

# 论燃气红外辐射采暖系统的选型、布置方案选择及安装

郑伟

上海建工一建集团有限公司, 上海 200000

**[摘要]**在高大厂房、机场、仓库、体育馆等工程中, 燃气红外辐射采暖系统由于使用效果好, 造价低, 安装方便等优点应用较广泛。随着该类产品技术的不断发展, 燃气辐射采暖设备也出现不同的类型。文章旨在结合工程实例分析燃气红外辐射采暖系统的原理和组成; 分析不同燃气辐射采暖设备的优缺点; 通过技术和经济指标进行比选方案; 最终在施工中要注意的一些事项, 确保安全和施工质量。

**[关键词]**燃气红外辐射采暖系统特点; 选型方案分析; 安装要点

DOI: 10.33142/ec.v3i3.1592

中图分类号: TU832.1

文献标识码: A

## Discussion on Selection Arrangement and Installation of Gas Infrared Radiation Heating System

ZHENG Wei

Shanghai Construction No.1 (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

**Abstract:** In large factory buildings, airports, warehouses, gymnasiums and other projects, the gas infrared radiation heating system is widely used due to its advantages of good use effect, low cost and convenient installation. With continuous development of this kind of product technology, there are different types of gas-fired radiant heating equipment. This paper aims to analyze principle and composition of gas-fired infrared radiation heating system, advantages and disadvantages of different gas-fired radiation heating equipment, compare and select schemes through technical and economic indicators and finally pay attention to some matters to ensure safety and construction quality.

**Keywords:** features of gas infrared radiation heating system; analysis of selection scheme; key points of installation

### 引言

在高大厂房、机场、仓库等建筑工程中, 燃气红外辐射采暖系统使用较广泛, 但是也要合理的设备选型和合理的设计布置方案才能得到最佳的采暖效果。为保障该系统的使用效果, 就应根据建筑实际情况, 通过经济技术指标对比, 细致进行选型优化和方案布置。并且在施工过程中控制好安装质量。分析每一个注意事项, 最终达到最佳效果。

### 1 燃气红外辐射采暖系统组成及原理

本文介绍的燃气辐射供暖系统由燃气管道、辐射供暖设备、温度控制系统、排烟系统、安全系统组成。通过燃烧后产生的红外线由红外线辐射供暖设备以辐射方式向厂房内传递热量。红外线是整个电磁波波段的一部分, 波长在 0.76-1000 微米之间的电磁波, 尤其是波长在 0.76-40 微米之间, 能量集中, 热效应显著。红外线波长 2~6 微米我们称之为高强辐射也叫强强辐射, 直观上是可发出红色可见光。7~20 微米称为柔强辐射也叫低强辐射, 直观上是不可见光。柔强辐射与高强辐射统称红外线辐射。当辐射管加热到一定温度后, 产生远红外线, 向外传递热量。红外线穿过空气层时, 不会被空气所吸收, 它能穿透空气层而被物体直接吸收, 并转变为热量。该系统的直接供暖对象不是采暖空间的空气, 而是取暖物, 如人员、设备、工具等。这些取暖物按照自身的物理化学特点吸收并储存热能, 然后通过其接触的空气表面再向采暖空间传递热量。这就是燃气红外辐射采暖系统的基本原理。

### 2 燃气红外辐射采暖系统在厂房等高大建筑中的应用比较

厂房、体育馆等高大空间建筑内空调采暖系统的种类可采用: 蒸汽或热水散热器系统、全空气空调供暖系统、燃气红外辐射采暖系统等。

但是在高大空间建筑中, 尤其是工业生产厂房中悬挂(或采用固定支架)的燃气红外辐射采暖设备, 效果好、体感舒适、安装灵活方便。非常适用于大空间建筑, 也便于设备布置, 使用过程中完全能达到设计室温要求。

