

一、施工方法：

1、风机基础的施工顺序：

材料进场→各机位定位放线→机械挖土→人工清理修正→基槽验收→垫层混凝土浇筑→预埋基础环支撑钢板→放线→安装基础环地脚螺栓支撑件→安装基础环→钢筋绑扎→预埋电力电缆管→支模→基础混凝土浇筑→拆模→验收→土方回填。

2、基础开挖

a. 根据施工现场坐标控制点，包括基线和水平基准点，定出基础轴线，再根据轴线定出基坑开挖线。利用白灰进行放线。灰线、轴线经复核检查无误后进行挖土施工。

b. 土方开挖采取以机械施工开挖为主，人工配合为辅的方法。考虑到风机塔架基础混凝土浇筑在冬季进行，根据现场开挖情况，基坑开挖中局部部位可能会采用小剂量爆破松动后机械挖除的方式进行。基坑开挖（考虑结合接地网施工）按照沿基础结构尺寸每边各加宽一米进行，结合云南省红河州蒙自老寨风电场的地质条件，基坑开挖边坡系数采用 3:1，施工过程中控制好了基底标高，无超挖现象发生。

c. 开挖完工后，应人工进行基坑清理，清理干净后进行基槽验收，根据不同地质情况分别采取措施进行处理，验收合格后进行下道工序施工。

d. 风机基础接地应随同基坑开挖进行，并在基坑回填前依据规范进行隐蔽验收工作。

e. 根据工程地质勘察资料，场区位置地下水埋深较深，所以在基础施工中没考虑地下水的影响，只考虑地表水及雨水排放问题。

f. 基础开挖完毕，如基坑遇降雨积水浸泡，垫层混凝土浇筑前应对基坑进行人工晾晒清挖，清挖深度不小于 30cm。

土方开挖后，利用机械将开挖出的土石方铺设吊装平台，吊装平台绕基坑四

页眉内容

边进行修整，保证了吊车和罐车以及安装使用。

3、基础回填

a、基础施工完毕，在混凝土强度达到规范要求、隐蔽工程验收合格后，进行土方回填。

b、土方回填采用汽车运输、人工分层回填、机械夯实的方式，根据设计要求，回填时要求压实干容重大于 18kN/m^3 (密实度不小于 0.93)。土石方分层回填厚度、土质要求按照《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202-2002 执行。

c、在碾压（或夯实）前应进行回填料含水率及干容重的试验，以得出符合设计密实度要求条件下的最佳含水量和最少碾压遍数。

d、基坑回填前必须先清除基坑底的杂物。土方回填时，要对每层回填土进行质量检验，用环刀法等取样方法测定土的干密度，符合设计要求后才能填筑上层。

e、回填应由坑内最低部位开始自下而上分层铺筑，每层虚铺土厚度应 $\leq 30\text{mm}$ ，用小型柴油振动碾压机压实，一般来回碾压 3~4 遍（需根据现场试验确定）。振动碾压机移动时，做到一碾压半碾。如必须分段填筑，交接处应留出阶型接头，上、下层错缝间距应 $\geq 1\text{m}$ ，以后继续回填时应分层搭接夯实，使新老回填层接合严密。

4、基础环施工工艺

(1) 基础环安装工序：

千斤顶就位—吊车抬吊—立直—安装调平螺栓—起钩转杆就位

(2) 基础环预埋安装：

1) 本工程风机塔筒为预埋地脚螺栓支撑架连接方式，基础环直埋于基础主体混凝土中。施工时采用地脚螺栓支撑架固定的方法。

2) 基础环安装前进行埋件检查，首先在垫层混凝土上放出基础中心线，在

基础四周建立加密控制网，放出基础中心线、边线及基础环的位置，按图纸要求采用罗盘放出中心线，以确定塔架门方向，核对无误后方可进行基础环安装。

3) 由于基础环上法兰的安装水平度要求较高（控制在 2 mm 以内），基础环安装按以下步骤进行：在混凝土垫层中预埋三块钢板件，其尺寸为 300 × 300 × 20mm，基础环支撑架下端与预埋基础板连接，基础环与支撑架之间用调整螺栓连接，调整螺栓可对基础环的平整度进行调节，以便实现基础环标高的准确控制。安装时，配备两台水准仪及数把水平尺进行跟踪观测控制，测量时附近严禁大型车辆走动，以免影响精确度。检测调整螺栓对应的基础环上法兰面的三个点，如果检测后的点水平度超过 2 mm，则通过千斤顶配合调节螺栓，并且重新调整水准仪，对中、检测，使基础环水平度控制在规范之内。调整时吊车不松钩，待调整完毕加固后方可摘钩。

