



60-F23341C-T02-01

甘肃能化庆阳 2×660MW 煤电项目

初步设计阶段

第 12 卷 第 2 分卷

# 土建结构设计说明

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd. of China Power Engineering Consulting Group

2024年11月 西 安

## 本工程初步设计文件由以下各卷组成

- 第 1 卷 总的部分
- 第 2 卷 电力系统部分
- 第 3 卷 总图运输部分
- 第 4 卷 热机部分
- 第 5 卷 运煤部分
- 第 6 卷 除灰渣部分
- 第 7 卷 电厂化学部分
- 第 8 卷 烟气脱硫工艺部分
- 第 9 卷 电气部分
- 第 10 卷 仪表与控制部分
- 第 11 卷 信息系统及安全防护部分
- 第 12 卷 建筑结构部分
  - 第 1 分卷 建筑部分
  - 第 2 分卷 结构部分
- 第 13 卷 采暖通风及空气调节部分
- 第 14 卷 水工部分
  - 第 1 分卷 供水部分
  - 第 2 分卷 水结部分
- 第 15 卷 环境保护部分
- 第 16 卷 水土保持部分
- 第 17 卷 消防部分
- 第 18 卷 劳动安全部分
- 第 19 卷 职业卫生部分
- 第 20 卷 节约资源部分
- 第 21 卷 施工组织大纲部分
- 第 22 卷 运行组织及设计定员部分
- 第 23 卷 主要设备材料清册
- 第 24 卷 工程概算

批 准 人： 刘 学 军

审 核 人： 袁 瑞 山

校 核 人： 刘 飞 鹏

设 计 人： 赵 晴

# 目 录

<b>1</b>	<b>概述 .....</b>	<b>1</b>
1.1	工程概况 .....	1
<b>2</b>	<b>厂址自然条件 and 设计主要技术数据 .....</b>	<b>1</b>
2.1	水文气象 .....	1
2.2	工程地质 .....	1
2.3	设计采用的主要技术数据 .....	7
2.4	主要建筑材料 .....	8
<b>3</b>	<b>地基与基础 .....</b>	<b>13</b>
3.1	地基处理 .....	14
3.2	基础选型 .....	14
3.3	砼构件对土壤的防腐蚀设计 .....	14
<b>4</b>	<b>结构设计 .....</b>	<b>15</b>
4.1	主厂房结构体系及结构选型 .....	15
4.2	抗震设计原则 .....	18
4.3	炉后建（构）筑物结构型式 .....	20
4.5	输煤系统建构筑物 .....	20
4.6	除灰渣建（构）筑物 .....	21
4.7	电气建（构）筑物 .....	21
4.8	化水建（构）筑物 .....	22
4.9	辅助建筑 .....	22

4.10 脱硫建构、筑物 ..... 22

# 1 概述

## 1.1 工程概况

甘能化庆阳电厂（2×660MW 机组）工程为新建工程为甘肃能化九龙川煤矿配套建设煤电一体化项目，本期拟建设 2×660MW 超超临界间接空冷燃煤机组，厂址位于甘肃省宁县境内。

甘肃省陇东地区是国家规划的 14 个大型煤炭基地之一，境内煤炭资源丰富，探明资源量 359.8 亿吨（其中庆阳 271.8 亿吨），保有资源量 184 亿吨。九龙川矿井地处西北地区甘肃省宁县，资源储量丰富，煤质好，开采条件较好，适宜建设现代化大型矿井。本工程所在宁县具备建设大规模煤电基地的有利条件，电源建设成本及发电成本相对较低。

宁县地方工业弱小，没有大型工业企业支撑，本项目的建设将有力带动全县财政税收、建筑建材、商贸服务、餐饮、住宿、食品加工、运输、基础建设等众多行业的发展，有效地推动当地经济建设的发展，缓解就业压力，增加居民收入，提高生活水平，对地方经济的发展具有重要意义。

