

人防口部土建工程施工质量通病分析及 解决方法探讨

杨培青, 李辉, 杨卫兵

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川成都 610066)

摘要: 在人防口部土建工程施工过程中, 其常常存在内墙洞口加强钢筋缺失、预埋线管不能满足人防工程设计要求、上挡墙加强梁及门槛处钢筋安装不符合要求、混凝土浇筑不密实等质量通病, 严重影响到人防工程的防护密封、战时掩蔽及安全疏散功能。阐述了从设计和施工角度出发, 对人防口部土建工程施工中常见的质量通病及产生原因进行的分析, 结合人防口部工程的构造特点及工作原理, 给出了优化设计与改进后的施工措施, 提高了人防口部土建工程施工的实体质量, 节约了成本, 缩短了工期, 所取得的经验可供其他类似人防口部土建工程质量管控参考。

关键词: 人防口部土建工程; 质量通病; 优化设计; 解决办法; 施工质量

中图分类号: TU94+3; TU94+1; TU93

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)03-0082-04

Analysis and Solutions of Common Quality Problems of Civil Works of the Portal of the Human Defense Project

YANG Peiqing, LI Hui, YANG Weibing

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: In the construction process of civil works of human defense project, there are common quality problems such as the lack of reinforcement bars in the inner wall cavity, the insufficiency of pre-buried line pipe, which cannot meet the design standard of human defense project, the installation of reinforcement bars in the upper retaining wall and threshold that cannot meet the requirements, and the lack of density of concrete, which seriously affect the function of human defense project, such as lockdown protection, wartime concealment and safe evacuation. From the perspective of design and construction, the common quality problems and causes in the construction of the portal of human defense projects are analyzed, and the optimized design and improved construction measures are given based on the construction characteristics and working principle of the portal of human defense projects, which improve the physical quality of the construction of the portal of human defense projects, save costs and shorten the construction period, and the experience gained can provide reference for the quality control of similar human defense projects.

Key words: civil works of the portal of human defense project; common quality problems; optimized design; solution; construction quality

1 概述

人防工程是防备敌人突然袭击、有效掩蔽人员和物资、保存战争潜力的重要设施, 通常由口部和主体两部分组成^[1], 其中人防口部是人防主体结构与地表面的连接部分, 主要包括出入口和防护措施等。人防口部通常设置的防护设施如防护门、防爆波活门、滤毒通风、洗消设施是人防工程防护密封、战时掩蔽、安全疏散的物质基础, 起到

战时防护的关键作用。但在人防口部土建工程施工过程中, 人防口部常常存在内墙洞口加强钢筋缺失、预埋线管不能满足人防工程设计要求、上挡墙加强梁及门槛处钢筋安装不符合要求、混凝土浇筑不密实等质量通病而严重影响到其功能的正常发挥, 导致人防工程的防护性和密封性有所降低, 故提高人防口部土建工程的施工质量至关重要。阐述了针对人防口部土建工程施工存在的通病、产生原因及解决方法进行的分析, 给出了

收稿日期: 2023-03-18

优化设计与改进后的施工措施并予以应用,提高了人防口部土建工程施工的实体质量。

2 人防口部土建工程的构造特点及防护密封原理

2.1 人防口部土建工程的构造特点

人防口部是供人员、物资和设备出入的出入口,作为人防地下室与外部环境的联络通道,人防口部是战时最先受到常规武器或核武器爆炸冲击波动荷载作用的部位。在动荷载作用下,人防口部的结构如人防顶板、隔墙、门框墙、临空墙及门外通道的受力非常复杂,其既要承受冲击波的超压荷载,又要承受平时的使用荷载,因此,人防口部结构的设计必须考虑其可塑性,必须满足抗震与动力效应要求,且其结构构件尺寸、强度、钢筋及等级均需予以加强。由于核爆炸会产生放射性污染、染毒周围空气,故其对口部结构的密封性能要求亦特别严格,因此,针对人防口部工程必须布置不同功能的用房,如除尘室、滤毒室、洗消间等,而且这些房间必须设置必要的防护设施以阻止染毒空气的侵害,满足战时防护密封的要求。

