

# 电力工程建设的 EPC 总承包实践

## — 酒钢热电厂技改工程（2×125MW）总承包管理介绍



王龙林

山东电力工程咨询院副总工程师



王龙林 副总工程师

的制度保证。山东电力工程咨询院 2001 年 9 月完成了符合 GB/T19001-2000-ISO9001:2000 标准的工程总承包质量管理体系文件的编制工作，并开始试运行。2002 年 3 月通过了长城（天津）质量保证中心质量体系认证。认证范围包括：工程设计、采购、建设总承包（EPC）、设计采购（EP）承包、设计（E）承包、采购（P）服务、施工管理（C）、调试服务等工作。质量体系文件包括质量手册、24 个程序文件、27 个作业程序文件。

### 2 项目组织机构

本项目采取矩阵式项目组织结构（附图 1）。

酒钢热电厂技改工程（2×125MW）的业主是酒泉钢铁（集团）有限责任公司，该公司是甘肃省重点企业，也是西北地区最大的钢铁联合企业。2001 年 3 月 25 日，酒泉钢铁（集团）有限责任公司、山东电力工程咨询院正式签订《酒钢热电厂技改工程总承包合同》。该工程为新装 2 台 435T 超高压自然循环再热汽包炉，配 2 台 125MW 超高压再热抽凝式汽轮机和 2 台 125MW 空冷式发电机。

合同范围：除了灰场、厂外公路、点火煤气、送出系统以外，厂区围墙以内的所有主体及辅助附属设施的设计、设备采购、土建、安装及调试。

合同工期：29.3 月

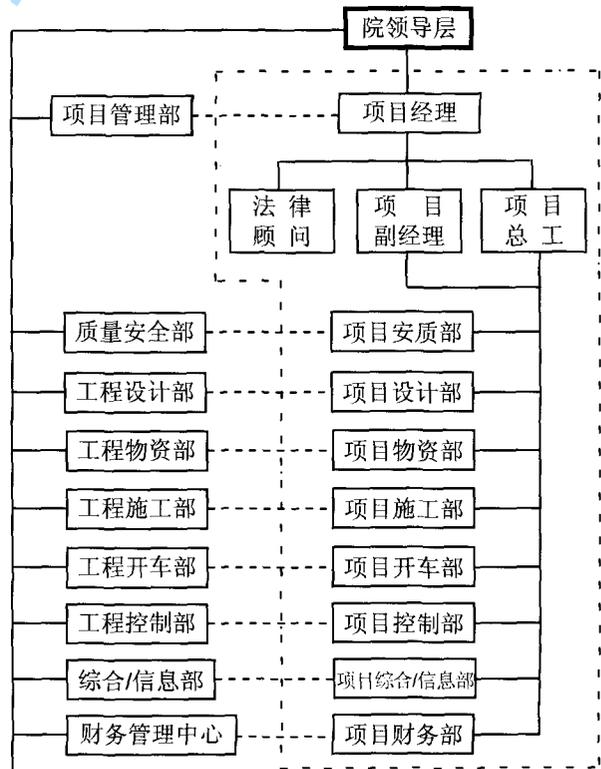
合同目标：工程单项工程和单位工程合格率 100%、土建优良率≥85%、安装优良率≥95%。

合同总额：63986 万元

现将我院实施酒钢热电厂技改工程（2×125MW）总承包管理的情况介绍如下：

### 1 管理体系

完整的管理体系是成功实施 EPC 项目质量控制



附图 1 组织结构框图

项目部对项目的安全、进度、质量、费用等全面负责管理和考核；院职能部门负责对项目部宏观控制、指导、监督检查和总体考核。这种矩阵式的管理模式，体现了“以项目管理为核心”的组织原则。项目经理全面负责该工程的实施和管理，是该项目各项工作的第一责任人。这样在保证项目经理绝对权威的同时，也保证了资源的最优化配置，达到了高效的目的。

### 3 管理技术在项目管理中的应用

#### 3.1 设计控制

设计管理体现到投标、合同签订、设计、优化、分包、施工、服务和结算的全过程。充分发挥设计在 EPC 项目中的作用，对项目的成功实施至关重要：

##### (1) 单纯设计和 EPC 总承包设计的主要区别

- 总体建设参与程度差别很大。
- 单纯设计对施工过程中施工方案、工序、安全、质量、工程环境、资源了解不深，关注不够。
- 单纯设计对工程费用管理关注不够。
- 单纯设计对物资性能价格比关注不够。
- 单纯设计对调试、运行不了解，运行的合理、方便关注不够。

- 单纯设计优化不深。

- 单纯设计对设计进度关注不够。

##### (2) 本工程设计对总承包的作用

• 由于 EPC 总承包设计和纯设计的不同，我院建立了设计费用考核管理程序，设立基本设计费，增加进度、质量、费用控制考核奖，对工程设计进度、质量、费用等方面提出具体量化目标，明确责任，层层分解，压力到位。由项目部考核占 70%+院经营部占 30%进行考核，奖励最高到单纯设计的 1.6 倍，处罚最低到单纯设计的 0.8 倍，以激励和约束机制满足设计进度、质量要求。

