

上海市 1961 年摸清主要学科水平任务

鍋炉与透平国外水平

内部資料 妥为保存

一机部汽輪机鍋炉研究所編
上海科学技术情报研究所印

1961年5月

前 言

为了赶上并超过世界水平，本着“知彼知己，百战百胜”的企望，我们特试编这本“锅炉与透平国外水平”。主要的目的，乃是汇集一些有关资料，供给编制规划和对锅炉与透平国外水平有兴趣的同志们作为参考。

我们感觉到，要了解一国的某项产品的制造水平，决不能仅从产品的本身去着眼，它必有其客观存在的原因。例如某个国家搞原子能发电很积极，它一定有它的原因，这国家可能是缺煤，缺石油，而从长期打算，原子能较为经济合算，或有其他的原因。再例如某个国家在锅炉或透平某些高温部件上毫不吝惜地使用含某些贵重元素的耐热合金钢，可能因为这国家多产这种元素，多用些不在乎。又例如某个国家应用燃烧石油的锅炉很多，因为它多产石油。所以一国的产品都和一国的国情有关，我们可以参照人家的制造水平来制订我们的赶上及超过世界水平规划，但决不能照产品本身死板地搬用，我们要研究他们所以制造应用这种或那种类型的产品的客观原因，依此来根据我们的客观条件制订出我们的产品规划来。

因此，我们这次编写国外水平，内容方面，和以往有些不同，介绍了一些国外的锅炉与透平新产品的情况以及锅炉与透平的一般的结构，至于详细的情况技术工作者可以从专门的书刊上或专题译丛上找到，此外并将与锅炉和透平制造有关的各国能源情况、钢铁材料生产情况、制造厂概况、产品概况、技术经济指标、重大事故、研究课题、会议报导、电站简况、原子能利用简况等几方面，也都一一作了一番简略的介绍。根据能源，我们可以看出某国所以设计燃用某种燃料的锅炉的原因；根据材料，我们可以看出某国在锅炉和透平的设计上利用金属的情况；根据制造厂，我们可以看出某国的生产能力；根据技术经济指标，我们可以参考许多经济指标数据；根据事故，我们可以作为前车之鉴引以为戒；根据研究，我们可以看出某国的研究动向；根据会议，我们可以看出某国所讨论的问题；根据电站简况，我们可以看出某国的电站装备情况。

打算固然如此，但是因为资本主义国家生产发展的计划性不强，有时很难找出规律。同时又因为我们受到水平的限制，很可能难以获得希望得到的效果。本书共介绍了十个国家：苏联、美国、英国、西德、德意志民主共和国、日本、瑞士、捷克斯洛伐克、法国、瑞典。由于篇幅的限制，有些国家，如加拿大、意大利、波兰……等尚来不及编入。

各国锅炉与透平制造的发展方向，几个总的趋势是：（1）提高蒸汽参数；（2）增大机组容量；（3）使用中间过热；（4）提高给水温度；（5）改善汽流过程；（6）降低排烟

温度；和(7)使用“一机一炉”布置。以上七点，总的目标，乃是为了：(1)提高效率，节约燃料；(2)减少投资，降低成本。此外，世界各国对于自动化及持久运行可靠性亦极为注意。

我们此次系集体合编，参考资料系从好几国文字查寻转译而来，因受文字及技术水平的限制，语气与名词虽已尽量使其统一但必定尚有不统一之处，内容上也一定不够完整，同时因为编写时间仓促，错误之处亦在所难免，希读者随时予以指正。

目 录

前言

一、苏联.....	1
二、美国.....	47
三、英国.....	83
四、西德.....	119
五、德意志民主共和国.....	147
六、日本.....	173
七、瑞士.....	193
八、捷克斯洛伐克.....	213
九、法国.....	239
十、瑞典.....	267

一. 苏 联

(一) 概 述

在苏联共产党第廿一次代表大会上所提出的苏联国民经济发展远景规划中指出, 到七年计划的末一年——1965年, 全国的年发电量将达 5,000 亿瓩小时, 而到 1972 年, 计划将达 8,000~9,000 亿瓩小时。与此相应的, 到 1965 年, 全国电站的发电容量将为 10,600 万瓩, 而到 1972 年, 则将达 18,000 万瓩。根据这样一个规划, 在最近二、三年内, 每年必须有 600~700 万瓩的功率投入运转, 而到七年计划的末几年, 则每年必须有 900~1,000 万瓩的功率投入运转。

