编辑语: 本专题集中讨论了西气东输地面建设工程供配电设计中的一些重要技术问题。文章作者均为该工程电专业设计项目负责人及主设人员, 他们在承担繁重的工程设计任务的同时, 及时进行技术总结, 撰写了质量较高的论文, 仅供同行参考。

文章编号: 1006-5539(2004)03-0001-05

供电可靠性、中断供电和自备电源

郑世同, 李兴明

(中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 从设计角度出发, 结合西气东输工程的进展和外部供电条件的不同, 吸收国外的先进设计理念, 对供电方案设计中的可靠性问题、"中断供电"的概念细分和自备电源等问题进行了分析和讨论, 对下一步的设计工作提出了改进意见。

关键词: 供电可靠性; 供电可靠率; 中断供电; 自备电源

中图分类号: TM732; TM762.1; TE863 文献标识码: A

0 引言

通过这些年大规模的全国城乡电网改造, 我国电力企业的供电能力和供电范围已大幅提高, 但供电可靠率要达到国外的 4 个 9 的先进水平即 99.99%, 电力企业还有较长的路要走。

由于石油天然气行业一般都具有易燃、易爆的生产特点, 在大中型建设工程的用电负荷中, 一、二级负荷占有较大比例, 特别是目前已开工建设的西气东输地面建设工程(含管道工程和源头的克拉 2 气田建设工程, 以下简称西气东输工程)融资成功, 进展顺利, 该工程年供气 120×10^8 m^3, 管线全长 3 900 km, 管径 Ø1016, 输送压力 10 MPa, 批准投资 1 400 多亿元, 该工程的特殊性对供电方案的可靠性提出了新的高要求, 笔者根据该工程设计实践, 对供电方案实施中有关的细节问题以及不同的设计理念, 谈谈自己的认识和体会, 供设计同行参考。为讨论方便, 将本文涉及较多的 GB50052-95《供配电系统设计规范》简称为国标系统设计规范; 将西气东输源头的塔里木气田的用电负荷和西气东输管道工程的心脏部分 10 座压气站中的 4 座(使用变频电驱)的用电情况简单列表(见表 1, 表 2)。

表 1 西气东输工程塔里木气田主要气田产量和用电负荷表

大型整装气田名称	克拉 2 气田	英买七	羊塔克	玉东 2	吉拉克气田
概况	大型、高产、高丰度、超深层纯气田	大型、中产、高丰度、超深层带油环的凝析气田	中型、高产、高-中丰度油气田	中型、高产、中丰度、中等凝析油含量的凝析气田	中型、中产、中丰度、超深层气田
产量, $\times10^8$ m^3	100.24		23.649		4.858
用电负荷, kW	3 585(近期) 5 678(远期)		22 249		940.9

收稿日期: 2004-02-10; 修回日期: 2004-06-18

作者简介: 郑世同(1944-), 男, 河南温县人, 高级工程师, 主要从事石油天然气地面建设工程中的电气设计工作。电话: (028)86014942。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 西气东输管道工程电驱压气站性能及配置表

站名	里程, km	海拔, m	额定轴功率/最大轴功率, MW	额定转速/最大转速, r/min	变频电机台数×功率, MW	运行/备用
郑州	3 009	160	12.88/14.51	待定/6 500	(1+1)×16.0	1/1
蒲县	2 668	906	14.01/15.66	待定/6 500	(1+1)×17.0	1/1
中卫	2 025	1 246	17.94/20.54	待定/6 500	(1+1)×22.0	1/1
山丹	1 630	1 921	18.23/20.38	待定/6 500	(1+1)×22.0	1/1

从表 1, 表 2 可以看出, 各区块气田的用电负荷和管道压缩机站的用电负荷的容量范围在几千千瓦到几万千瓦之间, 根据电力系统规划的技术经济原则和各级电压的经济输送容量以及各级电压的合理供电半径, 西气东输工程将分别建成十几个以气田净化厂或以管道压缩机站为负荷中心的、以 35 kV 或 110 kV 为最高运行电压的用户终端变电所, 这些终端变电所都将按规范对一级负荷的供电要求按二个独立电源供电设计, 设置两台变压器, 主接线采用桥接或单母线分段。若当地电网限于供电条件只能取得一个独立电源时, 则另设自备发电机组电源作第二电源, 对一级负荷中特别重要负荷, 采用现在普遍运用的蓄电池静止型不间断供电装置(简称 UPS 装置)供电。

