

人力开发：开展工作以满足人力需求

关于这方面的需求和机构在其中的作用的综述

B.J. Csik

人们预计核电仍是能源生产一种富有生命力的选择，其世界能源需求供应中的份额将继续增加。然而，只有当国家的核电计划是精心规划并有效地实施，核电厂是以安全、可靠和经济方式进行设计、建造和运行时，这些预计才能变成现实。

所有涉及核电的活动和工作，都需要有充分合格的人力和人的优良工作，每个正在执行核电计划的国家，或正打算着手制订核电计划的国家，都必须完成由它自己提供合格人力的任务。这个问题已被广泛地认识到，而且主要工作已在全世界有效地开展。

在能源、发电系统的扩建和核电规划等方面，不但发展了愈来愈完善的规划手段和方法，而且人们愈来愈深刻认识到一个国家应该有自己的规划能力。经验已经表明，对国家的需求、能力和限制条件的现实而详细的评价，是成功地实施核电计划的先决条件。它还表明，没有熟悉自己国家的形势和前途的本国计划人员的参加，这些评价工作是不能完成的。

能力因素

管理人员、专业人员、技术人员和有关技工的能力水平，对核电项目的设计、建造、安装、试验和调试的工作质量影响极大。对核电来说高质量是至关重要的，但只能通过人的优良工作才能达到。计划延期和费用超支，以及核电厂可利用因子低等，通常都可以（至少是部分地）归因于人员能力和工作方面的种种缺陷。

人们必须使核电厂安全而可靠地运行，并保持这种良好运行状况。一个公认的事实是，公众对核危险的感受远远超出实际危险范围。同时，任何一座核电厂中发生的核事故或核故障，都具有全球影响，都将影响整个核工业。在最近10年中人们痛苦地吸取了这些教训，1979年三里岛（TMI）事故和最近的切尔诺贝利事故显得更为突出。人们发现，人为错误常常是事故或事件的直接原因，至少也是一种促成因素。

Csik先生是机构核动力处工作人员。

人力需求

截至1985年底，全世界正在运行的核电厂有374座。据估计，包括直接运行、维修和技术辅助作业在内的运行人员总数约为100000人。此外，现在建造中的157座核电机组，将需要约40000名技术上合格人员，来妥善进行运行和维修。这说明，培训和重新培训的任务是很重的。

如何达到高标准一直是人们关心的问题。三里岛事故以来，有关方面已用了相当大的力气来提高核电厂运行人员技能标准和改善培训工作。世界各地都已对一些现行的国家规定和电力公司实践进行了重新评价；人们提出了许多改进意见并付诸实施。这个趋势仍将继续下去。可以认为，在切尔诺贝利的余波中，将促使技能标准进一步提高，以减少人为错误的风险，从而改进核电厂的性能。

活动的发展

在60年代，机构在核电人力开发方面的活动，主要是应成员国要求提供培训金培训。在这一方面，大多数培训金培训是用于反应堆工程方面的学习，而且学院式学习多于实习。

由于一些发展中的成员国开始引入核电，他们愈来愈清楚地认识到获得合格人力的重要性，因而向机构提出的援助请求逐渐增加。很明显，需要扩大机构在这方面活动的范围。在70年代初期，与核电有关的情报交流会议的频率增加，结果使许多国家对合格人力需要的认识得到提高。

机构70年代初期的大多数工作集中于核电规划和可行性研究方面。通过若干规划研究，建立了一个程序，该程序直接地促成许多合格专业人员在机构工作人员指导下进行学习研究，并掌握由原子能机构研究出的供国家规划用的方法学。这种通过培训他们的国民，而不是替他们工作，来帮助发展中国家成员国的方法已成为机构核电方面人力开发计划的一个典型特点。

培训班

核电培训班，包括普通培训班和专业培训班，是机构在人力开发计划方面的第一个主要项目。第一个有关核电项目规划和实施的普通培训班，于1975年秋季在德意志联邦共和国的卡尔斯鲁厄举办。接着在美国的阿贡、联邦德国的卡尔斯鲁厄和法国的萨克莱，举办了一系列培训班。1978年以来，每年举办8到10期专业性较强的区域间培训班。西班牙、阿根廷、印度尼西亚、南斯拉夫、加拿大和联合王国的一些研究所也已参加培训班举办工作。培训班都是由各东道研究所和机构合作举办的。

