

上海市地方标准

DB31/T853—2023

代替DB31/T853—2014, DB31/T 615—2012

循环冷却水系统富余能量优化
利用和评价技术要求

Technical requirements for residual energy optimized recycling and evaluation in circulating cooling water system

2023-01-31发布

2023-05-01实施

上海市市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 前期诊断 2

5 优化利用技术要求 2

6 优化利用技术措施 2

7 余能利用的计算与评价 3

附录A(资料性)测试参数与测试方法 5

附录B(资料性)泵站调查检测表 7

附录C(资料性)冷却塔调查记录表 8

附录D(资料性)主要换热设备运行状态表 9

附录E(资料性)并联管网运行状态记录表 10

附录F(资料性)专用系统用水情况调查表 11

参考文献 12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替DB31/T853—2014《循环冷却水系统富余能量优化利用的技术规范》和DB31/T615—2012《冷却塔循环水系统富余能量回收利用的评价方法》，与DB31/T853—2014 和 DB31/T615—2012相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 对内容进行了调整，增加了前期诊断，测试参数与方法。
- b) 对富余能量大小进行划分，并提出不同的余能利用措施。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市经济和信息化委员会和上海市发展和改革委员会共同提出，由上海市经济和信息化委员会组织实施。

本文件由上海市能源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：上海市能效中心(上海市产业绿色发展促进中心)、上海理工大学、上海节能技术服务有限公司。

本文件主要起草人：秦宏波、王昕、薛恒荣、李奕霖、申婷婷、张良、赵军、倪佳境、朱冬啸、谢珍妮。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2014年首次发布为DB31/T 853—2014《循环冷却水系统富余能量优化利用的技术规范》；
——本次为第一次修订，本次修订并入了DB31/T615—2012 的内容。

循环冷却水系统富余能量优化 利用和评价技术要求

1 范围

本文件规定了循环冷却水系统富余能量回收利用(以下简称“余能利用”)的前期诊断、优化利用技术要求及措施,以及余能利用的计算与评价。

本文件适用于水动风机冷却塔及其系统,亦适用于水动、电动联合驱动运行冷却塔、喷射式冷却塔及其系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 2900.45 电工术语水电站水力机械设备
- GB/T 7190.1 机械通风冷却塔第1部分:中小型开式冷却塔
- GB/T 7190.2 机械通风冷却塔第2部分:大型开式冷却塔
- GB/T 7190.3 机械通风冷却塔第3部分:闭式冷却塔
- GB/T 15468 水轮机基本技术条件
- GB/T 15613.1 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机模型验收试验第1部分:通用规定
- GB/T 15613.2 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机模型验收试验第2部分:常规水力性能试验
- GB/T 15613.3 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机模型验收试验 第3部分:辅助性能试验
- GB/T 34863 冷却塔节能用水轮机技术规范

3 术语和定义

GB/T2900.45、GB/T7190.1、GB/T7190.2、GB/T7190.3、GB/T15468、GB/T15613.1、GB/T15613.2、GB/T15613.3、GB/T 34863界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

循环水系统 circulating water system

能够将冷却水经换热器后温度升高、由冷却塔或其他冷却设备将水温降低、再由泵将水送往用户重复使用的系统。

3.2

循环水系统的富余能量 surplus energy in circulating water system

循环水系统为实现系统热交换功能要求及克服输送系统能量消耗后,系统多余的能量(主要由多余流量和扬程构成)。

3.3

水动风机冷却塔 hydroturbine-fun cooling tower

通过水轮机利用循环冷却水的能量,直接驱动或辅助驱动冷却塔风机运转的冷却塔

3.4

余能回收利用率 surplus energy recycling rate

循环水系统是实现系统功能的前提下，利用其富余能量值，通过水轮机驱动冷却塔风机，其中用来驱动冷却塔风机的流体能量值与循环水系统总富余能量值之比。

4 前期诊断

在规划余能利用节能技改项目前，应对冷却塔循环水系统富余能量值作调研、测试和分析，确保循环水系统热交换设备冷却功能和冷却塔配水压力的前提下，查清系统富余能量状况，并提供可用富余能量量值的大小。测试应由第三方检测机构进行，检测人员应具备冷却塔循环水系统节能检测所必要的专业知识和经验。测试参数与方法详见附录A。

