

管桩

简明手册

GUANZHUANG
JIANMING SHOUC

廖振中◎编著



四川大学出版社

管桩

简明手册

GUANZHUANG
JIANMING SHOUCE

廖振中◎编著



四川大学出版社

责任编辑:王 平
责任校对:唐一丹
封面设计:墨创文化
责任印制:李 平

图书在版编目(CIP)数据

管桩简明手册 / 廖振中编著. —成都: 四川大学出版社, 2012. 10
ISBN 978-7-5614-6198-3
I. ①管… II. ①廖… III. ①预应力混凝土—混凝土管桩—技术手册 IV. ①TU473. 1-62
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 235403 号

书名 管桩简明手册

编 著	廖振中	
出 版	四川大学出版社	
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)	
发 行	四川大学出版社	
书 号	ISBN 978-7-5614-6198-3	
印 刷	郫县犀浦印刷厂	
成品尺寸	185 mm×260 mm	
印 张	19.75	
字 数	477 千字	
版 次	2012 年 10 月第 1 版	◆ 读者邮购本书,请与本社发行科
印 次	2012 年 10 月第 1 次印刷	联系。电 话:85408408/85401670/ 85408023 邮政编码:610065
定 价	68.00 元	◆ 本社图书如有印装质量问题,请 寄回出版社调换。

版权所有◆侵权必究

◆网址: <http://www.scup.cn>

序

廖振中先生是建华管桩的总工程师、中国预制混凝土管桩领域为数不多的知名专家。他专注于混凝土管桩生产工艺和技术装备的研发，一干就是二十年，直至古稀仍然壮心不已。这二十年，他不仅见证了建华管桩作为中国管桩产业的龙头企业的成长发展，而且在建华管桩的数十个生产基地和近百条管桩生产线的建设和数亿米管桩产品的生产中留下了他奋斗和成功的脚印。在集团领导的支持下，他和他的同事们共同努力，大胆引进并消化吸收先进技术，通过进一步自主研发、技术改造，在实践中发展，使得中国的混凝土管桩生产技术达到国际先进水平，并为国家、行业、地方相关标准的编制做出了重要贡献。

我拜读过廖振中先生大概5年前编著的《管桩与机械》，如果说那本书总结的主要是廖振中先生个人的知识和实践经验，那么这本书则汇集了行业专家和一线技术人员的共同智慧，是目前中国混凝土管桩先进制造技术的结晶。三年前我向廖振中先生提出编写这本手册的建议，现在看到这本书如期出版，非常欣慰。我相信这本书不仅有利于促进混凝土预制桩的质量提升，而且将进一步促进中国混凝土预制桩的技术进步。

徐永模

中国混凝土与水泥制品协会 会长

2012年6月于百万庄

前 言

2009年初,在我赴京参加第一届中国混凝土标委会期间,拜会了中国混凝土与水泥制品协会徐永模会长。他十分关心管桩的发展,建议我编写一本管桩应用手册,以利于管桩的推广。我认为这是一个很好的创意。多年以来,我在从业中,遇见了许多管桩的实际技术问题,查询资料十分困难,找不到一本专业工具书,非常麻烦。我痛感需要一本工具书,能够系统地、全面地介绍管桩,给我们的工作带来便捷,减少查询的烦恼,会长的建议和我谋而合。于是三年多以来,我一直努力蒐集资料,进行酝酿准备,咨询专家意见。本来拟请专家共同编写,但因为大家都很忙,很难组织。于是,我自不量力,花了近一年的时间,总算勉强编写完了这本手册。

我进入管桩行业近二十年了,一直在建华管桩集团从事技术工作,这二十年正是管桩蓬勃发展的时期,我非常荣幸地赶上了管桩行业大发展。我们兴建了几十个生产基地,设计了近百条流水生产线,生产了6.5亿米管桩;参与了国家、行业、地方标准的编制、修改、审核工作。在此期间也结识了许多专家和朋友,向他们学习了许多知识。

在我从事管桩行业和撰写手册的过程中,得到了许多领导、专家、朋友的鼎力支持和无私帮助,本人感激不尽。

感谢中国工程院廖振鹏院士的勉励和支持;感谢徐永模会长的创意和帮助,他还在百忙之中亲自动笔为本书作序。

十分感谢建华管桩集团创始人许景新先生多年来对我的关心、帮助和支持,还为本书挥毫撰写书名。感谢许培锋董事长与王刚总裁对我的帮助和对编写本书的大力支持。

感谢广东土木建筑学会王离副理事长对本书提供的宝贵意见与资料;感谢中国混凝土与水泥制品协会预制桩分会王重副理事长和匡红杰秘书长对撰写本书提出的建议与资料;感谢合肥工大建研院杨成斌院长和湖北勘察设计协会袁内镇会长提供的资料。

