水利水电工程测量手册

水利水电工程测量手册

主编单位：水利电力部长江流域规划办公室
副主编单位：水利电力部中南勘测设计院

水利电力出版社

3W60/14

水利水电工程测量手册
主编单位：水利电力部长江流域规划办公室
副主编单位：水利电力部中南勘测设计院
*
水利电力出版社出版、发行
（北京三里河路6号）
水利电力出版社印刷厂印刷
各地新华书店经售
*
787×1092毫米　16开本　62.25印张　1413千字
1989年11月第一版　1989年11月北京第一次印刷
印数0001—4640　册　（精装）定价44.80元
ISBN 7-120-00028-4/TV·10

前　　言

随着我国社会主义现代化建设的蓬勃发展，在水利水电工程的规划、勘测、设计中，需要进行大量的测量工作。而规划、设计工作质量的好坏与速度快慢，在一定程度上取决于测量工作完成的时间，取决于正确地确定必要的测量精度、工作量及其内容，还取决于测量工作的作业方案、操作方法、所使用的仪器工具及其技术水平。

经原水利部、电力工业部和国家测绘总局于1980年7月审定颁发的《水利水电工程测量规范》（规划设计阶段），在过去几年的水利水电工程测量中，受到了广大测量人员的普遍欢迎和认真执行，从而统一了水利水电系统测量工作的精度要求和技术操作，为水利水电建设提供了大量可靠的测绘资料和各种比例尺地形图。

《水利水电工程测量手册》是水利水电测量人员的工具书，是《水利水电工程测量规范》（规划设计阶段）的配套书。

近些年来，由于电子计算技术、激光测距技术、光栅技术、遥感技术以及自动化技术的迅速发展，一些微型计算机、袖珍计算机（器）、电子信息经纬仪、全站型和半全站型速测仪、新型自动安平水准仪、体积小重量轻测程远和精度高的红外测距仪、高速摄影测量仪以及自动化测图仪器等相继问世，产品不断更新，使测量工作正面临一个大的变革时期。水利水电系统测量方面原来的一些作业方案、操作方法以及记录计算格式等显得有些过时，必须予以更新。本《手册》就是为了满足这方面的需要而编写的。《手册》中收集了一些新的作业方案、新的仪器技术规格、新的记录、计算程序等，以供从事水利水电工程测量的同志们随时查阅参考。

本《手册》由水利电力部水利水电规划设计院主持，组成编写小组，由水利电力部长江流域规划办公室、水利电力部中南勘测设计院任正副主编单位，由严子善（长办）肖明生（中南院）两同志任正副主编人。

本《手册》共分六章，第一章测量仪器，第二章控制测量，第三章工程测量，第四章摄影测量，第五章制图，第六章公式与数表。第一章由严子善、章迈、李书杰、王泗康、申正中、李辉光、黄孝愕、张国良、陈志光、楼翰俊、白国栋和彭无忌编写；第二章由肖明生、章迈、申正中和邓德润编写；第三章由王泗康、裴文成、章迈、肖明生、芦增俊、李书杰和陈兰金编写；第四章由黄孝愕、陈志光、楼翰俊和白国栋编写；第五章由张国良编写；第六章由毛锁龙编写。

《手册》中，摄影测量部分仅叙述了水利水电系统现有的仪器类型；其他部分，既保留了水利水电系统现有的仪器类型，又尽可能多的列出了国内、外主要厂家的最新产品；在自动记录和平差计算方面，仅编出了PC1500和702P的程序。

周文焕、康德华、虞益鸣、刘德汀等同志对本《手册》的编写提供了许多资料和宝贵意见，在此表示感谢。

由于编写的时间较短，编者的水平所限，错误之处，请予指正。

《水利水电工程测量手册》组织

和主编单位及有关人员

组织单位	水利电力部水利水电规划设计院
组织单位参编人	赵元昌
主编单位	水利电力部长江流域规划办公室
副主编单位	水利电力部中南勘测设计院
主编人	严子善
副主编人	肖明生
编写组成员	裴文成　楼翰俊　陈志光　黄孝愕　李书杰 王泗康　邓德润　张国良　毛锁龙　章　迈 申正中　陈兰金　李辉光　芦增俊

目　录

1

测量仪器

第一章 测 量 仪 器

本章列出了我国和世界上各主要国家的新旧仪器系列和这些仪器的技术规格，并且以我国的仪器系列为依据将与其精度相当的国外仪器型号对照列表，同时还介绍了各型仪器的作业检校方法，便于使用这些仪器的作业人员参考。