2.2 人防口部的防护密封原理

通常根据人防工程的类别及使用功能的差异将人防工程划分为不同防护单元,其防护单元内部设置防护设施、设备及抗爆单元,同时,其防护单元的四周通过隔墙、临空墙构成一个独立的空间防护系统,以供战时掩蔽人员与物资使用。当防护单元中的其中一个抗爆单元遭受袭击破坏时,其内的人员可以转移至另外一个抗爆单元进行掩蔽。每个防护单元均设置了不少于两个出入口,其中至少有一个室外出入口^[2],且该出入口处安装有防护设施,主要包括防护密闭门、密闭门、防爆波活门、防毒通道(兼简易洗消间)、密闭通道、滤毒通风^[3]。当战事发生时,设置在出入口外侧的防护密闭门首先起到第一道抵抗冲击波与染毒空气的作用,而设置在密闭通道内侧的密闭门则起到第二道抵挡染毒空气侵害及密封的作用,进入防毒通道后,滤毒通风系统开始工作以降低染毒空气的浓度,阻止染毒空气通过口部进入人防工程内部,同时,遭受感染的人员可在滤毒室内侧进行消毒、清洗。

3 人防口部土建工程常见的施工质量通病及原因分析

3.1 人防口部土建工程常见的施工质量通病

3.1.1 内墙洞口加强钢筋缺失

通常,人防墙体构件不允许开洞,但为了满足通风、给排水及电气等各种管道通行而进行墙体开洞时,根据 07FG01《防空地下室设计荷载及结构构造》规定:外墙、临空墙、单元隔墙洞口的配筋必须采取加强钢筋,当 $300\text{ mm} \leq L < 1\ 000\text{ mm}$ 时(L 为矩形孔洞短边的尺寸),应在洞口四角配置 $2\Phi 14\text{ mm} \sim 2\Phi 16\text{ mm}$ 的加强筋,当 $700\text{ mm} \leq L < 1\ 000\text{ mm}$ 时,应在洞口四角配置不小于 $2\Phi 16\text{ mm}$ 的加强筋,且加强筋的长度应不小于 $1\ 000\text{ mm}$,加强筋中点至端部的距离至少为 500 mm 。考虑抗震要求时,加强筋需使用抗震钢筋,但在其施工过程中难免会发生加强筋局部缺失、数量不符合设计图纸的情况,甚至会因为加强筋长度不足而影响到墙体结构抵抗冲击波超压动荷载的性能。

3.1.2 预埋线管不能满足人防工程设计要求

人防工程的穿墙、埋地及顶板暗或明敷设线路管材通常选用 SC 钢管,其厚度不小于 2.5 mm 。由于战时人防设施中的照明及动力不允许发生中断,故其管材要具备足够的强度、变形性能以保证线路的安全使用,所用管材严禁采用塑料材质,且其管材连接处、与钢筋连接处均应固定牢固。根据《人民防空地下室设计规范》GB50038—2005 第 7.4.3 条规定:对于管线穿越人防外墙、临空墙及密闭隔墙的各种电缆管线和预埋备用管应进行防护、密闭处理,避免漏气、漏毒现象发生。其出入口的一般密闭墙需要预留 $4 \sim 6$ 根 SC 钢管做为备用。对于 SC 钢管的中间部位,采用厚度为 $3 \sim 10\text{ mm}$ 的热镀锌钢板密闭肋密闭、双面焊牢,钢管安放的位置应适当,不能出现移位与倾斜,并与结构钢筋焊牢,凸出两侧墙体一定长度。

3.1.3 上挡墙加强梁及门槛处钢筋安装不符合要求

人防口部门洞口由两侧门框墙、门槛、上挡墙和加强梁组成,其中门槛主要分为固定门槛与活门槛两类。固定门槛为在门槛底部设置比建筑地坪的高度 $\geq 150\text{ mm}$ 的门槛梁,梁钢筋的绑扎高度宜 $\geq 250\text{ mm}$ 的门槛^[4];活门槛为门下无门槛,其门前设置与建筑地坪同高大、小门槛梁,梁钢筋

的绑扎高度宜 ≥ 100 mm 的门槛。根据墙体厚度、防护级别及受力荷载不同,门槛暗梁及上挡墙的加强梁应配置纵向受力钢筋、箍筋、架立筋,各类别的钢筋需均布排列,其间距必须符合设计图纸及相关规范要求且绑扎牢固,同时,梁的纵向受力钢筋应锚入两侧支座一定长度,其一般直线锚固长度为 $37d$ (d 为钢筋的直径)。若直线长度小于 $37d$,则其布置采用直线段 $\geq 16d$,弯折长度为 $15d$,与墙体整体浇筑成型。

3.1.4 混凝土浇筑不密实

混凝土浇筑施工前需要验收钢筋、模板及人防门框等分项安装工程的质量,而人防口部作为人防工程防护的重要组成部分,其管线复杂、预埋件繁多,尤其是门槛墙筋与门槛梁、上挡墙梁筋与墙筋交汇处,施工时既要提前预埋钢门框、角门框、密闭穿墙管,又需要解决钢筋交叉碰撞的难题,因此留够具有充足空间的混凝土浇筑振捣孔十分必要。但人防口部土建工程施工中的钢筋布置过密引发混凝土流动不畅^[5]、混凝土浇筑振捣不充分、模板拼缝过大而发生漏浆等均会导致人防口部土建工程的混凝土浇筑不密实,外观质量差。

