

# 试析控制与提高工程测量精度的技术管理措施

## Analysis of Technical Management Measures for Controlling and Improving the Accuracy of Engineering Survey

张伟

Wei Zhang

中广核工程有限公司,中国·广东 深圳 518124

China Guangdong Nuclear Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518124, China

**【摘要】**基于对工程测量中精度控制与提高的技术管理措施的探讨,首先了解工程测量在工程建设中的重要性,明确工程测量的精度概念,分析工程测量的精度控制中易出问题的薄弱点,进而从技术设计、管理制度、技术交底与经验总结、新技术新方法以及团队能力等方面阐述相关管理措施。

**【Abstract】**Based on the discussion of the technical management measures of precision control and improvement in engineering surveying, the importance of Engineering Surveying in engineering construction is studied and the concept of engineering surveying precision is defined, and then the weak points in engineering surveying precision control are analyzed. The management measures are proposed based on the Experiences, new technologies, new methods and team capabilities.

**【关键词】**工程测量;精度;控制与提高;技术管理

**【Keywords】**engineering survey; accuracy; control and improvement; technology management

**【DOI】**<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1395>

## 1 引言

随着当今社会工业化与城市化的飞速发展,交通、电力、房地产和水利等行业迅速发展,工程项目的规模随之逐渐扩大,工程技术不断推陈出新,因此,工程建设也对其相关专业领域的工作提出更高的要求。工程测量作为工程建设中的一个重要专业,其测量成果的精度关系着整个工程建设的质量和安 全,因此应得到严格控制并尽量提高,以保证工程建设的顺利进行。

## 2 工程测量的重要性

工程建设分为三个主要阶段:规划设计阶段、建设施工阶段和运营使用阶段。工程测量工作贯穿各个阶段并发挥着重要作用:

### 2.1 规划设计阶段

工程施工前期,工程测量涉及测图控制网建立、地形图测绘、水文地质勘测以及地层稳定性监测等工作,为工程的可行性研究、总体规划、初步设计和施工图纸设计等工作提供地形图、断面图以及高程模型等勘测资料。

### 2.2 建设施工阶段

工程建设施工过程中,工程测量主要分为土建施工测量和设备安装测量两大部分,包括土建控制网和安装控制网的建立与复测、施工定位放样、设备安装测量、竣工测量和变形监测等工作。该阶段测量工作直接为建设施工提供数据,用以将设计准确无误的转化为实体,并实时监测工程建设的安全状况。

### 2.3 运营使用阶段

变形监测是该阶段工程测量的主要工作,包括水平位移、垂直位移、主体倾斜、挠度以及日照变形等各种监测工作,通过对建筑物主体和设备运行的监测,了解其运营期的安全情况,同时验证设计的合理性等<sup>[1]</sup>。

## 3 工程测量的精度

### 3.1 什么是测量精度

各种测量工作中,测量结果无法绝对达到期望的真值,不可避免存在误差,包括粗差、系统误差和偶然误差三种。各种误差导致的测量值偏离真值的程度,便是精度的概念,误差小即偏离程度小,则精度高,反之则精度低<sup>[2]</sup>。

精度可分为三种:(1)准确度,表示测量值与真值的符合程度,反映系统误差和偶然误差的大小。(2)正确度,表示测量值与参考值的符合程度,反映系统误差的大小。(3)精密度,表示多次独立测量结果之间的一致程度,是测量能力的一种表现,好的精密度是保证好的准确度的先决条件。

### 3.2 工程测量的精度

工程测量的精度概念主要包含以下几个方面:

#### (1) 计量器具的标称精度

工程测量中常用的计量器具即测量仪器包括全站仪、水准仪、GPS以及各种尺类等。各种仪器自身都有其标称精度,如:leica TCA2003 全站仪的标称精度为测角 $0.5''$ 和测距 $0.6\text{mm}+1\text{ppm}$ ,表示仪器自身单次测角可产生 $\leq 0.5''$ 的误差,单次测距可产生 $\leq 0.6\text{mm}$ 的固定误差和每公里 $\leq 1\text{mm}$ 的比例误差。同时,仪器有精度高低之分,如:S05级和S10级水准仪每公里往返测中误差分别为 $\leq 0.5\text{mm}$ 和 $\leq 10\text{mm}$ 。

