

一九八七年

日本电力技术成果译文集

(译自日本'88年1月《電気評論》杂志)

黑龙江省电力试验研究所

一九八八年六月

一九八七年 日本电力技术成果译文集

译自日本1987年1月号《电气评论》杂志

孟昭范 赵如汉 金基圣 高 巍
王守芳 王东涛 姜彦来 叶永坚 译
徐旭涛 唐树范 杨桂桥 张荣权
张荣权 校

黑龙江省电力试验研究所

1988年6月

目 录

—1987年·日本电力技术革新—

北海道电力公司的技术革新

.....副社长 房田 一夫 (1)

东北电力公司的技术革新

.....副社长 胜又 义信 (32)

东京电力公司的技术革新

.....副社长 藤井 祐三 (67)

中部电力公司的技术革新

.....副社长 长泽 和夫 (117)

北陆电力公司的技术革新

.....副社长 高桥 宏 (156)

关西电力公司的技术革新

.....副社长 饭田 孝三 (182)

中国电力公司的技术革新

.....副社长 和泉 晋一 (215)

四国电力公司的技术革新

.....常务理事 富田 盛夫 (250)

九州电力公司的技术革新

.....副社长 白石 晶一 (281)

电源开发公司的技术革新

.....副社长 田中 好雄 (315)

日本核能发电公司的技术革新

.....副社长 服部 角男 (342)

北海道电力公司的技术革新

副社长 户田 一夫

目 录

I 前言..... (1)	VI 送电部门..... (12)
II 水力发电部门..... (1)	VII 通讯部门..... (15)
III 火力发电部门..... (3)	VIII 系统应用部门..... (20)
IV 核能发电部门..... (5)	IX 配电部门..... (22)
V 变电部门..... (8)	X 研究部门..... (26)

I 前 言 (略)

II 水力发电部门

1. 东之泽水力发电厂投运

位于静内川上游的东之泽水力发电厂, 1983年7月动工兴建, 1987年2月20日投入营业运转。它是本公司以综合开发日高地区三条河流(沙流川、新冠川、静内川)为内容的日高电源开发项目之一。

东之泽水电厂工地位于日高山麓, 由于地处偏僻山区, 考虑了电厂竣工后的维护生产方面的问题, 使土建工程、发电设备等做到合理设计。现举出如下各项, 加以说明。

(1) 土建工程

(i) 东之泽大坝是本公司最高(70m)的混凝土重力坝。为做到无人管理而采用自由越流方式。

(ii) 支水路进水设备的入口能适应洪水时的大坝溢流水位, 入口门能自动开闭, 堆积土沙的排放, 针对可能出现的水位, 采用水位自动跟踪排沙门。

(2) 电气工程

(i) 在20000kW 水轮发电机组上, 第一次采用电动伺服马达, 采用固有 GD² 和65%速度变动率, 模型试验省略。

(ii) 配电盘开关设备则采用教控装置和异常监视装置等等。处处都采用了具有高可靠性和经济性的技术。

这些新技术,在营业运转后,都运转顺利。

2. 小樽内水力发电厂动工

小樽内水力发电厂位于札幌市定山溪,是北海道开发局建设中的定山溪水库的附属发电厂。1987年6月29日动工兴建,是一座最大功率为7000kW的水电厂。

这座定山溪水库的建设,是为治理石狩川和适应札幌市人口剧增而增长的水需要。它是作为丰平川综合开发计划的组成部分,于1979年开工的。是建设中的北海道最大的重力式混凝土坝(高117.5m)。

该水电厂的建设工地在札幌市定山溪叫做奥座敷的地方。这一带由于是支笏洞爷国家公园的第二类特别区,特制订了万无一失的环境保护计划才进行施工。具体做法是,为使地貌的改变减少到最低限度,各种建筑物几乎全部是地下式;地上施工过后要进行修景绿化;对施工产生的污水要进行机械净化处理。

第1表 小樽内发电厂设备概要

发电方式	水库式
额定容量	700kW
有效落差	83.5m
大坝 (北海道开发局施工)	
型式	混凝土重力式
高度	117.5m
进 水 口 (北海道开发局施工)	
型式	选择进水设备 (多级式圆筒闸)
压力管道	1 条
延长	284m (共用127m 发电专用157m)
发 电 厂	半地下式
排 水 口	钢筋混凝土明渠
水 轮 机	型式 立式斜流水轮机
	功率 7270kW
	转数 600转/分
发 电 机	型式 立式三相交流同步发电机
	功率 7370kVA
主变压器	型式 户外型三相油浸自冷式
	容量 7370kVA

