

高等学校教材

热 工 学

(1964年修訂第三版)

王 补 宣 主 編

人 民 教 育 出 版 社

72.54
125(3)
C.2

高等学校教材



热 工 学

(1964年修订第三版)

王补宜主编

3373/10

人民教育出版社

本书是在清华大学热工学教研組編“热工学”(1961年第二版)基础上,根据1962年5月高等工业学校教学工作會議審訂的电机制造类、土木建筑类、机械制造冷加工类各专业50学时“热工学教学大綱”(試行草案),并參照热工学課程教材編审委员会历次工作會議的精神修訂的。本版比較注意技术基础課为非动力类专业服务、理論和实际結合、技术为政治服务等原則。加强了热工理論基础与热工設備两部分之間的辯证联系,力图貫徹“少而精”原則和引导学生活学活用而確保基本內容学到手。內容編排上留有余地,凡超出教学大綱所規定的引伸性內容一律用小字排印,供讀者选修参考。书中收編了例題35个和习题78个,并相应地充实了附录。

全书包括工程热力学、傳热学、鍋炉設備、蒸汽动力装置、內燃动力装置和压气机与制冷装置等六篇。

本书由热工学課程教材編审委员会委托西安交通大学吳有荣同志审閱,并經該委员会复审通过。

本书可作为高等工业学校电机制造类、土木建筑类、机械制造冷加工类各专业“热工学”課程試用教科书,也可供有关工程技术人員参考。

热 工 学

王 补 宣 主 編

北京市书刊出版业營業許可証出字第2号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

统一书号K15010·897 开本850×1168^{1/32} 印张11²/₁₆ 插頁3

字数308,000 印数76,001—86,000 定价(7) 1.60

1960年6月第1版 1984年8月第3版 1984年8月北京第10次印刷

第三版序

本书是在清华大学热工学教研組編“热工学”(1961年第二版)基础上,根据1962年5月高等工业学校教学工作會議审訂的电机制造类、土木建筑类、机械制造冷加工类各专业本科五年制50学时“热工学教学大綱(試行草案)”,并参照热工学教材編审委员会历次工作会议的精神彻底改写而成。

和第二版相比,本版的取材已进一步明确要从热能有效利用的工程观点出发,以能体现作为技术基础課而为非动力类专业服务、技术为政治服务、理論和实际結合、当前和长远兼顧的基本精神为原则。本版特別加强了热工理論基础与热工設備两部分之間辯证联系的处理,使前后呼应,相互补充。这样,热工理論基础部分既是主要为学习热工設備部分創造条件,而又并不完全从属于热工設備部分的需要,有关热工过程、尤其是傳热过程的基本知識也将同样有助于理解专业課程和专业实践中非热工設備、以及工业热工設備的热現象的分析。

作为多种专业的通用教材,本书主要讲解普通热工学的基本內容,但在可能范围内,在尽量少占篇幅的前提下,也注意启发讀者为专业課中学习工业热工設備的知識形成必要的基础。例如,在第一篇中讲湿空气时附带介紹了烘干的最一般原理,在第二篇中提供了有关液体沸騰和蒸气凝結时放热的主要概念和换热器的經濟指标,在热工設備部分的引言中强調了以蒸汽鍋炉設備单独成篇的意图,并在第三篇中簡單介紹了廢热鍋炉,等等。在新技术方面,本书亦适当反映了諸如原子能电站、燃气輪机装置、噴气推进机等的最基本常識。所有这些,除§17-1和§17-2以外,凡超出教学大綱所規定的引伸性的內容都一律用小字排印,不作为課程讲授的对象,仅供不同讀者选修参考。