感谢中国混凝土与水泥制品协会吕祖良、张树凯、孙芹先、沈冰,苏州混凝土与水泥制品研究院李建华、奚飞达、金舜,嘉新学院蒋元海,番禺桥丰阮起楠,东南大学严志隆,中国建筑标准研究院于本英,中国建筑科学研究院冷发光、邵正明,中国工程建设标委会熊威、何进源,郑州大学周同和,辽宁建研院林立岩、邓子林,安徽建科院郭扬、朱华,铁四院赵新益,广东建科院王新祥,湖南建科院刘冬柏,天津建成刘永



超，三和管桩魏宜龄，浙东建材章耀、向安乐，唐山龙禹于缘宝，毅马铸锻张燕航，鸿业重工张红星，豫飞重工徐守举，久和实业李学智，盐城科宝童金秋等。

特别感谢建华管桩集团各级领导、各位同事多年来对我工作的大力支持和帮助。

对曾志坚、赖积峰、王新洲、汪贵华、杨余明、赵玉华、何海平、王彦军、盛家方、吴古海、刘先国、李永锋、蒋家福、吴建群、熊斌、曾晓文、向立军、赖日瑜、尹俊、毛永平、肖向东、肖建胜、詹志生、刘永红、宋震峰、周传翠和为编写本书提供工程案例的营销部、技术部同事深表谢意。

还要感谢老朋友欧满南、李树清、税文彬、陈壮武、袁庆元、肖良生、李迎春、刘大华、马俊伟等。

我撰写手册的初衷是想为业内朋友们提供阅读和使用的方便，提供一个对管桩全貌系统认识的脚本，仅是将管桩有关资料收集在一起，进行整理编辑，加上自己的润笔，供业内人士参考。但是，由于涉及专业面广，需要广博的知识，本人实在水平有限，文笔功底又差，一定是漏洞百出，欢迎朋友们不吝赐教，本人只有感激之情。本书只要能够起到抛砖引玉的作用，能够对一些业内人士有点滴帮助，不贻误他人，我就心满意足了。

本人已进古稀之年，能编撰一本书留存于世亦是令人惬意的快事。我愿在有生之年，在颐养天年之际，做点自己能做的事情，为行业、为社会绵尽微力。

正是：“但得夕阳无限好，何须惆怅近黄昏”。

廖振中

2012年5月于成都

目 录

第1章 概 论	(1)
1.1 预应力混凝土管桩的发展历史	(1)
1.2 预应力混凝土管桩在我国的发展	(2)
1.3 有关预制混凝土管桩的标准化工作	(4)
1.4 预应力混凝土管桩在我国的应用	(10)
第2章 先张法预应力混凝土管桩的构成	(19)
2.1 预应力混凝土管桩的结构	(19)
2.2 预应力混凝土管桩的特点	(24)
2.3 预应力混凝土管桩的力学性能指标	(25)
第3章 预应力混凝土管桩的原材料	(32)
3.1 管桩对混凝土原材料的要求	(32)
3.2 管桩对混凝土拌合物的技术要求	(40)
3.3 管桩对骨架的要求	(41)
3.4 管桩对钢结构的技术要求	(42)
第4章 管桩生产厂的设计	(46)
4.1 管桩生产厂的设计原则	(46)
4.2 车间平面布置的设计	(48)
第5章 管桩的生产制造	(53)
5.1 管桩生产的工艺流程	(53)
5.2 管桩的制造工艺	(54)
5.3 管桩的生产装备	(78)
5.4 管桩生产的检验与检验装备	(136)
5.5 管桩的安全生产	(177)
5.6 管桩生产常见质量问题解析	(178)
第6章 管桩基础的设计	(182)
6.1 基本规定	(182)
6.2 桩基计算	(185)
6.3 构造要求	(192)
6.4 管桩的防腐	(197)
第7章 管桩基础施工	(200)
7.1 一般要求	(200)



7.2	管桩的起吊、运输和堆放·····	(201)
7.3	管桩的连接·····	(203)
7.4	施工机具·····	(204)
7.5	锤击法沉桩·····	(211)
7.6	静压法沉桩·····	(213)
第8章	工程质量检验和验收·····	(218)
8.1	施工前检验·····	(218)
8.2	施工中的检验·····	(218)
8.3	施工后检验·····	(219)
8.4	工程质量验收·····	(221)
第9章	管桩工程案例·····	(223)
9.1	广西南宁商品房工程·····	(223)
9.2	广东阳江商住楼群·····	(226)
9.3	江苏芜湖廉租房·····	(228)
9.4	天津别墅群·····	(231)
9.5	天津塘沽住宅·····	(235)
9.6	上海银行大厦·····	(240)
9.7	上海盛大金磐公寓·····	(243)
9.8	广东开平大厦·····	(245)
9.9	广西北海酒店·····	(247)
9.10	江西南昌商住楼改造工程·····	(251)
9.11	山东客站·····	(254)
9.12	安徽马鞍山商住新城·····	(255)
9.13	福建福州安置房·····	(258)
9.14	上海高架桥(大直径管桩)·····	(260)
9.15	温福铁路连江段·····	(263)
9.16	在不同地质条件下应用管桩的案例·····	(266)
9.17	应用管桩的重点工程·····	(270)
第10章	创新篇·····	(273)
10.1	新产品·····	(273)
10.2	新工艺·····	(287)
10.3	新装备·····	(298)
10.4	先进的施工法·····	(302)
附录·····		(307)
参考文献·····		(308)