• 建立设计服务管理程序，明确设计对工程 EPC 全过程提供技术支持的重点工作。

——工程投标和合同签订阶段：负责工作范围接口、技术条件、报价费用。协助制订施工组织方案，制订施工、设备、设计进度等。

——实施阶段：负责设计优化、控制概算、工程量的分解、设计进度的落实。参加施工方案和措施、调试方案、运行系统图、运行规程等的审查。

——参加竣工结算。

——参加工程性能考核、安全、质量、进度目标的制订。

- 设计还需自身重点做好的工作。

——从初步设计开始制定工程优化设计方案、目标，并组织实施。例如本工程在主厂房长度方面，通过我院优化管道布置及选用高效率占地小的冷却水设备，主厂房长度比传统设计纵向减少 8m。

——加强设计管理，减少设计变更。加强设计管理，严把设计质量审核关，特别是二级以上的图纸，不经过设计评审不出院，减少设计变更数量。

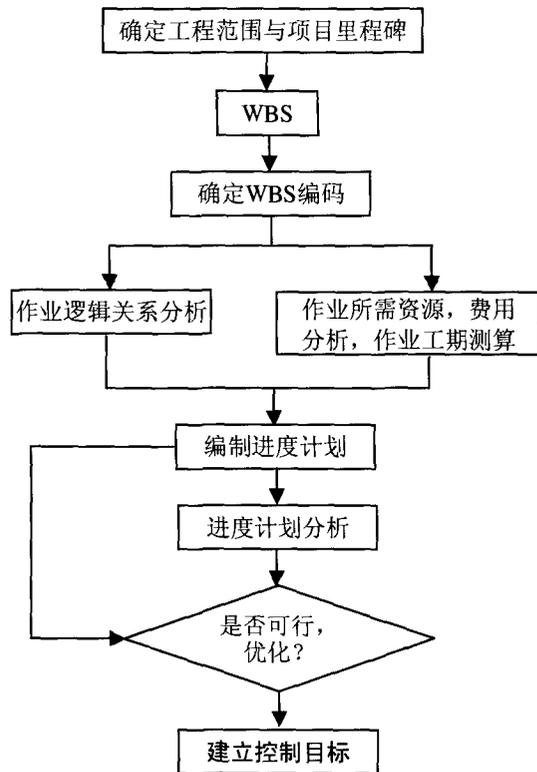
##### (3) 设计效果

- 工程总投资比同期、同类工程减少 1 亿元左右。
- 设计进度大大提高。
- 工艺系统合理，更符合施工、运行要求。

设计质量大大提高，以往工程中，由于设计原因引起的费用变更约占工程预备费的 30%，本工程不足 10%。

#### 3.2 计划管理

(1) 以 P3 软件管理技术为平台，以合同计划为目标，抓好计划管理。

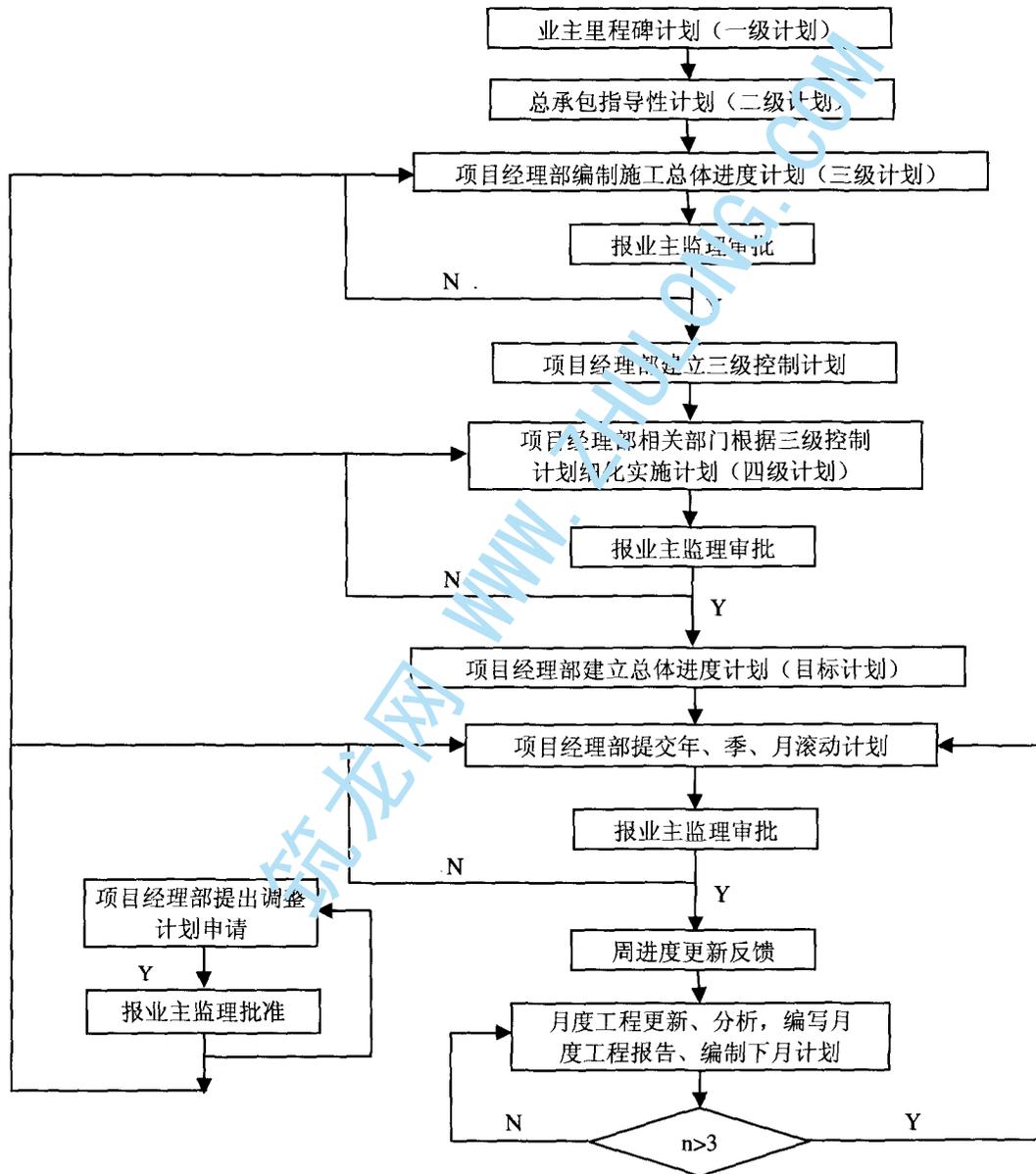


附图 2 目标计划编制流程

项目部应用 P3 软件管理技术作为计划管理平台，科学地作好项目总体组织及工程全过程施工的各方面、各层次协调工作。作到上级计划控制下级计划、下级计划支持上级计划；计划由上向下细化，由底向上跟踪。保证计划管理体系既贯穿畅通，又分工负责。从而确保项目有关各方、各单位的工作协调、有序进行（见附图 2）。

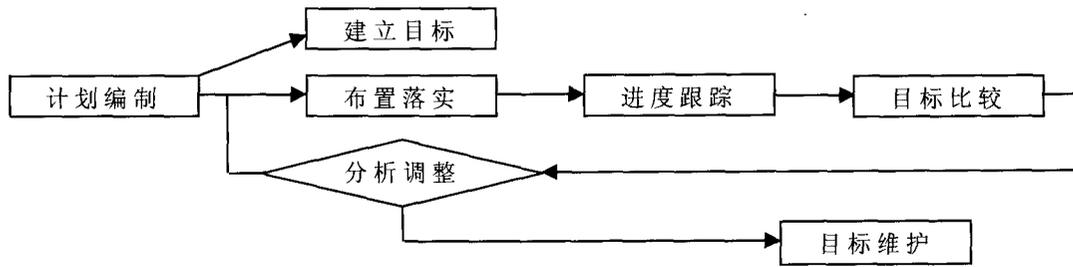
