

高效的项目管理——国内外电厂项目的管理经验

前言

电厂的发展经历了以下阶段：

- 提高安全（20 世纪初），
- 提高效率（二战以来），
- 环境保护（70 年代末），
- 降低费用（现阶段）。

现阶段对费用的优化在既要保持以往成果的前提下又受制于下列边界条件：

- 德国和欧洲的电力市场自由化，
- 国际化，
- 由所谓的 IPP（独立电能生产商）进行电力生产，
- 主要在制造商，
- 主要以交钥匙合同方式发包。

自由化导致了费用压力大增。国际化迫使电厂一方面与外国调度机构合作，检验和采用国外成熟的技术；另一方面也应认识到还无法采用那些既可长期经济运行且可用性又高的技术方案。

世界范围内，越来越多的独立电能生产商（IPP）开始独立生产电能，并将电能卖给本地电网运营商。国际竞争也迫使生产商选择和发展竞争力强技术价值高且廉价的电能生产技术。对于 STEAG 公司而言，由于没有自己的电网，在德国电力市场上历来起着独立电能生产商的作用，这反而有利于将其多年积累的关于长期经济运行的丰富经验运用于新的项目。

在制造商方面，由于市场形势越趋严峻，制造企业开始走集团化道路，只有少数能够做出灵活反应的大企业才能在国际市场上生存下来。在此背景下，作为公正供货的基础条件，企业计划人员和经营者不得不认真仔细地逐一详细开列所能提供的电厂设备，并在适当时候以书面形式提供质量保证。特别是对于交钥匙工程，这点尤其必要，并只能通过高效的项目管理才能获得质量保证。

有经验的计划人员着重考虑电厂在其寿命期内如何做到运行成本低廉，而不是仅仅只考虑表面的低投资费用。当你分析一个项目的成本结构时，会发现这点如何重要。

下面举例说明德国项目（Leuna 精炼厂附属电厂，燃气—蒸汽轮机联合设备）和国外项目（哥伦比亚 Termopaipa 燃煤电厂）所面临的问题、解决方法及采用的工具手段。

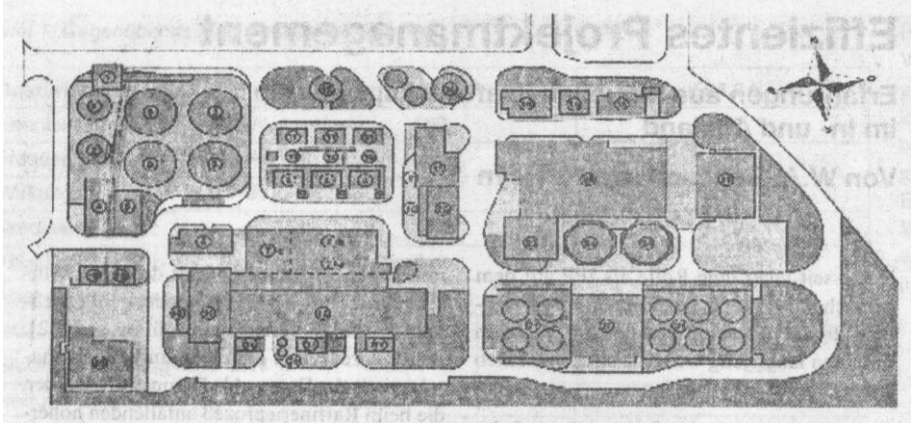
Leuna 精炼厂附属电厂

背景

前几年，德国中部石油精炼有限公司（MIDER）——一家属于 Elf 的子公司，在座落于 Spergau 行政区内的 Leuna 厂区第二分区南面建立了一家精炼厂，于 1997 年建造完毕。STEAG 公司获得这份合同，为满足该精炼厂的能源需求，必须在紧邻精炼厂旁建一座热电厂。

技术

该电厂的特殊之处在于不仅要向精炼厂供电，还需提供在第三级处已作过功的蒸汽、压缩空气和各种做过功的水、给水及冷却水。图 1 给出了电厂布置图和某些特征参数。精炼厂生产过程中产生的高沸腾蒸馏转化产品及燃气被作为燃料使用。由于精炼厂的安全运行要依赖于电厂稳定的能源供应，因而电厂设备的建造具有较高的裕度，而且，电能的供应因与本地电网联网而得到极大保障。



