

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50791 – 2013

地热电站设计规范

Code for design of geothermal power plants

2013 – 11 – 01 发布

2014 – 06 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

地热电站设计规范

Code for design of geothermal power plants

GB 50791-2013

主编部门:中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

实施日期:2 0 1 4 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2013 北 京

中华人民共和国国家标准
地热电站设计规范

GB 50791-2013

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4 印张 102 千字

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·244

定价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 204 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《地热电站设计规范》的公告

现批准《地热电站设计规范》为国家标准，编号为 GB 50791—2013，自 2014 年 6 月 1 日起实施。其中，第 10.1.4、17.2.3 (1)、17.5.1、19.1.2 条（款）为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2013 年 11 月 1 日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)的要求,由中国电力工程顾问集团西南电力设计院会同有关单位编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组总结了国内外已建地热电站的设计成果和工程实践经验,结合了地热田开发特点,全面考虑了地热电站的系统和地热流体、双工质循环发电中的低沸点烷烃类发电介质的特殊性等方面的问题,经反复讨论、认真修改,最后经审核定稿。

本规范共分 19 章,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、站址选择、站址总体规划、主厂房布置、地热生产井口系统及设备、汽轮机系统及设备、地热水回灌系统及设备、水工系统及设施、化学水处理、电力系统、电气设备及系统、仪表与控制、采暖通风与空气调节、建筑与结构、环境保护与水土保持、劳动安全与职业卫生、消防等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国电力企业联合会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团西南电力设计院负责具体技术内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践认真总结经验,并将意见和建议寄交中国电力工程顾问集团西南电力设计院质技部国家标准《地热电站设计规范》编写组(地址:成都市东风路 18 号,邮政编码:610021)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力工程顾问集团西南电力设计院

参编单位:北京市地质矿产勘查开发局

国家电网公司西藏电力有限公司

主要起草人:张华伦 官伟 周大吉 陶俊培 申克

姚兴华 李承蓉 石小林 刘明 黄佑验

赵四方 王兵 龙西陵 李培英 李彬

高元 李巍 谢大军 唐俊 余熙

蒋勇 周伟 周凯 梅涛 赵兴敏

主要审查人:孙锐 马安 曾毅 许松林 汪毅

康慧 郭亚丽 陈峥 张富礼 郑克桢

石小林 朱家玲 许忠厚 王仁宝 黄涛

雍翠萍

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(5)
3.1	地热电站建设规模	(5)
3.2	地热电站发电方式	(5)
3.3	地热电站共性要求	(5)
4	站址选择	(6)
5	站址总体规划	(7)
5.1	一般规定	(7)
5.2	总平面布置	(7)
5.3	竖向布置	(9)
5.4	管线综合布置	(9)
5.5	交通运输及绿化规划	(10)
6	主厂房布置	(11)
6.1	一般规定	(11)
6.2	布置	(11)
6.3	维护检修	(12)
6.4	综合设施	(12)
7	地热生产井口系统及设备	(13)
8	汽轮机系统及设备	(14)
8.1	汽轮机设备	(14)
8.2	扩容分离系统及扩容器	(14)
8.3	双工质循环系统及设备	(14)
8.4	辅机冷却水系统	(15)

8.5	凝汽器及辅助设备	(16)
9	地热水回灌系统及设备	(17)
10	水工系统及设施	(18)
10.1	供水系统	(18)
10.2	取水构筑物和水泵房	(19)
10.3	冷却设施	(20)
10.4	生活给水和废水排放	(21)
10.5	水工建筑物	(21)
11	化学水处理	(23)
11.1	一般规定	(23)
11.2	水汽取样	(23)
11.3	化学加药	(23)
11.4	药品贮存和计量、化验室及化验设备	(24)
12	电力系统	(25)
12.1	电站与电网的连接	(25)
12.2	系统保护	(25)
12.3	调度自动化	(26)
12.4	系统通信	(26)
13	电气设备及系统	(28)
13.1	电气主接线	(28)
13.2	厂用电系统	(28)
13.3	电气设备及导体选择	(29)
13.4	配电装置	(30)
13.5	电气设备布置	(30)
13.6	交流不停电电源(UPS)系统	(30)
13.7	直流系统	(30)
13.8	二次接线	(31)
13.9	电气测量仪表	(31)
13.10	继电保护及安全自动装置	(31)

13.11	电气照明	(32)
13.12	电缆选择与敷设	(32)
13.13	厂内通信	(32)
13.14	其他电气设施	(33)
14	仪表与控制	(34)
14.1	一般规定	(34)
14.2	控制方式和控制水平	(34)
14.3	检测	(35)
14.4	报警	(35)
14.5	保护	(35)
14.6	控制和联锁	(36)
14.7	地热田监视与控制	(36)
14.8	电源	(37)
14.9	仪表与控制试验室	(37)
15	采暖通风与空气调节	(38)
15.1	一般规定	(38)
15.2	主厂房采暖通风空调	(39)
15.3	电气建筑通风空调	(40)
15.4	辅助及附属建筑采暖通风空调	(42)
15.5	厂区采暖热网及加热站	(43)
16	建筑与结构	(44)
16.1	一般规定	(44)
16.2	防火防爆	(45)
16.3	建筑热工与节能	(46)
16.4	建筑构造	(46)
16.5	结构设计	(47)
16.6	活荷载	(48)
17	环境保护与水土保持	(49)
17.1	一般规定	(49)

17.2	污染防治	(49)
17.3	环境管理和监测	(51)
17.4	环境保护设施	(51)
17.5	水土保持	(51)
18	劳动安全与职业卫生	(52)
18.1	一般规定	(52)
18.2	劳动安全	(52)
18.3	职业卫生	(53)
19	消 防	(55)
19.1	一般规定	(55)
19.2	消防给水	(55)
19.3	消防水泵房	(56)
	本规范用词说明	(57)
	引用标准名录	(58)
	附:条文说明	(61)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(5)
3.1	Construction scale of geothermal power plants	(5)
3.2	Power way of geothermal power plants	(5)
3.3	Overall charater of geothermal power plants	(5)
4	Site selection	(6)
5	Site general plan	(7)
5.1	General requirement	(7)
5.2	General layout	(7)
5.3	Vertical layout	(9)
5.4	Complex pipe layout	(9)
5.5	Traffic and landscape layout	(10)
6	Main building layout	(11)
6.1	General requirement	(11)
6.2	Layout	(11)
6.3	Maintenance and service	(12)
6.4	Comprehensive facilities	(12)
7	System and equipment of geothermal production well	(13)
8	System and equipment of turbine	(14)
8.1	Turbine	(14)
8.2	Flash system and seperator	(14)
8.3	System and equipment of binary medium cycle	(14)

8.4	Cooling water system of auxiliary	(15)
8.5	Condenser and auxiliaries	(16)
9	System and equipment of geothermal reinjection	(17)
10	Hydraulic system and facilities	(18)
10.1	Water supply system	(18)
10.2	Water intake structure and pump house	(19)
10.3	Cooling facilities	(20)
10.4	Potable water supply and waste water drainage	(21)
10.5	Hydraulic structure	(21)
11	Chemical water treatment system	(23)
11.1	General requirement	(23)
11.2	Steam and water analysis system	(23)
11.3	Chemical dosing system	(23)
11.4	Chemical storage and measuring, analysis room and analysis equipment	(24)
12	Electric power systems	(25)
12.1	The requirement of the station connecting to grid	(25)
12.2	Power system protection	(25)
12.3	Dispatch automation	(26)
12.4	System communication	(26)
13	Electrical equipment and system	(28)
13.1	Main electrical connection scheme	(28)
13.2	Auxiliary power system	(28)
13.3	Electrical equipment and conductor selection	(29)
13.4	Switchgear	(30)
13.5	Electrical equipment arrangement	(30)
13.6	AC uninterrupted power supply system	(30)
13.7	DC system	(30)
13.8	Electrical secondary wiring	(31)

13.9	Measuring instrument	(31)
13.10	Relay protection and safety automatic device	(31)
13.11	Electrical lighting	(32)
13.12	Cable selection and laying	(32)
13.13	Inner communication of power plant	(32)
13.14	Other electrical facilities	(33)
14	Instrumentation and control	(34)
14.1	General requirement	(34)
14.2	Control mode and control level	(34)
14.3	Measuring	(35)
14.4	Alarm	(35)
14.5	Protection	(35)
14.6	Control and interlock	(36)
14.7	Monitoring and control of geothermal field	(36)
14.8	Power supply	(37)
14.9	Instrumentation and control laboratory	(37)
15	Heating,ventilation and air conditioning	(38)
15.1	General requirement	(38)
15.2	Heating,ventilation and air conditioning system for main power building	(39)
15.3	Ventilation and air conditioning system for electrical buildings	(40)
15.4	Heating,ventilation and air conditioning system for auxiliary and accessory buildings	(42)
15.5	Outdoor heating piping network and heating station	(43)
16	Building and structure	(44)
16.1	General requirement	(44)
16.2	Fire-proof and explosion-proof	(45)
16.3	Building thermodynamics and energy conservation	(46)

16.4	Building construction	(46)
16.5	Structure design	(47)
16.6	Live load	(48)
17	Environmental protection and water-soil conservation	(49)
17.1	General requirement	(49)
17.2	Pollution prevention	(49)
17.3	Environmental management and monitoring	(51)
17.4	Environmental protection facilities	(51)
17.5	Water-soil conservation	(51)
18	Labor safety and occupational hygiene	(52)
18.1	General requirement	(52)
18.2	Labor safety	(52)
18.3	Occupational hygiene	(53)
19	Fire fighting system	(55)
19.1	General requirement	(55)
19.2	Fire water supply	(55)
19.3	Fire water pump house	(56)
	Explanation of wording in this code	(57)
	List of quoted standards	(58)
	Addition: Explanation of provisions	(61)

1 总 则

1.0.1 为促进可再生能源的开发利用,指导和规范地热电站的设计,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的地热电站的设计。

1.0.3 地热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 地热 geothermal

指来自地壳深部、储存于地下岩石和岩石孔隙裂隙中的天然热能。依据温度可分为低温、中温和高温地热,它构成地热能源和地热资源。按赋存状态可分为水热型(包括蒸汽型、水汽型和热水型)、干热型(包括干热岩型、岩浆型)和地压型(包括超高压、超高温、伴有可燃气体),属于可再生资源类的复合型资源-能源矿产。

2.0.2 地热资源 geothermal resources

指在可以预见的未来时间内能够为人类经济开发和利用的地球内部热能资源,包括地热流体及其有用组分。目前可利用的地热资源主要包括:天然出露的温泉、通过热泵技术开采利用的浅层地热能、通过人工钻井直接开采利用的地热流体以及干热岩体中的地热资源。

2.0.3 地热储量 geothermal reserves

指已经过勘查工作,在一定程度上已经查明储存于热储岩石及其空隙中的地热流体所赋存的地热资源量。

2.0.4 可采地热储量 exploitability geothermal reserves

指在目前的技术经济条件下,能够稳定经济开发和利用的地热储量。

2.0.5 地热田 geothermal field

指在目前技术经济条件下可以采集的深度内,富含可经济开发和利用的地热能及地热流体的地域。一般包括热源、热储和盖层等要素,具有有关联的热储结构,可用地质、物化探方法圈闭的特定范围。

2.0.6 地热流体 geothermal fluid

从地热井中提取的热水、汽水混合物或干蒸汽。

2.0.7 地热水 geothermal water

从地热井中提取的热水。

2.0.8 地热蒸汽 geothermal steam

从地热井中提取的蒸汽,或者是经汽水分离器或扩容器产生的湿蒸汽。

2.0.9 不凝结气体 non-condensable gas

地热流体中所包含的,在地热发电全热力循环过程中不能凝结为液态的气体。

2.0.10 地热发电 geothermal power generation

利用地热流体所运载的热能转换为电能的发电方式。

2.0.11 地热电站 geothermal power plant

利用地热流体所运载的热能进行发电的电站。

2.0.12 双工质循环 binary medium cycle

指由地热流体和烷烃类有机碳氢化合物进行热交换后,由后者的蒸汽进入汽轮机做功的循环。

2.0.13 汽水分离器 steam separator

使地热流体中的蒸汽、热水和固体杂质分离出来,产生湿蒸汽的装置。

2.0.14 扩容器 flash tank

使热水经过减压扩容及汽水分离后产生湿蒸汽的装置。

2.0.15 地热生产井 production well

能稳定产出来自地热储层的蒸汽、热水或汽水混合物,并可使用的地热井。

2.0.16 地热井出力 well production

指温泉或地热井的热流体产率(m^3/d 或 l/s)。

2.0.17 井口装置 well mouth device

指地热井口地面以上为地热发电所配置的设备,包括井口管道、阀门、三通及相应的压力表、温度表、取样管和平台扶梯等。

2.0.18 地热回灌 geothermal reinjection

为保持热储压力、充分利用能源和减少地热流体直接排放对环境的污染，对经过利用(降低了温度)的地热流体或其他水源，通过地热回灌井重新注回热储层段的过程。

2.0.19 地热尾水 geothermal waste water

汽水分离器、扩容器和汽轮机排出的地热水。

2.0.20 回灌井 reinjection well

用于地热尾水回灌的地热井。

3 基本规定

3.1 地热电站建设规模

- 3.1.1** 电站建设规模应与地热储量及其在电站寿命期内的稳定供应能力相匹配,并依据可采地热储量确定。
- 3.1.2** 地热电站单机容量应根据地热储量、地热流体参数,由用户与制造厂共同商定,并宜与汽轮发电机容量系列匹配。
- 3.1.3** 地热电站寿命宜按 30a 设计。
- 3.1.4** 地热电站建设规模应与当地电力系统规划相适应。

3.2 地热电站发电方式

- 3.2.1** 地热井出口流体温度在 90℃ 及以上,可用于地热发电。
- 3.2.2** 地热发电可分为地热蒸汽循环发电、双工质循环发电和这两者相结合的地热蒸汽-低沸点工质联合循环三种发电方式。
- 3.2.3** 地热发电方式的选择可根据技术、经济比较后确定。

3.3 地热电站共性要求

- 3.3.1** 地热电站的规划、设计各阶段应与现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615 中规定的地热田勘查研究程度储量级匹配。
- 3.3.2** 地热电站的地热尾水应回灌处理,也可综合利用。
- 3.3.3** 凡接触地热流体的设备、管道、阀门等,均应根据其工作温度、压力等环境条件,合理选择过流部件的材质,必要时应选择合适的过流部件防腐涂层。过流部件材质不宜采用铝、铜、铝合金及铜合金等。

4 站 址 选 择

4.0.1 地热电站的站址选择,应结合地热田开发规划进行。重点应根据可用于发电的地热田的分布范围、规划的地热生产井和回灌井的数量及位置进行确定,同时考虑交通运输、地形、地质、地震、水文、气象、环境保护等因素。

4.0.2 站址选择宜按地热田统一规划、分期或分站实施的原则,确定技术经济合理的站址。

4.0.3 站址宜靠近地热生产井或井群,缩短井口至站区管线的总体长度。

4.0.4 地热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《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

5 站址总体规划

5.1 一般规定

5.1.1 地热电站的总体规划,应根据电站的生产、施工和生活需要,结合站址及其附近地区的自然条件和建设规划,按规划容量,以近期为主,对电站站区、地热井、热力管道、地热尾水回灌及利用、交通运输、出线走廊等进行统筹规划。

5.1.2 地热电站的总体规划,应贯彻节约用地的原则。站区用地、站外热力管道用地、施工用地、站外道路用地等应进行节约用地优化。站区用地范围应根据建设和施工需要,按规划容量确定,分期征用。

5.1.3 地热电站的总体规划,应根据地热田近远期开发规划,按规划容量统筹规划,近期优先的原则进行。

5.1.4 地热电站的总体规划,宜包括地热发电后地热尾水的回灌和综合利用规划。地热尾水进行回灌,应根据地热田的勘探结论对回灌井数量和位置进行规划。

5.1.5 地热电站的总体规划,应结合工艺要求规划地热汽水处理设施的位置及回灌水池的位置。

5.1.6 地热电站的总体规划,应对站外热力管网的路径进行统一规划,符合管线短捷及节约用地原则。

5.1.7 地热电站的总体规划,应同步规划地热生产井及回灌井等站外设施的安全维护措施,无特殊情况热力管道沿线可不设防护设施。

5.2 总平面布置

5.2.1 地热电站的总平面布置应结合地热电站的发电方式进行设计,总体要求如下:

1 采用双工质循环的地热电站,汽轮机/发电机组宜采用露天布置,并应靠近低沸点工质的空冷塔,低沸点工质与地热流体的热交换器宜与主机集中布置;

2 采用地热蒸汽循环发电的地热电站,地热蒸汽轮机/发电机组应布置在厂房内,主厂房位置的确定应符合下列规定:

- 1)满足工艺流程,道路畅通,与站外地热井连接的热力管线总体短捷;
- 2)主厂房的固定端,宜朝向站区主人流方向;
- 3)主厂房的朝向,应使高压输电线路出线顺畅;炎热地区,宜使主厂房长轴垂直夏季盛行风向;
- 4)主厂房应布置在地质条件较好的地带;
- 5)主厂房位置应满足总体规划要求,考虑扩建条件。

3 采用地热蒸汽-低沸点工质蒸汽联合循环的地热电站,站区布置应同时执行本条第 1、2 款的规定。

5.2.2 冷却塔或喷水池的布置宜符合下列规定:

1 湿式冷却塔在满足最小防护间距要求的基础上宜靠近主厂房布置;低沸点工质空冷塔宜与低沸点工质汽轮发电机组集中布置;

2 不宜布置在站区扩建端;

3 不宜布置在屋外配电装置及主厂房的冬季盛行风向的上风侧;

4 机力通风冷却塔单侧进风时,其长边宜与夏季盛行风向平行,并宜减少其噪声对周围环境的影响。

5.2.3 当热力系统的汽水分离器、扩容器等设施布置在站内时,该部分设施可集中布置在相应主厂房的外侧。

5.2.4 屋内、外配电装置的布置应符合下列规定:

1 进出线方便,与城镇规划相协调,宜避免相互交叉和跨越永久性建筑物;

2 宜布置于主厂房长轴外、发电机线路引出一侧;

3 宜布置在循环水冷却设施冬季盛行风向的上风侧；

4 不同电压等级的配电装置都需扩建时，最高一级电压配电装置的扩建方向，宜与主厂房扩建方向相一致。

5.2.5 电站的站前行政管理和生活服务设施可集中布置在站区主要出入口附近，或与主厂房合并建设。

5.2.6 地热电站站区建(构)筑物的布置应符合以下规定：

1 各生产建筑物在生产过程中的火灾危险性及其最低耐火等级应按现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行；

2 建(构)筑物的间距应按现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行。

5.3 竖向布置

5.3.1 站区竖向布置的形式和设计标高应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

5.3.2 站址场地设计标高应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

5.3.3 竖向设计应减少本期工程和扩建时的土石方工程量，减少地基处理和场地整理费，并符合填挖方整体平衡原则。

5.3.4 地热电站的场地排水方式应符合下列规定：

1 场地的排水，可根据具体条件，采用城市型道路雨水口或场地雨水口接入下水系统的主干窨井内，或采用明沟接入公路型道路的雨水排水系统；

2 采用阶梯式布置的地热电站，每个台阶应有排水措施；

3 当室外沟道顶部高于设计地坪标高时，应有过水措施。

5.4 管线综合布置

5.4.1 站区内的主要管线和管沟应按规划容量及地热井布局统一规划，集中布置，预留远期管线走廊。管线和沟道宜沿道路两侧

布置。

5.4.2 从地热井至站区的热力管道的布置,应根据地热井参数高低及集热站的规划,在站外合并后进入站区。

5.4.3 热力管道宜采用地上直接敷设的方式,过汽车道路处采用架空或下穿方式通过。人行道与热力管道交叉处宜采用人行道上跨管道方式。

5.4.4 站区地下管线的布置,应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

5.4.5 站区地上管线的布置,应符合下列规定:

