

GONGCHENG JIANSHE SHIGONG
GONGFA HUIBIAN

工程建设施工 工法汇编

(2008~2014年度)

上册



成都建筑工程集团总公司 编

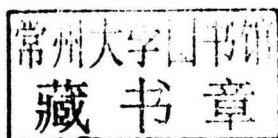


电子科技大学出版社

工程建设施工工法汇编

(2008 - 2014 年度 上册)

成都建筑工程集团总公司 编



图书在版编目 (C I P) 数据

工程建设施工工法汇编/ 本书编委会.

— 成都: 电子科技大学出版社, 2016.1

ISBN 978—7—5647—3263—9

I. ①成... II. ①本... ②成... III. ①建筑工程
—法律—汇编 IV. ①Z527.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 214591 号

工程建设施工工法汇编
(2008 - 2014 年度 上册)

成都建筑工程集团总公司 编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 张 鹏

责任编辑: 张 鹏

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 全国新华书店经销

印 刷: 成都童画印务有限公司

成品尺寸: 85.54 印张 字数 1352 千字

版 次: 2016 年 2 月第一版

印 次: 2016 年 2 月第一次印刷

书 号: ISBN 978—7—5647—3263—9

定 价: 75.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

《工程建设施工工法汇编（2008 - 2014 年度）》编委会

顾 问：祝年贵 李善继 赵明国 任 峰 涂 鹏 李鸣琴
晏开敏 余崇昆 周少锋 张蓉萍

主 编：张 静

编 委：李 维 曾 伟 胡静民 刘 刚 夏 葵 谢惠庆
陈 忠 黄 良 傅 宇 贾佐铭 钱 峰 胡 笏
金永树 邓江云 范云珍

编 撰 组：李 维 郑永丽 张 毅 陈朝晖

前 言

成都建筑工程集团总公司自成立以来，始终秉持“科学技术是第一生产力”的指导思想和“科技兴企”的企业发展战略，致力于以新技术、新工艺、新工法不断提高企业的核心竞争力。近年来，集团广大工程技术人员经过大量的工程实践形成了一批有价值的工法成果，并将工法与新技术的推广工作结合起来，在工程中广泛运用，产生了良好的经济和社会效益，为企业提高市场竞争力发挥了重要作用。为了集中反映近年来取得的工法成果，也便于学习和推广用工法成果，提高建筑工法的编制水平，真正使工法的建设和工法制度的建立成为企业推进技术进步和提高技术管理水平的重要举措，现将集团各单位取得的工法汇编成《工程建设施工工法汇编（2008—2014 年度）》（以下简称“本《汇编》”）。

本《汇编》共选编集团各单位取得的 2008—2014 年度省级工法 122 篇，分为上下两册，从房屋建筑工程、土木工程、工业安装工程三大类总结、归纳了广大工程技术人员在施工过程中的施工工艺和施工技术。汇编的工法符合国家工程建设的方针、政策和标准，具有先进性、科学性和实用性，对建筑工程施工技术人员有一定借鉴作用和参考价值。

本《汇编》出版工作得到了集团各单位的大力支持，在此表示感谢。由于本书征稿、选编的工作时间有限，文稿内容的水准、质量和表述方面还存在一些差距，在选编、审稿过程中虽力求改进，但限于水平，书中缺点、错误在所难免，敬请读者和专家批评指正。



2016 年 4 月

山地复杂地形大型水池基础施工工法	1
乙烯装置塔基础施工工法	10
深基坑泥岩层人工挖孔支护桩成孔施工工法	19
建筑隔震橡胶支座施工工法	26
塔式起重机基础与地下室底板结合施工工法	34
狭窄场地超深基坑综合支护施工工法	44
使用可周转的止水对拉螺栓的自防水剪力墙施工工法	55
机械成孔灌注桩预应力锚索施工工法	60
砂卵石地层圆形深基坑排桩支护工法	72
筏板设备深基坑侧壁导墙施工工法	94
加气混凝土砌块兼做外墙保温施工工法	104
硅酸盐轻质隔墙板施工工法	112
FR 轻集料混凝土空心隔墙板安装施工工法	120
制装配式钢筋混凝土化粪池施工工法	130
多功能建筑砌块施工工法	143
GZ 高分子复合芯模现浇钢筋混凝土施工工法	148
楼梯梯段自密实混凝土施工工法	153
空心石膏砌块施工工法	162
整体拼装式大模板在变形缝施工中的应用施工工法	171
高空大跨度连廊结构模板支撑体系施工工法	178
有芯柱的钢筋砼框架柱施工工法	185
环保型防火隔墙板施工工法	193
可取悬挂式钢筋撑铁施工工法	200
现浇斜柱曲墙异形结构民用建筑施工工法	207
劲性钢骨砼柱模板工具化施工工法	214
铁马凳钢筋支撑重复利用施工工法	222
木制覆膜清水混凝土圆柱模板安装施工工法	228
地下室外墙模板不打孔拼装施工工法	236
建筑主体施工柱模板型钢柱箍施工工法	246
柱模板新型夹具施工工法	254
特大型污水处理厂初沉池内成片大面积混凝土地面施工工法	262
超厚钢筋混凝土剪力墙模板安装可周转内支撑施工工法	268
工具式铝合金模板施工工法	277

