

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

地热双工质发电站设计规范

Code for design of binary geothermal power plants

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家能源局

发布

目 次

1 总则 1

2 术语 2

3 基本规定 4

4 站址选择 6

5 电站布置 8

 5.1 建筑物、构筑物 and 场地的布置 8

 5.2 工艺设施的布置 9

 5.3 辅助房间的布置 9

6 热力系统及设备 11

 6.1 一般规定 11

 6.2 机组设备 11

 6.3 中介水系统及设备 15

7 辅助系统及设备 17

 7.1 压缩空气系统 17

 7.2 工质储存和装卸系统 17

 7.3 加药系统 18

8 热工自动化 19

 8.1 一般规定 19

 8.2 监测 19

 8.3 控制 20

9 回灌系统及设备 21

10 站内管道 23

 10.1 地热流体管道 23

 10.2 工质管道 23

11 防腐保温和防垢 25

11.1	防腐保温	25
11.2	防垢	26
12	公用工程	28
12.1	建筑与结构	28
12.2	供配电	29
13	环境保护与水土保持	36
13.1	大气污染防治	36
13.2	噪声与振动防治	36
13.3	水土保持	36
14	化验与检修	37
14.1	化验	37
14.2	检修	37

1 总 则

1.0.1 为促进地热资源的开发利用，指导和规范地热双工质发电站设计，做到安全可靠、技术先进、保护环境、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的采用有机朗肯循环的地热发电工程设计。

1.0.3 地热双工质发电站设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 双工质发电

以低沸点流体作为循环工质，通过换热产生高压工质蒸气，驱动膨胀机的发电方式。

2.0.2 干性工质

温-熵图上饱和蒸汽线斜率的倒数为正数的工质。

2.0.3 等熵工质

温-熵图上饱和蒸汽线斜率的倒数近似为零的工质。

2.0.4 工质泄漏率

地热双工质发电站年有机工质泄漏量与投产充注量之比。

2.0.5 中介水系统

由换热器、循环水泵、补水定压等设施及管道组成，将中介水与地热流体换热，为双工质发电机组提供热量的系统。

2.0.6 窄点温差

蒸发器中工质与地热流体之间的最小传热温差。

2.0.7 回热度

在回热器中液态工质所吸收的热量，与气态工质降低到液态工质进口温度时所释放的理论热量之比。

2.0.8 冷端系统

冷却膨胀机排气，使膨胀机出口维持较低压力的系统。

2.0.9 膨胀机

包括轴流式透平膨胀机、向心式透平膨胀机、离心式透平膨胀机、螺杆膨胀机。

2.0.10 发电机组装置区

用于安装内含有有机工质的蒸发器、预热器、膨胀机、回热器、凝气器、工质泵及连接管道的区域。

3 基本规定

3.0.1 地热双工质发电站应根据当地电力系统规划进行设计，做到远近结合，以近期为主，并宜留有扩建余地；对扩建和改建地热双工质发电站的设计，应取得原有发电机组的原始资料，并应合理利用原有建筑物、构筑物、设备和管道，同时应与原有生产系统、设备和管道的布置、建筑物和构筑物形式相协调。

3.0.2 地热双工质发电站设计应取得地热井试井资料和地热流体化学分析资料，并应取得当地的气象、地质、水文和电力等有关基础资料。

3.0.3 地热双工质发电站的建设规模及单机容量的确定应符合现行国家标准《地热电站设计规范》GB 50791 的规定。

3.0.4 地热双工质发电站的原则性热力系统应根据地热流体参数和组分特征，经技术、经济比较确定。

3.0.5 地热双工质发电站有机工质的选择，应符合下列规定：

- 1 热物性应有利于提高地热发电系统热效率；
- 2 类型宜为干性工质或等熵工质；
- 3 毒性应为无毒或低毒；
- 4 在最低冷凝温度下的饱和蒸气压宜高于当地大气压；
- 5 热稳定性应满足最高运行温度要求；
- 6 环境友好性应符合国家现行有关环保的规定；
- 7 站址位于城市规划区内时，应选用不可燃工质。

