

# 论抗战时期的大后方工业科技

黄立人

抗战时期大后方工业科技的发展,是中国近代工业科技史上特殊的、重要的辉煌篇章,它对于战时大后方的工业乃至整个经济有着举足轻重的作用,对争取抗战胜利有着十分重要的意义。

## 一 战时大后方工业科技发展的历史背景

战时大后方所在的中国西部地区,历史上是近代中国交通最困难、经济最不发达的地区。在这一幅员辽阔的地区,近代工业虽有萌芽,重庆等通商大埠虽有最初的发展,但从总体上来讲,工业资本微弱,工业规模狭小,工业结构畸型,工业生产水平低下,尚处在工场手工业的阶段。工业基础的薄弱决定了工业科技的落后。战前,近代工业技术尽管在中国西部少数几个大城市的个别工业行业中崭露头角,但绝大多数地区和行业在近代工业科技领域,到处是一片蛮荒状态,既没有形成工业科技队伍,也没有一个专门的工业科技研究试验机构,更没有形成工业科技服务体系和工业科技成果市场。

20世纪30年代后期,中国西部工业科技的发展进程中,出现了一个前所未有的巨大的机遇,这个机遇的到来不是西部工业和工业科技自身发展和积累的结果,而是全面抗战爆发后的历史条件所促成。

全面抗战爆发前后,为了在中国西部地区建立新的国防工业基础,准备和坚持长期抗战,国民政府策动了规模巨大的工业内迁。工业内迁对战时大后方工业基础的建立有着决定性的作用,对

大后方工业科技的发展同样有着至关重要的影响。到 1940 年工业内迁基本完成为止,由沿海和中部地区迁入后方的工厂 466 家,在大后方形成了重庆、川中、广元、川东、桂林、昆明、贵阳、沅辰、西安、宝鸡、宁雅、甘青 10 余个工业区。<sup>①</sup>大后方新的工业基础的建立和战时工业的跳跃式发展,为战时大后方工业科技的发展造成了肥沃的土壤。

内迁工厂大多数是当时中国工业界各行业中规模较大、设备较先进、管理和技术水平较高的名牌厂。如内迁民营工厂中大鑫钢铁厂、上海机器厂、中国亚浦耳电器厂、华生及华成电器厂、康元制罐厂、益丰搪瓷厂、天原化工厂、中国工业煤气公司、大中华橡胶厂、龙章造纸厂、申新纱厂、裕华纱厂、豫丰纱厂、美亚丝绸厂、冠生园食品厂等,都是中国近代工业中名列各行前茅的佼佼者。内迁的国营工厂多数是当时最先进的、与兵工生产有关的工厂,其中钢铁厂迁建委员会后来成为大后方最大的钢铁联合企业。这些工厂的内迁,不仅把当时沿海地区相对来说较为先进的工业设备、工业技术和管理经验带到了大后方,更重要的是使大批工业科技人才和熟练技工汇集到大后方。据 1941 年的统计,内迁的工程技术人员达 2 万余人。<sup>②</sup>工业科技人才是工业科技发展中最活跃、最重要的因素,正是这些中国工业界的“精英”,在抗日战争极其艰难的情况下,用智慧和热血开创了大后方工业科技的崭新局面。对大后方工业科技发展有着决定性影响的另一个因素,是随工业内迁而到达大后方的一批官办和民间的工业科技研究机构和学术团体,它们填补了中国西部地区无专门工业科技研究机构的空白,成为战时工业科技发展的生力军。

中国西部地区交通设施十分落后,随着战争的进程,对外陆海

---

① 经济部在国民参政会上所作《经济部报告》,1941 年 3 月,重庆市档案馆藏档案:政务 488。

② 陆仰渊、方庆秋主编:《民国社会经济史》,中国经济出版社 1991 年版,第 585 页。

交通从严重阻塞而到基本断绝,大后方的进出口非常困难,几乎处于没有外货进入的半封闭状态。而中国近代工业带着深深的半殖民地烙印,存在着对外国工业经济的严重依赖性,不仅在主要的机械设备和工业技术方面,而且在零配件和工业原材料方面,都要靠外国的输入。例如火柴工业,是在中国西部最早萌芽和发展起来的近代工业,但火柴工厂制造火柴所用的火药是外国货,所用的木梗是来自苏联和美国的杨木。再比如皮革工业,是中国西部工业中的较为发达的传统产业,而制革所用的鞣革药品——铬盐和烤胶均系舶来品。<sup>①</sup>