侧模板开槽的楼梯半封闭施工工法	292
一种钢筋工程绿色施工工法	298
锚拉护壁桩混凝土梁内支撑换撑施工工法	310
插槽式早拆模板支撑体系施工工法	319

山地复杂地形大型水池基础施工工法

SCGF 126 - 2009

成都建筑工程集团总公司
张静、胡笳、林吉勇、辜碧军

1. 前 言

随着我国西部建设不断发展，越来越多的大型工业项目将目光投向资源丰富的山区。但由于山区建设地点基础条件相对落后，地貌往往为山地地貌，这就给工程项目的建设者们带来了越来越多的挑战。

由于工程项目建设在山地，构筑物基础一般位于中风化地质层或土质较差的回填土方地质。其中大型构筑物施工中，前期场地平整、基础施工及大体积砼的浇筑往往是工程的关键。针对这类工程特点，我公司采用人工挖孔桩施工结合局部爆破以及现场拌制泵送砼施工方法，在工程实践中取得了较好的效果。

2. 工 法 特 点

2.1 人工挖孔桩施工灵活，各孔桩可以同时进行施工，桩底嵌入岩石部分采用爆破施工，加快施工进度，可有效控制工期。

2.2 石方爆破施工与孔桩施工交叉作业，缩短工期，减少人工成本。

2.3 现场拌制砼，严格选用符合试验要求的砂石材料，同时现场监控砼拌制质量，可有效控制砼施工质量。

2.4 采用一次整体浇筑混凝土的方法和“综合温控”施工技术，提高了结构的整体性、抗渗性，同时提高了结构的抗震能力。

3. 适 用 范 围

本工法适用于山地起伏地貌大型构筑物基础，以及大体积砼施工如连续性基础底板、箱型基础、设备基础等需要裂缝控制的钢筋混凝土工程。

4. 工 艺 原 理

山地复杂地形大型水池基础施工工法，从以下三个方面结合贵州赤天化污水处理厂项目对工艺原理进行阐述。

4.1 人工挖孔桩施工工艺原理

在回填土范围内人工挖孔桩桩位布置合格后，开始人工挖孔作业，根据设计要求，挖孔深度到持力层，再在持力层进行桩端部嵌入岩石及扩头部分爆破施工。

4.2 中风化岩层区域石方爆破施工工艺原理

在中风化岩层区域进行爆破，清除岩层中受扰动松动部分，在保证基础整体可靠的情况下，达到设计要求标高。

4.3 现场拌制大体积砼施工工艺原理

确定混凝土的配合比（准确地讲是配合比范围）和原材料的要求，解决混凝土强度要求高，采用泵送

坍落度大的矛盾，控制大体积混凝土水泥水化热所产生的温度、收缩变形导致的裂缝的出现，保证混凝土施工质量。

5. 施工工艺及操作要点

5.1 施工工艺流程

本工法以贵州赤天化纸业公司 20 万吨竹浆纸一体化项目污水处理厂曝气池工程为例（该工程为一大体积钢筋砼结构构筑物，基础埋深 6m，地上 6m，直径 63.3m，总容积 34600m³），详细介绍该工法施工工艺及操作要点，工艺流程见下图 5.1：

施工准备 → 平整场地 → 放线定位及机械挖土方开挖 → 人工挖孔桩施工
→ 砼垫层 → 基础钢筋制作安装 → 模板安装 → 砼浇筑

图 5.1

5.2 操作要点

5.2.1 施工准备

施工准备是完成单位工程施工任务的重要环节。施工管理人员必须在工程开工之前作好如下施工准备工作：

- （1）组织有关人员熟悉施工图纸，参加图纸会审；
- （2）组织有关人员对现场进行复核；
- （3）编制分项工程作业指导书；
- （4）深化施工组织设计，熟悉设计图纸，编制施工预算；
- （5）提外加工订货单和材料计划；
- （6）组织有关人员进行施工技术交底，安全交底；
- （7）临时用电、用水、电话的连接，临时生产、生活设施的搭建；
- （8）劳动力、材料、机具、半成品等的准备；
- （9）与有关分包单位配合工作的联系和落实。

