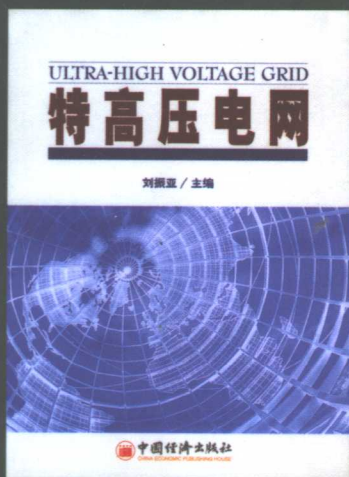


UHV
QUESTIONS AND ANSWERS

特高压输电 知识问答

刘振亚 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

特高压输电知识问答

刘振亚 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

**内
容
提
要**

发展特高压电网是一项跨专业、跨行业的复杂系统工程,对我国电网发展模式和未来能源可靠供应有重要影响。让社会公众了解特高压,让工程技术人员深入掌握特高压输电技术,意义重大。

本书以问答的形式和通俗易懂的语言介绍了特高压电网的有关知识,共分9章,系统阐述了我国发展特高压输电的重大意义,全面介绍了电网电压的发展历史及国内外特高压输电技术研究的基本概况,重点探讨了特高压电网的主要特性与关键技术问题,还就公众普遍关心的特高压电磁环境影响及特高压关键设备制造等问题进行了进一步分析。

本书不仅对从事特高压工作的工程技术人员和相关专业学生有所帮助,而且有助于社会各界人士了解特高压,让所有读者均能从书中获取所关心的特高压知识,得到所关心问题的答案。

图书在版编目 (CIP) 数据

特高压输电知识问答/刘振亚主编. —北京:中国电力出版社,2006
ISBN 7-5083-4168-6

I. 特… II. 刘… III. 超高压-输电-问答 IV. TM723-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 015061 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>)

北京地大彩印厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 3 月第一版 2006 年 3 月北京第二次印刷

787 毫米×960 毫米 16 开本 7 印张 77 千字

印数 30001—60000 册 定价 16.00 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)

《特高压输电知识问答》

编 委 会

主 编： 刘振亚

副 主 编： 舒印彪

编写组组长： 喻新强

编写组副组长： 杜至刚 张 贺 张运洲 刘泽洪

编写组成员： 李晨光 韩先才 袁清云 高理迎

王绍武 袁 骏 陈葛松 甘 羽

宋 倩 余 军 侯远航 卢理成

刘洪涛 孙 岗 葛旭波 吕 健

落实科学发展观 建设特高压电网

(代 序)

党中央、国务院提出全面建设小康社会和构建社会主义和谐社会的奋斗目标，对能源工业发展和电力工业发展提出了新的要求。根据规划，到2020年，我国电源装机容量至少要在现有5亿千瓦的基础上再翻一番，达到10亿~12亿千瓦，为满足我国未来电力需求快速增长的需要，迫切需要通过自主创新，提高电力系统的供电能力。

胡锦涛总书记在全国科学技术大会上发出“坚持走中国特色自主创新道路，为建设创新型国家而努力奋斗”的号召，明确了坚持自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来的科技发展指导方针。国家电网公司认真分析我国电力工业和电网发展的现状及未来发展趋势，提出了加快建设以特高压电网为核心、各级电网协调发展的坚强国家电网的战略目标，要充分调动各方面力量，通过原始创新、集成创新和引

进消化吸收再创新，研究和掌握特高压输电规划、设计、建设、运行和重大装备制造的核心技术，促进我国交、直流设备制造的技术升级和跨越式发展，实现电力科技水平再上新台阶，这是国家电网公司落实科学发展观、走自主创新道路的具体实践。

发展特高压电网是解决能源资源与生产力布局不均衡问题的有效措施。我国能源资源蕴藏丰富地区远离经济发达地区。三分之二以上的经济可开发水能资源分布在四川、西藏、云南，三分之二以上的煤炭资源分布在山西、陕西和内蒙古西部。东部地区经济发达，能源消费量大，能源资源却十分匮乏，西部能源基地与东部负荷中心距离在五百至两千多千米。因此，客观上需要采用长距离、大容量的特高压输电技术。同时，建设特高压电网，是煤电基地电力大规模外送的最佳途径，为开发利用褐煤资源创造了有利条件，有利于加快新疆煤炭资源和西藏水力资源的开发利用，还能够实现周边国家能源资源的经济、合理利用。

发展特高压电网是优化电力发展方式的必然要求。由1000千伏交流输电系统和 ± 800 千伏直流输电工程组成的特高压电网具有输电容量大、送电距离长、线路损耗低、节省工程建设投资、减少土地使用面积等优势。发展特高压输电