#### (2) 测量作业过程的精度要求

为使测量结果达到一定的精度等级,对测量作业中使用的仪器等级和观测方法等提出的最低限制。如:工程测量水准观测每站的前后视距差,二等水准不应 $> 1\text{m}$ ,四等水准不应 $> 5\text{m}$ ;水平位移监测基准网的水平角观测,一等网要求使用不低于 $1''$ 级的仪器观测12测回,四等网则为不低于 $2''$ 级的仪器观测6测回。

#### (3) 测量成果的评定精度

每项测量作业完成后,应对其进行质量评定,评定内容包括观测精度、计算精度和资料精度等,评定的原则、方法以及结果达到的等级等,一般有相应的规范要求。如:三角控制网观测成果,应使用 $\sqrt{(WW)}/3n$ 计算控制网测角中误差,其计算结果应满足二等网 $\leq 1''$ ,三等网 $\leq 1.8''$ ,四等网 $\leq 2.5''$ 。

#### (4) 测量成果的限差要求

为使测量结果可以满足工程建设的需要,以限差的形式对测量结果与设计值之间的偏差值进行约束,即结果的偏差须小于给定的限差,方可认为测量结果合格可用。限差大小因施工对象、施工材料以及使用目的等不同而不同,一般有明确的规范要求,如:土石方施工允许达到 $10\text{cm}$ ,混凝土结构一般为 $10\sim 30\text{mm}$ ,各种钢结构基本在 $10\text{mm}$ 以内,设备安装则可高达亚毫米级,等等。

## 4 影响工程测量精度的因素

### 4.1 测量工器具

工程测量工器具包括直接用于计量的设备(测量仪器、尺类和气压计等)和相关辅助设备(对中杆和三脚架等)。保证测量成果精度的首要条件是保证所使用工器具的自身正确性

和使用正确性,而实际工作中往往容易出现工器具错误的情况:(1)精度不满足。低精度仪器用于高精度测量,已做降级处理的仪器仍按原标称精度使用等。(2)未检定合格。强检仪器未检定合格或已超出检定合格有效期,自检工器具未有效自检等。(3)操作不正确。仪器的精度模式选择错误或相关参数设置错误,未按技术要求操作工器具等。

### 4.2 测量人员

测量工作大部分由人操作完成,难免出现人因产生的误差甚至错误:(1)测量者的专业能力不足。不熟悉仪器性能,不了解技术要求,伪经验等<sup>[9]</sup>。(2)测量者的身心条件限制。感官鉴别能力的局限性,心里的趋向性,过度自信等。(3)测量者的负面情绪和状态。情绪低下,身体疲劳,施工环境恶劣导致的心烦气躁等。(4)多个测量者之间的配合不力。理解能力的差异,熟练程度的不同,沟通交流不到位等。

### 4.3 作业方法

为消减各种误差,提高测量精度,积累并形成许多规范化的作业方法,如:全站仪测角时盘左盘右分别读数取平均值以消除 $2C$ 误差,水准测量保持前后视距相等以消除 $i$ 角误差等。技术设计提出错误的技术要求,作业人员未遵循正确的技术要求等,都会导致作业方法的不合理甚至错误,进而引起测量成果精度的降低或不合格。

### 4.4 测量环境

温湿度、气压、日照、地形、地质、电磁干扰以及震动等诸多环境因素都会对测量结果的精度优劣产生影响,如:三脚架单侧长时间受到日晒就会因产生热收缩变形而导致仪器倾斜,电磁波测距视线经过高压线等电磁干扰源附近就可能出现测量结果的错误,GPS测量因附近有水体、树林或高大建筑等而产生多路径效应等。如果对环境影响识别不清而未能在作业中有效规避,就可能出现测量质量的不佳甚至错误。