本章所列的测量仪器有经纬仪、水准仪、平板仪、电磁波测距仪、陀螺经纬仪、激光导向仪、激光投点仪、激光地形仪、回声测深仪、因瓦基线仪、微型电子计算机、地面立体摄影测量内外业仪器、航空摄影测量内业仪器及制印仪器等。现分述如下。

第一节 经 纬 仪

一、经纬仪的主要技术规格

世界各国生产的经纬仪依其精度高低采用了不同的规格系列。我国经纬仪采用DJ07、DJ1、DJ2、DJ6、DJ（15）和DJ60系列，“D”为“大地测量”汉字拼音的第一个字母，“J”为“经纬仪”汉字拼音的第一个字母，“07”、“1”、“2”、“6”、“15”和“60”等为以秒为单位的一测回水平方向观测中误差。下面就目前我国和世界各主要国家生产的经纬仪的主要技术规格列于表1-1-1。

其次，以我国经纬仪系列为依据，将与之精度相当的国外常用经纬仪的国名、厂名及其型号列于表1-1-2，以便查阅。

二、经纬仪的检校

测角仪器是进行大地测量和图根测量的主要工具，仪器的结构和作业状态是否符合要求，直接关系到测得成果精度的好坏。因此，用于三、四、五等三角测量、图根控制测量和导线测量的测角仪器必须进行定期的检验与校正，同时还应认真做好仪器的保管与维护，使仪器经常保持良好状态，以确保各项测量任务的顺利完成。

刚出厂或新领到的经纬仪，应先检视仪器各部件的完好，然后按下列项目和顺序进行检验与校正。

（1）望远镜光学性能的检验；

（2）照准部旋转是否正确的检验；

（3）十字丝的垂直丝与水平轴是否正交的检校；

（4）十字丝的水平丝通过望远镜主光轴的检校；

（5）视准轴与水平轴是否正交的检校；

（6）垂直度盘指标差的检校；

（7）水平轴是否垂直于垂直轴的检校；

表 1-1-1 经 纬 仪 技

项目	国名厂				
	中国				
	DJ07	DJ1	DJ2	DJ6	DJ(15)
	北京光仪厂 1002厂	苏州一光仪厂	北京光仪厂 苏州光仪厂 西北光仪厂 江西光仪厂	北京光仪厂、常州光仪厂、西北光仪厂、杭州红旗光仪厂、徐州光仪厂、上海光仪厂、武汉光仪厂、上海三光仪厂、华东光仪厂	北京光仪厂 红旗光仪厂 沈阳皇姑光仪厂
望远镜					
长度(mm)					
物镜有效孔径(mm)	65	60	40	40	30
放大倍率(倍)	30、45、56	24、30、45	28	28	20
视场角(或直径)(m)					
呈像					
最短视距(m)	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0
视距乘常数(倍)					
视距加常数(m)					
水平度盘					
直径(mm)	150	130	90	94	80
最小格值					
最小读数 直读	0.2″	0.2″	1″	1′	1′
估读					
垂直度盘					
直径(mm)	90	90	70	76	60
最小格值					
最小读数 直读	0.2″	0.2″	1″	1′	1′
估读					
自动补偿设备					
精度					
范围					
水准器					
管水准器格值(/2mm)	4″	6″	20″	30″	30″
竖盘水准器格值(/2mm)	10″	10″			
圆水准器格值(/2mm)	8′	8′	8′	8′	8′
重量					
仪器(kg)	18	13	6	4.5	3.5
仪器箱(kg)					
三脚架(kg)					
仪器高(mm)					
说明			自动归零	自动归零	矿山用