5 优化利用技术要求

5.1 当水轮机的输出功率大于或等于冷却塔风机相应工况点所需的轴功率值时，则可采用水轮机替代电机，直接驱动冷却塔风机的方案，水轮机的输出功率为 $\gamma \times Q_{ws} \times H_w \times \eta_w$ ，应满足式(1)条件：

$$\gamma \times Q_w \times XH_m \times \eta_w > G \times P / 1000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\eta_w \quad \eta_{mn} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

γ 水容重， $\gamma = 1000 \times 9.8 \text{ TN/m}^3$

Q 水轮机的流量，单位为立方米每秒 (m^3/s)

H_w 提供水轮机的扬程值，单位为米 (m)；

η_w 水轮机效率，按式(2)计算；

η_{mn} 风机全压效率；

η_w 水轮机效率，%；

η_{mn} 传动装置效率，%；

G 冷却塔风机流量，单位为立方米每秒 (m^3/s)；

P 风机全压，单位为帕 (Pa)。

5.2 对系统富余能量随时间变化幅度大的系统，富余能量出现时余时缺时，此类系统宜采用“水轮机-定向超越联合器-电动机-冷却塔风机”的驱动系统，实现按实时富余量值大小进行回收利用。

5.3 若系统富余量偏小，不能全速驱动电机机械通风冷却塔风机时，则先进行系统挖潜，从减少通风系统效应因子值、提高通风机运行效率和降低水系统势能损失等措施，增加可用余能，然后再考虑设置增压水泵来增加循环水系统富余扬程值，或者更换不同型号的水轮机。

6 优化利用技术措施

6.1 应采用高效水轮机、高效风机，结合具体工况匹配塔机参数，实现系统的高效运行。

6.2 优化循环水系统管网设计，减少配水输送能耗。

6.3 定期检查冷却塔配水均匀性，填料有无歪斜、堵塞、损坏，检查塔体上供检修人员出入的检修门是否关闭，并做好检查记录

6.4 多台冷却塔并联安装应检查配水池液面高度是否同一高度，以利于均匀布水。

6.5 保证冷却塔内气流畅通，在大型钢制冷却塔的横梁上宜设置导流器或导流罩，并在导流罩中设有辅

助通风装置的新结构,以达到减少附加阻力、确保风机叶轮的做功能力、提高风机出力的目的。

6.6 可通过增加冷却塔集水池液面的高度,以增加泵吸入口静扬程值,节省泵电机耗电。

6.7 对设有高位换热器的系统,宜按高位换热器的流量值设置相应容量的增压泵供水方案,从系统取水,增压输送到高位换热器,然后再返回系统。

6.8 对系统中个别小支路拥有一定量的富余能量值,宜在大型冷却塔塔体顶部或周围增设喷射式冷却塔的辅助方案,利用这部分余能。

6.9 对并联支路间压降差异显著的系统,分析该支路中降低输送能耗的可能性和适当减少流量、提高温差在工艺上的可行性。

7 余能利用的计算与评价

7.1 评价指标

7.1.1 经改造后的循环冷却水系统的水动风机冷却塔应符合GB/T 7190.1或GB/T 7190.2(其中GB/T 7190.1是针对中小型开式冷却塔,GB/T7190.2是针对大型开式冷却塔)标准热力性能所规定的要求。

7.1.2 水动风机冷却塔系统耗电值 N_{we} 应小于电动风机冷却塔耗电值 N_{MF}

7.1.3 循环水系统的余能利用率应不小于85%。

7.2 余能利用的计算方法

7.2.1 水动风机机组效率

水动风机机组效率 η_w 按式(3)进行计算:

$$\eta_w = \frac{N_e}{N_w} = \frac{G_{AS} \times P_t / 1000}{\gamma \times Q_{ws} \times H_w} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

N_e ——风机的有效功率,单位为千瓦(kW);