煤仓	2, 3	实际负荷参数	
锅炉（带 DENOX）	7		
烟气脱硫	8, 10, 13, 14	机组容量	101 MW
烟囱	12	过热蒸汽流量	360t/h
厂房	16	Deionat	~510t/h
冷却塔设备	25, 27	冷凝制备	~400t/h
Deionat 设备	21~24	压缩空气	11000 m³/h

图 1 布置图和特性参数

情况

由于投资的时间期限要求电厂于 1996 年底建成，而且精炼厂也要于此期限前投产。按计划，1996 年 12 月开始供应能源。起初，电厂采用 S 重油为燃料运行，并且与供应商签订了包含担保日期和担保的全部合同都要能适应项目实施过程中可能出现的新情况。期间，可收集计划采用的全部燃料的运行经验。

电厂设备迄今已满足了向精炼厂安全供热所应达到的期望。而且，对设备的完整性给予了特别重视。表面看，似乎仅仅涉及几台燃油锅炉，其实看看布有 10000 个点的测点情况表就可毫无遗漏地反映出设备周边的真实情况。相比较：具有烟气净化及脱硫除氮装置的 410MW 燃煤电厂仅约有 3000 个测点。因而，精炼厂自备电厂可实现 600 组功能，相反，每台燃煤机组仅能实现 200 组功能。尽管如此，在实现了高度灵活性的前提下更加重视设备的利用率。

特点

精炼厂自备电厂是一个按照客户不在原计划的实际需要对项目结构进行优化的范例。在计划制定者和未来的精炼厂运行管理者之间的首轮会谈中，双方达成一致，客户主要投资核心项目—精炼厂，而非必然投资能源供应项目。由于 STEAG 公司准备投资能源项目，在整个项目过程中，客户可将精力完全集中于精炼厂上，而将能源供应项目以合同形式写明整体条件后交给有能力的合作者。

技术方案自然由双方密切协商确定，因为精炼厂无故障运行的巨大利益必须与电厂的必

要性相互协调好。

技术上的协调在这个项目中定然不会太过于简单，而且这并非最困难的部分。使项目能获取最优效益的必不可少的合同的制定和管理才是项目开展期间的重点。该范围广泛的合同是依据本项目的各种要求制定的：

- 要求能源供应的客户是一家工业企业，其产品的生产可能有规定期限，
- 提供的资金作为项目专项资金，
- 可利用在精炼厂内部消化副产品的税收优势，
- 企业人事费用须适应新联邦州当地情况。

Schwarze Pumpe 二次原料再利用中心（SVZ）的燃气—蒸汽设备

背景

离 VEAG 公司的褐煤机组不远处，1997 年春， Schwarze Pumpe 老城煤气公用事业公司的燃气—蒸汽轮机设备并网发电。该设备由 Schwarze Pumpe 二次原料再利用中心股份公司建造，用于二次原料的经济利用。自 1992 年进行的广泛的运行试验促使对以前燃用干燥褐煤的煤气制取和净化设备进行改造，使其在碳氢化合物间具有较宽的燃料范围。为了利用煤气制取过程中产生的废煤气建造了甲醇设备和燃气—蒸汽轮机电厂。1994 年 12 月，STEAG 能源技术公司接受委托为 SVZ 设计、采购、建造和投运一家自给自足的能源供应厂。

技术

GuD-电厂的设备方案由煤气生产、甲醇合成及厂方其他特殊要求决定。可使用：

- 煤气制取过程中产生的 50000m³/h 富含 H₂ 和 CO 的纯净煤气，热值为 12~16 MJ/m³/h
- 甲醇合成中产生的 20000 m³/h 净化煤气，热值约为 17MJ/h。

蒸汽消耗器、特别是在 35bar 管系上的煤气制取设备和在 15bar 管系上的脱酚设备对稳定的蒸汽供应有较高的要求。此外，还须向 5bar 的蒸汽管系供汽。这些条件形成下列设备方案：

- 燃气轮机带附属 2 级压力余热锅炉和后备烟囱，
- 可以迅速由联合运行方式切换至一次空气运行方式，
- 具有两级调节抽汽和一级排汽的抽汽凝汽式汽轮机，
- 在汽轮机自动断汽阀启动时可由换热器站进行供汽。

