

# Research on construction layout and quality control of strong and weak electrical pipe network in modern villa area

Bingzhao Yang

Yunnan Construction Investment Sixth Construction Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

## Abstract

This paper focuses on the construction layout and quality control of strong and weak electrical networks in modern villa areas, particularly addressing the conflicts between these networks and those for rainwater, sewage, water supply, gas, and high-pressure systems. By employing multi-disciplinary planning, BIM technology, and dynamic adjustments during construction, the paper demonstrates that these methods can effectively resolve network conflicts, ensuring the safe and stable operation of all systems. The research findings indicate that a scientific construction layout and meticulous quality control are crucial for achieving efficient coordination among multiple networks, providing valuable theoretical and practical insights for the infrastructure development of modern villa areas.

## Keywords

modern villa area; building electrical; strong and weak power network; construction layout; quality control; network conflict

# 建筑电气强弱电管网在现代别墅区的施工布局及质量控制探究

杨兵兆

云南建投第六建设有限公司, 中国·云南昆明 650000

## 摘要

本文针对现代别墅区建筑电气强弱电管网施工布局与质量控制展开研究, 重点探讨强弱电管网与雨污水管网、自来水管网、燃气管网及高压管网的交叉碰撞冲突解决方案。通过多专业协同规划、BIM技术应用、施工过程动态调整等手段, 有效解决管网碰撞冲突, 保障各系统安全稳定运行。研究表明, 科学的施工布局与精细化质量控制是实现多管网高效协同的重要保障, 为现代别墅区基础设施建设提供理论与实践参考。

## 关键词

现代别墅区; 建筑电气; 强弱电管网; 施工布局; 质量控制; 管网冲突

## 1 引言

近年来, 随着人民日益增长的对美好生活需要向往的进程, 现代别墅区以其高品质居住环境和智能化生活体验受到市场青睐。然而, 别墅区建设涉及建筑电气强弱电管网、雨污水管网、自来水管网、燃气管网及高压管网等多种基础设施, 各类管网在地下空间中的布局错综复杂。建筑电气强弱电管网作为实现电力供应、通信传输、智能控制的核心系统, 其施工布局不仅需满足自身功能需求, 还需与其他管网

系统协调配合。结合瑞丽市中竣·御景建设工程项目及陇川县景岭博郡项目别墅区(以下别墅区指这两个项目)实施过程为例, 进行对不同设计与施工单位, 缺乏统一规划和有效沟通和实施, 常出现管线交叉、空间占用冲突等问题, 导致施工进度延误、成本增加, 甚至埋下安全隐患, 进行展开讨论并探究。

例如, 强电电缆与燃气管网近距离并行敷设, 可能因电磁干扰引发燃气泄漏风险; 弱电光缆与雨污水管道交叉时, 若防水处理不当, 易造成信号传输故障。因此, 别墅区实施具体情况, 对如何科学规划建筑电气强弱电管网布局, 妥善处理与其他管网的碰撞问题, 并严格把控施工质量, 成为现代别墅区建设亟待解决的重要课题。本文从多管网协同施工角度出发, 系统探讨建筑电气强弱电管网的施工布局优化策略与质量控制措施, 旨在提升现代别墅区基础设施建设的整体水平。

**【基金项目】**瑞丽市中竣·御景建设工程项目(项目编号: 2104-533102-04-01-605521); 陇川县景岭博郡项目(项目编号: 2020-533124-47-03-010410)

**【作者简介】**杨兵兆(1987-), 男, 白族, 中国云南昆明人, 本科, 高级工程师, 从事机电安装研究。

## 2 现代别墅区建筑电气强弱电管网施工布局要点

### 2.1 强电管网施工布局

#### 2.1.1 电源引入与变配电系统设置

现代别墅区通常规模较大，用电负荷大，相对分散，合理选择电源引入点至至关重要。电源引入点应靠近负荷中心，以减少线路损耗和电压降，同时要考虑周边电网条件和未来发展规划。例如，在该项目的别墅区，通过对周边电网的勘察和负荷计算，将电源引入点设置在别墅区靠近市政的位置，有效缩短了供电距离。

变配电系统的配置需根据别墅区的用电负荷和性质进行设计。对于规模较小的别墅区，可采用箱式变电站；规模较大的则宜采用开闭所与箱式变电站相结合的方式。开闭所应设置在负荷中心附近，便于高压电源的分配。

