

地质测绘新技术在矿产资源勘查中的应用

范攀¹, 董焰锋², 李旭¹

1. 昆明市土地开发整理中心, 云南 昆明 650000

2. 国检测试控股集团云南有限公司, 云南 昆明 650000

摘要: 以提高地质矿产资源测绘的准确性与效率为目标, 以 GNSS RTK 技术为基础, 从技术参数确定、矿山控制测量、地形测量与实际施工、数据采集与数字化测图等方面入手, 结合矿山地质勘测测量工程实际, 对 GNSS RTK 技术在矿山地质勘探测量中的应用进行分析。研究表明, GNSS RTK 技术操作简单, 速度快, 劳动强度小, 节省现场费用, 提高了工作效率, 是一种很好的选择。本文的研究可为同类条件下的地质矿产勘查工作提供参考。

关键词: GNSS RTK 技术; 地质矿产测绘; 应用实践

The Application of New Geological Surveying and Mapping Technologies in Mineral Resources Exploration

Fan Pan¹, Dong Yanfeng², Li Xu¹

1. Kunming Land Development and Consolidation Center, Kunming, Yunnan 650000

2. China Testing & Inspection Group Yunnan Co., LTD. Kunming, Yunnan 650000

Abstract: Aiming at improving the accuracy and efficiency of geological and mineral resources mapping, based on GNSS RTK technology, starting from aspects such as the determination of technical parameters, mine control surveying, topographic surveying and actual construction, data acquisition and digital mapping, combined with the actual situation of mine geological survey and surveying engineering, The application of GNSS RTK technology in mine geological exploration and measurement is analyzed. The research results show that GNSS RTK technology is simple to operate, fast, has low labor intensity, saves on-site costs and improves work efficiency. It is a very good choice. The research of this paper can provide a reference for geological and mineral exploration work under similar conditions.

Keywords: GNSS RTK technology; geological and mineral surveying and mapping; application practice

引言

在传统的地质矿产勘查工作中, 往往受各种自然因素的影响, 大多数的地图绘制工作都是人工进行, 工作量很大, 难度也很大^[1]。在进行地图绘制时, 既费时费力, 又不能保证地图的准确性^[2]。随着科技的进步与创新, GNSS 实时动态定位在工程建设中得到越来越多的应用, 大大提高工程测量的精度, 促进工程质量的不断提高^[3]。

随着 GNSS RTK 技术在矿产资源勘查中的应用, 其在矿井找矿中的应用也日益受到关注, 本文将 GNSS RTK 技术作为山地城镇建设的重要手段, 具有精度高、速度快、24 小时不间断运行等优点, 可使煤炭资源得到最大程度的开发利用, 满足对煤炭资源的勘探需求^[4]。另外, GNSS RTK 技术减轻测绘工作的负担, 提高煤田勘查工作的效率^[5-7]。本文的研究目的是为进一步提高工程变更预测的精度与效率, 改善工程建设的品质, 同时也可可为其他产业提供借鉴。

一、矿产资源勘查的目的即意义

(一) 保障国家经济持续健康发展的基石

矿产资源是工业生产的基本原料, 对于推动国家工业化进程、保障国民经济稳定运行具有不可替代的作用。随着我国经济的快速发展, 对矿产资源的需求日益增长, 矿产资源勘查及时发现和评价新的矿产资源, 为经济发展提供充足的资源保障, 确保工业生产线的稳定运行, 促进产业链的完善, 为国家经济的持续增长提供有力支撑^[8]。

(二) 维护国家安全具有重要意义

矿产资源是国家安全的重要组成部分, 特别是在当前国际政治经济格局下, 资源安全问题日益凸显。我国作为世界上最大的发展中国家, 对矿产资源的需求量大, 对外依存度高, 加强矿产资源勘查, 提高国内矿产资源的自给能力, 有效降低对外部资源的依赖, 增强国家的资源安全保障能力, 维护国家战略安全。

(三) 于推动科技创新和绿色发展

矿产资源勘查过程中, 地质工作者需要运用先进的地质理论和技术手段, 这无疑会促进地质科学技术的进步, 勘查活动可以

发现新的矿产资源类型，为新能源、新材料等战略性新兴产业的发展提供资源支持。

二、GNSS 在矿产资源勘查中的应用

1. 确定定技术参数

利用 GNSS 进行矿区测绘，就是为了精确地获得矿区内的测绘资料，从而提高了矿区的测绘精度，并获得了必需的资料，为有关部门开展前期调查和矿区测绘工作打下了基础^[10]。在 GNSS 精密计画中，制图者应重视控制网的选取，通常采用一省一地的 GNSS 控制网来进行^[11]。

