我国西部地区水利发展战略设想与对策

徐世钧

（中国水利学会）

水在我国西部地区社会经济发展中具有特殊的地位，要深化改革，采取有效措施，加快水利基础产业和基础设施的建设，以适应西部地区经济和社会发展的需要。

一、西部地区水利建设成就和存在的问题

1. 水利建设成就

新中国成立以来，西部地区各族人民在党和政府的领导下，进行了大规模的水利建设，取得了很大成就。整修和修建江河堤防 2.18 万 km ；兴建大中小型水库 1.8 万多座，总库容 454 亿 m^3 有效灌溉面积 0.106 亿 hm^2 ,占现有耕地 47% 治理易涝地 50.86 万 hm^2，改良盐碱地 81.73 万 hm^2 ；水电装机 630 万 kW 。这些水利设施在社会经济发展中发挥了重要作用，主要表现为：

①提高了江河防洪能力，主要江河能抗御常遇洪水，基本保障了农业生产的发展和城市人民生命财产的安全。

②增强了农田抗灾能力，初步控制了普通旱涝灾害，为农业持续稳产创造了条件，灌溉面积接近耕地面积的一半，而生产的粮食、经济作物占 2/3 以上。

③兴建供水工程，促进了城市及工业生产的发展，并解决了农村 5 760 万人和 5880 万头牲畜的饮水困难。

④水力发电提供了大量电能，并有 72 个县利用水电实现了初级电气化。

⑤治理水土流失面积 20.8 万 km^2 ，在一定程度上改善了生态环境。

2. 水利建设中存在的主要问题

(1) 水资源短缺　供需矛盾日益尖锐

西北地区降雨稀少，属干旱、半干旱带，西南地区降雨不均，水土资源亦不平衡，故干旱缺水为整个西部地区社会经济发展的严重制约因素。随着人口增加和经济的发展，供需矛盾将日益突出。现有耕地半数没有灌溉设施，经常受旱，以新疆地区、甘肃定西中部地区、宁夏南部山区、云贵高原、陕西黄土高原、四川盆地等最为严重。目前城市多数缺水，比较严重的有西安、乌鲁木齐、成都、贵阳、西宁、金昌等城市。石油、煤炭等矿藏资源因水资源短缺而影响开发。此外，西部地区的山丘区、牧区、岩溶区等还有 2 500 万人、 3 100 万头牲畜饮水困难，亟须解决。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(2）水利设施老化失修　管理薄弱　效益衰减

现有水利设施中，五六十年代修建的大量工程，已经运行了 30 年～ 40 年，老化严重，已建水库有 1/3 为病险库，大中型灌区工程有 1/3 的设施老化。长期以来，由于缺乏更新改造资金，加之管理薄弱，效益衰减，难以为继。

(3) 水能资源开发利用程度低　农村电气化水平较低

西部地区水能资源十分丰富，可开发水能资源占全国的 78%，其中四川、云南、西藏三省区占全国的 64%。由于地处偏僻、远离经济中心和资金不足等原因，水能资源开发利用率很低，仅占可开发总量的 4.4%。已建的农村电气化县标准亦低，目前西部地区用电水平较低，还有一些乡、村用不上电，亟待开发水电。

(4) 水生态环境日趋恶化

随着人口增加和经济的发展，水源污染遍及多数江河，　90%污水未经处理直接排放水域，不仅破坏了宝贵水源，加剧了水资源紧缺状况，而且污染了环境，严重影响了人民的健康。不少缺水城市超采地下水，造成地面沉陷。西安市等地下水超采，造成建筑物下沉、开裂。一些内陆河流，随着上游工农业的发展，用水量不断增加，造成下游和尾部水流逐年枯竭，天然林区衰退，草场退化沙化．塔里木河、石羊河、黑河下游末梢均已枯竭，生态环境日趋恶化。

(5) 水土流失仍在发展　边治理边破坏的现象依然存在

水土流失地区初步治理面积只占水土流失总面积的 1/4 ，而许多地区水土流失仍有发展趋势，边治理边破坏的现象依然存在。在山丘区由于水土流失，土地生产率和可承载能力低，有些地方继续开垦陡坡，滥伐森林，形成“越穷越垦，越垦越穷”的恶性循环。加之开采各类矿藏资源时，未能采取必要的水土保持措施，又加剧了自然侵蚀的发展，加重了这些地区的水土流失。

二、西部地区水利发展战略设想

1．水利发展的指导思想

要认真贯彻中央确定的我国现代化建设三步走的战略部署，充分体现水利是国民经济基础设施和基础产业的地位，水利建设布局要与国民经济发展战略布局及区域经济发展布局紧密结合。水利要为国民经济、社会发展和改善环境提供全面服务。水利要适应社会主义市场经济，深化改革经营体制，建立具有活力的水利运行机制。发展水利要整体考虑各地区、各部门对水的合理要求，发挥水资源的综合利用效能，节约用水，适应国民经济持续、快速、健康发展的需要。

2．防洪减灾

防洪基本策略是实行蓄泄兼筹，上游修建拦蓄工程，下游增加泄量。主要江河要求能

防御 20 年 ~ 50 年一遇的洪水，重点治理河道为：宁夏黄河河段，陕西黄河小北干流和洛河、渭河下游，四川岷江、嘉陵江，青海湟水，新疆叶尔羌河、乌鲁木齐河，云南南盘江等。对中小河流要能抗御 10 年 ~ 20 年一遇的常遇洪水和排泄 5 年一遇涝水。西部地区暴雨集中，危害较大，要加强山地灾害防治和预警措施，进一步减轻山洪暴发和泥石流的危害。

要加快病险水库加固，对于现有占总水库 1/3 的病险水库，争取在 15 年内基本完成加固任务。

对有防洪任务的城市，按统一规划，有计划、有重点地分步实施，逐步达到国家规定的防御标准，以保证城市和经济发展的安全顺利进行。

3. 水资源开发利用

随着经济社会发展和人民生活水平的提高，各行业用水量将进一步增加，供需矛盾势必更加突出。要缓解水资源紧缺矛盾，必须开源、节流、保护并重，贯彻“统一规划，全面节流，积极开源，强化管理，注意保护”的方针，大力提高水的利用率，向节水型经济方向转变，以适应经济和社会对水资源的需求。

