中国近代农业机械化发展

——以抽水机灌溉事业为例

侯嘉星*

提　要　19世纪末抽水机引进国内后首先用于矿场，极少部分用于农业生产，1920年代江浙地区的大旱凸显了机器抽水机的优势，吸引农民集资采用新式抽水机。除了传统的蒸汽、柴油动力抽水机外，1924年江苏武进与发电厂合作推广电力灌溉，利用电网串联多台抽水机进行排灌作业，有效扩大了供水范围。由于成效卓著，电力灌溉系统在战前江南与抗战时的西南地区快速推广。对农业生产来说，水的供应在很大程度上决定了植物生长的好坏，而抽水机的应用改变了以往“看天吃饭”的生产模式，使农民对水利的运用更上一层楼，在一定程度上摆脱了自然环境的限制。

关键词　农业机械化　农业改良　抽水机　近代中国

前　言

近代中国农业经济，其特征是环境变迁下灾荒频仍，以及因此导致之生产退化的窘境。为了因应环境恶化的问题，20世纪初期中国政府、学者与民间人士都曾积极寻求经营之道，例如大力推广造林，强调水土保持等，即为环境形势下的应对办法。① 在农业经济的研究中，生产技术改良受到学者重视，其中一个重要的指标，则是农具改良。在近代化的浪潮中，农业生产改良又以农业机械化的发展最具代表性。农业机械化，自清末以来有识之士即不断呼吁，经历民国时期之发展，至战后无论大陆与台湾都将之视为农村复兴的重要目标，可说是贯穿了自清末至1960年代近百

---

*　台湾政治大学历史学系博士生。

①　侯嘉星：《1930年代国民政府的造林事业：以华北平原为个案研究》，台北，“国史馆”，2011，第19~24页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.

年的农业经济发展，堪称划时代的百年追求目标。工业化或近代化发展，在本质上是人类社会生产方式的改变，亦即机械化之利用，[①] 因此探究近代中国农业机械化具有深远意义。

生产技术是农业研究中十分重要的课题，近代以来水旱灾频发，人口压力沉重，解决之道则是希望利用机械农具，达到增产富国的目标。所以为了解决灌溉问题，清末新政与农业改良的研究中，也注意到农业机械化与水利灌溉的作用，最重要的机械灌溉史料为新中工程公司编辑的《灌溉新编》一书，[②] 它是机器抽水设备（Pump）重要的参考数据，也是农业改良与农业机械化的重要材料。

不过，针对抽水机的研究多半集中于江南地区灌溉方式转变，侧重于介绍机器灌溉的优势；[③] 或者由民族机械工业发展的课题加以考察。[④] 而且，以灾荒史的课题而言，所处理的是政府或民间团体对于灾害的防治与救济，正好联结了环境问题与经济问题之间的互动。1937年邓云特所著的《中国救荒史》，强调了荒政研究的意义与环境破坏带来的经济影响，与本文关注的焦点相呼应，该书将水利及抽水机利用列为积极救荒的政策之一，反映了1930年代对于农业技术改革与灾后重建的思想。[⑤] 是故探讨从救荒到恢复农业经营的具体方式，应由环境改造、农业机械化、抽水机运用，再回到环境变迁脉络下思考。

一 环境变迁与农业生产改良

近代以来日益加剧的灾荒及人口压力，促使国人积极寻求农业生产技术的改良。在传统的农业观念中，灌溉是极为重要的生产要素，兴修水利以备旱时供水、涝时排水，也是预防灾害的紧要措施。[⑥] 由于水源供给关系着植物生长好坏，因此农业改良又以水源环境的改造为最，其具体做法

① 全汉昇：《山西煤矿资源与近代中国工业化的关系》，《中央研究院院刊》第3期，1956年，第161～185页。

② 新中工程公司编《灌溉新编》，上海新中工程公司，1929。

③ 袁家明、惠富平：《近代江南新型灌溉经营形式——“包打水”研究》，《中国农史》2009年第1期，第104～113页。

④ 严鹏：《抗战前江南机械制造业对农村经济的辐射——以农田灌溉为例》，《民国档案》2011年第4期，第75～80页。

⑤ 邓云特：《中国救荒史》，商务印书馆，1993年影印版。

⑥ 鲁仕骥：《备荒管见》，载贺长龄编《皇朝经世文编》卷41户政16荒政1，台北：文海出版社，1972，第2页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

则是引进机器改变自然环境，创造良好的水源条件供农业生产。[①]

近代中国的农业灾害，不外为水灾与旱灾，这两者又与水源直接关联。[②] 水灾的影响范围，大抵是影响行水区附近的城镇农田，其空间界线明显。但旱灾影响的范围远大于水灾，所谓“赤地千里”即是指旱灾影响的广大范围，同时旱灾的空间界线也不明显，无法同水灾一般划定固定的受灾范围，所以相较于水灾，旱灾对于农业生产的冲击更为巨大。

