

钢管桩的设计与施工

俞振全 编著



地震出版社

1993

钢管桩的设计与施工

俞振全 编著

地震出版社

1993

(京)新登字095号

内 容 提 要

本书为国内第一部系统论述钢管桩设计与施工的专著,主要介绍钢管桩的基本知识、设计计算理论及算例、施工技术与设备,以及有关新工法及工程应用中的最新发展。书中给出了大量图表资料及成功的工程实例,因此本书具有手册功能。

本书可供从事桩、桩基及地下工程设计与施工的技术人员、科研人员及大专院校有关专业师生参考。

钢管桩的设计与施工

俞振全 编著

※

地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号

北京市怀柔县渤海印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经销

※

787×1092 1/16 10印张 256千字

1993年10月第一版 1993年10月第一次印刷

印数 0001—3000

ISBN 7-5028-0942-2/TU·85

(1335)定价:12.00元

代 序

随着我国大规模经济建设的迅猛发展，由于工业布局和城市规划的需要，在软弱地基上兴建大型、高耸、重型的工业厂房、高层楼宇、码头涵闸、桥梁筒仓等结构物越来越多，因此这类工程的地基处理方法日益成为广大工程技术人员经常遇到而急需解决的课题。桩基础作为一种古老的地基处理技术在近代得到了全面的发展。钢管桩便是其中一例。以往有些设计人员仅从日常生活中看到钢材易腐蚀生锈，便推论钢管桩打入地下耐久性较差。其实在大部分场合下，钢管桩虽有锈蚀，但其速度十分缓慢。在某些特定条件下，钢管桩的锈蚀速度较快，但是随着对钢材腐蚀和防护理论的深入研究，只要合理采用加大余量、喷刷涂料、阴极保护等技术，仍能将钢管桩的腐蚀速度控制在允许的数值之下。另外一些设计人员又只看到钢管桩耗钢量大、造价贵的缺点，而没有看到钢管桩承载力高加之容易打入，可以大大加快基础工程施工速度的优点，不能从综合经济效益来评价钢管桩技术。再则，钢管桩能适应桩端持力层的起伏变化，接长、切短方便，从而可充分利用桩材，同时打入相同重量的桩材，钢管桩较之混凝土桩、木桩所排开的土体积要小得多，对环境的影响也较小。正是这些优点，使钢管桩逐渐受到设计人员的重视。我国目前钢管桩的技术资料均散见于各种刊物，不便应用。日前笔者读到俞振全高级工程师的专著《钢管桩的设计与施工》手稿，十分高兴，这是作者多年来在上海宝钢一期工程中从事钢管桩技术的工程实践和多次参与大型建设项目中钢管桩技术咨询所积累的经验以及为编写中华人民共和国行业标准《建筑桩基技术规范》而广泛收集的国内外有关钢管桩的最新资料的汇总，全书既有理论又注重实用，图文并茂、表格丰富，可供设计人员作为手册使用。高兴之余，欣然命笔，代为作序，向广大同行推荐一本国内首次出版发行的钢管桩专著。相信本书对我国扩大应用钢管桩技术必将起到推动作用。

冶金工业部建筑研究总院
地基及地下工程研究所
所长 教授级高级工程师

周国钧

一九九三年三月

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 钢管桩的发展和应用概况	(1)
1.2 钢管桩的特点	(2)
1.3 我国有关钢管桩的标准和规程	(2)
第二章 钢管桩的材料及分类	(4)
2.1 钢管桩的材料	(4)
2.2 钢管桩的制作	(4)
一、钢管的制作方法分类	(4)
二、钢管桩的制造方法	(5)
三、制作尺寸及允许误差	(7)
2.3 钢管桩的分类	(8)
一、按外径尺寸分类	(8)
二、按桩尖端部构造形式分类	(8)
三、按沉桩方法分类	(8)
第三章 钢管桩的设计	(9)
3.1 钢管桩设计所需技术资料	(9)
一、场地的工程地质勘察	(9)
二、拟建工程有关资料	(11)
三、钢管桩的选型	(11)
3.2 钢管桩承载力的设计	(16)
一、钢管桩单桩承载能力的计算	(16)
二、钢管桩水平承载力的计算	(26)
三、单桩抗拔承载力的计算	(32)
四、负摩擦的计算	(33)
3.3 钢管桩桩身设计	(36)
一、桩身强度计算	(36)
二、桩顶位移对桩承载能力的影响	(40)
3.4 钢管桩的细部设计	(48)
一、钢管桩头部	(48)
二、桩的接头	(51)
第四章 桩基设计	(53)

