UDC

SH

中华人民共和国行业标准

P

SH 3510-2000

石油化工设备混凝土基础工程施工及验收规范

Specification for the construction and acceptance of petrochemical equipment concrete foundation

2000-10-26 发布　　2001-03-01 实施

国家石油和化学工业局　发布

前　言

本规范是根据中国石化[1995]建标字 269 号文的通知，由我公司对原《石油化工装置设备基础工程施工及验收规范》SHJ510-88 进行修订而成。

本规范共分八章和三个附录。这次修订的主要内容有：

1　标准的名称由《石油化工装置设备基础工程施工及验收规范》改为《石油化工设备混凝土基础工程施工及验收规范》；

2　采用新的混凝土强度分级方法，用混凝土强度等级取代了混凝土标号；

3　增加了无粘结预应力混凝土；

4　增加了钻孔粘锚地脚螺栓的内容；

5　补充施工缝留置与处理等方面的内容；

6　删去了原规范中桩承台和防腐蚀工程及一些不适用的条文和附录等。

在修订过程中，针对原规范中存在的问题，进行了比较广泛的调查研究，总结了近几年来石油化工混凝土设备基础工程施工及验收的实践经验，并征求了有关设计、施工、生产等方面的意见，对其中主要问题进行了多次讨论，最后经审查定稿。

本规范在实施过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料提供我公司，以便今后修订时参考。

我公司的通讯地址和邮政编码

通讯地址：天津市大港区世纪大道 180 号

邮政编码：300270

本规范的主编单位和主要起草人

主 编 单 位：中国石化集团第四建设公司

主要起草人：李永渊

目　次

1　总则……1
2　基本规定……2
3　模板、钢筋、混凝土工程……3
3.1　模板工程……3
3.2　钢筋工程……4
3.3　混凝土工程……5
4　无粘结预应力混凝土……8
5　预埋工程……10
5.1　预埋地脚螺栓安装……10
5.2　预埋件的安装……11
5.3　预留孔模及套管的安装……13
5.4　钻孔粘锚地脚螺栓……15
6　混凝土施工缝……17
7　灌浆……18
8　交工验收……20
附录A　环氧砂浆参考配合比……21
附录B　微膨胀细石混凝土参考配合比……22
附录C　细石混凝土参考配合比……23
用词说明……24
附　条文说明……25

1 总　　则

1.0.1　本规范适用于石油化工装置独立支承设备的现浇混凝土结构(以下称设备基础)工程的施工及验收，配套工程的设备基础可参照执行。

本规范不适用于支承设备的装配式混凝土结构工程。

1.0.2　所用原材料、成品、半成品应符合设计要求并具有质量证明文件，还应按有关规定进行复验。

1.0.3　设备基础的防腐蚀工程应符合现行《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB50212 的有关规定。

基桩和承台的施工及验收应按《建筑桩基技术规范》JGJ94 执行。

1.0.4　有关安全技术、劳动保护、防火措施等，必须符合《石油化工施工安全技术规程》SH3505 的有关规定。

2 基本规定

2.0.1 设备基础开工前，必须做好测量定位点、水准点的建点工作，并采取保护措施、做出明显标志。

2.0.2 设备基础应在地基或桩基工程验收合格后施工。基坑验收应检查下列内容：

1 基坑中心的座标、基坑的尺寸、地基表面的标高和平整度；

2 地基的土质及地基处理情况；

3 桩位布置、桩顶标高、桩头质量和锚固钢筋；

4 桩基验收报告和地基处理技术文件。

2.0.3 基坑挖土应分层进行，高差不宜超过 1.0m，挖出土方的堆置不得影响基坑边坡的稳定。机械挖土时必须确保坑内的桩体不受损坏。

2.0.4 预制桩桩顶碎裂的混凝土必须全部凿除。灌注桩桩顶松散和含有泥土的砼必须全部凿除。

2.0.5 冬期施工遇有承台底面土质受冻、膨胀鼓起及灌注桩混凝土受冻情况时，应将受冻的土和混凝土全部清除。雨期施工时应将桩头及坑底的松土、积水清除干净。

2.0.6 基坑表面不应用松填土找平。局部低于设计标高的低凹处，可用与基础垫层相同的材料找平。

2.0.7 设备基础应在邻近深于该基础的地下工程施工完毕，土方回填合格后施工。

2.0.8 在已建成的建筑物内部或建、构筑物附近进行设备基础施工时，应采取相应措施防止已有结构产生沉降或损坏。

2.0.9 当几个相邻基础深度不同时，应先施工深基础。当浅基础的地基被扰动时，必须采取地基处理措施。

2.0.10 基坑验收后，应及时进行基础施工。如经长时间停顿基坑出现异常情况，应重新对基坑进行处理和验收。

2.0.11 地脚螺栓、预埋件、金属支承架等在安装前，应清除表面的油污、氧化物和泥土。

2.0.12 设备基础的沉降观测点应按设计文件设置，并应按《地基与基础工程施工及验收规范》GBJ202的有关规定执行。

2.0.13 沉降观测的时间，如设计无要求，应符合下列规定：

1 砼浇注完成、横板拆除后；

2 设备安装前；

3 设备安装完毕后；

4 设备水压试验过程中；

5 设备水压试验放水后或单机试车完毕；

6 如遇特殊情况，应增加观测次数。

2.0.14 基础交付设备安装时，混凝土强度应符合下列规定：

1 块体式设备基础，不应低于设计强度的 75%；

2 框架式设备基础，不应低于设计强度的 80%；

3 塔类设备基础，应达到设计强度的 100%；

4 紧固地脚螺栓时，必须达到设计强度的 100%。

2.0.15 基础在交付安装前，应标出轴线和标高，并注明标高数值。

3 模板、钢筋、混凝土工程

3.1 模 板 工 程

3.1.1 应按施工图确定模板的安装方案，以及模板的种类、规格和数量。模板使用前应进行清理、修补和调平。安装模板时，应对缝严密。

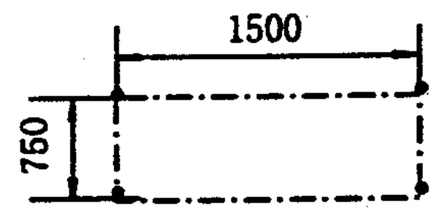
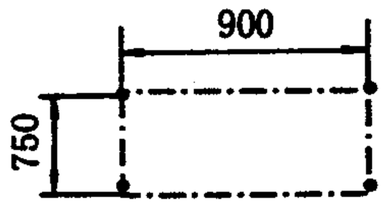
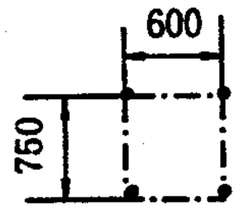
3.1.2 模板与混凝土的接触面，应在使用前涂刷适量的隔离剂。露出地面部分基础的模板，宜采用不易污染混凝土表面的隔离剂。

3.1.3 安装模板时，应预先在混凝土垫层(或底板)上放出基础轴线和外形线。

3.1.4 安装框架式基础的柱子模板时，柱模下端应预留清扫口，柱身模板每隔 2m 应预留操作孔。采用钢模板施工时，可在需要处取下一块模板作为清扫口或操作孔。如有结构断面小、钢筋密或操作困难的部位，应设通长操作孔，施工时边浇注混凝土边封模板。

3.1.5 墙式基础的两侧模板宜设置 M12 的对拉螺栓固定，对拉螺栓的布置间距应通过计算确定，也可按表 3.1.5 选用。

表 3.1.5 对拉螺栓布置间距表

混凝土侧向压力（kPa）	螺 栓 间 距 （mm）
≤20	
≤40	
≤60	

3.1.6 设备基础内遇有安装管道用的各种沟槽，在安装基础模板时，可将预制好的混凝土沟槽安装在型钢支承架上与基础混凝土现浇在一起。

3.1.7 模板及其支架的拆除，如设计无要求时，应符合下列规定。

1 拆除模板时基础混凝土达到的强度，不应低于表 3.1.7 的规定：

表 3.1.7 拆模时基础所需的混凝土强度

项次	结 构 类 型	结 构 跨 度（m）	按设计强度百分率计（%）
1	板（底模）	≤2	50
		2~8	75
2	梁（底模）	≤4	75
		>4	100

续表 3.1.7

项次	结构类型	结构跨度（m）	按设计强度百分率计（%）
3	悬臂梁（底模）	≤2	75
		>2	100
4	块体式基础	—	40

2 拆模板时应按与安装相反的顺序进行，一般先拆侧模板，后拆底模板，先拆柱模板，后拆梁及平台模板。

3.2 钢筋工程

3.2.1 钢筋在加工过程中发现脆断、焊接性能不良或机械性能异常等现象时，应进行化学成分或其它专项检验。

3.2.2 钢筋的级别、直径与设计要求不符时，如需代换应经设计单位同意。

3.2.3 钢筋的接头宜采用焊接，直径大于 22mm 的钢筋宜采用对焊连接。钢筋焊接应符合现行《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定。

