

苏联援助下的中国热电工业的初创

——以包头第一热电厂兴建为例

The Initial Establishment of China's Thermoelectric Industry with the Aid of the Soviet Union:
Taking the Construction of Baotou No.1 Thermal Power Plant as an Example

李云霞 /LI Yunxia¹ 仪德刚 /YI Degang²

(1. 内蒙古师范大学科学技术史研究院, 内蒙古呼和浩特, 010020; 2. 东华大学人文学院, 上海, 200051)
(1. Institute for the History of Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia, 010020;
2. College of Humanities, Donghua University, Shanghai, 200051)

摘要: 新中国成立伊始, 工业基础薄弱, 苏联对中国进行了大规模经济和技术援助。电力工业作为其他工业发展的根基, 需优先建设。热电厂由于建设周期短、见效快等优势备受青睐。“一五”时期, 苏联援建的“156项工程”中电力项目占25项, 其中热电厂有23项, 占92%。包头作为“一五”时期国家重点打造的新重工业城市, 苏联援建的5个项目部署在此, 含两座热电厂, 这两座电厂对中国钢铁工业、国防工业的建设及早期发展意义非凡。本文以包头第一热电厂为例, 充分挖掘该厂档案资料和相关史料, 阐述其选址、设计、建设的整个过程, 分析苏联火电技术向我国转移的内容、路径及特点, 探讨苏联专家在工程建设中的作用, 揭示该厂建成对包头工业发展的重要意义。

关键词: 火电工业 苏联援助 “156项工程” 包头热电厂

Abstract: At the beginning of the founding of the People's Republic of China, the industrial foundation was weak, and the Soviet Union provided large-scale economic and technical assistance. As the foundation for the development of all industries, the power sector had to be given priority in construction. Thermal power generation was highly favored due to its advantages such as a short construction period and quick results. During the First Five-Year Plan period, among the “156 Projects” assisted by the Soviet Union for construction, 25 were power projects, of which 23 were thermal power plants, accounting for 92%. Baotou was one of the new heavy industrial cities that the state prioritized during this period. Five projects were deployed there, including two thermal power plants. These two were of great significance for the construction and early development of China's iron and steel industry and national defense industry. Taking the No.1 Thermal Power Plant in Baotou as an example, this article fully explores the archival materials and relevant historical materials of the plant, expounds the entire process of site selection, design, and construction with the assistance of the Soviet Union, analyzes the content, channels, and characteristics of the transfer of Soviet thermal power technology to China, discusses the important role of Soviet experts in the project construction, and reveals the great significance of the plant's completion for the industrial development of Baotou.

Key Words: Thermal power industry; Soviet aid; “156 projects”; Baotou thermal power plant

中图分类号: N09; TM621 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2025.10.008 CSTR: 32281.14.jdn.2025.10.008

基金项目: 国家社会科学重大项目“中国近代科学社团资料的整理、研究及数据库建设”(项目编号: 19ZDA214)。

收稿日期: 2024年9月15日; 返修日期: 2025年6月21日

作者简介: 李云霞(1982-)女, 内蒙古呼和浩特人, 内蒙古师范大学科学技术史研究院博士研究生, 研究方向为技术史。

Email: 125296086@qq.com

仪德刚(1971-)男, 内蒙古赤峰人, 东华大学人文学院教授, 研究方向为物理学史、技术史与科技战略。Email: yidegang@aliyun.com

20世纪50年代,苏联和东欧社会主义国家对中国进行了工业援助,在20世纪与21世纪之交,这一议题倍受学界的关注,取得了卓有成效的研究成果。近些年,随着部分中苏档案解密以及新资料的出现,学术界重新开始了对苏联援助中国的研究。

电力是工业建设和社会发展的基础工业,在人类生产生活中占有极为重要的地位,回顾人类社会经济的发展历史,电力的开发与利用对个人、社会和国家以及全球都产生着广泛而持久的影响。^[1]众所周知,新中国电力工业建设和发展与苏联的援助密不可分,学界对于这一时期电力工业的研究也取得了一定的成果,如沈志华的《苏联专家在中国》,董志凯、吴江的《新中国工业的奠基石156项建设研究1950-2000》,张柏春、姚芳、张久春等《苏联技术向中国的转移1949-1966》,李代耕的《新中国电力工业发展史略》,黄晞的《中国近现代电力发展技术史》,杨勤明的“中国火电建设发展史”,^{[2]-[7]}这些著作中对于苏联在电力工业方面的经济和技术援助均有阐释,并对这段历史也进行了详细的梳理,然而,对苏联援建热电厂建设过程以及苏联电力技术向我国转移的内容、路径、特点论述相对较少。包头第一热电厂(以下简称包一电厂)作为苏联援助中国热电事业的典型案例,承载着特定历史阶段的重要意义和丰富内涵,为剖析新中国早期技术引进提供了详实的依据,是进行史学相关研究不可或缺的样本。基于此,本文聚焦于对包钢建设和发展具有重要意义的包一电厂,从厂址选址、工程设计、工程建设、设备引进与安装四个方面,深入阐述苏联火电技术向中国转移的具体过程和实现路径,旨在揭示苏联对中国电力技术援助为推动我国工业发展和促进电力工业体系构建所起到的关键作用。