是故旱灾之际利用抽水机的机械力量源源不绝地抽取地下水或河湖水，改造天然水资源分布，可大面积灌溉土地，被视为解决旱灾甚至是开垦荒地、促进生产的有效方式。早在19世纪末，浙江镇海已有士绅集资引入蒸汽动力抽水机改善灌溉问题并组织荒地开垦，[③] 希望借此扩大生产。[④] 事实上，兴修水利设施与抽水机利用密不可分，新开的水道沟渠往往需要利用抽水机戽水，因此灌溉田园、疏导水涝，清末已有论者呼吁。[⑤] 1889年《申报》一则报导也指出西式抽水机的巨大效果，虽然汲水设备如龙骨车、水车等自古代以来就广泛运用在中国的农业生产中，但是西式的蒸汽机械抽水设备效率远高于传统汲水设施。[⑥]

整体而言，人口的增长使得中国对粮食的需求增加，成为寻求农业生产增长的驱力，所以除了传统上长期以来的品种改良一途外，开垦新田、扩大耕种面积成为另外一个有力途径。[⑦] 随着环境的变迁，旱灾的威胁更是促进了抽水机的使用。以浙江省为例，自1921年各地陆续都有旱灾发生。1921年8月嘉兴地区发生旱灾，久旱不雨导致禾苗枯萎，用人力戽水的方式远远无法满足水源需求。[⑧] 1925年，邻近的江西及浙西地区也发生大旱，由于这些地方地形较为崎岖，低处田地尚可用人力灌溉，高处田地则为传统人力运水所不及，因此农作物大量死亡，于是有农民引进机器灌溉系统，因而带动机器抽水机及引擎设备的销售。[⑨] 因此旱灾时候的水源需求，促使浙江农民集资购买抽水机，希望减少旱灾的影响。

---

① 张含英：《论灌溉》，《山东省建设月刊》第3卷第8期，1933年，第12~53页。

② 凌道扬：《中国农业之经济观》，上海商务印书馆，1926，第78页。

③ 李文治编《中国近代农业史资料》第一辑，三联书店，1975，第78页。

④ 周昕：《中国农具发展史》，山东科学技术出版社，2005，第879页。

⑤ 《备荒新说》，《申报》1888年4月16日，第1版。

⑥ 《教民耕织机器说》，《申报》1889年8月31日，第1版。

⑦ 《赣省各县灾情之一般》，《申报》1925年9月29日，第6版。

⑧ 《嘉兴》，《申报》1921年8月8日，第12版。

⑨ 中国社会科学院经济研究所编《上海民族机器工业》，中华书局，1966，第361页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

1934年全国性的大旱灾更是促进了抽水机的利用。江苏各地为了应付旷日持久的旱灾，首先由省政府调集省内抽水机供农民使用，[①] 南通则配置抽水机，日夜不停地由港口抽取长江水灌溉田地。[②] 同样的，湖北省颁定的救灾办法四条中，首要之务亦是下令各县进行凿井、抽水的工作。[③] 江西省南昌市也因为旱灾影响，稻米歉收导致米价高涨，然而唯一的抗旱办法则是提供抽水机抽取抚河之水进行灌溉。[④] 安徽省面对旱灾与粮价高涨的问题，在安庆附近设置电力抽水机大规模实施抽水灌溉工程，另外还紧急至江苏、上海等地采购抽水机，沿江设置抽水站实施灌溉工程。[⑤]

如同19世纪末蒸汽抽水机取代中式的水车、龙骨车等农田汲水工具，20世纪初期的新式抽水机能够成为开垦农田、救济旱灾的重要工具，正是得力于其工作效率与取水规模远超过传统人力取水工具及初期的蒸汽引擎抽水机。经由不断的技术改良，1920年代以后的电力及柴油引擎动力抽水机使得抽水机的应用更上一层楼，成为人力改变自然水文的重要助力。

二 抽水机引进与制造

古代的农业汲水工具主要是龙骨车、水车、戽斗等人力引水灌溉设备，至19世纪末蒸汽动力抽水机才引进中国。此种新式的机械力抽水设备最早用在矿坑抽水上，这是因为矿坑地下水往往需要24小时不断排除，否则易酿成矿灾，此外也是因为早期抽水机系采用蒸汽引擎或蒸汽发电机带动，特别在煤矿矿场，燃料供给不虞匮乏，因此普遍使用新式机械抽水机排除积水。[⑥]

农业使用的抽水设备约略可分成两个部件，其一为抽水机，主要用于汲取水源。其二为发动机，如前所述，早期是蒸汽机，后来多半为柴油引擎，主要提供抽水机运作的原动力。20世纪早期上海大隆铁工厂、求新机器厂已能制造小马力的发动机，这些小型发动机慢慢被用到农业灌溉上。特别是民国以后，上海以外的机器制造业方兴未艾，这些小马力的发动机

① 《镇江》，《申报》1934年7月13日，第9版。
② 《南通》，《申报》1934年7月16日，第12版。
③ 《鄂省灾情奇重》，《申报》1934年7月16日，第11版。
④ 《赣省旱灾严重》，《申报》1934年7月20日，第10版。
⑤ 《皖省旱灾概况》，《申报》1934年8月2日，第10版。
⑥ 中国社会科学院经济研究所编《上海民族机器工业》，第365页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

