

HNZQ2×600MW 机组工程投资分析与控制

摘要和投资建议

1 工程的基本情况

形势和背景分析

1.1 外部行业环境

Q

能源基地

山西省是我国重要的能源基地，煤炭资源极为丰富。但长期以来，煤炭生产受到铁路运力的限制，使山西省的经济发展受到制约。为此，山西省委、省政府提出变输煤为输煤、输电并重的经济发展战略方针，并受到国家的高度重视和大力支持。山西电网是华北电网的组成部分之一，目前从北到南已形成覆盖全省的 220kV 双回路和 500kV 双回路（北部为双回路，中南部为单环网）为主干的全省性电力网络。按照自然行政区的划分，山西省电力公司包括十一个供电分公司。按照送受电关系，划分为北部、中部、南部和东南部四大供电区，其中，北部电网包括大同、忻州和朔州电网，中部电网包括太原、阳泉、吕梁、晋中电网，南部电网包括临汾、运城电网，东南部电网包括长治、晋城电网。

从华北电网
输电线路
华北电网
的组成部分

截至 2008 年底，山西省总装机容量 23029.77MW。省网装机容量 17530MW，其中火电 16747MW，水电 783MW。当年省网新投产发电机组有：平朔电厂 2#机 50MW、兴能（古交）电厂 2×300MW、河曲电厂 2#机 600MW、兆光电厂 2×300MW、华泽电厂 2×300MW、综合利用电厂及小火电厂 449.05MW，合计新增发电容量 2899.05MW，全部为燃煤火电机组。截至 2008 年底，全省发电量完成 1311.971 亿千瓦时，本省装机完成发电量 1025.899 亿千瓦时，同比增长 18.5%，其中水电 20.3176 亿千瓦时，火电 1005.582 亿千瓦时，同比分别增长 0.19%、19%。全社会用电量完成 946.3 亿千瓦时，同比增长 13.6%。最大发电负荷 13746MW，同比增长 11.24%。截至 2008 年底，全口径发电设备平均利用小时数 6339 小时，同比减少 255 小时；火电设备利用小时数 6531 小时，同比减少 320 小时。火电设备利用小时比上年同期有所下降，表明山西电网几年来严重缺电的局面有所缓解。

中南部作为一个发电电源

③ 形而上

本省严重缺电
情况有所
缓解

2008 年山西电网新建成临汾 500kV 变电站 2#主变、容量 750 兆伏安/1 台；新建扩建 220kV 变电站 17 座，新增主变容量 3730 兆伏安/39 台；新增 500kV 输电线路 5 条，长度增加 154 千米；新增 220kV 输电线路 27 条，长度增加 470.752 千米。500kV 线路包括临汾至晋中第二回线路、侯村至石家庄廉州 500kV 线路、古交电厂至晋中线路、兆光电厂至霍州线路等工程。山西 500kV 电网从北到南形成双回路结构，其中，南部与东南部构成了 500kV 单环网。截止 2008 年底，山西电网共有 500kV 线路 18 条，线路长度 1733.4 千米；220kV 线路 187 条，线路长度 6596.4 千米。共有 500kV 变电站（包括开闭站）7 座，变压器 6 台，变电容量 4500 兆伏安；220kV 变电站（开闭站）80 座，变压器 171 台，变电容量 20311 兆伏安。220kV 公用变电站 71 座，变电容量 17190 兆伏安；220kV 用户变电站 9 座，容量 31214 兆伏安。

补充
山西电力
供应紧张
情况有所
缓解

山西是向外输电较多的省份，目前山西电网向外送电的通道有：北部通过大同二厂以双回 500kV 大房线路向京津唐电网送电；河曲电厂、神头二电厂以双回 500kV 神徐线路和侯村至石家庄单回 500kV 线路向京津冀电网送电；阳城电厂 2100MW 机组容量以点对网的方式向江苏送电；通过忻州市保德 220kV 变电站以 110kV 电压向陕西省榆林地区送电；中部娘子关电厂 2×100MW 机组与山西电网解列，以双回 220kV 线路并入河北南网。截至 2008 年底，山西外送总电量 359.356 亿千瓦时，其中本省自用装机外送电量 94.1148 亿千瓦时。

基于以上情况，山西省的电网建设项目仍然存在着如下一些问题：

- 1) 山西电网发电机组装机容量不足。2008 年,山西电网新增发电装机容量 2900MW,扣除河曲电厂 2#机组外送 450MW,华泽电厂自备机组 600MW 后,实际新增发电装机 1850MW,2008 年底仍缺装机容量 1000MW 左右。2008 年山西电网不考虑避峰、错峰、轮供导致的受限负荷,最大拉电负荷 1877.2MW,月拉电量最多 1.6382 亿千瓦时,月最大拉电条次 10738 条次。全年累计直接拉路 40237 条次,比去年同期减少 96970 条次;损失电量 7.58206 亿千瓦时,比去年同期减少 9.7 亿千瓦时。
- 2) 发电机组健康水平下降,机组发电出力不足。由于省调发电装机容量不足,发电机组利用小时数较全国平均水平依然偏高,造成发电设备健康水平下降,非计划停运次数增加,全省用电形势紧张。2008 年发电用煤情况紧张,山西省内电厂对电煤价格承受能力较弱,发电用煤普遍质量差、灰份大,发电机组出力普遍依然偏低,电力供应缺口加大,部分电厂甚至出现缺煤停机。
- 3) 部分输变电设备满载或过载,开关短路容量超标。在夏季和冬季大负荷期间,山西主网侯村、南社、冶峪、新店、小店、杨家堡、广兴、汾阳、原平、匡村、三家庄、新绛、临晋、闻喜、候堡等 220kV 变电站主变负荷均满载或过载。220kV 冶广线、晋汾线、漳候线运行潮流很重,均有过载情况发生。220kV 冶峪、新店、小店、南社、平遥、新绛、原平、霍州电厂部分开关短路容量超标,电网运行安全受到威胁。

“十五”期间,随着山西省加大基础设施建设的投资力度,重点工程建设步伐不断加快,国民经济进入了新一轮的增长期。特别是高耗电的有色、黑色金属冶炼业,煤化工等行业的惯性发展,带动电力需求快速增长。电力需求在经济结构调整和消费拉动作用下保持有力增长,城乡居民用电稳步上升,使全社会用电量持续快速增长,国民经济发展对电力的需求不断增大,山西省电力市场出现供销两旺现象。全社会用电量由 2000 年的 502.1 亿千瓦时增加到 2008 年的 946.3 亿千瓦时,五年平均增长率为 13.5%。发电负荷由 2000 年的 7614MW 增加到 2008 年的 13746MW,五年平均增长率为 12.6%。

1.2 工程建设背景

左权县煤炭资源丰富,地理位置优越,交通运输条件便利,位于清漳河西源上游距县城 7 公里的石匣水库和左权县污水处理厂,可为电厂分别提供地表水和城市再生水,因此,左权县具备了建设大型火力发电厂的良好客观条件。原山西省电力工业局早在 1985 年,就把左权电源点列入了山西省电源规划方案中。2002 年 5 月,原山西省发展计划委员会组织相关部门召开了“西电东送”后续项目开发会议,并下发文件《山西省发展计划委员会关于印发“西电东送”后续项目开发会议纪要的通知》(晋计产业发[2002]445 号),该通知明确“我省应逐步开发灵丘和左权等建厂条件优越的‘西电东送’后续电源项目,并且,为了保持我省在‘西电东送’北部通道建设中的重要地位,灵丘和左权电厂单机容量不能低于 60 万千瓦”。

