

我国架空线路新型输电技术的发展及展望

沈力

(国网重庆市电力公司璧山供电分公司 重庆璧山 402760)

摘要:文章介绍了我国架空线路新型输电技术的发展历程,主要包括紧凑型输电技术、大截面导线输电技术、耐热导线输电技术、同塔多回输电技术。并在此基础上,分析了这些新型输电技术的特点和发展趋势,文章认为,随着我国能源结构的调整 and 环境保护力度的加强,我国架空线路新型输配电技术的发展将呈现出更大的发展空间,并对其未来的发展提出了一些建议。

关键词:架空线路;新型输电技术;发展展望

1 引言

随着我国经济的发展和城镇化进程的加快,对电力的需求与日俱增,传统的输电技术难以满足大规模、高强度用电需求,尤其是在高海拔、高寒地区以及西北、西南地区等自然条件恶劣、基础设施薄弱、经济发展水平低的地区,电力线路的输送能力已成为制约当地经济发展的重要因素。因此,在高海拔、高寒地区及西北、西南等自然条件恶劣的地区,输电技术的发展将呈现出更大的空间。这些新型输电技术的研究与应用,提高了输电线路的输送容量、电压等级和输送能力,有效缓解了“卡脖子”问题,对促进电网发展、降低电能损耗、实现节能减排、提高能源利用效率具有重要意义。因此,对其进行分析和研究是非常有必要的。

2 各种新型输电技术的发展

2.1 紧凑型输电技术

紧凑型输电技术是一种具有经济、安全、环保等优点的输电方式。在世界上,这种输电方式已得到广泛应用,并得到不断发展。紧凑型输电技术是指在不需绝缘子串的情况下,把一个导线上的若干相导线并联起来,在这个导线上增加一个中间层,使其分裂为若干个小的导线,这些小的导线再通过并联起来的中间层连接到一起。每相导线的两个端点各装有一个引线,这样就可以省去绝缘子串的制作和安装过程,从而大大减少了工程造价。紧凑型输电技术在线路设计和运行上都具有一定优势。由于这一技术具有节约土地、减少占地面积、降低造价等优点,因而在发达国家得到广泛应用。

与常规线路相比,提高输送功率 30%~70%。这一特点,使得常规线路的输电能力提高了约 20%~30%。此外,这种输电方式还具有一定的节能效果。在国外,紧凑型输电技术已得到较广泛的应用,世界各国都在积极研究紧凑型输电线路。紧凑型输电技术具有如下特点:

(1) 不需要绝缘子串,在满足设计要求的前提下可降低

线路的造价;(2) 能够大幅降低导线和绝缘子的重量,从而可以使导线直径进一步缩小;(3) 在不需增加塔材、基础和杆塔数量的情况下,能够大幅度降低线路长度和占地面积;(4) 紧凑型输电线路具有较高的电气性能和机械性能,可提高导线和绝缘子等零部件的使用寿命。

2.2 大截面导线输电技术

大截面导线输电技术是指在保持导线结构和机械强度不变的前提下,将导线截面增大,从而提高输送功率的技术。这种输电技术由于其突出的优点,已经成为我国近年来发展最快的输电技术之一。在近 30 年中,它先后被广泛地应用于送电线路、城市架空线以及高压线路的改造中。它是利用导线的机械强度和单位长度导线电阻降低这一原理,将导线截面增大,提高输送功率的一种新技术。

导线截面增大后,允许载流量将增大,这对提高输电线路输送功率是十分有利的。此外,导线截面增大后,允许载流量增大,还可以减少线路走廊面积,从而降低输电线路的造价。在大截面导线输电技术应用过程中,目前已在国内许多地区进行了大量的工程实践和研究工作。在线路设计时,从实际情况出发,将导线截面分为不同的类型;在线路运行时,采用大截面导线以提高其输送功率;在进行线路改造时,可以通过调整导线截面的方式来进行。

总之,大截面导线输电技术的应用前景十分广阔。随着经济和社会的发展,我国能源供应紧张,为提高能源利用效率和缓解能源供应紧张局面,需要不断提高输电线路输送功率。

2.3 耐热导线输电技术

随着我国经济建设的迅速发展,对电力的需求日益增长,输电线路输送容量越来越大。随着输电技术的不断提高,在导线的允许温度方面有了很大提高。从上个

纪 80 年代开始,研究开发了耐高温铝合金导线。该导线具有重量轻,荷重小,对杆塔,绝缘子,金具等结构简单,安装方便,运行可靠等优点。

铝合金导线是由铝和铜合金的合金线 (Al_2O_3) 为基体制造而成的一种新型线路材料。铝合金导线具有高强度、低重量、低价格、耐腐蚀、电气性能好、运输方便等优点,广泛用于城市输电和农村电气化建设中。铝合金导线的允许温度为 $160^{\circ}C-200^{\circ}C$ 。随着技术的不断发展,铝合金导线的允许温度已经达到了 $250^{\circ}C$ 。为满足电力系统的需要,根据线路输送容量的要求,可以选择不同的耐热铝合金导线。通常采用额定载流量为 $40\sim 60\text{ kA/m}$,以提高导线的允许温度。但是由于铝合金导线线材抗拉强度低,且有脆性,不能承受较高的电压水平,一般不用于高压线路。

