

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 1924—2023

风力发电机组消防系统运行管理技术规范

Code for operation management technology of the wind turbine protection system

2023 - 08 - 28 发布

2023 - 11 - 28 实施

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。

本文件代替了DB64/T524-2008《风力发电机组消防系统设计、施工、验收规范》，与DB64/T524-2008相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了宁夏回族自治区消防救援总队的法定全称（见全文内容）；
- 增加了规范性引用文件（见2）
- 修改了部分术语定义（见3.4）
- 修改了风力发电机组消防系统的火灾自动探测装置设置要求（见4.1.3）
- 修改增加了瓶组式高压细水雾灭火装置的启动方式（见4.1.4）
- 修改增加了视频系统存储时间、设备管理和用户管理等内容（见4.1.5）
- 修改了防火封堵材料的设计要求（见4.1.7）
- 修改了瓶组式高压细水雾系统的设计响应时间和累计喷雾时间（见4.2.2.1）
- 修改增加了其他灭火装置（见4.2.2.3）
- 修改了消防设计变更应报原消防设计审核单位审查通过（见5.1.1.2）；
- 修改了细水雾灭火系统管道水压强度试验的保压时间（见5.2.1.5）；
- 修改增加了细水雾灭火系统管道吹扫方法和检查方式（见5.2.1.6）；
- 修改了热传导线缆的安装或调试（见5.2.2.2）
- 修改增加了风力发电机组消防系统调试前应具备的条件（见5.3.1.1）；
- 修改增加了质量验收的内容（见5.4.2）
- 增加了消防系统运行管理相关内容（见6）
- 删除了附录C、附录D内容。

本文件附录A、附录B为资料性附录。

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。

本文件由宁夏回族自治区消防救援总队提出并归口。

本文件起草单位：宁夏回族自治区消防救援总队。

本文件主要起草人：唐国忠、赵大宏、胡建军、王东、蒋浩、郑自科、蒋军。

风力发电机组消防系统运行管理技术规范

1 范围

本文件规定了风力发电机组消防系统运行管理的术语与定义、设计方法、操作、控制与安全、施工验收和消防安全管理。

本文件适用于风力发电机组消防系统的建设以及日常运行维护管理。

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 25385 风力发电机组运行及维护要求
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50166 火灾自动报警系统施工及验收标准
- GB 50370 气体灭火系统设计规范
- GB 50395 视频安防监控系统工程设计规范
- GB 50898 细水雾灭火系统技术规范
- GB 55029 安全防范工程通用规范
- GB 55036 消防设施通用规范
- CECS 391 风力发电机组消防系统技术规程
- DL 5027 电力设备典型消防规程
- NB 31089 风电场设计防火规范
- XF 61 固定灭火系统驱动、控制装置通用技术条件
- XF 578 超细干粉灭火剂
- XF 602 干粉灭火装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风力发电机组 wind turbine

由风机叶片、机舱、塔架及控制系统组成的连续将风能转换成电能的装置。

3.2

机舱 engine room (nacelle)

以塔架为支撑的由机舱罩围成的封闭空间。内有主轴总成、润滑散热系统、齿轮箱、刹车系统、联轴器、发电机、提升机、风向标、风速仪、偏航轴承、偏航驱动、机舱底座、照明系统、传输电缆、控制柜等部件。其中，润滑散热系统、齿轮箱、刹车系统、机舱底座、照明系统、传输电缆、控制柜等部位容易发生火灾。

3.3

塔架 tower

支撑风机叶片和机舱的结构，一般为中空圆柱形，内有爬梯、照明系统和传输电缆，易发生火灾。

3.4

细水雾 water mist

水在最小设计工作压力下，经喷头喷出并在喷头轴线下方1.0m处的平面上形成的直径 $D_v0.50$ 小于200 μm ， $D_v0.99$ 小于400 μm 的水雾滴。

3.5

超细干粉 super fine powder agent

90%粒径小于或等于 20 μm 的固体粉末灭火剂，耐低温-60°C。

3.6

视频监测系统 Auto Monitor System

安装在机舱、塔架内，由满足风力发电机组工况要求的摄像头、云台等组成，用于监视风力发电机组内部运行情况的自动监测系统。

3.7

风力发电机组消防系统 Special Fire System for the Wind Turbine

安装在机舱、塔架内，由满足风力发电机组工况要求的火灾自动探测和灭火装置组成的自动灭火系统称为风力发电机组消防系统。当该系统输出火警信号或故障信号后，可利用视频监测系统观察机组内部。