3.2.4 动力设备基础受冲击力较大的部位，钢筋连接不应采用焊接接头。

3.2.5 钢筋安装前应按施工图核对钢筋配料单和料牌。

3.2.6 框架式设备基础的梁柱交接节点处的预埋螺栓与钢筋碰撞时，首先应保证螺栓安装位置正确，否则应征得设计单位同意。

3.2.7 梁或柱的箍筋弯钩迭合处，应沿受力钢筋方向错开设置。梁箍筋弯钩迭合处应间隔地放在两根架立筋上，柱箍筋弯钩迭合处应相间地放在四角主筋上，梁、柱箍筋应与主筋垂直，箍筋弯钩应做成 135°。

3.2.8 基础钢筋有上、下两层网片时，上层钢筋网片的定位可用钢筋、型钢制作支架。

3.2.9 钢筋的混凝土保护层厚度应按《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204 的有关规定执行，保护层允许偏差符合表 3.2.9 规定。

表 3.2.9 钢筋保护层厚度允许偏差（mm）

项次	项目	允许偏差
1	基础	±10
2	柱梁	±5
3	板墙	±3

3.2.10 钢筋绑扎用的镀锌铁丝宜符合下列规定：

1 绑扎直径小于 12mm 的钢筋，宜用 22 号铁丝(直径 0.711mm)；

2 绑扎直径 12～25mm 钢筋，宜用 20 号铁丝(直径 0.914mm)；

3 绑扎直径大于 25mm 的钢筋，宜用 18 号铁丝(直径 1.219mm)。

3.2.11 钢筋绑扎镀锌铁丝所需最小长度宜符合表 3.2.11 的规定。

表 3.2.11 钢筋绑扎铁丝最小长度（mm）

钢筋直径	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
6	130	140	150	160	180	190	210	230	250	270	300	320
8	—	150	170	170	180	200	220	250	260	280	300	330

续表 3.2.11

钢筋直径	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
10	—	—	180	190	200	220	240	250	260	280	310	340
12	—	—	—	200	220	230	250	260	270	290	310	340
14	—	—	—	—	230	240	250	270	280	300	320	350
16	—	—	—	—	—	250	260	280	300	310	330	360
18	—	—	—	—	—	—	270	300	310	330	350	370
20	—	—	—	—	—	—	—	310	320	340	360	380
22	—	—	—	—	—	—	—	—	340	350	370	390
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	370	390	410
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400	430
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	450

3.3 混凝土工程

3.3.1 基础在浇筑混凝土前，下列检查项目应符合要求：

1 轴线、标高和方位；

2 模板和钢筋；

3 预埋地脚螺栓、预留孔模、预埋件和金属支承架等。

3.3.2 基础混凝土应有配合比试验报告。

3.3.3 同一基础混凝土应选用同一个工厂生产的同品种、同标号水泥。

3.3.4 钢筋混凝土中，禁止加入含氯盐的外加剂。

3.3.5 浇筑混凝土时，应搭设操作平台，不得站在钢筋上操作。

3.3.6 混凝土施工时，应预先考虑材料储量、搅拌和运输能力，并编制混凝土浇筑方案。有条件时应使用预拌混凝土。

3.3.7 大体积混凝土施工时，基础内外温差不应超过 25℃，并选择下列适用的降温防裂措施：

1 采用水化热低的水泥；

2 加缓凝型或微膨胀型外加剂；

3 加粉煤灰，减少水泥用量；

4 水灰比不得大于 0.55；

5 掺加 15%～25%规格为 200mm 左右的毛石；

6 加强保温养护，使基础表面散热减慢，混凝土终凝后，可蓄水养护；

7 基础内预埋循环水管散热；

8 采用冰水搅拌；

9 砂、石料采取降温措施。

3.3.8 地脚螺栓、预埋件、预留孔模、预埋管附近的混凝土必须振捣密实，避免碰撞，施工过程中应检查位移偏差。

3.3.9 在常温条件下，混凝土浇筑完毕后 12h 内开始覆盖和浇水养护，浇水次数以保持混凝土湿润状态为宜，养护时间不得少于 7d。掺用缓凝型外加剂时，养护时间不得少于 14d。

3.3.10 相同配合比的混凝土试块的留置应符合下列要求：

1 每工作班不得少于二组；

2 每 50m³ 混凝土不少于一组。

3.3.11 设备基础的工程质量应符合下列规定：

1 基础混凝土不得有裂缝、蜂窝、露筋等缺陷；

2 基础周围土方应及时回填、夯实、整平；

3 螺栓及预埋件应无损坏、腐蚀；

4 螺栓预留孔和预留洞中的积水、杂物必须清理干净；

5 设备基础的允许偏差应符合表 3.3.11-1 和表 3.3.11-2 的规定；

6 由多个独立基础组成的设备基础，各个基础间的轴线、标高等的允许偏差，按表 3.3.11-1 的要求检查。

表 3.3.11-1 块体式设备基础的允许偏差（mm）

项次	项目		允许偏差
1	轴线位置		20
2	不同平面的标高（不计表面灌浆层厚度）		0 −20
3	平面外形尺寸		±20
	凸台上平面外形尺寸		0 −20
	凹穴平面尺寸		+20 0
4	平面度(包括地坪上需安装设备部分)	每米	5
		全长	10
5	侧面垂直度	每米	5
		全高	10
6	预埋地脚螺栓	标高（顶端）	+10 0
		中心距（在根部和顶部两处测量）	±2
7	地脚螺栓预留孔	中心线位置	10
		深度	+20 0
		孔中心线铅垂度	10
8	预埋活动地脚螺栓锚板	标高	+10 0
		中心线位置	5
		水平度	5
9	预埋件	标高（平面）	0 +5
		中心线位置	10
		水平度	5

表 3.3.11-2　框架式设备基础的允许偏差（mm）

项次	项目		允许偏差
1	轴线位置	基础	15
		柱、梁	8
2	垂直度	每层	5
		全高	H/1000 且不大于 20
3	标高	层高	0 −10
		全高	0 −20
4	截面尺寸		+8 −5
5	平面度（用 2m 直尺检查）		8
6	预埋设施中心线位置	预埋件	10
		预埋地脚螺栓	2
		预埋管	5
7	预留洞中心线位置		10

注：H——结构全高

3.3.13　对影响混凝土结构性能的缺陷，必须会同设计等有关单位研究处理。对基础表面缺陷的修理，还应符合《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204 的有关规定。

4 无粘结预应力混凝土

4.0.1 制作无粘结筋用的钢绞丝和钢丝应符合《预应力砼钢绞丝》GB5224 和《预应力砼钢丝》GB5223 的规定。

4.0.2 无粘结预应力混凝土基础工程的施工及验收，还应符合《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204 的有关规定。

