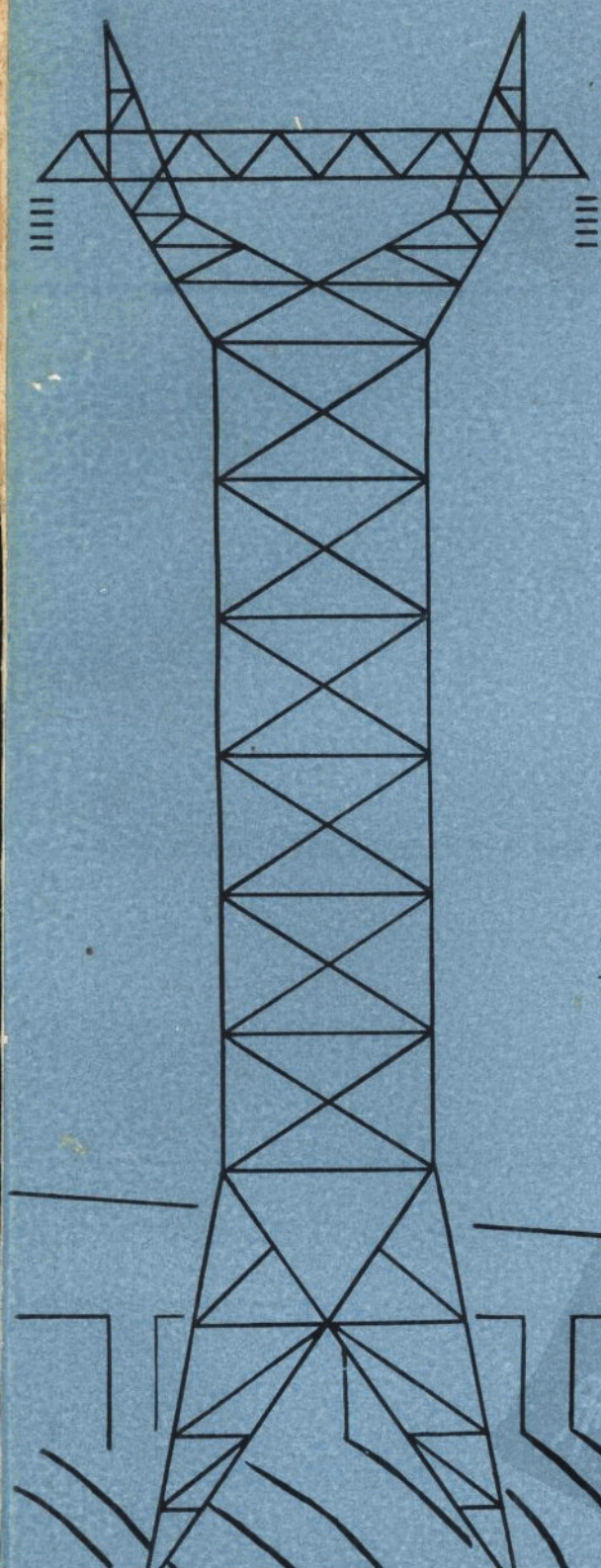


水资源综合利用 联水电工程和

夏日 编译



苏联水电工程和水资源综合利用

(上编)

苏联科学院通讯院士 涅波罗日尼 主编

新疆科技情报研究所 夏 日 编译

新疆科学技术情报研究所

一九八四年一月

原著编辑委员会:

П. С. 涅波罗日尼

Д. Д. 鲍罗沃伊

Л. П. 米哈伊洛夫

С. П. 罗扎诺夫

И. Л. 萨皮尔

М. Ф. 斯克拉德涅夫

目 录

原著前言	(1)
绪 论 社会生产力发展过程中水能和水资源的地位	(3)
第一章 苏联水电事业发展概况	
1.1. 水能和水资源利用的历史	(9)
1.2. 列宁《俄国电气化规划》中的水电工程和水资源的综合利用	(10)
1.3. 苏维埃水电事业的发展	(11)
1.4. 苏联水电建设的基本总结	(21)
第二章 苏联水资源和水能资源	
2.1. 水资源	(25)
2.1.1. 地表水迳流量	(25)
2.1.2. 地下水资源	(28)
2.1.3. 地下矿化水资源	(30)
2.1.4. 地下热水资源	(31)
2.1.5. 湖泊永久性水体储量	(32)
2.1.6. 冰川水体储量	(33)
2.2. 水能资源	(35)
2.2.1. 苏联水能资源理论蕴藏量	(35)
2.2.2. 苏联可经济开发的水能资源	(39)
2.2.3. 苏联水能资源开发利用状况及其特征	(42)
第三章 苏联水资源综合利用与保护	
3.1. 水资源综合利用与环境保护的基本准则	(44)
3.1.1. 水资源综合利用——苏联发展水利、水电事业的基本方针	(44)
3.1.2. 调节河水流量在水资源综合利用中的地位	(45)
3.1.3. 合理利用水资源的主要任务	(47)
3.2. 主要水利、水电部门的现状及其发展前景	(51)
3.2.1. 水电工程	(51)
3.2.2. 城市居民、工业、热电站和原子能发电站的供水	(52)