3.2 原因分析

人防口部土建工程的施工质量受以上诸多因素影响不止存在设计与施工问题,而且还有人为主观因素。首先,设计图纸不够细致全面,节点详图不全或不详;其次,施工技术交底不彻底,没有将施工工艺做法及质量标准传达到作业班组中的每一位成员;再次,施工班组对设计图纸的理解存在偏差,加上参考图集错误、按民用施工做法施工人防工程;同时存在施工单位质量管控不严格,监理监督不到位的情况。

总而言之,在人防口部土建工程施工过程中,不可避免地会出现不少质量通病而降低人防口部工程的施工质量,而其施工质量又直接关系到人防口部工程功能的正常发挥,故分析施工中产生质量通病的原因并给出优化设计与改进后的施工措施是提高人防口部土建工程施工质量的关键。

4 针对人防口部土建工程常见施工质量通病采用的解决办法

4.1 优化人防结构的配筋设计

在最终确定防护类别、抗力等级、荷载取值及组合受力的情况下进行人防口部结构的设计,对于口部结构的配筋优化设计主要是临空墙、隔墙、门框墙、门槛及上挡墙部位。首先将墙体钢筋伸入基础底板与顶板。当梁板的下暗柱钢筋直径小于墙体竖向钢筋时,按墙体配筋设计^[6],同时优化门槛处梁钢筋的配置,避免其与预埋钢门框、锚固钩冲撞,且其钢筋布置的不宜过密;其次,梁箍筋的封闭要留有富余量,梁与墙体支座处的锚入长度必须充足。

(1)活门槛门槛梁筋的顶部应设置在底板上层钢筋以上,底部置于底板下层钢筋上侧。对于大门槛梁箍筋底部采用 $25d$ 的锚固长度且未闭合封口,以便于其与底板钢筋的绑扎施工。将前后钢门框的角钢设计为相同尺寸,以便于在安装时保证前后钢门框角钢的受力均匀且门槛处的平整度。大、小门槛梁的间距应不小于 70 mm,钢门框与梁筋的间距至少为 20 mm,以便于混凝土与预埋钢门框有机地结合,浇筑牢固、密实。活门槛配筋情况见图 1。

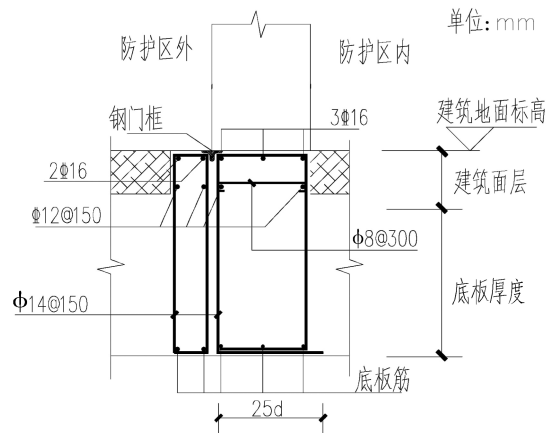


图 1 活门槛配筋图

(2)固定门槛梁宽的设置与墙体同厚,以便于荷载向下传递,避免应力集中的现象发生。门槛梁筋的顶部设置在底板上层钢筋以上,梁箍筋的底部长度为 $15d$ 且搭绑扎孔,以保证施工安装。预埋钢门框通过锚固钩与门槛梁筋焊接固定,并需做到牢固可靠。固定门槛配筋情况见图 2。

(3)上挡墙墙筋的顶部伸入顶板的长度为 $35d$ 且布置在顶板上层钢筋以上。墙筋均匀设置梅

花形拉钩,其间距不大于500 mm,拉结墙体的水平筋与竖向筋形成一体。将上挡墙加强梁纵向受力筋两侧锚入墙体一定锚固长度并与墙体一次浇筑成型,以保证其能够抵挡核爆炸冲击波作用。上挡墙加强梁配筋情况见图3。

