

浅析实验室条件建设

吕 阳

(中国疾病预防控制中心设备条件处, 北京 102206)

摘 要: 建设高水平实验室, 必须提升实验室能力。实验室能力是实验室测量数据准确可靠以及结论科学公正的程度。实验室能力见证的一个关键指标是实验室质量控制水平, 即在技术层面上对测量误差的处理和控制水平。而实验室条件影响着测量数据质量。因此, 实验室条件建设是实验室建设的重要基础。文章分析实验室多项条件因子, 认为重点关注的因素是仪器精度和环境设施决定的环境条件。

关键词: 实验室条件; 环境条件; 仪器设备; 测量数据; 误差控制; 测量误差

中图分类号: N35

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2010.05.013

Analysis on Key Factors of the Construction of Laboratory Conditions

Lv Yang

(Division of Science and Technology Condition, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206)

Abstract: Construction of high level laboratory needs to improve laboratory capability. Laboratory capability is the degree to which accurate and reliable laboratory measurements and justified conclusions are made. The level of laboratory quality control is a key indicator of laboratory capability. It is the level of error processing and control at the technical level. Since laboratory conditions could influence the measurement quality. They are an important basis for laboratory building. By analyzing a number of condition factors, the author holds that construction of laboratory should focus on the precision instruments and environmental facilities.

Keywords: laboratory conditions, environmental conditions, instrument and equipment, measured data, error control, measurement error

1 引 言

科学技术产生和发展的一个重要来源是科学实验。实验室是提供科学实验条件、确保各级科研课题的完成、吸引和培养高层次科技人才的平台和基地, 是国家创新体系的重要组成部分。如何提升实验室能力、建设高水平实验室已成为科研机构必须研究的课题。

在进行创造性的科学研究中, 新的实验方法和手段的建立对取得原创性研究结果起着关键性的作用。每一种新的实验方法或手段的建立都会推动学科研究向前发展, 促进研究工作再上新台阶。创新实验手段和方法的建立是促进基础研究的重要基础, 它既为发现新现象提供可能, 又为开拓性研究工作提供支撑。纵观 20 世纪科学上的重大发现和发明, 尤其是物理、化学和生物医学, 大多数都是在实验室中取得的。而高水平实

作者简介: 吕阳(1963-), 女, 副研究员, 研究方向: 仪器设备管理与应用。

收稿日期: 2010年9月13日。

实验室是学科建设水平的重要标志之一，当今世界上著名的大学都拥有享誉世界的一流实验室，正是这些高水平实验室为学科建设的进步及其发展作出了重大的贡献。历年来，国家自然科学奖、国家发明奖和国家科技进步奖等国家级的三大奖项中，多数是在国家级高水平实验室中完成的。而在一些普通高校中的知名专业，也往往依靠先进的高水平实验室来推进其专业发展。因此，建设高水平实验室必须提高实验室能力，重视实验室的条件建设。而实验室的环境条件、设备条件、人员水平和方法、实验对象和物质等直接影响了实验室水平和能力的提升。本文将通过对这些条件因子的分析，进一步提出实验室建设的建议。

2 实验室条件

实验室条件因子是实验室能达到某种能力所需要的各种条件，包括了环境条件、设备条件、人员水平和方法以及实验对象和物质等。

2.1 环境条件

实验室环境条件包括温度、湿度、光照、风向、电磁、电源、辐射、灰尘、菌落数等因子。不同的实验室对环境因子的要求不同，这主要根据实验对象以及测量仪器等来决定，因为实验室环境因子对仪器的影响极其重要，一方面可能使测量结果产生误差，一方面可能使仪器运转不正常。不同的仪器对这些因素有不同的要求。尤其是如果测量仪器为大型分析仪器，或者实验对象是实验动物模型，那么要求的实验室环境条件则非常严格^[1]。通常各国做法是根据相应的要求和标准，建立微小气候。微小气候包括空气的温度、湿度、空气流速和新风量等。

在实验室环境条件中，温度、湿度、空气流速和新风量等因子至关重要，下面就这几个关键因子作一阐述。

2.1.1 温度

温度无处不存在，其实质是物体分子间平均动能的一种表现形式。分子运动愈快，物体愈热，即温度愈高；分子运动愈慢，物体愈冷，即温度愈低。因此温度对空气密度有显著影响，

实验室环境条件中的温度因子如果没有特殊指明则是指气温。实验室环境温度是实验室条件必不可少的因素，其中低温、高温、温度突变对仪器精度、实验物质等均会带来极其严重的影响。只有在适宜的温度下，各类实验和测量才能正常进行。为保证合适的温度，通常采取一定措施如设计、建设环境设施，创造良好的微小气候条件，以保持恒温。