4.0.3 无粘结预应力混凝土基础底板的侧模板应符合下列规定：

1 固定承压板模板，宜采用木模或钢木结合的模板；

2 模板要按照设计图中无粘结高强钢丝束（以下简称无粘结筋）的直径及位置弹线、编号与钻孔；

3 固定预埋承压板的模板垂直度允许偏差不大于 3mm。

4.0.4 无粘结筋的铺设应符合下列规定：

1 无粘结筋的铺设应与普通钢筋的铺设综合考虑铺设次序、支架布置及穿筋预留孔等要素；

2 无粘结筋严禁有接头，且不得有折弯；

3 张拉端无粘结筋露出模板外侧不得小于 500mm。当无粘结筋长度不足时，首先应保证张拉端的外露长度；

4 锚固端离基础边缘的最大距离可控制在 200mm 以内；

5 无粘结筋的轴线与承压板垂直的长度不应少于 500mm；

6 若遇洞孔时，无粘结筋可按（图 4.0.4）所示施工，并在弯部加 V 形拉接钢筋；

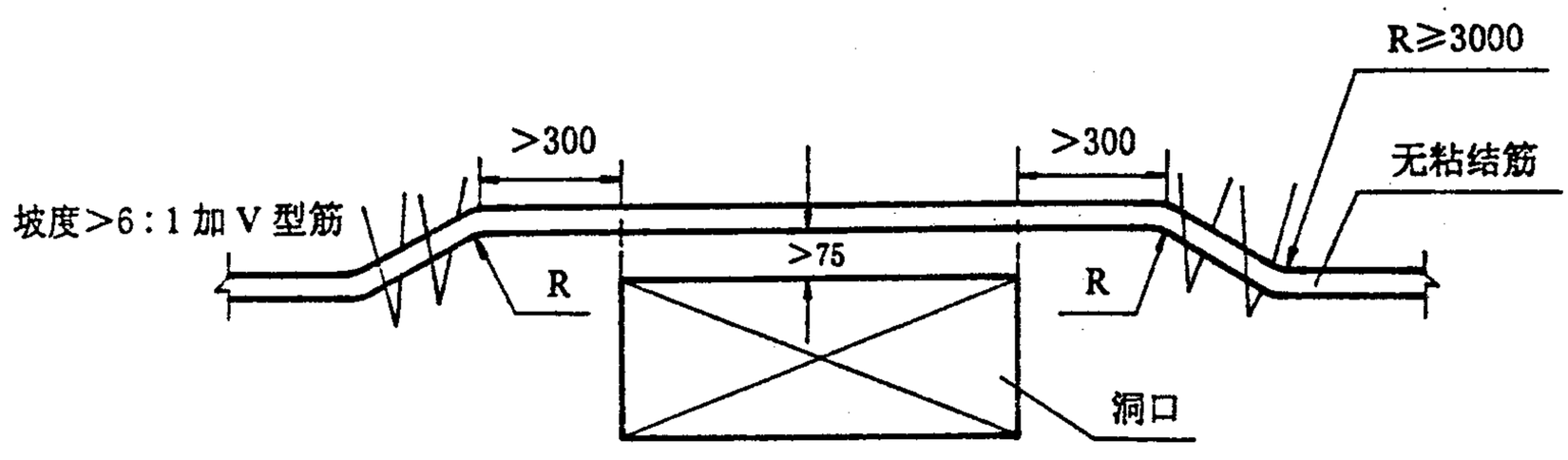


图 4.0.4 洞口处无粘结筋

7 无粘结筋铺放时应离结构边缘 100mm；

8 无粘结筋的每个镦头必须紧贴锚固板，若有缝隙，须锤打锚固板，使其紧贴钢丝镦头；

9 螺旋筋安放离锚板或承压板 50mm，并用铁丝绑牢在无粘结筋上；

10 无粘结筋应用铁丝绑扎，铺放平直，垂直方向允许偏差为 5mm，水平方向允许偏差为 30mm。

4.0.5 无粘结预应力混凝土施工应符合下列要求：

1 布料处应铺设缓冲板，防止大量的混凝土冲击无粘结筋；

2 振捣时严禁振捣锤碰撞无粘结筋、螺旋筋、锚固板、承压板；

3 混凝土一次灌筑完成，不留施工缝。

4.0.6 无粘结筋张拉时，混凝土的强度不得低于设计强度标准值的 75%。

4.0.7 无粘结筋张拉必须符合下列要求：

1　预应力张拉以控制应力值为主，并以变形值校核；

2　张拉时为减少无粘结筋的松驰影响，可采用超张拉方法，从零应力开始张拉至 1.03 倍张拉控制应力，且最大张拉力不应超过规定抗拉应力的 75%；

3　施工前必须对油泵、液压千斤顶、顶压器和工具锚等机具及仪表进行校核，并根据计算伸长值，对油泵上的压力表进行标定；

4　楔形锚具在使用前，其组装件应按现行的有关规定进行静力试验，测定锚具的效率系数，检验锚具的锚固能力，并对锚具要逐个检查上油，严禁锈蚀；

5　张拉前应将承压板端的砂浆清理干净，并剥去外露无粘结筋的塑料套管；

6　张拉前必须按编号对无粘结筋的外露长度做好准确的测量记录，张拉后再做第二次测量记录，二者之差是实际延伸值。实际延伸值应不大于设计伸长值的 10%或不小于设计伸长值的 5%；

7　无粘结筋张拉过程中，当有个别钢丝发生滑脱或断裂时，可相应降低张拉力。滑脱或断裂的根数，不应超过结构同一截面无粘结筋总量的 2%；

8　预应力张拉过程中，施工人员必须站在千斤顶两侧，防止千斤顶后弹伤人；

9　张拉时宜采用对称张拉法。

4.0.8　无粘结筋的锚固区，必须有严格的密封防护措施，封端混凝土施工应符合下列要求：

1　基础外应预留 200mm 长的无粘结筋，用无齿锯将外露的无粘结筋切除。当用氧乙炔焰切割时，应预留 250mm；

2　将预留的无粘结筋分散打弯；

3　将结构侧面混凝土凿毛洗净，灌筑与结构同等级的混凝土；

4　封端混凝土必须内实外光；

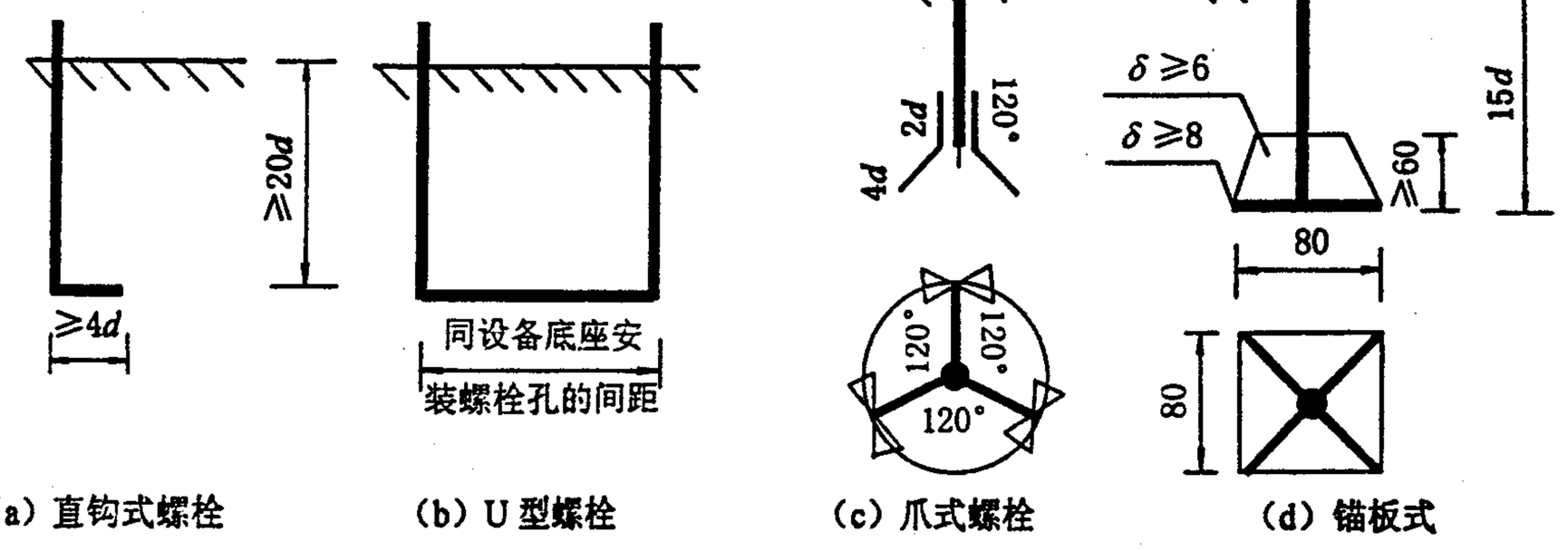
5　将封端混凝土表面涂刷热沥青或其它防腐涂料。

5 预埋工程

5.1 预埋地脚螺栓安装

5.1.1 地脚螺栓、螺母和螺栓锚板若设计对材质没有要求时，应采用未经冷拉的 Q235-A.F 钢制作。

5.1.2 地脚螺栓与螺母必须配套加工，配合使用，松紧适度，没有乱扣、缺丝、裂纹等缺陷。当设计无要求时，地脚螺栓的构造应符合下列规定（图 5.1.2）：



（a）直钩式螺栓　（b）U 型螺栓　（c）爪式螺栓　（d）锚板式

图 5.1.2 地脚螺栓示意

1 直钩式与 U 形螺栓的埋深不得小于螺栓直径 20 倍，直钩长度不得小于螺栓直径的 4 倍，U 形螺栓的中心距离应与设备底座安装螺栓孔的中心距一致；

2 爪式螺栓的爪肢截面积总和不宜小于螺栓截面积的 2/3，应焊接在螺栓下端，且均匀分布；

3 板式螺栓的锚板厚度不宜小于 8mm，平面尺寸不宜小于 80×80（mm）。锚板式地脚螺栓预埋深度不小于螺栓直径的 15 倍。

5.1.3 设备基础的预埋地脚螺栓，应采用定位模板固定，定位模板宜用钢制，应有足够的强度和刚度。

5.1.4 定位模板的设置应使螺栓固定后没有任何摆动的自由度。

5.1.5 定位模板的构造（图 5.1.5-1，图 5.1.5-2）应视螺栓露头长度、直径、数量及分布情况选用。塔类设备基础应采用双层定位模板，一般设备基础宜采用单层定位模板。