5.3.1.水电站对发展全国生产力的作用.....	(113)
5.3.2.水电站是形成区域经济、生产综合区的重要因素.....	(114)
5.4.水电建设的经济效益.....	(120)
5.4.1.水电建设的经济意义.....	(120)
5.4.2.水电工程项目经济效益的计算方法.....	(125)
5.4.3.大型水电站经济效益评价的两个实例.....	(136)
5.5.苏联水电工程的前景.....	(139)

第六章 水电工程和水资源综合利用中的科研任务

6.1.概况.....	(143)
6.2.水资源综合利用中的科学研究任务.....	(143)
6.3.水电工程方面的科学研究.....	(144)
6.4.农业水土改良中的科学研究.....	(145)
6.5.工业和居民供水、排水方面的科学研究.....	(146)
6.6.盐碱水与盐渍化水体利用中的科学研究.....	(146)
6.7.渔业科研任务.....	(147)
6.8.调整与改变全国水资源布局方面的科学研究.....	(148)
6.9.保护水资源,使之免遭污染与枯竭方面的科学研究.....	(148)

编译后记

原 著 前 言

在列宁倡议并主持制定的《俄国电气化规划》中，水电工程和水利综合枢纽的设计与建设，占有十分重要地位，得到特别关注，并以最快的速度付诸实施。

近十年来，苏联国民经济发展比较迅速。自然资源的综合利用与环境保护问题越来越重要、突出。苏联能源工程技术，走在世界前列。原子能使用范围不断扩大，抽水蓄能电站发展迅速。水电设备和控制系统的生产技术水平日益提高，大型综合性水利枢纽相继投产，水电建设范围广泛而又快速。

改善燃料、能源综合结构，充分利用现有水电站的设施，提高它们的经济效益，扩大再生能源的使用范围，是能源工业重要方针之一。

第11、12个五年计划要求：尽快建成西伯利亚和远东各河流上的大型水电站，中亚的综合性水利枢纽，欧洲的抽水蓄能电站；开展海湾潮汐能源和电站的勘察、设计、研究工作；开发与利用小河的水能资源。

农业水土改良方面，预期扩大灌溉耕地面积340—360万公顷，增加荒漠、半荒漠和山区牧场引水面积2600—2800万公顷。

为了进一步发展苏联工农业生产，要完成从北方诸水系向伏尔加尔河调水的准备工作，开发与利用小河的水能资源。要继续勘察与研究从西伯利亚向哈萨克斯坦和中亚的调水线路，提出各种可供选择的设计方案。

同时，要采取坚决措施，保护自然环境和生态平衡。其中黑海、亚速海、波罗的海、里海盆地以及各主要工业区的环境和水体保护问题，亟待迅速处置。加强北极诸海域、河流的水质保护，防止污染。在工业企业内扩大与推广一水多用，循环用水和无水生产的工艺技术。保护大、小河、湖水资源，防止污染与干涸。合理利用与保护贝加尔湖等处的各种自然资源。

在苏联欧洲和中亚各主要水系推广水利枢纽的自动化管理与控制。

苏联电气化、能源工业部，水利水土改良部、农业部，国家计委等部门，在大型水电站、水利综合枢纽、运河、调水工程的科学研究、设计、建设、安装等各方面，完成了大量工作，积累了丰富的经验。

1970年—1973年前后，分别编著出版了《苏联水电工程和水资源综合利用》和《综合性水利枢纽的水工技术建筑设施》。这两本书总结了苏联水业建设的成就与经验教训。

十多年来，科学技术突飞猛进；随着苏联经济进步，水利、水电建设取得新的进展与经验。由于情况发生重要变化，上述两本书的内容与数据需要修改和更新。1982年，改写、再版时，将原来的两本书合为一册，取名为《苏联水电工程和水资源综合利用》，并且新增了水体质量和环境保护及其对策，水电站经营管理经验的总结等有关章节。

本书上编（绪论和1—6章）中，介绍了苏联水电事业发展概况，精确地核对了水资源和

水能资源的数据；从现代科学技术与生产水平出发，阐述了水资源利用与保护的基本方针，水利部门各方面的现状及其发展前景，全国主要水系水资源平衡情况以及今后供水、排水方面应当采取的措施，非能源性水利措施、设施的经济效益及其计量方法。有关章节讨论了未来近期内全国大型水利、水电建设任务。详细介绍了水电工程建设情况及其发展前景，存在的问题和今后应当采取的措施，现有水电工程的经济效益及其在全国经济中的地位与作用。讨论了未来水电工程和水资源综合利用等方面的科学研究任务和课题。

本书下编（7—19章）阐述了水利枢纽的设计依据和勘查任务，分析了已经完成设计的和业已建成的水利工程设施的技术经济指标，叙述了不同条件下各种类型水工建筑物的最佳实施方案及其配套设备的优选程式，总结了水利、水电设施的经营、管理经验。

