

ZHUZHA GONGCHENG

住宅工程

创优施工技术指导

CHUANGYOU SHIGONG JISHU ZHINAN

中国建筑一局（集团）有限公司 编写



中国建筑工业出版社

住宅工程创优施工技术指南

中国建筑一局（集团）有限公司 编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

住宅工程创优施工技术指南/中国建筑一局(集团)有限公司编写. —北京:中国建筑工业出版社, 2007

ISBN 978-7-112-09048-8

I. 住… II. 中… III. 住宅-建筑工程-施工技术-指南 IV. TU74-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 014934 号

本书是在总结中国建筑一局(集团)有限公司多年打造优质住宅工程实践经验的基础上,编写的一本创优质工程施工技术指南。本书内容包括建筑结构、建筑装饰装修、建筑屋面、建筑给水排水及采暖工程、通风空调工程、建筑电气六部分,书中穿插了大量图、表、照片,以图文并茂的方式全面而详细地阐述了住宅工程创优施工的技术要点和控制措施,对住宅工程创优施工具有技术指导作用。

本书可作为建筑工程施工技术人员及操作人员的技术参考工具书,也可作为施工技术人员及操作人员的培训教材。

* * *

责任编辑:岳建光

责任设计:董建平

责任校对:梁珊珊

住宅工程创优施工技术指南

中国建筑一局(集团)有限公司 编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:16¼ 字数:394千字

2007年4月第一版 2007年4月第一次印刷

印数:1—4000册 定价:30.00元

ISBN 978-7-112-09048-8

(15712)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

编写人员名单

主 编：吴月华 曹 光

副 主 编：贺小村 张国祥 闫 琴 朱泽亚 丛日明

编写人员：董清崇 于 锋 史 洁 薛 刚 郝洪晓

刘卫东 张培建 叶 眉 刘 源 施 清

王建华 熊爱华 李建宁 陈 娣 王 健

陈书玉 安红印 芦 明

前 言

住宅是构成人类生活的基本要素——衣、食、住、行中“住”的重要组成部分。住宅工程的施工质量直接关系到广大人民群众切身利益，关系着千家万户的生活质量。因此，为人民群众奉献优质住宅，是建筑企业和建设工作者的社会责任，也是构建社会主义和谐社会的基本要求。

近年来，随着国家住房制度的改革，一片片住宅小区如雨后春笋，在全国各地纷纷落成，使我国城镇居民的居住环境有了较大的改善。但随着人们对住宅的需求增加和一栋栋住宅的建成，住宅工程的质量也成为了社会的关注点。因此，如何克服住宅工程的质量通病，在满足国家规范要求的前提下，更上一层楼，建造出更多、更好的优质住宅工程，造福社会，也成为了我们不断探索研究的课题和不断追求的目标。本书就是在总结我们多年来打造优质住宅工程实践经验的基础上，编写的一本创优质住宅工程施工技术指南。

本书内容包括建筑结构、建筑装饰装修、建筑屋面、建筑给水排水及采暖工程、通风空调工程、建筑电气六部分，包含了住宅工程施工涉及到的各工种、工序施工的基本要求、施工工艺、技术要点和质量控制措施等。书中穿插了大量图、表、照片，以图文并茂的方式形象、直观地诠释了优质住宅工程的施工技术，对住宅工程创优施工具有技术指导作用。本书可作为建筑工程施工技术人员及操作人员的技术参考工具书，也可作为施工技术人员及操作人员的培训教材。

本书的编写人员都是在施工现场亲身参加过优质住宅工程建设工作、富有实践经验的工程技术人员，书中介绍的很多具有实用价值的技术措施，来源于他们的亲身实践。在本书编写的过程中，我们力求将理论与实践相结合，奉献给读者一本实用性的施工操作技术参考书，为推动我国住宅建设整体质量的提高做出贡献。