此外,由于先期施工的定山溪水库建筑物与小樽内水电厂间的距离颇近。因此在压力管道用的隧道及发电厂工程开掘时,采用净力破碎施工法,使之不影响既设的建筑物。工程目标是1989年12月投运,这形成电厂全体职工共同意志,进展顺利。

电气设备从降低成本为目的进行选择：①选用F种绝缘；②采用经济运行自动控制及具有用水量计算功能的组合型配电盘；③采用囊式压油箱以及吐量可变的压油泵。在环境保护方面计划采用：①动轴敷无油化；②户外安装的开闭器类 22kV 间隔化。

Ⅱ 火力发电部门

1. 开发砂川发电厂3、4号机运行支援系统

(1) 前言 作为火力发电设备腰峰负荷值运行控制技术的开发之一，本公司由去年10月分开始，以3、4号机为对象进行了支援系统的开发。

(2) 背景 由于近年火力发电设备的控制技术有了飞跃的发展。因此，该系统采用了全自动化技术，实现了最佳控制，为火力发电设备供需调整机能的提高作出了贡献。

但是，就燃煤设备而言，燃料性状的变化，磨煤机起动、停止过程的燃烧特性的过渡变化，特别是随着锅炉传热面的附灰而使热吸收性等发生变化，因此没有一个既实用又固定的模式。以前的控制系统存在的问题，只能依靠熟练的运行人员的经验加以解决。

另外，在腰峰负荷值运行条件上，由于机组起停次数的增加和日常基本负荷的运行，降低了运行效率。为此，今后要维持和提高基本负荷运行时的效率，则运行控制技术便是重要的课题。

(3) 目的 在分析火力发电设备运行人员的操作运行时，便可从CRT、BTG盘上所设置的检测仪表上得到证实，再和过去的经验、知识进行反复地推论，去掌握现在和以后的运行状态。但是，当设备正常运行或异常时，应注意下面的状态量和推论过程以及所采取的对策。

正常时：在高效运转和节能运转的观点下，为维持设备在最佳状态下运转的操作。

异常时：为判断原因和予测波及状态，回避状态的恶化。

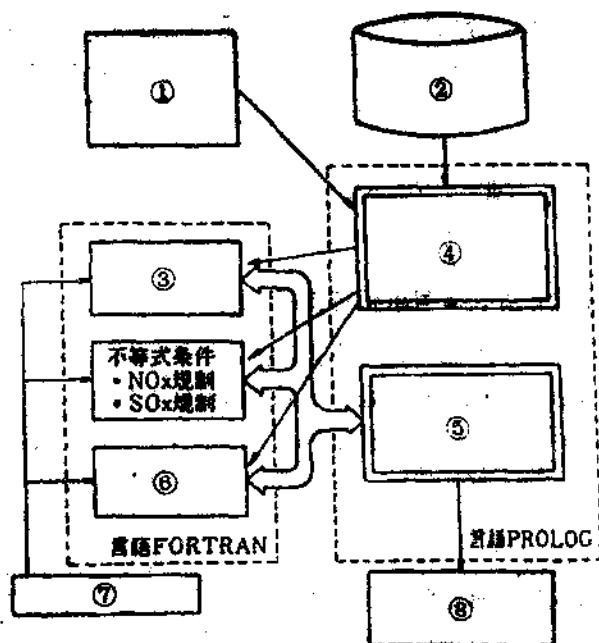
本系统主要以上述的正常操作为对象，这靠以前的控制系统是很难适应的。因此，不得不依赖运行人员的监视能力和经验进行操作，在操作上设置了重点支援系统，以求维持和提高操作均匀化，基本负荷运行时的效率并提高其可靠性。

(4) 机能简介 本系统典型的支援机能如下：

- 燃烧管理（最佳 O_2 控制、OFA 开度）
- 热吸收管理（吹灰机的使用频度）
- 复水器的真空度管理
- 磨煤机运行状态管理

另外，还备有效率计划、予定计划计算、报警解析等机能。

然而，完成这些机能，用以前技术的相对部分，在现有软件技术上，在必要的部分进行了智能化，应用专家系统(AI)技术。如第2图所示的最佳 O_2 控制软件的构成块图。



第2图 最佳 O_2 控制软件控制构成块图

① 外扰 · 露的水分 · 负荷 (MW) · 磨煤机运转台数 ② 知识库 · 关于外扰的知识 · 过去的经验
③ 成本函数 (效率) · 排烟损失 · 厂内动力 ④ 参数自动设定 ⑤ 最佳值探索 ⑥ 不等式条件 · 空
燃比和 O_2 ⑦ 设备 ⑧ 操作量响应 · 空燃比设定 · OFA 开度

(5) 硬件的简介 在 3、4 号机组上分别设置了计算机 (主记忆 5MB、辅助记忆 142MB) 构成相互支援系统。过程的输入、输出, 作为限定对象的各机组, 数字输入是 220 点左右、模拟输入是 220 点左右、脉冲输入是 30 点左右、数字输出是 50 点左右。

