

统一水文监测数据传输规约探讨

林灿尧¹, 吴恒清², 高繁民³

(1.水利部水文局, 北京 100053; 2.淮河水利委员会水文局, 安徽 蚌埠 233001;
3.北京大学信息科学技术学院, 北京 100871)

摘要:近年水文自动测报系统飞速发展, 市场规模扩大, 厂家与产品也越来越多。由于数据传输规约不统一, 造成不同厂家所建系统难以兼容, 遥测终端不能互换, 给系统建设及运行管理带来不便。基于此, 行业主管部门组织编制了一套规约, 以期全国统一。本文阐述了规约编制遵循的原则, 采取的相关技术措施, 说明了规约的框架结构, 并列举实例, 详细介绍了 ASCII 和 HEX/BCD 两种字符编码的实现方法。从现实角度出发, 展望了统一规约所需经历的过程, 提出了应采取的相关措施。

关键词:水文自动测报系统; 通信规约; 帧结构; 编码; ASCII; HEX; 统一

中图分类号: P332; TP274.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2013)05-0081-04

1 前言

我国水文自动测报系统建设已有 30 多年的历史, 特别是国家防汛抗旱指挥系统建设以来, 水文自动测报系统建设迅速展开。据统计, 截至 2011 年底, 全国省级以上水利部门能收到数据的雨量、水位采集站点 43 760 个, 其中自动采集点 31 421 个, 占 71.8%^[1]。随着近两年全国中小河流水文监测系统、山洪灾害防治非工程措施、国家水资源监控能力等项目的建设, 水文自动测报系统取得蓬勃发展, 成为防汛抗旱、水资源管理等工作的必要手段。

为规范系统建设, 早在 1985 年就出台了《水文自动测报系统规范》, 1994 年进行了修编, 目前使用的 SL61-2003《水文自动测报系统技术规范》也正在根据新的情况进行修编, 近期将颁布施行。该标准主要对设备技术指标、系统设计等进行了规定, 对传感器、遥测站、中心站之间的通信协议没有涉及^[2]。

随着科技进步, 水文自动监测已从单一的水位、雨量自动监测, 发展到覆盖水位、水量、水质、气象、墒情等要素的自动监测。进入水文自动测报系统建设市场的厂家越来越多, 水文数据采集传输的技术也发展迅速, 一个行政区域(甚至一个中心站)有多家企业参与系统建设, 不同的厂商、不同的设备都有着不同的数据

传输规约, 使得各系统之间难以相互兼容, 设备不能互换, 不利于运行管理以及资源共享^[3]。因此, 急需总结经验, 建立统一的数据采集与传输通信规约, 形成科学合理、相互兼容、资源共享的水文自动测报系统技术体制。

2011 年, 水利部水文局组织水文系统、科研院校等相关单位的专家着手编制《水文监测数据通信规约》(以下简称规约), 以期统一水文自动测报系统数据传输协议, 达到不同厂商遥测终端设备可以互换的目的。该标准已报批主管部门, 并作为有关项目的标准得到实际应用。

2 规约

2.1 编制原则

(1)全面性。作为行业标准, 应能覆盖目前水文系统已存在或将要采用的自动测报要素及应用, 供各用户选择使用, 而不能仅仅考虑部分或一个项目的需要。同时, 不但要满足水文监测系统应用需要, 还应能满足如水资源监测系统等其他监测系统的使用需求。

(2)继承性。应尊重水文报汛的习惯, 吸取水文监测系统数据传输方面积累的先进经验, 并符合被广泛应用的水文系统相关标准条款内容。

(3)可扩展性。在充分考虑目前自动测报要素和传输功能需求的基础上, 还应为未来可能增加的要素以及传输功能留有扩展空间。

收稿日期: 2013-04-11

作者简介: 林灿尧(1972-), 男, 湖南长沙人, 高级工程师, 主要从事水利通信建设管理工作。E-mail: cylin@mwr.gov.cn

2.2 规约范围

规约规定了系统中传感器与遥测终端的接口及数据通信协议、遥测站与中心站之间的数据通信协议。由于水文监测系统所应用的传感器种类很多,且不少产品需要进口,因此,本标准只对智能传感器串行接口以及通信协议进行规定,将随着技术的发展逐步加以统一。在遥测站与中心站通信方面,详细规定了链路传输规则、报文帧结构和数据定义。

