

谈地下车库的排水设计

谭玉阶

(深圳市华阳国际工程设计有限公司)

摘要: 地下建筑物的防排水, 是困扰建筑设计的一大难题, 一旦处理不好, 再来补救, 困难很多, 因此需要特别慎重对待, 切不可马虎。本文仅就地下车库的排水问题, 谈谈设计中常遇到和采取措施的一般经历。

关键词: 地下车库排水 雨水 渗漏水 洪水 冲洗水

凡高层建筑均设有地下室, 一方面是由于结构需要, 一般高层建筑由于要有埋深嵌固的要求, 使其牢固可靠, 其埋深由底板或地基梁底面算起约为地面上建筑高度的1/20~1/18, 如100m高的建筑需埋深5.00~5.56m即一层地下室, 像深圳地王375m高, 则埋深20m左右, 要作3~4层地下室, 另一方面, 是向地下发展, 向地下要空间, 还有一些特殊工程必须下埋, 因此地下工程必不可少, 也越来越多。虽其投资大, 施工难度大, 但势在必行, 不得已而为之, 当然也相应带来很多好处。

地下工程种类很多, 有车库、人防、地铁、还有商场、娱乐场所等等, 但就当前讲来, 车库、人防居多, 就水方面讲来有防水和排水之分, 这里仅就地下车库的排水问题, 谈谈有关问题。

首先分析水源有哪些水, 从哪里来? 其次是采取什么措施把水排出去, 现就有关问题分项阐述如下:

一、雨水

由于地下汽车库有汽车进出口, 其坡道

不可能也没必要完全遮盖, 必定有段露天部分, 这些露天部分, 除了投影平面有雨水外, 还有侧壁包括上部建筑侧墙以及出入口的飘雨, 其雨量前者按100%计算, 后者按最大墙面的50%计算, 这些雨水由截水沟排至集水坑, 再由抽水泵抽出, 截水沟有的设在坡道的上端、中部、下端各一条, 但在下端一条必不可少, 并且仅设在地下一层的坡道上, 地下二层及以下层就没有必要再设了。上端的截水沟一般必要性不大, 因为在上端处一般都设有反坡, 坡脊高出室外路面 ≥ 10 cm为好, 但反坡的坡度不宜太大, 一般为 $\leq 10\%$, 当汽车坡度的纵坡为15%, 缓坡(即上段坡)为7.5%, 正反坡叠加为17.5%; 当纵坡为10%, 规范规定不需作缓坡, 即坡道上段最大坡为10%, 正反坡叠加为20%, 其脊高比值见图1:

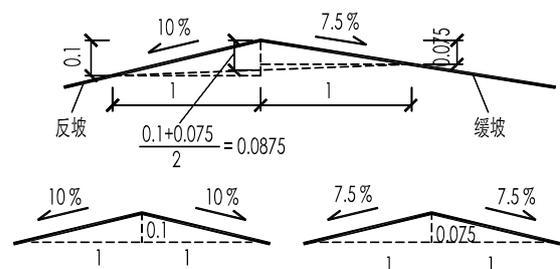


图1 正反坡相交脊高比值示意

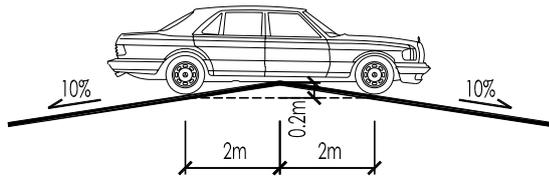


图2

按汽车的轴距 4m 为例，每边按 10% 的坡度计算，最不利处为跨的正中，即两边各跨 2m，则中点（坡脊）与两边轮胎着地点的高差为 0.20m，如图 2，这对底盘低、轴距长的小汽车就过不了这道小“门坎”。若坡道的缓坡 7.5%，外面的反坡亦为 7.5%，则坡脊与两轮胎着地点高差为 0.15m；若缓坡为 7.5% 反坡为 10%，其高差值为 0.175m，因此当纵坡为 10% 时，其反坡的坡度就应该特别注意。由于一般小轿车的最小离地高度在 0.12m 至 0.18m 之间，轴距在 2.37m 至 3.72m 之间（引自“设计参考资料集”），其底盘高度（即最小离地高度）与坡脊高度的关系按以上方法计算，结果见表 1：