4) 基础环安装经验收合格后绑扎基础钢筋。螺栓支撑架与钢筋、模板、模板支撑系统及操作脚手架应互不相连，独成体系，防止混凝土浇筑时模板系统的振动及变形对螺栓的影响。

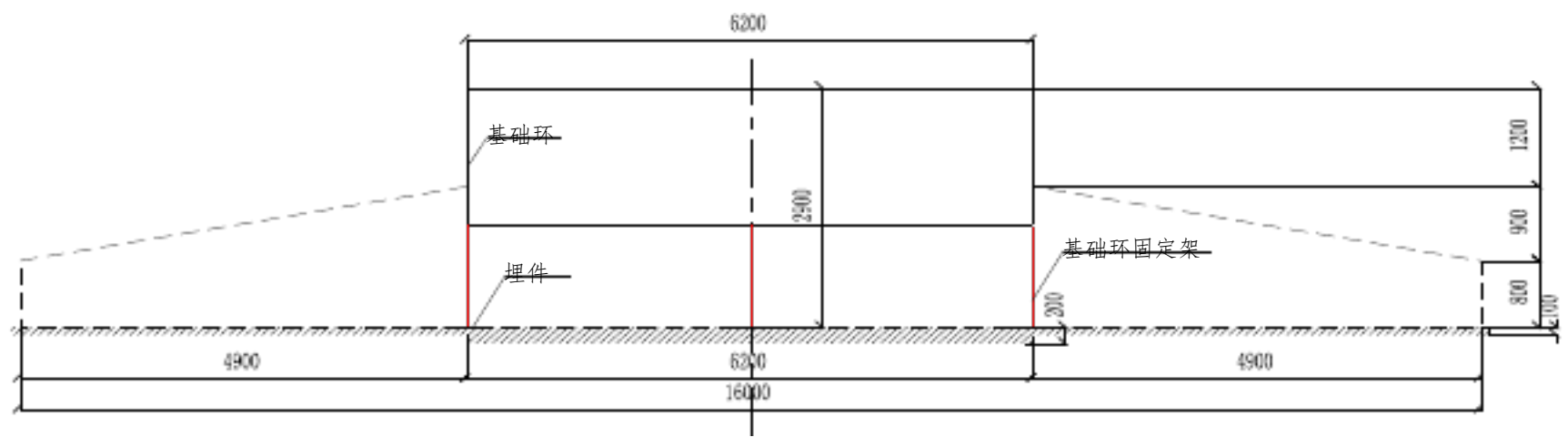
5) 地脚螺栓支撑架与基础环安装完毕后，做整体验收复核，包括控制轴线和基础中心线的验收。基础环表面平整度精度按照生产厂家提供的基础环上法兰平整度要求执行。

5、基础环施工注意事项

a、基础环安装好后，做整体验收复核，包括控制轴线和基础中心线的验收、基础本身各预埋螺栓之间尺寸的验收以及基础环表面平整度验收。为保证最终的安装结果准确无误，混凝土施工中应用测量仪器跟踪测量，以使基础埋筒的上法兰平整度达到 2mm 的精度要求。

b、基础环固定架经验收合格后绑钢筋、封模板。螺栓固定架或基础环固定架与钢筋、模板、模板支撑系统及操作脚手架互不相连，独成体系，防止混凝土浇筑时模板系统的振动及变形对螺栓的影响。浇筑混凝土时应控制混凝土均匀上升，避免混凝土由于上升高度不一致对螺栓固定架产生侧压力。

