

水利水电工程施工地质中编录测绘成图方法综述

邓争荣, 龚文慈, 尹春明

(长江勘测规划设计研究院第六工程勘测院, 湖北 赤壁 437302)

摘 要: 地质编录与测绘是重要水利水电工程施工地质工作的一项重要内容, 一般地质编录测绘需要完成工程地质图图幅。文中以岩质水平建基面为例, 介绍了工程地质平面图图幅的编录测绘成图方法和利用不同方法测绘的各类初始数据进行矢量化计算机成图的方法。

关键词: 岩质水平建基面; 编录测绘; 成图; 矢量化; 施工地质

中图分类号: P217: TU198 **文献标识码:** B **文章编号:** 1673-0496 (2006) 01-0021-03

General Depiction of the Methods of Recording, Plotting and Mapping in Construction Geology of Water Conservancy Projects

DENG Zheng-rong, GONG Wen-ci, YI Chun-ming

(No.6 Engineering Survey Institute, Changjiang Institute of Survey, Planning,

Design & Research, Chibi Hubei 437302 China)

Abstract: Geological recording and plotting is one of the main tasks in the construction geology of water conservancy projects. General geological recording and plotting requires the completion of geological sheet. Methods of recording and mapping of ichnography of engineering geology and methods of making the vector and computer mapping of various initial data surveyed in different ways are introduced, horizontal base level of rock being taken as an example.

Key words: horizontal base level of rock; recording and plotting; mapping; vector; construction geology

岩质水平建基面是指在基岩地区进行工程建设, 作建基岩体的设计高程为某一定值的平面, 而实际施工中开挖面与定值高程差不大于15cm的成形基面。水利水电工程中大坝及围堰等基座和溢洪道分块底板、通航建筑物与大部分隧洞分块底板等等常常为水平建基面。按有关规定, 重要的水利水电工程及有施工地质特殊要求的工程均需进行施工地质工作, 该工作对消除地质隐患, 优化设计, 选择合理的施工方法, 指导工程安全运行和充分发挥工程的目标效益, 具有重要意义。而地质编录与测绘是此项工作的一项重要内容。笔者根据水利水电工程施工地质工作实践, 拟就岩质水平建基面工程地质平面图的编录测绘成图, 包括矢量化计算机成图方法作一介绍, 以供同行参考与借鉴。

收稿日期: 2005—08—08

作者简介: 邓争荣 (1972—), 男, 湖南祁东人, 工程师, 硕士, 主要从事地质工程、岩土工程实践与研究。

1 地质编录与测绘内容

岩质水平建基面施工地质工作中的地质编录与测绘是随施工开挖及在建基面成形后进行的, 并且有其特定的内容。

1.1 地质编录内容

地质编录是编录施工揭露的各种地质现象, 为评价建基面岩体质量和优化地基处理设计方案积累资料。岩质水平建基面的地质编录主要包括下列内容: (1) 地层时代、岩石名称、单层厚度、产状、岩性变化及分界线; 软弱夹层的产状、厚度及其性状等特征; 岩脉名称、产状、厚度、接触带蚀变、充填、泥化程度和破碎情况。(2) 断层的出露位置、产状、性质、宽度 (或厚度)、断距、延伸情况, 断层带物质组成及性状, 影响带情况; 层间错动的出露位置、产状、性质、宽度 (或厚度), 错动带物质组成及性状等特征。(3) 主要节理裂隙的产状、长度、宽度、充填物质、裂面起伏粗糙程度、相互割切组合关系, 尤其是对建筑物地基岩体稳定有影响的节理裂隙。(4) 岩

体风化程度、深度、类型、特性及风化分带，特别是沿软弱夹层和节理裂隙密集带的风化深度与性状。(5)岩溶洞穴和溶蚀裂隙的位置、高程、大小、形态、发育特征，充填物及其性状，特别对地基稳定有影响的大型岩溶洞穴应进行专门追索和编录。(6)岩体透水性，地下水或岩溶泉水出露位置及高程、活动情况、出露形态、压力水头、流量、水温、携出物、化学溶蚀和沉淀情况、补排关系等。(7)勘探点位、因施工开挖引起的岩体卸荷回弹、结构面张开、地基岩体变形及破碎现象等。

1.2 地质测绘内容

与上述地质编录内容相对应需要完成地质测绘图幅，即在工程地质平面图上予以表示的重要地质内容为：(1)地层分界线和时代及产状、岩性变化及分界线；软弱夹层位置及产状；岩脉部位及产状。(2)断层出露位置及产状、影响带部位；层间错动出露位置及产状。(3)主要节理裂隙分布部位及产状、裂缝密集带位置。(4)岩体风化分带界线。(5)岩溶洞穴位置、高程。(6)地下水或岩溶泉水出露位置及高程。(7)勘探点位、现场测试及监测点与其它特殊现象分布部位等。