由于上述原因,战时大后方工业面临着两个生死存亡的问题:一是在外货来源基本枯竭的情况下,大后方工业如何生产出尽量多的工业品来替代舶来品,以满足战时军需民用日益增长的需求;二是大后方工业为了维护自己的生存和发展,如何解决工业装备、原材料、燃料、动力的自给。很明显,在当时的历史条件下,出路只有一条,那就是自力更生,在大后方自己动手研制以前没有制造过的机器设备,自己动手改进旧的工艺流程,自己动手发明新的适合当地生产实际的生产技术,自己动手解决以本地原料替代进口原料,而这一切的关键,都依赖于大后方工业科技的创新和发展。抗战时期特殊的环境和严酷的现实,使工业科技对于工业的生存和发展的巨大杠杆作用,突然被人们看清楚了。战时工业对工业科技的紧迫需求为大后方工业科技的发展提供了内在的动力,科学复国、工业复国已不再只是一个口号、一种愿望,而变成了大后方工业界和科技界紧迫的行动。

鉴于工业科技的发展与否,事关大后方工业的兴衰存亡,事关大后方经济和抗战的大局,国民政府对发展工业科技是重视的,因而积极拟制和完善工业技术奖励法规及办法。

---

<sup>①</sup> 顾毓:《长期抗战中的几个工业问题》,载《工业中心》第7卷第1期,1938年3月。

战前,实业部即拟有《奖励工业技术暂行条例》,在拟订这一条例的过程中,曾发生过两种意见的尖锐对立。一种意见认为,鉴于“中国工业和工业技术的极度落后,国人科学技术尚在幼稚,难期多数之重大发明”,为鼓励国人改造舶来品为我所用,减少舶来品之输入,对于改进舶来品使之能有“实用”价值的“实用新品”和“美观新品”(即“式样新品”)者,应给予专利奖励和保护。另一种意见认为,将“实用新品”、“美观新品”列为专利,有违欧美先进国家的惯例,使专利确定难以准确,且易使人抄袭发明,有损原始发明人权利而起纠纷。争执的结果,是后一种意见占了上风,并反映到实业部“条例”中去。<sup>①</sup>

抗战初期,新组建的经济部先继续沿用原实业部“条例”,后由于需在各方面广泛推进工业科技发展,乃于1939年4月6日重新修正颁布了新的条例。该“条例”对原实业部“条例”有多处修正和补充,其中最重要的修正之一,就是把“实用新品”和“式样新品”列入了专利保护和奖励范围,反映了经济行政当局在外货进口困难,需要大后方工业大量仿制、生产替代品以供战时军需民用的情况下,采取了从实际出发的态度。事实证明,这种变通,在非常时期不仅是必要的,而且也是可行的。

经济部“条例”字面上虽无“专利”二字,但其内容实质乃在于以保护专利促进工业科技进步。时人指出,尽管“条例”在鼓励发明创造,促进工业经济进步方面,发挥了巨大作用,但为“暂时性质”,“规定终欠周详。为奖励发明创造起见,亟应制定正式专利法规,资为依据”。<sup>②</sup>1940年11月,蒋介石手令设立发明专研机关,经济部乃设立工业专利法筹划委员会,广邀专家草拟、审议专利法。历经4年紧张工作,于1944年5月29日公布了中国第一部专利法。该

---

① 吴润东:《十年来中国之发明专利》,载《中国工程师学会三十周年纪念册》,1945年,重庆市档案馆藏档案:中电厂2653(三)。

② 吴润东:《十年来中国之发明专利》。

法集清末以来我国奖励工业技术进步的各种法律、法规、条例、办法之大成,收集参考西方先进国家的专利法,是中国近代专利制度发展的顶峰。但是,由于专利法公布之时已是抗战胜利的前夕,公布之时又未同时成立专利局这样的执行机构,难以有效实施,因而它对促进战时工业科技进步的实际作用,远不及前述的“暂行条例”。

