# 8土建工程

## 8.1设计安全标准

**1）工程等别和建筑物级别、结构安全等级**

风电场总装机容量{{风电场总装机容量}}，变电站电压等级为110kV，根据《风电场工程等级划分及设计安全标准（试行）》（FD 002-2007），本项目工程等别为Ⅲ等，工程规模为中型。

本项目变电站为110kV变电站，建筑物级别为2级，结构安全等级为二级，洪水设计标准为50年。

本项目拟安装单机容量2.5MW风电机组20台，轮毂高度90m，机组塔架地基基础的设计级别为1级，结构安全等级为一级，洪水设计标准年限为50年。

道路路基设计洪水设计标准按四级路标准5年考虑。

**2）抗震设计标准**

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准（试行）》（FD 002-2007），风机塔架基础及变电站建筑物抗震设防类别为丙类。

场区抗震设防烈度为8度，设计地震分组为第三组，设计基本地震加速度值为0.30g，建筑场地类别为Ⅱ类场地，属建筑抗震不利地段。

## 8.2基本资料和设计依据

8.2.1基本资料

本项目位于宁夏回族自治区中卫市海原县境内山地丘陵，场区中心距离中卫市约115km，距离海原县约18km。

项目区内在地貌上为祁连山地槽与鄂尔多斯台地边缘之间，主要以黄土梁、峁等黄土丘陵地貌为主，局部为微小型黄土塬地貌，其间多发育沟谷。黄土梁、峁地段多地形破碎，沟壑纵横，黄土梁多系黄土塬受平行冲沟切割而成窄条状高低，黄土峁系黄土梁受冲沟进一步切割而成孤立馒头状高地。峁顶的面积不大，以3º~10º向四周倾斜，并逐渐过渡为坡度15º~35º的峁坡。局部为黄土塬，塬顶多宽阔浑圆。地表多为低矮耐旱性灌木，植被发育尚可。

据调查，整个场区在勘察范围内的土层基本上分为黄土状粉土、泥岩及砂岩。根据成因类型、岩性特征及物理力学性质，该工程场区内揭露的主要岩性自上而下描述如下：

**（1）风场绝大部分区域**

① 黄土（Q4eol）：风积成因。浅黄色，稍湿，稍密，见大孔隙，垂直节理发育，局部砂性较强。风场区域普遍分布，厚度多大于30m。黄土属自重湿陷性土，湿陷性黄土地基的湿陷等级多属于IV级自重湿陷。局部为III级自重湿陷。

**（2）风场局部区域**

① 黄土（Q4eol）：风积成因。浅黄色，稍湿，稍密，见大孔隙，垂直节理发育，局部砂性较强。厚度2~5m。

② 泥岩、砂质泥岩（N1g、N1h）：桔黄、浅褐红色，碎屑沉积，泥质胶结，致密结构，强风化，岩质极软，浸水易软化崩解。强风化厚度多大于5.0m。

本阶段风机位置尚未确定，仅就区域对地层进行综述。

8.2.2设计依据

1）《风电场工程等级划分及设计安标准（试行）》FD 002-2007

2）《风电机组地基基础设计规定（试行）》FD 003-2007

3）《风力发电机组设计要求》JB/T 10300-2001

4）《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

5）《高耸结构设计规范》GB50135-2006

6）《35~110kV变电站设计规范》GB 50059-2011

7）《混凝土结构设计规范（2015年版）》GB 50010-2010

8）《砌体结构设计规范》GB 50003-2011

9）《建筑结构荷载规范》GB 50009-2011

10）《建筑抗震设计规范（2016年版）》GB 50011-2010

11）《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2012

12）《公路工程技术标准》JTG B01-2013

13）《公路路线设计规范》JTG D20-2017

14）《公路路基设计规范》JTG D30-2015

15）《公路桥涵设计通用规范》JTJ D60-2015

16）《架空送电线路基础设计技术规定》DLT 5219-2005

8.2.3主要技术参数

（1）设计使用年限：50年。

（2）主要建筑材料

混凝土：C15、C20、C30、C35、C40

钢筋：HPB300、HRB400

型钢：Q235B

砌体：加气砼砌块砖

（3）风电机组基础结构重要性系数：1.1；升压站建筑物结构重要性系数：1.0。

## 8.3风机基础、箱变基础及集电线路基础设计

8.3.1风机基础设计

本工程共安装24台单机容量为2.5MW的风机。采用一机一变，共选用24台35kV箱式变电站。根据类似工程风机厂家提供的资料，采用风轮直径140m，轮毂中心高度90m风机机组，工况载荷（不含安全系数），如表8-1所示：

表 8‑1 主要工况荷载值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况名称 | Fr(kN) | Fy(kN) | Fz(kN) | Mr(kNm) | My(kNm) | Mz(kNm) |
| 正常运行荷载工况 | 588.5 | 0 | 4316.8 | 45321.2 | 0 | 1598.3 |
| 极端荷载工况 | 803.5 | 0 | 4285.2 | 64398.8 | 0 | 96.3 |
| 多遇地震工况 | 801.799 | 0 | 4194.467 | 46936.474 | 0 | 1598.3 |
| 罕遇地震工况 | 1908.003 | 0 | 3560.026 | 55861.254 | 0 | 1598.3 |
| 疲劳荷载工况(上限) | 345 | 248.6 | 136.2 | 10685.4 | 28881.3 | 5033.3 |
| 疲劳荷载工况(下限) | 283.5 | 194.7 | 106 | 8481.4 | 19153.4 | 3734.3 |

1）风电机组基础持力层选择

风机基础要承受塔筒底部传来的风机重量、弯矩及水平力等荷载，且风机承受的主要荷载——风荷载的不确定性，使得风电机组对地基基础的要求较高。对地质资料分析表明，风电场场区内岩土层分布简单，地层情况较好，故本阶段选用扩展基础，根据各机位地质分布情况，基础持力层应位于全风化或强风化层上，对应地基承载力特征值fk=200~350kPa。

表 8‑2 岩土力学参数值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土层编号 | 岩土名称 | 厚度(m) | 重力密度 | 压缩模量Es(MPa) | 内聚力C(kPa) | 摩擦角ψ(°) | 承载力特征值fak(kPa) | 宽度承载力修正系数ηb | 深度承载力修正系数ηd | 地基抗震承载力修正系数ζa | 承载力标准值(kPa) |
| (kN/m3) |
| 1 | 碎石土 | 3 | 18 | 5 | 10 | 18 | 120 | 3 | 4.4 | 1.5 | 120 |
| 2 | 全风化岩 | 20 | 19 | 10 | 10 | 20 | 160 | 3 | 4.4 | 1.5 | 160 |

2）风电机组地基基础形式选择

根据风机制造厂提供的设计参数和本场区地质条件，初步选定风机基础型式为圆形扩展基础。根据规范要求分别进行了地基承载力验算、沉降验算和抗倾覆验算等，极限工况为控制工况，经计算：