(1) 节约用水　提高水的利用率

目前西部地区农业用水占总用水量的 80%，由于灌区工程不配套，技术落后，多数渠道无防渗设施。灌溉水有效利用系数较低，只有 0.4 左右。许多工业设备陈旧，工艺流程落后，工业用水重复利用率只有 0.3 ~ 0.4，因此节水潜力巨大。需要制定各地方水的中长期供求计划，严格控制各项用水定额，要完善灌区工程配套，做好渠道防渗工作，推广先进的灌溉技术。限制耗水量大的企业发展，结合技术改造，改进用水工艺。城市生活用水采用先进节水器具，建立节水鼓励机制，节约、高效利用有限的水资源，建立节水型农业、节水型工业和节水型社会。

(2) 合理开发利用水资源

①积极开发利用河川水资源，兴建必要的调蓄水库。我国西部地区许多河流目前缺乏骨干调蓄工程，现有大型水库仅 39 座，库容 196 亿 m^3，仅占全国大型水库库容的 6%；中型水库 474 座，库容 137 亿 m^3，占全国中型水库库容的 19%。要在江河上选择条件较好的河段修建骨干调蓄水库，为工农业和城市用水提供水源。考虑兴建的重点工程有：在黄河黑山峡河段兴建大柳树水库，可发展灌溉 128 万 hm^2，可供煤田、天然气开发用水，并能改善黄河上游梯级电站运行条件，以及解决沿线数十万人饮水困难；宁夏沙坡头枢纽工程，为发电和改善扩灌 11.93 万 hm^2 提供水源；青海黑泉水库，提供西宁市供水和灌溉；甘肃兴建昌马、正义峡、九甸峡水库，其中昌马、正义峡为疏勒河、黑河流域开发提供水源；九甸峡水库可为引洮接济定西发展 7.73 万 hm^2 灌溉的龙头水库。陕西金盆、东庄水库，为西安市用水和渭河流域综合开发供水；新疆乌鲁瓦提、下板地、布仑口等水库，为南疆发展经济提供水源；四川兴建紫坪铺、亭子口、武都等水库，为四川盆地工农业提供用水；云南修建渔洞、柴石滩等水库，为昭通地区和昆明市供水；西藏兴建满拉、直孔等水库，

为“一江两河”开发提供可靠水源。

②合理开发利用地下水。西部地区地下水利用率不高，在四川盆地、关中平原、甘肃河西、宁夏河套、新疆山间盆地河谷平原等地区，地下水潜力较大，可进一步开采利用，以发展灌溉和提供工业与城市生活用水。

(3) 兴建跨流域调水工程

①“南水北调”西线工程。西北地区土地矿藏资源丰富，从长远发展来看，单靠黄河及内陆河的水量远不能满足其经济发展和生态环境的需要，还必需依靠外流域调水。初步研究从通天河、雅砻江、大渡河可分别调水 100 亿 m^3，45 亿 m^3，50 亿 m^3，合计 195 亿 m^3，调入黄河上游。调水对长江影响较小。该工程可使西北及其邻近地区的国土资源得到综合开发，又是开发荒漠资源、改善周围地区生产生活环境的关键工程。工程的主要困难是修建一些高坝和长隧洞，所在地区又都是高寒地区。但从当前科技发展的水平和国内外打隧洞的技术经验看，技术问题可以解决。当前应抓紧进行前期工作，使“南水北调”西线工程作为下世纪的一项战略性工程，以促进大西北经济的发展。

②新疆引额工程。一期工程由额尔齐斯河修建调节水库“635”枢纽，经输水渠引水至克拉玛依，解决石油开发和城市用水，并提供沿途农牧业灌溉用水。二期工程引水至乌鲁木齐，满足以乌鲁木齐为中心的天山北坡经济开发带、北疆油田及阿勒泰中部地区农牧业发展用水要求，促进该地区社会经济发展和社会稳定。

③甘肃引洮工程。从洮河修建九甸峡水库抬高水位，经输水渠、隧洞引水至定西干旱区 11 个县，可灌溉农田 7.73 万 hm^2，解决 250 万人饮水困难，是促进干旱、缺水、贫困的定西地区经济发展的战略工程。

④青海引大济湟工程。以西宁市为中心的湟水流域是青海的经济发展中心和主要农业区，目前当地水利用率较高，水资源短缺。计划从大通河建调蓄水库，并经隧洞、渠道调水至湟水流域，调水量 8 亿 m^3，可灌溉东部 11 个县的农田 10 万 hm^2 及提供西宁市用水。

⑤陕西黑河一石头河引水。由黑河、石头河引水，经 104 km 输水渠和新建金盆调蓄水库，将石头河、黑河水调至西安，设计日供水量为 110 万 t，提供西安市城市工业及生活用水。

4. 农村水利建设

西部地区农业基础薄弱，单位面积产量不高，要在现有耕地上保持粮食及其他主要农产品产量的稳定增长，增加农民收入，脱贫致富并保护和改善农业生态环境，实现农业的可持续发展，必须坚持不懈地开展农田水利建设，提高抗御水旱灾害的能力。同时解决人畜饮水，不断提高农民生活水平。

(1) 加强现有灌溉设施的更新改造　扩大灌溉面积

对现有灌溉面积中的中低产田，按节水、节能、高产的要求改造治理，对渠道灌区重点进行渠系配套，防渗衬砌；井灌区大力推广管道输水；积极发展喷、滴灌等节水措施，争取 15 年内灌溉水的利用系数由 0.4 提高至 0.6，从节水中求发展。西北地区耕地后备资

源丰富，要积极开源节流，扩大灌溉面积。宁夏将兴建扶贫扬黄灌溉工程，抽引黄河水，垦荒扩灌南部干旱区 13.33 万 hm^2农田。四川都江堰、非钟、武都引水以及大桥等灌区的配套扩灌。新疆叶尔羌河、伊犁河等灌区配套挖潜及开采地下水，扩大灌溉面积。