1 供电可靠性[1]

可靠性是衡量一个工程系统性能优劣最重要的质量指标之一, 可靠性可定义为元件、设备或系统等在规定的时间内、在规定的条件下完成规定功能的能力。对电力企业而言, 可简单表述为向用户提供质量合格的、连续不中断的电能这种特殊商品的能力; 对电力用户而言, 情况要复杂一些, 因工厂或企业的供配电系统一般是由供电电源、送电线路(含公用或专用线路)、变压器、配电装置(众多断路器和开关设备)以及繁杂的用电设备等组成, 供电的可靠性分析和可靠性的量化非常复杂, 这里既包括供电电源(即前述电力企业)的供电可靠性, 也包括众多电路元器件和用电设备的工作可靠性, 用户供电可靠性的提高首先被动依赖于电力企业提供的供电电源可靠性的提高; 其次是选择各种电路元件和设备包括一、二次设备元件的高质量以求可靠性; 第三则应保证变压器、线路等具有相当的容量裕度(双变压器、双线路各承载运行在 1/2 的一级负荷容量)基础上, 还应结线简单、灵活(复杂的供配电系统可靠性并不一定高), 并辅以各种监控、保护和自动化措施等以提高用户供配电系统运行的稳定性。这里我们仅讨论在西气东输工程设计中对供电方案影响较大的电力企业提供给用户的供电电源的可靠性问题, 而把用户自身的变配电系统的可靠性暂假定为 100%, 当然这是不可能的, 此时供电电源的可靠性则近似等于各区块气田或管道压缩机站供电方案中所要求的供电可靠性。

近些年来, 电力部门努力与国际接轨, 在电力系统可靠性研究和实践方面已取得了具有中国特色的可喜成果。根据国家电力公司《中国电力可靠性管理年报》公布的 1999 年全国部分城市用户供电可靠性年度平均指标, 我国发达地区城市中压电网的供电可靠率最高已达 99.97%, 如北京、大同、济南等地, 即使较落后的西部地区供电可靠率最低也达到 99.35%, 这是一个西气东输工程供电方案设计中的可借鉴粗估使用的统计指标, 下面根据该年报提供的计算公式进行简单反演后得到表 3 的结果。

供电可靠率: $RSI=(1-\frac{t_1}{t})\times 100\%$

式中 t_1——用户年平均停电时间;

t——统计时间, 全年可按 8 760 h 计, 此时含计划停电和限电。西气东输工程按规范取8 000 h计。

需要说明的是, 虽然年平均停电时间长短基本可反映目前我国地区大电网的实际供电水平的差异, 东部发达地区较西部欠发达地区相差达 20 倍以上, 但随着西部大开发的进行和城乡电网改造实施, 这种差别将日趋缩小。目前, 东西部投资环境的差异由此也可见一斑。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3　不同供电可靠率对应的用户年平均停电时间, h

t_1, h / t, h / RSI	东部最高供电可靠率 RSI_{max}= 99.97%	西部最低供电可靠率 RSI_{min}= 99.35%	平均供电可靠率 RSI_{eve}= 99.66%	备　注
8 760	2.63	56.94	28.78	
8 000	2.40	52.00	27.20	一个供电电源
8 000	0.072	0.33	0.092 5	一级负荷 二个供电电源

从表 3 也可看出, 一级负荷若能有真正意义上的二个独立供电电源供电, 在理想情况下, 其供电可靠率将是很高的, 即使是克拉 2 气田等位于由新疆电网(取 RSI= 99.35%)覆盖供电的用户, 若能从其取得二个独立电源, 其供电可靠率可达 99.995 8%, 对应年平均停电时间仅为 0.33 h, 即 20 min。这里还有一个年平均停电次数的问题, 若每次停 1 min, 但一年停 20 次, 与一次停 20 min, 一年只停电 1 次是不能相提并论的, 这需要用另一供电可靠年指标来衡量。

2　中断供电[2]