表 1 几种小轿车的底盘高度与坡脊高度的关系表

国名	车名	轴距 L1(m)	最小离地高度 h(m)	坡脊与两轮着地点的高差值 (m)		
				缓坡 10% 反坡 10%	缓坡 7.5% 反坡 7.5%	缓坡 7.5% 反坡 10%
中国	上海 SH760A	2.83	0.16	0.1415	0.1061	0.1238
中国	桑塔纳 LX	2.55	0.13	0.1275	0.0956	0.1116
中国	红旗 CA770A	3.72	0.16	0.1860	0.1395	0.1628
中国	奥迪	2.69	0.15	0.1345	0.1009	0.1177
日本	丰田 1600	2.43	0.18	0.1215	0.0911	0.1063
法国	标致	2.90	0.17	0.145	0.1088	0.1269
法国	雷诺	2.65	0.12	0.1325	0.0994	0.1159
德国	奔驰 200	2.75	0.17	0.1375	0.1031	0.1203
德国	奔驰 450SEL	2.96	0.14	0.148	0.111	0.1295
英国	奥斯汀 1100	2.37	0.16	0.1185	0.0889	0.1037
美国	雪佛兰	3.08	0.14	0.154	0.1155	0.1348
意大利	菲亚特	2.72	0.13	0.136	0.102	0.119

从表 1 中可以看出，只有红旗 CA770A，其轴距 3.72m 最长，在第一、三种坡状下不

能满足要求，另外只有雷诺、奔驰 450SEL、雪佛兰、菲亚特在第一种坡状下不能满足要求外，其他车型所有坡状都能满足要求，如果缓坡为 7.5%，反坡都作到 10%，只红旗 CA770A 差 2.8 mm 不能满足要求外，其他任何车型都可以满足要求。因此在设计反坡时稍加注意即可，如果缓坡和反坡都作到 7.5%，那就万无一失，什么车型都能通过，如果要满足反坡的坡脊高出连接路口的路面 10 cm，当反坡为 7.5% 时，其坡长应 $\geq 1.333m$ 。不过这些计算数据只是按当前汽车库设计规范最大纵坡 15%、缓坡 7.5% 考虑，若纵坡加大到 18% 则另作考虑，其原理和方法相同，不再赘述，总之正反两坡叠加之和 $\leq 15\%$ 都是合适的。

以上缓坡都是按直线缓坡考虑的，若是曲线缓坡时，其计算则稍为复杂些，因其牵涉篇幅较多，且与本文关系不大，现仅举一特殊例子说明，见图 3。

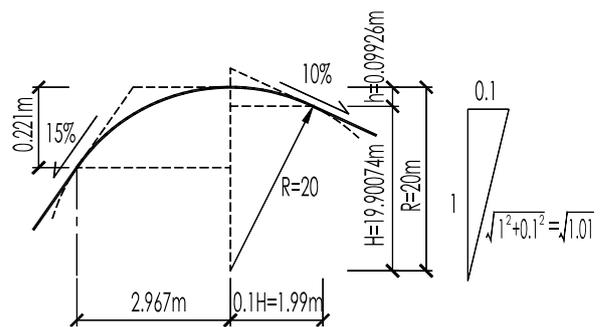


图3 曲线缓坡与反坡的坡脊计算简图

如纵坡为 15%，曲线缓坡 $R=20m$ ，通过计算曲线的水平长为 2.967，垂直高为 0.221，（具体计算可阅我的“谈汽车库内坡道的缓坡设计”一文，截于《深圳土木与建筑》2004 年第四

期)若取反坡 10%，曲线缓坡 R=20m，按正比

$$\text{法, 即 } \frac{H}{1} = \frac{R}{\sqrt{1.01}}$$

$$H = \frac{20m}{\sqrt{1.01}} = 19.90074m$$

$$\text{则 } h = 20 - H = 0.09926m$$

从图 3 中可以看出，当汽车轴距为 $1.99 \times 2 = 3.98m$ 时，其脊高仅 0.099m，即离地高度 $\geq 0.10m$ 的任何一种小轿车都能通过，就是正反坡叠加为 20%，也能通过，不过反坡的坡长要求 $\geq 1.99m$ 为好，否则反坡的高度就 $< 0.10m$ ，对截水不利，由此可见，曲线缓坡不但对行车平稳有利，对反正坡的坡脊高度也有利，是值得提倡的。