正是农业生产的有力器具,[①] 带动了江南地区机器制造业的发展。如1913年时，江苏武进的厚生公司已倡导机器灌溉，至1920年，万盛公司等相继兴办，制造机器并推广发动机抽水灌溉。[②] 不过早期机器灌溉规模甚小，直到1920年代以后，因为柴油发动机的技术成熟，燃料运输方便且机器不易发生故障，新式抽水机才逐渐推广运用到农业生产上。1925年新中公司于上海成立时，便以抽水机及提供抽水机动力的小型引擎为主要产品。由于江南一带地势低平，抽水灌溉成为农业生产的重要手段，故新中公司产品大多销往苏常一带。[③] 至于江浙太湖地区的机器灌溉，则大约是1920年代初期上海地区的机器行商，沿沪宁铁路沿线推广引擎动力抽水机而逐渐形成规模。[④]

最早的抽水机形式，是新中公司在嘉兴、湖州等处试办利用引擎带动旧式龙骨车的转轴，借此取代人力踩踏。这种做法一开始在嘉兴、湖州试办时乏人问津，后来在常州、无锡等处推广后才大获好评。新中公司认为机器抽水机在常州、无锡一带受到欢迎的主要原因大约有以下几点：首先是常州等地邻近沪宁铁路，这是江南机器制造及产品运输的重要干线，因此交通便利，有利于机器引进及推广；其次是常州及无锡地区人力昂贵，机器抽水设备有其经济利益；再次，此区地势低平，汲水灌溉本来就是传统的农业模式；最后，无锡与常州是江南地区工业发展甚为快速的地区，因此相较于其他地方，机器抽水机更容易被民众接受。[⑤] 当然，机器抽水机仰赖的是柴油动力引擎带动，因此燃料供给的稳定与否决定抽水机推广与接受的程度，而江南地区稳定且充足的柴油供给，无疑为抽水机的推广创造了有利环境。

除了发动机以外，机器灌溉设备中不可或缺的是抽水机，其利用分成两大阶段，最早尝试的是机器引擎搭配木车，亦即前述由引擎带动传统龙骨车的汲水方式。这种形式其利在于成本极低，农家仅需购入小规模发动机即可装配于原本就有的龙骨车上，进行灌溉作业。1925年江浙地区发生旱灾时，农民开始采用机器灌溉，便是购入小马力引擎连接龙骨车，希望进行长时间持续的引水以应对旱灾，是以一时间引擎销售一

① 江南农家使用的这些小马力发动机，除了提供抽水的动力外，也多半被用在打谷机、磨粉机等机器上。见中国社会科学院经济研究所编《上海民族机器工业》，第360页。

② 《本行在武进办理电力及机器灌溉情形》，南京中国农民银行，1947，第1页。

③ 中国社会科学院经济研究所主编《上海民族机器工业》，第368页。

④ 新中工程公司编《灌溉新编》，第54页。

⑤ 新中工程公司编《灌溉新编》，第54～55页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

空，新中、大隆等机器制造厂纷纷致力于小马力引擎的生产。[①] 但是龙骨车为木质结构，非常容易磨损，因此这种初期的过渡形式并未持久，很快地被淘汰。[②]

真正的抽水机，指的是电力马达或动力引擎等动力机械带动离心抽水机。抽水机的机械原理大致上分成两类。其一为活塞抽水机，亦即俗称的帮浦（Pump），是利用大气压力及活塞等简单构造的抽水设备，可以汲取地下水、井水等，至今仍广泛在农村地区使用。第二种为离心抽水机，其构造原理是利用轴承高速运转产生的离心力，将水送往高处，由马达的马力及旋转器大小决定出水口径和送水高度。由于离心抽水机简便易用，配合引擎及马达可以长时间使用，因此能承担大面积灌溉的任务，是最主要的抽水机种类。[③]

至于离心抽水机的动力区分，又可再细分为两类。第一类是电力离心抽水机，由常州戚墅堰震华电气公司率先推动，通过电厂及遍布农田间的输电网，驱动农民自备的马达抽水机进行灌溉。常州戚墅堰是当时重要的模范机器灌溉示范区，具体情况容后详述。第二类是引擎离心抽水机，差别在于采用煤油或柴油发动机带动抽水机，因此在利用便利上比电力抽水机的机动性更强，既可集中设置抽水站，亦可将引擎放置于船舶上沿水路进行灌溉，或者直接连接船舶、车辆的发动系统，通过皮带连接离心帮浦进行灌溉。与电力抽水机相较，虽然油料的成本支出较高，但省去了构建电网的费用。[④]

上述各类引擎及抽水设备，小型离心抽水机当时中国已可自制，如新中工程公司自成立起即致力生产抽水机、引擎等设备。不过大型的抽水设备、引擎等仍仰赖进口。国产抽水机的生产重镇是位于常州的武进，年产约360台抽水机；其次为南京，年产约300台；其后依次为无锡170台、上海130台，合计国内生产的小型抽水机年900余台。[⑤] 由抽水机的生产地区来看，不难发现其在江南农业生产中之重要地位。