4 设计方法

4.1 一般规定

4.1.1 在风力发电机组的机舱、塔架内应设置风力发电机组消防系统，可选用视频监测系统作为辅助系统。

4.1.2 风力发电机组消防系统在下列工作环境条件下应能正常工作。

- a) 环境温度范围：-60°C—95°C。
- b) 振动条件：振幅不小于 1mm、频率 5—150Hz。
- c) 耐水、耐油环境条件：风力发电机组消防系统的火灾自动探测装置在水和润滑油中浸泡 6h。

4.1.3 风力发电机组应设置火灾自动探测装置，且应符合下列要求。

- a) 由火灾探测器、火灾报警按钮、手动启/停按钮、火灾警报器、输入输出模块和火灾报警控制器组成。
- b) 机舱内顶部、润滑散热系统、齿轮箱、刹车系统、机舱底座、传输电缆等部位应布置热传导线缆、感温电缆或光纤火灾探测器。
- c) 塔架内应随传输电缆布置热传导线缆、感温电缆或光纤火灾探测器。
- d) 火灾自动报警信号应联动灭火装置、机舱排烟系统、塔架底部或机舱通风空调系统、视频监测系统（如设置），并与风电机组中心控制系统相连。
- e) 机舱入口和塔架门内侧应设置火灾报警按钮和手动启/停按钮。
- f) 每个塔架底部设置一台的火灾报警控制器，控制风力发电机组消防系统运行，并将火警、故障、动作等信号通过风力发电场生产控制网络传输至风力发电场主控室内的火灾报警控制器主机。

4.1.4 风力发电机组应设置灭火装置，且应符合下列要求。

- a) 风电机组的机舱及机舱平台底板下部、轮毂、塔架底部设备层、各类电气柜应配置自动灭火装置。
 - b) 在机舱和塔架内设置的瓶组式高压细水雾灭火装置应具有自动、手动和机械应急操作控制方式，其机械应急操作控制应能在瓶组间内直接手动启动系统。专用超细干粉灭火装置应具备自动和手动两种启动方式。
 - c) 瓶组式高压细水雾灭火装置宜采用组合分配方式。机舱为一个防护区，塔架内有平台的按平台位置自然划分防护区，塔架内无平台的每间隔 20 米划分一个防护区。细水雾瓶组放置在塔架底部，分区控制阀设置在每个防护区附近。
 - d) 专用超细干粉灭火装置应为非贮压式，采用自身热传导线缆探测，分组启动方式。机舱为一个分组，塔架内有平台的按平台位置自然分组，塔架内无平台的每间隔 20 米划为一个分组。
 - e) 风电机组灭火装置应能够输出对应防护分区或分组的启动信号至塔架底部的火灾报警控制器，并传输报警信号至监控系统。
- 4.1.5 风力发电机组宜在机舱内和塔架内设置视频监测系统，且应符合下列要求。
- a) 采用 0Lx 低照度自动摄像头。
 - b) 机舱内设置一套摄像头。塔架内有平台的按平台位置自然划分段，每段设置一套摄像头。塔架内无平台的每间隔 20 米设置一套摄像头。
 - c) 采用消防电源。
 - d) 视频信号通过风力发电场生产控制网络传输至风力发电场主控室内的控制器主机。
 - e) 视频图像信息存储的时间不应少于 30d。
 - f) 系统应具备设备管理、用户管理及日志管理等功能。
- 4.1.6 机舱内和塔架底部应按表 1 要求设置灭火器，并应放置在便于操作的位置。

表 1 灭火器的设置

单台风力发电机组功率（KW）	数量（具）
≤850	3 公斤 ABC 干粉灭火器 2
>850	3 公斤 ABC 干粉灭火器 3

- 4.1.7 风力发电机组应涂刷电缆防火涂料、设置防火封堵材料，且应满足下列要求。
- a) 机舱至塔基电缆应采取分段阻燃措施，机舱通往塔筒穿越平台、柜、盘等处电缆孔洞和盘面缝隙应采用有效的封堵措施且涂刷电缆防火涂料。
 - b) 电缆穿越的孔洞采用耐火极限不低于 1.00h 的不燃材料进行封堵。

