

建筑桩基技术规范修订实施以来的若干思考

李亮, 石燕霞

(山东省华鲁工程总公司, 山东 济宁 272100)

摘要:《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)于2008年10月1日起实施,至今已有5年多时间。从施工角度阐述了规范修订实施几年来在实际工程中的符合性、适宜性以及有关思考。

关键词:桩基;技术规范;修订实施;思考

中图分类号:TU473 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2014)05-0072-05

Some Thoughts on the Implementation of the Revised "Technical Code for Building Pile Foundation"/Li Liang, Shi Yan-xia (Shandong Hualu Engineering Corporation, Jining Shandong 272100, China)

Abstract: It has been more than 5 years since "Technical code for building pile foundation" (JGJ 94-2008) was implemented on October 1, 2008. As an engineering technician, the author elaborates the conformity and suitability in the revision and implementation of this technical code for years from construction angle, and also shares the related personal thoughts.

Key words: pile foundation; technical code; revision and implementation; thought

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)于2008年10月1日发布实施,至今已有5年多时间。笔者一直从事桩基础施工工作,对于规范修订前后的不同之处,修订理由以及执行中重点把握的、关键的有关强制性条文的规定与要求,以及规范修订、实施以来在实际工程施工中的符合性、适宜性及存在的问题有一定体会,现根据工作实践谈谈自己的感受及思考。

1 规范进行修订的目的

规范进行修订的目的大致有以下几点:

- (1) 不合理的、用途不大的应取消;
- (2) 成熟、先进的工艺应纳入;
- (3) 工法不完整的应补充;
- (4) 通过工程实践证明需调整的,应完善;
- (5) 提高承载力、变形计算精度。

2 规范修订、调整、增加的主要内容

- (1) 单桩侧阻力和端阻力经验参数,总体上提高;
- (2) 钢筋笼加密区长度由 $(3 \sim 5)d$ 调整为 $5d$;
- (3) 调整桩的最小中心距,增大了扩底桩和粘性土中桩的最小中心距;
- (4) 基桩和复合基桩承载力设计取值与计算,

将原设计值改为特征值;

- (5) 嵌岩桩嵌岩段侧阻系数和端阻系数;
- (6) 桩钢筋锚入承台的长度由30倍纵向主筋直径调整为35倍;
- (7) 最低混凝土强度等级由C15调整为C25;
- (8) 等效作用分层总和法计算桩基沉降经验系数;
- (9) 强调注重概念设计;
- (10) 钻孔灌注桩孔底沉渣厚度控制标准等;
- (11) 后注浆灌注桩承载力计算与施工工艺(后注浆承载力计算给了明确规定);
- (12) 减小差异沉降和承台内力的变刚度调平设计(此项内容为本规范修改的亮点,全世界第一次写入);
- (13) 桩基耐久性规定;
- (14) 长螺旋钻孔压灌混凝土后插钢筋笼施工方法;
- (15) 抗拔桩桩身承载力计算;
- (16) 完善了建筑桩基设计等级;
- (17) 预应力混凝土管桩承载力计算与沉桩方法。

3 修正后桩基设计安全度

修正后的桩基设计安全度较《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)提高,表现在以下几方面:

收稿日期:2014-02-04

作者简介:李亮(1971-),男(汉族),山东莱州人,山东省华鲁工程总公司高级工程师,探矿工程专业,从事桩基工程施工与管理工作,山东省济宁市兖州区建设东路272号, liliang2882@163.com。

(1)成桩工艺系数 Ψ 有所降低,特别是软土地区挤土灌注桩由0.8改为0.6;

(2)基本组合的荷载分项系数由1.25提高到1.35(以永久荷载控制的情况);

(3)建筑结构荷载规范的均布活荷载标准值提高了1/3,荷载组合系数提高17%,由此使以土的支承载力制约的桩基承载力安全度有所提高;