在作截水沟时，要考虑梁板的设置位置而定，若截水沟设在坡道段，因两边是支撑该坡道板的墙或梁，不影响主体结构的梁板布置，给结构以方便，如果下端的截水沟，设在主体结构的楼板处，则有可能截断主、次梁，给结构设计带来不利，见图 4:

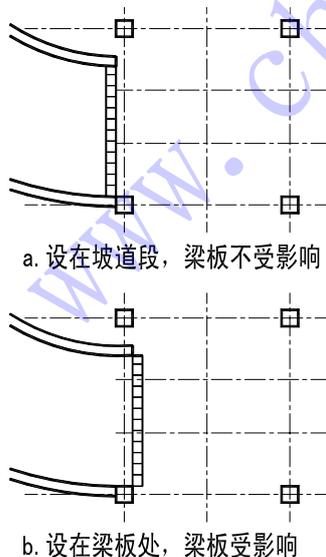


图4 截水沟设在不同位置的利弊

另外，截水沟应设在坡道下端的最低处，这样才可把流下的水全部截住，不再使水继续往下敞。

二、渗漏水

地下室或半地下室均处于地下，室内地面比室外地面低很多，也常低于地下水位线，这就存在一定的水压值，如果防水未作好，或结构变形裂缝，就会引起渗漏水，为了及时排出，就在室内周边作上排水沟，以保证室内地面干净，不存积水，就是底板渗漏水，由于地面有坡也能很快排净，由于科技进步，地下室的防水技术和作法现在已不存在什么大问题，结构本身也能起到一定的防水作用，再加上外表或内表的刚柔性防水层，设了几道防线，已可得到保障，就是结构主体有问题，也可及时采取补漏封堵的措施，以作到安全可靠，不会再像过去地下室有水淹的现象，因此这种边沟的意义也越来越含糊，其作用性也越来越显得不重要。

另外沟设在周边或中间，不可能在结构底板上直接作出，因要截断梁板，若非要作成，结构设计则要付出很多精力，投资也要付出很大代价，所以是难以实现的，为了作成沟槽和找坡，往往在结构底板上，作上 300 厚素砼的所谓垫层，当然这垫层还能起到稳压、抗浮、抗拔的作用，这在箱形基础或天然基础，还能起到一定作用，但深圳一般都是作桩基，其抗浮抗拔由桩基承担，因此结构对设不设垫层也就无所谓了，另外，甲方为了省造价，也不欢迎作此垫层，因此提出

取消垫层，这就给地面排水设计带来很大难度。

个别有些工程的地下室或半地下室，处在山坡边，一面或三面是封闭的挡土墙，一面是敞开的门窗或洞口，或地下水位很低（其实由于场地环境的改变，地下水位也会随之变化），尽管地下水的渗透很少，但总还存在一定的地下水渗透，有的甲方为了省投资，要求干脆取消底板，这给排水带来新的困难，为了堵绝地下水对室内环境带来潮湿的影响，则在挡土墙的迎水面作好防水和疏导，沿着外周边排出，如挡土墙的基底和地面底板下，还有渗透的地下水，则在地下室的底板下采取措施，把水排出去，一种办法是在地面结构层下铺卵石排水层，见图 5。另外一种办法是在结构层下纵横作 $\phi 200\sim 300$ 盲沟，或 $\phi 100$ 塑料盲管，见图 6，纵横间距 $\text{@}6.0\text{m}$ 左右，再引到总沟（管）或集水坑将水排出，一般后者较经济。总之对于地下水，在这种情况下，主要是应该采取排而不是堵的办法。

