

2023 一级造价工程师《建设工程技术与计量（土建）》知识点精讲  
第四章 工程施工技术

【考情分析】

本章是教材中篇幅最大的一章，与施工现场结合紧密、理解难度较大，注意施工原理的理解，每年考查约 25 分（2020 年 17 分）。相对来讲，本章的性价比较低，复习中注意抓大放小。

工程施工技术	建筑工程施工技术（土石方、地基基础、主体、防水、节能、装修）	约 13 分
	道路、桥梁与涵洞工程施工技术（道路、桥梁、涵洞）	约 7 分
	地下工程施工技术（深基坑、地下连续墙、隧道、特殊施工技术）	约 5 分

第一节 建筑工程施工技术

【知识点】土石方工程施工技术

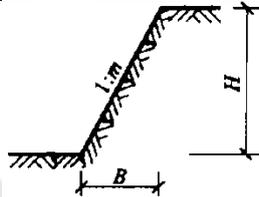
(一) 土石方工程分类

场地平整	确定场地设计标高 → 确定挖方、填方的平衡调配 → 选择土方施工机械 → 拟定施工方案。 【关联第五章】平整场地：建筑物场地厚度 ≤ ±300mm 的挖、填、运、找平。
基坑（槽）开挖	①浅基坑（槽）：开挖深度 < 5m。【2008】 ②深基坑（槽）：开挖深度 ≥ 5m。
基坑（槽）回填	填土必须具有一定的密实度，填方应分层进行，并尽量采用同类土填筑。
地下工程大型土石方开挖	---
路基修筑	---

(二) 土石方工程的准备与辅助工作

1. 土方边坡及其稳定

土方边坡坡度以其高度 H 与底宽度 B 之比表示。边坡可做成直线形、折线形或踏步形。



【易混淆点】边坡坡度 VS 放坡系数  
①边坡坡度=H/B，工程中常用 1:K 表示。  
②放坡系数=B/H，即 K=B/H。  
③边坡坡度与放坡系数互为倒数。

2. 基坑（槽）支护

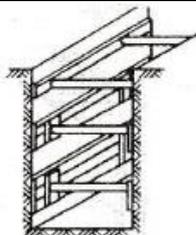
开挖基坑（槽）时，如地质条件及周围环境许可，采用放坡开挖是较经济的。但在建筑稠密地区施工，或有地下水渗入基坑（槽）时，需要进行基坑（槽）支护。

基坑（槽）支护结构的主要作用是支撑土壁，此外，钢板桩、混凝土板桩及水泥土搅拌桩等围护结构还兼有不同程度的隔水作用。

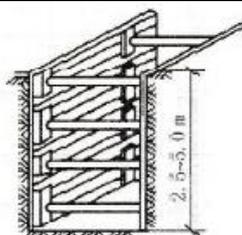
(1) 横撑式支撑（只挡土不挡水）

开挖较窄的沟槽，多用横撑式土壁支撑。

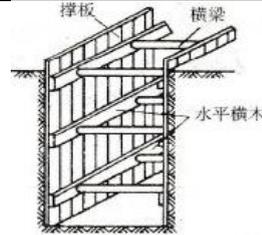
横撑式支撑	适用情况	
水平挡土板式	间断式	湿度小的黏性土挖土深度小于 3m 时。
	连续式	松散、湿度大的土，挖土深度可达 5m。
垂直挡土板式	对松散和湿度很高的土可用垂直挡土板式支撑，其挖土深度不限。	



间断式水平支撑



连续式水平支撑



垂直挡土板支撑



【例题·单选】开挖深度为 3m，湿度小的黏性土的沟槽，适合采用的支护方式是（ ）。【2022】

【2010 在松散潮湿的砂土中挖 4m 深的基槽，其支护方式不宜采用（ ）。】

- A. 重力式支护结构
- B. 垂直挡土板支撑
- C. 板式支护结构
- D. 水平挡土板支撑

【答案】D

【解析】水平挡土板式的布置又分间断式和连续式两种。湿度小的黏性土挖土深度小于 3m 时，可用间断式水平挡土板支撑；对松散、湿度大的土可用连续式水平挡土板支撑，挖土深度可达 5m。

