

전력계통의 예방제어를 위한 다기능 기상정보시스템

이 경 제 유 송 철 기 영 한 이 료 상
한국전력공사 발전사업단 발전처

Multifunctional Weather Information System
for Preventive Actions in Power System

Kyung-Jae Lee. Sueng-Cheol Yoo. Yeong-Han Kim. Hyo-Sang Lee
Power Generation Dept., Korea Electric Power Corp.

1. 서 론

매일매일의 일기변화가 우리의 일상생활에 큰 영향을 주는 것과 같이 전력각 기상과의 관계 또한 밀접하다.

최근 컴퓨터등 정밀기계의 이용이 증대되고 국민 생활생활이 고급화 됨에 따라 고품질의 전력에 대한 안정적 공급에의 필요성이 더욱더 요청되고 있다.

따라서 전력계통운용상 불안정 요인을 제거하는데 주안점을 두어야 하며 기상변화가 주는 영향이 양질의 전력공급에 큰 비중을 차지함을 감안할때 온도변화, 강우, 뇌운, 염태등에 대한 손실적 기상정보를 예측할 수 있는 다기능 기상정보시스템

(MWIS ; Multifunctional Weather Information

System) 의 필요성이 높아지고 있으며 외국 의 여러나라에서는 전력계통의 최선제어시스템인 에너지 관리시스템(EMS : Energy Management System) 과 이 시스템을 결합하여 사전계통조작, 발전기의 출력 조정, 조류 제어, 운전예비력 확보등 예방제어 체계를 구축하고 있다. 우리나라의 한국전력공사에서도 장기종합경영계획의 일환으로 1990년대초 까지 전력계통 기상정보시스템을 도입하여 EMS와 결합시킬 예정이다. (그림 1 참조)

이와 관련하여 여기에서는 전력계통운용과 기상정보와의 관계및 다기능 기상정보시스템에 대한 기본이론과 설비구성 그리고 주요기능에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

2. 전력계통운용과 기상정보

시시각각 변화하는 전력의 수급균형을 유지하기 위해서는 기상의 주요인 즉 기후, 온도, 불퍼지수등의 기상상황을 정확하게 파악, 예측하는 일이 무엇보다 중요하다고 하겠다. 우리나라의 기상변화는 매우 다양

해서 여러가지 형태로 4 계절상에 나타난다.

그림 2는 기상변화에 따른 여름철 주요국선용 보인 것인데 일일수요 패턴은 온도, 습도, 기상조건등에 따라 큰 차이를 보이고 있다.

예를들어 그림 2의 세가지 부하국선중 온도가 높았던 8월 2일의 부하패턴이 예상치 않은 비가 내리므로써 오후의 부하가 평일에 비하여 1,000 MW 정도 큰폭으로 감소하였음을 알 수 있다.

한편 강풍, 태풍, 폭우, 폭설등은 설비의 운용및 보수 면에 특히 영향을 주기때문에 기상정보의 신속한 수집과 함께 운용상의 대응조치 및 관련부서에 긴급 연락을 취하는 일이 중요하다.

예를들어 중앙기상대로부터의 기상정보 및 경보가 발령되거나 전력회사가 독자적으로 운용하는 기상정보시스템으로부터 기상변화가 예측된 경우 중앙급전지령소에서 신속한 예방조치를 취함과 동시에 수집된 정보를 사업소나 관계부서에 신속 정확히 통보하므로써 다음과 같은 효과를 거둘수 있다.

- (1) 사고시의 영향을 최소화하기위한 전력조류 조정
- (2) 사고발생에 대비하여 정지중인 설비를 충전 상태로 하는등의 계통강화

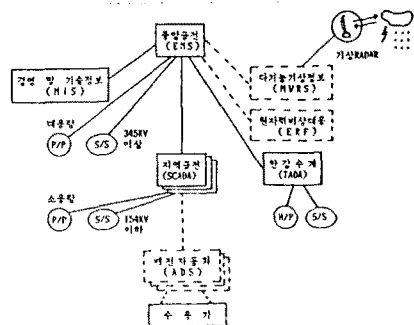


그림 1. 한전 EMS 의 장치구성계획
Fig 1. Planned Configuration of KEPCO's EMS

- (3) 사고 파급 방지를 위해 일부 설비의 일시정지 등으로 설비 보존
- (4) 설비손상의 강화, 보수요원의 대기

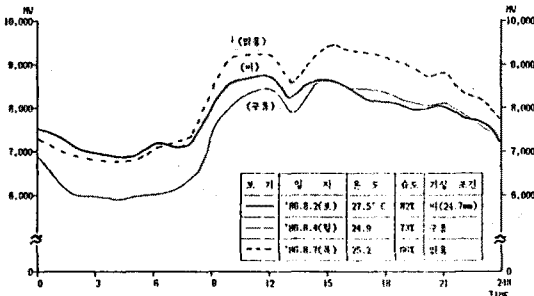


그림 2. 하계부하곡선

Fig. 2. Summer Load Curve

수력발전소의 운영은 경제성의 추구하는 측면에서 극히 중요하며 경우정보를 신속히 담지하여 국지적으로 자세히 파악하므로써 표과전 운영이 가능하다. 일반적으로 컴퓨터와 레이다를 이용한 기상정보시스템은 일반 기상예보보다 실시간전에 적절한 판단이 가능하여 수력발전소를 사전에 출력증가시키기도 하고 또는 수문에 의한 무효방류를 감소시키는 등 효율적운영이 가능하다.

