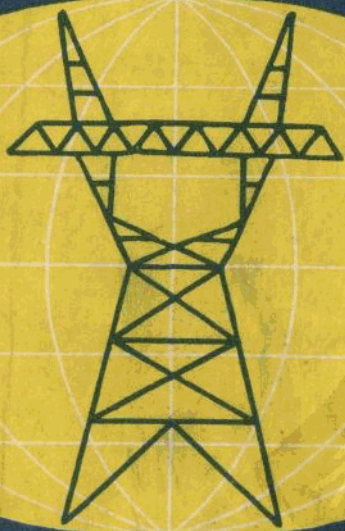


第16届世界大电网会议论文辑要

电力系统技术的新成就 和发展方向

齐 明 著



电力工业出版社

第16届世界大电网会议论文辑要

电力系统技术的新成就 和發展方向

齐 明著

电力工业出版社

內 容 提 要

“第16屆世界大電網會議論文輯要”共有九本，其內容包括：電力系統的技术成就和發展方向、高壓電纜、現代發電机的新技术、現代超高壓輸電的實踐、現代高壓輸電綫路基本建設的特点、繼電保护、系統週率及有負荷自動控制、變壓器和高壓斷路器發展趨向等。

本書是1956年第16屆世界大電網會議的情況報導。書中簡述了世界各國電力工業的發展動向和各學術討論會的討論情況，還有若干須待進一步研究的論題，書中也作了概括的說明。本書可供電力工業工程技術人員和科學研究工作參考。

電力系統技术的新成就

和發展方向

齊 明著

*

672D248

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業證可出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 1 $\frac{1}{4}$ 印張 * 21 千字 * 定價(第10類) 0.19 元

1957年9月北京第1版

1957年9月北京第1次印刷(0001—1,200冊)

前 言

1956年5月30日至6月9日，在巴黎举行了第十六届国际大电力網會議，有五十个国家的1780名代表出席了这次大会。到会的各国代表中有很多世界知名的学者、專家，其中也有許多是苏联、波蘭、民主德国、捷克、匈牙利、羅馬尼亞、保加利亞和南斯拉夫等兄弟国家的知名学者和專家。我国电業部門(电力工業部、电机制造部和中国科学院)派遣了一个由10名工程技術人員組成的代表团，出席了这次大会，这对我国电業界來說，还是历史上第一次。

国际大电力網會議法文簡称为CIGRE(Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques)，成立于1921年3月，会址設在巴黎，每二年举行一次會議。目前已有32个国家組成了各該国的国家委員會，并与大会保持着密切联系。最近我国电業界为了展开国际科学技术活动，也組成了相应的国家委員會。

国际大电力網會議是国际电工科学技术界交流电力網技术和有关电器的設計、制造技术和运行技术的学术組織，它研究的范围如下：

1. 發供电設備(發电机、变压器和断路器)的設計、制造和运行；
2. 輸电綫路的結構、絕緣、維護和运行(包括高压架空綫、電纜、桿塔和塔基、絕緣子等)；
3. 電力系統的运行、保护和联合(包括繼电保护、電力系統穩定、負荷、电压和週波控制)；
4. 超高压長距离輸电(包括交流和直流長距离輸电)。

大会設有18个学术委員會：絕緣油、高压電纜、高压断路器、繼电保护、絕緣子、高压架空綫、桿塔和塔基、防雷保护、超高压交流長距离輸电、超高压直流長距离輸电、載波通訊、絕緣配合、反射和变形現象、發电机、电容器、電訊和無綫电干扰、变压器、電力系統穩定和負荷週波控制等学术委員會。

參加每屆大會的各國電工科學技術工作者，須于半年前提出論文，交各學術委員會審查，然後由大會刊印成小冊子，于開會前兩個月分發給登記出席該屆大會的代表，這樣可以省去著者在大会上宣讀論文的程序，又便于各國代表的充分閱讀和準備答辯。大會上的討論會由各專業學術委員會分別主持。開討論會時，首先由學術委員會主席作簡短致辭，隨即由指定的報告人報告上屆大會以來的工作簡況，綜合概述提交本屆大會的專業論文，並說明各個論文中所持的論點和本次大會所討論的範圍。隨後即由預先登記報名的各國代表依次發言，每一代表的發言時間限定為六分鐘。在發言時，為了便于說明問題，可同時放映幻燈片或電影。討論會結束時，即由學術委員會主席做總結性發言，提出下屆大會擬研究討論的課題。大會閉幕後發行會刊。