何谓"中断供电"? 一般而言, "中断供电"通常也称为"停电", 但深究或仔细体会其内涵, "中断供电"更书面化, 似乎与短时停电的时间概念有关, 而"停电"则更口语化, 似与长时停电的时间概念相系, 我国现行设计规范并未给出明确定义, 只是在 GB50052-95 系统设计规范中多处使用了这一术语, 而早已废止的 GBJ52-83《工业与民用供电系统设计规范》中则明确指出, 我国现阶段电网的供电水平只能满足允许中断供电时间大于 1.5 s 的用户的用电需求。不论是一个或二个电源, 当电源中断后通过重合闸或备用电源自投装置等恢复供电, 都会出现瞬停, 瞬停在 1.5 s 内, 电力部门不认为是"停电", 前文叙述的供电可靠率也无法反映这种"停电", 但西气东输管道工程中的 4 座电驱压缩机站(见表 2), 由于采用大容量电机传动的高压变频调速装置, 在瞬时停电恢复后却无法自动再起动, 为了在设计工作中尽快与外国公司的设计理念接轨, 有必要在新形势下对"中断停电"的概念重新审视和研讨。

停电一般可分为故障停电和计划停电两大类。计划停电由于事先通知了用户, 用户特别是连续作业程度极高的石油石化企业, 一般都是按电力部门计划停电的日期安排自己年度大修计划。因为不会造成安全事故和经济损失, 也就不视为"中断供电", 但故障停电却被国内外电力系统运行经验证明是无法避免的, 只是随着电力技术的进步, 故障停电的次数和时间呈下降趋势而已。

现代电力系统已步入大机组、大电网、超高电压时代, 随着三峡工程的建成, 我国电力系统将实现全国联网, 大规模电力系统的互联在给社会带来巨大经济效益的同时, 也带来了大面积停电的潜在风险。电力系统就本质而言是一个电能从生产、传输、分配到使用的非线性平衡态的动力系统, 同时又是一个开放的动态能量系统, 它本身的复杂性和不确定性会伴随内部元、器件性能劣化或遭受来自外部自然界的以及人为的破坏而发生故障, 即使在欧美发达国家, 多功能电力系统在线事故预警及防治系统也不能完全避免电力故障的发生, 我国的电力法规也从未要求电力部门保证供电不中断, 即使供电中断, 不论时间长短也不会被罚款, 即使这样, 这些年来电力部门在采用变电气故障由紧急控制为预防控制、变定期检修为按需检修等先进技术以提高电力系统的安全可靠性方面仍取得了长足进步, 这也再次验证, 一切市场行为的最终目的就是要在安全可靠的约束条件下, 完成规定功能, 获取最大经济效益。

按国外欧美的一些标准, 将"中断供电"的情况按时间长短细分为 5 类, 详见表 4 所示:

表 4　"中断供电"精细分类表

中断供电分类名称	时间界限	GB50052-95 系统规范对应的常用应急措施
不中断(uninterruption)	≤10 ms	UPS
甚短时中断(instantaneous)	≤0.15 s	UPS
短时中断(temporary)	≤0.5 s	UPS 或带自投装置的独立专用线路(< 0.5 s)
中时中断(momentary)	≤15 s	带自投装置的独立专用线路(< 15 s)
长时中断(sustained)	> 15 s	快速自启动的发电机组手动或自动投入的任何备用线路

对高科企业, 即使是瞬时停电, 也会造成工厂较长时间的停运停产, 带来较大的经济损失。国内高新独资企业, 只接受 0.2 s 的甚短时中断停电, 美国调查, 25%用户也只接受 0.2 s 停电, 15%用户接受 1 s 短时中断停电, 在美国持续 1 ~ 10(0.02 ~ 0.2 ms)周波的停电, 会造成工厂平均停运的时间为

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.39 h。

变频器抗瞬停(短时中断供电)的能力(时间长短)是不同的,它随着变频器的结构、容量和制造厂家等不同而不同,一般而言,容量愈大,抗瞬停供电时间也愈长,变频器中间直流环节的储能元件采用电容则较采用电感的抗瞬停时间长,根据调研和厂家资料,同为中压 7 000 kW 左右的变频器,罗宾康公司(ROBOINCON)的完美无谐波变频器的抗瞬停供电时间约为 20 个周波(400 ms)左右,西门子(SIEMENS)公司负载换相式变频器的抗瞬停时间则为 10 个周波(200 ms)左右,前者中间直流环节储能元件为电容,后者为电感,郑州、蒲县、中卫、山丹 4 座电驱压缩机站中的变频器都将因二个供电电源事故瞬停时间为 1.5 s 而停运,若再次启动变频器到正常运行的启动调整过程约需 20~30 min,这对管道的压力、流量等影响平稳供气的参数将产生不利影响,只能寄希望上、下游压缩机组的增大出力调控和管道本身所具有的一定贮气能力弥补,严重时只能越站运行,显然按表 2 采用对应容量的在线巨型 UPS 装置来应急供电(UPS 切换时间为 3~5 ms)是不可能的。