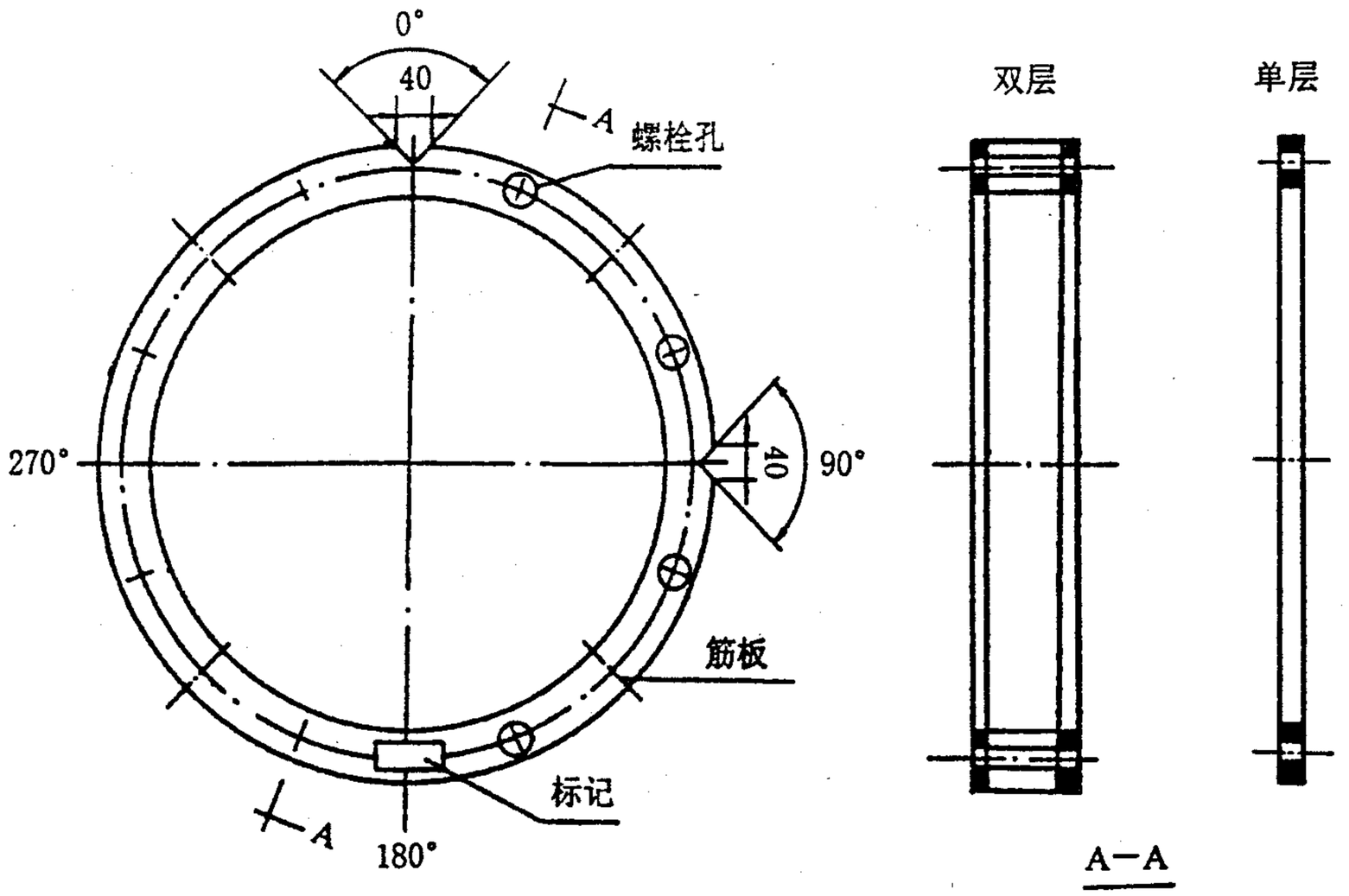


图 5.1.5-1 圆形基础定位模板示意

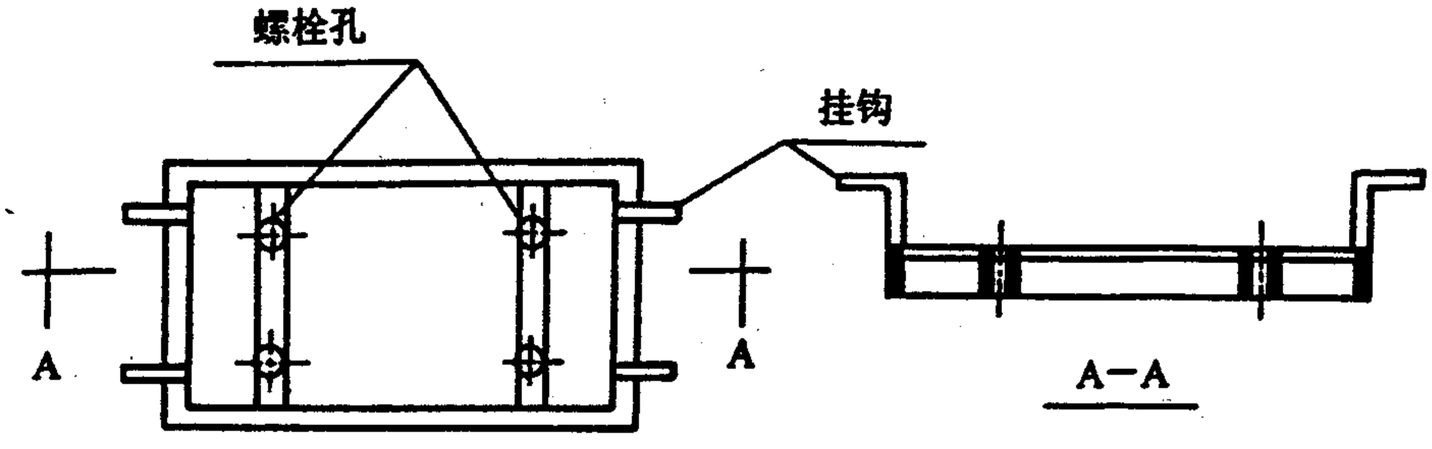


图 5.1.5-2　长方形基础定位模板示意

5.1.6　定位模板上的螺栓孔应用机械方法加工，孔径比螺栓直径大 1mm。定位模板制作的允许偏差，应符合表 5.1.6 的规定。

表 5.1.6　定位模板制作允许偏差（mm）

项　次	项　　目	允 许 偏 差
1	外形尺寸	±5
2	表面平面度	2
3	孔径	+0.5 0
4	任意孔距	±1
5	上下孔同轴度	1
6	螺栓孔对角线或中心圆直径	±1