5.2.2 平整场地

做好现场三通一平，做好邻近建筑物、道路等安全防护工程。

5.2.3 定位放线及机械挖土方开挖

（1）根据建设单位提供的水准点高程及坐标位置，做好工程控制网桩的测量定位，同时做好定位桩的闭合复测工作，并做好标志加以保护。

（2）在不采用孔桩基础的部分，采用机械挖土至持力层上部 20cm 左右，然后进行人工捡底，清除基底不稳定岩石以达到设计要求。

5.2.4 人工挖孔桩施工

（1）人工挖孔桩工艺流程

准备工作→放线定位→开挖桩孔→测量控制→挖土到设计标高→爆破勘岩扩底→基底验收→安放钢筋笼→浇筑桩芯混凝土→养护→试验→凿桩头。

（2）挖孔施工

按照基础平面布置图，设置桩位轴线、定位点；桩孔四周撒灰线。测定高程水准点。

1) 首先放线定桩位及高程：在场地三通一平的基础上，依据建筑物、构筑物测量控制网和基础平面布置图，测定桩位轴线方格控制网和高程基准点。根据桩位进行孔口定位。

2) 桩位轴线采取在地面设十字控制网，基准点。安装提升设备时，使吊桶的钢丝绳中心与桩孔中心线一致，以作挖土时粗略控制中心线用。护壁支模中心线控制将桩控制轴线、高程引到第一节混凝土护壁上，每节以十字线对中，吊大线锤作中心控制用，用尺杆找圆周，以基准点测量孔深，以保证桩位，孔深和截面尺寸正确。

(3) 孔桩底部分采用爆破施工（爆破方案及技术参数经专家组审核论证通过，施工过程安全无误）

1) 由于人工挖孔桩入岩爆破施工时，自由面狭小、作业面较深、岩石的夹制力较大，中风化层以上地段成孔时，有些地段护壁质量较差抗震能力小。所以孔桩入岩爆破宜采用小直径浅孔微差爆破。

2) 爆破参数

桩基入岩爆破参数根据所爆破的孔桩直径、岩石的物理力学性能、岩石的风化程度、岩石的结构组分、内聚力、裂隙性、特别是岩石的变形性及其动力特性以及所用炸药的性能、爆破器材的选择来确定。根据现场实际情况选择爆破方案，不能破坏砼护壁。

A. 爆破器材选型及起爆方法

(a) 炸药

人工挖孔桩入岩段爆破施工总是存在岩层裂隙水及成孔护壁时下滴的渗水，最好选用防水性好的炸药，另外为了保证成孔护壁在爆破施工中的稳定性，应选用爆炸威力适中的炸药。可选岩石乳化炸药，其抗水性好、药卷易于分割、威力适中；如选用 2# 岩石铵梯，需对炸药本身做好防水处理。

(b) 雷管

孔桩掘进爆破应用电雷管网络，禁止使用导火索、火雷管起爆网络。电雷管起爆网络的接头一定要有良好的绝缘性，接点应离开泥水面。同时，为取得较好的爆破效果，保护护壁的稳定性，应选用微差爆破使用的秒延期雷管，周边眼滞后掏槽眼起爆 0.1s 以上。

(c) 起爆器

可选用 MFJ—100 国产电容式起爆器，串联起爆能力可达 100 发，充电时间 7~10s，供电时间 3~6ms，电源 1# 电池 4 节。

孔桩爆破每次起爆的雷管都在 20 发左右起爆器要求体积较小，便于携带，结构组成简单，因此可选用 MFJ—100 或 JZDF—300—B 国产电容起爆器。

(d) 孔桩爆破为浅井爆破，离地面深 15~20m，为确保安全和施工质量，建议选择半秒延时导爆管雷管接至井口一次点火起爆。

B. 炮眼布置及确定炮眼数目

(a) 炮眼布置

在小直径孔桩爆破中，工作面通常按掏槽眼 3~4 个，周边眼 7~13 个。其中掏槽眼按照锥形布置，倾角 10~15°；周边眼多用垂直眼，距孔桩护壁 100~200mm 均匀布置，但遇上有扩大头的孔桩，则周边应比扩大头倾角小 5~10°，以保证扩大头围岩的稳定性及避免超挖。

(b) 炮眼间距

孔桩入岩采用手持式气动凿岩机钻眼，炮眼直径 $d=32\sim42\text{mm}$ ，即 $a=(15\sim20)d$ ， $a=500\sim800\text{mm}$ 。

