

如何确定屋顶排水槽尺寸？

作者: 赖玟璇博士 | 2024年 11 月 28 日

屋顶是建筑物的上部覆盖结构，其主要功能是防止风雨侵袭，同时也在安全、隔热与隐私方面起着重要作用。常见的屋顶类型包括：平屋顶、人字屋顶、四坡屋顶以及单坡屋顶等。

雨水槽，也称为屋顶排水槽，是建筑物雨水排放系统中的关键组成部分。它的功能是收集从屋顶流下的雨水，并引导至雨水立管，将雨水远离建筑物基础，最终排入附近的排水系统中。

合理确定排水槽尺寸的重要性

选择合适的排水槽尺寸对于有效排水及长期保护建筑物至关重要。其主要优点包括：

- 排水性能提升：合适尺寸的排水槽可应对更大的雨水流量。
- 减少损害风险：降低建筑物遭受水害（如渗漏、腐蚀等）的可能性
- 维护建筑结构：防止排水溢出与潮湿问题，保持建筑结构的完整性
- 降低维护频率：减少堵塞情况，减少频繁维修的需求

影响排水槽尺寸的因素

在确定排水槽及雨水立管尺寸时，需要考虑多个因素，包括：

1. 降雨强度：所在地区的平均降雨率
2. 屋顶汇水面积：排入排水槽的屋顶总面积
3. 流量承载能力：排水槽处理预期雨水流量的能力
4. 排水槽坡度：排水槽的倾斜度有助于排水效率
5. 弯头与出水口：排水槽的弯曲处与出水口位置会影响排水效率
6. 排水槽横截面积：排水槽本身的尺寸与断面形状
7. 屋顶坡度：屋顶越陡，雨水径流速度越快

排水槽的类型

在马来西亚，常见的排水槽类型有两种：

- 檐槽：安装于建筑物外部的排水槽
- 箱槽：设置于建筑物平面内部区域或屋顶交接处的排水槽。

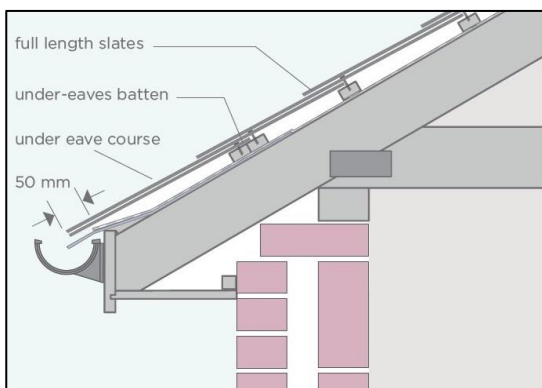


图1: 檐槽^[1]

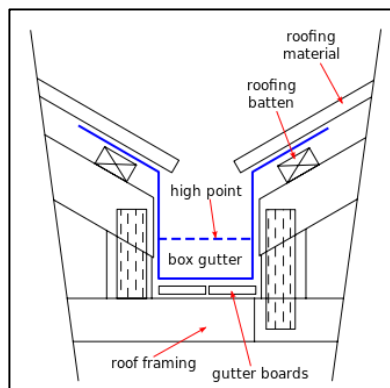


图2: 箱槽^[2]

屋面排水设计的平均重现期 (Average Recurrence Interval)

除非有特殊情况需要采用更长的持续时间，否则所有屋面应采用 5 分钟的关键暴雨持续时间作为设计依据^[3]。

表 1: 屋面排水设计的平均重现期 ^[3]