我国在 80 年代研制成功了耐热铝合金导线。该导线在耐高温方面取得了较好的效果,经多次试验证明该导线具有良好的耐高温性能,能够满足当前高压输电线路建设的需要。与普通铝合金导线相比,其允许温度提高了 $30\sim 50^{\circ}C$ 。

2.4 同塔多回输电技术

同塔多回输电技术是指在同一线路走廊内,跨越不同输电线路的两回或两回以上的线路,按一定的方式排列,在同一截面上并联架设,形成同塔多回路输电。由于其可以减少走廊宽度和投资,可有效提高输电容量和输电效率,因而在国内外得到了广泛应用。但由于其影响因素复杂,同塔多回输电技术还在不断地发展中。

目前,超高压输电线路的规划设计中,采用了同塔多回的线路走廊布局方式。在 500 kV 超高压交流线路中,一般采用同塔并架单回、双回或三回线路布置方式。从工程经济角度看,一般采用同塔多回多线路布置比单回线路节省投资。在 220 kV 交流线路中,由于线路走廊较宽,一般采用同塔四回或五回线路布置方式。而在直流输电线路中,由于其输送容量大,采用四回或五回线路布置的方案是比较合理的。但从工程造价角度看,采用同塔多回输电方式,将比单回输电方式节省约 15% 的投资。

我国输电线路设计标准规定了 500 kV 同塔四回、五回或六回的出线走廊,其主要作用是保证大跨越和重要交叉跨越时的安全距离;其主要特点是:线路走廊较窄,有利于降低走廊宽度;可以减少铁塔和基础的数量,节约投资;与双回输电相比,减少了线路走廊宽度、导线数量及铁塔基础占地。

3 我国架空线路新型输电技术发展中需要注意的问题

题

3.1 电力网的系统稳定性问题

电力网系统的稳定性主要表现在以下几个方面:

(1) 电网的稳定性主要取决于电网本身的结构是否合理,所以对电网进行合理规划是非常重要的。例如,在城市地区,由于人口密度较大,所以应该采用高压输电线路来解决负荷不均匀的问题。但是当采用架空线路进行输电时,其所经过的范围较大,如果城市的规划不合理就会造成架空线路与电网之间距离过近或者过远,这样就会引起系统稳定性不足。

(2) 由于电力系统运行方式和运行条件不是一成不变的,所以必须要根据实际情况进行调整。例如,在电力负荷比较少的时候可以将电力线路由高压输电线路改为架空线路。

(3) 由于电网的负荷存在不均匀的特点,所以就要求电网必须要具备一定的备用容量,保证系统在发生故障或者出现事故的时候,能够有足够的备用容量来进行自动处理。

(4) 为了提高电网的稳定性,我国已经在逐步推行基于电力电子技术的新型输电技术。例如,在城市地区可以采用变频调速、交流调压、交流无功补偿等新技术;在农村地区可以采用可控硅调压、无功补偿等新技术;在恶劣环境下,可以采用高压直流输电技术等等。这些新技术能够有效地提高电力系统的稳定性,并且能够降低电网的建设成本,具有广阔的发展前景。

3.2 新型输电技术的适用范围问题

在架空线路新型输电技术的发展中,从概念、原理到产品、试验,再到技术标准都在不断地改进,但输电技术的发展与应用是一个十分复杂的过程,它受输电线路的电压等级、传输容量、环境条件等多种因素的影响。因此,各种新型输电技术在不同情况下的适用范围也不尽相同。目前,在研究和应用新型输电技术过程中,首先要考虑的就是适用范围问题,然后才是它的优点和缺点,不能盲目地追求先进技术,要根据实际情况选择。因此,新型输电技术在选择时应该考虑以下因素:

(1) 可靠性:要求新型输电技术必须有可靠的运行条件,包括电力系统的稳定、连续供电能力、故障时的自恢复能力等。

(2) 经济性:要求新型输电技术必须具有较低的造价,或者能够以较低的成本解决电网中存在的某些问题。

(3) 运行环境:要求新型输电技术必须具有较好的运行环境,包括气候条件、大气湿度、覆冰厚度等。

4 我国架空线路新型输电技术的发展展望

4.1 同塔双回+紧凑型

同塔双回紧凑型输电技术是目前国内外正在研究和应用的一种新型输电技术。它是在常规同塔双回输电技术的基础上,增加一回线路,从而实现在同一路径上同时输送两条电力。同塔双回紧凑型输电技术的线路走廊宽度与常规同塔双回相比减少了约20%~30%,是目前在我国应用比较广泛的一种新型输电技术。