또한 대규모, 복잡한 전기설비는 항상 기상조건에 따른 위험을 안고있어 여러기상변화에 의한 정전이나 사고의 예방에 힘써야 한다. 기상변화에 따라 예상되는 전기사고를 유형별로 나타내면 표 1과 같다.

표 1. 기상변화와 전기사고 유형

Table 1. Weather Conditions vs. Electric Fault Types

기상변화	전기사고 유형
나뭇잎	송전선의 삼파, 접연파괴 발전전소 기기의 절연파괴
바람	전선의 흔들, 이물집의 접촉 절단등의 지지물 도괴
비	홍수에 의한 발전전소의 침수 토사붕괴등에 의한 지지물 도괴
눈	적설에 의한 전원의 단선 Sleet jump 에 의한 전선의 흔들
염분, 먼지	기기의 절연파괴

3. 다기능 기상정보시스템

3.1 시스템 개요

전력계통 다기능 기상정보시스템은 RADAR (Radio Detection And Ranging) 의 원리를 이용하여 구름근의 위치와 크기, 이동방향과 속도, 천둥과 번개, 강우시기와 강우량등의 사전예측으로 전력계통의 예방제어와 민의 효율적운영을 위해 이용되는 시스템이다.

강우량 측정방법

강우량측정(Rainfall measurement)의 원리는

레이다에서 송신한 전자파가 빗방울에 부딪힌후 반사(Scattered)되어 되돌아오는 일부의 전자파에 대한 강도를 이용하는 것으로서 그 개념을 나타내면 그림 3과 같다.

일반적으로 빗방울의 직경과 레이다파의 길이(Radar Wave length)에 대한 상관관계는 다음과 같이 표현할수 있다.

$$P_r = \frac{C}{r^2} \sum D^6 \quad (1)$$

- 단, P_r : 수신전자파 강도
- r : 거리
- C : 레이다계수
- D : 빗방울 직경

상기식에서 수신전자파강도는 레이다 반사계수(Radar reflective factor)인 $\sum D^6$ 에 비례함을 알수 있으며 이 반사계수는 빗방울밀도(Rainfall Intensity)와 다음의 관계가 있음이 많은 관측을 통해 입증되고 있다.

$$\sum D^6 = z = BR^\beta \quad (2)$$

여기서 B 와 β 는 강우의 형태에 따라 결정되는 계수이다.

상기(2)식을 (1)식에 대입하면 아래의 (3)식과 같이 표현된다.

$$P_r = \frac{CBR^\beta}{r^2} \quad (3)$$

이 레이다 방정식은 여러가지의 근략화와 가정하에서 이루어졌기 때문에 이를 보완하기 위해 시스템 수정계수가 도입되고 또한 대기 가스나 중간에 놓인 빗방울등에 의한 전자파의 감쇠를 고려하기 위한 계수가 도입되는데 이들 계수를 고려하면 강우량 측정을 위한 레이다 방정식은 최종적으로

$$P_r = \frac{CFBR^\beta}{r^2} \times 10^{-0.2 \int_0^r (K_a + K_R R^\alpha) dr} \quad (4)$$

- 단, F : 시스템 수정계수
- R : 강우 강도

B, β : 강우 형태 계수
 K_a : 대기 가스에 의한 전자파 감쇠 계수
 K_R, α : 빗방울에 의한 전자파 감쇠 계수

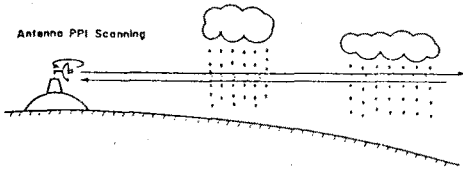


그림 3. 레이더에 의한 강우 측정 방법
 Fig. 3. Rainfall Measurement method by Radar

낙뢰 검출 방법

일반적으로 낙뢰 구름은 짧은 기간내에서 상승적인 대기전류에 의해 형성되므로서 그 범위는 비구름에 비하여 넓지 않다.

더우기 이 구름은 큰 크기가 될때까지 원통모양을 형성한다.