结果见下表：

表 8‑3 风机基础结构计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 单位 | 正常运行荷载工况 | | 极端荷载工况 | | 备 注 |
| 计算值 | 允许值 | 计算值 | 允许值 |
| 1、地基承载力复核 | | | | | | |
| 偏心距e/基础底面半径  R(控制脱空面积) |  | 0.238 | 0.25 | 0.338 | 0.43 |  |
| 基础底面平均压力 | kPa | 85.85 | 529 | 94.634 | 529 |  |
| 基础底面最大压力 | kPa | 167.444 | 634.8 | 204.957 | 634.8 |  |
| 2、基础变形验算 | | | | | | |
| 沉降变形验算 | mm | 21.475 | 100 | 21.979 | 100 |  |
| 倾斜变形验算 |  | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.003 |  |
| 3、基础稳定性验算 | | | | | | |
| 抗倾覆验算 |  | 3.973 | 1.6 | 2.797 | 1.6 |  |
| 抗滑验算 |  | 11.586 | 1.3 | 3.973 | 1.3 |  |

根据计算成果，风机基础形式拟采用混凝土强度等级C40的圆形钢筋混凝土扩展基础。基础底面圆直径20.0m，台柱圆直径5m；基础底板外缘高度1.0m，基础底板圆台高度1.2m，基础台柱高度0.8m；基础埋深3.0m；承台底铺设厚150mm的C15素混凝土垫层。基础开挖深度为3.15m，开挖坡比1:0.5。风机基础见附图。

经初步计算，风机基础主要工程量如表8-3所示。

表 8‑4 风机基础工程量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 单台 | 24台 | 备注 |
| 1 | 土方开挖 | m3 | 837 | 20082 |  |
| 2 | 石方开挖 | m3 | 209 | 5020 |  |
| 3 | 土石方回填 | m3 | 449 | 10774 |  |
| 4 | C40混凝土 | m3 | 597 | 14328 |  |
| 5 | C15混凝土 | m3 | 33 | 784 |  |
| 6 | 钢筋 | t | 54 | 1290 |  |
| 7 | 基础环止水 | 项 | 1 | 24 |  |
| 8 | 沉降观测 | 处 | 4 | 96 |  |

8.3.2 不良地基处理措施设计

根据本阶段勘探成果及收集到的资料，拟建场区地貌类型属构造侵蚀低中山、中山地貌类型，场区地层岩性主要为残坡积土、变余砂岩及绢云母板岩等， 植被较发育，人类工程活动简单，现场踏勘未发现滑坡、崩塌和泥石流灾害，也没发现有软土地基，无须进行地基处理。

8.3.3场地平整、边坡处理及防洪排水设计

本项目风机机位均布置在山顶及山脊处，均高于重现期2%的洪水位，且位于非汇水区域，可不进行防洪专项设计。

工程风机安装场地需与场内道路结合，开挖填筑整平而成。鉴于风电场部分机位地形起伏较大，基础周边可能会形成高边坡，需要进行高边坡特别设计。

风机基础周围回填土表面恢复植被，并向临空面找2%坡度，防止暴雨冲刷且排水通畅。

8.3.4沉降观测设计

为了保证风机基础的正常运行，本风场内所有风机基础均进行沉降变形观测，每个基础上布置4个观测点，基础周围设置3个基准墩。观测墩和基准墩的混凝土量（单台）为0.5m3。

建议在下阶段对建筑场区进行工程地质详细勘察，风机基础应根据详细的岩土勘察资料和风机荷载资料进行优化设计。

施工阶段，基坑开挖、回填及基础混凝土的施工方法应遵照我国现行规范和风力发电机组厂家提出的相关技术要求。

8.3.5箱变基础设计

本阶段35kV箱式变电站基础采用矩形，边长4.9m×3.65，埋深1.5m，基础开挖深度1.7m，开挖边坡1:0.5。基础底部为250mm厚的C25钢筋混凝土，上部采用MU10砖砌体，顶部C30钢筋混凝土压顶，压顶0.4m厚。

表8‑5 箱变基础工程量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **单位** | **单台** | **32台** | **备注** |
| 1 | 土方开挖 | m3 | 60 | 1920 |  |
| 2 | 土石方回填 | m3 | 36 | 1152 |  |
| 3 | C30混凝土 | m3 | 1.5 | 48 |  |
| 4 | C15混凝土 | m3 | 4.1 | 131.2 |  |
| 5 | MU10砖 | m3 | 7.5 | 240 |  |
| 6 | 钢筋 | t | 0.3 | 9.6 |  |

8.3.6集电线路基础设计

本项目输电线全部采用直埋电缆及架空线路组合方案，其中直埋电缆共26.3km，架空线路共72基塔，其中单回X基，双回X基。

表8‑6集电线路基础工程量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 单基 | 144基 | 备注 |
| 1 | 架空线路 |  |  |  |  |
| 2 | 土方开挖 | m3 | 63 | 9072 |  |
| 3 | 石方开挖 | m3 | 7 | 1008 |  |
| 4 | 土石方回填 | m3 | 20 | 2880 |  |
| 5 | 土石方外运 | m3 | 40 | 10080 |  |
| 6 | C35混凝土 | m3 | 40 | 5760 |  |
| 7 | 钢筋 | t | 0.8 | 115.2 |  |
| 8 | M42地脚螺栓 | 根 | 16 | 2304 |  |
| 9 | M7.5浆砌石护坡、挡墙、排水沟 | m3 |  | 400 |  |
| 10 | 直埋电缆 |  |  |  | 2.8km |
| 11 | 土方开挖 | m3 | 4746 | |  |
| 12 | 土方回填 | m3 | 722.4 | |  |
| 13 | 砂 | m3 | 1702.4 | |  |
| 14 | C25盖板 | m3 | 47.04 | |  |
| 15 | 盖板钢筋 | t | 0.19 | |  |