摆在苏联动力工作者面前的任务是巨大的, 由于苏联拥有技术先进的、强大的现代化动力机械制造工业和丰富的动力资源, 因此可以预计, 苏联人民一定可以卓越地完成这个光荣的任务。

近年来, 苏联的动力建设事业继续以高的速度向前发展着。

苏联电站的装机容量近年来有着飞速的增长, 1960 年的装机容量为 6,750 万瓩, 1961 年的计划装机容量将达 7,590 万瓩, 比 1960 年增长 12%。

随着电站装机容量的急增, 苏联的发电量也在逐年增长, 1960 年的发电量为 2,920 亿瓩小时, 1961 年的计划发电量将达 3,350 亿瓩小时, 比 1960 年增长 14.7%。

苏联动力事业方面的巨大成就是与苏联动力机械制造业的努力分不开的。

目前, 苏联的某些动力机械制造厂已开始成批生产蒸汽参数为 130 绝对大气压、565°C 的 15 万及 20 万瓩的汽轮发电机组, 同时, 也开始成批生产与此相配套的 500 吨/时和 640 吨/时的锅炉。功率达 30 万瓩的 240 绝对大气压、580°C 的冷凝式汽轮机已试制成功, 与此配套的 950 吨/时的锅炉正在制造, 并完成了一系列功率更大的 40 万、50 万、60 万、80 万及 100 万瓩的汽轮机机组的设计方案。

第一台 300 绝对大气压、650°C 的 10 万瓩背压式汽轮机及与其配套的 710 吨/时锅炉正在制造。

建立新型的、功率在 10 万瓩以下的传动及发电用燃气轮机的工作也在进行。

此外，苏联还制造了一些新型的辅机设备：如磨煤机、空气预热器、高压过热器等等。目前，又掌握了新系列的电子调节装置的生产。140 绝对大气压、570°C 的阀件的成批生产亦已掌握，315 绝对大气压、655°C 的阀件首批试制品亦已制成。

在供电方面，苏联已组织了强大的地区性动力系统。目前，苏联四个主要的动力系统(中央、乌拉尔、列宁格勒、南方)担负了全国动力平衡中 50% 以上的供电任务。在七年计划期间，苏联将要在欧洲部分建立一个统一的动力系统，那时，整个苏联动力系统的统一将为时不远了。

苏联动力事业的飞速发展，为正在展开共产主义建设的苏联全盘电气化打下了稳固的技术物质基础。列宁的有关全盘电气化的伟大理想将要在苏联人民胜利地走向光辉的共产主义社会的过程中胜利地实现。

为了使大家对苏联的动力机械制造水平有一个较全面的了解，所以先从苏联的动力资源情况介绍起。

(二) 能 源

苏联有着极为丰富的动力资源。

1. 煤

作为主要能源之一的煤的蕴藏量在苏联极为丰富，根据 1957 年的统计，其蕴藏量约为 86,700 亿吨，占世界总蕴藏量的 57%。随着整个国民经济的发展，煤的产量也在飞速地增长(见表 I-1)，1958 年，苏联煤的产量已超过美国，居世界第一位。

表 I-1 煤 产 量 增 长 情 况

	1950	1955	1958	1959	1965(控制数字)
煤 产 量 (万 吨)	26,110	39,130	49,580	50,650	60,000~61,200
用煤发电在整个发电量中的比重(%)	—	74.0	83.7	—	70.6

从上表中看出，到 1965 年，苏联的整个动力平衡组成将发生变化：煤产量虽有很大的增长，但用于发电的比重将下降。

2. 液体燃料及气体燃料

液体燃料及气体燃料的蕴藏量在苏联也是极为丰富的。近年来发现了大量蕴藏量丰富的石油产地，仅伏尔加-乌拉尔石油产区的蕴藏量，已大大超过过去所发现的。天然气的蕴藏量估计为 20 万亿立方米，居世界第一位。由于天然气开采价格的低廉，近年来在整个燃料平衡中的比重已在日益增长。用天然气生产的电能，在今后几年内也将逐年增加。下面是上述二种燃料的产量以及它们在整个燃料平衡中的比重和用在发电中的比重。

表 I-2 石油及天然气(包括人造煤气)的产量及它们在整个燃料平衡和发电中的比重

	1950	1955	1958	1959	1965(控制数字)
石油产量(万吨)	3,790	7,080	11,320	12,950	23,000~24,000
在整个燃料平衡中的比重(%)	7.1	9.2	10.2	—	33.8*
用石油发电的比重(%)	—	5.3	5.5	—	11.8
天然气(包括人造煤气)产量(亿米 ³)	58	90	298	372	1,500**
在整个燃料平衡中的比重(%)	2.0	2.2	6.2	—	17.5*
用天然气发电的比重(%)	—	3.3	6.8	—	15.5

