

n—粗糙系数，钢筋混凝土渠壁水泥砂浆抹面 $n = 0.013$ ，再用特种漆⁽³⁾ 加涂后 $n = 0.009$ 。

$$A = bh \text{ (非满流) 或 } bH \text{ (满流)} \quad (1)$$

式中 b —水流宽度(m)；

h —明渠或暗渠扣除干舷0.2m的水流深度(m)；

H —暗渠水流深度(内底至内顶即盖板底，m)。

$$\alpha = h/b \text{ (非满流) 或 } H/b \text{ (满流)} \quad (2)$$

式中 α —水流深宽比。

鉴于湿周长度按非满流 $X = b + 2H$ 或满流 $X = 2b + 2H$ ⁽⁴⁾ 取值的不同特点，引进 φ_F 和 φ_M ，能跨越 R 的计算，将公式予以简化：

$$Q = b^{8/3} I^{1/2} / n \varphi \quad (3)$$

式中 φ —与 α 有关的参数，以非满流 φ_F 或满流 φ_M 代替 φ 。

$$\varphi_F = (1 + 2\alpha)^{2/3} / \alpha^{5/3} \quad (4)$$

$$\varphi_M = (2 + 2\alpha)^{2/3} / \alpha^{5/3} \quad (5)$$

利用简化式(4)和(5)可建立常用矩形渠道 $\alpha \sim \varphi_F$ 和 $\alpha \sim \varphi_M$ 值于表2和表3。根据式(3)可建立下列各式：

$$b = (\varphi n Q / I^{1/2})^{3/8} \quad (3A)$$

$$I = (\varphi n Q / b^{8/3})^2 \quad (3B)$$

$$\varphi = b^{8/3} I^{1/2} / n Q \quad (3C)$$

2 干渠设计优化

现状干渠起点内底70.19m，新旧干渠交汇终点内底70.08m，旧渠长110m， $i = 0.001$ ，弯曲弧状新渠增长至133m， $i = 0.000827$ 取0.0008略留有余地进行水力验算。南宁市排水公司提供 $P = 2a$ 的暴雨流量为 $13.10 \text{ m}^3/\text{s}$ ，片石砌筑旧渠 $n = 0.017$ ，据反映旧渠在下暴雨时经常冒水溢流，威胁桥墩安全。改造后拟采用钢筋混凝土水渠，渠壁1：2水泥砂浆抹面后施涂屏障GZ-2特种漆二底三面， $n = 0.009$ ，下面以 $H = 1.5 \text{ m}$ (满流)、 $h = 1.3 \text{ m}$ 、 $i = 0.001$ 、 0.0008 和 $n = 0.017$ (片石)、 $n = 0.013$ (钢筋混凝土渠表面1：2水泥砂浆抹面) 和 $n = 0.009$ (GZ-2特种漆) 的干渠不同水力参数组合计算结果列于表1。

表1 干渠不同水力参数组合计算结果

干渠流态	b /m	H或h/m	i	$\alpha = H/b$ 或 h/b	φ_M 或 φ_F	n	Q / ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	综合评定
满流	4.00	1.50	0.0010	0.375	10.07	0.017	7.45	不合格
非满流	4.00	1.30	0.0010	0.325	9.089	0.017	8.25	不合格
满流	6.40	1.50	0.0008	0.234	20.55	0.017	11.43	$Q < 13.10$
非满流	6.40	1.30	0.0008	0.203	17.90	0.017	13.12	干渠太宽
满流	5.20	1.50	0.0008	0.288	14.96	0.013	11.80	$Q < 13.10$
非满流	5.20	1.30	0.0008	0.250	13.21	0.013	13.37	干渠偏宽
满流	4.00	1.50	0.0008	0.375	10.07	0.009	12.58	$Q < 13.10$
非满流	4.00	1.30	0.0008	0.325	9.089	0.009	13.94	水深受限
满流	2.70	2.10	0.0008	0.778	3.540	0.009	12.55	$Q < 13.10$
非满流	2.70	1.90	0.0008	0.704	3.225	0.009	13.77	新建优选