本期工程，供煤煤矿已具备建设条件；供水水源利用城市中水和煤矿疏干水；主机采用高参数大容量空冷机组。高效节能环保型电厂是本工程的建设目标。

本工程计划在 2024 年 12 月开工，第一台机组计划于 2027 年 5 月建成投产，第二台机组计划于 2027 年 6 月建成投产。

## 2 厂址自然条件 and 设计主要技术数据

### 2.1 水文气象

根据宁县气象站多年观测资料，统计得宁县气象站基本气象要素年值和月值见表 2.1-1、表 2.1-2。

表 2.1-1 宁县气象站基本气象要素年值统计表

项目	单位	数值	发生日期
平均气压	hPa	879.7	
平均气温	°C	8.9	
最热月平均气温	°C	21.9	
最冷月平均气温	°C	-5.5	
极端最高气温	°C	38.2	2005.6.19
极端最低气温	°C	-27.1	1991.12.28
平均水汽压	hPa	9.2	
平均相对湿度	%	68	
年平均降水量	mm	565.4	
一日最大降水量	mm	119.5	2013
年平均蒸发量	mm	1379.9	
平均风速	m/s	1.9	
最大风速（定时 2min 平均）	m/s	21	1973.12.30
最大积雪深度	cm	24	1993.3.17
平均雷暴日数	d	24.1	
平均沙暴日数	d	0.4	
平均大风日数	d	4.0	
平均雾日数	d	26.8	

表 2.1-2 宁县气象站累年逐月气象要素统计表

月份	平均气压 (hPa)	平均温度 (°C)	平均风速 (m/s)	平均相对湿度 (%)	平均降水量 (mm)	平均蒸发量 (mm)
1	884.0	-5.5	1.6	60	4.9	37.4
2	882.1	-2.2	2.0	60	7.6	50.6
3	880.1	3.6	2.2	63	21.8	93.3
4	877.9	10.6	2.4	60	36.7	154.6

5	876.5	15.4	2.2	63	51.9	189.4
6	873.5	19.6	2.1	66	66.6	207.6
7	872.3	21.9	2.1	73	115.7	201.7
8	875.1	20.7	1.9	77	108.9	172.0
9	880.2	15.3	1.6	79	78.3	108.8
10	884.0	9.2	1.7	76	49.3	79.7
11	885.5	2.1	1.7	71	19.0	47.9
12	885.5	-3.7	1.7	63	4.7	36.8
平均 或合计	879.7	8.9	1.9	68	565.4	1379.9

根据宁县气象站历年实测 10min 平均最大风速系列采用极值I型法统计计算，并参照国家《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 中的风压等值线图，暂定电厂厂址处五十年一遇 10m 高 10min 平均最大风速为 23.7m/s，其相应的风压为 0.35kN/m²。

2.2 工程地质

2.2.1 地形地貌特征及不良地质作用

项目位于鄂尔多斯盆地南部，地层区划属华北地层区鄂尔多斯分区。鄂尔多斯盆地甘肃部分包括鄂尔多斯西缘分区(马家滩—平凉小区)和鄂尔多斯分区两个分区。

三叠系：三叠系地层在区内发育良好，化石较丰富，层序清楚。自下而上划分为下统刘家沟组、和尚沟组；中统纸坊组、铜川组；上统胡家村组、永坪组、瓦窑堡组。各组之间大多为整合接触。

侏罗系：侏罗系分布较广泛，尤其在盆地分区大面积分布。自下而上划分为下统富县组，中统延安组、直罗组、安定组，在西缘分区还存在上统芬芳河组。



白垩系：受构造抬升剥蚀影响，白垩系上部缺失，下白垩统志丹群( $K_{1zh}$ )分布十分广泛，几乎覆盖全区，自下而上可划分为五个岩性组：宜君组、洛河组、环河华池组、罗汉洞组及泾川组，各组间均为整合接触。

古近系固原群( $E_{gy}$ )：主要见于西缘分区的六盘山东麓，又可划分为古新—始新统寺口子组( $E_{1-2s}$ )和渐新统清水营组( $E_{3q}$ )。

新近系甘肃群( $N_{gn}$ )：分布较广。区内可划分为中新统咸水河组( $N_{1x}$ )和上新统临夏组( $N_{2l}$ )。

第四系：区内第四系分布广泛。更新统自下而上分为下更新统三门组，中更新统离石组，上更新统萨拉乌苏组、马兰组。全新统沉积类型多样。

### 2.2.2 地层岩性及其分布特征

根据本次勘察钻孔（最大深度 66m）及探井揭露的地层、地质调查测绘结果，结合前期勘察成果，并参考区域地质资料，拟建厂址地层岩性从上到下主要为上更新统马兰组（ $Q_3^{eol}$ ）黄土、中更新统离石组（ $Q_2^{eol}$ ）黄土，黄土层中夹有多层古土壤，各土层分布较稳定。各层岩性及分布特征描述如下：

L1 黄土（ $Q_3^{eol}$ ）：浅黄色，稍湿～湿，硬塑，土质较均匀，垂直节理、大孔隙发育，粉粒含量高。地表一般有 40mm～60mm 的农耕土层，富含植物根须。该层为第一层黄土，层厚 8.3m～13.3m，层底高程 1215.93m～1223.25m。