* 折合成标准燃料计算。

** 其中人造煤气 17 亿米³。

从上表看出，今后天然气及石油在发电中将得到广泛的应用。在 1959~1965 年计划期间建设的二百多座火电站中，就有总功率达 1,200 万千瓦的 40 座电站将燃用气体燃料，有 50 座左右(设计总功率 1,300 万千瓦)使用重油。

按计划到 1965 年，使用天然气作燃料的电站总功率将达 2,600 万千瓦左右。

3. 水力资源

苏联动力资源的另一个主要组成部分——水力资源也是极为丰富的，它仅次于我国而居世界第二。据苏联水电设计院的统计资料，全苏共有 1,477 条河川，它们的水头功率达 34,000 万千瓦，在技术上可以利用的水力资源为 19,400 万千瓦或年发电量 17,200 亿千瓦时，这大大地超过了一系列的资本主义国家。

近年来苏联水电站的建设速度是非常迅速的，水力发电在总发电量中的比重也在逐年增长。自 1950 到 1959 年的十年间，水力发电在总发电量中的比重平均为 17% 左右。1960 年增长到 20%，1965 年将达 23.7%。

4. 原子能

除了上述这些能源外，在苏联还在广泛地利用原子能发电。

苏联是世界上第一个和平利用原子能的国家。1954年第一座功率为5,000瓩的原子能电站正式投入了运行，为世界和平利用原子能事业开辟了新的一页。接着在1958年，世界第一座功率最强大的原子能电站（60万瓩）第一期10万瓩亦已投入运行。在今后的七年计划期间，还将建设一系列功率强大的原子能电站：如在伏龙涅什省将建设一座装有二台水水型反应堆的，功率为42万瓩的原子能电站；在乌拉尔将建设参数为90大气压、500°C的40万瓩原子能电站。到1965年，原子能电站的总功率将达400万瓩。

目前，苏联正在对不同型式的反应堆进行试验研究。1956年2月制成了一台以铀为燃料、用水银作载热剂的快速中子反应堆。1958年7月，又有一台5,000瓩的快速中子反应堆（载热剂为液体钠）投入运行，在伏尔加地区建立了一系列试验性的反应堆，它们中间有用液态铀作燃料的重水型反应堆，也有功率达5万瓩的沸腾水反应堆。

虽然在计划中将大力发展原子能电站的建设，但与整个发电量比较起来，其比重还是十分微小的：1960年为0.9%，1965年为3.0%，1972年为4.1%。

5. 其它能源

除了固体、液体、气体燃料及原子能外，苏联近年来还在大力研究其它能源的利用。

1) 风力 二次大战结束后，在苏联有一座功率为100瓩的试验性风力电站。1958年又有一座功率为400瓩的风力发电站投入工作。在今后几年内，风力将在农业中得到广泛的应用。

2) 潮汐能 根据资料，在苏联北海有些地区的波幅有超过四米的，具有很可贵的动力价值。近年来，苏联已设计了一些潮汐电站的草案，其年总发电量将达916亿瓩小时。

3) 地下热能 近年来在苏联很多地方都发现有地下热能。如北高加索及高加索黑海沿岸发现的地下热水的压力达几十个大气压，其流量每秒达100公升。目前在某些地区已利用地下热水供生活需要，而在勘察加的南部则已建造了一个功率为12,000瓩的工业试验电站。

4) 太阳能 世界上第一座太阳能电站是装设在苏联的埃里温附近。旋转面为8×15米的太阳锅炉装在高达40米的塔上。

苏联对直接利用太阳能发电也给予很大的注意，已经制造了很多太阳电池，在苏联的人造卫星及宇宙飞船上使用。

5) 热核能 热核能(聚变)比原子能(裂变)具有一系列的优点, 苏联目前正在大力开展控制热核反应的研究工作, 可以预计, 在不久的将来这个问题将得到解决, 那时人类就将拥有这种无穷尽的能量来为自己服务。

(三) 发电量及装机容量

随着共产主义建设事业的飞速发展, 苏联的发电事业也在一日千里地飞跃发展着。1958年工业总产值比1913年增长了36倍, 而发电量则增长了120倍。1961年苏联的发电量将达3,350亿瓩小时, 而到七年计划的末一年——1965年, 发电量将达5,000~5,200亿瓩小时, 那时按人口平均的发电量将达2,200~2,300瓩小时。下面是近十年来及今后苏联电站的发电量及装机容量的增长情况表。