在此，仅向所有为本书的编写、出版提供过帮助的人表示衷心的感谢！

目 录

1 建筑结构	1
1.1 土方工程	1
1.1.1 基本规定	1
1.1.2 准备工作	1
1.1.3 施工控制	2
1.1.4 质量检验	3
1.2 地基基础工程	3
1.2.1 基本规定	3
1.2.2 CFG 桩复合地基施工	4
1.2.3 混凝土预制桩施工	5
1.2.4 混凝土灌注桩施工	7
1.3 地下防水工程	12
1.3.1 基本规定	12
1.3.2 防水混凝土施工	13
1.3.3 高聚物改性沥青防水卷材施工	17
1.3.4 自粘型高分子防水卷材施工	20
1.4 回填土工程	24
1.4.1 基本规定	24
1.4.2 准备工作	24
1.4.3 施工控制	25
1.4.4 质量检验	26
1.5 模板工程	26
1.5.1 基本要求	26
1.5.2 模板设计和制作原则	27
1.5.3 模板的选型	27
1.5.4 模板安装	53
1.5.5 模板拆除	57
1.5.6 模板工程实施要点	58
1.6 钢筋工程	58
1.6.1 基本要求	58
1.6.2 钢筋加工	59
1.6.3 钢筋锚固	61
1.6.4 钢筋绑扎	62
1.6.5 钢筋质量要求	65
1.6.6 钢筋绑扎控制要点	66

1.6.7	钢筋焊接连接	74
1.6.8	钢筋机械连接	74
1.7	混凝土工程	79
1.7.1	原材料的质量要求	79
1.7.2	混凝土配合比	81
1.7.3	混凝土的配制	82
1.7.4	对预拌（商品）混凝土的技术要求	83
1.7.5	混凝土浇筑	86
1.7.6	混凝土施工缝	95
1.7.7	混凝土的拆模	97
1.7.8	混凝土质量验收标准	97
1.7.9	混凝土质量检验	98
1.8	外墙外保温工程	102
1.8.1	基本规定	102
1.8.2	现浇混凝土复合聚苯（EPS）钢丝网架板外保温施工	102
1.8.3	外墙粘贴聚苯乙烯板外保温施工	106
1.9	砌体工程（二次结构）	110
1.9.1	基本规定	110
1.9.2	施工准备	112
1.9.3	质量管理点	112
1.9.4	砌筑施工	113
1.9.5	冬期施工	115
1.9.6	砌体允许偏差和检验方法	116
2	建筑装饰装修	117
2.1	地面工程	117
2.1.1	涉及的强制性条文	117
2.1.2	基本规定	117
2.1.3	水泥混凝土地面	118
2.1.4	砖面层地面	119
2.1.5	石材面层地面	120
2.1.6	木地板面层	121
2.1.7	楼梯踏步的处理	123
2.2	抹灰工程	124
2.2.1	抹灰工程涉及的强制性条文	124
2.2.2	基本规定	124
2.2.3	抹灰质量要求	124
2.2.4	轻质砌块墙抹灰工程主要施工要求	124
2.3	门窗工程	126
2.3.1	门窗工程涉及的强制性条文	126
2.3.2	基本规定	126
2.3.3	质量要求	126
2.3.4	木门安装	126

2.3.5	铝合金门窗安装	128
2.3.6	涂色镀锌钢板门窗安装工程	129
2.3.7	钢门窗安装工程	129
2.3.8	塑料门窗	129
2.3.9	特种门（自动门、旋转门、玻璃门、卷帘门、防火门、防盗门等）	130
2.3.10	门窗工程成品保护	130
2.4	吊顶工程	131
2.4.1	涉及的强制性条文	131
2.4.2	基本规定	131
2.4.3	施工控制要点	132
2.4.4	纸面石膏板吊顶	133
2.4.5	金属板块（条）罩面板吊顶	133
2.5	饰面板（砖）工程	133
2.5.1	涉及的强制性条文	133
2.5.2	基本规定	133
2.5.3	墙面面砖的铺贴	134
2.5.4	墙面石材铺装	134
2.6	涂饰工程	134
2.6.1	基本规定	134
2.6.2	涂料施工	135
2.6.3	油漆工程	136
2.7	细部工程	137
2.7.1	涉及的强制性条文	137
2.7.2	基本规定	137
2.7.3	橱柜制作与安装	137
2.7.4	窗帘盒、窗台板和暖气罩制作与安装	138
2.7.5	门窗套制作与安装工程	139
2.7.6	护栏和扶手制作与安装	141
2.7.7	花饰制作与安装	143
2.8	厨房、卫浴间防水	144
2.8.1	厨房、卫浴间标高设计	144
2.8.2	防水节点设计	144
2.8.3	单组分聚氨酯防水涂料施工工艺	145
2.8.4	聚合物水泥防水涂料施工	145
2.9	外檐及幕墙装饰工程	146
2.9.1	外墙阴阳角	146
2.9.2	滴水槽、窗台泛水及石材踏步	146
2.9.3	外墙装饰	148
2.9.4	幕墙的密封（打胶）处理	151
2.9.5	公共设施台阶必须设置残疾人坡道和栏杆	151
3	建筑屋面	153
3.1	设计基本要求	153