## (2) 计划管理程序

项目部针对本项目的具体进度要求制定了完备的进度计划管理程序，工程进度计划分为四级管理：第一级项目计划为业主控制的工程里程碑计划；第二级（及以下）为总承包商编制的总体控制计划；第三级计划为设计分进度计划、采购分进度计划、施工分进度计划；第四级为月度计划。



附图 3 计划管理程序

### (3) 计划控制流程



附图4 计划控制流程

(4) 本项目计划或进度管理有以下特点:

- 进度计划必须和费用结合,即以工程量完成情况反映进度计划和完成情况。

- 目标计划和工程合同总工期的偏差,要通过分析原因,在设计、施工方案、施工工序、交叉、设备交货的合理优化上解决。例如:除氧器水箱和煤斗在土建框架施工到除氧层时设备吊装,以免框架到顶,从两端拖入,增加费用和工期。

- 认真研究合同环境对工程进度的影响,采取措施提前解决。如:冬季施工,在2001年底实现主厂房封闭,并考虑采暖措施,保证了安装工期;另外材料涨价和非典,采取了费用提前投入,提前供货,大大减少了对工程的影响。

- 在卖方市场下,采取了7人催交小组催交、催运,保证主要设备交货。

- 在通过P3管理手段下,建设过程中的偏差,还需要人及时、果断进行原因分析、纠偏措施的制订。例如:由于汽机到货原因,汽机扣缸拖期15天,油循环需25~30天,此时离汽机启动不足20天,采取了汽机油系统分步循环,即油管路20天前先循环,汽机扣缸后进入轴承循环,保证了总启动。

- 加入重点施工方案、施工工序、交叉点的研究,本工程炉后交叉作业,烟囱、电除尘、风机、地下设施同时开工,通过方案、措施、现场指挥等措施保安全和进度。

### 3.3 项目合同管理

#### (1) 费用计划管理流程

运用P3项目管理软件的费用管理功能并结合合同管理软件、概预算管理软件,进行合同的管理和工程费用的控制,其流程如下:

合同预警报警查询

货币单位: 万元

请输入要查询的合同名称: 酒钢 [查询]

合同编号: (2002)鲁电院总包字酒网分168号  
合同名称: 酒钢调节购买买卖合同  
合同类型: 设备材料采购  
合同金额: 19  
合同签订时间: 2002-10-29