表 I-3 1950~1958 年电站装机容量及发电量

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
年末的装机容量(百万瓩)	19.61	22.12	25.25	28.60	32.84	37.24	43.47	48.39	53.36
其中: 水电站(百万瓩)	3.22	3.34	3.81	4.52	5.14	6.00	8.4	10.0	11.2
发电量(亿瓩小时)	912.26	1040.22	1191.16	1343.25	1506.95	1702.25	1916.53	2096.88	2333.71
其中: 水力发电(亿瓩小时)	126.9	137.2	149.1	192.0	185.6	231.7	290	364	465

表 I-4 1959~1965 年电站装机容量及发电量

	1959	1960	1965 (计划)
电站装机容量(百万瓩)	60.0	67.5	115.0
其中: 水电站(百万瓩)	12.5	13.8	22.1
全部电站发电量(亿瓩小时)	2,640	2,920	5,000~5,000
按人口平均(瓩小时)	—	1,400	2,200~2,300

(四) 鍋爐与透平制造厂概况

1. 鍋爐制造厂

苏联目前主要的鍋爐制造厂有五家, 它们是:

1) 波多尔斯科奥尔忠尼启则机器制造厂(ЗМО) 该厂的主要产品有 ИК-33 型直流鍋爐(蒸发量 640 吨/时), 第一台于 1957 年生产, 1958 年又相继生产了第二、三台。其

次是 ИК-12 型 (300 吨/时), 于 1955 年开始生产。1958 年开始生产 ИК-24 型 (270 吨/时)。其它的还有 67-2СН 型及 67-3СН 型 (皆为 230 吨/时)。目前该厂正在制造容量为 640 吨/时的 ИК-33-83 СН 型直流锅炉 (配 ИБК-200-1 型汽轮机), 不久即可投入运行。

2) 塔干罗格“紅色鍋爐工”工厂 (ТКЗ) 是苏联锅炉制造厂中规模最大、生产较全面的工厂。目前该厂以生产 420 吨/时以上的高压大容量汽包锅炉为主。但考虑到锅炉制造的发展趋势, 今后也准备生产直流锅炉。

该厂生产各式各样的锅炉很多, 其中高压大容量的有 ТП-80 (420 吨/时)、ТП-82 (420 吨/时, 仅燃料不同, ТП-80 燃用无烟煤, 而 ТП-82 燃用石煤)、ТГМ-84 (420 吨/时, 燃料为天然气及重油)、ТП-90 (500 吨/时)、ТП-100 型 (640 吨/时, 燃用无烟煤粉)。按计划今年该厂应生产配 30 万千瓦透平的 ТПП-110 型 (950 吨/时, 燃用无烟煤粉) 直流锅炉。

作过施工设计的有 ТП-92、ТГМ-94 (均为 500 吨/时) 及 ТГМ-151 型 (220 吨/时)。工厂对生产配 60 万千瓦汽轮机的 1,850 吨/时的直流锅炉也曾作过考虑。

3) 巴尔瑙尔锅炉厂 (БКЗ) 也是苏联一个规模较大的锅炉厂 (仅次于波多尔斯克厂及塔干罗格厂)。

该厂过去生产的主要产品有 25、50、120、160、220 吨/时的汽包锅炉与锅炉附属设备 (排风机、鼓风机、煤粉机 etc), 此外还生产除氧器、阀门等。

该厂今后将主要生产 75 吨/时至 220 吨/时以及 140 绝对大气压, 570°C 的 210 吨/时的自然循环锅炉。

4) 别尔戈罗德锅炉厂 (Белгородский котельный завод) 该厂专门生产中小容量的中压锅炉及苏联所有电站的管道。

目前生产的主要产品为 12~35 吨/时的中压锅炉。

5) 比斯克锅炉厂 (Бийский котельный завод) 该厂系小型锅炉的主要生产厂, 生产 2~10 吨/时的小型蒸汽锅炉。

2. 透平制造厂

苏联目前有大小透平制造厂九家, 它们是

- 1) 列宁格勒金属工厂 (ЛМЗ);
- 2) 哈尔科夫基洛夫透平工厂 (ХТГЗ);
- 3) 涅瓦列宁机器制造厂 (НЗЛ);
- 4) 乌拉尔透平发动机工厂 (Уральский турбомоторный завод);