3.0.6 地热双工质发电站应采取防止有机工质泄漏的措施，工质泄漏率不宜高于 5%。

3.0.7 地热双工质发电站外地热管网的设计应符合现行行业标准《地热管网设计规范》NB/T XXXX 的规定。

3.0.8 地热双工质发电站冷却水系统的设计应符合现行国家标准《地热电站设计规范》GB 50791 的规定。

3.0.9 电力接入系统的设计应符合现行国家标准《地热电站接入电力系统技术规定》GB/T

19962 的规定。

4 站址选择

4.0.1 地热双工质发电站的站址选择，应根据地热田开发规划进行，并结合电力并网、交通运输、地形、地质、地震、水文、气象、环境保护等因素。

4.0.2 地热双工质发电站位置的选择应符合下列规定：

- 1 宜靠近地热生产井或井群；
- 2 应满足地热流体集输要求；
- 3 宜布置在地势开阔、不易积存有害气体的地带；
- 4 扩建端宜留有扩建余地；
- 5 应有利于减少有害气体、噪声对居住区、村镇、公共福利设施的影响，电站应位于全年最小频率风向的上风侧。

4.0.3 当采用可燃工质时，地热双工质发电站与周边居住区、工厂、交通线等设施的防火间距，不应小于表 4.0.3 的规定。

表 4.0.3 采用可燃工质的地热双工质发电站与周边设施的防火间距

相邻设施		防火间距（m）		
		发电机组装置区 （最外侧设备外缘或建筑 物的最外轴线）	工质罐组（罐外壁）	
			15℃时，蒸气压大于 0.1MPa 的工质	15℃时，蒸气压小于 0.1MPa 的工质
居住区、村镇、公共福利设施		100	300	100
相邻工厂 （围墙或用地 边界线）	一般工厂	50	120	70
	石化企业及油库	90	90	90
变配电站（围墙）		40	80	50
公路 （路边）	高速公路、一级公路	30	35	30
	其他公路	20	25	20
铁路 （中心线）	国家铁路线	35	55	45
	工业企业铁路线	30	45	35
架空电力线（中 心线）	330kV 以下	1.5 倍塔杆高度	1.5 倍塔杆高度 且不小于 40m	1.5 倍塔杆高度
	330kV 及以上		100m	
I、II 级国家架空通信线路（中心线）		40	50	40
通航江、河、海岸边		20	25	25
埋地原油及成品油管道（管道中心）		30	30	30
埋地输气管道（管道中心）		30	30	30

注：1 括号内指防火间距起止点；

2 表中“一般工厂”指除石油化工企业和油库以外的工厂；

3 地面敷设的输油（输气）管道的防火间距，可埋地输油（输气）管道的规定增加 50%。

4.0.4 当地热双工质发电站站址地势高于周边居住区、村镇、公共福利设施时，应设置安全防护设施。

4.0.5 地热双工质发电站的站址选择除应符合本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

5 电站布置

5.1 建筑物、构筑物 and 场地的布置

5.1.1 电站各建（构）筑物与场地的平面布置和空间组合，应紧凑合理、功能分区明确，并应满足工艺流程顺畅、安全运行、方便运输、有利安装和检修的要求。

5.1.2 电站各建（构）筑物与设备，应充分利用地形进行布置。

5.1.3 电站的总体布置宜有明确的固定端和扩建端，建（构）筑物宜布置在固定端一侧。

5.1.4 采用非可燃工质的地热双工质发电站，其各系统设备设施、建（构）筑物之间的间距，不应小于表 5.1.4 的规定，并应满足安装、运行和检修的要求。

表 5.1.4 非可燃工质电站各系统设备设施、建（构）筑物之间的的最小间距（m）

建筑物、构筑物名称		丙、丁、戊类建筑耐火等级		屋外配电装置	自然通风冷却塔	机械通风冷却塔	厂内道路（路边）		围墙
		一、二级	三级				主要	次要	
丙、丁、戊类建筑耐火等级	一、二级	10	12	10	15-30	15-30	无出口时为 1.5, 有出口无引道时为 3, 有引道时为 6。		5
	三级	12	14	12					
屋外配电装置		10	12	-	25-40	40-60	1.5		-
主变压器或屋外厂用变压器（油重小于 10t/台）		12	15				-		-
自然通风冷却塔		15-30		25-40	0.4D-0.5D	40-50	10		10
机械通风冷却塔		15-30		40-60	40-50		15		15