3.1.1	屋面防水等级和设防要求	153
3.1.2	屋面防水材料	153
3.1.3	屋面防水材料复合使用	153
3.1.4	常用屋面构造	154
3.2	施工基本要求	154
3.3	屋面找平层	155
3.3.1	基本规定	155
3.3.2	找平层厚度和技术要求	155
3.3.3	找平层的构造规定	155
3.4	屋面保温层	156
3.4.1	保温层的构造规定	156
3.4.2	保温层的材料要求	156
3.4.3	松散材料保温层的施工	157
3.4.4	板状材料保温层的施工	157
3.4.5	整体现浇(喷)保温层的施工	157
3.4.6	施工注意事项	157
3.5	隔热屋面	158
3.5.1	基本规定	158
3.5.2	架空屋面施工	158
3.5.3	蓄水屋面施工	158
3.5.4	种植屋面施工	159
3.5.5	倒置式屋面施工	160
3.6	卷材防水层	160
3.6.1	基本规定	160
3.6.2	防水卷材厚度的选用	161
3.6.3	卷材搭接宽度	161
3.6.4	细部构造	161
3.6.5	沥青防水卷材施工	164
3.6.6	高聚物改性沥青防水卷材施工	165
3.6.7	合成高分子防水卷材施工	166
3.6.8	防水卷材材料要求	166
3.7	涂膜防水层	167
3.7.1	基本规定	167
3.7.2	材料要求	168
3.7.3	细部构造	168
3.7.4	高聚物改性沥青防水涂膜施工	169
3.7.5	聚合物水泥防水涂膜施工	170
3.8	屋面刚性防水层	171
3.8.1	基本规定	171
3.8.2	材料要求	171
3.8.3	细部构造	172
3.8.4	普通细石混凝土防水层施工	172
3.8.5	补偿收缩混凝土防水层施工	173

3.8.6	钢纤维混凝土防水层施工	173
3.9	屋面接缝密封防水	174
3.9.1	基本规定	174
3.9.2	材料要求	174
3.9.3	改性石油沥青密封材料防水施工	174
3.9.4	合成高分子防水卷材密封材料施工	175
3.9.5	刚性防水屋面细部构造的密封处理	175
3.10	瓦屋面	176
3.10.1	基本规定	176
3.10.2	材料要求	177
3.10.3	细部构造	177
3.11	屋面面层	181
3.11.1	沥青防水卷材保护层的施工	181
3.11.2	高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材保护层的施工	181
3.11.3	高聚物改性沥青防水涂膜保护层的施工	181
3.11.4	聚合物水泥防水涂膜、合成高分子防水涂膜保护层的施工	182
4	建筑给水排水及采暖工程	183
4.1	基本要求	183
4.2	室内给水、消防工程	184
4.2.1	室内给水工程	184
4.2.2	消防工程	186
4.2.3	支架安装	188
4.2.4	管道防腐、保温	188
4.2.5	质量标准	189
4.3	室内排水管道安装	189
4.3.1	基本规定	189
4.3.2	暗敷管道	190
4.3.3	明敷管道	191
4.3.4	支架安装	192
4.3.5	管道防腐、保温	192
4.3.6	质量标准	192
4.4	卫生器具安装	193
4.4.1	基本规定	193
4.4.2	质量标准	194
4.5	室内采暖管道安装	194
4.5.1	管道坡度	194
4.5.2	管道连接	194
4.5.3	管道布置	195
4.5.4	排气装置安装	195
4.5.5	管道支、吊架	195
4.5.6	套管	196