2.1.2 湿度

湿度，是指空气潮湿的程度，湿度越高，空气容纳水蒸气的能力就越高。空气湿度用相对湿度(RH)表示，它是衡量建筑室内热环境的一个重要指标。在生物学中，有些动物只有在一定湿度的情况下才能存活。在储藏和生产领域，湿度也是一个重要条件。但是空气中的湿气是很多仪器的“杀手”，特别对光学仪器。它可以在诸如光学元件上凝结水气，甚至因发霉而失效，造成仪器损坏。所以，通过设计、建设环境设施，创造良好的微小气候条件，产生恒定湿度，是实验室建设中的内容。

2.1.3 空气流速和新风量

空气流速和新风量是影响温度、湿度、空气洁净度变化时间和程度的重要因素。在微小气候条件设施设计和建设时，满足这两个指标要求是重点也是难点。

另外，光照影响也是实验室不可忽略的因素。光线太强会产生附加反射光使测量时出现差错。电磁场的影响会造成测量空白本底值很高，这都属于故障。因此应注意仪器本身的屏蔽，并且在测量现场应避免使用手机通话，因为在手机通话时仪器受电磁干扰很大。同时，电源对于大多数仪器来说，都关系到仪器能否正常、准确地工作。特别是测试小信号和脉冲信号时，任何的干扰都会造成测量不准确。仪器本身的电源波动如果很大，则建议采用稳压电源。分析仪器、检验仪器等都有光学系统，灰尘会产生“致命”的影响，静电能够吸附灰尘，因此对于有高精度仪器的实验室必须要对空气洁净度提出要求。

2.2 设备条件

实验室测量数据结果的主要依据和手段是使用仪器设备。由于仪器结构、制造方面的原因，

每种仪器都有一定的精度致使测量结果质量总会因仪器固有误差而受到一定限制，即测量数据总是存在着测量误差。

测量误差是指测量结果与被测量真值之差。按其出现的特点，可分为系统误差、随机误差和粗差。观测中的错误叫粗差，例如读错、记错、算错、瞄错目标等。粗差是观测者粗心大意造成的，测量结果中不允许有粗差。一旦发现，应及时更正或重测。系统误差是在相同的观测条件下，对某一量进行一系列的观测，如果出现的误差在符号和数值上都相同，或按一定的规律变化，这种误差称为系统误差。随机误差是在相同的观测条件下，对某一量进行一系列的观测，如果误差出现的符号和数值大小都不相同，从表面上看没有任何规律性，这种误差称为“随机误差”。个别随机误差虽无规律，但大量的随机误差具有统计学规律。

实践表明，就单次测量而言，随机误差没有规律，但当测量次数足够多时，则随机误差的出现服从正态分布，即随机误差的特点为对称性、单峰性、抵偿性、有界性。而且，当观测的个数愈大时，这种特性就表现得愈明显。同精度的观测值对应着同一个误差分布，则有相同的标准差。观测条件较好，误差分布比较密集，则具有较小的标准差；观测条件较差，误差分布比较分散，则具有较大的标准差^[2]。其正态曲线越窄越尖锐，说明标准差越小，仪器精度越高。因此，消除或削弱误差以提高测量质量的有效方法是提高仪器设备的精度等级。降低、控制实验室测量误差的有效措施首先是选择优良的仪器，选择适当精度等级的测量设备，注重仪器设备的维护保养、修理、计量溯源、检定、量值传递、校准，注重检测/校准方法的建立与维护，以使仪器设备的精度不会降低。

通常，仪器本身存在着系统误差，其大小具有规律性，主要来源于仪器设备的准确度^[3]。消除系统误差常用的有效方法是检校仪器，使系统误差降低到最小程度。但在精密测量和分析检测中，随机误差是测量数据的主要影响因子，它反映了仪器设备的测量精度。

就一般测量而言，其系统误差比随机误差

影响要大，系统误差是所有测量重点控制的误差。相对于系统误差，随机误差是微小误差，属于测量不确定度的性质，是精密测量必须关注的误差。中国国家认证认可监督管理委员会规定(CNCA/CNBS)通过实验室认可的校准和检测项目必须给出测量不确定度评定报告。

由此可见，仪器设备条件因子的影响是实验室建设中必须关注的重点。建设高水平实验室，也意味着建设高质量水平的实验室。重点应考虑如何有效降低、控制实验室测量误差，保证实验室测量数据质量。

2.3 人员水平和方法

实验室特点不同，对应的专业人员不同。另外，测量者感官鉴别能力有一定的局限性，测量者的习惯因素、工作态度、技术熟练程度等以及测量方法的局限性，也会给测量结果带来不同程度的影响。因此，通过建设高素质测量队伍、建立适合相应设备和人员的环境条件及测量方法，创造好的测量条件可以使该项影响降到最小。