8.3.7风电场接地土建设计

本项目首先充分利用各风力发电机组基础内的钢筋作为自然接地体，再敷设必要的人工接地网，以满足接地电阻值的要求。

接地网为以水平接地网为主，并采用部分垂直接地极组成复合环形封闭式接地网，具体接地方式应根据下阶段地质勘察报告考虑。

施工过程中按定位好的路线进行沟槽的开挖，深度为图纸规定尺寸，开挖完毕后安装热镀锌扁钢及垂直接地极。土方施工过程中由质检员监督检查保证满足设计要求。

## 8.4 110kV变电站设计

本风电场工程拟新建一座110kV变电站。配电设施包括2台主变压器，单台容量为40MVA。

变电站的主要建筑物和构筑物有综合楼、设备楼、水泵楼、GIS设备、门式构架、主变压器基础、SVG舱及变压器基础、事故油池、避雷针基础等。

8.4.1 站址选择

8.4.1.1 选择原则

（1）变电站的站址选择，应根据风场风机布置、集电线路设计、场内道路布置，结合接入系统设计的要求全面综合考虑。

（2）站址选择，应充分考虑节约用地，合理使用土地。

（3）站址应充分考虑风场内已有线路、出线条件，避免或减少架空线路相互交叉跨越。

（4）站址应交通运输方便，尽可能靠近公路，减少天气对交通的影响。

（5）站址应具有适宜的地质、地形条件。

（6）避让重点保护的自然区和人文遗址，也不应设在有重要开采价值的矿藏上。

（7）站区场地设计标高宜高于频率为1%的洪水水位或历史最高内涝水位。

（8）站址附近应有生产生活用水的可靠水源。

（9）应考虑变电站与邻近设施、周围环境的相互影响与协调。

（10）站址不宜设在大气严重污秽地区和严重盐雾地区。

（11）选址时应充分利用就近城镇的各方面设施，为职工生活提供方便。

8.4.1.2 变电站站址位置

根据以上选址原则，新建变电站站址选于整个风电场中南部，交通便利。

8.4.2 变电站总体布置方案

全站的总平面根据电气工艺要求、施工和生活需要进行布置。在满足自然条件和工程特点的前提下，考虑了安全、防火、卫生、运行检修、交通运输、环境保护等各方面因素。

变电站用地面积为101.01m×105.7m，围墙内尺寸为98.61m×103.3m，站区布置大体分东西两个区域，东区为生活管理区，包括综合楼、附属楼二栋建筑，高低错落，虚实相间。综合楼坐西向东，楼前是广场，为生活区提供理想的休闲场所。综合楼北侧为附属楼，其中包括备品间、水泵房、消防水池等；西区为生产区，主要布置有35kV配电装置、无功补偿设备、主变压器及GIS设备。建筑物有设备楼。

变电站围墙设计：围墙高度为2.2m，采用实体围墙，外饰涂料色彩简洁，与周围环境协调。生活管理区入口采用电动伸缩门;变电工区设备运输门采用铁艺平开门。

变电站大门入口处，结合绿化统一布置。

站内道路本着方便检修、巡视、消防、便于分区管理的原则进行设计，采用城市型道路，砼路面。道宽4.0m，主干道路转弯半径为9.0m，站区道路根据消防和工艺需求，设环形道路，故电气设备安装及检修、消防均能满足要求。

110kV变电站总平面布置图详见附图。

8.4.3 变电站防洪设计

变电站在选址时已经避免将变电站布置在汇水区域，且布置于山顶相当较平位置，故可不考虑特殊防洪设计。

为防止站外雨水进入站区，站区外边坡设置截水沟与排水沟。

站区电缆沟沟底设置排水沟，与排水设施相连，保证电缆沟内积水在暴雨或洪水过后可以迅速排出。

8.4.4 变电站场地平整设计

本变电站位置原地形平坦坡度大，不易受洪水影响，变电站填挖方较大，挖方边坡需要做好防护，坡脚需设浆砌石护坡，并设排水沟。浆砌石护坡自身做好防排水措施及伸缩缝。

场地平整方量需要挖方5.34万m³，回填2.67万 m³。挡土墙方量600m³。

8.4.5 主要建筑物设计

建筑物力求平面布置合理紧凑，立面处理简洁大方，色彩明快。建筑物依据《公共建筑节能设计标准》进行节能设计。因该地区为属夏热冬冷地区，建筑物必须满足建筑物应防热、防潮、防暴雨等要求。在满足生产要求的前提下，建筑材料尽可能的采用当地生产的建筑材料。

站区内建筑物屋面除综合楼外均采用柔性卷材防水不上人屋面，上辅柔性卷材防水层、保温层。屋面采用有组织排水。门窗均采用塑钢窗。楼地面均采用防滑地砖或防静电活动地板。

（1）综合楼：结构型式采用框架结构，2层，一层高为4.5m，其他楼层高3.3m，建筑面积约为1316.8m2，楼内布置有中央控制室、办公室、会议室、厨房、餐厅、标准间等生产、生活用房。

综合楼各层布置详见附图。

（2）设备楼：框架结构，一层，层高为5.1m，建筑面积为510m2。

高低压配电房的平面布置详见附图。

（3）附属楼：框架结构，层高为5.6m，建筑面积为370.44m2，分别布置有备品备件库、生活水泵房和消防水池等。消防水池为地下钢筋混凝土结构，有效容积为220m3。

8.4.6 结构设计

**（1）建、构筑物设计及抗震设防等级**

主要建（构）筑物的等级详见下表8- 7。

表8- 7主要建筑物抗震等级表

| **序号** | **名称** | **建筑结构**  **安全等级** | **抗震设防**  **类别** | **抗震设防烈度** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **地震作用** | **抗震措施** |
|  | 110kV变电站建筑 |  |  |  |  |
| 1 | 综合楼 | 二 | 丙类 | 8度 | 8度 |
| 2 | 设备楼 | 二 | 丙类 | 8度 | 8度 |
| 3 | 附属房 | 二 | 丙类 | 8度 | 8度 |
| 4 | 屋外配电装置架构及支架 | 二 | 丙类 | 8度 | 8度 |

**（2）结构布置**

变电站内建筑物采用框架结构，地基采用天然地基。

**（3）主变基础及事故油池**

主变基础采用C30钢筋混凝土，贮油池尺寸比主变外轮廓每边大1.0m左右。贮油池底板及侧壁均为混凝土结构，侧壁高出地面0.2m，水泥砂浆抹面。

事故油池为地下箱型基础，采用C30钢筋混凝土浇筑。

**（4）屋外配电装置**

GIS设备进出线构架梁采用钢横梁，柱采用钢筋混凝土环形杆人字柱。母线及设备支架横梁采用型钢结构，架构采用Φ300钢筋混凝土环形杆、人字柱、圆钢避雷针。架构及支架基础均采用杯口式现浇混凝土独立基础。架构横梁采用三角形钢桁架，设备支架横梁采用型钢，材料均为Q235B，焊条为E43或E50。所有钢构件均采用整体热镀锌防腐。

架构、支架及避雷针基础均采用现浇混凝土基础，架构及配电设备基础混凝土的设计强度等级为C25。

室外电气设备基础的混凝土设计强度等级均为C25，采用现浇混凝土基础。

8.4.7 建筑装修设计

建筑物主要装修包括门窗、顶棚、内外墙面、楼地面等。

门窗：所有房间窗户均采用塑钢窗，电气设备房间采用防火门。

顶棚：中央控制室、办公室均设置铝合金龙骨石膏吸音板吊顶。其余部份的顶棚（包括楼梯板底）均为中级抹灰顶棚，白色乳胶漆罩面。

内墙面：除卫生间及厨房内墙面贴白色磁砖外，其余采用白色乳胶漆。

外墙面：均采用涂料饰面层。

楼、地面：中央控制室、通信室、继电保护室地面为防静电活动地板；卫生间及厨房地面贴防滑地砖；其余均为地砖地面。

8.4.8暖通设计

8.4.8.1 采暖气象条件

多年平均温度：19.8℃。

8.4.8.2 采暖方式

根据当地气候条件，本工程不考虑冬季集中采暖。可配置分体式冷暖空调，保证冬季极端天气可通过空调取暖。

8.4.8.3 空调通风

高低压配电房通风

a）35kV配电装置室设事故排风机，事故排风机兼作夏季通风，采用自然进风，机械排风的通风方式。事故排风风量按换气次数不少于每小时12次。当配电装置室发生火灾时，通风机自动切断电源。

b）免维护蓄电池室应设置换气次数不少于12次/h的事故排风装置，事故排风装置兼作平时排风使用，排风口应贴近顶棚。免维护蓄电池室夏季室温不超过25~30度，应设置空调设施，并应避免空调送风口直吹蓄电池。所有空调、能风设备采用防爆型，通风设备、风管及配件应考虑防腐措施。防爆风机、风管均按接地处理。