基础环安装图



6、混凝土浇筑一般要求

- a、浇筑前应对模板及垫层混凝土浇水湿润。
- b、混凝土的自由倾落高度不得超过2m，如超过2m时必须采取加串筒措施并分层浇筑。
- c、浇筑混凝土时应分层进行，每层浇筑高度应根据结构特点、钢筋疏密决定。一般分层高度为插入式振动器作用部分长度的1.25倍，最大不超过50cm，平板振动器的分层厚度为200mm。
- d、使用插入式振动器应快插慢拔，插点要均匀排列，逐点移动，按顺序进行，不得遗漏，做到均匀振实。移动间距不大于振动棒作用半径的1.5倍(一般为300~400mm)。振捣上一层时应插入下层混凝土面50mm，以消除两层间的接缝。
- e、浇筑混凝土应连续进行，如必须间歇，其间歇时间应尽量缩短。并应在前层混凝土初凝之前，将次层混凝土浇筑完毕。间歇的最长时间应按所用水泥品种及混凝土初凝条件确定，一般超过2h应按施工缝处理。
- f、浇筑混凝土时应派专人经常观察模板、钢筋、预埋件、插筋等有无位移变形或堵塞情况，发现问题应立即停止浇筑，并应在已浇筑的混凝土初凝前整改完毕。

7、基础混凝土浇筑

a、混凝土入仓时采用整体分层下料的方式布灰，以防止混凝土浇筑过程对基础环产生侧推力而导致基础环水平度超标。

b、根据风机基础结构，基础砼一次浇灌完毕，不设施工缝。

c、在混凝土浇筑前，先对设计院图纸和供货厂的设备图纸进行严格审查无误后方可进行浇筑，以保证预留地脚螺栓孔的绝对准确，并检查基础环的水平度是否发生变化，在确认无误后即可进行混凝土浇筑。

d、浇筑时每层下灰厚度在30-40cm之间，振捣确保充分、密实，振动器深入插到下层混凝土，使上下两层混凝土充分结合。在浇筑过程中，专人负责进行检测，确保基础环水平度。

e、混凝土浇筑时派专人监护模板，一但发现有漏浆，螺丝松动等不利情况及时处理，杜绝跑模事件的发生。

f、砼振捣点按梅花形布置，间距45cm左右。插入式振捣器移动间距不宜大于振捣器作用半径的1.5倍，要快插慢拔，振捣密实，不得漏振，每一振点的延续时间，以表面呈现浮浆和不再沉落为达到要求，在浇筑到基础环底处时，要在基础环周围均匀布料浇筑，避免碰撞钢筋、模板、预埋件、预埋管等，混凝土浇筑后复测基础环的中心位置和标高。

g、混凝土振捣完毕用木抹子按预定标高线将表面找平。混凝土表面抹好后及时覆盖塑料薄膜及棉被或草垫。

h、要控制运输时间即混凝土从搅拌机卸出后至入模时间，气温 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 时，时间不得超过120min，气温 $>25^{\circ}\text{C}$ 时，时间不超过90min；保证混凝土运到现场的质量，保证混凝土和易性与流动性。

i、为保证混凝土质量，浇筑时不允许出现施工冷缝，一是浇筑要按顺序进行，防止接茬部位过多人为造成冷缝；二是要准备应急措施以防止搅拌站发生故障或电力中断造成混凝土供应中断形成施工冷缝。

j、为了使混凝土浇筑不出现冷缝，要求前后浇筑混凝土搭接时间控制在5h内（初凝时间>8h），因此，混凝土浇筑前经详细计算安排浇筑次序、流向、浇筑厚度、宽度、长度及前后浇筑的搭接时间，每基础独立浇筑。