富士电机公司的低压变频器(2.2~22 kW)的耐瞬停时间在 0.8~14 ms 之间,若工艺生产需要变频器可由 UPS 直接供电,UPS 不但可以抗瞬停,还可以抗瞬时低电压,甚至可以承受十几分钟的停电事故(视电池容量定),南京某大型石化厂腈纶纺丝装置就采用这种应急措施,效果良好。

大容量变频器对电网产生谐波污染超标和从电网大量吸收无功造成 cosϕ 下降需动态补偿等问题也极需引起足够重视。

另外还需说明的是为配合一级负荷机泵(含高、低压电动机)在供电电源瞬时中断复电后能够实现分批再启动,要求中断复电时间尽量短和自动装置相互间的选择性配合,这是有矛盾的。作为终端变电所,上级电源线路装设的单次自动重合闸(ZCH)一般为 0.8~1 s,本变电站第一级备用电源自投装置(BZT)应较 ZCH 大一时限阶段($\Delta t=0.5$ s),一般将为 1.3~1.5 s,考虑高压电动机反馈电流影响故障点电弧熄灭,为提高重合闸成功率,ZCH 动作时限宜取 1 s,有条件可取 1.2 s,这与电动机能可靠地分批再启动的中断复电时间尽量短的要求矛盾,需统筹考虑。目前微机保护可使选择性保护的时限 Δt 减少到 0.3 s,由于重合闸要保证故障点电弧的可靠去游离,即使 ZCH 取 0.8 s,配合微机保护 BZT,最小短时中断时也将达到 1.1 s。

有利的是,智能化低压电器的发展,使交流接触器延迟释放功能和精度大为提高,为低压电动机实现分批再启动提供了有利条件。根据调研,低压电网瞬跳复电的最长允许时间不宜大于 2 s,2 s 内复电则按各批自启动整定值自动实现分批再启动,若复电时间大于 2 s,则自动退出分批再启动。

调研和实践还表明,带 0.5~0.7 s 时限的电流速断保护装置,其动作不会造成其它电动机跳闸和转速的显著降低以及自启动的困难,但如果与其配合的自动装置时限太长,当发生永久故障时,母线电压一般会在 10%~30%额定电压,所有自启动电机受阻力矩等作用转速都降低很多,自启动很困难,此时应进行较详细自动启动计算。

3 自备电源

非不得已,不设自备电源,一般而言,全外电源供电方式都优于完全自发电方式,因此工程供电方案首先都应该从当地大电网或地方小电网取得满足一、二级负荷供电要求的二个独立电源或二回线路供电。按 GB50052-95 系统设计规范的定义,自备电源对一级负荷既可指第二工作电源,也可指为一级负荷中特别重要负荷供电的应急电源,对二级负荷仅指不能满足二级负荷要求的仅一回非专用线路供电时的备用工作电源,按该规范,二级负荷中无特别重要负荷,也不应该设应急电源,但石油天然气行业众多的划为二级负荷如分输站、门站等也有易燃、易爆的生产特点,加之仪表自控系统广泛采用 DCS 集散控制系统(厂、站)和 SCADA 数采与监控系统(管线、集气、集油站场),按中断供电后造成的停产事故损失划为二级负荷的建设项目也有特别重要负荷,建议该规范修订时在 13 页名词解释中宜增加“二级负荷中特别重要负荷的”的定义,并相应增加其供电要求(措施)的内容。

经过较详细的技术经济比较,西气东输工程中,克拉 2、英买七气田将在净化厂内建设自备电站作第二工作电源,哈密、红柳等燃机驱动压气站因远离电网也需建自备电站作工作和备用工作电源,这里须注意的是在选择发电机组的型式时前者应按主供机组确定,后者按备用机组确定,自备电站均采用自有资源——天然气作发电燃料,避免柴油储运的投