8.4.9 给排水设计

8.4.9.1 供水水源

本工程主要用水为风电场升压站生活用水、消防用水及辅助生产用水。升压站处于郊外，无市政供水管网，本工程永久生活用水考虑采用山泉水或者外购。将外来水通过管路引到站区内生活给水箱后，采用变频水泵二次供水，深井水水质应满足饮用标准。

站区的日最高用水量为7m3/d。深井水由管道输送至消防水池和生活水箱。生活水箱与深井潜水泵之间设置自动液位启停信号装置。输水干管采用DN50焊接钢管，埋地防腐做法，管道公称压力为1.0MPa，管顶埋深不小于0.8m。

8.4.9.2 生活给水系统

本工程生活用水主要包括生活盥洗用水、淋浴用水、厨房用水及冲洗用水等。变电站全日生活最高用水量为7m³/d，包括绿地浇洒、冲洗车辆及车库地面等辅助生产用水。宿舍淋浴用热水由电热水器提供，电热水器设置在每个宿舍的卫生间内。

生活给水采用独立供水系统。站内设置一座生活水箱间，水箱间内设置一座4m3的装配式钢板生活给水箱，生活给水箱采用液位控制，水位低时自动启动深井泵向生活给水箱输水。经变频水泵加压输送至各个用水点，变频水泵为两台，一用一备。变频水泵出水口设置紫外线消毒器等生活用水消毒净化装置。

本工程生活用水点为标准卫生间的卫生洁具，包括洗脸盆、淋浴器、坐便器；公共卫生间小便器、蹲便器、洗手盆等卫生洁具；厨房洗涤用水器具。卫生器具均采用陶瓷材质节水型器具。生活给水管采用PPR管，PPR管采用热熔连接方式。室内管道给水立管采用明装方式，卫生间内给水支管采用墙内暗装敷设。室外管顶埋深不小于0.8m，给水管道与排水管道作合理避让。

8.4.9.3 排水系统

（1）污水排放系统

变电站内生活污水采用污废合流制，由各室内排水点汇集后排至室外污水管网，厨房污水经隔油装置处理后排放。生活污水经室外污水检查井汇集后流至设在站区内的化粪池，沉淀后流至生活污水一体化处理设备，经处理后达到绿化用水标准，排至适当的地点。化粪池及生活污水一体化处理设备的废物定期清掏后外运。室内排水管用硬聚氯乙烯排水管，接口采用冷胶粘接；室外排水管采用高密度双壁波纹管，橡胶接口，室外管顶埋深不小于0.8m。

（2）雨水排放系统

变电站站区采用有组织排水系统，城市型道路型式。在路面设置边沟式雨水篦子，收集雨水后汇集至雨水检查井，通过埋地雨水管道排至站外。埋地雨水管道采用高密度双壁波纹管，橡胶接口，室外管顶埋深不小于0.8m。雨季电缆沟内积水及事故油池内废水通过管道汇集到雨水检查井，通过雨水管道流出。

表 8‑8 变电站工程数量表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 变电站 | 备注 |
| 1 | 升压站面积 | m2 | 9700 | 97\*100（含放坡） |
| 2 | 围墙长度 | m2 | 351 | 2.4m高 |
| 3 | 土方开挖 | m3 | 23280 | 清表 |
| 4 | 石方开挖 | m3 | 5820 |  |
| 5 | 土方回填 | m3 | 9700 |  |
| 6 | 浆砌石护脚 | m3 | 351 |  |
| 7 | 浆砌石排水沟 | m3 | 175.5 | 0.5×0.4 |
| 8 | 道路面积 | m2 | 1666.45 |  |
| 9 | 绿化面积 | m2 | 840.2 |  |
| 10 | 综合楼 | m2 | 1316.8 |  |
| 11 | 设备楼 | m2 | 510 |  |
| 12 | SVG室 | m2 | 0 |  |
| 13 | 附属楼 | m2 | 370.44 |  |
| 14 | 门卫室 | m2 |  |  |
| 15 | **户外主要构筑物工程** |  |  |  |
| 16 | 主变基础C30混凝土 | m3 | 130 |  |
| 17 | C15混凝土垫层 | m3 | 25 |  |
| 18 | 主变压器基础钢筋 | t | 13 |  |
| 19 | 事故油池C30混凝土 | m3 | 60 |  |
| 20 | 事故油池C15垫层 | m3 | 10 |  |
| 21 | 事故油池钢筋 | t | 7.2 |  |
| 22 | 设备及架构基础C25混凝土 | m3 | 200 |  |
| 23 | 室外架构（型钢） | t | 5 |  |
| 24 | 预制混凝土杆 | m | 190 |  |
| 25 | 避雷针 | t | 3 |  |

## 8.5 道路设计

根据现有资料，本项目需改扩建道路3.58km，道路采用路基宽度6.5m，路面宽5.5m。扩建部分路面采用20cm厚泥结碎石路面。本项目共需场内新建施工检修道路35.31km，新建检修道路施工期路基宽度5.5m，路面宽4.5m，铺设20cm厚泥结碎石路面，施工完成后，对路面进行修复以满足检修用。道路平曲线最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求不应小于25m，道路主线最大纵坡控制在15％以内，以保证安装、检修车辆可直接到达任何一台风机。因风机吊装需要，各机位须设置一个40m×45m的吊装平台。道路从风电机组旁边通过，与吊装平台须平顺连接，以满足机组设备运输和基础施工需要。场内检修道路考虑永临结合，各段应设有排水设施、道路标志、安全标志等，必要路段要设置安全护栏。施工安装完成，大型车辆、设备退场后，对路基层破坏部分进行平整修复，再进行铺设路面作为永久检修道路。

