

民用建筑柴油发电机房通风量的计算方法

中交天津港湾工程设计院有限公司 程万飞[☆] 常子栋 张淑娜

摘要 结合工程实际,介绍了柴油发电机组的基本构造和发热量的构成。指出了采用换气次数法的弊端,并给出发电机房通风量的较合理计算方法。

关键词 柴油发电机 风冷冷却 水冷冷却 余热 通风量

Calculation method of diesel generator room ventilation rate for civil buildings

By Cheng Wanfei[★], Chang Zidong and Zhang Shu'na

Abstract With an actual project, presents the constitution of diesel generator and the composition of heat release. Presents the disadvantages of calculation method of air changes, and gives the relatively reasonable calculation method for the diesel generator room ventilation rate.

Keywords diesel generator, cooling by air, cooling by water, waste heat, ventilation rate

★ Tianjin Port Engineering Design & Consulting Company Ltd. of CCCC First Harbour Engineering Co., Ltd., Tianjin, China

①

0 引言

随着社会的发展,人民生活水平的提高,柴油发电机组作为一种备用电源已经被广泛采用。其作用是当市政电网出现故障或紧急用电时,保证应急用电设备的正常运行,发电机房内适宜的空气环境是保证机组正常运行的前提。因此机房内的通风与降温显得尤为重要。

而目前大部分设计者计算发电机房的通风量时采用换气次数法,这种方法往往导致排风量较小,不能有效排除发电机房的余热与有害物质。本文主要针对某工程柴油发电机房现状,提出通风计算方法。

1 工程简介

本工程为天津市物流园区某堆场的地上发电机房,发电机房与消防水泵房相邻。当市政电网出现故障,由该机房为整个堆场提供生产及消防用电。机房为单层建筑,面积为 36 m²,层高 4.2 m,发电机额定输出功率 200 kW。发电机房采用风冷式冷却。

2 柴油发电机房设计参数及布置

柴油发电机房通常由柴油发电机、储油间、进风竖井、烟囱、油路系统、冷却系统等组成。

2.1 柴油发电机房设计参数

2.1.1 温湿度的要求(见表 1^[1])

表 1 室内设计参数

	冬季		夏季	
	温度/℃	相对湿度/%	温度/℃	相对湿度/%
机房(就地操作)	15~30	30~60	30~35	40~75
机房(隔室操作、自动化)	5~30	30~60	32~37	≤75

发电机房的温度对发电机的效率影响较大,当室温达 40℃ 以上时,每上升 11℃,发电机的功率下降 2%,温度过高时,会直接影响到柴油发电机的运行,因此柴油发电机房的降温冷却是保证发电机正常运行的重要因素。

2.1.2 有害物允许浓度

柴油发电机在运行时,会产生大量有害物质,主要有一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO₂)、丙烯醛(C₃H₄O)等,机房内的允许质量浓度见表 2。

①[☆] 程万飞,男,1984 年 5 月生,大学,助理工程师
300456 天津经济技术开发区黄海路青海园一号楼
(0) 13512847250
E-mail: wanfei8882002@126.com
收稿日期:2009-02-25
修回日期:2009-10-10

表 2 机房内的允许质量浓度 mg/m^3

	CO	SO ₂	C ₃ H ₄ O
最大允许质量浓度	30	15	0.3

2.2 柴油发电机房的布置

考虑到发电机的进风、排风、排烟等情况,根据 JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》的要求,柴油发电机房宜布置在首层,但是,通常大型公共建筑、商业建筑等民用建筑位于黄金地带,其首层可谓寸金寸土,并且发电机房设在首层会给周围环境带来一定噪声污染,因此按照规范规定,的确有困难时,也可布置在地下室。由于地下室通风不畅,给机房设计带来一系列不利因素,设计时机房的选址应注意以下几点:1) 应设置在至少一面有外墙的房间,有利于冷却竖井布置及排烟管道引至室外。2) 尽量避开建筑物的主入口、正立面等部位,以免排风、排烟对其造成影响。3) 不应设置在厕所、浴室等经常有积水场所的正下方或贴邻。4) 注意发电机房的噪声对周围环境的影响。5) 宜尽量靠近变电所。