(c) 炮眼深度

炮眼深度受岩石性质和孔桩断面循环的约束，根据施工现场现有的施工条件、设备、人员素质和周围环境具实确定。在小直径孔桩入岩爆破中，岩石的周边夹制力大，炮眼利用率低。一般炮眼深度 L 取孔桩直径 D 的 0.6~0.8 倍，即 $L=(0.6\sim0.8)D$ 。其中掏槽眼应比周边眼加深 100~200mm。

(d) 确定炮眼数目：

炮眼数目 $N=(qswm)/ap$

式中 q —原岩炸药消耗量 (kg/m^3)；

s —挖孔桩断面面积 (m^2)；

m —每个药卷的长度 (m);

w —炮眼利用率, 取 0.85;

a —装药系数, 取 0.5;

P —每个药卷的重量 (kg)

(e) 确定装药量

直径 1.3~1.5m, 截面 $1.33\text{ m}^2 \sim 1.77\text{ m}^2$ 的孔桩装药量:

实际装药量 $Q=q_s L_w$ (kg)

式中 q —每立方米实体岩石炸药消耗量, 通过查表得来, 如 $D=8$, 取 3.54 kg/m^3 ;

s —挖孔桩断面面积 (m^2)

L —炮眼平均深度 (m)

w —炮眼利用率, 分别取 1.15、1.00、0.85.

(f) 每个炮眼装药量

每个炮眼装药量 $n=wQ/NG$

式中 n —药卷个数;

w —炮眼利用率;

Q —实际装药量 (kg)

N —炮眼数目 (个);

G —一个药卷的重量 (kg)

(4) 基底验收

验收内容主要是:

- 1) 桩端进入持力层不小于 1.0m;
- 2) 扩大头的尺寸检查是否满足设计要求;
- 3) 桩径垂直度孔底虚土等是否符合规范要求。

(5) 钢筋笼吊装

- 1) 钢筋笼入孔前, 需经有关方面进行检查验收、填写隐蔽工程验收单后, 方可吊放钢筋笼;
- 2) 钢筋笼放入前应先绑好砂浆垫块, 一般为 $\delta=70\text{mm}$ 。垫块采用预制轮型砼块, 绑扎在钢筋笼上, 每组四块水平对称排列。吊放钢筋笼时, 要对准孔位, 直吊扶稳、缓慢下沉, 避免碰撞孔壁。钢筋笼放到设计位置时应立即固定。如图二:
- 3) 若钢筋笼较长可采用两段连接, 连接采用双面搭接焊, 接头数按 50%错开, 以保证钢筋位置正确, 保护层厚度符合要求。

(6) 桩芯施工

- 1) 桩底验收合格、钢筋笼安放固定后, 应尽快浇筑桩芯混凝土;
- 2) 桩身混凝土坍落度宜采用 80~100mm, 桩孔深度超过 12m 时, 宜用塔吊配合混凝土输送泵和串筒垂直灌入浇筑, 浇筑时应连续进行, 利用上下提升导管, 砼通过导管自上向下顶压和自重增强其密实性, 桩顶以下 5.0m 范围内使用插入式振捣器进行振捣, 以保证桩顶质量。
- 3) 混凝土浇筑到桩顶时, 应适当超过桩顶设计标高, 以保证在剔除浮浆后, 桩顶标高符合设计要求。
- 4) 桩顶超灌高度为 0.5m, 充盈系数不小于 1.0。
- 5) 桩砼养护: 当桩顶标高比自然场地标高低时, 在砼浇灌 12h 后进行湿水养护; 当桩顶标高比场地标高高时, 砼浇灌 12h 后应覆盖草袋, 并湿水养护, 养护时间不少于 7d。
- 6) 凿除桩头时先用切割机在设计桩顶处割出一条圆线, 深度应小于钢筋保护层 10mm。然后从上往下分小块凿除, 离桩顶标高约 5~10mm 时, 用细錾子小心剔出至设计标高。

5.2.5 基础整体砼浇筑

(1) 混凝土配合比

现场拌制砼采用集料泵送混凝土砂率应在 40%~45%之间, 在满足可泵性前提性, 尽量降低砂率, 坍落度在满足泵送的前提下尽量选择小值, 以减少收缩变形。混凝土可掺加复合型外加剂和粉煤灰, 以减少

绝对用水量和水泥用量，改善混凝土和易性与可泵性，延长缓凝时间。为减少水泥用量，降低水化热，可征求设计单位同意，混凝土采用后期 60 天或 90 天强度替代 28 天设计强度。