尽管所照顾的面较广，全书实际所需讲授的总篇幅已比前版缩减了五分之一强，并且在编排上还预留余地，必要时可以进一步缩小骨架。例如：可以把第五章简化成混合气体的特例而在讲 § 1-4 后提前交代；可以在讲 § 2-3 的反循环时简单列举实际制冷装置的概念，在讲 § 3-3 后配合现场教学或实物试验介绍压气机的构造概貌，从而精简第六篇；可以以第十章为基础，针对专业要求，选择中、小型或大、中型锅炉为主，扼要介绍第十一章；可以完全删节第十七章等等。而在另一方面，为了讲究实效，帮助读者体会所讲解的内容，本书收编了例题 35 个和习题 78 个，并且相应地充实了附录，所使用的符号也尽力做到全书统一。

这次修订时，清华大学热工学教研组彭秉璞、罗棣菴、张文怡和热工量测及过程自动化教研组王家楨等同志参与了有关章节的资料搜集和整理工作。由于汇集了清华大学热工学教研组三年来一些新的教学改进的点滴经验，并且参考了兄弟校院对第二版内容的意见和建议，在修订过程中反复提炼，力求文字简练、主次分明、说理浅显易懂、并尽量联系国内生产实际，定稿前又承西安交通大学吴有荣先生详予审阅，使本书质量已有明显的改进。但热力学的范围广，书的篇幅小，限于修订的时间和编者的水平，谬误疏漏或欠妥之处，在所难免。同时，如何更好地贯彻少而精、引导学生活学活用而确保基本内容学到手，也还有待于在今后教学实践中经受新的考验。恳切地希望使用本书的同志对所发现的尚存缺陷不吝指正，让本书能在不断提高的过程中发挥更大作用。

王 补 宣

于清华大学热工学教研组

1964 年 3 月

01870

目 录

第三版序	iii
緒論	1
热工学的研究对象	1
热工学的发展简史	3
解放后我国热工事业的发展	6

热工理論基础部分

引言	10
----	----

第一篇 工程热力学

概說	12
第一章 气体性质	14
§ 1-1. 工质的热力状态及其基本参数	14
§ 1-2. 气体状态方程式	21
§ 1-3. 气体的比热	26
§ 1-4. 混合汽体	29
第二章 热力学基本定律	32
§ 2-1. 热力学第一定律及其解析式	32
§ 2-2. 稳定流动能量方程式·焓	38
§ 2-3. 热力学第二定律	44
§ 2-4. 焓和熵图	50
第三章 气体的热力过程	54
§ 3-1. 气体的基本热力过程	54
§ 3-2. 气体的多变过程	59
§ 3-3. 气体的压缩	62
§ 3-4. 气体在喷管中的流动	67
§ 3-5. 气体的节流	72
第四章 蒸汽	73
§ 4-1. 蒸汽简釋	73
§ 4-2. 蒸汽的形成	74

§ 4-3. 蒸汽状态的确定	77
§ 4-4. 蒸汽焓熵图及其应用	80
第五章 湿空气	84
§ 5-1. 湿空气的基本知識	84
§ 5-2. 湿空气的焓-湿量图及其应用	87

第二篇 傳热学

概說	90
第六章 导热	94
§ 6-1. 导热的基本定律	94
§ 6-2. 平壁的稳定导热	97
§ 6-3. 圆筒壁的稳定导热	101
§ 6-4. 不稳定导热的概念	104
第七章 对流换热	107
§ 7-1. 放热过程	107
§ 7-2. 相似理論的基本概念	112
§ 7-3. 流体自由运动和受迫运动时的放热	118
§ 7-4. 流体集态改变时的放热	125
第八章 輻射换热	130
§ 8-1. 輻射换热过程	130
§ 8-2. 組成封闭空間的两物体間的輻射换热	133
§ 8-3. 任意位置的两物体間的輻射换热	136
第九章 换热器	138
§ 9-1. 换热器的基本概念	138
§ 9-2. 换热器的热計算原理	140
§ 9-3. 换热器的經濟指标	142