GuD-电厂的具体设计参数和线路结构见图 2。

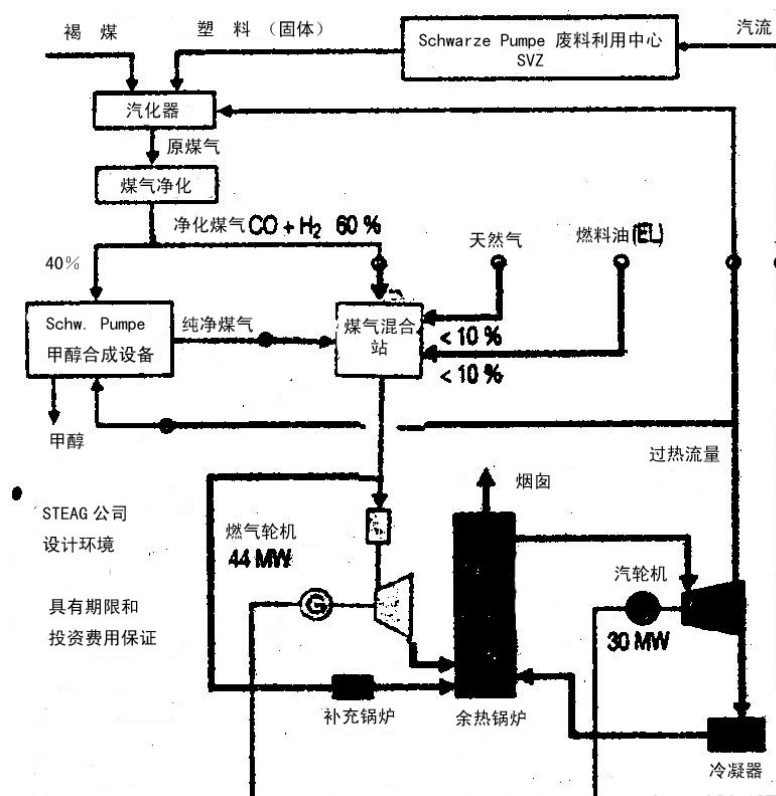
状态

STEAG 公司受委托开始设计后，1995 年 4 月电厂主要部件交付使用。1996 年 8 月，燃气轮机首次点火成功，1996 年 10 月汽轮机完成首次对冲。之后，由于几乎所有主要部件都发生了各种故障，进度严重滞后，

- 尤其是至燃气轮机的混合煤气输入管道，
- 烟囱，
- 燃烧器，
- 托管过热器，
- 低压高温蒸汽管，
- 给水除气器，
- 汽轮机，
- 主要冷却水管。

1997 年 3 月开始商业运行，在进行了广泛变负荷试验及对控制系统程序进行优化后，

电厂于 1997 年 8 月交付使用。此后至今, 电厂一直无故障运行, 可用性非常高。



实际负荷参数

机组容量	75 MW
过热流量	最大 180t/h
压缩空气量	11000 m ³ /h
能量利用率	83 %
年使用率	>8000 h
燃料	净煤气 CO+H ₂ , 合成煤气, 天然气和轻油

图 2 SZV 燃气—蒸汽电厂线路图和特性参数

特点

从项目的掌控方面考虑，SVZ 的燃气—蒸汽轮机项目的特点是，SEEAG 公司的总设计师在经济上与项目的交付和开展的成功和失败挂钩。

Termopalpa 燃煤电厂

背景

哥伦比亚 80% 以上的电负荷依靠水力。由于近年来受气候条件影响可用水力有限，且哥伦比亚严重缺电，因此，哥伦比亚政府鼓励建造私营电厂以满足电力供应。正因如此，STEAG 公司在离 Bogota 185 公里的 Paipa 建造了 165MW 的 Termopaipa IV 电厂。

STEAG 公司以“特殊用途公司”为目的创立了 de Sochagota 电气公司，是 Termopaipa IV 电厂的所有者和运行管理者。Sochagota 公司与当地的供电公司（EVI）签订了长达 20

年的供电合同。同时，STEAG 公司还与合作伙伴汉堡电力公用事业公司共同实施这个项目。

技术

全部设备的提供、安装和投运都以交钥匙合同形式发包。

与在德国的设备不同，双烟道汽包式锅炉为对置式炉膛布置，按国际标准配置有经风鼓系统送风的二次风系统。与德国常用的系统相比，送风系统的结构明显简单些。在合适的设计参数及尺寸情况下，可实现均匀送风。