4.1 桩在桩基中的平面布置	(53)
一、布桩原则	(53)
二、桩的最小间距	(53)
三、桩在基础中的布置形式	(53)
4.2 群桩承载力的验算	(53)
一、等效深基础法	(54)
二、弹性理论计算法	(55)
三、不考虑群桩效应的桩间隔	(55)
4.3 群桩水平承载力	(56)
一、日本公路桥下部结构设计指南及说明——桩基础设计篇所定方法	(56)
二、玉野法	(56)
三、彭松 (Penzien)、杉村等提出的方法	(57)
4.4 群桩的抗拔承载力计算	(57)
4.5 群桩的负摩擦力折减问题	(58)
4.6 群桩沉降计算	(59)
一、群桩在粘性土中的沉降计算	(59)
二、群桩在非粘性土中的沉降计算	(63)
三、桩端落于岩石上的群桩沉降计算	(65)
第五章 钢管桩的腐蚀及防护	(66)
5.1 钢管桩的腐蚀	(66)
一、腐蚀及影响因素	(66)
二、腐蚀的种类	(67)
三、腐蚀速率	(67)
5.2 钢管桩的防腐措施	(67)
一、腐蚀余裕厚度	(67)
二、混凝土包覆防腐	(67)
三、涂漆防腐	(69)
四、耐腐蚀性低合金钢防腐	(69)
五、电气防腐	(69)
六、耐腐蚀性金属包覆防腐	(71)
七、衬套防腐	(71)
第六章 钢管桩的施工	(72)
6.1 施工准备	(72)
一、施工计划的编制	(72)
二、钢管桩的订购和运输保管	(72)
三、临时设施计划	(74)
四、机械、人员、工程计划	(74)

五、环境措施.....	(75)
6.2 沉桩施工	(78)
一、沉桩方法的选择.....	(78)
二、沉桩设备.....	(78)
三、桩锤的选定.....	(98)
四、打桩施工.....	(101)
五、桩的打击应力和桩的压曲.....	(111)
6.3 钢管桩的现场接头	(120)
一、现场接头.....	(120)
二、焊接有关问题.....	(121)
三、焊接方法.....	(128)
四、检查.....	(133)
6.4 桩的加工	(136)
一、桩头的增强.....	(136)
二、桩尖端的增强.....	(136)
三、打入后桩头的加工.....	(137)
四、在现场调节桩长.....	(137)
6.5 施工管理	(138)
一、施工记录.....	(138)
二、安全管理.....	(138)
第七章 钢管桩新工法及工程应用的发展	(142)
7.1 钢管桩新工法	(142)
一、中掘工法.....	(142)
二、回转贯入工法.....	(142)
7.2 工程应用方面的发展	(145)
一、钢管桩防止滑坡工法.....	(145)
二、钢管桩沉井围堰.....	(146)
三、钢管桩支护挡土墙.....	(147)
参考文献.....	(151)

第一章 绪 论

1.1 钢管桩的发展和应用概况

在炼钢技术成熟与发展以前,已有用铁作为桩材的铁桩来处理建筑物地基,但使用数量很少,只是在极其特殊情况下采用。随着炼钢和轧钢技术的发展,在生产出钢轨和型钢以后,开始用钢来作桩材,于是出现了钢桩。

1900年,已开始利用角钢和槽钢组合而成的箱形截面和H形截面的桩或圆管断面桩,但这些断面的刚度差,耗钢量太大,很不经济。

美国从1908年在兴建伯子南钢厂(Bltlehem steel)和卡尼基钢厂(Carnegie steel)后开始轧制专用厚壁H钢材,从而进一步促进了钢桩的使用。此后20年间,美国采用钢桩兴建了密西西比河大桥。