（2）控制混凝土的出料温度

混凝土中的各种原材料，尤其是石子与水，对出料温度影响最大。在气温较高时，宜在砂石堆场设置简易遮阳棚，必要时可采用向骨料喷水等措施。

（3）控制浇筑入模温度

夏季施工时，泵送应采取降温措施，以防入模混凝土温度升高。如在搅拌筒上搭设遮阳棚盖，在水平输送管道上铺草包喷水。冬季施工时，对结构厚度在 1.0m 以上的大体积混凝土一般宜在正温搅拌和正温浇筑，并靠自身水化热进行蓄热保温。

（4）混凝土的施工

1) 混凝土浇筑顺序安排为循环浇筑，计算初凝时间，现场拌制砼出料速度，合理安排砼浇筑走向，以薄层连续浇筑以利散热，不出现冷缝为原则。对圆形基础，采用以圆心位置为砼泵管的转动中心，由外向内分为若干个环形带，同时将砼高度划分为若干个层次进行浇筑，这样既有利于工人施工也便于防止砼初凝产生冷缝。

2) 砼浇筑采用“斜面分层、薄层推进、坡顶、坡中、坡底三点同时振捣”，并采用二次振捣工艺，加快砼内部温度散发，防止出现裂缝，以提高混凝土密实度和抗拉强度。同时对大面积砼表面采用二次抹面压缝处理，第一次抹面当大体积砼按基准标高面浇筑完一定数量后，在砼初凝前，用铝合金长刮尺表面刮平，木条进行拍打真实，去除浮浆。待砼表面收水后，表面沿钢筋位置出现收水裂缝，这时用滚筒滚压数遍，再用木条揉搓平整这是第二次抹面，以减少表面收缩裂缝。

3) 混凝土在浇筑振捣过程中的泌水应予以排除。

4) 根据大型水池工程基础大体积混凝土的特点和施工经验，实测的混凝土内部中心与表面温度差，宜控制在 25℃ 之内。

5) 对所测温度进行数据分析，全面掌握混凝土在强度发展过程中内部温度分布状况，并且根据温度变化情况，可定性、定量指导施工，控制降温速率，防止裂缝的出现。

（5）测温

1) 应根据所建工程项目的平面形状尺寸、厚度等情况，合理、经济地布设测温点，并绘制测温点布置图。根据测温面积准备钢筋作为测温线的附着杆。在浇筑前应按测温布置图要求，对测点予以固定和保护，以确保测温工作的顺利进行。

2) 测温采用便携式建筑电子测温仪。测温时将便携式仪表、测温探头、测温线配合使用，作好测温点位的编号及温度测温记录，以便随时发现问题。

3) 每次测温后，应立即汇总整理混凝土内部温度场与温差数值，收集温度数据进行数据分析监控提供给施工管理部门，以指导现场的施工。

（6）养护

养护是大体积混凝土施工中一项十分关键的工作。养护主要是保持适宜的温度和湿度，以便控制混凝土内表温差，促进混凝土强度的正常发展及防止混凝土裂缝的产生和发展。对大面积的底板面，一般可采用先一层塑料薄膜后二层草袋作保温保湿养护，定时定人进行洒水保湿。草袋应叠缝，骑马铺放。养护必须根据混凝土内表温差和降温速率随时调整养护措施。

根据工程的具体情况，应尽可能多养护一段时间，拆模后应立即回土或在覆盖保护，同时预防近期骤冷气候影响，以控制内表温差，防止混凝土早期和中期裂缝。

5.2.6 劳动组织

人工挖孔工艺可以形成平行流水作业，工序可以穿插进行，开始成孔时，由 2 人组成，一人挖孔，一人看口并负责出土及安全，进入持力层后进行爆破扩底，由爆破班组完成成，爆破完成后再由两人出土。钢筋笼制作在成孔后进行，4 人一组。浇筑混凝土由 6 人组成，其中 1 人负责振捣，1 人负责安全，2 人配合固定串筒或者溜槽，2 人配合塔吊固定出料位置。浇筑大体积砼可根据工程实际情况进行人员分组配置，对大型水池基础作业可以分 2~3 个泵机供料，每台泵机一个分组，每组配置 2 人振捣，2 人控制出料位置，

1人抹面，各个分组之间独立施工，互不影响，可有效利用施工工作面，提高施工速度，避免砼初凝造成冷缝质量隐患。

劳动力的需要数量可根据平面布置和开孔数量，下面以赤天化污水处理厂曝气池为例劳动力组织见表5.2.6。

表 5.2.6 劳动力计划表

序号	工种	人数（人）	备注
1	石工	30	
2	木工	10	
3	钢筋工	35	
4	砼工	15	
5	架子工	10	
6	电工	2	
7	爆破工	6	
8	普工	30	
9	抹灰工	10	
10	机修工	2	

