

基于热电厂取用水合理性探析

潘志钢

(辽宁省辽阳水文局, 辽宁 辽阳 111000)

【摘要】 本文以龙港区热电厂为例,从取用水方案、取用水量合理性等方面,对该类项目的取用水合理性涉及的主要内容进行分析,从而较为系统地介绍了龙港区热电厂建设项目水资源论证中取用水合理性的评价原则及方法。经分析,项目取用水合理,以水资源合理开发和高效利用支撑区域可持续发展,同时,也为水行政主管部门对本项目取水许可审批提供技术支撑和参考依据。

【关键词】 取用水; 合理性; 热电厂

中图分类号: TV214

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)08-0037-04

Analysis on water intake and use rationality based on thermal power plant

PAN Zhigang

(Liaoning Liaoyang Hydrology Bureau, Liaoyang 111000, China)

Abstract: In the paper, longgang District thermal power plant is adopted as an example. Main contents related to water intake and use rationality in the project are analyzed in the aspects of water intake and use plan, water intake and use rationality, etc. Therefore, water intake and use rationality evaluation principles and methods in water resources demonstration of Longgang District thermal power plant construction project are introduced more systematically. Rational development and efficient utilization of water resources support sustainable development of the area. Meanwhile, technical support and reference basis are also provided for examination and approval of water intake permit in the project by water administrative competent department.

Keywords: water intake and use; rationality; thermal power plant

1 概述

根据《葫芦岛市城市总体规划》,葫芦岛市规划建设两个大型供热区域——连山区和龙港区,本热电厂工程即城市热力规划中的龙港区热电厂,燃煤拟采用内蒙古锡林浩特煤和元宝山煤。按热电发展总体规划,2010年前葫芦岛热电厂装机 $2 \times 300\text{MW}$,2015年和2020年分别扩建一台 300MW 供热机组,和城市建设发展同步,增加电厂的集中供热能力。

根据规划,电厂本期装机容量为 $2 \times 300\text{MW}$ 供热

机组,机组类型为国产、燃煤、亚临界、一次中间再热、抽汽凝汽式供热机组。工程投产后,设备年利用小时数7000h,预计年发电量 $3300\text{GW} \cdot \text{h}$,年供热量 604GJ 。

2 取用水方案

2.1 循环冷却水和工业用水取用水方案

电厂生产用水来源于葫芦岛市老城区污水处理厂经二级处理后的中水,再经电厂进行深度处理变成可利用的工业再生水,再生水冷季小时取水量 790.36m^3 ,热季小时取水量 1979.7m^3 。其中,循环冷却水用再生

水冷季小时取水量为 269.36m³, 热季小时取水量为 1517.7m³。厂内建 1 座循环水泵房、2 座冷却塔、1 座烟囱; 电厂工业用再生水冷季小时取水量为 521m³, 热季小时取水量为 462m³。由电厂建设输水管线, 输水管线采用铸铁管道, 口径为 DN300, 管道直埋。厂内设 1000m³ 工业蓄水池 1 座。

2.2 生活用水取用水方案

生活用水取自市政自来水公司水源, 冷季小时取水量 7m³, 热季小时取水量 10m³。初步设想建设热电厂专用供水管道。

2.3 生产备用水源取用水方案

工业备用水源取自市政自来水公司, 日最大取水量为 3.3 万 m³。建设热电厂专用供水管道。本期工程设计取水量见表 1。

表 1 本期工程设计取水量

项目	夏季取水量/m ³		冬季取水量/m ³		年取水量/ 万 m ³
	时取水量	日取水量	时取水量	日取水量	
工业	1979.7	47512.8	790.36	18968.64	1041.36
生活	10	240	7	168	7.67
合计	1989.7	47752.8	797.36	19136.64	1049.03

3 取用水量合理性分析

3.1 取水合理性分析

3.1.1 生产主水源取水合理性分析

葫芦岛市主城区集中供热率只有 51.3%, 热源的建设已远远滞后于城市供热需求。本 2 × 300MW 工程热电联产项目投产后, 不但可以为该区域民用热负荷发展提供强有力的后备保障, 满足葫芦岛市城区近期采暖热负荷的需求, 同时能对该区域经济建设起到积极的支持作用, 而且可以改善大气环境质量, 为建设环保城市作贡献。本项目的建设符合辽宁省“五点一线”的发展战略, 符合葫芦岛市的总体规划。

葫芦岛市人均水资源量仅为 714 万 m³, 不足全国人均水资源量的 1/3, 且水资源分布不均, 供需矛盾突出。目前, 向葫芦岛市城区供水的地表水源工程供水潜力不大, 城区地下水也处于超采状态, 已造成海水入