(4)钢筋混凝土强度设计值略有降低。

4 相关思考与体会

4.1 思考一:推荐了新的施工工艺

规范纳入的工法必须是成熟的。新规范推荐的新的施工工艺有以下几种:静压预制桩施工工艺、灌注桩后压浆施工工艺、长螺旋钻孔压灌桩施工工艺、旋挖钻机施工工艺。

4.1.1 静压预制桩施工工艺

预应力管桩是近十多年来发展起来的一种新型的桩基形式,通常分为3种,预应力高强砼管桩(PHC)、预应力砼管桩(PC)、预应力砼薄壁管桩(PTC),应用最广泛的为预应力高强砼管桩(PHC)。

预应力砼管桩具备以下优点:(1)适应性广;(2)经济效益好;(3)抗弯抗裂性好;(4)单桩承载力高;(5)符合环保要求,运输吊装方便,施工现场整齐文明;(6)成桩质量可靠,且检测方便,监理强度低;(7)缩短工期是预应力管桩的最大优势,施工进度快,而且不需要等待28天龄期,成桩后即可作桩基检测;(8)可初步估算单桩极限承载力。

主要缺点:(1)预应力管桩是挤土桩,施工时易引起地面隆起,有时还会引起已施工邻桩上浮;(2)因设备过于沉重,对施工场地的要求较高;(3)当遇到坚硬地层,需引孔;(4)受起吊设备能力的限制,单节桩的长度不能过长;(5)过大的压桩力易将桩身夹破夹碎,或使桩出现纵向裂缝。

预应力高强度砼管桩可以广泛用于工业与民用建筑、铁路和公路桥梁、码头、港口等工程建设。预应力管桩既适用于多层建筑,也适用于高层建筑,目前预应力管桩已经成为国内12层及以上高层建筑的常用桩基础之一。不过预应力管桩也有其局限性,如以下工程地质条件不宜使用预应力管桩:(1)孤石和障碍物多的地层;(2)有坚硬隔层的地区;(3)石灰岩地区;(4)从软塑层突变到特别坚硬的地区,主要是上软下硬、软硬突变的地区;(5)不适合在新填土、淤泥土及积水浸泡过的场地施工。

4.1.2 灌注桩后压浆施工工艺

钻孔灌注桩后压浆技术,是近几年出现的一项新工艺,也是中国建筑科学研究院的一项专利技术。后压浆技术的应用可使常规灌注桩的承载力提高30%~50%,同时能有效地发挥材料强度,为建设单位节约很大一部分资金。钻孔灌注桩后压浆技术,是土体加固技术与桩工技术的有机结合。它分为桩侧后压浆、桩端后压浆、桩端桩侧复合后压浆3种。其要点是在桩身混凝土达到一定强度后,用注浆泵将水泥浆或水泥与其他材料的混合浆液,通过预置于桩身中的管路压入桩周或桩端土层中,桩侧注浆会使桩土间界面的几何和力学条件得以改善,桩端注浆可使桩底沉渣、施工桩孔时桩端受到扰动的持力层得到有效的加固或压密,进而提高桩的承载能力。

随着我国近年大规模的建设,灌注桩后压浆技术已在全国范围内推广使用,积累了很多经验。配合2008年北京奥运会的一些大工程,如国家体育场(鸟巢)、首都机场扩建三期等桩基础采用了此项技术,笔者参与的东营人民医院医疗保健楼桩基工程、河北三河天阔花园高层住宅楼桩基工程、聊城蓝海国际大酒店桩基工程、临清馨河丽舍一期桩基工程、济宁太白路万达广场桩基工程等均采用此项技术,且效果较好。

2012年9月,我公司承揽济宁太白路万达广场桩基工程施工,该工程位于济宁市市中区太白路以北,刘庄路以南,一栋商务酒店,高约45m;一栋甲级写字楼,高约100m;五星级酒店主楼高约76m;4栋万达写字楼,高约100m;7栋高层住宅,高约100m。基础均采用钻孔灌注桩后压浆,桩径分别为600mm和800mm,我公司承揽了8栋楼的桩基础工程,共计1757根,其合同额约为4000万元。由于施工过程中成功运用了钻孔灌注桩后压浆技术,后压浆钻孔灌注桩以其低噪声、对周围环境影响较小、地层适应性广、单桩承载力高等特点,为业主节约了大量资金和宝贵的时间,受到业主的高度赞扬。