1 不影响交通运输、人流通行、消防及检修等,并符合站区总平面规划布置要求;

2 不影响建筑物的自然通风、采光和门窗的使用;

3 架空电缆线路,不应跨越爆炸危险场所,不应跨越屋顶为易燃材料的建筑物,不宜跨越其他主要建筑物;

4 在建(构)筑物外墙架设的管线,宜管径较小,不产生推力,且建(构)筑物的生产与管内流体相互不能引起腐蚀、易燃等危险。

5.4.6 地下管线之间的最小水平净距,地下管线与建(构)筑物之间的最小水平净距,架空管线与建(构)筑物之间的最小水平净距,架空管线跨越铁路或道路的最小垂直净距,应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

5.5 交通运输及绿化规划

5.5.1 站区与站外地热井、回灌井以及主要站外管线沿线,应有道路连接。

5.5.2 进站及站区道路的布置及设计应按现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行。

5.5.3 地热电站的绿化布置应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

6 主厂房布置

6.1 一般规定

6.1.1 汽轮发电机组可采用室内、室外或半露天三种布置形式；地热蒸汽循环发电应采用室内布置；双工质循环发电宜采用露天或半露天布置。

6.1.2 地热电站主厂房的布置，应符合地热电站工艺流程要求，做到设备布置和空间利用合理，管线连接短捷，厂房布置简洁、明快。

6.1.3 主厂房的布置应为运行检修及施工安装人员创造良好的工作环境，厂房内采光、通风、噪声应分别符合本规范第 13.11 节、第 15.2 节、第 17.2 节的规定；设备布置应采用相应的防护措施，符合防火、防爆、防潮、防尘、防腐、防冻等的有关规定。

6.1.4 主厂房布置应根据总体规划要求，考虑扩建条件；扩建厂房宜与原有厂房协调一致。

6.1.5 主厂房内应设置必要的检修起吊设施和检修场地，以及设备和部件检修所必需的运输通道。

6.2 布置

6.2.1 汽轮发电机的布置，应与发电机出线、露天布置的辅助设备、控制室等的布置相协调。

6.2.2 当汽轮机排汽向下时，主厂房应设置运转层；当汽轮机排汽向上、侧面或轴向排汽时，汽轮发电机组应布置在地面。

6.2.3 凝汽器宜露天布置在主厂房外侧。

6.2.4 主厂房布置除符合本规范外，尚应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

6.3 维 护 检 修

6.3.1 设置有主厂房的汽机发电机组,应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

6.3.2 采用露天布置的双工质循环汽机发电机组,可不设固定起吊设备。

6.4 综 合 设 施

6.4.1 综合设施设置应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

6.4.2 室外布置的扩容器、凝汽器宜设置运行检修平台。

6.4.3 保温、防腐及油漆应按现行行业标准《火力发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072 的有关规定执行。

7 地热生产井口系统及设备

7.0.1 地热生产井口系统应由井口装置出口至汽、水输送管网入口的连接管道及设备组成。

7.0.2 对于无自流或喷射能力的地热生产井,应采用引喷方式将井内流体引出。对双工质循环机组,当地热生产井内设置潜水泵时,每口地热生产井应配一台潜水泵,泵的容量按该地热井最大出力的 1.2 倍设置,泵的扬程按下列条件确定:

- 1 管道的介质流动阻力,另加 10% 的裕量;
- 2 双工质循环机组的热交换器的阻力;
- 3 潜水泵出口与排水口的静压差。

7.0.3 汽水分离器宜设置在地热生产井口或厂区附近,每口地热生产井宜设一个汽水分离器或几口地热生产井共用一个汽水分离器。

7.0.4 进入机组前的地热蒸汽输送管线上宜设置蒸汽稳压箱和消声器。

7.0.5 地热生产井和主厂房区域的管线应集中布置管廊,并应考虑行人和车辆通行要求。

8 汽轮机系统及设备

8.1 汽轮机设备

8.1.1 地热发电用汽轮机选型应满足本规范第 3.1 节中的有关规定。

8.1.2 地热发电用汽轮机的技术要求,应符合现行行业标准《地热发电用汽轮机技术条件》JB/T 6506 的有关规定。

8.2 扩容分离系统及扩容器

8.2.1 来自地热生产井的蒸汽应根据蒸汽品质进行相应的过滤、净化后送入汽轮机。

8.2.2 来自地热生产井的地热流体,应经汽水分离器或扩容器,产生蒸汽并送入汽轮机。地热机组所配扩容器级数宜采用两级及以下。

8.2.3 汽水分离器和扩容器容量应根据所需蒸汽压力、温度、流量确定。

8.3 双工质循环系统及设备

8.3.1 双工质循环系统的低沸点工质可选用烷烃类有机碳氢化合物,其储存和管路输送设计应按现行行业标准《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007 和《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012 的有关规定执行。

8.3.2 热交换器的容量和台数应根据地热流体、低沸点工质特性和流量、压力、温度等确定。

8.3.3 每台机组宜设置 2 台低沸点工质循环泵,每台泵的容量为最大凝结低沸点工质流量的 110%,泵所配驱动装置应为防爆型。

低沸点工质循环补充泵可采用气动驱动装置。

8.3.4 最大凝结低沸点工质流量应为下列之和：

- 1 汽轮机最大进汽工况时的凝汽流量；
- 2 进入凝汽器的补充低沸点工质流量。

8.3.5 低沸点工质循环泵扬程应为下列之和：

- 1 从凝汽器热井到热交换器入口低沸点工质总阻力，按最大凝结工质流量计算，另加 20% 的裕量；
- 2 低沸点工质热交换器入口液位与凝汽器热井最低液位间静压差；
- 3 低沸点工质热交换器额定蒸发量时入口的进液压力；
- 4 凝汽器的最高真空度。

8.3.6 低沸点工质储罐宜设置两个，一个用于机组泄漏补充，另一个用于机组检修时低沸点工质返回储存，储罐容量应根据机组容量确定。

8.4 辅机冷却水系统

8.4.1 地热电站冷却水系统应有可靠的水源。冷却水系统供水量、水质应满足汽轮机、发电机及辅助设备冷却水的要求。冷却水的水质碳酸盐硬度宜小于 5mol/m^3 ；pH 值不应小于 6.5，不宜大于 9.5。转动机械的轴承冷却水，其悬浮物的含量宜小于 100g/m^3 。

8.4.2 冷却水系统可按下列要求选择：

1 地热流体冷却后的地热水或地热电站附近的水库、河流淡水作冷却水源的，不需处理即可作为冷却用水，宜采用开式系统；需处理时，可采用开式或闭式系统，或开、闭式相结合的系统；

2 以海水作为凝汽器冷却水源的，辅机冷却水可采用淡水闭式、海水开式系统；

3 在闭式冷却水系统中，宜设置高位水箱、水泵及水-水冷却器或其他冷却设备。

8.5 凝汽器及辅助设备

8.5.1 地热蒸汽循环发电机组可采用混合式或表面式凝汽器,低沸点工质循环机组可采用空冷式凝汽器。

8.5.2 地热蒸汽循环发电机组的凝汽器应采用防腐、防垢措施。

8.5.3 凝汽器应配备可靠的抽真空设备。

9 地热水回灌系统及设备

9.0.1 地热回灌的位置、深度、压力、温度、回灌量等参数,应通过回灌试验取得。

9.0.2 地热回灌水源来自于发电后的地热尾水,根据回灌条件应将地热尾水回灌,回灌方式应经技术经济比较确定,回灌方式如下:

- 1 地热尾水直接排入回灌井;
- 2 在回灌水管线上设置管道泵后排入回灌井;
- 3 将地热尾水送至回灌水池,经回灌泵排入回灌井。

9.0.3 地热水回灌系统布局应结合地热田构造特点在外围或热源侧方向设置回灌井,其回灌水收集存储、水处理和测控装置以不影响电站其他系统工作,有利于回灌而设置。

10 水工系统及设施

10.1 供水系统

10.1.1 地热电站设计应通过水务管理和工程措施以实现合理用水、节约水资源以及防止排水污染环境的目的。

10.1.2 地热电站供水系统的选择,应根据水源条件、规划容量和机组型式以及地热资源情况,在满足环境保护要求的条件下,经技术经济比较确定。

10.1.3 当采用地表水作为水源时,枯水流量宜满足下列要求:

1 当从天然河道取水时,保证率为 95% 的最小流量扣除取水口上游必保的工农业规划用水量;

2 当河道受水库调节时,水库保证率为 95% 的最小放流量扣除取水口上游必保的工农业规划用水量;

3 当从水库取水时,保证率为 95% 的枯水年水量。

10.1.4 当采用地下水作为水源时,应根据该地区目前及必须保证的规划工农业用水量,按枯水年或连续枯水年进行水量平衡计算后确定取用水量。取用水量不应大于允许开采量。

10.1.5 循环供水系统应根据历年月平均气象条件,结合系统布置进行优化计算,确定冷却倍率、进排水管沟、水泵以及冷却塔的配置。直流供水系统应根据历年月平均水位和水温,结合系统布置进行优化计算,确定冷却倍率、水泵以及进排水管沟的配置。

10.1.6 当采用循环供水系统时,冷却水的最高计算温度,宜按近期连续不少于 5a 最炎热时期(以 3 个月计算)频率为 10% 的昼夜平均气象条件计算。当采用直流供水系统时,冷却水的最高设计温度,宜按近期连续不少于 5a 最炎热时期(以 3 个月计算)频率为 10% 的昼夜平均水温确定。

10.1.7 附属设备冷却用水的水质和水温,应满足设备的要求。当采用地表水作为冷却塔的补充水时,悬浮物含量超过 50mg/L~100mg/L 时宜做预处理,经处理后其含量不宜超过 20mg/L。

10.1.8 地热电站取、排水口位置和型式应根据水源特点、温排水的扩散、泥沙冲淤以及工程施工等因素确定,必要时应进行数值模拟计算或模型试验确定。

10.1.9 凝汽器的进出口阀门和联络阀门,直径为 400mm 及以上的水泵出口阀门,直径为 600mm 及以上的其他阀门,应采用电动阀门。远离电源的区域,直径为 800mm 及以下的其他阀门也可采用手动阀门。

10.1.10 地热电站循环水供水系统宜采用扩大单元制供水系统。当采用母管制循环水供水系统,在达到规划容量时,进排水管(沟)不宜少于 2 条。

10.1.11 地热电站采用配置混合式凝汽器的机力塔循环供水系统时,应设置循环水回水泵。回水泵设置宜与循环水泵相对应。

10.1.12 应根据地热资源的水质情况,对循环水系统的设备、管道采取防腐保护措施。

10.1.13 地热电站补给水管的根数,应根据地热电站规划容量和水源情况确定,宜采用 2 条总管,可根据工程具体情况分期建设。当有蓄水池或其他供水措施作为备用时,也可采用 1 条总管。当采用 2 条补给水管,而每条补给水管能供给补给水量的 60%~70%时,补给水管之间可不设联络管。在补给水系统总管上及至主要用户的支管上均应设置计量装置。

10.1.14 供、排水渠道宜按该站址规划容量一次建成。

10.2 取水构筑物和水泵房

10.2.1 地表水取水构筑物和水泵房宜按保证率为 95%的低水位设计。

10.2.2 地表水取水构筑物的进水间或吸水井,应分隔成若干单

间,并应根据水源水质和取水量的大小装设格栅或带机械清理的格栅装置、平板滤网或旋转滤网,并应设有冲洗或排出脏物的措施。当水中带有冰凌或大量泥沙、水草而影响取水时,应采取相应措施。当工程条件复杂时,宜通过水工模型试验确定。

10.2.3 岸边水泵房±0.00m 的设计标高,应按频率为 2% 的洪水水位加频率为 2% 的浪高,再加 0.50m 超高确定,并应有防止浪爬高的措施。

10.2.4 地热电站循环水供水系统采用母管制供水系统时,集中水泵房内的循环水泵,宜按规划容量设置 3 台~4 台,可根据工程建设进度分期实施。水泵的总出力,应等于最大的计算用水量,不设备用。当其中 1 台水泵出现事故时,其余水泵的出力,应保证供给不小于 75% 的最大计算用水量。当电站一期工程只有 1 台机组时,宜设置 2 台循环水泵。

10.2.5 集中取水的补给水泵台数不宜少于 3 台,其中 1 台为备用。

10.2.6 当采用管井取地下水作补给水源时,备用井数宜按生产井数的 15%~20% 确定,但至少设 1 口备用井。

10.2.7 水泵房及进水间应设有起重设备,当设备采用露天布置时,可不设固定式起重设备。水泵房内还可设置检修场地和值班控制室。

10.3 冷却设施

10.3.1 冷却设施的选择,应根据使用要求、自然条件、场地布置和施工条件、运行经济性以及与周围环境的相互影响等因素,经技术经济比较后确定。

10.3.2 配置混合式凝汽器的地热电站冷却塔型宜选择水冷式机力通风冷却塔。采用双工质循环发电,配置空冷凝汽器的地热电站冷却系统宜选择空冷塔。

10.3.3 冷却塔应装设除水器。

10.3.4 对建设在寒冷地区的冷却塔,应采取防冻措施。

10.3.5 当冷却塔的噪声超过环境保护要求时,应采取防止措施。

10.3.6 冷却塔设计应结合地热资源的水质情况,考虑防腐措施。

10.4 生活给水和废水排放

10.4.1 靠近城市或其他工业企业的地热电站的生活、消防给水管网和排水管网,宜与城市或其他工业企业的给水和排水系统连接。

10.4.2 当电站采用自备的生活饮用水系统时,水源选择、水源卫生防护及水质,应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定。

10.4.3 站区内的生活污水、生产废水和雨水排水系统,宜采用完全分流制。

10.4.4 含有腐蚀性物质、油质或其他有害物质的废水,温度高于40℃的废水和生活污水,应经处理,合格后方可排入相应的管沟内。

10.5 水工建筑物

10.5.1 水工建(构)筑物的方案设计,应根据地形、地质、水文、气象及当地的材料供应、施工条件和技术等因素,经技术经济比较后确定。

10.5.2 水工建(构)筑物的设计,除应按本规范第16.1节的一般规定执行外,尚应按现行行业标准《火力发电厂水工设计规范》DL/T 5339 的有关规定执行。

10.5.3 对循环水系统的水工建(构)筑物,宜采用防腐蚀的建筑材料或采取其他防腐措施。

10.5.4 取水构筑物、水泵房等水工建(构)筑物的建筑设计,应与地热电站厂区内周围的建筑群体或环境协调一致。

10.5.5 远离厂区的取水构筑物和水泵房,可配备必需的生产和生活设施。

10.5.6 水泵房的电气运转层、值班控制室,宜采用水磨石等中、高级地面。其他层地面,可采用水泥地面。

10.5.7 取水构筑物和水泵房等水工建(构)筑物,宜采用塑钢门窗。设备出入口的大门,宜采用电动金属卷帘门。

10.5.8 修建于软弱地基上的水工建(构)筑物,应采取可靠的地基处理措施,满足地基变形和稳定的要求,并设置沉降观测点。

10.5.9 水工建(构)筑物,应按规划容量统一规划,分期建设。对取水构筑物和水泵房,当施工条件困难,且布置受到限制时,可按规划容量一次建成。

11 化学水处理

11.1 一般规定

11.1.1 地热电站化学水处理主要包括水汽取样、化学加药、药品贮存计量、化验室及化验设备等内容。

11.1.2 地热电站应取得生产井流体的全分析资料,每口井至少 1 份。生产井流体全分析应包括地热流体中气体组成全分析和地热水或地热流体凝结水水质全分析。

11.2 水汽取样

11.2.1 地热电站水汽监督项目、仪表设置及取样点应根据机组型式、地热电站发电方式和化学监督需要确定。

11.2.2 水汽样品的温度宜低于 30℃,最高不得超过 40℃。具体控制温度值应根据取样点设置的仪表检测要求确定。

11.2.3 水汽取样管路的设置应保证所取样品的代表性,并有利于取样分析的真实、准确、可靠。

11.2.4 手工就地取样点宜设置移动式取样装置。

11.3 化学加药

11.3.1 根据生产井流体全分析资料、流体在井口是否存在结垢趋势及井口设施等因素,确定是否对生产井进行加药,当需要对生产井口加药时,应按以下原则执行,具体加药种类宜根据试验或同类工程运行经验确定:

1 当生产井流体 pH 值偏低时,宜向生产井投加碱调整流体 pH 值;

2 当生产井流体在井口中有产生钙垢趋势时,宜向生产井投

加钙垢抑制剂；

3 当生产井流体在井口中有产生硅垢趋势时,宜向生产井投加硅垢抑制剂。

11.3.2 宜向循环冷却水系统投加碱调整循环冷却水 pH 值。

11.3.3 当生产回水有结硅垢趋势时,宜向回水中投加酸以防止回灌井中硅垢累积。

11.4 药品贮存和计量、化验室及化验设备

11.4.1 药品贮存、计量要求应按现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行。

11.4.2 具有危险性的药品贮存设备,应有安全措施和事故防护设施。

11.4.3 地热电站应设置水、油的分析化验室,化验室所用仪器的规范、数量及化验室的面积,应根据机组参数、分析项目等条件确定。当具备委托给专业水、油分析公司承担分析化验任务条件时,也可不设分析化验室。

12 电力系统

12.1 电站与电网的连接

12.1.1 地热电站接入系统方案,应符合下列原则:

- 1 电站接入系统方案应与所属电网的近远期规划相协调;
- 2 电站接入系统方案应满足安全稳定的要求;
- 3 同一个地热田内若有多个地热电站时,可采用先将地热电站电力汇集后再升压的方式接入系统;
- 4 电站接入系统电压等级不宜超过两种;
- 5 电站应有满足启动所必需的电源。

12.1.2 出线电压等级及回路数应符合下列规定:

- 1 电站出线电压等级应符合国家电压标准;
- 2 电站有两回以上送出线路时,送出线路应满足“N-1”要求;
- 3 电站出线回路数应预留远期电网发展需要的要求。

12.1.3 主变压器应符合下列要求:

- 1 主变压器容量应保证低压侧发电机电力的升压送出;
- 2 主变压器额定电压、阻抗和分接头的选择应满足电网近远期的电压质量要求。

12.1.4 出线断路器开断电流应满足电站投产后 10a~15a 短路水平要求。

12.1.5 主接线应符合下列规定:

- 1 电站主接线应接线简单、运行灵活;
- 2 地热电站单机容量较小时,可设发电机母线汇集后再升压。

12.2 系统保护

12.2.1 地热电站的线路、母线等元件应有主保护和后备保护,必

要时增设辅助保护。

12.2.2 地热电站的线路保护,应根据电厂接入系统方案和电网稳定要求,确定线路保护配置方案,实现相间短路和接地短路的保护。

12.2.3 地热电站应根据接入电压等级确定后备保护方式。

12.2.4 地热电厂应根据接入电压等级、电气主接线形式及电网稳定要求,确定母线保护配置方案。

12.2.5 地热电站线路上应配置重合闸装置,110kV 及以下采用三相一次重合闸方式。

12.2.6 重要的地热电站应装设故障记录装置。

12.2.7 应按照现行行业标准《电力系统安全稳定导则》DL 755 和《电力系统安全稳定控制技术导则》DL/T 723 的有关要求,确定安全自动装置配置方案。

12.3 调度自动化

12.3.1 地热电站的调度自动化设计应根据其接入系统方案及相应的调度自动化设计技术规程确定。

12.3.2 地热电站的远动信息应根据相应的调度自动化设计技术规程的有关内容及地热电站有关调度中心的要求确定。

12.3.3 调度自动化设备的安装地点应考虑对环境的要求和运行的方便。

12.3.4 调度自动化设备应配备两路独立电源,也可配备不间断电源。

12.3.5 地热电站和调度中心之间宜设置两路独立的主备远动专线通道。当具备电力调度数据网时,可采用网络和专线相结合的方式,以网络方式为主、专线方式为辅。

12.4 系统通信

12.4.1 地热电站应装设为电力调度服务的专用调度通信设施。

12.4.2 地热电站至调度中心应有两个相互独立的调度通道。

12.4.3 系统通信方式应根据审定的电力系统通信设计或相应的接入系统方案通信设计确定。地热电站系统通信设计应满足所属电力系统通信组网的要求。

12.4.4 地热电站的通信机房,应满足中远期设置通信设施的要求,并根据电力系统的发展规划,留有扩建余地。

13 电气设备及系统

13.1 电气主接线

13.1.1 地热电站电气主接线应综合电站建设规模、单机容量、台数、在系统中的地位、负荷情况、出线回路数等因素确定。

13.1.2 单机容量较小、机组台数较多的地热电站,宜设置发电机电压母线,发电机出口应装设断路器。若需升压送出,接在发电机电压母线上的主变压器不宜少于两台。

13.1.3 单机容量较大,可采用发电机-变压器单元接线或扩大单元接线。

13.1.4 35kV~110kV 配电装置的接线方式应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

13.1.5 发电机的中性点接地方式应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

13.1.6 变压器的中性点接地方式应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

13.2 厂用电系统

13.2.1 当有发电机电压母线时,厂用工作电源宜由发电机电压母线引接。当发电机与主变压器为单元连接时,应由主变压器低压侧引接。

13.2.2 厂用备用或启动/备用电源应采用下列引接方式:

- 1 当有发电机电压母线时,应从该母线引接一个备用电源;
- 2 当无发电机电压母线时,应从高压配电装置母线中电源可靠的最低一级电压母线引接,并应保证在全站停电的情况下,能从外部电力系统取得足够的电源;

- 3 当电站与系统没有连接时,可经经济技术比较,确定由外

部电网引接专用线路供电或设置用于机组启动的柴油发电机。

13.2.3 高压厂用电压,若设有发电机母线,宜采用发电机母线电压;若未设有发电机母线,宜采用 6kV 电压。低压厂用电电压宜采用 380V/220V 三相四线制系统,中性点直接接地。

13.2.4 厂用工作变的容量宜留有 10% 的裕度。若设有专用的启动/备用变压器,启动/备用变压器的容量应与最大的一台厂用工作变压器容量相同。

13.2.5 地热电站厂用变压器宜按全站低压负荷统一设置,变压器数量不应少于两台,并应符合下列规定:

1 装设两台互为备用的厂用变压器时,每台厂用变压器的额定容量应满足站内厂用电计算负荷的需要;

2 装设三台厂用变压器时,宜计及负荷分配不均等情况,每台的额定容量宜为厂用电计算负荷的 60%;

3 装设三台以上厂用变压器时,应按其接线的运行方式及所连接的负荷分析确定。

13.2.6 厂用变压器接线组别的选择,应使厂用工作电源与备用电源之间的相位一致,以便厂用电源的切换可采用并联切换的方式。低压厂用变压器宜采用“D、yn”的接线。若厂用变压器的中性点经消弧线圈接地,低压厂用变压器宜采用“Y、yn”的接线。

13.2.7 低压厂用电系统,应采用单母线接线。

13.2.8 地热电站应设置固定的交流低压检修供电网络,并应在各检修现场装设检修电源箱。

13.3 电气设备及导体选择

13.3.1 电气设备及导体选择应符合现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222 的有关规定。

13.3.2 对于采用双工质循环发电方式的地热电站,在具有低沸点工质区域的电气设备的选择应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

13.4 配 电 装 置

13.4.1 发电机电压母线配电装置,应采用成套设备,屋内布置。

13.4.2 发电机电压成套开关柜应具有“五防”功能,宜采用手车式,也可采用固定式。可采用真空断路器与高压熔断器串真空接触器组合设备,但高压熔断器串真空接触器不宜用于架空线路和变压器架空线路。

13.4.3 高压配电装置的设计,应符合现行国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 的有关规定。

13.5 电气设备布置

13.5.1 电气建(构)筑物的总体布置,应满足电气主接线的要求,也应根据地热电站规划容量、厂区布置的总体规划,经济技术比较后确定。

13.5.2 高压配电装置,宜布置在汽机房的前方。配电装置的扩建方向,应与主厂房的扩建方向相协调。主变压器的布置应留有检修场地。

13.6 交流不停电电源(UPS)系统

13.6.1 地热电站采用计算机监控时,应配置交流不停电电源(UPS)系统。

13.6.2 交流不停电电源(UPS)系统应为静态逆变装置,宜为单相输出。输出电压为 AC220V、50Hz、额定功率因数 0.8。

13.6.3 交流不停电电源(UPS)系统输出的配电屏馈线应采用辐射状供电方式。

13.6.4 交流不停电电源(UPS)系统正常运行时,宜由厂用电供电。当输入电源故障或整流器故障时,宜由地热电站蓄电池组经闭锁二极管供电。

13.7 直 流 系 统

13.7.1 地热电站的电气部分,应装设蓄电池组。其容量应满足

机组的控制负荷、保安动力负荷和事故照明负荷的需要。蓄电池正常情况下应以浮充电方式运行。地热电站的直流系统宜按全厂统一设置,全厂设两组蓄电池;当电站机组台数较多时,可每三台机组设置两组蓄电池。

13.7.2 供电距离较远的井口泵房,当需要直流电源时,宜独立设置直流系统。

13.7.3 蓄电池组的电压,应采用 220V 或 110V。

13.7.4 在计算蓄电池容量时,对厂址较偏远及不与电力系统连接的孤立地热电站,交流厂用电事故停电时间应按 2h 设计,其余电站的交流厂用电事故停电时间可按 1h 设计。

13.7.5 直流系统的其他要求应符合现行行业标准《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044 的有关规定。

13.8 二次接线

13.8.1 地热电站电气二次线应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

13.8.2 当电站网络部分采用计算机监控系统时,监控系统应采用开放式、分布式系统,宜采用双机和双网络配置。就地监控元件,宜就地布置。

13.9 电气测量仪表

13.9.1 地热电站的电气测量仪表设计,应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB 50063 的有关规定。

13.9.2 互感器、变送器、交流采样装置、计量仪表等应满足经济核算对测量精度的要求。

13.10 继电保护及安全自动装置

13.10.1 地热电站的继电保护和安全自动装置的设计,应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的

有关规定。

13.11 电 气 照 明

13.11.1 地热电站照明应符合现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

13.11.2 照明数量和质量、照度标准值、照明节能、照明配电系统及导体选择、照明控制应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定。

13.11.3 地热电站内地热井口附近应设置符合相应环境条件、生产工况和照度标准的照明。

13.12 电缆选择与敷设

13.12.1 地热电站有腐蚀性气体或液体排放的区域,电缆应采用防腐蚀电缆。高温区域应采用耐高温电缆。

13.12.2 地热电站电缆选择与敷设的设计,应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的有关规定。

13.13 厂 内 通 信

13.13.1 地热电站的站内通信,应包括生产管理通信和生产调度通信。

13.13.2 地热电站应设置一台生产管理程控交换机,该设备兼作生产调度通信的备用。

13.13.3 生产管理程控交换机的选型应满足公用网、电力系统行政交换网的进网要求。

13.13.4 电话交换机的容量,应按发电站的管理体制、人员编制、规划装机容量选择。电话交换机的基础容量宜按 150 线配置。每增加一台机组,电话交换机的容量增加 50 线。交换机应具备扩容功能,以满足电厂扩建规模的要求。

13.13.5 地热电站应设置一台生产调度程控交换机,生产调度交

交换机宜与系统调度程控交换机合用。电话交换机的基础容量宜按 80 线配置。每增加一台机组,电话交换机的容量增加 20 线。

13.13.6 生产管理程控交换机的选型应满足电力系统调度交换网的进网要求。

13.13.7 装机容量较小的发电厂,可将生产调度和生产管理程控交换机合并,采用虚拟分区运行,总容量满足生产调度通信和生产管理通信的要求。

13.13.8 地热井口至地热电站通信,可采用有线通信或无线通信方式。在地热井口应设置一部到两部电话分机或无线对讲机。

13.13.9 地热电站应设置专门的通信电源系统,通信电源系统应由两套独立的直流电源设备和两组蓄电池组组成,通信蓄电池组的容量应按不小于 3h 放电选择。通信电源系统交流供电,应由两回站用电源供给。

13.13.10 地热电站内所有通信设备及通信电源设备,均应安装在同一建筑物内。

13.13.11 厂内通信设备的接地应设置工作接地和保护接地。

13.14 其他电气设施

13.14.1 地热电站的过电压保护和接地的设计,应符合现行行业标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620 和《交流电气装置的接地》DL/T 621 的有关规定。

13.14.2 地热电站电气实验室的设计,应满足下列要求:

- 1 35kV 及以下电气设备的高压试验;
- 2 电测量仪表、继电器、二次接线及继电保护回路的调整试验;
- 3 电测量仪表、继电器等机件的修理。

14 仪表与控制

14.1 一般规定

14.1.1 仪表与控制的设计,应包括检测、报警、保护、控制和联锁以及自动化试验室等方面的内容。

14.1.2 地热电站分期建设时,对控制方式、设备选型及自动化试验室等有关设施,应全面规划、合理安排。

14.1.3 设计地热电站仪表与控制系统和设备时,应选用技术先进、质量可靠的设备和元件。对于新产品和新技术,应在取得成功应用经验后方可在设计中采用。从国外进口的产品,包括成套引进的仪表和控制系统,也应是技术先进并有成熟经验的系统和产品。

14.2 控制方式和控制水平

14.2.1 地热田(包括生产井和回灌井)、汽轮发电机组应采用集中控制方式,并设置集中控制室,集中控制室应是地热田和所有机组的监视、控制和管理中心。

14.2.2 集中控制室的位置应综合防爆、运行检修等因素确定。

14.2.3 地热蒸汽-低沸点工质联合循环发电机组应按地热蒸汽循环发电机组和低沸点工质循环发电机组分别设置就地控制室。

14.2.4 在地热蒸汽循环发电机组、低沸点工质循环发电机组等区域应设置闭路电视监视摄像头,并将视频信号送至集中控制室。

14.2.5 采用分散控制系统(DCS)时,不应设置常规显示、记录、报警等仪表。

14.2.6 在集中控制室内进行监视和控制时,应满足下列要求:

1 在就地人员的巡回检查和少量操作配合下,实现地热电站机组的启停;

- 2 实现运行工况的监视和控制；
- 3 实现异常工况的报警和紧急事故处理。

14.3 检 测

14.3.1 各工艺系统检测的设计,应满足地热电站安全、经济运行的要求,并能准确地测量、显示。

14.3.2 检测应包括以下内容:

- 1 工艺系统的运行工况和设备的运行状态;
- 2 辅机的运行状态;
- 3 成分分析检测;
- 4 电动、液动阀门的启闭状态和调节阀门的开度;
- 5 仪表和控制用电源的供给状态和运行参数。

14.3.3 检测仪表应有防腐和防垢的措施。

14.3.4 主厂房如有可燃、有害气体,应设置检测报警装置。

14.3.5 地热生产井应设有出口流量、压力和温度等测量仪表。

14.3.6 汽轮机入口的蒸汽管道上设置的流量测量装置,应满足汽/水两相流测量的要求。

14.4 报 警

14.4.1 仪表与控制的报警应由分散控制系统(DCS)数据采集系统完成,并应包括以下内容:

- 1 工艺系统测量参数偏离正常范围;
- 2 保护动作及主要辅助设备故障;
- 3 电源回路故障;
- 4 计算机监控系统故障。

14.4.2 采用分散控制系统(DCS)时,不宜设置常规报警窗。

14.5 保 护

14.5.1 仪表与控制保护的设计,应符合下列规定:

- 1 机组保护系统的逻辑控制器应单独冗余设置；
- 2 保护系统应有独立的 I/O 通道,并有电隔离措施；
- 3 冗余的 I/O 信号应通过不同的 I/O 模件引入；
- 4 触发机组跳闸的保护信号的开关量仪表和变送器应单独设置,当与其他系统合用时,其信号应首先进入保护系统；
- 5 机组跳闸命令不应通过通讯总线传送。

14.5.2 地热电站汽轮机应设有下列停机保护：

- 1 汽轮机超速保护；
- 2 凝汽器真空过低保护；
- 3 润滑油压过低保护
- 4 轴承振动过大保护；
- 5 轴向位移过大保护；
- 6 手动停机；
- 7 汽轮机厂要求的其他保护项目。

14.6 控制和联锁

14.6.1 控制和联锁的功能应能满足地热电站启动、停止及正常运行工况的要求,并能实现机组在事故和异常工况下的控制和联锁操作,保证机组的安全。

14.6.2 地热蒸汽循环机组应设置扩容分离器水位与地热生产井出口阀门的联锁。

14.7 地热田监视与控制

14.7.1 地热田(包括生产井和回灌井)应设置地热田监视管理系统,对所有的地热生产井、回灌井进行集中监视与控制。

14.7.2 地热田监视管理系统与机组分散控制系统(DCS)宜采用硬接线方式连接。

14.8 电 源

14.8.1 仪表和控制盘(柜)应设两路交流 220V 电源进线,互为备用。工作电源故障需及时切换至另一路电源时,应设置自动切投装置。

14.8.2 每组交流动力电源配电箱应有两路电源进线,分别引自厂用低压母线的不同段或不同半段。

14.8.3 机组分散控制系统(DCS)、地热田监视管理系统应分别设置交流不停电电源。

14.9 仪表与控制试验室

14.9.1 地热电站应设有仪表与控制试验室,其试验设备应能满足热控设备维修、校验、调试的需要,并应符合现行行业标准《火力发电厂试验、修配设备及建筑面积配置导则》DL/T 5004 中计量等级标准的有关规定。

14.9.2 仪表与控制试验室,应按地热电站规划容量一次建成,但试验设备可分期购置。

15 采暖通风与空气调节

15.1 一般规定

15.1.1 历年平均气温不高于 5°C 的日数不少于 90d 的地区应为集中采暖地区。位于集中采暖地区的生产厂房和辅助建筑物应设计集中采暖。

15.1.2 历年平均气温不高于 5°C 的日数不少于 60d, 且少于 90d 的地区为采暖过渡地区。

15.1.3 位于采暖过渡地区的某些生产厂房和某些辅助建筑物, 宜设计集中采暖。

15.1.4 室外采暖通风与空气调节计算参数的选用, 应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。在设计冬季通风时, 需补偿局部排风的热风系统, 室外进风温度应采用室外采暖计算温度。

15.1.5 全厂应采用地热水作采暖热媒, 应设置热交换器, 热交换器采用耐腐材质, 加热介质侧应设置防垢设施。

15.1.6 当工艺无特殊要求时, 车间内经常有人工作地点的夏季空气温度, 不应超过表 15.1.6 所列温度规定。当采用自然通风, 车间内工作地点夏季空气温度超过表 15.1.6 规定时, 应设置机械通风。当机械通风仍达不到要求时, 应采取局部降温措施。

表 15.1.6 车间内工作地点的夏季空气温度规定 ($^{\circ}\text{C}$)

夏季通风室外 计算温度	≤ 22	23	24	25	26	27	28	29~32	≥ 33
允许温升	10	9	8	7	6	5	4	3	2
工作地点温度	≤ 32	32						32~35	35

注: 1 如受条件限制, 在采取通风降温措施后仍不能达到本表要求时, 允许温升可加大 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$;

2 工作地点系指工人为观察和管理生产过程而经常或定时停留的地点, 如生产操作在车间内许多不同地点进行, 则整个车间均为工作地点。

15.1.7 通风与空气调节设计应按现行国家标准《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB 50229 及国家其他现行防火规范的有关规定设置防火排烟设施,并与消防系统连锁。

15.1.8 输送、储存或生产过程中产生易燃易爆气体或物料的建筑物,严禁采用明火采暖。

15.1.9 有地热液体产生有害气体飘逸的房间,应设置排除措施。

15.1.10 地热电站采用双工质循环发电工艺时,布置在有爆炸危险区域的采暖通风与空气调节设备应考虑防爆措施。

15.2 主厂房采暖通风空调

15.2.1 主厂房采暖计算时不考虑设备、管道散热量。

15.2.2 主厂房采暖热负荷的计算,应包括下列两项:

1 围护结构的基本耗热量:计算围护结构的基本耗热量时,室内采暖计算温度应按 5°C 计算;

2 附加耗热量,包括:

1) 高度附加耗热量,可按基本耗热量的 15% 计算;

2) 冷风渗透附加耗热量,可按基本耗热量的 50% 计算。

15.2.3 主厂房宜采用自然通风方式。当自然通风方式达不到卫生或生产要求时,应采用机械通风方式或自然与机械相结合的通风方式。当采用自然通风方式时,汽轮机房应设置通风天窗,并应根据需要采用避风天窗。

15.2.4 主厂房通风的风量应按下列要求确定:

1 主厂房同时排出的余热量和余湿量;

2 主厂房余热量的确定,不包含太阳辐射热。

15.2.5 主厂房自然通风应仅按热压作用计算。进、排风窗的面积应通过计算确定,在确定通风窗面积时,仅计算可开启部分的外窗面积。

15.2.6 控制室、电子设备室、计算机室和继电器室等应设置空气

调节装置。

15.2.7 采用双工质循环发电工艺的主厂房应采用机械通风,通风系统的通风机及电机应为防爆型,并应直接连接。有采暖要求的厂房,排风系统的耗热量应由送热风装置和散热器系统共同补偿。

15.3 电气建筑通风空调

15.3.1 主控制室、通信室、不停电电源室等,当通风装置不能满足工艺对温度、湿度要求时,应设置空气调节装置。

15.3.2 免维护式蓄电池室的通风空调设计,应符合下列规定:

1 夏季室内温度不应高于 30℃;

2 设置换气次数不少于每小时 12 次的事故排风装置,事故排风装置可兼作通风用,事故排风的吸风口应贴近顶棚,排风口接至室外;

3 有良好的自然进风环境条件时,平时正常运行可采用自然通风的方式,否则应设置机械通风装置作为平时正常运行的方式,进风宜过滤;