从表1可看出，现状片石砌筑干渠行洪能力只能达到 $8.25 \text{ m}^3/\text{s}$ ，相当于实际需要 $13.10 \text{ m}^3/\text{s}$ 的63%；由于现状桥墩之间过道比较狭窄，业主要求新建改造干渠保持过水断面不变，绕弯从桥墩主跨度中间穿越。故经比较，在水深受现状限制的条件下选用非满流 n 值取0.009的最优设计方案。

表2 矩形渠道非满流 $q_F=(1+2\alpha)^{2/3}/\alpha^{5/3}$

α	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	α	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008
0.24	14.01	13.84	13.68	13.52	13.36	0.62	3.798	3.782	3.766	3.750	3.735
0.25	13.21	13.06	12.91	12.76	12.62	0.63	3.720	3.704	3.689	3.674	3.659
0.26	12.48	12.34	12.21	12.08	11.95	0.64	3.645	3.630	3.615	3.601	3.587
0.27	11.82	11.70	11.58	11.46	11.34	0.65	3.572	3.558	3.544	3.530	3.517
0.28	11.22	11.11	11.00	10.89	10.78	0.66	3.503	3.489	3.476	3.462	3.449
0.29	10.68	10.57	10.47	10.37	10.27	0.67	3.436	3.423	3.410	3.397	3.384
0.30	10.18	10.08	9.986	9.894	9.803	0.68	3.371	3.358	3.346	3.333	3.321
0.31	9.714	9.626	9.540	9.455	9.372	0.69	3.309	3.296	3.284	3.272	3.260
0.32	9.289	9.208	9.128	9.050	8.973	0.70	3.248	3.236	3.225	3.213	3.201
0.33	8.896	8.821	8.748	8.675	8.603	0.71	3.190	3.178	3.167	3.156	3.145
0.34	8.532	8.463	8.394	8.327	8.260	0.72	3.134	3.123	3.112	3.101	3.090
0.35	8.194	8.130	8.066	8.003	7.941	0.73	3.079	3.068	3.058	3.047	3.037
0.36	7.880	7.819	7.760	7.701	7.643	0.74	3.026	3.016	3.006	2.995	2.985
0.37	7.586	7.530	7.474	7.420	7.365	0.75	2.975	2.965	2.955	2.945	2.936
0.38	7.312	7.259	7.207	7.156	7.105	0.76	2.926	2.916	2.906	2.897	2.887
0.39	7.055	7.006	6.957	6.909	6.861	0.77	2.878	2.868	2.859	2.850	2.841
0.40	6.814	6.768	6.722	6.677	6.632	0.78	2.831	2.822	2.813	2.804	2.795
0.41	6.588	6.544	6.501	6.458	6.416	0.79	2.786	2.777	2.769	2.760	2.751
0.42	6.375	6.334	6.293	6.253	6.213	0.80	2.743	2.734	2.725	2.717	2.709
0.43	6.174	6.135	6.097	6.059	6.021	0.81	2.700	2.692	2.684	2.675	2.667
0.44	5.984	5.948	5.911	5.876	5.840	0.82	2.659	2.651	2.643	2.635	2.627
0.45	5.805	5.771	5.736	5.702	5.669	0.83	2.619	2.611	2.603	2.595	2.588
0.46	5.636	5.603	5.570	5.538	5.506	0.84	2.580	2.572	2.565	2.557	2.550
0.47	5.475	5.444	5.413	5.382	5.352	0.85	2.542	2.535	2.527	2.520	2.513
0.48	5.322	5.293	5.264	5.235	5.206	0.86	2.505	2.498	2.491	2.484	2.477
0.49	5.177	5.149	5.122	5.094	5.067	0.87	2.470	2.463	2.456	2.449	2.442
0.50	5.040	5.013	4.986	4.960	4.934	0.88	2.435	2.428	2.421	2.414	2.408
0.51	4.909	4.883	4.858	4.833	4.808	0.89	2.401	2.394	2.388	2.381	2.374
0.52	4.784	4.759	4.735	4.711	4.688	0.90	2.368	2.361	2.355	2.349	2.342
0.53	4.664	4.641	4.618	4.595	4.573	0.91	2.336	2.329	2.323	2.317	2.311
0.54	4.550	4.528	4.506	4.485	4.463	0.92	2.304	2.298	2.292	2.286	2.280
0.55	4.442	4.420	4.399	4.379	4.358	0.93	2.274	2.268	2.262	2.256	2.250
0.56	4.338	4.317	4.297	4.277	4.257	0.94	2.244	2.238	2.232	2.226	2.220
0.57	4.238	4.218	4.199	4.180	4.161	0.95	2.215	2.209	2.204	2.198	2.192
0.58	4.142	4.124	4.105	4.087	4.069	0.96	2.187	2.181	2.176	2.170	2.165
0.59	4.051	4.033	4.015	3.998	3.980	0.97	2.159	2.154	2.148	2.143	2.137
0.60	3.963	3.946	3.929	3.912	3.895	0.98	2.132	2.127	2.122	2.116	2.111
0.61	3.879	3.862	3.846	3.830	3.814	0.99	2.106	2.101	2.095	2.090	2.085