第1章 概论

1.1 预应力混凝土管桩的发展历史

混凝土是古罗马人发明的。早在公元一世纪前，古罗马人就在火山灰、石灰和沙子的混合物里掺进碎沙子制造出天然混凝土。天然混凝土具有凝结力强、坚固耐久、不透水等特性，在罗马得到广泛应用，大大促进了罗马建筑结构的发展，而且在拱和穹顶的跨度上不断取得突破，造就了一大批至今仍为人们津津乐道的大型公共建筑。像罗马宏大的圆形露天斗技场这样经久不衰、万人崇尚的建筑物，如果没有天然混凝土是无法建造的。但是，公元476年古罗马衰落后，用白榴火山灰制作混凝土的技术逐渐被人们遗忘。直到1756年，英国工程师约翰·斯米顿重新发现了它，并把它用做建造德文郡的埃梯斯通塔地基的材料。1824年英国 I. Aspdin 发明了波特兰水泥，用这种水泥配制成的混凝土具有工程所需要的强度和耐久性，而且原料容易取得，造价低廉，能耗较低，因此得到了推广应用。这是世界建筑史上的一个里程碑，从此建筑物开始广泛使用水泥混凝土。迄今水泥仍然是最主要的胶凝材料，无论是宏伟的高楼大厦，或者是普通老百姓的民居都离不开它，甚至可以说，世界各国的现代化是与混凝土分不开的。

1894年，罗马帝国的赫密比格（Hemebigue）发明了混凝土桩。1906年，发明带有螺旋筋的预制混凝土桩。1915年，澳大利亚万·阿·虎默（W. R. Hume）发明离心成型工艺，这是一项重大的突破，对于混凝土管桩力学性能的提高具有非常重要的作用。

日本地处太平洋地震带，是世界上对管桩设计、生产、应用最有研究的国家。早在1934年，日本人就开始制造离心钢筋混凝土管桩。1956年，研制成功凹螺纹低松弛钢筋；1962年，日本服部健一首先将蔡磺酸甲醛缩合物用于混凝土分散剂；1964年，日本花王石碱公司把它作为产品销售。同期，联邦德国在1963年，研制成功三聚氰胺磺酸盐甲醛缩合物，同时出现了多环芳烃磺酸盐甲醛缩合的减水剂。1964年，日本开始对凹螺纹低松弛钢筋进行认真研究，这是一种十分适合制作预应力高强混凝土管桩含铬、锰、硅等元素的低碳合金钢，也就是我们现在广泛使用的预应力混凝土用钢棒。1966年，日本首先将它应用于混凝土管桩，开始生产预应力混凝土桩。1968年，日本颁布了世界上第一部管桩标准《先张法离心预应力混凝土管桩》JISA5335、JISA 5336，1970年开发了离心预应力高强度混凝土管桩（PHC桩）。1972年，发明掺掺合料的管桩。1982年又制定了国家标准 JISA5337，并开发了钢管混凝土复合桩——SC桩。1983年，发明了螺旋筋密集型，比 PHC 桩具有更高的屈服强度，比 SC 桩更经济的 PRC 桩。1993年重新修订了国家标准 JISA5337-93。目前，日本混凝土管桩有 RC 管桩、

PC 管桩、PHC 管桩、SC 钢管混凝土桩、AG 竹节管桩和 AHS-ST 大根柱管桩、H 型钢混凝土桩等。

美国混凝土学会 (ACI) 1961 年就成立了第 543 专业委员会。1973 年又提出了混凝土桩的设计、制造和安装规程。美国主要生产后张法预应力混凝土方桩和外方内圆的空心桩, 在高速公路工程上曾采用了世界上最长的达 88 m 的这种桩。

德国 Zublin 公司生产 $\Phi 750 \text{ mm} \times 50 \text{ m}$ 、 $\Phi 850 \text{ mm} \times 42 \text{ m}$ 的管桩, 还生产 $\Phi 1000 \text{ mm} \sim 1300 \text{ mm} \times 20 \text{ m}$ 的锥形管桩。德国 Centricon 公司生产的管桩可以达到 $\Phi 1200 \text{ mm} \times 36 \text{ m}$ 。