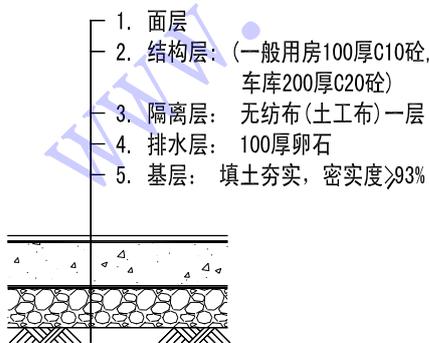


图5 卵石排水层排水做法

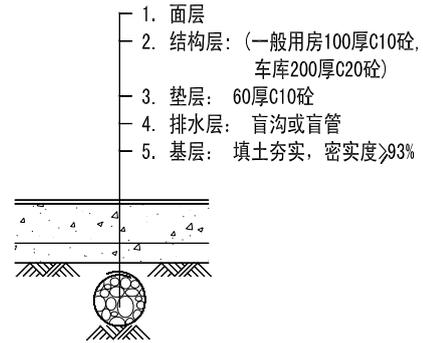
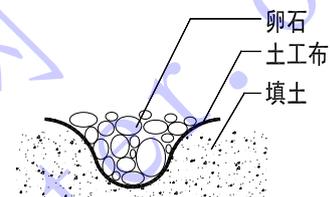
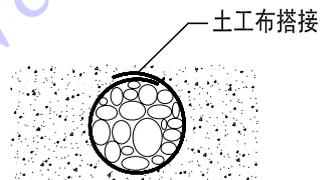


图6 盲沟(管)排水层排水做法

关于盲沟的做法，一般是用土工布包卵石的办法，见图 7，盲管作法见图 8。



a. 挖沟，摊布，填石



b. 包转，搭接

图7 盲沟做法程序

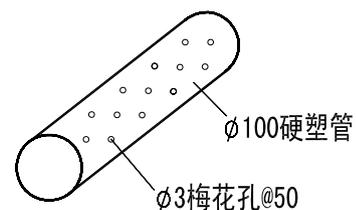


图8 盲管示意

三、洪水

如雨水过大，形成洪水，淹过街道，淹过膝盖，靠一般设防和排涝，那是不能解决问题的，则应该采取特殊办法：一是堵，二是排。在所有车道入口处用事先准备好的砂袋或泥包，堆叠成厚实的挡水墙，遇水面蒙

上一、两层塑料薄膜，并周边压实，看水势再逐渐加高，形成一道可靠的安全堤坝，当然此法是在市政排水管网排水不畅或较低洼的地段，并遇到特大暴雨时而采取的办法。我们在宝安遇到一个工程，其周边道路常被淹没 0.60~0.70m，甲方提出把室内地面设计成高出周边道路 1m 左右，免得室内被水淹，可地下室汽车坡道的出入口仍只能高出周边道路 0.10m 左右，由于场地有限，再高也无法作较长的引道反坡，到时也只有采取这种办法，避免遭到大的损失。当然，首先应该作好市政的地下管线，使其通畅，这种堵的办法只是应当务之急，不是长久之计。

当临时挡水堤坝局部渗漏或少量水涌，流入地下室的水，可由地下室设有的排水沟和集水坑，并发挥水泵的作用，则可较快的排净，以免灾难，这时地下室设有垫层（即地下室底板上设置结构需要搞浮力的稳压层或建筑需要的地面设坡和排水沟的砼面层，该垫层的称谓不够确切，但习惯了，又找不到更好的称谓，就暂且用之）对于地面找坡和设沟是有好处的，也是必要的。

四、冲洗水

地下车库中，由于汽车从室外多少带来一些泥砂，空气中也许飘来一些灰尘，为了保持清洁卫生，到一定时候，冲洗一次地面也是有必要的，尽管深圳室外道路环境较干净，比其它城市较好，但卫生条件要求更高，因此冲洗地面是必不可少的，只是次数多少而已，勤快的、爱卫生的，或者卫生要求高

的，就冲得较勤，如果设有排水坡和排水沟槽的，则省工省水，水排得又快又畅，干的也快，使用也方便，有的投资商，为了省投资，也不同意在地下室底板上设垫层，仅同意多设集水坑，如果有水就采取扫的办法，当然这样做并不是绝对不可以的，只是效果较差，因此不是重要工程，不得已也只得同意这种要求好了。

取消垫层不能设坡，也不能设沟，只能多设集水坑，但由于每个坑都要设抽水泵，并设引出的横管，这给排水设计增加一定工作量，也相应需要一些投资，因此集水坑也不可能设得太多，一般相距 40m 左右为好，这样扫水的距离最远或最不利点（即对角线的中点）也不到 30m，如果在适当位置设置一些地漏，并在底板中铺设一段通向集水坑的 $\phi 100$ 塑料疏水管，这样则可省掉一些集水坑，以节省投资。

五、消防水

在地下车库防火设计规范中明确，凡安装了自动灭火装置和自动喷淋的，其防火分区面积可增加一倍，即 4000 m²，这对开发投资商来讲，能增加停车量，为了消防安全，花这些装置的投资是合算的，也是应该的，但一旦发生火灾，喷淋起到作用，安全得到保障，而因此带来的水量也是可观的，这些水由于在最底层的室内地面设有排水坡，适当位置设有排水沟和集水坑，其水量就能很快排尽，对善后工作带来很多方便。如果楼面上因消防救火，流淌下来的水也易排除，



