

중국 수문관측 현황 및 발전 방향



劉志雨 >>
중국 수리부 수문국 부처장
liuzy@mwr.gov.cn

중국은 지리적으로 동아시아 계절풍 지역에 위치하며, 세계적으로 가장 심각한 기후 취약 지역 중 하나이다. 특수한 지형과 기후적 특징으로 홍수, 가뭄 재해가 빈번히 발생하며 홍수, 가뭄 재해는 국가 경제발전을 저해하는 주원인이 되고 있다. 수문관측은 수자원 관련 업무(水文工作)의 기초가 되며, 홍수 예방과 수자원의 종합관리에 있어 매우 중요하다. 중국은 건국 이후로 수문관측 기술에 역점을 두고 있으며 관측시설도 점차 보완해 나가고 있다. 관측계가 개선되고 있으며 정보전달의 시효성도 제고되고 수문관측을 통해 수집한 대량의 수문, 수자원 정보 및 수문 자료를 통해 홍수와 가뭄 예방, 수자원 개발과 수질 환경보호를 위해 정확하고 신뢰성 있는 데이터를 제공하고 있다. 21세기에 중국은 홍수재해, 수자원 부족, 수질환경오염, 수분 및 토양유실 등 4대 수자원 문제에 직면하고 있다. 수자원 관련 업무는 새로운 도전과 기회를 맞고 있으며 이후 더욱 발전된 기술로 절박한 사회수요를 만족시켜야 한다.

본 고에서는 중국 수자원 관리와 투자, 수문관측소 네트워크, 수문관측기술, 수문표준 및 표준화, 수문 과학연구, 수문정보흐름, 그리고 중국 수문관측의 발전 방향을 소개하오니 관련업계 전문가들의 참조를 바란다.

1. 수자원 관리 및 투자

1.1 수자원 관리 체제

중국의 수자원 관리 업무는 중앙과 지방이 등급을 나누어 관리한다(그림 1참조). 국가는 수리부(水利部)에 수문국(水文局)을 설립하고, 수리부가 파견한 7대 유역기구에 수문국(处)을 설립하였다. 그리고 각 성, 자치구, 직할시 수리청(국)은 모두 수문·수자원(조사)국을 두고 있다.

수리부 수문국은 행정관리 기능을 갖춘 사업단위로 주로 전국 수문업무의 관리 책임과 전국 지표수, 지하수의 수량 및 수질의 조사, 분석 그리고 수자원 평가를 조직하고 지도하고 있다. 수문국은 국가 중점 홍수 예방 지구와 주요 대형 저수지 수자원 현황, 강우정보 수집, 처리 및 예측, 예보 등을 담당하며, 국가 홍수 및 가뭄 예방 총지휘부에 정책결정의 근거를 제공하며, 물이용 시스템과 정보화 관리의 책임을 지며, 국가 방재국과 수리부의 통신 및 전산시스템을 운영하고 있다.

수자원 관리 업무가 국민경제와 사회발전에 차지하는 위치와 역할을 인식하여, 중국의 지방 수자원 관리 체계를 개혁하여 성(省) 수리행정주관부의 관리가 주체가 되고 지방, 현급 정부가 보조체가 되는 이중적 지도 관리체제를 갖추어 전문 관리와 이중적인 예산집행을 담당한다.

1.2 수자원 관련 투자 시스템

수자원 관리는 국가의 기본 공익사업 중 하나로서 중국은 중앙과 지방의 “이중계획, 이중예산”의 수자원 관련 투자 시스템을 구축하고 있다. 2001년부터 예산