意大利生产的管桩在港口码头上得到广泛应用, 其最大管径为 1800 mm, 最长桩长达 37 m。

荷兰曾在桥梁工程中使用直径达 4 m 的预应力混凝土管桩。

东南亚地区如马来西亚亦在近年发展了 PHC 管桩, 其生产的管桩最大管径达 1200 mm, 长度最长达 54 m。

1.2 预应力混凝土管桩在我国的发展

早在 1944 年, 北京丰台桥梁厂就开始生产离心钢筋混凝土管桩 (RC 桩)。20 世纪 60 年代, 铁道部丰台桥梁厂研制开发了预应力钢筋混凝土管桩 (PC 桩), 并批量生产 $\Phi 400 \text{ mm}$ 和 $\Phi 550 \text{ mm}$ 的 PC 桩, 主要用于铁道桥梁工程的基础建设; 南京大桥二处为南京长江大桥专门修建了一家管桩厂, 从 1966 年开始生产 PC 桩。1966 年, 台湾成为中国第一个应用管桩的省。70 年代以来, 特别是在上海宝山钢铁厂建设中, 大量使用了日本引进的钢管桩, 不仅造价高, 耐久性也差。为了适应港口建设发展的需要, 1987 年交通部三航局从日本成套引进预应力高强混凝土管桩 (PHC 管桩) 生产线, PHC 管桩的主要规格为 $\Phi 600 \text{ mm} \sim \Phi 1000 \text{ mm}$ 。

20 世纪 80 年代后期, 宁波浙东水泥制品有限公司与有关科研院所合作, 针对我国沿海地区淤泥软弱地质的特点, 通过对 PC 管桩的改造, 开发了先张法预应力混凝土薄壁管桩 (PTC 管桩), PTC 管桩的主要规格有 $\Phi 300 \text{ mm} \sim \Phi 600 \text{ mm}$ 。1989—1992 年, 苏州混凝土水泥制品研究院和番禺市桥丰水泥制品有限公司根据我国的实际情况, 通过对引进管桩生产线的消化吸收, 自主开发了国产化的预应力高强混凝土管桩, 1993 年该项成果被原建设部列入全国重点推广项目。随着改革开放和经济建设的发展, 先张法预应力混凝土管桩开始大量应用于铁道系统, 并扩大到工业与民用建筑、市政、冶金、港口、公路等领域。在珠江三角洲地区, 由于地质条件适合管桩的使用特点, 数十家预应力混凝土管桩生产企业如雨后春笋在珠江三角洲破土而出, 吹响了向基础工程进军的号角。管桩发展的总体思路是: 从广东出发, 沿海东进富饶的长三角; 沿海北上, 经京、津渤海湾直到东北黑土地; 沿长江西进, 经江汉平原、四川盆地直抵云贵高原; 沿黄河西进, 经中原直达黄土高坡。凡是经济发达、地质条件适合管桩的地区 (无论地域大小), 都可以兴建规模不等的管桩厂。20 世纪 90 年代涌现了一大批管桩生产企业。管桩需求量猛增, 从而迅速形成一个新兴的产业, 我国出现了兴建管桩厂一波又一波的热潮。2005 年底, 我国管桩的年生产量约 1.8 亿米, 我国的管桩生产

厂家约 300 家, 分布在全国 17 个省(市、自治区)。“十一五”期间是我国预制混凝土管桩行业高速发展的 5 年, 到 2010 年底, 我国管桩的年产量约 3.2 亿米, 成为世界上生产应用预应力混凝土管桩最多的国家。管桩企业数量由 300 家增加到了 500 多家, 发展地域也由 17 个省(市、自治区)增加到了 25 个(不包括港澳台), 主要为广东、上海、浙江、江苏、福建、天津、云南、湖北、北京、山东、安徽、河北、海南、四川、河南、广西、辽宁、黑龙江、吉林、湖南、江西、陕西、山西、内蒙古、贵州等, 大部分集中在江苏、浙江、广东、上海四省市。其中, 建华管桩集团异军突起, 在全国有近 50 个生产基地, 2010 年, 建华生产管桩 11000 万米, 产值 135 亿元。广东省三和集团生产管桩 3150 万米, 产值 35 亿元。浙江省浙东集团生产管桩 1300 万米, 产值 15 亿元。浙江省有一个嘉善县, 人口只有 38 万, 但是却有管桩生产企业 46 家, 年生产管桩 5000 万米左右。

建华管桩、三和管桩、浙东管桩已荣获中国名牌产品、中国驰名商标的光荣称号。此外, 异型管桩(如外方内圆)离心混凝土桩生产企业也迅速增加, 预制高强混凝土薄壁钢管桩生产企业也有数家, 大直径($>\Phi 800$)管桩生产厂家也有近 10 家, 还有数家管桩厂生产竹节桩。

