

谈小浪底水利枢纽工程洞群施工测量主要技术方法

郝亚东

(开封市规划勘测设计研究院, 河南开封, 475000)

[摘要] 本文结合作者在实际工作中的实践, 介绍了小浪底水利枢纽工程洞群在开挖和混凝土衬砌施工过程中测量的主要技术和方法, 探讨了施工测量的新技术和新方法在隧道工程的应用。

[关键词] 小浪底; 洞群; 施工测量

[中图分类号] P258 [文献标识码] B [文章编号] 1001-8379(2004)01-0030-02

STUDY MAIN METHODS OF CONSTRUCTION SURVEY IN TUNNELS IN XIAOLANGDI MULTI-PURPOSE DAM PROJECT

HAO Ya-dong

(Design Institute of Kaifeng City Plan and Survey, Kaifeng 475000, China)

Abstract: In this paper, writer introduces main survey technologies and methods in construction in XiaoLangDi Multi-purpose Dam project tunnels on the basis of writer practice in reality work, and discusses new technology and new method of construction survey application in tunnel project.

Key words: XiaoLangDi; Tunnels; Construction survey

1 引言

小浪底水利枢纽工程是一座以防洪、减淤为主, 兼顾供水、发电, 规模巨大的工程。它是采用Fidic合同条款, 采取国际招标的国际承包工程。小浪底水利枢纽工程洞群部分共有包括明流洞、导流洞、孔板洞、排沙洞、发电洞、灌溉洞、交通洞等在内的各种隧洞一百多条, 其形式多样, 复杂多变, 几乎涵盖了我国隧道的各种式样, 各种渐变断面更是屡见不鲜。以德国旭普林(Zubline, G)公司为责任公司的国际公司中标承建了进水口和洞群部分。国际公司带来了世界上先进施工工艺和先进设备的同时, 也为作为工程建设的基础性工作的施工测量带来了先进的技术方法。本文结合洞群施工中的实际工作, 介绍洞群施工过程中的主要测量技术和方法。

2 控制测量

洞群施工控制网是在小浪底GPS首级控制网的基础上布设的。

2.1 隧洞开挖中的控制测量

由于隧洞的特殊情形, 隧洞开挖过程中工作面是逐步向前推进的, 导线也是逐步向前延伸的。隧洞贯通前, 导线无法闭合或附和, 因而导线控制网采用复测支导线的形式布设, 按二级导线的要求进行作业。图1是复测支导线的布设形式:

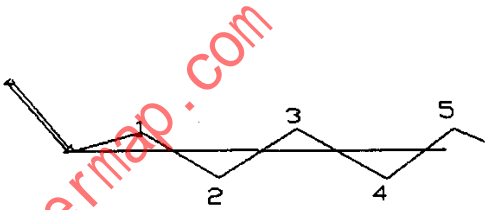


图1 复测支导线

由于隧洞开挖过程中所做导线点容易破坏, 我们的复测支导线每周进行一次重测和检核。一是为了检查导线的精度情况和恢复被破坏的导线点, 二是为了将支导线向前延伸, 以便开挖工作面放样。

2.2 混凝土衬砌中的控制测量

混凝土衬砌过程中, 由于隧洞已经贯通和隧洞底板衬砌已经完成, 实际工作中采用附和导线的形式, 把导线网布设在底板上, 按四等导线的精度要求进行作业。考虑到底板的变化及多种因素, 附和导线每周进行一次重测检核。

3 隧洞开挖面放样和混凝土衬砌模板的调整测量

3.1 截面法放样或检查模板

一般情况下, 无论道路或建筑放样, 都是在平面上进行的。而隧洞的放样是在空间进行的, 需要X, Y, Z三个方向的坐标数据。我们放样时不是采用传统的标定隧洞的中线和腰线的方法, 而是直接把设计的隧洞形状标定在开挖面上, 我们简称“截面法”。