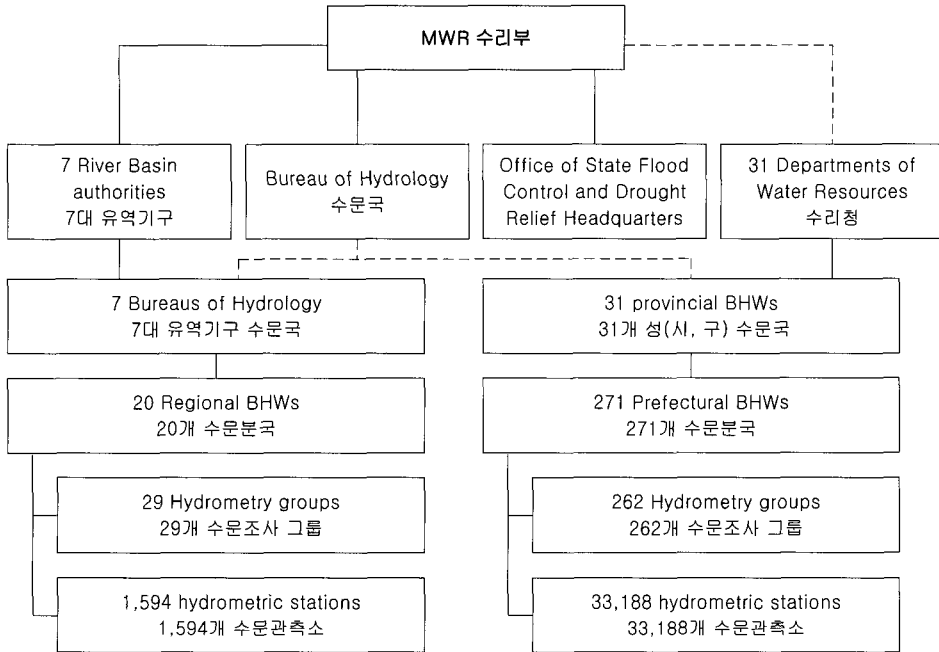


그림 1. 중국 수문국 조직도

책정시 수자원 관련 예산은 수리사업 경비중에서 단독으로 편성된다. 수문부서는 각지의 홍수재해 예방, 수자원 관리와 보호 그리고 국민 경제 건설의 필요에 의해 수문관측 전송 시스템을 설치하고, 서비스 항목에 필요한 기본 건설투자 및 업무경비는 각 지방에서 기본 건설계획을 수립하고 재정예산을 편성하고 있다.

1988년 대홍수 이후, 중국정부는 수자원 분야에 대한 투자를 강화하여 “9·5(9차 5개년 계획-역자주)” 이래로, 전국 수문 기본 건설에 약 22억 위안(평균 매년 4~5억 위안)을 투자하였다. 여기에는 중앙정부가 9.8억 위안을 투자하여 약 44.6%을, 지방정부는 12.2억 위안을 투자하여 55.4%을 차지하고 있다. 이런 투자는 수자원 분야의 발전에 중요한 기초가 되고 있다.

2. 수문관측의 현황

중국의 수문관측의 역사는 유구하다. 그러나 신중국 전국(1949년) 초기까지 수문관측소는 주로 수위와 강

우량 관측과 단순한 유량측정에 한정되었다. 신중국 건국이래 수문관측 상황에 많은 변화가 있었다. 특히, 1998년 대홍수 이후 중국정부는 수자원 분야 투자 확대로 수문 기초 시설 건설에 주력했다. 수문관측소 전산화, 수문관측 항목, 조사기술 및 관측방법, 관측시설, 수문기와 자동화 기술면에서 큰 발전을 이루고 있다.

2.1 수문관측소 네트워크

중국에는 이미 항목이 모두 갖추어진 전국적인 수문관측소 네트워크가 건설되어 있다. 현재 중국 전국의 관측소는 약 35,000개이며, 이중에서 수문관측소(hydrometric station)는 3,158개, 수위관측소는 1,135개, 우량관측소는 14,196개, 수질관측소는 3,695개, 지하수 관측정은 11,820개, 증발 관측소는 402개, 실험소는 80개를 보유하고 있다. 이중 수자원 현황과 홍수 보고 임무를 지니고 있는 수문관측소는 7,648개, 중앙에 홍수상황을 보고하는 홍수상황 보고소는 3,200여개에 달한다. 수문예보 지점은

1,081개로 대부분 관측소에서는 이미 40년 이상의 자료시스템을 구비하고 있다. 이외에도 각 부서는 각자의 필요에 따라 전용 수문관측소를 다수 설치하였다. 측정 자료의 부족을 보충하기 위해, 수문 및 관련 부서에는 기존에 발생한 홍수 및 기타 수문조사 작업을 실시하여 대량의 자료를 확보하고 있다.

현재 전국 수문관측소 네트워크의 규모는 기본적으로 유역의 계획과 수공 구조물 설계, 홍수 재해 감소 그리고 중대형 공간 수자원 정보의 시공간 분포 규정의 수요를 만족시키고 있다. 그러나 사회적 수요에 적절히 대응하고 돌발적인 물 문제를 해결한다는 측면에서는 여전히 부족하다. 그래서 지속적인 발전 전략에 따라 수자원 관리, 수질환경보호, 생태환경복구 등을 목표로, 수문관측소 네트워크의 설치목적과 서비스 목표간의 관계를 재검토, 평가하여 현재 존재하는 수문관측소 네트워크를 조정하고 내실을 기하는 것이 이후 수문 업무에서 해결해야 할 주요 내용이다.

2.2 수문관측의 범위 및 내용

수문관측은 수문센서기술과 수집, 저장, 전송, 처리 기술의 종합이다.

- 관측범위 : 강, 하천, 호수, 저수지, 도랑과 지하수 등 수문관련 매개변수
- 관측내용 : 수위, 유량, 유속, 강수, 증발, 유사, 얼음, 토양 습윤 상태, 수질 등

2.3 관측방식 및 관측기술

과거 수문관측은 기본적으로 사람이 관측소에 상주하는 인력에 의한 관측방식이었다. 20세기 70년대부터 “수문관측소와 인력의 연합”으로 개혁을 단행하여, 여러 지역에서 순회 관측, 간헐 관측, 상주 관측을 결합한 관측방식으로 작업효율을 높였고, 자료수집 확대와 함께 홍수보고소의 부족을 보완하였다.

