

岩溶洞穴的勘察测绘

李铁英

(北京市地质调查所)

随着旅游事业的发展,近年来我国对岩溶洞穴的开发也随之增多。为了更好的开发和保护岩溶洞穴的自然景观,在开发建设中就要进行详细的勘察测绘。

我们为北京西山“潜真洞”的开发建设进行了一系列的勘察测绘工作。现就我们在“潜真洞”开发中根据勘察设计、开发建设、参观旅游三个阶段对测绘图件的需要所作工作的内容及采用的勘察测绘手段和取得的效果简述如下:

(一)勘察设计用图的测绘

在岩溶洞穴的勘察设计阶段,首先要测绘洞穴大比例尺简图,供确定洞穴开发设计、整修规划的技术方案使用,测绘内容主要包括测绘自然洞穴的规模和大小,洞体的分布情况,并提出记述洞穴概况的文字报告。

在岩溶洞穴确定开发建设后,应立即测绘开发建设用的地面地形图和专业用图。一般为岩溶洞穴区的岩溶地质和水文地质勘探、旅游区的规划设计、道路的修建设计及保护区绿化区的圈定而测绘1:2000的地形图。园林区建筑规划设计、土地征收用图、洞穴地表应测绘1:500的地形图。为建筑物施工放样、计算土方,则测绘1:200的地形图为宜。

我们在北京潜真洞的开发建设中,利用1:18000的航摄像片测绘了1:2000的地形图6km²;用地面立体摄影方法测绘了1:500的地形图25幅共1.2km²;用大平板仪量距法测绘了1:200的地形图9幅。从而使潜真洞在开发建设的不同阶段中都有适合的图件使用,保证了建设设计的实施。

(二)岩溶洞穴的测绘

为了经济合理的开发建设岩溶洞穴和保护洞穴内的岩溶景物,在对岩溶洞穴进行开发建设时,则应测绘岩溶洞穴的洞穴体系图。由于岩溶洞穴为自然形成,洞体变化差异很大,洞内高低不平、宽窄不一,并且需要测绘的内容也很广,还有一些特殊的要求。因此按常规的勘探坑道测量和采矿巷道测量方法难以完成。为了保证洞穴测绘工作的准确进行,在潜真洞的测

绘工作中,我们设计了一套洞穴测绘方法和技术要求,供开发建设使用。其测绘方法和技术方案现介绍如下:

(1)洞内导线测量

因洞体大小不一,高低悬殊过大,顶、底板多处的高度在8~40m之间,无法在洞内顶板上建立测量标志,加之洞体走向弯曲变化很大,洞底高差过大,有的洞段高差大于平距,由于这些不利因素给洞内测量工作造成了很大的困难。为保证洞内各种图件的测量精度和上下通道二层出口的准确贯通,我们对洞内导线设计了底板建标、三联脚架观测法、空间两次对点的量距作业等技术方案。这样不但克服了洞内导线顶板建标的困难,而且也消除了经纬仪导线测量对点误差的累计传播,利用这一作业技术方案,对潜真洞全长一千余米的主导线进行了三次往返测量,穿越洞体一、二层共76个边长,在测站相邻边长短比例悬殊的情况下,其三次测定的坐标及高程差均在1~10mm之间。既保证了洞内导线的测量精度又节约了人力和物力,使潜真洞二层上下通道的开凿准确透点。

(2)洞内底板1:200洞穴综合图的测绘

潜真洞1:200的底板综合图为洞内的主要图件。采用大平板仪量距实地测绘,其测绘内容有洞内底板地形、岩溶地质、自然景观和人工地物等。测绘时为了使用图形象逼真,主要景观用形象符号表示,岩溶地质及次生化学沉积物用统一的岩溶地质专用符号表示,为了便于施测和保证测量精度,在洞壁上布设了相应的控制点供定向检查使用。

在底板图测绘的同时要进行景区的划分、景物的命名和对每幅图内或各大洞室内的石笋、石柱、石盾的数量及特征等内容作调绘,并用文字描述每个景点的规模、形态、成因等情况,特殊的景观更要详细描述,以供日后编写游览讲解词时参考,我们在施测的潜真洞16幅底板图内,编注文字说明达5万余字,并在底板图上用求积仪计算了潜真洞一二层的洞内面积。