图 2 是明流洞的截面形状，实际工作时，直接把隧洞的边 A、B 点，起拱点 C、D 标出来，并在扇形上任意放出 4~5 点 E、F、G、H。这样整个开挖面的形状就出来了，简单明了。

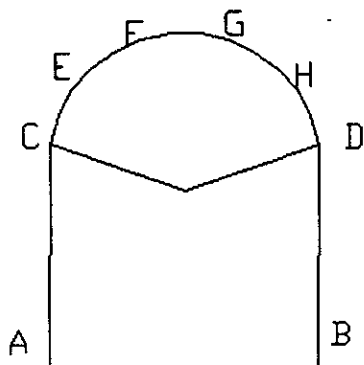


图 2

3.2 坐标转换

隧洞设计时采用的是国家大地坐标系，而隧洞的横剖面给出的却是隧洞的宽度、扇形的半径、扇形圆心高度。为了便于施工、便于测量计算，我们有必要将大地坐标转换成施工坐标。具体转换方法是：以隧洞进口中心点作为原点，以洞轴线作为北方向，也就是洞轴线的方位角作为转换角。其转换公式为：

$$N = (X_0 - X) \cos T + (Y_0 - Y) \sin T$$
$$E = (X_0 - X) \sin T + (Y_0 - Y) \cos T$$

X_0, Y_0 为原点的大地坐标， X, Y 为要转换点的大地坐标， N, E 为转换后的坐标（里程，中心线偏离）， T 为转换角。放样时，实际测出的是里程 N 、中心线偏距 E 和高程 H ，便于计算和放样。

4 拱顶监测

4.1 监测的目的和内容

隧洞开挖过程中，由于受岩石结构和岩土情况的影响，以及开挖中放炮震动带来的影响，隧洞会

产生一些变化。为了确保施工安全，为施工提供准确及时的隧洞变化信息，便于修正施工参数和施工技术工艺，确保工程质量，隧洞开挖过程中必须进行监测。拱顶监测就是通过测量手段，来了解拱顶的平面位移和拱顶下沉，它是隧洞施工测量中的重要环节。

4.2 拱顶监测方法

a. “钓鱼法”监测拱顶下沉

对拱顶下沉的监测，我们采用精密水准，按二等水准的精度要求进行作业。由于隧洞内拱顶不便于水准作业，我们把钢尺倒挂在拱顶上，简称“钓鱼法”。实际作业时，监测基准点布设在洞口外的基岩上，拱顶的下沉监测点和位移监测点布设在同一断面上，断面间隔 20 ~ 25 米，监测点用直径 25mm 钢筋加工制成，施工时埋设于拱顶中线上，其下端加工成 ∇ 三角形状以便倒挂钢尺。每次监测时，用水准仪读取钢尺的读数。开挖过程中，拱顶下沉监测每周进行一次。比较每周一次的读数，便能看出其下沉变化情况，从中找出变化规律。

b. 利用反光片进行位移监测

由于拱顶较高，测量时不便于放置棱镜，我们利用反光片进行测量。在监测点钢筋上焊一小钢板，把反光片贴在小钢板上。监测时，我们使用全站仪直接就能测出 N, E 坐标，简单快捷。既减少了放置棱镜不便带来的麻烦，又减少了因每次放置棱镜的微小变化带来的误差。反光片本身就相当于一个棱镜，当竖直角不是很大时（小于 30 度），在反光片的反射距离范围之内的任何测站，均可实施测量工作。使用反光片进行位移监测，能否达到精度要求，监测质量能否得到保证，关键在于反光片能否准确、稳定地反射出距离。在拱顶监测之前，我们对一个反射距离为 250 米的反光片分别在 100 米和 200 米的基线边上进行距离鉴定，鉴定数据如下：

表 1

次数	1	2	3	4	5	6
距离	100.0004	100.0004	100.0003	100.0003	100.0005	100.0002
距离	200.0007	200.0005	200.0006	200.0005	200.0006	200.0007