侵, 使部分地区生态环境恶化。

随着污水处理技术的不断提高, 中水开发利用已成为城市建设中一种新的供水水源。中水回用不仅能够提高水的有效利用率, 缓解缺水地区水资源供需压力, 而且能减轻水环境污染。2000 年葫芦岛市政府投资 1.92 亿元人民币, 建成 2 座污水厂, 分别为老城区污水处理厂和新区污水处理厂, 设计处理能力分别为 7 万 m³/d 和 3 万 m³/d, 目前只有锌厂一个用水户, 现两厂分别向锌厂日供水 0.6m³/d 和 0.8 万 m³/d, 余水排海, 因此葫芦岛市污水处理厂除保证锌厂供水外仍有供水潜力。

随着葫芦岛市的发展, 城市污水不断增加, 市政府计划对老城区污水处理厂进行扩建。届时老城区污水处理厂的处理能力将由原来的 7 万 t/d 提高到 14 万 t/d, 因此为本建设项目取用中水提供了可能。

3.1.2 生活、备用水源取水合理性分析

本工程生活用水指厂区内的生活用水及空调用水。厂区内的生活水源对水质要求较高, 一般选取市政供水或地下水。本工程厂址位于经济开发区北港工业区属于市政供水范围, 利用市政自来水供水系统既可以保证质量又能节省设备投资, 而且供水保证率较高, 所以水源选择合理。

空调用水虽然用水量不大, 参考其他电厂设计, 可以利用中水水源。

根据《城镇污水再生利用工程设计规范》(GB 50335—2016), 以中水作为主水源的电厂, 其备用水源宜应用新鲜水的要求, 工程事故备用水源是临时性的应急用水, 本工程选择市政自来水备用水源也是合理的。

3.2 用水结构及用水量

用水量指经深度处理后的再生水量, 以下同。

3.2.1 用水结构

电厂给水系统主要分为生产用水、生活用水、服务用水、脱硫用水和消防用水等。

生产用水主要包括循环水补水、化学用水; 服务用水主要包括电厂输煤、除灰系统的冲洗水等。

根据热电厂初步可行性研究报告,电厂的循环冷却水系统采用带自然通风冷却塔的二次循环供水系统,设置2座4500m²的冷却塔。本工程循环水系统补充水采用葫芦岛市老城区污水处理厂处理后的二级中水,再经电厂进行深度处理变成可利用的工业再生水。汽机房辅机冷却水系统采用闭式冷却水系统,闭式冷却水系统设2台75%容量闭式工业水冷却器(水—水冷却器,一次水为除盐水,二次水为循环水),设3台闭式工业水循环泵。

化学用水水源为经深度处理的再生水,其工艺流程为:再生水→自清洗过滤器→超滤→清水箱→清水泵→保安过滤器→高压泵→反渗透装置→除碳器→除碳水箱→淡水箱→淡水泵→阳床→阴床→混床→除盐水箱→除盐水泵→主厂房。

生活用水主要是职工生活用水(包括饮用、洗涤、冲洗等)、淋浴和食堂用水。生活水源采用工业园区市政自来水。

消防用水为非经常性用水,采用与生活用水相同的水源。

服务用水主要是输煤系统和除灰系统用水、厂区绿化、道路喷洒、冲洗等。厂区绿化采用处理后的生活污水,其他水源采用工业废水处理后的再生水。

3.2.2 用水量

夏季按214d、冬季按151d计算,电厂年运行小时约为7000h,按夏季、冬季时间加权计算工业全年取水量约1041.36万m³。

3.2.2.1 冷却循环补充水量

循环冷却系统补充水是补充冷却塔蒸发、风吹损失和排污所消耗的水量,水源采用深度处理后的中水。这部分补充水量受气候影响较大,夏季最大补充水量高达1527.95m³/h(实际补充水量为1517.7m³/h,有10.25m³/h来自锅炉排污水),实际补充水量约占同期工业取水量的76.7%;冬季补充水量为269.36m³/h,约占同期工业取水量的34.1%。

3.2.2.2 化学系统用水

主要包括锅炉补水、供热热网补水等。锅炉补水采用除盐水,热网补水采用化学处理站处理后的反渗

透水,夏季总用水量282m³/h,冬季总用水量449m³/h。其中锅炉补充水夏季165m³/h、冬季158m³/h(锅炉蒸汽损失补充水量夏季54.75m³/h、冬季58m³/h,供给工业抽汽100m³/h,夏季锅炉排污水量10.25m³/h,化学处理过程产生废水夏季117m³/h、冬季184m³/h,经工业废水处理站处理后回用);热网补充水量107m³/h。