N_w ——进入水轮机的流体功率,单位为千瓦(kW)。

7.2.2 循环水系统的富余能量

循环水系统的富余能量应按照折算到泵站消耗的电功率值计算,见式(4):

$$N_{we} = \frac{N_w}{\eta_{PE} \eta_p} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

N_{we} ——循环水系统富余能量 N_w 折算到泵站所耗的电功率值,单位为千瓦(kW);

η_{PE} ——泵站电机运行效率值, %;

η_p ——泵站水泵的运行效率值, %。

对富余能量不足而增设增压泵的系统,将输入增压泵的电功率值一并计入输入水轮机的功率值。在计算 N_{we} 值时,应计算增压泵机组的运行效率与泵站水泵机组运行效率存在差异而导致增减的耗电量值,见式(5):

$$N_{we} = \gamma \times Q_{ws} \left(\frac{H_{w1}}{\eta_{PE1} \eta_{p1}} + \frac{H_{w2}}{\eta_{PE2} \eta_{p2}} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

H_{w1} ——未设增压泵前富余扬程值,单位为米(m);

H_{w2} ——增压泵增加的扬程值,单位为米(m);

- 7Pe1——泵站电机运行效率，%；
- TPI——泵站水泵运行效率，%；
- 7PE2 ——增压泵电机运行效率，%；
- 7p2 ——增压泵的运行效率， %。

7.2.3 电驱动风机冷却塔的风机功率

电驱动风机冷却塔的风机所消耗的电功率值NMF,见式(6)：

$$N_{MF} = \frac{N_e}{\eta_{\text{风机}} \times \eta_{\text{减速机}} \times \eta_{\text{风机}} \times \eta_{\text{传动轴}} \times \eta_{\text{风机电机}}}$$

..... (6)

式中：

- NM ——电动风机冷却塔风机所消耗的电功率值，单位为千瓦(kW)；
- N. ——风机有效功率，单位为千瓦(kW)；
- ” 减速机 ——风机减速机效率，%；
- 7传动轴 ——风机传动轴效率，%；
- 风机电机——风机电机效率，%。

附录 A
(资料性)
测试参数与测试方法

A.1 测试参数

节能改造项目进行以下泵站、冷却塔、主要换热设备、并联管网运行状态和特殊系统(如高位换热设备等)用水5种基础参数测试,需做好记录,格式可参考附录B~附录F。

A.2 技术要求

A.2.1 基本要求

A.2.1.1 测量冷却塔进水管道上阀门前后的压力值和上塔水压值及压力表中心离地面的高度值,用于分析循环水系统的富余能量。检查冷却塔循环冷却水系统设在热交换设备前后的阀门是否全开,若未全开,应分别在预先设置的测量孔中装上压力表及流量计,供记录阀门前后的压力差值和水流量值。

A.2.1.2 对多个并联用水系统应分别在各并联支路上预设测压、测流量孔,供测量水量及各并联支路两端的压差值用。

A.2.1.3 对设有高位换热器的系统,查明高位换热器的供水量、供水压力,是用专用增压泵来实现还是采取提高全系统压力来实现。

A.2.1.4 测试泵站水泵、冷却塔风机实际运行效率值,并判别是否在高效区运行。

A.2.2 测试要求

A.2.2.1 测试时,环境气象条件宜符合GB/T 7190.1、GB/T 7190.2 GB/T 7190.3和T/CECS 118中冷却塔测试要求。

A.2.2.2 测试仪表应合格、完好,并在校准有效期内,仪表的精度要求应不低于表1规定。进塔水流量宜在冷却塔进水管路上测量,当在进水管路上测量有困难时也可以在出水管路或渠道上测量。在进水管测量流量时宜采用皮托管、超声波流量计,以及安装在管路上的流量传感器,测试精度不宜低于2%。当流量较小时可以采用容积法或体积法测定。

A.2.2.3 测试仪表应合格、完好,并在校准有效期内,仪表的精度要求应不低于表A.1 规定。干湿球温度测量仪表宜采用通风干湿表,热电阻温度计或水银温度计的测温仪表。

A.2.2.4 风机轴功率宜采用功率表直接测定,或测定电动机的电压、电流和功率因素后由计算确定;