3 柴油发电机房的散热量

民用建筑柴油发电机冷却系统由散热器、内置水泵、柴油机体的水冷腔组成,而散热器是利用机组上的风扇或外部水冷循环系统进行冷却的。根据散热器的冷却方式,柴油发电机可分为风冷式和水冷式,分别如图 1、2 所示。

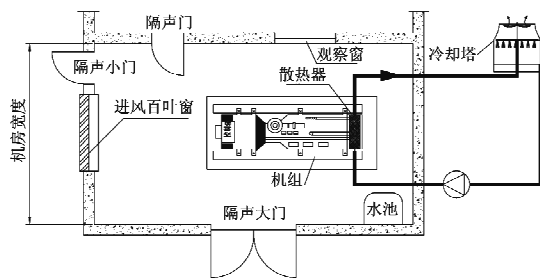


图 1 水冷式柴油发电机

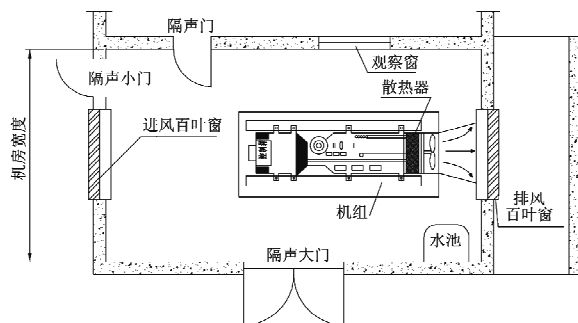


图 2 风冷式柴油发电机

柴油发电机运行时,会向周围环境释放大量的热量,主要由以下几部分组成:1) 气缸传递给冷却水的散热量 Q_w ;2) 柴油机体向周围空气的散热量 Q_c ;3) 柴油发电机向尾气的传热量 Q_t ;4) 发电机向周围空气的散热量 Q_f 。

根据冷却方式不同,传递给冷却水的热量由外循环的水或者空气带走,而传递给尾气的热量分两部分,一部分由排烟管引至高空进行排放(Q_{t1}),另一部分由室内的排烟管道散发到周围空气里(Q_{t2}),见图 3,因此柴油发电机组散发到机房内的总热量 Q_e 计算公式为

$$Q_e = Q_c + Q_f + Q_{t2} \quad (1)$$

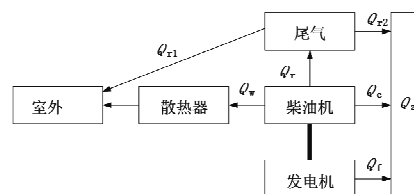


图 3 发电机房散热

柴油机体向周围空气的散热量:

$$Q_c = 0.278\eta_1 qNB \quad (2)$$

式中 η_1 为柴油机体向周围空气的散热系数,取 3.5%~6%,功率大者取小值; q 为燃料的热值, MJ/kg,柴油取 41.87 MJ/kg; N 为柴油机的额定功率, kW; B 为柴油机的耗油率, kg/(kWh),可从发电机参数表中查得,无资料时可取 0.23 kg/(kWh)。

经计算, $Q_c = 19.55 \text{ kW}$ 。

发电机向周围空气的散热量

$$Q_f = \frac{P(1-\eta_2)}{\eta_2} \quad (3)$$

式中 P 为发电机的额定输出功率, kW; η_2 为发电机效率,通常取 85%~94%,本文取 92.5%。

经计算, $Q_f = 16.22 \text{ kW}$ 。

保温后的排烟管向室内散热量:

$$Q_{t2} = 0.001L \frac{\pi(t_y - t_n)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha D}} \quad (4)$$

式中 L 为排烟管道在室内架空敷设的长度, m,本工程为 4 m; t_y 为排烟管道内的烟气温, °C,查样本,无条件时可取 300~500 °C; t_n 为发电机房的室内温度, °C,见表 1; λ 为排烟管保温材料的导热系数, W/(m·°C),可取 0.033 W/(m·°C); D 为

排烟管保温后的外径, m ; d 为排烟管的外径, m ; α 为排烟管道保温层外表面的传热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$, 架空管可取 $11.63 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 。