- 5) 卡卢加透平厂(КТЗ);
- 6) 南方透平工厂(ЮТЗ);
- 7) “卡密加”工厂(«Комега»);
- 8) 考纳斯透平厂(Каунасский турбинный завод);
- 9) 列宁格勒基洛夫工厂。

在上述这些透平制造厂中,以列宁格勒金属工厂、哈尔科夫基洛夫工厂及涅瓦列宁机器制造厂为最大。现将这三个工厂介绍如下:

1) **列宁格勒金属工厂(ЛМЗ)** 该厂为苏联最大的汽轮机及水轮机制造厂。

该厂的产品在汽轮机方面,目前只生产5万瓩以上的大型汽轮机组。所生产的产品种类有 BK-50-3, ВПТ-50-3(5万瓩的), BK-100-5, BK-100-6(10万瓩的), ПБК-200-1型(20万瓩的)。去年工厂又试制成了第一台30万瓩的 K-300-240-1型(240大气压 580°C)汽轮机,是苏联目前已生产的最大汽轮机。工厂过去生产过一台超高压的 CBK-150(15万瓩)型汽轮机,但由于该机的奥氏体钢用量过多,以后就不生产了。工厂准备把 ПБК-200-1型作为今后的基础产品,因该机不需采用价格昂贵的奥氏体钢,而代之以新牌号的耐热珠光体钢(15X1M1Φ),故大大地降低了机组的造价。

在汽轮机产品方面正在设计的有 ПБК-600型,该机功率为60万瓩,240绝对大气压、580°C,计划在1964年生产第一台。蒸汽参数为300绝对大气压、650°C,二次中间过热达565°C的超临界30万瓩的 СКК-300型汽轮机的技术设计亦已完成,计划在今年生产。此外在1959年又完成了 CBK-400型的技术设计及 CBK-300-2 和 CBK-500型的草图设计。

该厂除了生产汽轮机及水轮机外,还生产功率为12,000瓩的 ГТ-12-3型及25,000瓩的 ГТ-700-25型高经济性能的固定式动力燃气轮机。1959年又完成了10万瓩燃气轮机的草图设计。

2) **哈尔科夫基洛夫透平工厂(ХТЗ)** 是苏联大型汽轮机及水轮机制造厂之一。

该厂目前生产的主要汽轮机产品有 BKT-100(10万瓩)及 ПБК-150型(15万瓩)二种,前者的参数为90绝对大气压、535°C,后者为130绝对大气压、565/565°C。

正在制造的还有压力为240绝对大气压、580°C的 K-300-240型汽轮机。据最近报导,该机正在进行装配。

在1959年该厂完成了功率为80万瓩及100万瓩机组的草图设计。首台试制机组或是80万或是100万瓩的,可以在1962年制成。

该厂在1958年开始生产燃气轮机,当时共生产了二台功率为6,000瓩的。目前工

厂正在进行功率为 5 万瓩的 IT-50-800 型燃气轮机的试制工作。

3) 涅瓦列宁机器制造厂(H3.I) 与列宁格勒金属工厂一样, 同是苏联最老的机器制造厂之一。

该厂主要生产功率从 1,500~12,000 瓩的固定式及部分移动式的燃气轮机, 鼓风机及拖鼓风机用的汽轮机(如 AKB-18, AKB-14 型等)。

该厂目前主要生产 IT-700-4 型的 4,000 瓩燃气轮机, 12,000 瓩的也正在制造。计划在今年起供应早先掌握了的 IT-600-6 型(6,000 瓩)燃气轮机。

在移动式燃气轮机方面, 目前正在安装列车电站用的 4,000 瓩燃气轮机。

(五) 鍋爐透平制造概况

近年来, 苏联的一些锅炉与透平制造厂生产了一系列高参数及超高参数的大功率锅炉透平机组, 从而保证了整个国民经济对电能的需要。

根据近年来的发展趋势, 苏联的锅炉透平制造也是沿着高压、高温、大容量、采用中间过热、一机一炉的方向前进。据 1960 年的统计, 电站高压机组的安装容量在总装机容量中的比重已达 65%。

在参数方面, 130 绝对大气压、565°C 采用较普遍, 在今后几年中还将得到广泛的采用。240 绝对大气压、580°C 亦将逐渐得到采用。300 绝对大气压、650°C 在今后几年内也要加以掌握。