为适应基础工程发展的需要, 一些新型桩种也应运而生: 如混合配筋预制预应力混凝土管桩, 由预应力钢筋、非预应力钢筋组成, 有比较大的抗水平力; 有抗拔桩及其专用的机械接头; 有护堤、护坡、护基坑的支护桩; 有针对各种腐蚀介质的各种类型的防腐桩; 有外方内圆的空心桩; 有外方带槽的内圆空心桩; 有变径的竹节管桩; 有奇异性状的异型桩; 有带肋竹节桩形管桩; 还有螺旋型管桩等。如图 1.1 所示。

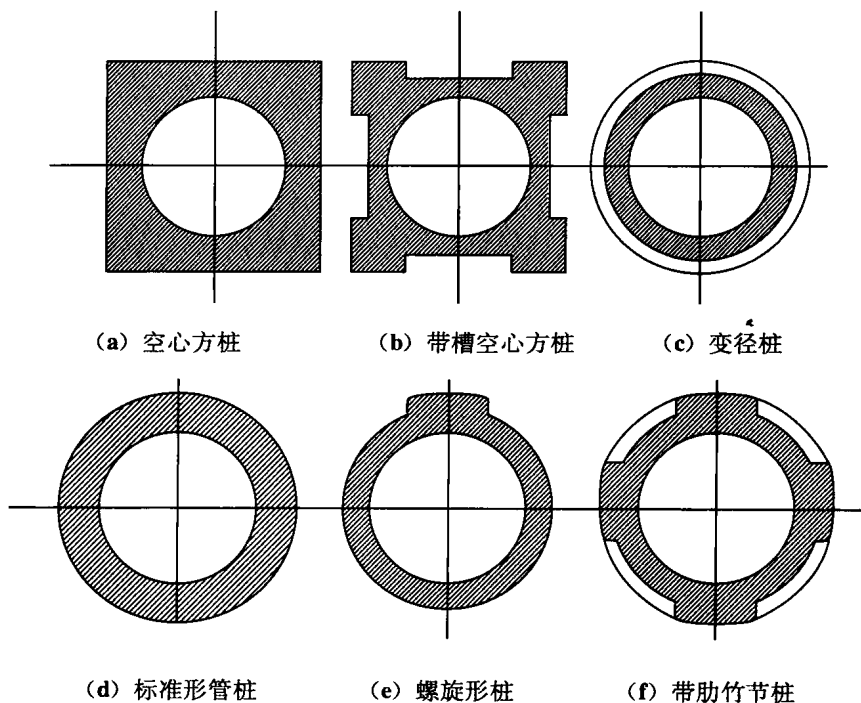


图 1.1 不同形状管桩的截面图

编者以为：凡是以预应力混凝土钢棒作材料应用先张法产生预应力，并采用离心法生产的混凝土桩，无论什么形状，其性质是一样的，它们都是中空的离心混凝土桩，具有“管”的属性，呈管形，可以归属同一类型，泛称为先张法预应力混凝土管桩，简称管桩。正如圆管、方管、变径管、异型管都可以叫“管”一样。我国幅员辽阔，地质情况千变万化，极其复杂；各地经济状况千差万别，贫富悬殊，基础工程有不同的需求，都只需要最适宜自己的桩种。预应力混凝土管桩的多样化，可以更好地满足多层次不同工况的需求。每种桩都有自身的优缺点，有它的特点，也有它的局限性，没有一种完美无缺、适应地质万千变化的桩种。桩种的优劣，桩种的兴盛与衰落只有接受社会实践的考验，实践是检验它的唯一标准。管桩这些年的高速发展说明它是社会需要的，是节能的朝阳产品，是支撑基础工程的擎天巨柱。

1.3 有关预制混凝土管桩的标准化工作

1.3.1 《先张法预应力混凝土管桩》GB13476—2009 的诠释

我们都知道：标准是为在一定的范围内获得最佳秩序，经协商一致并且经一个公认机构的批准，共同使用和重复使用的一种规范性文件。强制性标准是保障人体健康，人身、财产安全的标准和法律；是行政法规规定强制执行的标准。

GB13476—2009 是强制性的国家标准，是预应力混凝土管桩的唯一产品标准。预应力混凝土管桩是建筑桩基的一种，它关系到千百万人民的幸福，承载着生命和财产安全的重任，正确诠释和认真执行预应力混凝土管桩标准是我们义不容辞的责任。

GB13476 的 2009 版的出发点是提高对产品的质量要求，提高可靠性，提高安全性，提高统一性，提高适用性，提高可操作性。与 1999 版比较，它主要有如下改进。

1. 统一规定了管桩混凝土有效预压应力值的计算方法

大家都知道，管桩混凝土有效预压应力与混凝土的弹性变形、混凝土的徐变、混凝土的收缩和预应力钢筋的松弛等有关。2009 版标准采用的是日本的管桩混凝土有效预压应力值的计算方法，主要计算：