## 5 工程测量的精度控制与提高的措施

针对各种影响工程测量精度的因素,结合工程测量专业性,从以下方面提出控制与提高测量精度的技术管理措施:

### 5.1 技术设计

应针对测量任务的来源、目的、作业内容和测区自然地理情况等进行分析,结合已有测量成果资料,依据上游的标准规范等技术文件和测量成果应达到的技术指标,进行技术设计,对生产作业使用的软硬件、技术路线、作业流程、作业方法以及质量检查措施等提出详细的技术要求。

技术设计书不应流于形式,而应严谨规范的进行设计,并通过验证和审批。测量生产作业中应严格遵循技术设计的要求,如遇设计中存在不合理或错误,或对设计内容存在疑问,

不应违反设计要求而擅自作业,应上报设计部门进行验证,设计更改部分经审批通过后方可重新作业。

## 5.2 管理制度

管理制度是对管理机制、原则和管理方法等设置的要求,全员遵守的规章或准则。应针对具体的工程项目制定有效的管理制度,对生产的质量目标、人员职责、作业要求以及行为的奖惩措施等提出明确的规范化要求。严格以制度作为管理依据,可防止出现管理的任意性,约束和规范团队成员的行为,使具体的工作达到程序化和标准化,测量成果的精度自然会得到更好的控制与提高。

## 5.3 技术交底与经验总结

(1)技术交底。结合技术设计、仪器、人员、作业内容以及作业环境等,对具体作业进行全面分析,编制技术交底书,明确作业的重点、难点和风险点,并提出针对性应对措施。定期组织作业团队依据技术交底书进行交底,强化作业人员对相关作业的科学认知,可有效降低作业失误,提升作业质量。

(2)经验总结。定期针对已完成的作业进行阶段性总结,对作业中的突出成绩、问题失误和良好方法等进行分析,并组织团队对总结的经验进行反馈学习,以在后续作业中扬长避短。

## 5.4 新技术新方法

当今数字化时代,科学技术飞速发展,工程测量专业的发展也是日新月异,新技术新方法层出不穷。网络GIS的空间信息资源共享,智能GIS的自动化数据处理,北斗一号二号系统的投入使用和三号系统的深入建设,无人机技术的不断成熟与完善,高精度测量仪器的研发使用,等等。工程测量工作中,应注重新技术新方法在生产作业中的实际应用,以更好的手段提高工作效率和成果精度。如:API激光跟踪仪用于设备

安装测量,其绝对测距精度达到0.02mm,相比常规高精度全站仪,提升了一个数量级;三维激光扫描仪用于地形测量,可短时间内获得大量点云数据,相比常规地形测量,其工作效率和测量精度都大幅提高。

## 5.5 团队能力

质量的目标最终靠团队的协作来实现,因此要注重团队能力的培养和提升:(1)团队责任能力。责任是最基本的职业精神,优秀的责任意识、责任能力和责任行为才能达成良好的作业状态,才能更好的避免人因失误。(2)团队沟通能力。高效的沟通才能全面的传达信息,才能形成成员间的更佳协作。(3)团队执行能力。好的设计、制度和需要通过优秀的执行得以有效的实施。(4)团队的学习能力。学习能力是在科技飞速发展的今天使团队技术能力得以保持与进步的根本,是提升团队综合能力的先决条件。

## 6 结语

质量是工程的生命,工程的质量关系到国家的经济发展和人民的生命财产安全。工程测量在工程建设的整个过程中起着至关重要的作用,测量成果的精度直接影响工程的质量。技术管理是保证工程测量成果精度的首要条件,优质的技术管理才能保持健康的生产技术秩序,提高技术素质,推动技术发展,最终实现更好的质量目标,为工程建设提供更高质的技术成果。

### 参考文献

- [1]李青岳,陈永奇.工程测量学[M].第三版.北京:测绘出版社.2008.
- [2]张俊海,李仁杰.地理信息系统原理与实践[M].第二版.北京:科学出版社.2015.
- [3]中华人民共和国建设部.工程测量规范[S].GB50026-2007.北京:中国计划出版社.2008.