4.2 风力发电机组消防系统基本设计参数

4.2.1 火灾自动探测装置

风力发电机组应布置火灾自动探测装置，且应符合下列要求：

- a) 当选择高压细水雾灭火装置时，配套的火灾探测器应采用定温感温电缆或光纤火灾探测器，布置方式应符合 GB 50116 和 GB 50166 的要求；
- b) 当选择专用超细干粉灭火装置时，可采用灭火装置自身的热传导线缆作为火灾探测器；
- c) 其它组件的设置应符合 GB 50116 和 GB 50166 的要求。

4.2.2 灭火装置

4.2.2.1 瓶组式高压细水雾灭火装置

当风力发电机组设置瓶组式高压细水雾灭火装置时，应符合下列要求：

- a) 累积喷雾时间应符合表 2 要求，应采用连续喷雾方式，自火灾报警控制器发出灭火装置动作信号至第一只喷头喷出细水雾的时间不应大于 30 秒；

表 2 累积喷雾时间

保护部位	累积喷雾时间 (min)
机舱	≥10
塔架	≥10

- b) 高压细水雾喷头选型应符合表 3 要求；

表 3 喷头的要求

喷头编号	1#	2#
细水雾喷头的特性系数 K	≤0.7	≤1.0
细水雾喷嘴直径范围	Dv0.50<200 μm 且 DV0.99<400 μm	
微型喷嘴雾化角度	≥120 度	
适用空间高度	≤5 米	
适用部位	机舱	塔架
材料耐腐蚀性能	≥不锈钢 1Cr18Ni9Ti	
独立过滤装置	有	
防尘装置	有	

- c) 机舱内喷头布置在顶部，水平间距应不大于 2.0 米，且应不小于 1.2 米。塔架内喷头沿竖向布置在传输电缆对侧，喷头垂直间距应不大于 3.0 米；
- d) 最不利点喷头工作压力不应低于喷头最低设计工作压力；
- e) 喷头的特性系数 K 按生产商提供技术资料选取；
- f) 高压细水雾灭火装置的瓶组和管网应采取防冻措施；
- g) 水量计算：

- 1) 单个喷头设计流量应按公式 (1) 计算：

$$q=K\sqrt{10P} \quad \text{----- (1)}$$

式中：q—单个喷头的流量，L/min；

P—喷头压力，Mpa；

K—喷头流量特性系数，[L/min/(MPa)^{1/2}]。

- 2) 系统用水量应按用水量最大的分区计算：

$$W = \sum_{i=1}^n q_i \times t \quad \text{----- (2)}$$

式中：W—系统用水量，L；

n—系统启动后同时喷雾的细水雾喷头的数量；

q_i—细水雾喷头的实际流量，L/min，应按细水雾喷头的实际工作压力 P_i (MPa) 计算；

t—累计喷雾时间，s。

3) 系统储水量应按公式 (3) 计算:

$$W_c = 1.1w \text{ ----- (3)}$$

式中: W_c —储水量, L。

h) 管网计算:

管道沿程阻力损失、雷诺数和管道粗糙系数应分别按公式 (4)、(5) (6) 计算:

$$\Delta p_m = 2.252 \frac{fL\rho Q^2}{d_i^5} \text{ ----- (4)}$$

$$Re = 21.22 \frac{Q\rho}{d_i\mu} \text{ ----- (5)}$$

$$\text{管道粗糙系数} = \frac{\varepsilon}{d_i} \text{ ----- (6)}$$

式中: Δp_m —管道阻力损失, bar

f —管道摩擦系数, bar/m, 查附录 A 管道摩擦系数得到;

L —管道长度, m

ρ —水的密度, kg/m³, 查附录 B 得到;