一、“一五时期”苏联对中国电力工业的援助

1.“156项工程”中电力工业项目的确立

新中国成立之初,百废待兴,为了改善落

后的经济面貌,国家领导人集思广益,一方面对外积极寻求中国工业发展的经济援助和技术支持,另一方面对内建立恢复经济的有力政策。1950年至1952年,三年的国民经济恢复任务顺利完成,但是工业落后的局面仍未改变,要想尽快恢复国民经济,发展工业建设势在必行,基于国内外经济现状,实行技术引进是我国经济和工业发展的唯一路径。

苏联对我国的首次大规模援助的相关讨论始于1949年1-2月,在斯大林接待米高扬(А. И. Микоян)秘密访华期间于西伯利亚展开,止于1960年7月28日苏联要求撤走全部专家,共10年。这十年中,尽管两国在政治和外交上产生过分歧,但是苏联在我国工业化建设中的作用值得肯定,虽然在苏联专家撤走之前,还有很多援助的项目尚未完成,但是长达十年的技术援助,为我国培养了大批本土技术力量,保证了工业的持续建设和发展。^[8]

苏联援助我国的电力工业项目分三个阶段确立,1950年初至1952年底,三年国民经济恢复期苏联援助的工业项目共50项,其中电力11项,既扩建抚顺电站、阜新电站、大连热电站、吉林热电站、丰满水电站,共五座电站,新建富拉尔基热电站、太原第一热电站一期、西安第二热电站一期、乌鲁木齐热电站、重庆热电站、郑州第二热电站,共六座电站。1953年5月15日,李富春和米高扬分别代表两国政府签订了《关于苏维埃社会主义共和国联盟政府援助中华人民共和国中央人民政府发展中国国民经济的协定》,苏联政府将援助中国建设与改建91个企业,涉及钢铁、冶金、煤炭、石油、机械制造、动力机械、化学、电力、医药等方面。其中包括10个火力电站既太原第一热电站二期、太原第二热电站(自太原第一热电站二期分出)、石家庄热电站、包头宋家壕热电站、西安第二热电站(二期)、富拉尔基热电站(二期)(后改为西安第三热电站)、兰州热电站、个旧电站(一期)、大冶热电站、微水热电站。^[9]1954年10月12日,在中苏两国政府达成《对于1953年5月15日关于苏联政府援助中华人民共和国中央人民政府发展中国国民经济的协

定的议定书》的备忘录中,又新增加了15项,其中包括包头第二热电站、个旧电站(二期)、洛阳热电站、株洲热电站、佳木斯热电站、赣南电站、黄河三门峡水利枢纽、北京热电站,三批次共确定了29个热电站。^{[10], [11]}由于新中国成立初期,对原有被破坏的电力设备进行了恢复,使发电能力有了一定的增长,原向苏联订购的电站撤销了赣南电站,改为成都热电站,个旧电站、太原第一热电站、西安第二热电站、富拉尔基热电站一期和二期算一个项目,最后确定援建25个项目,这些项目全部建成后将增加装机总量298.65万千瓦,必将大大提升我国工业生产能力,为中国工业现代化的发展打下坚实的基础。

2. 苏联援助的热电站分布统计

新中国成立前我国工业整体分布偏沿海地区,分布极不合理,此次苏联援助的电力项目主要分布在内地,东北7座、华北6座、西北4座、华中4座、西南4座。这25座电站中火电装机

总量146.4万千瓦,水电装机总量152.25万千瓦,由于三门峡水电站减少85万千瓦,实际形成装机总量213.65万千瓦,“一五时期”完成近120.35万千瓦,“二五时期”完成93.3万千瓦。^[12]统计结果见表1。

苏联援助的23项电热站中有5项是在原有电厂上扩建,有18项为新建电厂,这些热电站是作为“一五时期”苏联援助的其他重工业项目的配套设施而建设。通过对下表各火力电站进行比较可知,这些热电站均于50年代建设,由苏联电站部动力设计总局全苏国家设计院火力发电设计院莫斯科分院进行设计,根据用电负荷,装机容量从1.2万千瓦至10万千瓦不等,这些热电站所安装的设备主要为苏联援助型号AK-6的0.6万千瓦汽轮机、АПТ-12-1的1.2万千瓦汽轮机、ВПТ-25-2(3、4)的2.5万千瓦汽轮机、BK-50-3、ВПТ-50-2的5万千瓦汽轮机,还有部分为东德的设备。锅炉设备的型号为ТП-130、ТП-170-1、ТП-230苏制设

表1 苏联援助电力项目执行统计表(单位:万千瓦)