本屆大會共提出了 134 篇論文，其中各國代表提出的論文為 95 篇，學術委員會提出的論文 23 篇，學術委員會的工作報告 16 篇。這些論文由 11 個學術委員會分別主持討論與答辯。這 11 類專題是：高壓電纜；高壓斷路器；繼電保護；絕緣子；高壓架空綫；桿塔和塔基；超高壓交流長距離輸電；超高壓直流長距離輸電；變壓器；發電機；電力系統穩定負荷、電壓和週波控制。

本屆大會雖未正式邀請我國電業界出席，但在蘇、波代表的敦促下我國電業界遂派遣我們出席大會，由于會期近迫，出國籌備工作進行也較遲，決定本屆大會上我國代表不提交學術論文。這次我們出席大會，主要是為了與世界各國電業工作者進行接觸聯系，交流技術，學習各國先進經驗，擴大我國的政治影響，取得有關的技術資料和爭取入會，以便籌組國家學術委員會，這樣對今後進一步開展國際電工科學技術活動是有益處的。在大會討論會期間，我國代表做了三個討論發言：（1）試制 110 千伏分段水泥桿的研究成果及其應用與將來發展方向；（2）在 220 千伏電力系統中使用調相機、併聯電容器調正電壓的方法與串聯電容法技術經濟比較；（3）發電機中性點接地保護的經驗。一般說來，到會各國代表對這三個發言的反映是好的，特別是我們大型發電機用消弧綫圈接地保護方式引起到會的英國代表的興

趣。

在大会閉幕后，我們还应法国电气总公司(E.D.F.)、瑞士若干制造厂及苏联代表团的邀請，參觀了水力發電厂、火力發電厂、調度所、研究機構及制造厂等 38 个單位，增广了不少見聞，打开了我們的眼界。我国代表团回国后，承电力工業出版社大力支持，协助影印和翻譯了大会論文，不久即將刊行，以供讀者學習、研究。最近又承囑笔者將这次大会的情况和国外的見聞作一綜合性的报导，提供讀者了解世界各国电力工業新技术的动向。惟限于学力及知識淺陋，誤謬之处在所难免，尙望讀者不吝指正。

齐 明 1957年 北京

目 录

前言

- 一、最近各国电力工业发展简况…………… 5
- 二、超高压交流长距离输电的建设已有了进一步的
发展以及联合现有分开运行的电力系统
成为统一的动力系统…………… 5
- 三、关于系统稳定和电压、电力及调波的控制…12
- 四、超高压直流长距离输电的研究及其动向……15
- 五、关于大型设备的设计和制造……………17
- 六、无线电技术、电子学在电力工业上的应用…23

一、最近各国电力工業發展簡况

在第二次世界大战后，各国的电力工業都發展得很快。1954年全世界的發電量已超过 14 000 亿度，而在 1900 年仅为 150 亿度。發電量的迅速增長，反映了战后以来世界各国对于电力需要的急速增加，因而促进电力工業的迅速发展。例如 1954 年美国發電設備容量已超过 12 000 万千瓦，英国 1900 万千瓦，西德 1500 万千瓦，法国 1400 万千瓦，苏联 3500 万千瓦。各国都正以惊人的速度增加發電容量，美国每年新增發電設備容量約为 1000 万千瓦；苏联战后两个五年計劃發電容量共增加了 2000 多万千瓦，平均每年新增容量为 250 万千瓦，第六个五年計劃每年平均新增容量估計为 500—600 万千瓦；法国目前每年新增 120 万千瓦；英国、西德每年各增加 150 万千瓦。电力工業如此的發展，促使各国采取新的技术政策和技术方向，使电力工業的發展适应于国民經济各部門的發展。

我們从几个主要先进工業国家的發展趋势来看，它們在大電力網方面采取了超高压長距离輸电（交流及直流輸电），統一动力系統，采用大型設備等技术政策，并将無綫电、电子学最新的技术成就，較广泛的应用于电力工業上。这就对电力工業的迅速发展創造了条件。