燃气红外辐射采暖系统与散热器系统、全空气空调供暖系统在厂房等高大空间中的比较: 热水或蒸汽散热器系统: 布置选点约束条件多, 散热器表面温度过高较危险, 热辐射范围小; 采用散热器布置在底部, 上部与下部的空间温差较大, 空间温度不均匀;

全空气空调供暖系统: 工程造价高、设备多, 采用风管集中送风供热方式风口分散布置, 重点是由于有气流的产

生, 对人体舒适度感觉较差, 在以往施工的印刷厂项目中就发生过工人将球形空调风口转向或关闭的情况, 造成厂房内空调效果差的情况, 而且由于热空气向上的原理, 会造成上热下冷, 在供暖工程中造成热损耗大的情况。由于有空调水系统和空调风系统, 后期的维护工作量大。

相比较而言, 燃气红外辐射采暖系统更适合于厂房等高大建筑的采暖:

燃气红外辐射采暖系统效率高, 辐射器采暖房间的工作区温度可比对流采暖方式低  $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ , 但人体同样能感到满足的舒适度; 地面、墙面、物体温度和 2 次辐射可使 2m 以下的工作区空气温度分布均匀; 热效率高升温快, 温度均匀, 人体舒适度更好; 系统清晰, 结构简单, 安装方便, 如业态发生变化时调整也较简便, 使用的可靠性高, 后期基本无需维护;

噪音小, 燃气废气可通过管道排到室外, 对环境无污染, 无扬尘, 符合环境保护和绿色节能建筑的要求; 采用陶瓷板等作为燃烧器, 耐用性和耐腐蚀性较高; 可采用天然气能源, 不占用工厂的电能; 不加直接热空气, 而是将热量直接传递到人员和设备工具上;

节约能源, 降低运行成本; 运行中管理简单, 启动/停机快, 控制操作灵活, 自动控制也有利于降低运行成本。不占用厂房地面的面积, 节约空间, 一般为高空的吊装。

### 3 燃气红外辐射采暖系统的方案选择

燃气红外辐射采暖系统又可分为高强辐射采暖系统和柔强辐射采暖系统, 对于这两种系统应用在不同的场合, 如何选择才能发挥出最大的效率呢? 结合一个厂房案例介绍。

上海摩根轧机厂房(西门子), 为钢结构厂房, 车间总长 135m, 宽 62m, 车间屋檐高度为 21.7m。厂房的建筑面积为  $7812\text{m}^2$ 。车间内有双层行车, 屋顶有自然通风气楼。

设计参数: 工作区达到实感温度  $15^{\circ}\text{C}$ , 室内供暖计算温度  $4.4^{\circ}\text{C}$ 。燃料采用天然气, 热值为  $8600\text{kcal}/\text{m}^3$ 。