在材料方面, 近年来也有很大的进展。目前珠光体钢的使用温度已达 240 绝对大气压、580°C。

现将苏联锅炉、汽轮机及燃气轮机制造概况分别介绍如下。

鍋 爐 制 造 概 况

由于苏联锅炉制造厂全体职工的不懈努力, 近年来, 苏联的锅炉制造取得了很大的成就。目前苏联已掌握了容量为 640 吨/时的直流锅炉(III-33型)及汽包锅炉(TII-100型)的生产; 容量更大的、配 30 万瓩的 THII-110 型直流锅炉(950 吨/时)也计划在今年出产; 配 60 万瓩汽轮机的 1,850 吨/时的直流锅炉也作过考虑。

根据近年来的发展趋势, 苏联大容量锅炉的产量正在逐年增长。如果说在 1940~1946 年期间 39 绝对大气压、450°C 的参数在苏联占绝对优势的话, 那么自 1941 年出现了 100 绝对大气压、510°C 的锅炉后, 39 绝对大气压的锅炉在年总产量中所占的比重已逐年下降, 到 1958 年已降至 10% 以下。目前, 苏联共有二百多台大型锅炉机组在运行, 今

后，随着大功率电站及单配机组的发展，大型高压锅炉的产量还将不断地增长。

根据统计资料在 1958 年前，苏联锅炉制造业主要是生产容量为 220~230 吨/时、参数 100 绝对大气压、510°C 的锅炉，而参数在 140 绝对大气压、570°C 以上的锅炉机组为数不多。但在 1959~1965 年期间情况就不同了，压力在 100 绝对大气压以下的锅炉数量将自 63% 下降至 37%。

目前苏联所生产的高压与超高压锅炉型式基本上有二种：一种为自然循环的汽包锅炉，另一种是直流锅炉。

1. 汽包锅炉

在汽包锅炉方面，已生产的大容量高压锅炉有：

1) 配 5 万或 10 万瓩汽轮机的 140 绝对大气压、570°C、420 吨/时的 80-ТII 锅炉（燃用无烟煤粉）、ТII-82（燃用干的烟煤）、ТТМ-84 型（燃用天然气及重油）。这三台锅炉的结构基本上是一样的，都为 II 型布置。

在设计 ТII-80 型锅炉时，采取了一些新的结构措施，其中主要的有：

(1) 炉膛四壁都敷设水冷壁；

(2) 在炉膛中装置双面水冷壁及半辐射屏式过热器，以大大降低对流受热面前的烟气温度；

(3) 在炉膛后墙的烟气出口下面，装设拦火墙，以把烟气拦向炉膛正面，这样就大大改善了炉膛上部的空气动力性能，并消除了后水冷壁的结渣现象；

(4) 在炉膛上部设置屏式过热器，并把头二列对流过热器管换成费斯顿管。

(5) 烟道中的烟气采取中等的速度。

其次，上述三种型号的锅炉都设计成可适用于其它燃料的。这样不仅减小了金属耗量及外形尺寸，同时又改善了燃料的燃烧过程，大大地提高了锅炉的效率，下面是这一系列锅炉的经济指标及其主要技术规格。

表 I-5

锅 炉 型 号	燃 料 (主要的)	锅 炉 重 量 (吨)	锅 炉 容 积 (米 ³)	锅 炉 机 组 效 率 (%)
ТII-80	无 烟 煤 粉	1,925	10,700	90.7
ТII-82	烟 煤	1,665	9,300	92.3
ТТМ-84	天 然 气	1,490	6,100	92.8
	重 油	1,490	6,100	92.5

表 I-6

技术规格名称		TII-80	TII-82	TIM-84
锅筒蒸发量	吨/时	420	420	420
锅筒汽包中的压力	绝对大气压	155	155	155
过热蒸汽温度	°C	570	570	570
给水温度	°C	230	230	230
热空气温度	°C	408	250	282/256
炉膛热负荷	大卡/米 ³ 小时	122·10 ³	145·10 ³	195·10 ³ /196·10 ³
燃料热值	大卡/公斤	6,010	4,050	9,250/9,234
燃料耗量	公斤/时	46,000	68,500	29,500/29,700
屏壁前的烟气温度	°C	1,185	1,085	1,120/1,173
对流过热器前的烟气温度	°C	1,000	904	821/772
排烟温度	°C	124	127	141/122

注：分子是燃用重油时的数据，分母是燃用天然气时的数据。

2) 在汽包锅炉方面已生产的还有 140 绝对大气压、570/570°C、560 吨/时的 TII-90 型锅炉，配 15 万瓩(TIBK-150 型)汽轮机。其简要规格如下：

