

Matters Needing Attention in the Application of Digital Geological Survey System in Large Scale Mineral Exploration

Chuanhui Wan, Yunyong Liu, Lin Liu, Dejiang Huang, Lin Cheng

Hubei Institute of Metallurgical Geology (Central South Institute of Metallurgical Geology), Yichang Hubei
Email: chuanhuiwan@163.com

Received: Feb. 17th, 2019; accepted: Mar. 6th, 2019; published: Mar. 13th, 2019

Abstract

Traditional geological work is inseparable from paper media from field geological survey to final achievement, and its convenience, security and inheritance are inferior to digital equipment. The Digital Geological Survey System (DGSS) perfectly solved these problems and created a new situation of geological modernization. It has been widely used in small and medium scale regional geological survey, but seldom applied in large scale mineral exploration. Based on the experience in mineral exploration, this paper sums up some matters needing attention, aiming at providing reference for users.

Keywords

Digital Geological Survey, DGSS, Large Scale Regional Geological Mapping, PEData

大比例尺矿产勘查中应用数字地质调查系统的注意事项

万传辉, 刘云勇, 刘林, 黄德将, 程林

湖北冶金地质研究所(中南冶金地质研究所), 湖北 宜昌
Email: chuanhuiwan@163.com

收稿日期: 2019年2月17日; 录用日期: 2019年3月6日; 发布日期: 2019年3月13日

摘要

传统地质工作从野外地质调查到最终获得成果都离不开纸质媒介, 其方便性、安全性及继承性都不及数

文章引用: 万传辉, 刘云勇, 刘林, 黄德将, 程林. 大比例尺矿产勘查中应用数字地质调查系统的注意事项[J]. 地球科学前沿, 2019, 9(3): 95-101. DOI: [10.12677/ag.2019.93012](https://doi.org/10.12677/ag.2019.93012)

字化设备。数字地质调查系统(DGSS)则完美解决了这些难题,开创了地质工作现代化的新局面。其在中小比例尺区域地质调查工作中已得到全面推广应用,而在大比例尺矿区矿产勘查中的应用报道较少。本文结合在矿产勘查中的运用经验总结出一些注意事项,以期为用户提供参考。

关键词

数字地质调查, DGSS, 大比例尺数字填图, 探矿工程数据编录系统(PEData)

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

数字化是现代发展的趋势,对于地质工作来讲,数字化不仅能节约资源(如纸张、场地、人力),还能便于资料的快速查询、利用,且工作效率可以大幅提升。原国土资源部、中国地质调查局自1999年开始的一系列“计算机辅助区域地质调查系统”项目研究,创建了PRB(P-point地质点, R-routing分段路线, B-boundary点间界线)数字填图基本理论与技术方法,建立了PRB过程及其相应的数据模型,实现了野外地质填图的数字化。集3S技术(GPS, GIS, RS)为一体的数字地质填图系统(RGMAP)使传统的野外地质调查发生了根本性的变化。实现了野外地质调查的全程数字化,并可快速、准确地编绘出新一代的数字化实际材料图、地质成果图。彻底优化了传统地质调查手工繁琐的工作过程,大大加快了野外资料整理和处理时间,并使得地质资料的管理、传播、利用更加便捷。

逐渐改进完善的数字地质调查系统DGSS(Digital Geological Survey System)由四大子系统组成:数字地质填图系统(RGMap)、探矿工程数据编录系统(PEData)、数字地质调查信息综合平台(DGSInfo)和资源储量估算与矿体三维建模信息系统(REInfo) [1]。其中前两个为野外数据采集系统,后两个为室内编辑整理系统。功能涵盖区域地质调查、固体矿产勘查、矿体形态模拟、矿体品位估计、矿产资源储量估算、矿山开采系统设计与优化等内容,可以贯穿整个地质矿产资源调查过程。数字地质调查系统自2004年以来,已在全国区域地质调查项目中全面推广运用,开创了地质工作现代化的新局面[2] [3] [4] [5] [6]。