#### 2.1.2 低压配电线路敷设规划

低压配电线路多采用电缆埋地敷设方式，以保证美观和安全。敷设前需对线路路径进行详细规划，避开建筑物基础、地下障碍物以及其他管网。同时，要根据土壤条件和环境温度选择合适的电管、电缆型号和规格。例如，在该项目施工中，根据不同区域的用电负荷，选用不同截面的 YJV 型交联聚乙烯绝缘电力电缆。对于负荷较小的普通住宅用户，采用合适规格的电线，既满足了用电需求，又避免了资源浪费。此外，电缆敷设深度一般不小于 0.7m，穿越道路和建筑物基础时需穿钢管保护，防止外力破坏。

### 2.2 弱电管网施工布局

#### 2.2.1 通信网络系统布局设计

通信网络系统涵盖电话、宽带、有线电视、可视对讲等，是实现信息传输的关键。电话和宽带网络常采用光纤到户的方式，在别墅区设置中心机房，通过光纤将信号传输到各别墅单元的弱电箱。

以该项目为例，样板间施工采用现代风格，融入了智能家居系统，可以根据业主的生活习惯自动调节室内照明色度、背景音乐、温度、湿度环境，提供个性化的服务，提高舒适度，享受感。中心机房配备先进的通信设备，实现高速光纤接入，每个别墅户内弱电箱内设置光纤终端盒和网络交换机，通过超六类网线将网络信号分配到各个房间的信息插座，满足居民高速上网需求。有线电视系统则通过同轴电缆或光纤与前端信号源连接，合理设置放大器和分配器，确保信号稳定传输。

#### 2.2.2 安防监控系统布局要点

安防监控系统对于保障别墅区安全至关重要，其布局需实现对出入口、主要道路、公共区域及别墅周边的全方位监控。在别墅区出入口设置高清智能摄像头，可识别车辆和人员信息；主要道路每隔一定距离安装监控摄像头，确保视野无盲区；别墅周边安装具有夜视功能和智能报警功能的摄像头，并与红外对射探测器等报警装置联动。智能安防系统

则可以实时监控建筑的安全状况，实时给主人可视化的报警，为预防和解决安全问题提供保障，人工智能的引入使得建筑的智能化程度得到了质的飞跃

例如，该项目别墅区在围墙及小区岔路口无死角设置高清夜视摄像头，与红外对射探测器组成周界防范系统。当有非法入侵时，摄像头自动捕捉画面，同时触发报警装置，将信号传输到监控中心，实现快速响应和处理。监控中心设置在消防控制室值班室或大门值班室处，配备专业的监控设备，对所有摄像头画面进行实时监控和存储。弱电管网强调信号传输稳定性与抗干扰能力。光纤到户与 5G 微基站的结合成为主流方案，光缆敷设需单独穿 PVC 管保护，避免与强电线路平行距离超过 50cm。

## 3 建筑电气强弱电管网与其他管网冲突问题分析

### 3.1 与雨污水管网的碰撞

雨污水管网属于重力流管道，对坡度和标高要求严格，其与强弱电管网碰撞时，常出现标高冲突。例如，在别墅区施工中，强电电缆沟与雨污水管道交叉，由于雨污水管道按设计坡度敷设，导致强电电缆沟无法正常施工。此外，雨污水管道渗漏可能会对强弱电管网造成腐蚀和短路等危害。若雨污水管道破裂，雨污水渗入强电井，可能引发电气故障，威胁人员安全和设备正常运行。

### 3.2 与自来水管网的碰撞

自来水管网与强弱电管网碰撞主要表现为空间位置冲突。在狭小的地下空间内，两者可能争夺有限的敷设空间。如在别墅庭院施工中，自来水管与弱电光缆同时需要在某一区域敷设，由于前期规划不足，导致两者位置重叠。同时，水管漏水可能影响强弱电管网的绝缘性能。一旦自来水管破裂，水渗入强弱电线路，会造成信号传输异常，影响通信和智能控制功能。

### 3.3 与燃气管网的碰撞

燃气管网与强弱电管网碰撞存在严重安全隐患。强电产生的电磁干扰可能影响燃气管道的安全运行，若两者距离过近，电磁感应可能引发燃气泄漏甚至爆炸。例如，某小区强电电缆与燃气管道并行敷设距离不足规范要求，在强电设备运行时，产生的电磁干扰导致燃气管道的压力监测装置出现异常信号。另外，施工过程中若不慎损坏燃气管网，会造成燃气泄漏，遇明火极易引发火灾和爆炸事故。