表3 矩形渠道满流 $q_M=(2+2\alpha)^{2/3}/\alpha^{5/3}$

α	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	α	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008
0.24	19.77	19.52	19.27	19.03	18.80	0.62	4.857	4.835	4.813	4.792	4.770
0.25	18.57	18.34	18.12	17.90	17.69	0.63	4.749	4.728	4.707	4.686	4.665
0.26	17.48	17.28	17.08	16.89	16.69	0.64	4.645	4.624	4.604	4.584	4.564
0.27	16.51	16.32	16.14	15.96	15.79	0.65	4.545	4.525	4.506	4.486	4.467
0.28	15.62	15.45	15.28	15.12	14.96	0.66	4.448	4.429	4.411	4.392	4.374
0.29	14.81	14.65	14.50	14.35	14.21	0.67	4.356	4.337	4.319	4.302	4.284
0.30	14.06	13.92	13.79	13.65	13.52	0.68	4.266	4.249	4.231	4.214	4.197
0.31	13.38	13.26	13.13	13.00	12.88	0.69	4.180	4.163	4.147	4.130	4.114
0.32	12.76	12.64	12.52	12.41	12.29	0.70	4.097	4.081	4.065	4.049	4.033
0.33	12.18	12.07	11.96	11.86	11.75	0.71	4.017	4.001	3.986	3.970	3.955
0.34	11.65	11.55	11.45	11.35	11.25	0.72	3.940	3.925	3.910	3.895	3.880
0.35	11.15	11.06	10.97	10.88	10.79	0.73	3.865	3.851	3.836	3.822	3.807