Q —流量, L/min

d_i —管道内径, mm

Re—雷诺数

μ —水的动力粘度, 厘泊(cP) , 查附录 B 得到。

ε —管内壁粗糙度, 对于不锈钢管道 $\varepsilon=0.045\text{mm}$

i) 管道、连接件及支架

- 1) 系统管道应采用金属支、吊架固定, 间距应符合表 4 的要求, 在距喷头不超过 250mm 处应设置支、吊架。支、吊架应进行防腐处理;
- 2) 管道连接件应采用与管道同材质的对焊式管接头连接;
- 3) 管道应采用不锈钢无缝管, 且应符合表 5 要求。

表 4 支、吊架最大间距

管道外径 (mm)	12	16	20	22	24	28	32	36	40	48
最大间距 (m)	1.7	1.9	2.0	2.2	2.2	2.4	2.8	2.8	2.8	2.8

表 5 不锈钢无缝管规格

管外径（d0）mm		管壁厚(s)mm		材质	状态	标准号			
管外径	精度度	管壁厚	精确度						
12	±0.20	1.5	+12% -10%	1Cr18Ni9Ti	冷拔	GB13296—91			
16		2.0							
20		2.5							
22		2.5							
24		2.5							
28		3.0							
32	±0.30	3.0	±10%						
36		3.5							
40		4.0							
48		5.0							

4.2.2.2 专用超细干粉灭火装置

当风力发电机组设置专用超细干粉灭火装置时，应符合下列要求：

- a) 机舱内应按全淹没方法计算超细干粉用量，宜选用 2.5 kg 或 3.5 kg 型。塔架内应按局部淹没方法计算超细干粉用量，宜选用 7.5 kg 或 10.0 kg 型。喷射时间不应大于 1s；
- b) 超细干粉用量计算：
 - 1) 机舱内超细干粉用量应按公式（7）计算：

$$M = K1 \times K2 \times K3 \times qv \times v \dots\dots\dots (7)$$

式中：v—防护区体积（m³）

- qv—喷射密度，取 0.15 kg / m³
- K1—因阻挡不同设立的损耗系数，取1.1
- K2—因阻挡不同设立的耗损系数，取1.2
- K3—因可燃物不同设立的安全系数，取1.1

- 2) 塔架内超细干粉用量应按公式（8）计算：

$$M = K1 \times K2 \times K3 \times qA \times A \times t \dots\dots\dots (8)$$

式中：A—保护面积（m²）

- qA—喷射强度，取0.27kg / s · m²
- t—喷射时间，取 1s
- K1—因非密封度不同设立的不均匀系数，取1.1
- K2—因阻挡不同设立的耗损系数，取1.2
- K3—因可燃物不同设立的安全系数，取1.1

- c) 支架应采用金属材料制作，其强度应满足不小于装置质量 5 倍的静载荷。

4.2.2.3 其他灭火装置

当风力发电机组采用热气溶胶灭火装置、气体灭火系统、探火管式灭火装置时，应满足CECS 391：2014风力发电机组防火技术规程和DL5027-2015电力设备典型消防规程等技术标准。

4.2.3 视频监测系统

该系统设计应符合GB 50395的要求。

5 施工与验收

5.1 基本规定

5.1.1 风力发电机组消防系统施工质量管理

5.1.1.1 施工现场应具有健全的质量管理体系和工程质量检测制度，实现施工全过程质量控制。

5.1.1.2 应按照施工技术标准进行施工，设计变更应报原消防设计审核单位审查通过。

5.1.1.3 系统的设计单位和施工单位应当具有相应的工程设计和安装资质，施工人员应具备相应的专业技术资格。

5.1.1.4 施工前，系统组件及材料应齐全，其品种、规格、型号应符合设计要求。

5.1.1.5 系统应进行整体验收。

5.1.2 风力发电机组消防系统选用的设备管理

5.1.2.1 应选用国家有关产品质量监督检测单位检验合格的产品，进场时经监理工程师核查确认。

5.1.2.2 系统组件的外观检查和抽查。该系统施工前应对系统组件进行外观检查和抽查，并应符合下列规定：

- a) 组件无碰撞变形和其它机械性损伤；
- b) 组件外露非机加工表面保护涂层完好；
- c) 组件所有外露接口均设有防护堵、盖，且密封良好，接口螺纹无损伤；
- d) 铭牌清晰、内容完整；
- e) 细水雾喷头出口宜设有防尘罩、盖、涂胶等，并应保证不妨碍喷雾效果；
- f) 专用超细干粉灭火装置应无明显的机械损伤，表面应无锈蚀，保护层完好；
- g) 管材及管件的规格、尺寸和壁厚及允许偏差，应符合国家现行有关产品标准和设计要求。