【例题·单选】在松散且湿度很大的土中挖 6m 深的沟槽，支护应优先选用（ ）。【2019】

【2015 在松散土体中开挖 6m 深的沟槽，支护方式应优先采用（ ）。】

- A. 水平挡土板式支撑
- B. 垂直挡土板式支撑
- C. 重力式支护结构
- D. 板式支护结构

【答案】B

【解析】湿度小的黏性土挖土深度小于 3m 时，可用间断式水平挡土板支撑；对松散、湿度大的土可用连续式水平挡土板支撑，挖土深度可达 5m。对松散和湿度很高的土可用垂直挡土板式支撑，其挖土深度不限。

(2) 重力式支护结构 **（水泥石拌桩：既挡土又挡水）**

水泥石拌桩（或称深层搅拌桩）支护结构是近年来发展起来的一种重力式支护结构。

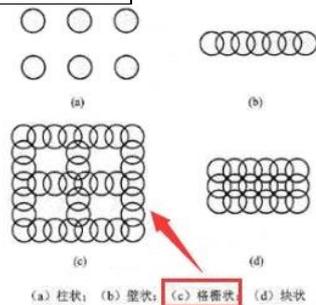
①用搅拌机械将水泥、石灰等和地基土相搅拌，形成相互搭接的格栅状结构形式，也可相互搭接成实体结构形式，具有**防渗**和**挡土**的双重功能。由于采用重力式结构，**开挖深度不宜大于 7m**。

②采用格栅形式时，面积转换率、嵌固深度、墙体宽度的规定

面积转换率	黏性土砂土 ( $\geq 0.6$ )、淤泥质土 ( $\geq 0.7$ )、淤泥土 ( $\geq 0.8$ )
嵌固深度	淤泥质土 ( $\geq 1.2h$ )、淤泥土 ( $\geq 1.3h$ )
墙体宽度	淤泥质土 ( $\geq 0.7h$ )、淤泥土 ( $\geq 0.8h$ )

③顶面宜设置混凝土连接面板，面板厚度**不宜小于 150mm**，混凝土强度等级**不宜低于 C15**。

④搅拌桩成桩工艺可采用**“一次喷浆、二次搅拌”**或**“二次喷浆、三次搅拌”**工艺，主要依据水泥掺入比及土质情况而定。**水泥掺量较小，土质较松时，可用前者**；反之，可用后者。



水泥土搅拌桩的布置型式

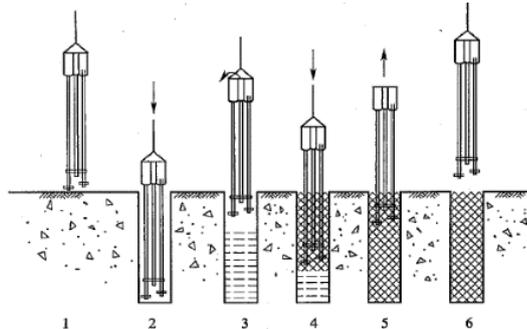


图 4.1.2 “一次喷浆、二次搅拌” 施工流程

1-定位；2-预埋下沉；3-提升喷浆搅拌；4-重复下沉搅拌；5-重复提升搅拌；6-成桩结束



【例题·单选】开挖深度 4m，最小边长 30m 的基坑时，宜采用的支撑方式（ ）。【2021】

- A. 横撑式支撑
- B. 板式支护
- C. 水泥土搅拌桩
- D. 墙板支护

【答案】C

【解析】水泥土搅拌桩由于采用重力式结构，开挖深度不宜大于 7m。

(3) 板式支护结构 **(钢板桩：既挡土又挡水)**

板式支护结构由两大系统组成：**挡墙系统**和**支撑（或拉锚）**系统。**悬臂式板桩支护结构则不设支撑（或拉锚）**。

<b>挡墙系统</b>	①常用的材料有槽钢、钢板桩、钢筋混凝土板桩、灌注桩及地下连续墙等。 ②钢板桩有平板形和波浪形两种，具有较好的 <b>隔水能力</b> 。在基础施工完毕后还可拔出 <b>重复使用</b> 。
<b>支撑系统</b>	①支撑系统一般采用大型钢管、H 型钢或格构式钢支撑，也可采用现浇钢筋混凝土支撑。 ②拉锚系统材料一般用钢筋、钢索、型钢或土锚杆。基坑较浅，挡墙具有一定刚度时，可采用悬臂式挡墙而不设支撑点。

