

# 浅谈人防钢结构装配式防倒塌棚架的主体配套做法

吴佳静

上海新华建筑设计有限公司 200000

【摘要】随着俄乌冲突的发展对世界民众产生了或大或小的影响，人们的国防观念和人防意识也有逐渐加强的趋势。人防工程它不但能在一定程度上抵御冲击波、光热辐射、核辐射、毒剂、放射性和生物战剂污染空气及常规爆炸碎片等各种杀伤因素的危害，还能在和平时期应对自然灾害、突发事故以及保障和促进经济发展等方面发挥着越来越多、越来越重要的作用。而人防工程平战功能转换技术的长足发展，使得城市各地下空间建设与人防工程建设相结合成为可能，所以在人防设计过程中也需要同时兼顾社会效益，经济效益，让人防工程在尽量满足平时使用和快速临战转换中找到最好的平衡点。

【关键词】钢结构装配式防倒塌棚架，平战结合，安装使用

## 引言：

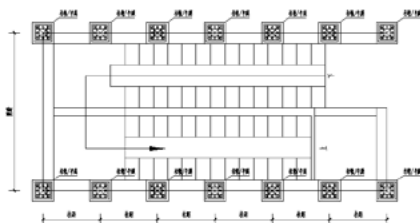
人防工程的主要出入口一般设置于楼梯或者坡道处，当坡道或者楼梯在上部建筑的倒塌范围内则需要主要口设置防倒塌棚架来保证战时工况下能正常安全的使用。棚架设置在出入口通道出地面段上方，用于防止口部堵塞。棚架能在预定的冲击波和地面建筑物倒塌荷载作用下不致坍塌。

棚架一般分为混凝土棚架和钢结构棚架：混凝土棚架的尺寸规格无固定的型号要求，可结合主要口通道的实际尺寸由土建专业自行协商排布，混凝土棚架的结构构件尺寸及配筋可在主体结构模型计算中综合考虑；亦可按单独模型计算，独立计算时需将单独计算的柱底荷载输入到主体模型中结合考虑到位；但由于混凝土棚架需要施工阶段现场一次性浇筑到位，在平时使用过程中影响视觉效果，尤其是在各种形式和观念百花争艳的现代社会，越发不能被追求完美的各大开发商们所接受，所以在近年的人防工程中使用越来越少。对比而言钢结构装配式棚架通过验收后在平时使用过程中可拆除保存，临战的时候安装到位即可，比较能满足外立面美观实用要求，故钢结构装配式棚架在人防工程中的使用率越来越高。在使用该形式的棚架时需参考防空地下室室外出入口部钢结构装配式防倒塌棚架建筑、结构（设计、加工）合订本 05SFJ05、05SFG04 中的尺寸参数，在主体结构中综合考虑型钢构件的尺寸，自重和临战的冲击波作用力，则要求主体结构设计中需同时满足棚架底部的结构构造和受力要求。

以下结合本人参与的实际工程，总结以下各种型钢棚架的柱底结构配套做法。

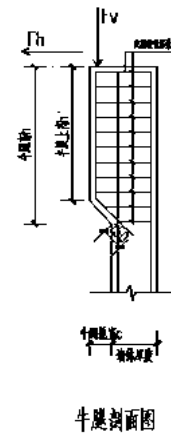
## 1 楼梯，自行车坡道钢结构装配式防倒塌棚架

当楼梯及自行车坡道作为人防主要口的时候，侧壁墙体一般保持临空墙厚度直至出地面，而型钢棚架柱底一般需要 600~700mm 的柱墩宽度，如棚架范围内临空墙统一加厚处理则相对浪费且对地板的冲切也可能会出现超限的情况，所以一般可采用由柱墩底部梁板完成转换或在墙头设置牛腿结构来实现棚架柱底构造要求。为保证主要口通道的疏散宽度，梁板转换结构或牛腿一侧可尽可能与楼梯间内平并结合图集的选型间隔布置，如下图所示：



楼梯、自行车坡道的棚架跨度相对较小，可采用以下两种构造来满足棚架的放置：

①楼梯或自行车坡道无条件设置转换梁板时，可在墙头设置牛腿结构，牛腿构造可参见下图：（牛腿各部尺寸、配筋及正截面受弯承载力计算和斜截面抗裂验算可根据图集提供的钢柱柱底内里表中的弯矩、轴力计算得出；牛腿截面尺寸需同时满足锚栓的排布方案和埋深的计算要求，具体参见 05SFJ04 第 8 页）



