

台 湾 電 力 公 司 納

# 天 冷 発 電 所 用 制 御 装 置 及 び 配 電 盤

廣 吉 秀 高\*

## Controlling Equipments and Switchboards for Tien-Leng Power Station of Taiwan Power Co.

By Hidetaka Hiroyoshi  
Taga Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

One set of 28,500 kVA turbine generator completed with switching and controlling equipments to be supplied for the Tien-Leng Power Station of Taiwan Power Company were completed recently by Hitachi, Ltd.

This power generating set will make one of the largest instances of electric machine exports in the postwar period. The controlling equipments are embodied with various new designs to secure easy, steady and smooth control of the generator.

For the control of the turbine generator one man control system, which employs Hitachi patented two-stepped sequence controller and electronic automatic synchronizer, is adopted.

For short circuit protection of 154 kV transmission line, Type AZ-QC high speed impedance relay is applied to reduce damage of the equipments and increase the system transient stability by high speed tripping of the circuit breaker with its accurate selectivity.

Moreover, for the transmission line use a set of automatic oscillograph is provided to analyse the transient phenomena by the automatic recording of the electrical quantities at system faults.

### [ I ] 緒 言

現下の国際情勢の下にあつて極めて重要な地歩を占める台湾に於ては電力資源の早急な開発が計画され、今回その一環として大甲溪水系の天冷水力発電所に 28,500 kVA 水車発電機が完成、運転に入る運びとなつた。

同発電所用水車、発電機及び制御装置、配電盤は日立製作所の製作にかゝり、その規模の大なることは戦後我国の輸出生産設備中特に注目し値するものと言えよう。又本設備はその後受註し引続き製作中の二台目と共に最終四台設置の天冷発電所第一期建設分であり、最終約 400,000 kW の電力を発生する中部台湾大甲溪水系八発

電所の中央に位置する主要な発電所である。

この発電所の機器は総て日本標準規格により製作されたもので、各機器の扱い方、制御方式、保護装置等には多年の経験に基づき日立標準を全面的に採用しこれに幾多の新しい方式、装置を加えて完備したものと安全確実な運転が出来るよう考慮が払われている。以下順次その大要と特長を述べる。

### [ II ] 設 備 概 要

第 1 図は主発電装置の接続関係を示す単線接続図で主要機器の概要は次の通りである。

水車 26,500 kW	堅型フランス水車
	有効落差 173 m

\* 日立製作所多賀工場

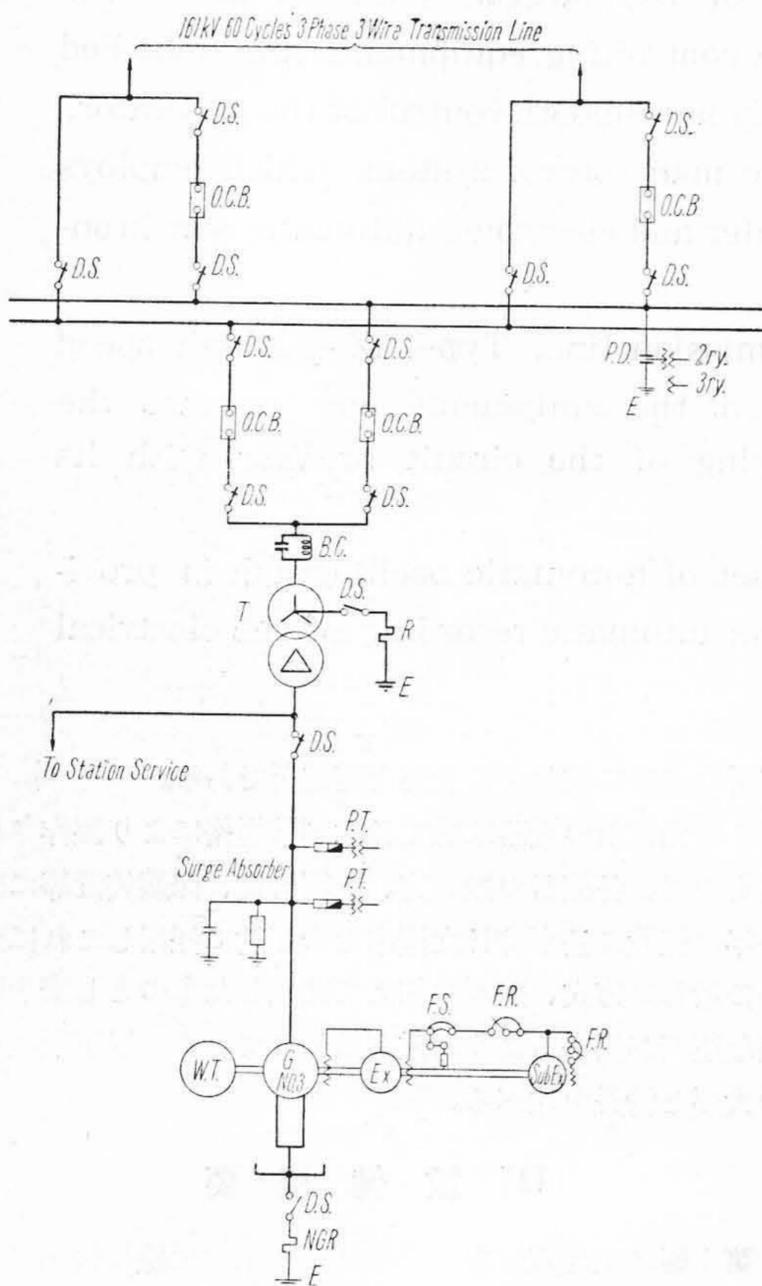
発電機	25,000 kVA (最大 28,500 kVA)
	11 kV 3φ 60 〰 400 r. p. m.
励磁機	140 kW 220 V
副励磁機	3 kW 110 V
変圧器	10.5 kV/154 kV 単相 7,600 kVA
	(最大 9,500 kVA) 3 台
	1 次 △接続
	2 次 人接続 中性点抵抗接地