蒸发量	500 吨/时；
汽包中的压力	155 绝对大气压；
过热温度	570°C；
炉膛热负荷	
燃用无烟煤粉时	125·10 ³ 大卡/米 ³ 小时；
燃用烟煤时	169·10 ³ 大卡/米 ³ 小时；
给水温度	230°C；
中间过热蒸汽量	465 吨/时；
中间过热蒸汽进口压力	30.5 绝对大气压；
中间过热蒸汽进口温度	371°C；
中间过热蒸汽出口压力	29 绝对大气压；
中间过热蒸汽出口温度	570°C；
燃料热值(无烟煤粉)	6,010 大卡/公斤；
燃料耗量(无烟煤粉)	63,000 公斤/小时；
机组效率	
燃用无烟煤粉时	90.8%；
燃用烟煤时	93%；

屏壁前的烟气温度	1,200°C;
对流过热器烟气温度	1,028°C;
排烟温度	125°C;
热空气温度	405°C;
锅炉尺寸(柱间轴线距离)	
宽度	24 米;
深度	18 米。

TII-90 型锅炉为 T 型布置, 燃料燃烧后所生烟气由炉膛二侧上方流出, 此二烟道各与装有尾部受热面的垂直烟道相联。蒸汽由汽包流出后首先流入按烟气流动方向的最后过热器, 然后再流入置于炉墙、炉顶上的辐射式过热器及屏式过热器, 最后再流入过热蒸汽出口的对流过热器。过热蒸汽温度用喷水减温器来调节。中间过热器为纯对流型, 位于一次过热器二组管束之间, 如此布置较置于最后位置易于调节。中间过热器用附加受热面来调节; 负荷低时, 蒸汽经过它来预先加热。此台锅炉汽包内装有旋风式分离器及清洗蒸汽设备。锅炉全重 3,010 吨, 汽包全长 20 米, 重 95 吨, 材料为 10ГНМ 钢。空气预热器的一级为再生式, 二级为管式。

在这台锅炉的基础上, 又设计了 TII-92 及 TFM-94 型二种锅炉。这二种型号锅炉的容量、参数与 TII-90 是一样的, 只是燃料不同而已; TII-92 燃用烟煤, TFM-94 用重油及气体燃料。

3) 在汽包锅炉方面目前正在制造的尚有 140 绝对大气压、570/570°C、蒸发量 640 吨/时的 TII-100 型锅炉(燃用无烟煤粉, 配 20 万千瓦汽轮机组)*。

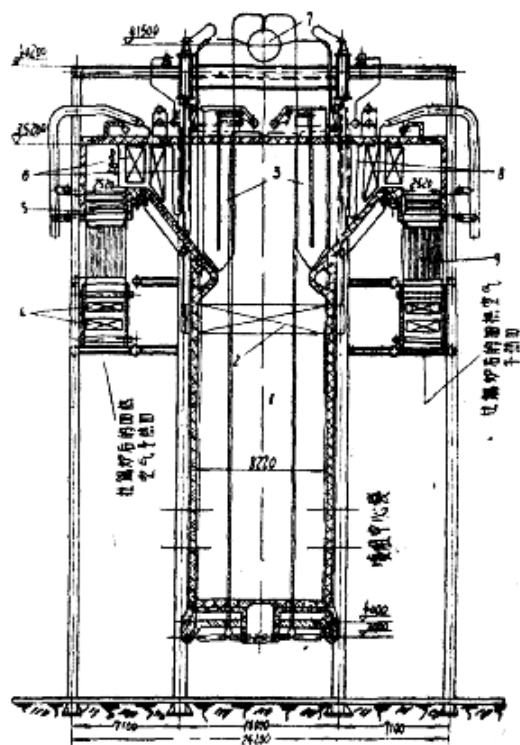


图 1-1. TII-100 型锅炉

1—炉膛; 2—带式辐射过热器; 3—一次蒸汽屏; 4—省煤器; 5—中间过热器补充(调节)受热面; 6—过热器对流管束; 7—汽包; 8—中间过热器对流管束; 9—二级空气预热器(管式的)。

* 该锅炉在 1959 年已投料制造, 是否已制成, 待查。

锅炉为单汽包，也是 T 型布置。锅炉的主要技术规格如下：

蒸发量	640 吨/时；
汽包中的压力	155 绝对大气压；
蒸汽过热温度	570°C；
给水温度	235°C；
中间过热蒸汽量	560 吨/时；
中间过热蒸汽进口压力	24 绝对大气压；
中间过热蒸汽进口温度	340°C；
中间过热蒸汽出口压力	22 绝对大气压；
中间过热蒸汽出口温度	570°C；
燃料(基本的)	无烟煤粉；
热值	6,010 大卡/公斤；
燃料耗量	85,000 公斤/小时；
炉膛热负荷	$133 \cdot 10^3$ 大卡/米 ³ 小时；
效率(带再生式空气预热器)	90.3%；
屏壁前的烟气温度	1,200°C；
对流过热器的烟气温度	1,044°C；
排烟温度	125°C；
热空气温度	395°C。