전통적인 인력에 의한 관측기술은 다음과 같다. 표척을 이용한 육안 관측 위주의 수위관측 방법, 깊이

측정은 주로 깊이 측정대를 사용하거나 혹은 줄에 표시를 달아 육안으로 측정하는 방법, 유량측정은 대부분의 관측소에서 여전히 초시계, 전자 벨, 유속계로 유속을 측정하며, 전통적인 수계산 방법에 의해 유량을 계산, 유사 측정의 경우 연직면상에서 수평형의 측정기를 사용하여 저울에 의한 유사 중량을 측정하는 전통적인 방법을 사용. 강을 건너는 경우 도섭에 의해 강을 직접 건너거나, 측정 선박이나 도하 케이블 사용으로 자동화 수준이 낮다. 대홍수 시에는 부득이 부자로 유속을 측정하며, 측량된 단면적을 사용하여 유량을 계산한다.

이런 전통적인 관측설비와 방법은 작업효율과 안전성이 떨어지며, 오차가 크다는 결함이 있으나 최근에는 자동화 기술의 발전으로 중국 수문관측은 큰 발전을 이룩했다.

(1) 수위 측정

현재 중국에서 자동화 측정에 사용되는 수위 센서는 주로 다음과 같다. 부자식 수위계, 압력식(저항식, 기포식) 수위계(그림 2), 전자 수위계 및 초음파 수위계(그림 3) 등이다.

이런 센서는 직접 데이터 수집 단말기(RTU)에 연결되어 자동으로 수위 값을 측정할 수 있다. 지하수위의 측정도 지표수 측정과 동일하다.

(2) 강우량 측정

현재 강우량의 측정에 사용되는 센서는 주로 전도형 자기 우량계(그림 4~5참조)이다. 외국의 광학 우량계는 가격이 고가여서 중국에서는 기본 우량계로 사용하지 않는다.

(3) 유량 측정

일반적으로 물의 유속측정과 하천 횡단면적 측정을 통해 유량을 측정한다. 그래서 유속 센서와 단면을 측정하는 기기가 유량을 측정하는 주요기기가 된다. 유속 센서는 작업방식에 따라 변환식과 비변환식 유속계로 나뉜다. 변환식 유속계는 프로펠러형 유속