2.3 几个考虑

2.3.1 编码方式

规约的信息表示采用国际通用的面向字符方式。参照《水情信息编码》^[4],规约选用 ASCII 字符来表示信息。考虑到 ASCII 字符数据传输效率较低,规约还编制了一套 HEX/BCD 字符编码,并与 ASCII 字符编码一一对应。也就是说,规约规定了两种字符编码,用户可根据信道特性和数据需求选择其中一种。

2.3.2 数据结构

对于一个具体的数据(或要素、参数),除了其本身的数值外,还有其属性、结构等,如数据是水位还是雨量,有几位小数,单位是什么,等等。规约采用了“标识符(数据说明)加数值”的数据结构,并对属性和数据结构等进行了约定。对于 ASCII 编码,各要素标识符、数据等之间均用“空格”作为分隔符;对于 HEX/BCD 编码,标识符中已对后面的数据长度、小数位数等进行了说明,不用“空格”。这样处理的优点在于,传输要素可以任意扩展,数据可不定长传输,灵活性较大。

2.3.3 传输信道

由于信道特性不同,对传输的要求也不尽相同,特别是对数据帧长度的限制与要求不同。目前,常用的信道包括:GSM-SMS、CDMA-SMS、北斗卫星、海事卫星、GSM-GPRS、CDMA-1X、3G、DDN、SDH、PSTN(或 ADSL)、VSAT 等。规约充分考虑了这些信道的特性,能够适应其传输要求。但是,由于超短波通信除了数据包长度有一定限制外,还存在数据纠错、通信中继路由等问题,与以上信道存在较大差异,规约没有相应规定。

2.4 帧结构

报文帧结构由四部分组成:报头、正文、结束标识、校验。如表 1。

不论用哪种编码方式,都应采用该帧结构。其中,

- (1)帧起始符。表示每一条报文的开始,ASCII 编码用 SOH(01H)表示,HEX/BCD 编码用 7E7EH 表示。
- (2)地址。中心站地址按区域自行编列。遥测站地

表 1 报文帧结构

Table1 The frame structure of message

序号	名称
1	帧起始符
2	目的地地址
3	发送站地址
4	密码
5	功能码
6	报文上下行标识及长度
7	报文起始符
8	包总数及序列号(多包选用)
9	报文正文
10	报文结束符
11	校验码

址分为水文测站和非水文测站两种,如遥测站为水文测站,则以《水文测站代码编制导则》为基础进行编码。如非水文测站,则以行政区号码加测站编码的方式编码,但要保证编码的唯一性。

(3)密码。由中心站生成并能修改遥测终端密码。

(4)功能码。根据目前水文自动测报系统和水资源监测系统的实际需求,编列了 30 多个功能码,每个功能码对应执行一项功能,如报送小时数据等。

(5)报文上下行标识及长度。说明报文正文的长度(字节数)。同时,在有集合转发站或中继站的系统中,需要标识上下行,以区分报文的来源。

(6)报文起始符。报文正文的开始标识,单包或非连续多包报文用控制字符 STX,连续包报文用 SYN。

(7)包总数及序列号。此项在多包报文传输时使用,说明此报文共有多少包,当前是第几包。

(8)报文正文。要传输的信息。规约中对不同报文的正文格式进行了规定。

(9)报文结束符。用不同控制字符来表示是否继续传输、是否结束、是否保持在线等。

(10)校验码。校验码前所有字节的 CRC 校验,生成多项式: $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ 。

3 编码举例

下面列举分别用 ASCII 字符和 HEX/BCD 进行编码的实例,均摘自有关企业产品进行规约符合性测试时的报文,均为虚构,一般不会在实际应用中出现。

3.1 ASCII 字符编码示例

3.1.1 遥测站至中心站报文(上行报文)

*160012345678000A320097[0006130228130018ST

0012345678 M TT 1302281300 P1 2.0 PJ 2.0 PT 28.0
M10 21.5 M20 0.0 M30 0.0 M40 0.0 M50 0.0 M60 0.0
M80 0.0 M100 0.0 Z 9.316 VT 12.10]073B