技术，能够促进大煤电、大水电、大核电的集约化开发，促进电网与电源协调发展，在更大范围内实现能源资源的优化配置，有效缓解煤电运紧张的矛盾。

发展特高压电网是建设节约型社会的客观需要。发展特高压输电，可以大量节省原材料，节省土地占用面积，减少输电损耗，降低建设和运行成本。通过特高压联网，还可以减少电网备用装机容量，减少弃水电量，提高电力系统整体运行效率和一次能源的利用率。

发展特高压电网是构建社会主义和谐社会的需要。发展特高压输电，使大规模开发西部地区能源资源、将西部资源优势转化为经济优势成为可能，能够极大地促进当地经济发展，实现我国区域经济协调发展。东部经济发达地区，通过从外部购电，能够优化利用有限的土地资源，改善环境质量，实现经济社会与自然的和谐发展。

一年多来，国家电网公司按照“科学论证，示范先行，自主创新，扎实推进”的原则，联合各方面力量，大力开展特高压工作。特高压关键技术研究取得重大突破，特高压电网规划和前期设计取得重大进展。发展特高压技术和研制特高压设备已纳入国家“十一五”规划纲要和“国家中长期（2006~2020年）科学技术发展规划纲要”。目前，国家电

网公司正在积极推进晋东南—南阳—荆门的特高压试验示范工程的开工建设。

国家电网公司组织有关专家，编辑出版了《特高压输电知识问答》一书，希望通过这本书，让社会各界更多地了解我国发展特高压电网的重大意义和重要作用，理解、关心和支持特高压工作，更好地推动特高压工作，促进我国电力工业的持续健康发展，为经济社会发展作出新的更大的贡献。

国家电网公司党组书记、总经理

刘振亚

目 录

落实科学发展观 建设特高压电网（代序）

► 第一章 输电电压的发展历史和特高压的定义 1

1. 输电电压的分类情况如何？特高压又是怎样定义的？ 1
2. 国内外电网电压等级的发展情况如何？ 1
3. 输电电压与线路输电能力的关系如何？ 2
4. 输电线路的自然功率是如何定义的？不同电压等级的
自然功率关系如何？ 3
5. 相邻两个电压等级的级差如何确定？能否采用 750 千伏
作为 500 千伏电网的更高一级电压等级？ 3
6. 特高压电网的引入时间如何估算？我国应该何时引入
特高压？ 3

► 第二章 我国发展特高压输电的重大意义 5

1. 我国电力的发展形势如何？ 5
2. 以目前我国的电网网架，能否满足国民经济快速发展
所需要的电力供应？ 6
3. 电力缺乏可以通过就地建设发电厂解决，为什么还
需要远距离、大容量的特高压输电？ 6

4. 特高压电网有哪些社会、经济效益?	7
5. 发展特高压电网的主要目标是什么?	8
第三章 国外特高压输电技术的研究概况	9
第一节 美国特高压输电技术研究概况	9
1. 美国为什么要开展特高压输电技术研究?	9
2. 美国特高压输电技术研究进展如何?	10
3. 美国迄今尚未采用特高压输电技术, 而我国却要积极 发展特高压输电, 其主要原因是什么?	11
第二节 前苏联特高压输电技术研究概况	12
1. 前苏联发展特高压输电的客观原因是什么?	12
2. 前苏联发展特高压输电技术都开展了哪些前期工作?	13
3. 前苏联建设了哪些特高压输电工程, 运行情况如何?	14
4. 前苏联为什么没有继续发展特高压, 已建成的特高压 工程为什么要降压运行?	14
第三节 日本特高压输电技术研究概况	15
1. 日本国土面积不大, 输电距离较短, 为什么仍然要 采用百万伏级交流输电?	15
2. 日本为什么采用 1000 千伏 (最高运行电压 1100 千伏) 作为特高压交流输电电压?	16
3. 日本特高压的发展历程是怎样的?	16
4. 日本特高压输电设备主要采用了哪些关键技术?	17
5. 日本人口稠密, 环保要求高, 针对特高压输电的电磁 环境影响开展了哪些研究?	18
6. 日本特高压线路为什么没有投入商业运行?	19

第四节 意大利、巴西、加拿大等国特高压输电技术研究

- 概况 19
1. 除美国、前苏联和日本外, 世界上还有哪些国家
开展了特高压技术的研究? 19
 2. 意大利为何发展特高压输电, 其发展规模、成果
如何? 20
 3. 巴西建设特高压电网的初衷是什么? 建设规模有
多大? 21
 4. 加拿大是如何定位特高压电网的? 开展了哪些重点
技术研究? 21