5.1.5 采用可燃工质的地热双工质发电站，其各系统设备设施、建（构）筑物之间的间距，不应小于表 5.1.5 的规定，并应满足安装、运行和检修的要求。

表 5.1.5 可燃工质电站各系统设备设施、建（构）筑物之间的的最小间距（m）

建筑物、构筑物名称		丙、丁、戊类建筑耐火等级		屋外配电装置	自然通风冷却塔	机械通风冷却塔	厂内道路（路边）		围墙
		一、二级	三级				主要	次要	
丙、丁、戊类建筑耐火等级	一、二级	20	25	10	30	30	无出口时为 3, 有出口无引道时为 6, 有引道时为 6。		5
	三级	25	30	12					

续表 5.1.5 非可燃工质电站各系统设备设施、建（构）筑物之间的最小间距（m）

建筑物、构筑物名称	丙、丁、戊类建筑耐火等级		屋外配电装置	自然通风冷却塔	机械通风冷却塔	厂内道路（路边）		围墙
	一、二级	三级				主要	次要	
屋外配电装置	25	20	—	40	60	1.5		—
主变压器或屋外厂用变压器（油重小于10t/台）	20	20				—		—
自然通风冷却塔	30		40	0.5D	50	10		10
机械通风冷却塔	30		60	50		15		15

5.1.6 地热电站的构筑物基础顶面标高应至少高出周围地坪 0.15m。

5.1.7 有机工质工艺装置区、储罐区、装卸区应与辅助生产区、办公区分开布置。

5.2 工艺设施的布置

5.2.1 电站工艺设施的布置应确保设备安装、操作运行、维护检修的安全和方便，并使各种管线流程短、结构简单，使场地和建筑物内的空间使用合理、紧凑。

5.2.2 双工质发电系统设备宜采用露天或半露天布置。

5.2.3 冷却塔、直接空冷凝气器宜垂直于最大频率风向布置。

5.2.4 湿式冷却塔、蒸汽放喷装置宜布置在室外装置和主要建筑物的全年最小频率风向的上风侧。

5.2.5 地热电站内所有高位布置的辅助设施及监测、控制装置和管道阀门等需要操作和维修的场所，应设置方便操作的安全平台和扶梯。阀门可设置传动装置引至地面进行操作。