当然起火的次数，并不会很多，小的起火，可能时有发生，但大火就很难讲，也许一回也碰不到，也希望一次也不碰到，不过有备无患，因此相应地设有排水沟槽总是有好处的。

六、地下室中楼面层的排水

地下室有多层时，最下一层地面上的排水如前所述，但上面楼层的水，就不能采用找坡、设沟的办法来解决，只能多设地漏，采取扫的办法。过多的水可能通过坡道或楼梯往下流淌一部分。当然对设地漏，应有一定要求，否则效果较差，一般讲来，位置应靠近柱边或墙边，以便安装立水管，也应靠近下面层设有沟槽或集水坑的场所，以便排水。另外在地漏周边 500 范围内设 4%至 6%的坡，一般结构楼板上作 30~50 厚的 C30 耐磨面层，这种坡度也是能够得到保证的，无论如何，地漏应低于楼面，绝不能与楼面同高或高出楼面，否则就无法排净面层的水，这对施工时应特别注意。

关于排水面积的计算，以立水管 $\phi 100$ 为例，按雨水管的排水量为每秒 19 升计，即每分钟为 $19\text{L/S} \times 60\text{S} = 1140 \text{ 升} = 1.14\text{m}^3$ ，10 分钟为 11.4 m^3 ，设集水 3 cm 厚，10 分钟内排净，则排水面积为 $11.4 \text{ m}^3 / 0.03\text{m} = 380 \text{ m}^2$ ；若集水 2 cm 厚，则排水面积为 $11.4 \text{ m}^3 / 0.02\text{m} = 570 \text{ m}^2$ 。因此每根 $\phi 100$ 立水管的控制面积约在 $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$ 至 $24 \times 24 = 576 \text{ m}^2$ 左右。一般情况下，楼面不会集水太多，就冲洗楼面来讲，那水量很有限，因而很容

易解决，只是地漏远一点，扫起来费劲一点，若按消防用的自动喷淋、消防栓等启动后，以及上层灭火流淌下来的水，则是大量的水，要在一定时间内排净，那就有一定困难，另外，既然起了火，就是积一点水也问题不大，尽管善后要及时处理，时间长一点也无关大局，因此不能按起火的特殊情况下来处理，主要应按平时大多数发生的情况来处理才合适。

七、水泵房的排水

水泵房内可能由于机具不够严密，免不了会有一些滴、冒、漏的现象，除在水泵四周设有浅沟，在泵房中适当位置设有排水沟和坑，使水及时排掉，以保持地面无水流淌，当检修或事故时则有较多的水排出，为了防止危及变配电房等带电的房间或电气设备，往往降低水泵房地面或抬高电气房地面 0.10m 左右，或设置 C20 砼 0.10m 高的门坎等简易作法不使水蔓延。总之不能“水漫金山寺”，殃及无辜。

八、特殊工程的顶面排水

有些特殊工程，就不允许穿过与其无关的所有管道，如人防工程等，若人防在地下一层，其顶面覆盖有足够的土，与人防无关的管道就敷设在复土中，若人防设在地下二层或更下，其顶面就是楼面，该楼面的排水比一般地下室楼面的排水就困难得多，如果人防面积不大，可在紧靠人防范围外的非人防区设地漏来解决，若人防面积较大，或长

度较长，因难就大，我们在设计某战时急救医院中，由于它在地下二层，而且面积较大，其上一层为地下汽车库，该楼面排水就较困难，但又不得不排，设地漏也不行，不得已，在楼面的两边靠外墙处，靠近非人防区的一端设一段排水沟，由于主梁不能截断，梁下净高不能减少，板厚又不能减薄，因此只能把主梁上翻 200，在主梁之间设沟，在主梁里预埋连通管，见图 9。