k、混凝土表面处理：大体积混凝土表面水泥浆较厚，浇筑后3~4h内初步用长刮杆刮平，初凝前用木抹子搓平压实，再用铁抹子收面，以控制表面龟裂，并按规定覆盖养护。

L、施工过程中，降雨时不宜进行混凝土浇筑。

8、建基面混凝土浇筑

(1) 风机基础基槽建基面必须验收合格后，方可进行基础垫层混凝土浇筑。

(2) 岩基上的杂物、泥土及松动岩石均应清除，应冲洗干净并排干积水。清洗后的基础岩面在混凝土浇筑前应保持洁净和湿润。

(3) 基岩面在浇筑第一层混凝土前，必须先铺一层2~3cm厚的水泥砂浆，砂浆水灰比应与混凝土的浇筑强度相适应，铺设施工应保证混凝土与基岩结合良好。

9、混凝土入仓

混凝土入仓拟采用汽车泵入仓，为防止汽车泵出现故障或泵管堵塞，拟选挖掘机入仓、溜槽或皮带输送机入仓作为备用方案。

10、温度控制

(1) 降低混凝土浇筑温度

1) 为减少温度回升，要求混凝土自出机口至仓面覆盖前的时间不应大于2小时，且混凝土运输工具应有隔热遮阳措施。

2) 高温季节浇筑砼措施：对砂石料及拌和楼搭棚防热；砂石料堆堆高不小于6m；地垄取料。

(2) 降低混凝土自身温度

1) 在满足施工图纸要求的混凝土强度、耐久性和和易性的前提下，加优质的外加剂和粉煤灰，以减少单位水泥用量，降低混凝土水化热温升。

2) 控制混凝土层厚和层间歇时间：风机基础混凝土必须在设计规定的间歇期内由里向外连续均应上升，不得出现长间歇

11、 混凝土养护

大体积混凝土的养护主要是为了保证混凝土有一定温度和湿度，在养护期间，定人定时进行洒水养护或在混凝土表面覆盖塑料薄膜。确保混凝土内部不出现温度裂缝。基础混凝土浇筑完成，及时进行覆盖，模板拆除后及时进行回填以加强保温养护，混凝土浇筑后进行洒水保湿养护。根据工程情况，选用洒水或薄膜进行养护。

表3.2 混凝土养护期时间

混凝土所用的水泥种类	养护期时间（天）
硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	14
火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、硅酸盐大坝水泥	21

12、 风机混凝土的防裂措施

a. 宜使用水化热较低的矿渣水泥，尽量减少单方水泥用量及降低水灰比，并掺用减水剂，以降低混凝土中的水化热。

b. 浇筑后应立即对混凝土进行保温保湿养护，以控制缓慢降温，在混凝土表面用草袋严密覆盖保温，上面加盖塑料薄膜，并设专人养护。

c. 延长混凝土的拆模时间，对地下基础，在拆模后应立即进行土方回填，以起到继续保温保湿的作用。

d. 尽量避免在特别炎热或寒冷季节浇筑大体积混凝土。

e. 控制好砂石骨料的含泥量，砂的含泥量不超过2% ，碎石的含泥量不超过

1%。

二、工程质量：

1、混凝土原材料的质量检查

(1) 水泥检验

每批水泥均应有厂家的品质试验报告，应按国家和行业的有关规定，对每批水泥进行取样检测，必要时还要进行化学成分分析。检测取样以200~400t同品种、同标号水泥为一取样单位，不足200t时也应作为一取样单位。检测的项目应包括：水泥标号、凝结时间、体积安定性、稠度、细度、比重等试验。

(2) 粉煤灰试验

粉煤灰的检测取样以每100~200t为一取样单位，不足100吨也作为一取样单位。检测项目包括细度、需水量比、烧失量和三氧化硫等指标。

(3) 外加剂的检测

配置混凝土所使用的各种外加剂均应有厂家的质量证明书，应按国家和行业标准进行试验鉴定，贮存时间过长的应重新取样，严禁使用变质的不合格外加剂。现场掺用的减水剂溶液浓缩物，以5t为取样单位，加气剂以200kg为取样单位，对配置的外加剂溶液浓度，每班至少检查一次。

(4) 骨料质量检验

在拌和场，每班至少检查两次砂和小石的含水率，其含水率的变化应分别控制为 $\pm 0.5\%$ （砂） $\pm 0.2\%$ （小石）范围内，若超过该范围，需调整混凝土配合比。

砂的细度模数每天至少检查一次，骨料的超逊径，含泥量应每班检查一次。

2、混凝土质量检查

(1) 混凝土拌和均应性检测

- 1) 定时在出机口对一盘混凝土按出料先后各取一个试样,以测定砂浆密度,其差值应不大于 30kg/m^3 ;
- 2) 用筛分法分析测定粗骨料在混凝土中所占百分比时,其差值不应大于10%。