由于钻孔灌注桩后压浆技术显著的技术效益和经济效益,所以最近几年在山东的聊城、济宁、东营、济南等地区,被越来越多的业主和设计单位理解和应用;同时,由于该技术为桩基施工单位保证桩基施工质量提供了一道有力防线,也受到桩基施工单位的青睐和推崇。

4.1.3 长螺旋钻孔压灌桩施工工艺

长螺旋超流态压灌桩是用一种大扭矩动力头带动的长螺旋中空钻杆快速干钻成孔法,使钻具螺旋

叶片旋转削土,土块随螺旋叶片上升排出孔口,至设计深度后,通过混凝土泵经由中空钻杆泵压混凝土成桩,然后下压钢筋笼成桩。

长螺旋超流态压灌桩的施工机械主要有长螺旋钻机、混凝土搅拌机、混凝土输送泵等组成,由于其特殊的成桩工艺具有以下优点:

(1)成桩效率高,是常规泥浆护壁钻孔桩成桩效率的5倍;

(2)承载力高,由于没有泥浆护壁而造成的桩周摩阻力损失,因而承载力高,较常规泥浆护壁钻孔桩能提高承载力约20%;

(3)无污染,成桩只排除渣土而没有泥浆,因而无污染。

(4)钢筋笼导入管的振动,使桩身混凝土密实,桩身混凝土质量更有保证。

长螺旋压灌桩的最大一个特点就是先灌混凝土,后下钢筋笼,打破了常规。

4.1.4 旋挖钻机施工工艺

旋挖钻机是一种适合建筑基础工程中成孔作业的施工机械,广泛用于市政建设、公路铁路桥梁、高层建筑等基础施工工程,配合不同钻具,适应于干式(短螺旋),或湿式(回转斗)及岩层(岩心钻)的成孔作业。旋挖钻机具有装机功率大、输出扭矩大、轴向压力大、机动灵活、施工效率高及多功能特点。旋挖钻机适应我国大部分地区的土壤地质条件,使用范围广,基本可满足桥梁建设,高层建筑基础等工程的使用。旋挖钻机施工工艺在日本、欧洲使用相当普遍,我国最早是在修青藏铁路时大规模应用,近几年在我国成为发展最快的一种新型桩孔施工方法。

旋挖钻机成孔法优点如下:(1)在土层的钻进效率高;(2)适应性强;(3)采用旋挖钻进的干孔或泥浆不循环静态护壁的新型成孔工艺,减少泥浆污染,实现文明施工;(4)成孔质量好,承载力高。

旋挖钻机的不足:(1)入岩困难。(2)高成本,施工要求高。(3)对钻孔桩的桩径、桩长有一定要求。旋挖钻机小径桩钻进效率低(直径 $<800\text{ mm}$);超大直径的钻孔桩旋挖成孔基本还是空白(成孔直径 $>3\text{ m}$ 的旋挖钻机极少);受钻杆限制,旋挖钻机普遍成孔深度在 $50\sim70\text{ m}$ 之间。(4)在深、厚卵砾石层中钻进易塌孔。与普通的回转钻机相比,旋挖钻机在钻进过程中造浆功能差,在孔壁不形成厚的泥皮,不利于护壁;其次由于钻头频繁上下往复,产生强大的抽吸力,也不利于孔壁稳定,所以在深、厚卵砾石层中钻进易塌孔。笔者2013年10月

在济南某工程施工时即遇到类似情况,该工程地层中存有 $5\sim18\text{ m}$ 厚度不等的卵砾石层,成孔困难,给施工进度及工程质量带来了很大麻烦。项目部充分地利用好泥浆的护壁作用,不同地层使用不同性能的泥浆,并随时对泥浆的性能进行检测、调试,同时在泥浆中加入适量的火碱、纤维素或其他絮凝材料,及时改善泥浆性能,使泥浆充分发挥护壁堵漏作用,确保了施工的顺利进行。