添加新的报警设置

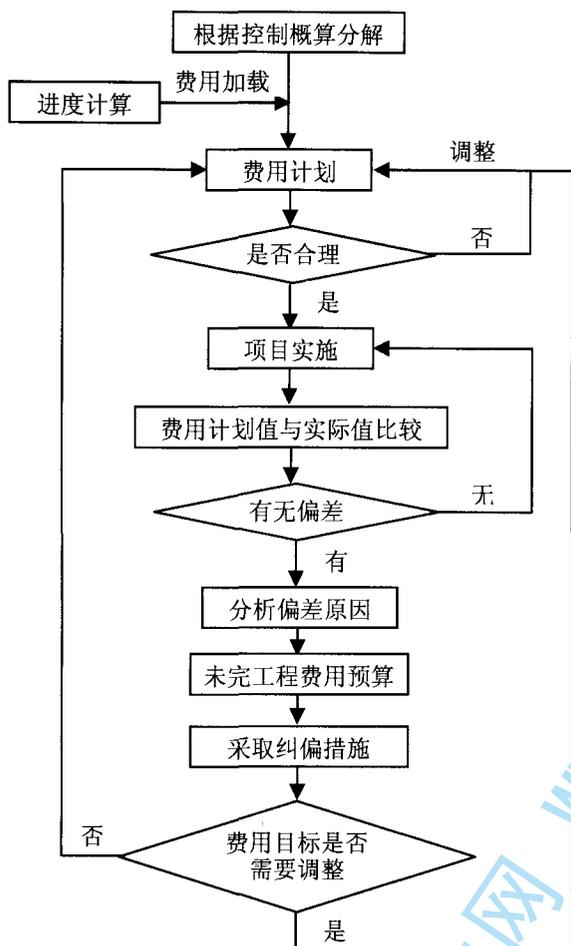
报警时间: 7/11/2002  
是否报警:  是否报警  
附加说明: 设备到货交付30%

第一条 上一条 下一条 最后一条 添加 编辑 保存 删除 返回

附图5 合同管理软件

• 院组织项目部依据总承包、施工分包、设备采购、调试分包合同编制工程实施控制概算，并输入我院开发的合同管理软件（见附图5）。

• 项目部通过 P3 软件进行管理（流程图见附图6）。



附图6 P3软件管理流程

(2) 从本工程实践看，合同管理和费用控制有6个重要环节：

- 要抓好控制概算的编制和合同风险的预测，充分解读合同和分析合同，确定费用的计划控制点。
- 实时工程量录入的准确性和及时性，对施工单位录入的数据加强审核。
- 对资金流的偏差原因的分析要及时，处理和沟通是非常重要的，不仅影响到费用的控制，对工程进度、安全、质量也会产生重要影响。
- 索赔及反索赔要及时，程序要规范，方式方法要灵活适合国情。

• 正确处理费用和安全、质量、进度的关系。费用服从安全；质量在满足合同和规范基础上，据情况追求价格性价比最佳；在合同和计划内降低费用。

• 限额设计、设计优化、施工方案、施工组织、采购控制对费用控制具有重要意义，但任何方案的优化都不应降低合同规定的建设标准。

• 制定项目管理程序，落实费用控制职责分工、工作程序和接口，涉及工程价格变动与调整，均使用文件签证制度，实现费用控制的程序化、制度化。

(3) 实施效果：本工程实际费用实现了控制概算确定的费用控制目标，资金流计划调整率低于4%。

### 3.4 项目安全管理

在项目的安全管理上，坚决贯彻“安全第一，预防为主”的方针，坚持以人为本、目标管理的原则，坚持用系统控制、过程控制的方法实施安全管理。项目初始阶段首先对项目安全管理进行了策划，并努力使项目安全管理按计划实施。主要的具体做法是：

#### (1) 建立健全安全管理体系

识别安全管理的依据，建立项目安全管理相关的《法律、法规、规程、规范、标准等有效版本清单》，并依据合同的要求，建立项目的安全管理体系。建立了安全管理网络机构；配置了人力资源；落实安全责任制。本项目共建立了包括安全管理手册、安全生产岗位责任制、安全奖惩管理制度、交通安全管理办法、消防安全管理程序等在内的规章制度36项，并根据实施情况持续改进，保持安全管理体系有效运行。

#### (2) 项目安全管理目标

根据相关法律、法规、规程、规范、标准和合同的要求，按照《危险源辨识及风险评价控制程序》进行项目危险源辨识，确定《项目危险源清单》，确立项目的安全管理目标：

- 不发生重大工程设计事故；
- 不发生人身死亡事故；
- 不发生重大施工机械设备损坏事故；
- 不发生重大火灾事故；
- 不发生负主要责任的重大交通事故；
- 不发生环境污染事故和重大跨（塌）塌事故；
- 不发生群体职业中毒和食物中毒伤害事故。

并确定严格执行本院《无违章施工管理项目考评程序》的规定，争创无违章项目工地；执行甘肃省《建筑工程文明工地标准》的规定，争创甘肃省

建筑工程“文明工地”。

### (3) 制定安全管理程序，严格过程控制

按照确定的目标，针对《危险源清单》，制定《安全管理运行控制程序》、《应急准备和响应程序》、《事故、事件、不符合的处理程序》、《安全监视和测量控制程序》和《纠正和预防措施控制程序》，并严格实施。形成了严格的日检、周检、月检和季度检查制度和周例会、月例会、专题会制度以及周报、月报、季报和年报制度，并留有记录。对出现的违章现象实施曝光栏曝光、整改通知、安全通报等手段，并严格执行《安全生产奖惩规定》。

### (4) 坚持安全培训，提高安全意识

根据《培训程序》制定详细的项目安全培训计划，同时督促分包商严格执行培训计划。坚持日交底、周学习、月培训、半年一考试制度，坚持培训合格上岗。项目建设过程中，安全培训 39 次，参加培训人次达 1.5 万人次（含分包商），合格率 100%。