注：具体人数视工程项目实际情况确定。

6. 材料与设备

6.1 主要施工材料

（1）水泥：孔桩水泥宜采用 32.5[#]~42.5[#]普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；大体积砼基础应尽可能采用中低水化热的水泥。如 32.5[#]~42.5[#]矿渣硅酸盐水泥。

（2）细骨料：孔桩宜采用中砂或粗砂，含泥量<5%；大体积砼基础宜采用中粗砂，含泥量<2%。

（3）粗骨料：孔桩宜采用粒径为 0.5~3.2cm 的卵石或碎石，且含泥量不大于 2%。大体积砼基础宜采用 0.5~2.5cm 或 0.5~4cm 石子，优先选用 0.5~4cm 石子，减少混凝土收缩。含泥量<1%，符合级配要求。骨料中针状和片状<15%（重量比）。

（4）外掺剂：在混凝土中可掺加复合型外加剂和粉煤灰，以减少绝对用水量 and 水泥用量，改善混凝土和易性与可泵性，延长缓凝时间。粉煤灰掺和料按试验室的规定确定；

（5）钢筋：钢筋的级别、直径必须符合设计要求，有出厂合格证及复试报告。

应特别注意控制粗细骨料含泥量，保证砼施工质量。

表 6.1 主要施工材料一览表

名称	规格型号	主要技术指标	备注
水泥	32.5 [#] ~42.5 [#]	普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	
细骨料	中砂或粗砂	含泥量<5%，含泥量 2%	
粗骨料	0.5~3.2cm		
外加剂	减水剂、粉煤灰		
钢筋	各种级别钢筋		

6.2 主要施工机械、设备

（1）三脚支架、手推车、空压机、风镐、锹、搅拌机、吊桶、导管、溜槽、振捣棒、电焊机、气动凿岩机、通风及供氧设备辘轳、安全帽、安全带、钢护桶、井孔防护栏、防护盖板等。

（2）测温设备可采用建筑电子测温仪，电子测温仪体积小，携带方便，点位布设方便，使用方便，数据准确，操作方便，只需把探测头与预埋点线相连即可；数据传递及显示速度快，从一起读数到数据显示一共只需 20 秒时间。

(3) 结构支模、扎筋、混凝土拌制、运输、浇筑等所需的机具设备, 可根据不同工程对象按通常施工要求设置。

表 6.2 主要施工机械、检验设备一览表

序号	工程量或材料名称	规格型号	数量	单位	备注
1	空压机	18.5KW	8	台	规格型号、数量根据不同工程项目进行配置
2	塔吊	50	2	台	
	对焊机	120KW	2	台	
3	焊机	30KW	2	台	
4	钢筋切断机	7.5KW	1	台	
5	钢筋弯曲机	7.5KW	1	台	
6	振捣棒	1.5KW	6	台	
7	砼泵机	90KW	4	台	
8	砼搅拌机	15KW	4	台	
9	装载机	50 型	2	台	
10	水准仪		2	台	
11	经纬仪		2	台	
12	全站仪	CN61M/KTS-422	1	台	
13	气动凿岩机	YT28	6	台	
14	三角支架		4	组	
15	挖掘机	120	2	台	
16	自卸汽车	LZL3061FE	6	台	

7. 质量控制

7.1 质量控制标准

施工质量符合《建筑地基基础工程、质量验收规范》GB50202—2002 和《地下防水工程质量验收规范》GB50208—2002 要求。

人工挖孔灌注桩、大体积砼基础的原材料和混凝土强度必须符合设计要求和施工规范规定;

(1) 桩身直径应严格控制。一般不应超过桩长的 3‰, 且最大不超过 50mm; 桩位中心线垂直度不应小于 0.5%。

(2) 孔底扩底形状、勘入岩层深度尺寸符合设计要求, 桩底落在持力层上, 持力层不应被破坏。

(3) 混凝土充盈系数不小于 1.0。(每根桩实际砼灌注量与成孔体积之比应大于 1)

(4) 钢筋笼制作安装应符合表 7.1 中要求。

(5) 桩芯砼浇筑 7 天后由工人将预留泛浆高度凿掉并清理干净, 暴露的桩顶必须达到强度设计值, 同时需对每根桩进行低应变检测合格。

具体允许偏差及检验方法: 见表 7.1

表 7.1 允许偏差及检验方法

项次	项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
	钢筋笼主筋间距	± 10	尺量检查
	钢筋笼箍筋间距	± 20	尺量检查
	钢筋笼直径	± 10	尺量检查
	钢筋笼长度	± 100	尺量检查
	桩位中心轴线	± 10	拉线和尺量检查
	桩孔垂直度	3‰L, 且不大于 50	吊线和尺量检查
	桩身直径	± 10	尺量检查
	桩底标高	± 10	尺量检查

