

# Electric Heating Design of Rural Residential Buildings in Southern Xinjiang, China

Jiang Li Xiaojuan Wu

Xinjiang Architectural Design Institute, Urumqi, Xinjiang, 830002, China

## Abstract

This paper proposes a design approach to the electric heating load estimation, distribution system design, line laying and system grounding of existing rural residential buildings in combination with the electric heating renovation project in Xinjiang, China.

## Keywords

electric heating; peak and valley electric charges; simplified calculation

# 中国新疆南疆地区农村居住建筑电供暖设计

李疆 吴晓娟

新疆建筑设计研究院, 中国·新疆 乌鲁木齐 830002

## 摘要

本文结合中国新疆地区电供暖改造工程,对既有农村居住建筑电供暖用电负荷估算、配电系统设计、线路敷设、系统接地等提出设计做法。

## 关键词

电供暖; 峰谷电价; 简化计算

## 1 引言

根据中国新疆地方能源结构的实际状况,结合习近平总书记关于“要按照企业为主,政府推动,居民可承受的方针,宜气则气、宜电则电,尽可能利用清洁能源,加快提高清洁供暖比重”的总体要求,中国新疆逐步在南疆三地州喀什、和田、克州开展电供暖前期试点准备,主要对既有农村居住建筑进行电供暖改造。笔者参加相关现场调研和技术要求的编写工作,将设计要求与同仁分享,不涉及相关政策要求,并请同仁们批评指正。

## 2 电供暖用电负荷的估算

根据采暖设计技术理论和现场实际调研,农村居住建筑围护结构保温做法,在电供暖改造工程使用效果中起到至关重要的作用,是既有建筑进行电供暖改造需要考量的第一指标。

表1 围护结构保温类别对应的保温分类

围护结构保温类别	围护结构保温状况		节能效果评价
1	外墙	370厚KP1烧结多孔砖墙+70mmEPS板(严寒地区)	围护结构基本经过节能改造,保温效果较好,接近居住建筑节能50%标准;
		370厚KP1烧结多孔砖墙+40mmEPS板(寒冷地区)	
	屋面	150mm厚加气混凝土+80mmEPS板(严寒地区)	
		150mm厚加气混凝土+50mmEPS板(寒冷地区)	
外窗	四腔三密单框三玻中空玻璃,气密性6级(严寒地区)		
	四腔三密单框双玻中空玻璃,气密性6级(寒冷地区)		
外门	保温木门或保温金属门		
2	外墙	370厚KP1烧结多孔砖墙	围护结构没有经过节能改造,保温效果较差,无法按照居住建筑节能标准评价;
	屋面	150mm厚加气混凝土保温	
	外窗	简易单框双玻塑钢窗,气密性4级	
		外门	
3	外墙	370厚实心砖墙	无节能措施;保温效果差,无法按照居住建筑节能标准评价;
	屋面	稻草板或加草黏土	
	外窗	简易单框双玻塑钢窗,气密性4级	
		外门	

热负荷计算需要考虑间歇供暖附加，附加系数宜为 0.5。

将其转换为电热设备功率估算值可参考下表：

表 2 农村住宅单位建筑面积电供暖设备配置功率

气候分区 围护结构 保温类别	寒冷地区 (热负荷 计算值 W/ m <sup>2</sup> )	寒冷地区 (电负荷 估算值 W/ m <sup>2</sup> )	严寒地区 (热负荷 计算值 W/ m <sup>2</sup> )	严寒地区 (电负荷 估算值 W/ m <sup>2</sup> )
1	85	95	100	115
2	100	115	150	170
3	120	135	180*	200

示例：中国新疆喀什市郊 A 村 B 户 70 m<sup>2</sup> 农村居民住宅进行电供暖改造，其围护结构保温类别经现场踏勘为 2 类，估算电供暖用电负荷。根据《农村居住建筑节能设计标准》XJJ/T091-2018 3.0.1 条，喀什市属于寒冷地区，查上表确定单位用电容量为 115 W/m<sup>2</sup>，估算用电负荷为 Pe=70 m<sup>2</sup>\*115 W/m<sup>2</sup>=8.05kW。

### 3 电供暖配电系统

(1) 电供暖电价问题自中国新疆地区煤改电工作实施以来，就是一个关系到用户使用电供暖经济性的关键问题，自治区政府及发改委、住建厅、新疆电力公司等部门、企业参与制定，目前电供暖及生活试运行电价如下：

价格(元 / 千瓦时)	时段			
	谷电 (23:00-09:00)	平电 (09:00-14:00)	谷电 (14:00-16:00)	平电 (16:00-23:00)
分散式电供热	0.136	0.248	0.136	0.248
集中式电供热	0.114	0.204	0.114	0.204
生活用电	0.39			

