

电力系统设计手册



东北电力设计院

前 言

电力系统规划是搞好电力建设的一项战略性工作。为了适应系统规划和系统设计工作需要，我们编写了《电力系统设计手册》，供有关工作者参考。

本手册内容共分五章，包括火力发电厂规划选厂，变电所所址选择，送电线路路径选择，电网设计及计算的一般方法和常用技术数据等（其中高电压方面有关数据为估算值，仅供规划阶段参考）。设备参考数及一些有关基本知识编入附录中。

汇编过程中在规划院的组织领导下得到兄弟单位的大力支持和热情帮助，提供了许多宝贵意见和资料，在此一并致谢。本手册在原《电力系统设计手册》（征求意见稿）的基础上作了一些修改补充，但因水平有限，仍很不完善，一定还存在不少缺点和错误，希批评指正。

自力更生奮
發圖強因地制宜
地充分利用我國
的能源資源加快
電力建設為實現
四個現代化作出
貢獻。

李國輝

一九七九年
十二月

目 录

第一章 规划选厂、选所与选线.....	(1)
第一节 火力发电厂规划选厂.....	(1)
一、厂址选择的主要技术条件.....	(1)
(一) 厂址占地.....	(1)
(二) 供水.....	(5)
(三) 铁路专用线.....	(15)
(四) 除灰.....	(17)
(五) 地质.....	(20)
(六) 地下水.....	(20)
二、燃料.....	(24)
(一) 选厂时对电厂采用的燃料 应考虑的问题.....	(24)
(二) 发电厂燃料需要量.....	(25)
(三) 煤的分析及换算.....	(29)
(四) 煤矿建设参考数据.....	(36)
三、铁路运输.....	(42)
(一) 输送能力.....	(42)
(二) 机车、车辆投资计算.....	(47)
(三) 铁路运输费用计算.....	(50)
四、列车与船泊电站.....	(55)
(一) 列车电站技术要求.....	(55)

(二) 租金及价格.....	(58)
(三) 列车及船舶电站技术规范.....	(58)
五、参考数据.....	(62)
(一) 机场净空要求.....	(62)
(二) 几个大型煤矿、油田、气田的煤、油、 气质分析及油价.....	(63)
(三) 输气、输油干管管径选择及投资参考值.....	(71)
(四) 发电厂单位投资指标及成本计 算参考值.....	(77)
(五) 钢筋混凝土管、钢管、铸铁管综合造价.....	(80)
(六) 铁路造价指标.....	(83)
(七) 各类型机组主厂房布置参考尺寸.....	(84)
(八) 供热机组工况曲线图.....	(87)
第二节 变电所所址选择.....	(90)
一、变电所的类型.....	(90)
二、选择所址的主要要求.....	(91)
三、变电所的占地面积.....	(94)
四、线路出线走廊的有关数据.....	(97)
第三节 送电线路的路径选择.....	(98)
一、路径选择.....	(98)
二、送电线对弱电线路的影响及与电台的距离.....	(99)

第二章 电力电量平衡..... (103)

- | | |
|----------------|-------|
| 一、电力平衡的内容..... | (103) |
| 二、电量平衡的内容..... | (103) |

三、电力平衡代表月的选择	(103)
四、电力电量平衡中代表水文年的选择	(104)
五、电力电量平衡的典型表格	(106)
六、电力系统备用容量	(109)
七、日负荷曲线的编制	(111)
八、水电厂利用容量的确定	(116)

第三章 电力网的规划设计 (123)

第一节 电力系统的电压及电网结构	(123)
一、电力系统的电压	(123)
二、电网结构	(124)
第二节 发电厂与电力系统的连接及电气 主接线	(126)
一、发电厂的机组容量	(127)
二、发电厂接入系统的电压等级	(127)
三、发电厂主变压器选择	(128)
四、发电厂的出线	(132)
五、发电厂及变电所的主接线	(132)
六、变电所主变压器选择	(133)
第三节 输电线路导线截面选择及传输能力	(135)
一、架空送电线路导线截面的选择	(135)
二、输电线路传输能力	(139)
第四节 电力网中性点接地方式	(157)
一、单相接地电容电流的计算	(157)
二、消弧线圈的选择	(159)

三、中性点直接接地系统接地点的选择·····	(160)
第五节 无功规划 ·····	(160)
一、需要无功容量的确定·····	(160)
二、无功电源·····	(164)
三、无功电力平衡·····	(166)
四、无功补偿容量的配置·····	(168)
五、负荷的经济功率因数·····	(170)
第六节 系统规划设计中有关知识 ·····	(171)
一、继电保护·····	(171)
二、变电所配电装置有关知识·····	(183)
三、架空线路绝缘子数量及导线对地距离·····	(194)

第四章 电网计算····· (200)