(2) 重视农田排水　加快除涝及盐碱地改良

结合农业综合开发区水利建设，治理易涝地，改良盐碱地，重点有四川盆地、陕西关中平原、宁夏河套、甘肃河西走廊、新疆平原灌区等地。

(3) 加快坡耕地改造　提高旱作农业的生产能力

对坡耕地重点进行梯田、坝田、条田建设，加强抗旱水窖点浇、水利土壤改良、蓄水保墒措施，提高抗御水旱灾害能力。云贵山丘区、宁夏西海固、甘肃定西和陕北、青海、新疆等贫困山区，要通过坡改梯建成一批基本农田。

(4) 积极发展牧区水利

在新疆、青海、西藏、甘肃等主要草原畜牧区，加强饲草饲料基地和天然草场灌溉设施建设。同时，解决好牧区的人畜饮水问题，并为牧区由游牧转变为定居、半定居创造水利条件。

(5) 解决人畜饮水

西部地区尚有2 500 万人(其中西北地区 1 100万、西南地区 1 400 万人)、 3 000 万头牲畜(其中西北地区 1 600 万头、西南地区 1 400 万头)饮水困难,要在 2000 年基本解决，争取 2010 年全部解决。

5. 水电建设

要充分利用西南地区水能资源丰富的优势，加快水电开发。要实行大、中、小结合，高低水头并举。要结合江河治理，建设一批具有综合利用效益的大中型水电工程。规划综合利用的重点水电站有：黄河大柳树，甘肃九甸峡，宁夏沙坡头，陕西东庄，新疆下板地、布仑口，四川亭子口、紫坪铺、合川、彭水，云南遮帽、马鹿塘，贵州榕江、五马河，西藏直孔、旁多等水电站。

认真贯彻“地方为主、国家扶持”、“自建、自管、自用”、“谁投资、谁所有、谁收益”的方针，加快中小水电开发，选择一批水能资源丰富、建设条件较好、可进行梯级开发的中小河流，按照“流域、梯级、滚动、综合”的原则，进行滚动开发.

农村水电建设是促进当地经济发展、社会进步、提高人民生活水平的一个重要途径，西部地区于“九五”期间，在已建成 102个初级电气化县的基础上，将进一步建设 177 个电气化县，其中西北地区 69 个，西南地区 108 个。这些县绝大多数是老少边穷地区，发展小水电对促进当地经济发展、帮助当地人民脱贫致富具有十分重要的作用。

6. 水土保持

水土保持是山区发展的生命线，是国土整治、江河治理的根本，是国民经济和社会发

需要全本请访问 www.ertongbook.com

展的基础。要认真贯彻“预防为主，全面规划，综合防治，因地制宜，加强管理，注重效益”的方针。要加快防治步伐，将水土保持工作与山区经济融为一体，为保护水土资源、提高土地的生产能力，为山区农民脱贫致富奔小康创造条件。重点治理区有陕甘宁黄土高原、四川长江上游地区、云贵高原、宁夏南部山区、甘肃定西地区以及陕西无定河、皇甫川、窟野河流域等。

在加强预防监督的同时，对不同类型的水土流失采取不同治理对策，在严重流失区，开展重点支流治理及治沟骨干工程，就地拦蓄水土资源。在一般水土流失区，以中小流域为单元进行小流域治理，发展小流域经济，改善生态环境，工程措施与生物措施相结合，建设基本农田，推行保土耕作，进行综合治理，综合开发。

对宁夏、甘肃、新疆等近代沙漠化地区进行防治， 推行工程、生物结合的综合措施，保护和改良遭受风沙危害的草原、农田，遏制风沙区生态环境恶化趋势。

7. 保护水资源　改善水环境

按照“以防为主，防治结合，谁污染，谁治理”的方针，保护水资源，防治水污染，改善水环境。切实加强对水资源的统一管理，充分发挥水资源多功能作用，达到经济效益、社会效益和环境效益的统一。主要措施包括：

①加强对水域排污的监督管理，严格控制工业及城市排污。对黄河干流兰州段，云南滇池，青海湟水，陕西洛河、渭河，四川府河，贵州南明河等严重污染河段，限期治理重点污染源，力争 2000 年使水污染趋势基本控制， 2010 年重点水源地水质达到国家地面水二级标准。

②结合水源工程兴建和节水措施实施，对西安等城市及工矿区地下水超产地区，严格控制地下水开采量，有条件的地方可采取地下水回灌措施，防止地下水位继续下降。

③统筹兼顾上下游，改善水环境。对塔里木河、黑河、艾比湖、博斯腾湖、青海湖等重点湖泊、河流，要统筹兼顾，留有一定生态用水，防止生态环境的进一步恶化。

三、对策和措施

1. 加强水资源统一管理

水行政主管部门按照《水法》的规定，负责水资源开发利用统一管理。各级政府切实抓好水资源的统一规划，贯彻统筹兼顾的原则，制定中长期水资源综合开发利用和保护规划，对于各行业、各部门用水要进行综合平衡协调，合理配置水资源，地表水、地下水统一开发、联合运用，按照经济和社会可持续发展的战略，使水资源开发利用获得最佳的总体效益。

2. 增加水利投入

国家和地方财政要逐年增加对水利的投入，应保持或高于财政收入的增幅。国家对西部地区水利要予以支持，投资作相应倾斜，由国家、地方、集体、个人多元化、多渠道、

多层次筹集资金，形成“水利为社会，社会办水利”的机制。建立水利建设专项基金，可从国家规定的水利收费中提取以及通过征收防洪保安费、水费附加费等方式筹集。国家加大对西部地区水利的金融信贷规模，建议延长政策性贷款和商业性贷款还款期，并予以一定的财政贴息。引进外资向西部地区倾斜，并给予水利项目优惠条件。吸引东部、中部地区资金，联营开发西部地区水利水电工程。