②有条件的工程可在柱墩底部的平台板或楼板上设置转换梁，同样按照棚架选型需在转换梁上输入相应的弯矩和轴力，并同时考虑柱墩的自重荷载，输入到主体模型中统一计算得出转换梁的尺寸及配筋。这种梁板转换的受力分析更为明确，构件验算也趋于便利，在常规工程中运用的较多。

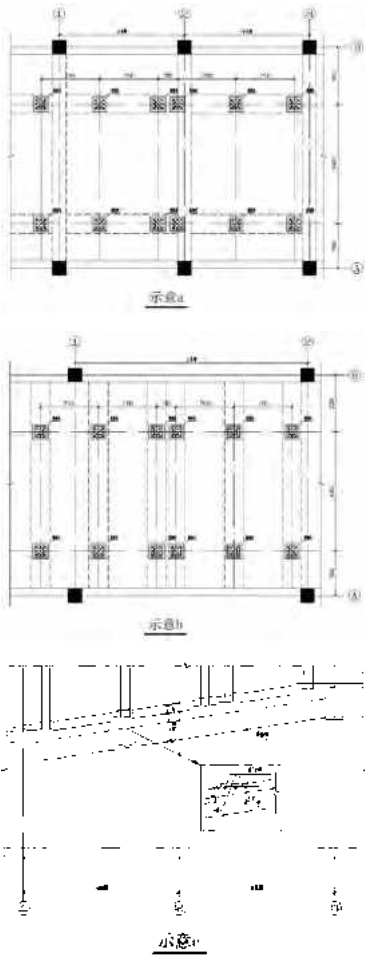
## 2 汽车坡道钢结构装配式防倒塌棚架

工程中运用汽车坡道作为主要口通道时设置型钢棚架的情况多样化，由于汽车坡道的行驶宽度都较大，而型钢棚架的梁跨控制在 5.4 米范围内；并且因为核武器爆炸时，其空气冲击波可能会造成建筑物的整体倒塌，则防倒塌棚架必须单独设置，不得与周围建筑结构相连，所以棚架一侧不能设置在坡道的侧壁墙体之上，型钢棚架的两侧柱子均设置在坡道底板上，由于受力和构造等原因，需要对坡道底板进行配套设计，而根据坡道敞开段的位置不同，棚架设置的坡道底板分为车道板下空、车道板下回填及直接设置在回填土内三种情况。

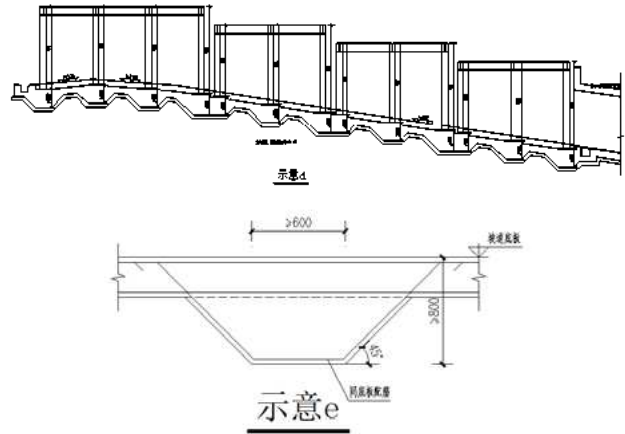
①棚架设置于坡道板上，且坡道板下空间供平时使用。这种情况下下坡道斜板不仅要考虑人防荷载的作用，还要根据棚架的位置设置柱底转换梁，转换梁可沿着棚架方向布置，详见下图示意 a；也

可垂直棚架方向布置, 详见下图示意 b。当主体柱网跨度较小的时候, 建议采用示意 a 图布置, 这样斜板下梁数量较少, 方便施工和平时使用; 当主体柱网跨度较大时建议采用示意 b 图布置, 转换梁上仅考虑两点集中受力, 更容易控制梁高, 如采用示意 a 图则梁上荷载布置密集, 计算梁高会相应增大, 鉴于坡道下方空间比较紧凑, 会导致梁下净高变小, 使得可用空间变少。