### (5) 各阶段的安全控制

按照安全管理体系文件《安全生产责任制》的规定，明确责任，压力到位。将分包商安全人员纳入安全机构一体化管理。各阶段安全控制的主要内容包括：

#### ● 设计阶段安全控制

——监督、检查设计安全管理审查计划的实施

——进行设计对防火、防爆、防尘、防毒、防化学伤害、防暑、防寒、防震动、防雷击的设计方案的审查 79 项。

——进行结构和设备的稳定性、构件强度、预埋件承载力和管道支吊架、电缆托架、管道保温审核 67 项。

#### ● 采购阶段安全管理

——重点审查易爆、易燃、易漏等设备的安全管理技术要求，如制粉系统设备、燃油系统设备、水处理系统设备等 25 项。

——安全管理专业人员参加施工、调试分包商的采购、评标工作，负责审查分包商的安全管理资质，并负责签订安全管理协议书。

#### ● 施工（调试）阶段安全管理

——建立、动态审核分包商的资质档案、工程管理、安全管理的技术资料、安全机构的设置，人员配备，用于安全管理的工器具配备等。

——建立、动态审核分包商的安全培训、着重特

种作业人员的培训、特种作业人员名册、证件取证应符合有关规定。

——审查分包商执行总承包商发布的有效版本和项目安全管理体系文件。

——审查起重机械工器具的产品合格证、准用证、安装与拆除许可证、检测报告、试验记录等。

——审查安全防护设施的产品合格证、检验合格证、标识、试验记录。

——按危险源清单逐个做好辨识。

——风险控制：分包商针对作业环境、工况，按可容忍风险、一般风险、很大风险、不可容忍风险编制适用的风险控制措施。

——重大危险工程施工，必须现场验证，确认处于“可容忍风险”状态，施工作业处于安全可控制状态。

### (6) 全管理效果

项目安全管理实现了项目安全管理目标；2002 年 6 月获得嘉峪关市“安全生产月”活动优秀组织奖；2002 年底通过了本院“无违章项目工地”的评审；2002 年底获得“甘肃省建筑工程文明工地”。

## 3.5 项目质量管理

### (1) 质量计划

● 重点项目是前期质量策划，即质量计划和过程控制。项目质量计划以本院总承包质量管理体系为基础，结合合同确定的项目质量目标，过程控制依据质量计划开展。

● 项目质量计划依据本院质量管理手册、针对项目的具体情况编制，并依此建立了一套以 ISO9001 国际质量标准为基础的适于本项目的质量管理体系文件 40 余个。

● 项目质量计划的主要内容过程质量控制。

质量计划在院管理手册的基础上主要补充下列内容：

——工程工作范围、主要技术方案、主要工艺过程。

——项目质量控制组织机构，人员组成、工作范围及其岗位职责等。

——确定项目的质量目标，目标要符合合同、国家法律法规和满足顾客对产品总体质量要求。本项目的质量目标是：

质量管理体系持续有效进行；

合同履约率 100%；

设计成品合格率 100%；

采购产品合格率 100%；  
建筑安装单项工程和单位工程合格率 100%；  
建筑工程单位工程优良率 85%以上；  
安装工程单位工程优良率达 95%以上；  
工程质量总评为优良；  
受检焊口无损探伤一次性合格率 96%以上；  
关键工序一次成功。

——指出工程主要质量控制的重点、难点和对产品质量有特殊影响的环节或工序，并制定相应的技术措施。本工程共制定技术措施近 400 份。

——根据工程的总体进度计划，制定项目各阶段、重点是施工阶段的单位、分部、分项工程的质量检验计划，其中要明确 W、H、R 控制点，确定实施班组、施工队、分包商、总承包和业主/监理的四级验收项目（划分不低于国家或行业标准），并经业主批准。