(1) 预应力放张后预应力钢筋的拉应力 σ_{pt} (N/mm^2)

$$\sigma_{pt} = \frac{\sigma_{con}}{1 + n' \cdot \frac{A_p}{A_c}}$$

式中

σ_{con} ——预应力钢筋的初始张拉应力，单位为牛每平方毫米 (N/mm^2)，

$$\sigma_{con} = 0.7 f_{ptk} ;$$

f_{ptk} ——预应力钢筋的抗拉强度，单位为牛每平方毫米 (N/mm^2)；

A_p ——预应力钢筋的横截面积，单位为平方毫米 (mm^2)；

A_c ——管桩混凝土的横截面积，单位为平方毫米 (mm^2)；

n' ——预应力钢筋的弹性模量与放张时混凝土的弹性模量之比。

(2) 混凝土的徐变及混凝土的收缩引起的预应力钢筋拉应力损失 $\Delta\sigma_{p\Psi}$ (N/mm^2)

$$\Delta\sigma_{p\Psi} = \frac{n \cdot \Psi \cdot \sigma_{\text{cpt}} + E_p \cdot \delta_s}{I + n \cdot \frac{\sigma_{\text{cpt}}}{\sigma_{\text{pt}}} \cdot (I + \frac{\Psi}{2})}$$

式中

σ_{con} ——放张后混凝土的预压应力, (N/mm^2);

$$\sigma_{\text{cpt}} = \sigma_{\text{pt}} \cdot \frac{A_p}{A_c}$$

n ——预应力钢筋的弹性模量与管桩混凝土弹性模量之比;

Ψ ——混凝土的徐变系数, 取 2.0;

δ_s ——混凝土的收缩率, 取 1.5×10^{-4} ;

E_p ——预应力钢筋的弹性模量, (N/mm^2)。

(3) 预应力钢筋因松弛引起的拉应力损失 $\Delta\sigma_r$ (N/mm^2)

$$\Delta\sigma_r = r_0 \cdot (\sigma_{\text{pt}} - 2 \cdot \Delta\sigma_{p\Psi})$$

式中

r_0 ——预应力钢筋的松弛系数, 取 2.5%。

(4) 预应力钢筋的有效拉应力 σ_{pe} (N/mm^2)

$$\sigma_{\text{pe}} = \sigma_{\text{pt}} - \Delta\sigma_{p\Psi} - \Delta\sigma_r$$

(5) 管桩混凝土的有效预压应力 σ_{ce} (N/mm^2)

$$\sigma_{\text{ce}} = \frac{\sigma_{\text{pe}} \cdot A_p}{A_c}$$

旧标准没有明确规定管桩混凝土的有效预压应力计算公式, 这使全国各地的图集、技术规程出现五花八门的计算公式。同样规格、同样配筋的有效预压应力值相差悬殊, 人们无所适从, 造成许多困惑、麻烦。统一计算公式, 规定有关系数的取值是十分必要的。

2. 统一了管桩规格

新标准重新统一规定了管桩规格, 取消了最小壁厚。

(1) 管桩按外径分为 300 mm、(350 mm)、400 mm、(450 mm)、500 mm、(550 mm)、600 mm、700 mm、800 mm、1000 mm、1200 mm、1300 mm、1400 mm 等规格 (注: 括号内规格为非优选系列)。

(2) 管桩按混凝土有效预压应力值分为 A 型、AB 型、B 型和 C 型。A 型、AB 型、B 型和 C 型管桩的混凝土有效预压应力值分别为 4.0 N/mm^2 、 6.0 N/mm^2 、 8.0 N/mm^2 和 10.0 N/mm^2 , 其计算值应在各自规定值的 $\pm 5\%$ 范围内。

(3) 统一规定了管桩壁厚, 如表 1.1 所示。

表 1.1 管桩新旧标准壁厚对照表 (单位: mm)

外径	PC (新)	PC (旧) 最小壁厚	PHC (新)	PHC (旧) 最小壁厚
300	70	60	70	60

续表1.1

外径	PC (新)	PC (旧) 最小壁厚	PHC (新)	PHC (旧) 最小壁厚
400	95	75	95	65
500	100、125	90	100、125	80
600	110、130	100	100、125	90
800	110、130	120	110、130	110
1000	130	130	130	140

因为旧标准仅规定管桩最小壁厚，造成各地管桩壁厚不统一，地方图集规格繁多，使企业在组织生产时非常困难，在产品的贸易中也很难统一协调，对设计及施工中具体参数的确定带来许多麻烦。因此，新标准只给出了一种或两种大多数厂家和工程中常用的壁厚，以简化壁厚系列，方便生产和使用。