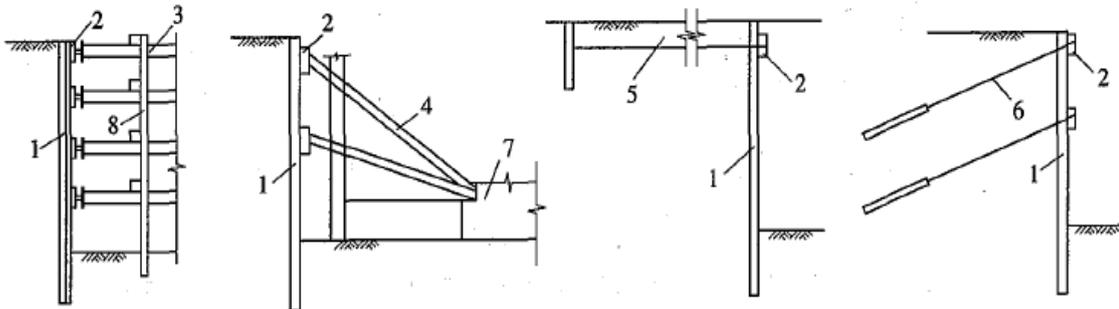
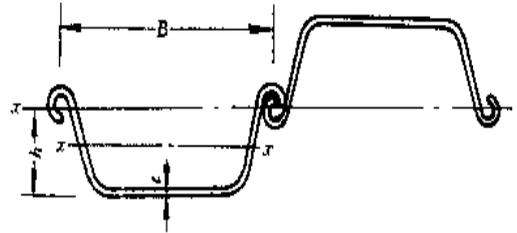


图 4.1.3 板式支护结构

1-板桩墙；2-围檩；3-钢支撑；4-斜撑；5-拉锚；6-土锚杆；7-先施工的基础；8-竖撑

【例题·单选】基坑开挖时，造价相对偏高的边坡支护方式应为（ ）。【2018】

- A. 水平挡土板
- B. 垂直挡土板
- C. 地下连续墙
- D. 水泥土搅拌桩

【答案】C

【解析】水平挡土板和垂直挡土板属于横撑式支撑，开挖较窄的沟槽。水泥土搅拌桩属于重力式支护，是用搅拌机械将水泥、石灰等和地基土相搅拌，形成相互搭接的格栅状结构形式，也可相互搭接成实体结构形式。地下连续墙适用于深基坑支护结构，属于钢筋混凝土结构，造价相对较高。

3. 降水与排水（2009~2022 只有 2021 年没考）

(1) 明排水法施工

①明排水法宜用于**粗粒土层**，也用于**渗水量小的黏土层**。但当土为细砂和粉砂时，地下水渗出会带走细粒发生**流沙**现象，导致边坡坍塌、坑底涌砂，难以施工，此时应采用井点降水法。

②集水坑应设置在基础范围**以外**，地下水走向的**上游**。根据地下水量大小、基坑平面形状及水泵能力，集水坑**每隔 20~40m**设置一个。集水坑的直径或宽度一般为**0.6~0.8m**，其深度随着挖土的加深而加深，要经常**低于挖土面 0.7~1.0m**。



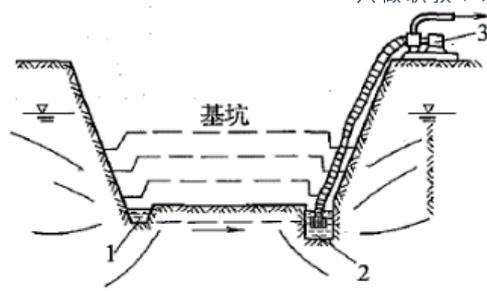
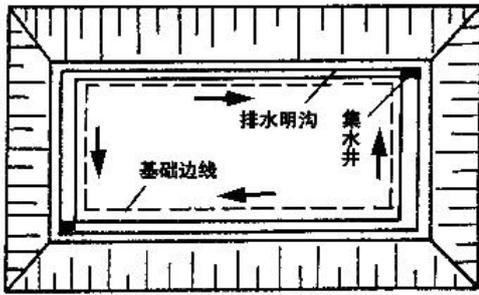