### 3.4 与高压管网的碰撞

高压管网电压高、危险性大，与强弱电管网碰撞时，可能引发高压放电、短路等严重事故。当强电电缆与高压管网距离过近时，可能因绝缘击穿导致高压电侵入强电系统，损坏设备并危及人员生命安全。同时，高压管网周围存在强电场和磁场，会对弱电信号产生强烈干扰，影响通信质量和弱电系统的正常运行。例如，某别墅区附近有高压输电线

路,在弱电系统施工过程中,发现靠近高压线路区域的通信信号严重失真,无法正常使用。

## 4 建筑电气强弱电管网与其他管网碰撞的处理方法

### 4.1 规划设计阶段的碰撞预防

#### 4.1.1 多专业协同设计

在规划设计阶段,组织建筑电气、给排水、燃气、市政等多专业设计人员进行协同设计至关重要。建立定期沟通机制,如每周召开一次设计协调会,共同商讨管网布局方案,避免各自为政。例如,在该别墅区设计过程中,通过多专业协同设计,提前对强弱电管网与其他管网的交叉、并行等情况进行分析,优化了管网布局,减少了潜在的碰撞点。同时,绘制综合管网规划图,将各类管网的位置、走向、管径、埋深等信息在同一图纸上清晰标注,便于各专业人员查看和协调。因联排别墅小区中间有道路、庭院、绿化带设置,而雨水污水出户管多,导致所有井室设在道路两旁的空间受限,雨水污水井根据出户管位置全部设在道路上,其余管网设在道路两旁布置是最好的布局;强弱电井每户均有1个,间距按照标准规范至少30公分以上,弱电管网及表后自来水入户管网埋深控制在0.5米,不得浅于0.3米即可;高压管网在别墅区市政入户后就变成低压强电管网,低压强电管网埋深不低于0.7米确保安全;燃气管网埋深1米以上并敷设信号带,地上有明显专用标识标志;绿化带内井盖选用下沉式或绿色树脂井盖,停车位、道路、人行道上的井盖根据路面材质选用相近颜色的承重混凝土井盖或铸铁井盖。

#### 4.1.2 BIM技术应用

利用BIM技术进行管网碰撞模拟是预防碰撞的有效手段。通过建立三维模型,将强弱电管网与其他管网的信息录入其中,进行碰撞检查。运用BIM技术,在设计阶段就能发现管网碰撞点,及时对设计方案进行调整优化。BIM技术还可以进行施工模拟,提前展示施工过程中可能出现的问题,为施工方案的制定提供参考,避免在实际施工中出现碰撞而返工。

### 4.2 施工阶段的碰撞处理措施

#### 4.2.1 遵循避让原则

在施工过程中,由深到浅施工,垂直分布按照污水管—雨水管—自来水管—高压管—燃气管—低压强电管网—弱电管网。按照雨水污水管先施工,高压电力管埋深1.5米以上接着施工(避开居民道路),低压强电管网、弱电管网与其他管网发生碰撞时,应遵循一定的避让原则。一般来说,小管径管道避让大管径管道,可弯管道避让不可弯管道,压力管道避让重力自流管道,新设管道避让已建管道,必要时适当增设检查井进行垂直错开处理。例如,当弱电光缆与雨水管道碰撞时,由于弱电光缆可弯曲,可适当调整其走向,避让雨水管道。同时,要根据现场实际情况,灵活运用避让原则,

确保各管网的正常施工和运行。

#### 4.2.2 技术处理方法

对于无法避让的碰撞点,需采取相应的技术处理方法。当强弱电管网与雨污水管网交叉时,可采用增设套管、抬高或降低管道高程等方法解决。如在强电电缆与雨污水管道交叉处,给电缆穿钢管保护,并在交叉点处在标高可调情况下降低雨污水管道标高,保证排水顺畅。当与自来水管网碰撞时,可采用调整管道位置、增加防护措施等方法。若自来水管与弱电光缆碰撞,可将光缆适当移位,并在周围包裹防护材料,防止水管漏水对光缆造成影响。对于与燃气管网的碰撞,必须严格按照安全规范进行处理,保持足够的安全距离,或采取屏蔽、隔离等措施。

## 5 现代别墅区建筑电气强弱电管网施工质量控制措施

### 5.1 施工材料质量把控

施工材料质量是强弱电管网施工质量的基础。对电线电缆、管材等主要材料,要严格按照设计要求和相关标准进行采购。选择具有良好信誉和质量保证的供应商,要求提供产品质量证明文件,如合格证、检验报告等。

在材料进场时,进行严格的检验和验收。检查材料的规格、型号、外观质量等是否符合要求,对管道壁厚,电线电缆的绝缘性能、线芯规格,管材的壁厚、强度等指标进行重点检测。例如,采用绝缘摇表对电缆的绝缘电阻进行测试,确保其符合标准。对不合格材料坚决予以退回,严禁用于工程施工。

