

变电站土建工程常见质量通病的产生及预防措施研究

文 / 张旭晨 宁夏送变电工程有限公司

马小刚 宁夏送变电工程有限公司

摘要：变电站土建工程施工具有很强的复杂性、技术性，影响最终施工质量的因素比较多，为有效解决质量通病，提升施工质量。本文采用理论结合实践的方法，立足变电站土建工程的特点，分析了变电站土建工程施工中较为常见的质量通病，以及产生的原因，并提出预防措施。分析结果表明，针对变电站土建工程施工中出现的设备基础混凝土质量问题、构支架问题、渗水和漏水问题、抗震性不足问题，通过规范混凝土基础施工过程、做好构支架安装施工工作、加强防渗和防漏施工、强化变电站土建工程的防震等级建设，可全面提升变电站土建工程质量，助力我国电力事业稳健发展。

关键词：变电站；土建工程；质量通病；构支架；主要设备基础

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.059

引言

在我国电力行业迅速发展的背景下，变电站的建设规模日益扩大，技术要求也在不断提高。但在变电站土建工程的施工过程中，由于受到多种因素的影响，质量通病问题时有发生。质量通病的存在不仅会影响到变电站土建工程的外观和内在质量，还会导致变电站在运行过程中出现安全隐患，威胁到电力系统的稳定运行。因此，深入研究变电站土建工程的质量通病，分析其产生的原因，并采取有效的预防措施具有非常重要的现实意义。

一、变电站土建工程的特点

和其他土建工程相比，变电站土建工程具有更加显著的特点，主要体现在以下几个方面：

1) 安全性要求高。变电站是电力输送的核心环节，其土建工程质量直接关系到电力系统的安全稳定运行。一旦发生质量问题，如地基沉降、墙体倒塌等，可能会导致变电站设备损坏、电力中断，影响大面积区域的供电，对工业生产、居民生活乃至社会正常秩序造成严重影响。

2) 功能性要求多样。和房屋项目土建工程相比，变电站土建工程内有各种不同类型和规格的电气设备，土建工程需根据设备的尺寸、重量、操作空间等要求进行设计和施工，合理规划设备布置位置，确保设备能够顺利安装和方便后期维护检修，比如：需要为大型变压器设置合适的吊装孔和运输通道，为开关柜预留足够的操作空间等。

3) 与电气设备安装配合紧密。变电站土建工程与电气设备安装是一个有机的整体，两者的施工顺序需要密切配合，比如：土建工程要先于电气设备安装完成，为基础和主体结构的施工提供条件。但在土建施工过程中，也要考虑到电气设备的安装需求，合理安排施工进度和预留接口。比如：在主体结构施工时，要预留电气设备的吊装孔、进线孔等，确保设备能够顺利进场安装。

二、变电站土建工程常见质量通病及产生的原因

(一) 设备基础质量不达标

在变电站土建工程内需要布置大量电力设备，为保证电力设备能够安全、稳定的运行，对混凝土基础的强度、承载力等指标有很高的要求。但在实际施工中，部分施工单位过于追求施工进度和效益，未按照现行的规范和标准做好设备基础混凝土施工的每个细节，经常出现混凝土施工工艺不合理，后浇带设置不合理等问题，致使设备基础出现了大量不规则的裂缝病害（如图1所示），此种病害的存在，轻则会影响结构外观的美观性，重则会影响到大型设备使用的安全性。此外，大型设备安装前需要在提前安装大量预埋件，若缺乏有效的二次振捣，在地基上容易出现孔洞病害，在后期运行维护中容易发生维修人员或者是维修设备擦碰问题，影响人员安全和设备的使用性能。



图1 变电站土建工程设备基础裂缝病害示意图

(二) 构支架破损和腐蚀病害

在变电站土建工程构支架安装施工中大多采用螺栓连接方式，虽然可以提升构支架的稳定性，但对操作要求比较高，需严控螺栓紧固力矩，紧固力矩过大过小都会影响构支架的稳定性。紧固力矩过大，会降低螺栓的机械抗疲劳强度，缩短使用寿命，而紧固力矩过小，则会影响导致构支架的稳定性。此外，由于设备支架安装的

施工中提供设备和材料的厂家不一，在进行构支架安装施工不可避免地需要进行开孔、焊接等操作，这会对土建结构的完整性，以及支架的防腐层造成不同程度的破坏，从而加速生锈腐蚀，缩短构支架的使用寿命。

(三) 渗水和漏水病害

渗水和漏水病害也是变电站土建工程施工中较为常见的质量通病，此种质量通病存在，对变电站土建工程的质量，以及内部电力设备运行安全造成较大影响。引发此病害的主要原因体现在以下几个方面：