2.4 实验对象和物质

实验对象和物质有很多种。作为条件因子，最应该考虑的是使其不受环境条件影响，同时使其不影响周围环境条件。由此需要产生人工环境，也就需要相应环境设施的建设。

3 对实验室条件建设的思考

通过以上分析，可见在一定实验室环境条件下，任何时间的测量结果都会存在误差。有效提高实验室测量误差的控制水平是建设高水平实验室的主要内容之一。对误差的分析、处理和控制在水平上直接决定了测量数据质量水平。实验室质量的实质是测量数据质量，因此，对测量误差的处理、控制和评定方法是决定实验室质量水平的基础。而实验室能力见证的一个关键指标是实验室质量控制水平，就是说实验室质量控制在技术层面上主要体现在对测量误差的处理和控制水平方面，这也体现了实验室能力的水平程度。而在实验室建设中实验室质量控制是必不可少的内容，因此可以说，在实验室建设中实验室条件建设是关键。

何谓实验室条件? 实验室条件与实验条件不完全相同。实验条件是指与特定实验对象相联系并对其状态、性质和变化发生影响的诸因素总和, 实验条件是物质发生变化的外因通过物质的本质属性或内部结构而起作用。而实验室条件是指实现实验室能力所需要的条件。由此看出, 特定实验室各次实验条件总和只是该实验室的实验条件的一部分内容, 实验条件应该还包括实验室通常情况的状态。这是一个系统工程的整体条件。实验室通常情况的状态条件, 也包括与特定实验对象相联系并对其状态、性质和变化发生影响的诸因素实验条件, 主要有环境条件如温度、湿度、气压、噪音、磁场、震动以及空气洁净度等; 物质条件如实验物质种类和物质数量等。实验室条件必须保证适合每次实验的实验条件。因此, 实验室条件实质上是实验室为达到某种能力需要的一定条件, 包括所需的物质、环境和信息资源以及人员、技术和专业知识等。

那么, 什么样的实验室条件可以使测量误差降到最小以有效地控制测量数据质量? 在实际工作中, 实验室条件各因子几乎同时存在、相互影响且错综复杂。仪器设备、实验室设施与环境、人员水平、方法之间相互关联、相互影响、相互作用, 如实验室环境条件即实验室微小恒定气候、人体感觉舒适气候条件、噪声、实验室建筑布局、实验室家具、空调、供电、给水排水、照明、防火等, 均会对仪器设备、观测对象和测量人员产生影响; 仪器设备本身产生的噪音、磁场等、测量人员和观测对象本身情况也会影响到周围环境, 从而影响测量结果。可以说, 实验室条件各因子的直接影响结果是测量数据的准确性, 而测量数据准确可靠、结论科学公正正是实验室科学研究结果追求的目标和宗旨。这些条件因子直接影响着实验室的水平和能力, 所以建立相应的环境设施保证相应的环境条件是实验室建设中必须面对和考虑的, 这是实验室条件建设的重要内容之一。因此, 实验室条件是使实验室达到一定水平的必要保障, 实验室条件建设是实现高水平

实验室的重要基础。

4 结 语

综上所述, 实验室建设离不开条件建设, 实验室条件建设是实验室建设的基础。在实验室条件建设中, 尤其是在精密测量实验室和检测分析实验室的建设中, 特别要关注仪器设备精度, 同时注重影响这一精度的环境条件。仪器因素是实验室条件建设中必须关注的重点。实际上, 仪器设备、实验室设施与环境、人员水平和方法之间是相互关联、相互作用、相互影响的。为了使实验室测量数据精度尽可能不受其他外界因子的干扰, 注重实验室环境条件建设就显得非常重要。因此, 在实验室条件建设中, 除了仪器设备精度因素外, 实验室环境设施产生的环境条件因子也是必须考虑的关键因素。

参考文献

- [1] Chinese Academy of Sciences, Beijing Institute of Architectural Design. Code of State Department: Design Code for Scientific Experiment Buildings JGJ91-93[S]. Beijing: China Architecture & Building Press,1993.(in Chinese)
〔中国科学院北京建筑设计研究院. 中华人民共和国行业标准: 科学实验建筑设计规范 JGJ91-93 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社,1993.〕
- [2] Zhang Shiji. Measurement Margin of Error and Data Processing[M].Beijing: Science Press,1979. (in Chinese)
〔张世箕. 测量误差及数据处理 [M]. 北京: 科学出版社,1979.〕
- [3] China Metrology Publishing House. Chinese Code for Metrology Technology: Reliability Analysis Code for Measurement Equipments JJF 1024-2006[S].Beijing: China Metrology Publishing House,2006. (in Chinese)
〔中国计量出版社. 中华人民共和国国家计量技术规范: 测量仪器可靠性分析 JJF 1024-2006 [S]. 北京: 中国计量出版社,2006.〕