热工設備部分

引言	144
----	-----

第三篇 鍋炉設備

概說	147
第十章 鍋炉設備的一般介紹	148
§ 10-1. 鍋炉設備的組成	148
§ 10-2. 鍋炉設備的工作特性	150

§ 10-3. 鍋爐燃料及其燃燒	151
§ 10-4. 鍋爐的熱平衡和鍋爐效率	156
第十一章 鍋爐的構造和維護	158
§ 11-1. 爐子	158
§ 11-2. 小型鍋爐	165
§ 11-3. 中型和大型鍋爐	176
§ 11-4. 廢熱鍋爐	180
§ 11-5. 鍋爐的運行與維護	180

第四篇 蒸汽动力装置

概說	183
第十二章 蒸汽动力装置的工作循环	184
§ 12-1. 蒸汽动力装置的基本热力循环	184
§ 12-2. 热力发电厂的热力循环	188
§ 12-3. 热化	191
§ 12-4. 热力发电厂的一般概念	193
§ 12-5. 原子能发电站的基本知識	197
第十三章 蒸汽机	199
§ 13-1. 蒸汽机概述	199
§ 13-2. 蒸汽机的示功图和功率	201
§ 13-3. 蒸汽机的經濟性及其改进的途徑	206
§ 13-4. 蒸汽机的配汽	211
§ 13-5. 蒸汽机的調节	216
§ 13-6. 蒸汽机主要部件的構造	218
§ 13-7. 鍋駝机介紹	220
§ 13-8. 蒸汽机的运行	223
第十四章 汽輪机	224
§ 14-1. 汽輪机概述	224
§ 14-2. 蒸汽流过叶片間通道时的能量轉变	228
§ 14-3. 多級汽輪机	232
§ 14-4. 汽輪机主要部件的構造	235
§ 14-5. 汽輪机的調节与油系統	238
§ 14-6. 汽輪机的运行	241

第五篇 內燃动力装置

概說	243
----	-----

第十五章 內燃机的工作原理	244
§ 15-1. 內燃机的燃料与內燃机的分类	244
§ 15-2. 点燃式內燃机的工作循环	246
§ 15-3. 压燃式內燃机的工作循环	251
§ 15-4. 二冲程內燃机的工作循环	253
§ 15-5. 內燃机的功率和經濟性	255
第十六章 內燃机的构造和維護	259
§ 16-1. 內燃机的基本构造	259
§ 16-2. 內燃机的燃料供給系統	267
§ 16-3. 点燃式內燃机的点火设备	274
§ 16-4. 压燃式內燃机的燃燒室	276
§ 16-5. 內燃机的潤滑和冷却	277
§ 16-6. 內燃机的起动的运行	280
第十七章 燃气輪机装置及噴气推进机的介紹	282
§ 17-1. 燃气輪机装置的工作原理	282
§ 17-2. 燃气輪机的应用概況	287
§ 17-3. 火箭和导彈的基本知識	289
第六篇 压气机与制冷装置	
概說	292
第十八章 压气机	293
§ 18-1. 压气机的构造及其分类	293
§ 18-2. 压气机的功率与效率	298
§ 18-3. 压气机装置	299
§ 18-4. 風动工具的工作原理	301
第十九章 制冷装置	303
§ 19-1. 制冷装置的工作原理	303
§ 19-2. 制冷机的应用	308
§ 19-3. 热泵的基本知識	310
习题	313
附录	322
表 1. 气体的平均定庄重量比热表	322
表 2. 飽和蒸汽表(按溫度編排)	323
表 3. 水与过热蒸汽表	324
表 4. 氨(NH_3)的飽和蒸汽表	330

表 5. 氟利昂-12(CF_2Cl_2)的饱和蒸汽表	331
表 6 气体的热性质	332
表 7. $p=760$ [毫米汞柱] 时干空气的物理参数	333
表 8. 饱和线上水的物理参数	334
表 9. 饱和线上蒸汽的物理参数	336
表 10. 液体的物理参数	337
表 11. 固体材料的热参数	338
表 12. 固体材料的总正常辐射黑度	339
蒸汽 $i-s$ 图	(插頁)
名詞索引	341