1) 变电站雨篷、阳台等土建工程施工中，在板和梁的交接位置，混凝土振捣密实度不足，致使混凝土结构质量不达标，如出现裂缝、坑槽等，随着时间的推移，这些病害会进一步发展扩大，引起渗水和漏水问题。

2) 在变电站雨篷根部施工中，过于追求施工进度，未对落地灰进行有效清理就直接铺设防水卷材，从而影响了防水卷材和雨篷基层之间的粘结效果，难以发挥出防水卷材应有的防水作用，从而出现渗水和漏水问题^[1]。

3) 变电站土建工程较为复杂，尤其是屋面管道、空调室外机底座等位置较为比较复杂，防渗处理难度大，仅凭单一的防渗漏技术难以有效保障防水效果，加大了这些位置在雨季方发生渗漏的概率。

(四) 变电站防震等级不达标病

抗震等级是否合理有效，是衡量变电站土建工程施工质量的关键因素，我国很多地区处于地震多发带，若变电站土建工程抗震等级不达标，一旦发生地震灾害，会对整个电力系统运行的稳定性、安全性造成严重影响。但在实际施工建设中，设计人员和施工人员对变电站土建工程结构抗震性的重要性认识不足，致使很多变电站土建工程结构的抗震级别不符合标准。

三、变电站土建工程常见质量通病预防措施

(一) 规范混凝土基础施工过程

针对变电站土建工程施工中常见的设备基础质量不达标病害，在实际施工中必须规范混凝土基础施工过程，具体而言，可从以下几个方面同时入手：

1) 在进行变电站主要设备地基施工中，为给混凝土固化成形提供良好的条件，控制应力裂缝，可在合理位置后浇带，比如：在变电站土建工程 GIS 设备基础施工中，其长度通常在 40m 以上，针对这一问题就必须在其周围安装后浇带，以确保大体积混凝土施工质量^[2]。主要原因是在大体积混凝土施工中，混凝土在硬化过程中会产生水化热，如果不能及时散发，就会导致混凝土内部和外部的温度相差过大，从而产生开裂现象，而通过安装后浇带，则可以为混凝土固化时的应力收缩提供足够的空间。

2) 在进行大面积的混凝土浇筑中，水化热的存在会导致混凝土内外温差变大，从而形成温度应力，若温度应力超过混凝土的最大抗拉极限强度，就会出现裂缝。为有效解决水化热引起的裂缝问题。可在混凝土配制中加入适量的粉煤灰，用粉煤灰来取代部分水泥，以控制水化热产生的热量，加入适量的减水剂（减水率 > 8%），以降低水化热对混凝土造成的影响。

3) 在浇注完毕之后，要及时开展养护操作，可在混凝土表面上覆盖一层土工布，并进行洒水养护，以控制混凝土内外温度在 25℃ 以内，如果内外温差过大，会导致混凝土内部和外部的温度相差过大，从而产生开裂现象。

(二) 做好构支架安装施工工作

在进行变电站土建工程的过程中，构支架的安装施工质量是直接关系到变电站电力设备的稳定运行以及线路敷设安装的效果和质量。因此，在构支架的安装施工过程中，必须确保各项工作能够按照规范和设计的要求进行有序的开展^[3]。为了规范构支架的安装过程，设计文件中应当明确指出高强螺栓的紧固力矩（如表 1 所示），以确保螺栓的正确安装和结构的稳固。此外，还需要对施工人员进行专业的培训，让每位参与构支架安装施工的人员都能充分了解和掌握正确的安装方法和技巧，从而提高施工质量和效率。同时，施工过程中应严格遵守安全操作规程，确保施工安全。

表 1 变电站土建工程构支架紧固力矩参考表

序号	螺栓规格	初拧扭矩 (N·m)	终拧扭矩 (N·m)
1	M16	90	130 ~ 158
2	M20	145	260 ~ 317
3	M24	250	445 ~ 539
4	M30	475	900 ~ 1089

(三) 加强防渗和防漏施工

针对变电站土建工程施工过程中出现的渗水和漏水问题，在实际施工过程中，需要采取切实有效的措施来做好防渗和防漏施工。为了确保工程质量，在变电站土建工程防渗防漏施工中需严控以下几点：

1) 在变电站土建工程中，特别是雨篷和阳台的施工环节，应使用坍落度较小的混凝土，此种混凝土的特性是通过振捣可有效提高结构的密实度，从而有效防止水分渗透。而在雨篷及阳台的板和梁的交接处，必须进行二次振捣，以确保混凝土的充分密实，从而避免因混凝土不密实导致的渗漏问题。

