



# 《港口工程桩基规范》修订要点

曹称宇

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

**摘要:** 介绍JTS 167-4—2012《港口工程桩基规范》主要技术内容修订或补充的背景和依据, 以利规范使用者更好地了解规范, 用好规范, 同时更好地研究问题、积累经验, 为规范的进一步完善创造条件。

**关键词:** 桩基; 规范; 介绍

中图分类号: U 655.54<sup>+</sup> 4.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)10-0208-04

## Essentials of the revision of Code for Pile Foundation of Harbor Engineering

CAO Cheng-yu

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

**Abstract:** Code for Pile Foundation of Harbor Engineering (JTS 167-4—2012) was published on July 18th, 2012 and has been put into effort since September 1st, 2012. This paper introduces the background and basis of the main revision and supplement about the technical details of this code to facilitate the engineers to understand and practice the standards. Meanwhile, it is better for the users to accumulate experience and do research on the relative problems, creating condition for the further perfection of the code as well.

**Key words:** pile foundation; code; introduction

JTS 167-4—2012《港口工程桩基规范》是在JTJ 254—1998《港口工程桩基规范》的基础上进行修订的, 同时采纳或修改采纳了JTJ 248—2001《港口工程灌注桩设计与施工规程》和JTJ 285—2000《港口工程嵌岩桩设计与施工规程》的技术内容, 形成了涵盖打入桩、灌注桩和嵌岩桩的规范。本次修订, 针对这3类桩进行了多项专题研究和广泛的调研, 在此基础上补充或修改了一些重要技术内容。

### 1 桩端封闭的预制混凝土打入桩轴向承载力计算(修改)

桩的轴向承载力计算是桩基规范的核心内容之一, 对允许不做试桩的工程以及重要工程的初步设计阶段, 往往需采用规范提供的桩侧摩阻力

和桩端阻力经验值, 按经验公式计算单桩的轴向承载力。98版规范提供了桩的入土深度在40 m以内的经验值。随着港口工程发展的需要, 地质条件和使用要求与以往有所不同, 相应地, 桩的入土深度大于40 m的情况时有发生, 入土深度更大的经验值有必要补充。此外, 98版规范提供的某些经验值偏差过大, 尤其是近年来试桩证明某些情况下是偏危险的, 故有必要进行修正。本次修订对桩侧摩阻力和桩端阻力进行了重点的专题研究, 并据此对98版规范进行了修改。

本次修订研究进行统计分析时, 增加了大量近年来入土深度较大的试桩资料。针对各种土类进行了研究、调整。推荐的经验值主要变化是: 黏性土略作提高, 砂性土略作降低; 弱化经验值随入土深度增加的趋势; 将入土深度扩展到40 m

收稿日期: 2013-08-10

作者简介: 曹称宇(1962—), 男, 教授级高级工程师, 从事港口工程设计、科研、标准编制和管理工作。

以上;增加持力层为较差软黏土时的桩端阻力经验值。

验算表明,当采用本规范推荐值的上限值计算时,试桩值与计算值之比的平均值为1.475,变异系数为0.382;当采用本规范推荐下限值计算时,平均值为1.687,变异系数为0.382。当桩的承载力分项系数 $\gamma_R$ 取1.45~1.55时,可靠指标 $\beta$ 在3.5左右,与采用98版规范推荐值计算结果相比, $\beta$ 有所提高。

## 2 钢管桩的轴向承载力计算(新增)

随着大型外海工程的增加,钢管桩的应用越来越多,其设计问题变得越来越重要。作为钢管桩设计的关键内容之一,确定其轴向承载力尤为重要。目前在工程上除了用试验法确定承载力外,有时还需要用经验方法进行计算确定或估计。由于《港口工程桩基规范》(98版)没有对钢管桩提出轴向承载力计算方法,设计人员大多参照该规范给出的,适用于预制混凝土挤土桩的方法进行计算,即采用经验参数法进行计算。在采用经验参数法计算时存在两个问题:一是钢管桩的单位面积侧摩阻力取预制混凝土挤土桩之值是否合适;二是如何考虑桩端阻力,即如果单位面积桩端阻力取预制混凝土挤土桩之值,相应的桩端“闭塞系数”该如何取值。本次修订基于实测结果的统计和对比,对上述两个问题进行了研究。结论是,计算钢管桩轴向承载力时取本规范推荐的混凝土打入的单位面积侧摩阻力和端阻力是可行的;按本规范推荐的桩端承载力折减系数进行折减后,可使实测值与计算值的比值在较合理的范围内,可靠指标约为3.5~4.0。

## 3 灌注桩轴向承载力的计算(修改补充)

JTJ 248—2001《港口工程灌注桩设计与施工规程》中,灌注桩轴向承载力的计算采用了JGJ 024—1985《公路桥涵地基与基础设计规范》中的计算方法及参数,若将有关内容直接并入本规范,将出现设计方法不协调的问题。此外,存在计算理论的争议、具体判断的困难、土层类型