4 当夏季通风不能满足设备对室内温度的要求时,宜设置空气调节装置。

15.3.3 蓄电池室通风系统的通风机及电机应为防爆型,并应直接连接。

15.3.4 蓄电池室冬季围护结构耗热量,应由室内的散热器补偿。蓄电池室严禁采用明火取暖。

15.3.5 油浸式变压器室的通风,应按夏季排风温度不超过 45℃,进风和排风温差不超过 15℃设计。

15.3.6 油浸式变压器室采用机械通风时,宜采用机械进风、自然排风系统,送风口布置宜直接吹向变压器排热管;也可采用自然进风、机械排风系统。

15.3.7 干式变压器室的通风,应按夏季排风温度不超过 40℃设计。当干式变压器布置在厂用配电装置室内时,应按本规范第

15.3.8 条执行。

15.3.8 主厂房区域配电装置室内设有高压开关柜或干式变压器等散热量较大的电气设备时,室内环境温度不宜高于 35℃。当符合下列条件之一时,通风系统宜采取降温措施:

1 夏季通风室外计算温度 $t \geq 33^{\circ}\text{C}$;

2 夏季通风室外计算温度 $30^{\circ}\text{C} \leq t < 33^{\circ}\text{C}$,最热月月平均相对湿度大于或等于 70%。

设在其他建筑的厂用配电装置室夏季室内环境温度不宜高于 40℃。

15.3.9 厂用配电装置室应设置不少于每小时 12 次的事故排风,事故排风机可兼作通风机用。

15.3.10 厂用配电装置室的通风量应取排除室内全部设备余热所需的通风量。

15.3.11 出线小室内只有电压互感器、电流互感器、励磁灭磁盘以及灭磁电阻等设备时,宜采用自然通风。当室内还布置有油断路器、隔离开关、励磁变压器和电抗器等设备时,应采用自然进风、机械排风。

15.3.12 出线小室内布置有油断路器、隔离开关时,通风量应按换气次数不少于每小时 10 次计算;当室内还有电抗器或励磁变压器时,通风量应按排除室内余热所需的风量确定,且保证换气次数不少于每小时 10 次。

15.3.13 出线小室内设有硅整流装置时,宜采用自然进风、机械排风系统,排风温度不应超过 40℃,进风应过滤。

15.3.14 电抗器室通风宜采用自然进风、机械排风系统,通风系统应按夏季排风温度不超过 40℃ 设计。

15.3.15 母线室的通风,应按夏季排风温度不超过 45℃,进风和排风温差不超过 15℃ 计算。

15.3.16 油断路器室应设换气次数不小于每小时 12 次的事故排风装置。事故排风机的电源开关应装在门口便于操作的地点。

15.3.17 电缆隧道宜采用自然通风,应按夏季排风温度不超过 40℃,进风和排风温差不超过 10℃ 计算。

15.3.18 循环水泵等大中型电动机,应根据其自身要求及周围环境决定通风方式,优先利用电动机自带的通风设备通风。冷却电动机的通风量,应根据进风温度不超过 40℃、排风温度不超过 55℃ 计算。冬季进风温度不宜低于 5℃。

15.3.19 SF₆ 电气设备室及其设备检修室,应设置事故排风装置。事故排风宜由经常使用的下部排风系统和上部排风系统共同保证。事故通风量应按换气次数每小时不少于 12 次计算。正常运行时的通风换气次数应按每小时不少于 2 次计算;室内空气不得再循环。并应满足室内空气中 SF₆ 的含量不得超过 6000mg/m³ 的要求。

15.4 辅助及附属建筑采暖通风空调

15.4.1 化学加药间应设置换气次数不少于每小时 15 次的机械排风装置。化验室及试验室应设换气次数不少于每小时 6 次的机械通风装置。采暖通风设备及管道应采取防腐措施。

15.4.2 消防(生活)水泵房宜符合下列规定:

1 消防(生活)水泵房宜采用自然通风,也可根据需要采用机械通风;

2 在采暖地区,设备停运时值班采暖温度不宜低于 5℃。

15.4.3 生活污水处理站应符合下列规定:

1 生活污水处理站的操作间应设换气次数不少于每小时 6 次的机械排风装置。室内空气不得再循环;

2 生活污水处理站的各类泵房,宜采用自然通风。

15.4.4 材料库应符合下列规定:

1 一般材料库宜采用自然通风;

2 电气和热工设备库等宜设置通风换气装置。对温度、湿度有特殊要求的物品储藏库,应按要求设计库房的采暖通风空调。

15.5 厂区采暖热网及加热站

15.5.1 采暖热网加热器的容量和台数,应根据采暖通风空调的热负荷选择。当采用两台或两台以上时,任何一台加热器停止运行,其余的加热器应满足 60%~75%热负荷的需要(严寒地区取上限)。

15.5.2 热网循环水泵的台数应结合热网运行调节方式确定,一般不应少于两台,其中一台备用。并联运行的水泵应有相同的特性。循环水泵的承压、耐温能力应与热力网设计参数相适应。水泵的流量应根据热网设计负荷和设计供回水温度确定,水泵的扬程应包括采暖用户室内系统阻力、室外管网阻力、热网加热站内管道及设备阻力。水泵的流量及扬程均应有 15%的富裕度。

15.5.3 热网系统的正常补给水量,宜为采暖热网系统循环水量的 1%~2%。热网补水设备的容量应按热网循环水量的 4%~8%设计。

15.5.4 采暖热网系统的补给水,宜利用地热水。

15.5.5 热水网补水定压方式可采用开式膨胀水箱、直接补水、补给水泵或其他方式。

15.5.6 热水管网应采用闭式双管制。

15.5.7 采暖热网的主干管,应通过采暖热负荷集中的地区。

15.5.8 厂区采暖热网管道的敷设方式,应根据工程的具体情况,经技术经济比较选用架空、地沟或直埋方式。

15.5.9 地沟内敷设的采暖供热管道的阀门及需要经常维修的附件处,应设检查井。

16 建筑与结构

16.1 一般规定

16.1.1 建筑设计应根据使用性质、生产流程、功能要求、自然条件、建筑材料和建筑技术等因素,结合工艺设计,以人为本,正确处理建筑与人、工艺的相互关系,做好建筑物的平面布置和空间组合。

16.1.2 设计中应贯彻节约用地、建筑节能等国家政策,综合采取防火、抗震、防爆、防洪和防雷击等防灾措施,合理解决房屋内部交通、防腐蚀、防潮、防噪声、隔振、保温、隔热、日照、采光、自然通风和生活设施等问题,做到安全适用、技术先进、经济合理,并满足可持续发展的要求。

16.1.3 地热电站内各建筑物的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

16.1.4 建筑室内装修设计应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

16.1.5 地热电站内建筑物平面布置的柱网、开间、进深等定位轴线尺寸,应符合现行国家标准《建筑模数协调统一标准》GBJ 2 和《厂房建筑模数协调标准》GB/T 50006 的有关规定。

16.1.6 建筑设计应重视噪声控制,在平面布置上应使主要工作和生活场所避开有噪声和振动的设备用房,对有噪声和振动的设备用房应采取隔声、隔振和吸声的措施,并应对设备和管道采取减振、消声处理。

16.1.7 建筑物室内应首先考虑自然采光。采光口的设置应充分 and 有效地利用自然光源,并应对人工照明的配合作全面的考虑。

16.1.8 屋面防水设计应符合现行国家标准《屋面工程质量验收

规范》GB 50207 和《屋面工程技术规范》GB 50345 的有关规定。

16.1.9 楼梯的数量、位置、宽度和楼梯间形式应满足安全疏散和运行方便的要求。

16.1.10 在有防火、防爆和跌落危险的重点区域,应采取安全防护措施。

16.1.11 在人员集中的适当位置应设置集中的卫生间和清洗设施,其规模和数量应考虑运行、检修人员的需要。建筑内的卫生间用房宜有自然采光和自然通风,有条件时宜分设前室。

16.1.12 建(构)筑物的墙体材料应因地制宜,宜采用新型建筑墙体材料。外墙应根据地区气候和建筑要求,采取保温、隔热和防潮等措施。

16.1.13 地热电站内受腐蚀性介质作用的建(构)筑物的防腐蚀设计应符合《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定。

16.1.14 建筑节能应根据建筑的使用性质进行设计。

16.1.15 地热电站内宜设置材料库、检(维)修间和必要的附属生活用房。

16.1.16 建(构)筑物整体造型与色彩处理应与周围环境协调。

16.2 防 火 防 爆

16.2.1 地热电站内各建(构)筑物在生产过程中的火灾危险性、耐火等级、允许层数和每个防火分区的最大允许建筑面积,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

16.2.2 地热电站采用双工质循环发电工艺时,在环境条件适宜的情况下,汽轮机房应独立设置,并应采用露天或半露天的形式。其承重结构应采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。

16.2.3 地热电站采用双工质循环发电工艺时,控制室与汽轮机房应分别设置,相互独立。

16.2.4 控制楼、屋内配电装置楼各层及电缆夹层的安全出口不应少于两个。其中一个安全出口可通往室外楼梯。

16.2.5 配电装置室内最远点到疏散出口的直线距离不应大于 15m。

16.2.6 变压器室、配电装置室、蓄电池室、电缆夹层、电缆竖井的门应向疏散方向开启,并应采用乙级防火门。

16.3 建筑热工与节能

16.3.1 建筑热工设计应贯彻国家有关法律法规和方针政策,降低能耗,提高能源利用效率,改善室内环境。

16.3.2 建筑气候分区对建筑的热工要求应符合现行国家标准《民用建筑设计通则》GB 50352 的有关规定。

16.3.3 地热电站内的公共建筑和居住建筑应进行建筑节能设计。

16.3.4 门窗的保温性和气密性应符合现行国家标准《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484 和《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的有关规定。

16.4 建筑构造

16.4.1 楼、地面构造设计应符合现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037 的有关规定。经常有冲洗要求的楼地面应组织排水,并根据需要设置防水层。其楼地面开孔四周应设混凝土护沿,其高度不应低于 120mm。楼梯口处应设置反坡。

16.4.2 控制、电气等设备用房周围的楼地面有水冲洗要求时,其房间应设置挡水设施。

16.4.3 楼梯及楼地面孔洞的周围应设置护沿和栏杆,护沿和栏杆的高度应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3 的有关规定。

16.4.4 地热电站中的主厂房、控制楼、电气建筑和办公楼的屋面应按Ⅱ级设防。

16.4.5 应采用保温、气密、水密、抗风压、隔声、防结露等性能优良的建筑门窗。门窗布置应满足使用方便、安全疏散、采光通风、清洗维护等的要求。在风沙较大的地区,其侧窗应考虑密闭要求。有设

备进出的门,其高度、宽度应根据运输工具和检修设备的大小确定。

16.4.6 各类生产车间和作业场所的工作地点采光系数不应低于0.5%,控制室采光系数不应低于3%,办公室、通信室、计算机室、化验室、检修场所采光系数不应低于2%。

16.4.7 各类生产车间和作业场所的工作地点噪声控制设计标准不应超过90dB(A),车间所属办公室、化验室、值班室、休息室室内噪声控制标准不应超过70dB(A),控制室、通信室、计算机室、生产行政办公室、会议室室内噪声控制设计标准不应超过60dB(A)。

16.4.8 有腐蚀性介质作用的房间和地段,其外露结构、内墙、楼地面、门窗、室内外排放沟道的内表面等均应采取防腐蚀措施,并应根据需要设置楼地面的集、排水设施。有可燃气体的房间,其内部构件的布置应便于气体的排出。

16.4.9 有腐蚀介质作用的楼地面应做防腐面层和隔离层,并应设置排水坡度和地漏以利地面冲洗。

16.4.10 墙体的厚度、保温性能及砂浆、砖石的强度等级应按建筑热工、强度、稳定性、抗震等要求和施工条件确定。

16.4.11 排水管道应避免穿越控制室、电气设备室、通信室、计算机室等。

16.4.12 外墙装修应与主体结构连接牢固,并应采取防开裂、防水、防冻、防腐蚀、防风化和防脱落措施。

16.4.13 室内装修应考虑防火、防尘、吸声、保温隔热等的要求。

16.5 结构设计

16.5.1 主厂房宜采用钢筋混凝土结构,有条件时可采用钢结构或组合结构。

16.5.2 主厂房屋架跨度为18m及以下时,宜采用轻型钢屋架或实腹式钢梁;当跨度大于18m时,宜采用普通钢屋架。若考虑采用钢网架结构,应通过技术经济比较确定。

16.5.3 钢筋混凝土结构的厂房屋面,可采用预制钢筋混凝土大

型屋面板,或以压型钢板作底模的现浇钢筋混凝土屋面板。钢结构厂房屋面宜优先采用金属压型钢板,也可采用以压型钢板作底模的现浇钢筋混凝土屋面板。

16.5.4 其他建(构)筑物与主厂房毗邻布置且建筑体型、质量及地质条件差异较大时,应设沉降缝。

16.5.5 主要建(构)筑物应设置沉降观测点。

16.5.6 地基与基础的设计,应根据工程地质资料,各建(构)筑物的使用要求,结构荷载、结构类型、材料供应等因素,采用合理的地基基础型式,并因地制宜地选择地基处理方式。

16.5.7 地基除作承载力计算外,必要时应应对地基变形和稳定作验算。当地基承载力、变形或稳定不能满足设计要求时,应采用人工地基。

16.5.8 扩建厂房基础设计时,应考虑对原有建(构)筑物的影响。

16.5.9 汽轮发电机基础宜采用钢筋混凝土框架式基础。基础应与周围结构脱开,独立布置。

16.5.10 汽轮发电机基础的动力计算和构造要求,应按现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 的有关规定并满足制造厂的要求设计。

16.5.11 厂区管道支架布置应简洁、大方,并满足工艺要求。管道支架宜采用钢筋混凝土结构。

16.5.12 抗震设防烈度为 6 度及以上的建(构)筑物应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定进行抗震设计。

16.6 活 荷 载

16.6.1 厂房设备荷载应根据地热电站选配的汽轮发电机组单机容量确定,并由工艺专业提出。

16.6.2 安装、检修荷载宜按《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行。

17 环境保护与水土保持

17.1 一般规定

17.1.1 地热电站的环境保护设计,应采取措施防治废气、废水、噪声对环境的污染。厂区应进行绿化规划,改善生产及生活环境。采取的污染治理措施应满足环境影响报告书、水土保持方案及其批复的要求。

17.1.2 地热电站设计中应贯彻国家产业政策和发展循环经济及节能减排的要求,采用清洁生产工艺,合理利用资源,减少污染物产生量,执行治理污染与资源综合利用相结合的方针。

17.1.3 废水、废气、固体废弃物的处理过程中,当产生二次污染时,应采取相应的治理措施。

17.1.4 对扩建、改建的地热电站,与环境保护设施有关的公用系统的设计,应新、老厂统一规划、综合治理。

17.1.5 地热电站的设计,在可行性研究阶段,应根据有关规定,编制环境保护篇章并委托有资质单位编制环境影响报告书、水土保持方案;在初步设计阶段,应根据环境影响报告书、水土保持方案及其审批意见编制环境保护专篇,提出防治污染的工程措施。

17.2 污染防治

17.2.1 大气污染治理措施应符合下列规定:

1 地热电站排放的大气污染物,应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554 和《大气污染物综合排放标准》GB 16297的有关规定;

2 地热电站凝汽器抽气器排放的不凝气体和冷却塔散发出的气体中的有害物质,当超过排放标准时,应根据超标的组分及浓

度,选择合理的措施治理后,达标排放。

17.2.2 废水治理措施应符合下列规定:

1 地热电站应做节约用水设计,提高水的循环利用率和重复利用率,采取合理生产工艺减少废水产生量,处理达标废水应回收重复利用,多余部分外排;

2 地热电站对外排放的汽水分离器或扩容器排出的地热尾水水质必须符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的有关规定;

3 为防治地表环境的污染,以及科学利用地热、延长热田开采寿命、循环利用复合资源,地热尾水应进行回灌,回灌水水质应尽量避免受系统内外污染,除温度外应保持或接近地热水水源水质;

4 发电后的地热蒸汽冷凝为水后,宜进行回灌,当排放至地表时,必须达到相应受纳水体要求的排放控制标准;

5 地热电站产生的生活污水及其他废污水,处理达标后宜回收利用,如果排放至地表,必须达到相应排放控制标准。

6 在地热蒸汽冷凝水不能回灌时,宜创造综合利用条件。

17.2.3 噪声治理措施应符合下列规定:

1 地热电站噪声对周围环境的影响必须符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 和《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定;

2 地热流体放喷、汽轮机发电有关设备及冷却塔等地热电站的噪声应首先从声源上进行控制,选择符合国家噪声控制标准的设备。对于声源上无法控制的生产噪声应采取有效的噪声控制措施;

3 为控制地热流体放喷产生的噪声,应设置消声器;

4 应对地热电站的总平面布置、建筑物和绿化的隔声、消声、吸声等作用进行优化,以降低地热电站噪声影响。

17.2.4 地热电站的废弃泥渣堆放场地应符合现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599 的有关规定。

17.3 环境管理和监测

17.3.1 地热电站应设置环境保护专职人员。

17.3.2 环境管理与监测计划应按《火电行业环境监测管理规定》和现行行业标准《火电厂环境监测技术规范》DL/T 414 的相关规定执行。

17.3.3 企业自备地热电站,应由企业的环境监测站统一安排环境监测工作,不另设分站。

17.3.4 地热电站的废水、污水排放口,应设置采样点及计量装置。监测项目应根据各个地热电站的地热流体成分确定。

17.3.5 应对凝汽器抽气器排气、冷却塔(湿冷)蒸发的蒸汽对环境的影响进行监测,监测项目根据各个地热电站的地热流体成分确定。

17.4 环境保护设施

17.4.1 地热电站环境保护设施的设计内容,应包括下列各项:

- 1 废气/汽的处理和回收利用系统;
- 2 废水和污水的处理和回收利用系统;
- 3 消声器等噪声防治措施;
- 4 固废处理措施;
- 5 环境监测仪器设备。

17.4.2 地热电站与环境保护有关的其他设施应包括回灌井和消声器。

17.5 水土保持

17.5.1 地热电站水土保持措施设计必须符合现行国家标准《开发建设项目水土保持技术规范》GB 50433 的有关规定。

17.5.2 地热电站水土保持设施应严格按照“同时设计、同时施工、同时投产使用”的原则,坚持“预防优先,先拦后弃”的原则,有效控制水土流失。

17.5.3 地热电站应根据有关规定编制水土保持方案,并在设计中落实水土保持措施。

18 劳动安全与职业卫生

18.1 一般规定

18.1.1 地热电站的设计应认真贯彻“安全第一、预防为主、防治结合”的方针,新建、改建、扩建工程的劳动安全和职业卫生设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

18.1.2 地热电站应设置劳动安全基层监测站或委托有资质的单位进行劳动安全监测,设置安全卫生教育用室,并配备必要的仪器设备。

18.2 劳动安全

18.2.1 劳动安全设计应以安全预评价报告为依据。

18.2.2 地热电站设计中应根据劳动安全的法律、法规、国家现行标准的有关规定对危险因素进行分析、对危险区域进行划分,并采取相应的防护措施。

18.2.3 地热电站的生产车间、作业场所、辅助建筑、附属建筑、生活建筑和易爆、易燃的危险场所以及地下建筑物应设计防火分区、防火隔断、防火间距、安全疏散和消防通道。

18.2.4 地热电站的安全疏散设施应有充足的照明和明显的疏散指示标志。有爆炸危险的设备(含有关电气设施、工艺系统)、厂房的工艺设计和土建设计必须按照不同类型的爆炸源和危险因素采取相应的防爆防护措施。