该锅炉是在 TII-90 型的基础上设计起来的，故其结构基本上与 TII-90 型相似，但也具有特点，如：

- 1) 搅动式煤粉-煤气喷嘴不作角式布置，而采取相对布置；
- 2) 当改用天然气工作时，烟气能在炉膛下部作再循环，以保持二次蒸汽的过热温度不变。
- 3) 在第一级空气预热中设置再生式的迴转空气预热器等等。

该锅炉的汽包尺寸为：内径 1,800 毫米，壁厚 89(92)毫米，总长约 24 米，材料为 16THM。

水冷壁管为 $\phi 60 \times 6$ ，间距 64 毫米；辐射过热器为 $\phi 42 \times 4$ ，材料为 12XMΦ；屏式过热器 $\phi 32 \times 4$ ，材料为 12XMΦ。

空气预热器一级为再生式，二级为管式。

据目前生产的情况看来，这种容量的汽包锅炉将是汽包式锅炉的极限容量，因为大

于 640 吨/时的将不采用汽包式，而改为直流式。

2. 直流锅炉

苏联目前已生产的大型直流锅炉主要的有：

- 1) 配 20 万千瓦汽轮机组的 ИК-33 型(蒸发量 640 吨/时、140 绝对大气压、570/570°C)。
- 2) 配 10 万千瓦汽轮机组的 ИК-12 型(蒸发量 300 吨/时、215 绝对大气压、575°C)。
- 3) 蒸发量为 270 吨/时、140 绝对大气压、570°C 的 ИК-24 型。

4) 已设计好并计划在 1961 年出产的有配 30 万千瓦汽轮机组的 ТИИ-110 型 直流锅炉(蒸发量 950 吨/时、585°C、250 绝对大气压)。

现将这些锅炉的结构简要地介绍如下：

1) ИК-33 型直流锅炉 该锅炉系波多尔斯克工厂在 57 年试制成的，58 年对产品设计作了一些修改又试制了第二台。锅炉系配 ИБК-200 型 20 万千瓦汽轮机工作。

锅炉燃烧室截面积为 20.08×8.08 米，被双面水冷壁划分成二。

ИК-33 型锅炉的结构，其最下部分为除渣斗，底部有水，用以排除灰渣。为提高热交换率，下辐射部分有双面水冷壁管。下辐射部分的前壁及后壁因有喷燃器和喷口，故管子盘绕比较复杂，从冷灰斗开始有五圈。前壁没有喷燃器，故管子盘绕比较简单，后壁也是如此。中辐射受热面也有双面水冷壁，但不象下辐射的双面水冷壁那样中间有些空隙。再向上为上辐射部分，没有双面水冷壁。过热器为屏式，分二级，顶管出口联箱的管束接向过热器进口联箱时，左接至右，右接至左，使水汽混合良好。中间过热器也分二级，其第二级布置在上面，和烟气顺流，而第一级在下面，和烟气逆流。二者之间夹着过渡区。在中间过热器管弯曲处，有弯铁保护，以减少磨损。过渡区共有二个管束，分别布置在炉的左右面，其弯曲部分同样用弯铁保护。空气预热器分成二级，一级布置在省煤器下面，二级则布置在省煤器上面。

ИК-33 型锅炉水冷壁的辐射部分采用卧式盘绕的方式，水汽分离及蒸发率都较立式的为好。

机组效率为 91.3%。

2) ИК-12 型直流锅炉 该锅炉亦系波多尔斯克工厂在 1955 年末开始制造的，是苏联第一台超高压直流锅炉。

锅炉燃烧室截面积为 $9,960 \times 7,980$ 毫米，燃烧室容积 $1,863 \text{ 米}^3$ ，燃烧室辐射面积(包括水冷壁)为 $1,204 \text{ 米}^2$ ，燃烧室容积的热负荷为 110×10^3 大卡/米³小时。

由于该锅炉中的汽水系统没有二态介质，并取消了过渡区域，因此锅炉系统比较简单。自高压给水泵来的高压水，经过省煤器(省煤器为单级双流式)吸取热量，进入到下