基本目标是经验交流。核电培训计划是以一种不断变化的方式制订的，以便尽量满足各成员国的不同培训需要。结果，所涉及的课题领域扩大了，普通培训班逐渐为较专业化的培训班所取代，并出现多举办国家级培训班的动向。

到现在为止，已举办了近90期区域间核电培训班，涉及约40个课题领域。从大约70个成员国来的2000多位学员，接受了约4500人-月的培训。而且，1980年以来，在7个发展中成员国中，已举办了约20期国家级培训班。值得一提的是，目前机构内部正在对核电培训计划进行全面评价。

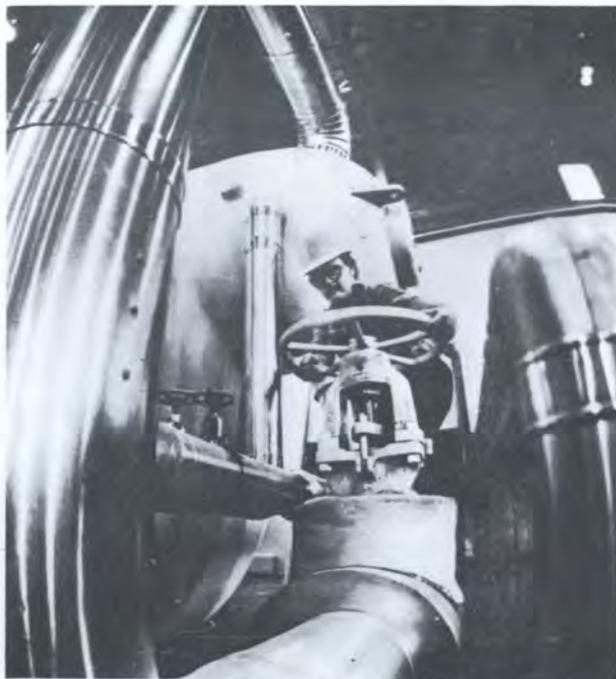
技术参考手册

在开办培训班的同时，开始了技术参考手册丛书的编辑工作。这个丛书现在包括17种技术参考手册（8种已出版，6种预计1986年出版，3种在编辑中）。

这组丛书的《核电人力开发参考手册》（1980年出版）特别适用。它已被广泛接受，例如，已译成朝鲜文和俄文供其全国使用。该手册还为人力可用性评价提供了一个衡量标准，为成员国人力开发计划的编制提供了一个基础。为对发展中国家办核电教育提供进一步指导，现正发行为《核电工程和科学教育》参考手册，并在编辑一本类似的有关技术教育和培训的参考手册。

资格标准

人员资格标准，特别是核电厂运行人员的资格标准，一直是一个困难问题。在机构的参考手册《核电厂运行人员资格标准》中，介绍了国际专家小组的一些结论性意见。因此，现在人们在讨论运行人员的资格标准应该如何时，应该较容易达到较前更广泛的一致。以这个参考手册为基础的一期地区间培训班准备于1986年秋在卡尔斯鲁厄举办，届时将有23个发展中成员国准备派学员参加。1983年，埃及举行过一次本国运行人员培训研讨会。在核电厂运行管



人力需求是多种多样的。图为美国弗吉尼亚州塞瑞核电站的一名技术人员正在开启一个排放隔离阀。（来源：美国核电运行研究院）。

理方面，1984年在维也纳举行过一次国际研讨会；1986年，大韩民国举办过一期国家级培训班。在这个具体课题方面，对机构活动的需求有增加的趋势。

直接援助

一般地说，人力需要、开发需求和资格标准问题，已逐渐成为在一些核电会议、专题讨论会和研讨会的主要课题之一。（1979年在法国萨克莱，曾举行过一次关于核电计划人力需求和开发专题讨论会。）

在机构的培训金培训计划内，与核电有关的培训申请已明显地稳步增加，特别是对在职培训的请求更为频繁。为发展中成员国能够得到适当的机会，机构已作出很大的努力。参加培训班之后，补充性在职培训，是新开辟的并已使用过的途径。

在这些一般活动的基础上，有可能制订一个综合援助方案。这个方案将利用原子能机构技术合作的各个环节。如有请求，机构将帮助一个成员国进行人力可用性评价，拟定人力开发计划，以满足客观上提出的要求。这种计划将包括：

