

英国 275 千伏 統一高压电力系統的發展

英国 D.P.賽依尔斯 J.S.弗瑞斯特 F.J.列因著

吳詠詩 賀家李譯

水利电力出版社

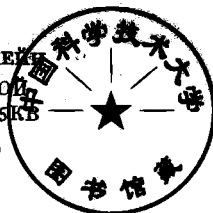
內 容 提 要

本書是兩篇介紹英國 275 千伏統一高壓電力系統建設經驗的論文，第一篇原載於英國電工學會年刊 (P.I.E.E) 1952 年第 II 卷，第二篇是原著者在 1954 年國際大電力網會議上的報告。

中文譯文是根據蘇聯國立動力出版 1956 年出版的 Л. 德涅斯基的俄文譯本翻譯的。第一篇論文在翻譯時曾參照英文原著作了校訂，有必要刪節之處則按俄文本譯出，未加增補。第二篇論文在翻譯時未能見到英文原著，故全部均按俄文譯出。

本書可供從事高壓電力網規化和設計工作人員參考。

Д. П. САЙЕРЗ, ДЖ. С. ФОРРЕСТ И Ф. ДЖ. ЛЕЙН
РАЗВИТИЕ ЕДИНОЙ БРИТАНСКОЙ
ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ СИСТЕМЫ 275 КВ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1956



英國 275 千伏統一高壓電力系統的發展
根據蘇聯國立動力出版社 1956 年莫斯科版翻譯
吳詠詩 賀家李譯

*

1187D340

水利電力出版社出版 (北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 105 號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 1/32 開本 * 3 1/2 印張 * 64 千字

1958 年 10 月北京第 1 版

1958 年 10 月北京第 1 次印刷 (0001—2,600 冊)

統一書號: 15143·989 定價 (第 10 類) 0.44 元

俄文譯者序

此書系关于英国 275 仟伏电网的两篇文章的譯文，一篇中(1952年)叙述了必需建設比現有 132 仟伏电网电压更高的新电网的根据，並描述了此电网的主要参数和主要开关設備、275 仟伏变压器及配电装置的特性；在第二篇(1954年)文章中报告了 275 仟伏电网建造的过程和此电网設計个别部分的改变和說明，这些改变和說明是在1952到1954的两年內根据补充設計及科学研究工作的結果而作出的。

包括全国在內的高压电网設計問題的广泛性質，在解决輸电綫支柱結構及 275 仟伏配电装置等一系列問題方面的特殊方式无疑地将使苏联动力工作者对此文章发生很大的兴趣。

Л. 德溫斯基

目 錄

英国275千伏統一高压电力网的发展

1. 緒論

第一部分 基本的研究工作

2. 研究工作的范围	5
3. 負荷的增长及其分佈	8
4. 系統間联络的 要 求	10
4-1 一般問題	10
4-2 过去的工作經驗	11
4-3 适应將来的需要	13
5. 大容量輸电的經濟性	13
5-1 一般情况	13
5-2 煤的产地	15
5-3 发电厂的布置	16
5-4 运输煤与傳送电力的比較成本	16
5-5 电能需求的可能范围	17
6. 电压的选择	18
6-1 一般問題	18
6-2 未来应用 380 千伏的可能	19
7. 1960年的系統設計	19
7-1 一般叙述	19
7-2 最大負荷与电能需要	20
7-3 煤的资源	21
7-4 发电厂的容量	21
7-5 对系統联络綫傳輸容量的要求	21

7-6要求的总输电容量.....	23
7-7未来发电厂的厂址.....	23*
8. 結 論.....	25

第二部分 研究工作

9. 研究工作的初期阶段	26
10. 实验性线路的描述.....	27
10-1 計量设备.....	28
11. 研究工作的結果.....	30
11-1 功率損耗.....	30
11-2 无綫电干扰.....	33
12. 結 論	37

第三部分 设备的設計

13. 一般特性.....	38
14. 所需设备的数量.....	38
15. 设备的标准化.....	39
16. 设备的技术规范.....	40
16-1 架空綫路.....	40
16-2 电纜.....	46
16-3 变压器.....	46
16-4 配电裝置.....	48
16-5 輔助設備.....	52
17. 变电所的布置.....	53