緒 論

热工学的研究对象

热工学是研究热能在工程上有效利用的一門綜合性的技术科学。

自然界蘊藏有无穷无尽的能量，像燃料化学能、水能、風能、以及原子能和太阳能等都是可被利用的能源。其中，燃料化学能通过燃料燃燒所发出的热能是目前用得十分广泛的一种能源。原子裂变和聚变时，将同样对外釋放大量热能。至于太阳輻射能，被地面物体吸收后，也照例会产生热效应，包括在自然界形成風和水的流动，或者經過生物的儲存，自然演变为有机矿物燃料的化学能。

原則上，人們利用热能可以有两种方式，一种是让热能經過能量形式的轉变、最后轉变为机械能或电能而加以利用，也就是把热能当作取得原动力的一种能源。另一种是把热能直接当作加热的能量来源。自然，無論哪种利用方式，都要在有控制的热工設備里进行。

前一种利用方式，要通过“热力发动机”、或簡称“热机”来实现。所謂“热机”，是指能够利用热能发出推动力量来代替人力工作的动力机械。几乎在各个工业部門里，今天都可以看到各式各样热机的应用。例如，各种輕便交通工具和农用拖拉机广泛地采用汽油机和柴油机、統称“內燃机”作为发动机，內燃机也是建筑施工机械所常用的一种发动机。“蒸汽机”尽管是最早出現的热机，在我国社会主义建設事业中仍然占有一定的地位，像近年来农村中所采用的“鍋駝机”，就是蒸汽机和供給它蒸汽的“鍋炉”的組合；不少建筑施工机械是用蒸汽机带动的；铁路机車在今后一段时期內也还主要以蒸汽机作为发动机，船舶上也还有采用蒸汽机的。現代工业和日常生活所离不开的电能，很大一部分是由“汽輪机”带动发电机发出来的。近年来，高速飞行器的发展又促进了

“燃气輪机”和“噴气推进机”的扩大应用。內燃机、蒸汽机、汽輪机、燃气輪机和噴气推进机都是不同形式的热机。讲述这些热机的原理、构造、使用等知識的学科，叫做“热机学”。

一切技术生产总需要原动力，沒有机器，就沒有現代工业，就不可能进一步装备农业技术以实现农业現代化。目前全世界的总发电量中，热力发电占 $2/3$ 强；而交通运输、农用拖拉机和航空等所需巨量动力，更几乎全部要由热机来供給。由此可見，改善和扩大热机的使用，对我国正在进行的大規模經濟建設和国防建設有着明显的重大意义。要想比較深入地理解各种热机的工作情况，就必须知道由热能轉变为机械能的客观規律，寻求进行这种轉变的最有利条件，这就是“工程热力学”所要研究的主要对象。

在另一方面，許多工业部門的生产工艺过程也要直接利用热能取得加热、烘干、蒸煮、精餾、供暖等效果，其中帶有普遍性的設備是各种换热器。要弄懂这些設備的工作性能，需要掌握热量傳遞的規律。研究这种知識的学科，叫做“傳热学”。显然，在热机的工作中，也常常涉及傳热过程。例如，制备蒸汽的鍋炉本身就是一个龐大而且复杂的换热器，要让炉膛里燃料燃燒所发出的热量傳給汽鍋里的水，使它汽化；再例如，为了减少散热損失，需要考虑管道和热机外壳的热絕緣問題；而为了防止高溫部件的过热，需要采取相应的冷却措施。不但在热能利用方面，就是在土建、电机、机械制造等各个方面，也都可以列举出很多涉及加热、冷却或隔热、需要很好解决有关傳热現象的实例。在尖端技术方面，更容易牵涉到傳热問題。因此，对今天的技术干部來說，傳热学的基本知識同样是非常必需的。