图 4.1.4 集水坑降水法

1-排水沟; 2-集水坑; 3 水泵

【例题·单选】通常情况下，基坑土方开挖的明排水法主要适用于（ ）。【2013】

- A. 细砂土层
- B. 粉砂土层
- C. 粗粒土层
- D. 淤泥土层

【答案】C

【解析】明排水法由于设备简单和排水方便，采用较为普遍，宜用于粗粒土层，也用于渗水量小的黏土层。

【例题·单选】采用明排水法开挖基坑，在基坑开挖过程中设置的集水坑应（ ）。【2014】

- A. 布置在基础范围以内
- B. 布置在基坑底部中央
- C. 布置在地下水走向的上游
- D. 经常低于挖土面 1.0m 以上

【答案】C

【解析】集水坑应设置在基础范围以外，地下水走向的上游。根据地下水量大小、基坑平面形状及水泵能力，集水坑每隔 20~40m 设置一个。集水坑的直径或宽度一般为 0.6~0.8m，其深度随着挖土的加深而加深，要经常低于挖土面 0.7~1.0m，坑壁可用竹、木或钢筋笼等简易加固。

【例题·单选】基坑开挖时，采用明排法施工，其集水坑应设置在（ ）。【2018】

- A. 基础范围以外的地下水走向的下游
- B. 基础范围以外的地下水走向的上游
- C. 便于布置抽水设施的基坑边角处
- D. 不影响施工交通的基坑边角处

【答案】B

【解析】明排水法集水坑应设置在基础范围以外，地下水走向的上游。

(2) 井点降水施工

井点降水法有：**轻型井点**、**喷射井点**、**电渗井点**、**管井井点**及**深井井点**等，井点降水的方法根据**土的渗透系数**、**降低水位的深度**、**工程特点及设备条件**等，按照下表选择。

表 各种井点的适用范围

井点类别	土的渗透系数 (m/d)	降低水位深度 (m)
单级 <b>轻型井点</b>	<b>0.005~20</b>	<b>≤6</b>
多级 <b>轻型井点</b>	<b>0.005~20</b>	<b>≤20</b>
喷射井点	<b>0.005~20</b>	<b>≤20</b>
电渗井点	<b>&lt;0.1</b>	<b>根据选用的井点确定</b>
管井井点	<b>0.1~200</b>	<b>不限</b>
深井井点	<b>0.1~200</b>	<b>≥15</b>

【例题·多选】土方开挖的降水深度约 16m，土体渗透系数 50m/d，可采用的降水方式有（ ）。【2015】

- A. 轻型井点降水
- B. 喷射井点降水
- C. 管井井点降水
- D. 深井井点降水



E. 电渗井点降水

【答案】CD

【解析】根据各种井点的适用范围可知，管井井点和深井井点的渗透系数为0.1~200m/d，满足题目给定的50m/d，所以正确答案为CD。

1) 轻型井点

①轻型井点构造

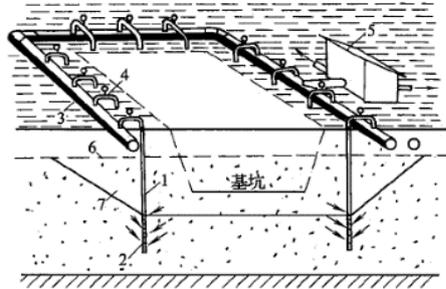


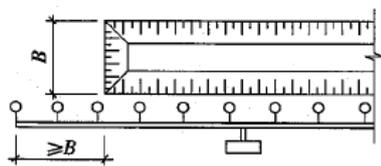
图 4.1.5 轻型井点法示意图

1-井点管；2-滤管；3-总管；4-弯联管；5-水泵房；6-原有地下水位线；7-降低后地下水位线

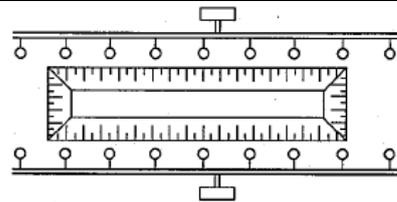
②轻型井点布置

根据基坑平面的**大小与深度**、**土质**、**地下水位高低与流向**、**降水深度要求**，轻型井点可采用单排布置、双排布置、环形布置以及U形布置。

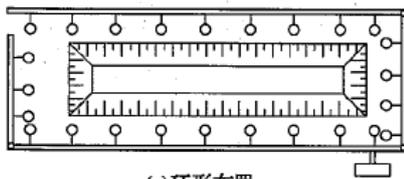
单排布置	①适用于 <b>基坑、槽宽度小于6m</b> ，且 <b>降水深度不超过5m</b> 的情况。 ②井点管应布置在地下水的 <b>上游</b> 一侧， <b>两端延伸长度不宜小于坑、槽的宽度</b> 。
双排布置	适用于基坑 <b>宽度大于6m</b> 或 <b>土质不良</b> 的情况。
环形布置	适用于 <b>大面积基坑</b> 。
U形布置	① <b>土方施工机械需进出基坑</b> 时，可采用U形布置。 ②采用U形布置，则井点管不封闭的一段应设在地下水的 <b>下游</b> 方向。