整体而言，自1914年至1931年国产引擎共生产4万余匹马力，其中用于抽水设备的大约是7700匹马力，约占19.1%。[⑥] 考虑到引擎使用在交

① 中国社会科学院经济研究所主编《上海民族机器工业》，第361页。

② 新中工程公司编《灌溉新编》，第68页。

③ 《新农具》，上海商务印书馆，1933，第16~19页。

④ 新中工程公司编《灌溉新编》，第68~69页。

⑤ 杨大金：《现代中国实业志》，大象出版社，2009，第857页。

⑥ 中国社会科学院经济研究所主编《上海民族机器工业》，第362页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

通工具、工厂设备、小型农业机具（如打谷机、碾米机）等各方面，那么机器抽水机的重要性实不容小觑。特别在常州、无锡地区，以及战时四川的经营上，都能看到抽水机利用之案例。

三 抽水机利用之案例

机器抽水机利用最广泛的区域，首推江苏的常州、无锡，此处最早推广机器抽水灌溉。常州武进地区的电力灌溉事业，与震华电气机器制造厂的成立有关。震华电气厂是德资设立的发电公司，[①] 1921 年原本要设立于苏州城外，但因土地购买问题无法达成协议，[②] 遂于翌年迁往邻近的常州戚墅堰设厂。[③] 震华电气厂于戚墅堰设厂后，积极推广电力使用，除供电灯照明外，当地的碾米、灌溉等农业用电也是电厂主要的业务项目。[④] 由于电厂位于大运河与沪宁铁路之间，交通便利，加上发电容量大，该公司又能自行制造马达机器，因此获得上海工业团体调查的好评。[⑤]

1925 年常州武进发生旱灾，境内地势较高的田地歉收，每亩仅收获稻米 70 斤，但是同区利用震华电气公司电力灌溉的高田，受到影响明显较少，每亩可收获稻米 700 斤，相差甚大。因此 1926 年武进各农家纷纷与震华电气公司订约，电力灌溉的农田达 10 万亩以上，电线杆设备扩大至 50 余里。由于戚墅堰电力灌溉工程在灾荒之际确保农业生产的惊人成果，江苏省实业厅遂下令省内 60 县调查境内电灯公司，其中 50 余县已有电力电灯公司，因此主张将白天的发电量转移至抽水机灌溉用，并以戚墅堰为电力灌溉的模范。[⑥] 根据江苏省实业厅统计，电力灌溉每年用电约 10 度，合 1.6 元，在人力、米粮价格日益高涨的情况下，电力灌溉既能提高稻米产量，又能减少人力，因此在境内积极推广电力抽水机灌溉事业。[⑦]

不过接下来震华电气公司经营不善，至 1928 年中因财务问题，有部分农田契约的股东遂联合要求政府接管发电厂，以确保农业生产用电不会因

① 《镇江》，《申报》1923 年 10 月 26 日，第 10 版。
② 《苏州》，《申报》1921 年 12 月 26 日，第 8 版。
③ 《震华制造电机厂之迁地》，《申报》1921 年 12 月 31 日，第 15 版。
④ 《无锡》，《申报》1924 年 1 月 28 日，第 11 版。
⑤ 《停给电气后消息》，《申报》1925 年 7 月 15 日，第 14 版。
⑥ 《无锡》，《申报》1926 年 6 月 20 日，第 10 版。
⑦ 《苏实厅提倡电气戽水》，《申报》1926 年 8 月 8 日，第 10 版。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

为公司倒闭而受波及，[①] 可见电力灌溉对当地的重要性。国民政府建设委员会随即于10月份接手震华电气公司，改称戚墅堰电厂，并整顿厂务营运。[②] 在建设委员会拟具的经营计划中，戚墅堰电厂的主要任务即是供应抽水机灌溉用电，[③] 随着厂务运作恢复正常，抽水机灌溉范围扩大，所需电力竟超过以往用电量，使得戚墅堰电厂在农忙时不得不暂时停止供电给荣家集团的申新第三纺织厂及茂新面粉厂，转将电力供农田灌溉用，[④] 显示电力抽水事业扩大。

由于常州、无锡地区电力灌溉成效显著，1929年底建设委员会为推广电力灌溉，协助农民改良农业生产，因此组织成立第一灌溉区委员会，以常州的武进、无锡两县为范围进行大规模抽水机灌溉事业，[⑤] 随后建设委员会在戚墅堰设立模范灌溉管理局，进一步推广电力抽水机。[⑥] 总计至1930年，建设委员会的戚墅堰电厂营业范围遍及武进、无锡等地，电线杆已有560余里，为20余乡镇接通电力，电力抽水机灌溉的农田主要以武进西南各乡为最多，已达15000余亩，国民政府甚至计划将灌溉范围扩展至宜兴地区。[⑦]