5.1.7　小型定位模板安装时，可直接支承在基础模板上。大型定位模板安装时，应制作型钢支架，且应符合下列规定：

1　在基础混凝土垫层或底板上预埋固定支架的埋件；

2　在垫层或底板上放出基础轴线；

3　安装支架、定位模板和螺栓，并临时固定好；

4　绑扎钢筋、安装模板及预埋件；

5　校正定位模板的轴线、水平度和标高，用电焊固定在支架上，并焊上足够数量的支撑和拉杆；

6　用螺栓（螺母）将定位模板上、下两个面固定。

5.1.8　定位模板安装应符合下列要求：

1　支架柱排列应有规律，荷重应对称；

2　定位模板底面宜高出基础顶面 50mm 以上。

5.1.9　定位模板拆除时，应避免碰坏螺栓丝扣。

5.1.10　浇筑混凝土以前，地脚螺栓丝扣外露部分应抹上黄油，并用塑料薄膜包扎好。

5.2　预埋件的安装

5.2.1　基础施工前应核对相关专业所需要的预埋件。当设备基础埋件数量和型号较多时，还应绘制预埋件安装图。

5.2.2　安装前，应对钢板与锚固钢筋的规格、尺寸和锚固筋的数量及焊接质量进行检查。大型预埋件还应进行调平，并按需要设置排气孔。

5.2.3　当采用钢模板时，侧面预埋件的固定可根据具体情况选用下列方法：

1　螺栓固定（图 5.2.3-1）；

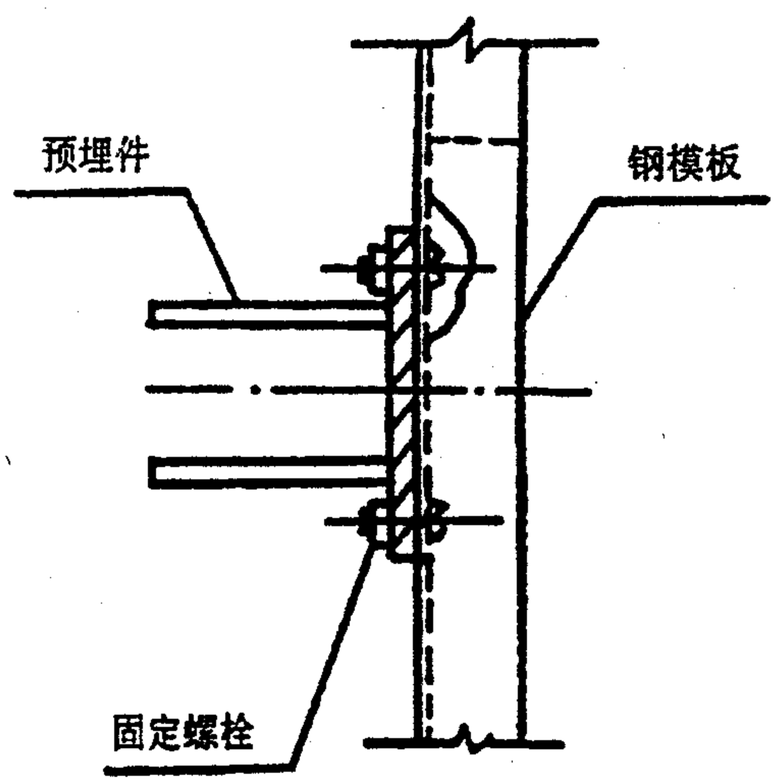


图 5.2.3-1　螺 栓 固 定

2　焊接固定（图 5.2.3-2）；

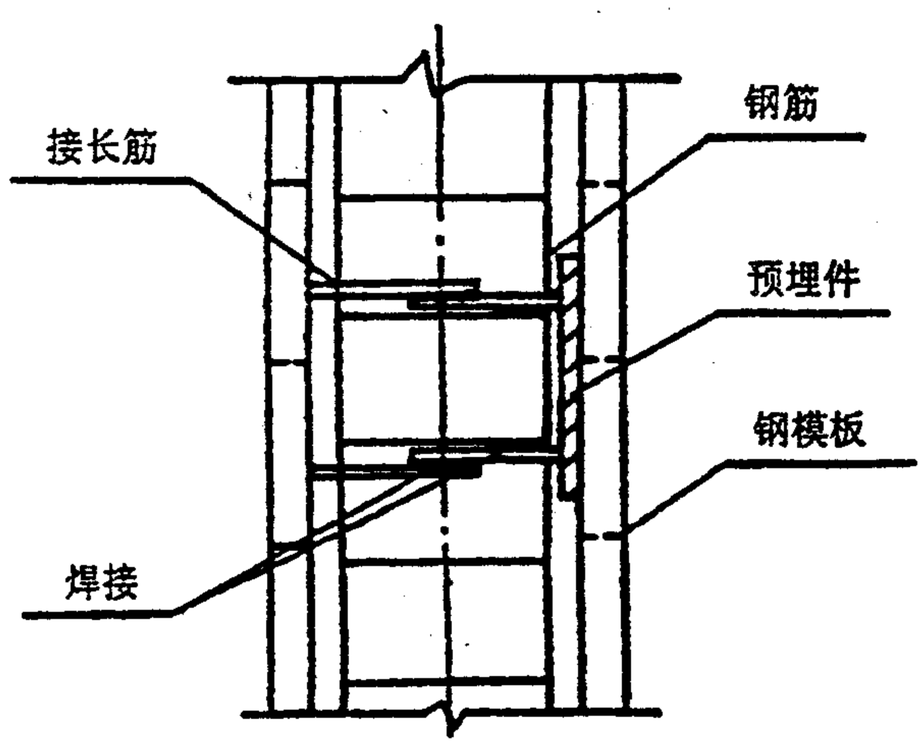


图 5.2.3-2　焊 接 固 定

3　嵌木模固定（图 5.2.3-3）。

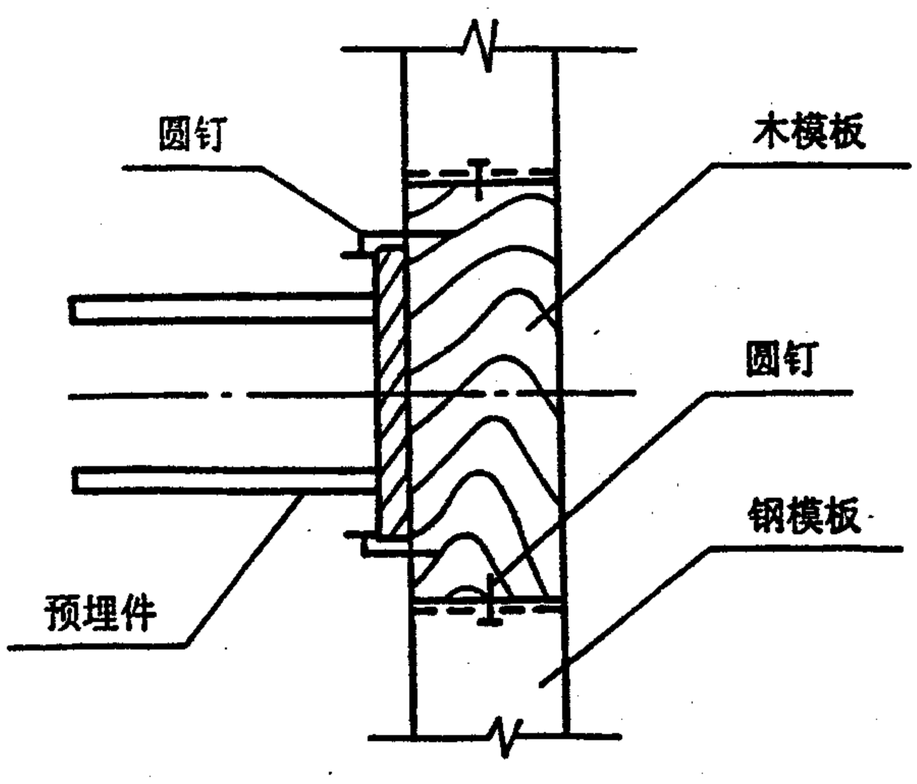


图 5.2.3-3　嵌 木 模 固 定

5.2.4 在基础顶面安装预埋件，可按下列方法进行：

1 应预先做好标志，在混凝土表面抹平拍实之后进行；

2 大型预埋件应先安装后灌筑混凝土，安装时应先设置支承架固定。

5.2.5 基础模板拆除后，应及时清除预埋件表面的砂浆和混凝土，并标出中心线及标高。

5.3 预留孔模及套管的安装

5.3.1 螺栓的预留孔模宜采用木模壳或钢模，并有不小于3%的拔模坡度。