从1930年起,欧洲也增加了钢管桩的使用,不仅在桥墩、而且在高层建筑基础上使用。

在本世纪,有效地利用钢桩特点的施工方法,得到了较快的发展和普及。不少国家制订了相应的设计施工规程规范,根据城市或国家的有关条令,做了详细的条文规定。

日本正式使用钢桩,始于50年代中期。随着日本在60年代经济的腾飞,加上日本国土狭小,必须在沿海软弱地基和人工围海造地上兴建各类高大且抗震建筑物。由于钢材抗压、抗拉强度高,材质的离散性小,富于延性,是优质的建筑材料,同时能够取得可靠的承载力。另外钢桩还具有机械化施工快的优点,因此钢管桩的使用量不断扩大,目前钢管桩已构成日本钢桩的主体,其用途也逐渐多样化。随着技术的发展,已出现由排桩形成的桥墩和纵向带连接锁扣的钢管板桩。

自70年代中期,钢管桩开始在我国金山石化码头使用,接着又在浦口桥墩上得到了成功采用。大量采用还是从70年代末期上海宝钢一、二期工程建设开始,据不完全统计,共计打入6万余根、30余万延米,计39万吨各种规格的钢管桩。通过宝钢工程的大量采用,人们对钢管桩的优越性有了认识,认为钢管桩“浪费钢材、不合算”的想法开始有所转变。近些年来,钢管桩已在高层建筑物基础、地铁施工和上海黄浦江大桥桥基施工等工程中采用。

随着高大建筑物或构筑物的出现,以及在深厚软弱土上特长桩的采用,钢管桩正向大直径($\phi 800$ 以上)方向发展。由于特长钢管桩相对而言属薄壁结构,在用于坡地作阻滑桩或港口码头等以承受水平荷载为主时,则桩身横向刚度往往偏低,因而近年出现所谓ACC桩(Avt claved concrete composite steel),这是一种高压釜养护的离心混凝土钢管桩。离心混凝土只做为钢管桩内衬,由于在原材料中掺入水泥重量5%的过烧氧化镁(MgO),使混凝土在高压蒸气养护过程中产生一定的膨胀,以便与钢管内壁紧密结合。这种桩在受到横向力时,钢管同混凝土共同工作,因而抗弯刚度大为提高。有的开口打入钢管桩,用高压水枪将进入管内的土芯冲掉,然后浇注混凝土,同样可达到提高刚度的目的。

近年来各国对柴油打桩机在打桩过程中的废气和噪音污染加以严格控制,于是研制了各类无噪音和无振动的沉桩方法和设备。日本已研究成功中掘压入式和开口旋入式等新的沉桩

方法，详细内容在本书第七章叙述。

1.2 钢管桩的特点

钢管桩广泛用于支承桩、摩擦桩等各种情况。尤其是作为支承桩使用时，由于能够将其充分地打入到较坚硬的支承层，故能够发挥钢材整个断面强度的承载作用。即使在30m以上的深厚软弱土地基中，钢管桩也可以沉入到较坚实支承层上，且能充分发挥其承载力。总起来讲，钢管桩的主要特点是：

(1) 能承受强大的冲击力。由于能承受强大的冲击力，因此其穿透和贯入性能优越。若地基中埋藏有厚度不大，标贯击数 $N = 30$ 左右的硬夹层，均可顺利穿过。可根据设计需要贯入到坚实支承层中。

(2) 承载力大。由于作为钢管桩母材的钢材，其屈服强度高，所以只要将桩沉设到坚实支承层上，便可获得很大的承载力。

(3) 水平阻力大，抗横向力强。由于钢管桩的断面刚度大，对抵抗弯矩作用的抵抗矩也大，所以能承受很大的水平力。另外还可以采用大直径厚壁管。因此可广泛地用于承受横向力的系船柱、桥台、桥墩上。

(4) 设计的灵活性大。可根据需要，变更钢管桩的每根单管的壁厚；还可根据需要，选定适应设计承载要求的外径。

(5) 桩长容易调节。当作为桩尖支承层的层面起伏不平时，已准备好的桩会出现或长或短的情况。由于钢管桩可以自由地进行焊接接长或气割切短，所以很容易调节桩的长度，这样便可以顺利地进行施工。