0.36	10.70	10.61	10.52	10.44	10.35	0.74	3.793	3.779	3.765	3.751	3.737
0.37	10.27	10.19	10.11	10.03	9.947	0.75	3.723	3.710	3.696	3.683	3.669
0.38	9.870	9.793	9.718	9.643	9.570	0.76	3.656	3.643	3.630	3.617	3.604
0.39	9.497	9.425	9.355	9.285	9.216	0.77	3.591	3.578	3.565	3.553	3.540
0.40	9.148	9.081	9.015	8.950	8.885	0.78	3.528	3.515	3.503	3.491	3.478
0.41	8.821	8.758	8.696	8.635	8.574	0.79	3.466	3.454	3.442	3.431	3.419
0.42	8.514	8.455	8.396	8.338	8.281	0.80	3.407	3.395	3.384	3.372	3.361
0.43	8.225	8.169	8.114	8.060	8.006	0.81	3.350	3.338	3.327	3.316	3.305
0.44	7.953	7.900	7.848	7.797	7.746	0.82	3.294	3.283	3.272	3.261	3.251
0.45	7.696	7.646	7.597	7.548	7.500	0.83	3.240	3.229	3.219	3.208	3.198
0.46	7.453	7.406	7.360	7.314	7.268	0.84	3.187	3.177	3.167	3.157	3.147
0.47	7.223	7.179	7.135	7.091	7.048	0.85	3.136	3.126	3.116	3.107	3.097
0.48	7.006	6.964	6.922	6.881	6.840	0.86	3.087	3.077	3.068	3.058	3.048
0.49	6.800	6.760	6.720	6.681	6.642	0.87	3.039	3.029	3.020	3.011	3.001
0.50	6.604	6.566	6.528	6.491	6.454	0.88	2.992	2.983	2.974	2.965	2.956
0.51	6.418	6.382	6.346	6.311	6.276	0.89	2.947	2.938	2.929	2.920	2.911
0.52	6.241	6.206	6.172	6.139	6.105	0.90	2.903	2.894	2.886	2.877	2.868
0.53	6.072	6.040	6.007	5.975	5.943	0.91	2.860	2.852	2.843	2.835	2.826
0.54	5.912	5.880	5.850	5.819	5.789	0.92	2.818	2.810	2.801	2.793	2.785
0.55	5.758	5.729	5.699	5.670	5.641	0.93	2.777	2.769	2.761	2.753	2.745
0.56	5.612	5.584	5.555	5.527	5.500	0.94	2.737	2.729	2.722	2.714	2.708
0.57	5.472	5.445	5.418	5.391	5.365	0.95	2.699	2.691	2.684	6.676	2.669
0.58	5.338	5.312	5.287	5.261	5.235	0.96	2.661	2.654	2.646	2.639	2.632
0.59	5.210	5.185	5.161	5.136	5.112	0.97	2.624	2.617	2.610	2.603	2.596
0.60	5.088	5.064	5.040	5.016	4.993	0.98	2.589	2.582	2.575	2.568	2.561
0.61	4.970	4.947	4.924	4.902	4.879	0.99	2.554	2.547	2.540	2.533	2.527

3 小结

① 简化式(3)~(3C)和表1~表2是解决矩形排水干渠设计优化的科学依据,在工程中遇到类似棘手问题时,可按设计优化思路予以解决。

② 该排水干渠每m综合单价为6200元,其中土建费用6818元/m,屏障特种漆费用210元/m,增加特种漆施工费用仅占总费用3%,符合国家节约物质资源的精神。

③ 若遇到新建水渠设计流量 $Q \geq 13.10 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $i \geq 0.0008$ 的情况时,宜考虑结构受力问题,渠壁即挡水(土)墙最大弯矩与水深的三次方成正比,而渠底、顶板弯矩则与渠宽即跨度的二次方成正比,据此渠道挡水(土)墙壁板和底、顶板受力等级大致旗鼓相当,可参考表4优化水深宽比。

表4 常用水深宽比 α 控制值

h(m)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
α	1.00	0.82	0.85	0.79	0.75	0.71	0.67	0.65	0.62	0.60
h(m)	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8
α	0.58	0.56	0.54	0.53	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46

文献⁽²⁾ α 近似于1.00是特例,该工程渠顶埋深在10m左右,干渠顶板受力很大,而且该干渠离南宁市人大代表活动中心主楼建筑较近,亦不宜选择太大的渠宽,其结果有利于节约结构工程量并降低了约38%的土建造价。

参考文献:

[1] GB 50014-2006, 室外排水设计规范[S].

[2] 肖睿书,刘宗秋. 钢筋混凝土行洪矩形暗渠设计[J]. 中国给水排水,

2003, 19(5): 85-86.

[3] 肖睿书,闫利国. 大跨度钢管桥的输水实例[J]. 中国给水排水,

2003, 19 (11): 62-63 .

[4] 左亚洲, 张杰, 杭世珺, 等. 常用资料[M]. 给水排水设计手册第一册第二版, 中国建筑工业出版社, 2007年4月第12次印刷: 804和837.

作者简介

陈如融, 肖睿书, 黄修齐

广西华蓝设计(集团)有限公司(南宁530011)

[杂志介绍](#) | [征稿启事](#) | [编委会](#) | [宣传服务](#)

版权所有: 建筑机电工程杂志社, 本网所有资讯内容、广告信息, 未经本网书面同意, 不得转载。

沪ICP备05061288号 网站制作和维护: 天照科技