表 1 光滑水泥面上正方体钢筋笼稳定系数计算结果

Table 1 Computation result of the stability coefficient of cubic steel reinforcement cages on smooth cement surface

模型流量/(L·s^{-1})	编号	原型质量/t	化引直径 D/m	原型水深/m		原型流速 V/(m·s^{-1})		稳定系数 K	
				止动	起动	止动	起动	止动	起动
50	z-1	2.00	1.24	16.68	11.52	2.79	4.03	0.56	0.82
	z-2	3.91	1.55	15.18	10.80	3.06	4.30	0.56	0.78
	z-3	6.75	1.86	13.44	9.78	3.46	4.75	0.57	0.79
	z-4	10.72	2.17	12.90	9.60	3.60	4.84	0.55	0.74
	z-5	16.00	2.48	12.72	9.00	3.65	5.16	0.52	0.74
	z-6	22.78	2.79	12.00	8.52	3.87	5.45	0.52	0.74
	z-7	31.25	3.10	10.20	8.40	4.56	5.53	0.58	0.71
75	z-1	2.00	1.24	19.20	13.80	3.63	5.05	0.74	1.02
	z-2	3.91	1.55	18.72	13.50	3.72	5.16	0.68	0.94
	z-3	6.75	1.86	18.18	13.20	3.83	5.28	0.63	0.87
	z-4	10.72	2.17	17.52	12.90	3.98	5.40	0.61	0.83
	z-5	16.00	2.48	16.80	12.66	4.15	5.51	0.60	0.79
	z-6	22.78	2.79	16.68	12.48	4.18	5.59	0.56	0.75
	z-7	31.25	3.10	16.02	11.70	4.35	5.96	0.56	0.76

注：D 为钢筋笼化引成球体的化引直径，简称化引直径。

表 2 Δ =0.3 m 石料垫底时正方体钢筋笼稳定系数计算结果

Table 2 Computation result of the stability coefficient of cubic steel reinforcement cages on stone bed (Δ =0.3m)

模型流量/(L·s^{-1})	编号	原型质量/t	化引直径 D/m	原型水深/m		原型流速 V/(m·s^{-1})		稳定系数 K	
				止动	起动	止动	起动	止动	起动
100	z-1	2.00	1.24	19.86	15.90	4.68	5.85	0.95	1.18
	z-2	3.91	1.55	20.52	15.90	4.53	5.85	0.82	1.06
	z-3	6.75	1.86	19.38	15.18	4.80	6.12	0.79	1.01
	z-4	10.72	2.17	19.86	14.70	4.68	6.32	0.72	0.97
	z-5	16.00	2.48	19.32	14.28	4.81	6.51	0.69	0.93
	z-6	22.78	2.79	19.50	13.56	4.77	6.85	0.64	0.93
	z-7	31.25	3.10	19.20	13.38	4.84	6.95	0.62	0.89

$K_{止动}$值范围为0.62～0.95，均值为0.75；其起动稳定系数 $K_{起动}$值范围为0.89～1.18，均值为1.00。临界止动流速随块体质量变化不明显，而在块体质量大于6.75 t后，临界起动流速随块体质量增加而增大的趋势明显；止动稳定系数和起动稳定系数均随块体质量的增大而减小。

2.2 不同形状六面体钢筋笼稳定性比较

本节中考虑了六面体钢筋笼 2 种方式的体型变化。令六面体钢筋笼的长轴、中轴、短轴长度分别为 a,b,c，则扁度系数 $\lambda = \sqrt{ab}/c$ 的六面体钢筋笼，在 $a = b = c$ 时为正六面体钢筋笼；在 $a > b > c$ 时为条形钢筋笼；在 $a = b > c$ 时为扁钢筋笼。试验采用整体重度为19.6 kN/m^3，对应于原型质量 16 t 的条形钢筋笼和扁钢筋笼进行比较，保持体积及质量与 16 t 正六面体一致。