2. 矿山控制测量

控制测量是矿产勘查中的一个重要环节^[12]。传统的煤矿勘查监测方法是先在矿区内布设各类测控点位，然后按照这些测点构成相应的控制网络，该方法可以减少或避免测试结果的错误，为以后的工作提供帮助，从而提高测试的效率^[13]。但是，常规的测量和控制技术在施工中易受各种因素的影响，如气象条件和施工环境等。这不仅增加了工程施工的工作量，而且降低了测试的准确性，而且无法得到准确地测试与控制。为此，传统的静态微动法（static static microphase）方法，即利用全球卫星导航（GNSS）对某一特定距离内的每个控制点进行高精度定位，并对其测量精度进行最优调节。应用卫星导航技术进行工程勘察，不仅能有效地解决施工环境和自然环境等问题，而且能有效地解决工程勘察中存在的问题。

3. 地形测量与实际施工

当工程规模较大、地形较为复杂时，施工时要充分认识矿山的实际地形，深入分析研究矿山的内部地形。在此过程中，利用航空摄影技术，根据传统的测量方式获取必要的矿区图像，然后解译矿区图像，并补充所用的测量仪器。但是，受限于环境，该方法难以实现，需要多次试验，难以有效提升检测效率。在煤矿施工及勘查工作中，需要建立一套完善的、便于勘察工作的、与 CNSS 技术相结合的监测体系。然后，通过联合观测站和观测站，构建覆盖矿区的时间－空间坐标体系，对相关数据进行处理，提高监测的准确性和效率。

4. 数据采集

在实际应用中，GNSS 必须利用系统内部的传感器获得非电流和各类电流，并将有关数据存入数据库，以备后续计算和分析。在井下测量和资料获取工作中，本系统能有效地探测到设备区域，并对采集到的电流信号进行 A/D 转换，并转换为相应的数字信号。在完成了转化之后，通过内置的芯片将数据传送到了电脑中。

5. 数字化测图

采用现场采集的方法，对 GPS 最终成图结果进行了数字化处理。在数字化制图过程中，利用 GNSS 进行大比例尺地图的绘制，可以根据使用者的特殊需求，对比例尺进行相应的调整，以适应不同工作人员的需求。测绘时，应根据相关标准对测绘区的地形地貌进行精确复制，采用 GIS 技术，建立能直接反映测绘区地形、地貌特点的 3D 数字模型。

三、地质测绘新技术在矿产资源勘查中的应用

（一）工程概况

本课题拟开展 1/10000 地形图绘制及相关工程地质调查。该地区的地形非常复杂，在全国范围内的三角点数量较少且分布不均匀。但由于其台站密度大、观测困难，使得对它的观测具有较大的难度。

（二）GNSS RTK 图根控制测量

GNSS RTK 技术不受气象、地形、通信网络等多种因素的干扰，在实际应用中有很大的优越性。利用 GNSS RTK 进行矿山地质调查，可以获得矿区的准确定位和监测结果，提高了工作效率。通过对测区数据的采集、换算参数的计算、参考站的选定与建立、流动站的设定、测前的质量检验、内部数据的处理等步骤，最终获得数据。

（三）数据结果验证分析

将所测得的数据（坐标文件）转化为对应的软件格式的文件，并将其导入该软件，然后按照所测图根的技术要求，通过软件调整，即可得到各测点的坐标和高程。为了更好地了解 RTK 的应用范围和精度，在图根引线上使用 RTK 控制点，并将其与现场测量值进行比较，见表 1。

