

浅谈测量不确定度与测绘学精度

来杰

杭州铁安工程有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i2.1029

[摘要] 测绘学领域内,测量结果的好坏通常使用测量误差来表示。然而在计量学领域中,对被测量值的不确定程度通常使用不确定度来表示。本文通过对不确定度概念的产生,测绘学和测量不确定度的理论差异及一些简单的事例对比两者,指出两者之间存在的联系及区别,浅谈不确定度和测绘学精度两者理念的优劣。

[关键词] 计量学; 测量; 不确定度; 测绘; 精度; 误差

中图分类号: P12 **文献标识码:** A

引言

不确定度这个词起源于1927年量子力学中提出的不确定度关系。《测量不确定度表示指南》(GUM)于1993年由ISO技术顾问组负责起草。我国在1998年左右开始推行该指南。目前,不确定度的评定方法已经在我国很多学科和行业领域进行推广,但我国内的测绘学科仍沿用测绘学精度的评定理论。为此,在科技发展和国际全球化的压力下,必须对测绘学精度概念和测量不确定度概念之间的关系进行分析,甚至在未来对一个工程进行测量后的成果评定需要再用不确定度理论来评定以便和其他工程来进行交流。而提出不确定度评定理论的意义除了便于信息的共享外,其相对于测绘学精度理论到底有着什么样的不同理论,不同见解?

1 精度与不确定度

1.1 测绘学的精度。测绘学的精度定义有很多,在《误差理论与测量平差基础》中描述“精度是指误差分布的密集或离散的程度^[1]。通过中误差的概念可知,精度也评判各观测结果与其数学期望值的接近程度。精度与误差的大小在某种意义上是相互对应的,因此在测绘学科中往往用误差的大小来表示精度的高低,误差小则精度高,反之误差大则精度低。

误差就是测量得到的值减去参考值。所谓的参考值可以是真值或者约定的真值。所以误差就是对精确度的评价,

而准确度则通过系统误差来进行评价,精度则通过随机误差来评价,于是可得出精确度包含准确度和精度。如果在系统误差已经被修正或者消除的前提下,那么精确度就等于精度了。

以上就是测绘学相关学科所持有的共同测量理念。这些相关学科依着这个理论源泉来发展测绘技术。在进行测量的实际作业过程中,测绘从业者通常是设法将系统误差及粗差消除掉,然后再对测量的结果进行精度评定,这就是上面所述的“在系统误差已经被改正后的前提下,精确度就等于精度了”。这就是测绘学通过精度来实现测量真实性的根本思想。

1.2 测量不确定度。在计量、电工、物理、化学等测量技术领域以及GIS空间数据处理中,测量数据的质量评定还采用了不确定度这个指标。

测量结果的不确定性,是指另一种层面的误差,它既包含随机误差、系统误差,甚至是粗差,也包含数值上和理论上的误差以及可量化或不可量化的误差。不确定度的含义相当广泛,数据结果误差的偶然性和数据理论上的不完整及模糊程度都可视为不确定度的问题。

不确定度是表征合理地赋予被测量之值的分散性,与测量结果相联系的数量^[2]。不确定度通常用标准不确定度、合成标准不确定度以及扩展不确定度来表示,它可以是一倍标准偏差(多倍标准差),也可以是置信水平的区间宽度的一半,只

要是表明真值或者约定真值可能出现的区间的方式都可以作为不确定度评价的。在1984年,对不确定度的定义就是:用于表征合理赋予被测量的值的分散性,或者是该量值所处范围的评定。那么如果不确定度数值区间,那对被测量进行一次观测所得的数值是否也有不确定度?

单次测量的结果是看不出其分散性的,但是,在给定一定条件下重复多次的测量结果可以评定单次测量结果的分散性,它适用于多次测量中的任何一个或一组测量值。所以单次测量的结果是具有不确定度的。

2 理论差异

传统的测绘学精度评定理论已经沿用了几十年,在国家的生产建设有着重大的贡献,那么为什么需要另外还要搞一套不确定评定测量结果质量的理论呢?绝大多数曾经用传统精度评定的领域都已经接受了不确定度理论,但测绘学科仍然坚持传统的精度理论,所以在有必要对两种理论进行一个对比。

2.1 概念定义差异。首先我们必须都认可测绘精度理论和不确定度理论都是对误差的评定,都可以在一定程度上对测量的结果好坏进行评价。

测量不确定度的定义为:表征合理地赋予被测量之值的分散性,与测量结果相关联的参数。它是一个参数,用来表示或说明测量结果好坏的一个参数,是对所有存在误差的综合评定。这里所说的所有误

差不仅仅包含测绘学中包含的随机误差,系统误差以及粗差,还包含被测量的定义的不完整不完善,测量的方法存在的完善或者取样代表性不足等方面因素。这些因素包括了测绘学精度中所提及的系统误差来源。不确定度用测量的分散性定量反映测量结果与真值的接近程度。

而测绘学精度是对测量结果中的随机误差的评定,甚至还可以说测绘学精度是对测量的精度评定,而不是对测量结果的精度评定。而在某些时候,由于对测量的外界条件的认识不足或者对测量原理的认识不足,只能对部分的随机误差进行精度评定。测绘学精度是测量结果与期望值的离散程度的指标,在某种意义上不于真值相关,概念不能表示测量的真实性,只表示测量方式的可靠性。

下面以示例介绍不确定度评定和精度评定的不同。^[3]