3. 规定了最小配筋面积

新标准规定了预应力钢筋最小配筋面积，统一规定了由混凝土有效预压应力值和抗裂弯矩计算出管桩的结构配筋。

管桩的抗裂弯矩计算公式，

$$M_{ck} = \sigma_{ck} \cdot W_0 = (\sigma_{ck} + \gamma \cdot f_{tk}) \cdot W_0$$

式中， $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk}$ 。

结构配筋考虑了生产的可操作性。

4. 增加了混凝土保护层厚度

新标准规定外径 300 mm 管桩预应力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于 25 mm，其余规格管桩预应力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于 40 mm。（注：用于特殊要求环境下的管桩，保护层厚度应符合相关标准或规程的要求。）

这是因为管桩应用领域越来越广泛，特别是在有腐蚀介质地质区的应用，使得管桩的耐久性问题越来越尖锐，增大混凝土保护层厚度对提高管桩的耐久性是非常有效的措施。日本标准规定，基础混凝土的钢筋的混凝土保护层厚度不低于 40 mm；我国 GB50007 规定，预制桩钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 35 mm；GB50010—2010 规定，设计使用年限为 50 年的混凝土结构（梁、柱、杆）最外层钢筋的混凝土保护层厚度二 b 类环境为 35 mm，设计使用年限为 100 年的混凝土结构，保护层厚度不应小于 50 年数值的 1.4 倍，二、三类环境应采取专门的有效措施。管桩桩基是建筑物的基础，其使用年限应高于建筑物的年限，旧版保护层厚度不得小于 25 mm 是偏低的，因此，新标准将混凝土保护层厚度增大至 40 mm。

5. 提高了抗弯性能指标

新标准提高了壁较厚管桩的抗弯性能指标。同时也相应增加了配筋率，这样将有利于提高壁较厚管桩的抗拔、抗剪性能，扩大了管桩的使用范围，也增加了管桩使用的安

全性和可靠性。

6. 规定了端板的材质和最小厚度

新标准规定了端板的材质和最小厚度,这是因为端板的材质和厚度是影响焊接质量和管桩耐久性的关键因素。行业标准 JC/T947—2005 虽然对端板的五大元素含量和力学性能指标作出了规定,但对端板的厚度却没有提出要求,而建设部门对结构用钢材的要求是必须达到 Q235B 材质的要求。因此,为了规范端板的生产和使用,新标准对端板的材质和厚度作了明确规定。

7. 提高了预应力钢筋的配筋和螺旋筋的配置

预应力钢筋的增加,不但提高了管桩的抗弯性能,同时也提高了管桩的抗拔能力,增加了使用的安全性和可靠性。

螺旋筋在管桩结构中不仅起构造筋的作用,还承担抵抗水平力的作用,因此,螺旋筋的直径和螺距对管桩的抗水平力性能(抗剪性能)至关重要。旧标准规定的螺旋筋螺距要求比较低,影响了管桩的质量和使用寿命。新标准减小了螺距,增加了加密螺距段长度,还提出对用于有抗震要求的管桩,采用全长加密螺距的要求。

8. 首次列出管桩的抗剪性能指标及其试验方法

2008 年在汶川发生 8 级大地震后,国家有关部门对《建筑抗震设计规范》进行了修订,提高了建筑物对抗震的要求。现在管桩已在全国大部分地区应用,旧标准没有规定管桩的抗剪性能指标,设计人员进行桩身抗水平力设计时缺乏依据,新标准增加了管桩抗剪性能指标及其试验方法,供有关人员参考。标准中给出的抗剪性能是在纯剪切作用下的抗剪能力,与实际使用中承受的剪力是不同的,设计人员应根据实际地质情况进行验算。

根据管桩竖向承载力高、抗剪能力相对较差的特点,对于有抗拔或抗剪要求的基础桩,设计人员进行桩基设计时,应采用直径较大、壁较厚、AB 型及其以上型号的管桩,或按地质条件合理选配桩型。

9. 定性地提出了管桩的耐久性要求

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的管桩,其所使用的骨料应符合相关标准的规定。

对于有特殊要求及腐蚀、冻融、干湿交变环境下的管桩,应对其原材料、混凝土配合比和生产工艺等相关技术进行控制,并按设计要求对混凝土保护层等采取相应措施。

因为混凝土的耐久性是大家共同关注的课题,管桩在高盐、高碱和冻融地区已经使用,如何使管桩在高盐、碱和冻融环境下发挥其特点,并且耐久性好,使用寿命长,这与管桩的生产、设计、施工等许多因素有关,还需要在实践中不断探索、验证,还需要数据的积累,现在,还不能定量地提出指标。因此,新标准对管桩的耐久性仅定性地提出了要求。

除了上述改进外,新标准还调整了主筋分布圆的直径,以保证混凝土保护层厚度;将管桩标记型号改为桩径后面;取消临时与永久标记的差异;规定了抗弯试验用的单节桩长和两根管桩焊接后的长度等。