物业类型	檐槽	山谷槽与箱槽
所有建筑物	20 年平均重现期	100 年平均重现期

请注意：若雨水回流进入建筑物内部，则必须设置溢流措施。对于位于山坡地区的建筑，应采用更高设计标准的平均重现期

屋顶汇水面积的确定

风力会使降雨呈斜向落下，从而在垂直墙面或倾斜屋顶上产生明显的水平雨量分量。若假设最大降雨斜率的比例为垂直 2 对水平 1。对于完全暴露在风力下的单坡屋顶，其汇水面积可通过以下公式计算^[3]：

$$A_c = A_h + \frac{A_v}{2} \text{ ---- 公式 1}$$

其中， A_h 为平面面积， A_v 为垂直面积。

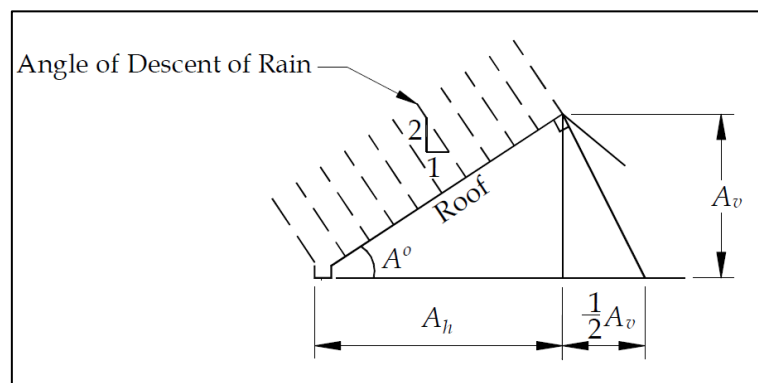


图 3: 完全暴露在风力下的单坡屋顶^[3]

檐槽的设计

对于简单的坡屋顶，檐槽的最小坡度应为 1:500，以确保有足够的倾斜度并减少积水风险。檐槽通常分为半圆形、欧式或方形等类型。

在坡度为 1:500 或更陡的情况下，可根据图 4 来确定所需的檐槽尺寸。图 4 中的图表假设排水立管和弯头在檐槽长度中处于最不利的位置。雨水出口连接至垂直的排水立管，设置于檐槽底部中央位置。该图适用于半圆形、方形、欧式等各种类型的檐槽^[4]。

该图将每根雨水管的汇水面积限制为 100 平方米，并将屋檐槽的有效横截面积 A_g 限制为 18,000 平方毫米。对于屋面汇水面积超过 100 平方米，或出水口位置或弯管至出水口位置不同的情况，可使用以下公式计算所需的屋檐槽横截面积^[5]：

$$a_{gutter} = \left[\frac{10.44 A_c i}{1+x} \right]^{0.8} \text{ ---- 公式 2}$$

其中

- a_g = 排水所需的檐槽横截面积 (平方毫米);
 x = 檐槽设计系数 (图 5);
 A_c = 屋顶汇水面积 (平方米)
 i = 降雨强度 (毫米/小时)