5.3.2 对于深度超过1米的预留孔，孔模宜用钢管制作，管下端封闭成圆锥形。孔模上、下端应采取固定措施，并设专人监护，初凝拔模时应防止基础表面受损。

5.3.3 严禁在孔模外刷机油做隔离剂。

5.3.4 预留螺栓孔的边缘至基础边缘的距离和预留螺栓孔底至基础底面距离应不小于100mm。

5.3.5 预留孔内的水、泥土和杂物应清除干净，并封闭上口。

5.3.6 梁、墙侧面预埋套管，宜采用钢筋焊接成“井”字架卡住套管，“井”架钢筋应与主筋焊接固定（图5.3.6）。

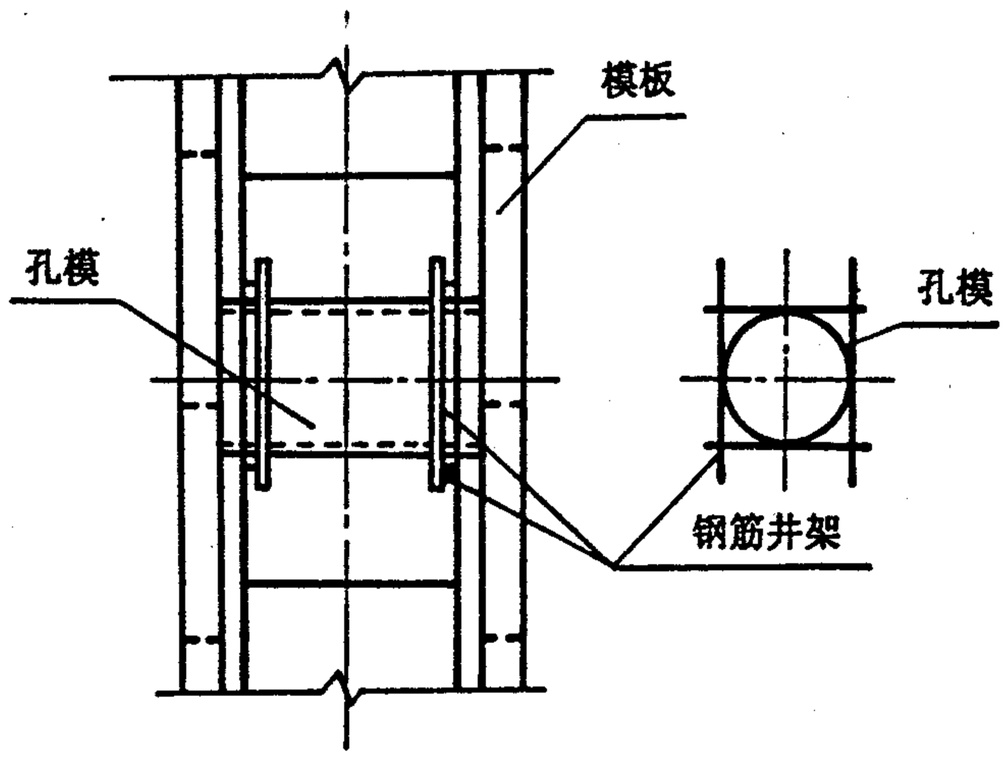


图5.3.6 井字筋固定套管

5.3.7 在混凝土平台底面钢模板上安装孔模或套管，可选用下列方法：

1 圆孔模的安装，可先在钢模板上用木螺丝固定一个圆木台，再将孔模套上（图5.3.7-1）；

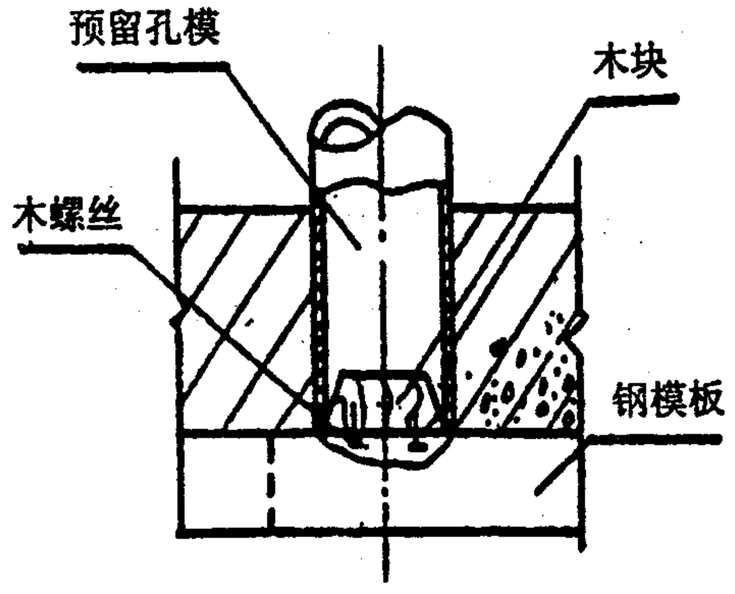


图5.3.7-1 圆木台固定孔模

2　小型方孔模的安装，可在钢模上固定定位木块，孔模套上后用木楔塞紧（图 5.3.7-2）；

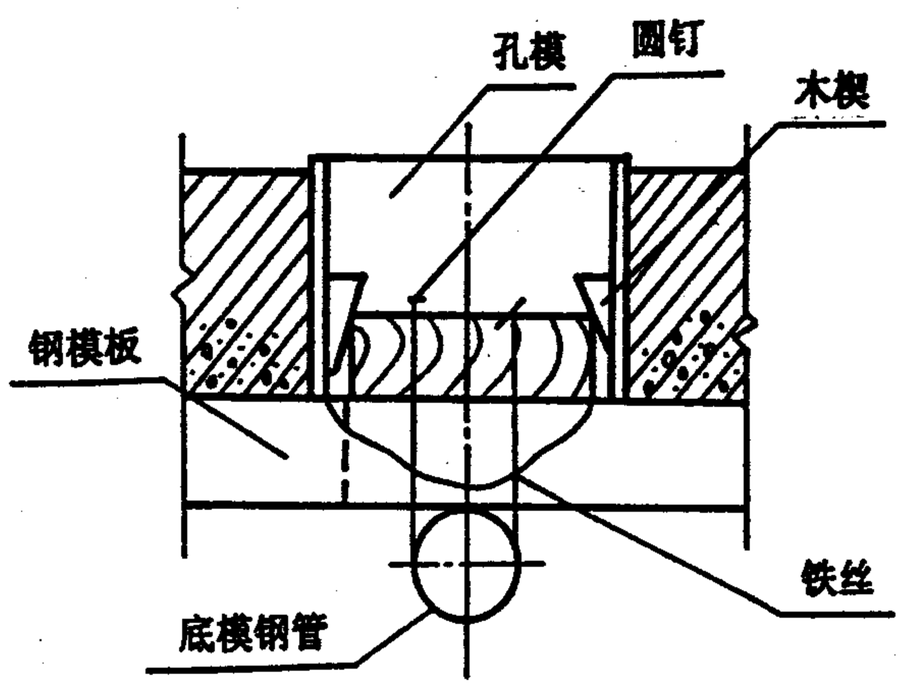


图 5.3.7-2　定位木块固定孔模

3　大型孔洞宜在铺模板处留出空位，用斜支撑将孔模固定在孔边的模板上（图 5.3.7-3）；

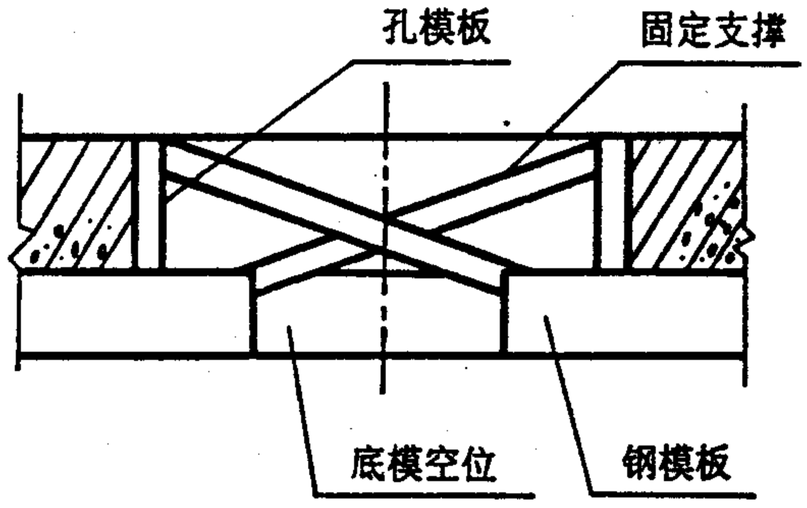


图 5.3.7-3　支撑固定孔模

4　如果孔洞靠近侧模板，孔模可与侧模板拉结固定（图 5.3.7-4）。

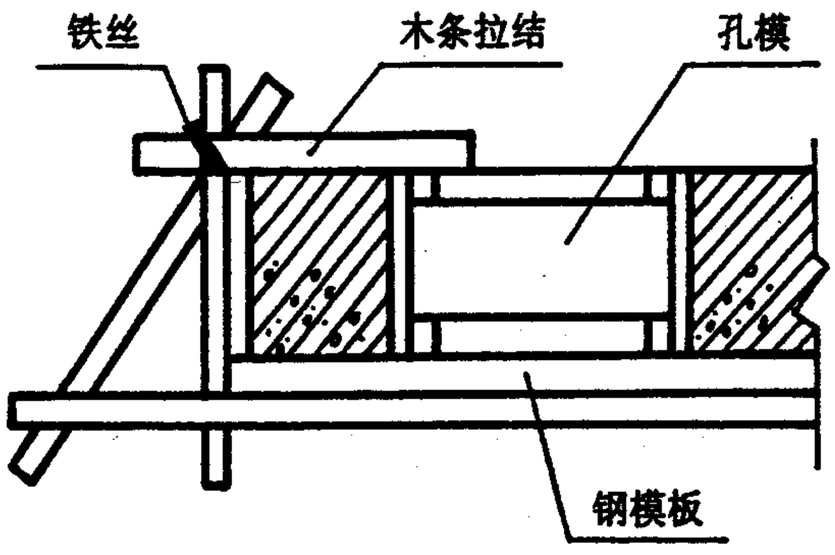


图 5.3.7-4　拉结固定孔模

5.3.8　预埋地脚螺栓、预埋件、预埋套管及预留孔洞安装的允许偏差，应符合表 5.3.8 规定。

表 5.3.8　预埋地脚螺栓、预埋件、预埋套管及预留孔洞安装的允许偏差（mm）

项次	项目		允许偏差
1	预埋地脚螺栓	中心位置	1
		顶端标高	+5 0
		垂直度	3‰
2	预埋件中心位置		5
3	预埋套管中心位置		3
4	螺栓预留孔中心位置		5
	深度		+20 0
	垂直度		5
5	预留洞	中心位置	5
		截面内部尺寸	+10 0

