

扬子石化公司热电厂 9 号炉、60MW

备用发电机组扩建工程

(检索号: 50-F0045K-A)

可 行 性 研 究 报 告

(代项目建议书)

国家电力公司西南电力设计院

二 0 0 0 年 六 月 成 都

扬子石化公司热电厂9号炉、60MW备用发电机组扩建工程

可行性研究报告

(代项目建议书)

目 录

第一章 概述

第二章 原始资料及主要技术原则

第三章 工程设想

3.1 总平面布置

3.2 主机选型

3.3 热力系统及主要设备选择

3.4 燃烧制粉系统及主要设备选择

3.5 主厂房布置

3.6 附属设施

3.7 运煤系统

3.8 除灰系统

3.9 供水系统及水工结构

3.10 化学水系统

3.11 热力控制系统

3.12 电气系统

3.13 主要生产建筑物的建筑结构选型

3.14 暖通设施

3.15 电厂通讯

- 第四章 环境保护
- 第五章 节约能源和原材料
- 第六章 劳动安全和工业卫生
- 第七章 定员
- 第八章 投资估算
- 第九章 项目实施进度
- 第十章 结论和建议

附录1 扬子公司9号炉、6号机（备用机）建设必要性的经济
评价计算

附录2 9号炉蒸汽引入主蒸汽母管方案优化

附件一 委托函

附件二 热电厂扩建9#炉、6#机（备用机）有关可研技术
方案会议纪要

附件三 扬子公司热电厂9号炉、6号机（备用机）扩建工程
可研初稿评审纪要

附图：

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| (1) 厂区总平面规划图 | F0045K-Z01 |
| (2) 燃烧系统图 | F0045K-J01 |
| (3) 9号炉热力系统图 | F0045K-J02($\frac{1}{2}$) |
| (4) 6号机热力系统图 | F0045K-J02($\frac{2}{2}$) |
| (5) 主厂房平面布置图 | F0045K-J03 |
| (6) 主厂房横剖面图 | F0045K-J04 |
| (7) 汽机房横断面图 | F0045K-J05 |

(8)	除灰渣系统图	F0045K—C01
(9)	运煤系统流程示意图	F0045K—M01
(10)	电气主接线	F0045K—D01
(11)	主控制室平面布置图	F0045K—D02
(12)	供水系统图	F0045K—S01

第一章 概 述

1.1 项目依据

1.1.1 扬子石油化工公司综合计划处委托我院承担 9 号炉、6 号机（备用机）可研工作的委托函，见附件一。

1.1.2 扬子石油化工公司关于“热电厂扩建#9 炉、6 机（备用机）有关可研技术方案会议纪要，见附件二。

1.2 项目概况

扬子石油化工公司所属的 40 万吨乙烯工程位于南京市大厂镇东北面约 3 公里，马叉河左岸的长江阶地上，自备热电厂位于乙烯工程南面的乙烯大道、成品路、动力路和大纬路之间的界区内。

自备热电厂原有装机容量为 $5 \times 50\text{MW}$ ，共安装有 5 台 50MW 抽汽凝汽式汽轮发电机组，现将逐步改造为 60MW 汽轮发电机组，8 台 220t/h 高压煤粉锅炉。

目前，扬子石化公司根据国家产业发展的要求，正在实施对乙烯装置由 40 万吨/年扩建到 65 万吨/年，常减压装置由 500 万吨/年扩建到 800 万吨/年，加氢装置能力新增 170 万吨/年，PTA 装置由 60 万吨/年扩建到 105 万吨/年，以及相应装置全面配套扩建的方案。这些工程完成后，到 2002 年底，扬子热电厂供电最大日平均负荷达 300 兆瓦（包括热电厂厂用电）。根据此电量增长势态以及考虑再发展，扬子石化公司综合计划处委托我院进行扩建 9 号炉，60MW 备用机的可行性研究。

公司提供的供电、供汽要求如下：

1、扬子石化公司用电负荷

(1) 夏季最大日平均负荷 300MW。（包括厂用电）

(2) 春、秋、冬季日平均负荷 274MW。（包括厂用电）

2、热电厂供蒸汽量

(1) 冬季最大 810T/H (其中 Z14: 550T/H, Z41: 200T/H, Z100: 60T/H)。

(2) 冬季正常 710 T/H (其中: Z14: 472 T/H, Z41: 190 T/H, Z100: 48 T/H)。

(3) 全年最小 520 T/H (其中 Z14: 300 T/H, Z41: 180 T/H, Z100: 40 T/H)。

1.3 设计范围

按照扬子石化公司要求, 设计内容如下:

(1) 在原主厂房扩建端增加一台 60MW 双抽备用机组及相应的除氧给水系统, 并增加相应的冷却水塔和中央水泵房。

(2) 在原主厂房固定端增加一台 410t/h 的锅炉。

(3) 增加相应主变压器, 联络变压器以及 35kV IV段配电装置。根据最新系统阻抗, 对原有电气设备参数进行校验等。

(4) 应业主要求, 对上 60MW 背压备用机组方案是否能减少冷却水塔及中央水泵房投资乃至整个工程投资进行分析论证以得出结论。

(5) 对再扩建机组的可能性进行研究。

(6) 考虑到机炉容量不匹配及特殊布置条件, 需对各种运行模式所产生的主汽母管及主给水母管通流量平衡进行分析论证, 以求得 410t/h 锅炉主汽、主水最优化接管方案, 确保机组安全经济运行。

1.4 项目建设的必要性

根据扬子公司综合计划处所提供的供电量和供汽量, 从汽量和发电量平衡的结果来看, 在目前装机 8 炉 5 机情况下, 不考虑机、炉检修, 只能满足全年最小供汽 (发电量为最大值 300MW) 以及冬

季正常供汽（发电量为 274MW）工况的要求。尚不能满足冬季最大供汽（发电量为 274MW）工况的要求。在锅炉、汽机检修的情况下，则缺额更大。

按照热电厂的检修安排惯例，锅炉和汽机均为三年一次大修，每年二次小修，锅炉大修每次 32 天，汽机大修每次 35 天，小修每次为 10 天。计算结果为汽轮发电机每年平均检修天数为 142 天，而锅炉每年平均检修天数为 219 天，也就是说，每年汽轮发电机有将近 5 个月的时间有一台机在检修，而锅炉每年有将近 7 个多月的时间有一台炉在检修。这样长的检修天数，试想如不建设备用机组和 9 号炉，每年将会付出一笔可观的导电费。

本研究报告以上述检修时间为依据，从下列情况，即：（1）建设 9 号炉，不建设备用机组；（2）建设备用机组，不建设 9 号炉；（3）9 号炉和备用机组均不建设三种情况进行计算。此外，还将每年小修次数安排一次，也就上面三种情况进行了计算，计算结果显示本工程具有明显的经济效益（详见附录 1）。加之扬子公司 65 万吨乙烯改造，将于 2002 年 5 月底投产。届时，电量、汽量将明显增加。所以 9 号炉、备用机组的建设已是刻不容缓的大事。

第二章 原始资料及主要技术原则

2.1 工程原始资料

本可研所需的设计原始资料，包括水质资料和水文气象，工程地质资料均采用老厂所使用的资料进行工作。煤质资料采用扬子 8 号炉可行性研究报告所用煤质分析资料。

2.1.1 燃煤的主要特性如下：

序号	名 称	符 号	单 位	设计煤种	校核煤种
1	碳	Car	%	55.68	56.74
2	氢	Har	%	3.38	3.7
3	氧	Oar	%	6.06	7.75
4	氮	Nar	%	0.98	0.87
5	硫	Sar	%	0.45	0.53
6	灰份	Aar	%	25.85	26.17
7	水份	War	%	7.60	4.24
8	可燃基挥发份	Vdaf	%	34.15	35.11
9	固有水份	Wad	%	0.38	1.48
10	应用基低位发热量	Qnet. ar	KJ/kg	21710	22360
11	可磨系数（哈氏）	HGI		61	76

2.1.2 煤种灰成分及灰熔点

序号	名称	符号	单位	设计	校核
1	二氧化硅	SiO ₂	%	52.06	55.41
2	三氧化铁	Fe ₂ O ₃	%	3.87	4.31
3	三氧化铝	Al ₂ O ₃	%	32.27	32.93
4	氧化钙	CaO	%	1.38	2.39
5	氧化镁	MgO	%	0.32	0.50
6	氧化钛	TiO ₂	%	1.06	2.29
7	氧化钾	K ₂ O	%	0.61	0.48
8	氧化钠	Na ₂ O	%	0.04	0.16
9	氧化磷	P ₂ O ₃	%	/	
10	三氧化硫	SO ₃	%	2.43	0.44
11	灰熔点	t ₁	C	1380	1460
		t ₂	C	1420	>1500
		t ₃	C	1440	>1500

灰的比电阻为 $7.52 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ (100℃~150℃平均值)