除了常州的戚墅堰灌溉区外，另一个值得注意的机器灌溉案例是苏州浒墅关的电力灌溉事业。苏州电气厂自1928年后建置了数条输电系统，除供应苏州附近的电灯照明外，其中有长途输电系统供应附近的农田水力灌溉。电力自电厂出发后，先经过位于胥门的变压站，其后分两路，一路往西经西津桥至金山，一路往南经横塘至木渎，供给两区之电灯及水田灌溉用电。灌溉区域主要位于苏州城北方的浒墅关周围，因此往北的长途电力系统先延伸至浒墅关，又分支为五路供应沿线的农田水力之用（见图1）。苏州电气厂在浒墅关一带周围40华里范围内，耗资7万余元设了300余根水泥电线杆及1600余根木质电线杆，区域内也设置各处事务所、变压器设备，花费约4万元，另外，1928年配置40组抽水设备，总计以资本额15万元左右共灌溉农田16000余亩。1929年大幅增至280组抽水设备，灌溉

① 《常锡电气请归国办说》，《申报》1928年8月29日，第10版。

② 《无锡》，《申报》1928年10月7日，第11版。

③ 《无锡》，《申报》1928年12月8日，第11版。

④ 《无锡》，《申报》1929年6月30日，第11版。

⑤ 《无锡》，《申报》1929年12月5日，第9版。

⑥ 《戚墅堰电厂与武锡区办事处联络办理灌溉》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏建设委员会档案，档号：23-21-019-02。

⑦ 《无锡》，《申报》1930年6月1日，第12版。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

面积也随之扩大。①

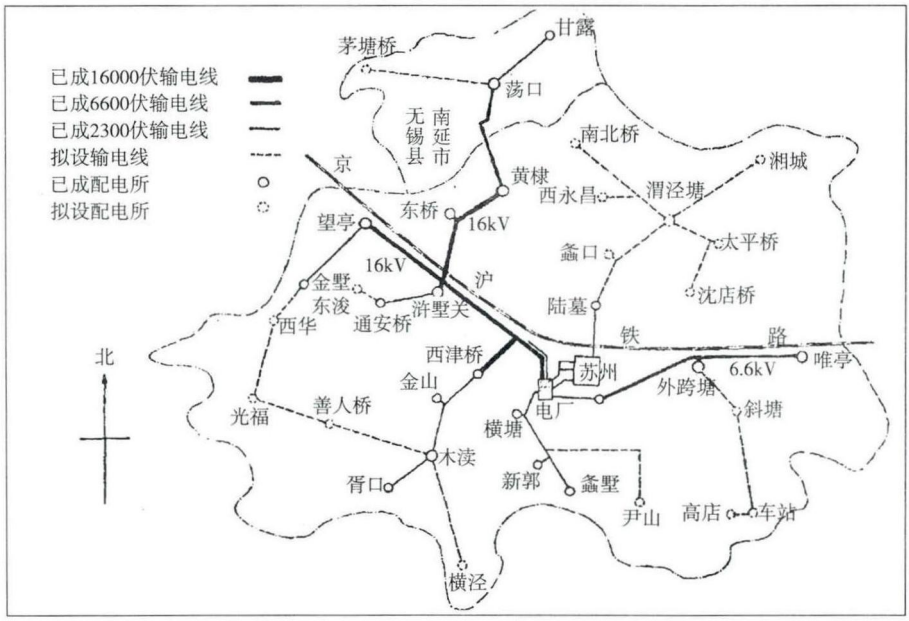

图 1　苏州电气厂长途电力配置图

资料来源：恽震、王崇植《中国各大电厂纪要》，南京：建设委员会，1931，第 135 页。

至于苏州浒墅关电力灌溉系统具体的作业方式，主要是在灌溉区域农田挑选入水口，然后将抽水机与引擎置于小船上，沿河道移动，机器直接在河面上抽水进行灌溉。机器装置船上的好处是设备集中放置于船上载运便利，一般乡间小道往往无法承载机器搬运，因此以水运最为便捷。此外，由船只载运的机动性也甚高，机器可以集中保养修护，减少故障发生。一般抽水小组由机工负责带领小工进行维修，大致上一班有机工 10 人、小工 12 人管理机器 10 部，灌溉 4000 亩农田，作业时实施轮班制，每日抽水 20 小时，因此 22 人需排班工作，确保灌溉机器顺利运行。就苏州浒墅关电力灌溉而言，由于电厂出资进行设备、线路等基础建设，并提供机械租赁，因此农民负担甚轻，不过由于当地农民对电费度数之计算方式并不清楚，因此该地灌溉事业多以承包亩数进行计算，亦即每亩电价 1.6 元。对比用牛力及人力灌溉，二者每亩均价约为 7.1 元及 12.8 元，电力灌溉无疑减省很多。②

① 新中工程公司编《灌溉新编》，第 101 ~ 102 页。

② 新中工程公司编《灌溉新编》，第 102 ~ 104 页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