另外, 在中央操作室, 设置了操作员控制台 (在两套共同系统中设置了 3 台 CRT 及键盘) 并备有人机联合接口。

(6) 开发工程 开发工程按下述时间进行:

- 1984 年下半年 ~ 1986 年上半年: 基础研究、设计;
- 1986 年下半年 ~ 1987 年上半年: 系统开发、安装及现场调试;
- 1987 年下半年: 实际投入运行, 并充实和强化了知识基础。

(7) 结束语 本系统现运行良好, 达到了预期目的。使用本系统, 可将每台锅炉、汽轮机的损失控制在最低限度的高效运转; 同时可部分地把专家系统技术应用到火力发电设备的在线控制上, 这点具有很大的实用意义。

运行支援系统, 今后还将强化应用, 它是提高火力发电设备的运行效率及可靠性的必要手段。所要求的机能、处理水平, 主要是将所要求的运行状态、支援对象, 是在考虑和运行人员的技术水平的相对关系的基础上进行选择的。今后, 本公司将经常活用燃煤火力发电的运行经验, 贮备技术, 进一步提高上述机能和降低发电成本并提高其可能性。

IV 核能发电部门

1. 泊核电厂1、2号机的建设情况

泊核电厂的建设工程，自1984年8月开工以来，两度克服了冬季施工困难。到1987年8月末，综合进度是，1号机达到79.3%，2号机达到46.4%，进展顺利。

考虑到北海道冬季积雪、寒冷、强风等气象条件，在工序上先行安排了厂房施工。到1987年春，1号机厂房施工大部分结束，迎来了内部机、电工程的施工高峰期。另外预定今年4月达到一次系统水压试验条件。为此需在冬季严酷的条件下进行注水冲洗。

2号机于1987年9月顺利通过了核反应堆安全壳的耐压漏泄试验，现在进行内部混凝土浇注工程。工期大约要比1号机晚1年。

下面介绍1987年建设情况的要点和施工中的特记事项。

(1) 1号机的主要建设情况

为使核反应堆压力容器、蒸汽发生器等重型设备在气象条件良好的1987年夏季期间运进厂房，土建工程也需要在冬季施工。为此，采用了预制钢框架及预制板结构竭力提高混凝土浇注的效率，确保施工质量。现在，设备及管道安装工程达到施工高峰。现正依次对每一个系统进行注水冲洗。

在二次系统方面，1987年夏季与除气器、湿存水分离器搬入安装的同时，进行了凝汽器，汽轮机喉部组装。初秋，汽轮机转子进行安装调试。

外围设备中，电源方面1987年8月66 kV 系统受电，11月泊干线275kV 受电。另外，给排水处理设备7月份完成，它是作为冲洗水的供、排水处理装置，起动运转顺利。和上述设施一样，作为室内设施的循环水泵，其厂房天车也于1987年8月安装完毕。9月以后进行泵体组装、试运转，12月末海水通水。

其它方面，沥青固化装置，废渣焚烧设备也于1987年春开始施工，目标是1988年秋完成。工程进展顺利。

(2) 2号机主要建设情况

1987年的施工任务是以主厂房建设为中心。另外须与主厂房建设相配合的有关机电方面工程，进行了大型机器、单元化的配管、管道之类的预布置及金属埋入件及配管布设的施工。

(3) 施工的特记事项

(i) 运入重型设备

泊核电厂的重型设备有核反应堆压力容器、蒸汽发生器、发电机定子、主变压器。运送这些设备，系通过海上运输，距离约2000km，需时4昼夜。运送时间限定在海上比较平稳的4月至10月。并对经过路线的气候状况进行勘察，根据勘察结果选择日本海或太平洋。

最先运进的重型设备是核反应堆压力容器。因其是核电厂的心脏，新闻报道界也十分关注。因此在运送过程中一面和有关方面取得密切联系，一面慎重地进行作业。1987

年7月17日运输船从神户港起航,于7月22日在泊核电厂专用码头靠岸。翌日(23日)使用在码头临时设立的400t起重扒杆,花费2小时装上了厂内运输专用的转运装备。厂内搬运,一般是使用滚杠、牵引。但是泊核电厂这个地方,搬运距离长,途中又有7%的坡道约200m,而且又是在回填过的临时道路上搬运。所以采用自行式运输车。这种运输车由两台自行式台车,两台牵引用台车组成。宽6.6m长约21m。从码头到1号机安全壳距离1.8km,约用2小时完成。7月25日,用380t吊车(大吊190t,小吊190t)吊入安全壳内的固定位置。