编号	名称	建设		援助期	年代		实际建设规模	引进苏联设备型号		设备	
		地址	类型		建设	投产		汽轮机	锅炉	数量	类型
1	阜新热电站	辽宁	扩建	一至七期	1951	1957	15	An-25-2(一期1台、二期2台) AK-50-1(三、四期各1台) BK-50-3(五期2台) BK-100-6(六期2台、七期1台)	ЧКТИ75-39-450(一期1台) ТП-130(一、二期各1台,三、四期各2台) ЧКТИ75-39-450(八期1台)	10机 13炉	中温 中压
2	抚顺热电站	辽宁	扩建	一至三期	1952	1957	15	AK-50-1(一至三期各1台) An-25-3(五期1台)	ТП-130(一期2台) ТП-130(二期2台) ТП-130(三期1台)	4机 5炉	中温 中压
3	大连热电站	辽宁	扩建	一期	1954	1955	2.5	1×ВПТ-25-2	2×ТП-130	1机 2炉	高温 高压
4	吉林热电站	吉林	扩建	一至三期	1955	1958	25	4×ВПТ-25-3 3×ВПТ-50-2	5×ТП-230-2	7机 5炉	高温 高压
5	富拉尔基热电站	黑龙江	新建	一期	1952	1955	5	2×ВПТ-25-3	3×П-170	2机 3炉	高温 高压
6	佳木斯纸厂热电站	黑龙江	新建	一期	1955	1957	2.4	2×АП-6-1 1×АПТ-12-2	4×BK3-50-39φ	3机 4炉	中温 中压

(续表)

7	太原第一热电站	山西	新建	一期	1952	1956	4.9	2×BP-12-31-2 1×BПT-25-3	3×75吨/时 2×130吨/时	3机 5炉	中温 中压
				二期	1955	1957	2.5	1×BПT-25-3	2×130吨/时	1机 2炉	高温 高压
8	太原第二热电站	山西	新建	一期	1956	1958	5	2×BПT-25-3	2×TП-170-1	2机 2炉	高温 高压
9	石家庄热电站	河北	新建	一期	1955	1957	2.4	2×AПT-12-1	4×ЧКТИ75-39-450	2机 4炉	中温 中压
				二期	1957	1959	2.5	1×BПT-25-3	1×TП-170-1	1机 1炉	高温 高压
10	北京热电站	北京	新建	一期	1956	1959	10	2×BПT-25-4 1×BПT-50-2	2×BK3-160-100ΦS 2×BK3-220-100ΦS	3机 4炉	高温 高压
11	包头四道沙河热电站	内蒙古	新建	一期	1956	1958	5	2×BПT-25-3	3×TП-170-1	2机 3炉	高温 高压
12	包头宋家壕热电站	内蒙古	新建	一期	1958	1959	6.2	2×BПT-25-4 1×BP-12-31-2	3×TП-16	3机 5炉	高温 高压
13	郑州第二热电站	河南	新建	一期	1952	1954	1.2	2×AK-6 (东德设备)	3×TП-35	2机 3炉	中温 中压
14	洛阳热电站	河南	新建	一期	1955	1960	12.5	3×BПT-25-3 2×BПT-25-4	3×TП-170 2×TП-13/A-220	5机 5炉	高温 高压
15	青山热电站(195)	湖北	扩建	一期	1955	1959	11.2	2×BПT-25-3 BP-12-31-2 BK-50-3	2×TП-230-2 2×TП-15-220	4机 4炉	高温 高压
16	株洲热电站	湖南	新建	一期	1955	1957	1.2	2×6000KW	3×TП-35	2机 3炉	中温 中压
17	重庆电站	重庆	新建	一期	1952	1954	2.4	1×12000KW	3×75吨/时	2机 3炉	中温 中压
18	成都热电站	四川	新建	一期	1952	1954	2.4	2×BПT-25-3	3×TП-170	2机 3炉	高温 高压
19	个旧电站(开远发电厂)	云南	新建	一期	1955	1958	1.6	1×4000KW 2×6000KW	4×TП-35	2机 4炉	中温 中压
				二期	1958	1958	1.2	2×6000KW	3×TП-35	2机 3炉	中温 中压
20	西安第二热电站(灞桥热电厂)	陕西	新建	一期	1952	1953	4.8	2×AK-6	3×TП-35/39	2机 3炉	高温 高压
				二期	1956	1957	3.6	3×AПT-12-1	4×УКТИ-75/39	3机 4炉	高温 高压
21	鄂(户)县热电站	陕西	新建	一期	1956	1967	5	2×BПT-25-3	3×TП-170-1	2机 3炉	高温 高压
				二期	1959	1960	5	1×BK-50-3	2×TП-170-1	1机 2炉	高温 高压
22	兰州西固热电站	甘肃	新建	一期	1955	1958	10	4×BПT-25-3	4×TП-230	4机 4炉	高温 高压
23	苇湖梁热电厂	新疆	新建	一期	1952	1954	0.7	2×AK-4	2×TC-14-39 1×TC-20-39	2机 3炉	中温 中压