3.2.2.3 一般工业用水

主要包括车间辅助设备冷却水杂用水、脱硫系统用水。

脱硫用水216.5m³/h,全部来自循环水系统排污水及化学处理站的废水。

主厂房及其他建筑物冲洗、汽车冲洗等服务用水8.9m³/h,来自工业废水处理站处理后的再生水。

3.2.2.4 服务系统用水

主要包括除灰系统用水、输煤系统用水等。

本期工程采用干除灰、湿式除渣方式,除灰系统用水主要是用于除灰系统设备冷却水、灰场喷洒等,主要由厂内经处理的回用工业废水、冷却塔排污水及脱硫废水提供。其中灰库汽化风机房冷却水30m³/h,除灰冷干机冷却水60m³/h,灰场喷洒26m³/h。

燃油泵房冷却水5m³/h,煤场喷洒7.7m³/h,输煤系统冲洗用水6.25m³/h,输煤系统除尘用水4.2m³/h,输煤喷雾抑尘水11.65m³/h,煤水处理站补充水10.84m³/h,储灰库清扫用水1m³/h。

3.2.2.5 生活用水

生活用水指厂区内生活用水及空调用水。主要包括饮用水、食堂、职工宿舍、洗涤水、卫生器具冲洗水、淋浴用水等。生活用水采用市政自来水,用水量为10m³/h,其中包括热季空调补水3m³/h,全年生活用水量7.67万m³。

3.3 设计用水指标

根据《取水定额 第1部分:火力发电》(GB/T 18916.1—2012)实施指南,中水冷却的火力发电厂节约用水的整体水平主要采用单位产品取水量和装机取水量、重复利用率等指标进行评价。

3.3.1 单位产品取水量

单位产品取水量是指每生产单位产品需要的生产

和辅助性生产的取水量(不包括厂区生活用水)。本期工程的主要产品为电能和热能,电厂年运行小时约为7000h,年发电量为33亿kW·h。工业年取水量为1041.36万m³。

热电厂用于工业抽汽的水量和用于供热的水量(含损失)为170m³/h和124m³/h;扣除该部分水量电厂用于发电的水量为:热季为1809.7m³/h,冷季为496.36m³/h,全年平均发电用水量为1262.48m³/h,发电年取水量为886万m³。

$$V_{\text{电能}} = \frac{\text{年发电取水量}}{\text{年发电量}} = 886 \times 10^4 / (33 \times 10^4) = 26.8 \text{ m}^3 / \text{万 kW} \cdot \text{h}$$

3.3.2 装机取水量

工程2×300MW机组设计工业用水消耗量(扣除工业抽气用水170m³/h)夏季为1809.7m³/h,冬季(扣除工业抽气用水170m³/h,热网补水124m³/h)为496.36m³/h。机组设计定额总发电装机容量为600×10⁻³GW。

设计装机取水量 = [(1809.7 × 214 + 496.36 × 151) / 365] / (0.6 × 3600) = 0.58 m³ / (s · GW)。

3.3.3 全厂用水重复利用率

热季工程设计全厂重复利用水量68660.29m³/h,取水总量70649.99m³/h,热季全厂重复利用率为

$$R = V_r / V_t = (68262 + 398.29) / (1979.7 + 68262 + 398.29 + 10) \times 100\% = 97.2\%$$

式中 R——重复利用率,%;

V_r——重复利用水量,m³/h;

V_t——总用水量,m³/h。

3.3.4 间接冷却水循环率

热季间接冷却水循环水量68262m³/h,工业总用水量69779.7m³/h。冷却水循环率为

$$R_c = V_{cr} / V_{ct} = 68262 / 69779.7 \times 100\% = 97.8\%$$

式中 R_c——间接冷却水循环率,%;

V_{cr}——间接冷却水循环水量,m³/h;

V_{ct}——总用水量,m³/h。

3.3.5 生活用水定额

按照《大唐国际葫芦岛热电厂工程初步可行性研

究报告》,2×300MW机组生活取水量7m³/h。由于职工不在厂区居住,生活水量主要是饮用、洗涤、淋浴、食堂。全厂按职工人数400人计算,每日每人平均取水量420L。

3.4 设计用水合理性分析

本期工程设计单位发电取水量为26.8m³/万kW·h,最大装机取水量为0.58m³/s·GW,符合《取水定额第1部分:火力发电》(GB/T 18916.1—2012)中对采用循环供水系统、单机容量不小于300MW机组的发电厂,单位发电取水量不超过38.4m³/万kW·h,装机取水量不宜超过0.8m³/s·GW的要求。

