

参加第六届国际供电会议 和英国电力工业考察报告

张 育 英

一九八一年十月

目 录

前 言	(1)
一、 第六届国际供电会议情况	(2)
(一) 会议地址	
(二) 会议组织情况	
(三) 会议筹备工作	
(四) 大会开法	
(五) 当前国际上供电技术发展的趋势	
第一、变电设备方面	
第二、电缆方面	
第三、配电系统的扰动	
第四、微型电子计算机的广泛应用	
第五、运行管理新工具	
(六) 中国代表团受到大会的欢迎和重视	
二、 英国电力工业的情况	(10)
(一) 英国电力工业的管理体制	
第一、组织	
第二、权限	
1. 经济权限	
2. 技术权限	
3. 行政权限	
(二) 英国电力工业的规模	

第一、装机容量

第二、能源情况

第三、电力负荷情况

第四、调峰和事故备用容量

(三) 英国电网布局

甲、发电厂的布局

乙、超高压电网的建设和布局

丙、超高压电网设备情况

丁、超高压电网的管理情况

(四) 配电网络情况

第一、电压等级

第二、配电网络接线

第三、配电网络的设备情况

第四、电能质量情况

第五、配电网络的规划设计

(五) 营业管理

第一、电价

第二、报装接电

第三、抄表收费办法

(六) 几点体会

参加第六届国际供电会议和英国电力 工业考察报告

前 言

第六届国际供电会议，今年六月一日在英国布莱顿市(Brighton)召开。我国参加国际供电会议代表团系由沈阳电业局罗祖鉴总工程师，上海供电局屠三益付总工程师，电力部情报所徐永禧工程师和我四人组成的。我们出国的任务：第一是参加国际供电会议，第二是参观学习英国电力工业的技术和经验。

出国前我们用半月时间阅读过去几届国际供电会议的有关文件和英国电力工业的有关资料，对照我国电力工业供电方面存在的问题，作出了参加会议和参观学习的计划和具体内容，事先通过大使馆和大会秘书处同有关方面进行了联系。因事先作了一些准备工作，到英国后，一切工作都比较顺利。

我们在英国两个星期，第一个星期参加国际供电会议（六月一日到五日），会议期间参观了会议举办的西欧各主要电器设备制造厂和科研单位有关新型供电设备和科研成果的展览会，会议还组织了参观英国的发电厂、科研所、调度中心和电器制造厂等。

第二个星期，我们参观英国电力工业（六月六日到十三日）。除同英国电力委员会举行座谈外，我们参观了东南部地区电力局，伦敦电力局，东部地区电力局和中央发电局。

我们除取得了会议的全套文件，电器设备制造的有关技术说明书

外：英国电力委员会和我们参观的电力局发电局都按照我们事先提出的具体内容，为我们准备了一套规程、制度、技术和生产总结，有关技术资料和图纸。

一、第六届国际供电会议情况

（一）会议地址：

会议地址设在英国的布莱顿市(BRIGHTON)，距伦敦南部一百多公里，是英国最优美的旅游城市，面对英伦海峡。建有专为国际会议使用的会议大楼(Brighton Center)，可容纳七千人。在英国召开国际会议，一般都以此地作会址。

（二）会议的组织情况：

国际供电会议简称“CIRED”，是1970年由西欧十二个国家的电机工程学会发起的，这十二个国家都成立了国家供电委员会（相当于国际供电会议的分会）。国际供电会议，每两年召开一次，会议地址是在英国和比利时轮流召开的。除大会外，还有不定期的专业会议，可以在其他国家召开。

会议常设正付主席是由选举产生的，每两年改选一次。本届正主席是丹麦人J—Keller Jacobsen，付主席两位，一是英国电机工程学会主席A.G.MILNE，另一是德国人H.E.Blechschiidt。

国际供电会议，下设有三个常设机构：

第一、技术指导委员会——由西欧十二个发起国家代表组成。由大会的正付主席担任正付主席。

第二、组织委员会、由英国电机工程学会主席A. G. Milne担任主席，J. Addison任付主席。

第三、秘书处——联络秘书P Pirotte教授（比利时人）。

(三) 会议的筹备工作

国际供电会议有三条宗旨：第一，介绍供电方面的先进技术，第二，交流，讨论各国共同关心的技术经验，第三，促进各国电力工程技术人员相互交往。

会议讨论的范围是132千伏及以下配电网的建设运行，管理技术及设备制造和科研各方面的技术问题。所以参加会议的人员包括有电力部门，科研部门，制造厂和大专院校的代表。参加会议的国家有西欧，北欧，和部份东欧国家；有亚洲、非洲部份国家和澳洲共35个国家九百名代表参加会议。