第2表 重型设备明细及转运装备规格

设备名称	反应堆压力容器	蒸汽发生器
重量	270t	360t
尺寸	3.7m×9.8m	4.5m×20.6m
数量	一台	两台

厂内运输用转运装备规格(6轴自行台车)

制造	克梅特公司(意大利)
载重量	150t/台×4
平台	宽6.6m×长21.1m×高1.6m
最大走行速度	空载时 10km/h 负载时 5km/h

蒸汽发生器也用同样的方法搬运。然而,向安全壳内吊装时由于吊车的有效起重高度与蒸汽发生器需要起吊高度相差4m,以往的方法是把吊车加高4m。但其缺点是在高处施工,作业复杂。为此,泊核电厂的办法则是,除380t吊车外,再架设一台190t吊车,共同起吊。顺便指出,在采用此法时得到了主管部门的劳动基准监督署的指导。

(ii) 外部屏蔽层穹顶的冬季施工

安全壳的外部屏蔽层工程,其工期长约1.5年。因系户外工程,要先于发电工程施工的话,却没有新的关键线路①可寻。然而为高效率地推进总体工程施工进度,特建造了空气膜养生棚,穹顶混凝土浇注工程冬季进行,现在加紧施工。

还应指出,当采用这种养生棚的时候,由于设置的场所位于海拔75m、在建筑物的顶部,风力很强。不用说结构强度,就是安全性和经济性也要进行充分的研讨。

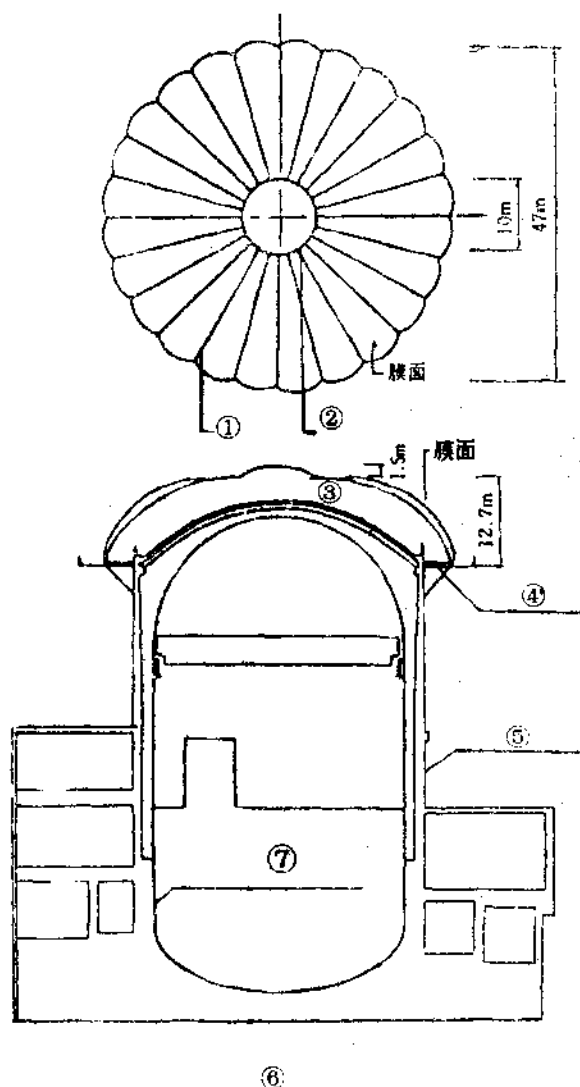
(iii) 机器、管路的冲洗

核电厂机器、管路安装工程后期进行的注水冲洗作业,对于后来的试运转、开始试运转时的事故和故障预防以及维护方面,都是极为重要的工序。必须给予充分的时间,慎重的进行。

1号机从1987年8月到1988年4月,大约需要九个月时间,从安装竣工的系统开始,依次进行冲洗。防冻及确保冲洗水温都必须给予充分注意。其具体方法是,在保证室内温度5~6℃以上,温度较低的部位,则采用电加热器、红外线灯泡等加热。

① 网络计划技术中的关键线路法(C.P.M),即最短路径法。

——译者



第 3 图 遮外部穹顶工程

①径向缆绳 ②中央环境绳 ③穹顶 ④托架 ⑤外部屏蔽 ⑥设计条件：设计风速最大 45m/s
积雪 30cm (融雪前) 内压 $20-30\text{mmHg}$ ⑦反应堆安全壳

(4) 今后的预计

1987年，在 1 号机主厂房施工的基础上，又迎来了机、电方面施工的高峰，安全地结束了反应堆压力容器、蒸汽发生器等重型设备的搬入， 66kV 系统受电及 275kV 系统受电任务。1988 年完成主厂房工程，4 月份进行一次系统水压试验，6 月份热态性能试验。同时，秋季装填燃料，进入正式运转阶段。