S1 古土壤（ $Q_3^{eol}$ ）：棕黄～棕红色，稍湿～湿，硬塑，土质不均匀，具粒状结构，大孔隙和虫孔发育，见较多白色钙质菌丝，混钙质结核，黏粒

含量高，含少量的钙质结核。该层为第一层古土壤，勘探揭露层厚 1.3m～4.6m，层底埋深 11.5m～17.2m，层底高程 1212.93m～1220.25m。

L2 黄土 ( $Q_2^{eol}$ ): 褐黄色，稍湿～湿，硬塑，土质较均匀，垂直节理、大孔隙较发育，粉粒含量高，混少量钙质结核。该层为第二层黄土，部分钻孔夹有古土壤薄层，层厚 5.1m～11.9m，层底埋深 18.0m～26.5m，层底高程 1203.83m～1212.93m。

S2 古土壤 ( $Q_2^{eol}$ ): 棕黄～棕红色，稍湿～湿，硬塑，土质不均匀，具粒状结构，针状孔隙和虫孔发育，见较多白色钙质菌丝，混钙质结核，黏粒含量高。该层为第二层古土壤，层厚 0.6m～3.8m，层底埋深 20.0m～27.8m，层底高程 1202.47m～1211.23m。

L3 黄土 ( $Q_2^{eol}$ ): 褐黄～黄褐色，稍湿～湿，硬塑，土质较均匀，见针状孔隙，垂直节理发育，混钙质结核，粉粒含量较高。该层为第三层黄土，层厚 5.4m～13.5m，层底埋深 28.6m～35.8m，层底高程 1193.39m～1202.84m。

S3 古土壤 ( $Q_2^{eol}$ ): 棕褐～棕红色，稍湿～湿，硬塑，土质较均匀，见针状孔隙，见白色钙质菌丝，混钙质结核，黏粒含量高。下部见有较多的钙质结核。该层为第三层古土壤，一般层厚 1.1m～4.6，层底埋深 31.0m～39.0m，层底高程 1189.48m～1199.97m。

L4 黄土 ( $Q_2^{eol}$ ): 褐黄～黄褐色，稍湿～湿，硬塑，土质较均匀，见针状孔隙，垂直节理发育，混钙质结核，粉粒含量较高。该层为第四层黄土，单层厚 3.1m～11.8m，层底埋深 36.5m～47.6m，层底高程 1180.53m～1194.94m。

S4 古土壤 ( $Q_2^{eol}$ ): 棕褐~棕红色, 稍湿~湿, 硬塑, 土质较均匀, 见针状孔隙, 混钙质结核, 黏粒含量高, 见有钙质结核。该层为第四层古土壤, 单层厚 1.5~6.4m, 层底埋深 40.2m~50.8m, 层底高程 1177.73m~1191.24m。

L5 黄土 ( $Q_2^{eol}$ ): 褐黄~黄褐色, 湿~饱和, 硬塑, 土质均匀, 见针状孔隙, 混钙质结核, 粉粒含量较高。该层为第五层黄土, 夹有一层特征不明显的古土壤, 单层厚 9.7m~20.6m, 层底埋深 58.8m~65.0m, 层底高程 1163.48m~1171.09m。

S5 古土壤 ( $Q_2^{eol}$ ): 棕褐~棕红色, 湿~很湿, 硬塑, 土质较均匀, 见少量针状孔隙, 混钙质结核, 黏粒含量高。该层为第五层古土壤, 层厚 1.0m~3.5m, 层底埋深 61.1m~64.2m, 层底高程 1164.73m~1167.99m。

L6 黄土 ( $Q_2^{eol}$ ): 黄褐色, 湿~饱和, 硬塑, 土质均匀, 见少量针状孔隙, 混少量钙质结核。该层为第六层黄土, 勘探揭露单层厚度 1.1m~4.0m, 钻孔未揭穿该层。

### 2.2.3 地下水条件

依据本次勘察结果, 并结合区域地质资料, 场地地下水主要为第四系黄土孔隙水。该类地下水主要以潜水形式分布于第四系中更新统黄土层中, 主要以大气降水为补给来源, 以人工取水和附近沟谷低处泉水为其主要排泄方式。

根据相关水文地质资料可知, 受季节影响, 地下水水位变化幅度为 2.0~3.0m, 其中 12~2 月为枯水期, 5~9 月为丰水期。勘察期间属丰水期, 钻

孔测得水位为第四系黄土孔隙水，水位埋深为 44.0～47.9m，对应标高 1182.13～1185.83m。

2.2.4 地基土及地下水腐蚀性评价

地下水对混凝土结构和混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。地基土对混凝土结构及混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性；考虑到本阶段尚未开展电阻率测量工作，土对钢结构的腐蚀性在下阶段进一步确定。