苏联水利科学研究和勘探设计院、全苏水利工程科学研究院的研究人员，苏联科技情报中心和全国能源技术协会的情报研究人员，参与了本书的编写工作。

工程师А·В·苏霍茨基，В·И·波波娃，教授А·Л·莫热维季诺夫，副教授В·Н·布哈尔采夫，В·И·维斯萨里昂诺夫，С·А·库齐明，Ю·В·莫斯科利佐夫等对本书内容提出了宝贵的改进意见，特此致谢。

原著编辑委员会 1982年

绪 论

社会生产力发展过程中水能和水资源的地位

二十世纪后半叶出现了科学技术革命。科学技术成为生产发展的主导因素。社会生产力结构发生根本性质变。现代科学技术转化为生产力和产品的时候,是与生产过程和人类社会活动广泛电气化、自动化联系在一起的。电子技术、电子计算机、控制理论、原子能利用、宇航技术、新材料科学等,是这场革命的主导方面。

现代科学技术革命的进程,伴随着燃料、电能和水资源的大规模开发利用。在此进程中人类社会与自然界的发生了质的变化。人类从自然资源的单纯利用者变成自然界的真正主人,懂得了珍惜、保护与增殖自然资源的重要性。对苏联说来,珍惜与保护水资源,具有特殊意义;新的“水业部门”也应运而生。

水利部门的首要任务是,按一定质量标准和定额有计划地向居民和国民经济各部门供应淡水。主要供水对象有:居民、工业、农业灌溉、水电工程、航运和渔业等。

现代工业将水体用作溶剂、洗涤液、冷却液、热能载体,或者籍以产生蒸汽。工、农业生产和人民生活所需的淡水,不断增加。所以,提供充足而又稳定的清洁水体,业已成为生产力发展的重要前提条件。

二十世纪中叶用水量迅速上升,近20—30年间增加速度更快。50年代以前的半个世纪里,全世界耗水量每年增加700立方公里;从1950年到1975年的25年中,每年增加1900立方公里。其中苏联的数字分别为61和186立方公里。

在上述对比时期内,世界工业耗水比重从17%上升到21%,苏联从10%上升到33%。1961—1980年,20年中苏联全国用水量增长2倍多,未来20年中还可能增加1.5倍。

目前,苏联每年用水约300立方公里,占全国河水流量的6%以上。其中非偿还性永久消耗量150多立方公里,占总数的50%。

农业用水最多,占全国总用水量的60%;其中非偿还性永久消耗量占全国的80%。苏联四分之三的农业耕地位于干旱少雨的地区。全国可能灌溉的土地资源约14000万公顷,其中已经灌溉的有1730万公顷,未来近期之内灌溉面积将扩大到2500万公顷。完成水土改良措施和水浇地面积仅占播种面积的8%,可是它的产量、产值分别占全国农业总产量、产值的25%和33.3%。由此可见,治水改土,完善灌溉系统,适时而又充足地给农作物供水,是非常重要的措施。

工业用水量占全国总数的30%。工业用水增加的原因不仅仅是工业规模逐渐扩大的缘故,而且也由于工业用水比耗不断上升。热电站用水量最大,占全国工业用水的一半以上,其次是冶金工业、燃料工业、石油化学工业和造纸工业。

现在,许多生产部门与企业没有设置循环、重复用水系统,耗水量很大。例如,熔炼1吨

镍，耗水4000立方米；生产1吨合成橡胶，需水2000—2500立方米；制造1吨合成纤维，用水2500—5000立方米。

大型热电站每百万瓩装机容量每秒耗水35立方米，原子能电站比它还要增加1.5倍。所以，热电站和核电站应当附设水体循环冷却系统，或者建在大型水库或河流的旁边。不少河流的正常水量不能满足大型热电站的需求。水资源已经成为制约生产力发展速度及其布局的因素。

从量的角度考察，工业用水对大型水系水文状态的影响，并不显著。

可是，现代农业和工业的发展对水体质量的影响相当突出。农业灌溉面积日益扩大，使用的化学药剂不断增加，灌溉尾水中的盐分和农药残毒，使河水质量明显恶化。未经处理的工业废水严重地污染着水体；热电站排出的余热水，使河水温度明显上升（“热污染”）。

生活和公用设施用水数量不多，可是排出的污水，也污染着水体。

船舶、木筏、散放的木料也是河、湖、水库的重要污染源之一。

扩大灌溉面积，发展工业特别是发展高水耗、能耗的工业，人口增长等因素；一方面增大耗水量，另一方面废水污染河流的危险性也随之上升。

许多工业、人口和水浇地面积集中的地区，面临水荒，鲜水和清洁水体供不应求。

由于上述各种原因，全国淡水资源分布不均所形成的矛盾，日益突出。苏联欧洲南部、乌拉尔、外高加索、中亚等地人口占全国总数的80%，工农业产值也占全国80%以上，可是水资源只占全国的14%。人烟稀少的北方、远东、东西伯利亚等地水资源高达全国的80%。大片耕地和广阔区域里干旱少雨，水量不足；而另一些边远区域水体余量很大。