另一方面，2 号机继续进行 87 年主厂房施工。同时，机器、管道工程也将正式进入安装阶段。

V 变 电 部 门

1. 西野变电所的安全监测系统

(1) 前言

高度信息社会对电能质量和供电安全的要求越来越高，对变电设备的运行可靠性要求也更严格。在这种情况下，为预防事故，确保供电安全。并以事故后能够迅速恢复和检修方便为目的，在泊核能电厂的联络变电所——西野变电所的300kV GIS和60⁰MVA变压器上引进安装了安全监测系统（89年6月投运）。

(2) 系统构成

西野变电所300kV GIS，安全监测系统的监测项目列于第3表；系统示意图见第8图所示。

第3表 监 视 项 目

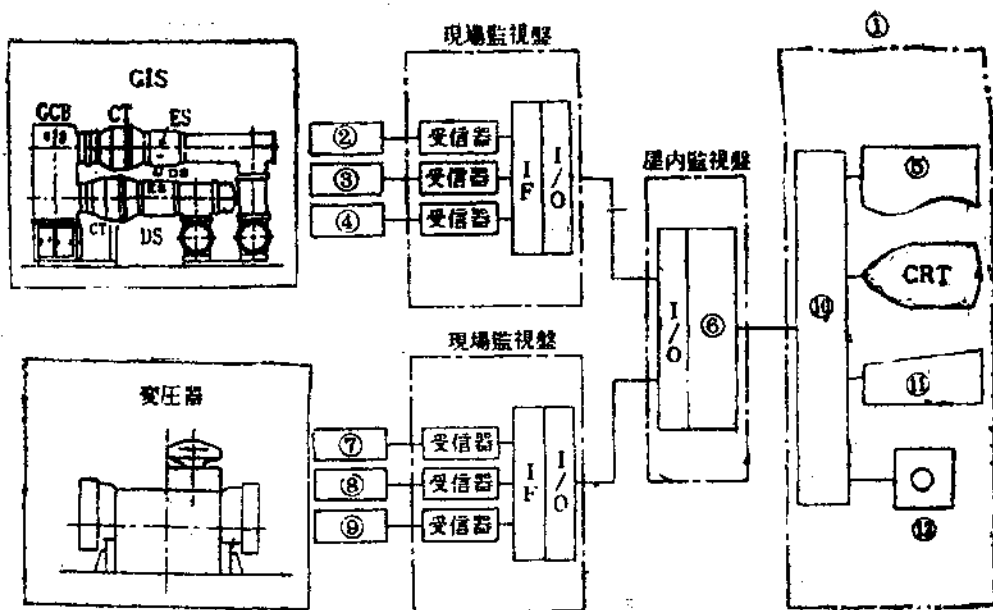
设 备	监测目的	监 测 项 目	应用传感元件
GCB	动作不正常情况	GCB 动作时间 GCB 动作次数 油泵动作时间 油泵动作次数 遮断电流累计	接触传感器 接触传感器 接触接点 接触接点
LA	绝缘情况	漏泄电流 雷电流 动作次数	漏泄电流测量元件 雷电流测量元件
GIS	绝缘情况	气体密度 局部放电	气体密度敏感元件 电晕放电测量元件
	事故点检出	内部接地	冲击电压转换器
TR	绝缘情况	油中氢气含量	渗透膜式氢气敏感元件
	运行监视	油 面 油 温	油 面 计 测 温 电 阻 器