对报告的討論

参考文献	76
------------	----

英国275/300仟伏动力系统的发展

1. 概 述	77
1-1. 目前所採用的結綫图	77
1-2. 建設的現况	77
1-3. 实现建設的計劃	79
2. 最近的研究工作	79
2-1. 主要远景数据的估計	79
2-2. 綫路的傳輸能力	80
2-3. 过渡到380/400仟伏电压的可能性的 保証	82
2-4. 电力网建設的經濟根据	83
2-5. 系統管理的可能性	83
2-6. 无功功率的补偿	83
2-7. 在将来应用原子能发电的可能性	84
3. 設計的结果	84
3-1. 架空綫	84
3-2. 电纜	86
3-3. 变压器	87
3-4. 配电裝置	89
3-5. 变电所	91
3-6. 繼电保护	92
4. 研究工作的成就	93
4-1. 研究工作的范围	93
4-2. 絕緣	93
4-3. 由275仟伏綫路产生的无綫电 干 扰	98

英国275千伏統一高压电力网的发展*

1. 緒 論

这个报告是英国电业管理局关于发展英国 275 千伏統一系統工作中所获成就的一个中途阶段的报告。在报告的第一部分中簡略說明了为确定新系統的技术必要性与經濟合理性以及其基本接綫图与工作电压数值所进行的基本研究工作。报告的第二部分中，叙述了关于电能損耗与在高压情况下对无线电干扰問題的某些研究工作；这些問題，正像第一部分中的問題一样，对于导綫截面与絕緣特性的选择有着很大的影响。第三部分中給出了设备的特性。对新的 275 千伏系統的最重要的綫段，已与英国制造厂家签订了合同，这些綫段中的第一期建造者应当在1956年投入运行。

自1926年設計了全英 132 千伏統一系統起，到此系統已經运行了几年后的1936年为止，备用发电设备的安裝容量从70%降至26%，而电能生产的平均成本每 1 瓩由0.42下落到0.19辨士。全英統一高压电力网在获得这些結果方面起了重大的作用，这样，就完成了原先設計时預訂的任务，即为了备用设备的公用与为了使在最經濟电站中生产的电能集中起来，而将每一区域内的所有发电站联結在一起的任务。

在全英高压电力网建立前，英国共分为七个独立的供电区域，每一个区域中都有足够的发电设备来满足需要。联系

* D. P. Sayers, J. S. Forrest, F. J. Lane, 275 kv Developments on the British Grid System, Proceedings of I. E. E., 1952, T. 99, № 72 的第二部分由 H. P. 阿塞其耶娃譯成俄文，文章略予删节后刊出。——俄文編者

着这些区域的单回线路，是为了使得运行灵活，并不是为了各区域間能够交换功率而设计的，也未曾如此使用。

然而，在1938年，儘管全国有着充分的备用设备能够满足全部需要，但仍有一些区域备用不足而另一些区域备用却有过剩。为了可以更好的利用全部已有的备用设备，区域間的联络线开始用作使各地区相互联系运行。这就有可能在高峰负荷以外的时间从某些区域最经济的电站把电能输送至发电成本较高的另一些区域来降低电能生产成本，这样，全英统一高压电力网就不仅用于原先设计时预定的目的了。战争引起的特殊条件（就是说各区域正常情况的破坏和政府限制装置补充发电设备）更加显示出全部系统联合运行的优越性和必要性。然而，随着负荷的继续增长及其他运行中困难的出現，不久即发现了系统各部分間的联络线的输送容量已经不能适应要求，于是必须或是很大地增加这些联络线的输送容量或是再返回到使系统分成数个独立区域解列运行。当然，借助于许多局部性的措施，使若干最紧急的困难可以立即克服，然而很明显，问题的根本解决要考虑到系统工作的远景并作仔细的研究。为了进行这些研究，中央电业管理局拟定了实际工作的程序，这些工作的某些结果在本报告的第二部分中叙述。基本的研究工作是由英国电业管理局进行的，报告的第一部分简单描述了委员会所完成的研究工作的结论。

第一部分 基本的工作

2. 研究工作的范围

从一开始就清楚的知道，影响着未来电能的生产、传输

与分配方法的有許多不同的因素，所以主要的研究工作应当包括相当大的范围。

考虑了除去煤以外利用其他能源的可能性，然而得出的結論是：若是不計入有限的水电站能量的利用，今后若干年内煤仍然是英国的主要能源。

首先必須提出大約20年后英国的可能情况，並且考虑适应这种情况的最好的方法；然后对10年后的可能情况作出更精确的估計並且編制滿足此情况的經濟計劃。

必須計及20年乃至10年规划中可能的誤差的范围：在設法确定最可能的情况以前，需要确定极限的情况。估計未来煤的数量与产地特別困难，因为从国家煤炭部不可能得到确切的情报。

