

圆弧底渠道横断面尺寸的直接求解方法

季国文

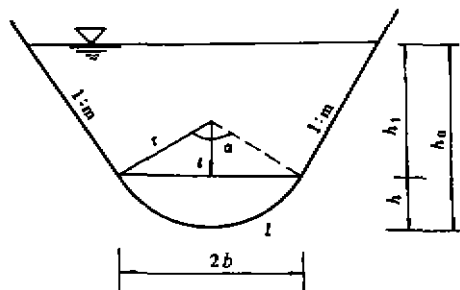
(凌源市水利局 辽宁凌源 122500)

TV135.3

摘要 研究圆弧底渠道横断面尺寸设计的直接求解公式的构造问题。推导出其横断面水力设计新公式。根据本文公式进行设计,若糙率、纵坡、流量、边坡系数既定,则相应的横断面尺寸可一次直接准确求出,无须试算、迭代或图解。

关键词 横断面设计 圆弧底渠道 U型断面渠道 水力计算

圆弧底渠道断面,即渠道上部为梯形,下部为弓形的复合断面,梯形的两腰和弓形的圆弧相切。其断面型式、几何尺寸见附图。圆弧底渠道具有过水能力强、输沙率高、抗冲刷性能好,抵抗基础土壤冻胀性能强等诸多优点,因而,在工程中得到了广泛的应用。但是,其横断面设计较梯形断面复杂得多。因此,有些学者从不同角度研究其横断面尺寸设计的简化计算方法^[1~3],但均不能直接一次准确地解得其横断面设计尺寸。



附图 圆弧底渠道断面

鉴于上述,本文在前人研究的基础上,通过理论推导,给出包括U型断面在内的圆弧底渠道横断面尺寸设计的直接求解公式。

1 公式的推导

圆弧底渠道断面设计公式的推导过程如下^[4,5]。

由附图知:

$$\alpha = 2\arctan(1/m) \quad (1)$$

$$t = mb \quad (2)$$

$$r = b\sqrt{1+m^2} \quad (3)$$

$$l = \alpha r = \alpha b\sqrt{1+m^2} \quad (4)$$

$$h = b(\sqrt{1+m^2} - m) \quad (5)$$

$$A = h_1(2b + mh_1) + (a - 2m + am^2)b^2/2 \quad (6)$$

$$\chi = (2h_1 + ab)\sqrt{1+m^2} \quad (7)$$

$$R = A/\chi \quad (8)$$

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad (9)$$

$$C = \frac{1}{n}R^{1/6} \quad (10)$$

由上述各式,且令 $b/h_1 = \xi$, 于是有

$$Q = (\sqrt{i}/n)(A^{5/3}/\chi^{2/3}) \quad (11)$$

$$A = [2\xi + m + \frac{(a - 2m + am^2)}{2}\xi^2]h_1^2 \quad (12)$$

$$\chi = (2 + a\xi)\sqrt{1+m^2}h_1 \quad (13)$$

式中 m 为边坡系数; a 为圆心角; t 为圆心距; r 为圆半径; l 为圆弧长; h 为弓形高; A 为渠道过水断面面积; χ 为渠道湿周; R 为渠道水力半径; Q 为流量; n 为糙率; C 为谢才系数; i 为渠道纵坡; $2b$ 为弦长; h_0 为渠道正常水深。

由式(11)~(13)有

$$h_1 = \left[\frac{Qn}{\sqrt{i}} \cdot \frac{((2 + a\xi)\sqrt{1+m^2})^{2/3}}{(2\xi + m + \frac{1}{2}(a - 2m + am^2)\xi^2)^{5/3}} \right]^{3/8} \quad (14)$$

由 $b/h_1 = \xi$, 从而有

$$b = h_1\xi \quad (15)$$

作为圆弧底渠道断面型式的一个特例,当 $m=0$ 时,则 $\alpha=\pi$,显然,此时所表述的为“U”型断面各水力要素之间的相互关系,于是有

$$h_1 = \left[\frac{Qn}{\sqrt{i}} \cdot \frac{(2 + \pi\xi)^{2/3}}{(2\xi + \frac{\pi}{2}\xi^2)^{5/3}} \right]^{3/8} \quad (16)$$

式(14)和(16)即为欲得到的圆弧底、U型渠道

作者简介:季国文,男,工程师,从事水利工程设计,曾发表《渡槽水力设计新公式及其应用》等论文。

横断面尺寸设计的直接求解的显式函数关系式。式中, Q, n, i, α, m 均为已知量, ξ 则可根据设计者的意图选择确定。于是, 其右端均为已知量, 故 h_1 可直接一次成功地解得, b 及其它尺寸由前述关系式依次求得。至此, 横断面尺寸一次准确设计完成。