资料来源：23座热电厂的厂志和各地方工业志。

备,型号为УКТИ-75/39、BK3-160-100ΦS、ЧКТИ75-39-450的东德设备。1955年之后建设的热电站所安装的设备多为2.5万千瓦和5万千瓦汽轮机,锅炉多为蒸发量220吨/时或230吨/时。尽管苏联提供的设备只相当于世界20世纪40年代的水平,([4],499)这一方面说明苏联热电设备制造技术落后于西方,另一方面体现了苏联在尽全力的给予援助,正如薄一波在《若干决策与重大事件的回顾上卷》一书中提到的:“苏联援助尽管不是无私的,但是拼尽全力,每生产两台设备就有一台是给我国的。”^[13]虽然在新中国成立之初,东欧、捷克等一些国家,对我国也伸出了援手,但是对我国电力工业体系建设起到决定性作用的是苏联。

二、苏联对包一电厂的技术援助

包头地处祖国北疆、地广人稀、资源丰富,“一五”时期由于其独特的地理位置和丰富的矿产资源,成为前苏联援助建设的八大新型重工业城市之一,也是内蒙古地区唯一受援助的城市,^[14]国家在此布局了五项工业项目,包一电厂是其一,目的是为包头钢铁公司(以下简称包钢)提供生产所需的电力、蒸汽和热水以及余热锅炉的化学净水。包一电厂在建设过程中得到了苏联专家的大力帮助,下文将从厂址选择、地质勘测、工程设计、施工指导四个方面进行详细阐述。

1. 厂址选择与地质勘测

“一五”时期,为了优化工业布局,推动少数民族地区工业建设和经济发展,筑牢国防工业防线,国家在包头规划了包钢、447厂、617厂和第一热电厂和第二热电厂,五个重工业项目。这些项目的布局,无疑是包头城市规划的重中之重。1952年11月,第二机械工业部、重工业部钢铁工业局、燃料工业部组成勘测队联合进行选厂,在绥远省西部长达440多公里的区域展开踏勘工作。根据苏联提出的选址原则,优先选择水源条件好、土地较为平整,交通条件便利的区域作为工业区,初步选定四道沙河、二道沙河、宋家壕等8处为待选厂区,^[15]参照

苏联当时城市规划技术经济指标,结合当地具体情况,经几次商讨后,决定在距市区16公里的四道沙河建北郊工业区,作为未来城市发展的新区,并在此安排建设447厂、617厂和包二电厂,在宋家壕工业区建包钢和包一电厂,在东南工业区以毛纺、棉纺等轻纺工业为主、西南工业区主要布置铁路机车修理和货车修理的备用地。^[16]这一方案既符合包头城市规划的原则,又可以充分合理利用公共资源,还有利于各厂之间的协调配合,也有利于包头城市可持续发展。

厂址选定后的第二项工作既地质勘测,包一电厂的地质勘测共进行了两次,初步勘测是由苏联对包头钢铁公司进行地质勘测时一并进行的,当时在对包钢厂址进行勘测时,在包一电厂厂区只钻探了四个钻探点,数量较少,并不能确定包一电厂每个建筑物下土壤的承载特性和沉陷特性。因此,在进行技术设计时,国家电力工业部委托电力设计院长春电力设计分院(今东北设计院)进行了第二次地质勘测(见图1)。这次野外勘测工作于1956年2月16日到3月25日进行,由长春设计分院的何如飞带领勘测队共17人历时40天完成。此次地质勘测共钻探56个钻探点,采取了原状及搅动土样267筒,在其中的4个钻探点中采取地下水样4件,通过包头钢铁公司土分析室和长春设计分院土工试验所进行的土样和地下水样的分析化验,得出建厂区地层结构为第四冲积层,为黄河的近代沉积物,其地质构成较为复杂,无一定的沉积规律及明显层次,大体可分为耕土层、第一粘土层、第二粘土层、第二粘土层以下为各种砂层。^[17]

通过包一电厂地质勘测报告可知,厂区地质构成在垂直和水平方向均呈现出均匀特性,存在基础不均匀沉陷的潜在风险。此外,厂区各建筑物下方都分布着一层厚度不等且较松的砂类土,受振动荷重后会突然增密,进而引起建筑物剧烈沉陷,对建筑物安全造成影响。因此,在设计过程中苏联充分考量了荷重对地基的影响,并采用与之相适应的建筑结构形式。

包一电厂和包头钢铁公司有着非常紧密的

联系，两厂不仅互相供给产品还共用部分设施。包一电厂供给包钢电力、蒸汽和热力；包钢供给电厂焦炉煤气，两厂共用贮煤厂、通讯总机、修配加工厂等。^[18]从经济角度考虑包一电厂厂址应与包钢尽可能接近，设计时也考虑建设在一起，这样可以节省建设投资和减少供电供热损耗，因此将包一电厂布置在包钢的东侧，西邻包钢高炉和鼓风机站，北邻包钢供热厂、耐火厂，南望包钢机总厂。（[13]，p.2）