(2) 坍落度检测

按施工图纸的规定和监理人指示,每班应进行现场混凝土坍落度的检测,出机口应检测4次,仓面应检测两次。

(3) 强度检测

现场混凝土抗压强度的检测,非大体积混凝土抗压强度的检查以28天龄期的试件按 200m^3 成型试件3个,3个试件应取自同一盘混凝土。

3、混凝土工程建筑物的质量检查和验收

- (1) 基础混凝土浇筑前应按本技术要求的规定进行地基验槽检查与验收;
- (2) 在混凝土浇筑过程前,对风机基础测量放样成果进行检查和验收;
- (3) 在基础混凝土浇筑中和浇筑完毕后,应对混凝土浇筑温度和内外温度进行检测。
- (4) 在各层混凝土浇筑层分层检查验收中,应对埋入基础混凝土体中的各种埋设件、预埋电力电缆管的埋设质量进行检查和验收。

4、模板制作安装

1 模板制作:

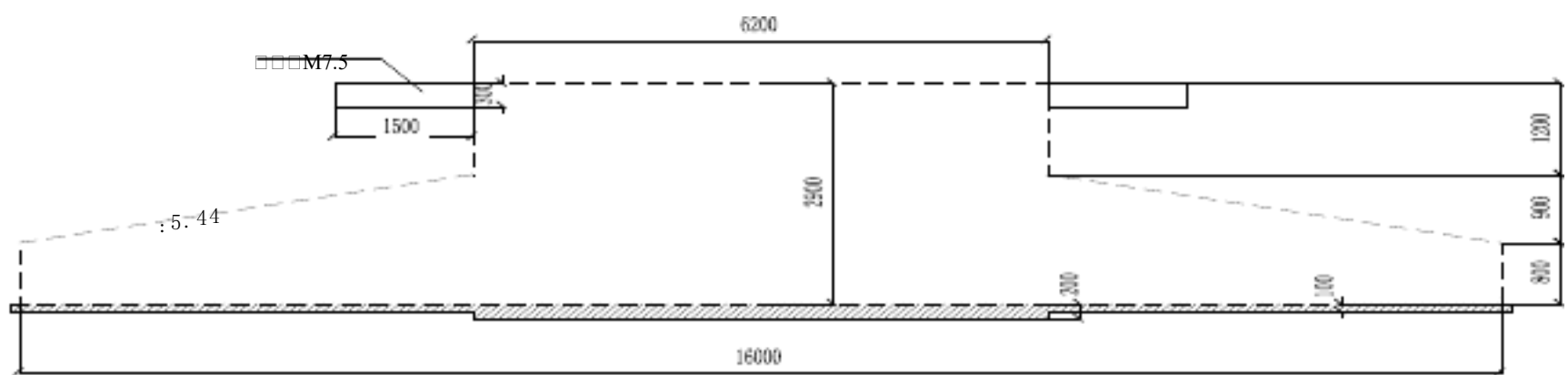
因该基础结构直径16米,下部为规则的柱体结构,柱体高度0.8米,故下部柱体结构模板我部决定加工定型模板;基础上部直径6.2m,高1.2m,故基础上部也加工定型模板。为能重复使用且不影响混凝土的连续施工,我部拟加工模板3~4套,模板制作允许偏差不应超过表3.3的规定。

表 模板制作的允许偏差

序号	偏差名称	允许偏差 (mm)
1	模板长和宽	±2
2	模板局部不平 (用2m直尺检查)	2
3	连接配件的孔眼位置	±1

基础上部锥柱结构，因锥体坡比1:5.44(坡度为18.36%)，若安装模板，由于混凝土的自重作用，混凝土很难与模板紧密接触。在施工中，我部对上部锥面不予安装模板，采用刮尺刮平人工收面的施工方法，且该方法在张北其它风电施工项目中已采用。

风机塔架基础结构剖面图



2 模板安装

(1) 按照风机基础施工图纸进行模板安装的测量放样，体型断面尺寸变化部位应设置必要的控制点，以便检查校正。

(2) 模板安装应设置足够的临时固定设施，以防变形和倾覆。

(3) 模板安装的允许偏差：模板安装的允许偏差，一般不应超过表3.4所列规定。

表3.4 模板安装允许偏差

序号	偏差项目	混凝土部位	
		外露表面	隐蔽内面

	相邻两面板高差	3	5
2	局部不平（用2m直尺检查）	5	10
3	结构物边线与设计边线	10	15
4	结构物水平截面内部尺寸	±10	
5	承重模板高	±5	
6	预留孔洞尺寸及位置	10	