4.2 思考二:强调了概念设计

桩基的概念设计就是将土力学概念,力学的概念,岩土性质的基本概念,地质演化的科学规律,地下水的渗流概念,各种施工工艺的特点,各种结构体系的特点,桩、土与结构的共同作用,当地的经验,经济因素等综合应用到桩基方案的确定中。

4.2.1 概念设计包括的内容

(1)利用基本概念确定拟设计桩基础关键控制点;

(2)利用基本概念进行桩的设计和布置;

(3)利用基本概念对计算结果进行分析,进一步优化基础方案;

(4)利用基本概念解决工程中的一些疑难问题。

4.2.2 概念设计的必要性

(1)目前桩基中最重要的控制指标——基础变形不能较准确计算;

(2)地基土变化多样,工程性质差异大且影响因素多;

(3)桩的施工工艺多,且一直有新桩型的研发,桩型的选用和新桩型的判断依赖于基本概念;

(4)桩基础工程涉及多个独立单位,出现问题时很难确定责任。

4.2.3 概念设计(基桩方案选型)误区(举例说明)

(1)凡嵌岩桩必为端承桩。

说明:导致嵌岩深度加大,工期延长,造价提高。

(2)将挤土沉管灌注桩用于高层建筑。

说明:由于挤土效应,造成断桩、缩颈、上浮等事故频繁发生。如东北某会展中心全部桩报废;云南某大厦筏板开裂,不得不加固处理。

(3)预制桩质量稳定性高于灌注桩。

说明:应为预制桩桩身质量稳定性高于灌注桩。预制桩桩身质量优于沉管灌注桩是肯定的,但有3点应注意:①沉桩挤土效应;②无法穿透硬夹层,桩长受限制;③单桩承载力可调范围小,难于实现变刚度调平设计。试桩无挤土效应,故工程桩时有挤土

效应,也应检测承载力。

(4)人工挖孔桩质量可靠。

说明:地下水位以上人工挖孔桩可实现彻底清孔,直观检查持力层,且无断桩、缩颈现象,而地下水位以下人工挖孔桩存在的隐患:①边挖孔边抽水,细颗粒流失,地面下沉,乃至护壁整体脱落;②临近新灌注混凝土桩抽水,带走水泥,造成离析;③流动性淤泥中挖孔,引起淤泥侧向流动,增大沉降。

4.3 思考三:将“岩溶地区的桩基,宜采用钻、挖孔桩”改为“岩溶地区的桩基,宜采用钻、冲孔桩”的必要性

此条内容进行了修改,确实非常必要。在岩溶地区,若选用旋挖成孔工艺,应谨慎。笔者曾在贵州黔东某项目进行了桩基工程施工,桩基设计类型为旋挖成孔灌注桩。该地区属典型的岩溶地区,施工过程中遇到了很多问题,诸如:地质情况复杂,钻孔中有溶隙、溶洞存在,给施工、入岩判定带来了极大难度;地层中有孤石存在,钻进、纠偏难度大;设计入岩深度为3倍桩径,入岩施工难度大,设备损坏非常严重;很多钻孔不能钻至设计深度,即使钻至设计深度,混凝土充盈系数在1.4~1.5,甚至更高;以及桩长匹配问题不好解决等等。针对上述问题,施工单位想了很多办法,也采取了相应的措施,但收效甚微,工程迟迟没有进展。

后来业主邀请了5家电力设计院的有关专家来施工现场,召开了技术咨询会,经过广泛、热烈的讨论,专家们提出相关意见和建议。根据诸位专家的处理意见,在后续的施工中我们主要采取了如下处理措施:对于桩端处于破碎地带,节理裂隙较发育,旋挖成孔时极易坍塌,成桩后承载力难以保证的桩,采用后压浆进行处理。对于孔内出现孤石无法钻进,或塌孔较严重,施工孔深与设计孔深相差较远,不宜进行静压注浆的孔,采用冲击、回转钻进法进行处理。采用此种工艺,钻进前必须配制好优质的泥浆,钻进过程要轻压慢转,泥浆要及时补给并控制好泥浆的粘度,对于有溶洞或溶隙的孔,进入溶洞或裂隙前进尺要缓慢,冲击要减小,并不间断地向孔内投入粘土和片石同时向孔内投入预先制作好的粘泥球,以便和粘土、片石共同堵住溶洞,顺利成孔;对于孔内遇坚硬岩石、孤石的孔,旋挖钻机根本无法钻进,采用冲击钻处理,施工速度又太慢,在采取了行之有效的安全保证措施后(全孔下钢护筒护壁),借鉴人工挖孔桩的施工方法,采用孔内爆破法(微差爆破),配合旋挖钻机施工;因塌孔达不到设计桩长