A.2.2.5 风机全压测量宜采用笛形管或皮托管与微压计。

A.2.2.6 工况调整到测试参数后应稳定一段时间进行测试,机械通风冷却塔稳定时间不宜小于1h,测定参数允许变化范围,监测项目测定次数及间隔详见表A.2。

表 A.1 测量仪表要求

序号	仪表名称	最大允许误差/准确度等级
1	空气温度计	0.2级
2	大气压力表	2 hPa

表A.1 测量仪表要求（续）

序号	仪表名称	最大允许误差/准确度等级
3	压力表	1.5级
4	流量计(超声波流量计或其他形式流量计)	2.0级
5	干湿球温度计(通风干湿球温度计、电子温湿度仪等)	0.5级
6	功率表、数字功率级等	1.0级

表 A.2 监测项目测定次数及间隔

参数名称	次数/(次/h)	间隔/min
大气压及环境空气干湿球温度	6	10
进塔水流量	6	10
进、出塔水温	6	10
风机轴功率	2	30
冷却塔水泵功率	6	10

附 录 B
(资料性)
泵站调查检测表

泵站调查监测表见表B.1。

表B.1 泵站调查用表

序号	泵型号	水泵性能			运行工况		输入电机功率			泵站 排出 总管 压力 P MPa	冷却塔上塔进 口水压力		吸 水 池 液 面 (离 地面) 标高 m
		流 量 Q m ³ /h	扬 程 H	转 速 N r/min	排 出 压 力 MP	吸 入 压 力 MPa	电 压 U	电 流 I A	功 率 因 数 cosφ		MPa	压 力 表 安 装 (离 地面) 高度 m	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

附 录 C
(资料性)
冷却塔调查记录表

C.1 冷却塔循环水系统检测表见表C.1。

表C.1 冷却塔循环水系统检测表

被检测单位名称		检测通知号	
冷却塔品牌、型号		检测日期	
循环水系统水泵品牌		循环水系统水泵型号、数量	
监测大气压力/hPa		检测环境温湿度	℃ %

C.2 冷却塔调查记录表见表C.2。

表C.2 冷却塔调查记录表

序号	冷却塔 型号	水量 m³/h	温差 Δt ℃	风机型号及性能				风机运行工况			电机 效率 η/%	风机 效率 n/%
				流量Q m³/h	转速N r/min	直径D m	功率N kW	电压U V	电流I A	功 率 因 数 cos φ		
1												
2												
3												
4												
5												

附 录 D
(资料性)
主要换热设备运行状态表

主要换热设备运行状态表见表D.1。

表 D.1 主要换热设备运行状态表

序号	换热器 名称	设计值			运行值					阀门开启度/%	
		水 量 Q m ³ /h	进 水 温 度 T ℃	出 水 温 度 T ₂ ℃	水量Q m ³ /h	进 水 温 度 T ₁ ℃	出 水 温 度 T ₂ ℃	进 水 压 力 MPa	出 水 压 力 MPa	进口处 阀 门 开 度	出口处 阀 门 开 度
1											
2											
3											
4											
5											
6											

附 录 E
(资料性)
并联管网运行状态记录表

并联管网运行状态记录表见表E. 1。

表 E. 1 并联管网运行状态记录表

序号	并联支路名称	水 量 Q m ³ /h	进口压力 MPa		出口压力 MPa	
			阀前压力	阀后压力	阀前压力	阀后压力
1						
2						
3						
4						
5						

附 录 F
(资料性)
专用系统用水情况调查表

专用系统(例如高位换热设备)用水情况调查表见表F. 1。

表F. 1 专用系统用水情况调查表

序号	换热设备系统名称	设备安装高度 H m	设计参数				运行参数				
			水 量 Q m³ /h	进水 温度 T ₁ ℃	出水 温度 T ₂ ℃	进口进 水压力 P MPa	水 量 Q m³ /h	进水 温度 T ₁ ℃	出水 温度 T ₂ ℃	进口进 水压力 P MPa	出口进 水压力 P MPa
1											
2											
3											
4											