## (2) 质量控制

工程的质量控制贯穿于 EPC 全过程。我院重点抓好了以下过程：

### • 设计阶段质量控制

——EPC 合同的质量、国家有关法律法规、技术标准、设计规范、图纸的设计深度的要求；

——合理优化设计方案，按照“技术先进、安全适用、限额设计”的原则，对设计成品设计接口设计输入、设计输出、设计评审、设计变更、设计技术交底等进行严格的程序化管理；

——控制施工图纸的质量通病（常见病、多发病），重点是：

- 专业间和施工图卷册间的衔接。
- 各专业的设备遗留问题和暂定资料的封闭。
- 与安全、施工和设计功能关系重大的设计特性是否已标注。

• 容易引起振动的设备是否有防震措施。

——控制对业主、设计监理、图纸会审、施工分包商等提出的设计质量问题，实施闭环管理，使设计问题在施工前发现并消除，做设计变更管理。

## (3) 采购阶段质量控制

• 严格设计的技术规范选型和采购。  
• 严格采购程序和审批制度；选择合格的制造商或供应商。

• 控制设备监造、工厂验收，保证出厂设备符合技术规范要求。

- 控制开箱验收程序管理。
- 控制对分包商采购的管理，确保装材和建材质量满足设计要求。

## (4) 施工（调试）阶段质量控制

• 施工图纸质量控制：设计交底、图纸会审是施工图纸质量控制的常见形式。

### • 施工质量控制

——控制施工组织设计、施工技术方案、施工质量控制计划、施工质量保证措施、安全文明施工措施等。

——控制重要项目施工方案和施工措施的讨论和制定，组织技术交底并监督实施。

——控制分包商单位工程、分部工程开工条件，着重审查施工技术方案和施工作业指导书。

——控制施工原材料，合格后方能正式投入使用。

——控制半成品。严格检验施工过程中的试样，通过了解半成品的质量，对成品的质量进行控制。

——控制成品，局部工程施工完成以后，要注意各种养护工作，并注意成品的保护，确保成品质量的最终合格。

——控制各类资质、实验设备、试验人员、测量人员、特殊工种、大型机具的准用证等是否在规定的有效期内。

• 控制施工过程接口，严格签证程序和制度，避免出了质量问题，责任不清。

——控制质量检验，按照施工质量检验计划划分的分项、分部、单位工程及 W、H、R 点进行质量检验。组织政府职能部门、业主/监理和施工供方有关人员对方项、分部、单位工程进行四级验收。

——控制竣工资料的编制及时和移交。

## (5) 质量控制效果

本项目全部实现了项目质量目标。

——项目质量管理体系持续有效运行，2001 年 12 月、2002 年 6 月、2002 年 10 月通过了本院质量安全部内部审核，2002 年 1 月通过了长城（天津）质量保证中心的外部审核。

——工程于 2003 年 12 月 26 日，顺利通过了由业主组织的工程竣工验收。质量验收结果（见附表）：

- 受检焊口无损探伤一次合格率达 98.2%；
- 关键工序均一次成功；

本工程交付时，锅炉、汽轮发电机组和所有辅机均达到额定出力，本工程的施工、安装和开车（试运行）均满足总承包合同和国家验收规范

的相关要求。

附表 建筑工程部分:

项目名称	分项工程项数	合格率	优良品率
#1 主厂房	22	100%	85%
#2 主厂房	22	100%	85%
#1 冷却塔	7	100%	86%
#2 冷却塔	7	100%	87.3%
BOP 建筑工程	124	100%	88.2%
烟囱	6	100%	86.7%
输煤专业	11	100%	100%
化水专业	39	100%	100%
水工专业	21	100%	100%
保温油漆	21	100%	100%
循环水及一级热力站	14	100%	100%
建筑工程分项优良品率			91.9%

附表 安装工程部分:

项目名称	分项工程项数	合格率	优良品率
BOP 安装	105	100%	100%
#1 机组锅炉	162	100%	100%
#1 机组汽机	335	100%	100%
#1 机组电气	78	100%	100%
#1 机组热工	138	100%	100%
#2 机组锅炉	143	100%	100%
#2 机组汽机	335	100%	98.5%
#2 机组电气	118	100%	100%
#2 机组热工	128	100%	97.7%

目前本工程运行接近两年,运行稳定、安全、经济;年利用小时达到7000小时(设计年利用小时为5500),为业主创造了良好的经济效益。

### 3.6 项目物资管理

我院在物资采购、催交、监造、运输、验收、储存、提取、缺陷处理等都建立了规范的体系,院体系文件7个,项目部文件11个。其采购管理主要分为两个阶段:

(1)采购采用院物资部组织集中和项目部零星采购相结合,其采购程序(见附图7)。

(2)现场物资管理流程(见附图8)。

(3)本工程的物资管理有以下特点:

- 依靠我院自主开发的采购管理软件,建立了合

格供应商合格清单和信誉等级,并进行一年一次的动态评定,利于控制设备价格、交货进度、质量。

- 通过规范的采购和现场管理程序,实现内外多部门的参与,有效的形成制约机制,选用信誉等级高、质量好的产品。

- 面对买方市场,评价并建立重点监造设备15项,催交清单8项,有效的控制了质量和进度。

- 严格执行了厂内验收21项、全部的现场验收和缺陷反馈及处理,采购和加工物资共计1200余种。累计签订190余个成套物资买卖合同和210多个零星采购合同。开箱合格率99%,设备到货及时率98%,返厂率0.4%,确保设备提供安装合格率100%。

- 采取了多个EPC工程集中采购的方式,有利的降低了设备价格、催交催运、监造的管理成本,大大提高了效率。

- 建立了设备合同、市场风险预测和对策体系,借助设计优势和长期合作的供应链,及时调整设计、采购、供货计划,规避了工程建设期间市场涨价和非典市场风险,保证了设备供应。