要求,或其它原因造成桩的承载力不能满足上部荷载要求,可适当增加桩数,以满足承载力要求;部分旋挖施工区域钻孔塌孔严重,甚至出现串孔现象,成孔困难;由于坍塌严重,对塌孔区已成桩的侧阻力也造成很大影响,经与设计协商,采用固结灌浆法对上述地段进行加固,注浆设备及参数控制与桩端压浆法相同,采用多段压浆,灌浆完毕3日后即可对未成桩进行施工。

从上述案例可以看出,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)将“岩溶地区的桩基,宜采用钻、挖孔桩”改为“岩溶地区的桩基,宜采用钻、冲孔桩”是非常适宜的。

4.4 思考四:对沉管灌注桩实际使用做了严格限制

沉管灌注桩因施工效率高,20世纪90年代初曾得到广泛使用,但是由于该工艺频发质量事故,特别是在地层中含有软弱或淤泥质土层及粘性土层中极易发生缩径、断桩等质量事故,从当初大量使用到现在已逐步淡出人们的视野。该工艺成功经验也不少,暂时得以保留,但已不提倡,同时对实际使用做了严格限制;并且对采用该施工工艺的建筑物引入了沉降增大系数。

4.5 思考五:关于砼试块留置数量

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)对 $\Phi 1\text{ m}$ 以下桩试块留置数量做了明确规定:直径 $\geq 1\text{ m}$ 的桩或单桩混凝土量 $\geq 25\text{ m}^3$ 的桩,每个灌注台班不得少于1组,每组试件应留3件。弥补了原规范的不足,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)对 $\Phi 1\text{ m}$ 以下桩试块留置方式未做明确规定,施工单位与监理单位经常为试块留置数量争论不休,最终往往是施工单位服从监理单位的要求,按一桩一组留置。有些地方对于桩基施工试块留置有特别的要求,比如留置标养试块的同时要留置相应的同条件试块,有抗渗要求的要留置抗渗试块,冬期施工要留置试块,解冻要留置试块,交货检验要留置试块等等,这样下来,一根桩实际要留好几组试块。确实,桩基施工属隐蔽工程,看不见摸不着,出了质量问题不好处理,我们应该重视过程控制,但试块这样留置,笔者不敢苟同,有点本末倒置了,导致工作量增加,试验费也相应增加是一回事,关键问题是,桩基施工同条件试块确实不好留置。所以,笔者建议:只要施工质量处于可控状态,又能满足资料编制需要,试块留置数量宜适量。

4.6 思考六:关于沉渣厚度

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)对沉渣

厚度的要求比《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)严格了,做了如下规定:对于端承型桩,不应大于50 mm;对于摩擦型桩,不应大于100 mm;对抗拔抗水平桩,不应大于200 mm。

大量的案例和施工实践证明,“沉渣厚度”对于桩基工程来说,是一个重要指标,不管是桩基的承载力还是变形,都与它密切相关,所以提醒广大技术人员及工程施工人员注意,桩基成孔过程中,一定要控制好这一指标,确保工程质量。

4.7 思考七:对人工挖孔桩适宜性做了明确规定

对《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)“人工挖孔桩在地下水位较高,特别是有承压水的砂土层、滞水层、厚度较大的流塑状淤泥、淤泥质土层中施工时,必须采取场地降水等技术措施和安全措施,不宜在桩孔中边挖边抽水”进行了修改,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)改为“在地下水位较高,有承压水的砂土层、滞水层、厚度较大的流塑状淤泥、淤泥质土层中不得选用人工挖孔灌注桩”。即明确规定这样的地层不允许采用人工挖孔桩施工工艺。