送電線 154 kV 並行二回線 中性点抵抗接地式  
 ユニットシステムであるため 154 kV 側同期とし、  
 11 kV 側遮断器は省略している。

本発電所の発生電力は変圧器を経て 154 kV に昇圧し  
 約 29 km を隔てる Wu-Fung 変電所に送電される。こ  
 の送電線は故障による損害の減少と安定度の向上を図り  
 両端に高速度イम्ピーダンス継電器を設備して保護させ  
 ている。

### [III] 制 御 装 置

水車発電機の制御方式は独得の二段操作順序制御器に



第 1 図 28,500 kVA 水力発電所単線電線接続図  
 Fig. 1. Skeleton Diagram for 28,500 kVA Hydroelectric Power Station

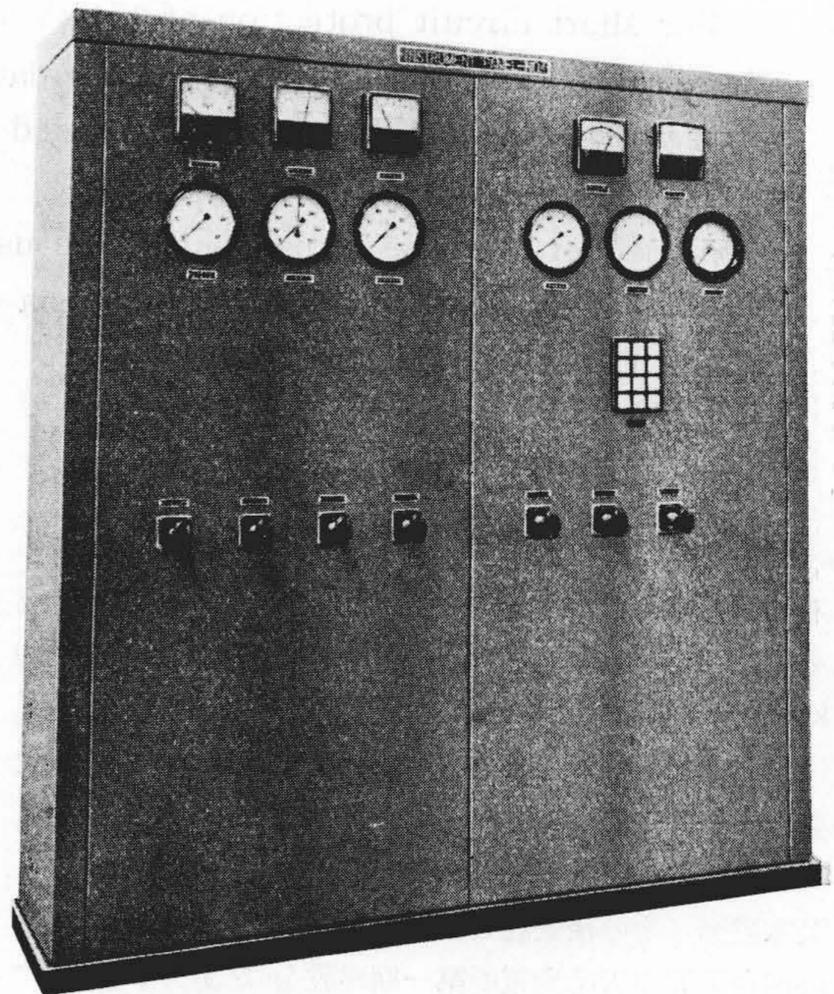
よる日立標準可逆順序制御方式で、単純な操作を以て確  
 実な一人制御を行うことができる。