现在，俄罗斯联邦、乌克兰、哈萨克斯坦、中亚、阿塞拜疆加盟共和国的许多省分 and 地区，不得不从邻近丰水区调水。

莫斯科及其周围的中央地带工业和居民供水非常紧张；倘若伏尔加河上的水利枢纽在极端干旱和降水不均匀的年度不能储蓄充分的水量，将无法解决这一区域的供水问题。

全国许多地区的水源问题，已经成为影响生产力布局的决定性因素。苏联《1981—1985—1990年经济、社会发展纲要》明确规定，禁止在欧洲部分新建或者扩大高水耗的生产企业。

目前与未来近期内，解决国民经济和人民生活用水的途径有三：

- 1、节约用水，杜绝损失与浪费，经过慎重讨论与研究，削减各部门耗水定额；
- 2、加强河水径流的调节措施，尽量消除时间、空间上水体分布不均的状况；
- 3、跨区域调水，改变全国水资源布局。

农业灌溉方面节约水耗的潜力很大。要消除大水漫灌、无效耗水与蒸发损失，制定完善、合理的浇水定额；推广一水多用和先进的浇灌方式。

工业节约用水的潜力也很大。改变热电站直接供水和一次性用水方式，采用循环冷却系统或全封闭冷却系统；在一些部门推广无水作业或干式生产方式。

《1981—1985—1990年苏联经济、社会发展纲要》要求所有企业，珍惜与保护水资源；要求加快黑海、亚速海、波罗的海、里海盆地和主要工业区的污水净化企业 and 水体保护设施的建设速度；扩大循环用水与重复用水的范围；推广无水工艺流程；保护水源，使之免

遭枯竭。

为了节约国家资财，在解决国民经济供水问题的时候，应遵循以下原则：首先，千方百计的节约用水；其次，采取措施，调节河流季间、年间的水量；第三，跨水系调水。

苏联现有单库容量100万立方米以上水库1000多座，有效库容414立方公里；其中1亿立方米以上大型和特大型水库160座，有效库容4057.2亿立方米。

调节流量的大型水库，主要建在水资源不足的苏联欧洲部分，亦即建在伏尔加、卡马、顿河、第聂伯等河流上。今后，还要在大河及其支流上兴建水库，形成水库网，加深河水调节深度。

全国水资源平衡计算结果表明，尽管建成许多水量调节设施，近期内仍然要兴建跨水系的调水工程。

已经建成多涅茨——顿巴斯、第聂伯——克里沃·罗格、额尔齐斯——卡拉甘达、卡拉库姆等运河。它们给缺水工业区调进相当数量水体，缓和了缺水的尖锐矛盾。

国家10年规划纲要要求，尽快完成从北方各水系向伏尔加流域调水的前期准备工作，继续研究与设计从西伯利亚向哈萨克斯坦和中亚的调水方案，当前要尽快完成有关调水的大量科研课题。

未来，增加淡水资源的途径有：海水淡化，人工降水，地下咸水淡化。里海东侧的舍夫钦科已经在海水淡化方面取得初步经验与成果；该淡化装置的能源来自舍夫钦科原子能发电站的快中子反应堆。目前，人工降水处在研究试验阶段。

调节流量的措施可以起防洪作用，变害为利。远东、北高加索、摩尔达维亚、外喀尔巴阡等地洪水灾害相当严重。

水是客观世界的重要组成部分；在当前社会生产力发展的阶段上，使用水资源的时候，要处理、净化污水，保护水资源。

应当着重指出，近10年来污水排泄量增加了3倍，河、湖水体质量发生显著变化，有害物质对生物生命安全和繁殖条件，形成威胁。尽管苏共中央和部长会议颁布了许多保护环境的命令，采取了一系列措施，保护生态平衡，向一切污染现象作斗争，并且取得明显效果。但是，污水、废水还给国民经济带来不少危害。

水资源利用和水体质量的变化情况与国家生产力的发展水平密切相关。为了发展生产，必须采取改造自然的重大水利、水电措施，建设大型水库和相应的工程技术设施，同时必须按要求完成相应的环境保护设施。

长期以来，苏联强调水资源的综合利用，兼顾各用水单位的利益，力求较高的社会总体经济效益。远在建国初期，在列宁主持制定的《俄国电气化规划》中写着：水利设施要为国民经济各部门服务，兼收发电、灌溉、航运等多种效益。

水电工程在水资源综合利用中占据主导地位；水电投资在多数大型水利枢纽的基建资金中的比重也最大。在国民经济中水电开发收效比较快，建设渠系，扩大灌溉面积，发展航运事业，则需要相当长的周期。