经计算, $Q_{d2} = 0.26 kW$ 。

4 发电机房排风量

发电机房排风量应同时计算排除有害气体和排除余热所需的排风量, 取其中较大值。

4.1 排除有害物所需风量

当柴油发电机运行时, 从柴油机体和排烟管等不严密部位向室内散发的有害物质有 CO , SO_2 , C_3H_4O 等, 通过通风换气, 将有害物质浓度降到允许浓度以下。目前大部分机房的排烟管都是架空敷设, 所需排除有害物通风量 $q = 14 \sim 20 m^3/(kW \cdot h)$; 当排烟管采用地沟敷设时, 所需排除有害物的风量 $q = 27 \sim 34 m^3/(kW \cdot h)$ 。排除有害物所需风量 L_h 的计算公式^[4]为

$$L_h = qP' \quad (5)$$

式中 q 为单位通风量(即排除有害物质所需的单位通风量), $m^3/(kW \cdot h)$, 文中计算取 $20 m^3/(kW \cdot h)$; P' 为柴油机的输出功率, kW 。

本工程排烟管道为架空敷设, 经计算, $L_h = 4\ 000 m^3/h$ 。

4.2 排除余热所需风量

计算公式为

$$L_y = \frac{3\ 600Q}{c\rho_{av}(t_n - t_w)} \quad (6)$$

式中 L_y 为通风量, m^3/h ; Q 为房间余热量, 即柴油发电机组散发到机房内的总热量 Q_d , kW ; c 为空气比热容, 取 $1.01 kJ/(kg \cdot ^\circ C)$; ρ_{av} 为进排风平均密度, 取 $1.169 kg/m^3$; t_w 为进风温度, $^\circ C$ 。

本工程室内设计温度为 $35^\circ C$, 室外通风计算温度为 $28^\circ C$, $Q = 36.03 kW$, 因此计算得 $L_y = 16\ 299 m^3/h$ 。

如果采用换气次数法进行计算, 取换气次数 $5 h^{-1}$, 计算所得风量为 $756 m^3/h$ 。由此可见, 采用换气次数法与采用排除余热法计算结果相差 20 多倍。

5 发电机房进风量

在实际工程中发电机房的进风大部分为负压下的自然进风, 进风口的设计多数没有通风专业的人员参与, 而由建筑专业布置。根据 JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》规定, 进风口面积为

发电机散热器面积的 1.6 倍, 但是往往被当作风口总面积布置, 而不是有效进风口面积, 这样导致进风口过小, 通风阻力大, 通风量达不到设计要求, 无法消除机房内的余热和有害物质。

柴油发电机房的进风量 L_j 按下式计算

$$L_j = L_p + L_r \quad (7)$$

式中 L_p 为发电机房的排风量, m^3/h ; L_r 为柴油机燃烧所需空气量, m^3/h , 在样本上查取或者可取 $7 m^3/h$ ^[2]。因此进风口的面积应由通风专业人员根据以上计算所得风量进行核算。

6 风机选择

根据柴油发电机房通风量大、风压小的特点, 一般情况应选用轴流风机。风机风量应在系统计算风量上附加风管和设备的漏风量, 按下式计算:

$$V_f = VK \quad (8)$$

式中 V 为系统计算风量, m^3/h ; K 为附加系数, 取 $1.05 \sim 1.10$ 。

风压按下式计算:

$$p_f = pK' \quad (9)$$

式中 p 为系统计算风压, Pa ; K' 为附加系数, 取 $1.10 \sim 1.15$ 。

7 结语

采用换气次数法计算柴油发电机房的通风量有诸多不周之处, 而且我国各地的气象条件差距很大, 因此笔者认为本文的计算方法应作为首选。除此之外, 发电机房的噪声污染和排烟系统同样不可忽视, 设计者应充分考虑。

参考文献:

- [1] 中国建筑东北设计研究院. JGJ 16—2008 民用建筑电气设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- [2] 中国建筑设计研究院. GB 50038—2005 人民防空地下室设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005
- [3] 刘贵廷. 人民防空地下室柴油发电机房(风冷)通风设计[J]. 暖通空调, 2008, 38(1): 81—84
- [4] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- [5] 郭春信. 地下柴油发电机房的通风与降温设计[J]. 暖通空调, 2007, 37(2): 71—76
- [6] 国家电力公司东北电力设计院. 火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 2004