大会开会前一年，由各国代表报论文提纲，经技术委员会审查同意后，再报正式论文（一般都限定篇幅），经技术委员会再次审查采用后，于开会前三个月印刷成册，寄发各会员国代表，事先阅读，研究，作好参加大会讨论的准备。我国因非正式会员国，所以事先没有收到本届会议的论文材料，出国前只阅读了前几届会议的部份论文材料，所以在大会期间很难提出意见。

(四) 大会的开法

大会采用英语、法语、德语三种语言，配有同声翻译，同时可以听到三种语言的翻译，每人发一个小耳塞收音机，可以随意选听一种语言。

大会开幕式和正主席 Jacobson 致开幕词，付主席 Milne 代表英国电机工程学会致词只用半小时。

讨论论文，分六个组，由分组执行主席和综合报告人主持。第一天全体大组讨论变电站电气设备；第二，第三天各分两个组，分别讨论，电网扰动和电网保护、电缆和架空线路，电网的运行和控制，工业企业供电系统的规划设计；第四天全体大组讨论供电电网的规划设计和闭幕式；第五天参观英国的电器制造厂、科研机构、发电厂和控制中心。

共分十七个参观组，每人只能参加一个组，参观一到两个单位。我们因另有参观学习英国电力工业的安排，所以只参观两个电缆制造厂（BICC和PIRELLY）。

英国的习惯，每天吃五餐，早餐在旅馆吃，午餐和上、下午两次茶点（10:30；15:30各半小时）在会场吃，晚餐自己上餐馆去吃。每天会议从上午九点开始到下午17:30结束，中间分四段进行。中间虽有吃茶点和工作午餐三次休息，实际这就是各国代表联系工作，相互交谈和参观展览会的时间，比开会时更紧张，所以实际并无休息时间。

本届会议讨论二十个国家提供的七十四篇论文，（其中英国14篇西德12篇，法国10篇，意大利7篇，比利时6篇，挪威4篇，西班牙3篇，其它13个国家都是1到2篇，亚洲日本有一篇关于真空开关的可靠性和运行经验）。这些论文的内容关于变电站设备的有12篇、关于系统扰动和系统保护的有12篇，关于电缆和架空路线的有13篇关于系统运行和控制的有14篇，关于工业企业系统规划设计的有11篇，关于供电系统规划设计的有12篇。

这些论文事先都由综合报告人，按论文的性质分类进行归纳，分析、提出讨论问题，印发论文讨论提纲。开会时先由综合报告人作简短解释和提出讨论要求。然后由论文作者作重点说明。都应有书面材料，限在四百字以内，事先经过大会主席团审查同意，安排发言顺序。在大会上作重点说明发言只限十分钟以内。对论文提出讨论意见的人，也须在24小时以前写出不超过300字的书面发言稿交大会主席团审查，并安排发言顺序，发言时一般不超过五分钟。也可以临时动议发言，但只限两分钟。

发言人事先都准备有图表，图片的幻灯片，使用投影仪，效率较高。

每个问题讨论完时，都由综合报告人，作出讨论结果的分析、

归纳，并提出经过讨论后那些问题已可作结论，那些问题，还须由各国代表继续研究，留待下届会议讨论解决。

（五）当前国际上供电技术发展的趋势。

这次大会举办的供电技术展览会，有英国、法国、西德、意大利、瑞典、瑞士和比利时等七个国家十四个主要制造厂和一个科研单位的最新产品和科研成果参加展览。展览的产品有：箱式变电缆、各种断路器、电力配电变压器、电力电容器、避雷器、电力电缆、架空线路、电缆和变电站的各种连接器，新型的固体保护，微型程序控制机以及为运行、试验、检修用的新型仪器等等。综合会议论文内容，参观制造厂和展览会，看到当前国际上供电技术发展的趋势是：设备缩小体积，达到更安全可靠又降低损耗便于快速安装，减少维修工作量，并全面推行自动化，提高电网合理运行管理水平，不断降低建设和运行费用。现将情况分述如下：