5.4　钻孔粘锚地脚螺栓

5.4.1　当采用在基础上钻孔，用环氧树脂砂浆、微膨胀细石混凝土和高强无收缩灌浆料锚固地脚螺栓时，应符合下列要求：

1　为增强粘锚力，螺栓预埋段应加工适量的螺纹，并将油污清洗干净；

2　预埋螺栓的孔壁应粗糙，并吹净孔内尘土；

3　精选粘结材料，其各项技术指标合格，且抗压强度不应低于 30MPa；

4　使用前对配合比进行试配，并在同条件下进行锚固地脚螺栓的抗拔破坏试验；

5　粘结材料搅拌时间不宜少于 2min，随拌随用，灌浆必须连续进行；

6　按设计要求制作试块；

7　地脚螺栓成孔时，基础混凝土强度不得小于 20MPa；

8　施工环境温度应在 5℃以上，施工后精心养护；

9　螺栓锚固深度，当设计无要求时，不应小于螺栓直径的 15 倍；

10　螺栓孔的中心线位置允许偏差不大于 2mm，螺栓孔的垂直度允许偏差不大于孔深度的 1%。

5.4.2　采用环氧砂浆锚固地脚螺栓时，其技术要求还应符合下列规定：

1　当螺栓直径为 12～22mm 时，螺栓表面至孔壁距离不小于 8mm。当螺栓直径为 24～42mm 时，螺栓表面至孔壁距离不小于 15mm；

2　保持孔壁干燥；

3　砂子可采用普通中砂、粗砂，洗净烘干，也可采用石英砂；

4　环氧砂浆配合比参见附录 A。

5.4.3　微膨胀细石混凝土锚固地脚螺栓时，其技术要求应符合下列规定：

1　当螺栓直径为 12～22mm 时，螺栓表面至孔壁距离不小于 20mm。当螺栓直径为 24～42mm 时，螺栓表面至孔壁距离不小于 30mm；

2　保持孔壁湿润，但无积水；

3 石子粒径为 5～10mm，水为饮用水；

4 养护期为 3～7d，当试块强度达 30MPa 后，方可交下道工序使用；

5 微膨胀细石混凝土参考配比见附录 B。

5.4.4 高强无收缩灌浆料锚固地脚螺栓时，其技术要求还应符合下列规定：

1 钻孔直径根据螺栓直径确定，螺栓表面与孔壁的距离应符合表 5.4.4 的规定：

表 5.4.4 螺栓表面与孔壁距离（mm）

螺　栓　直　径	螺栓表面与孔壁的距离
12～14	≥8
16～22	≥15
24～42	≥20

2 使用时严禁在高强无收缩灌浆料中掺入任何外加剂、外掺料；

3 锚固灌浆过程中，严禁振捣、插捣。灌浆结束后不得调整螺栓；

4 灌浆过程中发现表面有泌水现象，应布撒灌浆材料干料，吸干水分。

6 混凝土施工缝

6.0.1 承受动力作用的设备基础，不应留施工缝，当必须留置时应征求设计同意。

6.0.2 设备基础留置施工缝的应符合下列要求：

1 施工缝应留成水平或垂直缝，不应留成斜缝；

2 水平施工缝通常留在基础底板的上表面处，或结构受剪力较小且便于施工的部位；

3 桩承台的垂直施工缝应留在相邻两桩中间 1/3 范围内；

4 基础悬臂部分以及被孔洞减弱的部位，严禁留置施工缝。

6.0.3 在设备基础的地脚螺栓范围内，施工缝的留置位置应符合下列要求：

1 水平施工缝必须低于地脚螺栓底端，其距离应大于 150mm。直径小于 30mm 的地脚螺栓，水平施工缝可以留在不小于地脚螺栓埋入混凝土部分总长度的 3/4 处；

2 垂直施工缝与地脚螺栓中心线距离不小于 250mm，且不小于螺栓直径的 5 倍。

6.0.4 设备基础的混凝土施工缝处理，应符合以下规定：

1 标高不同的两个水平施工缝，其高低接合处应留成台阶形，台阶的高宽比不得大于 1；

2 垂直施工缝处应补水平插筋，其直径为 12～16mm，长度为 500～600mm，插入一半，间距为 500mm；

3 施工缝处混凝土抗压强度达到 1.2MPa 时，才允许继续浇筑混凝土。混凝土抗压强度达到 1.2MPa 的时间，可参照表 6.0.4 的规定；

表 6.0.4 混凝土达到 1.2MPa 时的最短时间(h)

水泥种类	环境温度			
	1～5℃	5～10℃	10～15℃	15℃以上
普通硅酸盐水泥	60	48	36	24
矿渣水泥、火山灰质水泥	90	72	48	36

4 继续浇筑混凝土前应对地脚螺栓进行一次校准；

5 施工缝处的混凝土表面应凿毛，并清除软弱混凝土。在继续浇筑混凝土前，应用水冲洗干净，湿润后在表面先铺浇 30～50mm 厚与混凝土同成份的水泥砂浆或减半石混凝土；

6 施工缝处混凝土应仔细捣实，使新旧混凝土紧密结合。

6.0.5 施工缝的位置和处理方法应在施工记录上注明。

7 灌　浆

7.0.1　设备基础灌浆前应办理中间交接手续，除设计图纸另有规定外，基础的顶部应有二次灌浆余量，一般基础的顶部灌浆余量为 30mm，大型机组和塔类设备基础的顶部灌浆余量为 50mm。

7.0.2　基础灌浆前，应对基础做如下处理：

1　灌浆处的基础表面应凿成麻面，在 100×100（mm）面积内有 3～5 个麻点为宜。也可在基础混凝土初凝时，对表面进行拉毛处理；

2　被油沾污的混凝土应凿除；

3　用水将基础表面冲洗干净，保持湿润不少于 24h，灌浆前 1h 应吸干积水；

4　清除预留孔中的杂物、积水。

7.0.3　地脚螺栓预留孔的灌浆工作必须在设备初找正后进行，地脚螺栓预留孔灌浆必须一次灌满到基础面并捣固密实，捣固时应防止设备产生位移。

7.0.4　设备底座下二次灌浆应在设备最终找正、找平后 24h 内进行，二次灌浆必须一次完成，不得分层灌注。

7.0.5　灌浆用的细石混凝土的强度等级应比基础混凝土提高一级，水泥砂浆强度不应低于 10MPa，当混凝土需要早强时，可掺入不含有氯盐的早强剂，细石混凝土参考配合比见附录 C。

7.0.6　采用微膨胀混凝土灌注时，在施工前除对原材料进行复验外，还应进行配合比试验。若采用高强无收缩灌浆料时，应对灌浆料进行复验。

7.0.7　带锚板的地脚螺栓孔，若设计无要求时，应按图 7.0.7 所示进行施工。

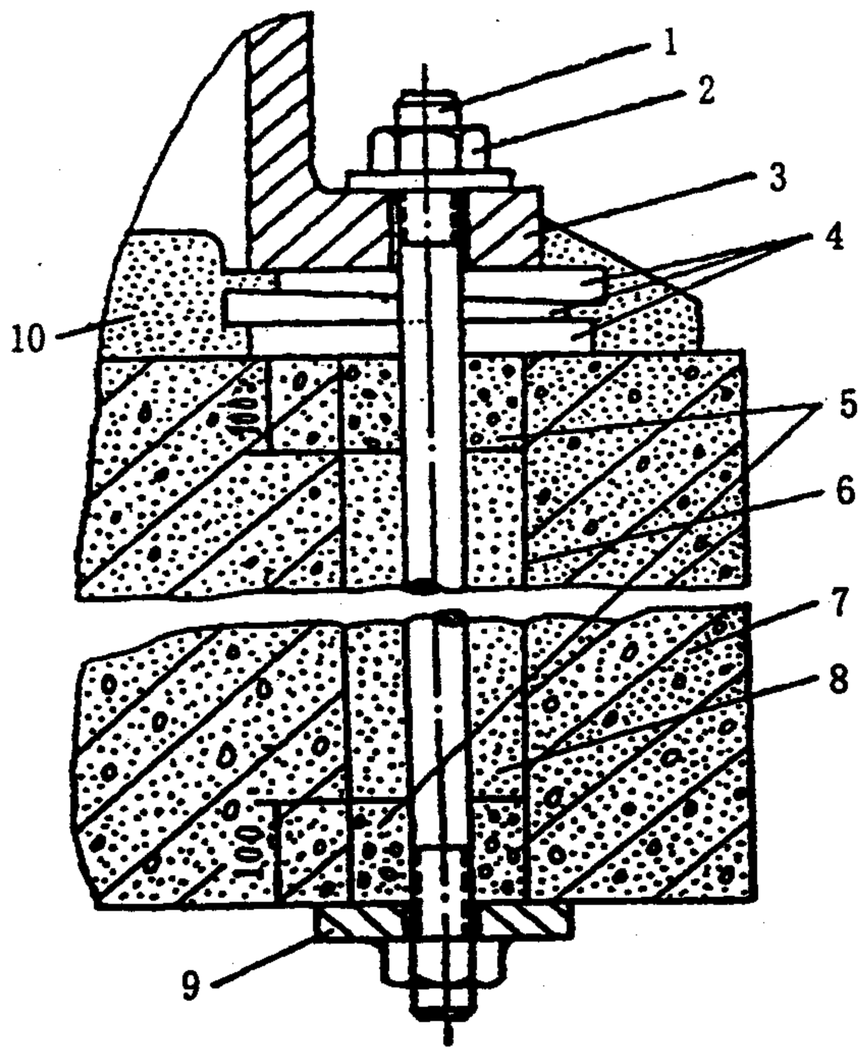


图 7.0.7　带锚板地脚螺栓孔灌注示意

1—地脚螺栓　2—螺母、垫圈　3—底座　4—垫铁组　5—砂浆层（或细石砼）
6—预留孔　7—基础　8—干砂层　9—锚板　10—二次灌浆层

7.0.8　二次灌浆前应安装外模板，设备底座应埋入二次灌浆层深度应不少于 10mm。

7.0.9　灌浆用料必须现配现用，并制作试块。基础表面压实抹光，并及时浇水养护。

7.0.10　当环境温度低于 5℃时，灌浆养护期间，应采取保温或防冻措施。

8 交工验收

8.0.1 设备基础验收时，施工单位应提交下列交工技术文件，并应符合《工程建设交工技术文件规定》SH3503 的规定：

1 设计变更单和材料代用单；

2 原材料质量证明文件及复验报告；

3 钢筋焊接接头的试验报告；

4 混凝土配合比及混凝土试件的试验报告；

5 测量定位记录；

6 隐蔽工程验收记录；

7 灌浆试件试验报告；

8 无粘结筋锚具、夹具的合格证及检验记录；

9 无粘结筋的张拉记录；

10 设备基础的沉降观测记录；

11 设备基础复测记录；

12 混凝土质量检查记录；

13 竣工图及其他有关文件。

8.0.2 设备基础的验收，除检查本规范 8.0.1 条规定的文件外，还应进行外观检查，并办理交工验收手续。

附录A　环氧砂浆参考配合比

表A　环氧砂浆参考配合比

序号	材料名称	规格	配合比（按重量%）
1	环氧树脂	6101	100
2	邻苯二甲酸二丁脂	工业用	17
3	乙二胺	工业用	10
4	砂子	中粗	250

附录B　微膨胀细石混凝土参考配合比

表B　微膨胀细石混凝土参考配合比

序号	水灰比	重量配合比				试块性能	
		水泥	砂	石子	其它	尺寸变化率	强度（MPa）
1	0.39	1（525号浇筑水泥）	1.36	2.75	—	0.452/10000（膨胀）	40
2	0.40	1（325号矾土水泥）	0.71	2.03	石膏0.02 白矾0.02	2.4/10000（膨胀）	30～50