除“暂行条例”和专利法外,国民政府各部门先后颁布的有关奖励工业科技进步的法规还有:《奖励工业技术补充办法》(经济部 1940 年 11 月)、《奖励仿造工业原料器材及代用品办法》(经济部 1943 年)、《征求水利著述及制作办法》(水利委员会 1942 年)、《政府机关场厂人员发明或创作专利或创作专利权处理及奖励办法》(经济部 1944 年)、《经济部六周年纪念矿冶奖金办法》(1944 年)、《经济部七周年纪念工业奖金办法》(1945 年)、《著作发明及美术奖励办法》(教育部 1942 年)、《奖励医药技术条例》(卫生署 1942 年)、《兵工新发明评奖委员会规定及给奖标准》(兵工署 1942 年)、《航空工业提倡奖励办法》(航空委员会 1943 年)、《发明创作给奖办法》(资源委员会 1944 年)。

## 二 战时大后方工业科技的发展概况

在抗日战争特殊的历史背景下,由于各方面历史条件的综合,由于大后方广大工业科技专家和工程技术人员在救亡救国的民族战争中激发出来的聪明才智和工作热情,大后方的工业科技日新月异,开创了中国近代工业科技发展的辉煌时期。

### 1. 工业科技发明专利百花齐放。

专利制度是在近代工业文明的母腹中育成产生的。一个国家的工业发明专利被核准数量的多少,工业发明专利涉及领域的宽窄、质量的高低、使用价值的大小,标志着这个国家工业科技发展的水平和状况。为了说明抗战时期大后方工业发明专利的情况,可

把中国近代各个历史时期的工业发明专利状况列表比较。<sup>①</sup>

表一: 1938 年至 1944 年国民政府  
经济部核准发明专利的分类统计

类别	机器	仪器	电器	化学	矿冶	交通	家用	服用	文房用	印刷	总计
数量	50	29	54	123	19	34	59	5	36	14	423

表二: 1929 年至 1937 年国民政府  
工商部、实业部核准发明专利分类统计

类别	机器	仪器	电器	化学	矿冶	交通	家用	服用	文房用	印刷	总计
数量	20	9	16	36	1	13	23	9	26	7	160

表三: 1913 年至 1929 年北京政府  
农商部、农工部核准发明专利分类统计

类别	机器	仪器	电器	化学	矿冶	交通	家用	服用	文房用	印刷	总计
数量	22	4	1	12	7	1	7	6	6	7	73

分析以上三表, 可以看出战时大后方发明专利状况的一些特点:

第一, 发明专利的数量有了明显的增加。从民初北京政府核准中国第一件发明专利以后, 一直到 1944 年, 中国近代发明专利的历史大致经历了北京政府时期、抗战以前的国民政府时期、抗战时期这样三个时期, 每一个时期比较前一个时期, 在发明专利的数量上都有进步, 抗日战争时期进步更明显, 发明专利的数量是前两个时期总和的 182%。

第二, 发明专利的结构有了明显改进。各个时期机器、仪器、电

① 表引吴润东《十年来中国之发明专利》。

器、化学、矿冶、交通等国民经济基础工业领域内的发明专利所占全部发明专利的比例：北京政府时期为 64%；抗战以前的国民政府时期为 59%；抗战时期为 73%。这说明战时工业科技界更加重视基础工业领域内的科技进步。战前中国近代工业发展中特别薄弱和滞后的矿冶、化学、电器等行业的发明专利在抗战时期增长较快，实属难能可贵。

第三，抗战时期发明专利不可避免地带着“战时”特点。以战时发明专利的各个类别的数量而言，“化学”最多，“家用”第二，这绝非偶然。战时军需民用各方面对化工产品的需要量大面宽；中国西部化学工业基础极其微弱，发展化学工业必须解决大量的技术和设备问题；西部地区有丰富的化工原料可供化学工业科研和生产就地取材；这些因素的综合，便为化学工业领域的发明专利提供了迅速发展的动力和条件。“家用”领域的发明专利在战时也发展很快，探其缘由，也是战时特殊的需要所推动。在战争条件下，物资匮乏，供应不足，人民群众日常生活遇到平时难以想象的困难，迫使人们开动脑筋想办法、找窍门。例如照明问题，由于大后方电力供应严重不足，电灯使用不能普及，就是在重庆这样的大都市，也经常是“有电无力”，电灯没有蜡烛亮。为了解决工作、生活以及空袭期间的防空洞照明，各种不用电力的灯具的发明创造一时成了热门。据统计，有关非电力照明灯具的发明专利多达 29 项<sup>①</sup>，占了“家用”方面发明专利总数的一半左右。