第一、变电设备方面：

1. 电力电容器：

电力电容器的发展方向：一是进一步提高安全可靠，二是降低电网损耗达到节约能源的目的，三是缩小体积提高单位体积的容量。过去采用聚氯联苯作介质的有毒性都已停止生产。我们随县变串补是英国BICC的产品，聚氯联苯有部份渗漏现象，询问了BICC，他们的回答是已停止生产，渗漏如不严重，耐压合格还可以使用。但我们应设法把渗漏更换掉，以免发生中毒。过去使用充油和纸绝缘作介质的，因体积大和容易漏油，现在采用聚化合物薄膜作介质，可以缩小体积增大单位体积容量，还在采用镀金属的聚丙烯薄膜作介质和蓄电体，不仅大大缩小体积，而且绝缘性能稳定，安全可靠，降低单位价格。

近年来由于能源价格不断上涨，许多国家采用低压电容器，安装

在变电站、工厂、私人建筑、和路灯线路上。原则是那里产生“无功”，就在那里全部补偿掉，这是降低电网损耗的最有效办法。有些国家，如意大利、西班牙，已规定了对用户功率因素的奖惩制度。要求用户的无功基本由用户自行补偿掉。这样就促进了大量生产低压干式电力电容器。

2. 断路器方面：

断路器的发展方向是：缩小体积，提高安全可靠，特别突出大幅度减少维修工量。

36—132千伏系统大量发展SF₆断路器，12千伏系统大量发展真空开关，也展出了少量SF₆12千伏断路器。

为了经济，中压系统很多采用负荷刀闸和充油熔断器，低压系统则采用大容量空气断路器和熔断器。

为了安全，中压系统（12千伏）开关（包括断路器，负荷刀闸），母线配电装置都是全封闭式，有些母线则充SF₆作介质。正在向无维修的开关，配电装置方向发展。

3. 配电变压器方面：

配电变压器容量一般为100—1000千伏安，目前国际上配电变压器的长期安全运行问题不大，在设计和制造配电变压器方面，致力于解决以下四个问题：

①积极降低空载损耗和负载损耗，以节约能源消耗。目前采用方向性晶体硅钢片和改善结构，已可使配电变压器的损耗较国际电工标准：

空载损耗降低30%以上。

负载损耗降低10%以上。

②改善绕组设计，在绕组结构和使用铜、铝导体上进行改进。一般在400千伏安以上的配电变压器，使用铜导体较为经济，在160千伏

以上使用铝导体较为经济。

③选择绝缘物质和改善冷却系统。

过去采用聚氯联苯，在技术性能和经济方面虽然都合算，但有毒性，很难处理，采用矿物油，是最通用的，但油价不断上涨，供应也会有问题，运行中又可能发生燃烧事故，近来正在发展硅酮基油（SiliconeBasedoil），虽然性能较好，但价格很高（约为矿物油的七倍）。看来干式配电变压器的发展前途最有希望，他的安全可靠，安装、维护管理都有很大优越性。目前只是制造价格较矿物油的配电变压器的高40%，经过继续研究改进，这个价格是可以降下来的。

运行方面：过电压保护，高压侧采用串联双间隙，低压侧采用无间隙击穿保险，以防止低压网络雷击穿越高压侧。过电流保护，高压侧采用充油熔断器，低压侧采用空气断路器或熔断保险。在负荷管理方面，则正在发展负荷记录，故障记录自动存储器（英国电力委员会研究所有展品）。

4.箱式变电站：有体积小，美观和快速安装的优点，但在一些国家的实际使用中，发生多次事故。所以箱式变电站如何能适应各种气候、环境，以及防止潮湿，防止污染的问题，还没有完全解决。

第二、电缆方面：

对电缆的总要求是高可靠性和高使用寿命。过去中压及低压电缆都是油纸绝缘，高压和超高压则有充油和充气电缆，但运行单位则宁愿使用充油电缆，较易管理。

近来发展聚合物绝缘的电缆，不仅使用于中压，也使用于高压电缆。最普通的有聚氯乙烯(PVC)绝缘的电缆。会议和展览会介绍，乙烯、丙烯、橡皮(EPR)绝缘的电缆较好，它除正常运行温度可到90°C，在事故负荷下可以承受130°C的导体温度外，不易受污染影响，又不

易吸潮；其次是交联乙稀电缆(XLPE)在事故负荷下能承受 105°C 。前者较后者在安全上有较大优越性，但价格较高。

在制造方面，油纸绝缘的电缆，制造工序很复杂，工艺要求很高，需要空调净化车间，而聚合物绝缘的电缆的制造工序和工艺都较简单，不需要空调净化车间。

各国制造厂都很重视电缆安装的附件和接头的生产和安装工艺的研究、提高。目前发展冷联接头，油纸绝缘和聚合物绝缘电缆的过渡联接头，以及聚合物的户外电缆终端头。而且都是随电缆配套供应的。