例:通过测量一个圆柱体的直径(D)和高度(h),由圆柱体体积计算公式(1)计算圆柱体的体积(V):

$$V = \frac{\pi D^2}{4} h \quad (1)$$

用精度为0.01mm的游标卡尺重复多次测量直径D和高度h,见表1。

表1直径D和高度h的测量结果

Di/ mm	10. 075	10.0 85	10.0 95	10.06 0	10.0 85	10.0 80
hi/ mm	10. 105	10.1 15	10.1 15	10.11 0	10.1 10	10.1 15

通过计算,该组测量值直径和高度平均值为: D=10.080mm, h=10.110mm, 体积V的测量结果计算出估值为806.8mm³。

(1) 不确定度评定: 通过分析体积测量的方法,可知对体积V的测量不确定度影响主要来源有: 直径和高度的测量重复性引起的不确定度 u_1 、 u_2 ; 游标卡尺刻划误差引起的不确定度 u_3 。根据计算得出 $u_1=0.77\text{mm}^3$, $u_2=0.21\text{mm}^3$, $u_3=1.04\text{mm}^3$, 则不确定合成后

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 1.3\text{mm}^3。$$

(2) 测绘学精度评定。由于测绘学精

度评定中,系统误差不影响精度,所以测微仪的示值误差不影响精度评定。

由直径D的次测量值求得的平均值的标准差 $\delta_1=0.0048\text{mm}$,由高度h的6次测量值求得的平均值的标准差 $\delta_2=0.0026\text{mm}$ 。所以

$$\delta_c = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial D}\right)^2 \delta_1^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial h}\right)^2 \delta_2^2} = 0.798\text{mm}^3$$

由此可知,测绘学精度理论认为游标卡尺刻划误差为系统误差,不参与精度的评定,显然测绘学精度不代表测量结果的真实性,只表示通过这个测量手段及测量操作的可靠性程度;而通过不确定度几个分量的合成,这个合成后的不确定度代表的是测量结果的真实性。

2.2 不确定度与测绘学精度的哲学。

2.2.1 不确定度的存在主义。通过圆柱体体积测量的例子不难看出,不确定度的理论体现了存在主义的误差评定思想,只要是存在的误差来源都是不确定度评定的对象,都要参与评定,不同于测绘学精度的误差分类方法,不确定理论认为测绘学理论对系统误差和随机误差的分类不一定是绝对的,所以它不在系统误差和随机误差的分类问题上过分纠结。从系统误差和随机误差的定义上来看,他们的差别就在于“变化的”和“不变的”,而世界万物随着时间或者条件的变化下哪有不变的道理?所以系统误差和随机误差是相对的。不确定度强调的误差分类仅仅对评定结果是系统性的影响还是随机性的。这样,不确定度就是对测量结果与真值的接近程度的定量估计。

2.2.2 测绘学精度的分类主义。测绘学的精度评定理论强调在剔除系统误差、粗差的前提下,对未知随机误差进行精度评定,这也是一种存在主义。由于测绘学科同样很注重对误差的分类,习惯性的将误差分为系统误差和随机误差,然而系统误差被定义为不影响精度的评定,这就将导致实际工作实践中不把那些还为改正的或者改正不完全的系统误差和粗差纳入精度评定。这里需要讲一个测绘学届的故事,某国外仪器由于其程序设计问题导致设备存在非原理性的

系统误差,而在我国测绘研究机构的质检部门却鉴定为合格仪器,原因是因为错误设计导致的误差是系统误差,按照测绘学精度概念,不影响精度评定。

3 结语

很多人肯定认为不确定度理论更加严密,更加科学,而且在随着经济的发展,不确定度理论在这方面的优势也很明显。在测绘学领域甚至计量学等领域的很多学者都说:既然误差分类学说存在缺陷,当然应该屏弃或修正。但是这并不意味着测绘学精度是一无是处的。不确定度理论并不是都是好的,不确定度评定的是测量结果的不确定度,概念明确,要求测量人员对测量原理误差的构成要有清晰的认识,不能遗漏也不能重复,在这样的要求下,测量和结果处理的难度也就随之提高。测绘学精度理论的实践性要比测量不确定度理论要好。测绘学精度理论经历的岁月要比不确定度理论要长,而且在测绘工程中应用也比不确定度理论要多,所以在这个过程中,测绘学精度理论的一些不足之处也随着时间的流逝而一步一步的进行改正,虽然在理论上存在着一些不足之处,但是随着测量方法和测量技术的发展,这些不足之处所造成的影响也将越来越小,就像我们时常在做计算的时候将一些微小到不足以影响结果的值进行忽略,当然在对测绘学精度理论中所存在的漏洞还是需要进行修正,毕竟理论上的漏洞是致命的,在测量的工程中所出现的重大的错误时,人们很有可能以此当做借口来进行回避。不确定度理论和测绘学精度理论的发展方向不同:不确定度的发展方向是将其理论全面的完整的落实到生产过程中,需要更好的在实践性上进行提高。

[参考文献]

- [1]李慎安.JJF1059—1999《测量不确定度评定与表示》讨论之一:扩展不确定度的概念与类别[J].工业计量,2005,015(005):35-36.
- [2]武汉大学测绘学院测量平差学科组.误差理论与测量平差基础[M].武汉大学出版社,2003.
- [3]费业泰.误差理论与数据处理[M].北京:机械工业出版社,2004.