3 模板清洗和涂料

刚模板在每次使用前应清洗干净，为防锈和拆模方便，钢模面板应涂刷矿物油类的防锈保护涂料，不得采用污染混凝土的油剂，不得影响混凝土或钢筋混凝土的质量。

4 拆模

模板拆除时限，除符合施工图纸的规定外，还要遵守下列规定：不承重侧面模板的拆除，应在混凝土强度达到其表面及棱角不因拆模而损伤时，方可拆除；承重侧面模板在混凝土达到设计强度70%以上时，方可拆除。

、风机基础钢筋工程

1 钢筋的材质

(1) 钢筋混凝土结构用的钢筋应符合热轧钢筋主要性能的要求。

(2) 每批钢筋均应附有产品质量证明书及出厂检验单，在使用前，应分批进行如下钢筋机械性能试验：

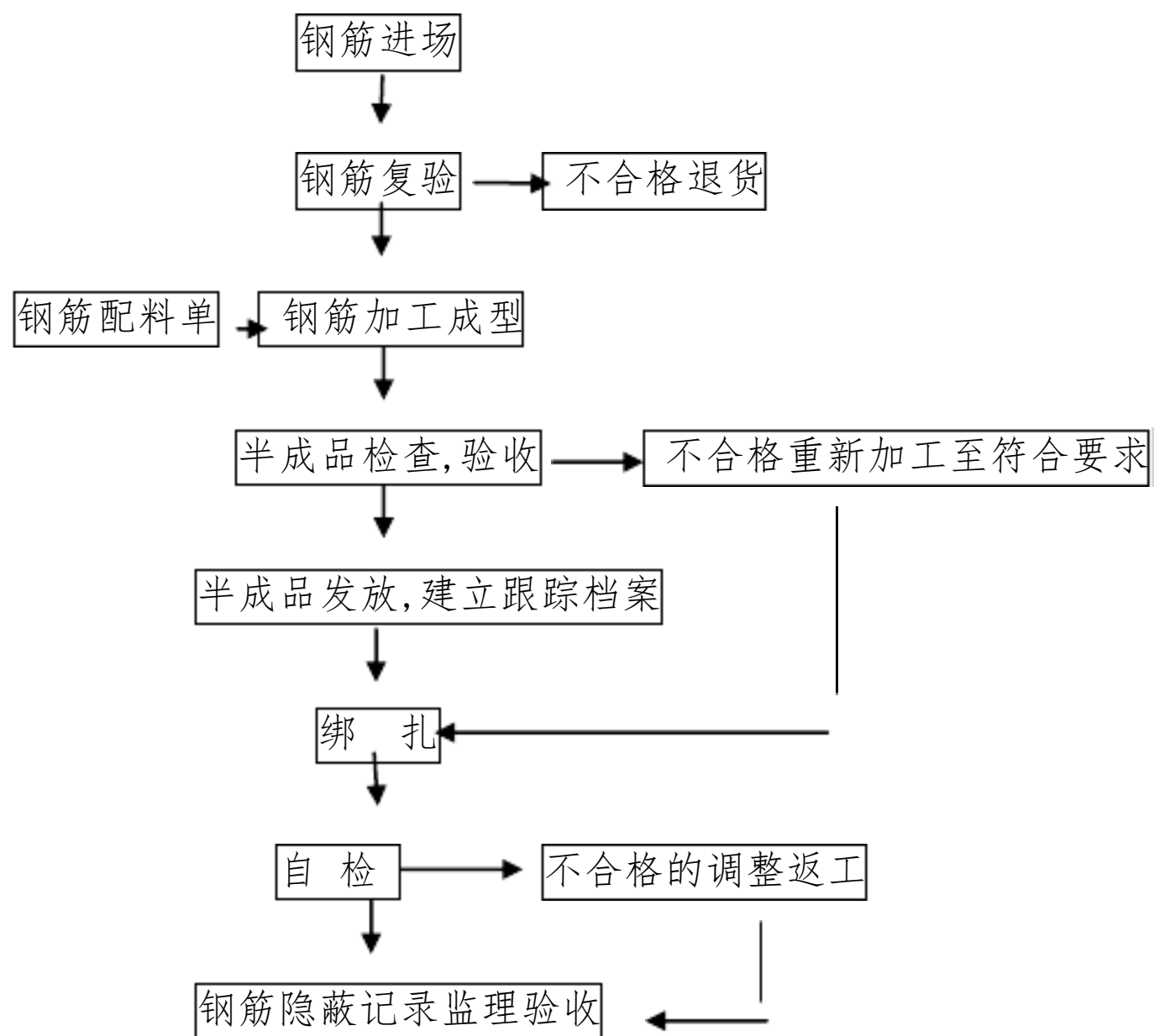
1) 钢筋分批试验，以同一炉（批）号、同一截面尺寸的钢筋为一批，取样的重量不大于60kg；