超高压电缆一般都由制造厂承包安装保证使用受命。所以制造厂很重视安装工艺训练，认真参加事故分析，不断提高制造质量和安装工艺。

第三、配电系统的扰动

过去对电能质量的要求除安全可靠外，就是电压和周波标准，近几年来由于电子计算机和精密用电设备的迅速发展，对电能质量要求更高。另一方面由于普通采用半导体整流装置，产生高次谐波，使供电波形发生畸变；还有大型电弧炉，矿山机械的使用，使电压发生闪动。为此对电能质量就增加了对波形和闪动限度的要求。目前国际上尚无统一的标准，许多国家都有自己的暂行标准。

这次会议的论文着重于研究扰动的来源，测试方法和防止办法。

第四、微型电子计算机的广泛使用。

1. 配电保护，过去传统办法是使用电磁机械继电器，近年来微型计算机大量发展，价格很便宜，功能又很广。目前应用到继电保护上，有很多优点，它除能对故障的检测外，还能分辨故障的性质，进行综合分析，自行作出正确的处理。

2. 电子计算机已广泛应用于配电系统的运行管理和自动控制。过

去是把信息送到控制中心的电子计算机进行储存分析，再发出处理的指令。这有三个缺点：一是增加了通道的负担，二是通道故障时，就失去作用，三是增长了处理的时间。

近几年来由于微型计算机容量不断加大，价格下降，许多变电站都安装了微型计算机，就实现了应就地处理的信息就地分析，就地自行处理的办法，克服了以上三个缺点，但关系到全局的仍送到计算中心分析处理。

第五、运行管理的新工具。

1.瑞典AGA公司展出了不用液态氮的红外成像测温仪，很轻巧，能准确观测二十米以内电器设备的局部温度，视测套管、瓷瓶的缺陷。

2.英国电力委员会研究所展出能防止外部干扰的现场局部放电测试仪。目前只能测试开关和电缆。

（六）中国代表团受到大会的欢迎和重视。

本届国际供电会议，我国第一次派代表团参加。大会主席Jacobsen在致开幕词中提到本届大会有35个国家900名代表，有远东的中国等国参加，使会议更具有国际性。

以后大会主席又主动邀请我们在大会发言，并说，中国第一次参加会议，即使介绍些情况，大家也会感兴趣的。在布莱顿市长为大会举行的欢迎酒会上，市长在大会主席的陪同下，单独接见了中国代表团，进行了友好的谈话。

我们应邀临时准备了一个“中国电力工业的发展和供电设备技术改造简况”的发言稿提交大会主席团，在我们之前捷克代表团也要求发言。大会主席团很快就决定：应让中国代表团首先发言，然后再安排捷克代表团发言。我们发言后，许多国家的代表对中国电力工业的迅速发展很感兴趣。

二、英国电力工业的情况

我们参观英国电力工业，受到电力委员会，中央发电局，东南部电力局，伦敦电力局和东部电力局的友好、热情接待。我们参观了400千伏和275千伏的典型变电站和输电线路；参观了132千伏、66千伏，33千伏的变电站和架空及电缆线路，并参观若干11千伏配电站和城市电缆线路、农村的架空配电线路。参观了中央发电局伦敦派克街全国控制中心，伦敦电力局南区控制中心，东南部电力局 Seebord 控制中心。参观了伦敦南区营业所。

在布莱顿开国际供电会议时，电力委员会的代表就拿着我国驻英使馆给他们的信，主动来找我们洽谈参观的事。并按照我们的要求细目给我们安排了一个参观学习的详细计划，明确了参观的内容，接待人和时间，打印成小册子，发给我们拟定参观的单位。接待我们的单位都很守信约，很有礼貌。各单位都能准时派车接送我们，负责工程师亲自给我们开车。到每个单位一般都是单位领导人或负责工程师给我们介绍情况进行座谈，再进行现场参观。每次参观也都是单位领导人或负责工程师数人招待我们共进午餐。

突出的是接待我们的各电业部门，对我们毫不保密。电力部门的一切情况都对我们公开，我们要知道的一切问题，要看的任何设备，要拿的各项管理和技术文件，以至现场拍照，都能顺利地满足我们的要求。英国人每周工作五天，星期六就放假了。当我们提出利用假日进行参观时，他们毫不犹豫答应了，就派两位主任工程师驾车陪同我们参观。