同塔双回紧凑型输电技术采用的导线截面较常规同塔双回线路截面要小,且导线截面系数由常规的0.45m/m提高到0.60m/m。同时,在导线布置上采用了“Y”形布置方式,与常规同塔双回线路相比可降低线路走廊宽度约20%~30%。

同塔双回紧凑型输电技术是对常规同塔双回输电技术的改造,将普通架空线路中的双回路改为单回路,其优点主要有以下几点:第一,同塔双回紧凑型输电技术由于采用了同塔双回的设计方案,因此可以在相同的路径上实现两回线路同时输送电力。第二,同塔双回紧凑型输电技术与常规架空线路相比,具有相同的走廊宽度和相同的杆塔高度,因而可节省大量的工程占地面积和基础费用。第三,同塔双回紧凑型输电技术通过采用合适的塔型和导线截面可以降低输电线路的造价,在一定程度上可降低线路走廊宽度和基础费用。第四,同塔双回紧凑型输电技术可使架空线路在同一路径上输送更多的电量,提高了输送能力。

4.2 大截面+耐热导线

与常规的220kV、500kV和 ± 500 kV输电线路相比,特高压输电线路具有输送容量大、输电距离长、受地形和环境条件限制小等特点。在500kV及以上的特高压输电线路中,在设计与运行中通常采用耐热导线,主要有KNZP-G型、KNZP-M型L型及KNZP-K型等。

随着我国能源资源需求的不断增长,特高压线路对输送容量的要求越来越高,在大截面导线中应用耐热导线是一种发展趋势。通过研究和试验,对于超高压线路的设计,采用耐热导线可以使导线的耐热性达到更高水平,在满足安全运行要求的前提下,降低输电损耗、节约成本。

4.3 远距离大容量输电

特高压和超高压输电是电网发展的必然趋势,目前我国已建成的 ± 800 kV、 ± 660 kV和 ± 1100 kV特高压直流输电工程,将进一步完善我国电力输送网络,为今后大规模建设特高压输电线路创造条件。在特高压交流输电线路中,耐张、超高耐张型导线的发展将对输电线路

的技术水平、工程造价等方面产生重要影响。

在特高压输电线路中,为保证安全运行,导线必须满足最小截面要求,因此要研究开发高强度、耐腐蚀的新型导线,例如采用高强度铝合金材料代替铜合金材料,或者在导线表面涂覆耐腐蚀涂层。此外,还需进一步研究开发输电线路新型附件——金具,如采用高强度铝合金材料制作的绝缘子,将大大减少金具数量并提高其耐腐蚀性能;同时还应研究开发新型套管式复合绝缘子等新型附件,如将高强度铝合金材料应用于绝缘子护套中。

4.4 短距离大容量输电

随着国民经济的发展,未来10年我国大范围采用特高压交流输电已成为必然趋势,在当前的技术条件下,短距离大容量输电是实现“西电东送”和“全国联网”的理想输电方式。

短距离大容量输电的主要形式有:架空单极双回或多回、小导线架设、单极双回或多回、串接并联电抗器(电抗器)和采用超导电缆输电等。在这些形式中,架空单极双回或多回的短距离大容量输电技术在我国具有一定的市场需求,也是最有可能实现大规模推广应用的一种形式。未来10年短距离大容量输电技术将重点发展以下3项新技术:(1)超高压串接电抗器或超导电缆;(2)复合绝缘导线;(3)采用超导电缆供电。

结束语

总而言之,随着我国电网的不断发展,新型输电技术在电力系统中的应用越来越广泛,其在输电容量、电压等级、输送能力等方面都有着显著优势。在未来的发展中,应该进一步优化电网结构,加强技术创新,以满足日益增长的用电需求;同时,应当注重环保问题,积极推广清洁能源和可再生能源的使用;另外,应重视人才培养,重视技术研发和创新。

参考文献:

- [1]李杰.输电架空线路设计中引入“两型三新”的设计原则研究[J].冶金管理,2021(19):54+58.
- [2]龚亮.高压输电架空线路防雷研究[J].大众用电,2021,36(04):72-73.
- [3]张文彬.110kV输电架空线路的故障与对策分析[J].集成电路应用,2021,38(04):110-111.
- [4]张文彬.输电架空线路的无人机巡检技术应用[J].集成电路应用,2021,38(04):144-145.
- [5]邹铁.基于安全性原则的输电架空线路运维优化分析[J].集成电路应用,2021,38(04):146-147.