(6) 接缝安全，适于长尺寸施工。由于钢管桩易于作成焊接接头，将桩段拼接、且接缝的强度与母材强度相等，所以能够定出适应需要的埋设深度。

(7) 与上部结构容易结合。通过将钢筋预先焊于桩上部，钢管桩很容易与上部的承台混凝土结合。也可以直接同上部结构相焊接，因而保证上下共同工作。

(8) 打桩时排土量少。钢管桩可以开口打入，相对来说排土截面积小，打入效率高。随之又具有以下特点：

①对粘土地基的扰动作用小。

②对邻近建（构）筑物没有不利影响，可在小面积现场进行非常密集的打桩施工。

③最适用于高层建筑物、大型机械设备基础和港湾结构物等，在小面积上作用大荷重的工程。

(9) 搬运、堆放操作容易。钢管桩自重轻，不必担心破损，容易搬运堆放操作。

(10) 节省工程费用、缩短工期。由于钢管桩具有上述许多特点，若在实际工程中能充分地利用这些特点，就可以缩短工期。钢管桩是最适合于快速施工的。因此其综合经济效益高，相对而言可节省工程费用。

1.3 我国有关钢管桩的标准和规程

为了保证与加强钢管桩设计和施工的质量，提高管理水平，在使用钢管桩的同时，我国也在逐步制订与完善地区性、行业性与国家级的标准、规程、规范等指令性文件。

作为钢管桩设计、施工方面的指南，1992年由中国建筑科学研究院主编、冶金部建筑研究总院等9个单位参加共同编制的《建筑桩基技术规范》中已列入钢管桩。这是我国第一次反映钢管桩设计、施工、科研和应用成果的国家级规范。毫无疑问，它将对于我国钢管桩的合理使用与正确发展起到积极作用。

作为部一级带有行业性的钢管桩规范，交通部于1987年制订了《港口工程技术规范》，其中下卷第六篇地基基础一册（JTJ219-87）中，已对钢管桩的材质、防腐、制作、焊接、涂层施工、堆放运输及沉桩等内容作出相应条文规定。但由于是行业规范，条文内容侧重于水上施工和港口设施等方面。

钢管桩施工规程方面，1987年由冶金部组织有关单位，编制了《钢管桩施工技术规程》，主要适用于冶金系统工业与民用建（构）筑物地基工程中钢管桩的施工与验收。

我国有关钢管桩材质、规格尺寸和焊接方面的国家标准和部颁标准有《普通碳素结构钢技术条件》、《低合金结构钢技术条件（GB1591-79）》、《焊条分类及型号编制方法（GB700-79）》、《低合金钢焊条（GB5118-85）》、《低碳钢及低合金高强度钢焊条》、《焊接用钢丝》、《碳钢焊条（GB5117-85）》。焊缝型式和质量方面有国标GBJ205-83、《手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸（GB985-80）》、《埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸（GB986-80）》。

第二章 钢管桩的材料及分类

2.1 钢管桩的材料

钢管桩一般均采用普通碳素结构钢，而其中又常用2号钢和3号钢制造钢管。普通碳素结构钢以冶炼方式分为平炉、氧气转炉和空气转炉冶炼三种；按脱氧程度分为镇静钢、半镇静钢和沸腾钢三种；按保证条件，甲类钢是按机械性能供应的钢，乙类钢是按化学成分供应的钢，特类钢是按机械性能和化学成分供应的钢。

普通碳素钢的2、3号钢的化学成分见表2.1.1。

甲类钢和特类钢钢材的机械性能和冷弯试验指标见表2.1.2。

普通碳素钢的化学成分 表2.1.1

炉 种	钢 号	化 学 成 分 (%)				
		C	Si	Mn	P	S
		不 大 于				
平 炉 氧气转炉	2	0.09—0.15	0.12—0.30	0.25—0.55	0.045	0.050
	3	0.14—0.22	0.12—0.30	0.35—0.65		
空气转炉	2	0.06—0.12	0.10—0.30	0.25—0.55	0.045	0.055
	3	0.10—0.20	0.10—0.30	0.30—0.60		