抗战时期的发明专利对于推动大后方工业的发展，满足军需民用，发挥了巨大的作用。如陈大燮等研制的“套圈式旋篦蒸汽锅炉”、“竖立回火管蒸汽锅炉”，使大后方独立自主地生产工业动力锅炉成为现实；武需发明的“戴氏自吸式二程煤气机”，为大量生产煤气汽车以缓解动力车辆严重不足创造了前提条件；动力油料厂发明的“桐油制造汽油方法”，为解决“油荒”，利用桐油炼制“代汽

---

① 吴润东：《十年来中国之发明专利》。

油”的大规模生产得以进行;陆宗贤发明的“快硬水泥”,为特殊国防工程施工提供了原材料;资源委员会发明的“小型炼铁炉标准炉喉”,解决了冶金业自制小型炼铁炉的关键技术难题,极大地促进了大后方炼铁业的普遍发展;矿冶研究所发明的“创制镁砖方法”,使就地取材生产冶金工业急需的大量耐火材料成为可能……这些都说明了工业科技是工业发展的重要动力,是现实的工业生产力。

## 2. 工业科研机构、学术团体空前发展。

战前,专门的工业科技研究和试验机构,在近代工业十分微弱的西部地区基本上还是空白。抗战爆发后,一些工业科技机构和学术团体的内迁,以及战时大后方成立的工业科技机构和学术团体,一举打破中国西部地区工业科技发展史的沉闷局面。这些机构和团体大致可以分为三类:一类是隶属于政府各部、委、署的,一类是各大专院校、大中型工厂附设的,一类是民间组织兴办的。主要的机构团体有下列几个。

经济部中央工业试验所。它成立于1930年,1937年从南京迁往重庆。该所是战时大后方规模最大的多学科综合性工业科技研究和试验机构。该所设有化学分析、酿造、纤维、电气、机械、制糖、盐碱、动力、木材、油脂、胶体、纯粹化学、窑业、纺织染整等14个试验室。为方便科研试验,它设有机电、电气仪器、制革鞣革、窑业原料、纯化药品、油脂、淀粉、酿造、纺织、纤维、盐碱等与相关试验室对口的11个试验工厂。为推广技术,它还在造纸、制糖、油脂、耐火材料工业比较集中的地方设立了专项技术推广站。1940年,为适应西北地区工业发展的需要,该所在兰州设立西北分所。1937年至1941年初,该所共进行了179个专项工业科技项目的研究和试验。<sup>①</sup>到1943年时,该所研究人员共发表了科研论著、调查试验报

---

① 中央工业试验所:《经济部中央工业试验所一览》,1941年2月,重庆市档案馆藏档案:民生厂48。



告 300 余种。<sup>①</sup>

经济部矿冶研究所。该所前身是资源委员会属下的采矿研究室, 1937 年由南京迁至湖南长沙, 合并资源委员会冶金研究室成立矿冶研究所, 1938 年迁往重庆。该所设有采矿、选矿、冶金、煤焦、化验、锑矿、轻金属、耐火材料和金相学 9 个研究室, 并附设炼铁、洗煤炼焦、铁矿、煤矿等 4 个试验工厂。该所是中国第一个综合性矿冶科研机构, 也是战时大后方各类工业科研机构中规模较大, 成绩显著的机构之一, 对于解决战时矿冶工业的技术难题、推动战时矿冶工业发展贡献至巨。

兵工署所属的几个研究所。弹道研究所: 该所成立于 1937 年, 1938 年迁往重庆。该所设有编译科、设计科、弹道处、火药处, 专司兵器膛内外弹道及火药之研究, 以期革新火器、改良弹药。抗战期间“对于设计新炮之协助, 射表之制备, 国产原料炸药之发展, 胥直接有助于抗战”。材料试验处: 该处前身为兵工署百水桥精密研究所, 筹设于 1934 年, 1937 年迁往重庆, 1938 年改组为兵工署材料试验处。该处主要工作是检验、研究和统一各兵工厂生产材料, 研制兵器生产材料进口替代品。应用化学研究所: 该所成立于 1934 年, 1937 年迁往四川泸县, 以研制化学战兵器为主, 兼及兵工化学原料的研制。其在抗战时期的工作主要有: 侦毒器材、战地化验车、纵火器材的研造和防毒训练。军用特种车辆零件试造研究所: 该所成立于 1940 年, 专门研制进口军用特种车辆急需的零配件, 设有有机工、电工、锻工、铸工、木工、修车和热处理工作间。