此外，在現代热力工程領域中，也包括工作过程正好与热机相反的技术措施。像冷藏工业和医药卫生事业所常用的制冷装置、以及某些生产过程或劳动保护所必需的冷气調节装置，就是要用消耗机械功作为代价、人为地获致低溫。这些装置常包含有气体压缩机、簡称“压气

机”。由于压缩空气可以充当人为的风力能源，用来起动大型内燃机和驱动许多风动工具，用来输送煤粉和排除煤灰等等，压气机本身就有很普遍的应用。压气机也是燃气轮机工作所必不可少的配套装备。所以压气机通常也被列入热工设备。

综合介绍工程上热能利用的知识，包括以工程热力学和传热学作为理论基础，讲述各种热机和其他热工设备的工作条件、构造特征、运行性能、适用场所等具体问题，就构成了热工学的基本内容。

热工学的发展简史^①

热工学是一门技术科学，它的建立和发展总离不开热力工程生产实践的推动。尽管热能在今天得到了广泛应用，并且成为取得原动力的重要来源，热机的出现却还只有二百年的历史。热工学这门学科的正式形成更不过是近一百多年的事，在此以前，人们有关热的学说是作为物理学的一部分——热学而发展起来的。但是，由于热能利用在国民经济中占有重要的地位，热工学的发展十分迅速。这种情况绝非偶然，而是完全符合于人们所从事的生产斗争、认识和变革自然界的历史发展规律。

人类很早就在争取自己生存条件的自然斗争中学会了取火和用火。这是原始人所取得的一个巨大成就，是人类启蒙性地发掘热能利用的第一步，所以恩格斯曾对它给予了高度的评价^②。人类也是在制服洪水的搏斗中逐步认识到水的一些性质，逐渐懂得应用最简单的水轮机，让它受水流冲动力来代替人力工作，并且慢慢发现水被火烧“开”后具有着新的可观的膨胀力，开始形成“热的力量”的感觉。

水力的应用曾经在历史上长期占据过统治地位，人们利用水力磨

^① 这部分内容主要供了解热工学作为一门技术科学为了适应生产发展的需要而逐步形成与丰富的背景，帮助读者建立起热工学在现代科学技术领域中的地位的形象。课堂讲授时可以从简。

^② 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社，1959年版，第83页。

米、紡紗、帶動冶煉場里的風箱等等，甚至还利用水力帶動原始的抽水機、把礦井里的水排除出去。那時，為了就近取用水力，大小工場和作坊都是沿河建立的。隨着生產力的發展，水力受到地區和氣候限制的这个弱點就日益地突出。例如對於冶金業，如果遷就水力，只好把礦石和燃料不斷運往建立在有水力處的冶煉場，這給生產帶來不少麻煩和耗費。不過，這還不至於成為不可克服的困難。在十七世紀，當采礦業發展到需要就地挖掘礦井時，水力危機就首先出現在礦井排水方面。十七世紀末，開始出現專門用來排水的原始蒸氣動力裝置^①。到了十八世紀，一些能夠代替手工操作的機器工具，例如紡紗機、織布機和鋸木機等的應用，已經把生產轉到比較高的技術基礎上，對創造不受地區和時間限制的新型發動機的要求就愈來愈迫切。正是這種形勢，促成了提供動力用的蒸氣機的出現，而蒸氣機的使用最先在歐洲引起了產業革命，推動了資本主義世界的發展。^②

蒸氣機使用範圍的擴大，特別是當蒸氣機用在航海業上以後，由於船上儲煤空間的寶貴，促使人們對如何提高蒸氣機的工作效率、節約用煤問題進行了系統的研究。並在十九世紀中葉開始形成“工程熱力學”這門學科，逐步弄清了熱機工作的基本道理，它在隨後的熱機實踐中起了一定作用，使內燃機、汽輪機、燃氣輪機和噴氣推進機相繼地得到發展。