4.5.7	管道防腐、保温	197
4.5.8	散热器安装	197
4.5.9	质量标准	197
4.5.10	建筑中水系统	200
5	通风空调工程	202
5.1	基本规定	202
5.2	风管及部件制作	202
5.2.1	金属风管	202
5.2.2	非金属风管	202
5.3	风管及部件安装	203
5.3.1	基本规定	203
5.3.2	质量标准	204
5.4	通风与空调设备安装	205
5.4.1	通风机安装	205
5.4.2	风机盘管安装	205
5.5	空调制冷系统安装	205
5.5.1	制冷设备安装	205
5.5.2	制冷管道安装	206
5.5.3	制冷系统试验及试运转	206
5.6	空调水管道	206
5.6.1	空调水管道安装	206
5.6.2	设备安装	207
5.7	油漆及绝热	209
5.7.1	通风管道及制冷管道油漆	209
5.7.2	风管绝热	209
5.7.3	制冷管道绝热	209
6	建筑电气	211
6.1	电气导管材料要求	211
6.1.1	塑料导管	211
6.1.2	焊接、镀锌钢导管	211
6.1.3	扣压式薄壁钢导管	212
6.1.4	紧定式薄壁钢导管	212
6.1.5	金属软管或包塑金属软管	212
6.2	电气导管适用场所	213
6.2.1	塑料管	213
6.2.2	钢导管	213
6.2.3	镀锌钢导管	213
6.2.4	扣压式薄壁钢导管	213
6.2.5	紧定式薄壁钢导管	213
6.2.6	金属软管或包塑金属软管	213

6.3 电气管路敷设及连接	213
6.3.1 塑料导管（墙、板内暗敷）	213
6.3.2 焊接、镀锌钢导管敷设及连接	214
6.3.3 扣压式薄壁钢导管敷设及连接	216
6.3.4 紧定式薄壁钢导管敷设及连接	217
6.3.5 金属软管敷设及连接	218
6.3.6 管进盒、箱处理	218
6.3.7 箱、盒安装	220
6.3.8 管路接地	221
6.3.9 管内穿线	222
6.3.10 导线连接	223
6.3.11 线路检查及绝缘摇测	223
6.4 桥架敷设及连接	224
6.4.1 材料要求	224
6.4.2 桥架敷设	226
6.4.3 桥架的接地	229
6.5 成套配电箱、柜安装	230
6.5.1 配电箱、柜材料要求	230
6.5.2 配电箱、柜安装	230
6.6 硬母线安装	233
6.6.1 材料要求	233
6.6.2 支架安装	233
6.6.3 封闭母线组装	234
6.7 电缆线路敷设	234
6.7.1 电缆导管敷设	234
6.7.2 电缆敷设	234
6.8 电气器具安装	236
6.8.1 灯具安装	236
6.8.2 开关、插座安装	237
6.9 电机检查及接线	239
6.10 防雷接地及接地装置安装	240
6.10.1 材料要求	240
6.10.2 焊接要求	240
6.10.3 接地装置	242
6.10.4 引下线安装	244
6.10.5 断接卡子或测试点	245
6.10.6 避雷网（均压环）安装	245
参考文献	248

1 建筑结构

1.1 土方工程

1.1.1 基本规定

1.1.1.1 土方工程主要包括：场地平整、基坑（槽）与管沟开挖、路基开挖、人防工程开挖、地坪填土、路基填筑以及基坑回填等。

1.1.1.2 组织土方工程施工，尽可能采用机械化施工，在条件不够或机械设备不足时，则应创造条件，采取半机械化和革新工具相结合的方法，以代替或减轻繁重的体力劳动。

1.1.1.3 要合理安排施工计划，尽可能不安排在雨期施工，否则，应作好防洪排水等准备。

1.1.1.4 土方工程在施工前应进行挖、填方的平衡计算，综合考虑土方运距最短、运程合理和各个工程项目的合理施工程序等，做好土方平衡调配，减少重复挖运。统筹安排，降低土石方工程施工费用。

1.1.1.5 对于地下水位以下开挖或深基坑不能自然放坡的情况，应根据工程设计及地基勘探资料进行降水、阻水、必要的回灌等。

1.1.1.6 土方开挖应严格按《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202—2002）要求控制，土方开挖的质量检验标准见表 1-1 的要求。