“矿产勘查”是对矿床的普查与勘探的总称。指从找矿到发现矿床之后,对被认为具有进一步工作价值的矿产进行地表和地下的揭露,对矿床可能的规模、形态、产状、质量及开采技术、经济条件等做出评价(图1) [7]。



Figure 1. Content and flow chart of mineral exploration [7]

图 1. 矿产勘查工作内容及流程 [7]

与中小比例尺区域地质调查相比,大比例尺矿区矿产勘查对地质填图要求的精度更高,要求观察记

录的内容更详细,且除了数字填图以外还有探矿工程(包括探槽、浅井、坑道、钻孔等)的数据编录及矿产资源储量的估算等(图2)。而关于该系统在大比例尺矿区矿产勘查中的应用报道较少[8] [9]。本文从矿产勘查过程的操作实践中总结一些经验,提出部分注意事项。

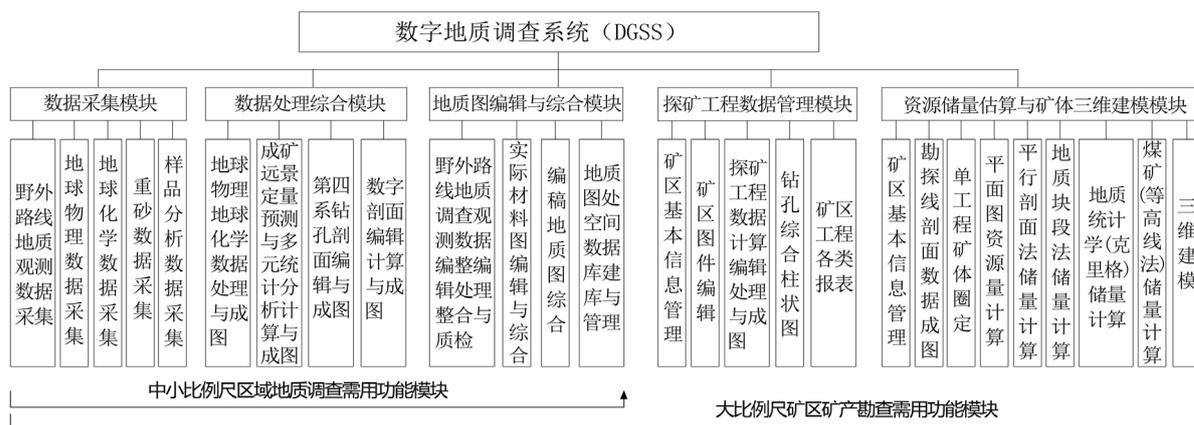


Figure 2. Application of Function Modules of DGSS in Geological Work of Different Scales

图2. 数字调查系统功能模块在不同比例尺地质工作中的应用

2. 前期数据准备工作及注意事项

2.1. 背景图层数据类型和配准

主要指将收集的包括区域地形地质等背景资料(如地形图、以往区域地质背景图、地球化学、地球物理、遥感影像图以及矿产资源图等)按照操作流程[1]利用 DGSS 中的数据转换工具先转换成系统可用的文件格式(如点(*.WT)、线(*.WL)、面(*.WP)、影像(*.MSI));再利用数据校正配准系统生成适当范围、比例尺和坐标系统的图框,对背景资料进行误差校正和投影变换,生成符合要求的背景图层。准备好后,即可将该背景图层创建新的工作矿区图幅工程。

需要注意的新建图幅工程时必须选择背景图层,其作用除了提供工作区数据采集背景资料外,还赋予新工程的地图参数。所以建立新的图幅工程时,矢量背景数据是必须的,且地图参数必须正确。