根据以上通知,原山西省地方电力公司立即成立了“左权发电厂建设项目”筹备组,确定左权电厂规划容量 4×600MW,且在厂区总体规划时要留有再扩建的条件。一期工程建设规模为 2×600MW 国产超临界凝汽式燃煤直接空冷发电机组。该工程由中国华能集团公司和山西国际电力有限公司共同出资建设,因此被称为“HNZQ2×600MW 机组工程”。工程的建设单位为“华能左权电厂筹建处”。工程计划 2007 年 1 月开工建设,2009 年 6 月 1 号机组投产,2009 年 12 月 2 号机组投产。项目资金方面由中国华能集团公司和山西国际电力有限公司以 51%和 49%的比例共同承担,项目注册资金占总投资的 20%,其余 80%资金以向银行借贷的形式进行筹措。

1.3 主要技术条件

“HNZQ2×600MW 机组工程”拟建设 2×600MW 国产超临界燃煤直接空冷汽轮发电机组,

同步建设烟气脱硫和脱硝设施，并留有扩建的条件。工程所选机组的锅炉、汽轮机及发电机的主要技术条件分别如表 1、2 和 3 所示。其中，锅炉采用超临界参数、单炉膛、一次中间再热、平衡通风、固态排渣、前后墙对冲燃烧方式、Π型布置、全钢构架、半露天布置、变压运行直流炉。锅炉同步建设烟气脱硝装置，锅炉炉膛的防爆压力应考虑烟气脱硝装置的影响。为了保证锅炉的整体性能并降低工程造价，将脱硝装置纳入锅炉的设计和供货范围。锅炉采用微油点火装置。为保证锅炉的安全性和可靠性，将微油点火装置纳入锅炉的设计和供货范围，以便锅炉厂保证整体性能。汽轮机采用超临界参数、一次中间再热、三缸四排汽、间接空冷表面凝汽式汽轮机。主蒸汽压力 24.2MPa，主蒸汽和再热蒸汽温度均为 566℃。发电机采用水—氢—氢冷却方式，励磁系统采用无刷励磁或自并励静态励磁，通过招标确定。由锅炉厂、汽机厂配供的仪表控制设备的选型与配置，应能满足电厂整体自动化水平和控制系统接口的要求。

表 1 锅炉技术参数表

型式	超临界直流锅炉，采用单炉膛、墙式对冲燃烧、平衡通风、全钢架悬吊结构、半露天布置、固态排渣
最大连续蒸发量	2025t/h
过热器出口蒸汽压力	25.4 MPa
过热器出口额定蒸汽温度	569℃
再热蒸汽流量	1650 t/h
再热蒸汽压力(进口/出口)	5.2/5.01 MPa
再热蒸汽(热段)温度	569℃
再热蒸汽(冷段)温度	335℃
给水温度	293.6℃

表 2 汽轮机技术参数表

型式	三缸四排汽、超临界、一次中间再热、直接空冷凝汽式汽轮发电机组
额定功率	600MW
高压主汽门前蒸汽压力	24.2MPa
高压主汽门前蒸汽温度	566℃
中压主汽门前蒸汽压力	4.647MPa
中压主汽门前蒸汽温度	566℃
额定进汽量	1650t/h
设计气温	17℃
额定排汽压力	15kPa
额定转速	3000r/min
给水回热级数	7级（3高加+1除氧+3低加），低加疏水采用逐级回流，除氧器滑压运行

表 3 发电机技术参数表

型号	QFSN-600-2-22
型式	三相两极同步发电机，采用水氢氢冷却方式，励磁方式采用自并励静止励磁系统
额定功率	600MW

最大容量	727MVA
额定容量	667MVA
额定电压	20kV
额定功率因素	0.90（迟相）
额定频率	50Hz
额定转速	3000r/min
相数	3

1.4 面临的主要问题

由于工程涉及面广、难度大、建设时间长，所以，不可避免地会面临很多实际问题。其中，最主要的、也是最关键的有如下几个方面：

- 1) 厂址的选择：由于火电建设项目占地面积大，在选址时既要应充分考虑地形地貌、气象条件、地震情况、工程地质水文地质条件、交通运输条件、环境保护等自然条件。比如，相同装机容量的某两个电厂，位于大城市周边电厂的土地征用费，比位于某山区电厂的土地征用费高4倍。同时，由于电力项目建设所需设备全部为专用设备，体积和重量都较大，运输这些设备一般都得用专用运输工具，这就将支出较多的运输费用，如果选择项目建设地点远离交通枢纽，运输成本肯定会增加。此外，还要考虑厂址的位置是否有利于当地发展规划、征地拆迁、移民安置等。所以，合理地选择项目建设地点，将在很大程度上影响工程的建设成本，决定工程未来的经济效益和社会效益。
- 2) 燃料的供应：本工程需燃煤量约 $296.2 \times 104 \text{t/a}$ ，由于所需煤量较大，而左权县各煤场均达不到此产量，因此只能依托某较大煤场，将其作为主要煤源，再到周边的小煤场进行余煤的采购，用公路运输运至左权电站。由于需要考虑到运输环节，因此煤源的选择就显得至关重要，否则不仅会增加运输成本，而且一旦煤源无法到位，甚至有可能导致电厂无法正常的运转。火电机组能耗大、发电成本高，这就对燃料的供应有较严格的限制。火力发电厂项目中都有运煤所需的铁路专用线建设，项目建设地如果远离铁路交通线，势必会增加铁路专用线的征地、拆迁和建设成本。
- 3) 水源的供应：本工程 $2 \times 600 \text{MW}$ 空冷机组夏季耗水量约 $424 \text{m}^3/\text{h}$ ，年需水量约 $295 \times 104 \text{m}^3$ 。目前只是建立一期工程，考虑到日后的工程扩建，水源的提供一定要充足。经过实地考察，暂定补给水源拟优先使用左权县城污水处理厂的再生水，不足部分由石匣水库水补充，并以水库水作为再生水的备用水源。
- 4) 其它：随着人们环保意识的增强，对环境的保护和要求越来越高，电厂对污水和废气的处理，也日渐成为必须给予高度重视的问题，这其中亦涉及到资金的投入和成本问题。此外，诸如交通运输等问题也需要逐步考虑并予以解决，这些问题对项目初期建设的影响虽然并不是很大，但是，如果忽视它们，将会导致工程后期运作上产生一系列问题，甚至影响二期工程的建设。

如何解决好上述问题，并在此基础上对相关资源进行优化，就成为了“HNZQ2×600MW 机组工程”前期设计和统筹规划的关键。而其中如何制定一份优质的投资分析和控制计划，则是问题解决的重中之重。火电厂的建设属于大型工程建设范畴，所涉及的方面较多，如何在诸多条件的限制下，科学地对工程进行投资分析，据此优化资源配置并合理控制投资规模，无疑是一个具有重要现实意义的问题。

2 工程投资分析

2.1 投资的必要性

(1) 基本情况

山西目前已基本形成了以重工业为主，煤炭、电力、冶金、机械、化工、建材等门类齐全的工业体系产业结构。“十五”期间山西省国民经济发展一直保持了强劲的增长势头，呈现出速度、质量、结构和效益协调发展的局面。2001年、2002年、2003年、2004年、2005年，山西省生产总值与上年比分别增长了8.4%、11.7%、13.2%、14.1%、12.5%，五年平均增长率为13%。2008年山西省地方生产总值完成4121.18亿元（当年价），其中，一产257.9亿元、二产2307.87亿元、三产1555.41亿元。与上年同期比分别增长了-5.4%、15.9%、11.6%。人均GDP达到1520美元。

左权电厂可以作为山西省自用电厂，根据山西省预测的负荷水平进行电力平衡。考虑已核准在建的电源项目，“十一五”期间可新增容量8925MW，2010年总装机容量将达到26455MW。左权电厂位于山西省中部的东侧，煤炭资源储量丰富，煤炭品种齐全、煤质优良、开发条件好。从水资源分布来看，相对为富水地区。左权电厂是一个建设条件较好，距负荷中心较近的大型火电电源点。左权电厂一期2×600MW机组的建设，作为山西省自用电厂在“十一五”期间和“十二五”初期存在较大的市场空间的，对促进山西地区经济发展具有重要意义。