4.8 思考八:国内的规范规定不一致

全世界几乎较大的发达国家及发展中的大国都有自己的国家规范,而很多发展中国家则没有自己的国家规范。这些没有自己规范的国家很多是直接采用其他国家的规范作为工程设计的依据,或以其他国家的规范为基础稍作增删从而形成所谓自己的国家规范。我国的结构规范(尤其是抗震方面)已走在世界前列,这既和我国自主科技创新息息相关,也是与国际接轨、兼收并蓄发达国家既有成果的结果,这是我们值得自豪的地方。但也有不尽如人意的地方,比如说规范规定不一致。我国现行的规范种类很多,很杂也很乱,有国家规范,有地方规范,有行业规范,也有企业规范等,有些地方各自有各自的规定,不统一。比如对于混凝土最低标号的规定,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)规定为C25,而《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012)规定为C20。再比如试块留置数量,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)规定:直径 $>1\text{ m}$ 或单桩混凝土量 $>25\text{ m}^3$ 的桩,每根桩桩身混凝土应留有1组试件;直径 $\geq 1\text{ m}$ 或单桩混凝土量 $\geq 25\text{ m}^3$ 的桩,每个灌注台班不得少于1组;每组试件应留3件。而《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202-2002)规定:每浇注 50 m^3 必须有1组试件,少于 50 m^3 的桩每根桩必须有1组试件,规定不一致,因《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202-

2002)为国标,很多监理单位要求施工单位按此留置试件,留置数量增加很多,同时给施工带来了很大不便。所以还需各位规范制定专家进行持久不懈的努力,力求规范规定一致。

4.9 思考九:关于规范的执行力度

一个成熟的施工工艺,应有严格的现场操作程序。规范制定的再好,符合性、适宜性再强,执行、落实若不到位,同样会出现质量事故,或达不到设计要求。例如长螺旋超流态压灌桩施工工艺,提拔时应带压力灌注混凝土才能形成较大的桩端阻力和桩侧阻力。个别施工人员盲目为了抢进度或人为节省混凝土,先提拔再实施压灌,桩端阻力明显降低;在提拔过程如果速度过快,可能节省混凝土,但桩侧阻力明显降低。所以对于不同的土质条件应正确掌握提拔速度及其他施工参数,才能充分保障施工质量。再例如钻孔灌注桩对沉渣厚度的要求,沉渣厚度是影响灌注桩端承力的一个重要技术指标,但是实际施工过程中很多施工人员并没有引起足够的重视,如果施工中采用反循环钻机成孔还好说,因反循环工艺清渣效果较好,但常规的正循环钻机成孔,沉渣根本清理不干净,特别是在含有砂层的地层中钻进,沉渣指标很难达标,监理验孔时往往两次、三次验不过关,为了盲目抢进度,有的人采用以孔深替代沉渣的危险做法,监理验孔可能蒙混过关了,但给工程质量埋下了严重的隐患。实践中因以孔深替代沉渣而造成质量事故的案例很多,且补救较难,所以在此提醒广大工程技术人员注意,施工过程中必须杜绝此种行为的发生,一定要按规范要求施工。

4.10 其他相关思考

笔者的相关思考还有很多,比如关于后压浆工艺的水泥用量的思考,比如关于取消“硫磺胶泥锚接”的思考,比如“对泥浆储备量进行了修改”的思考,对细长桩进行了定量定义的思考等等。

对于单桩注浆量的计算,规范中规定是按下式估算: $G_c = a_p d + a_s n d$,式中 a_p 、 a_s 分别为桩端、桩侧注浆量经验系数, $a_p = 1.5 \sim 1.8$, $a_s = 0.5 \sim 0.7$,对于卵、砾石、中粗砂取较高值; n 为桩侧注浆断面数; d 为基桩设计直径。对独立单桩、桩距 $>6d$ 的群桩和群桩初始注浆的数根基桩的注浆量应按上述估算值乘以1.2的系数。对于此规定,笔者结合自己的实践经验,认为取值比较保守,也可能是规范制定者把保证工程安全的条件放在首位,给出了偏于安全的设计、施工、检验技术要求。