2. 工程设计

包一电厂生产相关的工程设计及图纸绘制，由苏联电站部动力设计总局全苏国家设计院火电设计院莫斯科分院负责，长春电力设计院承担翻译任务，参与技术设计的苏联专家信息详见表2。从设计内容来看，苏联方面的设计主要涵盖主厂房、烟囱、冷水塔等生产性建筑物。行政管理建筑物、住宅区、铁路线、厂区外公路、外部热力网、电力网络架设和送电线路的继电保护装置，外部通讯等由我国自行设计。^[19]包一电厂的工程设计分两次进行，初步设计共6卷，包括总的部分、热机部分、电气部分、水工部分、土建部分、特殊部分，技术设计共11卷，包括总说明、建筑厂地与总平

面、热机部分、电气部分、水工部分、土建部分、铁路运输、通讯机信号装置、厂区供热机供热母管出口、施工组织及特殊部分。

包一电厂是按照高温高压热电厂的设计规范进行规划的，在初步设计方案中，计划安装4台容量各为2.5万千瓦B_{II}T-25-4型的汽轮机，一台容量为1.2万千瓦的BP-12-37型汽轮机，4台蒸发量各为230吨/时的高压锅炉机组，而在后续的技术设计阶段，设备配置有所调整，变更为2台B_{II}T-25-4型汽轮发电机和1台B_{II}T-50-2型汽轮发电机和4台蒸发量各为220吨/时的T_{II}-220-B型锅炉，技术设计中考虑包一电厂最终扩建到11.2万千瓦。^[20]

通过包一电厂的设计资料看到，包一电厂在1960年以前燃用最低发热量为6600大卡/公斤大同煤，1960年后改用最低发热量为5500大卡/公斤石拐沟煤，煤粉制造系统采用具有钢球磨煤机和中间贮煤斗的单位制粉系统；化学水处理采用凝聚、石灰及除硒处理和两段钠离子交换的方式；除灰方式采用水力除灰，供水系统采用冷水塔冷却循环水的循环式供水系统。电力用110KV、35KV和10KV电压送出，厂用电采用0.35KV和0.22KV。^[21]



图1 对包一厂区进行地质勘测

3. 土建工程

包一电厂是20世纪50年代内蒙古地区装机总量最大的热电厂,于1958年3月22日正式破土动工,1959年底一期工程全部完工。该厂土建施工涉及主厂房工程、水塔工程、烟囱工

程、输煤设备工程、化学净水室工程、输变电设备工程、除灰场及除灰管路工程、附属沟道工程等52项,均由华北建设第一公司承担,在建设期间,苏联先后派来20多名专家亲临现场指导。(图2)

表2 参与技术设计的苏联专家信息表

	人名	职务
技术设计	高劳夫金(Н. Головкин)	莫斯科分院经理
	高姆廖夫(И. Гомляров)	莫斯科分院总工程师
	列夫高布洛(А. Левковло)	设计负责工程师
建筑厂址及总平面图	付洛劳夫(Ф. Лолао)	总专家
	帕列耶夫(Палеев)	组长
	也尼列耶娃(Енилеева)	一级工程师
热机部分	塔尔赫夫(В. Тархоф)	总专家
	别克维斯基(М. Бековский)	组长
	纳皆斯基娜(Т. Надзинский)	负责人
电气部分	依滋拉依列维奇(Л. Израилевич)	总专家
	哈依聂尔(П. Хайнер)	组长
	也尔莫拉耶夫(П. Ермолаев)	一级工程师
水工部分	捷尔曼诺夫(Е. Терманов)	总专家
	巴依柯夫(В. Байков)	上下水道组组长
	辽阳切夫(А. Ляочёв)	技术处水工组组长
土建部分	鲁任柴夫(М. Русинцев)	总专家
	巴列耶夫(Баляев)	组长
铁道部分	鲁任柴夫(М. Русинцев)	总专家
	瓦赫拉灭耶夫(А. Вахрамеев)	道路综合处处长
	格特林格(В. Готлингер)	道路综合处总工程师
	玛卡果(Г. Макар)	组长
通讯设备及信号装置	热路得可夫(А. Желудков)	通讯设计处处长
	诺耶夫(Н. Ноев)	设计负责工程师
	拉特次(В. Ратцев)	组长
施工组织说明	阿列克谢也夫(Д. Алексеев)	莫斯科分院总专家
	帕列也夫(П. Палеев)	组长
	古拉阔夫(Г. Гулаков)	一级工程师
热机施工组织	阿列克谢也夫(Д. Алексеев)	总专家
	李夫金(Я. Лифкин)	设计处处长
	宾阔夫斯基(М. Бинковский)	组长
	纳结日金娜(Т. Надежкина)	一级工程师
电气设备施工组织	肖德林斯基(Сидлинский)	技术处处长
	海聂尔(П. Хайнер)	组长
	也尔摩拉也夫(Л. Ермолаев)	一级工程师