左权电厂也可以作为外送电厂向华中送电，根据国家电网公司特高压交流电网建设规划，结合山西南部地区大型电源工程“十一五”末期投产发电，以及百万伏级南北互供大通道的规划，首先建设晋东南—南阳—荆门单回路百万伏级交流输变电试验工程。由于华中电网以水电为主，华北电网以火电为主，华北与华中电网电源互补性强，“十一五”末期可实现华北与华中互送电2800MW。山西东部地区交通便利，煤炭已探明储量大，煤层地质构造优越，成矿条件好，便于规模化开采，采矿成本低廉，具备煤水资源兼得的优势。山西东部地区具备建设大型坑口电厂，输煤输电并举的优越地理位置和自然条件。左权电厂通过特高压电网向华中送电，符合国家能源总体流向。

(2) 煤炭需求分析

华中地区一次能源主要依靠河南的煤炭，两湖及四川的水电以及外地的煤炭，自给率为70%左右。但是华中地区资源开发利用程度较高，进一步开发的潜力不大，随着经济的发展，华中地区能源的需求量将大幅度增加，能源的缺口将会越来越大。初步估计，2010年华中地区需从区外调入约8000万吨煤炭，2020年需从区外调入约1.46亿吨煤炭。因此，华中地区能源供需矛盾比较突出，从长远看，能源不能自给平衡，必须从区外购入能源。

山西是煤炭大省，煤炭资源储量大、品种全、煤质优、埋藏浅、易开采。沁水煤田作为山西的六大煤田之一，煤田面积30500平方公里，资源储量3316.5亿吨，主要煤种为无烟煤和半无烟煤。烟煤的保有储量250.49亿吨，无烟煤的保有储量421.61亿吨。晋东南地区与河南和河北省相连，交通便利、水利资源丰富，具备建设大型坑口电厂、输煤输电并举的优越自然条件。“十一五”期间随着晋城煤业集团开发赵庄、樊庄、郑庄三座矿井，设计能力3200万吨；潞安集团的高河、古城、辛庄三座矿井，设计生产能力3100万吨；沁水东大煤矿设计能力800万吨，山西东南煤田预计2010年新增产能7100万吨。山西东南部煤电基地的建设，有利于全国资源的优化配置。

(3) 电力市场分析

根据华中地区电力规划，由于华中地区能源不能自给平衡，导致其电力也不能自给平衡，2010年华中电网尚有电力市场空间6760MW。而且，随着经济的发展，这一市场空间在逐步增大，预计2015年电力市场空间将达到25820MW，“十一五”期间及以后均需要由外部输电。山西东部地区规划建设的大型电厂有：左权电厂位于左权县城南侧河南坪村，规划装机容量4×600MW；晋城电厂位于阳城县北部的端氏镇附近，规划装机容量4×600MW+4×

1000MW；漳山电厂位于长治市区北部安阳村北，二期工程装机容量 $2 \times 600\text{MW}$ ；赵庄电厂位于长子县南部的龙泉村，规划装机容量 $4 \times 600\text{MW}$ ；高河电厂位于长子县东部的薛家庄附近，规划装机容量 $4 \times 600\text{MW}$ 。山西东部地区上述规划电厂装机总容量为 14800MW，左权电厂等条件较好的电厂可以通过特高压电网向外送电。

截至 2008 年底，山西电网总装机容量为 36347.8MW，其中本省自用装机容量为 28447.8MW。2008 年全省用电量为 1314.3 亿千瓦时，同比降低 2.6%；自用最大发电负荷 17665MW，同比降低 1.43%。根据山西省电力公司新一轮负荷预测，2010 年和 2015 年，山西省全社会用电量将会达到 1760 亿千瓦时和 2660 亿千瓦时，“十一五”和“十二五”年均分别增长 13.2% 和 8.6%；山西电网最大发电负荷将达到 26500MW 和 41000MW，“十一五”和“十二五”期间年均增长分别为 14.0% 和 9.1%。根据国家发展改革委员会已核准的电源，“十二五”期间山西省存在一定的电力市场空间。考虑国家发展改革委员会纳入规划的电源项目，山西电网电力缺额主要在南部电网和中部电网。

山西
电力需求
市场开始
扩大。✓

左权发电厂建设容量为 1200MW，采用 $2 \times 600\text{MW}$ 超临界空冷燃煤机组，计划于 2012 年投产。本工程建设符合国家“上大压小、节能减排”的政策，可满足山西中南部地区负荷增长的需求，可实现该地区的资源优化配置，促进地方经济发展。因此，本工程可作为山西电网可供选择的电源项目之一，根据电力市场和负荷发展情况适时开工建设。综合上述情况，左权电厂 $2 \times 600\text{MW}$ 工程无论是外送，还是作为本省自用均有一定的市场空间。在“十一五”期间开工建设，在“十一五”末期或“十二五”初期建成投产是非常必要的。

2.2 工程投资估算

(1) 投资估算依据

左权电厂规划容量 $4 \times 600\text{MW}$ ，一期 $2 \times 600\text{MW}$ ，预计“十一五”末期建成投产。电厂有两种送电方向，即山西省本省自用和经特高压电网试验工程向华中送电。根据山西省“十一五”及 2020 年电网规划设计，在 2008 年山西省 500kV 主网架的基础上，2010 年前山西省 500kV 主网将建成从北至南 3 回路 500kV 线路，其中南部与东南部构成 500kV 双环网。晋东南特高压以 π 型布局并入南部，与东南部构成 500kV 双环网，其中特高压至长治为 3 回路、至晋城为 2 回路。

左权电厂距榆社 500kV 开闭站约 45km，距晋中 500kV 变电站约 100km，距晋东南特高压变电站约 135km。初步考虑电厂接入系统有如下三种方案：

- 方案一：左权电厂出两回路 500kV 线路至榆社 500kV 开闭站。✓
- 方案二：左权电厂出两回路 500kV 线路至晋中 500kV 变电站。✓
- 方案三：左权电厂出两回路 500kV 线路至晋东南特高压变电站。✓

投资估算的其余关键性工作要点如下：

- 应对华能在山西省装机容量与山西省统调装机容量的比例，做垄断性分析；
- 请建设单位提供征、租地及拆迁补偿费用的依据；
- 补充试桩费 300 万元；
- 整套试运费按“发改委 2474 号文件”执行；
- 根据电厂与煤矿明确的范围及投资分摊的原则，计列电厂部分投资；
- 地基处理费用根据招标单价和初设工程量进行计算；
- 火灾报警装置已含在土建定额中，不单独计列；
- 基本预备费仍按 5% 计列，其中三大主机因招标可按 3% 计列；
- 经济评价按发改委公布最新的电价执行。

工程投资估算的基本依据见表 4，其他依据如下：

1) 基本数据

- 投资方、资金筹措、投资使用计划：项目注册资本金占项目总投资的 20%，中国华能集团公司和山西国际电力有限公司以 51%、49%的比例出资；其余资金向银行借款，根据工程的实施进度计划，项目投资分年度使用比例为 20%、35%、25%、20%。
- 工程进度：建设期 2 年，投产期 2 年。
- 还款方式：采用本息等额的方式，偿还期为 18 年。

2) 成本费用计算依据

- 机组年利用 5500 小时。
- 发电标煤耗 299kg/MWh。
- 发电厂用电率 7.4%。
- 标煤价 280 元/t。
- 水价 1.00 元/MWh。
- 材料费 10 元/MWh。
- 工资 50000 元/人年。
- 全厂定员 411 人。
- 其他费用 5 元/MWh。