2.1.3 水源及水质资料

水源采用长江水，经净水场凝聚澄清过滤处理后，由双管送入热电厂。水质资料同#8炉扩建资料。

2.1.4 工程地质

厂区位于浦口至六合公路以南，山王庄东南，由于有冲沟通过，致使地形起伏大。该区属剥蚀残丘和堆积、坳沟。剥蚀残丘二级阶地，以 Q3 亚粘土沉积为主，堆积、坳沟段和古沼泽段的地质构成

以 Q4 坡洪积及冲洪积沉积为主，古沼泽段以泥炭化土为标志。由于地质情况复杂，上部亚粘土和轻亚粘土，含有机质，为软塑，流塑等高压缩性土，土的承载力仅 6~15 吨/平方米。下部 Q3 亚粘土及棕红色亚粘土，物理力学性能较好，但厚度不均且层薄，基岩顶部覆盖的土层厚度很不均匀，基岩本身又分强风化及中风化两种，新鲜（微风）化，新鲜基岩面的坡度比较大，一般有 20 度左右。由于地质复杂，故对主要建构筑物的基础，除座落新鲜基岩或微风化于基岩者外，均采用桩基。

2.1.5 气象条件

(1) 气温

极端最高气温	43℃
极端最低气温	-14℃
年平均气温	15.4℃
最热月平均温度	28.2℃
最冷月平均温度	1.9℃

(2) 降雨量

年平均降雨量	1049.8 毫米
月平均最大降雨量	181.7 毫米
月平均最小降雨量（12 月）	30.2 毫米
日最大降雨量（1972 年 7 月 3 日）	226.3 毫米
一小时最大降雨量	75 毫米

(3) 湿度

年平均相对湿度	77%
月平均最高相对湿度（7 月）	81%
月平均最低相对湿度（1 月）	72%

年平均绝对湿度 15.6 毫巴

(4) 风速、风向

主导风向：冬季为东北风

夏季为东南风

风速：

地面以上 10 米高处，30 年一遇，10 分钟平均最大风速 25.2 米/秒。

(5) 气压

最高绝对大气压 1042.1 毫巴

最低绝对大气压 991.2 毫巴

年平均大气压 1015.5 毫巴

月平均最低气压（7 月） 1002.9 毫巴

月平均最高气压（1 月） 1026.1 毫巴

(6) 雪量

最大积雪深度 51 厘米

基本雪压 45 公斤/米²

冻土最大深度 -9 厘米

(7) 水位（上海吴淞海面高为 0）

最高洪水位（1954 年 8 月 17 日） 10.22 米

2.1.6 地震烈度

设计烈度按 7 度设防。

2.2 主要设计原则

2.2.1 9 号炉布置在原主厂房固定端厂前区位置，与原主厂房呈垂直布置，原综合办公楼拆除重建，60MW 备用机组布置在主厂房扩建端，占用原汽机房一个柱距，再扩建三个柱距。

- 2.2.2 新增高压除氧器布置在扩建端框架内，原低压除氧器需移位（土建需核算荷载承受能力）。
- 2.2.3 对主蒸汽母管，给水母管以及其他有关母管的最大可能通流量作出分析，并进行管径核算，据此决定管道工程量，并对运行方式进行讨论。
- 2.2.4 采用大跨度钢桁架连接新老煤仓间。
- 2.2.5 除氧间 8 米新老主厂房用钢桁架接通，作为管道连接层以及人行通道。
- 2.2.6 9 号炉除灰、渣采用水力除灰，预留干出灰条件。采用灰渣泵输送至老灰渣泵房，核算泵房前池容量及设备容量是否够，是否需要增加一根灰管至灰场。
- 2.2.7 备用机组主变采用双卷变，另增加 110kV/35kV 的联络变一台。
- 2.2.8 原有 110kV 二回架空出线，一回架空联络线以及 5 号主变 110kV 侧架空进线改为 110kV 电缆连接。
- 2.2.9 备用机组厂用负荷就近接原 6kV VIII段和 380V X段，9 号炉厂用负荷就近接于 6kV IX段和 380V IX段。
- 2.2.10 主控室扩建一档以满足屏、盘布置要求。
- 2.2.11 机、炉控制采用 DCS 系统。
- 2.2.12 循环泵房设备控制采用 PLC，控制合并至老泵房。
- 2.2.13 生产办公楼按原面积估计再建费用。
- 2.2.14 环保按新标准 GB13223—96《火电厂大气污染物排放标准》进行 SO₂ 排放量，排放浓度以及烟尘排放浓度的核算。