原设计为高强燃气辐射采暖系统, 采用高强度的陶瓷板辐射加热器, 共计 62 组。见图 1

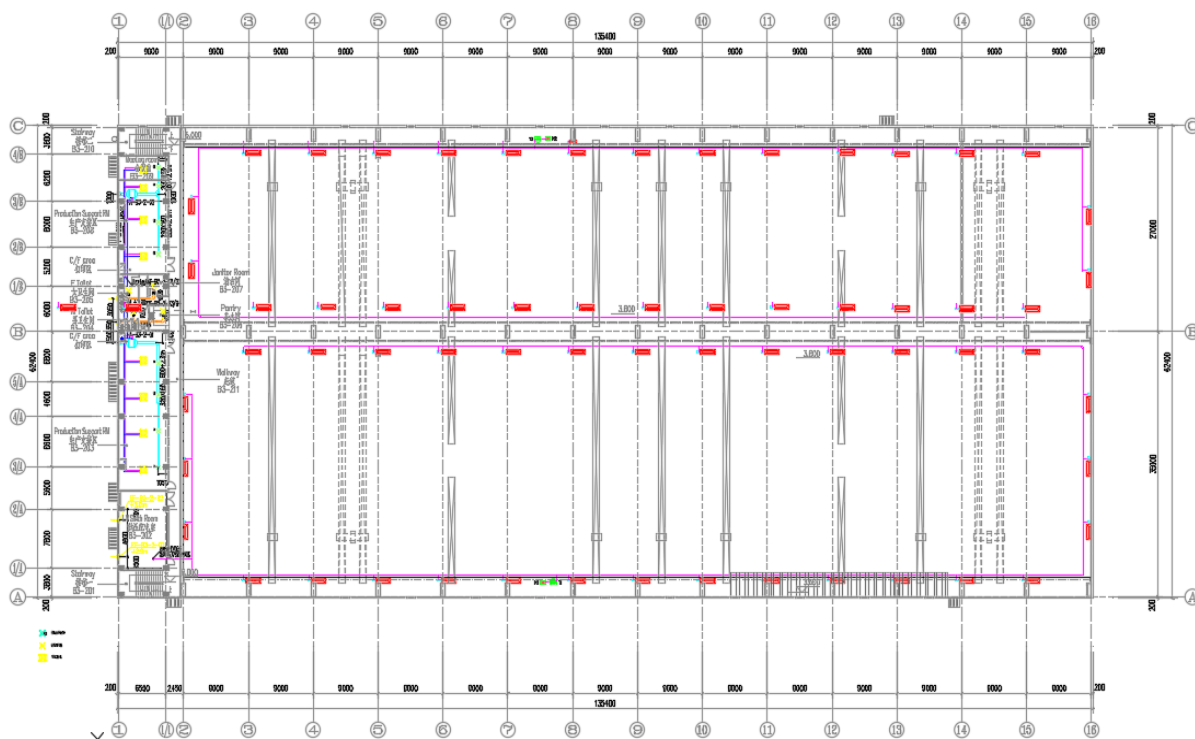


图 1 高强燃气辐射采暖平面布置图

项目部了解到业主要尽可能增加采暖面积, 强调在达到厂房区域的采暖效果的情况下充分利用厂房现有的面积。但实际上设计高强燃气辐射采暖系统采用陶瓷板辐射加热器, 其辐射面积有限, 主要用于定点或定向采暖, 如果增加高强陶瓷辐射加热器的话又会增加总投资, 并且燃气耗气量也要重新设计。那如何在现有的投资和基础条件下满足业主要求呢? 对此我们进行了该系统的研究与深化设计。

高强燃气辐射采暖系统与柔强燃气辐射采暖系统的应用和设备选型依据如下:

#### 3.1 高强辐射器

高强辐射器功率的选择按照采暖面积、室内温度、风速结合进行选择, 结合单元式燃气红外辐射供暖系统设计选

用与施工安装标准图集，根据高强辐射器设备特性及参数，得出采暖热负荷参数换算表，见表 1：

表 1 定点/定向采暖热负荷参数换算表

周围空气温度℃	KW/h. m <sup>2</sup>	
	风速 915m/h	风速 1830m/h
4.4℃	0.437-0.521	0.521-0.568
5℃	0.237-0.278	0.268-0.316
...	...	...

原设计系统布置核算：原设计考虑每个定向采暖区域约为 7m\*6m 的工作区，面积 42m<sup>2</sup>，在室温 4.4℃时，有较小的风速。总的热量为 42\*0.48=20.16kw。每个定向区域选择一台 20.5KW 的辐射器。