3) 电价测算依据

电价的测算是在满足发电成本、税金、贷款偿还、资本金投资收益等基本条件下测定的。当注册资本金收益率为 8%时，相应的电价和主要经济指标如下：电价 274.06 元/MWh（含税），234.52 元/MWh（不含税）。

表 4 工程投资估算基本依据表

工程量	由设计专业提供
定额	中国电力企业联合会发布的《电力工程概算定额》（2006 年版）
取费	发改委发布的《火电发电工程建设预算编制与计算标准》（2006 年版）
材料价格	安装工程按《电力建设工程装置性材料综合预算价格》2006 年版取定价，建筑工程材料按《电力工程概算定额》2006 年版取定价
人工工资	概算定额建筑工程 26 元/工日，安装工程 31 元/工日，按晋电定函字（2007）5 号文对工资性补贴按 0.86 元/工日找差计入工程费用
材差	(1) 建筑、安装机械费均根据晋电定字(2009)10 号文《关于发布 2008 年山西省电力建设工程定额材料与机械费调整系数的通知》要求，按指定品种作价差计算；(2) 建筑材料按晋电定字(2009)10 号文指定的品种，做定额价与山西省定额信息晋中地区 2009 年 9~10 月市场价差计算；(3) 安装材料采用《火电工程限额设计参考造价指标》(2008 年版)与装置性材料综合预算价(2006 年版)找差；以上项目只取税金计入材差项
设备价格	三大主机采用合同价、主要辅机价为《火电工程限额设计参考造价指标》(2008 年版)设备价，其它参考《全国电力工程建设常用设备价格汇编》或同类工程招标价。主设备运杂费 0.5%，主要辅机 0.7%，其它设备 3.2%。锅炉：36530.5 万元 / 台；汽机：19388 万元 / 台(含凝汽器、低加)；发电机：8000 万元 / 台
征租地费用	单价按业主提供的资料计列
大件运输	大件运输费暂按 300 万元计列
勘测设计费	按《工程勘察设计收费标准》2002 年修订版本计列
其它	基本预备费 5%，主设备预备费 3%

(2) 投资估算及调整

462930 3858

本工程静态投资为 2008 年基础价，发电工程静态投资 484946 万元，单位投资 4041 元/kW；建设期贷款利息 23898 万元，发电工程动态投资 508844 万元，单位投资 4240 元/kW；铺底生产流动资金 2938 万元；根据左权电厂筹建处提供资料，滨河南岸道路、绿化及桥梁改造费用 3381.86 万元计列在总投资中；工程计划总资金 515164 万元，单位投资 4293 元/kW。可研收口投资估算与可研投资估算对比见表 5。

表 5 可研收口投资估算与可研投资估算对比表

单位：万元

序号	项目名称	可研估算	可研收口估算	费用差	主要原因
	静态投资	462930	484946	22016	
	单位投资(元/千瓦)	3858	4041	183	
一	热力系统	173166	208046	34880	
1	建筑费	19404	20419	1015	烟囱由耐酸砖内筒改为钛钢复合内筒
2	设备费	122783	157778	34995	主设备费用增加、磨煤机由中速磨改双进双出磨、电泵改汽泵
3	安装费	30979	29849	-1130	烟风煤管道和汽水管道的工程量都有减少
二	燃料供应系统	15507	21133	5626	厂外运煤方案变化，取消铁路增加管带机
1	建筑费	10325	10588	263	
2	设备费	4723	9814	5091	
3	安装费	459	730	271	
三	除灰系统	6527	6403	-124	
1	建筑费	1429	1587	158	
2	设备费	4326	4217	-109	
3	安装费	772	599	-173	
四	水处理系统	4378	4411	33	
五	供水系统	50663	47165	-3498	
1	建筑费	9415	12345	2930	直接空冷改间接空冷，增加空冷塔
2	设备费	30721	28151	-2570	直接空冷改间接空冷
3	安装费	10527	6920	-3607	新预算将补给水费用放到单独项目中
六	电气系统	43862	40888	-2974	
1	建筑费	1655	935	-720	
2	设备费	27583	28151	568	配电装置由敞开式改为封闭式
3	安装费	14624	11801	-2823	
七	热控系统	17836	14097	-3739	
	设备费	11132	7711	-3421	
	安装费	6704	6386	-318	
八	附属生产工程	10614	16871	6257	

1	建筑费	7767	13011	5244	厂区防洪费用由单项工程列入附属生产工程项目下，使得防洪费用增加
2	设备费	2095	3150	1055	新预算将综合水泵房费用从供水系统调整到附属生产工程，增加消防车等费用
3	安装费	752	711	-41	
九	脱硫	24243	13461	-10782	
十	脱硝	0	10375	10375	新增项目
十一	与厂址有关的单项工程	40432	24562	-15870	
1	交通运输工程	20543	2839	-17704	
1.1	铁路	20214		-20214	厂外运煤方案变化，取消铁路增加管带机
1.2	公路	329	486	157	
1.3	厂外运煤栈桥		2353	2353	厂外运煤方案变化
2	灰场	4231	1323	-2908	
3	水质净化系统		639	639	
4	补给水工程	536	3885	3349	
5	地基处理	7200	12981	5781	
6	厂区施工区土石方	4601	1605	-2996	
7	厂内外临时工程	779	1291	512	
8	防洪工程	2542		-2542	厂区防洪费用由单项工程列入附属生产工程项目下
十二	编制年价差	17475	20581	3106	编制年价格变化
十三	其他	58227	56953	-1274	
1	其他费用	39253	37359	-1894	
1.1	建设场地征用及清理费	12923	12542	-381	灰场占地减少，拆迁补偿费用取消 3840 万元
1.2	项目建设管理费	3885	6859	2974	项目法人管理费增加
1.3	项目建设技术服务费	13127	12300	-827	新旧预算规费归类差别
1.4	分系统调试及整套启动试运费	8518	5359	-3159	燃油量减少
1.6	大件运输措施费	800	300	-500	
2	基本预备费	18974	19594	620	计算基数增加

	合计	462930	484946	22016	
--	----	--------	--------	-------	--

根据电力规划设计总院《火电工程限额设计参考造价指标》，2×600MW 超临界湿冷机组新建工程（2008 年水平）为 3724 元/kW。结合本工程的技术条件对限额设计参考造价指标模块进行调整，调整后的限额设计参考指标为 3997 元/kW。调整后的具体投资数据参数见表 6。

表 6 调整后投资数据参数表

单位：万元

序号	项目及费用名称	技术条件及造价比较				费用差	单位投资
		限额设计基本模块		限额设计调整模块			
		技术条件	费用	技术条件	费用		
	基本造价	超临界湿冷机组	3724	超临界空冷机组			
一	热力系统						
1	炉型	超临界烟煤	132729	超临界烟煤	132729		
2	机型	超临界纯凝机组	59503	超临界纯凝机组	59503		
3	锅炉封闭	露天		紧身封闭	1168	1168	9.73
4	锅炉真空清扫	一台真空清扫车	191	一台真空清扫车	191		
5	主厂房结构	钢筋混凝土结构	4196	钢筋混凝土结构	4196		
6	烟囱	钢筋混凝土外筒， 钢内筒内贴玻璃砖， 内衬单套筒	2721	钢筋混凝土外筒， 钢内筒内衬耐酸 浇注料，内衬单套 钢筒	2425	-296	-2.47
7	主厂房框架	双框架	84650	双框架	84650		
二	燃料供应系统	全部铁路敞车进厂	13524	汽车运输	13591	67	0.56
三	除灰渣系统						
1	厂内除灰	正压气力除灰输送距离 500m，双室四电场除尘器	3286	正压气力除灰输送距离 500m，双室四电场除尘器	3286		
2	厂内除渣	机械除渣至渣仓	1473	风冷排渣机+斗提机输送至渣仓	1938	465	3.9
3	厂外除灰	汽车运灰渣，运灰公路 5 公里占地 60 亩；自卸汽车 20 辆；检修车库 150m²	1507	汽车运灰渣，运灰公路 5 公里占地 60 亩；自卸汽车 20 辆；检修车库 150m²	1507		
四	水处理系统						
1	锅炉补给水	有反渗透系统	1854	有反渗透系统	1854		