以下列举出基本研究工作中最重要的各个部分：

負荷——其增长情况与地理分佈。

煤——需要的数量、产地、質量、生产成本及海上运输或铁路运输的費用。

发电設備——必需的容量、能源、电站未来的佔地面积，基本投資，热效率与生产成本。

远距离輸送电能的設備——結構、投資、年运行費与損耗。

系統的計算——負荷潮流，短路电流水平与穩定极限。

由于报告篇幅的限制，我們仅在此摘要提到研究工作的几个主要阶段，这些研究工作导致了叙述在第8节中的結論。

应当指出，这里引用的大部分数据是从1949与1950年完成的著作中取来的。从那时起已有很多改变，特别是設備价值、矿井交貨的煤的价格与煤的运送費用等不断的提高。所

有这些价格提高的结果，建立更高电压的新系统的必要性，尤其是规划电能输送在经济上的必要性变得更加迫切。

3. 负荷的增长及其分佈

这个长期研究工作的根据是将全国最大负荷取为30,000兆瓦，相当于1949—1950年度最大负荷的2.4倍。

为了确定这一负荷在全国可能的分佈，曾作了如下两种独立的估计：

(1)每一区域管理局作出一张地图，在图上用每一个代

表1 负荷的远景估计

区域管理局	1950~51年度 的实际最大 负荷(兆瓦)	区域管理局得 出的1965年 的估计最大 负荷(兆瓦)	英国电业总局 得出的1975年 冬季严寒时的 估计最大负荷 (兆瓦)	可用作长期计 算依据的1965 与1975年估计 数的平均值 (兆瓦)
伦敦区	1,542	3,430	3,230	3,300
东南区	822	2,080	1,840	1,960
南部区	865	1,990	2,000	1,995
西南区	431	1,850	1,210	1,530
东部区	1,208	2,490	2,400	2,445
中部东区	968	2,030	2,380	2,205
中部区	1,359	2,860	2,940	2,900
南威尔士区 (South Wales)	571	1,480	1,440	1,460
曼塞微得(Mersey- side)与西北区	721	1,540	1,760	1,650
约克逊区 (Yorkshire)	1,260	4,050	2,940	3,505
东北区	803	1,290	2,050	1,670
西北区	1,497	2,870	3,500	3,085
东南苏格兰区	263	730	930	830
西南苏格兰区	684	1,240	1,670	1,455
合 计	12,994	29,930	30,110	30,020