3. 改善现有水利工程设施

从各级水利基建经费和水利建设专项基金中，安排一定比例，统筹用于水利工程的更新改造。国家增加对西部地区水利更新改造的信贷规模，并建议延长贷款期和予以财政贴息。

4. 节约用水　保护水资源

强化节约用水管理，各级政府制定水的中长期供求计划，执行取水许可证制度，在西北缺水地区实行“以供定需”。农业用水应大力发展渠道防渗、管道输水、喷滴灌、膜上灌等节水灌溉技术，降低灌溉用水定额。工业用水应推广节水工艺，降低水耗，制定合理用水定额，提高重复利用率。城镇生活用水应推广使用先进节水器具，按户计量收费，实行累进水价。加强水资源保护监测管理，制定各行业污染物排放的限定标准，实行排放废污水的总量控制，限期治理重点污染源。

5. 建立和完善水价及收费制度

按水利固定资产重估值核定水价。实行新水新价、超用水加价、水费保值等办法。合理确定水价和收费制度。根据国家宏观经济运行情况，分步提高水价，农业灌溉用水要达到包括折旧在内的成本价格，城乡生活和工业用水的价格要达到社会平均利润水平，使水利工程逐步形成良性运行机制。

6. 提高集约经营水平

贯彻“科学技术是第一生产力”的思想，增加对科技研究和发展的投入，提高水利科技开发经费，建议占水利基建投资的 1.5%左右。建立科技开发推广基金，开发并推广一批适用的水利科学技术和先进的管理技术，提高水利集约经营水平。

7. 依法治水管水

通过立法，尽快完善《水法》的配套法规和地方性法规，形成完整的水法规体系，实现依法治水。加强水利执法工作，建立水利执法队伍，用法律规范水事行为，巩固水利建设成果，促进水利事业健康发展。

跨流域调水——“南水北调”西线工程

刘 新

（黄河水利委员会勘测规划设计研究院）

一、跨流域调水

水是生命的源泉，是一切生物赖以生存以及发展经济必不可少的条件，是不可替代的宝贵资源。没有水就没有人类社会的发展和存在。

然而，大自然给人类的这一资源并不是均等的，在最需要水的时间和地点，得不到最低限量的供给，而有些地方水资源又特别丰富。为解决某些地区资源的严重不足，跨流域调水是一项有效措施。世界各国修建了很多跨流域调水工程，尤其在原苏联和美国，取得了很好效果。有不少规模宏大的调水工程正在设计拟建中，如美国、加拿大、墨西哥的“北美水电联合计划”，印度的“全国水网”调水工程以及我国的“南水北调”工程等。

二、“南水北调”西线工程

“南水北调”西线工程是从长江上游干、支流调水到黄河上游的一项跨流域调水工程，是解决青海、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西严重缺水问题，是开发利用水资源、整治国土、改造自然，开发西北、兴利华北、发展经济、治理黄河的伟大事业，其影响、规模、效益不亚于三峡工程，对全国经济发展具有战略意义。

“南水北调”西线工程由来已久，早在 1952 年黄委会就组织查勘从通天河调水入黄河的线路。1987 年 7 月，国家计委决定将“南水北调”西线工程列入“七五”超前期工作项目。1990 年国家将西线调水超前期工作列入“八五”计划。

“南水北调”西线工程是一项涉及范围广、部门多、问题复杂的宏大工程。遵照国家计委的部署，以黄委会为主在有关部委及省（区）国土和水利部门的配合下，开展了大规模的基础研究工作。调水工程区海拔 3 000 m ~ 5 000 m，高寒缺氧，自然环境恶劣，交通不便，人烟稀少。在调水区 30 万 km^2 范围内开展了大量的测量、地质、地震、水文、气象、社会环境等方面的基础工作，取得了大量的珍贵资料。还开展了多项专业技术研究，完成了大量的专题技术报告。

三、可能的供水范围

跨流域调水首先必须研究供水范围，这个问题涉及技术可能性、经济合理性及总体安排。“南水北调”西线工程供水范围为黄河流域中上游地区，即我国西北地区和华北部分

地区，包括青海、宁夏、甘肃、内蒙古、陕西、山西等省（区）。由于海拔高程、地形条件、地理位置等因素的限制，这些地区并非全部供水，这个范围简称“受水区”。

四、黄河和受水区水资源短缺程度分析

1. 受水区水资源利用现状分析

受水区年降水量大部分在 400 mm 以下，而且年内降水很不均匀，主要集中在 6 月 ~ 9 月，汛期(7 月 ~ 10 月)河川径流占全年总径流量的 80% ~ 90%，降水量年际变化也很大，年际最大与最小的比值一般为 1 ~ 5，大部分在 2 以上，黄河上中游一些地区素有“十年九旱”之称。

受水区不少城市水源不足，地下水超量开采，如兰州、银川、包头、太原、运城、西安、宝鸡等市已形成大小不等的地下水漏斗，部分地区开始发生地面沉降现象，如太原市地面沉降大于 100 mm 的面积有 108 km^2，西安市地面沉降大于 50 mm 的面积达 151 km^2。按受水区现状水平，经供需平衡计算，总需水量为 343 亿 m^3，可供水量 327 亿 m^3(其中河川径流 275 亿 m^3，地下水 70 亿 m^3)，缺水 16 亿 m^3。

2. 黄河水资源短缺程度预测分析

按 2010 年和 2030 年两个水平年对水资源进行供需预测。预测原则：对黄河流域上中游与下游地区经济发展以国民经济发展的总体战略布局为指导，地处西部的受水区，在一定时期内，经济增长率略高于下游地区；考虑生产技术的进步和节水措施，各行业用水定额呈减少趋势；黄河流域外的用水，按国务院规定的数额考虑。以黄河流域 1990 年人口、工业、农业的供水、用水现状为基础，预测 2010 年和 2030 年人口、工业、农业的增长值和需水量，以及对流域外的供水量。供需平衡计算结果为：黄河流域 2010 年缺水 70 亿 m^3 左右，2030 年缺水 150 亿 m^3 ~ 200 亿 m^3。