注: L 为桩长。

7.2 质量保证措施

- (1) 建立质量保证体系和岗位责任制，完善质量管理制度，明确分工职责，落到人。对施工过程的人、机、料、法和环境五大要素的保证措施进行明确和落实。
- (2) 对人工挖孔桩、基岩爆破和大体积砼的施工编写专项施工方案，并完善相关的论证、审核、审批程序。
- (3) 实施前进行详细的方案、技术交底，对工程质量实施全方位、全过程监控。
- (4) 严格执行工序检验、检测，杜绝不合格品流入下道工序。

8. 安全措施

8.1 认真贯彻“安全第一，预防为主”的方针

(1) 根据国家和企业的有关规定、条例和办法，结合本工程的具体特点，建立健全以项目经理为首的安全保证体系，具体落实安全责任制。对于参与作业的班组人员项目部逐个落实、确定，不允许中途更换作业人员（尤其是爆破操作人员）。

(2) 施工人员必须经过三级安全培训教育，合格后上岗。严格执行工地安全规定。

8.2 认真执行技术交底

(1) 项目技术负责人首先对相关项目管理人员及施工班组长进行详细的技术交底，着重介绍人工挖孔桩和孔底爆破施工工序、方法、应注意事项。

(2) 技术交底完成后，项目安全员会同专业工长根据整个施工过程进行安全技术交底。

(3) 人工挖孔内设应急软爬梯。孔内作业应随时注意空气状况，当桩孔深大于 15m 时，应向井下通风，加强空气对流。必要时输送氧气，防止有毒气体的危害。操作时上下人员轮换作业，桩孔上人员密切观察桩孔下人员的情况，互相呼应，切实预防安全事故的发生。

(4) 孔口四周必须设置安全防护设施，防止孔口杂物掉入砸伤人员。

(5) 挖出的土石方要及时运离孔口，不得堆放在四周 5m 范围内，机动车辆的通行不得对孔壁的安全造成影响。

(6) 施工现场的一切电源电路的安装和拆除，必须由持证电工操作，电器必须使用漏电保护器，电缆必须有防磨损、防潮、防断等保护措施。

(7) 在 10m 深以下作业时，应在井下设低压防水带罩灯泡照明。

(8) 施工人员必须戴安全帽，穿绝缘鞋，桩顶防护人员要随时观察桩孔下施工人员情况，不得擅离岗位。

(9) 成孔后必须进行混凝土浇筑，尽量减少孔口待浇时间。对孔口应及时用可承中的防护盖板覆盖，以防人员掉下。

(10) 根据土质情况，人员在孔底扩孔时，孔壁隔一定距离加设钢护筒，以防孔壁塌方。

8.3 上岗交底

班组长上班前，必须对组员进行上岗交底（交代当天的作业环境、气候情况，主要工作内容和各个环节的操作安全要求，以及特殊工种的配合等）上岗检查（查上岗人员的劳动防护情况，每个岗位周围作业环境是否安全无患，机械设备的安全保险装置是否完好有效，以及各类安全技术措施的落实情况等），并做好上岗的记录。

8.4 临时用电

施工现场的临时用电严格按照《施工现场临时用电安全技术规程》的有关规定执行。

9. 环 保 措 施

9.1 现场建立以项目经理负责，由项目环保员具体组织领导的环境管理保证体系。实行环境管理工作分工负责制，落实环境管理责任制。

9.2 保持现场内所有路面、材料堆放、施工场地的卫生，施工垃圾及时清运，并应在施工道路适量洒水，减少尘土污染。

9.3 加强废弃物管理，施工现场设立专门的废弃物临时贮存场地，废弃物应分类存放，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独贮存、制定安全防范措施、设置醒目标志，减少废弃物污染。

9.4 尽可能采用低噪音施工设备，加强施工噪声管理，对噪音施工设备采取加隔音棚或隔音罩进行封闭或遮挡。加强环保意识的宣传，采取有力措施控制人为的施工噪声，严格管理，最大限度地减少噪音扰民。

10. 效 益 分 析

10.1 山地复杂地形大型水池基础采用人工挖孔钢筋混凝土灌注桩和大型整体砼基础结合工艺具有较好的技术经济效益，可以充分发挥两者的优点，做到优势互补，最大限度地节省建造成本，控制工期。