乌克兰南部、哈萨克斯坦、中亚以及俄罗斯联邦干旱地区的水利枢纽都是综合性的，既发电，又为扩大耕地面积提供用水，同时也向工业和居民供水。苏联中央地带的水利枢纽不

仅承担发电和上述供水服务，还为内河运输提供深水航道。远东、北高加索、摩尔达维亚、外喀尔巴阡等处水利枢纽的主要任务之一是，防止洪水危害。

水电站水库的有效容积占全国总数的95%以上。

扩大水浇地面积，引水灌溉牧场是水利建设的重要任务。电站大型水库的水量可能浇灌土地1400万公顷；其中渠系配套，已经灌溉耕地600多万公顷，约占全国现有水浇地面积的40%。

苏联主要采用梯级开发方式，发展全国水电事业。第聂伯、伏尔加、卡马河上建成系列梯级电站群，同时将原来的阶梯状浅水河床，改造为深水航道，形成苏联欧洲内河航运网。该网络总长6000公里，其中60%航程（约3600公里）是在水库的水面上。

560万公顷水库水面成为淡水渔业生产基地。凡是认真从事养殖业的地方，水库鱼产量都比水库建设前该河段的捕鱼量高得多。齐姆梁水库平均每年产鱼10万多公担（早年除外），占全国水库鱼产量的20%左右；可是该水库面积仅占全国水库面积的3%。齐姆梁水库每公顷水面产鱼量比全国同类平均值高8倍。

许多水库对低洼地区的防涝、防洪，起着很重要的作用。例如，泽伊电站水库使得阿穆尔河上游洪水为害程度减轻3倍。

在综合利用水资源的条件下，水库蓄水发电，向用户供水，同时供应热电站、核电站所必需的大量冷却水和工艺用水。

综合开发河流的水能资源，不仅提高水资源利用的总体经济效益，同时还为提高其它能源利用的经济效益，创造了良好条件。

水力发电是全国电力工业不可缺少的重要组成部分，而且它的经济效益很高。现在电力工业耗能数量占全国总能耗的25%。其余75%用作工业和人民生活的热源，用于运输，消耗在冶金和化学工业的工艺过程中。电能生产的发展速度超过耗能总量的增长速度，这是世界各国的共同趋势。近20年内世界耗能总量翻了一翻，可是10年内发电量就净增一倍。这就表明，越来越多的生产过程与电能和电气化密切地联系在一起。

国民经济中电力工业超前发展，是科学技术革命重要物质基础之一，也是促其实现的重要前提之一。

生产过程广泛自动化，运输电气化，电冶金工业迅速发展，电解金属数量急剧上升，电化学工业比重日益增加，农业电气化水平日益提高，家庭和公用设施的电化程度也不断上升；这一切表明，电能已经渗透到生产、生活和社会的每个角落。今天，电能已成为经济建设和社会发展的重要支柱；电气化、电子化是科学技术革命的主要内容。

一系列客观因素使得水力发电站，在现代电力工业中占有十分重要地位。

水电站使用可再生的水力资源。据估算，全世界可经济开发的水能资源总计为98000亿度。截止1978年，已经开发16.2%。同年有关国家开发程度为：法国—91.3%，日本—55.6%，美国—42.5%，加拿大—43%，苏联—15.5%。

水电站与热电站、原子能电站相比，有许多优越性：一次能源资源的转换效率高达90%，水电成本低廉，单位装机容量占用劳力比矿物燃料电站少10倍左右，设备运行灵活，调节性能好，可以迅速启动并网。

水电站发电成本与燃料无关，它只取决于地理因素和自然条件。水电站运行时，基本上不消耗水体，也不污染水体和自然环境。在设计合理技术措施得当的情况下，水电站及其有关水工建筑物对自然条件不会产生有害后果。

1978年，世界水力发电量15870亿度，约占世界总发电量的21%。加拿大、巴西、挪威、瑞士、瑞典等不少国家的发电量中，水电比重超过50%。

近年来，世界水电工程建设速度加快了。其原因有：资本主义世界发生了能源危机，石油价格高昂。出于环境保护的严格要求，其它发电方式面临严峻的挑战与限制，许多国家重新评估了水能的开发状况，扩大了可开发水力资源的数量。

可以确信，今后20年内水电站建设速度仍将加快，水力发电量亦随之增加；为了提高电网运行的灵活性、适应性，抽水蓄能电站建设速度，必然稳步上升。

《1981—1985—1990年苏联经济、社会发展纲要》规定了水电工程的发展方针。在西伯利亚、远东、中亚建设大型水电站，综合利用水资源；在苏联欧洲部分加快抽水蓄能电站的建设步伐。1985年水力发电量应当达到2300—2350亿度。

1980年，苏联水电站生产电能1840亿度，相当于6000万吨标准煤。每年水电利润超过国家在水电方面的投资。1980年苏联水电量在总发电量当中占14.2%。

水电站不仅生产相当数量的电能，更为重要的是，水电质量很高。在大型热电站、原子能电站广泛发展，单机容量不断增大的条件下，水电站具有调节电网功率，复盖尖峰负荷，在发生事故等特殊情况下快速启动并网的多种特殊功能，日益突出。在电网负荷曲线出现高峰和深谷时，水电站特别是抽水蓄能电站能够迅速削峰、补谷，大大改善网内热电站、原子能电站的工作条件，进而提高它们运行的可靠性和经济效益。