內燃機是在十九世紀的後半葉，當機械製造業的技術水平有了新的提高，而交通運輸業迫切需要輕巧的高效率發動機時出現的。接着，

① 英國人塞維利(T. Savery, 約1650—1715)於1698年製成蒸氣抽水裝置。大約在同一時間，法國人巴本(D. Papin, 1647—1712)也制出了同樣的器械。

② 俄國工程師波爾宗諾夫(И. И. Ползунов, 1729—1766)於1766年製成世界上第一台供應動力的蒸氣機。英國瓦特(J. Watt, 1736—1819)於1784年製成了自己的蒸氣機。由於當時社會制度的不同，波爾宗諾夫的蒸氣機在當時還處於農奴社會的俄國沒有得到發展而被埋沒了；瓦特的蒸氣機在已經處於資本主義初期的英國則大大推動了生產力的發展，引起了產業革命。

由于制造发电机和远距离输电的成功，又在发电的基础上进一步扩大了热能利用在国民經济中所占的地位，可以在邻近燃料资源处建立宏偉的热力发电厂（或称“火力发电厂”），集中生产成本較低的电力。这就使得轉速高、功率大的汽輪机在本世紀得到了很快的发展。当三十年代空气动力学的研究取得进展，冶金工业能够提供耐高溫的合金时，燃气輪机就首先在高速飞行方面开始得到实际的应用。

蒸汽机和汽輪机都是要用蒸汽作为工作物质、简称“工质”的“蒸汽发动机”，除非有現成的蒸汽源，一般总要附設專門的鍋炉設備，让燃料的燃燒在工质外部进行，所以可以叫它做“外燃式”热机；內燃机和燃气輪机則用燃料燃燒所生成的气体本身作为工质，可以叫作“燃气发动机”或“內燃式”热机。在作功机构上，蒸汽机和內燃机都是“活塞式发动机”，而汽輪机和燃气輪机都是“叶輪式发动机”。前一种照例要依靠“連杆曲軸机构”将活塞的移动轉变为机軸的轉动，在动作上是“往复式”的^①；后一种是直接“迴轉式”的。至于晚近为了适应洲际和宇宙航行所发展起来的噴气推进机和火箭发动机，按照工质接受热量的方式也应该屬於內燃式，但它們的工作过程是依靠气流向外噴射所产生的反作用力推动飞行体向前航行，所以通常也叫“反冲式发动机”。今天，我們已經有了多种多样、适用于各种目的的热机。

随着热机数量和功率的大幅度增加，全世界的燃料消耗量急剧上升，在个别地区甚至引起了煤和石油一定程度的供应危机。此外，像冶金企业的高炉等，都要消耗大量的煤。再例如，化工、紡織、食品、輕工业等許多工业部門的工艺过程常常要用蒸汽加热，从这个角度来看，鍋炉在国民經济中所占地位也并非只为蒸汽发动机服务。可是，有机矿

^① 最新的发展，已經开始出現旋轉活塞式內燃机（可參看：美国自动車工程学会杂志 S. A. E. Journal, 1960 年，第 68 卷，第 6 期，第 80—85 頁；德国工程师学会杂志 V. D. I. Zeitschrift, 1960 年，第 102 卷，第 8 期，第 293—314 頁），但在长期运行的可靠性和大量制造的工艺技术等方面尚待进一步經受考驗，所以本书将不予介紹。在这种前提下，活塞式发动机同时就是往复式的，而叶輪式的也就成为迴轉式的发动机的同义詞。

物燃料又是发展人造食品和塑料等化学工业的重要原料,燒掉可惜。因此,節約燃料、減少热損失和提高用热設備的傳热效果,就不僅促使傳热学在最近卅年間取得了高速度的进展,并且促成了热工学中一个更新、更結合专业生产实践的重要分支“工业热工学”的逐步形成,它研究为了有效取得燃料燃燒热的各种工业用炉、取得蒸汽的各种工业用蒸发設備、各种工业用热和換热設備、以及热能的綜合利用等等,以适应現代工业联合企业全面降低工业产品成本和扩大工业原料来源的需要。与此同时,在寻找新的热能资源方面,对直接利用太阳能、以及近几年来对原子能的利用也不断取得了新的成就。