德国采用低 NO_x 炉膛的经验表明，炉灰受到降低 NO_x 一次措施的消极影响。其一，炉灰中未燃烬成分增加，其二，炉灰从湿式除灰器中的输送性能降低。炉灰脱水不够充分，难以用皮带运输。为了克服这些困难，只有从喇叭口送入部分风。Termopaipa 电厂的炉膛选择了另一种除灰方案，在 Magaldi 系统后布置干式除灰系统，不采用喇叭口送风而是直接送风冷却炉灰，这有助于尾部燃烬，降低了灰中未燃烬成分。因而，炉灰经适当破碎后可象除尘器灰般通过同样通道排出。

状态

电厂试运行已结束，于 1999 年初开始送电。

特点

从国际技术及高效的项目管理两方面考虑，可从 Termopaipa IPP 一项目在国外的实施情况中得出如下经验：

- 有必要早期翻译全部技术资料，
- 收集和翻译相关环保法规，
- 根据当地官方规定协助制定环境保护实施办法并征得官方批准，
- 订立滴水不漏的合同文件，
- 形成设计文件并分期进行二次发包，
- 尽早确定和参加相关控制机构，
- 在 EPC 合同中明确写明有关技术细节的变化，
- 合同受托人有义务对合同委托人的所有技术资料原件进行加工。

质量保证工具

背景

早期质量问题不断出现，如焊缝结构。尽管范围广泛的对零部件和材料的检验没有改变，这些质量缺陷仍让人抱怨。表面来看，供货商的质量政策越来越受到重视（ISO 证书 DIN9001），但供货商的质量却趋于更差。业主要求和现实之间有不小的差距，普通产品的质量常常不令人满意。

在质量保证中，下列条件必须特殊考虑，并标明必要的工程开支：

- 工程在国外实施，
- 交钥匙合同，
- 在制造商方面，由于对费用进行了优化，总体而言造成工作质量较低，这增加了设计师方面的控制费用
- 与国外供货商合作，
- 考虑采用国际标准。

不断增长的费用压力迫使二次发包于无经验的厂家，高要求和需严格监控的部件更多地

由无经验及存在语言障碍的厂家进行生产。这不仅导致二次发包链更长，而且由于分散给众多的制造厂家致使存在许多的平行链环。电厂建造也是如此，链条的承受力是由最弱的环节决定的。

向最终用户负责的供货商既没投入训练有素的人员，也没采用奖励手段以期能使下级供货商按期进行协作，并对供货质量进行控制，遗憾的是这种情况一再发生。为了排除对设备运营商、设备可用性或设备维护费用并最终导致投运延期的不利影响，项目负责人不得不常常采用一些非常规的手段。由于运行经营费用包括人事及维护费用，在整个设备寿命期都会长期影响运行费用，一项措施往往会持续若干年。

目前市场使业主和设计者能拿到有利的设备价，但必须严格要求质量，否则价格优惠形成的优势便所剩无几了。

只要看看质量保证和质量管理就知，仅仅检验构件的制造质量和安装质量是不够的。质量保证很早就已启动。首先必须制定措词有力的规划文件，之后才能据此进行规划查验。这同样适用于期限规划和期限查验。根据这些文件才有可能在第三步对建造和安装按文件规定进行监控及保证制造质量。重要的是应及早采用质量管理才能保证制造商进行必要的自我监控。由于业主常常对质量进行检查和提出要求，这迫使制造商养成提高交货质量的觉悟。拿 ISO 9001 证书作“借口”在这已是不行了。

面向未来的推荐

需要注意的是项目任务在项目执行过程中常常会发生变化，此外，某个任务或同一个任务的项目类型也会发生改变。那么问题产生了：什么原因使得要求发生如此快速的变化，又或其作用为何？在能源工业领域，导致的原因是市场情况变化很快。电力市场化使电力部门的竞争压力巨增，而且这种压力又扩散给了设备制造商和零部件供应商。这形成了能源领域竞争的全球化及设备采购的全球化（“资源全球化”）。结果是链条中的每个环节根据自然法则会将压力下传或尝试下传，如此就导致下级和下级分包的产生——这一过程虽然很有可能导致费用增大，但人们仍希望通过如此做法来降低成本。人们委托一家企业全面负责，称之为“伪负责人”。该企业成为业主的支持者，无数例证表明，独立于供货商的业主支持不仅应该存在，而且是必要的。