1.3.2 有关预制混凝土管桩的国家、行业、地方标准

为适应产品发展的要求,截至2011年,经过专家和技术人员的共同努力,预制混凝土桩行业的标准化工作取得了很大的进展。据编者不完全统计,收集到有关预制混凝土桩的国家标准、行业标准、地方标准如下。

1. 已经颁布执行的标准

已经颁布执行的标准有:

- 《先张法预应力混凝土管桩》GB13476—2009
- 《混凝土结构设计规范》GB50010—2010
- 《建筑地基基础设计规范》GB50007—2011
- 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476—2008
- 《建筑抗震设计规范》GB50011—2010
- 《预应力混凝土管桩》国家建筑标准设计图集 10G409—2010
- 《预应力混凝土用钢棒》GB/T 5223.3—2005
- 《钻芯检测离心高强混凝土抗压强度试验方法》GB/T19496—2004
- 《通用硅酸盐水泥》GB175—2007
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046—2008
- 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T18046—2008
- 《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119—2003
- 《预应力混凝土空心方桩》国家建筑标准设计图集 08SG360—2008
- 《先张法预应力混凝土薄壁管桩》JC888—2001
- 《预应力高强混凝土管桩用硅砂粉》JC/T 950—2005
- 《港口工程预应力混凝土大直径管桩设计与施工规程》JTJ216—97
- 《建筑桩基技术规范》JGJ94—2008
- 《混凝土制品用脱模剂》JC/T948—2005
- 《预制高强混凝土薄壁钢管桩》JGJ272—2010
- 《预应力离心混凝土空心方桩》JC/T 2029—2010
- 《混凝土制品用低碳冷拔钢丝》JC/T540—2006
- 《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T947—2005
- 《02系列结构标准设计图集》天津市工程建设标准设计 DBJT29—46—2002
- 《先张法预应力混凝土薄壁管桩》天津市工程建设标准设计 02G11 DBJ/T—46—2002
- 《预应力混凝土管桩》中南建筑标准设计图集 04ZG207
- 《预应力混凝土管桩基础技术规范》湖北省地方标准 DB42/489—2008
- 《预应力混凝土管桩》06系列山东省建筑标准设计图集 L06G407
- 《先张法预应力混凝土管桩图集》江苏省地方标准苏 G03—2002
- 《先张法预应力混凝土管桩》上海地方标准 G502 沪 2000
- 《先张法预应力混凝土管桩》浙江地方标准 2002 浙 G22

《02 系列结构标准设计图集》河南省工程建设标准设计 04YG102 (三)

《先张法预应力混凝土管桩》云南省建筑标准设计图集 29 DBJ/T53-01-2007

《锤击式预应力混凝土管桩基础技术规程广东省标准》DBJ/T15-22-2008

《预应力混凝土管桩技术规程》天津市工程建设标准 DB29-110-2010

《先张法预应力混凝土管桩》天津市工程建设标准设计 02G10 DBJ/T-44-2002

《先张法预应力混凝土管桩基础技术规程》江苏省工程建设标准 DGJ32/TJ109-2010

《先张法预应力混凝土管桩基础技术规程》福建省工程建设地方标准 DBJ13-86-2007

《先张法预应力离心混凝土空心方桩》图集天津市工程建设标准设计 DBJT29-187-2009, 图集号: 津 09G305; 还必须符合天津建科 [2011] 324 号文《预应力混凝土空心方桩技术规定》

《先张法预应力混凝土管桩基础技术规程》安徽省工程建设地方标准 DB34/T1198-2010

《预应力混凝土管桩基础技术规程》辽宁省地方标准 DB21/T1565-2007 J11131-2008

《预应力混凝土管桩基础技术规程》河北省工程建设标准 DB13 (J) /T105-2010

《静压预应力混凝土管桩基础技术规程》吉林省工程建设地方标准 DB22/T432-2006

《预应力离心混凝土空心方桩图集》浙江地方标准 G35 浙 2010

《先张法预应力高强混凝土管桩基础技术规程》四川省建筑标准设计 DB51/5070-2010

《预应力混凝土管桩建筑桩基技术规程》山西省工程建设地方标准 DBJ04-275-2009

2. 正在制订修订的标准

(1) 国家标准:

《先张法预应力混凝土异型桩》

(2) 行业标准:

《水泥制品工艺技术规范第 6 部分: 先张法预应力混凝土管桩》(已报批)

《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T947-2005

《预应力混凝土桩安全生产要求》

《硅砂粉技术规程》

《水泥制品用矿渣粉应用技术规程》

《预应力离心混凝土空心方桩用端板》

《混凝土外加剂安全生产要求》

《用于耐腐蚀水泥制品的碱矿渣粉煤灰混凝土》

(3) 地方标准:

广东省标准《静压预制混凝土桩基础技术规程》