

6

36-79

对水文仪器可靠性问题的一些认识

姚永熙

(南京水利水文自动化研究所 南京 210012)

P335.1

摘要 本文通过对水文仪器可靠性现状的分析,指出影响水文仪器可靠性的主要因素是设计质量、生产质量和使用维护等,并结合当前的实际情况,提出提高水文仪器可靠性的主要途径和方法是严格质量管理、正确处理可靠性与其它要求的关系、加强生产管理。

关键词 水文仪器 可靠性 精度

管理

从70年代后期开始,水文仪器的发展日益加快,新技术、新仪器不断出现,仪器的自动化程度也有很大提高。自动化仪器和长期自记仪器性能优越、结构复杂,一般都充分考虑了使用要求,但可靠性问题总不能令人满意,这已成为影响仪器推广使用的重要因素。近年来,对水文仪器的可靠性问题,各方人士都很重视,并进行了很多研究。本文也对此谈点个人的看法。

1 水文仪器可靠性现状

水文仪器在国内的生产历史较长,品种也很多,它们的使用可靠性各不相同。分析一下各种不同仪器的可靠性,可以总结出如下一些特点:

a. 老产品较新产品可靠性高。五六十年代定型生产的水文仪器是一些常规的必需仪器,生产历史长、产量大,被水文测验普遍使用,一直到现在,还是水文站的主要仪器。普遍认为,它们的可靠性可以满足使用要求。其中LS25-1型旋桨流速仪、LS68型旋转流速仪、SW40型日记水位计都曾获得过国家质量奖。这也证明了这些产品的可靠性是较高

的。而80年代后发展的新产品,其可靠性就不尽如人意了。列入水文仪器科研成果统计的新产品不下百余种,但大部分都未成为正式产品,能够在一定范围内正式用于水文测验的只是少数,能在相当大的范围内得到承认的就更少。原因固然是多方面的,但可靠性不高是不能或难以推广应用的最主要原因。

b. 机械结构为主的产品比电子技术为主的产品可靠性高些。这样的分析并不完善,但从现有仪器的使用效果看,可以得出这样的结论。常用仪器都是机械型的,也都被认为很好用,而新产品就相反。新产品自动化程度高,采用电子技术较多,其可靠性就和老产品不同。再者,机械型产品较为直观,有些问题凭直觉经验可以维护修理,操作者能解决排除一些故障,也就觉得仪器可靠性高了。而对电子产品,没有一定的专业知识就无法处理那怕是很小的故障,维护工作的专业化要求也较高。从操作者的角度看,仪器难以“对付”,对可靠性的评价就不容易高了。

电子产品有一发展过程,元器件本身的可靠性也在不断改善中,早期的电子产品故障较多,这也是造成电子产品可靠性不高的

一个主要原因。

c. 正规生产的水文仪器比非正规生产的产品可靠性高。“正规生产”应包括二种含义：一种含义是生产单位的生产条件、质量保证体系、人员技术素质、管理水平从总体上讲要好些，生产的产品质量好，可靠性自然高些；另一种含义是正式批量生产产品和扩大样机生产或小批量试生产时生产的前期产品相比，所体现的正规生产含义。正式批量生产产品经过多方面的改进，加上生产手段的完善、工艺水平的提高，质量自然比初期产品好些。

上述看法反映了水文仪器可靠性的一些基本情况。但并不全面，有些是因主观要求不同而形成的。可靠性是仪器在规定的条件规定的时间，达到规定的功能的能力。考核评定时，不应混有未经规定的人为干预和主观上的直觉评估，但在印象性的评价中，就很难避免这些影响。

和国外仪器相比，国内水文仪器的可靠性并不一定就低。一些常规机械产品，如流速仪，并不比国外产品差，在复杂环境下使用，其可靠性甚至还要好一些。但应用电子技术为主的产品，国外仪器的可靠性就明显高于国内的了，当然，也不是绝对可靠的，尤其是新产品。我国引进的国外自动化系统也有一定的故障率，应收集的水文数据也会丢失。美国的水位自记站往往有二套水位记录仪，他们的数据收集可靠性也只要求 90%，常用的通用数据记录仪年修理比例将近 10%。