) 根据厂家提供的钢筋质量证明书, 检查每批钢筋的外表质量, 并测量每批钢筋的代表直径;

3) 在每批钢筋中, 选取经表面检查和尺寸测量合格的两根钢筋中各取一个拉力试件(含屈服点, 抗拉强度和延伸率试验) 和一个冷弯试验。

钢筋的加工和安装

(1) 钢筋施工工艺流程图:



(2) 钢筋配置:

钢筋严格按照图纸和钢筋加工单所要求的规格、数量、外型尺寸根据现场情况分段进行加工, 对已加工配好的钢筋挂标识规格和使用部位, 分类堆放, 并垫方木离地20cm, 以避免腐蚀。严格执行领用料制度, 加工成形的钢筋由自制的钢筋运输车运到施工现场。钢筋配制加工集中在钢筋加工场进行, 钢筋的绑扎搭接长度严格按图纸及规范要求施工。

() 钢筋施工

1) 钢筋表面应洁净无损伤，油漆污染和铁锈等应在使用前清除干净。带有颗粒状或片状老锈的钢筋不得使用。

2) 钢筋应平直无局部弯折，钢筋加工的尺寸应符合风机基础施工图纸的要求。

3) 基础环安装经验收合格后绑扎基础钢筋。基础环支撑架与钢筋应互不相连，独成体系，防止混凝土浇筑时模板系统的振动及变形对螺栓的影响。

4) 基础底面、顶面、上台柱等部位主要受力钢筋采用通长钢筋，不得搭接。钢筋之间的搭

接100%采用绑扎，不得采用焊接；

5) 钢筋绑扎过程中如遇基础环支撑架型钢、电缆预埋管等，应采用调整钢筋间距的方法进行避让，不得截断钢筋，损害受力结构。

6) 钢筋绑扎及基础环安装工作结束后，对基础环进行复测，用调整螺栓来调整基础环的中心线、标高、平面度等误差，当各项指标都满足设计及规范要求后，可对支撑架及基础环进行相应的加固，并对调整螺栓点焊加固，确保基础环位置的准确。

7) 钢筋混凝土中结构受力钢筋的混凝土保护层厚度，应以施工图为准。

8) 钢筋架设完毕后需经检查，符合施工图纸后方可浇筑混凝土。

9) 风机基础钢筋的接头应采用：钢筋直径 $\geq 25\text{mm}$ 的钢筋采用机械连接；直径 $\phi < 25$ 的钢筋采用搭接连接，钢筋的搭接长度按施工规范的要求执行。

10) 同一截面的接头至少相隔三排，相邻接头的间距应大于1m。

11) 架立钢筋应均匀布置，确保钢筋骨架的整体稳定性。

三、安全生产：

1、安全管理体系

制定严密的安全管理体系，确保施工安全。

2、建章立制

工程实施前，拟定有关安全管理制度，下发至各级人员，进行专门学习考核。

安全管理制度主要包括：

- (1) 安全管理体系
- (2) 安全管理目标
- (3) 安全管理必须遵照的国家法律/规程/规范/细则等
- (4) 个人劳动保护/防护用品使用规定
- (5) 工地大型机械操作安全规定
- (6) 各类危险物品存放、使用规定
- (7) 用电安全规定
- (8) 各类作业安全规定
- (9) 消防安全规定
- (10) 防洪和防气象灾害安全规定
- (11) 意外事件（塌方、伤亡、山洪、淹没、失火等）的救护程序和方案
- (12) 信号和告警规定

