

北朝鮮の水資源利用現状と展望

権哲男 中国延辺大学経済管理学院教授

水资源主要利用于水力发电、农业灌溉、产业和生活用水。在本文中，就对朝鲜的水力发电和农业灌溉现状进行分析，探讨存在的问题，并展望发展趋势。

1. 水资源禀赋条件

朝鲜的水力资源蕴藏量估计 9474.9MW(兆瓦)，其中鸭绿江水系为 4524.5MW，占 47.8%，豆满江水系为 929.9MW，占 9.8%，大同江水系 857.1MW，占 9.0%，清川江 5.3%，这四条河占了 71.9%。截止 2003 年，鸭绿江水系水力资源蕴藏量的 77% (3465MW)、豆满江水系水力资源蕴藏量的 58% (542MW)、大同江水系水力资源蕴藏的 35% 得到开发¹。

朝鲜的可开发水力资源量，一般认为 880 万KW(千瓦)至 960 万KW。如果把可开发水力资源量看做 880 万KW，其中已经开发的 500 万KW，那么可开发水力资源有 380 万KW²。据 2009 年统计，朝鲜的水资源总量为 1111 亿立方米，其中可利用水资源量 711 亿立方米，占 64.0%，实际利用水资源量 551 亿立方米，占 48.7%。在实际利用水资源中，用于水力发电的 454 亿立方米，占 84.0%，农业灌溉 76.3 亿立方米，占 12.2%，其余产业用水和生活用水各占 2.1%和 1.7%³，绝大部分水资源用于水力发电，而产业用水和生活用水很少。

2. 水力发电

朝鲜的电力工业发展方针是积极利用国内丰富的水力资源和煤炭资源发展水力发电和火力发电。因此，从建国初期开始，利用丰富的水力资源和中朝合作开发水力资源的有利条件，积极促进水力发电站建设，取得了很大成果。但是进入 2000 年代后，虽然水力发电站数量和装机容量大幅度增加，但水力发电量且停滞不前，而火力发电量大幅度下降，出现了严重的电力不足问题。。

(1) 电力工业发展政策及发电量和发电结构演变

朝鲜为满足经济发展所需的电力需要，积极促进电力生产的同时，曾试图合理调整水力和火力发电结构，但始终未能改变水力发电为主的发电结构。自 1990 年代开始，水力发电量和火力发电量的比率基本上维持在 6:4，水力发电占主导地位。朝鲜的电力工业发展政策及其发电结构变化可划分为以下 4 个阶段(参照表 1)。

第一，建国初期至 1950 年代末为止，朝鲜在苏联和中国等社会主义国家的援助下，致力于鸭绿江水系水力发电站发电能力的回复。1959 年鸭绿江水系水力发电设备装机容量占了朝鲜发电设备装机容量的 96.2%。同年发电量为 78 亿度，其绝大部分是水力发电。

第二，1960-1970 年代，朝鲜采取了水力发电和火力发电均衡发展政策。这是合理布局水力和火力发电结构，克服水力发电的电力供应季节性波动和地域制约大等问题，保证电力稳定供应而采取的措施。在苏联的援助下，建设以煤炭为原料的大规模火力发电站，火力发电量比重迅速上升。结果 1970 年和 1980 年的水利发电量比重上升至 35%和 50%，而水力发电量所占比重降至 65%和 50%。

¹韩国产业银行，《新北韩的产业(下)》，2005 年，291-293 页。

²韩国能源经济研究院，“北韩水力发电事业进出方案研究”，2005 年，205 页。

³首尔大学产学合作团，“为统一的北韩上下水道基础设施构筑研究 2013”，64-65 页。其中，水力发电用水量是由朝鲜提供的 1990 年用水量来代替。

第三, 1980 年代, 朝鲜制定了以发展火力发电为主, 适当调整水力发电站河流布局的电力工业发展政策, 把电力工业发展重点放在火力发电站建设, 水力发电站建设重点则放在鸭绿江水系之外的大同江和东部地区河川, 计划 1984 年为止火力发电量比重提高至 68%⁴。但是, 由于朝鲜的煤炭产量减少和质量下降, 以及火力发电设备引进受阻等原因, 火力发电站建设受挫, 发电结构调整计划遭失败。而新建豆满江水系的 3 月 17 日 (西头水) 水电站等, 水力发电的河流布局得到了一定的改善。结果 1990 年的水力发电量所占比重上升至 56%, 比 1980 年增加 6 个百分点。