第三章 工程设想

3.1 总平面布置

3.1.1 概述

(1) 电厂建设规模和扩建容量

扬子石化公司自备热电厂已建成 220t/h 高温高压煤粉炉八台，50MW 单抽汽凝汽式汽机一台，50MW 双抽汽凝汽式汽机四台。电厂本期扩建一台 410t/h 高温高压锅炉，一台 60MW 备用双抽汽凝汽式汽机。另外规划一台 60MW 双抽汽凝汽式汽机的位置，及相应的辅助性建构筑物。

(2) 现有的总平面布置及交通运输

电厂的总布置格局是：主厂房固定端朝北偏西，扩建端朝南偏东，厂房 A 列柱以东布置有 6kV、35kV 和 110kV 屋内配电装置，厂房东北角布置有冷却塔和露天油库，厂房固定端以北为进厂大道及综合办公楼，厂房西北角为化水车间、食堂、行政楼及汽车库等，厂房炉后以西为生产检修设施及点火油库等，再向西侧为电厂煤场。电厂的交通状况：厂区内部道路通向各个分区及各重要建（构）筑物，并大多形成环形道路，厂区围墙外西北两面均有道路与之相连。电厂的入厂大道与北侧的动力路相连，西边与成品路相连，交通方便。

3.1.2 厂区总平面布置

本期备用机紧靠 5 号扩建三个柱距 ($7.5 \times 3 = 22.5\text{m}$) 由于扩建三个柱距的场地不能满足备用机的要求，需要将 5 号机的检修场地一跨供备用机使用，新扩的柱距设双柱分开。由于电气设备有的布置在主厂房零米层，而备用机场地非常紧张，需要再扩一跨 4.2m。这样 8 号炉的柱距与本期扩建的备用机柱距相差 4.2m；因而 8 号炉

外的主厂房环形道路及上、下水管相应向外移一定距离，使之紧靠扩建端围墙。

9号炉扩建利用电厂原有的厂前区场地，需要拆除原有的综合办公楼及厂区传达室及门卫等建构筑物。本期扩建的9号炉布置格局与原有主厂房的布置格局垂直，新增一个180m高的烟囱。为了尽可能不占用电厂固定端管廊通道的位置，9号炉的煤仓间、除氧间与原有主厂房固定端的1号柱脱开35m布置，输煤栈桥及除氧间8米管道层用大跨度的钢桁架相连。9号炉所需的燃煤从电厂原有的煤仓间经钢桁架内的栈桥输送到9号炉的煤仓间。由于本期扩建的9号锅炉是410t/h的高温高压锅炉。原进厂大门处的围墙需向外平移25m，原进厂大门改向西平移约47m。由于场地紧张，9号炉预留电子束脱硫装置场地。另外原北侧围墙与动力路之间的 X_9 、 X_{10} 、 X_{11} 三根下水管尽可能避开建构筑物基础。局部地段需加固处理。

如将7号机汽机房的位置布置在9号炉除氧间以东，紧邻一期的冷却塔，采用21.00m的跨度，电缆隧道可不改道。但与冷却塔的距离不能满足现行规程规范要求。经研究，本厂已没有扩建7号机的场地条件。

本期电气新增主变压器及联络变压器各一台，拟将原有的联络变位置让出布置主变，然后将本期的联络变和拆除的联络变布置在主变的东面。另外将主控制室扩3.0m，并扩建35kV屋内配电装置，由于场地有限，35kV屋内配电装置垂直于原有的屋内配电装置。

由于扩建冷却塔的影响，电厂原有的110kV二回出线和二回联络线需要改造为电缆线，拆除原110kV出线塔位二座，建一座110kV出线的中转塔。110kV架空线路改造为电缆出线，35kV出线利用已经改造后的电缆桥架出线。冷却塔的布置对原电厂的电气出线影响

很大，除去已改造的电缆桥架外，其它的架空线及电缆沟（隧道）的线路均需改造。

主变压器及联络变压器布置后需要将原联络变外的一条电缆沟改为电缆隧道，在电缆隧道上修防火墙。被截断的下水管也需改造。主控楼扩建后，对进出原主控楼的上、下水管及电缆沟（隧道）有局部影响，需要局部改造。