2	循环水处理	加药处理	84	加药处理	84		
3	凝结水精处理	高速混床系统	1514	高速混床系统	1514		
4	城市污水深度处理	无中水处理		无中水处理			
五	供水系统						
1	供水	二次循环、补给水源地下水，2×DN1000×20km 补给水管	24399	表凝式间接空冷	64051	39652	330.4
六	电气系统						
1	升压站	500kV 屋外配电装置，3/2 接线，2 回路出线，2 个完整串，8 个断路器	4412	500kV 屋内 GIS 配电装置，3/2 接线，2 回路出线，2 个完整串，7 个断路器	8279	3867	32.2
2	系统二次优化	500kV 出线 2 回路	1813	500kV 出线 2 回路	1813		
七	热工控制系统						
1	生产期 MIS	小型机	750	小型机	750		
八	附属生产工程						
1	暖通及启动锅炉	集中采暖区有启动锅炉	3451	集中采暖区有启动锅炉	3451		
2	氢气系统	制氢干燥储存系统	421	制氢干燥储存系统	421		
九	交通运输工程	厂外铁路 12km，厂内 4km	13350	汽车运输，厂外运煤公路 3km	1232	-12118	-101.0
十	地基处理	46m 左右 PHC 桩	10013	46m 左右 PHC 桩	10013		
十一	厂区及施工区土石方	平原电厂，土石方 100 万 m ³	1750	山区电厂，土石方 270 万 m ³	1750		
十二	石灰石湿法脱硫						
1	湿法脱硫主体	湿法脱硫（不含 GGH）	18000	湿法脱硫（不含 GGH）	18000		
十三	脱硝处理系统	同步脱硝	10800	同步脱硝	10800		
十四	其他费用		41230		41230		

4221 吨/年?

462930

	以上小计	437621	470426	32805	273
--	------	--------	--------	-------	-----

本工程投资估算静态基础价为462930万元，单位投资3858元/kW；与调整后的限额设计控制指标4221元/KW比较，单位投资减少了363元/kW。经过比较，调整后的资金投入较之前的设计方案有了明显的减少，且更加合理。项目投资的主要指标计算结果如下：对于全部投资，内部收益率为8.95%，净现值为84140万元，投资回收期为11.30年；对于自有资金，内部收益率为14.08%，净现值为68285万元，投资回收期为9.17年；对于注册资金，内部收益率为8%，净现值为21525万元，投资回收期为18.52年，投资利润率为4.04%，资本金净利润率为13.72%，投资利税率为7.14%。另外，本工程对投资、煤价、发电量进行了±10%幅度的敏感性分析。从分析结果看，项目具有一定的抗风险能力。

2.3 厂址选择与费用比较

针对左权电厂一期2×600MW项目工程，分别选择河南坪和小会作为可能的厂址基地。通过对两个被选厂址的厂区用地、厂区工程地质、灰场及工程地质、防洪排洪、铁路专用线、厂外公路运输、供水管线、土石方工程量、拆迁工程量、环境保护、接入系统方案及送出线路等方面的技术条件比较，得出的厂址技术条件比较见表7。

表7 厂址技术条件比较表

序号	项目名称	河南坪厂址	小会厂址
1	厂区用地	厂址位于左权县城南偏西1.5km，清漳西源(河)南岸河漫滩地处。厂址东西宽1.1km，南北宽0.07km，厂区地形平坦开阔，可利用场地较大，易于布置，有利于扩建。铁路专用线在厂区附近穿越河南坪村和冯婆峪村，需拆迁部分村舍。厂区占用旱地，属非基本农田。	厂址位于左权县城西北约4.0km，清漳西源(河)北岸河漫滩地处。厂区地形较平坦开阔，可利用场地较大，易于布置，有利扩建。厂区需占用部分河道，太(谷)邢(台)公路在厂址处需改道在厂址北侧绕行。厂区占用水浇地，且有少量树木存在。
2	厂区工程地质	河南坪厂址场地为中软土，建筑场地类别为II类，场地处于抗震一般地段。场地中无活动断裂，在遭遇地震烈度为VII度的地震时不会产生砂土液化。河南坪厂址根据场地地形、地貌特点及地层结构将整个场地分为三个区，即：I区：I级阶地；II区：II级阶地；III区：边山区，各区差别较大。主厂房、烟囱和荷重较大的重要构筑物位于II区，拟采用钢筋混凝土灌注桩或预应力混凝土管桩的地基处理方案，可选第3层粉质粘土或第4层卵石层作为桩端持力层。附属构筑物根据其所处位置的地质情况和荷重大小及结构型式分别采用换土垫层、灰土挤密桩、孔内深层强夯法灰土桩进行地基处理，以部分或全部消除湿陷性并提高承载力。	小会厂址场地土为中软土，建筑场地类别为II类，场地处于抗震一般地段。场地中无活动断裂，场地南部河漫滩分布区的全新湿土层，在遭遇地震烈度为VII度的地震时，具有产生砂土液化的可能，其他分布区不会产生砂土液化。场地在遭遇基本烈度为VI度的地震时，不会产生构造地裂、滑坡、崩塌、地面塌陷的地震地质灾害。小会厂址地层分布不均，岩性复杂，但从总体上讲，仍受成因类型和地形地貌的控制。地层呈二元结构，上部以黄土状粉土、粉质粘土为主，承载力150kPa，厚度15m左右。下部地层仍以粗颗粒碎石层为主，只是局部夹有粉土透镜体，其承载力稍低，但仍可达250kPa以上，仍是厂区主要建筑物良好的持力层。河漫滩地层面上部以砂、卵石层为主，厚度4~6m，承载力可达300kPa，但由于存在粉质粘土、粉土软弱下卧层，因此作为电厂天然地基依据