() 工地卫生防疫规定

(14) 工地驾驶安全规定

(15) 各类人员的安全管理职责、权限规定

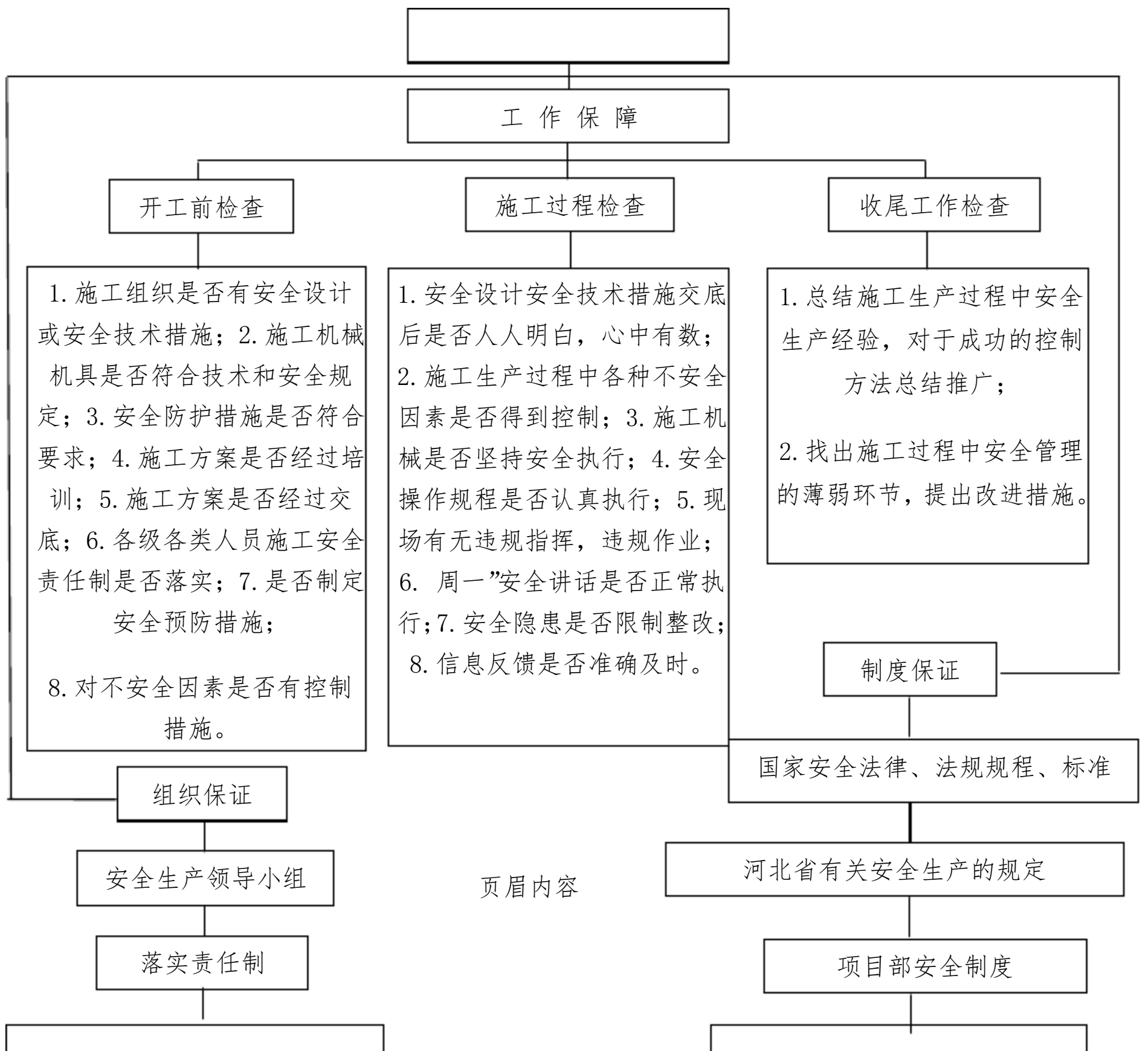


图 9-1 安全保证体系框图

3、安全管理

(1) 对所有员工进行安全教育，讲解本项目工程特点、安全要求、操作安全要领、工种安全知识、个人防护知识等内容，考核合格后方可允许上岗。

(2) 加强对个人防护用品使用的检查，使个人防护用品的发放、使用得当

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/648052123105007010>