(2) 根据不同电价体系设定不同配电系统的要求，电供暖配电系统应与生活用电配电系统分别设置，并且不能混用。

现状新疆农村居住建筑低压电源接入部分，包括 220/380V 架空线路、专用电表箱（含电表和断路器或隔离开关）、用户电源进线线路均由新疆电力国网公司提供。生活用电系统通常采用的电力架空线路引至居住建筑附近，户外电杆设置计量电表箱，引出架空耐候性护套线至用户配电装置（电力规范术语为“户保”）。由于电供暖用电价与生活用电电价不同，进行电供暖改造用户，<sup>[1]</sup>由电力部门在户外电杆上增设一套专用电供暖计量表箱，引出专用线路入户，既有建筑的电供暖需要新增一套配电系统，与原有生活用电配电系统完全分开。

(3) 笔者将电供暖改造工程的设计和施工要求与现场调

研中发现问题，进行类比。

分类	手册要求	调研情况
电源进户	进户线应采用耐候性铜芯绝缘护套电线或电缆，截面不小于 10 mm <sup>2</sup> ，并满足电力部门的要求；	进户线基本由电力部门完成，接入户总开关，采用铝芯耐候性护套绝缘电线，截面在 10-16 mm <sup>2</sup> ；（由电力提供）
	进户线采用架空方式敷设时，线路最低处距地面的垂直距离不应小于 2.5m；穿墙时应套硬质绝缘阻燃套管，套管应内高外低，两端露出墙面部分不应小于 10mm。进户线应在室外做滴水弯，滴水弯最低点距地面的垂直距离不小于 2m。	架空进户高度满足要求，穿墙时没有套管，直接留洞入户，没有预留滴水弯；
户内导线选择	户内电供暖系统配电线路的导线应采用 0.45/0.75kV 阻燃聚氯乙烯绝缘铜芯线（ZR-BV）。电供暖配电回路导线截面规格与保护开关参数应配合，并应满足具有短路保护和过负荷保护的功能要求；	户内线路采用 BV 导线，相线、中性线等截面，线色混乱；
	供电回路中性线应与相线等截面。户内导线绝缘层颜色应选择一致，并符合下列要求：相线（L）应采用黄、绿、红三色之一导线；中性线（N）采用蓝色；保护接地线（PE）采用黄绿双色线。	
进户配电装置	进户线进入户内后，应首先接入电供暖专用配电箱。电供暖专用配电箱采用明装方式，明装配电箱底距地不应低于 1.8 米，暗装配电箱底距地不应低于 1.5 米，安装位置应设置于便于进户线连接和用户便于操作的位置。	户内无配电箱，一般只安装一个剩余电流动作保护断路器，并且无 PE 线；
	住户内电供暖专用配电箱应设置总进线断路器和分路控制断路器。总进线断路器并应具备短路保护和过负荷保护功能，并能同时断开相线和中性线；每个分路控制断路器应采用具备短路保护、过负荷保护和剩余电流动作保护装置的断路器，并能同时断开相线和中性线。	
户内线路敷设	电供暖配电系统线路敷设宜采用阻燃塑料槽板布线，槽板应紧贴建筑物、构筑物表面敷设，且平直整齐。槽板底板固定间距应小于 500mm，盖板固定间距应小于 300mm。底板距终端 50mm、盖板距终端 30mm 处均应固定。刚性塑料槽板应采用难燃材料，其氧指数不应小于 28。槽板盖板在直线上 90° 转角处，应以 45° 斜口相接，分支处应成丁字三角叉接，盖板应无翘角，接口应严密整齐，不应挤伤导线绝缘层。槽板与各种器具的底座连接时，应留有余量，底座应压住槽板端部。一条槽板内应敷设同一回路，槽板内导线严禁有接头。当电供暖散热器配电回路需要设置中间接头时，应增设接线盒，线路中间接头应设置在接线盒内。	线槽施工混乱，线路在线槽内断接，转角、端头位置线槽连接不闭合、露线等，不符合要求；
	每个电供暖散热器宜设置温控器控制；每个电供暖设备供电回路应设置温控器控制，温控器采用直通式，额定电流不小于 16A。	温控器安装在电散热器的正上方；
温控器	温控器可采用独立安装形式和与散热器一体方式。当采用散热器一体方式时，温控器工作不应受散热器影响。	
	每个独立采暖区域应设温度控制器，应设置在能反映室内温度的位置且人员活动较多区域，周围应无散热体或遮挡物且操作方便，不受阳光直接照射。温度控制器安装高度宜与照明控制开关相同，距地高度宜为 1.4m，与其它开关间隔 200mm。	
	温控器宜带有无线网络接入功能。	