表8‑8道路工程量及吊装平台

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 数量 | 备注 |
| 1 | 场外改扩建道路 | km |  | 4 |
| 2 | 土方开挖 | m3 | 16000 |  |
| 3 | 石方开挖 | m3 | 4000 |  |
| 4 | 土石方回填 | m3 | 8000 |  |
| 5 | 泥结碎石路面(20cm厚) | m2 | 10000 |  |
| 6 | D1000mm圆管涵 | m | 200 |  |
| 7 | 浆砌石排水沟 | m3 | 1440 |  |
| 8 | M7.5浆砌片石挡墙 | m3 | 800 |  |
| 9 | 草皮护坡 | m2 | 16000 |  |
| 10 | 施工检修道路工程 |  |  | 17.38 |
| 11 | 土方开挖 | m3 | 278080 |  |
| 12 | 石方开挖 | m3 | 69520 |  |
| 13 | 土石方回填 | m3 | 104280 |  |
| 14 | 泥结碎石路面(20cm厚) | m2 | 61900 |  |
| 15 | C30混凝土路面(20cm厚) | m2 | 1800 |  |
| 16 | D1000mm圆管涵 | m | 417.12 |  |
| 17 | 浆砌石排水沟 | m3 | 6256.8 |  |
| 18 | M7.5浆砌片石挡墙 | m3 | 10428 |  |
| 19 | 草皮护坡 | m2 | 121660 |  |
| 20 | 吊装平台工程 |  |  | 24 |
| 21 | 一般场地平整 | m2 | 43200 |  |
| 22 | 土方开挖 | m3 | 136080 |  |
| 23 | 石方开挖 | m3 | 58320 |  |
| 24 | 土石方回填 | m3 | 43200 |  |
| 25 | M7.5浆砌片石护坡 | m3 | 2400 |  |

# 9施工组织设计

## 9.1施工条件

9.1.1工程条件

本项目位于宁夏回族自治区中卫市海原县境内山地丘陵，场区中心距离中卫市约115km，距离海原县约18km。

工程区内在地貌上为祁连山地槽与鄂尔多斯台地边缘之间，主要以黄土梁、峁等黄土丘陵地貌为主，局部为微小型黄土塬地貌，其间多发育沟谷。黄土梁、峁地段多地形破碎，沟壑纵横，黄土梁多系黄土塬受平行冲沟切割而成窄条状高低，黄土峁系黄土梁受冲沟进一步切割而成孤立馒头状高地。峁顶的面积不大，以3º~10º向四周倾斜，并逐渐过渡为坡度15º~35º的峁坡。局部为黄土塬，塬顶多宽阔浑圆。地表多为低矮耐旱性灌木，植被发育尚可。

施工时平台需挖填平整，才可形成良好的施工场地。较小的施工场地，不太有利于吊车吊装风机与吊车回转移动、风机扇叶组装、集装箱临时堆放。

9.1.2自然条件

固原地处黄土高原暖温半干旱气候区，是典型的大陆性气候，形成冬季漫长寒冷、春季气温多变、夏季短暂凉爽、秋季降温迅速，昼夜温差大，春季和夏初雨量偏少，灾害性天气多，区域降水差异大等气候特征。年平均气温在5.8℃-7.8℃之间，降水偏少，年降水量306.9毫米-737.7毫米，日照充足。全年降水时空性分布不均匀、春、夏两季降水偏少，出现间歇性轻度干旱，秋季降水偏多。冬季普降瑞雪。固原市年均雷暴日为31天。

## 9.2施工总布置

9.2.1施工总布置原则

本项目风机机组布置分散，各风机之间的有一定距离。根据工程规模、施工方案、工期等因素，并考虑到有利施工、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理及利用永久生活管理用地等原则，将钢筋加工厂、临时住宅及办公室、材料仓库、设备临时存放场、施工设备停放场等施工辅助设施集中布置在一处相对平坦位置。

9.2.2施工临时设施布置

依据施工总布置原则、结合本项目区地形地貌条件及风电工程的特点，施工布置采取集中与分散相结合的原则，充分考虑永久和临时建筑关系，进行施工工厂设施的布置。力求布置紧凑，节约用地，又方便施工和管理，同时兼顾环保的要求。施工设备仓库、材料设备仓库、主要的附属加工厂、临时生活区等布置在风电场内地势平坦和交通方便处。

1）混凝土

由于风机基础施工分散，考虑施工场区地形及风机布置限制，可于场区变电站附近处设置混凝土搅拌站。在搅拌站布设一座HZS75型混凝土搅拌站，设备铭牌生产能力为75m³/h，能满一台基础混凝土的连续施工浇筑。风机基础混凝土采用混凝土罐车运输。

2）施工辅企

本风电场主要设置材料仓库、设备临时存放场、钢筋加工厂、施工机械停放场等施工辅助企业。根据施工进度安排，并考虑尽量少占土地，各施工辅企集中布置。

3）施工期临时住宅及办公室

根据施工进度安排，经估算，本项目施工高峰人数为150人，平均人数为100人，生活福利设施房屋按人均8m2考虑，建筑面积为1800m2，占地面积为3000m2。办公生活区场地初步考虑临时征地修建。

施工辅助企业、仓库及施工工厂汇总见表9-1。

表9‑1施工辅助企业、仓库及施工工厂汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 建筑面积（m2） | 占地面积（m2） | 备注 |
| 1 | 材料仓库 | 200 | 1300 | 工棚 | |
| 2 | 临时住宅及办公室施工生活区 | 1800 | 3000 | 工棚 | |
| 3 | 钢筋加工厂 | 150 | 800 | 工棚 | |
| 4 | 设备存放场 | 200 | 7000 | 工棚 | |
| 5 | 施工机械停放场 | 150 | 1500 |  | |
| 6 | 合计 | 2700 | 13600 |  | |

9.2.3施工用水、用电

**1）施工用水**

本项目施工期间的生产、生活用水可利用附近村庄的自来水。在混凝土搅拌站附近设一个临时蓄水池，按满足1天需要的原则确定，蓄水池面积为100m2。

**2）施工用电**

施工临时用电主要包括动力用电、照明用电。

施工临时用电最大负荷约为540kW，考虑施工时可能额外增加用电设施，在开关站施工现场安装一台250kVA的10/0.38kV变压器一台，经变压器降压后引线至各施工用电点，施工用电可以从附近村庄上的10kV线引接至工地，施工变压器可作为今后开关站备用站用变。为适应风电机组分布比较散的特点，施工用电还考虑配备2台50kW移动式柴油发电机发电。

**3）建筑材料**

考虑到运输距离，本项目所需的主要建筑材料，如水泥、钢材、木材等可在海原县就近采购；油料可在附近乡镇采购；砂石骨料可在海原县或附近料场采购。

9.2.4场地平整及土石方平衡

经土石方平衡计算，本风电场工程土石方开挖总量约104.95万m3，填筑总量约75.34万m3。需要弃方29.61万m3。本风电场各主要施工场地土石方平衡表见表9-2。

表9-2土石方平衡表

单位：万m3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **开挖** | **回填** | **弃土** |
| 1 | 风机基础及箱变 | 4.26 | 2.98 | 1.28 |
| 2 | 吊装平台 | 28 | 5.6 | 22.4 |
| 3 | 升压站工程 | 5.34 | 2.67 | 2.67 |
| 4 | 道路工程 | 66.77 | 23.4 | 43.37 |
| 5 | 集电线路 | 1.48 | 0.36 | 1.12 |
| 6 | 合计 | 105.85 | 35.01 | 70.84 |