2.2.5 黄土的湿陷性评价

本工程距位于泾河附近的华能正宁电厂直线距离约16.5km，其地貌单元均为黄土塬，不同的地方在于华能正宁电厂地下水位埋深>80.0m；其黄土湿陷性评价结论为场地按自重湿陷场地，湿陷等级按IV（很严重）考虑，湿陷下限深度按33.0m考虑。

综上所述，场地按自重湿陷场地，湿陷等级按IV（很严重）考虑；大部分区域湿陷下限按L3层底考虑，湿陷下限深度按31.0m考虑；个别区域湿陷下限按L4层中部考虑，湿陷下限深度按39.0m考虑。

2.3 设计采用的主要技术数据

基本风压	0.35kN/m <sup>2</sup> (50 年一遇)
	0.40kN/m <sup>2</sup> (100 年一遇)
抗震设防烈度:	7 度
建筑场地类别:	III类
设计基本地震加速度值:	0.087g

场地特征周期：0.65s

## 2.4 主要建筑材料

### 2.4.1 混凝土

现浇混凝土构件：C30～C55

混凝土垫层：C20

1) 混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值系指按标准方法制作养护的边长为 150mm 的立方体试件，在规定龄期用标准试验方法测得的，具有 95%保证率的抗压强度值。

2) 垫层：采用 C20 混凝土。

3) 素混凝土：C25、C30、C40。

4) 现浇钢筋混凝土：C25、C30、C35、C40、C45、C50。

5) 接头二次浇灌的细石混凝土的强度等级宜比原结构混凝土强度等级提高一～二级。

6) 地上结构一般用普通硅酸盐水泥。

7) 地下结构应首先选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。大体积混凝土应优先选用矿渣硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥，其次可选用普通硅酸盐水泥，内掺减水剂和缓凝剂，并要求施工中作好保温措施防止混凝土开裂。

8) 有抗渗要求的混凝土，应优先选用普通硅酸盐水泥及火山灰质硅酸盐水泥，不宜使用矿渣硅酸盐水泥。

### 2.4.2 水泥

普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥

### 2.4.3 钢材

型钢和钢板： Q235B、Q355B。钢次梁：热轧 H 型钢和焊接 H 型钢

1) 采用国标钢材，国标钢材应符合《建筑结构用钢板》（GB/T19879）各项指标的要求。一般采用 Q235B 钢、Q355B，结构中所采用的钢材应具有化学成分、力学性能和冷弯试验的合格保证。对于吊车梁结构应具有 0℃ 时不小于 34J 的冲击韧性的合格保证，同时还要求施工单位按照《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2020 的规定对一些钢材应进行复检。

2) 当板厚大于等于 40mm 的厚钢板且承受沿板厚方向的拉力时，受拉试件板厚方向截面收缩率，不应小于国家标准《厚度方向性能钢板》GB50313 关于 Z15 级规定的容许值。

3) 按照《钢结构设计标准》GB 50017-2017 提出对钢材选用的相关要求，《钢结构设计标准》GB 50017-2017 的第 4.3.2 条关于钢材的性能要求的规定：“承重结构采用的钢材应具有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证”。

4) 按照《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）抗震结构对材料和施工质量有特别要求。《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）中第 3.9.2 条 3 款规定：“钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值

的比值不应大于 0.85；钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%；钢材应具有良好的焊接性和合格的冲击韧性”。

压焊钢格栅板采用冶金行业标准 YB/T4001-2007。

钢轨选用国标图集中的相应型号，其外形尺寸及技术条件应符合国家标准<GB/T2585-1981>和冶金标<YB/T 5055-1993>、<Y222-63>规定。

钢筋：HPB300 级、HRB335 级和 HRB400 级

钢筋强度的标准值应具有不小于 95%的保证率。

钢筋应符合下列规定：

a)普通钢筋宜优先采用延性、韧性和可焊性较好的钢筋；普通钢筋的强度等级，纵向受力钢筋宜选用符合抗震性能指标的 HRB400 级热轧钢筋；箍筋宜选用符合抗震性能指标的 HPB300、HRB400 级热轧钢筋。

b)抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），其纵向受力钢筋采用普通钢筋时，钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3；且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。