18.2.5 电气设备的布置应满足带电设备的安全防护距离要求,并应有必要的隔离防护措施和防止误操作措施;应设置防直击雷和安全接地等措施。

18.2.6 应采用设置防护罩、安全距离、警告报警设施、防护栏杆、

防护盖板等措施,防止机械伤害和防坠落。

18.2.7 应采用限速、设置警示牌、限止通行等措施,防止厂内车辆伤害事故。

18.2.8 在厂区及作业场所对人员有危险、危害的地点、设备和设施之处,均应设置醒目的安全标志或安全色。安全标志的设置应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的有关规定,安全色的设置应符合现行国家标准《安全色》GB 2893 的有关规定。

18.2.9 应按照国家现行有关规定设置劳动环境检测监督站。

18.3 职 业 卫 生

18.3.1 防毒及防化学伤害的安全防护设施设计,应符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 及《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》GBZ 2.1 的防护规定。

18.3.2 防噪声及防振动应符合下列规定:

1 噪声控制的设计应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87、《工业企业设计卫生标准》GBZ 2.1 和《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2 的规定。

2 防振动设计应符合现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040、《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 和《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2 的有关规定。

18.3.3 防暑、防寒及防潮应符合国家现行行业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035、《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2 的有关规定。

18.3.4 防电离辐射及防电磁辐射应符合下列规定:

1 在有放射源的地方,建筑物及放射源防护设计应符合现行国家标准《使用密封放射源的放射卫生防护要求》GB 16354、《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2 的

有关规定。

2 电磁辐射的卫生防护设计,应符合国家现行标准《电磁辐射防护规定》GB 8702、《电力系统数字微波通信工程设计技术规程》DL/T 5025 和《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2 的规定。

18.3.5 应按照国家现行有关规定,设置职业卫生机构及设施。

19 消 防

19.1 一 般 规 定

19.1.1 地热电站的消防设计应贯彻“预防为主、消防结合”的方针,防止和减少火灾危害,保障人身和财产安全。

19.1.2 地热电站必须设有消防给水系统,并配置灭火器。

19.1.3 地热电站建(构)筑物及工艺系统消防设计应按现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关要求执行,同时尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

19.1.4 设有消防车的地热电站,应设置消防车库。

19.2 消 防 给 水

19.2.1 地热电站的消防水宜与生活水系统合并布置。当不宜合并时,消防水可与站区工业水管网合并,或采用独立的消防水系统。

19.2.2 消防水池宜与生活水池合并布置。站区消防水与工业水管网合并时,消防水池宜与工业水池合并。根据水源条件,当循环水水质满足消防水质要求时,也可以将冷却塔水池作为消防水池使用。

19.2.3 消防水池的容量应满足在火灾延续时间内室内外消防用水总量的需要。当与生活或工业水池合并时,应有确保消防用水的可靠措施。

19.2.4 消防水池的补水时间不宜超过 48h,但缺水地区可延长到 96h。

19.2.5 在主厂房区周围,应设环状消防水管网。进环状管网的

输水管,不应少于两条。当其中一条发生故障时,其余输水管应能通过 100% 的消防水总量。

19.2.6 地热电站应在主厂房、生产行政办公楼内设置室内消火栓。其余建筑物的室内消火栓设置,应按现行的有关国家防火标准和规范执行。

19.3 消防水泵房

19.3.1 消防水泵应有备用泵,其出力不应小于最大一台消防主泵的出力。

19.3.2 消防水泵宜采用正压进水方式。一组消防水泵的吸水管不应少于两条,当其中一条损坏时,其余吸水管应仍能通过全部用水量。

19.3.3 消防水泵应有不少于两条的出水管直接与环状管网连接,当其中一条检修时,其余出水管应能供应全部用水量。

19.3.4 消防水泵应有防止结冰的措施。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑模数协调统一标准》GBJ 2
- 《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87
- 《厂房建筑模数协调标准》GB/T 50006
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 《建筑地面设计规范》GB 50037
- 《动力机器基础设计规范》GB 50040
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
- 《小型火力发电厂设计规范》GB 50049
- 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB 50063
- 《构筑物抗震设计规范》GB 50191
- 《屋面工程质量验收规范》GB 50207
- 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229
- 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 《民用建筑设计通则》GB 50352
- 《开发建设项目水土保持技术规范》GB 50433
- 《安全色》GB 2893
- 《安全标志及其使用导则》GB 2894

《声环境质量标准》GB 3096

《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3

《生活饮用水卫生标准》GB 5749

《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106

《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484

《电磁辐射防护规定》GB 8702

《污水综合排放标准》GB 8978

《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285

《恶臭污染物排放标准》GB 14554

《大气污染物综合排放标准》GB 16297

《使用密封放射源的放射卫生防护要求》GB 16354

《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599

《工业企业设计卫生标准》GBZ 1

《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》GBZ 2.1

《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素》GBZ 2.2

《火电厂环境监测技术规范》DL/T 414

《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620

《交流电气装置的接地》DL/T 621

《电力系统安全稳定控制技术导则》DL/T 723

《电力系统安全稳定导则》DL 755

《火力发电厂试验、修配设备及建筑面积配置导则》DL/T 5004

《电力系统数字微波通信工程设计技术规程》DL/T 5025

《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035

《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044

《火力发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072

《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222
《火力发电厂水工设计规范》DL/T 5339
《地热发电用汽轮机技术条件》JB/T 6506
《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007
《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012

中华人民共和国国家标准

地热电站设计规范

GB 50791-2013

条 文 说 明

制 订 说 明

《地热电站设计规范》GB 50791—2013,经住房和城乡建设部2013年11月1日以第204号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛的调查研究,总结了我国地热电站设计、建设的实践经验。编制组先后对不同机组类型和容量的多个地热电站进行了实地调研,包括我国的西藏羊八井地热电站,由 $7\times 3\text{MW}$ 和 $1\times 3.18\text{MW}$ 扩容式机组组成;新西兰单机 20MW 容量的双工质循环地热电站;菲律宾的1个装有4套由 $1\times 20.31\text{MW}$ 扩容式机组配 $3\times 3.8\text{MW}$ 双工质循环机组组成联合循环的地热电站和3个装机分别为 $3\times 77.5\text{MW}$ 、 $3\times 60\text{MW}$ 和 $1\times 14.56\text{MW}$ 扩容式机组的地热电站;日本装机分别为 $2\times 55\text{MW}$ 扩容式机组及 $1\times 2\text{MW}$ 双工质循环机组、 $1\times 25\text{MW}$ 扩容式机组、 $1\times 12.5\text{MW}$ 扩容式机组的3个地热电站。同时本规范编制过程中还得到了国际地热协会理事、中国能源研究会地热专业委员会主任郑克桢教授的大力支持。本规范先后两次进行了审查,第一次于2006年10月24日在成都由中电联标准化中心委托电力行业电力规划设计标准化技术委员会组织,中国电力规划设计协会、西北电力设计院、东北电力设计院、中南电力设计院、华东电力设计院、北京国电华北电力工程有限公司、山东电力工程咨询院、河北省电力勘测设计研究院、中国电力科学研究院、重庆大学、天津大学、西华大学等单位的专家进行了大纲审查;第二次于2007年6月26日在拉萨由住房和城乡建设部标准定额司组织,中国电力工程顾问集团公司、西北电力设计院、东北电力设计院、中南电力设计院、北京国电华北电力工程有限公司、西藏地热地质大队、西南电力设计院、北京市地质矿产勘查开发局、西藏电力公司

等单位的专家进行了征求意见稿审查。编制组在外国地热电站的考察学习过程中,了解到地热电站发展先进的国家都还没有专门针对地热电站设计的标准或规范。因此,编制组对编写的内容多次召开全体会议反复讨论、征求意见和修改,最终完成定稿。本规范的发布,不仅是我国在新能源利用方面第一部利用地热发电的国家标准诞生,在国际也尚属填补空白。

为便于广大设计、施工、运行、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能理解和执行条文规定,《地热电站设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(69)
3	基本规定	(70)
3.1	地热电站建设规模	(70)
3.2	地热电站发电方式	(70)
3.3	地热电站共性要求	(72)
4	站址选择	(73)
5	站址总体规划	(74)
5.1	一般规定	(74)
5.2	总平面布置	(75)
5.3	竖向布置	(75)
5.4	管线综合布置	(75)
5.5	交通运输及绿化规划	(76)
6	主厂房布置	(77)
6.1	一般规定	(77)
6.2	布置	(77)
6.4	综合设施	(78)
7	地热生产井口系统及设备	(79)
8	汽轮机系统及设备	(80)
8.2	扩容分离系统及扩容器	(80)
8.3	双工质循环系统及设备	(80)
8.4	辅机冷却水系统	(81)
8.5	凝汽器及辅助设备	(81)
9	地热水回灌系统及设备	(83)
10	水工系统及设施	(84)

10.1	供水系统	(84)
10.2	取水构筑物和水泵房	(84)
10.3	冷却设施	(85)
10.4	生活给水和废水排放	(85)
10.5	水工建筑物	(86)
11	化学水处理	(88)
11.1	一般规定	(88)
11.2	水汽取样	(88)
11.3	化学加药	(89)
11.4	药品贮存和计量、化验室及化验设备	(90)
12	电力系统	(91)
12.1	电站与电网的连接	(91)
12.2	系统保护	(92)
12.3	调度自动化	(92)
12.4	系统通信	(93)
13	电气设备及系统	(94)
13.1	电气主接线	(94)
13.2	厂用电系统	(94)
13.3	电气设备及导体选择	(94)
13.5	电气设备布置	(94)
13.6	交流不停电电源(UPS)系统	(95)
13.7	直流系统	(95)
13.13	厂内通信	(95)
14	仪表与控制	(96)
14.2	控制方式和控制水平	(96)
14.3	检测	(96)
15	采暖通风与空气调节	(97)
15.1	一般规定	(97)
15.2	主厂房采暖通风空调	(98)

15.3	电气建筑通风空调	(98)
15.4	辅助及附属建筑采暖通风空调	(101)
15.5	厂区采暖热网及加热站	(101)
16	建筑与结构	(103)
16.1	一般规定	(103)
16.2	防火防爆	(104)
16.3	建筑热工与节能	(105)
16.4	建筑构造	(106)
16.5	结构设计	(107)
16.6	活荷载	(108)
17	环境保护与水土保持	(109)
17.1	一般规定	(109)
17.2	污染防治	(110)
17.3	环境管理和监测	(112)
17.5	水土保持	(112)
18	劳动安全与职业卫生	(113)
18.1	一般规定	(113)
19	消 防	(114)
19.1	一般规定	(114)
19.2	消防给水	(114)
19.3	消防水泵房	(114)

1 总 则

地热发电是利用地热这种天然资源进行发电,即利用含有地热能源的有较高温度和压力的地下水或汽进行发电。

目前,国外地热电厂发展较好的国家包括美国、日本、意大利、印度尼西亚、菲律宾、新西兰、冰岛、以色列等国和中美洲、非洲的部分国家,其中单机容量最大的已达 120MW。截至 2005 年,全世界地热发电总装机容量为 8035MW。

我国是一个地热资源较丰富的国家,从 20 世纪 70 年代开始利用地热发电,已在西藏自治区建有拉萨市当雄县羊八井地热电站、阿里地区的朗久地热电站、那曲地区双工质循环地热示范电站,总装机容量达 2 万多千瓦,最大单机容量 3150kW,从最早开始发电的羊八井地热电站至今,已有 30 多年的时间。

3 基本规定

3.1 地热电站建设规模

地热电站的建设规模受多个因素的影响,包括地热田的储量及可采储量、地热流体参数、地热田和机组的寿命等,同时还需充分考虑当地电力系统规划容量、电力负荷增长的需要和电网结构等因素。

根据现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615 中对地热田利用储量计算年限的建议,同时结合地热电站主、辅设备的寿命,本规范提出地热电站设计寿命按 30 年考虑。

3.2 地热电站发电方式

3.2.1 根据《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615 中按地热资源温度划分,在 $90^{\circ}\text{C} \leq t < 150^{\circ}\text{C}$ 之间的为中温地热资源, $t \geq 150^{\circ}\text{C}$ 的为高温地热资源,中温及以上地热资源就可用于发电。

3.2.2 地热蒸汽循环发电包括直接利用地热生产井出来的蒸汽冲转汽轮机和地热汽水两相经减压扩容产生的蒸汽送至汽轮机发电两种方式。前者一般为高温地热田,地热流体为干蒸汽,如意大利的 Larderello、美国的 Geysers、日本的松川(单机 23.5MW)等地热电站。后者一般为中、高温地热田。对于减压扩容地热蒸汽发电,地热井出口流体为汽水两相,经汽水分离器,得到的地热湿蒸汽送至汽轮机。若分离器排出的地热水流量较大,温度较高,经技术经济比较后,可送入二级扩容器,部分地热水由于压力降低转化为水蒸气,将该蒸汽送入同一汽轮机低压级做功,或送至另一台低压汽轮机。目前各国一般均采用一级或二级扩容发电,我国的西藏朗久(单机 1MW),新西兰的 Wairakei(现 157MW + 5MW +

双工质 14MW), 日本的滝上(单机 25MW)、大岳(单机 12.5MW)、葛根田(最大单机 50MW), 菲律宾的 Malitbog(单机 77.5MW)、Mahanagdong(单机 60MW)等地热电站采用单级扩容发电。我国的西藏羊八井(单机 3MW)、墨西哥的 Gerro Prieto, 日本的八丁原(单机 55MW)、森等地热电站采用两级扩容发电。

双工质循环发电利用地热流体与低沸点的烷烃类有机碳氢化合物, 例如(正、异)戊烷、(正、异)丁烷等进行热交换后, 使低沸点介质蒸发并产生蒸汽, 送入汽轮机发电, 如我国西藏那曲(单机 1MW)、新西兰的 Ngawha(单机 20MW)、日本八丁原双工质机组(单机 2MW)。另外美国、冰岛、菲律宾等国的地热电站均有采用这样的发电方式。

地热联合循环发电为将地热蒸汽循环发电和双工质循环发电这两者相结合的发电方式, 即地热蒸汽汽轮机为背压式机组, 其排汽作为双工质循环机组的热源, 加热和蒸发低沸点工质, 产生的低沸点工质蒸汽被送入汽轮机, 如菲律宾的 Upper Mahiao(单机: $1 \times 20.31\text{MW}$ 扩容机组 + $3 \times 3.8\text{MW}$ 双工质机组)。

3.2.3 地热蒸汽循环发电、双工质循环发电和联合循环发电这三种发电方式的选择一般要经技术、经济比较后确定。新西兰一般以 230°C 作为地热蒸汽循环发电和双工质循环发电的分界, 他们认为 230°C 以上地热井口流体介质以湿蒸汽为主, 这个参数选择蒸汽循环发电从技术上和经济上均更有优势, 反之推荐双工质循环发电。如果地热流体为干蒸汽, 则以 180°C 为界限。新西兰的地热发电专家认为, 双工质循环地热电站的建设成本至少是地热蒸汽循环电站的 2 倍, 而且机组的热效率也更低, 在得到同样蒸汽量的情况下, 双工质循环地热电站的地热流体温度低, 其蒸汽闪蒸率也低, 扩容产生的蒸汽量少, 大量的热量被地热水带走排掉, 相应需打更多的生产井。根据我们对国外的了解, 打一口 $1500\text{m} \sim 2000\text{m}$ 深的生产井, 需投资 5000 万 ~ 6000 万元人民币。而双工质循环地热电站从地热水和蒸汽中都能获取能量, 其地热能量利

用率更高。新西兰 Ngawha 地热电站地热生产井口温度在 190°C 左右,其装机 $1\times 20\text{MW}$ 机组和 $2\times 6\text{MW}$ 机组均采用的以色列 ORMAT 公司生产的双工质循环机组。

我国 20 世纪 70~90 年代建设的地热电站,缘于当时的建设方式和投资体制,生产井为国家投资建设,地热电站建设和运营方不需对生产井投资,因此原则上地热流体温度在 $90^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ 之间推荐采用双工质循环发电。当然,在解决技术和投资方面更优的方案,就是将地热蒸汽循环发电与双工质循环发电相结合的联合循环发电,这既提高了地热能的利用率,又使单位投资最小化。

另外,地热发电方式除技术经济比较外,还应结合地热流体成分分析(包括不凝气体含量)、元素含量、腐蚀结垢等情况确定。

3.3 地热电站共性要求

3.3.2 为保持地热储压力、地热田水源的补给和地热资源可持续利用,减少地热流体直接排放对环境的污染,要求地热尾水应进行回灌(除用于综合利用的外,如采暖、灌溉等),对达到排放标准的地热尾水,可少量排至地表。新西兰的 Ngawha 地热电站和菲律宾的 Malitbog、Mahiao、Mahanagdong 等地热电站,要求所有地热尾水必须进行回灌,地表为零排放。日本的八丁原、滝上等地热电站,对达到排放标准的汽轮机排汽,冷却后就排至地表,而来自分离器底部的尾水,排至回灌水池后,通过回灌泵排至回灌井。

3.3.3 地热发电使用经验表明,由于铝及铝合金会产生严重的孔蚀,在大多数地热利用选材中不予采用。资料显示, H_2S 和 NH_3 对铜和铜合金的腐蚀有重要影响。当地热水中含有微量的硫化氢时,可很快导致铜构件表面生成超过 1mm 厚的硫化铜膜,在膜的破裂处将产生严重的缝隙腐蚀。黄铜在地热水循环系统中可能产生脱锌腐蚀。黄铜的脱锌会使部件的强度大大降低,甚至会造成穿孔。铜合金在含氨介质中会产生氨应力腐蚀破坏。所以,在含 H_2S 和 NH_3 的地热流体中不宜采用铜和铜合金。

4 站 址 选 择

4.0.1 地热电站的突出特点是利用地热资源,所以在选择站址时,与常规火电厂不同的是要将地热田的开发规划放在首要位置。地热电站的建设程序同小型火力发电厂一致,要求有多站址比选,应对与站址有关的各个方面进行技术经济比较后确定最佳站址。

4.0.2 根据地热田的开发情况,地热电站可分期建设。在选站阶段应对初期工程和规划容量统筹分析。

4.0.3 地热电站的热源来自地热田生产井,从节约热力管线工程量和减少热源汽水损失角度考虑,应尽量靠近井口。

4.0.4 地热电站站址选择除根据自有特点外,所需要考虑的常规因素可参考《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关条款。

5 站址总体规划

5.1 一般规定

5.1.1 本条强调地热电站应统筹规划的各个方面,其中地热井、热力管道、地热尾水回灌及综合利用是地热电站所特有的。

5.1.2 节约用地是国家的重要政策。地热电站本身用地是不大的,但由于地热井的分布范围宽,热力管线多,所以应注意节约站外热力管线的用地。

5.1.3 地热井的分布是由地热田的勘探来确定的,但是根据电站的分期规划,应对各期相应的地热井进行规划和分区。

5.1.4 地热电站的地热尾水应进行回灌。但根据国外的一些研究,在地质条件不同的情况下,回灌效果相差很大。所以尾水如何回灌主要依据地热田的勘探结果。此外,很多地热水适用于温泉洗浴,根据羊八井地热电站温泉开发情况,如果地热尾水可用于综合开发,可增加企业收入和当地旅游收入。

5.1.5 地热电站汽水从生产井引出后,需根据工艺需要采用汽水分离和闪蒸扩容等措施,根据考察电站的情况,这些设施可设在井口附近、站区附近或站区内。汽水分离后不能做功的热水和蒸汽做功后的冷凝水需进行回灌,通常在站区内或站区附近根据工艺要求设置回灌及事故备用水池。