第一节 电力网电气参数计算 ·····	(200)
一、送电线路参数计算·····	(200)
二、变压器参数计算·····	(214)
三、网络变换·····	(228)
第二节 功率损失及电能损失计算 ·····	(231)
一、功率分布计算·····	(231)
二、功率损失计算·····	(233)
三、电能损失计算·····	(235)
第三节 电压损失计算 ·····	(236)
第四节 短路电流计算 ·····	(237)
第五节 电力系统调压 ·····	(244)
第六节 电力系统稳定计算及提高稳定措施 ·····	(253)

一、电力系统稳定计算	(254)
二、提高电力系统稳定的措施	(259)
第七节 电场强度及电晕损失的计算	(267)
一、电场强度计算	(267)
二、相导线正序电容的计算	(272)
三、电晕损失的计算	(276)
第八节 长线路的运算入口阻抗计算	(286)
一、长线方程	(286)
二、各种四端网络系数	(287)
三、长线路的运算入口阻抗计算	(289)
第九节 并联电抗器的作用及选择	(290)
第十节 工频电压升高的计算	(291)
第十一节 潜供电流和恢复电压的计算	(301)
第十二节 自励磁计算	(308)
第十三节 轧钢冲击负荷对电力系统的影响及其防止对策	(312)
第十四节 电气化铁道对电力系统影响的计算	(321)
第十五节 发电机失磁及其对电力系统的影响	(325)

第五章 电力系统规划设计方案

技术经济比较方法 (333)

第一节 技术经济比较原则	(333)
第二节 计算方法	(335)
第三节 系统设计方案经济比较的内容	(336)

附录一：	
超高压输电线路的电气参数·····	(342)
附录二：	
发送变电设备规范·····	(354)
附录三：	
主要工业产品用电单耗定额·····	(493)
附录四：	
一般知识·····	(513)

第一章 规划选厂、选所与选线

第一节 火力发电厂规划选厂

发电厂的厂址选择，一般分为规划选厂和工程选厂两个阶段进行。规划选厂的任务是：根据电力系统规划、燃料资源、地区发展计划，在指定的比较大的区域内，对燃料、水源、交通、地质、除灰、水文、气象等条件，进行调查，通过全面分析和技术经济比较，推荐出优良的建厂地区，以作为电力系统规划设计和工程选厂的依据。当在动力燃料基地需要建设若干个电厂时，规划选厂的任务应该在燃料基地所供应的范围内，推荐出建厂地区和建设的先后顺序。因此，规划选厂是部署电源和多快好省地进行电力建设的重要环节。在厂址选择中要认真贯彻“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，“备战、备荒、为人民”的战略方针和以“农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针。从全局出发，正确处理战备和技术经济合理，电站建设与农业及其他工业发展方面的关系。

一、厂址选择的主要技术条件

(一) 厂址占地

选择厂址时，应注意节约用地，尽量利用荒地、空地或劣地。当必须占用耕地时，应尽量少占，并应征得地方领导部门的同意。厂址还应注意同军事设施、通讯、电台和飞机场的关系，要取得有关领导部门的同意。

1. 地形：厂址地形尽量平坦，为了保证厂区排水，厂址地形坡度一般为1.0~1.5%，最小为0.3~0.5%。山区选厂不易找到较平坦的地形，可依山就势，因地制宜地合理利用地形。西南地区在自然坡度10~20%的中缓坡地上，采用阶梯、高层、分散等灵活布置方式，设计了几座大、中型电厂。因此在煤矿坑口和供水条件优越的地区，应充分利用地形条件。在山区选厂时，地形复杂，要注意土石方量大而引起的工期延长，弃土堆放场地，还应注意铁路专用线的引入，山洪、危岩、滑坡及边坡稳定等问题。

2. 洪水：

厂址标高应高于百年一遇的高水位。如厂址标高低于上述高水位时，厂区应有可靠的防洪设施，或采取措施使主要建筑物的地坪不低于上述要求。

防洪堤顶标高应高于百年一遇的高水位，其超高一般为0.5~1.0米。防洪堤应在初期工程中一次建成。

对位于山区的发电厂厂址，应考虑防、排山洪的措施。

3. 出线：

选择厂址时，应充分考虑出线条件，留有足够的出线走廊。厂址附近的高压架空线，应尽量避免跨越建筑物及贮灰场。

4. 环境保护：

发电厂应位于附近居住区夏季主导风向的下风侧。选择厂址时，还应考虑防止发电厂与其他工业企业所排出的废气、废水、废渣的相互影响和气象，地形对环境污染的影响。

5. 厂区占地面积参考指标（公顷）

~ 2 ~

表 1—1—1

单机容量 (万千瓦)	华东地区	北方地区
	〈新建厂〉 2台机组	〈新建厂〉 2~4台机组
1.2	2.4	5~8
2.5	5	8~10
5~10	8	12~16
12.5~20	15	18~25
30	18	25~40
60	—	40~60