この制御器は入口弁閉、入口弁開、起動、励磁、並列  
 負荷（進口閉、進口開、起動、励磁、並車、負荷）の  
 六段階を有し、回動、引きの二段操作で一段毎に或は一  
 挙に目的の位置まで進めれば起動方向又は停止方向に階  
 段的にも亦連続的にも任意に制御出来ることが特長であ  
 る。主機の動作は各段階終了毎に計器盤上の照明式集合  
 動作表示器に表示されて確認される。

水車発電機の制御は電磁操作弁により配電盤上より遠  
 隔制御する。この電磁操作弁は複式電磁弁で圧油保持式  
 としているので、制御電源を喪失してもそのままの状態  
 を保持できる。

なお水車室には第 2 図に示す防滴、防塵性の閉鎖型水  
 車操作盤を設置している。本盤には操作弁手動操作用ハ  
 ンドルの外水車関係の各種計器、発電機電力計及び照明  
 式集合動作表示器を取纏め取付けているので監視、点検  
 に便利であるばかりでなく、手動操作に際しては主機の  
 状態を水車室に於ても確認することができる。

発電機の同期並列は高圧自動同期を建前とするので、  
 従来多数納入し好成績を取めている小勢力式の日立電子  
 管式自動同期装置を用いている。即ち本装置は VDF 型  
 揃速装置、VRV 型電圧平衡装置、VS 型同期閉合装置  
 よりなり速度、電圧を迅速に調整し、速度差に応じて遮



第 2 図 閉鎖型水車操作盤  
 Fig. 2. Cubicle Type Instrument Panel

断器投入時間と常に適合した漸進角を以て同期投入せしめる諸特性により系統周波数変動の際にも短時間に円滑に同期投入せしめうる。

発電機電圧の調整は常時の受電端電圧を一定に保ち且、異常状態に際しては系統の安定度向上と機器の保護に有効な速応励磁式自動電圧調整方式を採用している。これは抵抗型の線路降下補償装置付日立 RTA 型自動電圧調整器と FV 型電圧継電器を以て行っている。

本発電所は大甲溪に沿う一連の発電所の中央に位置しこの立地条件より無効電力を供給して系統運営上電力の質的改善に資するため完全な調相機運転も出来る様考慮されている。この調相機運転は起動、並列を水車を以て行い、並列後は水車の入力を断ち回転部分への冷却注水に止め経済的な利点を害わぬ運転方式としている。この制御は操作盤上の切換開閉器により調相機運転を選択し水車制御は順序制御器によつて行い簡単確実に所要の条件を満足させ保護にも万全を期している。

水力発電所の保護方式は水車、発電機の機械的電氣的特性を綜合統一し、優れた特性の継電器と共にその処置を適当ならしめている。即ちその処置は発電機自体の電氣的故障、水車、発電機の機械的故障及び系統の電氣的故障等の故障の種類軽重に応じて継電器動作と同時に遮断器、界磁開閉器を開き案内羽根、入口弁を急速に閉鎖停止するもの、先ず案内羽根を全閉後遮断器、界磁開閉器を開き入口弁を閉鎖するもの、遮断器、界磁開閉器を開き無負荷無励磁運転をするもの、或は単に警報に止めて保守員の処置にまつもの等にしてている。

これら発生故障は計器盤上の集合故障表示器に表示、警報されるが、特に警報表示用は二重ターゲット型とし第二ターゲットを以て故障の継続を表示させる。

Wu-Fung 変電所に至る 29 軒の 154 kV 送電線は故障の迅速的確な選択と高速度の除去を目的として、短絡故障に対して高速度インピーダンス保護継電方式を適用している。本方式は日立 KHV 型 QC 式高速度電圧抑制式電力方向継電器と、AZ 型 QC 式高速度インピーダンス継電器及び補助継電器よりなる。これらの中主体となるインピーダンス継電器は第一、第二、第三段の三インピーダンス測定要素を備え、第一段動作を以て直接遮断、第二段及び第三段はそれぞれ限時継電器、補助継電器と組合せて後備保護並びに系統電力動揺時の誤動作防止用としている。送電線亘長が 29 軒の短距離であるため、インピーダンス測定要素第一段の測定範囲は 0.3—3 オームとしこの間の任意の点に整定出来る様微細整定機構を有している。斯く測定範囲を小さい値にすると共に電圧値の極めて小さい場合にも誤差を極めて小さくしているが故障発生直後の過渡時の変成器比誤差による誤動作