的不全、尺寸效应未考虑等问题。本次修订进行了专题研究,通过对比路桥规范和建筑规范,结合港口工程经验,调整提出了港口工程桩的推荐方法及有关经验值,通过试算,验证了其合理性和可靠性。当抗力分项系数取1.55~1.65时,单桩轴向承载力的可靠指标大于3.5。

## 4 后注浆灌注桩轴向承载力的估算和施工技术要求(新增)

后注浆对提高灌注桩承载力具有明显的效果,这已为大量试验和工程实践所证明。路桥规范和建筑规范均已给出了有关计算(估算)的方法和相应的施工技术要求。虽然港口工程中尚无应用,但考虑一定的发展预期,且港口工程施工单位在承担桥梁工程时已有一定的实践经验,故本次修订增补了有关内容。

估算方法基本采用JTGD 63—2007《公路桥涵地基与基础设计规范》的有关内容,个别系数略作降低以确保安全。专题调研分析时,以工程试验资料对该规范推荐的侧阻力增强系数和端阻力增强系数进行了验证,验证表明,该规范推荐值在一般情况下略偏安全,基本合理。有关施工的技术要求也是参考路桥规范和建筑规范作出的,经过了工程实践的验证。

## 5 桩的六点吊计算(新增)

98版规范提供了四点吊的吊桩工艺和吊运弯矩计算公式及相关的系数。对于600 mm×600 mm断面的预应力混凝土方桩,吊运长度可达60 m。但工程上有时需采用更长的桩,有的接近70 m。为此本次修订对六点吊进行了专题研究,在规范中增加了六点吊的内容。六点吊吊运工艺通过调研确定,推荐的工艺已在工程实践中得到检验。吊点的优化位置和吊运弯矩计算系数通过编制计算机软件,经大量计算得到。该计算机软件经过了严格的检测验证。计算表明,六点吊较四点吊的吊运弯矩明显减小。以60 m长的桩为例,当下吊索长度取0.50 L时,A型、B型、C型桩采用六点吊较采用四点吊吊运弯矩分别减小31%、29%和

27%。

采用同一套吊点位置的水平吊运,其弯矩计算系数是按照刚性支承连续梁计算模型计算得出的。

## 6 桩的压屈稳定计算长度的确定(新增)

本次修订采用泥面以下桩土作用按 $m$ 法考虑的桩的压屈计算模型,并考虑港工高桩结构的特点,对桩的压屈稳定计算长度的确定进行了研究,将研究结果与JGJ 94—2008《建筑桩基技术规范》等国内外规范的有关规定进行了对比。对比表明,本规范推荐的方法是安全合理的。

## 7 水平力作用下非弹性长桩的计算(新增)

98版规范针对弹性长桩给出了NL法、 $P$ - $y$ 曲线法和 $m$ 法,重点是计算桩的内力和变位,没有对非弹性长桩给出设计计算方面的规定。由于工程中出现浅覆盖层地质条件或采用人工基床进行嵌岩桩施工工期稳桩的情况越来越多,就桩基计算理论而言,这种入土深度较浅的桩在水平力作用下属于非弹性长桩,即刚性桩或中长桩。因此有必要增加有关内容。

虽然原JTJ 285—2000《港口工程嵌岩桩设计与施工规程》的附录中给出了稳桩计算方法,但给出的限制条件不够全面、明确。本次修订结合中交集团A类科研项目《大型嵌岩钢管桩关键技术研究》进行了研究,并委托某高校进行了模型试验研究,取得了较好的成果,同时参考了国内公路、铁路规范的有关内容。

在大量研究和分析的基础上,对非弹性长桩的计算作出了规定。计算方法,推荐 $m$ 法和 $P$ - $y$ 曲线法。由于 $m$ 法较为简便,公路、铁路规范均推荐了该方法,故本规范首先推荐了 $m$ 法。土体应力限制,推荐公路规范的限制要求,取消了原嵌岩桩规程推荐的《桩的设计和施工》给出的方法,因为该要求不起控制作用。

## 8 锤击沉桩时钢管桩壁厚的确定(修改)

按照原98规范对于锤击沉桩时钢管桩最小壁厚的规定确定壁厚时,当桩径较小时壁厚偏小,当桩径较大时,壁厚过大的,实际工程中已不按

照该规定执行。本次修订采用了国外有关标准的规定,实际工程中确定的壁厚与该规定基本相符。

## 9 锚岩桩桩芯混凝土长度的确定(部分新增)

预制桩内灌注混凝土桩芯的高度满足要求对结构安全十分重要,设计时应予重视。本次修订分别对预制桩芯柱嵌岩、锚杆嵌岩和组合式嵌岩情况下桩内芯柱长度的确定作出了规定。规定基于芯柱对嵌岩段或锚杆提供的承受能力大于岩面以下嵌岩段或锚杆的承受能力的要求,从计算和构造两方面考虑。