5.2.6 地热电站内操作地点和通道的净空高度不应小于 2m，并应符合起吊设备操作高度的要求。

5.2.7 布置在室内的发电机组，应在室外设置事故油池。

5.2.8 桶装可燃工质不应露天存放。

5.3 辅助房间的布置

5.3.1 双工质地热发电站控制室应符合下列要求：

- 1 应至少设置 1 个直通室外的出入口，设置的门应向室外开启；
- 2 宜采用隔声门窗；
- 3 宜布置在采光较好、噪声和振动影响较小的位置。

5.3.2 双工质地热发电站应设置配电室、空压机房、应急发电机房、UPS 间、修理间、化验室等生产辅助房间；宜设置休息室或值班室、卫生间等生活间。

5.3.3 化验室应布置在采光较好、噪声和振动影响较小处，并使取样方便。

6 热力系统及设备

6.1 一般规定

6.1.1 地热双工质发电站的原则性热力系统应根据地热流体参数、组分特征，并结合当地气象条件拟定。

6.1.2 当地热双工质发电系统与闪蒸发电系统联合应用时，闪蒸发电系统的设计应符合现行国家标准《地热电站设计规范》GB 50791 的规定。

6.2 机组设备

6.2.1 地热双工质发电机组的选择应符合下列规定：

- 1 机组容量应满足热源波动及全年运行气候条件的要求；
- 2 多台机组时，宜选择容量和型式相同的机组。

6.2.2 膨胀机的选择应符合下列规定：

- 1 膨胀机参数应根据地热流体焓值、温度，冷却条件，并结合工质和设备特性确定；
- 2 膨胀机型式可根据单机功率按表 6.2.1 选择；

表 6.2.1 膨胀机功率范围

参数	轴流透平	径向透平	螺杆式	活塞式	涡旋式
参考功率范围（kW）	>3000	200~3000	50~500	50~200	1~30

- 3 膨胀机轴承可选用滚动轴承或滑动轴承，轴承使用寿命不应低于 10 年。

6.2.3 膨胀机润滑油及密封油系统的设计应符合下列规定：

- 1 膨胀机、发电机通过联轴器连接时应设单独润滑油系统、密封油供油系统；
- 2 油泵须能提供系统润滑油、密封油所需的流量、压力要求；
- 3 单独的供油系统应配置备用油泵；
- 4 润滑油、密封油系统须配置过滤器等净化装置，过滤器应至少达到 10 μm 以上颗粒最低 90%过滤效率，15 μm 以上颗粒最低 99.5%过滤效率。

6.2.4 膨胀机润滑油及密封油的选择应符合下列规定：

- 1 润滑油、密封油应优先使用同种润滑油；

- 2 润滑油、密封油与密封材料、有机工质应不发生化学反应；
- 3 润滑油、密封油应优先选用与有机工质在系统运行中可实现分离的油品。

6.2.5 发电机的选择应符合下列规定：

- 1 宜采用无刷励磁发电机；
- 2 不宜采用开启式空气冷却；
- 3 非全封闭发电机应设置硫化氢过滤正压送风装置；
- 4 露天安装的发电机应满足环境条件要求。

6.2.6 蒸发器的选择应符合下列规定：

- 1 对于单元制配置机组，应尽量使用单台蒸发器；
- 2 蒸发器的设计热负荷应根据热源总设计换热量，蒸发所需换热量以及实际台数确定；
- 3 蒸发器的类型与结构应根据热负荷、允许压降、介质温度、压力、腐蚀性、结垢特性等确定，整体结构应便于维护与检修。占地面积受限时，蒸发器、预热器可使用一体结构，中间使用管道焊接连接，减少设备占地面积；
- 4 蒸发器的窄点温差应根据设计热负荷与换热系数的要求确定，设计窄点温差宜取5~10℃；
- 5 蒸发器热源管道流程进、出口最高点应设置不凝气体排放口，排放阀门设置应便于操作；
- 6 蒸发器的设计压力、温度应满足压力容器相关规范的规定；
- 7 蒸发器的材料应根据热源、工质的温度、压力、成分参数确定，选择材料应耐介质腐蚀；
- 8 蒸发器出口污沫量超出膨胀机限定值时应在蒸发器工质出口设置除沫器，除沫器的具体型式根据流速、液滴大小、允许压降等参数选择。

6.2.7 预热器的选择应符合下列规定：

- 1 对于单元制配置机组，应根据预热所需换热量和单台预热器的热负荷计算台数；
- 2 预热器的类型与结构应根据热负荷、允许压降、介质温度、压力、腐蚀性、结垢特性等确定，整体结构应便于维护与检修；占地面积受限时，预热器、蒸发器可使用一体结构，中间使用管道焊接连接，减少设备占地面积；

- 3 预热器的端差应根据设计热负荷与换热系数的要求确定，端差不宜大于 10℃；
- 4 预热器工质一般采用低进高出的方式，预热器高度建议不低于蒸发器；
- 5 预热器的设计压力、温度应满足压力容器相关规范的规定；
- 6 预热器的材料应根据热源、工质的温度、压力、成分参数确定，选择材料应耐介质腐蚀。

6.2.8 当蒸发器凝结水需要加压时，应设置凝结水泵，凝结水泵的选择应符合下列规定：

- 1 凝结水泵类型应根据蒸发器凝结水的水质、流量、扬程等参数确定。泵配置台数应根据流量、扬程的要求确认，且应至少配置 1 台备用泵；使用多台泵方式时，宜采用同型号泵并联的方式；