经营管理方面，水电站比较容易实行自动化与遥控，工作人员劳动条件优越，对大气和水文环境没有任何污染。

电站水库还为热电站、原子能电站的选址，创造了必要条件。苏联、美国、法国、英国的许多大型热、核电站都建在水库的附近。

未来，水电站、抽水蓄能电站、热电站、原子能电站将建在一起，组成电力综合体，这样能够合理、有效地利用建筑面积和相应的管理、生活、公用福利设施。此时，水库充当核电站的天然“冷却池”。乌克兰南部建成了总功率为400万千瓦的水、火、核电站综合体，它为电力工业提供了一种新的发展方向。

许多场合之下，水电站是开发新区的先锋。列宁明确指出：在合理安排全国生产力布局的时候，水利、水电工程占有特殊地位。他说：“……因为工业需要清洁水体，所以工业也要适当地分散到全国各地去。利用运河、水系的落差，生产电能，推动工业，扩展其分布面积，促进工业分散化”。

一般说来，水电站施工时形成的基建基地、专用运输线路、基建辅助企业和居民点，都成为新兴城市的基础，为开发当地各种自然资源创造了良好条件；从而促进落后地区经济的发展。

水电站是形成区域性生产综合体或工业枢纽的核心；其中往往包括铝厂、森林联合企业、化工企业等高电耗生产单位。例如，以勃拉特和乌斯季·伊犁姆水电站为基础，建成了

勃拉特——乌斯季·伊犁姆区域性生产综合体，在努列克水电站周围建成了南塔吉克斯坦区域性生产综合体。建设中的萨亚诺·舒申、鲍古昌水电站，将是形成萨亚诺和鲍古昌大型生产综合体的基础。

当代科学技术革命进程中，水电工程仍将是国民经济的重要部门之一。它对生产力的发展及其合理布局，将产生极为重要的影响。

第一章 苏联水电事业发展概况

1.1. 水能和水资源利用历史

远在古代,人类就已经有目的地利用水资源。纪元前4000—3500年,埃及人建成举世闻名的灌溉系统。古代中国、印度、埃及已经使用木制水轮——水力机械,提水浇地;古希腊、罗马1—2世纪水磨作坊的动力也是水轮。5世纪起,欧洲开始使用水力木轮。6世纪俄罗斯史籍里首次出现关于水轮机械的记载。

18世纪发明蒸汽机,19世纪出现铁路。因之,古老的水力设备和水运事业相应萎缩。当时的水轮功率小,笨重,有效利用率低,不能广泛推广、使用。随着科学技术的发展,19世纪80年代出现水能利用和水电建设新高潮。在俄国随着资本主义的发展,需要建设大规模能源基地,改革陈旧的技术结构,建设新的河道和输水管道,扩大中亚和高加索干旱地区的灌溉面积。

19世纪,设计与建成新式水力发动机——水力透平。它比水木轮体积小,紧凑,功率大,水能有效利用系数也高得多。大约与此同时,发明了交流发电机。高效率水轮机械和交流发电机是建造大型水力发电站的两个重要前提。第三个重要前提是,远距离输送电能,基本成功。1874—1875年,俄国科学家Ф·А·皮罗茨基首先完成距离为1公里的电能传递。1882年,法国工程师马尔谢列—杰普利使用高压电流,在水电站与梅恩亨展览会之间,完成57公里长距离送电。

俄罗斯工程师М·О·多利沃·多勃罗沃利斯基在发展水电事业方面,作出重大贡献。1891年,在德国举行的国际电工技术展览会上,他作为一个政治流亡者,展出了他在涅克卡尔河上设计建造的220瓩水电站模型;该电站使用了三相交流发电机,并且第一次使用8500伏三相交流电压,完成从弗兰克富尔特到麦纳之间170公里电能的输送。

尽管俄罗斯技术人员的成就卓著,但是俄国并不能充分利用这些发明与创造。当时,全国技术水平落后,煤矿主们又竭力反对新技术、新设备,水资源勘查、研究程度也很差。这些构成广泛利用水能所不可逾越的障碍。沙俄时代水能利用的主要形式,仍然为落后的水力机械。20世纪初叶(1912年),俄国水力设备总功率约为74万瓩,其中比较先进的水轮机的功率总数,仅占1/7至1/8,大部分都是落后的木制水轮机。那时,国外利用水能的形式,已经是比较先进的水轮发电机组。

十月革命前,俄国水电站总容量只有1.6万瓩,共计78个水电站,全都是小型的,其中顶大的水电站装机容量仅1350瓩,建设在穆尔加勃河上,以沙皇名字命名。最大水轮发电机组单机容量只有300瓩,它是俄国里加城制造的。十月革命前的俄国,1913年水力发电量为3500万度。在工业发达国家中,水力发电量和整个电力工业都是倒数第一。