레이더에 의한 낙뢰 구름의 검출은 그림 4에 보인바 각 같이 레이더의 안테나를 회전시켜서 CAEPI

(Constant Altitude Plan Position Indication) Scanning 을 수행하여 하안크기(Low Constant Altitude) 와 상안크기(High Constant Altitude) 에 관련된 데이터를 수집하고 "Pattern Recognition Technique" 을 사용하여 낙뢰 구름의 높이, 높이 등에 의한 크기와 수신신호 세력을 결정한다. 이에따라 강낙뢰(번개등반), 중낙뢰(곧 번개등반), 약낙뢰(약 20-30분후에 번개등반)으로 구분한다.

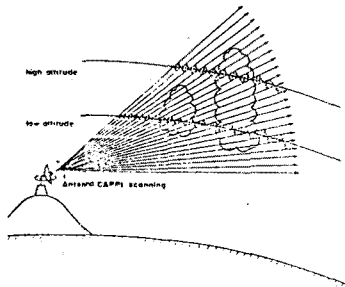


그림 4. 레이더에 의한 낙뢰 검출 방법
 Fig. 4. Thunder detection method by Radar

3.2 시스템 구성

그림 5는 전력계통 기상정보시스템의 일반적인 구성도를 나타낸다. 이들은 레이더 관련설비, 자료전송과 처리관련설비 그리고 단말설비로 구분할수 있는데 대개 다음설비로 구성된다.

- (1) 레이더 안테나 (Radar antenna)
- (2) 안테나제어기 (Antenna Controller)
- (3) 송수신기 (Transmitter/Receiver)
- (4) 신호처리기 (Signal Processor)
- (5) 자료수집 컴퓨터 (Data Accumulating Computer)
- (6) 데이터분석 컴퓨터 (Data Analyzing Computer)
- (7) 표시처리기 (Display Processor)
- (8) 낙뢰 감시판넬 (Thunderbolt Monitoring Panel)
- (9) 음성기상 정보편집기 (Voice weather Information Editor)
- (10) 팩시밀리 데이터 저장장치 (Facsimile Data Storage Device)
- (11) 컬러 CRT 표시장치 (CRT Color Display Device)

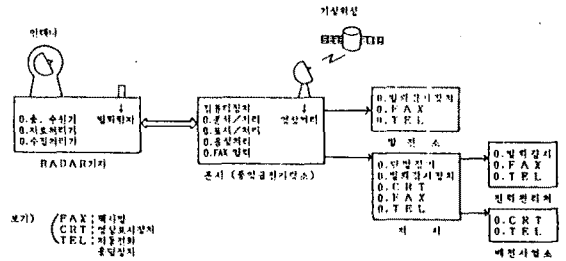


그림 5. 전력계통 다기능 기상정보시스템 구성도
 Fig. 5. System Configuration of MWIS

3.3 시스템 기능

전력계통 기상정보시스템의 주요 기능은 낙뢰와 강우에 대한 기능으로 대별할수 있다.

낙뢰 (Thunder)

- (1) 6분 주기로 반경 200Km 내의 낙뢰 예측과 아울러 낙뢰조건, 이동상태, 낙뢰강도 및 낙뢰시기의 예상과 관측
- (2) 낙뢰구름의 수직, 수평구조의 관측

강우 (Rainfall)

- (1) 6분 주기로 반경 200 Km 내의 강우에 대한 강우량, 강우시, 이동상태 등의 관측과 예측
- (2) 댐을 중심으로한 지역적 강우 정보의 계산

4. 결론

고품질의 전력수요에 부응하여 전력계통 다기능 정보시스템의 필요성은 더욱더 높아질 것이며 그 도입설치시기는 바를수록 좋을 것이라 본다. 더욱이 최신기술의 전력계통 제어시스템인 EMS와 상호연조시켜 계통운용의 예방제어 체계를 구축함은 필수 불가결하다.

그러나 기상정보시스템은 메이다 전자파가 전국을 감시할수 있도록 중계기지가 높은산의 꼭대기에 설치되어야 하므로 메이다가 관측지역에 대한 조사와 함께 기기외 온반, 설치문제, 전원및 통신회선 확보방안 그리고 기상대의 설비나 기상용 인공위성과의 연계등 종합적인 타당성 검토가 요구된다.

* 참고문헌

1. Technical Proposal of Multifunctional Weather Radar System for KEPCO, Oct. 1984, Toshiba Corporation

2. Radar Site Survey Study Report for the KEPCO's Multifunctional Weather System, Oct. 1985, Toshiba Corporation

3. 김영한, "대기온도를 고역한 미일 부하예측에 관한 연구" 석사학위 논문, 1980

4. Ishimasanori, "기상변화와 전력수급운용" 전기계산, 1986년 10월호, PP.81 - 84

5. 김영한, 이광완, "EMS 물 중추로만 급전종합 자동화 시스템" 전기학회지 1986. VOL 35, No. 11, PP. 699 - 709, NOV. 1986

6. 송길영, 김영한, 최상규, "선형변환 분할기법에 의한 새로운 상태추정 알고리즘 개발에 관한 연구" 전기학회 논문지 1986. VOL 35, No. 4 PP. 148 - 155, April, 1986