- 2 凝结水泵的耐温应不低于蒸发器出口处凝结水可能出现的最高温度；

- 3 凝结水泵的流量应不小于蒸发器凝结水排水最大流量；同一管道同时使用多台泵时，需根据实际台数及泵布置方案确定泵的流量要求，最终流量应不小于排水最大流量；

- 4 凝结水泵扬程应不低于蒸发器凝结水至凝结水排放处的最大扬程；同一管道同时使用多台泵时，需根据实际台数及泵布置方案确定泵的扬程要求，最终扬程应不低于排水最大扬程。

6.2.9 当蒸发器工质侧的压力可能出现高于最大允许工作压力或者设计压力时，应设置安全阀或其他类型的超压泄放装置。

6.2.10 热源系统应设置热源旁路，并设置阀门，热源旁路应能满足热源不进入发电系统的放散要求；工质系统应在膨胀机进口前设置工质旁路，且膨胀机入口管路及工质旁通管道应设置阀门，膨胀机不工作时工质从旁通管路流通。

6.2.11 蒸发器工质液位应稳定在一定范围内，液位高度可根据热源参数、换热器结构以及发电需求确定，且应不影响蒸发器和膨胀机的正常工作。

6.2.12 蒸发器地热中的不凝性气体应根据热源参数、成分等选择排放位置，且不会对环境产生不利影响。排放方式应便于操作。

6.2.13 当设置回热器时，其选型应符合下列规定：

- 1 回热器的回热度根据系统的热负荷、膨胀机出口工质温度、压力等参数确定，回热度不宜低于 0.3；

- 2 回热器宜采用翅片管或高效管壳式换热器；
- 3 回热器应采用管壳式换热器等低阻力结构，且宜采用交叉流或逆式换热器；
- 4 回热器密封焊缝应使用全焊密封；
- 5 回热器的材料根据工质的种类、压力、温度等参数确定，换热管宜使用高导热系数材料。

6.2.14 回热器的液态工质进出口之间应设置旁路。

6.2.15 双工质地热发电系统直接空冷凝汽器和水冷凝汽器的选择原则，当有以下情况时宜采用直接空冷凝汽器：

- 1 当地水资源匮乏，干旱指数大于 3.0 时（给出干旱指数值）；（干旱指 3.0~7.0 为半干旱区，>7.0 为干旱区）
- 2 有高回灌率要求时；
- 3 土地面积充足时；
- 4 对湿式冷却塔飘雾景观影响敏感时；
- 5 防冻困难时。

6.2.16 直接空冷凝汽器的配置和选型应符合下列规定：

- 1 空冷器的热负荷应根据系统的冷却要求确定，接近温差不宜小于 15℃；
- 2 空冷器跨数应满足负荷调节和风机检修要求；
- 3 宜采用引风式空冷器，产品应符合现行行业标准《空冷式热交换器》NB/T 47007；
- 4 空冷器的设计压力、设计温度应满足空冷式热交换器相关规范的规定；
- 5 管束安装高度、坡度应能保证管束内工质全部排出，排凝坡度建议不小于 1:100；
- 6 凝液集管应能满足工况波动以及系统温度、压力变化导致体积变化的调节要求；
- 7 空冷器风量调节方式可根据实际负荷的要求采用自动调角风机或手动调角风机，对于变速驱动系统的要求应由供需双方协商决定。

6.2.17 水冷凝汽器的配置和选型应符合下列规定：

- 1 水冷凝汽器的热负荷应根据系统的冷却要求确定，端差不宜大于 5℃；
- 2 水冷凝汽器的类型与结构应根据热负荷、冷却水温度、压力、污染程度、腐蚀性、结垢特性等确定，整体结构应便于维护与检修；

- 3 水冷凝汽器的设计压力、设计温度应满足压力容器相关规范的规定；
- 4 水冷凝汽器热井应能满足系统工况变化、停机等造成凝结水位变化的工况要求；
- 5 水冷凝汽器材料应符合现行行业标准《汽轮机凝汽器 技术条件》JB/T 10085。