除了上述在苏常一带的电力灌溉工程外，国民政府在南京附近也持续进行电力灌溉工程。1930年代南京发电厂供电，协助江宁地区的农田建设电力灌溉，[①] 1936年左右将灌溉范围扩大到长江沿岸的马家圩附近，[②] 显示出国民政府对电力灌溉事业的重视。其中最具代表意义的案例，则为战时在四川各地的高地灌溉工程。

四川境内由于地势高低不平，因此各处都有灌溉所不及的旱田，这些旱田有些是缺乏天然水源灌溉，有些是灌溉工程因为年久失修而荒弃，使得农业生产受到水源条件的限制。抗战时期，为了应付吃紧的粮食供应，国民政府制订高地灌溉计划，企图改善这些高地旱田的水源条件，增加粮食生产。高地灌溉效益最大的方式，是采用新式动力离心抽水设备，可以长时间大流量地抽水进行灌溉，配合高地原有的埤塘蓄水，能化丘陵为田畦，达到粮食增产的目标。[③] 不过，由于战时大后方发动机、发电机、油料乃至钢铁等材料都极为匮乏，因此高地灌溉计划中仅少部分采用水力发电带动抽水机灌溉。[④]

为了推广高地灌溉事业，1941年四川省水利局先于重庆附近三台县设立了高地灌溉机械试场，作为研发灌溉机具的基地，该场随后迁移至成都近郊。由于缺乏物料，推广灌溉所制造的机具以木结构为主，钢铁部件甚少，其中该试验厂利用水力，结合活塞式抽水机，制成“水力往复压水机”，利用水流力量带动轮机抽水，因构造简单价格低廉颇受好评。[⑤] 此外，成都附近有1941年开始的三台县高地灌溉工程，利用水轮转动带动离心抽水机灌溉，并在不需要灌溉时转为发电用。[⑥] 1942年开始的清水溪电力灌溉工程及沙河堡灌溉工程，通过修筑水坝利用水力发电，并以此带动抽水机运作，灌溉离水面10～20米不等的高地旱田，每亩粮食可增产

① 《首都电厂与江宁县府合办电力灌溉合约》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏建设委员会档案，档号：23－25－00－039－01。

② 《筹办江浦马家圩电力灌溉事业》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏建设委员会档案，档号：23－21－004－04。

③ 李陵：《电力灌溉之一个实例：四川省金堂县之水电灌溉事业》，《资源委员会月刊》第1卷1期，1939年，第39～55页。

④ 《四川省四川高地灌溉工程概要》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏水利部档案，档号：19－00－17－003－02。

⑤ 《四川省政府函送高地灌溉机械各表件》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏行政院水利委员会档案，档号：25－00－17－018－03。

⑥ 《三台北坝高地灌溉工程述要》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏行政院水利委员会档案，档号：25－00－17－022－10。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

40%左右。[①] 华阳县沙河堡灌溉工程因成效可观，于1946年进行第二期工程，扩大灌溉范围。[②]

重庆附近则是从1943年开始在附近的下石桥及复兴关等处推广高地灌溉工程，这是陪都附近唯一的大型电力灌溉事业，设置三部抽水机抽水至高处进行灌溉。原先复兴关一带的土地大多受限于雨水，年只收一季，经过灌溉工程的改善，每年可收成两次。在战时粮食吃紧、米价腾贵的情况下，每年除了一季稻米，还有额外增加的一季杂粮，对农民收入有直接效益。[③] 不过，新式灌溉系统建置成本极高，因此除非是政府推动，否则一般农民难以独立负担，所以上述各类抽水机灌溉案例中，政府无一例外地扮演了重要角色。

诚如新中公司所指出的，机器灌溉之利益，首为增加农田产量，且由于人力减省，使得劳动力可用于其他更密集的农作生产，加之机器灌溉可以扩大水田面积，故而使整体农业产量提升。其次则为调剂天时，通过机器灌溉，可减少旱灾的威胁。再者，最重要的是改良地利，既可排除低洼地区积水，也可灌溉高处的山坡旱地，达到扩大耕地的目的。[④] 因此抽水机的利用带来机器灌溉上的利益，使人们更有能力改变自然环境，依照各种需求取用环境资源。在地尽其利的思想上，抽水机之使用虽是大利，然在环境经营上，则不免见其隐忧。特别是近代中国各地的山坡地与水土保持问题严峻，抽水机的利用及其效益评价更应全面地看待。

四 抽水机灌溉之评价

抽水机引进最早的地方是江南的常州无锡地区，1920年代中期就开始大规模使用电力灌溉系统，主要应用在平原上，其后苏州、南京、福州、

① 《华阳沙河堡高地灌溉工程计划书》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏行政院水利委员会档案，档号：25-00-17-029-18；《清水溪电力灌溉工程竣工图表》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏行政院水利委员会档案，档号：25-00-17-035-02；《犍为清水溪电力提水灌溉工程计划书》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏行政院水利委员会档案，档号：25-00-17-029-16。

② 《四川省华阳沙河堡高地灌溉第2期工程计划书》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏水利部档案，档号：19-00-17-004-01。