## 9.3场内外交通

9.3.1场外交通条件

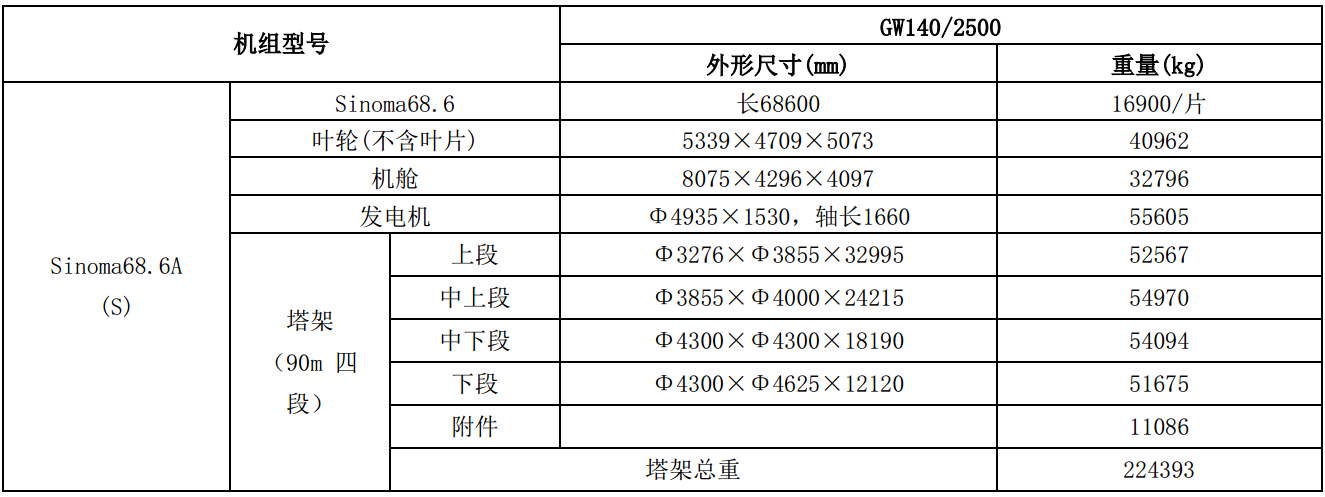
风电场位于广东省清远连州市大路边镇北侧，场区中心距离大路边镇约8.0km，距离连州市约45.0km。周边有清连高速、岳临高速经过。境内还有S346、S002等多条县乡道路，及泉山风电场的施工检修道路，对外交通较为便利。



图 9‑1 对外交通图

根据风电场附近交通状况及风机机组部件尺寸，风机设备运输进场道路始于大路边镇山塘村，通过 S259 进入场区和变电站，现场道路为双车道水泥混凝土路面。风机位于道路两侧山脊。现场道路转弯不满足风机运输要求处进行局部改扩建，重型车辆对路面造成损坏后需对进行修复。

表 9‑1 风电机组部件技术参数



9.3.2场内施工道路

根据现有资料，本项目需改扩建进场道路3.58km，道路采用路基宽度6.5m，路面宽5.5m。扩建部分路面采用20cm厚泥结碎石路面。本项目共需场内新建施工检修道路35.1km，新建检修道路施工期路基宽度6.5m，路面宽5.5m，施工完成后，路面宽3.5m，铺设20cm厚泥结碎石路面。道路平曲线最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求不应小于25m，最大纵坡控制在15％以内，以保证安装、检修车辆可直接到达任何一台风机。因风机吊装需要，各机位须设置一个40m×45m的吊装平台。道路从风电机组旁边通过，与吊装平台须平顺连接，以满足机组设备运输和基础施工需要。场内检修道路考虑永临结合，各段应设有排水设施、道路标志、安全标志等，必要路段要设置安全护栏。施工安装完成，大型车辆、设备退场后，对路基层破坏部分进行平整修复，再进行铺设路面作为永久检修道路。

9.3.3运输方式比选

叶片作为风机设备的最长件，其运输车辆的性能决定了风电场进场及场内道路的路线技术指标的选用，特别是平面圆曲线半径、曲线加宽等。现国内叶片运输车辆主要有平板车及举升车辆类。举升车运输技术上更为先进，较适合道路较窄、两侧建筑物构造物较多的风电场。

由于本风场道路所处路网复杂、建筑物构造物多，道路交叉处小半径曲线设置较多，采用举升车能减少的转弯加宽宽度和过渡度长度，避免折除房屋，能有效节约道路建设投资。

因此，本风场建议叶片运输采用平板车辆运输至现场设备堆放场后，改用举升车辆将叶片运至各风机位置。

## 9.4工程用地

根据《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》和《电力工程项目建设用地指标（风电场）》，风电场工程建设用地按实际占用土地面积计算和征地。其中，非封闭管理的风电场中的风电机组用地，按照基础实际占用面积征地；风电场其它永久设施用地按照实际用地面积征地；建设施工期临时用地依法按规定办理。

9.4.1工程占地实物指标

9.4.1.1工程用地范围

工程用地含工程永久用地及施工临时用地两部分。场内新建道路建成后可作为农村村道，可方便当地乡村耕种作业，作为共建道路形式，道路用地按临时用地考虑。

工程永久用地原则上以永久设施的基础边界为界，主要用于风电机组、箱式变电站等，共计10379.85m2，折合15.57亩，详见表9-3。

表9-3 永久用地面积表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **用地面积（m2）** | **备注** |
| 1 | 风电机组及箱变基础 | 10560 | 32台 |
| 2 | 架空线路基础 | 8136 |  |
| 3 | 变电站 | 10812 |  |
| 4 | 合计 | 29508 | 48.22亩 |

施工临时用地尽量利用生产及生活用综合楼用地，主要用于布置钢筋加工厂、临时住宅及办公室、材料仓库、设备临时存放场等施工辅助设施及风机安装平台、新建道路、集电线路等，共计365793m2，折合566亩，详见表9-4。

表9-4 临时用地面积表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **用地面积（m2）** | **备注** |
| 1 | 施工辅企 | 13600 | 详见表9-1 |
| 2 | 风电机组安装平台 | 47040 | 不含风机基础及箱变基础永久用地 |
| 3 | 施工道路 | 247653 |  |
| 4 | 弃渣场 | 50000 |  |
| 5 | 进场道路 | 0 |  |
| 6 | 电缆沟 | 0 |  |
| 7 | 合计 | 365793 | 548.69亩 |

9.4.1.2工程用地实物指标调查

**1）调查内容与方法**

本项目用地涉及的内容主要为耕地，无迁移人口及专业设施。实物指标主要根据1∶10000工程用地范围图，到实地调查、判别地类后量图求得，按永久用地和临时用地分别统计用地范围内的实物指标。