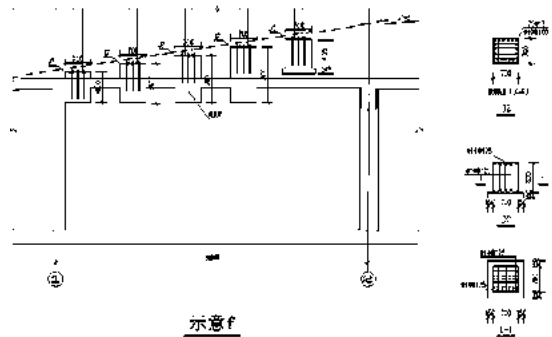
考虑到棚架柱底需要水平放置, 而坡道斜板有一定坡度无法安装钢柱, 故需要留出柱墩构造空间, 为保证最后完成面保持原坡度, 从而需要修改坡道面层大于等于 250mm, 方便增加柱墩构造如示意图 c。按照防空地下室室外出入口部钢结构装配式防倒塌棚架 05SFG04 第 8 页箱型截面柱刚性柱脚构造方案俯视图尺寸和第 15~169 页钢柱选用表中详细尺寸的要求推算出转换梁的宽度不得小于 600mm; 按照防空地下室室外出入口部钢结构装配式防倒塌棚架 05SFG04 第 8 页箱型截面柱刚性柱脚构造方案中锚固长度  $l_a=25d$  (锚栓公称直径  $d \geq 30$ ) 的要求推算出转换梁的高度不得小于 800mm。



②棚架设置于坡道板上, 坡道板下回填处理。该情况棚架置于汽车外坡道上, 坡道底下的回填土需满足夯实系数不小于 0.97, 当战时工况下由夯实土直接传递荷载, 棚架底部仅设置柱墩即可, 柱墩的构造尺寸同理①类中的介绍, 详见下图示意 d, 为方便现场施工, 一般采取柱墩按 45° 斜角放坡, 柱墩内的配筋结合坡道底板配筋且满足抗浮要求。相邻两品棚架之间间距只有一个柱墩宽度, 所以这种情况的柱墩可合并二为一, 并保持最小深度  $\geq 800$ , 柱墩垂直坡道行驶方向可按常规配筋处理, 详见下图示意 e。



③棚架直接设置在覆土内。根据上部建筑的防倒塌范围, 有时候棚架会伸出坡道一段距离, 这个时候棚架底部柱墩会独立在覆土内。如果覆土下仍有地库顶板, 则可能部分柱墩高度不满足锚栓锚固长度要求, 地库顶板上仍需短柱墩下设置转换梁, 转换梁设置原则可参见①类棚架; 如果柱墩下无地库顶板, 且与坡道结构底板无连接, 可设置矩形柱墩, 方便施工, 详见下图示意 f, 短柱 (JZ) 或柱墩 (JC) 配筋由设计计算确定, 设置独立柱墩时, 车库顶板上要同时考虑《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 表 4.8.2 的核武器爆炸动荷载作用下常用结构等效静荷载和防倒塌棚架的钢柱柱底内力在覆土中的折算荷载。



结语:

防空地下室设计中, 常因受限于用地红线, 导致作为战时主要出入口的室外出入口与上部主体结构距离过近。在核武器爆炸冲击波作用下, 上部轻质隔断墙体部分或整体破坏垮塌, 从而堵塞临近的主要出入口。为保障空袭后掩蔽人员、车辆、物资的及时疏散, 所以要求设置防倒塌棚架。给地下掩体与地面连通的最后一环上了一道有效保险。平战结合设计是和平时对地下空间的充分及合理利用。当代的战争完全是高科技的大比拼, 各种高精尖技术运用于战争中。所以快速性和突然性对于人民防空工程的平战转换而言显得尤为重要, 需要临战时统一协调、统筹考虑、反复优化, 而钢结构防倒塌棚架的设置可以说是将战时土建转换工作量尽量降到最低, 并保证了工程的平时可塑性, 充分体现人防工程战备效益、经济效益和社会效益这三者相结合的建设方针。

【参考文献】

[1] 人民防空地下室设计规范 GB 50038-2005  
 [2] 防空地下室室外出入口部钢结构装配式防倒塌棚架建筑、结构 (设计、加工) 合订本 05SFJ05、05SFG04  
 [3] 混凝土结构设计规范 GB 50010-2010