③ 《重庆市下石桥社会服务处请兴办下石桥水利及复兴关下小型农田水利高地灌溉工程》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏行政院水利委员会档案，档号：25-00-17-019-01。

④ 新中工程公司编《灌溉新编》，第98~99页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

河北等地陆续引进新式抽水机进行灌溉。[①] 引进机械抽水机灌溉所费不赀，江南一带乡间富农往往集资经营，合股购买“机船”将柴油引擎及抽水机装置于船上，专门受雇巡回为农民灌溉。以无锡地区为例，至抗战前夕已有800余艘灌溉机船运作。因此江南地区的抽水机灌溉事业，在乡间出现专业化分工趋势，由村中的富农集资购买抽水设备，以向其他农民收取灌溉费谋利。据1936年的调查，无力购买抽水设备的中小型农家，在灌溉方面的支出反而更为沉重。

不过，由于抽水机灌溉为农作物提供了稳定的水源，在增产方面有显著功效，且能减少旱灾造成的损失，因此在政府的积极提倡下，1930年代以后各地纷纷试办电力或引擎抽水机灌溉工程。其后在战时，为了满足重庆政府的粮食需求，四川地区也开始兴建各个水电灌溉工程，不过与1920～1930年代发展相异的是，1940年代在四川的电力灌溉工程，更注重的是高地灌溉效果，希望增进旱田的收益。高地灌溉往往是针对丘陵地区及400～500米的小型台地，因此增加粮食产量之际，无疑也促使耕地面积的扩张。

虽然抽水机之利用带来莫大利益，但不能否认的是，相较于中国广大的耕地面积，抽水机灌溉的范围仍然是沧海一粟。例如，根据新中公司职员魏如的估计，1931年左右无锡地区机器灌溉的农田面积为118万余亩，但是这个数字仅占江苏省耕地面积的1.38%，[②] 据此以往研究者多半认为新式抽水机灌溉事业成效有限。但是前述估计仅为1931年以前，随着1930年代国民政府勠力于建设事业，新式电厂、抽水机与灌溉事业的规模也不断扩大，应该给予正面肯定。

1937年中日战争爆发，苏常地区的抽水机灌溉事业大受打击，据估计，抽水机引擎部分，因为战时征用、零件损坏，损失约1/3；电力系统部分，则因电厂破坏、供电网络无以为继，损失余半。相形之下，机械设备因为机器厂能分别设立补充，因此恢复甚速，1947年武进地区有400余部引擎抽水机可投入使用，灌溉约13万亩农田；至于电力系统部分，则需先恢复供电系统，同年仅有92部电力抽水设备可使用，灌溉面积约7万亩。因此尽管经历战时的损失，战后复员阶段武进地区的抽水设备仍可灌溉20余万亩农田，可知战前已有相当规模。在中国农民银行的帮助下，武进地区恢复抽水机灌溉的生产模式使得农业产量增加、生产成本减少及土

① 中央统计处编《各省廿四年灌溉水利工程》，中央统计处，1936，第12～18页。

② 中国社会科学院经济研究所主编《上海民族机器工业》，第362～369页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

力利用扩大，实际改善了农村收益。[①]

由武进的例子可以发现，战后复员工作中，稳定农村农业生产是很重要的任务，而此工作又以恢复灌溉系统为要，因此抽水机利用就扮演了重要角色。除了中国农民银行在武进恢复灌溉系统的努力外，1947 年河南省政府也调集抽水机分配各县，希望能恢复各地的农业生产；[②] 1948 年湖北省政府也向中央银行申请贷款购置抽水机及油料，[③] 安徽、浙江等地亦寻求中央政府的抽水机支持，借此恢复灌溉系统，稳定农业生产。[④] 同时农林部也以恢复农村经济为目标，于 1946 年在四川华阳县、马边县、三台县等处实施水电灌溉工程，[⑤] 1947 年在湖北金水地区执行抽水机排灌计划，[⑥] 1948 年在安徽怀远、云南昆明等地建设抽水机排灌工程，[⑦] 从这些例子都可以看到抽水机灌溉在恢复农业生产、稳定农村经济方面的重要价值。

最后，除了上述以水渠、埤塘等地面水为主的抽取利用外，机器抽水机灌溉另一个主要水源是凿井抽取地下水，此种方式尤以河北、山东地区为最。冀、鲁两省几以地下水为主要灌溉水源，因此华北农业经营与凿井灌溉有密切关系，由 1933 年河北省建设厅的奖励章程可以看到河北对凿井的重视。[⑧] 但是因为华北农村普遍经济条件不如江南地区，且农村人力便宜，因此战前在华北地区机器抽水机利用的情况远不如江南地区。[⑨] 由于战争造成人力财产的损失，战后复员工作中，河北地区大量利用抽水机抽

① 《本行在武进办理电力及机器灌溉情形》，第 1、5 页。

② 《复员增产抽水机工作》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：25－00－17－029－18。

③ 《湖北省申请抽水机油料及贷款》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－00－15－014－10。

