

关于电网发展若干重要技术问题的思考安全工程师考试 PDF
转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/590/2021_2022__E5_85_B3_E4_BA_8E_E7_94_B5_E7_c62_590582.htm

建设坚强的电网，能够在更大范围内合理开发资源，提高电能的使用效率和供电的可靠性与经济性，改善电力系统的安全稳定性能，缓解环保及运输压力，取得良好的社会、经济效益。因此，我们要认真总结世界电网发展的历史经验，充分认识和把握电网发展的客观规律，实现高效和安全可靠的目标。我国各区域电网全部采用直流相联的观点是与电网发展客观规律相违背的。电力系统中的发电和用电均为交流，交流输电适用于不同距离和容量的电力输送，因此，采用交流输电技术形成同步电网是电网发展的内在规律，在技术、经济上有很大的优越性。

(1) 同步电网可以形成坚强的网架结构，电力的传输、交换十分灵活。向输电通道中间地区供电或汇集电力方便，对电源结构、负荷分布和电力流的变化适应性强。我国正处于一个快速发展的阶段，负荷增长和地区间经济结构变化大，电网必须要有经济性和发展灵活性、适应性。全部采用直流输电对发展的适应性差、且将来还要建设大量电网实现二次再分配。

(2) 当系统中出现扰动时，同步电网内所有机组、负荷共同响应扰动，具有受到扰动后维持系统同步运行的自然特点，从而减轻扰动对系统的影响；同步电网规模越大，扰动带来的波动越小，承受能力越强。

(3) 我国地域辽阔，东西时差大，南北季节差别明显，不同地区负荷特性、电源结构差异较大，客观上决定了我国电网东西之间、南北之间存在错峰、调峰、水火互济、跨流域补偿调节、

互为备用和调节余缺等联网效益。因此，在更大范围内形成交流强联系同步电网，解决大区间电力交换受限的瓶颈，可以充分获取上述联网效益。（4）在一个地域广阔的大电力系统中，不同地域的重要受端系统可以有几个，这些受端系统之间已有或迟早会有较强的高一级电压的联络线，而且会随着系统的发展，日益加强各受端系统间的联系，逐渐把这些受端系统联系成为更大的受端系统。这些受端系统间的联络线路，将成为沟通各大受端系统所在区域的电力交通要道。这些强大交通要道的形成，使大电力系统的远方大电源能够得到更合理的开发和充分发挥它们的作用。通过这些强大的交通要道，可以交换由于各区域电力建设容量与负荷增长容量之间在时间上的不完全对应，因电源短时多余而需向其他区输出或因电源短时不足而需由其他区域供给的电力。"电力系统技术导则"也指出："受端系统愈强，愈有能力接受外部远方大容量坑口电厂和大型水电基地送入的大量电力，也比较容易解决因电源建设和负荷发展的不定因素给电力系统的建设和运行带来的困难。"因此，建设坚强的大同步受端电网，是接受大容量电力输入的客观需要。我国各区域电网全部采用直流相联的观点是与电网发展客观规律相违背的。实际上，我国目前已形成东北 - 华北 - 华中跨区同步电网，今后应根据我国国情，特别是西南水电和北方煤电采用特高压输电的需要，对同步电网的构建在发展中进行合理调整。华中电网水电比重大（约占40%），其东部四省能源匮乏；华北电网是纯火电系统（约占96%），该地区是我国重要的煤炭基地；华东地区以火电为主（约占86%），严重缺能，电力需求旺盛，市场空间大。这三大电网地理位置相互毗邻，