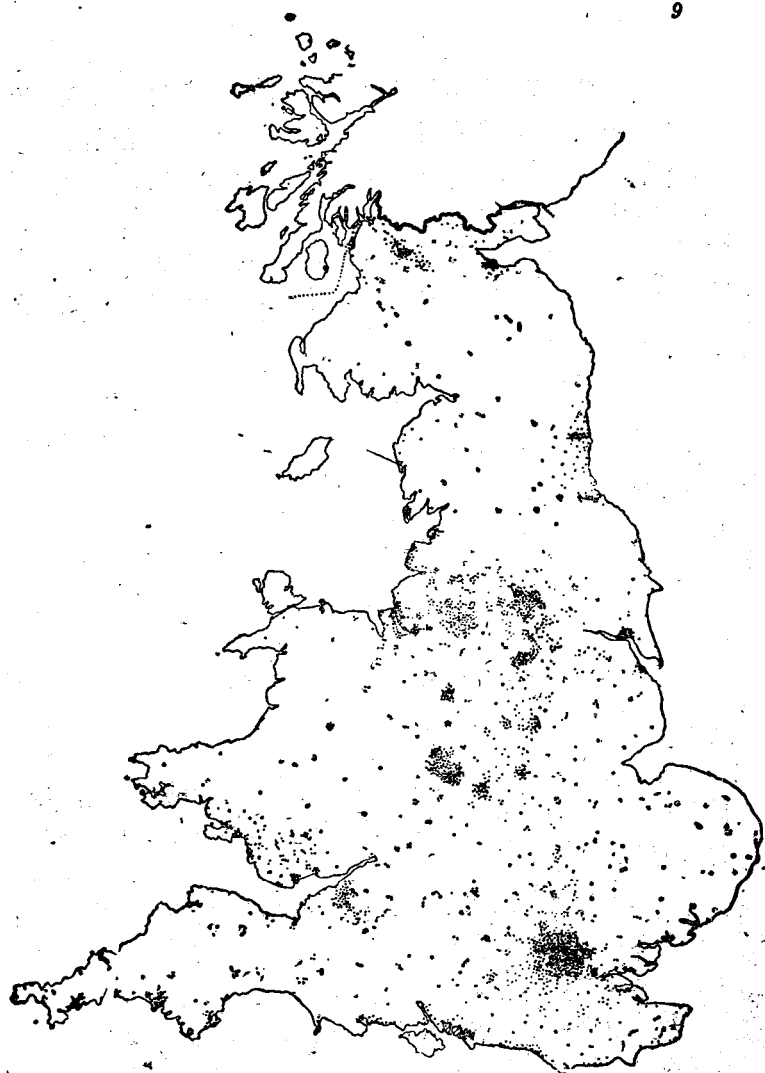


图1 在最大负荷为30,000兆瓦时估计的
负荷分布。每一点代表10兆瓦

表10兆瓦的黑点表示出1955、1960与1965年本区域内负荷的估计数量与分佈。图1表示出1965年全国负荷分佈情况，各区域管理局估计的全部负荷总数约为30,000兆瓦。

(2)根据对售电数据的分析，英国电业管理总局确定了从1955年开始到1975年，每隔5年各区预期的电能需要。此一估计指出，总负荷达到30,000兆瓦的时间不会早于1975年。

关于系统最大负荷到达30,000兆瓦的时间所作的这些估计虽有着这样大的差别，然而我们认为这与各个区域的负荷估计的偏差比较时并不算大。

作为长时期计算的依据，采用了如表1所示的两种估计数字的平均值，表中也列出了每一区域1950—1951年的实际最大负荷。

4. 系统间联络的要求

4-1 一般问题

虽然全国总的备用发电设备可以适应全国的总负荷，然而个别区域中有时仍可能发生发电容量的不足或不平衡，这是由于：

- 1)新安装设备的实际容量与设计容量间的差别；
- 2)发电设备的退出运行；
- 3)实际负荷与预计负荷间的差别；
- 4)地方性条件或气候所造成的各区域间的负荷差别。

为了保证对所有区域以不间断的与充足的能量供应，必须或是增加全国备用设备的平均储备或者保证各相邻区域间系统联络线路有足够的传输容量。

4-2 过去的工作經驗

这一問題是按下列方法来研究的，即研究了从1943年到1949年六年中当所有区域联接成統一系統运行时在各区域内或各組区域内发生的功率不平衡的事件。研究結果示于图2，图中表示出曾經发生过的最大的功率不平衡数量对于所在区域或一組区域的大小(用負荷来表示)的曲綫。两个量都表示为严寒时預計区域綜合最大負荷数的百分数。参照各点把曲綫繪成平滑的包絡綫，这些点是从調查了17次必須將系統进行重大切换的事件而得到的。标出了6个在曲綫上与在曲綫附近的点，标出这些点所依据的詳細数据已在图下的說明中列出。当发电设备的总合容量小于全国綜合最大負荷时，不得不对以上数据做了某些修正，此外也校驗了曲綫的总精确程度。此曲綫表明，如果划分成兩組区域，每組含有50%的綜合最大負荷，每組可能发生的功率不平衡为負荷的3.9%。因而，当将全国分为兩半，每一半有着5000兆瓦的最大負荷时，兩部分之間的联络功率应该有390兆瓦。事实上，英国北部与南部之間仅有兩回綫路，所能供給的安全輸电容量为