④ 《皖省请拨大型抽水机》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－16－058－03；《浙江省政府水利工程处请拨抽水机》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－00－13－030－07。

⑤ 《四川省华阳沙河堡高地灌溉第 2 期工程计划书；马边县纸槽沟灌溉工程计划书；彰明涪西堰整修工程计划；三台可亭埝、明台电厂引水工程整修计划书；三台大围坝工程计划概要》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：19－00－17－004－01。

⑥ 《鄂金水流域抽水机排灌工程计划》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－21－106－06。

⑦ 《安徽省怀远县尤村抽水机灌溉工程》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－21－106－09；《昆明环湖抽水机灌溉工程踏勘报告》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－21－106－13。

⑧ 《河北捐资凿井灌田奖励暂行章程》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏实业部档案，档号：17－21－082－01。

⑨ 《农田灌溉于中国之重要性》，《经济丛报》第 2 卷 27 期，1940 年，第 18～23 页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

取地下水，[①] 邻近的鲁西也以地下水为主要灌溉水源，因此冀鲁等地抽水机利用对战后当地农业生产有很大的影响。[②] 不过在利用规模上，新式抽水机灌溉集中于江南地区，抽取水源也以河水、湖水为主，因此抽取地下水的规模并不是很大，多数抽取地下水是用于民生用水，水源利用的相关课题值得进一步研究。

总而言之，自1920年代开始，抽水机应用于农田灌溉后，虽然起先其灌溉规模与全国耕地相较显得微不足道，但利用抽水机灌溉的地区可以增进农产、减少旱涝损失，接连的几次灾荒影响促使农民接受新式灌溉工具，进而确保收益。同时，在战时及战后的复员工作中，亦可以看到抽水机的重要价值，所以政府积极提倡。在自然灾害频仍、人口增长、粮价高昂的时代背景下，抽水机可说在农业改良中扮演着关键角色。

结 论

由晚清开始，有识之士已注意到人口增长与粮食生产课题，进而注意到环境变迁对农业的影响，因此积极呼吁灾害防治与救灾政策，希望防患于未然。在这些提倡防灾的主张中，维系乃至扩大农业生产是极为重要的一环，因此如何进行农业改良，扩大粮食生产，并减少水旱灾的影响，是近代中国环境变迁下农业生产的一大课题。其中，由于农业生产与水源的直接关系，是故有效的引水灌溉方式成为当务之急。[③]

由具体的案例来看，对抽水机利用的考察可分为两条线索：其一为经济生产的脉络，在农业经济中探讨生产下降及希望利用技术改良，引进抽水机达到恢复生产的目标；其二是环境变迁下，人为活动面对环境挑战的应对之道，及这种应对方式所衍生的加剧改变环境的结果。经济与环境，二者实互为表里，缺一不可。近代中国的农业经济中，这个现象尤为明显。抽水机的应用改变了以往“看天吃饭”的生产模式，使农民对水利的运用更上一层楼，在一定程度上摆脱了自然环境的限制，但或许这也间接导致了水土破坏与地利耗竭。从苏常地区、四川等处的案例分析，可以发现在人口增加、粮价高涨的经济因素下，人们尝试运用抽水机改善荒地水利进行农业生产。借由抽水机的支持，农民们可以大量开发丘陵、高地等

① 《河北省凿井计划》，“中央研究院”近代史研究所档案馆藏农林部档案，档号：20－00－01－009－01。

② 《本省抽水机凿井机复员增产计划纲要》，《鲁青善救月刊》1947年8月，第10～14页。

③ 王振汉：《电力灌溉与民食问题》，《商业杂志》第5卷第8期，1930年，第1～4页。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

原本只宜进行旱作的田地，然而这种过程是否从而加剧对环境的影响？加强开发与环境经营，二者关系更值得历史学者们省思“竭泽而渔”的危机。

农业下的经济与环境互动关系，除了表现在农业机械化的课题外，也渗透到许多不同的课题中。如近代农业的肥料使用，甚至晚近的品种改良技术、外来物种引进的课题，都能依循此一脉络加以探讨。抽水机的利用，或可视为此一复杂关系下一具体而微之观察基础。

专家荐语：

侯嘉星先生长期从事近代中国农业经济发展相关研究，该文为其就近代中国农业机械化发展的个案讨论之一。作者认为农业经营以水利为先，选择以抽水机灌溉事业为例进行研究。全文层次分明，运用资料恰当，是篇十分具有新意的论文。作者于“结论”部分指出：“对抽水机利用的考察可分为两条线索：其一为经济生产的脉络，在农业经济中探讨生产下降及希望利用技术改良，引进抽水机达到恢复生产的目标；其二是环境变迁下，人为活动面对环境挑战的应对之道，及这种应对方式所衍生的加遽改变环境的结果。经济与环境，二者实互为表里，缺一不可。”显见作者对此项主题有其深刻认知，继续在近代中国农业发展的领域进行研究，应有更突出的研究成果，十分乐意推荐。

推荐专家：台湾政治大学历史学系刘维开教授

（责任编辑：以清）

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.