2 水文仪器可靠性的影响因素

影响可靠性的因素是多方面的，其中相当部分是影响任何产品的共同因素，但水文仪器也有一部分它所特有的可靠性影响因素。

a. 设计质量是影响可靠性的主要原因，其中设计人员的素质经验是最主要的因素。水文仪器多数是机电一体化的，还必须了解

水文环境的复杂性和特殊要求。这就不是一般设计人员能考虑周全和胜任的。水文仪器需要量不大，专业化人员很少，要求他们一开始都能在机、电、水、生产工艺诸方面都能达到相当的水平是不现实的，反而会使不少仪器的设计者难以完全胜任设计任务。设计考虑不周，仪器先天不足，可靠性保证自然就不够。

还有相当一部分科研成果，实际上只是在实验室内的试制结果，现场试用又难以严格考验，这样的成果离产品化要求相距甚远。从技术鉴定到产品鉴定还应做很多工作，如省略这重要的一步或简单对待一下，就直接开始生产，必然难以保证产品质量。

b. 生产质量是影响可靠性的另一个重要因素。非正规生产单位正规化程度不够，将影响产品质量。元器件本身质量不高、质量管理不严、生产工人素质不够是目前存在的又一问题。新产品生产历史不长，一些问题还需逐步发现和解决。这些因素结合在一起，构成了似乎是无法解决的问题，于是就采用引进、组装的方法想从根本上加以解决，但多数水文仪器不具备这样的条件，还得依靠自己。

c. 使用维护工作也影响产品的使用可靠性。这是使用者需要注意的。任何产品都需要正确的使用和必需的维护来保证其可靠性。水文工作人员素质不一致，对新产品、高技术产品的适应掌握要有一个过程，而工作负责精神也不一致，这些因素对仪器的使用可靠性影响有时是相当大的。

上述影响因素并非水文仪器所特有，不过都带有一些水文仪器的具体特征。下面的客观情况则对水文仪器的可靠性有相当大的影响，应该引起我们的重视。

2.1 小批量多品种的生产条件的制约

水文仪器某一品种的年产量，少则几台、几十台，多者也难超过千台。这种情况给工业化生产带来了困难，不可能建生产线，也难以

在工艺上投入大量保证质量的装备。有时因批量太小,在正规厂也只能以不很正规的方式生产,甚至不能投产。这样的产品,质量随机性很大,不能保证稳定的可靠性。相对讲,批量大的就好得多,如流速仪的生产工艺成熟,质量保证性好。但有些水文仪器从需要量看,只能是小批量的,尤其是新产品,如达不到一定的使用可靠性,很快就会坏了声誉,需求减小就更不易搞好,形成恶性循环。这需要生产和使用双方的相互协作来解决,更需要领导部门的支持。近几年水利部水文司的新水文仪器政策性补贴工作对新水文仪器的推广起了重要作用,同时也帮助了生产厂改进和提高起始阶段的新产品质量,较好地解决了这一问题。

2.2 高精度要求造成仪器结构复杂而影响可靠性

结构复杂影响可靠性,但从我国水文仪器的生产情况看,有些仪器存在精度要求过高的情况,若适当降低一些要求,就可大大提高可靠性。如翻斗式雨量计,国内对雨量测量精度的要求是 $\pm 3\% \sim \pm 4\%$ 。对 0.1mm 感量的雨量计,雨量误差 $\pm 4\%$ 。为此,为了控制减少翻斗翻转时的水量下流误差,一般都要设计成双翻斗型式,同时,雨水流入翻斗的管道不能太粗。结果是精度达到了,但管道细,就容易堵塞,而结构也复杂了,可靠性很受影响,还增加了造价。如果精度要求降低些,下水管道就可粗一些,结构就简单,可靠性将大为提高。国外的翻斗雨量计的分辨率大都大于 0.1mm ,基本上都是单层翻斗,下水管道直径比国内仪器几乎粗一倍,结构简单,可靠性问题就很少。当然,从实际测试看,它们的精度低于我们的标准。其它像转子式流速仪等也存在着同样的问题。

当然不是所有的水文仪器都可以从这方面去分析可靠性的影响因素。不少水文要素的精度要求难以降低。如水位误差,国际标准

要求不确定度是 $\pm 1\text{cm}$ 或 0.1% ,更高要求是 $\pm 3\text{mm}$ 。按此要求,国内绝大部分水位计都不合规格,更谈不上降低精度了。

3 提高水文仪器可靠性的建议

水文仪器的可靠性,实际上也就是产品的质量,应该由研究单位和制造单位共同努力,保证科研成果和产品的质量,以此来提高可靠性,这是根本的办法。但还应联系到经济体制改革和市场经济的发展,有些问题也应得到重视。