选用《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 的规格。

HPB300 级钢筋：规格直径 6~22

HRB400E(用于框架梁、柱纵向受力主筋)，HRB400(用于其他部位)：  
规格直径 6~40

钢筋接头：闪光对焊，竖向连接钢筋>28 采用机械连接。

钢筋焊接时对焊条的要求。

E43：用于 HPB300 钢筋之间、HRB400 与 HPB300 钢筋之间的焊接。

E55：用于 HRB400 钢筋之间的焊接。

#### 2.4.4 连接材料

焊条： E43 型、E50 型、E55 型

螺栓： A、B 级螺栓，C 级螺栓，摩擦型、承压型高强螺栓

锚栓： Q235B、Q355B

栓钉

螺栓、锚栓的材料质量要求

1) 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 和《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定。

2) 高强螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副 技术条件》GB/T 3633 的规定。

3) 锚栓钢材采用现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T700) 中规定的 Q235B 钢或《低合金结构钢》(GB/T1591) 规定的 Q355B 钢。

焊条的材料质量要求

1) 手工电弧焊应采用符合国家标准《碳钢焊条》(GB/T5117) 或《低合金钢焊条》(GB/T5118) 规定的焊条。选择的焊条型号应与构件钢材（主体金属）的强度相适应。对 Q235B 钢焊件采用 E43XX 型焊条，对 Q345B



钢焊件采用 E50XX 型焊条，不同等级钢材焊接时，按规范采用与低强度钢材相适应的焊条。

2) 自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂应与主体金属力学性能相适应，并应符合现行国家标准的规定。对 Q235B 钢焊件，可采用 H08、H08A、H08E 焊丝配合中锰型、高锰型焊剂，或采用 H08Mn、H08MnA 焊丝配合无锰型、低锰型焊剂；对 Q345B 钢焊件，可采用 H08A、H08E 焊丝配合高锰型焊剂，或采用 H08Mn、H08MnA 焊丝配合中锰型或高锰型焊剂，或采用 H10Mn2 焊丝配合无锰型或低锰型焊剂。

仓斗及料斗主体部分采用 Q235B 钢板焊接，斗圆锥部分采用为 3mm 厚不锈钢耐磨内衬。

### 2.4.5 检验标准

应明确采用高级优质产品，钢材的化学成分、力学性能和冷弯试验等各项指标必须满足《建筑结构用钢板》(GB/T19879) 的要求。并按设计要求对厚度方向受拉的钢材要附加 100% 的超声波探伤检测，检测标准应符合《厚钢板超声波检验方法》GB/T2970 中的 II 级质量等级，交货状态为控轧或正火。

### 2.4.6 砖及砂浆

砖： MU10～MU15 烧结普通砖及多孔砖。

砂浆： 一般为 M5～M7.5 混合砂浆及 M5～M7.5 水泥砂浆。

### 2.4.7 地方材料

均为常规材料。

### 2.4.8 钢结构防腐措施

所有钢构件均需涂刷防锈防腐涂料，具体要求如下：除锈：钢材表面应进行严格的喷砂除锈处理，除锈质量等级要求达到 GB8923-2011《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》中的 Sa2.5 级标准。并应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001 的要求。

A 排外共箱母线支架、设备支架钢结构经除锈处理后均应采用喷锌或热浸镀锌防腐，采用喷锌时厚度不小于 120μm，采用热浸镀锌时厚度不小于 85μm；因施工过程中造成的防腐漆局部破坏、脱落，应按要求及时补喷锌并确保新修补区域无色差,补喷锌厚度不小于 120μm。

其余室内钢结构采用以下做法：

两道无机富锌底漆干膜共厚 70μm，一道环氧云铁中间漆干膜共厚 70μm，两道聚氨脂面漆干膜共厚 60μm，防腐层干膜总厚度不小于 200μm。

室外钢结构采用以下做法：

两道无机富锌底漆干膜共厚 70μm，一道环氧云铁中间漆干膜共厚 70μm，三道聚氨脂面漆干膜共厚 100μm，防腐层干膜总厚度不小于 240μm。

埋件防腐做法:构件或工艺安装完毕后，预埋件的外露部分应涂红丹一道，灰漆二度。

同时应满足：《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB 50046-2018）；《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB50224-2018；《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》（GB 8923-2011）。

## 3 地基与基础

### 3.1 地基处理

电厂主要建（构）筑物（如主厂房、锅炉、烟囱等）具有建筑安全等级高、荷重大、基础埋置深、对地基承载力要求高、对地基变形尤其是对不均匀变形非常敏感的特点。其他建（构）筑物具有荷重不大，对地基承载力要求相对较低，对地基变形相对不敏感的特点。