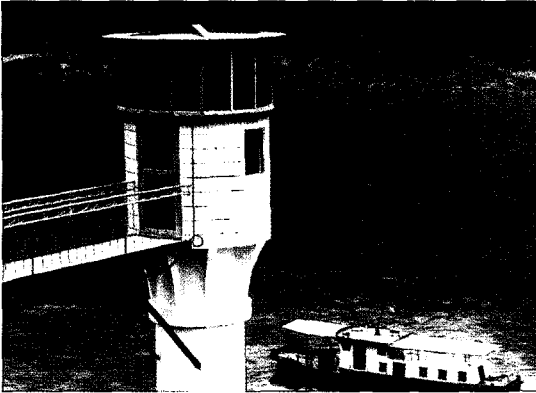


그림 2. 대표적 수문관측소 전경

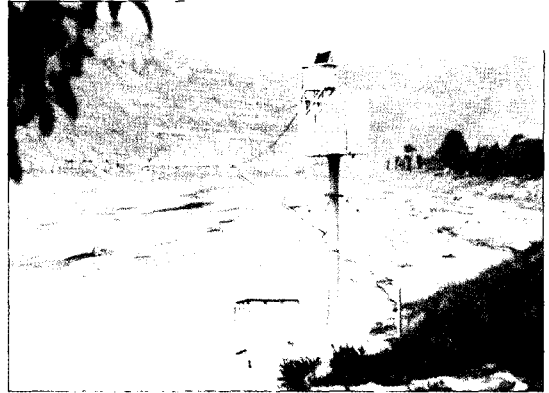


그림 3. 초음파 수위계

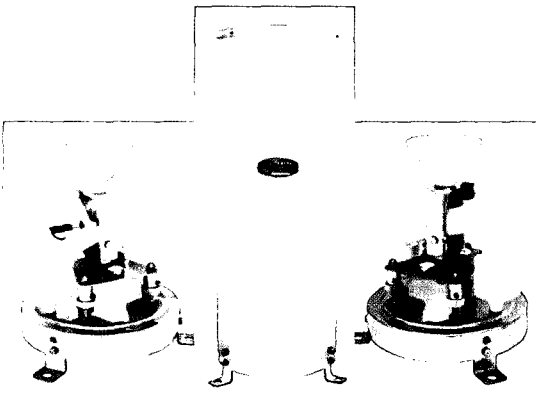


그림 4. 전도형 자기 우량계



그림 5. 대표적인 우량 관측소

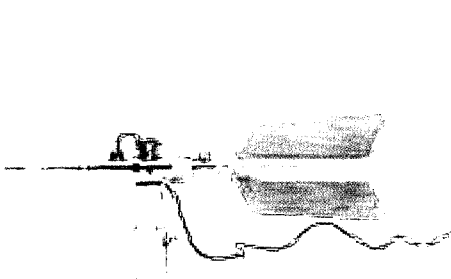


그림 6. LS 20B 프로펠러형 유속계

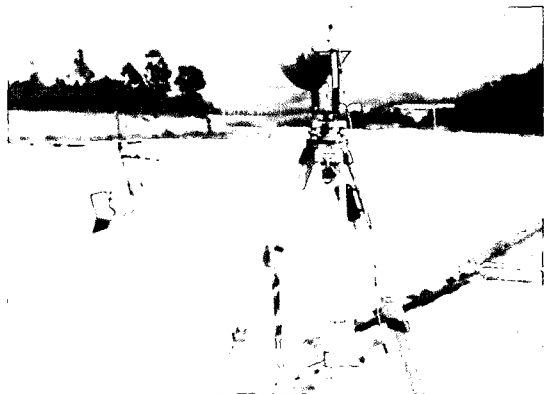


그림 7. 전자파 유속계

계(그림 6), 프라이어스컵 유속계가 있으며, 중국에서 생산되는 변환식 유속계는 이미 국제수준에 도달하고 있다. 비변환식 유속계는 주로 시간차를 이용한 초음

파 유속계, 전자파 유속계(그림 7) 그리고 초음파 도플러 유속계(ADCP) 등이 있으며, 외국에 있는 첨단 제품을 중국 국내에 들여와 성공적으로 응용한 예는

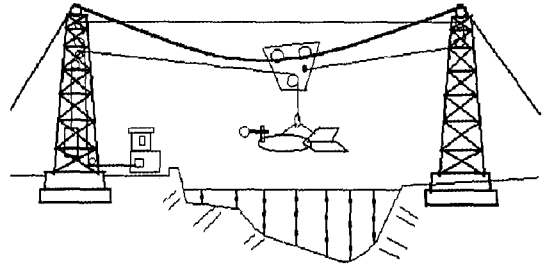
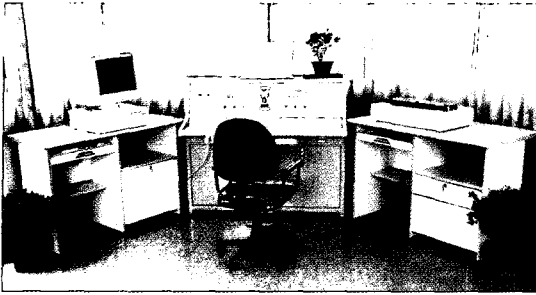


그림 8. EKL-3 케이블 유량측정 장치와 자동 다중 조절실

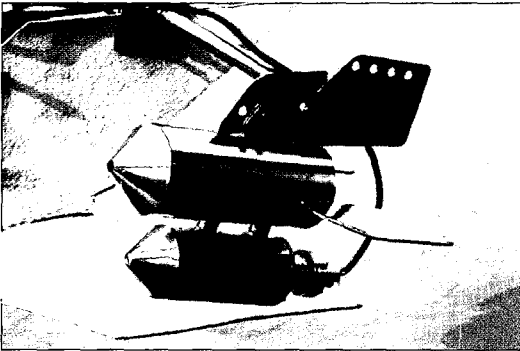


그림 9. 진동식 유사 측정기

있으나, 아직 첨단기술의 중국산 제품은 없다.

케이블을 이용한 유량측정은 유량을 측정하는데 주요 수단으로 케이블을 사용한다. 원래 케이블 유량측정은 전적으로 수동 조작과 수계산에 의지하였다. 현재 중국에서 케이블을 이용한 유량측정은 이미 자동화가 진행되어 유량측정의 목적, 방법 및 절차 등을 PC에 입력하면 상황에 따라 유량측정 전 과정을 컴퓨터가 자동으로 조정한다(그림 8). 이로써 시간과 노력의 절감과 함께 표준화가 이루어졌다.

(4) 유사측정

유사측정기는 진동식과 광전식 유사측정기로 나눌 수 있으며 근래에는 진동식 유사 측정기를 연구 개발하여 유사측정에 사용하고 있다. 이 기기는 진동식 센서기술을 사용하여, 황하하류에 포함된 유사량을 신속, 정확하게 온라인상에서 측정하고 기록한다.

(5) 수질측정

수질자동측정센서(“온라인식 수질 센서”라고 칭함)은 측정방식에 따라 전극법과 분석법으로 나누며 분석법에는 수동분석법과 자동분석법이 있다. 자동측정센서의 출현으로 수질환경의 측정자동화에 중요한 기초를 제공하고 있으며 수질환경측정에 대한 자동화가 가능하게 되었다. 외국과 비교해서 중국에서는 국산 온라인 수질자동측정기기에 대한 연구 시작이 늦었다. 온라인 수질 센서는 주로 수온, pH, 전도, 용존 산소와 탁도 등의 5개 항목이다.