如前所述项目表明，必须制定严密的合同。在项目开展过程中，合同还必须适应形势的变化。在这里，合同管理的意义就是检查合同的完整性，并在必要时对合同进行下列补充

- 其它技术，
- 商业条件，
- 交货和履行情况检查，
- 交货范围和交叉说明。

必须进一步检查制定的任务是否足够和明确，必须在发生合同纠纷时能找到有关担保、责任、处罚、善后的规定和措施。公开委托人必须进行管理并制定相关规定，其它诸如风险分析、培训、运行管理者合作义务、保险问答及法律责任也应如此。

所述例证表明，在项目过程中常常有必要进行灵活干预。必须适应所制定的任务和任务重点。在这种情况下，必须停止费用支出以迅速适应用户和项目负责人之间发生的新情况。个别情况下，虽然本包含在供货商合同中的协调或质量保证任务反由项目管理处——以后的运行管理者来负责实施，会产生额外费用，但却有助于减少发生支付纠纷。额外费用要远大于赔偿的费用，即使质量保证的设备能按期投入运行。因为一般情况下，对供货商延期所罚款项完全无法弥补投运延期所造成的损失。

业主支持者如何应对这种情形呢？只有运用高效灵活的项目管理才能成功。必须根据形

势的需要制定详细的任务。一个重要的前提是客户和项目管理之间的合作关系。业主和业主支持者之间的利益要一致。这才有可能确保项目中的双方合作者有相同的利益，即业主产生一分利益，业主支持者也要有一分利益。

如何适用对于电厂设备呢，即从合理化角度考虑，建设常规电厂意义不大，但以模量来组合电厂更适用于高效项目管理。根据某些合同经验、项目实施经验和前期规划可制定出合适的“实施模量”。根据该模量可在考虑到长期运行费用最省和不超出费用的情况下按期完成设备建造。

人们常常有种错误认识，以为在交钥匙项目中相应的合同文本要严密完整得多。事实上，常会简化内部接口描述。反而对相应设备的特性作非常详细的说明。若非如此，设备制造商就会利用随之产生的优化空间将投资费用转嫁于运行费用。最终要能达到这样一个目的，不仅要在保质期内建造成采用一定燃料达到一定功率、具有一定可用性的电厂设备，而且要在整个运行寿命期间都能保证达到额定功率。每次运行的边界条件必须形成文字。设计专家和业主通过紧张讨论和磋商，定义了建造电厂设备时费用优化的边界条件。费用优化的意思是：低廉的运行费用和并非绝对较低的投资费用。

有一点很关键，在交钥匙项目合同中必须公布中间期限和详细技术资料，如此才能判断项目的进展情况和技术质量，才能较早察知出现的差错，才有机会采取对应措施。要做到这一点，只有当资料移交与付款率联系在一起才有可能。这种方法只有业主和项目实施方对整个期限过程都清楚了才会有效。他必须及早发现差错才有可能采取纠正措施。否则，就会面临无法遵守最后期限所带来的压力。

为了防止合同纠纷和维持缺陷，有必要采取一定的形式主义。相应报告必须采用报表形式归纳集中，一目了然。

特别是在国外项目中，以下内容务必要严格按期实施：

- 制造，
- 船运，
- 内陆运输，
- 安装和，
- 投运。

总结

如果以往最终客户的设计师，其主要任务是对一个新项目中的部分设备进行有力且详细的说明和对接口进行协调，那么现在，对期限控制、防止发生合同纠纷和质量保证则更为重要。如果项目中不仅要包括在规定期限和费用内完成设备建造，还要包括紧随其后的设备运行和运行费用，后一点尤为重要。

优化的、以伙伴关系开展的项目管理有一个明显的特点，就是专门为项目和业主发展出所需的项目组织结构。为最终客户服务的工程师必须从客户角度进行思考，工程师或咨询师一开始就必须与客户共同工作，真正弄清楚项目应如何开展和实施。

未来市场对建造电厂需要标准的根据各种技术进行组合的解决方案。在这抽屉式组合结构中必须包含合同和项目实施所需的特殊组成部分。如此，客户的要求-即设备长期低成本运行-才能获得满足。

参考文献略

译自德文期刊《VGB 电厂技术》1999 年第 6 期

2003 年 10 月 26 日