测距中误差为：

$$m_{d1} = \pm 0.36\text{mm} \quad m_{d2} = \pm 0.6\text{mm}$$

测距相对中误差为：

$$f_1 = 1/277778 \quad f_2 = 1/333333$$

上述表明，利用反光片进行距离测定，其测距质量、测距精度都能得到保证。当然，利用反光片

进行拱顶位移监测，其监测精度还受监测网精度、观测质量的影响。拱顶位移监测，每周进行一次。

5 断面测量

隧洞在开挖完成和混凝土衬砌浇注完成后都要进行断面测量。隧洞开挖过程中，由于地质结构及

知识,必须向教师求教。目前随着现代化教育手段的普及,学生获取知识的渠道则广泛得多,因此对教师的能力和水平提出了更高的要求。作为一名教师,决不能固步自封,对于新技术、新仪器,要努力学习,及时掌握;对新信息,要尽快传递给学生。教师自身应是所任课程的驾驭者,若本身不能掌握先进的测绘理论,不掌握新仪器的性能和应用,根本谈不上教好学生。因此,教师应注重知识更新和交流,定时进行“充电”,以提高教师自身水平,胜任教学工作。

3.2 多媒体教学过程中不应削弱实践教学

目前土木工程专业测量学教学时数的安排中,取消了课间实习,而采用多媒体教学的虚拟手段一定程度上弥补了无课间实习这一缺陷。但通过多媒体教学的实践表明,完全不做课间测量实习是不妥当的。不通过仪器实物的认知,学生光靠录像资料和图片无法理解仪器的工作原理,课堂上对仪器操作的讲解效果也是不令人满意的。因此,目前土木工程专业测量学教学时数的安排有待商榷。

3.3 多媒体教学对教师的素质提出了更高的要求

现今是知识爆炸的时代,教材的更新往往跟不上科技发展的要求,同时多媒体课件内容也应跟上时代的步伐。教师除了具备丰富的专业知识外,还应具备较高的计算机应用能力和信息获取能力,使多媒体教学始终处于更新的状态,满足学生的学习要求。

测量学是一门技术性很强的课程,要求教师具备很强的工程实践能力和工程实践经验。教师应坚持产、学、研相结合,广泛了解和密切注视国内外

研究动向,进行科研选题、立项,承担一定的工程任务,这样会提高教师的专业水平,增强洞察原因、分析精度、解决问题的能力,对于教学工作是有力的促进。多媒体课件中如能穿插大量的工程实例和图片,结合教师的工程实践经验进行讲授,会带来更好的教学效果。

4 结语

《测量学》多媒体教学具有很强的优势,图、文、声并茂,能激发学生学习兴趣;丰富的信息资源,可扩大学生知识面;以多媒体技术组织信息,提供多种学习途径,能够突破教学重点难点;多媒体教学是培养开拓型、智能型人才的有效教学模式。同时多媒体技术对教师提出了新的要求,教师应不断学习,更新知识结构,掌握各种多媒体制作软件的使用方法和技巧,不断探索更好的多媒体教学方法。更为重要的是,多媒体教学决不仅仅是一种教学形式,它必须依靠教师丰富的内涵支撑。

参考文献

- [1] 张文基. 土木工程测量多媒体教学研究[J]. 安徽广播电视大学学报, 2002, (1).
- [2] 汪祖民. 对非测绘专业测量学课程教学改革的探讨[J]. 测绘通报, 2002, (8).
- [3] 莫云鹰. 多媒体课件在《机械基础》课教学中的创新尝试[J]. 教师论坛, 2001, (7).
- [4] 罗慧中. 关于提高课堂多媒体教学效果的探讨[J]. 广西大学学报(哲学社会科学版), 2002, (11).

[收稿日期] 2003-10-13

[作者简介] 王小敏(1969-), 男, 武汉理工大学交通学院讲师, 硕士, 主要研究方向为结构工程。