二、超高压交流長距离輸电的建設 已有了进一步的發展以及联合現有分开 运行的電力系統成为統一的動力系統

1. 目前世界各国应用 220 千伏以上的輸电綫路建設簡况。最近五、六年来，世界各国已經建成或正在建設 220 千伏以上的交流長距离輸电綫路，很多国家的超高压交流輸电綫路的額定电压采用了 380 千伏級。由于輸电距离的增加、發供电范围的集中、輸电容量的增大、技术經济上的要求、降低建設費用以及現代电气設備制造技术的

进步,采用了更高一级电压和广泛发展超高压长距离输电便成为可能。茲將世界各国最近几年的 220 千伏以上输电线路简况介绍如下:

(1)275 千伏级。日本最近已建成两条长为 185 公里和 83 公里的 275 千伏线路。由于台风的影响,采用了直径为 34 公厘的单导线,变压器的绝缘水平采用 1050 千伏(冲击波——以下同)。

英国正在建设 275/300 千伏的电力网,总长 4000 公里。其中有一部分线路,在设计时已考虑到将来要升压为 380 千伏,导线采用截面为 260 平方公厘两根复导线。

(2)300 千伏和 330 千伏级。加拿大最近已建成一条 300 千伏的输电线路。这条线路将加拿大北部水电站的电力经海拔数千公尺的高山输送至负荷中心,桿塔是由铝板铆焊制管装配组成的。

澳大利亚将于 1959 年建成 800 公里 330 千伏输电线路,导线直径采用 26.8 公厘的,导线距离为 38 公分的两根复导线,变压器的绝缘水平采用 1300 千伏,线路建成时的总长将为 2400 公里。

美国现有 330 千伏级电压的线路 649 哩(1040 公里)在运行中,另有 231 哩(370 公里)线路正在建设(采用单导线)。

(3)400 千伏级。瑞典早于 1952 年已建成 380 千伏线路,总长为 2710 公里。采用导线直径为 31.7 公厘,导线距离为 45 公分的两根复导线,变压器总容量为 4365MVA,串联电容器容量为 310MVAR,同期调相机容量为 $3 \times 75\text{MVAR}$,并联电抗器总容量为 1000MVAR。该系统中部发电设备总容量为 200 万千瓦。

芬兰自 1954 年起开始建设 380 千伏线路,现按 220 千伏运行,1958 年将升压为 380 千伏运行。该线路将该国北部水电站的电力输送到南部负荷中心。第一期工程一回线全长 650 公里,输电容量为 50 万千瓦。导线直径为 32.85 公厘,导线距离为 45 公分两根复导线。该工程将建设第二回线,二回线输送电力共为 120—130 万千瓦。为了与 220 千伏系统联接,采用 400/200 千伏单卷变压器,绝缘水平采用 1650 千伏,全系统用六个并联电抗器补偿,并于 380 千伏与 220 千伏系统间使用调相变压器,以控制负荷分配。

西德正在建设 380 千伏双回线路的第一期工程,将于 1958 年投

入运行。采用四根正方形布置的复导綫，导綫直徑为 21 公厘。此綫路將南部的水电站和东北部火电站与西北部用电中心联結起来，綫路最長距离为 1125 公里。此綫路采用 400/230 千伏單卷变压器以联接 380 千伏和 220 千伏系統，变压器絕緣水平采用 1450 千伏，运行电压在 360—420 千伏之間，所有变压器均有帶負荷的分头倒換器。

法国正在改建現有的一条 225 千伏双回路輸电綫，升压为 380 千伏單回綫。这条綫路以靠近瑞士、意大利边境的阿尔卑斯山区中的洛納河(Rhone)上的然尼西亞(Génissiat)等几个阶梯水电站为起点，与巴黎地区的電力系統联結。这条綫路全長达 516 公里。导綫直徑采用 26.4 公厘，导綫距离为 40 公分的兩根复导綫，輸电容量为 50 万瓩，將于 1957 年投入运行。該綫路的兩端和两个中間变压站的四組 380/220 千伏單卷变压器与現有 225 千伏系統相連接，絕緣水平采用 1450 千伏，运行电压为 380 千伏和 420 千伏，綫路补偿采用并联电抗連接于变压器第三綫圈中，每处变电所裝設 48MVAR 电抗器二台，总計为 384MVAR。