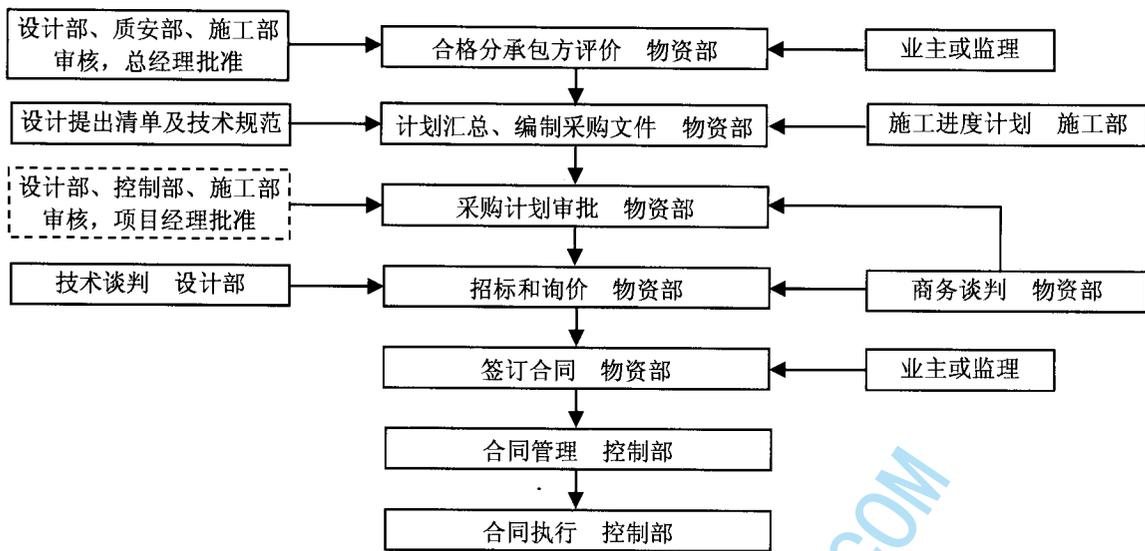
- 很好的和铁路、业主运输部门进行沟通协调,累计接收铁路运输600余车,重量2200多吨,零担及铁路快件运输400多车次,公路运输700余辆次。

- 确立设备厂家的售后服务程序和清单,提前沟通和安排,并为厂家代表的生活和工作提供便利条件,保证了设备安装、缺陷处理、开车服务,酒钢工地根据现场进度和施工要求,累计邀请厂家代表服务人员到现场三百余人次。

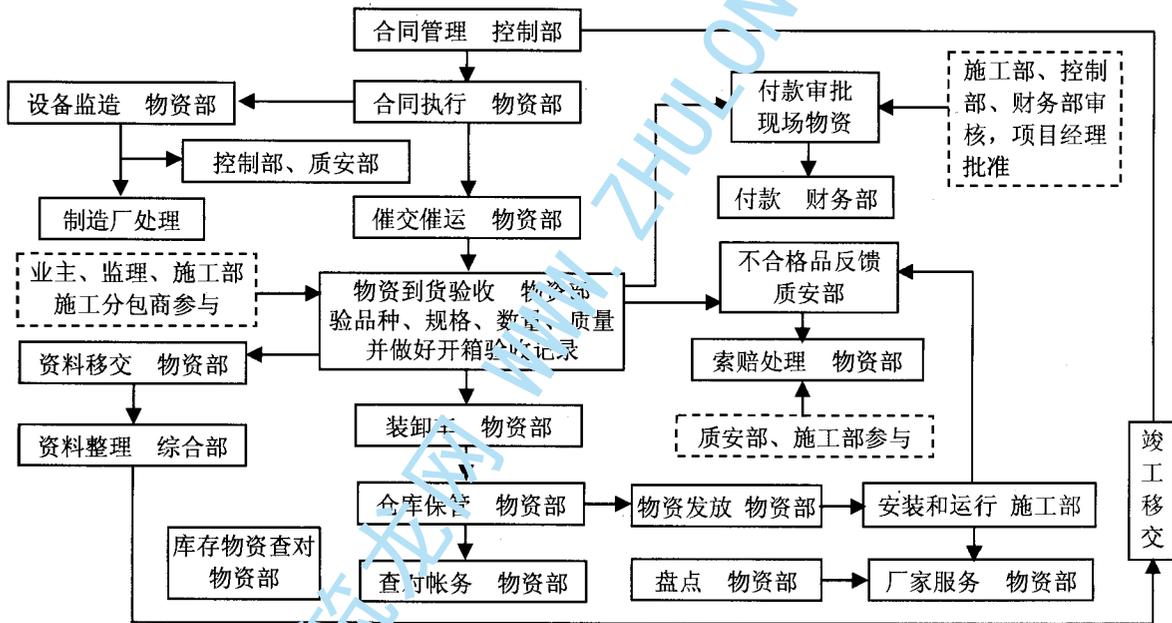
建立了合格供应商、设备监造、催交动态库,有效地实现了物资采购的全过程信息管理和动态跟踪控制,并探索出一套符合合同要求的物资采购管理办法。电站工程的设备和材料费用约占工程费用的50%~60%,对工程的造价影响很大,因此物资采购费用的控制对本工程的成败关系重大。工程建设期间恰逢市场涨价和非典时期,物资部克服困难,借助设计优势和长期合作的供应链,及时调整设计和采购计划,规避了市场风险。

### 3.7 沟通协调及信息管理

工程建设项目涉及面广、环节多、参与项目建设的单位多。各参建单位之间、和外部建立良好信息沟通机制和渠道是搞好项目管理的重要工作之一。项目部从信息管理策划、沟通手段到日常的信息沟通管理的实施均给与了高度重视,加强了与各