防止を考慮し、第一段の整定は亘長の 80 乃至 90% とするのが一般である。本継電器はこの整定区間の短絡故障に対しては 1 サイクル前後の高速度動作をする。

又この送電線は中性点高抵抗接地方式であるので並行二回線、一回線の各場合に対しそれぞれ日立 IG 型 WXL<sub>11</sub> 式及び IO 型 L 式小勢力接地継電器を以て接地保護をさせている。

154 kV 送電線は上記の通り高速度インピーダンス継電器による保護継電方式を適用して短絡故障の高速度遮断、除去を図っているが、これ等送電線故障発生時の過渡現象を記録し故障の解明に役立てるため自動オッシログラフを一回線に一組宛設置している。この一組は短絡及び接地故障検出及びオッシログラフ始動用継電器と自動オッシログラフとよりなる。これに記録せしめる現象は線路電流、線間電圧、変圧器中性点電流の六現象である。

配電盤は全て堅牢で優美な高級仕上銅板製である。その塗装は落着きある黒色艶消しフタル酸エナメル仕上げとし、外観の美麗さのみならず南方高温多湿地方向の輸出品として船載輸送中及び設置後の悪条件に十分耐える様防錆処理を行っている。この防錆処理は盤のみでなく附属器具も全て施されている。

これ等銅板製配電盤は主盤と補助盤とより構成されている。主盤は発電機及び送電線用で側面扉付分離机型操作盤、正面直立計器盤、背面直立継電器盤よりなり、第 3 図に示す通りである。操作盤斜面には発電機及び交流



第 3 図 28,500 kVA 水力発電所制御用側面扉付分離机型主配電盤

Fig. 3. Separated Desk Type Main Switchboards with Side Doors for 28,500 kVA Hydro-Electric Power Station

主回路用操作開閉器を中央に水車用及び励磁機用操作開閉器を両側に配置して、計器盤上の各種計器と対応せしめて統一ある合理的配置をしている。各種の開閉器はその用途と種類に応じてハンドルの形状を異にしそれぞれステッキ、楕円、菊或は鉤形として頂部に器具番号を彫刻し特に急停止用は赤色として目的と用途機能を判然とさせているので迅速確実な操作が楽に行えるようになっている。複雑多岐な制御ケーブルは各盤に設けられた電源開閉器を以て各制御対称単位毎に切分けられる様にし、点検、故障検出を容易にしている。

指示計器は全て角型半埋込式の  $S_{24}$  型とし誤差等級は 1% 級である。同期検定盤には上部に大型の  $SD_{11}$  型同期検定器を設けている。これは 180 耗角で操作盤上よりの監視に極めて明瞭であり且小勢力式であるため高圧同期用として適している。

補助盤は二面よりなり自動同期装置、自動電圧調整器自動制御各盤を正面背面に配置した側面扉付直立盤で第 4 図はその正面である。

配電盤の裏面配線は耐燃、耐油、耐湿、耐化学薬品、耐老化性等の諸特性優秀で仕上り外径も細く且色別鮮明な着色性を有する塩化ビニール絶縁電線を使用し、回路の性質に応じて色別しワイヤーポケットの出口には一定の規則による回路種別、接続関係、極性を表わした線番号を打込んだアルミバンド及び相、極性を表わす色バンドをつけて整然と配線している。これらは淡青色仕上げの明るい盤裏面と相俟つて裏面配線の点検に便である。

#### [IV] 結 言

天冷発電所は最終的には 28,500 kVA 水車発電機四台を設備する大容量をもつて台湾中部大甲水系発電所の主力となる重要発電所である。



第 4 図 28,500 kVA 水力発電所制御用側面扉付補助配電盤

Fig. 4. Auxiliary Switchboards with Side Doors for 28,500 kVA Hydro-Electric Power Station

本発電所の完成により台湾中部の水力資源は有効に電力化され同島産業界に大きく貢献することが期待される。

## 高 速 度 鋼

日立製作所冶金研究所長  
工 学 博 士

小柴定雄 著

(誠文堂新光社刊)

A列5判 230 頁 美装クロス箱入

販 賣

日 立 評 論 社

定 價 250 圓 十 32 圓