1960 年全法將有 2370 公里的 380 千伏輸电綫路。

英国現有的 275/300 千伏綫路也將升压为 380 千伏运行。

苏联古比雪夫—莫斯科間 400 千伏 815 公里輸电綫路已于 1956 年四月投入运行，采用直徑 30.2 公厘，距离 40 公分等边三角形排列的三根复导綫。正在施工中的尚有併行的第二回綫長达 890 公里，全綫路中間設有开閉所三处，变压器絕緣水平采用 1500 千伏，終端变电所裝設 400/115 千伏單相 90 兆伏安变压器二組，在 115 千伏側裝有帶負荷分头倒換器，綫路兩端与中間裝有併列电抗直接接于 400 千伏綫路，在綫路中央裝有串联电容补偿器，在受电端变压器第三綫圈中接入容量为 75MVAR 的同期調相机，綫路短路容量为 10 000 兆伏安。目前已考虑將來使用遮断容量为 15 000 兆伏安的断路器，併行二回綫路的輸送电力为 115 万瓩。

苏联 400 千伏綫路每个悬垂絕緣子串的長度和絕緣子数均比瑞典、芬蘭为多。苏联的絕緣子串共 22 个，全長 5.4 公尺，瑞典 20 个，全長 4.19 公尺，芬蘭 20 个全長 3.93 公尺。主要是因絕緣子尺寸和

造型不同，苏联的絕緣子尺寸是 200×320 公厘，瑞典是 170×280 公厘，芬蘭是 146×254 公厘。苏联电業部門正在研究改进。

2. 苏联和瑞典等国对 400 千伏以上的長距离輸电的研究概况。由于苏联地区辽阔，西伯利亞中部水力資源丰富，而用电中心远在 2000 公里以外的新西伯利亞地区，因此輸送数百万瓩电力至遙远地区就非 400 千伏綫路所能胜任。

苏联电業界(电站部、电工部、科学院)对 600 千伏和 700 千伏長距离輸电的研究工作已进行了若干年，在这次电力網大会上苏联代表团团长尼古拉索夫在討論發言时公佈了研究成果，并列举了经过計算和試驗研究及在技术經濟上比較的結果，証明了采用 600 千伏綫路的优越性，引起了到会各国代表的重視。1960—1970 年間西伯利亞水电站投入运行，約有 200—250 万瓩的电力需要輸送至 2000—2500 公里以外，經科学技术研究証明，采用电压决定于电力輸送容量。如按一回綫輸送 150—200 万瓩的电力，600 千伏与 700 千伏电压級相比，則采用 700 千伏級較 600 千伏級所增輸电容量仅为 20%，而技术上的困难要增加很多；采用 600 千伏电压却較采用 400 千伏輸送上述同样容量的电力的条件下所需投資可減少一半，在技术上所增加的困难不大。因此苏联已决定采用 600 千伏的电压。

全苏各研究机构和制造部門均早已动員起来进行这一規模宏大的研究工作，苏联电工制造部門已制出 600 千伏刀閘和 600 千伏电压互感器，現正試制变压器和断路器。苏联研究部門認為由于苏联气候異常寒冷，故拟采用油断路器。600 千伏断路器的价格昂貴，在系統內应尽量減少裝設断路器。在絕緣水平方面，400 千伏綫路采用的三倍額定电压，600 千伏綫路將适当的降低(据說拟采用 2.4 倍額定电压)。

瑞典的水力資源集中于北部，而用电中心在南部。估計 25 年后該国南北部將需电力 800 万瓩，現有的 380 千伏綫路已不能滿足此項要求。因此需考虑采用更高一級的电压，这次大会上瑞典代表在討論發言时介紹了以下两个方案：

(1) 利用該系統在北部和中部現有設備，并升压至 500 千伏。因現有設備的絕緣水平較高(1775 千伏)，可以滿足 500 千伏系統的需要

(500 千伏系統絕緣水平為 1600 千伏)；故 400 千伏系統中的一段升壓至 500 千伏，在技術上的困難不大。南部仍以 400 千伏運行。此方案的綫路擬採用等邊三角形排列的復導綫，導綫直徑為 31.7 公厘。

(2) 建立 650 千伏新系統。在技術上的主要困難是器材的絕緣問題。在 650/400 千伏方案中需要的絕緣水平為 2000—2200 千伏，綫路長度不超過 600 公里，採用四根復導綫長方形排列，導綫直徑為 31.7 公厘，綫間距離 40—45 公分，650 千伏側不考慮用斷路器，因在綫路中裝有 650/400 千伏單卷變壓器與 400 千伏系統聯結，故斷路器裝於 400 千伏側。