第四, 1990 年代开始, 朝鲜重新采取了发展水力发电的政策。1990 年代, 由于苏联解体和朝鲜爆发严重的经济危机, 火力发电站和大中型水力发电站建设很困难, 因此, 主要致力于 1980 年代初动工的水力发电站的建设, 同时积极动员地方政府促进小型水力发电站建设⁵, 水力发电量所占比重 1999 年上升到 55%, 比 1980 年增加 5 个百分点。进入 2000 年代后, 随着经济的缓慢回复, 为缓解电力严重不足问题, 集中力量建设大中型水力发电站, 火力发电站主要致力于提高现有设备的利用率。随之, 水力发电量所占比重 2013 年达到了 63%, 比 1999 年增加 8 个百分点。2014 年受严重干旱的影响, 降至 60%。

表1 朝鲜电力生产结构及发电设备利用率变化 (万KW, 亿度, %)

	装机容量					发电量					设备利用率		
	水力		火力		合计	水力		火力		合计	水力发电	火力发电	合计
	容量	比重	容量	比重		发电量	比重	发电量	比重				
1970	255	72	100	28	355	90	65	49	35	139	40	56	45
1975	273	60	180	40	453	98	54	85	46	183	41	54	46
1980	291	58	210	42	501	106	50	105	50	211	42	58	48
1985	336	56	260	44	596	123	49	128	51	251	42	56	48
1990	429	60	285	40	714	156	56	121	44	277	42	49	44
1995	434	60	290	40	724	142	62	88	38	230	37	35	36
2000	459	61	296	39	755	102	53	92	47	194	25	36	29
2005	481	62	301	38	782	131	61	84	39	215	31	32	31
2110	396	57	301	43	697	134	57	103	43	237	39	39	39
2011	396	57	296	43	692	132	63	79	37	211	38	31	35
2012	426	59	296	41	722	135	63	80	37	215	36	31	34
2013	428	59	296	41	724	139	63	82	37	221	37	32	35
2014	429	59	296	41	725	130	60	86	40	216	35	33	34

资料:杨学忠,任明,《朝鲜民主主义人民共和国经济》,吉林大学出版社,1994年,103页;韩国统计厅;朝鲜统计。
注:发电设备利用率:年发电量/(装机容量×24×365)×100

金正恩第一书记上台后, 仍然继承了 1990 年代开始的积极发展水力发电政策, 并强调发展风力, 地热和太阳能电力的重要性。如金正恩第一书记在 2014 年新年贺词中, 强调了“以水力资源为主, 同时推动利用风力、地热、太阳热等自然能源的发电”。这表明, 朝鲜在今后一定时期依然促进水力发电的发展。但由于陷入严重的经济危机, 自然能源的发电将会受阻。

(2) 水力发电站分布

⁴这是朝鲜在第 2 次 7 年计划期 (1978—1984 年, 缓冲期 1985—1986 年) 制定的政策。

⁵1997—2002 年, 朝鲜以山区为中心, 共建设了 6550 个小型水力发电站, 总装机容量为 22 万 KW, 平均装机容量只有 34KW。韩国统一情报分析局“2001 年度北韓的中小型发电所建设动向”, 2002 年 1 月; 韩国统一部《周刊北韩动向》, 2004 年 6 月, 699 号。

朝鲜的水力发电主要集中在鸭绿江水系、豆满江水系和大同江水系，其水力发电装机容量占了朝鲜水力发电装机容量的 87%，其中鸭绿江水系最大，占了 66%。同时，流域变更式阶梯式水力发电比重很高，其装机容量占了朝鲜水力发电装机容量的 63%⁶。

鸭绿江水系是朝鲜最重要的水力发电基地，水力资源开发率最高，以大型水力发电站为主共有 12 座水力发电站⁷，装机容量达 284 万千瓦。豆满江水系有大中型水力发电站 3 座，装机容量为 60.2 万千瓦，占朝鲜水力发电装机容量的 14%。大同江水系有 5 座水力发电站，装机容量为 32.2 万千瓦，占朝鲜水力发电装机容量的 8%。虽然其装机容量与鸭绿江水系和豆满江水系水力发电站相比普遍小，但都是堤坝式水力发电站，发电量相对稳定。其余水系有大中型水力发电站 5 座，装机容量 54.4 万千瓦，占朝鲜水力发电装机容量的 13%。正在建设中的大中型水力发电站有 8 座，已判明的装机容量为 31 万千瓦，除了金野江军民水力发电站的装机容量达 18 万千瓦之外，其余水力发电站的装机容量都普遍小。