资料来源:187 工程技术设计[Z].包头第一热电厂档案室档案。

包一电厂厂区占地面积39.19万平方米，主厂房采用汽机间、除氧间、锅炉间、煤仓间平行相连的外煤仓布置方式，煤仓间与生产办公楼之间、汽机房与主控制室之间均有天桥相通，除氧间、煤仓间固定端各设有楼梯一部。主厂房纵向柱距为7米，采用现浇钢筋混凝土结构，外墙为红砖砌筑，屋面采用钢筋混凝土预应力屋架及预制钢筋混凝土大型屋面板，侧窗和天窗均用钢窗。引风机间跨度为7.5m，距煤仓间外侧柱9.69m，采用砖墙、砖墩承重结构，屋面由大型钢筋混凝土预制板构成，上铺炉渣保温及油毛毡防水层，与灰浆泵房建成一个建筑物。^[22]电气主控制室面积37.21m×16.8m，10千伏主配电装置面积为96m×10.20m，有电缆16回，母线通廊2回送往包钢各车间；35千伏屋内配电装置面积36.03m×7.90m，有电缆5回，1回送往包钢水源地，1回送往南排变电所，其余三回备用。110千伏屋内配电装置面积为63.21m×10.50m，有电缆共5回，送往二电厂与其联络，架空向南出线。烟囱高度80米，出口直径6米，采用砖结构；双曲线型水塔两座，塔高56米，底部直径49米，上部直径26米，采用混凝土结构。^[23]

因为包一电厂布置在包钢系统内，电厂厂

区的西、南、北均与包钢相邻，仅东边为空地。基于此地理布局，将运料口布置在东端，通过公路和铁路与车站相连。一期工程所用水泥12713吨、石灰866吨、石膏452.4吨，砖块6184千块，块石4145立方米，大卵石28立方米，碎石42398立方米，砂43408立方米，圆木16482立方米，型钢3210.7吨、圆钢2676.3吨、钢轨272吨、铸铁管29.5吨、混凝土管及刚劲混凝土管1415米、陶制管858吨、钢管2360.3吨、石油沥青1963吨、屋面卷材89453平方米。混凝土、灰浆、模板、木窗扇、门扇和大门半成品137709平方公尺、钢筋、钢结构5009吨，预制钢筋混凝土4624立方米。

在施工资源供应方面，施工用水由包钢提供，临时用电1076千伏安由中心配电所以10千伏供电。施工所需压缩空气由移动式空气压缩机供应，所需氧气由当地氧气厂供给，乙炔由临时建的乙炔发生站及利用移动式的乙炔瓦斯发生器提供。电厂与钢铁公司毗邻，因此凡是能共用的临时建筑和安装的工厂，均建在钢铁公司厂区内。在材料运输方面，施工现场以铁路和公路与钢铁公司厂区铁路干线连接，不需要加工的材料如砖、石等，由铁路和公路运输到现场，需要加工的材料如混凝土、钢结构



图2 建设中的包头第一热电厂

等先运到钢铁公司加工场内,加工后的材料再通过汽车运输到电厂厂区。^[24]在人员配备方面,施工人员主要来自于华北建设一公司,在完成包二电厂建设后,大批量调入包一电厂工地。

包一电厂主要以10千伏电压向包钢供电,对于负荷数较大和较远的则分别采用35KV和110千伏电压供电,同时35千伏与110千伏还向地区供电,并以110千伏电压与系统相连接。^[25]主控制室和10千伏配电室位于同一建筑物中并平行于汽机间,主控制室和10千伏配电室共有三层,二者共用一个楼梯间,主控制室第一层有蓄电池组、通风室、通讯室等,第二层为电缆层,第三层为主控制盘室,10千伏配电室第一层为电抗器层,第二层为油开关层,第三层为母线间,主控制室和10千伏配电室采用砖墙和带形毛石混凝土基础,各层用混凝土楼板,主控制室屋顶用钢屋架,铺预制钢筋混凝土板,10千伏配电室屋顶用钢筋混凝土T型梁上铺预制钢筋混凝土板。^[26]

三、苏联对包一电厂的设备支持

新中国成立之初,我国不具备生产电力设备的能力,苏联给予了大力支持,根据国立冶

金工厂设计院列宁格勒分院提出的包钢电力和热力负荷要求,包一电厂进口了2台BnT-25-4汽轮机、1台BP-12-31-2汽轮机,3台T Π -16锅炉,2台TBC-30发电机、1台T2-12-2发电机,总容量6.2万千瓦,这些设备均属苏联当时最新型的设备^[27](见图3)。通过1957年总供货方(全苏工业机器及技术资料输出公司)与总定货方(中国机器及技术资料输入公司)签订的合同附件可知,^[28]苏联为包一电厂提供了成套的主发电设备及磨煤机、变压器等附属设备,这些设备通过火车运输到厂区进行组合安装。