5.2 施工安装

5.2.1 瓶组式细水雾灭火装置的安装

5.2.1.1 储水容器、储气容器的正面应标有与设计相符的编号。

5.2.1.2 储水容器、储气容器的固定架应安装牢靠，且应进行防腐处理。

5.2.1.3 喷头安装时应逐个核对其型号、规格和喷孔方向，并应符合设计要求。喷头出口应设有防尘罩、盖、涂胶等，并应保证不妨碍喷雾。

5.2.1.4 管道穿过平台处应安装金属套管。

5.2.1.5 细水雾灭火系统管道安装完毕后，应进行水压强度试验，试验压力应为系统设计压力1.5倍，保压时间应为5min，检查管道无损坏、变形，各连接处应无滴漏。

5.2.1.6 水压强度试验合格后，应进行吹扫。吹扫管道可采用压缩空气或氮气，吹扫压力不应大于管道的设计压力，流速不宜小于20m/s。在管道末端设置贴有白布或涂白漆的靶板，以5min内靶板上无锈渣、灰尘、水渍及其他杂物为合格。

5.2.2 专用超细干粉灭火装置的安装

5.2.2.1 灭火装置固定必须牢固，喷口的方向应按被保护物实际布置情况确定。

5.2.2.2 应由培训合格的专业技术人员安装或调试热传导线缆。

5.3 系统调试

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 系统的调试前应具备完整的技术资料及调试必须的其它资料，系统及与系统联动的火灾报警系统或其他装置、电源等均应处于准工作状态，现场安全条件应符合调试要求。

5.3.1.2 系统的调试负责人应由专业技术人员担任，参加调试的人员应职责明确。

5.3.1.3 系统调试前应按 5.1 和 5.2 节的要求检查系统组件和材料的型号、规格、数量，以及系统安装质量，并应及时处理所发现的问题。

5.3.1.4 系统调试后应填写调试报告。

5.3.2 调试

5.3.2.1 瓶组式细水雾灭火装置

分别对机舱和塔架各防护区进行下列调试试验。调试试验完成后，应将系统恢复至正常工作状态。

a) 模拟动作调试试验。

- 1) 拆下启动瓶电磁铁的电磁铁。
- 2) 按下手动启/停按钮，电磁铁应正常动作，火灾报警控制器应显示并输出火警信号。
- 3) 使感温电缆或光纤火灾探测器动作，电磁铁应正常动作，火灾报警控制器应显示并输出火警信号。

b) 实际喷雾调试试验。模拟动作调试试验完成后，应抽取整个风力发电场装机总数的 2%且不少于 1 台，按照模拟动作调试试验 2)、3) 条的要求对机舱或塔架的某一防护区进行实际喷雾试验，结果应符合下列规定：

- 1) 系统流量和压力应符合设计要求。
- 2) 防护区内每个喷头均应正常喷出细水雾。
- 3) 控制阀工作正常。
- 4) 喷雾反馈信号正常。
- 5) 设备和管道无明显晃动和机械损坏。

5.3.2.2 专用超细干粉灭火装置

分别对机舱和塔架各防护区进行下列调试试验。调试试验完成后，应将系统恢复至正常工作状态。

a) 模拟动作调试试验。

- 1) 拆开引发器的电控启动接线。
- 2) 按下手动启/停按钮，电控启动接线端应检测到正常工作电压，火灾报警控制器应显示并输出火警信号。

b) 实际喷射调试试验。模拟动作调试试验完成后，应按整个风力发电场装机总数的 1%且不少于 1 台进行实际喷射调试试验。分别抽取机舱和塔架内的悬挂式超细干粉灭火装置各一套，给其自身配套的热传导线缆加热，直至装置动作，结果应符合下列规定：