术 规 格 表

名及型号							
	瑞士						
DJ60	WILD						
徐州光仪厂 上海三光仪厂	T2000 TC2000 T2000S 电子经纬仪	T1000 电子经纬仪	T4 大地天文经纬仪	T3 精密经纬仪	T2 通用经纬仪（新）	T1 测微经纬仪（新）	T1A 测微自动安平经纬仪（新）
				265	150	145	150
25	42	42	70	60	40	42	40
16	32	30	60、80	24、30、40	30	30	28
	27/1000	27/1000	100/1000	28.5/1000	29/1000	27/1000	
	正		倒	倒	正	正	
1.0	1.7	1.7	100	4.6	2.2	1.7	1.5
	100	100			100	100	
	0	0			0	0	
60			240	135	90	79	73
5′	显示0.1″	显 示 1″	0.1″	0.2″	1″	6″	20″
	*0.5″	*3″	0.05″	*0.1″		3″	
60			135	90	70	79	65
5′	显示0.1″	显 示 1″	0.2″	0.2″	1″	6″	20″
	*0.5″	*5″	0.1″	*0.1″		3″	
	±0.1″	±1″			±0.3″	±1.0″	
	±10′	±6′			±5′	±2′	
120″	20″				20″	30″	30″
			1″	6.5″	30″		
8′	8′		4′		8′	8′	8′
3.0	8.9	4.5	50	11.2	6.0	5.8	5.0
	5.5	3.9	4.1	3.7	2.2	2.8	2.0
			18	7.5	6.5	5.6	5.6
	196		467	350	237	250	250
	*～测回测角中误差	*～测回测角中误差		*只估读最小格值的一半			

项目	国名厂 瑞 WILD				
	T16 测微器经纬仪（新）	T0 罗针经纬仪（新）	T05 小型经纬仪（新）	B3	RDS 自动归算速测经纬仪（新）
望远镜					
长度(mm)	150	115			
物镜有效孔径(mm)	40	25	25		
放大倍率(倍)	30	20	19	2	24
视场角(或直径)(m)	27/1000	35/1000	39/1000	120/1000	22/1000
呈像	正	正	正	倒	正
最短视距(m)	1.7	1.0	0.8	2.0	2.4
视距乘常数(倍)	100	100	100		100
视距加常数(m)	0	0	0		0
水平度盘					
直径(mm)	79	65	67		
最小格值 直读	1′(20″)	20″	2′	1°	1′
估读	0.1′(5″)		0.5′	0.1°	0.1′
垂直度盘					
直径(mm)	79	45	50		
最小格值					
最小读数 直读		5′	2′		
估读		1′	0.5′		
自动补偿设备					
精度					
范围					
水准器					
管水准器格值(/2mm)	30″	4′	60″	8′	30″
竖盘水准器格值(/2mm)			40″		
圆水准器格值(/2mm)			10′		
重量					
仪器(kg)	5.3	2.7	3.0	0.8	7.1
仪器箱(kg)	2.8	2.6	2.2	0.3	2.3
三脚架(kg)	5.6				
仪器高(mm)	265	200			
备注					

续表

名及型号							
士							
				KERN			
T 2 通用经纬仪（旧）	T 1 测微器经纬仪(旧)	T16 测微器经纬仪(旧)	T 0 罗针经纬仪（旧）	E 2 电子经纬仪	E 1 电子经纬仪	DKM3-A 天文大地经纬仪	DKM3 三角测量经纬仪
150	145	150	115				
40	40	40	25	45	45	68	68
28	28	28	16	32	32	45	45
				27	27	20	20
				1000	1000	1000	1000
				正	正	正	正
1.5	1.5	1.5		1.5	1.5	5.0	5.0
				100	100		
				0	0		
90	78	79	65	70	70	104	104
1″	20″	1′(20″)	1″	1″	3″	0.5″	0.5″
0.1″		0.1′(5″)		*0.5″		0.1″	0.1
70	70	79	45	70	70	104	104
1″	20″	1′(20″)	1′	1″	3″	0.5″	0.5″
0.1″		0.1′(5″)		*0.5″		0.1″	0.1″
				±0.3″	±0.3″		
				±2.5′	±2.5′		
20″	30″	30″		20″	20″	10″	10″
30″		60″				10″	10″
8′	8′	8′					
5.6	5.0	4.7	2.8	8.7	8.7	14.2	12.2
2.0	2.0	2.0		4.8	4.8	3.9	3.1
6.5	5.6	5.6					
237	250	265	200	200	200		
				*一测回测角中误差			