6.2.18 当凝汽器工质侧的压力可能出现高于最大允许工作压力或者设计压力时，应设置安全阀或其他类型的超压泄放装置。

6.2.19 凝汽器的液位应能保证工质泵不产生气蚀。

6.2.20 凝汽器工质侧最高点应当设置不凝气排出口，对于不能直接排放至环境中的工质必须配套不凝气排出装置，不凝气排出装置宜采用压缩式。

6.2.21 工质泵的配置和选型应符合下列规定：

- 1 工质泵密封方式和密封材料应与有机工质相匹配；
- 2 工质泵应采用变频调节；
- 3 工质泵的台数应满足负荷调节要求，可不设备用；
- 4 工质泵的必须汽蚀余量应满足安装布置要求。

6.2.22 工质泵应设置回流旁路，回流旁路上应设置流量调节阀。

6.3 中介水系统及设备

6.3.1 中介水系统的设置应根据地热水水质条件确定。

6.3.2 中介水系统应采用闭式循环。

6.3.3 中介水系统换热器的配置应符合下列规定：

- 1 换热器台数不宜少于 2 台，可不设备用；
- 2 换热器的设计换热负荷应按机组所需热源负荷的 1.15～1.25 倍。

6.3.4 中介水系统进蒸发器的水温应尽可能高，但端差不宜小于 5℃。

6.3.5 中介水系统换热器应设置地热水侧流量调节旁路，并宜自动调节换热器中介水出水温度。

6.3.6 中介水系统的循环泵宜设置在板式换热器进口侧，其配置应符合下列规定：

- 1 运行循环泵的台数宜与机组台数相同，另应有 1 台备用泵，但总台数不宜多于 4 台；

2 运行循环泵的总流量不应小于机组在额定功率下的热源水需要量的 1.1 倍；

3 循环泵的扬程不应小于换热器、机组蒸发器、中间循环管路的阻力损失之和。

6.3.7 机组蒸发器进水口处应装设过滤器，过滤器的滤网网孔不宜低于 30 目。

6.3.8 中介水系统应设置补水定压，补水定压点宜设置在循环泵的进口侧。

6.3.9 中介水系统的补水水质硬度不应高于 3mmol/L，当超过时应设置补水软化处理设施。

7 辅助系统及设备

7.1 压缩空气系统

7.1.1 全部由气缸无油润滑活塞空气压缩机、隔膜空气压缩机或不喷油的螺杆空气压缩机组成的压缩空气站生产火灾危险性类别为戊类。

7.1.2 除 7.1.1 条款规定以外的压缩空气站，生产火灾危险性类均为丁类。

7.1.3 压缩空气站和压缩空气管道的设计应符合现行国家标准《压缩空气站设计规范》GB50029 的规定。

7.1.4 压缩空气气源吸入口位置的选择，应避免吸入易燃、易爆有毒及腐蚀性气体，宜位于相对于地热不凝气体排放点全年最小频率风向的下风侧。

7.1.5 压缩空气气源应符合现行国家标准《工业自动化仪表气源压力范围和质量》GB/T4830 的规定。

7.1.6 仪表风系统的设计应符合现行行业标准《仪表供气设计规定》HG/T20510 的规定。

7.2 工质储存和装卸系统

7.2.1 地热双工质发电站宜设置工质储罐，工质储罐的容积应至少能够容纳系统最大隔离空间内工质体积。

7.2.2 工质储罐区和工质罐堆场的设计应符合下列要求：

1 对本品大量接触场所建议张贴高剂量警示标志。在合适位置安装洗眼及淋雨相关设备。对容器的清洗操作应符合《压力容器定期检验规则》（TSG R7001-2013）；

2 在灌装处和可能泄漏处使用局部排风。在储存处使用机械通风，所有通风设计应符合《采暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2003）；

3 避免接触点火源，比如：火花、热点，以及可能会产生有毒或腐蚀性的分解产物的焊接火焰。

7.2.3 地热双工质发电站应设置工质装卸系统实现工质注入和回收功能，下列情况下宜设

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/235014144340011110>