(3) 监测部位

监测器装设位置见第9图。

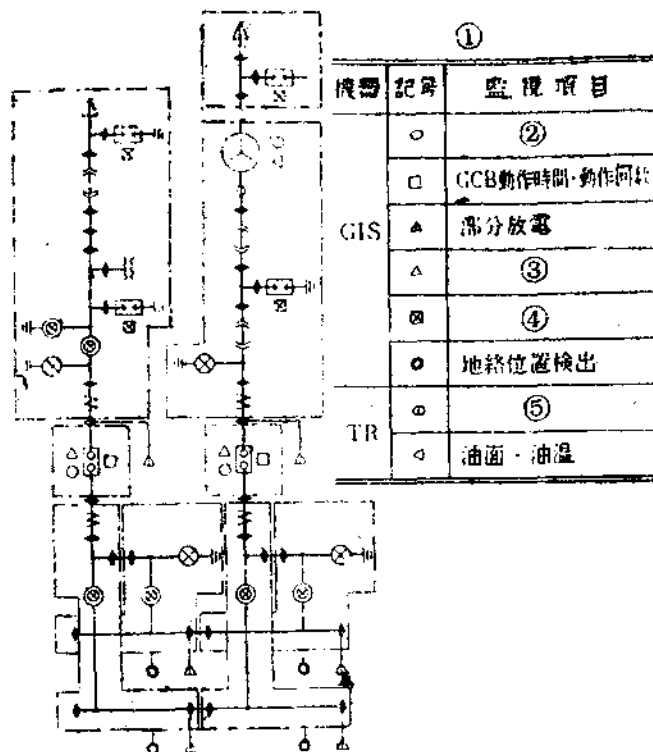
(4) 安全监测系统的设计条件

在系统设计中所注意的事项见第4表



第8图 系统示意图

①显示控制端 ②③④⑦⑧⑨检测器 ⑤打印机 ⑥数据处理装置 ⑩中央控制装置 ⑪键盘 ⑫鼠标



第9图 监测器装设位置

①检测器安装位置 ②SF₆气体密度 ③CCB油压电动机 ④LA漏泄电流和雷电流 ⑤油中氢气含量

第4表 系统设计条件

序	项目	内 容	特 点
1	外部诊断方式	防止设备可靠性降低 例如不能在本体上钻孔安装监测元件。	不影响设备的可靠性。
2	功能单独处理方式	对每一监测元件的功能，单独进行数据处理。	防止因一部分有故障而波及全系统监测功能降低。
3	独立性	与主回路的操作和保护回路完全分离。	安全监测系统故障或检修不影响主回路送电
4	环境适应性	在严寒、结冻、积雪的环境下，检测器和监测系统的可靠性不降低。	冬季期间也能正常维护和应用。 (在西名寄 SS 试验场试验中)

(5) 今后课题

目前，安全监测技术尚属于缺乏实用经验的新领域，必须解决的课题还很多。主要有：

① 高精度和较高可靠性的检测元件的开发及其相应技术的研究。

② 信号处理技术的改进（信噪比的提高等）。

③ 前兆现象的解析和诊断技术的开发。

④ 提高监测系统的功能。

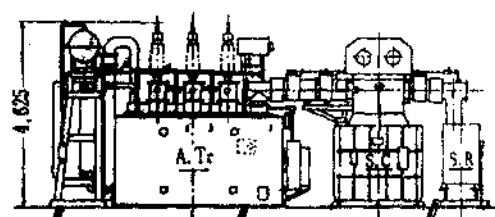
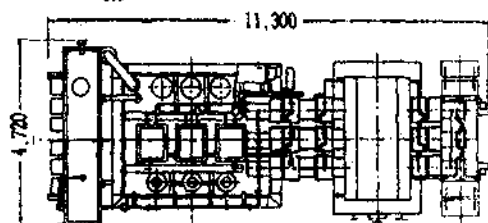
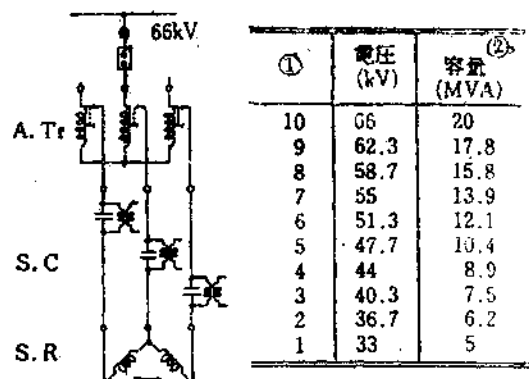
⑤ 剩余寿命诊断技术的研究。

今后，面对这些课题，除积累实际运行经验，根据取得的数据进行改进而外，并计划开发更先进更可靠的安全监测系统。

2. 可调容量电力电容器的应用

电容器作为功率因数调整设备在供电系统中使用，投入运行的电容器容量是根据用户电压变化控制的。这在供电系统薄弱的场合难于使用单元容量大的电容器。为解决这一问题，把电容器与有载切换接点的自偶变压器组合使用，以调整电容器的容量。它的优点是：

(1) 不增加电容器台数，可以



A.Tr: 有载切换接点自偶变压器 S.C 电力电容器 (地面装设型) S.R: 串联电抗器

第10图 可调容量电力电容器外形及接线

①分接头 ②电容器

采用单元容量大的电容器调整供电电压,降低装设费用。

(2) 由于占地面积缩小,使变电所的设置更为简单。

以下将可调电力电容器系统介绍如下:

概要

电压 66kV

容量 5~20兆乏*(10个分接头)