普通碳素钢的机械性能和冷弯试验指标 表2.1.2

钢 号	机 械 性 能				钢板180°冷弯试验 d为弯心直径 a为试样厚度	备 注
	屈服点 σ_s (kg/mm ²)	抗拉强度 σ_b (kg/mm ²)	伸长率 (%)			
			δ_5	δ_{10}		
2	≥19	34—42	≥31	≥26	$d = a$	δ_5 短试样 $L_0=5b_0$ δ_{10} 长试样 $L_0=10d_0$ L_0 —原标距长度 d_0 —试样直径
3	≥22	38—47	≥26	≥22	$d=1.5a$	

2.2 钢管桩的制作

一、钢管的制作方法分类

钢管按制作方法加以分类，如图2.2.1所示。

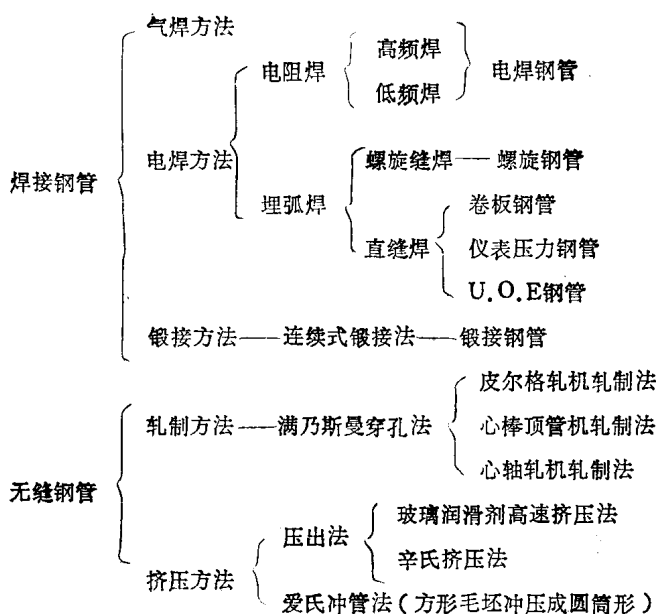


图2.2.1 钢管制造方法分类

二、钢管桩的制造方法

钢管桩大部分是由螺旋钢管制成的。电焊钢管只部分地使用于小直径的桩（一般直径为500mm、板厚2.7mm以下）。而卷焊管、U.O.E钢管、辊式电焊钢管，主要用于螺旋管制造出来的大管径和厚壁的钢管桩。各种钢管的生产过程如图2.2.2所示。作为钢管桩用钢管的制造方法、外径及板厚范围、管坯最大长度和特点见表2.2.1。

钢管桩用钢管制造方法、尺寸及特点

		螺旋钢管	电阻焊钢管	U.O.E钢管	卷板钢管 (R.B钢管)
形状尺寸 (mm)	外 径	400—1626	318.5—508	406.4—1422.4	350—10000
	板 厚	6—19	6.6—12.7	6—30	6—47
	管坯最大长度	31000	18000	18000	6000
特 点		1. 管的长度不受限制 2. 通过调节螺旋卷的角度，可以用同一宽度的带钢焊出任意外径的管 3. 由于在带钢的两端进行预锻造，故可使其尺寸精度、平直角和正圆度极高 4. 最近已经可以制造外径2500mm，板厚25.4的大径管	1. 管的长度不受限制 2. 由于通过高频电阻焊进行焊接，故焊缝比电弧焊接均匀 3. 一般不能加工大径管（现在外径508mm以内，板厚在12.7mm以内）	1. 可以制造长度在18m以内的没有横焊缝的管坯 2. 由于进行全制品冷扩管，故管的焊接部位的可靠性高，外径正确，正圆度高，还可强化材料 3. 由于水压所引起的张力超过屈服点，故可减少焊接部位的残余变形，同时可避免焊接脆性破坏	通过调整轧辊的相关位置，可使管径的板厚不受限制