瑞典代表就上述兩個方案與 400 千伏系統作了經濟比較如下：

電壓	分相導綫數	經濟輸電容量
400 千伏	3 根	80 萬瓩
500 千伏	3 根	115 萬瓩
650 千伏	4 根	170 萬瓩

可以看出使用 500 千伏和 650 千伏每回綫經濟輸電容量均較單獨發展 400 千伏系統為經濟，而 650 千伏更為有利。

3. 世界各國聯合動力系統的發展簡況。隨著超高壓長距離輸電技術的進步，促進了聯合動力系統的發展，特別是幅員遼闊和水力資源豐富的国家更加重視聯合動力系統的發展。聯合動力系統最大的優點是大大地提高了供電的安全可靠性，大大的改善了電站的運行經濟指標，使之有可能建設大型電站和裝設大容量的單個機組來代替許許多多不夠經濟的中、小型電站，因而就有可能更合理的最有效的利用動力資源（如水力和燃料），從而可以兼收到統一使用系統內的後備容量。這對整個國民經濟是非常有利的。聯合動力系統有着下述的兩個優點：

(1) 在強大的統一動力系統內，包括有分布情況不同的各河流上的水電站，它們的最大和最小流量的季節不相吻合，它們的洪水期，豐水年、枯水年的或然率也不重合，那麼在系統內利用它們之間的差別，可以互補長短，從而可以最有效的利用各河流水庫的水量並能保證出力。

(2) 在系統內可將東西相隔數千公里的地區聯結起來。由於經度的差別，各地區的時間也有差別，這樣每日的高峰負荷時間均可錯開。例如蘇聯莫斯科區與烏拉爾區二地尖峰負荷時間相差兩個小時，

二大系統聯結起來後，可使兩個地區系統內的備用容量相應的減少50萬瓩，這可節約國家很多的建設投資。

在聯合動力系統的發展上，由於各個國家具體的地理條件和動力資源情況的不同，特別是社會制度的不同，因而在發展聯合動力系統時所採取的途徑也有著本質上的差別。社會主義國家的聯合動力系統是從綜合利用動力資源來考慮的，因而，可以最合理、最經濟、最有效的利用動力資源。在資本主義國家里，如美國，雖然大部地區已聯成了統一動力系統，但由於各個資本家集團間的利害不同，僅能做到根據合同規定在電力供應上互通有無，而不能合理的、經濟的使用動力資源。

目前各國聯合動力系統的發展簡況如下：

(1) 蘇聯在 20 次黨代表大會以後，決定在 15—20 年內統一全蘇動力系統。1960 年把南俄系統、高加索系統、列寧格勒系統與以莫斯科為中心的中部系統，以 400 千伏聯成歐洲中部統一動力系統。1965 年統一西伯利亞中部系統，即以克拉斯諾雅爾斯克州的安加拉河上的普拉茨水電站，以及葉尼塞河、鄂畢河、額爾齊斯河等一系列水電站，東與依爾庫茨克聯結，西與烏拉爾聯結，西段全長 2400 公里，輸電綫路擬採用交流 600 千伏電壓級。1970 年跨越歐亞兩洲的歐洲中部系統與西伯利亞中部系統聯結，計劃採用交流 600 千伏或 700 千伏或者直流 1000 千伏。1975 年計劃聯結西伯利亞中部與蘇聯遠東系統。那麼，在中蘇共同開發黑龍江流域的資源和建設新的黑龍江動力系統後，我國的電力系統便有可能與蘇聯遠東動力系統聯結成為一個系統。

蘇聯在發展聯合動力系統的同時，也考慮到燃料的總體利用。即在燃料燃燒前先提取有價值的寶貴的化學產品，然後再使半焦成為動力用瓦斯。燃氣輪機電站也有著遠大的發展前途，因為這種電站本身基本建設投資低，而且它可以和煤炭地下氣化工業配合建設，這就大大的節約國家的建設投資。

(2) 美國現有設備容量約 12 000 萬瓩，1954 年已接入聯合電力系統的六個大區併列運行，總容量為 8000 萬瓩，供電區域長 4800 公里，寬 2400 公里。但美國的动力企業分屬於若干個不同的資本家集團，他們之間的利害關係是不同的，而且都有它各自獨立經營的供電