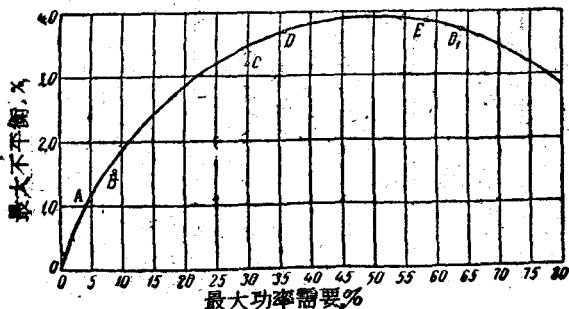


图2 1943—1949年的最大功率不平衡度

点	全英系统管理区域或 区域组	日 期 与 时 间	净不平衡负荷多 余十, 不足一, (兆瓦)	严寒时最大 负荷的估计 值(兆瓦)	严寒时区域 综合年最大 负荷的估计 值(兆瓦)	严寒时区域 综合年最大 负荷的估计 值(兆瓦)	项目(4) × 100 /项目(6)	项目(5) × 100 /项目(6)
1	2	3	4	5	6	7	8	
A	纽克赛 (Newcastle)	1949年9月12日星期一 9:00	-139	640	12,660	1.1	5.1	
B	格拉斯哥 (Glasgow)	1946年9月18日星期二 12:00	+155	880	10,017	1.55	8.8	
C	圣·巴晋士 (St. Paul's)	1947年3月24日星期一 9:00	+323	3,022	10,017	3.2	30.1	
D	纽克赛, 伯明翰, 布瑞 斯脱 (Bristol)	1943年12月14日星期三 9:00	-315	3,090	8,582	3.7	36.0	
E	伯明翰, 圣·巴晋士与 布瑞斯脱	1948年2月21日星期六 9:00	-423	6,418	10,953	3.85	58.6	
D ₁	格拉斯哥, 曼彻斯特黎 英 (Leeds) 与圣·巴晋士	1943年12月14日星期三 9:30	+315	5,492	8,582	3.7	64.0	

附注: 点D与D₁代表把全国分成两部分时的情况, 而两点都标出是为了说明当区域组的负荷为全国负荷的50%时, 曲线在此50%点处必为水平而且曲线对于D与D₁二点也必为对称。

90兆瓦。的确在很多情况下此联络容量是不足的，因此当国家一半地区内有多余的发电容量时，而在另一半地区却不能避免切除负荷。

4-3 适应将来的需要

以后的研究证实了图2曲线对于估计将来需要容量的正确性，它对于决定必需的联络容量及其经济上的合理性提供了可靠的基础。

曾经确定了当没有附加的联络线时，不得不放弃将全国作为单一系统运行的方式，而必须分成不少于三个的分裂部分来运行，假使分成三个负荷大小相等的部分(全国综合最大负荷的33.3%)，则由图2可以找到每部分将缺少的发电容量等于综合负荷的3.6%。当各部分间没有系统联络线时，这些可能的不足容量不得不在每部分中安装附加的发电容量来补偿。对于全国来说，应该需要 $3 \times 3.6\% = 10.8\%$ 的附加发电容量。这些附加容量的投资比为了满足同样要求所建设的系统联络线的投资大约要大五倍。假使作为一个保守的估计，节省的发电设备仅取作5%，即使这样，全国统一的系统仍然具有压倒的优越性。而且，这一估计尚未计入使用系统联络线在峰荷时期及其他条件允许时期输送电能减少了煤的运输所获得的其他经济利益。

5. 大容量输电的经济性

5-1 一般情况

这一部分研究工作包括煤的可能产地的预测、未来发电厂厂址对负荷的相对布置以及确定运输煤与传输电力来输送能量的相对成本。



图3 用于发电的总年产量为59兆吨的煤源的可能
分佈，每一点代表50,000吨

5-2 煤的产地

图3示出可能用于发电的煤的总分佈图，此图应该与表示出未来电力用户可能分佈的图1作比较。这两张图表示出的基本情况是煤大部分出产于英国的中部东区、约克逊与东北区，而电能的主要部分则消耗于伦敦与南部以及曼彻斯特与曼塞撒得(Merseyside)地区。

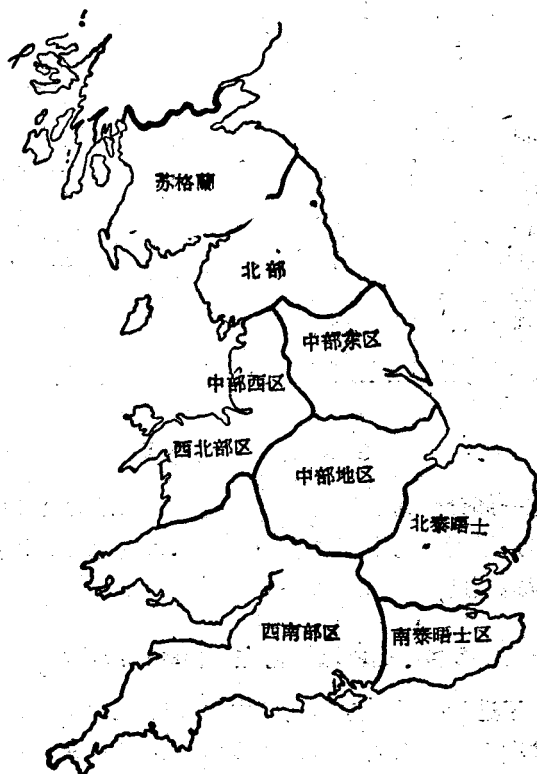


图4. 区域的疆界