5.1.6 地热电站从站区至各井口的管线多且可能较长,该部分工程量较大,需进行重点规划。

5.1.7 地热电站站外设施最重要的就是地热井,本条即针对地热井的保护提出了具体要求。通常地热田的范围很大,而且开发影响边界很难确定,所以热田边界是不需要设置隔离措施的。根据考察电站的情况,热力管道沿线基本不考虑防护设施。

5.2 总平面布置

5.2.1 地热电站的发电方式较多,基本的方式有三种:地热蒸汽循环发电、双工质循环发电和这两者相结合的地热蒸汽—低沸点工质联合循环发电。而不同的发电方式的站区总平面布置型式差别较大,本条主要对电站的不同发电机组的布置进行相应的明确。

5.2.2 地热电站内最大的建构(筑)物一般就是冷却塔,所以冷却塔的布置对站区总平面布置影响较大。

5.2.3 热力系统的汽水分离器、扩容器的占地相对较大,如果布置在站内,最好集中布置在主厂房附近,节约用地。

5.2.4 地热电站的配电装置布置型式和用地面积根据机组容量不同,相差较大。本条仅对配电装置的通用性要求进行明确。

5.2.5 地热电站的附属设施很少,本条仅对行政管理及生活设施进行总体明确。相对于火力发电厂,地热电站内几乎没有综合水处理等设施。

5.2.6 建(构)筑物间距主要是参考现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 进行确定。

5.3 竖向布置

地热电站的竖向布置、标高的确定均按现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 进行确定。

5.4 管线综合布置

地热电站与常规电厂热力管线的敷设不同。由于地热电站热力管线非常多,所以强调热力管线应提前进行好各项规划。为节约投资,根据羊八井及国外考察电站的情况,热力管线宜布置在地上,采用矮支墩架设方式。

5.5 交通运输及绿化规划

地热电站的交通量较小,公路标准不宜太高,但各区域之间应设有检修维护的简易通道。

6 主厂房布置

6.1 一般规定

6.1.1 对于双工质循环发电,由于烷烃类有机碳氢化合物为易燃易爆介质,因此一般建议采用露天或半露天(只设置屋顶)布置。但对于环境条件恶劣的地区,可考虑设置主厂房,如我国西藏那曲地热电站。

6.1.2 主厂房内的汽轮机、发电机及辅助设备在工艺流程中的布置位置应恰当、紧凑、合理,以节省建设投资。

6.1.3 本条从安全生产、运行维护方便考虑,对主厂房的布置提出了基本要求,以给生产运行维护管理创造良好的环境,充分体现了以人为本的思路。除执行本条所列有关规定外,尚应符合《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规定》DL/T 5035、《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390、《建筑照明设计标准》GB 50034、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 和《声环境质量标准》GB 3096、《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 等标准的有关规定。

6.1.4 主厂房布置应综合考虑机、电、土、水、热控、暖通等专业的要求,经技术经济比较后,选择合适的厂房跨度尺寸和层高。

6.1.5 检修起吊设施和检修场地的设置应根据最大的检修起吊重量和占地尺寸确定,并需考虑主厂房内的运输条件。

6.2 布置

6.2.1 对于地热电站,其主厂房就是汽轮机房,汽轮发电机采用横向或纵向布置应与发电机出线、扩容器、凝汽器、抽真空设备等辅助设备相协调。

6.2.2 考虑运行、检修人员的工作条件,建议对于向下排汽的汽轮机运转层设置大平台,以改善工作条件;汽轮机排汽向上、侧面或轴向排汽时,不需再设置运转层。

6.4 综 合 设 施

6.4.2 对于扩容器和凝汽器,为便于运行人员的巡回检查、检修和操作,建议设置运行检修平台。

7 地热生产井口系统及设备

7.0.2 地热井与石油、天然气井类似,分为自喷井和引喷井。对于自喷井,只需将井口阀门开启,地热流体即喷出;对于引喷井,需采用引喷技术将井内流体引出,对不同井采用不同的方法,常用的引喷技术有抽吸、减压,或采用液氮、压缩空气、起泡剂等。

潜水泵具有增压防垢作用,以达到抑制地热井内或地热流体输送管路中水垢出现。潜水泵及所配电机、电缆等附件应满足地热水质要求,具备防腐、防垢、耐高温、耐高压力性能。采用了潜水泵的地热发电一般为双工质循环地热发电,即将地热水作为热源,在热交换器加热低温介质使其进入汽轮机做功的发电方式。

通过潜水泵增压后,能有效地防止溶解在地热流体内 CO_2 的析出,以达到防垢的目的。如我国的西藏那曲双工质循环地热电站就采用这样的增压防垢方式。

7.0.3 汽水分离器用以汽、水介质的分离,同时具有对地热流体储存和对井口流体的缓冲,分离地热流体中夹带的物理杂质的功能,因此要求两相流的地热生产井设置分离器。我国羊八井地热电站每口井设置了一台 30m^3 的汽水分离器。

7.0.4 由于有些来自地热生产井的地热流体流量和压力有波动,因此建议在进入机组前的地热蒸汽输送管路上设置蒸汽稳压箱,通过稳压箱来调节管路中地热蒸汽流量和压力。当地热蒸汽流量大于相应负荷对应的流量时,多余的蒸汽可通过接在稳压箱上的消声器排至大气,以达到稳定蒸汽流量和压力。

8 汽轮机系统及设备

8.2 扩容分离系统及扩容器

8.2.1 对于来自地热生产井的蒸汽,应根据蒸汽品质,设置必要的过滤器或雾化分离器,防止蒸汽中携带的杂质和水进入汽轮机。

8.2.2、8.2.3 汽水分离器和扩容器一般由汽轮机厂配供,设备露天布置在汽机房外或生产井口附近。

采用一级扩容还是两级扩容,应根据技术经济比较确定。日本的有关资料介绍,在使用相同生产井参数的情况下,采用两级扩容发电比单级扩容发电总投资增加大约 5%,发电量增加 15%~25%,发电成本减少 10%~20%。

8.3 双工质循环系统及设备

8.3.1 双工质循环系统及设备一般由专门的制造厂进行成套供货,如我国的西藏那曲,新西兰的 Ngawha,日本的八丁原双工质循环机组,菲律宾的 Upper Mahiao 地热电站,其汽轮发电机组和空冷凝汽器、低沸点工质循环泵及补充泵、低沸点工质储罐及相应的连接管道、阀门等,均由以色列的 ORMAT 公司进行设计供货。另据了解,日本的富士、三菱公司也能设计生产双工质循环系统及设备,只是单机容量仅能达到 250kW。双工质循环系统的低沸点工质一般选用(正、异)戊烷、(正、异)丁烷等,如西藏那曲地热电站低沸点工质为异戊烷。

8.3.2 由于双工质循环的热交换器传热系数小,所需热交换器传热面积大,考虑地热系统可能出现的结垢现象,换热器内地热介质流速不宜大于 1m/s。根据国外研究结果,换热器传热系数一般为 $300 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \sim 3000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,面积一般约为 $15 \text{ ft}^2/\text{kW}$

($1.4\text{m}^2/\text{kW}$)。

8.3.3 裕量 10% 主要考虑循环泵老化和其他未估计到的因素。由于低沸点工质易燃,要求所配电机为防爆型。但对于双工质循环补充泵,以色列 ORMAT 公司一般配供气动泵。

8.3.6 一般双工质循环地热电站,其储存低沸点工质的储罐设置两个。一个正常情况下储存低沸点工质用于机组泄漏后的补充;另一个正常情况下为空罐,机组检修前后,工质循环补充泵将罐内的低沸点工质输送入机组内或将机组内的工质送入空罐内储存,机组内残余的工质放入临时容器内。储罐容量应满足整个机组及管线内低沸点工质体积的总和,并留有余量。

8.4 辅机冷却水系统

8.4.1 来自供水专业循环水泵房的循环水一般作为主、辅机的冷却水。在无补充水源或水量不足的条件下,可将汽轮机排汽凝结后的地热水供至循环水泵房作为冷却水源补水。

8.4.2 冷却水系统可分为开式、闭式或开式与闭式相结合的系统。开式系统较为常见,系统简单。如淡水水源充足,循环水作冷却水且无须处理,不回收时,宜采用开式系统;如淡水水源不足或质较差,需要进行澄清、过滤或化学处理时,可选用闭式系统,回收重复利用。

8.5 凝汽器及辅助设备

8.5.1 地热流体扩容发电所采用介质为地热蒸汽,其做功后无须回收,当采用淡水作冷却水源时,凝汽器宜采用混合式;采用海水作冷却水源时,考虑地热水的回灌,凝汽器宜采用表面式。双工质循环机组做功介质为低沸点工质,该工质冷凝回收后通过循环泵送入热交换器循环使用。本规范条文说明第 8.3.1 条所列举的双工质循环地热电站,其凝汽器均采用空冷式。

8.5.2 部分地热蒸汽循环地热电站的地热流体中含有的 Cl^- 、

SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 和 H_2S 、 NH_3 等,对金属具有腐蚀性。地热流体中含有二氧化硅、钙和铁等组分,这些组分会与前面的阴离子结合附着在管道和设备内壁上形成垢,因此凝汽器应采用防腐、防垢的材料制作。

8.5.3 对于地热流体扩容发电,由于地热流体中含有不凝气体(主要是 CO_2 、 H_2S 、 NH_3 气体),混合式凝汽器应配备可靠的抽真空设备,如射水抽气器、射汽抽气器、真空泵。当全部抽真空设备投入运行时,应能满足机组启动时建立真空度的要求。

由于 CO_2 的可用能比水蒸气的可用能少,汽轮机的单位出力将随着蒸汽中 CO_2 浓度增加而减少。地热水中 CO_2 是以溶解气体或碳酸盐的形式存在,其中以碳酸钠、碳酸钙和碳酸氢钠、碳酸氢钙最为常见。根据国外地热电站的经验,只需从地热水中闪蒸出百分之几的蒸汽,85%以上的 CO_2 便能从地热水中析出。因此可将这闪蒸出的蒸汽和 CO_2 通过冷凝,蒸汽冷凝为水后再送回循环系统中,而将 CO_2 排入大气。通过这样的改进,可降低抽真空设备的负荷和厂用电率,增加机组净出力。一般 CO_2 的重量占地热水的 3%左右。

9 地热水回灌系统及设备

9.0.1~9.0.3 由于发电用地热水一般温度较高,并可能含有较多气体组分、化合物及重金属元素,甚至有毒物质,易于在使用过程中产生沉淀、析出、变质或腐蚀现象,而发电后的地热尾水也容易污染地表水,或产生浅层地表土壤热污染的情况。因此要求发电后的地热水回灌至地下,同时增加地热水补给量,维持地下热矿水资源的可持续利用。

地热水回灌系统由地热尾水收集储存、输送管线及回灌水池、泵组成。

地热回灌应考虑热储的赋存规律特点,兼顾热源补给、开采干扰、径流渗透能力和系统调节的操控性。

不同的地热田,要求的回灌方式不同。回灌井的位置、数量和深度等,均由地热田的勘探地质部门进行回灌试验确定。

根据调研,新西兰、菲律宾和日本在确定生产井、回灌井和地热电站厂址的位置时,一般将生产井选择在海拔高的地方,海拔低的地方选择回灌井位置,这样利用地势高差易于回灌,而地热电站站址选择介于生产井与回灌井之间的海拔高度。

10 水工系统及设施

10.1 供水系统

10.1.2 地热电站在选择供水系统时,应考虑到地热资源的水质情况,防止对水环境造成污染。

10.1.3 本条参照现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 编写。考虑到地热电站装机都比较小,取水标准参照小型火电厂标准执行。但是考虑到地热电站的建设主要受地热资源的限制,在应用中,可结合工程实际情况,经过充分的技术经济比较后,取水标准可适当降低。

10.1.4 本条为强制性条文,必须严格执行。我国地下水资源较为贫乏,应限制开采。当考虑以地下水作为地热电站水源时,应进行相关的水文地质勘察工作,获得确切的评价报告,以确保供水的可靠性。

10.1.7 地表水中的悬浮物含量在 $50\text{mg/l} \sim 100\text{mg/l}$ 时是否需要处理,可结合全厂供水条件、工业水系统水质要求等进行技术经济比较后确定。

10.1.11 目前地热电站循环供水系统多采用混合式凝汽器,蒸汽经水冷却混合后不能自流上冷却塔,应设置循环水回水泵。回水泵设置宜与循环水泵对应,扬程应经过水力计算后确定。

10.1.12 目前地热资源的水质情况随着地域、埋藏深度以及周围的水系环境等不同,也有较大差异。在选择循环水系统设备及管道时,应结合水质情况,考虑必要防腐措施。循环水管可采用玻璃钢管。

10.2 取水构筑物和水泵房

10.2.1 本条参照现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049编写。

10.2.3 本条参照现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 编写。考虑到地热电站装机都比较小,泵房标高参照小型火电厂标准执行。

10.3 冷却设施

10.3.2 由于地热电站装机规模小,建设周期较短,机力通风冷却塔初期投资小、建设周期短、冷却效果稳定,同时占地少,推荐采用。设计中也可结合全厂的气象条件、场地布置以及施工周期等综合因素,经技术经济比较后选择合适的冷却塔型式。

根据目前国外应用的情况,随着热源的不同,选择的发电方式和系统也有不同。总结起来,对于采用混合式凝汽器的地热电站,多配置水冷式机力通风冷却塔;对于采用双工质循环发电的地热电站,多配置空冷凝汽器,冷却系统采用空冷方式。

10.3.3 在冷却塔内装设除水器,可以极大地减少出塔空气中带出的漂滴损失,降低水耗。

10.3.4 为防止冷却塔结冰,确保循环水系统正常运行,在寒冷地区应考虑防冻措施,如自然塔采用内外围配水、进水设旁路管、进风口挂挡风板等,机力塔进风口装设百叶窗等方式。

10.3.5 近年来,冷却塔噪声对周围环境的影响逐渐引起重视。设计中应根据环境保护的相关要求,结合总布置,使冷却塔远离噪声敏感区。同时,也可采取相关降低冷却塔淋水噪声的措施,以满足环境保护的要求。

10.3.6 从目前羊八井地热电站机械通风冷却塔运行情况来看,由于水质腐蚀性较强,风机及水池腐蚀很严重。设计中应根据地热水源的水质情况,对水池壁、混凝土维护结构以及风机等与循环水介质接触的部位采取适当的防腐措施,风机叶片可选择玻璃钢材质。

10.4 生活给水和废水排放

10.4.3 随着环境保护要求的逐渐提高,地热电厂也应该采取雨

污分流的方式,防止水体污染。

10.5 水工建筑物

10.5.1 水工建(构)筑物要因地制宜地进行设计,并与地形、地质、水文、气象、施工条件以及建筑材料供应等有密切的关系。因此,本条文规定应通过技术经济比较后,选择经济、合理的设计方案。

10.5.2 本规范第16章“建筑与结构”中,有关地热电站土建设计的一般规定,在水工建(构)筑设计中应遵照执行;同时也应满足现行行业标准《火力发电厂水工设计规范》DL/T 5339的有关规定。

10.5.3 为保护水工建(构)筑物,延长其使用寿命,其地热资源的水质对循环水系统的水工建构筑物具有有腐蚀性的,建议采取必要的防腐蚀建筑材料,如采用抗硫酸硅酸盐水泥,采用纤维混凝土等。其他的防腐措施可采用适当增加混凝土保护层厚度,在接触面涂覆防腐涂料等措施。

10.5.4 本条强调在进行水工建(构)筑物的建筑设计中,建筑立面、造型、色彩等建筑处理,应与电站内的其他建筑群体或环境相协调。

10.5.5 根据实际状况,当取水构筑物和水泵房离厂区较远时,可以考虑配备必要的生产和生活设施,如通讯室、值班休息室、卫生间等,以方便管理。

10.5.6 为改善地热电站运行的工作环境,水泵房电气运转层、值班控制室采用水磨石地面、防滑地砖地面较好。其他层地面可 adopt 水泥地面。

10.5.7 本条明确了水工建(构)筑物宜采用塑钢门窗;设备进出口的大门宜采用电动金属卷帘门,以取代陈旧的钢架木门和钢门窗。

10.5.8 修建于软弱地基上的水工建构筑物,应采取可靠的地基处理措施,满足地基变形和稳定的要求,并在基础四周设置沉降观

测点。软弱地基系指主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其他高压缩性土层构成的地基。

10.5.9 取水构筑物和水泵房的施工,受自然条件影响较大,施工条件差,施工难度大。因此,应按规划容量统一规划和布置。为了节约初期投资,降低造价,条件允许时,可分期建设。当分期建设施工条件困难,且在布置上又受到限制、在经济上不合理时,通过论证可按规划容量一次建成。

11 化学水处理

11.1 一般规定

11.1.2 地热井流体的全分析资料对发电系统的防垢、防腐工作非常重要。当地热流体为过热蒸汽时,应分析地热流体中蒸汽与不凝结性气体的比例(体积比)及不凝结性气体中各成分占不凝结性气体总量的比例(体积比),并取得蒸汽凝结成水的水质全分析资料;当地热流体为水和蒸汽混合物时,应分析地热流体中蒸汽与不凝结性气体的比例(体积比)及不凝结性气体中各成分占不凝结性气体总量的比例(体积比),并取得地热水的水质全分析资料。蒸汽凝结成水、地热水的水质全分析报告可参考现行行业标准《火力发电厂化学设计技术规程》DL/T 5068—2006 附录 A 提供的表格格式,蒸汽与不凝结性气体成分分析报告可参考表 1 格式:

表 1 蒸汽与不凝结性气体成分分析报告表

项 目		数 据
蒸汽量(占气体总量之体积百分比)		
不凝结性气体(占气体总量之体积百分比)		
气体成分 (占不凝结性气体总量之体积百分比)	CO ₂	
	H ₂ S	
	其他成分	

11.2 水汽取样

11.2.1 系统中设置取样点,通过定时取样分析,可以了解系统运行状况,对于及早发现和处理系统中出现的问题,保证机组的安全稳定运行,有着重大意义。资料显示,在地热井口设置取样点对地热井流体进行定期分析,可适时分析地热贮备层的情况。根据国

外地热电站调研情况,地热电站中,一般在生产井井口、汽水分离器出口水侧、汽水分离器出口汽侧、汽轮机进汽口、循环冷却水系统、地热水回水井井口设有水汽取样点,当采用双工质发电方式时,在热交换器进汽口也设置有水汽取样点;各取样点取样周期在不同电站也不尽相同,有的电站所有样点均为 1 个月取样 1 次,有的电站所有样点均为 3 个月取样 1 次,有的电站根据样点不同半个月取样 1 次或者 1 个月取样 1 次;各取样点大多数按就地手工取样设置,有部分电站汽轮机进汽口取样点按在线连续监测方式设计,设置有钠表,用以监测汽水分离器的运行状况。国外地热电站进行水汽分析的主要项目如下:

水分析项目: pH 、 SiO_2 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 等;

气体在蒸汽中所占体积百分比分析项目:主要为 CO_2 、 H_2S , 其次还包括 NH_3 、 N_2 、 H_2 、 Ar 等。

11.2.4 从国外地热电站调研情况来看,电站设置的水汽取样点基本为手工取样。由于各取样点取样周期比较长,取样点因电站的具体布置情况也较为分散,故在各取样点仅设置取样一次阀(现场看,取样一次阀多为双阀),需要取样时,将移动式取样装置与取样阀连接进行取样。此设置可以减少电站运行维护工作量。