五、调水河流水资源分析

长江上游干、支流水量丰沛，多年研究表明，长江上游的通天河、支流雅砻江和大渡河可有大量余水调到黄河上游。如多年平均径流量，通天河直门达站为 124 亿 m^3，到金沙江渡口站为 570 亿 m^3，雅砻江河口站为 604 亿 m^3，大渡河铜街子站为 470 亿 m^3。以 1990 年为现状用水量，通天河流域 0.33 亿 m^3，雅砻江流域 10.73 亿 m^3，大渡河 7.5 亿 m^3。预测 2030 年用水，通天河流域 2 亿 m^3 左右，雅砻江流域 34 亿 m^3，大渡河流域 33 亿 m^3。因此至 2030 年，从整体看余水量仍很可观。而用水地区，主要分布在这些河流的中下游，特别是河口附近，因此，从这些河流的中上游调水，对其本身用水无影响。若调水 195 亿 m^3，并扣除通天河、雅砻江、大渡河国民经济发展的需水量，2030 年河道的余水量仍很可观，这说明调水宏观上对当地工农业发展无影响，有水可调。

六、调水工程方案

1. 调水工程

为了调水就必须修建规模宏大的调水工程。调水工程一是水源工程，就是在这些河流的适当位置修建拦河大坝，抬高水位，以实现“南水北调”自流的态势，另外大坝还可以拦蓄洪水，调节径流，以保证稳定的调水；二是引水工程，主要包括引水隧洞、明渠、渡槽和抽水泵站等，其任务是将长江上游的水引到黄河。

2. 引水河段的选择

通天河、雅砻江、大渡河与黄河的平面相对位置近乎平行，距离较近，这就为西线调水提供了天然的优越条件。愈靠近下游，与黄河的距离愈远，引水线路加长，大坝增高，工程愈艰巨。因此引水河段的选择应适当靠近上游，但又必须保证有充足的径流量。经多方比较，确定通天河歇马一直门达为引水河段，有 4 个坝址：歇马、治加、同加和联叶。雅砻江宜牛一仁青里为引水河段，有 4 个坝址：宜牛、温坡、长须、仁青里，其中大渡河灯塔一斜尔尕为重点引水河段。

3. 引水方式

引水方式分自流和抽水二种，自流引水即水库的水通过引水隧洞等自流到黄河，工程型式简单，管理方便，运行可靠，但坝高、洞长、工程量大。抽水方式是通过多级泵站输水到黄河，其优点是可降低坝高，缩短隧洞，工程量小，投资少，缺点是耗用大量电力，管理运行复杂。

4. 工程规模

通天河、雅砻江和大渡河调水工程，在推荐的引水河段，对多个坝址进行了工程布置和方案比选。现仅以有代表性的工程方案说明调水工程规模。

(1) 通天河调水工程

共筛选出四个比较方案，即三个自流方案和一个抽水方案，其中“同一雅一黄自流引水”方案是在同加建 302 m 大坝，先从库区引水到雅砻江，隧洞长 158 km，再从雅砻江引水到黄河，隧洞长 131 km，隧洞总长 289 km，线路避开了大的断裂带，可调水量 100 亿 m^3。

(2) 雅砻江调水工程

共比选出四个方案，即三个自流引水方案和一个抽水方案，其中“长一恰自流引水”方案是在雅砻江长须建 175 m 大坝，然后通过 131 km 隧洞，在恰给弄沟口引水到黄河，可调水量 45亿 m^3。引水线路避开了高裂度地震区，地质条件相对较好。

(3) 大渡河调水工程

该工程是在斜尔尕修建 296 m 高的大坝，并且修建三级泵站，总扬程 458 m ，装机容量 125 万 kW ，年用电 71 亿 kWh，线路总长 30 km ，其中隧洞长 28.5 km ，在黄河支流贾曲入黄。

调水工程规模宏大，设计和施工上均有一定难度，例如高坝的设计和施工、深埋长隧洞的施工以及高扬程大流量泵站的设计和制造等，在世界上还不多见，但根据目前的技术水平，这些困难还是可以克服的。

七、调水影响

调水对调出河流的梯级电站将产生大的影响。例如调水 145 亿 m^3 时，年发电量损失 370.6 万 kWh ，保证出力减少 282 万 kW ，年经济损失 141.53 亿元。另外对局部河段的漂木产生一些影响，年损失 0.32 亿元。全年经济损失 141.84亿元。库区也将淹没一些森林、草场和建筑物。对水质和生态环境的影响，今后将进一步加以研究。

八、调水工程综合效益

1. 经济效益显著

若按 2030年调水 145 亿 m^3 计算，年灌溉效益(所增灌溉面积 128 万 hm^2)126 亿元；年城镇生活供水和工业效益 361.64 亿元；年发电效益(保证出力增加 350.0 万 kW ，年发电量增加 309.91 亿 kWh)为 128.97 亿元。合计年经济效益值 616.72亿元，扣除年经济损失值，年净效益为 474.87 亿元。调 1 m^3 水入黄河，年效益为 3 元左右。

2. 社会效益巨大

西部地区要实现经济腾飞，受水资源制约，土地、矿产、能源优势不能发挥。西线调水后，为西北开发准备了良好基础条件，对缩小东西部差别，促进全国经济发展有重大战略意义。调水使农业增加供水量 109 亿 m^3 ，增产粮食 1 168 万 t ，满足了本区粮食需要。

调水促进了本区工业发展，也带动了第三产业，城市化程度提高。据初步估算，直接增加的工业产值可提供几百万个就业机会，缓解了就业压力。增加城市生活供水 19.4 亿 m^3 ，解决了城乡生活用水紧张问题，并可发展绿化、调节气候、改善环境，提高了人民生活水平。

由于西部土地资源得到开发以及工矿业的发展，在经济规律调节下，可自然完成“经济移民”，有利于减少东部沿海地区人口压力。

综上所述，“南水北调”西线调水是一项规模宏大的跨流域调水工程，影响深远，经济效益显著，社会效益巨大，对于国土资源开发、经济发展、民族团结、社会稳定、生态环境改善以及我国综合国力的提高都有重大的作用。“南水北调”西线工程势在必行。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

