

精密工程测量控制网布设要点及注意事项

福建万盛地理信息科技有限公司 李江

摘要：工程测量技术快速发展，测量精度明显提升，可以满足精密工程测量的要求。本文将结合精密工程介绍测量控制网的布设要点，同时阐述应该注意的事项，旨在发挥出参考价值，充分发挥测量控制网的利用价值。

关键词：精密工程；测量控制；控制网

一、精密工程概述

精密工程测量的绝对精度达到毫米级，相对精度达到 10^{-6} 量级。在测量方案设计、实地施测到成果处理及利用等各个环节都可以运用误差理论展开分析。精密工程与普通工程有显著差别，主要表现在数据获取上有严格的精度要求，还需运用新仪器、专用设备强化自动化程度，借助合理手段改进误差控制措施，通过新型测量技术形成成熟理论。精密工程运用的仪器设备有着较高的性能，能够让测量成果的精度和可靠性等获取支撑条件。

二、精密工程测量分析

随着科学技术快速发展，精密工程测量学进入崭新的发展时期，应该重视发展成果和发展规划，让精密工程测量的实效性进一步提升。精密工程测量技术趋向完善，为相关工作的开展提供了技术支持，要明确其着重表现在三个方面：一是测量精度；二是测量工程量；三是测量自动化。精密工程测量的结果精度已达到 1mm 以上，测量精度结果甚至高出一个数量级。测量环节实际采用的设备仪器也趋向完善，实现了阶段性的发展目标，有助于支撑各项工作稳步开展。研究人员清楚认知精密工程测量的要点，还要关注测量控制网的布设要求，通过完善和优化相关举措，让测量控制网发挥出最大价值，支撑精密工程的高精度、自动化目标顺利实现。

三、精密工程测量方法与仪器

（一）精密角度测量

在精密角度测量中，重点应用了全站仪。其能发挥出理想的作用，获取精度一定的参数。在这个过程

中，要尽可能控制目标偏心差、照准误差等的影响。

（二）精密距离测量

在精密距离测量中，数十米内要运用双频激光测距仪，其相对精度能够达到 5×10^{-7} ，可以满足具体的需求。数百米内可以选择因瓦基线尺，相对精度高于 10^{-6} 。数千米内是运用精密光电测距或全站仪，效果理想。

（三）精密高程测量

精密高程测量中几何水准测量还是较为常用的手段，主要运用电子水准仪及自动安平水准仪等，保证了具体的测量效果。液体静力水准测量的高精度和自动化特征突出，也是精密高程测量中的重要手段，但一般不运用到精密高程控制网的建设中，主要是在特殊条件下发挥作用。

（四）精密准直测量

精密准直测量，也就是观测基本位于同一水平基准线上的点的偏移。光学测量方法有小角法、活动标牌法；光电测量方法包括激光准直法等；机械法涵盖着引张线法等。

（五）精密垂准测量

精密垂准测量的精度要求是亚毫米级，主要是将基准点的铅垂线当作基准线，以此测定沿着基准线分布的目标点相较于铅垂线的水平距离，可以运用机械法及光电法等。

四、精密工程测量控制网布设原则

为了更好地达到精度标准，需要在对应的工艺流程中测设设计位置，还要对设备、检核测量以及竣工测量等加以分析，完成必要的变形监测，由此构建起测量控制网。

精密工程测量控制网的作用是在施工前、施工中、施工后的不同阶段对被测量点、线、面等提供可靠的测量基准，由此发挥一定的参考价值。

精密工程测量中运用的多种测量标志大致可以划分出平面点、高程点、平面—高程点（简称平高点）。依照用途进一步细化，其属于施工安装测量控制网的控制点，主要表示设备物理或几何轴线的设备点、变形

观测的基准点等,多种标志的作用差异明显,相关结构和特征也有所不同。多种测量控制点不仅是施工、安装测量的依据,还是区域性地壳形变、建筑物和基础变形观测的重要参考条件。

精密工程测量控制网的布设环节,要重视布设的原则。控制网的大小、图形一般是以工程形状、规模和施工方法为参考,由此满足项目施工和变形监测的需求。精密工程控制网是为项目服务,因此需要重视精度问题,这是最为关键的指标。控制网投影面的选择需要符合控制点坐标反算要求,在达到具体标准后才能发挥相应的参考价值,保证实际的成果更加显著。控制点点位设置应稳定可靠,这样才能更好地构建起控制网,让精密工程拥有理想的支撑条件。任意控制点要与一个以上的控制点通视,在实践环节充分利用高精度测量仪器,发挥出实际的测量优势。