1.2. 列宁《俄国电气化规划》中的水电工程和水资源综合利用

伟大的十月社会主义革命以后，开始以科学的态度看待水电事业。B·И·列宁一直站在发展水电事业的最前面。远在十月革命胜利之前，列宁在其著作里就十分重视法国、德国和北欧各国利用水能和水资源的各种设想方案；同时指出，水电工程对于任何一个国家生产力的合理发展与进步，具有重大意义。

当年青的苏维埃共和国面临经济建设困难的时候，列宁就提出一个广泛的全国电气化计划。充分利用巨大的水力资源，是该计划不可或缺的组成部分。1918年9月，列宁在《科学技术计划方略》中建议，在制定改组俄国工业结构和提高经济水平计划的时候，应当给水能资源以特殊地位。在列宁主持下，苏维埃人民委员会全体会议就调拨物资，支援斯维尔水电站建设，作出专门决定。同年6月13日列宁签署了，调拨物资，建设沃尔霍夫水电站的决议。

1918年5月4日，苏维埃人民委员会通过了关于建设土耳其斯坦灌溉系统的法令及其所需5000万卢布的拨款决议。

1920年，列宁提出，编制全国电气化经济建设规划——Г О Э Л П О。水电站建设纲要就是这个规划的主要部分之一。规划要求建设10座大型区域性水电站，总装机容量64万千瓦。这些电站是第聂伯、沃尔霍夫、斯维尔等。尽管当时全国水力资源调查研究尚不充分，规划中水力资源利用部分仍然编得比较详细。苏维埃第8次全国代表大会上，关于俄罗斯电气化报告的引言中写道：“现时，至关重要是决心，以极大毅力将规划的第一期工程，付诸实施。组织全国水能蕴藏量的普查，准备与培训水电方面的干部，使共和国全体公民了解，利用可经济开发水力资源的重要性和伟大意义。”

关于水电工程问题，规划中写有专门的一节——《水能与电气化》，其中依据当时已有资料，详细描述了全国水力资源的特点及开发利用前景。Г О Э Л П О规划指出：首先，开发与建设那些自然条件优越，经济效果好的水能和水电站；其次，设计水工建筑物时，应当考虑水力、水利资源的综合利用，同时达到发电、灌溉、航运等多种目的。1920年12月，苏维埃全国第8次代表大会通过了Г О Э Л П О规划。

B·И·列宁经常挤出时间，给第一批水电站以建设者们以具体帮助。根据列宁提议，在苏维埃人民委员会和劳动与国防苏维埃的会议上，曾多次研究沃尔霍夫水电站的建设问题。在每次中央执行委员会全体会议上，都听取施工负责人Г·О·格拉弗季奥关于沃尔霍夫水电站建设进度的报告。事后，科学院院士格拉弗季奥写道：“1918年，列宁首先采取强有力的决定性步骤，使梦想变为真正现实，沃尔霍夫水电站与列宁的名字，永远不可分割地联系在一起。在严峻的时刻，当一切出路与希望似乎都消失了的时候，建设工程似将中断、夭折的时刻，沃尔霍夫工地的建设者们从未动摇必将胜利的坚强信念。列宁的教导像阳光一样，透过黑暗，驱散乌云，沃尔霍夫电站建设者们战胜并摧毁了一切障碍和困难”。

1922年，列宁热情支持格鲁吉亚领导人关于在库拉河上建设泽莫·阿夫恰利电站的倡议。列宁十分关心第聂伯水电工程的建设，并且写出了苏维埃政府关于“做好第聂伯水电站前期准备工作”的决定。

1.3· 苏维埃水电事业的发展

苏维埃水电事业发展和水资源综合利用，可分为以下几个阶段（表1—1）：

表1—1 水电事业发展阶段

阶段	年 度	水电站容量增加额 (百万瓦)		期末水电工程发展指标		
		全期增加	每年平均	水电装机总 容量(百万瓦)	年发电总数 (10亿度)	水电占总发 电量比率%
I	1918— —1927/28	90	9.0	103	0.26	6
II	1928/29 —1940	1484	115	1587	5.11	10.6
III	1941— —1945	—	—	1252	4.8	11.2
IV	1946— —1958	9611	729	10863	46.5	19.7
V	1959— —1975	29652	174.4	40515	126	12.1
VI	1976— —1980	11796	2359	52311	183.9	14.2

I、1918—1927/28年，国民经济恢复与改造年代；II、1928/29—1940年，第一、第二个五年计划时期；III、1941—1945年，伟大的卫国战争年代；IV、1946—1958年，战后几个五年计划时期；V、1959—1975年，第七、八、九、五年计划时期；1976—1990年，现阶段水电建设和近期前景规划。