2.2. PRB 过程字典库的编制

野外地质数据的采集,要求地质人员在野外完成各种地质数据的录入(包括地质要素测量记录描述、素描图绘制及图像影像采集)。所以,野外数据采集的工作效率直接影响地质工作的效率和周期。在正式系统开展野外工作前,首先要编制图幅 PRB 字典库,以便工作人员在野外开展工作时根据已有的地质字典库,快速、准确地完成对地质体的描述[10]。

字典库需要重点编制的内容包括岩性描述、侵入岩、火山岩、变质岩、沉积岩、第四系、地层描述等。要根据前人资料结合工作区的具体情况编制而成,以达到具有较强针对性的目的。在工作过程中应根据取得的成果(如岩矿鉴定)不断修正完善字典库。可根据矿区实际情况,将字典库中不用的条目删除以及常用的内容置顶。这样可减少用于描述中浏览、选择内容的时间,进一步提高野外的工作效率。

3. 矿区大比例尺数字填图

3.1. 数字地质填图系统(RGMap)

RGMap 具有 GPS 导航与实时定位,整合显示多源地学数据(地理、地质、遥感等),电子罗盘测量(需

硬件支持), 路线地质调查 PRB 地质数据描述, 产状、素描、照片、样品、化石、地球化学、重砂、矿点检查等数据采集, 路线信手剖面自动生成, 实测地质剖面测制等野外数据采集功能[11]。基本可胜任矿区大比例尺数字填图的整个过程。

3.2. 平面控制点布设

与区域地质调查不同的是矿区大比例尺数字填图要求的精度更高, 可通过平面控制点对填图设备进行“GPS 误差校准设置”提高定位精度。因此开展矿区数字填图之前, 需由专业测量人员在矿区内埋设一定数量的平面控制点。平面控制点是地形测量及地质勘探工程测量的基础, 必须具有足够的精度及密度, 以满足相应比例尺地形图和地质勘探工程测量的需要。

3.3. 数字填图系统(RGMap)GPS 校准

目前移动设备内置的 GPS (Global Positioning System) 芯片在正常工作环境下精度达 5~10 m 左右[12], 仅可满足部分比例尺的填图精度要求(见表 1) [13]。在填图工作前, 通过系统菜单内的“GPS 误差校准设置”与矿区内埋设的平面控制点坐标进行对比计算 GPS 校准参数(横向偏移量、纵向偏移量), 经校正后可以将误差控制在“米级”, 满足一般地质点的定位精度要求。

Table 1. List of requirements for mining area mapping accuracy [11]

表 1. 矿区填图精度要求一览表[11]

填(编)图比例尺		1:10000	1:5000	1:2000	1:1000
地质体 允许误差(m)	矿体	≤10	≤5	≤2	≤1
	其它地质体	≤20	≤10	≤4	≤2
地质界线点 允许误差	1.用仪器定测时, 按同比例尺地形测图的精度要求。 2.用半仪器法定位时, 矿体在图面误差不 > 1 mm, 其它地质体不 > 2 mm 要求; 草测图分别放宽一倍要求。				
地质点 位置的测定	1:10000 填图: 地质点可用半仪器法定标在图上, 但对重要的地质点, 如主要的构造点、含矿层、矿体露头, 则用仪器测绘在图上。 1:5000~1:1000 填图: 地质点一般均应用仪器法定标在图上, 对部分意义不大的地质点, 则允许用半仪器法定标在图上。				