- 在大学或核研究所建立专业化培训班，作为较长期提高国民教育的开端；
- 利用培训金培训和机构国际培训班（包括培训班之后在职培训金培训）；

- 建立一些全国性（涉及安全分析、质量保证/控制、项目管理、核电厂运行管理等方面的）培训班；
- 建立一些国家级培训中心（例如用于运行人员培训的模拟器中心）等。

基础结构支持

另一个目标是建立一个与其他基础结构，特别是组织的和工业的支持结构的发展计划步调一致的人力开发计划，埃及、大韩民国、菲律宾和南斯拉夫等国，在这些方面已请求原子能机构给予帮助。机构还通过联合国开发计划署（UNDP）的一些重要项目，为在阿根廷、巴西、智利、菲律宾以及最近在中华人民共和国建立核电教育和培训设施作出努力。

有责任大力支持所有核电计划的规划和实施的机构核动力处，在过去10年内开展了近100次与各成员国人力开发有关的活动。

统计数字可能说明不了各成员国获得的真正效果。虽然迄今为止对结果的定量评价即使可能也是困难的，但可以提出几个定性的标志：

- 人力可利用性，特别是具有核电专门知识和技能的管理与专业人才，在发展中成员国已大为增加。
- 对核电人力开发的必要性、重要性、要求和问题的认识，看来已达到几乎无须再做促进工作的阶段。
- 那些已请求机构提出建议的成员国，一般都已建立系统的人力开发计划，并在核电教育和培训设施的建设方面，得到了机构提供的援助。
- 由于各种分别以项目管理、核电厂运行管理、质量保证、

安全分析为主要内容的国家级培训班的举办，使同类课题区域间培训班举办的必要性有下降的趋势。同时，人们发现这种国家级培训班，可以办得特别切合特定国家的需要。

- 国家级培训班结构的建立，还把难以在国际上安排的技术员培训包括了进去。

计划支持

尽管发展中国家引入核电的进程比15年前预期的慢，但有10—20个国家正在积极考虑选择核电。这些国家中的大多数正在转向机构，请求规划方面、人力评价和其它基础结构方面的援助。

原子能机构的援助有可能起到重要作用，主要是因为发展中成员国可以而且应当在早期阶段，即在双边协定和合同安排生效前要求原子能机构的援助。这种援助自然也会导致机构计划将重点放在各成员国的高级人员和管理人员方面。使人称心的是，机构在制订人力援助计划方面经常得到主要供应国家的有力支持。

在过去10—25年内，在几个国家里，机构在这方面的援助无疑是取得了重要成果的。当机构使用它可以得到的各种手段，以一揽子方式提供这种援助，并得到受援国有关主管当局大力配合时，这种援助的成果就更大。

直到现在，对机构这方面活动的需求虽然一直在稳步地增加，但在指导和援助的具体要求上已发生了明显的变化。这是一个新问题。为了适应这种变化，机构将不断分析和评价要求的发展，并以可能实现的最佳方式满足这些要求。

机构人力开发计划的主要环节

虽然人力开发基本上是一项全国性的任务，但国际情报交流、指导和援助可能是很有用的。特别是对那些其核电计划处于初始阶段的发展中国家来说，国际合作确实是需要的。

机构的一个基本目标，是促进形成那些确保核电得到安全而可靠应用的条件；一个适当的人力基础结构的建立，无疑是必须具备的基本条件之一。原子能机构在这方面的作用，是以一切可能方式帮助它的成员国，特别是在发展中成员国核电计划和项目所需人力开发工作的综合规划和实施中，向他们提供指导、建议和帮助。

原子能机构人力开发活动

这是机构过去已尽力去解决的一个问题，现在它继续存在。

为了解决这个问题，机构已制订一项全面计划。虽然大多数活动至少对人力开发有间接影响，但有些活动是专门以人力开发为目标的，从而构成了该计划的基础。

如附表所示，各种人力开发实施形式是分别作为主要手段或次要手段而应用于每个特定目的。按主要或次要列出。虽然为了达到某一特定目的，采用一些实施形式将比其它的实施形式更适宜，但就达到最好的总结果而言，不同实施形式是互相补充的。

目的	实施形式						
	情报交流会议	出版物	培训班	专家组	培训金培训	设备	重要综合人力开发项目
促进对必要性、重要性、要求和问题了解	主要	主要	次要	次要	—	—	—
指导一般的和具体国家的要求评价工作及计划制订工作	主要	主要	主要	主要	次要	—	主要
为建立全国性核电教育和培训设施提供援助	—	次要	次要	主要	次要	主要	主要
直接或通过主办研究所提供个别培训	—	—	主要	—	主要	—	次要

法国帕吕埃尔核电站