#### (4) 接地

根据行业标准《农村住宅电气工程技术规范》DL/T5717-2015 5.0.1 条,“用户应统一使用户内总保护线(PE)接地方式。”并提供图1作为示意图。

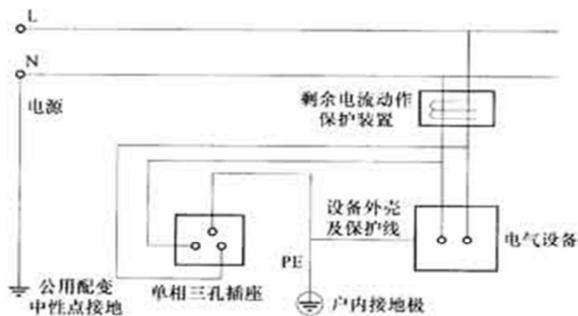


图 5.0.1-1 户内总保护线与户内接地极连接示意图

图 1 户内总保护线与户内接地极连接示意图

本图接地系统为 TT 系统,按照《低压配电设计规范》GB50054-2011 5.2.15 条要求,TT 系统配电线路间接接触防护电器的动作特性,应符合下式的要求: $R_A I_a \leq 50V$ , $R_A$  外露可导电部分的接地电阻和保护导体电阻之和( $\Omega$ )。考虑新疆农村居住建筑建设条件,要求 $R_A$  不大于 50 欧姆<sup>[2]</sup>。

但是,农村居住建筑现状中,原生活用电的配电系统中没有任何接地措施,基本不能满足安全用电的要求。新增电供暖工程也无接地装置可直接使用。

笔者在调研过程中,也曾想按照传统接地装置做法,采用 3 根  $50 \times 50 \times 5$  角钢,长度 2500,埋深 800,做接地装置,接地电阻值达到 30 欧姆以下,满足安全用电的要求,但是工程造价要超过 1000 元/户,无法在电供暖项目中实施。

后在现场调研试点项目时,<sup>[3]</sup> 受到启发。中国新疆南疆地区地震多发,新建富民安居房有一定的抗震要求,结构专业在标准图设计中,要求在房屋的顶部和底部设置结构圈梁,四个外角设置分别设置构造柱,顶部和底部结构圈梁及四个构造柱内钢筋均有拉接,完全可以考虑自然接地体,如图所示。



图 2 构造柱示意图

查资料有以下经验公式进行复核校验:

$$R = 2.736 \frac{\rho}{2\pi\sqrt{A}}$$

其中: R 为估算自然接地电阻( $\Omega$ );

$\rho$  为土壤热阻系数( $\Omega \cdot m$ );

A 为建筑物基底在土壤中的面积( $m^2$ )。

建筑面积  $50 m^2$ , 土壤为黄土与多石土壤之间,电阻率取  $300 \Omega \cdot m$ , 估算自然接地电阻  $R=18.48 \Omega$ 。

后经过喀什住建局协助,对喀什市附近及建筑面积  $50-70 m^2$  农村富民安居房进行了随机抽取,并进行接地电阻检测,发现接地效果很好,接地电阻在  $5-15$  欧姆范围内,完全可以满足设计需求。下图是现场测试接地电阻的报告单。很多富民安居房考虑今后加盖楼层的可能性,结构柱内钢筋均外露,对于改造工程作为接地连接有一定的便利性<sup>[4]</sup>。

工程名称	测试日期	测试地点	测试人	审核人
富民安居房	2019.10.15	VLC 100/1000		
测试点	1. 东边柱	12.73	2019.10.15	电工
	2. 西边柱	12.65		电工
	3. 南边柱	11.98		电工
	4. 北边柱	10.81		电工
	5. 总电阻	12.87		电工

图 3 现场测试接地电阻报告单

## 4 结语

新疆电供暖改造工程涉及南疆各地州农村居民生活品质改善、用电安全提高等问题,希望在改造工程的推进过程中,<sup>[5]</sup> 不断完善,切实提高农村居民用电安全性。

## 参考文献

- [1] 中机中电设计研究院有限公司,GB50054-2011 低压配电设计规范,中国计划出版社,2011.
- [2] 中国航空规划设计研究总院,工业与民用供配电设计手册(第四版),北京,中国电力出版社,2016.
- [3] 新疆建筑设计研究院,农村居住建筑煤改电工程技术指南,乌鲁木齐,2018.
- [4] 新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅、新疆建筑设计研究院,南疆四地州煤改电工程(一期)居民供暖设施安装和使用手册,乌鲁木齐,2018.
- [5] 陈西庚.对重复接地电阻有关问题的分析.建筑电气,2005(2):51-54.