西南联合工业研究社。该社成立于 1938 年, 是重庆一些民营和省营、官商合营大企业, 为解决各厂没有完备的工业试验设备和手段, 自发集资组成的民间工业科研机构。该社的主要职能首先是为参加该社的社员厂提供所需要的工业化验、检验等方面的服务,

---

① 中央工业试验所: 《中央工业试验所研究论文报告一览》, 重庆市档案馆藏档案: 中工所 895。

也对非本社社员提供商业性的有偿服务,同时根据各厂生产的需要进行一些有针对性的研究工作。1939年时,该社开展的工业化分析方面的项目有15项,研究方面的项目有4项。<sup>①</sup>

中国工程师学会。该会在1931年由1912年成立于国内的中华工程师学会和1917年成立于美国的中国工程学会合并改组而成。该会是中国近代历史最久、范围最广、人员最多、影响最大的民间科技学术团体,在中国近代科技史上占有重要的地位。1938年该会临时大会议决学会迁至重庆,重振会务。抗战期间,该会分别在重庆(1938)、昆明(1939)、成都(1940)、贵阳(1941)、兰州(1942)、桂林(1943)、衡山(1944)、重庆(1945),召开了第27—34届常务大会。<sup>②</sup>常务大会是该会最重要的活动,它荟萃大后方科技“精英”,进行科技研讨和交流。提交大的科技论文代表了当时中国工业科技研究的最高水平。大会讲座和通过的许多提案,事关大后方工业科技发展的大政方针、运筹计划,被政府有关当局所采纳后发挥了巨大作用。除此之外,该会在战时续办该会会刊——《工程》杂志,这是当时大后方最具影响的综合性工业科技学术刊物;续办工业科技研究奖励,包括各种奖学金的举办、优秀科研论文奖励、授予对中国工业科技贡献佼佼者“中国工程荣誉奖章”(获奖者:1941年茅以升,1942年孙越琦,1943年文秉渊,1944年曾养甫,1945年龚继成,1946年李承干);在1940年创议以每年6月6日为工程师节,以提高科技人员的地位,宣传科技之重要,收效甚宏;以开发西南为主旨,组织科技专家考察四川、广西、康藏等地,考察团所发表的报告、著述,为西南开发和建设提供了蓝本;于1940年开始协助政府制订鼓励国人从事工业发明并保障其专利的法规,对战时中国专利制度的进步作出了积极贡献;于1941年

① 西南联合工业研究社:《西南联合工业研究社社务报告》,1939年12月31日,重庆市档案馆藏档案:天府总公司/孙102。

② 吴承洛:《十年来之中国工程师学会》、《十年来之中国工程师学会续篇》,载《中国工程师学会纪念册》,1945年。

设立工程标准协进会,积极推行中国工业标准化运动。中国工程师学会下辖 68 个地区分会,并联合、指导中国化学工程学会、中国机械工程学会、中国矿冶工程学会等 11 个行业工业科技学术团体。

战时大后方工业科技机构和学术团体的发展有以下特点:

第一,不仅在数量上,而且在质量上都较战前有了长足的进步。如果仅就大后方所在的西部地区而言,可说是从无到有,急剧发展。中央工业试验所战前仅有“化学组”、“机械组”两个研究实体,数十人,战时发展到 14 个研究实体、11 个试验工厂、数百人。中国工程师学会所属地区分会,战前仅有 25 个,战时发展到 68 个。<sup>①</sup>

第二,主要集中于重庆地区和兵器、冶金行业。战时大后方的工业科技机构主要是由沿海地区内迁而来。由于重庆是战时大后方的政治、工业、金融、交通中心,这些内迁的工业科技机构大都迁往重庆,使重庆成为集聚工业科研机构最多的大后方工业科技中心,而大后方其他地区的工业科技机构却寥如晨星,或空白依旧。由于与武器生产直接相关的兵器工业、冶金工业等重工业对于争取战争胜利有重大而紧迫的意义,政府和工业界特别重视这些行业的科技进步,大后方的工业科技机构也多数分布在这些行业。