2.2.1 条形钢筋笼

光滑水泥面上不同扁度系数的条形钢筋笼的止动和起动试验结果表明：条形钢筋笼的止动稳定与抛投方式无关，因为无论长轴垂直流向抛投还是顺流向抛投，块体入水后，最后均会变成长轴顺流向落到底板上。条形钢筋笼的止动稳定系数 K 值范围为0.52～0.75，均值为0.69；临界止动流速和止动稳定系数均随扁度系数 λ 的增大而增大。条形钢筋笼的起动稳定则与块体摆放的方式有关，长轴顺流向放置时的稳定性明显高于垂直于流向放置时。长轴顺流向放置时起动稳定系数 $K_{起动}$的均值为0.94，垂直流向放置时起动稳定系数 $K_{起动}$的均值为0.83。长轴顺流向放置时条形钢筋笼起动稳定系数 $K_{起动}$值随扁度系数 λ 变化差异不显著，而长轴垂直流向放置时 $K_{起动}$值则表现为随扁度系数 λ 的增大而减小；临界起动流速 $V_{起动}$ 随块体扁度系数 λ 的增大而增大。其临界止动流速 $V_{止动}$ 、临界起动流速 $V_{起动}$ 及稳定系数 K 值计算结果见表 3。

2.2.2 扁钢筋笼

光滑水泥面上不同扁度系数的扁钢筋笼的止动和起动试验结果表明：扁钢筋笼的止动稳定系数 $K_{起动}$值范围为 0.60～0.95，均值为 0.77；其起动稳定系数 $K_{起动}$值范围为 0.79～1.08，均值为 0.90。稳定系数 $K_{止动}$及 $K_{起动}$均随扁度系数 λ 增大而增大，临界止动流速、临界起动流速 $V_{起动}$也均随扁度系数增大而增大。光滑水泥面上扁钢筋笼稳定系数 K 计算结果见表 4。

3 六面体钢筋笼稳定计算公式拟合与验证

3.1 六面体钢筋笼的稳定计算公式的拟合

3.1.1 正六面体钢筋笼的稳定计算公式

光滑水泥面上正方体钢筋的止动稳定系数$K_{止动}$

表 3　光滑水泥面上条形钢筋笼稳定系数 K 计算结果

Table 3　Computation result of the stability coefficient K of steel reinforcement cages of bar shape on smooth cement surface

模型流量/(L·s^{-1})	编号	抛投方向	λ	化引直径 D/m	原型水深/m		原型流速 V/(m·s^{-1})		稳定系数 K		$K_{止动}/\lambda^{1/2}$	$K_{起动}/\lambda^{1/3}$
					止动	起动	止动	起动	止动	起动		
50	z-5	—	1.00	2.48	12.72	9.00	3.65	5.16	0.52	0.74	0.52	0.74
	t-2	横	1.54	2.48	10.20	7.74	4.56	6.00	0.65	0.86	0.52	0.74
		直	1.54	2.48	10.20	5.88	4.56	7.90	0.65	1.13	0.52	0.98
	t-3	横	2.02	2.48	9.48	8.58	4.90	5.42	0.70	0.78	0.49	0.62
		直	2.02	2.48	9.48	7.56	4.90	6.15	0.70	0.88	0.49	0.70
	t-4	横	2.83	2.48	8.88	8.22	5.23	5.65	0.75	0.81	0.45	0.57
		直	2.83	2.48	8.88	7.08	5.23	6.56	0.75	0.94	0.45	0.66
100	z-5	—	1.00	2.48	22.62	16.98	4.11	5.47	0.59	0.78	0.59	0.78
	t-1	横	1.22	2.48	19.86	15.48	4.68	6.00	0.67	0.86	0.61	0.80
		直	1.22	2.48	19.86	15.00	4.68	6.20	0.67	0.89	0.61	0.83
	t-2	横	1.54	2.48	18.72	15.96	4.97	5.82	0.71	0.84	0.57	0.73
		直	1.54	2.48	18.72	15.48	4.97	6.00	0.71	0.86	0.57	0.74
	t-3	横	2.02	2.48	18.24	16.08	5.10	5.78	0.73	0.83	0.51	0.66
		直	2.02	2.48	18.24	14.76	5.10	6.30	0.73	0.90	0.51	0.71
	t-4	横	2.83	2.48	17.82	16.44	5.22	5.65	0.75	0.81	0.45	0.57
		直	2.83	2.48	17.82	11.52	5.22	8.07	0.75	1.16	0.45	0.82

表 4　光滑水泥面上扁钢筋笼稳定系数 K 计算结果

Table 4　Computation result of stability coefficient K of flat steel reinforcement cages on smooth cement surface