10.2 人工挖孔桩施工灵活，大体积砼施工有利于提高结构的整体性、抗渗性、同时提高了结构的抗震能力。人工成孔及爆破扩孔节约了大量的机械费用，同时缩短了工期约 1/6，降低了施工成本约 1/5，取得了良好的总体经济效益。

10.3 本工法为施工企业在条件资源相对匮乏地区的应用提供了经验，为以后类似项目提供了可靠的决策依据和技术参考。

11. 应 用 实 例

11.1 赤天化纸业有限公司污水处理厂工程

11.1.1 工程概况

(1) 工程地点：贵州省赤水市金华街道办事处沙湾村

(2) 工程概况：赤天化纸业污水处理厂曝气池，该工程为一大体积钢筋砼结构构筑物，基础埋深 6m，地上 6m，直径 63.3m，总容积 34600m³，基础一部分为回填方区，该区域布置 284 根孔桩基础，另一部分直接作用于中风化泥岩上。初沉池、二沉池、均衡池均为圆形大型水池，其中初沉池、二沉池为地上水池。直径分别为 45m、62m，二沉池基础为斜坡面，最深处达 3.5m。基础采用毛石砼浇筑至设计底标高，斜面上配 $\phi 12$ 钢筋网片，毛石砼方量达 8000m³。均衡池埋入地下 2.5m，其中 1.5m 深的范围中风化泥岩，采用爆破开挖。事故池为方形水池池底位于 ± 0.000 以下 2.5m，边长 42.5m，基础同样为半挖方半回填土区域。

(3) 该工程工期：150 个日历天。

(4) 实物工程量：孔桩 284 根（最深桩深 15m），大体积砼基础砼量 3500m³。

11.1.2 应用效果

采用人工挖孔桩合理组织施工，比计划提前 25 天完工，同时降低了施工成本。成桩后，全部通过桩体小应变测试，砼强度均达到设计强度，I 类桩 256 根，占总数的 90%；II 类桩 28 根，占抽检数量的 9%；无 III 类桩；桩身完整性较好。大体积整体砼基础一次性浇筑完成，无渗漏、无裂缝，浇筑质量完好。节约施工成本共约 40 万元。

乙烯装置塔基础施工工法

SCGF 157 - 2009

成都市第五建筑工程公司

陈忠、叶尚伦、蒋华国

1. 前 言

按照《大体积混凝土施工规范》GB50496—2009，大体积混凝土指混凝土结构物实体最小尺寸不小于1m的大体量混凝土，或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土。

乙烯塔设备基础体积庞大，单体构件混凝土体积达600~1000m³。设计要求塔基础混凝土应一次浇筑完成，且须采用光面混凝土，这对模板支承系统、面板的选择，水泥水化热、混凝土裂缝的控制等方面都提出了较高的要求。

本工法于2009年12月进行了关键技术科技查新，国内未发现相同文献报道。

本工法在乙烯塔装置塔基础已得到采用，取得良好效果。并成功应用于中国石油四川石化80万吨/年乙烯装置工程各类大型塔基础的光面混凝土施工，各项指标均达到设计和规范要求，取得了良好的社会效益和经济效益。

2. 工 法 特 点

本工法将基础钢筋安装、基础模板系统、预埋预留系统进行一体化施工设计，综合采取预防混凝土裂缝、增强混凝土密实度的措施，利用电子温控、循环水降温、综合养护等控制混凝土温差梯度，实现5m以上超大厚度基础一次浇筑。本工法完成了预防混凝土温度裂缝和收缩裂缝的关键技术措施，提出了超厚大体积设备基础整浇模板的构造体系，预埋预留安装精确度和施工效率大大提高。采用了光面混凝土技术，取消了基础表面的二次抹灰工序，减少了质量通病的发生，降低了工程造价，缩短了施工工期。

3. 适 用 范 围

本工法适用于石化工程乙烯装置塔基础等大型设备基础施工，可推广应用于其他工业建筑大型设备基础施工。

4. 工 艺 原 理

本工法采用光面混凝土工艺，严格按光面混凝土要求选择混凝土原材料，科学地进行配合比设计；模板采用定型设计，严格制作和安装工艺，有效控制模板拼缝；混凝土浇筑采用臂架式混凝土泵车，合理布料，连续施工，避免冷缝产生；严格混凝土浇筑工艺，规范并改进养护方法，采用循环水降温和覆盖保温保湿法（内降外保）。实现乙烯装置塔基础混凝土内实外光，结构尺寸准确，表面平整，颜色一致，无明显气泡，模板拼缝有规律，达到光面混凝土工艺标准。