土方开挖工程质量检验标准（mm）

表 1-1

项	序	项 目	允许偏差或允许值					检 验 方 法
			柱基基 坑基槽	挖方场地平整		管沟	地(路) 面基层	
				人工	机械			
主 控 项 目	1	标高	—50	±30	±50	—50	—50	水准仪
	2	长度、宽度 (由设计中心线 向两边量)	+200 —50	+300 —100	+500 —150	+100	—	经纬仪,用钢尺量
	3	边坡	设计要求					观察或用坡度尺检查
一 般 项 目	1	表面平整度	20	20	50	20	20	用2m靠尺和锥形塞尺检查
	2	基底土性	设计要求					观察或土样分析

注：地面基层的偏差只适用于直接在挖、填方上做地面的基层。

1.1.2 准备工作

1.1.2.1 土方施工前应充分了解施工中的工程分类、土的可松性、土方边坡坡度、

土的渗透性等基本概念。掌握土方工程量计算方法。了解最佳设计平面要求及其设计步骤。熟悉用线性规划进行土方调配的方法和影响土方边坡稳定的因素。掌握护坡的一般方法和土壁支撑计算。了解流沙的成因和防治方法。熟悉各种常用土方机械的性能和根据工程对象选择机械及配套运输车辆。掌握填土压实的要求和方法。

1.1.2.2 土方开挖前,根据施工方案的要求,将施工范围内的地下、地上障碍物处理完毕。

1.1.2.3 预计基坑可能出现地下水时,挖掘前要制定排水方案,并注意基坑底面不要因地下涌水而受扰动。

1.1.2.4 建筑物或构筑物的位置或场地的定位控制线(桩)、标准水平桩及开槽的灰线尺寸,必须经过检验合格,并办完预检手续。

1.1.2.5 夜间施工时,应有足够的照明设施;在危险地段应设置明显标志,并要合理安排开挖顺序,防止错挖或超挖。

1.1.2.6 机械的出入路径、道路状况、交通高峰时间段的调查。

1.1.2.7 选择土方机械,应根据施工区域的地形与作业条件、土的类别与厚度、总工程量和工期综合考虑,以能发挥施工机械的效率来确定。

1.1.2.8 施工区域运行路线的布置,应根据作业区域工程的大小、机械性能、运距和地形起伏等情况加以确定。

1.1.2.9 在机械施工无法作业的部位修边坡、清理槽底等,均应配备人工进行。

1.1.3 施工控制

1.1.3.1 严格按设计边坡坡度开挖;开挖基坑(槽)或管沟时,应合理确定开挖顺序、路线及开挖深度。土方开挖宜从上到下分层分段依次进行。随时作成一定坡势,以利泄水。

1.1.3.2 施工顺序:施工放线→分段分层依次下挖→修边和清底→验收。

1.1.3.3 施工放线:按照建筑物的定位控制线及土方开挖图在施工场地用白灰撒开挖线。

1.1.3.4 土方开挖:

基坑底标高不一致时,机械开挖次序一般采取先整片挖至一平均标高,然后再挖个别较深部位。当一次开挖深度超过挖土机最大挖掘高度(5m以上)时,宜分2~3层开挖,并修筑10%~15%坡道,以便挖土及运输车辆进出。

对面积和深度均较大的基坑,通常采用分层挖土施工法,使用大型土方机械,在坑下作业。如为软土地基或在雨期施工,进入基坑行走需铺垫钢板或铺路基垫道。

对大型软土基坑,为减少分层挖运土方的复杂性,可采用“接力挖土法”,它是利用两台或三台挖土机分别在基坑的不同标高处同时挖土。一台在地表,两台在基坑不同标高的台阶上,边挖土边向上传递到上层由地表挖土机装车,用自卸汽车运至弃土地点。上部可用大型挖土机,中、下层可用液压中小型挖土机,以便挖土、装车均衡作业,机械开挖不到之处,再配以人工开挖修坡、找平。用本法开挖基坑,可一次挖到设计标高,一般两层挖土可挖到-10m,三层挖土可挖到-15m左右,可避免将载重汽车开进基坑装土、运土作业,工作条件好,效率高,并可降低成本。