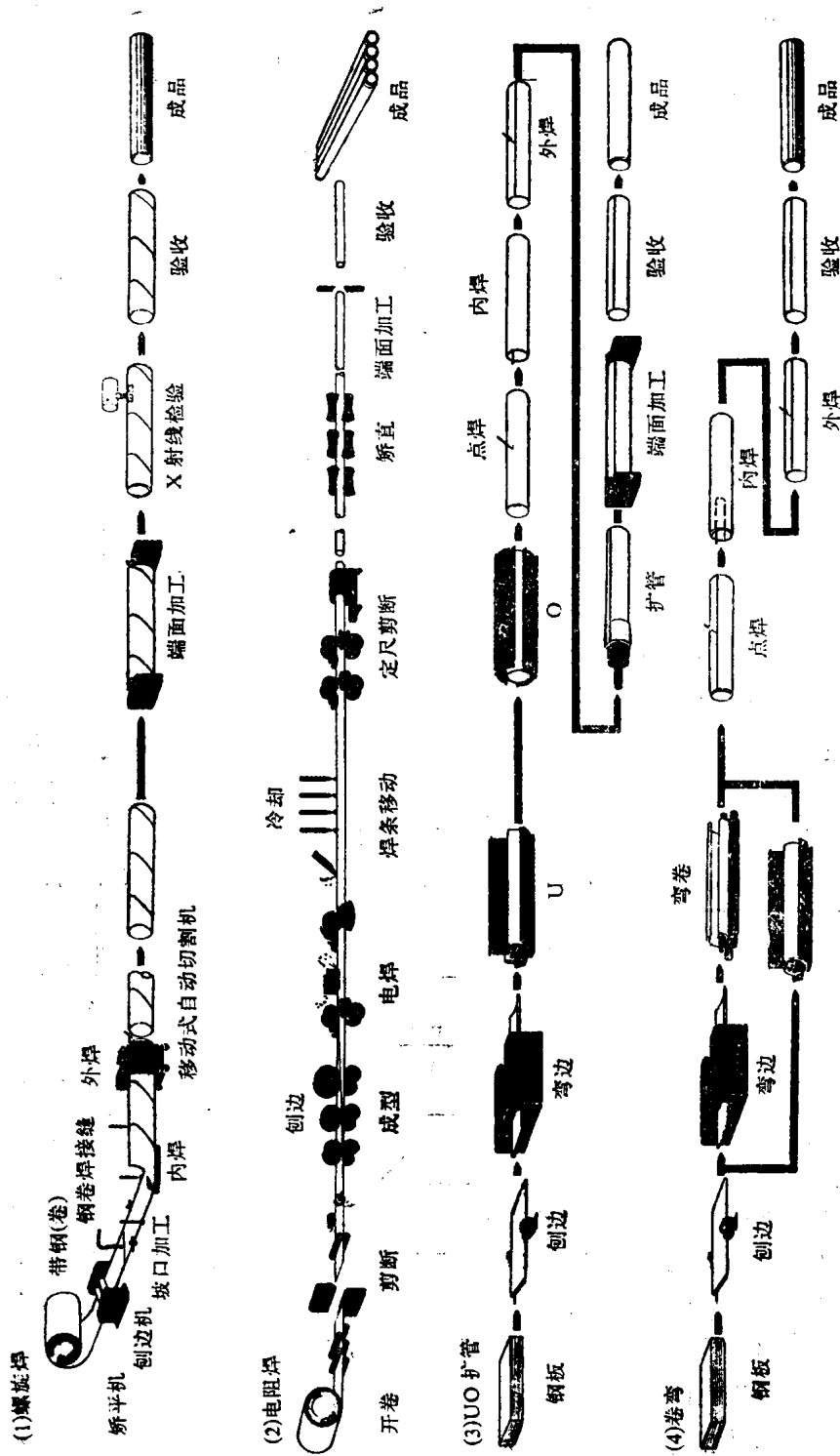


图2.2.2 钢管的生产过程

三、制作尺寸及允许误差

(1) 钢管桩的制作，其外径及壁厚均沿用英制，因此换算成标准计量单位后就不是整数，详见表2.2.2。

(2) 形状、尺寸的允许误差见表2.2.3。

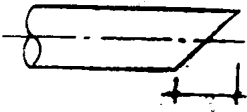
钢管桩尺寸及重量

表2.2.2

外 径 (mm)	厚 度 (mm)	断 面 积 (cm ²)	单 位 重 量 (kg/m)	径 径 (mm)	厚 度 (mm)	断 面 积 (cm ²)	单 位 重 量 (kg/m)
406.4	9.0	112.4	88.2	812.8	9.0	227.3	178
406.4	12.0	148.7	117	812.8	12.0	301.9	237
508.0	9.0	141.1	111	812.8	14.0	351.3	276
508.0	12.0	187.0	147	812.8	16.0	400.5	314
508.0	14.0	217.3	171	914.4	12.0	340.2	267
609.6	9.0	169.8	133	914.4	14.0	396.0	311
609.6	12.0	225.3	177	914.4	16.0	451.6	354
609.6	14.0	262.0	206	914.4	19.0	534.5	420
609.6	16.0	298.4	234	1016.0	12.0	378.5	297
711.2	9.0	198.5	156	1016.0	14.0	440.7	346
711.2	12.0	263.6	207	1016.0	16.0	502.7	395
711.2	14.0	306.6	241	1016.0	19.0	595.1	467
711.2	16.0	349.4	274				

钢管桩形状及尺寸允许误差

表2.2.3

内 容		允 许 误 差	测 量 方 法
外 径	管 端 管 中 部	+0.5% ±1.0%	外周长
壁 厚	壁厚16mm以上，以下 壁厚16mm以下 壁厚16mm以上	+ 不规定 - 0.6mm - 0.8mm	