(下转第84页)

转动至正上方,满仓保压至少2 h,且1 h泥水仓液位变化 <15 cm,重新建立泥水平衡形成泥膜,方可再次进行降液位、带压进仓检查等工作。

3 加液位恢复掘进

盾构带压查/换刀作业结束后,立即升液位恢复掘进。

平衡阀打开,开启送、排泥泵,此时送、排泥泵流量为液位降低时的相反值。送、排泥流量泵打开后,关闭平衡阀,同时慢慢打开泥水仓的排气阀,根据液位上升的快慢来选择排气阀开度,直到排气阀里有泥水流出,关闭排气阀,恢复至掘进模式。

4 工程应用实际情况

某过江通道在长江大堤卵砾石地层下进行的常规压缩空气查/换刀作业,有效的检查了刀盘刀具磨损情况,并成功带压更换3把磨损较为严重的边滚刀。常规压缩空气带压进仓在本次查刀与少量换刀的作业中的成功实施,为今后盾构掘进上软下硬偏磨刀具地层和全断面风化岩地层刀具检查和更换积累了经验。同时也为带压查/换刀时刀盘前端建立稳定优质泥膜积累了经验,完善了泥浆制备、泥水仓

内泥浆置换及加压成膜的质量控制。

5 结语

当更换刀具较少,进仓压力在 $0.5 \sim 0.6$ MPa条件下,常规压缩空气带压查/换刀满足盾构刀盘刀具检查和少量刀具更换的要求。在此总结复合地层常规压缩空气带压查/换刀施工技术,可供类似大型泥水盾构带压查/换刀作业借鉴。

参考文献:

- [1] 竺维彬,鞠世健.复合地层中的盾构施工技术[M].北京:中国科学技术出版社,2005.
- [2] 郭信君,闵凡路,钟小春,等.南京长江隧道工程难点分析及关键技术总结[J].岩石力学与工程学报,2012,31(10):2154-2160.
- [3] 曹文宏,中伟强,等.超大特长盾构法——上海长江隧道工程设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [4] 张凤祥,朱合华,傅德明.盾构隧道[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [5] 陈馈,洪开荣,等.盾构施工技术[M].北京:人民交通出版社,2009.
- [6] 张智博.南京长江隧道大型泥水盾构施工风险分析及对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):65-69.
- [7] 韩晓明,唐晓鹏,季玉国.大型过江隧道盾构始发冻结施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(12):72-75.

(上接第76页)

对于硫磺胶泥锚接,由于土体隆起,采用硫磺胶泥锚接易断裂,故《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)将其取消。

对泥浆储备量,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)将泥浆储备量界定为“应不少于单桩体积的2倍”,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)将其调整为“泥浆储备量应不少于单桩体积”,更符合实际,更有利于执行。

对细长桩进行了定量定义,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)修改为“长细比大于50的细长桩”,对此有了明确的界定。

5 结语

桩基础应用范围广且数量巨大,且新工艺不断出现。广大工程技术人员,非常希望有一本符合性、适宜性的规范来指导自己的日常施工。《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)在修订过程中开展了专

题研究,进行了广泛的调查分析,总结了近期我国桩基设计、施工经验,吸纳了该领域新科研成果,并对主要问题进行了反复修改,涵盖面非常广,修订调整、修订增加的内容非常多,符合性、适宜性较强,满足了技术人员的迫切要求。

笔者由于水平所限,只能以点代面简单谈一下思考与体会,偏颇之处难免,望各位同仁给予批评指正。

参考文献:

- [1] JGJ 94-2008,建筑桩基技术规范[S].
- [2] GB 50007-2011,建筑地基基础设计规范[S].
- [3] JGJ 79-2012,建筑地基处理技术规范[S].
- [4] 编写委员会.桩基工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1995.
- [5] 刘金波.建筑桩基技术规范的理解和应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [6] 李亮,等.旋挖成孔工艺在黔东某电厂桩基工程中的实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(9).