上述阶段划分，出於如下考虑：第一、苏联全国国民经济发展的特点；第二、在一系列内、外因素制约之下，水电建设自身的特点和其它有关部门技术发展的特点（水电建设规模，电站装机容量，技术水平，水工建筑物类型等等）。划分阶段时，既不单独考虑某个因素的影响，也不按某几个因素分类；而是，将一系列因素作为整体，予以综合分析。应当指出，各时期、阶段之间不存在断然界限；某一阶段的特点，往往孕育在前一阶段的末期。甚至於某一阶段的个别重点工程项目，已在前一阶段破土动工。

第I阶段。1918—1927/28年，国民经济恢复和经济结构改革时期的水电工程建设。第一阶段苏维埃水电事业发展的特点：按ГОЭЛРО规划建设当时人们认为的大型电站。电站建设是在专业技术干部短缺，各种材料和机械设 备也很不足的情况下进行的。尽管如此，1918—1919年还是建成47座小型水电站，总功率1600瓩，农村点亮第一批“伊里奇电灯”。1920年11月14日，列宁访问了亚罗波列茨农村拉玛河上的电站建设工地。

为了完成水电站的设计,1923年建立第一批设计研究机构。建成一批比较大的水电站,如1926年投产的沃尔霍夫、乌兹别克斯坦的鲍兹苏伊、亚美尼亚的叶列凡电站等,1927年格鲁吉亚的泽莫·阿夫恰利电站,1928年克里米亚的康多波日和亚美尼亚的列尼纳坎电站等。

建成沃尔霍夫水电站,是第一阶段的主要成就。俄国水量相当大的平缓的沃尔霍夫河,第一次被长度为213米的混凝土坝拦腰截断,形成10.5米的落差。1926年12月19日隆重地举行沃尔霍夫电站投产典礼,电站以列宁的名字命名。1927年8月电站装机容量达到5.8万千瓦,随后又增加到6.6万千瓦。沃尔霍夫水电工程是综合利用水力、水利资源的范例。它不仅向列宁格勒城供应电力,还使得沃尔霍夫河变成能行驶船舶的航道。那时,沃尔霍夫工地是一所实践性学校,为尔后大规模水利、水电建设培训了基本干部队伍。

在经济恢复时期15座规模较大的水电站破土动工,总功率为87万千瓦。其中10座电站合计9.2万千瓦,建成投产。

第Ⅰ阶段。1928/29—1940年,第一、二个五年计划期间的水电工程建设。该期水电建设的特点:完成和超额完成Г·О·Э·Л·П·О规划,建成一批大型项目,如第聂伯、尼日涅斯维尔和伏尔加河上的首批电站。以列宁名字命名的第聂伯水电站的设计者是И·Г·亚历山大罗夫教授。该电站位于扎波罗日城附近。第聂伯水利枢纽包括以下几个部分:位于第聂伯河右岸的厂房及9台水轮发电机组;弧形混凝土大坝;第聂伯河左岸的三个泊位通航水闸。电站堤坝高60米,长760米;它的规模及施工技术难度,在世界水坝建设方面都名列前茅。

经沃尔霍夫电站工地——“水电学校”培训的建设者们,是第聂伯水电工程施工队伍的骨干。该工程的领导人А·В·文捷尔,总工程师Б·Е·维杰涅夫,后来都成为苏联科学院院士。第聂伯工程于1927年动工,5300万土方和1200万方混凝土浇注任务,在当时工作量是巨大的。工程开始时没有技术熟练的工人队伍和机械装备,耙土、刮土机是仅有的机械化手段。后来,工地逐步装备起各种技术设施,并且变成工业化施工“学校”。第聂伯工程锻炼了大批干部,他们参加了以后各项工程建设,并且成为生产的指挥者。第聂伯电站建设周期比较短,仅有5年。

第聂伯电站各项水工设施与建筑物,符合Г·О·Э·Л·П·О规划关于综合利用水力、水利资源的要求。堤坝将水位提高30米,河水深度加大,第聂伯河全程通航。第聂伯电站为发展工业,提供重要基础。在它的周围形成大型工矿企业群,其中有扎波罗日钢铁厂、第聂伯钢厂、炼铝厂、铁合金厂等。强大电流也使电站附近农业区实现了电气化。

第聂伯电站共有9台机组,总容量55.8万千瓦;机组乃专门定制,单台功率6.2万千瓦,在当时是最大的机组。设计该电站时,考虑到水电厂和顿巴斯火电厂,协调运行。雨季或涨大水时,多余水电送往顿巴斯,枯水季节顿巴斯热电厂向第聂伯附近厂矿供电。可是,顿巴斯至第聂伯的15.4万伏高压线路,迟至1940年才建成投产。该高压输电线路为全国大电网之一——南方区域电网的形成,奠定了牢固基础。

1927年,第一个五年计划前夕,在极为复杂与困难的地质条件下,开始建设斯维里地区9.6万千瓦的尼日涅斯维尔水电站,工地领导人是Г·О·格拉弗焦。经济恢复期以后,电站功率增至10.9万千瓦。在世界建筑史上第一次将沉重的电站厂房和高22米的堤坝,成功地建造在塑性粘土层的地基上。为此,设计和采用了水工建筑物的特殊结构,并使之付诸实施。借助