### 3.2 柔强辐射器

当采用区域采暖时布置柔强辐射器，根据设备参数，每组辐射面积及安装高度如图 2 所示：

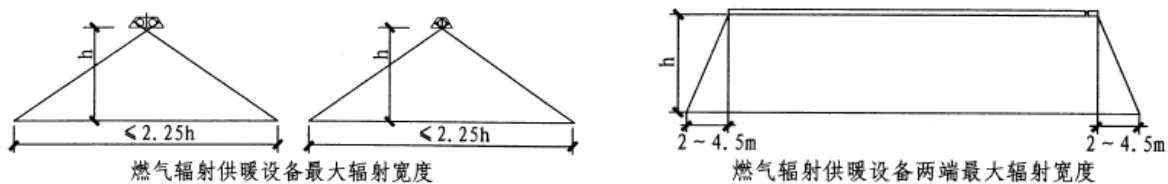


图 2 柔强燃气辐射器覆盖面积图

根据本项目要求采用标准正压 U 型燃气红外线采暖设备 (ZD30)，每组柔强辐射器安装高度在 5m 时，辐射面积为 2×5×(3+3+10)=160m<sup>2</sup>。即每组柔强辐射器功率为 29.3KW，采暖面积在 160m<sup>2</sup>，每平方米采暖功率=29300/160=183w/m<sup>2</sup>。厂房内采暖区域共布置 32 组。厂房采暖受空间面积及设备种类等因素影响较大，不同于各民用建筑有明确的参考指标。但参照采暖、通风、空气调节方案设计估算指标，大礼堂及体育馆的采暖指标为 115-160w/m<sup>2</sup>。与业主确认后也完全满足要求，方案深化设计后设备布置情况如图 3 所示：