需要注意的是, 对于表 1 中重要地质点位置的测定要求, 应同时用专业测量仪器测量用于修正 RGMap 采取的点位坐标, 以满足勘查规范要求。

3.4. 矿区数字填图

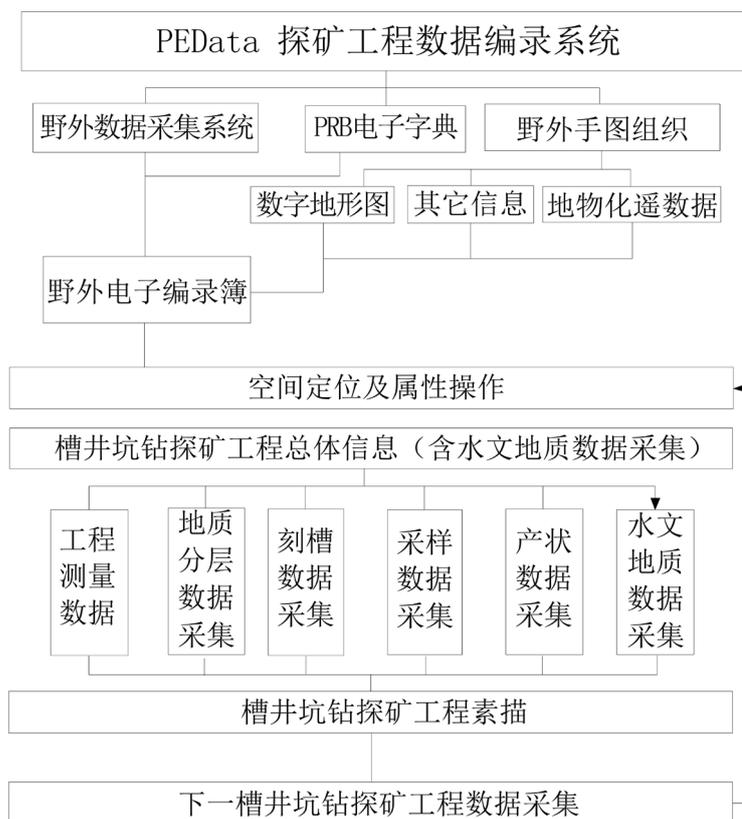
利用 RGMap 完成野外手图、PRB 图幅库、实际材料图、编稿地质图及地质图空间数据库整个过程。使用过程中最重要的是及时做好相关数据的备份, 以免丢失。关于 RGMap 用于地质填图的文献较多, 相关技术已较成熟完善。具体操作流程以及注意事项可以参考相关文献[1] [14]。

4. 探矿工程编录

4.1. 探矿工程数据编录系统(PEData)

PEData 具备探槽、浅井、坑道、钻孔探矿工程野外数据采集与原始地质编录, 并现场实时自动形成探槽、浅井、坑道、钻孔探矿工程图件等功能(图 3) [8]。野外数据采集就是把野外观察到的地质信息实时数字化的过程, 其作业流程与传统方法基本相同, 仅是记录手段存在区别。地质人员掌握其操作流程后, 可以极大提高探矿工程的野外编录效率, 且可一键输出地质编录表、素描图、各种记录表格等。另

外可便利地将相关数据继承到矿区实际材料图及储量估算图，十分便捷高效。



(引自中国地质调查局发展研究中心网站)

Figure 3. Schematic diagram of PEData system

图 3. PEData 探矿工程数据编录系统工作内容及流程

4.2. 背景图准备及系统设置

背景图采用上述已配准的背景图层(地图参数必须正确)。系统使用前必须通过“系统设置”内“GPS 误差校准设置”，将校正的 GPS 参数(横向偏移量、纵向偏移量、磁偏角)输入无误后方可开展下一步工作。

4.3. 探矿工程野外编录及注意事项

4.3.1. 探矿工程基本信息采集

进入探矿工程(探槽、坑道、钻探、浅井等)编录界面后首先录入基本信息，其中带“*”号的工程编号、比例尺、探槽底宽、坑道两壁高、浅井井深……等内容必须填写，否则不能生成工程编录数据库。工程编号是工程的唯一标识符，可以是数字、字母的组合，但不可重复。比例尺填写分母即可，如“100”代表比例尺为 1:100。根据勘查规范的要求，工程点必须定测，因此需根据专业测量的结果填入“手工坐标”；系统“测量坐标”选项为野外系统自动实时定位坐标，可供参考。基本信息录入完成后，探矿工程的符号及编号将自动标示在图面上。