(3)洞内1:200顶板和洞体图的测绘

1:200顶板洞体图测绘的目的主要是测绘洞顶景物和洞体空间的大小,用来计算洞体空间体积和清除洞内游人行走路线上部的不安全隐患。本图的分幅方法和洞内1:200的底板图相一致,施测时利用底板控制点为测站,测定顶板景物和洞体空间。其施测方法则根据顶部景物下垂的位置和洞顶板高低起伏变化情况确定测点位置。在地面上立点,向洞顶发射垂直光束照准洞顶景物和应测部位,然后用大平板仪直接测定立尺点和顶板光点的垂直角,并量取仪器站至测点的距离,再分别计算出平距和顶、底板高程。在施测中,洞内顶板高不大于5m者,可用标尺直接量取底板至顶板的高度,求得顶板高程。对距离短或顶板高度过高的地方,用汽球量测洞内高度求得顶板高程,顶板景物用专用符号表示,洞体形状的测定按洞顶和洞壁的高程,用等高线表示。

(4)1:100的纵横剖面测量

洞内剖面测量是为地质上研究洞穴的发育、形状和量测洞穴的长度宽窄而布设的。洞内纵剖面沿洞底中心线按走向布设,横断面布设在洞内最宽处和最窄处以及拐弯变换处。纵、横剖面的测量,采用经纬仪三联脚架定向测角,钢尺量距测定测站点及剖面碎部点。为了计算洞穴的埋藏深度和所处的位置,按洞内纵剖面的坐标展绘在1:500的地形图上,并在图上切取地表剖面,利用地表、洞顶和洞底三个高程计算洞体埋藏深度,供研究溶洞的形成和确定对溶洞

应采取的保护措施。

(5) 潜真洞上下通道的贯通测量

潜真洞原一层只有一个入口, 为了游人出入方便, 要求我们再勘察设计一个上下通道出口, 为此我们在潜真洞一、二层内通过一井定向, 在极其困难的条件下布设了一条48个测站, 全长900m的洞内延伸经纬仪导线, 经往返测量, 确定无误后, 又在地表布设一条5″级闭合导线来确定上下通道的准确开口位置。然后根据洞内和地面开口点的高程和坐标设计了上下通道的掘进坡度和掘进方向, 并按透点、中间拐弯变化点和开口点的高程, 用水准仪控制掘进坡度。经过精心设计、测量, 上下通道由地表一头施工, 中间拐两个弯, 高差下降20m, 坡度为 -19° , 凿岩141.25m, 透点平面误差为 $\pm 0.07\text{m}$, 高程误差为 $\pm 0.003\text{m}$ 。

为了游人的安全, 还要求在一、二层间开凿第二上下通道。通道凿岩长度14.85m, 高差10.745m, 平距10.25m, 坡度为 $-46^{\circ}21'02''$, 高差大于平距。由于在岩溶景观间施工, 要求既不能破坏石柱, 又要保住洞内景观, 因而施工极为困难。施工时精心测算设计, 采取打密眼、打深眼、少装药的掘进爆破施工方案, 终于安全、稳妥、准确的按设计开通了第二上下通道。

(三) 洞内近景摄影测量和导游词的编注

1. 为了保护洞内主要景物和以防一旦被自然灾害毁坏后的修复工作需要, 我们利用1318摄影经纬仪对第一大厅的“蓬来仙境”、“仙翁观瀑”等奇物异景进行了近景摄影测量, 并按1:20和1:40的比例尺测绘了景物立面图。所测洞内立面图形象逼真、精度良好, 我们认为洞内的易损景物完全可以使用近景摄影测量方法拍摄立体像片。测绘立面图, 一旦景物损坏可以照原样修复。

为了研究岩溶洞穴的结构、发育、形成和向游人宣传岩溶地质科普知识, 在测绘洞穴综合图的同时, 对洞内的岩溶景物除按其性质形态用专一的岩溶符号表示外, 还对每一洞段和各洞室、支洞的分类和结构在图上作了文字说明, 同时对洞内的自然景物进行类别的划分, 对其数量和形态大小均作了统计并标注在图上。此外还对潜真洞大小63条支洞, 14个景区, 108个景点进行了划分和命名, 并根据景物成因类别, 形态性质、民间传说等资料编写了导游讲解文稿和导游诗词, 供潜真洞开放后作为岩溶地质科普知识宣传和描述洞内岩溶胜景之用, 以达到既使游人增长岩溶地质知识, 又增加游兴的目的。