包一电厂是当时内蒙古地区装机总量最大的热电厂,安装工作亦比较复杂,苏联专家建议采用组合安装法,这样一方面有利于设备安装和土建施工同时进行,可缩短工期;另一方面能够平行组装机组各单独部件,提高工作效率。包一电厂所安装的T Π -16型煤粉炉是当时苏联高度自动化技术的高温高压大型锅炉机组,该锅炉机组结构采用 Π 型系统布置,外形尺寸高32.37米(除灰室地面至引出式分离器最高点)、宽16.568米(立柱中心距离另加两侧步道宽)、深16米(前燃烧室立柱中心距对流井柱中心距离),容积1049M³,每台锅炉重1843吨,其中附属设备重613吨,组合件共72件,



图3 苏联时期的汽轮机及附属设备

组合率高达86%,因锅炉组合程度较高,锅炉的设备以已经组装好的运输组合件的形式运到现场,在现场仅将这些运输组装件再拼装一下即可。([24], p.1)包一电厂安装2台2.5万千瓦汽轮机和1台1.2万千瓦汽轮机,三台汽轮机共2490吨,第一台BP-12-31-2汽轮机重797吨,其余两台分别重846.5吨,每台设备的安装量大约1000吨,电厂设备均属大型组件,运输及吊装难度较大,苏联专家建议采用25吨的铁路吊车和两台20吨的起重机吊装到铁路平车进行运送,卸车采用桥式天车,零散部件主要采用汽车运输。运到现场后通过苏联提供的了32米跨距的20吨龙门吊车、15吨铁路吊车、20吨履带吊车、25吨Γ型吊车各1台,32吨管型扒杆2台,进行组合吊装。([17], pp.7-30)

包一电厂的建成离不开苏联给予的支持和帮助。由于当时经济、技术落后、工业基础薄弱,不具备电力设备的生产能力,特别是先进的高温高压设备,更是没有见过,因此,苏联派火电专家组组长卡扎洛夫、锅炉制造厂家代表巴格列洛夫、汽轮机制造厂家代表夫西杨尼可夫、汽轮机发电机厂家代表克里莫夫等亲临现场指导,手把手的培养本土技术力量,历时一年半,于1959年底全部投产。由于包一电厂是在“大跃进”的形势下建设的,在建设的过程中实行了“先简后全,简易发电”等一系列不切实际的措施,再加上工作人员不熟悉设备特性,给日后的投产和运行造成了诸多安全隐患,1959年至1960年,全厂发生事故22次,少送电210.7万度,给包钢生产造成了损失。([13], pp.82-86)

结 语

包头第一热电厂是新中国初期苏联援助中国电力工业建设历史的一个缩影,更是中苏两国深厚情谊的见证,蕴含着丰富的技术内涵和社会内涵。综观该电厂的建设过程,从最初的踏勘选址、地质勘测、工程设计、土建施工,再到设备引进、安装调试直至投入运行的整个过程,无处不体现出苏联援助带给中国发展的

巨大价值,而且这种价值是多维度的、意义深远的。从技术层面来看,苏联向中国输出了当时堪称一流的发电设备。就包一电厂而言,苏联为其提供了2台2.5万千瓦和1台1.2万千瓦的汽轮机以及过热蒸汽温度540°C、汽包压力为110Mpa的高温高压锅炉,这些设备不仅是苏联当时最为先进且成熟的技术成果,在苏联援建的众多电厂中得到了广泛应用。同时,苏联还为这些热电厂提供了详尽的设计资料,通过对这些资料的学习、研究,中国后续电厂的扩建工程以及其他新电厂的建设,均有可借鉴的标准。

从经验传承角度考量,苏联带来的不只是技术资料、成套设备,更为珍贵的是先进的理论知识和丰富的实践经验。在包一电厂的建设过程中,苏联先后派遣专家卡札诺夫、巴格列洛夫、斯米尔诺夫、吉红诺夫、索米特列夫、克西民西科夫、沙拉费约夫、邱马勒科、克里莫夫等加入包一电厂的建设中,([12], p.38)手把手的传授建设热电厂的技术和经验,让中国技术人员接触到了先进的技术理念和管理模式。通过参与这些电力工业项目的建设,积累了丰富的电厂建设经验,同时也激发了国人的创新意识,使中国电力工业逐步从技术引进迈向自主创新的发展轨道。

从工业建设方面来看,苏联大规模的热电工业援助,为中国工业建设和持续发展注入了强大动力,缓解了我国当时大规模工业建设用电、用热的紧张局面,加快了工业建设进度,使我国工业技术水平短时间达到了西方四十年代的水平,建立了现代化工业基础。就国家急需的钢铁工业而言,包一电厂的建成投产为包钢送去了持续不断的电源,保证了包钢的顺利投产和发展。

从经济发展与城市建设角度来看。电力工业与经济发展密切相关,包一电厂的建成,意义非凡,不仅保证了包钢1959年9月26日生产第一炉钢水,结束了内蒙古“寸铁不生”的历史,也满足了包头新建工程的早期电力需求,同时随着电厂规模的不断扩大,发电量和供热量的增加,服务范围逐渐扩大,除保证包钢生产用