3.1 加强定型和定发展方向的工作,严格质量监督,促进发展

我国是个大国,水文仪器不可能全部依赖进口。水文是公益事业,需要协调发展,如统一的技术要求、基本型式、发展方向等。水文仪器的科研,有时可谓“百花齐放”,结果是看不准方向、突不出主题。如果有一个明确的目标,就会加快产品的发展速度。前途和市场都明确了,科研、生产人员的积极性会有提高,成果产品的质量保证性也就更大。有相应的市场保证,产品的质量可靠性的提高会更快些。水利部一直在从事这项工作,多年来起了很大作用。凡是部里直接组织的项目,多数都能取得相应的成果。

严格质量监督措施,包括各单位内部的管理制度,也包括行业上的监督措施。“水文仪器质量检测中心”是最主要的质量监督单位。但这些监督检查大多不是在可靠性方面的。对可靠性的检测,需要一定的数量和时间。目前也还没有正式的适合水文仪器可靠性考核的方法。这些都影响了对仪器可靠性的客观评定。加强这方面的研究工作十分重要,但有不少困难。南京水利水文自动化研究所进行了“水文仪器可靠性”的初步研究,对几大类水文仪器的可靠性作了一些分析,规定了初步的评定条款和评测方法。但要在实际中应用,尚需进一步做工作。

3.2 正确处理好可靠性和其它要求之间的关系

a. 可靠性和精度的关系。在可能的情况下,应降低仪器精度要求,换得仪器的高可靠性。从实际情况看,有一些仪器理论上的或者是室内测试达到的精度,在野外很难说是有所保证的,其原因有仪器方面的,也有环境或人为影响。对水文要素测验精度的要求,各国也有不同,在这方面作些改革,将对可靠性的提高大有好处。当然,这需要得到有关论证后才能进行。

b. 可靠性和使用环境的关系。不要求仪器适用于一切自然环境,使其可靠性在一定的环境下得到保证。这一方面比较容易做到,只要研制单位明确技术指标和说明,同时使用单位不提过高要求。但要确实做到这一点,研制人员就必须研究得深入一些,弄清各种环境影响的作用、仪器的承受能力,并要实事求是地写明技术指标,避免无根据地判断。水文仪器使用环境复杂、恶劣,要做到这些并不是容易的。

c. 可靠性和技术功能的关系。功能单一、技术指标低些的仪器,可靠性往往会高些。可靠性高的仪器,那怕性能差些,也比性能好而可靠性低的产品更受欢迎。水文站差别很大,要求不同,多功能仪器,看似可以适合各种需要,但做到这点并不容易,不如功能单一的仪器实用。在研制时,就要妥善处理功能和可靠性的关系。

3.3 加强正规化的生产管理

水文仪器的生产已建立了生产许可证制度。生产单位的产品应经过水文仪器质量检测中心的检测,生产条件也需经过测评验收,方能取得生产许可证。应该说,正规生产问题

已得到解决,但实际上无证生产和生产中的不正规现象仍然存在。全面质量管理难以适应小批量多品种的生产管理。

3.4 根据可靠性现状,用其它方法加以弥补

仪器不可能 100%可靠,又要保证尽可能工作可靠,通常的解决方法是允许有故障,但要有备份仪器。对水文仪器来讲,同样如此。在站网布设时,就应该允许一些站点的资料可以丢失(对雨量自记资料可考虑这一安排)。这是用影响水文测验的方法来迁就水文仪器的可靠性的不足,但实际上是比较客观的处理方法。也可增加备份,如使用二台仪器同时运行,确保水文资料的长期自记,多准备几台流速仪和记数器以保证测流,这是对重要站、重要测验项目通用的弥补可靠性不足的方法,在其它行业也是经常被采用的。

4 结束语

本文的看法,多数是从研究和生产水文仪器的角度上去看水文仪器可靠性问题的。这和使用者的看法会有不同。使用者对可靠性的要求以严格为主。尽管生产者也在努力追求高可靠性的产品,而且在一些产品上已做到了这点;同时也承认可靠性的责任首先应由生产者承担,但希望使用者正视实际情况,在客观现实的基础上,提出合理的可靠性要求,不要绝对化,并采取一定的措施来帮助提高水文仪器的可靠性。

提高水文仪器可靠性的问题迫切而重要,这也是一个系统工程。其中的各个环节牵涉到各个方面,需要大家协同工作,还必须要有统一的领导管理,否则,要全面提高水文仪器的可靠性是很困难的。

(收稿日期:1994-12-25)