4.3.2. 探矿工程测量信息采集

探槽测量数据录入的顺序必须遵循以下原则：①首先必须录入导线库数据；②导线数据录入后，才

能输入轮廓库和分层库数据；③其它数据只有在导线库和分层库有数据的情况下，才能输入数据。这是因为产状、采样、刻槽必须在对应的导线号和分层号进行数据采集。

坑道地质数据录入的顺序必须遵循以下原则：①首先必须录入导线库数据；②导线数据录入后，才能输入分层库数据；③其它数据只有在导线库和分层库有数据的情况下，才能输入数据。同样是因为产状、采样、刻槽必须在对应的导线号和分层号进行数据采集；④掌子面基本信息(掌基本)、掌子面分层数据(掌分层)、掌子面刻槽数据(掌刻槽)、掌子面产状(掌产状)的操作与③的原则一致。

浅井地质数据录入的顺序必须遵循以下原则：必须首先录入分层库数据，其它数据只有在分层库有数据的情况下，才能输入数据。同样也是因为产状、采样、素描、刻槽必须在对应的分层号进行数据采集。

钻探地质数据录入的顺序必须遵循以下原则：①首先必须录入回次库。②回次数据录入后，才能输入分层库数据。③其它数据只有在回次库和分层库有数据的情况下，才能输入数据。同前因为采样、素描、产状、刻槽必须在对应的回次号和分层号进行数据采集[1]。

5. 室内数据整理及注意事项

5.1. 室内 PRB 数据整理及注意事项

由于野外工作的环境与时间限制，掌上机采集的路线数据往往比较粗糙，需要在桌面的野外手图工程中进行图元空间位置和属性的进一步整理，才能达到属性完善和图面美观的效果。野外填图 PRB 数据导入电脑并通过 PC 端“数字地质调查信息综合平台(DGSInfo)”对图幅信息整理、地质点(Point)记录整理完善、分段路线(Routing)记录整理及形态整饰、点间界线(Boundary)记录整理及形态整饰等。整理的同时须做好检查和修改记录。PRB 数据整理完毕后，须利用“PRB 数据质量检查功能”对数据再次检查，目的是对所有十一个地质采集图层进行路线号、地质点号、样品编号、照片序号、图元类型等数据项的逻辑检查[8]。无误后更新至野外总图库。实际材料图阶段的主要工作是在野外总图库的基础上，连接地质界线，拓扑造区形成地质体并完善地质线、面要素的属性和图示图例等内容。常见问题及整改方法可参考李福林等(2015)发表的文章[14]。

5.2. 室内探矿工程数据整理及注意事项

探矿工程数据野外采集完毕后导入桌面系统，可利用系统提供的管理工具对工程素描图进行统一管理。系统可以根据采集的数据自动绘制槽井坑钻的工程素描图，如：在探槽素描图中，系统会自动根据产状要素在壁上绘制分层线，在槽底绘制走向线；在坑道素描图中，系统会自动根据产状要素在壁上绘制分层线，在顶部绘制走向线。数据检查无误后，可根据分层岩性填充岩性花纹，并整饰完成图件要素。可利用基于 MapGIS 开发的 section 系统和地理信息论坛上的国标(GB958-99)花纹库，快捷填充岩性花纹。

当探矿工程整理完毕后，可单个或批量投影到实际材料图或编稿原图。探矿工程投影功能是在实际材料图或编稿原图阶段实现的，所以要先打开其中之一作为投影底图。其中探槽、坑道工程可以按照导线和分层数据自动投影到平面图上，刻槽采样数据可放大显示以便于后期圈连矿体；钻孔工程可按照测斜及孔深数据将轨迹自动投影到平面图上；浅井工程可直接投影到平面图上。