因此根据厂区建（构）筑物的重要类别及荷载大小，采取相应的地基处理方式。具体方式如下：

1)、甲类建（构）筑物：该类建（构）筑物基础和主要辅机基础采用干作业的钻孔灌注桩穿越全部湿陷性黄土层，桩端持力层为 L<sub>5</sub> 黄土层，桩端进入非湿陷性土层一定深度。

2)、乙类建（构）筑物：较为高大的该类建（构）筑物基础采用干作业的钻孔灌注桩穿越全部湿陷性黄土层。

3)、丙、丁类建（构）筑物：该类建（构）筑物基础主要采用灰土垫层或复合地基法消除其部分湿陷性。

由于目前设计阶段勘测还未完成，随着设计工作的进一步深入，现有建、构筑物地基处理方案有可能发生变化和调整。

### 3.2 基础选型

主厂房柱基础、锅炉柱基础、电除尘器支架柱基础、输煤系统等建筑物柱基等均采用钢筋混凝土独立或联合基础。汽轮发电机基座底板为钢筋混凝土整板式基础。烟囱、灰库、吸收塔基础采用圆板式钢筋混凝土基础。带地下室的结构采用混凝土箱形基础。一般荷重较小的建（构）筑物采用现浇钢筋混凝土独立或联合基础。

### 3.3 砼构件对土壤的防腐蚀设计

根据我公司在黄土地区特别是庆阳地区大量的工程实践经验及周边工

程勘察报告，推荐本工程场地地基土对混凝土结构按具有微腐蚀性考虑，对钢筋混凝土结构中的钢筋按具有微腐蚀性考虑。

因此本工程建(构)筑物基础垫层均采用 C20 混凝土(垫层厚度 100mm)，各基础表面暂不考虑防腐。

## 4 结构设计

### 4.1 主厂房结构体系及结构选型

#### 4.1.1.主厂房

主厂房由汽机房、除氧煤仓间组成。采用现浇钢筋混凝土结构。

主厂房横向：汽机房外侧柱—汽机房屋盖—除氧煤仓间框架组成的现浇钢筋混凝土单跨框排架-分散短肢剪力墙结构，汽机房屋架与 A、B 排柱铰接，汽机房运转层平台梁与 A、B 排柱刚接；混凝土梁柱之间均为刚性连接。主厂房纵向：A、B 及 C 列为现浇钢筋混凝土框架-分散短肢剪力墙结构。

锅炉炉架采用钢结构，炉架、炉顶盖及锅炉紧身封闭均由锅炉厂设计并供货。

主厂房屋面及各层楼板

汽机房屋盖采用实腹钢梁及型钢檩条组成的有檩屋面系统，加设水平支撑和必要的垂直支撑。屋面板采用压型钢板作底模的轻质现浇钢筋混凝土板结构。

汽机房大平台采用现浇钢筋混凝土框架结构，各层楼板采用 H 型钢梁+现浇钢筋混凝土板组合结构(设栓钉)，设压型钢板底模，局部采用花纹钢板

及钢格栅。

除氧煤仓间屋面采用 H 型钢梁+现浇钢筋混凝土板组合结构(设栓钉)，设压型钢板底模。

除氧煤仓间各层楼板及炉侧平台，采用 H 型钢梁+现浇钢筋混凝土板组合结构(设栓钉)，设压型钢板底模，局部采用花纹钢板及钢格栅。

锅炉架构采用钢结构，炉架、炉顶盖均由锅炉厂设计与供货。锅炉运转层平台楼板，采用采用 H 型钢梁+现浇钢筋混凝土楼板组合结构(设栓钉)，设压型钢板底模，锅炉运转层范围钢梁由锅炉厂设计供货。

#### 4.1.2.吊车梁

汽机房吊车梁采用钢结构吊车梁。

#### 4.1.3.煤斗

煤斗采用支承式钢煤斗，锥斗部分内壁耐磨层采用 3mm 厚不锈钢板耐磨内衬或不锈钢复合钢板（Q235B+1Cr13）。

#### 4.1.4 汽轮发电机基座

采用钢筋混凝土框架结构+整板式基础，四周用变形缝与周围结构分开。

#### 4.1.5 汽机房端墙

汽机房端墙在运转层以下作为汽机房平台的一部分，采用钢筋混凝土框架结构。固定端及扩建端在运转层以上采用钢筋混凝土框架结构；根据计算需要设抗风钢桁架。端墙运转层以上框架梁与 A、B 排柱通过牛腿铰接连接。