模型流量/(L·s^{-1})	编号	λ	化引直径 D/m	原型水深/m		原型流速 V/(m·s^{-1})		稳定系数 K		$K_{止动}/\lambda^{1/2}$	$K_{起动}/\lambda^{1/3}$
				止动	起动	止动	起动	止动	起动		
75	z-5	1.00	2.48	16.80	12.66	4.15	5.51	0.60	0.79	0.60	0.79
	b-1	1.22	2.48	15.00	12.48	4.65	5.59	0.67	0.80	0.61	0.75
	b-2	1.54	2.48	13.38	11.40	5.21	6.12	0.75	0.88	0.60	0.76
	b-3	2.02	2.48	11.70	10.56	5.96	6.60	0.85	0.95	0.60	0.75
	b-4	2.83	2.48	10.20	9.12	6.83	7.64	0.98	1.10	0.58	0.78
100	z-5	1.00	2.48	22.62	16.98	4.11	5.47	0.59	0.78	0.59	0.78
	b-1	1.22	2.48	19.50	16.26	4.77	5.72	0.68	0.82	0.62	0.77
	b-2	1.54	2.48	17.70	15.42	5.25	6.03	0.75	0.86	0.60	0.74
	b-3	2.02	2.48	15.60	13.80	5.96	6.74	0.85	0.97	0.60	0.77
	b-4	2.83	2.48	13.98	12.36	6.65	7.52	0.95	1.08	0.56	0.76

均值为0.59,其起动稳定系数均值 $K_{起动}$ 为0.81,代入伊兹巴斯公式得

$$V_{止动} = 0.59\sqrt{2g\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}D}\ , \tag{1}$$

$$V_{起动} = 0.81\sqrt{2g\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}D}\ 。 \tag{2}$$

式中:γ_s 为钢筋笼的重度,g 为重力加速度。

3.1.2　扁度系数 λ 的引入

在泥沙起动流速公式中,通常采用扁度系数 λ 的指数形式对卵石的起动流速进行修正,指数通常取1/3~1/2[2],韩其为院士取0.45[3]。本文依据试验成果,将前述不同形状六面体钢筋笼稳定试验中得出的各工况正六面体的稳定系数均值作为拟合标准进行拟合。

(1) 止动流速计算时,将各种扁度钢筋笼的止动稳定系数除以 $\lambda^{1/2}$,再进行平均,得出的稳定系数均值与正六面体止动稳定系数基本吻合,得到光滑面钢筋笼止动流速计算公式为

$$V_{止动} = 0.59\sqrt{2g\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}D\lambda}\ 。 \tag{3}$$

(2) 起动流速计算时,将各种扁度钢筋笼的起动稳定系数除以 $\lambda^{1/3}$,再进行平均,得出的稳定系数均值与正六面体起动稳定系数基本吻合,得到光滑面钢筋笼起动流速计算公式为

$$V_{起动} = 0.81\lambda^{1/3}\sqrt{2g\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}D}\ 。 \tag{4}$$

3.1.3　相对糙率 Δ/D 的引入

在光滑水泥底板时,模型采用纯水泥收光表面,依据水力学教科书,其 Δ =0.000 25~0.001 25 mm,取均值0.000 75 mm,原型 Δ =0.045 m,16 t 钢筋笼的化引直径 D =2.48 m,则 Δ/D =0.018。在 Δ = 0.3 m石料垫底时,16 t 钢筋笼的化引直径 D = 2.48 m,则 Δ/D =0.121。

取正六面体钢筋笼的稳定系数均值为标准。光滑水泥底板时相应的止动稳定系数均值为0.58,起动稳定系数均值为0.77;Δ =0.3 m 石料垫底时相应的止动稳定系数均值为 0.69,起动稳定系数均值为0.93。

引用汪定扬[4]提出的块体稳定实用计算公式为

$$V = \left(\frac{H}{D}\right)^{\alpha}\left[A + B\left(\frac{\Delta}{D}\right)\right]^{1/2}\sqrt{2g\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}D}。\quad(5)$$

式中:H 为水深;A,B 均为待定系数。考虑河床糙度影响,再依据试验数据对 A,B 值进行初步拟合。

止动计算时取 $A = 0.53$, $B = 0.47$,得光滑水泥面时 $K = 0.59$; $\Delta = 0.3$ m 垫底时, $K = 0.69$,与试验基本吻合。起动计算时取 $A = 0.65$, $B = 0.80$,得光滑水泥面时 $K = 0.76$; $\Delta = 0.3$ m 垫底时, $K = 0.93$,与试验吻合。