第三,重视研究和试验结合,科研和生产结合,普遍实行所、厂(室、厂)一体。战争的特殊环境要求科技成果迅速转化为现实的工业生产力。因此,绝大多数工业科技机构都附设有实验工厂。这些不同类型的实验工厂在“工厂性试验”的基础上,许多还直接进行工业性生产。其原因在于:这些实验工厂在进行“工厂试验”的过程中形成了一定的生产能力;有的科技成果在通过“工厂试验”以后一时难以找到合适的厂家及时推广,于是由实验工厂担负起小批量生产的任务,以应军事民用的急需;通过出售产品筹集资金,以

---

<sup>①</sup> 吴承洛:《十年来之中国工程师学会》、《十年来之中国工程师学会续篇》,载《中国工程师学会纪念册》,1945 年。

补科研经费之不足。中央工业试验所、矿冶研究所、材料试验处等,在抗战时期均既是重要的工业科技研究、试验机构,又是一些重要产品的生产、制造机构。特别是材料试验处,在研究、试验取得多项成果的同时,受命于1942年组建第二十八兵工厂,成为大后方专门生产制造兵器用合金的重要工厂。

### 3. 典型工业行业的科技进步。

战时大后方工业科技进步是多行业、多方面、多层次的,限于篇幅,这里只能就典型、骨干行业的科技进步概况作一些介绍。

钢铁工业。钢铁工业是近代工业体系中最重要基础行业,战前的中国钢铁工业规模很小,技术落后,产量亦微不足道,且所产铁有三分之二不能自己炼钢。<sup>①</sup>全面抗战爆发后,国民政府为在大后方重建国防工业基地的需要,通过内迁、新建和改造内地旧有企业,建立了以重庆为中心的,由钢铁厂迁建委员会,兵工署第二十四工厂、二十八工厂,资委会电化冶炼厂、资渝钢铁厂、威远铁厂、云南钢铁厂,中国兴业公司,渝鑫钢铁厂,人和钢铁厂,中国制钢公司等一大批大中型骨干企业,组成钢铁工业新的基础,这是近代中国唯一的完全依靠自己的技术和资源建立起来的钢铁工业。这一时期,无论是矿产调查开采,还是冶炼、轧制及耐火材料的研制,均有大量的科技成果产生。尤为可佳的是,这些成果均出自国人之手,许多属国内首创,如新式小型炼铁炉、炼钢平炉、废热式炼焦炉、各型轧钢机的制造;贝色麦炉低温氧化去磷法、坩埚炼制合金钢法、纯铁冶炼法、电解钢生产技术的试验成功,都是这一时期钢铁工业的重要科技成果。现择要介绍一些如下。

抗战前期,供各兵工厂、机器厂用的灰口生铁奇缺,市面上只有土炉用木炭炼出的白口铁出售,质量难合标准,且价格飞涨,而钢铁厂迁建委员会正在兴建的20吨和100吨炼铁高炉在短期内难以建成出铁。根据当时掌握的地质资料,西南,特别是四川地区

---

① 任美镔:《钢铁工业的位置》,载《钢铁界季刊》,1942年第2期。

铁矿分布面广,但储量有限,比较适宜供小型高炉炼铁之需,而且小型炼铁炉具有投资小、见效快的优点。有鉴于此,大后方钢铁界的有识之士倡议大量修建小型炼铁炉。二三十吨以下的小型炼铁炉在欧美甚属罕见,设计上几无蓝本可资借鉴,加之建炉所需钢材、耐火材料无法购进而需就地取材,使小型炼铁炉的研制困难重重。矿冶研究所的冶金专家和工程技术人员经过大量的试验,成功地解决了炉身胀裂、煤气下降管漏进空气造成热风炉爆炸和炉身蒸汽析出凝结炉缸等技术难题,首先在人和钢铁厂炼出含硅高达15%以上的高硅生铁。小型高炉研制和炼铁成功,是中国炼铁业史上的首创,为解决战时生铁需要具有重大意义。