（3）水力发电设备利用率下降的主要原因

水力发电设备利用率在 1980-1990 年维持在 42%，而 1995 年降至 37%，2000 年只有 25%。进入 2000 年代后有所回升，2005 年 31%，2010 年 39%，但是 2011 年开始重新趋于下降，2014 年只有 35%，比 1980-1990 年下降了 7 个百分点（参照表 1）。其原因有以下几个方面。

首先、朝鲜的年降雨量波动大和森林资源破坏的影响。据 2008 年人工卫星影像分析，朝鲜全部山区中 284 万公顷（占 31.6%）已经荒废或开垦成山坡地⁸。这导致森林生态系统的水量储存和调节机能日趋脆弱，河川水流量波动大。同时，加大水土流失，暴雨导致河流的碎石和沙土沉淀于水库，造成水库蓄水能力显著下降。

其次，流域变更式阶梯式水力发电站比重高。此类发电站的流域变更地点基本上都位于河川的上流，水流量本身相对小，因此在发电站下游或附近的中小河川拦河筑坝，利用电网中负荷低谷时多余的电力抽水补充发电用水，待电网负荷高峰时放水发电，从而满足电网调峰等电力负荷的需要。但是，朝鲜电力严重不足，且火力发电量比重低的情况下，用于抽水的电力不够，补充发电用水困难。而且，枯水期或干旱时，所有发电机组的开工率都会大幅度下降。

第三、水力发电设备老化。以 2015 年为准，水力发电设备中使用年限超过 50 年以上的占 34.2%，使用年限超过 30 年以上的占 52.5%，使用年限未满 20 年的发电设备只占 23.8%，发电设备老化现象严重。同时，由于送配电设施老化，在送配电过程中的电力损失率超过 30%⁹。

还有水力发电用水和农业灌溉、工业和生活用水之间的矛盾加深。水力发电站水库，往往是具有发电、防洪、灌溉、给水等综合利用水资源的特性。因此，遇到干旱或枯水期是，先保证农业灌溉及生活和工业用水，影响水力发电量。

3. 水利灌溉

⁶水力发电站分布相关的数据是笔者根据朝鲜各水力发电站的装机容量进行计算。此时，中朝合作运营的水丰、云峰、太平湾、渭原等大型堤坝式水力发电站的装机容量是总装机容量的 50% 计算。

⁷国际上通常把装机容量 0.5 万 kW 以下为小型，0.5—10 万 kW 为中型，10 万—100 万 kW 为大型，超过 100 万 kW 为巨型水力发电站。

⁸《北韩农业动向》，第 15 卷第 4 号，2014 年 1 月，34 页。

⁹日本贸易振兴机构（JETRO）海外调查部，2014 年度“最近の北朝鮮経済に関する調査”、130 页。

朝鲜农业生产的自然条件并不理想。水利灌溉设施建设是朝鲜农业发展的前提条件。虽然朝鲜积极建设各种水利灌溉设施，但是仍然未能满足农业灌溉需要，这主要是水利灌溉设施区域分布不均、电力不足、水利灌溉设施老化等原因造成的。

(1) 水利灌溉设施现状

1960年代至1980年代中期，朝鲜根据各地区的地理地形和河川分布等条件，建设了区域性水利灌溉体系、地方性水利灌溉体系、水库灌溉设施、水泵灌溉设施、筑坝灌溉设施进行水利灌溉。区域性水利灌溉体系是在地势较平坦，水源充足的西部平原地区，以大中河川和大型水库（湖）为主要水源，以大中型水库为补助水源，合理布局灌溉水渠网进行灌溉的区域性大规模水利灌溉设施，其灌溉面积一般10万公顷以上。同时把水资源综合利用于发电、工业用水、生活用水、养鱼、水上运输。地方性水利灌溉体系是在小平原或河川三角洲地区，以大中河川为主要水源，并利用中小型水库、河坝蓄水、抽水站等形成灌溉水渠网进行灌溉的地方性水利灌溉设施。水库灌溉设施是小河川或水源不足的地区建设中小型水库，雨季蓄水进行灌溉。水泵灌溉设施是在河川沿岸或地势高的地区，使用水泵和灌溉用钢管从河川、筑坝蓄水、水库等抽水进行灌溉。筑坝灌溉设施是在河川的中流或上流，拦河筑坝蓄水，以自然流水方式给河坝下游地区进行灌溉。其河坝有固定河坝和简易的临时性河坝两种，朝鲜使用大量的临时性河坝，其蓄水能力有限，且容易遭到洪水破坏。