对某些面积不大、深度较大的基坑,一般宜尽量利用挖土机开挖,不开或少开坡道,

采用机械接力挖运土方法和人工与机械合理的配合挖土，最后用搭枕木垛的方法使挖土机开出基坑。

基坑边角部位，机械开挖不到之处，应用少量人工配合清坡，将松土清至机械作业半径范围内，再用机械运走。大基坑宜另配推土机清土。

机械开挖应由深而浅，基底及边坡应预留一层 300~500mm 厚土层用人工清底、修坡、找平，以保证基底标高和边坡坡度正确，避免超挖和土层遭受扰动。

运土坡道应尽可能修在以后需挖方向而无须回填或少回填的部位，同时应与护坡方式一并考虑收口做法。

修边和清底：在距槽底设计标高 30~50cm 处，抄出水平线，钉上小木橛，然后用人工将暂留土层挖走。同时由两端轴线引桩拉通线（用小线或钢丝），检查距槽边尺寸，修整槽边至满足设计要求，最后清除槽底土方。

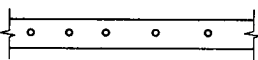
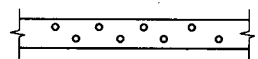
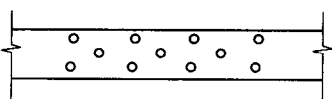
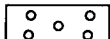
1.1.4 质量检验

1.1.4.1 为了使建（构）筑物有一个比较均匀的下沉，除土方挖方标高、平整度、平面尺寸等常规检查外，对地基应进行严格的检验。当地基开挖至设计基底标高后，应由设计、勘察、监理、建设和施工单位共同进行验槽，核对地质资料，检查地基土与工程地质勘察报告、设计图纸要求是否相符，有无破坏原状土结构或发生较大的扰动现象。

1.1.4.2 现场用钎探的方法检验持力层的均匀性。

1.1.4.3 钢钎用直径 25mm 的钢筋制成，钎尖呈 60°尖锥状，长度 2.0m。大锤用重 5kg 铁锤。打锤时，举高离钎顶 50cm，将钢钎垂直打入土中，并记录每打入土层 30cm 的锤击数。

1.1.4.4 钢钎测试钎孔布置和测定深度详见表 1-2。

钎 孔 布 点			表 1-2
基槽宽(mm)	排列方式及图示	间距(m)	钎探深度(m)
<800	中心一排 	1~2	1.2
800~2000	两排错开 	1~2	1.5
>2000	梅花形 	1~2	2.1
柱基	梅花形 	1~2	≥1.5m 并不浅于短边宽度

1.2 地基基础工程

1.2.1 基本规定

1.2.1.1 地基基础工程施工前，必须具备完整的地质勘察资料及工程附近管线、建

筑物、构筑物和其他公共设施的构造情况，必要时应作施工勘察和调查以确保工程质量及临近建筑安全。

1.2.1.2 施工单位必须具备相应专业资质，并应建立完善的质量管理体系和质量检验制度。

1.2.1.3 从事地基基础工程检测及见证试验的单位，必须具备相应的资质。

1.2.1.4 施工过程中出现异常情况时，应停止施工，由监理或建设单位组织勘察、设计、施工等有关单位共同分析情况，解决问题，消除质量隐患，并应形成文件资料。

1.2.2 CFG 桩复合地基施工

1.2.2.1 基本规定

(1) CFG 桩应选择承载力相对较高的土层作为桩端持力层。

(2) 技术人员应掌握所承担工程的地基处理目的、加固原理、技术要求和质量标准等。

(3) 施工过程中应有专人或专门机构负责质量监理。施工结束后应按国家有关规定进行工程质量检验和验收。

1.2.2.2 准备工作

(1) 技术准备

1) 施工前应具备工程地质报告、必要的水文资料和设计文件等，建筑场地邻近的设施及障碍物等调查资料。

2) 建筑物场地的水准控制点和建筑物位置控制坐标等资料。

3) 具备三通一平条件。

(2) 机具设备

CFG 桩成孔、灌注一般采用长螺旋钻机，此外配备混凝土搅拌机及手推车、吊斗等机具。

(3) 材料要求

碎石：粒径 5~32mm，杂质含量小于 5%；砂：宜采用中砂；粉煤灰：不低于Ⅱ级；水泥：用强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥。