附录C　细石混凝土参考配合比

表C　细石混凝土参考配比

序号	混凝土强度等级	水泥标号	配比（kg/m³）			
			水泥	砂	石子	水
1	C25	425	349	631	1280（卵石）	185
			351	663	1255（碎石）	200
2	C30	425	394	561	1260（卵石）	185
			400	650	1200（碎石）	200

注：①石子粒径为5～15mm，砂子粒径0.4～0.5mm；

②应在浇注后12h开始洒水养护；

③养护时间不少于7d。

用 词 说 明

对本规范条文中要求执行严格程度不同的用词，说明如下：

（一）表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

（二）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

（三）表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做，采用“可”。

中华人民共和国行业标准

石油化工设备混凝土基础工程施工及验收规范

SH 3510-2000

条文说明

2000 北 京

目　次

1　总则……29
2　基本规定……29
3　模板、钢筋、混凝土工程……29
　3.1　模板工程……29
　3.2　钢筋工程……29
　3.3　混凝土工程……30
4　无粘结预应力混凝土……30
5　预埋工程……30
　5.1　预埋地脚螺栓安装……30
　5.3　预留孔模及套管的安装……30
　5.4　钻孔粘锚地脚螺栓……31
6　混凝土施工缝……31
7　灌浆……31
8　交工验收……31

1 总 则

1.0.2 本规范适用范围与原规范相同，只是在文字上作了必要的修改。

本规范中混凝土基础包括素混凝土基础、钢筋混凝土基础和无粘结预应力混凝土基础，与《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204取得一致。

1.0.3 设备混凝土基础工程施工及验收规范综合性强、涉及面广，不仅有原材料方面的，也有半成品、成品方面的。因此，凡本规范有规定，应遵照执行，凡本规范无规定，尚应按照相关规范、标准的规定执行。

1.0.4 原规范中“防腐蚀工程”与“桩承台”两章取消。设备基础的防腐蚀工程按《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》(GB50212-91)执行。设备基础桩承台工程按《建筑桩基技术规范》(JGJ-94)执行。

2 基 本 规 定

2.0.2 本条只提基础地基或桩基工程验收的内容，国标中有《地基与基础工程施工及验收规范》和《建筑桩基技术规范》，若有特殊要求，施工图都有说明，此处不作重复。

2.0.3～2.0.5 原是“桩承台”中的条文，修改本中取消“桩承台”这一章，把需要的条文拿到本章来。

3 模板、钢筋、混凝土工程

3.1 模 板 工 程

3.1.4 本条中由原文高向“模板每隔3m应预留一个捣固孔”改成“每隔2m应预留操作孔”。就是说此孔不只用于振捣，而且可用于其他操作，如灌筑混凝土，这样就与《混凝土结构工程施工及验收规范》中“混凝土自高处倾落的自由高度，不应超过2m”相统一。

3.2 钢 筋 工 程

3.2.3～3.2.4 动力设备基础，尤其是一些受冲击力较大的部位、钢筋容易变形断裂，所以特做出新的规定，宜采用热轧成型钢筋，钢筋连接不宜采用焊接，以保证设备基础的使用寿命。原条文中“直径大于22mm的钢筋宜采用闪光对焊”，现改为“宜采用对焊连接”，原因是现在钢筋对接的工艺有许多种，如仅局限于闪光对焊，修改后的规范就没有技术先进性了。改成对焊连接后，各单位可以根据自己的条件选择对焊工艺，方便施工。同时原条文中对焊工要求的有关内容取消，因为这些在“钢筋焊接及验收规范”(JGJ18-84)中均非常具体，此处不再重复。

3.2.9 原规范第3.2.12条中表3.2.12“钢筋工程质量标准取消”，只留主筋保护层一项。因为《混凝土结构工程施工及验收规范》只有钢筋的保护层厚度，而无厚度的允许偏差。实际上钢筋绑扎时保护层存在一个允许偏差。

3.2.10～3.2.11 为新增加内容。针对当前施工中多数单位“扎丝一贯制”而写的。无论绑扎什么钢筋都采用一种规格，一个长度的铁丝；这势必影响钢筋安装质量，特做此规定。

3.3 混凝土工程

3.3.6 目前许多现场临时简易搅拌站计量不准确，严重影响混凝土质量，而且浪费材料，污染环境，也不能生产高强混凝土。同时建设部建工技[1996]40 号文件“关于建筑业重点推广应用 10 项新技术的指导意见”中就有推广预拌混凝土技术的要求。

3.3.7 大体积混凝土施工时，增加了“基础内外温差不应超过 25℃”，这样就与《混凝土结构工程施工及验收规范》的提法统一。同时在降温防裂措施中又增加了冰水搅拌和砂、石料采取降温措施两条。这样又给施工单位挑选时增加了切实可行的方案。

3.3.12 实际上现在设备安装后，基础螺栓露头都太长，与安装要求螺栓在设备安装后露出螺母 2～3 扣不符，常常在交接中各自持专业标准相争不下。这次通过认真的调查研究，把一些允许偏差加以修改，使其更加符合施工生产的需要。

3.3.13 新增加“混凝土缺陷修理”的条文，这样做的目的是与《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204-92）中内容相一致，使本规范更加完整。

4 无粘结预应力混凝土

本章是新增加的内容。随着高科技的发展，在设备基础联合底板中，无粘结预应力混凝土技术的使用越来越多，这种技术先进、简单、经济、安全、无公害。1989 年，在天津大港炼油厂常减压装置中用无粘结预应力混凝土技术代替桩基础，缩短工期半年，基础投资节约 30%，至今已使用 10 年，一切状况良好。

5 预 埋 工 程

5.1 预埋地脚螺栓安装

5.1.1 新增加内容。国产设备的螺栓、螺母、螺栓锚板的全部或部分由施工单位自行制造加工，所以必须对钢材作出规定。

5.1.2 新增加条文。国产设备的螺栓及锚板一般由建设或施工单位自行加工。有的虽有设计图，但尺寸关系规定不明确。本条文做出明确规定，以利加工和保证质量。

本规定参照《炼油厂小型容器基础设计技术规定》编写，内容略做改动。

5.3 预留孔模及套管的安装

5.3.4 新增加条文。根据螺栓规格，对预留孔的边缘至基础边缘的距离作出规定，以防止施工单位为了施工方便，任意扩大螺栓预留孔的做法。

5.3.8 表 5.3.8 预埋地脚螺栓安装允许偏差中顶端标高由原来的＋10、0 改为＋5、0，是为了防止螺栓露头太多，影响设备安装的质量验收。垂直度由原来 5‰改成 3‰，这就可以与 5.1.6 条定位模板制作的允许偏差相适应。

5.4 钻孔粘锚地脚螺栓

本节是新增加内容。考虑到在技改工程中，在一些旧设备基础上安装新设备，需要钻孔重新预埋地脚螺栓。目前钻孔粘锚地脚螺栓的方案较多，都在试验阶段，没有统一的施工及验收标准。本节中

选用几种常用的方案加以总结提高，做为规范使用。

6 混凝土施工缝

6.0.3 在设备基础的地脚螺栓范围内，留置施工缝是新增加的内容，是根据《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204-92）第4.4.21条编写的。

6.0.4 增加第4款“在水平施工缝上继续浇筑混凝土前应对地脚螺栓进行一次观测校准”。这是因为在混凝土灌筑过程中，螺栓及定位模板容易位移，为创优质工程，在施工缝上继续施工前，螺栓必须复校准一次。

7 灌 浆

7.0.1 新增加内容。

设备基础表面二次灌浆层厚度有些设计图做出明确规定，有些没有。尤其在技改工程中，旧基础重复利用时，表面灌浆层厚度一般视实际情况决定，因此有必要对灌浆层厚度做出明确规定。本规范中规定的基础顶部的灌浆余量是根据大量施工图的技术要求而得出的结论。

8 交工验收

8.0.1 工程验收应提供的资料是参照《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204-92）的有关内容列出的，其中增加提供混凝土配合比的试验报告的条文，这是因为现在许多工程验收时，建设及监理单位除要求混凝土的试块报告外，还要配合比报告，这个要求是合理的，修改规范时补上。