(6) 토양습윤 측정

토양습윤 측정은 주로 토양이 함유한 수분량을 측정하는 것이다. 위성 혹은 레이더를 통해 지표면의 식물의 성장 상황을 측정하고 지표의 습윤 상태 변화 양상을 판단하거나 측정기기(예를들어 전자 토양습윤

측정기, 바늘형 토양습윤 측정기, TDR 등)를 통해 토양 수분 함량을 측정한다. 측정방법으로는 건식법과 전기측정법이 있으며 전기측정법은 주로 토양습윤 측정(순회) 관측소에서 사용되며, 현재 국내외에서 비교적 많이 사용하는 전기측정기는 전자 토양습윤 측정기, 소식자형 토양수분 측정기, TDR 등이 있다.

(7) 관개 지구 유량측정의 자동화

주요 하수도, 수로에서 시간차를 이용한 초음파 유속계와 ADCP를 사용하여 유량측정을 진행하는 것 외에, 관개 지구 유량의 측정은 주로 저유량이기 때문에 위어와 같은 구조물을 이용한 유량측정과 등단면으로 나누어 유속을 측정하고 단면적을 곱하여 유량으로 환산하는 유량계를 채택하고 있다.

미국에서 최근 레이더 측정 시스템을 출시하였는데, 이 시스템은 레이더의 도플러 효과를 이용한 유속 측정기술, 초음파 수위 측정 기술을 하나로 통합한 것이다. 도플러 주파수 이동 측정에 의해 유속을 측정하여 이 표면유속을 평균 유속으로 계산하고, 수위를 측정하여 면적을 계산하여 유량으로 환산하는 방법이다. 이것은 전자파 유속계와 유사한 새로운 방법이다.

(8) 고품 저장 기술

현장 기록 데이터와 홍수 예방 데이터는 동시에 자동 수문계측 보고 시스템에서 수집, 처리를 완성한다. 고품 저장기(그림 10) 데이터는 컴퓨터에서 읽어 들인 후, 자동으로 수문자료의 품질관리를 통하여 요구되는 형식으로 편집되어 저장되는 과정을 거치기 때문에 정확하고 편리하다. 현재 중국의 약 40%의 우량관측소와 수위관측소는 우량 및 수위 데이터의 수집, 저장에 자동화를 실현하였다.

(9) 자동 수문관측 시스템

현재 중국에는 약 480여개의 자동 수문관측 보고 시스템이 적용되는 관측소가 있고, 원격 관측소는 7,200여개를 보유, 매년 홍수 예방 재해 감소에 있어서 중요한 역할을 하고 있다. 자동 수문관측 보고 시스템에서 운용하는 첨단 기술은 다음과 같다.

각종 유형의 센서기술, 음향학, 광학, 역학 그리고 화학의 센서기술 등 신뢰할만한 기술로 자동계측시스템의 방법은 계속 다양해지고 있다.

사용 가능한 모든 통신 기술로 유선과 무선 통신 기술, 자체 구축한 것과 공용통신망 등 시스템의 실시간 전송은 점점 더 신속하고, 정확해지고 있다.

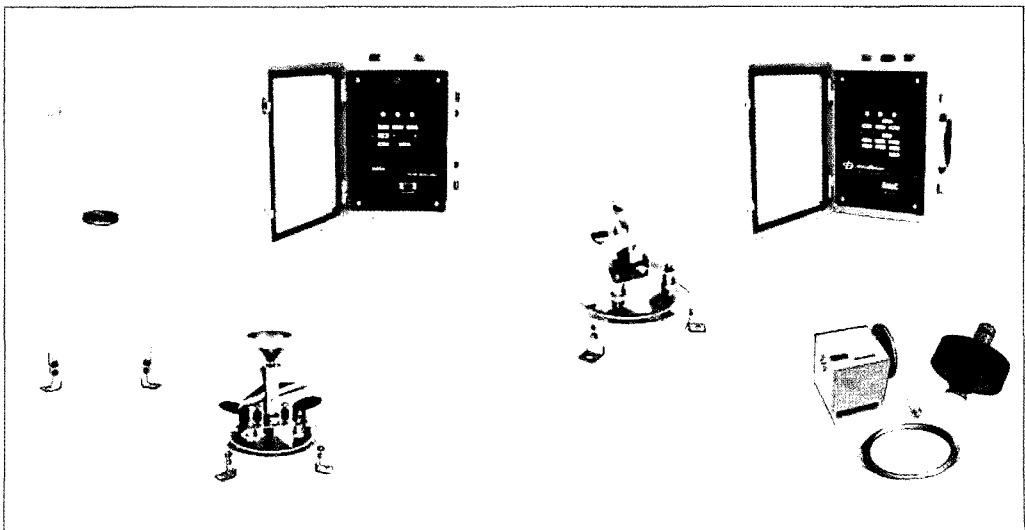


그림 10. 우량 및 수위의 자동 기록용 고품 저장장치(Solid storage instruments)

컴퓨터 및 전자 기술로 단일 칩 컴퓨터에서 개인용 컴퓨터 및 서버, 신뢰도가 높은 RTU에서 이중화(Dual Redundancy)까지 시스템 기능과 신뢰성이 계속 높아지고 있다.