**2）实物指标**

经过调查，工程永久用地总面积共计29508m2，折合44.82亩；临时用地共计365793m2，折合548.69亩。

9.4.2工程用地投资概算

本部分编制依据如下：

1）《中华人民共和国土地管理法》；

2）《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》（财综【2002】73号）；

3）《关于调整新增建设用地土地有偿使用费政策等问题的通知》（财综【2006】48号）；

4）《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》（发改能源【2005】1511号）；

5）《电力工程项目建设用地指标（风电场）》（建标【2011】209号）；

表9-5 工程用地投资概算表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **数量（亩）** | **用地单价（元/亩）** | **用地总价（万元）** | **备注** |
| 1 用地补偿费 |  |  |  |  |
| 1.1 永久用地 | 44.82 | 180000 | 806.76 |  |
| 1.2道路临时用地 | 371.48 | 35000 | 1300.11 |  |
| 1.3 其他临时用地 | 177.21 | 5000 | 88.61 |  |
| 2 其他费用 |  |  |  | 已列入总概算 |
| 3 基本预备费 |  |  |  | 已列入总概算 |
| 4 相关税费 |  |  |  | 已列入总概算 |
| 5 总投资 |  |  | 2195.48 |  |

## 9.5主体工程施工

本项目涉及的施工项目主要有施工道路、风机基础、风机机组设备及电器设备安装、集电线路。

9.5.1道路工程

风电场新建道路总长为35.31km，改扩建道路3.58km。

道路开工前，应对路线进行导线复测恢复，复查并增设水准点，测绘横断面图，校核工程量。然后进行施工放样测量，放出上开口线和截水沟平面位置。

路基土方开挖用TY220推土机沿上开口线自上而下推挖，待形成装车平台后用3m3装载机装15T自卸汽车运输，挖至土岩分界线进行补充测量，并标图，必要时调整挖方边坡。

路基填筑段填筑料均来自路基及边沟开挖土石方，填方必须由基底自下而上分层填筑碾压。

9.5.2风机基础土建施工

风机基础施工顺序为：准备工程→钻（冲）孔灌注桩施工→承台基础开挖→混凝土承台浇筑→风力发电机组安装。本项目根据覆盖层厚度情况，采用钻孔桩基础和扩展基础两种基础型式。

**1）场地平整**

各风机均位于平地，施工平台场地以场地平整为主，单台机组场地平整面积约为40m×45m，多余弃渣尽可能选择荒地就近堆放，实无堆放之处才考虑用汽车运走。

**2）钻（冲）孔灌注桩基施工**

场地平整之后，进行灌注桩施工， 灌注桩的施工程序主要包括护筒埋设、 泥浆准备、成孔设备就位与造孔、成孔检查与清孔、混凝土浇注等，埋设好的护筒口高出地面 30cm ，护筒平面位置的偏差不大于 5cm ， 护筒倾斜率的偏差不大于 1% 。灌注水下混凝土前，孔底沉淀厚度不大于设计要求，超过时应重新清孔，混凝土拌制时应采用饮用自来水，严禁采用当地地下水。混凝土灌注桩完成后需相关人员进行检测合格后方可进行下一步施工。灌注桩施工完成后进行风机基础基坑的开挖，基础施工时根据现场情况采取有效的排水措施，地下水位降至基础开挖面以下0.5m，开挖边坡比采用 1:1，开挖至槽底后保留 30cm 厚度进行人工清底。

**3）基础开挖**

本项目基础开挖主要为土方开挖，少量石方开挖。土方开挖使用挖掘机掏挖即可。

**4）混凝土承台施工**

风机基础混凝土采用商品混凝土，每个风机基础混凝土应一次浇灌完成。由于混凝土浇灌量大，需采取措适当的施工措施防止裂缝产生。施工过程中，降雨时不宜浇筑混凝土。混凝土浇筑完成12h内应进行养护。混凝土养护时，应对混凝土内部温度进行监测，当混凝土内外温差超过25度时，应加强养护。

混凝土承台施工工艺流程如下：

施工准备（支模、绑钢筋、安装基础环、检查）→配料→搅拌→运输→浇筑→振捣→复查→养护（草袋洒水等）→拆模→质量检查→修补缺陷。

9.5.3风机机组设备安装

风电机组的塔架高度约为90m，重约224t，由于塔身自重较大，宜分段起吊安装，每两部分之间用法兰盘连接。这些圆筒塔架分段运输至施工现场后，先将筒内的配件安装好，然后再进行吊装。

吊装方法采用双机抬吊递送法。采用两台汽车起重机，一台为主机起吊设备，要求设备起吊能力不低于600t履带吊车；另一台作为副机起吊设备，要求设备起吊能力不低于100t。副机起吊设备主要用于底部配合主机吊起筒身，随着主机的起吊，副机要行走和回转，将设备递送到基础上就位。

本项目的起吊方案为分体起吊。具体吊装方案如下：

**1）施工准备**

包括准备起吊钢绳、吊环和吊钩分配板；准备枕木、拉绳和软质垫物；平整工作现场；准备安装设备所需工具等。

**2）安装条件**

应对气象条件和安装时间作出粗略估计，以确保在整个安装过程中风速不超过安全风速，避免发生意外事故。当风速大于制造厂家的规定时，不得进行吊装作业。厂家未规定安装风速的，叶片和风轮安装风速不宜超过8m/s，塔架、机舱安装风速不宜超过10m/s。

**3）安装准备**

将塔架运至现场，在现场保存时应放置在硬木之上防止其滑动，检查塔架及其配件的损坏情况，为防止锈蚀，所有的外伤必须尽快修复，表面污物也应该清洗干净。用水平仪校正基础的平整度，平整度应测16个方位。基础的接地电阻需用电阻测量仪测量。清除基础环上的尘土及混凝土的剩余物，如果需要可用砂纸打磨抛光。

**4）竖立塔架**

采用分段安装方法，用吊车提升下段塔架到基础环上，用螺栓拧紧固定，法兰之间应密封良好。提升上段塔架竖立在下塔架上，用螺栓拧紧固定。

**5）机舱安装**

安装前应保持内外清沽，电缆捆扎牢固；测风装置、航空灯和避雷针等附件安装应正确。机舱吊具安装应符合制造厂家要求；应进行机舱调平试吊，机舱纵向和横向应水平，吊链应均匀受力。机舱吊装时作业人员不得在机舱内。机舱与塔架对接时应缓慢平衡，不得碰撞，方向应满足风轮对装要求。机舱和塔架连接螺栓、螺母、垫片安装应正确，应分多次对称拧紧螺栓至规定力矩。

**6）叶片安装**

组装前轮毂应保持清洁，安装平台应旋转水平。轮毂与安装平台可靠固定后方可进行风轮叶片组装，叶片吊点应设在叶片起吊标示位，并应有护椽措施。叶片要部的0度标记位与轮毂叶片轴承的0度标记位应保持一致。叶片连接螺栓、螺母、垫片安装应正确，应分多次对称拧紧螺栓至规定力矩。风轮组装后不能立即安装的应有防倾覆、防位移措施。

9.5.4箱式变电站安装

箱式变电站开箱验收检查产品是否有损伤、变形和断裂。安装箱清单检查附件和专用工具是否齐全，在确认无误后，方可按厂家技术要求进行安装。

箱式变电站采用汽车起重机吊装就位。施工吊装要考虑到安全距离及安全风速。吊装就位后要即时调整加固。确保施工安全及安装质量。在安装完毕后，接上试验电缆插头，按国家有关试验规程进行交接试验。