- 1) 系统喷射时间应符合设计要求。

- 2) 喷射反馈信号正常。
- 3) 支架无明显晃动和机械损坏。

5.4 工程质量验收

5.4.1 一般规定

系统的质量验收应由建设单位组织，设计、监理、施工及相关单位参加，并填写验收报告。质量验收应在施工单位自检合格的基础上进行。

5.4.2 质量验收的内容

确定下列项目是否符合设计要求：

- a) 细水雾储水容器、储气容器的设置；
- b) 细水雾分区控制阀的安装位置；
- c) 管道材质和敷设；
- d) 细水雾喷头的数量、规格及安装位置；
- e) 专用超细干粉灭火装置的数量、规格及安装位置；
- f) 支、吊架的安装；
- g) 模拟动作试验；
- h) 火灾自动报警系统各组件的设置；
- i) 火灾自动报警系统线路敷设；
- j) 探测器的设置；
- k) 火灾自动报警系统功能测试；
- l) 防火封堵材料的设置；
- m) 灭火器的选型及数量。

6 消防系统运行管理

6.1 风力发电机组的运行管理企业应对风力发电机组的消防安全管理工作负责，应组织制定操作规程、维护管理制度和工作职责等。

6.2 风力发电机组运行管理企业应遵守各项消防法律法规，建立健全企业消防安全责任制，设置消防安全管理机构，明确各级、各岗位的消防安全负责人，逐级落实消防安全责任制和岗位消防安全职责。

6.3 风力发电机组运行管理企业应建立健全消防安全管理制度，包括消防安全责任制、设施设备安全维护管理制度、防火检查巡查制度、消防教育培训制度、消防应急救援制度、消防考核奖惩制度等，应常态化组织实施防火巡查检查等工作，确保消防安全。

6.4 风力发电机组运行管理企业应按照法律法规和标准组建专职消防队或义务消防组织，针对风力发电机组火灾风险特点，制定灭火和应急疏散预案，配备必要的灭火应急救援装备及人员，至少每半年进行1次灭火和应急救援演练，并及时修订完善预案。

6.5 风力发电机组运行管理企业应将风力发电机组等部位确定为消防安全重点部位，设置明显的防火标志，明确消防安全管理机构，实行严格管理。

6.6 风力发电机组有异常报警信号时，运行人员应按操作规程对信号进行分析判断和现场巡查，并按操作规程进行处理，当机组起火时，应立即停机，并断开连接此台机组的线路断路器，同时报警。

- 6.7 不具备建筑消防设施维护保养能力的风力发电机组运行管理企业，应委托符合从业条件的消防技术服务机构对风力发电机组设置的消防系统进行维护保养和检测，每年至少检测 1 次，每月至少进行 1 次维护保养，每月应按一定比例进行火灾探测器、火灾报警控制器与灭火控制装置等的功能试验，确保每年对所有机组的消防系统设备至少试验 1 次，确保所有消防设施器材完好有效。
- 6.8 设置自动消防设施的风力发电企业应积极将本单位自动消防设施联入全区智慧消防物联网远程监控系统，提升消防安全管理水平。
- 6.9 风力发电机组消防系统应保证连续正常运行，不得随意中断，并纳入重要运行监视和巡检内容，及时发现故障报警和异常情况。当发现故障和异常时，应及时维修，并做好记录。
- 6.10 风力发电机组设置的视频监测系统应定期进行检测维护，视频存储数据资料应保存可靠。
- 6.11 风力发电机组运行管理企业应按照公安部第 61 号令的有关规定开展消防安全培训教育，员工受训率达到 100%，熟练掌握消防安全“四个能力”建设内容，提升火灾防范能力水平。
- 6.12 风力发电机组运行管理企业应将火灾报警信号等内容纳入机组定期运行分析，并形成分析报告，并采取针对性措施，加强消防安全管理。
- 6.13 风力发电机组运行管理企业应建立健全企业消防安全管理档案，制定消防档案管理制度，明确消防档案管理的责任部门、责任人及消防档案的制作、使用、更新等要求。