矿区基本数据库(矿区(勘查区)范围拐点信息、矿区(勘查区)剖面线基本信息、剖面线测量数据、纵剖面总库信息、工业指标参数等)和样品测试结果数据库录入完成后即基本完成了探矿工程的数据整理。随后即可进行各种图件、表格的输出和矿体圈定工作。

6. 结语

1) 数字地质调查是未来地质工作发展的一大趋势。数字地质调查系统(DGSS)的应用，改变了传统地质

工作的方法,实现了地质矿产勘查工作全过程数字化,提高了工作效率;实现了多源地学信息的整合与再现。

2) 大比例尺数字填图不同于中小比例尺区域地质填图,前者对精度要求更高。因此在矿区开展大比例尺数字填图时需要根据相应的工作精度要求,结合高精度测量技术予以辅助完善,但并不影响其高效率的特性。

3) 探矿工程数据编录系统主要实现探槽、浅井、坑道、钻孔探矿工程野外数据采集与原始地质编录,并现场实时自动形成探矿工程图件等功能。实现了地质矿产勘查的全程数字化,并可实现从二维到三维的数字化,使矿产勘查与资源储量估算更高效、更直观、更准确。

4) 数字地质调查系统(DGSS)功能全面,是贯穿整个地质矿产资源调查过程的软件,涵盖的内容非常广泛。使用过程中可能遇到的问题比较多,本文仅为部分注意事项,以供使用者参考。

参考文献

- [1] 李超岭. 数字地质调查系统操作指南[M]. 北京: 地质出版社, 2011.
- [2] 朱云海, 张克信, 林启祥. 中国首幅 1:25 万数字地质填图通过验收[J]. 地质科技情报, 2005, 24(1): 78.
- [3] 张克信, 孙贇, 于庆文, 等. 基于数字填图系统的遥感等数据在构造 - 地层分区和地层单位识别中的应用——以 1:25 万民和县幅、临夏市幅和定西市幅数字地质填图为例[J]. 地质通报, 2008, 27(7): 965-973.
- [4] 谢启兴, 文锦明, 梅刚, 等. 数字地质调查系统在以工程环境为重点的区域地质调查中的应用[J]. 地质通报, 2008, 27(7): 1002-1010.
- [5] 覃小锋, 周开华, 胡贵昂, 等. 在基于数字填图系统的 1:25 万区域地质调查修测中前人地质资料的利用与数据采集[J]. 地质通报, 2008, 27(7): 986-994.
- [6] 杨勇. 数字填图剖析与应用[J]. 华东科技: 学术版, 2014(7): 405.
- [7] 赵鹏大, 李志德, 池顺都, 等. 矿产勘查理论与方法[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2006.
- [8] 李振辉, 廖桂香, 边红业, 等. 数字填图系统(RGMAP)在金厂矿区大比例尺填图中的应用[J]. 物探化探计算技术, 2008, 30(5): 442-445.
- [9] 王绪辉. 浅谈数字填图系统在大比例尺填图中的应用技巧——以义窠煤矿区填图为例[J]. 能源与环境, 2012(5): 32-34.
- [10] 朱云海, 张智勇, 李超岭, 等. PRB 数字地质填图前期数据准备及 PRB 过程字典库建立[J]. 地球科学, 2003, 28(4): 385-388.
- [11] 李超岭, 于庆文, 杨东来, 等. PRB 数字地质填图技术研究[J]. 地球科学, 2003, 28(4): 377-383.
- [12] 张赫华. GPS 智能手机导航在物探施工中的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018(3): 93-94.
- [13] 中国地质调查局. 固体矿产勘查原始地质编录规程(DZ/T0078-2015) [S]. 中华人民共和国国土资源部, 2015.
- [14] 李福林, 吴发富, 王成刚, 等. 数字填图技术“PRB”过程质量控制及常见问题整改方法——以路线地质调查为例[J]. 地质与勘探, 2015, 51(4): 705-712.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org