以下分五个问题汇报英国电力工业情况：

（一）英国电力工业的管理体制

英国电力工业已有一百多年历史，是世界上发展电力最早的国家之一。1947年以前电力企业大部分是私营企业，也有部分地方国营企业。当时全国有560个电力企业。1947年政府发出了实现国有化的法令，1948年就全部收为国有企业。

英国有两个名称，两种含义，一个叫联合王国（Unite Kingdom U.K.），这是包括英格兰、威尔士，苏格兰，爱尔兰四个部份、我们一般叫英国（England）是指的英格兰。

第一、组织

收归国有化后，联合王国分为四个电网管理区。第一是英格兰和威尔士一个管理区，南、北苏格兰各一个管理区，这三个管理区又相互联网；北爱尔兰是个孤立电网管理区。这四个电网管理区都直属能源部领导。

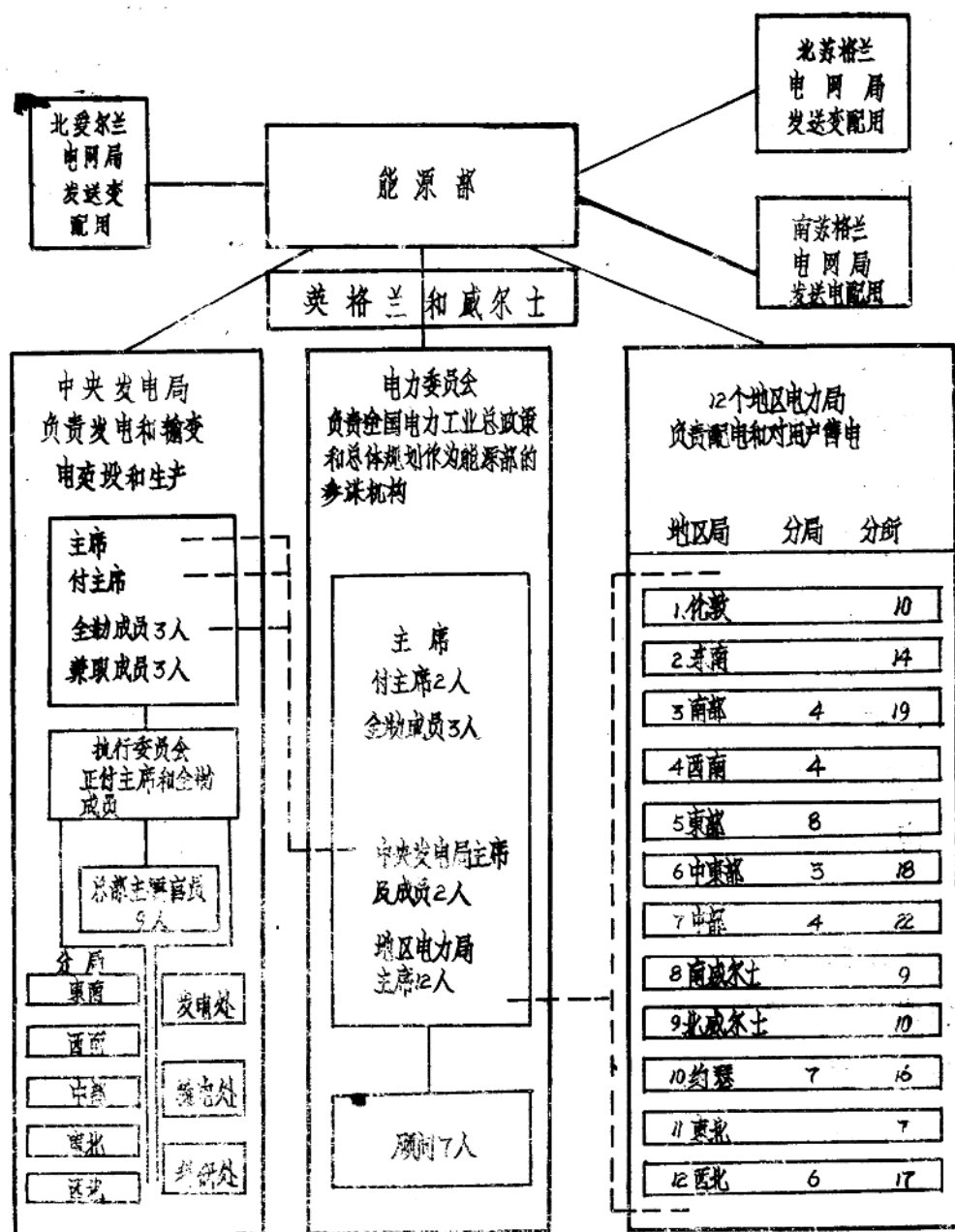
英格兰、威尔士电网区，因电网很大，在能源部以下设有电力委员会，中央发电局、十二个地区电力局，加上南、北苏格兰和北爱尔兰，在能源部下有十七个管电的单位，其领导人都由能源部直接任命。