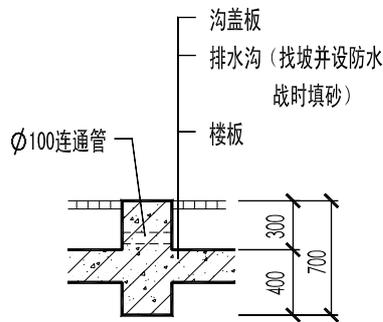


图9 板上设排水沟的纵向断面

而排水沟槽未延伸到的一少部分，则只有采取扫的办法。排水沟底找坡并坡向非人防区的顶板范围内，再设立管连到其下一层的沟槽或集水坑。

九、排水沟、坡和集水坑的设置

若地下室的底板上设有 300 厚的砼垫层，则给地面排水需要的找坡和设沟创造有利条件，地面找坡一般按 0.5% 考虑，若坡长 20m，则脊与谷之间的高差为 100，即最低处为 250 厚，最高处为 350 厚，平均 300 厚。沟设在地面找坡后的最低处，设沟的起始高为 80，最低点抹灰 20 厚，沟底两端相差 150，若沟坡按 0.5% 考虑，则沟长可达 30m，即两

集水坑之间的距离可达 60m，若沟坡再小一点则可更长。另外在设置集水坑的位置时，要适当注意，设沟坡 0.5%，若坑设在两端，沟总长最长为 60，若坑设在距两端头的 1/4 处，沟的总长刚可达 120m，若沟长 60m，坑设在中间，则可减少一个坑，如图 10：

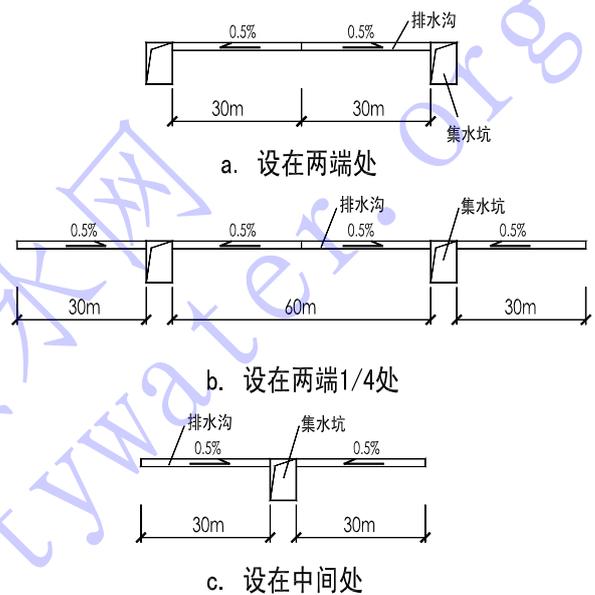


图10 集水坑设在沟中的位置示意

从以上情况分析来看，坑设在中间较经济，如果坡长有剩余，则可加大沟坡，以有利排水。但坑设在靠外墙处，可以减少排水横管长度，对管线设计有利，因此要统筹安排。

另外关于地面标高的标注问题，由于排坡后，各处的标高都不一样，不可能取某个点的标高，而定为整个地面的标高是不合适的，那究竟如何定，还是一个值得探讨或统一的问题，我个人的看法是，就地下室的平面这个具体问题而言，从局部来说，即每个点的标高都能标明清楚，但就整体而言，就



不能以某个特殊点来定，一般来讲，应从宏观出发，即取其平均值来确定，如找坡后最厚处为 350，最薄处为 250，其平均值为 300，或笼统说，就定为 300，这样作总的概念就清晰，或者注结构标高，即底板的面标高，如屋面的标高注法，也不致引起误会，如不设垫层，又要找坡，问题同样麻烦，一般耐磨的 C30 砼面层，至少 50 厚，若找坡后最高点与最低点相差 100，则最厚处为 150，平均厚为 100 厚，那么其标高为底板面上加 100，若是找坡方向很复杂，那就一言难尽了，如果找坡很规整又不复杂，或往一边坡，那就最好结构找坡，既可省料，又把问题简单化。由于找坡不仅地面标高复杂化，而且涉及到汽车坡道的起始点的标高，也涉及到有关楼梯起步、门口等一系列的标高问题，因此要细化，以便给施工带来方便。

总之，防水和排水对建筑设计一直是一个比较为难和头痛的问题。而地下室的排水，问题也较多，不仅建筑设计本身存在很多问题，也涉及到结构和给排水专业不少问题，所以建筑设计要慎重对待，要深入细致研究，决不可随意一挥而就，不仅要考虑设计本身的方便，也要考虑施工的方便，还要考虑给甲方省造价。建筑师责任重大，切莫轻视之。