附图 7 采购程序



附图 8 现场物资管理流程

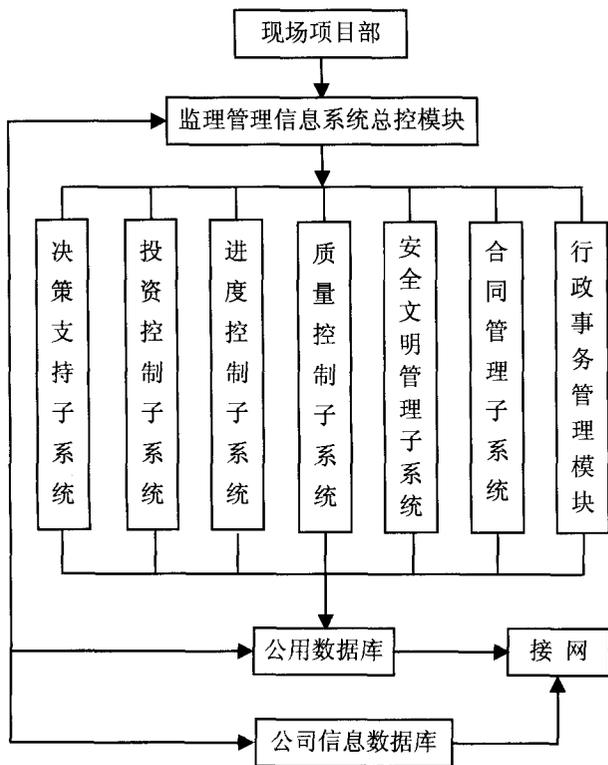
方面的信息沟通协调管理。

(1) 协调管理

- 建立项目沟通及协调程序，明确接口。
- 对各沟通环节均明确主要沟通人员和协助人员、沟通目标和职责明确。
- 建立了项目定期周会、月会、重大问题和日常协商制度。主动、及时地与沟通各方面的关系。
- 利用项目管理软件 P3、项目 MIS、OA、合同管理软件、视频系统实现信息共享。

• 编制了项目信息资料分配和传递程序。规定了项目设计资料、设备资料、管理文件、来往函件的分发和传递程序，实现了信息传递的程序化和标准化。

• 项目建设的重大决策与合同环境的变化要及时准确和业主沟通，对业主关注的问题及重大问题，项目部也要提出合理的建议，为业主做好参谋，比如业主自营项目的技术、工序等，从而保证了工程建设的顺利进行。



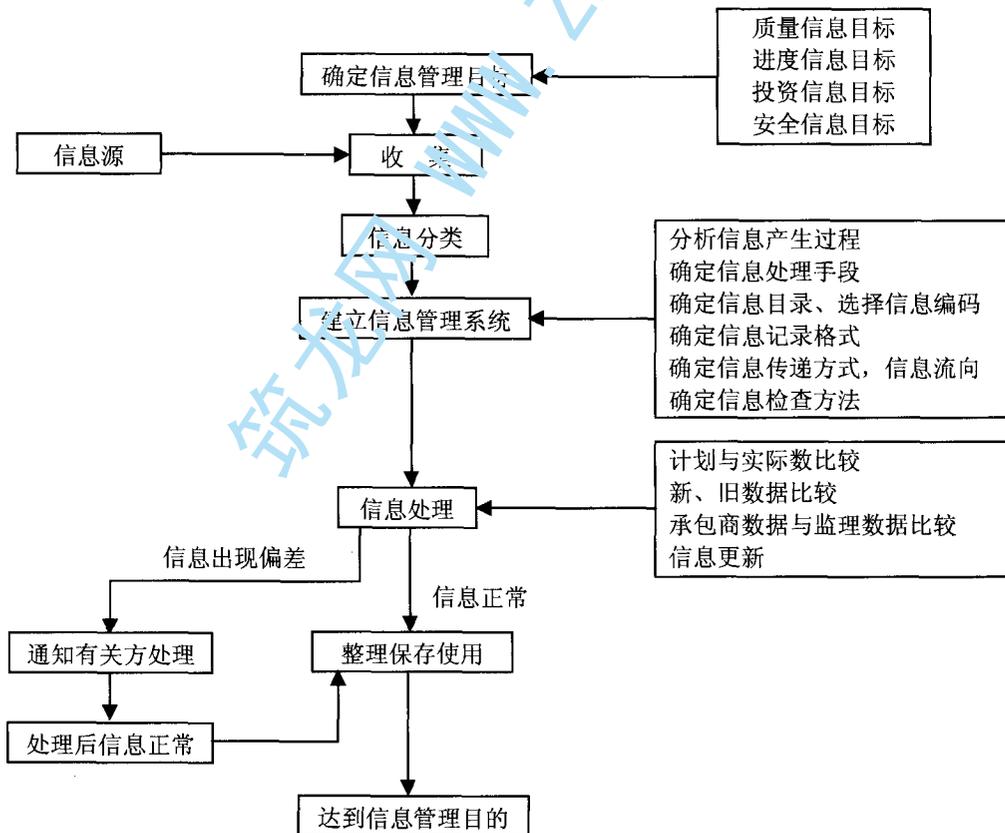
附图 9 信息管理系统

## (2) 信息管理（见附图 9）

- 工程管理信息网络的管理制度
  - 建立网络端口授权制度。
  - 建立限时信息录入传递的规定。
  - 建立工程反馈信息问题制度。对各类信息反映的问题分类处理并整理建档。
- 编制项目信息资料分配和传递程序，并行成记录（见附图 10）。

## 4 结束语

在各级领导的关怀指导下，项目部成员团结一心，克服困难，精心运作，圆满完成了合同约定。受到了甘肃省领导、业主和各方面的高度评价，我院也取得了丰富的国内 EPC 总承包管理经验。在这里由衷期望关心总承包工作的领导、专家、同仁能多多指教，给我院提供更多的指导和帮助，大家共同为国内电力总承包以及全国总承包事业的发展做出应有的贡献。



附图 10 信息管理程序