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

资,同时也降低自发电电能的成本。

下面重点以克拉 2 气田设置自备电源的细节问题总结我们的体会,特别是与合资方壳牌石油公司的技术人员达成的一些共识,有助于完善我们设计的供电方案。

a)克拉 2 气田当地的供电条件难于取得符合一级负荷要求的真正独立的二个供电电源,预可研阶段的单一发电(二用二备共 4 台)的供电形式是不可取的,目前采用一回专用 110 kV 线路加一用一备的自备电站的供电形式是优选供电方案的结果,但考虑 110 kV 专用线取自当地黑孜尔水电站的升压站,限于该电站及所属阿克苏州电网水电比重大及枯水期长(4 个月),限电的可能性大且时间长,自备电站(机组配置为一用一备)长时间满负荷运行的机率大。一旦净化厂全厂故障机率很小将失去自发电燃料气源,我们接受壳牌公司技术人员的建议按 N+2 原理另设快速自启动的柴油发电机组(1 000 kW,1 套)作自备电站发电机组等的黑启动应急和火灾消防等应急电源。燃料采用较贵的柴油,保证了第三电源的独立性和可靠性。

b)自备发电机组的设备选型主要是原动机采用燃气轮机还是内燃机,在本工程的发电机容量范围(3 245 kW)内二种机型都有成熟产品可选。据调研,瓦锡兰(芬兰)公司的内燃机效率可达 44%(单循环燃气轮机的效率在 34%左右),另较突出的优点是该型内燃机组在海拔 1 500 m 以下和环境温度 40 ℃以下输出功率不会降低,另外内燃机的大修还可在现场就地进行,与此相比,燃气轮机对环境和大修条件要求苛刻,降容较多,需回厂大修,因此推荐使用天然气内燃机组作自备发电机组的选型。

自备电站采用无人值守的天然气发电机组,性能优良,自动化程度高,卡特彼勒(美)公司、瓦克夏(美)公司及瓦锡兰(芬兰)公司等都能提供容量为 4 000 kW 左右的全自动化的天然气发电机组,机组为计算机控制系统,功能可实现自启动、自动调压、自动调频、自动调载和自动并车,按负荷大小可自动增减机组,完善的故障自动报警和远动控制等,一用一备的配置还要求备用机组始终处于完善的准备起动状态,一旦运行机组故障或外电源中断供电,备用机组可立即启动并在 15 s(甚至 4~7 s)内投运正常带负荷运行,外电源和自发电机组各自独立运行带 1/2 总负荷,互为热备用但不得并列运行,以保证二个电源的独立性。

但天然气发电机组作为要求长期连续运行的一个独立电源,较外电源作独立电源的致命弱点是它需要作定期的维护保养。维护保养分两种:不停机检查项目和停机保养项目,关键问题是停机保养项目大大降低了作为独立电源的可靠率,如何定量计算表述天然气发电机组的供电可靠性仍作为我们一个待研究解决的技术问题。天然气发电机组的停机保养项目如下:

(a)每 1 500 h 左右约 2 个月就需停机小修:点火火花塞、油滤芯(双滤芯设计时,可不停机更换)、空气滤芯、防冻液等,约需 30~40 min 左右。

(b)每 12 000 h 左右约 1 年半需停机中修:顶部检修、阀间隙调整、密封圈及其它易损件的更换,约需 3~5 d。

(c)每 50 000 h 左右约 6 年需停机大修:换气门、活塞及活塞环,修曲轴、增压器、水泵等,约需 10~15 d。

若同样一个克拉 2 气田,在东部发达地区(供电可靠性高)建设和在西部最偏僻的不发达的塔里木盆地北缘建设等电源建设的标准应不一样。大、中、小修均可在现场就地进行,这是内燃机组优于燃气轮机组之处,运行时间不能归零起算。燃气轮发电机组的大修必须搬运回厂家或厂家指定的专门维修点进行。

c)克拉 2 气田的现行供电方案——一回 110 kV 线路加自备电源(一用一备)构成的二个独立电源的供电可靠性应远低于前文所假设的取新疆电网(RSI=99.35%)的二个独立电源所作的供电可靠率计算结果(RSI=99.995 8%)自备电源的可靠率肯定低于 99.35%。为了保证克拉 2 气田作为西气东输工程主力气田的用电可靠性,应关注新疆统一电网的建设,争取在库车县新建的 220 kV 变电所引接一回 110 kV 专用线路,这样克拉 2 气田的 110 kV 降压变电所主结线将由目前一期的线路-变压器组改为桥形结线,这一提高供电可靠性的举措已得到壳牌公司的认同并体现在设计文件中。

参考文献:

[1] 国家电力公司. 中国电力可靠性管理年报[R]. 北京:国家电力公司,1999.