纯铁冶炼是战时钢铁工业的重要创造之一。当时,四川地区缺少焦炭和高品位铁矿石的供应,加之资金紧缺,传统的以高炉炼钢为主体的炼钢厂难以普遍建立。针对这一情况,冶金专家叶渚沛提出用低温直接还原法冶炼低碳纯铁,在不用焦炭的情况下直接加工成钢材的设想。经过一年多的试验,该设想竟奇迹般地变为现实:用此法生产的铁的还原率达到90%以上,产品含硫量成功地控制在允许的范围内,产品经锤锻加工后可作为钢材使用。

用坩埚炼钢是战时大后方钢铁冶炼史上的又一奇观。由于原料、电力、设备的缺乏,修建电炉、马丁炉十分不易,而土法炼钢又不能保证出钢品质。于是,周志宏等冶金专家以坩埚焙炼作为改良土法炼钢的途径,从1939年开始试验工作,1940年用小型坩埚炼钢成功,1941年元月用大型坩埚炼钢成功。坩埚炼钢在中国炼钢史上亦属首创,他们研制的坩埚不仅可以炼钢、焙钢,而且可以冶炼铁合金、马口铁,其性能和寿命不在英国坩埚之下。用坩埚炼成的合金钢和锋钢,品质之精,可供兵器生产之用。

兵器工业。兵器工业在战时工业体系中居于头等重要的地位,兵器工业科技是战时工业科技中特殊的,并取得进步最显著的领域之一。现仅将大后方18个主要兵工厂中的兵工署第五十、第二十四兵工厂在抗战时期取得的主要科技成果列出,以观其一斑。

兵工署第五十工厂：设计、试制出我国第一门小口径迫击炮——60mm 迫击炮；试制 150mm 迫击炮弹、十年式山炮弹、三八式野战炮弹、克式山炮弹成功；发明二九式炮弹延瞬两用引信；试制德式 105mm 榴弹成功、改良卜福斯山炮成功；设计试制 20mm 迫击炮成功；改良 150mm 迫击炮弹成功；试制 75mm 黄磷山炮弹、美式硝化淀粉炸药成功；改苏式 762 野战炮弹为 75mm 山炮弹成功。兵工署第二十四厂：以土铁生板炼钢成功；用当地原料试制耐火材料，用以替代三吨电炉用进口镁砖、镁沙成功；研制铬质枪管钢，以替代生产枪管用进口钨铁成功；试炼 75mm 炮筒钢成功；试制汽车弹簧钢成功；研制钢料分析用定炭、磁船，用以替代舶来品成功；在国内首次研制成功冷铸轧辊；试制美国莫尔式三吨电炉成功。

在各兵工科研机构完成的大量科技成果中，有一些在对日作战中发挥的作用非同寻常。例如，一个时期，武器装备处于劣势的中国军队，在日军装甲车辆的进攻面前常常束手无策，死伤惨重。兵工署第五十工厂于 1940 年开始试制德式三七战车防御炮，自己动手设计制造各种特种机器和工具，于 1941 年制成第一门样炮，1942 年达到月产 5 门。国产战车防御炮投入战场后，发挥了很大的威力，有效地提高了中国军队的战斗力。再如，掷弹筒是近代战争中重要的步兵曲射武器，它的应用系兵家所谓解决“最后 300 米距离之问题”的有效手段。抗战初期的中国军队因没有这项装备而影响战力，于是兵工署令第三十工厂星夜研制，以救战场之需。该厂初仿造日式掷弹筒，但其构造复杂，既不利于大批量生产，使用也不方便。该厂遂自力更生设计试制自己的掷弹筒，于 1938 年底试制成功并开始大量装备部队，又于 1941 年、1942 年、1943 年对该项国产武器进行多项改进。经实践检验，其性能远较日式掷弹筒为优。该厂从 1939 年至 1945 年间，共制造二七式掷弹筒 4 万余门，二七式掷榴弹 150 余万发。<sup>①</sup>又如，步枪和轻机枪是步兵作战

① 《中国近代兵器工业档案史料》第 3 卷，兵器工业出版社 1993 年版，第 1238 页。

最基本、最重要,也是消耗量最大的武器装备,为保证部队需要,兵工署第二十一工厂奉命于1940年10月开始,以原汉阳兵工厂造步枪为改良的基础,设计、试制被命名为‘中正式’的新式步枪,于1943年正式出品,月产量达数千支之多。另外,该厂还研制出第一批捷克式机关枪,后经多次改进,至1942年达到标准化、规模化生产,月产数百挺。该枪性能完全达到设计要求,具有拆装方便、零件互换、操作灵活和射速高的优点。