截止1980年代中期，朝鲜共建成了7个区域性水利灌溉体系，11个地方性水利灌溉体系，拥有1890座水库，36400个抽水站和94700个机井，灌溉水渠总长达到5万公里，水利灌溉设施得到了很大发展¹⁰。

但是，从1980年代中期开始，随着朝鲜经济趋于下滑，水利灌溉设施区域老化。进而1990年代频繁发生洪灾，特别是1995—1996年发生百年不遇的大洪水，使水利灌溉设施遭到严重破坏。同时，电力和石油等能源严重不足，水泵和灌溉用钢管严重老化和破损，导致抽水站无法正常运行。这些都导致了水利灌溉能力的大幅度下降。

2000年代开始，在国际社会的援助下积极促进自然流水式水利灌溉体系建设，相继建成了平安南道的价川-太星湖灌溉水渠和白马湖-铁山灌溉水渠，黄海北道的mirubel灌溉水渠等三条不用电力的自然流水式灌溉水渠，其灌溉面积达到了约17.2万公顷¹¹，改善了区域性水利灌溉体系的灌溉用水供应不足问题。具体水利设施状况如下：

区域性水利灌溉体系以大同江、大宁江、清川江、礼成江为水源，主要灌溉西部平原地区，其中以大同江水系为主要水源的就有以下5个。平南灌溉体系是以大同江、延丰湖、清川江为主要水源，以大中型水库为补助水源，灌溉1市3郡。大同江水自然流入延丰湖，保证灌溉体系用水供应，不仅用于农业灌溉，也利用于水力发电、工业用水、生活用水、淡水养鱼。岐阳灌溉体系是使用水泵从大同江抽水灌溉1市6郡，与平南灌溉体系相连接。1999年11月至2002年10月，朝鲜利用OPEC贷款6310万美元，建设全长150公里的价川-太星湖自然流水式灌溉水渠，大同江水自然流入到岐阳灌溉体系，灌溉面积达99610公顷。瑞星湖灌溉体系是以大同江支流瑞星江和瑞星湖为主要水源，灌溉1市3郡，也利用于工业用水和生活用水供应。载宁灌溉体系是以大同江支流载宁江上的银波湖为主要水源，灌溉5郡的

¹⁰林今淑，《朝鲜经济》，吉林人民出版社，2000年9月，120页

¹¹北韩的大规模灌溉水渠建设（1999-2009），《北韩农业动向》，第15卷第4号，26页。

10 万多公顷水田。延白灌溉体系也是载宁江上的银波湖、长寿湖和礼成江等为主要水源，灌溉 1 市 4 郡¹²。

礼成江为主要水源的新谷灌溉体系是使用水泵从新谷水库和礼成江抽水灌溉新界等 3 郡。2006 年 3 月至 2009 年 9 月，建成全长 220 公里的 mirubel 自然流水式灌溉水渠，节约大量电力，保证灌溉体系用水供应，灌溉面积达到 26000 公顷，也解决了生活用水不足问题。鸭绿江支流三桥川上的满丰湖和白马湖以及大宁江上的泰川水库（泰川水力发电站）为主要水源的鸭绿江灌溉体系是灌溉定州市等 1 市 6 郡。2003 年 5 月至 2005 年 10 月，建成全长 168.5 公里的白马湖-铁山自然流水式灌溉水渠，保证灌溉体系用水供应，灌溉面积达到 46750 公顷。据朝鲜和 OPEC 公布的资料，该自然流水式灌溉水渠建成后，增产粮食 10 余万吨，年节约电力 263 百万 KWh，为抗旱防洪发挥了重要作用。

地方性水利灌溉体系中，8 个分布在东部地区，3 个分布在西部地区，其中，东部地区的渔郎灌溉体系、清津灌溉体系、镜城灌溉体系、豆满江下流地区灌溉体系和西部地区的南江灌溉体系等基本上都使用水泵从河川抽水进行灌溉¹³。其余地区都利用水库灌溉设施、水泵灌溉设施和筑坝灌溉设施进行灌溉，其中，咸镜北道、两江道和慈江道是以水泵灌溉设施为主¹⁴。在朝鲜利用水泵进行灌溉的耕地面积多达 50 多万公顷¹⁵，占耕地总面积的 31%，因此电力不足直接造成灌溉不足。