			不足。故该厂址仍建议采用桩基，其桩基持力层仍以下部碎石层为持力层。
3	灰场及工程地质	所选的三家村东沟、武家爷沟和西沟三个干贮灰场均为山谷灰场，距电厂两厂址均较近，三个干贮灰场库容之和可满足电厂规划容量20年的贮灰要求。河南坪厂址以西沟作为本期灰场，贮灰场位于河南坪厂址西南方向约1.5km。西沟干贮灰场为第四系和二迭系地层。第四系地层岩土性质为黄土，二迭系地层由黄色砂岩、砂质页岩及泥岩组成。此灰场地质构造简单，无断层和不良地质现象，灰场稳定性较好。	所选的三家村东沟、武家爷沟和西沟三个干贮灰场均为山谷灰场，距电厂两厂址均较近，三个干贮灰场库容之和可满足电厂规划容量20年的贮灰要求。小会厂址以武家爷沟作为本期灰场，贮灰场位于小会厂址以南约1km。坝址处两坝肩均为出露的基岩，谷底处有厚度小于7m的黄土状粉质粘土及碎石覆盖层，库区和坝址均无不良地质现象。
4	防洪排洪	河南坪厂址位于清漳河西源干流一级阶地，按百年一遇防洪标准的防洪堤建设，防洪堤为围堤，河床侧堤线基本平行于河南坪厂址外边线和清漳河西支西河头桥至旧城南桥西河段防洪堤，对河势基本没有影响，基本不增加冲刷深度，最大壅水高度仅 0.23m，对河道行洪影响不大；河南坪厂址南侧有二条山洪沟，故在厂址南侧修建截洪沟 2500m，将山洪排至清漳河中。从防洪影响评价的角度看，防洪工程量较小。	小会厂址占据清漳河西源干流部分主河道，并对主河道改道，与上游干流及支流柳林河河势衔接不畅，对下游河势也有明显影响。防洪标准采用百年一遇，由于部分厂区占据主河槽，对该河道进行改线设计，将河道裁弯取直后河道宽 200m，两岸均需进行防洪治理。厂址侧防洪堤沿厂址东、西、南三边线布置，形成围堤。小会厂址北侧有一条山洪沟，在厂址北侧修建截洪沟 2000m，将山洪排至清漳河中。对岸岸坡进行开挖整治后设护岸。防洪工程量较大。
5	铁路专用线	由左权火车站咽喉区外煤炭专用线上接轨，线路自接轨点至电厂站走行长度 4.2km。河南坪厂址铁路专用线线路较短，线路拔起高度低，到达车辆自左权站可以按整列组织进厂，有利于运营，投资较省。	由左权站咽喉区外煤炭专用线上接轨，线路自接轨点至电厂站走行长度 5.9km。小会厂址由于受地形限制，纵坡较大，自接轨站至电厂只能组织半列进厂，不符合铁路大列运输要求。
6	厂外公路运输	进厂公路长度 0.01km，运灰公路长 1.90km。燃煤汽车运输距离较近。	进厂公路长度 1.40km，运灰公路长 1.20km。燃煤汽车运输距离较远。
7	供水管线	左权污水处理厂至电厂供水管线长 4.5km；石匣水库至电厂供水管线长 9.5km。	左权污水处理厂至电厂供水管线长 9.0km；石匣水库至电厂供水管线长 5.0km。
8	厂址土石方工程量	厂区:挖方 1961500m ³ ,填方 2076800m ³ ; 厂外公路:挖方 45600m ³ ,填方 48260m ³ ; 施工区:挖方 962000m ³ ,填方 945000m ³ 。	厂区:挖方 1853800m ³ ,填方 2195400m ³ ; 厂外公路:挖方 76900m ³ ,填方 79800m ³ ; 施工区:挖方 882000m ³ ,填方 986000m ³ 。
9	厂址拆迁工程量	35kV 线路 1 条; 通信线路 1 条。铁路专用线在厂区附近穿越河南坪村和冯婆峪村, 需拆迁部分村舍。	无。
10	环境保护	厂址位于左权县城南偏西 1.5km, 对县城有一定影响。	厂址位于左权县城西北约 4.0km, 对县城影响较小。
11	接入系	本期工程接入系统初步方案为: 以	本期工程接入系统初步方案为: 以 500kV 双

	统方案及送出线路	500kV 双回线路接入榆社 500kV 开闭站，或晋中 500kV 变电站，或晋东南特高压变电站。	回线路接入榆社 500kV 开闭站，或晋中 500kV 变电站，或晋东南特高压变电站。
12	技术条件比较结论	河南坪厂址距离铁路接轨站和汽车运输煤源点较近；满足铁路整列组织进厂要求，铁路专用线投资较省；防洪工程量较小且不占用现有河道，对河道行洪影响不大；进厂引接公路较短；厂址在遭遇地震烈度为Ⅶ度的地震时不会产生砂土液化；厂区不占用基本农田。两厂址送出线路长度基本相当。综合比较，河南坪厂址技术条件优于小会厂址。	

通过对河南坪厂址和小会厂址铁路专用线、防洪截洪工程、厂外公路运输及其征地、供水管线及其租地、厂址土石方工程量、灰场征地及其工程量、拆迁工程量等费用的比较，得出工程其他费用见表 8。对比表中的费用结果，可以发现小会厂址的其他费用要比河南坪厂址高 5240.78 万元。

表 8 不同厂址下的其他费用表

序号	项目名称	河南坪厂址		小会厂址	
		工程量	投资额（万元）	工程量	投资额（万元）
1	铁路专用线（不含左权站改造及机车车辆费用）	4.2km	14842	5.9km	18546
2	（1）防洪堤 （2）截洪沟	《防洪工程可行性研究报告》 2500m	2541.78 212.00	《防洪工程可行性研究报告》 2000m	3267.11 170.00
3	运灰公路	1.90km	452.20	1.20km	285.60
4	进厂公路	0.01km	1.80	1.40km	251.86
5	厂外公路征地	2.3hm ²	18.40	3.82 hm ²	31.00
6	水源管线工程	1×DN300 长 4.5 km 1×DN400 长 9.5km	合计 1017.00	1×DN300 长 9.0km 1×DN400 长 5.0km	合计 837.00
7	厂外水源管线租地	7.05 hm ²	两厂址相同	7.05 hm ²	两厂址相同
8	厂址土石方工程量	厂区：挖方 1961500m ³ ，填方 2076800m ³ ； 厂外公路：挖方 45600m ³ ，填方 48260m ³ ； 施工区：挖方 962000m ³ ，填方 945000m ³	2907.52 67.57 1346.80	厂区：挖方 1853800m ³ ，填方 2195400m ³ ； 厂外公路：挖方 76900m ³ ，填方 79800m ³ ； 施工区：挖方 882000m ³ ，填方 986000m ³	3073.56 111.72 1380.40
9	灰场征地	66.85hm ²	201.00	75.575hm ²	227.00
10	灰场工程量	西沟灰场	4248.80	武家爷灰场	4946.40
11	拆迁工作量	35kV 线路 1 条； 通信线路 1 条。	30.00	/	

		注：铁路专用线穿越河南坪村和冯婆峪村，拆迁费用已计入铁路专用线费用。			
12	小计		27886.87		33127.65

3 项目投资控制措施及效果

3.1 工程各阶段投资控制措施

（1）设计阶段的投资控制措施

项目决策之后，设计环节便成为控制工程建设投资的关键。据有关资料统计，设计阶段对工程造价的影响达到了70%~80%。在目前火电建设工程中，重施工、轻设计的现象普遍存在，设计人员往往着重考虑设计质量、功能和方案，对工程造价方面却不够重视；业主单位也没有采取应有的措施，促使设计单位去精心设计和限额设计，缺少对设计方案的优化选择和对设计造价指标的有效控制，从而导致设计保守，造成许多不必要的投资浪费。“HNZQ2×600MW 机组工程”在设计阶段，受四川汶川地震的影响，设计单位相对保守，安全质量标准相对提高，粗梁胖柱现象普遍存在。根据上述问题，工程业主单位采取了如下措施，力争控制好项目的投资。

1) 完善火电厂设计招标制度

在目前火电厂建设过程中，业主单位更多地注重施工阶段的招标工作，而设计阶段的招标工作往往是流于形式。中标后的设计单位由于设计业务多，再加上招标时低价中标，导致设计质量往往很难得到保证。因此，完善火电设计招标制度、健全监管机制，不仅有利于提高设计院的设计水平和竞争能力，促进设计方案的优化，还有利于业主单位控制工程造价。“HNZQ2×600MW 机组工程”设计招标的核心内容包括：同类型机组分系统设计优化，新技术、新产品、成熟产品经验的推广应用，以及将工程造价作为投标评价的主要因素等。

2) 实行限额设计

工程造价在项目建设的不同阶段表现为不同的形式，分别为投资估算、设计概算、修正概算、执行概算、施工图预算和施工预算、标底和报价、承包合同价、工程结算和竣工决算。整个计价是一个由粗到细、由浅到深、由模糊到清晰，最后确定工程实际造价的过程。限额设计就是在工程造价全过程的管理中，用投资估算价控制设计方案和设计概算造价，用设计概算造价控制技术设计和修正概算，用执行概算控制施工图设计和施工图预算，用施工图预算或承包合同价控制结算价，最后确保竣工决算工程造价不超过给定的投资限额。