机械工业。机械工业在近代工业体系中有“工业之母”的美称,它作为整个工业的装备工业,是工业发展的重要动力,它的发展水平是一个国家工业发展和工业化程度的重要标尺。有专治中国机械工业发展史的学者,把近代中国机械工业发展的历史划分为‘初创’、‘仿造’和‘创造’时期,这个‘创造时期’就是指抗战时期。<sup>①</sup>所谓‘创造’,有如下事例。

在动力机械方面,有中央机器厂研制的2000千瓦汽轮机;中央电工器材厂研制的1500千瓦汽轮发电机;恒顺机器厂研制的120、180马力船用蒸汽机和250马力陆用蒸汽机;上海机器厂研制的小型水轮机(特别适合西南地区山高水多的特点);民生机器厂研制的船用高压水管锅炉(用于该公司10多艘轮船建造,性能与舶来品殊无二致)。在交通机械方面有中国汽车制造公司研制的桐油汽车;中央汽车配件厂研制的引擎活塞、活塞针、传动齿轮,新中工程公司制造的煤气汽车。在作业机械方面,“中央”、“恒顺”、“顺昌”、“公益”、“经纬”等厂研制的各型纺织染整机械,使重庆等地的纺织业由工场手工业迅速转变为机器大工业;“顺昌”、“循规”和中南橡胶厂分工合作研制,使大后方造纸机械能成套自给;顺昌机器厂研制的水泥切磨机,可使90%以上的水泥通过305眼筛,极大地提高了水泥产品的细度;各钢铁厂研制和仿造的炼铁炉、轧钢机、鼓风机等设备,填补了大后方冶金业的空白。在工具机和工

---

<sup>①</sup> 顾毓:《十年来中国之机械工业》,载《中国工程师学会纪念册》,1945年。

最基本、最重要,也是消耗量最大的武器装备,为保证部队需要,兵工署第二十一工厂奉命于1940年10月开始,以原汉阳兵工厂造步枪为改良的基础,设计、试制被命名为‘中正式’的新式步枪,于1943年正式出品,月产量达数千支之多。另外,该厂还研制出第一批捷克式机关枪,后经多次改进,至1942年达到标准化、规模化生产,月产数百挺。该枪性能完全达到设计要求,具有拆装方便、零件互换、操作灵活和射速高的优点。

机械工业。机械工业在近代工业体系中有“工业之母”的美称,它作为整个工业的装备工业,是工业发展的重要动力,它的发展水平是一个国家工业发展和工业化程度的重要标尺。有专治中国机械工业发展史的学者,把近代中国机械工业发展的历史划分为‘初创’、‘仿造’和‘创造’时期,这个‘创造时期’就是指抗战时期。<sup>①</sup>所谓‘创造’,有如下事例。

在动力机械方面,有中央机器厂研制的2000千瓦汽轮机;中央电工器材厂研制的1500千瓦汽轮发电机;恒顺机器厂研制的120、180马力船用蒸汽机和250马力陆用蒸汽机;上海机器厂研制的小型水轮机(特别适合西南地区山高水多的特点);民生机器厂研制的船用高压水管锅炉(用于该公司10多艘轮船建造,性能与舶来品殊无二致)。在交通机械方面有中国汽车制造公司研制的桐油汽车;中央汽车配件厂研制的引擎活塞、活塞针、传动齿轮,新中工程公司制造的煤气汽车。在作业机械方面,“中央”、“恒顺”、“顺昌”、“公益”、“经纬”等厂研制的各型纺织染整机械,使重庆等地的纺织业由工场手工业迅速转变为机器大工业;“顺昌”、“循规”和中南橡胶厂分工合作研制,使大后方造纸机械能成套自给;顺昌机器厂研制的水泥切磨机,可使90%以上的水泥通过305眼筛,极大地提高了水泥产品的细度;各钢铁厂研制和仿造的炼铁炉、轧钢机、鼓风机等设备,填补了大后方冶金业的空白。在工具机和工

---

<sup>①</sup> 顾毓:《十年来中国之机械工业》,载《中国工程师学会纪念册》,1945年。