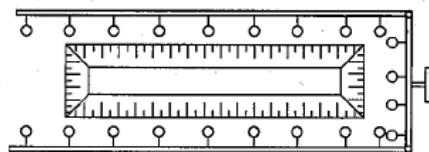
(a)单排布置



(b)双排布置



(c)环形布置



(d)U形布置

图 4.1.6 轻型井点的平面布置

【例题·单选】关于基坑土石方工程采用轻型井点降水，说法正确的是（ ）。【2016】

- A. U型布置不封闭段是为施工机械进出基坑留的开口
- B. 双排井点管适用于宽度小于6米的基坑
- C. 单排井点管应布置在基坑的地下水下游一侧
- D. 施工机械不能经U型布置的开口端进出基坑

【答案】A

【解析】单排布置适用于基坑、槽宽度小于6m，且降水深度不超过5m的情况，井点管应布置在地下水的上游一侧，两端延伸长度不宜小于坑、槽的宽度。双排布置适用于基坑宽度大于6m或土质不良的情况。环形布置适用于大面积基坑。如采用U形布置，则井点管不封闭的一段应设在地下水的下游方向。当土方施工机械需进出基坑时，也可采用U形布置。

【例题·多选】关于轻型井点的布置，下列说法正确的有（ ）。【2022】

【2013关于轻型井点降水施工的说法，正确的有（ ）。】



- A. 环形布置适用于大面积基坑
- B. 双排布置适用于土质不良的情况
- C. U形布置适用于宽度不大于 6m 的情况
- D. 单排布置适用于基坑宽度小于 6m，且降水深度不超过 5m 的情况
- E. U形布置井点管不封闭的一段应该在地下水的下游方向

【答案】 ABDE

【解析】单排布置适用于基坑、槽宽度小于 6m，且降水深度不超过 5m 的情况。双排布置适用于基坑宽度大于 6m 或土质不良的情况。如采用 U 形布置，则井点管不封闭的一段应设在地下水的下游方向。环形布置适用于大面积基坑。

【例题·单选】基坑采用轻型井点降水，其井点布置应考虑的主要因素是（ ）。【2017】

- A. 水泵房的位置
- B. 土方机械型号
- C. 地下水位流向
- D. 基坑边坡支护形式

【答案】 C

【解析】根据基坑平面的大小与深度、土质、地下水位高低与流向、降水深度要求，轻型井点可采用单排布置、双排布置以及环形布置；当土方施工机械需进出基坑时，也可采用 U 形布置。