“HNZQ2×600MW 机组工程”设计及各分系统的限额设计，分专业根据技术条件与造价进行详细的对比分析，具体包括如下内容：

- 热力系统烟囱钢内筒设计与内贴玻璃砖限额设计对比分析，发现虽增加投资 2331 万元，但是增加了烟囱的使用寿命，降低生产防腐维护费；
- 燃料供应系统管状带上煤系统的设计与铁运、汽运限额设计对比分析，增加投资 7662 万元；
- 除灰系统环保要求五电场与常规四电场限额设计对比，增加投资 637 万元；
- 运灰距离的缩短减少投资 760 万元；
- 水处理系统反渗透系统优化，减少投资 135 万元；
- 供水系统表冷式间接空冷优化设计减少投资 9913 万元；

- 电气系统二次系统优化设计减少投资 922 万元；
- 脱硫系统湿法脱硫优化减少投资 1439 万元；
- 脱硝系统优化减少投资 425 万元；
- 建设用地征租地费用由于贫困地区差异减少投资大约 4000 万元。

3) 设计单位是设计阶段造价控制的主体

目前大部分设计单位只对工程的技术方面负责，对工程造价方面应负的责任却模糊不清。设计单位还习惯于设计图纸完成后才编制概算，编制概算仅是设计的最后一道工序，从而导致利用设计概算中的经济指标对设计方案进行评价并调整成为一句空话。设计单位在设计阶段应主动承担对工程造价控制的责任，做好技术和经济的结合工作，通过经济指标的反馈，对技术方案进行合理化调整，并利用价值工程原理对设计方案进行优化，以有效控制和降低造价。同时，在设计院的内部管理机制上，要围绕工程造价控制制定相应的制度，使每一位设计人员都有控制工程造价的责任，不同级别管理人员要层层把关，为搞好设计阶段的造价控制工作提供保证。

华能国际率先在“HNZQ2×600MW 机组工程”上，实行谁设计谁编制预算，并且自行利用经济指标的反馈修正设计方案，从而提高设计人员的造价意识和责任，真正做到在设计中控制造价，实现造价与技术的完美结合。在该工程的设计过程中，设计院的技术经济人员从现场收集大量的数据资料，全面开展工程的预算编制工作，预算结果将与项目结算委托单位北京恒信城达造价咨询公司的结算结果进行对比分析，查找差异、总结评比，取得了良好的造价控制效果。

4) 做好设计阶段的审核工作

组织行业内技术和经济方面的专家或聘请社会专业咨询机构，对初步设计方案和设计概算进行认真审核，以此考查项目的设计方案是否经济、合理、先进、适用。设计院和业主单位根据专家提出的合理审核意见对设计方案进行修改，以保证设计方案更加完善，避免了施工阶段修改方案而发生不必要的变更费用；或根据专家提出的意见进行方案的优化，达到降低工程造价的目的。

“HNZQ2×600MW 机组工程”在设计过程中，陆续向业主提供施工图纸，业主技术人员根据到位图纸，结合现场发生的签证，积极与设计院多方沟通，设计概算经历 8 次修编，经电力规划总院审核收口概算真实合理。收口概算静态投资单位造价 3772 元/kW，相比可研收口概算静态投资单位造价 4041 元/kW 减少 269 元/kW；收口概算动态投资单位造价 3950 元/kW，相比可研收口概算动态投资单位造价 4240 元/kW 减少 290 元/kW。

从初步设计到施工图设计阶段，借鉴华能集团公司在其他电厂的经验和现行环保、节能减排标准，共在该项目上体现 10 个亮点工程，将工程造价控制在合理范围内。投资控制的措施主要有：

- 主厂房跨度比常规减少 2 米，节约了工程的投资；
- 采用侧煤仓布置方式，减少机房与锅炉之间距离，减少占地面积，缩短四大管道长度，减少了工程投资；
- 制粉系统采用双进双出钢球磨冷风机正压直吹式制粉系统，磨煤机招标采购价较低；皮带穿烟囱，节省用地，降低造价。

环保要求投资相对偏高的项目包括：

- 电除尘由常规四电场该为五电场，烟囱由 200 米加高到 240 米；
- 厂外煤场至厂区采用管状式输煤皮带，厂内存煤采用存量 3.5 万吨的 2 座缓冲筒仓；
- 同步建设湿法脱硫系统和 SCR 式脱硝系统。

节能减排设施投资相对偏高的项目包括：

- 主机冷却水采用表冷式间接空冷，辅机冷却水采用了机械通风干冷系统。

环保、节能设备的投入增加，虽然投资偏高，但却充分体现了工程对环境保护的考虑，创造了社会效益。

5) 建立激励与考核机制

业主单位在与设计单位签订的设计合同中明确激励与考核办法。对于合理的优化设计，要给予设计单位一定的奖励；同时，对于设计失误或造价超出限额设计的要给予惩罚，设计变更大于 50 万元的予以严格的考核评审。

(2) 招标阶段的投资控制措施

工程招标是建设单位选择合格承包商的一种手段，也是降低工程造价的一个重要环节。为合理控制工程造价，招标阶段采取的措施通常有以下几个方面。

1) 认真编制招标文件

招标工作的重要内容就是编制招标文件，招标文件质量的好坏直接影响招标结果，也影响到了造价的控制。在编制招标文件技术规范时，要依据国家或行业现行的标准、设计方案，做出详细、规范的说明，不同专业之间要相互配合，避免交叉作业、重复作业的现象发生；必要时，邀请业务主管部门及专家进行把关审核。因为招标文件是投标报价的重要依据，而投标报价又直接决定了中标后的合同价格，影响着工程造价，所以在编制招标文件商务部分时，对涉及到投标报价的相关内容要格外仔细。在工程量清单初步编写完成之后，还要结合设计方案、技术要求、甲方供材情况等对清单逐项核对，尽可能准确并覆盖所有招标内容，清单不能完整表述的内容必须用文字进行补充说明。如果清单漏项、错项过多，施工过程中施工单位就会提出索赔，增加工程超出概算的可能性。同时，为了控制工程造价，要对投标单位的投标报价进行对比，并将各投标报价与概算进行对比，与投标报价平均值进行对比，最终确定合理的中标价格。

2) 避免重复招标

“HNZQ2×600MW 机组工程”的招标分为工程招标和物资招标两部分，为避免重复招标，工程招标文件中明确甲供材料与乙供材料的范围及分界，并在清单报价中再次进行标注。在施工中可以互换的材料采购，按照工作联系单和签证单的形式进行结算，使得施工报价相对比较明确，避免了重复招标所造成的投资浪费。

3) 合理确定中标价格

现行的招标评标办法推行合理低价中标，但是，合理低价并不是投标报价最低的报价，而是经过评审的最低投标价。建设单位对项目“合理低价”应做到心中有数，对于低于成本价的报价要坚决拒绝，避免恶意竞标现象出现。“HNZQ2×600MW 机组工程”共招标 10 个主标段，投标单位来自华能国际评审数据库中合格承包商，评标专家从设计单位和华能国际专家数据库中随机抽取，评审的中标价与同类机组近期结算价比较，考虑市场因素和地区差异，最终由华能国际招标领导组、工作组及专家定标。

4) 签订合同

确定中单位后，10 日内与中标单位进行合同谈判，提交招标文件约定的履约保函后，签订合同，合同签订的依据是合同法、招投标法、招标文件、投标文件、技术支持文件、图纸、招标澄清等相关附件，合同金额为中标价格，付款结算原则、合同条款、双方责任公平合理，理赔条款清晰，详细规定了施工过程中可能遇到的各种情况，形成双方共同认可的协议条文，为合同结算奠定良好的基础。

(3) 施工阶段的投资控制措施

火电项目建设过程中，虽然施工阶段对工程造价的影响可能只有 20%左右，但这一阶段是工程投资集中发生的时期，如果这一阶段没有做好造价控制工作，很有可能发生投资浪费的现象。本阶段对工程造价控制的重点是充分发挥监理单位的作用，与业主一起加强合同管理和施工现场管理。