[2] 国际铜业协会. 优化电气设计——实践指南[Z]. 北京:国际铜业协会(中国),1999.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

SELECTED ABSTRACTS

NATURAL GAS AND OIL
(QUARTERLY)
Vol. 22 No. 3(Total No. 197)Sept. 2004

SPECIAL SUBJECT

Reliability and Interruption of Power Supply and Self-contained Power Supply

Zheng Shitong, Li Xingming(China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China)
NGO, 2004, 22(3): 1 ~ 5
ABSTRACT: Combined with advanced design ideas at home and abroad, analyses are made on such issues as reliability and interruption of power supply and self-contained power supply and some suggestions are provided to further designs.
KEY WORDS: Power supply reliability; Rate of power supply reliability; Interruption of power supply; Self-contained power supply

Harmonic Suppression of Power Source Frequency Converter and Improvement of Power Factor

He Limei, Lei Ying(China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southewst Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2004, 22(3): 6 ~ 11
ABSTRACT: In view of preliminary design plans on compressor units in "West-to- East Gas Pipeline Project" and according to power supply system, analyses are made on harmonic effect and reactive power developed when matched Frequency-Converting and speed-regulating units operate, appropriate suppression methods and compensatory measures are provided in order to meet corresponding demand.
KEY WORDS: Frequency converter; Harmonic suppression; Wave filter; Reactive compensation

Selection of LA Battery in "West-to-East Gas Pipeline Project"

Guan Yue, Wang Qiang(China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2004, 22(3): 12 ~ 15
ABSTRACT: Battery is the critical component of standby power supply system of AC or DC UPS utilized in long-distance natural gas pipeline projects. New techniques, new materials and new production methods of LA battery are highly developed. In accordance with LA battery selected in "West-to-East Gas Pipeline Project", introduced are current situation and the tendency of LA battery technology, analysis is the invalidity of VRLA battery and its working improvement, concluded is the key point of LA battery design and measures are put forward to promote working conditions of LA battery according to system engineering techniques.
KEY WORDS: LA battery; Lean liquid VRLA battery; Gel battery; Invalidity; Capacity selection; Intelligent management

OIL & GAS TRANSPORTATION AND STORAGE

Study on "Six-relationship" and Design Idea for Large-diameter Pipeline Construction

Xiang Bo, Chen Jing(China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southewst Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2004, 22(3): 16 ~ 20
ABSTRACT: "West-to-East Gas Pipeline Project" has created a new page of long-distance and large-diameter gas pipeline construction. Large-diameter gas pipeline construction has its own characteristics and rules; it is necessary to correctly deal with its corresponding relationships and determine appropriate guiding principles. Summarized are design and construction works completed in "West-to-East Gas Pipeline Project", discussed are characteristics of large-diameter gas pipeline construction and its corresponding "Six-relationship" and put forward are design ideas and guiding principles required to follow in large-diameter gas pipeline design.
KEY WORDS: Large-diameter pipeline construction; Six-relationship; Design idea

Study on Optimization of Long-distance Natural Gas Transportation Pipeline Design

Liu Wu, Gu Xueqin(Southwest Oil College Transportation & Storage Institute, Chengdu, Sichuan, 610500, China)
Tang Jinsong(Nanchong Natural Gas Company, Nanchong, Sichuan, 637000, China) **NGO**, 2004, 22(3): 21 ~ 23
ABSTRACT: Based on the laws of engineering design, the optimum long-distance gas pipeline design plan is selected among many preliminary design plans. The design parameters and economic indexes of design plans are characterized by typical hierarchic properties. These properties can be used as important quantitative index(weight) corresponding to the design object, in combination with MCZ method, which can calculate the approaching extent by comparing preliminary plans with optimal one, the order of prior selected of multiple plans can be determined. The analysis shows that the optimum plan can be defermine by using AHP-MCZ to establish index system and structure model for optimizing the design plans. AHP-MCZ method is effective for designers to select a technically feasible and economically reasonable design plan.
KEY WORDS: Gas pipeline; Hierarchic analysis; MCZ method; Design; Optimization

Design of Fire-fighting Pump Station and Selection of Equipment

Wang Jianhua, Liu Jinling, Shu Dan(Logistic Engineering College, Chongqing, 400016, China)
Zhang Shu(Unit 78416 of The People's Liberation Army, Chongqing, China) **NGO**, 2004, 22(3): 24 ~ 26

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net