由于 ASCII 字符中,控制字符均不可见,为显示方便,在此用可见字符代替,如“*”等。

“*”代表帧起始字符 SOH;“16”为中心站地址;“0012345678”为遥测站地址,前两位为 00,表示此站为水文系统统一编码,站号为 12345678;“000A”为密码;“32”为定时报功能码,表示此报文为定时报;“0097”为报文上下行标识及长度,第一个“0”表示此为上行报文,“097”表示次报文正文有 151 个字符;“[”表示报文起始符 STX,单包传输;“0006”为流水号,表示发送报文的顺序;“130228130018”表示 2013 年 2 月 28 日 13 时 0 分 18 秒发报;“ST”为地址标识符,之后空格,编列遥测站地址;“M”为遥测站分类码标识符,表示墒情遥测站;“TT”为观测时间标识符;“1302281300”表示后面的数据为 2013 年 2 月 28 日 13 时整监测的数据;“P1 2.0”表示 1 小时时段降水量为 2 毫米;“PJ 2.0”表示当前降水量为 2 毫米,一般是早上 8 点到目前的降水总量;“PT 28.0”表示累计降水量为 28 毫米,一般是本年 1 月 1 日到此时的降水总量;“M10 21.5”表示此站 10 厘米处土壤含水量为 21.5%;“Z 9.316”表示河道水位为 9.316 米;“VT 12.10”表示蓄电池电压为 12.1 伏;“]”表示报文结束;“073B”为前面所有字节的 CRC 校验。

3.1.2 中心站回复报文(下行报文)

*001234567816000A328010 [0006130228130020
\$819D

下行报文回复时先编遥测站地址,再编中心站地址。“8010”中“8”表示下行报文,“010”表示有 16 个字符;正文只编列发报时间;“\$”表示退出链路“EOT”。

3.2 HEX/BCD 编码示例

3.2.1 遥测站至中心站报文(上行报文)

报文一:

7E7E0101001111111000A32005002000E1302281
20017F1F10011111114DF0F013022812001A1900006
0201900006026190000601011021311110000121100001
3110000141100001511000016110000171100003923000
109603812120003A9B9

报文二:

7E7E010011111111000A46001502000F130228120
018F1F100111111145200000040203379B

报文一:“7E7E”为帧起始符;“01”为中心站地址;“0011111111”为遥测站地址;“000A”为密码;“32”为定时报功能码;“0050”表示为上行报文,80 字节;“02”为正文起始符;“000E”为流水号;“130228120017”为发报时间;“F1F1”为站码标识符,紧跟固定长度站址;“4D”表示墒情站;“FOFO”为观测时间标识符,后紧跟固定长度的观测时间;“1A19”为 1 小时时段降水量标识符,其中“19”说明紧跟的数值为 3 字节 6 个数,有 1 位小数;“000060”为 60,因为有 1 位小数,所以为 6 毫米;“2019000060”表示当前降水量为 6 毫米;“2619000060”表示降水量累计值为 6 毫米;“10110213”表示此站 10 厘米处土壤含水量为 21.3%;“392300010960”表示河道水位为 10.96 米;“38121200”表示电压为 12 伏;“03”为报文结束符;“A9B9”为校验码。

报文二:此报文为响应中心站查询遥测站状态及报警信息的内容,功能码为“46”;“0015”表示正文有 21 字节;“4520”为遥测站状态及报警信息标识符,数据为 4 字节;“00000402”为 4 字节状态信息,根据约定,说明遥测站电压低,水位仪表有故障,其他都正常。

要特别指出的是,报文一还可省略一些代码。比如,“1A19000060”表示时段雨量为 6 毫米。根据规约约定,“19”为数据说明,用 1 个字节,高 5 位表示数据字节数,低 3 位表示小数位数。而后面有 4 个“0”属于无用信息,因此可将编码改为“1A0960”,比原编码节约了 2 个字节。

3.2.2 中心站回复报文(下行报文)

7E7E001111111101000A32800802000E130228120
0171B997E

此报文是对报文一的确认,仅回复发报时间。其中“8008”表示为下行报文,正文有 8 字节;“1B”为结束符。

4 统一规约

4.1 统一过程

如前所述,传输规约不统一,给用户造成诸多不便,市场产品亦良莠不齐,影响了水文自动测报系统的健康发展。一些水文部门已意识到这一问题,四川、江苏等地出台了规约的地方标准,其他相关行业也已经着手规约的统一化工作(如气象部门)。水文自动测报系统建设起步较早,监测数据通信规约五花八门,制定一个统一的规约,面临着已经存在并在使用的其他规约如何处理的问题。因此,必将有一个逐步统一的过