区域，故不能收到合理的利用动力资源的效益。由于系统容量的不断扩大，美国也有不少发电厂的容量已达100—200万千瓦，单个机组的容量25万千瓦，不久将装设32万千瓦的机组。

(3)法国的电力系统总容量约有1500万千瓦，它与西德、瑞士、卢森堡、比利时和意大利等国的电力系统并列运行，互供电力，估计总容量可达4000万千瓦。不久将拟跨越英吉利海峡以200千伏直流电与英国系统联结，目前在法国系统内新增不少容量为12.5万千瓦的单个机组，将来还要装设25万千瓦的机组。

(4)瑞典本部电力系统，南北长1450公里，东西宽460公里，总发电容量为570万千瓦(其中水力为480万千瓦)。该国电力系统已与丹麦东部系统联结，其发电容量为70万千瓦，因之系统总容量为640万千瓦。

(5)瑞士本国设备容量为350万千瓦(水力占99%以上)，分由十五个私营企业经营，目前各集团之间均有联络线互供电力。由于该国较小，东西长400公里，南北宽200余公里，该国唯一可资利用的动力资源是水力，在枯水期间必须以高价向西德、法国购进大量电力，而在丰水期又必须以廉价输出电力，这是该国电力工业所存在的基本困难。

4. 超高压长距离输电系统中若干待研究解决的特殊技术问题。

(1)电量损失问题。在大会上，有几个国家的代表介绍了对于电量损失与无载电干扰所做的试验研究，论点颇不一致。许多资本主义国家的电业界非常重视因电量而引起的对无载电的干扰问题，有不少国家的代表认为：用复导线较用大直径的单导线、用四根导线较用两根导线对电量损失与无载电干扰更为有利。苏联科学院波普柯夫院士在大会上介绍了苏联预测全年电量损失的經驗，引起了大会学术委员会的重视，拟在下届大会上再进行探讨。

(2)在超高压线路中采用单导线与复导线问题。各国代表见解颇不一致，美国代表认为在330千伏线路上采用单导线，是有利的，但会上大部分代表认为单导线对无载电干扰严重，宜采用复导线。复导线，各国所采用的导线根数、直径、排列方法又是各不相同，还必须做进一步的研究。

(3)系统内部过电压与绝缘水平问题。在会上，许多国家的代表

都認為降低絕緣水平是有关今后發展超高压輸电的重要問題之一，尚需作进一步的研究。

(4) 超高压綫路上的防雷問題。綫路絕緣子串，由于雷击發生閃絡次數較理論上預測者為多。在綫路防雷問題上，許多國家的代表(如美国、法国、苏联)根据运行經驗，都認為兩根地綫优于—根地綫。地綫保护角不宜大于 20° ，而美国仍采用 30° 保护角。

(5) 关于調相变压器的使用問題。

(6) 綫路阻抗与变压器阻抗的配合問題。

(7) 在超高压長距离輸电綫路內非同期合閘和重合閘的使用問題。

(8) 关于进行波在輸电綫路上傳播时的变形問題。

(9) 关于系統电压标准化問題。

三、关于系統稳定和电压、 电力及週波的控制

随着超高压長距离輸电和联合动力系統的日益發展，在控制管理統一动力系統方面也产生了复杂的課題。世界各国電力系統的容量和供电範圍的日益扩大，系統稳定，电压、电力和週波控制已成为重要的問題。

为了保証電力系統的稳定，使發電厂出力时时与負荷相平衡，保持主要干綫輸送电量常在一定範圍以內，并使各区域保持經濟运行，必須有准确的週波控制及負荷控制办法。由于系統容量龐大，最高負荷与最低負荷相差很大，瞬間負荷变动百分数虽可能減少，但其絕對值則随系統容量而增加，因之週波調整工作，非一厂或一台机組所能胜任，而必須分区調整，用帶有聯絡綫調节的週波控制，即一方面由各地区系統調整本区域負荷以維持週波；另一方面由主要聯絡干綫作一定限度的协助，使各區間聯絡綫的負荷保持恒定或使之在一定的範圍內依照預定数值互相交換，以保証系統稳定。