3.1.4 公式的完整形式

$$V_{止动} = \left[0.53 + 0.47\left(\frac{\Delta}{D}\right)^{1/2}\right]\sqrt{2g\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}D\lambda}。\quad(6)$$

$$V_{起动} = \left[0.65 + 0.80\left(\frac{\Delta}{D}\right)^{1/2}\right]\lambda^{1/3}\sqrt{2g\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}D}。\quad(7)$$

3.2 六面体钢筋笼的稳定计算公式的验证

利用式(6)及式(7),对 $\Delta = 0.3$ m 石料垫底情况下扁六面体钢筋笼的抗冲流速予以验证。止动及起动流速计算结果及实测数据见表 5。依据式(6)及式(7)计算的流速 $V_{计算}$ 与扁度系数 λ 关系曲线及试验值与扁度系数 λ 关系曲线对比见图 1。

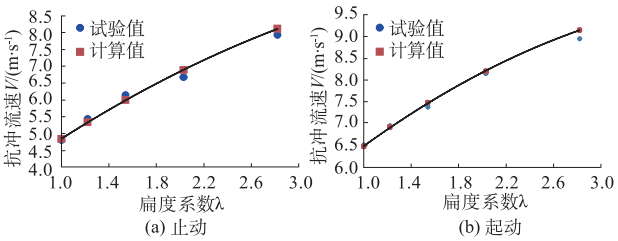

图 1 止动、起动流速计算值与试验值比较

Fig. 1 Comparison between computed values and measured values of the flow velocity for movement stopping and movement initiation

由表 5 和图 1 可知,拟合的公式计算值与试验值基本吻合,各种块体的起动流速与起动流速平均值与计算值的误差很小。

4 四面体钢筋笼的稳定性研究

四面体具有重心低、结构上易于稳定特点,将其形体特性与钢筋笼的透水性及可充分利用当地石材增大单体尺度等特性结合起来构成四面体钢筋笼,以期获得稳定性较好且经济实用的新型截流人工块体。

为方便比较,试验采取了分别与前述正方体钢筋笼 z-3 至 z-7 质量相同的 6.75,10.72,16.00,22.78,31.25 t 的 5 种四面体钢筋笼,整体重度均采用19.6 kN/m^3。

4.1 光滑水泥面上

光滑水泥面上不同规格四面体钢筋笼的止动和起动试验结果表明:其止动稳定系数 $K_{止动}$ 值范围为 0.68 ~ 0.75,均值为0.70(正六面体均值为0.57);其起动稳定系数 $K_{起动}$ 值范围为0.70 ~ 0.79,均值为0.76(正六面体均值为0.77)。临界止动流速和临界起动流速均随块体质量的增加而增大,而止动稳定系数和起动稳定系数较为稳定,随块体质量的增大而减小的趋势不显著。光滑水泥面上四面体钢筋笼稳定系数计算结果见表 6。

4.2 $\Delta = 0.3$ m 石料垫底

$\Delta = 0.3$ m(原型)石料垫底条件下不同规格四面体钢筋笼的止动和起动试验结果表明:其止动稳定系数 $K_{止动}$ 值范围为 0.82 ~ 0.90,均值为 0.86(正六面体均值为 0.69);其起动稳定系数 $K_{起动}$ 值范围为 1.01 ~ 1.15,均值为 1.06(正六面体均值为 0.95);临界止动流速和临界起动流速均随块体质量的增加而增大,而止动稳定系数和起动稳定系数较为稳定,随块体质量的增大而减小的趋势不显著。$\Delta = 0.3$ m 石料垫底时四面体钢筋笼稳定系数计算结果见表 7。

与前述相同质量的正方体钢筋笼对比可知,就截流抛投止动而言,四面体钢筋笼的稳定性明显高于正方体钢筋笼,而对于护底起动而言,两者的稳定性相差不大。

表 5 扁钢筋笼抗冲流速计算值与试验值比较($\Delta = 0.3$ m 石料垫底时)

Table 5 Comparison between computed values and measured values of scour resistance velocity for flat steel reinforcement cages on stone bed($\Delta = 0.3$ m)