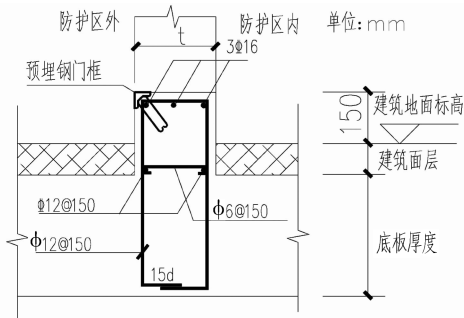


图2 固定门槛配筋图

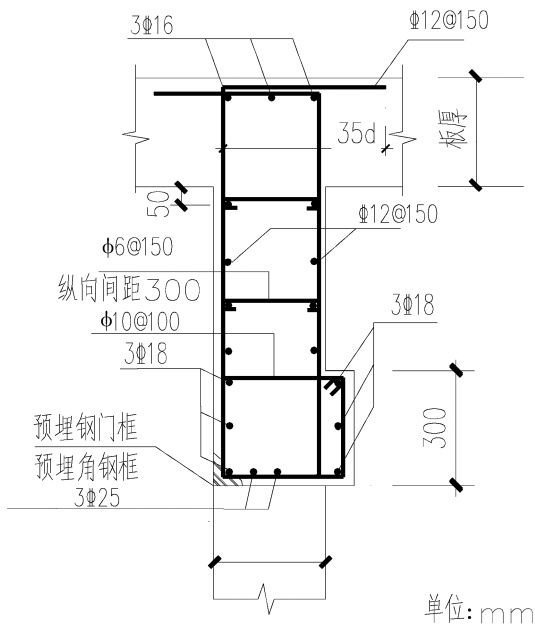


图3 上挡墙加强梁配筋图

4.2 明确施工控制要点

人防口部是人防工程受力的薄弱部位,对于口部墙体的开洞四角必须设置加强筋,采用墙体水平筋在两端实施封闭,其墙、梁筋与顶板、底板的锚固长度必须满足相关规范要求。门槛处的梁筋及上挡墙加强梁筋伸入支座的长度一定要充足,梁筋的排布必须合理且与箍筋绑扎牢固,预埋线管、钢门框与墙、梁的钢筋固定牢固。为保证其结构整体的密封性,预埋线管穿墙时需要采取密闭处理措施,施工过程中一定要注意墙体及人防

门框的安装满足垂直度要求。

4.3 加强施工过程的质量管控

人防口部实体结构系由许多土建施工工序组成,只有对每一道施工工序过程进行质量控制,才能保证人防口部结构工程施工质量。因此,加强施工过程的质量管控是严防质量通病的第一道关口。首先是建立质量责任制,划分岗位职责,明确奖罚措施,提高管理人员的质量意识;其次,针对常见的质量通病制定相应的预防与治理措施,及时进行技术交底,明确施工工艺与质量验收标准,从整体上加强钢筋制安、水电安装、模板制安、混凝土浇筑等各个工序的质量管控。尤其是钢筋制安,一定要严格按照施工图及优化后的施工方案进行,保证钢筋的数量、型号正确,连接方式、锚固要求与加强筋的设置等符合设计图纸与相关规范要求,只有钢筋排布均匀、预埋件的布置与安装合理,方能有利于后续混凝土的浇筑,提高其实体质量;模板安装必须严格按照批复的模板工程方案施工,注重模板的加固效果及细部模板的安装,必须保证安装的垂直度、平整度符合要求,避免涨模、爆模、变形、烂根、漏浆等质量通病的发生;混凝土浇筑必须严格按照批复的混凝土工程方案施工,选择合适的浇筑方法、浇筑流向、浇筑分段,根据钢筋布置情况,选择合理的浇筑振捣方式以确保混凝土浇筑密实,振捣适中,进而提高混凝土的实体质量。

5 结语

人防口部工程的土建施工质量虽然是人防工程施工过程中一个微乎其微的细节问题,但其关乎整个人防工程的防护和密封。在人防口部工程施工过程中,其口部结构钢筋设置密集、预埋安装件繁多,常常存在不少质量通病。相比普通地下室,人防工程对其口部结构实体质量要求更加严格。结合工程实际,基于人防口部土建工程的构造特点与工作原理,对人防口部土建工程施工中常见质量通病的原因进行了分析,给出了优化设计与改进后的施工措施,明确了施工控制点,强调了施工过程质量管控,弥补了人防口部土建工程设计与施工存在的不足,所取得的经验可供其他类似人防口部土建工程质量管控参考。

(下转第108页)