表 1 测量结果对比表

点号	图根导向观测结果			RTK 观测结果			结果比对	
	X	Y	H	X1	Y1	H1	Δ S	Δ H
T1	20975.109	8449.499	109.238	20975.129	8449.486	109.204	0.024	0.020
T2	20892.323	8331.656	108.738	20892.308	8331.642	108.752	0.021	-0.016
T3	20841.089	8240.248	109.137	20841.081	8240.236	118.071	0.014	-0.008
T4	20805.284	8085.192	109.298	20840.910	8085.189	109.279	0.014	-0.014
T5	21638.863	8159.313	125.415	21638.879	8159.321	125.402	0.019	0.017
T6	21689.950	8011.607	133.370	21689.956	8011.584	133.383	0.024	0.006
T7	20787.161	7676.811	109.621	20787.132	7676.791	109.594	0.031	-0.029
T8	21987.348	8497.939	133.044	21987.358	8200.947	133.069	0.014	0.011
T9	22151.766	8409.487	133.579	22151.752	8409.460	133.556	0.030	-0.014
T10	22115.406	8652.973	121.309	22115.390	8652.981	121.322	0.018	-0.016

由表 1 可知，点位误差和高程误差分别为 $\pm 1.97\text{cm}$ 和 $\pm 1.50\text{cm}$ 。因此，利用 RTK 技术对图根控制点进行可靠性分析是可行的。

（四）RTK 与全站仪测量结果对比表

RTK 与全站仪测量结果对比如表 2 所示。

表2 全站仪测量和 RTK 结果对比表

点号	RTK 测量结果		全站仪测量结果		坐标较差 /m		备注
	X1	Y1	X	Y	Δ X	Δ Y	
B1	149319.517	131251.847	149318.951	131232.252	0.572	-0.207	部分遮挡
B2	-	-	149322.951	131247.528	-	-	完全遮挡
B5	149345.792	131242.198	149345.903	131241.944	-0.112	0.257	部分遮挡
B6	149350.918	131217.893	149349.862	131218.470	1.067	-0.583	部分遮挡
B8	149324.157	131241.926	149324.138	131241.944	0.019	-0.018	空旷
B9	-	-	149338.144	131223.370	-	-	完全遮挡

表2的结果表明，两种探测方法在平地与开阔地形下的探测精度基本相当，但 RTK 探测速度较快，且在林地、建筑群等地形条件下探测精度较高。

四、结论

结合某矿区的工程实践，对 GNSS RTK 在矿产资源勘查的应用进行了分析，得到了如下成果。

1.GNSS RTK 测量技术在自动化程度上优于传统的测量方法。该方法可以在不经过后期处理的情况下，对观测值进行实时观测。

2. GNSS RTK 可实现无误差累积的长距离三维空间坐标传递。这样，既能提高定位精度，又能保证数据的安全可靠。

3.GNSS RTK 技术操作简便，工作速度快，劳动强度小，可以节约场地成本，提高工作效率，是一种很好的选择。

参考文献

[1] 王光宇. 有色金属矿产资源勘查关键点及合理布局 [J]. 世界有色金属, 2024, (04): 146-148.

[2] 文钦宇. 地质矿产资源勘查技术的应用及重难点分析 [J]. 中国金属通报, 2024, (02): 134-137.

[3] 陈蓉, 黎文甫, 田建喜, 等. 浅析地质工程测绘在矿产资源勘查中的重要性 [J]. 世界有色金属, 2018, (11): 27+29.

[4] 吴倩. 测绘新技术在地质测绘工程中的应用研究 [J]. 魅力中国, 2019(30): 266.

[5] 金萍. 测绘工程测量中测绘新技术的应用 [J]. 居舍, 2018, (34).

[6] 赵璇玑. 测绘新技术在地质测绘工程中的应用研究 [J]. 世界有色金属, 2019(23): 192-193.

[7] 邓萍. 浅析地质工程测绘在矿产资源勘查中的重要性 [J]. 新疆有色金属, 2024, 47(05): 9-10.

[8] 王星桥. 测绘新技术在地质工程勘察中的运用分析 [J]. 中国设备工程, 2024, (13): 83-85.

[9] 陆超. 地质矿产资源勘查及合理开发 [J]. 中国金属通报, 2024, (04): 146-148.

[10] 王燕燕. 地质矿产资源勘查中存在的问题及对策 [J]. 世界有色金属, 2022, (04): 102-104.

[11] 江佳琳. 无人机遥感测绘在矿产资源勘查中的应用研究 [J]. 世界有色金属, 2021, (12): 94-95.

[12] 周宜康. 地质矿产资源勘查问题及对策 [J]. 冶金管理, 2021, (05): 76-77.

[13] 王广. 无人机测绘技术在复杂地形区矿产资源勘查中的应用研究 [J]. 世界有色金属, 2020, (21): 26-27.