第四章 我国特高压输电技术研究概况 23

1. 我国何时开始特高压技术研究, 前期做了哪些工作? 23
2. 2004 年年底, 我国开展了新一轮特高压技术研究,
主要做了哪些工作? 23
3. 交流特高压试验示范工程技术研究近况如何? 实现了
哪些技术创新? 24
4. 特高压直流送出工程技术研究近况如何? 实现了哪些
技术创新? 25
5. 特高压电压标准是如何确定的? 26
6. 特高压直流输电技术的经济优势体现在哪儿? 26
7. 如何平衡输煤与输电的关系? 26
8. 中国工程院对特高压输电的咨询结论如何? 27
9. 关于特高压网架的总体规划开展了些什么工作, 取得
哪些主要成果? 27

10. 为什么选择晋东南—南阳—荆门作为特高压试验示范工程?	28
11. 为什么溪洛渡、向家坝水电站外送采用 ± 800 千伏、640万千瓦输电方案?	29
12. 为什么要建设交流特高压试验基地?	29
13. 交流特高压试验基地将主要开展哪些试验研究?	30
14. 为什么要建设特高压直流试验基地?	31
15. 特高压直流试验基地将主要开展哪些试验研究?	31
16. 与日本和俄罗斯开展技术咨询主要有哪些内容?	32

第五章 交流特高压输电的主要特性与关键技术 33

第一节 交流特高压输电的主要特性 33

1. 交流特高压输电有哪些技术和经济优势?	33
2. 如何在能源输送中发挥交流特高压输电的优势?	34
3. 如何在电网建设中发挥交流特高压输电的优势?	35

第二节 特高压电网的无功补偿及电压控制 35

1. 交流特高压输电线路无功功率的特征是什么?	35
2. 交流特高压输电线路无功功率的变化对线路电压有什么影响? 怎么实现无功补偿和电压控制?	36
3. 交流特高压试验示范工程的无功设备是怎么配置的?	37
4. 交流特高压输电线路无功补偿方案需进一步研究哪些内容?	37

第三节 特高压电网的内部过电压保护 38

1. 内部过电压现象是如何产生的?	38
2. 常见的内部过电压有哪些类型?	38

3. 潜供电流和恢复电压是如何产生的？并与什么因素有关？	39
4. 特高压输电系统的电磁暂态和过电压问题与超高压系统有什么不同？	40
5. 我国确定的特高压内过电压的标准是什么？	40
6. 我国特高压系统的过电压水平与国外有什么差别？	41
7. 限制工频过电压应采取什么措施？	41
8. 限制潜供电流应采取什么措施？	42
9. 限制操作过电压应采取什么措施？	43
第四节 特高压电网的雷电过电压与保护	44
1. 雷电过电压是如何形成的？	44
2. 雷电过电压有哪些类型？在输电线路和变电站设备上可能产生哪些雷电过电压？	44
3. 如何降低特高压架空输电线路被雷电绕击的可能性？	45
4. 什么叫雷电反击？如何降低特高压架空输电线路雷电反击的可能性及雷电反击跳闸率？	45
5. 对特高压变电站采取哪些措施进行防雷保护？	46
第五节 特高压电网的绝缘配合	46
1. 造成停电事故的主要原因是什么？	46
2. 电气装置的绝缘水平受哪些因素制约？	47
3. 特高压架空输电线路采用哪些绝缘方式？	47
4. 特高压变电站内的设备采用哪些绝缘方式？	47
5. 特高压输电线路对绝缘子的要求与超高压线路有什么不同？	47
第六节 特高压架空输电线路的导线、金具与杆塔	48
1. 交流特高压输电线路设计所考虑的关键技术是什么？	48
2. 对特高压架空输电线路导线选择有什么要求？	48

3. 什么是特高压架空输电线路的金具? 在选择金具时 需要注意些什么?	48
4. 常规输电线路的杆塔有哪些类型?	49
5. 在选择架空输电线路杆塔塔型时需要考虑哪些因素?	49
6. 常规输电线路杆塔的基础有哪些类型?	49
7. 在选择特高压输电线路杆塔的基础时应注意哪些 问题?	49

第六章 特高压直流输电的主要特性与关键技术 50

第一节 特高压直流输电的主要特性 50

1. 与超高压直流输电相比, 特高压直流输电有哪些 技术和经济优势?	50
2. 从系统特性看, 特高压直流输电和特高压交流输电 有哪些区别?	51
3. 特高压直流输电在我国应用前景如何?	52
4. 特高压直流输电的运行方式有哪些?	52
5. 特高压直流输电系统的损耗是多少?	53
6. 为什么要对换流站进行无功补偿? 特高压换流站的 无功补偿是如何配置的?	53
7. 换流站的谐波是如何产生的? 如何消除谐波?	54