互补性强，采用特高压交流形成坚强灵活的同步电网，将为促进能源资源的优化配置和高效利用奠定坚实的物质基础，可以获得错峰、水火互济、互为备用等联网效益，从而减少装机和弃水电量，降低电力成本，也有利于环境容量的合理分配。北方煤电基地和西南水电基地是我国未来主要的电力输出地区，远景北方煤电基地和西南水电基地各有约1亿千瓦电力外送，接受这样大规模的电力，需要更大规模的受端电网。按照这一送、受电格局，初步分析同步电网的规模在5亿~7亿千瓦，以适应接受北方煤电基地和西南水电基地大规模电力送入需要，也为未来进一步接受西藏水电、新疆火电和跨国输电创造必要条件。以特高压交流形成华北-华中-华东同步电网，与东北、西北和南方三个电网采用直流方式实现互联，有利于提高互联电网的动态稳定性能，协调西北750千伏电网和1000千伏电网的连接，便于运行管理。按照此格局，全国形成华北-华中-华东、西北、东北、南方四个主要的同步电网，而不是形成一个大同步电网。华北-华中-华东同步电网的安全稳定性能符合“电力系统安全稳定导则”的要求。从国外电网近年来发生的大面积停电事件的统计数据 and 机理看，无论大规模电网还是小规模电网，都可能发生大停电事故。电网崩溃往往是在电网安全充裕度下降的条件下，由发电、输电设备的连锁反应事故诱发的，都有一定的发展过程。这种事故通过采取正确的控制策略，提高电网的充裕度，切断恶性连锁反应链，将系统状态导向良性的恢复过程，是可以有效控制的。我国电网体制的特点是统一规划和统一调度。实践证明，这样的体制，有利于规划建设坚强的骨干网架，对于保障大电网的安全可靠、经济运行是十分有

利的。为了充分发挥我国电网"统一规划、统一调度"的优势，有效防止大停电事故的发生。在规划和调度运行中要坚持以下原则：（1）按照分层分区原则规划电网结构。电网合理分区并不意味着要形成我国六个大区电网彻底独立的格局。而是要加强受端电网的建设，形成坚强的受端电网主网架；对大电源（群）向受端网送电要做到合理的分散接入；要增强输电通道的建设，合理兼顾向中间地区安全可靠供电的需要。（2）在规划阶段，应该按照我国电网的相关技术标准进行规划设计，充分考虑电网在发生各种严重故障下的安全稳定水平，避免形成可能引发低频振荡的电网结构，形成灵活性和适应性均很强的合理的网架结构，为电网的安全稳定运行打下良好的基础。在同步电网构建及特高压电网规划论证工作中，对"十二五"期间和2020年前后我国同步电网规划方案进行了详细的潮流、暂态稳定、小干扰稳定和短路电流计算。计算结果表明，华北-华中-华东交流特高压同步电网方案结构坚强，动态稳定水平较高，不存在影响系统安全稳定运行的弱阻尼区域低频振荡模式。系统中发生单一交流故障，正常清除故障，可以保持稳定。受端系统中发生严重的多重故障或失去一个特高压交流通道，电网可以承受较大的功率转移，仍可以保持稳定；电源送端输电通道发生类似的严重故障时只需切除送端部分机组即可保持系统稳定。因此，该同步电网方案能够满足"电力系统安全稳定导则"的要求，具有较高的安全稳定水平。（3）综合采取各种应对策略，提高特高压电网的安全性。为进一步提高特高压电网的安全性，避免可能出现连锁反应故障，经过深入细致的计算分析，提出如下的多种应对策略：加强统一调度，合理安排

全网的运行方式。建设完善的安全稳定控制系统，防范故障扩大化。加强故障应对措施的先期研究，提高快速应对能力。优化同步电网的规模，与电网输电能力相适应。积极采用新技术提高特高压电网的安全稳定水平。总之，无论大规模还是小规模同步电网，都必须通过合理规划和采取必要的措施，来保障电网的安全和可靠运行。片面强调大同步电网发生大停电的高风险，从而认为只有六大区域电网独立运行才能保证安全稳定运行的观点是不科学的。我国远距离大容量输电工程全部采用直流输电是不可行的 80年代初期以来，我国电力工作者在三峡电站及其输电系统规划、西电东送和全国联网研究中，对交、直流输电的特点和适用范围进行过大量全面深入的研究工作，为电网的规划、建设和运行提供了技术指导和依据。基本的共识可归纳为：交、直流输电方式各有所长，本身没有排他性，而是互相补充的；在电网规划和建设中要注意发挥各自的优势，使两种输电方式各尽所能，相得益彰。目前，随着远方水、火电基地的开发和外送，直流输电已成为主要的输电方式之一。但是由于直流输电的结构比交流输电要复杂，因此对于直流输电系统运行初期的故障率和可靠性问题、直流故障对送受端电网冲击引发的稳定问题、多回直流集中落点对受端系统安全存在的不利影响、直流输电换流站接地极址选择困难等问题，需要认真加以研究解决。特别要注意的是：一个受端系统接受直流输电落点的数目是有限度的；并且大火电基地采用直流输电点对点网直接送出，对火电机组的技术要求苛刻，在世界上尚没有先例，还需要进行深入的专题试验研究。因此，鉴于我国水、火电基地规模巨大，其远距离大容量输电工程全部采用直流