注：①华东地区指标，是摘自华东电力设计院编的〈火力发电厂选厂资料选编〉。

②北方地区指标，是摘自北京电力设计院编的〈选厂手册〉和东北电力设计院编的〈选厂手册〉。

6. 实际工程设计厂区占地面积：

表 1—1—2

电厂名称	电厂容量 (万千瓦)	机组 台数×容量	燃料	供水 方式	占地面积
黑龙江某厂	10	4×2.5	煤	水塔	11公顷 350×320m
吉林某厂	25	2×2.5 2×10	煤	河道冷却	18公顷 600×250~350m
辽宁某厂	40	4×10	煤	机力通风塔	17公顷 500×300~400m
辽宁某厂	42	2×11 2×10	油	冷却塔	16公顷 450×350m
北京某厂	40	4×10	煤	直流	18公顷 450×400m
江苏某厂	80	8×2.5 2×30	油	直流	24公顷 400×600m
辽宁某厂	150	1×30 2×60	煤	水塔	50公顷 630×800m

7. 施工占地面积参考指标 (公顷)

表 1—1—3

机组容量		施工场地面积			生活福利	总计
汽机 (万千瓦)	锅炉 (吨/时)	土建	安装	小计	区面积	
2×0.6	2×35	4.2~5.5	2.8~3.5	7~9	2.6~3.0	9.6~12
2×1.2	2×75	5.7~7.0	3.3~4.0	9~11	3.5~4.2	12.5~15.2
2×2.5	2×120	7.0~8.2	4.0~4.7	11~13	4.9~5.4	15.9~18.4
2×5.0	2×230	8.0~9.5	4.5~5.7	12.5~15.2	6.8~7.7	19.3~22.9
2×10	2×410	9.0~11.0	5.0~6.0	14~17	8.6~9.8	22.6~26.8

注：1. 上表摘自施工组织设计导则，施组规 1—64。

2. 施工场地利用系数按 65~70% 计算。

3. 本指标包括永久围墙内、外全部施工用地。

4. 当主厂房采用装配式结构或采用人工地基时（打桩）施工场地可结合具体情况适当增加。

5. 生活福利区场地建筑系数用 0.35。

6. 本指标按 2 台机组新建连续施工考虑。

(二) 供水:

在水源条件允许的情况下, 电厂一般采用直流供水系统。当水源条件受限制时, 则采用混合或循环供水系统。

电厂的水源可采用江、河、天然湖泊, 已建水库和自建人工蓄水库、海水及地下水等。但水源必须落实可靠。当采用地表水时, 在保证率为 97% 的最小流量 (天然或调节) 的情况下, 应保证发电厂满负荷运行所需的水量。当采用地下水为水源时, 在枯水年, 应保证发电厂满负荷运行所需的水量。

1. 各类型电厂用水量

每 台 汽 轮 机 冷

汽 轮 机		汽轮机凝汽量 D _K 吨/时
型 号	容量 (万瓩)	
N 6—35	0.6	18.092
N 12—35	1.2	31.62
N 25—35	2.5	67.60
N 5—90/535	5.0	119.5
N 75—90/535	7.5	198.3
N 100—90/535	10	257
N 125—135/550/550	12.5	261.84
N 200—130/535/535	20	390
N 300—165/550/550	30	542.8 + *47.3 589.8
N 600—165/535/535	60	1197 + *95 1292

凝器耗水量

表 1—1—4

耗水量			
直流供水		带冷却塔系统补给水量	
吨/时	立米/秒	吨/时	立米/秒
814—1176	0.226—0.326	32.6—47.0	0.01—0.013
1560—2250	0.433—0.625	62.4—90.0	0.0173—0.025
3040—4400	0.844—1.22	121—176	0.0336—0.0488
5370—7760	1.49—2.16	215—331	0.0597—0.0863
8940—12920	2.48—3.59	358—517	0.0995—0.1435
11560—16710	3.21—4.65	462—668	0.128—0.185
11780—17000	3.27—4.72	471—680	0.131—0.188
17100—25350	4.75—7.05	684—1015	0.19—0.282
26550—33350	7.37—10.55	1062—1532	0.295—0.425
58200—84000	16.1—23.20	2320—3360	0.644—0.932

注：①耗水量的前者为冬季用水，冷却倍数为45倍；后者为夏季用水，冷却倍数采用65倍。补给水量是按循环水量的4%计。

②凝汽量中带有*符号的为小汽轮机(拖动给水泵用)凝汽量。

其他用水量 (该水量尚无准确数据, 仅供参考)

表 1—1—5

机 组 型 式	空 气 冷 却 器 (吨/时)	油冷却器 (吨/时)	轴承冷却 (吨/时)	生活用水 (吨/时)	锅 炉 补 给 水 (吨/时)
N 6—35	67	30	12	6	1.8
N 12—35	104	30	16	9	3.3
N 25—35	220	43	20	11	6.3
N 50—90/535	200	86	20	13	12.5
N 75—90/535				14	18
N 100—90/535	350	210	32	16	18
N 125—135/550/530				16	18
N 200—130/535/535	500	260	50	18	27
N 300—165/550/530				20	40
N 600—165/535/535				22	80