

工程测量中仪器检校与精度控制研究

袁昌豹 430181198508164373

摘要：工程测量的精度直接决定了工程项目建设的质量与安全性，而测量仪器的工作状态是影响测量精度的核心因素。本文围绕工程测量中的仪器检校与精度控制展开研究，分析了常见工程测量仪器的检校内容与必要性，梳理了当前工程测量领域仪器检校工作存在的共性问题，提出了系统性的精度控制优化策略，旨在为工程测量领域提升测量成果精度、保障工程项目建设质量提供参考。研究表明，规范常态化的仪器检校结合全流程精度管理，能够将工程测量的整体误差控制在允许范围之内，有效降低测量误差。

关键词：工程测量；仪器检校；精度控制；误差管理

一、引言

工程测量是工程项目开展前期勘察、施工过程管控以及竣工质量验收环节的核心基础工作，其测量成果的精度直接影响工程项目的设计合理性、施工安全性以及后期运营稳定性。随着我国工程建设领域逐步向大型化、复杂化方向发展，高速铁路、超高层建筑、长距离隧道等重大工程项目对测量精度提出了更高的要求，传统粗放式的仪器管理与精度控制模式已经无法满足现代工程建设的需求。测量仪器作为工程测量数据获取的直接载体，其自身精度偏差会通过测量流程不断传递放大，最终导致测量成果出现超出允许范围的误差，严重时甚至会引发工程安全事故。因此，明确工程测量仪器检校的核心内容，建立科学完善的精度控制体系，对于保障工程测量成果质量、推动工程建设行业高质量发展具有重要的现实意义。

二、工程测量仪器检校的必要性 with 核心内容

2.1 仪器检校的必要性

工程测量仪器在生产出厂后，会经历运输、存储、长期使用等多个环节，受外界温度、湿度、机械振动等因素的影响，仪器的轴系关系、光学参数、电子传感器精度都会发生不同程度的偏移，这种固有偏差会随着使用时间的延长不断累积，如果不能及时发现并校正，必然会导致测量成果误差持续增大。从误差来源来看，工程测量中的系统误差有超过 60% 来源于测量仪器的精度偏移，而系统误差可以通过规范的仪器检校提前发现并消除，因此仪器检校是控制工程测量系统误差最直接有效的手段。此外，我国工程测量相关规范明确要求，所有投入使用

的测量仪器必须定期进行法定检校，未检校或者检校不合格的仪器不得用于工程测量作业，仪器检校也是工程测量工作合规性的基本要求。

2.2 常见测量仪器的检校核心内容

第一，水准仪器的检校。水准测量是工程测量中高程控制的核心方法，水准仪的核心检校内容包括圆水准器轴平行于仪器竖轴的检校、十字丝横丝垂直于竖轴的检校以及水准管轴平行于视准轴的*i*角检校。其中*i*角误差是水准测量中最主要的系统误差来源，当*i*角偏差超过 20 秒时，就会对高等级水准测量成果产生显著影响，必须进行校正处理。第二，全站仪与经纬仪的检校。这类角度与距离测量仪器的检校内容包括照准部水准管检校、横轴垂直于竖轴的检校、视准轴垂直于横轴的检校、竖盘指标差检校以及测距常数的检校。其中竖盘指标差和测距加常数、乘常数都会直接影响角度测量和距离测量的精度，需要每半年进行一次定期检校。第三，GNSS 接收机的检校。GNSS 接收机是当前工程控制测量中应用最广泛的仪器，其检校内容主要包括接收机内部噪声水平检测、天线相位中心偏差检测、静态测量精度检校以及 RTK 动态测量精度检校，需要定期将接收机送往法定计量机构进行比测检定，确保其定位精度符合要求。