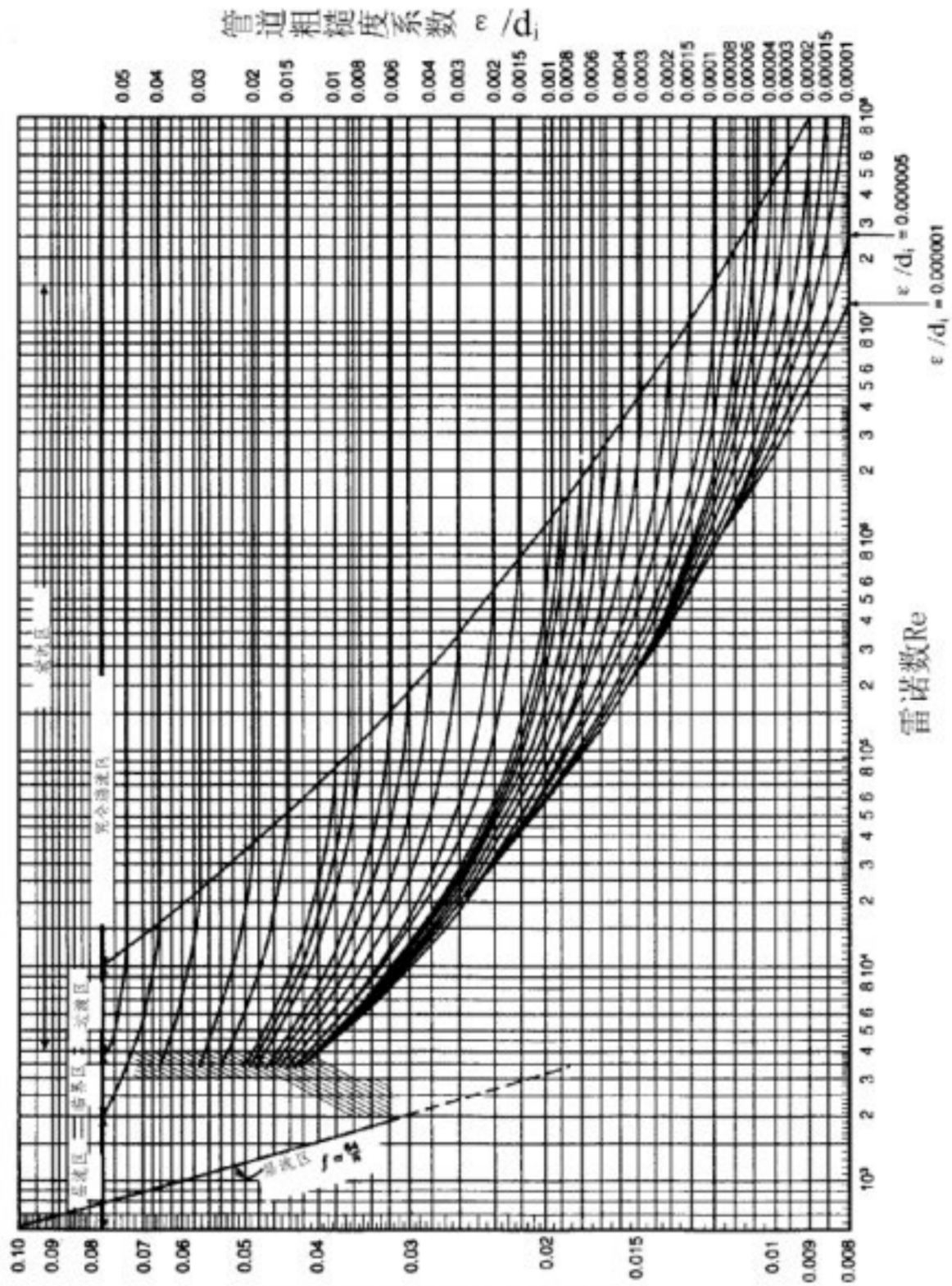
附 录 A

管道摩擦系数

(资料性附录)

管道摩擦系数见图A1。

图A.1 管道摩擦系数



附 录 B

不同温度下水的密度及动力粘度

(资料性附录)

不同温度下水的密度及动力粘度见表A1。

表A. 1 不同温度下水的密度及动力粘度

温度 (℃)	密度 ρ (kg/m ³)	动力粘度 μ (厘泊 cP)
0	999.8	1.8
4.4	999.9	1.5
10.0	999.7	1.3
15.6	998.8	1.1
20.0	998.2	1.0
26.7	996.6	0.85
30.0	995.7	0.80
32.2	995.4	0.74
37.8	993.6	0.66
40.0	992.2	0.65
50.0	988.1	0.55