总之,发展到現阶段,热工学已經是一門內容广闊、綜合性很强的技术科学。它的各个分支,包括組成热工学理論基础的工程热力学和傳热学、以及热机学和工业热工学,也都各自单独成为專門的学科。不仅这样,像鍋炉設備、各种热机和換热器等,同样已經各自发展成非常精深的学問。不过,顾名思义,工业热工学的研究对象将更加密切地結合工业企业的具体性质和生产工艺的过程,所以通常都不把它包括在普通热工学的范疇以內。

解放后我国热工事业的发展

解放前,受国民党反动統治和帝国主义的压迫,我国生产力异常低落,工业极不发达,农业也十分落后。沉重的手工劳动压倒了一切,根本談不上什么机械化和电气化。那时,仅有一些使用热机的发电設備、机車、汽車等等,連同热机本身,絕大多数都要从外国进口。但这决不是我們民族的先天落后。根据考证^①,我們的祖先在早期探索热能利用方面有着很多光荣的記載,例如:远在南宋时代(公元 1150 年左右)以前就有了走馬灯,这正是現代燃气輪机的雛型,比欧洲同类記載

^① 可參看刘仙洲:“中国在原动力方面的貢獻”,中国机械工學学报,1953年,第1卷,第1期,第22—32頁;或刘仙洲:《中国机械工學发明史》第一編,科学出版社,1962年版。

至少早了 400 年；大約 1250 年左右就发明了火药火箭，以后經阿拉伯傳到了欧洲；十四世紀时发明了简单的飞彈，并且作过初級噴射飞行器的嘗試，十七世紀时更創造了原始的两級火箭。我国也是最早懂得使用煤的国家，从已經出土的文物，证明我国商周就有精巧的冶鑄技术，因此供鼓風用的压气設備的发明至少已有三千年的历史。只是正当国外热工事业取得突飞猛进的近二百多年間，我們却长期受到封建社会制度的桎梏和帝国主义的外来欺凌，生产方式停滯不前，反动統治階級又不重視本国的科学发展，反而处处橫加压制，以致落后的差距日益显著，才使我国人民在解放时不得不处于“一穷二白”的境地。

解放后，生产力得到了飞跃的发展，用机器減輕人們的体力負擔、大大提高劳动生产率，这就使热机的使用和制造取了解放前难以想象的成就。今天，我国热工事业的規模和水平，已經和解放前的貧乏、落后面貌不可同日而語，发展的迅速也决不是資本主义国家所能比拟和設想的。下面，試就社会主义建設中使用热机的几个主要領域来看解放后我国热工事业的发展概况。

1. 热力发电方面 1949 年全国解放时，从旧中国接收到的全部发电設備的总容量只有 185 万[瓩]，年发电量为 43 亿[度]，占世界第 25 位。可是 1959 年底，全国发电設備的总容量已翻了两番，其中水力发电設備占 18%，大約 40% 的热力发电設備采用了每台功率达到或超过了 25000[瓩]的汽輪机；全年总发电量增加到 415 亿度，跃居世界第 11 位。拿 1953—1954 这一年度來說，我国电力事业的发展速度是美国的 1.83 倍，日本的 2.56 倍，英国的 2.6 倍，法国的 3.05 倍。发电設備的設計和制造能力也发展很快。1955 年第一次制造了 6000[瓩]的鍋炉、汽輪机和发电机的全套发电設備。紧接着在 1957 年和 1958 年，又先后制成了 12000 [瓩]和 25000 [瓩]的汽輪机，并且成批投入生产。1959 年，与自制蒸发量为 230 [吨/小时] 的高压鍋炉配套的第一台 50000 [瓩]汽輪机发电机組投入运行。1960 年，进一步制造出 410 [吨/小时]