#### 4.1.6 电梯井结构

电梯井为钢结构，通过水平支撑与锅炉钢架连接，以保证其侧向稳定，井道采用彩色金属压型板封闭，电梯机房采用带保温彩色金属压型板围护。电梯井基础为钢筋混凝土箱型基础。

4.1.7 集控楼、电控楼均为现浇钢筋混凝土框架结构。

4.1.8 大型辅机基础

送风机、一次风机、引风机等大型设备基础均为大块式现浇钢筋混凝土基础。

汽动给水泵布置在汽机大平台运转层平台上，采用弹簧隔振基础，支承大梁为钢筋混凝土梁。

磨煤机基础为大块式现浇钢筋混凝土基础，布置上尽量与周围柱基础脱开，若确有困难，采用砂垫层（或橡胶隔振垫）与周边基础隔开以免传递振动荷载。其余设备基础为现浇钢筋混凝土基础或素混凝土基础。

4.1.9 防火设计

根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》(GB50229-2019)(2019-08-01 实施)及《建筑防火通用规范》(GB55037-2022)主厂房（锅炉房除外）、烟囱平台及爬梯等、所有钢结构均喷涂（抹涂）防火涂料：钢柱的耐火极限为 3h，楼板钢梁的耐火极限为 2h、钢梯的耐火极限为 1.5h、屋顶承重构件的耐火极限为 1.5h、吊车梁的耐火极限为 2h。

表 4.1-1 土建钢结构耐火等级、耐火极限一览表

序号	名称	耐火等级	耐火极限（小时）				备注
			钢柱（柱间支撑、桁架）3h	楼板钢梁 2h 及钢梯 1.5h	屋面钢结构 1.5h	吊车梁 2h	
1	汽机房吊车梁	一	/	/	/	✓	
2	主厂房框架结构	一	✓	/	/	/	

序号	名称	耐火等级	耐火极限（小时）				备注
			钢柱（柱间支撑、桁架）3h	楼板钢梁 2h 及钢梯 1.5h	屋面钢结构 1.5h	吊车梁 2h	
3	主厂房框架运转层及以下楼板及纵梁	一	/	✓	/	/	
4	主厂房框架运转层以上楼板及纵梁	一	/	✓	/	/	
5	汽机房屋面	一	/	/	✓	/	
6	烟囱内筒平台	二	/	✓	/	/	平台钢梁及钢梯

注：钢结构构件均需喷涂防火涂料。室内隐蔽构件，宜选用非膨胀型防火涂料。防火涂料与防腐涂料应相容、匹配。

4.2 抗震设计原则

4.2.1 抗震措施

依据《甘肃能化庆阳2×660MW煤电项目工程场地地震安全性评估报告》的批复文件，地震动参数见下表。

工程场地	超越概率	T <sub>1</sub> (s)	T <sub>g</sub> (s)	PGA (gal)	PGA (g)	β <sub>max</sub>	α <sub>max</sub>	γ
甘肃能化 庆阳 2×660MW 煤电项目	50 年 63%	0.1	0.65	33.1	0.034	2.7	0.09	0.9
	50 年 10%	0.1	0.65	85.2	0.087	2.7	0.24	0.9
	50 年 2%	0.1	0.70	145.0	0.148	2.7	0.40	0.9

工程场地的地基土类型为中软场地土，建筑场地类别为III类。根据地震安评报告，所在区50年超越概率10%地震动峰值加速度0.087g，水平地震影响系数 α<sub>max</sub>为0.09对应抗震设防烈度为7度，地震动反应谱特征周期为0.65s。

按《电力设施抗震设计规范》（GB50260-2013）中的有关规定，本电

厂确定为重要电厂，电厂中的主厂房等主要生产建筑物的抗震设计按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中的乙类建筑的要求执行。地震作用应符合本地区抗震设防烈度的要求，按 7 度计算；抗震措施应符合本地区抗震设防烈度的要求，按 8 度采取抗震措施。其它各建（构）筑物抗震设防烈度按《火力发电厂土建结构设计技术规定》（DL5022）的规定执行。

根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018、《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011、《建筑抗震设计规范》GB50011-2010、《电力设施抗震设计规范》GB 50260-2013、《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660-2011，厂区建（构）筑物的设计使用年限为 50 年，结构安全等级、地基基础的设计等级、建筑抗震类别、抗震设防烈度和抗震措施等级等详见下表。

主要建筑物安全等级及抗震设计原则

序号	建（构）筑物名称	建筑结构安全等级	湿陷性黄土建构物分类	抗震设计				备注
				抗震设防烈度	抗震措施	建筑物类别	结构抗震等级	
1	主厂房	一/二	甲	7	8	乙	二	汽机房屋面安全等级为一级
2	集控楼	二	甲	7	8	乙	二	
3	汽机基座	二	甲	7	8	乙	/	
4	锅炉基础	二	甲	7	8	乙	/	
5	引风机室	二	乙	7	7	丙	三	
6	送风机室	二	乙	7	7	丙	三	
7	烟道支架	二	乙	7	7	丙	三	
8	灰库	二	乙	7	7	丙	/	