第二节 直流换流站的设计 54

1. 我国拟建的特高压直流工程有哪些特点?	54
2. 特高压直流采用何种换流器主接线方案?	54
3. 特高压直流为什么采用 (400 + 400) 千伏的换流器 接线方案? 有哪些优点?	56

第三节 特高压直流输电线路	56
1. 直流输电线路有哪些基本类型?	56
2. 建设特高压直流输电线路需要研究哪些关键技术 问题?	57
3. 如何确定特高压直流输电线路的走廊宽度和线路附近 的房屋拆迁范围?	58
4. 什么是直流的“静电吸尘效应”? 它对直流输电线路 有什么影响?	58
5. 如何进行特高压直流输电线路导线型式的选择?	58
6. 如何确定直流输电线路的绝缘子片数?	59
第四节 特高压直流输电系统的绝缘配合	59
1. 特高压直流输电系统的绝缘配合原则是什么?	59
2. 特高压直流输电线路的绝缘配合设计要解决哪些 问题?	60
第五节 特高压直流输电的可靠性	60
1. 为什么要对直流输电系统的可靠性指标进行定期统计 和评价?	60
2. 直流输电系统的可靠性有哪些主要的指标?	61
3. 我国已建成的直流输电工程有哪些, 其实际运行指标 处于什么水平?	62
4. 特高压直流输电可靠性指标处于什么水平?	62
5. 如何提高特高压直流输电的可靠性?	63
第六节 特高压直流输电的工程技术	63
1. 高海拔对特高压直流输电有什么影响?	63
2. 特高压直流输电工程调试的内容主要有哪些?	64
3. 特高压直流输电换流站包括哪几部分, 其平面布置有 什么特点?	65

4. 为提高特高压直流输电控制保护系统的可靠性, 设计中
应该遵循哪些原则? 66

第七章 特高压线路的电磁环境影响及对策 67

1. 衡量特高压架空线路电磁环境影响的指标有哪些? 67
2. 哪些因素会引起架空输电线路的电晕放电? 67
3. 噪声对人有哪些影响? 特高压架空输电线路的可听
噪声应控制在什么水平? 68
4. 我国 GB 3096—1993《城市区域环境噪声标准》对
可听噪声作出的规定是什么? 68
5. 采用哪些措施可以降低架空输电线路的可听噪声? 69
6. 交、直流输电线路电晕产生的可听噪声有什么区别? 70
7. 天气对架空输电线路的噪声有什么影响? 雨天一定
比晴天噪声大吗? 70
8. 采用哪些措施可以降低特高压架空输电线路的电晕
损失? 71
9. 特高压架空输电线路的无线电干扰是怎么回事?
与离开线路的距离是什么关系? 71
10. 特高压架空输电线路工频电场对生态环境有哪些
影响? 72
11. 特高压架空输电线路工频磁场对生态环境有哪些
影响? 72
12. 直流输电线路下的空间电场有什么特点? 72
13. 采用哪些措施可以降低特高压输电线路电、磁场对
环境的影响? 73

14. 我国 500 千伏交流输电线路电磁环境影响评价执行 什么标准?	74
--	----

第八章 交流特高压输电的关键设备 75

1. 交流特高压输电主要有哪些电气设备?	75
2. 特高压设备与超高压设备的主要区别是什么?	75
3. 特高压变压器的大件运输问题怎么解决?	75
4. 特高压变电站配电装置有哪些型式?	76
5. 特高压开关有哪些型式? 各有什么特点?	76
6. 什么是合闸、分闸电阻, 它们有什么样的作用?	78
7. 什么是高速接地开关? 它能起到什么样的作用?	78
8. 可控电抗器有哪些类型? 目前的开发情况如何?	78
9. 我国开发特高压可控电抗器的总体思路是什么?	79
10. 交流特高压试验示范工程将采用哪些特高压主设备?	79
11. 交流特高压试验示范工程 1000 千伏设备的主参数应 达到什么水平?	80
12. 国外特高压交流设备的开发情况?	81
13. 特高压交流设备的国产化供货能力怎样?	82
14. 特高压交流主设备研制的关键技术有哪些?	83

第九章 特高压直流输电的关键设备 86

1. 换流站的主要设备包括哪些? 各自的主要作用是 什么?	86
2. 特高压直流换流站有哪些关键设备需要研发?	87
3. 特高压直流设备技术可行吗?	87
4. 特高压直流换流站设备面临的主要问题是什么?	88