三、当前工程测量仪器检校与精度控制存在的问题

3.1 仪器检校制度落实不到位

部分中小工程测量单位为了降低生产运营成本，存在压缩仪器检校经费、延长检校周期的问题，部分超过检校周期的仪器仍然在工程测量中使用，甚至有部分单位为了应付检查，伪造仪器检校证书，给工程测量成果质量埋下了严重的安全隐患。此外，很多测量单位只重视法定的年度检校，忽视了作业前的日常检校，很多仪器在运输到施工现场过程中受振动影响出现精度偏移，作业前没有进行常规检校就直接投入使用，导致测量成果出现不必要的误差。

3.2 检校人员专业能力不足

仪器检校工作对检校人员的专业能力要求较高，不仅需要熟悉仪器的构造原理，还需要掌握规范的检校方法和误差计算流程。当前很多工程测量单位的一线作业人员没有接受过系统的仪器检校培训，无法独立完成日常仪器检校工作，只能等待年度法定检校，无法及时发现仪器在使用过程中出现的精度偏差。

3.3 精度控制体系不完善

很多工程测量单位的精度控制只关注仪器检校环节，没有建立全流程的精度控制体系，忽略了测量环境、测量方法、人员操作等因素对精度的影响，即使仪器经过检校精度合格，也会因为其他环节的误差导致最终成果精度不达标。此外，部分单位对测量误差的传递规律认识不足，没有建立误差预控机制，只有在最终成果检测不合格时才进行返工处理，不仅增加了测量成本，还延误了工程项目的工期。

四、工程测量精度控制的优化策略

4.1 完善仪器检校管理制度，落实常态化检校要求

工程测量单位应当建立完善的仪器检校台账，对每一台测量仪器的检校时间、检校结果、使用状态进行全生命周期管理，严格按照相关规范要求的周期开展法定检校，不得擅自延长检校周期，严禁不合格仪器投入使用。同时，要落实作业前的日常检校制度，在每次大型工程测量作业开展之前，必须对仪器的核心参数进行日常检校，确认仪器精度符合要求后方可开展作业。针对长途运输后或者受到撞击的仪器，必须立即进行全面检校，确认精度无偏移后方可继续使用。

4.2 加强检校人员培训，提升专业技术能力

工程测量单位应当定期组织一线测量人员开展仪器检校专业培训，邀请仪器厂家的技术人员或者法定检校机构的专家开展讲解与实操训练，让每一名测量人员都掌握日常检校的方法和流程，能够及时发现仪器的精度偏差，具备基础的校正能力。同时，要建立检校人员考核机制，将仪器检校能力纳入测量人员的绩效考核，提升测量人员对仪器检校工作的重视程度。

4.3 建立全流程精度控制体系，强化误差预控管理

在做好仪器检校工作的基础上，工程测量单位应当建立从控制网布设、测量方案设计、外业数据采集到内业数据处理的全流程精度控制体系，针对不同环节的误差来源制定对应的控制措施。在控制网布设阶段，要根据工程精度要求合理设计网点密度与观测方案，从源头上控制误差累积；在外业数据采集阶段，要合理选择观测时间，避开不利的测量环境，如大气折光变化较大的正午时段、大风天气等，同时严格按照规范要求进行多次观测，降低偶然误差的影响。

五、结论

工程测量中仪器检校是保障测量精度的核心基础，精度控制是贯穿工程测量全流程的系统性工作。当前我国工程建设领域对测量精度的要求不断提升，工程测量单位必须充分认识到仪器检校工作的重要性，改变传统粗放式的仪器管理模式，落实常态化的仪器检校制度，不断提升检校人员的专业能力，在此基础上建立全流程的精度控制体系，才能有效控制各类测量误差，保障测量成果的精度与可靠性，为工程项目建设提供高质量的测量基础数据，推动我国工程建设行业高质量发展。

参考文献

- [1] 李仕泉. 工程测量中测量仪器检校与精度控制分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(12): 162-163.
- [2] 李刚. 工程测量仪器的检定校对测量精度的影响探讨[J]. 华北自然资源, 2020(02): 78-79.
- [3] 张正禄. 工程测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2018.