免混凝土表面出现裂纹及强度降低。

(5)混凝土浇筑时应及时进行切缝,切缝宜在浇筑完成后 48 h 内完成,切缝混凝土的强度不小于 5 MPa,切缝按先诱导缝、后结构缝的顺序进行。

4 结 语

该项目研发出的桁架式开槽机采用切割的方式开挖沟槽,完美地解决了崩解岩边坡沟槽开挖成型困难、施工效率低的技术难题;简化了渠道衬砌机混凝土直接入仓的方式,以直卸式入仓替代传统的皮带机运输入仓,提高了混凝土运输设备的使用效率并解决了复杂结构边坡混凝土布料困难的施工难题,拓宽了渠道衬砌机的适用范围。随着 172 项重大水利工程持续推进以及加大水利工程投资建设的政策红利,该标段崩解岩边坡格构梁护坡施工技术成功应用,能够为后续类似

(上接第 85 页)

参考文献:

[1] 刘洋.人防地下室主要出入口防护设计要点研究[J]. 城市住宅,2021,28(3):118-120.

[2] 人民防空地下室设计规范,GB50038-2005[S].

[3] 谷盼盼.人防工程主体施工质量控制与研究[J]. 建筑技术开发,2020,49(13):134-136.

[4] 王爱华,骆晓.高层建筑地下室人防工程施工质量控制研究[J]. 散装水泥,2022,38(4):49-53.

[5] 谢莉.人防工程主体施工技术质量通病预防策略[J]. 建筑技术开发,2020,47(6):146-147.

(上接第 94 页)

参考文献:

[1] 周忠浩,熊建平.清远水泵水轮机蜗壳水压试验和保压浇筑技术特点[C]. 中国水力发电工程学会水力机械专业委员会等,第十九次中国水电设备学术讨论会论文集,2013 年 11 月 21-23 日,大连,中国.

[2] 吴海滨.官地水电站 3 号机蜗壳水压试验[J]. 四川水力发电,2012,31(5):19-21.

[3] 唐睿,郭华.蒲石河抽水蓄能电站蜗壳水压试验及保压浇筑

(上接第 103 页)

点以及隧道防水施工技术,旨在为同类工程的建设提供借鉴。

参考文献:

[1] 中冶交通工程技术有限公司.一种混凝土支护结构的施工方法:中国,200910242898.2[P]. 2009-12-16.

[2] 隧道工程防水技术规范,CECS 370:2014[S].

[3] 地下工程防水技术规范,GB 50108-2008[S].

工程项目提供宝贵经验。

参考文献:

[1] 李国维,赫新荣,李铭,王志勇,吴少甫,江永强,吴建涛,陈伟.引江济淮工程膨胀土下伏崩解岩边坡处治试验研究[J]. 中南大学学报(自然科学版),2022,53(1):52-54.

[2] 郝用兴,张明慧,马子领,马少丹,宋利辉.HJXK-1 型超长边坡渠道削坡开槽机的研制[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版),2015,36(5):84-88.

[3] 张跃松.南水北调渠道混凝土衬砌施工技术[J]. 华北水利水电学院学报,2010,31(5):20-21.

[4] 赵瑞君.水利工程渠道衬砌施工技术研究[J]. 建筑技术开发,2016,43(1):88-89.

[5] 张敬之.S211 鸭凤公路工程首件工程认可制实施分析[J]. 黑龙江交通科技,2019,42(9):236-237.

作者简介:

胡欣(1984-),男,湖北孝感人,分局副局长,高级工程师,双学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

[6] 谢丹.地下人防工程土建施工质量通病分析[J]. 工程技术研究,2019,42(18):1538-1540.

作者简介:

杨培青(1987-),男,河南兰考人,项目常务副经理,高级工程师,从事建筑工程建设项目技术与管理工作的;

李辉(1989-),男,河南商丘人,项目工程管理部副主任,工程师,硕士,从事建筑工程建设施工技术与管理工作的;

杨卫兵(1990-),男,山西晋中人,项目总工程师,工程师,学士,从事建筑工程建设施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

混凝土浅谈[J]. 水利水电工程,2013,32(增刊):87-89.

[4] 朱邦材,杨鸿,杨硕.高水头水轮机蜗壳水压试验的特点及工艺方法[J]. 大电机技术,1997,27(3):41-47.

[5] 水轮发电机组安装技术规范,GB/T 8564-2003[S].

作者简介:

蒋佳驰(1989-),男,四川广安人,项目部常务副经理,工程师,学士,从事机电设备安装技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

[4] 胡勇红.地铁渗漏与防水设计、施工的关系[J]. 中国建筑防水,2013,30(17):6-10.

[5] 姚孟成,常国朋.明挖隧道变形缝施工质量控制要点[J]. 中国高新科技,2020,27(24):36-37.

作者简介:

高华(1985-),男,甘肃天水人,华中分公司副总工程师兼项目管理中心主任,高级工程师,从事市政工程桥梁建设施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)