模型流量/(L·s^{-1})	编号	扁度系数 λ	化引直径 D/cm	H/cm		$V_{试验}$/(m·s^{-1})		$V_{计算}$/(m·s^{-1})		误差/(m·s^{-1})	
				止动	起动	止动	起动	止动	起动	止动	起动
100	z-5	1.00	2.48	19.32	14.28	4.81	6.51	4.84	6.47	0.03	-0.04
	b-1	1.22	2.48	17.10	13.38	5.44	6.95	5.34	6.92	-0.10	-0.03
	b-2	1.54	2.48	15.12	12.60	6.15	7.38	6.00	7.48	-0.15	0.10
	b-3	2.03	2.48	13.92	11.40	6.68	8.15	6.89	8.20	0.21	0.04
	b-4	2.82	2.48	11.70	10.38	7.94	8.95	8.12	9.15	0.18	0.19
平均值	-	-	-	-	-	6.20	7.59	6.24	7.64	0.03	0.05

表 6　光滑水泥面上四面体钢筋笼稳定系数计算结果

Table 6　Computation result of stability coefficient of steel reinforcement cages with tetrahedral shape on smooth cement surface

模型流量/(L·s^{-1})	编号	原型质量/t	化引直径 D/m	原型水深/m		原型流速 V/(m·s^{-1})		稳定系数 K	
				止动	起动	止动	起动	止动	起动
75	smt－1	6.75	1.86	16.14	14.88	4.32	4.69	0.71	0.78
	smt－2	10.72	2.17	14.22	13.74	4.90	5.07	0.75	0.78
	smt－3	16.00	2.48	14.46	12.72	4.82	5.48	0.69	0.79
	smt－4	22.78	2.79	13.56	12.60	5.14	5.53	0.69	0.75
	smt－5	31.25	3.10	13.14	11.46	5.31	6.08	0.68	0.78
100	smt－1	6.75	1.86	21.24	20.64	4.38	4.50	0.72	0.75
	smt－2	10.72	2.17	19.68	18.00	4.72	5.16	0.72	0.79
	smt－3	16.00	2.48	19.26	17.34	4.83	5.36	0.69	0.77
	smt－4	22.78	2.79	18.48	17.28	5.03	5.38	0.68	0.73
	smt－5	31.25	3.10	17.64	17.04	5.27	5.45	0.68	0.70

表 7　Δ =0.3 m 石料垫底时四面体钢筋笼稳定系数计算结果

Table 7　Computation result of stability coefficient of steel reinforcement cages with tetrahedral shape on stone bed(Δ = 0.3 m)

模型流量/(L·s^{-1})	编号	原型质量/t	化引直径 D/m	原型水深/m		原型流速 V/(m·s^{-1})		稳定系数 K	
				止动	起动	止动	起动	止动	起动
100	smt－1	6.75	1.86	17.88	13.32	5.20	6.98	0.86	1.15
	smt－2	10.72	2.17	15.90	13.20	5.85	7.04	0.90	1.08
	smt－3	16.00	2.48	15.54	12.84	5.98	7.24	0.86	1.04
	smt－4	22.78	2.79	14.52	12.48	6.40	7.45	0.86	1.01
	smt－5	31.25	3.10	14.46	11.70	6.43	7.94	0.82	1.02

5　结　论

（1）钢筋笼具有易于利用当地天然中小石料，透水性良好，制作加工简单，其抗冲能力明显高于现场一般石料的特点，在截流工程和护岸工程中均得到了广泛应用。鉴于以往成果未涉及钢筋笼的稳定性及计算方法，本文通过试验研究，结合笔者所在单位（长江科学院）提出的截流块体实用计算公式，分析了六面体钢筋笼的稳定特性，拟合了考虑质量、形状特性、床面相对糙度的六面体钢筋笼计算公式，经试验验证具有较好的计算精度，同时具有较大的实用价值和学术价值，可供设计及施工单位参考。

（2）本文提出的新型截流人工块体——四面体钢筋笼，具有重心低，结构上易于稳定，透水性强，可充分利用当地石材增大单体尺度等特性，经试验研究发现：四面体钢筋笼用于截流抛投这类止动问题的工程，其止动稳定性明显高于相同质量的正方体钢筋笼；而对于护底等起动问题的工程，两者起动稳定性相差不大。

参考文献：

[1]　ISBASH C B. 河道截流水力学[M]. 黄河三门峡工程局译. 北京：中国工业出版社，1964.（ISBASH C B. River Closure Hydraulics[M]. Translated by Bureau of Sanmenxia Project of Yellow River. Beijing: China Industry Press, 1964.（in Chinese））