③轻型井点施工（井点系统的安装顺序）

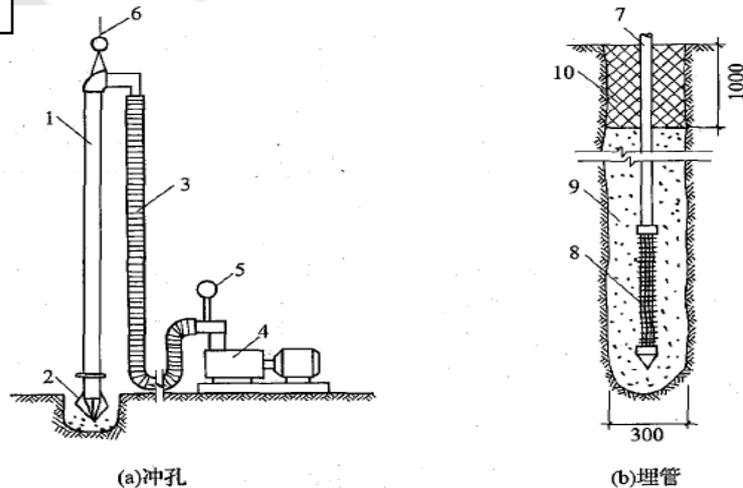
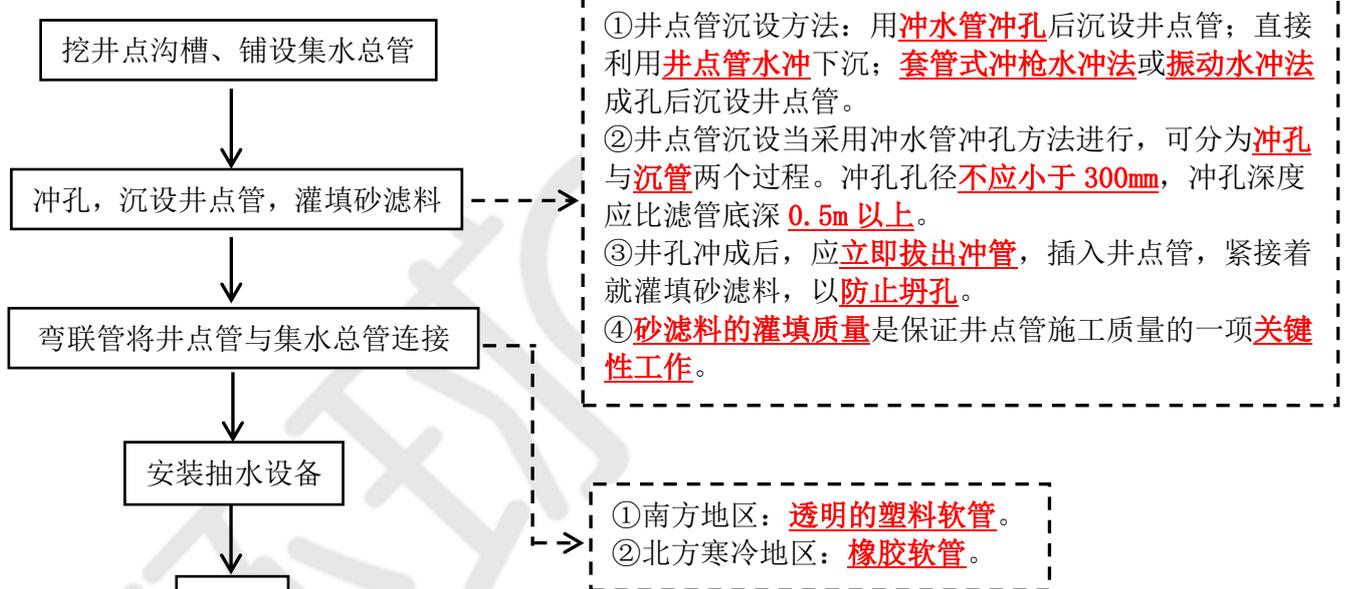


图 4.1.7 井点管的埋设

1-冲管；2-冲嘴；3-胶皮管；4-高压水泵；5-压力表；6-起重机吊钩；7-井点管；8-滤管；9-填砂；10-黏土封口



【例题·单选】轻型井点降水安装过程中，冲成井孔，拔出冲管，插入井点管后，灌填砂滤料，主要目的是（ ）。【2010】

- A. 保证滤水
- B. 防止坍孔
- C. 保护井点管
- D. 固定井点管

【答案】B

【解析】井孔冲成后，应立即拔出冲管，插入井点管，紧接着就灌填砂滤料，以防止坍孔。

【例题·单选】北方寒冷地区采用轻型井点降水时，井点管与集水总管连接应用（ ）。【2014】

- A. PVC-U 管
- B. PVC-C 管
- C. PP-R 管
- D. 橡胶软管

【答案】D

【解析】弯联管宜采用软管，以便于井点安装，减少可能漏气的部位，避免因井点管沉陷而造成管件损坏。南方地区可用透明的塑料软管，便于直接观察井点抽水状况。北方寒冷地区宜采用橡胶软管。

#### 2) 喷射井点

适用条件	当降水深度 <u>超过 8m</u> 时，宜采用喷射井点，降水深度 <u>可达 8~20m</u> 。
平面布置	单排：基坑宽度 <u>≤10m</u>
	双排：基坑宽度 <u>&gt;10m</u>
	环形：基坑 <u>面积较大</u> 时
井点要求	井点间距一般采用 2~3m，每套喷射井点宜控制在 20~30 根井管。