输电是不可行的。如前所述，特高压交流与 ± 800 千伏级直流在电网中的应用是相辅相成和互为补充的。特高压交流输电系统具有交流电网的基本特征，可以形成坚强的网架结构，因此，特高压交流的发展除了可应用于大电源基地的外送外，主要将定位于高一级电压电网的建设。而 ± 800 千伏级直流输电将定位于我国西部大电源基地的远距离大容量外送，并将依托于坚强的交流输电网发挥作用。目前，西电东送基本上都采用直流输电方案，现已有6回大容量直流输电线路投入运行，成为世界之最。在建设和规划中的大容量直流输电线路则更多。但是，西部大型电站送出清一色地采用直流输电会造成电网的结构性缺陷。因此，在西部电源基地外送中采用特高压交流与 ± 800 千伏级直流相互配合，形成“强交流和强直流”并联输电结构，可为西电东送提供多样化的选择，将有助于改善我国的电网结构，提高输电系统的安全稳定运行水平。在大容量、远距离输电中，特高压交流输电工程的技术经济性能全面优于500千伏紧凑型同塔双回输电工程。交流1000千伏与500千伏同塔并架紧凑型输电技术有各自的适用场合。从安全性和经济性统筹考虑，500千伏同塔并架紧凑型输电技术仅适用于输电距离中等、输送容量适中的情况。在大容量、远距离输电中，特高压交流的技术经济性能全面优于500千伏紧凑型同塔双回线路。（1）随着特高压输电技术的发展，1回特高压线路的输电能力将提高到450~500万千瓦，输电距离可达1000公里以上。而500千伏交流输电距离超过500~700公里时，受系统暂态稳定影响，1回同塔双回紧凑型线路即使采用加装串补等措施，实际输电能力最多能达到250~300万千瓦，无法与1000千伏交流相提并论。（2）特

高压交流输电比500千伏交流输电走廊占地少，可以大量节约土地资源。1000千伏同塔并架双回输电线路走廊宽度约90米，500千伏同塔并架双回紧凑型输电线路走廊宽度约44米，前者为后者的约2倍。1000千伏同塔并架双回输电线路输电能力为500千伏同塔并架紧凑型输电线路的3.5~3.8倍。在同样输送1000万千瓦功率的情况下，特高压输电仅需要1回同塔并架线路，而500千伏同塔并架紧凑型输电需要4回，特高压占用的输电走廊宽度仅为500千伏紧凑型的50%。经过研究，如特高压紧凑型 and 串补技术得到应用，特高压输电线路占用的输电走廊宽度可进一步压缩30%左右，与500千伏相比，节约走廊的效益更加明显。

把安全工程师站点加入收藏夹 (3)

特高压输电损耗低，符合建设节约型社会的要求。从输电损耗看，特高压输电提高了电压等级，减少了线路电流，线损较500千伏输电线路大大降低。经计算，当同塔双回特高压线路送电1000万千瓦、输电距离1000公里时，线损率仅为2.9%（ 8×630 平方毫米截面导线）；如果采用4组同塔双回紧凑型500千伏输电线路（ 6×300 平方毫米截面导线），则相应的线损率将达到8.3%。特高压输电比500千伏线损率降低约65%。随着燃料价格的上涨，特高压输电降低损耗的效益将更加突出。综上所述，在大容量、远距离输电方面，特高压交流输电工程的技术经济性能全面优于500千伏紧凑型同塔双回输电工程，500千伏同塔并架紧凑型输电技术是无法代替交流特高压输电技术的。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com