네트워크 기술로 국부망(inhous network)에서 광역망까지, 데이터베이스에서 데이터 공유까지, 터나온 데이터를 예보에 제공하고 있다. 전국과 지역별 홍수 예방, 수자원 관리에 정확한 데이터를 신속하게 제공하는 시스템의 능력이 점점 더 강해지고 있다.

- 시스템 네트워크 구축 : 초단파, 단파, 마이크로파, 위성, GSM, GPRS, PSTN.
- 네트워크 구축 : 광케이블, 브릿지(Bridge), 공용 통신
- 통신 플랫폼 : 중국 수문부가 자주 사용하는 것은 PSTN, ISDN, ADSL, GSM, GPRS와 CDMA이다.

(10) 데이터 수집 단말기(RTU)

데이터 자동 수집, 저장, 처리 및 전송을 하나로 통합하였으며, 작업방식으로는 응답식, 자동보고식 그리고 겸용식이 있다. 현재 원격 진단 관리상에 있어 국산 설비는 세계 수준과 비교할 때 큰 격차가 있다.

2.4 수문관측 규정과 표준

중국 수문관측 표준화 작업은 20세기 50년대부터 시작되었으며, 일찍이 (구)소련의 방식을 주로 참조하였다. 초기의 수문 관측 표준은 1956년 제정된 <수문관측 규정(안)>이며, 1964년과 1974년에 각각 수정되었다. 중국에서는 1992년 전면 수정된 통일 수문관측 규정을 제작하였으며 <수법(水法)>의 공표로 전면적인 수문관측 표준화가 이루어졌다.

표준 제정 측면에서의 중국이 제시한 유량 측정시 wetline 보정의 계산공식과 유사측정 측면에서의 풍부한 경험과 기술은 ISO/TC 113의 전문가들로부터 국제적인 평가를 받고 있다.

현재 중국의 수문·수자원 표준은 총 58개(수자원 표준 2개)가 있으며, 이중 국가표준(GB) 8개, 업계 표준 50개가 있으며, 수문계측기 표준이 차지하는 비중은 33개이며 수문관측 표준의 제정은 전적으로 ISO 표준을 참고하였다.

GB를 ISO 및 기타 국가의 표준과 비교해보면 주된 차이점은 항목의 전면성에 있다. 항목의 전면성은 동일한 표준 중에서 항목 종류를 가리킬 뿐 아니라, 서로 같은 항목을 표준으로 제정하는 전면성을 가리키기도 한다.

GB와 ISO 표준은 기본적인 원리 측면에서 많은 점에서 동일성을 갖고 있다. GB는 여러 측면에서 ISO보다 뛰어나긴 하지만 여전히 부족한 점이 많다.

- 1) GB는 인위적으로 수문관측소를 등급으로 나눈다. 이것은 당연히 중국의 현재 경제발전 수준과 상응하여 적용되는 것이다. 오늘날 중국은 모든 수문관측소가 최고의 정밀도를 갖도록 건설할 수는 없다. 그러나 국가의 예산투자가 증가하면서 많은 하천구역에서 원격측정소를 건설하고 있으며 관측 정밀도가 높아지고 있다.
- 2) GB는 항목의 종류에 있어서 매우 포괄적이고, 또한 표준의 제정이 비교적 상세한데 이 점이 GB의 우수한 부분이다. 그러나 다른 측면에서 보면 표준제정이 지나치게 상세하면 일반성이 제한받게 될 수도 있다.
- 3) 유속 측정에 있어서 GB와 ISO가 하는 것은 삼점법, 오점법등 어느 것을 사용하든 측정 위치를 고정하는 것이나 모든 수로가 각기 다르고, 유속 분포, 물 흐름의 진동 상황 또한 다르므로 측정 위치를 고정하지 않아야 한다.

2.5 수문 관측의 어려운 점

(1) 대홍수 유속 관측

대홍수의 관측은 초기에는 부자법을 사용했는데 방법은 간단하나 정밀도가 높지 않다. 현재 전자파 유속계 등의 관측기기가 있긴 하지만, 정밀도는 부자

법과 별 차이가 없고, 가격이 비싸 널리 응용하기에 어려움이 있다. 국외에는 최근 몇 년간 대홍수의 유속 측정에서 레이더 측정기술이 발전하였다. 도플러 방식의 마이크로파 평면 스캔 하천(河流) 대홍수 측정기(MDR), 레이더 평면 스캔 하천 대홍수 측정시스템을 출시하였는데, 이 방법들은 먼 유속을 측정하기 때문에 정밀도는 측점 유속의 전자파 유속계보다 높아 대홍수의 유속 관측에 새로운 방법으로 떠올랐다.