我国西部地区水资源利用

任华国

（宁夏回族自治区 计划委员会）

一、西部地区水资源状况及其特点

年降水量的分布趋势由东南向西北逐渐减少，而其年变差系数则逐渐增大，降水主要集中于雨季四个月，并多为暴雨。

西部地区平均年降水量 509.3 mm，相当于全国平均年降水量的 78.55%,但西南地区达到 856.2 mm，为全国平均数的 132.05%，西北地区仅有 242.1 mm，为全国平均数的 37.34%。西部地区年降水总量 27 257 亿 m^3，为全国年降水总量的 44.04%，其中西南地区 19 939 亿 m^3，占全国总量的 32.22%，西北地区 7 318 亿 m^3，仅占全国总量的 11.82%。

降水量的地带分布从十分湿润带到干旱带。十分湿润带(年降水量＞ 1 600 mm)仅分布于云南西南部、西藏东南隅和四川西部山地。湿润带（年降水量 1 600 mm ~ 800 mm)包括云南、贵州、陕南及四川的大部分地区。半湿润带(年降水量 800 mm ~ 400 mm)包括陕西大部，甘肃、青海东南部，新疆北部和西部山区，四川西北部及西藏东部。半干旱带（年降水量 400 mm ~ 200 mm ）包括宁夏、甘肃大部，青海、新疆部分山地和西藏部分地区。干旱带(年降水量＜ 200 mm）包括宁夏、甘肃北部，青海柴达木盆地，新疆塔里木盆地、准噶尔盆地，以及藏北高原大部分地区。

降水的季节分配：多年平均连续最大四个月降水量大部分地区出现在 6 月 ~ 9 月或 5 月 ~ 8 月,部分地区为 5 月 ~ 8 月或 7 月 ~ 10 月，四个月降水量一般占全年总量的 60% ~ 80%，降水又多以暴雨形式降落。

在兰州—秦岭一线以南，年降水量变差系数 Cv值一般在 0.25 以下，西南诸河的东部地区，是全国降水量 Cv 值最小地带，一般在 0.20 以下。广大西北地区，除天山、阿尔泰山、祁连山等地年降水量 Cv值较小以外，大部分地区在 0.40 以上，干旱盆地可达 0.70 以上，这是大陆性气候极强的一种反映。

平均年径流深、年径流量的分布趋势与降水量相一致，地表水资源、水能资源主要集中分布于西南地区。西部地区平均年径流深 242.7 mm，为全国平均年径流深的 85.43%，其中西南地区为 466.7 mm，为全国平均水平的 164.27%,西北地区为 70.0 mm,仅为全国平均水平的 24.64%。西部地区平均年径流量（地表水平均年资源量)12 986.5 亿 m^3,占全国平均水平的 47.89%，其中西南地区 10 869 亿 m^3，占全国平均水平的 40.08%,西北地区 2117.5 亿 m^3，仅占全国平均水平的 7.81%。地表水资源主要集中分布于西南地区。

我国内陆河水资源除内蒙古有 47.3 亿 m^3 外，其余均分布于西部地区，水资源总量为 1153.4 亿 m^3，其中甘肃河西 80.2 亿 m^3，占 6.95%,新疆(包括准噶尔、中亚细亚、塔里木

内陆河)750.4 亿 m^3，占 65.06%，青海 76.3 亿 m^3，占 6.62%，西藏羌塘 246.5 亿 m^3，占 21.37%。西北地区内陆河水资源总量 906.9 亿 m^3，占西北地区水资源总量的 40.6%，具有重要地位。

地下水平均年资源量较大，但主要由地表水转化而来，地下水状况对西北地区农业生态环境及水资源开发利用有较大影响。

西部地区地下水平均年资源量 4 044.4 亿 m^3，占全国平均年资源量的 48.8%，其中西南地区 2 892.8 亿 m^3，占全国总量的 34.9%，西北地区 1 151.6 亿 m^3，占全国总量的 13.9%。但地下水主要由地表水转化而来，减去重复计算量，西部地区地下水净资源量为 120.4 亿 m^3，其中西南地区 2.8 亿 m^3，占 2.3%，西北地区 117.6 亿 m^3，占 97.7%。

西北地区地下水资源主要分布于河流冲积平原及盆地，多由地表水（包括灌溉水渗漏损失）转化而来，水质较好的地下水是工农业用水及城镇供水的重要水源，但当地下水位上升到临界深度以上时，将导致土壤的次生盐渍化，给农业生态环境带来不利的影响。因此，在西北地区发展灌溉，一般必须建立排水系统，以防治土壤盐渍化。

水资源总量主要决定于地表水，平均年产水模数地区差异很大。平均年水资源总量是指地表水平均年资源量与地下水平均年资源量之和，减去重复计算量之值。西部地区平均年水资源总量 13 106.9 亿 m^3，占全国总量的 46.61%，其中西南地区 10 871.8 亿 m^3，占全国总量的 38.66%，西北地区 2 235.1 亿 m^3，仅占全国总量的 7.95%。西部地区平均年水资源总量中，地表水占 99.1%，地下水净资源量仅占 0.9%。

平均年产水模数地区差异很大。西部地区为 24.99 万 m^3/km^2，为全国平均水平的 83.1%，但西南地区为 46.68 万 m^3/km^2，为全国平均数的 158.5%，而西北地区为 7.79 万 m^3/km^2，仅为全国平均数的 26.4%，陕、青、甘、新、宁分别为 21.50 万 m^3/km^2，8.66 万 m^3/km^2，6.93 万 m^3/km^2，5.34 万 m^3/km^2，1.92 万 m^3/km^2，西北地区是全国最缺水地区，而宁夏为最中之最。

水能资源的分布与地表水资源有类似情况，西部地区理论水能资源 55 749 万 kW，占全国总量的 82.5%，其中西南地区 47 332 万 kW，占全国总量的 70.0%，西北地区 8 417 万 kW，占全国总量的 12.5%；西部地区年可开发电量 48 836 亿 kWh，占全国总量的 82.5%，其中西南地区 41 462 亿 kWh，是我国水能资源的富集地区。此外，黄河上游的龙羊峡至青铜峡也是水能富集段，15 个电站可装机容量约 1 400 万 kW，年总发电量约 500 亿 kWh