程,大致将经过以下三个阶段:

一是混合。这是初始阶段。规约技术性、实用性非常强,编制完成后必将通过实际应用来不断完善。同时,要让全国水文行业接受新规约并用于实践,也必将有一个过程。因此,这阶段新的规约被采用(一些新项目中),原来使用的规约依然存在,成混合使用状态。

二是并用。统一的规约逐渐被大家接受,在新系统建设和原系统改造中使用得越来越多,将出现一个系统并存新旧两种数据规约的情况,并逐步扩大到整个区域(比如一个省),进入并用阶段。

三是归一。随着规约被广泛接受,原系统的改造全部完成,全国水文行业自动测报系统建设将统一到新的数据传输规约上来,达到预期目的。

4.2 相应措施

显然,规约统一不可能在短时间内完成,将经历从个别到局部,再到全部的过程。要缩短这一过程的时间,还要采取必要的措施。

(1)出台新规约。目前,水利部水文局组织编制的《水文监测数据通信规约》已经上级部门审定,即将颁布施行。规约本身通过了有关检测机构的技术测试,主要测试内容为其准确性、完整性和可用性^[5]。但是,由于规约编制组代表性有限,实际应用也不广泛,因此,新规约还将进一步完善。

(2)着力宣传培训。统一规约是新事物。要通过各种载体加强新规约的宣传工作,让市场各方均知晓。要针对不同对象,组织开展培训,让用户特别是产品提供者充分了解、理解新规约,为统一化工作奠定基础。

(3)严格市场准入。近年水文测报系统建设规模迅猛扩大,从原来的十几家从业企业扩展到目前的几十家,产品和服务参差不齐,市场比较混乱。严格产品准入是管好市场的重要环节。要依靠有关质检部门,认真开展产品使用前的符合性测试,凡是不符合新规约的,均不能投入使用。目前一些项目和省级水文部门已经开始此项工作,必将大大加快统一化进程。

(4)加强行业管理。在完善新规约、加强宣传培训、推行市场准入的基础上,主管部门还应从推进水文现代化的高度,通过适当方式要求水文行业积极使用新的规约,并加强监督检查,确保规约走向统一。

参考文献:

- [1] 水利部信息化工作领导小组办公室. 2011年度中国水利信息化发展报告[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2012:17. (Informatization Leading Group Office, MWR. 2011 Development Report of China Water Resources Informatization [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2012: 17. (in Chinese))
- [2] SL61-2003, 水文自动测报系统技术规范[S]. (SL61-2003, Technical Specification for Hydrologic Data Acquisition System[S]. (in Chinese))
- [3] 康一斌. 水文测报系统通讯规约和协议的规范[J]. 水利信息化, 2011, (2):50-52. (KANG Yibin. Communication agreement and protocol specification for automatic hydrological data acquisition and transmission system [J]. Water Resources Informatization, 2011,(2):50-52. (in Chinese))
- [4] SL330-2011, 水情信息编码[S]. (SL330-2011, Code for Hydrological Information [S]. (in Chinese))
- [5] 赵越, 李晓辉. 水文行业通信规约测试与实践[J]. 水利信息化, 2013, (1): 61-63. (ZHAO Yue, LI Xiaohui. Test and practice of communication protocols in hydrological industry [J]. Water Resources Informatization, 2013,(1):61-63. (in Chinese))

How to Unify Protocols for Hydrological Monitoring Data Transmission

LIN Canyao¹, WU Hengqing², GAO Fanmin³

(1. Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China; 2. Bureau of Hydrology, Huaihe River Water Resources Commission, Bengbu 233001, China; 3. School of Electronic Engineering and Computer Science, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: With rapid development of hydrological telemetry system in recent years, its market has been expanded with more and more concerned manufacturers and products. For the lack of unified data transmission protocols, different systems provided by different manufacturers are not compatible, telemetry terminals are not interchangeable, so that the system construction and operation management is very inconvenient. Based on this situation, a new unified specification was established by the organization of competent authority. This paper expounded the principle and related technical measures in compiling process. It also explained the frame structure of the statute. Meanwhile, approaches of two character code, ASCII and HEX/BCD, were illustrated by instants. Under the current condition, it proposed how to boost unified specification, and put forward the relevant measures.

Key words: hydrological telemetry system; communication protocols; frame structure; coding; ASCII; HEX; unify