2 地质图幅的编录测绘成图方法

同岩质水平建基面地质编录相配合的是地质测绘，需要完成建基面分块工程地质平面图或工种地质平面图图幅，比例尺一般采用 $1:500 \sim 1:50$ ，测绘成图方法主要有皮尺量测法、平板仪测量法和全站仪测量法。

每种方法都是对施工揭露的各种地质现象进行“数字化”处理，即将其实际线条形态或边界分解成控制测点形式，分别量测距离或测绘上图并现场连线；或者测量三维坐标数据，并与编录内容对应。第一种方法只需由地质工程专业技术人员（以下简称地质人员）即可进行；后两种方法以地质人员为主体，需测量工程专业技术人员（以下简称测量人员）配合才能进行。

在岩质水平建基面的工程地质平面图编录测绘中，临时工程一般采用皮尺量测法，永久工程多采用平板仪测量法、全站仪测量法或者皮尺量测法和全站仪测量法相结合。实际工作中，可视具体情况选择一种或结合使用。

2.1 皮尺量测法

其基本原理是利用两相互垂直的皮尺，读取测点的相对坐标值（即两个方向上的距离值），展绘在用标准计算纸作图幅的底版图纸上，并按地质属性进行测点间连线。根据开挖的建基面形状大小选用合适的图幅比例尺，绘制图框边线，并将施工设计控制点或桩号标于图幅上。

实际应用中，进行地质测绘前选择某一便于量测的方向固定好皮尺作为基准，在底版图纸上对应位置以虚线注明，标好皮尺读数，对前述需要完成地质测绘图幅的地质内容分解成控制测点，沿基准皮尺进行，一一用活动皮尺在与其垂直的方向上量测，将测点展绘于图纸上并连线，

且用与编录内容相对应的文字、数字序号或符号标注清晰，这样就可以分次完成对施工中分时、分段或分块开挖清理的建基面的地质编录测绘图幅底版。

实践证明，该方法简单、方便、易行，工作速度亦较快，可由地质人员独立完成。由于皮尺刻度本身精度的设置，编录测绘时有一定的误差，主要来源于底版图纸上展绘测点时产生的余量取舍，但一般能满足地质测绘精度要求。它对非水平建基面地质编录图幅测绘同样适用，因非水平建基面一般只要求测绘展示图。

2.2 平板仪测量法

此种方法分为大平板仪测量和小平板测量两种，均依据极坐标原理进行测绘，以聚脂薄膜作图幅底版图纸。采用哪种方法，则根据地质编录测绘图幅比例尺要求选择。一般来说，比例尺大于等于 $1:200$ 时，选用大平板仪测量法，实际应用中主要使用该种方法。

根据开挖的建基面范围（即测区）大小，合理施测2~3个测量控制点，以满足测图时架设大平板、定向和检查对测量控制点数量的要求。施工中一般建基面是分次、分时、分段或分块开挖清理的，为了保证每次编录测绘图幅能很好地拼接，测图时的测量控制点均应保持同一系统和统一的精度。

编录测绘时首先由测量人员选定测站点，架设好平板，地质人员对前述需要完成地质测绘图幅的地质内容分解成控制测点，然后由测量员用仪器对测点一一进行瞄准定向，按辅助人员直接用皮尺量测的平板仪测站点到测点之间的水平距离（尽可能不用视距测量），将测点展绘在图纸上，并根据地质人员的要求，对测定的测点及时连线，用与编录内容相对应的文字、数字序号或符号标注清晰，这样就可测得地质编录测绘图幅底图。

运用这种方法，地质人员能随时对图面上描绘的内容对照实地进行检查、核对，发现问题及时解决，因此直观明了，但工作速度相对较慢。其测量误差主要来源于控制点的测量误差、展点误差、平板仪点位对中误差，但能满足精度要求。其中视距读数测量法既可运用于水平建基面下的比例尺小于 $1:200$ 的地质编录测绘图，也能运用于斜坡建基面下的工程地质平面图。

2.3 全站仪测量法

利用全站仪在开挖的建基面附近或者其内部找一个能够看清全部测区范围的地方布设测站，由地质人员将前述需要完成地质测绘图幅的地质内容分解成控制测点，测量员按编号依序对其进行跟踪测量，测取其三维坐标值。它对于测区（建基面）控制点数量的要求比较宽松，可利用远方的测量控制点作为后视目标，就能轻松地解决测区内所有地质测点的测量问题。