序号	建（构）筑物 名称	建筑结构 安全等级	湿陷性黄 土建构筑 物分类	抗震设计				备注
				抗震设 防烈度	抗震措施	建筑物 类别	结构抗 震等级	
9	渣仓	二	乙	7	7	丙	/	
10	转运站	二	乙	7	8	乙	二/三	>24m一级； ≤24m二级；
11	栈桥	二	甲 (跨 度>30m) /乙	7	8	乙	二/三	≥30m一级； <30m二级；
12	隧道	二	乙	7	7	丙	/	
13	化学水处理 建(构)筑物	二	乙	7	7	丙	三	
14	升压站	二	乙	7	7	丙	/	
15	厂前区	二	乙	7	7	丙	二	
16	其它一般建 筑物	二	丙	7	7	丙	三	

4.3 炉后建（构）筑物结构型式

包括：烟囱、送风机室、引风机室、电除尘支架、烟道支架等。

烟囱采用两台机组配置一座双管套筒式钢筋砼烟囱方案，烟囱高度按210米，出口内径为2×7.2米。基础采用钢筋混凝土圆板式基础。

送风机室：采用钢结构。

引风机室：采用钢筋混凝土框架结构。

电除尘支架：为钢结构，由电除尘器设备厂家设计并供货。

烟道支架：钢烟道支架采用钢框架结构，烟道采用钢结构。

4.5 输煤系统建构筑物

输煤系统主要建构筑物包括汽车卸煤沟、输煤栈桥、转运站、输煤隧道、

条形封闭煤场、碎煤机室等。

煤场采用条形封闭煤场，端部采用钢网架或挡风抑尘网封闭。基础采用钢筋混凝土环形基础。

汽车卸煤沟地下部分采用现浇钢筋混凝土箱型结构，地上部分采用现浇钢筋混凝土框架结构。封闭采用平板网架，四周单层压型钢板封闭，局部设置采光天窗。

转运站采用现浇钢筋混凝土结构，地下部分根据布置采用钢筋混凝土箱形结构或独立基础。

地下输煤道为现浇钢筋混凝土箱形结构。

封闭的输煤栈桥采用模块化栈桥，由厂家设计及供货。基础采用钢筋混凝土独立基础或联合基础。

#### 4.6 除灰渣建（构）筑物

灰库为钢筋混凝土筒仓结构，基础采用整板基础。

渣仓及石子煤仓上部为钢结构，由厂家提供，基础为现浇钢筋混凝土基础。

综合管架采用钢结构。

灰库气化风机房采用现浇钢筋混凝土框架结构，钢筋混凝土独立基础。

#### 4.7 电气建（构）筑物

330kV 构架采用钢管柱、钢桁架组合梁，封闭母线、共箱母线支架及设备支架采用钢结构，基础为钢筋混凝土杯口基础。所有钢构件均需采取热镀锌或热喷锌进行防腐处理。GIS 基础采用整板基础。

主变、厂高变、起备变等基础均采用钢筋混凝土基础，其油池可采用钢格栅板上铺卵石，变压器间设钢筋混凝土防火墙。

继电器室为现浇钢筋混凝土框架结构。

#### 4.8 化水建（构）筑物

锅炉补给水车间、化验楼等结构采用现浇钢筋混凝土框架结构，钢筋混凝土独立基础。

酸碱储存间及机组排水槽等结构的地下部分采用现浇钢筋混凝土箱型结构，地上部分采用现浇钢筋混凝土框架结构。

室内外水箱、水池采用现浇钢筋混凝土结构，设备基础采用素混凝土及钢筋混凝土结构。防腐沟道及废水池、中和池等内表面均设50mm厚花岗岩防腐，耐酸胶泥砌筑；防腐沟盖板采用玻璃钢盖板。

#### 4.9 辅助建筑

检修间和材料库采用现浇钢筋混凝土框架结构。

生产行政办公楼采用现浇钢筋混凝土框架结构。

其他的辅助、附属多层建筑物均采用钢筋混凝土结构。

厂区综合管架采用钢结构。

#### 4.10 脱硫建构、筑物

脱硫综合楼采用现浇钢筋混凝土框架结构。

脱硫区域其它建构筑物采用钢筋混凝土结构。

脱硫钢烟道支架采用钢筋混凝土框架结构。