二、西部地区水资源分区开发利用方向

据《中国综合农业区划》，西部地区跨内蒙古及长城沿线区部分、黄土高原区大部、西南区大部、华南区部分、甘新区大部及青藏区全部。现按全国农业区划分区界线，以农业利用为主，略论西部地区水资源开发利用方向。

1. 内蒙古及长城沿线区

包括陕北榆林地区沿长城各县及宁夏盐池、同心县。本区当前是以牧为主、农牧结合

的地区，土地沙化、草场退化严重。但本区分布有广阔的宜农荒地资源，且光热资源丰富，是待开发的大柳树灌区范围。宁夏已建的固海、同心、盐环定扬水灌溉工程及正在兴建的扶贫扬黄灌溉工程一期工程，均主要分布于这一范围内。因此，发展以引黄扬黄灌溉为主的节水、节能、高产、优质、高效农业，加强土地沙化防治，并与国家能源基地建设结合起来，为这一地区展现出良好的发展前景。

2. 黄土高原区

包括陕西中北部、甘肃中东部、宁夏南部及青海东部，是我国主要农业地区之一。区内有许多山间盆地、河谷平原，特别是关中平原，地表水和地下水资源较丰富，是良好的农耕区。但大部分为黄土高原区，水资源短缺，水土流失严重，旱灾频繁，系以旱作为主，产量不稳不高。

本区水资源利用和水利化的方向是：除地表水、地下水资源条件较好的河谷平原、山间盆地，要继续挖掘水资源潜力，实行节水灌溉，提高水资源利用率，扩大灌溉面积外，对广大的黄土塬、黄土丘陵沟壑和土石山区，要以小流域为单元，以基本农田建设为中心，实行山、水、田、林、路，塬、梁、峁、坡、沟综合治理，工程、生物、耕作措施结合，改变微地形，增加植被，以蓄为主，大、中、小结合，蓄水于水库、塘坝、水窖、土壤，保水、保土、保肥，大大提高降水资源的利用率，以解决水土流失、旱灾频繁、土地贫瘠这互有关联的三大矛盾，把旱作农业提高到一个新的水平。同时，通过调整土地利用结构，发展生态经济型农林牧业，从单纯治理型转变为开发治理型，寓治理于开发之中，寓生态效益于经济效益之中，实现生态、经济、社会效益的统一，从解决温饱逐步走向区域经济开发，依托小流域发展商品生产。

即使在黄土高原北部的干旱带上，如海原县冯川村、固原县倪壕村，由于把微型水源工程及建窖技术、农田节水灌溉技术、“两高一优”农业栽培技术综合组装起来，发展窖蓄微灌技术，也取得了显著的生态、经济、社会效益，这对黄土高原区加速发展“雨养农业”，是一个重要的启示。

3. 西南区

包括陕西南部，甘肃东南角，四川、云南大部，贵州全部，地处亚热带湿润季风气候区，是以山地、丘陵、盆地占优势的我国重要农林生产基地。

本区水资源丰富，但受地形等条件影响，大型骨干工程少，供水设施能力不足，灌溉面积占耕地面积的比重相对偏小，干旱仍然严重威胁着农业生产。因此，除平原、盆地区应调整渠系、加强管理、实行科学用水、改善都江堰等工程外，应以灌溉为主，充分利用地表水资源，以蓄为主，蓄、引、提并举，大、中、小结合，不断提高水利设施供水能力，扩大灌溉面积比重，改变靠天吃饭局面。同时，积极发展水电，解决提水电源，并促进经济、社会的发展。

4. 华南区

包括云南南部，系热带、南亚热带地区，中、低山与宽谷盆地交错，水热条件优越，热带、亚热带生物资源丰富，宜在提高粮食单产和自给水平的同时，发挥“立体农业”优势，因地制宜，合理种植适生的热带、亚热带植物和林木，除大叶茶、甘蔗等外，特别应该发展我国短缺而其他农业区难以栽植的特种产品，如橡胶、紫胶、剑麻、胡椒、南药等以及珍贵树种，建立牢固的生产基地。

由于水资源开发利用程度低，农业生产上存在的主要问题仍然是干旱，要以充分利用河川径流为主，开发地下水为辅，大、中、小型结合，引、蓄、提结合，提高灌溉面积比重，加强水电站建设，为电力提灌提供廉价动力，总结岩溶区修建水库工程的经验，提高水库的效益指标，并注意解决“坝子”的灌溉和防洪问题。

5. 甘新区

包括新疆全部、甘肃河西走廊及宁夏北部。本区绝大部分属干旱荒漠气候，光能资源丰富，热量条件大部较好，生长期气温日较差大，极有利于有机物质的积累；土地广阔，以高平原占绝对优势，广大的山麓平原和土质戈壁，只要有水灌溉即可成为良好的耕地。但本区气候干旱，年降水量普遍小于 250 mm ，没有灌溉就没有农业。

所幸宁夏北部有引黄灌溉之利，河西走廊、新疆虽以内陆流域为主，但高山与盆地相间分布，阿尔泰山、天山、昆仑山、祁连山等高山区降水量比较丰富，在海拔 3 500 m 以上的高山区，广泛分布着永久积雪和现代冰川，成为高山区的固体水库，夏季部分消融补给河流，成为山麓地带农田灌溉的主要水源。新疆有水资源 882.8 亿 m^3 ,比黄河流域水资源尚多 18.7% ；河西走廊也有水资源 80.2 亿 m^3 。因此，在水资源利用上要以节水为主，充分挖掘水资源潜力，发展节水农业和节水灌溉，扩大灌溉面积；同时要改良盐碱地，防治土壤次生盐渍化，防风固沙，保护水源，涵养林草区，满足人畜饮水，发展牧区人工饲草料基地和干旱天然草场灌溉，为建设粮、棉、畜产品基地和石油化工、能源、有色金属基地服务。

6. 青藏区

包括西藏全部、青海大部及甘肃、四川、云南的一部。本区的主要自然特点是高寒，但光能资源丰富，是全国太阳辐射量最多的地区。本区的生产发展方向应以牧为主，农林牧并举，大力建设全国性的牧业和林业基地，发展区内自给性的粮食生产。