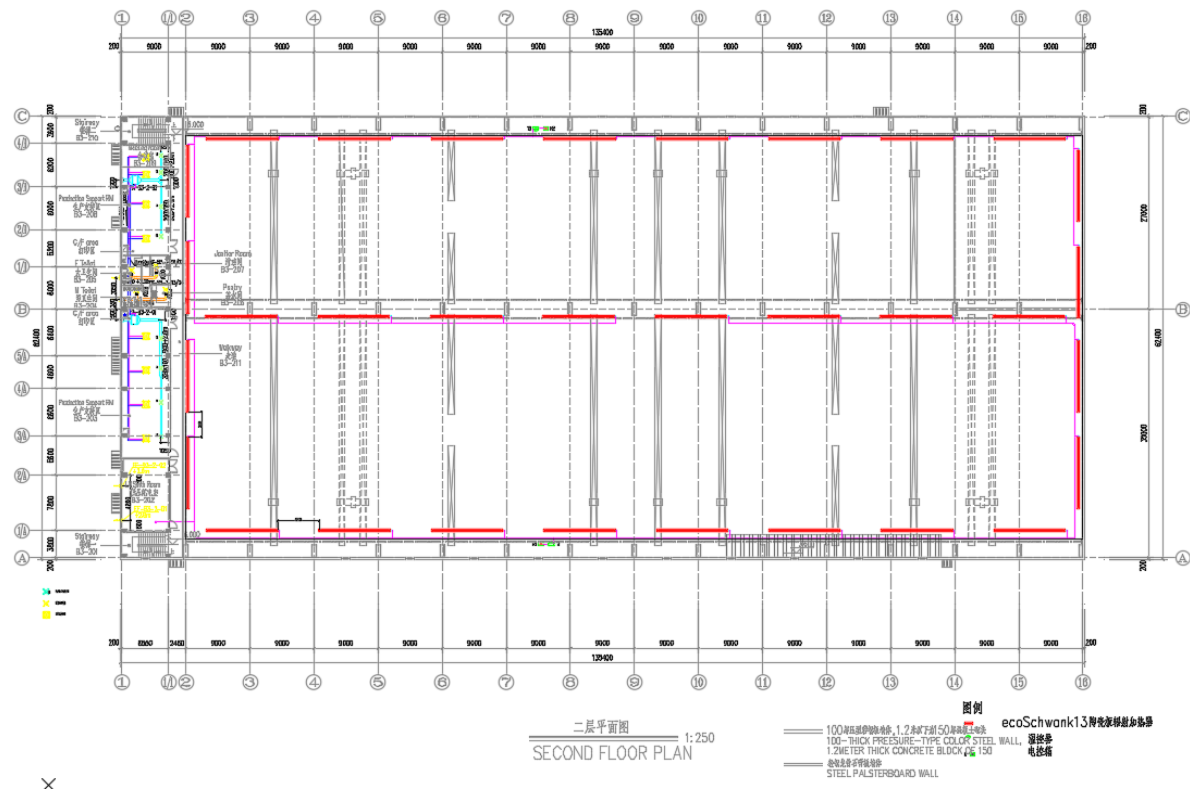


图 3 柔强燃气辐射采暖平面布置图

#### 4 两种燃气红外辐射采暖系统的比较

在经过细致的比选后，我们认为采用柔强采暖辐射采暖系统更能符合业主要求，该方案也得到了业主和原设计的认可，经研究后列出二种系统的对比表，见表 2。

表 2 高强燃气辐射采暖系统与柔强燃气辐射采暖系统对比表

对比项目	高强辐射采暖系统	柔强辐射采暖系统	备注
采用的设备名称	高强辐射器——高密度陶瓷板式燃气红外线加热器（GR100）	柔强辐射器——标准正压 U 型燃气红外线采暖设备（ZD30）	
设计套数	62 套（20.5KW/套）	32 套（29.3KW/套）	
一次性投资，包括设备	53 万元	51.2 万元	柔强辐射系统初期投资稍节约
耗气量	2.93 m <sup>3</sup> /h	2.8 m <sup>3</sup> /h	柔强系统较节能
输出功率	1271KW	937KW	均满足要求
推荐安装高度	5.5m-6.5m	4.5m-5.5m	最小安装高度均满足要求>3m
安装角度	10-30 度，不能水平	水平或小于 45 度	柔强辐射系统安装范围更大
辐射覆盖面积	每套设备长度 1.5 米，辐射面积达到 42m <sup>2</sup> /套。共 62 套。实际可辐射到的面积为 2604m <sup>2</sup> 。被辐射面积占厂房总面积的 33.3%	每组设备长度 10 米，辐射面积达到 160m <sup>2</sup> 。共 32 组，实际可辐射到的面积为 5640m <sup>2</sup> 。被辐射面积占厂房总面积的 65.5%	柔强系统辐射面积广
燃烧器设备表面温度	900℃（属于高温辐射）	500℃（属于中温辐射）	柔强系统较安全。
燃烧器布置场合	可布置在室内，室外，辐射板表面温度高，布置灵活	在室内布置，辐射管长，辐射均匀，布置灵活。	特殊情况下室外采暖采用高强系统
达到设计采暖温度的时间差别	快速，60 秒内达到设定温度	慢，30-60 分钟后达到设定温度	高强系统升温非常快
采暖效果差别	采用抛物线型反射罩能使红外线更加集中并反射。能量能聚集在一定的区域内。	房屋上下温度梯度小，上部空气温度不高，几乎无热损失，造成舒适的微气候。	各有特点
使用效果	定向或定点采暖效果好	区域或整体采暖，人体舒适感效果好。	柔强系统舒适度较高
废气处理技术差别	高强辐射采暖产品产生的废气，采用直排式，这样就要求厂房室内密封性较低，保持一定的新风量。	采用外排式，通过尾气管道直接送至厂房排气管。可采用负压的方式排废气。	产生的废气均满足我国排放标准。柔强辐射系统更合理，对室内无需有新风要求。
安装及维护	容易，安装速度快	可多台串联或并联连接，配套设备较多，安装速度较慢	高强辐射系统安装及维护更简单
燃气效率	99%（内排放）	98%	基本一致
运行温度控制，控制器安装高度 1.5m	二级温控，精度较低。	区域内精确控温。	柔强辐射系统控制精度高
安全措施	火焰检测系统，意外熄火检测系统，安全双重保护	100%安全关闭燃气阀及控制器	均满足要求



## 5 燃气红外辐射采暖系统安装及布置需要考虑的几点因素

燃气红外辐射供暖时,热射线首先接触到人的头部,因此辐射强度应从人体头部所能接受的辐射强度为上限(人体头部可接受的最大辐射强度为 $70\text{W}/\text{m}^2$ )。据此安装高度也有相应的要求,本案例中输出功率 $29.3\text{KW}$ 时,最小安装高度大于 $4.5\text{m}$ 。