茲就美国、法国、瑞典对系統稳定週波控制簡况介紹于次：

1. 美国的週波控制。美国的週波及負荷控制的主要原則为每一区域自行負責吸收本区域内的負荷变动，控制工作系由各区域中心調度所集中执行。因之各併列运行区域必須时常檢查自己区域内电力需要的变动，并且自行調整發電量以吸收此变动，使聯絡綫負荷保持恒定，即按照預定合同互供电力。

美国的聯絡綫的週波調节电力（即本区域内週波下降时所需增补的电力）約为地区运轉容量的0.5—2%，具体数字視各地区之負荷性質、机組慣性及原动机調速器特性等而異，週波調整的机組須具有足够的調整范围速度，其調整范围内的微增率須与系統当时的微增率相适应，并依据系統实际負荷曲綫、各机組微增率曲綫、及系統負荷經濟分配曲綫研究如何滿足上述各条件。

調度人員依据負荷变动情况及固定的負荷分配表調整各机組出力，有些系統采用特种計算机以进行經濟負荷分配。

在週波調整工作中，美国現時已有七处發電厂共20台机組进行对鍋爐自动燃燒控制設備作較細的調节，即在調整發電机負荷的同时，自动的控制鍋爐出力，使之大体适应負荷变动情况。

美国的週波調整仅限于永久負荷的变动而不調整瞬間的負荷躍动，如有必要时則躍动与永久变动須分別測量；并分別机組調节，在非必要时瞬間躍动的調整停止使用。

2. 法国的週波控制。法国的电力工業在战后已实行了国有化，内部是一个系統，因之負荷週波控制則与美国不同，但它与外国交换电力时則采用美国所实行的帶有聯絡綫負荷調节特性的週波控制。

法国的週波控制特点，是不直接用週波差作参考，而用一定時間内的相角偏移作参考。

法国的週波控制采用集中控制形式，即在中心調度所內測得相位偏移的变化，然后將此变化用載波送至各發電厂或各發電厂的各控制机組，根据一定的調节范围，执行控制任务。亦可在調度中心先將相位偏移的变化变换为調节水平，然后送至各發電厂的控制机組。

这种控制原理也可进行分散控制，即在各發電厂內自己測量相位偏移的变化，依照調度電話命令，执行自动調节。这种分散控制方法

的优点可以节省許多遙远測量、遙远信号及遙远控制等設備。

3. 瑞典的週波控制。瑞典的电源主要在中部和北部，而負荷則集中于南部。現在系統中部有六条 220 千伏的和三条 380 千伏的綫路，自从 1950 年試制电动油压調速器成功以后，全系統週波即实行自动控制。系統中有一个主週波調整厂及几个輔助週波調整厂，分別担任週波調正。前者調速特性为水平綫，速度下降为零即有無限大的調整容量，但其阻尼甚大，故只能接受慢性的永久負荷变动，而对于迅速的瞬間負荷变动則不起作用；后者調速特性为傾斜綫，調整容量極小，速度下降較快，但阻尼較小，因之可以調整瞬間的負荷变动。直至主週波調整厂开始調整并取得其負荷为止，此时輔助週波調整厂的負荷即恢复到原来的数值。主週波調整厂及輔助調整厂可以根据水庫的情况随时改变。电动油压式調整器可以很快的調整以适应調度需要。

4. 計算工具問題。各国对于研究系統运行中的各种瞬变現象等进行系統計算所需用的各种运算工具非常重視，近年来在这方面的成就也不少。

目前各国所通用的計算工具有以下几种：

数字計算机、直流計算台、交流計算台、动态模拟計算台、瞬变現象分析器及微分分析器等。

直流計算台主要用于計算短路电流、負荷計算、全法中央調度所及巴黎区域調度所用它計算全法超高压电網中的負荷潮流分配，这种設備比較簡便运用迅速。

交流計算台是比較新式的計算工具，在各国已相当普遍的采用了，如苏、法、英、美、瑞士、日本及匈牙利等，我国科学研究機構也正在試制。这种工具系用單相迴路，利用对称座标法理論模拟三相系統情况，对于系統計算非常便利。

数字計算机在欧美应用已很普遍，数字計算机依用途不同，种类亦很多，以法国 Bull 厂出品而言，种类有几十种，有的計算机除了一般数字运算之外，还可以解微分方程式，这种裝置有时与其他裝置（如微分分析器）配合使用。

微分分析器主要用于解决控制問題，如电压調整器的动作情况。