11.3 化学加药

11.3.1 根据地热电站调研情况,并不是每口地热生产井都有结垢现象,也不是每口地热生产井都需要化学加药。新西兰某电站生产井口中有产生钙垢趋势,电站在生产井口设置有钙阻垢剂加药装置,钙垢阻垢剂采用聚丙烯酸盐;菲律宾某电站中有部分生产井产出流体 pH 值偏低,电站在生产井口设置有加碱装置,有部分井口中有产生钙垢趋势,电站在生产井口设置有钙阻垢剂加药装置,钙垢阻垢剂采用聚丙烯酸盐,对其余的生产井没有进行化学加药。也有部分地热电站,由于其在地热进口设施中考虑有防垢、除垢措施,所以没有对生产井进行化学加药。比如,西藏那曲双工质

循环地热电站,在地热井口内设置潜水泵,通过潜水泵增压防止地热流体内的 CO_2 析出,从而防止生产井口中出现结垢现象;西藏羊八井地热电站,没有对生产井进行化学加药,而是在井口设置机械除垢装置,定期清理井口中产生的结垢。

11.3.2 正常运行中,由于电站循环冷却水是由地热流体产出的蒸汽冷凝而来,因此循环冷却水 pH 值较低,为防止循环冷却水系统出现腐蚀现象,电站需设置循环冷却水加碱装置。

11.3.3 部分地热回水有结硅垢趋势,为防止在地热水回灌井中出现结硅垢现象,在地热回水中应投加酸降低回水 pH 值,防止回灌井中产生硅垢。

11.4 药品贮存和计量、化验室及化验设备

11.4.3 在国外地热电站调研中发现,水汽化验工作并不是每个电站都有,有的电站将此部分工作委托给专门从事该业务的专业公司,有的是就近的几个电站共用一个化学实验室。

12 电力系统

12.1 电站与电网的连接

12.1.1 一般情况下,在电站接入系统设计之前,电站所在区域应先开展电网发展规划研究,因此地热电站的接入系统方案应与电站所在区域的电网发展规划相协调。

地热电站的接入系统方案应满足现行行业标准《电力系统安全稳定导则》DL 755 的有关要求。

对同一热田的多个电站,采用先集中再升压的方式接入系统,有利于节约投资。

在地热电站近区无负荷的情况下,地热电站的出线电压等级应为一级电压。当电站近区负荷需要电站供电时,可考虑电站出两级电压。

除考虑电站电力送出与电网的连接外,电站还应从电网取得启动电源。

12.1.2 地热电站的送出线路应满足“N-1”情况下的热稳定要求。电站的出线应不堵死扩建的可能性,以满足电网远期发展的需要。

12.1.3 主变压器的电压抽头至少应满足典型运行方式下的电压质量要求,必要时可采用带负荷调压变压器。

12.1.4 电站出线断路器开断电流的选择在满足电网中期发展的基础上还应留有适当裕度。

12.1.5 一般由于地热电站容量较小,地热电站主接线应简单灵活。但如果电网主要依靠地热电站供电时,地热电站主接线应保障负荷安全供电。

地热电站单机容量较小时,设发电机母线汇集有利于减少电

站主变台数。

12.2 系 统 保 护

12.2.1 现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB 14285 适用于 35kV 及以上电压电力系统中电力设备和线路的继电保护和安全自动装置,涵盖了地热电站的系统保护要求。电力设备都应有主保护和后备保护,在主保护拒动时,还有后备保护可用于切除故障,达到任何故障都可切除的目的。

12.2.2 线路保护的配置方案受到电压等级、线路长度、线路型号、架设方式、主接线形式、保护通信方式、电网稳定要求等因素的影响。

12.2.3 后备保护分为远后备和近后备两种方式。220kV 及以上电压等级采用近后备方式,一些特殊地区电网 110kV 电压等级也采用近后备方式。

12.2.4 母线保护的配置方案受到电压等级、主接线形式、站点在电网的地位及作用、电网稳定要求等因素的影响。

12.2.5 地热电站一般容量较小,接入 110kV 及以下电网。110kV 电网采用三相一次重合闸方式。

12.2.6 单机容量大、重要的地热电站应装设专用故障记录装置。

12.2.7 应按照现行行业标准《电力系统安全稳定导则》DL 755 和《电力系统安全稳定控制技术导则》DL/T 723 的三级安全稳定标准的要求,说明地热电站接入电网后是否会引入新的电网稳定问题,提出安全稳定控制措施及配置方案。

12.3 调度自动化

12.3.1 对于已明确由地区电网调度的小型地热电站其调度自动化设计应以现行行业标准《地区电网调度自动化设计技术规程》DL/T 5002 为依据。对于已明确由省级调度中心调度的地热电站,其调度自动化设计应以现行行业标准《电力系统调度自动化设

计技术规程》DL/T 5003 为依据。

12.3.2 将地热电站的远动信息传送给有关调度中心,主要是为调度实时监视和了解电站的运行工况提供数据,所以电站的远动信息传送内容应由有关调度中心提出要求。对已明确由地区电网调度的小型地热电站,其调度自动化信息可参照现行行业标准《地区电网调度自动化设计技术规程》DL/T 5002 的有关内容确定;对于已明确由省级调度中心调度的地热电站,其调度自动化信息可参照现行行业标准《电力系统调度自动化设计技术规程》DL/T 5003 的有关内容确定。

12.3.3 地热电站不宜设置专用的远动机房,故本条只提出调度自动化设备的安装地点应满足其对环境的要求和运行维护的方便。

12.3.4 为保证远动系统可靠供电,首先要提高电站远动系统交流和直流供电电源的可靠性。

12.4 系 统 通 信

12.4.2 现行行业标准《电力系统技术导则》SD 131 要求:地热电站至调度中心,至少应有两个相互独立的调度通道。

12.4.3 针对现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049电力载波方式的建议,本条文提出:系统通信方式应根据审定的电力系统通信设计或相应的接入系统方案通信设计确定。

13 电气设备及系统

13.1 电气主接线

13.1.2 若地热机组容量较小(容量在 20MW 及以下时),电厂需升压送出时,技术经济比较后宜设置发电机电压母线,多台机容量汇总后由主变送出,也利于厂用电源的引接。

13.1.3 若地热机组容量较大,需升压送出时,为保证可靠性,接在发电机电压母线上的主变压器不宜少于 2 台。

13.2 厂用电系统

13.2.4 厂用变压器容量的选择留有 10%左右的裕度,是考虑今后负荷发展和临时用电的需要。

13.2.6 厂用变压器接线组别的选择,应使厂用工作电源与备用电源之间相位一致,以便厂用电源可采用并联切换方式。

13.3 电气设备及导体选择

13.3.2 对于采用双工质循环发电方式的地热电站,使用的低沸点工质一般具有易燃易爆的特点。电气设备选型时需要针对具体工程采用的工质和存在低沸点工质的区域来考虑是否需要采用防爆型设备。具有低沸点工质的区域一般是低沸点工质储存区、空冷塔、汽轮机等区域。

13.5 电气设备布置

13.5.2 变压器采用就地检修方式时,应考虑在变压器附近留有必要的检修场地和车辆进出口的道路,以及设置必要的起吊设施。

13.6 交流不停电电源(UPS)系统

13.6.1 由于已建的地热电站建厂时间较早,均采用常规控制方案,对新建的地热电站一般推荐采用 DCS 控制系统,故本条说明当地热电站采用 DCS 控制时,应配置 UPS 系统。

13.6.2 本规范仅对 UPS 系统作出原则性的规定,详见现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 中对 UPS 系统作出的详细规定。

13.7 直流系统

13.7.2 井口泵房一般较为分散,本条主要考虑对距离主厂房较远的直流负荷,如直接从机组直流系统引接会增加电缆并加大直流接地的概率。

13.13 厂内通信

13.13.4 根据电话交换设备技术的发展,本条文提出:电话交换机的基础容量宜按 150 线配置。每增加一台机组,电话交换机的容量增加 50 线。基础容量未包括中继容量。

13.13.5 根据电话交换设备技术的发展,本条文提出:生产调度电话交换机的基础容量宜按 80 线配置。每增加一台机组,电话交换机的容量增加 20 线。基础容量未包括中继容量。

13.13.8 由于地热井口的生产设施及生产用房较少,因此不考虑在井口区单独设置交换机等通信设施,仅在地热井口设置一部到两部电话分机或无线对讲机。

13.13.9 依照各网省公司目前对通信电源系统的配置要求,本条文提出:通信电源系统应由两套独立的直流电源设备和两组蓄电池组组成,较现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的规定有所提高。

14 仪表与控制

14.2 控制方式和控制水平

14.2.1 无论是一厂有多台机组或是一厂多站的情况,均应设置集中控制室。特别是一厂多站,仅需集中控制室配置运行监视人员,其余发电站均为无人值班。如日本的八丁原发电站,以大岳发电站控制室作为监视和管理的中心,采用从大岳发电站控制室对八丁原、滝上发电站等四个发电站共五台机组进行远程监控的模式。

14.2.3 双工质发电方式中的低沸点工质汽轮机组,一般由制造商随机组配供控制器或系统,控制设备应布置在机组附近的就地控制室内。

14.2.4 由于地热电站为带固定负荷连续运行方式,没有必要进行经常性的操作,所以无人值班的地热电站,在控制室、主厂房、厂区等处应设置闭路电视监视摄像头,并将视频信号送至集中控制室。

14.2.5 当采用 DCS 系统时,均应做到在集中控制室以操作员站为监控中心,实现全厂运行工况的监视和调整,异常工况的报警和事故处理。

14.3 检 测

14.3.5 地热田的动态监测,应按现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB 11615 的规定执行。本规范中的地热生产井监视与控制系统仅考虑地热生产井出口蒸汽流量、压力和温度等常规参数的监视和测量。

15 采暖通风与空气调节

15.1 一般规定

15.1.1、15.1.2 这两条分别给出了划分集中采暖地区和采暖过渡地区的气象条件。

在本次规范的编写过程中,有关采暖区的划分问题基本上是参照了现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 的相关内容。

考虑到以下两条原因,本规定仍使用采暖过渡区的提法。

(1) 与现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 统一一致;

(2) 地热电站具有方便的热源条件,采用采暖过渡区的提法不会造成初投资的过大增加。

对于集中采暖地区的各类建筑物,只要室内经常有人停留或工作,或者工艺对室内温度有一定要求时,均应设集中采暖。

15.1.3 地热电站的热源条件比较方便,规范提出了过渡地区各类建筑物设置集中采暖的条件。应该说明的是,本条特别强调了位于过渡地区的“某些生产厂房和某些辅助建筑物”可以按照集中采暖地区的条件设计集中采暖,而并非过渡地区所有的建筑物均可设置集中采暖。就过渡地区而言,气象条件差别仍然很大,所以设置了集中采暖建筑物的种类也因地制宜。一般情况下,主厂房属于热车间,在过渡地区不宜设计集中采暖;而对于网控楼、电气楼、生产办公楼等建筑物,由于工艺要求和其重要程度,需要设计集中采暖;至于电厂其他辅助建筑物是否设计集中采暖,还应视电厂的室外采暖计算温度和其他因素决定。

15.1.5 推荐采用地热水作为采暖热媒的理由:其一,蒸汽采暖凝

结水含铁量高,水质不合格,难以回收利用;其二,由于种种原因,蒸汽采暖热能消耗大于热水系统;其三,地热电站可用于采暖热媒的蒸汽只有直接引自地热生产井的地热蒸汽和经汽水分离器分离出来的地热蒸汽(即经处理后的地热蒸汽)两种,地热蒸汽具有腐蚀性,容易在采暖管道系统结垢,影响采暖系统的运行。

采用地热水为采暖热媒,可以克服上述问题。热网加热器的热源可以采用经汽水分离器分离出来的地热水或上述地热蒸汽。地热水、地热蒸汽等地热流体在管道内的流速一般较火电厂的汽水管道流速取值低,管道易结垢,地热流体中含有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 和 H_2S 、 NH_3 等,对金属具有腐蚀性。地热流体中含有二氧化硅、钙和铁等组分,这些组分会与前面的阴离子结合附着在管道和设备内壁上形成结垢,因此热网加热器应采用防腐、防垢的材料制作。

15.2 主厂房采暖通风空调

15.2.3 通风天窗有多种形式:有老式的通风天窗,也有带电动挡板的轻型通风天窗(义称作屋顶通风器或屋顶排风器)。上述通风天窗都算作自然通风设备。

15.2.5 由于钢窗逐渐被淘汰,各种节能环保型的塑钢窗被日渐广泛地应用在火电厂工程中,推拉窗成为主要窗型,而推拉窗的可开启面积小于平开窗。因此规定在自然通风计算时,应按可开启部分的外窗面积计算。

15.3 电气建筑通风空调

15.3.2 免维护式蓄电池全称为阀控式密封铅酸性蓄电池,这种蓄电池为密封结构,电解液不会泄漏,也不会排出酸雾,正常运行时不会排出任何气体。但在严重过充时,会将水电解成氢、氧气体使电池内部气压升高到一定值,为安全起见,蓄电池会打开单向安全阀,排出少量气体至室内空气中,因安全阀上装有滤酸装置,酸

雾不会随排出气体而排入室内。

免维护式蓄电池的放电容量及寿命均与环境温度有密切的关系,该类型的蓄电池在浮充电压 2.23V/个、环境温度 25℃ 条件下,浮充预期寿命为 10a~15a。但是当环境温度为 35℃ 时,则其浮充预期寿命将降低一半左右。设备生产厂家在其产品样本上推荐的蓄电池室环境温度范围为 5℃~30℃。为保证蓄电池室室内温度夏季控制在 30℃ 以内,故规定当夏季通风不能满足设备对室内温度的要求时,根据《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中的规定,宜设置直流空气调节装置。

15.3.3 蓄电池室的空气中含有氢气,遇火花可能会发生爆炸。为此,规定其通风系统所用通风机及电动机均应采用防爆型,且通风机和电动机应直联。因为如果采用三角皮带传动,会由于产生静电而发生爆炸事故。

15.3.5 国产油浸式变压器的最高允许环境温度为 40℃,为保证不超过这一环境温度,确保变压器的安全满负荷运行,对排风温度应有所限制。目前各电力设计院采用的经验数据为夏季排风温度不超过 45℃。在夏季室外通风计算温度比较低的地区,为保证变压器室有足够的通风量,规定了进风和排风温差不超过 15℃。

15.3.6 油浸式变压器室宜采用机械送风,将送风直接吹向变压器散热排管,对散热排管进行强迫冷却,以提高变压器的冷却效果。

15.3.7 目前,主厂房内厂用变压器常采用干式变压器。干式变压器一般由生产厂家做成柜式直接布置在厂用配电室内,并与低压厂用配电柜紧靠布置。但在炎热地区,为了减少厂用配电室降温通风(或空调)的冷负荷,或其他原因,也有将变压器单独设置的。

干式变压器的冷却方式有自然空气冷却和机械风冷两种。一般设有防护罩,进风从变压器底部进入,由风机送入(或自然地进入)变压器线绕筒体内,热空气从上部排出。该类变压器当其冷却方式由自然空冷改为采用机械风冷时,其输出容量可提高 50%。

由此可见,变压器冷却的好坏直接影响其出力。虽然干式变压器对环境温度要求最高允许也为 40°C ,但考虑到干式变压器的冷却方式与油浸式变压器完全不同。当室内环境温度过高,且变压器设有防护罩并采用自然冷却方式时,必使得干式变压器线绕筒体内运行环境更为恶劣,影响干式变压器的安全、正常运行。因此当干式变压器单独设置时,规定变压器室夏季排风温度按不超过 40°C 设计。

15.3.9 不论室内是否布置干式变压器,室内配电装置室均应设事故排风。

15.3.11 通常中小容量的发电机组才设出线小室。电压互感器、电流互感器、励磁灭磁盘以及灭磁电阻发热量很小,运行过程中不会产生油气,一般采用自然通风即可满足要求。当室内有油断路器、电抗器等设备时,油断路器在发生事故时会产生油烟,因此要求设事故通风;而电抗器和励磁变压器会产生较大的余热,应设置排除余热为主的机械通风。

15.3.12 油断路器在发生事故时产生的油烟必须及时排出,故设此规定。出线小室内还有电抗器或励磁变压器时,通风量均按夏季排风温度不超过 40°C 计算,且保证换气次数不少于每小时 10 次。

15.3.13 发电机励磁的整流柜,内有硅整流元件、快速熔断丝、变压器、电阻、电容等发热体,其中硅整流元件发热量最大。硅整流装置最高允许环境温度为 40°C ,且要求环境中不允许有导电尘埃。故规定采用自然进风、机械排风系统,进风应过滤。

15.3.14 电抗器按内部结构可分为油浸式、混凝土柱式和干式,从安全角度考虑,目前油浸式电抗器已很少使用,而常采用混凝土柱式和干式,这两类电抗器的最高允许环境温度为 40°C ,故规定通风系统按夏季排风温度不超过 40°C 设计。

15.3.18 电动机要求周围空气温度不高于 40°C (如果超过,电动机出力会降低),且不低于 0°C ,空气洁净,无蒸汽、酸碱等腐蚀性

气体。不允许在含有爆炸性气体尘埃的环境中工作。对相对湿度无明确要求。

15.3.19 本条根据现行行业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035 编写,并结合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定,要求事故通风量按每小时 12 次换气计算。

15.4 辅助及附属建筑采暖通风空调

15.4.1 化学加药间、化验室、试验室等散发腐蚀性或储存腐蚀性药品的房间,其采暖通风设备、管道及附件,应采取防腐措施。

15.5 厂区采暖热网及加热站

15.5.1 关于热网加热器的台数和备用问题,考虑到一台发生故障时,允许室内温度暂时降低,故规定留有 60%~75% 的备用容量,此数据取自《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035。

考虑到有些电站有扩建可能性,但扩建部分的公用建筑少,采暖热负荷远少于新建工程,如果能在一期建设时通盘考虑全厂的采暖热网系统规划,只用一个热网加热系统,并根据每期的热负荷分期逐步增加热网加热器,可大大简化系统,又不致提前挤占资金。这时,应预留出下几期热网加热器的安装位置。当然,有的工程情况特殊,一、二期工程必须分开设置热网加热系统,那就该另当别论。

15.5.2 热水采暖系统热网循环水泵的流量不宜过大,防止系统长期在大流量低温差的工况下运行所造成的不合理、不经济现象。

采暖通风负荷偏大,系统运行调整比较混乱,选择的水泵流量偏大,缺乏仔细的水力计算……以上都是造成系统在大流量小温差的工况下运行的原因。为了克服上述缺点,本条规定对水泵的流量及扬程均要求留有 15% 的富裕度,作为统一标准。在设计时

应对热网做水力计算,注意系统调整及阻力平衡,合理地选择水泵,不再考虑其他安全系数。

热网循环水泵的台数,应根据热水系统的规模和调节方式确定,以达到安全、经济运行的目的。根据火电厂供热系统规模,一般采用中央质调节的方式。很多情况下有一台热网循环水泵可满足要求,但考虑到调整的可能,特别是运行安全可靠的要求,规定一般不少于两台。

规定热网循环水泵承压主要是指水泵入口,有些类型的国产水泵(如 IS 型)入口承压不能超过 0.3MPa,这种泵就不宜用在定压点压力大于 0.3MPa 的热网系统中。