影响计算结果的关键参数是芯柱与桩内壁结合面的抗剪强度 $\tau_0$ 的取值,本次修订给出的推荐值是根据工程经验得出的,在施工质量得到保证的条件下一般偏安全,有经验时可适当增减。需要注意的是, $\tau_0$ 的大小与桩壁的清理工况等因素密切相关,因此设计时应考虑施工工艺等因素,对施工提出相应的要求。

当钢管桩内壁焊有足够的剪力键且能确保混凝土浇筑质量时,就轴向力传递而言,可适当放宽本条提出的限制。

## 10 锤型选择和沉桩应力的确定(修改、补充)

在98版修订过程中收集典型工程近万根桩的沉桩资料的基础上,本次修订又收集了近年来大量的工程资料,特别针对新锤型的沉桩情况进行了统计和分析,补充了有关内容。补充了D-125、D-160柴油锤和液压锤的资料和经验。虽然所列内容未能包括工程中使用的所有锤型,但已基本覆盖现有锤型等级,表中未列锤型可参考相近锤型判定其工程性能。蒸汽锤和MB-40、MH-45柴油锤已基本不使用,本次修订不再列入。

根据新的资料验证,锤击拉应力,98规范给出的取值建议仍然是合适的;锤击压应力,对混凝土管桩,由25 MPa降低为20~23 MPa,其他桩不变。

## 11 常用成孔设备性能和适用范围(修改、补充)

JTJ 248—2001《港口工程灌注桩设计与施工规程》和JTJ 285—2000《港口工程嵌岩桩设计与

施工规程》分别在附录中列有《常用成孔设备适用范围》和《各种嵌岩桩钻机性能参考表》，本次修订将有关内容合为一张表，并根据目前成孔设备的性能进行了调整和补充，有关内容经过了工程实践的验证。

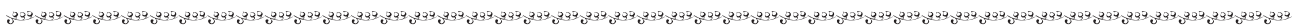
本次规范修订，由于资料所限，特别是实测资料不足，有些问题的研究结果尚不理想，未能得出定量的结论，规范应用中还存在个别参数的取用不够明确等情况。因此，仍须结合工程实践积累资料进行研究，依靠全行业的力量，共同推

动水运工程桩基技术的发展。

**参考文献：**

[1] JTJ 254—1998 港口工程桩基规范[S].  
 [2] JTJ 285—2000 港口工程嵌岩桩设计与施工规程[S].  
 [3] JTJ 248—2001 港口工程灌注桩设计与施工规程[S].  
 [4] JTG D63—2007 公路桥涵地基与基础设计规范[S].  
 [5] JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范[S].  
 [6] TB 10002.5—1999 铁路桥涵地基和基础设计规范[S].

( 本文编辑 郭雪珍 )



( 上接第 197 页 )

**3 结语**

1) 论述了跨海大桥防护系统的设计原则及必须满足的要求，目的是防止桥梁因船舶撞击超过桥墩的承受能力而遭受破坏、可以阻止船舶撞击力传到桥墩，或者通过缓冲消能延长碰撞时间，减小船舶撞击力。

2) 系统分析了常见防护系统，以东海大桥为例，详细计算了不同等级的船舶对桥墩的撞击力及防护系统吸收的能量，为其防撞设计提供参数。

3) 首次将港口工程中常见的大直径薄壁圆筒结构引入到防撞墩设计中，构造了一种新型的桥墩防撞系统并阐述其优点与可行性，对同类环境下桥梁防撞设计具有重要参考意义。

**参考文献：**

[1] 夏玲. 船桥碰撞有限元数值仿真研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.

[2] 洪娟, 陈云鹤, 吴广怀. 桥墩防撞导偏轮受撞后作用力及能量转换特性[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2012, 13(2): 330-335.  
 [3] 樊伟, 袁万城, 杨智, 等. 高桩承台桥梁船撞动力需求的时程分析法[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2010, 38(12): 1 719-1 724.  
 [4] 范彬, 王林. 船桥碰撞及桥梁防撞结构研究[J]. 华东船舶工业学院学报: 自然科学版, 2005, 19(4): 1-5.  
 [5] 高家镛, 张甫杰, 马雪泉. 桥梁防撞设施物理模型试验[J]. 上海船舶运输科学研究所学报, 2011, 34(1): 1-7.  
 [6] 杨智, 袁万城, 樊伟. 飘浮体系斜拉桥全桥船撞动力响应数值模拟[J]. 结构工程师, 2010, 26(2): 63-69.  
 [7] 孟德巍, 王君杰. 船舶正撞刚性墙力-撞深关系的简化公式研究[J]. 防灾减灾工程学报, 2011, 31(2): 160-165.  
 [8] AASHTO. 美国公路桥梁设计规范[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

( 本文编辑 武亚庆 )