五、精密工程测量控制网布设要点

精密工程测量控制网重点涵盖着三种类型,分别是施工测量控制网、安装测量控制网以及变形检测网,三者相互结合、相互融合。在精密工程测量控制网的布设环节,需要明确相关要点,按照具体的标准落实行动。

(一)明确精度

精度属于精密控制测量的重中之重,控制网的精度依照工程要求加以提出,如高能粒子环形加速器,其电磁铁的精度主要在共振原理的支撑下推算所得,为从根本上规避粒子共振,需要将粒子的运行轨道设置成平滑曲线,由此让误差处于合理范围内。应该在实践环节重视精度这一指标,分析其对控制网布设的影响,促使控制网发挥出自身价值。

(二)控制网形

精密工程测量控制网的布设有着一定要求和标准,需要根据精密工程的特殊性详细分析,以便采取可靠的手段优化网形,使其满足精密工程的要求。从某种角度上展开分析,控制网并不能受到施工环境与图形强度的影响,只要遵循着精密工程建筑的形状和规模等,便可实现构图和图形的统一、保持均匀密度,从根本上控制好控制网网形,为后续安装提供便利。网形的控制阶段应该以精密工程实际应用要求为准,还要通过可靠的思路进行适当的完善,发挥出控制网的利用价值,让精密工程展示出最优效果。

(三)控制点密度

精密工程测量控制网的布设环节,需要关注各个控制点的密度情况,这是另外一项重要的指标,应遵循着实际的标准加以规范,保证控制网为精密工程测量提供支持。控制点密度符合安装工艺设备基本构件的要求,适当完成对控制网一次布网和统一平差,减少

误差积累,让数值更加精确。对于大型项目,应该分期安装,控制网也要分段布设和平差,保证采取的措施符合标准,避免出现严重的精度损失。控制点的点位需要分析的对象,要使其靠近安装的设备构件,完成对称布置的目标,通过多个工序有序推进,完成统一测量仪器的安装测量任务。

(四)控制点高度稳定性

在布设测量控制网的过程中,需要关注控制点的高度稳定性,这是让相应的布网目标顺利实现的关键。除了分析控制点高度稳定性和可靠性外,也要认真分析标志结构和埋设深度等指标。控制点是安装测量,也是运营期设备稳定性的载体,在总体设计中确定专门通道进行测量,保证通视条件达标。控制点是非常重要的控制对象,在精密工程测量控制网的布设中占据着重要地位,关系控制网布设的整体效果,需要通过上述手段让控制点趋向稳定。

(五)测量自动化

在新时期下,精密工程测量控制网的布设中融入先进技术,这对优化实践成果有较大的帮助,也能充分发挥自动化手段的优势,让精密工程测量控制网的效果更为突出。随着信息技术的发展,测量自动化已受到广泛关注,要在测量控制网布设环节重视自动化技术的应用,将举措进一步完善,支撑测量控制网的稳定运行。测量控制网布设的自动化可以自动记录和传输数据信息,也能在安装环节和变形观测中展示出最大效力,保证更好地满足现阶段的实际需求。

六、精密工程测量控制网布设的注意事项

应明确的是,精密工程的测量控制网布设要求极高,要根据具体的标准落实行动,还要通过可靠措施完善布设方案,使得测量控制网发挥出自身价值,展示效力。精密工程测量控制网的计算方法复杂,应用较为频繁的是数字扭曲法,此类方法主要是通过随机模拟的方式处理随机性问题,因此体现出一定的影响力。测量控制网布设中需要将计算问题摆在突出位置,还要选择符合实际情况的计算方法,严格按照步骤操作,以此防范较大的误差。

通过控制网图形和观测方案可以获取网点坐标的设计值,通过充分发挥设计值的依据功能,计算出边长和方向值。此外,通过设计观测精度能够随机生成数值,由此改善观测误差,在这样的基础上添加边长或方向值,便可得出模拟观测数值和模拟控制网,以满足精密工程的实际需求。