地质编录测绘时由地质人员绘制与编录内容对应的测点示意图，镜站人员在他们的指挥下对测点进行跟踪跑点，测量员在测站施测其三维坐标，并随时相互联系，保

持测点镜站编号与测站编号记录一致,以便室内电子成图时测绘内容与编录内容相对应。

测量工作开始时,先将气象元素、仪器高、觇点高及起算数据等设置到仪器中,在坐标测量精测模式下,可直接测取测点的三维坐标。它方便、灵活,而且具有测量精度高、速度快等优点。

全站仪测量法不受地形的限制,对任意一种比例尺的地质编录测绘精度都容易满足,故对要求测绘工程地质平面图的斜坡建基面也适用。但不能在现场成图,难以发现是否有测绘内容与编录内容不相对应的问题,因而地质人员工作时须仔细耐心、有条不紊。

3 编录测绘初始数据矢量化成图方法

以上各种方法测出来的图幅数据均系外业量测或测量的初始图件或数字坐标数据,需经内业整理,在现今信息时代,都要求矢量化计算机成图和完善处理,这样有利于网络办公和各工程专业共享使用与存档。而矢量化电子成图是一种充分利用扫描仪、计算机等设备,运用AutoCAD软件在其界面下进行缩放描图清绘的过程。针对上述不同测绘方法所得到的各类数据,其矢量化成图方法介绍如下。

3.1 皮尺量测法初始图件成图

皮尺量测法的初始图件是按地质编录测绘图幅标准要求的计算纸底版,通常为铅笔线划图。内业整理时根据编录内容,按不同的规定图例着墨修饰,得到可供存档的原始底图。成图过程为:

首先将原始底图使用扫描仪扫描成*.jpg电子文件,扫描时要注意图纸的放置,尽量减小编录测绘底图扫描时引起的变形误差;然后在AutoCAD软件界面下插入扫描为*.jpg文件的原始底图(系扫描影像),根据扫描图影像,设置矢量化基图,即进行平移、旋转、缩放确定比例尺等,并设置不同的地质要素图层(一般来说,每类要素设一个图层),对照编录测绘图幅底版,通过AutoCAD各种命令进行操作,在各图层内将对应的测绘内容沿影像痕迹逐一按规定图例线型或符号走线矢量化,同时予以对应的标注,并进行合适的设置和处理。最后完善必要的图幅内容,如图名、比例尺、图例、图签等,并作全面检查和核对,这样就得到完整的地质编录测绘图电子图件,通常为*.dwg或*.dxf电子文件。

3.2 平板仪测量法初始图件成图

平板仪测量法的初始地质编录测绘图幅的聚脂薄膜底图,亦为铅笔线划图。同样,内业整理时需根据编录内容,按不同的规定图例着墨修饰,得到可供存档的原始底图。其矢量化电子成图方法及打印输出与皮尺量测法初始图件成图方法相同,在此不再赘述。

3.3 全站仪测量法数据成图

全站仪测量法测得的是测点三维坐标数据,一般记录在野外测量手簿上,内业整理时,把成果输入计算机内Excel界面下编辑*.xls数据文件。成图过程为:

首先将*.xls数据文件转换成数据文本文件格式,即将Excel生成的数据文件中全部有数据的单元格数字格式设为常规,再将所有数据另存为CSV(逗号分隔*.csv)格式,关闭原Excel文档,将数据文件后缀名改为*.dat。然后运用相关的展点程序,实现数据与图形的接口,即生成*.scr图形接口文件,接着打开AutoCAD软件界面,选取工具菜单下的运行命令文件(或脚本)菜单项,指定相应的*.scr接口文件,即可生成全部测点图形,点位以圆圈点表示,并与其坐标一一对应,旁边标注内容包括点号及高程。

在上述基础上,设置不同的地质要素图层,在各图层内对照野外绘制的编录测绘测点示意图,通过AutoCAD命令将相应的测绘内容根据点号逐一按规定图例线型或符号走线矢量化,同时予以对应的标注,并进行合适的设置和处理。

4 结语

对以上各地质编录测绘成图方法,在乌江构皮滩水电站施工地质工作中得到了充分应用,并取得了令人满意的效果。实践表明:①地质编录测绘方法中,皮尺量测法简单、方便、易行,工作速度亦较快;平板仪测量法直观明了,便于现场检核,但工作速度相对较慢;全站仪测量法方便、灵活,测量精度高、速度快。②前两种测绘方法初始图件矢量化电子成图过程易于操作,但须注意底图扫描时引起的变形误差;后一种测绘方法所得数据矢量化电子成图精度相对较高,但过程要烦琐一些。

参考文献:

- [1] 水利水电工程施工地质规程(DL/T 5109-1999)[S]. 北京:中国电力出版社,2000,7.