2 公式的应用与算例

圆弧底渠道设计的步骤为: ①根据边坡系数 m , 由式(1)求得 α 值, 单位为弧度; ②选定 ξ 值, 以确定断面形状: ξ 值大, 为宽浅形状, 反之则为窄深形状; ③将 ξ, α, m, Q, n, i 代入式(14)或(16), 则解得相应的 h_1 ; ④由 h_1 及式(15), (2), (3), (5), (6)依次求得 b, t, r, h, A , 渠道正常水深 $h_0 = h + h_1$, 如有必要, 其它参数亦可相应求出。

算例: 某工程输水渠道拟采用圆弧底梯形断面, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$, $m = 1.25$, $n = 0.03$, $i = 0.00625$, 试进行其横断面尺寸设计。

解: 取 $\xi = 0.5$, 则 $\alpha = 2\arctan(1/m) = 1.3495 \text{ rad}$ 。将 Q, m, n, i, ξ, α 数据代入式(14), 求得 $h_1 = 1.6104 \text{ m}$, $b = 0.8052 \text{ m}$, $t = 1.0065 \text{ m}$, $r = 1.2889 \text{ m}$, $h = 0.2825 \text{ m}$, $A = 6.1457 \text{ m}^2$, $h_0 = 0.2825 + 1.6104 = 1.8929 \text{ m}$, $v = 15/6.1457 = 2.4407 \text{ m/s}$ 。

3 结 语

a. 本文提出的圆弧底渠道横断面尺寸直接求

(上接第38页)

3.2 系统的应用

应用本系统对龙羊峡大坝安全分析后, 对该大坝的安全状况得到下列结论。

a. 疑点的识别和成因分析。根据知识库的六大评判准则, 发现了龙羊峡大坝从1986年10月运行以来, 有三次变形疑点, 经推理分析, 对三次变形疑点作了物理成因分析(详见《龙羊峡水电站大坝安全状况分析专家系统》, 青海省电力局, 河海大学, 1994)。

b. 龙羊峡大坝的关键部位($G_4, F_{73}, F_{215}, F_{120}$ 等)的变形变化规律正常。

c. 龙羊峡大坝在经历2577.58m的水位后, 曾经历过一次变形调整过程, 经调整后, 大坝工作性态正常。

d. 龙羊峡大坝在经历6.9级地震时, 前后变形测值变化很小, 说明龙羊峡大坝经受住了强地震的考验。

e. 龙羊峡大坝的强度和稳定满足安全要求。

综上所述, 龙羊峡大坝经蓄水初期的考验, 大坝工作性态正常, 可进一步提高水位运行。

6 结 论

由上述分析得到下列结论。

a. 开发了由“一机四库”组成的大坝安全专家

解公式具有结构简单、求解方便、成果准确的特点; 无须迭代试算、图解, 亦无须插值求解, 可直接求解。从而, 使得这一问题的求解功效得到很大的提高。

b. 式(14)和(16)表明, 圆弧底渠道横断面形状取决于参数 m, ξ 。 m 的取值决定于渠道所处工程地质情况及其工程建筑材料等; 而 ξ 值的确定, 则与宽深比有关, 一般可根据经验或设计要求选定。

c. 在 m, ξ 取值范围内, m 值的任意性表明, 在设计过程中无须查表, 无须作相应的插值计算; ξ 值的任意性表明, 工程设计者可根据设计具体条件选择 ξ 值, 从而获得较为优化的横断面设计。

参考文献

- 1 张喜昌. 圆弧底渠道断面的水力近似计算. 农田水利与小水电, 1987(9): 25~26
- 2 田媛. 圆弧形渠道正常水深和圆弧半径的迭代试算法. 甘肃水利水电技术, 1987(1)
- 3 张生灵, 张步南, 沈军等. 实用明渠水力简捷计算法. 北京: 农业出版社, 1993
- 4 季国文. 方形无压隧洞横断面水力计算. 海河水利, 1995(3): 30~32
- 5 季国文. 圆形无压隧洞水力计算的简化公式. 海河水利, 1994(6): 32~33

(收稿日期: 1996-04-01 编辑: 张志琴)

系统。该系统从本质上不同于信息管理和分析系统, 并成功地应用到实际工程。

b. 总结归纳了大坝安全监控领域内的各类规范和专家知识, 有强有力的知识体。

c. 有先进分析方法组成的方法库, 可以建立各类监控模型、监控指标、结构和渗流分析以及综合评判决策等程序, 以提供大坝安全分析和评判的定量依据。

d. 有各类资料和数据等的工程数据库以及分析评判图表需求的图形库, 以支持“以事实为依据, 以各类规范和专家知识为准绳”, 满足大坝安全分析和评判对数据和图形的需求。

参考文献

- 1 Waterman D. A guide to expert system. New York: Addison-Wesley, 1985
- 2 Heyes-Rothetal F. Building expert systems. New York: Addison-Wesley, 1983
- 3 陈世福, 潘金贵等. 知识工程语言与应用. 南京: 南京大学出版社, 1989
- 4 殷勤业等. 模式识别与神经网络. 北京: 机械工业出版社, 1992
- 5 吴中如等. 水工建筑物安全监控理论及其应用. 南京: 河海大学出版社, 1990

(收稿日期: 1996-04-29 编辑: 马敏峰)