15.5.5 热水管网的补水定压是供暖系统设计中最重要内容之一,由于各地气候条件、工程条件千差万别,不可能规定出一种适用于各种情况的定压方式。除了本条规定给出的三种基本定压方式外,还有气体(氮气、蒸汽)定压、稳压膨胀罐定压、微机调速变频补水泵定压等多种方式。只要能够满足补水定压的要求,都是可以考虑采用的。

15.5.8 对于厂区采暖热网管道的敷设方式,视当地气象条件、水文地质、地形、建筑物及交通密集程度等进行综合考虑,并与总平面布置协调。同时还应根据技术经济合理性、维修方便等因素,经综合比较,确定采用架空、地沟(不通行、半通行)或直埋等常用的敷设方式。

16 建筑与结构

16.1 一般规定

16.1.1、16.1.2 这两条规定了地热电站建筑设计的原则。

16.1.3 本条规定了地热电站内各建(构)筑物的防火设计原则。

16.1.4 本条规定了室内装修设计防火的执行标准。

16.1.5 按现行国家标准《厂房建筑模数协调标准》GB 50006 和《建筑模数协调统一标准》GBJ 2 的规定,采用装配式或部分装配式钢筋混凝土结构、混合结构的厂房和一般民用建筑物的应符合模数协调。对采用现浇钢筋混凝土结构或钢结构,以及特殊形体的建筑物和建筑物的特殊形体部分可以参照执行。目前地热电站建(构)筑物已普遍采用现浇钢筋混凝土结构或钢结构,为方便工艺布置和设计优化,本条明确了建筑物模数设置的原则。

16.1.6 本条规定了建筑物中关键部位的隔声减噪设计原则。对采用双工质循环发电工艺的地热电站,由于汽轮机房多为敞开或半敞开式,其设备噪声较大,在人员聚集的建筑入口处宜设置门斗,外墙与外窗宜考虑隔声措施,其室内噪声控制水平应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的规定。当地热电站周围设有住宅、工业区或处于交通干线两侧时,还应考虑由厂内噪声源辐射至厂界的噪声声级,不应对外界造成影响。

16.1.7 本条规定了地热电站建筑物采光设计的基本原则。

16.1.8 本条规定了地热电站建(构)筑物屋面防水设计的基本原则。

16.1.9 本条明确了楼梯设计的原则要求。

16.1.10 地热电站采用双工质循环发电工艺时,其汽轮发电机组、低沸点工质储存罐和泵区域属于重点防火防爆区域,应采取隔

离防护措施,提高电站运行的安全性。

16.1.11 本条明确了卫生间设置的原则,要求卫生用房宜有自然采光和自然通风,有条件时宜分设前室,以改善卫生条件。

16.1.12 本条明确了建(构)筑物的墙体材料采用原则。

16.1.13 本条规定了地热电站内工业建(构)筑物防腐蚀设计的基本原则。

16.1.14 为适应建筑节能设计要求,地热电站内建筑按使用功能可分为工业建筑、居住建筑和公共建筑。其中办公建筑、职工食堂、警卫传达室等为公共建筑;值班宿舍、招待所等为居住建筑;为工艺服务的建筑,如主厂房、配电室(间)、控制楼等为工业建筑。

16.1.15 地热电站多处于较为偏远的地区,其周边配套设施较差,因此考虑一定的备品备件存储和适当的检(维)修能力,有利于提高电站的利用率,保障电站的正常运行。设置必要的附属生活用房有利于方便运行管理人员。

16.1.16 本条明确了建(构)筑物造型与色彩设计的基本原则。

16.2 防 火 防 爆

16.2.1 地热电站内建(构)筑物在生产过程中的火灾危险性和耐火等级除应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定外,还可参考《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 规定中的类似性质建筑确定。

16.2.2 双工质循环发电工艺是利用地热流体与低沸点的烷烃类有机碳氢化合物进行热交换后,使低沸点介质蒸发并产生蒸汽,送入汽轮机发电的方式。如新西兰那发(NGAWHA)地热电厂、菲律宾 UPPER MAHIAO 地热电厂和日本八丁原地热发电站均采用双工质循环发电工艺。

低沸点介质多采用(正、异)戊烷、(正、异)丁烷等,其爆炸危险等级属特级,与空气混合到一定浓度后极易爆炸。因此规定汽轮机房应采用敞开、半敞开式厂房,并且采用钢筋混凝土柱、钢柱承

重的框架和排架结构,以起到良好的减爆效果。

如果因为外部条件或设备因素的制约,汽轮机房采用封闭式设计时,其建筑的防爆设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

16.2.3 总控制室设备仪表较多、价值高,是全厂或运行过程中的重要指挥控制、调度与数据交换、储存场所。为了保障人员、设备仪表的安全,要求将其与汽轮机房分开,单独建造,减少其所受危害。

16.2.4 根据现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的规定,考虑地热电站内的主控制楼、屋内配电装置楼与火力发电厂的主控制楼、屋内配电装置楼功能相同,因此提出本规定。

16.2.5 根据配电装置室安全疏散的需要,作本条规定。

16.2.6 变压器室、配电装置室、蓄电池室、电缆夹层、电缆竖井火灾危险性较大,因此要求采用乙级防火门。为避免发生火灾时,由于人员惊慌拥挤而使内开门无法开启而造成不应有的伤亡,因此要求门向疏散方向开启。

16.3 建筑热工与节能

16.3.1 本条规定了地热电站建筑热工设计的原则。

16.3.2 本条规定了不同建筑气候分区对建筑热工的要求。

16.3.3 本条明确了地热电站内进行建筑节能设计的范围。

16.3.4 在国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 等规范中,对各个热工设计分区建筑物的门窗保温性和气密性标准均有明确规定。

综合《电力建设房屋工程质量通病防治工作规定》的要求,

20m 及以上外窗的抗风压和气密性能不宜低于 4 级、水密性能不低于 3 级,20m 以下外窗的抗风压和气密性能不宜低于 3 级、水密性能不低于 2 级,其性能等级划分应符合现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的规定。

16.4 建筑构造

16.4.1 楼、地面构造设计除应符合现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037 的规定外,尚应符合《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 有关楼、地面构造设计的规定。

16.4.2 考虑电气、控制等设备用房的重要性,为防止冲洗水侵入其房间而影响安全运行,设置挡水措施是必要的。可采取在房间门下设置门槛或提高室内标高的措施防止冲洗水侵入。

16.4.3 为保证生产运行中的安全性,在临空处应采取必要的防护措施。

16.4.4 地热电站中的主厂房、控制楼、电气建筑和办公楼的屋面应按Ⅱ级防水设防。主要是考虑到以上建筑物的重要性,以及目前有一味强调造价的节约性而忽视屋面防水可靠性的现象,避免因屋面渗漏而影响电站的运行。

16.4.5 本条文规定了选择外门、外窗的原则性要求。设计中可根据具体情况,在类型繁多的门窗中选择符合要求的类型。

当厂房设置采暖系统时,有条件的建筑外窗宜符合以下要求:

(1)在严寒地区,厂房外门、外窗的传热系数分级不宜低于现行国家标准《建筑外门窗保温性能分级及其检测方法》GB/T 8484—2008规定的 5 级水平;

(2)在寒冷地区,厂房外门、外窗的传热系数分级不宜低于现行国家标准《建筑外门窗保温性能分级及其检测方法》GB/T 8484—2008规定的 2 级水平。

16.4.6 本条规定参考了《火力发电厂建筑设计规程》DL/T 5094 中对类似性质的各类生产车间和作业场所采光系数的有关规定。

16.4.7 本条规定参考了《火力发电厂建筑设计规程》DL/T 5094 中对类似性质的各类生产车间和作业场所室内噪声控制设计标准的有关规定。

16.4.8 本条明确了有腐蚀性介质作用和有可燃气体的房间和地段,其建筑构造设计的基本原则。

16.4.9 本条明确要求有腐蚀介质作用的楼地面应做防腐面层和隔离层,并应设置排水坡度和地漏。

16.4.10 本条明确了墙体设计的原则。

16.4.11 由于排水管有产生渗漏水、冷凝水的可能,存在安全隐患,为避免影响电站的安全运行,因此要求避免穿越控制室、电气设备室、通信室、计算机室等房间。

16.4.12 本条明确了外墙装修设计的原则。

16.4.13 室内装修工程应采用防火、防尘、吸声、保温、隔热、防污染、防潮、防水、不产生有害气体和射线的装修材料和辅料,符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的规定。

16.5 结构设计

16.5.1 地热电站汽轮发电机机组厂房常与主控制室、配电装置布置在一起,组成框(排)架结构,一般采用现浇或预制钢筋混凝土结构,或采用其他组合结构,所以本规范提出宜采用钢筋混凝土结构。当工期紧迫,钢材供应有保证或投资允许时,也可采用全钢结构。

16.5.2 本条规定的屋架类型及其与跨度的关系,系按电力系统多年实践经验而定的。钢网架结构因其造价较高,故需进行技术经济比较。

16.5.3 当承重结构采用钢筋混凝土时,预制钢筋混凝土大型屋面板或用压型板作底模的现浇板是常用的形式,也可选用其他形式的预制板。对于钢结构,为减轻厂房屋盖的重量,采用金属压型

钢板更为适宜。

16.5.4 目前有些厂房常将配电建筑或办公建筑与汽轮机房毗邻布置,由于其建筑体型差异较大,有时地基条件也不同,如厂房为人工地基,而其他建筑采用天然地基,这样易产生不同沉降。

16.5.5 制定本条的主要目的是便于对沉降的观测。

16.5.6 本条为对地基与基础设计的总的要求。对适用的基础形式进行技术经济比较,优化设计,使地基基础设计更加合理、安全、可靠。

16.5.10 根据汽轮发电机的运行特点,防止基础在运行时产生共振现象,设计时除了满足设备和工艺布置要求外,还应满足现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 的构造要求,并进行必要的动力计算。

16.5.11 在满足功能需要和工艺布置要求的情况下,统一规划布置,协调支架形式,尽可能减少支架类型,以方便施工。

16.6 活 荷 载

本节所指活荷载系指设备检修、施工安装、管道、运输工具、材料堆放等荷载,不包括设备检修中一些特殊荷载,如汽轮机转子安装、检修时的支撑荷载及大设备的拖运荷载等。由于尚无地热电站的荷载取值经验,故提出按照现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行。

17 环境保护与水土保持

17.1 一般规定

17.1.1 《中华人民共和国环境保护法》规定：产生环境污染和其他公害的单位，必须把环境保护工作纳入计划，建立环境保护责任制度；采取有效措施，防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、电磁波辐射等对环境的污染和危害。

地热电站对环境的影响因素，主要是排放的地热流体、噪声、废渣。设计中应结合地热电站的特点，重点做好污染防治工程，采用成熟、先进、可靠的技术，使地热电站的污染源得到控制，满足国家标准和地方标准的要求，切实做到经济效益、社会效益和环境效益的统一。

17.1.2 自《中华人民共和国清洁生产促进法》于 2003 年 1 月 1 日实施后，国家对浪费资源和严重污染环境的落后技术、工艺、设备和产品实行限期淘汰制度。要求企业在进行技术改造过程中采取清洁生产措施。因此，应尽量创造条件利用发电后的地热流体，根据地热流体的焓值和温度，把发电结合采暖、干燥、温室、沐浴及水产养殖等组合起来，进而把排放的废热减至最小。

17.1.3 本条明确了对废弃物处理的原则要求。

17.1.5 地热发电项目应编制环境影响报告。根据有关规定，应编制水土保持方案报告的项目，进行编制并报送有关行政主管部门审批。经审批的环境影响报告、水土保持方案报告及其批复文件是地热发电工程环境保护设计、水土保持设计的重要依据，在地热电站设计中应落实环境影响报告、水土保持方案报告确定的各项治理措施，避免项目建成后对环境造成新的污染，引起新的水土流失。

17.2 污 染 防 治

17.2.1 据有限的数据分析,地热流体中可能含有的组分有:水溶固体、氯化物、钠、钙、镁、钾、铝、铁、溴化物、锰、锶、硼、锌、钡、锂、铯、氟化物、铅、铷、碘、铜、硫、砷、汞、铬、锑、镍、铋、锡、银、镉、铍、硒、硫酸盐、二氧化硅、铵、硝酸盐、 CO_2 、 H_2S 等,以及放射性物氦气等。根据各个地热井的具体情况,其地热流体组分及浓度可能不同。在运行温度下不会凝结成液体的不凝气体也是地热流体的重要组成部分。它们可以是游离气体、水溶气体或者是被裹挟进液体相的气体,主要成分有: CH_4 、 CO_2 、 N_2 、 O_2 、 H_2S 、 H_2 、 SO_2 、Ar、 NH_3 、CO、 H_3BO_3 、He、As、Hg 等。硫化氢目前一直是最受人关注的组分。地热流体扩散出蒸汽中不凝气体的浓度范围一般为 0.3%~5%。

20 世纪 70 年代美国出版的《地热和地热发电技术指南》一书,曾介绍过地热发电的环境空气污染控制工艺,包括 Stretford 工艺、铁触媒工艺、EIC 工艺、Dow 充氧处理工艺、Claus 工艺、过氧化氢工艺、臭氧工艺、燃烧炉—涤气器工艺、触媒—涤气器工艺、氟工艺等,但在当时,这些工艺不是还没有用于地热工业,就是应用的规模还极其有限。根据我们的调研成果,大部分地热电站由于排放的 H_2S 浓度很低,对 H_2S 都没有采取治理措施,只有极个别的电站在 H_2S 排放浓度超标时采用处理工艺将其转化为单质 S。因此,应根据各个地热电站的具体情况以及执行的环境排放标准,选择环境空气污染物控制工艺。

17.2.2 在绝大多数情况下,地热发电的废水有两类:一类是汽水分离器或扩容器排出的地热尾水,或者是提取热量以后的残余水。第二类是冷却水和凝结水,冷却水可以来自外部,但在绝大多数情形下它最有可能是通过冷却塔做再循环的凝结水。在后一种情况下,废水将是多余的凝结水和塔下排污水。

不同热储层的地热流体化学性质会有很大的变化,甚至在同

一热储内部也会出现变化。回灌有可能会污染用于其他目的的地下水。由此回灌的结果不得使地热储以外的水体的物理和化学性质出现变化。另外还应当准备塘储能力,以便收容系统发生事故时可能出现的非计划性排放。

此外,如果地热流体是在开放系统里利用,则废水一般在注回地下以前应先在水塘或水箱之中沉降以除去悬浮状固体物质。为了减少腐蚀性,废水可能还需要进行化学或物理法脱气,最后通过注水井注进地热储。

地热电站产生的生活污水及其他废污水,与常规电厂处理方法一致。

地热废水如何排放、能否排放到地表水域,都需要通过环境影响评价进行论证。

国家规定:凡是有条件的项目,都应考虑合理利用资源、能源和原材料。根据地热流体的焓值和温度,可以把发电结合采暖、干燥、温室、沐浴及水产养殖等组合起来,进而把排放的废热减至最小。

17.2.3 本条第1款为强制性条文,必须严格执行。地热发电最大的噪声源是地热流体从井口、分离器和流体分配系统喷放管处的外溢。汽轮机发电站和冷却塔等,是第二位噪声源,其噪声固然也比较显著,但现场外的环境影响却远小于前者。

噪声治理,首先应从地热电站选址上考虑远离居民区及其他保护目标。由于地热电站最强的噪声级来自蒸汽放喷,因而经常采用各种消声器。蒸汽放喷的噪声值可达到100dB(A)以上,安装消声器可以降低约30dB(A)。其他噪声控制措施与常规电厂相同。

17.2.4 处理地热废料,特别是清除含水组分,可能产生含有有害物质的淤泥。

固体废物堆放场地的沥滤水以及/或者向地下的渗入都会引起污染,废弃泥渣堆放场地应满足《一般工业固体废物贮存、处置

场污染控制标准》GB 18599—2001 的要求。

当电站停运后,堆放场地可能需要进行永久性拆除和连续性维护。

17.3 环境管理和监测

17.3.1 根据国家精简机构的精神和调研情况,小型发电厂可以不单独设置环保管理机构,但应在生产管理科室中设 1 名专职管理人员。

17.3.3 本条是为避免企业自备地热电站重复设置环境监测机构,并为节约建设资金而制订的。

17.3.4 电站废水在排出厂区时,应达到国家现行有关标准。为便于监督管理,电站废水总排口应设置采样点及计量装置。

17.3.5 凝汽器抽气器排气、冷却塔蒸发的蒸汽对环境产生影响,目前最受关注的组分主要是 H_2S ,其次主要是 CO_2 ,应进行监测。各个地热电站的具体情况有所不同,监测项目根据地热电站的地热流体成分确定。

17.5 水土保持

17.5.1 本条为强制性条文,必须严格执行。水土保持是我国的一项基本国策,为防治建设和生产过程中可能引起的水土流失,必须按照现行国家标准《开发建设项目水土保持技术规范》GB 50433 的有关规定进行水土流失防治措施设计。

17.5.2 水土流失防治措施的实施进度应与主体工程的实施进度相协调,对可能产生的水土流失应预先采取预防措施。

18 劳动安全与职业卫生

18.1 一般规定

18.1.1 改善劳动条件,保护劳动者在生产过程中的安全与健康,是我国的一项重要政策。劳动安全和职业卫生设施是地热电站建设中必不可少的设施。劳动安全卫生设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用(简称“三同时”)是为了贯彻“安全第一、预防为主、防治结合”的方针。

19 消 防

19.1 一 般 规 定

19.1.2 本条为强制性条文,必须严格执行。地热电站重要的建筑物主要为主厂房及生产行政办公楼,一旦发生火灾,将会威胁运维人员的生命安全,同时会造成较大的经济损失。因此,为保障建筑物及运维人员安全、减少火灾损失,规定地热电站设置灭火效果良好、国内外广泛使用的水消防灭火系统,同时配备灭火器。经过国外实地考察,国外地热电站均配置有室内外消火栓及灭火器,针对个别的控制装置室还设置有气体灭火系统。

19.2 消 防 给 水

19.2.1 地热电站消防水管网可以根据生活水系统或工业水系统的供水条件,采用合并布置方式,但供水系统必须安全可靠。

19.2.3 当消防水池与其余生产、生活用水池合并时,应采取相应的技术措施,确保消防水不作他用。

19.2.5 对于地热电站的建筑物,主厂房防火安全等级最高,因此,要求室外消防水管设置成环状管网。

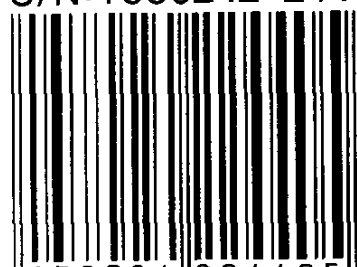
19.2.6 地热电站的主要建筑为主厂房、生产行政办公楼,应根据现行的防火规范和标准,考虑设置室内消火栓。

19.3 消防水泵房

19.3.1 消防泵要求设备用泵,但考虑地热电站的装机一般不大,备用泵可采用电驱动方式。

19.3.3 采用不少于两条出水管与环状管网相连,以增加消防水泵供水的可靠性。

S/N:1580242·244



1 5 8 0 2 4 2 2 4 4 0 5

手机拨至12114：“查询防伪码”“防伪码”
中国计划出版社
电话:400-670-9365
网站:www.cn9365.org
副涂屏 输数码 查真伪

统一书号:1580242·244

定 价:24.00元