方式 有载切换分接头

外型及结线见第10图。

3. 红外线反射型积雪检测器的开发

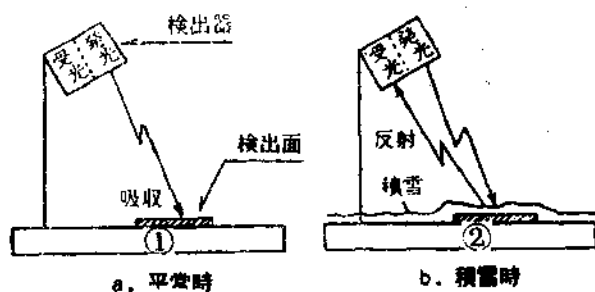
(1) 前言

具有“雪国”之称的北海道,冬季的积雪和形成的雪冠,对变电所在维护管理上造成极大危害。为解决这一问题,我们研究出红外线反射型积雪检测器,比过去的检测装置成本低,并不受安装位置的限制。

此装置与变电所的融雪加热器联用,在防止户外设备,特别是防止油开关的积雪上收到了十分显著的效果。现概要介绍于下:

(2) 检测原理

将被检测面涂成黑色,从检测器发光部分射出的红外线脉冲光束,在没有积雪的场合,被黑色检测面吸收,光线不能反射到接受光部位去。当降雪时,被检测面上有积雪,红外线脉冲光束被雪反射回接受光部位,借以检测出有无积雪。(第11图a、b)



第11图 红外线反射型积雪检测器原理

①融雪加热器 ②融雪加热器

(3) 防积雪措施的实施

红外线积雪检测器装在户外设备中最易积雪的油开关上部与变电所内设置的融雪加热器联用。

(i) 防油开关顶部积雪

为防止油开关顶部积雪,可将积雪检测器装在油开关操作箱上部,将融雪加热器布置在油开关本体上,这与使用过去的检测器的旧检测方法比较,由于受装设空间和带电距离等限制是不可能的。防积雪措施实施以后,油开关顶部基本不积雪,以往每年冬季要进行二次清雪作业,而今只依靠防积雪措施就可保持无雪。

(ii) 变电所内的防积雪措施

户外设备的操作箱、检查门等处,因积雪很难开闭。在这些部位采用了积雪检测器与融雪加热器联用,收到了良好效果。减轻了正常巡视检查时的除雪作业。

(4) 结语

由于在防积雪措施上采用了红外线积雪检测器,不仅减轻了除雪作业,而且也不必

在巡视检查时对设备操作箱门的清扫。今后这种预防积雪的方法将推广应用于各发电单位。

Ⅴ 送电部门

1. 分解移动式打桩机的研制

前不久开工的 187kVJR 吉冈线的铁塔基础工程处在大型打桩机无法运进去的山区,有的地方土质松软而且基础层又较深,为此研制了解析移动式打桩机。

以前,在地面承受压力载荷强度不够的地方,平原地区选用大型打桩机打基础桩,山区则采用挖掘到坚固地层为止的深基础。深基础有能得到地面承受力的优点,但是它要增加土方量,因而增加工程费,即增加深坑中工作人员所需的安全措施及需要大量劳动力和费用的缺点。据该线路地质调查的结果,在大型打桩机无法运进去的地方,有的地方 N 值为 5 左右存在着 8~10m 厚的严重风化地层,由于该打桩机的研制成功,可以降低基础工程费用和提高工作人员的安全性。

(1) 分解移动式打桩机的概况

这种分解移动式打桩机是选用解体型挖掘机 (UH-04) 的悬臂,装有导杆的设备。总重量为 16.3t,最大分解件数为 25 部分,用 204 型直升机 17 次可运完。可在现场进行组装或解体。第 5 表、第 6 表分别表示打桩机的规范和重量的明细。

第 5 表 打 桩 机 规 范

项 目	规 范
型 式	KM 3—10 UH04
长 度	12700mm
宽 度	4290mm
高 度	2600mm
最大起吊荷重	2900kg
最 大 扬 程	9900mm
最大工作半径	9200mm
最小工作半径	9200mm
超 重 机 悬 臂	轻型钢、钢管桁架结构, 牵引绳重 1.45t、卷速 40m/分、 手柄式离合器操作。
辅 助 绞 盘	牵引绳重 0.9t、卷速 13m/分、 机械制动器方式
钢丝绳卷 (主)	14mm、3 号、6×19
钢丝绳卷 (辅)	10mm、3 号、6×19
打 桩 锤	350×350×910mm
打 桩 机 重 量	重量 750kg (整体设备 830kg) 16274kg (UH04 部分 12700kg, KM 3—10 部分 3574kg)

第6表 打桩机重量明细

UH04部分

名 称	分 解 重 量	总重量 kg
旋 转 台		1100
轨 道 结 构	1350 × 2	2700
履 带	900 × 2	1800
杠 杆		1050
杠 杆		950
操 作 台		1350
电 源 设 备		1250
油 槽		900
平 衡 块		1100
组装打桩机用动臂起重机		500
燃料 (20㊦/日)		
合 计		12700kg