请注意：如果排水槽为矩形横截面（不同于圆形横截面），则其所需横截面积应增加 10% [5]。

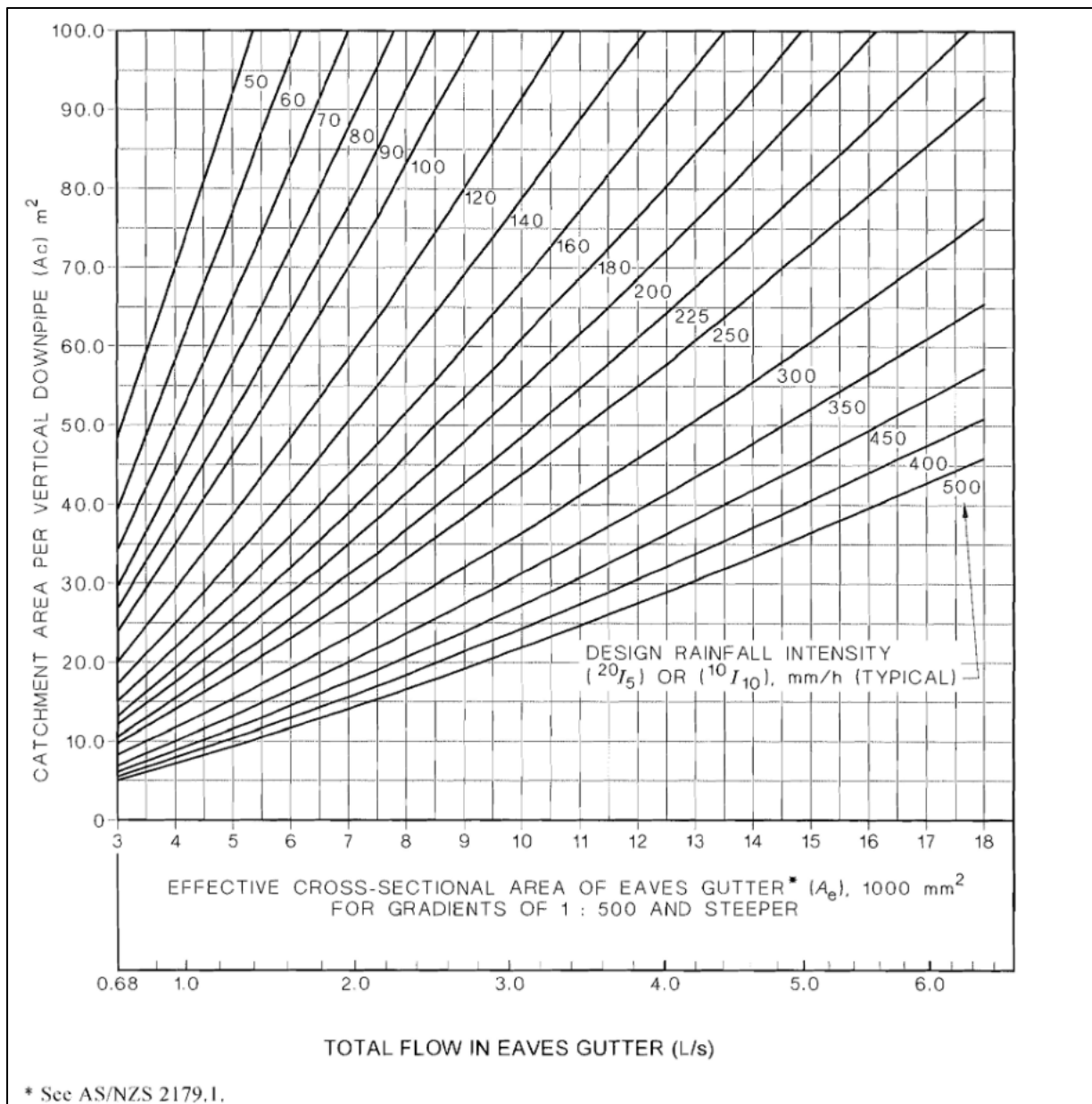


图4：当坡度为1:500 或更陡时所需的檐沟尺寸 [4]

Case	Sloping	Level	Gutter design						Outlet position			Gutter design coefficient (x)
			Less than 6 ft		Bend to outlet		Greater than 12 ft	Central	Slightly displaced	Considerably displaced	End	
			Sloping	Level	Sloping	Level	Sloping and level					
1	0.4		-0.25					1.00				1.15
2		0		-0.20				1.00				0.80
3	0.4				-0.125			1.00				1.275
4		0				-0.10		1.00				0.90
5	0.4						0	1.00				1.40
6		0					0	1.00				1.00
7	0.4		-0.25						0.66			0.81
8		0		-0.20					0.66			0.46
9	0.4				-0.125				0.66			0.935
10		0				-0.10			0.66			0.56
11	0.4						0		0.66			1.06
12		0					0		0.66			0.66
13	0.4		-0.25							0.33		0.48
14		0		-0.20						0.33		0.13
15	0.4				-0.125					0.33		0.605
16		0				-0.10				0.33		0.23
17	0.4						0			0.33		0.73
18		0					0			0.33		0.33
19	0.4		-0.25								0	0.15
20		0		-0.20							0	-0.20
21	0.4				-0.125						0	0.275
22		0				-0.10					0	-0.10
23	0.4						0				0	0.40
24		0					0				0	0

* After Martin (1965).

* After Martin (1965).