## 9.6施工总进度

9.6.1施工总进度设计原则

本项目的施工控制性工作为风电场风机机组土建及安装工程。根据总工程量并参考类似工程，按12个月考虑，期间可穿插进行变电站设备楼的土建及相关电气、消防、暖通空调及给排水设备安装。风力发电机组安装的终止时间为变电站完工并具备向外输电条件。

根据上述原则，本项目设计进度从第1个月初开始安排至12月底完成，施工总工期为12个月。

9.6.2分项进度安排

1）施工准备期第1个月上旬开始，第 1个月下旬结束。施工准备期主要完成水、电、场地平整及临时房屋等设施的修建。准备工程完成后，进行有关各项分项工程施工。

2）风电场施工道路工程于第1个月中旬开始，至第7个月上旬结束。

3）110kV变电站工程从第1个月中旬开始施工，至第4个月中旬结束。

4）第3个月中旬可开始风机基础的土建工程施工，至第8个月底结束。

5）风力发电机组塔架、机舱及叶轮的安装于第9个月上旬开始，至第11个月中旬完成全部32台机组的安装。

6）风机陆续安装期间，完成吊装的风机进行设备调试，至第12个月中旬结束。变电站工程完工并且全部风机通过240小时试运行后，风电场组具备向外输电条件。

施工总进度详见图9-1。

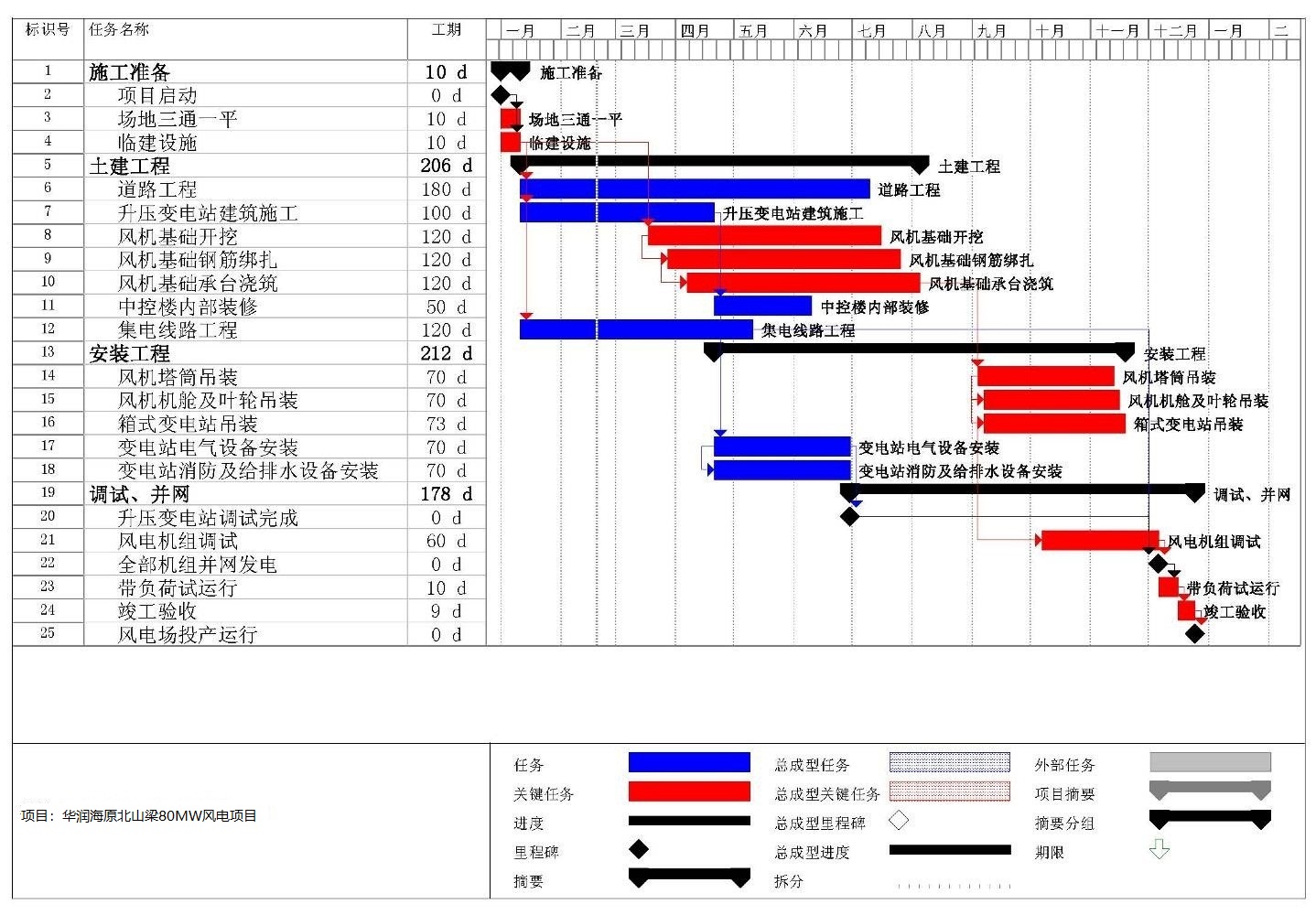


图9-1 施工总进度图

## 9.7 施工资源供应

9.7.1主要工程数量

本项目主要工程量见表9-6。

表9-6 主要工程数量表

| **序号** | **项目** | **单位** | **数量** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 风机机组 | 台 | 32 |  |
| 2 | 建筑面积 | m2 | 1316.8 |  |
| 3 | 主变压器 | 台 | 2 |  |
| 4 | 集电线路 | km | 2.8 | 另有架空线铁塔144基 |
| 5 | 土石方开挖 | 万m3 | 105.85 |  |
| 6 | 土石方回填 | 万m3 | 35.01 |  |
| 7 | 混凝土 | 万m3 | 1.72 |  |
| 8 | 钢筋 | t | 1951 |  |
| 9 | 浆砌石 | 万m3 | 3.69 |  |

9.7.2主要机械和设备

主要施工机械设备见表9-7。

表9-7 施工机械设备表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **规格** | **单位** | **数量** |
| 1 | 推土机 | 59kW | 台 | 4 |
| 2 | 挖掘机 | 1m3 | 台 | 6 |
| 3 | 自卸汽车 | 10t | 台 | 5 |
| 4 | 混凝土搅拌运输车 | 6m3 | 台 | 10 |
| 5 | 汽车起重机 | ≥1200t | 台 | 1 |
| 6 | 汽车起重机 | 100t | 台 | 2 |
| 7 | 振捣器 | 1.1kW | 台 | 10 |
| 8 | 洒水车 | - | 台 | 2 |
| 9 | 履带式起重机 | 25t | 台 | 4 |
| 10 | 平板运输车 | 200t | 台 | 1 |
| 11 | 柴油发电机 | 50kW | 台 | 2 |