1.2.2.3 作业条件

(1) 基槽开挖至设计桩顶标高以上 40cm，肥槽宽度不小于 50cm。

(2) 长螺旋钻机、混凝土输送泵、混凝土输送管路等设备应经检查、维修，保证浇筑过程顺利进行。

(3) 检查电源、线路，并做好照明准备工作。

(4) 配齐所有管理人员和施工人员，并对所有人员进行技术交底、安全交底。

(5) CFG 桩施工前清整施工道路，保证混凝土运输通畅。

1.2.2.4 质量管理要点

(1) 控制桩身混凝土的配合比、坍落度。

(2) 注意控制灌入量，桩的充盈系数要达到 1.3 以上。

(3) 桩体达到一定强度后，方可进行基槽开挖。

1.2.2.5 施工控制

(1) 施工顺序

桩机就位→试桩施工→桩基顺序施工→清槽至桩顶标高→混凝土灌注→凿桩头→检测→褥垫层施工。

(2) 施工方法

1) 放线：施工前根据放出的外墙轴线或外墙皮线，四周交点用钢钎打入地下，按照桩位布置图统一进行测放桩位线，桩位中心点用钎子插入地下，并用白灰明示，桩位偏差小于 2cm。

2) 成孔：长螺旋钻机成孔，应匀速钻进，避免形成螺旋孔；成孔深度在钻杆上应有明确标记，成孔深度误差不超过 0.1m，确保桩端进入持力层深度大于 200mm；垂直度偏差小于 1%。

3) 混凝土灌注：成孔至设计深度后，现场指挥员应通知钻机停钻提升钻杆，并同时通知司泵开始灌注混凝土并保持连续灌注。灌注混凝土至桩顶时，应适当超过桩顶设计标高 70cm 左右（至槽面上 30cm 左右）以保证桩顶标高和桩顶混凝土质量均符合设计要求；灌注混凝土之前，应检查管路是否顺畅稳固；每班第 1 根桩灌注前，应用水泥砂浆湿润管路。压灌混凝土时一次提钻高度小于 25cm，混凝土埋钻高度大于 1.0m；现场设专人负责检查混凝土灌注质量及意外情况的处理；预拌混凝土进场后应立即灌注（2h 内），严禁长时间搁置；保证桩身混凝土至少 24h 养护，避免扰动；施工过程中应认真填写施工记录，每台班或每日留取试块 1~2 组。

4) 清土及剔桩：第一步清土在碾压桩施工完毕后立即将多余混凝土铲除；清土采用小型机械设备及人工开挖、运输，避免断桩及对地基土的扰动；清土预留至少 20cm 人工清除，找平；清槽后人工截桩，采用 3 根钢钎间隔 120°，沿径向楔入桩体，直至上部桩体断开，桩顶采用小钎修平；因剔桩造成桩顶开裂、断裂，按桩基混凝土接桩规定，断面凿毛，刷素水泥浆后用高一级混凝土填补并振捣密实。

5) 褥垫层：复合地基施工、检测合格后，方可进行褥垫层施工；褥垫层材料使用 5~32mm 碎石或级配砂石；褥垫层虚铺 22~24cm，采用平板振动仪振密，平板振动仪功率大于 1500kW，压振 3~5 遍，控制振速，振实后的厚度与虚铺厚度之比小于 0.93，干密度不做要求。

1.2.2.6 质量检验

施工完成后应进行桩承载力检验。

(1) 静载桩检测：检测单桩承载力。

(2) 低应变动力检测：检测单桩的桩身质量及完整性，包括桩混凝土体质量、断裂、离析及沉渣等。

(3) CFG 桩复合地基的质量及检验标准应符合表 1-3 的规定。

1.2.3 混凝土预制桩施工

1.2.3.1 基本规定

(1) 施工中应对桩体垂直度、沉桩情况、桩顶完整状况、接桩质量等进行检查，对电焊接桩，重要工程应做 10% 的焊缝探伤检查。

(2) 施工结束后，应对承载力及桩体质量做检验。

(3) 对长桩或总锤击数超过 500 击的锤击桩，应符合桩体强度及 28d 龄期的两项条件才能锤击。