图5: 檐沟设计系数的取值^[5]

檐沟尺寸计算示例

以下是使用 胡鲁惹峇 (Hulu Jabor), 甘马挽 (Kemaman) 和登嘉楼地区的平均重现期数据进行的檐沟尺寸计算示例。

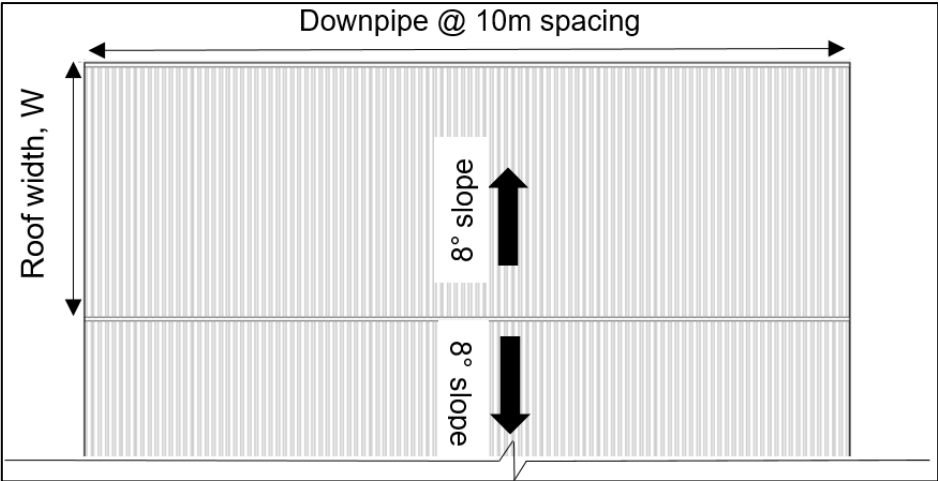


图6: 一个 8° 倾斜屋顶的平面图

表 2: 用于马来西亚登嘉楼甘马挽胡鲁惹峇地区的 IDF 经验公式拟合常数 (适用于平均重现期 2 至 100 年、暴雨持续时间 5 分钟至 72 小时)^[3]

州属	站号	站名	常数			
			λ	κ	θ	η
登嘉楼	3933001	胡鲁惹峇, 甘马挽	103.519	0.228	0.756	0.707

解决方案:

1. 计算降雨强度

使用胡鲁惹峇、甘马挽和登嘉楼地区的历史数据，选取 5 分钟暴雨持续时间，并依据 20 年平均重现期的降雨强度进行计算。

$$i = \frac{\lambda T^K}{(d+\theta)^\eta} \text{ ---- 公式 3}$$

T = 20 年

$\lambda = 103.519$

K = 0.228

$\theta = 0.756$

$\eta = 0.707$

d = 0.0883 小时

$$i = [(103.519)(20)^{0.228}] / [(0.0883+0.756)^{0.707}] = 232 \text{ 毫米/小时}$$

2. 汇水面积 (Ac) 与所需排水槽面积 (Ag) 的计算

通过以下条件确定排水槽设计系数 x:

排水槽是倾斜还是水平? = 倾斜 (坡度为 1:500 或更陡)

弯头到排水立管的距离 = 少于 6 英尺

排水立管在槽内的位置 = 末端

根据图 5, x = 0.15

排水槽的截面类型 = 矩形, 因此有效横截面积增加 10%

对于屋顶倾角为 8° 的坡屋顶, 其在排水立管间距 10 米、屋面宽度每 5 米为单位下的汇水面积及排水槽横截面积计算如下表所示。

表 3: 8° 坡屋顶在排水立管间距 10 米条件下的屋顶汇水面积与所需排水槽横截面积计算

屋顶宽度, W (米)	10 米跨距的屋顶集水面积, Ac (平方米)	排水所需的檐沟横截面积, Ag (平方毫米)
5 米	53.75 平方米	12,147 平方毫米
10 米	107.50 平方米	21,149 平方毫米
15 米	161.25 平方米	29,252 平方毫米
20 米	215.00 平方米	36,822 平方毫米
25 米	268.75 平方米	44,019 平方毫米
30 米	322.50 平方米	50,931 平方毫米
35 米	376.25 平方米	57,616 平方毫米
40 米	430.00 平方米	64,111 平方毫米
45 米	483.75 平方米	70,446 平方毫米
50 米	537.50 平方米	76,641 平方毫米