[2]　宾景洁. 川江卵石运动规律水槽试验报告[R]. 武汉：长江水利水电科学院，武汉水利电力学院，1960.（BING Jing-jie. Experimental Report on the Movement Rule of Pebble from Chuanjiang River in the Test Sink [J]. Wuhan: Yangtze River Water Resources and Hydropower Scientific Research Institute and Wuhan College of Hydraulic and Electric Engineering, 1960.（in Chinese））

[3]　韩其为，何明民. 泥沙起动规律及起动流速[M]. 北京：科学出版社，1999.（HAN Qi-wei, HE Ming-min. Incipient Rule and Incipient Velocity of Sediment[M]. Beijing: Science Press, 1999.（in Chinese））

[4]　汪定扬. 立堵截流实用水力学计算[J]. 水利学报，1983，(9)：11－18.（WANG Ding-yang. Practical Hydraulic Calculation in End-dump River Closure [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1983, (9): 11－18.（in Chinese））

（编辑：黄　玲）

Computational Method for the Stability of Steel Reinforcement Cage Applied in River Closure

LI Xue-hai[1], CHENG Zi-bing[1], WANG Shi-peng[2], SHI Jiao-hao[1]

(1. Hydraulics Department, Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China; 2. Wuhan Changke Engineering Construction Supervision Co. Ltd., Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China)

Abstract: The steel reinforcement cages with hexahedral shape are widely applied to river closure. Through tests and engineering example verifications focusing on weight, shape and bottom protection, the related formulas are fitted for the first time to compute the flow velocities for movement stopping and movement initiation of hexahedral steel reinforcement cages in consideration of cage shape and bed roughness. The fitted formulas are of high accuracy and practicality. In addition, tests on the stability of steel reinforcement cage with tetrahedral shape revealed that its movement stopping stability is prior to that of hexahedral cages of the same weight in the case of end-dump closure; whereas for bottom protection, the difference in movement initiation stability is little.

Key words: river closure; steel reinforcement cage with hexahedral shape; steel reinforcement cage with tetrahedral shape; stability behavior; influencing factor; computational formula

(上接第 30 页)

Stability Analysis of Block for River Closure and Practical Formula

HUANG Guo-bing[1], LI Xue-hai[1], CHENG Zi-bing[1], HU Guo-yi[2]

(1. Hydraulics Department, Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China;
2. Graduate Department, Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China;)

Abstract: The stability calculation of river closure block is an important basis of river closure design. According to basic formulas obtained from force analysis and experimental research data, the influencing factors of block stability and the applicable conditions of classic formulas for block stability are analyzed. It is pointed out that these parameters as water depth H, vertical velocity coefficient α, relative roughness Δ/D and circumferential motion coefficient ξ should be considered when vertical velocity distribution is not rectangular in the closure gap. Through model tests and project example verification, the practical computing formulas of block stability are put forward for full-width rising and end-dump closure methods in different constructing periods and with different embankment head shapes. The research result is a supplement and improvement to the stability theory of river closure block.

Key words: block for river closure; stability; force analysis; influencing factor; computational formula; measures

长江科学院水力学研究所举办“水利行业模型试验控制与测量系统新技术”培训班

2013 年 2 月 25—26 日,长江科学院水力学研究所(简称“水力学所”)举办为期 2 天的“水利行业模型试验控制与测量系统新技术”培训班,邀请北京尚水信息技术股份有限公司李杰副总经理、孙建芳经理、彭东工程师分别作了专题讲座,培训班由周赤副所长主持,水力学所科研技术骨干 20 余人参加了培训学习。

培训班上,孙建芳经理首先介绍了国内水利行业试验控制与测量系统新技术最新进展及其在国内相关科研院所和高校的应用情况;李杰总监和彭东工程师随后分别针对试验测量系统、实验室综合管理系统、流量控制与测量系统和多功能试验水槽等新技术原理、功能特点和国内成功案例进行了详细讲解,内容包括:流场实时测量系统(VDMS)、PIV 测量系统、自动水位测量系统(AWMS)、PLIF 浓度测量系统(PCMS)、超声地形自动测量分析系统(TTMS)及多功能搭载平台(EMCS)等。然后,讲解老师针对培训人员尤感兴趣的水力学模型试验控制和测量新技术和目前水力学所科研项目中遇到的测量技术问题进行深入交流和讨论。

通过此次培训,水力学所科研技术人员进一步拓宽了视野,加深了对水利行业试验控制与测量系统新技术的了解。

(摘自:长江水利科技网)