注意防火、防爆和通风换气,燃气管道及设备对供暖空间无泄漏,无明火燃烧。燃气在辐射器内燃烧,烟气排放系统应有 $0.005$ 以上的坡度,均应沿气流方向,烟气由真空泵排出室外,或特殊情况下直排室内。

辐射器严禁安装在地下室和有易燃、易爆气体、粉尘的场所。辐射器的安装应有 $0.003$ 的坡度并在真空泵前设集、排水器,且采取防冻结措施。

辐射供暖装置可布置在建筑物的梁下、屋面下、墙上,可以根据建筑物内温度要求进行分布。但布置辐射器时应注意建筑特点、高度,通常靠外墙、外门等适当增加一些发生器。要保证最远端辐射线高于外墙 $2.5\text{m}$ 。工厂内也可按照不同的工作区布置辐射器的数量,并按照需要灵活控制开启辐射器。要达到良好的辐射效果应避免风吹到设备上。面对面安装两台小功率的设备效果要好于安装一台大功率的设备,但相应的成本也增加了。

燃气采暖系统施工注意点,设备可安装在车间立柱旁,高度根据建筑空间、产品的性能要求及设计要求,可采用一定的角度安装。所有辐射加热器安装时须避开电缆、灯具等设备,具体安装位置可以根据现场进行调整。可通过调节角度来确保操作区域的辐射照度要求。

当采用柔强辐射采暖时,设备表面温度为 $500^\circ\text{C}$ ,热辐射量本身不高,故满足最低安装高度即可,以此尽量保证辐射强度。而当采用高强辐射采暖时,由于其表面热辐射温度为 $900^\circ\text{C}$ 以上,安装高度不能过低,否则也将减少实际的采暖面积。另外辐射器的四周也要保持一定的安全距离。

控制系统的选择:主要有定温控制,根据室内温度设定,按室温上下限设置自动启、停;定时控制,根据按作业班时设定开、停时间;定区控制,根据工作区的划分设定独立的控制。要根据不同的要求进行灵活应用。

### 结束语

高强燃气辐射采暖系统与柔强燃气辐射采暖系统各有特点,虽然都适用于厂房,但适用场所也有所区别。

高强辐射系统适用:优先考虑定向或定点采暖,适合特别高大的厂房、仓库,且门窗空气渗透性较高,室内换气次数大于 $0.5$ 次/h,仅对工作区域集中采暖或要求快速达到设计采暖温度。

柔强辐射采暖系统适用:优先考虑整体采暖和区域采暖,适合高大的厂房、仓库、会展大厅、体育馆,建筑围护密闭性相对较好,建筑物内要求较大的采暖面积,采暖效果均匀室内温度梯度变化小,工作区域大,对温控也有较高的要求厂房建筑。

### 【参考文献】

- [1]陈佩寒,田玉卓.燃气红外线辐射供暖系统的设计与安装[J].煤气与热力,2008,28(06):29-31.
- [2]赵啸琳.燃气红外线辐射采暖在生产厂房中的应用[J].供热制冷,2016(11):26-28.
- [3]叶齐欢.大空间区域采暖系统方式的实例探究[J].智能建筑与智慧城市,2018(02):42-43.
- [4]罗英,任兆成.《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》解读[J].暖通空调,2016,46(07):41-46.
- [5]林立春,黄思怡,冯良.大空间建筑燃气红外辐射采暖系统的设计研究[J].上海煤气,2016(02):32-35.
- [6]陆耀庆.实用供热空调设计手册2版[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [7]GB50019-2015《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》[S].北京:中国计划出版社,2015.

作者简介:郑伟(1974-),男,上海市人,汉族,大学本科学历,工程师,研究方向为建筑工程机电设备安装专业。