长 度		+ 不规定 - 0	
横 弯		长度的0.1%以下	
焊接接头端面的平面度			
焊接接头端面的直角度		外径的0.5%以下，但最大4mm	

2.3 钢管桩的分类

钢管桩可以按外径大小、桩尖端部构造形式、沉桩方法进行分类。

一、按外径尺寸分类

工程界习惯上把外径 ϕ 大于800mm的桩称之为大直径桩。在实际工程中还有依据钢管桩受力需要，而采用分段变换壁厚的，以达到物尽其用节省材料的目的。

二、按桩尖端部构造形式分类

按开口与否可分为开口和闭口两种。从目前国内外使用情况看，似乎开口的比较受欢迎，这恐怕同开口桩打入过程中排土量较小，由于打桩所带来的副作用较小有关。具体划分见图2.3.1。

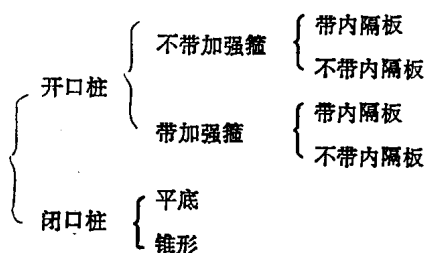


图2.3.1 按桩尖端部构造分类

三、按沉桩方法分类

根据沉桩方法可分为冲击式，主要采用柴油锤或自由落锤、空气锤和蒸气锤；震动式，主要采用震动锤；压入式，主要采用静力压桩机，靠静压力沉桩；旋入式，借助于大扭矩钻机，将桩旋入土中。此外还有中掘—压入式，靠螺旋钻将管腔中的土取出，同时给桩以垂直向给进压力，将桩沉入土中。

第三章 钢管桩的设计

3.1 钢管桩设计所需技术资料

一、场地的工程地质勘察

1. 勘察目的

工程地质勘察一般是为了判断工程对所在场地地基的适应性,并根据调查结果进行经济、合理的设计施工,并可用来确定现有建筑物基础的安全度,对可能的地基灾害或隐患找出原因并定出防止措施。

参加勘察人员,应明确勘察目的、要求,而后制订相应的工作计划。

当然,工程地质勘察结果,首先是满足本工程所需,但通过积累、加工也会成为以后的重要参考资料。

2. 勘察内容

工程地质勘察一般包括地形、地质调查、地基勘察以及其他内容调查。

(1) 地形、地质调查,主要目的是选定下部结构位置和选定持力层。根据调查结果绘制地形图,附近地史、地质资料调查、钻孔标本制作、绘制地质图。

(2) 地质勘察,主要目的是掌握地基的成层状态;研究基础埋深;选定持力层;计算承载力、地基反力系数;选定结构形式;计算压密沉降量(包含地基沉降);设计构筑物。工作内容为钻孔标贯试验;绘制地质岩性柱状图;土质试验、载荷试验、探明地下水位。