1) 加强监理工作

在近几年的火电建设中,由于电力建设项目定额人员少、没有丰富的施工经验,火电建设工程项目一般采取“小业主、大监理”的管理模式,这种管理模式充分体现了监理单位在施工过程中的重要地位和作用。监理单位应在业主的授权范围内,在造价控制工作中发挥积极作用。监理人员的素质要求是,专业技术过硬,熟悉造价管理,具备项目经理资格。在作业过程中避免重复施工,修筑道路要永久临时相结合,土方工程精确计算,避免考虑不周,造成工程重复计费等。

2) 做好施工合同管理

施工阶段造价控制的重要依据是施工合同,做好合同管理工作,不仅要签订严密的施工承包合同,还要加强合同执行过程的管理工作,严格按合同办事,有效控制工程造价。施工合同是在招标和设计工作的基础上签订的,所以在签订工程施工合同时,除了遵循招标和设计的基本原则外,还要注意招标和设计工作中不明确、不具体的内容,在合同谈判时,发包方和承包方要根据工程项目的实际情况,尽量将上述不明确的内容转化为详细、清晰的合同条款。为了更好地控制工程造价,增强合同的可执行性,对合同中涉及工期、价款支付方式、结算方式、违约争议处理等都应有明确的约定。目前,火电建设工程的合同形式一般有两种,一种是固定单价合同,一种是固定总价合同。对于固定单价合同,在合同签订时,工程量和总价都是暂定的,最终以实际的竣工图和变更单工程量为准进行结算,结算人员需要对施工单位上报的所有工程量和单价逐条进行审核,不仅要审核合同范围以内的,还要审核合同范围以外的变更单,需要重新计算工程量。而对于固定总价合同,在工程结算时,只要审核施工单位上报的除总价合同以外的内容即可,结算人员需要熟悉合同及招标文件,明确区分施工单位上报内容属于合同内还是合同外,然后对合同外内容进行仔细的审核。

3) 通过控制设计变更控制工程造价

设计变更是指设计单位、业主单位或施工单位对施工图纸和设计文件提出修改。设计变更提出后,监理单位、业主单位和设计单位均要对设计变更的可行性和必要性进行审查,对于那些增加投资费用却没有改善使用功能的设计变更要严格制止,比如,不适当地提高建设标准、增加建设内容、扩大投资规模等。对于必须发生的设计变更,则尽可能提前设计变更发生的时间,因为变更发生得时间越早,损失会越小。如设计变更发生在设计阶段,则只需设计单位修改施工图纸;但如果设计变更发生在施工完成后,则施工单位必须拆除已经完成的工程,重新施工,这样将会造成很大的损失,导致工程造价增加。

4) 加强签证工作管理

在施工过程中,对于设计图纸和合同预算中没有包括而现场又实际发生的工作内容和费用,通常是通过签证的形式认可,运用谈判、协商等手段要求偿付费用。如不加强管理,势必增加工程造价。造价控制人员首先依据现场实际,对签证发生的事实及工程量进行确认,力求签证真实准确,再依据施工合同、招标文件、投标文件、标准定额等相关资料对签证的价款进行审核,切忌对定额和综合单价中已经包括的项目重复计价。

5) 严格控制材料用量,合理确定材料价格

材料费在火电建设工程中占有很大的比例,因此材料用量和材料价格对施工阶段的工程造价影响很大,只有严格按照施工图纸对材料用量进行控制,合理确定材料价格,才能有效降低工程造价。在实际实施中,对于如电缆、管道、保温材料、阀门等主要材料,采用甲方供应,这样建设单位可以通过招标集中采购,既保证了质量,又降低了造价。同时,在甲方供应材料的领用过程中,要严格审核领用程序,必须按照施工图纸中的材料量领用,避免施工单位多领用材料而造成浪费。

(4) 工程结算和决算阶段的投资控制措施

在工程竣工结算与决算阶段,要逐一对于一些遗留问题进行落实,确定处理方案、制定处

理制度，减少对工程造价的影响。在结算与决算的过程中，对未按图纸要求完工的工作量及未按规定执行的签证一律核减费用；凡合同条款明确包含的费用，属于风险费包含的费用，以及未按合同条款履行的违约等，一律进行核减。为保证左权电厂一期工程——“HNZQ2×600MW 机组工程”结算和财务决算工作顺利开展，做到合理公平，控制好工程造价不超概算，建设单位聘请了有经验的北京恒信城达造价咨询公司进行工程结算和竣工决算，业主进行审核审批。造价咨询公司业务人员都是经过多个火电工程磨练出的高素质人才，精通业务、计算准确，熟悉华能管理理念，对结算争议处理得当，凭借他们的结算经验，使得工程造价得到有效控制。

3.2 项目投资控制效果

统筹考虑铁路专用线、防洪截洪工程、厂外公路运输及其征地、供水管线及其租地、厂址土石方工程量、灰场征地及其工程量、拆迁工程量等费用，经过具体的数据统计，2008年本工程的实际静态投资为：发电工程静态投资 462930 万元，单位投资 3858 元/kW；建设期贷款利息 24991 万元，发电工程动态投资 487921 万元，单位投资 4066 元/kW；铺底生产流动资金 1966 万元，发电工程计划总资金 489887 万元，单位投资 4082 元/kW。根据左权电厂筹建处提供的资料，滨河南岸道路、绿化及桥梁改造费用 3381.86 万元计列在总投资中，工程总投资 515164 万元，单位投资 4293 元/kW。“HNZQ2×600MW 机组工程”整体项目的造价控制在概算受控范围之内，尽管材料市场价格略有上涨，建筑、安装、其他费用均有结余。但是，必须指出的是，该工程造价控制实际上还存在不少的不足之处，仍有进一步的潜力可以挖掘。例如，设计阶段缺乏设计监理，设计单位照本宣科，审核单位审查意见不超标准即可，行业技术或定额标准（包括修订标准）编制缓慢，滞后于现场实际实施的需要，影响工程造价的准确性；在工程的实施阶段，有经验的施工单位投标报价采用不平衡报价，钻业主招标文件编写不准确的空子，从而导致部分清单高价，造成工程投资上升。

总之，为了有效控制工程造价，就要在建设过程的各个阶段，采用科学的计算方法和切合实际的计价依据，合理地确定投资估算、设计概算、修正概算、批准概算、施工图预算和施工预算、标底和报价、承包合同价、工程结算和竣工决算。工程造价的控制，则是在投资决策阶段、设计阶段、建设工程招标阶段、施工阶段以及竣工结算阶段，把建设工程的造价控制在批准的造价限额以内，并随时纠正发生的偏差，以保证造价控制目标的实现。从本工程投资的实际控制效果看，控制工程投资的关键是在建设项目的前期工作阶段，项目前期工作的好坏将直接影响后期资金的投入和控制，没有详细、认真的项目前期工作，不对项目作有效的可行性研究，就不可能做出合乎实际的投资估算，投资控制也就成了无源之水、无本之木，控制投资也就无从谈起。企业自身要在培养具备有控制力、有执行力、有决策力的高级造价管理人才的基础上，在工作中不断积累经验，将项目前期、施工、结算等各个环节工作做实做细，动态控制、堵塞漏洞、多学习、多交流，提升造价综合管理水平，才能建设出“高质量、低造价”的优秀项目。

问题讨论：

1. 该工程建设的内外部情况是怎样的？所面临的主要问题有哪些？

2. 该工程投资的必要性如何？投资估算的依据及内容有哪些？

3. 该工程的厂址有哪几种选择？不同的选择对投资费用有何影响？

4. 该工程的投资控制措施有哪些？最终的实施效果如何？

设计 - 招投标 - 施工阶段 - 结算决算阶段