(2) 저수위, 저유량 유속 측정

북방의 갈수기 동안 유량이 작아 수심은 낮기 때문에 시간차를 이용한 초음파 유속계와 ADCP 측정은 기기사용에 제한을 받는다. 저수위 저유량에 대한 측정은 매우 힘들며, 현재까지 좋은 방법이 없다. 1,200KHz 주파수 대역폭의 ADCP의 경우 일정한 저수심 조건에서 하수로와 수로에 대한 유속을 측정할 수 있다.

최근 몇 년간 수자원의 실시간 모니터링 및 조절시스템으로 인해 작은 수문에서 흘러나오는 유량 측정과 도시의 오염배수 유량을 관측할 수 있게 되었다. 이런 유속측정에서 대부분 사용하는 것은 위어 등 물공사 건축방법상의 유속 관측이며, 측정범위는 어느 정도 제한을 받는다.

(3) 얼음 측정

얼음 두께와 빙하 유속의 측정 또한 수문관측의 내용에 속한다. 그러나 지금까지 편리하게 관측을 진행할 수 있는 완벽한 기기가 없었다. 구멍을 뚫을 필요 없이 얼음을 측정하는 초음파기기는 사용 환경과 조건의 제한을 받기 때문에 기기사용이 많지 않고 발전도 빠르지 않다. 지금까지 빙하 유속 관측의 비교적 좋은 방법은 아직 없는 실정이다.

(4) 수질 관측

수질 온라인 관측 센서는 기본적으로 수입 설비에 의존하며, 투자와 유지비가 높다. 외국의 센서는 하천흐름, 수문, 규정에 따라 연구 제작한 것이기 때문에 이런 기기들은 제작국가에서 사용하기에는 좋지만

중국의 수질조건은 선진국의 수질에 비해 큰 차이가 있기 때문에 중국의 수문관측에 사용될 수 있을지 그 가능성은 불확실하다.

2.6 수문 정보 및 정보의 흐름

홍수, 가뭄 예방에는 강수 상황과 기후 정보 수집이 필요하며, 이것은 기상대의 2,000여개 기상관측소 관측데이터, 인공위성 구름사진, 기후 레이더 제품, 지면/고공 기후 실험 보고, 각종 기후 정보 예측 팩스 그리고 수문 부서의 4,000여개 우량 관측소 네트워크의 우량관측 데이터 등을 포함한다.

기상대의 정보는 수리부의 수문국과 각 급 수문부서로 직접 전달된다.

전국 3,200개 수문관측소에서 온 수자원 현황과 강우상황 정보는 전화, 방송국, 위성, 전보 등을 통해 먼저 강우 상황 센터로 전송되어 데이터 검사를 거쳐 전국 물정보 전산망을 통해 수리부의 수문국 정보센터로 전달된다. 첨단 컴퓨터 시스템은 정보의 자동 접수, 가공처리 및 저장을 실시한다. 또한 인터넷을 통하여 매일 전국의 수자원 현황과 강우상황을 사회 각지에 전달하며 월보, 연보와 공보 등의 형식으로 일정하게 수자원 현황과 강우상황, 유사, 지하수, 수질 등 실측 및 분석정보를 알린다.

중국은 224개 수자원 상황센터를 건설할 예정이며, 2006년 이전에 125개의 국가홍수 예방 지휘시스템을 구축할 예정이다. 시스템을 구축한 후에는 30분 이내에 모든 수자원의 현황 정보를 부 수문국에 전달할 수 있게 될 것이다.

중국은 1995년부터 전통적인 전보 홍수보고 방식을 바꾸었다. 공용 분할스위치 데이터망(X.25)을 응용, 단계적으로 수리부, 7대 유역 기구 및 각 성(구, 시) 및 지방의 물 정보 컴퓨터 광역망을 건설함으로써 실시간으로 전국 각지의 물정보를 성에서 중앙까지 신속 접수하고, 전송 처리하고 있다. 2005년, 수리부에서 각 유역 기구와 각 성(구, 시)와 연결된 2기가 전산망을 구축하여 운영함으로, 물정보의 실시간 전송 시스템을

크게 개선하였다. 현재, 전국 3,200개 중앙 홍수보고 관측소의 약 40%가 자동관측시스템이 설치되었고, 70%의 정보는 30분내에 수리부 수문국에 전송된다.

2.7 수문관측과학 연구 및 발전

신중국 건국 이후, 수리(전기)부에 수문, 수자원, 유사, 수질, 기기 연구 제조와 질량검측 등 전문 연구소 또는 실험센터를 설립하였다. 장강, 황하 수리위원회는 이에 상응하는 연구 기구를 설립하였고, 이러한 성과의 수문부서 또한 연구실을 설립하였다. 이외에도 교통, 자원과 관련된 대학도 수문연구 기구를 설립하였다.