应对模拟值详细的分析,还要对平差加以计算,在数据支撑下获取模拟网点的坐标参数估值和设计值偏离值等,由此判断误差所在。模拟计算的次数应该

控制到位,以便研究观测误差的影响规律。

总之,在计算测量控制网时应该重视数字扭曲法的利用价值,可以在部分观测值上添加粗差,也可运用不同的观测精度完成观测值模拟任务。

七、精密工程测量控制网的布设质量控制措施

(一)关注控制网布设全过程

绝对测量精度达到毫米级的测量便是精密工程测量。若是存在着特殊条件,也可利用先进的测量设备和技术方法完成既定目标,以便取得更加显著的成果。精密工程控制网的作用就是对项目实施各个阶段的测量放样提供点、线、面的参考基准。相较于常规工程测量和大地测量控制网,精密工程测量控制网十分特殊,需要科学合理的控制,使测量控制网的布设效果达到理想状态,支撑具体工作稳步开展。在设计阶段要优化设计先行网,在控制网设计阶段还要关注可靠性、灵敏度以及精度等设计指标的情况,尽可能利用多余的观察,强化控制网的内部可靠性。为了达到更加理想的效果,可以采用GPS布网,这个过程要留心观察地面观测条件。就精密工程的特殊性,在实践环节应该考虑GPS网和边角网的联合使用,还要分析GPS网与地面网的精度匹配情况,在应用环节落实好必要的检验。对工程控制网布设的阶段,要优化设计方案,可以采用解析法和模拟法两种措施,模拟法更加灵活,测量目标也易实现。解析法能保证获取的结果更加精确,但是实施起来相对困难,要在具体实践中结合实际情况分析,确定符合需求的方案。

(二)重视控制网实施细节

目前,在实践环节大多运用高精度GPS接收机、高精度水准仪及高精度全站仪等,不同设备发挥出的应用价值明显,保证控制网稳定建设与投入使用。应该注意的是,仪器设备在进行测量前要完成对全部项目的鉴定检核,以便对后续数据处理的改正与优化。从原则上分析,测量控制点并不会受到变形影响,埋设在基岩层。此时,重视点位的稳定性,还要运用混凝土浇筑,加设强制归心装置,以免出现对中误差。另外,根据工程测量二等规范进一步控制,实现对水准与长度的往返观测,由此控制误差的扩大。相比于常规控制,精密工程测量控制中应该对控制网进行检查,避免埋设的控制点发生任何变动。

(三)分析数据处理要求

精密工程测量控制网的要求较高,同时还涉及较多的数据信息,因此需要关注各个标准,明确相关的实践要点,让控制网的具体应用优势发挥出来。在精密工程测量控制网的数据处理中,主要涉及三个方面

的要求:一是投影面和坐标系的选择。通常选择地方独立坐标系,若分析后续的实际需求,则要和国家标准网联合测量,保证具体的效果符合标准。二是数据的预处理。边角网涉及的数据预处理涵盖方向投影变化、数据整理以及倾斜改正等,要重视信息的准确度,以保证符合实际需求。三是精化平差。精化平差的随机模型是方差和协方差,发挥出一定的指导作用,属于平差理论中的要求。在精密控制网布设中,要对多种观测量详细分析,实现具有针对性的综合处理。

八、结语

精密工程测量控制网的布设中应该注意多个要点,还要在践行相关原则的基础上完善布设方案,确保控制网的应用效果更为突出,满足精密工程的实际需求。在本文的详细分析中,了解到精密工程的情况,同时了解到精密工程测量、精密工程测量控制网的相关问题,针对布设工作总结出相关要点和注意事项,旨在发挥参考价值,以此支撑具体工作稳步开展,为精密工程的长远建设保驾护航。

参考文献:

- [1]谷思文,刘成龙,武瑞宏,等.超长铁路隧道洞内平面控制网横向贯通误差仿真计算分析与应用[J].铁道标准设计,2023,67(03):148-152.
- [2]苏秀永,胡俊凯,吴文超,等.多源数据联合平差以及合理的定权方法实践——以某抽水蓄能电站施工测量控制网为例[J].测绘与空间地理信息,2022,45(03):176-179.
- [3]张登科,赵磊,何远鹏,等.基于CPⅢ测量控制网的轨道精调技术及在城市轨道交通环保升级中的应用研究[J].测绘通报,2021,(S1):226-232.
- [4]吴狄.基于三维激光扫描技术的机场捷运轨交系统地下隧道调线调坡测量技术研究[J].测绘与空间地理信息,2020,43(09):219-222.
- [5]黎鹏,刘林佳,付强.基于GAMIT/CosaGPS的工程控制网基线解算及网平差分析[J].测绘与空间地理信息,2020,43(06):141-143.
- [6]刘斌.高精度陀螺全站仪在长大铁路隧道CPⅡ平面控制网分段建网测量中的应用[J].铁道勘察,2020,46(03):17-21.
- [7]杜娟,李彬,何佳.向家坝水电站二期土建及金属结构安装工程施工测量控制网布设方法[J].经纬天地,2018,(05):78-83.

作者简介:李江(1988),男,福建省福州市人,本科,中级测绘工程师,研究方向为工程测量。