(3) 其他内容调查,包括:

①以往资料调查,目的是了解地基地层概况、基础埋深的研究、桩间距。内容包括地质调查处的地质图、附近建筑的设计计算、设计图、过去地质情况的调查;②河(湖沼,海)相调查,目的是决定相对于冲刷基础的深度;流水压的计算;施工工期,施工方法的选定;冲击荷载大小的选定;桩间距。工作内容包括,绘制河川纵横剖面,流速、流量、河流倾斜的调查,年间水位变化、流送物、周转船舶调查,治水方面条件调查;③地震调查,主要目的是地震震度的决定(震度通称为地震系数);耐震结构形式的选定。工作内容是收集地震记录和震害记录;④机械调查,目的是研究及积累可能取得的材料;选定使用材料。工作内容是调查管料是否合适;⑤气象调查,目的是决定温度变化;决定风荷载;决定施工工期。工作内容包括收集气象局气象记录;当地气象记录的收集;⑥腐蚀调查,目的是选定使用材料腐蚀层;涂料种类、遍数的决定。工作内容包括收集以往的腐蚀状况,涂料的暴露试验;⑦为施工所作的调查,目的是选定施工可能时期;工程用地的研究;工程用器材的运输问题;大临设施施工方法的研究;噪音、振动等对第三者影响的调查;临时设备的研究;⑧其他调查,根据其他建设地点的状况而必须考虑的设计条件的调查。

3. 勘察步骤

工业与民用建筑的工程地质勘察应分阶段进行。所划分的阶段应与设计阶段相适应。一般可分为选择场地勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察几个阶段。但视建筑物的规模和重要程度，勘察阶段可有所增减。前两个阶段为基础方案的酝酿阶段。一旦确定采用钢管桩方案，即可进入详细勘察和施工勘察阶段，在这两个阶段，应针对钢管桩设计和施工的要求取得各项数据和资料。

4. 勘察方法

钢管桩工程地质勘察同其他桩基一样常用钻探和原位试验两种方法。钻探可取得土样及岩样，可直观地鉴别和划分土层，同时还可取得部分原状土样，通过土工试验可得到土的各项物理、力学指标。但在钻探和取样过程中，不可避免地会使土扰动，以致改变了它原来的性质。同时土样一旦被取出，离开原来土体，其原始边界条件被改变了，因此利用钻探和土工试验资料进行桩基设计，有时会与实际情况有较大的出入。为了克服上述缺点，近年来国内外都大量采用原位试验法，可为设计得到更为准确的资料。

根据工程种类、地基土特性，客观地规定勘察方法和土工试验内容，见表3.1.1。

勘察方法及土工试验内容 表3.1.1

工程种类	设计施工问题	土 类	地基勘察方法	土工试验内容	附 注
a. 桥墩 沉箱	容许承载力, 沉降量	各种土	采集不扰动土样标准贯入试验	分类特性, 单轴以及三轴试验	
	开 挖	砾石、砂、粉砂	采集试样、标准贯入试验	分类特性	
	周面摩擦	各种土	采集不扰动试样, 二重管试锥贯入试验	分类特性、单轴及三轴试验	
b. 支承 桩	桩的长度和允许荷载	柔软冲积粘土下的持力层、砂	采集不扰动试样的标准贯入试验, 二重管试锥贯入试验, 试验桩的荷重; 二重管试锥贯入试验	参照a	注意桩周围摩擦力
	水平阻力	柔软冲积粘土	试验桩的水平荷载横向地基参数测定试验		
	下沉量	粘土的持力层, 砂的持力层	采集不扰动试样, 试验桩的荷载	固结试验	注意群桩影响, 注意持力层下的粘土压密沉降
c. 摩擦桩	桩的长度和允许荷载	各种土	采集不扰动试样, 试验桩的荷载及抗拔; 二重管试锥贯入试验	参照a	
	沉降量	粘性土	采集不扰动试样	压密试验	桩周边以及桩下的粘土存在问题