최근 몇 년간, 중국은 센서기술, 데이터 수집 기술, 데이터 전송 기술, 시스템 소프트웨어 응용기술, 수질 자동 관측, 야외기기 설비 전력공급, 낙뢰 방지 등 기술의 연구제작에서 큰 성과를 거두었다. 수리부 남경 수리·수문 자동화 연구소는 수리 수문 자동화 및 시스템 공정에 종사하는 종합 응용 연구개발 기구이며, 국내외 유명한 수문기기와 수리 자동화기기 설비를 연구하고 제작하는 생산기지이다. 이곳에서는 이미 0.1, 0.2, 0.5, 1.0mm 감량(感量)의 우량센서 제품군을 내놓고 국내외에서 꾸준히 판매되고 있으며 각종 수위계, 갑문위계, 측심계, 토양샘플채취기, 유량계 등 제품의 판매량은 중국 내에서 최고를 기록하고 있다. LS20B형 고유속계는 미국의 권위있는 부서를 통해 세계의 동등한 기기와 비교한 결과 국제수준에 손색이 없는 것으로 확인되었다. E601B형 수면증발계는 부급(部級)을 통하여 검증한 결과, 중국 국내에서 뛰어난 성능이 입증되어 수문, 기상대에서 널리 사용되고 있다.

3. 수문 관측의 발전 방향

수문관측의 상황과 난제들 그리고 중국 수문관측의 발전방향을 분석하면 다음과 같다.

3.1 순회 관측 시스템의 발전

이상 수문 관측에 존재하는 난제들에 대해, 순회관측은 문제 해결에 중요한 수단의 하나이다.

순회 관측 시스템을 발전시키는 것은 관측이 필요한 통제 지점과 단면이 많을 경우 이를 해결하는데 유리하며, 온라인 자동 관측에 있어 존재하는 많은 문제점을 해결하는데 유리하다. 또한 돌발사건을 일으키는 재해의 응급시스템을 구축하는 데 유리하다. 예를 들면 돌발적인 하천 오염, 홍수범람 등 돌발사건의 추적 관측과 모니터링이다. 관측소의 무인화를 통하여 생산력을 높이는데 유리하다.

순회 관측의 항목은 유(속)량, 유사, 수질 등 수문 매개변수이며, 순회 관측 방식은 정시/정점 혹은 돌발사건이 발생할 때, 검사원이 기기를 들고 측정지점에 가서 해당 수문 매개변수를 측정하는 방법이다.

순회 차량은 순회 관측의 가장 좋은 도구로서, 수문 매개변수 관측기를 갖추고 자동, 직접 사람이 하천을 횡단하는 방법과 교량 위에서의 측정을 수행할 수 있다. 순회 차량에 통신설비를 갖추어 통신조건이 갖추어진 상황 하에 실시간으로 현장 관측한 데이터를 본부 관측소로 전송한다.

3.2 센서 설비 집적화

수문관측 센서 중에서 세계 첨단 수준과 비슷한 중국의 수문관측 계기를 제외한 기타 수문관측 센서는 낙후되어 있으며, 설계방향과 이념 차이가 주요 원인이다. 센서는 이제 단순히 대상을 측정하는 감지설비가 아니다. 광파, 전파와 압력의 변화를 측정하며, 복잡한 계산과 처리를 거쳐 수문 데이터로의 변환한다. 이런 계산과 처리의 과정과 데이터의 저장, 전송과정을 센서 설비의 집적화라 부른다.

국외의 첨단 수문 기기를 도입하면서 센서 설비 집적화 정도가 갈수록 높아지고 있음을 느끼게 되었고 센서 설비의 대세임을 확인했다. 우리는 설비의 연구제작 초기부터 이런 요구사항에 맞추어 제작해야 한다.

3.3 자동화 설비의 지능화

지능화란 인간의 두뇌를 대신하여 판단하고, 서로 다른 상황에 따라 결정할 수 있는 능력을 말한다. 수문 자동화 설비의 사용 범위와 내용은 매우 다양하며, 설비는 자동적으로 각 조건에 따라 판단하고, 자동적으로 정확한 동작을 할 것을 요구한다. 지능화의 발전으로 말미암아 설비의 운용이 더욱 실용적이고 신뢰할 수 있으며, 안전하고 단순화되고 있다. 이는 자동화 설비의 나아갈 방향이기도 하다.

3.4 원격 관측, 프로그래밍과 관리

이론적으로 원격관측, 프로그램 설계와 관리는 지

능화의 일부분이다. 여기서 일일이 열거하는 것은 이들의 특수성 때문이다. 시스템 혹은 네트워크를 통하여 해당 노드(Node)의 설비에 대해 원격으로 관측하고 프로그램 설계와 관리를 위해 통신망과 해당 SW/HW의 뒷받침이 필요하며 이것이 종합 기능의 구현이다. 이 기능은 자동화 시스템을 더욱 원활하고 다양하게 하고, 네트워크 구축과 유지보수를 더욱 편리하게 할 것이다.

오늘날 국외 RTU에서는 이미 이 기술을 광범위하게 사용하고 있다. 중국 국산 설비는 원격 관측, 프로그래밍과 관리 영역에서 세계 첨단 수준과 비교해 아직 큰 격차가 있으며, 앞으로 지속적인 노력으로 향상시킬 필요가 있다.