### 5.2 施工工艺规范执行

施工过程中,严格执行相关施工工艺规范是保证质量的关键。在电缆敷设过程中,注意电缆的弯曲半径、敷设深度、固定方式等要求。如电缆的最小弯曲半径不小于其外径的15倍,在转弯和分支处用电缆夹具进行固定。在强弱电管线交叉处,采取有效的屏蔽措施,如在弱电线管外套金属管或缠绕铝箔纸,防止强电对弱电信号的干扰。

### 5.3 施工过程管理

建立健全施工过程管理制度,加强对施工人员的管理和监督。施工前,对施工人员进行详细的技术交底,使其熟悉施工图纸和施工工艺要求,明确质量标准和安全注意事项。

在施工过程中,施工管理人员定期进行巡查,及时发现和解决施工中出现的問題。对关键工序和隐蔽工程,进行旁站监督,确保施工质量符合要求。例如,在电缆沟开挖、管线预埋等隐蔽工程施工时,要求施工人员严格按照规范操作,完成后及时进行验收,合格后方可进行下一道工序施工。

### 5.4 质量检测验收

施工完成后,按照相关标准和规范进行质量检测验收。对强电管网,进行绝缘电阻测试、接地电阻测试、耐压试验

等检测项目,确保电气性能符合要求。对弱电管网,进行信号强度测试、传输速率测试、系统功能测试等,保证弱电系统正常运行。

例如,强电系统的绝缘电阻测试,要求相间、相对地绝缘电阻值不小于 $0.5M\Omega$ ;接地电阻测试,要求接地电阻值不大于 $4\Omega$ (特殊要求的系统按设计要求执行)。弱电系统的网络传输速率测试,要达到设计要求的带宽标准,视频监控系统的图像清晰度、实时性等要满足使用需求。通过严格的质量检测验收,及时发现和整改质量问题,确保强弱电管网施工质量合格。

## 6 案例分析

### 6.1 工程概况

这两个项目分别由13栋联排别墅和9栋联排别墅组成,别墅户数每栋4至7户。规模不大,但是该别墅区建筑电气强弱电管网工程与雨污水管网、自来水管网、燃气管网及高压管网的施工,受到水平距离的制约,给施工空间布局带来难点重重,但是在施工单位的深化布局后报请设计单位确认,在建设单位统一协调下,顺利完成各专业施工。

### 6.2 施工布局与碰撞处理措施

在施工布局方面,强电管网从市政变电站引入一路 $10kV$ 电源,在别墅区外围设置开闭所,通过箱式变电站将电源分配到各别墅。低压配电线路采用电缆埋地敷设,沿道路两侧布置。弱电管网中,通信网络采用光纤到户,安防监控系统实现全方位覆盖。

在处理管网碰撞问题时,采用多专业协同设计和BIM技术。在设计阶段,通过BIM模型发现管网碰撞点,及时进行了优化调整。施工过程中,遵循避让原则,如弱电光缆避让雨水管道,压力较小的自来水管避让燃气管网。对于无法避让的碰撞点,采取技术处理方法,如在强弱电与雨污水管网交叉处,给强弱电管线增设套管,保证了施工质量和各管网的安全运行。

### 6.3 实施效果

通过科学合理的施工布局 and 有效的碰撞处理措施,该别墅区建筑电气强弱电管网工程顺利完成,与其他管网协同运行良好。强电系统供电稳定可靠,电压波动在允许范围内;弱电系统通信畅通,安防监控系统运行正常。工程质量经检

测验收合格,得到了业主和相关部门的认可,为现代别墅区多管网施工提供了成功范例。



强弱电井安装后效果图

## 7 结论

现代别墅区建筑电气强弱电管网的施工布局及与其他管网冲突碰撞处理是一项复杂的系统工程,需要从规划设计、施工过程到质量控制等多个环节进行全面考虑和严格把控。通过合理的施工布局、有效的碰撞处理方法和严格的质量控制措施,可以确保强弱电管网与其他管网的安全、稳定运行,提高现代别墅区的基础设施建设水平。在未来的别墅区建设中,应进一步加强多专业协同合作,推广应用先进技术,不断优化施工布局和质量控制措施,以满足人们对高品质居住环境的需求。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50242-2002建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50303-2015建筑电气工程施工质量验收规范[S]. 北京:中国计划出版社,2015.
- [3] 李某某. BIM技术在综合管网施工中的应用研究[J]. 施工技术,2022,51(12):112-116.