根据《火力发电厂节水导则》(DL/T 783—2001)中规定:“对于采用淡水循环供水系统,单机容量不小于125MW新建或扩建的循环供水凝汽式电厂全厂重复利用率夏季为97.2%,达到国家火电行业的节水指标要求,见表2。

表2 火电行业有关节水指标

单机容量/ MW	取水定额 第1部分:火力发电		火力发电厂 节水导则
	装机取水量/ [m ³ /(s·GW)]	发电取水量/ (m ³ /万kW·h)	重复利用率/%
100	≤1.0	48	—
200~300	≤1.0	48	不宜低于95
300~600	≤0.8	38.4	不宜低于95
大于600	≤0.8	38.4	不宜低于95

目前,我国有些地区已制定了行业用水地方标准,现将本期工程设计用水指标与国内同行业的部分省市先进标准和全国节水典型企业指标进行比较,见表3。

表3 火电行业用水指标比较

名称	发电取水指标/ (m ³ /万kW·h)	工业用水重复 利用率/%	备注
本期工程	26.8	97.2	
河北省用水定额	25.2	97	试行
河南省用水定额	46.0		试行
山西大同第二发电厂	35.25	97.7	全国节水 典型企业

(下转第44页)

状况分析,认定该项目区土壤属微度水土流失,形式为水蚀,而水系萎缩、引排不畅、河道淤积、水质较差、岸貌差乱、生态失衡等河道问题相对较为突出,亟须治理。

本文首先通过必要性分析、水土流失预测、设定目标三个方面对通济滨水土保持设计的可行性进行论证,初步确立设计目标,为后期规划设计奠定基础。其次,选取水保设计中的设计原则与防治范围、总体布局、水土流失监测、防护措施等关键要素进行详细阐述,全面论述了通济滨水土保持设计中的关键点和创新点,可为类似水土保持设计工程提供借鉴。

(上接第40页)

通过以上比较,本期工程设计工业用水重复利用率和单位发电取水量两项指标,在国内同行业中处于较先进水平。

按照本期工程正式在编人员计算,人均生活综合取水定额为420 L/(人·d),包括饮用水、食堂、职工宿舍、洗涤水、冲洗水、淋浴用水等。根据国内电厂运行机制,在电厂正常运行期间厂内临时工作人员可以达到编内人员的数量,电厂内工作人员近800人,由此计算人均用水定额应为210 L/(人·d),略高于辽宁省城镇居民生活定额150 L/(人·d),如果按150 L/(人·d)定额核算,生活每小时取水应为5 m³/h。根据北方气候特点,冷季生活退水应外排,核定后生活排水量约3.5 m³/h,由此推算冷季全厂外排水量由20.25 m³/h增加到23.75 m³/h。

空调水应采用中水水源,这样热季再生水取水量应为1982.7 m³/h,日最大取水量4.76万 m³/h。

4 结 语

综上所述,热季再生水取水量变更为1982.7 m³/h,

参考文献

- [1] 姜德文.新时期水土保持设计指导思想和原则探讨[J].中国水土保持,2002(2):12-14.
- [2] 朱文,刘桂文,郭英卓.河道治理工程水土保持设计[J].水资源保护,2002(2):9-10.
- [3] 王治国,李世锋,陈宗伟.生产建设项目水土保持设计理念与原则[J].中国水土保持科学,2011,9(6):27-31.
- [4] 姚孝友.关于生态型小流域水土保持设计理念的探讨[J].中国水土保持,2008(7):27-28.
- [5] 李丽.河道治理工程中的水土保持设计[J].甘肃水利水电技术,2013,49(8):40-42.

生活取水量变更为5 m³/h,冷季仍为790.36 m³/h。本期工程生产日最大取水量为4.76万 m³/d,全年生产取水量为1042.60万 m³;生活日最大取水量为0.012万 m³/d,年取水量4.38万 m³;工业备用水源按日最大取水量4.76万 m³的70%计算,备用量为3.3万 m³/d,备用时间按20d计算,年备用取水量为66万 m³。

参考文献

- [1] 龙正未.建设项目水资源论证难点探析及对策[J].地下水,2014(2).
- [2] 王新才,宋雅静.规划水资源论证探讨[J].人民长江,2015(19).
- [3] 秦海霞,路振广,王松林,等.以中水为水源的建设项目水资源论证实例分析[J].人民黄河,2009(4).
- [4] 骆震.山区水库水资源论证工作中的主要技术问题[J].广西水利水电.2009(3).
- [5] 闵倩,郭贺洁.浅谈建设项目水资源论证中用水指标及节水潜力分析[J].内蒙古水利,2009(2).