2) 在进行雨篷防水处理之前，必须彻底清理雨篷根部的落地灰，若未清理干净灰渣可能会成为水分渗透

的通道。在铺贴防水卷材时,要确保卷材能够铺贴至雨篷梁的四周顶面,并且要紧密贴合,确保没有起鼓或空隙的现象,以形成一道坚固的防水屏障(如图2所示),有效防止雨水渗透,确保变电站土建工程的质量和安



图2 变电站土建工程雨篷防水屏障现场图

3) 为有效解决变电站土建工程中屋面管道、空调室外机底座、屋顶风机口等位置出现的渗水和漏水问题,必须严格遵守设计规范进行施工,在进行防水层施工之前,需要确保预留和预埋工作准确无误。严禁在已经施工完成的防水层上随意打孔或开洞,以免破坏防水层的完整性。对于穿透屋面现浇板的预埋管,还需要在合适的位置设置止水环,以防止水通过管道引发渗漏。在出屋面管道、屋顶风机口等与刚性防水层的交接处,应预留出 $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ 的凹槽,并在其中嵌填密封材料,以确保密封效果。为了进一步加强防水性能,此处还应做附加防水卷材增强层处理。可采用柔性防水卷材进行泛水处理,泛水高度应不小于 250mm ,以确保足够的防水高度,泛水的上口应使用管箍或压条,将卷材上口压紧,并用密封材料封严,以确保没有水渗漏的可能。对于出屋面管道根部直径 500mm 范围内的找平层,应抹成高度不小于 300mm 的圆锥台形状,以利于水的引流和分散^[4]。而对于伸出屋面的井(烟)道及上屋面楼梯间周边,应与屋面结构一起整浇一道钢筋砼防渗圈,其高度应不小于 200mm ,以最大限度上提升这些易发生渗漏水位置的防水性能。

(四) 强化变电站土建工程的防震等级建设

抗震等级作为衡量变电站施工质量和安全性的关键指标,其建设的合理性对于变电站长期稳定运行有着严重影响,这就要求在变电站土建工程施工建设中,施工单位必须高度重视工程质量和安全的管理,确保在发生地震的情况下,变电站的主体结构能够承受住地震所引

发的剧烈震动和可能的撕裂破坏,从而保障变电站的安全运行和电力供应的可靠性。在进行变电站土建工程主体结构施工中,要确保钢筋的加工、绑扎和混凝土的浇筑质量符合规范要求。钢筋作为主体结构的骨架,其材质、规格和间距等都要严格控制,以提升钢筋与混凝土之间的协同工作能力。而在进行混凝土施工中,要做到边浇筑混凝土,并进行振捣,避免出现蜂窝麻面、孔洞等缺陷,以确保结构的密实性和整体性,增强变电站土建工程主体结构的抗震性能。

此外,为确保在地震时变电站的主体结构能够经受住地震带来的震动和撕裂,还需要合理设置变形缝和防震缝,将变电站主体结构分割成相对独立的单元,在地震作用下能够有效地减少结构之间的相互影响,降低破坏的程度^[5]。也可以在合适的位置安装有效的隔震装置和消能减震装置,隔震装置可以通过在基础与上部结构之间设置隔震垫或隔震支座,以延长主体结构的自振周期,减小地震作用力的传递;消能减震装置则能够在结构振动过程中消耗地震能量,进一步减轻结构的地震反应,提升变电站土建工程的抗震性。

结语

综上所述,结合理论实践,研究了变电站土建工程常见质量通病的产生及预防措施,研究结果表明,电站土建工程的质量通病会对变电站的安全运行和使用寿命有着重要的影响。通过对这些质量通病产生原因的深入分析,并采取相应的预防措施,可以有效地提高变电站土建工程的质量,确保变电站的安全稳定运行。在实际工程建设中,需要严格执行相关规范和标准,加强质量管理和监督检查,并持续不断地改进施工工艺和管理水平,才能最大限度上预防和消除质量通病的发生,更好地保障变电站土建工程质量。

参考文献

- [1] 单晓峰. 加强房屋土建工程质量的策略[J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(04): 79-82.
- [2] 肖莹. 变电站土建工程常见质量通病的产生及预防措施[J]. 大众标准化, 2022, (24): 140-141+144.
- [3] 高睿. 浅析风电项目施工中质量通病的预防与处理[J]. 中国设备工程, 2022, (17): 229-231.
- [4] 黄亮. 变电站土建工程常见质量通病的产生及预防措施[J]. 价值工程, 2022, 41(12): 19-21.
- [5] 颜永忠. 如何控制土建施工技术质量[J]. 低碳世界, 2021, 11(12): 72-74.

作者简介: 张旭晨(1996-10), 男, 汉族, 宁夏银川人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 变电站土建施工。