本区水资源、水能资源丰富，但开发利用程度低。要兴修水利，发展草场灌溉，推广草田轮作，建立牢固的人工草料基地。为发展种植业，建立区内商品粮基地，要以长江上游各支流谷地、雅鲁藏布江中游谷地（包括“一江”—雅鲁藏布江，“二河”—拉萨河、年楚河地区）、黄河上游谷地为重点，大兴水利，大搞农田基本建设，建设高产稳产农田，把上述三大产粮区建成区内商品粮基地。

三、西线“南水北调”的可能性与必要性

我国北方地区严重缺水，特别是海河流域、滦河流域、黄河流域和西北内陆流域。

新疆水资源开发利用尚存在较大潜力，并可考虑兴建额尔齐斯河水东引、南调工程。

其他北方省区，因邻近的长江流域有丰富的水资源，有跨流域调水的有利条件。长江全流域有水资源总量 9 613.4 亿 m^3，为黄河流域水资源的 12.9 倍。仅以长江上游而论，金沙江有水资源 1 535.0 亿 m^3，岷江、沱江有水资源 1 035.8 亿 m^3，为黄河流域水资源的 3.5 倍。因此，“南水北调”方案，东线调水 186 亿 m^3(分三期实施,一期过黄河 200 m^3/s，年调水约 63 亿 m^3)，中线调水 200 亿 m^3，西线调水 195 亿 m^3(雅砻江 45 亿 m^3，通天河 100 亿 m^3，大渡河 50 亿 m^3)，三线共调水 581 亿 m^3，只占长江流域水资源总量的 6%，这是完全可能的，不会对长江流域水资源利用带来显著的影响。

据有关部门的匡算，“南水北调”西线工程受水区的青、甘、宁、蒙、陕、晋六省区，包括国民经济各部门用水需要，2000 年将缺水 80 亿 m^3 ~ 100 亿 m^3，2030 年将缺水 300 亿 m^3，形势十分严峻。西线“南水北调”195 亿 m^3（初步分配方案甘、陕、蒙、晋各 39 亿 m^3，宁 32 亿 m^3，青 7 亿 m^3)，相当于受水区调水前水资源量的 45.9%，缺水的严峻形势将大大缓解。“南水北调”西线工程的实现，将带来巨大的生态、经济、社会效益，是受水省区希望之所在。

我们认为，在“南水北调”工程实施前，按照 1993 年 8月 20 日国务院第七次常务会审议通过的《90 年代中国农业发展纲要》的要求，在 90 年代“开工建设大柳树工程”，是十分必要的。大柳树与已建的龙羊峡、在建的小浪底，并列为黄河流域综合开发治理的三大水利枢纽工程。由于大柳树库容大、寿命长、蓄水多、调节能力强，为解决近期供水提供了可靠保证，远期实施西线“南水北调”后，大柳树的反调节作用将更为显著；大柳树装机容量大,年发电量多,有利于水(电)火(电)共济及与华北联网,并为扬水灌溉提供廉价电力。为开发大柳树灌区创造极为有利的条件，对扶贫攻坚、改善生态环境和建立牢固的农林牧业商品基地，将产生极为深远的影响，势在必行。

加速开发黄河上游　振兴西北地区经济

刘道祥

（电力工业部西北勘测设计研究院）

早在 50 年代，黄河流域第一个综合规划报告——《黄河综合利用规划技术经济报告》由中苏两国专家共同完成，并经第一届全国人民代表大会第二次会议审议通过。该报告根据黄河流域的特点，提出了黄河上游龙羊峡至青铜峡河段（以下简称龙一青段）的开发重点是水力资源。几十年来，通过广大沿黄各省区和工程技术人员的共同努力，在该河段建成了龙羊峡、刘家峡、盐锅峡、八盘峡和青铜峡 5 座大型水电站，并有李家峡和大峡 2 座水电站正在施工建设。设计部门还根据形势的发展，分别于 1983 年和 1993 年提出了《黄河上游干流龙羊峡至青铜峡河段梯级开发规划报告》和《黄河上游龙羊峡至刘家峡河段中型电站规划》，实践证明：龙一青段以水电开发为主的指导思想是正确的，符合该河段实际。黄河作为西北地区最大的河流，千百年来为该地区的繁荣和发展发挥了巨大的作用，随着经济和社会的发展，她必将发挥更大的作用。因此，应大力开发黄河上游资源，加快建设步伐，使之尽快地、充分地发挥其应有的作用。

一、丰富的水能资源　优越的开发条件

龙一青段流经青海、甘肃、宁夏三省区，全长 1 023 km，流域面积 14.34 万 km^2，集中落差 1 324 m。根据规划按 25 个梯级开发，最大利用水头 1 245m，总装机容量 16 584 万 kW，年发电量 58.9亿 kWh。目前包括已建和在建有 7 座水电站，总装机容量为 558.8 万 kW，年发电量 230 亿 kWh，占该河段全部装机容量的 35.4%，年发电量的 40.5%；尚有 18 座大中型水电站，总装机容量 1 026 万 kW，年发电量 338 亿 kWh，有待于开发。

黄河上游龙一青段是我国水电的“富矿”，具有其他河段无法比拟的优越开发条件。具体表现以下几个方面：

①自然条件好。河段落差集中，径流稳定，洪水流量小。地形地质条件良好，各梯级坝址基本都位于峡谷的进口或出口处，两岸基岩裸露，河床覆盖层浅，坝址区域稳定。各梯级电站水位基本衔接，河段水头利用率达 94%。

②建设条件好。河段内以兰州为中心有陇海、包兰、兰新和兰青等铁路干线，各坝址间均有公路相通，且与省干线公路相连，对内对外交通方便。各梯级之间基本是大、中型电站相间的布局方式，有利于以大带小，梯级连续开发。

③淹没损失小。本河段单位千瓦淹没耕地和迁移人口指标远低于全国平均水平，电站建成后可大大改善当地的自然、社会和生态环境。

④工程量小，建设工期短。各电站的工程量指标均大大低于全国平均水平，施工工期

需要全本请访问 www.ertongbook.com