区域性水利灌溉体系水资源较充足，能够实施稳定的水利灌溉之外，其余的灌溉体系和灌溉设施易受降雨量变化和电力不足影响，水利灌溉未能满足需求。据 2001 年 FAO/WFP 报告，朝鲜的水田 57.2 万公顷中，完全灌溉面积只占 56%，不完全灌溉面积占 26%，无灌溉面积占 18%；在旱田玉米耕种面积 49.6 万公顷中，完全灌溉面积只占 31%，不完全灌溉面积占 23%，无灌溉面积占 46%¹⁶。虽然 2002 年至 2009 年，朝鲜建成三条自然流水式灌溉水渠，提高了西部地区水田的灌溉能力，但其与地区的灌溉设施基本上没有大的变化。这说明，朝鲜目前的水利灌溉状况比上述 2001 年 FAO/WFP 报告数据相比，水田的完全灌溉面积比重有所上升，不完全灌溉面积比重有所下降之外，水田的无灌溉面积和旱田玉米灌溉面积没有大的变化，朝鲜的水利灌溉不足问题仍然严重。

（2）农业灌溉不足的原因

农业灌溉不足的原因主要有以下几个方面。

首先，水利灌溉设施的区域分布不均衡。7 个区域性水利灌溉设施都集中在西部平原地区，11 个地方性水利灌溉设施主要分布在东部地区河川下游，而其余地区都利用水库灌溉设施、水泵灌溉设施和筑坝灌溉设施进行灌溉。在年降雨量波动大的情况下，难以满足农业灌溉需要。

其次，水利灌溉体系脆弱。区域性水利灌溉体系的抗旱抗洪能力较强，能够进行稳定的水利灌溉，水资源利用率也高，但是其灌溉面积很有限。地方性水利灌溉体系是以中小河川为主要水源，特别是东部地区河川的水流量受降雨量变化影响大，易发山洪和干旱，因此与

¹² 《光明百科全书》，朝鲜百科全书出版社，2009 年，243-249 页。

¹³ 《光明百科全书》，朝鲜百科全书出版社，2009 年，249-251 页。

¹⁴ 《光明百科全书》，朝鲜百科全书出版社，2009 年，249-251 页。

¹⁵ 안재현, 윤용남, 북한 수자원 현황과 용수수급 전망(1), 23 페이지.

¹⁶ FAO/WFP, Special Report, 2001. 10. 26.

区域性水利灌溉体系相比水利灌溉不太稳定。水库灌溉设施是用土沙建设的中小型水库占多数，筑坝灌溉设施是简易的临时性筑坝也多，降雨量少或发生干旱时难以保证水利灌溉，发生洪水时容易被损坏。

第三，电力动力的依存度高。有 5 个地方性水利灌溉体系是用水泵从河川抽水进行灌溉，其余河川沿岸或地势高的地区大量使用水泵灌溉设施。朝鲜虽然采取了灌溉季节集中给农村供电的措施，但是电力严重不足的宏观环境下，无法完全满足电力需求，难以进行稳定的水利灌溉。

第四，水利灌溉设施老化问题。朝鲜的主要水利灌溉设施基本上都是 1960 年代至 1970 年代建设，又受 1990 年代开始的严重的经济危机和频发的洪灾影响，年久失修，老化和破损现象严重。河坝基本上用土和沙石堆积而成，抗洪能力弱，容易遭到洪水冲坏。

4 展望

目前朝鲜经济不景气，上下水道等基础设施落后，制造业、矿业等工业用水和生活用水需求量少。但是，如果朝鲜实现持续的经济增长，工业用水和生活用水需求量将会大幅度增加，水力发电用水和农业灌溉、工业和生活用水之间的矛盾将会不断加深。

朝鲜在国内资本积累贫弱，产业技术水平低，外汇短缺，且受国际社会严厉制裁的情况下，很难大规模促进水力发电和农业灌溉设施的更新改造，发幅度提高发电量和灌溉面积。

朝鲜要提高水力发电设备利用率，增加供电量和农业灌溉，需要通过转变经济发展战略和调整国内外政策，实施出口主导型经济发展战略，推动经济体制改革和对外开放，改善国际环境，积极争取国际社会的经济援助和国际金融机构的贷款，促进发电设备及送配电系统的维修改造和更新换代乃至火力发电厂的扩建和新建。