电用热之外,多余的热力供给居民生活所用,多余的电力通过电网供给其他工业、农业、市政和居民生活用电,促进了内地工、农、牧业生产方式和居民生活方式的根本性变革。在热电工业的支撑下,包头逐渐建立起以钢铁、军工为依托,煤炭、矿产、建筑材料等一系列现代化工业产业,使包头从一个农业、畜牧业为主的城市,逐步转型为工业重镇,带动了北疆少数民族地区经济繁荣发展。

从电力工业体系构建视角分析,电力工业体系是一个庞大而复杂的系统,涵盖发电、输电、配电、用电等多个环节。苏联曾向中国提供了设计资料、发供电设备、分享了技术经验等。其提供的设备、诸如锅炉、汽轮机、发电机等,均为当时最新型的、现代的、高度自动化的高温高压机组。中国热电工业主要借助外来技术本土化的路径发展,这些援助为我国电力工业体系构建提供了物质基础和技术支撑,有力的推动了电力工业技术水平提升。

[参考文献]

- [1] 朱荫贵、杨大庆 编. 世界能源史中的中国 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2020.
- [2] 沈志华. 苏联专家在中国 (1948-1960) [M]. 北京: 新华出版社, 2009.
- [3] 吴江、董志凯. 新中国工业的奠基石-156项建设研究 (1950-2000) [M]. 广州: 广东经济出版社, 2004.
- [4] 张柏春、姚芳、张久春 等. 苏联技术向中国的转移 1949-1966 [M]. 济南: 山东教育出版社, 2005.
- [5] 李代耕. 新中国电力工业发展史略 [M]. 北京: 企业管理出版社, 1984, 5-138.
- [6] 黄晞. 中国近现代电力发展技术史 [M]. 济南: 山东教育出版社, 2006, 8-28.
- [7] 杨勤明. 中国火电建设发展史 (1)-(12) [J]. 电力建设, 2008-2009, (1-19).
- [8] 沈志华. 俄罗斯解密档案选编中苏关系精装本 [M]. 上海: 东方出版中心, 2015, 3749-3750.
- [9] 中共中央文献研究室编. 建国以来重要文献选编第六册 [M]. 北京: 中央文献出版社, 1998, 350-355.
- [10] 莫兰琼. “156项工程”的确立及历史贡献 [J]. 上海经济研究, 2023, (9): 107-116.
- [11] Белов, А. М., Булюкин, Д. А., Ли, Т. 'Экономическая Ломощь Советского Союза Китаю в 1950-е Годы' [J]. Вестник КГУ, 2019, (3): 52-56.
- [12] 吴江、董志凯. 新中国工业的奠基石-156项建设研究 (1950-2000) [M]. 广州: 广东经济出版社, 2004, 343-350.
- [13] 薄一波. 若干重大决策与事件回顾 (上) [M]. 北京: 中央党校, 1991, 300.
- [14] 李浩. 苏联专家对“一五”时期包头市规划编制工作的技术援助 [J]. 北京规划建设, 2016, (2): 166-169.
- [15] 包头市地方志编纂委员会编. 包钢志概述 (1927-1990) [M]. 包头: 包头钢铁稀土公司档案馆, 1993, 26-39.
- [16] 包头市地方志编纂委员会编. 包头市志卷三 [M]. 呼和浩特: 远方出版社, 2000, 1-7.
- [17] 包头第一热电站技术设计地质勘测报告 [R]. 包头第一热电厂档案室, 档案号: 一期工程技术设计 010.
- [18] 周邦安. 包头第一热电厂修志办公室 [M]. 包头: 包头第一热电厂志 1952-1986 [M]. 内部发行, 1988, 30.
- [19] 187 工程技术设计. 第二卷建筑厂址与总平面图 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1956, 档案号: 一期工程技术设计 003.
- [20] 187 工程初步设计第 1 卷总的部分 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1955, 档案号: 一期工程初步设计 001.
- [21] 包头第一热电站设计原始资料 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1954, 档案号: 一期工程技术设计 001.
- [22] 187 一期工程技术设计. 第 10 卷施工组织设计 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1956, 档案号: 一期工程技术设计 011.
- [23] 187 一期工程技术设计. 第 4 卷电气设计 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1956, 档案号: 一期工程技术设计 005.
- [24] 187 一期工程技术设计. 第 6 卷土建设计 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1956, 档案号: 一期工程技术设计 007.
- [25] 187 一期工程技术设计. 第 3 卷热机设计 [Z]. 包头第一热电厂档案室, 1956, 档案号: 一期工程技术设计 004.
- [26] 火电安装公司. 包头一电厂一期工程 1 号机组锅炉施工总结 [Z]. 内蒙古第一电力建设工程公司档案室档案, 1959, 档案号: 0301-626-5.
- [27] Министерство Электростанций СССР. Техническое управление. Энергетическое Строительство СССР за 40 лет (1917-1957 гг.) [M]. Москва, Ленинград: Государственное Энергетическое Издательство, 1958, 309-331.
- [28] 包头第一热电厂 1 号机组合同 [Z]. 内蒙古第一电力建设工程公司档案室档案, 1958, 档案号: 0301-610-1.

[责任编辑 王大明 柯遵科]