冷却水塔本期拟建一座 2000m^2 的自然通风冷却塔，循环水泵房一座。与电厂原有的二座 3500m^2 的冷却塔共同负担六台机组。循环水泵房、冷却塔布置在配电装置与围墙外的空地上，需要改造电气出线方式。当上第二座冷却塔时，尚需拆除油处理室，电气维修间等建构筑物。由于 35kV 出线的电缆桥架净空较低，冷却塔和循环水泵房的施工和检修的条件较差。本期施工机具只能从油处理室和电气维修间开辟出的临时施工公路进场。循环水泵房中水泵的检修，要用吊车吊过 35kV 电缆桥架，施工安装检修较困难。

35kV 电缆桥架和热网管架对循环水管廊的影响较大， 35kV 电缆桥架的柱子的位置及热网管架的 π 型架的位置均需在下阶段具体落实。因扬一巴场地不允许占用，循环水管廊只允许从 35kV 配电装置与热网管架之间通过。此项难度较大。

电厂固定端围墙在 $A=3969.00$ 处向北面移 25m ，距动力路路边 3m 。新增围墙内用地面积为 $307 \times 25 = 7675\text{m}^2$ 。新增围墙内由于有三根扬子公司的下水管，新增场地亦不好利用。预留一个干灰库后，场地空余亦较大。致于拆除的综合办公楼，电气维修间，油处理室等建构筑物，由电厂另行规划位置。固定端新建 9 号炉处的道路改为 6.0m 宽，与新规划的入厂道路形成环形。

3.1.3 竖向布置

为使备用机组与已建成的 1~5 号机相互衔接,主厂房零米标高与原来的一致为 17.00m。9 号炉位于原厂前区,主厂房的零米标高也按 17.00m 考虑。至于冷却塔和循环水泵房的零米标高,由于该片场地靠近现有屋内配电装置,屋内配电装置零米标高为 16.90m,冷却塔和循环水泵房的零米标高暂定为 17.00m。

原电厂的厂区场地排水是通过城市型道路排入雨水下水系统的,未考虑明沟排水。本期场地的地面排水全部经雨水井接入原电厂的下水系统。

由于本期扩建场地的地坪在电厂一期时已经场平,本期不考虑场平。对于基础余方的土石方量,在回填局部较低处以外,考虑外运 8000m³ 的余方。弃土场与 8 号炉的弃土场考虑在同一地点。

3.1.4 交通运输

(1) 厂外交通

扬子石化公司有铁路专用线与京沪线相接。厂区南临长江,北接宁六(南京至六合)高速公路,运输条件很好。对外运输以水运为主,陆运为辅。电厂所需燃煤为国家统配煤,经水运到扬子石化公司码头,再由皮带运送到电厂煤场。

本期扩建时所需设备及材料可水运,也可陆运。

(2) 厂内道路

本期电厂扩建将电厂的入厂大道占用,新规划的入厂大道宽 9m,与新增主厂房的 6.0m 宽的环形道路相接。

本期扩建主厂房的环形道路宽 6.0m,其余路面宽 4.0m,冷却塔四周未增加道路,只在 35kV 电缆桥架外增加一条 4.0m 的检修道路。

厂内道路采用砼路面,城市型,转弯半径为 7~9m。道路的标

准与已建部分相同。

3.1.5 管线布置

9号炉扩建时，将切断已有的三根低硅水管，将从9号炉烟道下绕过与原有的管子相接，道路下的部分需加固。9号炉与化水车间处的一条采暖管沟，现正好在9号炉的环形路下，这段沟需加固处理。动力路边的三根下水管，尽量不与建构筑物基础矛盾，仅把位于路下的部分加固。电厂内部厂前区的上、下水管，根据本期的布置情况加以改造。

备用机扩建的柱距与8号炉的柱距相差4.2m，相应的将8号外的道路及上、下水管向外平移。

主变及联络变将老厂的下水管截断，将这两根下水管改道。

主控楼扩建影响到原有的上、下水管，电缆沟（隧道），相应改造这部分上、下水管及电缆沟（隧道）。

本期循环水管由于受35kV电缆桥架及热网管架的影响，局部位位置待定。

电厂原有的110kV出线，由于受冷却塔的影响，在冷却塔和循环水泵房范围内改为局部架空电缆和电缆隧道相接合的方式引入到35kV电缆桥架外，再在35kV电缆桥架与热网管架之间设一个中转塔引出。

冷却塔影响到油处理室及油管沟，根据电厂的运行情况加以改造。

3.2 主机选型

3.2.1 汽量及电量平衡

按照扬子石化公司综合计划处提供的供电、供热的总要求，根据上海汽轮机厂提供的单抽机组（老厂1号机）和双抽机组的几个