kV 列入国家标准；③将现有配电网改为 20kV 直供的面广量大，需作详细技术经济分析、确定最佳的改造和步骤，以期获得最好的经济效益；④根据我国现有制造水平，20kV 输变电设备可望 3 年内完成批量生产，保证供应。

时隔 3 年终于在 1993 年国家技术监督局的技监国标 (93) 147 号公布了 GB 156—1993《标准电压》系列，其中纳入了 20kV 电压等级，并说明用户要求时使用。全国电压电流等级和频率标委会解释是：“今后可根据需要，经过试点，逐步推广使用”。

1993 年中国和新加坡两国政府联合决定在苏州工业园区中的 70km² 为开发区（简称中新区），建设为国际一流城市，预测远景负荷密度为 50MW/km²，近期为 30MW/km²。经苏州供电局委托了中国电机工程学会供用电专委会和苏州市电机工程学会对配电电压等级进行了论证，结果为采用 20kV 技术经济上合理。经江苏省电力工业局批准，于 1994 年正式投入运行，为全国率先采用 20kV 配电电压的地区。

经上级批准，辽宁本溪供电公司南芬地区已从 2003 年 3 月正式启用 20kV 供电系统供电，在东北地区首先采用 20kV 配电，也是在全国范围内率先采用 20kV 架空线。

在 1993 年 GB 156—1993 中正式将 20kV 电压等级列入，以及苏州工业园区和南芬 20kV 配网正式投运。紧接着，新一轮讨论和论证正式启动。

1997 年，原华北电管局老年科技工作协会编制了《关于京津两市采用 20kV 配电电压可行性报告》，并于当年 12 月在北京召开了讨论会。原国家电力部，电科院等单位的有关专家参加了讨论会，会后形成了会议纪要，其中会议纪要中的第三点“报告提出以技术经济因素和考虑长远发展的观点为基础，因地制宜地选择城市电压的建议是实事求是的，特别是新开发区，成片改造选择 20kV 配电电压问题，在技术经济论证基础上抉择是合理的。”部分专家认为整个城市允许两种配电电压并存，但最后没有实施。

2003 年，浙江新建江东工业区，面积为 105km²，负荷密度达 30MW/km²，由杭州市电力局、浙江大学电力经济及信息化研究所联合编写了《杭州江东区供电电压论证