南、北苏格兰和北爱尔兰三个电网管理区是发、送、变、配、用统管的体制。英格兰、威尔士电网管理区，则有电力委员会作为能源部的参谋机构，负责研究和提出英格兰电力工业的总体规划，总政策和技术法规，经能源部批准执行。并作为中央发电局和十二个地区电力局的政策和技术的指导机构，和协调中央发电局、地区电力局以及用户之间的矛盾。

电力委员会有三名全勤的正付主席，中央发电局和十二个地区电力局的主席都兼任电力委员会的付主席、电力委员会有七位常任顾问委员，下设有研究所、规划设计院。电力委员会及其所属各部门对发

(附图表一)

英国电力工业组织机构表



电局、地区电力局都只是咨询，指导而不发布命令。

中央发电局负责建设和管理全英格兰和威尔士电网区的全部发电厂，全部超高压，送变电设备，及一部分跨地区的132千伏送变电设备，按电网结构全网的发、送、变的建设、维修管理划分为五个管理区、设五个分局。在调度运行管理上，在派克街设有全国（网）总控制中心，直属中央发电局总部领导，下设有七个分区控制中心。

地区电力局有下设几个分局、再下设几个分区供电所的三级制，也有直接设几个供电所的两级制，并按配电网的结构分设几个分区控制中心，而不设总控制中心。地区电力局有四条任务：第一，负责本区配电网的建设和管理；第二，负责向中央发电局购电，向用户售电的全套业务管理工作；第三，经售用电设备商店，全国有955个这类商店，80年的营业额为二亿四千英磅（相当人民币8亿6千4百万元）；第四，经办用户供电、用电设备的合同安装，修理业务，80年为800万用户修理了2亿7千5百万件用电设备，收入1亿1千1百万英磅（相当人民币3亿9千9百60万元）。

第二，权限：

英国电力工业，虽为国营企业，却实行全自治的管理办法。只要按照国家的法令、技术、经济政策和具体规程办事，在经济、技术和行政上实行全自治。

1. 经济权限

国家对电力部门只征税，各局都没有利润上交任务，国家规定有电价法规，又规定各局的利润不得超过3%，发电厂不得超过1%。

电力委员会根据这个原则，每年召集中央发电局和十二个地区电力局协商制订中央发电局对各个地区电力局的售电电价（各局不完全一致），以及各地区电力局对用户的售电价格。各局不能违反国家的

规定随便提高电价，（由于燃料价格上涨和通货膨胀，经国家批准可以分阶段调价）。经营管理不善，就会亏本。大多数都有一定的利润，但数字都不很大，也有少数亏本的，由国家给予若干补贴。

各局有三项经济收入：一是电费，二是7%的固定资产折旧提成，三是电器商店的利润和合同包工的收入。这三项收入除支付生产费用，行政费用外，还用于技术改造和基本建设。基本建设费用不够时，可向电力委员会申请，由电力委员会向国家贷款，或向银行和国外贷款，并由电力委员会审查分配贷款。因贷款要还本息，所以一般都贷基建费用的10—20%左右，不敢多借。

地区电力局的全部开支费用中，75%是付给中央发电局的购电电费。由此看，我们过去的趸售电价按70%计算，地方留了30%，应完全可以建设生产自行包干，而还有富裕。

电力委员会本身没有收入，其行政费用由中央发电局和十二个地区电力局分摊提供。

除向国家交税外，各项资金的使用，企业本身都有完全的自决权限。

2. 技术权限：

英国有国家颁发的电力建设和供用电法规，有可靠性规程和安全规程，只要按国家的规程范围内办事，以及按一定期限内的总体规划和总政策办事。各电力局、发电局可以自行规划，自行设计，自行进行建设，自行进行技术改造，无须经过那个上级机关批准。因为资金全部由自己解决，自己使用，所以在建设和技术改造上，都是精打细算，千方百计防止浪费。每项建设都要考虑投资回收年限，和远近结合的具体方案。

在技术管理上，电力委员会每季召开一次总工程师会议，对各局