项目	国名厂				
	瑞				
	KERN				
	DKM2-A、DKM2-AE、DKM2-AC、DKM2-AM、DKM2-AL、一秒级自动安平经纬仪	DKRM 一秒级读数经纬仪	DKM1 十秒级读数经纬仪	DK-RV 自动归算垂直标杆用经纬仪	K1-M 工程用经纬仪
望远镜					
长度(mm)					
物镜有效孔径(mm)	45	45	30	45	45
放大倍率(倍)	32	27、30	20	27	30
视场角(或直径)(m)	$\frac{27}{1000}$				$\frac{26}{1000}$
呈像	正		倒	倒	正
最短视距(m)	1.5	1.8	0.9	1.8	1.5
视距乘常数(倍)	100	100	100	100	100
视距加常数(m)	0	0	0	0	0
水平度盘					
直径(mm)	80	76	50	75	89
最小格值 直读	1″	1.0″	10″	10″	6″
估读	0.1″	0.1″	1″	1″	3″
垂直度盘					
直径(mm)	74	72	50	50	70
最小格值		10′	20′		
最小读数 直读	1″	1″	10″	10″	6″
估读	0.1″	0.1″	1″	1″	3″
自动补偿设备					
精度	±0.3″	20″			3″
范围	±2′	20″			±20′
水准器					
管水准器格值(/2mm)	20″		30″	30″	30″
竖盘水准器格值(/2mm)			30″	30″	
圆水准器格值(/2mm)					
重量					
仪器(kg)	6.2	8	1.8	4.9	4.6
仪器箱(kg)	2.4	4	1.0		2.4
三脚架(kg)			3.6		
仪器高(mm)			100		
备注					

A：自动安平；E：正像；L：激光经纬仪；M：配有水平轴测微器；C：配有自动改正视准误差目镜。

续表

名及型号							
士				民主德国			
				CARL ZEISS JENA			
K1-A K1-AE 工程用经纬仪	K1-S 工程用经纬仪	K1-RA 工程用经纬仪	K0-S 建筑用经纬仪	Theo 003 大地测量经纬仪	Theo 002 天文大地测量经纬仪	Theo 010 一秒级读数经纬仪	Theo 010A
						135	
45	45	45	24	65	65	53	40
28、32	30	28	19	32～75	38、59、75、	31	30
26/1000	26/1000	25/1000	37/1000		32、50、65 40′ 47′	1°12′	21/1000
	正	倒	正			倒	
1.8	1.5	1.8	0.75	4000	4000	2.0	2.0
100	100	100	100			100	100
0	0	0	0			0	0
95	95(89)	95	79	250	250	84	86
20″	0.5′	20″	5′	0.2″	0.2″	1″	1″
5″	0.1′	5″	0.5′	0.1″	0.1″	0.1″	0.1″
75	75(70)	75	69	200	200	60	86
						20′	20′
20″	0.5′	20″	5′	0.2″	0.2″	1″	1″
5″	0.1′	5″	0.5′	0.1″	0.1″	0.1″	0.1″
±10″	±3″	±10″			0.1″		±0.3″
±10′	±20′	±10′			±3′		±4′
30″	30″	35″	2′	10″	10″	20″	20″
				30″	30″	20″	20″
					2′	8′	8′
4.2	4.6	4.5	4.3	60	60	5.3	4.5
2.2	2.4	2.2	1.8	30	30.4	5.0	4.3
						5.6	5.8
170				530			

项目	国名厂 民 CARL				
	Theo 010B 一秒级读数经纬仪	Theo 020	Theo 020A	Theo 020B 带尺读数经纬仪	Theo 015B 测微器读数经纬仪
望远镜					
长度(mm)	180	195	181		180
物镜有效孔径(mm)	40	40	36	40	40
放大倍率(倍)	30	25	25、30	30	30
视场角(或直径)(m)	$\frac{23}{1000}$	1.6°	$\frac{23}{1000}$	1.3°	$\frac{23}{1000}$
呈像	正			正	正
最短视距(m)	1.5	2.1	1.5	1.5	1.5
视距乘常数(倍)	100	100	100	100	100
视距加常数(m)	0	0	0	0	0
水平度盘					
直径(mm)	86	96	86	86	86
最小格值 直读	1″	1′	1′	1′	1′
估读	0.1″	6″	0.1′	0.1′	6″
垂直度盘					
直径(mm)	86	74	86	86	86
最小格值	20′	1°	1°		1°
最小读数 直读	1″	1′	1′	1′	1′
估读	0.1″	6″	0.2′	0.1′	6″
自动补偿设备					
精度	±0.3″	±1.5″	±1.0″	±1.0″	±1.0″
范围	±4′	±4′	±4′		±4′
水准器					
管水准器格值(/2mm)	20″	30″	20″	30″	30″
竖盘水准器格值(/2mm)			20″		
圆水准器格值(/2mm)	8′	8′	8′		8′
重量					
仪器(kg)	4.8	4.3	4.2	4.5	4.8
仪器箱(kg)	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
三脚架(kg)	6.5	5.6	5.8		0.3
仪器高(mm)					
备注					