3. 确定檐沟的最小尺寸

檐沟的有效横截面积 (Ae) 应参考制造商提供的技术数据。为验证制造商提供的有效横截面积, 对于带有外部支架的檐沟, Ae 应从距溢流边缘至少 10 毫米以下的截面

线进行计算。对于为内部支架，其边缘所占据的投影面积可从原始檐槽横截面积中扣除，但扣除量不得超过原始横截面积的 15% ^[4]。

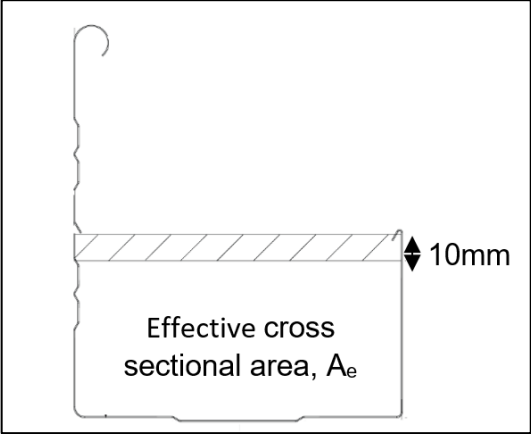


图 7：檐沟的有效横截面积

用于匹配檐槽尺寸的标准雨水立管公称尺寸，可参考澳大利亚标准 (Australian Standards) ^[4]作为指导。本计算中假设采用安装于外部支架的矩形排水槽，其宽深比为 2:1，对应的最小檐槽尺寸列于表 4 中。

表 4：檐沟所需的雨水管尺寸

排水所需的檐沟横截面积, A_g (平方毫米)	与檐沟相配的最小公称雨水管尺寸 (毫米)		最小檐沟尺寸		
	圆形	矩形	宽度 (毫米)	厚度 (毫米)	檐槽的有效横截面积, A_e (平方毫米)
9,600	125	100 x 75	150	75	9,750
12,800		100 x 100	175	90	14,000
16,000	150	125 x 100	190	95	16,150
18,400		150 x 100	205	105	19,475
19,200	160		125 x 125	215	110
20,000					
22,000	200	150 x 125	220	110	22,000
31,500		250	NA	270	135
32,000	325			165	50,375
49,000					
49,100	315	340		170	54,400
53,000		365		185	63,875
61,500		410		205	79,950
78,000					

总结

准确确定屋顶排水槽的尺寸对于实现有效排水与长期维护至关重要。通过综合考虑降雨强度和屋顶特性等多种因素，业主可以确保建筑物免受雨水侵害，保障结构安全。

赖玟璇博士
首席执行官/ 创办人
IPM 环球集团

参考文献:

- [1] Cupa Pizarra. (n.d.). Slate eaves detail. Retrieved on 28th November 2024 from <https://www.cupapizarra.com/uk/resource-centre/faqs/slate-eaves-detail>
- [2] Wikiwand. (n.d.). Box gutter. Pinterest. Retrieved on 28th November 2024 from <https://www.pinterest.com/pin/box-gutter-wikiwand--381257924716904642/>
- [3] MSMA 2nd Edition (2012). Urban Stormwater Management Manual for Malaysia. Department of Irrigation and Drainage.
- [4] AS/NZ 3500.3 (2003). Plumbing and Drainage. Part 3: Stormwater Drainage. Retrieved on 28th November 2024 from <https://archive.org/details/as-nzs.3500.3.2003>
- [5] Martin K. G. (1973). Roof Drainage. CSIRO. Aust. Div. Bldg. Res. Tech. Paper (2nd Edition), No.1.

******本中文译本仅供参考之用。如中文译本之文义与英文原文有歧义，概以英文原文为准。