KM 8—10部分

名 称	分 解 重 量	总重量 kg
主 卷 绞 盘	300	300
辅 卷 绞 盘	190	190
第 一 悬 臂	520	520
第 二 悬 臂	120	120
第 三 悬 臂	180	180
导 杆	1/6	990
导 杆 夹 具	124	124
桩 帽	130	130
打 桩 锤	830	830
其 他	80	80
合 计		3574kg

打桩的方法是把重量为750kg的打桩锤用油压绞盘提升,在某一高度使其自由落下砸桩的吊锤方式。

(2) 设计施工概况 根据日本工业标准 (JIS) 考虑打桩机的打入能力,选用市场畅销的下述钢管桩。

类 别

钢管桩 (SKK41、JISA5525)

外径×厚度

267.4×9.3mm

单位重量

59.2kg/m

打入根数

5~6根/脚

(i) 打桩机的打入能力 影响打入时间的打桩效率是打桩锤的行程, 因此它是关键性的因素。

在本次施工中打桩锤的行程选择为 4.5~5m, 对桩前端的地层事先进行了打入试验, 结果是打入到 N 值为 30 的地层为止, 所以在设计上用桩的基础层 N 值确定于 30 来计算支撑力。但对地层中夹杂着石头的地方打入能力要根据实际情况来判断。

一般情况下可根据静力学支撑力公式 (Meyerhof 公式) 计算出桩的受压支撑力, 由于一根桩要承担 21.8t 重量, 所以采用这个值作为设计标准。另外, 当确定现场施工的支撑力时, 可靠性要高, 保险系数要适当, 把建筑标准法施工令公式 (动力学公式) 作为标准。第14图表示桩的打入深度与容许支撑力的关系。

(ii) 打桩机的组装或解体

①组装和解体的方法: 在山区利用转臂起重机对本体、悬臂、导杆进行组装或解体。

②工作场地: 工作场地除打桩机本身的用地外, 还必须考虑起重机的转臂活动范围。

③需用时间: 虽然各处地形多少有些差异, 但由五个人工作, 组装时需 9.7 小时, 解体时需 7.6 小时。

(iii) 施工方法 该打桩机由于悬臂倾斜角度的限制, 导杆的最大高度为 10m, 这样桩高被限制在 5m 左右。在基础层深度超过 10m 的地方, 要增加桩的焊接工作, 为此把开始打入的地平面挖下 1.8m (第15图), 这样桩高最大可达 7m, 只需要进行一次焊接就解决了。

(iv) 实际施工情况 实际施工每班 6~7 人, 基础工程每基平均需要六天。第16图表示每基 (每基都是两个脚) 施工所用的时间明细。

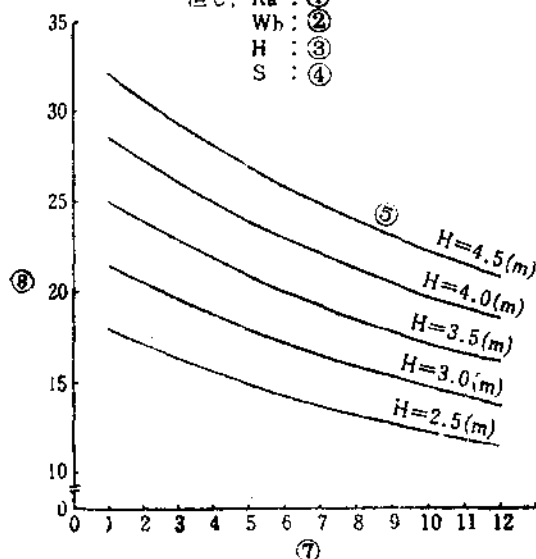
(3) 与以前方法比较 就工程费用、施工性、安全性等方面, 将本次施工方法与以前实施的深基础方法进行比较:

(i) 工期和工程费 在基础层深度约 10m 的情况下, 与深基础相比, 工期约能缩短 25%, 工程费约能降低 25%。

(ii) 施工性 该施工方法具有以下优点: ①对于深基础挖土方量较大, 需要存放临时土方的多余用地。与此相反, 本方法用地面积较小。②给定的支撑力能得到证实。

$$R_a = \frac{W_h \cdot H}{5 \cdot S + 0.1}$$

但し、 R_a : ①
 W_h : ②
 H : ③
 S : ④



第14图 依据建筑标准法施工令 (动力学公式) 计算的支撑力

其中, R_a ① 桩的长程容许支撑力 (t) W_h ② 锤的重量 (t)
 H ③ 锤的落下高度 (m) S ④ 桩的打入深度 (m)
⑤ 落下高度 ⑥ 桩的容许支撑力 R_a (t) ⑦ 桩的打入深度 S (mm)